

ระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการ : กรณีศึกษาอะซีบัสและพีแอลซี S7-300

Process Automation : AS-i bus and PLC S7-300



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2558

ระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการ : กรณีศึกษาอะซีบัสและพีแอลซี S7-300

Process Automation : AS-i bus and PLC S7-300



T143934



ปฐมพล พลวงศา
นวรรตน์ แพงสุทโธ

ส.ท.ค. ๑/๑๔๒ อ

๑๐๐๒๖๖๗๘๕

๑๒๘๐๘๘๖๖

เลขทမ်း... ๒๕๖๘
เลขทะเบียน... 143934
วัน,เดือน,ปี... 04 ต.ค. 2559

ปริญญาบัตรนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Process Automation : AS-i bus and PLC S7-300



A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULLFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BAHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACUTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2015

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญาานิพนธ์

หัวข้อปริญญาานิพนธ์ ระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการ:กรณีศึกษาอะซีบัสและพีแอลซี S7-300
Process Automation : AS-i bus and PLC S7-300

นักศึกษาผู้จัดทำ นายปฐมพล พลวงศา รหัสนักศึกษา 55010695
นางสาวนวรรรัตน์ แพงสุทโธ รหัสนักศึกษา 55010712

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุม
ปีการศึกษา 2558

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญาานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รองศาสตราจารย์ สักรียา ชิตวงศ์	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ระบบอัตโนมัติสำหรับกระบวนการ:กรณีศึกษาอะซีบัสและพีแอลซี S7-300 Process Automation : AS-i bus and PLC S7-300		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายปฐมพล พลวงศา	รหัสนักศึกษา	55010695
	นางสาวนวรรณ์ แพงสุโท	รหัสนักศึกษา	55010712
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ สักกรียา ชิตวงศ์		
ปีการศึกษา	2558		

บทคัดย่อ

โครงการนี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับระบบการเชื่อมต่อที่มีชื่อว่า อะซีบัส ซึ่งเป็นนวัตกรรมการเชื่อมต่อข้อมูลในระดับล่างของระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ นวัตกรรมนี้นิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมต่างประเทศ เนื่องจากเป็นนวัตกรรมที่สามารถลดต้นทุนด้านการติดตั้งระบบ ทางผู้จัดทำจึงได้ทำการศึกษา ออกแบบระบบควบคุมอัตราการไหล และระบบแขนกลนิวเมติกส์ โดยใช้อะซีบัสเป็นช่องทางในการส่งข้อมูล ระหว่างตัวควบคุมและเซนเซอร์/ตัวกระทำในการควบคุม โดยระบบควบคุมอัตราการไหลจะรับสัญญาณอินพุตจากอุปกรณ์วัดอัตราการไหล ที่วัดอัตราการไหลภายในท่อผ่านช่องทางของโมดูลแอนาล็อกอินพุตแบบอะซี และตัวควบคุมจะส่งสัญญาณเอาต์พุตไปกระทำที่วาล์วสัดส่วนสำหรับการเปิด-ปิดวาล์วเพื่อควบคุมอัตราการไหลลมที่ไหลผ่านวาล์วผ่านช่องทางของโมดูลแอนาล็อกเอาต์พุตแบบอะซี และระบบแขนกลนิวเมติกส์จะใช้โมดูลอินพุตดิจิทัลแบบอะซี รับค่าจากสวิทช์รีด และใช้โมดูลเอาต์พุตดิจิทัลแบบอะซี ส่งค่าไปควบคุมที่วาล์วนิวเมติกส์

Thesis Title	Process Automation : AS-i bus and PLC S7-300	
Authors	Mr.Pathompon	Ponwongsa
	Miss.Nawarat	Paengsutto
Thesis Advisor	Associate Professor Sakreya Chitwong	
Year	2015	

ABSTRACT

The objectives of this project is to study and validate a system called “AS-i Bus”. It refers to Actuator/Sensor interface. AS-i is a protocol which was a low level of automation control system. It was defined and developed by a consortium of 11 German and Swiss companies between 1990 and 1994. At this point in time, multiple different field buses had already been developed, but none of them seemed to be suitable to connect simple sensors and actuators. Therefore, it was necessary to devise an entirely new type of a system with the primary goal to replace cable trunks and to minimize installation expenses. Thus, a system was designed based on a simple two-conductor cable that was able to transfer data as well as 24 V power. The study was analyzed by two ways inventing a flow control and a pneumatic robot control. The AS-Interface bus was used for a port to transfer data between a controller and a sensor or an actuator. The system used a controller (PLC, SIEMEN SIMATIC S7-300) for controlling by using AS-i Input Module received signal from a flow sensor and reed switches. Likewise, the AS-i Output Module transmits signal to a final element of each process. In term of wiring, using an AS-i two-conductor cable by piercing technology is a simple way to interface between cable and AS-i module.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะผู้จัดทำได้รับความช่วยเหลือ ความกรุณา และคำแนะนำอย่างดียิ่งจาก รองศาสตราจารย์ สักกรียา ชิตวงศ์ ที่ท่านเสียสละและเมตตาให้คำปรึกษาและแนะนำในการทำปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ทุกขั้นตอน ทำให้ผู้จัดทำได้รับประสบการณ์ในการทำงานวิจัยและรู้ถึงคุณค่าของงานปริญญาานิพนธ์ ผู้จัดทำ ขอขอบคุณเป็นอย่างสูง ไว้ ณ ที่นี้

ท้ายที่สุด ผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณบุพการีที่ได้อบรมเลี้ยงดู และพี่ น้อง ตลอดจนเพื่อนทุกคน ที่คอยเป็นกำลังใจ ให้การสนับสนุน และให้ความช่วยเหลือแก่ผู้จัดทำอย่างดียิ่งเสมอมา

คุณค่าประโยชน์ใดๆ ที่เกิดจากงานปริญญาานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้จัดทำขอมอบเป็นเครื่องบูชาบิดามารดา ตลอดจนอาจารย์ทุกท่านที่ได้อบรมสั่งสอนผู้จัดทำตั้งแต่เล็กจนถึงปัจจุบัน

ผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา  ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VI
สารบัญรูป.....	VII

บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์.....	1
1.3 ขอบเขต.....	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง.....	2
2.1 ทีซีพี/ไอพี.....	2
2.1.1 เอ็นแคปซูลेशन/ดีมัลติเพล็กซ์ิง.....	2
2.2 ความเป็นมาของระบบอะซีบีเอส.....	3
2.2.1 เทคโนโลยีอะซี.....	4
2.2.2 โปรโตคอลอะซี.....	6
2.2.3 ลักษณะทางกายภาพของสายอะซี.....	9
2.3 ตัวควบคุมพีไอดี.....	10
2.3.1 ทฤษฎีตัวควบคุมแบบพีไอดี.....	10
2.3.2 การปรับแต่งค่า.....	13
2.4 วาล์วสัดส่วน.....	14
2.4.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์.....	14
2.4.2 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว.....	15
2.4.3 หลักการทำงานของวาล์วสัดส่วน.....	16
2.5 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล.....	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
2.6 สวิตช์รีด.....	17
2.7 วาล์วนิวเมติกส์.....	18
บทที่ 3 การดำเนินการ.....	19
3.1 อุปกรณ์ควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ.....	19
3.1.1 อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ PLC SIMATIC S7-300 ยี่ห้อ SIEMENS.....	19
3.1.2 อุปกรณ์เชื่อมต่อระหว่างตัวควบคุม และเซนเซอร์/ตัวกระทำ.....	19
3.1.3 อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในกระบวนการควบคุม.....	21
3.2 การออกแบบวงจรควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ.....	23
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	25
4.1 การคอนฟิกูเรชันระหว่างเกตเวย์และตัวควบคุม.....	25
4.1.1 อุปกรณ์.....	25
4.1.2 ขั้นตอน.....	25
4.2 กระบวนการควบคุมอัตราการไหล.....	41
4.2.1 อุปกรณ์.....	41
4.2.2 ขั้นตอน.....	42
4.2.3 ผลการทดลอง.....	44
4.3 การควบคุมระบบแขนกลนิวเมติกส์.....	47
4.3.1 อุปกรณ์.....	47
4.3.2 ขั้นตอน.....	48
4.3.3 ผลการทดลอง.....	49
บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	50
บรรณานุกรม.....	52
ภาคผนวก.....	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติของระบบอะซีบัส.....	5
2.2 ค่าพารามิเตอร์พีไอดี.....	13
2.3 วิธีซิกเกิลอร์-นิกโคลส์.....	13
3.1 แสดงอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ.....	19
3.2 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้บนอะซีบัส.....	21
3.3 แสดงอุปกรณ์ต่างๆ ในการเชื่อมต่อสัญญาณ.....	22
4.1 สถานะสวิตช์รีดและวาล์วนิวเมติกส์.....	49



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ขั้นตอนการเอ็นแคปซูลและดีมัลติเพล็กซ์	2
2.2 โครงสร้างทีซีพี	3
2.3 การใช้งานระบบอะซีบีเอส	4
2.4 รูปแบบการเชื่อมต่อระบบอะซีบีเอส	4
2.5 แหล่งจ่ายไฟ	6
2.6 โพรโตคอลอะซี	6
2.7 พืดูคำสั่งจากมาสเตอร์, พืดูการตอบสนองของสลาฟ และลำดับการสื่อสาร	7
2.8 การกำเนิดสัญญาณเอพีเอ็ม	8
2.9 ลักษณะสัญญาณเอพีเอ็ม	8
2.10 ภาพตัดขวางแสดงสายตัวนำด้านในขนาด 1.5 มิลลิเมตร	9
2.11 สายอะซี	9
2.12 เทคโนโลยีการใช้เข็มแหลมเจาะ	9
2.13 บล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบพีไอดี	10
2.14 ตัวแปรกระบวนการต่อเวลา โดยเปลี่ยนค่า K_p (ค่า K_i และ K_d คงที่)	11
2.15 ตัวแปรกระบวนการต่อเวลา โดยเปลี่ยนค่า K_i (ค่า K_p และ K_d คงที่)	12
2.16 ตัวแปรกระบวนการต่อเวลา โดยเปลี่ยนค่า K_d (ค่า K_p และ K_i คงที่)	12
2.17 แสดงถึงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด	14
2.18 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล	14
2.19 แสดงการเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก	14
2.20 แสดงการเคลื่อนที่ของแกนกระทั่ง	15
2.21 แสดงการทำงานของวาล์วโซลินอยด์	15
2.22 สถานะการทำงานของวาล์วสัดส่วนชนิดอัตราการใช้	16
2.23 เส้นทางการใช้ของวาล์วสัดส่วนชนิดอัตราการใช้	16
2.24 หลักการวัดอัตราการใช้	17
2.25 สวิตซ์รีด	17
2.26 วาล์วนิวเมติกส์	18

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.1 แสดงภาพการต่อวงจรโมดูลแอนาล็อกอินพุต.....	20
3.2 แสดงภาพการต่อวงจรโมดูลแอนาล็อกเอาต์พุต.....	20
3.3 แสดงภาพการต่อวงจรโมดูลดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต.....	20
3.4 แสดงภาพการต่อวงจรขั้นตอนที่ 1-3.....	23
3.5 แสดงภาพการต่อวงจรขั้นตอนที่ 4-6.....	24
4.1 การต่อวงจรระบบการควบคุมอัตราการไหล.....	41
4.2 ผลการตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหล เมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไป 40 ลิตรต่อนาที.....	45
4.3 ผลการตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหล เมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไป 60 ลิตรต่อนาที.....	45
4.4 ผลการตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหล เมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไป 80 ลิตรต่อนาที.....	46
4.5 ผลการตอบสนองระบบควบคุมอัตราการไหล เมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไป 100 ลิตรต่อนาที.....	47
4.6 การต่อวงจรระบบการควบคุมแขนกลนิวเมติกส์.....	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา VIII ต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

อะซีบัส ใช้งานในระดับเซนเซอร์(Sensor level) ที่ถือว่าเป็นการสื่อสารระดับต่ำสุดในระบบสื่อสารทางอุตสาหกรรม อะซีบัสใช้สำหรับส่งผ่านข้อมูลระหว่างตัวควบคุมและเซนเซอร์/ตัวกระทำ โดยใช้สายเพียงเส้นเดียวที่มีสองคอร์ (2-core) ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นมาสเตอร์/สลาฟ (Master/Slave) ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านระบบบัสถือว่าเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวมากในแวดวงอุตสาหกรรมไทยและต่างประเทศ ระบบควบคุมอัตโนมัติจัดว่าเป็นระบบหนึ่งที่มีความสำคัญยิ่งในกระบวนการผลิต มีเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวนมากไม่น้อยขณะนี้ที่ใช้ระบบเทคโนโลยีอะซีบัส โดยเทคโนโลยีนี้สามารถช่วยลดต้นทุนในการติดตั้งรวมทั้งการซ่อมบำรุง ทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงทำให้เกิดโครงการนี้เพื่อศึกษาการใช้งานอะซีบัสและพีแอลซี S7-300 นำไปออกแบบระบบการควบคุมแบบอัตโนมัติได้อย่างมีประสิทธิภาพ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของระบบอะซีบัส
2. เพื่อเชื่อมต่อระบบควบคุมระบบอัตโนมัติ
3. เพื่อทดลองเขียนโปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติแบบแอนาล็อกและดิจิตอล

1.3 ขอบเขต

ศึกษาการทำงานของระบบอะซีบัสและอุปกรณ์ต่างๆ ที่นำมาต่อใช้งานในระบบควบคุมอัตโนมัติ รวมทั้งศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติ ได้แก่ การควบคุมอัตราการไหล และการควบคุมแขนกลนิวเมติกส์

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ได้ความรู้เรื่องต่างๆ ดังนี้

1. โครงสร้างและการทำงานของระบบอะซีบัส
2. การทำงานของอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อต่างๆ
3. การเชื่อมต่อวงจรควบคุมระบบอัตโนมัติ
4. การเขียนโปรแกรมควบคุมระบบอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

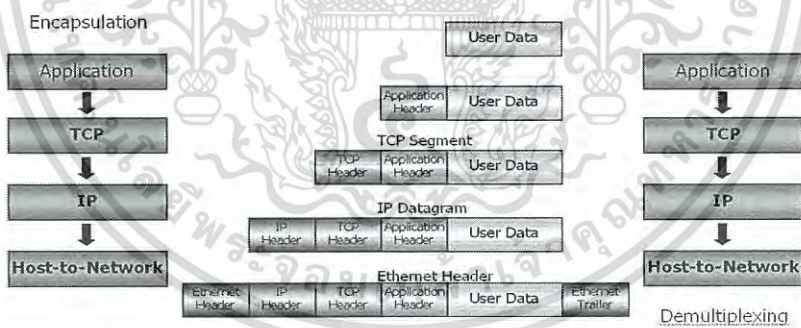
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทีซีพี/ไอพี

ทีซีพี/ไอพี (TCP/IP : Transmission Control Protocol/IP Protocol) เป็นชุดของโปรโตคอลที่ใช้ในการสื่อสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้สามารถใช้สื่อสารจากต้นทางข้ามเครือข่ายไปยังปลายทางได้ และสามารถหาเส้นทางที่จะส่งข้อมูลไปตัวเองโดยอัตโนมัติ ถึงแม้ว่าในระหว่างทางอาจจะผ่านเครือข่ายที่มีปัญหา โปรโตคอลก็ยังคงหาเส้นทางอื่นในการส่งผ่านข้อมูลไปให้ถึงปลายทางได้

2.1.1 เอ็นแคปซูลชัน/ดีมัลติเพล็กซ์

เอ็นแคปซูลชัน/ดีมัลติเพล็กซ์ (Encapsulation/Demultiplexing) เป็นการส่งข้อมูลผ่านในแต่ละชั้น จะทำการประกอบข้อมูลที่รับมากับข้อมูลส่วนควบคุมซึ่งถูกนำมาไว้ในส่วนหัวของข้อมูลเรียกว่าเฮดเดอร์ (Header) ภายในเฮดเดอร์จะบรรจุข้อมูลที่สำคัญของโปรโตคอลที่ทำการเอ็นแคปซูล (Encapsulate) เมื่อผู้รับได้รับข้อมูล ก็จะเกิดกระบวนการทำงานย้อนกลับคือ โปรโตคอลเดียวกัน ทางฝั่งผู้รับก็จะได้รับข้อมูลส่วนที่เป็นเฮดเดอร์ก่อน และนำไปประมวลและทราบว่าข้อมูลที่ตามมามีลักษณะอย่างไร ซึ่งกระบวนการย้อนกลับนี้เรียกว่า ดีมัลติเพล็กซ์

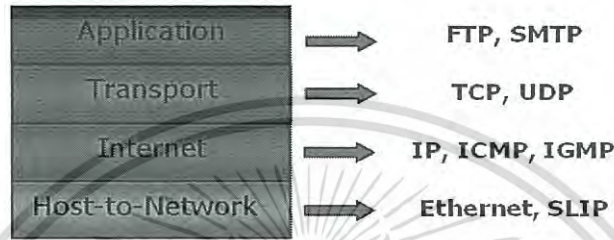


รูปที่ 2.1 ขั้นตอนการเอ็นแคปซูลชันและดีมัลติเพล็กซ์

ข้อมูลที่ผ่านการเอ็นแคปซูลชันในแต่ละชั้นมีชื่อเรียกแตกต่างกัน ดังนี้

- ข้อมูลที่มาจากยูสเซอร์ (User) หรือก็คือข้อมูลที่ยูสเซอร์ เป็นผู้ป้อนให้กับแอปพลิเคชัน (Application) เรียกว่ายูสเซอร์ดาต้า (User Data)
- เมื่อแอปพลิเคชันได้รับข้อมูลจากยูสเซอร์ ก็จะนำมาประกอบกับส่วนหัวของแอปพลิเคชัน เรียกว่าแอปพลิเคชันดาต้า (Application Data) และส่งต่อไปยังโปรโตคอลทีซีพี
- เมื่อโปรโตคอลทีซีพี ได้รับแอปพลิเคชันดาต้า ก็จะนำมาพร้อมกับเฮดเดอร์ของโปรโตคอลทีซีพี เรียกว่าทีซีพีเซกเมนต์ (TCP Segment) และส่งต่อไปยังโปรโตคอลไอพี

- เมื่อโปรโตคอลไอพีได้รับที่ซีพีเซกเมนต์ ก็จะนำมารวมกับเฮดเดอร์ ของโปรโตคอลไอพี เรียกว่าไอพีดาต้าแกรม (IP Datagram) และส่งต่อไปยังชั้นโฮสต์ทูเน็ตเวิร์ค (Host-to-Network Layer)
- ในระดับโฮสต์ทูเน็ตเวิร์ค จะนำไอพีดาต้าแกรมมาเพิ่มส่วนตรวจสอบข้อมูลและแก้ไขข้อมูล (Error Correction) และแฟลค (Flag) เรียกว่าอีเทอร์เน็ตเฟรม (Ethernet Frame) ก่อน จะแปลงข้อมูลเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่งผ่านสายสัญญาณที่เชื่อมโยงอยู่ต่อไปในแต่ละชั้นของ โครงสร้างที่ซีพีไอพี สามารถอธิบายได้ดังนี้



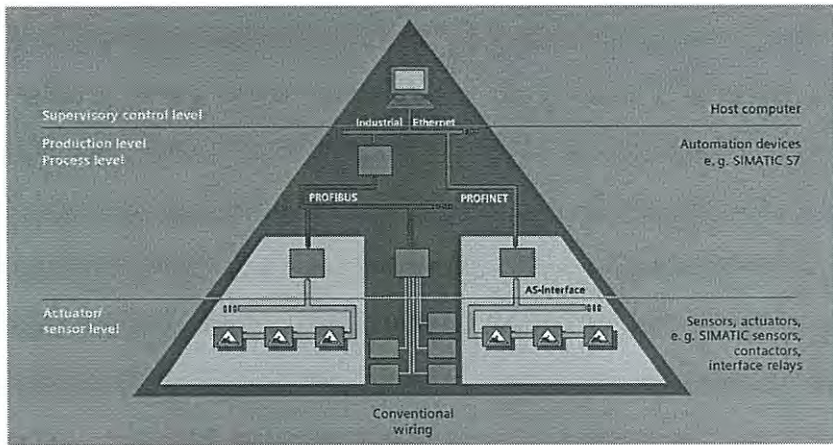
รูปที่ 2.2 โครงสร้างที่ซีพี

2.2 ความเป็นมาของระบบอะซีบัส

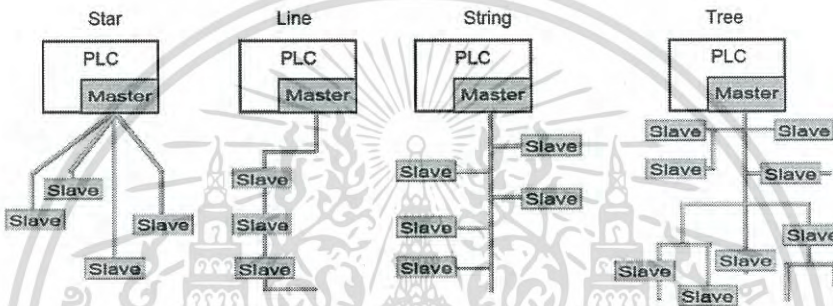
ปัจจุบันเทคโนโลยีด้านระบบบัสถือว่าเป็นเรื่องที่ใกล้ตัวมาก มีเครื่องจักรอัตโนมัติจำนวนมากน้อยขณะนี้ที่ใช้ระบบเทคโนโลยีอะซีบัส ดังนั้นจึงถือเป็นเรื่องที่สำคัญอย่างมากที่จะศึกษาเรียนรู้เพื่อการทำงานในภาคอุตสาหกรรมและเป็นแนวทางเพื่อเตรียมความพร้อมสำหรับบุคคลที่จะก้าวเข้าสู่ระบบอุตสาหกรรม

อะซีบัสถูกเริ่มต้นพัฒนาในปี ค.ศ.1993 โดยบริษัทจากประเทศเยอรมันและสวิสเซอร์แลนด์ 11บริษัทร่วมกันจัดตั้ง“สมาคมอะซี”(AS-i consortium) และได้รับการสนับสนุนด้านเงินทุนจากกระทรวงวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีของประเทศเยอรมัน (BMBF) เทคโนโลยีอะซีบัสเป็นมาตรฐาน IEC947 ซึ่งมีสมาชิกมากกว่า 80 องค์กรในทวีปยุโรปอเมริกาเหนือและประเทศญี่ปุ่นปัจจุบันมีสินค้าอะซีมากกว่า 200 ชนิดจากผู้ผลิตมากกว่า 30 บริษัท อะซี (AS-i) ย่อมาจากคำว่า Actuator/Sensor Interface เป็นระบบที่เชื่อมต่อตัวกระทำและเซนเซอร์เข้ากับตัวควบคุม อย่างเช่น PLC (Programmable logic control), NC (Numerical controller), RC (Robot controllers) หรือ PC (Personal computers) ในช่วงเวลาระหว่างปี ค.ศ. 1990-1994 ได้มีการพัฒนาระบบการส่งข้อมูลออกมามากหลากหลายระบบแต่ก็ยังไม่สามารถตอบสนองความต้องการทางด้านประสิทธิภาพและค่าใช้จ่ายได้อย่างเหมาะสม ระบบอะซีบัสจึงถูกออกแบบให้เป็นระบบเชื่อมต่อข้อมูลในระดับล่างของพีระมิดในเทคโนโลยีอุตสาหกรรมอัตโนมัติ ซึ่งมีการสื่อสารแบบมาสเตอร์/สลาฟ โดยมีแนวคิดในการลดจำนวนสายเชื่อมต่อซึ่งการออกแบบจะใช้เพียงสายตัวนำสองสายเท่านั้น เพื่อการส่งข้อมูลและไฟเลี้ยง 24 โวลต์ โดยสามารถทำการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ทั้งหมด 62 ตัวต่อหนึ่งระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การใช้งานระบบบะซีบัส



รูปที่ 2.4 รูปแบบการเชื่อมต่อระบบบะซีบัส

2.2.1 เทคโนโลยีระบบบะซีบัส

อะซีบัสทำหน้าที่ส่งผ่านข้อมูลและไฟเลี้ยงโดยใช้สายตัวนำสองสายคือสายอะซีบว (AS-i+) และอะซีลบ (AS-i-) แต่สายอะซีลบจะมีความแตกต่างจากสายกราวด์ (GND) ซึ่งเป็นรู้จักกันในเทคโนโลยีกระแสตรง (ตาราง 2.2) ในกาดำเนินการระบบบะซีบัสจะต้องมีการติดตั้งระบบพื้นฐาน 4 อย่างได้แก่

1. แหล่งจ่ายไฟ (Power supply) : แหล่งจ่ายไฟของเครือข่ายเท่ากับ 24 โวลต์
2. ความปลอดภัย (Safety) : ป้องกันแรงดันไฟฟ้าต่ำพิเศษ (PELV)
3. สมดุลในเครือข่าย (Balancing) : สามารถเพิ่มการป้องกันการรบกวน
4. ดาต้าดีคัปปลิ่ง (Data decoupling) : แยกไฟเลี้ยงและข้อมูลออกจากกัน

จากข้างต้นจึงเป็นเหตุผลว่า เพราะเหตุใดระบบบะซีบัสจึงไม่สามารถใช้แหล่งจ่ายมาตรฐาน (Standard Power supply) ที่นิยมใช้กันอยู่โดยทั่วไปได้ ซึ่งจำเป็นต้องใช้โมดูลแหล่งจ่ายแบบพิเศษ (Special Power supply) หรือโมดูลดาต้าดีคัปปลิ่ง ที่ใช้เทคโนโลยีการจ่ายแรงดัน (Power24 technology) ซึ่งให้ย่านของกระแสไฟฟ้าอยู่ที่ 1-8 แอมแปร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของระบบอะซีบัส

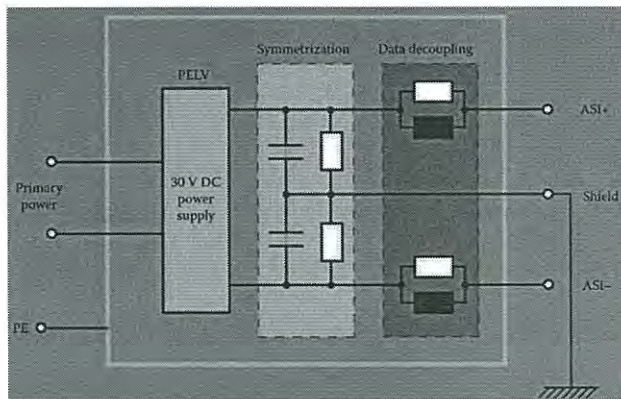
No.		AS-i
1	Devices/addresses per system	62
2	Topology	Line, star, tree, ring
3	Available voltage	24 V at the outputs
4	Available current	Up to 8 A
5	Typical cycle	3 ms
6	Slave response time	154 μ s
7	Network length	500 m
8	Protection class	Up to IP 69K
9	Amount of I/O using the 8I/8O profile	496 inputs/496 outputs
10	Standardized analog value transmission	16 bit
11	Performance level according EN ISO 13849-1	Up to PELV
12	SIL according to IEC 61508	Up to SIL3
13	Hot swap/live insertion	Yes/yes

2.2.1.1 แหล่งจ่ายไฟ จ่ายแรงดันไฟฟ้าไปยังสลาฟและส่วนของมาสเตอร์ผ่านทางสายตัวนำสองสาย โดยแรงดันเอาต์พุตจะต้องอยู่ที่ 24 โวลต์ ดังนั้น แหล่งจ่ายไฟจึงต้องมีย่านการจ่ายแรงดันไฟฟ้าอยู่ที่ 29.5 ถึง 31.6 โวลต์ ที่กระแสไม่เกิน 8 แอมแปร์ เพื่อสามารถให้แรงดันไฟฟ้าที่ 24 โวลต์ ได้ที่ปลายสายตัวนำความยาว 100 เมตร

2.2.1.2 ความปลอดภัย ได้ถูกออกแบบระบบเพื่อป้องกันแรงดันไฟฟ้าต่ำและป้องกันการเกิดการแยกตัว (Protective extra low voltage [PELV]) ตามมาตรฐาน IEC การป้องกันการแยกตัว จะใช้ระหว่างแหล่งจ่ายของเครือข่ายและเครือข่ายอะซีบัส

2.2.1.3 สมดุลในเครือข่าย ระบบแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้ใช้รูปแบบสมดุลในเครือข่ายอะซีบัส ซึ่งดำเนินการในรูปแบบสมมาตรที่ไม่มีระบบสายดิน สำหรับการป้องกันการรบกวน สายสัญญาณของอะซีบัสจำเป็นต้องมีการติดตั้งแบบสมมาตรเท่าที่จะเป็นไปได้ ดังแสดงเป็นแบบวงจรสมดุล (balancing circuit) ในรูปที่ 2.5 การป้องกันการเชื่อมต่อจะต้องต่อสายดิน ณ ตำแหน่งที่เหมาะสมในระบบ ซึ่งเป็นตำแหน่งเดียวที่สามารถเชื่อมต่อกับระบบสายดินในอะซีบัสได้

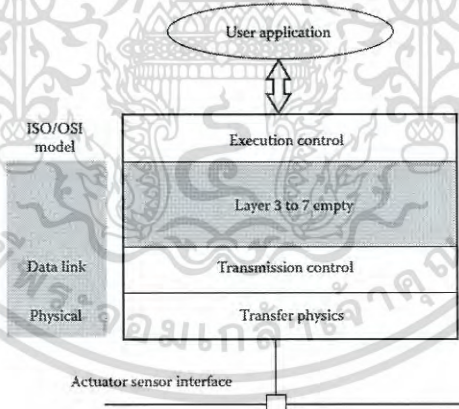
2.2.1.4 ดาต้าคัสพปลิ่ง โดยปกติจะติดตั้งอยู่ในแหล่งจ่ายไฟ ประกอบไปด้วยตัวนำไฟฟ้าสองตัวขนาด 50 มิลลิเมตร ขนานอยู่กับตัวต้านทานสองตัวขนาด 39 โอห์ม ตัวนำไฟฟ้าจะใช้ในพัลส์แรงดันที่แตกต่างกัน เพื่อแปลงพัลส์กระแสที่เกิดจากทรานส์มิตเตอร์อะซีบัส และยังสามารถป้องกันสายอะซีบัสจากการเกิดลัดวงจร (short-circuit) โดยแหล่งจ่ายเพื่อส่งข้อมูล



รูปที่ 2.5 แหล่งจ่ายไฟ

2.2.2 โพรโตคอลอะซี

รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะโพรโตคอลอะซี ในรูปแบบโอเอสไอ (OSI : Open System Interconnection) มีลักษณะแบ่งเป็นชั้น (Layer) มีทั้งหมด 7 ชั้น โดยชั้นที่ 3 ถึง 7 ของอะซีไม่ได้ใช้ ชั้นที่ 1 มีชื่อว่าการส่งข้อมูลทางกายภาพ “Transfer physics” ชั้นที่ 2 มีชื่อว่าการควบคุมการส่งข้อมูล “Transmission control” และยังมีอีกชั้นที่อยู่เหนือชั้นที่ 7 มีชื่อว่าการควบคุมการดำเนินการ “Execution control” มีหน้าที่ในการตอบสนองการดำเนินการโดยรวมของระบบอะซี โดยพีดียู หมายถึงหน่วยข้อมูลโพรโตคอล (PDU : Protocol Data Unit)



รูปที่ 2.6 โพรโตคอลอะซี

2.2.2.1 ชั้นฟิสิคอลล (Physical layer)

ชั้นฟิสิคอลลของระบบอะซีคือชั้นที่เรียกว่า ชั้นการส่งข้อมูลทางกายภาพ มีหน้าที่ในการตอบสนองสำหรับการติดตั้งการเชื่อมต่อทางกายภาพระหว่างมาสเตอร์และสลาฟ ซึ่งในระบบนี้จะใช้สายสองคอร์ที่ไม่มีการตีเกลียว (Untwisted) และไม่มีหุ้ม (Unshielded) ที่ใช้สื่อสารและจ่ายพลังงานไฟฟ้าให้กับอุปกรณ์ โดยการเชื่อมต่อสายจะใช้วิธีการเจาะเข้าไปในสายเพื่อทำการแยกสายข้อมูลและสายจ่ายพลังงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.2 ชั้นดาต้าลิงก์ (Data Link Layer)

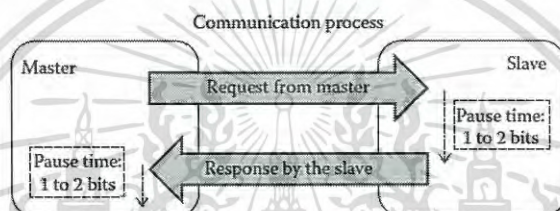
ชั้นดาต้าลิงก์ หรือเรียกชั้นการควบคุมการส่งข้อมูล เพราะจะต้องระบุแอดเดรส (address) ของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เรียกว่าแอดเดรส MAC หน่วยของชั้นนี้คือเฟรม (Frame) และโปรโตคอลที่ใช้ในชั้นนี้คืออีเทอร์เน็ต (Ethernet) ประกอบไปด้วยคำสั่งจากมาสเตอร์ (Master request) และการตอบสนองของสลาฟ (Slave response)

Master request PDU

Start bit	Control bit	Address	Information	Parity bit	End bit
1 bit	1 bit	5 bits	5 bits	1 bit	1 bit

Slave response PDU

Start bit	Information	Parity bit	End bit
1 bit	4 bits	1 bit	1 bit



รูปที่ 2.7 พีดียูคำสั่งจากมาสเตอร์, พีดียูการตอบสนองของสลาฟ และลำดับการสื่อสาร

จากรูปที่ 2.7 แสดงพีดียูคำสั่งจากมาสเตอร์มี 14 บิต แบ่งเป็น 6 ส่วน และพีดียูการตอบสนองของสลาฟมี 7 บิต เมื่อมาสเตอร์ส่งข้อความเสร็จแล้ว เวลาหยุดชั่วคราว (Pause time) จะอยู่ในช่วง 3 ถึง 10 บิต และเมื่อสลาฟได้รับข้อความแล้ว เวลาหยุดชั่วคราวจะอยู่ในช่วง 1 ถึง 2 บิต ลำดับการสื่อสารระหว่างคำสั่ง-การตอบสนอง แสดงในส่วนล่างของรูปที่ 2.7 ช่วงเวลาที่หยุดระหว่างการรับส่งข้อมูล ใช้เพื่อป้องกันการเกิดซิงค์โครไนเซชัน (Synchronization), การตรวจจับความผิดพลาด (Error detection), การแก้ไขความผิดพลาด (Error correction)

ส่วนข้อมูล (Information field) ของพีดียูคำสั่งจากมาสเตอร์ มีจำนวน 5 บิต โดยข้อมูลที่อยู่ภายในแสดงการดำเนินการที่จะถูกกระทำบนสลาฟ เช่น การกำหนดแอดเดรส (Address Assignment), การแลกเปลี่ยนข้อมูล (Data Exchange), ตัวแปรการเขียน (Write Parameter) เมื่อโค้ดได้ตั้งค่าไว้ตรงกับการกำหนดแอดเดรส มาสเตอร์จะทำการกำหนดแอดเดรสให้สลาฟ หากสลาฟไม่ตอบสนองต่อแอดเดรสที่กำหนดให้ จะไม่สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลได้

2.2.2.3 การควบคุมการดำเนินการ (Execution control)

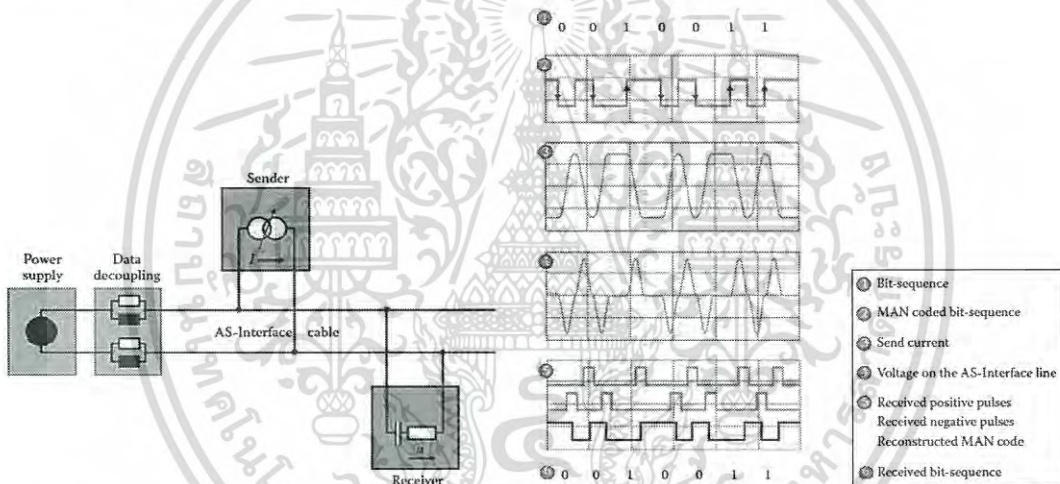
ชั้นการควบคุมการดำเนินการ อยู่เหนือชั้นที่ 7 ของรูปแบบโอเอสไอ มีความสำคัญในการจัดการกับการดำเนินการทั้งหมดของระบบบอซี ในชั้นผู้ใช้งานต้องการใช้ชั้นการควบคุมการดำเนินการ ในฟังก์ชันการทำงานที่แตกต่างกัน การทำงานส่วนหลักของหน่วยการควบคุมการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้กับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดำเนินการคือ อินนิเชียลไลเซชัน (Initialization), สตาร์ทอัพ (Start-up) และการดำเนินการแบบปกติ (Normal operation) ซึ่งอินนิเชียลไลเซชันจะเกี่ยวกับการกำหนดค่าของพารามิเตอร์ อย่างเช่น การตั้งค่าพารามิเตอร์บางตัวของมาสเตอร์ หรือการทดสอบแหล่งจ่ายไฟ เพื่อรับประกันการจ่ายแรงดันไฟฟ้าได้อย่างเพียงพอให้สลาว์ทุกตัว และส่วนของสตาร์ทอัพ เกี่ยวข้องกับมาสเตอร์ตรวจจับและกระตุ้นการทำงานของสลาว์ โดยจะมีการแบ่งเป็นสองโหมดการทำงานคือ โหมดการดำเนินการป้องกัน (Protected operation mode) และโหมดการคอนฟิกูเรชัน (Configuration mode) ในส่วนการดำเนินการแบบปกติ ทำหน้าที่ถ่ายโอนข้อมูลระหว่างมาสเตอร์ และสลาว์เป็นวัฏจักร

2.2.2.4 เทคนิคมอดูเลชัน (Modulation Technique)

เทคนิคมอดูเลชันจะใช้เทคนิคการส่งข้อมูลที่เรียกว่า เอพีเอ็ม “APM : Alternating Pulse Modulation” ที่แสดงในรูปที่ 2.8 โดยจะให้ช่วงของสัญญาณที่จะถูกซ่อนอยู่ในแหล่งจ่ายไฟ กระแสตรง



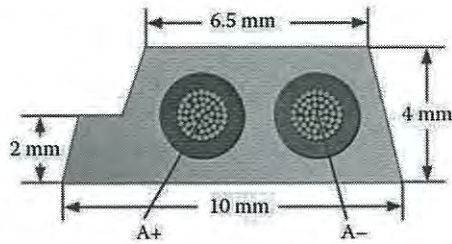
รูปที่ 2.8 การกำเนิดสัญญาณเอพีเอ็ม

รูปที่ 2.9 ลักษณะสัญญาณเอพีเอ็ม

ข้อมูลในระดับล่างของอะซีจะมีขนาดที่จำกัดมาก เอพีเอ็มจึงถูกใช้เพื่อป้องกันการแยกของข้อมูล สัญญาณที่เกิดจากการมอดูเลตจะเป็นไซน์สแควร์ (sin squared) โดยมีลักษณะคล้ายกับโค้ดเอ็มเอเอ็น (MANcode) โดยรูปแบบโค้ดนี้จะสามารถทำการลดช่วงสัญญาณ (bandwidth) ตามความต้องการสำหรับการส่งข้อมูล ตามรูปที่ 2.9 ข้อมูลในแต่ละบิตจะมีพัลส์เกี่ยวเนื่องกันในครึ่งหลังของคาบบิต ซึ่งจะช่วยในการตรวจสอบความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระดับบิต และตามแบบแผนนี้ก็จะช่วยในการทำซิงโครไนเซชันที่การรับข้อมูลสุดท้าย การเริ่มต้นการทำงานที่บิตแรกของเอพีเอ็มจะเป็นพัลส์ลบ (Negative pulse) และบิตหยุดการทำงาน (Stop bit) จะเป็นพัลส์บวก (Positive pulse) จากเหตุผลข้างต้นทำให้การใช้เทคนิคแบบเอพีเอ็มมีความน่าเชื่อถือมากกว่าแบบอื่นในเรื่องของการป้องกันการแยกข้อมูลในการรับสัญญาณ

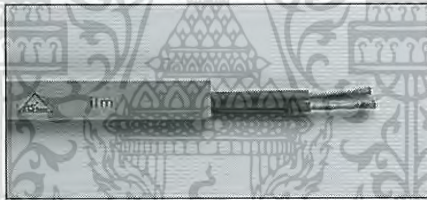
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ลักษณะทางกายภาพของสายอะซี



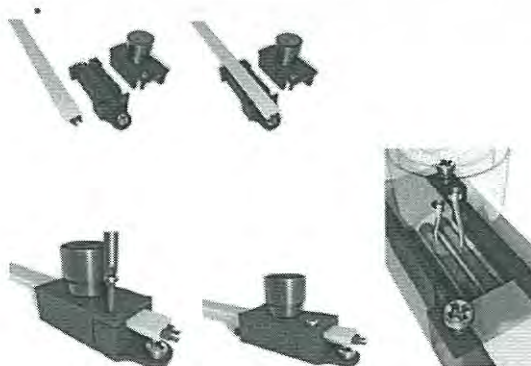
รูปที่ 2.10 ภาพตัดขวางแสดงสายตัวนำด้านในขนาด 1.5 ตารางมิลลิเมตร

นวัตกรรมที่ใช้ในการสร้างสายส่งข้อมูลที่ใช้ในระบบอะซีได้แสดงในรูปที่ 2.10 โดยมีลักษณะเป็นสายแบบสี่เหลี่ยม (AS-i flat cable) สำหรับการติดตั้งในกระบวนการและรูปแบบของสายนี้เองได้เกิดเป็นเครื่องหมายการค้าของอะซี สายอะซีสี่เหลี่ยมจะใช้สำหรับเครือข่ายการส่งข้อมูลและสายอะซีสี่เหลี่ยมจะใช้สำหรับเป็นสายจ่ายพลังงานเสริม วัสดุที่ใช้ในการผลิตจะมีคุณสมบัติที่สารทนต่อสภาพอุณหภูมิ สารเคมี และสภาพอากาศต่างๆที่สามารถพบได้ในอุตสาหกรรมอัตโนมัติ โดยสายที่ใช้ผลิตจากวัสดุอีพีดีเอ็ม (EPDM : Ethylene-propylene diene rubber) โดยวัสดุชนิดนี้มีพันธะคู่น้อยมาก ดังนั้นจึงทนต่อสภาพอากาศ ออกซิเจน โอโซน แสงแดดได้ดี รวมทั้งยังทนต่อการเสื่อมสภาพเนื่องจากสารเคมี กรด และด่างอีกด้วย



รูปที่ 2.11 สายอะซี

สายของอะซีจะติดตั้งลงบนโมดูลอินพุต/เอาต์พุต (I/O modules) เพื่อใช้ในการเชื่อมต่อและส่งข้อมูลโดยใช้เทคโนโลยีที่เรียกว่าเทคนิคการใช้เข็มแหลมเจาะ (Piercing technique) ซึ่งไม่มีการตัด การลอกสายหรือการใช้ปลอกโลหะใดๆ โดยการเจาะจะต้องทำให้ถูกขั้ว (AS-i+, AS-i-)



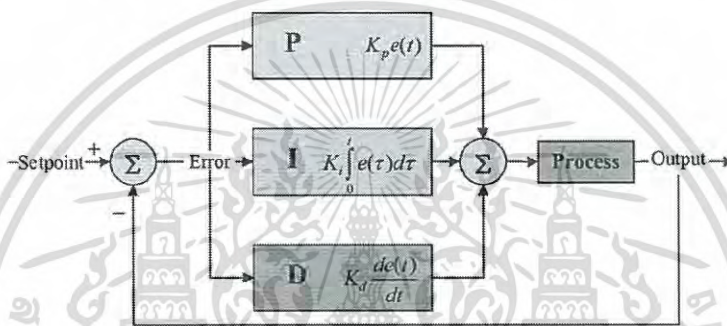
รูปที่ 2.12 เทคโนโลยีการใช้เข็มแหลมเจาะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ตัวควบคุมพีไอดี

ตัวควบคุมแบบพีไอดี จะเห็นได้ว่ามีสองส่วนคือตัวควบคุม และพีไอดี ส่วนตัวควบคุมก็คืออุปกรณ์ในการควบคุมระบบตามที่ต้องการโดยจะมีการกำหนดค่าเป้าหมาย (Set point) และนำมาเปรียบเทียบกับตัวแปรกระบวนการ (Process Variable) เพื่อให้ได้ค่าความผิดพลาด (Error) จากนั้นตัวควบคุมจะนำค่าความผิดพลาดนั้นมาทำการปรับแต่งค่าเอาต์พุตหรือตัวแปรที่ถูกควบคุม (Manipulated Variable) เพื่อลดค่าความผิดพลาดให้ได้ต่ำที่สุด พีไอดี ย่อมาจาก Proportional-Integral-Derivative แปลเป็นไทยได้ว่า สัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์

- 1) สัดส่วน เป็นส่วนปฏิกิริยาต่อความผิดพลาด ณ ขณะนั้น (Current error)
- 2) ปริพันธ์ เป็นส่วนปฏิกิริยาที่เกิดจากผลรวมของค่าความผิดพลาดที่ผ่านมาล่าสุด



รูปที่ 2.13 บล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบพีไอดี

3) อนุพันธ์ เป็นส่วนปฏิกิริยาที่เกิดจากอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาดผลรวมตามน้ำหนักของทั้งสามตัวแปร ซึ่งปรับแต่งโดยค่าคงที่ K_p , K_i และ K_d เพื่อให้ได้การตอบสนองที่ต้องการจะถูกนำไปใช้ในการควบคุมกระบวนการ เช่น รอบเครื่อง/เพลาดำแหน่งวาล์วหรืออุปกรณ์ทำความร้อน โดยทั่วไปค่าอัตราขยายบางค่าอาจเป็นศูนย์ก็ได้ ซึ่งตัวควบคุมพีไอนั้น จะเป็นตัวควบคุมแบบ PI, PD, P หรือ I ขึ้นอยู่กับเทอมใดหายไป

การปรับแต่งค่าที่มากเกินไปในขณะที่ค่าความผิดพลาดต่ำนั้น ทำให้เกิดโอเวอร์ชูต ถ้าตัวควบคุมพยายามแก้ค่า แต่ยังคงมากเกินไป จะเกิดโอเวอร์ชูตด้านตรงข้าม ซึ่งถ้าเกิดซ้ำไปซ้ำมา ระบบจะไม่เสถียร ทำให้เกิดการสั่น (Oscillate หรือ ฮันท์ : Hunt) รอบๆค่าเป้าหมายในรูปแบบไซน์ (Sinusoid) ที่คงที่, ใหญ่ขึ้น หรือเล็กลง ลักษณะนี้จะไม่เกิดขึ้นในการควบคุมโดยมนุษย์ เพราะมนุษย์เป็นตัวควบคุมแบบปรับเปลี่ยนได้ แต่ในกรณีของตัวควบคุมพีไอดีไม่เป็นเช่นนั้น ค่าอัตราขยายในตัวควบคุมพีไอดีเป็นค่าคงที่ซึ่งต้องได้รับการปรับแต่งให้เหมาะสมกับกระบวนการนั้นๆ

2.3.1 ทฤษฎีตัวควบคุมพีไอดี

การควบคุมแบบพีไอดี นั้นประกอบด้วยเทอมสำหรับการปรับแต่ง 3 เทอมรวมกันเป็นตัวแปรที่ถูกกระทำ โดยที่ P_{out} , I_{out} และ D_{out} เป็นเอาต์พุตจากแต่ละเทอมตามลำดับ

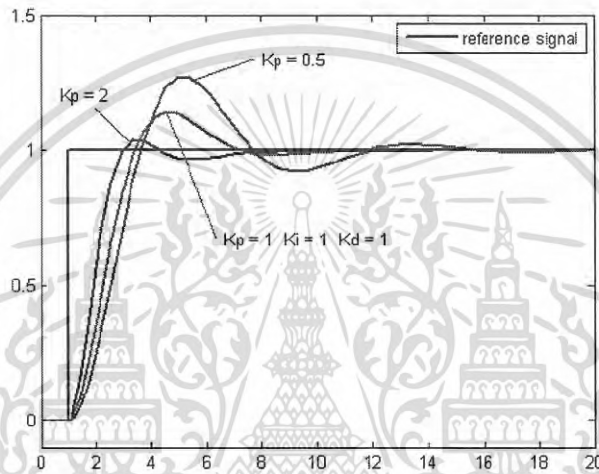
$$MV(t) = -P_{out} + I_{out} + D_{out} \quad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1.1 เทอมสัดส่วน เปลี่ยนแปลงตามอัตราส่วนของค่าความผิดพลาดปัจจุบัน ซึ่งค่า P_{out} สามารถคำนวณได้ โดยการนำค่าความผิดพลาดคูณกับค่าคงที่ K_p

$$P_{out} = K_p e(t) \quad (2.2)$$

ค่า K_p ที่สูงจะเป็นผลให้ค่าเอาต์พุตมากขึ้นตามหากค่า K_p มากเกินไประบบ อาจจะไม่เสถียรได้ในทางตรงข้ามหากค่า K_p น้อยเกินไป อาจทำให้ระบบตอบสนองช้าเกินไป ซึ่งในกรณีนี้เป็นไปได้ว่าการตอบสนองดังกล่าว อาจจะมีผู้รบกวน (Disturbance) ในระบบได้ทันการ เช่น ในการเร่งรอบเครื่องยนต์ เมื่อมีโหลตมากกระทำกับเครื่อง หากตัวควบคุมเร่งรอบเครื่องยนต์ช้าไม่ทันกับโหลตที่เพิ่มขึ้นมาทันที รอบเครื่องยนต์จะตกลง และเครื่องจะดับในที่สุด



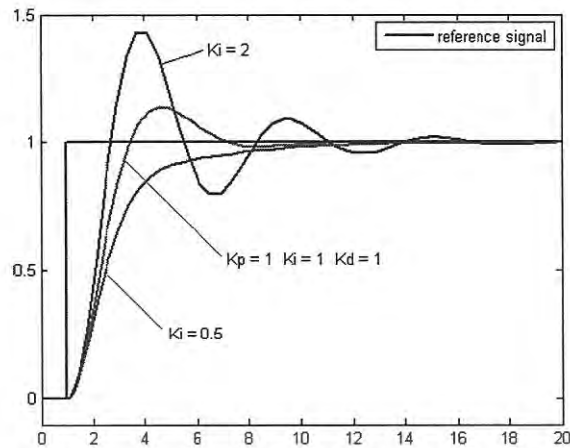
รูปที่ 2.14 ตัวแปรกระบวนการต่อเวลา โดยเปลี่ยนค่า K_p (ค่า K_i และ K_d คงที่)

ในกรณีระบบที่ไม่มีกรรบกวน การใช้เทอมสัดส่วนเพียงอย่างเดียวจะทำให้ระบบเกิดการแกว่งรอบๆ ค่าเป้าหมาย จะไม่อยู่ที่ค่าเป้าหมายพอดี

2.3.1.2 เทอมปริพันธ์ เป็นอัตราส่วนของค่าความผิดพลาดสะสมในหนึ่ง ค่า I_{out} เกิดจากผลคูณของค่าคงที่ K_i กับค่าความผิดพลาด ซึ่งเป็นค่าสะสมของค่าความผิดพลาด ที่ควรถูกแก้ไขก่อนหน้านี้

$$I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau \quad (2.3)$$

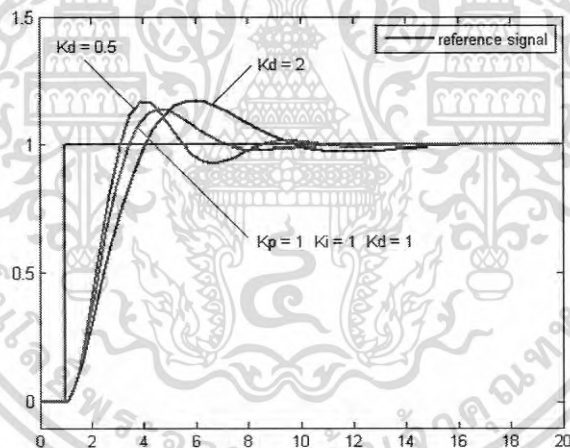
เทอมปริพันธ์ เมื่อใช้ร่วมกับเทอมสัดส่วนจะช่วยเร่งให้ระบบเข้าหาเป้าหมายเร็วขึ้น และช่วยลดค่าความผิดพลาด ที่เกิดจากการใช้เทอมสัดส่วนอย่างเดียว เนื่องจากเทอมปริพันธ์นั้นเกิดจากการคำนวณโดยรวมค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นในอดีตด้วย อาจจะทำให้เกิดโอเวอร์ชูตเกินค่าเป้าหมายในค่าปัจจุบันด้วย



รูปที่ 2.15 ตัวแปรกระบวนการต่อเวลา โดยเปลี่ยนค่า K_i (ค่า K_p และ K_d คงที่)

2.3.1.3 เทอมอนุพันธ์ อัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด ในกระบวนการนั้น คำนวณได้โดยความชันของกราฟความผิดพลาดต่อเวลา ซึ่งก็คืออนุพันธ์แรกเทียบกับเวลาและคูณค่าความผิดพลาดนี้กับค่าคงที่ K_d ก็จะได้เทอมปริพันธ์

$$D_{out} = K_d \frac{de}{dt}(t) \quad (2.4)$$



รูปที่ 2.16 ตัวแปรกระบวนการต่อเวลาโดยเปลี่ยนค่า K_d (ค่า K_p และ K_i คงที่)

เทอมปริพันธ์ จะช่วยดึงเอาต์พุตจากตัวควบคุมให้ช้าลงซึ่งจะเห็นผลได้ชัดเมื่อกระบวนการเข้าใกล้ค่าเป้าหมาย ฉะนั้นเทอมปริพันธ์จึงช่วยลดโอเวอร์ชูท ซึ่งเกิดจากเทอมปริพันธ์ และช่วยปรับปรุงเสถียรภาพของระบบโดยรวม อย่างไรก็ตามค่าปริพันธ์นั้นค่อนข้างไวต่อการรบกวน ซึ่งอาจทำให้ระบบไม่เสถียรได้ หากการรบกวนและ K_p มีค่าสูงเกินไป

2.3.1.4 รวมสามเทอมเข้าด้วยกัน เทอมสัดส่วน, เทอมปริพันธ์ และเทอมอนุพันธ์ เข้าด้วยกัน จะได้เอาต์พุตจากตัวควบคุมที่ไอดี ดังนี้

$$MV(t) = K_p e(t) + K_i \int_0^t e(\tau) d\tau + K_d \frac{de}{dt}(t) \quad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยค่าพารามิเตอร์ต่างๆคือ

ค่าอัตราขยายสัดส่วน (K_p) ค่าที่มากขึ้น หมายถึงการตอบสนองที่เร็วขึ้น เพราะค่าความผิดพลาดยิ่งมาก ค่าชดเชยจากเทอมนี้ก็จะมากขึ้นด้วย อัตราขยายที่มากเกินไปจะนำไปสู่กระบวนการที่ไม่เสถียรและเกิดการแกว่ง

ค่าอัตราขยายปริพันธ์ (K_i) ค่าที่มากขึ้นหมายถึงค่าความผิดพลาดแบบสภาวะคงที่ จะถูกกำจัดได้เร็วขึ้น ข้อเสียก็คือเกิดโอเวอร์ชูต ค่าความผิดพลาดที่เป็นลบจะต้องถูกแก้ด้วยค่าความผิดพลาดที่เป็นบวก ก่อนที่ระบบจะเข้าสู่สภาวะคงที่

ค่าอัตราขยายอนุพันธ์ (K_d) ค่าที่มากขึ้นหมายถึงขนาดโอเวอร์ชูตที่ลดลง แต่อาจทำให้การตอบสนองช้าลงเล็กน้อย และอาจนำไปสู่ความไม่เสถียรของระบบเนื่องจากสิ่งรบกวนได้

ตารางที่ 2.2 ค่าพารามิเตอร์พีไอดี

ผลของการเพิ่มค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมพีไอดี				
พารามิเตอร์	เวลาพุ่ง (Rise time)	โอเวอร์ชูต (Overshoot)	เวลาสู่สมดุล (Setting time)	ค่าความผิดพลาด ที่สภาวะคงที่
K_p	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เปลี่ยนเล็กน้อย	ลดลง
K_i	ลดลง	เพิ่มขึ้น	เพิ่มขึ้น	ถูกจำกัด
K_d	นานมาก(ลดลงหรือ เพิ่มขึ้นน้อยมาก)	ลดลง	ลดลง	ไม่มี

2.3.2 การปรับแต่งค่า มี 2 วิธีหลักดังนี้

2.3.2.1 การปรับแต่งด้วยมือ (Manual tuning) จะเริ่มโดยการเซตค่า K_i และ K_d เป็นศูนย์และเพิ่มค่า K_p เรื่อยๆจนกระทั่งระบบเริ่มเกิดการแกว่ง จากนั้นให้เซตค่า K_p เป็นครึ่งหนึ่งของค่านั้นจากนั้นให้เริ่มเพิ่มค่า K_i จนได้เวลาการตอบสนองของระบบที่ต้องการ จากนั้นเพิ่มค่า K_d จนกระทั่งการควบคุมเร็วพอที่ยอมรับได้โดยเทียบกับเมื่อระบบมีการรบกวน

2.3.2.2 การปรับแต่งด้วยวิธีซิกเกลอร์-นิคโคลส์ (Ziegler-Nichols) จะเริ่มด้วยการเซตค่า K_i และ K_d เป็นศูนย์จากนั้นจะเพิ่มค่า K_p ไปจนถึงค่า K_c (Critical Gain) ระบบจะเริ่มแกว่ง ให้วัดคาบของการแกว่ง และให้ใช้ตารางข้างล่างเพื่อหาค่าอัตราขยายอื่นๆ

ตารางที่ 2.3 ตารางแสดงวิธีซิกเกลอร์-นิคโคลส์

วิธีซิกเกลอร์-นิคโคลส์			
ชนิดการควบคุม	K_p	K_i	K_d
P	$0.50K_c$	-	-
PI	$0.45K_c$	$0.5K_c/P_c$	-
PID	$0.60K_c$	$2K_c/P_c$	$K_c P_c / 8$

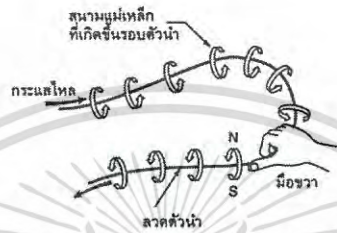
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 วาล์วสี่ส่วน

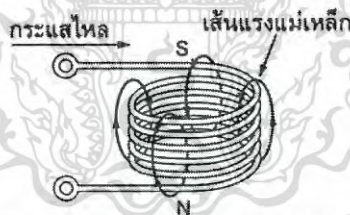
2.4.1 หลักการทำงานของโซลินอยด์

เออร์สเต็ด เป็นผู้ตั้งกฎ(ตามหลักความเป็นจริงที่ค้นพบ) ว่าเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลในขดลวดตัวนำใดๆ จะเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นรอบๆตัวนำนั้น (ดูรูปที่ 2.19) และยังออกกฎมือขวามาให้ดูทิศทางเส้นแรงแม่เหล็กด้วย คือ ถ้าใช้มือขวากำรอบเส้นลวด โดยนิ้วหัวแม่มือแทนทิศทางกระแสไหล นิ้วที่เหลือทั้งหมด (ซึ่งมี 4 นิ้ว และจะหันไปทางเดียวกัน) จะแสดงทิศทางเส้นแรง แม่เหล็กจากขั้วได้ไปขั้วเหนือ



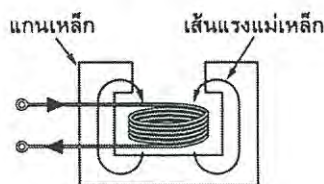
รูปที่ 2.17 แสดงถึงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเมื่อมีกระแสไหลผ่านเส้นลวด

เมื่อเราเอาเส้นลวดเช่นเดียวกันกับรูปที่ 1 แต่ยาวกว่ามาขดเป็นวงๆ หลายๆ วง จะเกิดลักษณะของขดลวดขึ้น ดังรูปที่ 2.20 สนามแม่เหล็กที่เกิดจากขดลวดแต่ละขดจะอยู่ในทิศทางเสริมกัน และก่อกำเนิดเป็นเส้นแรงของสนามแม่เหล็กถาวรแท่งหนึ่ง ซึ่งพร้อมที่จะดูดสารแม่เหล็กทันที แต่เนื่องจากสภาพรอบๆขดลวดอาจเป็นอากาศเส้นแรงแม่เหล็ก จึงไม่เข้มข้นมากนัก



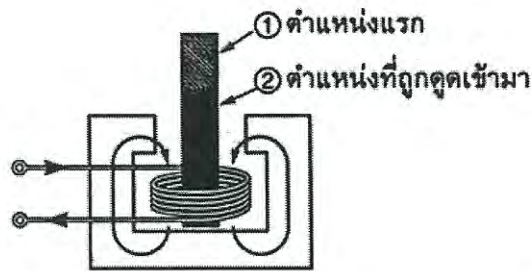
รูปที่ 2.18 แสดงทิศทางของสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นในขดลวดที่มีกระแสไหล

เพื่อที่จะไม่ให้สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกระจัดกระจาย เขาจึงใส่แกนเหล็กอ่อนรูปตัวซีเข้ามาครอบขดลวด เพื่อให้สนามแม่เหล็กมากขึ้น ดังรูปที่ 2.21 นำแกนกระทุ้ง (plunger) ใส่เข้าไปตรงกลางขดลวด ดังรูปที่ 2.22 ในตำแหน่งที่ 1 แกนกระทุ้งจะถูกดูดให้ลึกลงมาจนสนิทในตำแหน่งที่ 2 ยิ่งระยะทางไกลมากเท่าไร แรงดูดก็จะมากขึ้นเท่านั้น



รูปที่ 2.19 แสดงการเพิ่มเหล็กอ่อนเข้ามาเพื่อเพิ่มความเข้มของสนามแม่เหล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นจำเป็นต้องใช้เอกสารนี้ในการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

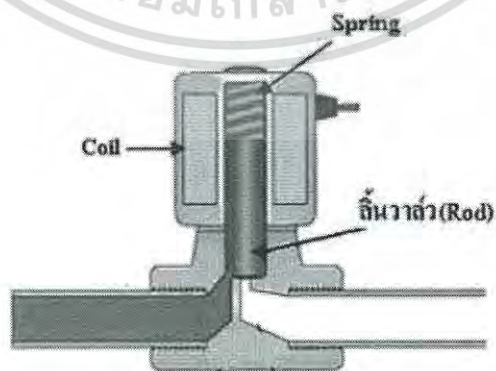


รูปที่ 2.20 แสดงการเคลื่อนที่ของแกนกระทุ้ง

มีข้อแตกต่างอยู่ระหว่างโซลินอยด์ไฟตรง และโซลินอยด์ไฟสลับ คือ ในโซลินอยด์ไฟตรง กระแสที่ไหลในขดลวดจะค่อนข้างคงที่ไม่เปลี่ยนแปลง ไม่ว่าแกนกระทุ้งจะอยู่ในตำแหน่งใดก็ตาม แต่โซลินอยด์ไฟสลับ กระแสในขณะที่ย่านกระทุ้งอยู่นอกขดลวดจะมีค่าสูง และเมื่อแกนกระทุ้งถูกดูดเข้ามาจนสุดขดลวด กระแสจะลดต่ำลง ลักษณะแบบนี้เองที่ทำให้เราต้องระวังอย่าให้เกิดการกระทุ้งในโซลินอยด์ไฟสลับ เพราะจะทำให้เกิดกระแสปริมาณมากไหลค้างอยู่ เป็นผลให้ขดลวดร้อนขึ้น และ อาจจะไม่ไหม้เสียหายได้

2.4.2 หลักการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว

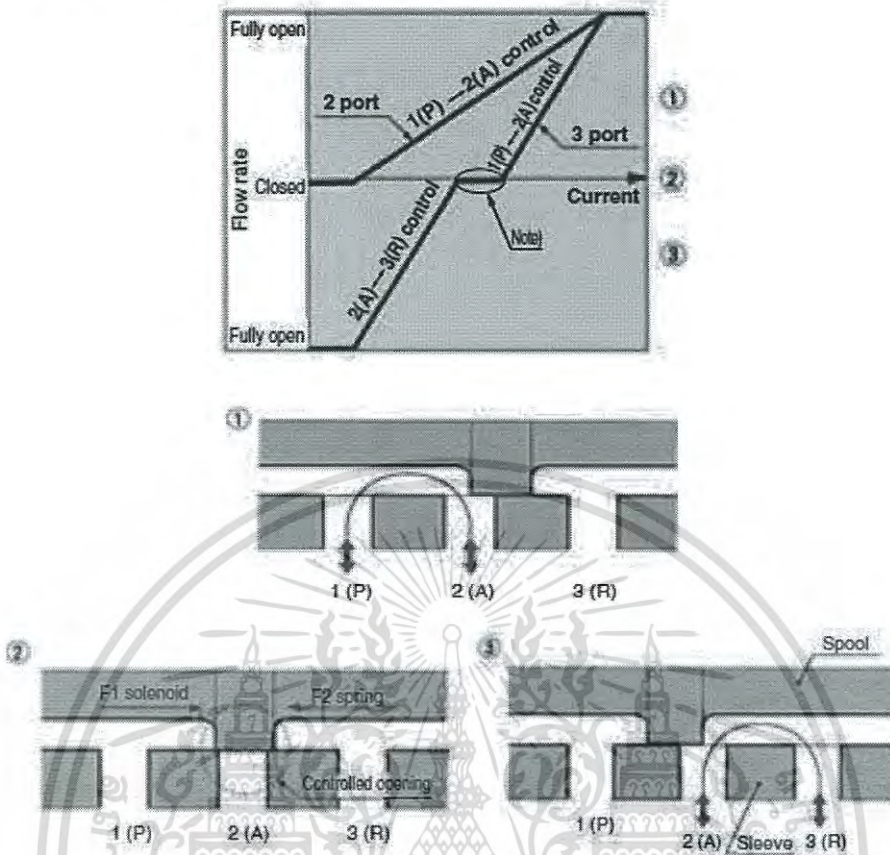
โซลินอยด์ เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ (Relay) ภายในโครงสร้างของโซลินอยด์จะประกอบด้วยขดลวดที่พันอยู่รอบแท่งเหล็กที่ภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนกับชุดล่าง เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่พันรอบแท่งเหล็ก ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจแม่เหล็กดึงแท่งเหล็กชุดบนลงมาสัมผัสกันทำให้ครบวงจรทำงาน เมื่อวงจรถูกตัดกระแสไฟฟ้าทำให้แท่งเหล็กส่วนล่างหมดอำนาจแม่เหล็ก สปริงจะดันแท่งเหล็กส่วนบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวของโซลินอยด์ จะนำมาใช้ในการเคลื่อนลิ้นวาล์วของระบบนิวเมติกส์ การปิด-เปิดการจ่ายของไหลได้



รูปที่ 2.21 แสดงการทำงานของวาล์วโซลินอยด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

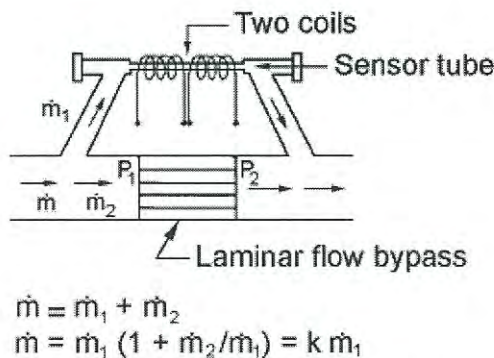
2.4.3 หลักการทำงานของวาล์วสัดส่วนชนิดอัตราการไหล



รูปที่ 2.22 สถานะการทำงานของวาล์วสัดส่วนชนิดอัตราการไหล

2.5 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (Flow Meter)

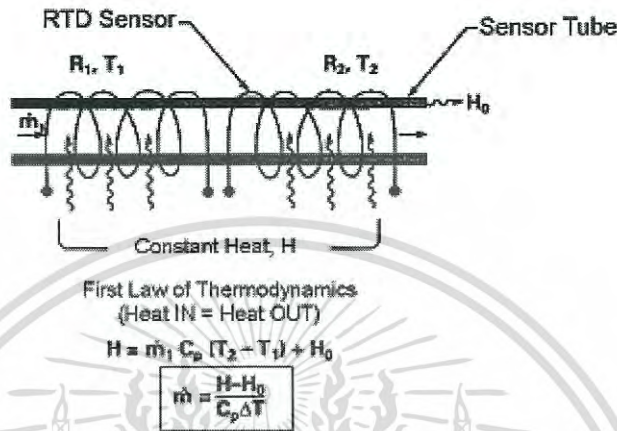
หลักการดำเนินงานของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล จะขึ้นอยู่กับ การถ่ายโอนความร้อนและกฎข้อที่หนึ่งของอุณหพลศาสตร์ (first law of thermodynamics) ระหว่างการดำเนินการของกระบวนการก๊าซเข้าสู่เครื่องมือวัด โดยจะแบ่งเส้นทางการไหลออกเป็นสองเส้นทาง ทางหนึ่งผ่านท่อเซ็นเซอร์ อีกทางเป็นการไหลแบบราบเรียบ (Laminar Flow) ผ่านส่วนที่บายพาส การไหลแบบราบเรียบ ก่อให้เกิดการลดลงของความดัน ($P_1 - P_2$) บังคับให้ส่วนเล็กๆ ของการไหลรวมที่จะผ่านท่อเซ็นเซอร์



รูปที่ 2.23 เส้นทางการไหลของก๊าซผ่านอุปกรณ์วัดอัตราการไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

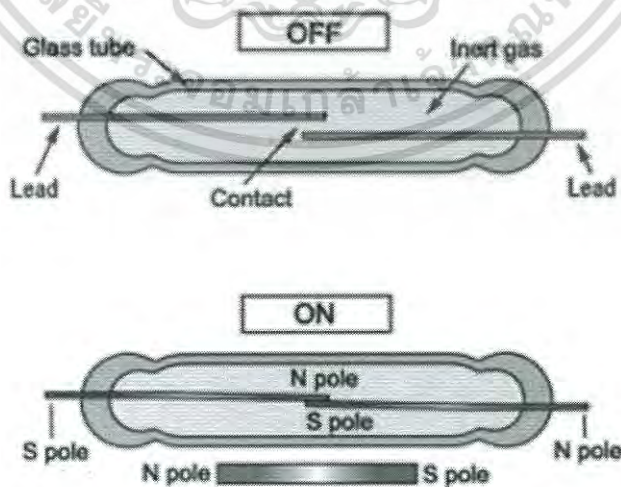
ขดลวดของอาร์ทีดี (RTD : Resistance Temperature Detector) 2 ส่วนพันรอบท่อ เซนเซอร์โดยตรงเป็นจำนวนครั้งที่ของค่าความร้อน การไหลของก๊าซในทางปฏิบัติ อัตราการไหลเชิงมวลของก๊าซจะนำพาความร้อนจาก ขดลวดขาเข้าไปยังขดลวดขาออก ผลของความต่างอุณหภูมิจะถูกตรวจจับโดยขดลวดอาร์ทีดี และให้สัญญาณเอาต์พุต เมื่อโมเลกุลของก๊าซได้นำพาความร้อน สัญญาณเอาต์พุตจะเป็นสัดส่วนแบบเส้นตรงกับอัตราการไหลเชิงมวลของก๊าซ



รูปที่ 2.24 หลักการวัดอัตราการไหล

2.6 สวิตซ์รีด (Reed Switch)

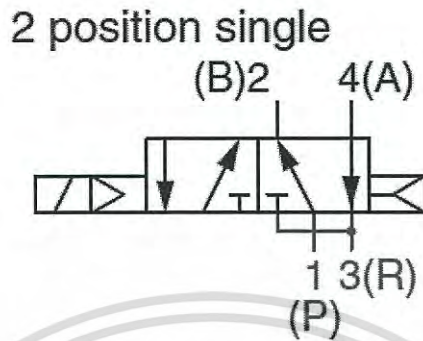
ตัวสวิตซ์รีดมีลักษณะเป็นหลอดแก้วผนึกกันอากาศ มีขั้วไฟฟ้าต่อเข้าที่ปลายสองด้าน ด้านในต่อกับก้านหน้าสัมผัสขนาดเล็กที่ทำจากโลหะสารแม่เหล็ก เมื่อมีสนามแม่เหล็กในบริเวณ หน้าสัมผัส จะลู่ไปตามแนวสนามจนสัมผัสกัน ทำให้ไฟฟ้าไหลผ่านได้ครบวงจร เมื่อสนามแม่เหล็กหมดไป หน้าสัมผัสก็จะดีดกลับที่เดิมทำให้วงจรไฟฟ้าขาดออกจากกัน



รูปที่ 2.25 โครงสร้างของสวิตซ์รีด

2.7 วาล์วนิวเมติกส์

วาล์วนิวเมติกส์ (Pneumatic valve) เป็นโซลินอยด์วาล์วใช้ควบคุมลมที่จะกระทำที่ระบบแขนกลนิวเมติกส์ โดยเป็นชนิด 4 ช่อง รับสัญญาณที่ 24 โวลต์ ทำงานในลักษณะของสวิตช์ เปิด/ปิด



รูปที่ 2.26 วาล์วนิวเมติกส์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การดำเนินงาน



3.1 อุปกรณ์ควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ

3.1.1 อุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติโดยใช้ PLC SIMATIC S7-300 ยี่ห้อ SIEMENS

1. แหล่งจ่ายไฟ รุ่น PS307 5A ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็นสัญญาณไฟฟ้า 24 โวลต์ เพื่อจ่ายสัญญาณไฟฟ้าให้อุปกรณ์ที่นำมาต่อให้สามารถใช้งานได้ คือตัวควบคุม CPU SIMATIC S7-300

2. ตัวควบคุม CPU SIMATIC S7-300 รุ่น 314C-2PN/DP ทำหน้าที่ประมวลคำสั่งที่รับมาจากโปรแกรม SIMATIC Manager จากคอมพิวเตอร์ เพื่อนำไปควบคุมกระบวนการต่อไป

ตารางที่ 3.1 แสดงอุปกรณ์ควบคุมอัตโนมัติ

No.	Name	Model	Figure	Operating Voltage	Input Signal	Output Signal
1	Power Supply	PS307 5A		-	120/230 VAC	24 VDC
2	CPU	314C-2PN/DP		24 VDC	-	-

3.1.2 อุปกรณ์ที่เป็นช่องทางการเชื่อมต่อระหว่างเซ็นเซอร์/ตัวกระทำ และตัวควบคุม ของบริษัท ifm electronic ได้แก่

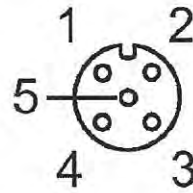
1. แหล่งจ่ายไฟของอะซีบัส ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ หรือไฟบ้าน เป็นสัญญาณไฟฟ้า 30.5 โวลต์ เพื่อจ่ายสัญญาณไฟฟ้าให้อุปกรณ์ ที่นำมาต่อให้สามารถใช้งานได้ ได้แก่ เกตเวย์, โมดูลแอนาล็อกอินพุต, โมดูลแอนาล็อกเอาต์พุต และโมดูลดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต

2. เกตเวย์ของอะซีบัส ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างอุปกรณ์ควบคุม และอุปกรณ์บนระบบอะซีบัส เพื่อให้อุปกรณ์ทั้งสองสามารถสื่อสารกันได้ โดยเชื่อมต่อกันผ่านสายอีเทอร์เน็ตแลน

3. โมดูลอะแนลล็อกอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณแอนาล็อก 4 - 20 มิลลิแอมแปร์ จากเซ็นเซอร์ ในที่นี้เป็นอุปกรณ์วัดอัตราการไหล เพื่อส่งไปประมวลผลในอุปกรณ์ควบคุมต่อไป โดยสามารถรับแอนาล็อกอินพุตได้ 4 แชนแนล โดยแต่ละแชนแนลมี 4 พิน ลักษณะการต่อได้ดังรูปที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

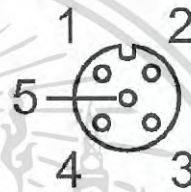
- Pin 1: Sensor supply +24V
- Pin 2: AI + analogue input
- Pin 3: Sensor supply 0V
- Pin 4: AI - analogue input 0V
- Pin 5: functional earth



รูปที่ 3.1 แสดงภาพการต่อวงจรโมดูลแอนาล็อกอินพุต

4. โมดูลแอนาล็อกเอาต์พุต ทำหน้าที่ส่งสัญญาณแอนาล็อก 0-20 มิลลิแอมแปร์ ไปตัวกระทำ ในที่นี้เป็น วาล์วสัดส่วน โดยสามารถส่งแอนาล็อกเอาต์พุตได้ 4 แชนแนล โดยแต่ละแชนแนล มี 4 พิน แสดงลักษณะการต่อได้ดังรูปที่ 3.2

- Pin 1: AO+ analogue output
- Pin 2: n.c.
- Pin 3: AO- analogue output 0V
- Pin 4: n.c.
- Pin 5: functional earth

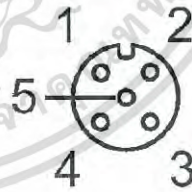


รูปที่ 3.2 แสดงภาพการต่อวงจรโมดูลแอนาล็อกเอาต์พุต

5. โมดูลดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต ทำหน้าที่รับสัญญาณดิจิตอลจากสวิตช์รีด และส่งสัญญาณดิจิตอลไปตัวกระทำ ในที่นี้เป็น วาล์วนิวเมติกส์ โดยสามารถส่งแอนาล็อกเอาต์พุตได้ 4 แชนแนล โดยแต่ละแชนแนล มี 4 พิน แสดงลักษณะการต่อได้ดังรูปที่ 3.3

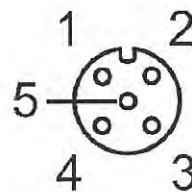
ดิจิตอลอินพุต

- Pin 1: L+ digital input
- Pin 2: not used
- Pin 3: L- digital input
- Pin 4: not used
- Pin 5: functional earth





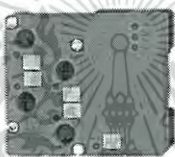

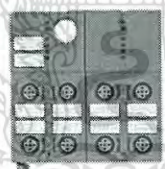
ดิจิตอลเอาต์พุต

- Pin 1: not used
- Pin 2: not used
- Pin 3: external voltage AUX
- Pin 4: Switching output
- Pin 5: functional earth



รูปที่ 3.3 แสดงภาพการต่อวงจรโมดูลดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต

ตารางที่ 3.2 แสดงอุปกรณ์ที่ใช้บนอะซีบัส

No.	Name	Model	Figure	Operating Voltage	Input Signal	Output Signal
1	Power Supply	AC1258		-	220 VAC	30.5 VDC
2	Gateway	AC1401		21-31.6 VDC	-	-
3	Analog Input	AC2516		26.5-31.6 VDC	4-20 mA	-
4	Analog Output	AC2518		26.5-31.6 VDC	-	0-20 mA
5	DI/DO	AC5236		26.5-31.6 VDC	Digital	Digital

3.1.3 อุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในระบบการควบคุม

1. แหล่งจ่ายไฟ ทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้าจาก 220 โวลต์ เป็นสัญญาณไฟฟ้า 24 โวลต์ เพื่อจ่ายสัญญาณไฟฟ้าให้อุปกรณ์ที่นำมาต่อให้สามารถใช้งานได้ ได้แก่ ตัวแปลงสัญญาณ, อุปกรณ์ขยายสัญญาณของวาล์ว, อุปกรณ์วัดอัตราการไหล และวาล์วสัดส่วน

2. ทรานส์มิเตอร์ซิกแนล ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ 0-20 มิลลิแอมแปร์ ที่รับมาจากโมดูลแอนาล็อกเอาท์พุท เพื่อแปลงเป็นสัญญาณ 0-5 โวลต์ ให้อุปกรณ์ขยายสัญญาณของวาล์ว

3. อุปกรณ์ขยายสัญญาณของวาล์ว ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ 0-5 โวลต์ ที่รับมาจากทรานส์มิเตอร์ซิกแนล ให้เป็นสัญญาณ 0-1 แอมแปร์ เพื่อส่งไปควบคุมวาล์วสัดส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ทรานส์ดีวเซอร์ไอโซเลต ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่อยู่ในช่วง 1-5 โวลต์ เป็นสัญญาณ 4-20 มิลลิแอมแปร์ เพื่อส่งสัญญาณให้โมดูลแอนาล็อกอินพุตต่อไป





5. วาล์วสัดส่วน ทำหน้าที่ควบคุมสัญญาณลมที่สามารถเข้ามาในช่วง 0-1 เมกะปาสคาล โดยการให้กระแส 0-1 แอมแปร์ ผ่านเข้าไปในขดลวดเพื่อให้เกิดสนามแม่เหล็กเพื่อคูดให้แท่งเหล็กเคลื่อนที่ทำการเปิด/ปิดวาล์ว

6. อุปกรณ์วัดอัตราการไหล ทำหน้าที่วัดค่าอัตราการไหลที่ไหลผ่านมิเตอร์โดยมีหน่วยเป็นลิตรต่อวินาที ส่งสัญญาณ 0-5 โวลต์ ให้ทรานส์ดีวเซอร์ไอโซเลต TH-5M เพื่อแปลงสัญญาณเป็น 4-20 มิลลิแอมแปร์ และส่งค่าให้โมดูลแอนาล็อกอินพุตต่อไป





7. สวิตช์รีด ทำหน้าที่ตรวจจับการเคลื่อนที่ของลูกสูบของแขนกลนิวเมติกส์ว่าอยู่ตำแหน่งใด เพื่อส่งสัญญาณไปให้โมดูลดิจิตอลอินพุต และส่งให้ตัวควบคุมต่อไป โดยสวิตช์รีดจะทำงานร่วมกันหลายตัว

8. วาล์วนิวเมติกส์ ทำหน้าที่เป็นควบคุมการเปิดปิดช่องทางลม โดยใช้สัญญาณดิจิตอลจากโมดูลดิจิตอลเอาต์พุต

ตารางที่ 3.3 แสดงอุปกรณ์ต่างๆ ในการเชื่อมต่อสัญญาณ

No.	Name	Company	Model	Figure	Operating Voltage	Input Signal	Output Signal
1	Power Supply	Omron	58JC-Z05024C		-	220 VAC	24 VDC
2	Signal Transmitter	m-system	W5FV		24VDC	0-20mA	0-5VDC 4-20mA
3	Power Amplifier for Proportional Valve	SMC	VEA250		24VDC	0-5VDC	0-1A
4	Isolate Transducer	Watanabe	TH-5M		24VDC	1-5VDC	4-20mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	Name	Company	Model	Figure	Operating Voltage	Input Signal	Output Signal
5	Electro-Pneumatic Proportional Valve	SMC	VEP2121		0–1MPa	0–1A	-
6	Flow Meter	SIERRA	822S-M-2-OV1-PV1-V1		24VDC	0–1MPa	0-5VDC/ 0-100 lpm
7	Reed Switch	SMC	D-A93 (SMC) CKD-T0H		24VDC	-	0-24 VDC
8	Pneumatic Valve	SMC	SYJ3123-SMZ-M3		24VDC	-	pneumatic

3.2 ขั้นตอนการต่อวงจรควบคุมกระบวนการอัตโนมัติ

3.2.1 ต่อสายอีเทอร์เน็ตแลน ระหว่างตัวควบคุม S7-300 ช่อง P1 และคอมพิวเตอร์

3.2.2 ต่อสายอีเทอร์เน็ตแลน ระหว่างอุปกรณ์ควบคุม S7-300 ช่อง P2 และเกตเวย์ ช่อง X6

3.2.3 ต่อสายอะซี(สี่เหลี่ยม) โดยให้คอร์สีน้ำตาลต่อกับ ช่อง AS-i 1- และคอร์สีเขียว ต่อกับ ช่อง AS-i 1- ที่เกตเวย์



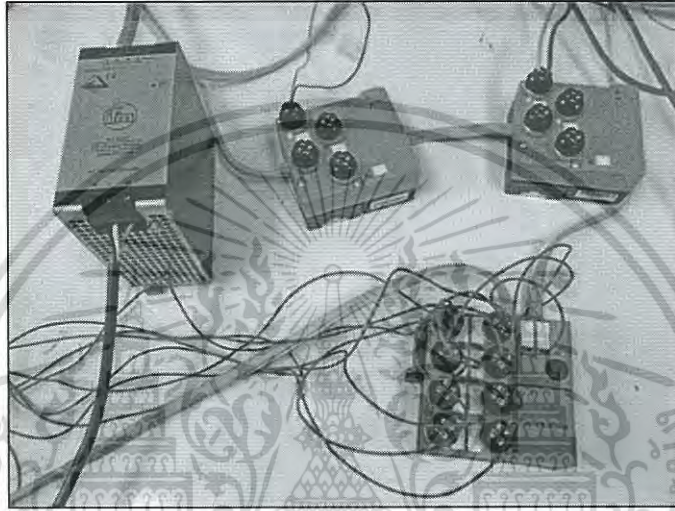
รูปที่ 3.4 แสดงภาพการต่อวงจรขั้นตอนที่ 1-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การต่อสายอะซี จากเกตเวย์ ไปแหล่งจ่ายไฟ โดยคอร์สีน้ำตาลต่อกับ ช่อง + และคอร์สีเขียว ต่อกับ ช่อง - ของแหล่งจ่ายไฟ

3.2.5 การต่อสายอะซี จากแหล่งจ่ายไฟ ไปโมดูลแอนาล็อกอินพุต โดยคอร์สีน้ำตาล ต่อกับ ช่อง + และ คอร์สีเขียว ต่อกับ ช่อง - ของแหล่งจ่ายไฟ

3.2.6 การต่อสายอะซี ระหว่างโมดูลแอนาล็อกอินพุต, โมดูลแอนาล็อกเอาต์พุต และโมดูลดิจิตอลอินพุต/เอาต์พุต ด้านล่างของโมดูลเหล่านี้มีที่ให้สายวางลงต่อไปอีกโมดูลหนึ่ง และด้านล่างของโมดูลมีเข็มเสียบเพื่อนำสัญญาณเข้าและออกจากสายอะซี แสดงดังรูป 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงภาพการต่อวงจรขั้นตอนที่ 4-6

3.2.7 การต่อสายแหล่งจ่ายไฟ เข้าเทอร์มินอลบล็อก แยกเป็นคู่ 24 โวลต์ และ 0 โวลต์ เพื่อต่อเข้าอุปกรณ์ต่างๆ เป็นแรงดันที่ใช้ดำเนินการ ได้แก่ อุปกรณ์ขยายสัญญาณของวาล์ว, อุปกรณ์วัดอัตราการไหล, อุปกรณ์แปลงสัญญาณ และสวิตซ์รีด

3.2.8 การต่อสายเอาต์พุตจากแขนแนล 1 ของโมดูลแอนาล็อกเอาต์พุต พิน 1 (AO-) และ พิน 3 (AO+) เข้าอินพุตของอุปกรณ์แปลงสัญญาณ ช่อง +4 และ -5 ตามลำดับ

3.2.9 การต่อสายเอาต์พุตจากอุปกรณ์แปลงสัญญาณ ช่อง +6 และ -7 เข้าช่อง Signal ของอุปกรณ์ขยายสัญญาณของวาล์ว ช่อง + และ - ตามลำดับ

3.2.10 การต่อสายอินพุตของวาล์วสัดส่วน เข้าช่อง OUTPUT ของ อุปกรณ์ขยายสัญญาณของวาล์ว ช่อง + และ -

3.2.11 การต่อ พิน 2 Signal common และพิน 3 ให้สัญญาณ 0 ถึง 5 โวลต์ เป็นสัญญาณเอาต์พุต (output signal) ของอุปกรณ์วัดอัตราการไหล เข้าอินพุตของทรานส์ดีวเซอร์ไอโซเลต ช่อง -4 และ +3 ตามลำดับ

หมายเหตุ อุปกรณ์ทุกตัวต้องจ่ายไฟเลี้ยง 24 โวลต์ จากแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

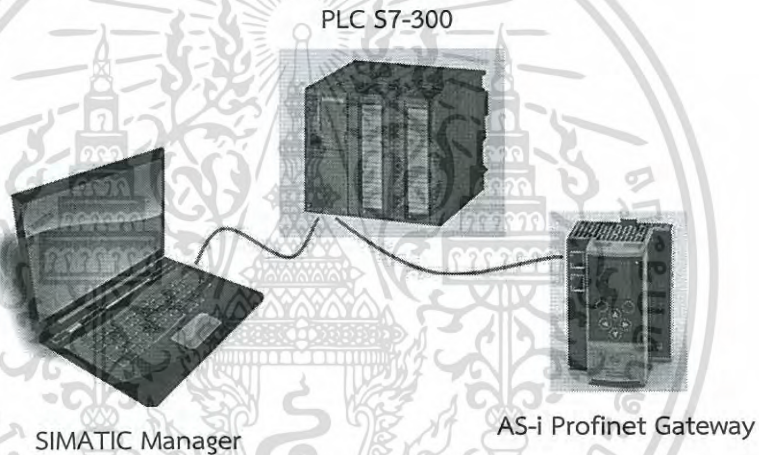
การทดลอง

4.1 การคอนฟิกูเรชันระหว่างเกตเวย์และตัวควบคุม

ขั้นแรกของโครงการนี้คือทำการคอนฟิกูเรชันอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อ รายละเอียดของหัวข้อนี้ประกอบไปด้วย อุปกรณ์และขั้นตอนการคอนฟิกูเรชัน

4.1.1 อุปกรณ์

1. ตัวควบคุม (PLC S7-300 ยี่ห้อ SIEMENS)
2. เกตเวย์ (AC1401 ยี่ห้อ ifm)
3. สายอีเทอร์เน็ตแลน

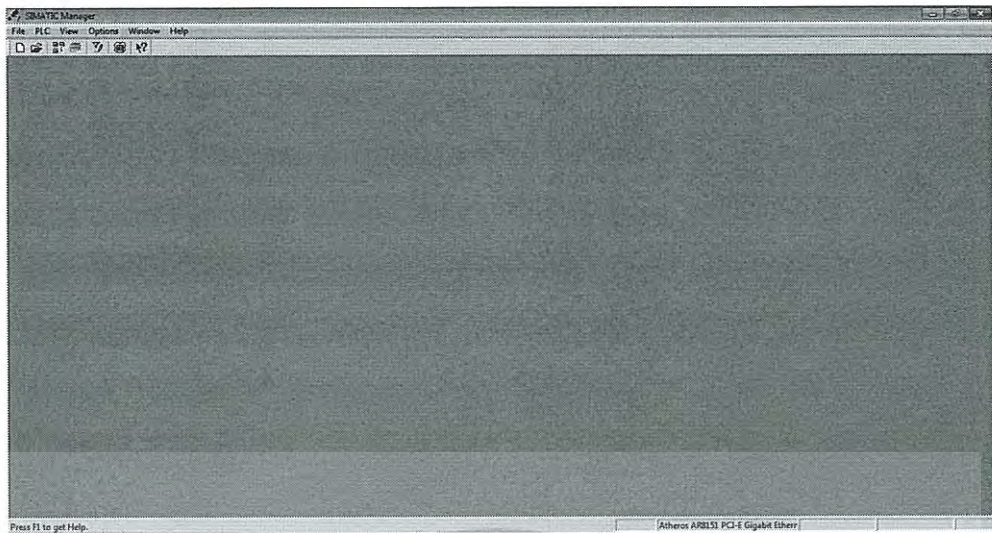


4.1.2 ขั้นตอน

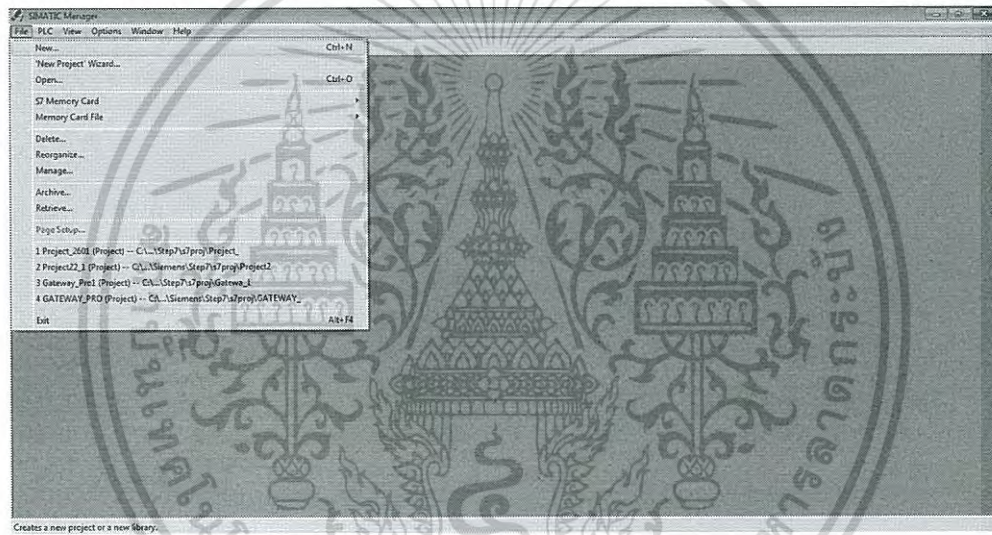
1. เข้าโปรแกรม SIMATIC Manager



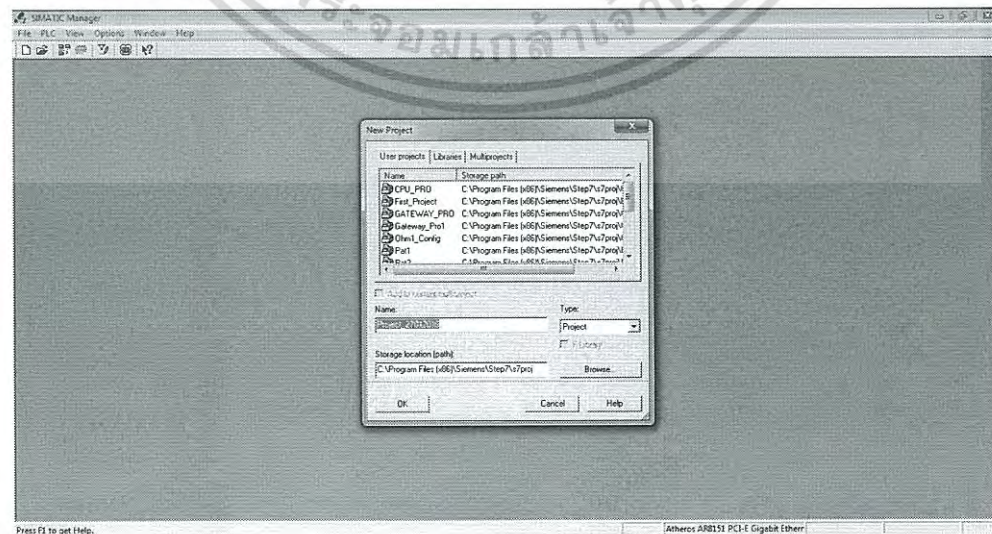
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2. เริ่มต้นสร้างโปรเจกต์โดยการเลือก File >> New... หรือ Ctrl+N

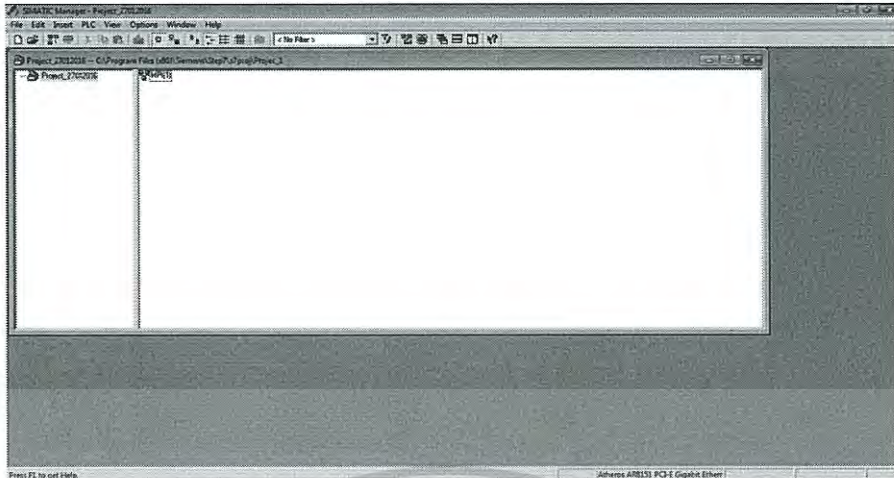


3. ตั้งชื่อโปรเจกต์ แล้วเลือก OK



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

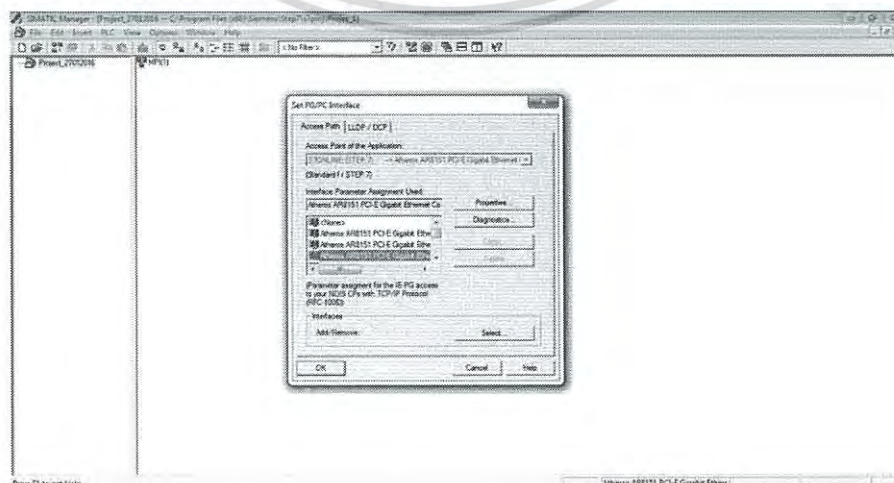
4. จะปรากฏหน้าต่างโปรเจกต์ขึ้นมาดังรูป



5. เชื่อมต่อพีแอลซี และคอมพิวเตอร์ โดยการเลือก Options >> Set PG/PC Interface...

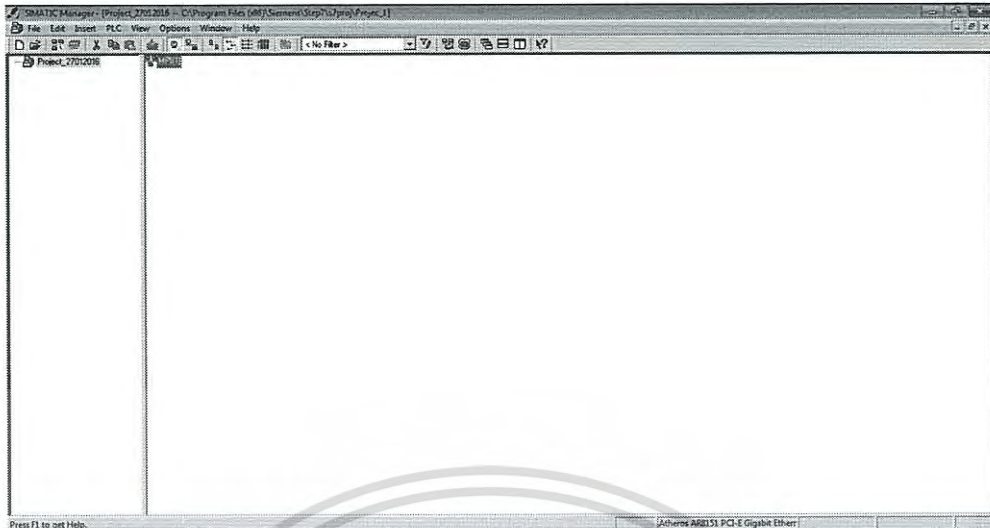


6. เลือกชื่อระบบอีเทอร์เน็ตของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งาน จากนั้นเลือก OK (ดูชื่อระบบอีเทอร์เน็ตของเครื่องคอมพิวเตอร์ได้จาก Control Panel > Network and Internet > Network Connections > Ethernet)

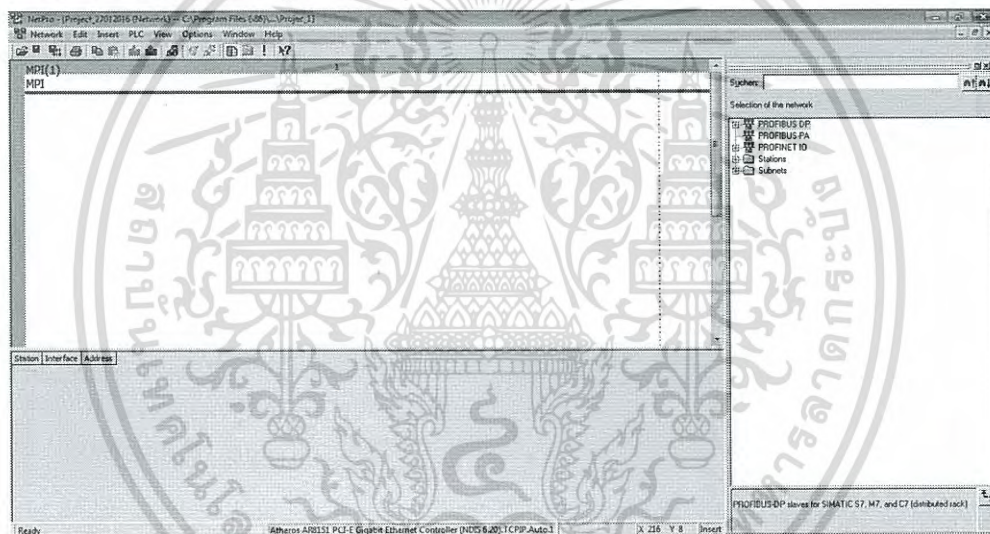


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

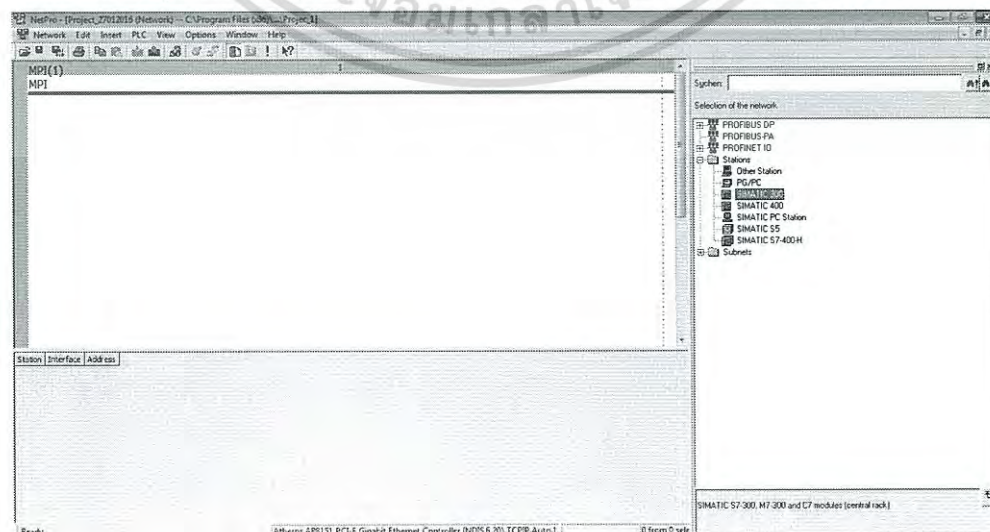
7. เลือก MPI โดยการดับเบิลคลิก



8. จะขึ้นหน้าต่างดังรูป

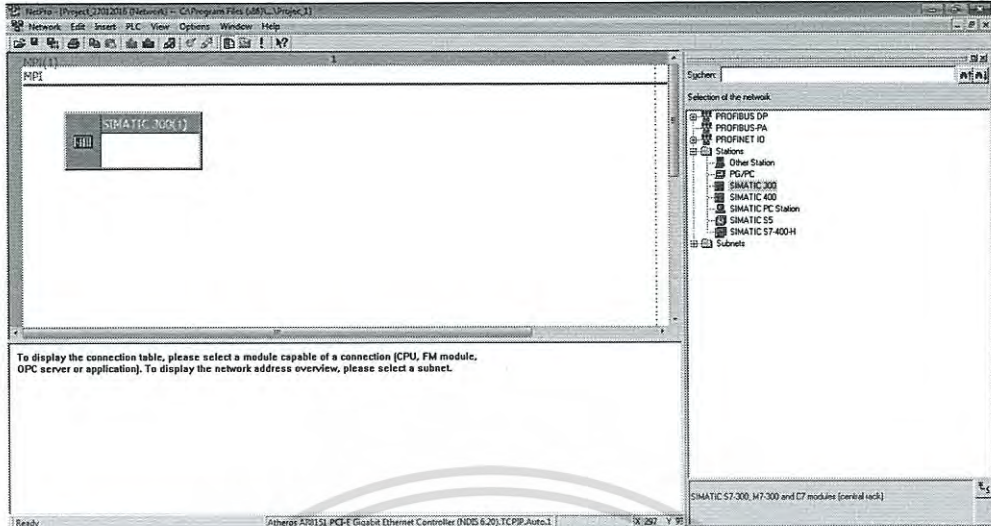


9. เลือกอุปกรณ์ควบคุม โดยการกดบวก Stations แล้วเลือก SIMATIC 300

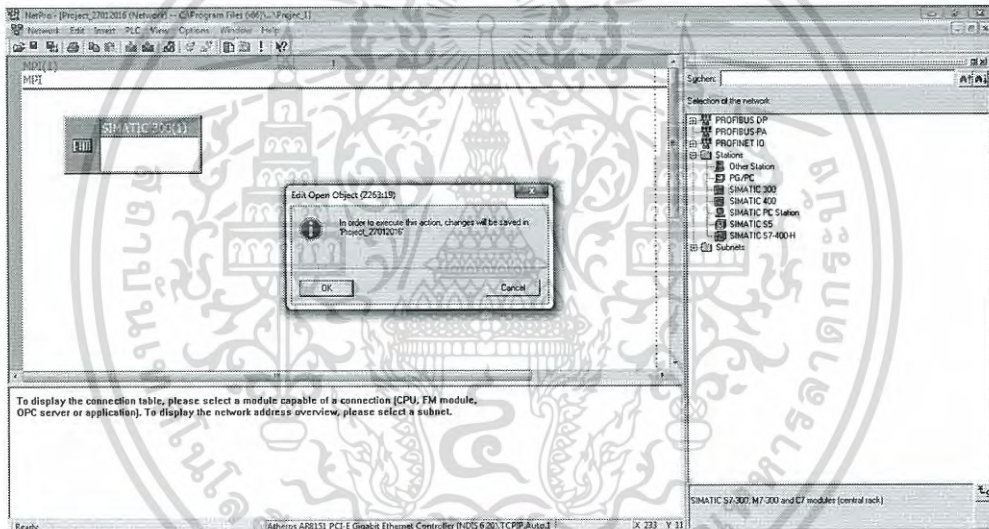


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

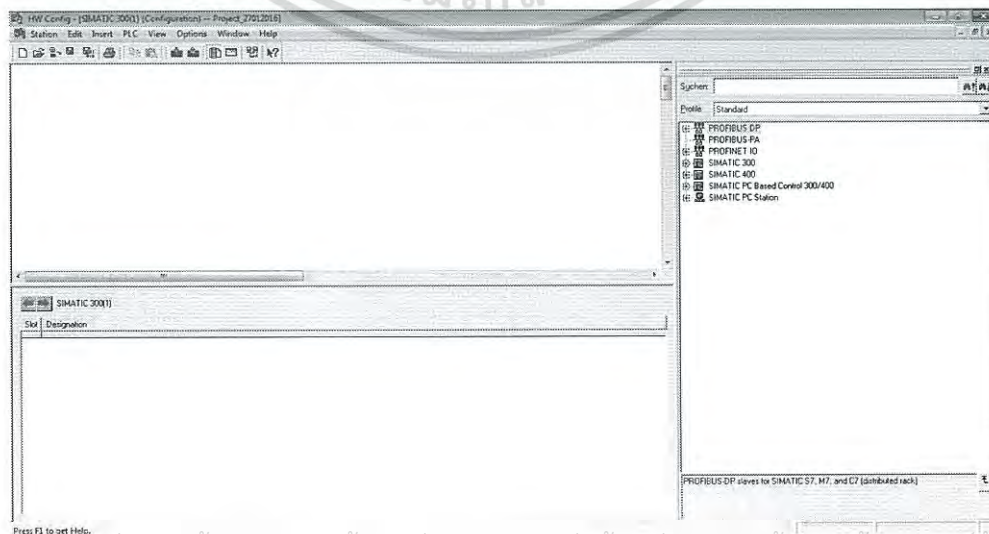
10. จะขึ้นหน้าต่างดังรูป



11. ดับเบิลคลิกเข้าไปที่ SIMATIC 300(1) แล้วเลือก OK

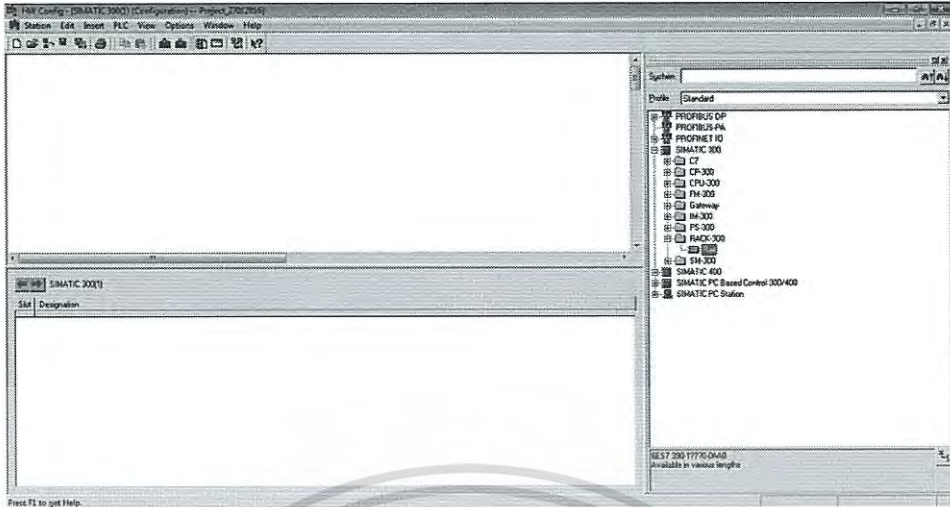


12. จะปรากฏหน้าต่างส่วน HW Config.

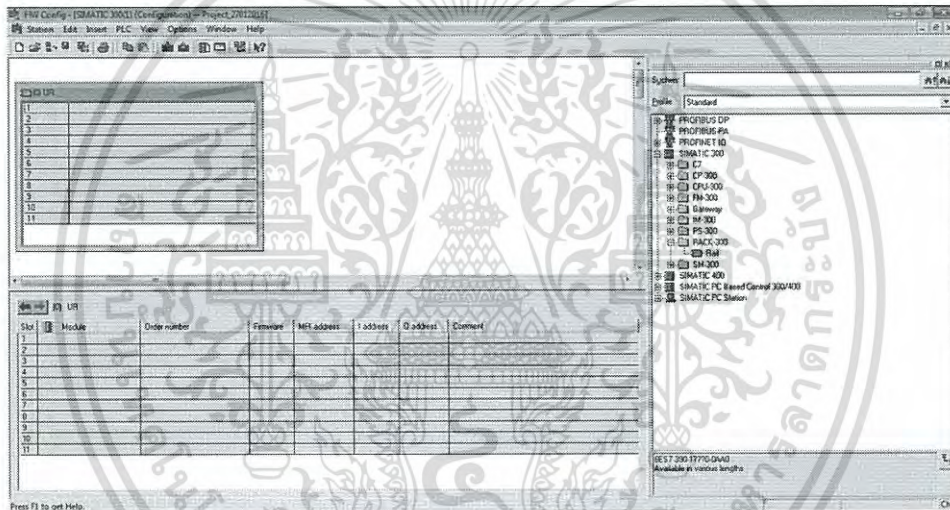


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

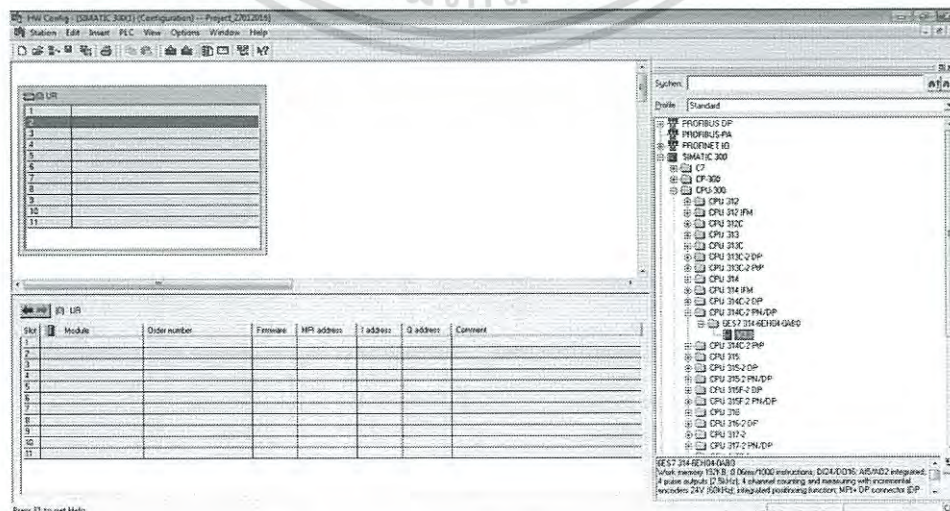
13. เลือกขบวน SIMATIC 300 >> RACK-300 >> Rail



14. จะปรากฏ Rail ดังรูป

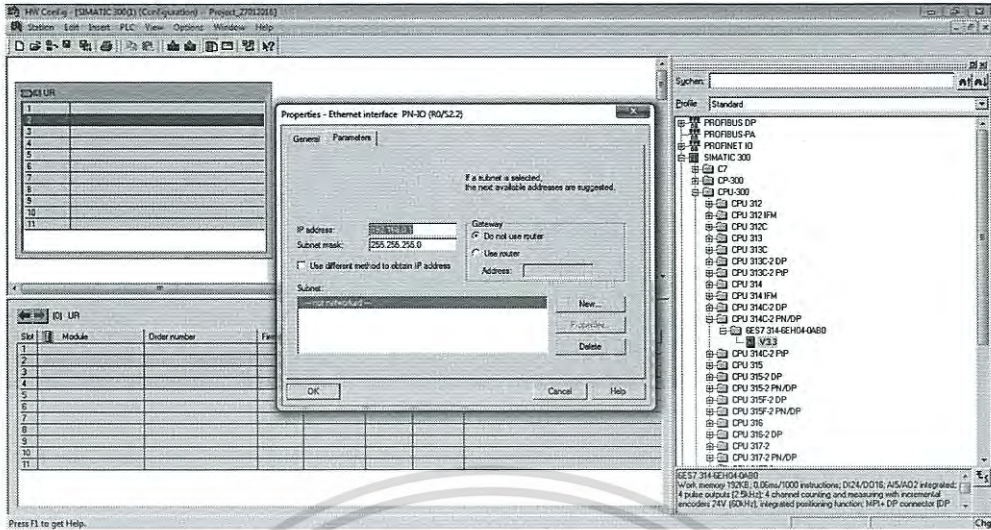


15. เลือกรุ่นซีพียูที่เราใช้งาน โดยเลือกขบวน SIMATIC 300 >> CPU-300 >> CPU 314C-2 PN/DP >> 6E S7 314-6EH04-0AB0 >> V3.3

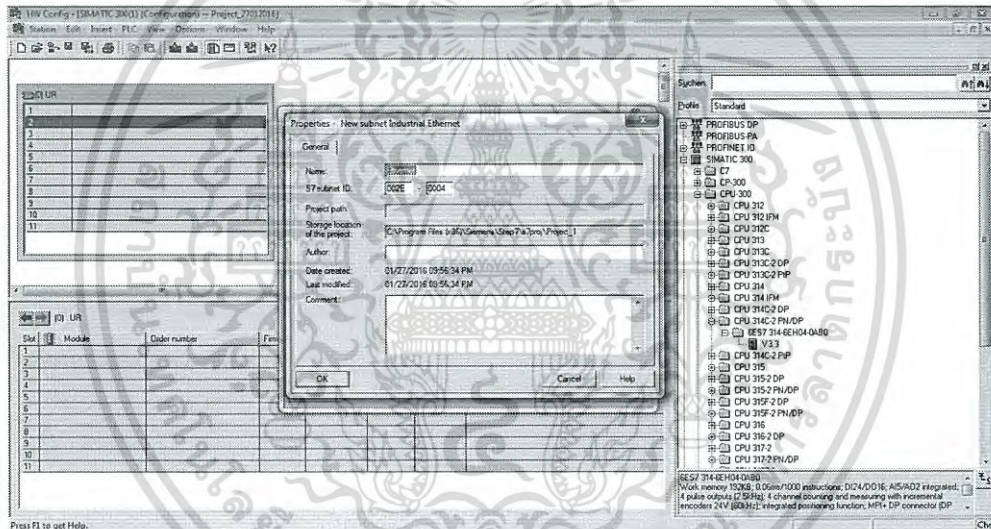


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

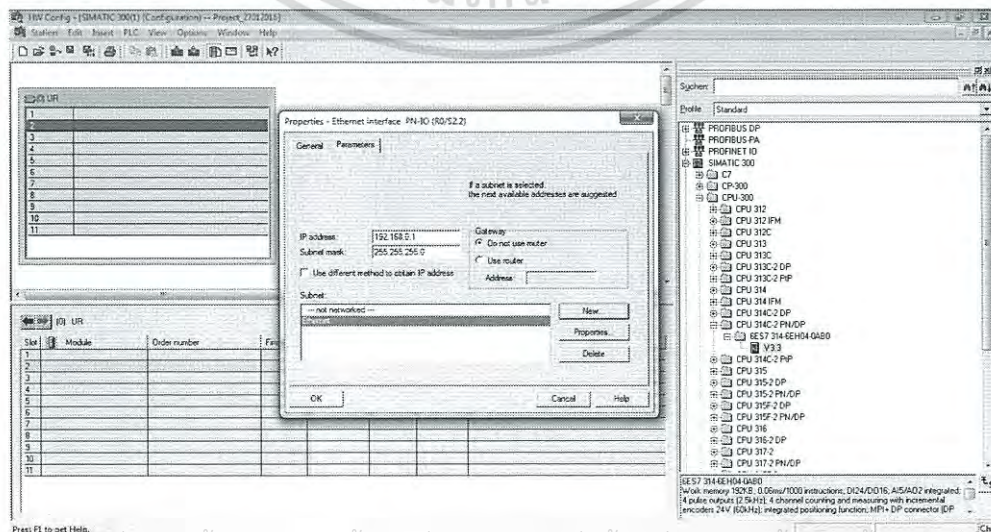
16. จะขึ้นหน้าต่าง Ethernet interface PN-IO โดยการเลือก New...



17. ตั้งชื่อเป็น Ethernet เลือก OK

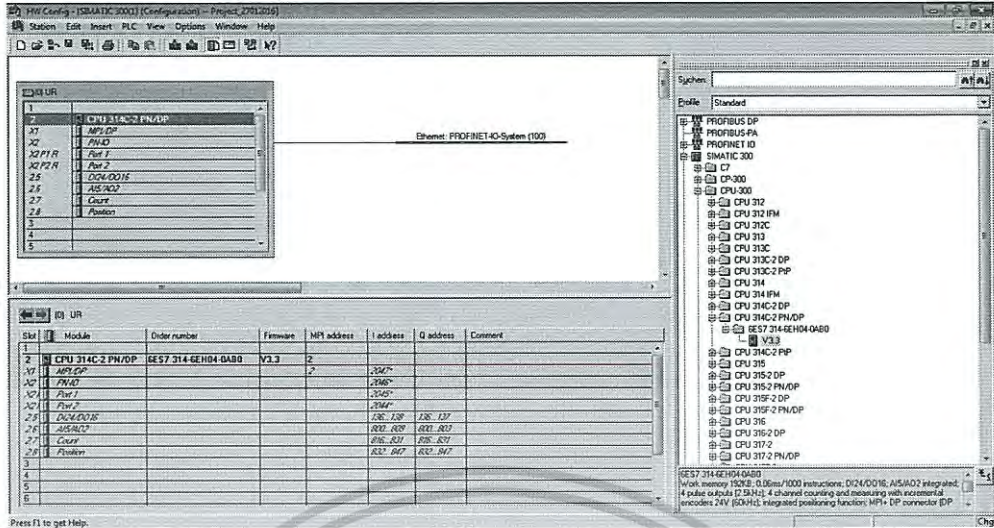


18. เลือก Ethernet >> OK

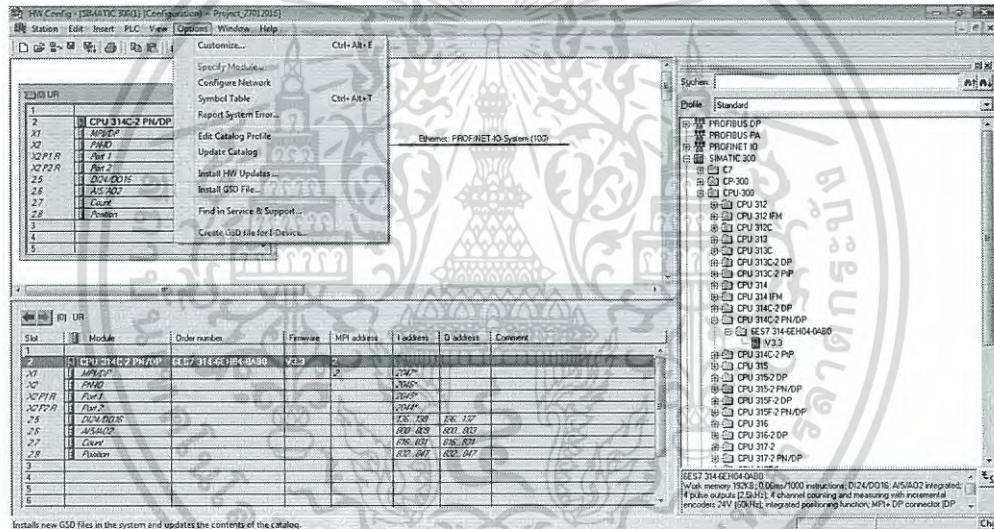


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

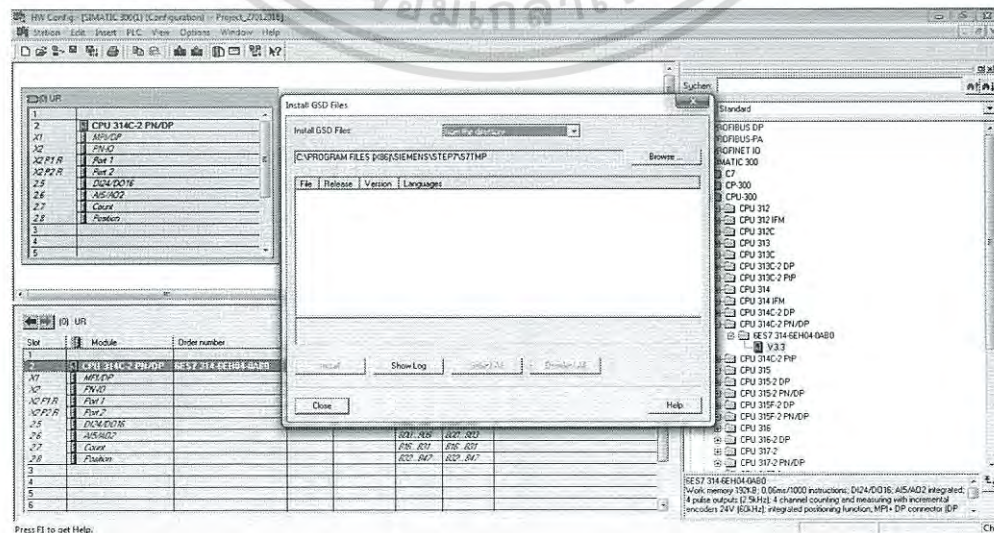
19. จะขึ้นหน้าต่างรูป



20. เลือก Options >> Install GSD File... (GSD File AS-i Profinet Gateway)

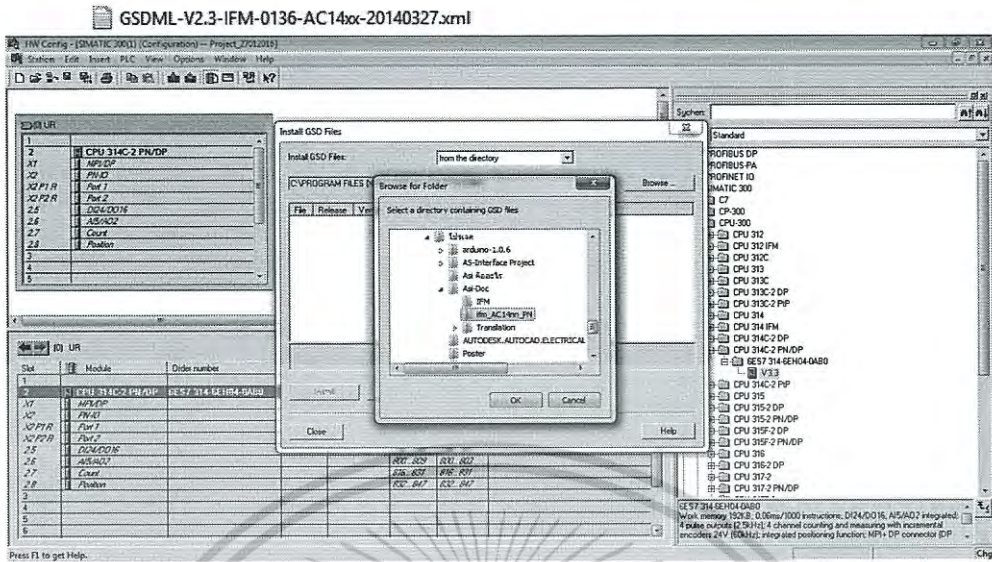


21. เลือก Browse... จากไฟล์ในคอมพิวเตอร์

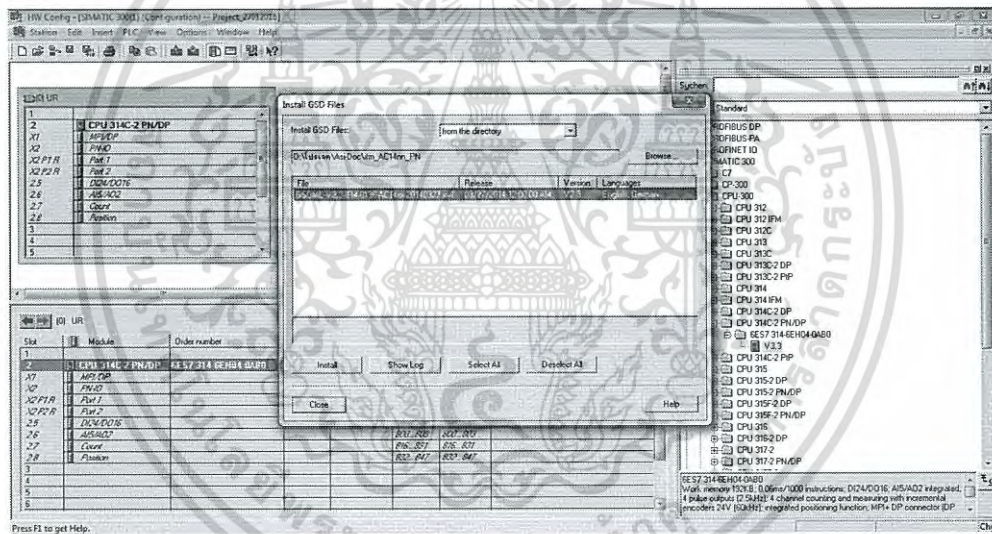


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

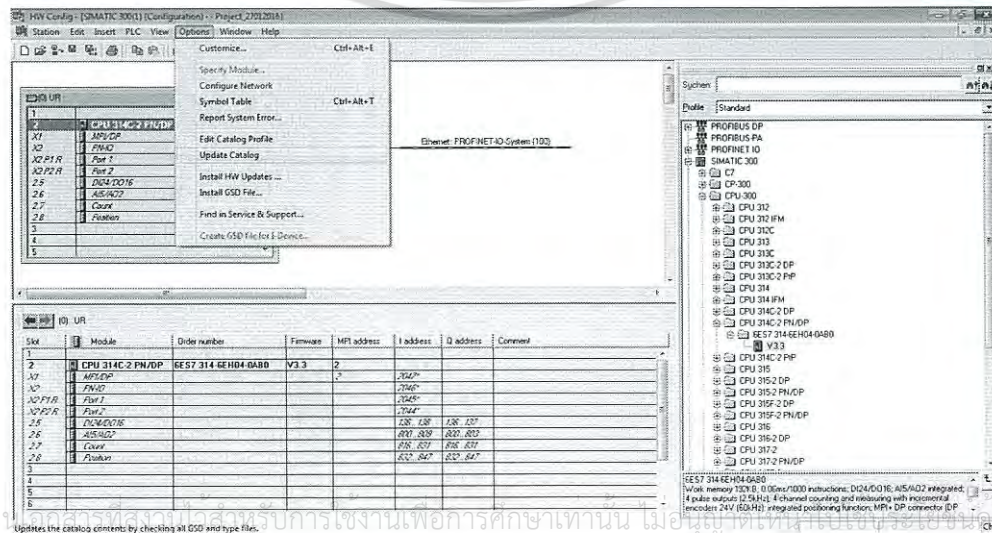
22. เลือกไฟล์ GSD ของ AS-i Profinet Gateway รุ่น AC1401 ยี่ห้อ ifm



23. เลือกไฟล์ >> Install

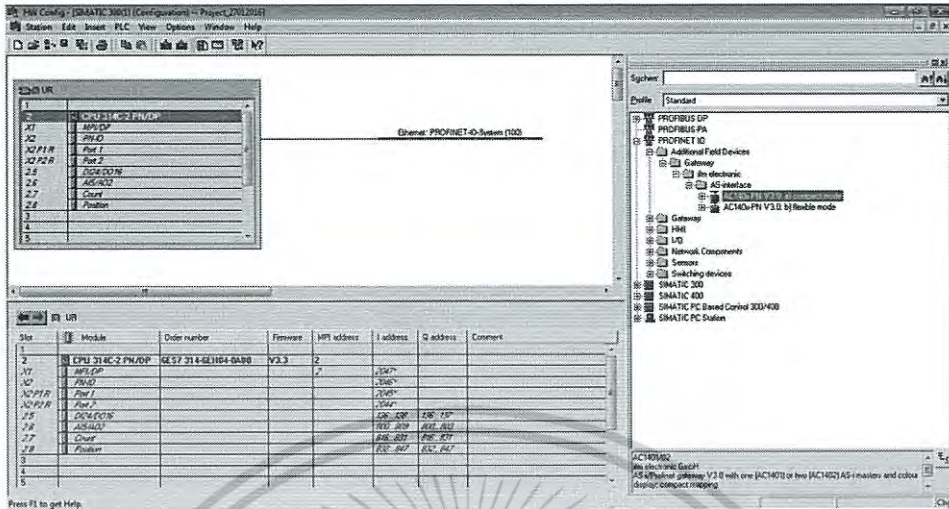


24. เลือก Options >> Update Catalog

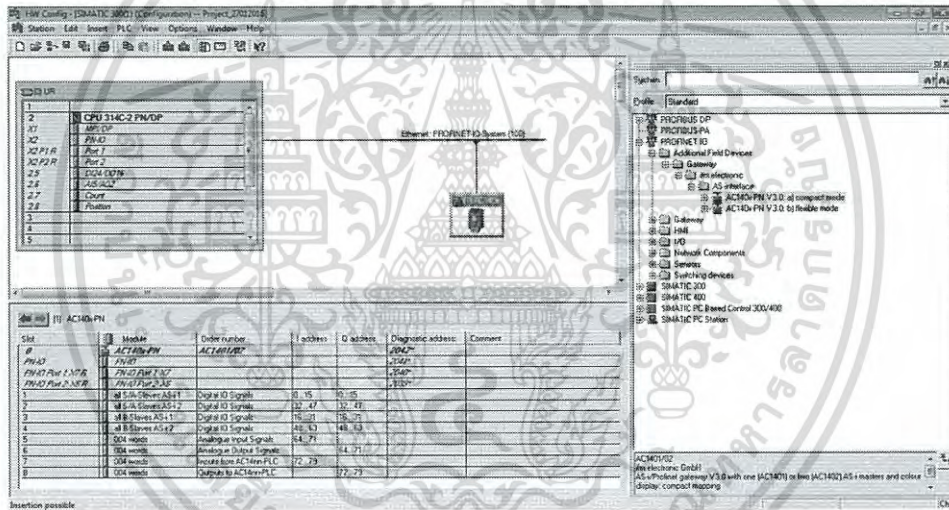


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

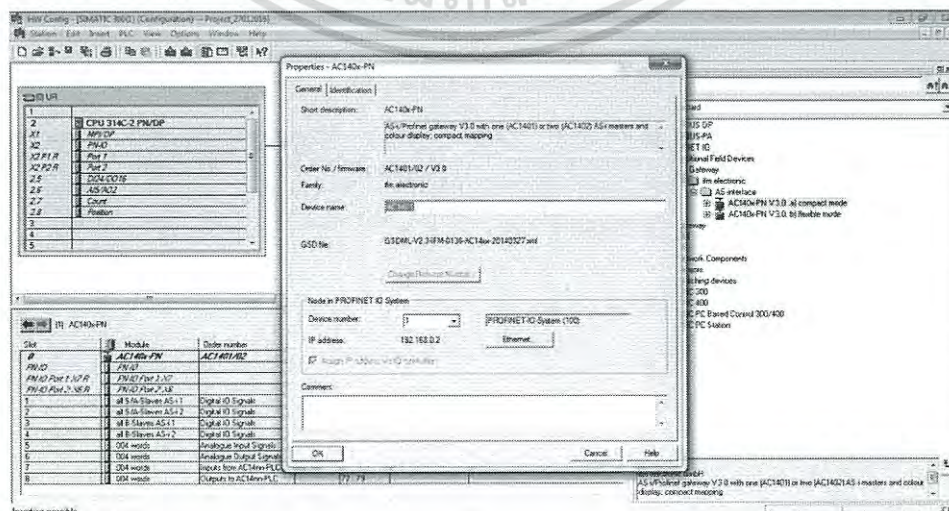
25. เลือก Profinet IO >> Additional Field Devices >> Gateway >> ifm electronic >> AS-interface >> AC140xPN V3.0



26. จะปรากฏอุปกรณ์ดังรูป ดับเบิลคลิกที่รูป Gateway

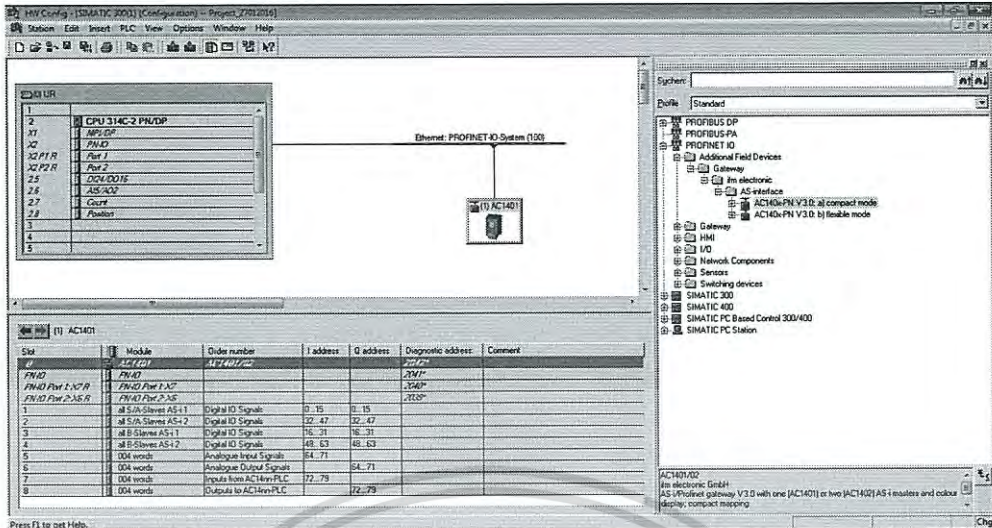


27. จะปรากฏหน้าต่างดังรูป ตั้งชื่อที่ช่อง Device name เป็น AC1401 >> OK

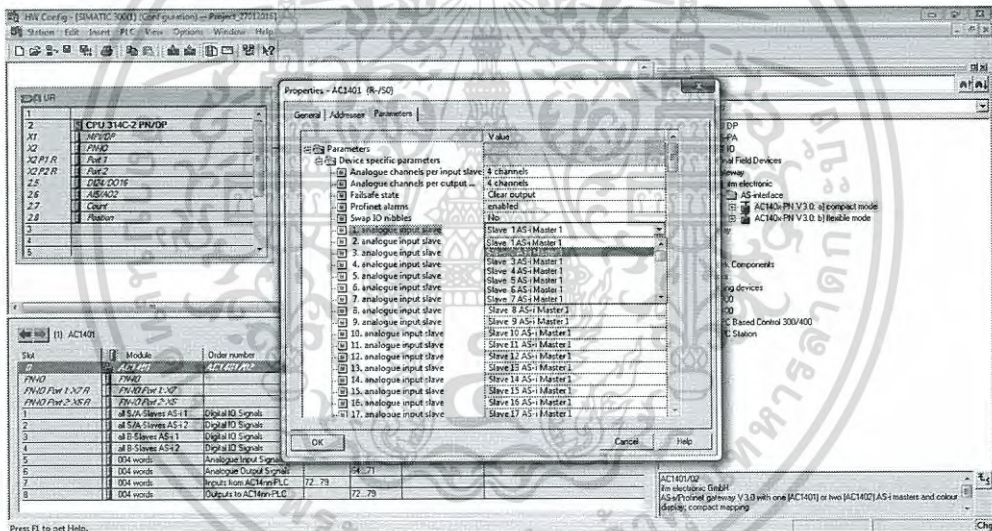


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

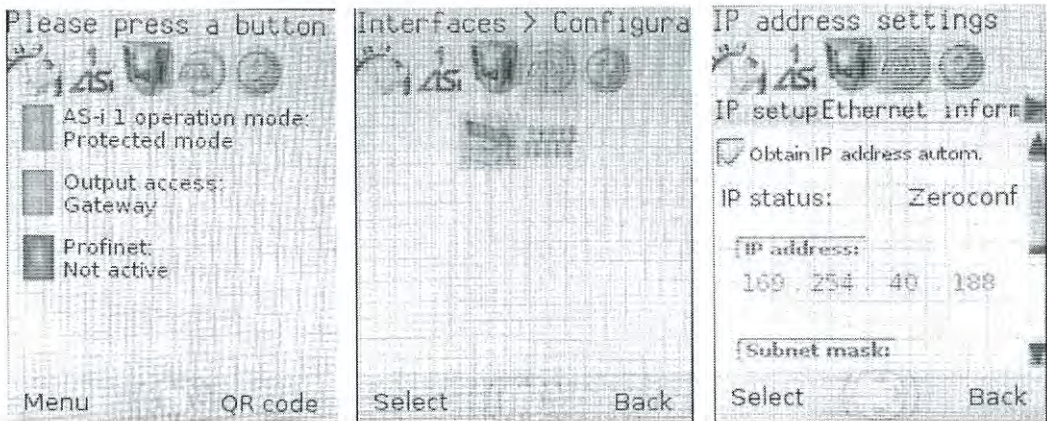
28. ดับเบิลคลิกที่ slot 0



29. เลือก Parameters >> Device specific parameters >> 1.analogue input slave >> Slave 2 AS-i Master 1 >> OK

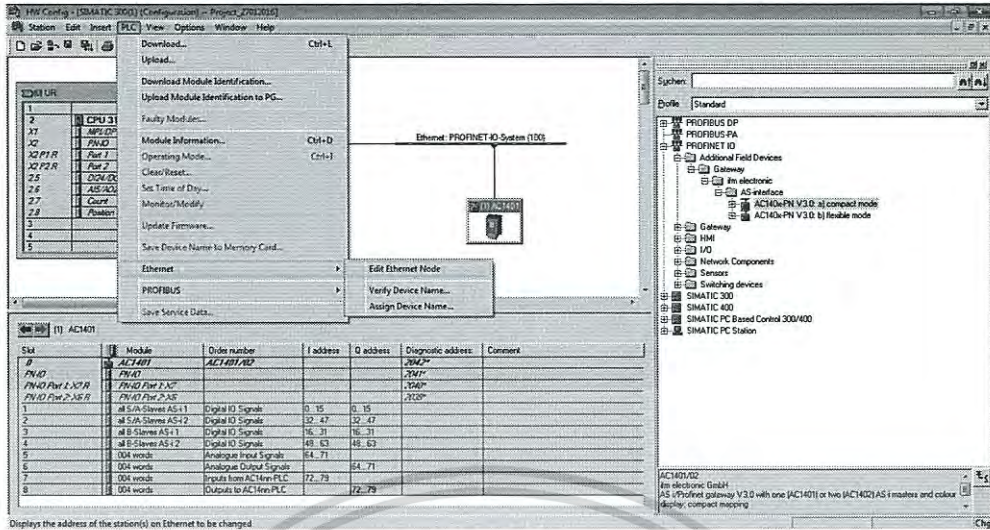


30. ไปที่อุปกรณ์เกตเวย์ของอะซี เข้าเมนู Interface >> Configuration Interface >> IP address settings >> Obtain IP address autom.

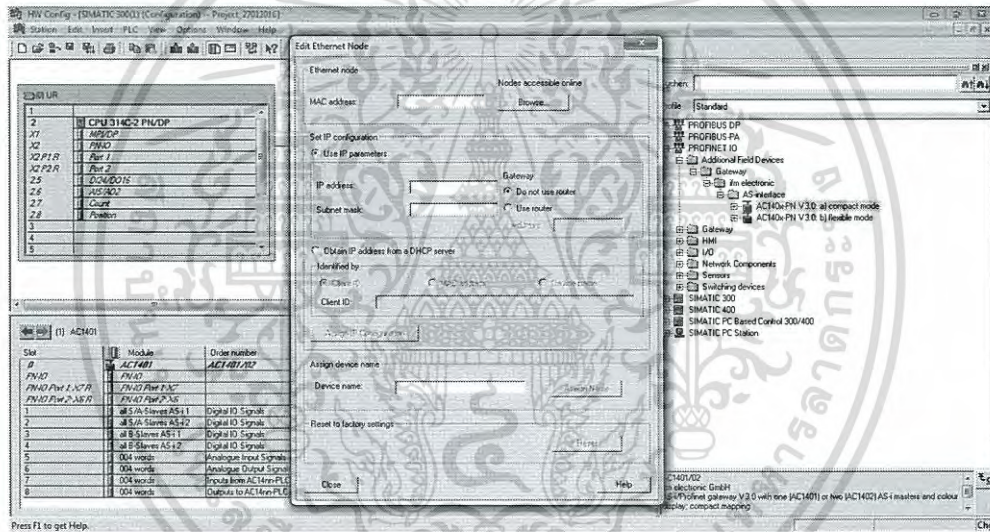


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอญญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

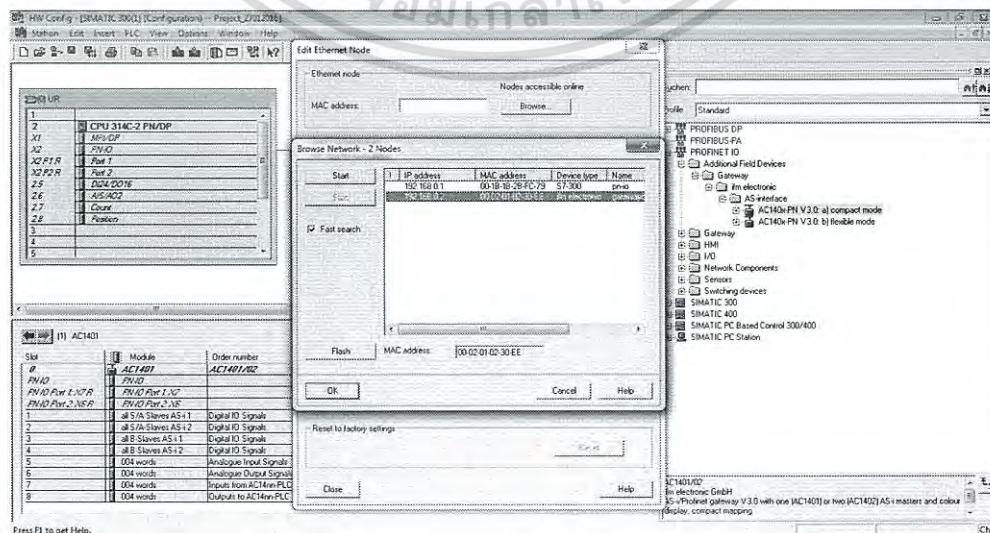
31. HW Config. >> PLC >> Ethernet >> Edit Ethernet Node



32. จะปรากฏหน้าต่าง Edit Ethernet Node>> Browse...



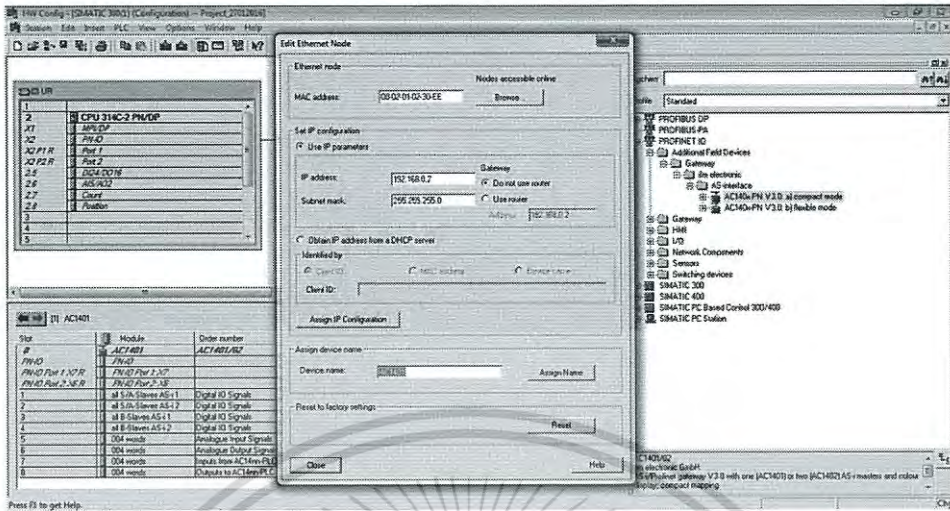
33. เลือก IP address ของ AS-i Profinet Gateway >> OK



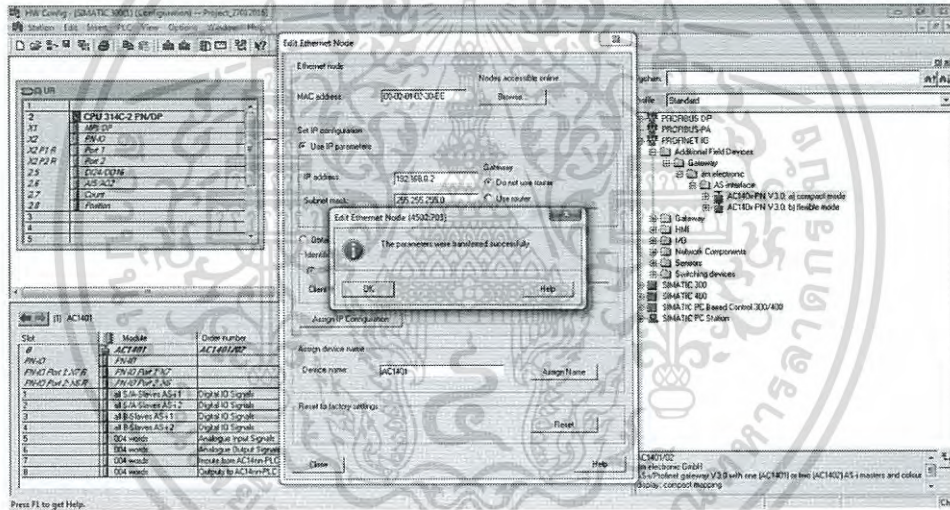
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

34. เปลี่ยนชื่อ Device name เป็น AC1401 (ให้ตรงกับอุปกรณ์ที่กำหนดไว้ในข้อ 27.) >>

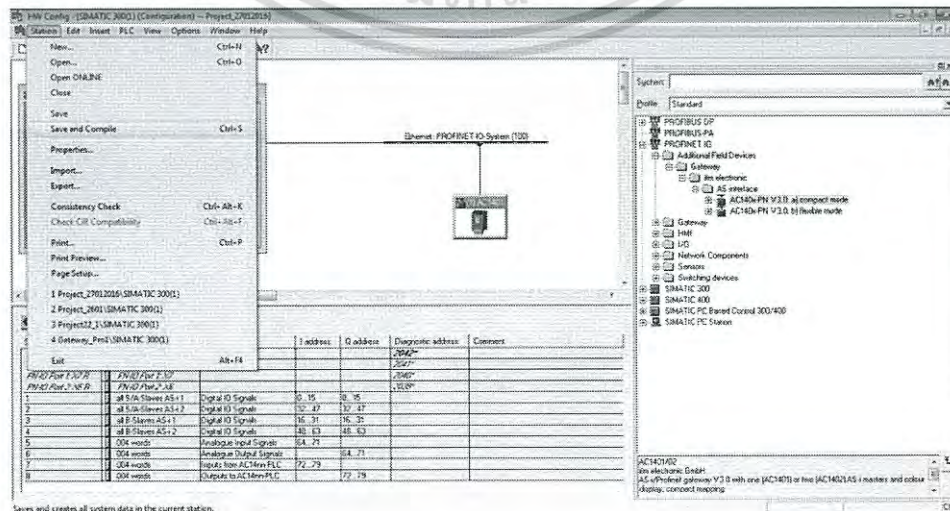
Assign Name



35. จะปรากฏหน้าต่างดังรูปเลือก OK

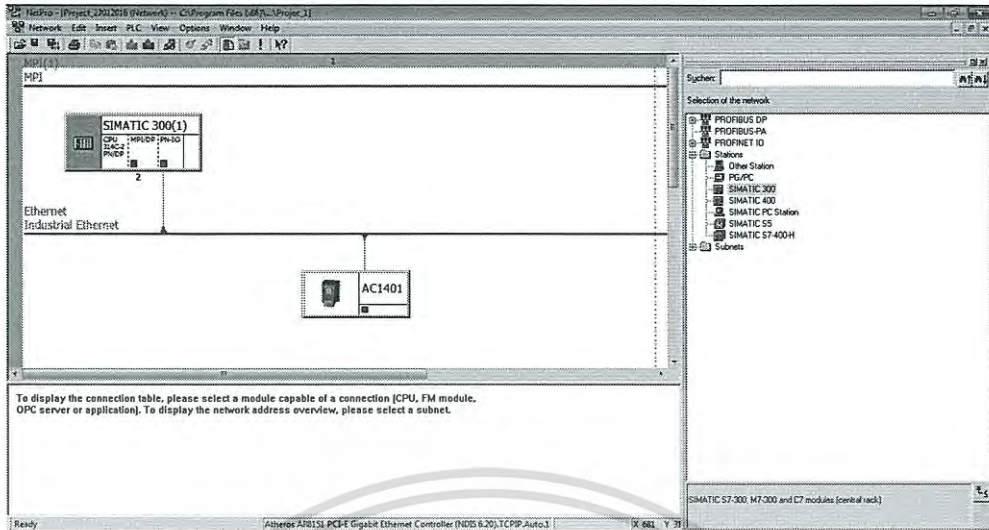


36. HW Config. >> Station >> Save and Compile

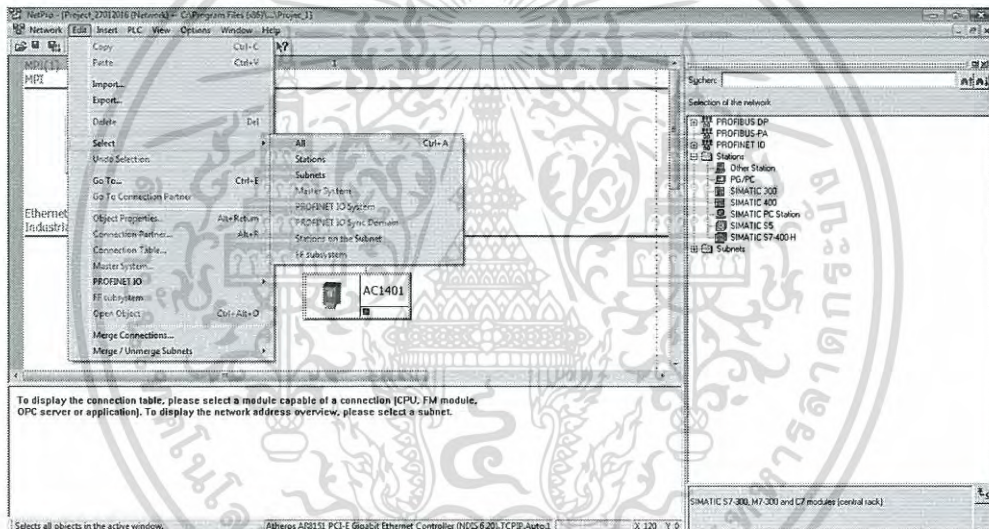


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

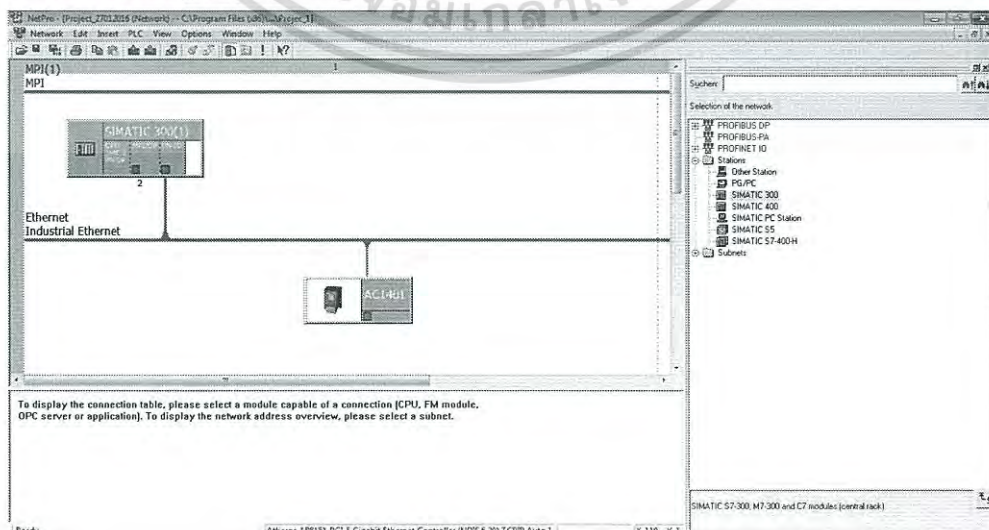
37. จะปรากฏหน้าต่าง NetPro ดังรูป



38. เลือก Edit >> Select >> All

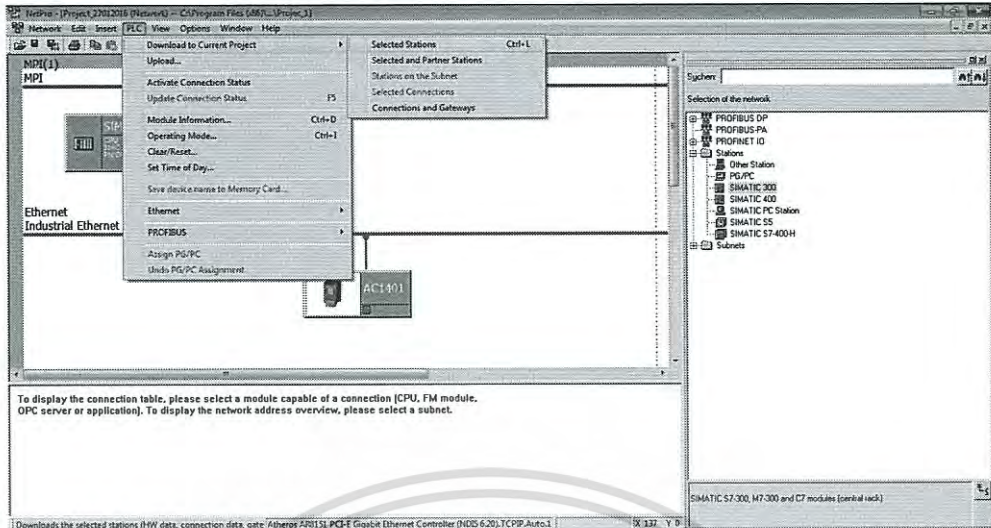


39. จะปรากฏดังรูป

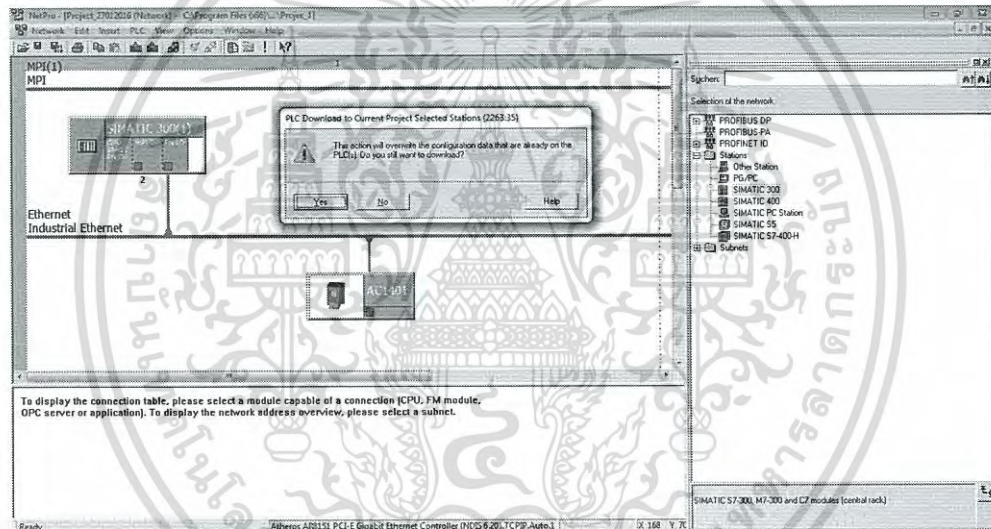


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

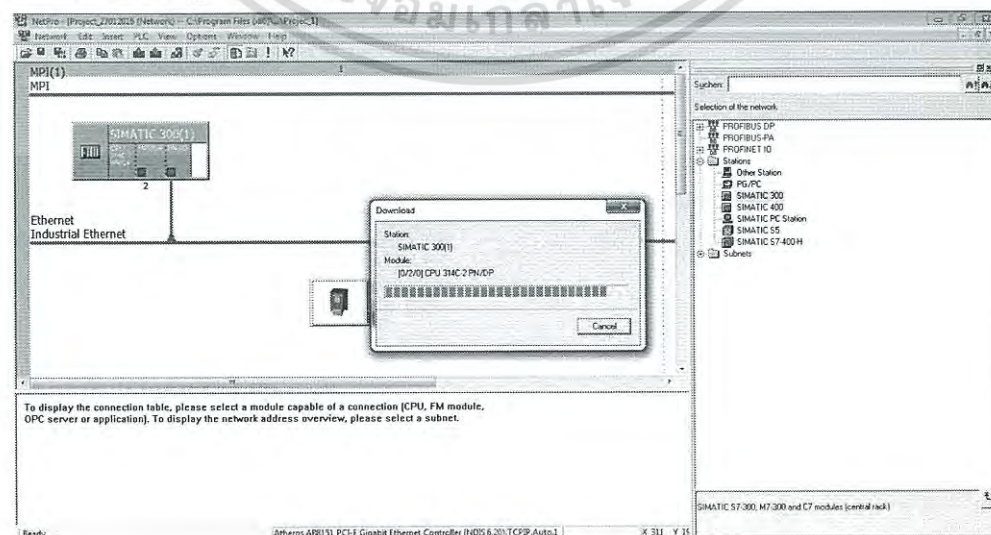
40. เลือก PLC >> Download to Current Project >> Selected Stations



41. เลือก Yes

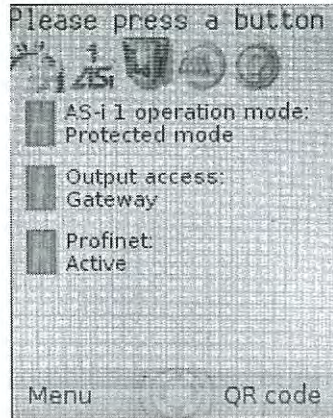


42. จะปรากฏหน้าต่างแสดงการดาวน์โหลดดังรูป

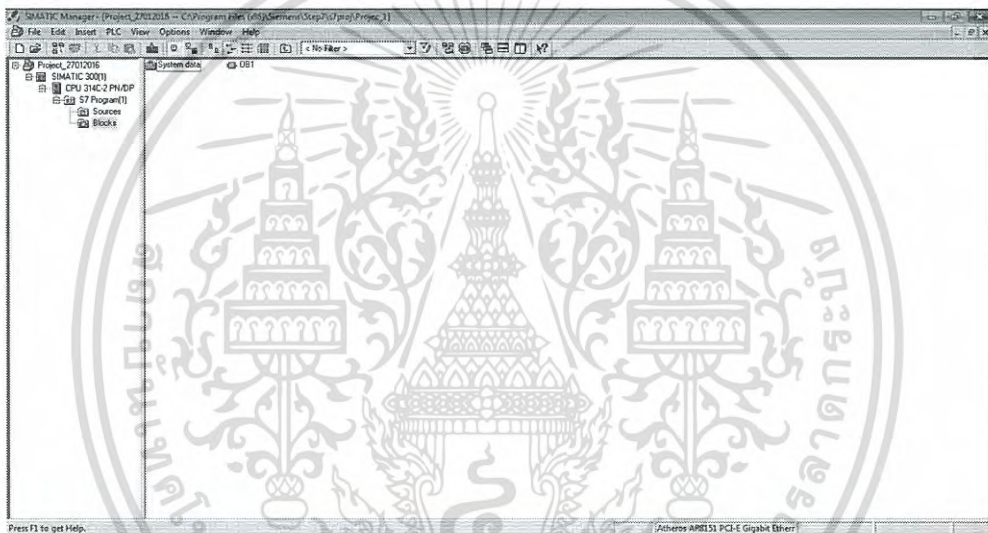


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

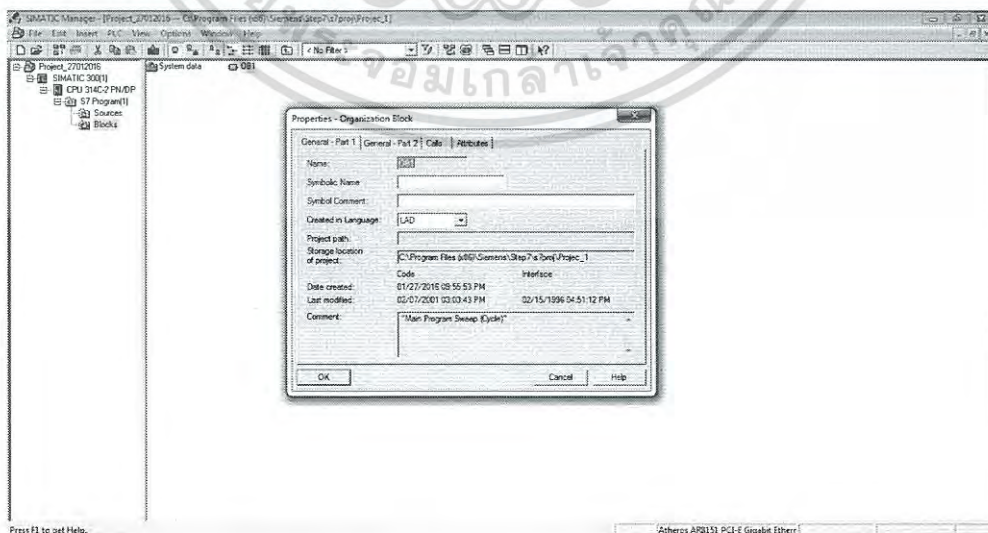
43. AS-i Profinet Gateway จะขึ้น Active



44. เริ่มเขียนโปรแกรมโดยการดับเบิลคลิกที่ OB1

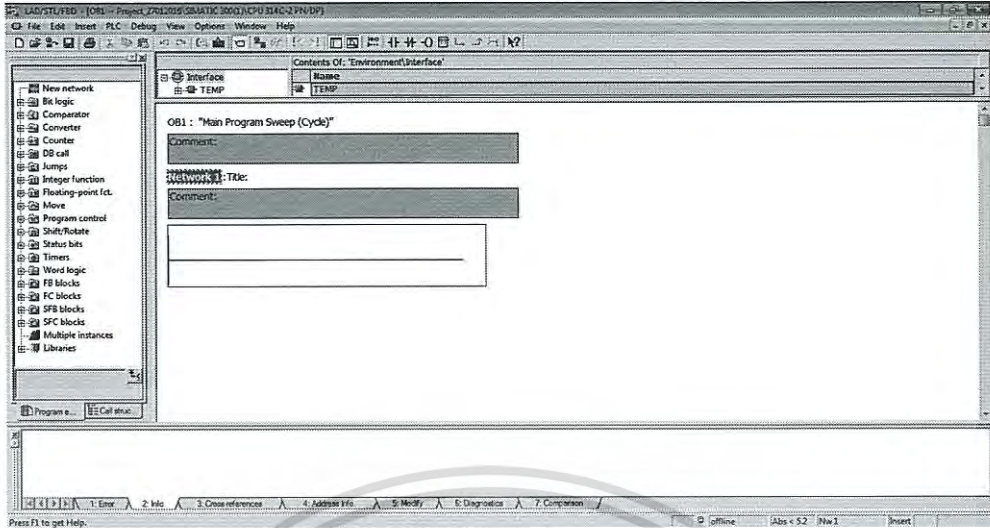


45. จะปรากฏหน้าต่างดังรูป เลือก OK



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6. เสร็จสิ้นการคอนฟิกูเรชัน สามารถเริ่มเขียนโปรแกรมควบคุมได้

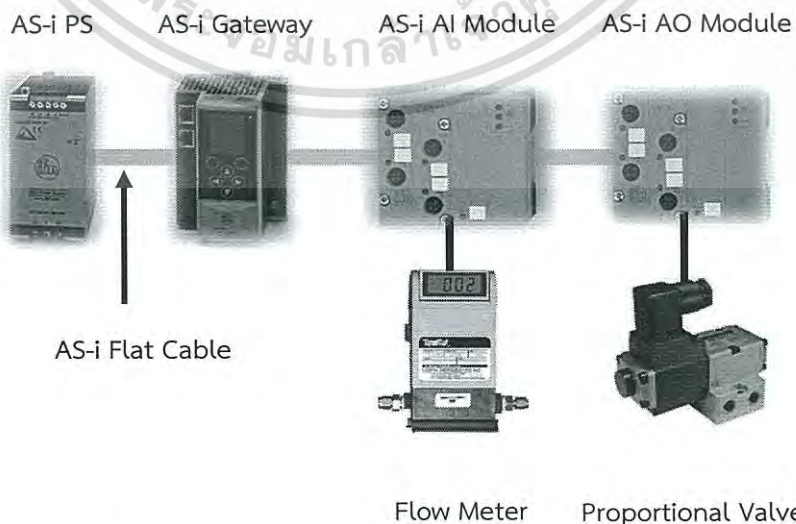


4.2 กระบวนการควบคุมอัตราการไหล

เมื่อทำการคอนฟิกูเรชันเรียบร้อยแล้ว ขั้นตอนต่อไปทำการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมกระบวนการควบคุมอัตราการไหล และพล็อตกราฟผลการทดลอง

4.2.1 อุปกรณ์

1. โมดูลแอนาล็อกอินพุต (AC2516 ยี่ห้อ ifm)
2. โมดูลแอนาล็อกเอาต์พุต (AC2518 ยี่ห้อ ifm)
3. สายอะซี (AC4000 ยี่ห้อ ifm)
4. อุปกรณ์วัดอัตราการไหล (822S-M-2-OV1-PV1-V1 ยี่ห้อ SIERRA)
5. วาล์วสัดส่วน (VEF2121 ยี่ห้อ SMC)

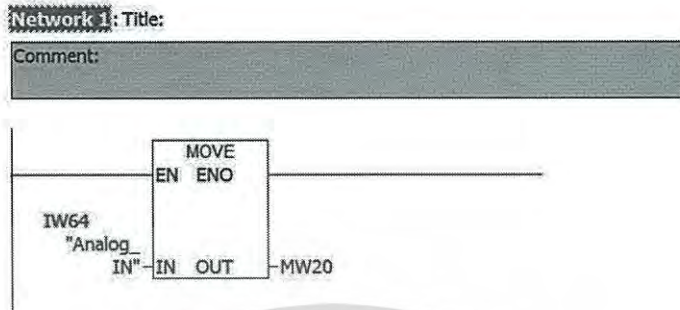


รูปที่ 4.1 การต่อวงจรกระบวนการควบคุมอัตราการไหล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับผูกพันไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ขั้นตอน

- ใช้ฟังก์ชัน MOVE รับค่าอินพุทจากแอดเดรส IW64 และย้ายข้อมูลเก็บไว้ที่แอดเดรส MW20 โดยค่าอินพุทจะอยู่ที่ 4000-20000 DEC

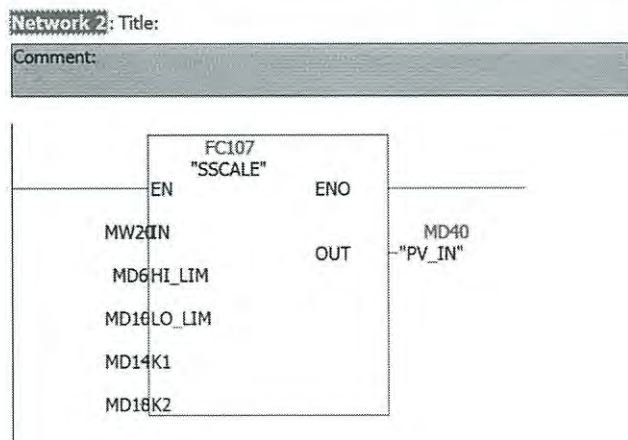


- เขียนโปรแกรมเพื่อสร้างฟังก์ชันที่ใช้ในการทำสเกลโดยใช้ SCL Source ได้ FC107 ใช้ในการทำสเกลค่าจาก 4000-20000 DEC เป็น 0-100 REAL

```

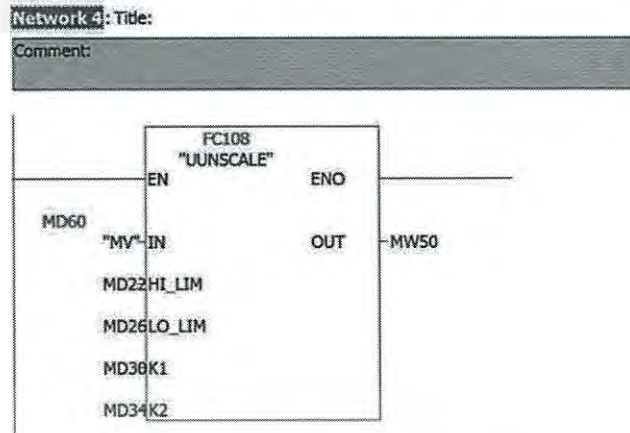
SCL - [SCL Source1] -- Path\SIMATIC 300(1)\CPU 314C-2 PN/DP
File Edit Insert PLC Debug View Options Window Help
FUNCTION FC107 : VOID
VAR_INPUT
  IN      : INT;
  HI_LIM  : REAL;
  LO_LIM  : REAL;
  K1      : REAL;
  K2      : REAL;
END_VAR
VAR_OUTPUT
  OUT : REAL;
END_VAR
BEGIN
  OUT := (((IN-K1)/(K2-K1)) * (HI_LIM-LO_LIM)) + LO_LIM;
END_FUNCTION
  
```

(MD6=100.0, MD10=0.0, MD14=4000.0, MD18=20000.0 REAL)

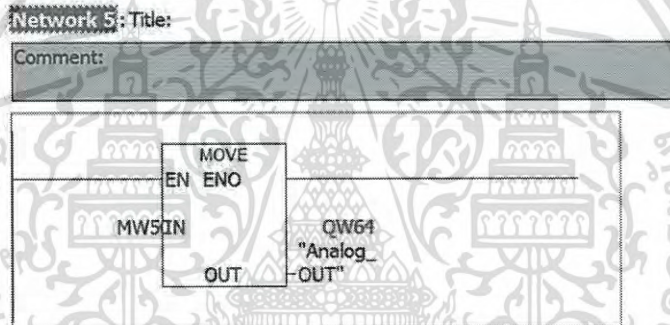


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(MD22=100.0, MD26=0.0, MD30=4000.0, MD34=20000.0 REAL)



5. ใช้ฟังก์ชัน MOVE รับค่าที่ได้ทำการสเกลแล้วจากแอดเดรส MW50 และย้ายข้อมูลไปที่แอดเดรส QW64 ซึ่งเป็นแอดเดรสของเอาต์พุต (Output Channel1) โดยจะมีค่าอยู่ที่ 4000-20000 DEC

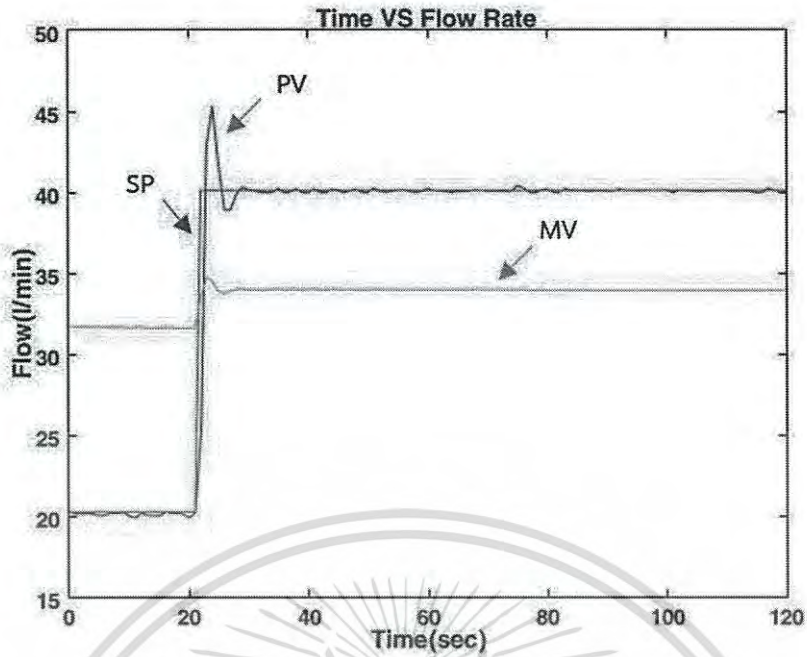


4.2.3 ผลการทดลอง

เพื่อทดสอบความสามารถของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลจึงเลือกค่าเป้าหมาย 4 กรณี และมีค่าเริ่มต้นเดียวกัน โดยใช้ค่าพารามิเตอร์พีโอดี ดังนี้ ค่าสัดส่วน (K_p) เท่ากับ 0.002, ค่าปริพันธ์ (T_i) เท่ากับ 30 และค่านูพันธ์ (T_d) เท่ากับ 20 ผลการทดลองแสดงดังรูปต่อไปนี้

กรณีที่ 1 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไปยัง 40 ลิตรต่อนาที

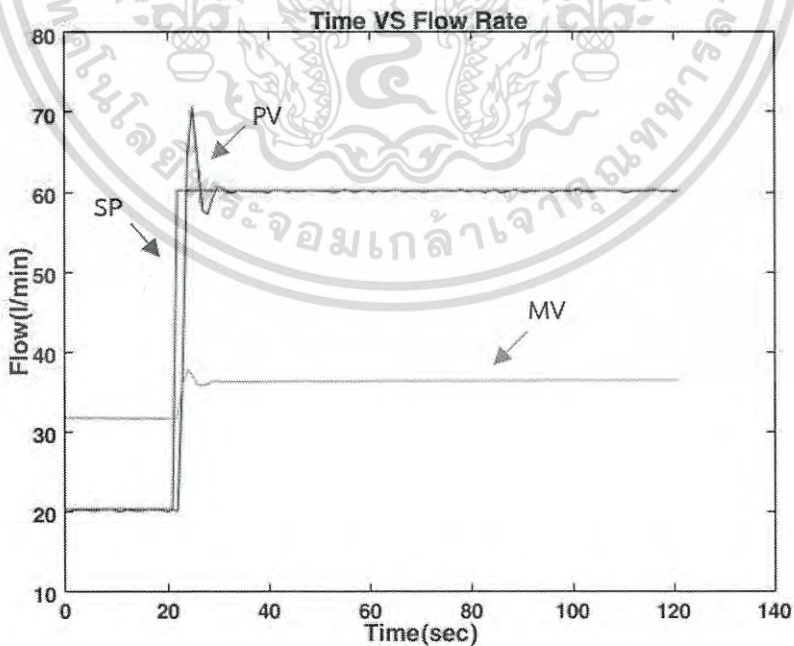
รูปที่ 4.2 แสดงการตอบสนองการควบคุมอัตราการไหลที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไปยัง 40 ลิตรต่อนาที โดยมีค่าความผิดพลาด 0.026188



รูปที่ 4.2 ผลการตอบสนองของระบบควบคุมอัตราการไหล
เมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไป 40 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 2 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไปยัง 60 ลิตรต่อนาที

รูปที่ 4.3 แสดงการตอบสนองการควบคุมอัตราการไหลที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไปยัง 60 ลิตรต่อนาที โดยมีค่าความผิดพลาด 0.086467



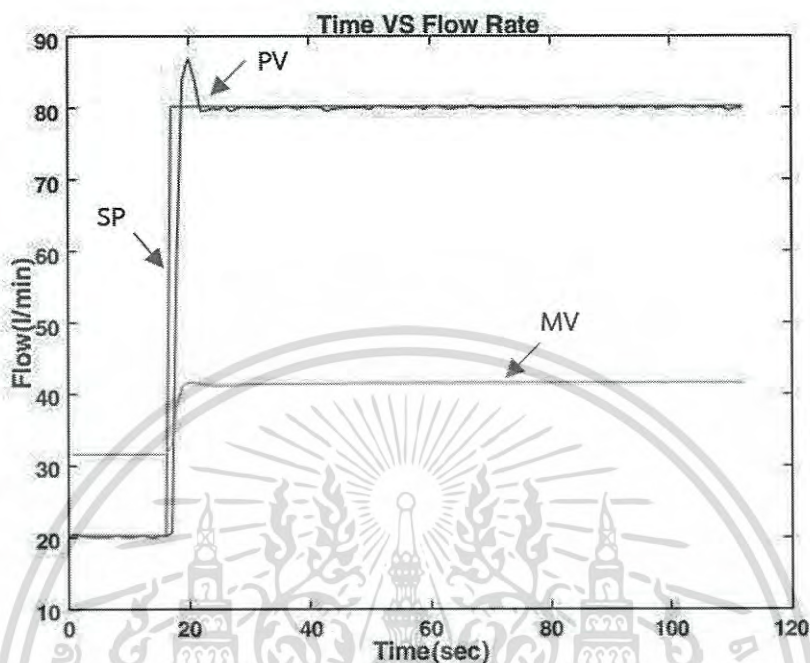
รูปที่ 4.3 ผลการตอบสนองของระบบควบคุมอัตราการไหล

เมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไป 60 ลิตรต่อนาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กรณีที่ 3 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไปยัง 80 ลิตรต่อนาที

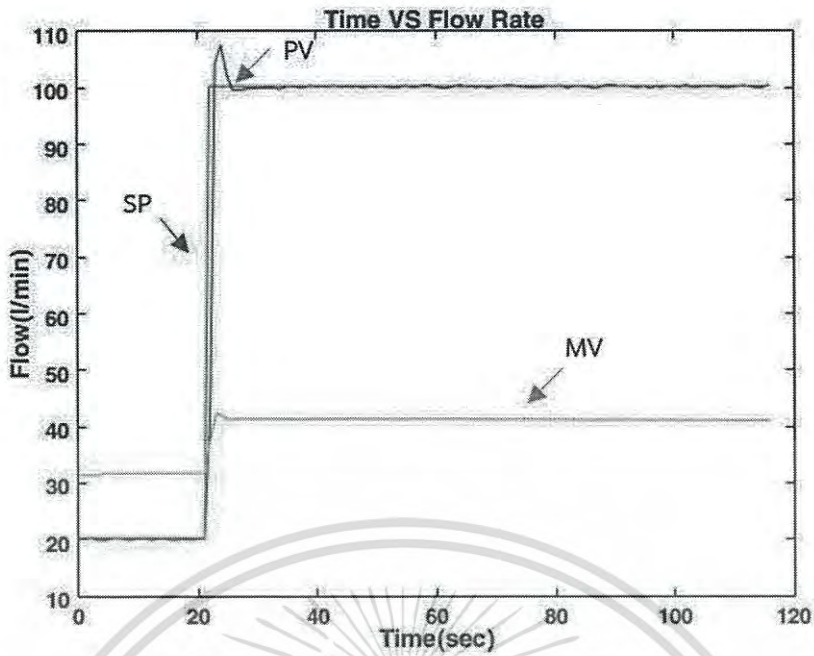
รูปที่ 4.4 แสดงการตอบสนองการควบคุมอัตราไหลที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไปยัง 80 ลิตรต่อนาที โดยมีค่าความผิดพลาด 0.089052



รูปที่ 4.4 ผลการตอบสนองระบบควบคุมอัตราไหล
เมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไป 80 ลิตรต่อนาที

กรณีที่ 4 ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไปยัง 100 ลิตรต่อนาที

รูปที่ 4.5 แสดงการตอบสนองการควบคุมอัตราไหลที่ค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไปยัง 100 ลิตรต่อนาที โดยมีค่าความผิดพลาด 0.083969

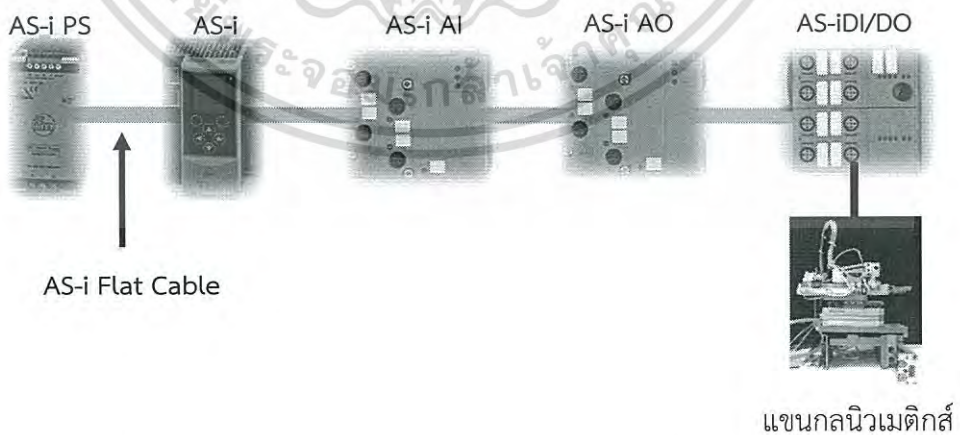


รูปที่ 4.5 ผลการตอบสนองของระบบควบคุมอัตราการไหล
เมื่อค่าเป้าหมายเปลี่ยนแปลงจาก 20 ไป 100 ลิตรต่อนาที

4.3 การควบคุมระบบแขนกลนิวเมติกส์

4.3.1 อุปกรณ์

1. โมดูลดิจิทัลอินพุต/เอาต์พุต (AC5236 ยี่ห้อ ifm)
2. สายอะซี (AC4000 ยี่ห้อ ifm)
3. แขนกลนิวเมติกส์

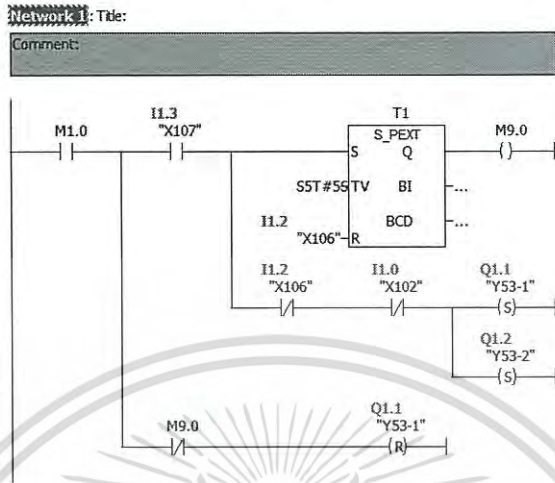


รูปที่ 4.6 การต่อวงจรระบบการควบคุมแขนกลนิวเมติกส์

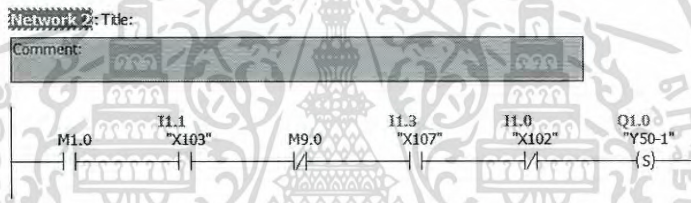
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ขั้นตอน

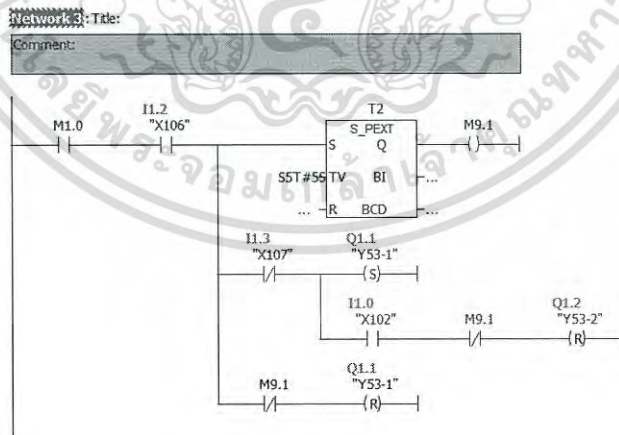
- ควบคุมแขนกลนิวเมติกส์ให้เลื่อนออก (Q1.1 = 1) และทำการหนีบชิ้นงาน (Q1.2 = 1) ค้างไว้เป็นเวลา 5 วินาทีโดยใช้ Extend Pulse Timer และเลื่อนเข้า (Q1.1 = 0)



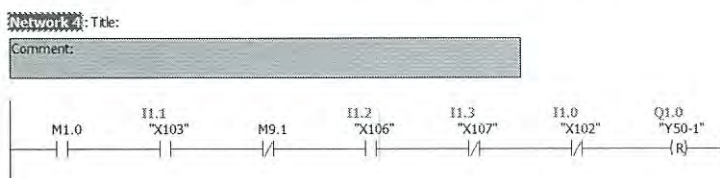
- ควบคุมให้แขนกลนิวเมติกส์หมุนไปทางขวา 180 องศา (Q1.0 = 1)



- ควบคุมแขนกลนิวเมติกส์ให้เลื่อนออก (Q1.1=1) ค้างไว้ 5 วินาทีโดยใช้ Extend Pulse Timer จากนั้นปล่อยชิ้นงาน (Q1.2=0) และเลื่อนเข้า (Q1.1=0)



- ควบคุมให้แขนกลนิวเมติกส์หมุนไปทางซ้าย 180 องศา (Q1.0=0)

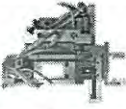
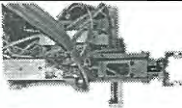
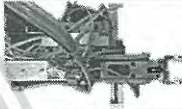

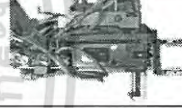







เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการทดลอง

จากการเขียนโปรแกรมเพื่อสั่งให้ตัวกระทำทำงานพบว่า สถานะของสวิตช์รีด และวาล์วนิวเมติกส์ เป็นดังนี้ การกระทำแสดงรูปภาพการทำงานของแขนกลนิวเมติกส์

ตารางที่ 4.1 สถานะสวิตช์รีด และวาล์วนิวเมติกส์

สถานะของสวิตช์รีด				สถานะของวาล์วนิวเมติกส์			การกระทำ
X102	X103	X106	X107	Y50-1	Y53-1	Y53-2	
0	1	0	1	0	1	0	
1	0	0	1	0	1	1	
1	0	0	1	0	1	1	
1	0	0	1	0	0	1	
0	1	0	1	1	0	1	
0	1	1	0	1	1	1	
0	0	1	0	1	1	1	
1	0	1	0	1	1	0	
1	0	1	0	1	0	0	
0	1	1	0	0	0	0	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผล ปัญหา และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

หลังจากได้ทำการศึกษาค้นคว้าข้อมูลเกี่ยวกับการใช้ระบบอะซีบัส ทำให้สามารถคอนฟิกูเรชัน ระหว่างอะซีบัส และตัวควบคุมพีแอลซี S7-300 เพื่อนำไปทดลองการควบคุมกระบวนการระบบอัตโนมัติ ได้แก่ การควบคุมอัตราการไหล และการควบคุมระบบแขนกลนิวเมติกส์ โดยการเขียนโปรแกรม SIMATIC Manager ในการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม เมื่อนำผลการทดลองการควบคุมอัตราการไหลไปพล็อตกราฟ แสดงความสัมพันธ์ระหว่างค่าเป้าหมาย (SP) ,ตัวแปรกระบวนการ (PV) และตัวแปรที่ถูกควบคุม (MV) ต่อเวลา จะได้ค่าความผิดพลาด เมื่อเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 20 ลิตรต่อนาที เป็น 40 ลิตรต่อนาที เท่ากับ 2.6188% เมื่อเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 20 ลิตรต่อนาที เป็น 60 ลิตรต่อนาที เท่ากับ 8.6467% เมื่อเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 20 ลิตรต่อนาที เป็น 80 ลิตรต่อนาที เท่ากับ 8.9052% และเมื่อเปลี่ยนค่าเป้าหมายจาก 20 ลิตรต่อนาที เป็น 100 ลิตรต่อนาที เท่ากับ 8.3969% จากค่าความผิดพลาดทั้งหมด พบว่าอยู่ในช่วงค่าที่ยอมรับได้ซึ่งไม่เกิน 10% ในส่วนผลการทดลองการควบคุมระบบแขนกลนิวเมติกส์ได้บันทึกผลเป็นสถานะของสวิตช์รีด และวาล์วนิวเมติกส์ ซึ่งแสดงให้เห็นความสามารถในการตอบสนองได้ตรงกับคำสั่ง และโครงการนี้สามารถเป็นแนวทางให้ผู้ที่สนใจศึกษา เข้าใจในรายละเอียดของอะซีบัส และการนำอะซีบัสไปใช้ในกระบวนการทางอุตสาหกรรมได้อย่างถูกต้อง

5.2 ปัญหา

1. การทดลองควบคุมอัตราการไหลบางครั้งอาจทดลองไม่ได้ เนื่องจากความดันลมจากปั๊มต่ำเกินไปหรือไม่คงที่
2. อุปกรณ์วัดอัตราการไหลที่มีจอแสดงค่า แต่ค่าที่อ่านได้นั้นไม่ตรงกับสัญญาณที่อ่านได้จากโปรแกรม SIMATIC Manager ซึ่งอาจเกิดจากความไวในการแสดงผล
3. ค่าเอาต์พุตหรือตัวแปรกระบวนการของการควบคุมอัตราการไหลมีการแกว่งขึ้นลงเล็กน้อยระหว่างค่าเป้าหมาย เนื่องจากความดันลมไม่คงที่ตลอดการทดลอง
4. ค่าความผิดพลาดที่ยอมรับได้ของกระบวนการควบคุมอัตราการไหลมีค่าสูง เนื่องจากผลกระทบที่เกิดจากความดันลมในการทดลองมีค่าไม่คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. การศึกษาการควบคุมแขนกลนิวมेटิกส์ สามารถออกแบบเขียนโปรแกรมได้หลากหลายตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งการออกแบบจะขึ้นกับลักษณะของตัวกระทำด้วย
2. ควรควบคุมความดันลมให้คงที่ เพื่อให้ผลการทดลองมีความน่าเชื่อถือมากขึ้น
3. การศึกษาโครงการนี้เพิ่มเติม สามารถศึกษาการเลือกใช้อุปกรณ์ได้อย่างละเอียด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

Richard Zurawski. 2015. *Industrial Communication Technology Handbook*. 2nd ed.

USA : CRC Press.

Sunit Kumar Sen. 2014. *Fieldbus and Networking in Process Automation*. USA

: CRC Press.

Frank Hinnah and Bernd Schneiner. 2012. *AS-interface manual tips and tricks for users*. 2.2nd ed. : ifm electronics.

ifm electronics. 2015. *AS-interface*. [Online]

Available : <https://www.ifm.com/>

สัมพันธ์ แหล่งป่าหมื่น. 2015. *ASI*. [Online]

Available : <http://slideplayer.in.th/slide/2123249/>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

From AS-i Gateway
AC1401

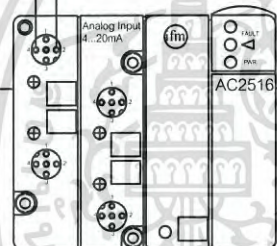
ASI-bus



N L ⊕
220VAC

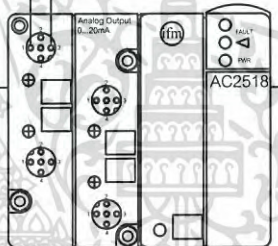
From TH-5M
Isolate Transducer
Pin -6 Pin +5

4 - 20 mA



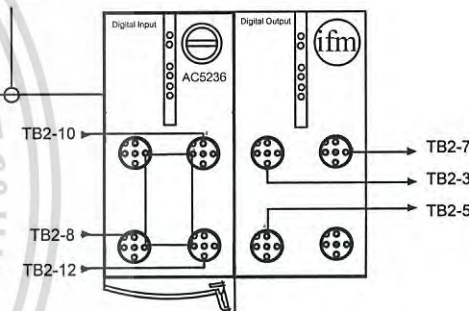
To W5FV
Signal Transmitter
Pin +4 Pin -5

0 - 20 mA



ASI-bus

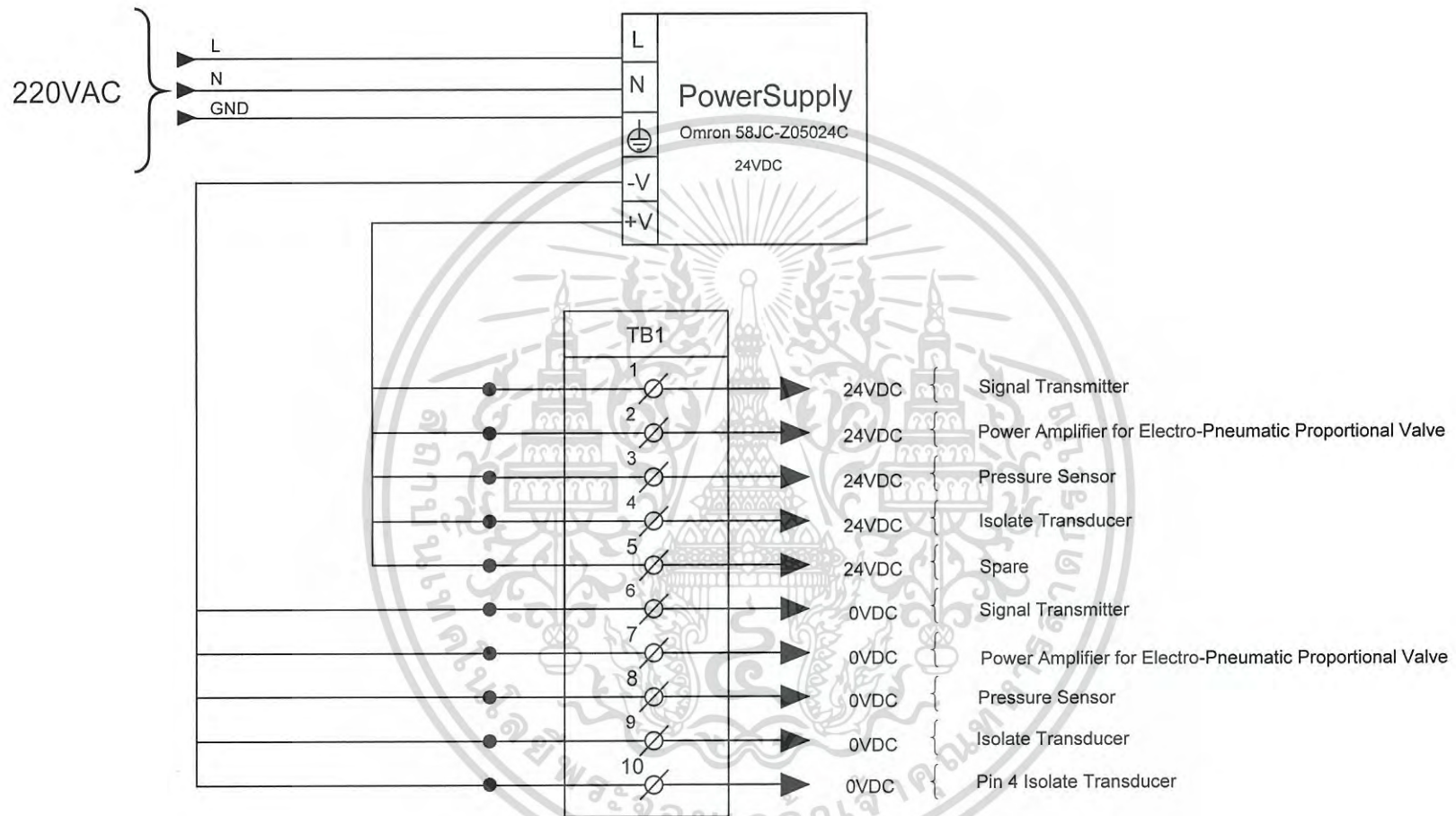
ASI-bus



Wiring Diagram

Process Automation : Asi-bus and PLC S7-300

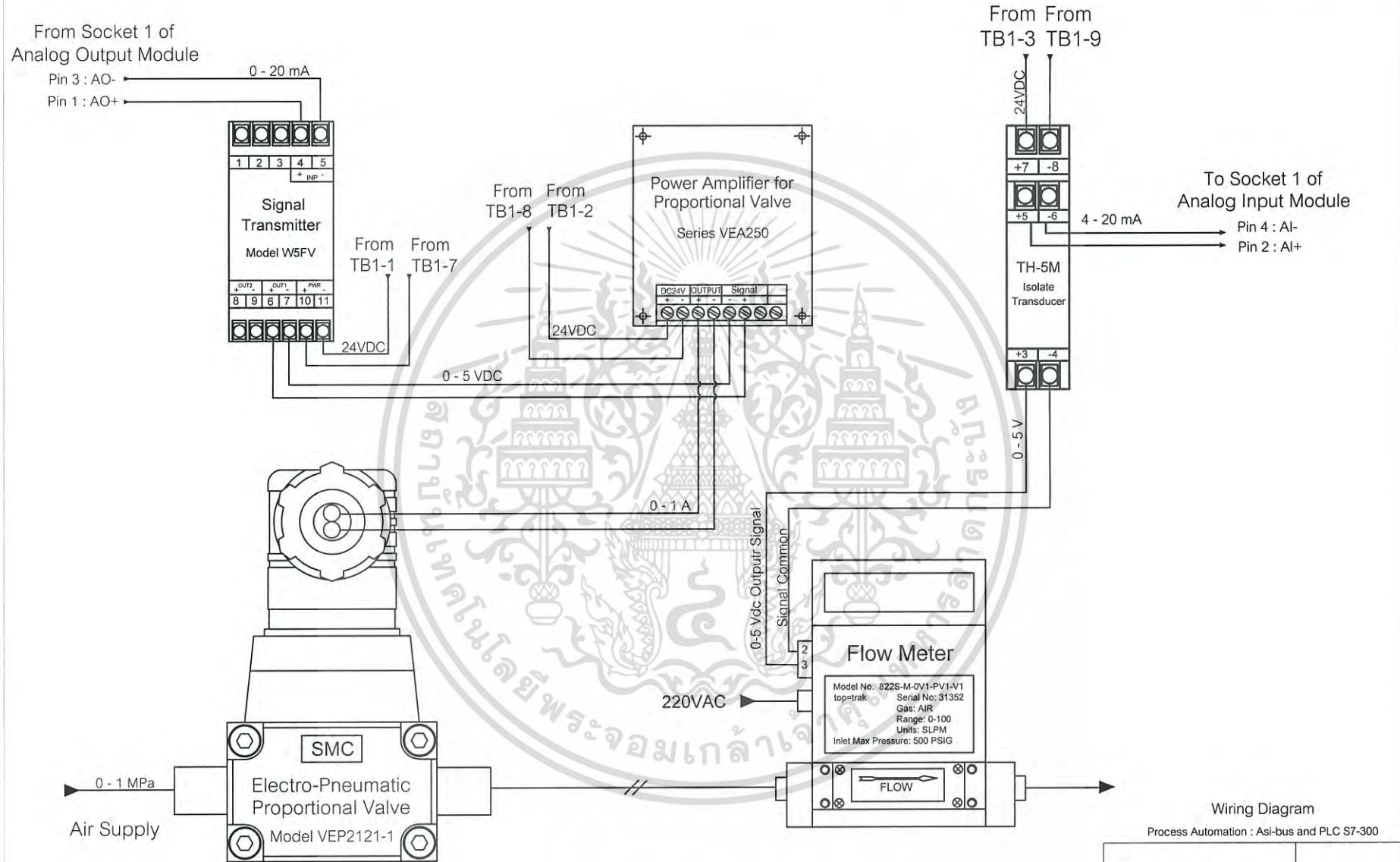
N.Paengsutto	Instrument	2015 RMITL
P.Ponwonsa		
		Page 2



Wiring Diagram

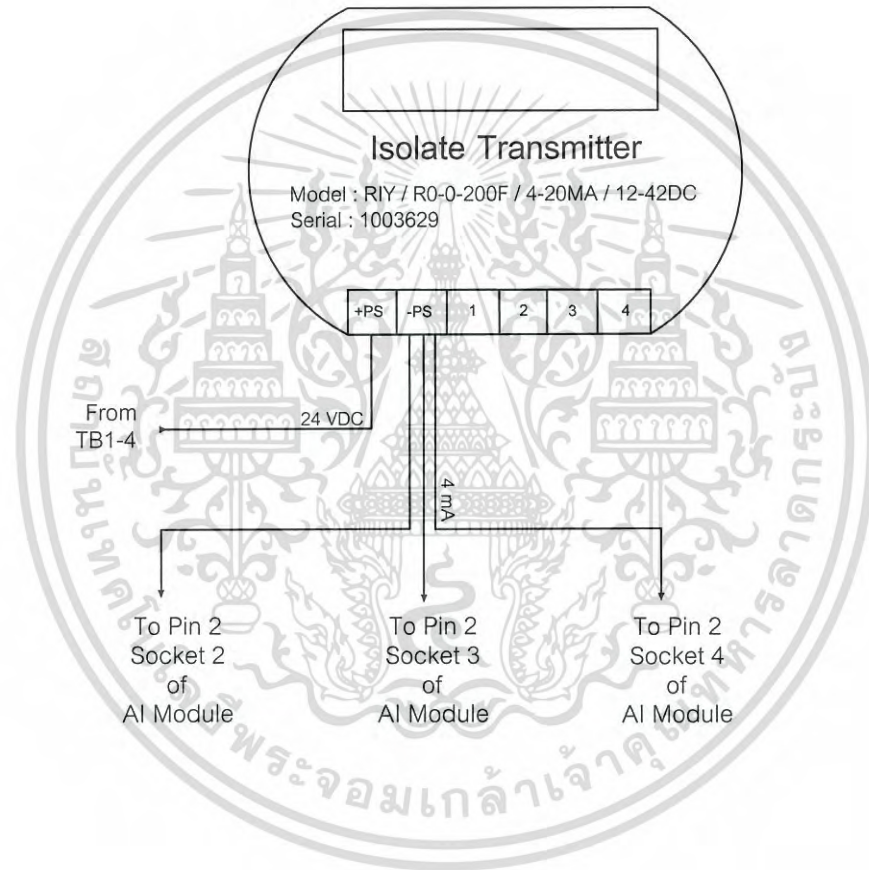
Process Automation : Asi-bus and PLC S7-300

N.Paengsutto	Instrument	2015
P.Ponwonsa		
Page 3		



Wiring Diagram
Process Automation : Asi-bus and PLC S7-300

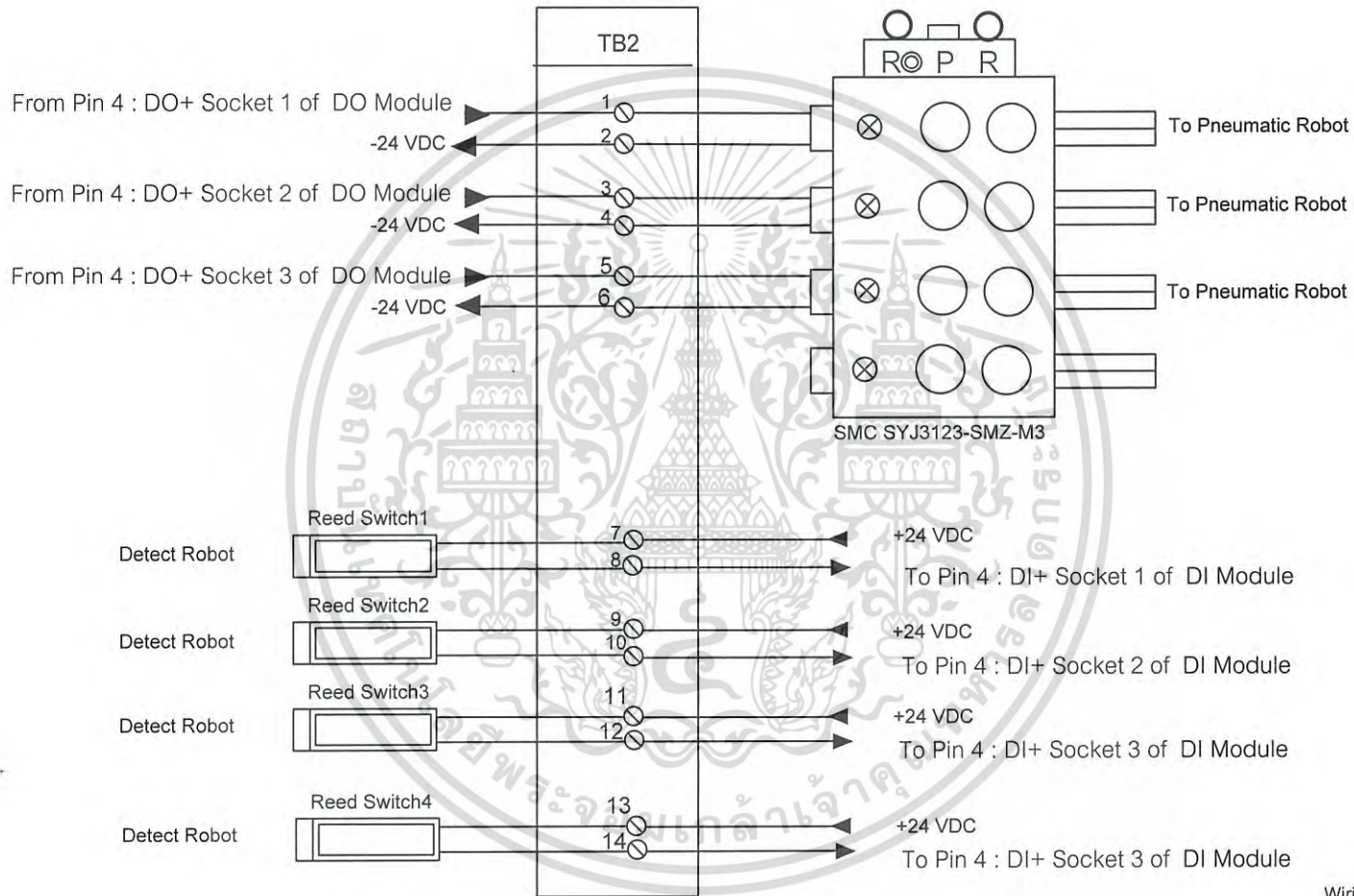
N.Paengsutto		Instrument	2015
P.Ponwonsa			KMITL
Flow Control			
			Page 4



Wiring Diagram

Process Automation : Asi-bus and PLC S7-300

N.Paengsutto	Instrument	2015
P.Ponwonsa		
		Page 5



Wiring Diagram

Process Automation : Asi-bus and PLC S7-300

N.Paengsutto		Instrument	2015
P.Ponwonsa			KMITL
			Page 6