

การควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกนด้วยพีแอลซี S7-1200  
3 Axis Synchronization Machine Control by PLC S7-1200



นาย ฐวชร์ กฤตยาโชติปกรณ์  
นาย ศิวตล บุญโย  
นาย สิทรานต์ สิทธิฤทธิ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# 3 Axis Synchronization Machine Control by PLC S7-1200



Nuttawat Krittiyachotipakon

Siwadon Boonyo

Sittan Sittirit

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT  
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF  
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING  
FACULTY OF ENGINEERING  
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG  
ACADEMIC YEAR 2019

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกนด้วยพีแอลซี S7-1200		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นาย ณัฐวัชร	กฤติยาโชติปกรณ	รหัสนักศึกษา 59010474
	นาย ศิวดล	บุญโย	รหัสนักศึกษา 59011305
	นาย สิทธานต์	สิทธิฤทธิ์	รหัสนักศึกษา 59011395
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.กฤษณ์ เสมอพิทักษ์ รศ.ประภาช อุคคกิมพันธ์		
ปีการศึกษา	2562		

### บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการสร้างโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกนด้วยพีแอลซี รุ่น S7-1200 และสร้างสคริปไฟล์ด้วยโปรแกรม WinCC เพื่ออ่านไฟล์ G-Code และเปลี่ยนเป็นทางเดินแกน X Y Z เก็บไว้ที่หน่วยความจำภายในพีแอลซี และมีหน้าจอเอชเอ็มไอแสดงสถานะและให้ผู้ใช้งานควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสาน ซึ่งผลการทดสอบการทำงานของโปรแกรมพีแอลซีร่วมกับสคริปไฟล์จากโปรแกรม WinCC และหน้าจอเอชเอ็มไอสามารถควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานได้อย่างถูกต้อง

**คำสำคัญ :** การควบคุม , การแสดงผล , พีแอลซี รุ่น S7-1200 , เครื่องจักรแกนประสาน 3 แกน

<b>Thesis Title</b>	3 Axis Synchronization Machine Control by PLC S7-1200
<b>Authors</b>	Mr. Nuttawat Krittiyachotipakon Mr. Siwadon Boonyo Mr. Sittan Sittirit
<b>Thesis Advisors</b>	Asst.Prof. Dr. Krit Smerpitak Assoc.Prof. Prapart Ukakimaparn
<b>Academic Year</b>	2019

### ABSTRACT

This thesis presents the creation of a program to control 3 Axis synchronization machine by PLC S7-1200 and script file with WinCC to read G-Code file then convert to X Y Z pathway and collect in PLC memory unit. Also have HMI screen to display the status and control. Which the test result of the operation of PLC program with script file WinCC and HMI screen can control the synchronization machine working correctly.

**Keywords :** Controlling , Monitoring , PLC S7-1200 , 3Axis synchronization machine

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.กฤษณ์ เสมอพิทักษ์และรศ. ประภาส อุดคคิมพันธ์ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ที่ได้ให้คำแนะนำ แนวคิด ตลอดจนแก้ไข ปัญหาข้อบกพร่องต่าง ๆ มาโดยตลอด จนปริญญาานิพนธ์เล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้ง ในความอนุเคราะห์จากท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบขอบพระคุณ ครู อาจารย์ทุก ๆ ท่านที่ได้เคยอบรมสั่งสอนให้ความรู้ตั้งแต่วัยเยาว์ ขอขอบคุณ ภาควิชาที่ให้สถานที่ในการทำการทดลองและศึกษางานต่าง ๆ จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

ขอบคุณเพื่อน ๆ พี่ ๆ ที่ช่วยให้คำแนะนำดี ๆ เกี่ยวกับปริญญาานิพนธ์เล่มนี้ โดยเฉพาะ นายธนวิชญ์ อนุวงศ์พิณิจ ที่คอยแนะนำและให้คำปรึกษาในทุก ๆ ด้าน

สุดท้ายนี้ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ และผู้ปกครอง ที่อบรมเลี้ยงดูและให้ คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ รวมทั้งเป็นกำลังใจที่ดีเสมอมา

คุณค่าประโยชน์อันพึงมีจากปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ คณะผู้จัดทำขอขอบคุณค่าต่าง ๆ เหล่านี้ แต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์แก่ผู้ที่ได้ ทำการศึกษาเพื่อที่จะนำไปประยุกต์ใช้ในงานวิจัยในด้านต่าง ๆ

นาย ณ์ฐวีร์ กฤติยาโชติปกรณ์

นาย ศิวตล บุญโย

นาย สิทธานต์ สิทธิฤทธิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และดัดแปลงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	2
1.4 แผนการดำเนินงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 กล่าวนำ.....	4
2.2 พีแอลซี.....	4
2.2.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี.....	5
2.2.2 ภาษาและการเขียนโปรแกรมพีแอลซี.....	7
2.2.3 PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC.....	8
2.2.4 คุณสมบัติ PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC.....	9
2.2.5 PLC S7-1200 Motion Control.....	9
2.3 เครื่องจักรแกนประสาน.....	10
2.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องจักรแกนประสาน.....	12
2.3.2 การควบคุมชุดขับเคลื่อน.....	17
2.3.3 การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสาน.....	18
2.4 โปรแกรม TIA PORTAL.....	18
2.5 โปรแกรม WinCC.....	20
2.6 เอชเอ็มไอ (HMI : Human Machine Interface).....	22
2.7 โปรแกรม Inkscape.....	22

# สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.7.1 การใช้งานโปรแกรม Inkscape.....	22
2.7.2 การสร้างไฟล์ G-Code ด้วยโปรแกรม Inkscape.....	24
<b>บทที่ 3 การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน.....</b>	<b>26</b>
3.1 กล่าวนำ.....	26
3.2 ภาพรวมโครงสร้างเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน.....	26
3.3 การติดตั้งอุปกรณ์.....	27
3.4 การดำเนินงานเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม TIA Portal.....	29
3.4.1 การตั้งค่า Configuration a device ของพีแอลซี.....	29
3.4.2 การตั้งค่า Technology Objects ของพีแอลซี.....	34
3.4.3 การเขียนโปรแกรมลงพีแอลซี.....	46
3.5 การดำเนินงานออกแบบเอชเอ็มไอด้วยโปรแกรม WinCC.....	55
3.5.1 การเพิ่มหน้าจอเอชเอ็มไอบนคอมพิวเตอร์.....	55
3.5.2 การประกาศ HMI tag.....	61
3.5.3 การเขียน VB Script ใน WinCC.....	61
3.5.4 การออกแบบหน้าจอควบคุมและแสดงผล.....	65
3.6 การดำเนินงานออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรม Inkscape.....	68
<b>บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน.....</b>	<b>78</b>
4.1 กล่าวนำ.....	78
4.2 การทดสอบเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน.....	78
4.3 ผลทดสอบการอ่านค่าไฟล์ G-Code.....	78
<b>บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการดำเนินงาน.....</b>	<b>86</b>
5.1 บทสรุปโครงงาน.....	86
5.2 ปัญหาที่พบระหว่างดำเนินงาน.....	86
5.3 แนวทางการแก้ไข.....	86
5.4 การพัฒนาต่อและการนำไปใช้.....	86
<b>เอกสารอ้างอิง.....</b>	<b>87</b>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต่อVอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน.....	2
2.1 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส.....	14
2.2 การกระตุ้นเฟสแบบฟูลสเต็ป 2 เฟส.....	14
2.3 การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป.....	15
2.4 เครื่องมือต่าง ๆ ในโปรแกรม Inkscape .....	23
3.1 รูปแบบพิกัดจุดและคำอธิบาย.....	47
3.2 แสดงความหมายสีหลอดไฟของ Operator Workstation Jogging.....	66
3.3 แสดงความหมายสีหลอดไฟของ Operator Workstation Using G-code file .....	67
4.1 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน.....	78



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตัดVIอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี.....	5
2.2 PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC .....	8
2.3 PLC S7-1200 layout .....	9
2.4 การเคลื่อนที่รูปแบบ Triangular และ Trapezoidal .....	10
2.5 เครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน.....	11
2.6 ลักษณะโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์ .....	13
2.7 ไดรฟ์เวอร์สเต็ปมอเตอร์ .....	15
2.8 การเชื่อมต่อไดรฟ์เวอร์สเต็ปมอเตอร์ .....	16
2.9 ชุดขับเคลื่อน (Ball Screw).....	17
2.10 การควบคุมชุดขับเคลื่อน .....	18
2.11 ตัวอย่างอินเตอร์เฟซผู้ใช้งานของโปรแกรม TIA Portal.....	19
2.12 แผนผังการเขียนโปรแกรมด้วย TIA Portal .....	20
2.13 โปรแกรม WinCC.....	21
2.14 รูปแบบการเขียน Script ของโปรแกรม WinCC (VB Script).....	21
2.15 ลักษณะของหน้าจอเอชเอ็มไอ .....	22
2.16 ส่วนประกอบของโปรแกรม Inkscape .....	23
2.17 สร้างไฟล์ G-Code ด้วยโปรแกรม Inkscape.....	24
2.18 ลักษณะของไฟล์ G-Code ที่สร้างจากโปรแกรม Inkscape .....	25
3.1 ภาพรวมโครงสร้างเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน .....	26
3.2 เครื่องจักรแกนประสานและแผงควบคุม .....	28
3.3 วงจรการเชื่อมต่อพีแอลซีกับอุปกรณ์ .....	28
3.4 การเชื่อมต่อพีแอลซีกับหน้าจอ HMI และคอมพิวเตอร์ .....	29
3.5 หน้าจอแสดงผลหลังจากเปิดโปรแกรม.....	30
3.6 วิธีการสร้างโปรเจกต์.....	30
3.7 ผลการเลือกอุปกรณ์พีแอลซี .....	31
3.8 ผลในการเลือก CPU สำหรับพีแอลซี .....	31
3.9 การเลือก Device Configuration.....	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.10 การเลือกอุปกรณ์ต่อร่วมกับพีแอลซี.....	32
3.11 การดู IP Address ของพีแอลซี .....	33
3.12 ภาพสำหรับการเปลี่ยน IP Address ของพีแอลซี .....	33
3.13 หน้าจอแสดงผลหลังจาก Add new object .....	34
3.14 หน้าจอแสดงวิธีการสร้าง Axis.....	34
3.15 หน้าจอแสดงผลหลังจากตั้งค่า PTO ใน Axis X.....	35
3.16 หน้าจอแสดงผลหลังจากตั้งค่า PTO ใน Axis Y .....	35
3.17 หน้าจอแสดงผลหลังจากตั้งค่า PTO ใน Axis Z.....	36
3.18 หน้าจอแสดงผลหลังจากกำหนดค่า Drive ใน Axis X.....	36
3.19 หน้าจอแสดงผลหลังจากกำหนดค่า Drive ใน Axis Y.....	37
3.20 หน้าจอแสดงผลหลังจากกำหนดค่า Drive ใน Axis Z.....	37
3.21 การกำหนดค่าในส่วน Mechanics ใน Axis X.....	38
3.22 การกำหนดค่าในส่วน Mechanics ใน Axis Y .....	38
3.23 การกำหนดค่าในส่วน Mechanics ใน Axis Z.....	39
3.24 การกำหนดค่า limit switch ใน Axis X.....	39
3.25 การกำหนดค่า limit switch ใน Axis Y.....	40
3.26 การกำหนดค่า limit switch ใน Axis Z.....	40
3.27 การกำหนดค่า Dynamics General ใน Axis X.....	41
3.28 การกำหนดค่า Dynamics General ใน Axis Y .....	41
3.29 การกำหนดค่า Dynamics General ใน Axis Z.....	42
3.30 การกำหนดค่า Emergency stop ใน Axis X.....	42
3.31 การกำหนดค่า Emergency stop ใน Axis Y.....	43
3.32 การกำหนดค่า Emergency stop ใน Axis Z.....	43
3.33 การกำหนดค่า Homing Active ใน Axis X.....	44
3.34 การกำหนดค่า Homing Active ใน Axis Y .....	44
3.35 การกำหนดค่า Homing Active ใน Axis Z.....	45
3.36 การกำหนดค่า Homing Passive ใน Axis X.....	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้ง VIII อย่างไรก็ดีเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.37 การกำหนดค่า Homing Passive ใน Axis Y.....	46
3.38 การกำหนดค่า Homing Passive ใน Axis Z.....	46
3.39 สมการคำนวณสำหรับแกนประสาน.....	48
3.40 สมการคำนวณสำหรับแกน X.....	49
3.41 สมการคำนวณสำหรับ Y.....	49
3.42 การจัดเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรแกนประสาน.....	50
3.43 สำหรับการเขียนโปรแกรม.....	50
3.44 การเพิ่ม Tag name ของพีแอลซี.....	51
3.45 ภาพส่วนหนึ่งของการเขียน Ladder diagram ฟังก์ชัน MC_Power.....	52
3.46 ภาพส่วนหนึ่งของการเขียน Ladder diagram ฟังก์ชัน MC_MoveRelative.....	53
3.47 ภาพส่วนหนึ่งของการเขียน Ladder diagram ฟังก์ชัน MC_ChangeDynamic.....	54
3.48 ภาพส่วนหนึ่งของการเขียน Ladder diagram ฟังก์ชัน MC_MoveJog.....	55
3.49 การ Add new device.....	56
3.50 การเลือก HMI application.....	56
3.51 หน้าจอแสดงผลการเลือก Device configuration.....	57
3.52 การตั้ง Ethernet Addresses.....	57
3.53 การเลือก Device & networks.....	58
3.54 การเชื่อมต่อระหว่าง PC System กับพีแอลซี.....	58
3.55 การเลือก Set PG/PC Interface (32bit) ของ PC.....	59
3.56 การเลือกสร้างหน้าจอสำหรับการควบคุมและแสดงผล.....	59
3.57 การตั้งค่าหน้าจอควบคุมและแสดงผล.....	60
3.58 การเลือกสร้างหน้า VB Script.....	60
3.59 ตาราง HMI tag.....	61
3.60 flowchart VB Script ในการนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-Code.....	61
3.61 การเปลี่ยนรูปแบบการพิกัดจุด.....	62
3.62 VB Script ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-code (1).....	63
3.63 VB Script ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-code (2).....	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และดัดแปลงอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.64 VB Script ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-code (3).....	64
3.65 การติดตั้ง Action VB Script ของปุ่ม UPLOAD .....	64
3.66 หน้าจอแสดงผล Home WorkStation .....	65
3.67 หน้าจอแสดงผลและควบคุมในส่วนของ Jogging.....	66
3.68 หน้าจอแสดงผลและควบคุมในส่วนของ Using G-code file.....	67
3.69 เบราร์เซอร์ดาวน์โหลดโปรแกรม Inkscape.....	68
3.70 เบราร์เซอร์ดาวน์โหลด Extensions Tools.....	69
3.71 การติดตั้ง Extensions Tools.....	69
3.72 การกำหนดค่าหน้ากระดาษและหน่วยที่ใช้ .....	70
3.73 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน .....	70
3.74 การบันทึกงานเป็น File G-code.....	71
3.75 การ Open file G-Code with Notepad .....	71
3.76 flowchart การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสาน .....	72
3.77 ส่วนแสดงหน้าจอโปรแกรม TIA PORTAL V15.....	72
3.78 ส่วนแสดงหน้าจอการ Starting simulation.....	73
3.79 ส่วนแสดงหน้าจอสถานะพีแอลซี .....	73
3.80 ส่วนแสดงหน้าจอสถานะ Go online .....	74
3.81 ส่วนแสดงหน้าจอการเปิดหน้า Screen .....	74
3.82 ส่วนแสดงหน้าจอการเปิดหน้า Screen .....	75
3.83 ส่วนแสดงหน้าจอหลังจากการ Start Runtime Screen.....	75
3.84 ส่วนแสดงหน้าจอทำการ Upload file gcode.....	76
3.85 ส่วนแสดงหน้าจอควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน .....	77
4.1 ข้อมูลไฟล์ G-Code ออกแบบตัดชิ้นงานรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 200x200 มิลลิเมตร .....	79
4.2 ผลการทดลองการเก็บค่า Distance X.....	80
4.3 ผลการทดลองการเก็บค่า Distance Y.....	80
4.4 ผลการทดลองการเก็บค่า Distance Z .....	80
4.5 ผลการทดลองการเก็บค่า Velocity X.....	81

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อXอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.6 ผลการทดลองการเก็บค่า Velocity Y.....	81
4.7 ผลการทดลองการเก็บค่า Velocity Z.....	81
4.8 ผลการทดลองการเก็บค่า Ramp up X.....	82
4.9 ผลการทดลองการเก็บค่า Ramp down X.....	82
4.10 ผลการทดลองการเก็บค่า Ramp up Y.....	82
4.11 ผลการทดลองการเก็บค่า Ramp down Y.....	83
4.12 ผลการทดลองการเก็บค่า Acceleration D.....	83
4.13 ผลการทดลองการเก็บค่า Distance D.....	83
4.14 ผลการทดลองการเก็บค่า Times.....	84
4.15 ผลการทดลองการเก็บค่า Velocity D.....	84
4.16 ผลการทดลองการเก็บค่า Ramp D.....	84

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในปัจจุบันระบบอัตโนมัติในอุตสาหกรรม ได้เข้ามามีบทบาทเป็นอย่างมากในการพัฒนาอุตสาหกรรมของประเทศ โดยเฉพาะกระบวนการผลิตที่ใช้เทคโนโลยีสมัยใหม่ เป็นผลให้มีการสร้างและผลิตชิ้นส่วนต่าง ๆ ด้วยเครื่องจักรกลที่ทันสมัย ลดการใช้แรงงานมนุษย์ ชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ผลิตขึ้นมีความต้องการทางด้านเทคนิคการผลิตสูง เช่น ด้านความเที่ยงตรง ความสลับซับซ้อนของรูปทรง ตลอดจนจำนวนการผลิตที่ขึ้นอยู่กับเวลาการผลิตต่อชิ้น ทำให้สามารถตรวจสอบและควบคุมคุณภาพของการผลิตได้ดีขึ้น เพิ่มกำลังการผลิต และทำให้การผลิตมีความน่าเชื่อถือสูง การควบคุมด้วยระบบอัตโนมัติจึงมีความสำคัญเพื่อที่จะให้การผลิตและผลผลิตที่ได้นั้นมีคุณภาพมากที่สุด โดยการทำงานร่วมกันของฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ในส่วนของฮาร์ดแวร์นั้น จะใช้พีแอลซี (PLC : Programmable Logic Controller) ในการควบคุมกระบวนการผลิตให้มีความสะดวกและแม่นยำมากขึ้น เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถใช้แก้ไขได้ โดยไม่จำเป็นต้องไปแก้ไขในส่วนของอุปกรณ์ต่าง ๆ และสามารถทำการจำลองผ่านทางโปรแกรมในคอมพิวเตอร์ ก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง จึงช่วยลดความผิดพลาดจากอุปกรณ์ที่จะเกิดขึ้นได้ ซึ่งในปัจจุบันพีแอลซีได้ถูกนำมาใช้งานแบบแพร่หลายในงานระบบอัตโนมัติ เพื่อทำการลดจำนวนอุปกรณ์ในการควบคุมงานอัตโนมัติ อีกทั้งยังสามารถเพิ่มอินพุตและเอาต์พุตได้ง่าย ทำให้ไม่จำเป็นต้องซื้ออุปกรณ์ใหม่มาเพิ่ม รวมถึงการบำรุงรักษาสามารถทำได้ง่ายเช่นกัน

ในส่วนของซอฟต์แวร์ที่ใช้เพื่อออกแบบชิ้นงานนั้นใช้โปรแกรม Inkscape ซึ่งโปรแกรมมีความสามารถในการรองรับการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานได้ เพื่อให้มีความสะดวกในการตรวจสอบการทำงานได้อย่างแม่นยำและมีประสิทธิภาพมากที่สุด โครงการนี้จึงใช้โปรแกรม TIA Portal V15 , WinCC โดยทำงานร่วมกันกับพีแอลซีให้สามารถทำงานได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบจัดการด้วยตัวเอง ในโครงการนี้จะใช้ PLC Siemens S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. เขียนโปรแกรมพีแอลซีเพื่อควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน
2. สามารถอ่านไฟล์ G-Code ได้
3. ใช้หน้าจอเอชเอ็มไอควบคุมแสดงผลและสั่งงานเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. เขียนโปรแกรม Siemens S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC โดยใช้ซอฟต์แวร์ TIA Portal V.15 สำหรับควบคุมการทำงานเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน
2. ใช้โปรแกรม WinCC สำหรับอ่านไฟล์ G-Code
3. ใช้หน้าจอเอชเอ็มไอ Siemens รุ่น KTP700 Basic สถานะของ XY-Axis, Z-Axis, Drill Status และสั่งงานแบบ Manual

### 1.4 แผนการดำเนินงาน

1. นำเสนอโครงการ
2. ศึกษาการใช้งานและวิธีการตั้งค่า PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC
3. ศึกษาการใช้งาน TIA Portal V15 สำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน
4. ศึกษาการใช้งาน WinCC สำหรับการออกแบบหน้าจอเอชเอ็มไอ
5. ศึกษาการใช้งาน WinCC สำหรับการเขียน Script ในการนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-Code
6. ออกแบบโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน โดยใช้ TIA Portal V15 ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับพีแอลซี
7. ออกแบบหน้าจอเอชเอ็มไอโดยใช้ WinCC
8. แก้ไขและปรับปรุงโปรแกรมควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน
9. จัดทำและแก้ไขเล่มปริญญานิพนธ์

จากวิธีดำเนินการข้างต้น สามารถสรุปเป็นช่วงเวลาการทำงานได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม			กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน		
	2562			2562			2562			2562		
นำเสนอโครงการหัวข้อปริญญานิพนธ์												
ศึกษาการใช้งานและวิธีการตั้งค่า PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC												

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนการดำเนินงาน	สิงหาคม			กันยายน			ตุลาคม			พฤศจิกายน		
	2562			2562			2562			2562		
ศึกษาการใช้งาน TIA Portal V15 สำหรับเขียนโปรแกรม ควบคุม เครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน												
ศึกษาการใช้งาน WinCC สำหรับการออกแบบหน้าจอเอชเอ็มไอ												
ศึกษาการใช้งาน WinCC สำหรับการเขียน Script ในการนำเข้า ข้อมูลไฟล์ G-Code												
ออกแบบโปรแกรมควบคุม เครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน โดยใช้ TIA Portal V15 ซึ่งเป็น โปรแกรมสำหรับพีแอลซี												
ออกแบบหน้าจอเอชเอ็มไอโดยใช้ WinCC												
แก้ไขและปรับปรุงโปรแกรม ควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน												
จัดทำและแก้ไขเล่มปริญญานิพนธ์												

### 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำไปใช้ป็นสื่อการเรียนการสอน
2. สามารถนำไปใช้กััดหรือตัดชิ้นงานได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต่อ3อ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 2

# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงหลักการที่เกี่ยวข้องกับโครงการ ได้แก่ พีแอลซี เครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน การใช้งานโปรแกรม Totally Integrated Automation (TIA Portal) และการใช้งานโปรแกรม Inkscape โดยทฤษฎีและหลักการที่ได้กล่าวมานี้เป็นการศึกษาข้อมูลเพื่อนำมาประกอบการทำโครงการครั้งนี้

### 2.2 พีแอลซี [2]

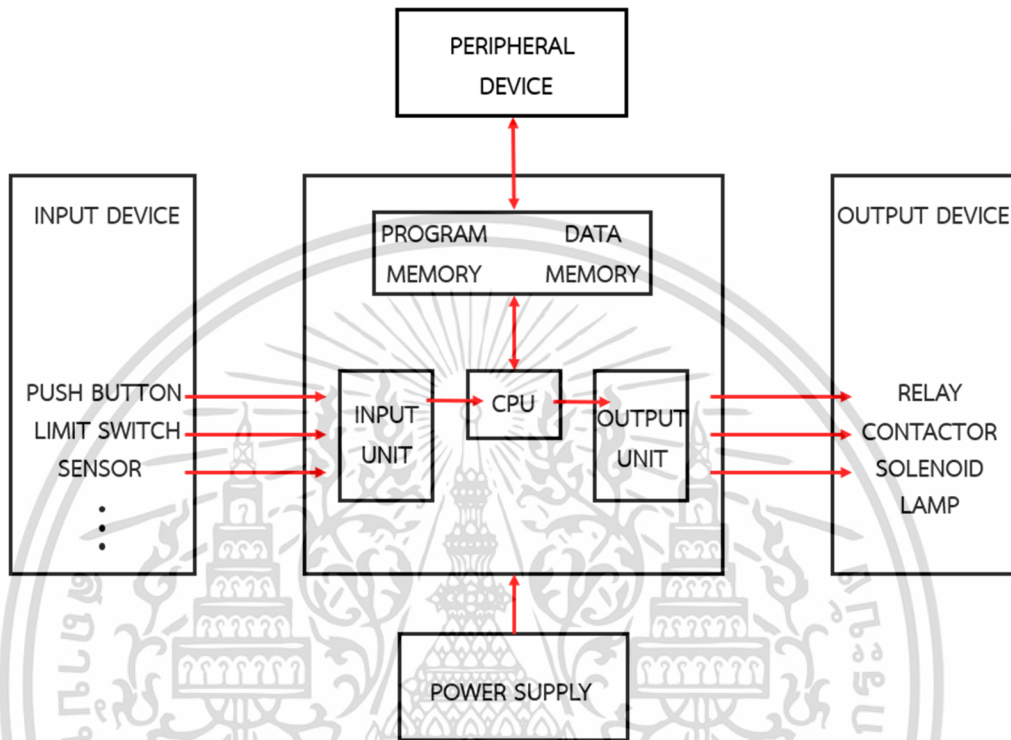
พีแอลซี ( PLC : Programmable Logic Controller ) คือ อุปกรณ์ชนิดโซลิด-สเตต ที่ทำงานแบบลอจิก การออกแบบการทำงานของ พีแอลซี จะคล้ายกับหลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ จากหลักการพื้นฐานพีแอลซี จะประกอบด้วย อุปกรณ์ที่เรียกว่า โซลิด-สเตต ดิจิทัล ลอจิก เอเลเมนต์ (Solid-State Digital Logic Element) เพื่อให้การทำงานและการตัดสินใจเป็นแบบลอจิก

การใช้พีแอลซี สำหรับควบคุมการทำงานของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบรีเลย์ (Relay) ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟ ดังนั้นเมื่อจำเป็นต้องเปลี่ยนระบบการผลิต หรือลำดับการทำงานใหม่ จะต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียเวลาและค่าใช้จ่ายสูง เมื่อเปรียบเทียบกับพีแอลซีแล้ว การเปลี่ยนระบบหรือลำดับการทำงานใหม่ ทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมเท่านั้น นอกจากนี้แล้ว พีแอลซีในปัจจุบันได้หันมาใช้ระบบโซลิด-สเตต ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม การกินกระแสไฟน้อยกว่าและสะดวกกว่าเมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

พีแอลซียังสามารถใช้งานร่วมกับอุปกรณ์อื่น ๆ เช่นเครื่องอ่านบาร์โค้ด เครื่องพิมพ์ เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันนอกจากพีแอลซีจะใช้งานแบบเดี่ยวแล้วยังสามารถต่อพีแอลซีหลาย ๆ ตัวเข้าด้วยกันเพื่อควบคุมการทำงานของระบบให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย จะเห็นได้ว่าการใช้งานพีแอลซีมีความยืดหยุ่นมากกว่ารีเลย์แบบเก่า ดังนั้นในงานอุตสาหกรรมต่าง ๆ จึงเปลี่ยนมาใช้พีแอลซีมากขึ้น โดยพีแอลซี สามารถนำไปใช้งานกับระบบควบคุมอัตโนมัติได้ทุกระบบเนื่องจากเป็นอุปกรณ์ควบคุมที่มีความยืดหยุ่นในการใช้งานไม่ว่าจะเป็นระบบควบคุมอุณหภูมิ ควบคุมความดัน ควบคุมการไหล ควบคุมระดับ หรือระบบอื่น ๆ ซึ่งต้องเลือกใช้งานพีแอลซีร่วมกับหน่วยอินพุตและเอาต์พุตให้ถูกต้อง เช่น ใช้พีแอลซีควบคุมสายพานลำเลียงร่วมกับหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต โดยหน่วยอินพุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประกอบด้วย สวิตช์ เช่น เซอร์พรอกซิมิตี สวิตช์ และ ลิมิต สวิตช์ และ หน่วยเอาต์พุต ประกอบด้วย มอเตอร์ และ โซลินอยด์ วาล์ว โดยอุปกรณ์ทั้งหมดจะทำงานตามลำดับขั้นของโปรแกรม โดยจะทำงานร่วมกันเพื่อตรวจแยกขนาดของชิ้นงาน เป็นต้น



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี

## 2.2.1 ส่วนประกอบของพีแอลซี

### 2.2.2.1 หน่วยประมวลผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)

หน่วยประมวลผลกลางเป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายในหน่วยประมวลผลกลางจะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่าง ๆ หลายชนิดและมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ (Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีควเอนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์แลดเดอร์ ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้

หน่วยประมวลผลกลางจะยอมรับ (Read) อินพุต เตต้า (Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ (Sensing Device) ต่าง ๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำและส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต่อ 5 อังอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอ โมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่หน่วยประมวลผลกลางหรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ขึ้นอยู่กับผู้ผลิตแต่ละราย

การประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางจากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุตและส่งข้อมูลสุดท้ายที่ได้จากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่า การสแกน (Scan) ซึ่งใช้เวลาจำนวนหนึ่ง เรียกว่า เวลาสแกน (Scan Time) เวลาในการสแกนแต่ละรอบใช้เวลาประมาณ 1 ถึง 100 msec. (0.001-0.1 วินาที) ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อมูลและความยาวของโปรแกรมหรือจำนวนอินพุต/เอาต์พุตหรือจำนวนอุปกรณ์ที่ต่อจากพีแอลซี เช่น เครื่องพิมพ์ จอภาพ เป็นต้น อุปกรณ์เหล่านี้จะทำให้เวลาในการสแกนยาวนานขึ้น การเริ่มต้นการสแกนเริ่มจากรับคำสั่งของสถานะของอุปกรณ์จาก 10 หน่วยอินพุตมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ (Memory) เสร็จแล้วจะทำการปฏิบัติการตามโปรแกรมที่เขียนไว้ทีละคำสั่งจากหน่วยความจำนั้นจนสิ้นสุดแล้วส่งไปที่หน่วยเอาต์พุต

#### 2.2.2.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต ก็จะมีค่าสถานะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันไปแล้วแต่คำสั่ง ซึ่งพีแอลซีประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ

- RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็ก ๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมาะกับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อย ๆ

- ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของพีแอลซี ตามโปรแกรมของผู้ใช้ หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

### 2.2.2.3 หน่วยอินพุตหรือหน่วยเอาต์พุต (I/O Unit)

จะต่อร่วมกับชุดควบคุมเพื่อรับสถานะและสัญญาณต่าง ๆ เช่น หน่วยอินพุตรับสัญญาณหรือสถานะแล้วส่งไปยังหน่วยประมวลผลกลางเพื่อประมวลผล เมื่อหน่วยประมวลผลกลางประมวลผลแล้วจะส่งให้ส่วนของเอาต์พุต เพื่อให้อุปกรณ์ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้

สัญญาณอินพุตจากภายนอกที่เป็นสวิตช์และตัวตรวจจับชนิดต่าง ๆ จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสมถูกต้อง ไม่ว่าจะเป็นไฟฟ้ากระแสตรงหรือไฟฟ้ากระแสสลับเพื่อส่งให้หน่วยประมวลผลกลาง ดังนั้น สัญญาณเหล่านี้จึงต้องมีความถูกต้องไม่เช่นนั้นแล้วหน่วยประมวลผลกลางจะเสียหายได้

สัญญาณเอาต์พุตจะทำหน้าที่รับค่าสถานะที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลางแล้วนำค่าเหล่านี้ไปควบคุมอุปกรณ์ทำงาน เช่น รีเลย์ โซลินอยด์ หรือหลอดไฟ เป็นต้น นอกจากนั้นแล้ว ยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลางออกจากอุปกรณ์เอาต์พุต โดยปกติเอาต์พุตนี้จะมีความสามารถขับโหลดด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1-2 แอมแปร์ แต่ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับอื่นเพื่อขยายให้รับกระแสไฟฟ้ามากขึ้น เช่น รีเลย์หรือคอนแทคเตอร์ เป็นต้น

### 2.2.2.4 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

แหล่งจ่ายไฟทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดัน ไฟฟ้ากระแสตรงให้กับหน่วยประมวลผลกลาง หน่วยความจำและหน่วยอินพุตหรือเอาต์พุต

### 2.2.2.5 อุปกรณ์ต่อร่วม (Peripheral Device)

- PROGRAMMING CONSOLE
- EPROM WRITER
- PRINTER
- อื่น ๆ

## 2.2.2 ภาษาและการเขียนโปรแกรมพีแอลซี

พีแอลซีแต่ละยี่ห้อจะใช้ภาษาในการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้พีแอลซีทำงานตามความต้องการแตกต่างกัน ซึ่งตามมาตรฐาน IEC 61131-3 ได้กำหนดภาษาออกเป็น 5 แบบดังนี้

1. Ladder Diagram (LD) เป็นการเขียนที่อ้างอิงหลักการมาจากพื้นฐานของวงจรรีเลย์และวงจรไฟฟ้า ซึ่งในการเขียนแบบ LD นั้นผู้ใช้งานจะต้องรู้จักก่อนว่า LD จะประกอบไปด้วยรางที่จะเชื่อมต่อกันระหว่างหน้าสัมผัสและอุปกรณ์ เพื่อให้กระแสไหลผ่านและคอยล์เป็นเอาต์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต่ออ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Function Block (FBD) สำหรับการเขียนแบบฟังก์ชันบล็อกนั้นจะอ้างอิงจากการเขียนแบบลอจิกไดอะแกรม โดยในการเขียนจะมีลักษณะการเชื่อมต่อแบบเป็นโครงข่าย
3. Instruction List (IL) สำหรับการเขียนในรูปแบบของภาษานี้จะแสดงออกมาในรูปแบบของข้อความที่จะมีลักษณะคล้ายคลึงกับภาษาเครื่องและภาษา Assembly
4. Structure Text (ST) ภาษานี้ถูกจัดให้เป็นภาษาระดับสูงโดยจะมีลักษณะที่คล้ายกับการเขียนภาษา Pascal ซึ่งการเขียนแบบนี้คำสั่งจะถูกแสดงออกมาในรูปแบบของการเลือกการทำงาน
5. Sequential Function (SFC) จะเป็นภาษาที่ได้รับการออกแบบให้เหมาะสมกับการเขียนแบบเป็นลำดับ

### 2.2.3 PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC [3]

ในการจัดทำโครงการครั้งนี้ได้เลือกใช้ PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC เป็นพีแอลซีขนาดเล็ก ซึ่งผลิตโดยบริษัทซีเมนส์ โดยที่การเขียนโปรแกรมจะผ่านคอมพิวเตอร์ที่เชื่อมต่อเข้ากับพีแอลซี ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมคือ Totally Integrated Automation (TIA Portal) โดยพีแอลซีรุ่นนี้ประกอบด้วย ส่วนพาวเวอร์ซัพพลาย หน่วยประมวลผลกลาง และส่วนอินพุต-เอาต์พุต พีแอลซีจะถูกโปรแกรมด้วยซอฟต์แวร์ผ่านทางคอมพิวเตอร์

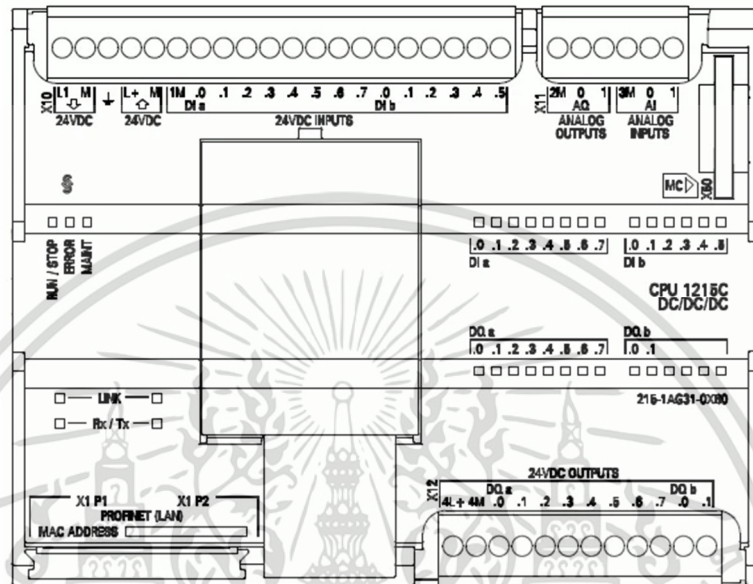


รูปที่ 2.2 PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.2.4 คุณสมบัติ PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC [4]

พีแอลซีรุ่นนี้อยู่ในซีรีส์ SIMATIC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC มี 2 พอร์ตสำหรับ PROFINET ออนบอร์ด I/O : 14 DI 24 V DC ; 10 DO 24 V DC ; 0.5A ; 2 AI 0-10 V DC ; 2 AO 0-20 mA DC แหล่งจ่ายไฟ 20.8-28.8 V DC หน่วยความจำอยู่ที่ 125 KB

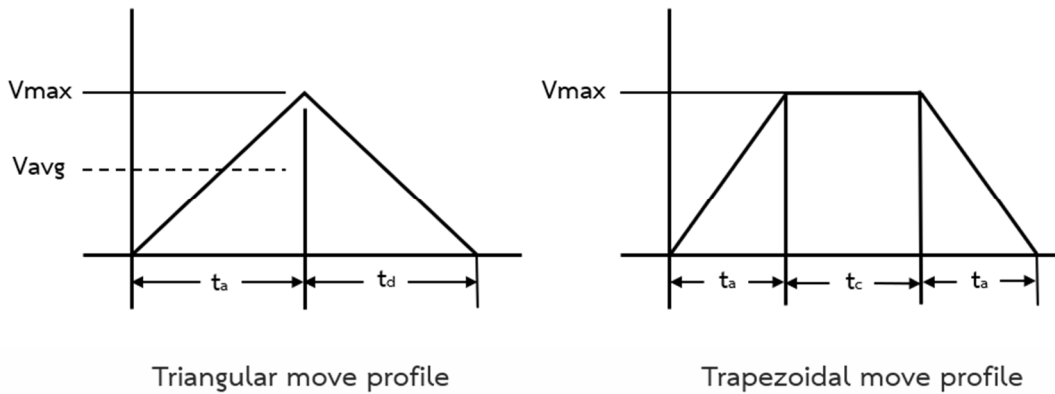


รูปที่ 2.3 PLC S7-1200 layout

## 2.2.5 PLC S7-1200 Motion Control

โดยทั่วไปการทำงานของ PLC S7-1200 Motion Control มีแอปพลิเคชันในการควบคุมการทำงานที่สะดวก ง่ายต่อการตั้งค่าให้แต่ละแกนทำงานประสานกันแต่จำเป็นที่จะต้องใช้อาร์ดแวร์ของทาง Siemens ทั้งหมด เช่น ไตรเวอร์มอเตอร์ (Sinamics) และมอเตอร์ (Simotics)

ในโครงการนี้ไม่ได้ใช้อาร์ดแวร์ Motion Control ของทาง Siemens จึงเขียนโปรแกรม Motion Control โดยการคำนวณการเคลื่อนที่เชิงเส้นของแต่ละแกนในรูปแบบ Triangular และรูปแบบ Trapezoidal ในการกำหนดความเร็วสูงสุดและความเร่งสูงสุดจะมีผลต่อระยะเวลาในการเร่งความเร็วและระยะทั้งหมดที่แกนประสานเคลื่อนที่ได้ โดยรายละเอียดมีดังต่อไปนี้



**รูปที่ 2.4** การเคลื่อนที่รูปแบบ Triangular และ Trapezoidal

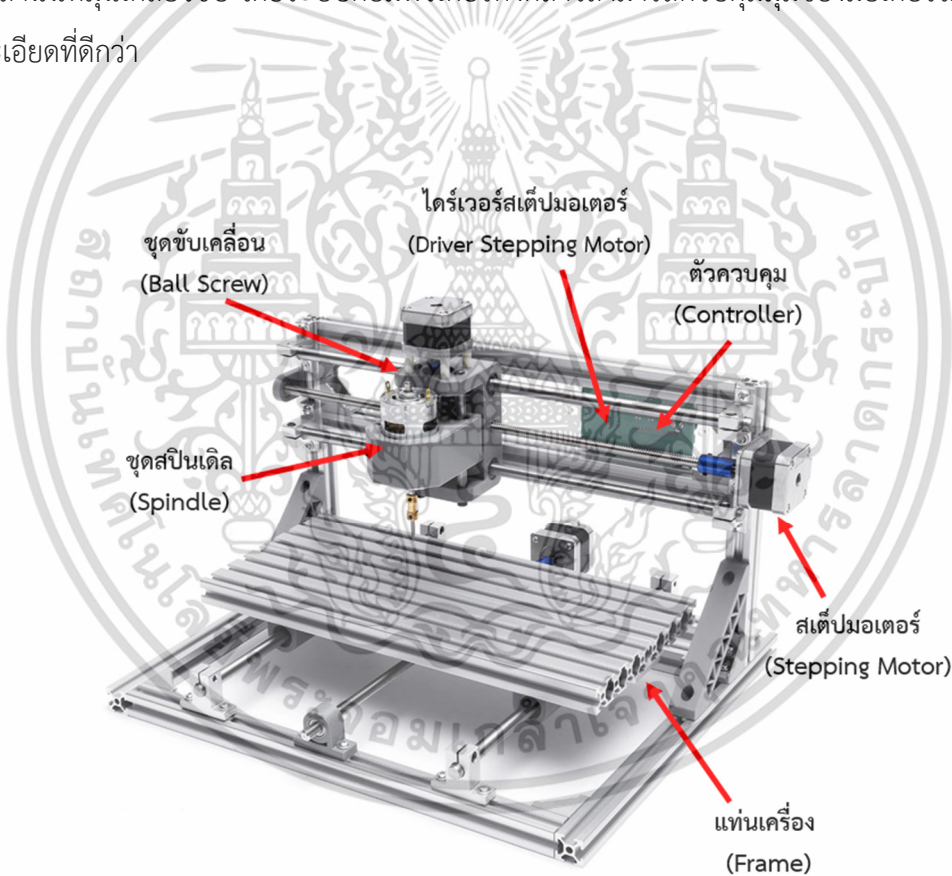
1. การเคลื่อนที่เชิงเส้นแบบ Triangular หรือรูปแบบการเคลื่อนที่ลักษณะกราฟความสัมพันธ์ของความเร็วกับเวลาเป็นรูปสามเหลี่ยมคือการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งจนถึงความเร็วสูงสุดหรือต่ำกว่าจากนั้นชะลอตัวลงทันทีด้วยความเร่งและความหน่วงที่เท่ากันทั้งในแง่ของเวลาและระยะทาง
2. การเคลื่อนที่เชิงเส้นแบบ Trapezoidal หรือรูปแบบการเคลื่อนที่ลักษณะกราฟความสัมพันธ์ของความเร็วกับเวลาเป็นรูปสี่เหลี่ยมคางหมูคือการเคลื่อนที่ด้วยความเร่งจนถึงความเร็วสูงสุดและเคลื่อนที่ต่อด้วยความเร็วคงที่จากนั้นชะลอตัวลง แบ่งดูง่าย ๆ เป็นสามส่วน ส่วนแรกเป็นรูปสามเหลี่ยมเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง ส่วนที่สองเป็นรูปสี่เหลี่ยมเคลื่อนที่ด้วยความเร็วคงที่ และส่วนที่สามเป็นรูปสามเหลี่ยมเคลื่อนที่ด้วยความหน่วง

### 2.3 เครื่องจักรแกนประสาน [1]

เครื่องจักรแกนประสานเป็นเครื่องจักรกลอัตโนมัติที่ทำงานโดยการป้อนโปรแกรมเข้าไปด้วยคอมพิวเตอร์ โดยจะให้เครื่องจักรทำงานได้ตามแบบ โดยส่วนมากเหมาะกับงานเหล็ก ไม้ อะคริลิกที่ต้องใช้ความแม่นยำสูงขึ้นอยู่กับความต้องการของชิ้นงาน เครื่องจักรแกนประสานเป็นเครื่องจักรที่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่ออุตสาหกรรมการผลิตชิ้นส่วนเครื่องจักร เครื่องยนต์ และแม่พิมพ์ ตลอดจนหน่วยงานสร้างหรือซ่อมบำรุงงานผลิตชิ้นส่วนทั่วไป ซึ่งเดิมเครื่องจักรแกนประสานมีพื้นฐานการทำงานของเครื่องที่ใช้แรงงานคนในการหมุนเกลียวขับเพื่อป้อนมีดกลึงเข้าหาชิ้นงาน ผู้ปฏิบัติงานกับเครื่องจักรกล จะต้องมีความชำนาญและความชำนาญในการหมุนเกลียวขับที่ใช้ในการป้อนอุปกรณ์ตัดเข้าหาชิ้นงานเป็นอย่างดี แต่ถึงกระนั้นพบได้บ่อยว่าผู้ปฏิบัติงานต้องใช้เวลามากในการผลิตชิ้นงานที่มีความละเอียดสูง เนื่องจากข้อจำกัดด้านการมองเห็นของผู้ปฏิบัติงาน และความคลาดเคลื่อนที่มากจากการ

วัดที่ต้องทำบ่อยครั้ง ในบางครั้งยังพบว่าชิ้นงานที่ได้มีความคลาดเคลื่อนทางขนาดเกินกว่าที่จะยอมรับได้

จากนั้นเครื่องจักรแกนประสานถูกสร้างขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์หลักคือ เพื่อเปลี่ยนแปลงและควบคุมสภาพการทำงานของเครื่องจักรกลพื้นฐานดังกล่าวจากเดิมซึ่งใช้แรงงานคนในการทำงานร่วมกับเครื่องจักร ให้เครื่องจักรเหล่านี้สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติด้วยตัวเอง นอกจากนี้ ระบบยังช่วยเพิ่มความสามารถให้เครื่องจักรพื้นฐานเหล่านี้สามารถทำงานลักษณะซับซ้อนได้ด้วยความเร็วและแม่นยำในระดับที่พ้นความสามารถในการรับรู้ของมนุษย์โดยทั่วไปหลายสิบเท่าตัว สำหรับการประยุกต์ใช้เครื่องจักรแกนประสานจะประกอบไปด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าจำนวนหนึ่งซึ่งถูกนำไปใช้ในการหมุนเกลียวขับเคลื่อนมือคน และระบบคอมพิวเตอร์ซึ่งใช้ในการควบคุมมุมและความเร็วที่มอเตอร์ไฟฟ้าเหล่านั้นหมุนเกลียวขับเคลื่อน โดยระบบคอมพิวเตอร์ดังกล่าวสามารถควบคุมมุมของมอเตอร์ได้ด้วยความละเอียดที่ดีกว่า



รูปที่ 2.5 เครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน

### 2.3.1 ส่วนประกอบของเครื่องจักรแกนประสาน

ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องจักรแกนประสานประกอบด้วย ตัวควบคุมเครื่องจักรแกนประสานในส่วนนี้ของโครงการนี้จะใช้ PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC แทนเครื่อง (Frame) ชุดสปินเดิล (Spindle) สเต็ปมอเตอร์ (Stepping Motor) และชุดขับเคลื่อน (Ball Screw) มีหน้าที่และความสำคัญดังนี้

#### 2.3.1.1 ตัวควบคุม (Controller)

ตัวควบคุมมีหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้ที่ป้อนข้อมูลให้ผ่านทางโปรแกรม และส่งคำสั่งนี้ต่อไปยังชุดเคลื่อนที่ และส่วนการทำงานอื่น ๆ ให้ทำงานสัมพันธ์กับคำสั่ง โดยมี 2 ส่วนหลักคือ ชุดติดต่อกับผู้ใช้และชุดควบคุมเครื่องจักร ในส่วนของชุดติดต่อกับผู้ใช้จะทำหน้าที่สื่อสารระหว่างผู้ใช้กับเครื่องจักร รายงานสถานะการทำงานต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น เช่น สถานะของการทำงาน โดยชุดติดต่อกับผู้ใช้นี้ประกอบไปด้วย จอภาพ ปุ่มสวิตช์ควบคุมการทำงานต่าง ๆ เช่น ความเร็วในการเคลื่อนที่ และในส่วนชุดควบคุมเครื่องจักรทำหน้าที่รับและจัดเก็บข้อมูลต่าง ๆ ที่รับมาจากชุดติดต่อกับผู้ใช้แล้วทำการแปลงข้อมูลให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อส่งให้กับส่วนทำงานต่าง ๆ เช่น ชุดขับเคลื่อนแกน โดยส่วนนี้จะประกอบด้วย ส่วนคำนวณ หน่วยความจำ ชุดขับเคลื่อนและสปินเดิล รวมทั้งชุดควบคุมขั้นตอนการทำงาน

#### 2.3.1.2 แทนเครื่อง (Frame)

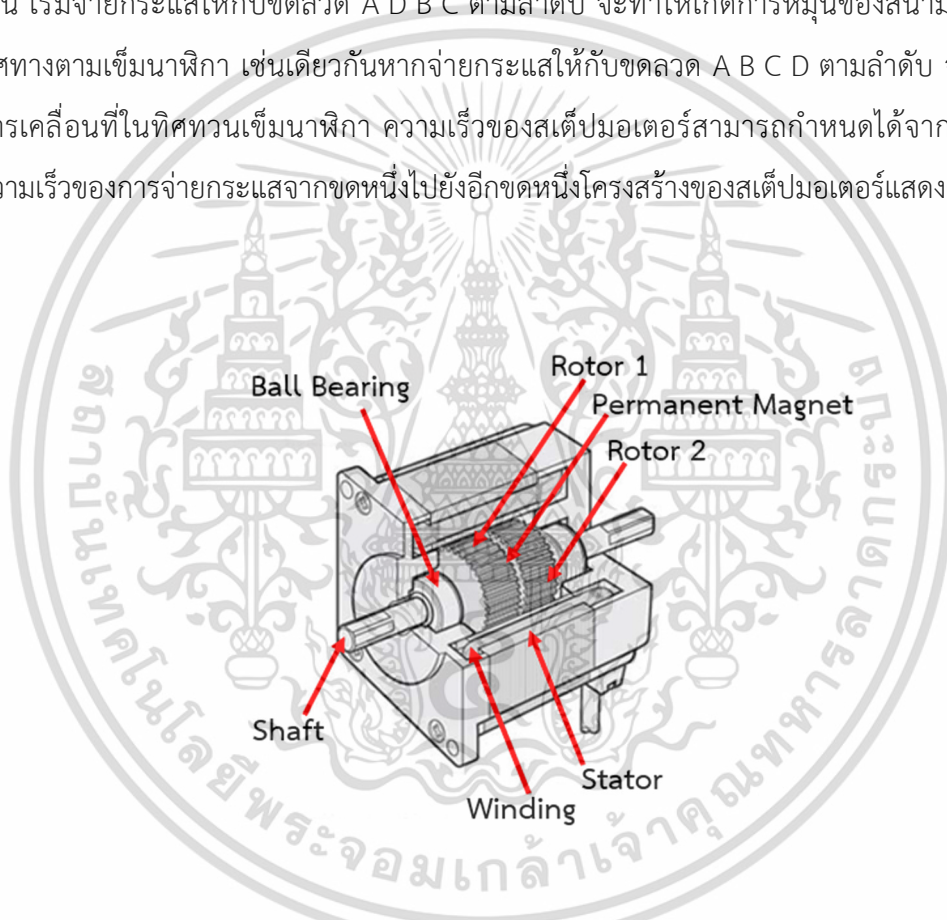
แทนเครื่องเป็นโครงสร้างหลักที่ทำหน้าที่รองรับชิ้นส่วนต่าง ๆ ในการจับยึดอุปกรณ์และชิ้นงาน โดยต้องคำนึงถึงความแข็งแรงทนทานต่อการทำงานในสภาวะที่มีน้ำหนัก ความสั่นสะเทือน และความเร็ว ขึ้นอยู่กับลักษณะงานที่ใช้กับงานหนักหรืองานเบา

#### 2.3.1.3 ชุดสปินเดิล (Spindle)

ชุดสปินเดิล (Spindle) เป็นมอเตอร์ความเร็วสูง ใช้ในงานเครื่องจักรแกนประสาน เป็นตัวขับเคลื่อนแกนหมุนดอกกัดหรือเจาะวัสดุ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟส ใช้อินเวอร์เตอร์ในการควบคุมความเร็วรอบ ขนาดของสปินเดิลจะมีหน่วยกำลังเป็นแรงม้า (HP) หรือ กิโลวัตต์ (Kw.) มีทั้งใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงและกระแสสลับขนาด 220 V หรือ 380 V ขึ้นอยู่กับการผลิตว่าให้มาใช้กับแรงดันไฟฟ้าขนาดเท่าไร มอเตอร์สปินเดิลที่นิยมใช้กันในปัจจุบันจะเป็น มอเตอร์สปินเดิลแบบแรงดันไฟฟ้า 220 VAC และ 380 VAC 3 เฟส ซึ่งจะมีหลายขนาดให้เลือกใช้งานตามความต้องการ เช่น 800 W. 1,500 W. 2,200 W. เป็นต้น

### 2.3.1.4 สเต็ปมอเตอร์ (Stepping Motor) [7]

สเต็ปมอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยพัลส์ ลักษณะการขับเคลื่อน จะหมุนรอบแกนได้ 360 องศา มีลักษณะไม่ต่อเนื่องแต่มีลักษณะเป็นสเต็ป โดยแต่ละสเต็ปจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5, 1.8 หรือ 2 องศาแล้วแต่โครงสร้างของมอเตอร์ลักษณะที่นำมอเตอร์ไปใช้จะเป็นงานที่ต้องการตำแหน่งแม่นยำ เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวแม่พิมพ์ในเครื่องพิมพ์ (PRINTER) ระบบขับเคลื่อนหัวอ่านในเครื่องอ่านบันทึกเหล็ก ระบบขับเคลื่อนตำแหน่งของปากกาใน X-Y PLOTTER เป็นต้น หลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์คือ การจ่ายกระแสไฟให้กับขดลวดสเตเตอร์ที่ไม่พร้อมกัน เช่น เริ่มจ่ายกระแสให้กับขดลวด A D B C ตามลำดับ จะทำให้เกิดการหมุนของสนามแม่เหล็กในทิศทางตามเข็มนาฬิกา เช่นเดียวกันหากจ่ายกระแสให้กับขดลวด A B C D ตามลำดับ จะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ในทิศทวนเข็มนาฬิกา ความเร็วของสเต็ปมอเตอร์สามารถกำหนดได้จากการเปลี่ยนความเร็วของการจ่ายกระแสจากขดหนึ่งไปยังอีกขดหนึ่ง โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ลักษณะโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์

การควบคุมสเต็ปมอเตอร์มีความสำคัญต่อการควบคุมความเร็ว และทิศทางในการหมุนโดยการควบคุมกระแสที่จ่ายให้กับขดลวดสเตเตอร์ในแต่ละขด ให้เป็นลำดับที่แน่นอนโดยการกระตุ้นเฟสของมอเตอร์มีอยู่ 2 วิธีคือ การกระตุ้นเฟสแบบพัลส์สเต็ป และการกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป

#### 1. การกระตุ้นเฟสแบบพัลส์สเต็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกระตุ้นเฟสแบบฟูสเต็มเป็นการกระตุ้นโดยจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับ  
ขดลวดที่ละขดเรียงตามกันไปสามารถแบ่งกระตุ้นเฟสแบบนี้ได้อีก 2 วิธีคือ

### 1.1 การกระตุ้นเฟสแบบฟูสเต็ม 1 เฟส

การกระตุ้นเฟสแบบฟูสเต็ม 1 เฟสเป็นการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับ  
ขดลวดที่ละขดในเวลาถัดกันไปทิศทางการไหลของกระแสจะไปในทิศทางเดียวกัน ข้อเสียคือแรงขับ  
มอเตอร์มีน้อย

ตารางที่ 2.1 การกระตุ้นเฟสแบบฟูสเต็ม 1 เฟส

Step	#1	#2	#3	#4
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

### 1.2 การกระตุ้นเฟสแบบฟูสเต็ม 2 เฟส

การกระตุ้นเฟสแบบฟูสเต็ม 2 เฟสเป็นการป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับ  
ขดลวด 2 ขดในเวลาพร้อมกัน ทิศทางการไหลของกระแสจะไปในทิศทางเดียวกันข้อดีคือ มีแรงขับ  
มอเตอร์มากกว่าการกระตุ้นแบบ 1 เฟส เพราะใช้กำลังไฟฟ้ามากกว่า

ตารางที่ 2.2 การกระตุ้นเฟสแบบฟูสเต็ม 2 เฟส

Step	#1	#2	#3	#4
1	1	1	0	0
2	0	1	1	0
3	0	0	1	1
4	1	0	0	1

## 2. การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป

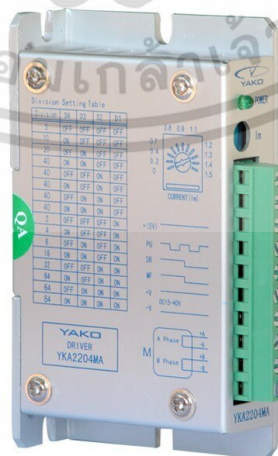
การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ปเป็นการนำการกระตุ้นแบบฟูลสเต็ป 1 เฟส และ 2 เฟส มาเรียงกันการกระตุ้นแบบฮาล์ฟสเต็ปมีข้อดีคือ ได้แรงขับเคลื่อนที่มากขึ้นและมีความละเอียดในการหมุนตำแหน่งองศาต่อสเต็ปมากขึ้น ความถูกต้องของตำแหน่งในการหมุนจึงมีมากขึ้น

### ตารางที่ 2.3 การกระตุ้นเฟสแบบฮาล์ฟสเต็ป

Step	#1	#2	#3	#4
1	1	0	0	0
2	1	1	0	0
3	0	1	0	0
4	0	1	1	0
5	0	0	1	0
6	0	0	1	1
7	0	0	0	1
8	1	0	0	1

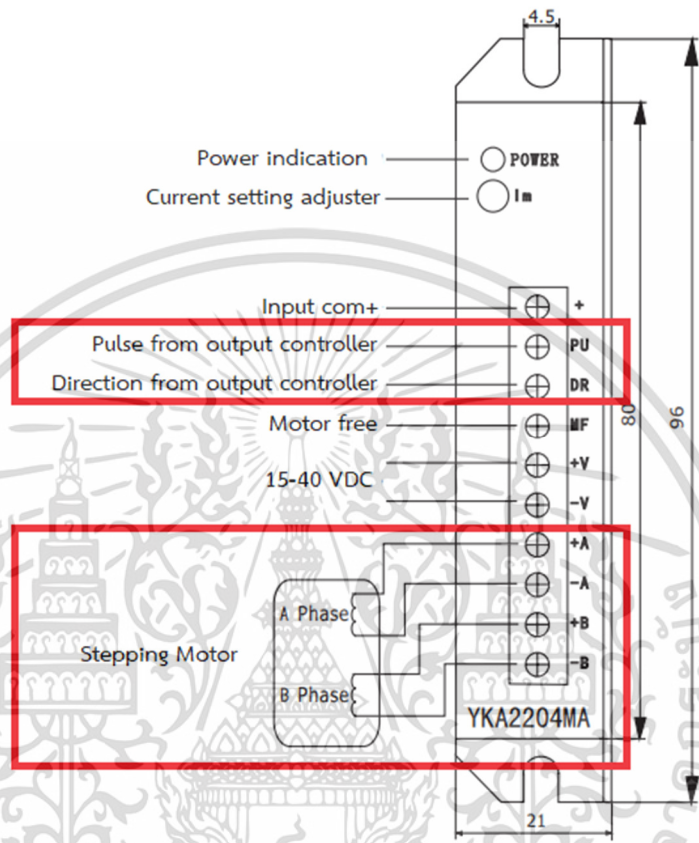
#### 2.3.1.5 ไดรเวอร์สเต็ปมอเตอร์ (Driver Stepping Motor) [8]

ไดรเวอร์สเต็ปมอเตอร์เป็นอุปกรณ์ควบคุมทิศทางและขนาดของการไหลของกระแสไฟฟ้าเข้าสู่ขั้วตลวดสเต็ปมอเตอร์เพื่อขับสเต็ปมอเตอร์ให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ได้อย่างแม่นยำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 2.7 ไดรเวอร์สเต็ปมอเตอร์  
 ในชั้นเรียนเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งไดร์เวอร์สเต็ปมอเตอร์ก็จะทำงานร่วมกับตัวควบคุมด้วยเช่นกัน โดยกระบวนการทำงานนั้นตัวควบคุมเป็นอุปกรณ์สร้างสัญญาณพัลส์ไปให้ไดร์เวอร์สเต็ปมอเตอร์เพื่อขับสเต็ปมอเตอร์และรับสัญญาณเปิดทางจากสเต็ปมอเตอร์

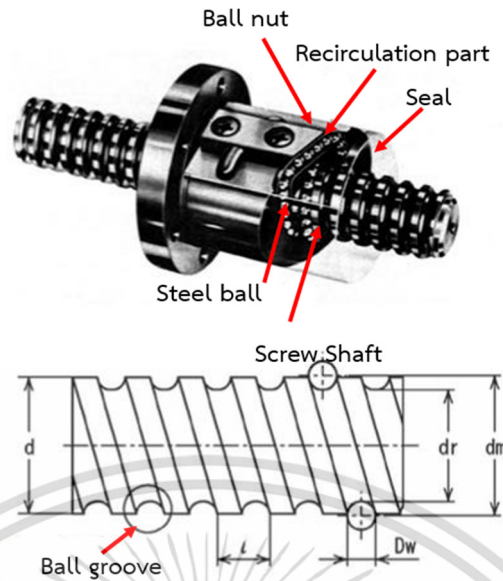


รูปที่ 2.8 การเชื่อมต่อไดร์เวอร์สเต็ปมอเตอร์

### 2.3.1.6 ชุดขับเคลื่อน (Ball Screw)

ชุดขับเคลื่อนมีหน้าที่เปลี่ยนการเคลื่อนที่ในแนวหมุน เป็นการเคลื่อนที่ในเชิงเส้น หรือเปลี่ยนจากแรงบิดเป็นแรงผลักดันด้วยข้อดีคือ มีความแม่นยำ ประสิทธิภาพสูง สามารถรับแรงได้มากและมีอายุการใช้งานยาวนาน

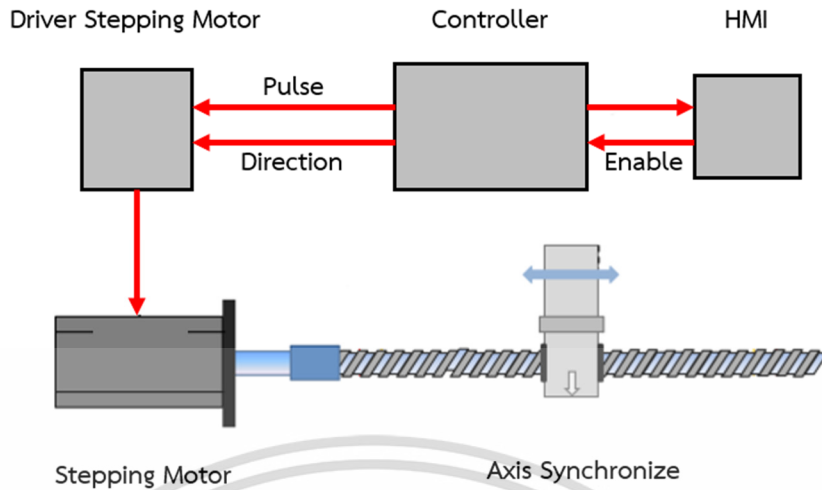
ข้อดีของ Ballscrew ดีกว่าถ้าเทียบกับ Leadscrew คือ โดยปกติแล้วเกลียวบน Shaft และ Nut ของ Leadscrew จะมีการเสียดสีกันโดยตรงในการเคลื่อนที่ของตัว Nut ซึ่งจะทำให้มีการสึกหรอสูง และความแม่นยำต่ำ แต่ในกรณีของ Ballscrew จะมีเม็ดลูกปืนอยู่ระหว่าง Shaft และ Nut ทำให้ลดแรงเสียดทาน และเพิ่มประสิทธิภาพกับความแม่นยำอีกด้วย



รูปที่ 2.9 ชุดขับเคลื่อน (Ball Screw)

### 2.3.2 การควบคุมชุดขับเคลื่อน

ในส่วนของการควบคุมความเร็วการหมุนของสเต็ปมอเตอร์เพื่อให้ชุดขับเคลื่อนเคลื่อนไปยังตำแหน่งที่ต้องการนั้นก็ขึ้นอยู่กับความถี่ของสัญญาณพัลส์และทิศทาง ถ้าความถี่ของสัญญาณพัลส์สูงขึ้น สเต็ปมอเตอร์ก็จะหมุนได้เร็วขึ้น ซึ่งการกำหนดความถี่ของสัญญาณพัลส์จะต้องอยู่ในช่วงที่ตัวสเต็ปมอเตอร์ตอบสนองได้ ถ้ามากเกินไปหรือน้อยไปสเต็ปมอเตอร์ ก็จะไม่หมุน ดังนั้นเวลานำสเต็ปมอเตอร์มาใช้งานผู้ใช้งานจะต้องดูคุณสมบัติการตอบสนองความถี่ของสเต็ปมอเตอร์ด้วยเพื่อจะได้กำหนดความถี่ของสัญญาณพัลส์ที่ใช้ในการควบคุมได้ถูกต้อง โดยสัญญาณเอาต์พุตจากพีแอลซีจะกำหนดให้เป็นสัญญาณพัลส์ (Pulse Train Output) เพื่อป้อนให้กับไดรเวอร์สเต็ปมอเตอร์ในการควบคุมสเต็ปมอเตอร์ โดยทิศทางการหมุนของสเต็ปมอเตอร์นั้นจะมี 2 ทิศทางคือ หมุนตามเข็มนาฬิกาและหมุนทวนเข็มนาฬิกา ในการควบคุมทิศทางนั้นจะใช้สัญญาณพัลส์เป็นตัวกำหนดซึ่งเมื่อสัญญาณพัลส์เป็นบวกสเต็ปมอเตอร์จะหมุนทิศทางตามเข็มนาฬิกาและเมื่อสัญญาณพัลส์เป็นลบสเต็ปมอเตอร์จะหมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 2.10 การควบคุมชุดขับเคลื่อน

### 2.3.3 การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสาน

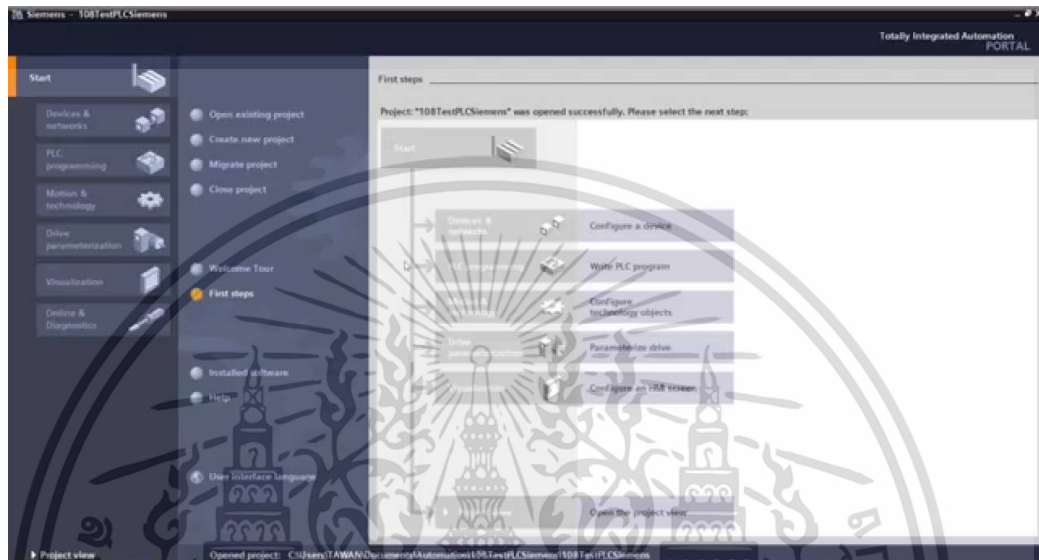
การควบคุมเครื่องจักรแกนประสานมีด้วยกัน 2 แบบ คือ Manual (Jogging) และ Manual Data Input (MDI) โดยการควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ Manual (Jogging) นั้นขึ้นอยู่กับผู้ใช้งานต้องการเลือกทิศทางการเคลื่อนที่ของแกนแต่ละแกนได้อย่างอิสระโดยไม่เกินขอบเขตพื้นที่ทำงานและสามารถกำหนดความเร็วการเคลื่อนที่ได้โดยที่ไม่เกินความเร็วที่กำหนด ส่วนการควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ Manual Data Input (MDI) เป็นการรับข้อมูลพิกัดการเคลื่อนที่มาจากผู้ใช้งาน ตัวควบคุมมีหน้าที่ประมวลผลและควบคุมเครื่องจักรแกนประสานให้ทำงานตามข้อมูลพิกัดที่ได้รับมาจากผู้ใช้งานตามที่ต้องการ

## 2.4 โปรแกรม TIA Portal [5]

โปรแกรม TIA Portal (Totally Integrated Automation Portal) เป็นโปรแกรมที่สนับสนุนการทำงานระบบอัตโนมัติที่มีความรวดเร็วและเป็นธรรมชาติด้วยการตั้งค่าที่มีประสิทธิภาพ สถาปัตยกรรมซอฟต์แวร์ที่ได้รับการออกแบบเพื่อสมรรถนะสูงสุดและใช้งานที่ง่าย เหมาะสำหรับผู้ปฏิบัติงานทั้งที่เป็นมือใหม่หรือผู้มีประสบการณ์ ทำงานภายใต้คอนเซ็ปต์การปฏิบัติงานที่มีมาตรฐานเดียวกัน ไม่ว่าจะเป็นตัวควบคุม อินเทอร์เฟซของเครื่องจักร (HMI) และระบบการเคลื่อนที่ รวมทั้งที่จัดเก็บข้อมูลที่ใช้ร่วมกัน เช่น การสื่อสารและการตรวจสอบความผิดพลาด รวมไปถึงมีแหล่งอ้างอิงข้อมูลเกี่ยวกับอัตโนมัติขั้นสูงที่สมบูรณ์แบบ กระบวนการวิศวกรรมอย่างง่ายใน TIA

Portal จะอำนวยความสะดวกต่อการทำอัตโนมัติอยู่ในแบบดิจิทัล เช่น การวางแผนแบบดิจิทัล เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิบัติการเชิงวิศวกรรมที่หลอมรวมเข้าด้วยกันควบคู่ไปกับ PLM (Product Lifecycle Management) และ MES (Manufacturing Execution Systems) ที่อยู่ในชุด Digital Enterprise Software Suite ซึ่งจะเสริมให้ TIA Portal เป็นซอฟต์แวร์เพื่อการใช้งานที่ครบถ้วนหลากหลายรองรับการก้าวไปสู่ Industrie 4.0 ให้แก่ลูกค้าของซีเมนส์



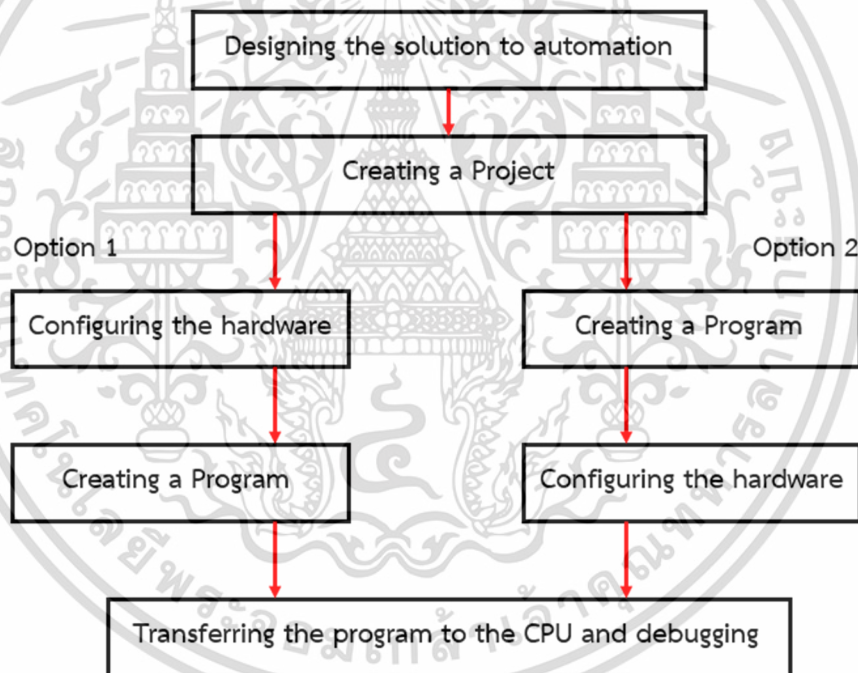
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างอินเทอร์เฟซผู้ใช้งานของโปรแกรม TIA Portal

เพื่อรองรับการทำงานในรูปแบบดิจิทัลในการเข้าสู่ยุค Industrie 4.0 TIA Portal สามารถทำงานร่วมกับระบบอื่น ๆ โดยแลกเปลี่ยนข้อมูลผ่านอินเทอร์เฟซระบบเปิดมาเป็นตัวช่วยในการบริหารข้อมูลผ่าน Teamcenter ซึ่งเป็นแพลตฟอร์มของซีเมนส์สำหรับการใช้ข้อมูลในการทำงานร่วมกันเพื่อการออกแบบ วางแผนงานและทำงานวิศวกรรมต่าง ๆ เป็นต้น โดยที่สามารถสร้างโปรแกรมได้เองผ่านอินเทอร์เฟซไปยัง Matlab/Simulink สำหรับส่วนงานวิศวกรรมที่ต้องออกนอกสถานที่นั้นก็สามารถเรียกใช้ข้อมูลจากคลาวด์ได้

TIA Portal จึงได้ทำการรวมแพ็คเกจให้สามารถประสานหน้าที่การทำงานได้เป็นหนึ่งเดียว ซึ่งประกอบด้วย ระบบขับเคลื่อนเซอร์โว (servo drive system) สามารถควบคุมงาน motion ได้อย่างมีประสิทธิภาพ มีจุดเด่นด้านความเร็วและความแม่นยำเที่ยงตรง ทำให้สามารถควบคุมการเคลื่อนที่ได้ถึงขั้นสูง เช่น การทำ gearing หรือ camming เป็นต้น ระบบฟังก์ชันที่รองรับการทำงานกับผู้ใช้หลายคนร่วมกันนั้น นำมาใช้ในการทำงานลักษณะกระจายตัว ซึ่งจะให้ความคล่องตัวเมื่อออกไปปฏิบัติงานข้างนอก สามารถเข้าถึงเซิร์ฟเวอร์ได้พร้อมกันอย่างมีประสิทธิภาพ ตามการกำหนด

เงื่อนไข อาทิ การทำชิงโครโนเซชันอัตโนมัติ การกำหนดอุปกรณ์ที่ใช้และการจัดหมวดหมู่ของงานออโตเมชันตามฟังก์ชัน ระบบการทำแบบจำลองผ่าน digital twin ระบบอินเทอร์เน็ตเฟสในระบบเปิด และคลาวด์โซลูชัน ทำให้กระบวนการทำงานและข้อมูลมีความสัมพันธ์ต่อเนื่อง ลดเวลาที่สูญไปโดยเปล่าประโยชน์ ลดขั้นตอนการทำงานที่มีความซ้ำซ้อน และให้ความยืดหยุ่นคล่องตัวเพิ่มขึ้นด้วย ระบบฟังก์ชันในการตรวจสอบระบบการทำงานโดยสามารถตรวจจับข้อผิดพลาดในกระบวนการทำงานของผู้ใช้งาน และสามารถให้ข้อมูลเกี่ยวกับประเภท สถานที่ และสาเหตุของข้อผิดพลาดนั้น โดยแสดงผลบนอุปกรณ์ที่ใช้ในการสื่อสารพร้อมข้อมูลวิธีการแก้ไขข้อผิดพลาดนั้นๆ

ซึ่งการเขียนโปรแกรม TIA Portal ผู้ใช้งานต้องสร้างรูปแบบหรือวิธีการเขียนโปรแกรมควบคุมพีแอลซีของยี่ห้อ Siemens โดยการเลือกรุ่นของพีแอลซีกับรุ่นของโปรแกรม TIA Portal ที่ใช้งานต้องสามารถเชื่อมต่อสื่อสารกันได้ สามารถสร้างในรูปแบบที่แตกต่างกัน แล้วแต่เฉพาะงานดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 แผนผังการเขียนโปรแกรมด้วย TIA Portal

## 2.5 โปรแกรม WinCC [6]

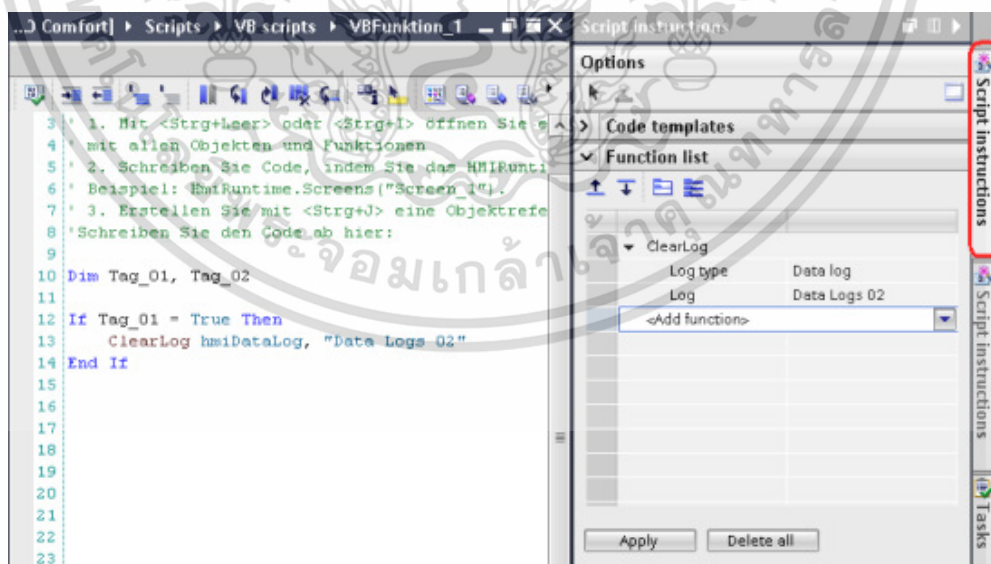
WinCC เป็นโปรแกรมด้านระบบ graphical human machine interface (HMI) ของ Siemens ที่ช่วยให้ผู้ใช้บรรลุเป้าหมายในการดำเนินงาน โดยการเพิ่มประสิทธิภาพและลดเวลาที่ใช้ในการโต้ตอบกับมนุษย์ด้วยระบบอัตโนมัติในภาคอุตสาหกรรม ส่งผลให้การเพิ่มประสิทธิภาพเชิงเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และตั้ง 20 ว่าจะอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริมาณของผู้ประกอบการ ผู้ปฏิบัติงานสามารถ แก้ไขสถานการณ์ที่เกิดความผิดปกติก่อนที่จะส่งผลกระทบต่อกระบวนการผลิต เนื่องจากโปรแกรมมีความเรียบง่ายด้านวิศวกรรม ความคล่องตัวในการดำเนินงานและการควบคุมประสิทธิภาพในแบบเรียลไทม์ มีฟังก์ชันในการออกแบบและแสดงผลอย่างครบครันในแบบที่ทันสมัย



รูปที่ 2.13 โปรแกรม WinCC

การเขียนโปรแกรม WinCC สามารถเขียน Script การทำงานในลักษณะอื่น ๆ ที่นอกเหนือจากการแสดงผล เช่น การนำข้อมูลเข้ามาเก็บหรือการส่งข้อมูลออกรายงานผล ในลักษณะนี้ WinCC สามารถทำได้ โดยสามารถเขียน Script ได้ทั้งแบบ C Script และแบบ VB Script ซึ่งไม่ได้มีข้อจำกัดว่าคำสั่งไหนต้องเขียนด้วยแบบใด ผู้ใช้งานสามารถเลือกใช้ได้ตามความถนัดของแต่ละคน โดยสิ่งที่ต้องเรียนรู้คือ syntax ของการใช้งานในแต่ละภาษา



รูปที่ 2.14 รูปแบบการเขียน Script ของโปรแกรม WinCC (VB Script)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 เอชเอ็มไอ (HMI : Human Machine Interface) [9]

เอชเอ็มไอ (HMI : Human Machine Interface) คือ การใช้งานร่วมกันระหว่างพีแอลซีกับเครื่องคอมพิวเตอร์ จึงเรียกว่า HMI (Human Machine Interface) โดยนำคอมพิวเตอร์มาเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่องจักร เพื่อควบคุมและเป็นจอแสดงผลเอชเอ็มไอ รวมไปถึง SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) เกิดจากความต้องการของผู้ใช้งานที่ต้องการเข้าไปควบคุมระบบที่ พีแอลซีเป็นตัวควบคุมอยู่ โดยเอชเอ็มไอนั้นจะเป็นการนำข้อมูลจากพีแอลซีส่งผ่านโครงข่ายของการสื่อสารแบบต่าง ๆ และทำการรวบรวมข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ เข้าด้วยกัน และสามารถสั่งการได้โดยผู้เชี่ยวชาญอุตสาหกรรม ในปัจจุบันเกือบทุกประเภทจะมีระบบควบคุมอัตโนมัติที่ใช้พีแอลซีเป็นตัวควบคุมและจะต้องใช้งานร่วมกันกับเอชเอ็มไอ โดยใช้เอชเอ็มไอเป็นตัวสื่อสารระหว่างผู้ใช้งานกับระบบโมดูลพีแอลซีหรือจอแสดงผลต่าง ๆ โดยให้พีแอลซีส่งงานไปที่เครื่องจักรอีกที เพื่อนำไปใช้งานกับเครื่องจักรต่าง ๆ ในไลน์การผลิต โดยที่เอชเอ็มไอสามารถเชื่อมต่อกับพีแอลซีต่าง ๆ ได้ทุกยี่ห้อผ่านทาง Digital Communication Ports (RS485, RS232, MODBUS, PROFIBUS, ETHERNET) และยังสามารถเชื่อมต่อกับพอร์ต USB ได้โดยตรง ทำให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น



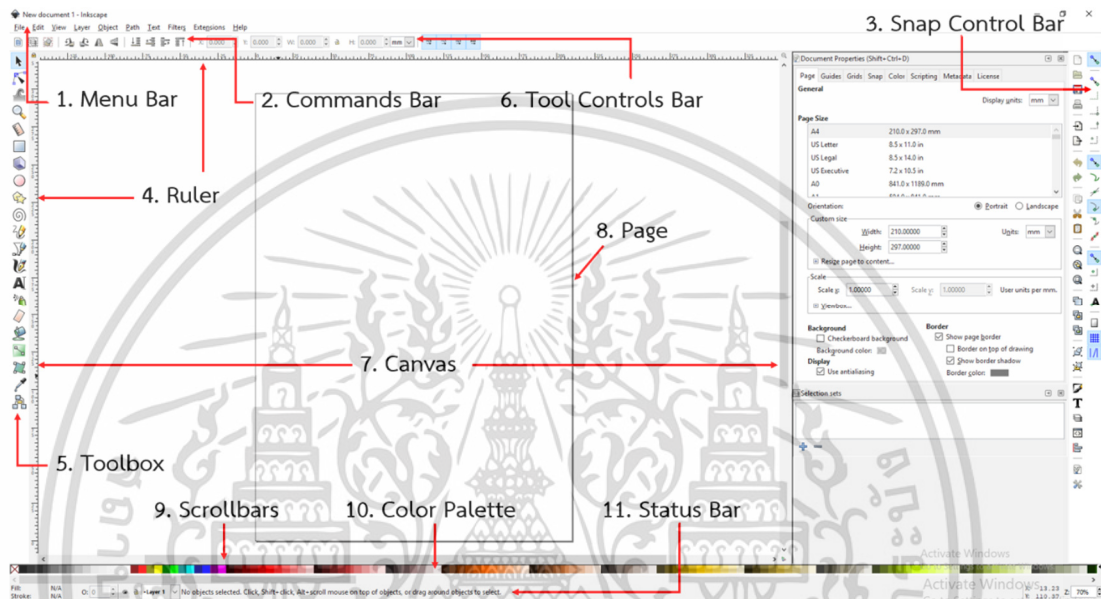
รูปที่ 2.15 ลักษณะของหน้าจอเอชเอ็มไอ

## 2.7 โปรแกรม Inkscape [10]

### 2.7.1 การใช้งานโปรแกรม Inkscape

โปรแกรม Inkscape เป็นโปรแกรมที่มีความสามารถในการออกแบบและบันทึกเป็นไฟล์ที่มีรูปแบบ G-Code เนื่องจากเป็นโปรแกรมประเภททาวนโพลัดได้ฟรี ดังนั้นสามารถนำไปเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปรับปรุงแก้ไข เพิ่มเติมความสามารถต่าง ๆ หรือนำไปใช้ได้โดยไม่ต้องจ่ายค่า license ซึ่งมีทั้งรุ่นที่ทำงานบนระบบปฏิบัติการ Windows และ Linux ซอฟต์แวร์นี้ไม่รองรับ Windows XP หรือต่ำกว่า อินเทอร์เฟซของ Inkscape นั้นจะมีรูปแบบที่เรียบง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถสร้างชิ้นงานจากการวาด รูปทรง เส้นตรง เส้นโค้ง เส้นแบบอิสระ หรือจากรูปภาพได้ เนื่องจากมีเครื่องมือให้ใช้ในการออกแบบ หลากหลาย ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบของโปรแกรม Inkscape

ตารางที่ 2.4 เครื่องมือต่าง ๆ ในโปรแกรม Inkscape

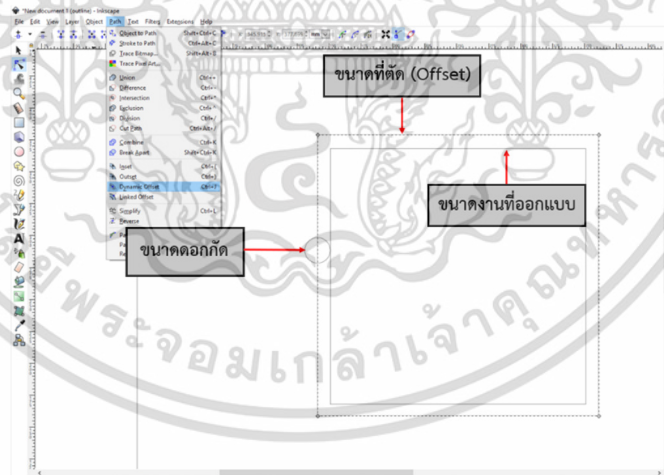
รายการ	รายละเอียด
1. Menu Bar	เมนูรวมคำสั่งต่าง ๆ ที่ใช้ในโปรแกรม
2. Command Bar	แถบปุ่มคำสั่งที่ใช้บ่อย ๆ เช่น ปุ่มสร้างเอกสารใหม่ ปุ่มบันทึกไฟล์
3. Snap Controls Bar	แถบปุ่มคำสั่งควบคุมการปิด/เปิด Snap แบบต่าง ๆ
4. Rulers	ไม้บรรทัด สำหรับใช้กำหนดระยะทั้งแนวตั้งและแนวนอน
5. Toolbox	ปุ่มแถบเครื่องมือ ที่ใช้ในการวาด ตกแต่ง หรือแก้ไขรูปร่าง
6. Tool Controls Bar	แถบนี้เปลี่ยนไปตามเครื่องมือบน Toolbox ที่กำลังถูกใช้งาน
7. Canvas	พื้นที่ทำงานสามารถทำงานหรือวาดภาพไว้ตรงไหนก็ได้บน Canvas
8. Page	เป็นส่วนหนึ่งของ Canvas เมื่อสั่งพิมพ์จะพิมพ์เฉพาะส่วนที่อยู่ใน Page เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Scrollbars	Scrollbars มีอยู่ 2 อัน ที่ด้านขวาและด้านล่าง ใช้สำหรับเลื่อนพื้นที่การทำงาน
10. Color Palette	งานสีสำหรับใส่สีให้กับรูปร่างต่าง ๆ
11. Statusbar	แถบแสดงสถานการณ์ทำงาน

### 2.7.2 การสร้างไฟล์ G-Code ด้วยโปรแกรม Inkscape

โปรแกรม Inkscape สามารถสร้างไฟล์ G-Code ในรูปแบบต่าง ๆ โดยมี plug in ให้ผู้ใช้งานได้ดาวน์โหลดมาใช้งานไม่ว่าจะเป็นงานเจาะ งานตัด งานแกะสลัก งานเลเซอร์คัต งานเครื่องพิมพ์ 3 มิติ โปรแกรม Inkscape มาพร้อมกับเครื่องมือที่ใช้งานง่ายและครอบคลุม โดยหลักการสร้างไฟล์ G-Code คือ เมื่อได้แบบตามที่ต้องการ ผู้ใช้งานจำเป็นต้องปรับขนาดของรูปภาพหรือข้อความ โดยใช้คำสั่ง Dynamic offset เพื่อเผื่อระยะของเส้นผ่านศูนย์กลางดอกกัดในการกัดหรือเจาะให้ได้ขนาดชิ้นงานที่ตัดตามที่ต้องการ โปรแกรมจะทำการประมวลผลจากรูปภาพหรือข้อความเป็นเส้นทางพร้อมระบุเป็นพิกัดแต่ละจุด ถึงแม้ว่าผู้ใช้งานไม่มีความรู้ด้าน G-Code ก็สามารถสร้างไฟล์ G-Code ได้



รูปที่ 2.17 สร้างไฟล์ G-Code ด้วยโปรแกรม Inkscape

```

Gcode Test - Notepad
File Edit Format View Help
(Scribbled version of C:\Users\black\AppData\
( unicorn.py --tab="plotter_setup" --pen-up-an;
home=0 --num-copies=1 --continuous=false --;
G21 (metric ftw)
G90 (absolute mode)
G92 X0.00 Y0.00 Z0.00 (you are here)

M300 S30 (pen down)
G4 P150 (wait 150ms)
M300 S50 (pen up)
G4 P150 (wait 150ms)
M18 (disengage drives)
M01 (Was registration test successful?)
M17 (engage drives if YES, and continue)

(Polyline consisting of 1 segments.)
G1 X195.02 Y-196.08 F3500.00
M300 S30.00 (pen down)
G4 P150 (wait 150ms)

G1 X395.03 Y-196.08 F3500.00
G1 X395.03 Y-396.09 F3500.00
G1 X195.02 Y-396.09 F3500.00
G1 X195.02 Y-196.08 F3500.00
M300 S50.00 (pen up)
G4 P150 (wait 150ms)

(end of print job)
M300 S50.00 (pen up)
G4 P150 (wait 150ms)
M300 S255 (turn off servo)
G1 X0 Y0 F3500.00
G1 Z0.00 F150.00 (go up to finished level)
G1 X0.00 Y0.00 F3500.00 (go home)
M18 (drives off)

```

### รูปที่ 2.18 ลักษณะของไฟล์ G-Code ที่สร้างจากโปรแกรม Inkscape

จากรูปไฟล์ G-Code ที่สร้างจากโปรแกรม Inkscape จะแสดงข้อความภายในไฟล์ที่ผู้ใช้งานควรทราบเบื้องต้น ดังต่อไปนี้

1. G90 (absolute mode) หมายถึง การกำหนดพิกัดแบบสัมบูรณ์ (Absolute)
2. G92 X0.00 Y0.00 Z0.00 (you are here) หมายถึง จุดพิกัดอ้างอิง
3. M300 S30 (pen down) หมายถึง การสั่งแกนสปินเดิลตั้งลงตามระยะที่กำหนด
4. M300 S50 (pen up) หมายถึง การสั่งแกนสปินเดิลตั้งขึ้นตามระยะที่กำหนด
5. G1 Xx.xx Yy.yy หมายถึง การสั่งแกนประสานเคลื่อนไปที่จุดพิกัดนั้น ๆ
6. G1 X0.00 Y0.00 (go home) หมายถึง การสั่งแกนประสานเคลื่อนที่ไปที่จุดพิกัด

อ้างอิง

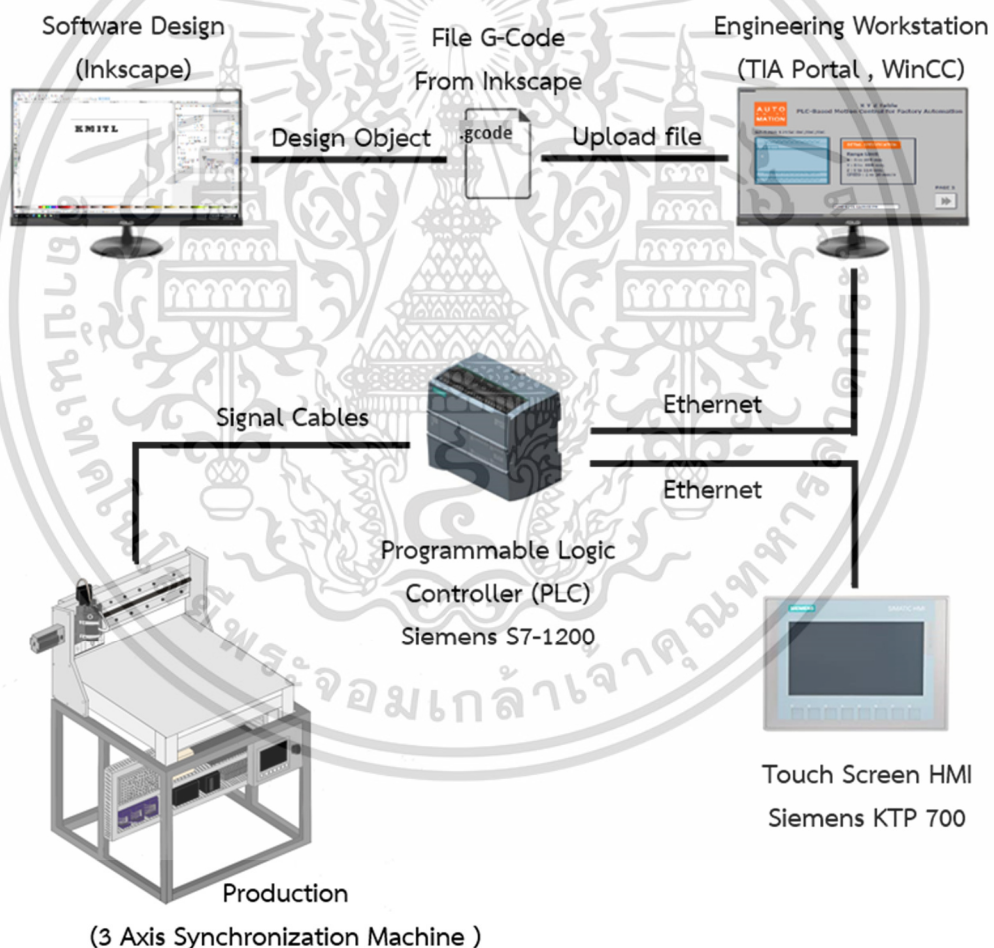
## บทที่ 3

### การออกแบบและวิธีการดำเนินงาน

#### 3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึงการดำเนินโครงการ ได้แก่ ภาพรวมโครงสร้างเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน การดำเนินงานเขียนโปรแกรม TIA Portal การดำเนินงานออกแบบเอชเอ็มไอด้วยโปรแกรม WinCC การดำเนินงานออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรม Inkscape และการดำเนินงานควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน

#### 3.2 ภาพรวมโครงสร้างเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน



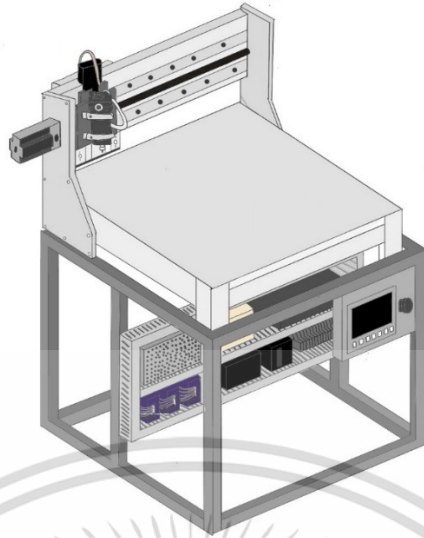
รูปที่ 3.1 ภาพรวมโครงสร้างเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

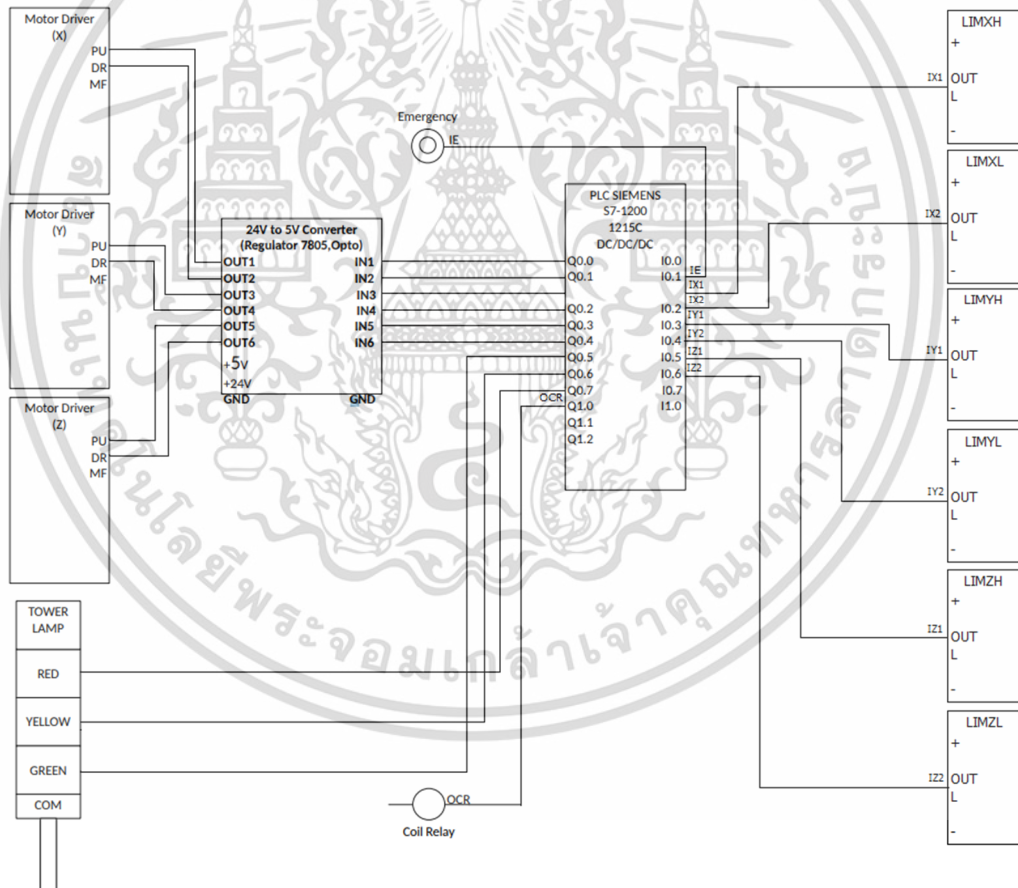
จากรูปที่ 3.1 นั้นเป็นการแสดงภาพรวมโครงสร้างของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน โดยการสร้างชิ้นงานนั้นจะต้องทำการออกแบบชิ้นงานโดยใช้ซอฟต์แวร์ Inkscape ซึ่งเป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้งานได้ง่ายไม่ซับซ้อนและสามารถบันทึกไฟล์เป็น G-Code เพื่อนำไปเปิดในซอฟต์แวร์ WinCC โดยในซอฟต์แวร์ WinCC จะมีการเขียนขั้นตอนการทำงานโดยใช้ภาษา VB Script เพื่ออ่านไฟล์ G Code และรวมไปถึงการเขียนหน้า Screen เพื่อใช้แสดงบนหน้าจอเอชเอ็มไอสำหรับการแสดงผลและควบคุมการทำงานโดยมีการเชื่อมต่อกับพีแอลซีด้วยสาย Ethernet เพื่อทำการอัปโหลดฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ลงพีแอลซี ซึ่งพีแอลซีจะเป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน โดยจะทำงานร่วมกับชุดไดร์เวอร์สเต็ปมอเตอร์ พีแอลซีจะสร้างสัญญาณพัลส์ไปให้ชุดไดร์เวอร์สเต็ปมอเตอร์ เพื่อขับเคลื่อนให้เคลื่อนที่ในทิศทาง X Y และ Z ตามรูปแบบชิ้นงานที่ได้ออกแบบไว้

### 3.3 การติดตั้งอุปกรณ์

การติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องจักรแกนประสานอ้างอิงจาก PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC โดยในส่วนของภาคอินพุตของตัวควบคุมเชื่อมต่อกับปุ่ม Emergency แบบ (push button) และลิมิตสวิทช์ของชุดขับเคลื่อนในแต่ละแกน ได้แก่ ลิมิตสวิทช์แกน X ฝั่ง High Level และ Low Level ลิมิตสวิทช์แกน Y ฝั่ง High Level และ Low Level ลิมิตสวิทช์แกน Z ฝั่ง High Level และ Low Level โดยในส่วนของภาคเอาต์พุตของตัวควบคุมเชื่อมต่อกับ Tower Lamp Coil Relay และ 24 to 5 V Converter เนื่องจากไดร์เวอร์สเต็ปมอเตอร์ใช้แรงดันอยู่ที่ 5 V จึงทำให้ต้องแปลงแรงดันไฟฟ้าก่อนเชื่อมต่อกับตัวควบคุมโดยตรง ในส่วนของการติดต่อสื่อสารบนเครือข่ายใช้โปรโตคอล PROFINET ในการติดต่อสื่อสารระหว่าง PLC S7-1200 รุ่น CPU 1215C DC/DC/DC กับหน้าจอเอชเอ็มไอและคอมพิวเตอร์

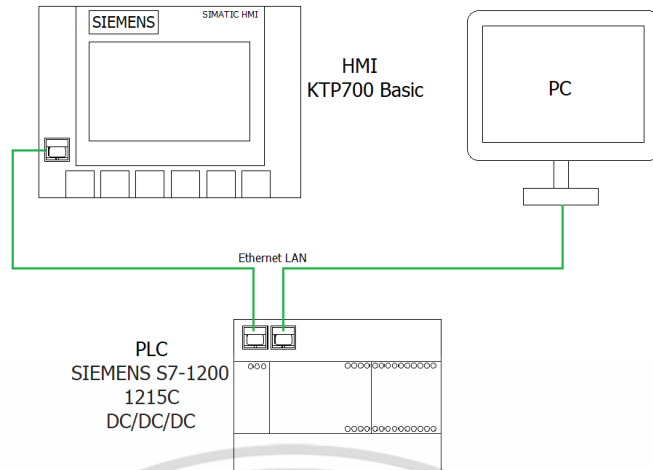


รูปที่ 3.2 เครื่องจักรแกนประสานและแผงควบคุม



รูปที่ 3.3 วงจรการเชื่อมต่อพีแอลซีกับอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 การเชื่อมต่อพีแอลซีกับหน้าจอ HMI และคอมพิวเตอร์

### 3.4 การดำเนินงานเขียนโปรแกรมด้วยโปรแกรม TIA Portal

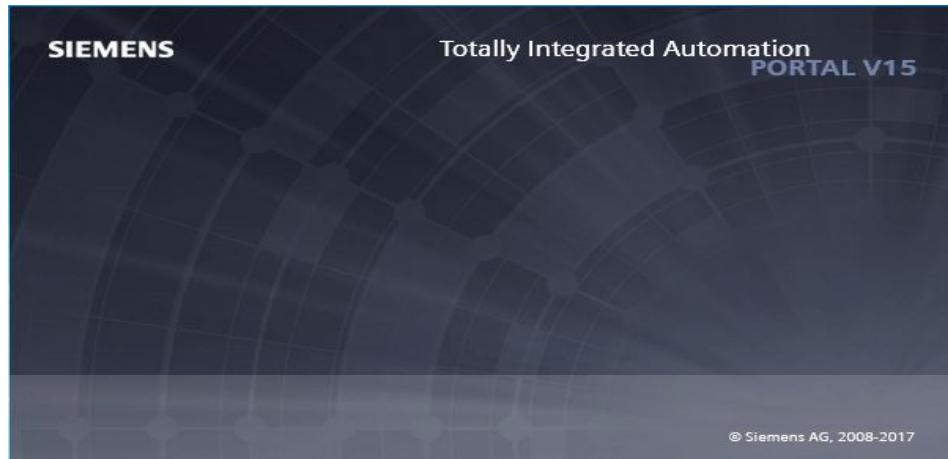
ก่อนการดำเนินงานเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสาน จะต้องตั้งค่าฮาร์ดแวร์และตั้งค่าซอฟต์แวร์เสียก่อน ในส่วนนี้เป็นการตั้งค่าโปรแกรม TIA Portal V15 ที่ใช้สำหรับการเขียนโปรแกรมลงในพีแอลซี ได้แก่

การตั้งค่าในส่วน Configuration a device คือ การเลือกพีแอลซีหรือเอชเอ็มไอให้ตรงกับรุ่นที่ใช้งาน ถ้าหากเลือกผิดรุ่นจะไม่สามารถทำการดาวน์โหลดฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ลงสู่พีแอลซีหรือเอชเอ็มไอได้

การตั้งค่าในส่วน Technology Objects คือ การตั้งค่าแกนประสานจากการเลือกเอาต์พุตของพีแอลซีเป็นสัญญาณ PTO (Pulse Train Output) ในส่วนการตั้งค่า Pulse per distance ขึ้นอยู่กับระยะเกลียวของ Ball Screw และการปรับสปีดของไดรฟ์เวอร์สเต็ปมอเตอร์ ในส่วนการตั้งค่าลิมิตความเร็วและลิมิตความเร่งของแกนประสานขึ้นอยู่กับขนาดของสเต็ปมอเตอร์และโหลดที่ติดตั้งในแกนประสาน ในส่วนการตั้งค่า Homing จุดอ้างอิงขึ้นอยู่กับการออกแบบของผู้ใช้งาน

#### 3.4.1 การตั้งค่า Configuration a device ของพีแอลซี

1. เปิดโปรแกรม Siemens TIA Portal V15  ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 หน้าจอแสดงผลหลังจากเปิดโปรแกรม

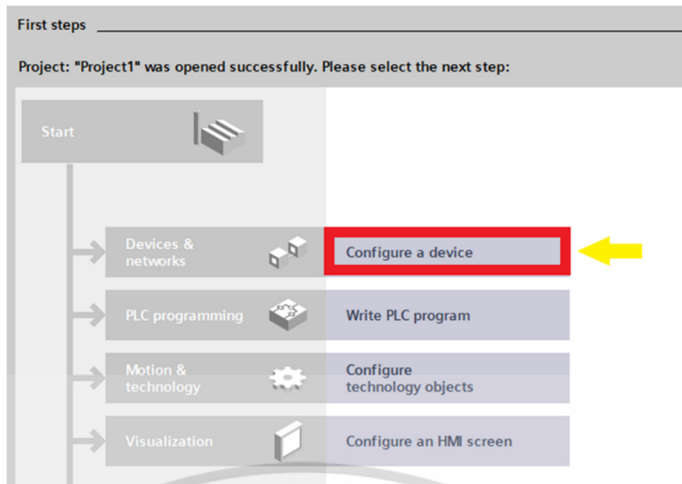
2. เริ่มต้นสร้างโปรเจกต์ เลือก Create new Project -> ตั้งชื่อ Project name ->

Create ดังรูปที่ 3.6



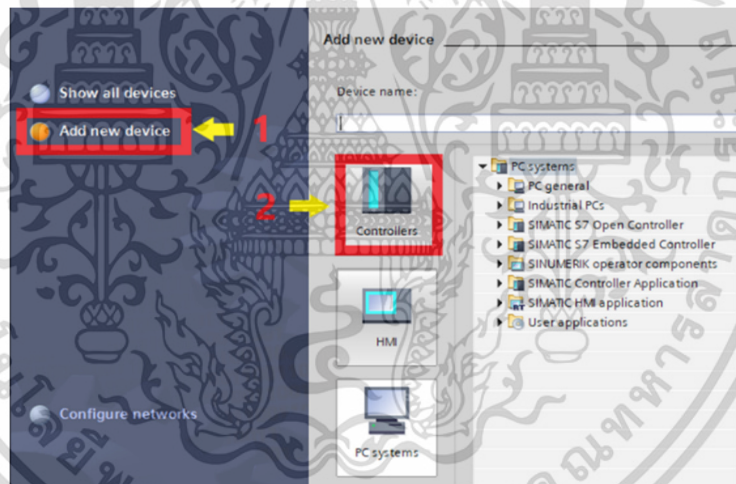
รูปที่ 3.6 วิธีการสร้างโปรเจกต์

3. การเลือกใช้อุปกรณ์สำหรับพีแอลซี เลือก Configure a device -> Add new device เพื่อเลือกรุ่นสำหรับอุปกรณ์พีแอลซี ดังรูปที่ 3.7



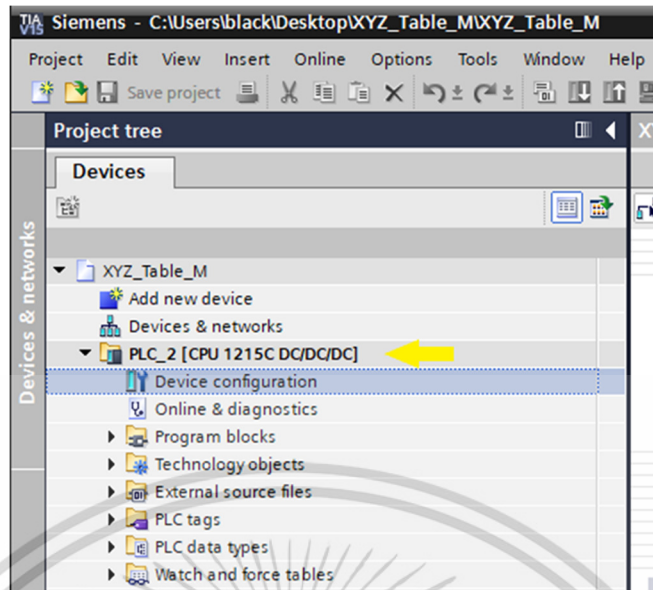
รูปที่ 3.7 ผลการเลือกอุปกรณ์พีแอลซี

4. การเลือกอุปกรณ์พีแอลซีให้ตรงกับรุ่นที่ใช้งาน ในส่วนของพีแอลซีให้เลือก -> Controllers จากนั้นเลือกรุ่น CPU ของพีแอลซีให้ตรงกับที่ใช้แล้วกด Add ดังรูปที่ 3.8



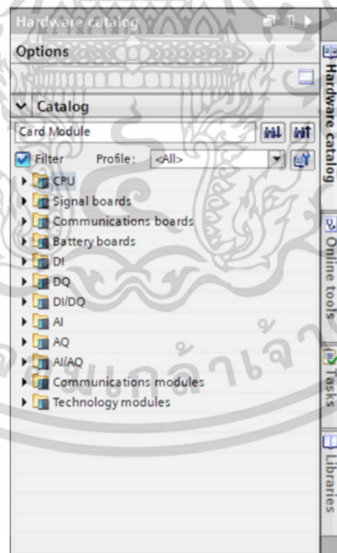
รูปที่ 3.8 ผลในการเลือก CPU สำหรับพีแอลซี

5. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ เลือก Device configuration เพื่อเชื่อมต่อพีแอลซีกับการ์ดโมดูลต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.9



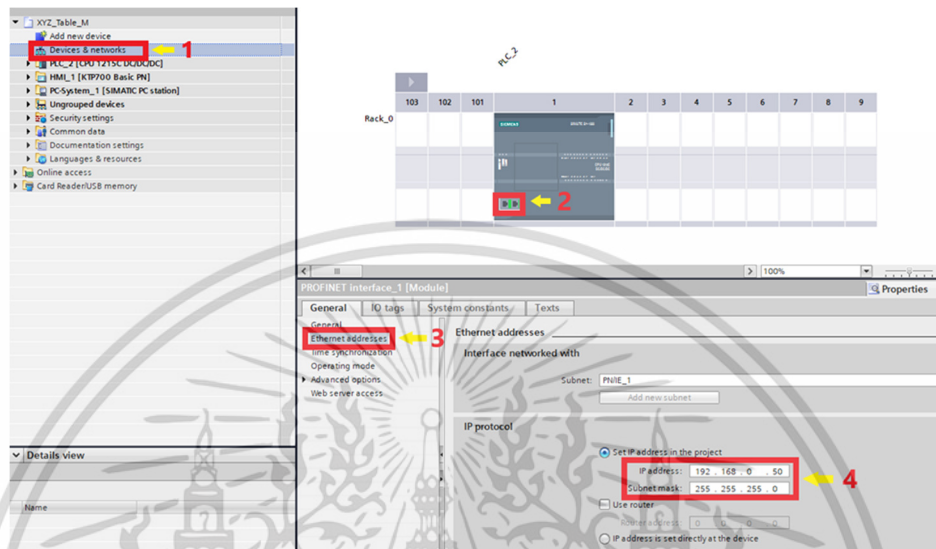
รูปที่ 3.9 การเลือก Device Configuration

6. การเลือกอุปกรณ์เสริมเพื่อต่อร่วมกับพีแอลซี เมื่อทำการเลือก Device configuration แล้ว การเลือกอุปกรณ์เสริมเพื่อต่อร่วมกับพีแอลซี เช่น Power Supply หรือ Card module I/O นั้นทำได้ ดังรูปที่ 3.10



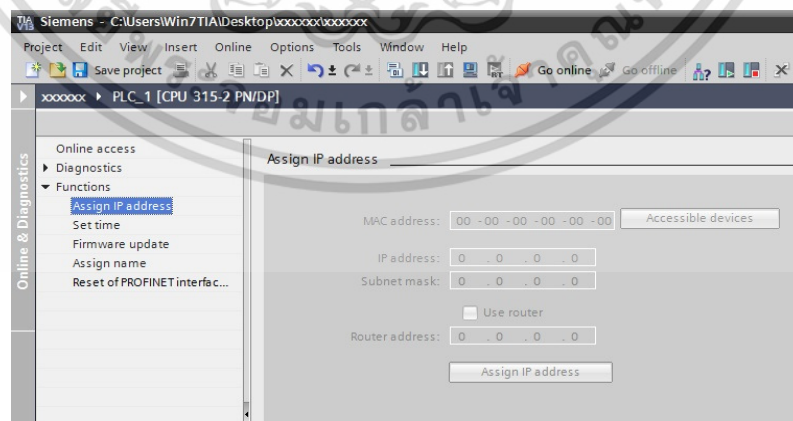
รูปที่ 3.10 การเลือกอุปกรณ์ต่อร่วมกับพีแอลซี

7. การดู IP Address ของพีแอลซี เมื่อผู้ใช้งานอุปกรณ์ ไม่ทราบ IP Address ของพีแอลซี สามารถทราบได้โดยเลือก Online access แล้วเลือก Driver เครื่องคอมพิวเตอร์ จากนั้นเลือก Update accessible ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 การดู IP Address ของพีแอลซี

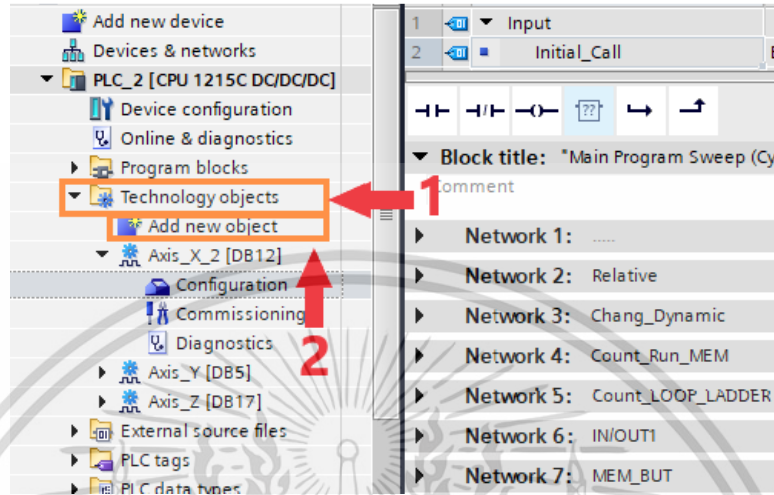
8. การเปลี่ยน IP Address ของพีแอลซี ทำได้โดย เลือก Online & diagnostics -> Functions -> Assign IP Address แล้วทำการกำหนด IP ตามต้องการ จากนั้นเลือก Assign IP Address ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 ภาพสำหรับการเปลี่ยน IP Address ของพีแอลซี

### 3.4.2 การตั้งค่า Technology Objects ของพีแอลซี

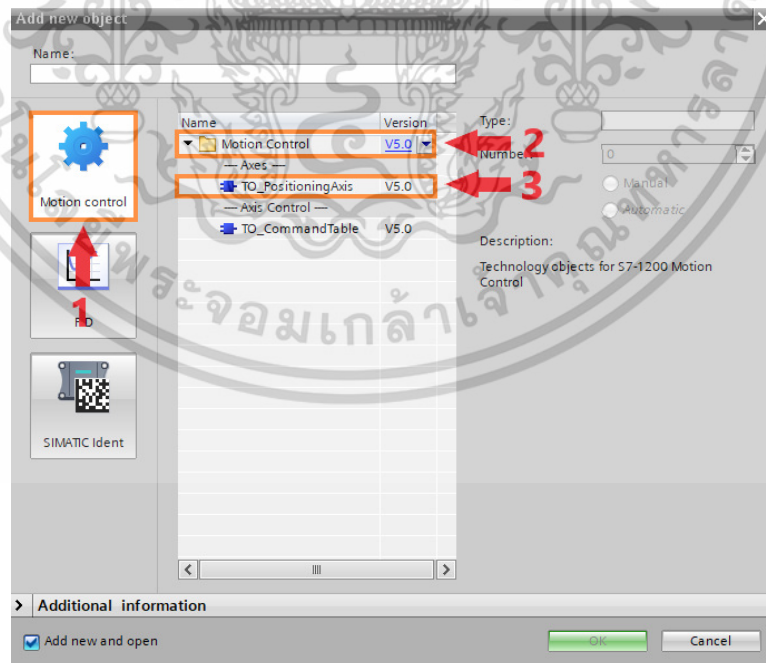
1. เลือก Task ด้านซ้ายมือ Technology objects ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 หน้าจอแสดงผลหลังจาก Add new object

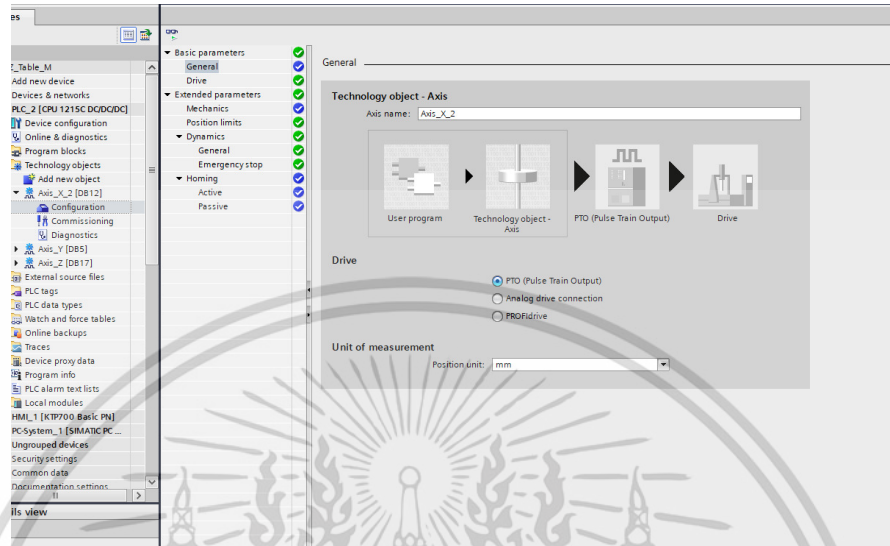
2. สร้าง Axis เลือก Motion control -> เลือก Version -> เลือก TO\_Position Axis

-> ตั้งชื่อแกน ดังรูปที่ 3.14

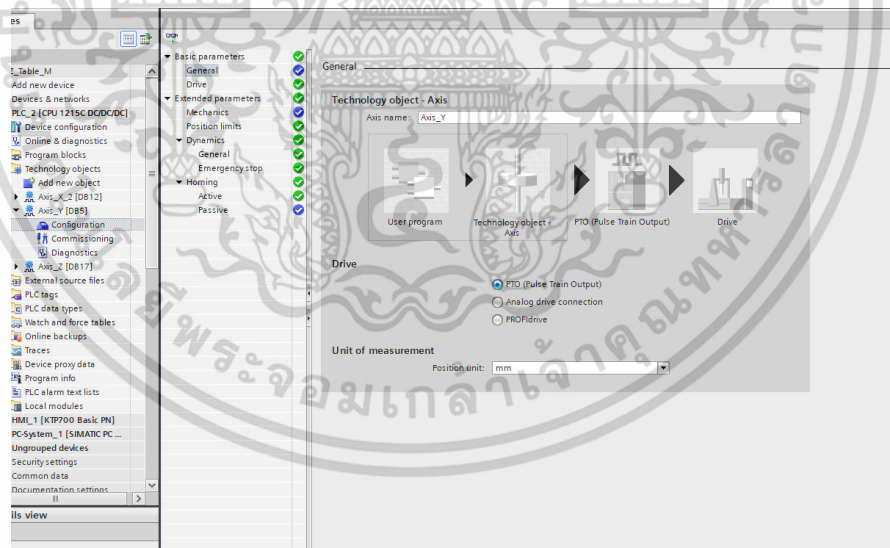


รูปที่ 3.14 หน้าจอแสดงวิธีการสร้าง Axis

3. การตั้งค่า Basic parameters ในส่วน General เลือก General -> เลือก PTO (Pulse Train Output) ดังรูปที่ 3.15 รูปที่ 3.16 และ รูปที่ 3.17

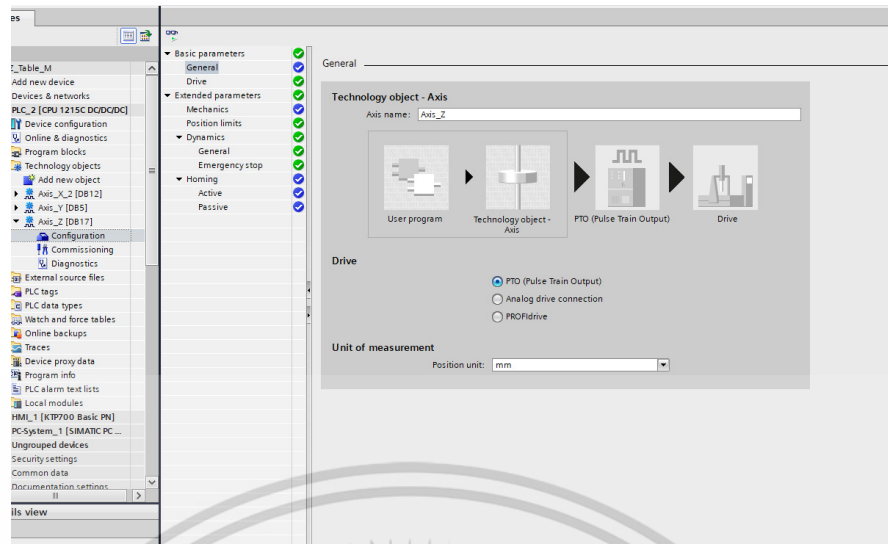


รูปที่ 3.15 หน้าจอแสดงผลหลังจากตั้งค่า PTO ใน Axis X



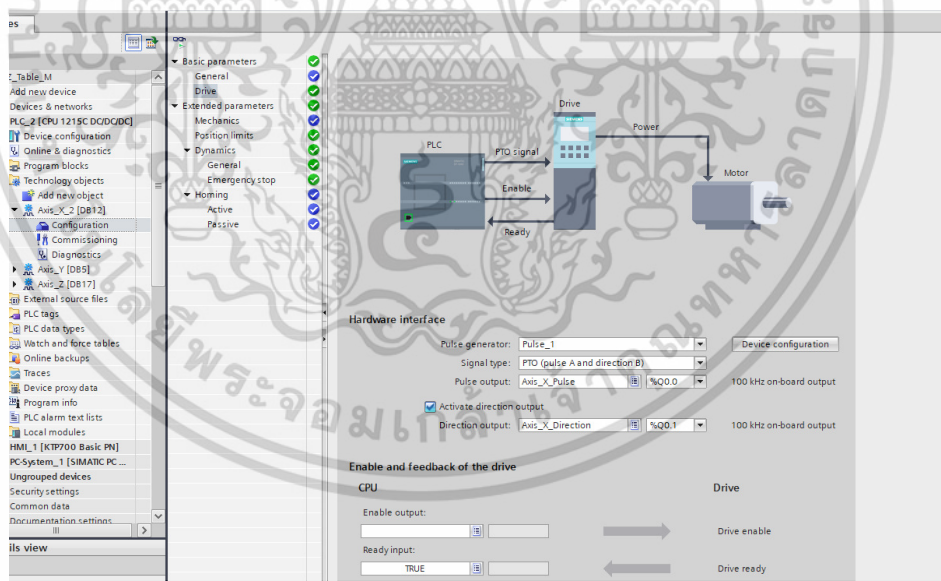
รูปที่ 3.16 หน้าจอแสดงผลหลังจากตั้งค่า PTO ใน Axis Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



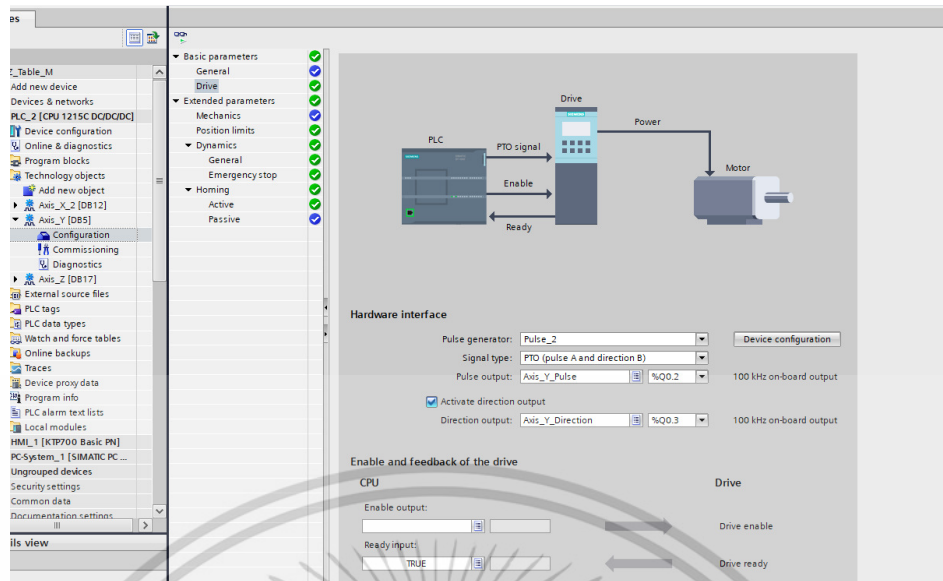
รูปที่ 3.17 หน้าจอแสดงผลหลังจากตั้งค่า PTO ใน Axis Z

4. การตั้งค่า Basic parameters ในส่วน Drive เลือก Drive -> กำหนด Hardware interface แต่ละแกน ดังรูปที่ 3.18 รูปที่ 3.19 และ รูปที่ 3.20

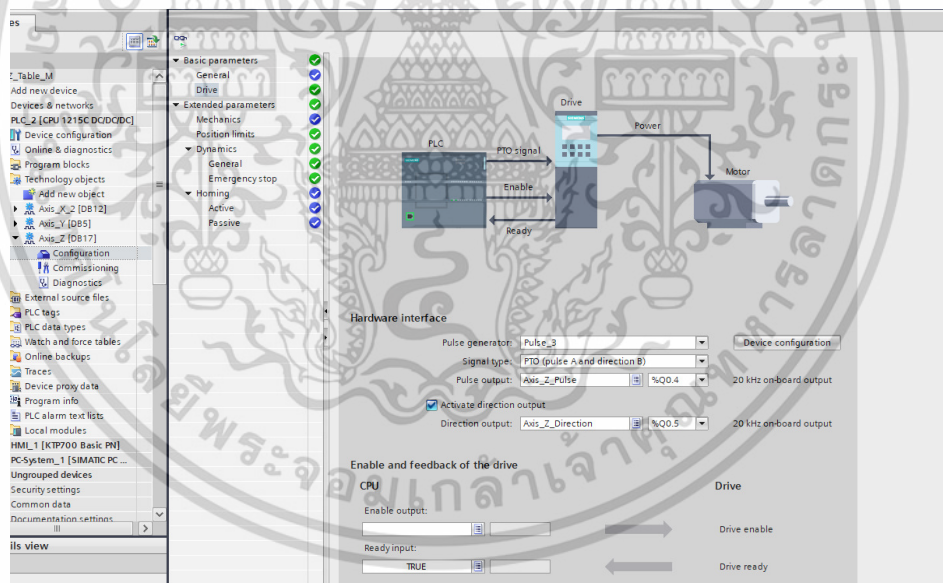


รูปที่ 3.18 หน้าจอแสดงผลหลังจากกำหนดค่า Drive ใน Axis X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



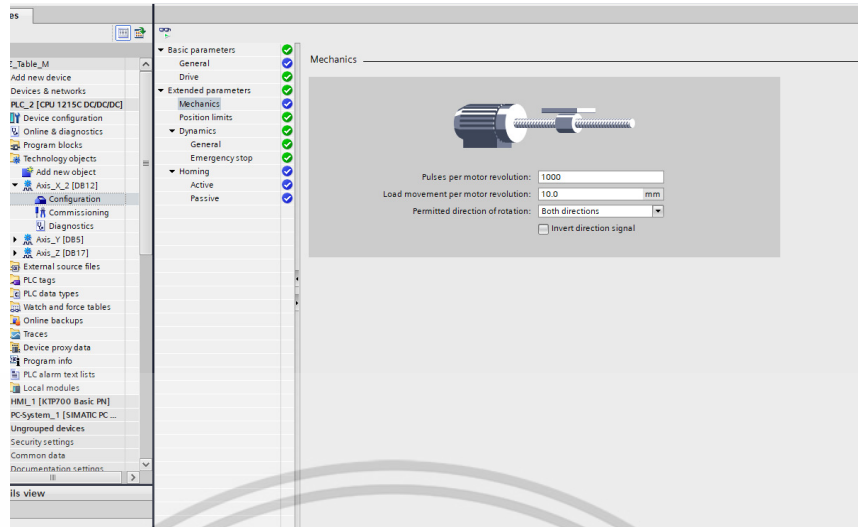
รูปที่ 3.19 หน้าจอแสดงผลหลังจากกำหนดค่า Drive ใน Axis Y



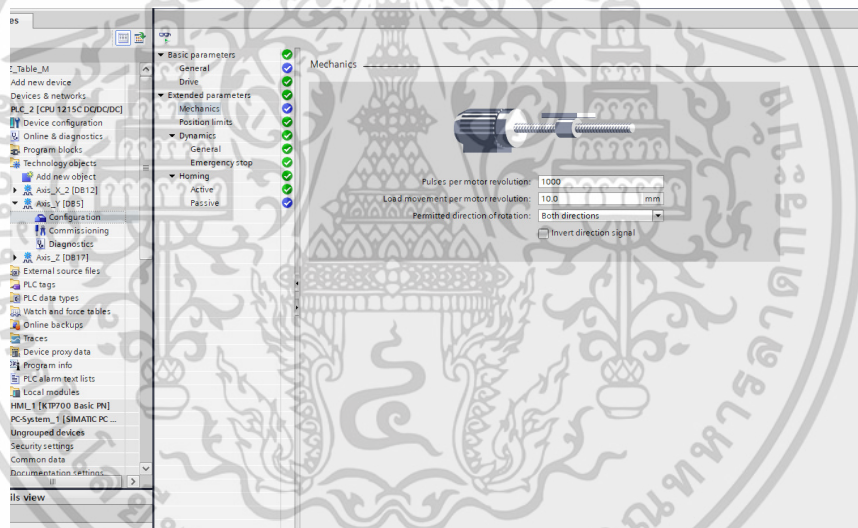
รูปที่ 3.20 หน้าจอแสดงผลหลังจากกำหนดค่า Drive ใน Axis Z

5. การตั้งค่า Extended parameters ในส่วน Mechanics เลือก Mechanics -> กำหนด Pulse per distance ดังรูปที่ 3.21 รูปที่ 3.22 และรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

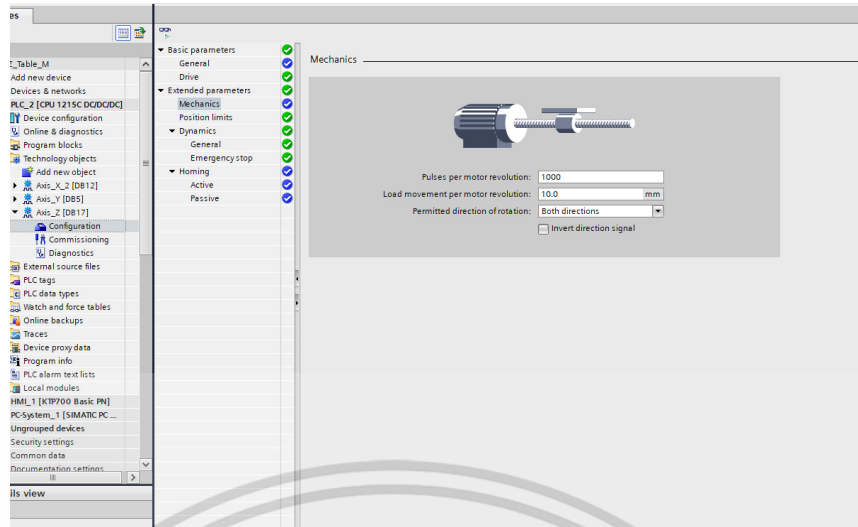


รูปที่ 3.21 การกำหนดค่าในส่วน Mechanics ใน Axis X



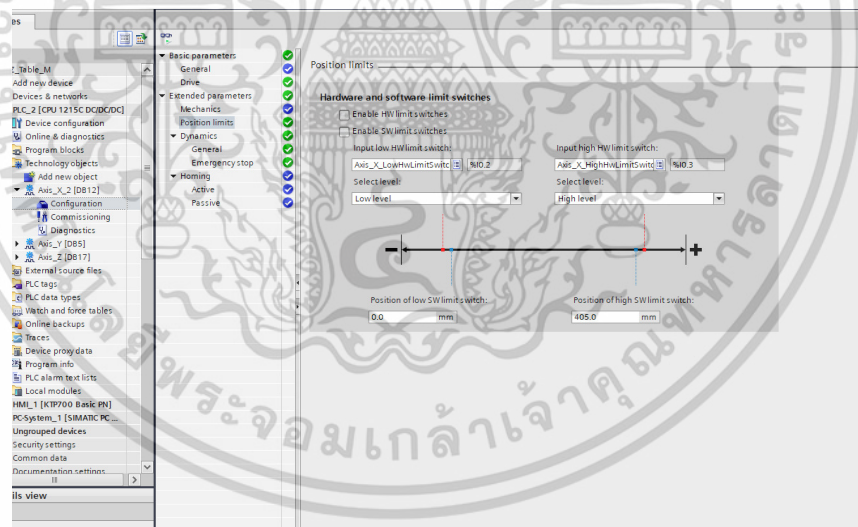
รูปที่ 3.22 การกำหนดค่าในส่วน Mechanics ใน Axis Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



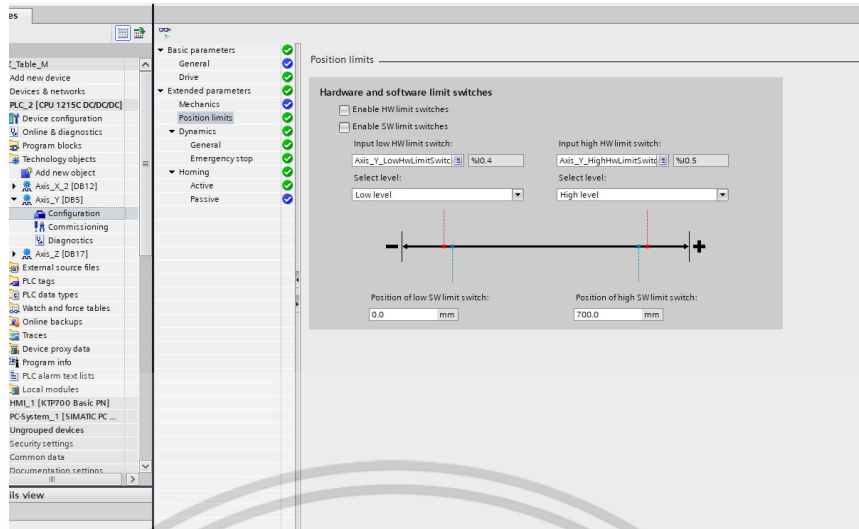
รูปที่ 3.23 การกำหนดค่าในส่วน Mechanics ใน Axis Z

6. การตั้งค่า Extended parameters ในส่วน Position limits เลือก Position limits  
 -> เลือก limit switch ตามตำแหน่งในแต่ละแกนดังรูปที่ 3.24 รูปที่ 3.25 และ รูปที่ 3.26

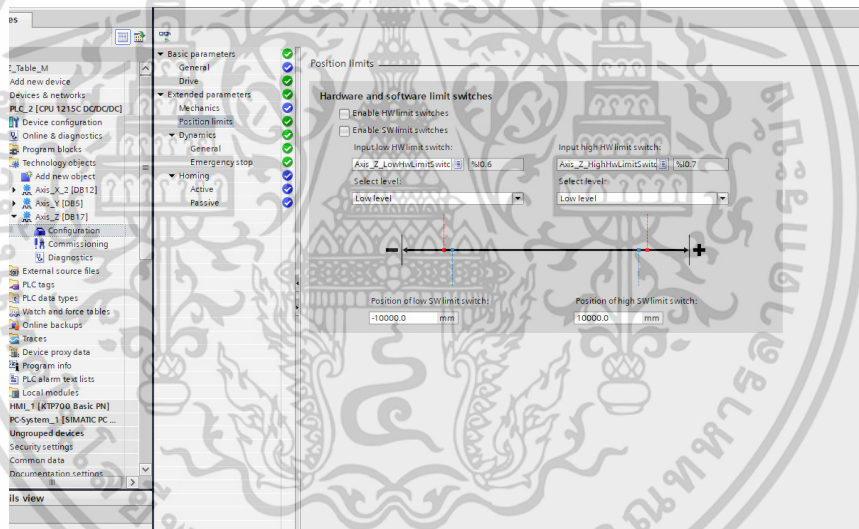


รูปที่ 3.24 การกำหนดค่า limit switch ใน Axis X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



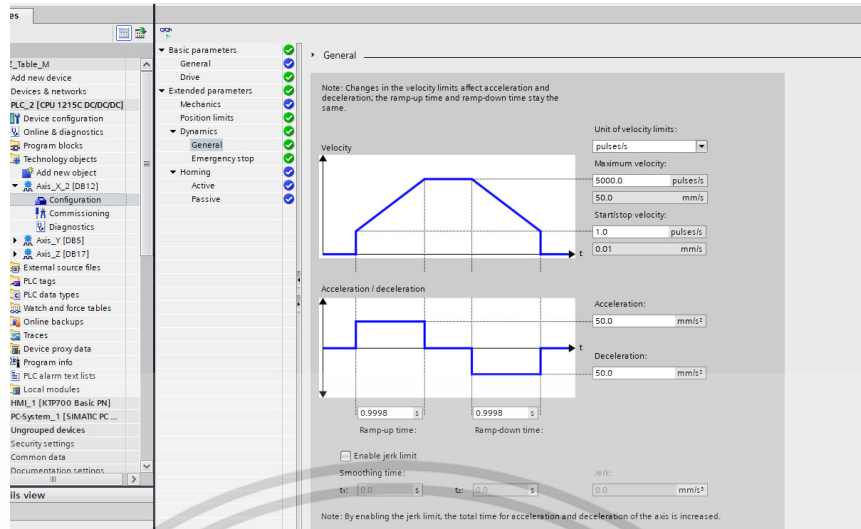
รูปที่ 3.25 การกำหนดค่า limit switch ใน Axis Y



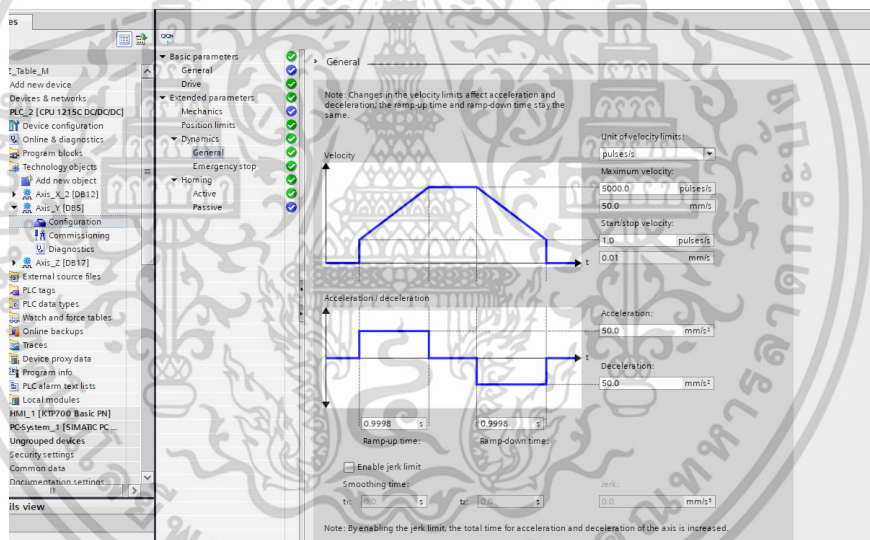
รูปที่ 3.26 การกำหนดค่า limit switch ใน Axis Z

7. การตั้งค่า Dynamics ในส่วน General เลือก General -> กำหนดค่า Unit of velocity limits และ Acceleration ดังรูปที่ 3.27 รูปที่ 3.28 และรูปที่ 3.29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

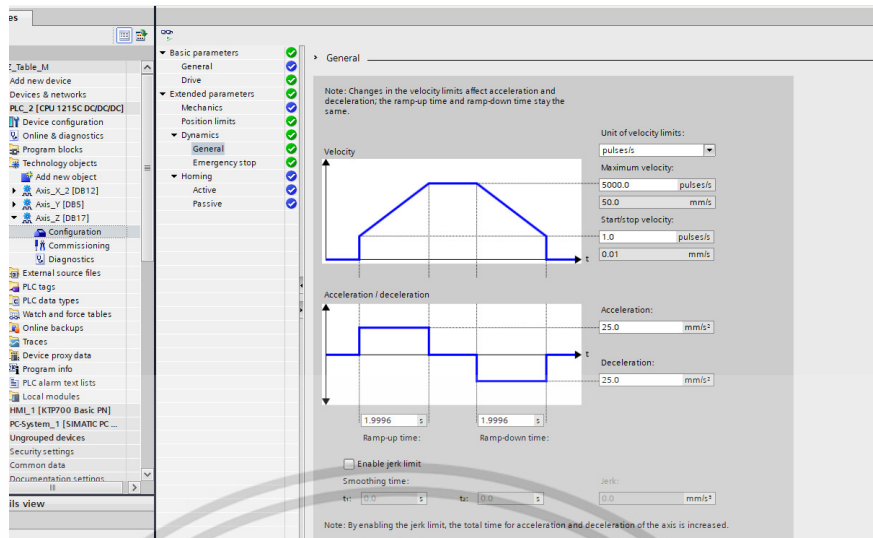


รูปที่ 3.27 การกำหนดค่า Dynamics General ใน Axis X



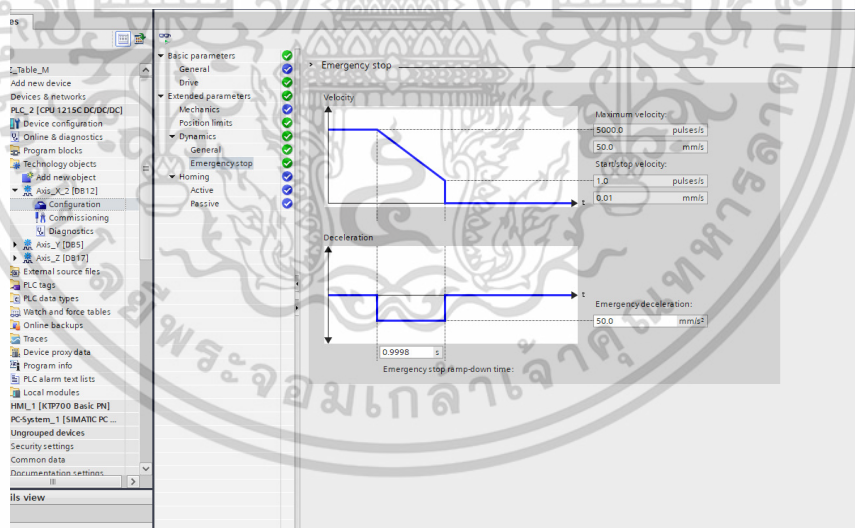
รูปที่ 3.28 การกำหนดค่า Dynamics General ใน Axis Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



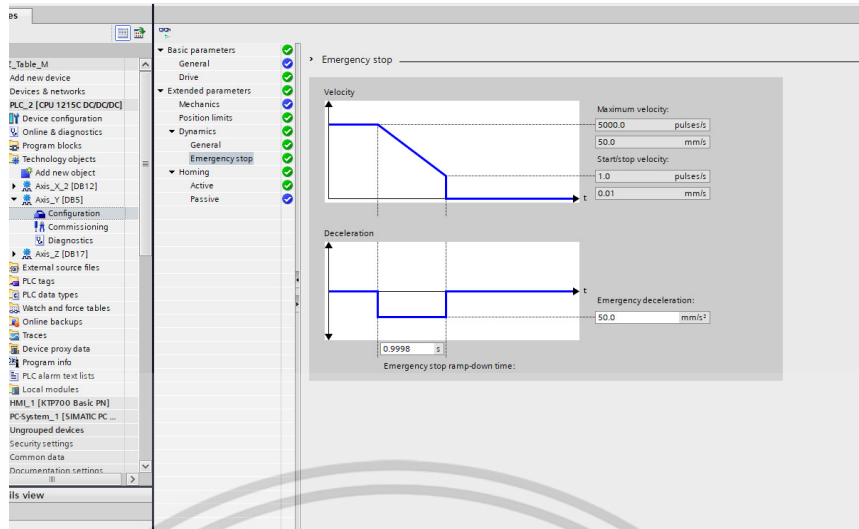
รูปที่ 3.29 การกำหนดค่า Dynamics General ใน Axis Z

8. การตั้งค่า Dynamics ในส่วน Emergency stop เลือก Emergency stop -> กำหนดค่า Maximum velocity และ Emergency deceleration ดังรูปที่ 3.30 รูปที่ 3.31 และรูปที่ 3.32

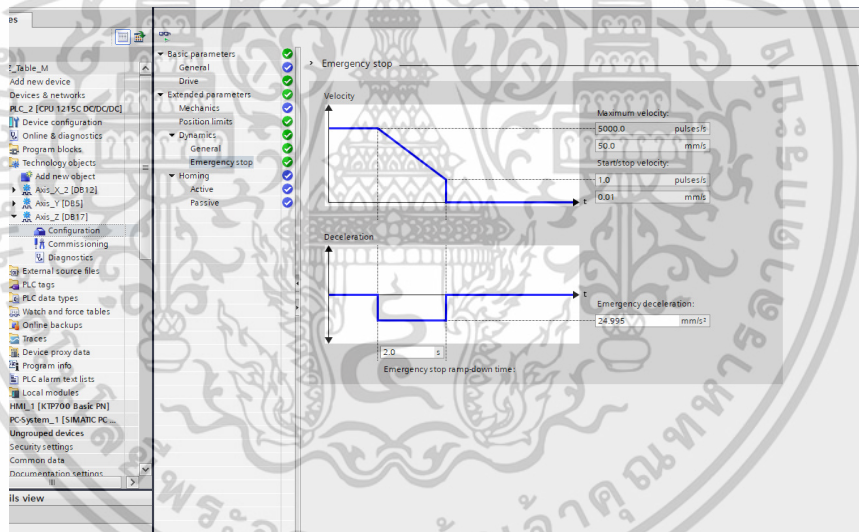


รูปที่ 3.30 การกำหนดค่า Emergency stop ใน Axis X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



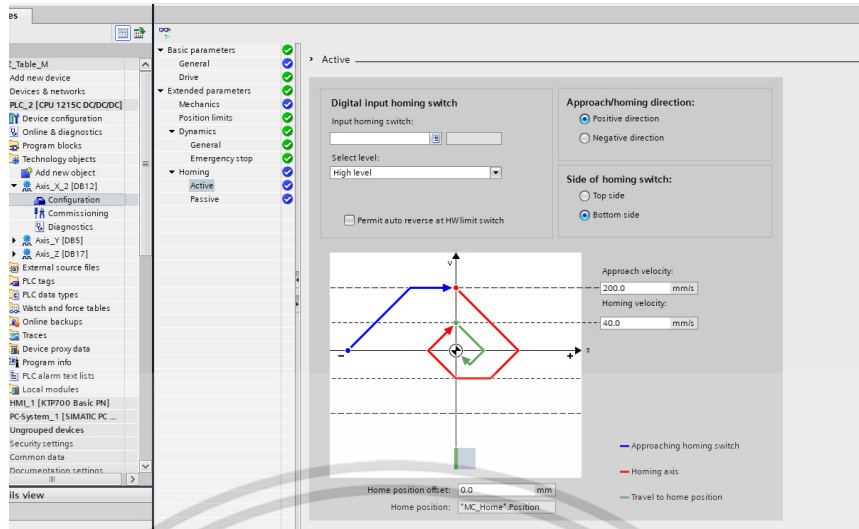
รูปที่ 3.31 การกำหนดค่า Emergency stop ใน Axis Y



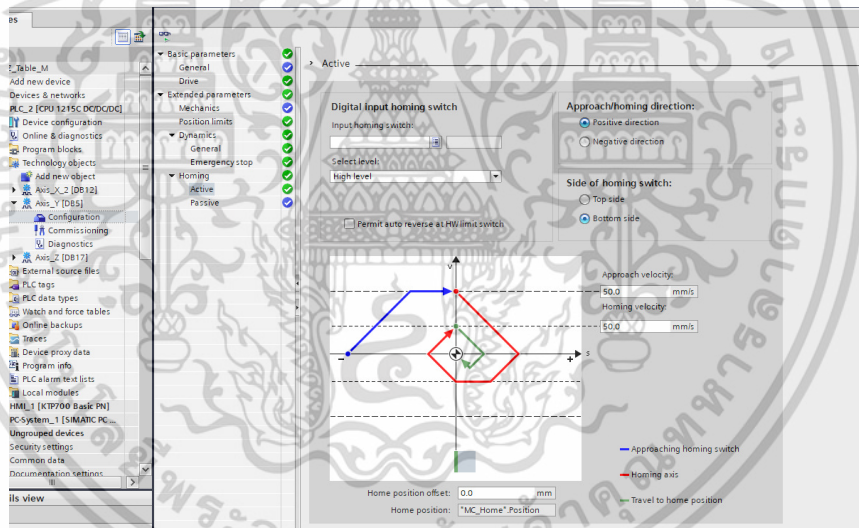
รูปที่ 3.32 การกำหนดค่า Emergency stop ใน Axis Z

9. การตั้งค่า Homing ในส่วน Active เลือก Active -> กำหนดค่า Home position

ดังรูปที่ 3.33 รูปที่ 3.34 และรูปที่ 3.35

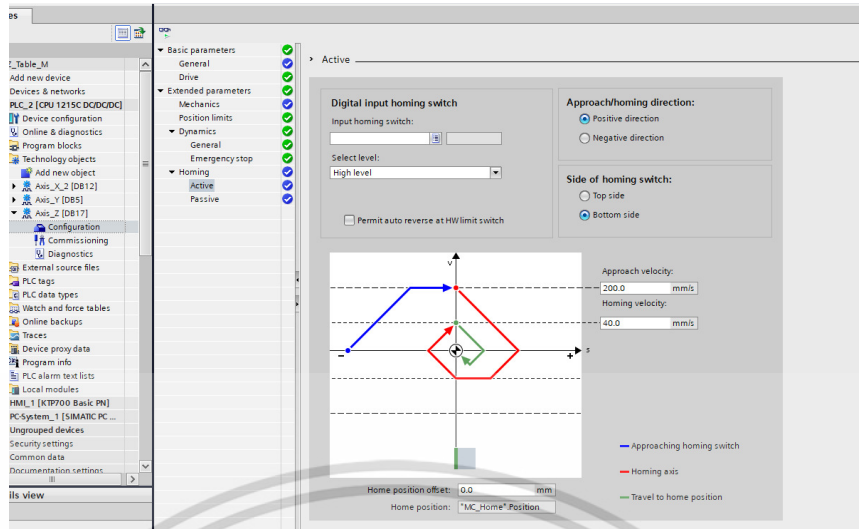


รูปที่ 3.33 การกำหนดค่า Homing Active ใน Axis X



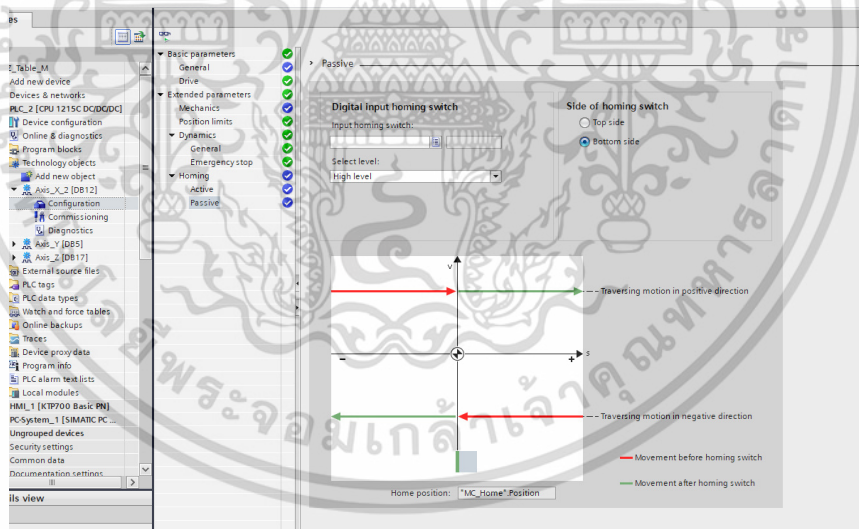
รูปที่ 3.34 การกำหนดค่า Homing Active ใน Axis Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



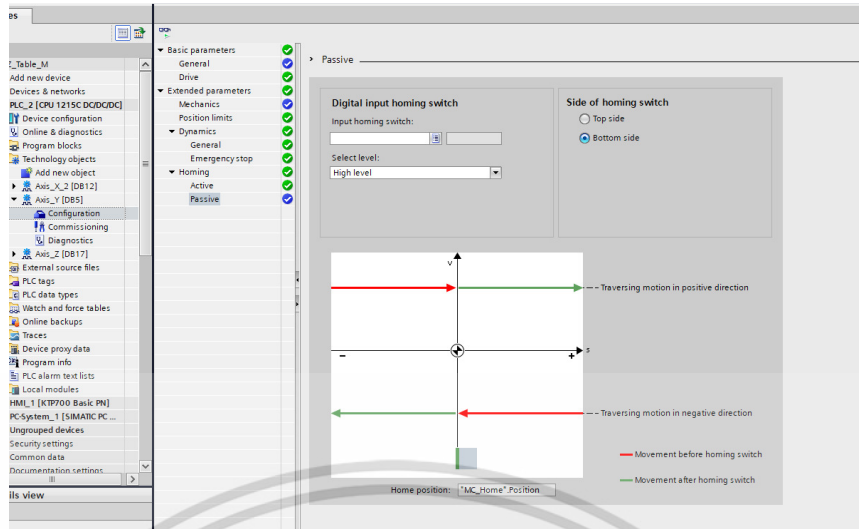
รูปที่ 3.35 การกำหนดค่า Homing Active ใน Axis Z

10. การตั้งค่า Homing ในส่วน Passive เลือก Passive -> กำหนดค่า Home position ดังรูปที่ 3.36 รูปที่ 3.37 และรูปที่ 3.38

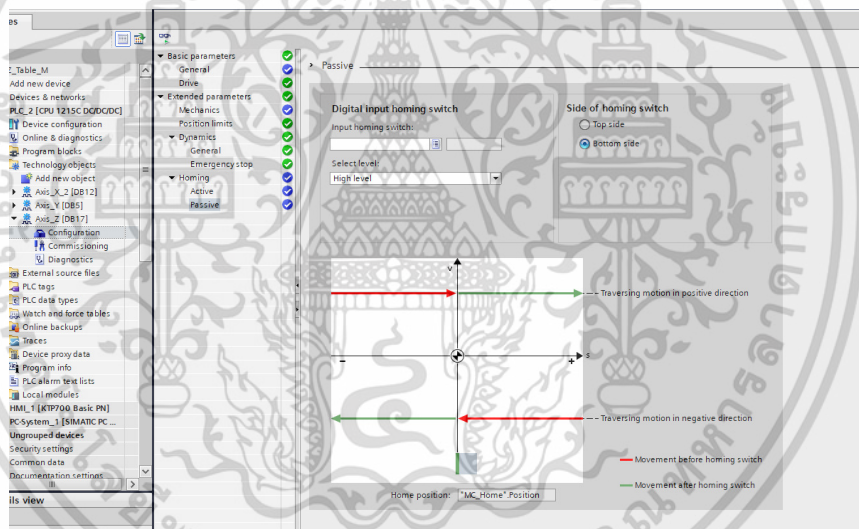


รูปที่ 3.36 การกำหนดค่า Homing Passive ใน Axis X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สวอนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.37 การกำหนดค่า Homing Passive ใน Axis Y



รูปที่ 3.38 การกำหนดค่า Homing Passive ใน Axis Z

### 3.4.3 การเขียนโปรแกรมลงพีแอลซี

สำหรับการเขียนโปรแกรมในโครงงานนี้ จะใช้ภาษา Ladder Diagram และ Function Block Diagram ในการเขียนโปรแกรมลงพีแอลซีเพื่อควบคุมกระบวนการให้เป็นไปตามต้องการ โดยโปรแกรมประกอบด้วย 2 ส่วนคือส่วนการคำนวณข้อมูลชุดพิกัดจุดเพื่อจัดเก็บใน Data Block และส่วนควบคุมแกนประสานของเครื่องจักรโดยมีกระบวนการความคิดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการควบคุมแกนประสานของเครื่องจักรมีด้วยกัน 2 แบบ คือการควบคุมแกนประสานด้วยตัวเอง (Manual Jogging) และการควบคุมแกนประสานด้วยชุดข้อมูล (Manual Data Input) ในส่วนการควบคุมแกนประสานด้วยตัวเอง (Manual Jogging) เขียนโปรแกรมโดยใช้ Function Block MC\_MoveJog เพื่อกำหนดแกน ทิศทางและความเร็วสูงสุด ในส่วนการควบคุมแกนประสานด้วยชุดข้อมูล (Manual Data Input) เขียนโปรแกรมโดยใช้ Function Block MC\_Power เพื่อกำหนดการทำงานของระบบ Function Block MC\_MoveRelative เพื่อกำหนดแกน ระยะในการเคลื่อนที่และความเร็วในการเคลื่อนที่ Function Block MC\_ChangeDynamic เพื่อกำหนดแกนและเวลาในการเร่งถึงความเร็วสูงสุด

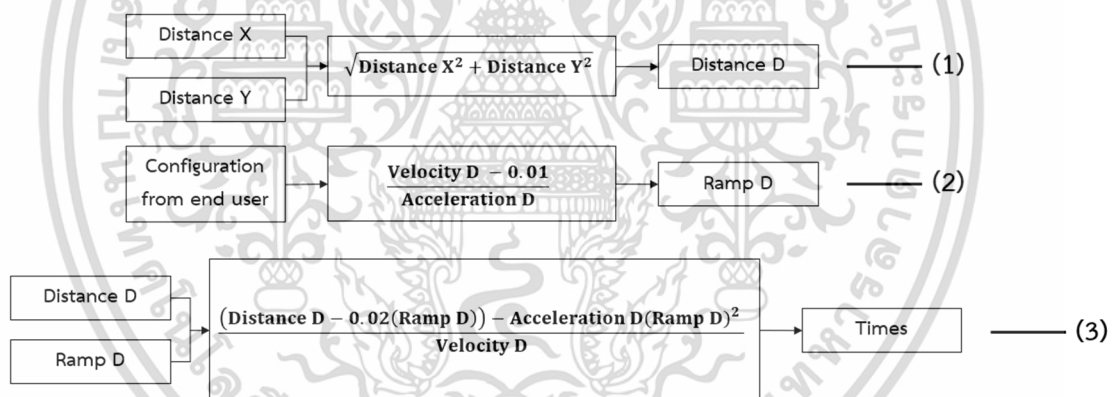
ส่วนการคำนวณเริ่มต้นจากได้ค่าระยะการเคลื่อนที่ (Distance X, Distance Y, Distance Z) แต่ละชุดถูกส่งผ่านข้อมูลโดยการอ้างอิงจาก PLC Tag มารอคำนวณที่ Function Block Calculate อ้างอิงจากรูปที่ 3.39 สมการที่ 1 ได้ระยะกระจัด (Distance D) เนื่องจากแกนประสานจะต้องเริ่มทำงานและหยุดทำงานพร้อมกัน ทำให้เวลาในการทำงานของทั้ง 2 แกนจะเท่ากัน (Times) และได้รับการกำหนดค่าความเร็วของแกนประสาน (Velocity D) และความเร่งของแกนประสาน (Acceleration D) จากผู้ใช้งาน คำนวณเพื่อหาเวลาในการเร่งความเร็วของแกนประสาน (Ramp D) อ้างอิงจากรูปที่ 3.39 สมการที่ 2 และสมการที่ 3 โดยแต่กรณีการคำนวณได้ค่าความเร็วและเวลาในการเร่งความเร็วของแต่ละแกน (Velocity X, Velocity Y, Ramp X, Ramp Y) อ้างอิงจากรูปที่ 3.40 และรูปที่ 3.41 สมการที่ 4 สมการที่ 5 สมการที่ 6 สมการที่ 7 สมการที่ 8 และสมการที่ 9 แล้วแต่กรณีของรูปแบบพิกัดจุด ค่าทั้งหมดที่ได้แต่ละชุดจะถูกจัดเก็บใน Data Block ที่สร้างไว้ใช้งานเป็น Array ตามลำดับพิกัดจุดโดยมีตัวชี้บอกลำดับอ้างอิงในการจัดเก็บ โดยรูปแบบพิกัดจุดแสดงดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 รูปแบบพิกัดจุดและคำอธิบาย

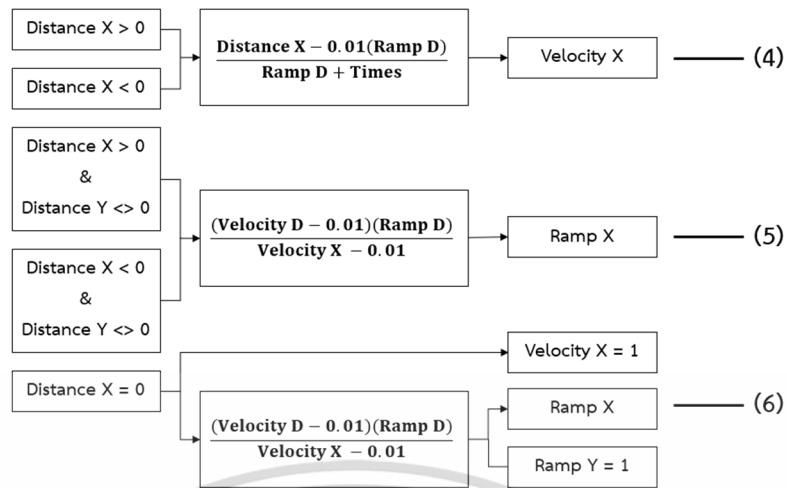
โอกาสที่	Distance X	Distance Y	Distance Z	คำอธิบาย
1	0	0	0	อยู่ที่จุดเริ่มต้น
2	0	0	+	แกน Z หมุนตามเข็มนาฬิกาได้ระยะ +Z
3	0	0	-	แกน Z หมุนตามเข็มนาฬิกาได้ระยะ -Z
4	+	0	0	แกน X หมุนตามเข็มนาฬิกาได้ระยะ +X
5	-	0	0	แกน X หมุนทวนเข็มนาฬิกาได้ระยะ -X
6	0	+	0	แกน Y หมุนตามเข็มนาฬิกาได้ระยะ +Y
7	0	-	0	แกน Y หมุนทวนเข็มนาฬิกาได้ระยะ -Y

โอกาสที่	Distance X	Distance Y	Distance Z	คำอธิบาย
8	+	+	0	แกน X หมุนตามเข็มนาฬิกาได้ระยะ +X แกน Y หมุนตามเข็มนาฬิกาได้ระยะ +Y
9	+	-	0	แกน X หมุนตามเข็มนาฬิกาได้ระยะ +X แกน Y หมุนทวนเข็มนาฬิกาได้ระยะ -Y
10	-	+	0	แกน X หมุนทวนเข็มนาฬิกาได้ระยะ -X แกน Y หมุนตามเข็มนาฬิกาได้ระยะ +Y
11	-	-	0	แกน X หมุนทวนเข็มนาฬิกาได้ระยะ -X แกน Y หมุนทวนเข็มนาฬิกาได้ระยะ -Y

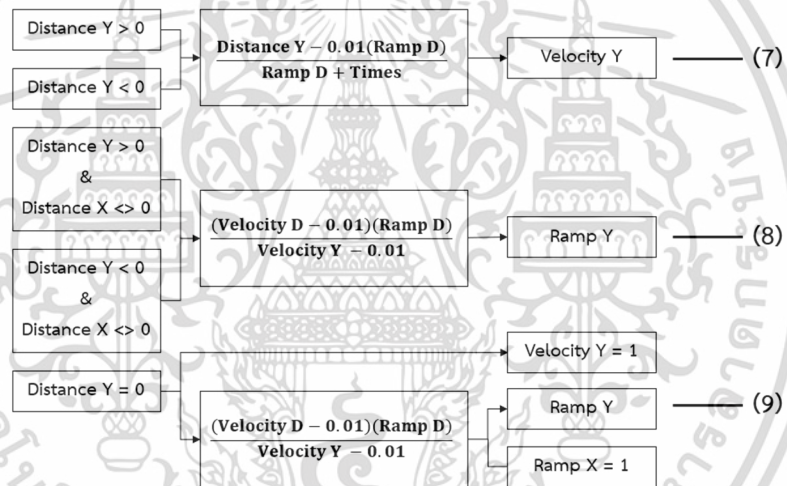
จากสมการที่ 2 การกำหนดค่าความเร็วของแกนประสาน (Velocity D) และความเร่งของแกนประสาน (Acceleration D) มีผลต่อเวลาในการเร่งถึงความเร็วสูงสุดของแกนประสาน (Ramp D)



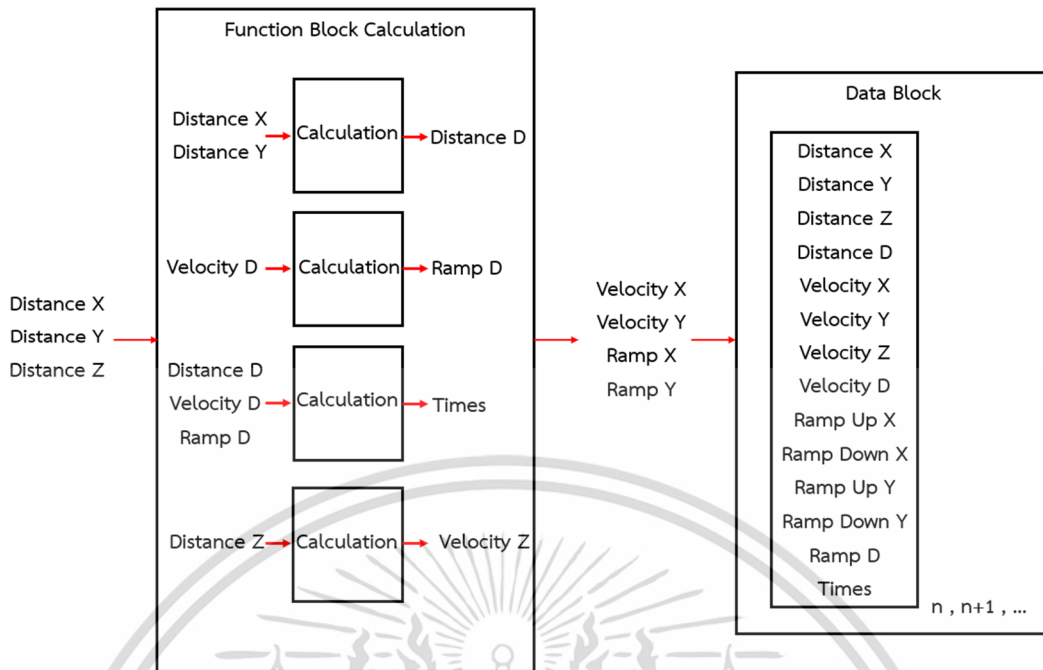
รูปที่ 3.39 สมการคำนวณสำหรับแกนประสาน



รูปที่ 3.40 สมการคำนวณสำหรับแกน X



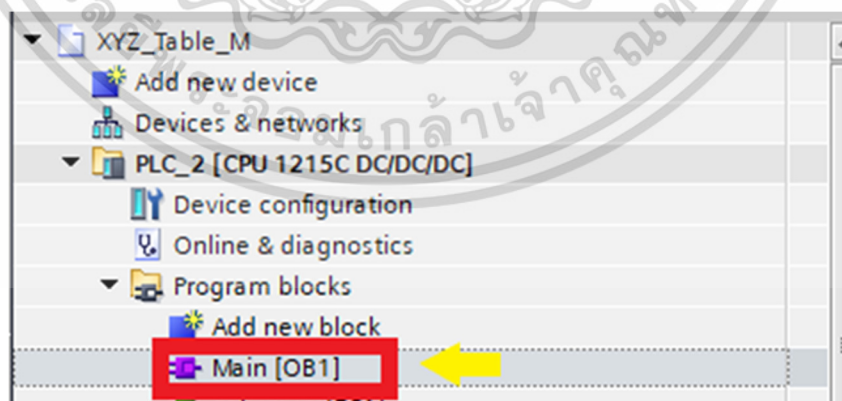
รูปที่ 3.41 สมการคำนวณสำหรับแกน Y



รูปที่ 3.42 การจัดเก็บข้อมูลการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรแกนประสาน

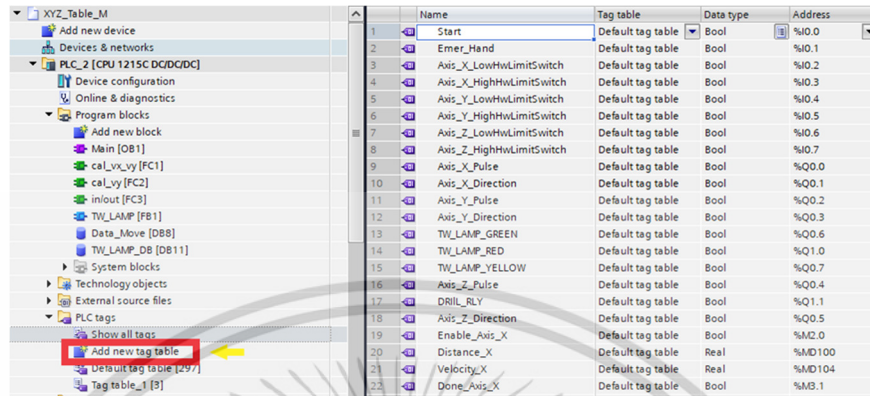
จากนั้นเขียนโปรแกรมการทำงานโดยให้เรียกใช้ค่าเป็นชุดข้อมูลจาก Data Block ที่ได้ทำการบันทึกข้อมูลการเคลื่อนที่ของเครื่องจักรแกนประสาน โดยมีขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

1. เริ่มต้นการเขียนโปรแกรม เลือก -> Program blocks -> Main [OB] เพื่อทำการเขียนโปรแกรม ดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 สำหรับการเขียนโปรแกรม

2. การกำหนด Tag name ของพีแอลซี กำหนด Tag เพื่อให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรม สามารถเพิ่ม Tag name ของพีแอลซีได้ โดยเลือก PLC Tags -> Add new tag table ดังรูปที่ 3.44

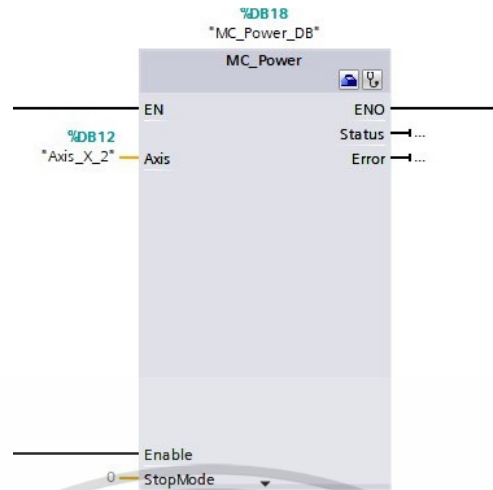


รูปที่ 3.44 การเพิ่ม Tag name ของพีแอลซี

3. เมื่อทำการกำหนด Tag name เสร็จแล้ว ก็สามารถเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการได้ โดยเข้าไปที่หน้า Main [OB] เพื่อทำการเขียนโปรแกรม เริ่มต้นจากการใช้ Function Block Motion Control

3.1 Function Block MC\_Power คือคำสั่งใช้ควบคุมการเคลื่อนไหว ใช้เพื่อเปิดหรือปิดการใช้งานของแกน โดยจะต้องได้รับการตั้งค่า The Positioning Axis Technology Object อย่างถูกต้องและไม่มีข้อผิดพลาดในการยับยั้งการเปิดใช้งานที่ค้างอยู่ มีพารามิเตอร์ที่ต้องกำหนดค่าได้แก่

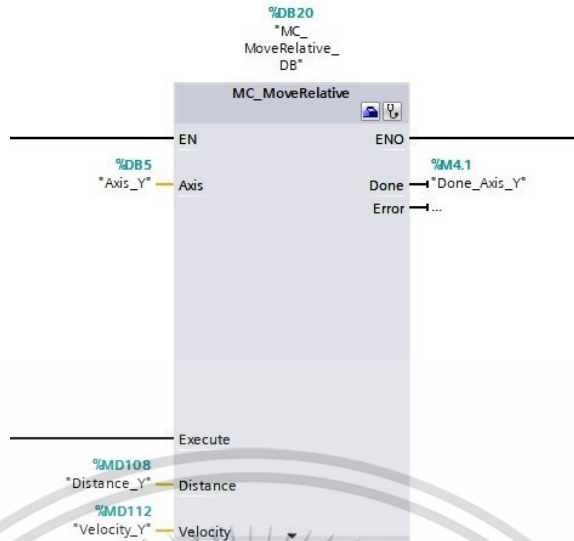
- Axis เป็นพารามิเตอร์อินพุตที่ใช้เลือกแกนของ Technology Object
- Enable เป็นพารามิเตอร์อินพุตซึ่งถ้าสัญญาณเป็น TRUE แกนจะถูกเปิดใช้งาน แต่ถ้าเป็น FALSE งานปัจจุบันทั้งหมดจะถูกขัดจังหวะตามการกำหนดค่า "StopMode" แกนจะหยุดและปิดการใช้งาน
  - StopMode เป็นพารามิเตอร์อินพุตจะแบ่งเป็นโหมดการทำงาน 3 โหมด คือ Emergency stop Immediate stop และ Emergency stop with jerk control
  - Status เป็นพารามิเตอร์เอาต์พุตเพื่อแสดงว่าแกนกำลังเปิดหรือปิดใช้งาน
  - Error เป็นพารามิเตอร์เอาต์พุตเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในคำสั่งการควบคุมการเคลื่อนไหว MC\_Power หรือใน Technology Objects ที่เกี่ยวข้อง สาเหตุของข้อผิดพลาดสามารถพบได้ในพารามิเตอร์ ErrorID และ ErrorInfo



รูปที่ 3.45 ภาพส่วนหนึ่งของการเขียน Ladder diagram ฟังก์ชัน MC\_Power

3.2 Function Block MC\_Move Relative คือคำสั่งการควบคุมการเคลื่อนไหว จะเริ่มการเคลื่อนที่ของตำแหน่งที่สัมพันธ์กับตำแหน่งเริ่มต้น โดยจะต้องได้รับการตั้งค่า The Positioning Axis Technology Object อย่างถูกต้องและแกนถูกเปิดใช้งาน มีพารามิเตอร์ที่ต้องกำหนดค่าได้แก่

- Axis เป็นพารามิเตอร์อินพุตที่ใช้เลือกแกนของ Technology Object
- Execute เป็นพารามิเตอร์อินพุตใช้เริ่มต้นคำสั่งด้วย Positive edge
- Distance เป็นพารามิเตอร์อินพุตระยะการเดินทางสำหรับการกำหนดตำแหน่ง
- Velocity เป็นพารามิเตอร์อินพุตกำหนดความเร็วของแกน
- Done เป็นพารามิเตอร์เอาต์พุตเพื่อแสดงว่าถึงเป้าหมาย
- Error เป็นพารามิเตอร์เอาต์พุตเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในคำสั่งการควบคุมการเคลื่อนไหว MC\_Move หรือใน Technology Objects ที่เกี่ยวข้อง สาเหตุของข้อผิดพลาดสามารถพบได้ในพารามิเตอร์ ErrorID และ ErrorInfo



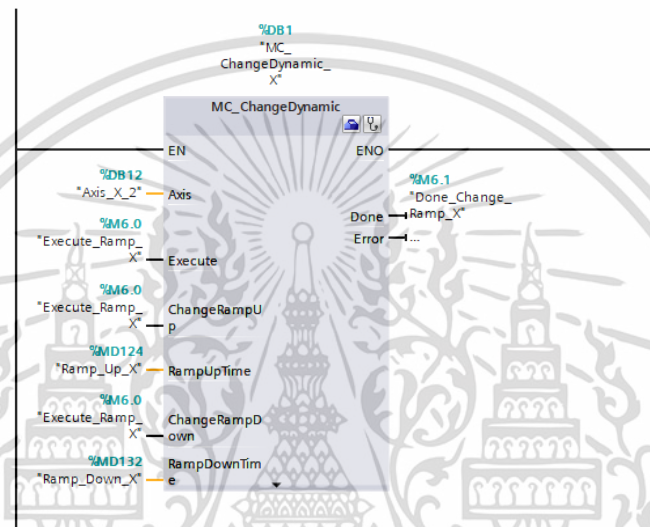
รูปที่ 3.46 ภาพส่วนหนึ่งของการเขียน Ladder diagram ฟังก์ชัน MC\_MoveRelative

3.3 Function Block MC\_ChangeDynamic คือคำสั่งการควบคุมการเคลื่อน ไหว และช่วยให้เปลี่ยนการตั้งค่าของระยะเวลาในการเร่งของแกน ได้แก่ค่า Ramp-up time และ Ramp-down time โดยจะต้องได้รับการตั้งค่า The Positioning Axis Technology Object อย่างถูกต้อง มีพารามิเตอร์ที่ต้องกำหนดค่าได้แก่

- Axis เป็นพารามิเตอร์อินพุตที่ใช้เลือกแกนของ Technology Object
- Execute เป็นพารามิเตอร์อินพุตใช้เริ่มต้นคำสั่งด้วย Positive edge
- ChangeRampUp เป็นพารามิเตอร์อินพุตเปลี่ยนเวลา Ramp-up เพื่อ สอดคล้องกับพารามิเตอร์อินพุต RampUpTime
  - RampUpTime เป็นพารามิเตอร์อินพุตเวลา (เป็นวินาที) เพื่อเร่งแกนจากหยุดนิ่งเพื่อกำหนดความเร็วสูงสุด
- ChangeRampDown เป็นพารามิเตอร์อินพุตเปลี่ยนเวลา Ramp-down เพื่อ สอดคล้องกับพารามิเตอร์อินพุต RampDownTime
  - RampDownTime เป็นพารามิเตอร์อินพุตเวลา (เป็นวินาที) เพื่อชะลอแกน จากความเร็วสูงสุดที่กำหนดไว้จนถึงหยุดนิ่ง

- Done เป็นพารามิเตอร์เอาต์พุตค่าที่เปลี่ยนแปลงได้ถูกเขียนไปยัง Technology data block คำอธิบายของแท็กจะแสดงเมื่อการเปลี่ยนแปลงมีผลบังคับใช้

- Error เป็นพารามิเตอร์เอาต์พุตเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในคำสั่งการควบคุมการเคลื่อนไหว MC\_Power หรือใน Technology Objects ที่เกี่ยวข้อง สาเหตุของข้อผิดพลาดสามารถพบได้ในพารามิเตอร์ ErrorID และ ErrorInfo

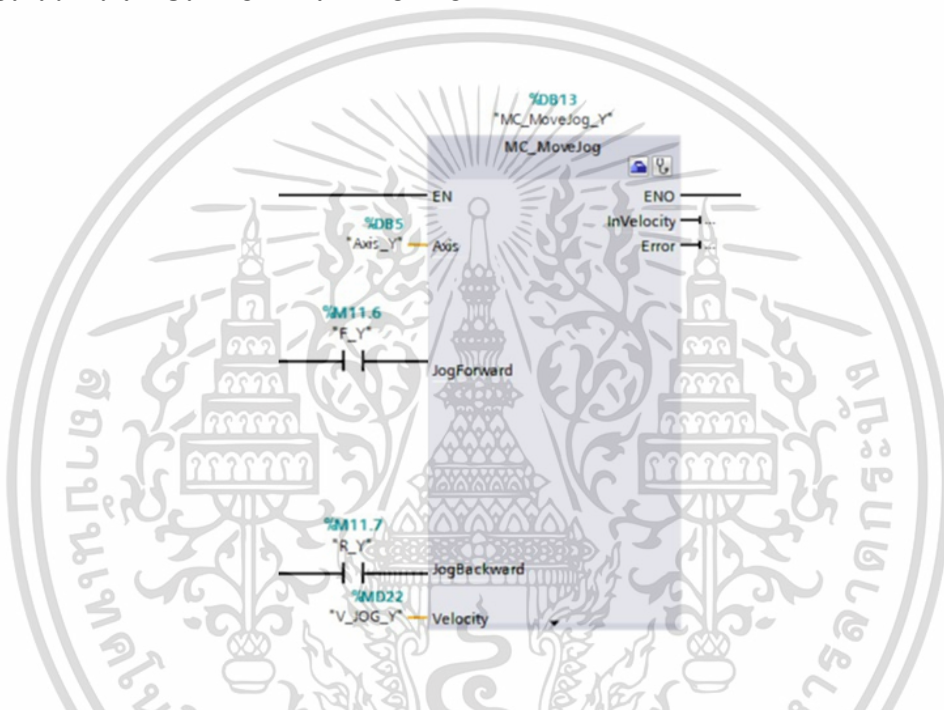


รูปที่ 3.47 ภาพส่วนหนึ่งของการเขียน Ladder diagram ฟังก์ชัน MC\_ChangeDynamic

3.4 Function Block MC\_MoveJog คือคำสั่งการควบคุมการเคลื่อนไหว จะเคลื่อนที่แกนอย่างต่อเนื่องที่ความเร็วที่ระบุในโหมด Jog การใช้คำสั่งการควบคุมการเคลื่อนไหว เริ่มต้น โดยจะต้องได้รับการตั้งค่า The Positioning Axis Technology Object อย่างถูกต้องและแกนถูกเปิดใช้งาน มีพารามิเตอร์ที่ต้องกำหนดค่าได้แก่

- Axis เป็นพารามิเตอร์อินพุตที่ใช้เลือกแกนของ Technology Object
- JogForward เป็นพารามิเตอร์อินพุตซึ่งตราบใดที่พารามิเตอร์เป็น TRUE แกนก็จะเคลื่อนที่ไปในทิศทางบวกที่ความเร็วที่ระบุในพารามิเตอร์ Velocity
- JogBackward เป็นพารามิเตอร์อินพุตซึ่งตราบใดที่พารามิเตอร์เป็น TRUE แกนจะเคลื่อนที่ไปในทิศทางลบตามความเร็วที่ระบุในพารามิเตอร์ Velocity

- Velocity เป็นพารามิเตอร์อินพุตที่กำหนดความเร็วไว้ล่วงหน้าสำหรับโหมด Jog
- InVelocity เป็นพารามิเตอร์เอาต์พุตแสดงความเร็วที่ระบุในพารามิเตอร์ Velocity ถึงแล้ว
- Error เป็นพารามิเตอร์เอาต์พุตเมื่อเกิดข้อผิดพลาดในคำสั่งการควบคุมการเคลื่อนไหว MC\_Power หรือใน Technology Object ที่เกี่ยวข้อง สาเหตุของข้อผิดพลาดสามารถพบได้ในพารามิเตอร์ ErrorID และ ErrorInfo



รูปที่ 3.48 ภาพส่วนหนึ่งของการเขียน Ladder diagram ฟังก์ชัน MC\_MoveJog

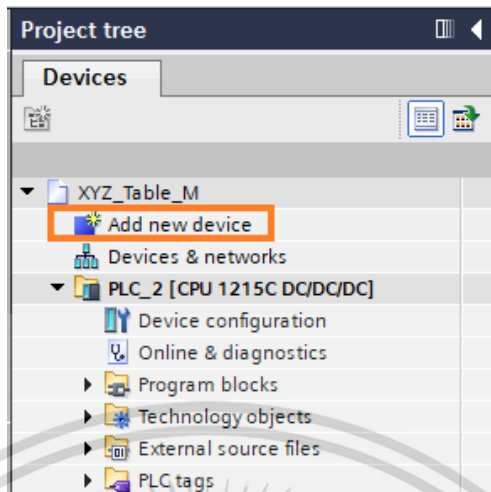
### 3.5 การดำเนินงานออกแบบเอชเอ็มไอด้วยโปรแกรม WinCC

การดำเนินงานออกแบบเอชเอ็มไอด้วยโปรแกรม WinCC มี 2 ส่วน ส่วนแรกคือการออกแบบหน้าจอแสดงผลและควบคุม ส่วนที่สองคือการเขียน Script อับโหลดไฟล์ G-Code ซึ่งมีรายละเอียดขั้นตอนการดำเนินงานดังต่อไปนี้

#### 3.5.1 การเพิ่มหน้าจอเอชเอ็มไอบนคอมพิวเตอร์

โดยมีขั้นตอนการสร้างโปรเจกต์ดังนี้

1. Add new device ดังรูปที่ 3.49

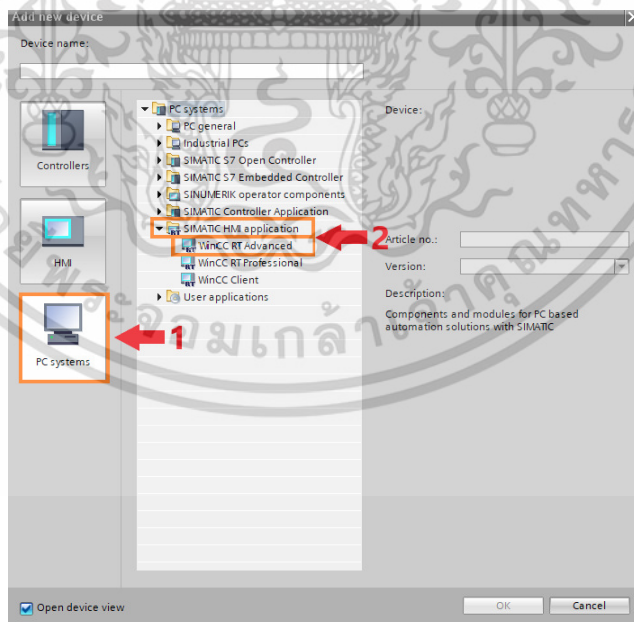


รูปที่ 3.49 การ Add new device

2. คลิกที่ PC system เพื่อสร้างโปรเจกต์ขึ้นมาใหม่

3. เลือก SIMATIC HMI application -> WinCC RT Advanced ดังรูปที่ 3.50 โดย

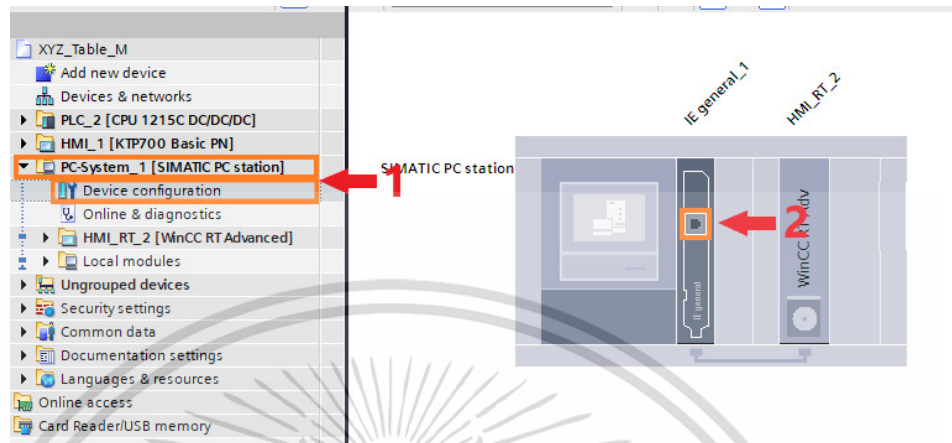
ที่ Device name : ชื่อโปรเจกต์ที่ต้องการตั้ง คลิกที่ OK เพื่อสร้างโปรเจกต์ขึ้นมาใหม่



รูปที่ 3.50 การเลือก HMI application

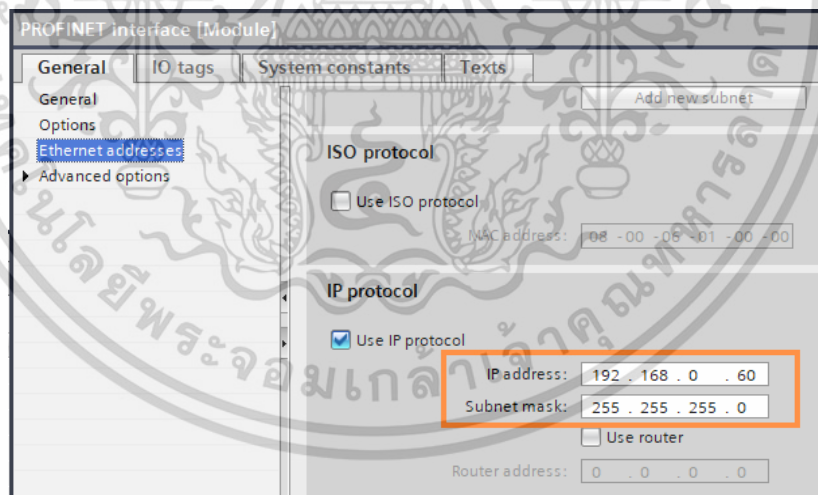
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อได้โปรเจกต์ที่สร้างแล้ว ให้ทำการเลือก Device Configuration -> IE general\_1 ดังรูปที่ 3.51



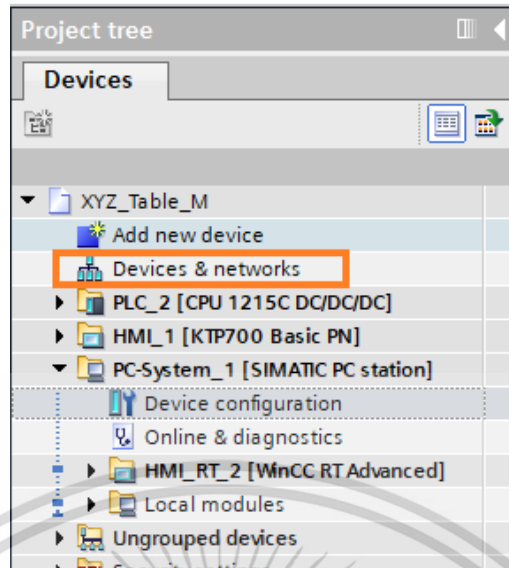
รูปที่ 3.51 หน้าจอแสดงผลการเลือก Device configuration

5. เมื่อคลิกเข้าไปที่ IE\_general\_1 แล้ว ให้ทำการเลือก General -> Ethernet Addresses เพื่อทำการตั้ง IP Address ดังรูปที่ 3.52

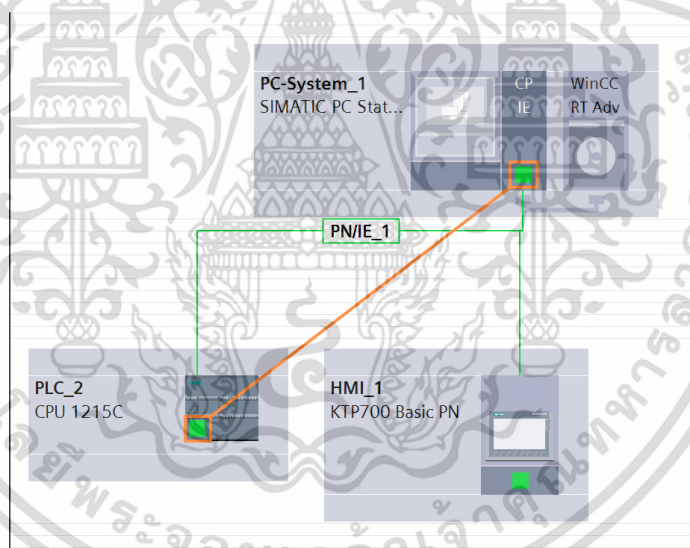


รูปที่ 3.52 การตั้ง Ethernet Addresses

6. ทำการเลือก Device & networks เพื่อทำการเชื่อมต่อพอร์ตให้เป็นเครือข่ายเดียวกันเดียวกันระหว่าง PC System กับพีแอลซีดังรูปที่ 3.53 และรูปที่ 3.54



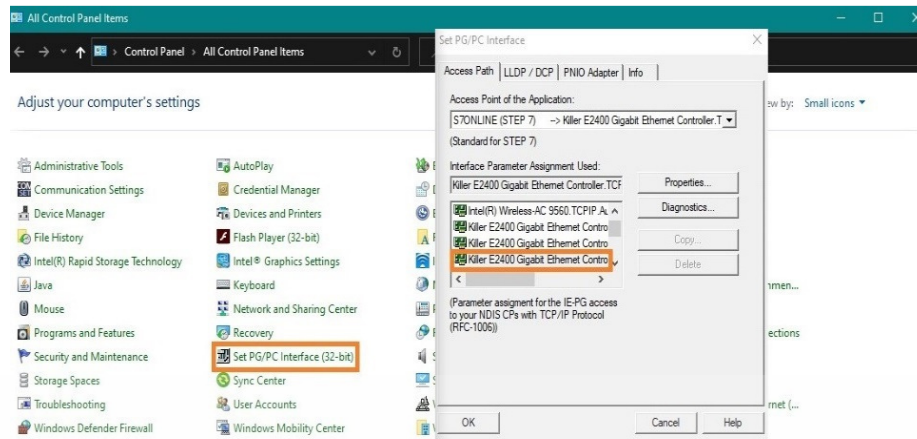
รูปที่ 3.53 การเลือก Device & networks



รูปที่ 3.54 การเชื่อมต่อระหว่าง PC System กับพีแอลซี

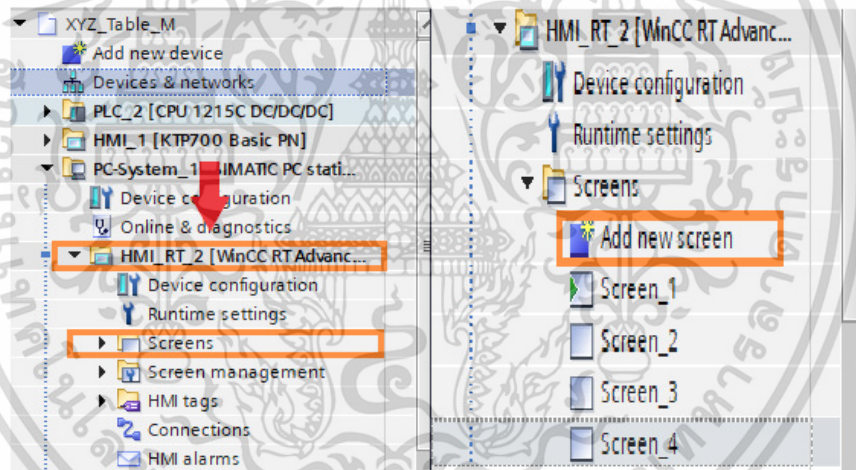
7. เมื่อทำการเชื่อมต่อพอร์ตระหว่าง PC กับพีแอลซี เสร็จให้ตั้งค่าพอร์ตของ PC โดยไปที่ Control Panel -> Set PG/PC Interface (32bit) ดังรูปที่ 3.55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



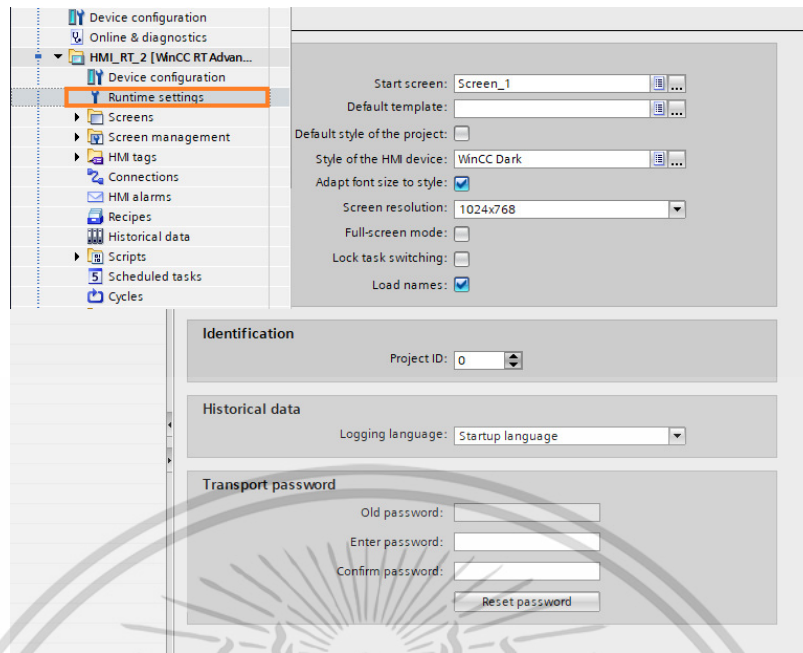
รูปที่ 3.55 การเลือก Set PG/PC Interface (32bit) ของ PC

8. การสร้างหน้าจอสำหรับการควบคุมและแสดงผลโดยทำการเลือก HMI\_RT\_2 (WinCC RT Advanced) -> Screens -> Add new screen ดังรูปที่ 3.56



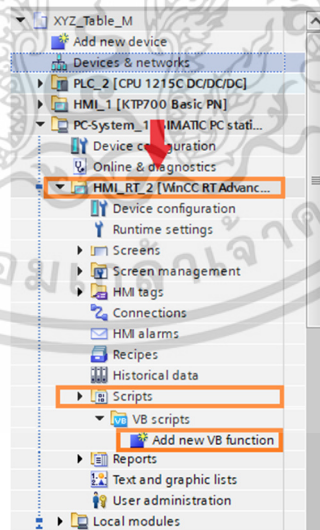
รูปที่ 3.56 การเลือกสร้างหน้าจอสำหรับการควบคุมและแสดงผล

9. การตั้งค่าหน้าจอสำหรับการควบคุมและแสดงผลให้เหมาะสมโดยทำการเลือก HMI\_RT\_2 (WinCC RT Advanced) -> Runtime settings ดังรูปที่ 3.57



รูปที่ 3.57 การตั้งค่าหน้าจอควบคุมและแสดงผล

10. การสร้างหน้า Script สำหรับเขียนการทำงานควบคุม โดยทำการเลือก HMI\_RT\_2 (WinCC RT Advanced) -> Scripts -> VB script -> Add new VB function ดังรูปที่ 3.58



รูปที่ 3.58 การเลือกสร้างหน้า VB Script

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

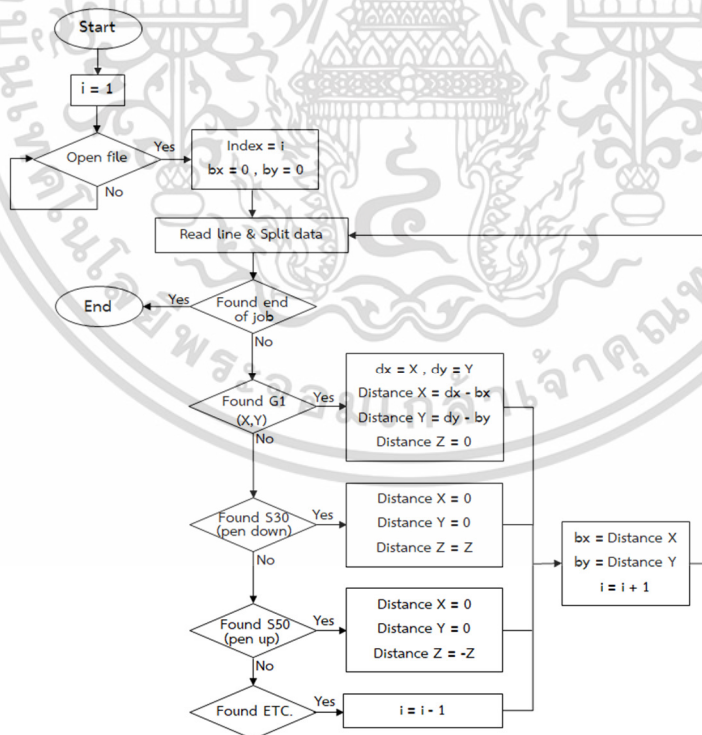
### 3.5.2 การประกาศ HMI tag

โดยทั่วไปจะประกาศ tag name ใน HMI tag ให้ตรงกับ PLC tag เพื่อความสะดวกในการใช้ tag name นั้น ๆ ในการออกแบบหน้าจอควบคุมและแสดงผล ดังรูปที่ 3.59

Name	Tag table	Data type	Connection	PLC name	PLC tag
A_Max	Default tag table	Bool	HMI_Conne...	PLC_2	A_Max
bank_1	Default tag table	WString	<Internal tag>		<Undefined>
BREAKSTEP	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	PLC_2	BREAKSTEP
Buffer_D_Z	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Buffer_D_Z
Buffer_Distance_D	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Buffer_Distance_D
Buffer_Distance_X	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Buffer_Distance_X
Buffer_Distance_Y	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Buffer_Distance_Y
Buffer_Distance_Z	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Buffer_Distance_Z
Buffer_R_X	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Buffer_R_X
Buffer_R_Y	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Buffer_R_Y
Buffer_V_D	Default tag table	Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Buffer_V_D
BUT_HOME	Default tag table	Bool	HMI_Connectio...	PLC_2	BUT_HOME
Count_RUN_MEM	Default tag table	DWord	HMI_Connectio...	PLC_2	Count_RUN_MEM
Data_Move_A_D	Default tag table	Array [0..999] of Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Data_Move_A_D
Data_Move_Distance_D	Default tag table	Array [0..999] of Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Data_Move.Distance_D
Data_Move_Distance_X	Default tag table	Array [0..999] of Real	HMI_Connectio...	PLC_2	Data_Move.Distance_X

รูปที่ 3.59 ตาราง HMI tag

### 3.5.3 การเขียน VB Script ใน WinCC

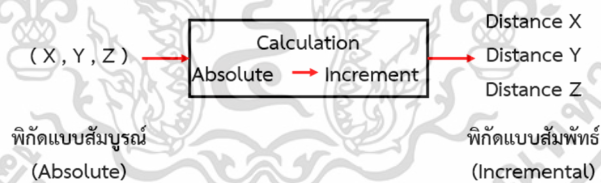


รูปที่ 3.60 flowchart VB Script ในการนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

WinCC 7.x นั้น ผู้ใช้งานสามารถเลือกเขียน Script ได้ทั้งแบบ C Script และแบบ VB Script ซึ่งไม่ได้มีข้อจำกัดว่าคำสั่งไหนต้องเขียนด้วยแบบใด สามารถเลือกใช้ได้ตามความถนัดของแต่ละคน โดยสิ่งที่ต้องเรียนรู้คือ syntax ของการใช้งานในแต่ละภาษา ซึ่งในโครงการนี้จะเลือกเขียนเป็น VB Script และนี่คือ Flowchart ในการเขียน VB Script ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-code

แนวคิดในการเขียน VB Script เพื่อนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-Code คือเริ่มต้นจากการสร้างไดอะล็อก Open Text File เพื่อเปิดอ่านไฟล์ G-Code โดยวิธีการอ่านข้อมูลที่ละบรรทัดพร้อมกระจายข้อมูลออกเป็นชุด แล้วเก็บเฉพาะข้อมูลที่ต้องการนั่นคือพิกัดจุด (X, Y, Z) เรียกการกำหนดพิกัดแบบนี้ว่าการกำหนดพิกัดแบบสัมบูรณ์ (Absolute) คือ การเคลื่อนที่จากพิกัดหนึ่งไปยังพิกัดหนึ่งโดยใช้จุดอ้างอิงเดียวกัน แต่ในการคำนวณใน Function Block Calculation โปรแกรม TIA Portal ต้องใช้ระยะจากพิกัดหนึ่งไปยังพิกัดหนึ่งโดยใช้ระยะปัจจุบันเป็นจุดอ้างอิงซึ่งเรียกการกำหนดพิกัดแบบนี้ว่า การกำหนดพิกัดแบบสัมพัทธ์ (Incremental) เมื่อได้ค่าระยะแต่ละพิกัด (Distance X, Distance Y, Distance Z) จากนั้นทำการอ้างอิงค่าที่ได้ไปยัง PLC Tag เพื่อนำเข้าไปคำนวณใน Function Block Calculation ในโปรแกรม TIA Portal ต่อไป การทำงานวนรอบอาจทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนของเวลาในการทำงานของตัวประมวลผลกลางของพีแอลซีและคอมพิวเตอร์ในส่วนนี้ จำเป็นจะต้องเขียนฟังก์ชันช่วงเวลาในส่วนของการพิจารณาข้อมูลเพื่อไม่ให้เกิดการผิดพลาดในการส่งต่อข้อมูล



รูปที่ 3.61 การเปลี่ยนรูปแบบการพิกัดจุด

```

1 Sub VBFunction_3()
2 Dim dir
3 Dim fo
4 Dim count
5 count = 0
6 Dim mode
7 Dim data
8 Dim objectFSO
9 Dim intCnt( )
10 Dim x
11 Dim y
12 Dim z
13 Dim A
14
15 Dim line
16 Dim i
17 Dim j
18 Dim u
19
20 i=1
21
22 Const msoFileDialogFilePicker = 3
23 Dim GetSelectedFileName
24 dir = CreateObject( "Script.Shell" ).SpecialFolders( "Desktop" )
25 Dim objDialog
26
27 Set objDialog = CreateObject("Word.Application")
28
29 objDialog.Visible = False
30 Dim objOpenDialog
31 Set objOpenDialog = _
32 objDialog.Application.FileDialog( _
33 msoFileDialogFilePicker)
34 With objOpenDialog
35 .Title = "Select File:"
36 .AllowMultiSelect = False
37 .InitialFileName = dir
38 .Filters.Clear
39
40 If .Show And .SelectedItems.Count>0 Then
41 GetSelectedFileName = .SelectedItems(1)
42 HmiRuntime.Trace "Selected file is " + GetSelectedFileName + vbCrLf
43 End If
44 End With
45
46 Set objectFSO = CreateObject("Scripting.FileSystemObject")
47 Set fo = objectFSO.OpenTextFile(GetSelectedFileName, 1)
48 Dim testarray(10)
49 Dim bx
50 bx=0
51 Dim by
52 by=0
53 Dim data_1
54 Dim dv

```

รูปที่ 3.62 VB Script ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-code (1)

```

55 dx=0
56 Dim dy
57 dy=0
58
59 Dim Buffer_Notepad_X
60 Dim Buffer_Notepad_Y
61
62
63 Do Until fo.AtEndOfStream
64 data=fo.ReadLine
65
66 SmartTags("index_buffer")=1
67
68
69 If InStr(data, "G") <> 0 Then
70 data_1=Split(data," ")
71 SmartTags("X,Y,Z,V1")=0
72
73
74
75 dx=Mid(data_1(1),3,10)
76 dy=Mid(data_1(2),3,10)
77 Buffer_Notepad_X=dx-bx
78 Buffer_Notepad_Y=dy-by
79
80
81 SmartTags("Buffer_Distance_X")=Buffer_Notepad_X
82 SmartTags("Buffer_Distance_Y")=Buffer_Notepad_Y
83 SmartTags("Buffer_V_D")=20
84 SmartTags("Buffer_D_Z")=0
85 SmartTags("X,Y,Z,V1")=1
86
87 Dim dteWait
88 dteWait = DateAdd("s", 1, Now())
89 Do Until (Now() > dteWait)
90
91 Loop
92
93 SmartTags("X,Y,Z,V1")=0
94
95 ElseIf InStr(data, "S30") <> 0 Then 'pen down
96 data_1=Split(data," ")
97 SmartTags("X,Y,Z,V1")=0
98 SmartTags("Buffer_D_Z")=29.7
99 SmartTags("Buffer_Distance_X")=0
100 SmartTags("Buffer_Distance_Y")=0
101 SmartTags("Buffer_V_D")=20
102 SmartTags("X,Y,Z,V1")=1
103
104 dteWait = DateAdd("s", 1, Now())
105 Do Until (Now() > dteWait)
106
107 Loop
108 SmartTags("X,Y,Z,V1")=0

```

รูปที่ 3.63 VB Script ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-code (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ เว้นแต่ในกรณีที่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์เท่านั้น เมื่อผู้เผยแพร่เห็นว่าเป็นประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

109
110 Elseif InStr(data, "S50") <> 0 Then 'pen up
111 data_i=Split(data, " ")
112 SmartTags("X,Y,Z,V1")=0
113 SmartTags("Buffer_D")=-29.7
114 SmartTags("Buffer_Distance_X")=0
115 SmartTags("Buffer_Distance_Y")=0
116 SmartTags("Buffer_V_D")=20
117 SmartTags("X,Y,Z,V1")=1
118 dteWait = DateAdd("s", 1, Now())
119 Do Until (Now() > dteWait)
120
121 Loop
122 SmartTags("X,Y,Z,V1")=0
123
124 Elseif InStr(data, "(end of print job)") <> 0 Then 'finish point
125
126 SmartTags("X,Y,Z,V1")=0
127
128
129 Buffer_Notepad_X=0-bx
130 Buffer_Notepad_Y=0-by
131
132 SmartTags("Buffer_Distance_X")=Buffer_Notepad_X
133 SmartTags("Buffer_Distance_Y")=Buffer_Notepad_Y
134 SmartTags("Buffer_V_D")=20
135 SmartTags("X,Y,Z,V1")=1
136 dteWait = DateAdd("s", 1, Now())
137 Do Until (Now() > dteWait)
138
139 Loop
140 SmartTags("X,Y,Z,V1")=0
141 Set fo = Nothing
142
143 Else
144 i=i-1
145
146 End If
147 bx=dx
148 by=dy
149 i=i+1
150
151 SmartTags ("Part_1") = SmartTags ("percentofwork")
152 SmartTags("TEC_Counter_0_SEQUENT_CV")=1
153
154 Loop
155
156 Set fo = Nothing
157
158 If Err.Number <> 0 Then
159 ShowSystemAlarm "Error ! " & CStr(Err.Number) & " " & Err.Description
160 Err.Clear
161 Exit Sub
162 End If

```

รูปที่ 3.64 VB Script ในส่วนของการนำเข้าข้อมูลไฟล์ G-code (3)

เมื่อทำการเขียน VB Script เสร็จเรียบร้อยแล้ว วางปุ่มกดธรรมดาเพื่อให้เห็นข้อความตามที่กำหนดไว้ โดยเลือกที่ตัวปุ่มกดแล้วไปที่ Events -> click จากนั้นทำการติดตั้ง Action VB Script ในหน้า Screen ที่ได้ออกแบบไว้แล้ว เพื่อ Active function VB Script ดังรูปที่ 3.65



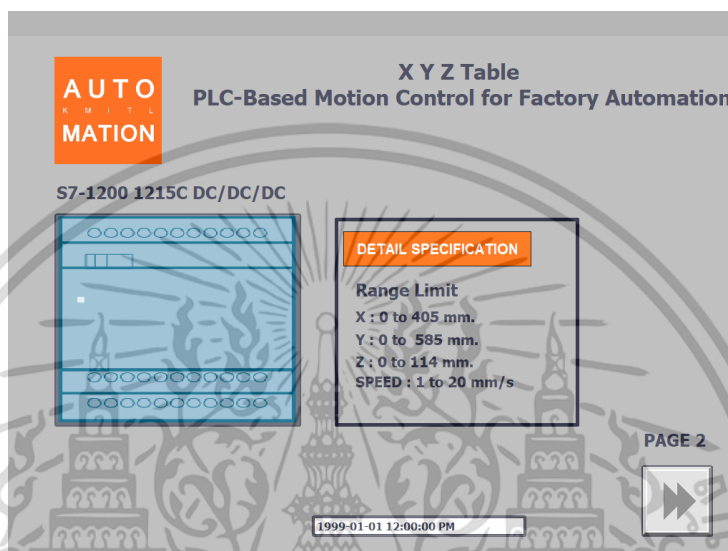
รูปที่ 3.65 การติดตั้ง Action VB Script ของปุ่ม UPLOAD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้จัดทำเห็นประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.5.4 การออกแบบหน้าจอควบคุมและแสดงผล

การออกแบบหน้าจอควบคุมและแสดงผลมีด้วยกัน 3 ส่วน ได้แก่ หน้าจอแสดงผล Home WorkStation หน้าจอแสดงผลและควบคุมในส่วนของ Jogging หน้าจอแสดงผลและควบคุมในส่วนของ Using G-code file ในแต่ละส่วนมีรายละเอียดดังนี้

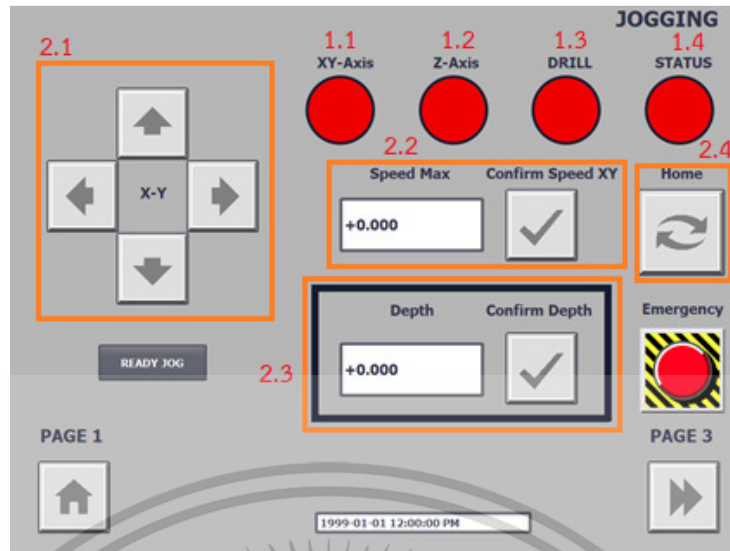
#### 1. หน้าจอส่วน Home



รูปที่ 3.66 หน้าจอแสดงผล Home WorkStation

Home WorkStation แสดงชื่อโปรเจกต์ รุ่นของพีแอลซี และ รายละเอียดขอบเขตของพื้นที่ในการตัดชิ้นงาน

#### 2. หน้าจอส่วน Jogging



รูปที่ 3.67 หน้าจอแสดงผลและควบคุมในส่วนของ Jogging Operator Workstation Jogging แบ่งเป็น 2 ส่วนได้แก่

2.1 ส่วนแสดงการทำงานของเครื่องจักรแบบ Real Time โดยมีหลอดไฟแสดงสถานะของ XY-Axis , Z-Axis , Drill และ Status โดย

- XY-Axis หมายถึง สถานะของการทำงานในระนาบ XY
- Z-Axis หมายถึง สถานะของการทำงานในแกน Z
- Drill หมายถึง สถานะของการทำงานของเครื่องเจาะ
- Status หมายถึง สถานะของการทำงานของเครื่องจักร

ตารางที่ 3.2 แสดงความหมายสีหลอดไฟของ Operator Workstation Jogging

สถานะหลอดไฟ	ความหมาย
สีแดง	ยังไม่ทำงาน
สีเหลือง	กำลังทำงาน
สีเขียว	ทำงานเสร็จ

2.2 ส่วนแสดงการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร โดยจะแบ่งเป็น 3 ส่วน ได้แก่

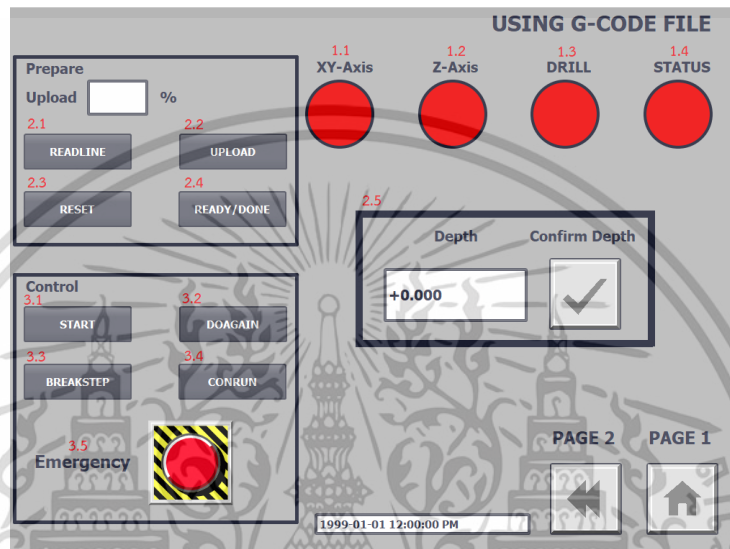
- ปุ่มเลือกทิศทาง หมายถึง ปุ่มสำหรับการเคลื่อนที่ในระนาบ XY แบบ

manual

- ปุ่ม Speed max หมายถึง ปุ่มสำหรับป้อนค่า speed ของการเคลื่อนที่ใน  
ระนาบ XY

- ปุ่ม Depth หมายถึง ปุ่มสำหรับตั้งค่าระยะลงแกน Z
- ปุ่ม Home หมายถึง ปุ่มสำหรับเซตกลับไปจุดเริ่มต้น

### 3. หน้าจอส่วน Using G-code file



รูปที่ 3.68 หน้าจอแสดงผลและควบคุมในส่วนของ Using G-code file

Operator Workstation Using G-code file แบ่งเป็น 3 ส่วนดังนี้

3.1 ส่วนแสดงการทำงานของเครื่องจักรแบบ Real Time โดยมีหลอดไฟแสดงสถานะของ XY-Axis, Z-Axis, Drill และ Status โดย

- XY-Axis หมายถึง สถานะของการทำงานในระนาบ XY
- Z-Axis หมายถึง สถานะของการทำงานในแกน Z
- Drill หมายถึง สถานะของการทำงานของเครื่องเจาะ
- Status หมายถึง สถานะของการทำงานของเครื่องจักร

### ตารางที่ 3.3 แสดงความหมายสีหลอดไฟของ Operator Workstation Using G-code file

สถานะหลอดไฟ	ความหมาย
สีแดง	ยังไม่ทำงาน
สีเหลือง	กำลังทำงาน
สีเขียว	ทำงานเสร็จ

### 3.2 ส่วนแสดงการนำเข้า File G-code

- ปุ่ม READLINE หมายถึง ปุ่มสำหรับอ่านจำนวนบรรทัดไฟล์ G-code
- ปุ่ม UPLOAD หมายถึง ปุ่มสำหรับอัปโหลดไฟล์ G-code
- ปุ่ม RESET หมายถึง ปุ่มสำหรับเซ็ตค่าเป็นค่าเริ่มต้น
- ปุ่ม READY/DONE หมายถึง ปุ่มสำหรับเตรียมความพร้อมเริ่มต้นหรือเสร็จการทำงาน
- ปุ่ม Depth หมายถึง ปุ่มสำหรับตั้งค่าระยะลงแกน Z

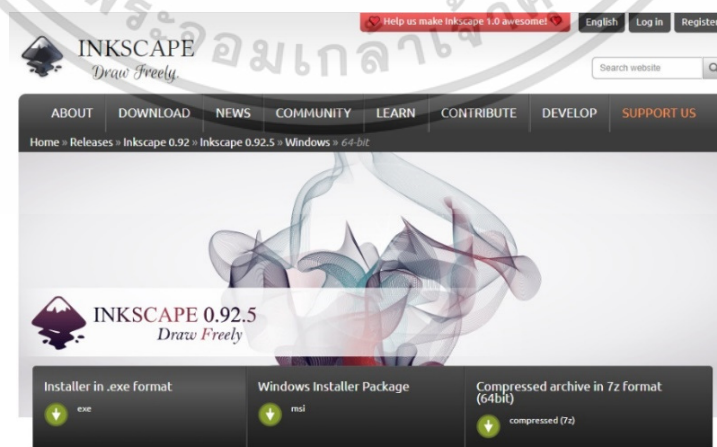
### 3.3 ส่วนแสดงการควบคุมการทำงานของเครื่องจักร

- ปุ่ม START หมายถึง ปุ่มสำหรับเริ่มทำงานเครื่องจักร
- ปุ่ม DOAGAIN หมายถึง ปุ่มสำหรับทำงานซ้ำแบบเดิมอีกครั้ง
- ปุ่ม BREAKSTEP หมายถึง ปุ่มสำหรับเบรกสตีปการทำงาน
- ปุ่ม CONRUN หมายถึง ปุ่มสำหรับการทำงานต่อหลังจากเบรกสตีปการทำงาน
- ปุ่ม Emergency หมายถึง ปุ่มสำหรับหยุดการทำงานของเครื่องจักรพร้อมตั้งค่าข้อมูลเป็นค่าเริ่มต้นทั้งหมด

### 3.6 การดำเนินงานออกแบบชิ้นงานด้วยโปรแกรม Inkscape

ขั้นตอนนี้จะอธิบายถึงการติดตั้งโปรแกรมและออกแบบชิ้นงาน โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

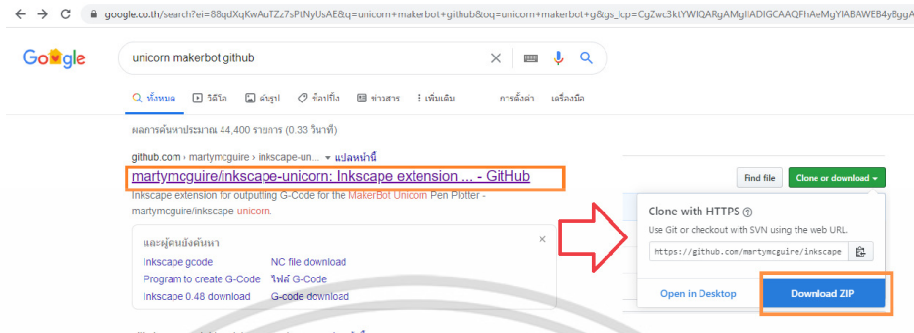
1. ดาวน์โหลดโปรแกรมได้ที่ <https://inkscape.org/> สามารถใช้งานบน Windows, Mac และแม้กระทั่งบนระบบปฏิบัติการบน Linux ดังรูปที่ 3.69



รูปที่ 3.69 เบราร์เซอร์ดาวน์โหลดโปรแกรม Inkscape

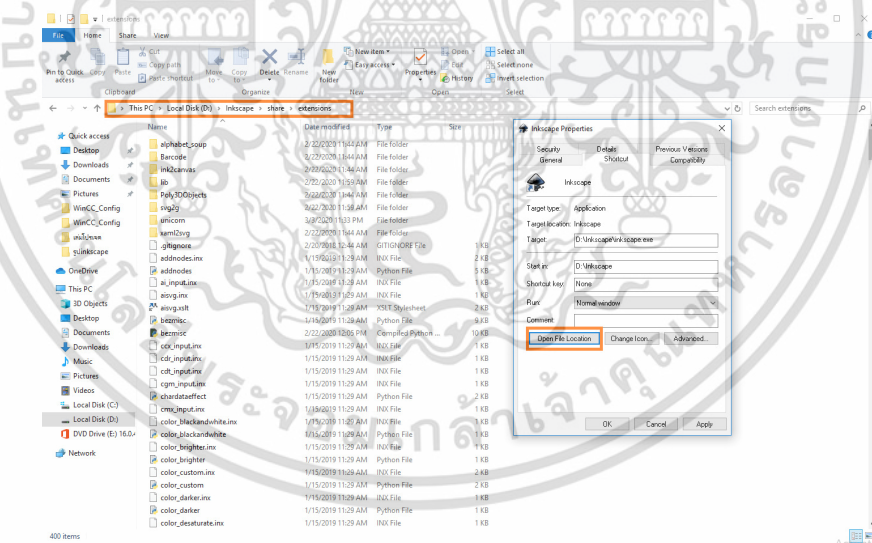
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. จากนั้นให้ทำการดาวน์โหลดและติดตั้ง Extensions Tools เพื่อให้สามารถบันทึกเป็นไฟล์ (G-Code) ได้ ดังรูปที่ 3.70



รูปที่ 3.70 เบราร์เซอร์ดาวน์โหลด Extensions Tools

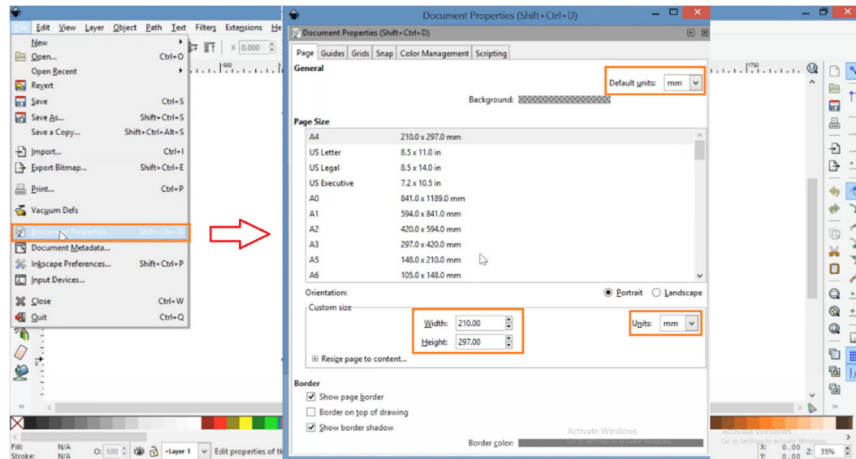
3. ทำการ Extract file ที่ดาวน์โหลดแล้วย้ายไฟล์ไปที่ Extensions ของโปรแกรม Inkscape ดังรูปที่ 3.71



รูปที่ 3.71 การติดตั้ง Extensions Tools

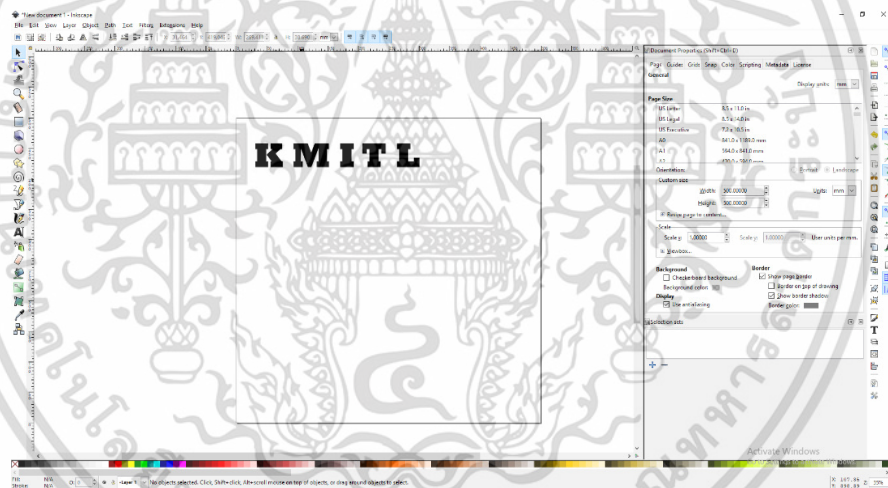
4. เปิดโปรแกรมพร้อมกำหนดค่าหน้ากระดาษและหน่วยที่ใช้ตามความต้องการของผู้ใช้งานโดยไปที่ File -> Document Properties ดังรูปที่ 3.72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.72 การกำหนดค่าหน้ากระดาษและหน่วยที่ใช้

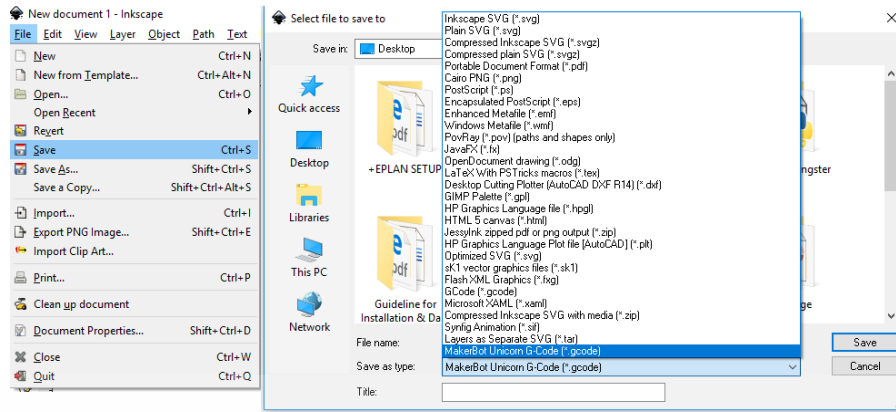
5. ออกแบบชิ้นงานตามความต้องการโดยใช้เครื่องมือต่าง ๆ ดังรูปที่ 3.73



รูปที่ 3.73 ตัวอย่างการออกแบบชิ้นงาน

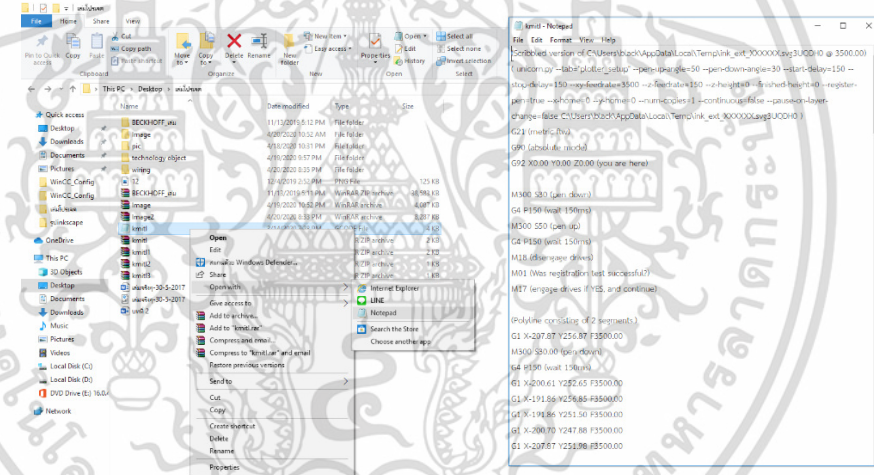
6. เมื่อทำการออกแบบชิ้นงานเสร็จสมบูรณ์แล้วให้ทำการ Save file เป็นนามสกุล (G-Code) เพื่อให้ตรงตามรูปแบบในการนำข้อมูลเข้าสู่หน่วยความจำของโปรแกรมควบคุม ดังรูปที่ 3.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.74 การบันทึกงานเป็น File G-code

### 7. เลือก Open file with Notepad ดังรูปที่ 3.75

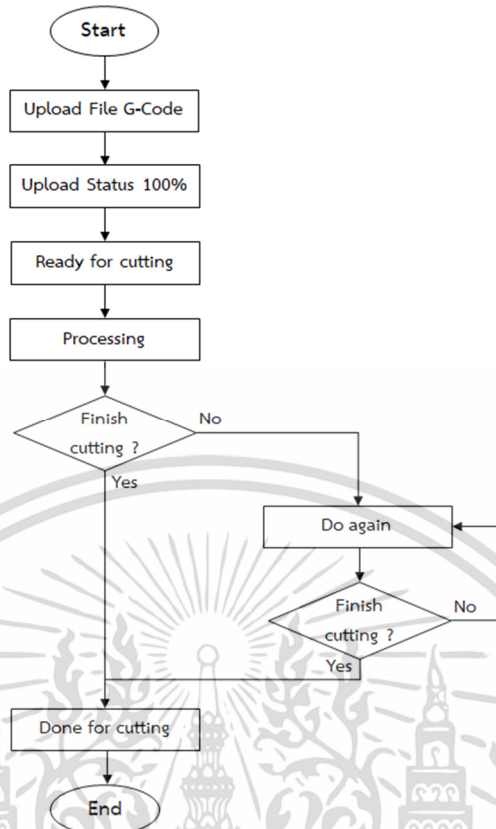


รูปที่ 3.75 การ Open file G-Code with Notepad

## 3.7 การดำเนินงานควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการแสดงผลการควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน โดยการควบคุมแบบ Manual Data Input (MDI) ข้อมูลมาจาก G-code file โดยมีภาพรวมการทำงานดังรูปที่ 3.76

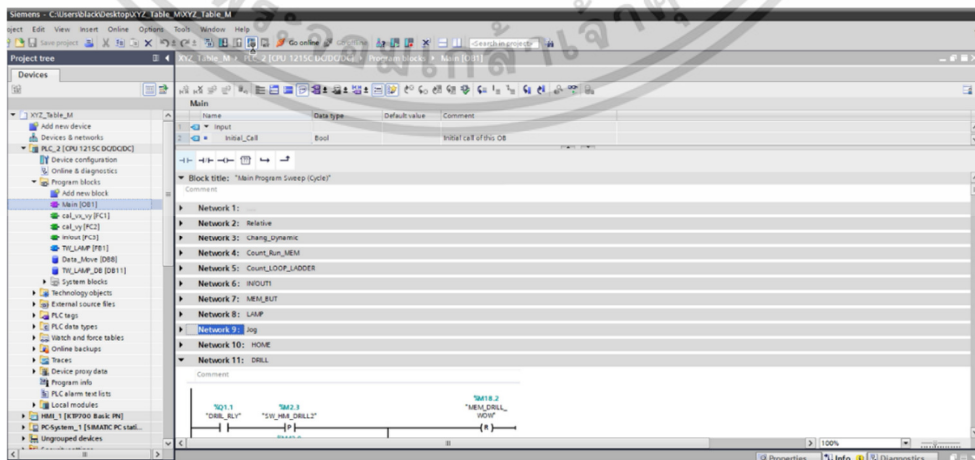
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้




รูปที่ 3.76 flowchart การควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสาน

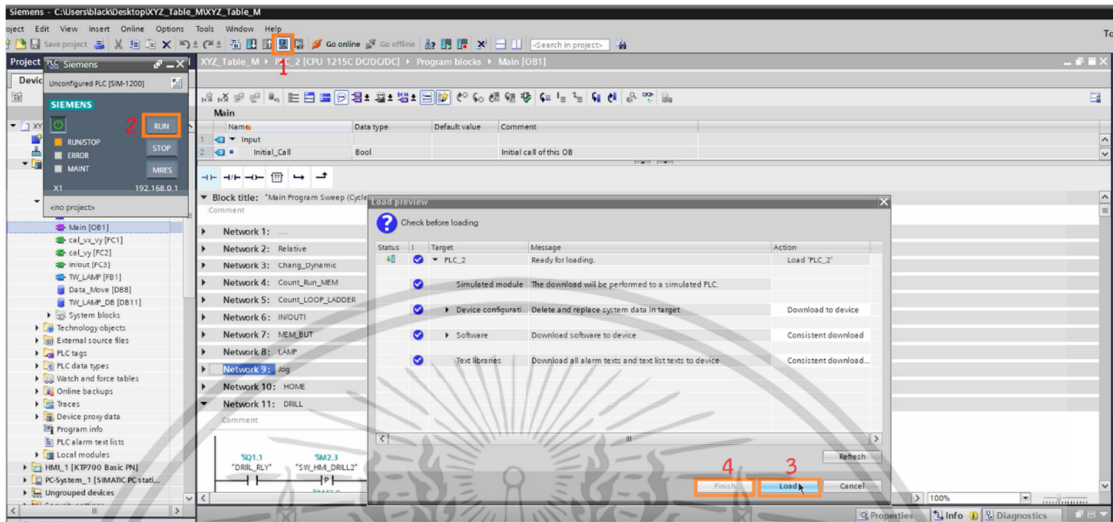
ลำดับต่อไปนี้เป็นขั้นตอนการดำเนินงานควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน

1. เริ่มจากเปิดโปรแกรม TIA PORTAL V15 หลังจากตั้งค่าในส่วนฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ เรียบร้อยแล้ว ดังรูปที่ 3.77



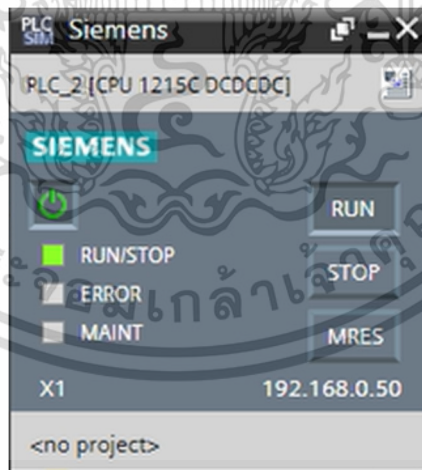
รูปที่ 3.77 ส่วนแสดงหน้าจอโปรแกรม TIA PORTAL V15 เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เริ่ม Starting Simulation เพื่ออัปเดตฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ลงในพีแอลซีโดยมีขั้นตอนดังนี้ เลือกปุ่ม  Starting Simulation -> RUN -> Load -> Finish ดังรูปที่ 3.78



รูปที่ 3.78 ส่วนแสดงหน้าจอการ Starting simulation

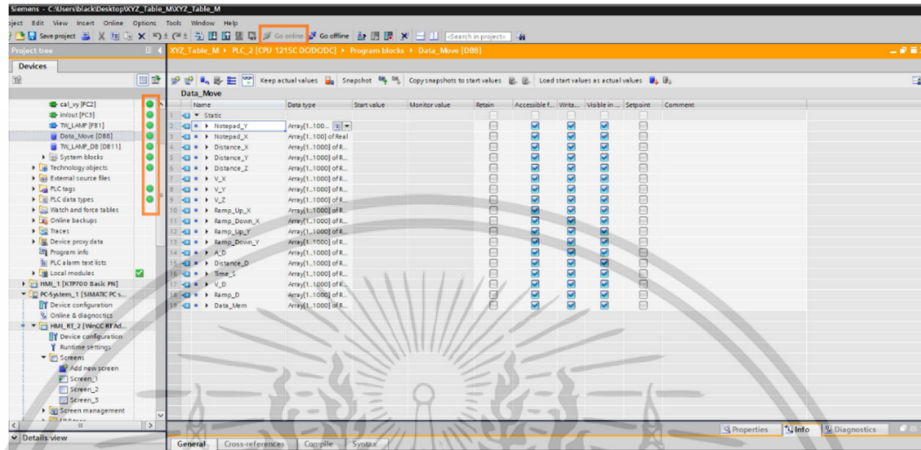
3. กดปุ่ม RUN เพื่อให้สถานะพีแอลซีเป็น ONLINE ดังรูปที่ 3.79



รูปที่ 3.79 ส่วนแสดงหน้าจอสถานะพีแอลซี

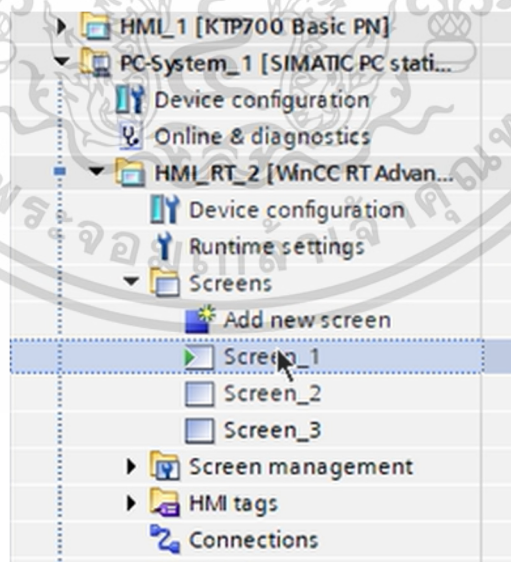
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กดปุ่ม Go online จะเห็นว่าสถานะสีเขียวขึ้นในส่วนของ Block ต่าง ๆ ส่วนนั้นจะแสดงถึงการอัปเดต Datablock เรียบร้อยแล้วพร้อมทั้งยังขึ้นสถานะ Online ของพีแอลซี ดังรูปที่ 3.80




รูปที่ 3.80 ส่วนแสดงหน้าจอสถานะ Go online

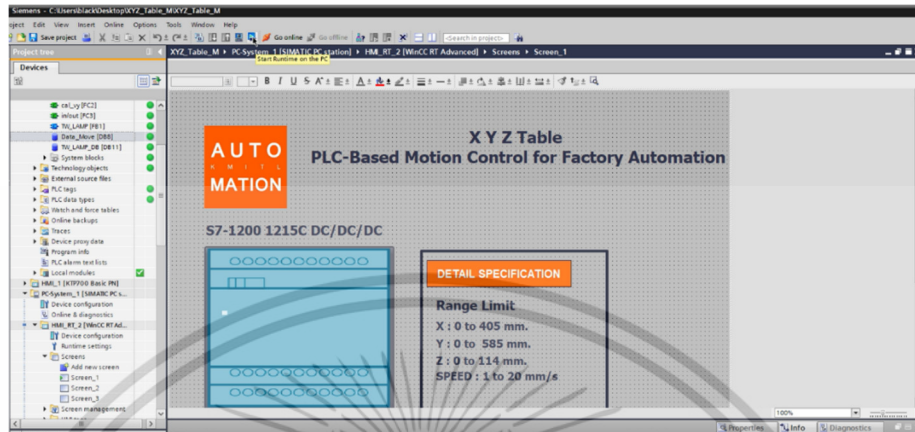
5. หลังจากนั้นทำการ Online หน้า Screen โดยทำการเลือกที่ PC-System -> HMI\_RT -> Screen ดังรูปที่ 3.81



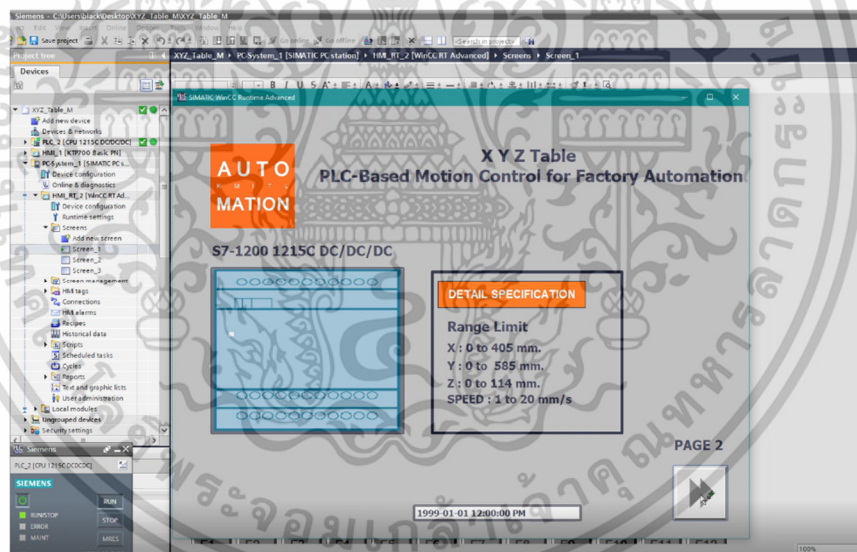
รูปที่ 3.81 ส่วนแสดงหน้าจอการเปิดหน้า Screen

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กดปุ่ม  Start Runtime on the PC เพื่อทำการ Online หน้า HMI ดังรูปที่ 3.82 และรูปที่ 3.83



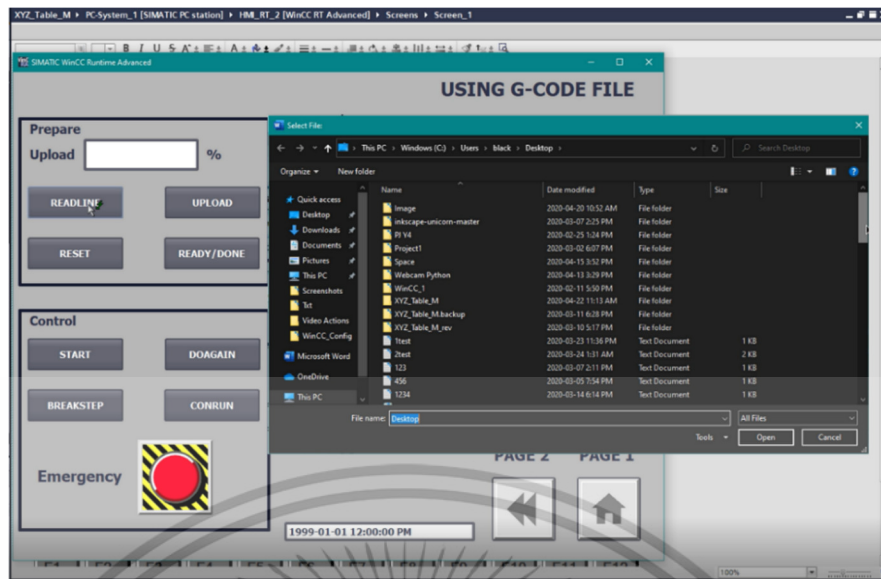
รูปที่ 3.82 ส่วนแสดงหน้าจอการเปิดหน้า Screen



รูปที่ 3.83 ส่วนแสดงหน้าจอหลังจากการ Start Runtime Screen

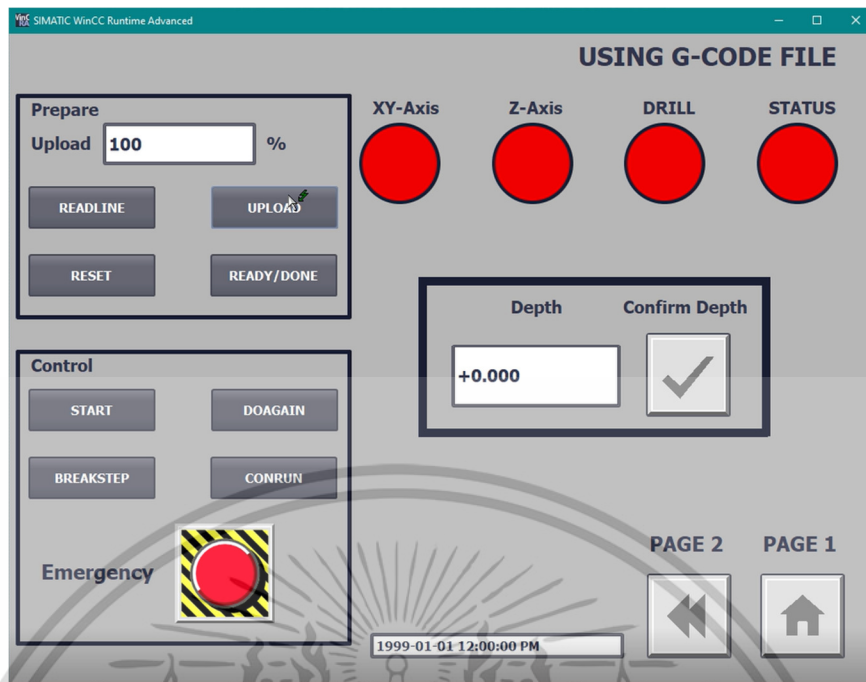
7. เปิดไปที่ Page USING G-CODE FILE จากนั้นเลือก READLINE -> File G-code -> UPLOAD -> File G-code เพื่อทำการนำเข้าข้อมูลที่ใช้ในการตัดชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.84

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.84 ส่วนแสดงหน้าจอทำการ Upload file gcode

8. หลังจาก Upload file gcode เสร็จครบ 100% หลังจากนั้นใส่ค่าระยะลงแกน Z โดยวัดจากขนาดความสูงหัวเจาะกับความหนาของชิ้นงาน หลังจากนั้นกดปุ่ม READY/DONE เพื่อทำการเซตให้เครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน พร้อมในการทำงาน หลังจากนั้นเริ่มการทำงานโดยเลือกปุ่ม START เครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกนก็จะทำการเคลื่อนที่ไปตามจุดที่ได้ออกแบบ ถ้าต้องการหยุดชั่วคราวในขณะนั้นหรือต้องการกำจัดเศษชิ้นงานที่ถูกกัดต้องออกสามารถกดปุ่ม BREAKSTEP เพื่อหยุด และกดปุ่ม CONRUN เพื่อทำงานต่อ แต่ถ้าเกิดเหตุการณ์ไม่พึงประสงค์ขึ้นขณะเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกนทำงาน สามารถกดปุ่ม Emergency เพื่อหยุดการทำงานของเครื่องจักรแกนประสาน 3 แกนและไม่สามารถกดทำงานเครื่องจักรแกนประสาน 3 แกนต่อได้ หลังจากนั้นรอจนเครื่องจักรตัดชิ้นงานเสร็จและกลับไปยังจุดเริ่มต้น สามารถเลือกได้ว่า จะทำการตัดชิ้นงานนั้นซ้ำหรือไม่ ถ้าต้องการตัดชิ้นงานนั้นซ้ำทำได้โดยเลือกปุ่ม DOAGAIN เครื่องจะทำการตัดชิ้นงานแบบเดิมจนเสร็จ เมื่อการตัดชิ้นงานนั้นเสร็จกดปุ่ม READY/DONE เพื่อเซตให้เครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกนกลับไปค่าเริ่มต้น



รูปที่ 3.85 ส่วนแสดงหน้าจอควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และตั้ง 77 ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 4

### ผลการดำเนินงาน

#### 4.1 กล่าวนำ

ในส่วนนี้ประกอบด้วยผลการดำเนินงาน คือ การทดสอบเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกนและผลทดสอบการอ่านค่าไฟล์ G-Code

#### 4.2 การทดสอบเงื่อนไขการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน

การวัดและประเมินผลการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน นั้นเป็นการตรวจสอบความถูกต้องก่อนที่จะนำไปใช้งานในชิ้นงานจริง เพื่อให้ได้ระยะที่ถูกต้องและแม่นยำที่สุด กระบวนการทดสอบนั้นมีเงื่อนไขในการทดสอบ 2 ส่วนคือการทำงานของอุปกรณ์และการทำงานของโปรแกรมควบคุม โดยมีผลการทดลองดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน

เงื่อนไขการทดสอบทำงาน	ผ่าน	ไม่ผ่าน	หมายเหตุ
การทำงานของอุปกรณ์			
- การทดสอบอ่านค่าจากลิimitsวิตช์	✓		
- การทดสอบสั่งงานแกนเลื่อน	✓		
การทำงานของโปรแกรมควบคุม			
- การทดสอบการควบคุมด้วยตัวเอง	✓		
- การทดสอบอ่านค่าไฟล์ G-Code	✓		
- การทดสอบการทำงานตามข้อมูลไฟล์ G-Code	✓		

#### 4.3 ผลทดสอบการอ่านค่าไฟล์ G-Code

ในส่วนของโปรแกรม WinCC จะนำเข้าค่าพิกัดที่ได้จากไฟล์ G-Code โดยผ่านการคำนวณใน Calculateblock แล้วจึงนำค่าเข้ามาเก็บใน Datablock ในส่วนของโปรแกรม Totally Integrated Automation (TIA Portal) ดังนี้

- Distance X หมายถึง ระยะการเคลื่อนที่ของแกน X
- Distance Y หมายถึง ระยะการเคลื่อนที่ของแกน Y
- Distance Z หมายถึง ระยะการเคลื่อนที่ของแกน Z
- Velocity X หมายถึง ความเร็วของสเต็ปมอเตอร์ของแกน X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Velocity Y หมายถึง ความเร็วของสแตมป์มอเตอร์ของแกน Y
- Velocity Z หมายถึง ความเร็วของสแตมป์มอเตอร์ของแกน Z
- Ramp up X หมายถึง เวลาในการเร่งรอบของสแตมป์มอเตอร์ของแกน X
- Ramp down X หมายถึง เวลาในการลดรอบของสแตมป์มอเตอร์ของแกน X
- Ramp up Y หมายถึง เวลาในการเร่งรอบของสแตมป์มอเตอร์ของแกน Y
- Ramp down Y หมายถึง เวลาในการลดรอบของสแตมป์มอเตอร์ของแกน Y
- Distance D หมายถึง ระยะการกระจัดที่เคลื่อนที่ของแกน XY
- Velocity D หมายถึง ความเร็วของการกระจัดที่เคลื่อนที่ของแกน XY
- Acceleration D หมายถึง ความเร่งของการกระจัดที่เคลื่อนที่ของแกน XY
- Ramp D หมายถึง ความเร่งของสแตมป์มอเตอร์ระยะการกระจัดที่เคลื่อนที่ของแกน XY
- Times หมายถึง ระยะเวลาในการทำงาน

จากการทดลองได้ทำการออกแบบที่ใช้ตัดชิ้นงานด้วยโปรแกรม Inkscape ให้ตัดชิ้นงานเป็นรูปสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 200x200 มิลลิเมตร ได้ผลการทดลองดังนี้

```

GCode Test - Notepad
File Edit Format View Help
(Scribbled version of C:\Users\black\AppData\
(unicorn.py --tab="plotter_setup" --pen-up-an; G1 X395.03 Y-196.08 F3500.00
home=0 --num-copies=1 --continuous=false -- G1 X395.03 Y-396.09 F3500.00
G21 (metric ftw) G1 X195.02 Y-396.09 F3500.00
G90 (absolute mode) G1 X195.02 Y-196.08 F3500.00
G92 X0.00 Y0.00 Z0.00 (you are here) M300 S50.00 (pen up)
G4 P150 (wait 150ms)
M300 S30 (pen down)
G4 P150 (wait 150ms)
M300 S50 (pen up)
G4 P150 (wait 150ms)
M18 (disengage drives)
M01 (Was registration test successful?)
M17 (engage drives if YES, and continue)
(Polyline consisting of 1 segments.)
G1 X195.02 Y-196.08 F3500.00
M300 S30.00 (pen down)
G4 P150 (wait 150ms)
G1 X395.03 Y-196.08 F3500.00
G1 X395.03 Y-396.09 F3500.00
G1 X195.02 Y-396.09 F3500.00
G1 X195.02 Y-196.08 F3500.00
M300 S50.00 (pen up)
G4 P150 (wait 150ms)
M300 S50.00 (pen up)
G4 P150 (wait 150ms)
M300 S255 (turn off servo)
G1 X0 Y0 F3500.00
G1 Z0.00 F150.00 (go up to finished level)
G1 X0.00 Y0.00 F3500.00 (go home)
M18 (drives off)

```

#### รูปที่ 4.1 ข้อมูลไฟล์ G-Code ออกแบบตัดชิ้นงานสี่เหลี่ยมจัตุรัสขนาด 200x200 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่าย  
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และดัดแปลงอย่างอื่นถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".Distance_X[1]		Floating-point nu...	0.0	
2	"Data_Move".Distance_X[2]		Floating-point nu...	0.0	
3	"Data_Move".Distance_X[3]		Floating-point nu...	195.02	
4	"Data_Move".Distance_X[4]		Floating-point nu...	0.0	
5	"Data_Move".Distance_X[5]		Floating-point nu...	200.01	
6	"Data_Move".Distance_X[6]		Floating-point nu...	0.0	
7	"Data_Move".Distance_X[7]		Floating-point nu...	-200.01	
8	"Data_Move".Distance_X[8]		Floating-point nu...	0.0	
9	"Data_Move".Distance_X[9]		Floating-point nu...	0.0	
10	"Data_Move".Distance_X[10]		Floating-point nu...	-195.02	

รูปที่ 4.2 ผลการทดลองการเก็บค่า Distance X

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".Distance_Y[1]		Floating-point nu...	0.0	
2	"Data_Move".Distance_Y[2]		Floating-point nu...	0.0	
3	"Data_Move".Distance_Y[3]		Floating-point nu...	196.08	
4	"Data_Move".Distance_Y[4]		Floating-point nu...	0.0	
5	"Data_Move".Distance_Y[5]		Floating-point nu...	0.0	
6	"Data_Move".Distance_Y[6]		Floating-point nu...	200.01	
7	"Data_Move".Distance_Y[7]		Floating-point nu...	0.0	
8	"Data_Move".Distance_Y[8]		Floating-point nu...	-200.01	
9	"Data_Move".Distance_Y[9]		Floating-point nu...	0.0	
10	"Data_Move".Distance_Y[10]		Floating-point nu...	-196.08	

รูปที่ 4.3 ผลการทดลองการเก็บค่า Distance X

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".Distance_Z[1]		Floating-point nu...	29.7	
2	"Data_Move".Distance_Z[2]		Floating-point nu...	-29.7	
3	"Data_Move".Distance_Z[3]		Floating-point nu...	0.0	
4	"Data_Move".Distance_Z[4]		Floating-point nu...	29.7	
5	"Data_Move".Distance_Z[5]		Floating-point nu...	0.0	
6	"Data_Move".Distance_Z[6]		Floating-point nu...	0.0	
7	"Data_Move".Distance_Z[7]		Floating-point nu...	0.0	
8	"Data_Move".Distance_Z[8]		Floating-point nu...	0.0	
9	"Data_Move".Distance_Z[9]		Floating-point nu...	-29.7	
10	"Data_Move".Distance_Z[10]		Floating-point nu...	0.0	

รูปที่ 4.4 ผลการทดลองการเก็บค่า Distance Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".V_X[1]		Floating-point nu...	1.0	
2	"Data_Move".V_X[2]		Floating-point nu...	1.0	
3	"Data_Move".V_X[3]		Floating-point nu...	14.10367	
4	"Data_Move".V_X[4]		Floating-point nu...	1.0	
5	"Data_Move".V_X[5]		Floating-point nu...	20.0	
6	"Data_Move".V_X[6]		Floating-point nu...	1.0	
7	"Data_Move".V_X[7]		Floating-point nu...	20.0	
8	"Data_Move".V_X[8]		Floating-point nu...	1.0	
9	"Data_Move".V_X[9]		Floating-point nu...	1.0	
10	"Data_Move".V_X[10]		Floating-point nu...	14.10367	

รูปที่ 4.5 ผลการทดลองการเก็บค่า Velocity X

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".V_Y[1]		Floating-point nu...	1.0	
2	"Data_Move".V_Y[2]		Floating-point nu...	1.0	
3	"Data_Move".V_Y[3]		Floating-point nu...	14.18033	
4	"Data_Move".V_Y[4]		Floating-point nu...	1.0	
5	"Data_Move".V_Y[5]		Floating-point nu...	1.0	
6	"Data_Move".V_Y[6]		Floating-point nu...	20.0	
7	"Data_Move".V_Y[7]		Floating-point nu...	1.0	
8	"Data_Move".V_Y[8]		Floating-point nu...	20.0	
9	"Data_Move".V_Y[9]		Floating-point nu...	1.0	
10	"Data_Move".V_Y[10]		Floating-point nu...	14.18033	

รูปที่ 4.6 ผลการทดลองการเก็บค่า Velocity Y

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".V_Z[1]		Floating-point nu...	0.0	
2	"Data_Move".V_Z[2]		Floating-point nu...	0.0	
3	"Data_Move".V_Z[3]		Floating-point nu...	0.0	
4	"Data_Move".V_Z[4]		Floating-point nu...	0.0	
5	"Data_Move".V_Z[5]		Floating-point nu...	0.0	
6	"Data_Move".V_Z[6]		Floating-point nu...	0.0	
7	"Data_Move".V_Z[7]		Floating-point nu...	0.0	
8	"Data_Move".V_Z[8]		Floating-point nu...	0.0	
9	"Data_Move".V_Z[9]		Floating-point nu...	0.0	
10	"Data_Move".V_Z[10]		Floating-point nu...	0.0	

รูปที่ 4.7 ผลการทดลองการเก็บค่า Velocity Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".Ramp_Up_X[1]		Floating-point nu...	0.9998	
2	"Data_Move".Ramp_Up_X[2]		Floating-point nu...	0.9998	
3	"Data_Move".Ramp_Up_X[3]		Floating-point nu...	0.5670633	
4	"Data_Move".Ramp_Up_X[4]		Floating-point nu...	0.9998	
5	"Data_Move".Ramp_Up_X[5]		Floating-point nu...	0.9998	
6	"Data_Move".Ramp_Up_X[6]		Floating-point nu...	8.072729	
7	"Data_Move".Ramp_Up_X[7]		Floating-point nu...	0.9998	
8	"Data_Move".Ramp_Up_X[8]		Floating-point nu...	8.072729	
9	"Data_Move".Ramp_Up_X[9]		Floating-point nu...	0.9998	
10	"Data_Move".Ramp_Up_X[10]		Floating-point nu...	0.5670633	

รูปที่ 4.8 ผลการทดลองการเก็บค่า Ramp up X

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".Ramp_Down_X[1]		Floating-point nu...	0.9998	
2	"Data_Move".Ramp_Down_X[2]		Floating-point nu...	0.9998	
3	"Data_Move".Ramp_Down_X[3]		Floating-point nu...	0.5670633	
4	"Data_Move".Ramp_Down_X[4]		Floating-point nu...	0.9998	
5	"Data_Move".Ramp_Down_X[5]		Floating-point nu...	0.9998	
6	"Data_Move".Ramp_Down_X[6]		Floating-point nu...	8.072729	
7	"Data_Move".Ramp_Down_X[7]		Floating-point nu...	0.9998	
8	"Data_Move".Ramp_Down_X[8]		Floating-point nu...	8.072729	
9	"Data_Move".Ramp_Down_X[9]		Floating-point nu...	0.9998	
10	"Data_Move".Ramp_Down_X[10]		Floating-point nu...	0.5670633	

รูปที่ 4.9 ผลการทดลองการเก็บค่า Ramp down X

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".Ramp_Up_Y[1]		Floating-point nu...	8.072729	
2	"Data_Move".Ramp_Up_Y[2]		Floating-point nu...	8.072729	
3	"Data_Move".Ramp_Up_Y[3]		Floating-point nu...	0.5639955	
4	"Data_Move".Ramp_Up_Y[4]		Floating-point nu...	8.072729	
5	"Data_Move".Ramp_Up_Y[5]		Floating-point nu...	8.072729	
6	"Data_Move".Ramp_Up_Y[6]		Floating-point nu...	0.9998	
7	"Data_Move".Ramp_Up_Y[7]		Floating-point nu...	8.072729	
8	"Data_Move".Ramp_Up_Y[8]		Floating-point nu...	0.9998	
9	"Data_Move".Ramp_Up_Y[9]		Floating-point nu...	8.072729	
10	"Data_Move".Ramp_Up_Y[10]		Floating-point nu...	0.5639955	

รูปที่ 4.10 ผลการทดลองการเก็บค่า Ramp up Y

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".Ramp_Down_Y[1]		Floating-point nu...	8.072729	
2	"Data_Move".Ramp_Down_Y[2]		Floating-point nu...	8.072729	
3	"Data_Move".Ramp_Down_Y[3]		Floating-point nu...	0.5639955	
4	"Data_Move".Ramp_Down_Y[4]		Floating-point nu...	8.072729	
5	"Data_Move".Ramp_Down_Y[5]		Floating-point nu...	8.072729	
6	"Data_Move".Ramp_Down_Y[6]		Floating-point nu...	0.9998	
7	"Data_Move".Ramp_Down_Y[7]		Floating-point nu...	8.072729	
8	"Data_Move".Ramp_Down_Y[8]		Floating-point nu...	0.9998	
9	"Data_Move".Ramp_Down_Y[9]		Floating-point nu...	8.072729	
10	"Data_Move".Ramp_Down_Y[10]		Floating-point nu...	0.5639955	

รูปที่ 4.11 ผลการทดลองการเก็บค่า Ramp down Y

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".A_D[1]		Floating-point nu...	50.0	
2	"Data_Move".A_D[2]		Floating-point nu...	50.0	
3	"Data_Move".A_D[3]		Floating-point nu...	50.0	
4	"Data_Move".A_D[4]		Floating-point nu...	50.0	
5	"Data_Move".A_D[5]		Floating-point nu...	50.0	
6	"Data_Move".A_D[6]		Floating-point nu...	50.0	
7	"Data_Move".A_D[7]		Floating-point nu...	50.0	
8	"Data_Move".A_D[8]		Floating-point nu...	50.0	
9	"Data_Move".A_D[9]		Floating-point nu...	50.0	
10	"Data_Move".A_D[10]		Floating-point nu...	50.0	

รูปที่ 4.12 ผลการทดลองการเก็บค่า Acceleration D

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".Distance_D[1]		Floating-point nu...	0.0	
2	"Data_Move".Distance_D[2]		Floating-point nu...	0.0	
3	"Data_Move".Distance_D[3]		Floating-point nu...	276.5505	
4	"Data_Move".Distance_D[4]		Floating-point nu...	0.0	
5	"Data_Move".Distance_D[5]		Floating-point nu...	200.01	
6	"Data_Move".Distance_D[6]		Floating-point nu...	200.01	
7	"Data_Move".Distance_D[7]		Floating-point nu...	200.01	
8	"Data_Move".Distance_D[8]		Floating-point nu...	200.01	
9	"Data_Move".Distance_D[9]		Floating-point nu...	0.0	
10	"Data_Move".Distance_D[10]		Floating-point nu...	276.5505	

รูปที่ 4.13 ผลการทดลองการเก็บค่า Distance D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".Time_S[1]		Floating-point nu...	-0.3999999	
2	"Data_Move".Time_S[2]		Floating-point nu...	-0.3999999	
3	"Data_Move".Time_S[3]		Floating-point nu...	13.42752	
4	"Data_Move".Time_S[4]		Floating-point nu...	-0.3999999	
5	"Data_Move".Time_S[5]		Floating-point nu...	9.6005	
6	"Data_Move".Time_S[6]		Floating-point nu...	9.6005	
7	"Data_Move".Time_S[7]		Floating-point nu...	9.6005	
8	"Data_Move".Time_S[8]		Floating-point nu...	9.6005	
9	"Data_Move".Time_S[9]		Floating-point nu...	-0.3999999	
10	"Data_Move".Time_S[10]		Floating-point nu...	13.42752	

รูปที่ 4.14 ผลการทดลองการเก็บค่า Times

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".V_D[1]		Floating-point nu...	20.0	
2	"Data_Move".V_D[2]		Floating-point nu...	20.0	
3	"Data_Move".V_D[3]		Floating-point nu...	20.0	
4	"Data_Move".V_D[4]		Floating-point nu...	20.0	
5	"Data_Move".V_D[5]		Floating-point nu...	20.0	
6	"Data_Move".V_D[6]		Floating-point nu...	20.0	
7	"Data_Move".V_D[7]		Floating-point nu...	20.0	
8	"Data_Move".V_D[8]		Floating-point nu...	20.0	
9	"Data_Move".V_D[9]		Floating-point nu...	20.0	
10	"Data_Move".V_D[10]		Floating-point nu...	20.0	

รูปที่ 4.15 ผลการทดลองการเก็บค่า Velocity D

i	Name	Address	Display format	Monitor value	Modify value
1	"Data_Move".Ramp_D[1]		Floating-point nu...	0.3998	
2	"Data_Move".Ramp_D[2]		Floating-point nu...	0.3998	
3	"Data_Move".Ramp_D[3]		Floating-point nu...	0.3998	
4	"Data_Move".Ramp_D[4]		Floating-point nu...	0.3998	
5	"Data_Move".Ramp_D[5]		Floating-point nu...	0.3998	
6	"Data_Move".Ramp_D[6]		Floating-point nu...	0.3998	
7	"Data_Move".Ramp_D[7]		Floating-point nu...	0.3998	
8	"Data_Move".Ramp_D[8]		Floating-point nu...	0.3998	
9	"Data_Move".Ramp_D[9]		Floating-point nu...	0.3998	
10	"Data_Move".Ramp_D[10]		Floating-point nu...	0.3998	

รูปที่ 4.16 ผลการทดลองการเก็บค่า Ramp D

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปและวิจารณ์ผลการดำเนินงาน

### 5.1 บทสรุปโครงการ

ในการทดลองการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกนด้วย PLC S7-1200 คณะผู้จัดทำได้ศึกษาการเขียนโปรแกรมและทำการทดลองผ่านโปรแกรม TIA PORTAL 15 และ WinCC โดยมี PLC S7-1200 เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน ซึ่งในบทที่ 4 นั้นได้ทดสอบการดำเนินงานส่วนของซอฟต์แวร์โดยการนำรูปที่ได้ทำการออกแบบจากโปรแกรม Inkscape แล้วอัปโหลดไฟล์ผ่านโปรแกรม WinCC จากผลการทดลองปรากฏว่าซอฟต์แวร์สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ได้ค่าการเคลื่อนที่ต่าง ๆ ตรงตามรูปแบบของชิ้นงานที่ได้มีการกำหนดไว้และสามารถควบคุมผ่านทางหน้าจอ HMI ได้ ในส่วนของการทดสอบการตัดชิ้นงานและการควบคุมการทำงานของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกนนั้นคณะผู้จัดทำไม่สามารถดำเนินการทดสอบได้เนื่องจากในประเทศไทยได้เกิดการแพร่ระบาดของโรค Covid-19

### 5.2 ปัญหาที่พบระหว่างดำเนินงาน

1. เนื่องจากโปรแกรม WinCC เป็นโปรแกรมที่ใช้ภาษา VB Script หรือ C Script ในการเขียนจึงจำเป็นต้องใช้เวลาในการศึกษาวิธีการเขียนและการตั้งค่าโปรแกรม
2. ทฤษฎีและหลักการของเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน เพราะจำเป็นต้องมีความเข้าใจลักษณะการทำงานของระบบทั้งหมด

### 5.3 แนวทางการแก้ไข

1. พยายามศึกษาหลักการการทำงานของโปรแกรม TIA Portal
2. ค้นคว้าหาข้อมูลเกี่ยวกับหลักการและทฤษฎีของการควบคุมเครื่องจักรแกนประสานแบบ 3 แกน

### 5.4 การพัฒนาต่อและการนำไปใช้

1. นำไปใช้ในการควบคุมการผลิตชิ้นงานขนาดเล็กได้
2. ลดจำนวนชิ้นงานที่เสียลงได้ และเพิ่มคุณภาพขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## เอกสารอ้างอิง

- [1] ฉัตรชัย สมพงษ์. (2559). เครื่องจักรแกนประสาน. สืบค้นเมื่อวันที่ 28 สิงหาคม 2562.  
แหล่งข้อมูล <http://www.tl.ac.th/document/chatchai/cnc1.pdf>
- [2] Advance Electronic Training Center. (2560). ส่วนประกอบของ PLC. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 กันยายน 2562. แหล่งข้อมูล <http://www.advance-electronic.com/blog/detail/113/th/PLC>
- [3] Automation 360. (2559). การใช้งาน PLC S7-1200. สืบค้นเมื่อวันที่ 14 กันยายน 2562.  
แหล่งข้อมูล <https://automation360blog.wordpress.com/plc/>
- [4] SIEMENS. (2557). PLC S7-1200 CPU 1215C DC/DC/DC. สืบค้นเมื่อวันที่ 9 ตุลาคม 2562.  
แหล่งข้อมูล <https://support.industry.siemens.com/cs/products/6es7215-1ag40-0xb0/cpu-1215c-dc-dc-dc/>
- [5] SIEMENS. (2562). TIA Portal. สืบค้นเมื่อวันที่ 4 พฤศจิกายน 2562. แหล่งข้อมูล <https://new.siemens.com/global/en/products/automation/industry-software/automation-software/tia-portal.html>
- [6] Automation 360. (2561). VB Script (WinCC). สืบค้นเมื่อวันที่ 17 พฤศจิกายน 2562.  
แหล่งข้อมูล <https://automation360blog.wordpress.com/2018/11/24/vb-script-wincc/>
- [7] ThaiIO. (2544). หลักการทำงาน Step motor. สืบค้นเมื่อวันที่ 10 มกราคม 2563. แหล่งข้อมูล <http://www.thaiio.com/Hardware/stepmoter.htm>
- [8] Alibaba. (2563). Stepper Motor Driver YKA2204MA. สืบค้นเมื่อวันที่ 24 มกราคม 2563.  
แหล่งข้อมูล [https://www.alibaba.com/product-detail/New-and-Original-2-phase-CNC\\_60398793198.html](https://www.alibaba.com/product-detail/New-and-Original-2-phase-CNC_60398793198.html)
- [9] Siam Automation. (2561). HMI และ การใช้งานจอTouch Screen. สืบค้นเมื่อวันที่ 19 กุมภาพันธ์ 2563. แหล่งข้อมูล <http://www.siam-automation.com/article/9>
- [10] Sira Nokyoongthong. (2552). การใช้งาน Inkscape. สืบค้นเมื่อวันที่ 15 มีนาคม 2563.  
แหล่งข้อมูล <https://thaiopensource.org/tag/inkscape/>