

แบบจำลองระบบพลังงานผสมผสาน(ส่วนไฟฟ้าและการควบคุม)  
Synergy Hybrid System (Electrical and Control Section)



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2556

แบบจำลองระบบพลังงานผสมผสาน(ส่วนไฟฟ้าและการควบคุม)  
Synergy Hybrid System (Electrical and Control Section)



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิศวกรรมอัตโนมัติ  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Synergy Hybrid System (Electrical and Control Section)



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 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2554  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ เครื่องยนต์ต้นแบบของพลังงานผสมผสาน(ส่วนไฟฟ้าและการควบคุม)  
Synergy Hybrid System (Electrical and Control Section)

นักศึกษาผู้จัดทำ นายกิตติ ล้อทอง รหัสนักศึกษา 53010102  
นายมณฑล สุวิช จริยะเศรษฐ์ รหัสนักศึกษา 53011288  
นายอรุณพล จันทร์อินทร์ รหัสนักศึกษา 53011888

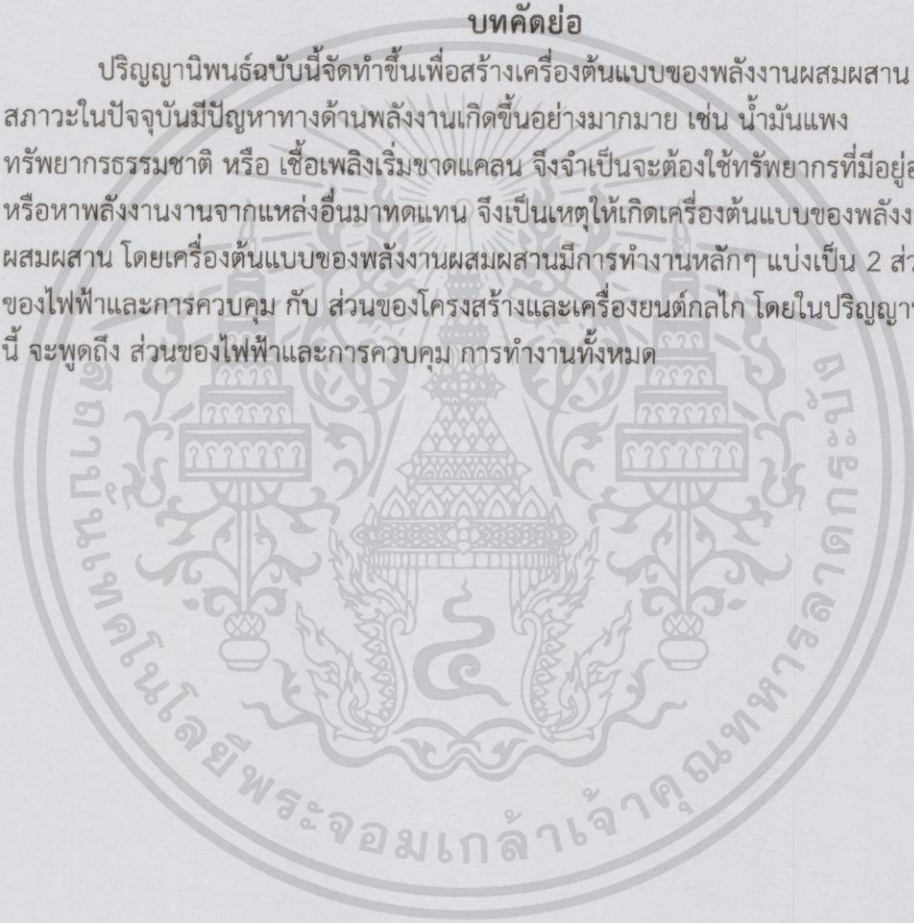
อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ประภาศ อุคคกิมพันธ์  
ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ประภาศ อุคคกิมพันธ์	

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องยนต์ต้นแบบของพลังงานผสมผสาน(ส่วนไฟฟ้าและการควบคุม) Synergy Hybrid System (Electrical and Control Section)		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายกิตติ	ลือทอง	รหัสนักศึกษา 53010102
	นายมณฑลสุวิช	จริยะเศรษฐ์	รหัสนักศึกษา 53011288
	นายอรรถพล	จันทร์อินทร์	รหัสนักศึกษา 53011888
อาจารย์ที่ปรึกษา ปีการศึกษา	รศ.ประภาส อุดคคิมาพันธ์ 2556		

### บทคัดย่อ

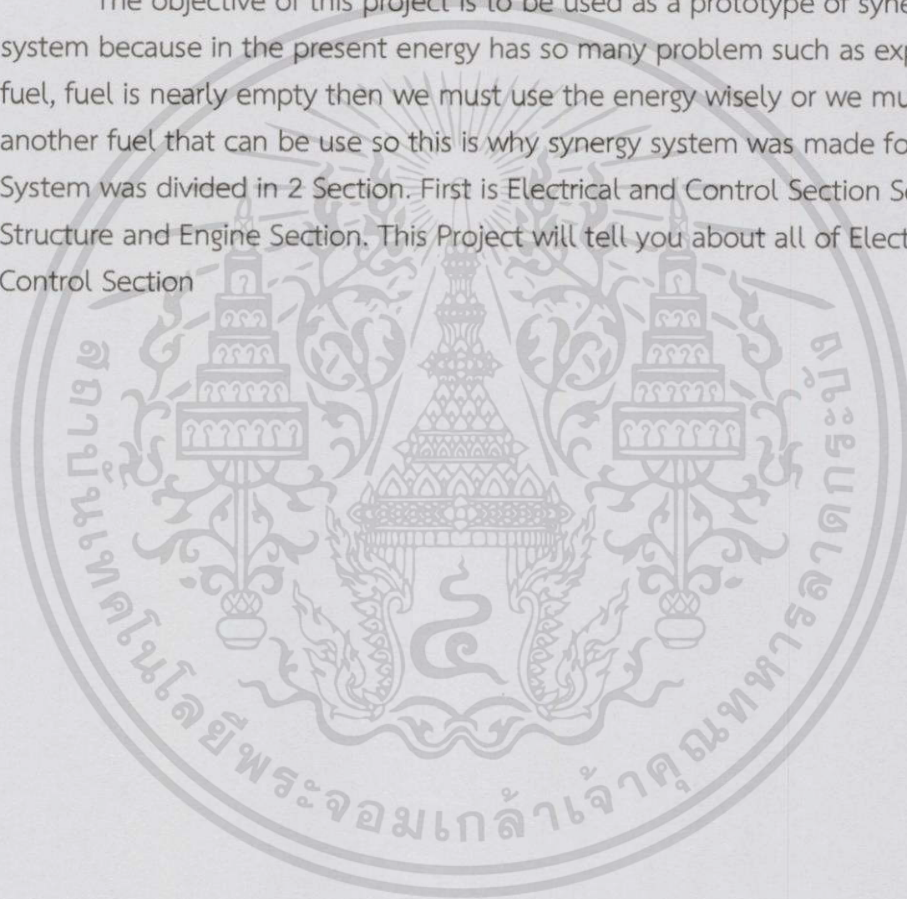
ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างเครื่องต้นแบบของพลังงานผสมผสาน เนื่องจากสภาวะในปัจจุบันมีปัญหาทางด้านพลังงานเกิดขึ้นอย่างมากมาย เช่น น้ำมันแพง ทรัพยากรธรรมชาติ หรือ เชื้อเพลิงเริ่มขาดแคลน จึงจำเป็นต้องใช้ทรัพยากรที่มีอยู่อย่างคุ้มค่า หรือหาพลังงานจากแหล่งอื่นมาทดแทน จึงเป็นเหตุให้เกิดเครื่องต้นแบบของพลังงานผสมผสาน โดยเครื่องต้นแบบของพลังงานผสมผสานมีการทำงานหลักๆ แบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของไฟฟ้าและการควบคุม กับ ส่วนของโครงสร้างและเครื่องยนต์กลไก โดยในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จะพูดถึง ส่วนของไฟฟ้าและการควบคุม การทำงานทั้งหมด



Thesis Title	Synergy Hybrid System (Electrical and Control Section)
Authors	Mr. Kitti Lothong Mr. Monsuwit Chariyaseth Mr. Athapon Junin
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Prapart Ukakimaparn
Year	2013

### ABSTRACT

The objective of this project is to be used as a prototype of synergy system because in the present energy has so many problem such as expensive fuel, fuel is nearly empty then we must use the energy wisely or we must find another fuel that can be use so this is why synergy system was made for. Synergy System was divided in 2 Section. First is Electrical and Control Section Second is Structure and Engine Section. This Project will tell you about all of Electrical and Control Section



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับความเมตตาจากหลายๆท่าน ขอขอบพระคุณอาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ประภาฯ อุดคคิมาพันธุ์ และ คุณเจตติยะ ศรีพิทักษ์ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยมาตลอด อีกทั้งเอื้อเพื่ออุปกรณ์ และเครื่องมือต่างๆ ตลอดจนความช่วยเหลือ ทั้งในด้านทุนทรัพย์ แรงงาน และกำลังใจ ผู้วิจัยรู้สึกทราบบ้าง ขอกราบขอบพระคุณ พ่อ และ แม่ อันเป็นที่รักยิ่งที่สนับสนุน และเป็นแรงบันดาลใจในการทำ ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เสมอมา คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจาก ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้วิจัยขอมอบ แต่ผู้มีพระคุณทุกท่าน



คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญภาพ.....	VII
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 จุดประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง.....	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	4
2.1 PLC.....	4
2.1.1 PLC คืออะไร.....	4
2.1.2 ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ COMPUTER.....	4
2.1.3 ความรู้พื้นฐาน.....	4
2.1.4 ชนิดของสัญญาณ.....	5
2.1.5 โครงสร้างของ PLC.....	6
2.1.6 ภาษาที่ใช้ในการเขียน PLC.....	8
2.2 SCADA ( Supervisory Control And Data Acquisition ).....	9
2.2.1 แนวคิดของระบบ.....	9
2.2.2 ภาพรวมของวงจร SCADA.....	9
2.2.3 โครงสร้างของ SCADA ( Architecture ).....	10
2.2.4 หน้าที่การทำงาน ( Functionality ).....	14
2.2.5 การสร้างและพัฒนา ( Application Development ).....	15
2.3 ระบบขับเคลื่อนเซอร์โว.....	16

# สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.3.1	มอเตอร์.....	16
2.3.2	ชนิดของ Servo Motor.....	16
2.3.3	Driver.....	17
2.3.4	การควบคุมความเร็วมอเตอร์.....	17
2.3.5	การควบคุมตำแหน่งมอเตอร์.....	17
2.3.6	Controller.....	18
2.3.7	หลักการทำงานของ Servo System.....	18
2.3.8	Servo Driver Block Diagram.....	19
2.3.9	การเปรียบเทียบคุณสมบัติ.....	20
2.4	ระบบควบคุม PID.....	20
2.4.1	ทฤษฎี.....	21
2.4.2	สัดส่วน.....	21
2.4.3	ปริพันธ์.....	21
2.4.4	อนุพันธ์.....	22
2.4.5	ผลรวม.....	22
2.4.6	การปรับจูน.....	23
2.5	กฎของโอห์ม.....	23
2.5.1	ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันคร่อมกับกระแสที่ไหลในตัวต้านทาน.....	23
2.5.2	การเขียนสมการตามกฎของโอห์ม.....	24
2.6	กำลังไฟฟ้ากับกฎของโอห์ม.....	25
<b>บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง.....</b>		<b>26</b>
3.1	ความเป็นมาและความสำคัญ.....	26
3.2	ส่วนของไฟฟ้า.....	28
3.2.1	การเลือกใช้ Breaker และ Fuse.....	28
3.2.2	วงจรไฟฟ้า.....	29
3.2.3	การติดตั้ง.....	36
3.3	ส่วนการควบคุม.....	37

V

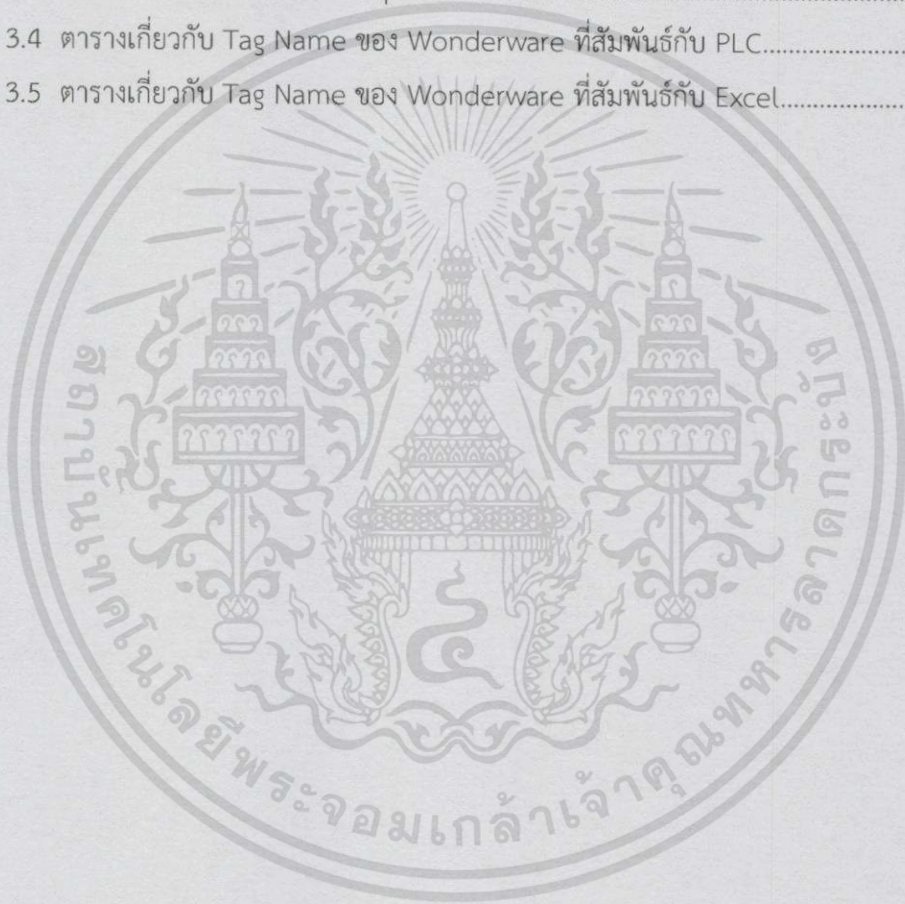
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
3.3.1 Drive.....	37
3.3.2 Programable Logic Control (PLC).....	45
3.4 ส่วนของการแสดงผล.....	51
3.4.1 การ Configure เข้ากับ OPC.....	52
<b>บทที่ 4 วิธีการทดลองและผลการทดลอง.....</b>	<b>58</b>
4.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง.....	58
4.2 ขั้นตอนการทดลอง.....	58
4.3 ผลการทดลอง.....	65
<b>บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....</b>	<b>67</b>
5.1 สรุปผลการทดลอง.....	67
5.2 ข้อเสนอแนะ.....	67
<b>บรรณานุกรม.....</b>	<b>68</b>
<b>ภาคผนวก.....</b>	<b>69</b>
ภาคผนวก ก รายละเอียดเกี่ยวกับ Drive.....	70
ภาคผนวก ข การใช้โปรแกรมควบคุม Drive.....	86

# สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติ.....	20
2.2 ผลของการเพิ่มค่าตัวแปรอย่างอิสระ.....	23
3.1 แสดง Parameter หลักที่ใช้ในการควบคุม.....	39
3.2 ตารางกำหนดความหมาย Input.....	47
3.3 ตารางกำหนดความหมาย Output.....	49
3.4 ตารางเกี่ยวกับ Tag Name ของ Wonderware ที่สัมพันธ์กับ PLC.....	57
3.5 ตารางเกี่ยวกับ Tag Name ของ Wonderware ที่สัมพันธ์กับ Excel.....	57



# สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การวัดและควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรม.....	5
2.2 โครงสร้างของ PLC.....	6
2.3 หน่วยประมวลผลของ PLC.....	6
2.4 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็น Input.....	7
2.5 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็น Output.....	7
2.6 แสดงโครงสร้างโดยรวมของระบบ SCADA.....	10
2.7 แสดงโครงสร้างแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ SCADA.....	11
2.8 แสดงโครงข่ายซอฟต์แวร์ของระบบ SCADA.....	12
2.9 Servo Block Diagram.....	18
2.10 Servo Driver Block Diagram.....	19
2.11 แผนภาพบล็อกของการควบคุมแบบ PID.....	20
2.12 การทดลองเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันคร่อมกับกระแสที่ไหลในตัวต้านทาน.....	24
2.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันคร่อมกับกระแสที่ไหลในตัวต้านทาน.....	24
2.14 แสดงสูตรหาค่ากำลังไฟฟ้า.....	25
3.1 แสดงระบบทั้งหมดของเครื่องยนต์ต้นแบบพลังงานผสมผสาน.....	26
3.2 สถาปัตยกรรมของระบบ.....	27
3.3 สารบัญแบบไฟฟ้า.....	29
3.4 แบบไฟฟ้าส่วน Control ของ PLC.....	30
3.5 แบบไฟฟ้าสำหรับ Power และ Control.....	31
3.6 แบบไฟฟ้าที่ ณ ตัว Drive.....	32
3.7 แบบไฟฟ้าการเชื่อมต่อที่ Terminal.....	33
3.8 แบบไฟฟ้าที่ Control Panel.....	34
3.9 แบบไฟฟ้าที่ Terminal ใน Control Panel.....	35
3.10 แบบไฟฟ้า ณ จุด Field Device.....	36
3.11 ภาพส่วนประกอบต่างๆของ Drive.....	37
3.12 ภาพรายละเอียดจุดเชื่อมต่อต่างๆที่ใช้ต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ.....	40
3.13 รายละเอียดอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ Drive.....	41
3.14 แสดงรายละเอียดของช่องสัญญาณต่างๆ.....	42
3.15 PLC S7-200 CPU224XP.....	45

## VIII

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.16 CP243-1 6GK7 243-1GX01-0XE0.....	45
3.17 การต่อ Input เข้ากับ S7-200.....	46
3.18 การต่อ Output เข้ากับ S7-200.....	48
3.19 Flow Chart การควบคุมโดย PLC.....	50
3.20 Flow Chart ของ HMI.....	51
3.21 การเริ่มเปิดโปรแกรม System Management Console.....	52
3.22 ทำการเพิ่ม Port S7CP_200 Object.....	52
3.23 ทำการ Configure Address ของ PLC.....	53
3.24 ทำการตั้งชื่อและเวลาในการ Update ข้อมูล.....	53
3.25 ทำการ Activate Server.....	54
3.26 หน้าต่าง Software Intouch.....	54
3.27 หน้าจอแสดงผล HMI.....	55
3.28 ภาพการเข้าไปสร้าง Access Name.....	55
3.29 ภาพการสร้าง Access Name และ กำหนดของ Protocol สำหรับ PLC.....	56
3.30 ภาพการสร้าง Access Name และ กำหนดของ Protocol สำหรับ Excel.....	56

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ปัจจุบันประเด็นด้านพลังงานเป็นที่จับตาของประเทศทั่วโลก ในสถานการณ์ที่ความต้องการใช้พลังงานหรืออุปสงค์เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว แต่แหล่งผลิตพลังงานหรืออุปทานยังไม่มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามไปด้วยอย่างพอเพียง สืบเนื่องการเจริญเติบโตทางเศรษฐกิจอย่างรวดเร็วของประเทศกำลังพัฒนาหรือประเทศ ในช่วงครึ่งหลังทศวรรษที่ 1990s ที่ผ่านมา มีการคาดการณ์ว่าใน ค.ศ.2030 ประชากรของโลกจะเพิ่มเป็นกว่า 8,200 ล้านคน ทำให้ความต้องการพลังงานของโลกจะสูงขึ้นกว่าปัจจุบันเกือบเท่าตัว โดยที่ความต้องการพลังงานมากกว่าครึ่งจะมาจากประเทศกำลังพัฒนา โดยเฉพาะอย่างยิ่งในเอเชีย อีกทั้ง สถานการณ์ด้านพลังงานยังขึ้นอยู่กับเสถียรภาพทางเศรษฐกิจและการเมืองของภูมิภาคผู้ผลิตพลังงานอย่างมากอีกด้วย ดังนั้น การแข่งขันเพื่อแสวงหาพลังงานของประเทศต่าง ๆ ในโลกจึงยิ่งทวีความรุนแรงมากขึ้นทุกขณะ

ทางด้านสถานการณ์ปัจจุบันในประเทศไทยมีการใช้พลังงานอย่างต่อเนื่องในอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ พลังงานที่นำมาใช้ทั้งจากในประเทศและนำเข้า จากต่างประเทศ ในขณะที่ประเทศมีการพัฒนามากขึ้น การใช้พลังงานในรูปแบบต่าง ๆ ก็ยิ่งเพิ่มมากขึ้นตามไปด้วย สภาพภาวะขาดแคลนพลังงานของโลกในอนาคตอาจดูเป็นเรื่องไกลตัวเรา แต่ในความเป็นจริงพลังงานต่าง ๆ ที่ได้จากซากดึกดำบรรพ์ ซึ่งเราใช้อยู่อาจหมดไปภายในระยะเวลาไม่กี่ปี หากเรายังคงใช้กันตามอัตราที่ใช้อยู่ขณะนี้ และยังไม่สามารถหาแหล่งพลังงานเพิ่มเติมได้ ดังนั้นเราจึงต้องพัฒนาพลังงานทางเลือกขึ้นมาเพื่อแก้ไขปัญหาระยะยาว โดยการสร้างเครื่องกำเนิดพลังงานแบบผสมผสานใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงแต่พลังงานที่เกิดขึ้นจะไม่ถูกใช้อย่างเสียเปล่า แต่จะนำพลังงานที่เกิดขึ้นไปเป็นต้นทุนที่จะสร้างเป็นพลังงานต่อไป

### 1.2 จุดประสงค์

1. เพื่อศึกษาระบบการทำงานของเครื่องยนต์
2. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับระบบ คอนโทรล
3. เพื่อศึกษาการทำงานแบบผสมผสานระหว่างเครื่องยนต์กับมอเตอร์ไฟฟ้า เพื่อให้เกิดความคุ้มค่าทางด้านพลังงาน
4. เพื่อศึกษาเกี่ยวกับระบบควบคุมเครื่องยนต์และระบบ ชุด Drive ควบคุม ชิงโครนัสมอเตอร์
5. เพื่อศึกษา ระบบ SCADA ที่ใช้ในการแสดงสถานะการทำงานต่างๆ ของกระบวนการ
6. เพื่อศึกษาการเชื่อมต่อ Protocol ระหว่างชุดควบคุมกับ HMI

### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. สร้างชุดจำลองเครื่องกำเนิดพลังงานทางเลือก
2. สร้างการเชื่อมต่อระหว่างจำลองเครื่องกำเนิดพลังงานทางเลือกกับHMI
3. สร้างระบบ SCADA เพื่อแสดงผลสถานะการทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 1.4 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. เป็นการใช้พลังงานเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดและคุ้มค่า
2. เพื่อลดการใช้เชื้อเพลิง ที่ก่อให้เกิดมลพิษลงได้
3. เป็น concept ให้เกิดการพัฒนา ในการประยุกต์ใช้เครื่องยนต์ไฮบริดในยานพาหนะ ขนาดเล็ก
4. สามารถตรวจสอบการตอบสนองของระบบการทำงานระยะไกลได้ เพื่อให้ง่ายต่อการ

ควบคุม

5. สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับ generator ต่างๆ เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น
6. เป็นการแลกเปลี่ยนพลังงาน สามารถนำพลังงานที่ใช้แล้วกลับมาใช้ได้ เพื่อลดการสูญเสียของระบบ

## 1.5 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง

### 1.5.1 ฮาร์ดแวร์

- เครื่องยนต์
- หัวฉีด
- ตัวจุดระเบิด
- เซนเซอร์
- มอเตอร์
- กล้องควบคุม

### 1.5.2 ซอฟต์แวร์

- Wonderware
- SCADA
- Step 7
- CT soft
- OPC
- SQL

## 1. ขั้นตอนการดำเนินงาน

**วิธีเขียน** สำหรับขั้นตอนการดำเนินงาน ให้นักศึกษาวางแผนการดำเนินงานของโครงการทั้งปีการศึกษา เริ่มต้นเดือน มิถุนายน จนถึง เดือน มีนาคมของปีต่อไป โดยหัวข้อ ไม่จำเป็นต้องเหมือนกับตัวอย่างข้างล่าง ให้นักศึกษาเขียนตามหัวข้อการทำงานของโครงการของตนเอง

ID	Task Name	2003						2004				
		Jun	Jul	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	
1	Problem Definition & Get Requirement	█										
2	Analysis & Design		█	█	█	█						
3	Software Design		█	█	█	█						
4	Database Design			█	█	█						
5	User Interface Design				█	█						
6	Implementation					█	█	█	█	█	█	█
7	Module A					█	█	█	█	█	█	█
8	Module B					█	█	█	█	█	█	█
9	Module C							█	█	█	█	█
10	Test & Debug					█	█	█	█	█	█	█
11	Documentation					█	█	█	█	█	█	█

## บทที่ 2

# ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 PLC

#### 2.1.1 PLC คืออะไร ?

คำว่า PLC ย่อมาจาก Programmable Logic Controller เป็นอุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ ที่มีหน่วย ความจำในการเก็บ Program สำหรับควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ หรือเครื่องควบคุมเชิงตรรกะที่สามารถโปรแกรมได้ โดยการเรียกชื่อ แตกต่างกันไปดังนี้

PC คือ Programmable Controller มีต้นกำเนิดมาจาก สหราชอาณาจักร ซึ่งในปัจจุบันนี้ PLC บางยี่ห้อได้ เรียก PLC ของตัวเองว่า PC โดยตัดคำว่า Logic ออกเพราะเขาเห็นว่า PLC ของเขาทำได้มากกว่า คำว่า Logic (ON-OFF) ธรรมดา แต่เนื่องจาก PC กับไปตรงกับ Personal Computer เลยต้องเรียกว่า PLC กันต่อไป

PLC คือ Programmable Logic Controller มีต้นกำเนิดมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา

PBS คือ Programmable Binary System มีต้นกำเนิดมาจากประเทศสวีเดน

PLC เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติที่สามารถโปรแกรมได้ PLCถูกสร้างและพัฒนาแทนวงจรรีเลย์อันเนื่องมาจากความต้องการที่อยากได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูก สามารถใช้งานได้ยาวนาน ประหยัดและสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่าย

#### 2.1.2 ข้อแตกต่างระหว่าง PLC กับ COMPUTER

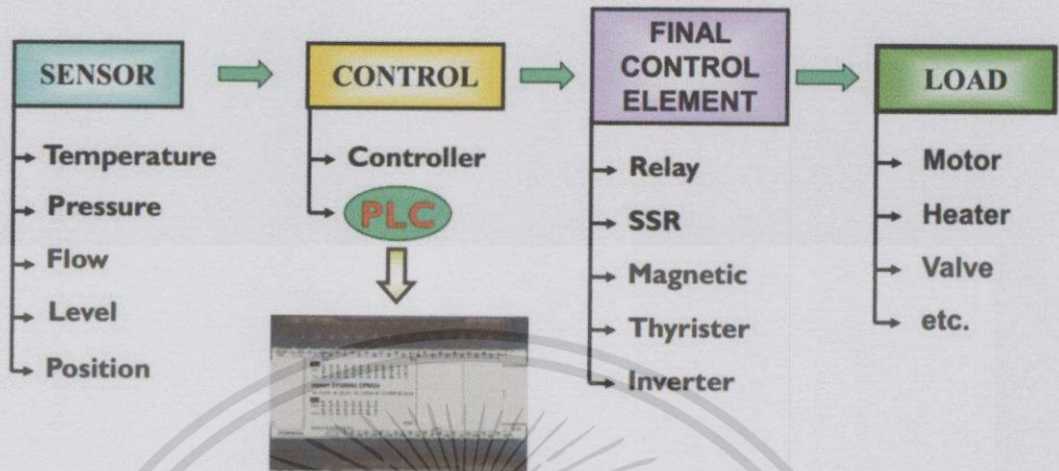
PLC ถูกออกแบบ และสร้างขึ้นเพื่อให้ทนต่อสภาพแวดล้อมในโรงงานอุตสาหกรรม โดยเฉพาะการโปรแกรมและการใช้งาน PLC ทำได้ง่ายไม่ยุ่งยากเหมือนคอมพิวเตอร์ทั่วไป PLC มีระบบตรวจสอบตัวเอง ตั้งแต่ช่วงการติดตั้งจนถึงช่วงการใช้งาน ทำให้การบำรุงรักษาทำได้ง่าย

PLC ถูกพัฒนาให้มีความสามารถการตัดสินใจสูงขึ้นเรื่อยๆ ทำให้การใช้งานสะดวก ขณะที่วิธีใช้คอมพิวเตอร์ยุ่งยากและซับซ้อนขึ้นเรื่อยๆ

#### 2.1.3 ความรู้พื้นฐาน

ความรู้พื้นฐานที่เกี่ยวกับระบบการควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมในปัจจุบันระบบ โดยทั่วไปมักจะประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ อยู่ 3 ส่วนด้วยกัน คือ input , process ,output ซึ่งเมื่อมองเทียบกับเครื่องจักร อุปกรณ์ต่างๆ ที่คุ้นเคยกันก็จะพบว่าระบบที่ทำหน้าที่ในการควบคุมเครื่องดังกล่าวสามารถแบ่งได้เป็น 3 ส่วน เช่นเดียวกัน โดยในส่วนของ Input ได้แก่ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณในการควบคุมต่างๆ เช่น Limit Switch, Thermostat , Thermocouple , Encoder ,Switch ,Strain Gage , Photo Cell ,Proximity Switch, Sensor ชนิดต่างๆ ฯลฯ Process ได้แก่ อุปกรณ์ในการควบคุมซึ่งในปัจจุบันมีอุปกรณ์ต่างๆ อยู่มากมายเช่น PLC (Programmable Logic Controller) , PID Controller , Microprocessor , DSP (Digital Signal Processor) , Computer เป็นต้น ในส่วนของ Output ได้แก่ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในการ

ทำงานซึ่งก็ได้แก่อุปกรณ์จำพวก มอเตอร์ , Pump , Piston , Solenoid , Heater , Valve , Relay เป็นต้น



รูปที่ 2.1 การวัดและควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรม

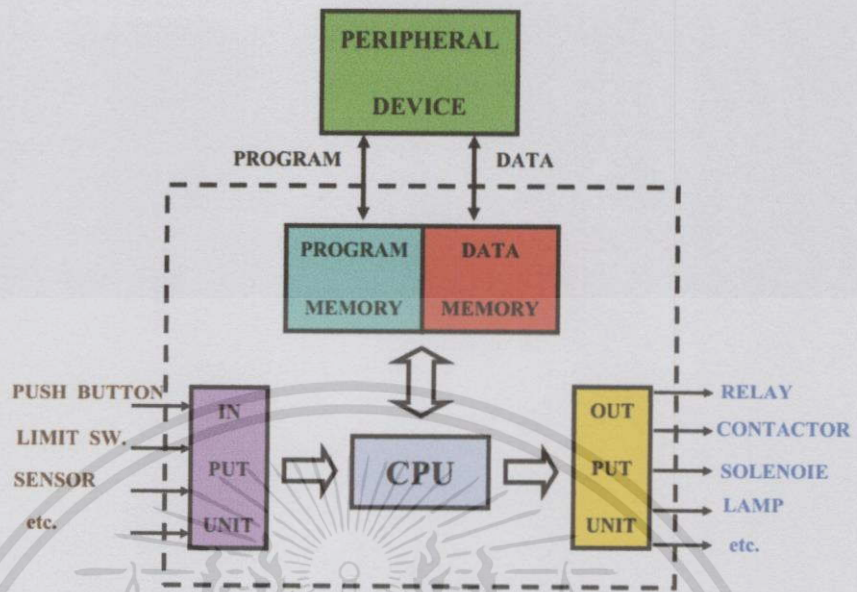
#### 2.1.4 ชนิดของสัญญาณ

สัญญาณในระบบการควบคุมสามารถแบ่งตามลักษณะของสัญญาณได้เป็น 2 แบบด้วยกันคือ

**2.1.4.1 Analog (Continuous)** สัญญาณที่สามารถพบเห็นโดยทั่วไป มักจะมีลักษณะที่ต่อเนื่อง ซึ่งลักษณะของสัญญาณดังกล่าว เป็นสัญญาณประเภท Analog Signal สัญญาณดังกล่าวเช่น ความเร็ว , อุณหภูมิ , ตำแหน่ง เป็นต้น ระบบการควบคุมในโรงงานอุตสาหกรรมต่างๆ มีอุปกรณ์มากมายหลายตัวที่ให้สัญญาณของข้อมูลออกมาเป็นสัญญาณแบบ Analog เช่น Load Cell , Thermocouple , Strain Gage เป็นต้น ซึ่งค่าของสัญญาณที่ส่งออกมาจากอุปกรณ์เหล่านั้นมีมากมายด้วยกันหลายแบบเช่น 0-20 mA , 4-20 mA , 0-10 V , 0-5 V , 20mV

**2.1.4.2 Digital (Binary)** เป็นสัญญาณจำพวกที่มีระดับข้อมูลเพียง 2 ระดับ และมีลักษณะของสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่อง เช่น สัญญาณ On-Off , Open-Close , 1-0 , Yes-No , True-False เป็นต้น

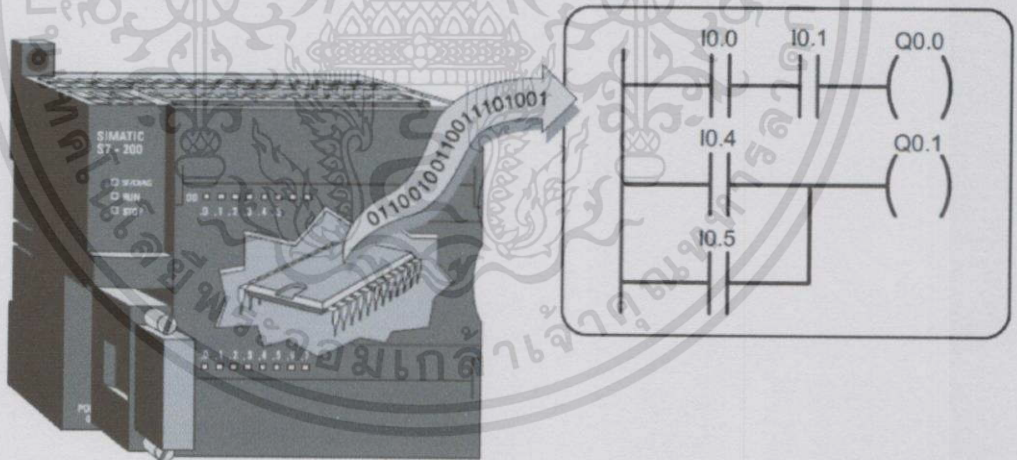
## 2.1.5 โครงสร้างของ PLC



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของ PLC

มีส่วนประกอบหลักที่สำคัญ 3 ประการ ได้แก่

### 2.1.5.1 หน่วยประมวลผล (Central Processing Unit : CPU)



รูปที่ 2.3 หน่วยประมวลผลของ PLC

### 2.1.5.2 หน่วยความจำ (Memory Unit)

เป็นที่เก็บโปรแกรม (Program) และข้อมูล (Data) หน่วยความจำใน PLC

แบ่งเป็น 2 ประเภท

1. Volatile Memory ได้แก่ RAM (Random Access Memory) ใช้เก็บข้อมูล (Data)

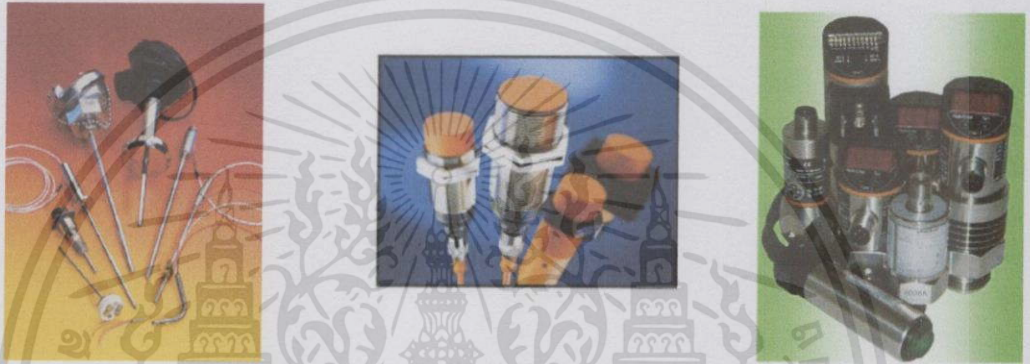
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Non-Volatile Memory ได้แก่ ROM (Read Only Memory) ใช้เก็บโปรแกรมสำหรับการปฏิบัติงานของ PLC ROM ยังแบ่งเป็น

- EPROM
- EEPROM

3. หน่วยอินพุต/เอาต์พุต (Input Unit/Output Unit)

3.1 หน่วยอินพุต (Input) ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสม เพื่อส่งไปให้แก่หน่วยประมวลผลต่อไป อุปกรณ์ที่เป็นอินพุต ได้แก่ Limit Switch , Proximity Switch , Flow Sensor , Temperature Sensor , Pressure Sensor เป็นต้น



รูปที่ 2.4 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็น Input

3.2 หน่วยเอาต์พุต (Output) ทำหน้าที่รับคำสั่งสถานะที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลเพื่อนำคำสั่งสถานะเหล่านั้นไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก อุปกรณ์ที่เป็นเอาต์พุต ได้แก่ แมกเนติกคอนแทคเตอร์, โซลินอยด์วาล์ว , รีเลย์ , อินเวอร์เตอร์ , คอนโทรลวาล์ว เป็นต้น



รูปที่ 2.5 ตัวอย่างอุปกรณ์ที่เป็น Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.1.6 ภาษาที่ใช้ในการเขียน PLC

ภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมตามมาตรฐาน IEC 1131-3 กำหนดไว้ 5 ภาษา คือ LD (Ladder Diagram), FBD (Function Block Diagram), IL (Instruction List), ST (Structure Text) และ SFC (Sequential Function Chart) ถึงแม้ว่าลักษณะโครงสร้างของแต่ละภาษาจะมีความแตกต่างกัน แต่ในแต่ละภาษาจะมีส่วนประกอบต่างๆ ในโปรแกรมมีลักษณะเดียวกันตามมาตรฐาน IEC 1131-3 เช่น ลักษณะการประกาศตัวแปร ฟังก์ชัน และฟังก์ชันบล็อก เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามสามารถที่จะเขียนโปรแกรมโดยนำรูปแบบการเขียนในภาษาต่างๆ มารวมกันได้

### 2.1.6.1 LD (Ladder Diagram)

จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของกราฟิก ซึ่งมีพื้นฐานมาจากวงจรควบคุมแบบรีเลย์ และวงจรไฟฟ้า ซึ่ง แลตเตอร์ ไดอะแกรม จะประกอบด้วย ราง (Rail) ทั้งซ้ายและขวาของไดอะแกรม เพื่อใช้สำหรับเชื่อมต่ออุปกรณ์ที่เป็นสวิตช์หน้าสัมผัส เพื่อเป็นทางผ่านของกระแส และมีขดลวด หรือ คอยล์ เป็นเอาต์พุต

### 2.1.6.2 FBD (Function Block Diagram)

เป็นภาษาที่แสดงฟังก์ชัน การทำงานในรูปของกราฟิกเช่นเดียวกัน และเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่าย โดยการเขียนโปรแกรมในรูปของ ฟังก์ชันบล็อกไดอะแกรม จะมีพื้นฐานมาจาก ลอจิกไดอะแกรม

### 2.1.6.3 IL (Instruction List)

IL จะเป็นภาษาที่เขียนอยู่ในรูปของข้อความ และมีลักษณะคล้ายกับภาษาแอสเซมบลี (Assembly) และภาษาเครื่อง (Machine Code) ซึ่งภายในหนึ่งคำสั่งควบคุมจะประกอบด้วย ส่วนปฏิบัติการ (Operator) และส่วนที่ถูกดำเนินการ (Operand)

### 2.1.6.4 ST (Structure Text)

ST จะเป็นภาษาในระดับสูง โดยมีพื้นฐานมาจากภาษา Pascal ซึ่งจะประกอบไปด้วยนิพจน์และคำสั่งโดยคำสั่งทั่วไปจะอยู่ในรูปของคำสั่งเกี่ยวกับการเลือกทำงานเช่น IF..... THEN.....ELSE เป็นต้น คำสั่งเกี่ยวกับการทำงานซ้ำ เช่น FOR , WHILE เป็นต้น

### 2.1.6.5 SFC (Sequential Function Chart)

SFCจะเป็นภาษาที่รองรับการเขียนโปรแกรมที่มีโครงสร้างการทำงานเป็นแบบ ซีควนซ์ ซึ่งส่วนประกอบของ SFC จะประกอบด้วย Step (คำสั่งในการปฏิบัติการในแต่ละขั้นตอน) และ Transition (เงื่อนไขที่กำหนดให้กระทำคำสั่งในแต่ละ Step) นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดลักษณะการทำงาน เช่น Alternative Step Sequence และ Parallel Step Sequence เป็นต้น

## 2.2 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition)

SCADA นั้นย่อมาจากคำว่า Supervisory Control And Data Acquisition เป็นระบบตรวจสอบและวิเคราะห์ข้อมูลแบบ Real-Time ใช้ในการตรวจสอบสถานะตลอดจนถึงควบคุมการทำงานของระบบควบคุมในอุตสาหกรรมและ งานวิศวกรรมต่าง ๆ เช่น งานด้านโทรคมนาคม สื่อสาร การประปา การบำบัดน้ำเสีย การจัดการด้านพลังงาน อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมันและ ก๊าซ อุตสาหกรรมเคมี อุตสาหกรรมประกอบรถยนต์ การขนส่ง กระบวนการนิวเคลียร์ในโรงไฟฟ้า เป็นต้น ตัวอย่างการใช้งานเช่นใช้ SCADAตรวจสอบข้อมูลเช่นการรั่วไหลของของเหลวที่เกิดขึ้นในท่อขนส่ง จากตัว ตรวจสอบแล้วส่งสัญญาณแจ้งเตือนให้พนักงานทราบ โดยส่งข้อมูลสู่ส่วนกลางของระบบ SCADA เป็นต้น

### 2.2.1 แนวคิดของระบบ

SCADAมักจะหมายถึงระบบส่วนกลางที่ตรวจสอบและควบคุมสถานประกอบการ โดยรวมทั้งหมดหรือความสลับซับซ้อนของระบบที่กระจายออกไปในพื้นที่ขนาดใหญ่ (ตั้งแต่โรงงานเล็กๆถึงระดับชาติ) ส่วนใหญ่การดำเนินการเพื่อควบคุมจะดำเนินการโดยอัตโนมัติโดย RTUs หรือ PLCs ฟังก์ชันการควบคุมของแม่ข่ายมักจะถูกจำกัดแค่การแทรกแซงในระดับพื้นฐานหรือการแทรกแซงระดับกำกับดูแล ตัวอย่างเช่น PLC อาจควบคุมการไหลของน้ำหล่อเย็นผ่านส่วนใด ๆ ของกระบวนการอุตสาหกรรม แต่ระบบ SCADA อาจอนุญาตให้ผู้ใช้ในการเปลี่ยน Set Point (อุณหภูมิที่มีนัยสำคัญของขั้นตอนการผลิตเฉพาะของผลิตภัณฑ์นั้น) สำหรับการไหลได้ และเปิดใช้งานเงื่อนไขการเตือนเช่นการขาดหายของการไหลหรืออุณหภูมิที่สูงเกินไป จะแสดงและบันทึก จรอบของการควบคุมจะถูกกระทำผ่าน RTU หรือ PLC ในขณะที่ระบบ SCADA ตรวจสอบประสิทธิภาพโดยรวมของวงรอบนั้น

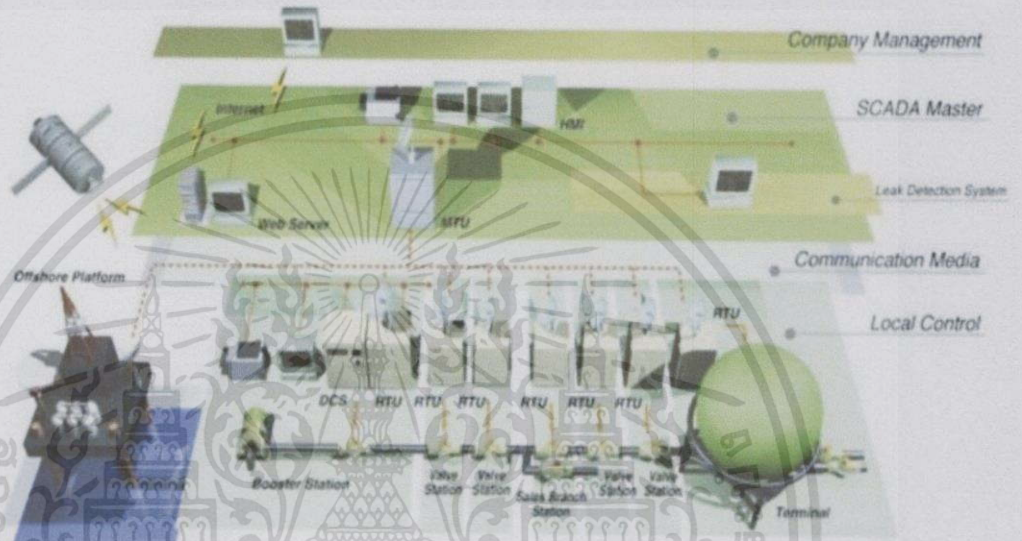
### 2.2.2 ภาพรวมของวงจรSCADA

การได้มาของข้อมูลเริ่มต้นที่ระดับ RTU หรือ PLC และรวมถึงการอ่านมาตรและ รายงานสถานะของอุปกรณ์ที่มีการสื่อสารไปยัง SCADA ได้ตามความจำเป็น ข้อมูลจะถูกรวบรวมไว้และถูกจัดรูปแบบในลักษณะที่ผู้ประกอบงานในห้องควบคุมที่กำลังใช้ HMI สามารถตัดสินใจ กำกับดูแลเพื่อปรับหรือลบล้างการควบคุมต่างๆที่เป็นปกติของRTU (PLC) ข้อมูลอาจถูกป้อนไปให้ผู้เก็บประวัติที่ถูกสร้างขึ้นบ่อยครั้งในฐานะข้อมูลระบบการจัดการของสินค้าโภคภัณฑ์เพื่อหา แนวโน้มและการตรวจสอบการวิเคราะห์อื่น ๆ

ระบบ SCADA มักจะจัดทำฐานข้อมูลกระจายซึ่งปกติจะเรียกว่า Tag Database ซึ่งมีองค์ประกอบข้อมูลที่เรียกว่าแท็กหรือจุด จุดจะแสดงค่าเดี่ยวๆของข้อมูลเข้าหรือออกจากการตรวจสอบหรือการควบคุมโดยระบบ จุดที่สามารถเป็นได้ทั้ง "หนัก" หรือ "เบา" จุดหนักแทนการป้อนข้อมูลที่เกิดขึ้นจริงภายในระบบ ในขณะที่จุดเบาเป็นผลมาจากการดำเนินงานที่เป็นตรรกะและคณิตศาสตร์ประยุกต์ที่จัดให้กับจุดอื่น ๆ (การจัดทำเพื่อใช้งานส่วนใหญ่ตามหลักการคือทุกๆจุดเบาหนึ่งจุดจะเท่ากับจุดหนักหนึ่งจุด) จุดเหล่านี้จะถูกเก็บไว้คู่กับเวลาที่เกิดเพื่อเก็บเป็นประวัติเอาไว้ แท็กจะถูกบันทึกเข้าไปด้วยเพื่อบอกรายละเอียดเพิ่มเติม เช่นเส้นทางไปที่อุปกรณ์สนามหรือที่เก็บข้อมูลชั่วคราวของ PLC ความเห็นเรื่องเวลาในการออกแบบและข้อมูลการเตือนภัย

ระบบ SCADA เป็นระบบที่สำคัญอย่างมีนัยสำคัญที่ใช้ในโครงสร้างพื้นฐานของประเทศเช่น กริดไฟฟ้า, น้ำประปาและท่อ แต่ระบบ SCADA อาจจะมีช่องโหว่ความปลอดภัย ดังนั้นระบบควรได้รับการประเมินเพื่อระบุความเสี่ยงและการดำเนินการการแก้ปัญหาเพื่อลดความเสี่ยงเหล่านั้น.

### 2.2.3 โครงสร้างของ SCADA (Architecture)



รูปที่ 2.6 แสดงโครงสร้างโดยรวมของระบบSCADA

มักจะประกอบด้วยระบบย่อยต่อไปนี้:

ส่วนต่อประสานระหว่างมนุษย์และเครื่องจักร (Human-Machine Interface, HMI) เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่นำเสนอข้อมูลที่ผ่านการประมวลผลให้กับผู้ปฏิบัติการ และด้วยวิธีการนี้ผู้ที่ปฏิบัติการสามารถเฝ้าดูจากจอภาพและการควบคุมกระบวนการต่างได้

SCADA ถูกนำมาใช้เป็นเครื่องมือในการรักษาความปลอดภัยในขณะที่มีการเข้า, ออก, ใช้ระบบ

ระบบกำกับดูแล (คอมพิวเตอร์), การเก็บรวบรวมข้อมูล (จัดหา) ในการประมวลผล และการส่งคำสั่ง (ควบคุม) ไปให้กระบวนการ

หน่วยงานระยะไกล (Remote Terminal Units, RTU) เชื่อมต่อกับ sensor ในกระบวนการ, แปลงสัญญาณเซ็นเซอร์ให้เป็นข้อมูลดิจิทัลและส่งข้อมูลดิจิทัลไปยังระบบกำกับดูแล

ตัวควบคุมตรรกะที่โปรแกรมได้ (Programmable Logic Controller, PLC) ใช้เป็นอุปกรณ์สนามเพราะพวกมันประหยัดกว่า, อนุกรมประสงค์, ยืดหยุ่นและกำหนดค่าได้ดีกว่า RTUs ที่มีวัตถุประสงค์พิเศษเฉพาะอย่าง (Special-Purpose RTU)

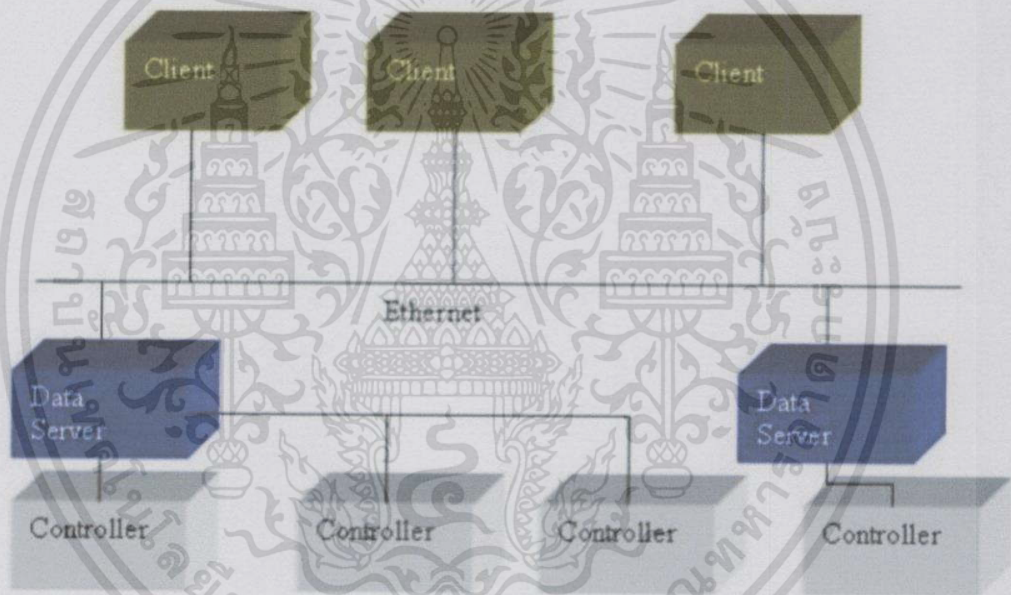
โครงสร้างพื้นฐานของการสื่อสารที่เชื่อมต่อระบบการกำกับดูแลไปยังหน่วยสถานีระยะไกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องมือที่ใช้ในขบวนการที่หลากหลายและเครื่องมือในการวิเคราะห์

### 2.2.3.1 โครงสร้างด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware Architecture)

SCADA แบ่งตามโครงสร้างฮาร์ดแวร์ได้สองระดับคือ Client และ Data Server หรือเรียกสั้น ๆ ว่า Server โดยที่ Client คือคอมพิวเตอร์ที่รับและส่งข้อมูลไปยัง Data Server โดยฝั่ง Client นี้จะแสดงผลการทำงานของระบบควบคุมเช่น แสดงเป็นกราฟิก กราฟ แบบต่อเนื่อง หรือ ระบบแจ้งเตือนเมื่อเกิดเหตุการณ์ฉุกเฉินหรือต้องการแจ้งเตือน เป็นต้น ฝั่ง Client สามารถส่งงานควบคุมไปยัง Data Server เพื่อส่งสัญญาณไปยัง RTU, PLC, DCS หรือ Controller อีกทอดหนึ่ง ส่วน Data Server จะทำหน้าที่ติดต่อกับ RTU, PLC, DCS, Controller หรือ RTU ต่าง ๆ เพื่อรับสัญญาณและส่งสัญญาณไปยัง Client และรับการร้องขอจาก Client เพื่อควบคุมอุปกรณ์ RTU, PLC หรือ Controller ต่าง ๆ Client และ Data Server ส่วนใหญ่ ติดต่อกันผ่านระบบเครือข่าย Ethernet ดัง ภาพที่ 2.1



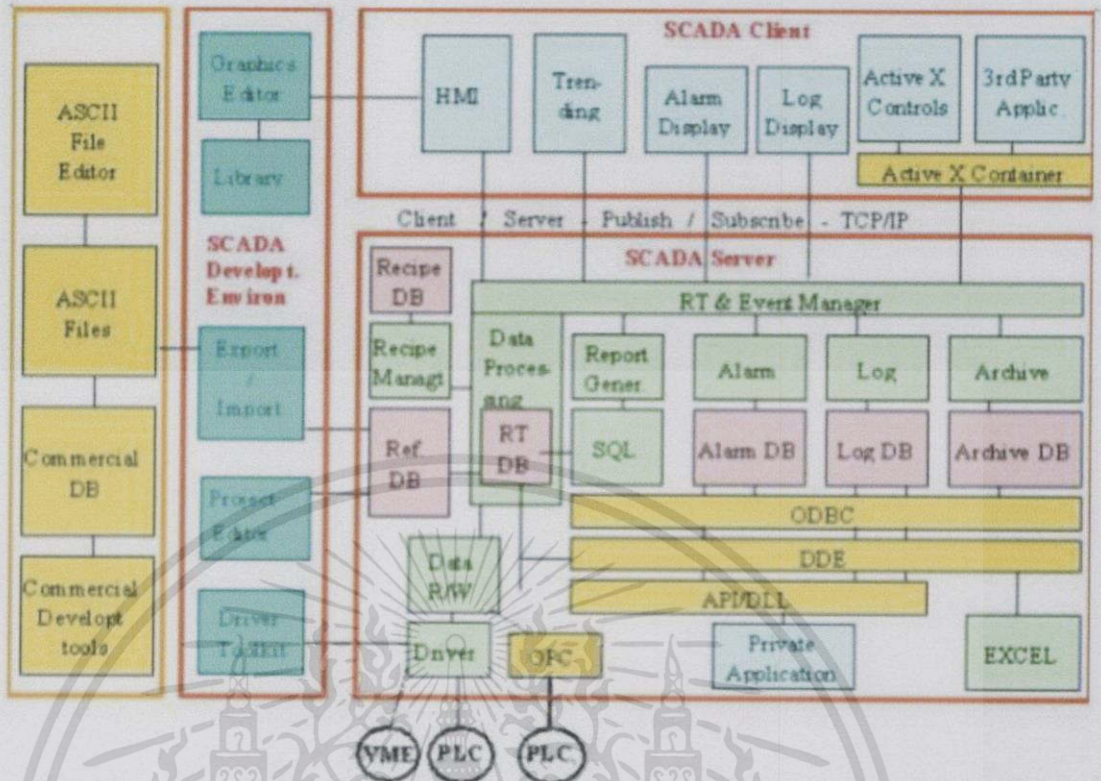
รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างแบบฮาร์ดแวร์ของระบบ SCADA

ภาพที่ 2.7 Controller จะติดต่อกับอุปกรณ์ Field Instrument ต่าง ๆ เช่นเซ็นเซอร์ รีเลย์ เป็นต้นเพื่อนำสัญญาณมาให้กับ Data Server

### 2.2.3.2 โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ (Software Architecture)

โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ของระบบ SCADA นั้นมีข้อที่ต้องทราบคือ SCADA ใช้เทคโนโลยีในการสื่อสารกับฮาร์ดแวร์ (เช่น PLC, DCS) ต่าง ๆ กันไปตามผู้ผลิต เช่นการใช้ Driver เฉพาะของผู้ผลิต SCADA เพื่อสื่อสารกับ PLC, DCS เป็นต้น ซึ่งในปัจจุบันมีการกำหนดมาตรฐานกลาง คือ OPC ขึ้นมาเพื่อยุติปัญหาการใช้เทคโนโลยีเฉพาะด้านในการสื่อสาร นอกจากนั้นยังมีความสามารถในการบริการข้อมูลให้กับ Client ที่รวดเร็วและมีเสถียรภาพ โครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ ของ SCADA แสดงได้ดังภาพที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 แสดงโครงสร้างด้านซอฟต์แวร์ของระบบ SCADA

จากภาพที่ 2.8 จะพบว่าในส่วนของ SCADA Server นั้น การติดต่อกับ PLC หรือ Controller นั้น ทำได้ทั้งผ่าน Driver หรือ OPC โดยที่ OPC และ Driver สามารถรับคำสั่งแบบ Read / Write เพื่ออ่านข้อมูลจาก PLC หรือ เขียนข้อมูลเพื่อส่งงานไปยัง PLC ได้

SCADA Server จะทำหน้าที่จัดการข้อมูล RTDB (Real Time Data Base) ที่ได้จาก PLC แล้วส่งให้กับ SCADA Client โดยที่ SCADA Server บางประเภทจะติดต่อกับ SCADA Client ผ่าน DDE Server ซึ่งทำให้สามารถนำเข้าข้อมูลจาก PLC เข้าสู่โปรแกรมเช่น MS Excel หรือ โปรแกรม Client อื่น ๆ ที่ติดต่อกับ DDE Server ได้

SCADA บางตัวจะออกแบบให้ SCADA Server ทำหน้าที่ตรวจจับ Alarm และเก็บไว้ใน Alarm DB หรือเก็บข้อมูลที่เป็น Historian ไว้ใน Log DB เป็นต้นเพื่อส่งให้ Alarm Display และ Log Display ทางฝั่ง SCADA Client ต่อไป

สำหรับส่วน Development Environment นั้นจะขึ้นอยู่กับกรอบของ SCADA ซอฟต์แวร์นั้น ๆ ซึ่งโดยทั่วไปก็จะมีเครื่องมือในการสร้างและจัดการกราฟิก (Graphic Editor) เครื่องมือในการจัดการโปรเจกต์ที่สร้างขึ้น (Project Editor) มีเครื่องมือในการนำเข้าและส่งออก Text file ที่เก็บค่าคอนฟิกูเรชันของการติดต่อกับ Driver หรือ OPC Server ไว้

### 2.2.3.3 โครงสร้างพื้นฐานด้านการสื่อสาร (Communications)

ระบบ SCADA เดิมใช้ผสมกันระหว่างวิทยุและการต่อสายตรง ถึงแม้ว่า SONET / SDH ถูกใช้บ่อยๆ สำหรับระบบขนาดใหญ่เช่นรถไฟและโรงไฟฟ้า การจัดการหรือ ฟังก์ชันการตรวจสอบระยะไกลของระบบ SCADA มักถูกเรียกว่า โทรมาตร (telemetry) ผู้ใช้บางคนต้องการข้อมูล SCADA ผ่านทางเครือข่ายภายในองค์กรที่มีอยู่แล้วหรือใช้ร่วมกับ application อื่น ถึงอย่างไรโปรโตคอลแบบโบราณที่ใช้ Bandwidth ต่ำๆก็ยังมีอยู่

โปรโตคอลระบบ SCADA ถูกออกแบบมาให้มีขนาดกะทัดรัดมาก หลายตัวจะออกแบบมาเพื่อส่งข้อมูลเฉพาะเมื่อสถานีแม่เรียกหา RTU โปรโตคอลโบราณของ SCADA ได้แก่ Modbus RTU, RP-570, Profibus และ Conitel โปรโตคอลการสื่อสารเหล่านี้เป็นสิทธิ์ของผู้จำหน่ายโดยเฉพาะ แต่ถูกนำมาดัดแปลงและใช้กันอย่างแพร่หลาย โปรโตคอลมาตรฐานก็คือ IEC 60870-5-101 หรือ 104, IEC 61850 และ DNP3 โปรโตคอลการสื่อสารเหล่านี้มีมาตรฐานและได้รับการยอมรับจากทุกผู้ผลิตระบบ SCADA ที่สำคัญ ปัจจุบันหลายโปรโตคอลเหล่านี้มีการขยายเพื่อการใช้งานบน TCP/IP แม้ว่าการใช้ข้อกำหนดของระบบเครือข่ายแบบเดิม เช่น TCP/IP, พร้าเส้นแบ่งระหว่างเครือข่ายแบบดั้งเดิมและเครือข่ายอุตสาหกรรมพวกมันตอบสนองความต้องการพื้นฐานที่แตกต่างกัน.

ด้วยความต้องการการรักษาความปลอดภัยที่เพิ่มขึ้น มีการใช้งานที่เพิ่มขึ้นของการสื่อสารผ่านดาวเทียม นี่มีข้อดีที่สำคัญของโครงสร้างพื้นฐานที่สามารถดูแลตัวเองได้ (ไม่ได้ใช้วงจรจากระบบโทรศัพท์สาธารณะ) สามารถมีการเข้ารหัสฝั่งในตัวและสามารถออกแบบมาเพื่อความพร้อมและความน่าเชื่อถือที่กำหนดโดยผู้ประกอบการระบบ SCADA ประสบการณ์ก่อนหน้านี้ที่ใช้ VSAT ระดับผู้บริโภคนั้นที่น่าสงสาร ระบบการขนส่งที่ทันสมัย ระดับให้มีคุณภาพในการให้บริการที่จำเป็นสำหรับระบบ SCADA.

RTUs และอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติอื่น ๆ ได้รับการพัฒนาการถือกำเนิดของมาตรฐานอุตสาหกรรมสำหรับการทำงานร่วมกัน (Interoperability) ผลที่ได้คือนักพัฒนาและผู้บริหารสร้างความหลากหลายของโปรโตคอลการควบคุม ในบรรดาผู้ผลิตขนาดใหญ่ก็ยังมีแรงจูงใจในการสร้างโปรโตคอลของตัวเองเพื่อ "ล็อกคอ" ฐานลูกค้าของพวกเขา รายการของโปรโตคอลอัตโนมัติจะรวบรวมไว้ที่นี่

เมื่อเร็ว ๆ นี้ OLE สำหรับการควบคุมกระบวนการ (OLE For Process Control, OPC) ได้กลายเป็นโซลูชันที่ได้รับการยอมรับอย่างกว้างขวางสำหรับ intercommunicating ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ที่แตกต่างที่ช่วยให้การสื่อสารอุปกรณ์แม้ว่าเดิมไม่ได้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นส่วนหนึ่งของเครือข่ายอุตสาหกรรม

### 2.2.3.4 โครงสร้างอินเทอร์เฟซ (Interface)

การติดต่อระหว่าง Data Server กับอุปกรณ์หรือระหว่าง Data Server และ Data Server และกับ Client นั้น มีการผลิตเป็น Driver ออกมามากมายตามเทคนิคเฉพาะของแต่ละผู้ผลิต ต่อมาจึงมีการกำหนดมาตรฐานของอินเทอร์เฟซขึ้นมาเป็น OPC (OLE for Process Control) ซึ่งมีความรวดเร็วในการสื่อสารและบริการข้อมูลโดยมีการจัดตั้ง OPC Foundation ขึ้นเป็นองค์กรหลักในการกำหนดมาตรฐานและถ่ายทอดเทคโนโลยีให้แก่สมาชิก OPC จึงเป็นมาตรฐานกลางที่เปิดกว้างมากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การติดต่อกับฐานข้อมูลภายนอกของ SCADA Software นั้น มีการสร้างให้สามารถติดต่อได้ผ่าน ODBC (Open Data Base Connectivity), OLEDB (Linking And Embedding Data Base), DDE (Dynamic Data Exchange) เป็นต้น เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลหรือทำการเก็บข้อมูลไว้ในฐานข้อมูลรูปแบบ ต่าง ๆ ในปัจจุบันมีการพัฒนาให้สามารถติดต่อกับโปรแกรม ERP ต่าง ๆ เช่น SAP เป็นต้นได้ด้วย

### 2.2.3.5 โครงสร้างความสามารถในการขยายระบบ (Scalability)

Scalability คือความสามารถในการรองรับและต่อขยายระบบ SCADA กับส่วนต่าง ๆ เช่น I/O ของอุปกรณ์ Controller และจำนวนเครื่อง SCADA Client ที่เพิ่มขึ้น หรือการต่อพ่วงกับระบบ SCADA ของยี่ห้ออื่น ๆ เป็นต้น ถ้าหาก Data Server เป็นแบบ Driver ที่สร้างด้วย

เทคโนโลยีเฉพาะในการติดต่อกับอุปกรณ์ ก็เป็นเรื่องลำบากในการต่อขยาย เพราะ Driver บางประเภทสามารถติดต่อได้เฉพาะ SCADA Software บางยี่ห้อเท่านั้น ปัญหานี้เป็นที่วิพากษ์วิจารณ์กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งปัจจุบันได้หันมาใช้มาตรฐานกลางคือ OPC เพื่อแก้ไขปัญหานี้

### 2.2.3.6 โครงสร้างการสำรองระบบ (Redundancy)

SCADA Software ส่วนใหญ่มีความสามารถในการสำรองระบบของ Data Server โดยที่เมื่อ Data Server เกิดความขัดข้องก็จะสั่งงานให้ Data Server อีกตัวหนึ่งทำงานแทนที่ โดยจะมีการกำหนดคอนฟิกูเรชันไว้ที่ Clientว่าจะให้เลือกติดต่อกับ Data Server ตัวไหนเมื่อเกิดความขัดข้องเกิดขึ้น

ในบางครั้งโมดูลที่ทำหน้าที่จัดการด้าน Redundancy นี้อาจจะทำหน้าที่อีกประการหนึ่งคือเป็นจุดพักข้อมูลที่ได้รับมาจาก Data Server เพื่อนำไปส่งให้กับ Client ต่าง ๆ เพราะในกรณีที่มี Client จำนวนมากติดต่อกับ Data Server ตัวเดียวนั้นอาจมีความล่าช้าในการบริการข้อมูลของ Data Server เพราะต้องให้บริการข้อมูล Client ให้ครบจำนวนก่อนที่จะไปรับข้อมูลใหม่จากอุปกรณ์มาได้ ดังนั้นโมดูลที่ทำหน้าที่ Redundant จึงทำหน้าที่เป็นจุดรับข้อมูลแล้วช่วยส่งต่อให้ Client ต่างๆอีกทอดหนึ่ง Data Server จะทำหน้าที่บริการข้อมูลให้แก่โหนดเพียงจุดเดียวจึงมีความรวดเร็วในการบริการข้อมูล

## 2.2.4 หน้าที่การทำงาน (Functionality)

การเข้าถึงพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ หมายถึง ความสามารถในการเข้าถึงกลุ่มของพารามิเตอร์ในอุปกรณ์เช่น I/O ของ PLC เป็นต้น ความสามารถของ Data Server ในการกำหนดว่า พารามิเตอร์ใด อ่านได้อย่างเดียว เขียนได้อย่างเดียว หรือทั้งอ่านทั้งเขียน เป็นต้น

### 2.2.4.1 ระบบแสดงผลแบบ MMI (Man Machine Interface)

ระบบแสดงผลแบบคือความสามารถในการแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ ในรูปแบบ กราฟิก ข้อความ สัญลักษณ์ แผนภาพ เป็นต้น โดยสามารถเชื่อมโยงลักษณะการเปลี่ยนแปลงของกราฟิกเหล่านี้กับพารามิเตอร์จาก Data Serverได้ ความสามารถในการสั่งงานผ่านระบบกราฟิกเช่น การปิด/เปิด สวิตช์บนจอมอนิเตอร์ส่งผลไปยัง I/O ของ PLC เป็นต้น ความสามารถในการจัดการกราฟิกเช่น การย่อ ขยาย การกำหนดการเคลื่อนไหวแบบต่าง ๆ เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การหมุน การเคลื่อนที่แบบซิกแซกตามสัญญาณของ Data Server การแสดงผลสัญญาณในรูปแบบมิเตอร์และเกจวัดแบบต่าง ๆ การนำเข้ากราฟิกประเภทต่างๆ การจัดแบ่งเลย์เออร์ เป็นต้น เหล่านี้เป็นข้อเปรียบเทียบความสามารถของ SCADA Software ทั้งสิ้น

#### 2.2.4.2 ระบบแสดงกราฟสัญญาณแบบต่อเนื่อง (Trending)

Trending เป็นความสามารถในการพล็อตกราฟต่อเนื่องกันไปบนจอภาพ เพื่อแสดงค่าสัญญาณจาก Data Server โดยอาจจะสามารถพล็อตสัญญาณได้หลายสัญญาณเช่น 8 - 24 สัญญาณ พร้อมกันในหน้าต่างเดียว เพื่อให้สามารถเปรียบเทียบสัญญาณที่พล็อตได้ และไม่จำกัดว่าจะสร้างหน้าต่างพล็อตจำนวนเท่าใด

Trending อาจมีความสามารถในการ ซุมสัญญาณที่พล็อต และหยุดการพล็อตเพื่อเลื่อนดูค่าที่พล็อตในแต่ละช่วงเวลาได้ด้วยตัวของผู้ใช้งานเอง นอกจากนั้นการพล็อตอาจสามารถเลือกได้ว่าจะให้เป็นการพล็อตแบบใดเช่น Time Plot, Logarithmic Plot, Strip Chart, Bar Chart, Circular, X-Y Plot เป็นต้น นอกจากนั้นบางผู้ผลิตยังสามารถนำค่าHistorian หรือ ข้อมูลสัญญาณที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลออกมาพล็อตได้อีกด้วย โดย Trending Module นี้อาจเป็นแบบ ActiveX Control คือสามารถนำไปใช้งานในแอปพลิเคชันอื่นที่สนับสนุนการนำเข้า ActiveX ได้

#### 2.2.4.3 ระบบแจ้งเตือน (Alarm)

SCADA Software ส่วนใหญ่มีระบบแจ้งเตือนโดย Alarm Display จะรับสัญญาณมาจาก Alarm DB ในฝั่ง SCADA Server โดย Alarm DB สามารถที่จะทำการกำหนดคอนฟิกูเรชันว่าจะนำสัญญาณตัวใดมาเป็นตัวพารามิเตอร์ ในการแจ้งเตือนบ้าง และมีการแบ่งระดับของ Priority , Limit อย่างไร เป็นต้น

ระบบแจ้งเตือนยังสามารถที่จะเก็บข้อมูลการแจ้งเตือนไว้ในฐานข้อมูลประเภท ต่าง ๆ ได้เช่น MS SQL Server , MS Access , Oracle, MS Excel เป็นต้น และบางยี่ห้อสามารถแสดงออกมาเป็นรายงานในรูปแบบตารางหรือแผนภูมิได้อีกด้วย

#### 2.2.4.4 การทำงานแบบ Automation

เป็นความสามารถที่ SCADA ทำหน้าที่ต่าง ๆ ตามที่กำหนด เช่น ส่งอีเมลล์ แสดงข้อความแบบ Instance Message บนหน้าจอ เปิดไปยังหน้าจออื่น ๆ เก็บข้อมูลลงฐานข้อมูล เปิดโปรแกรม หรือ รันคำสั่งสคริปต์ เป็นต้น ตามสัญญาณที่ได้รับจาก Data Server และข้อกำหนดที่สร้างขึ้น

### 2.2.5 การสร้างและพัฒนา (Application Development)

#### 2.2.5.1 การกำหนดคอนฟิกูเรชัน

การกำหนดคอนฟิกูเรชัน ขั้นแรกต้องมีการกำหนดว่าจะติดต่อกับพารามิเตอร์หรือ Tag ใดบ้างจาก Data Server ดังนั้นจะต้องทำ การ Define หรือสร้าง Tag ที่ Data Server ก่อนว่า Tag แต่ละตัวหมายถึง Address ที่เท่าใดของอุปกรณ์ (PLC, DCS, RTU, Controller ต่างๆ)

โดยทั่วไปสามารถทำการนำเข้าคอนฟิกูเรชันไฟล์ที่สร้างไว้ก่อนเข้ามาได้ และสามารถ Export ไปยัง Data Server อื่นๆ ได้ จากนั้นโปรแกรมย่อยอื่นๆ ของ SCADA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Software ฝั่งไคลเอนท์ จึงทำคอนฟิกเรชั่นตามหน้าที่การทำงานของตนเอง เช่น โมดูลที่มีหน้าที่ แสดงผลกราฟิกก็ต้องกำหนดว่ากราฟิกนั้นๆ จะเชื่อมโยงกับ Tag ใดจาก Data Server ส่วนโมดูล ที่ทำหน้าที่แจ้งเตือนก็ต้องทำคอนฟิกเรชั่นว่าจะนำ Tag ใด มาเป็นสัญญาณแจ้งเตือน และกำหนด ระดับสัญญาณ Limit เป็นต้น

### 2.2.5.2 เครื่องมือในการพัฒนา (Development Tool)

เครื่องมือในการสร้างและพัฒนาระบบ SCADA โดยทั่วไปจะประกอบด้วย

- 1 เครื่องมือในการสร้างระบบกราฟิกที่ประกอบด้วยเครื่องมือวาดภาพ เครื่องมือกำหนดเอฟเฟ็คพิเศษต่างๆ โลโก้ของกราฟิกสำเร็จรูปในอุตสาหกรรมด้านต่างๆ
- 2 เครื่องมือในการสร้าง Trending
- 3 เครื่องมือในการสร้างระบบ Alarm
- 4 เครื่องมือในการกำหนดการติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อทำการเก็บรวบรวม ข้อมูล ของ Trending และ Alarm ลงไว้ในฐานข้อมูล
- 5 เครื่องมือในการช่วยสร้าง Script เช่น Java script, VB Script
- 6 เครื่องมือจัดการด้านความปลอดภัย การแบ่งระดับ User และขอบเขต การใช้งานของ User
- 7 เครื่องมือในการสร้าง Web application เพื่อให้สามารถควบคุม และ ตรวจสอบระบบควบคุมผ่าน Web browser ได้

## 2.3 ระบบขับเคลื่อนเซอร์โว

### 2.3.1 มอเตอร์

เป็นอุปกรณ์เปลี่ยนกำลังงานทางไฟฟ้าเป็นพลังงานกลซึ่ง Servo Motor ได้ถูก ออกแบบให้มีความแม่นยำและความเร็วสูงทำให้ Servo Motor แตกต่างจาก Induction Motor ที่เรารู้จักกันเป็นอย่างดี คุณสมบัติของ Servo motor จะต้องมีดังนี้คือ

- มีอัตราเร่งที่ดี
- ตอบสนองได้อย่างรวดเร็ว
- ย่านการควบคุมกว้าง
- ความเร็วในการหมุนต้องคงที่

ซึ่งคุณสมบัติเหล่านี้จะขึ้นอยู่กับการออกแบบโครงสร้างของมอเตอร์และวัสดุที่ใช้ไม่ว่าจะเป็นเหล็กที่นำมาทำ Motor รวมถึงขดลวดที่นำมาเพื่อสร้างสนามแม่เหล็ก เนื่องจากการ ควบคุมการทำงาน Servo motor เป็นการควบคุมแบบป้อนกลับดังนั้นที่ตัว Servo motor จะต้องมีตัวนับรอบ (Encoder) ติดอยู่กับตัว Servo motor ด้วยทุกตัว

### 2.3.2 ชนิดของ Servo motor แบ่งออกได้ดังนี้

#### 2.3.2.1 DC Servo motor

#### 2.3.2.2 AC Servo motor

- 1 Synchronous Servo Motor
- 2 Induction Servo Motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 2.3.2.3 Stepping Motor

ในปัจจุบันจะนิยมใช้ AC Servo ที่เป็นแบบ Synchronous Servo Motor กันมากที่สุด เพราะว่าใช้งานและการบำรุงรักษาทำได้ง่าย ขนาดของมอเตอร์มีตั้งแต่ 30 W จนถึง 5.5 kW

### 2.3.3 Driver

เป็นอุปกรณ์ส่งพลังงานไฟฟ้าไปให้ Motor เพื่อเปลี่ยนเป็นพลังงานกล ตัว Driver จะแบ่งออกตามประเภทการใช้งาน

#### 2.3.3.1 Pulse Train Input Driver

#### 2.3.3.2 Analog Input Driver

ซึ่งการใช้งานก็จะแตกต่างกันไปตามความต้องการของระบบซึ่งแบ่ง Parameter ที่ต้องควบคุมได้ดังนี้

- การควบคุมตำแหน่ง (Position Control)
- การควบคุมความเร็ว (Speed Control)
- การควบคุมแรงบิด (Torque Control)
- การควบคุมการเคลื่อนที่ (Motion Control)

ในการใช้งานเราต้องรู้ว่างานของเราเป็นแบบใดและต้องการควบคุม Parameter ตัวไหนและต้องเลือกระบบให้ถูกต้องตรงกับความต้องการ

### 2.3.4 การควบคุมความเร็วมอเตอร์

เป็นที่ทราบกันดีว่าการควบคุมความเร็วของมอเตอร์สามารถทำได้โดยการควบคุมระดับแรงดันตกคร่อมตัวมอเตอร์ และ วิธีการที่นิยมใช้จะมีสองวิธีดังนี้

การปรับระดับแรงดันโดยใช้หลักการเปลี่ยนค่าความต้านทานของวงจร ซึ่งทำให้แรงดันตกคร่อมเปลี่ยนไปด้วยแต่จะเห็นว่าวิธีนี้เป็นการสร้างความสูญเสียเนื่องจากกำลังไฟฟ้ตกคร่อมตัวต้าน (พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน)

การปรับระดับแรงดันโดยการใช้การเปิดปิดแหล่งจ่ายไฟ โดยระดับแรงดันเฉลี่ยที่ได้จะขึ้นกับช่วงเปิดและช่วงปิด เรียกว่าวิธีการนี้ว่า Pulse Width Modulation และเรียกอัตราส่วนของช่วงเปิดและช่วงปิดว่า Duty Cycle วิธีการนี้มี ข้อเสียคือ หากเราเลือกความถี่ของพัลส์ไม่เหมาะสม อาจจะทำให้มอเตอร์สันได้

### 2.3.5 การควบคุมตำแหน่งมอเตอร์

การควบคุมตำแหน่งของมอเตอร์ ก็คือ การควบคุมความเร็ว เช่น หากต้องการให้มอเตอร์ หมุน 10 องศา ในตอน 0-10 องศา จะต้องควบคุมให้มอเตอร์มีความเร็ว (ค่าหนึ่ง) และเมื่อถึงตำแหน่ง 10 องศาแล้วจึงสั่งให้มอเตอร์มีความเร็วเป็น 0 ในขณะที่เดียวกันหากกลับทิศทางการหมุนของมอเตอร์ นั่นก็คือการสั่งให้มอเตอร์ หมุนด้วยความเร็วที่เป็นลบนั่นเอง

ในการออกแบบระบบควบคุมตำแหน่ง จะต้องออกแบบระบบควบคุมความเร็วก่อน และอาศัยสัญญาณผลต่างของตำแหน่ง ที่ต้องการเคลื่อนที่ไป และสัญญาณที่ได้จากอุปกรณ์ป้อนกลับ (เรียกสัญญาณนี้ว่าสัญญาณคลาดเคลื่อน)สัญญาณที่ได้ นี้จะถูกป้อนเป็นสัญญาณขาเข้า

ของตัวควบคุม หลังจากนั้นตัวควบคุมจะประมวลผลเพื่อให้สัญญาณขับเพื่อให้มอเตอร์หมุนไปในตำแหน่งที่ต้องการ

จะเห็นว่าหากตำแหน่งที่ต้องการเคลื่อนที่ไปมีค่าเท่ากับตำแหน่งที่อ่านได้จากการอ่านตำแหน่งป้อนกลับ สัญญาณคลาด เคลื่อนจะมีค่าเป็นศูนย์ นั่นคือจะไม่มีสัญญาณขับออกมาจากตัวควบคุม ทำให้มอเตอร์ไม่มีการหมุนหรือมอเตอร์มีความเร็วเป็นศูนย์นั่นเอง

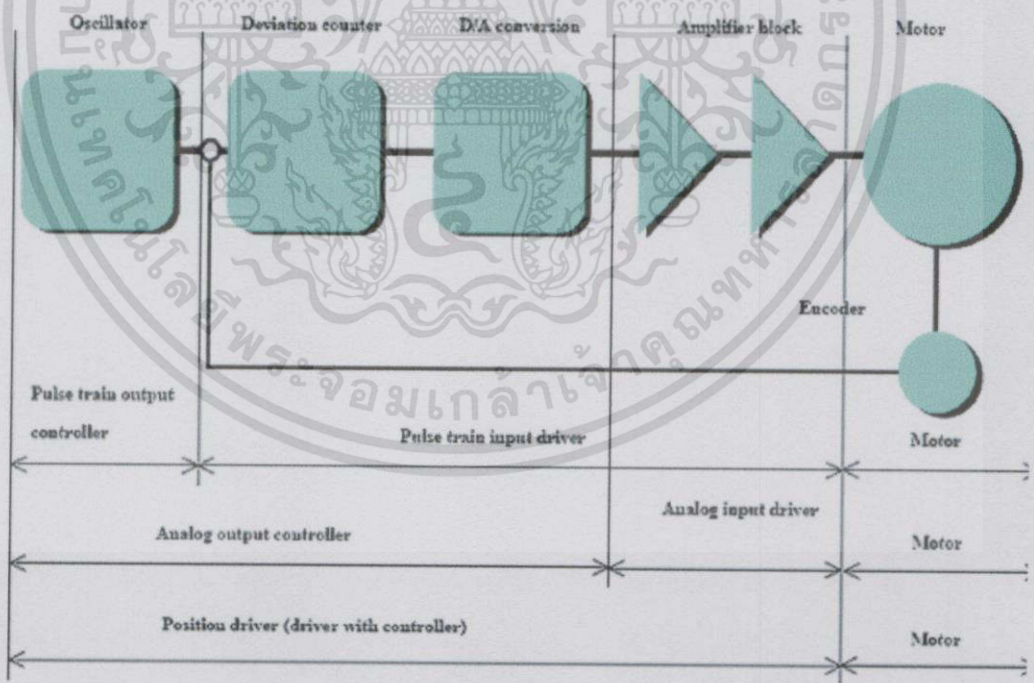
### 2.3.6 Controller

เป็นตัวส่งสัญญาณควบคุม (Signal Command) ไปยังตัว Driver ตัว Driver จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณและส่งผ่านสัญญาณไปที่ Motor ทำให้ Motor หมุนด้วยความเร็วและไปยังตำแหน่งที่ต้องการตามคำสั่งที่มาจาก Controller ซึ่งสัญญาณควบคุม (Signal Command) แบ่งออกตาม ประเภทของ Driver คือ

- Pulse Train Signal Command
- Analog Signal Command

ในการเลือกใช้งานจะขึ้นอยู่กับ Driver และ Application ของงานนั้นๆ ส่วนการเขียน Program เพื่อให้ Controller ส่งสัญญาณควบคุม (Signal Command) ไปยัง Driver จะขึ้นกับตัวประมวลผลของ CPU ของ Controller อาจเป็น Ladder Diagram, G Code, Block Diagram

### 2.3.7 หลักการทำงานของ Servo System

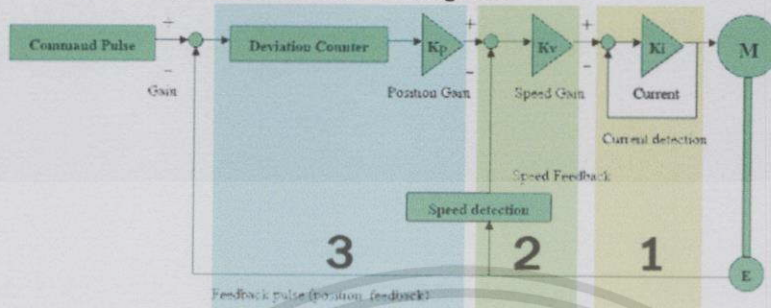


รูปที่ 2.9 Servo Block Diagram

ในการควบคุมตำแหน่งหรือความเร็ว Controller จะส่งสัญญาณควบคุม (Signal Command) ที่แทนด้วยจำนวนระยะทางและความเร็ว ออกมาที่กลับกับสัญญาณที่มาจากเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Encoder ผลต่างที่ได้จะถูกส่งไปยัง Driver เพื่อแปลงสัญญาณและขยายสัญญาณส่งไปขับเคลื่อนมอเตอร์

### 2.3.8 Servo driver block diagram



รูปที่ 2.10 Servo driver block diagram

การทำงานของ Servo Driver ประกอบด้วย Control Loop ทั้งหมด 3 Loop คือ

**2.3.8.1 Current Control Loop** เป็นส่วนของการควบคุมกระแสไฟที่จ่ายให้กับมอเตอร์ซึ่งจะแปรผันทางแรงบิด โดยรับสัญญาณ Analog มาจาก Output ของ Speed Control Loop (KV) มาเปรียบเทียบกับ Current Detection Feedback

**2.3.8.2 Speed Control Loop** เป็นส่วนของการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยรับสัญญาณ Analog มาจาก Output ของ Position Control Loop มาเปรียบเทียบกับ Speed Feedback จาก Encoder

**2.3.8.3 Position Control Loop** เป็นส่วนของการควบคุมตำแหน่งโดยรับสัญญาณมาจาก Signal Command อาจจะเป็นสัญญาณ Analog หรือสัญญาณ Pulse มาเปรียบเทียบกับ Position Feed Back จาก Encoder

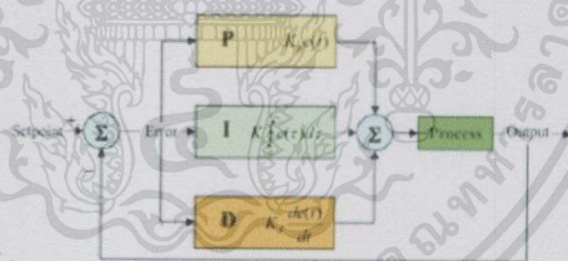
### 2.3.9 การเปรียบเทียบคุณสมบัติ

	Servo system	Inverter system
ความเร็ว, แม่นยำ		
แรงบิด		
ความซับซ้อนของระบบ		
การทำงานร่วมกับระบบ Sequence control (PLC)		
การบำรุงรักษา		
เสถียรภาพของระบบ		
ราคาของระบบ		

ตารางที่ 2.1 การเปรียบเทียบคุณสมบัติ

### 2.4 ระบบควบคุม PID

เป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการและค่าที่ต้องการ ตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุดด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ ค่าตัวแปรของ PID ที่ใช้จะปรับเปลี่ยนตามธรรมชาติของระบบ



รูปที่ 2.11 แผนภาพบล็อกของการควบคุมแบบพีไอดี

วิธีคำนวณของ PID ขึ้นอยู่กับสามตัวแปรคือค่าสัดส่วน, ปริพันธ์ และ อนุพันธ์ ค่าสัดส่วนกำหนดจากผลของความผิดพลาดในปัจจุบัน, ค่าปริพันธ์กำหนดจากผลบนพื้นฐานของผลรวมความผิดพลาดที่ซึ่งพ่วงผ่านไป, และค่าอนุพันธ์กำหนดจากผลบนพื้นฐานของอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด น้ำหนักที่เกิดจากการรวมกันของทั้งสามนี้จะใช้ในการปรับกระบวนการ

โดยการปรับค่าทั้งใน PID ตัวควบคุมสามารถปรับรูปแบบการควบคุมให้เหมาะกับที่กระบวนการต้องการได้ การตอบสนองของตัวควบคุมจะอยู่ในรูปของการไหวตัวของตัวควบคุมจนถึงค่าความผิดพลาด ค่าโอเวอร์ชูต (Overshoots) และ ค่าแกว่งของระบบ (Oscillation) วิธี

PID ไม่รับประกันได้ว่าจะเป็นระบบควบคุมที่เหมาะสมที่สุดหรือสามารถทำให้กระบวนการมีความเสถียรแน่นอน

การประยุกต์ใช้งานบางครั้งอาจใช้เพียงหนึ่งถึงสองรูปแบบ ขึ้นอยู่กับกระบวนการเป็นสำคัญ พิธีใดบ้างครั้งจะถูกเรียกว่าการควบคุมแบบ PI, PD, P หรือ I ขึ้นอยู่กับว่าใช้รูปแบบใดบ้าง

#### 2.4.1 ทฤษฎี

การควบคุมแบบ PID ได้ชื่อตามการรวมกันของเทอมของตัวแปรทั้งสามตามสมการ

$$MV(t) = P_{out} + I_{out} + D_{out}$$

เมื่อ  $P_{out}$ ,  $I_{out}$  และ  $D_{out}$  เป็นผลของสัญญาณขาออกจากระบบควบคุม PID จากแต่ละเทอมซึ่งนิยามตามรายละเอียดด้านล่าง

#### 2.4.2 สัดส่วน

เทอมของสัดส่วน (บางครั้งเรียก *อัตราขยาย*) จะเปลี่ยนแปลงเป็นสัดส่วนของค่าความผิดพลาด การตอบสนองของสัดส่วนสามารถทำได้โดยการคูณค่าความผิดพลาดด้วยค่าคงที่  $K_p$ , หรือที่เรียกว่าอัตราขยายสัดส่วน

เทอมของสัดส่วนจะเป็นไปตามสมการ

$$P_{out} = K_p e(t)$$

เมื่อ

$P_{out}$  = สัญญาณขาออกของเทอมสัดส่วน

$K_p$  = อัตราขยายปริพันธ์, ตัวแปรปรับค่าได้

$e$  = ความผิดพลาด =  $SV - PV$

$t$  = เวลา

ผลอัตราขยายสัดส่วนที่สูงค่าความผิดพลาดก็จะเปลี่ยนแปลงมากเช่นกัน แต่ถ้าสูงเกินไประบบจะไม่เสถียรได้ ในทางตรงกันข้าม ผลอัตราขยายสัดส่วนที่ต่ำ ระบบควบคุมจะมีผลตอบสนองต่อกระบวนการน้อยตามไปด้วย

#### 2.4.3 ปริพันธ์

ผลจากเทอมปริพันธ์ (บางครั้งเรียก *reset*) เป็นสัดส่วนของขนาดความผิดพลาดและระยะเวลาของความผิดพลาด ผลรวมของความผิดพลาดในทุกช่วงเวลา (ปริพันธ์ของความผิดพลาด) จะให้ออฟเซตสะสมที่ควรจะเป็นในก่อนหน้า ความผิดพลาดสะสมจะถูกคูณโดยอัตราขยายปริพันธ์ ขนาดของผลของเทอมปริพันธ์จะกำหนดโดยอัตราขยายปริพันธ์,  $K_i$ .

เทอมปริพันธ์จะเป็นไปตามสมการ

$$I_{out} = K \int_0^t e(T) dT$$

- $I_{out}$  = สัญญาณขาออกของเทอมปริพันธ์  
 $K_i$  = อัตราขยายปริพันธ์, ตัวแปรปรับค่าได้  
 $e$  = ความผิดพลาด =  $SP - PV$   
 $t$  = เวลา  
 $T$  = ตัวแปรปริพันธ์หุ่น

เทอมปริพันธ์ (เมื่อรวมกับเทอมสัดส่วน) จะเร่งกระบวนการให้เข้าสู่จุดที่ต้องการ และขจัดความผิดพลาดที่เหลืออยู่ที่เกิดจากการใช้เพียงเทอมสัดส่วน แต่อย่างไรก็ตาม เทอมปริพันธ์เป็นการตอบสนองต่อความผิดพลาดสะสมในอดีต จึงสามารถทำให้เกิดโอเวอร์ชูตได้ (ข้ามจุดที่ต้องการและเกิดการหันเหไปทางทิศทางอื่น)

#### 2.4.4 อนุพันธ์

อัตราการเปลี่ยนแปลงของความผิดพลาดจากกระบวนการนั้นคำนวณหาจากความชันของความผิดพลาดทุกๆเวลา (นั่นคือ เป็นอนุพันธ์อันดับหนึ่งสัมพันธ์กับเวลา) และคูณด้วยอัตราขยายอนุพันธ์  $K_d$  ขนาดของผลของเทอมอนุพันธ์ (บางครั้งเรียกอัตรา) ขึ้นกับ อัตราขยายอนุพันธ์  $K_d$

เทอมอนุพันธ์เป็นไปตามสมการ

$$D_{out} = K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

เมื่อ

- $D_{out}$  = สัญญาณขาออกของเทอมอนุพันธ์  
 $K_d$  = อัตราขยายอนุพันธ์, ตัวแปรปรับค่าได้  
 $e$  = ความผิดพลาด =  $SV - PV$   
 $t$  = เวลา

เทอมอนุพันธ์จะชะลออัตราการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณขาออกของระบบควบคุม และด้วยผลนี้จะช่วยให้ระบบควบคุมเข้าสู่จุดที่ต้องการ ดังนั้นเทอมอนุพันธ์จะใช้ในการลดขนาดของโอเวอร์ชูตที่เกิดจาเทอมปริพันธ์และทำให้เสถียรภาพของการรวมกันของระบบควบคุมดีขึ้น แต่อย่างไรก็ตามอนุพันธ์ของสัญญาณรบกวนที่ถูกขยายในระบบควบคุมจะไวมากต่อการรบกวนในเทอมของความผิดพลาดและสามารถทำให้กระบวนการไม่เสถียรได้ถ้าสัญญาณรบกวนและอัตราขยายอนุพันธ์มีขนาดใหญ่เพียงพอ

#### 2.4.5 ผลรวม

เทอมสัดส่วน, ปริพันธ์, และอนุพันธ์ จะนำมารวมกันเป็นสัญญาณขาออกของการควบคุมแบบ PID กำหนดให้  $u(t)$  เป็นสัญญาณขาออก

สมการสุดท้ายของวิธี PID คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$MV(t) = K_p e(t) + K \int_0^t e(T) dT + K_d \frac{d}{dt} e(t)$$

#### 2.4.6 การปรับจูน

ถ้าระบบยังคงทำงานขั้นแรกให้ตั้งค่า  $K_i$  และ  $K_d$  เป็นศูนย์เพิ่มค่า  $K_p$  จนกระทั่ง สัญญาณ ขาออกเกิดการแกว่ง (oscillate) แล้วตั้งค่า  $K_p$  ให้เหลือครึ่งหนึ่งของค่าที่ทำให้เกิดการแกว่งสำหรับการตอบสนองชนิด "quarter amplitude decay" แล้วเพิ่ม  $K_i$  จนกระทั่งออฟเซตถูกต้องในเวลาที่พักของกระบวนการ แต่ถ้า  $K_i$  มากไปจะทำให้ไม่เสถียร สุดท้ายถ้าต้องการ ให้เพิ่มค่า  $K_d$  จนกระทั่งลูบอยู่ในระดับที่ยอมรับได้ แต่ถ้า  $K_d$  มากเกินไปจะเป็นเหตุให้การตอบสนองและโอเวอร์ชูตเกินยอมรับได้ ปกติการปรับจูน PID ถ้าเกิดโอเวอร์ชูตเล็กน้อยช่วยให้เข้าสู่จุดที่ต้องการเร็วขึ้น แต่ในบางระบบไม่สามารถยอมให้เกิดโอเวอร์ชูตได้ และถ้าค่า  $K_p$  น้อยเกินไปก็จะทำให้เกิดการแกว่ง

ตัวแปร	ช่วงเวลาขึ้น (Rise time)	โอเวอร์ชูต (Overshoot)	เวลาสู่สมดุล (Settling time)	ความผิดพลาดสถานะคงตัว (Steady-state error)	เสถียรภาพ <sup>[1]</sup>
$K_p$	ลด	เพิ่ม	เปลี่ยนแปลงเล็กน้อย	ลด	ลด
$K_i$	ลด <sup>[2]</sup>	เพิ่ม	เพิ่ม	ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ	ลด
$K_d$	ลดลงเล็กน้อย	ลดลงเล็กน้อย	ลดลงเล็กน้อย	ตามทฤษฎีไม่มีผล	ดีขึ้นถ้า $K_d$ มีค่าน้อย

ตารางที่ 2.2 ผลของการเพิ่มค่าตัวแปรอย่างอิสระ

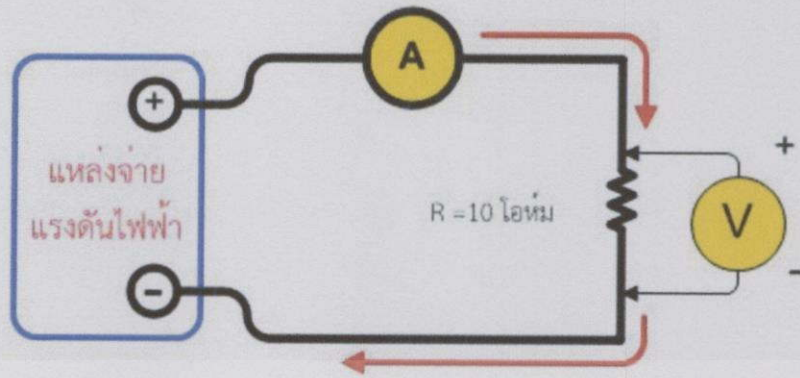
#### 2.5 กฎของโอห์ม

ในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงกฎของโอห์มมักจะนำมาใช้อยู่บ่อยๆ เพราะกฎนี้บอกถึงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้าและความต้านทาน ความสัมพันธ์นี้ค้นพบโดยนักวิทยาศาสตร์ ชื่อ ยอร์จ ซีมอน โอห์ม (George Simon Ohm) ซึ่งชื่อของเขาได้รับเกียรติเป็นชื่อหน่วยของความต้านทาน

กฎของโอห์มกล่าวว่า กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจรแปรผันโดยตรงกับแรงดันที่ป้อนและแปรผกผันกับความต้านทานของวงจร

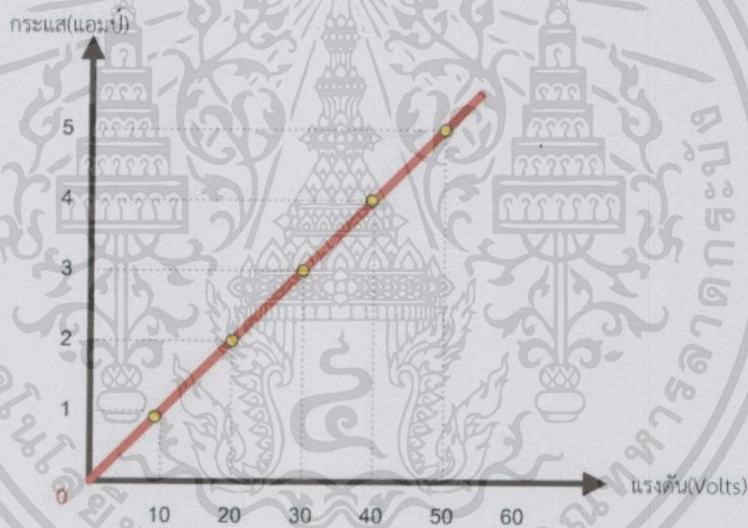
##### 2.5.1 ความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันคร่อมกับกระแสที่ไหลในตัวต้านทาน

การหาความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและกระแสในวงจรอย่างง่ายทำได้โดย ทำการทดลองในรูปที่ 2.12 โดยมีตัวต้านทานค่าคงที่ ค่าหนึ่งใช้แอมมิเตอร์ต่ออนุกรมกับวงจรเพื่อวัดกระแสที่ไหลผ่านตัวต้านทานและต่อโวลต์มิเตอร์คร่อมตัวต้านทานเพื่อวัดแรงดัน ผลที่ได้จะบันทึกลงในกราฟในรูปที่ 2.13 ซึ่งแรงดันตกคร่อมเป็นแกนนอน และกระแสเป็นแกนตั้ง



รูปที่ 2.12 การทดลองเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันคร่อมกับกระแสที่ไหลในตัวต้านทาน

หากตัวต้านทานมีค่าความต้านทาน 10 โอห์ม จากการทดลองพบว่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวต้านทานเพิ่มขึ้น



รูปที่ 2.13 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันคร่อมกับกระแสที่ไหลในตัวต้านทาน

### 2.5.2 การเขียนสมการตามกฎของโอห์ม

จากความสัมพันธ์ที่เป็นเชิงเส้นระหว่างแรงดันและกระแสสามารถนำมาเขียนเป็นสมการง่ายๆ ได้ดังนี้

$$\text{แรงดัน (โวลต์)} = \text{กระแส (แอมป์)} \times \text{ความต้านทาน(โอห์ม)} \quad \text{หรือ} \quad E = I \times R$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2.6 กำลังไฟฟ้ากับกฎของโอห์ม

กำลังไฟฟ้าเมื่อถูกนำมาใช้งานร่วมกับกฎของโอห์ม สามารถสรุปผลได้ดังนี้ กำลังไฟฟ้า (P) วัตต์ (W) คือ อัตราของงานที่ถูกกระทำในวงจรซึ่งเกิดกระแส (I) 1 แอมแปร์ (A) เมื่อแรงดัน (E) จ่ายให้วงจร 1 โวลต์ (V) กำลังไฟฟ้า หาได้จากผลคูณของแรงดัน มีหน่วยเป็นวัตต์ คูณด้วยกระแส มีหน่วยเป็นแอมแปร์ เขียนเป็นสมการออกมาได้ดังสมการ



## บทที่ 3

### การออกแบบและการสร้าง

#### 3.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ในส่วนบทที่ 3 นี้จะกล่าวถึงขั้นตอนการออกแบบและแนวคิดในการสร้างเครื่องยนต์ต้นแบบพลังงานผสมผสานในส่วนของไฟฟ้าและการควบคุม ซึ่งจะทำงานสอดคล้องกับส่วนโครงสร้างและเครื่องยนต์ โดยจะมีรายละเอียดเกี่ยวกับอุปกรณ์ควบคุมหลักๆ การWiring และโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมและแสดงผล



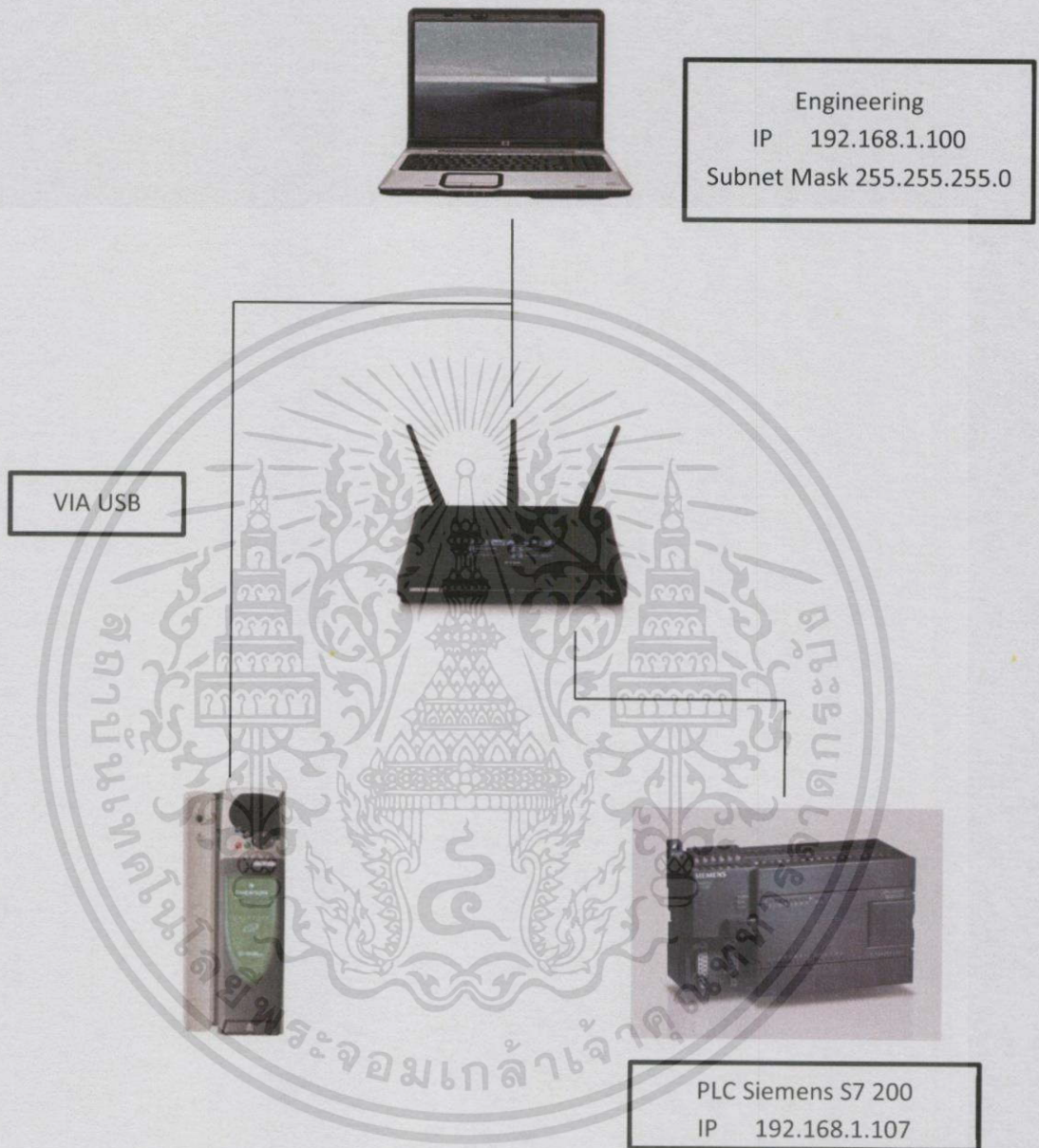
รูปที่ 3.1 แสดงระบบทั้งหมดของเครื่องยนต์ต้นแบบพลังงานผสมผสาน

กระบวนการทำงานของเครื่องยนต์ต้นแบบพลังงานผสมผสานจะทำงานด้วยการกำหนดรอบความเร็วที่ใช้ผ่านทางโปรแกรม Wonderware Intouch จากนั้นทำการกดปุ่ม Start เพื่อทำการ Enable Drive ให้มอเตอร์กับเครื่องยนต์ทำการหมุน และทำการกดปุ่มเพื่อจุดระเบิดเครื่องยนต์ จากนั้นจะทำการเก็บค่าจากโปรแกรม Ctsoft เพื่อนำค่าที่ได้มาคำนวณต่อไป

กระบวนการเครื่องยนต์ต้นแบบของพลังงานผสมผสานในส่วนของไฟฟ้าและการควบคุมจะแบ่งออกได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. ส่วนของไฟฟ้า
2. ส่วนของการควบคุม
3. ส่วนของการแสดงผล

## สถาปัตยกรรมเครือข่ายในการเชื่อมต่อเครื่องยนต์ต้นแบบพลังงานผสมผสาน



รูปที่ 3.2 สถาปัตยกรรมของระบบ

จากรูป 3.2 จะสามารถเชื่อมต่อได้ทั้งแบบ Ethernet หรือ Wireless เข้ากับ PLC แต่ในส่วนของ Drive จะต้องใช้สายของทางบริษัท Emerson ซึ่งจะแปลงจากหัว RJ-45 เป็น USB จะใช้คอมพิวเตอร์ในการเซตค่าต่างๆและแสดงผลค่าที่ได้กลับมาจาก Drive และ PLC

### 3.2 ส่วนของไฟฟ้า

โดยในส่วนของไฟฟ้าจะอธิบายเกี่ยวกับหลักการเลือกใช้และแบบ Wiring ดังนี้

- การเลือกใช้ Breaker และ Fuse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจรไฟฟ้า
- การติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้า

### 3.2.1 การเลือกใช้ Breaker และ Fuse

เป็นการติดตั้งระบบไฟฟ้าเพื่อใช้ในกระบวนการของเรา โดยจะมีการเลือกใช้ Breaker และ Fuse ให้ถูกขนาด โดย Fuse ใน ส่วนของ Power นั้นจะเลือกใช้ ขนาด 25 A ตามค่า Maximum Continuous Current ของตัว Drive ส่วน Fuse ในส่วนของ Control จะดูจาก Load ทั้งหมดที่ถูกเรียกใช้ โดยมีการคำนวณดังนี้

หลอดไฟ 6 ดวง ดวงละ 24 V Current 250 mA

Igniter V = 6 V Current 0.5 A

Force Fan V = 24 V Current 1 A

Enable Drive V = 24 V Current 25 mA

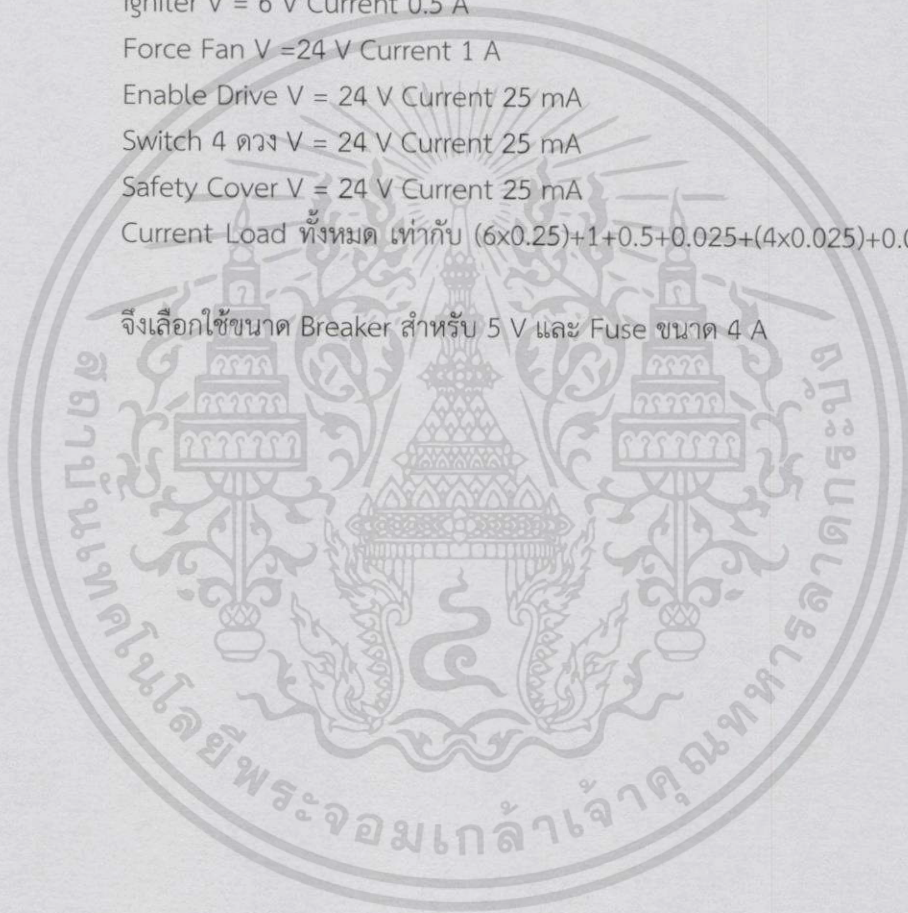
Switch 4 ดวง V = 24 V Current 25 mA

Safety Cover V = 24 V Current 25 mA

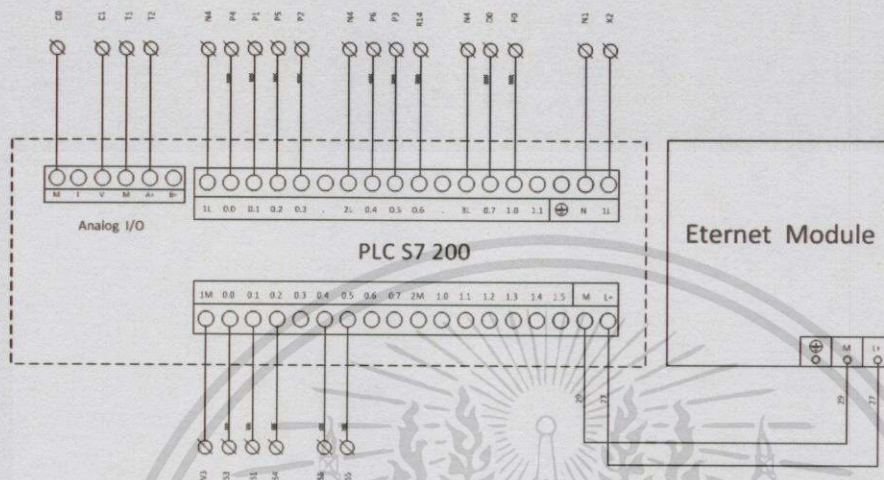
Current Load ทั้งหมด เท่ากับ  $(6 \times 0.25) + 1 + 0.5 + 0.025 + (4 \times 0.025) + 0.025 = 2.65$

A

จึงเลือกใช้ขนาด Breaker สำหรับ 5 V และ Fuse ขนาด 4 A








รูปที่ 3.4 แบบไฟฟ้าส่วน Control ของ PLC

จากรูป 3.4 จะแสดงเกี่ยวกับ Input และ Output ในแต่ละช่องของ PLC ซึ่ง PLC นี้ จะใช้ในการควบคุมระบบการทำงานรวมถึงระบบความปลอดภัยของอุปกรณ์ต่างๆ

ชื่อเรื่อง	ชื่อ	ชื่ออาจารย์	ชื่อวิชา
 <p>คณะวิศวกรรมศาสตร์ สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีการเกษตรและอุตสาหกรรม</p>			
<p>วิชา <b>Project</b> รหัสวิชา <b>01256401</b></p>			
<p><b>Project</b> <b>Synergy Hybrid</b></p>			
<p>อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ประภาพร จุฑาทิมาพันธุ์</p>			
<p>จัดทำโดย:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>นายวิชาญ สิงห์ทอง รหัสวิชา 00110102</li> <li>นายณัฐกร จิตนภพบุรี รหัสวิชา 5501 2000</li> <li>นายชัชพล อธิปัตย์ รหัสวิชา 5501 2000</li> <li>นายชัชพล อธิปัตย์ รหัสวิชา 5501 2000</li> <li>นายชัชพล อธิปัตย์ รหัสวิชา 5501 2000</li> <li>นายชัชพล อธิปัตย์ รหัสวิชา 5501 2000</li> </ol>			
<p>ผู้ควบคุม: นายวิชาญ สิงห์ทอง</p> <p>ปีการศึกษา: 2565</p>			
<p>แบบแปลน</p> <p><b>PLC S7 200</b></p>			
<p>ขนาดชิ้นงาน <b>NOT TO SCALE</b></p>			
<p>วันที่ <b>19-2-2557</b></p>			
<p>แบบเลขที่ <b>2</b></p>			









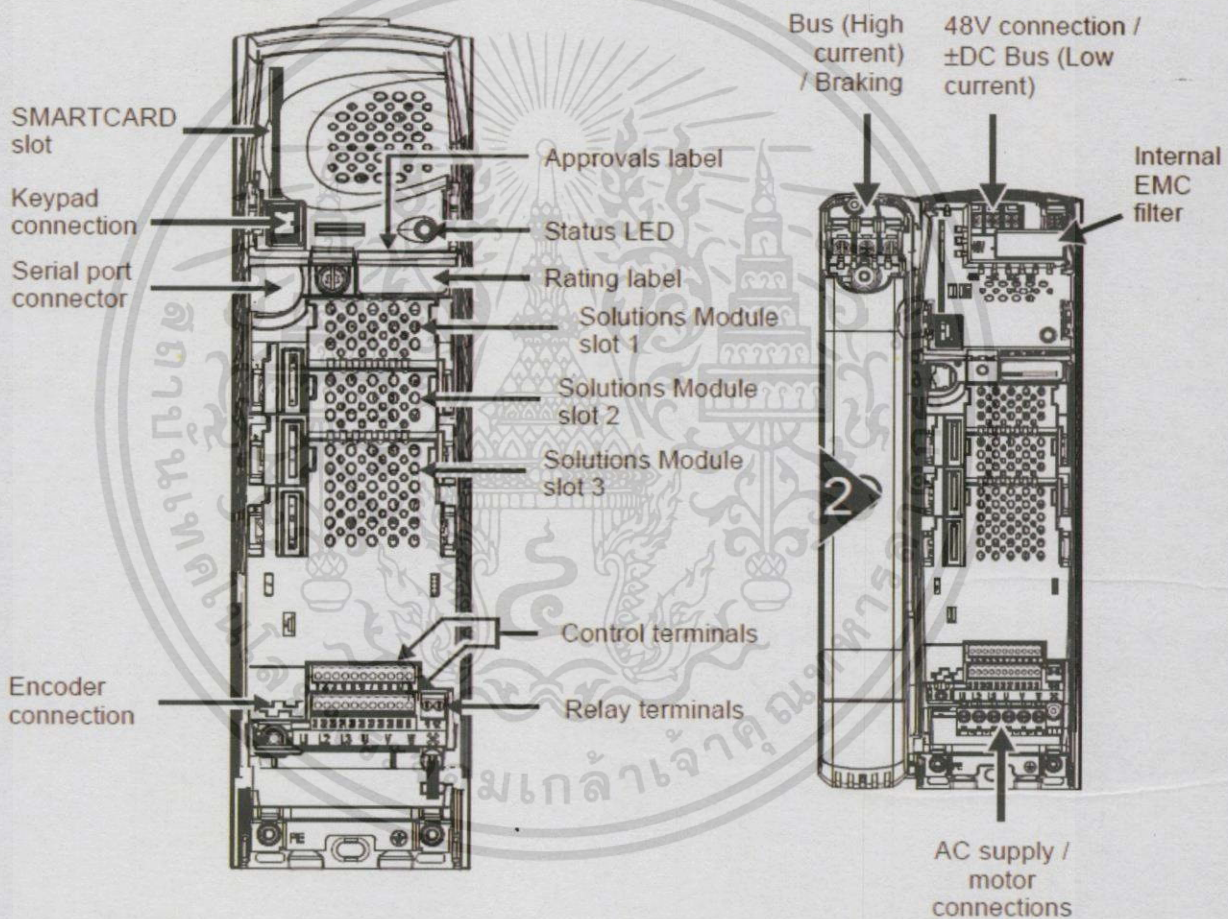




### 3.3 ส่วนการควบคุม

#### 3.3.1 Drive

การที่ Servo Motor จะทำงานได้นั้น จะต้องอาศัย Drive ในควบคุม โดยอุปกรณ์ Drive นั้นจะทำการควบคุมความถี่และวัตต์ตำแหน่งของ Servo Motor ด้วยซึ่ง Motor กับ Drive ที่ใช้นั้น จะสามารถทำงานได้ทั้งหมด 4 โหมดด้วยกัน คือ Open Loop, Closed Loop Vector Mode, Servo และโหมด Regen ซึ่งจะใช้โหมด Open Loop ในการตรวจสอบการหมุนของ Motor และใช้โหมด Servo ในการตรวจเช็คตำแหน่ง ซึ่งในแต่ละแบบจะมีการ Wiring และการตั้งค่าที่ต่างกัน ซึ่งก่อนที่จะไปดูรายละเอียดการเชื่อมต่อ จะต้องทราบถึงส่วนประกอบต่างๆของ Drive ซึ่งจะมีส่วนประกอบสำคัญๆ ดังนี้



รูปที่ 3.11 ภาพส่วนประกอบต่างๆของ Drive

## 3.3.1.1 ค่า Parameter หลักที่ใช้ในการตั้งค่า

Parameter	Default	Range
0.00 xx.00	0.0	0 to 32,767
0.01 Minimum reference clamp	0.0	+/- 3000 Hz
0.02 Maximum reference clamp	50	0 to 3000 Hz
0.03 Acceleration rate	5.0	0.0 to 3200 s/100Hz
0.04 Deceleration rate	10.0	0.0 to 3200 s/100Hz
0.05 Reference select	A1,A2	A1.A2 , A1.Pr , A2.Pr , Pr , Pad , Prc
0.06 Current limit	175.0	0 to Current limit max %
0.07 Speed controller P gain	0.0100	0 to 65535 1/rad s <sup>-1</sup>
0.08 Speed controller I gain	1.00	0 to 6.5535 1/rad
0.09 Speed controller D gain	0.0000	0 to 0.65535 (s)
0.10 Motor speed	-	+/- Speed max rpm
0.11 Drive Encoder position	-	0 to 65535
0.12 Total motor current	-	0 to Drive current max A
0.13 Analog input 1 offset trim	0.000	+/- 10.000%
0.24 Pre-set reference 1	0.0	+/- Speed limit max rpm
0.25 Pre-set reference 2	0.0	+/- Speed limit max rpm
0.27 Drive Encoder lines per revolution	4096	0 to 50,000
0.28 Keypad fwd/rev key enable	Off	Off or On
0.29 Smart card parameter data	0	0 to 999
0.34 User security code	0	0 to 999
0.35 Serial comms mode	rtU	Ansi , rtu , Lcd
0.36 Serial comms baud rate	19200	300 , 600 , 1200 , 2400 , 4800 , 9600 , 19200 , 38400 , 57600 , Modbus RTU 115200 , Modbus RTU only
0.37 Serial comms address	1	0 to 247
0.38 Current loop P gain	150	0 to 30,000
0.39 Current loop I gain	2000	0 to 30,000
0.42 No. of motor poles	6 poles	0 to 60 poles
0.43 Encoder phase angle	0.0	0.0 to 359.9
0.44 Motor rated voltage	400	0 to AC voltage set max V

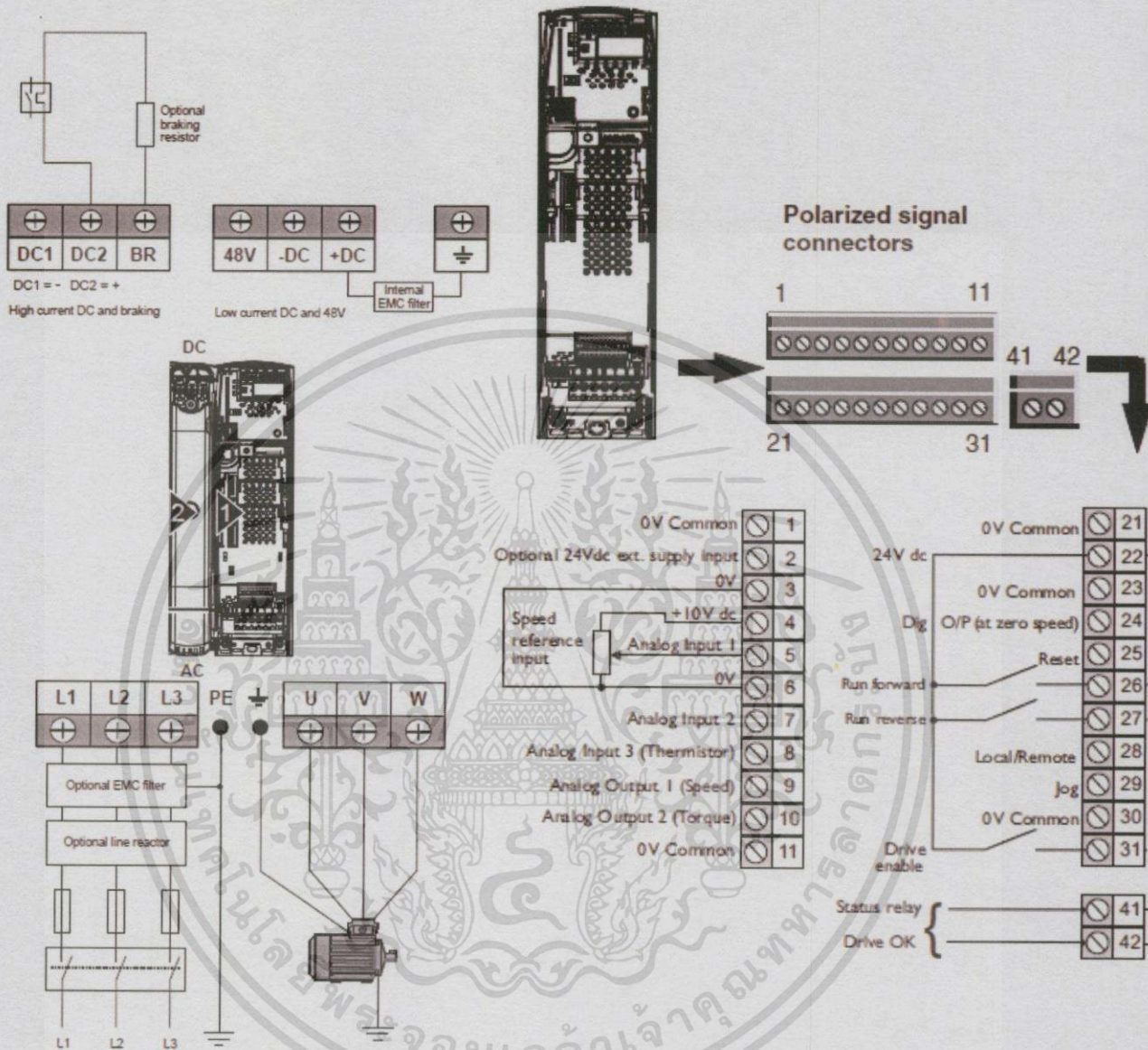
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	Parameter	Default	Range
0.46	Motor rated Current	-	0 to Rated Current max A
0.47	Rated frequency	50	0 to 3,000 Hz
0.48	Operating mode selector	SerVO	Open LP , CL VECt , SErVO rEgEn

ตารางที่ 3.1 แสดง Parameter หลักที่ใช้ในการควบคุม

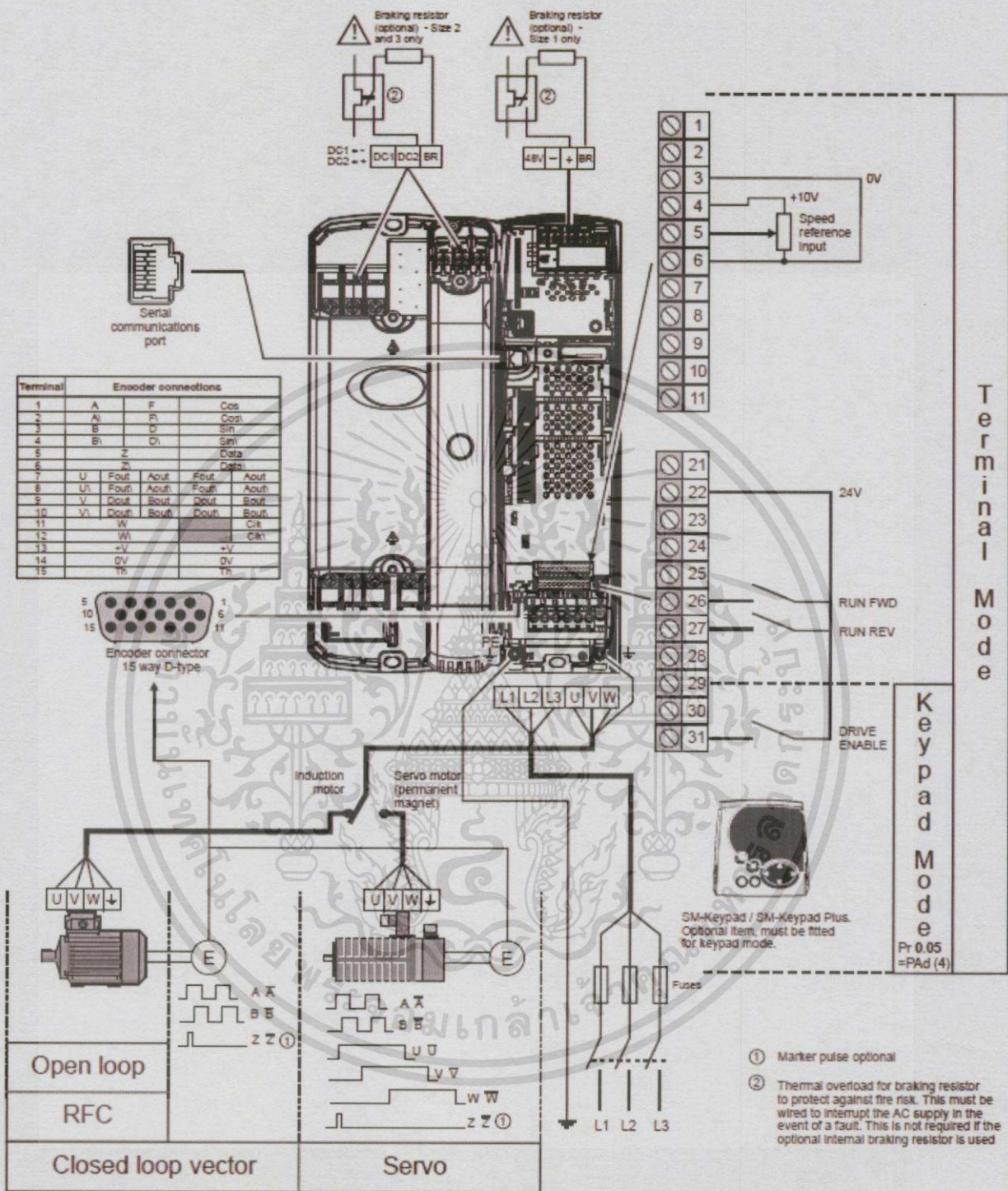


3.3.1.2 การ Wiring อุปกรณ์ต่างๆเข้ากับ Drive และ Motor



รูปที่ 3.12 ภาพรายละเอียดจุดเชื่อมต่อต่างๆที่ใช้ต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ

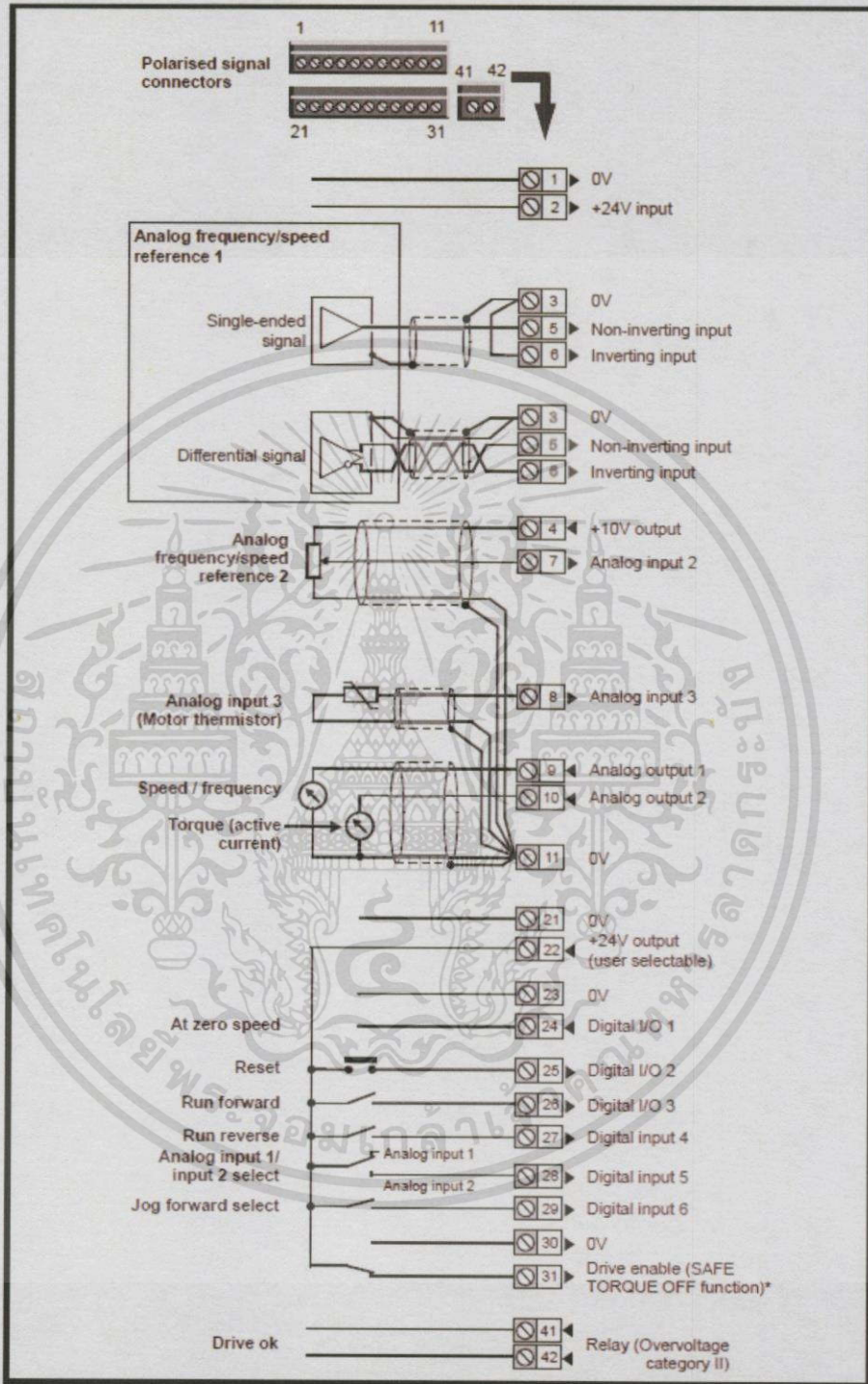
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 รายละเอียดอุปกรณ์ที่เชื่อมต่อกับ Drive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดของช่องสัญญาณต่างๆ



รูปที่ 3.14 แสดงรายละเอียดของช่องสัญญาณต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3.1.3 การตั้งค่า Parameter ของ Drive แบบ Servo

- ก่อนจ่ายไฟเข้า Drive จะต้องมั่นใจว่า
  - ห้ามจ่ายสัญญาณ Enable Drive เข้าที่ช่อง 31
  - ต้องทำการเชื่อมต่อสายกับมอเตอร์
  - ยังไม่ได้จ่ายสัญญาณเข้า
  - เชื่อมสายสัญญาณ Feedback แล้ว
- ทำการกำหนดค่าการส่งค่า Feedback กลับของ Motor โดยสามารถตั้งได้

จาก Keypad

- ปรับค่า Encoder Pr. 3.38 = Ab.SERVO
- ไฟเลี้ยงให้กับ Encoder ที่ Pr. 3.36
- ค่า Pulse Per Revolution ที่ Pr. 3.34
- รูปแบบของ Terminal Resistor ที่ Pr. 3.39

- ทำการกำหนดรายละเอียดของมอเตอร์ลงใน Parameter ซึ่งสามารถตั้ง

ค่าได้จาก Keypad

- กระแสของ Motor ที่ Pr. 0.46(A)
- จำนวน Pole ของ Motor ที่ Pr. 0.42
- ทำการกำหนดค่าความเร็วสูงสุดที่ Pr. 0.02(rpm)
- ทำการกำหนดอัตราการการเพิ่มขึ้นและลดลงของความเร็ว
  - อัตราการเพิ่มขึ้นที่ Pr. 0.03(s/1000rpm)
  - อัตราการลดลงที่ Pr. 0.04(s/100rpm)

- เมื่อต้องการบันทึกค่า Parameter ที่ตั้งค่าไว้ให้ใส่ค่า 1000 ที่ Pr xx.00 แล้วทำการกดปุ่ม Reset

- เมื่อต้องการ Run มอเตอร์ให้ทำการกดปุ่ม M ให้ขึ้นคำว่า "inh" หลังจากนั้นให้จ่ายสัญญาณ Enable Motor แล้วกดปุ่มสีเขียว เพื่อสตาร์ทมอเตอร์ หลังจากนั้นให้ทำการปรับค่าความถี่จาก Source ที่เรที่ตั้งค่าไว้

### 3.3.1.4 การ Tuning Loop PID

การ Tuning Loop PID นั้นจะใช้ในการหมุน Motor ในโหมด Closed Loop Servo ซึ่งจะทำให้รอบในการหมุนเข้าใกล้จำนวนรอบที่ตั้งค่าไว้มากที่สุด เมื่อมีโหลดมารองรับ สำหรับการ Tuning Loop PID ของ Drive Servo นี้ จะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ Primary Loop จะเป็นการ Tuning Loop Speed และ Secondary Loop จะเป็นการ Tuning Loop Current

#### ขั้นตอนการ Tuning

1. จะทำการกำหนดจำนวนรอบของมอเตอร์ที่ต้องการหมุน
2. ทำการสังเกตการสั่นสะเทือนของเครื่องยนต์ พร้อมปรับค่า

Proportional ของ Loop current (Pr.03.10) เพื่อลดค่า Vibration แต่จะมีผลทำให้เกิดการ Oscillate มากขึ้น

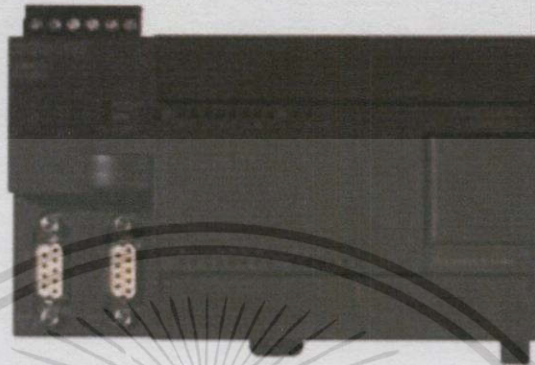
3. เมื่อปรับค่า Proportional ของ Loop Current (Pr.03.10) จนได้ ค่า Vibration และ ค่า Oscillate ที่น้อยที่สุดแล้ว จะทำการปรับค่า Derivative (Pr. 03.12) เพื่อลดการเกิด Oscillate ลง

4. ในกรณีที่เกิด การ Offset เกิดขึ้นจะมีการปรับค่า Integral(Pr. 03.11) เพื่อลดค่า offset ให้อยู่ในช่วง range ที่เหมาะสม



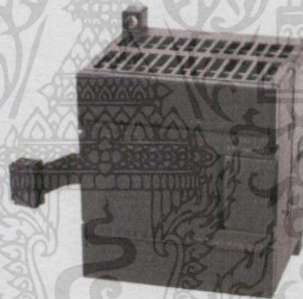
### 3.3.2 Programable Logic Control (PLC)

หลังจากทำความเข้าใจเกี่ยวกับกระบวนการควบคุมทั้งหมดแล้ว จึงมาออกแบบการควบคุมโดย PLC เพื่อใช้ในการควบคุม Drive และทำหน้าที่เป็น Controller หลักต่อกระบวนการ โดย PLC ที่นำมาใช้คือ S7-200 CPU 224XP



รูปที่ 3.15 PLC S7-200 CPU224XP

โดยใช้ Ethernet Module รุ่น CP243-1 เพื่อใช้สำหรับการ Download โปรแกรม และทำการ Monitoring ค่าต่างๆ



รูปที่ 3.16 CP243-1 6GK7 243-1GX01-0XE0

โดยตัวกระบวนการนั้นจะออกแบบให้มีการวัดอุณหภูมิของตัวเครื่อง ใช้สั่งการตัว Motor ทั้งการทำงานของ Motor และความเร็วในการหมุนของ Motor อีกทั้งยังเป็นตัวสั่งการในการจ่ายไฟให้กับตัว Igniter

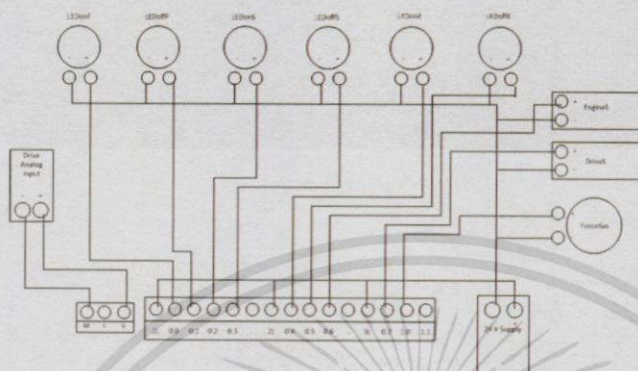



### 3.3.2.2 ความหมายของInputและสัญญาณสั่งงานมีดังนี้

ตัวแปร Input	อักษรย่อ	Tag Name	สถานะทางตรรกะ	Address PLC
สวิตช์ Start Engine	S3	StartE	สัญญาณ = 1 เมื่อกด Start Engine	I0.0
สวิตช์ Stop Engine	S1	StopE	สัญญาณ = 1 เมื่อกด Stop Engine	I0.1
สวิตช์ Enable Drive	S4	EnableD	สัญญาณ = 1 เมื่อกด Enable Drive	I0.2
สวิตช์ Emergency Stop	S6	EmerStop	สัญญาณ = 1 เมื่อกด Emergency Stop	I0.4
Safety Cover	S5	SafetyCover	สัญญาณ = 1 เมื่อกด Safety Cover	I0.5
Temperature Sensor	T2+ , T1-	TempS	สัญญาณเป็น 0-32767 เมื่อมีการตรวจวัด	AIW0

ตารางที่ 3.2 ตารางกำหนดความหมาย Input

### 3.3.3.3 การเชื่อมต่อสัญญาณเข้ากับ Output ของ PLC S7-200



ชื่อโครงการ	ชื่อผู้จัดทำ
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ชื่อสถาบัน	ชื่อสถาบัน
 มหาวิทยาลัยราชภัฏบุรีรัมย์ สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรและสหกรณ์	
โครงการ <b>Project Synergy Hybrid</b>	
สาขาวิชาเทคโนโลยีการเกษตรและสหกรณ์ วิทยาลัยเทคโนโลยีการเกษตรและสหกรณ์	
ชื่อผู้จัดทำ	ชื่อผู้จัดทำ
1. นพวิทย์ อธิสุข	นพวิทย์ อธิสุข
2. นพวิทย์ อธิสุข	นพวิทย์ อธิสุข
3. นพวิทย์ อธิสุข	นพวิทย์ อธิสุข
4. นพวิทย์ อธิสุข	นพวิทย์ อธิสุข
5. นพวิทย์ อธิสุข	นพวิทย์ อธิสุข
ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา	ชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ชื่อสถาบัน	ชื่อสถาบัน
<b>PLC S7 200</b>	
NOT TO SCALE	
19-2-2557	
1	

รูปที่ 3.18 การต่อ Output เข้ากับ S7-200

จากรูปเป็นการเชื่อมต่อสัญญาณเข้ากับ PLC โดยตัว PLC นั้นจำเป็นต้องมีการรับ 24 V เข้ามาที่ L ต่างๆ เพื่อใช้ในการขับ Output ไปหาที่ตัว Output นั้นๆ โดนใช้การต่อ Common ที่ขาของ ส่วนทางด้าน ของ Igniter นั้นจะมีการใช้ Regulator มาแปลงสัญญาณไฟให้เป็น 6 V ก่อนเข้าไปควบคุม

ตัวแปร Output	อักษรย่อ	Tag Name	สถานะทางตรรกะ	Address PLC
หลอดไฟ Force Fan On	P4	LEDonF	สัญญาณ = 1 เมื่อสถานะ Force Fan = 1	Q0.0
หลอดไฟ Force Fan Off	P1	LEDoFF	สัญญาณ = 1 เมื่อสถานะ Force Fan = 0	Q0.1
หลอดไฟ Enable Drive On	P5	LEDonS	สัญญาณ = 1 เมื่อสถานะ Drive = 1	Q0.2

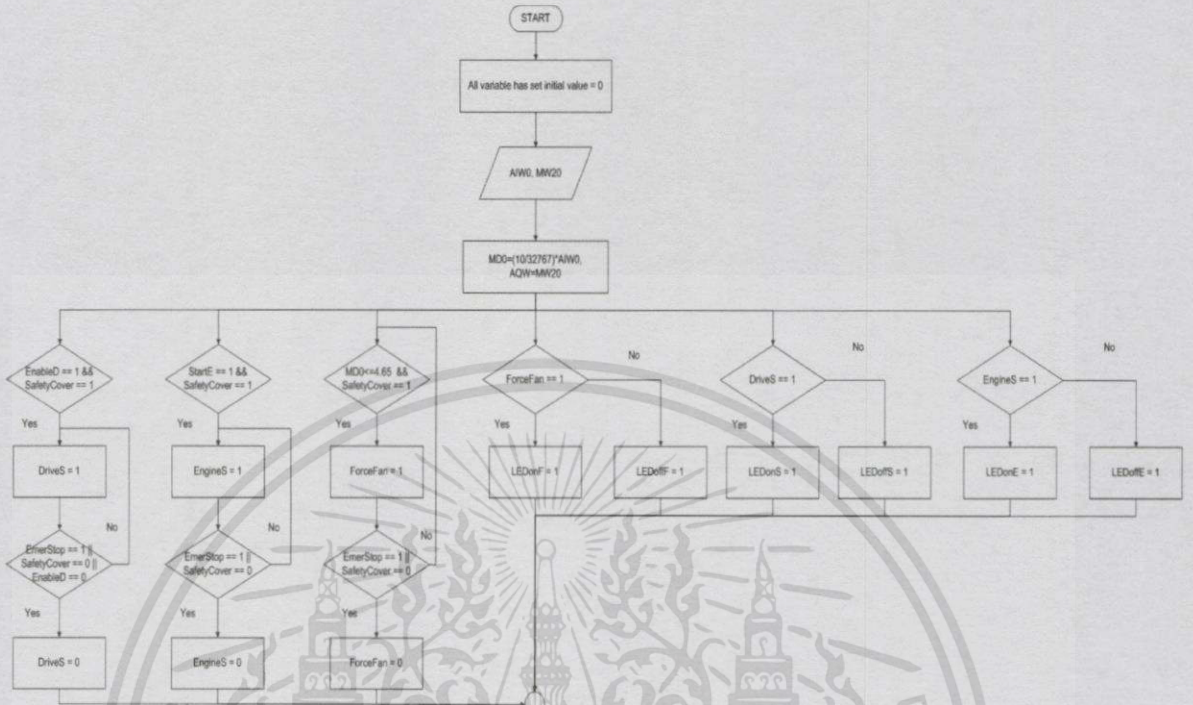
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หยุดไฟ Enable Drive Off	P2	LEDOffS	สัญญาณ = 1 เมื่อ สถานะ Drive = 0	Q0.3
หยุดไฟ Engine On	P6	LEDonE	สัญญาณ = 1 เมื่อ สถานะ Igniter = 1	Q0.4
หยุดไฟ Engine Off	P3	LEDOffE	สัญญาณ = 1 เมื่อ สถานะ Igniter = 0	Q0.5
สถานะ Igniter	I0	EngineS	สัญญาณ =1 เมื่อปุ่ม Start Engine = 1 และ Safety Cover =1	Q0.6
สถานะ Drive	D0	DriveS	สัญญาณ =1 สัญญาณ =1 เมื่อปุ่ม Enable Drive = 1 และ Safety Cover =1	Q0.7
สถานะ Fan	Force F0	ForceFan	สัญญาณ =1 เมื่อ อุณหภูมิจาก Temperature Sensor เกิน 100 องศา	Q1.0
สัญญาณ Output Drive ไปให้	C1+ , C0-	PotenOutput	สัญญาณเป็น 0-32767 เพื่อส่งไปให้ Drive เป็นค่า 0-10 V	AQW0

ตารางที่ 3.3 ตารางกำหนดความหมาย Output

เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับ Input และ Output ของ PLC จึงเริ่มสร้าง Ladder ให้สัมพันธ์กับระบบควบคุม โดยยึดตามหลักการทำงานตาม Flow Chart

### Flow Chart การควบคุมโดย PLC

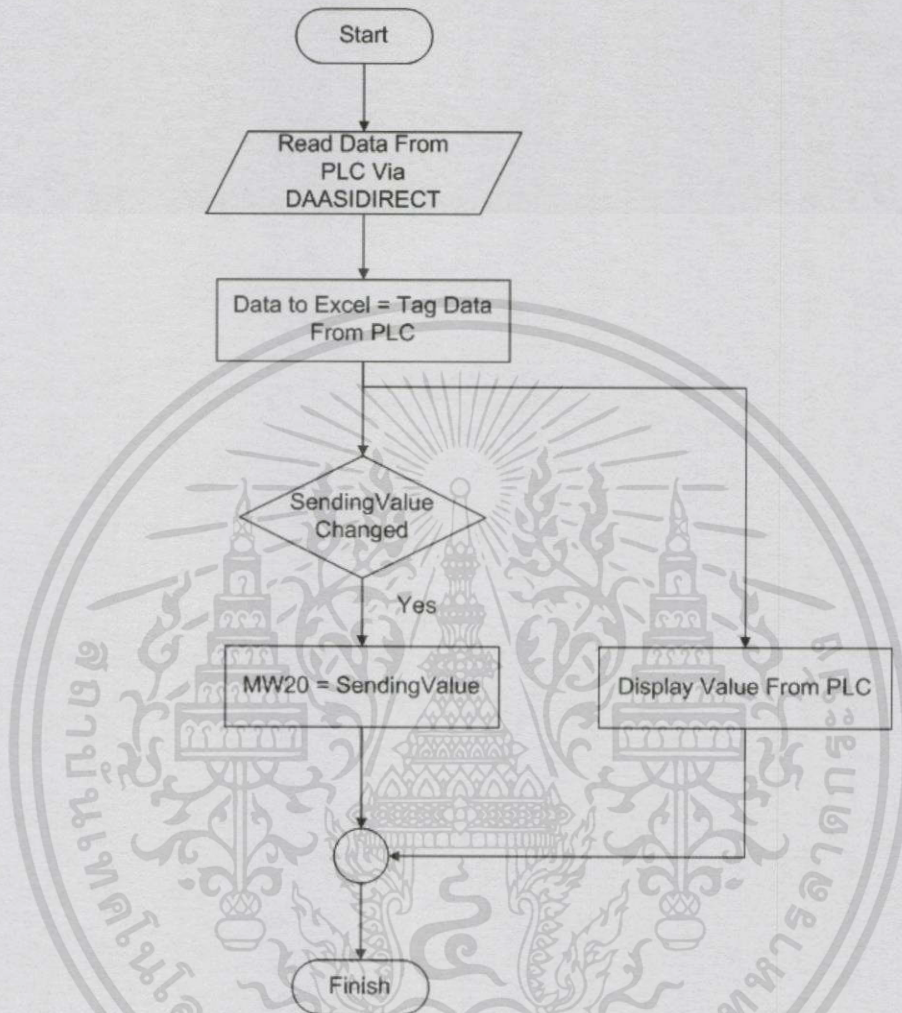


รูปที่ 3.19 Flow Chart การควบคุมโดย PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4 ส่วนของการแสดงผล

Flow Chart การเชื่อมต่อข้อมูลกับ Wonderware



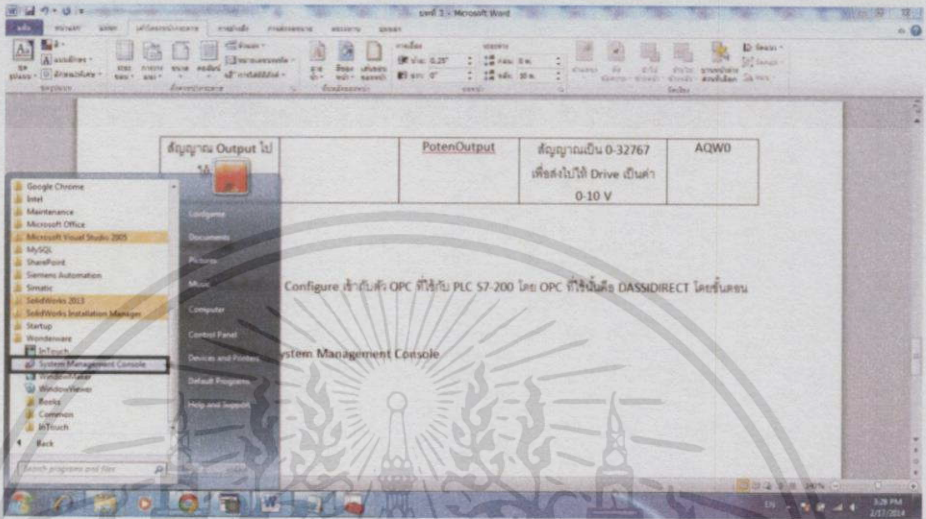
รูปที่ 3.20 Flow Chart ของ HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะผิดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.4.1 การ Configure เข้ากับ OPC

จะเริ่มต้นที่การ Configure เข้ากับตัว OPC ที่ใช้กับ PLC S7-200 โดย OPC ที่ใช้คือ DASSIDIRECT โดยขั้นตอนมีดังนี้

1. เปิดหน้าต่าง System Management Console



รูปที่ 3.21 การเริ่มเปิดโปรแกรม System Management Console

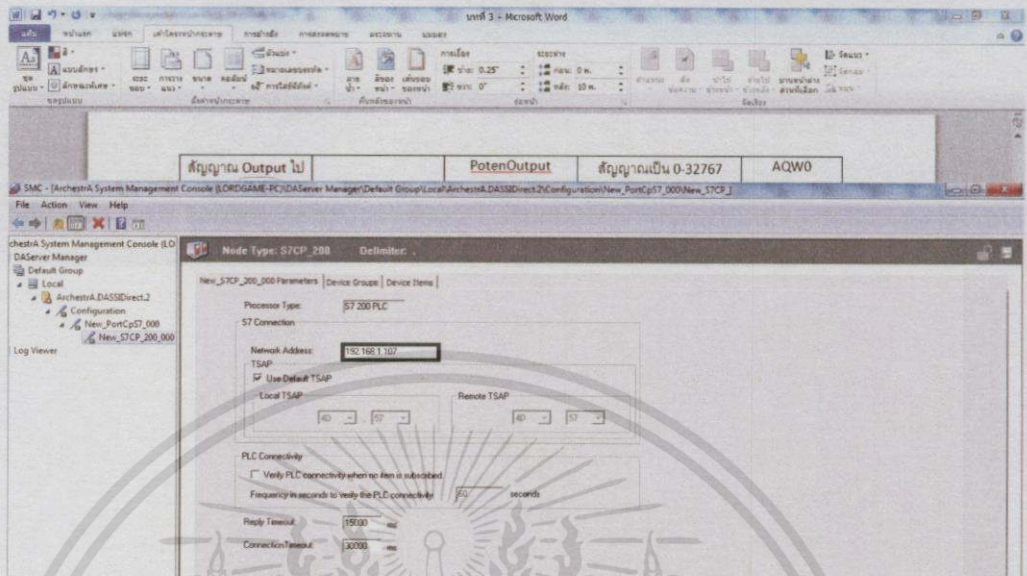
2. เข้าโปรแกรมแล้วทำการเพิ่ม Port S7-200



รูปที่ 3.22 ทำการเพิ่ม Port S7CP\_200 Object

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3. ทำการ Configure Address ของ PLC ให้ตรงกับ Address ของ PLC



รูปที่ 3.23 ทำการ Configure Address ของ PLC

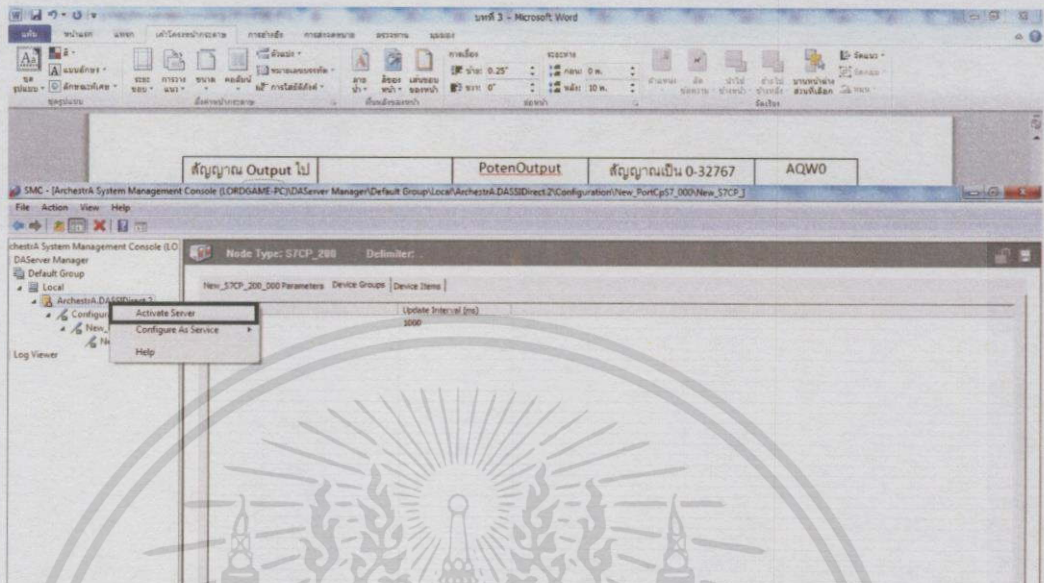
### 4. Configure เวลาการ Update ข้อมูลให้กับตัว OPC



รูปที่ 3.24 ทำการตั้งชื่อและเวลาในการ Update ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

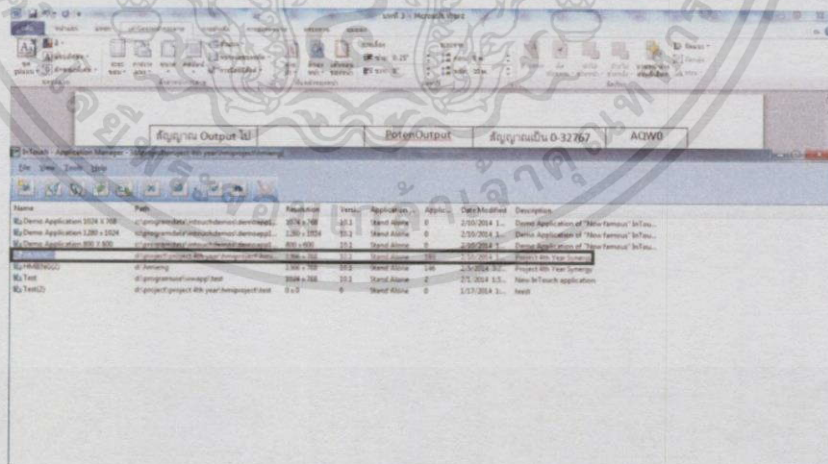
5. เมื่อทำการ Configure เรียบร้อยแล้ว จึงทำการ Activate Server เพื่อทำการเชื่อมต่อข้อมูลกับ PLC



รูปที่ 3.25 ทำการ Activate Server

นี่คือส่วนของการ Configure การตั้งค่า OPC โดย Address ที่อ้างถึงนั้นจะเหมือนกับ Address ของ PLC ต่อไปเป็นส่วนของ HMI ที่เป็น Wonderware

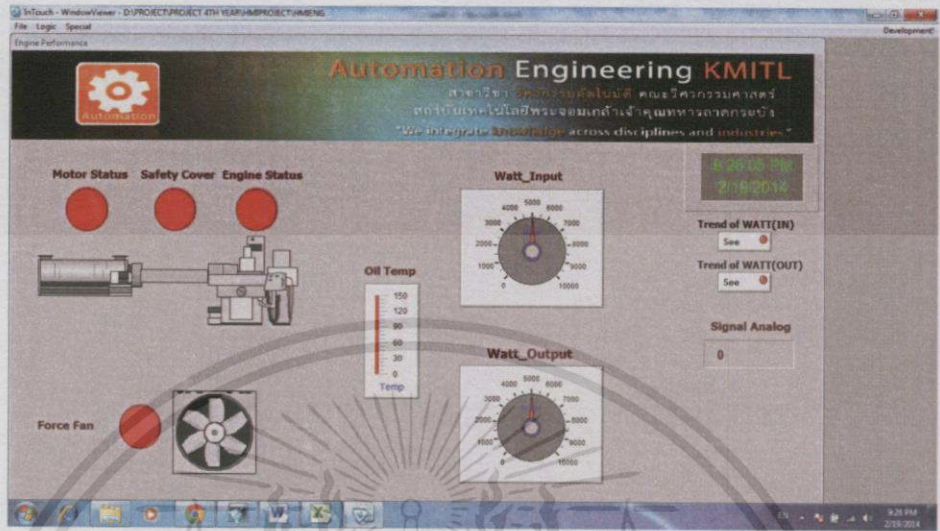
1. เปิดหน้าต่าง Wonderware Intouch และเลือกโปรแกรมที่เขียน



รูปที่ 3.26 หน้าต่าง Software Intouch

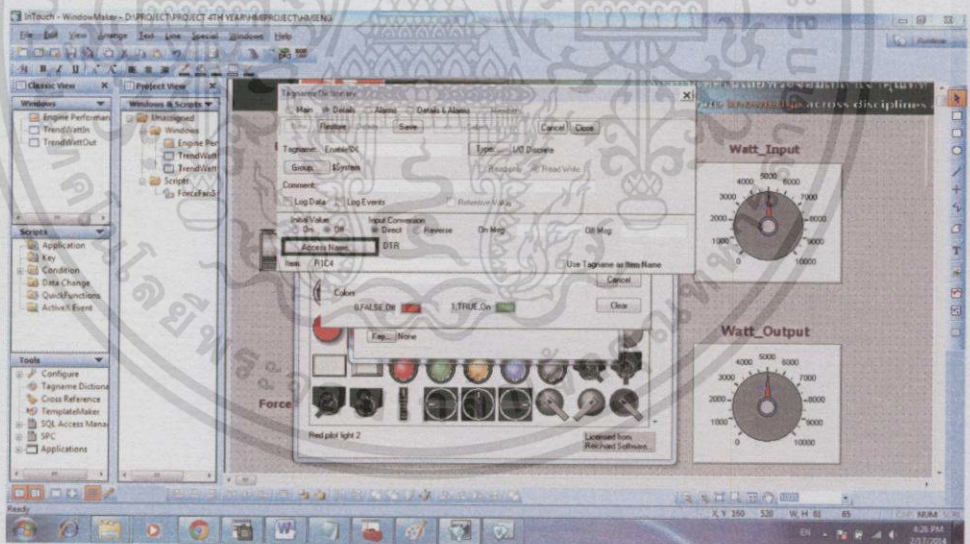
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

2. หลังจากเปิดหน้าต่างโปรแกรมแล้วจึงทำการสร้างรูปภาพเพื่อใช้สำหรับการแสดงผล



รูปที่ 3.27 หน้าจอแสดงผล HMI

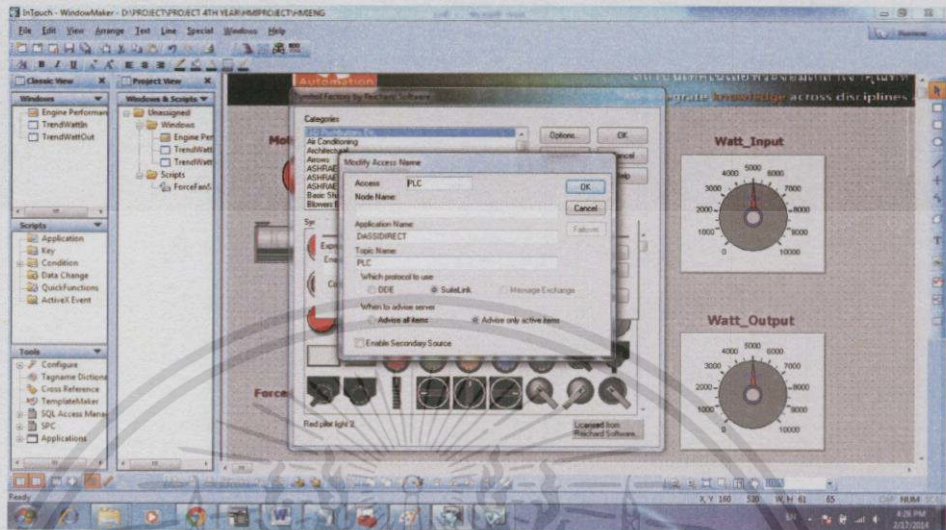
3. ทำการตั้งค่า Access Name



รูปที่ 3.28 ภาพการเข้าไปสร้าง Access Name

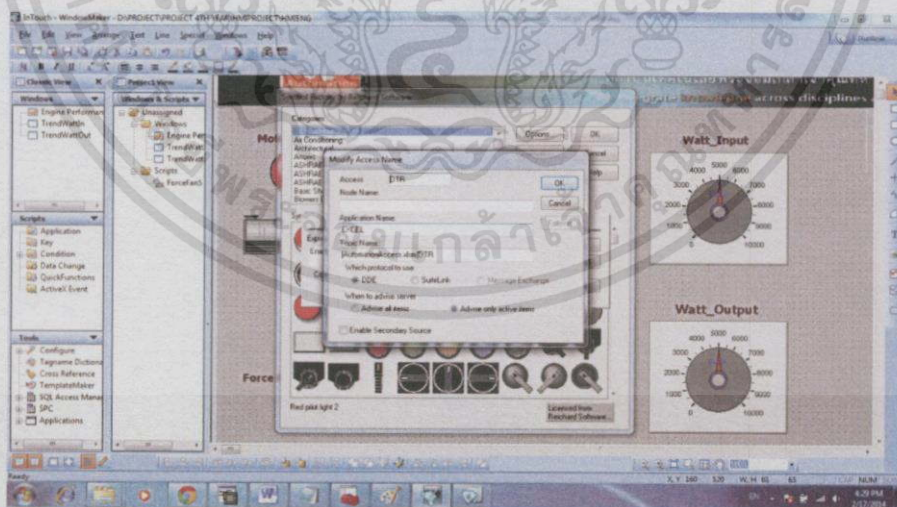
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. โดยสำหรับ PLC นั้นตั้งค่า Application Name เป็น DASSIDIRECT และ Topic Name เป็น ชื่อเดียวกันกับตอนที่ตั้งค่า OPC และเลือก Protocol เป็น SUITELINK



รูปที่ 3.29 ภาพการสร้าง Access Name และ กำหนดของ Protocol สำหรับ PLC

5. ส่วนสำหรับ Excel นั้นตั้งค่า Application Name เป็น EXCEL ส่วน Topic Name เป็นชื่อไฟล์ Excel ที่ต้องการให้มีการเก็บค่าในที่นี้คือ AutomationAccess.xlsm ตามด้วย Tab ที่ใช้เก็บค่า และเลือก Protocol เป็น DDE



รูปที่ 3.30 ภาพการสร้าง Access Name และ กำหนดของ Protocol สำหรับ Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หลังจากสร้างรูปภาพและAccess Name เสร็จแล้ว จึงเริ่มทำการติด Tag ให้ตรงกับ Address

Tag Name	Access Name	Address PLC	Initial Value
Safety Cover	PLC	I0.5	0
Oil Temp	PLC	AIW0	0
Sending Value	PLC	MW20	0
Engine S	PLC	Q0.6	0
Drive S	PLC	Q0.7	0
Force Fan S	PLC	Q1.0	0

ตารางที่ 3.4 ตารางเกี่ยวกับ Tag Name ของ Wonderware ที่สัมพันธ์กับ PLC

Tag Name	Access Name	Address Excel	Initial Value
Safety Cover SX	DTR	R8C3	0
Oil Temp X	DTR	R6C8	0
Out Sig X	DTR	R5C8	0
Engine SX	DTR	R5C3	0
Enable SX	DTR	R6C3	0
Force Fan SX	DTR	R7C3	0

ตารางที่ 3.5 ตารางเกี่ยวกับ Tag Name ของ Wonderware ที่สัมพันธ์กับ Excel(Automation Access)

## บทที่ 4

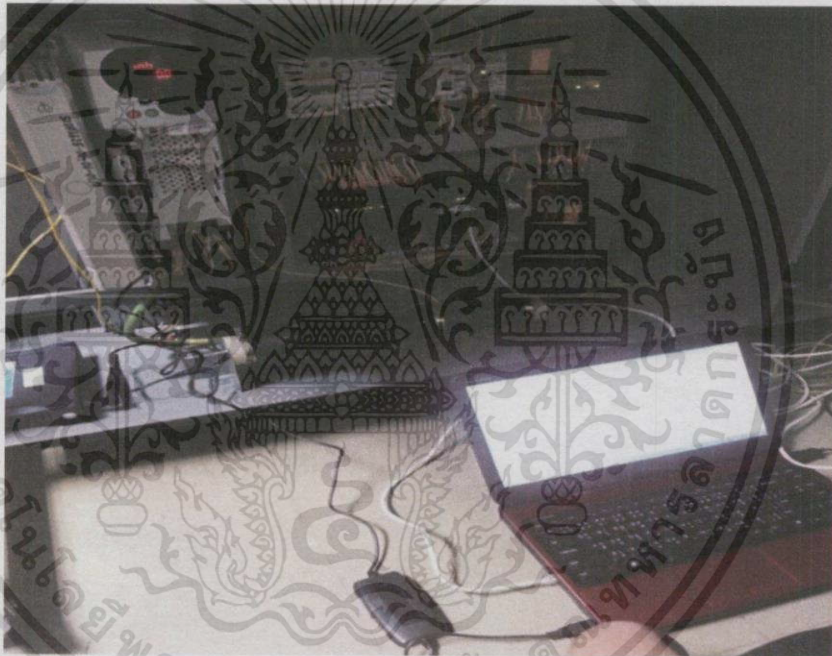
### วิธีการทดลองและผลการทดลอง

#### 4.1 วัตถุประสงค์ในการทดลอง

- เพื่อทดสอบการใช้งาน Drive ในการควบคุม Motor ที่เชื่อมต่อ อยู่กับ Engine
- เพื่อทดสอบการทำงานของ PLC S7-200
- เพื่อทดสอบการเชื่อมต่อของข้อมูลระหว่าง HMI Excel และ S7-200

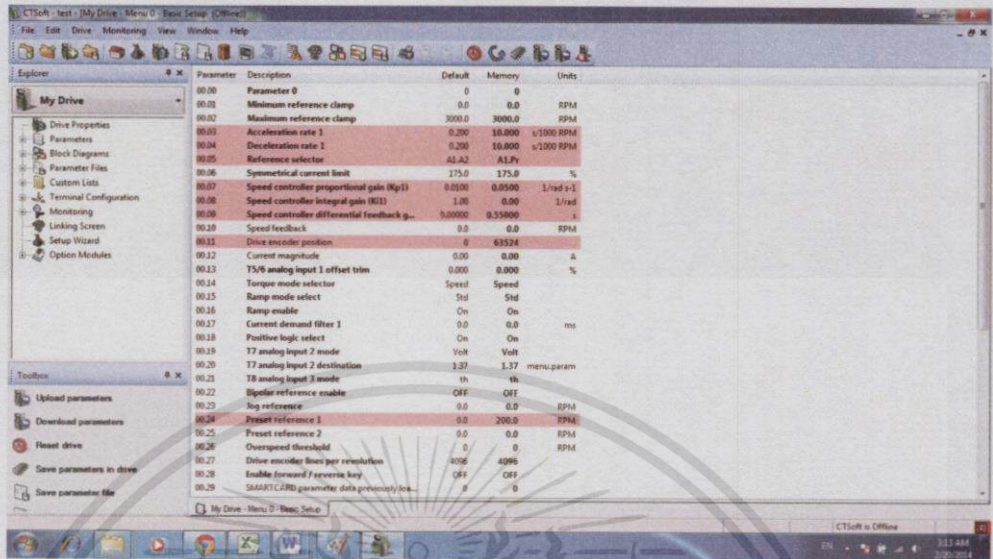
#### 4.2 ขั้นตอนการทดลอง

- 4.2.1. ผู้ใช้ทำการเชื่อมต่อ Computer ที่ใช้ทำการ Configure กับตัว Drive



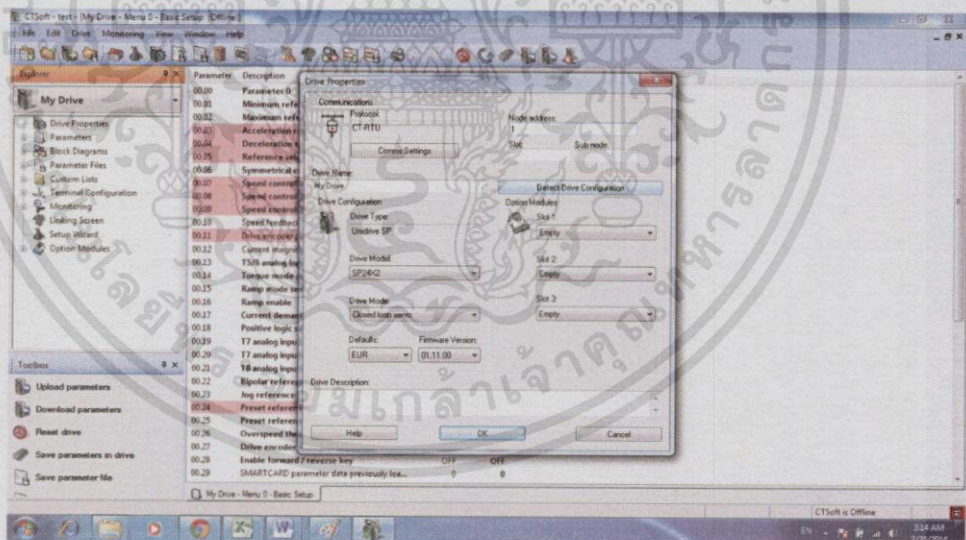
รูปที่ 4.1 ภาพการต่อเข้ากับ Computer

## 4.2.2. ทำการเปิดโปรแกรม CTSoft



รูปที่ 4.2 ภาพโปรแกรม CTSoft

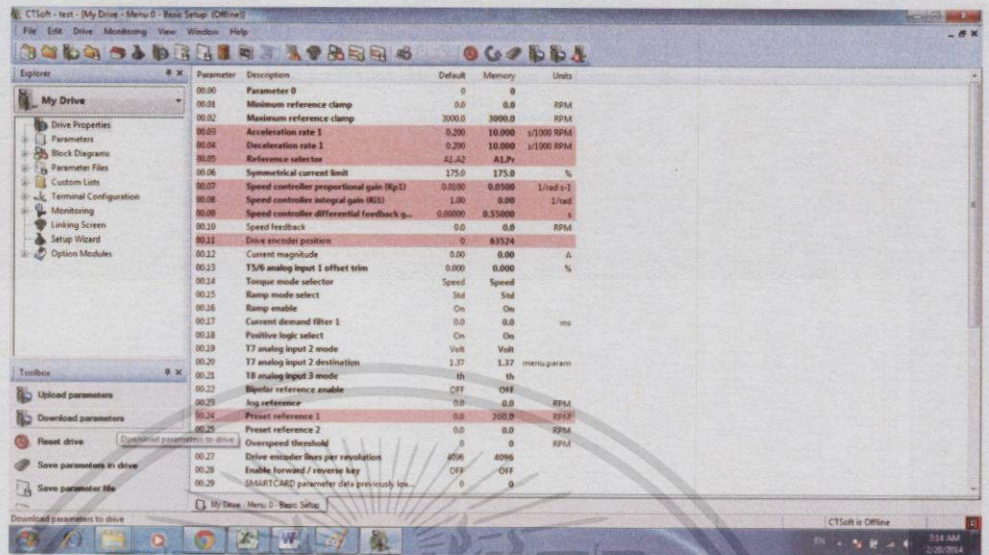
## 4.2.3. ทำการปรับตั้งค่าการ Communicate ต่างๆให้ถูกต้อง



รูปที่ 4.3 ภาพการตั้งค่าการ Communicate

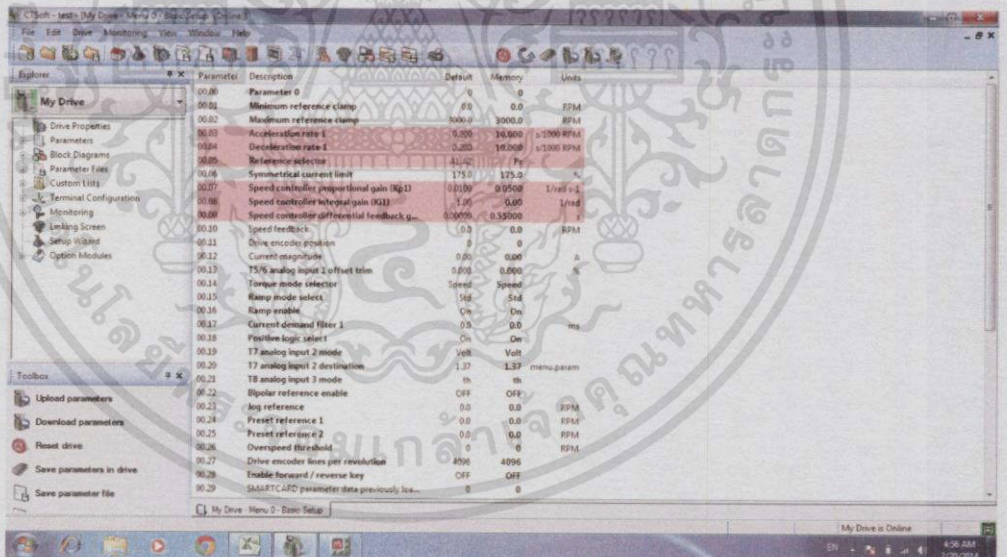
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้

#### 4.2.4. ทำการ Configure ค่าเบื้องต้นแล้วทำการ Download ลงไปใน Drive



รูปที่ 4.4 ภาพการ Configure เบื้องต้น

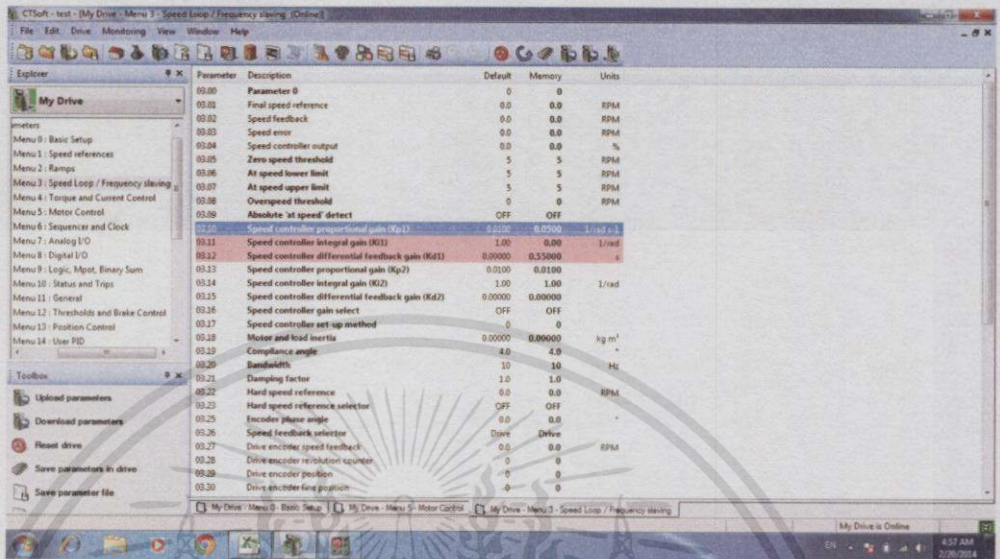
#### 4.2.5. ทำการเปิดโหมด Online



รูปที่ 4.5 ภาพการ Online ของ Drive

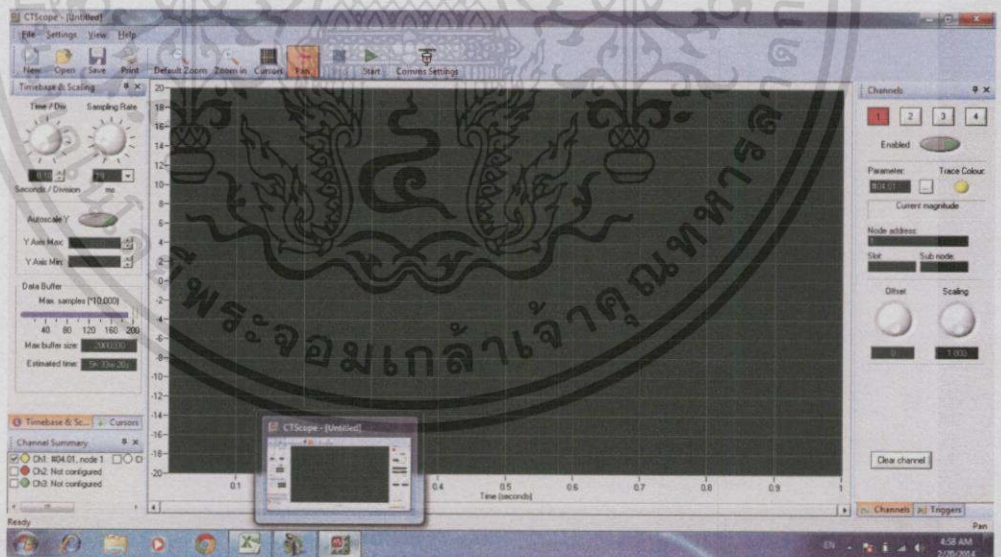
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6. ทำการ Configure ค่า PID ให้กับ Loop Speed และ Loop Current ให้เหมาะสมมากขึ้น



รูปที่ 4.6 ภาพการปรับค่า PID จาก CTSOFT

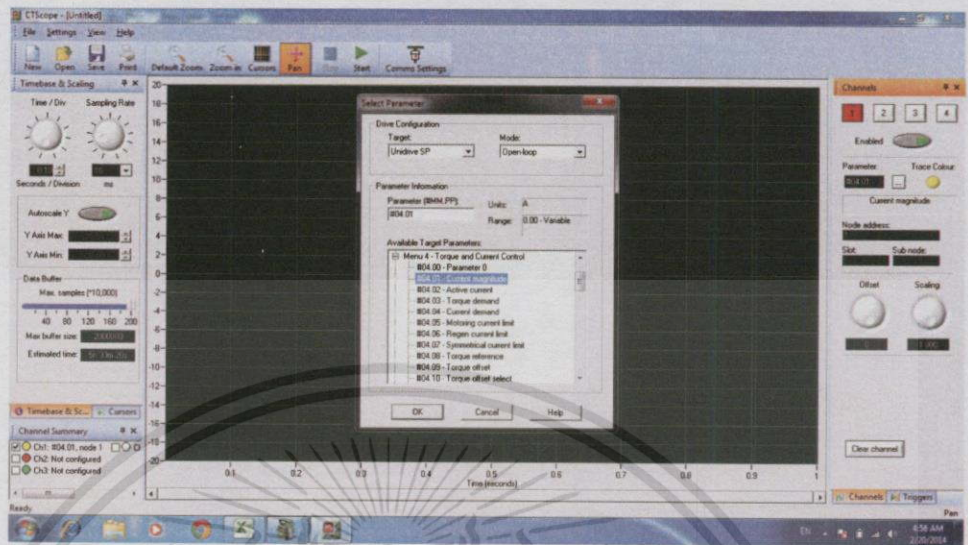
4.2.7. เปิดโปรแกรม CTScope



รูปที่ 4.7 ภาพโปรแกรม CTScope

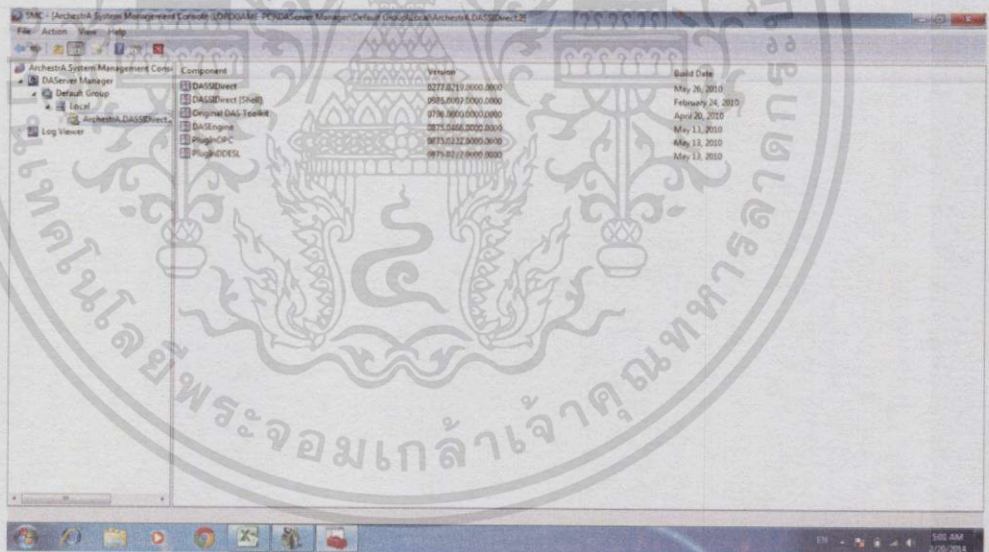
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.8. ทำการเลือกค่าที่ต้องการดูกราฟ



รูปที่ 4.8 ภาพการเลือกค่ามาดูกราฟในโปรแกรม CTScope

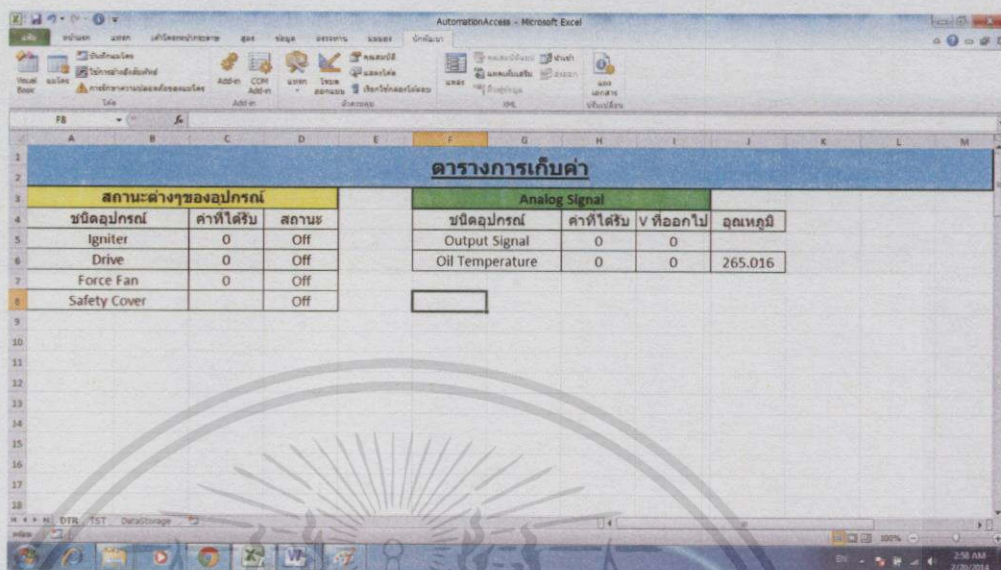
#### 4.2.9. เปิดโปรแกรม System Management Console เพื่อ Activate Server



รูปที่ 4.9 การ Activate Server โปรแกรม System Management Console

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.10. เปิดโปรแกรม Excel ที่เตรียมไว้เก็บข้อมูล

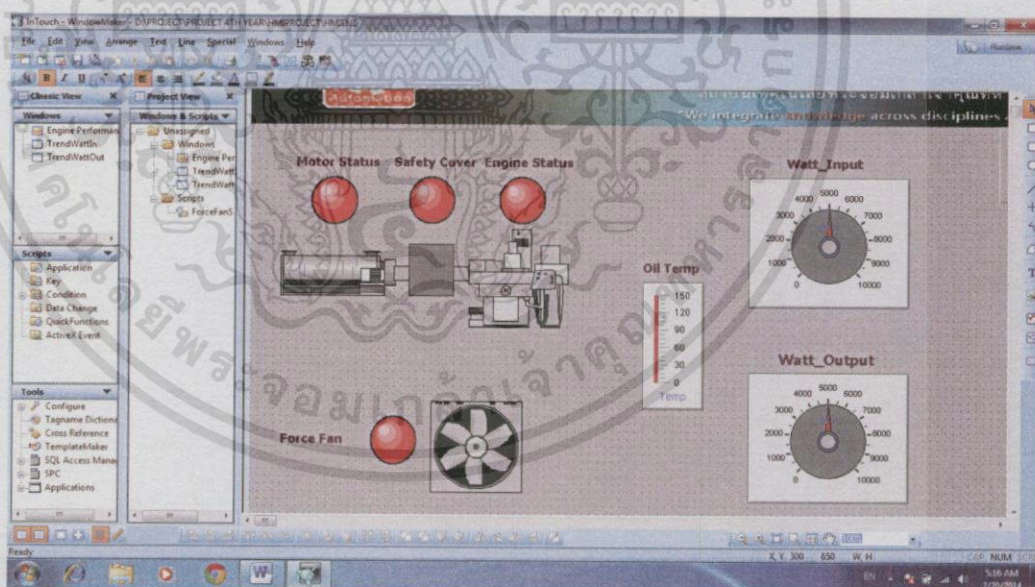


The screenshot shows an Excel spreadsheet with the following data:

AutomationAccess - Microsoft Excel						
ตารางการเก็บค่า						
สถานะต่างๆของอุปกรณ์			Analog Signal			
ชนิดอุปกรณ์	ค่าที่ได้รับ	สถานะ	ชนิดอุปกรณ์	ค่าที่ได้รับ V ที่ออกใบ	อุณหภูมิ	
Igniter	0	Off	Output Signal	0	0	
Drive	0	Off	Oil Temperature	0	0	265.016
Force Fan	0	Off				
Safety Cover		Off				

รูปที่ 4.10 ภาพโปรแกรม Excel

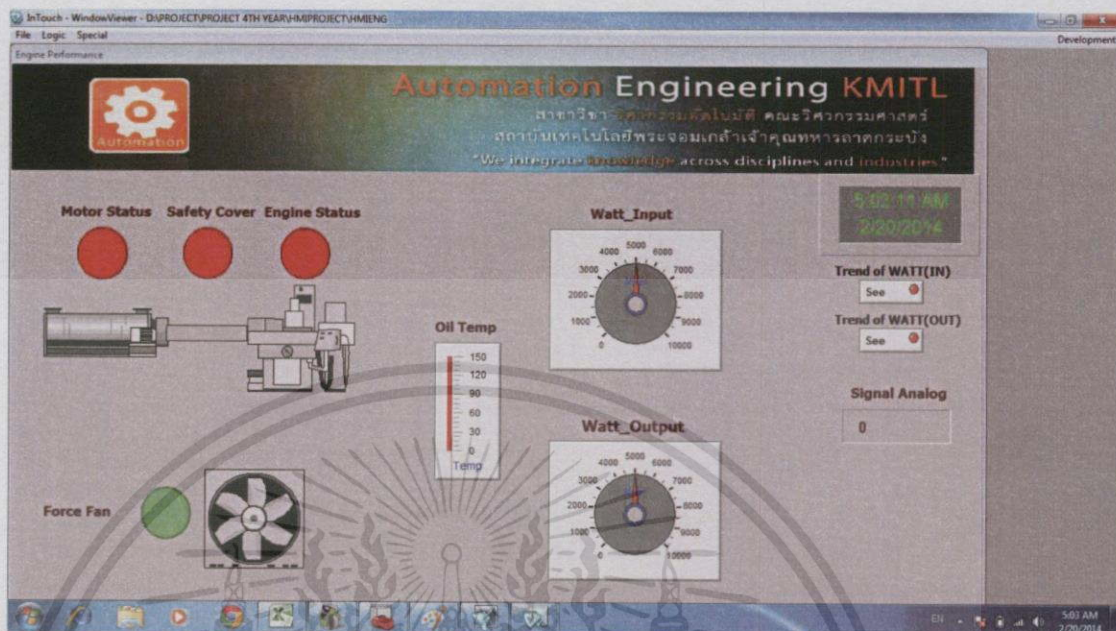
#### 4.2.11. เปิดโปรแกรม Wonderware เพื่อเตรียมแสดงผล Input Output



รูปที่ 4.11 ภาพโปรแกรม Wonderware

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.2.12. ทำการทดสอบ ค่าที่เข้ามาที่โปรแกรม Wonderware



รูปที่ 4.12 ภาพการเก็บค่าต่างๆของ โปรแกรม Wonderware

#### 4.2.13. ทำการทดสอบ ค่าที่ถูกบันทึกลงไป Excel

The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "AutomationAccess - Microsoft Excel". The spreadsheet contains a table with the following data:

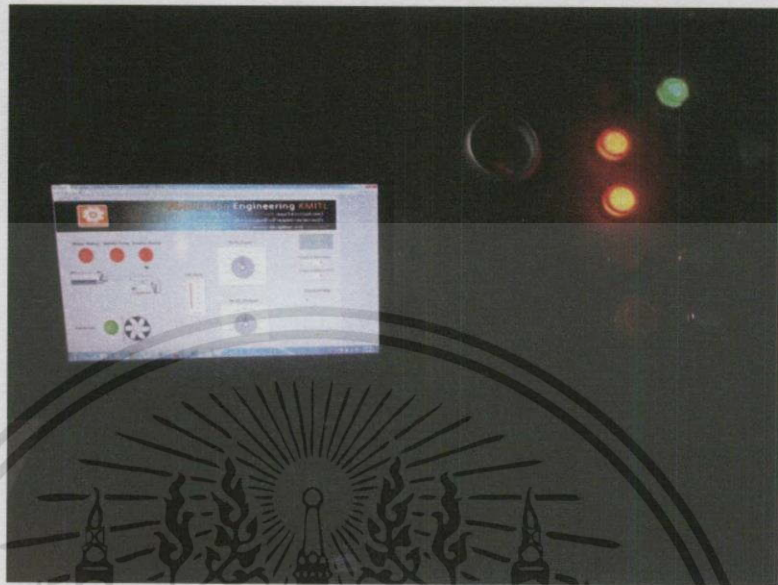
สถานะต่างๆของอุปกรณ์			Analog Signal			
ชนิดอุปกรณ์	ค่าที่ได้รับ	สถานะ	ชนิดอุปกรณ์	ค่าที่ได้รับ	V ที่ออกไป	อุณหภูมิ
Igniter	0	Off	Output Signal	0	0	
Drive	0	Off	Oil Temperature	32	0.009766	264.5974
Force Fan	1	On				
Safety Cover		Off				

รูปที่ 4.13 ตารางเก็บค่าจาก Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 4.3 ผลการทดลอง

ค่าที่ใช้แสดงผลในโปรแกรม Wonderware นั้นเป็นไปตาม Input Output ที่ออกมาจาก PLC



รูปที่ 4.14 การแสดงผลจาก Wonderware และ Output จาก PLC

การบันทึกค่าจาก Wonderware ไปสู่ Excel ตรงตามค่า โดยความไวในการ บันทึกค่านั้น เท่ากับ  $1000 \text{ ms} + 5 \text{ ms} = 1005 \text{ ms}$

สถานะต่างๆของอุปกรณ์			Analog Signal			
ชนิดอุปกรณ์	ค่าที่ได้รับ	สถานะ	ชนิดอุปกรณ์	ค่าที่ได้รับ	V ที่ออกไป	อุณหภูมิ
Igniter	1	On	Output Signal	0	0	
Drive	0	Off	Oil Temperature	15250	4.654073	65.54244
Force Fan	1	On				
Safety Cover		Off				

รูปที่ 4.15 ค่าที่บันทึกลง Excel

Drive สามารถควบคุมความเร็ว ผ่าน Keypad และ Computer นั้นมีความแม่นยำสูง แต่เมื่อควบคุมผ่านสัญญาณ Analog 0-10 V นั้นเกิดความคลาดเคลื่อน ตาม Manual Analog Reference 0-10 V รอบที่สั่งการ 0-3000 RPM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าป้อน 4 V รอบที่ออกควรเป็น  $300 \times 4 = 1200$  RPM แต่รอบที่ออกมามีค่าเป็น 900 RPM  
เพราะฉะนั้น  $\text{Error} = \frac{1200-900}{1200} \times 100 = 25\%$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

# สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

### 5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า Programmable Logic Control(PLC) และ Servo Drive สามารถสั่งงานได้ตามที่กำหนดไว้ ตามที่ผู้ใช้งานกำหนดผ่านโปรแกรม Wonderware Intouch โดย Motor จะรับคำสั่งมาจาก Drive และ PLC ซึ่งจะคอยทำหน้าที่ในการประมวลผล และจะสั่งให้มอเตอร์หมุนตามจำนวนรอบที่กำหนด ในการทดลองนั้นพบว่าการใช้ค่า analog จาก PLC ในการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์นั้น มีค่า Error ซึ่งเกิดขึ้นจากการ Scaling ค่าแรงดันให้กลายเป็นความเร็วรอบจึงทำให้ความเร็วรอบนั้นไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ ดังนั้นถ้าต้องการความเร็วรอบที่มีค่าความแม่นยำสูง จะเปลี่ยนการรับค่าจาก Analog ของ PLC นั้นให้กลายเป็นการรับค่า Preset ของ Drive แทน ส่วนการรับค่าจากปุ่ม Push Button และไฟ Pilot Lamb ในการแสดงผล ซึ่งเชื่อมต่อกับ PLC มีความรวดเร็วและมีความแม่นยำสูง และการแสดงผลของ Oil Temperature มีความถูกต้องตามอุณหภูมิของน้ำมันเครื่อง

### 5.2 ข้อเสนอแนะ

1. อาจมีการนำข้อมูลที่อ่านค่าได้ทั้งหมดจัดเก็บลงในฐานข้อมูล เพื่อนำไปแสดงผลบนอินเทอร์เน็ตได้
2. นำไปประยุกต์สำหรับการควบคุมที่ซับซ้อนมากยิ่งขึ้น
3. ใช้การตั้งค่าความเร็วรอบผ่านระบบภายใน Drive จะช่วยเพิ่มความเสถียรได้มากยิ่งขึ้น
4. นำระบบที่ใช้ไปติดตั้งเพื่อทดลองใช้จริงกับรถจักรยานยนต์

## บรรณานุกรม

- [1] อนุชา หิรัญวัฒน์, การควบคุมอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้งานพีแอลซีขั้นต้น . กรุงเทพมหานคร ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2549
- [2] อนุชา หิรัญวัฒน์, การควบคุมอัตโนมัติและการประยุกต์ใช้งานพีแอลซีกลาง . กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชั่น, 2550
- [3] eda. “SCADA คืออะไร.” [Online]. Available : <http://www.eda.co.th/scada.html>.
- [4] wikipedia. “SCADA.” [Online]. Available : <http://th.wikipedia.org/wiki/%E0%B8%A3%E0%B8%B0%E0%B8%9A%E0%B8%9A%E0%B8%AA%E0%B8%81%E0%B8%B2%E0%B8%94%E0%B8%B2>.
- [5] สุชิน เสือช้อย. “ระบบขับเคลื่อนเซอร์โว.” [Online]. Available : [http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=show&article\\_id=2175&2553](http://www.9engineer.com/index.php?m=article&a=show&article_id=2175&2553)
- [6] Mr.premier. “การควบคุม Servo motor.” [Online]. Available : [http://www.premierac.co.th/index.php?lay=boards%20how&ac=webboard\\_show&No=1195843.2550](http://www.premierac.co.th/index.php?lay=boards%20how&ac=webboard_show&No=1195843.2550).
- [7] microsoft. “งานพื้นฐานใน Excel 2010” [Online]. Available : <http://office.microsoft.com/th-th/excel-help/HA101829993.aspx>
- [8] WONDERWARE invensys, HMI Wonderware InTouch [ออนไลน์] แหล่งที่มา <http://global.wonderware.com/EN/Pages/WonderwareInTouchHMI.aspx>
- [9] พันจันทร์ ธนวัฒน์เสถียร, อัมรินทร์ เพ็ชรกุล.Excel 2010 ฉบับสมบูรณ์ +CD-ROM. กรุงเทพมหานคร.สำนักพิมพ์ลิฟาย.2556



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก  
รายละเอียดเกี่ยวกับ Drive

Model ของ Drive ที่เลือก

Model	Max. cont. input current		Fuse		Cable size				Normal Duty			Heavy Duty		
	1ph	3ph	IEC gG	UL	EN60204		UL508C		Max. cont. output current	Nom power @ 220V	Motor power @ 230V	Max. cont. output current	Nom power @ 220V	Motor power @ 230V
					Input	Output	Input	Output						
	A	A	A	A	mm <sup>2</sup>	mm <sup>2</sup>	AWG	AWG	A	kW	hp	A	kW	hp
SP0201	5.0	3.6	6	10	0.75	0.75	16	24				2.2	0.37	0.5
SP0202	7.6	5.6	10	10	1	0.75	16	22				3.1	0.55	0.75
SP0203	9.6	6.9	12	16	1.5	0.75	14	20				4.0	0.75	1.0
SP0204	13.5	8.9	16	20	2.5	0.75	12	18				5.7	1.1	1.5
SP0205	17.4	12.3	20	20	4	0.75	12	18				7.5	1.5	2.0
SP2202		22.6	25	25	4.0	4.0	10	10	22	5.5	7.5	17	4.0	5.0
SP2203		28.3	32	30	6.0	6.0	8	8	28	7.5	10	25	5.5	7.5
SP2401		17	20	20	4.0	2.5	12	14	15.3	7.5	10	13	5.5	10
SP2402		21.4	25	25	4.0	4.0	10	10	21	11	15	16.5	7.5	10
SP2403		27.6	32	30	6.0	6.0	8	8	29	15	20	25	11	20
SP2404		27.6	32	30	6.0	6.0	8	8				29	15	20
SP3201		43.1	50	45	16	16	6	6	42	11	15	31	7.5	10
SP3202		54.3	63	60	25	25	4	4	54	15	20	42	11	15
SP3401		36.2	40	40	10	10	6	6	35	18.5	25	32	15	25
SP3402		42.7	50	45	16	16	6	6	43	22	30	40	18.5	30
SP3403		53.5	63	60	25	25	4	4	56	30	40	46	22	30

สำหรับ Drive ได้เลือกใช้ Model SP2402 ซึ่งสามารถรับกระแสต่อเนื่องได้มากที่สุด 21.4A

ในสถานะทำงานปกติ

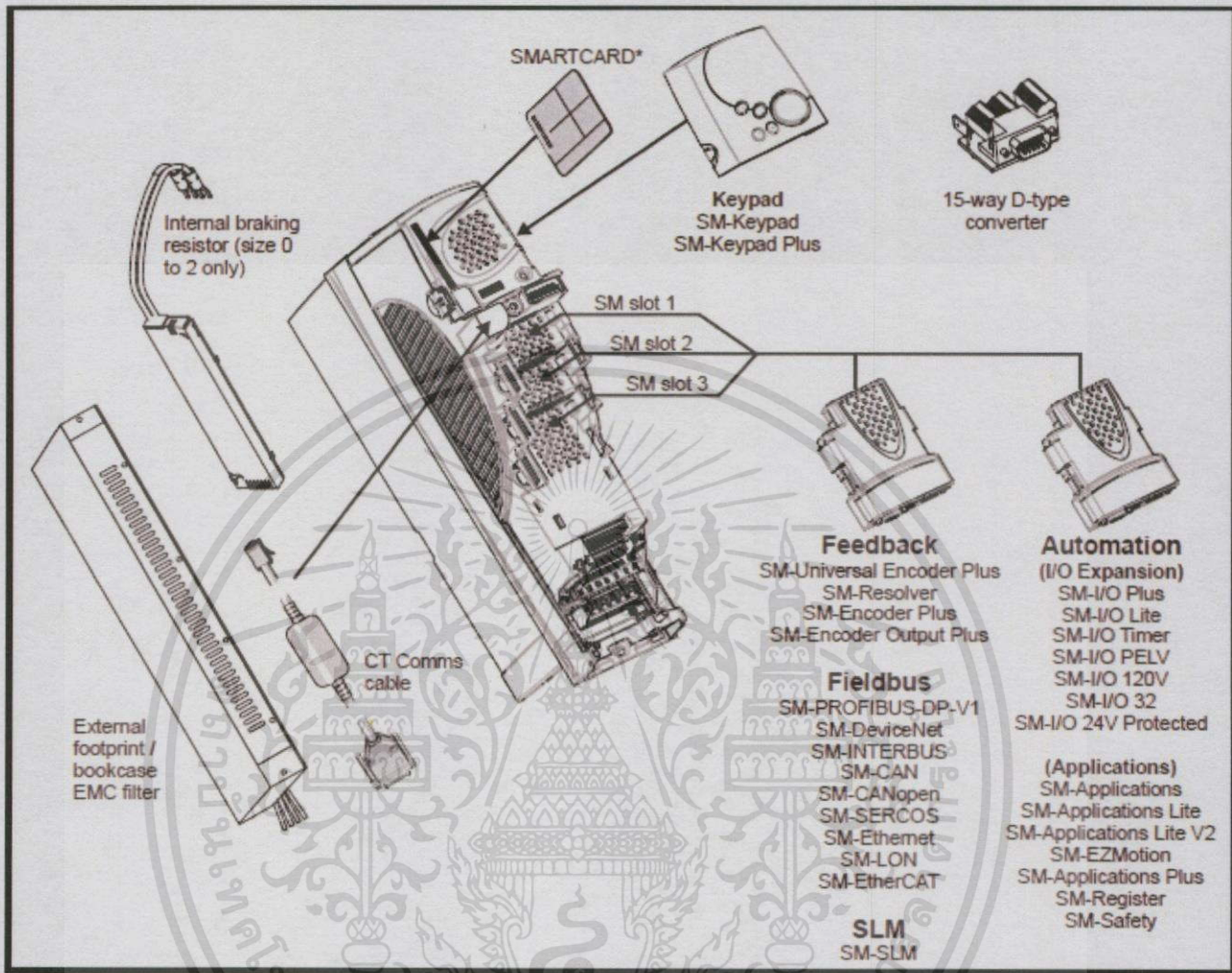
- ค่าการใช้กระแสสูงสุดที่ 21.0 A
- มีพลังงานสูงสุดที่ 11 kW
- มีแรงม้าสูงสุดที่ 15 hp

ในสถานะทำงานหนัก

- ค่าการใช้กระแสสูงสุดที่ 16.5 A
- มีพลังงานสูงสุดที่ 7.5 kW
- มีแรงม้าสูงสุดที่ 10 hp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์เสริมที่สามารถติดตั้งที่ Drive ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## รายละเอียดค่า Parameter Menu 0

Parameter	Range(๕)			Default(๖)			Type							
	OL	VT	SV	OL	VT	SV								
0.00	xx.00	{x.00}	0 to 32,767			0			RW	Uni				
0.01	Minimum reference clamp	{1.07}	±3,000.0Hz	±SPEED_LIMIT_MAX Hz/rpm		0.0			RW	Bi			PT	US
0.02	Maximum reference clamp	{1.06}	0 to 3,000.0Hz	SPEED_LIMIT_MAX Hz/rpm		EUR> 50.0 USA> 60.0	EUR> 1,500.0 USA> 1,800.0	3,000.0		RW	Uni			US
0.03	Acceleration rate	{2.11}	0.0 to 3,200.0 s/100Hz	0.000 to 3,200.000 s/1,000rpm		5.0	2.000	0.200		RW	Uni			US
0.04	Deceleration rate	{2.21}	0.0 to 3,200.0 s/100Hz	0.000 to 3,200.000 s/1,000rpm		10.0	2.000	0.200		RW	Uni			US
0.05	Reference select	{1.14}	A1.A2 (0), A1.Pr (1), A2.Pr (2), Pr (3), PAD (4), Prc (5)			A1.A2 (0)			RW	Txt		NC		US
0.06	Current limit	{4.07}	0 to Current_limit_max %			165.0	175.0		RW	Uni		RA		US
0.07	OL> Voltage mode select	{5.14}	Ur_S (0), Ur (1), Fd (2), Ur_Auto (3), Ur_I (4), SrE (5)			Ur_I (4)			RW	Txt				US
	CL> Speed controller P gain	{3.10}	0.0000 to 6.5535 1/rad s <sup>-1</sup>				0.0300	0.0100		RW	Uni			US
0.08	OL> Voltage boost	{5.15}	0.0 to 25.0% of motor rated voltage			Size 0 to 3: 3.0 Size 4 & 5: 2.0 Size 6 to 9: 1.0			RW	Uni				US
	CL> Speed controller I gain	{3.11}	0.00 to 655.35 1/rad				0.10	1.00		RW	Uni			US
0.09	OL> Dynamic V/F	{5.13}	OFF (0) or On (1)			0				RW	Bit			US
	CL> Speed controller D gain	{3.12}	0.00000 to 0.65535 (s)				0.00000			RW	Uni			US
0.10	OL> Estimated motor speed	{5.04}	±180,000 rpm						RO	Bi	FI	NC	PT	
	CL> Motor speed	{3.02}	±Speed_max rpm						RO	Bi	FI	NC	PT	
0.11	OL & VT> Drive output frequency	{5.01}	±Speed_freq_max Hz	±1250 Hz					RO	Bi	FI	NC	PT	
	SV> Drive encoder position	{3.29}	0 to 65,535 1/2 <sup>16</sup> ths of a revolution						RO	Uni	FI	NC	PT	
0.12	Total motor current	{4.01}	0 to Drive_current_max A						RO	Uni	FI	NC	PT	
0.13	OL & VT> Motor active current	{4.02}	±Drive_current_max A						RO	Bi	FI	NC	PT	
	SV> Analog Input 1 offset trim	{7.07}	±10.000 %				0.000		RW	Bi				US
0.14	Torque mode selector	{4.11}	0 to 1	0 to 4		Speed control mode (0)			RW	Uni			US	
0.15	Ramp mode select	{2.04}	FASt (0) Std (1) Std.HV (2)	FASt (0) Std (1)		Std (1)			RW	Txt			US	
0.16	OL> T26 and T29 auto-selection disable	{8.39}	OFF (0) or On (1)			0				RW	Bit			US
	CL> Ramp enable	{2.02}	OFF (0) or On (1)				On (1)		RW	Bit				US
0.17	OL> T29 digital input destination	{8.26}	Pr 0.00 to Pr 21.51			Pr 6.31			RW	Uni	DE		PT	US
	CL> Current demand filter time constant	{4.12}	0.0 to 25.0 ms				0.0		RW	Uni				US
0.18	Positive logic select	{8.29}	OFF (0) or On (1)			On (1)			RW	Bit			PT	US
0.19	Analog Input 2 mode	{7.11}	0-20 (0), 20-0 (1), 4-20tr (2), 20-4tr (3), 4-20 (4), 20-4 (5), VOLT (6)			VOLT (6)			RW	Txt				US
0.20	Analog Input 2 destination	{7.14}	Pr 0.00 to Pr 21.51			Pr 1.37			RW	Uni	DE		PT	US
0.21	Analog Input 3 mode	{7.15}	0-20 (0), 20-0 (1), 4-20tr (2), 20-4tr (3), 4-20 (4), 20-4 (5), VOLT (6), th.SC (7), th (8), th.dIsp (9)			th (8)			RW	Txt			PT	US
0.22	Bipolar reference select	{1.10}	OFF (0) or On (1)			OFF (0)			RW	Bit				US
0.23	Jog reference	{1.05}	0 to 400.0 Hz	0 to 4000.0 rpm		0.0			RW	Uni				US
0.24	Pre-set reference 1	{1.21}	±Speed_limit_max rpm			0.0			RW	Bi				US
0.25	Pre-set reference 2	{1.22}	±Speed_limit_max rpm			0.0			RW	Bi				US
0.26	OL> Pre-set reference 3	{1.23}	±Speed_freq_max Hz/rpm			0.0			RW	Bi				US
	CL> Overspeed threshold	{3.08}	0 to 40,000 rpm				0		RW	Uni				US
0.27	OL> Pre-set reference 4	{1.24}	±Speed_freq_max Hz/rpm			0.0			RW	Bi				US
	CL> Drive encoder lines per revolution	{3.34}	0 to 50,000				1024	4096		RW	Uni			US
0.28	Keypad fwd/rev key enable	{6.13}	OFF (0) or On (1)			OFF (0)			RW	Bit				US

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameter			Range(±)			Default(⇔)			Type					
			OL	VT	SV	OL	VT	SV						
0.29	SMARTCARD parameter data	(11.36)	0 to 999			0			RO	Uni		NC	PT	US
0.30	Parameter copying	(11.42)	nonE (0), rEAd (1), Prog (2), Auto (3), boot (4)			nonE (0)			RW	Txt		NC		*
0.31	Drive rated voltage	(11.33)	200 (0), 400 (1), 575 (2), 690 (3) V						RO	Txt		NC	PT	
0.32	Drive rated current	(11.32)	0.00 to 9999.99A						RO	Uni		NC	PT	
0.33	OL-> Catch a spinning motor	(6.09)	0 to 3			0			RW	Uni				US
	VT-> Rated rpm autotune	(5.16)	0 to 2			0			RW	Uni				US
0.34	User security code	(11.30)	0 to 999			0			RW	Uni		NC	PT	PS
0.35	Serial comms mode	(11.24)	AnSI (0), rtu (1), Lcd (2)			rtU (1)			RW	Txt				US
0.36	Serial comms baud rate	(11.25)	300 (0), 600 (1), 1200 (2), 2400 (3), 4800 (4), 9600 (5), 19200 (6), 38400 (7), 57600 (8) Modbus RTU only, 115200 (9) Modbus RTU only			19200 (6)			RW	Txt				US
0.37	Serial comms address	(11.23)	0 to 247			1			RW	Uni				US
0.38	Current loop P gain	(4.13)	0 to 30,000			All voltage ratings: 20	200V drive: 75 400V drive: 150 575V drive: 180 690V drive: 215		RW	Uni				US
0.39	Current loop I gain	(4.14)	0 to 30,000			All voltage ratings: 40	200V drive: 1000 400V drive: 2000 575V drive: 2400 690V drive: 3000		RW	Uni				US
0.40	Autotune	(5.12)	0 to 2	0 to 4	0 to 6	0			RW	Uni				
0.41	Maximum switching frequency	(5.18)	3 (0), 4 (1), 5 (2), 8 (3), 12 (4), 16 (5) kHz			3 (0)		6 (2)	RW	Txt		RA		US
0.42	No. of motor poles	(5.11)	0 to 60 (Auto to 120 pole)			0 (Auto)		6 POLE (3)	RW	Txt				US
0.43	OL & VT-> Motor rated power factor	(5.10)	0.000 to 1.000			0.650			RW	Uni				US
	SV-> Encoder phase angle	(3.25)	0.0 to 359.9°					0.0	RW	Uni				US
0.44	Motor rated voltage	(5.09)	0 to AC_voltage_set_max V			200V drive: 230 400V drive: EUR-> 400, USA-> 460 575V drive: 575 690V drive: 690			RW	Uni		RA		US
0.45	OL & VT-> Motor rated full load speed (rpm)	(5.06)	0 to 180,000 rpm	0.00 to 40,000.00 rpm		EUR-> 1,500 USA-> 1,600	EUR-> 1,450.00 USA-> 1,770.00		RW	Uni				US
	SV-> Motor thermal time constant	(4.15)	0.0 to 3000.0					20.0	RW	Uni				US
0.46	Motor rated current	(5.07)	0 to Rated_current_max A			Drive rated current [11.32]			RW	Uni		RA		US
0.47	Rated frequency	(5.06)	0 to 3,000.0 Hz	0 to 1,250.0 Hz		EUR-> 50.0 USA-> 60.0			RW	Uni				US
0.48	Operating mode selector	(11.31)	OPEn LP (1), CL VECt (2), SErVO (3), rEGEn (4)			OPEn LP (1)	CL VECt (2)	SErVO (3)	RW	Txt		NC	PT	
0.49	Security status	(11.44)	L1 (0), L2 (1), Loc (2)						RW	Txt			PT	US
0.50	Software version	(11.29)	1.00 to 99.99						RO	Uni		NC	PT	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Coding	Attribute
OL	Open loop
CL	Closed loop vector and Servo
VT	Closed loop vector
SV	Servo
{X.XX}	Copied advanced parameter
RW	Read/write: can be written by the user
RO	Read only: can only be read by the user
Bit	1 bit parameter: 'On' or 'OFF' on the display
Bi	Bipolar parameter
Uni	Unipolar parameter
Txt	Text: the parameter uses text strings instead of numbers.
FI	Filtered: some parameters which can have rapidly changing values are filtered when displayed on the drive keypad for easy viewing.
DE	Destination: This parameter selects the destination of an input or logic function.

Coding	Attribute
RA	Rating dependent: this parameter is likely to have different values and ranges with drives of different voltage and current ratings. Parameters with this attribute will not be transferred to the destination drive by SMARTCARDs when the rating of the destination drive is different from the source drive and the file is a parameter file. However, with software V01.09.00 and later the value will be transferred if only the current rating is different and the file is a differences from default type file.
NC	Not copied: not transferred to or from SMARTCARDs during copying.
PT	Protected: cannot be used as a destination.
US	User save: parameter saved in drive EEPROM when the user initiates a parameter save.
PS	Power-down save: parameter automatically saved in drive EEPROM when the under volts (UV) trip occurs. With software version V01.08.00 and later, power-down save parameters are also saved in the drive when the user initiates a parameter save.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Feather ต่างๆกับค่า Parameter

Feature	Parameter number (Pr)												
	2.10	2.11 to 2.19	2.32	2.33	2.34	2.02							
Acceleration rates	2.10	2.11 to 2.19	2.32	2.33	2.34	2.02							
Analog speed reference 1	1.36	7.10	7.01	7.07	7.08	7.09	7.25	7.26	7.30				
Analog speed reference 2	1.37	7.14	1.41	7.02	7.11	7.12	7.13	7.28	7.31				
Analog I/O	Menu 7												
Analog input 1	7.01	7.07	7.08	7.09	7.10	7.25	7.26	7.30					
Analog input 2	7.02	7.11	7.12	7.13	7.14	7.28	7.31						
Analog input 3	7.03	7.15	7.16	7.17	7.18	7.29	7.32						
Analog output 1	7.19	7.20	7.21	7.33									
Analog output 2	7.22	7.23	7.24										
Application menu	Menu 18	Menu 19	Menu 20										
At speed indicator bit	3.06	3.07	3.09	10.06	10.05	10.07							
Auto reset	10.34	10.35	10.36	10.01									
Autotune	5.12	5.16	5.17	5.23	5.24	5.25	5.10	5.29	5.30				
Binary sum	9.29	9.30	9.31	9.32	9.33	9.34							
Bipolar speed	1.10												
Brake control	12.40 to 12.49												
Braking	10.11	10.10	10.30	10.31	6.01	2.04	2.02	10.12	10.39	10.40			
Catch a spinning motor	6.09												
Copying	11.42	11.36 to 11.40											
Coast to stop	6.01												
Comms	11.23 to 11.26												
Cost - per kWh electricity	6.16	6.17	6.24	6.25	6.26	6.40							
Current controller	4.13	4.14											
Current feedback	4.01	4.02	4.17	4.04	4.12	4.20	4.23	4.24	4.26	10.08	10.09	10.17	
Current limits	4.05	4.06	4.07	4.18	4.15	4.19	4.16	5.07	5.10	10.08	10.09	10.17	
DC bus voltage	5.05	2.08											
DC injection braking	6.06	6.07	6.01										
Deceleration rates	2.20	2.21 to 2.29	2.04	2.35 to 2.37	2.02	2.08	6.01	10.30	10.31	10.39	2.09		
Defaults	11.43	11.46											
Digital I/O	Menu 8												
Digital I/O read word	8.20												
Digital I/O T24	8.01	8.11	8.21	8.31									
Digital I/O T25	8.02	8.12	8.22	8.32									
Digital I/O T26	8.03	8.13	8.23	8.33									
Digital input T27	8.04	8.14	8.24										
Digital input T28	8.05	8.15	8.25	8.39									
Digital input T29	8.06	8.16	8.26	8.39									
Digital lock	13.10	13.01 to 13.09	13.11	13.12	13.16	3.22	3.23	13.19 to 13.23					
Digital output T22	8.08	8.18	8.28										
Direction	10.13	6.30	6.31	1.03	10.14	2.01	3.02	8.03	8.04	10.40			
Display timeout	11.41												
Drive active	10.02	10.40											
Drive derivative	11.28												
Drive ok	10.01	8.27	8.07	8.17	10.36	10.40							
Dynamic performance	5.26												
Dynamic V/F	5.13												
Electronic nameplate	3.49												
Enable	6.15	8.09	8.10	6.29									
Encoder reference	3.43	3.44	3.45	3.46									
Encoder set up	3.33	3.34 to 3.42	3.47	3.48									
External trip	10.32	8.10	8.07										
Fan speed	6.45												
Fast disable	6.29												
Field weakening - induction motor	5.29	5.30	1.06	5.28									
Field weakening - servo	5.22	1.06											
Filter change	6.19	6.18											
Frequency reference selection	1.14	1.15											
Frequency slaving	3.01	3.13	3.14	3.15	3.16	3.17	3.18						
Hard speed reference	3.22	3.23											
Heavy duty rating	5.07	11.32											
High stability space vector modulation	5.19												
I/O sequencer	6.04	6.30	6.31	6.32	6.33	6.34	6.42	6.43	6.41				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Feature	Parameter number (Pr)												
Inertia compensation	2.38	5.12	4.22	3.18									
Jog reference	1.05	2.19	2.29										
Ke	5.33												
Keypad reference	1.17	1.14	1.43	1.51	6.12	6.13							
Kt	5.32												
Limit switches	6.35	6.36											
Local position reference	13.20 to 13.23												
Logic function 1	9.01	9.04	9.05	9.06	9.07	9.08	9.09	9.10					
Logic function 2	9.02	9.14	9.15	9.16	9.17	9.18	9.19	9.20					
Low voltage supply	6.44	6.46											
Mains loss	6.03	10.15	10.16	5.05									
Marker pulse	3.32	3.31											
Maximum speed	1.06												
Menu 0 set up	11.01 to 11.22		Menu 22										
Minimum speed	1.07	10.04											
Modules - number of	11.35												
Motor map	5.06	5.07	5.08	5.09	5.10	5.11							
Motor map 2	Menu 21		11.45										
Motorized potentiometer	9.21	9.22	9.23	9.24	9.25	9.26	9.27	9.28					
Offset speed reference	1.04	1.38	1.09										
Onboard PLC	11.47 to 11.51												
Open collector digital outputs	8.30												
Open loop vector mode	5.14	5.17	5.23										
Operating mode	0.48	3.24	5.14	11.31									
Orientation	13.10	13.13 to 13.15											
Output	5.01	5.02	5.03	5.04									
Overspeed threshold	3.08												
Phase angle	3.25	5.12											
PID controller	Menu 14												
Position feedback - drive	3.28	3.29	3.30	3.50									
Positive logic	8.29												
Power up parameter	11.22	11.21											
Precision reference	1.18	1.19	1.20	1.44									
Preset speeds	1.15	1.21 to 1.28		1.16	1.14	1.42	1.45 to 1.48		1.50				
Programmable logic	Menu 9												
Quasi square operation	5.20												
Ramp (accel / decel) mode	2.04	2.08	6.01	2.02	2.03	10.30	10.31	10.39					
Rated speed autotune	5.16	5.08											
Regen mode	3.01 to 3.11		4.08	5.01	5.02	5.03	5.07						
Regenerating	10.10	10.11	10.30	10.31	6.01	2.04	2.02	10.12	10.39	10.40			
Relative jog	13.17 to 13.19												
Relay output	8.07	8.17	8.27										
Reset	10.33	8.02	8.22	10.34	10.35	10.36	10.01						
RFC mode (encoder less Closed-Loop Vector mode)	3.24	3.42	4.12	5.40									
S ramp	2.06		2.07										
Sample rates	5.18												
Secure disable input	8.09	8.10											
Security code	11.30	11.44											
Serial comms	11.23 to 11.26												
Skip speeds	1.29	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35						
Slip compensation	5.27	5.08											
Smartcard	11.36 to 11.40		11.42										
Software version	11.29	11.34											
Speed controller	3.10 to 3.17		3.19	3.20	3.21								
Speed feedback	3.02	3.03	3.04										
Speed feedback - drive	3.26	3.27	3.28	3.29	3.30	3.31	3.42						
Speed reference selection	1.14	1.15	1.49	1.50	1.01								
Status word	10.40												
Supply	6.44	5.05	6.46										
Switching frequency	5.18	5.35	7.34	7.35									
Thermal protection - drive	5.18	5.35	7.04	7.05	7.06	7.32	7.35	10.18					
Thermal protection - motor	4.15	5.07	4.19	4.16	4.25	7.15							
Thermistor input	7.15	7.03											
Threshold detector 1	12.01	12.03 to 12.07											

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

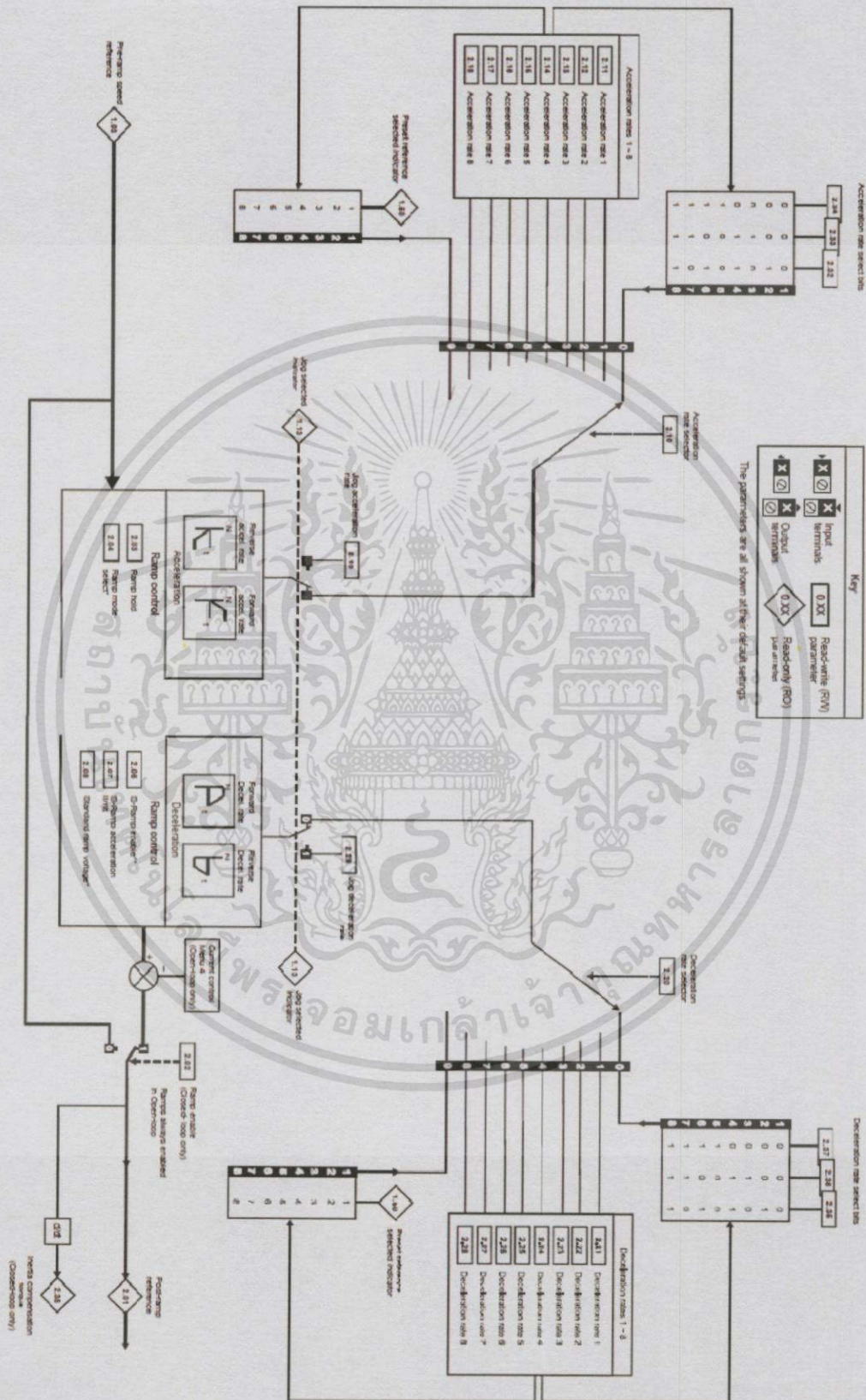
Feature	Parameter number (Pr)									
	12.02	12.23 to 12.27								
Threshold detector 2	6.19	6.18								
Time - filter change	6.20	6.21	6.28							
Time - powered up log	6.22	6.23	6.28							
Time - run log	4.03	4.26	5.32							
Torque	4.08	4.11	4.09	4.10						
Torque mode	10.37	10.38	10.20 to 10.29							
Trip detection	10.20 to 10.29	10.41 to 10.51	6.28							
Trip log	5.05	10.16	10.15							
Under voltage	5.15	5.14								
V/F mode	12.08 to 12.15									
Variable selector 1	12.28 to 12.35									
Variable selector 2	1.39	1.40								
Velocity feed forward	5.31									
Voltage controller	5.14	5.17	5.23	5.15						
Voltage mode	11.33	5.09	5.05							
Voltage rating	6.44	6.46	5.05							
Voltage supply	10.19	10.12	10.17	10.18	10.40					
Warning	3.05	10.03								
Zero speed indicator bit										



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

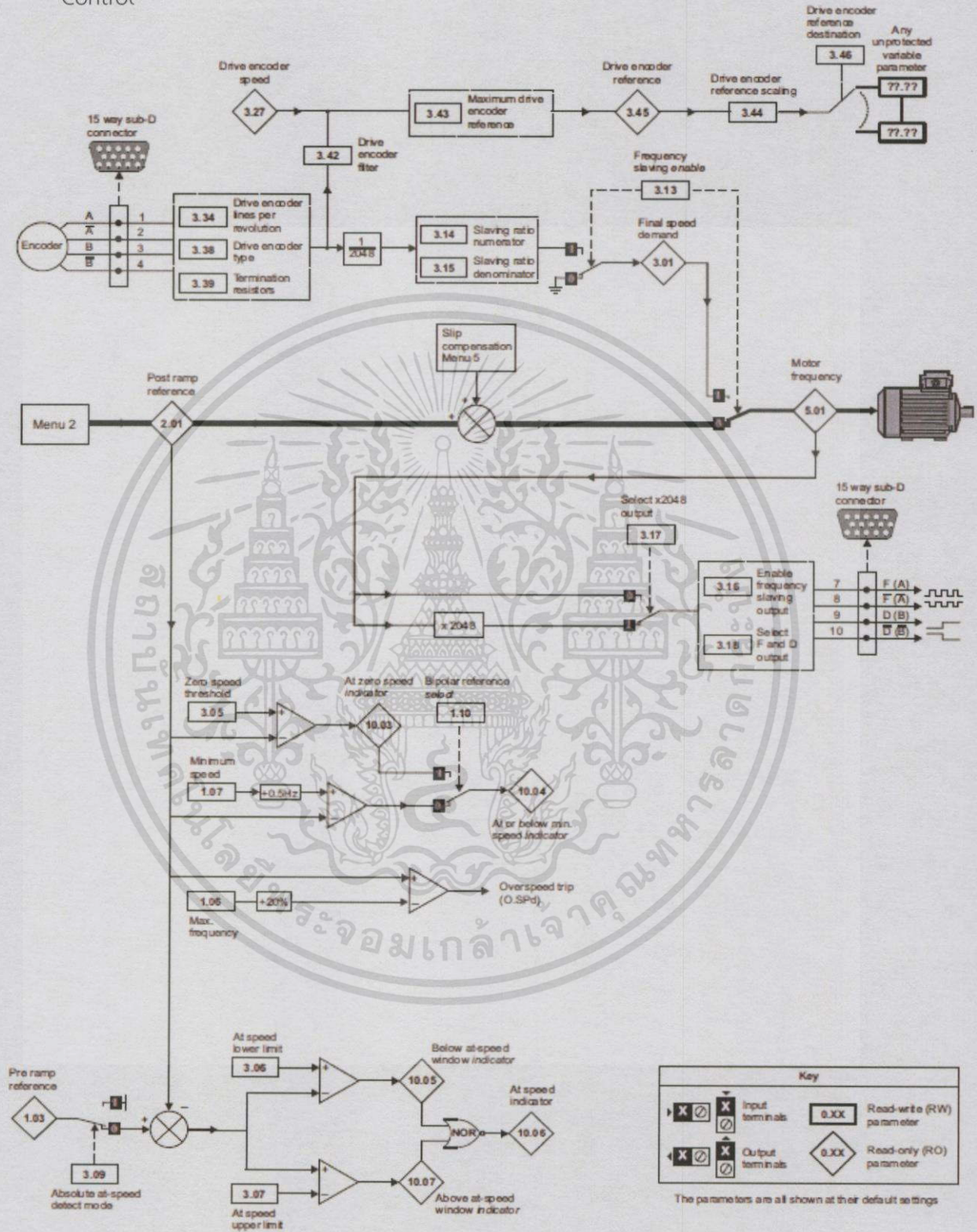


Logic Diagram Menu 2 : Ramps



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

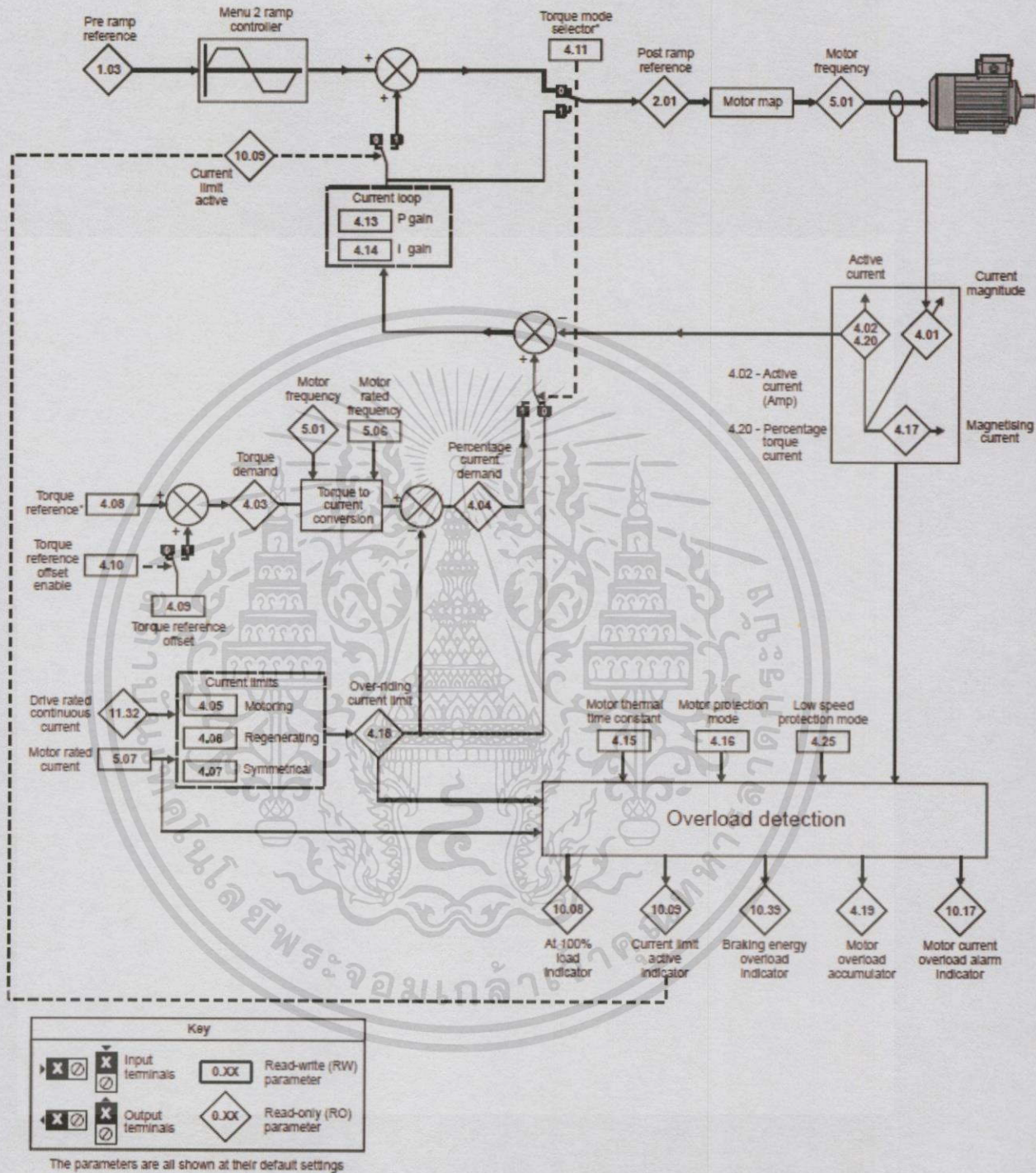
Open Loop Logic Diagram Menu 3 : Frequency Slaving, Speed Feedback and Speed Control



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Open Loop Logic Diagram Menu 4: Torque and Current Control

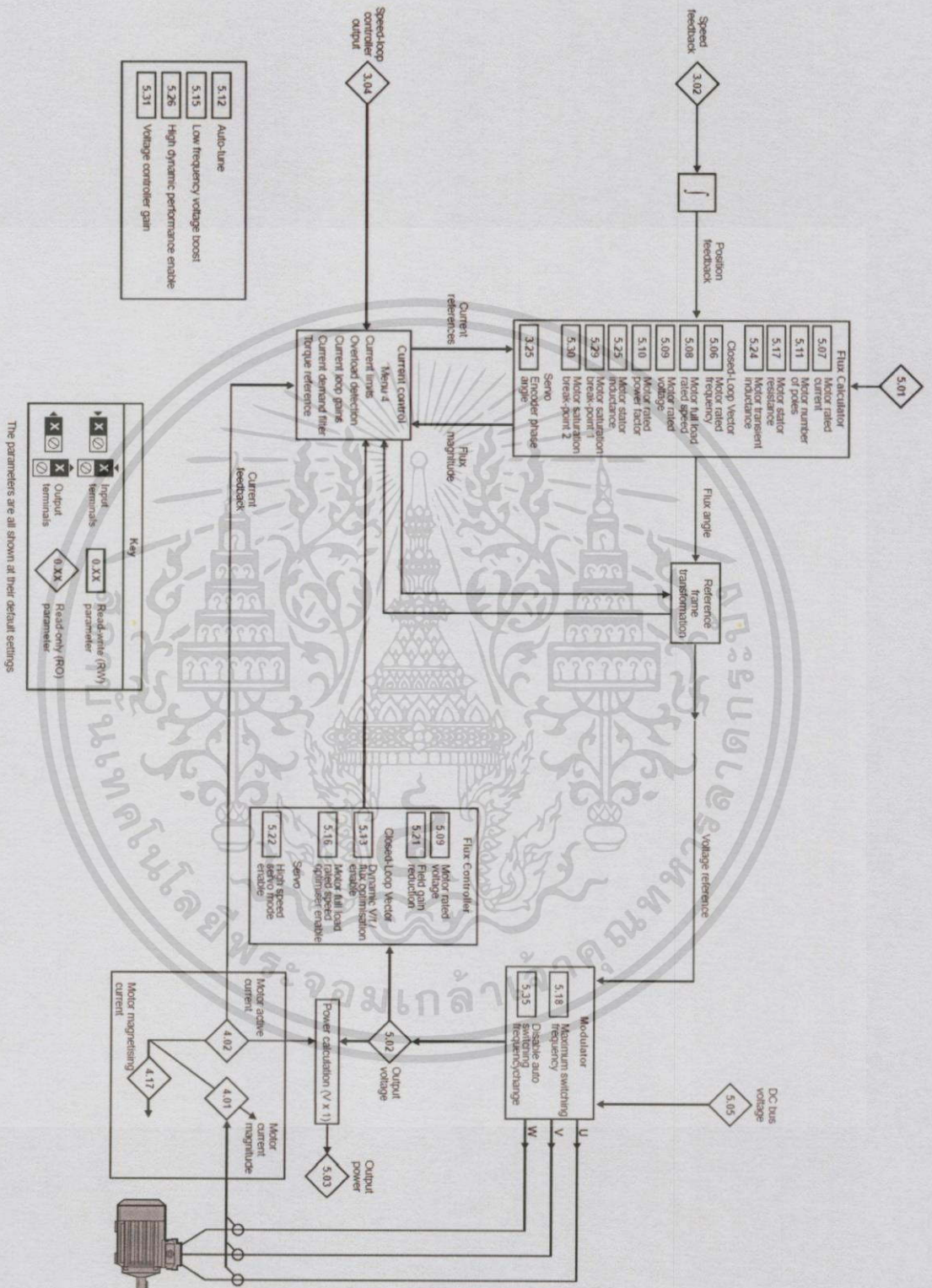


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





Closed Loop Logic Diagram Menu 5: Motor Control



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## ภาคผนวก ข

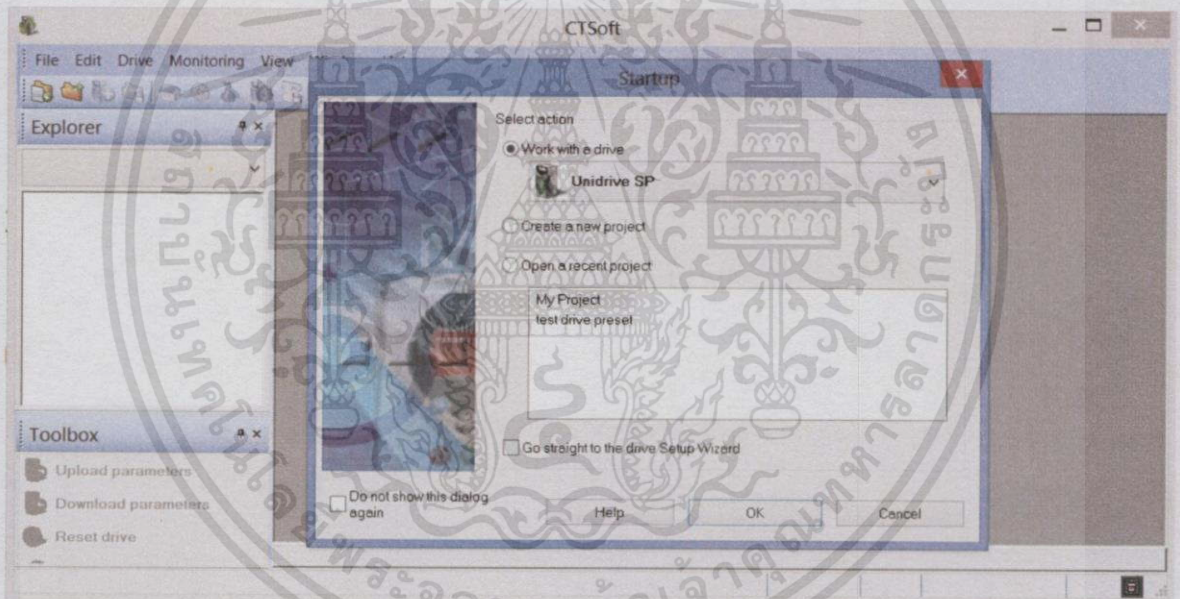
### การใช้โปรแกรมควบคุม Drive

#### การใช้โปรแกรม Ctsoft ในการควบคุม Drive

โปรแกรม CtSoft นั้นเป็นโปรแกรมของบริษัท Control Techniques ซึ่งเป็นโปรแกรม Freeware สามารถดาวน์โหลดได้ที่เว็บของบริษัท Emerson เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการเซ็ตค่า Parameter ต่างๆรวมทั้งสามารถ Monitoring ค่าที่ต้องการนำมาแสดงผลได้ โดยที่ไม่จำเป็นต้องไปตั้งค่าใน Keypad การจะใช้โปรแกรม CtSoft ในการเซ็ตค่านั้นจะต้องใช้สาย CT Comms Cable ในการเชื่อมต่อระหว่าง Computer กับ Drive

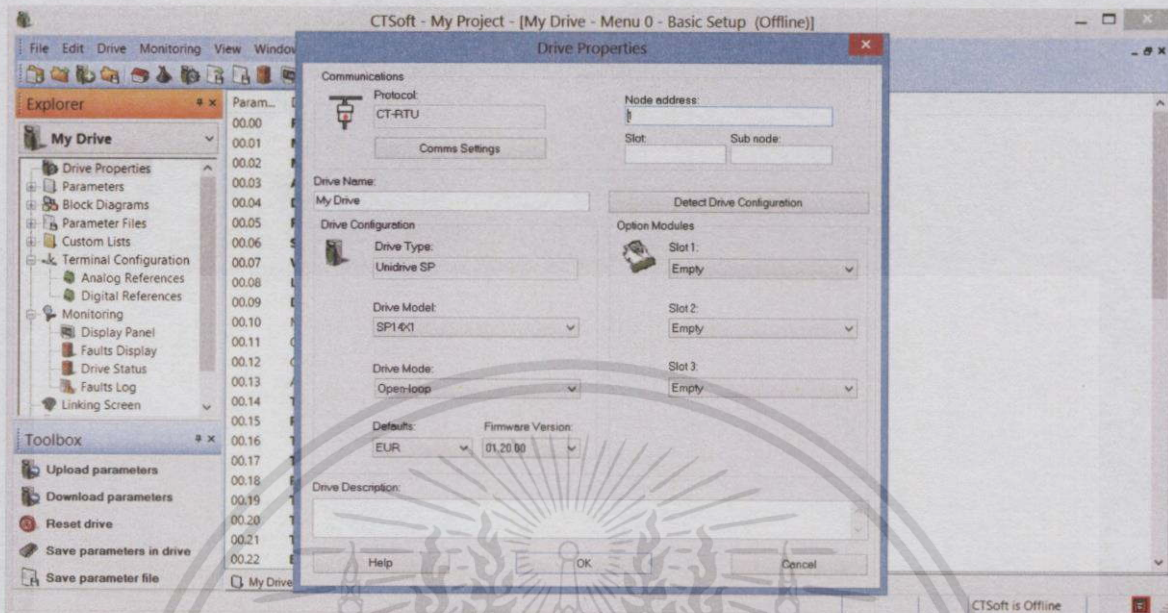
#### ขั้นตอนการใช้งานโปรแกรม Ctsoft

1. เมื่อเปิดโปรแกรม Ctsoft ขึ้นมาจะมีหน้าต่าง Startup โดยให้เลือกชนิดของ Drive ที่ต้องการสั่งค่า

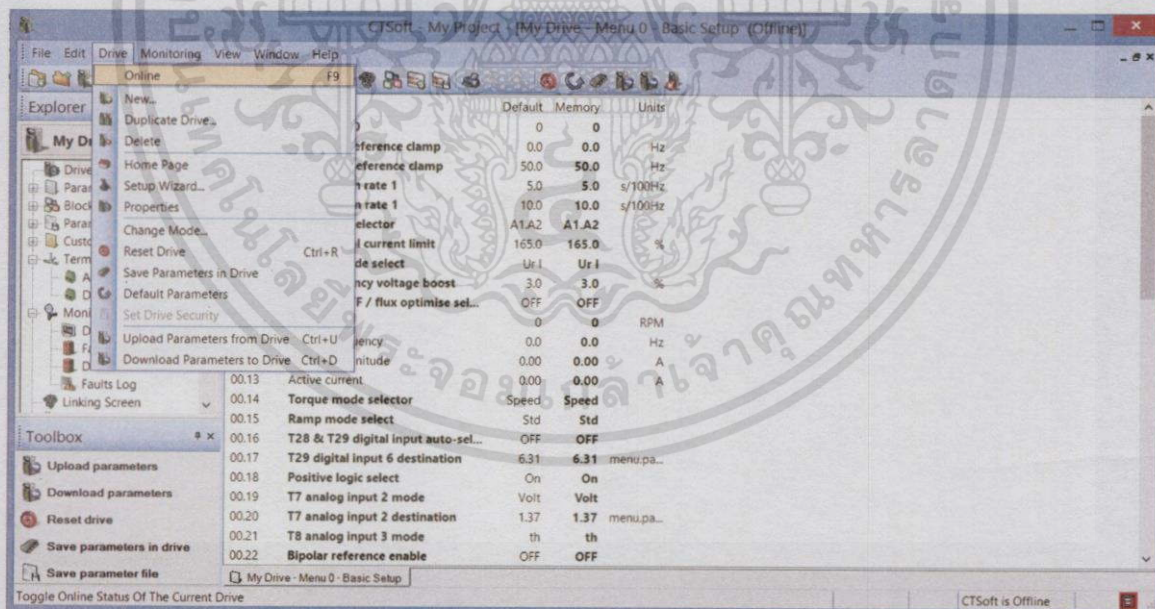


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## 2. ให้ทำการใส่รายละเอียดของ Drive และลักษณะการเชื่อมต่อลงไป



## 3. เมื่อกรอกเสร็จแล้วให้ทดสอบการเชื่อมต่อโดยการเข้าไปที่ Drive แล้วคลิก Online



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เมื่อ Drive ทำการ Online เรียบร้อยแล้วสัญลักษณ์ที่มุมด้านขวาล่างจะเปลี่ยนจากสีแดงเป็นสีเขียวและจะขึ้นคำว่า CTSoft is Online เมื่อ Online แล้วจะสามารถปรับเปลี่ยนค่า Parameter แบบ Real Time ได้

Param...	Description	Default	Memory	Units
00.00	<b>Parameter 0</b>	0	0	
00.01	<b>Minimum reference clamp</b>	0.0	0.0	RPM
00.02	<b>Maximum reference clamp</b>	3000.0	3000.0	RPM
00.03	<b>Acceleration rate 1</b>	0.200	10.000	s/1000 R...
00.04	<b>Deceleration rate 1</b>	0.200	10.000	s/1000 R...
00.05	<b>Reference selector</b>	A1.A2	Pr	
00.06	<b>Symmetrical current limit</b>	175.0	175.0	%
00.07	<b>Speed controller proportional g...</b>	0.0100	0.0500	1/rad s-1
00.08	<b>Speed controller integral gain (K...</b>	1.00	0.00	1/rad
00.09	<b>Speed controller differential fee...</b>	0.00000	0.55000	s
00.10	Speed feedback	0.0	0.0	RPM
00.11	Drive encoder position	0	0	
00.12	Current magnitude	0.00	0.00	A
00.13	<b>T5/6 analog input 1 offset trim</b>	0.000	0.000	%
00.14	<b>Torque mode selector</b>	Speed	Speed	
00.15	<b>Ramp mode select</b>	Std	Std	
00.16	<b>Ramp enable</b>	On	On	
00.17	<b>Current demand filter 1</b>	0.0	0.0	ms
00.18	<b>Positive logic select</b>	On	On	
00.19	<b>T7 analog input 2 mode</b>	Volt	Volt	
00.20	<b>T7 analog input 2 destination</b>	1.37	1.37	menu na...

My Drive - Menu 0 - Basic Setup

My Drive is Online

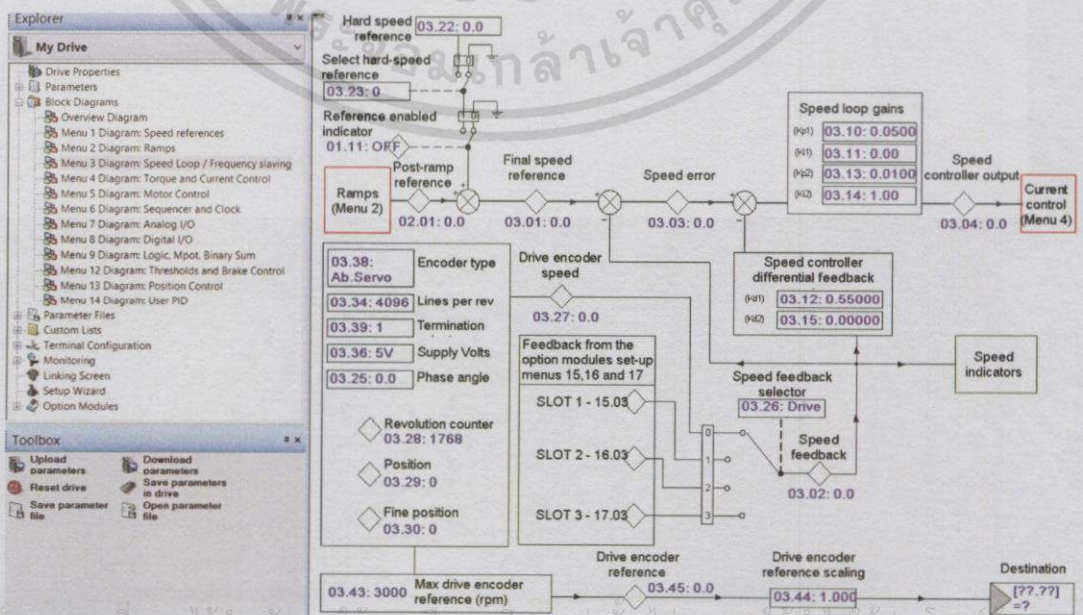
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฟังก์ชันการใช้งานใน CTSofT

Parameter จะเป็นการปรับค่าต่างๆของ Parameter ซึ่งสามารถปรับค่าแบบ Real Time ได้เมื่อ Online

Param...	Description	Default	Memory	Units
03.00	<b>Parameter 0</b>	0	0	
03.01	Final speed reference	0.0	0.0	RPM
03.02	Speed feedback	0.0	0.0	RPM
03.03	Speed error	0.0	0.0	RPM
03.04	Speed controller output	0.0	0.0	%
03.05	<b>Zero speed threshold</b>	5	5	RPM
03.06	<b>At speed lower limit</b>	5	5	RPM
03.07	<b>At speed upper limit</b>	5	5	RPM
03.08	<b>Overspeed threshold</b>	0	0	RPM
03.09	<b>Absolute 'at speed' detect</b>	OFF	OFF	
03.10	Speed controller proportional g...	0.0100	0.0500	1/rad s-1
03.11	Speed controller integral gain (K...	1.00	0.00	1/rad
03.12	Speed controller differential fee...	0.000000	0.550000	s
03.13	Speed controller proportional g...	0.0100	0.0100	
03.14	Speed controller integral gain (K...	1.00	1.00	1/rad
03.15	Speed controller differential fee...	0.000000	0.000000	
03.16	Speed controller gain select	OFF	OFF	
03.17	Speed controller set-up method	0	0	
03.18	Motor and load inertia	0.000000	0.000000	kg m <sup>2</sup>
03.19	Compliance angle	4.0	4.0	°
03.20	Bandwidth	10	10	Hz
03.21	Damping factor	1.0	1.0	
03.22	Hard speed reference	0.0	0.0	RPM
03.23	Hard speed reference selector	OFF	OFF	
03.25	Encoder phase angle	0.0	0.0	°
03.26	Speed feedback selector	Drive	Drive	
03.27	Drive encoder speed feedback	0.0	0.0	RPM
03.28	Drive encoder revolution counter	0	1768	
03.29	Drive encoder position	0	0	
03.30	Drive encoder fine position	0	0	
03.31	Drive encoder marker position r...	OFF	OFF	
03.32	Drive encoder marker flag	OFF	On	
03.33	Drive encoder turn bits	16	16	
03.34	Drive encoder lines per revolution	4096	4096	
03.35	Drive encoder single turn comm...	0	0	
03.36	Drive encoder supply voltage	5V	5V	

Block Diagram เป็นรายละเอียดวงจรการควบคุมภายในของ Drive ซึ่งในแต่ละเมนูจะมีตัวแปรและวงจรที่ใช้ควบคุมต่างกัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Parameter Files เป็นกำหนดค่า Parameter ที่เคยทำการบันทึกไว้หรือสร้างขึ้นใหม่มาใช้ ซึ่งมีข้อดีคือทำให้สามารถใช้งานค่า Parameter หลายๆค่า ได้พร้อมกัน โดยไม่จำเป็นต้องเซตค่าใหม่

Param...	Description	Default	Memory	Units
00.00	Parameter 0	0	0	
00.01	Minimum reference clamp	0.0	0.0	RPM
00.02	Maximum reference clamp	3000.0	3000.0	RPM
00.03	Acceleration rate 1	0.200	10.000	s/1000 R...
00.04	Deceleration rate 1	0.200	10.000	s/1000 R...
00.05	Reference selector	A1.A2	Pr	
00.06	Symmetrical current limit	175.0	175.0	%
00.07	Speed controller proportional g...	0.0100	0.0500	1/rad s-1
00.08	Speed controller integral gain (K...	1.00	0.00	1/rad
00.09	Speed controller differential fee...	0.00000	0.65535	s
00.10	Speed feedback	0.0	0.0	RPM
00.11	Drive encoder position	0	24484	
00.12	Current magnitude	0.00	0.00	A
00.13	T5/6 analog input 1 offset trim	0.000	0.000	%
00.14	Torque mode selector	Speed	Speed	
00.15	Ramp mode select	Std	Std	
00.16	Ramp enable	On	On	

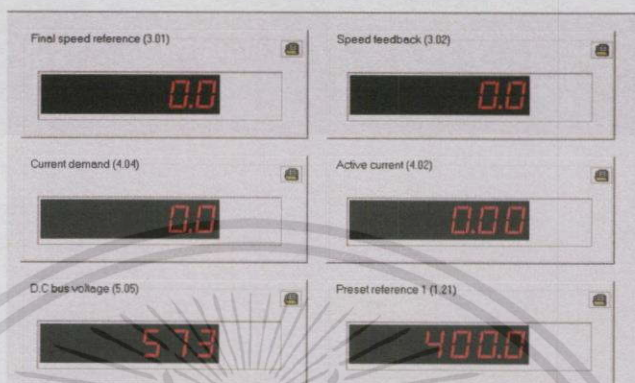
Custom Lists คือ การเลือกค่า Parameter ที่เราต้องการนำมาใช้ มารวมกันเพื่อให้ง่ายต่อการ Config ค่า Parameter

Param...	Description	Default	Memory	Units
01.07	Minimum reference clamp	0.0	0.0	RPM
01.06	Maximum reference clamp	3000.0	3000.0	RPM
02.11	Acceleration rate 1	0.200	10.000	s/1000 R...
02.21	Deceleration rate 1	0.200	10.000	s/1000 R...
01.14	Reference selector	A1.A2	Pr	
03.10	Speed controller proportional g...	0.0100	0.0500	1/rad s-1
03.11	Speed controller integral gain (K...	1.00	0.00	1/rad
03.12	Speed controller differential fee...	0.00000	0.65535	s
04.07	Symmetrical current limit	175.0	175.0	%
03.02	Speed feedback	0.0	0.0	RPM
03.29	Drive encoder position	0	24484	
04.01	Current magnitude	0.00	0.00	A
01.21	Preset reference 1	0.0	400.0	RPM
04.13	Current controller Kp gain	150	75	
04.14	Current controller Ki gain	2000	0	
05.18	Maximum switching frequency	6	6	kHz
05.11	Number of motor poles	6 pole	6 pole	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Monitoring เป็นฟังก์ชันการแสดงผลของโปรแกรม CTSofT ซึ่งสามารถแบ่งแสดงผลได้ 4 ประเภท คือ

Display Panel เป็นการแสดงผลค่า Parameter ที่ต้องการซึ่งสามารถแสดงผลได้สูงสุด 6 ค่าพร้อมกัน



- FaultDisplayเป็นการแสดงสถานะความผิดพลาดของการทำงานต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้น

- Drive healthy
- Braking resistor alarm
- Mains loss
- Under voltage active
- Overload alarm
- Drive over temperature alarm
- Drive warning
- External trip

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Drive Status เป็นการแสดงสถานะการทำงานของ Drive

Drive Status

- Drive active
- Zero speed
- Running at or below minimum
- Below set speed
- At speed
- Above set speed
- Load reached
- Drive output is at current limit
- Regenerating
- Braking IGBT active
- Reference enabled indicator
- Reverse selected indicator
- Jog selected indicator

Fault Log เป็นการแสดงประวัติความผิดพลาดที่เคยเกิดขึ้น

Powered-up 0 Years, 0 Days, 0 Hours, 51 Minutes

Trip ...	Trip C...	Trip	Description	Trip Time
0	26	O.Ld1	Overload on digital output 24V & digital c...	0:00:00:00
1	3	OIAC	AC instantaneous over current	- 0:00
2	3	OIAC	AC instantaneous over current	- 0:00
3	3	OIAC	AC instantaneous over current	- 0:00
4	3	OIAC	AC instantaneous over current	- 0:00
5	7	O.SPd	Overspeed	- 0:00
6	3	OIAC	AC instantaneous over current	- 0:00
7	3	OIAC	AC instantaneous over current	- 0:00
8	3	OIAC	AC instantaneous over current	- 0:00

Option module error status codes

Slot 1: 0    Slot 2: 0    Slot 3: 0

Time Stamp Clock

Powered-up     Run-time

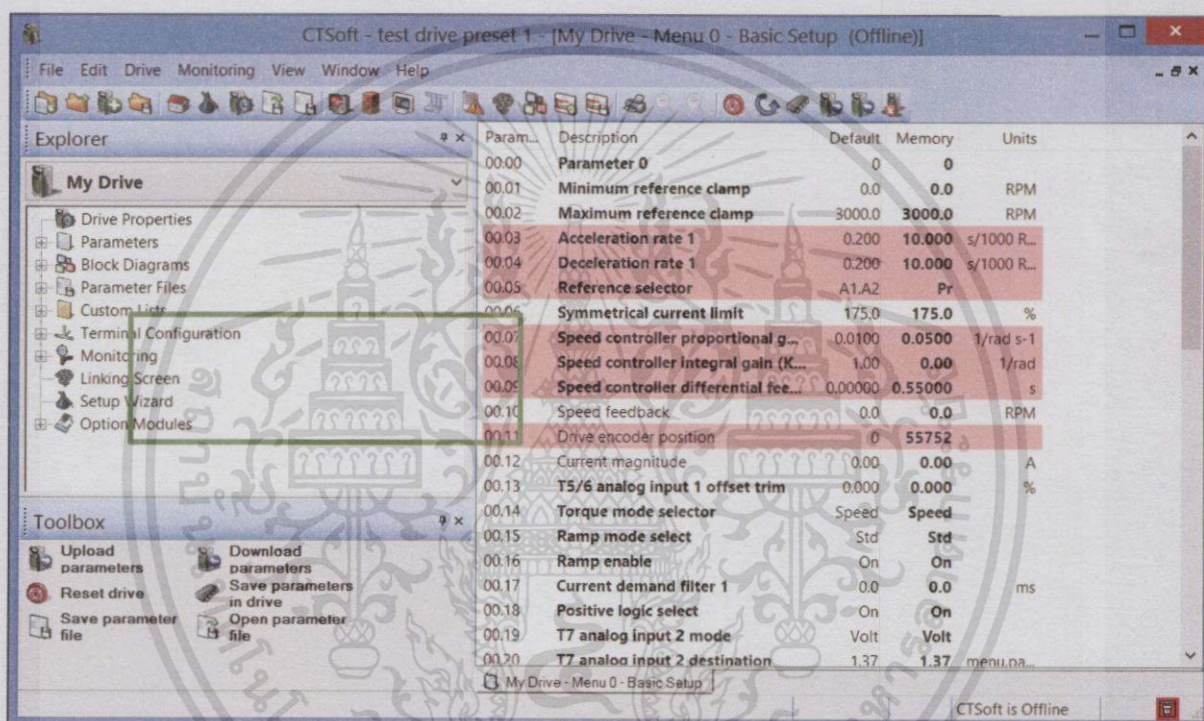
Clear Log

Tool box ที่ช่วยในการใช้งานโปรแกรม Ctsoft

- Upload Parameters ใช้สำหรับการตั้งค่า Parameter ที่เคยเซตไว้ใน Drive ขึ้นมาที่ Computer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Download Parameters ใช้สำหรับการดาวน์โหลดค่า Parameter ที่เซตไว้ใน Computer ลงไปที่ Drive
- Reset Drive ใช้สำหรับการรีเซ็ตค่า Parameter ของ Drive ให้เป็น Default ทั้งหมด
- Save Parameter in Drive ใช้สำหรับเซฟค่า Parameter ลงไปที่ Drive โดยที่จะสามารถปิด/เปิด Drive ขึ้นมาใหม่ได้และค่า Parameter ที่เซตไว้จะคงอยู่
- Save Parameter File ใช้สำหรับเซฟค่า Parameter ไว้ที่ Computer ซึ่งจะสามารถเปิดไฟล์เพื่อตั้งค่านั้นขึ้นมาได้
- Open Parameter File ใช้สำหรับเปิดค่า Parameter ที่เซฟไว้ขึ้นมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้