การจำลองระบบการผลิตอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรม ITS PROFESSIONAL EDITION
THE SIMULATION OF AUTOMATED PRODUCTION SYSTEM WITH ITS PROFESSIONAL EDITION

วัฒนศักดิ์ พันธ์แก้ว

บริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

การจำลองระบบการผลิตอัตโนมัติ
ด้วยโปรแกรม ITS PROFESSIONAL EDITION
THE SIMULATION OF AUTOMATED PRODUCTION SYSTEM WITH ITS PROFESSIONAL EDITION

วัฒนศักดิ์ พันธ์แก้ว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2557

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE SIMULATION OF AUTOMATED PRODUCTION SYSTEM WITH ITS PROFESSIONAL EDITION

WATTANASAK PHANKAEW

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2014

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2557
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การจำลองระบบการผลิตอัตโนมัติด้วยโปรแกรม ITS PROFESSIONAL EDITION
THE SIMULATION OF AUTOMATED PRODUCTION SYSTEM WITH ITS PROFESSIONAL EDITION

นักศึกษาผู้จัดทำ นายวัฒนศักดิ์ พันธ์แก้ว **รหัสนักศึกษา** 54011180
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ
ปีการศึกษา 2557

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์	
ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การจำลองระบบการผลิตอัตโนมัติด้วยโปรแกรม ITS PROFESSIONAL EDITION THE SIMULATION OF AUTOMATED PRODUCTION SYSTEM WITH ITS PROFESSIONAL EDITION		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายวัฒนศักดิ์	พันธ์แก้ว	**รหัสนักศึกษา** 54011180
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.ดร.ธีรวัฒน์	เทพมณี	
	รศ.ดร.ไสว	พงศ์สวัสดิ์	
ปีการศึกษา	2557		

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการพัฒนากระบวนการผลิตด้วยระบบการควบคุมอัตโนมัติ โดยการจำลองการผลิตแบบแบตช์และวิธีการผลิตแบบตามสั่งจาก ITS PLC PROFESSIONAL: PICK AND PLACE PROCESS โดยเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษา Ladder Diagram และโปรแกรม Visual studio ใช้สำหรับออกแบบ Website มาประยุกต์ใช้กับโปรแกรม SQL Server 2014 Management Studio ในการออกแบบฐานข้อมูล (Data base) เพื่อจัดตารางการผลิตให้เครื่องจักรดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนด จากผลการศึกษาการควบคุมและการวางแผนการผลิตแบบ PICK AND PLACE PROCESS พบว่า สินค้าที่ถูกผลิตในกระบวนการผลิตผ่านเครื่องจักร 1 เครื่องและมีรูปแบบของสินค้าที่หลากหลายตามความต้องการของผู้บริโภค แต่ละรูปแบบมีเวลาไม่เท่ากัน โดยกระบวนการผลิตเป็นแบบ Job to order มีการสั่งซื้อสินค้าและเลือกวิธีการจัดลำดับกระบวนการผลิตผ่านทาง Website ได้ 4 รูปแบบตามทฤษฎีการจัดลำดับงานคือ จัดลำดับการผลิตตามลำดับการสั่งซื้อสิ่งค้า (FCFS), เวลางานในระบบเฉลี่ยน้อยที่สุดและเวลางานคลาดเคลื่อนกำหนดส่งเฉลี่ยน้อยที่สุด (SPT), ลำดับความสำคัญของงาน (WSPT) และเวลางานที่ส่งล่าช้าหรือน้อยที่สุด (EDD) โดยกำหนดขอบเขตการทำงานของเครื่องจักรที่กำหนดไว้ วันละ 8 ชั่วโมง ซึ่งข้อมูลจะถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูล จากนั้นผู้ใช้งานเรียกข้อมูลของสินค้าผ่านทางโปรแกรม Microsoft Office Excel เมื่อเสร็จสิ้นข้อมูลของสินค้าจะถูกส่งไปยังโปรแกรมควบคุมและสั่งการผลิต (HMI) หลังจากผลิตสินค้าแล้วข้อมูลการผลิตจะส่งไปยังหน้า Website ที่มีความสะดวกต่อการรับรู้ข้อมูลของกระบวนการผลิตตอบสนองความต้องการของผู้ประกอบการและผู้บริโภคได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	The Simulation of Automated Production System with ITS PLC Professional Edition	
Authors	Mr. Wattanasak	Phankaew
Thesis Advisor	Asst.Prof.Dr. Teerawat	Thepmanee
	Assoc.Prof.Dr. Sawai	Pongswatd
Year	2014	

ABSTRACT

The thesis aims to development of production by the automation control system. The Batches Production model and ITS PLC PROFESSIONAL: PICK AND PLACE PROCESS worked by Larder Diagram Language written to program and Visual studio program designed to Website Applied with Database by SQL Server 2014 Management Studio. To be arrangement of Production schedule give a machine produced completely on time. The results that study of control and production planning by PICK AND PLACE PROCESS was a production through one machine. There were various production forms. Each to forms has a difference production times. This is a production call is "Job to order". While ordering and Selection method of arrangement production through the Website. Which have 4 methods such as First Come First Serve (FCFS), Shortest Processing Time (SPT), Weighted Shortest Processing Time (WSPT), and Earliest Due-Date (EDD). By the scope of the machine operating 8 hours a day. Information was stored in a database. The user run information through Microsoft Office Excel. There are productions complete. The data of product were sent to Human Machine Interface (HMI). After the data were sent to the Website that comfortably get to know a data of production process. To be respond to demand ours businessman and consumer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณ ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี และรศ.ดร.ไสว พงศ์สวัสดิ์ อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้ความรู้ ความคิดริเริ่ม คำปรึกษาและคำชี้แนะแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่างๆ อย่างทุ่มเทตลอดจนการฝึกฝนให้ผู้เขียนมีความสามารถในการทำโครงงานและพัฒนาได้อย่างมีประสิทธิภาพมาโดยตลอดระยะเวลาการศึกษา

ขอขอบพระคุณ รศ.ประภาษ อุคคกิมาพันธุ์, นายเขมชาติ กริชไพฑูรย์ นายภานุพงศ์ ขุนน้อยและนายชนกันต์ โพธิ์ชัย ที่ได้ให้คำปรึกษาถึงวิธีการแก้ไขปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาการศึกษาร่วมกับอาจารย์ที่ปรึกษา และเป็นแรงผลักดันตลอดระยะเวลาในการทำโครงงาน

ขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ (สุชาติ พันธ์แก้ว) คุณแม่ (บุญล้อม พันธ์แก้ว) พี่ชาย (สุรพงษ์ พันธ์แก้ว) และพี่สาว (ชนาธิป พันธ์แก้ว) ผู้เป็นที่รักยิ่งในครอบครัว ที่คอยให้กำลังใจและให้โอกาสได้รับการศึกษาในระดับต่างๆ รวมทั้งให้การสนับสนุนในทุกด้าน จนกระทั่งได้สำเร็จการศึกษาระดับวิศวกรรมศาสตรบัณฑิตนี้

สุดท้ายนี้ผู้เขียนหวังเป็นอย่างยิ่งว่าปริญญานิพนธ์ฉบับนี้คงมีประโยชน์ต่อผู้อ่าน และสามารถนำไปใช้ในการพัฒนาต่อไปในอนาคต หากมีข้อผิดพลาดประการใด ผู้เขียนขออภัยมา ณ ที่นี้ด้วย

วัฒนศักดิ์ พันธ์แก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญภาพ	IX
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์	1
1.4 ขั้นตอนการศึกษา	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การแบ่งระดับชั้นของระบบ	4
2.1.1 กระบวนการผลิต (Levels 0)	4
2.1.2 การควบคุมกระบวนการผลิต (Levels 1)	8
2.1.2.1 Programmable Logic Control (PLC)	8
2.1.2.2 โครงสร้างของ PLC	9
2.1.3 การสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต (Levels 2)	11
2.1.4 การจัดการกระบวนการผลิต (Levels 3)	12
2.1.5 การจัดการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและผู้บริหาร (Level 4)	18
2.2 กระบวนการผลิตแบบแบตช์	18
2.2.1 ขั้นตอนการผลิต	19
2.3 Standard Template Library (STL)	19
2.3.1 แพคเกจของโปรแกรม STL	19
2.4 ระบบฐานข้อมูล (Database System)	20
2.4.1 ไฟล์ข้อมูล (Data File)	20
2.4.2 ไฟล์ Transaction Log	21
2.4.3 ระบบแฟ้มข้อมูล (File System)	21
2.4.4 เครื่องมือในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่น	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

2.4.5 ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS) 22
2.4.6 ความสัมพันธ์ของข้อมูลแบบ Relational Model 23
2.5 เว็บไซต์ (Website) 24
2.5.1 Hypertext Markup Language (HTML) 24
2.5.2 Personal Home Page (PHP) 25
2.5.3 Cascading Style Sheet (CSS) 26

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ 26
3.1 ขั้นตอนการเชื่อมต่อ Hardware 26
3.2 ขั้นตอนดำเนินการของ DAQ และ PLC 26
3.2.1 Hardware Configuration 27
3.2.2 Software Configuration 31
3.2.3 โปรแกรม SIMATIC Manager 33
3.3 ขั้นตอนดำเนินการ PLC และ HMI 36
3.3.1 Hardware Configuration 36
3.3.2 Software Configuration 36
3.4 ขั้นตอนดำเนินการระหว่าง MES และ Database 40
3.4.1 Hardware Configuration 40
2.4.2 Software Configuration 40
3.5 ขั้นตอนดำเนินการระหว่าง HMI และ MES 44
3.4.1 Hardware configuration 44
3.4.2 Software Configuration 44
3.6 วิธีการดำเนินการ Database และ Website 47
3.6.1 SQL Server 2014 R2 48
3.6.1.1 ฐานข้อมูล Tables 51
3.6.1.2 ฐานข้อมูล Programmability 53
3.6.2 Microsoft Visual Studio 2013 54
3.6.3 Internet information Service 6 (IIS) 61
3.6.4 การออกแบบ ER Model โครงสร้าง database ของการเก็บข้อมูล 64

บทที่ 4 ผลการทดลอง 65
4.1 ขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าผ่านทาง Website 65
4.1.1 การสมัครสมาชิก (Register) 65
4.1.2 การเข้าสู่ระบบ (Login) 66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

4.1.3 วิธีการสั่งซื้อสินค้า 67
4.1.4 การตรวจสอบประวัติการสั่งซื้อ 68
4.2 การจัดลำดับการผลิตสินค้า 70
4.2.1 การกำหนดความสำคัญของลูกค้า 70
4.2.2 วิธีการคำนวณ 70
4.2.3 วิธีเรียกดูประวัติการลำดับการผลิต 72
4.2.4 การติดต่อผู้ผลิตสินค้า 72
4.3 ขั้นตอนการผลิตผ่าน HMI 73
4.4 ผลการทดลอง 77
4.4.1 กรณีศึกษาที่ 1 77
4.4.1.1 First Come First Server; FCFS 77
4.4.1.2 Shortage Processing Time; SPT 78
4.4.1.3 Weighted Shortage Processing Time; WSPT 79
4.4.1.4 Earliest Due Date; EDD 79
4.4.2 กรณีศึกษาที่ 2 80
4.4.2.1 First Come First Server; FCFS 80
4.4.2.2 Shortage Processing Time; SPT 81
4.4.2.3 Weighted Shortage Processing Time; WSPT 81
4.4.2.4 Earliest Due Date; EDD 82
4.4.3 กรณีศึกษาที่ 3 82
4.4.3.1 First Come First Server; FCFS 83
4.4.3.2 Shortage Processing Time; SPT 83
4.4.3.3 Weighted Shortage Processing Time; WSPT 84
4.4.3.4 Earliest Due Date; EDD 85
4.4.4 กรณีศึกษาที่ 1 Shortage Processing Time; SPT 87
4.4.5 กรณีศึกษาที่ 2 Shortage Processing Time; SPT 87
4.4.6 กรณีศึกษาที่ 3 Shortage Processing Time; SPT 88
4.4.7 ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อน 88
4.4.8 วิจารณ์ผลการทดลอง 89

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 90
5.1 สรุปผลการทดลอง 90
เอกสารอ้างอิง 91
ภาคผนวก 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แสดงแผนการดำเนินงานตลอดงานวิจัย	3
2.1 แสดงตำแหน่งและหน้าที่การทำงานของเซ็นเซอร์	6
2.2 แสดงตำแหน่งและการทำงานของแอคชูเอเตอร์	6
2.3 แสดงคำศัพท์และความหมายของการจัดลำดับการผลิตสินค้า	12
2.4 แสดงการเปรียบเทียบการจัดลำดับงานทั้ง 4 วิธี	14
2.5 การจัดลำดับงานตามกฎ Shortest Processing Time (SPT)	16
2.6 แสดงการจัดลำดับตามกฎ WSPT	17
2.7 การจัดการลำดับงานตามกฎ EDD	18
3.1 แสดงการจัดเก็บชุดคำสั่ง Shorted Procedure ของโครงงานนี้	52
3.2 แสดงรูปแบบการกำหนดคำสั่ง VB.NET	57
3.3 การออกแบบ ER Model โครงสร้าง database ของการเก็บข้อมูล	62
4.1 แสดงความหมายของผลที่แสดงใน Export Data	71
4.2 แสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 1	77
4.3 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี FCFS	77
4.4 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT	78
4.5 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี WSPT	79
4.6 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี EDD	79
4.7 แสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 2	80
4.8 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี FCFS	80
4.9 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT	81
4.10 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี WSPT	81
4.11 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี EDD	82
4.12 แสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 3	82
4.13 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี FCFS	83
4.14 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT	83
4.15 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี WSPT	84
4.16 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี EDD	85
4.17 แสดงการเปรียบเทียบการคำนวณของทั้ง 4 วิธี เพื่อเลือกรูปแบบการจัดลำดับการผลิตที่ดีที่สุดของกรณีศึกษาที่ 1	85
4.18 แสดงการเปรียบเทียบการคำนวณของทั้ง 4 วิธี เพื่อเลือกรูปแบบการจัดลำดับการผลิตที่ดีที่สุดของกรณีศึกษาที่ 2	86
4.19 แสดงการเปรียบเทียบการคำนวณของทั้ง 4 วิธี เพื่อเลือกรูปแบบการจัดลำดับการผลิตที่ดีที่สุดของกรณีศึกษาที่ 3	86
4.20 แสดงผลการทดลองการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT	87
4.21 แสดงผลการทดลองการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่		หน้า
4.22	แสดงผลการทดลองการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT	88
4.23	ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 โดยเฉลี่ยคือค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 (การผลิตจริง) เมื่อเทียบกับค่าที่คำนวณจากหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานในหัวข้อที่ 4.3.1	88
4.24	ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 โดยเฉลี่ยคือค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 (การผลิตจริง) เมื่อเทียบกับค่าที่คำนวณจากหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานในหัวข้อที่ 4.3.1	88
4.25	ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 โดยเฉลี่ยคือค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 (การผลิตจริง) เมื่อเทียบกับค่าที่คำนวณจากหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานในหัวข้อที่ 4.3.1	89
4.26	ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 3 กรณีศึกษา	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 การแบ่งระดับชั้นของระบบ	4
2.2 ITS PLC Professional Edition	5
2.3 แบบจำลองกระบวนการ Pick and Place Process	5
2.4 ตำแหน่งของเซ็นเซอร์	6
2.5 ตำแหน่งของแอคชูเอเตอร์	7
2.6 แขนจับชิ้นงานที่ตำแหน่งจับชิ้นงาน	7
2.7 แขนจับชิ้นงานที่ตำแหน่งพาเหรดที่รองรับชิ้นงาน	8
2.8 PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-300	8
2.9 Power Supply Module	10
2.10 Digital Input module	10
2.11 Digital output modules	11
2.12 Wonderware Intouch	11
2.13 การจัดลำดับงาน A ผลิตก่อนงาน B	15
2.14 การจัดลำดับงาน B ผลิตก่อนงาน A	15
2.15 ระบบฐานข้อมูล (Database System)	20
2.16 การใช้งานของ File group	20
2.17 ลำดับชั้นข้อมูล (Data Hierarchy)	21
2.18 โครงสร้างของระบบจัดการฐานข้อมูล	23
2.19 ความสัมพันธ์ของข้อมูลแบบ Relational Model	23
2.20 ตัวอย่างการเขียน Tag ของ HTML	24
3.1 การเชื่อมต่อระบบ Hardware	27
3.2 Data Acquisition Board	27
3.3 USB License Key	27
3.4 Digital Input-Output	27
3.5 การเชื่อมต่อ DAQ output กับ PLC Digital input (Actuator; 0-7)	28
3.6 การเชื่อมต่อ DAQ output กับ PLC Digital input (Actuator; 8-15)	28
3.7 การเชื่อมต่อ DAQ input กับ PLC output (Actuator; 0-7)	29
3.8 การเชื่อมต่อ DAQ input กับ PLC output (Actuator; 8-15)	30
3.9 Icon โปรแกรม ITS	31
3.10 การเข้าสู่ระบบ	31
3.11 Pick and Place	32
3.12 หน้าหลักของกระบวนการผลิต	32
3.13 SIMATIC Manager	33
3.14 HW Config-[SIMATIC 300 Station]	33
3.15 Configure Network	34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.16	Parameter ของ PLC	34
3.17	Parameters ของ Computer (Other Station)	35
3.18	Blocks ฟังก์ชัน	35
3.19	การเชื่อมต่อ HMI ไปยัง PLC	36
3.20	การเชื่อมต่อ HMI กับ PLC ผ่าน OPC	36
3.21	System Management Console (SMC)	37
3.22	การตั้งค่า IP Address 192.168.1.100	37
3.23	Add PLC 1000	38
3.24	การ import tagname	38
3.25	ArchestrA.DASSIDirect.3	39
3.26	เครื่องหมายข้างหน้า ArchestrA.DASSIDirect.3	39
3.27	เข้าไปที่ Access Name	40
3.28	ตำแหน่ง Item: (Process_Fail)	40
3.29	การสร้างแมโคร	41
3.30	การบันทึกแมโคร	41
3.31	การรับข้อมูลจากภายนอก	42
3.32	เลือกข้อมูลที่ต้องการจาก Desktop	42
3.33	หยุดการบันทึกแมโคร	43
3.34	การกำหนดรูปแบบแมโคร	43
3.35	code ของแมโคร	43
3.36	Hardware Configuration	44
3.37	โปรแกรม Microsoft Office Excel	45
3.38	การกำหนด Access Name	45
3.39	การเพิ่ม Access Name	46
3.40	การกำหนดรายละเอียด Access Name	46
3.41	เลือก Access Names เป็น excel	46
3.42	กำหนดตำแหน่งใน Microsoft Office Excel	47
3.43	Save การเปลี่ยนแปลงของ Tagname	47
3.44	Software ที่ใช้สร้างระบบการจัดการฐานข้อมูล	48
3.45	Icon ของ SQL Server 2014 R2	48
3.46	หน้าล็อกอิน (Login)	49
3.47	การล็อกอินผ่าน User	49
3.48	การล็อกอินโดยใช้ Username และ Password	50
3.49	หน้าต่างหลักของ SQL Server 2014 R2	50
3.50	Object ทั้งหมดของฐานข้อมูล (Database)	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.51	ตารางฐานข้อมูล (Table)	51
3.52	ตารางฐานข้อมูล dbo.Box	51
3.53	ตารางฐานข้อมูล dbo.Customer	52
3.54	ตารางฐานข้อมูล dbo.ExportHistory	52
3.55	ตารางฐานข้อมูล dbo.Order	53
3.56	การจัดเก็บชุดคำสั่ง Stored Procedure	53
3.57	Icon ของ Microsoft Visual Studio 2013	54
3.58	หน้าต่างแรกของ Microsoft Visual Studio 2013	55
3.59	หน้าต่างของ New Project	55
3.60	หน้าต่างของ New ASP>NET Project	56
3.61	หน้าต่างหลักที่ใช้สำหรับการทำงาน	56
3.62	การสร้างหน้า Website	57
3.63	หน้าต่างของ Add New Item	58
3.64	Item ที่อยู่ภายใน Solution Explorer	58
3.65	ตัวอย่างรูปแบบ View Code	59
3.66	ตัวอย่างรูปแบบ View Designer	60
3.67	ตัวอย่างรูปแบบ View Markup	60
3.68	ตัวอย่างรูปแบบ View Component Designer	61
3.69	Icon ของ Internet information Service 6	61
3.70	หน้าต่างหลักของ internet information Service 6	62
3.71	การเข้าสู่หน้าต่าง Add Application	62
3.72	หน้าต่างของ Add Application	63
3.73	หน้าต่าง Select Application Pool	63
3.74	หน้าต่างหลักของ Website	64
4.1	หน้าโฮมเพจของ Website	65
4.2	การสมัครสมาชิก (Register)	66
4.3	หน้าแรก (Home) ของ Website	66
4.4	การสั่งซื้อสินค้า	67
4.5	สั่งพิมพ์หลักฐานการสั่งซื้อสินค้า	67
4.6	หลักฐานการสั่งซื้อสินค้า	68
4.7	ประวัติการสั่งซื้อสินค้า	69
4.8	Icon ของแอพพลิเคชั่น ImportExcel	69
4.9	Start สำหรับการ Update Status	69
4.10	Stop สำหรับหยุดการ Update Status	69
4.11	การเลือกระดับความสำคัญของลูกค้า	70

เอกสารนี้เป็นเอกสารของงานวิจัยสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.12	หน้าต่างของ Export Data	70
4.13	ผลการคำนวณและการ Export Data	71
4.14	หน้าต่าง Save As	72
4.15	หน้าต่างเว็บของ Export History	72
4.16	หน้าต่างเว็บของ Contact	73
4.17	โปรแกรม Wonderware Intouch	73
4.18	หน้าล็อกอินของโปรแกรม Wonderware Intouch	74
4.19	หน้าหลักของโปรแกรม Wonderware Intouch	74
4.20	วิธีสั่งการผลิตสินค้า	75
4.21	การแจ้งเตือนในกรณีที่เกิดปัญหา	75
4.22	การแก้ไขปัญหาของกระบวนการผลิต	75
4.23	หน้าต่างแสดงการทำงานของกระบวนการผลิต	76
4.24	ประวัติการผลิตสินค้า	76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

อุตสาหกรรมในปัจจุบันมีจำนวนมากขึ้น ทำให้เกิดการแข่งขันทางด้านการผลิตสินค้าที่มีประสิทธิภาพสูง โดยมีการใช้เครื่องจักรทดแทนบุคลากร ทำให้มีการพัฒนาระบบอัตโนมัติควบคุมเครื่องจักรในสายการผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งการพัฒนาระบบอัตโนมัติ ในโครงงานนี้จะเน้นการพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบการทำงานจำลองกระบวนการผลิตอัตโนมัติ โดยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL: PICK AND PLACE PROCESS เพื่อสร้างโปรแกรมควบคุมให้สามารถสั่งบรรจุผลิตภัณฑ์ได้ตามแบบที่กำหนดผ่านส่วนแสดงผลและการเชื่อมต่อกับลูกค้าผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ที่ให้ลูกค้าสามารถทำการสั่งซื้อผลิตภัณฑ์ตามที่กำหนดได้จากเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานผ่าน PICK AND PLACE PROCESS แบบจำลองจาก ITS PLC S7-300 Professional
2. เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการจัดตารางการผลิต เพื่อให้ระบบสามารถจำลองกิจกรรมการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนด
3. เพื่อศึกษาและประยุกต์ใช้โปรแกรม Visual studio ในการออกแบบ Website
4. พัฒนาออกแบบ Website ให้มีการใช้งานที่สะดวก ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ประกอบการและผู้บริโภค
5. เพื่อออกแบบส่วนสั่งงาน และแสดงผลการทำงานด้วย Wonderware Intouch

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ออกแบบและจำลองการผลิตแบบแบตช์ และวิธีการผลิตแบบตามสั่ง (Job to order) ผ่าน ITS PLC PROFESSIONAL: PICK AND PLACE PROCESS โดยควบคุมการผลิตด้วย PLC S7-300
2. ศึกษาออกแบบส่วนสั่งงานและผลการทำงานด้วย Wonderware Intouch
3. สร้างโปรแกรมจัดตารางการผลิตที่แตกต่างกัน 4 รูปแบบ
   3.1 First Come First Serve (FCFS)
   3.2 Shortest Processing Time (SPT)
   3.3 Weighted Shortest Processing Time (WSPT)
   3.4 Earliest Due-Date (EDD)
4. ออกแบบระบบฐานข้อมูลและ Website สำหรับลูกค้าในการสั่งสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ออกแบบระบบสายการผลิตอัตโนมัติแบบแบตช์ด้วย PLC S7-300
2. ออกแบบระบบควบคุมสายการผลิตอัตโนมัติแบบแบตช์ด้วย Wonderware Intouch
3. ออกแบบระบบวางแผนจัดการเวลาการผลิตในสายการผลิตอัตโนมัติแบบแบตช์ด้วย Microsoft Office Excel Visual Basic for Applications
4. ออกแบบ Website ด้วย Visual studio
5. ออกแบบระบบ Database ด้วย SQL Server 2014 Management Studio
6. ใช้ Cascading style sheet ในการตกแต่ง Website
7. เชื่อมต่อกันระหว่างระบบควบคุมสายการผลิตระบบวางแผนจัดการเวลาการผลิตในสายการผลิตอัตโนมัติแบบแบตช์ ระบบ Database และ Website
8. ทดลองการใช้งานระบบและบันทึกค่าผลการทดลอง
9. สรุปและวิเคราะห์การดำเนินงาน
10. จัดทำรายงานปริญญานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถควบคุมกระบวนการผลิตแบบแบตช์ผ่าน ITS PLC S7-300 Professional ได้
2. กระบวนการผลิตสามารถดำเนินการตามโปรแกรมการจัดตารางการผลิตที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้
3. สร้างความสะดวกในการทำธุรกรรมและตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภคโดยการเข้าถึงข้อมูลผ่านทาง Website
4. สามารถพัฒนาและนำมาประยุกต์กับโปรแกรม Visual studio ใช้ในการสร้างและออกแบบ Website ให้มีประสิทธิภาพการทำงานมากขึ้นตรงตามความต้องการของกลุ่มเป้าหมาย

1.6 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทาทั้งหมด 5 บทโดยแต่ละบทมีรายละเอียดดังนี้

บทที่ 1 วัตถุประสงค์และขอบเขตของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน

บทที่ 4 ผลการทดลอง

บทที่ 5 สรุปผลการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

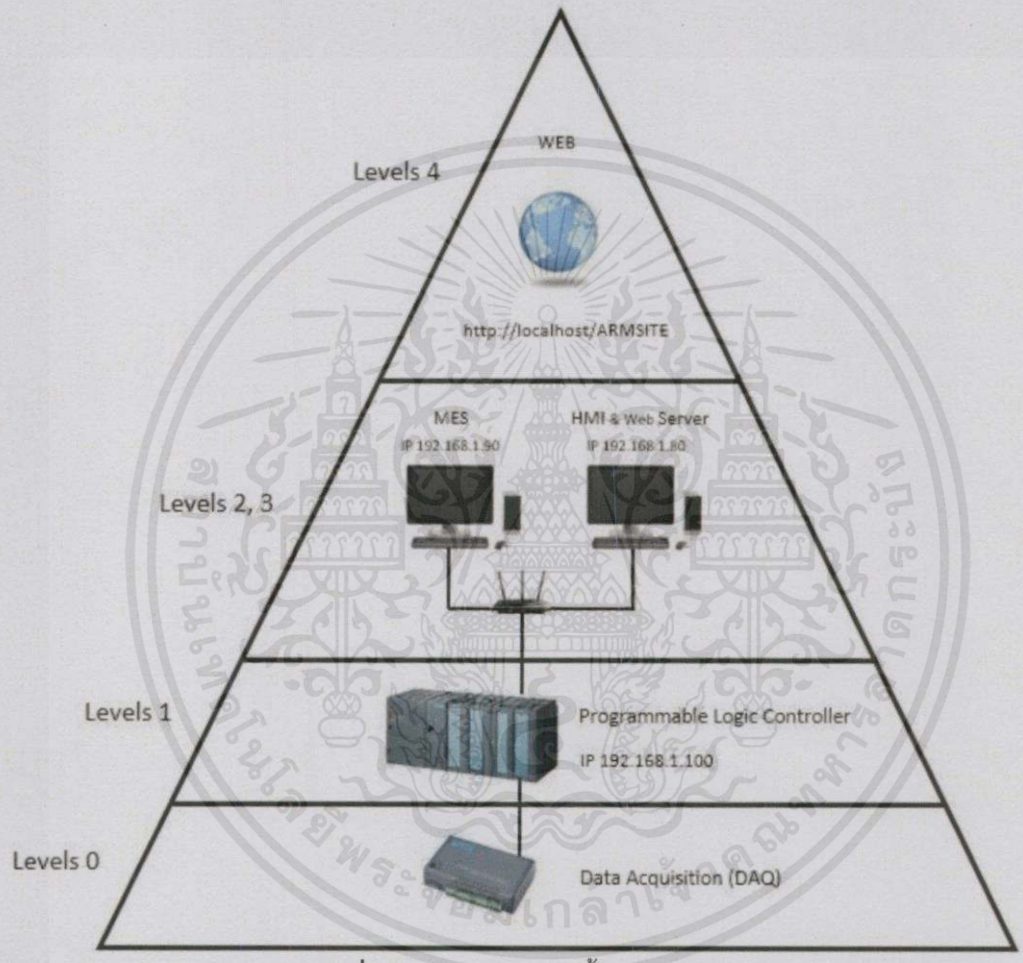
ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินงานของโครงงาน

ตารางเวลาการดำเนินงานปริญญานิพนธ์ (Thesis Schedule)	ม.ค. 58				ก.พ. 58				มี.ค. 58					เม.ย. 58			
	6	13	20	27	3	10	17	24	3	10	17	24	31	7	14	21	29
Work/Week	Week 01	Week 02	Week 03	Week 04	Week 05	Week 06	Week 07	Week 08	Week 09	Week 10	Week 11	Week 12	Week 13	Week 14	Week 15	Week 16	Week 17
ศึกษาความเป็นไปได้และจัดทาวัตถุประสงค์ของโครงงาน																	
ติดตั้งโปรแกรมให้กับชุดฝึกควบคุมกระบวนการผลิตจำลองและทดสอบการเชื่อมต่อทำงานระหว่างWorkstation A กับ Workstation B																	
ออกแบบระบบวางแผนจัดการเวลาการผลิตสินค้าและออกแบบระบบฐานข้อมูลรวมถึง Website																	
เชื่อมต่อระหว่างระบบฐานข้อมูล Website ระบบการวางแผนการสินค้า																	
ทดลองการใช้ระบบและเก็บค่าผลการทดลอง																	
สรุป วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน																	
จัดทำปริญญานิพนธ์																	

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 การแบ่งระดับชั้นของระบบ

โครงงานนี้สามารถจำแนกได้เป็น 5 ระดับ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การแบ่งระดับชั้นของระบบ

2.1.1 กระบวนการผลิต (Levels 0)

Level 0 เป็นระดับชั้นกระบวนการผลิตแบบแบตช์ โดยการจำลองการผลิตจากโปรแกรม ITS PLC PROCESSIONAL: PICK AND PLACE PROCESS กำหนดให้ผลิตภัณฑ์มีหลายรูปแบบ แต่ละรูปแบบมีเวลาการผลิตที่แตกต่างกัน ประกอบด้วย

1. โปรแกรม ITS PLC PROCESSIONAL จัดอยู่ในกระบวนการผลิตแบบแบตช์ (Level 0) ถูกควบคุมด้วย PLC: Programmable Logic Controller (Level 1) โดยโปรแกรม ITS PLC Professional Edition (Interactive Training System for PLC) เป็นโปรแกรมสำหรับจำลองการทำงานของระบบบรรจุภัณฑ์ ITS PLC Professional EDMON เป็นซอฟแวร์ที่ออกแบบมาเพื่อใช้ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การฝึกอบรมการศึกษาและการใช้งานเกี่ยวกับ PLC ประกอบด้วย การจำลองการทำงานที่เสมือนจริง ซึ่งมีเซนเซอร์แอคชูเอเตอร์ (Actuator sensor) ในระบบการทำงาน โดยมีแบบจำลอง 5 ระบบที่เลียนแบบจากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปด้วยเทคโนโลยี 3 มิติเสมือนจริง โดยมีการตอบสนองตามเวลาจริงของการผลิตภาพวาด เสียงและการตอบโต้ระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์อย่างสมบูรณ์แบบ ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ITS PLC Professional Edition

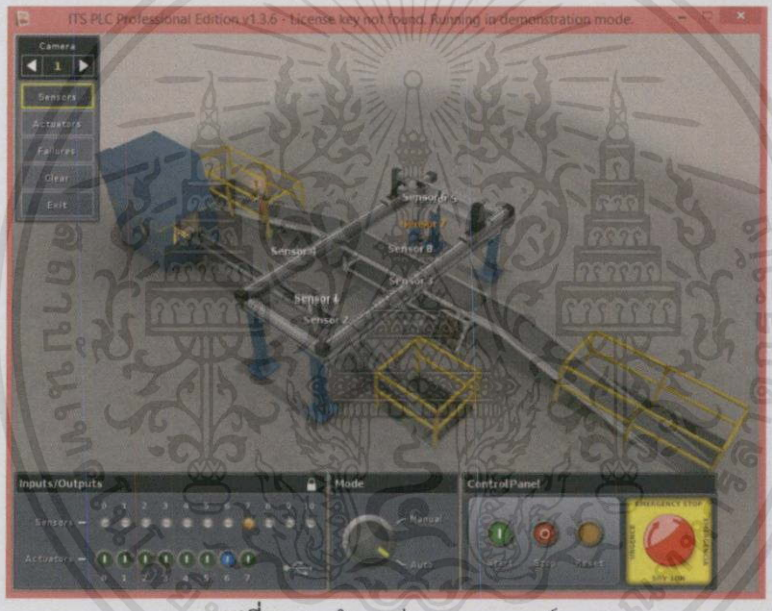
2. การทำงานของ ITS PLC Professional Edition เป็นระบบจำลองการทำงานโดยใช้คอนโทรลเลอร์จริงจากภายนอก การเขียนและทดสอบโปรแกรมตามแบบอย่างการใช้งาน PLC ในอุตสาหกรรม ซึ่งแต่ละระบบจำลองการทำงานเลียนแบบระบบงานอุตสาหกรรมที่ครบวงจร รวมถึงตัวเซนเซอร์และอุปกรณ์ทำงานที่เสมือนจริง (Virtual Sensor and Actuators) ข้อมูลของตัวเซนเซอร์และอุปกรณ์การทำงานจะถูกแลกเปลี่ยนกันระหว่าง PLC กับระบบจำลองการทำงานผ่านการทำงานของบอร์ดรวบรวมข้อมูล (Data Acquisition Board; DAQ) โดยมี 32 I/O Isolated Channels เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ผ่านการทำงานของพอร์ต USB Pick and Place Process สำหรับการควบคุมการผลิต การจำลอง Pick and Place Process ในโปรแกรม ITS ให้ทำงานอัตโนมัติ โดยการสั่งงานผ่าน HMI และวิเคราะห์เทคนิคการจัดลำดับการผลิตด้วยโปรแกรม Excel ดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 แบบจำลองกระบวนการ Pick and Place Process

เอกสารนี้เป็นเอกสาร ...ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ...เอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 แสดงตำแหน่งและหน้าที่การทำงานของเซนเซอร์ ดังรูป 2.4

เซนเซอร์	รายละเอียด
S0	บิตที่ตรวจเช็คชิ้นงาน
S1	บิตที่ตรวจเช็คชิ้นงาน
S2	ตรวจเช็คชิ้นงานที่จะจับยึด
S3	ตรวจเช็คพาเลท (Pallet)ที่มารอรับชิ้นงาน
S4	เช็คแขนจับมาถึงตำแหน่งที่จะจับวัตถุ
S5	เช็คเมื่อมีการเคลื่อนที่ของแขนจับในแนวระดับ
S6	เช็คตำแหน่งของแขนจับเมื่ออยู่ด้านบน
S7	เช็คตำแหน่งของแขนจับเมื่ออยู่ด้านล่าง
S8	เช็คเมื่อแขนจับได้จับวัตถุติดกับแขน



รูปที่ 2.4 ตำแหน่งของเซนเซอร์

ตารางที่ 2.2 แสดงตำแหน่งและการทำงานของแอคชูเอเตอร์ ดังรูปที่ 2.5

แอคชูเอเตอร์	รายละเอียด
A0	ขับเคลื่อนสายพานลำเลียงชิ้นงาน
A1	ขับเคลื่อนสายพานพาเลท (Pallet)รับชิ้นงาน
A2	ขับเคลื่อนแขนจับเดินหน้าไปตามแนว
A3	ขับเคลื่อนแขนจับถอยหลังหน้าไปตามแนว
A4	ขับเคลื่อนแขนจับมาตำแหน่งจับชิ้นงาน
A5	ขับเคลื่อนแขนจับไปยังตำแหน่งของพาเลท (Pallet)รับชิ้นงาน
A6	ขับเคลื่อนแขนจับลงมาใกล้ตำแหน่งชิ้นงาน
A7	ขับเคลื่อนการดูดชิ้นงานให้ติดเข้ากับแขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.5 ตำแหน่งของแอคชูเอเตอร์

Pick and Place Process เป็นระบบที่มีชิ้นงานออกจากแหล่งผลิต โดยการควบคุมอัตโนมัติให้ชิ้นงานสามารถจัดวางในที่รองรับได้ตามรูปแบบที่ต้องการ โดยใช้ PLC เป็นตัวควบคุมชิ้นงานให้เคลื่อนออกจากแหล่งผลิต และมีแขนจับชิ้นงานมารอที่ตำแหน่งจับชิ้นงาน จากนั้นแขนจับจะดูดชิ้นงานให้ติดเข้ากับแขนจับ ดังรูป 2.6 แล้ว เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งพาเลท (Pallet)ที่รองรับชิ้นงาน ดังรูป 2.7 ซึ่งถูกระบุตำแหน่งด้วยโปรแกรม PLC ที่เขียนไว้แล้ว

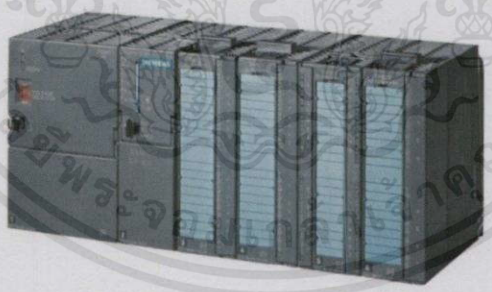
รูปที่ 2.6 แขนจับชิ้นงานที่ตำแหน่งจับชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 แขนจับชิ้นงานที่ตำแหน่งพาเลท (Pallet) ที่รองรับชิ้นงาน

2.1.2 การควบคุมกระบวนการผลิต (Levels 1)

Level 1 เป็นระดับชั้นการควบคุมกระบวนการผลิตโดยใช้โปรแกรม PLC: Programmable Logic Control ซึ่งเป็นการควบคุมกระบวนการผลิตสินค้าของโปรแกรม ITS PLC PROCESSIONAL: PICK AND PLACE PROCESS โดย PLC ที่เลือกใช้คือ ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-300 ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 PLC ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-300

2.1.2.1 Programmable Logic Control (PLC)

เป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีต้นกำเนิดมาจากประเทศสหรัฐอเมริกา ซึ่งสามารถเขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมกระบวนการผลิตได้ PLC ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาทดแทนวงจรรีเลย์ เนื่องจากมีราคาถูก เรียนรู้การใช้งานได้ง่ายและสามารถใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์ PLC ทำหน้าที่ควบคุมกระบวนการผลิตและรับส่งสัญญาณกับเซนเซอร์แอคชูเอเตอร์ โดยที่ PLC จะถูกควบคุมจาก Operator ใน Levels 2 ภาษาที่ใช้ในโปรแกรม PLC มีมาตรฐาน IEC61131-3 ที่สามารถใช้โปรแกรม PLC ด้วย LAD (Ladder Diagrams), FBD (Function Block Diagrams) และ STL (Structured Text) ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.2.2 โครงสร้างของ PLC

PLC ประกอบด้วย ตัวประมวลผล (CPU), หน่วยความจำ (Memory Unit), หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit), แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

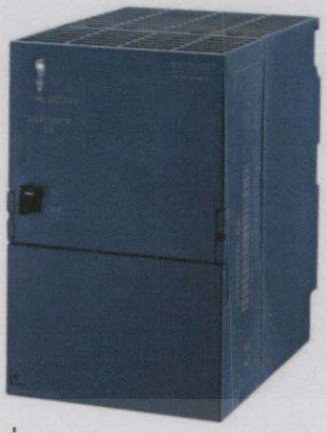
1. ตัวประมวลผล (CPU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม PLC ภายในประกอบด้วย วงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ ตัวประมวลผลจะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำแล้วส่งข้อมูลไปยังอุปกรณ์เอาต์พุตที่ถูกต้องและเหมาะสม

2. หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เป็นฐานจัดเก็บโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทำงาน โดยขนาดของหน่วยความจำแบ่งออกเป็น บิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจำ 1 บิต มีค่าสภาวะการทำงานลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันขึ้นอยู่กับคำสั่งของโปรแกรม PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำ 2 ชนิดได้แก่ ROM และ RAM หน่วยความจำ ROM ทำหน้าที่จัดเก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำ ROM สามารถแบ่งเป็น EPROM ได้ ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม ซึ่งเหมาะสมกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรมและ EEPROM นี้ไม่ต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนหรือลบโปรแกรมสามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM โดยไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาแพงกว่า RAM เนื่องจากเป็นการประยุกต์คุณสมบัติของ RAM และ ROM ไว้ด้วยกัน RAM ทำหน้าที่จัดเก็บโปรแกรมของผู้ใช้งานและข้อมูลการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำนี้ต้องใช้แบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้สำรองไฟเวลาไฟดับ การอ่านและเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมากเหมาะกับงานในระยะการทดลองเครื่องที่สามารถเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมได้บ่อยๆ

3. หน่วยอินพุต-เอาต์พุต (Input-Output Unit) หน่วยอินพุตทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เหมาะสมก่อนส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป หน่วยเอาต์พุตทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอกเช่น หลอดไฟ, มอเตอร์และวาล์ว เป็นต้น

4. แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับหน่วยซีพียู มีดังนี้ Power Supply Module PS 307; 5A; Order number (6ES7 307-1EA01-0AA0) ซึ่งมีคุณสมบัติ Power Supply ประกอบด้วยเอาต์พุตกระแส 5A และเอาต์พุตโวลเตจ 24 VDC เชื่อมต่อด้วยสัญญาณ AC (อัตราอินพุตโวลเตจ 120/230 VAC, 50/60 Hz), Safety isolation to EN 60 950 ใช้โหลดของเพาเวอร์ซัพพลาย อัตรากระแสที่ 230 VAC: 10A และ Type C ดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



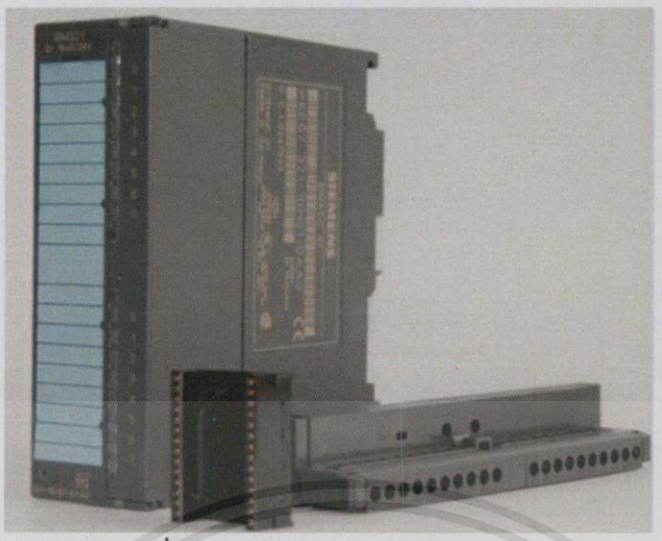
รูปที่ 2.9 Power Supply Module

5. Digital Input modules SM 321; DI 16 x DC 24 V; Order number (6ES7 321-1BH02-0AA0) ซึ่งมีคุณสมบัติของ SM 321; DI 16 x DC 24 V ประกอบด้วย 16 อินพุท อัตราอินพุทโวลเตจ 24 VDC ใช้เป็นสวิต ดังนั้นการเลือกใช้ Digital Input modules จะต้องดูที่ sensor และอุปกรณ์ที่มาต่อเข้ากับอินพุทว่าเป็น sink หรือ source และเลือก Digital Input modules ให้เหมาะสมดังรูปที่ 2.10

รูปที่ 2.10 Digital Input modules

6. Digital output modules SM 322; DO 8 x DC 24 V/2 A; Order number (6ES7 322-1BF01-0AA0) ซึ่งมีคุณสมบัติของ SM 322; DO 8 x DC 24 V/2 A ประกอบด้วย 8 เอ้าพุท กระแสเอ้าพุท อัตราโวลเตจ 24 VDC ใช้กับโซลินนอยวาล์วเชื่อมต่อด้วยสัญญาณ DC การเลือกใช้ Digital output modules จะต้องดูที่ Actuator และอุปกรณ์ที่จะรับสัญญาณจาก PLC ที่ต่อเข้ากับเอ้าพุทว่าเป็น sink หรือ source และเลือก Digital output modules ให้เหมาะสมดังรูปที่ 2.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 Digital output modules

2.1.3 การสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต (Levels 2)

Levels 2 เป็นระดับชั้นการสั่งการควบคุมกระบวนการผลิตผ่านการทำงานของ HMI: Human Machine Interface ซึ่งเป็นการสั่งการควบคุมกระบวนการผลิตของ PLC ผ่านหน้าจอ Interface โดยใช้โปรแกรม Wonderware Intouch ในการสั่งการควบคุม การใช้โปรแกรม SMC ในการเชื่อมต่อ PLC ผ่านตัวกลาง OPC

1. Human Machine Interface (HMI) ทำหน้าที่สั่งการควบคุมกระบวนการผลิต โดยข้อมูลการจัดลำดับสินค้าที่นำมาผลิตถูกจัดการใน Levels 3 โปรแกรมนี้สามารถใช้สำหรับติดต่อกับผู้ใช้ในลักษณะกราฟิก นำไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบ Discrete Control, DCS, SCADA และงานประยุกต์ด้านอื่นๆ ดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 Wonderware Intouch

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษา ไม่อนุญาตให้ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น พร้อมทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. การเชื่อมต่อระหว่าง HMI กับ PLC โดยใช้ OLE for Process Control (OPC) เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Industries automation กับ Enterprise System (ERP, SAP) ด้วยรูปแบบมาตรฐานของข้อมูลแบบเปิด ทำให้ผู้ผลิตอุปกรณ์ทั้งหลายสามารถพัฒนาระบบการสื่อสารให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน Server ผู้ให้ข้อมูลเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆในโรงงานอุตสาหกรรมเช่น Sensor, Controller, PLC, HMIs และ Client ส่วนผู้ใช้ข้อมูลมักเป็นระบบบริหารจัดการทรัพยากรต่างๆ เช่น HMIs, MES, SCADA ทั้งนี้การประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่ช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลต่างค่ายกันหรือการรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆที่หลากหลายในกรณีที่ข้อมูลมีรูปแบบและมาตรฐานที่แตกต่างกัน OPC สามารถนำไปใช้ติดต่อระหว่างเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ในโรงงานได้โดยตรงหรือกระทำผ่านระบบ SCADA ซึ่งเป็นระบบการเฝ้าดูและควบคุมการทำงานในระดับ Process Management ได้ ตัวโปรแกรมประยุกต์จะนำค่าต่างๆผ่านตัว OPC Server เพื่อกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งต่อไปและสามารถติดต่อกับ OPC Server เพียงตัวเดียวสามารถรับข้อมูลจากระดับโรงงานทั้งหมด

2.1.4 การจัดการกระบวนการผลิต (Levels 3)

Levels 3 เป็นระดับชั้นกระบวนการจัดลำดับการผลิตสินค้าตามความเหมาะสมกับจำนวน n งานในเครื่องจักร 1 เครื่อง (Manufacturing Operations Management) มีทั้งหมด 4 รูปแบบ คือ First Come First Serve (FCFS) คืองานที่เข้ามาก่อนผลิตก่อนและงานที่เข้ามาทีหลังเป็นอันดับถัดไป Shortest Processing Time (SPT) คือเวลางานในระบบเฉลี่ยน้อยที่สุดและเวลางานคลาดเคลื่อนกำหนดส่งเฉลี่ยน้อยที่สุด, Weighted Shortest Processing Time (WSPT) คือลำดับความสำคัญของงานและ Earliest Due-Date (EDD) คือเวลางานที่ส่งล่าช้าหรือน้อยที่สุด

1. การวางแผนกระบวนการผลิตแบบแบตช์ คือการจัดลำดับงาน (Job Sequencing) หรือการกำหนดการผลิตของงาน (Job Scheduling) เป็นการจัดสรรทรัพยากรการผลิตเช่น แรงงาน เครื่องจักร/สิ่งอำนวยความสะดวก ให้สามารถดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ โดยการกระบวนการผลิตมีจำนวนมากและมีรูปแบบที่หลายหลาก อาจจำเป็นต้องใช้เครื่องจักร/อุปกรณ์ในการผลิตชุดเดียวกัน (Batch Production) จึงจำเป็นต้องมีการจัดลำดับงานให้เหมาะสมขึ้นอยู่กับเงื่อนไขต่างๆ เช่น ขั้นตอนการผลิต จำนวนชิ้นงานที่เข้ามาพร้อมๆกันในช่วงเวลาหนึ่งๆ ความสำคัญของลูกค้า กำหนดเวลาส่งงาน เวลาที่ต้องใช้ในการดำเนินการ เป็นต้น

2. คำศัพท์ที่ใช้ในเทคนิคการจัดลำดับการผลิตสินค้า ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงคำศัพท์และความหมายของการจัดลำดับการผลิตสินค้า

คำศัพท์และสัญลักษณ์	ความหมาย
Processing Time; t_i	เวลาที่คาดว่าจะใช้ในการดำเนินงาน i ตั้งแต่เริ่มต้นจนสำเร็จรวมทั้งเวลาในการเตรียมก่อนดำเนินการ (Setup)
Due Date; d_i	กำหนดส่งงาน i ที่ต้องส่งให้กับลูกค้า ถ้าไม่สามารถส่งได้ตามกำหนดจะนับเป็นการส่งงานไม่ทันและต้องจ่ายค่าปรับทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้อตกลงระหว่างผู้ประกอบการกับลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงคำศัพท์และความหมายของการจัดลำดับการผลิตสินค้า (ต่อ)

คำศัพท์และสัญลักษณ์	ความหมาย
Lateness; L_i	ความเบี่ยงเบนระหว่างกำหนดส่งงานกับเวลาที่งานเสร็จสมบูรณ์ ซึ่งถ้างานเสร็จไม่ทันกำหนดจะมีค่าเป็นบวก และถ้างานเสร็จก่อนกำหนดส่งงานจะมีค่าเป็นลบ
Tardiness; T_i	การวัดหน่วยเวลาที่เบี่ยงเบนไปจากกำหนดส่งมีค่าเป็นบวกหรือจำนวนงานที่ส่งไม่ทันนั่นเอง
Completion Time; C_i	เวลาที่ชิ้นงาน i เสร็จสมบูรณ์
Flow Time; F_i	ช่วงเวลาตั้งแต่ชิ้นงานเข้าสู่กระบวนการผลิตจนกระทั่งทำการผลิตเสร็จสมบูรณ์พร้อมส่งให้กับลูกค้าต่อไปมีค่าเท่ากับผลรวมของกระบวนการผลิตกับเวลาที่ชิ้นงานต้องรอแต่ละสถานีงานนั้นๆ

3. การจัดลำดับงาน โดยจำนวนชิ้นงาน n ชิ้นต้องผ่านกระบวนการผลิตด้วยเครื่องจักรเดียวกัน โดยที่เวลาในการผลิตสินค้าเป็นอิสระต่อลำดับงานที่จัดลำดับสินค้าเป็นการวางแผนการผลิตสินค้าก่อน-หลังตามความเหมาะสม แต่แม้ว่าจะจัดลำดับงานอย่างไรก็ตาม เวลาการทำงานรวม (Make Span) จะมีค่าเท่าเดิมเสมอ แต่กำหนดการเสร็จของชิ้นงานแต่ละชิ้นงานจะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับลำดับที่ถูกจัดไว้ โดยเวลาการทำงานรวมสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.1

$$M_s = \sum_{t=1}^{n} t_i \qquad (2.1)$$

เมื่อกำหนดให้ M_s = เวลาการทำงานรวม (Make Span)

t_i = เวลาในการผลิต (production Time)

โดยที่เวลาในการผลิตตั้งแต่การเตรียม (Setup) ของแต่ละชิ้นงานรวมกับเวลาในการผลิต ซึ่งถ้าชิ้นงานทั้งหมดพร้อมนำเข้าผลิตได้ ณ เวลาเริ่มต้นที่จัดลำดับการผลิต เวลาของแต่ละชิ้นงานในกระบวนการผลิต (Flow Time) เท่ากับเวลาที่งานนั้นๆเสร็จสมบูรณ์ (Completion Time) ค่าเฉลี่ยของเวลางานในระบบ (Mean Flow Time) คำนวณได้จากสมการที่ 2.2

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} F_i \qquad (2.2)$$

เมื่อกำหนดให้งานทุกชิ้นงานเริ่มต้นจากเวลา T=0.00 สามารถประเมินค่าความคลาดเคลื่อนของงานที่เสร็จ (Lateness) จากกำหนดส่งงาน (Due Date) ได้จากสมการที่ 2.3

$$L_i = C_i - d_i \qquad (2.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่แต่ละชิ้นงานที่ส่งไม่ทันตามกำหนด (Tardiness) เกิดจากเวลาคลาดเคลื่อนของชิ้นงานเสร็จ (Lateness) มีค่ามากกว่า 0 ดังนั้นค่าเฉลี่ยของเวลาคลาดเคลื่อนของงานเสร็จ (Mean

Lateness) คำนวณได้จากสมการที่ 2.4 และหน่วยเวลาที่แต่ละชิ้นงานจะส่งไม่ทันกำหนดส่งงาน (Mean Tardiness) คำนวณได้จากสมการที่ 2.5

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} L_i \quad (2.4)$$

$$\bar{T} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{n} T_i \quad (2.5)$$

4. กฎการจัดลำดับงาน หากไม่สามารถลดเวลาในการทำงานรวม (Make Span) ได้ แต่ยังสามารถจัดลำดับงานให้มีค่าเฉลี่ยของเวลางานในระบบได้ ค่าเฉลี่ยของเวลาคลาดเคลื่อนของงานที่เสร็จแล้วและค่าเฉลี่ยหน่วยเวลาที่แต่ละงานจะส่งไม่ทันกำหนดลดลงได้ ตามกฎการจัดลำดับงาน n ชิ้นงานบนเครื่องจักรเดียวกันต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ อาจต้องประยุกต์ปรับเปลี่ยนไปตามความเหมาะสมของสถานการณ์ กำหนดตัวอย่างข้อมูลของงาน (Job) เวลาในการผลิต (Processing Time) กำหนดส่งงาน (Due Date) เพื่อแสดงการเปรียบเทียบการจัดลำดับงานทั้ง 4 วิธีดังตารางที่ 2.4

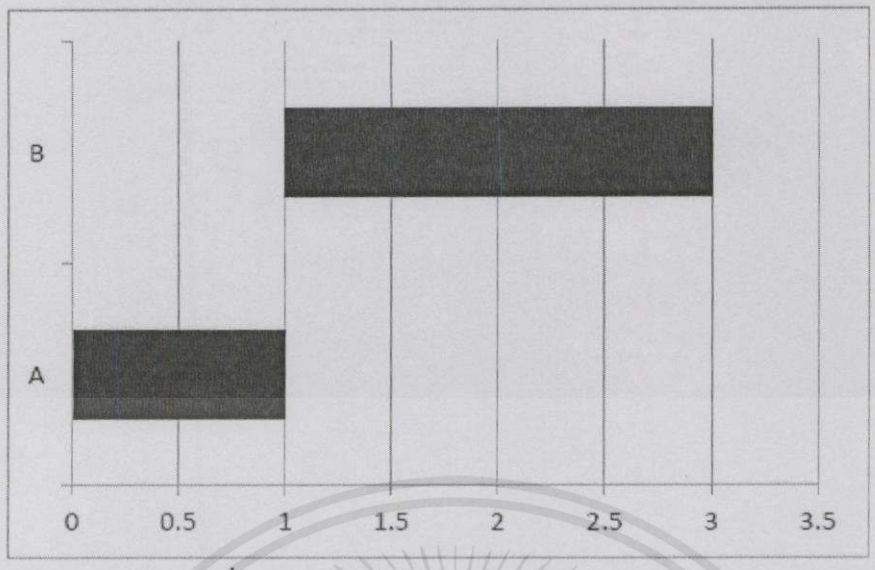
ตารางที่ 2.4 แสดงการเปรียบเทียบการจัดลำดับงานทั้ง 4 วิธี

งาน (Job)	เวลาในการผลิต (Processing Time)	กำหนดส่งงาน (Due Date)	ความสำคัญ (Importance)
1	8	10	3
2	5	15	2
3	3	10	1
4	6	20	1
5	10	25	2
6	12	30	3

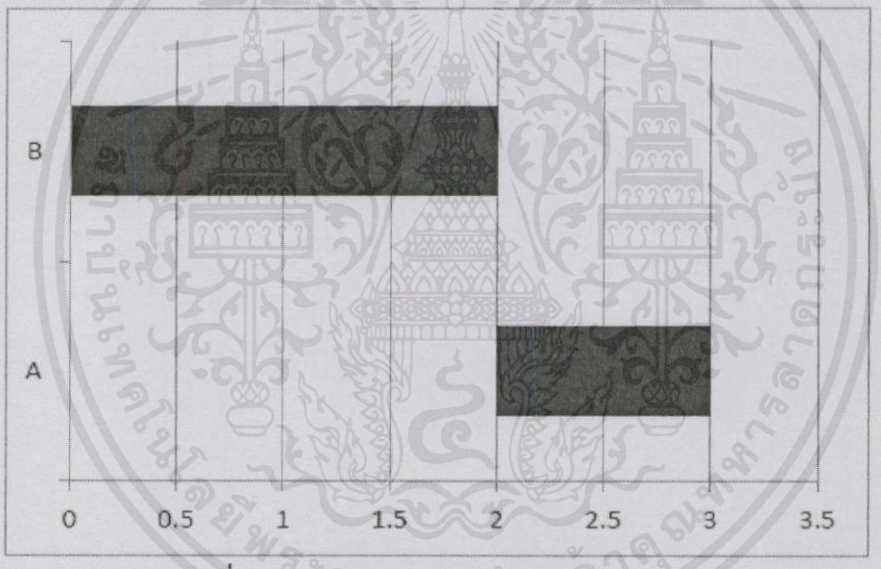
First Come First Serve (FCFS) หมายถึงการจัดลำดับการผลิต โดยพิจารณาจากวันเดือนปีและเวลาที่ลูกค้าสั่งสินค้ากำหนดเป็นลำดับงาน (Job) งานที่เข้ามาก่อนผลิตก่อนและงานที่เข้ามาทีหลังผลิตเป็นอันดับถัดไป ดังตารางที่ 2.4

Shortest Processing Time; SPT หมายถึงการจัดลำดับการผลิต เพื่อให้เวลาเฉลี่ยของงานในระบบมีค่าน้อยที่สุด (Mean Flow Time) และทำให้หน่วยเวลาที่ส่งงานไม่ทันมีค่าต่ำที่สุด (Minimum Tardiness) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น โดยเวลาเฉลี่ยของงานในระบบไม่เท่ากัน ถ้าลำดับของงานที่ทำแตกต่างกันเช่น ชิ้นงาน A และ B ที่มีเวลาในการผลิตเป็น $t_A < t_B$ ดังนั้นการจัดลำดับงานมีเพียง 2 แบบคือ จัดลำดับงาน A ผลิตก่อนงาน B ดังรูปที่ 2.13 หรือจัดให้งาน B ผลิตก่อนงาน A ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 การจัดลำดับงาน A ผลิตก่อนงาน B



รูปที่ 2.14 การจัดลำดับงาน B ผลิตก่อนงาน A

เวลาของงานในระบบของชิ้นงานที่เข้าผลิตก่อน (F_1) เท่ากับเวลาในการผลิตของงานนั้น (t_1) พอดีสำหรับเวลาของชิ้นงานในระบบของงานที่เข้าผลิตที่หลัง (F_2) เท่ากับผลรวมของเวลาในการผลิตของงานที่ทำก่อนกับเวลาในการผลิตของงานที่ทำทีหลัง (t_1+t_2) ดังนั้นเวลาเฉลี่ยของงานในระบบสามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2.6

จากสมการจะเห็นได้ว่า เวลาในการผลิตของงานที่เข้าผลิตก่อนจะปรากฏสองครั้ง ในขณะที่เวลาในการผลิตของงานที่เข้าผลิตที่หลังปรากฏครั้งเดียวเท่านั้น สามารถคำนวณเวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time) ได้ดังนี้

การจัดลำดับงาน A ผลิตก่อนงาน B

$$\overline{F} = \frac{1}{2}\left(F_1 + F_2\right) = \frac{1}{2}\left(1+1+2\right) = 2 \text{ หน่วยเวลา}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดลำดับงาน B ผลิตก่อนงาน A

$$\bar{F} = \frac{1}{2}(F_1 + F_2) = \frac{1}{2}(2+2+1) = 2.5 \text{ หน่วยเวลา}$$

ดังนั้นการจัดลำดับงาน เพื่อให้เวลาเฉลี่ยของงานในระบบมีค่าน้อยที่สุด (Mean Flow Time) จึงทำได้โดยการจัดลำดับงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดเข้าผลิตก่อน ตามกฎที่เรียกว่า Shortest Processing Time (SPT) คือ เวลาการผลิตที่สั้นที่สุดผิตก่อนนั่นเอง

จากตารางที่ 2.3 นำมาจัดลำดับการผลิตสินค้าตามกฎ SPT ผลิตในเครื่องจักรเดียวกัน ได้แก่งานที่ 3,2,4,1,5,6 เวลาที่แต่ละชิ้นงานออกจากเครื่องจักรและเวลาที่งานส่งไม่ทันกำหนดส่งงาน ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 การจัดลำดับงานตามกฎ Shortest Processing Time (SPT)

งาน (Job)	เวลาในการผลิต (Processing Time)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time: C_i)	กำหนดส่งงาน (Due Date: d_i)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness: L_i)
3	3	6	10	-4
2	5	11	15	-4
4	6	17	20	-3
1	8	25	10	15
5	10	35	25	10
6	12	47	30	17
	Sum	141	110	31

เวลางานส่งไม่ทันคำนวณจาก $C_i - d_i$ หากค่าที่ได้ติดลบแสดงว่า เวลางานเสร็จก่อนกำหนดส่งงาน แต่ถ้าหากค่าที่ได้เป็นบวกแสดงว่า เวลางานที่ส่งไม่ทัน โดยค่าเฉลี่ยของทุกชิ้นงาน (Mean Lateness) มีค่าเท่ากับ 5.16 ชั่วโมง เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time) มีค่าเท่ากับ 23.5 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี จากตารางงานที่ส่งไม่ทันกำหนด (Tardiness) ได้แก่ งานที่ 1,5,6 เวลาเฉลี่ยที่แต่ละงานจะส่งไม่ทันกำหนดส่งงาน (Mean Tardiness) เท่ากับ 7 ชั่วโมง จำนวนชั่วโมงของงานที่ส่งไม่ทัน (Minimum Tardiness) เท่ากับ 10 ชั่วโมงเป็นค่าต่ำสุด เมื่อเทียบกับอีกสามวิธี

Weighted Shortest Processing Time (WSPT) หมายถึงการจัดลำดับเวลาการผลิตสั้นที่สุดแบบถ่วงน้ำหนักหรือการจัดลำดับตามความสำคัญ เพื่อทำให้ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของเวลาในระบบมีค่าน้อยที่สุด โดยการจัดลำดับการผลิตตามกฎ SPT โดยให้ความสำคัญกับงานทุกๆ ชิ้นงานที่ต้องจัดลำดับเท่ากัน แต่ในบางกรณีงานทุกชิ้นงานไม่ได้มีความสำคัญเท่าเทียมกันเสมอไป เช่น บางชิ้นงานมียอดการสั่งงานจากลูกค้ารายสำคัญ/ผลิตภัณฑ์ที่ทำกำไรได้สูงมาก หรือถ้าทำไม่ทันจะมีผลกระทบต่อความน่าเชื่อถือของลูกค้า ดังนั้นจึงมีความสำคัญมากกว่าชิ้นงานอื่นๆ ในสถานการณ์เช่นนี้ การจัดลำดับการผลิตด้วยกฎ SPT สามารถปรับเปลี่ยน โดยการพิจารณา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความสำคัญของแต่ละชิ้นงานและการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของเวลาในระบบนี้ คำนวณได้จากสมการที่ 2.7

$$\overline{F_W} = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i F_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \qquad (2.7)$$

จากสมการที่ 2.7 ใช้กับสถานการณ์การจัดลำดับงานจำนวน n งานบนเครื่องจักรเครื่องเดียวและงานที่ i มีความสำคัญ Wi การจัดลำดับทำได้โดยการเรียงลำดับงานจากสัดส่วนระหว่างเวลาในการผลิตของงานที่ i กับน้ำหนักความสำคัญของงานนั้นๆ จากความสำคัญน้อยไปหามากดังนี้

$$\frac{t_1}{W_1} \le \frac{t_2}{W_2} \le \frac{t_3}{W_3} \le \ldots \le \frac{t_n}{W_n}$$

จากตารางที่ 2.5 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ WSPT โดยใช้เครื่องเดียวกัน ได้แก่ 2,1,3,6,5,4 เพื่อให้ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของเวลาในระบบมีค่าน้อยที่สุดดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 แสดงการจัดลำดับตามกฎ WSPT

งาน (Job)	เวลาในการผลิต (Processing Time: t_i)	ความสำคัญ (Importance: w_i)	t_i / w_i	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time: C_i)
2	5	2	2.5	5
1	8	3	2.7	13
3	3	1	3	16
6	12	3	4	28
5	10	2	5	38
4	6	1	6	44
	Sum	12		144

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time) เท่ากับ 24 ชั่วโมง เวลาเฉลี่ยของงานในระบบแบบถ่วงน้ำหนัก (Mean Flow Time; $\overline{F_W}$) เท่ากับ 24.47 ชั่วโมง

Earliest Due-Date หมายถึงการจัดลำดับ โดยใช้กำหนดส่งเร็วที่สุดเข้าผลิตก่อน ซึ่งการจัดลำดับงานแบบนี้ช่วยให้วันที่งานเสร็จเบี่ยงเบนไปจากกำหนดส่งงานมากที่สุดต่ำที่สุด (Minimize the Maximum Lateness) และทำให้จำนวนวันที่งานส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุดสั้นที่สุด (Minimize the maximum Tardiness) แต่มีข้อเสียคือ การจัดลำดับแบบนี้มีแนวโน้มที่จะทำให้จำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนดเพิ่มขึ้น กฎนี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ เมื่อต้องการจัดลำดับงาน n บนเครื่องจักรเดียวกัน จำนวนวันที่เสร็จงานเบี่ยงเบนไปจากกำหนดส่งและจำนวนวันที่ส่งไม่ทันมากที่สุดไปยังน้อยที่สุด โดยการจัดให้งานที่มีกำหนดส่งก่อนผลิตก่อนดังความสัมพันธ์ต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$d_1 \leq d_2 \leq d_3 \leq \ldots \leq d_n$$

จากตารางที่ 2.6 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ SPT มีงานส่งไม่ทันกำหนดส่งงานทั้งหมด 3 งานได้แก่ 1,5 และ 6 มีค่าเบี่ยงเบนของวันที่งานเสร็จจากกำหนดส่งงาน (Mean Lateness) เท่ากับ 5.16 ชั่วโมงและจำนวนวันที่ส่งไม่ทันมากที่สุด 17 ชั่วโมง ถ้าเราจัดลำดับของงานในตารางที่ 2.4 ใหม่โดยใช้กฎ EDD บนเครื่องจักรเดียวกัน ได้แก่ 1,3,2,4,5,6 เวลาที่แต่ละงานออกจากเครื่องจักรและเวลางานส่งไม่ทันดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 การจัดลำดับงานตามกฎ EDD

งาน (Job)	เวลาในการผลิต (Processing Time)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time: C_i)	กำหนดส่งงาน (Due Date: d_i)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness: L_i)
1	8	8	10	-2
3	3	11	10	1
2	5	16	15	1
4	6	22	20	2
5	10	32	25	7
6	12	44	30	14
	Sum	133	110	23

ซึ่งมีจำนวนงานที่ส่งไม่ทันเพิ่มขึ้นจากการจัดลำดับด้วยกฎ EDD จาก 3 งานเป็น 5 งาน แต่ในขณะที่เวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) ลดลงจาก 17 ชั่วโมงเหลือเพียง 14 ชั่วโมง อีกทั้งเวลาเฉลี่ยของจำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Mean Tardiness) เท่ากับ 3.125 ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าการจัดด้วยกฎ SPT เวลาเฉลี่ยของจำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทันเท่ากับ 7 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตาม การจัดด้วยกฎ EDD นี้ไม่ได้ทำให้เวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ส่งไม่ทัน (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุดเสมอไป เมื่อเปรียบเทียบโดยรวมเหมือนกับการกระจายความเสี่ยงในการส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลงแต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) ลดลงจาก 5.16 ชั่วโมงเป็น 4.16 ชั่วโมง

2.1.5 การจัดการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและผู้บริหาร (Levels 4)

Levels 4 เป็นระดับชั้นที่แสดงถึงการจัดการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและผู้บริหารผ่านการทำงานของระบบฐานข้อมูล (Database) และ เว็บไซต์ เพื่อสร้างระบบการจัดเก็บข้อมูลและระบบการทำงานในการสั่งซื้อสินค้า รวมทั้งการเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ผ่านการทำงานของเว็บไซต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กระบวนการผลิตแบบแบตช์

การผลิตแบบแบตช์ (Batch Processing) คือ การผลิตสินค้าที่มีปริมาณการผลิตในแต่ละครั้งไม่เท่ากัน โดยจะทำการผลิตเป็นครั้งๆ ตามคำสั่งที่ได้รับมา สินค้าที่ผลิตได้ในแต่ละรุ่นการผลิตไม่

จำเป็นต้องเหมือนกันขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ เช่น สี รูปทรง คุณภาพ ราคาขาย ราคาวัตถุดิบ ต้นทุนการผลิต การนำไปใช้งาน เป็นต้น โรงงานอุตสาหกรรมที่มีลักษณะสินค้าแบบเป็นรุ่นจะมีการรับการสั่งซื้อสินค้าในแต่ละครั้งแตกต่างกัน ไม่ว่าจะเป็นคุณลักษณะของสินค้าหรือปริมาณที่ต้องการของลูกค้า

2.2.1 ขั้นตอนการผลิต

1. โรงงานอุตสาหกรรมรับคำสั่งการผลิตสินค้ามาจากลูกค้าผ่าน เว็บไซต์ ซึ่งมีรายละเอียดของสินค้าต่างๆที่ต้องการผลิต และระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต ระยะเวลาที่ใช้ขึ้นอยู่กับการตกลงร่วมกันระหว่างผู้ประกอบการกับลูกค้า โดยทางโรงงานอุตสาหกรรมจะต้องมีความรู้และข้อมูลประกอบการตัดสินใจ เพื่อความถูกต้องและแม่นยำ

2. นำรายละเอียดของสินค้าที่จะผลิตทั้งหมดมาแยกแยะออก เพื่อพิจารณาขั้นตอนการผลิตว่าเป็นอย่างไร โดยดูความสัมพันธ์ของแต่ละขั้นตอน

3. มอบหมายงานให้กับหน่วยงานที่เกี่ยวข้องเลือกเครื่องจักรที่เหมาสมกับการผลิตนี้ ระบุเครื่องจักรที่ใช้งานและจำนวนของเครื่องจักรที่ใช้งาน

4. จัดลำดับการผลิตตามความเหมาสม เนื่องจากโรงงานอุตสาหกรรมมีการผลิตสินค้าที่หลากหลายหรือลูกค้ามากกว่า 1 รายขึ้นไป ซึ่งอาจต้องใช้งานเครื่องจักรเดียวกัน ผู้ประกอบการจึงต้องใช้เกณฑ์ต่างๆ มาช่วยในการวางแผนการผลิต เช่น การใช้ระบบเข้าก่อน-ออกก่อนหรือการกำหนดให้งานที่สำคัญมาทำการผลิตก่อน

2.3 Standard Template Library (STL)

เป็นโปรแกรมภาษาที่จำเป็นในการสร้างผู้ใช้โปรแกรมที่สมบูรณ์ ซึ่งอยู่ในช่วงที่ครอบคลุมคำแนะนำ ภาพรวมของคำแนะนำพื้นฐานต่างๆ มากกว่า 130 และช่วงกว้างของที่อยู่ที่มี ฟังก์ชันและการป้องกันฟังก์ชันอนุญาตให้คุณไปยังโครงสร้างของโปรแกรม STL ได้อย่างชัดเจน

2.3.1 แพคเกจของโปรแกรม STL

เป็นส่วนสำคัญของมาตรฐานซอฟแวร์ STEP7 ตามด้วยการติดตั้งซอฟแวร์ STEP7 ฟังก์ชันการแก้ไขทั้งหมด ฟังก์ชันการรวบรวม และการทดสอบ/ฟังก์ชันการแก้ปัญหา เพื่อโปรแกรม STL ยังคงอยู่กับคุณ ซึ่งมีวิธีการใช้โปรแกรม STL ดังนี้

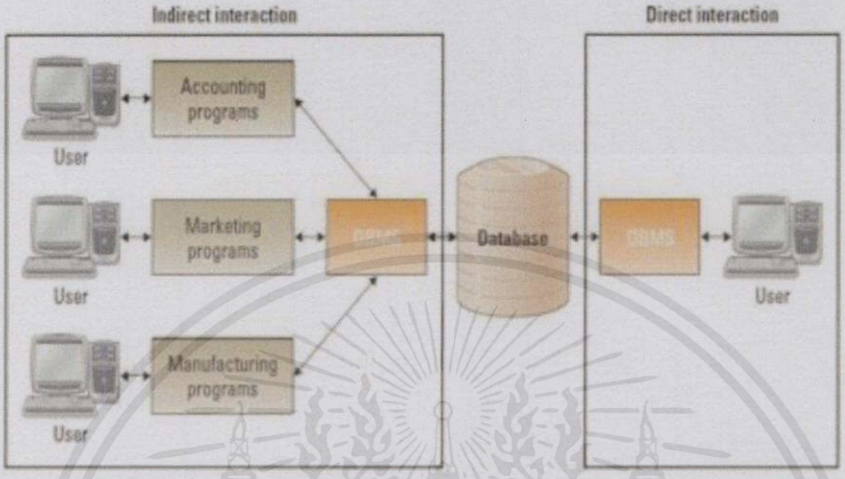
1. โดย Incremental Editor อินพุตของโครงสร้างข้อมูลเฉพาะที่ทำได้ง่ายขึ้นกับการช่วยเหลือของตารางการแก้ไข

2. โดยแหล่งข้อมูลใน Text Editor ข้อความอินพุตจะทำให้ง่ายขึ้นกับการช่วยเหลือของแบบการป้องกัน โปรแกรมภาษาทั้ง 3 อันนั้นในมาตรฐานซอฟแวร์ STL FBD และ LAD คุณสามารถเปิดจากภาษาหนึ่งไปยังที่อื่นๆ โดยปราศจากการกำจัดและการเลือกภาษาที่เหมาะสมที่สุดสำหรับคุณโดยเฉพาะการป้อกันโปรแกรม ถ้าการเขียนโปรแกรมของคุณใน LAD หรือ FBD คุณสามารถเปิดตัวอย่างการแสดงของ STL ถ้าคุณเปลี่ยนโปรแกรม LAD กลายเป็นโปรแกรม FBD และในทางกลับกันองค์ประกอบของโปรแกรมนั้นจะไม่แสดงในภาษาปลายทางซึ่งถูกแสดงใน STL

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

ระบบที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลทำให้สามารถนำข้อมูลมาใช้งานได้อย่างถูกต้อง สะดวกในการเรียกดู แก้ไข และลบข้อมูลต่างๆ นิยมนำมาใช้งานภายในองค์กร เนื่องจากข้อมูลจะถูกจัดเก็บเป็นส่วนกลางสามารถใช้ได้ทุกที่ในองค์กรรูปที่ 2.15

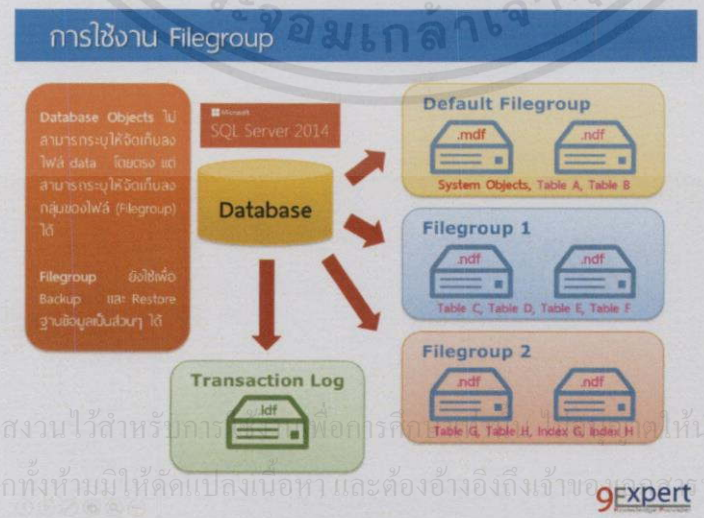


รูปที่ 2.15 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

ระบบฐานข้อมูลประกอบด้วยไฟล์ 2 กลุ่ม คือ ไฟล์ข้อมูล (Data File) และไฟล์ Transaction Log

2.4.1 ไฟล์ข้อมูล (Data File)

เป็นไฟล์ที่ใช้ในการจัดเก็บข้อมูลต่างๆในฐานข้อมูล หากไม่มีการสร้าง File group เพิ่มเติมแล้วไฟล์ข้อมูลจะมีเพียง 1 ไฟล์ นามสกุลเป็น .mdf อยู่ใน File groups ชื่อ PRIMARY การสร้าง File group นั้น เพื่อช่วยแบ่งการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูลออกเป็นส่วนๆ เก็บอยู่ในไฟล์ข้อมูลหลายๆ ไฟล์ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพให้กับฐานข้อมูลโดยไฟล์หลักมีนามสกุล .mdf และไฟล์รองนามสกุล .ndf ดังรูปที่ 2.16



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.16 การใช้งานของ File group

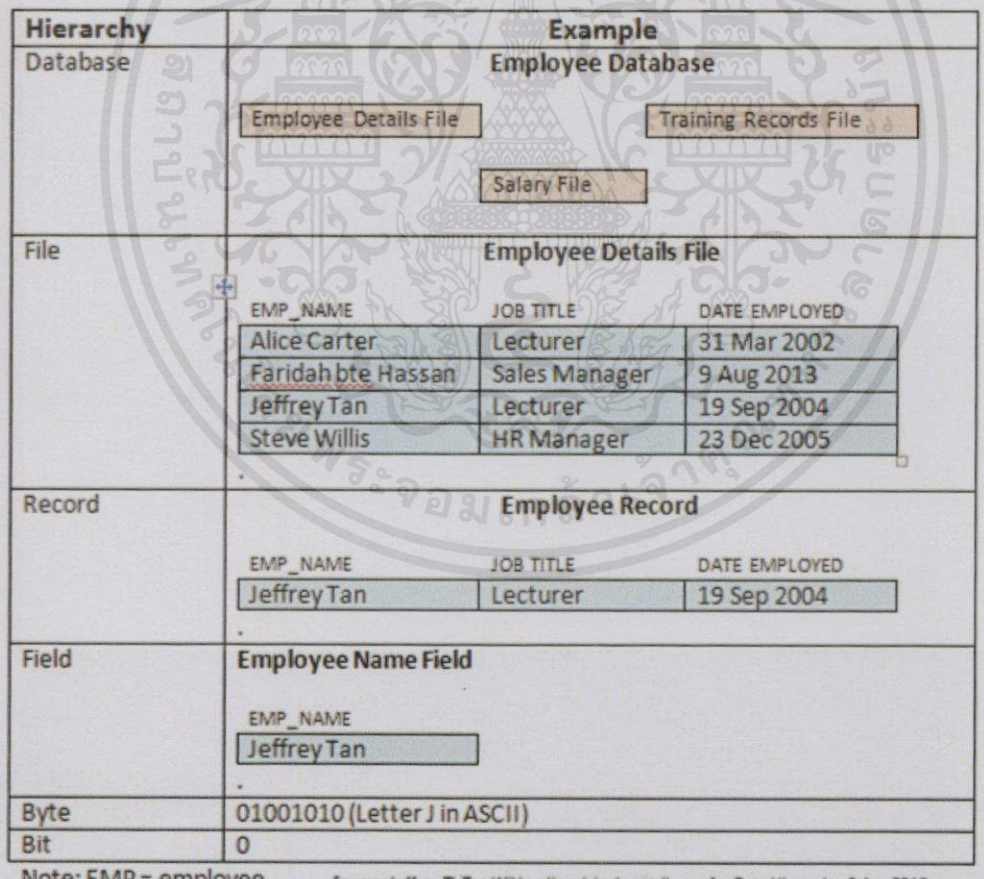
โครงสร้างของฐานข้อมูล ในกรณีที่มีการสร้าง File group เพิ่ม ฐานข้อมูลจะประกอบด้วยไฟล์ข้อมูลหลายๆไฟล์ แต่ละไฟล์สามารถอยู่ต่างไดเรกทอรีหรืออยู่ต่างไดร์ฟกันก็ได้ ซึ่งเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับฐานข้อมูล การสร้าง File group เพิ่ม ฐานข้อมูลจะมีเพียง 2 ไฟล์ คือ ไฟล์ข้อมูล .mdf และไฟล์ Transaction Log .ldf เท่านั้น

2.4.2 ไฟล์ Transaction Log

เป็นไฟล์ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลการทำงานในฐานข้อมูลทั้งหมด เพื่อใช้ในการทำ Automatic Recovery ในกรณีที่เครื่องเซิร์ฟเวอร์ถูกปิดแบบไม่ปกติ เช่น ไฟดับ เมื่อเปิดเครื่องขึ้นมาอีกครั้ง ข้อมูลของงานที่ทำเสร็จเรียบร้อยแล้ว (Commit) ต้องอยู่ในฐานข้อมูล โดยไม่มีข้อมูลสูญหาย

2.4.3 ระบบแฟ้มข้อมูล (File System)

ระบบแฟ้มข้อมูลแต่เดิมถูกจัดเก็บเป็นกระดาษรวบรวมไว้ในแฟ้มเอกสารแยกหมวดหมู่กัน ปัจจุบันมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเก็บข้อมูล จึงพัฒนารูปแบบในการจัดเก็บข้อมูลเป็นระบบไฟล์ทดแทนการจัดเก็บแบบเดิม โดยถูกจัดเก็บตามลำดับชั้นข้อมูล (Data Hierarchy) ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 ลำดับชั้นข้อมูล (Data Hierarchy)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 เครื่องมือในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่น

เครื่องมือในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือ เครื่องมือทางด้านฐานข้อมูลและเครื่องมือในการเขียนโปรแกรมดังนี้

1. SQL Server 2014 management Studio เป็นระบบจัดการฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ (Relational database management system; RDBMS) จากไมโครซอฟท์ที่ได้รับการออกแบบสำหรับสภาพแวดล้อมวิสาหกิจ SQL Server เรียกใช้บน T-SQL (Transact-SQL) ชุดของส่วนขยายโปรแกรมจาก Sybase และ ไมโครซอฟท์ ที่เพิ่มหลายส่วนการทำงานจาก SQL มาตรฐาน รวมถึงการควบคุมทรานแซคชั่น exception และการควบคุมความผิดพลาด การประมวลผลแถวและการประกาศตัวแปร ต้นกำเนิดคำสั่ง SQL Server ได้รับการพัฒนาโดย Sybase ในปลายทศวรรษ 1980 ไมโครซอฟท์, Sybase และ Ashton-Tate รวมมือในการผลิตเวอร์ชั่นแรกของผลิตภัณฑ์นี้ SQL Server 4.2 สำหรับ OS/2 นอกจากนี้ทั้ง Sybase และ ไมโครซอฟท์ เสนอผลิตภัณฑ์ SQL Server โดย Sybase เปลี่ยนชื่อผลิตภัณฑ์ของของพวกเขาเป็น Adaptive Server Enterprise

SQL Server เป็นฐานข้อมูลที่มีประสิทธิภาพสูงและใช้ได้กับ .NET Framework ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถสนับสนุนการทำงานของ Entity Framework ได้ทำให้มีความสะดวกสบายในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นมากขึ้น

2. Visual Studio For Web 2013 คือ Integrated Development Environment พัฒนาขึ้นโดยไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยนักพัฒนาซอฟแวร์พัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชั่นและเว็บเซอร์วิส ระบบที่รองรับการทำงานนั้นมีไมโครซอฟท์ วินโดวส์ พ็อตเกตพีซี Smartphone และ Website ในปัจจุบัน Visual Studio นั้นสามารถใช้ภาษาโปรกแรมที่เป็นภาษา *.NET ในโปรแกรมเดียวกันเช่น VB.NET C++ C# J# เป็นต้น

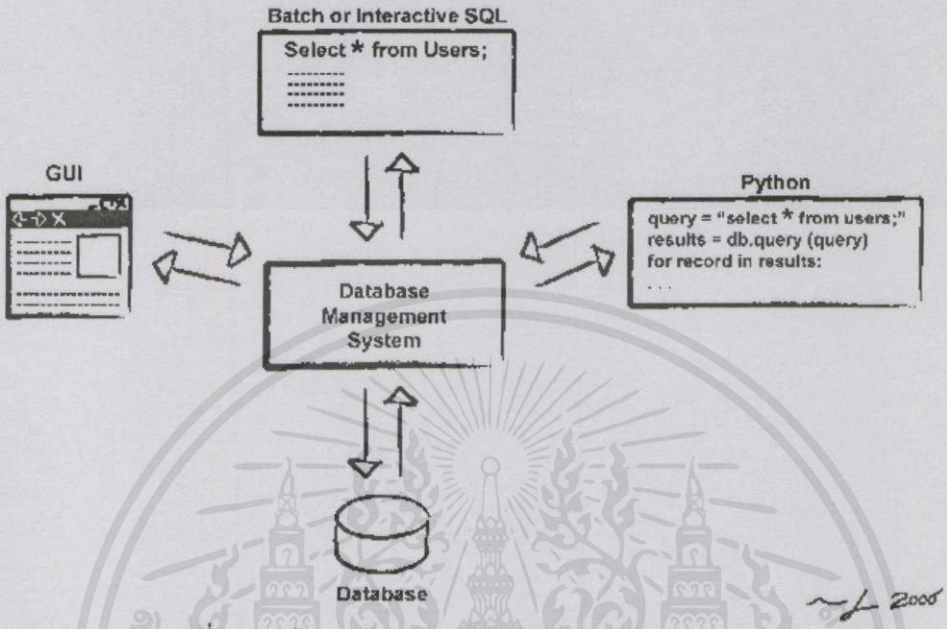
3. Internet information Service 6 (IIS) คือเป็นโปรแกรมสำหรับการจำลองเครื่องให้กลายเป็นเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งมีไว้ให้บริการด้าน Server ในรูปแบบต่างๆของ Internet เช่น Web server, FTP Server, SMTP Server เป็นต้น ในระบบปฏิบัติการวินโดวส์ถูกพัฒนาโดยบริษัทไมโครซอฟท์ ซึ่งในวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ 2003 นั้น เวอร์ชั่นของ IIS จะเป็นเวอร์ชั่น 6.0 (IIS 6.0) ซึ่งทางไมโครซอฟท์ได้ทำการออกแบบโปรแกรมใหม่ทั้งหมด โดยเน้นในเรื่องความปลอดภัยเป็นพิเศษ เนื่องจากในเวอร์ชั่นก่อนหน้านั้นคือ IIS 5.0 ในวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ 2000 จะมีความเสี่ยงความปลอดภัยค่อนข้างมาก และที่สำคัญคือ การติดตั้งมาพร้อมกับระบบปฏิบัติการ ซึ่งทำให้เกิดปัญหาด้านความปลอดภัยและเป็นช่องทางการระบาดของไวรัสต่างๆเช่น Code Red และ Nimda ดังนั้นบนวินโดวส์เซิร์ฟเวอร์ 2003 นั้น IIS 6.0 จะไม่ทำการติดตั้งโดยดีฟอลท์พร้อมกับระบบปฏิบัติการแต่ผู้ใช้ต้องทำการติดตั้งเอง เมื่อต้องการใช้งานและนอกจากนี้ IIS 6.0 ยังได้รับการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพการทำงานดีขึ้น ทำให้สามารถรองรับการใช้งานต่างๆได้ดียิ่งขึ้น และล่าสุดบริษัทไมโครซอฟท์ได้ออกเวอร์ชั่นใหม่นั้นคือ IIS 7.0

2.4.5 ระบบการจัดการฐานข้อมูล (Database Management System: DBMS)

เอกสารนี้เป็นเอกสาร
ไม่ว่ากรณีใดๆ

ทำหน้าที่เป็นซอฟต์แวร์ที่ใช้ดูแลจัดการฐานข้อมูล ลักษณะเป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับฐานข้อมูล โดยอำนวยความสะดวกในด้านการสร้าง ปรับปรุง แก้ไข และการเข้าถึงข้อมูล ซึ่งผู้ใช้สามารถกระทำผ่านทาง DBMS โดยที่ผู้ใช้อาจจะเขียนโปรแกรมประยุกต์ให้ DBMS ทำหน้าที่ติดต่อ

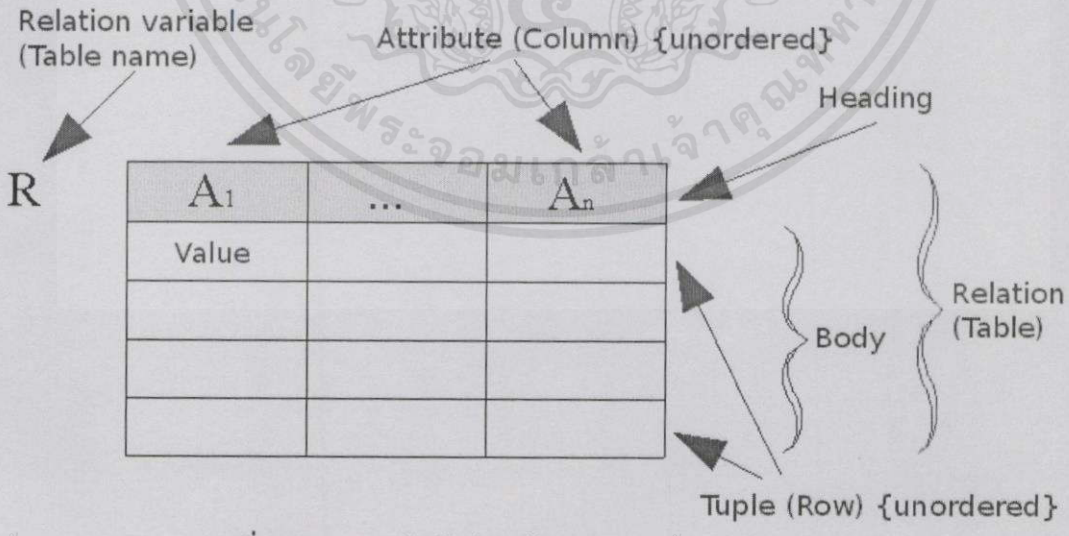
กับระบบปฏิบัติการ (operating system) ในการดึงข้อมูลมาเก็บไว้ใน buffer (ส่วนหนึ่งของหน่วยความจำที่ใช้สำหรับพักข้อมูลเป็นการชั่วคราว) สำหรับการประมวลผลมีแบบจำลองการทำงานดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 โครงสร้างของระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS)

2.4.6 ความสัมพันธ์ของข้อมูลแบบ Relational Model

โครงสร้างเป็นแบบตารางที่เราเรียกว่า relation แถวจะเรียกว่า tuple และส่วนคอลัมน์จะเรียกว่า attribute ดังรูปที่ 2.19 ซึ่งคำศัพท์ที่ใช้ในความสัมพันธ์ของข้อมูล ดังตารางที่ 2.9



รูปที่ 2.19 ความสัมพันธ์ของข้อมูลแบบ Relational Model

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.9 แสดงคำศัพท์และความหมายความสัมพันธ์ของข้อมูล

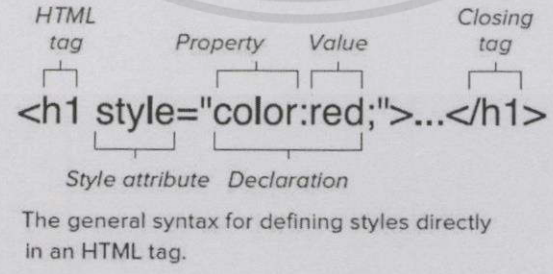
คำศัพท์	ความหมาย
Domain	ขอบเขตของค่าที่เป็นไปได้สำหรับ attribute หนึ่งๆ
KEY	ชุดของ attribute ที่มีจำนวนน้อยที่สุดที่ทำให้ค่าไม่ซ้ำ (ค่าของ attribute ซึ่งประกอบด้วย attribute หนึ่งหรือกลุ่มของ attribute ก็ได้ใช้บอกความแตกต่างของ tuple ใน relation หรือ tuple ที่อ้างอิงถึงนั้น)
Simple Key	key ที่ประกอบด้วย attribute เดียว
Combine Key	key ที่ประกอบด้วย attribute มากกว่า 1 attribute
Candidate Key (CK)	key ที่สามารถจะเป็นคู่แข่งซึ่งจะถูกเลือกให้เป็นคีย์หลัก
Primary Key (PK)	หมายถึง candidate key ตัวหนึ่งที่ถูกเลือกขึ้นมาเป็นคีย์หลัก Tuple หรือข้อมูลที่อยู่ใน attribute ที่เป็น PK ไม่สามารถซ้ำกันได้
Foreign Key (FK)	primary key ใน relation อื่นๆเรียกกว่า non-key attributes
Secondary Key (Alternate Key)	candidate key ที่ไม่ได้ถูกเลือกเป็น primary key

2.5 เว็บไซต์ (Website)

การสร้างเว็บไซต์สำหรับองค์กรส่วนใหญ่ในปัจจุบันจะมีองค์ประกอบพื้นฐานดังนี้

2.5.1 Hypertext Markup Language (HTML)

เป็นภาษาที่ใช้ในการสร้างเว็บเพ็จ โดยใช้ในการแสดงผลของเอกสารบนเว็บไซต์ เรียกที่เรียกว่า เว็บเพ็จ ถูกพัฒนาและกำหนดมาตรฐานโดยองค์กร World Wide Web Consortium (W3C) และจากการพัฒนา Software ของ ไมโครซอฟท์ ทำให้ภาษา HTML ใช้เขียนโปรแกรมได้ การเรียกใช้เอกสารเหล่านี้ทำได้โดยใช้โปรแกรม Website เช่น Firefox, Internet Explorer, Google Chrome เรียกดูข้อมูลที่เขียนด้วยภาษา HTML นั้นจะมีนำคำสั่ง HTML ที่เรียกว่า Tag มากำหนดลักษณะและรูปแบบของเอกสารที่แสดงบนจอภาพ Tag ประกอบด้วยเครื่องหมาย "<" ตามด้วยชื่อ Tag ปิดท้ายด้วยเครื่องหมาย ">" โดยชื่อ Tag ใช้ตัวอักษรใหญ่หรือเล็กก็ได้ ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 ตัวอย่างการเขียน Tag ของ HTML

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HTML5 เป็นมาตรฐานตัวต่อไปของ HTML ที่อยู่ระหว่างการพัฒนาโดยมีลักษณะเหมือนมาตรฐานของเวอร์ชั่นเดิมคือ 4.01 และได้เพิ่มลักษณะเด่นที่สำคัญได้แก่ การใช้งานวิดีโอ, การ

แสดงตำแหน่งทางภูมิศาสตร์, การเก็บไฟล์ในลักษณะออฟไลน์, การแสดงกราฟิก Input types แบบใหม่ โดยที่โครงสร้างของภาษา HTML5 ยังเหมือนกับ HTML เวอร์ชั่นเดิมแต่มีการเพิ่ม Tag ใหม่ มีการเพิ่ม Input types ที่เจาะจงมากกว่าเดิมเช่น การเรียกใช้กล่อง Input เพื่อเก็บอีเมล์ เวอร์ชั่นเดิมใช้คำสั่ง <input type="text"id="email"> แต่เวอร์ชั่น HTML5 เปลี่ยนมาใช้คำสั่งเป็น <input type ="email">แทน ซึ่ง HTML5 นั้นได้เพิ่ม input types มากขึ้นเช่น เนื่องจากเดิมที HTML4 ขึ้นไปไม่สามารถแสดงผลเสียง-วีดิโอได้โดยตรงต้องใช้วิธีฝัง <object> แล้วติดตั้งปลั๊กอิน เพื่อช่วยเล่นมัลติมีเดีย ซึ่งทำงานได้ตามนั้นแต่ก็มีปัญหาหยิบย่อยมาตาม แต่พอเป็น HTML5 ได้กำหนดให้ HTML ต้องเล่นไฟล์เสียง-วีดิโอได้ในตัวจึงเป็นที่มาของ Tag ใหม่ <audio> และ <video> ดังนั้นต่อไปเสียงและวีดิโอจะกลืนเป็นเนื้อเดียวกันกับเว็บเพ็จโดยตรง สามารถปรับเปลี่ยนการแสดงผลได้เช่นเดียวกับส่วนอื่นๆของเว็บเพ็จ

2.5.2 Personal Home Page (PHP)

เป็นภาษาสคริปต์แบบเซิร์ฟเวอร์ไซด์ โดยการประมวลผลจะเกิดขึ้นบนเซิร์ฟเวอร์ (server) ซึ่ง PHP มีหน้าที่ในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาโดยอัตโนมัติ แล้วจึงส่งให้กับไคลเอ็นต์ (client) เพื่อแสดงผล ทำให้ลดภาระการส่งถ่ายโอนข้อมูลจำนวนมาก สามารถนำมาใช้ทำเว็บไซต์ที่จำเป็นต้องมีการตอบสนองกับผู้ใช้ โดยเฉพาะการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลประเภทต่างๆ มาแสดงในเว็บไซต์จึงเหมาะกับการนำมาทำเว็บบอร์ด, เว็บเมล์, ไดนามิกเว็บเพ็จ เพื่อประโยชน์ในทางพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-commerce) ตลอดจนการสร้างเว็บแอบพลิเคชัน เพื่อใช้ภายในองค์กรที่ต้องการคุณสมบัติในการเรียกใช้งานได้จากทุกที่ โดยไม่ต้องติดตั้งในเครื่องผู้ใช้ การใช้ภาษาสคริปต์แบบเซิร์ฟเวอร์ไซด์สามารถทำได้โดยการเขียนโค้ด PHP แทรกลงไปในโค้ด HTML ด้วยการเปิด Tag ด้วย <?php และปิด Tag ด้วย ?> ส่วนของโปรแกรมที่อยู่ใน Tag นี้มีหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลที่เป็นตัวแปรและค่าคงที่ต่างๆ

2.5.3 Cascading Style Sheet (CSS)

ทำงานร่วมกับ HTML เพื่อใช้ในการตบแต่งหน้าเอกสารเว็บเพ็จโดยเฉพาะ การใช้งาน CSS จะเข้ามาช่วยเพิ่มความสามารถให้กับ HTML โดยในปัจจุบันเว็บไซต์ส่วนใหญ่นิยมใช้งาน CSS ทั้งนี้ เนื่องจาก CSS มีความสามารถในการตบแต่งการแสดงผลข้อมูลหน้าเว็บเพ็จที่เหนือกว่า HTML โดยปกติมาก ตัวอย่างความสามารถของ CSS มีดังนี้

1. สามารถทำให้ TEXT ที่เป็นจุด Link ไม่ให้มีการขีดเส้นใต้ได้

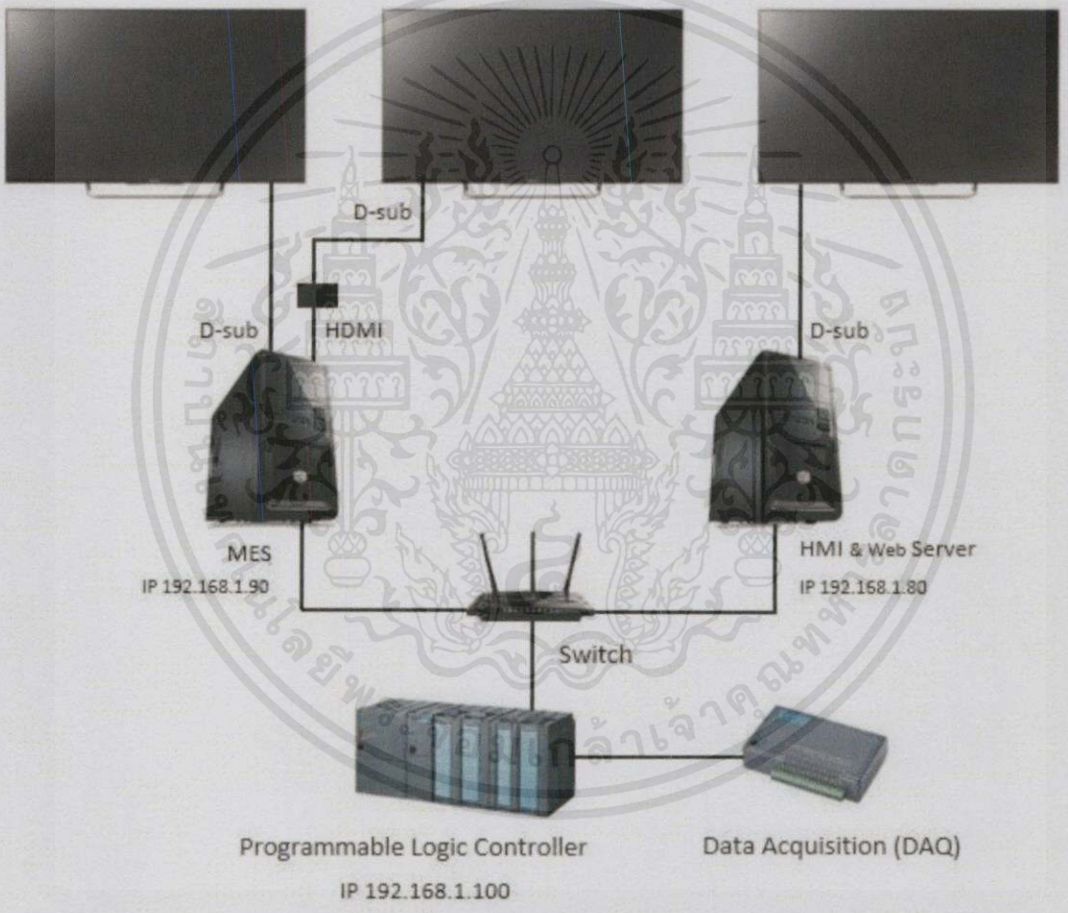
2. สามารถกำหนดขนาดของ Font ให้มีค่าคงที่ได้เมื่อผู้ใช้งานปรับ Font ปรับค่าเท่าใดก็ตาม ข้อดีของการใช้ CSS คือ ช่วยลดการใช้ภาษา HTML ในการตกแต่งเอกสารเว็บเพ็จ ลดขนาดไฟล์ให้เล็กลงจึงดาวน์โหลดได้เร็วขึ้น สามารถกำหนดรูปแบบการแสดงผลจากคำสั่ง style sheet ชุดเดียวกันให้มีกับเอกสาร HTML ทุกหน้า ทำให้แก้ไขเอกสารได้ง่ายและรวดเร็ว สามารถควบคุมการแสดงผลให้เหมือนกับ Websiteได้ สามารถกำหนดการแสดงผลในรูปแบบต่างๆ ที่เหมาะกับสื่อชนิดอื่นๆได้เช่น บนมือถือ บนหน้าจอ และบนกระดาษเมื่อสั่งพิมพ์ ทำให้เป็นเว็บไซต์ที่มีมาตรฐาน เนื่องจาก attribute ของ HTML ตกแต่งเอกสารเว็บเพ็จนั้นล้าสมัย W3C จึงกำหนดให้ใช้ CSS แทน ดังนั้นการใช้ CSS กับเอกสาร HTML จะทำให้เข้ากับ Websiteในอนาคตได้ดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 ขั้นตอนการเชื่อมต่อ Hardware

การเชื่อมต่อ Hardware จำเป็นต้องมีการตั้งค่าทาง Software ให้สามารถเชื่อมต่อกันได้ ซึ่งมีองค์ประกอบสำคัญได้แก่ Programmable Logic Controller (PLC), Data Acquisition (DAQ), Hub Switch, Human Machine Interface (HMI), Manufacturing Execution System (MES), Web Server, High Definition Multimedia Interface (HDMI) เป็นต้น ลักษณะการเชื่อมต่อระบบ Hardware ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 การเชื่อมต่อระบบ Hardware

3.2 ขั้นตอนดำเนินการของ DAQ และ PLC

เป็นระดับชั้นของกระบวนการผลิต (Process) โดยกระบวนการผลิตในโครงงานนี้ถูกควบคุมผ่านระดับชั้นที่ 1 โดยใช้ Programmable Logic Controller (PLC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 Hardware Configuration

การเชื่อมต่อแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง ITS กับ PLC โดยใช้บอร์ดรวบรวมข้อมูลเป็น Data Acquisition Board (DAQ) ดังรูปที่ 3.2 ซึ่งมีคุณสมบัติคือ 32 I/O Isolated Channels เชื่อมต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางพอร์ต UBS License Key ดังรูปที่ 3.3 เพื่อปลดล็อคการทำงานของ Hardware

รูปที่ 3.2 Data Acquisition Board (DAQ)

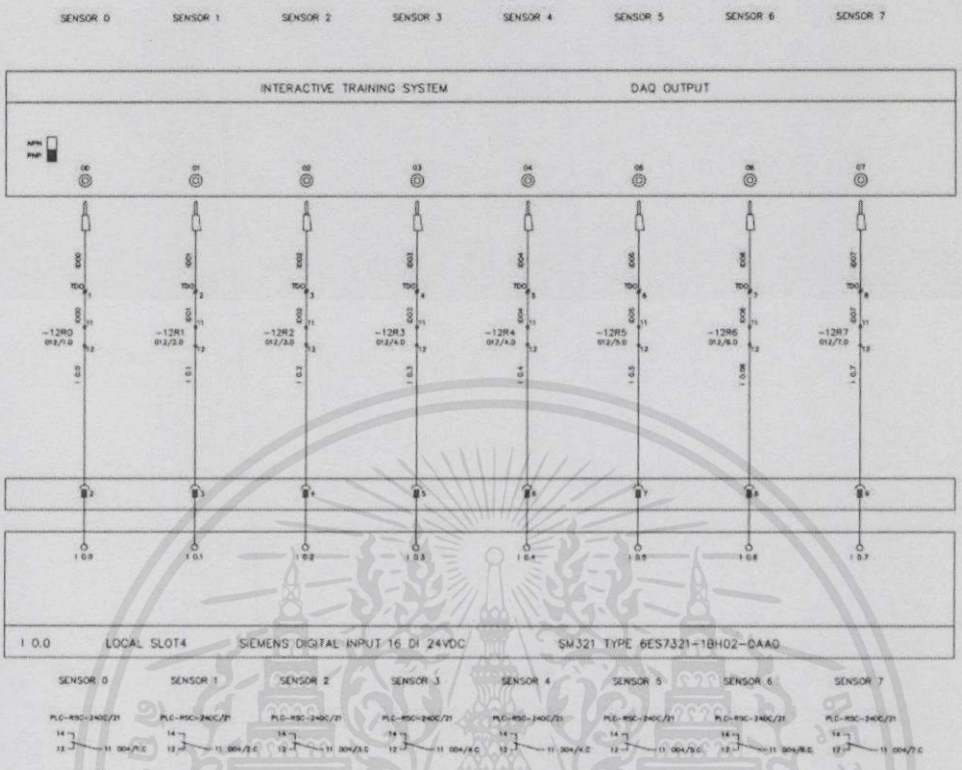
รูปที่ 3.3 USB License Key

1. PLC ที่เชื่อมต่อกับ DAQ ประกอบด้วย Digital Input (DI) ซึ่งมี 16 อินพุตและ Digital Output (DO) ที่มี 8 เอาต์พุต ดังรูปที่ 3.4

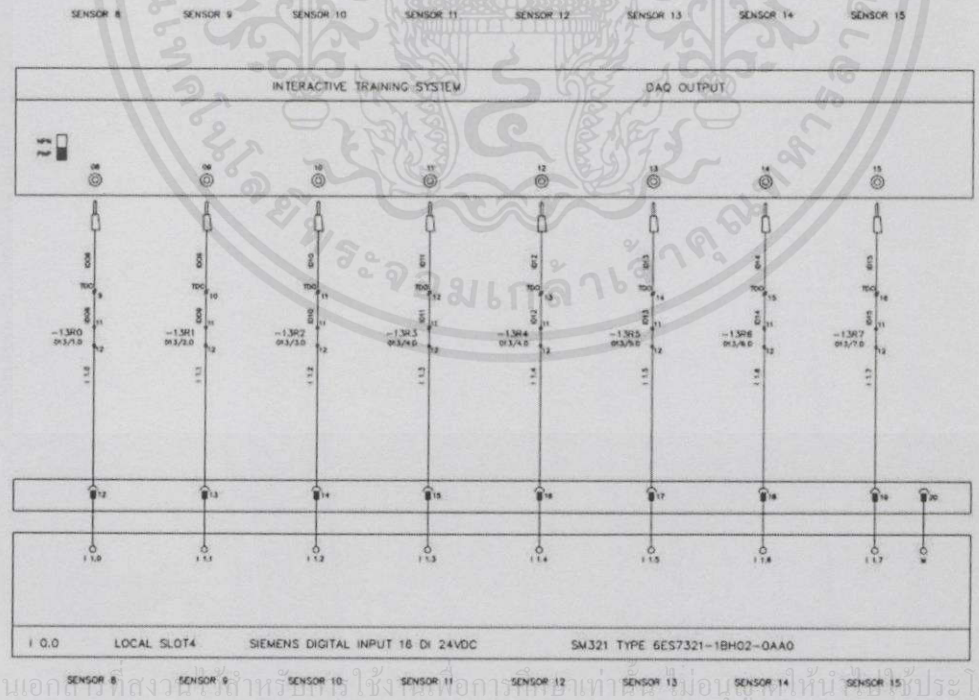
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ ... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.4 Digital Input-Output

2. การเชื่อมต่อ DAQ Output กับ PLC Digital Input ดังรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6



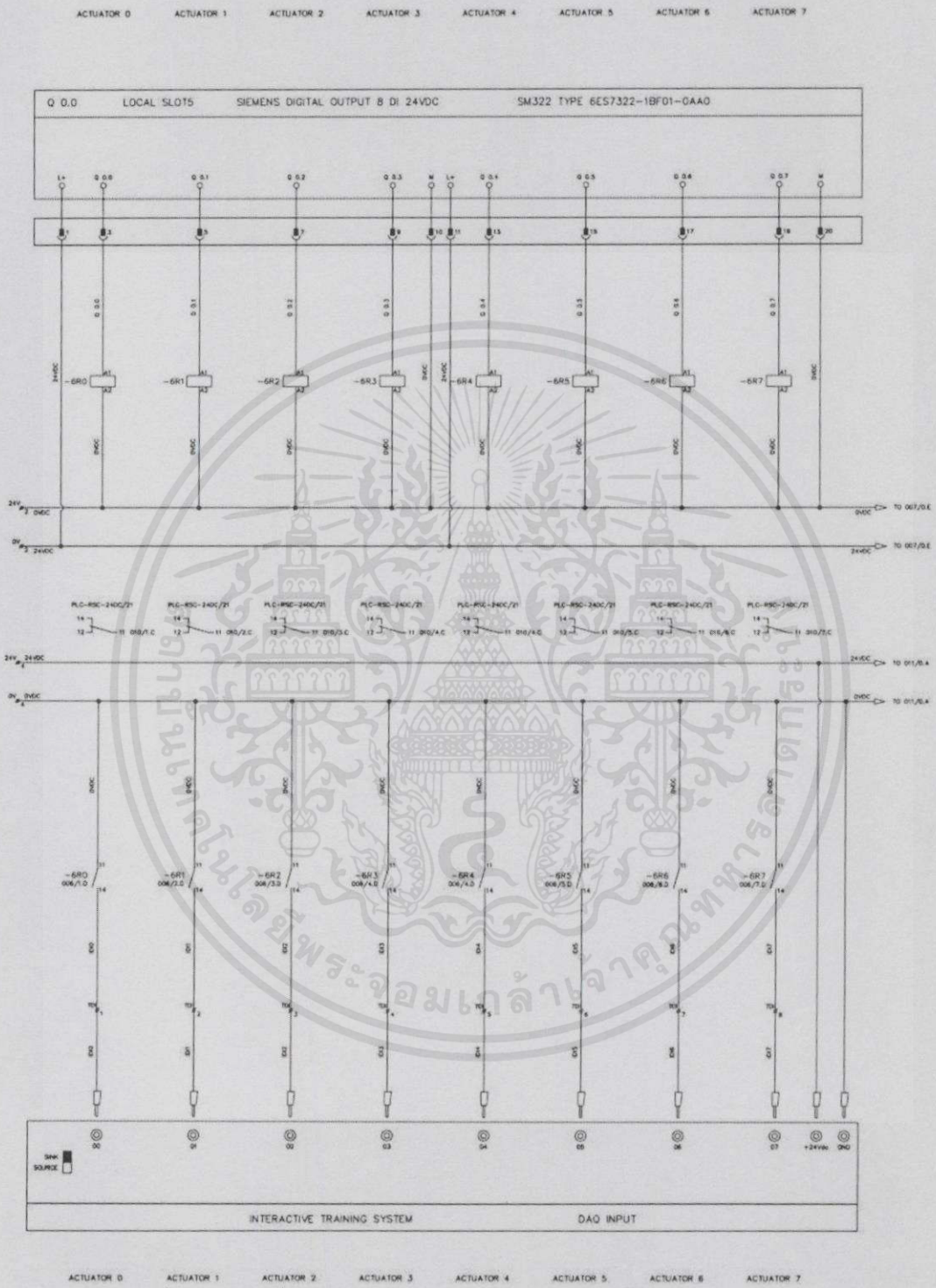
รูปที่ 3.5 การเชื่อมต่อ DAQ Output กับ PLC Digital Input (Actuator; 0-7)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

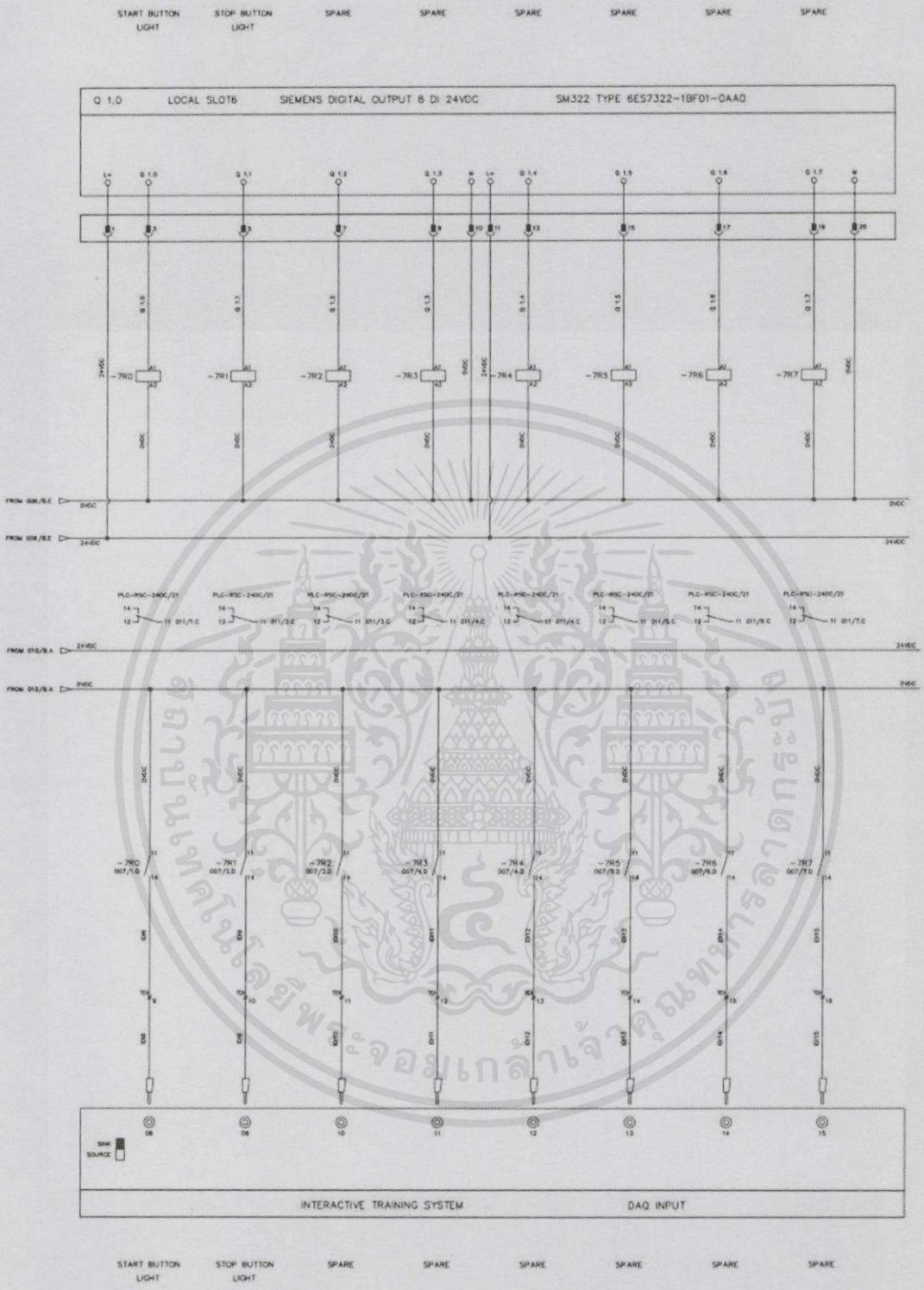
รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อ DAQ Output กับ PLC Digital Input (Actuator; 8-15)

3. การเชื่อมต่อ DAQ Input กับ PLC Output ดังรูปที่ 3.7 และรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.7 การเชื่อมต่อ DAQ Input กับ PLC Output (Actuator; 0-7)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การเชื่อมต่อ DAQ Input กับ PLC Output (Actuator; 8-15)

โดยการเชื่อมต่อจำเป็นต้องเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสม เมื่อใช้ PLC ที่มีเอาต์พุตเป็นแบบ source type transistor ค่าสภาวะของอุปกรณ์จะถูกตั้งค่าเป็น sink type transistor และเมื่อใช้ PLC ที่มีอินพุตแบบ sink type transistor ค่าสภาวะของเซนเซอร์จะถูกตั้งค่าเป็น source ทันที

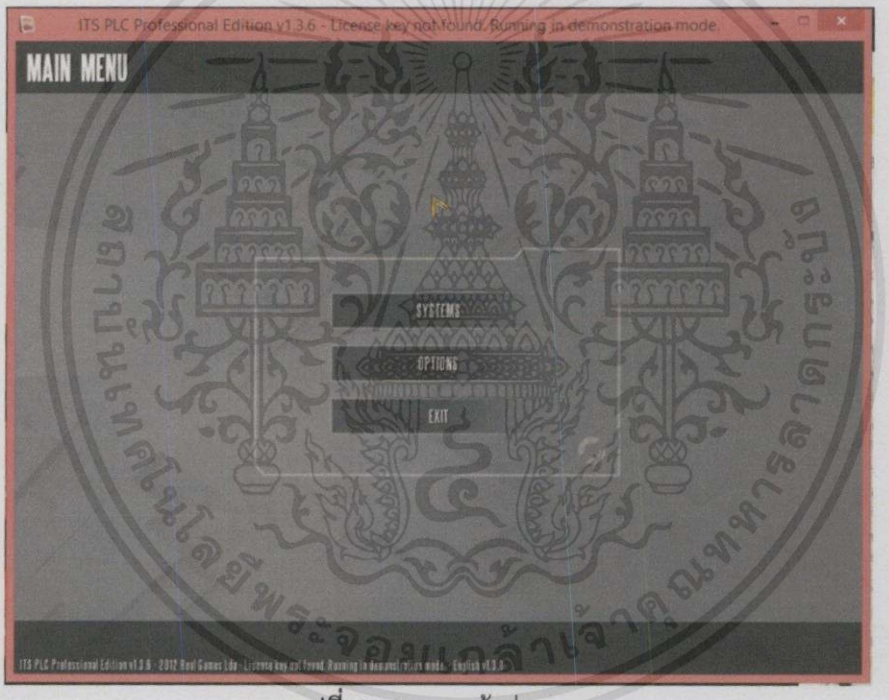
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 Software configuration

1. โปรแกรม ITS PLC professional edition ใช้ในการจำลองกระบวนการผลิตแบบ Pick and Place มี Icon ของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 Icon โปรแกรม ITS

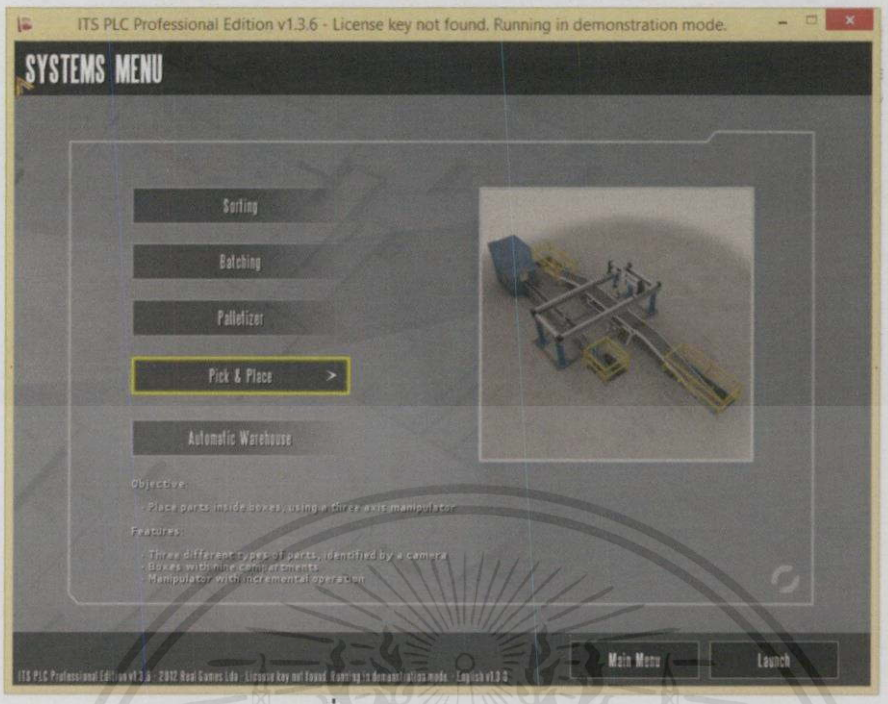
2. กดเข้าโปรแกรมไปยัง Main Menu แล้วเลือก SYSTEMS ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 การเข้าสู่ระบบ

3. โปรแกรม ITS PLC Profession Edition มีการจำลองกระบวนการผลิต 5 แบบ ได้แก่ Sorting, Batching, Palletizer, Pick and Place และ Automatic Warehouse ซึ่งการจำลองกระบวนการผลิตของโครงงานนี้เลือกแบบ Pick and Place จากนั้นคลิกที่ Launch เพื่อเข้าสู่การจำลองกระบวนการผลิตดังรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 Pick and Place

4. เมื่อเข้าสู่การจำลองกระบวนการผลิตแบบ Pick and Place ซึ่งมีฟังก์ชันให้เลือกใช้งานแบบ Auto และแบบ Manual โดยที่แบบ Manual ใช้สั่งการทำงานของ Actuator และ sensor แต่ละตำแหน่ง สำหรับโครงงานนี้เลือกใช้แบบ Auto ใช้สั่งการทำงานแบบอัตโนมัติ โดยหมุนไปที่โหมด Auto ดังรูปที่ 3.12 เพื่อรอคำสั่งจาก PLC

รูปที่ 3.12 หน้าหลักของกระบวนการผลิต

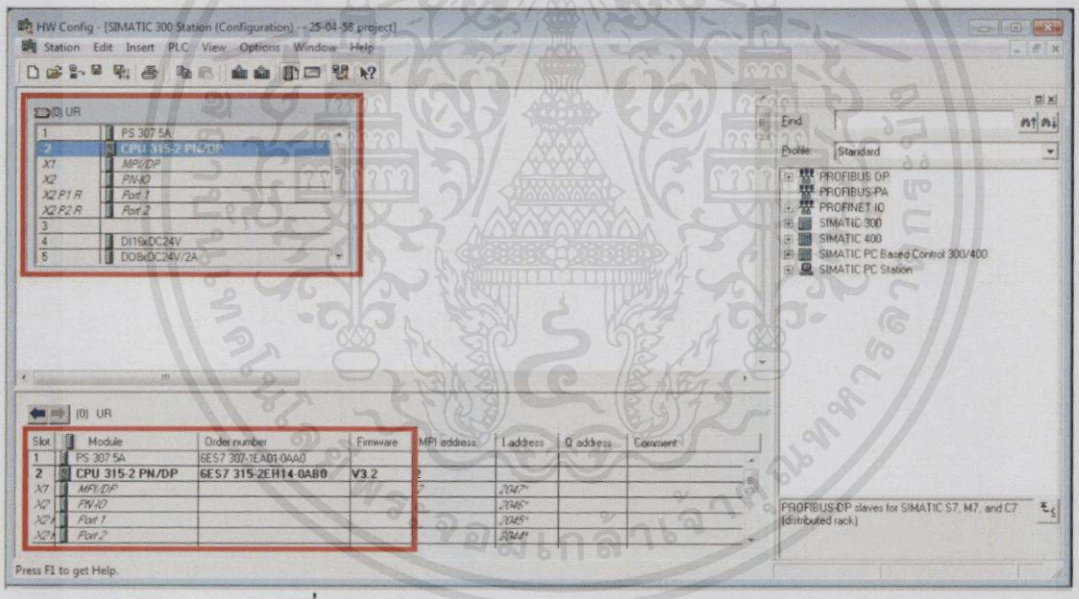
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.3 โปรแกรม SIMATIC Manager

ใช้เขียนฟังก์ชันสำหรับควบคุมการทำงานของ PLC มี Icon โปรแกรม ดังรูปที่ 3.13

รูปที่ 3.13 SIMATIC Manager

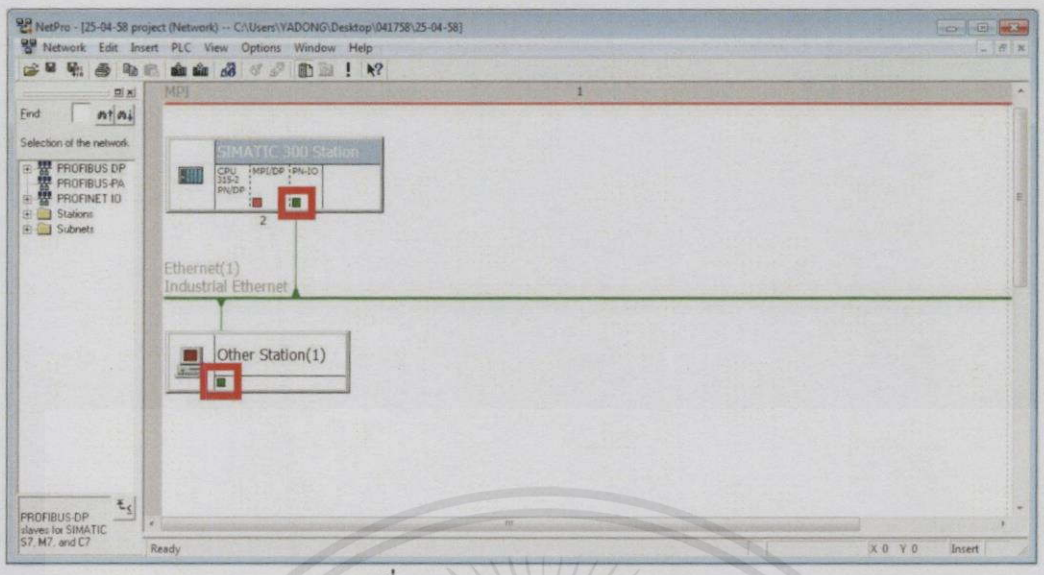
1. เข้าไปยัง Hardware (HW Config) เลือกส่วนประกอบที่เราใช้ตามอุปกรณ์จริง ซึ่งมีดังนี้ Programmable System (PS), Central Processing Unit (CPU), Digital Input (DI) และ Digital Output (DO) จากนั้นดาวน์โหลดอุปกรณ์ที่เลือกทั้งหมดดังรูปที่ 3.14



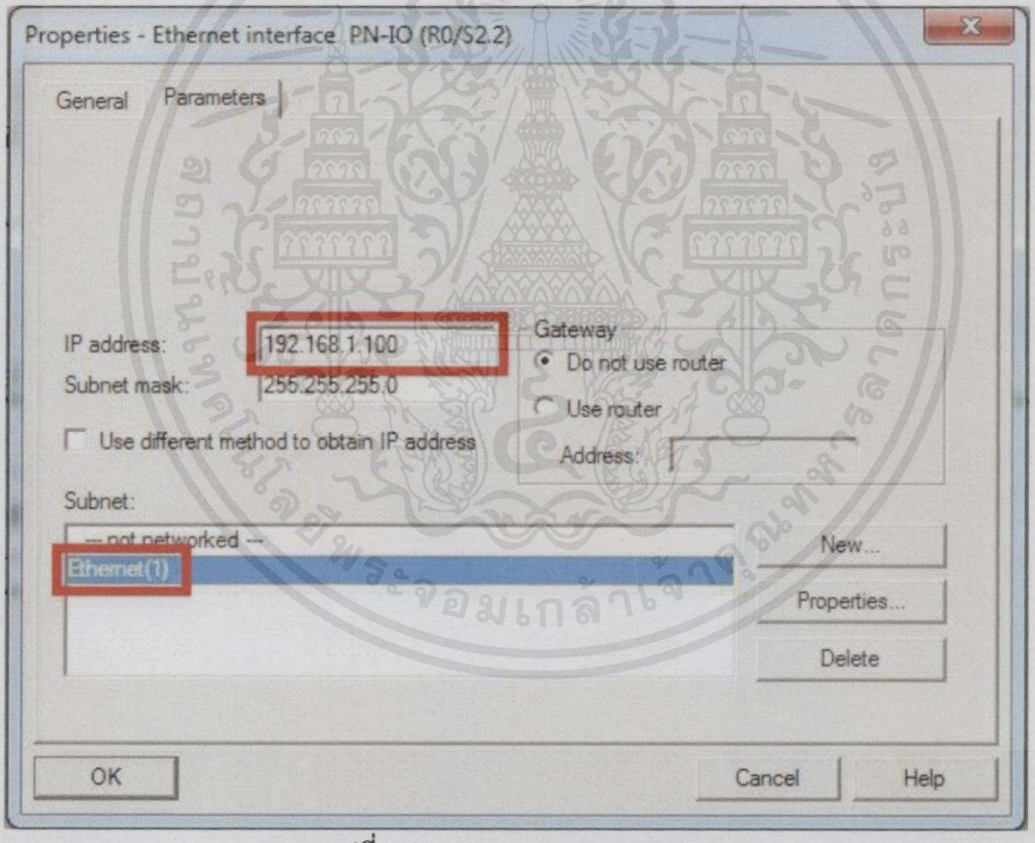
รูปที่ 3.14 HW Config- [SIMATIC 300 Station]

2. เลือก Configure Network เพื่อกำหนดการเชื่อมต่อและตั้งค่า IP Address ของ PLC กับคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ให้ตรงกับอุปกรณ์จริง ดังรูปที่ 3.15 แล้วเข้าไปกำหนดคุณสมบัติที่ Properties – Ethernet interface เลือกที่ Parameters และตั้งค่า IP Address ของ PLC เป็น 192.168.1.100 ดังรูปที่ 3.16 และตั้งค่า IP Address ของคอมพิวเตอร์ MES เป็น 192.168.1.90 ดังรูปที่ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

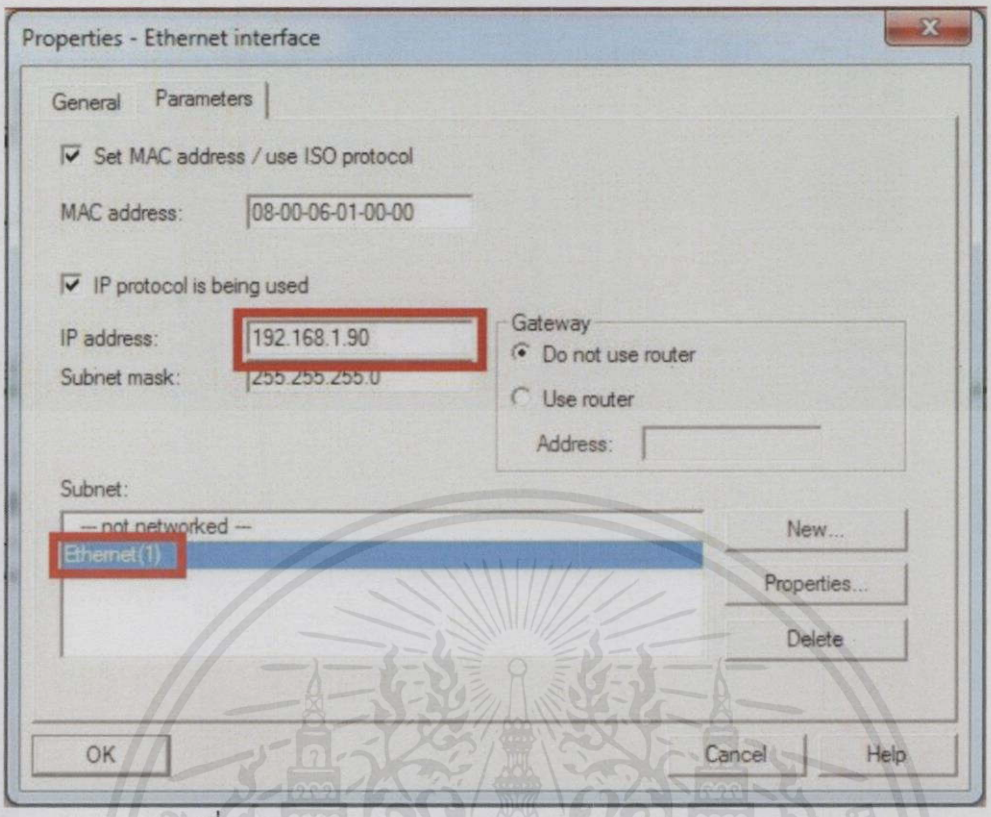


รูปที่ 3.15 Configure Network



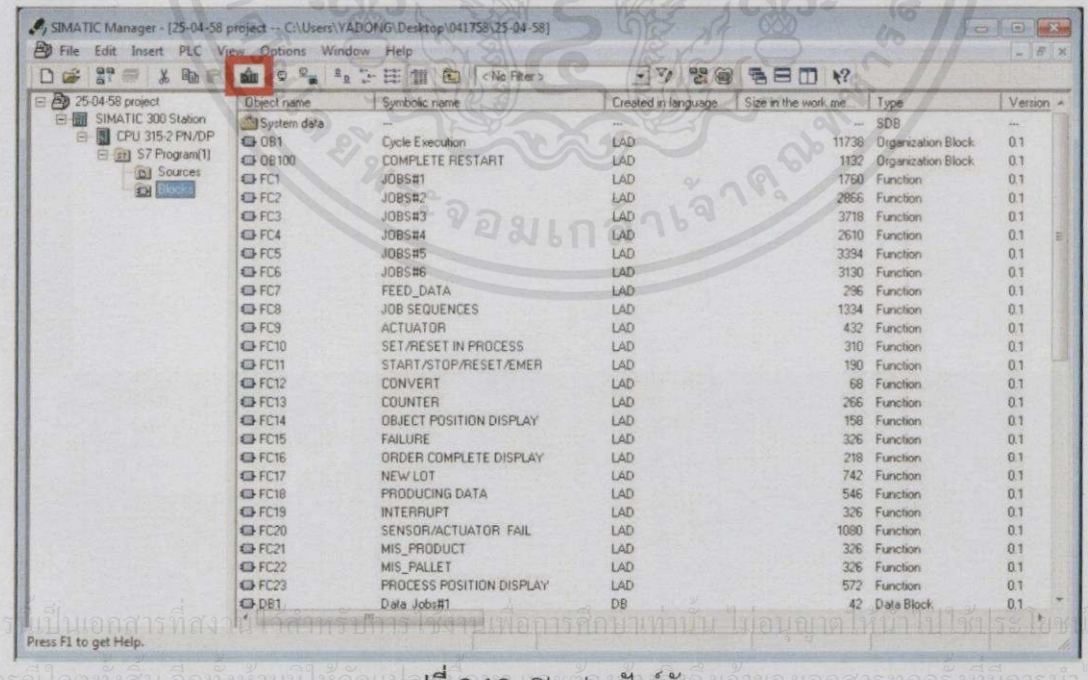
รูปที่ 3.16 Parameters ของ PLC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.17 Parameters ของ Computer (Other Station)

3. ดาวน์โหลด Blocks ฟังก์ชันระบบการทำงานที่เขียนไว้ลงไปยัง PLC และทดสอบการทำงานของฟังก์ชัน โดยออกไลน์โปรแกรม เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 Blocks ฟังก์ชัน

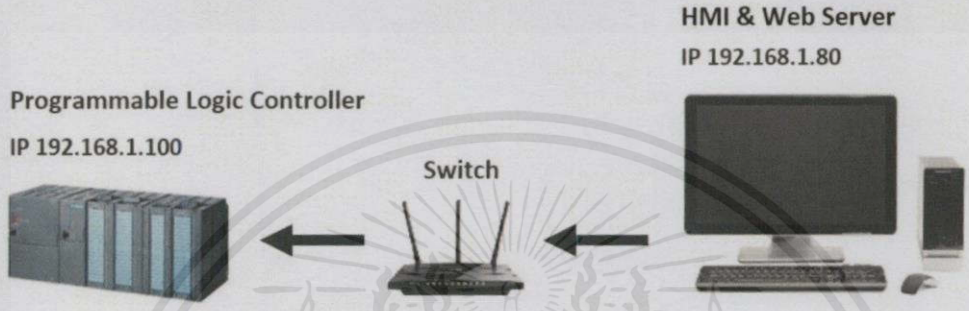
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ขั้นตอนดำเนินการ PLC และ HMI

เป็นระดับชั้นการสั่งการควบคุมกระบวนการผลิตผ่าน HMI: Human Machine Interface

3.3.1 Hardware configuration

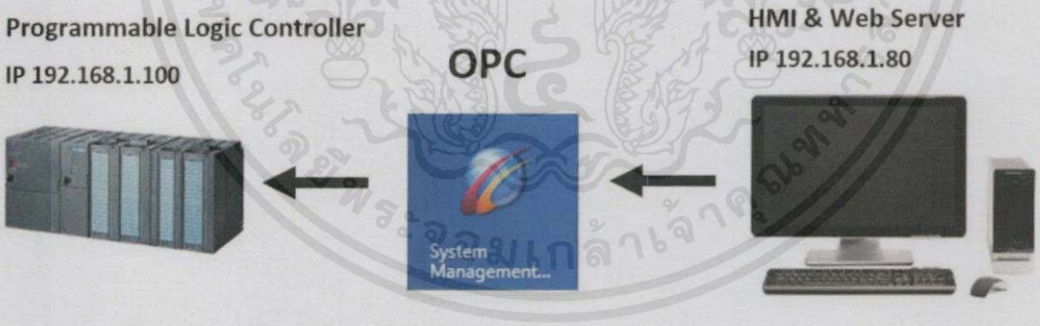
เป็นการเชื่อมต่อโปรแกรม Wonderware Intouch เข้ากับ PLC ผ่านสาย Ethernet ไปยัง Hub switch โดยจำเป็นต้องตั้งค่า IP Address ของ PLC เป็น 192.168.1.100 และตั้งค่า IP Address ของคอมพิวเตอร์ HMI เป็น 192.168.1.80 ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 การเชื่อมต่อ HMI ไปยัง PLC

3.3.2 Software configuration

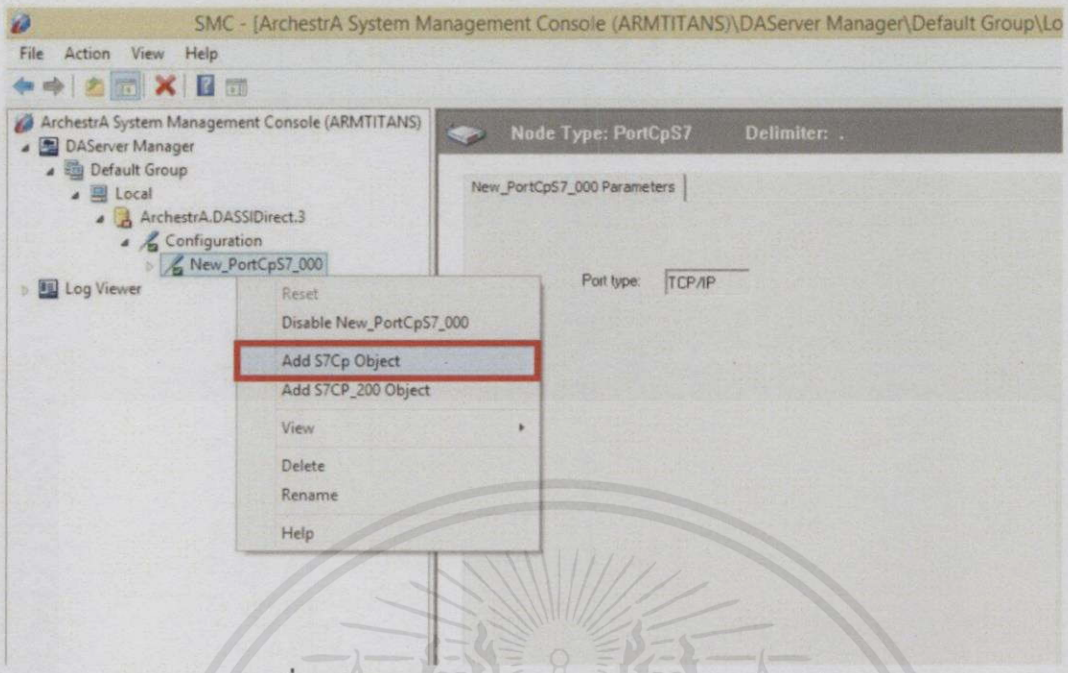
การเชื่อมต่อโปรแกรม Wonderware Intouch กับ PLC จำเป็นต้องใช้ OLE for Process Control (OPC) เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 3.20



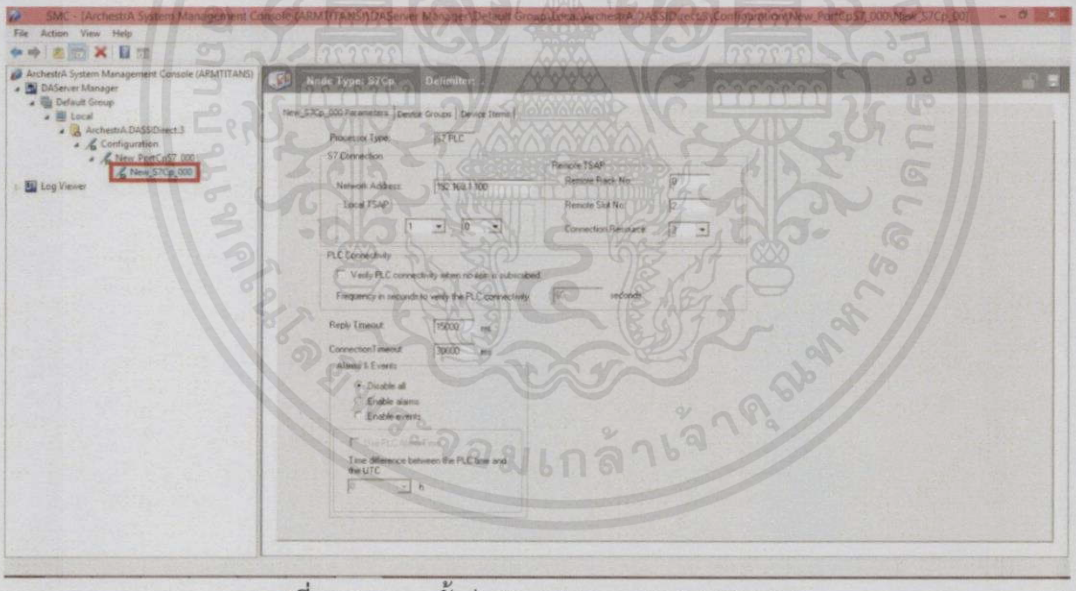
รูปที่ 3.20 การเชื่อมต่อ HMI กับ PLC ผ่าน OPC

1. เลือกใช้ OPC เป็น System Management Console (SMC) โดยเลือกไปยัง DAServer Manager – Default Group – Local – ArchestrA.DASSIDirect.3 – Configuration – New_ProtCpS7_000 แล้วคลิกขวาที่ New_ProtCpA7_000 เลือก Add S7Cp Object ดังรูปที่ 3.21 และตั้งค่า IP Address เป็น 192.168.1.100 ดังรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



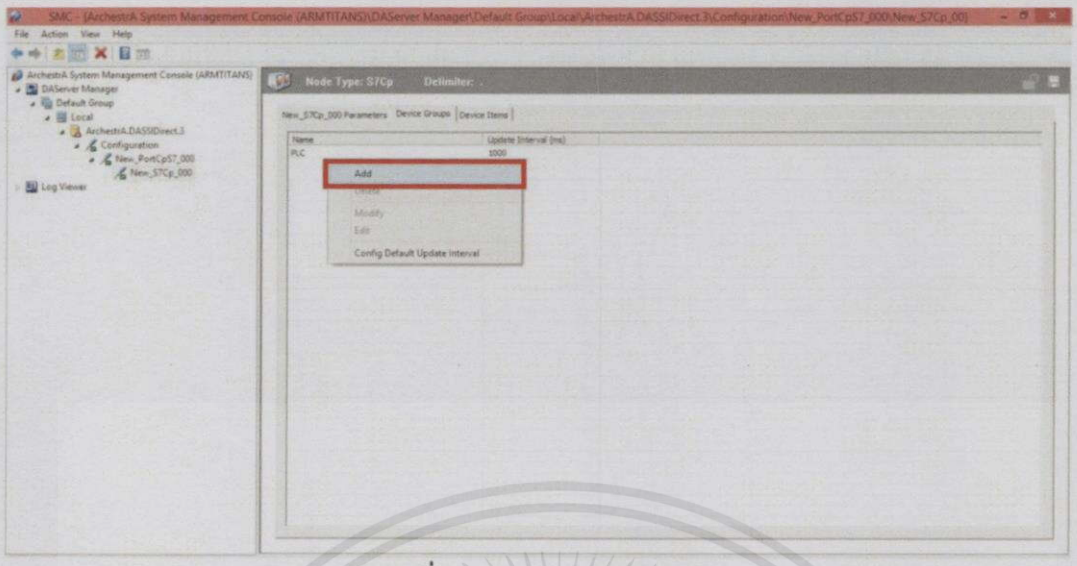
รูปที่ 3.21 System Management Console (SMC)



รูปที่ 3.22 การตั้งค่า IP Address: 192.168.1.100

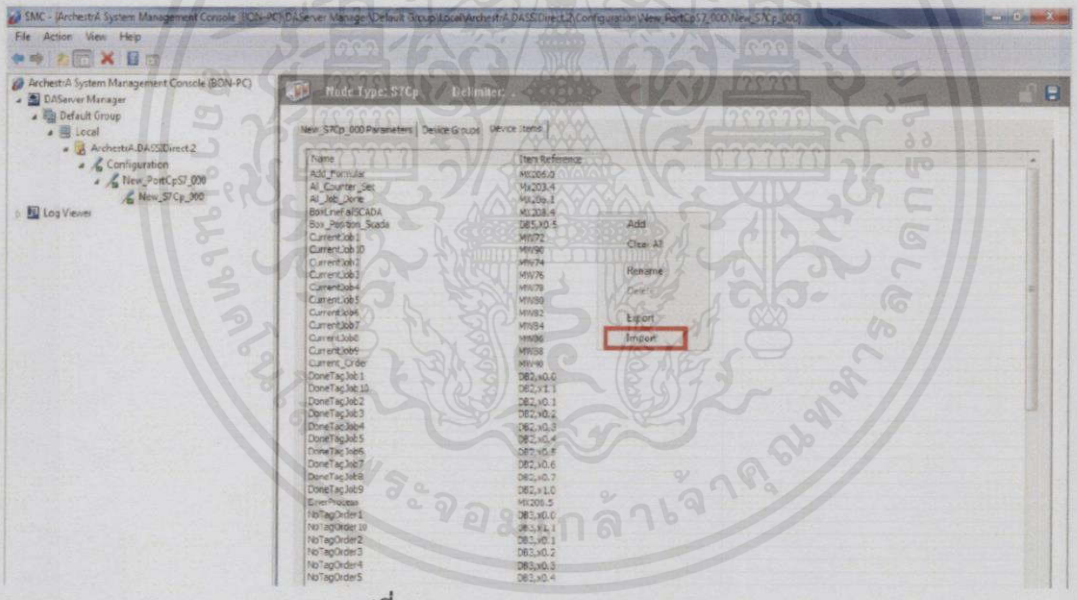
2. คลิกที่ Device Items Add PLC 1000 เข้าไป ดังรูปที่ 3.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.23 Add PLC 1000

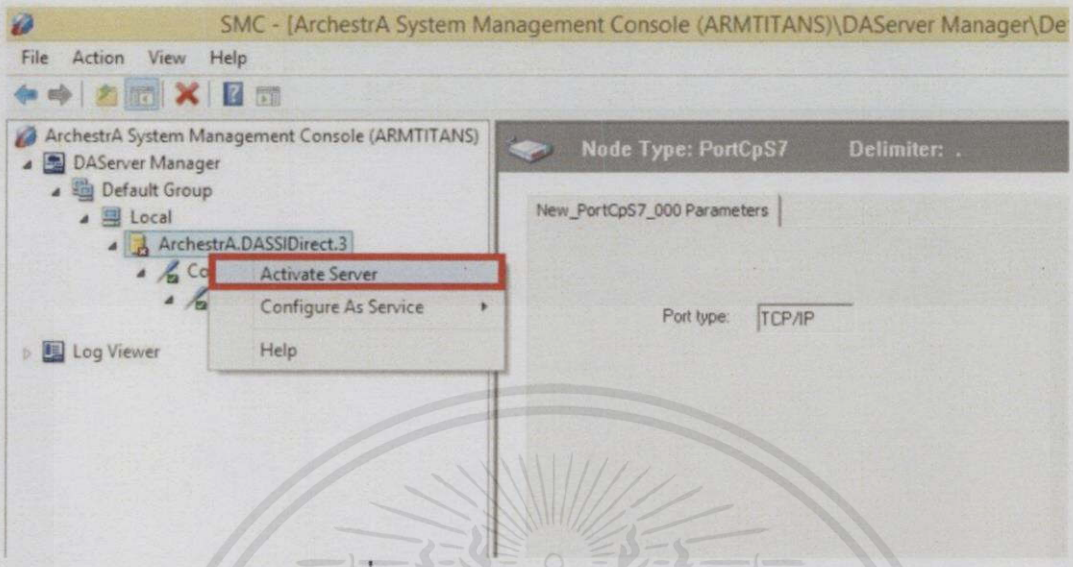
3. คลิกที่ Device Groups Import tagname ทั้งหมดลงไป ดังรูปที่ 3.24



รูปที่ 3.24 การ Import tagname

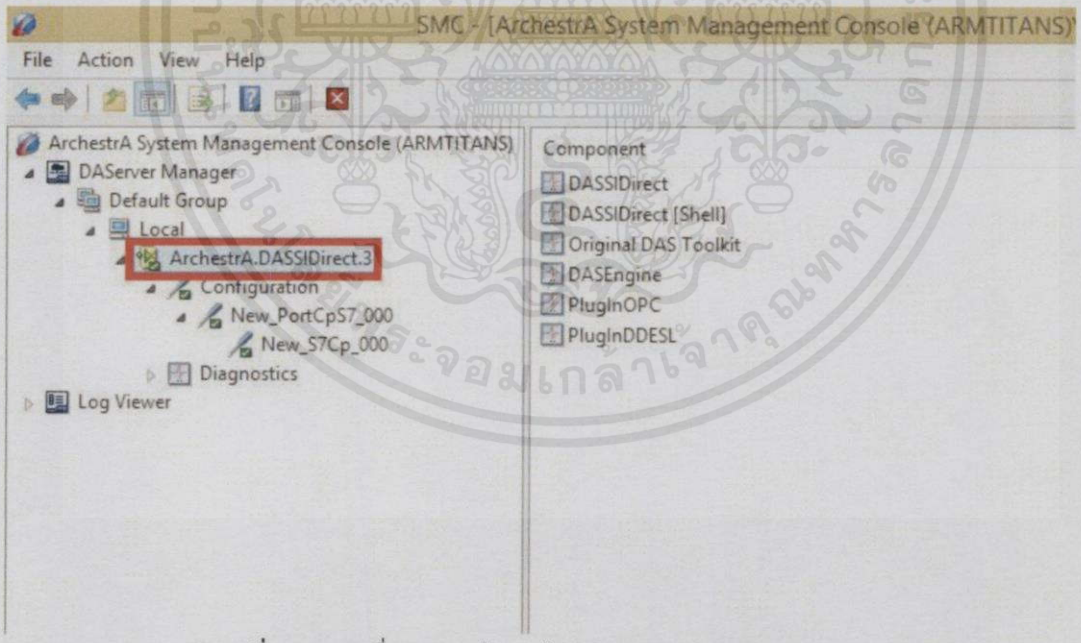
4. คลิกขวาที่ ArchestrA.DASSIDirect.3 และเลือก Activate Server ดังรูปที่ 3.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 ArchestrA.DASSIDirect.3

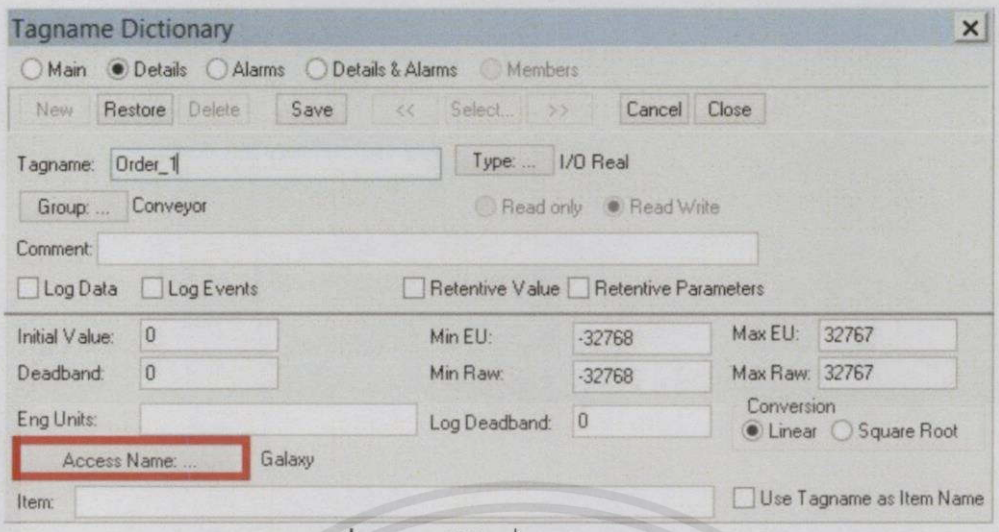
5. สังเกตเครื่องหมายข้างหน้า ArchestrA.DASSIDirect.3 จะเปลี่ยนเป็นเครื่องหมายถูกสีเขียวดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 เครื่องหมายข้างหน้า ArchestrA.DASSIDirect.3

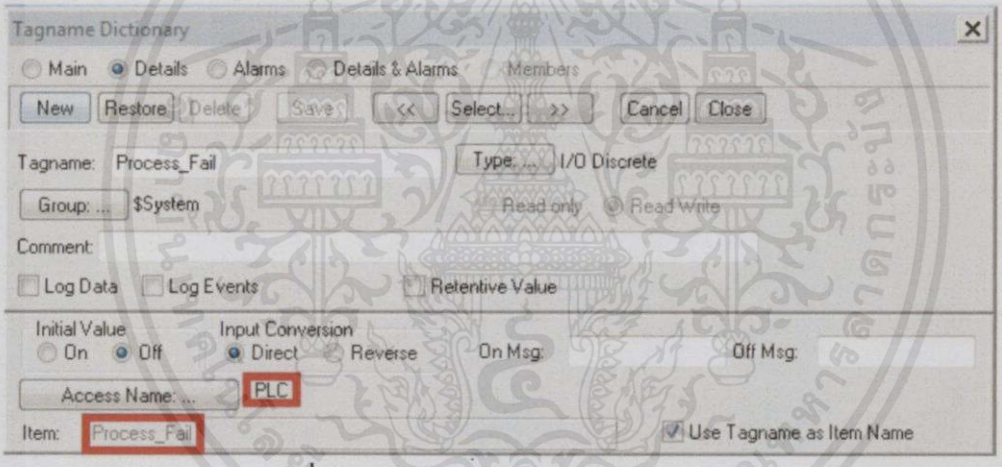
6. การเชื่อมต่อ PLC กับ HMI จะต้องมี Tagname ที่ตรงกัน โดยเข้าไปที่ Access Name เลือก Add PLC เข้าไป ดังรูปที่ 3.27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.27 เข้าไปที่ Access Name

7. ใส่ Tagname ในช่อง Item: (Process_Fail) ให้ตรงกับ PLC ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 ตำแหน่ง Item: (Process_Fail)

3.4 ขั้นตอนดำเนินการระหว่าง MES และ Database

เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระดับชั้นการจัดการกระบวนการผลิต MES (Level 3) กับระบบฐานข้อมูล (Database)

3.4.1 Hardware Configuration

เนื่องจากคอมพิวเตอร์ที่ทำงานในระดับชั้นจัดการกระบนการผลิต MES กับระบบฐานข้อมูล (Database) และ Server อยู่ในเครื่องเดียวกันจึงไม่มีการเชื่อมต่อทาง Hardware

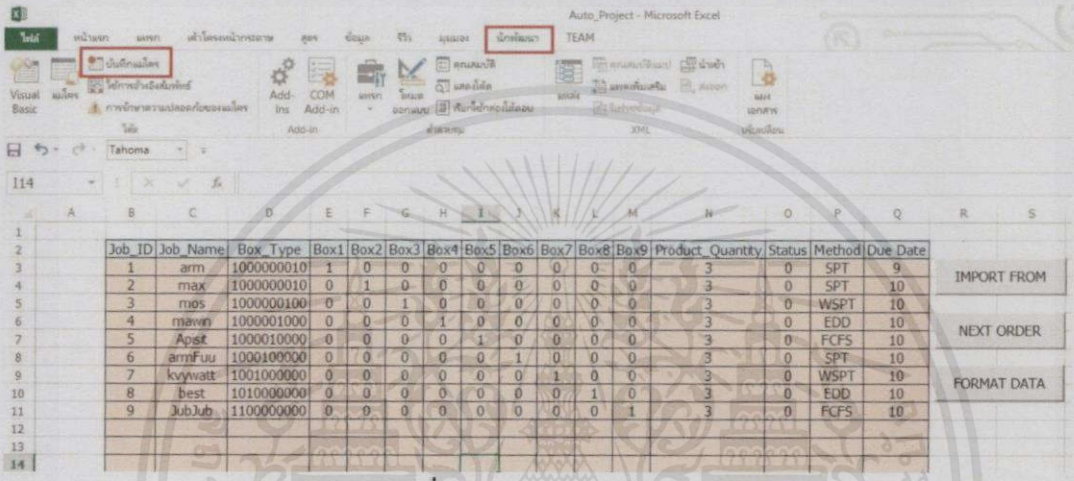
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 Software Configuration

การเชื่อมต่อทาง software ระหว่างระดับชั้นการจัดการกระบวนการผลิต MES (Level 3) กับระบบฐานข้อมูล (Database) จำเป็นต้องทำระบบฐานข้อมูล SQL Server 2014 R2 ไว้รองรับ

การสั่งซื้อสินค้าจากลูกค้าและการดึงข้อมูลออกมาในรูปแบบ excel ตามที่เขียนโปรแกรม VBS ไว้นั่นเอง โดยการเชื่อมต่อทาง Software ในโปรแกรม Microsoft Office excel โดยการ Import data จากฐานข้อมูลไปแสดงในโปรแกรม Microsoft Office excel โดยการเชื่อมต่อผ่าน Driver - SQL Server 2014 R2 และจัดรูปแบบตารางข้อมูลจาก Database และเชื่อมต่อกับ Wonderware Intouch ด้วยโปรแกรม Microsoft Office excel ดังนี้

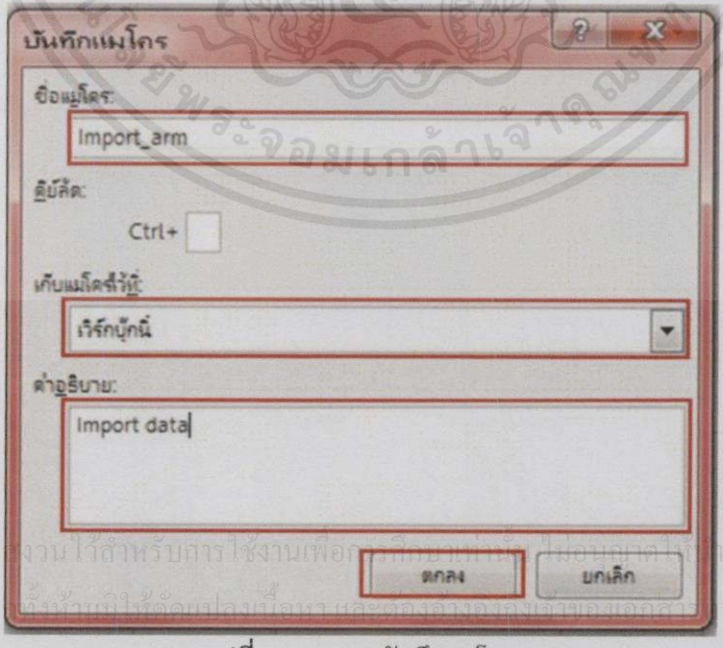
1. การสร้างแมโคร (Macro) ในโปรแกรม Microsoft Office Excel โดยเข้าไปที่หน้านักพัฒนาแล้วคลิกบันทึกแมโคร ดังรูปที่ 3.29



Job_ID	Job_Name	Box_Type	Box1	Box2	Box3	Box4	Box5	Box6	Box7	Box8	Box9	Product_Quantity	Status	Method	Due Date
1	arm	1000000010	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	SPT	9
2	max	1000000010	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	SPT	10
3	mos	1000000100	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	WSPT	10
4	mawn	1000001000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	EDD	10
5	Apsit	1000010000	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	FCFS	10
6	armFuu	1000100000	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	SPT	10
7	kvywatt	1001000000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	WSPT	10
8	best	1010000000	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	EDD	10
9	JubJub	1100000000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	FCFS	10

รูปที่ 3.29 การสร้างแมโคร

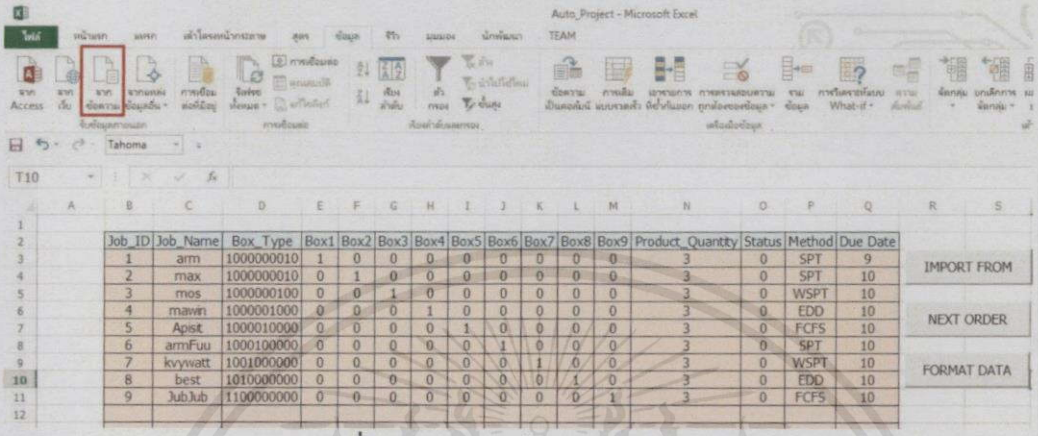
2. กำหนดชื่อแมโครเป็น Import_arm เลือกแหล่งจัดเก็บข้อมูลเป็นเฉพาะเวิร์กบุ๊ก (This Workbook) และคำอธิบาย (Import data) แล้วคลิกตกลง ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 การบันทึกแมโคร

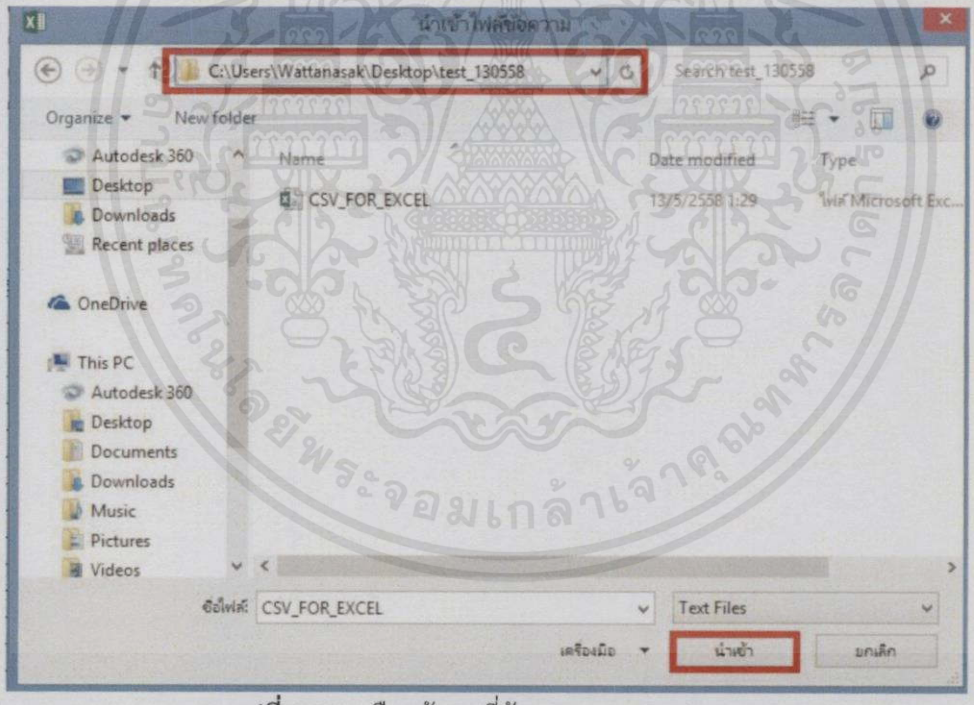
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. คลิกที่รับข้อมูลจากภายนอก โดยเลือกจากข้อมูล ดังรูปที่ 3.31 เพื่อนำข้อมูลจาก folder ที่ใช้เก็บบันทึกการคำนวณและการสั่งซื้อจาก Website เลือกข้อมูลจาก folder ที่เป็นไฟล์ *.CSV (C: /User/Wattanasak/Desktop/test_130558) ชื่อไฟล์ CSV_FOR_ EXCEL คลิกนำเข้า ดังรูปที่ 3.32



Job_ID	Job_Name	Box_Type	Box1	Box2	Box3	Box4	Box5	Box6	Box7	Box8	Box9	Product_Quantity	Status	Method	Due Date
1	arm	1000000010	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	SPT	9
2	max	1000000010	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	SPT	10
3	mos	1000000100	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	WSPT	10
4	mawin	1000001000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	EDD	10
5	Apist	1000010000	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	FCFS	10
6	armFuu	1000100000	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	SPT	10
7	kvywatt	1001000000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	WSPT	10
8	best	1010000000	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	EDD	10
9	JubJub	1100000000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	FCFS	10

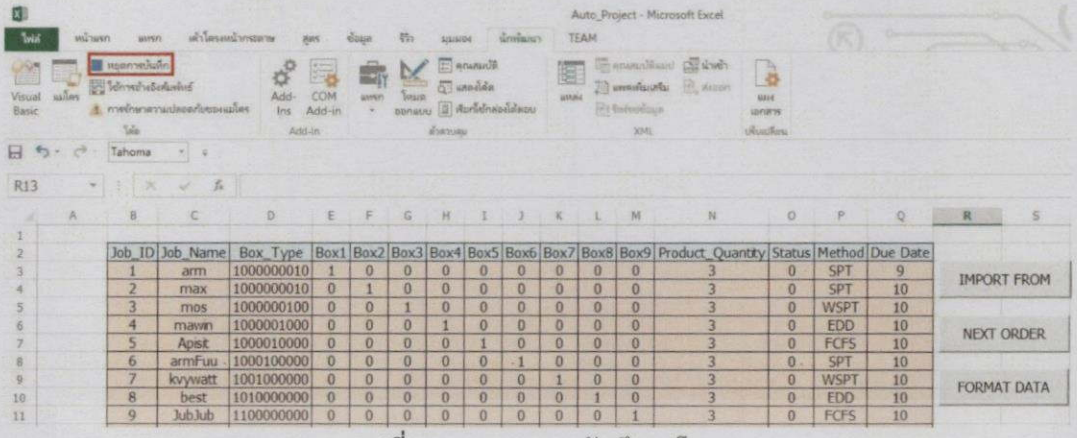
รูปที่ 3.31 การรับข้อมูลจากภายนอก



รูปที่ 3.32 เลือกข้อมูลที่ต้องการจาก Desktop

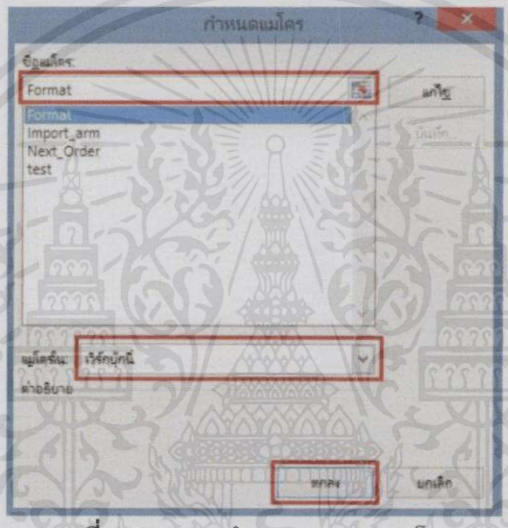
4. คลิกหยุดการบันทึกแมโครดังรูปที่ 3.33 จากนั้นไปยังแทรกกล่องข้อความลงไปและกำหนดแมโคร โดยเลือกรูปแบบแมโครตามที่กำหนดไว้ และแหล่งจัดเก็บข้อมูลเป็นเวิร์กบุ๊กนี้แล้วคลิกตกลง ดังรูปที่ 3.34 เพื่อง่ายต่อการเรียกใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



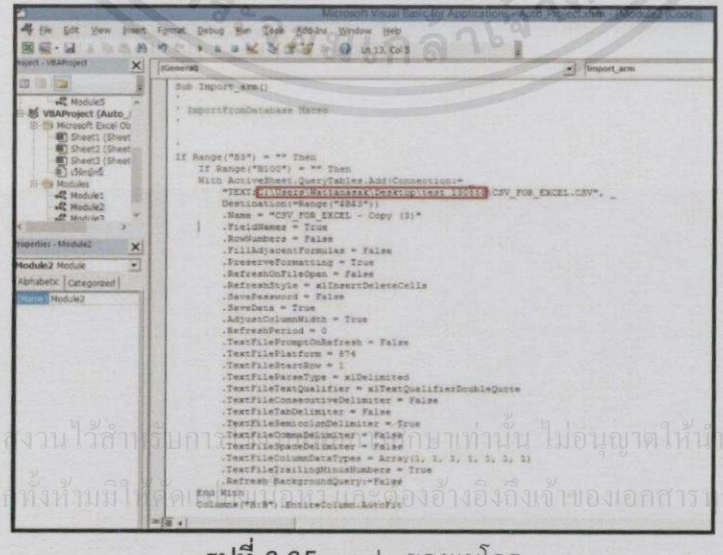
Job_ID	Job_Name	Box_Type	Box1	Box2	Box3	Box4	Box5	Box6	Box7	Box8	Box9	Product_Quantity	Status	Method	Due Date
1	arm	1000000010	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	SPT	9
2	max	1000000010	0	1	0	0	0	0	0	0	0	3	0	SPT	10
3	mos	1000000100	0	0	1	0	0	0	0	0	0	3	0	WSPT	10
4	mawin	1000001000	0	0	0	1	0	0	0	0	0	3	0	EDD	10
5	Apist	1000010000	0	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	FCFS	10
6	armFuu	1000100000	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3	0	SPT	10
7	kvywatt	1001000000	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3	0	WSPT	10
8	best	1010000000	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	EDD	10
9	JubJub	1100000000	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	0	FCFS	10

รูปที่ 3.33 หยุดการบันทึกแมโคร



รูปที่ 3.34 การกำหนดรูปแบบแมโคร

5. เลือกแสดงแมโคร เพื่อดู/แก้ไข code ของแมโครตามที่ต้องการได้ ดังรูปที่ 3.35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

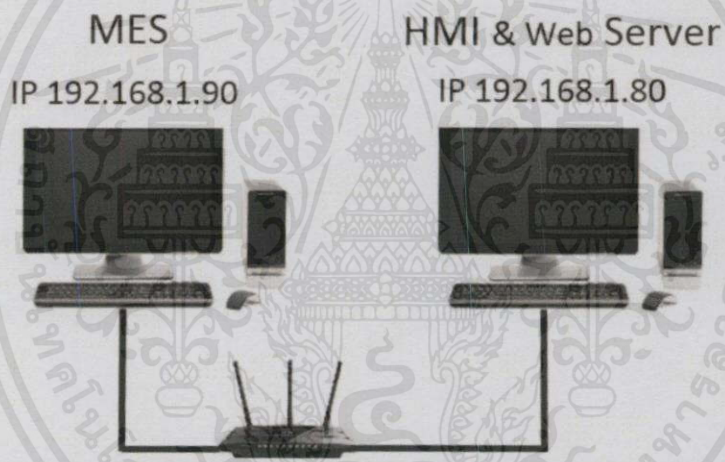
รูปที่ 3.35 code ของแมโคร

3.5 ขั้นตอนดำเนินการระหว่าง HMI และ MES

การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างระดับชั้นการสั่งการควบคุมกระบวนการผลิต HMI: Human Machine Interface และระดับชั้นการจัดการกระบวนการผลิต MES: Manufacturing Execution System

3.4.1 Hardware Configuration

การเชื่อมต่อ Hardware ระหว่างระดับชั้นการสั่งการควบคุมกระบวนการผลิตผ่าน HMI (Level 2) โดยใช้คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องเชื่อมต่อกับระดับชั้นการจัดการกระบวนการผลิต MES (Level 3) โดยใช้คอมพิวเตอร์อีกเครื่องจำเป็นต้องผ่านระบบ LAN: Local Area Network เพื่อให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลแบบ Static และ Dynamic ได้ โดยการเชื่อมต่อผ่านระบบ LAN เป็นการเชื่อมต่อภายในพื้นที่ระยะใกล้จึงต้องใช้สาย Ethernet เข้ากับ Hub Switch และ Port LAN ของคอมพิวเตอร์ทั้งสองมีรูปแบบการรับ-ส่งข้อมูลแบบ TCP/IP จึงจำเป็นต้องตั้งค่า IP Address ของคอมพิวเตอร์ต้นและปลายการรับส่งข้อมูลให้สามารถเชื่อมต่อกันได้ ดังรูปที่ 3.36



รูปที่ 3.36 Hardware Configuration

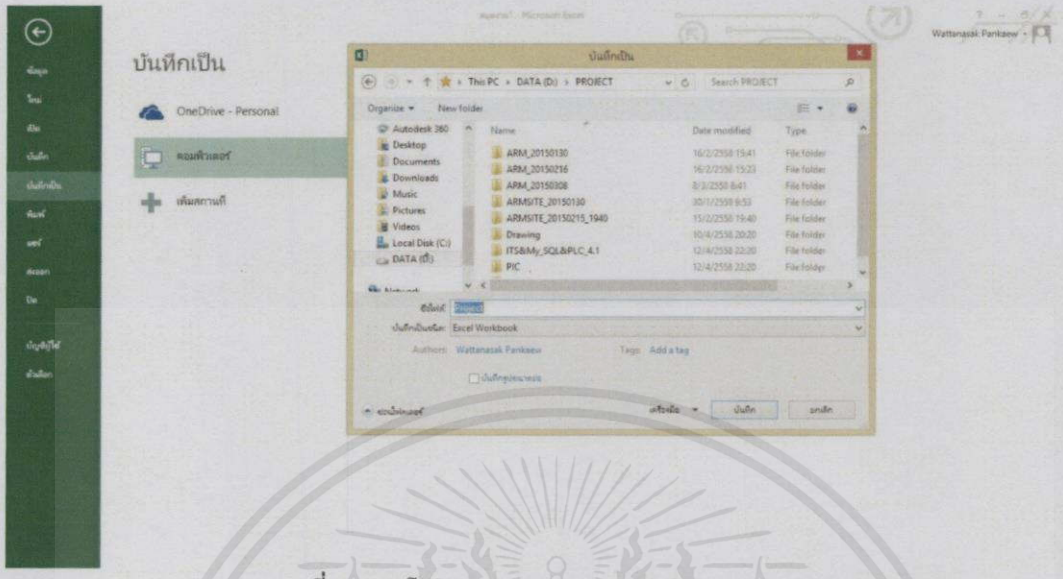
3.4.2 Software Configuration

การเชื่อมต่อ Hardware ระหว่างระดับชั้นการสั่งการควบคุมกระบวนการผลิต HMI (Level 2) โดยใช้คอมพิวเตอร์ 1 เครื่องเชื่อมต่อกับระดับชั้นการจัดการกระบวนการผลิต MES (Level 3) เพื่อจัดลำดับการผลิตจำเป็นต้องตั้งค่าทาง Software ในระดับชั้นการสั่งการควบคุมกระบวนการผลิต (Level 2) กับการตั้งค่า Software ในระดับชั้นการจัดการกระบวนการผลิต (Level 3) ผ่าน Wonderware Intouch ทำให้สามารถอ่านไฟล์ Excel โดยการแชร์ข้อมูลในรูปแบบอ่าน/เขียนไปยังระดับชั้นการสั่งการควบคุมกระบวนการผลิต (Level 2) โดยใช้สกุลไฟล์เป็น *.CSV

การตั้งค่า Software ใน Wonderware Intouch เป็นการเชื่อมต่อข้อมูลไปยัง Microsoft Office Excel ในระดับชั้นการสั่งการควบคุมกระบวนการผลิตผ่าน HMI (Level 2) ให้สามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลในรูปแบบ Dynamic data ซึ่งมีวิธีการตั้งค่าดังนี้

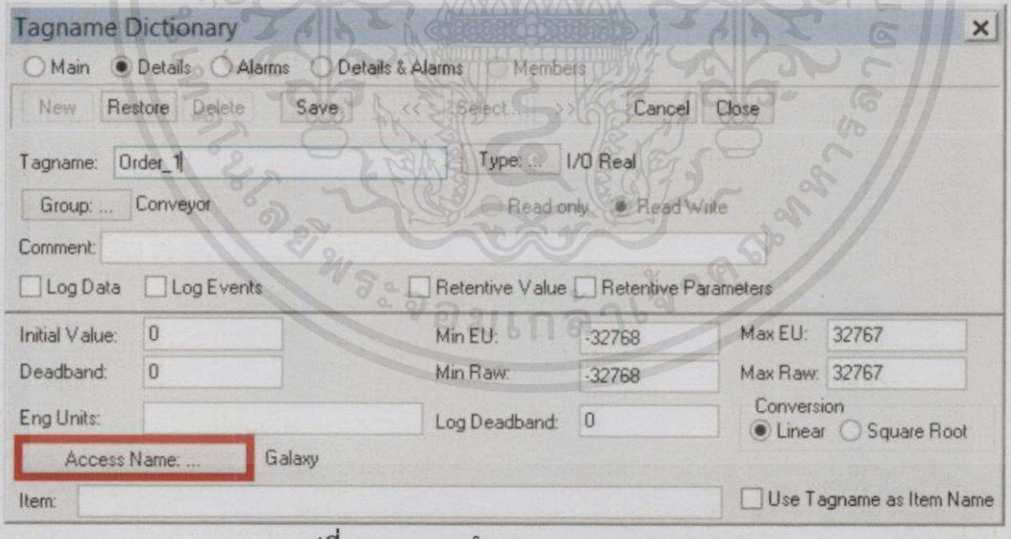
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เปิดโปรแกรม Microsoft Office Excel และ Save As. ดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.37 โปรแกรม Microsoft Office Excel

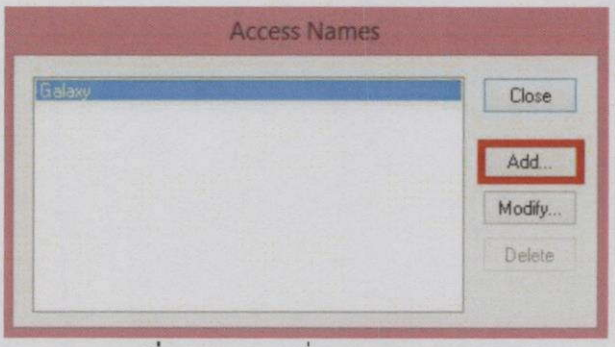
2. เปิดโปรแกรม Wonderware Intouch และ Create Project สร้างตัวแปร Tagname ใน Wonderware Intouch จำเป็นต้องตั้งค่าตัวแปร I/O integer โดยการกำหนด Access Name ดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 การกำหนด Access Name

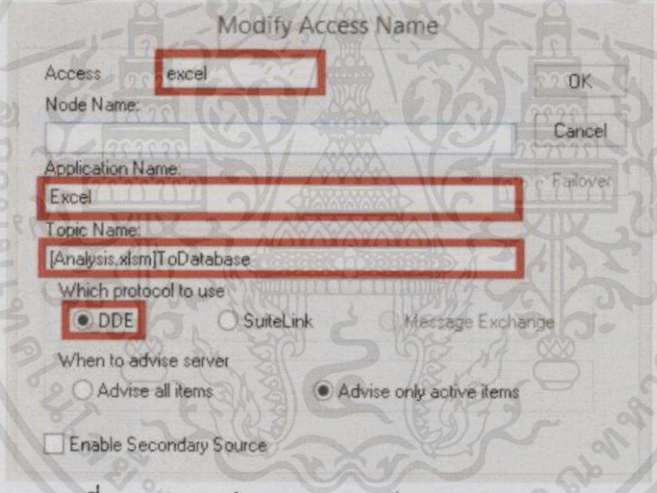
3. การเพิ่ม Access Name โดยกด Add เป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลดังรูปที่ 3.39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.39 การเพิ่ม Access Name

4. การกำหนดรายละเอียด Access Name ดังรูปที่ 3.31 โดยเริ่มจากการตั้งชื่อ Access เป็น excel และตั้งชื่อ Application Name ที่ต้องการเชื่อมต่อเป็น excel จากนั้นกำหนดชื่อไฟล์ Topic Name เป็น [Analysis.xlsm] ToDatabase และเลือกชนิด protocol เป็น DDE: Dynamic data exchange จากนั้นเลือกการแลกเปลี่ยนข้อมูล (Advise server) เป็น Advise only active items คือการแลกเปลี่ยนแต่ละข้อมูลเพียงผู้เดียว ดังรูปที่ 3.40



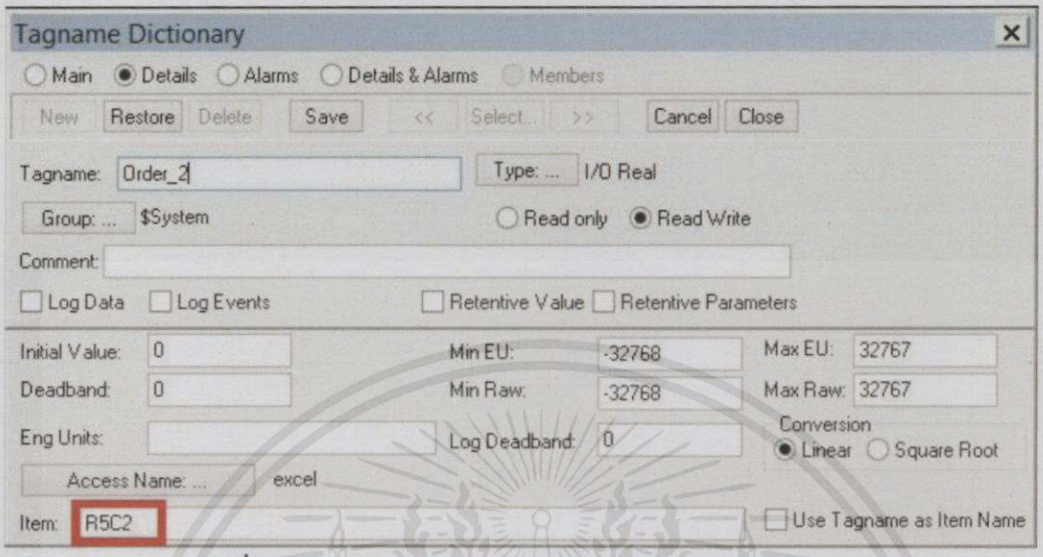
รูปที่ 3.40 การกำหนดรายละเอียด Access Name

5. เลือก Access Names เป็น excel (ตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล) ดังรูปที่ 3.41

รูปที่ 3.41 เลือก Access Names เป็น excel

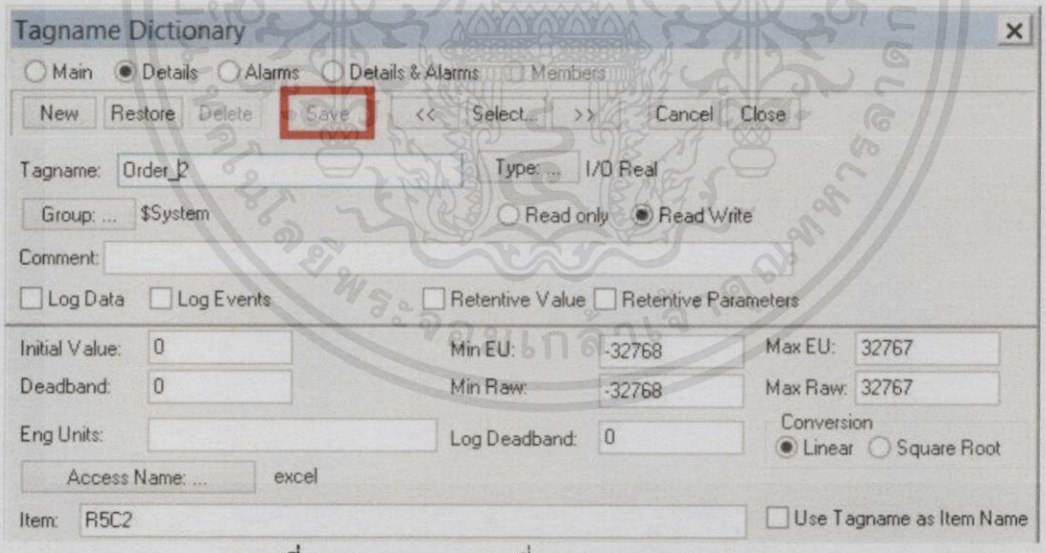
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. กำหนดให้ Tagname เป็น Order_2 และกำหนด Item เป็น R5C2 หมายถึงแถวที่ 5 (Row) แถบที่ 2 (Column) ของ Microsoft Office Excel ดังรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 กำหนดตำแหน่งช่องใน Microsoft Office Excel

7. เมื่อกำหนด Tagname แล้วให้ Save การเปลี่ยนแปลง Tagname จะสามารถแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ Microsoft Office Excel ในรูปแบบ dynamic ดังรูปที่ 3.43



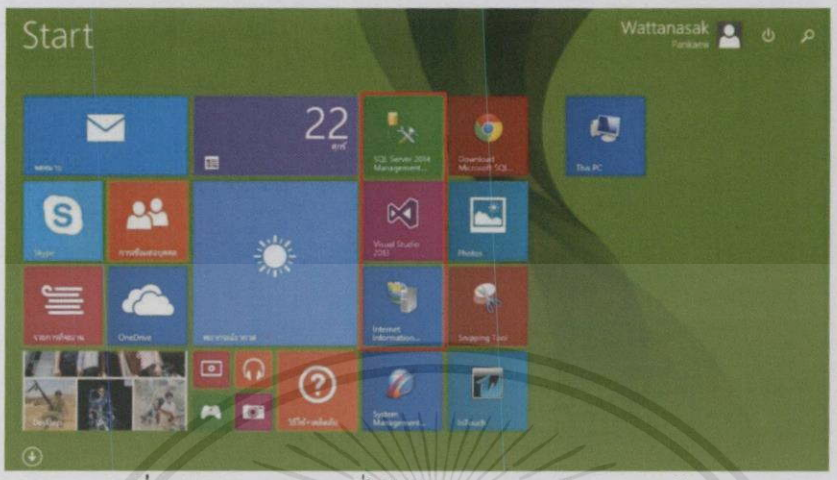
รูปที่ 3.43 Save การเปลี่ยนแปลงของ Tagname

3.6 วิธีการดำเนินการ Database และ Website

การสร้าง Database และ Website ที่มีการรองรับข้อมูลในรูปแบบ Dynamic ซึ่งเป็นระบบการจัดการข้อมูล (DBMS) ประเภทหนึ่ง โดยมีจุดมุ่งหมายให้ผู้ใช้สามารถเข้าถึงข้อมูลได้อย่างสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกทั้งยังสามารถเรียกดูข้อมูล แก้ไข/เพิ่มเติมข้อมูลได้ ซึ่งองค์ประกอบของ Software ที่ใช้สร้างระบบการจัดการฐานข้อมูลนี้มีดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 Software ที่ใช้สร้างระบบการจัดการฐานข้อมูล

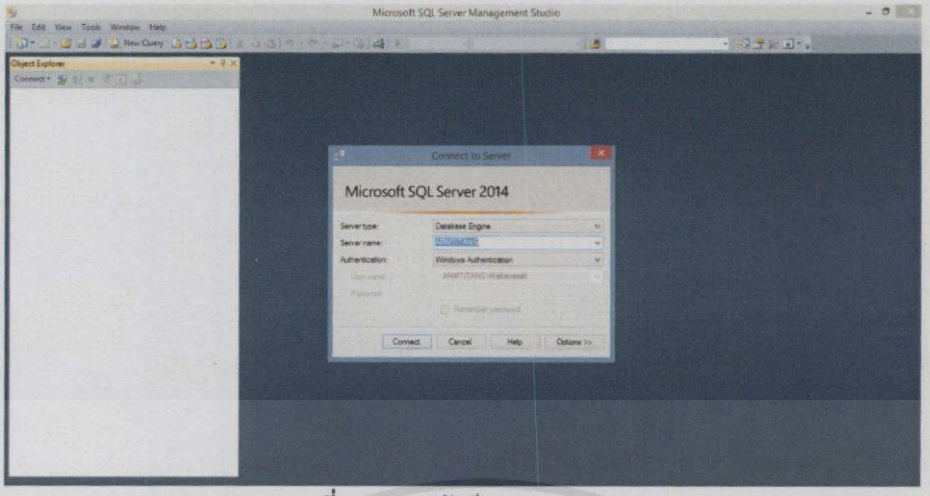
3.6.1 SQL Server 2014 R2

เป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (Database) เชิงสัมพันธ์ที่มีประสิทธิภาพสูงและใช้ได้กับ .NET Framework ได้เป็นอย่างดี ซึ่งสามารถสนับสนุนการทำงานของ Entity Framework ได้ทำให้มีความสะดวกสบายในการพัฒนาเว็บแอปพลิเคชั่นมากขึ้น มี Icon ดังรูปที่ 3.45 โดยมีวิธีการใช้ฐานข้อมูลดังนี้

รูปที่ 3.45 Icon ของ SQL Server 2014 R2

1. คลิกเข้าสู่ระบบของ SQL Server 2014 R2 Management เพื่อเข้าไปสู่หน้าล็อกอิน (Login) ดังรูปที่ 3.46

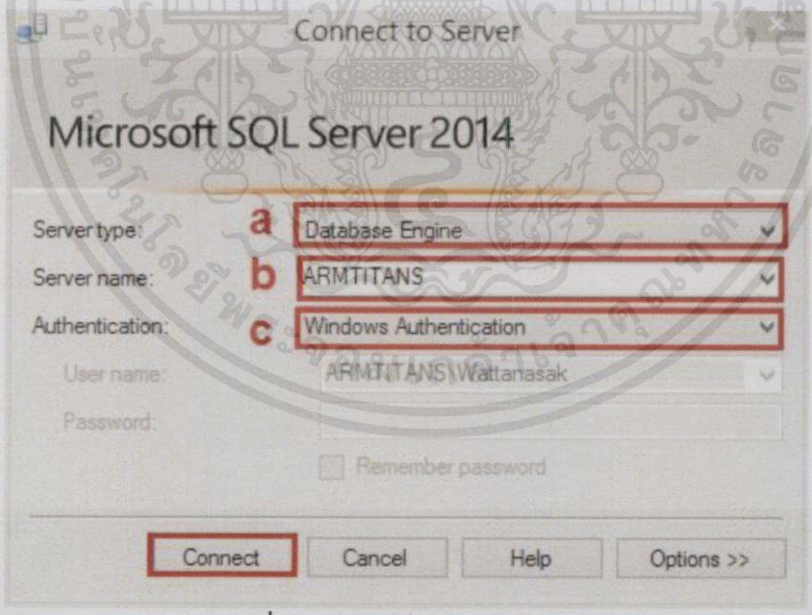
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.46 หน้าล็อกอิน (Login)

2. วิธีการล็อกอิน (Login) เข้าสู่ระบบฐานข้อมูล มี 2 รูปแบบดังนี้

แบบที่ 1 การล็อกอินผ่าน User ของ Windows (Widows Authentication) โดยต้องเลือก Server type เป็น Database Engine (a), เลือก Server name เป็น ARMTITANS (b) ซึ่งเป็นชื่อเครื่อง Server ที่ใช้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลสามารถใช้ได้ทั้งรูปแบบชื่อเครื่อง/IP Address, เลือก Authentication เป็น Windows Authentication (c) ซึ่งเป็นสิทธิที่ใช้สำหรับล็อกอินในที่นี้ แล้วคลิก Connect เพื่อเข้าสู่ระบบฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.47

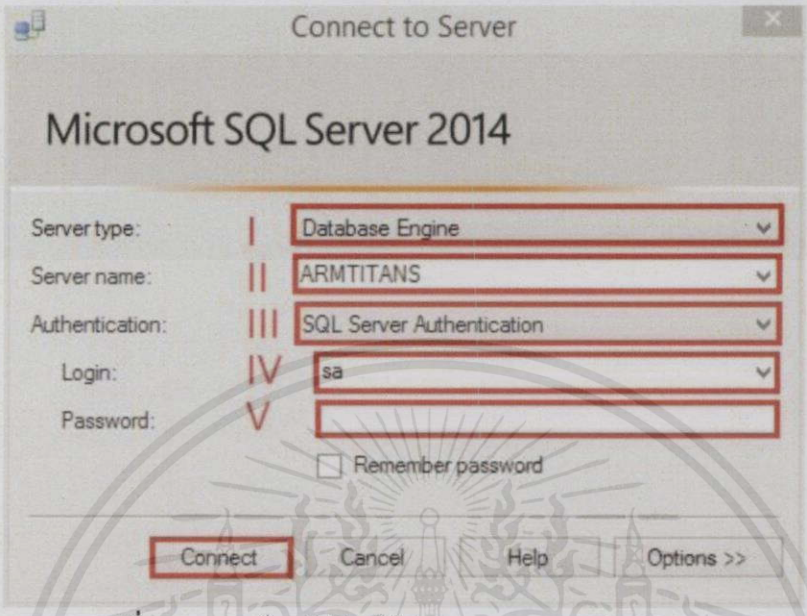


รูปที่ 3.47 การล็อกอินผ่าน User

แบบที่ 2 การล็อกอินโดยใช้ Username และ Password ของ Microsoft SQL Server 2014 R2 โดยต้องเลือก Server type เป็น Database Engine (I), เลือก Server name เป็น ARMTITANS (II) ซึ่งเป็นชื่อเครื่อง Server ที่ใช้เชื่อมต่อกับฐานข้อมูลสามารถใช้ได้ทั้งรูปแบบชื่อเครื่อง/IP Address, เลือก Authentication เป็น SQL Server Authentication (III) ซึ่งเป็นสิทธิที่ใช้

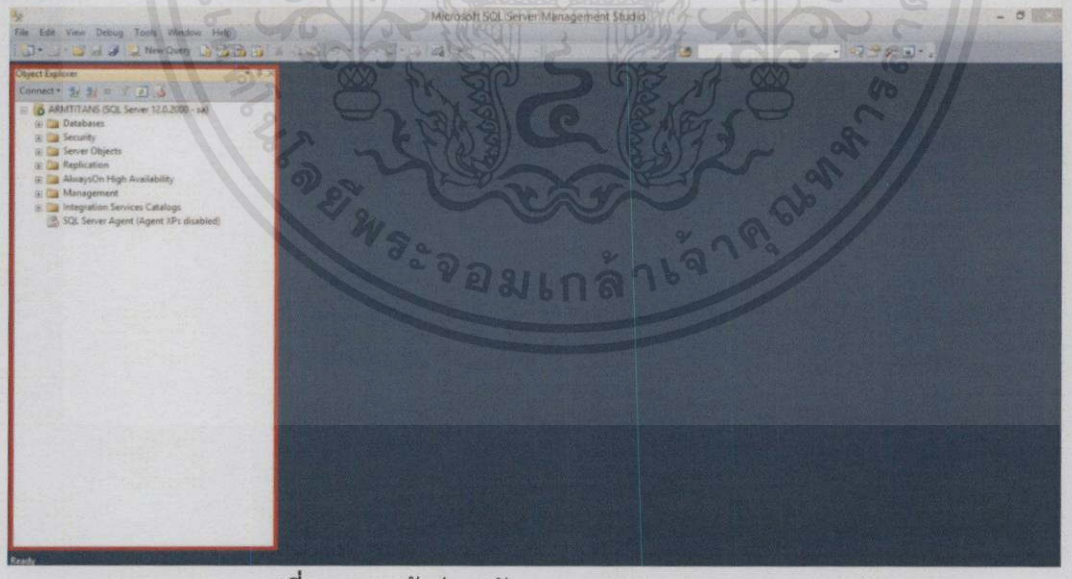
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้นำไปใช้

สำหรับล็อกอินในที่นี้, ใส่ User name ของ SQL Server นี้เป็น sa (IV), ใส่ Password ของ SQL Server นี้เป็น P@ssw0rd (V) แล้วกด Connect เพื่อเชื่อมต่อระบบฐานข้อมูลดังรูปที่ 3.48



รูปที่ 3.48 การล็อกอินโดยใช้ Username และ Password

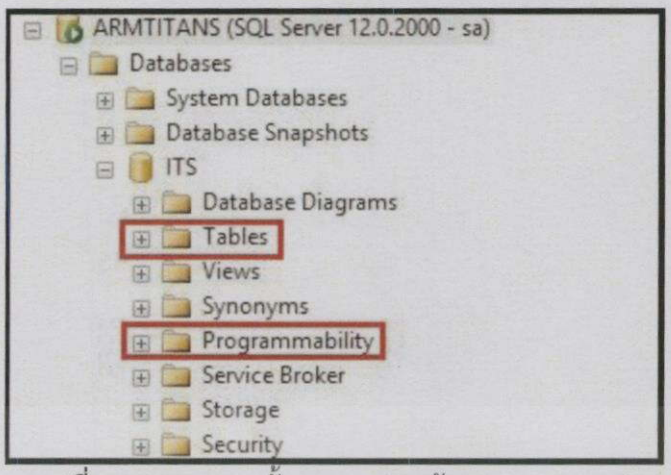
3. เข้าสู่หน้าต่างหลักของ SQL Server 2014 R2 ซึ่งจะมี Object Explorer เป็นหน้าต่างที่รวบรวม Object ต่างๆ ที่จำเป็นสำหรับการใช้งาน ดังรูปที่ 3.49



รูปที่ 3.49 หน้าต่างหลักของ SQL Server 2014 R2

4. เลือกฐานข้อมูล (Database) ที่สร้างไว้ จากนั้นเลือก ITS เป็นฐานข้อมูลที่เราสร้าง ส่วน folder ข้างล่างคือ สิ่งที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล ในโครงงานนี้ใช้ Table และ Programmability ดังรูปที่ 3.50

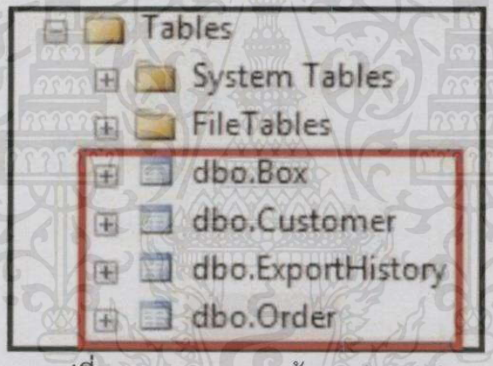
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.50 Object ทั้งหมดของฐานข้อมูล (Database)

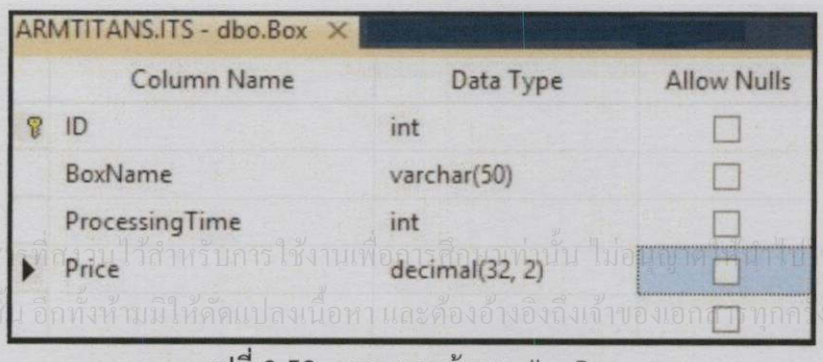
3.6.1.1 ฐานข้อมูล Tables

ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลในรูปแบบตาราง โดยตารางฐานข้อมูลที่สร้างไว้ได้แก่ Box, Customer, Export History และ Order ดังรูปที่ 3.51



รูปที่ 3.51 ตารางฐานข้อมูล (Table)

1. ตารางฐานข้อมูล dbo.Box จัดเก็บข้อมูลตาม Column Name ได้แก่ ID ใช้ในการจำแนกความแตกต่างของข้อมูลในบล็อก, BoxName คือชื่อของบล็อก, Processing Time คือเวลาที่ใช้ในการผลิตสินค้าและ Price คือราคาของแต่ละบล็อก Data Type คือการกำหนดชนิดข้อมูลในแบบที่เราต้องการเช่น ตัวเลข (int), ตัวอักษร (varchar (50)) เป็นต้น ดังรูปที่ 3.52

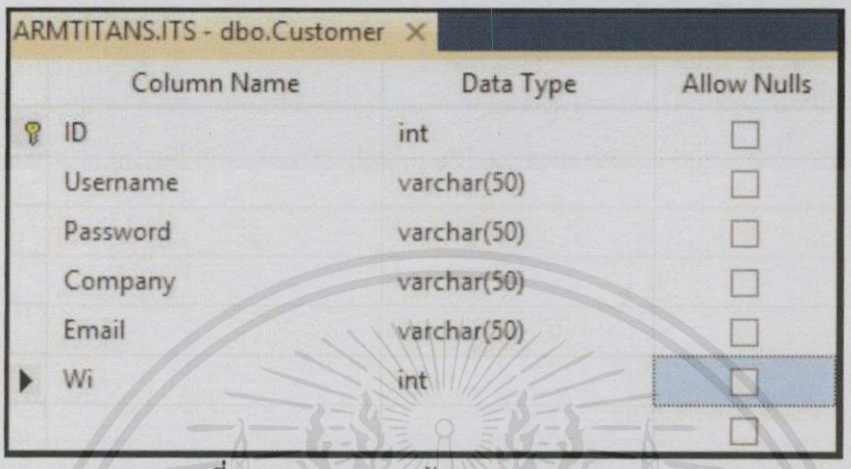

ARMTITANS.ITS - dbo.Box

	Column Name	Data Type	Allow Nulls
🔑	ID	int	☐
	BoxName	varchar(50)	☐
	ProcessingTime	int	☐
▶	Price	decimal(32, 2)	☐
			☐

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

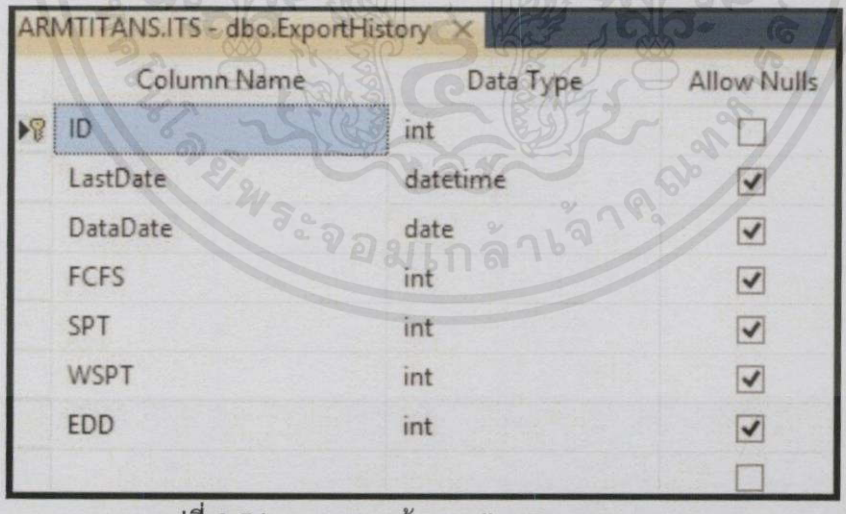
รูปที่ 3.52 ตารางฐานข้อมูล dbo.Box

2. ตารางฐานข้อมูล dbo.Customer จัดเก็บข้อมูลทั่วไปของลูกค้า มีรายละเอียดตาม Column Name ได้แก่ ID ใช้ในการจำแนกลูกค้า, Username (ชื่อของลูกค้า), Password (รหัสผ่าน), Company (ชื่อบริษัทของลูกค้า), Email (อีเมล์ของลูกค้า) และ Wi (ระดับความสำคัญของลูกค้า) ดังรูปที่ 3.53



รูปที่ 3.53 ตารางฐานข้อมูล dbo.Customer

3. ตารางฐานข้อมูล dbo.ExportHistory จัดเก็บข้อมูลการ Export Data มีรายละเอียดตาม Column Name ได้แก่ ID ใช้ในการจำแนกข้อมูลที่ทำการ Export, LastDate (วันที่ล่าสุดที่มีการ Export ข้อมูล), DataDate (วันที่ข้อมูลถูก Export) และวิธีการคำนวณทั้ง 4 วิธี ได้แก่ FCFS, SPT, WSPT และ EDD ดังรูปที่ 3.54

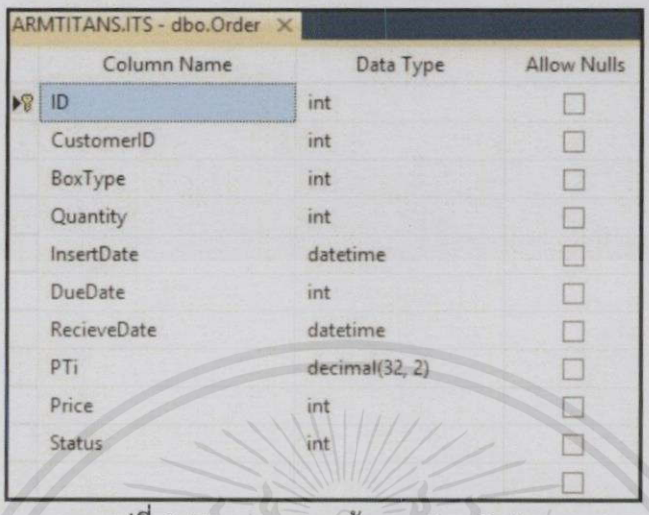


รูปที่ 3.54 ตารางฐานข้อมูล dbo.ExportHistory

4. ตารางฐานข้อมูล dbo.Order จัดเก็บข้อมูลการสั่งซื้อจากลูกค้า มีรายละเอียดตาม Column Name ได้แก่ ID ใช้ในการจำแนกข้อมูลการสั่งซื้อ, CustomerID (รหัสที่ใช้อ้างอิงกับข้อมูลลูกค้าเช่น ชื่อ, Username, Password, Email เป็นต้น), BoxType (รูปแบบสินค้า), Quantity (ปริมาณที่สั่งซื้อ), InsertDate (วันที่ลูกค้าสั่งซื้อ), DueDate (กำหนดการรับสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในกี่วัน), ReceiveDate (วันที่ส่งสินค้า), Price (ราคาสินค้า) และ Status (สถานะของการสั่งซื้อ) ดังรูปที่ 3.55



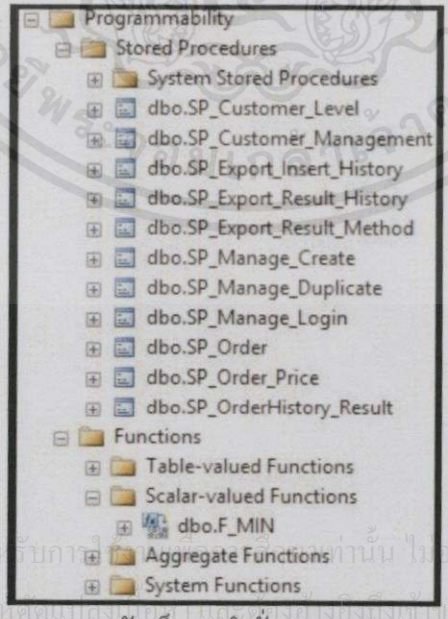
รูปที่ 3.55 ตารางฐานข้อมูล dbo.Order

3.6.1.2 ฐานข้อมูล Programmability

ใช้สำหรับจัดเก็บชุดคำสั่งและฟังก์ชันต่างๆ ที่ใช้งานมีดังนี้

1. Stored Procedure เป็นชุดคำสั่งที่สร้างขึ้นสำหรับใช้ในการจัดเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล ITS ดังรูปที่ 3.48 มีรายละเอียดดังตารางที่ 3.1

2. Function คือกลุ่มของคำสั่งเฉพาะที่เขียนขึ้น เพื่อนำค่าที่ผ่านการทำงานของฟังก์ชันมาใช้งานในภายหลัง ดังรูปที่ 3.56



รูปที่ 3.56 การจัดเก็บชุดคำสั่ง Stored Procedure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงการจัดเก็บชุดคำสั่ง Stored Procedure ของโครงงานนี้

ลำดับ	Stored Procedure Name	รายละเอียด
1	SP_Customer_Level	ใช้สำหรับการจัดการความสำคัญของลูกค้า (Wi)
2	SP_Customer_Management	ใช้สำหรับเรียกข้อมูลของลูกค้ามาแสดงในหน้าเว็บ (Customer Level Page)
3	SP_Export_Insert_History	ใช้สำหรับบันทึกการ Export data ประกอบด้วย วันที่มีการ Export และวิธีการคำนวณ (Method)
4	SP_ Export_Result_History	ใช้สำหรับเรียกข้อมูลการ Export มาแสดงบนหน้าเว็บ (Export History Page)
5	SP_ Export_Result_Method	ใช้สำหรับเรียกข้อมูลที่คำนวณจาก Method ต่างๆ เช่น FCFS, EDD เป็นต้น มาแสดงบนหน้า Export Data Page
6	SP_Manage_Create	ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลของลูกค้า
7	SP_Manage_Doplicate	ใช้สำหรับตรวจสอบ Username ที่ลูกค้าใช้งานว่าซ้ำกับข้อมูลในฐานข้อมูลที่เก็บไว้หรือไม่?
8	SP_Manage_Login	ใช้สำหรับตรวจสอบ Username และ Password ที่ลูกค้าใช้ล็อกอิน (Login) เข้ามาว่าตรงกับข้อมูลที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลหรือไม่?
9	SP_Order	ใช้สำหรับจัดเก็บข้อมูลการสั่งซื้อจากลูกค้า
10	SP_Order_Price	ใช้สำหรับคำนวณราคา โดยการเปรียบเทียบราคาของแต่ละ Box ที่ถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล
11	SP_OrderHistory_Result	ใช้สำหรับจัดเก็บฟังก์ชันการแปลงหน่วยเวลาจากวินาทีเป็นนาที

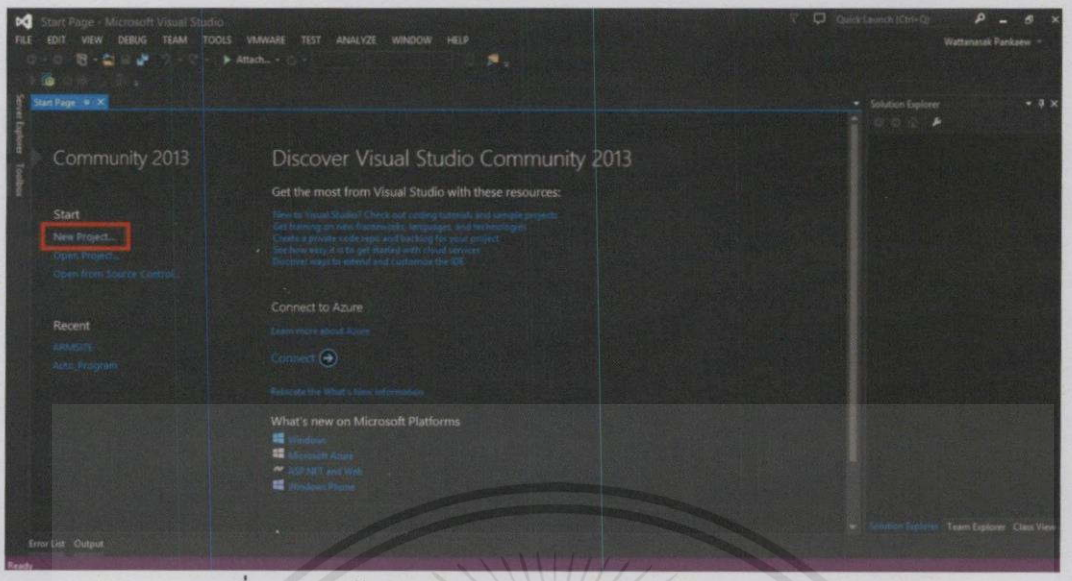
3.6.2 Microsoft Visual Studio 2013

ใช้สำหรับการพัฒนาไมโครซอฟท์ ซึ่งเป็นเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เว็บไซต์ เว็บแอปพลิเคชั่นและเว็บเซอร์วิส ระบบที่รองรับการทำงานนั้นมีไมโครซอฟท์ วินโดวส์ พ็อต เกตพีซี Smartphone และ Website ซึ่งมี Icon ดังรูปที่ 3.57 โดยมีวิธีการพัฒนา Website ดังนี้

รูปที่ 3.57 Icon ของ Microsoft Visual Studio 2013

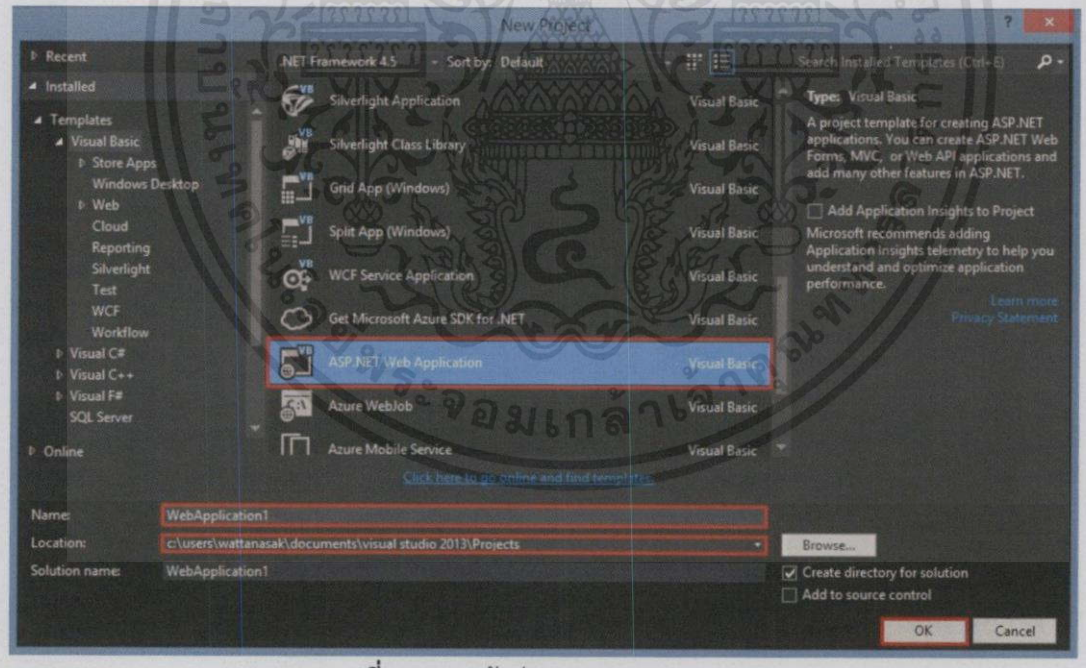
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คลิกขวาที่ Icon ของ Microsoft Visual Studio 2013 แล้วกด Run as administrator เพื่อเข้าสู่หน้าต่างแรกของโปรแกรมและให้เลือก New Project ดังรูปที่ 3.58



รูปที่ 3.58 หน้าต่างแรกของ Microsoft Visual Studio 2013

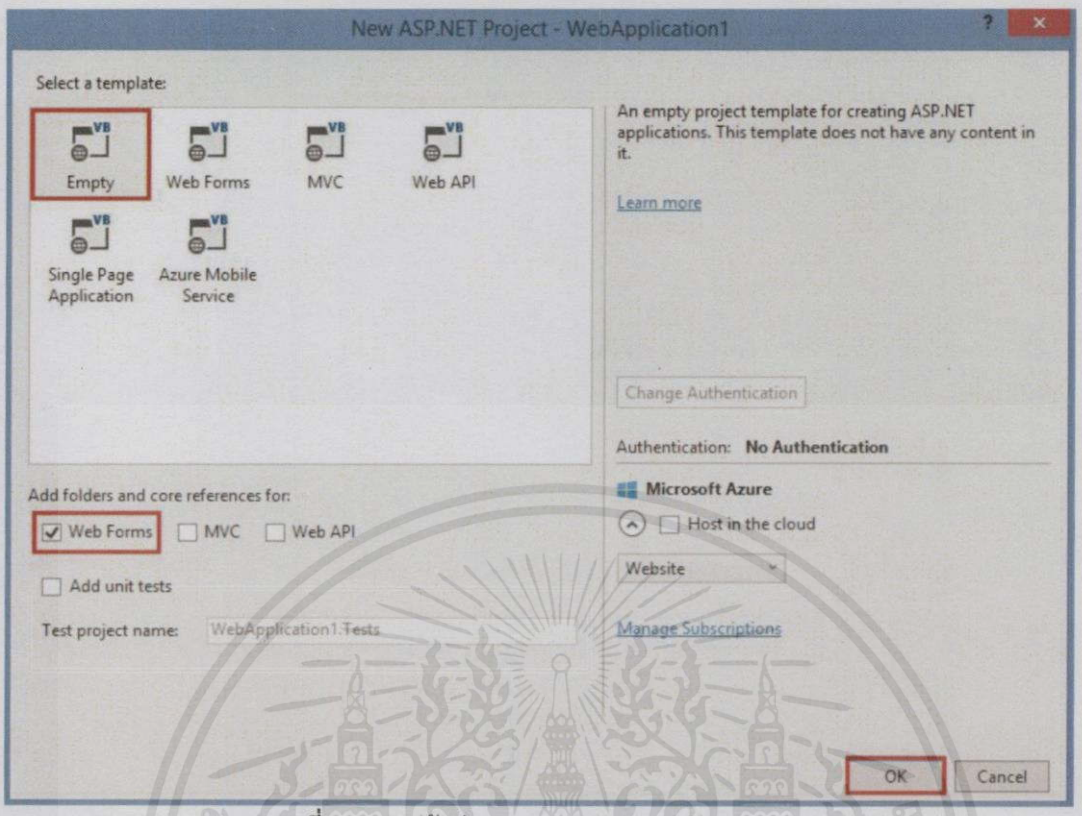
2. เมื่อเลือกแล้วจะปรากฏหน้าต่างของ New Project ขึ้นมาให้เลือกรูปแบบ Application ที่ต้องการ ซึ่งในที่นี้คือ ASP.NET Web Application แล้วกำหนดชื่อ (Name) ของ Project และกำหนด Location ที่ใช้ในการจัดเก็บ Project File และกด OK ดังรูปที่ 3.59



รูปที่ 3.59 หน้าต่างของ New Project

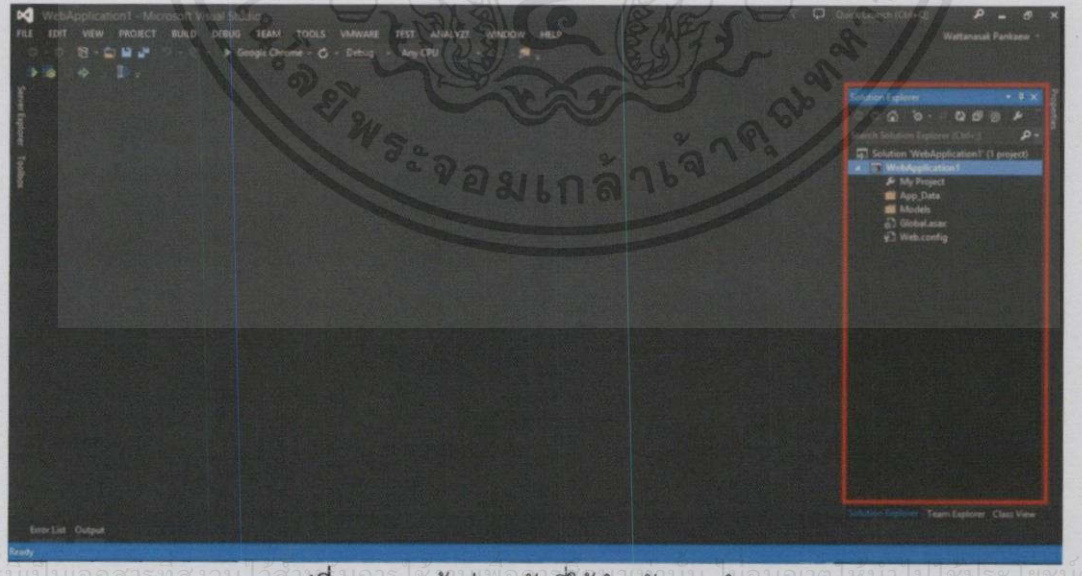
3. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างของ New ASP.NET Project ขึ้นมาให้เลือก Empty และในส่วนของ Add folders และ core references for ให้เลือกเป็น Web Forms ดังรูปที่ 3.60

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ในรูปแบบใดๆ ทั้งสิ้น ไม่ว่าจะเพื่อการใช้งานส่วนตัว หรือเพื่อประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.60 หน้าต่างของ New ASP.NET Project

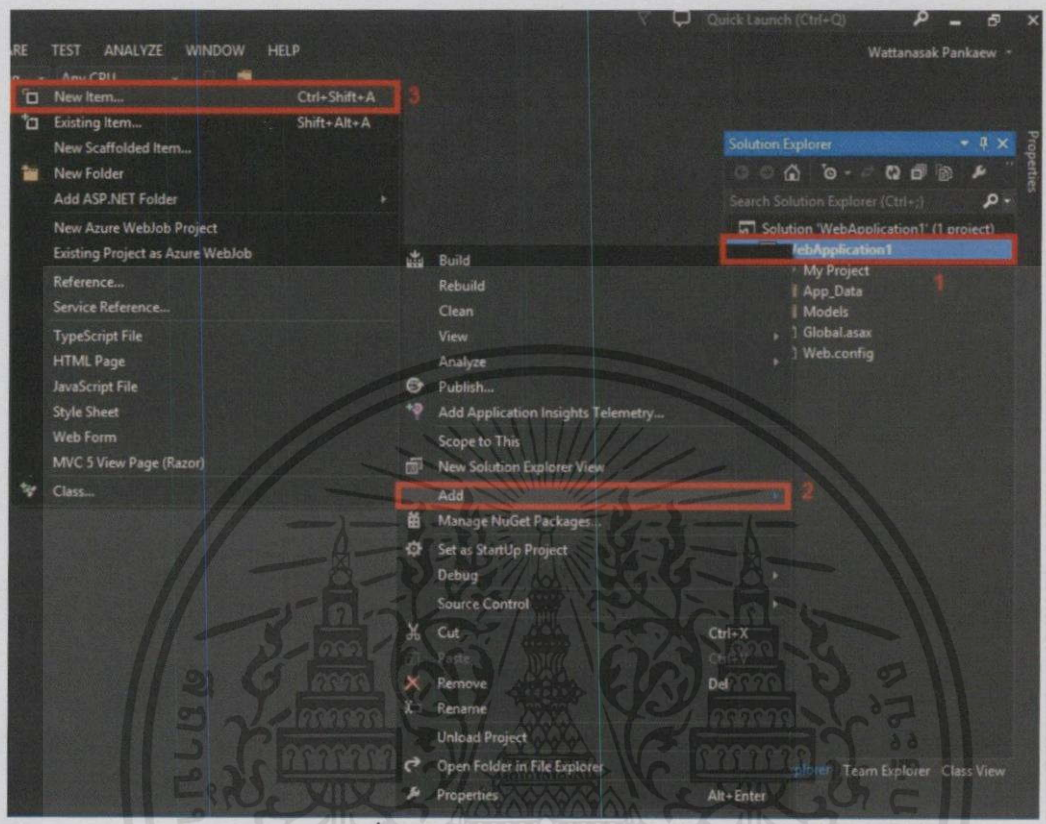
4. หลังจากนั้นจะปรากฏหน้าต่างหลักที่ใช้สำหรับการทำงานขึ้นมา ด้านขวามือแสดง Solution Explorer คือหน้าต่างแสดงไฟล์ (file) และ folder ต่างๆ ที่จำเป็นของ Project ดังรูปที่ 3.61



รูปที่ 3.61 หน้าต่างหลักที่ใช้สำหรับการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

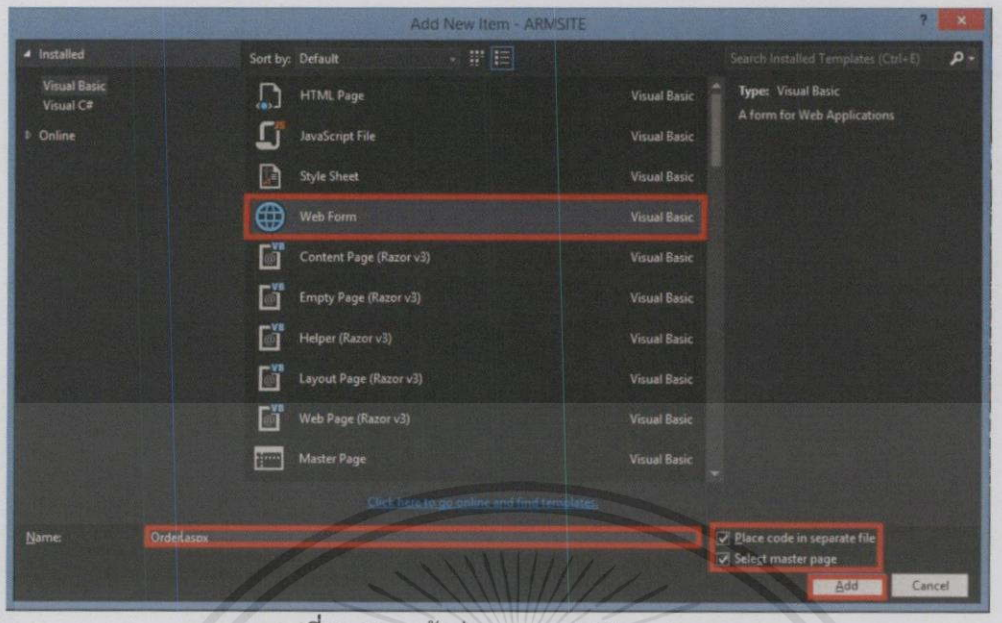
5. สร้างหน้า Website โดยคลิกขวาที่ชื่อ Project คือ WebApplication 1 แล้วเลือก Add และคลิกที่ New Item ดังรูปที่ 3.62



รูปที่ 3.62 การสร้างหน้า Website

6. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างของ Add New Item ขึ้นมาให้เลือก Item ที่จะเพิ่มเข้าไปใน Project โดยเลือก Web Form Master Page ใช้สำหรับสร้างหน้าเว็บหลักที่จะนำไปใช้เป็น Template ในกับหน้าเว็บอื่นๆ และเลือก Web Form เพื่อใช้สำหรับสร้างหน้าเว็บอื่นๆ หลังจากนั้นให้ตั้งชื่อ Item แล้วคลิกถูกที่ Place code in separate file กับ Select master page เมื่อต้องการให้หน้าเว็บมีส่วนของหน้า Master page ด้วย และกด Add ดังรูปที่ 3.63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.63 หน้าต่างของ Add New Item

7. เมื่อปรากฏ Item ขึ้นมาให้เลือกใน Solution Explorer เช่น การเพิ่ม Web Form, ชื่อ Order เป็นต้น ดังรูปที่ 3.64

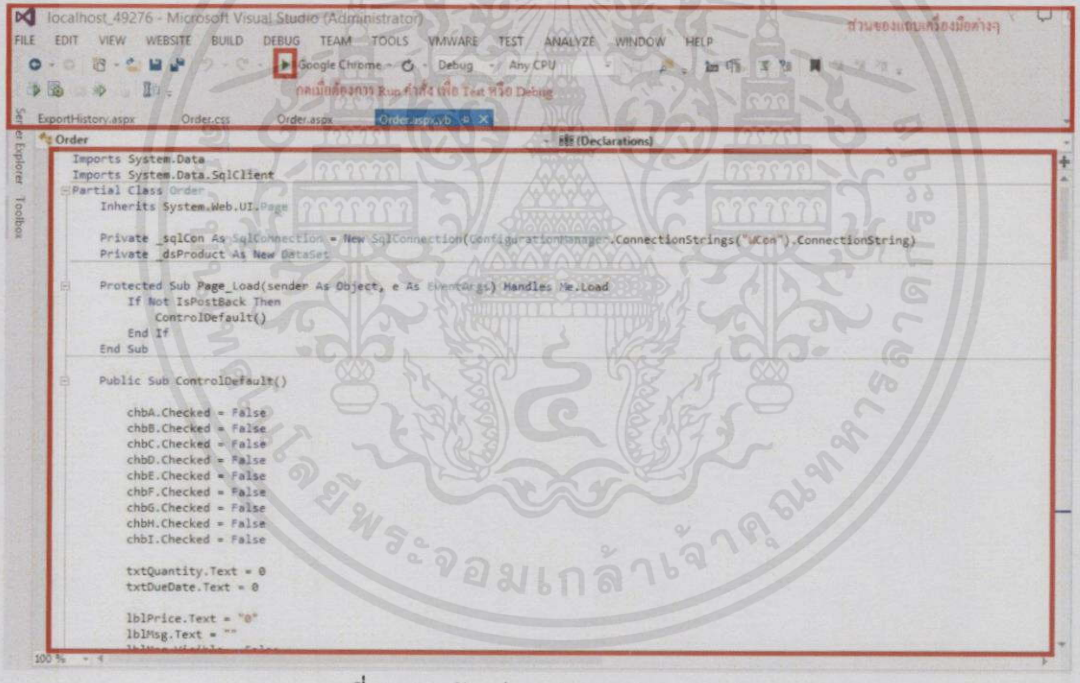
รูปที่ 3.64 Item ที่อยู่ภายใน Solution Explorer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. คลิกขวาที่ Item ที่ต้องการ เช่น เลือก Item เป็น Order.aspx เมื่อคลิกขวาแล้ว สามารถกำหนดคำสั่ง VB.NET ได้ 4 รูปแบบ เพื่อเรียกดูหรือแก้ไข code ดังตารางที่ 3.2 และดังรูปที่ 3.65, รูปที่ 3.66, รูปที่ 3.67 และรูปที่ 3.68

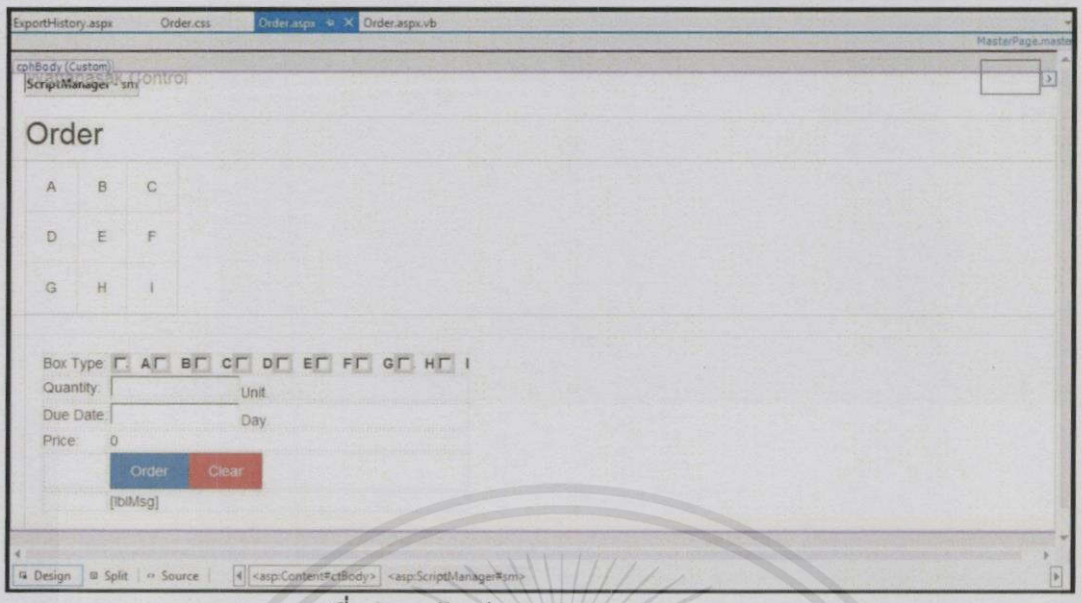
ตารางที่ 3.2 แสดงรูปแบบการกำหนดคำสั่ง VB.NET

รูปแบบ	รายละเอียด
View Code	ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของ Website โดย Run การทำงานบนเว็บ Server ด้วยคำสั่ง Visual Basic: VB
View Designer	ใช้สำหรับดูตัวอย่างหน้า Website หรือการเลือก Control มาแสดง
View Markup	ใช้สำหรับเขียนคำสั่งตกแต่งหน้า Website ประกอบด้วย คำสั่ง HTML5, CSS, ASP.NET Tag เป็นต้น
View Component Designer	ใช้สำหรับ Add Class หรือ Method ผ่าน UI ของ Visual Studio

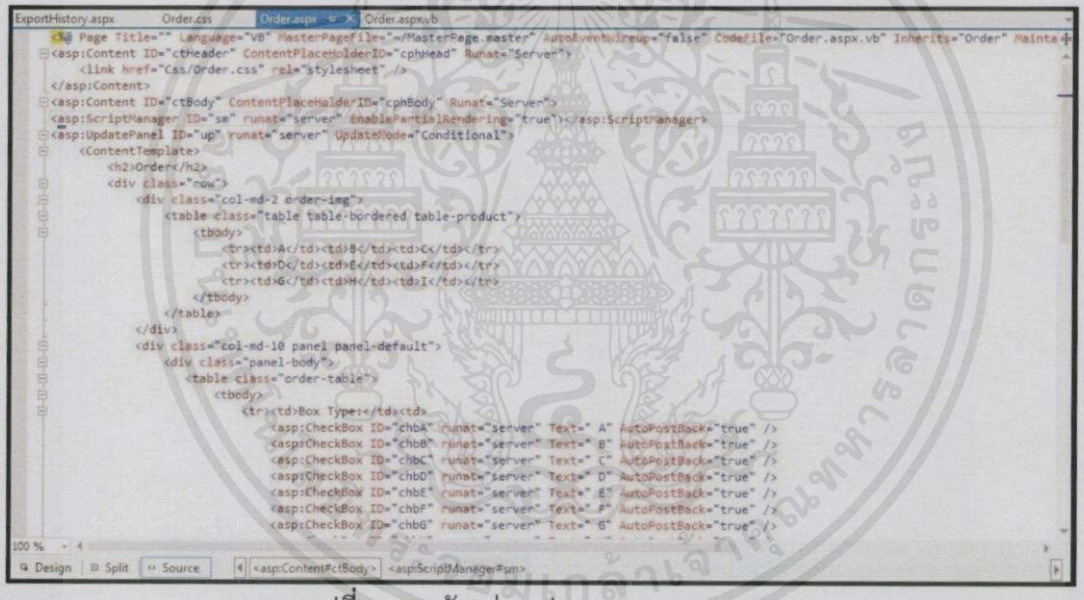


รูปที่ 3.65 ตัวอย่างรูปแบบ View Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

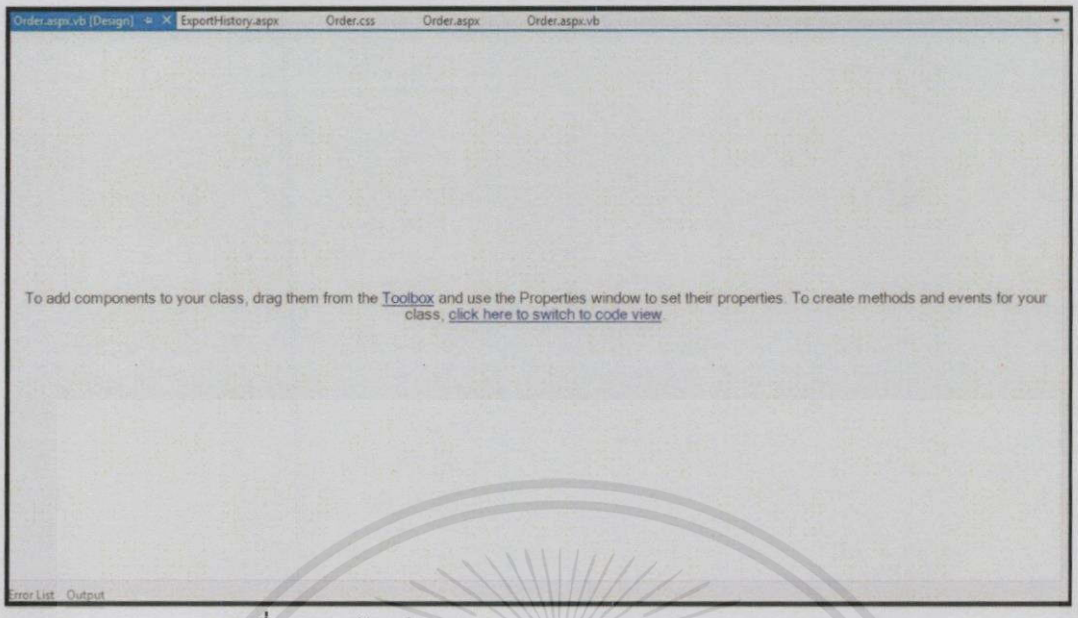


รูปที่ 3.66 ตัวอย่างรูปแบบ View Designer



รูปที่ 3.67 ตัวอย่างรูปแบบ View Markup

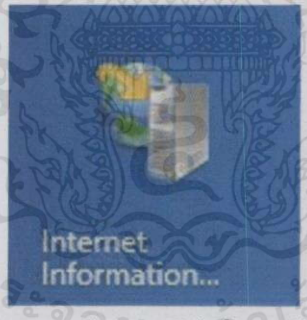
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.68 ตัวอย่างรูปแบบ View Component Designer

3.6.3 Internet information Service 6 (IIS)

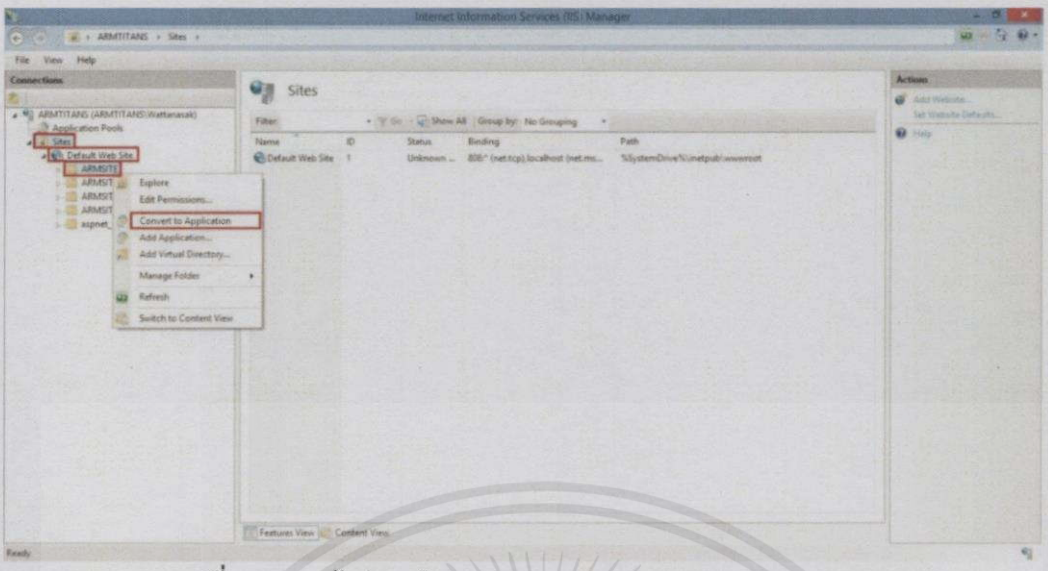
ใช้สำหรับการจำลองเครื่องเว็บเซิร์ฟเวอร์ (Web server) ซึ่งมีไว้ให้บริการด้าน Server ในรูปแบบต่างๆของ Internet เช่น Web server, FTP Server, SMTP Server เป็นต้น มี Icon ดังรูปที่ 3.69 โดยขั้นตอนการใช้งาน Web Server มีดังนี้



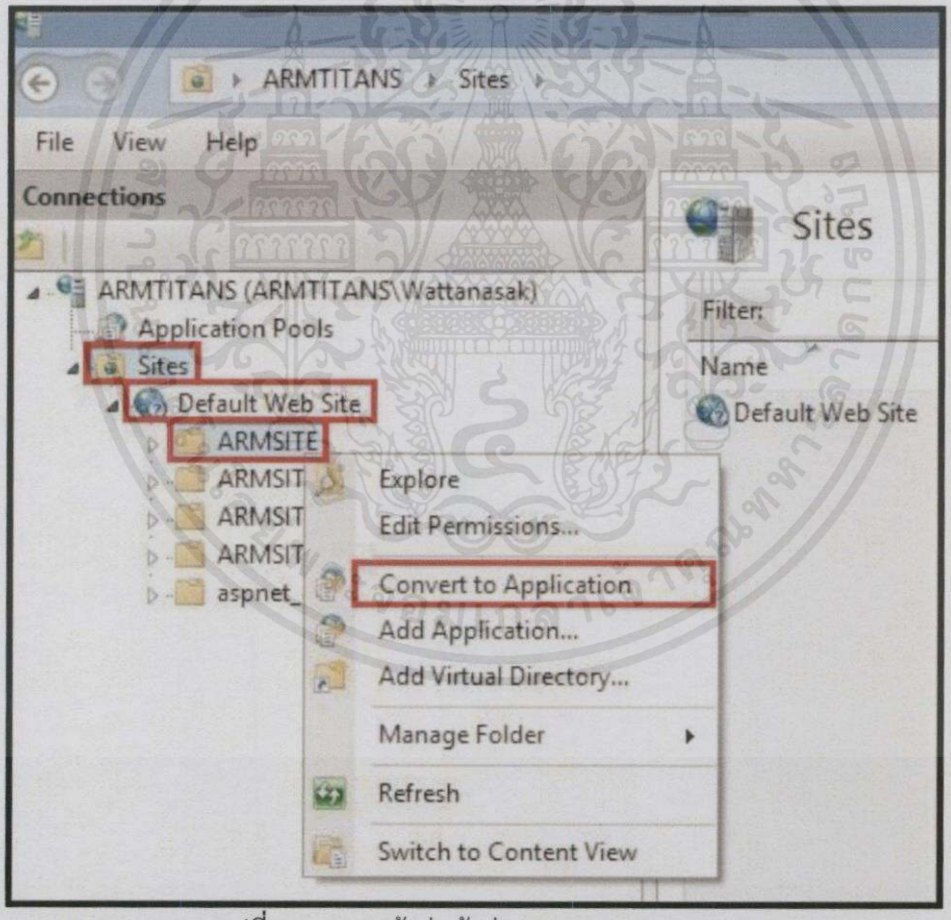
รูปที่ 3.69 Icon ของ Internet information Service 6

1. คลิกที่ Icon เพื่อเข้าสู่หน้าต่างหลักของ Internet information Service 6 ดังรูปที่ 3.70 แล้วเลือก Sites > Default Web Site จากนั้นให้คลิกขวาที่ folder: ARMSITE และเลือก Convert to Application ดังรูปที่ 3.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



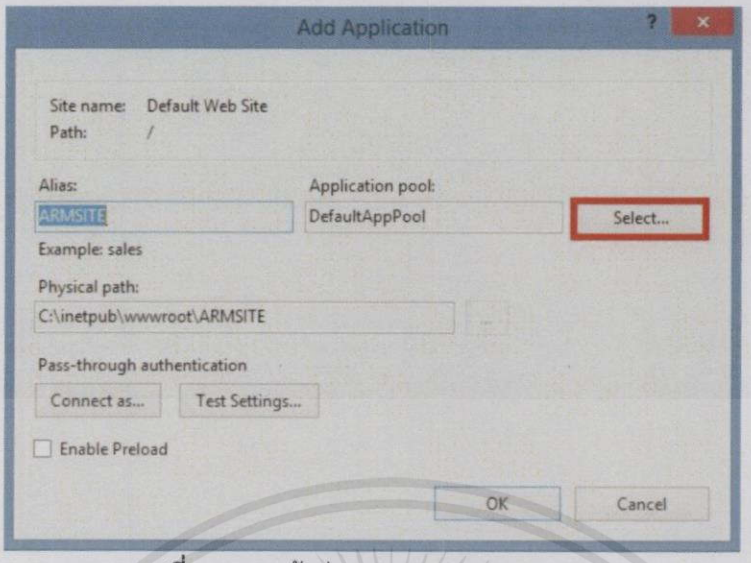
รูปที่ 3.70 หน้าต่างหลักของ Internet information Service 6



รูปที่ 3.71 การเข้าสู่หน้าต่าง Add Application

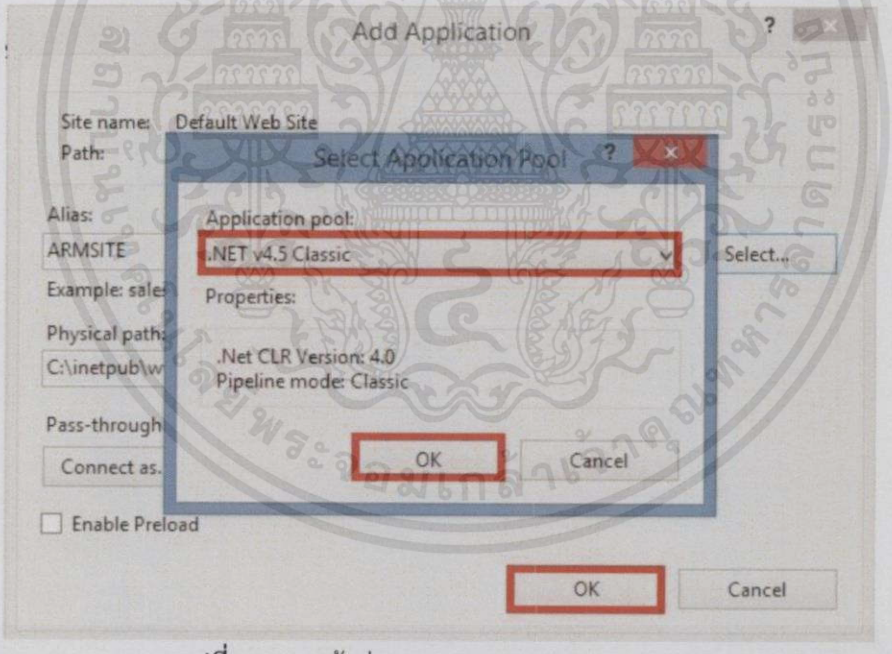
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เมื่อเข้าสู่หน้าต่าง Add Application แล้วให้เลือกที่ Select เพื่อกำหนดค่า Application pool ดังรูปที่ 3.72



รูปที่ 3.72 หน้าต่างของ Add Application

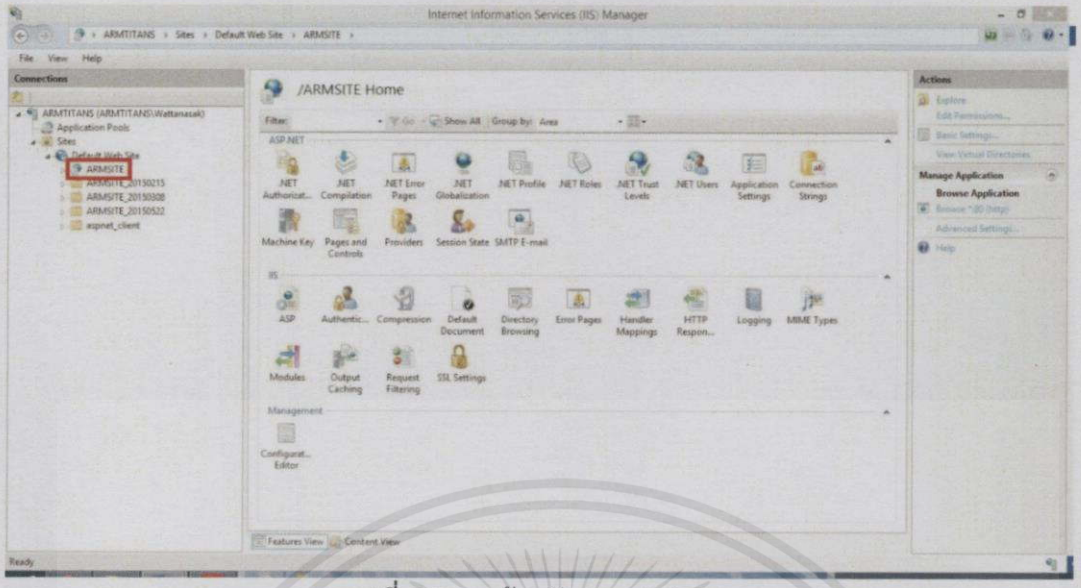
3. เมื่อขึ้นหน้าต่าง Select Application Pool ให้เลือกที่ Application pool เป็น .NET v4.5 Classic แล้วกด OK เพื่อสู่หน้าหลักดังรูปที่ 3.73



รูปที่ 3.73 หน้าต่าง Select Application Pool

4. จากนั้นจะปรากฏรูปลูกโลกข้างหน้า folder (ARMSITE) ซึ่งเป็น Website ของเราดังรูปที่ 3.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.74 หน้าหลักของ Website

3.6.4 การออกแบบ ER Model โครงสร้าง database ของการเก็บข้อมูล

การสร้างฐานข้อมูล (Database) และตาราง (table) การจัดเก็บข้อมูลให้เป็นหมวดหมู่ จำเป็นต้องออกแบบโครงสร้าง (Model) ของการจัดเก็บข้อมูลก่อน โดยลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลให้น้อยที่สุดและสร้างคีย์ของ field ข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กันให้สามารถแก้ไข/ลบได้พร้อมกัน ไม่ว่าจะกระทำกับตารางใดก็ตามดังตารางที่ 3.3

ตารางที่ 3.3 แสดงรายละเอียดของตารางในฐานข้อมูล

ชื่อตาราง (table)	รายละเอียด
Box	จัดเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลาในการผลิตสินค้าและราคาของสินค้า
Customer	จัดเก็บข้อมูลทั่วไปของลูกค้า
Export History	จัดเก็บข้อมูลการ Export Data
Order	จัดเก็บข้อมูลการสั่งซื้อจากลูกค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการสั่งซื้อสินค้าผ่านทาง Website

การสั่งซื้อสินค้าออนไลน์ผ่านทาง Website สามารถทำได้โดยการเข้าพิมพ์ URL http://localhost/armsite/default.aspx เข้าไปที่ Web Browser แล้วกด Enter ดังรูปที่ 4.1 หากเรียกผ่านเครื่องอื่นให้เปลี่ยนจาก localhost เป็น IP Address ของเครื่อง SERVER เช่น http://192.168.1.8/armsite/default.aspx เป็นต้น

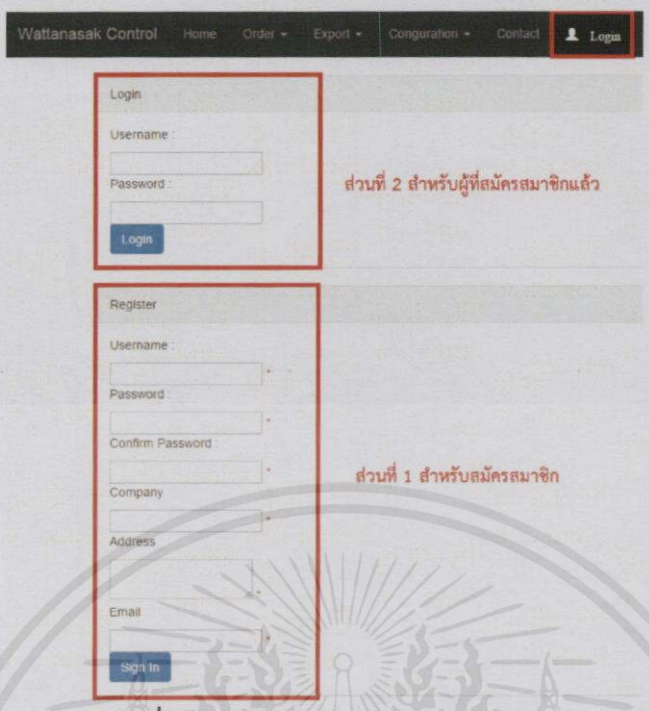
รูปที่ 4.1 หน้าโฮมเพจของ Website

4.1.1 การสมัครสมาชิก (Register)

เมื่อเข้าถึงหน้าโฮมเพจได้แล้วลูกค้าจะต้องสมัครสมาชิก โดยเข้าที่ Login จากนั้นกรอกข้อมูลที่สำคัญลงไปในส่วนที่ 1 (Register) สำหรับสมัครสมาชิกแล้วกด Sign in ดังรูปที่ 4.2 โดยข้อมูลที่ต้องกรอกให้ครบถ้วนได้แก่

1. Username หมายถึงชื่อผู้ใช้/ลูกค้า ใช้อักษรภาษาอังกฤษเท่านั้น
2. Password หมายถึงรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของ Website
3. Confirm Password หมายถึงการยืนยันรหัสผ่านในการเข้าสู่ระบบของ Website
4. Company หมายถึงชื่อบริษัทของลูกค้า
5. Address หมายถึงที่อยู่ของลูกค้าซึ่งเป็นปลายทางที่จะส่งสินค้า
6. Email หมายถึงใช้ในการรับส่งข้อมูลข่าวสารผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต

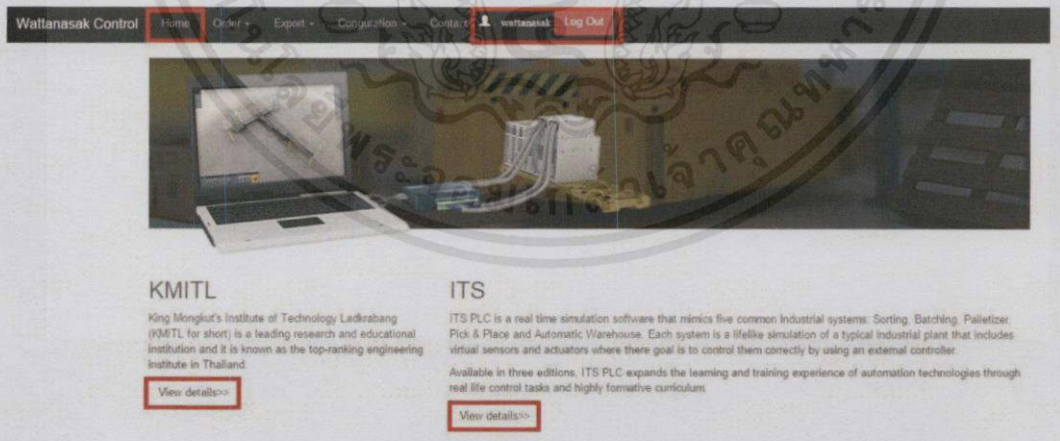
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 การสมัครสมาชิก (Register)

4.1.2 การเข้าสู่ระบบ (Login)

หลังจากที่สมัครสมาชิกเรียบร้อยแล้ว ส่วนที่ 2 คือการล็อกอิน (Login) เพื่อเข้าสู่ Website โดยใส่ชื่อผู้ใช้ (Username) และรหัสผ่าน (Password) ลงไป จากนั้นกด Login หน้า Website จะแสดงอยู่ที่หน้า Home Page ซึ่งเป็นหน้าหลักของ Website ซึ่งจะปรากฏชื่อผู้ใช้ (Username) อยู่ขวามือด้านบนใกล้กับ Logout ที่ใช้สำหรับออกจากระบบนั่นเอง ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 หน้าแรก (Home) ของ Website

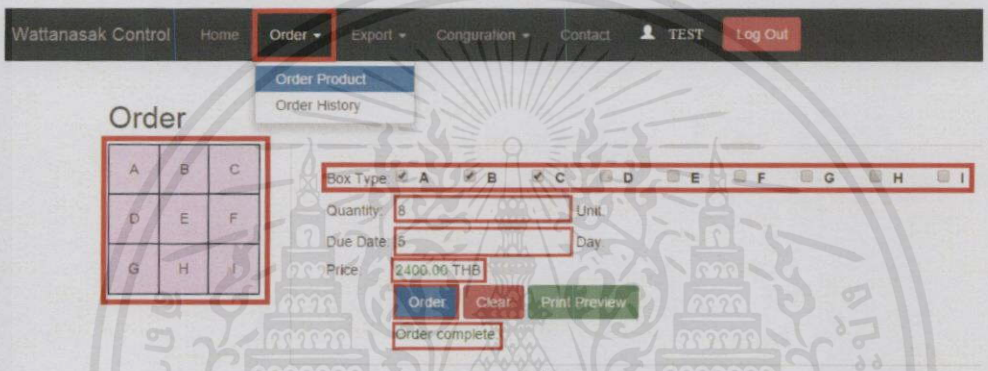
หน้าแรกของ Website หรือ Home Page จะแสดงเนื้อหาเกี่ยวกับประวัติความเป็นมาของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (KMITL) และโปรแกรม ITS เมื่อกดที่ View details... จะสามารถเชื่อมต่อไปยังเว็บไซต์ของแหล่งข้อมูลเหล่านั้นได้ โดยเว็บไซต์คือ http://www.kmitl.ac.th/en/main.php คือสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลาดกระบัง (KMITL) และเว็บไซต์ http://www.realgames.pt/its-plc/ ของบริษัทผลิตโปรแกรม ITS

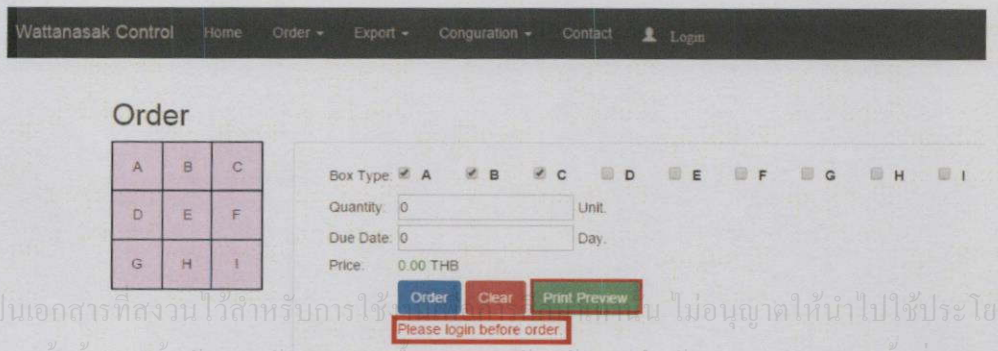
4.1.3 วิธีการสั่งซื้อสินค้า

ให้ลูกค้าเข้าไปยัง Order แล้วเลือก Order Product เพื่อเข้าสู่หน้าต่างการสั่งซื้อสินค้า ซึ่งประกอบด้วย Box Type (รูปแบบของสินค้า โดยอ้างอิงจากตารางทางซ้ายมือ), Quantity (ปริมาณสินค้าที่ต้องการ), Due Date (กำหนดการรับสินค้าภายในกี่วัน) และ Price (ราคาของสินค้า) เมื่อเลือกรูปแบบสินค้า, ปริมาณและกำหนดการรับสินค้าแล้วให้ตรวจสอบข้อมูลการสั่งซื้อก่อน หากต้องการเปลี่ยนแปลงข้อมูลให้กดที่ Clear ใช้สำหรับล้าง/ยกเลิกการสั่งซื้อ แต่ถ้าหากถูกต้องแล้วให้กดที่ Order เพื่อสั่งซื้อสินค้า เมื่อสั่งซื้อสำเร็จจะขึ้นข้อความว่า "Order complete" ดังรูปที่ 4.4



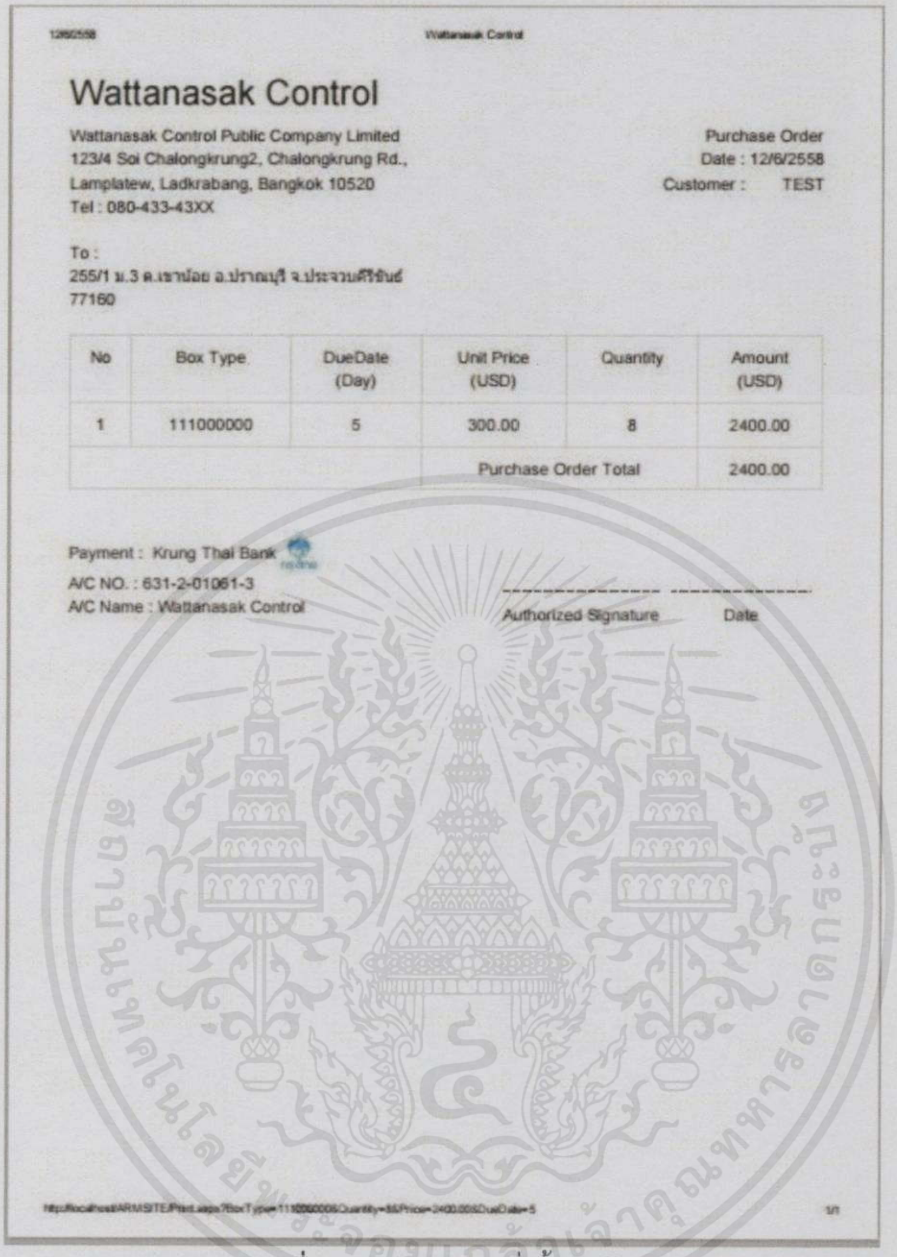
รูปที่ 4.4 การสั่งซื้อสินค้า

แต่ถ้าหากการสั่งซื้อไม่สำเร็จจะขึ้นข้อความว่า "Please login before order" และเมื่อสั่งซื้อสินค้าสำเร็จแล้วให้กดที่ Print Preview เพื่อสั่งพิมพ์หลักฐานการสั่งซื้อสินค้าดังรูปที่ 4.5 ซึ่งลูกค้าสามารถนำหลักฐานการสั่งซื้อสินค้าไปชำระเงินและเก็บไว้สำหรับยืนยันรับสินค้า ซึ่งประกอบด้วย ชื่อบริษัทและที่อยู่ของผู้ผลิตและลูกค้า, วันที่สั่งซื้อสินค้า (Date), รูปแบบสินค้า (Box Type), กำหนดการรับสินค้าภายในกี่วัน (Due Date), ราคาสินค้าต่อหน่วย (Unit Price), ปริมาณสินค้า (Quantity), ราคาสินค้า (Amount), ราคาสินค้าทั้งหมด (Purchase Order Total), ช่องทางการชำระเงิน (Payment) และลงชื่อและวันที่ชำระเงิน (Authorized Signature, Date) ดังรูปที่ 4.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.5 สั่งพิมพ์หลักฐานการสั่งซื้อสินค้า



12/6/2558 Wattanasak Control

Wattanasak Control

Wattanasak Control Public Company Limited
123/4 Soi Chalongkrung2, Chalongkrung Rd.,
Lamplatew, Ladkrabang, Bangkok 10520
Tel : 080-433-43XX

Purchase Order
Date : 12/6/2558
Customer : TEST

To :
255/1 ม.3 ต.เขาน้อย อ.ปราณบุรี จ.ประจวบคีรีขันธ์
77160

No	Box Type	DueDate (Day)	Unit Price (USD)	Quantity	Amount (USD)
1	111000000	5	300.00	8	2400.00
			Purchase Order Total		2400.00

Payment : Krung Thai Bank
A/C NO. : 631-2-01061-3
A/C Name : Wattanasak Control

Authorized Signature Date

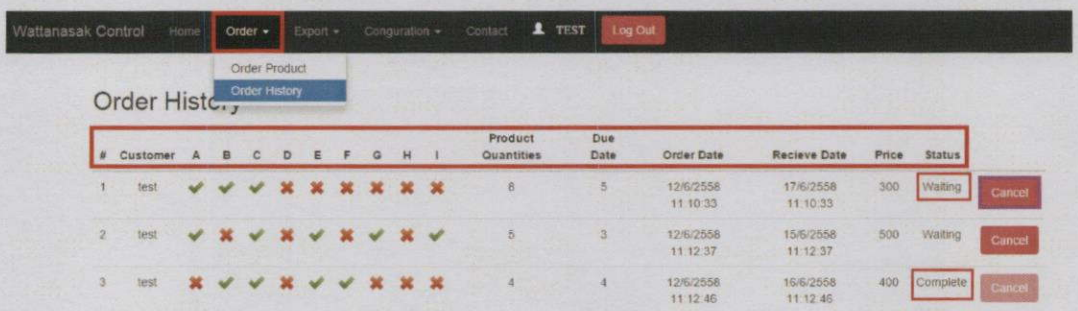
http://localhost/ARMSITE/Print.aspx?boxType=111000000&Quantity=8&Price=2400.00&DueDate=5 1/1

รูปที่ 4.6 หลักฐานการสั่งซื้อสินค้า

4.1.4 การตรวจสอบประวัติการสั่งซื้อ

ให้ลูกค้าเข้าไปยัง Order แล้วเลือก Order History เพื่อเข้าสู่หน้าต่างของประวัติการสั่งซื้อ ใช้สำหรับตรวจสอบข้อมูลการสั่งซื้อก่อนหน้าทั้งหมด ซึ่งประกอบด้วย # (ลำดับการสั่งซื้อ), Customer (ชื่อลูกค้า), Box Type (รูปแบบของสินค้าเช่น A B C D E F G H I เป็นต้น), Product Quantities (ปริมาณสินค้าที่ต้องการ), Due Date (กำหนดการรับสินค้าภายในกี่วัน), Order Date (วันที่และเวลาที่สั่งซื้อสินค้า), Receive Date (วันที่และเวลาที่รับสินค้า), Price (ราคาของสินค้า), สถานะภาพ (Status) และ Cancel สำหรับยกเลิกสินค้าที่ผลิตยังไม่สำเร็จ ดังรูปที่ 4.7

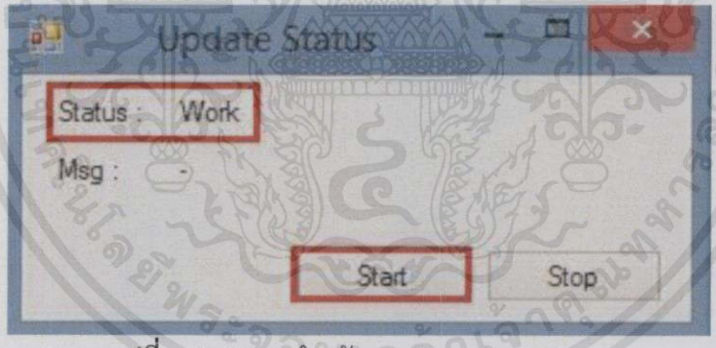
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



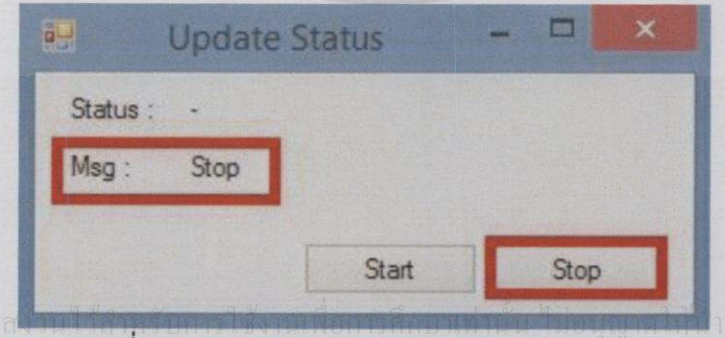
รูปที่ 4.7 ประวัติการสั่งซื้อสินค้า

สถานะสภาพเมื่อผลิตสำเร็จเรียบร้อยแล้วจะขึ้นข้อความว่า "Complete" แต่ถ้าหากสินค้าอยู่ในกระบวนการผลิตจะขึ้นข้อความว่า "Waiting" โดยใช้แอพพลิเคชั่น ImportExcel ดังรูปที่ 4.8 เพื่อใช้ในการ Update Status ซึ่งต้องเปิดแอพพลิเคชั่นแล้วกด Start ใช้แอพพลิเคชั่นทำงานจึงสามารถ Update Status ได้ดังรูปที่ 4.9 หรือกด Stop เพื่อหยุดการ Update Status ดังรูปที่ 4.10

รูปที่ 4.8 Icon ของแอพพลิเคชั่น ImportExcel



รูปที่ 4.9 Start สำหรับการ Update Status



รูปที่ 4.10 Stop สำหรับหยุดการ Update Status

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การจัดลำดับการผลิตสินค้า

เป็นการจัดการกระบวนการผลิต โดยผ่านการคำนวณค่าต่างๆ เพื่อใช้ในการตัดสินใจมี 4 วิธี ได้แก่ FCFS, SPT, WSPT และ EDD โดยผู้ผลิตเท่านั้นที่สามารถเข้าถึงได้ มีขั้นตอนดังนี้

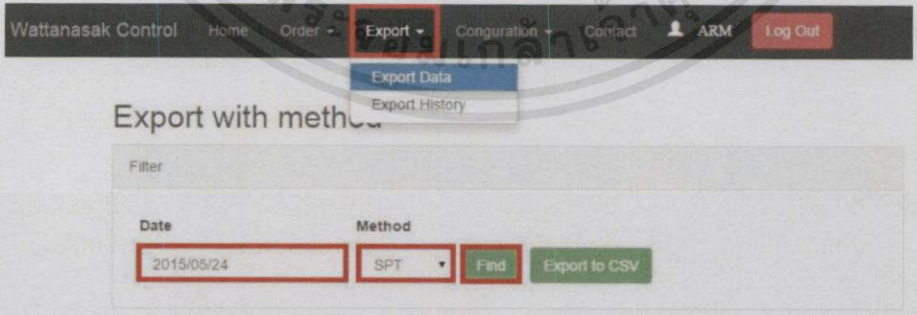
4.2.1 การกำหนดความสำคัญของลูกค้า

ผู้ผลิตสามารถเข้าไปยังหน้า Configuration แล้วเลือก Customer Level เพื่อเข้าหน้าต่างสำหรับกำหนดความสำคัญของลูกค้าแต่ละราย ประกอบด้วย # (ลำดับ), Username (ชื่อที่ใช้ล็อกอิน), Customer (ชื่อบริษัท), Email (ที่อยู่อีเมล์สำหรับติดต่อ) และระดับความสำคัญของลูกค้ามีทั้งหมด 3 ได้แก่ ระดับสูง (High), ระดับปานกลาง (Medium), ระดับต่ำสุด (Low) เป็นต้น ให้ผู้ผลิตเลือกระดับความสำคัญของลูกค้าแต่ละรายตามความเหมาะสมและกด Save เพื่อยืนยันการจัดลำดับความสำคัญแล้วจะปรากฏข้อความว่า "Update customer Level complete" ดังรูปที่ 4.11

รูปที่ 4.11 การเลือกระดับความสำคัญของลูกค้า

4.2.2 วิธีการคำนวณ

ผู้ผลิตสามารถเข้าไปยัง Export แล้วเลือก Export Data จากนั้นเลือกวันที่/เดือน/ปี ที่ต้องการคำนวณ (Date), เลือกวิธีการคำนวณที่ Method แล้วกด Find เพื่อคำนวณ ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 หน้าต่างของ Export Data

ซึ่งการคำนวณที่ใช้ในการตัดสินใจสำหรับการจัดการกระบวนการผลิตมี 4 วิธี ดังนี้

1. First Come First Serve; FCFS การจัดลำดับการสั่งซื้อสินค้าที่เข้ามาก่อนเป็นอันดับแรกทำการผลิตก่อนและการสั่งซื้อสินค้าที่เข้ามาทีหลังเป็นอันดับถัดไป

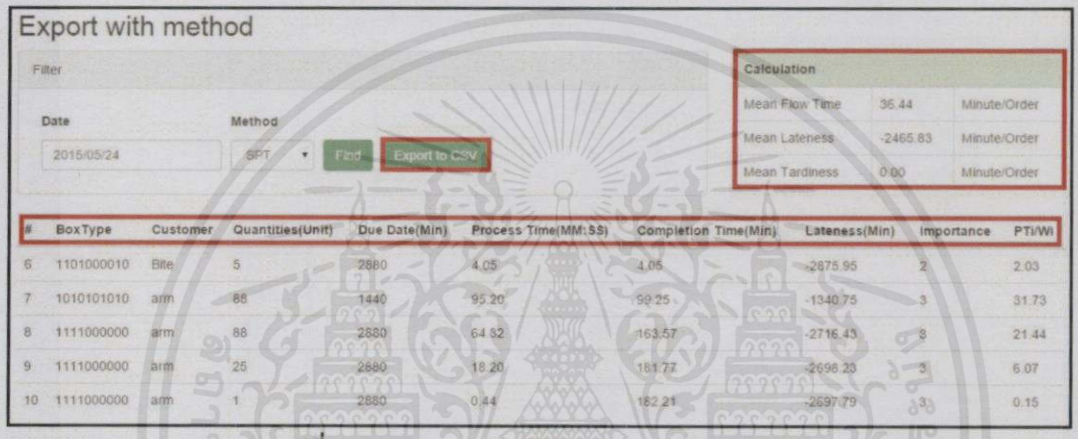
เอกสารนี้เป็นเอกสาร... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้นอันเกิดขึ้นจากการนำเอกสารนี้ไปใช้...

2. Shortage Processing Time; SPT การจัดลำดับตามระยะเวลาที่ใช้ในการผลิต โดยที่เวลาในการผลิตสั้นที่สุดทำการผลิตก่อนและจึงผลิตสินค้าที่ใช้เวลาการผลิตมากเป็นอันดับถัดไป

3. Weighted Shortest Processing Time; WSPT การจัดลำดับตามความสำคัญของลูกค้า โดยที่ลูกค้าที่สำคัญหรือลูกค้ารายใหญ่ผลิตก่อนและลูกค้ารายย่อยเป็นอันดับถัดไป

4. Earliest Due Date; EDD การจัดลำดับตามกำหนดส่งสินค้า โดยที่กำหนดส่งสินค้าเร็วที่สุดทำการผลิตก่อน และกำหนดส่งสินค้านานกว่าเป็นอันดับถัดไป

หลังจากที่กด Find แล้วจะปรากฏผลการคำนวณทั้งหมดดังตารางที่ 4.1 เมื่อเลือกวิธีที่ดีที่สุดได้แล้วให้กด Export to CSV เพื่อบันทึกผลการคำนวณเป็นไฟล์ *.CSV ดังรูปที่ 4.13



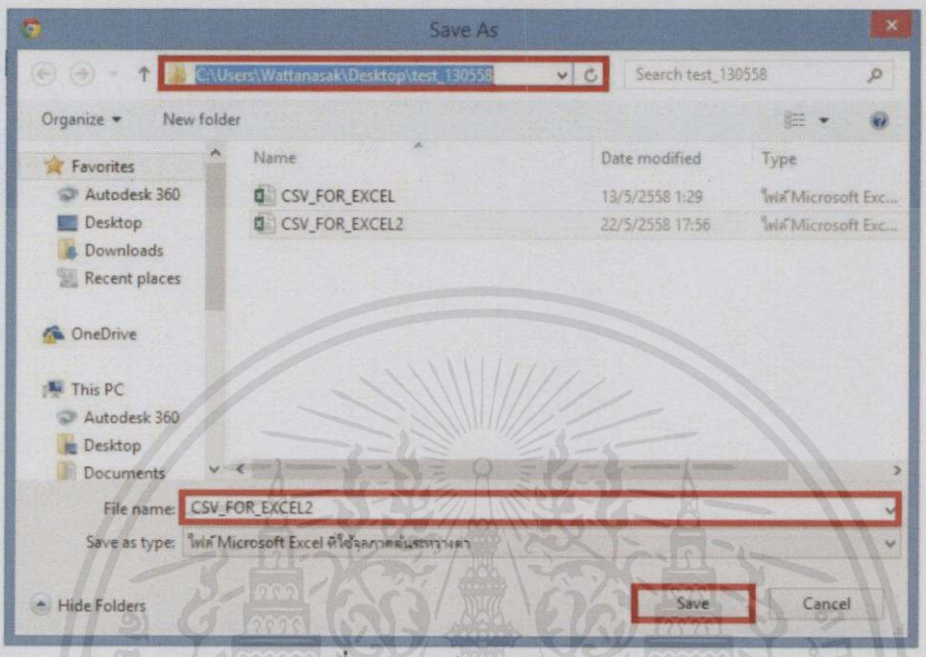
รูปที่ 4.13 ผลการคำนวณและการ Export Data

ตารางที่ 4.1 แสดงความหมายของผลที่แสดงใน Export Data

หัวข้อการแสดงผล	รายละเอียด
#	ลำดับการผลิตสินค้า
BoxType	รูปแบบของสินค้าที่ต้องการ
Customer	ชื่อที่ลูกค้าใช้ในการล็อกอิน (Login) ขณะสั่งซื้อสินค้า
Quantities	ปริมาณ/จำนวนของสินค้าที่สั่งซื้อ
Due Date	กำหนดการรับสินค้าภายในกี่วัน
Processing Time	เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละสินค้า
Completion Time	เวลาที่แต่ละสินค้าผลิตเสร็จสมบูรณ์
Lateness	เวลาที่ผลิตสินค้าเสร็จก่อนกำหนดมีค่าเป็นลบเสมอ
Importance	ความสำคัญของลูกค้า
PTi/Wi	เวลาที่ใช้ในการผลิตแต่ละสินค้าต่อความสำคัญของลูกค้า
Mean Flow Time	ค่าเฉลี่ยของช่วงเวลาตั้งแต่เข้าสู่กระบวนการผลิตจนกระทั่งผลิตสินค้าเสร็จ
Mean Lateness	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ผลิตสินค้าเสร็จก่อนกำหนดมีค่าเป็นลบเสมอ
Mean Tardiness	ค่าเฉลี่ยของเวลาที่ผลิตสินค้าไม่ทันกำหนดมีค่าเป็นบวกเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

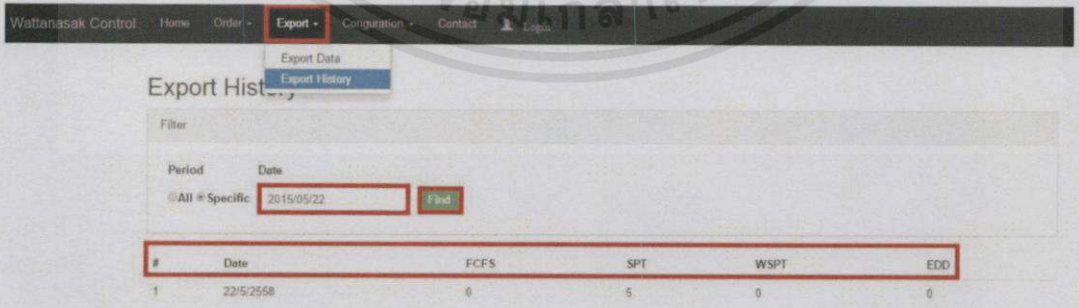
จากนั้นจะขึ้นหน้าต่าง Save As ให้เลือก folder ที่ใช้จัดเก็บข้อมูลในที่นี้เลือกเป็น C:\Users\Wattanasak\Desktop\test_130558 และตั้งชื่อไฟล์เป็น CSV_FOR_EXCEL2 แล้วกด Save ข้อมูลทั้งหมดจะถูกบันทึกลงในฐานข้อมูลทันทีดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 หน้าต่าง Save As

4.2.3 วิธีเรียกดูประวัติการลำดับการผลิต

ผู้ผลิตสามารถเข้าไปยัง Export แล้วเลือก Export History จากนั้นเลือกวันที่/เดือน/ปี ที่ต้องการทราบข้อมูลหรือเลือก All หมายถึงประวัติการ Export Data ทั้งหมด แล้วกด Find ประวัติการ Export Data จะแสดงบนหน้าเว็บ ซึ่งมีข้อมูลประกอบด้วย ลำดับการ Export (#), วันที่/เดือน/ปี ที่มีการ Export Data และจำนวนครั้งที่มีการ Export Data ในแต่ละวิธีการได้แก่ FCFS, SPT, WSPT และ EDD เป็นต้นดังรูปที่ 4.15

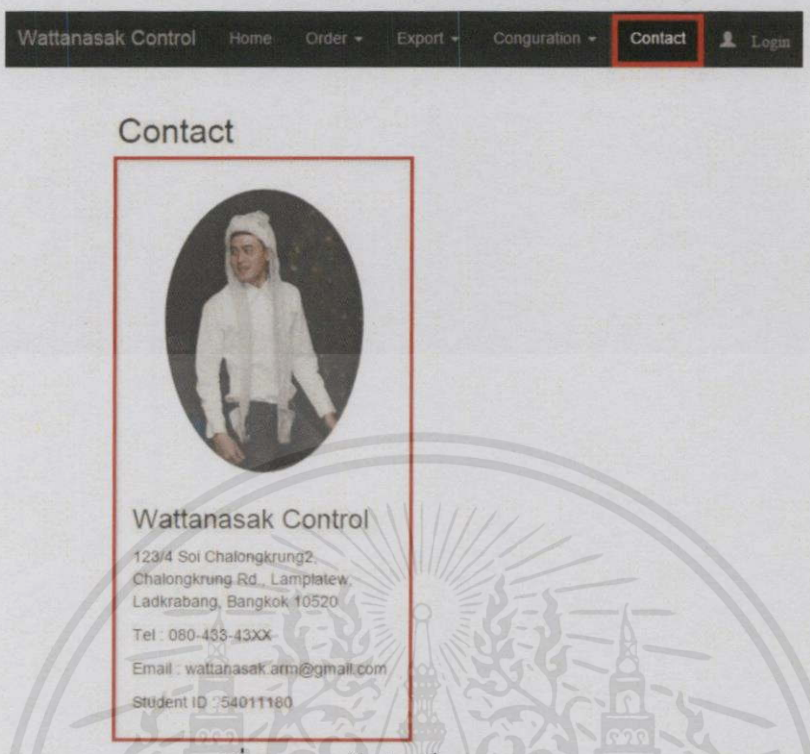


รูปที่ 4.15 หน้าต่างเว็บของ Export History

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.4 การติดต่อผู้ผลิตสินค้า

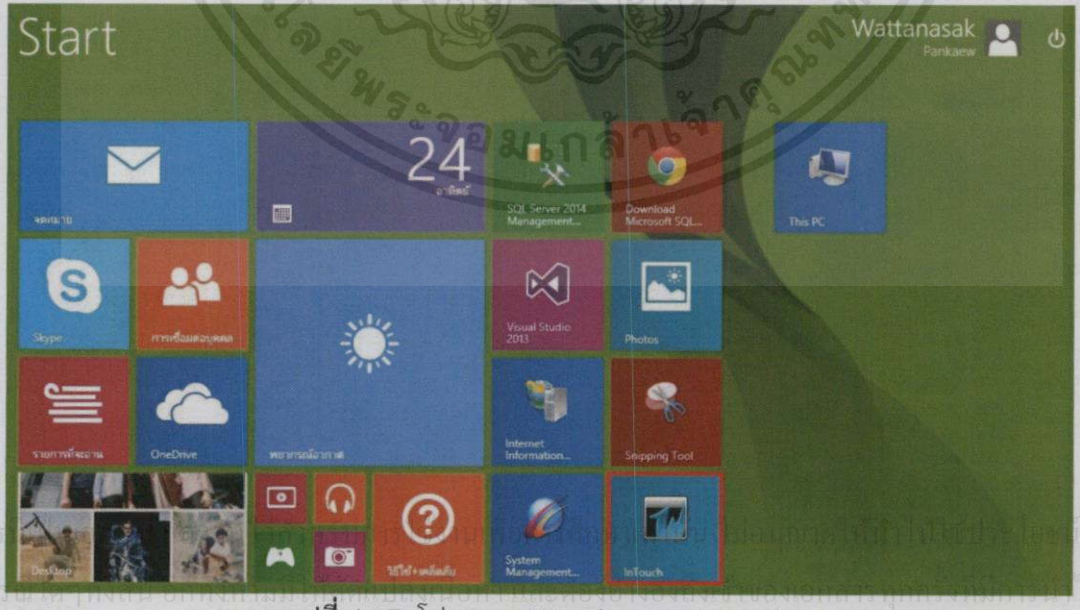
ในกรณีที่ลูกค้ามีข้อสงสัยต้องการสอบถามข้อมูลสามารถเข้าไปยัง Contract เพื่อดูช่องทางการติดต่อกับทางบริษัทได้ โดยทาง Email: Armtitans@hotmail.com ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 หน้าต่างเว็บของ Contact

4.3 ขั้นตอนการผลิตผ่าน HMI

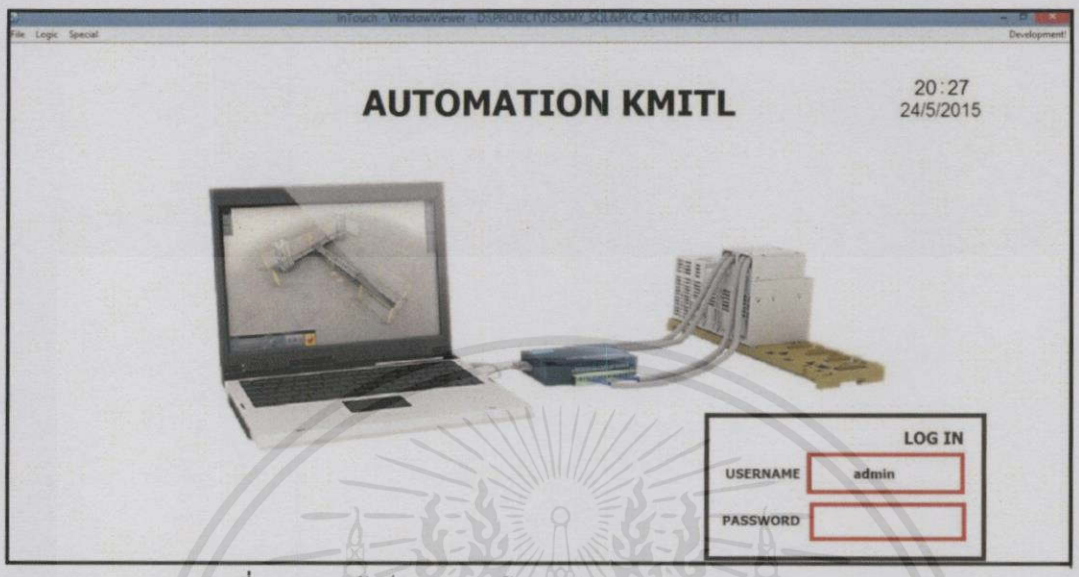
หลังจากผู้จัดทำเลือกวิธีการจัดลำดับการผลิตที่ได้จากการคำนวณบน Website โดยเลือกวิธีที่ดีที่สุดมา 1 วิธี เพื่อนำมาผลิตจริง ซึ่งเป็นระดับชั้น Human Machine Interface (HMI) โดยผ่านโปรแกรม Wonderware Intouch มี Icon ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 โปรแกรม Wonderware Intouch

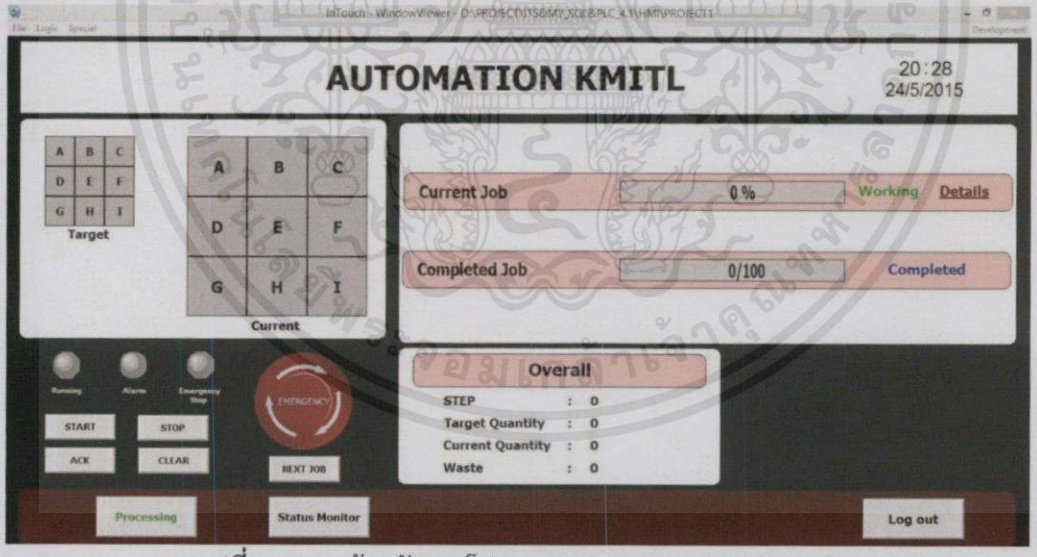
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คลิกที่ Icon ของโปรแกรม Wonderware Intouch เพื่อเข้าสู่หน้าต่างล็อกอิน จากนั้นให้ล็อกอิน (Login) ผ่าน Username และ Password ที่กำหนดไว้แล้วดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.18 หน้าล็อกอินของโปรแกรม Wonderware Intouch

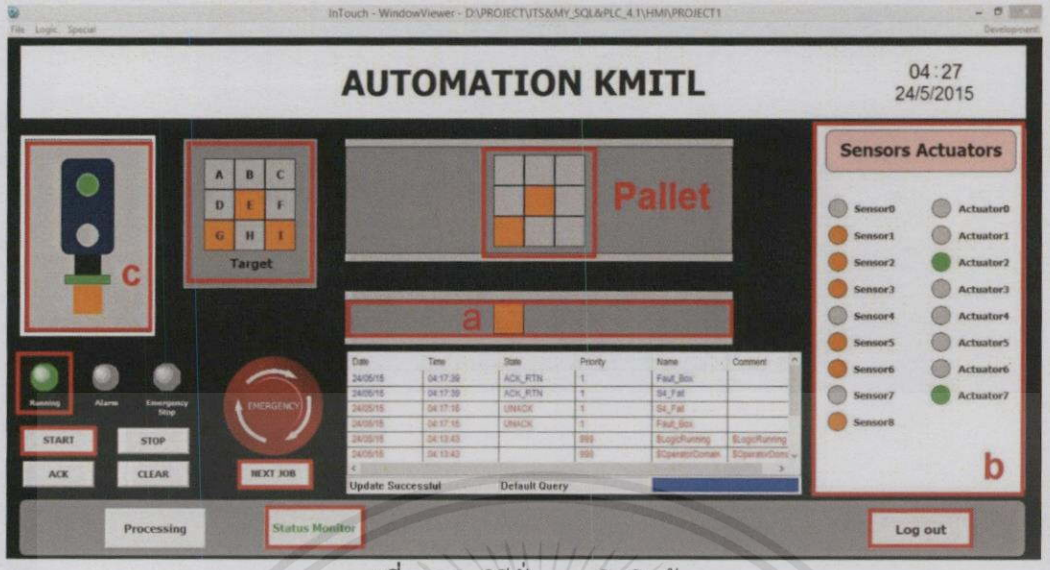
2. เมื่อล็อกอิน (Login) แล้วจะเข้าสู่หน้าหลักของโปรแกรมดังรูปที่ 4.19



รูปที่ 4.19 หน้าหลักของโปรแกรม Wonderware Intouch

3. จากนั้นให้เรียกข้อมูลการ Export Data จาก Database มาใช้ในการสั่งการผลิตสินค้าตามที่ลูกค้าต้องการแล้วกดที่ NEXT JOB เพื่ออ่านข้อมูลที่ได้รับมาจากโปรแกรม Microsoft Office Excel แล้วคลิกที่ START เพื่อสั่งให้เครื่องผลิตสินค้าตาม Order กด STOP เมื่อต้องการหยุดการทำงานชั่วคราวและกดที่ CLEAR เมื่อต้องการล้างข้อมูลการผลิตทั้งหมด ดังรูปที่ 4.20

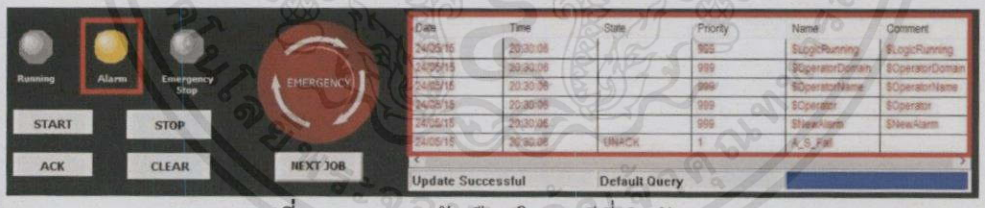
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.20 วิธีสั่งการผลิตสินค้า

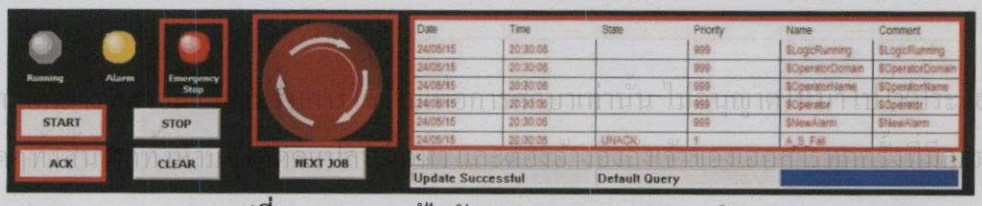
4. เมื่อเครื่องเริ่มสินค้าจะขึ้นสัญญาณสีเขียวที่ตำแหน่ง Running และ Status Monitor โดยจะมีรูปแบบสินค้าที่กำลังผลิตอยู่ที่ Target แสดงการจำลองการเคลื่อนที่ของสินค้าตามสายพานดังรูปที่ 4.20 (a) ไปยัง พาเลท (Pallet) และแสดงการทำงานของ Sensors และ Actuators แต่ละตำแหน่งรูปที่ 4.20 (b) และแสดงข้อมูลของการผลิตสินค้า หากต้องการออกจากระบบให้กดที่ Log out

5. กรณีที่กระบวนการผลิตมีปัญหาเช่น Sensor/Actuator ไม่ทำงานจะขึ้นสัญญาณสีเหลืองที่ Alarm ดังรูปที่ 4.21



รูปที่ 4.21 การแจ้งเตือนในกรณีที่เกิดปัญหา

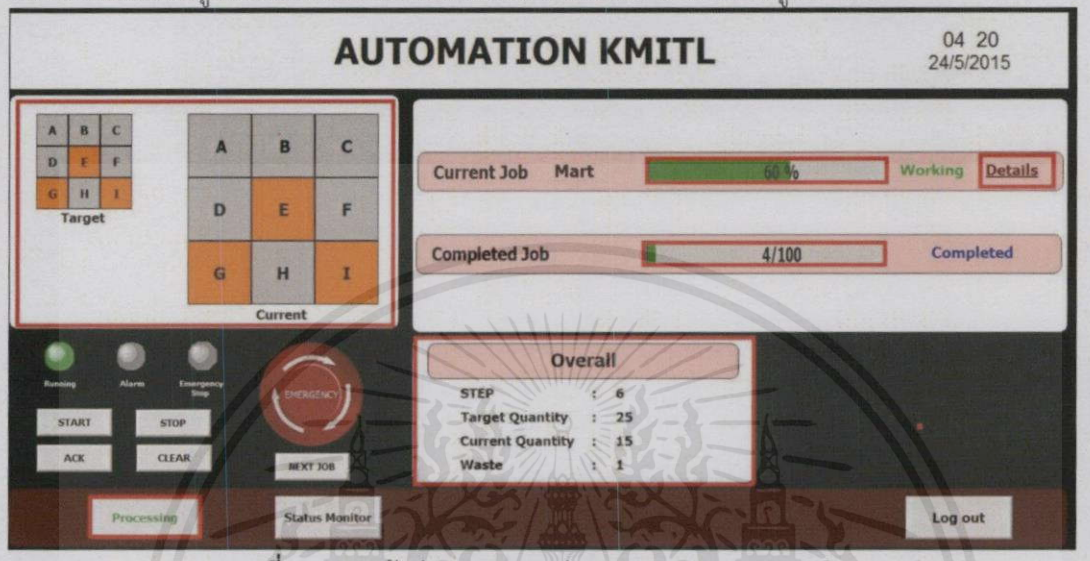
6. คลิกที่ EMERGENCY เพื่อหยุดการทำงานของระบบแบบฉุกเฉิน จะแสดงสัญญาณสีแดงที่ตำแหน่ง Emergency Stop ดังรูปที่ 4.22 เพื่อหาสาเหตุของปัญหา จากข้อมูลในตารางกับการทำงานของ Sensors/actuators จากนั้นให้กดที่ ACK (Acknowledge) เมื่อทราบสาเหตุของปัญหาแล้วและกด START เพื่อดำเนินการผลิต



รูปที่ 4.22 การแก้ไขปัญหาของกระบวนการผลิต

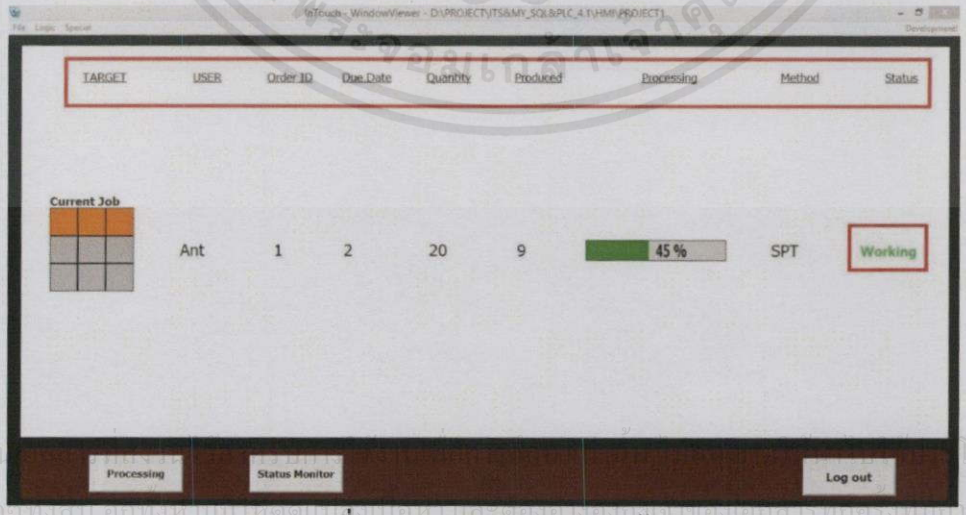
เอกสารนี้เป็น... ไม่ว่ากรณีใด... ...ชน์ด้านการค้า ...นำไปใช้

7. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างของ processing แสดงถึงกระบวนการผลิตยังดำเนินต่อไป โดยจะมีรูปแบบการผลิต ข้อมูลการผลิต (Overall) ประกอบด้วย ขั้นตอนการทำงานของกระบวนการผลิต (STEP), จำนวนสินค้าที่ต้องการ (Target Quantity), จำนวนสินค้าที่กำลังผลิต (Current Quantity), สินค้าที่สูญเสีย ขณะทำการผลิต (Waste) นอกจากนี้ยังแสดงผลการผลิตเป็นเปอร์เซ็นต์ และสามารถเรียกดูประวัติการผลิตก่อนหน้านั้นได้ โดยคลิกที่ Details ดังรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 หน้าต่างแสดงการทำงานของกระบวนการผลิต

8. จากนั้นจะปรากฏหน้าต่างของประวัติการผลิตสินค้าทั้งหมด (Details) ประกอบด้วย รูปแบบของสินค้า (Target), ชื่อลูกค้า (USER), ลำดับการสั่งซื้อ (Order ID), กำหนดการส่งสินค้าภายในกี่วัน (Due Date), จำนวนสินค้าที่ต้องการ (Quantity), จำนวนสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้ว (Produced), เปอร์เซ็นต์การผลิตสินค้า (Processing), วิธีการจัดลำดับการผลิต (Method) และสถานะของกระบวนการผลิตสินค้า (Status) ถ้าขึ้นคำว่า "Working" แสดงว่าสินค้ากำลังผลิตอยู่และเมื่อสินค้าผลิตเสร็จแล้วจะขึ้นคำว่า "Complete" ดังรูปที่ 4.24



รูปที่ 4.24 ประวัติการผลิตสินค้า

เอกสารนี้เป็น... ...ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลอง

ตอนที่ 1 ตัวอย่างของหลักการพื้นฐานของกฎการจัดลำดับงาน

เป็นตัวอย่างที่ได้จากการสั่งซื้อสินค้าจาก Website และกำหนดระดับความสำคัญของลูกค้าให้มีความแตกต่างกัน โดยใช้วิธีการสุ่ม เพื่อนำมาคำนวณและจัดลำดับการผลิต 4 รูปแบบคือ FCFS, SPT, WSPT, EDD ตามทฤษฎีที่กล่าวมาแล้วข้างต้น โดยยกตัวอย่าง 3 กรณีศึกษาและนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองในตอนที่ 2 เพื่อพิสูจน์ว่าผลของการจัดตารางทั้ง 4 วิธีนั้นมีแนวโน้มตรงตามหลักการพื้นฐานของกฎการจัดลำดับงาน

4.4.1 กรณีศึกษาที่ 1

ตารางที่ 4.2 แสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 1

ชื่อผู้ใช้ (Admin)	ชื่อสินค้า (Product Name)	จำนวนสินค้า (Quantities)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date) (ชั่วโมง)	ระดับความสำคัญ (Important)
Ant	A B C	20	0.2400	48	2
Mart	E F	30	0.3000	62	3
Mart	E G H I	25	0.3758	48	3
Pang	A H C	5	0.0675	24	1
Bite	H I	15	0.1742	24	2

4.4.1.1 First Come First Serve; FCFS

จากตารางที่ 4.2 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ FCFS บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 1-2-3-4-5 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร เพื่อให้เวลาที่ส่งไม่ทันกำหนดมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี FCFS

ลำดับ	ชื่อผู้ใช้ (Admin)	ชื่อสินค้า (Product Name)	จำนวนสินค้า (Quantities)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Important)
1	Ant	A B C	20	0.2400	48	2
2	Mart	E F	30	0.3000	62	3
3	Mart	E G H I	25	0.3758	48	3
4	Pang	A H C	5	0.0675	24	1
5	Bite	H I	15	0.1742	24	2
	sum	-	95	1.1575	206	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลางานที่ส่งไม่ทันกำหนดคำนวณได้จากสูตร $C_i - d_i$ ซึ่งค่าที่ติดลบแสดงถึงเวลางานที่เสร็จก่อนกำหนดส่งงาน ส่วนค่าที่เป็นบวกแสดงถึงเวลาที่งานส่งไม่ทันกำหนด โดยเฉลี่ยทุก

งาน (Mean Lateness) = - 42.4327 ชั่วโมง/Order ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงว่า เวลาของแต่ละงานส่งก่อนกำหนดและเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time; $\overline{F_w}$) = 0.2315 ชั่วโมง/Order ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด

4.4.1.2 Shortage Processing Time; SPT

จากตารางที่ 4.2 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ SPT บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 4-5-1-2-3 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร เพื่อให้เวลาที่ส่งไม่ทันกำหนดมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT

ลำดับ	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่สินค้าออกเครื่อง (Completion Time: C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date; d_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่ส่งงานไม่ทัน (Lateness; L_i) (ชั่วโมง)
4	5	0.0675	0.0675	24	-23.9325
5	15	0.1742	0.2417	24	-23.7583
1	20	0.2400	0.4817	48	-47.5183
2	30	0.3000	0.7817	48	-71.2183
3	25	0.3758	1.1575	62	-46.8425
	sum	1.1575	2.7300	206	-213.2700

เวลางานที่ส่งไม่ทันกำหนดคำนวณได้จากสูตร $C_i - d_i$ ซึ่งค่าที่ติดลบแสดงถึงเวลางานที่เสร็จก่อนกำหนดส่งงาน ส่วนค่าที่เป็นบวกแสดงถึงเวลาที่งานส่งไม่ทันกำหนด โดยเฉลี่ยทุกงาน (Mean Lateness) = -42.6540 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงว่า เวลาของแต่ละงานส่งก่อนกำหนดและเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time; $\overline{F_w}$) = 0.2315 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1.3 Weighted Shortage Processing Time; WSPT

จากตารางที่ 4.2 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ WSPT บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 4-5-2-1-3 เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของงานแบบถ่วงน้ำหนักในระบบมีค่าน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี WSPT

ลำดับ	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time; C) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance: W_i)	PT_i / W_i	เวลาที่สินค้าออกเครื่อง (Completion Time: C_i) (ชั่วโมง)
4	5	0.0675	1	0.0675	0.0675
5	15	0.1742	2	0.0871	0.2417
2	30	0.3000	3	0.1000	0.5417
1	20	0.2400	2	0.1200	0.7817
3	25	0.3758	3	0.1253	1.1575
	sum	1.1575	11	-	2.7900

ค่าเฉลี่ยของงานแบบถ่วงน้ำหนักในระบบ (Mean Flow Time; $\overline{F_w}$) = 0.2315 ชั่วโมง

4.4.1.4 Earliest Due Date; EDD

จากตารางที่ 4.2 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ EDD บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 4-5-1-3-2 เพื่อให้เวลาที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี EDD

ลำดับ	ผู้สั่ง (ID)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่สินค้าออกเครื่อง (Completion Time: C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date: d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งงานไม่ทัน (Lateness: L_i) (ชั่วโมง)
4	Mart	5	0.0675	0.0675	24	-23.9325
5	Mart	15	0.1742	0.2417	24	-23.7583
1	Pang	20	0.2400	0.4817	48	-47.5183
3	Ant	25	0.3758	0.8575	48	-47.1425
2	Bite	30	0.3000	1.1575	62	-70.8425
	sum	95	1.1575	2.8058	206	-213.1942

เวลางานที่ส่งไม่ทันกำหนด โดยเฉลี่ยทุกงาน (Mean Lateness) = -42.6388 ชั่วโมง เวลาที่ส่งไม่ทันของแต่ละงานมีค่าเป็นลบ แสดงว่าส่งแต่ละงานก่อนกำหนด ซึ่งเวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) มีค่าเท่ากับ 0 ชั่วโมง ซึ่งเท่ากับรูปแบบ SPT การจัดการด้วยกฎ EDD นี้มีเวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ส่งไม่ทันกำหนด (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เท่ากับ 0 ชั่วโมงแสดงว่าสินค้าทุกงานเสร็จทันกำหนด เมื่อเปรียบเทียบโดยรวมการกระจายความเสี่ยงในการส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลง แต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เพิ่มมากขึ้นจาก -42.6540 ชั่วโมง (SPT) เป็น -42.6388 ชั่วโมง

4.4.2 กรณีศึกษาที่ 2

ตารางที่ 4.7 แสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 2

ชื่อผู้ใช้ (Admin)	ชื่อสินค้า (Product Name)	จำนวนสินค้า (Quantities)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date) (ชั่วโมง)	ระดับความสำคัญ (Important)
Ban	A D E G	15	0.2192	24	2
Mart	E I	25	0.2733	48	3
Faii	A E D	30	0.3167	48	3
Pang	D H I	10	0.1517	24	1
Bite	E D	20	0.1533	24	2

4.4.2.1 First Come First Serve; FCFS

จากตารางที่ 4.7 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ FCFS บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 1-2-3-4-5 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร เพื่อให้เวลาที่ส่งไม่ทันกำหนดมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี FCFS

ชื่อผู้ใช้ (Admin)	ชื่อสินค้า (Product Name)	จำนวนสินค้า (Quantities)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date) (ชั่วโมง)	ระดับความสำคัญ (Important)
Ban	A D E G	15	0.2192	24	2
Mart	E I	25	0.2733	48	3
Faii	A E D	30	0.3167	48	3
Pang	D H I	10	0.1517	24	1
Bite	E D	20	0.1533	24	2
	sum	100	1.1142	168	-

เวลางานที่ส่งไม่ทันกำหนดคำนวณได้จากสูตร $C_i - d_i$ ซึ่งค่าที่ติดลบแสดงถึงเวลางานที่เสร็จก่อนกำหนดส่งงาน ส่วนค่าที่เป็นบวกแสดงถึงเวลาที่งานส่งไม่ทันกำหนด โดยเฉลี่ยทุกงาน (Mean Lateness) = -32.8808 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงว่า เวลาของแต่ละงานส่งก่อนกำหนดและเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time; $\overline{F_w}$) = 0.2228 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด

4.4.2.2 Shortage Processing Time; SPT

จากตารางที่ 4.7 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ SPT บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 4-5-1-2-3 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร เพื่อให้เวลาที่ส่งไม่ทันกำหนดมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT

ลำดับ	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่สินค้าออกเครื่อง (Completion Time: C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date; d_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่ส่งงานไม่ทัน (Lateness; L_i) (ชั่วโมง)
4	10	0.1517	0.1517	24	-23.8483
5	20	0.1533	0.3050	24	-23.6950
1	15	0.2192	0.5242	24	-23.4758
2	25	0.2733	0.7975	48	-47.2025
3	30	0.3167	1.1142	48	-46.8858
	sum	1.1142	2.8925	168	-165.1075

เวลางานที่ส่งไม่ทันกำหนดคำนวณได้จากสูตร $C_i - d_i$ ซึ่งค่าที่ติดลบแสดงถึงเวลางานที่เสร็จก่อนกำหนดส่งงาน ส่วนค่าที่เป็นบวกแสดงถึงเวลาที่งานส่งไม่ทันกำหนด โดยเฉลี่ยทุกงาน (Mean Lateness) = -33.0215 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงว่า เวลาของแต่ละงานส่งก่อนกำหนดและเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time; $\overline{F_w}$) = 0.2228 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

4.4.2.3 Weighted Shortage Processing Time; WSPT

จากตารางที่ 4.7 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ WSPT บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 5-2-3-1-4 เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของงานแบบถ่วงน้ำหนักในระบบมีค่าน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.10 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี WSPT

ลำดับ	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time; C) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance: W_i)	PT_i / W_i	เวลาที่สินค้าออกเครื่อง (Completion Time: C_i) (ชั่วโมง)
5	20	0.1533	2	0.0767	0.1533
2	25	0.2733	3	0.911	0.4267
3	30	0.3167	3	0.1056	0.7433
1	15	0.2192	2	0.1096	0.9625
4	10	0.1517	1	0.1517	1.1142
	sum	1.1142	-	-	3.4000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเฉลี่ยของงานแบบถ่วงน้ำหนักในระบบ (Mean Flow Time; $\overline{F_w}$) = 0.2228 ชั่วโมง

4.4.2.4 Earliest Due Date; EDD

จากตารางที่ 4.7 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ EDD บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 1-4-5-2-3 เพื่อให้เวลาที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี EDD

ลำดับ	ผู้สั่ง (ID)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่สินค้าออกเครื่อง (Completion Time: C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date: d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งงานไม่ทัน (Lateness: L_i) (ชั่วโมง)
1	Ban	15	0.2192	0.2191	24	-23.7808
4	Pang	10	01517	0.3708	24	-23.6292
5	Bite	20	0.1533	0.5242	24	-23.4758
2	Mart	25	0.2733	0.7975	48	-47.2025
3	Faii	30	0.3167	1.1142	48	-46.8858
			1.1142	3.0258	168	-164.9742

เวลางานที่ส่งไม่ทันกำหนด โดยเฉลี่ยทุกงาน (Mean Lateness) = -32.9948 ชั่วโมง เวลาที่ส่งไม่ทันของแต่ละงานมีค่าเป็นลบ แสดงว่าส่งแต่ละงานก่อนกำหนด ซึ่งเวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) มีค่าเท่ากับ 0 ชั่วโมง ซึ่งเท่ากับรูปแบบ SPT การจัดการด้วยกฎ EDD นี้มีเวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ส่งไม่ทันกำหนด (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0 ชั่วโมงแสดงว่าสินค้าทุกงานเสร็จทันกำหนด เมื่อเปรียบเทียบโดยรวมการกระจายความเสี่ยงในการส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลง แต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เพิ่มมากขึ้นจาก -33.0215 ชั่วโมง (SPT) เป็น -32.9948 ชั่วโมง

4.4.3 กรณีศึกษาที่ 3

ตารางที่ 4.12 แสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 3

ชื่อผู้ใช้ (Admin)	ชื่อสินค้า (Product Name)	จำนวนสินค้า (Quantities)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date) (ชั่วโมง)	ระดับความสำคัญ (Important)
Mart	A G I	25	0.3375	48	3
Faii	C F	30	0.3333	62	3
Tong	G H I	5	0.0750	24	1
Pang	B I	10	0.1033	24	1
Ban	D F G H I	20	0.5000	48	2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3.1 First Come First Serve; FCFS

จากตารางที่ 4.12 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ FCFS บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 1-2-3-4-5 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร เพื่อให้เวลาที่ส่งไม่ทันกำหนดมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังตารางที่ 4.13

ตารางที่ 4.13 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี FCFS

ชื่อผู้ใช้ (Admin)	ชื่อสินค้า (Product Name)	จำนวนสินค้า (Quantities)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date) (ชั่วโมง)	ระดับความสำคัญ (Important)
Mart	A G I	25	0.3375	48	3
Faii	C F	30	0.3333	62	3
Tong	G H I	5	0.0750	24	1
Pang	B I	10	0.1033	24	1
Ban	D F G H I	20	0.5000	48	2
	sum	90	1.3492	206	-

เวลางานที่ส่งไม่ทันกำหนดคำนวณได้จากสูตร $C_i - d_i$ ซึ่งค่าที่ติดลบแสดงถึงเวลางานที่เสร็จก่อนกำหนดส่งงาน ส่วนค่าที่เป็นบวกแสดงถึงเวลาที่งานส่งไม่ทันกำหนด โดยเฉลี่ยทุกงาน (Mean Lateness) = -42.4095 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงว่า เวลาของแต่ละงานส่งก่อนกำหนดและเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time; $\overline{F_w}$) = 0.2698 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด

4.4.3.2 Shortage Processing Time; SPT

จากตารางที่ 4.12 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ SPT บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 3-4-2-1-5 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร เพื่อให้เวลาที่ส่งไม่ทันกำหนดมีค่าเฉลี่ยต่ำสุด ดังตารางที่ 4.14

ตารางที่ 4.14 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT

ลำดับ	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่สินค้าออกเครื่อง (Completion Time: C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date; d_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่ส่งงานไม่ทัน (Lateness; L_i) (ชั่วโมง)
3	5	0.0750	0.0750	24	-23.9250
4	10	0.1033	0.1783	24	-23.8217
2	30	0.3333	0.5117	62	-71.4883
1	25	0.3375	0.8492	48	-47.1508
5	20	0.5000	1.3492	48	-46.6508
	sum	1.3492	2.9633	206	-213.0367

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลางานที่ส่งไม่ทันกำหนดคำนวณได้จากสูตร $C_i - d_i$ ซึ่งค่าที่ติดลบแสดงถึงเวลางานที่เสร็จก่อนกำหนดส่งงาน ส่วนค่าที่เป็นบวกแสดงถึงเวลาที่งานส่งไม่ทันกำหนด โดยเฉลี่ยทุกงาน (Mean Lateness) = -42.6073 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงว่า เวลาของแต่ละงานส่งก่อนกำหนดและเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time; $\overline{F_w}$) = 0.2698 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

4.4.3.3 Weighted Shortage Processing Time; WSPT

จากตารางที่ 4.12 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ WSPT บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 3-4-2-1-5 เพื่อให้ค่าเฉลี่ยของงานแบบถ่วงน้ำหนักในระบบมีค่าน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4.15

ตารางที่ 4.15 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี WSPT

ลำดับ	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time; C) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance: W_i)	T_i / W_i	เวลาที่สินค้าออกเครื่อง (Completion Time: C_i) (ชั่วโมง)
3	5	0.0750	1	0.0750	0.0750
4	10	0.1033	1	0.1033	0.1783
2	30	0.3333	3	0.1111	0.5117
1	25	0.3375	3	0.1125	0.8492
5	20	0.5000	2	0.2500	1.3492
	sum	1.3492	-	-	2.9633

ค่าเฉลี่ยของงานแบบถ่วงน้ำหนักในระบบ (Mean Flow Time; $\overline{F_w}$) = 0.2698 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3.4 Earliest Due Date; EDD

จากตารางที่ 4.12 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ EDD บนเครื่องจักรเดียวกันได้ 3-4-5-1-2 เพื่อให้เวลาที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด มีค่าเฉลี่ยน้อยที่สุด ดังตารางที่ 4.16

ตารางที่ 4.16 แสดงการจัดลำดับการผลิตสินค้าด้วยวิธี EDD

ลำดับ	ผู้สั่ง (ID)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่สินค้าออกเครื่อง (Completion Time: C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งสินค้า (Due-Date: d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งงานไม่ทัน (Lateness: L_i) (ชั่วโมง)
3	Tong	5	0.0750	0.0750	24	-23.9250
4	Pang	10	0.1033	0.1783	24	-23.8217
5	Ban	20	0.5000	0.6783	48	-47.3217
1	Mart	25	0.3375	1.0158	48	-46.9842
2	Faii	30	0.3333	1.3492	62	-70.6508
		sum	1.3492	3.2967	206	-212.7033

เวลางานที่ส่งไม่ทันกำหนด โดยเฉลี่ยทุกงาน (Mean Lateness) = -42.5407 ชั่วโมง เวลาที่ส่งไม่ทันของแต่ละงานมีค่าเป็นลบ แสดงว่าส่งแต่ละงานก่อนกำหนด ซึ่งเวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) มีค่าเท่ากับ 0 ชั่วโมง ซึ่งเท่ากับรูปแบบ SPT การจัดการด้วยกฎ EDD นี้มีเวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ส่งไม่ทันกำหนด (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุดเท่ากับ 0 ชั่วโมงแสดงว่าสินค้าทุกงานเสร็จทันกำหนด เมื่อเปรียบเทียบโดยรวมการกระจายความเสี่ยงในการส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลง แต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เพิ่มมากขึ้นจาก -42.6073 ชั่วโมง (SPT) เป็น -42.5407 ชั่วโมง

ตารางที่ 4.17 แสดงการเปรียบเทียบการคำนวณของทั้ง 4 วิธี เพื่อเลือกรูปแบบการจัดลำดับการผลิตที่ดีสุดของกรณีศึกษาที่ 1

Method	Mean Flow Time	Mean Lateness	Mean Tardiness
FCFS	0.2315	-42.4327	0
SPT	0.2315	-42.6540	0
WSPT	0.2315	-42.6420	0
EDD	0.2315	-42.6388	0

จากตารางที่ 4.17 พบว่าค่าเฉลี่ยในการผลิตแต่ละชิ้นงาน (Mean Flow Time) มีค่าเท่ากันทั้ง 4 วิธีเท่ากับ 0.2315 ชั่วโมง/Order แต่มีค่าเฉลี่ยที่สินค้าผลิตเสร็จก่อนกำหนดส่งแตกต่างกัน โดยวิธีที่มีค่าเฉลี่ยสินค้าผลิตเสร็จก่อนกำหนดส่ง (Mean Lateness) ต่ำที่สุดคือวิธี SPT โดยมีค่าเท่ากับ -42.6540 ชั่วโมง/order เมื่อเทียบกับอีก 3 วิธี ดังนั้นจึงเป็นวิธีการจัดลำดับที่ดีที่สุดจึงนำไปทดลองผลิตจริงต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.18 แสดงการเปรียบเทียบการคำนวณของทั้ง 4 วิธี เพื่อเลือกรูปแบบการจัดลำดับการผลิตที่ดีสุดของกรณีศึกษาที่ 2

Method	Mean Flow Time	Mean Lateness	Mean Tardiness
FCFS	0.2228	-32.8808	0
SPT	0.2228	-33.0215	0
WSPT	0.2228	-32.9200	0
EDD	0.2228	-32.9948	0

จากตารางที่ 4.18 พบว่าค่าเฉลี่ยในการผลิตแต่ละชิ้นงาน (Mean Flow Time) มีค่าเท่ากันทั้ง 4 วิธีเท่ากับ 0.2228 ชั่วโมง/Order แต่มีค่าเฉลี่ยที่สินค้าผลิตเสร็จก่อนกำหนดส่งแตกต่างกัน โดยวิธีที่มีค่าเฉลี่ยสินค้าผลิตเสร็จก่อนกำหนดส่ง (Mean Lateness) ต่ำที่สุดคือวิธี SPT โดยมีค่าเท่ากับ -33.0215 ชั่วโมง/order เมื่อเทียบกับอีก 3 วิธี ดังนั้นจึงเป็นวิธีการจัดลำดับที่ดีที่สุดจึงนำไปทดลองผลิตจริงต่อไป

ตารางที่ 4.19 แสดงการเปรียบเทียบการคำนวณของทั้ง 4 วิธี เพื่อเลือกรูปแบบการจัดลำดับการผลิตที่ดีสุดของกรณีศึกษาที่ 3

Method	Mean Flow Time	Mean Lateness	Mean Tardiness
FCFS	0.2698	-42.4095	0
SPT	0.2698	-42.6073	0
WSPT	0.2698	-42.6073	0
EDD	0.2698	-42.5407	0

จากตารางที่ 4.19 พบว่าค่าเฉลี่ยในการผลิตแต่ละชิ้นงาน (Mean Flow Time) มีค่าเท่ากันทั้ง 4 วิธีเท่ากับ 0.2698 ชั่วโมง/Order แต่มีค่าเฉลี่ยที่สินค้าผลิตเสร็จก่อนกำหนดส่งแตกต่างกัน โดยวิธีที่มีค่าเฉลี่ยสินค้าผลิตเสร็จก่อนกำหนดส่ง (Mean Lateness) ต่ำที่สุดคือวิธี SPT และ WSPT โดยมีค่าเท่ากับ -42.6073 ชั่วโมง/order เมื่อเทียบกับอีก 2 วิธี ดังนั้นสามารถเลือกใช้ได้ทั้ง 2 วิธีด้วยกัน ซึ่งเป็นวิธีการจัดลำดับที่ดีที่สุดในโครงงานนี้เลือกวิธี SPT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตอนที่ 2 ผลการทดลองการผลิตจริง

4.4.4 กรณีศึกษาที่ 1 Shortage Processing Time; SPT

ตารางที่ 4.20 แสดงผลการทดลองการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT

ลำดับ	จำนวน (Order)	ระดับความสำคัญ (Important)	Due Date (hour)	Processing Time			Total Processing Time (hour)
				Hour	Minute	Second	
4	20	2	48	-	04	06	0.0677
5	30	1	62	-	11	15	0.1858
1	25	1	48	-	15	44	0.2573
2	5	3	24	-	22	21	0.3702
3	15	2	24	-	25	24	0.4207
						sum	1.3017

4.4.5 กรณีศึกษาที่ 2 Shortage Processing Time; SPT

ตารางที่ 4.21 แสดงผลการทดลองการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT

ลำดับ	จำนวน (Order)	ระดับความสำคัญ (Important)	Due Date (hour)	Processing Time			Total Processing Time (hour)
				Hour	Minute	Second	
4	15	2	24	-	09	45	0.1575
5	25	1	48	-	13	09	0.2182
1	30	1	48	-	14	58	0.2430
2	10	3	24	-	18	20	0.3033
3	20	2	24	-	22	38	0.3730
						sum	1.2950

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.6 กรณีศึกษาที่ 3 Shortage Processing Time; SPT

ตารางที่ 4.22 แสดงผลการทดลองการผลิตสินค้าด้วยวิธี SPT

ลำดับ	จำนวน (Order)	ระดับความสำคัญ (Important)	Due Date (hour)	Processing Time			Total Processing Time (hour)
				Hour	Minute	Second	
3	25	1	48	-	05	52	0.0920
4	30	1	62	-	07	51	0.1252
2	5	3	24	-	22	18	0.3697
1	10	3	24	-	23	43	0.3905
5	20	2	48	-	31	18	0.5197
						sum	1.4970

4.4.7 ผลการทดลองที่คลาดเคลื่อน

โดยผลการทดลองทั้ง 3 กรณีศึกษาจะแสดงความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมของสินค้าทั้ง 5 ชนิด เมื่อนำมาผลิตตามการจัดลำดับการผลิตแบบ SPT เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณของพื้นฐานการจัดเรียงลำดับสินค้าของกรณีศึกษาในหัวข้อ 4.3

ตารางที่ 4.23 ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 โดยเฉลี่ยคือ ค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 (การผลิตจริง) เมื่อเทียบกับค่าที่คำนวณจากหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานในหัวข้อที่ 4.3.1

ค่าเฉลี่ยของเวลาการผลิตรวมที่ได้จากการผลิตจริง	1.3017
เวลาการผลิตรวมที่ได้จากการคำนวณ	1.1575
ค่าความคลาดเคลื่อน	12.46%

ตารางที่ 4.24 ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 2 โดยเฉลี่ยคือ ค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 2 (การผลิตจริง) เมื่อเทียบกับค่าที่คำนวณจากหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานในหัวข้อที่ 4.3.2

ค่าเฉลี่ยของเวลาการผลิตรวมที่ได้จากการผลิตจริง	1.2950
เวลาการผลิตรวมที่ได้จากการคำนวณ	1.1142
ค่าความคลาดเคลื่อน	16.23%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.25 ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 3 โดยเฉลี่ยคือ ค่าความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 5 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 3 (การผลิตจริง) เมื่อเทียบกับค่าที่คำนวณจากหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานในหัวข้อที่ 4.3.3

ค่าเฉลี่ยของเวลาการผลิตรวมที่ได้จากการผลิตจริง	1.4970
เวลาการผลิตรวมที่ได้จากการคำนวณ	1.3492
ค่าความคลาดเคลื่อน	10.95%

ตารางที่ 4.26 ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเวลาการผลิตรวมทั้ง 3 กรณีศึกษา

ความคลาดเคลื่อนของกรณีศึกษาที่ 1	12.46%
ความคลาดเคลื่อนของกรณีศึกษาที่ 2	16.23%
ความคลาดเคลื่อนของกรณีศึกษาที่ 3	10.95%
ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย	13.21%

สำหรับผลการทดลองของกรณีศึกษาทั้ง 3 กรณีมีผลการจัดลำดับการผลิตตรงตามหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานจากหัวข้อ 4.3 ซึ่งวิธี SPT เป็นวิธีที่มีเวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) น้อยที่สุดและมีค่าความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยเท่ากับ 13.21 เปอร์เซ็นต์

4.4.8 วิจารณ์ผลการทดลอง

การจัดลำดับการผลิตตามทฤษฎีแต่ละวิธีควรมีค่า make span เท่ากันทุกวิธีแต่ในการผลิตจริงมีความคลาดเคลื่อนไปจากสิ่งที่คำนวณไว้ เนื่องจากความคลาดเคลื่อนเกิดจากกระบวนการผลิตจำลองโปรแกรม ITS (Interactive Training System for PLC) Process: Pick and place ในส่วนของ พาเลท (Pallet) ที่ไม่สามารถโหลดได้อย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาที่คงที่หรือสม่ำเสมอ ทำให้การผลิตสินค้าแต่ละชิ้นมีเวลาคลาดเคลื่อนไปจากที่คำนวณไว้ การแก้ปัญหาจึงมีการเพิ่มเวลากำหนดการส่งเป็นค่าคงที่ไปอีก 1 วัน ซึ่งตัวอย่างเช่น ณ ปัจจุบัน กระบวนการผลิตนั้นพร้อมที่จะผลิตสินค้าหรือไม่มีสินค้าค้างการผลิต แต่ผู้ว่าจ้างสามารถกำหนดรับสินค้า มิใช่ในวันปัจจุบันเป็นวันพรุ่งนี้ ทำให้กำหนดส่งสินค้ามากกว่าปกติไปและเมื่อผู้ว่าจ้างคนต่อไปเข้ามาสั่งก็จะบวกเวลาการผลิตเข้าไปอีก ทำให้สินค้าที่ผู้ว่าจ้างสั่งได้รับสินค้าก่อนกำหนดส่งแน่นอน 1 วันเป็นการแก้ไขปัญหาเวลาการผลิตที่คลาดเคลื่อนไปด้วย ส่วนกระบวนการผลิตไม่สามารถแก้ไขปัญหาทางกระบวนการได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการศึกษา

จากผลการศึกษาของการควบคุมและวางแผนการผลิตแบบแบตช์ สินค้าที่ถูกผลิตในกระบวนการผลิตผ่านทางเครื่องจักร 1 เครื่องจักรและมีรูปแบบของสินค้าทั้งหมด 5 รูปแบบ แต่ละรูปแบบมีเวลาในการผลิตไม่เท่ากัน ซึ่งทั้งหมดจะแสดงอยู่ในโปรแกรม ITS (Interactive Training System for PLC) Process: Pick and Place โดยที่กระบวนการผลิตเป็นประเภท Job to order ซึ่งมีการสั่งซื้อสินค้าผ่านทาง Website โดยข้อมูลการสั่งซื้อทั้งหมดจะถูกจัดเก็บไว้ในฐานข้อมูล (Database) จากนั้นผู้ใช้งานจะนำข้อมูลของสินค้ามาคำนวณการจัดลำดับการผลิตทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ First Come First Serve; FCFS, Shortage Processing Time; SPT, Weighted Shortest Processing Time; WSPT และ Earliest Due Date; EDD แล้ว Export Data ไปจัดเก็บเป็นไฟล์ *.CSV ซึ่งสามารถนำไปจัดตารางใน Microsoft Office Excel หลังจากนั้นให้จัดตารางการผลิตภายใต้ขอบเขตการทำงานของเครื่องจักรที่กำหนดไว้วันละ 8 ชั่วโมง แล้วข้อมูลสินค้าจะถูกส่งไปที่โปรแกรมควบคุมและสั่งการผลิต (Human Machine Interface) เพื่อผลิตสินค้า และเก็บรวบรวมข้อมูลการผลิตเช่น ความคืบหน้าของการผลิต ประวัติการผลิต เป็นต้น ส่งไปยัง Website เพื่อให้ผู้บริหารรับทราบได้ โดยไม่จำเป็นต้องเดินทางมาที่สถานที่ผลิต

สำหรับปัญหาที่พบคือความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมจากการคำนวณกับเวลาการผลิตรวมจากการผลิตจริง ซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการผลิตจำลองโปรแกรม ITS (Interactive Training System for PLC) Process: Pick and place ในส่วนของ พาเลท (Pallet) ที่ไม่สามารถโหลดได้อย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาที่คงที่ได้ ทำให้ช่วงเวลาที่รอการโหลด พาเลท (Pallet) ของกระบวนการเกิดความล่าช้าส่งผลถึงเวลาในการผลิตและปัญหาที่โปรแกรมการจัดตารางซึ่งพัฒนามาจาก Microsoft Office Excel ด้วยการเขียน Microsoft Visual Basic for Application และทำการสร้าง Userform ซึ่งระหว่างการเปิดหน้าต่าง Userform ต่างๆจะล่าช้าประมาณ 5-10 นาทีเป็นเพราะการแสดงผลข้อมูลจำนวนมากขึ้นมากแสดงในหน้าต่าง Userform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] พงษ์พันธ์ ศิวิลัย. SQL Server 2008 ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพมหานคร : บริษัท วี.พริ้นท์ (1991) จำกัด. 2552.

[2] Visual Basic.NET. Available : http://th.wikipedia.org/wiki/ Visual Basic.NET.

[3] การติดตั้ง IIS (Internet Information Server. แหล่งที่เข้าถึง : http://www.cmsthailand.com /docs/iis_install.html.

[4] คำสั่งภาษา SQL. แหล่งที่เข้าถึง : http://teacher.en.rmutt.ac.th/deachrut.j/index.php /en/sql.

[5] ธน กาญบุตร, ธีรุตม์ มานัตร์, ศุภกร แก้วมณี. 2556. การวางแผนและควบคุมสายการผลิตแบบแบตช์ : กรณีศึกษาของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION. ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. กรุงเทพมหานคร.

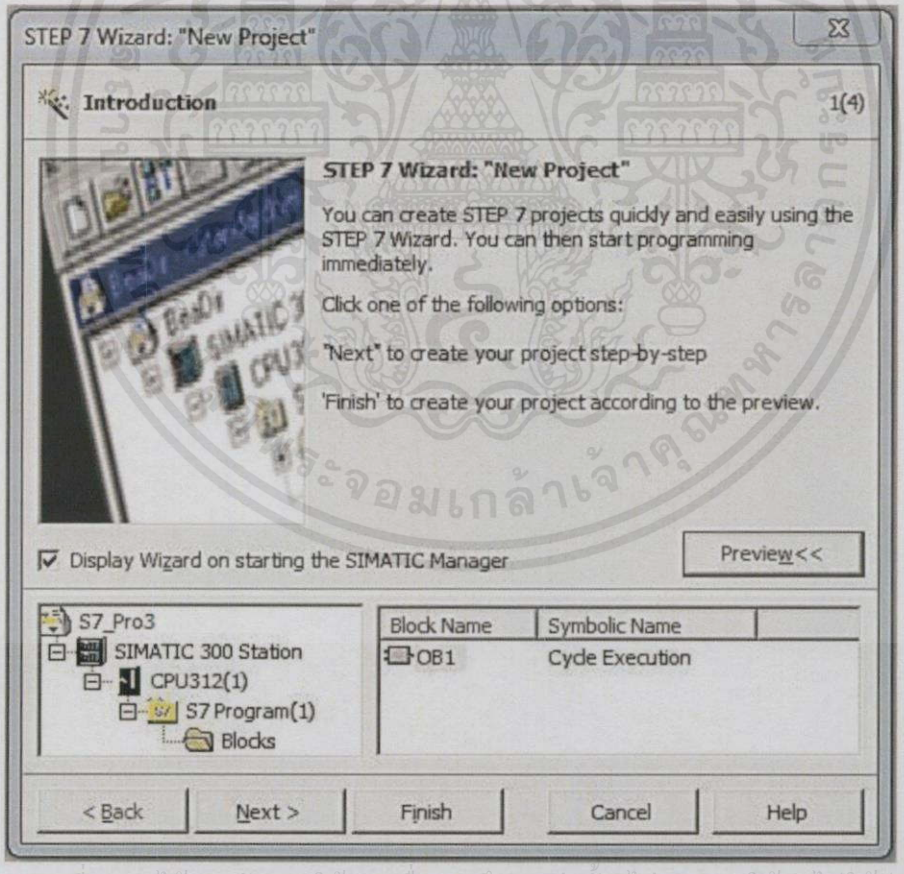
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
โปรแกรมที่ใช้งาน

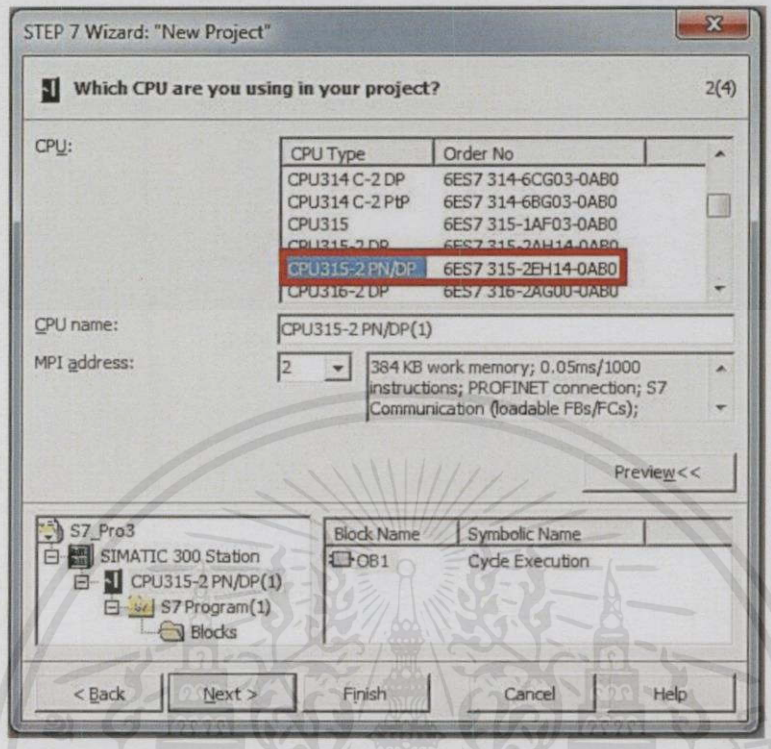
1. โปรแกรม SIMATIC Manager

เปิดเข้าสู่โปรแกรม SIMATIC Manager

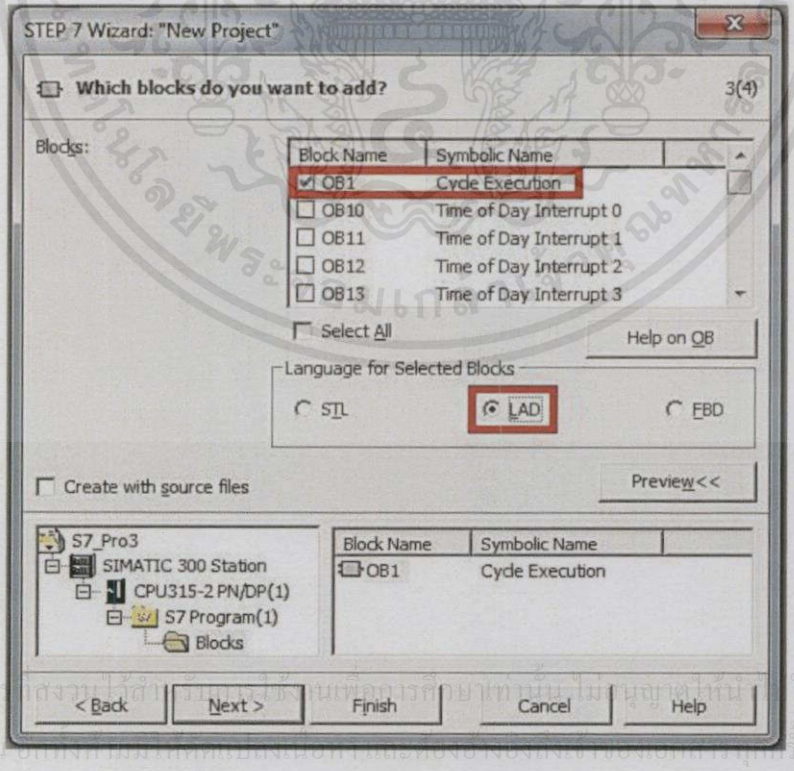
New Project (STEP 7 Wizard)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

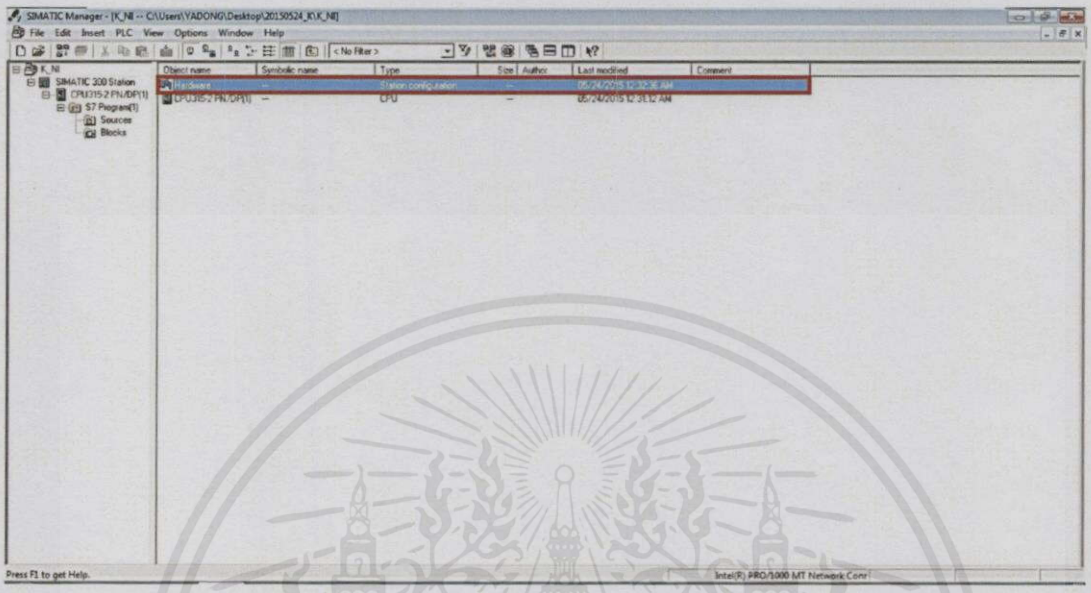


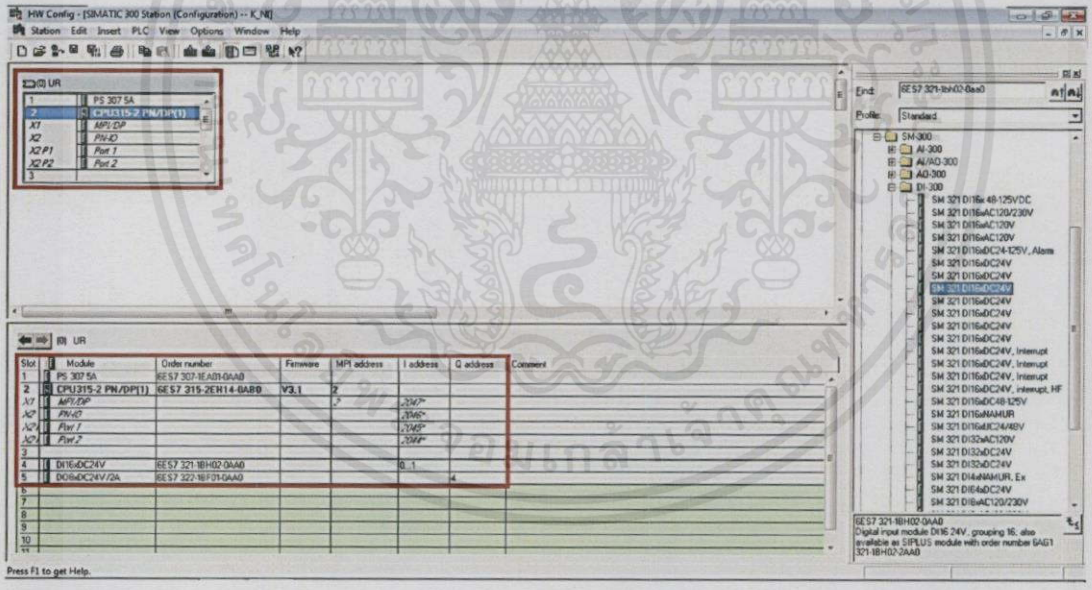
เลือก OB1 ใช้สำหรับประมวลผลและเลือกเขียนโปรแกรมแบบ Ladder Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

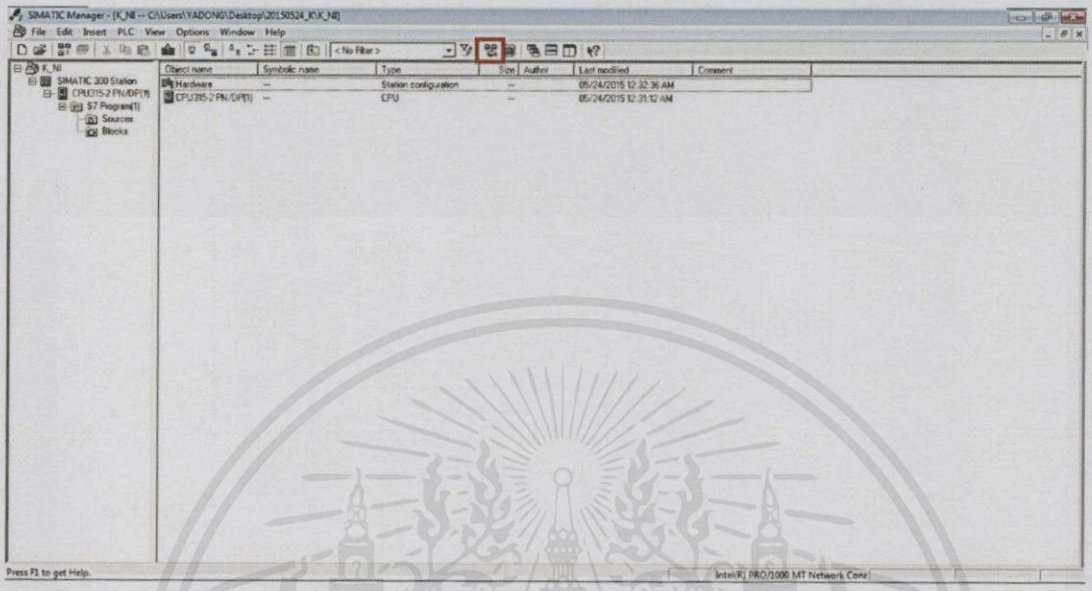
Configuration Hardware



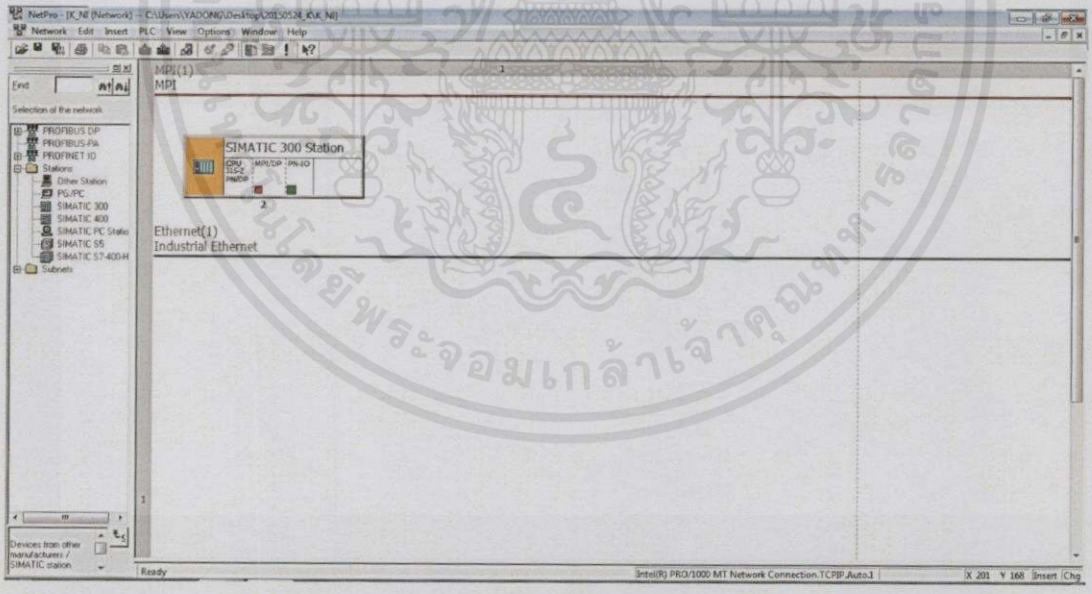


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

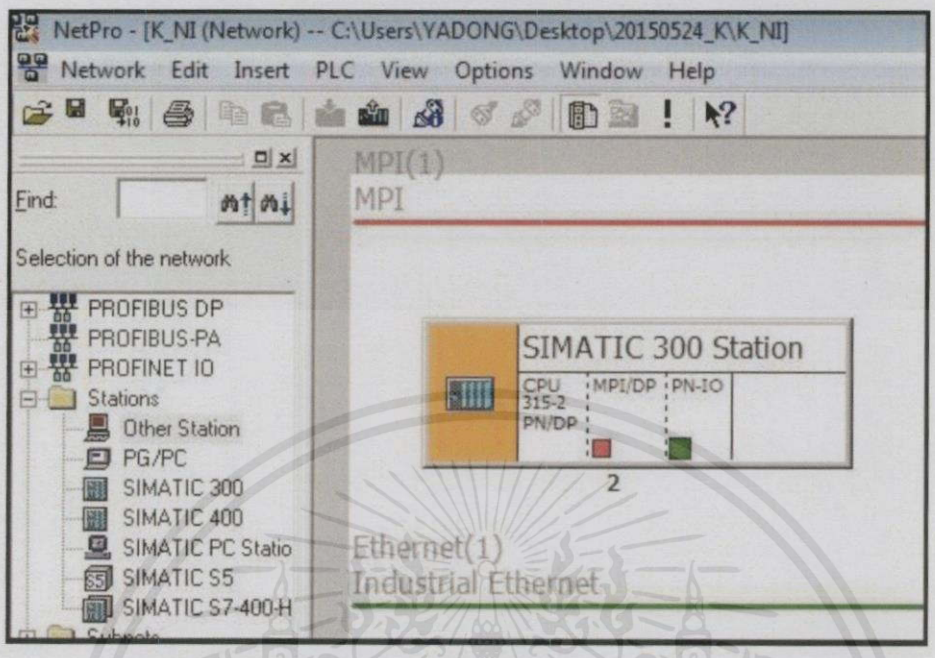
Configuration Network

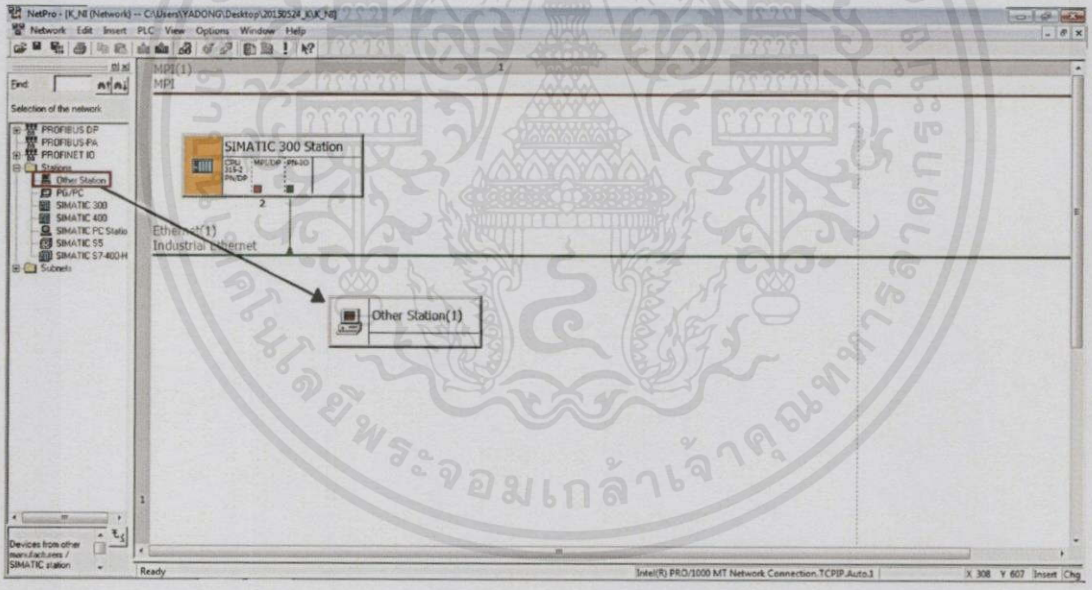


การเชื่อมต่อแบบ Ethernet และกำหนด IP Address

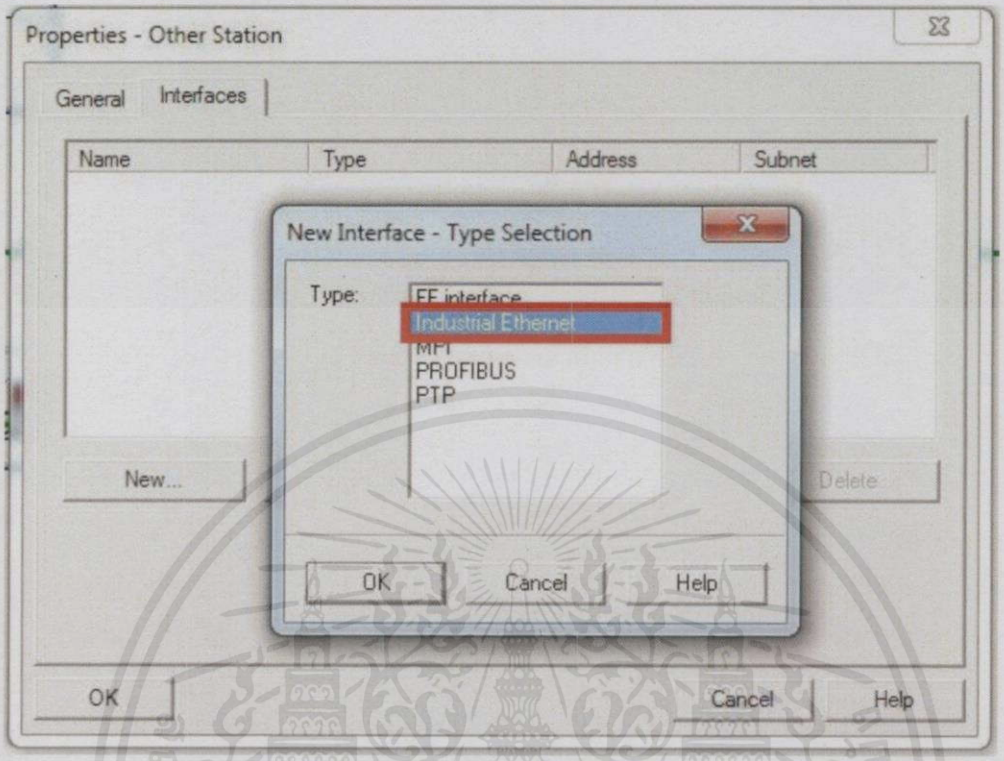


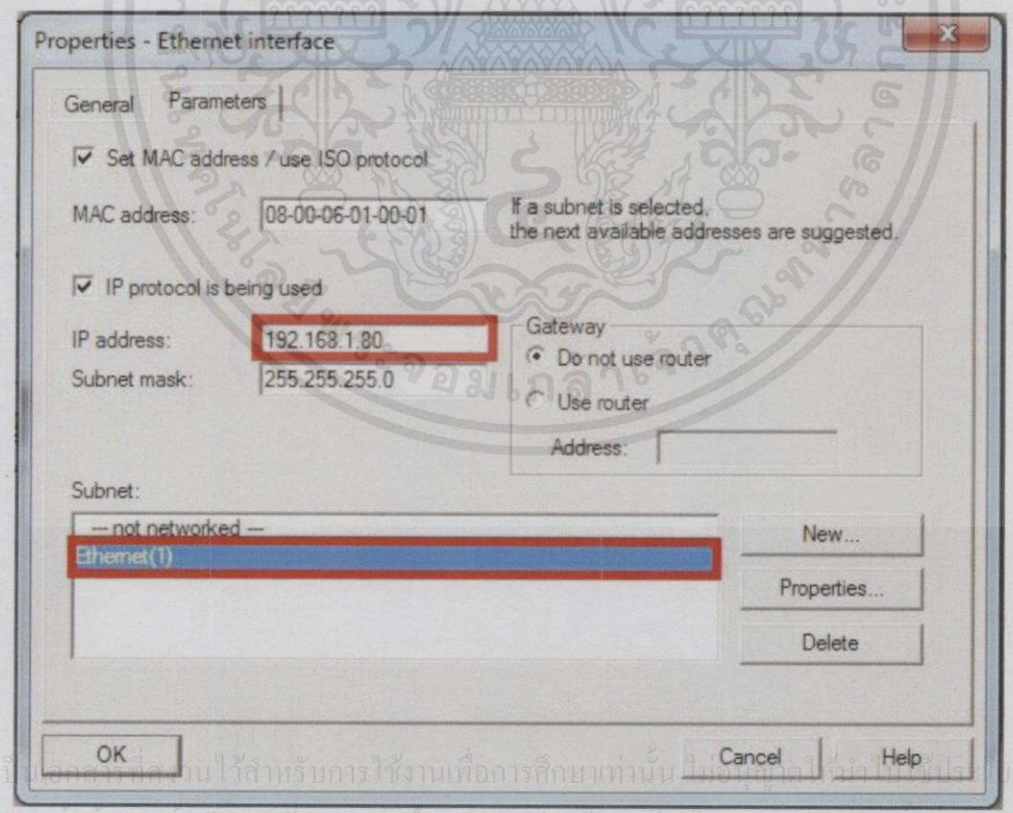
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



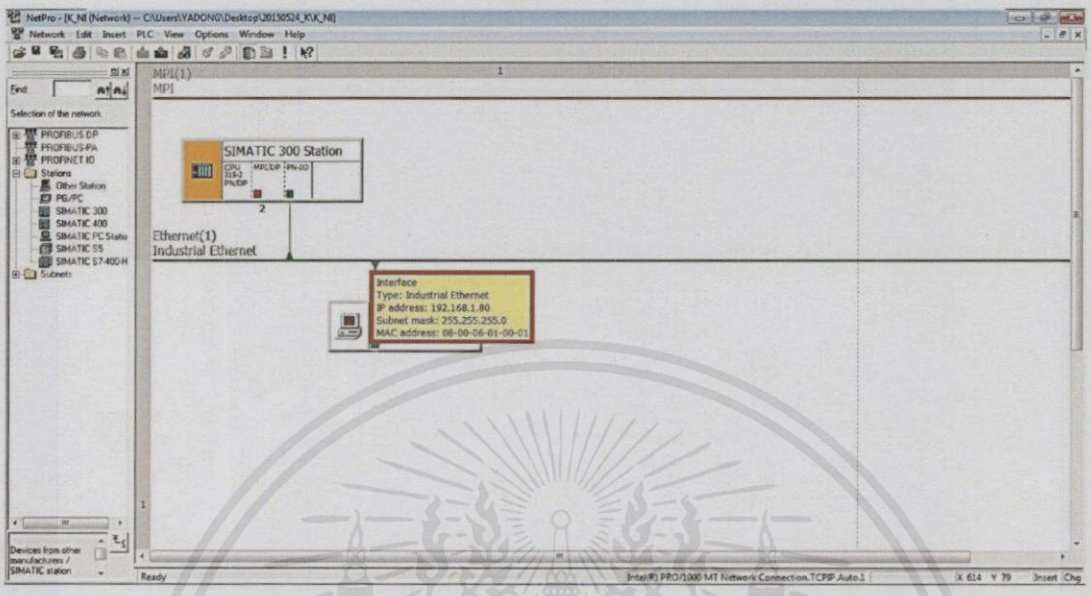


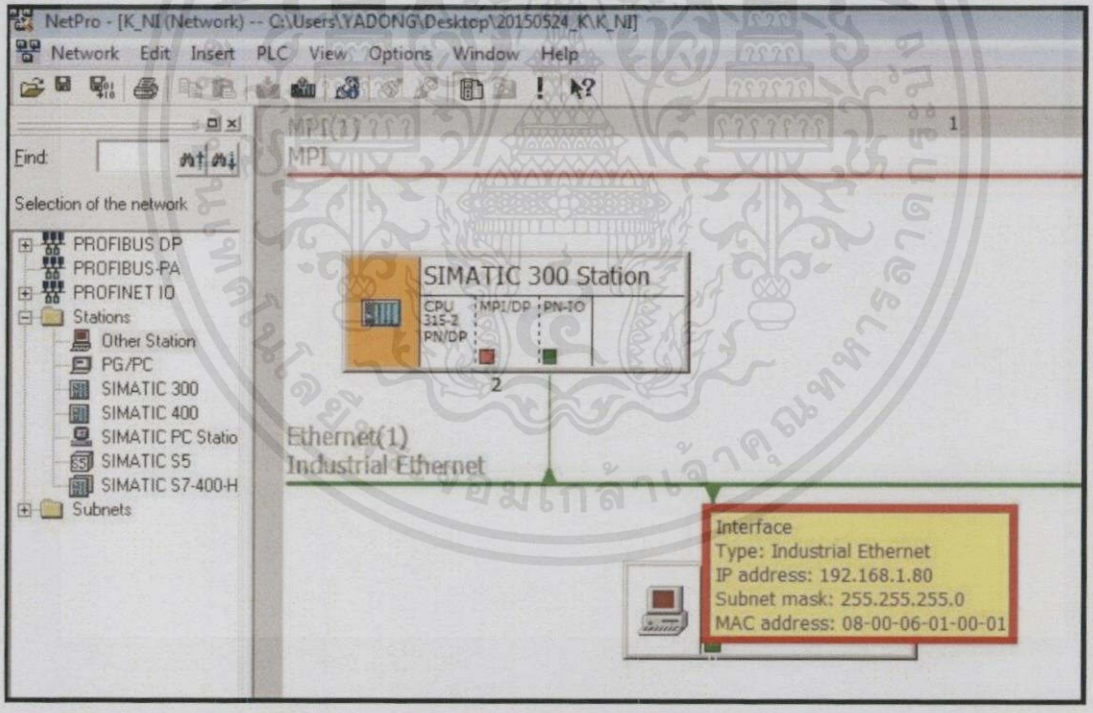
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





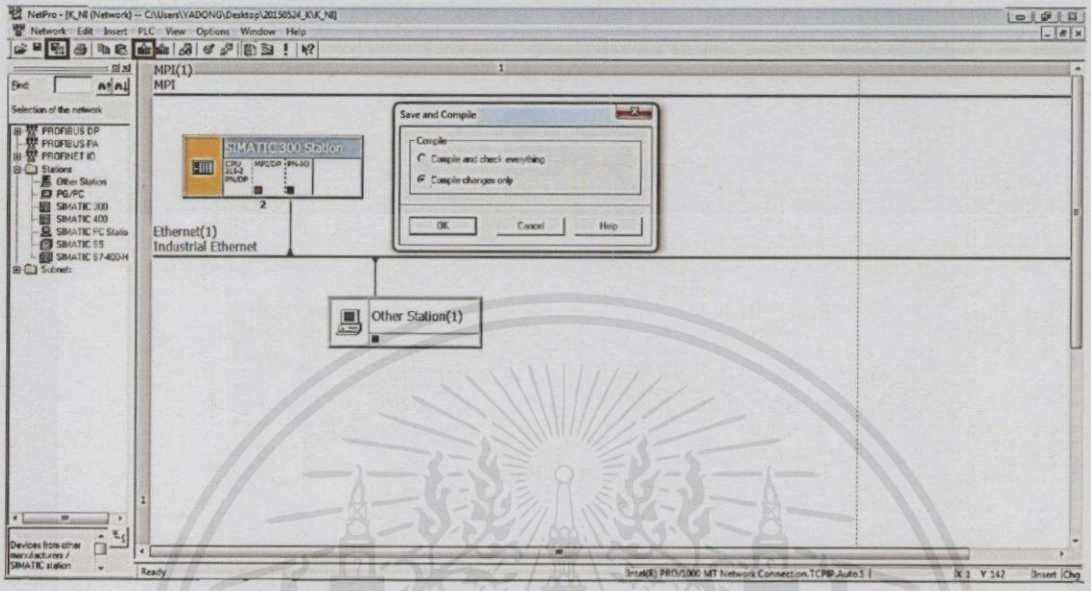
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

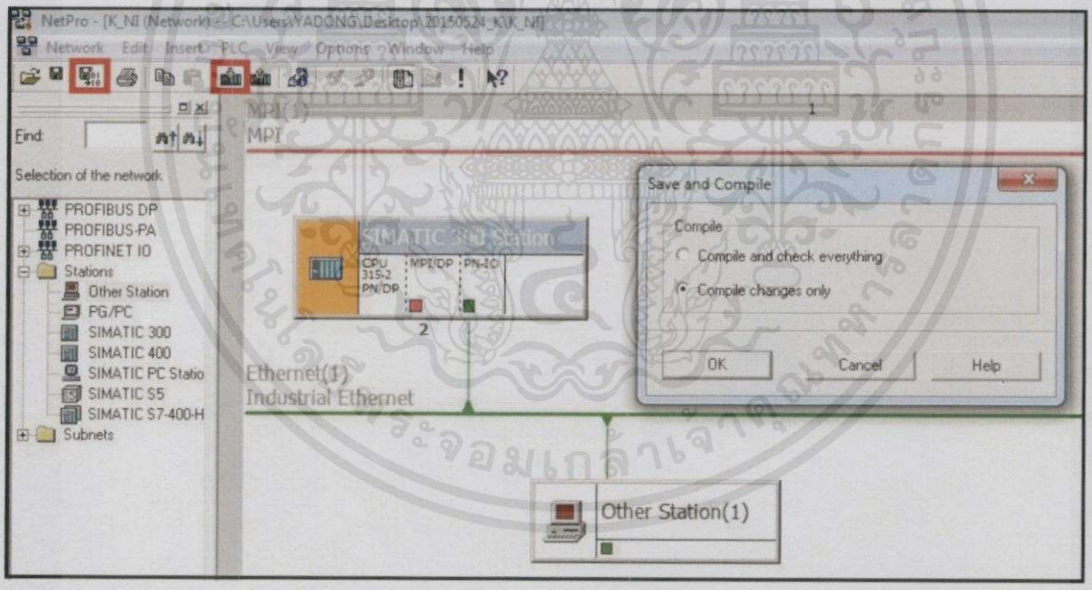




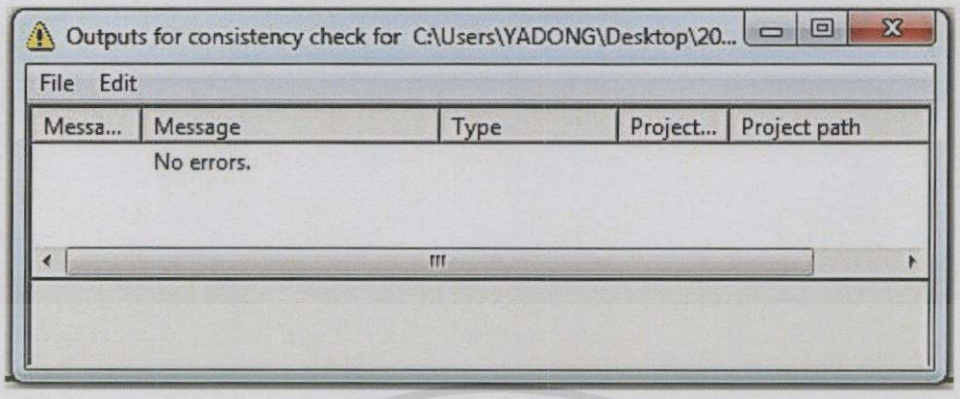
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Save and Compile, Download the stations

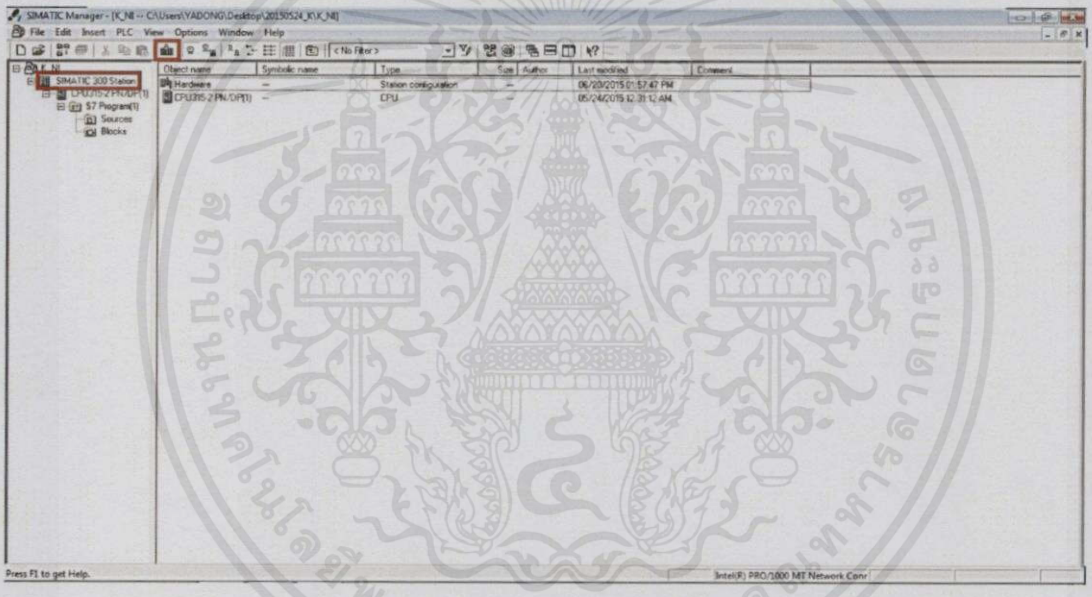




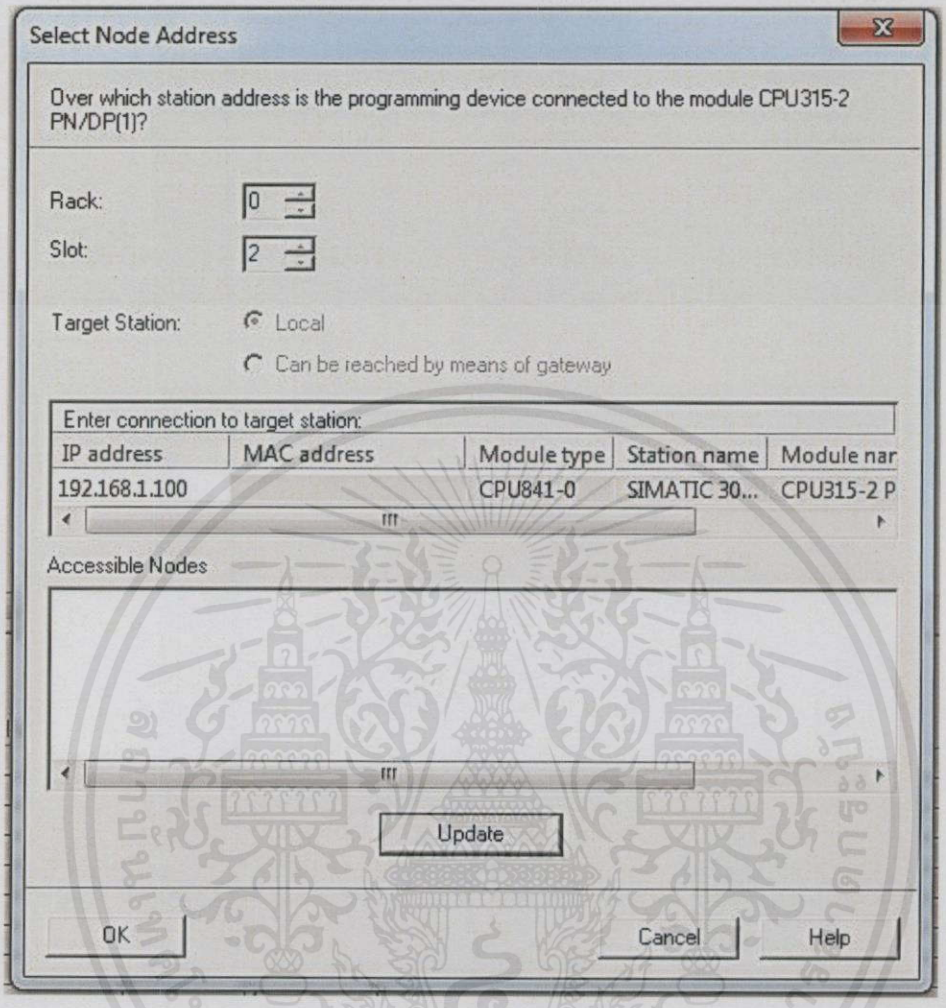
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

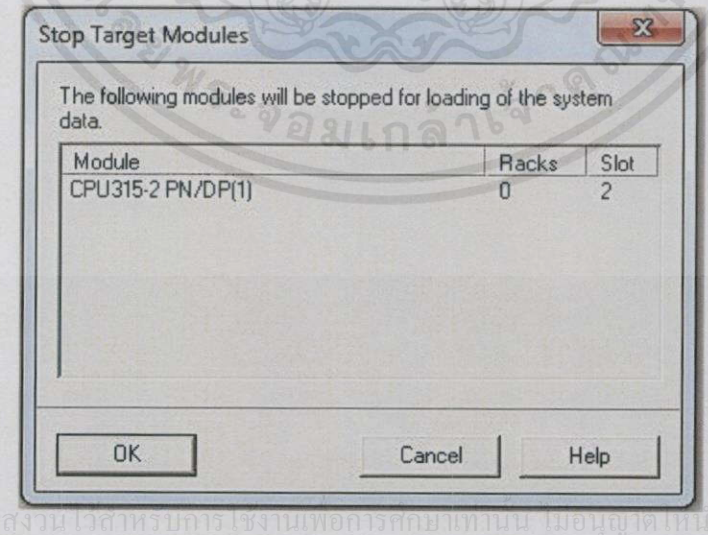


Download Program



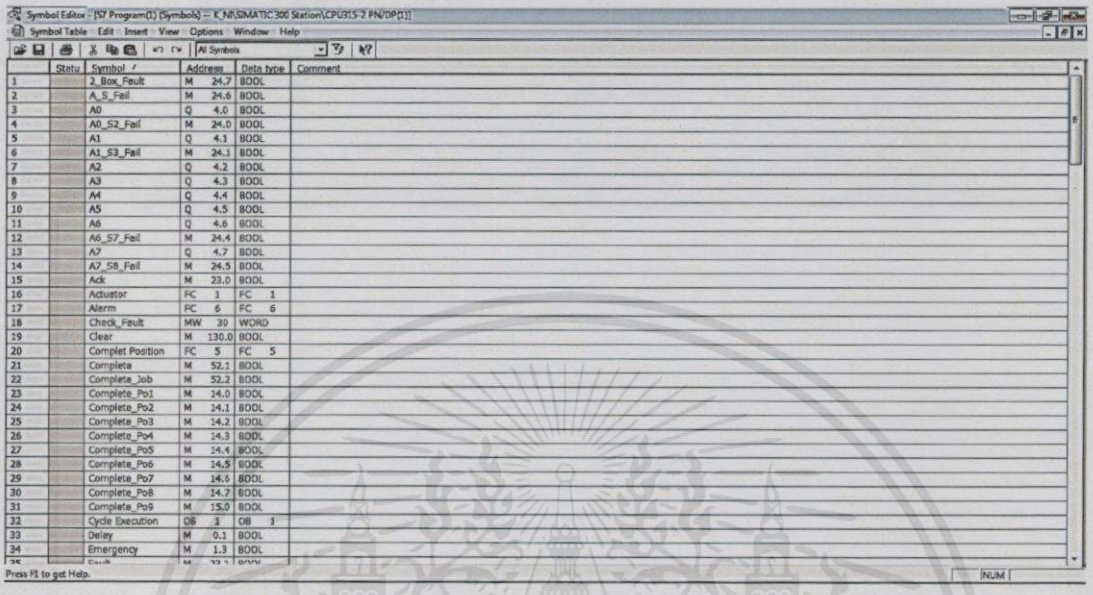
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



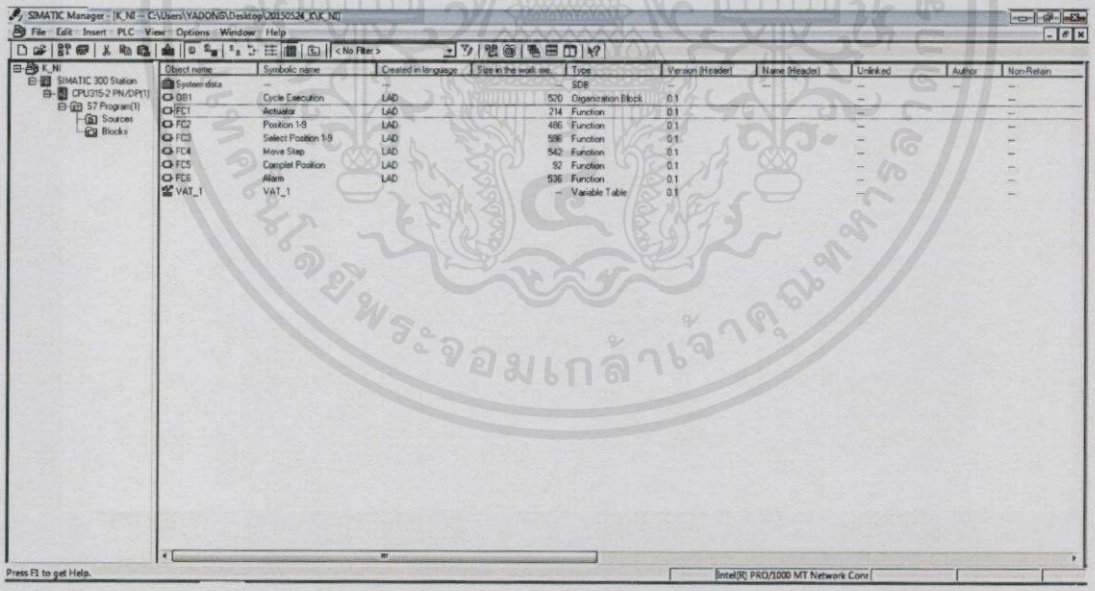


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Symbol Editor ใช้สำหรับประกาศตัวแปร



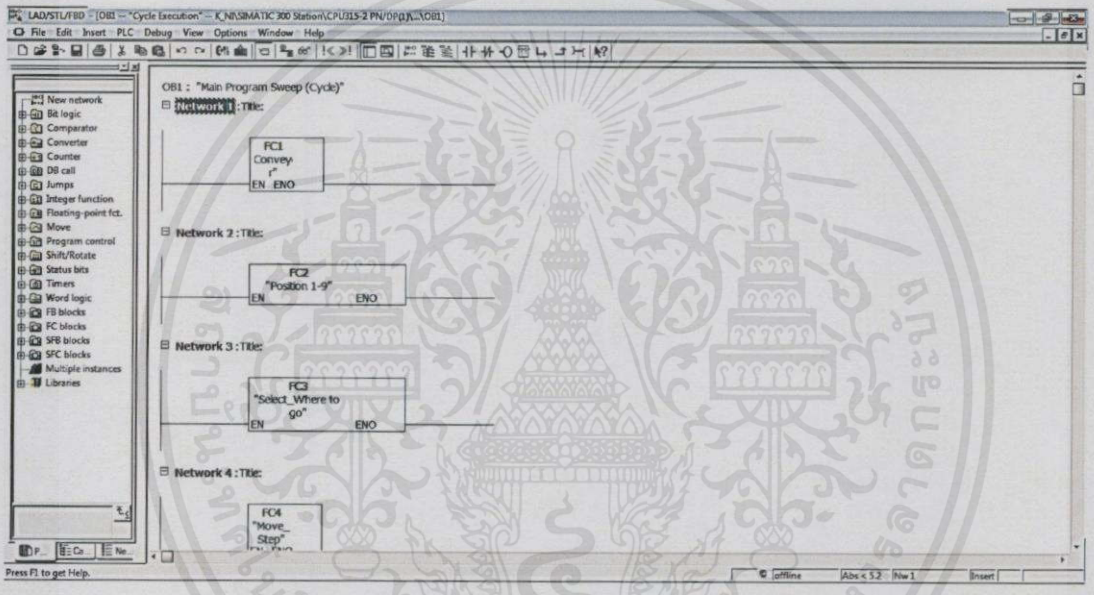
S7-300 Block program

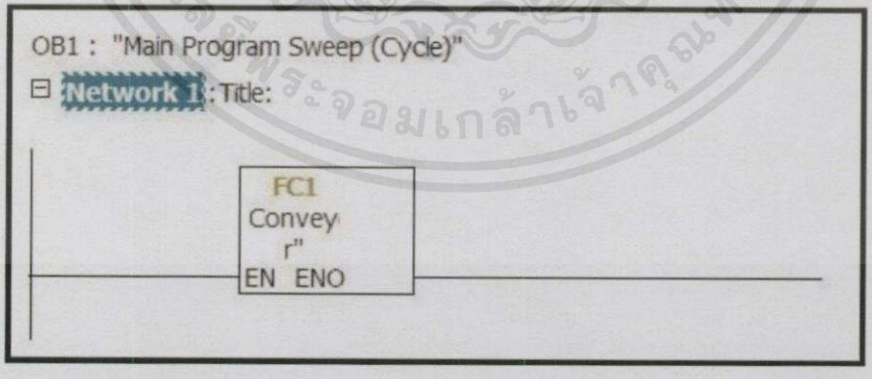


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Object name	Symbolic name	Created in language	Size in the work me...	Type	Version (Header)
System data	---	---	---	SDB	---
OB1	Cycle Execution	LAD	520	Organization Block	0.1
FC1	Actuator	LAD	214	Function	0.1
FC2	Position 1-9	LAD	486	Function	0.1
FC3	Select Position 1-9	LAD	596	Function	0.1
FC4	Move Step	LAD	542	Function	0.1
FC5	Complet Position	LAD	92	Function	0.1
FC6	Alarm	LAD	536	Function	0.1
VAT_1	VAT_1		---	Variable Table	0.1

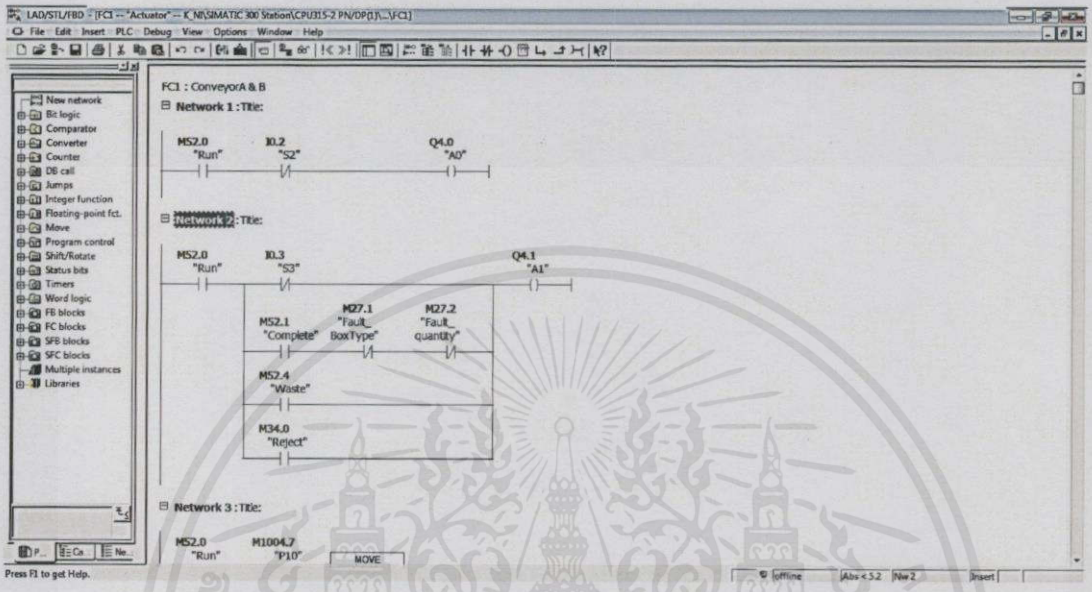
OB1 Organization Block ทำหน้าที่ประมวลผล

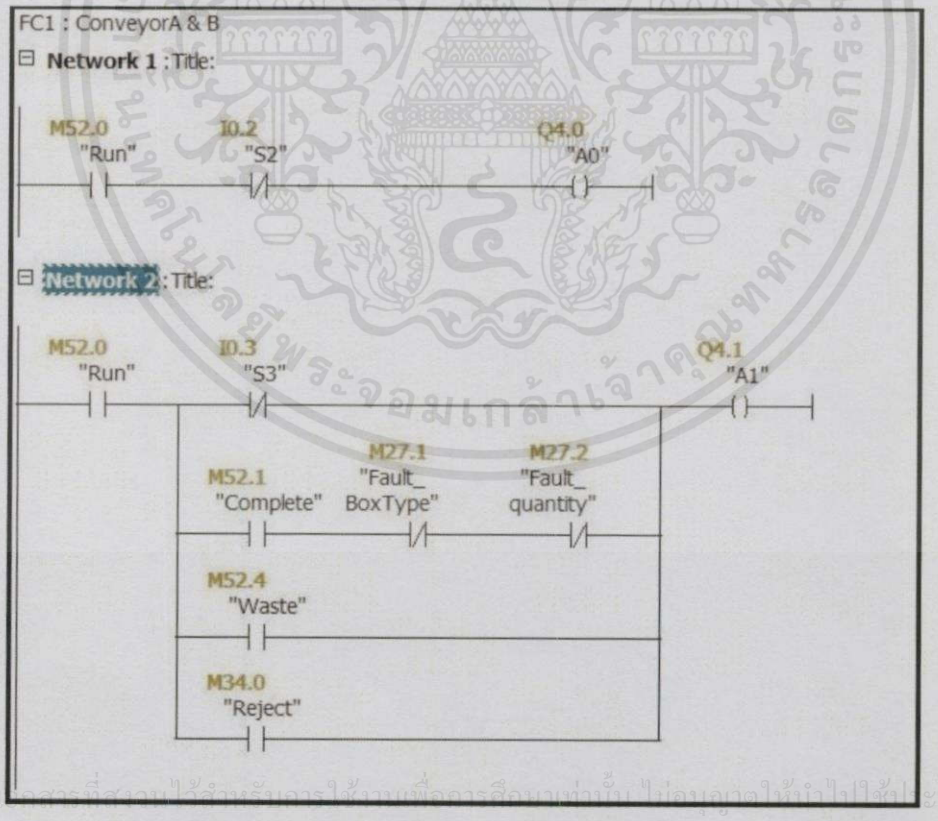




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

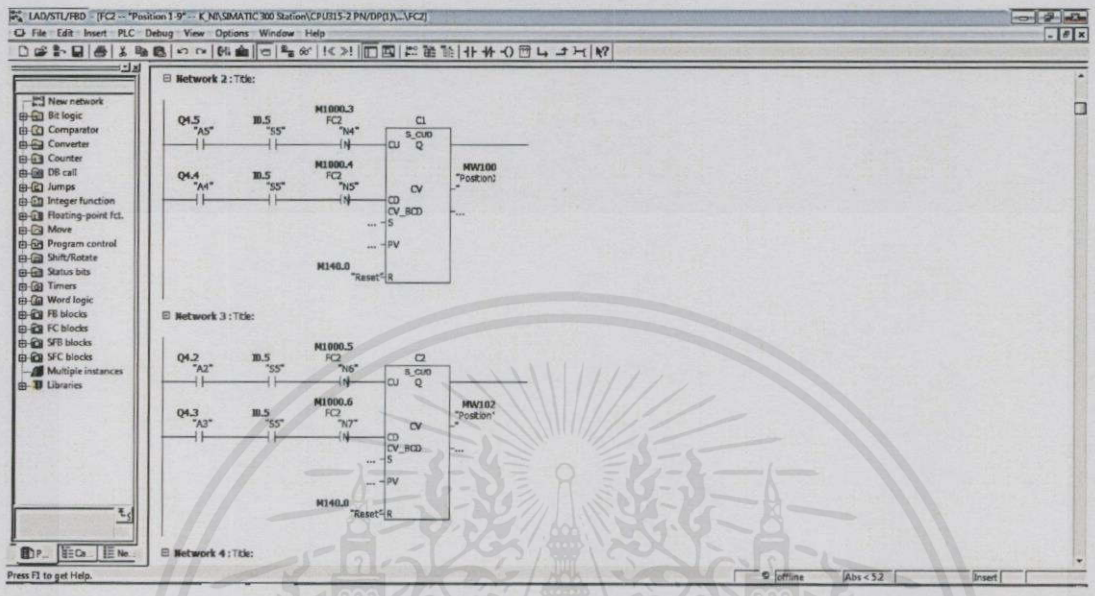
FC1 Function Block ทำหน้าที่เริ่ม (start)/ หยุด (stop) กระบวนการผลิตและควบคุมการทำงานของ Actuator



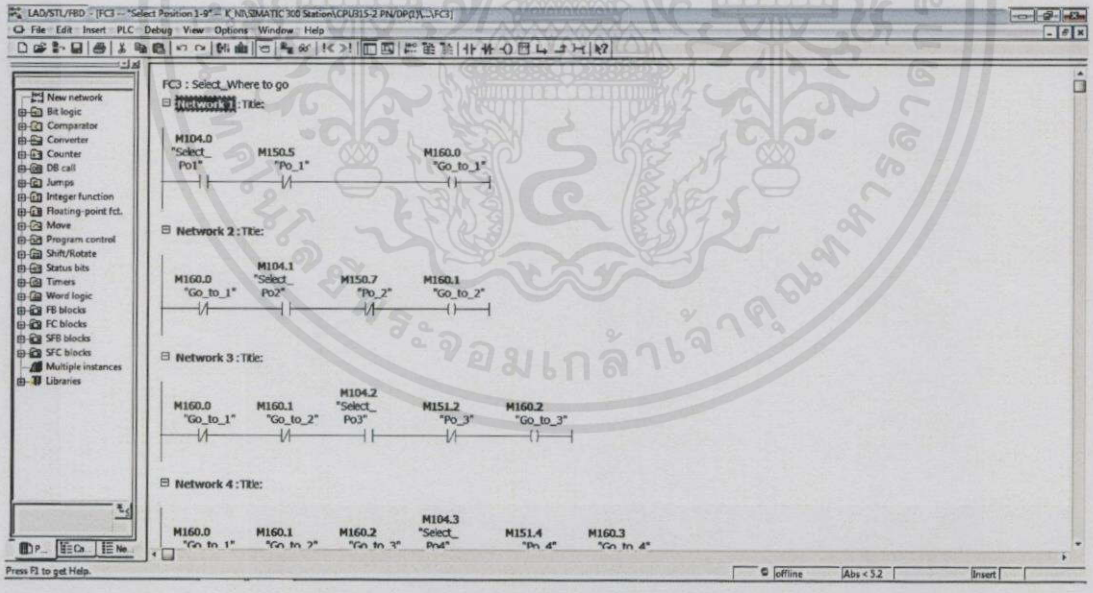


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

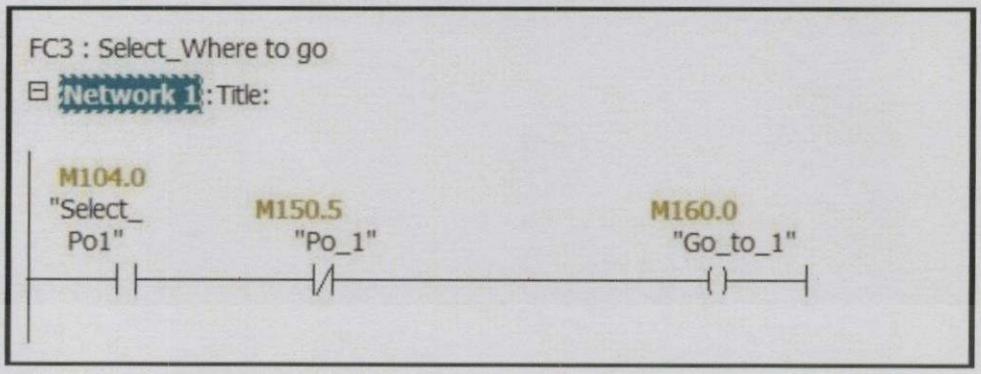
FC2 Function Block ทำหน้าที่บ่งชี้และควบคุมตำแหน่งของแขนจับ



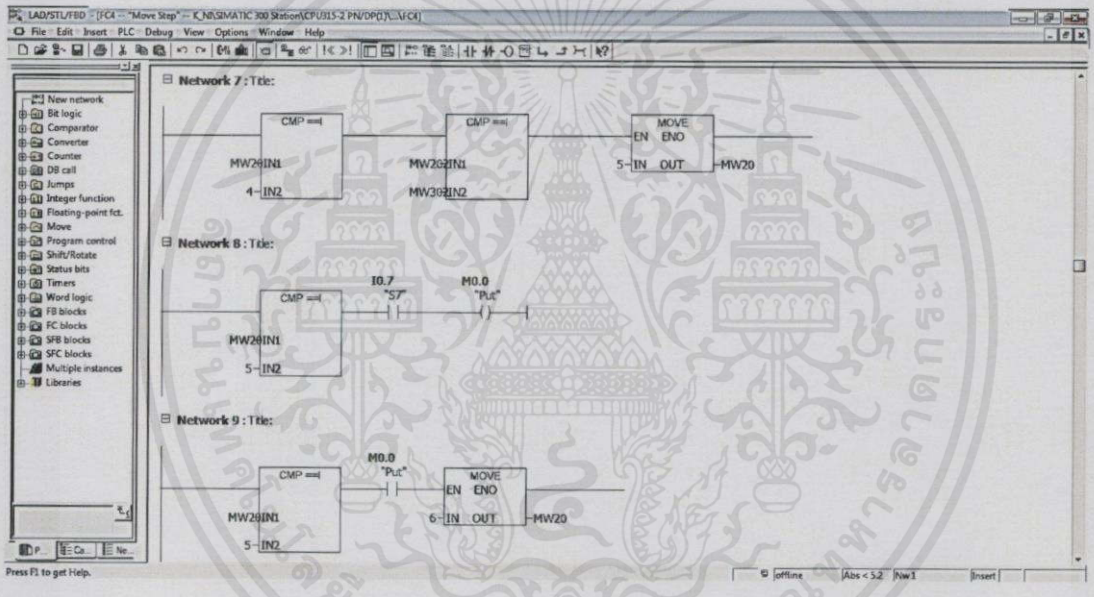
FC3 Function Block ทำหน้าที่ระบุตำแหน่งเป้าหมายของแขนจับ โดยรับค่ามาจาก HMI



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

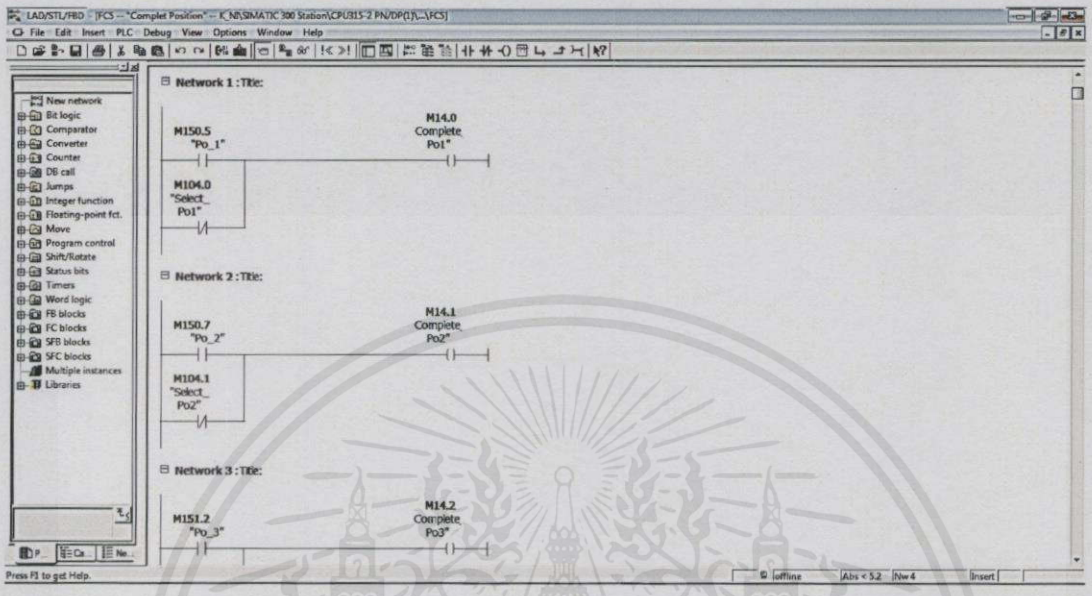


FC4 Function Block ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ Step 0-7

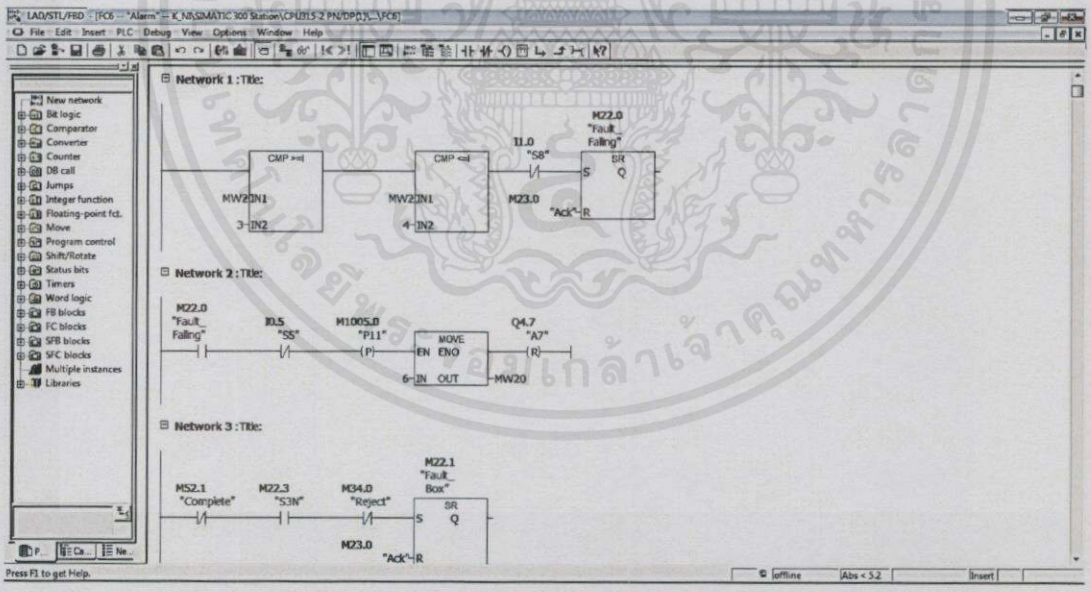


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FC5 Function Block ทำหน้าที่บ่งชี้ตำแหน่งชิ้นงานที่วางเสร็จสมบูรณ์

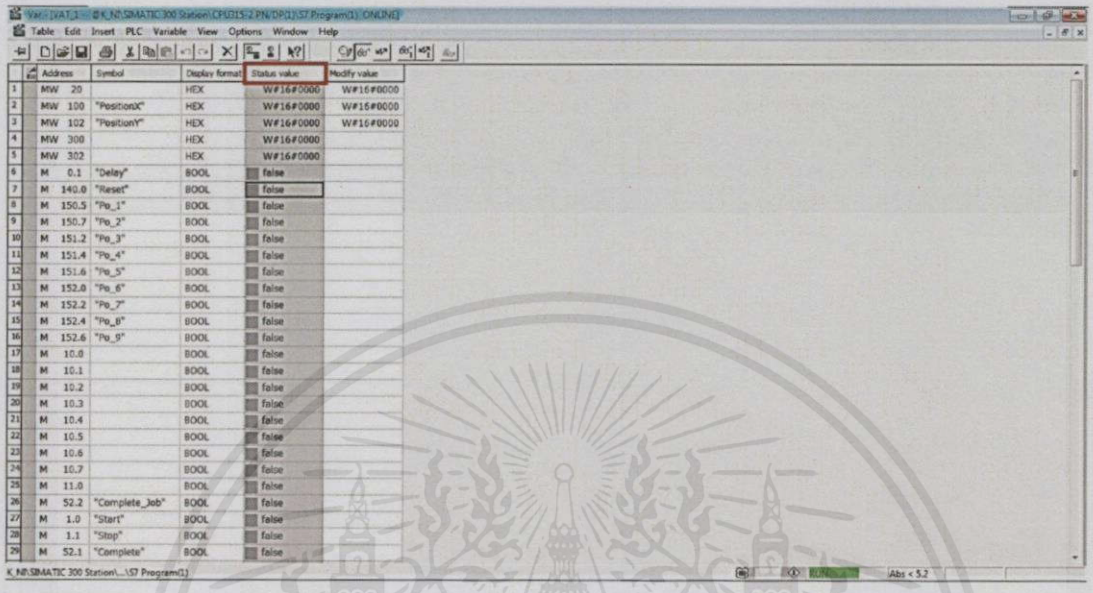


FC6 Function Block ทำหน้าที่แจ้งเตือนความผิดปกติที่เกิดขึ้น (Alarm)



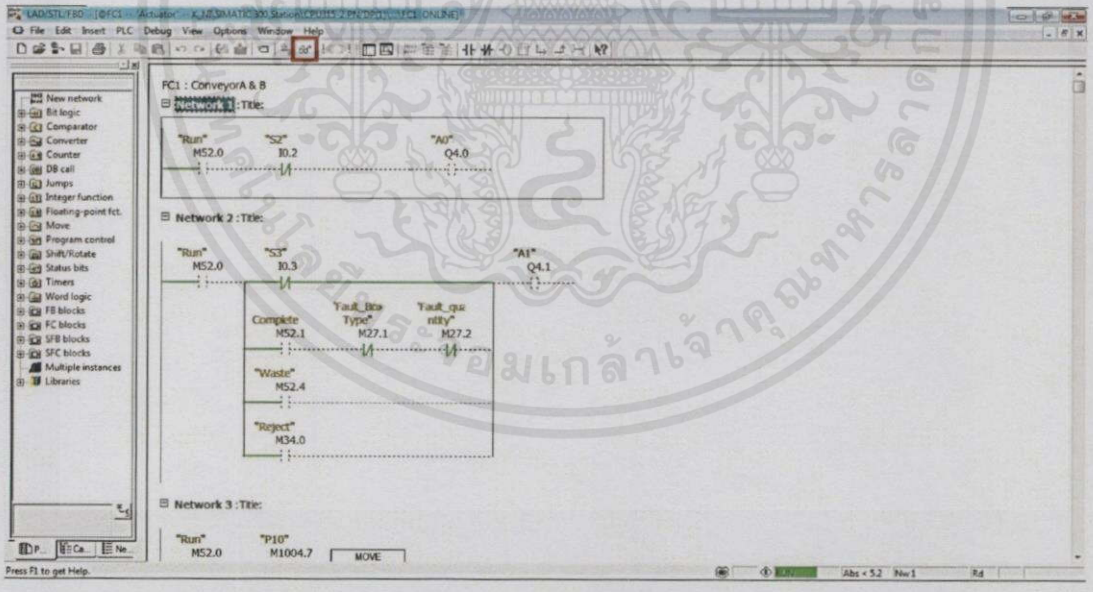
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VAT_1 ตารางแสดงค่าตัวแปร (Monitor Variable)

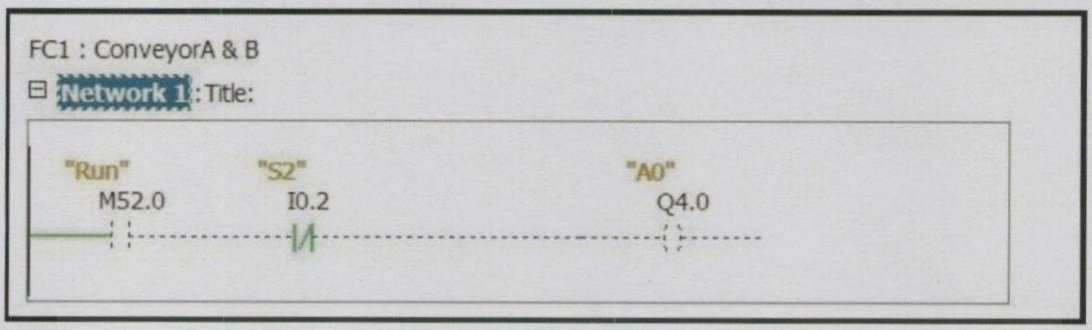


	Address	Symbol	Display format	Status value	Modify value
1	MW 20		HEX	W#16#0000	W#16#0000
2	MW 100	"PositionX"	HEX	W#16#0000	W#16#0000
3	MW 102	"PositionY"	HEX	W#16#0000	W#16#0000
4	MW 300		HEX	W#16#0000	
5	MW 302		HEX	W#16#0000	
6	M 0.1	"Delay"	BOOL	false	
7	M 140.0	"Reset"	BOOL	false	
8	M 150.5	"Po_1"	BOOL	false	
9	M 150.7	"Po_2"	BOOL	false	
10	M 151.2	"Po_3"	BOOL	false	
11	M 151.4	"Po_4"	BOOL	false	
12	M 151.6	"Po_5"	BOOL	false	
13	M 152.0	"Po_6"	BOOL	false	
14	M 152.2	"Po_7"	BOOL	false	
15	M 152.4	"Po_8"	BOOL	false	
16	M 152.6	"Po_9"	BOOL	false	
17	M 10.0		BOOL	false	
18	M 10.1		BOOL	false	
19	M 10.2		BOOL	false	
20	M 10.3		BOOL	false	
21	M 10.4		BOOL	false	
22	M 10.5		BOOL	false	
23	M 10.6		BOOL	false	
24	M 10.7		BOOL	false	
25	M 11.0		BOOL	false	
26	M 52.2	"Complete_Job"	BOOL	false	
27	M 1.0	"Start"	BOOL	false	
28	M 1.1	"Stop"	BOOL	false	
29	M 52.1	"Complete"	BOOL	false	

เปิด/ปิด จอแสดงผลการทำงานของ Ladder



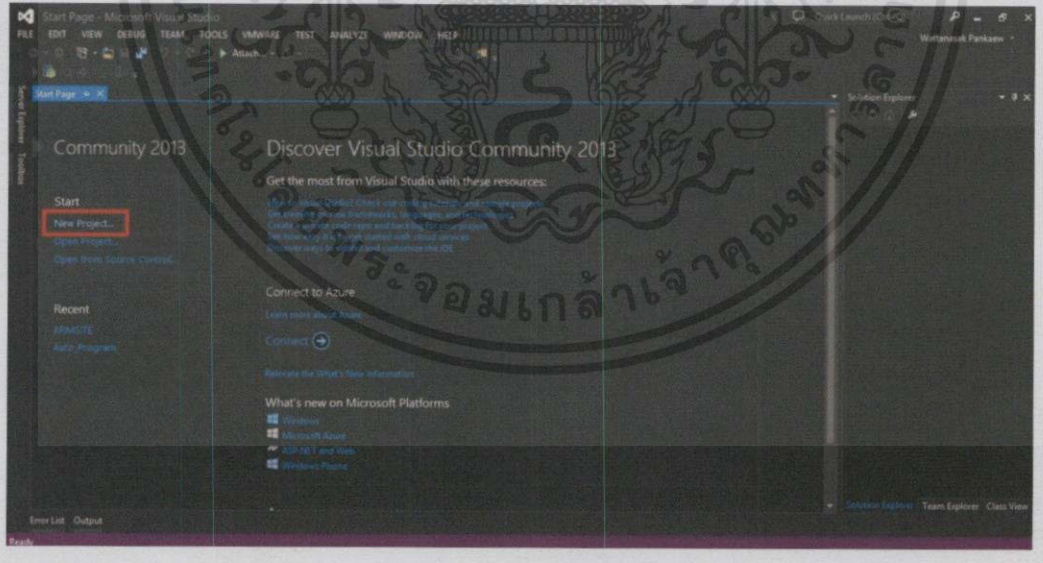
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



2. Microsoft Visual studio 2013

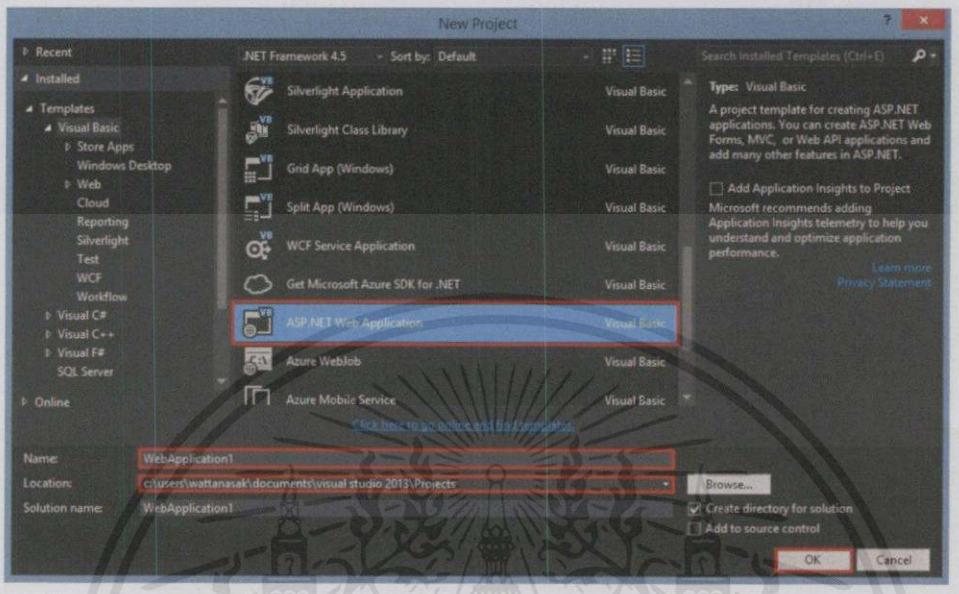
เปิดเข้าสู่ Microsoft Visual studio 2013

เลือก New Project

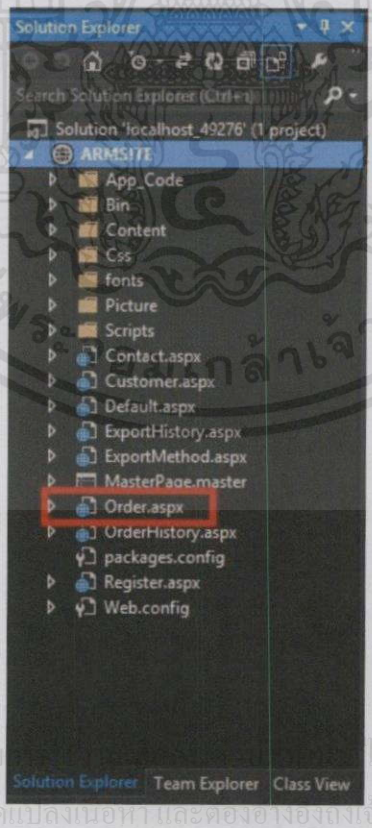


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดรูปแบบ Application เป็น ASP.NET Web Application

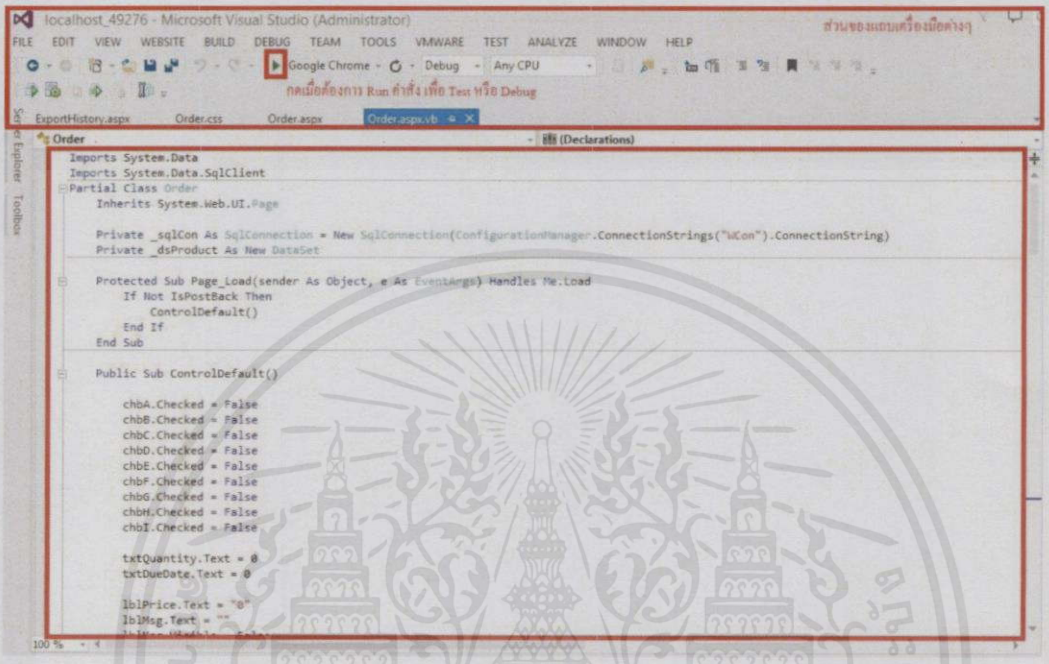


Add New Items

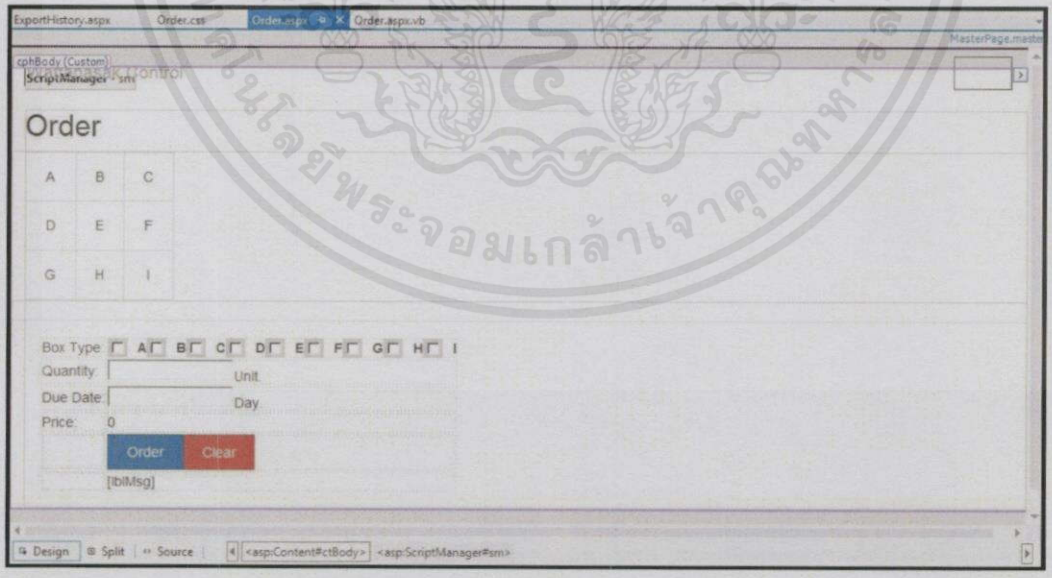


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

View code ใช้สำหรับกำหนดการทำงานของ Website โดย Run การทำงานบนเว็บ Server ด้วยคำสั่ง Visual Basic: VB ของหน้าต่างการสั่งซื้อสินค้า (Order)

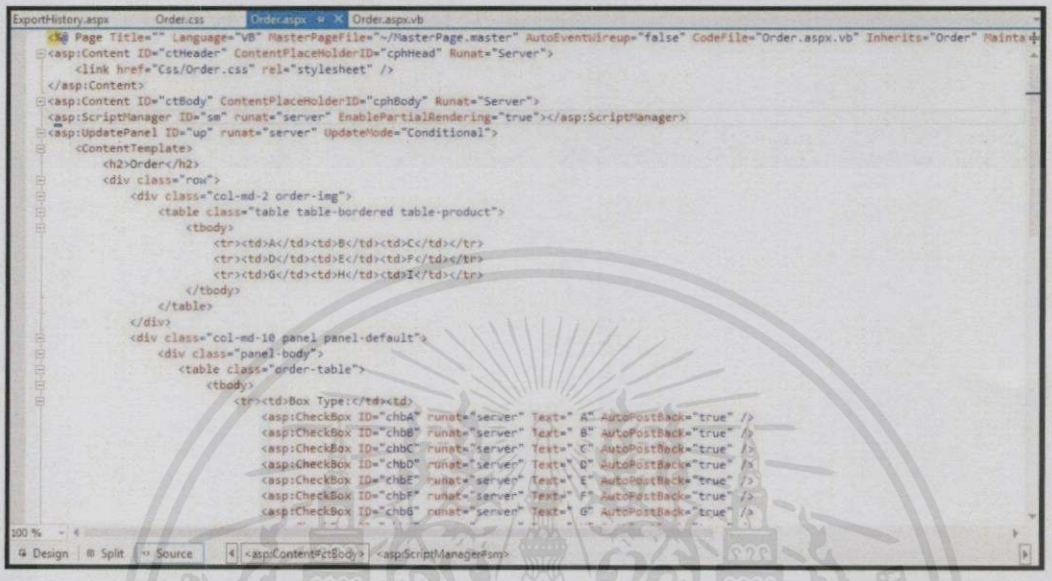


View designer ใช้สำหรับดูตัวอย่างหน้า Website หรือการเลือก Control มาแสดง

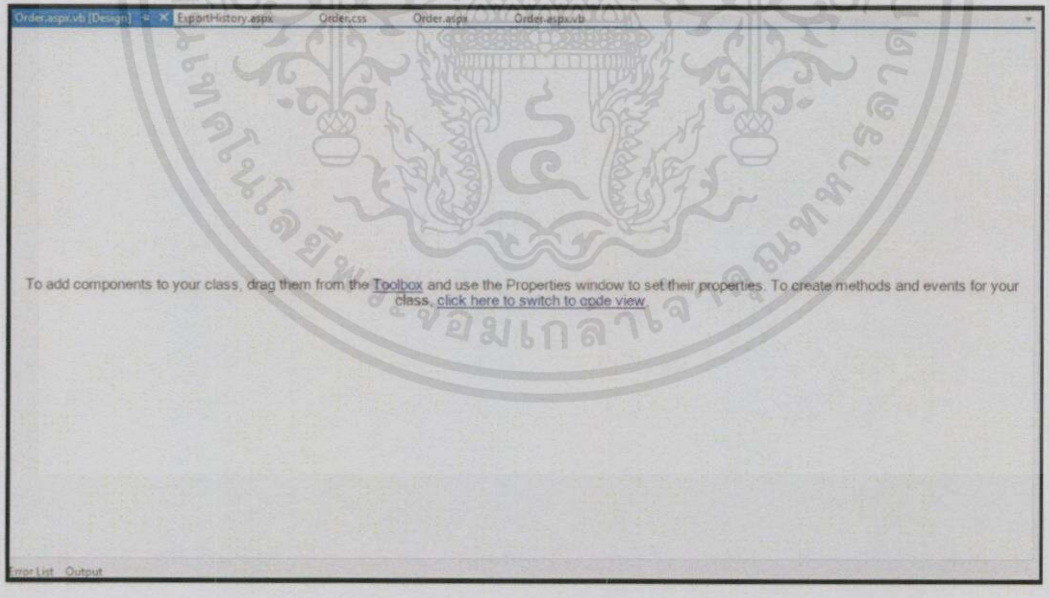


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

View Markup ใช้สำหรับเขียนคำสั่งตกแต่งหน้า Website ประกอบด้วย คำสั่ง HTML5, CSS, ASP.NET Tag เป็นต้น

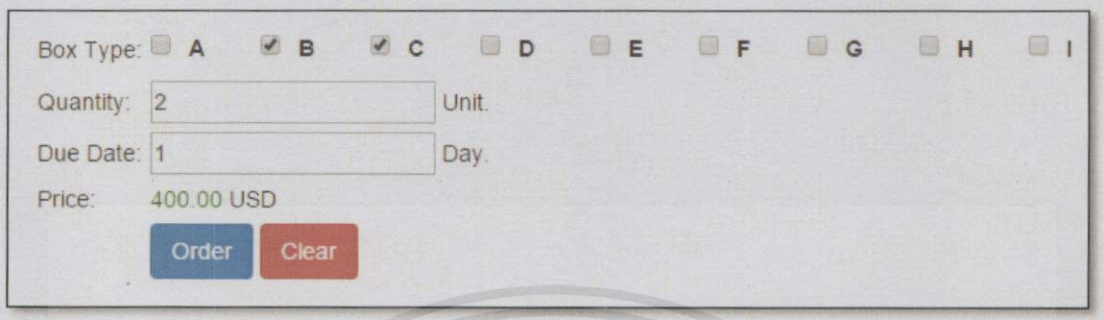


View Component Designer ใช้สำหรับ Add Class หรือ Method ผ่าน UI ของ Visual Studio



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VB.NET coding ของการคำนวณราคาสินค้า (Price)



Connection string คือมาตรฐานการเชื่อมต่อ Application กับ SQL Server database.

```
<connectionStrings>
  <add name="WCon" providerName="System.Data.SqlClient" connectionString="Data
   Source=localhost;Initial Catalog=ITS;Persist Security Info=True;User
   ID=sa;Password=P@ssw0rd" />
</connectionStrings>
```

Name: Connection Name

Provider Name: Provider for SQL SERVER

Data Source: Server name or Server IP Address

Initial Catalog: Database Name

ID: Database Username

Password: Database Password

ประกาศตัวแปรของ Connection string

```
Private _sqlCon As SqlConnection = New SqlConnection
  (ConfigurationManager.ConnectionStrings("WCon").ConnectionString)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Public Sub Price()
    Dim sqlCmd As New SqlCommand("SP_Order_Price", _sqlCon)
    sqlCmd.CommandType = CommandType.StoredProcedure
    With sqlCmd.Parameters
        .AddWithValue("@Box1", chbA.Checked)
        .AddWithValue("@Box2", chbB.Checked)
        .AddWithValue("@Box3", chbC.Checked)
        .AddWithValue("@Box4", chbD.Checked)
        .AddWithValue("@Box5", chbE.Checked)
        .AddWithValue("@Box6", chbF.Checked)
        .AddWithValue("@Box7", chbG.Checked)
        .AddWithValue("@Box8", chbH.Checked)
        .AddWithValue("@Box9", chbI.Checked)
        .AddWithValue("@Quantity", txtQuantity.Text)
    End With

    _sqlCon.Open()
    lblPrice.Text = sqlCmd.ExecuteScalar
    _sqlCon.Close()
End Sub
```

- SqlCommand: Use to receive command from website and send to database.
- CommandType: Tell database, Command type is a stored procedure. Stored Procedure is a group of SQL statement.
- Add Parameter: Set Input value to Stored Procedure. Such as send BoxType value from website.
- Open database connection.
- Execute SQL statement on database and receive result from database return to set control label on website.
- Close Database connection.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Stored Procedure

```
ALTER PROCEDURE [dbo].[SP_Order_Price]
    -- Add the parameters for the stored procedure here
    @Box1           VaRCHAR(1)
    , @Box2         VARCHAR(1)
    , @Box3         VARCHAR(1)
    , @Box4         VARCHAR(1)
    , @Box5         VARCHAR(1)
    , @Box6         VARCHAR(1)
    , @Box7         VARCHAR(1)
    , @Box8         VARCHAR(1)
    , @Box9         VARCHAR(1)
    , @Quantity     INT
AS
```

- ALTER: คำสั่งสำหรับแก้ไข Stored Procedure: Alter statement use to edit store procedure.
- @Parametername: เครื่องหมาย @ ใช้สำหรับประกาศตัวแปรสำหรับรับค่าจาก Website. : @ symbol use to declare parameter for receive data from website.
- AS: code ถัดไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
BEGIN
    -- SET NOCOUNT ON added to prevent extra result sets from
    -- interfering with SELECT statements.
    SET NOCOUNT ON;

    -- Insert statements for procedure here
    SELECT @Quantity * SUM(CASE WHEN (ID = 1 AND @Box1 = 1) OR
                    (ID = 2 AND @Box2 = 1) OR
                    (ID = 3 AND @Box3 = 1) OR
                    (ID = 4 AND @Box4 = 1) OR
                    (ID = 5 AND @Box5 = 1) OR
                    (ID = 6 AND @Box6 = 1) OR
                    (ID = 7 AND @Box7 = 1) OR
                    (ID = 8 AND @Box8 = 1) OR
                    (ID = 9 AND @Box9 = 1)
                    THEN Price ELSE 0 END)
    FROM Box
END
```

- BEGIN: เริ่มต้น code
- SELECT: ค่าจากตาราง Box โดยมีเงื่อนไขว่า ต้องเลือก Box นั้นๆ ก่อนจึงจะนำราคามาคูณกับจำนวนสินค้าที่ลูกค้าเลือกไว้ได้เป็นราคาสินค้าทั้งหมด
- END: จบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Code การเรียกข้อมูลจาก Database มายัง SQL Statement

```
-- IF found CustomerID and User choose BoxType.
IF @CustomerID IS NOT NULL AND @BoxType IS NOT NULL
-- Insert order to Order table.
    INSERT INTO [Order]
    (   CustomerID,
        BoxType,
        Quantity,
        InsertDate,
        DueDate,
        RecieveDate,
        PTi,
        Price,
        [Status])
    VALUES
    -- @DueDate = Day * Hour * Minute = Day * 24 * 60
    (   @CustomerID,
        @BoxType,
        @Quantity,
        GETDATE(),
        @DueDate * 1440,
        DATEADD(DAY,@DueDate,GETDATE()),
        dbo.F_MIN(@Quantity * @ProcessingTime),
        @Price,
        0)
```

- ถ้าพบ Customer ID และมีค่า BoxType มาจากการเลือกของ User จึงจะทำคำสั่ง Insert
- Customer ID, BoxType, Quantity, InsertData, DueDate, RecieveDate, PTi, Price และ [Status]: Column ที่เราจะเลือก Insert
- ข้อมูลที่จะเก็บลง Database: ข้อมูลที่รับมาจากหน้าเว็บผ่านตัวแปรใน Stored Procedure

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้