Setup MANUAL

Direct PWM with Cruiser

PWM AMP Setup

2015.01.21

OMRON

REVISION HISTORY			
버전	수정 내용	일자	수정자
1.0.1	Analog Encoder "51E Using"관련 설정 수정	2014.06.25	이명성
1.0.2	전류 Protection 항목 수정	2015.01.21	이재혁

개요

CP3 시리즈는 Servotronix 사의 Delta Tau PMAC2 Style 용 전용 AMP 입니다. 당 자료는 Cruiser 의 PWM Output Option 을 기준으로 작성되었습니다.

하드웨어 설정

A. ENCODER 입력

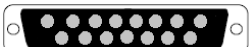
- Analog Encoder Input Port

B. Direct PWM 출력

- Digital PWM Output Port

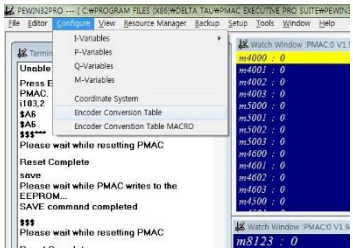
C. Hall Sensor 입력

- Digital Encoder Input Port

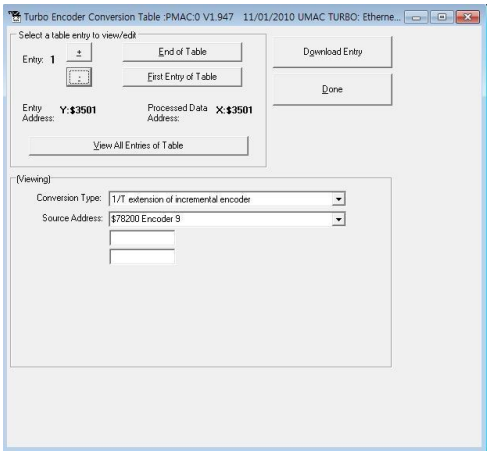


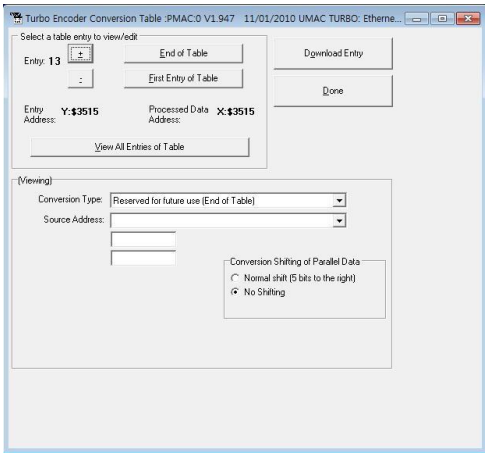
ENCODER CONVERSION TABLE

A. Pewin32Pro→Menu →configure →Encoder Conversion Table 을 실행합니다.

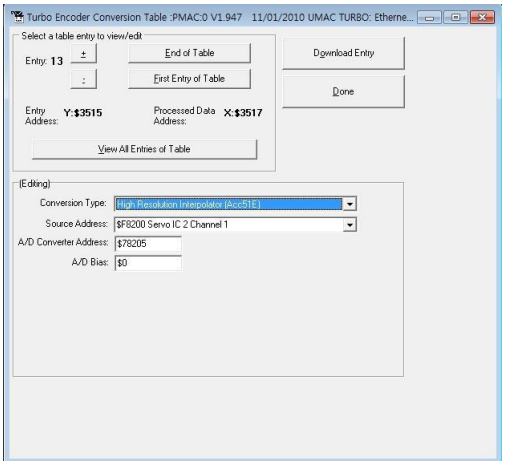


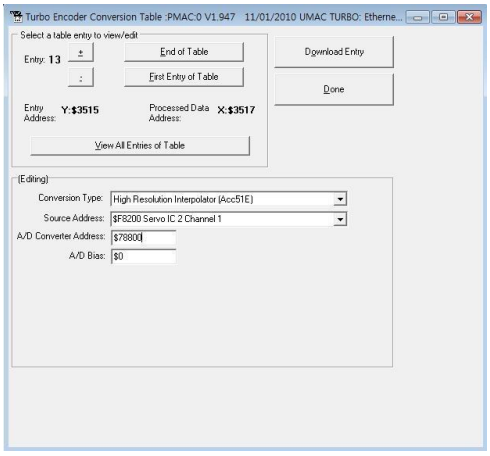
B. Entry 우측의 버튼을 조정하여 마지막 Encoder Conversion Table 로 이동합니다.





C. 비어있는 Encoder Conversion Table 의 Conversion Type 과 A/D Converter Address 작성 후 Download Entry 버튼과 View All Entries 버튼을 차례대로 누릅니다.



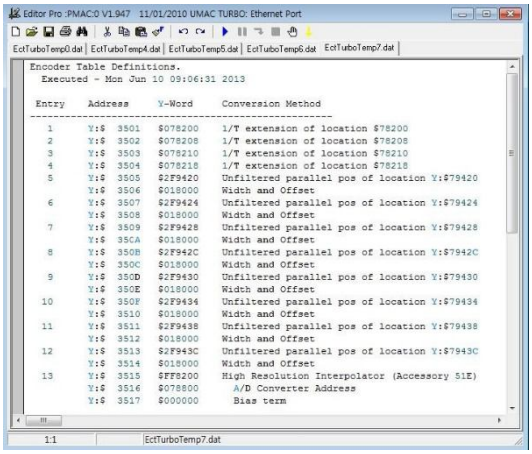


Conversion Type : High Resolution Interpolator(Acc51E)

Source Address :

Channel1	Channel2	Channel3	Channel4	Channel5	Channel6	Channel7	Channel8
$78800	$78802	$78804	$78806	$78808	$7880A	$7880C	$7880E

D. "View All Entries of Table"을 누르면 Edit 창에 현재 설정된 Encoder Conversion Table 이 나타납니다. Download 한 Conversion Table 의 **Bias term** 주소값을 Ixx03(Position Loop Feedback Address)와 Ixx04(Velocity Loop Feedback Address)에 입력합니다.



모터 1 번에서 $3517 번을 사용할 경우

I103 = $3517

I104 = $3517

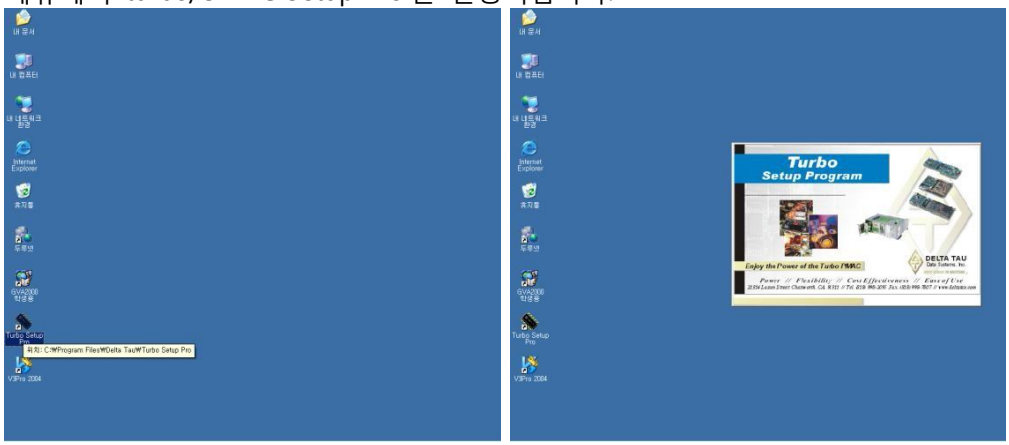
위와 같이 Terminal 에 입력하시면 됩니다.

- 터미널에 Ixx03 설정과 Ixx04 설정을 완료하면 모터를 손으로 움직였을 때 Encoder 값이 Position Window 에 표시되어야 합니다.
- 정상적으로 Encoder 가 입력되지 않을 경우 배선을 확인해 주시기 바랍니다.

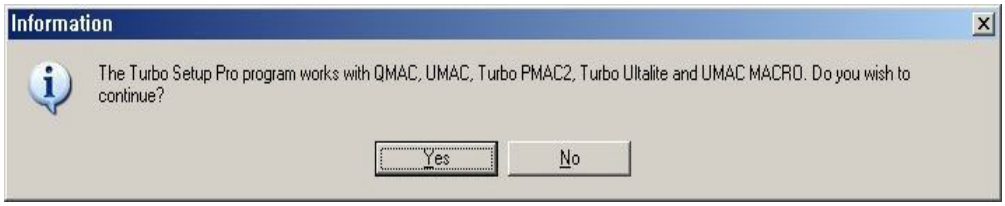
TURBO SETUP 을 이용한 DIRECT PWM AMP 설정

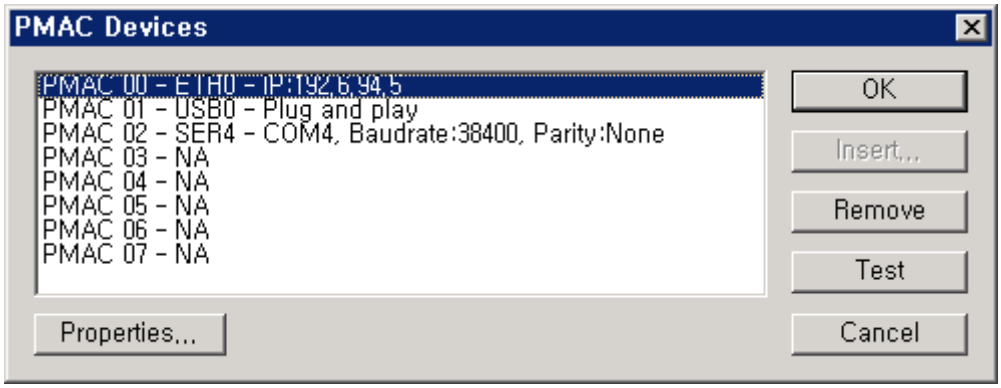
Step 1. Turbo Setup Pro 실행

A. 바탕화면에서 Turbo Setup Pro 를 실행시키거나 Pewin32Pro 의 Tools 메뉴에서 turbo/UMAC Setup Pro 를 실행시킵니다.

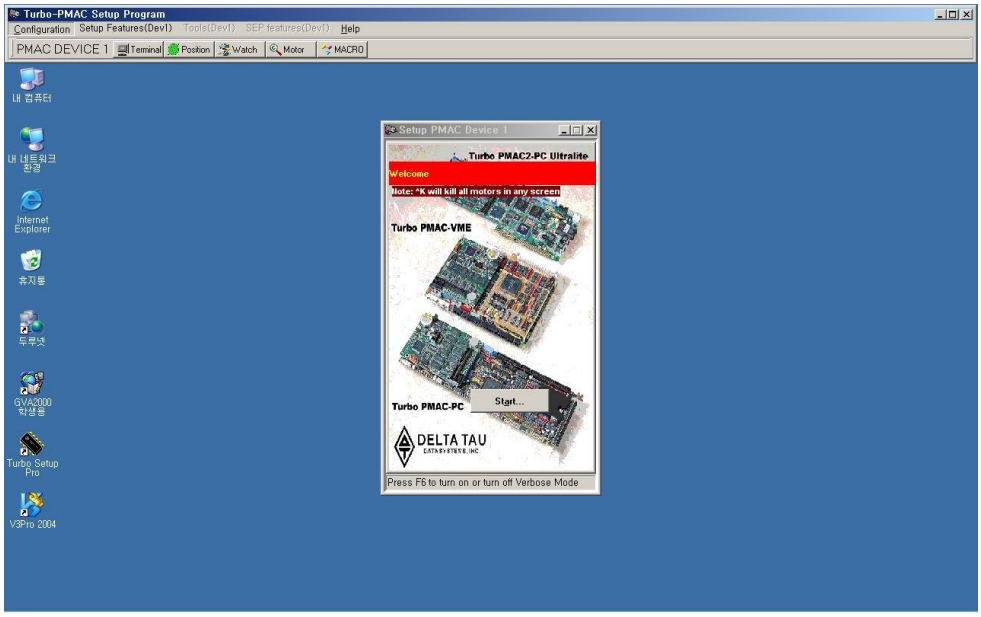


B. Information 창에서 Yes 를 클릭한 뒤 UMAC 과 통신을 시작합니다.





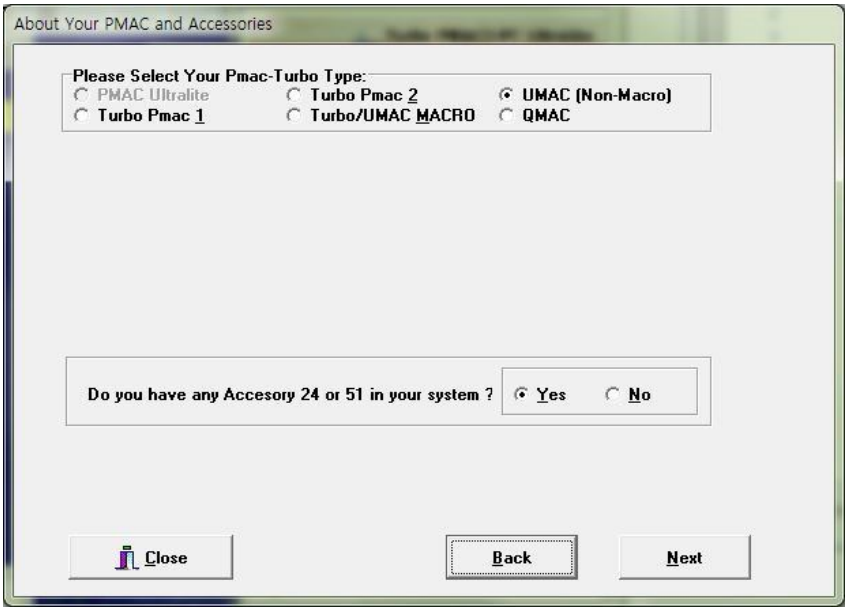
C. 통신이 정상적으로 이루어지면 아래와 같은 창이 출력됩니다. Start 버튼을 눌러 AMP 설정을 시작합니다.



Step 2. PMAC Type 과 Accessory 선택

A. PMAC Type 설정

- PMAC Type : UMAC[NON-Macro]
- Accessory : Yes



B. ACC-24 설정

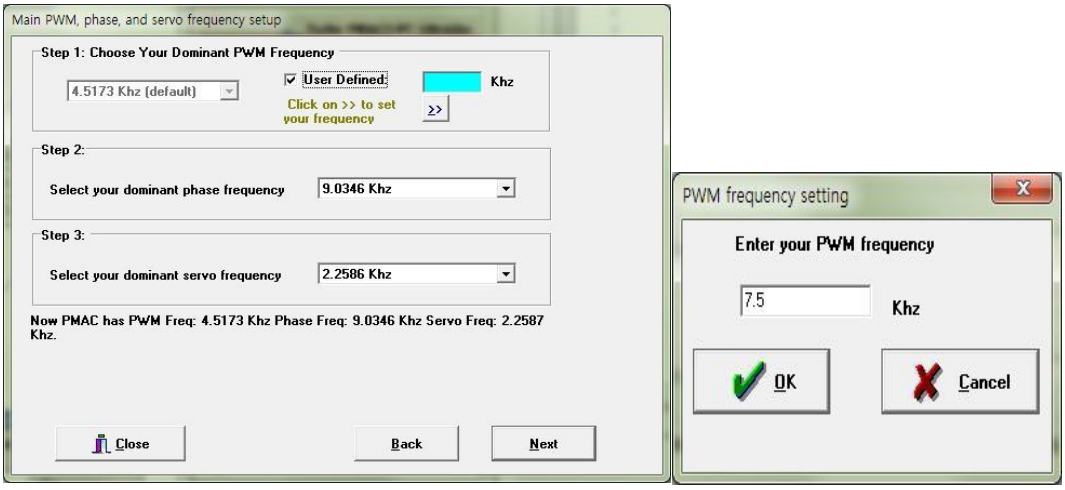
- Accessary 24 설정은 기본값을 사용합니다.

Step 3. PWM, Phase, Servo Frequency 설정

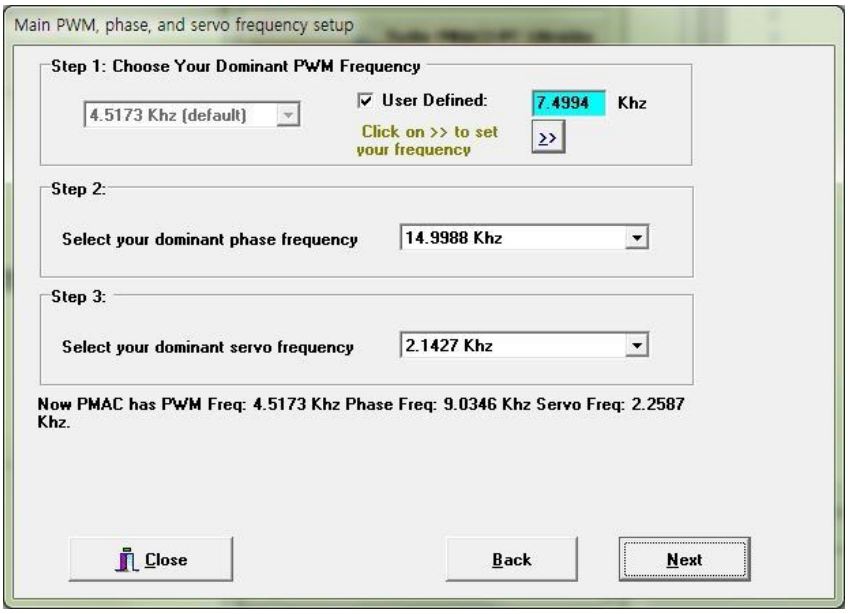
- 아래 표는 Servotronix 사의 CP3 시리즈의 AMP PWM Frequency Spec 입니다.

Amp Model	CP303(3A)	CP306(6A)	CP310(10A)	CP320(20A)
PWM Frequency(MAX)	15.5kHz	8 kHz	8 kHz	8 kHz
PWM Frequency(권장)	7.5 kHz	7.5 kHz	7.5 kHz	7.5 kHz

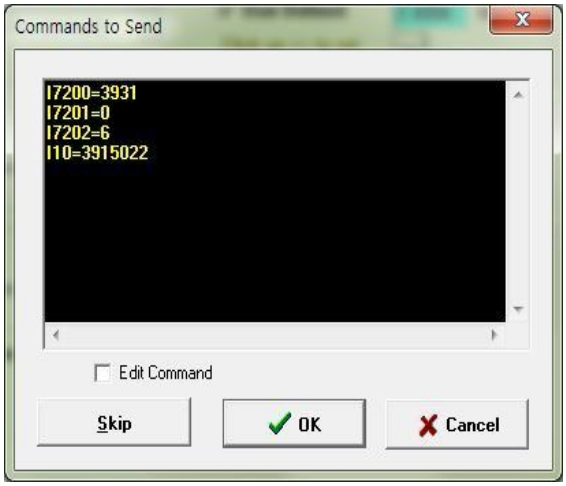
A. Frequency Setup 창에서 "User Defined"를 체크한 후 ">>" 버튼을 클릭하여 PWM 주파수를 입력합니다.



B. 사용할 Servo Frequency 를 선택한 후 Next 를 누릅니다.

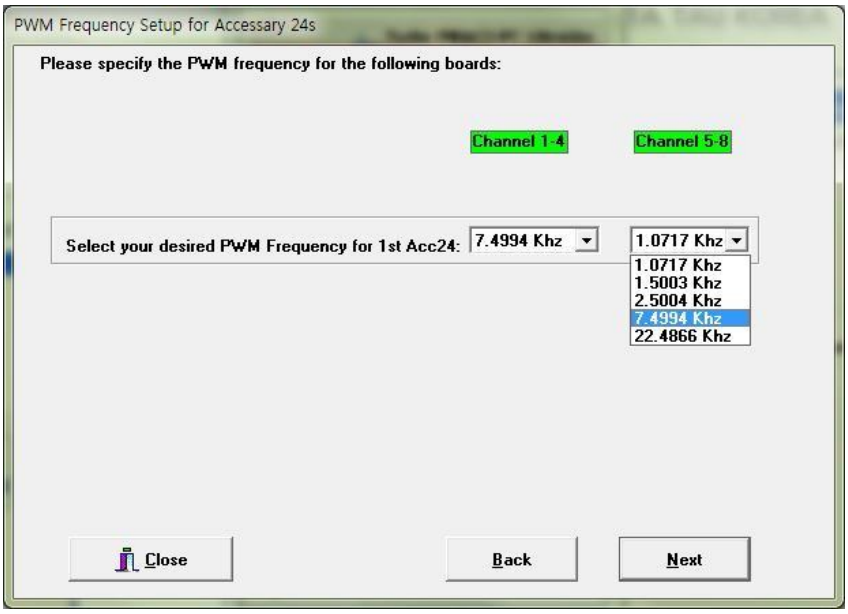


C. 설정이 맞게 되어있는지 확인 후 OK 버튼을 누릅니다.



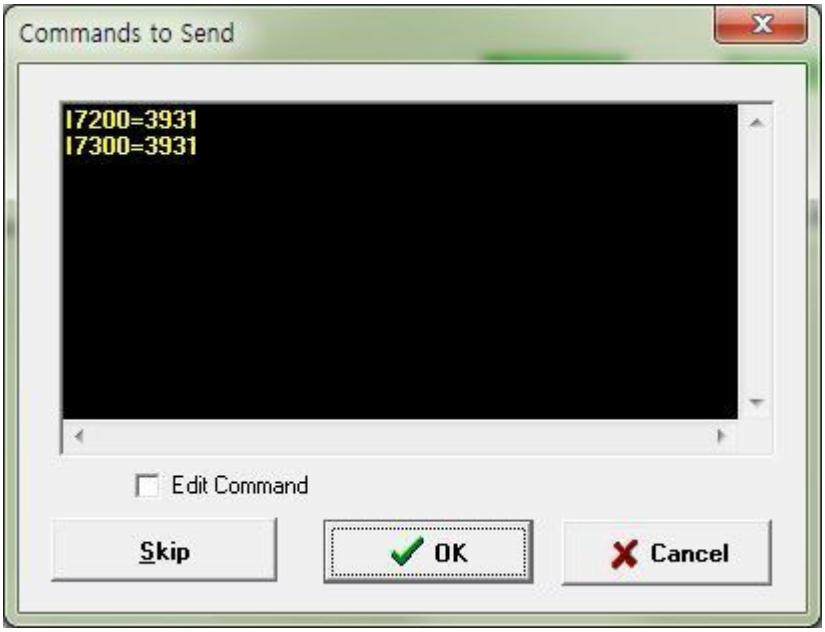
- I7m00 : Servo IC m MaxPhase/PWM Frequency Control
- I7m01 : Servo IC m Phase Clock Frequency Control
- I7m02 : Servo IC m Servo Clock Frequency Control
- I10 : Servo Interrupt Time

D. 각 Channel 에서 사용할 PWM 주파수를 선택한 후 Next 버튼을 누릅니다.



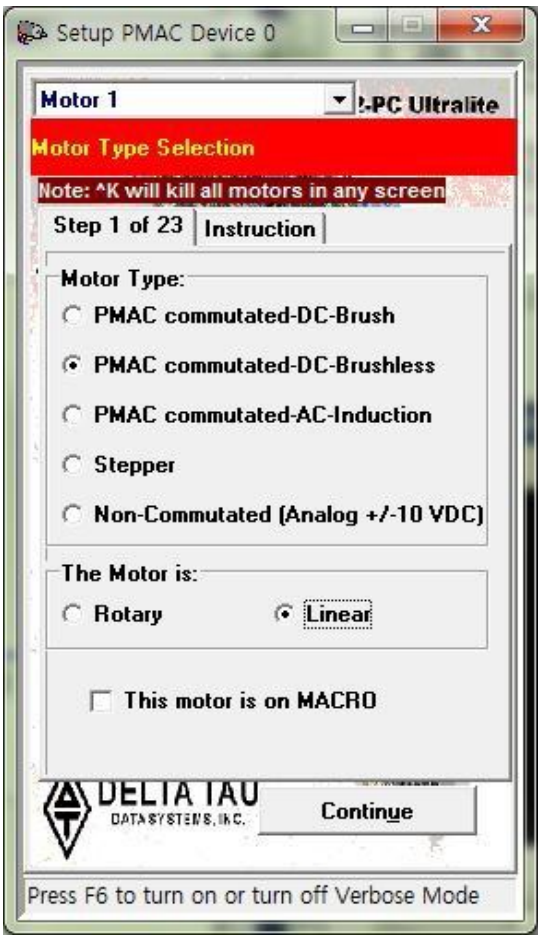
- Cruiser FX(4AXIS) 모델을 사용하실 경우 위 과정은 생략됩니다.

E. 설정한 주파수를 확인한 후 OK 버튼을 누르면 System 에 대한 기본 설정이 끝납니다.

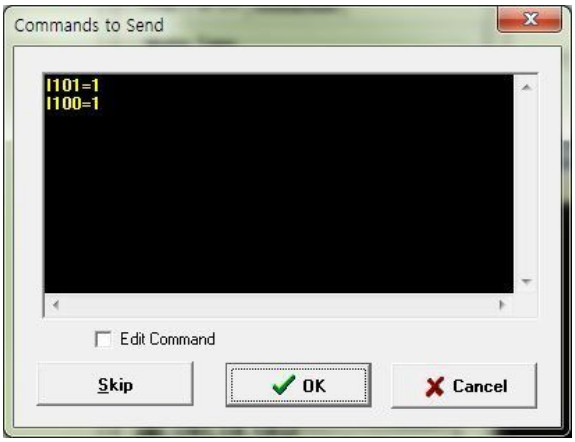


Step 4. 설정할 모터의 번호와 종류를 선택

A. 모터번호와 종류를 선택한 후 Continue 버튼을 누릅니다.



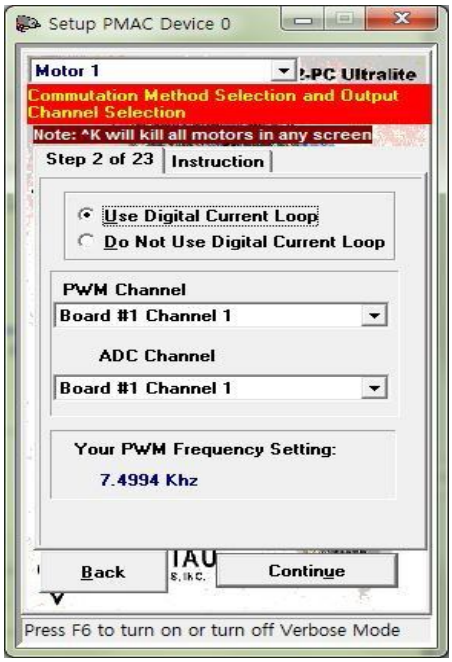
B. OK 버튼을 누러 모터를 활성화 시키고 Commutation 을 활성화 시킵니다.



- Ixx00 Motor xx Activation Control
- Ixx01 Motor xx Commutation Enable

Step 5. Commutation 모드 및 PWM 출력 채널 설정

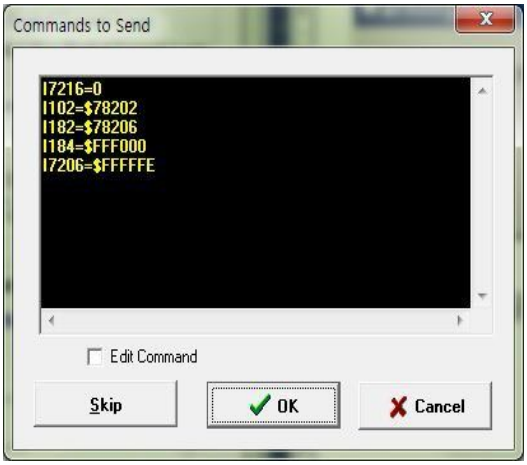
A. PWM/ADC Channel 선택 후 Continue 버튼을 누릅니다.



- **Use Digital Current Loop**
- PWM Channel : Cruiser PWM 출력 Channel
- ADC Channel : Cruiser PWM 출력 Channel

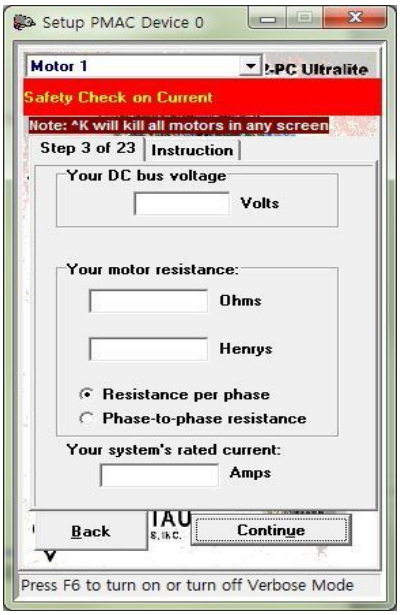
B. NO 를 선택합니다.

C. 설정을 확인한 후 OK 버튼을 누릅니다.

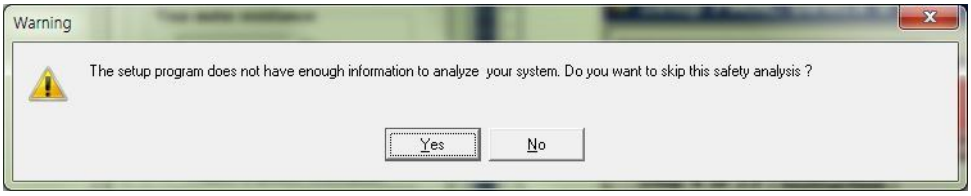


- I7mn6 : Servo IC m Channel n Output Mode Select
- Ixx02 : Motor xx Command Output Address
- Ixx82 : Motor xx Current-Loop Feedback Address
- Ixx84 : Motor xx Current-Loop Feedback Mask Word
- I7m06 : Servo IC m ADC Strobe Word

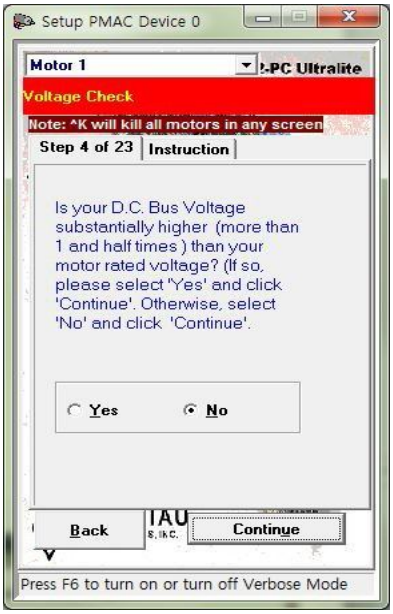
D. Continue 버튼을 누릅니다.



E. Yes 버튼을 누릅니다.



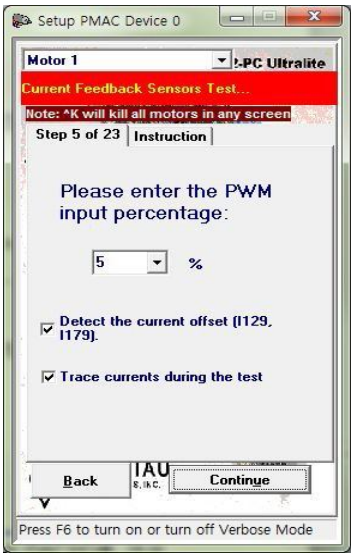
F. Continue 버튼을 누릅니다.



Step 6. 전류 센서 Test

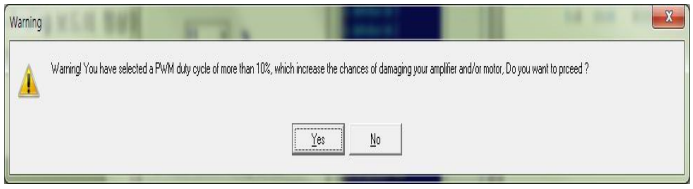
- PWM percentage 는 통상적으로 5 ~ 10 % 내외 이며 최대 15%까지 설정 할 수 있습니다.
- Detect the current offset 체크
- Trace currents during the test 체크

A. PWM Percentage 입력 후 Continue 버튼을 누릅니다.

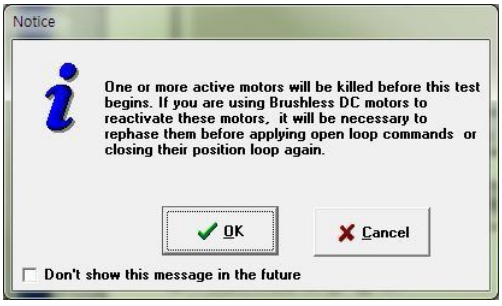


- 모터의 부하가 클 경우 Enter PWM input percentage 의 값이 작으면 Test 시 Error 가 발생 할 수 있습니다.

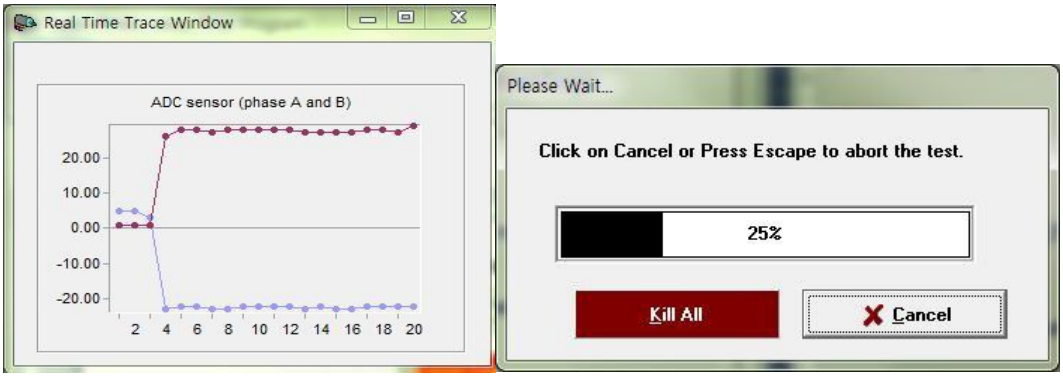
- PWM Test Percentage 가 10%를 넘을 경우 경고 메시지 가 발생합니다. (Yes 버튼을 누릅니다.)



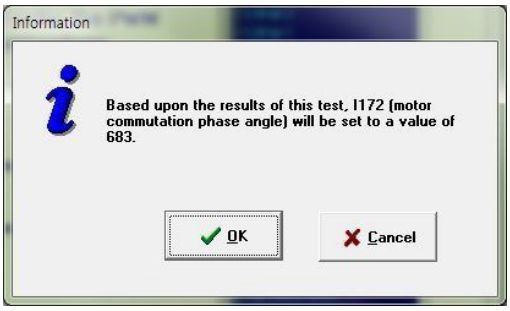
B. OK 버튼을 누릅니다.



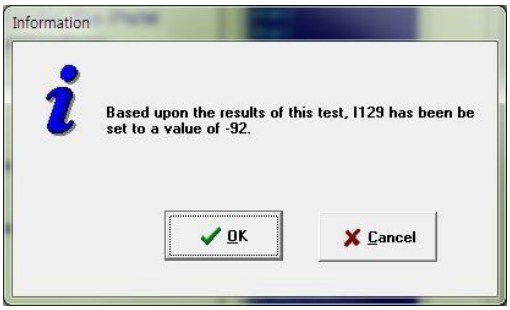
C. Test 진행 시 아래와 같은 창이 출력됩니다.



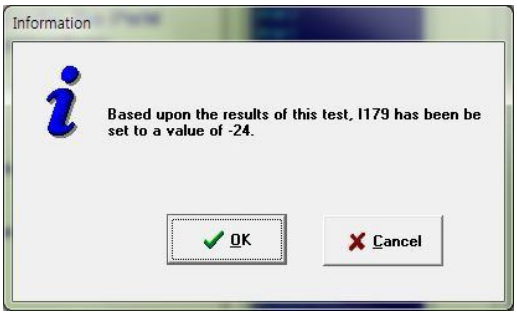
D. OK 버튼을 누릅니다.



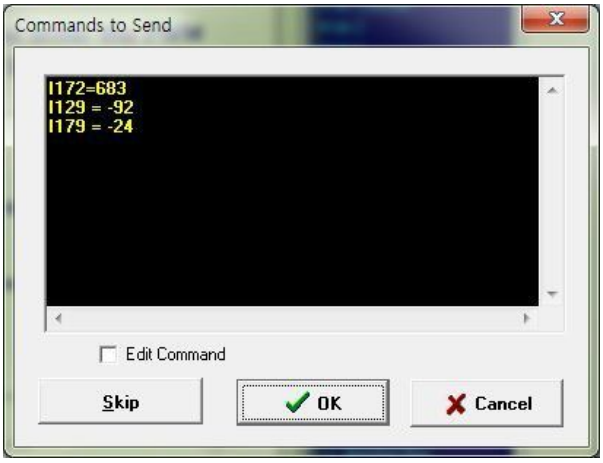
E. OK 버튼을 누릅니다.



F. OK 버튼을 누릅니다.



G. 설정 확인 후 OK 버튼을 누릅니다.



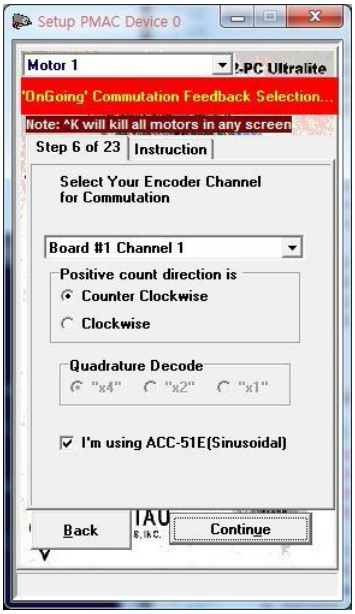
- Ixx72 : Motor xx Commutation Phase Angle.

- Ixx29 : Motor xx Output/First Phase Offset

- Ixx79 : Motor xx Second Phase Offset

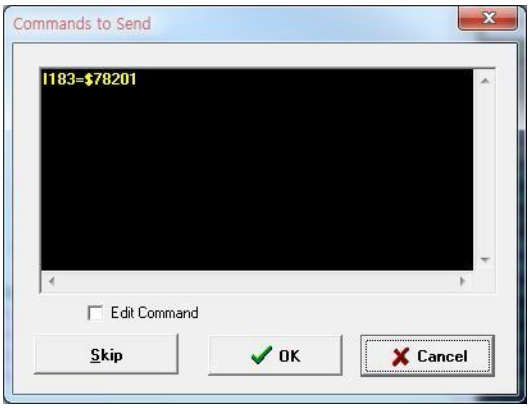
Step 7. Commutation 을 위한 Encoder Channel 선택

A. Commutation 을 위해 사용할 Encoder Channel 을 선택한 후 Continue 버튼을 누릅니다.



- Cruiser Analog Input Channel 을 선택합니다.
- "x4"를 체크합니다.
- Using ACC-51E 는 체크합니다.

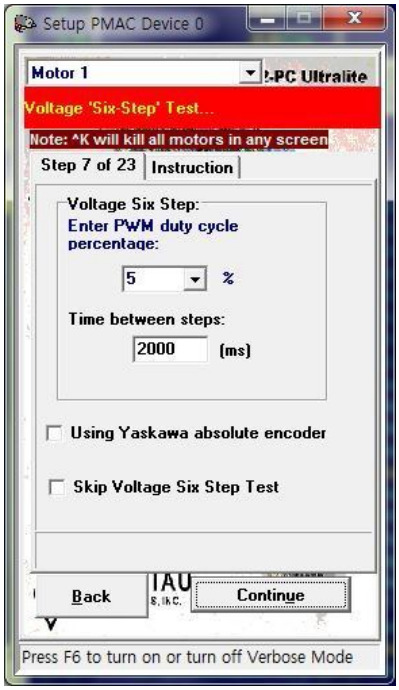
B. 정된 주소와 Encoder Decode Type 이 맞는지 확인한 후 OK 버튼을 누릅니다.



- Ixx83 : Motor xx Commutation Position Address

Step 8. Voltage Six Step Test(Motor Pole Pitch 설정)

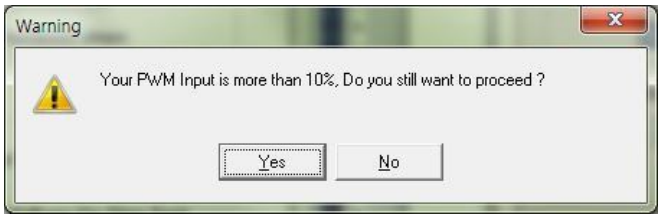
A. PWM Duty Cycle Percentage 를 입력한 후 Continue 버튼을 누릅니다.



- Enter PWM duty cycle percentage : 5 ~ 10 [%]
- Time between steps : 2000 [ms]

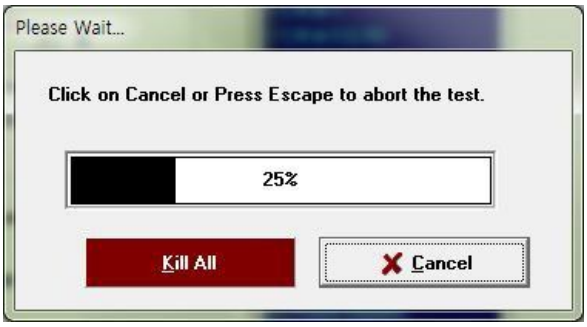
- 모터의 부하가 클 경우 PWM duty cycle percentage 의 값이 작으면 Test 시 Error 가 발생할 수 있습니다.

- PWM duty cycle percentage 값이 10%를 넘으면 경고 메시지를 출력합니다. (Yes 버튼을 누릅니다)



B. Continue 버튼을 누릅니다.

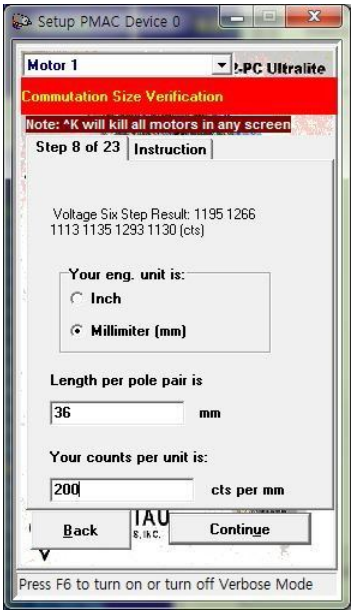
C. Test 진행 시 아래와 같은 창이 나타나며 모터가 실제로 움직입니다.



- Step 간의 이동거리의 차이가 클 경우 좌측과 같이 Error 메시지를 방생하게 됩니다.

- "**A**"를 눌러 duty cycle percentage 설정 화면으로 돌아간 뒤 PWM duty cycle percentage 를 올려서 다시 Test 를 진행합니다. 15%까지 올려도 정상적으로 진행되지 않을 경우 AMP 이상 여부를 확인합니다.

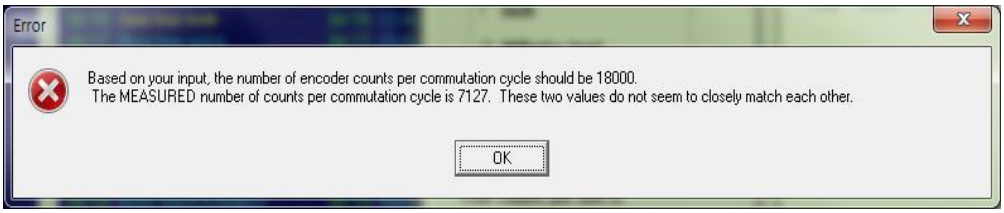
D. Test 가 정상적으로 완료되면 모터의 Pole Pitch 와 1mm 당 Line Count 를 입력합니다.



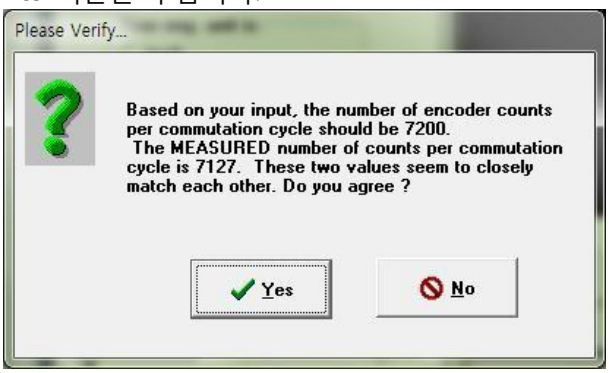
- **Unit** : 모터의 극간 거리의 단위를 선택합니다.
- **Length per pole pair** : 모터의 전기각을 입력 합니다. (전기각은 동일 극성을 갖는 자석 plate 에서 그 다음 자석 plate 까지 의 거리를 의미 합니다.)
- **Counts per unit** : 모터가 1[mm]또는 1[inch]를 움직일 때 Counting 되는 Encoder Line 수를 입력합니다.
!!! 4 채배 후 Data 를 입력해 주세요.

- 예를 들어 20[um] lint Pitch 를 가지는 Encoder 의 Counts per Unit = (1/0.02) X 4 = 200 입니다.

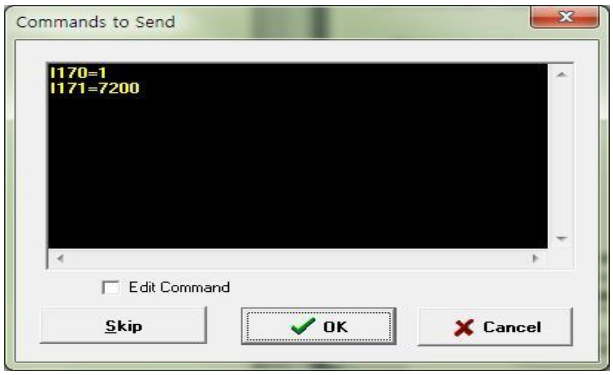
- 입력한 모터의 극간 거리가 맞지 않는 경우 아래와 같이 Error 메시지가 발생합니다.



E. 입력한 수치가 Voltage Six Step 의 결과와 유사하여 아래와 같은 메시지가 출력되면 Yes 버튼을 누릅니다.

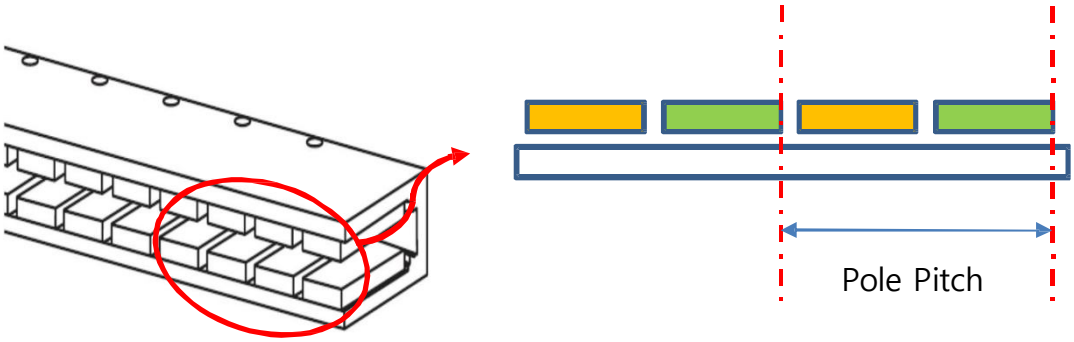


F. 설정 값을 확인 후 OK 버튼을 누릅니다.



- Ixx70 : Motor xx Number of Commutation Cycles (N)

- Ixx71 : Motor xx Counts per N Commutation Cycles



- 위 그림은 Linear Motor 의 Pole Pitch 에 대한 설명입니다. 사용하신 모터의 Pole Pitch 라 함은 N 또는 S 극 자석의 시작 부분에서 다음에 위치한 같은 극성의 자석 시작 위치까지의 거리를 말합니다. 또한 Line Pitch 는 Encoder 를 통해 Counting 되는 최소 단위를 말합니다.
  Ixx71 은 한 Pole Pitch 당 Counting 되는 Linear 모터의 Line Pitch 를 입력하시면 됩니다.

예 1) 1 회전당 1000 Line 이 나오 는 엔코더를 갖고 4 체배를 하는 4 극 브러쉬리스 모터는 1 회전덩 2 개 의 Commutation Cycle 과 1 회전 당 4000 개의 Count 수를 갖습니다. 따라서 Ixx70 = 2 로 설정이 되고 Ixx71 = 4000 으로 설정이 됩니다. 이는 Ixx70= 1 , Ixx71,은 2000 으로 설정을 하여도 됩니다.

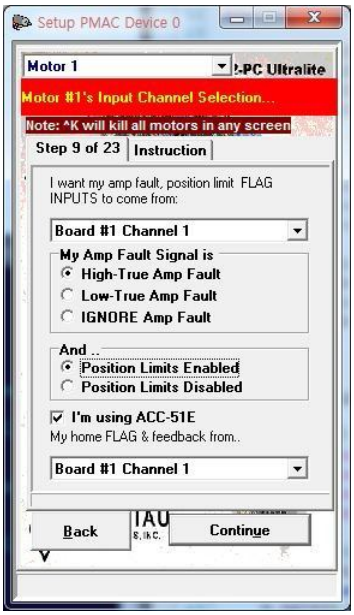
예 2) 전기각(하나의 N(S)극에서 다음 N(S)극 까지의 거리) 이 60.96mm 이고 40um 짜리 엔코더를 PMAC 에 연결 하고 4 체배를 한다면 Ixx70 은 1 로 설정이 되고 Ixx71 은 다음과 같이 설정 됩니다.

$$Ixx71 = electric_cycle * \frac{mm}{cycle} * \frac{line}{encoder_resolution(mm)} * 4\frac{counts}{line}$$

$$Ixx71 = 60.96 * \frac{mm}{cycle} * \frac{line}{0.04mm} * 4\frac{counts}{line} = 6096\frac{counts}{cylcle}$$

Step 9. AMP Fault 및 LIMIT 입력 Channel 설정

A. 아래와 같이 Fault/LIMIT/HOME Flag 설정 후 Continue 버튼을 누릅니다.



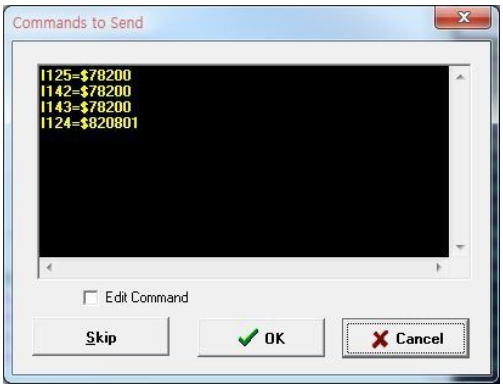
- AMP Fault, Position LIMIT : Cruiser PWM 출력 Channel 을 선택합니다.

- Servotronix AMP(CP3) Fault Level : HIGH

- Position Limits Enabled 체크

- Using ACC-51E 한 후 Analog Encoder 입력 Channel 을 선택합니다.

B. 설정 값이 맞는지 확인 후 OK 버튼을 누릅니다.



Ixx25 : Motor Flag Address

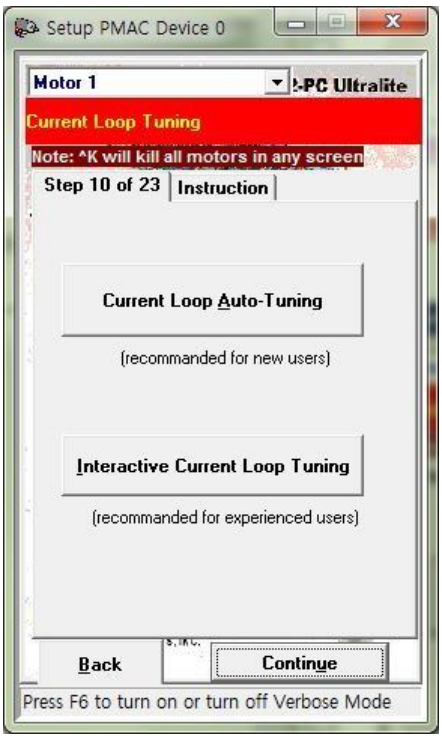
Ixx42 : Amp Fault Input Address

Ixx43 : Motor LIMIT Flag Address

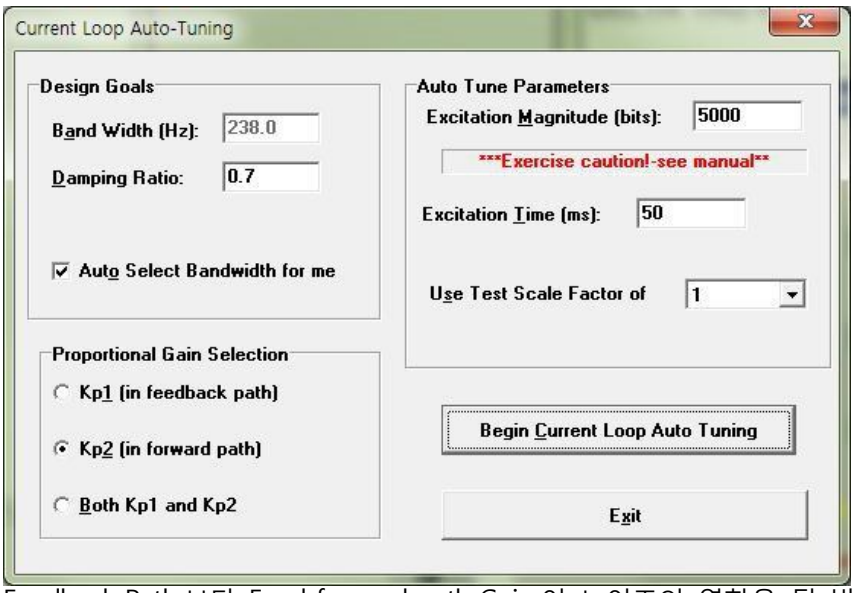
Ixx24 : Motor Flag Mode Control

Step 10. Current Loop Tuning

A. Current Loop Auto-Tuning 버튼을 누릅니다.

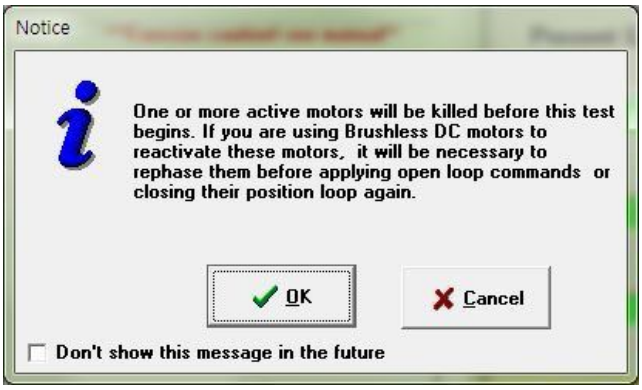


B. 아래와 같이 설정 후 Begin Current Loop Auto Tuning 버튼을 누릅니다.

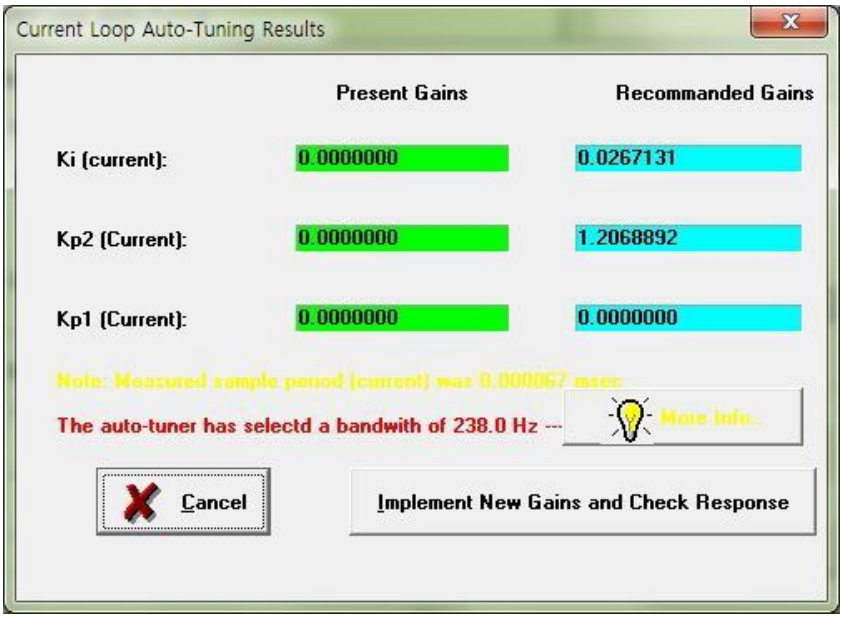


Feedback Path 보다 Feed forward path Gain 이 노이즈의 영향을 덜 받습니다.

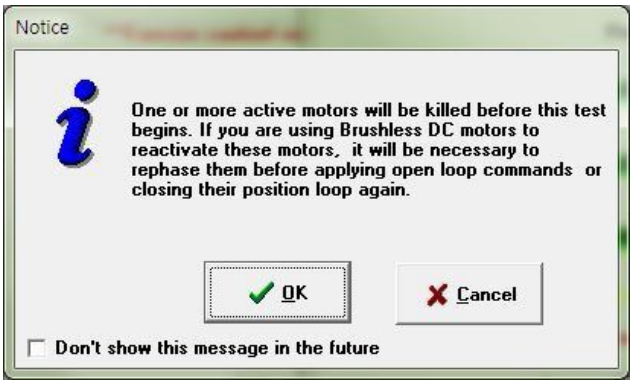
C. OK 버튼을 누릅니다.



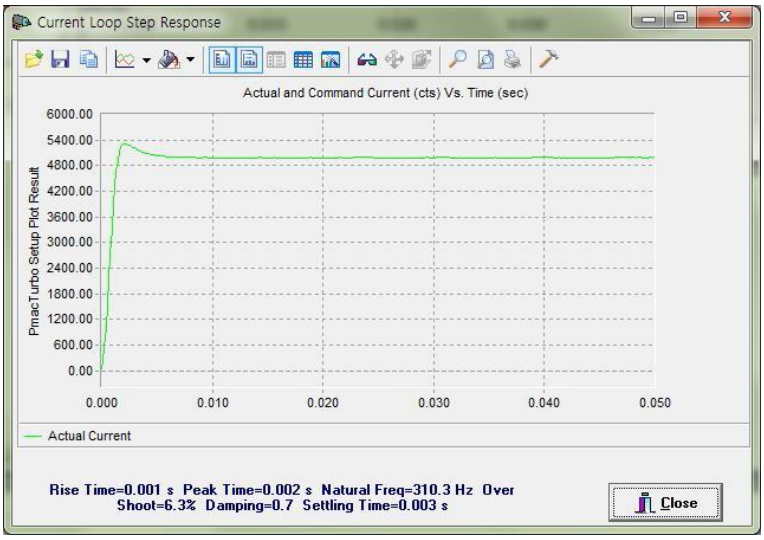
D. Current Gain Auto Tuning 이 끝나면 Implement New Gains and Check Response 버튼을 누릅니다.



E. OK 버튼을 누릅니다.



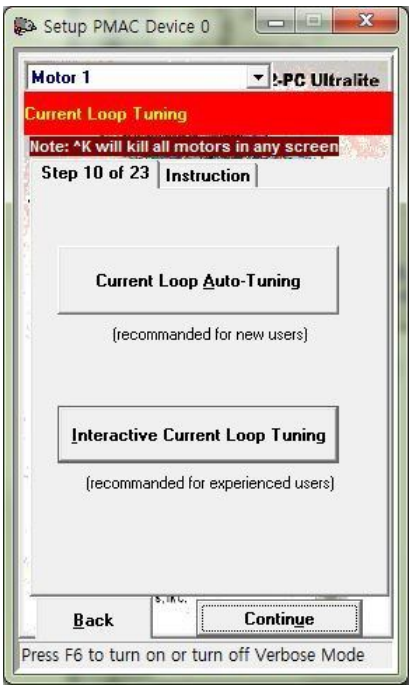
F. Current Loop Step Response 확인 후 Close 버튼을 누릅니다.



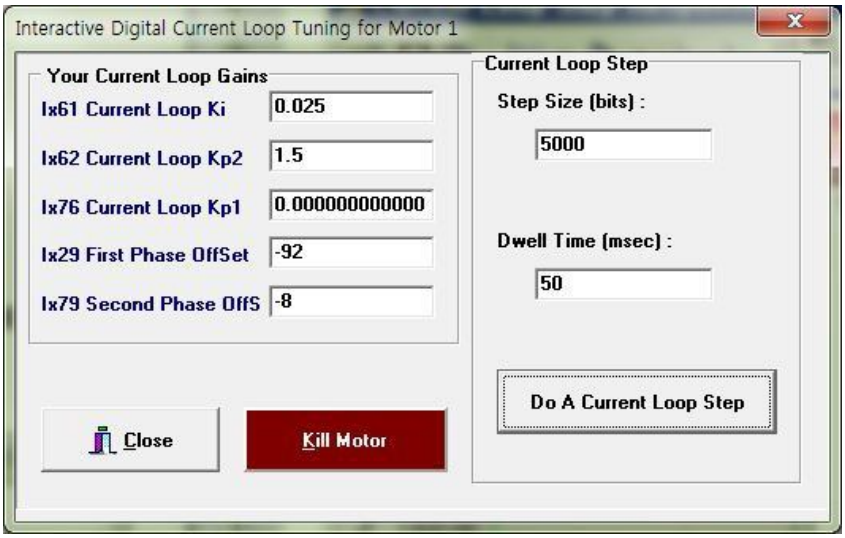
※ 일반적으로 아래의 조건을 만족할 경우 Current Loop gain 이 알맞게 설정된 상태입니다.

- Rise Time <= 0.001[s]
- Over Soot <= 5%
- 0.7<=Damping <=1

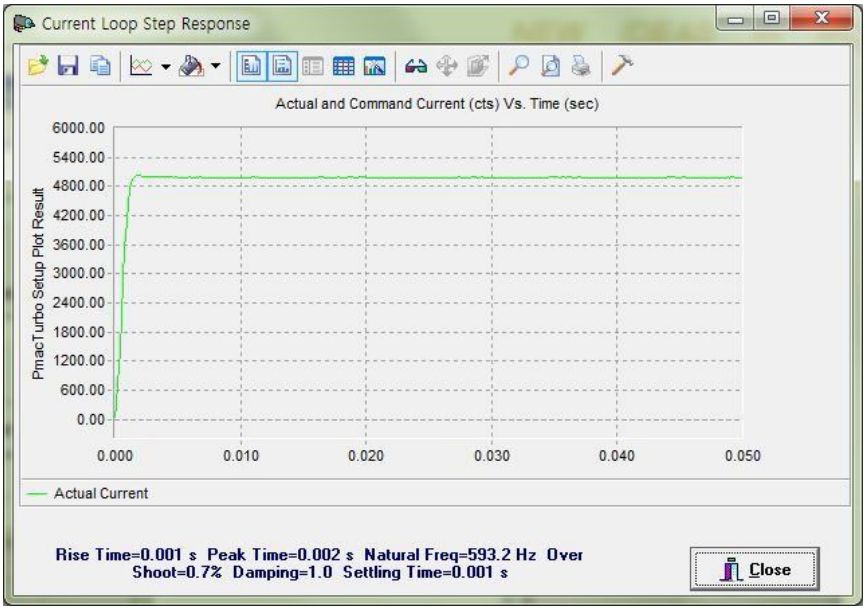
G. 보다 정밀하게 Current Loop Gain 을 Tuning 하고 싶을 때는 Interactive Current Loop Tuning 버튼을 누릅니다.



H. Ixx61, Ixx62 를 조정하여 보다 정밀하게 Current Loop Gain 을 Tuning 합니다.

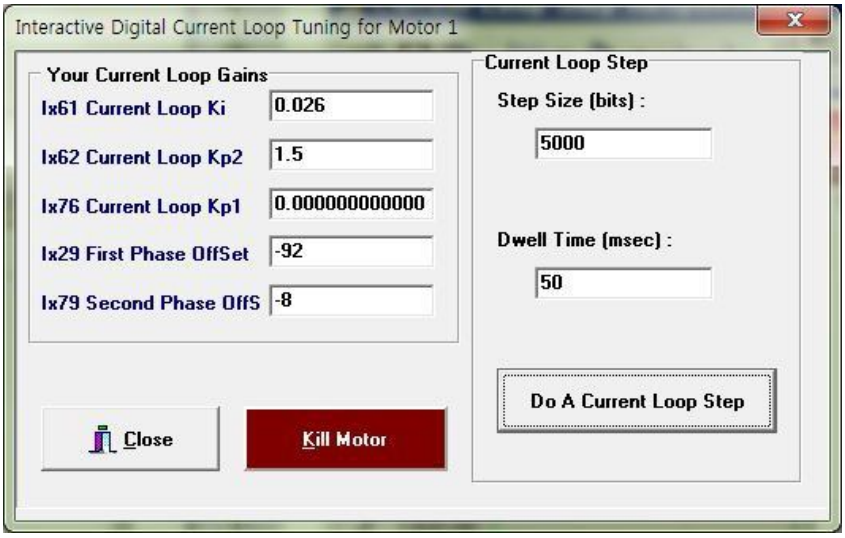


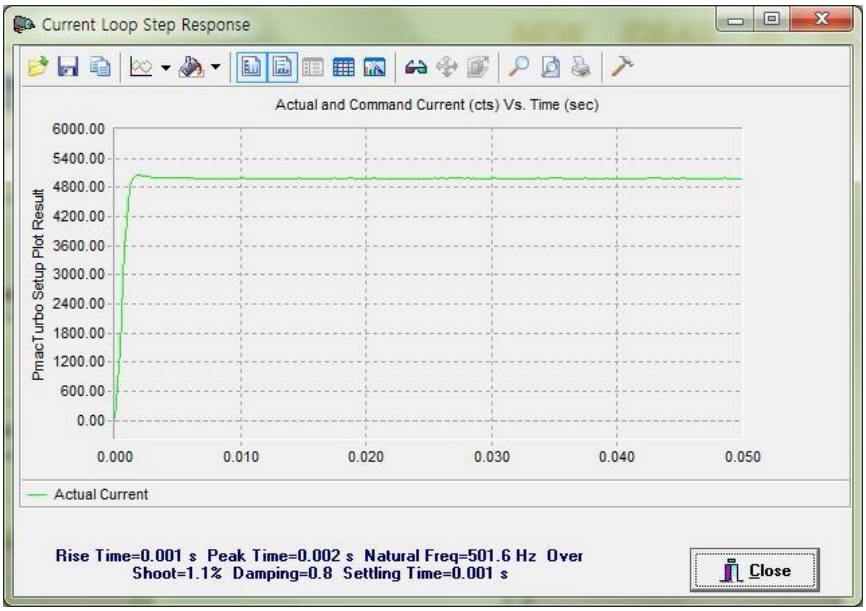
- Ixx61 이 높아질수록 응답 속도는 빨라지지만 Overshoot 이 증가하며 Ixx62 를 증가시키면 Overshoot 을 줄일 수 있습니다.



위 그래프는 Overshoot 을 줄이기 위해 Ixx62 를 증가시켜 측정된 것입니다.

Auto Tuning 시 특정된 Overshoot(6.3%)가 줄어들었음을(0.7%) 알 수 있습니다.





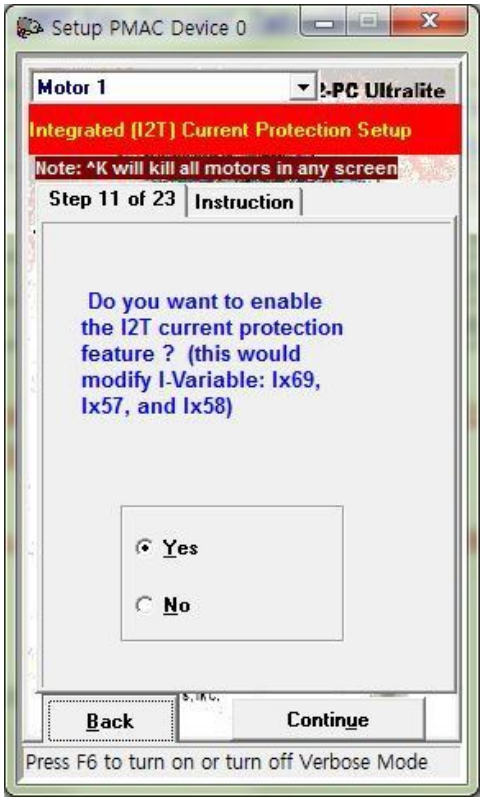
위 그래프는 Damping Ratio(1:Over Damped)를 줄이기 위해 Ixx61 을 증가시켜서 측정한 결과 입니다. Damping Ratio 가 이전에 비해 줄어들었음을(0.8) 알 수 있습니다.

Step 11. 전류 Protection 설정

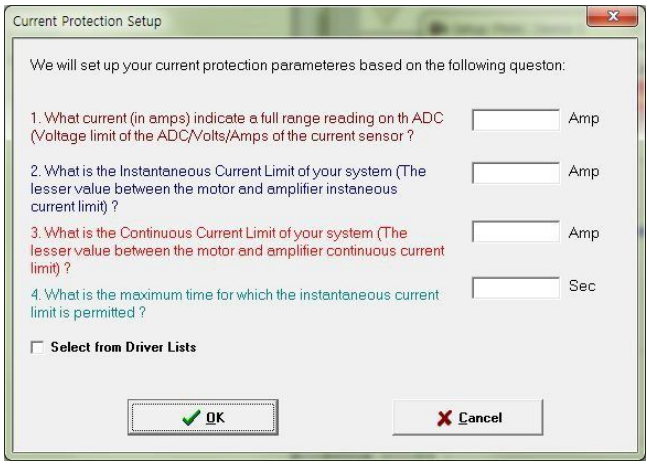
- **반드시 모터의 Current Spec 과 Amp 의 Current Spec 중 작은 값을 기준으로 설정하십시오.**
- 아래 표는 Servotronix 사의 Current Spec 입니다. 사용하시는 용량에 맞게 설정을 진행해 주십시오.

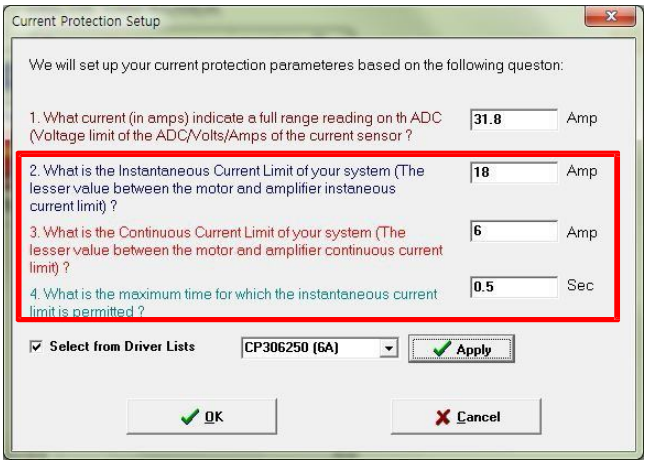
Amp Model	Continuous Current (Amps RMS)	Peak Current (Amps RMS@0.5sec)	ADC Current (Amps RMS)	ADC Current (Amps Peak)
CP3 03xx CDHD 003x	3	9	11.25	15.9
CP3 06xx CDHD 006x	6	18	22.5	31.8
CP3 10xx	10	20	25	35.4
CDHD 010x	10	28	35	49.5
CP3 20xx	20	40	50	70.7
CDHD 020x	20	48	60	84.85
CP3 35xx	35	70	87.5	123.7

A. Yes 에 체크한 후 Continue 버튼을 눌러주세요.



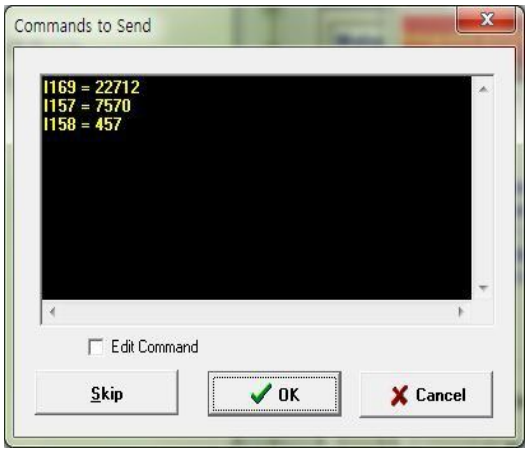
B. 모터용량에 따라 Current Limit 정보를 입력한 후 OK 버튼을 누릅니다.





- Select from Driver Lists 를 체크한 뒤 사용모델을 선택합니다.
- 모터의 전류 용량이 AMP 의 전류 용량보다 작을 때 모터의 매뉴얼을 참고하여 2~4 항목을 작성합니다. (항목 1 은 AMP 의 용량을 사용합니다)

C. 설정 값이 맞는지 확인한 후 OK 버튼을 누릅니다.

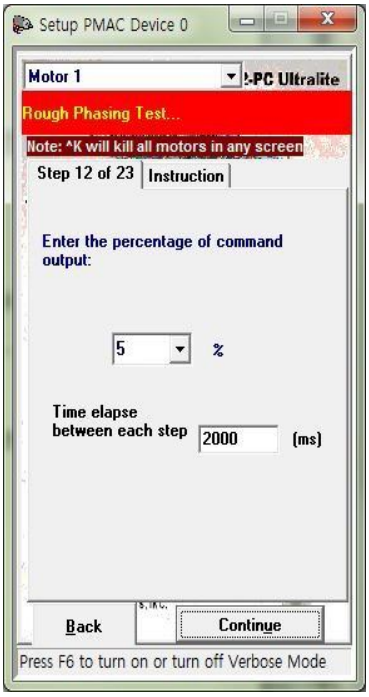


Ixx69: Motor Output Command Limit
Ixx57: Motor Continuous Current Limit
Ixx58: Motor Integrated Current Limit

Step 12. Rough Phasing Test

- Percentage of command output :단축은 10%정도 ,동기 축은 15%내외로 테스트를 실행 합니다.

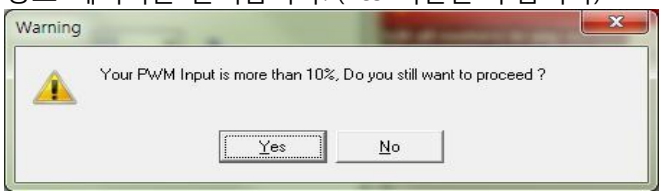
A. Command Output Percentage 입력 후 Continue 버튼을 누릅니다.



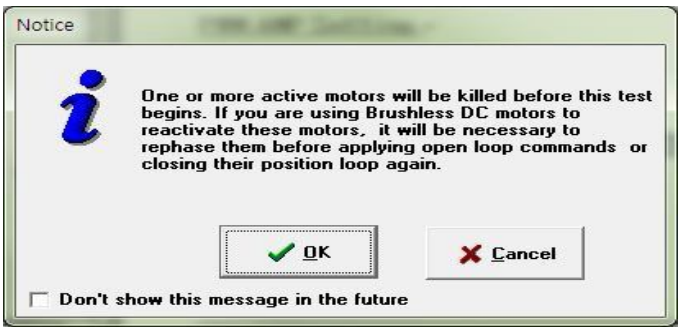
- percentage of command output : 5 ~ 10 [%]
- Time elapse between each steps : 2000 [ms]

- 모터의 부하가 클 경우 percentage of command output 의 값이 작으면 Test 시 Error 가 발생 할 수 있습 니다.

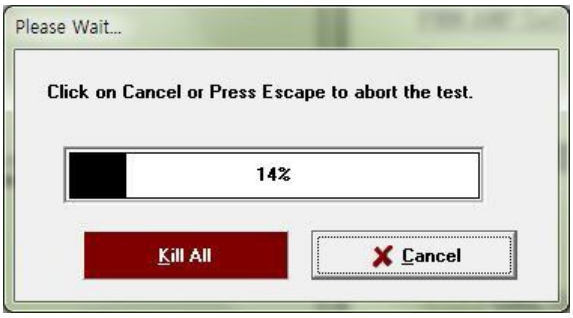
- percentage of command output 값이 10%를 넘으면 경고 메시지를 출력합니다. (Yes 버튼을 누릅니다)



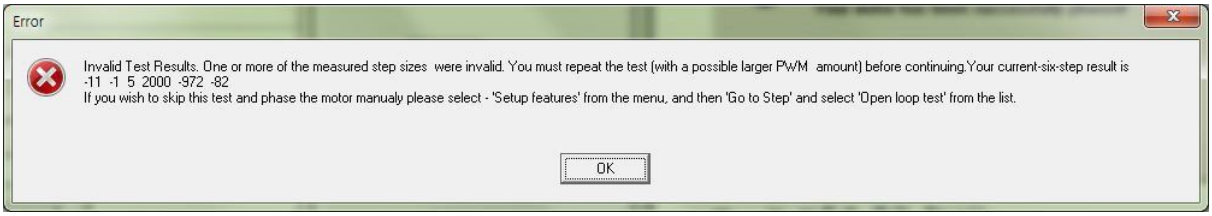
B. OK 버튼을 누릅니다.



C. 아래와 같은 창이 표시되면서 모터가 움직입니다.



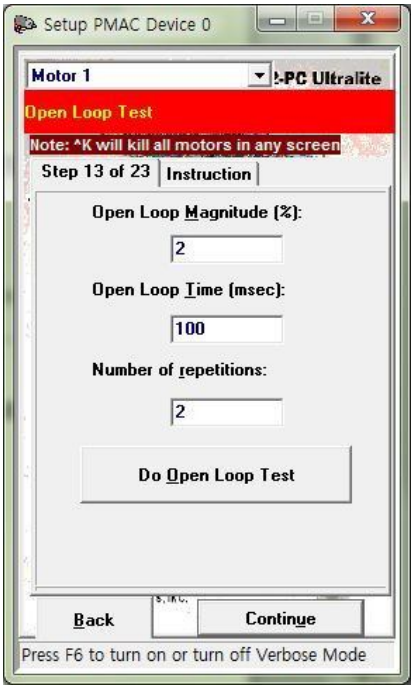
- Output Percentage 가 부하에 비해 낮아서 모터가 정상적으로 움직이지 못할 경우 아래와 같은 에러 메시지를 출력합니다. percentage of command output 값을 높인 후 다시 Test 를 진행합니다.



D. Test 가 성공적으로 완료되면 OK 버튼을 누릅니다.

Step 13. Open Loop Test

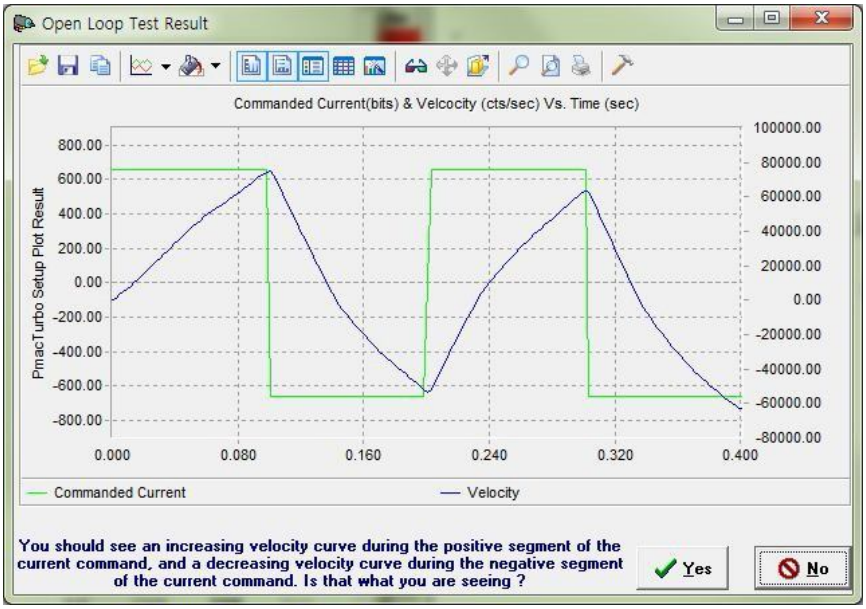
A. Open Loop Magnitude 와 Time 을 설정한 위 Do Open Loop Test 버튼을 누릅니다.



- 모터가 빠르게 움직일 수 있으니 낮은 % 부터 Test 를 진행해 주시기 바랍니다.

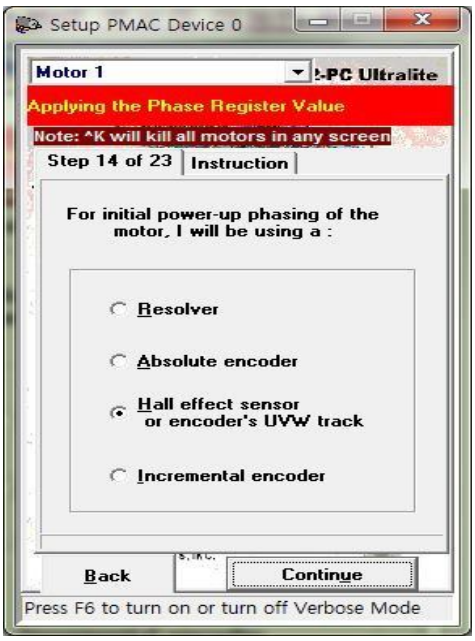
- Open Loop Time 을 너무 길게 설정할 경우 기구의 Stroke 를 벗어날 수 있습니다.

B. Command 와 Velocity 의 방향이 일치할 경우 Yes 버튼을 누릅니다.

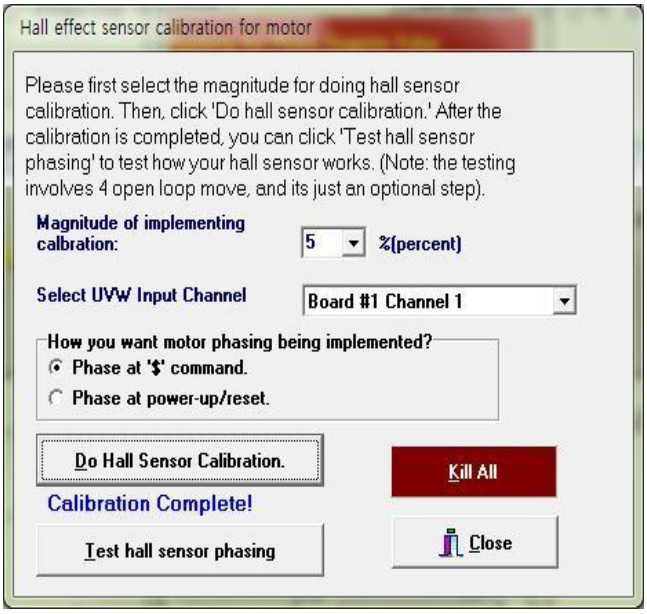


Step 14. Phasing Mode 설정(Using Hall Sensor)

A. Power-up Phasing Method 를 Hall Sensor 로 설정한 뒤 Continue 버튼을 누릅니다.



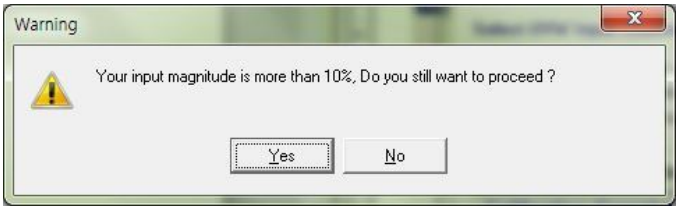
B. Hall Sensor Calibration 정보를 입력한 뒤 Do Hall Sensor Calibration 버튼을 누릅니다.



- Magnitude of implementing calibration 은 단축일 경우 10% 내외가 됩니다.(Calibration 실행이 실패 할 경우 이 값을 조금씩 높입니다)

- UVW Hall effect Sensor 의 입력 채널을 선택합니다.(Cruiser Digital Encoder Input Channel)

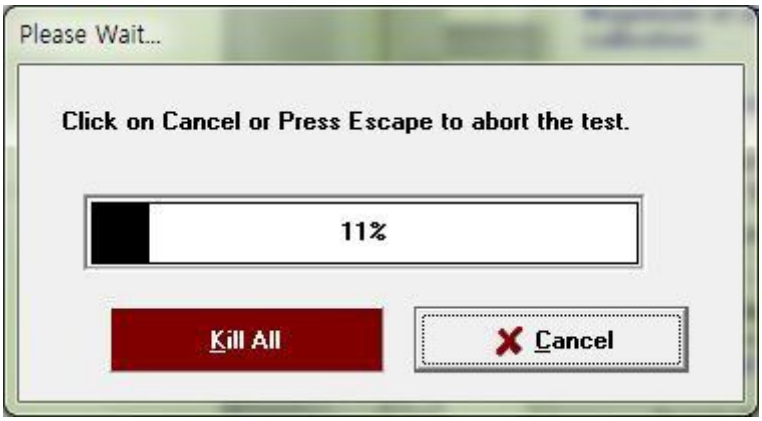
- Phasing 시점은 'Phase at '$' command'을 선택 합니다.



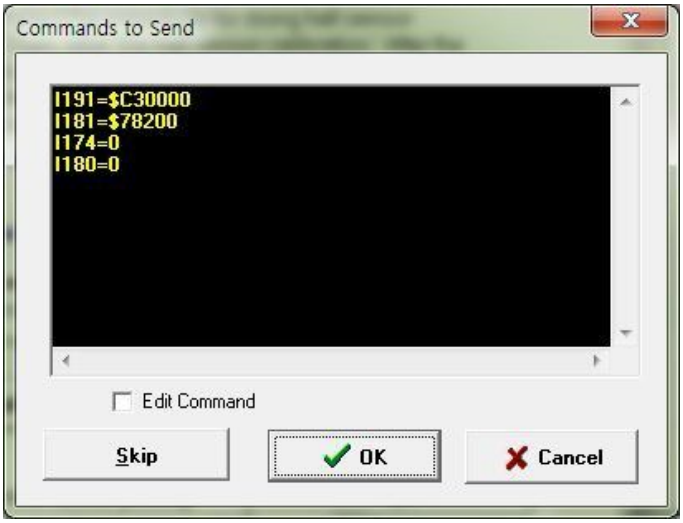
- Magnitude 가 10%를 넘을 경우 경오 메시지가 출력됩니다. (Yes 버튼을 누릅니다)

C. OK 버튼을 누릅니다.

D. Calibration 이 진행되면서 모터가 움직입니다.



E. Calibration 이 정상적으로 완료되면 설정 값 확인 후 OK 버튼을 누릅니다.



Ixx91 : Motor xx Power-On Phase Position Format

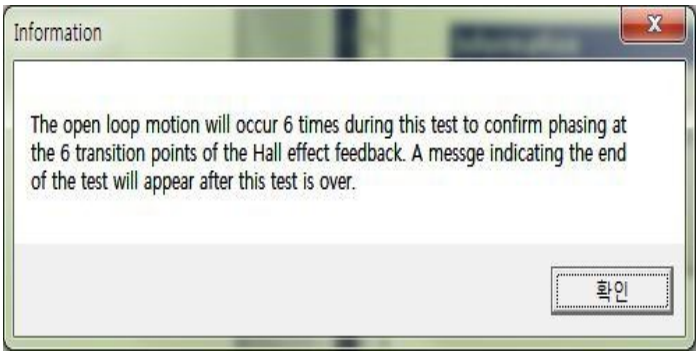
Ixx81 : Motor xx Power-On Phase Position Address

Ixx74 : Motor xx Phase Finding

Ixx80 : Motor xx Power-Up Mode Time

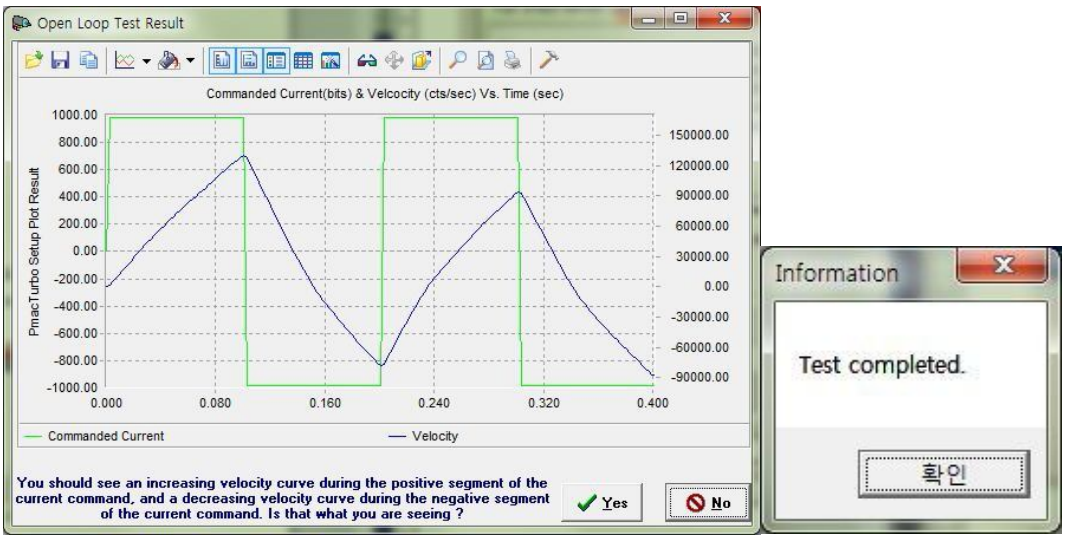
- Ixx91 의 값은 경우에 따라 달라질 수 있습니다.

F. Calibration 완료 후 Test hall sensor phasing 버튼을 누릅니다.



- Test hall sensor phasing 버튼을 클릭 하면 좌측와 같은 창이 표시됩니다. 가능하면 기계 구동부를 Stroke 의 중간에 두고 충돌을 방지 하기 위해 Stroke 주위에 다른 기구물 들을 제거하여 주세요.

G. 5 번 반복 Test 가 모두 완료되면 확인 버튼을 누릅니다.

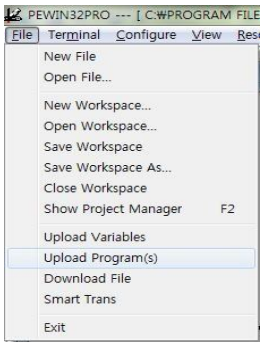


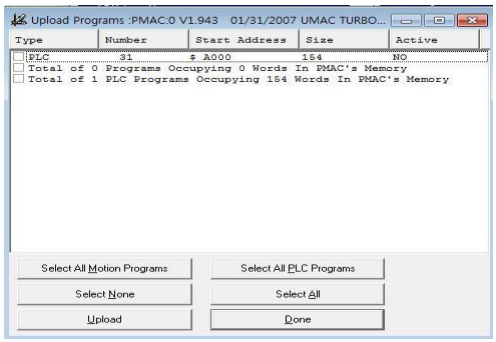
H. Turbo Setup 종료

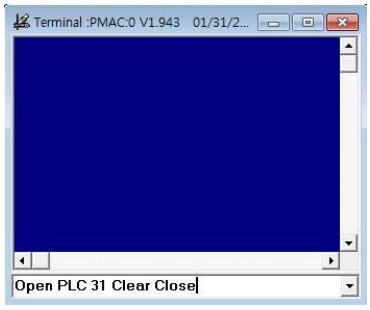
- PID Auto Tuning 은 실행하지 않습니다.
- Turbo Setup 을 완전히 종료해 주세요.

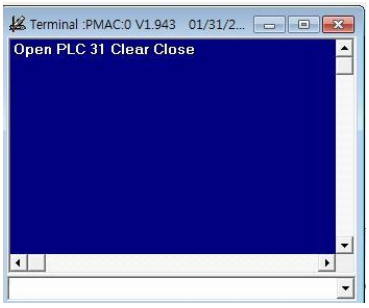
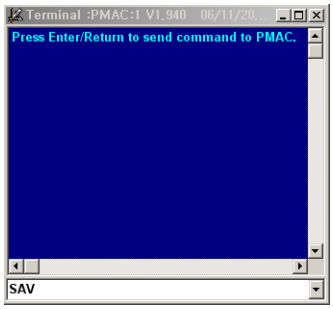
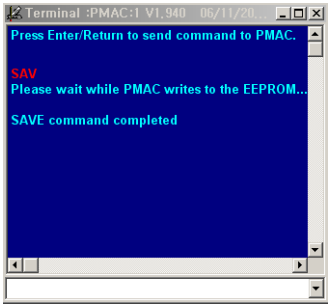
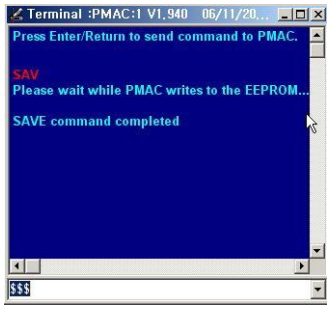
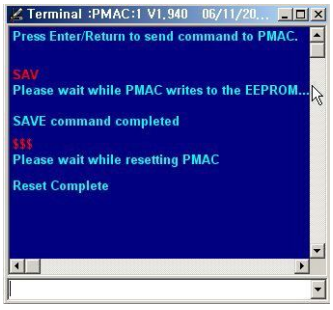
Step 15. 설정 저장 및 Reset

- Turbo Setup 실행 중에 UMAC 에서 PLC 31 번을 사용하게 됩니다. 따라서 Turbo Setup 종 료 후 Pewin32 Menu→Upload Programs 를 실행하여 PLC 31 이 올라가 있을 경우 종료해 주어야 합니다. **Terminal 에 "Open PLC 31 Clear Close"를 입력해 주시면 됩니다.**









- Save : Pewin32Pro 실행 후 Terminal 에 "SAV" 명령을 입력하여 Flash 메모리에 Data 를 저 장합니다.
- Reset : Terminal 에 "$$$" 명령을 입력하여 UMAC 을 Reset 합니다.