Allen-Bradley

การใช้งานเซอร์โวมอเตอร์เบื้องต้น

First Step Here

KINETIX 5100

QUICK START UP GUIDE

SONIC AUTOMATION

A Sonepar Company

คำนำ

หนังสือหรือคู่มือเล่มนี้จัดทำขึ้นเพื่อให้ความรู้เกี่ยวกับการใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor) เบื้องต้นโดยอ้างอิงรุ่น Kinetix 5100 ยี่ห้อ Allen-Bradley เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นเรียนรู้การใช้งานเซอร์โวมอเตอร์สำหรับระบบควบคุมอัตโนมัติ โดยมีเนื้อหาครอบคลุมจากพื้นฐานหลักการทำงาน การใช้งานในรูปแบบต่างๆ เช่น PTO และ Analog เป็นต้น

ทางบริษัทฯ หวังเป็นอย่างยิ่งว่าหนังสือเล่มนี้คงเป็นประโยชน์ต่อการสร้างพื้นฐานในการเรียนรู้และเรายินดีรับข้อเสนอแนะ เพื่อจะได้นำมาปรับปรุงให้ดียิ่งขึ้น

บริษัท โซนิค ออโตเมชั่น จำกัด

พ.ศ. 2563

บริษัท โซนิค ออโตเมชั่น จำกัด โทรศัพท์ 0-2835-3933 โทรสาร 0-2835-3935

เว็บไซต์ www.sonicautomation.co.th

สารบัญ

หัวข้อ	หน้า
บทที่ 1 Off-Line Startup	1
บทที่ 2 การควบคุมเซอร์โวไดรฟ์ด้วย PTO	5
บทที่ 3 Off-Line Startup	10
บทที่ 4 การควบคุมเซอร์โวไดรฟ์ด้วย PTO	15
บทที่ 5 การควบคุมแบบ Torque Control Mode	27
บทที่ 6 การควบคุมแบบ PR-Position Register Mode(Register input)	32

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินของ บริษัท โซนิค ออโตเมชั่น จำกัด
ห้ามทำซ้ำหรือลอกเลียนแบบ

99/9 Central Chaengwattana, 20th Fl, Unit 2003 & 2004, Moo 2, Chaengwattana Rd,
Bangtarad, Pakkred, Nonthaburi 11120 Tel.02-835-3933

www.sonicautomation.co.th

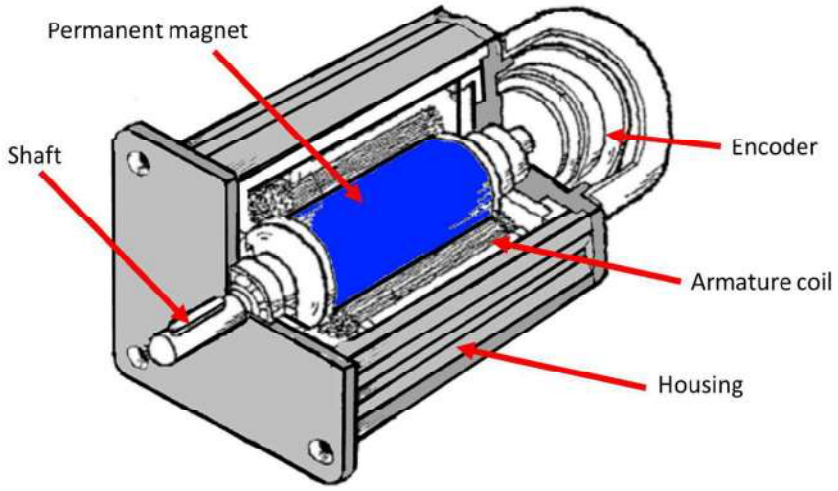
บทที่ 1 หลักการทำงานเบื้องต้น

ปัจจุบันเซอร์โวมอเตอร์เริ่มเข้ามามีบทบาทในวงการอุตสาหกรรมมากขึ้น และมีการนำเครื่องจักรมาใช้แทนแรงงานมากขึ้นเพื่อลดต้นทุน เซอร์โวมอเตอร์มีบทบาทสำคัญในเครื่องจักรเพื่อช่วยให้ประสิทธิภาพในการผลิตดียิ่งขึ้น จุดเด่นของการนำเอาเซอร์โวมอเตอร์มาใช้ก็คือ ความเร็วและความแม่นยำในการทำงาน เมื่อมองในมุมของผู้ใช้งานซึ่งก็คือเจ้าของโรงงานหรือฝ่ายผลิตก็ตาม ล้วนแล้วแต่ต้องการลดของเสีย และสินค้าที่ผลิตได้ต้องมีคุณภาพ ตัวแปรนี้ก็คือความแม่นยำนั่นเอง ส่วนความเร็วที่ ดีขึ้นก็ไปจะช่วยเพิ่มผลผลิต ทำให้ได้กำไรเพิ่มมากขึ้น การใช้งานเซอร์โวมอเตอร์ สามารถที่จะควบคุมพารามิเตอร์ได้หลายอย่าง เช่น ควบคุมตำแหน่ง ความเร็ว แรงบิด หรือแม้แต่เส้นทางการเคลื่อนที่ก็สามารถทำได้ขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ควบคุม ในเบื้องต้นจะอธิบายถึงการนำเซอร์โวมอเตอร์มาใช้ในการควบคุมตำแหน่งซึ่งเป็นพื้นฐานที่ดีสำหรับผู้เริ่มต้น

1.1 โครงสร้างของเซอร์โวมอเตอร์

เซอร์โวมอเตอร์นั้นจะมีอยู่หลายประเภท โดยสามารถจะแบ่งได้เป็นมอเตอร์ที่จะนำมาทำเซอร์โวมอเตอร์ได้ คือ DC servo motor, AC servo motor ซึ่งปัจจุบัน AC servo motor เป็นที่นิยมใช้งานกันอย่างกว้างขวางมากกว่า

จากรูปที่ 1.1 สเตเตอร์ของเซอร์โวมอเตอร์จะเป็นขอลวดพันในร่องสล๊อต ส่วนโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร ดังนั้นความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ต่างๆจะคล้ายกับ DC motor และมอเตอร์ประเภทนี้ไม่มีแปรงถ่าน บางทีจึงเรียกว่า เซอร์โวมอเตอร์แบบ DC Brushless ส่วนตัวเอ็นโค้ดเดอร์จะต่ออยู่กับเพลาเดียวกับโรเตอร์เพื่อทำหน้าเป็น Closed-loop ของระบบ



รูปที่ 1.1 แสดงโครงสร้างภายในของเซอร์โวมอเตอร์

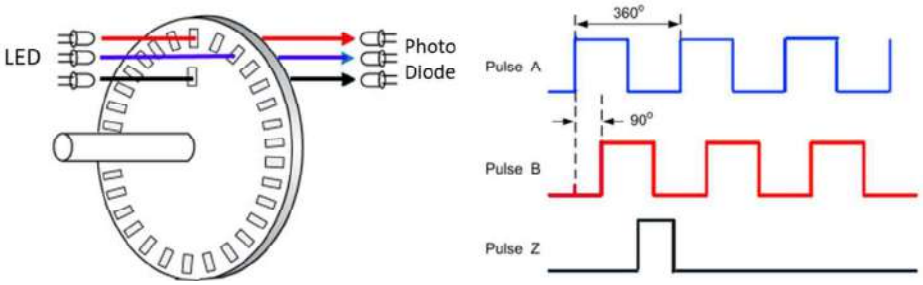
1.2 ประเภทของเอ็นโค้ดเดอร์

อุปกรณ์ใช้ตรวจสอบตำแหน่งของเซอร์โวมอเตอร์ที่นิยมใช้งานคือเอ็นโค้ดเดอร์ซึ่งมี 2 ประเภท

- เอ็นโค๊ดเดอร์แบบเพิ่มค่า (Increment Encoder)
- เอ็นโค๊ดเดอร์แบบสัมบูรณ์ (Absolute Encoder)

1.2.1 เอ็นโคดเดอร์แบบ Incremental (Incremental rotary encoder)

หลักการพื้นฐานของโรตารี่เอ็นโคดเดอร์แบบ Incremental จะใช้ลำแสงที่ส่งจาก Lighting diode ผ่านไปยัง rotation disc ที่ติดตั้งอยู่บนแกนเพลา โดยมี photo diode เป็นตัวรับแสง ลำแสงจะผ่านรูบน rotation disc ตามตำแหน่งของการหมุน ทำให้ได้สัญญาณไฟฟ้าออกมาจาก photo diode เนื่องจากรูของ A และ B บน fixed disc จะต่างเฟสกันอยู่ 90 องศา ดังนั้น สัญญาณเอาท์พุตทางไฟฟ้าจะได้รูปคลื่นที่ออกมาต่างเฟสกันอยู่ 90 องศา ส่วนรูของ Z บน fixed disc จะมีเพียงรูเดียวเท่านั้น

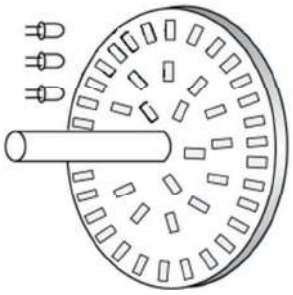


รูปที่ 1.2 เอ็นโค๊ดเดอร์แบบ Increment

เราสามารถที่จะรับรู้ได้ว่ามอเตอร์หมุนไปในทิศทางใด ด้วยการตรวจสอบสัญญาณของเฟส A และเฟส B ว่าสัญญาณใดมาก่อนกัน ซึ่งเราสามารถทราบได้ว่าเครื่องจักรเคลื่อนที่ไปได้ระยะทางมากน้อยเท่าใดด้วยการอ่านค่าสัญญาณของเฟส A และ B เอ็นโค้ดเดอร์ชนิดนี้มีโครงสร้างที่ไม่ซับซ้อน และมีจำนวนของสายสัญญาณเพียง 3 เส้นเท่านั้น แต่ในขณะที่ปิดไฟแล้วค่าจะไม่ถูกจำ ซึ่งจะต้องใช้ตัว counter ช่วยเก็บค่า โดยปรกติแล้วเครื่องจักรที่งานเอ็นโค๊ดเดอร์ประเภทนี้มักจะต้องการทำ Home Position ตอนเริ่มเปิดเครื่องทุกครั้งเพื่อล้างค่าของ Encoder ที่อยู่ในเครื่อง

1.2.2 เอ็นโคดเดอร์แบบ Absolute (Absolute rotary encoder)

จะเป็นเอ็นโค๊ดเดอร์แบบอ่านค่าสัมบูรณ์ ซึ่งมักจะประยุกต์ใช้กับงานที่เคลื่อนที่ไม่เกิน 1 รอบ โดยทั่วไป absolute encoder จะมีเอาท์พุตโค้ดให้เลือกเช่น gray code, binary หรือ BCD code



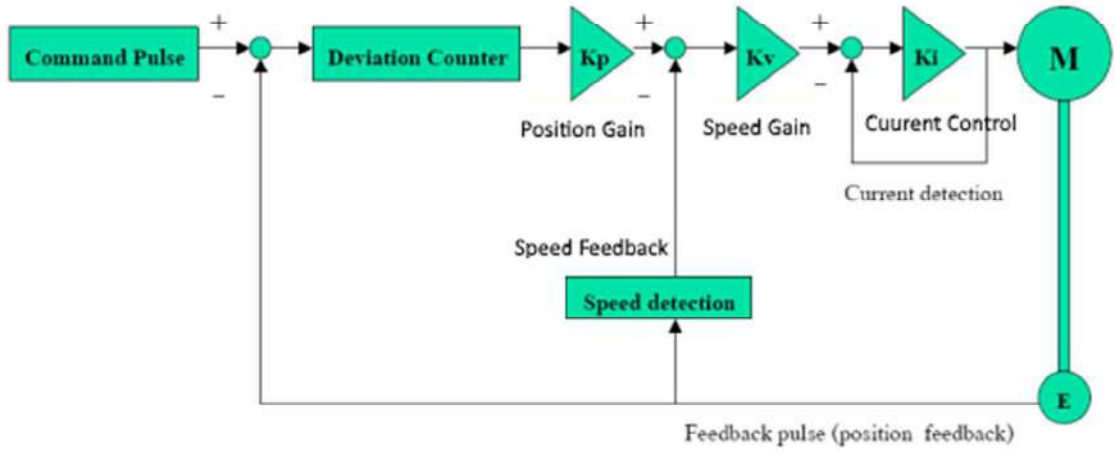
รูปที่ 1.3 เอ็นโค๊ดเดอร์แบบ Absolute

สังเกตเห็นว่าสิ่งที่แตกต่างจากเอ็นโค๊ดเดอร์ Absolute คือจำนวนของสายสัญญาณเอาท์พุตที่มีจำนวนมากกว่าแบบ incremental ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความละเอียดที่เลือกใช้ และอีกประการหนึ่งคือ ความหมายของสัญญาณของเอ็นโค๊ดเดอร์ absolute ที่ตำแหน่งหนึ่งจะมีค่าสมบูรณ์ ไม่ใช่เป็นค่าที่เปรียบเทียบจากจุดเริ่มต้นเหมือนกับเอ็นโค๊ดเดอร์แบบ incremental นอกจากนั้นเอ็นโค๊ดเดอร์ Absolute ของเซอร์โวมอเตอร์ต้องใช้แบตเตอร์รี่เพื่อเก็บค่าตำแหน่งเมื่อเกิดไฟดับ

1.3 บล็อกไดอะแกรมของเซอร์โวไดรฟ์

บล็อกไดอะแกรมของเซอร์โวไดรฟ์จะขึ้นอยู่กับผู้ผลิต ในที่นี้เราขอยกตัวอย่างเซอร์โวไดรฟ์ที่ทำงานด้วยอินพุต Pulse การควบคุมตำแหน่งจะประกอบไปด้วยส่วน Command pulse ซึ่งอาจเป็น PLC หรือ Microcontroller ก็ได้ ส่วนนี้จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณป้อนเข้ามาที่ชุดไดร์ฟ โดยสัญญาณพัลส์ที่ส่งเข้ามา(Command pulse) จะหมายถึงระยะทางที่ต้องการให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไป ตัวอย่างเช่น ชุดไดร์ฟและมอเตอร์ถูกตั้งค่าให้หมุน 1 รอบ เมื่อได้รับ Pulse 1,000 ลูก ถ้า PLC ส่ง Pulse ให้กับชุดไดร์ฟ 500 ลูก จะทำให้มอเตอร์หมุนครึ่งรอบ

ภาคแรกของชุดไดร์ฟคือ Deviation counter หรือ Error counter ส่วนนี้จะทำหน้าที่รับสัญญาณ Pulse ที่ออกมาจาก Oscillator (ซึ่งอาจเป็น PLC) มาลบกับ สัญญาณป้อนกลับจาก Encoder(E) ผลต่างที่ได้จะถูกส่งไปยัง D/A conversion เพื่อแปลงค่าความแตกต่างออกไปเป็นสัญญาณเป็นอนาล็อค ส่งไปยังภาคขยายสัญญาณ (amplifier) เพื่อขับเคลื่อนมอเตอร์ต่อไป



รูปที่ 1.4 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของเซอร์โวไดรฟ์

1.4 ข้อพิจารณาในการเลือกขนาดเซอร์โวมอเตอร์

การเลือกขนาดของเซอร์โวมอเตอร์นั้นมีข้อควรพิจารณาหลายอย่าง เช่น ประเภทเอ็นโค้ด ประเภทสัญญาณควบคุม(Analog หรือ Pulse) อัตราความเร็วสูงสุด แต่ที่สำคัญคือมอเตอร์ที่เลือกนั้นสามารถขับโหลดได้ตามต้องการหรือไม่ โดยเราสามารถพิจารณาได้ดังต่อไปนี้

1.4.1 ความเฉื่อยของโหลด (Load Inertia)

ความเฉื่อยหมายถึงความสามารถของวัตถุในการต้านการเคลื่อนที่ โดยปรกติวัตถุที่มีน้ำหนักมากจะมีค่าความเฉื่อยที่สูง ในการคิดคำนวณหาขนาดของมอเตอร์จะต้องพิจารณาว่าค่าความเฉื่อยขอมอเตอร์จะต้องสามารถเอาชนะค่าความเฉื่อยของโหลดให้ได้ โดยเป็นไปตามความสัมพันธ์

$$\frac{\text{Load inertia}}{\text{Motor Rotor Inertia}} \leq \text{Inertia Ratio}$$

Load inertia = เป็นความเฉื่อยของโหลดที่ต้องการ

Motor Rotor Inertia = ความเฉื่อยของโรเตอร์

Inertia Ratio = อัตราส่วนความสามารถของการขับของโรเตอร์

1.4.2 แรงบิดใช้งาน (Effective Torque)

แรงบิดใช้งาน เป็นแรงบิดที่เราต้องการใช้งานในขณะขับโหลดในสภาวะปรกติ ซึ่งโดยปรกติ แรงบิดนี้จะน้อยกว่าแรงบิดขณะออกตัว โดยการเลือกขนาดมอเตอร์จะต้องพิจารณาแรงบิดใช้งานนี้ด้วยความสัมพันธ์ด้านล่าง

$$\text{Effective Torque} \leq \text{Torque of Motor}*0.8$$

Torque of Motor = มาจากแรงบิดของมอเตอร์ที่ทำได้โดยอ่านจาก Data sheet

1.4.3 แรงบิดชั่วขณะสูงสุด (Instantaneous maximum torque)

ขณะมอเตอร์เริ่มหมุนด้วยเวลาที่สั้น ช่วงเวลานี้จะทำให้เกิดแรงบิดขึ้นซึ่งเรียกว่าแรงบิดออกตัว จะทำให้มอเตอร์นั้นกินกำลังไฟฟ้าสูง โดยในการคิดคำนวณเราจะต้องพิจารณาตามความสัมพันธ์ ที่แสดงด้วยสมการด้านล่าง

$$\text{Instantaneous maximum torque} \leq \text{Instantaneous maximum torque of Motor}*0.8$$

Instantaneous maximum torque of motor อ่านได้จาก Data sheet ของมอเตอร์รุ่นนั้นๆ

1.5 Electronic Gear

อีกสิ่งหนึ่งที่เราควรทำความรู้จักก่อนเริ่มต้นใช้งานเซอร์โวมอเตอร์คือ **Electronics gear** ซึ่งคือค่าคงที่ที่ตั้งไว้ภายในตัวไดร์ฟซึ่งจะนำไปใช้คูณกับ **Command pulses** ที่ส่งมาจากตัว **Controller** เมื่อคูณแล้วก็จะส่งเข้าในส่วนของ **Deviation Counter** และจะได้ค่าของจำนวนพัลส์ที่ส่งไปยัง ภาคขับเคลื่อนเซอร์โวมอเตอร์อีกทีหนึ่ง ซึ่งค่า **Electronic gear** หรือ **gear ratio** นี้ ใช้สำหรับปรับระยะการเคลื่อนที่ให้ตรงกับสิ่งที่ผู้ออกแบบโปรแกรมต้องการ

บทที่ 2 แนะนำเซอร์โวไดรฟ์ Kinetix 5100

ในบทนี้เราจะแนะนำเซอร์โวไดรฟ์รุ่น Kinetix 5100 และเซอร์โวมอเตอร์รุ่น TLP ซึ่งเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นใช้งานและผู้ที่มีความเชี่ยวชาญด้านงานควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ เพราะ Kinetix 5100 ใช้งานง่ายตั้งค่าไม่ซับซ้อน นอกจากนั้นยังสามารถใช้กับ PLC หรือคอนโทรลเลอร์ยี่ใดก็ได้(กรณีควบคุมแบบ PTO และ Analog)

2.1 รูปแบบการควบคุม Kinetix 5100

Kinxtix 5100 ออกแบบให้สามารถทำงานแบบ Standalone ได้ ซึ่งสามารถทำงานได้ด้วยตัวเองหรือสั่งงานจากคอนโทรลเลอร์ภายนอกก็ได้ Kinetix 5100 ใช้กับแหล่งจ่ายไฟ 1 เฟส หรือ 3 เฟสได้ **แต่ 3 เฟสต้องเป็น 200 V เท่านั้น** จะมีอินพุตดิจิตอล 10 จุด และเอาต์พุตดิจิตอล 6 จุด ที่สามารถกำหนดฟังชั่นการทำงานได้ รูปแบบการควบคุมที่ทำได้มีดังนี้

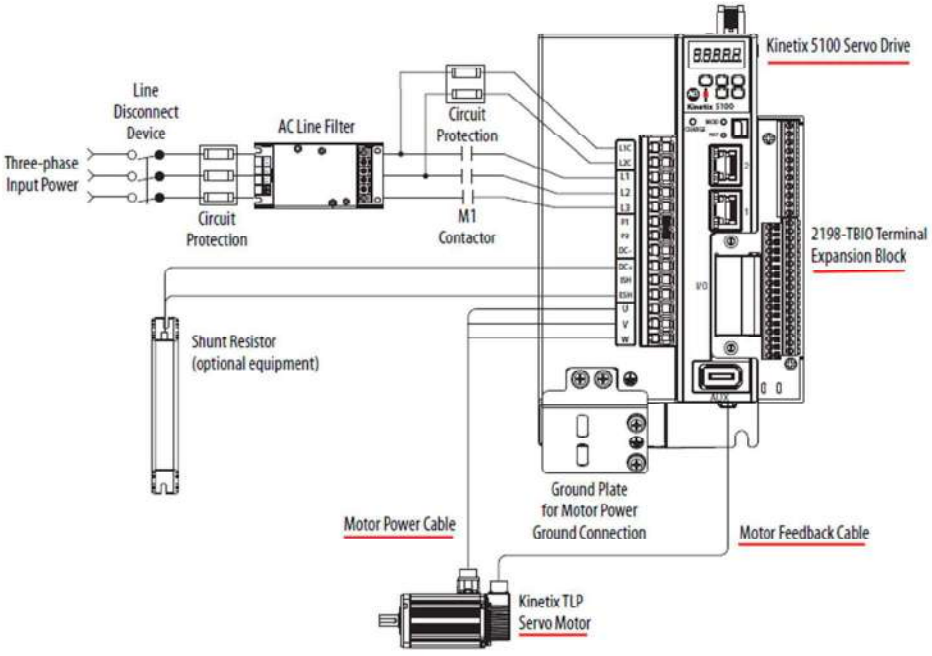
2.1.1 อินพุตดิจิตอล (Digital input) การควบคุมรูปแบบนี้จะใช้สัญญาณอินพุตดิจิตอล โดยสามารถตั้งค่าให้กับไดรฟ์ เช่น Position และ Speed ได้ถึง 99 ค่า ทำให้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่โดยไม่จำเป็นต้องใช้คอนโทรลเลอร์

2.1.2 อินพุตอนาลอก (Analog input) เราสามารถควบคุม Speed หรือ Torque ของเซอร์โวมอเตอร์โดยใช้อินพุตอนาลอกได้ ซึ่งสัญญาณอนาลอกนี้อาจมาจาก PLC หรืออุปกรณ์ใดๆที่สามารถให้สัญญาณ -10 ถึง +10 VDC ได้

2.1.3 PTO (Pulse Train Output) Kinetix 5100 สามารถรับสัญญาณ Pulse จาก PLC หรือคอนโทรลเลอร์เพื่อควบคุมความเร็วและตำแหน่งได้

2.1.4 การสื่อสาร (Communication, EtherNet/IP) Kinetix 5100 มีพอร์ตสื่อสาร EtherNet/IP จำนวน 2 พอร์ต ทำให้สั่งงานผ่านการสื่อสารได้แต่ต้องใช้กับ PLC รุ่น CompactLogix ขึ้นไป รองรับเครือข่าย DLR และ Linear ได้

2.2 องค์ประกอบต่างๆของ Kinetix 5100



รูปที่ 2.1 แสดงองค์ประกอบของ Kinetix 5100

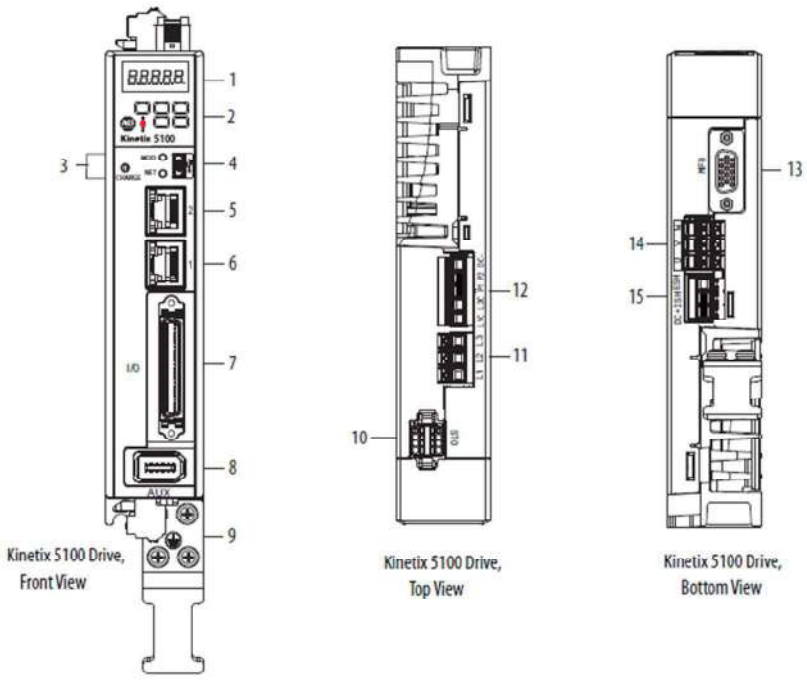
จากรูปที่ 2.1 องค์ประกอบที่สำคัญของ Kinetix 5100 มีดังนี้

1. Servo Drive
2. Servo Motor
3. Terminal expansion rack (2198-TBIO)
4. Motor power cable
5. Feedback (encoder) cable

ส่วนอุปกรณ์อื่นๆนั้นเป็นอุปกรณ์เสริม เช่น **Shunt resistor** ใช้สำหรับระบายพลังงานจากการเบรค เป็นต้น

2.3 รายชื่ออุปกรณ์ของ Kinetix 5100

รูปที่ 2.2 แสดงตำแหน่งและชื่ออุปกรณ์ต่างๆของไดรฟ์ขนาด **400 w** รุ่น**2198-E1004-ERS**



รูปที่ 2.2 รายชื่ออุปกรณ์ของ Kinetix 5100

Item	Description
1	Status display
2	Navigation push buttons
3	Module, Network, and Charge status indicators
4	Mini USB connector
5	Ethernet (PORT2) RJ45 connector
6	Ethernet (PORT1) RJ45 connector
7	I/O signal connector
8	Auxiliary feedback (AUX) connector

Item	Description
9	Motor cable ground plate
10	Safe torque-off (STO) connector
11	Mains input power connector
12	• Control power input (L1C and L2C) connections • Reserved (P1, P2, and negative DC-bus) not-used connections
13	Motor feedback (MFB) connector
14	Motor power output terminals
15	Shunt resistor terminals

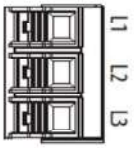
2.4 ข้อมูลสัญญาณ Power และ Control

รูปข้างล่างนี้แสดงข้อมูลของคอนเน็กเตอร์ต่างๆ เพื่อใช้สำหรับการต่อวงจรจ่ายไฟและต่อวงจรมอเตอร์

ข้อควรระวัง Kinetix 5100 สามารถใช้กับไฟ 3 เฟส ได้แต่ต้องเป็น 200 V เท่านั้น ถ้าใช้กับไฟ 3 เฟส 380 V จะทำให้ไดรฟ์เกิดความเสียหาย

AC Input Power Connector Pinouts

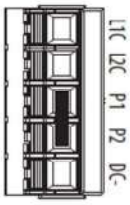
Signal	Description
L1	AC power in - L1 phase
L2	AC power in - L2 phase
L3	AC power in - L3 phase



Control AC Input Power Connector Pinout

Signal	Description
L1C	Control AC power in - L1C phase
L2C	Control AC power in - L2C phase
P1	Reserved (not used) (1)
P2	
DC–	Negative DC bus

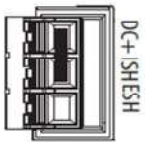
(1) P1 and P2 jumper is applied (default) at the factory. Do not remove jumper.



Shunt Resistor Connector Pinout

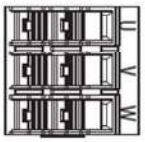
Signal	Description
DC+	Positive DC bus
ISH	Internal shunt connection (1) (applies to only 2198-E1004-ERS, 2198-E1007-ERS, 2198-E1015-ERS, 2198-E1020-ERS, 2198-E2030-ERS drives)
ESH	External shunt connection (applies to all drives)

(1) For internal shunt, keep jumper applied between DC+ and ISH (default). Remove jumper and connect external shunt between DC+ and ESH.



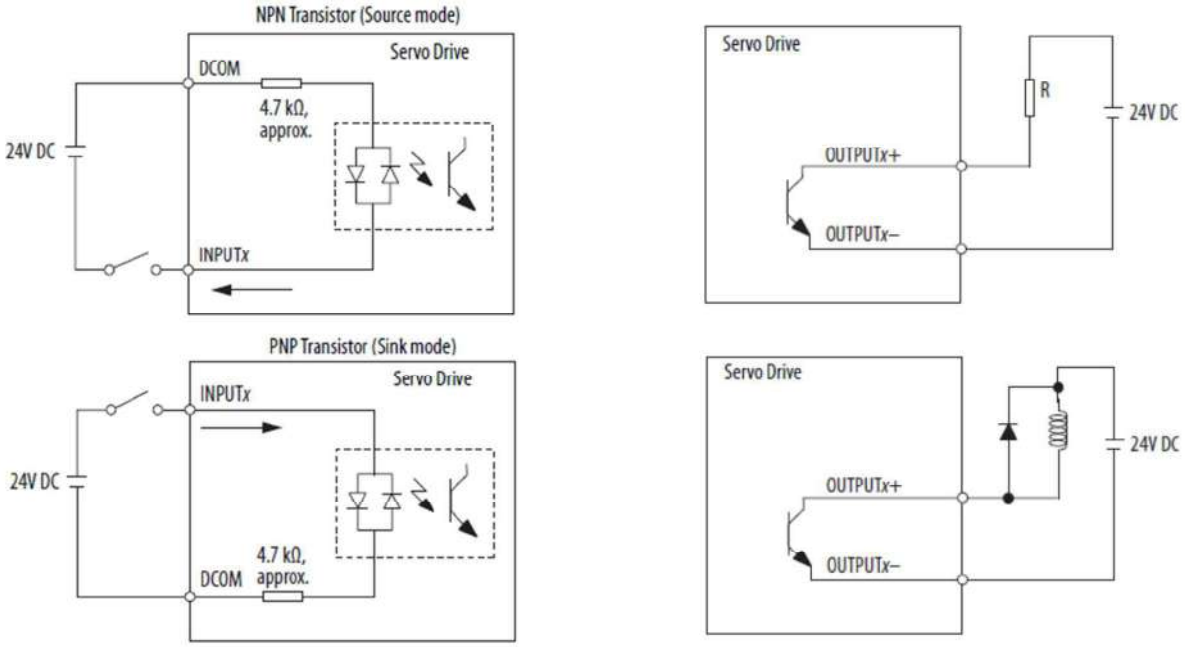
Motor-Power Connector Pinout

Signal	Description
U	Motor power out - U phase
V	Motor power out - V phase
W	Motor power out - W phase



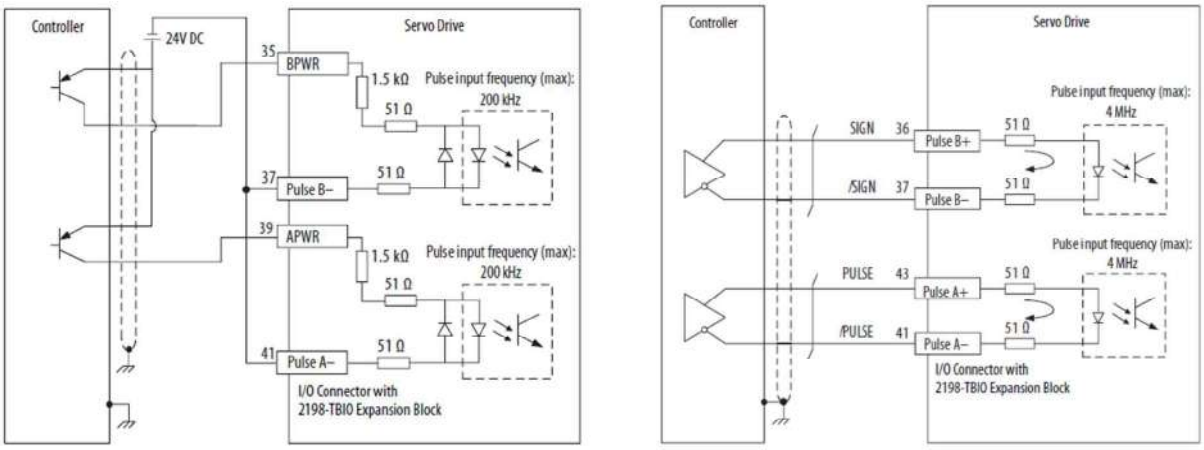
รูปที่ 2.3 แสดงรายชื่อคอนเน็กเตอร์สำหรับต่อแหล่งจ่ายไฟและมอเตอร์

รูปที่ 2.4 ซ้ายมือแสดงวงจรการต่อของสัญญาณอินพุตดิจิตอล ซึ่งวงจรอินพุตของ Kinetix 5100 เป็น Opto-couple ทำให้สามารถต่อคอมมอนเป็นบวกหรือลบก็ได้ ส่วนรูปที่ 2.4 ขวามือแสดงวงจรการต่อของสัญญาณเอาต์พุตดิจิตอล



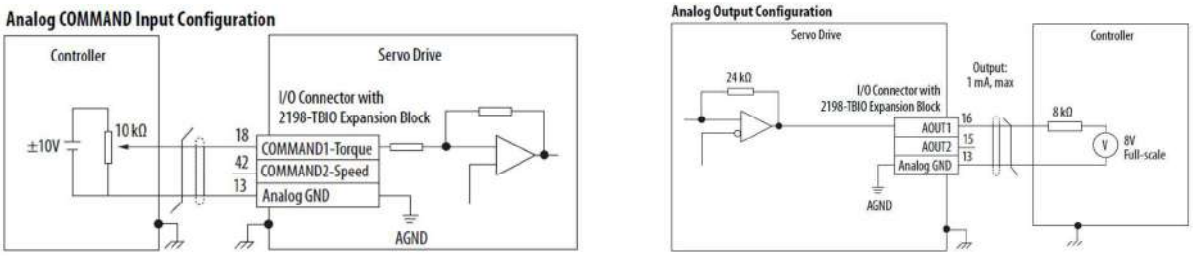
รูปที่ 2.4 การต่อสัญญาณอินพุตดิจิตอล(ซ้าย)และเอาต์พุตดิจิตอล(ขวา)

รูปที่ 2.5 ซ้ายมือแสดงวงจรการต่อสัญญาณ Pulse input แบบ Single-ended ส่วนขวามือเป็นแบบ Line driver



รูปที่ 2.5 การต่อสัญญาณ Pulse Input แบบ Single-ended(ซ้าย) และ Line driver(ขวา)

รูปที่ 2.6 ซ้ายมือแสดงวงจรการต่อสัญญาณอินพุตอนาลอกสำหรับ Command และขวามือแสดงการต่อสัญญาณเอาต์พุตอนาลอก



รูปที่ 2.6 การต่อสัญญาณ Analog input (ซ้าย) และ Analog output (ขวา)

ตารางข้างล่างนี้แสดงหมายเลขและชื่อของสัญญาณต่างๆบน Terminal expansion rack (2189-TBIO)

I/O Pin	Signal	Description
1	OUTPUT4+	Digital output 4+
2	OUTPUT3–	Digital output 3–
3	OUTPUT3+	Digital output 3+
4	OUTPUT2–	Digital output 2–
5	OUTPUT2+	Digital output 2+
6	OUTPUT1–	Digital output 1–
7	OUTPUT1+	Digital output1+
8	INPUT4	Digital input 4
9	INPUT1	Digital input 1
10	INPUT2	Digital input 2
11	DCOM	Common for digital inputs, connected to +24 or 0V DC
12	AGND	Analog input signal ground
13	AGND	Analog input signal ground
14	—	Reserved (1)
15	AOUT2	Analog monitor output 2
16	AOUT1	Analog monitor output 1
17	—	Reserved (1)
18	COMMAND1	Analog torque input
19	AGND	Analog input signal ground
20	—	Reserved (1)
21	AMOUT+	Buffered encoder output Ch A+
22	AMOUT–	Buffered encoder output Ch A–
23	BMOUT–	Buffered encoder output Ch B–
24	ZMOUT–	Buffered encoder output Ch Z–
25	BMOUT+	Buffered encoder output Ch B+

I/O Pin	Signal	Description
26	OUTPUT4–	Digital output 4–
27	OUTPUT5–	Digital output 5–
28	OUTPUT5+	Digital output 5+
29	INPUT9	Digital input 9 (high speed)
30	INPUT8	Digital input 8
31	INPUT7	Digital input 7
32	INPUT6	Digital input 6
33	INPUT5	Digital input 5
34	INPUT3	Digital input 3
35	BPWR	External power input of BX+/BX– for single-end operation
36	BX+	Pulse input B+/DIR+/CCW+
37	BX–	Pulse input B–/DIR–/CCW–
38	INPUT10	Digital input 10 (high speed)
39	APWR	External power input of AX+/AX– for single-end operation
40	OUTPUT6–	Digital output 6–
41	AX–	Pulse input A–/Step–/CW–
42	COMMAND2	Analog position or speed command input
43	AX+	Pulse input A+/Step+/CW+
44	AGND	Analog input signal ground
45	—	Reserved (1)
46	OUTPUT6+	Digital output 6+
47	—	Reserved (1)
48	OCZMOUT	Buffered Encoder Output Ch Z open collector
49	—	Reserved (1)
50	ZMOUT+	Buffered encoder output Ch Z+
⏚	⏚	Drain wire

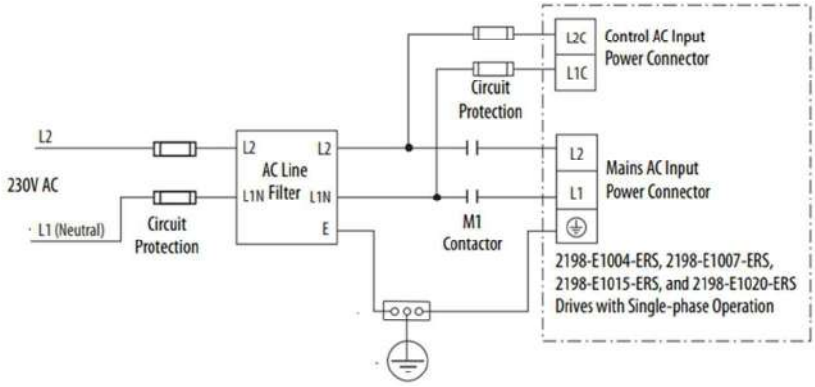
บทที่ 3 Off-Line Startup

ข้อควรระวังในการติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์และเซอร์โวไดรฟ์

- **การเข้าสายไฟผิด,เลือกขนาดมอเตอร์เล็กเกินไป,ใช้งานในที่ๆมีอุณหภูมิสูงเกินไปอาจทำให้อายุการใช้งานสั้น**
- **อย่าใช้ค้อนหรือเครื่องมือกระแทกที่เพลาและเอ็นโค้ดเดอร์เวลาติดตั้งเซอร์โวมอเตอร์เพราะจะทำให้มอเตอร์เกิดความเสียหายได้**

ต่อไปนี้เป็นการเริ่มต้นใช้งาน Kinetix5100 โดยไม่ได้ต่อมอเตอร์เข้ากับโหลด และไม่ได้ต่อวงจรคอนโทรลใดๆ ยกเว้น E-Stop การทดลองนี้ต้องมั่นใจว่ามอเตอร์ต้องยึดอย่างมั่นคงเพื่อไม่ให้เกิดอันตรายต่อผู้ปฏิบัติงานและอุปกรณ์

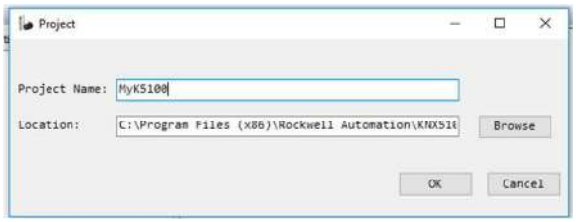
ทำการต่อวงจรไฟฟ้าให้กับไดรฟ์ดังรูปข้างล่างนี้ พร้อมกับต่อสายมอเตอร์และเอ็นโค้ดเดอร์เข้ากับไดรฟ์ รวมทั้งคอนเน็กเตอร์ต่างๆ ที่มากับไดรฟ์ เช่น STO และ Shunt Resistor



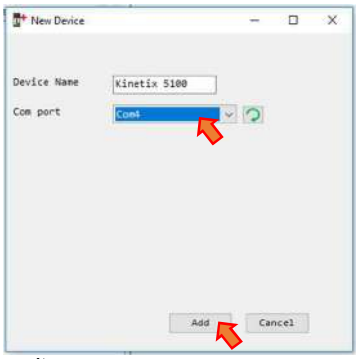
เมื่อจ่ายไฟให้กับไดรฟ์ครั้งแรกที่หน้าจอแสดงผลของไดรฟ์อาจขึ้น E 013 แสดงว่าไม่มีสัญญาณ E-stop ให้ตรวจสอบว่า E-Stop อยู่ในตำแหน่งใดและต่ออย่างถูกต้องหรือไม่

ขั้นตอนการตั้งค่า Kinetix5100

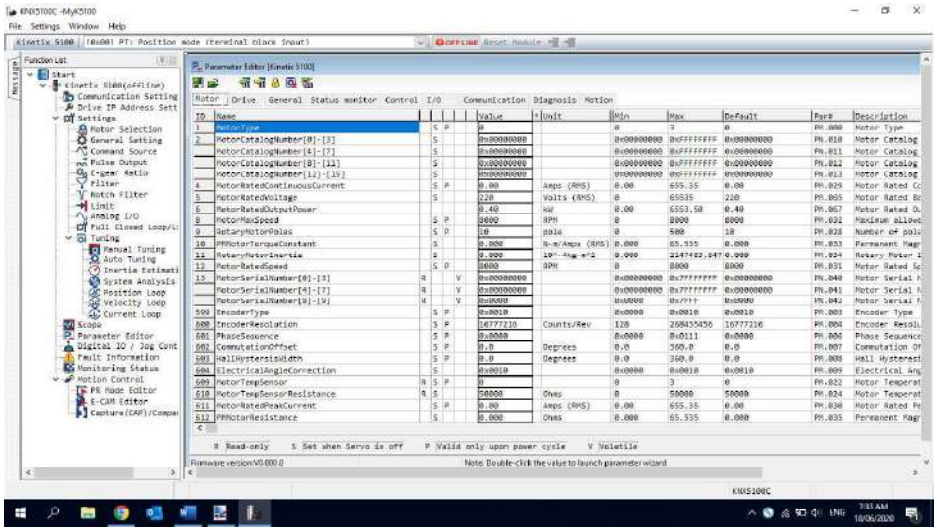
1. ต่อสาย USB ระหว่างไดรฟ์กับคอมพิวเตอร์จากนั้นให้เปิดแหล่งจ่ายไฟ เปิดซอฟต์แวร์ KNX5100C โดยคลิกที่ ตั้งชื่อ Project และตำแหน่งที่เก็บไฟล์ตามต้องการ



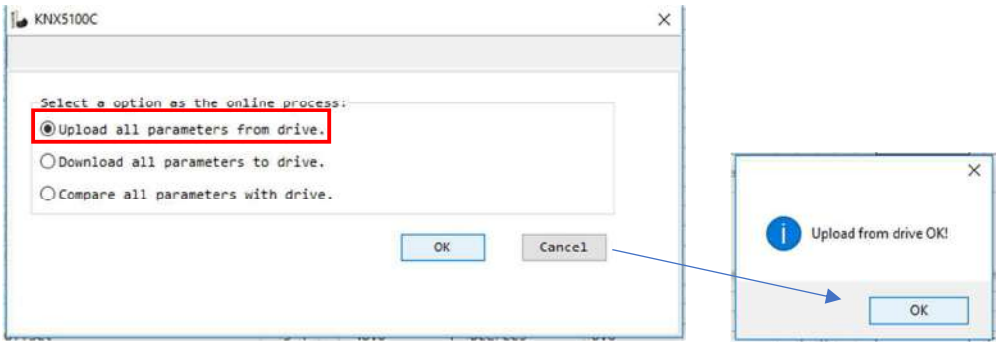
2. เลือกพอร์ทสื่อสารที่ต้องการเชื่อมระหว่างคอมพิวเตอร์กับไดรฟ์ ในตัวอย่างนี้คือ Com4 จากนั้นคลิก Add



จากนั้นหน้าจอจะแสดงผลดังรูปข้างล่างนี้

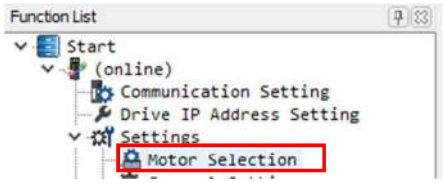


3. ให้คลิกที่ OFFLINE เพื่อการสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับไดรฟ์ จากนั้นซอฟต์แวร์จะถามว่าต้องการ Upload หรือ Download parameter ในที่นี้เลือก Upload เนื่องจากไดรฟ์ยังไม่ได้ถูกตั้งค่าใดๆ เราจะสังเกตุเห็น ON LINE ที่ด้านบนของหน้าต่างเมื่อการเชื่อมต่อสำเร็จ



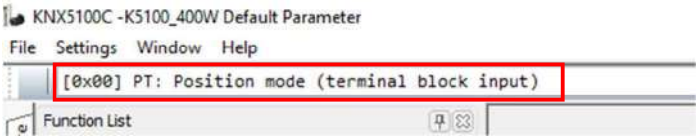
เมื่อ Upload เสร็จสิ้นจะปรากฏหน้าต่างข้อความว่า Upload OK จากนั้นคลิก OK

4. คลิกที่ Motor Selection

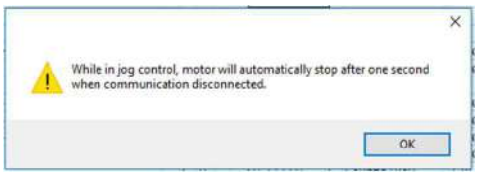


5. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่าง Motor Device Specification ให้ตรวจสอบว่ามอเตอร์ที่แสดงเป็น Catalog Number เดียวกันกับมอเตอร์ที่ต่อใช้งานหรือไม่ ถ้าไม่ตรงต้องตั้งค่าให้ถูกต้อง

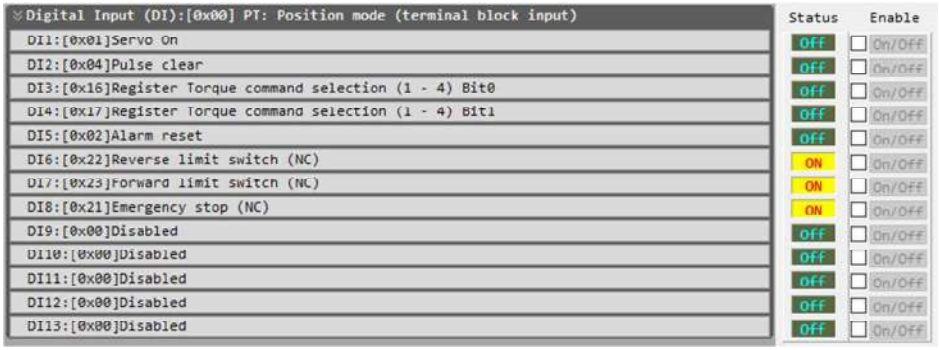
6. จากนั้นให้สังเกตุโหมดการควบคุมจะเป็น Position mode ซึ่งเป็นค่าตั้งจากโรงงาน



7. คลิกที่ Digital IO / Jog Cont แล้วคลิก OK

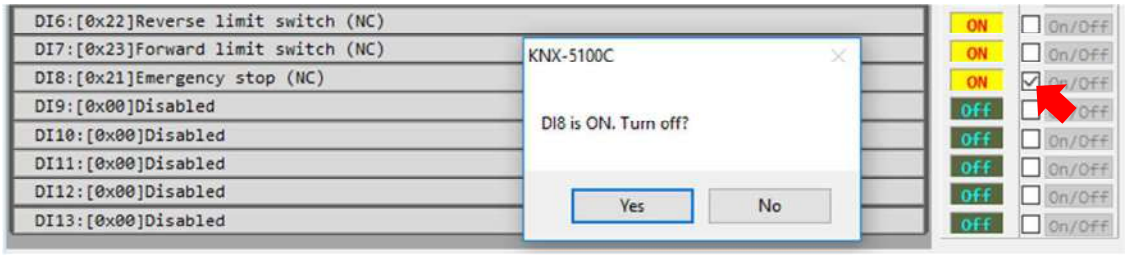


จะปรากฏหน้าต่าง Digital IO/ Jog control ดังรูปข้างล่างนี้ จากรูปเราจะเห็นว่ามีสัญญาณอินพุต Reverse limit switch, Forward limit switch และ Emergency stop เข้ามา จึงทำให้เกิดอลาม

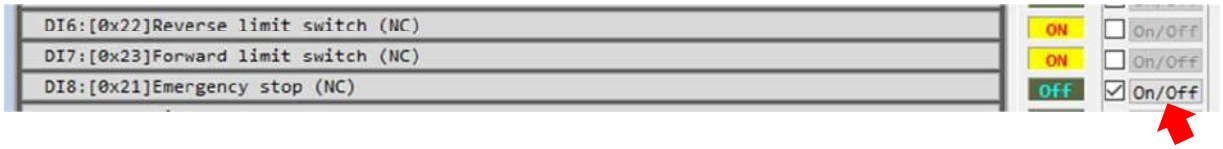


หมายเหตุ เนื่องจากเป็นการทดสอบแบบไม่มีโหลดให้ตรวจสอบความปลอดภัยก่อนการทดลองต่อไป

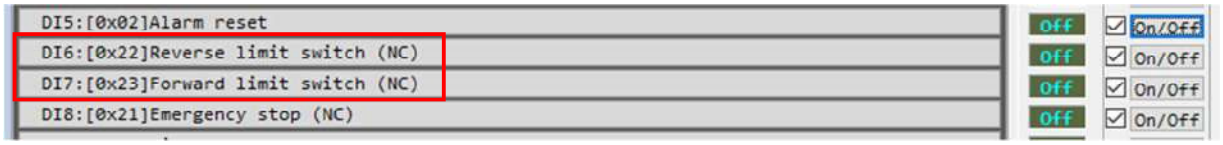
8. คลิกที่ Check box ของอินพุต Emergency stop และคลิก Yes



9. จากนั้นให้คลิกที่ On/Off เพื่อบังคับ (Force) ให้สัญญาณเปลี่ยนแปลงโดยไม่สนใจสถานะจริงของสัญญาณ



10. ทำเช่นเดียวกันกับสัญญาณ Reverse limit switch และ Forward limit switch เพื่อยกเลิกการตรวจจับสัญญาณจากสวิตช์นี้ไม่เช่นนั้นไดรฟ์จะ On ไม่ได้ เพราะสัญญาณบ่งบอกว่าไดรฟ์อยู่ในตำแหน่งเกินกว่าที่กำหนด



11. เคลียร์อลามด้วยการคลิกที่ Alarm reset ให้ On และ Off

12. เมื่อ Reset แล้วอลามจะหายไปและปรากฏตัวอักษร Stop บนตัวไดรฟ์ จากนั้นให้ On อินพุต Servo On

ถ้าไดรฟ์อยู่ในสภาวะ Servo On จะแรงต้านขึ้นที่เพลาของมอเตอร์หรือที่เรียกว่า Servo Lock เกิดขึ้น ให้ทดสอบทำการ Jog มอเตอร์ โดยการคลิกที่ลูกศร ซ้าย หรือ ขวา สามารถปรับ Speed ของการ Jog ได้ตามความเหมาะสม

ตารางข้างล่างนี้แสดงค่าตั้งจากโรงงานของอินพุตดิจิตอล

Digital INPUT	เทอร์มินอล TBIO	ค่าตั้งจากโรงงาน		หมายเหตุ
INPUT 1	9	Servo On	N.O.	สามารถตั้งค่าได้
INPUT 2	10	Pulse Clear	N.O.	
INPUT 3	34	Register Torque Command Selection (1-4) Bit 0	N.O.	
INPUT 4	8	Register Torque Command Selection (1-4) Bit 1	N.O.	
INPUT 5	33	Alarm Reset	N.O.	
INPUT 6	32	Reverse Limit Switch	N.C.	
INPUT 7	31	Forward Limit Switch	N.C.	
INPUT 8	30	Emergency Stop	N.C.	
DCOM	11	เทอร์มินอลคอมอลของ Digital input		

บทที่ 4 การควบคุมเซอร์โวไดรฟ์ด้วย PTO

ในบทนี้จะกล่าวถึงการใช้งาน Kinetix5100 ร่วมกับ PLC ของ Allen-Bradley รุ่น Micro 850 ด้วยการใช้ Pulse Train Output (PTO) ซึ่ง Micro 850 จะให้สัญญาณเป็น Pulse กับสัญญาณ Direction โดยปกติแล้ว Kinetix5100 สามารถรองรับ PTO ได้หลายรูปแบบ เช่น AB phase pulse (4x), Pulse+Direction และ Clockwise & counterclockwise pulse

ดังนั้นอุปกรณ์ที่นำมาควบคุม Kinetix5100 อาจเป็น PLC ยี่ห้อใดๆ หรือคอนโทรลเลอร์ที่สามารถให้สัญญาณดังกล่าวได้ จึงทำให้ Kinetix5100 สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย

องค์ประกอบของระบบ

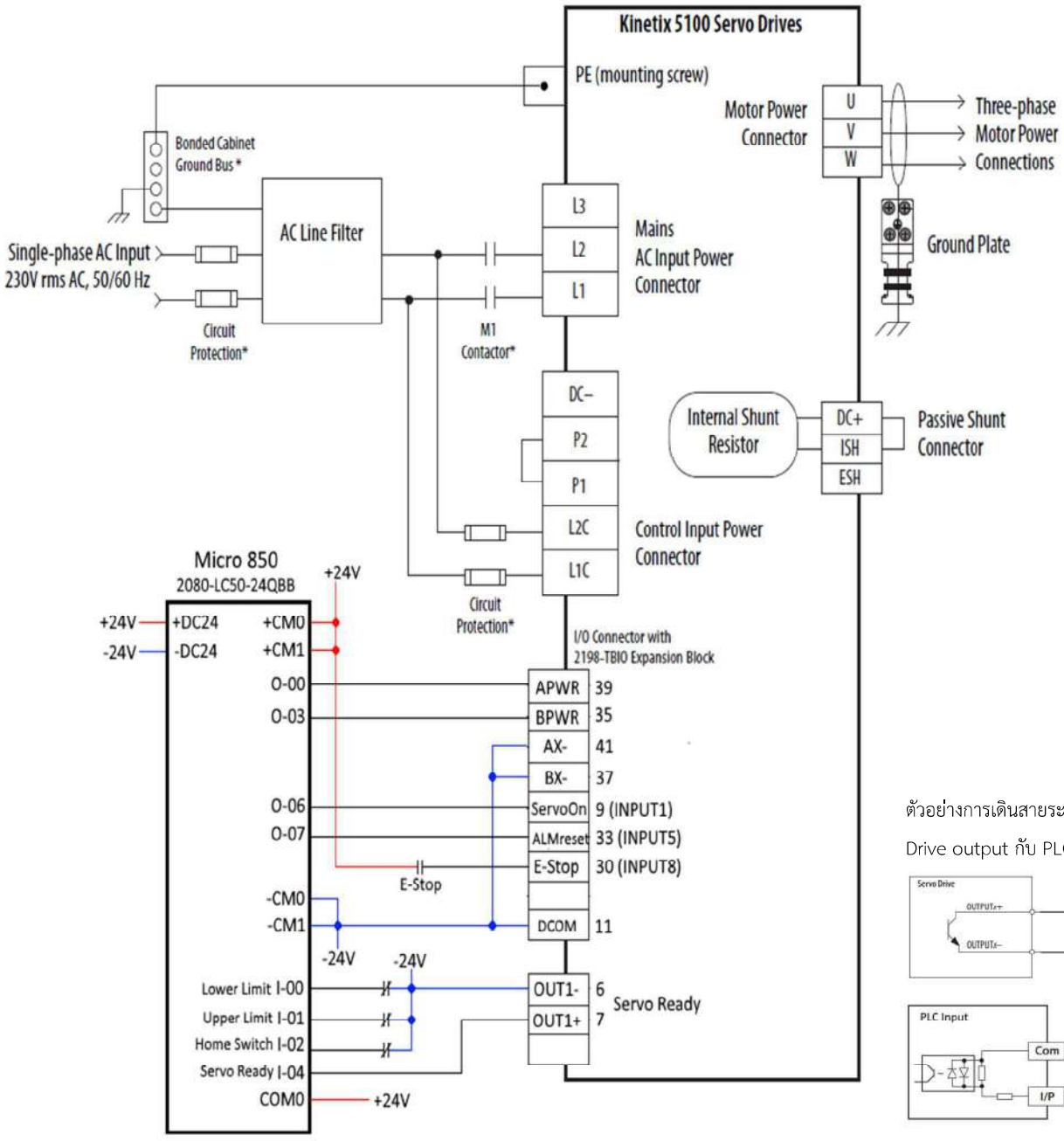
ตัวอย่างงานที่นำมาใช้ประกอบความเข้าใจ คือ การนำเซอร์โวไดรฟ์และมอเตอร์ไปขับ Ball screw เพื่อให้ Table เคลื่อนที่ได้ทั้งซ้ายและขวาตามระยะที่ต้องการ ระยะ Pitch ของ Ball screw จะอยู่ที่ 10 มม. นั่นคือ Table เคลื่อนที่ 10 มม. เมื่อมอเตอร์หมุน 1 รอบ

โดยระบบจะมี Upper limit switch และ Lower limit switch ทำหน้าที่ป้องกันไม่ให้ Table เคลื่อนที่เกินจากระยะที่กำหนดไว้ ในระบบโมชั่นคอนโทรลที่การเคลื่อนที่มีลักษณะเป็นวงรอบอาจไม่จำเป็นต้องใช้ Upper limit switch และ Lower limit switch

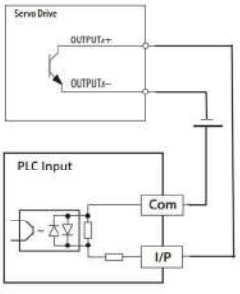
นอกจากนั้นจะมี Home switch ทำหน้าที่ตรวจเช็คตำแหน่ง Home ตอนเริ่มต้นใช้งาน การค้นหาตำแหน่ง Home จะช่วยให้ระบบโมชั่นทราบถึงจุดเริ่มต้นเพื่อใช้อ้างอิงในการเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ

การเดินสายไฟ

รูปข้างล่างนี้แสดงการเดินสายระหว่าง Micro850 กับ Kinetix5100 กรณีระบบที่ไม่ได้ใช้งาน Upper limit switch และ Lower limit switch ให้ข้ามการเดินสายในส่วนนี้



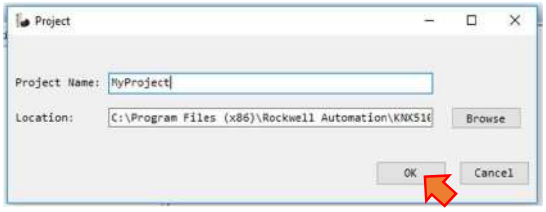
ตัวอย่างการเดินสายระหว่าง Drive output กับ PLC Input



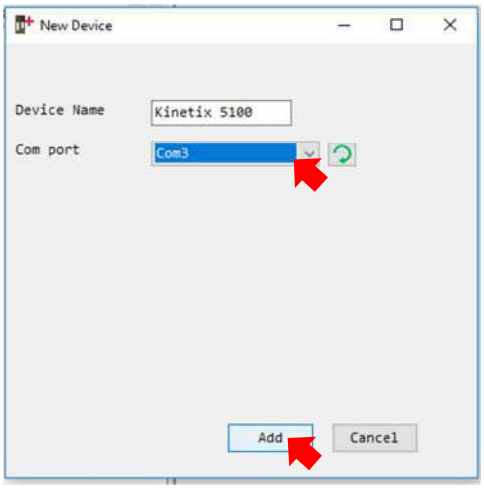
ขั้นตอนการตั้งค่า Kinetix5100

คุณสามารถอ้างอิงการใช้งานซอฟต์แวร์ KNX5100C เบื้องต้นจากหัวข้อ Off-Line Startup

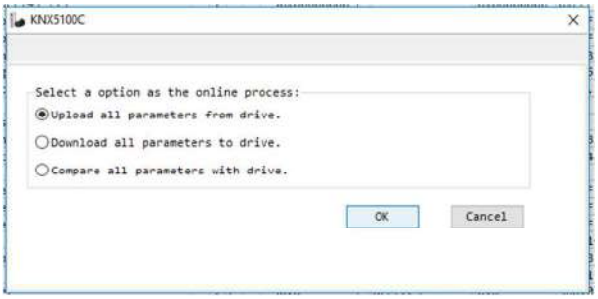
1. เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับไดรฟ์ด้วยสาย USB จากนั้นให้เปิดแหล่งจ่ายไฟ
2. เริ่มต้นเปิดซอฟต์แวร์ KNX5100C
3. ตั้งชื่อ Project ตามที่ต้องการ ในตัวอย่างใช้ชื่อ MyProject



4. เลือกพอร์ตที่ต้องการสื่อสารแล้วคลิก Add

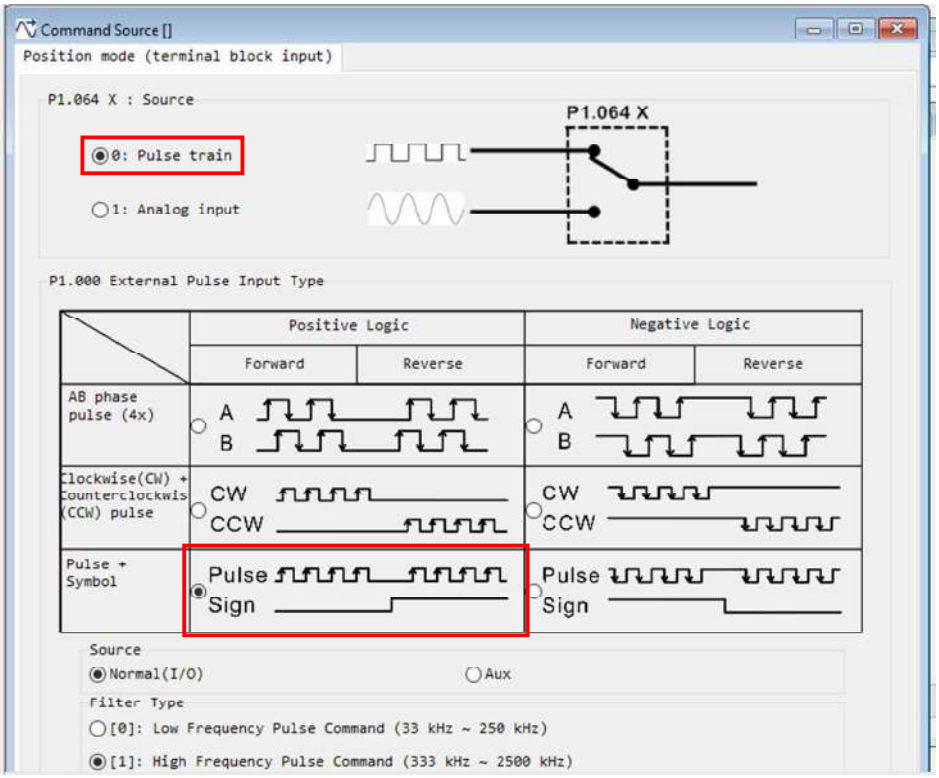


5. คลิก OFF LINE เพื่อการ On line
6. ให้เลือก Upload แล้วคลิก OK รอจนกว่าจะ Upload เสร็จแล้วคลิก OK

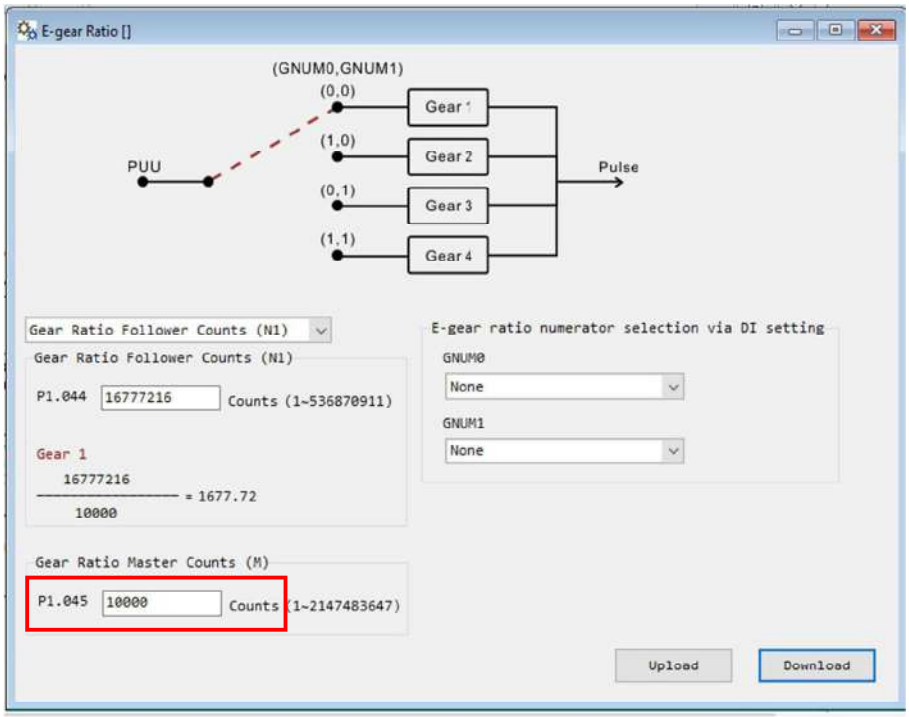


7. ให้เลือก Position mode

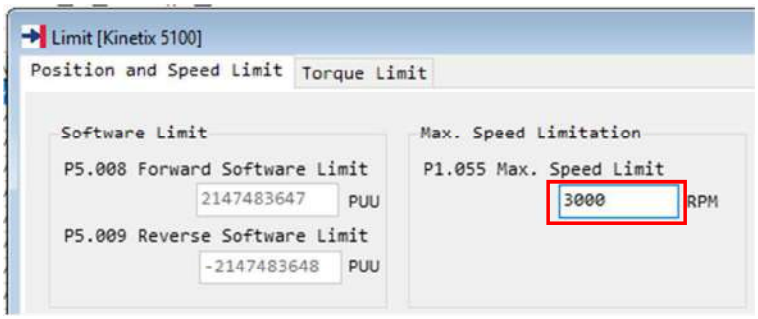
8. เลือก Command Source จากนั้นเลือก Pulse train และเลือก Pulse + Symbol จากนั้นคลิก Download



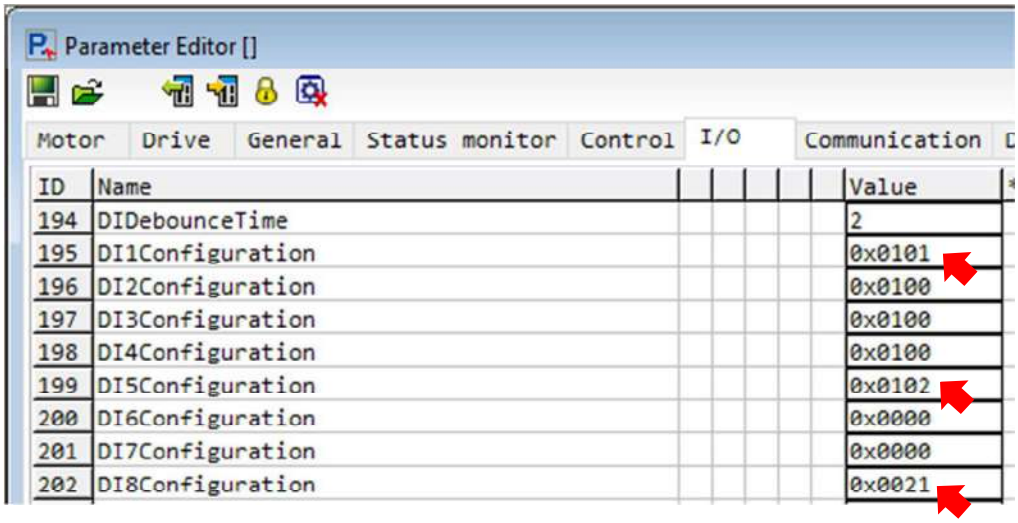
9. เลือก E-gear Ratio ป้อนค่า Gear ratio ที่ 10,000 และคลิก Download



10. เลือก Limit ตั้งค่า Speed Limit ที่ 3000 RPM และคลิก Download



11. เลือก Parameter Editor ตั้งค่า DI1-DI8 ตามตารางข้างล่างนี้ จะเห็นว่ามีเพียง 3 อินพุตเท่านั้นที่ถูกตั้งค่าใช้งาน ส่วนอินพุตอื่นให้ตั้งค่าเป็น Disabled

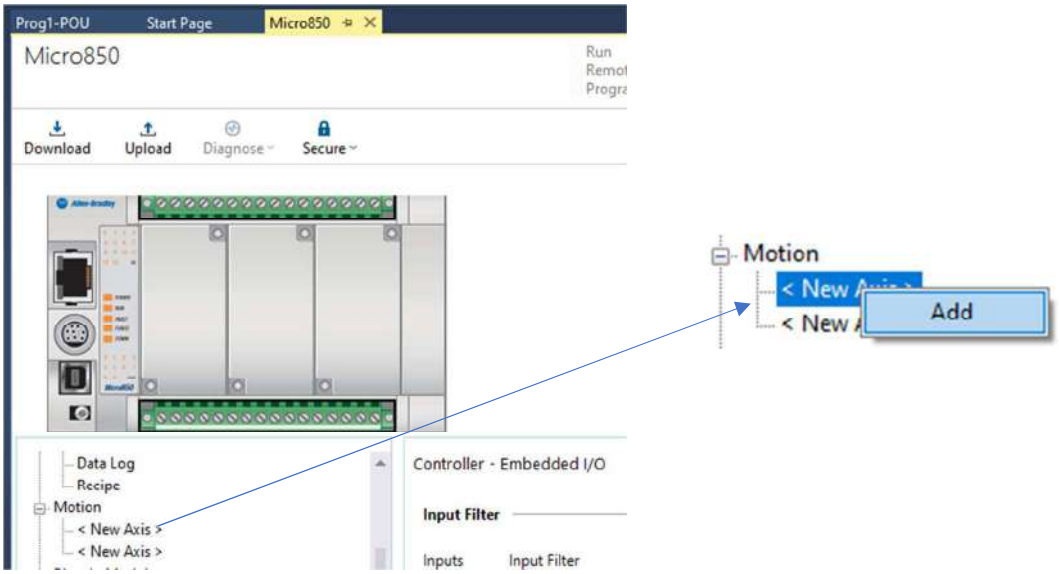


ตารางแสดงความหมายของ Input ที่ตั้งค่าแต่ละตัว

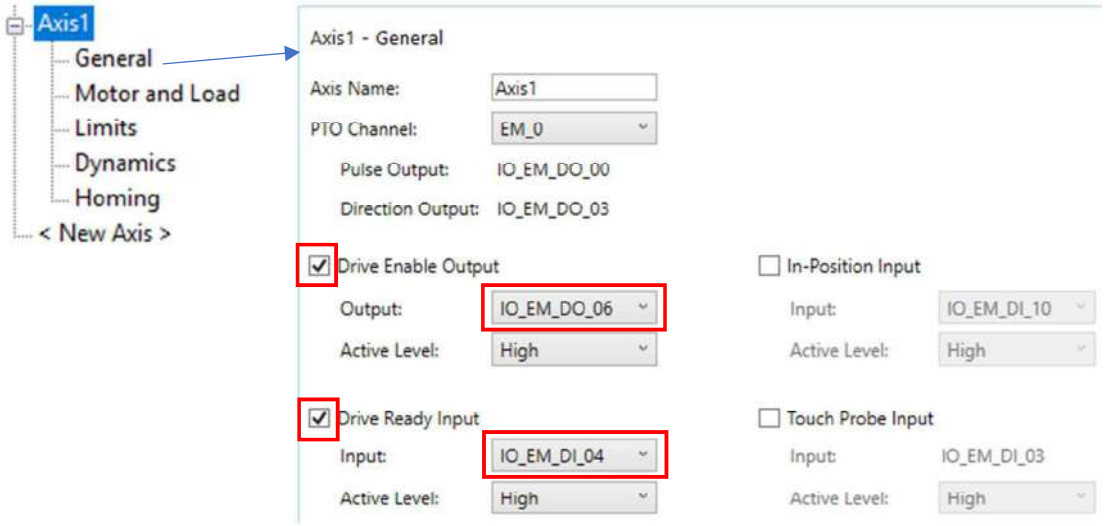
DI1:[0x01]Servo On
DI2:[0x00]Disabled
DI3:[0x00]Disabled
DI4:[0x00]Disabled
DI5:[0x02]Alarm reset
DI6:[0x00]Disabled (NC)
DI7:[0x00]Disabled (NC)
DI8:[0x21]Emergency stop (NC

การตั้งค่าและเขียนโปรแกรม Micro850

1. เปิดซอฟต์แวร์ CCW เลือก New และสร้าง Project ขึ้นมาใหม่
2. เลือก Controller รุ่น 2080-LC50-24QBB และคลิก Add to project
3. ที่แท็บ Micro850 ให้เลื่อนหา Motion จากนั้นคลิกขวาที่ New Axis และคลิก Add



4. จะปรากฏแกน Motion control ขึ้นมา สามารถเปลี่ยนชื่อได้แต่ค่าปกติคือ Axis1 ให้คลิกที่ Axis1 เพื่อดูหัวข้อในการตั้งค่า โดยเริ่มต้นที่ General ให้เลือก Drive Enable Output เป็น IO_EM_DO_06 และ Drive Ready Input (หรือ Servo Ready จากไดรฟ์) เป็น IO_EM_DI_04

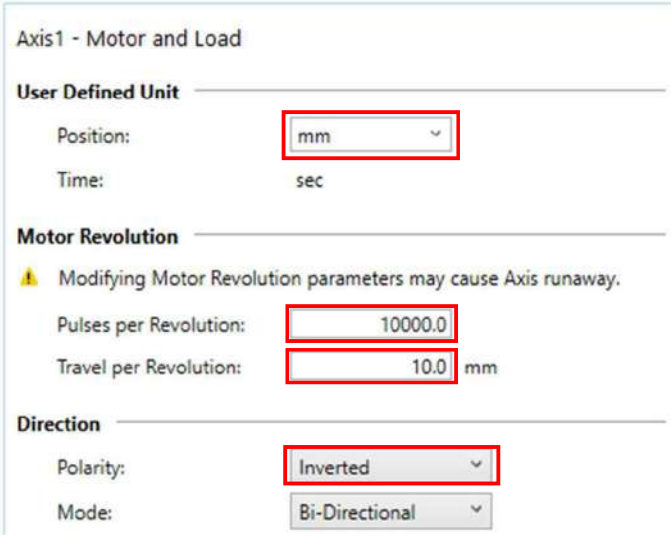


5. คลิกเลือก Motor and Load จากนั้นให้ตั้งค่า Position เป็น mm

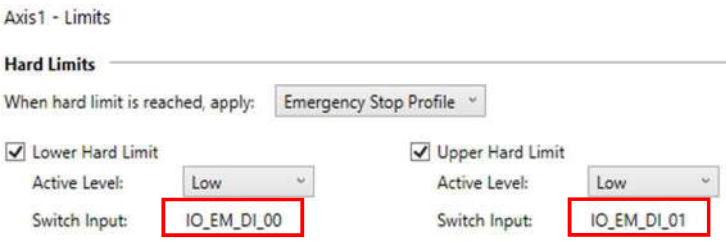
   Pulse per Revolution = 10000.0 (จะสร้าง Pulse จำนวน 10,000 เพื่อให้มอเตอร์หมุน 1 รอบ ซึ่ง Gear ration ของ Drive จะตั้งไว้ที่ 10,000 เช่นกัน)

   Travel per Revolution = 10.0 mm (หมุน 1 รอบ Table เคลื่อนที่ 10 มม ซึ่งตรงกับค่า Ball screw)

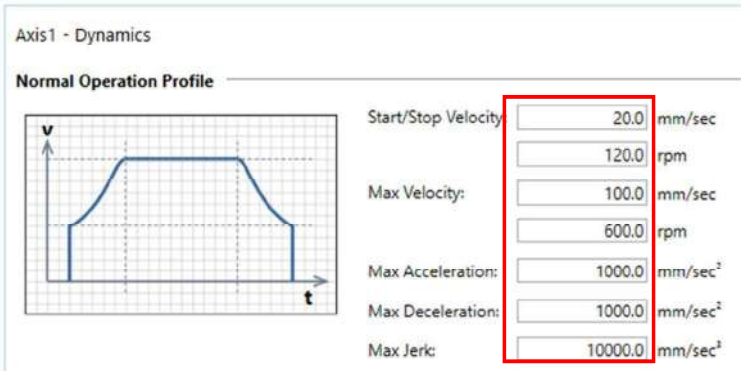
   Polarity = Inverted (ขึ้นอยู่กับทิศทางการเคลื่อนที่ของ Ball Screw ให้ตั้งตามเหมาะสม)



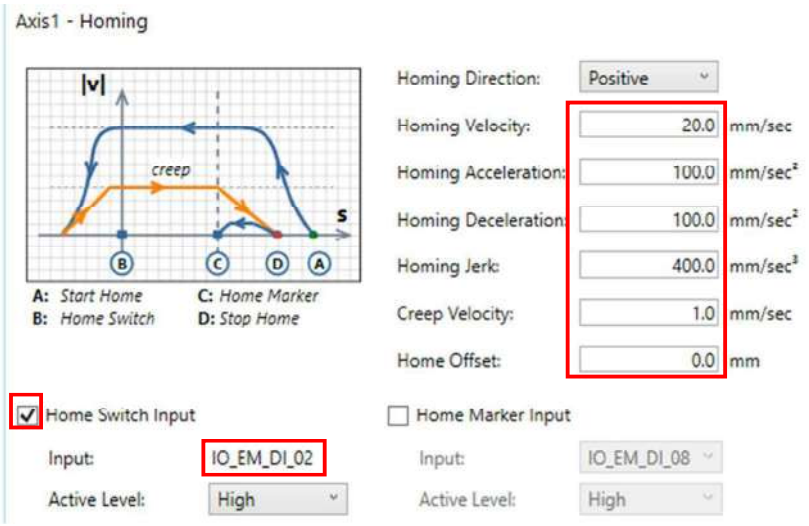
6. คลิกเลือก Limits เพื่อกำหนดอินพุตของ Upper hard limit และ Lower hard limit (สวิตช์ที่ใช้ควรป็น NC) ในกรณีที่ระบบไม่มีการใช้งาน Limit ทั้ง 2 นี้ ให้คลิกยกเลิก Upper hard limit และ Lower hard limit



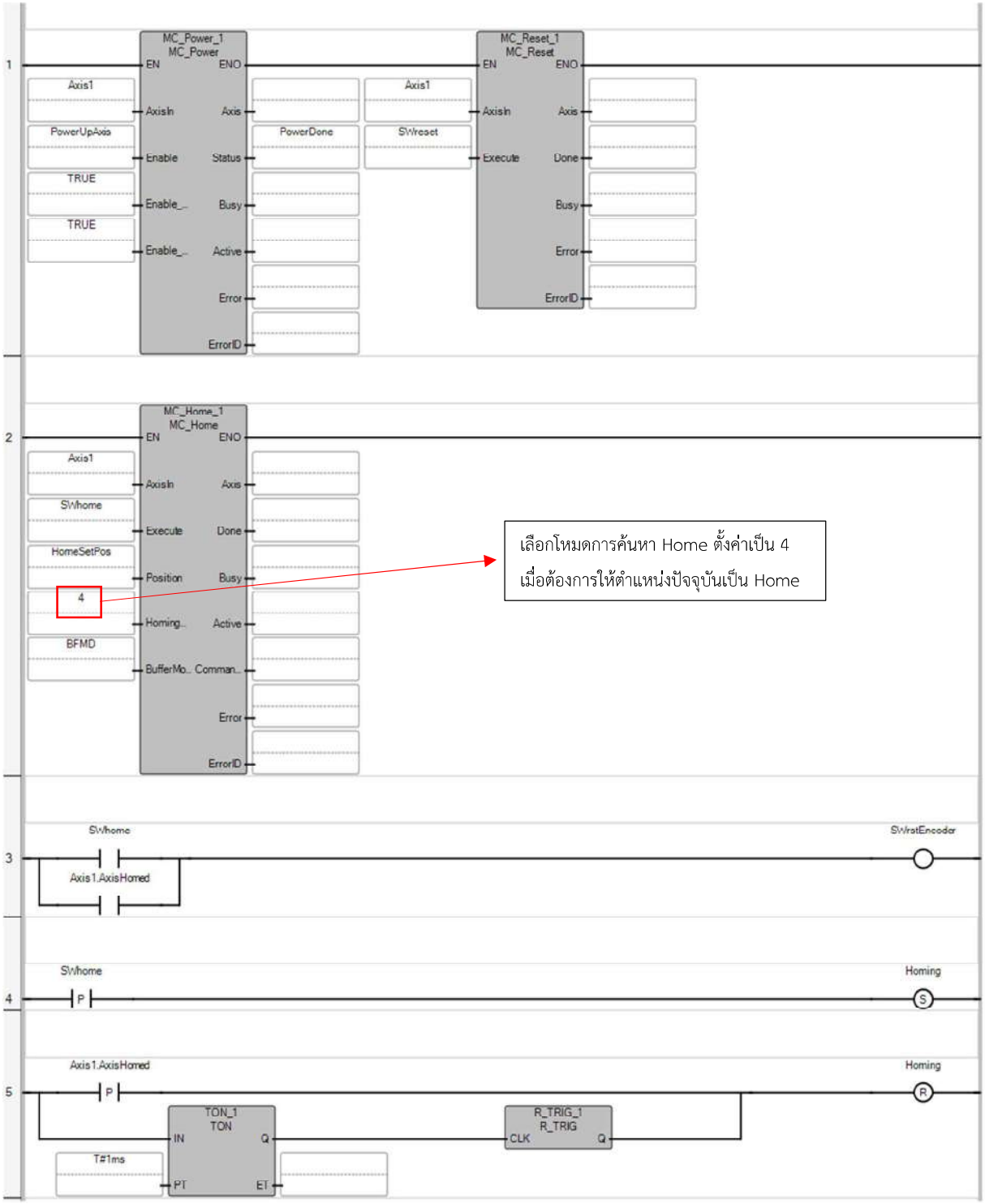
7. คลิกเลือก Dynamics เพื่อกำหนด Profile การทำงาน ให้ป้อนค่าต่างๆตามรูปข้างล่างนี้



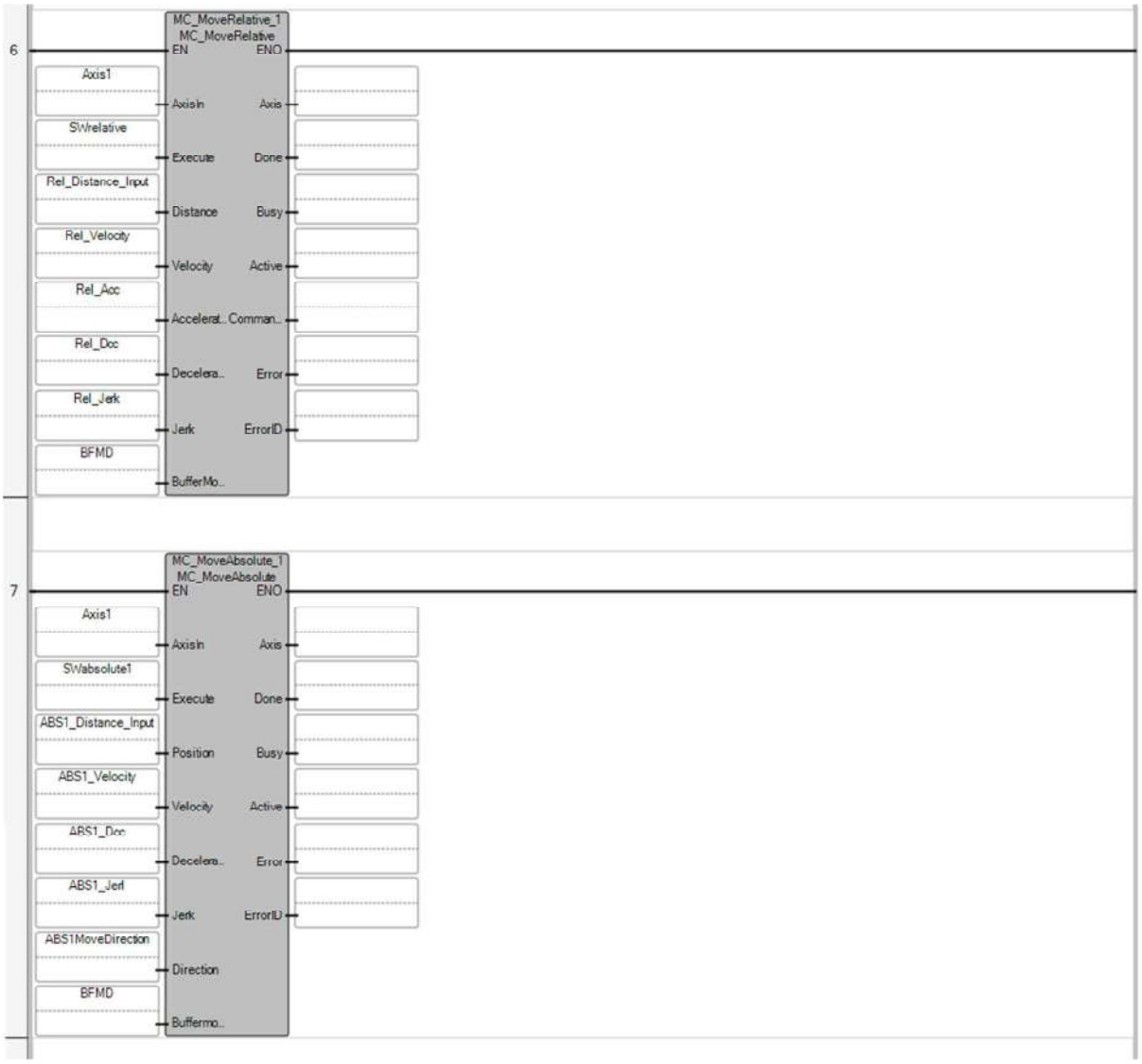
8. คลิกเลือก Homing เพื่อกำหนด Profile ของการค้นหา Home การกำหนด Homing Direction ให้ดูว่าระบบที่ใช้งานควรจะกำหนดไปในทิศทางใด จากนั้นป้อนค่าต่างๆตามตัวอย่าง พร้อมทั้งเลือก Home Switch Input เป็น IO_EM_DI_02



9. เขียนโปรแกรมแลดเดอร์ด้วย CCW ตามรูปตัวอย่างข้างล่างนี้

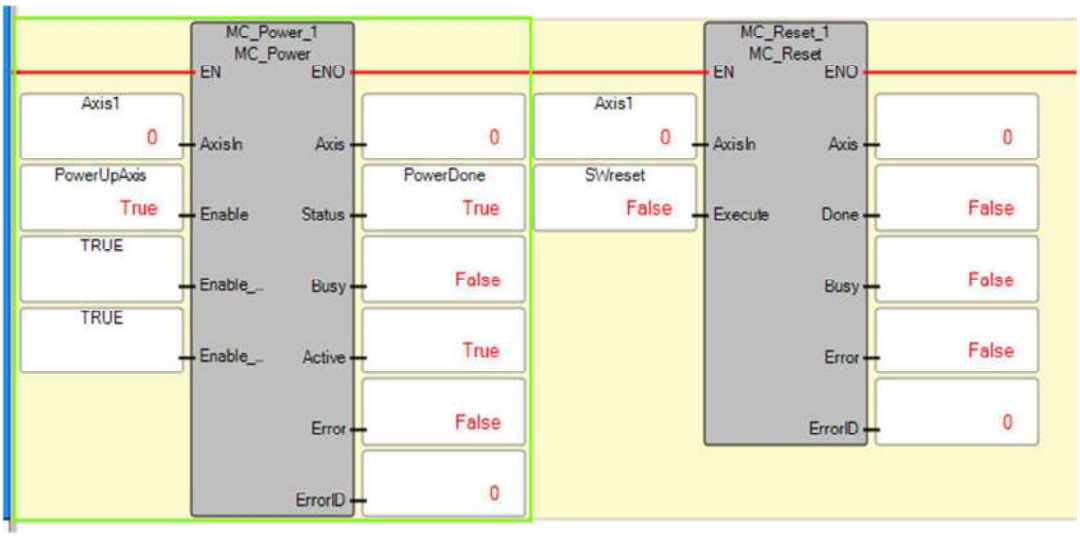


โปรแกรมแลดเดอร์ (ต่อ)

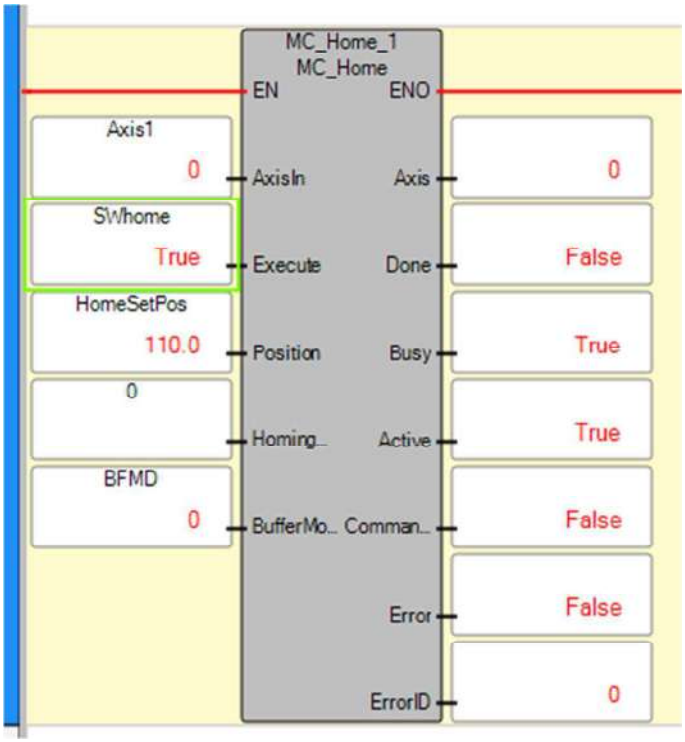


ทดสอบการทำงาน

1. ให้ On สัญญาณ PowerUpAxis (switch) เพื่อสั่งให้ MC_Power ทำงาน ถ้าทุกอย่างปกติสัญญาณ PowerDone จะมีลอจิกเป็น True และเอาต์พุต IO_EM_DO_06 จะ On เพื่อสั่งให้ ServoOn ที่ Kinetix5100 มีลอจิกเป็น True



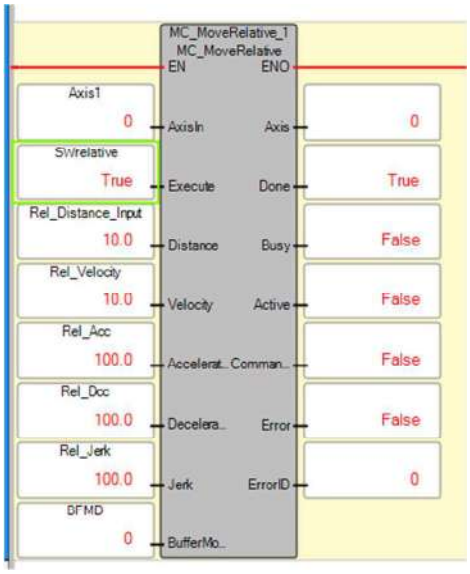
2. ให้ On สัญญาณ SWhome เพื่อสั่งให้ MC_Home ทำงานเพื่อค้นหาตำแหน่ง Home



3. ทดลองการทำงาน MC_MoveRelative โดยการป้อนค่า (MoveRelative เป็นคำสั่งให้มอเตอร์หมุนจากตำแหน่งปัจจุบันไปยังระยะที่กำหนดใน Rel_Distance_Input)

   Rel_Distance_Input = 10.0 (หมายถึง 10 mm ต่อรอบตามที่ตั้งค่าไว้ที่ Motor & Load)

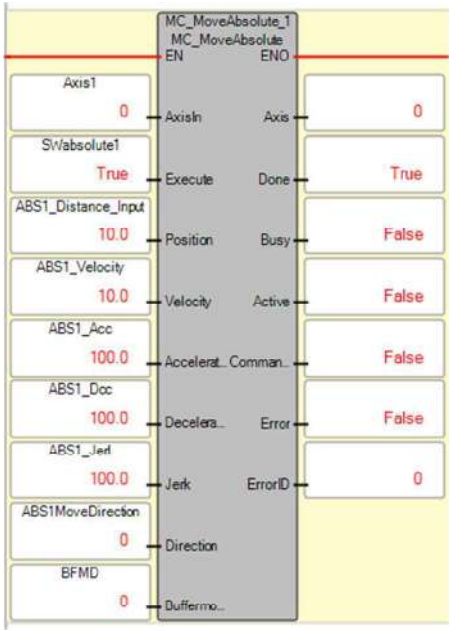
   Rel_Velocity = 10.0 Rel_Acc = 100.0 Rel_Dcc = 100.0 Rel_Jerk = 100.0



1. ทดลองการทำงาน MC_MoveAbsolute โดยการป้อนค่า (MoveAvsolute เป็นคำสั่งให้มอเตอร์หมุนจากตำแหน่งไปยังระยะที่กำหนดใน Rel_Distance_Input เมื่อเทียบกับ Home)

   Rel_Distance_Input = 10.0 (หมายถึง 10 mm ต่อรอบตามที่ตั้งค่าไว้ที่ Motor & Load)

   Rel_Velocity = 10.0 Rel_Acc = 100.0 Rel_Dcc = 100.0 Rel_Jerk = 100.0

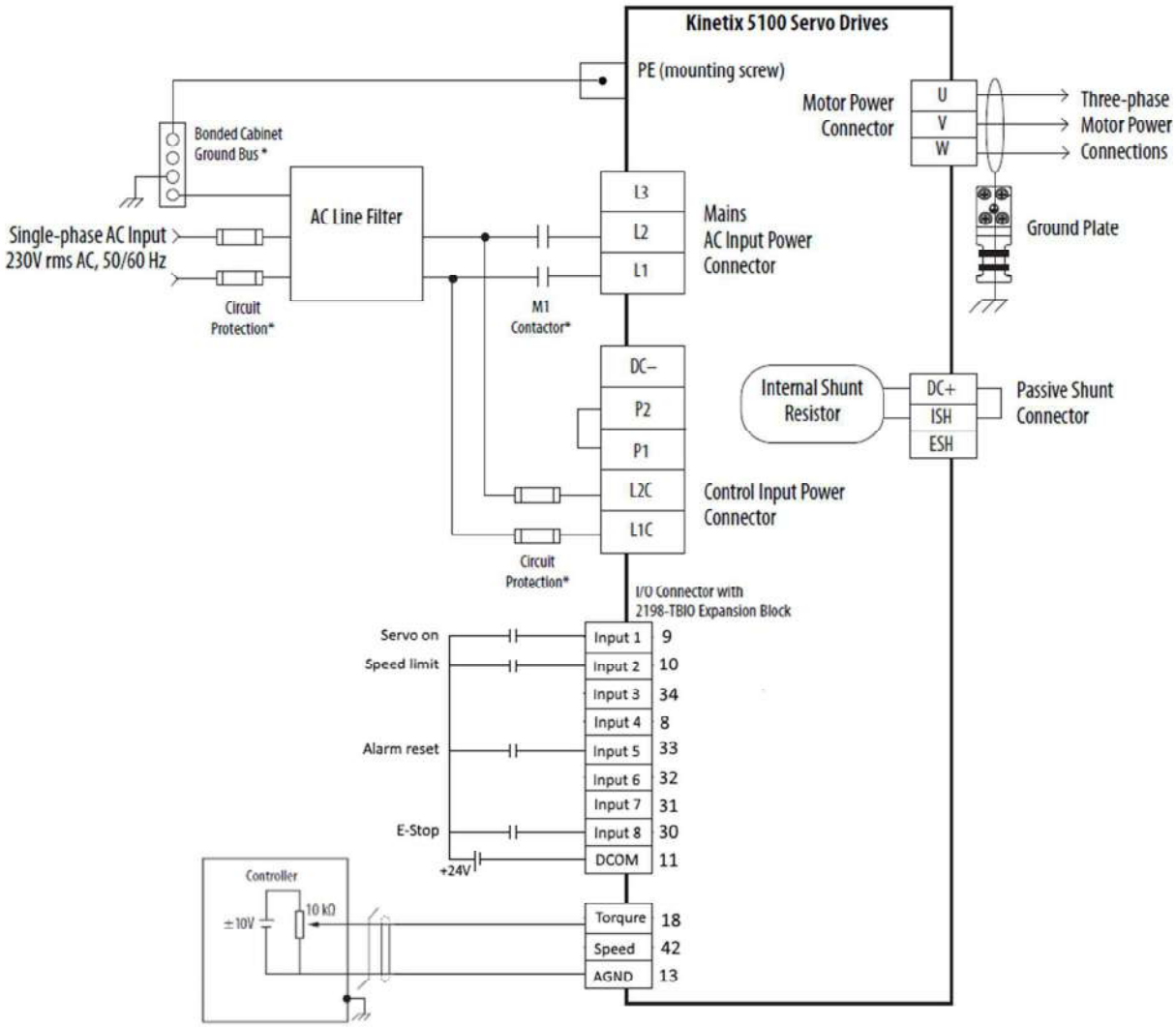


บทที่ 5 การควบคุมแบบ Torque Control Mode

ในบทนี้จะเป็นการตัวอย่างการควบคุมแบบ Torque Control Mode โดยการใช้สัญญาณอนาลอก 0-10 V จากภายนอกซึ่งอาจเป็น PLC หรืออุปกรณ์ใดๆ ก็ได้ที่สามารถให้สัญญาณอนาลอก

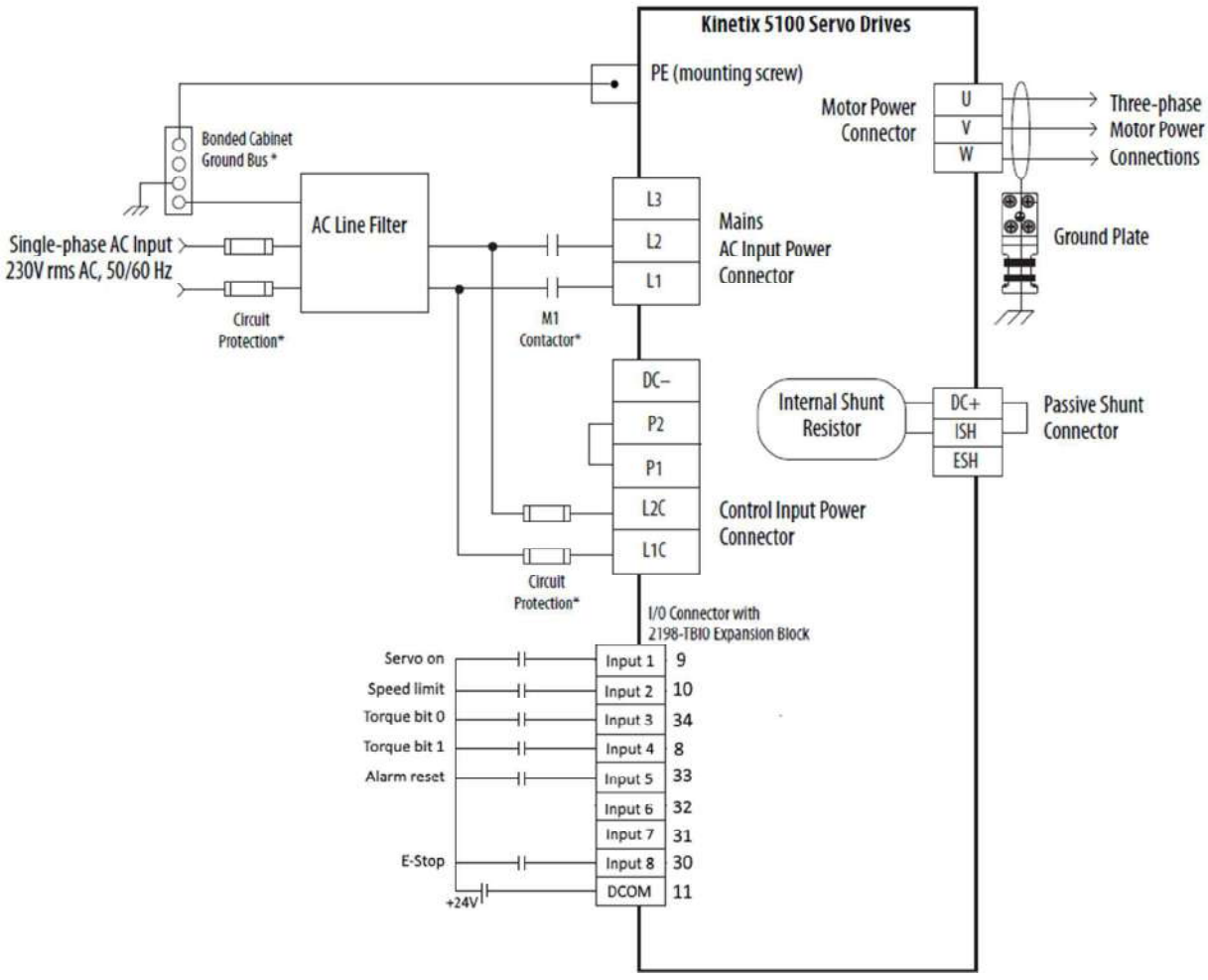
การต่อวงจร

รูปที่ 1 แสดงการต่อวงจรควบคุม Kinetix5100 ซึ่งสามารถควบคุม Torque จากสัญญาณอนาลอก 0-10 V



รูปที่ 1

รูปที่ 2 แสดงการต่อวงจรควบคุม Kinetix5100 โดยสามารถควบคุมจากสัญญาณดิจิตอล Torque bit 0 (Register Torque Command Selection Bit 0) และ Torque bit 1 (Register Torque Command Selection Bit 1) ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดว่า Command ของ Torque จะมาจากค่า Torque Register ตัวใด เช่น 0,0 จะกำหนดให้ค่า Torque อ้างอิงจากอินพุตอนาลอก แต่ถ้าเป็น 0,1 ค่า Torque จะอ้างอิงจากค่าใน Torque Register 1



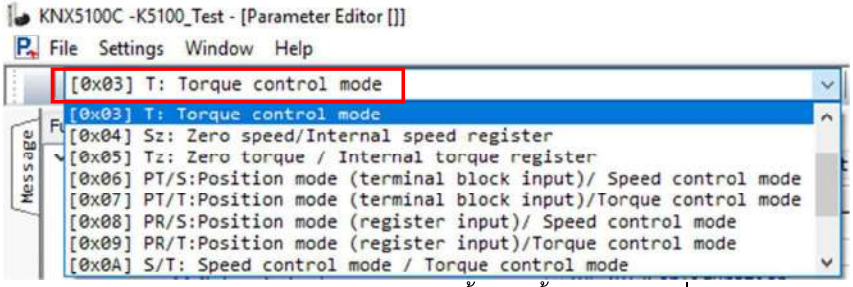
รูปที่ 2

ตารางข้างล่างนี้แสดงเทอร์มินอลของ TBIO ที่ต้องการตั้งค่า

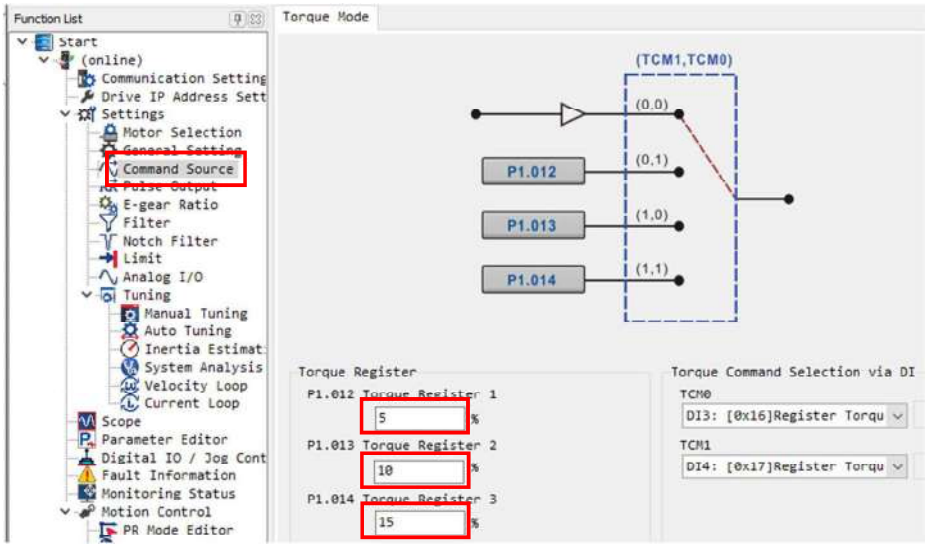
Digital INPUT	เทอร์มินอล TBIO	ค่าตั้ง		หมายเหตุ
INPUT 1	9	Servo On	N.O.	
INPUT 2	10	Speed limit	N.O.	
INPUT 3	34	Register Torque Command Selection (1-4) Bit 0	N.O.	
INPUT 4	8	Register Torque Command Selection (1-4) Bit 1	N.O.	
INPUT 5	33	Alarm Reset	N.O.	
INPUT 6	32	Disabled		
INPUT 7	31	Disabled		
INPUT 8	30	Emergency Stop	N.C.	
DCOM	11	เทอร์มินอลคอมอลของ Digital input		

ขั้นตอนการตั้งค่า Kinetix5100

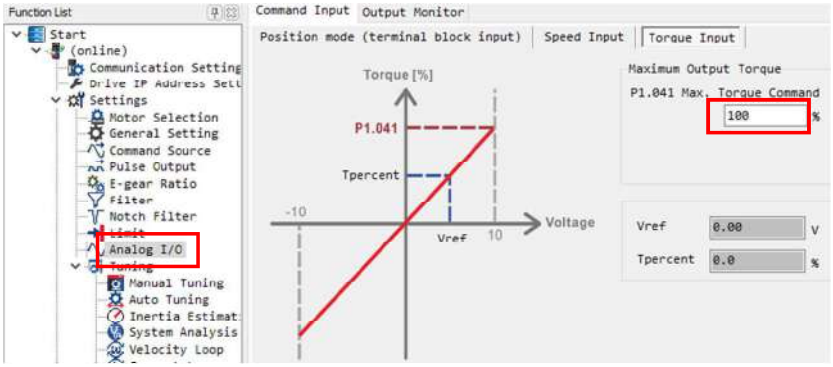
1. เชื่อมต่อคอมพิวเตอร์กับ Kinetix5100 ด้วยสาย USB และเปิดแหล่งจ่ายไฟ
2. เปิดซอฟต์แวร์ KNX5100C และ Online
3. ให้คลิก Drop-down แล้วเลือก Torque control mode ดังรูข้างล่างนี้



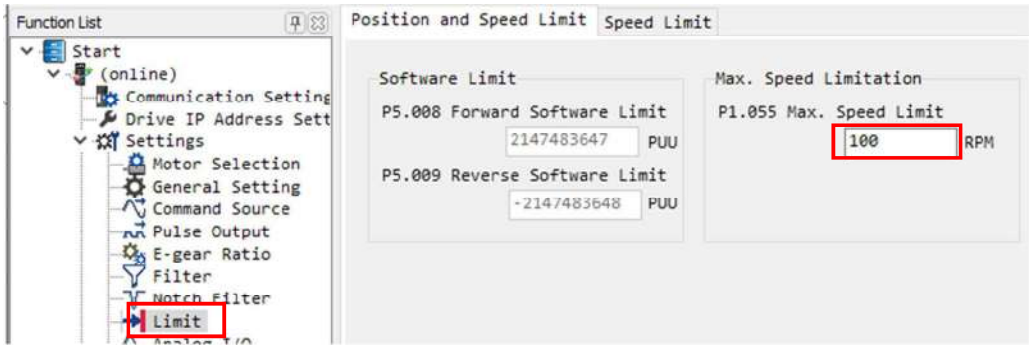
4. กรณีต้องการอ้างอิงค่า Torque จากอินพุตอนาลอกให้ข้ามขั้นตอนนี้ไป ส่วนกรณีที่ต้องการอ้างอิงค่า Torque จาก Torque Register ให้คลิกที่ Command source ป้อนค่าที่ Torque Register ตามที่ต้องการ



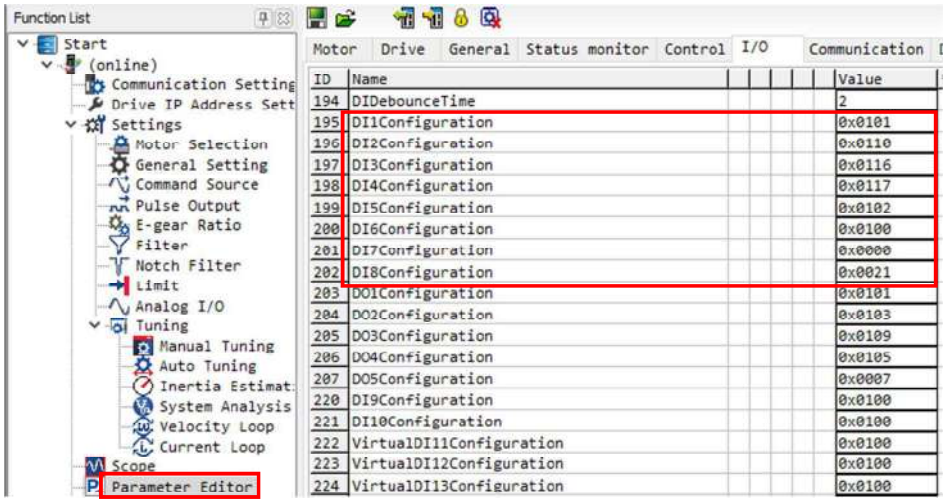
5. จากนั้นให้คลิกที่ Analog I/O ซึ่งค่าตั้งจากโรงงานกำหนดให้สัญญาณอนาลอก 10 V สร้าง Torque ที่ 100 % ถ้าไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงสามารถข้ามขั้นตอนนี้ได้



6. คลิกที่ Limit เพื่อกำหนด Speed limit เนื่องจาก Torque Control จะเน้นที่การสร้าง Torque ให้ได้ตามที่กำหนด โดยไม่สนใจว่าความเร็ว (Speed) จะเป็นเท่าไร ถ้าเราไม่ควบคุมไว้มันอาจทำให้มอเตอร์หมุนจนถึงความเร็วสูงสุดได้ซึ่งอาจทำให้เกิดอันตรายกับระบบ ในตัวอย่างนี้ตั้งที่ 100 RPM

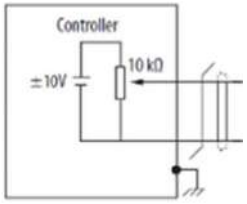


7. คลิกที่ Parameter Editor > I/O ให้ตั้งค่าอินพุตดิจิตอลตามที่กำหนด



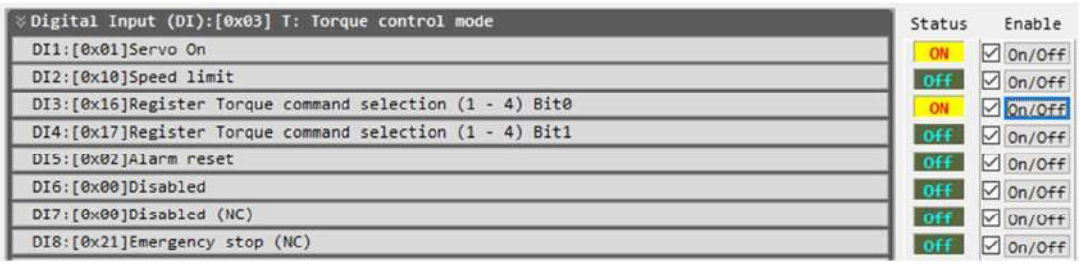
SONIC AUTOMATION A Sonepar Company

8. <u>กรณีที่ใช้งานแบบอินพุตอนาลอก</u> ให้ On สัญญาณ ServoOn จากนั้นปรับสัญญาณ Analog เพื่อให้ได้ Torque ตามที่ต้องการ



9. <u>กรณีที่ใช้งานแบบอินพุตดิจิตอล</u> ให้คลิกที่ Digital IO / Jog Control จะปรากฏหน้าต่างแสดงชื่อของอินพุตดิจิตอลที่ตั้งไว้เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง เราสามารถทดสอบการทำงานได้จากหน้าต่างนี้หรือจากอุปกรณ์อินพุตภายนอกที่ต่อกับ Kinetix5100 ได้

จากรูปข้างล่างจะบังคับ(Force) ให้อินพุต DI3=On เป็นการกำหนดค่า Torque ให้เท่ากับ Torque register 1 (5%) และ DI1=On เพื่อให้ไดรฟ์ทำงาน

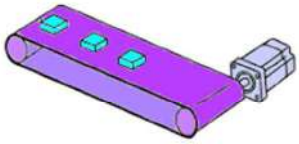


บทที่ 6 การควบคุมแบบ PR-Position Mode(Register input)

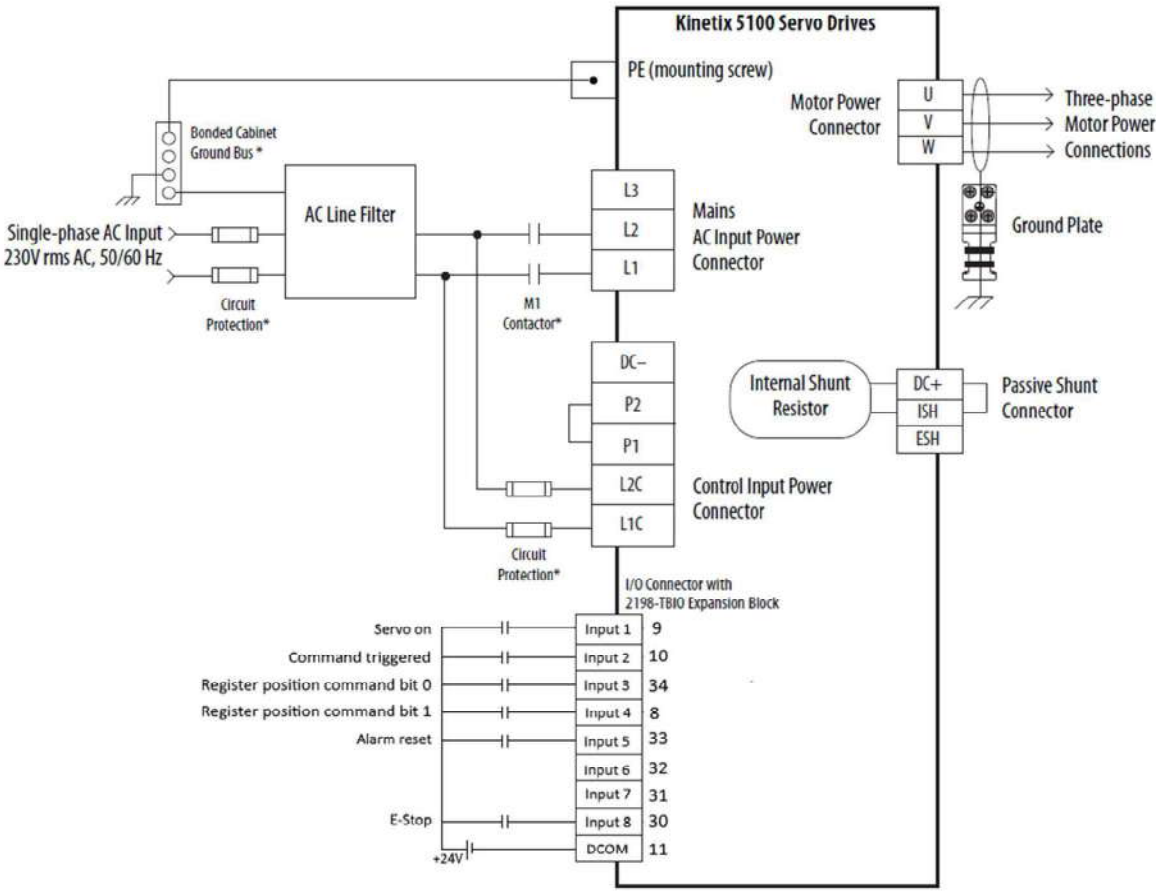
ในบทนี้จะเป็นการตัวอย่างการควบคุมแบบ PR-Position Mode โดยการใช้สัญญาณอินพุตดิจิตอลเพื่อควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ การควบคุมแบบเหมาะสำหรับผู้ที่ไม่ต้องการเขียนโปรแกรม PLC ที่ซับซ้อนและวิธีการนี้จะสามารถกำหนดระยะการเคลื่อนที่ ความเร็ว อัตราเร่ง ผ่านค่า Register ในตัวไดรฟ์ การควบคุมทำได้ด้วยการเขียนโปรแกรม PLC หรือคอนโทรลเลอร์ประเภทอื่นเพื่อเลือก Register ที่ต้องการให้ทำงานเท่านั้น ไดรฟ์ก็จะเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ

องค์ประกอบของระบบ

ตัวอย่างงานที่นำมาใช้ประกอบความเข้าใจ คือ การนำเซอร์โวไดรฟ์และมอเตอร์ไปขับสายพานลำเลียงชิ้นงาน ซึ่งลักษณะการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวตามระยะที่กำหนดไว้ใน Register Position ที่มีระยะเท่ากัน โดยการเคลื่อนที่ 1 ครั้งจะเท่ากับมอเตอร์หมุน 1 รอบ



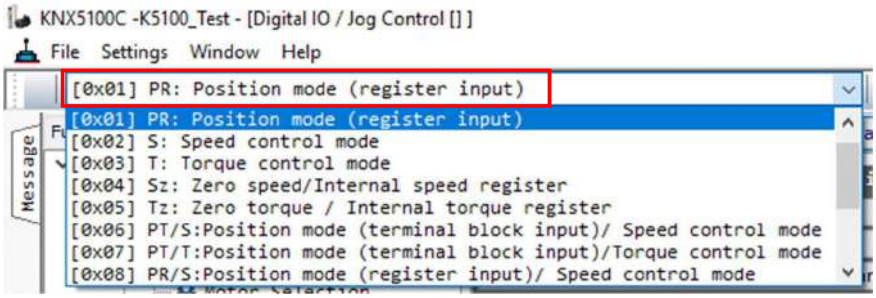
การเดินสายไฟ



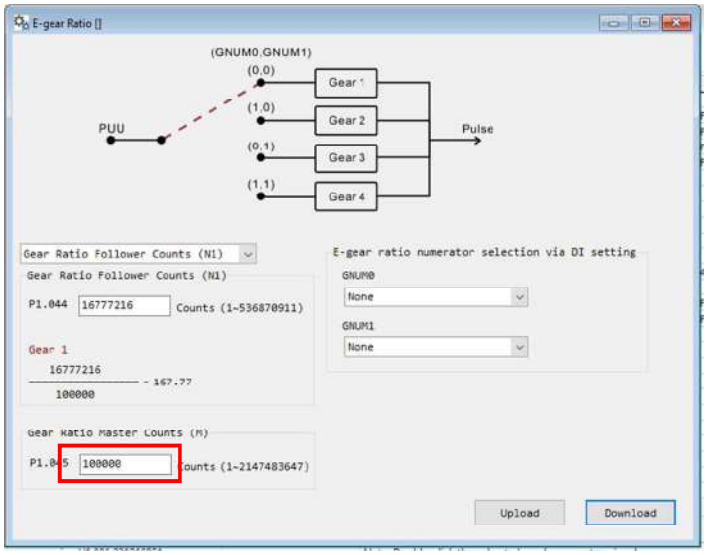
การตั้งค่า Kinetix 5100

สามารถอ้างอิงการใช้งานซอฟต์แวร์ KNX5100C เบื้องต้นจากหัวข้อ Off-Line Startup

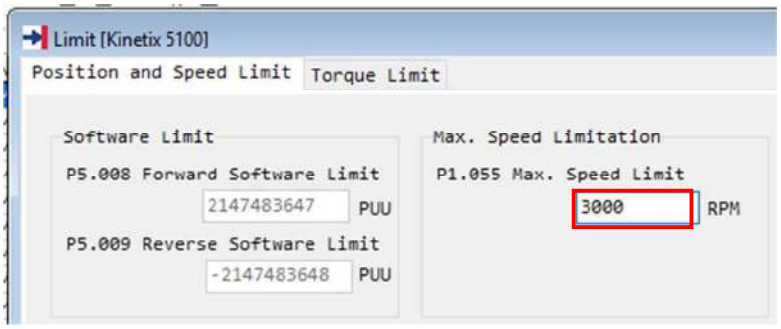
1. คลิกเลือก PR เมื่อต้องการควบคุมแบบ PR Position mode



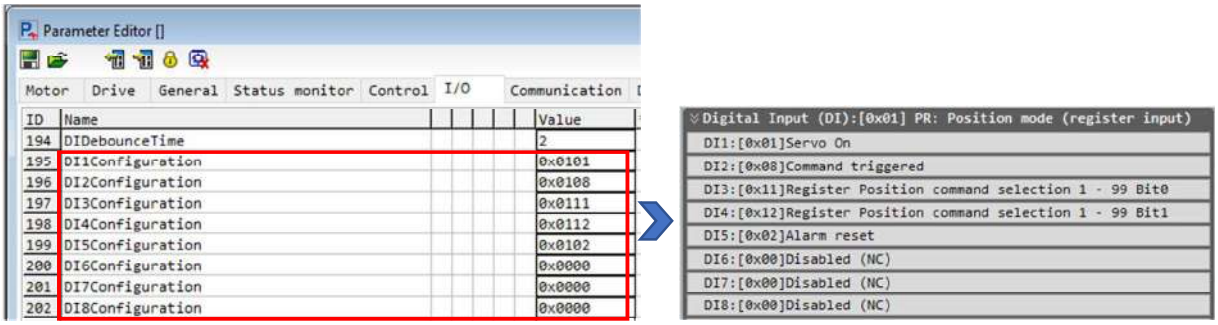
2. คลิกเลือก E-gear Ratio ตั้งค่า Gear ratio = 100,000 แล้วคลิก Download



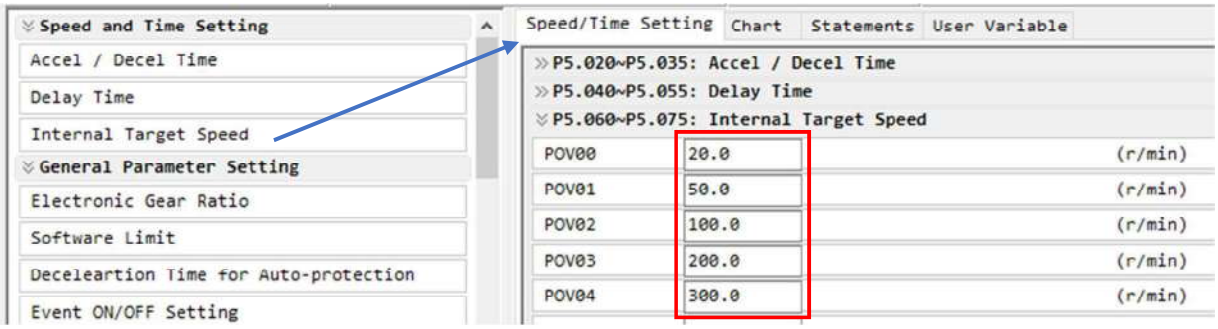
3. เลือก Limit ตั้งค่า Speed Limit ที่ 3000 RPM และคลิก Download



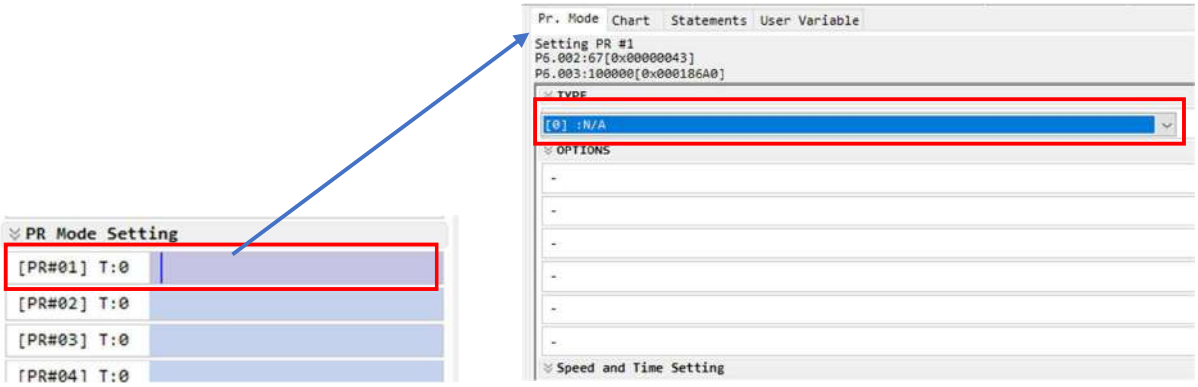
4. เลือก Parameter Editor และตั้งค่า I/O ตามข้อมูลข้างล่างนี้



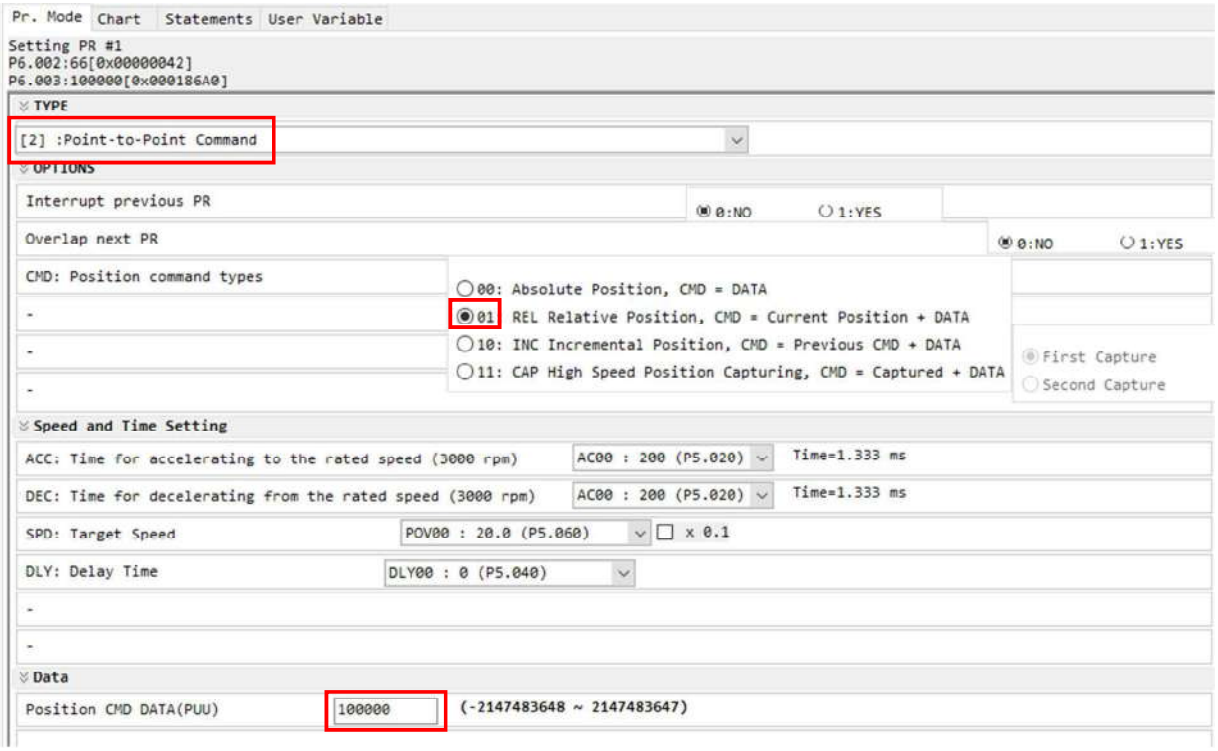
5. คลิกเลือก PR Mode Editor จะปรากฏหน้าต่างให้ตั้งค่าการทำงาน เช่น Accel / Decel Time และ Internal Target Speed เป็นต้น ซึ่งทำให้สามารถกำหนดค่าต่างๆไว้ล่วงหน้าเพื่อนำไปใช้งานกับ Position Register ยกตัวอย่าง เช่น เมื่อคลิก Internal Target Speed จะปรากฏหน้าต่างให้ตั้งค่า Speed ซึ่งตั้งได้ถึง 16 ค่า (POV00-POV15) และสามารถป้อนค่า rpm ที่ต้องการได้เลย ค่า Speed ต่างๆเหล่านี้จะถูกเรียกใช้ได้ในขณะที่ตั้ง Position Register ในการทดลองนี้เราจะใช้ค่าตั้งจากโรงงาน



6. ต่อไปเป็นการตั้งค่า Position Register ซึ่งในตัวอย่างนี้จะตั้งเพียงตัวเดียวคือ PR#01 เมื่อคลิกที่ตำแหน่งนี้จะปรากฏหน้าต่าง Pr. Mode ขึ้นมา ให้คลิกที่ Dropdown เพื่อเลือก TYPE



7. ให้เลือก Point-to-Point Command และ REL Relation Position จากนั้นป้อนค่า Position CMD DATA ที่ 100,000 ซึ่งจะตรงกับ Gear ratio ซึ่งตั้งไว้ที่ 100,000 เช่นกัน นั่นหมายความว่ามอเตอร์จะหมุน 1 รอบ



ทดสอบการทำงาน

<u>วิธีที่ 1</u> การทดสอบโดยใช้อินพุตดิจิตอล

1. ให้ On อินพุต DI1 เพื่อ On เซอร์โวไดรฟ์
2. ให้ On อินพุต DI3 เพื่อเลือก PR#1
3. จากนั้นให้ On อินพุต DI2 เพื่อให้มอเตอร์หมุนตามระยะที่ตั้งไว้ ถ้าต้องการให้เคลื่อนที่ซ้ำอีกครั้งให้ Off และ On อีกครั้ง

<u>วิธีที่ 2</u> การทดสอบโดยใช้เมนู Digital IO / Jog control

1. คลิก Digital IO / Jog Control
2. ให้ On อินพุต DI3 จากนั้นให้ On อินพุต DI1 เมื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนให้ On อินพุต DI2