การวางแผนและควบคุมสายการผลิตแบบแบตช์ : กรณีศึกษาของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION

BATCH PRODUCTION PLANNING AND CONTROL : A CASE STUDY OF PRODUCTION LINE SIMULATED BY ITS PLC PROFESSIONAL EDITION

ธน กาญบุตร

ธีรุตม์ มานัตร์

ศุภกร แก้วมณี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2556

การวางแผนและควบคุมสายการผลิตแบบแบตช์ : กรณีศึกษาของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION

BATCH PRODUCTION PLANNING AND CONTROL : A CASE STUDY OF PRODUCTION LINE SIMULATED BY ITS PLC PROFESSIONAL EDITION

ธน กาญบุตร
ธีรุตม์ มานัตร์
ศุภกร แก้วมณี

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอัตโนมัติ
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BATCH PRODUCTION PLANNING AND CONTROL : A CASE STUDY OF PRODUCTION LINE SIMULATED BY ITS PLC PROFESSIONAL EDITION

THANA KANBUT
THEERUT MANAT
SUPAKORN KAEWMANEE

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEER IN AUTOMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การวางแผนและควบคุมสายการผลิตแบบแบตช์

BATCH PRODUCTION PLANNING AND CONTROL : A CASE STUDY OF PRODUCTION LINE SIMULATED BY ITS PLC PROFESSIONAL EDITION

นักศึกษาผู้จัดทำ นายธน กาญบุตร **รหัสนักศึกษา** 53010609

นายธีรุตม์ มานัตร์ **รหัสนักศึกษา** 53010768

นายศุภกร แก้วมณี **รหัสนักศึกษา** 53011586

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอัตโนมัติ

ปีการศึกษา 2556

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	การวางแผนและควบคุมสายการผลิตแบบแบตช์ : กรณีศึกษาของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION BATCH PRODUCTION PLANNING AND CONTROL : A CASE STUDY OF PRODUCTION LINE SIMULATED BY ITS PLC PROFESSIONAL EDITION			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายธน	กาญบุตร	รหัสนักศึกษา	53010609
	นายธีรุตม์	มานัตร์	รหัสนักศึกษา	53010768
	นายศุภกร	แก้วมณี	รหัสนักศึกษา	53011586
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ธีรวัฒน์ เทพมณี			
ปีการศึกษา	2556			

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการวางแผนและควบคุมสายการผลิตแบบแบตช์และการเข้าถึงข้อมูลกระบวนการผลิตของผู้ผลิตและผู้จ้างงาน โดยมีสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION เป็นกรณีศึกษา คำสั่งในการจ้างผลิตที่สั่งผ่านเว็บบราวเซอร์ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลและถูกนำมาประมวลผลเพื่อจัดลำดับงานด้วยวิธี Shortest Processing Time, Weighted Shortest Processing Time, Earliest Due-Date และ Slack Time โดยใช้โปรแกรมพัฒนาขึ้นด้วย Microsoft Office Excel ผลการจัดลำดับงานทั้ง 4 วิธี ถูกนำมาใช้เป็นข้อมูลเพื่อตัดสินใจในการวางแผนการผลิตโดยผู้ปฏิบัติการฝ่ายวางแผนการผลิต การจัดลำดับงานที่เลือกใช้จะถูกส่งต่อไปยัง Engineering/Operator Workstation เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมการผลิตโดยผู้ปฏิบัติงานในสายการผลิต การควบคุมสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION ถูกควบคุมด้วย PLC S7-300 นอกจากนี้ ผู้จ้างงานและผู้ปฏิบัติการฝ่ายวางแผนการผลิตสามารถเข้าถึงข้อมูลในสายการผลิตเช่น ประวัติการผลิต ความคืบหน้าของสายการผลิตได้ผ่านทางเว็บบราวเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis title	BATCH PRODUCTION PLANNING AND CONTROL : A CASE STUDY OF PRODUCTION LINE SIMULATED BY ITS PLC PROFESSIONAL EDITION	
Authors	Mr. Thana	Kanbut
	Mr. Theerut	Manat
	Mr. Supakorn	Kaewmanee
Advisor	Asst. Prof.Dr.Teerawat	Thepmanee
Year	2013	

ABSTRACT

This thesis presents a planning and control of batch production and a production data access of producers and customers. A production line simulated by the ITS PLC Professional Edition is described as an illustrative case study. Customers' orders entered via web browser are stored in a created database. These orders are imported to process for job scheduling based on shortest processing time, weighted shortest processing time, earliest due-date, and slack time methods developed by using Microsoft Office Excel. Scheduling results computed by four methods are determined to decide the production planning by a planning operator. The preferred job scheduling is sent to the Engineering/Operator Workstation for use in production control by a production line operator. The production line simulated by the ITS PLC Professional Edition is controlled by a S7-300 PLC. In addition, the customers and planning operator can access the production line data such as production history and progress via web browser.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากความอนุเคราะห์จาก ดร. ธีรวัฒน์ เทพมณี ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่คอยให้คำปรึกษาให้คำแนะนำและแนวทางแก้ไขปัญหาต่างๆ ทางด้านงานและด้านจิตใจในงานวิจัยนี้

ขอขอบพระคุณ คณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมอัตโนมัติทุกท่านที่ให้คำปรึกษาและช่วยเหลือในทุกๆเรื่องเป็นอย่างดี

ขอขอบพระคุณ นาย วรินทร หอรุ่งเรืองชัย และ นางสาว ปณาลี บุญมีประกอบ ที่ช่วยให้คำปรึกษาในเรื่องที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้

ขอขอบพระคุณ ภาควิศวกรรมอัตโนมัติที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำโครงงานนี้

ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่เป็นสถานที่ให้ความรู้ให้การศึกษา ตามที่ข้าพระเจ้าตั้งใจเอาไว้ ทำให้ข้าพเจ้าย่างก้าวสู่การเป็นวิศวกร

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญภาพ.....XI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....2

1.4 ภาพรวมโครงสร้างของระบบการวางแผนและควบคุมการผลิต: แบบแบตช์กรณีศึกษาของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION.....3

1.5 ขั้นตอนการศึกษา.....5

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....6

1.7 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์.....6

บทที่ 2 สายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....7

2.1 การใช้โปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION ในการจำลองกระบวนการผลิต....7

2.1.1 ITS PROCESS 8

2.1.2 การทำงาน ITS PLC PROFESSIONAL EDITION 8

2.2 กระบวนการผลิตแบบแบตช์ที่ใช้ในกรณีศึกษา.....13

2.2.1 ขอบเขตการกำหนดชนิดของรูปแบบสินค้า.....13

2.2.2 เวลาการผลิตสินค้าต่อ 1 ชิ้น 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การควบคุมสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....17

3.1 การใช้ PLC ในการควบคุมสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....17

3.1.1 PLC 18

3.1.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC 18

3.1.3 Power Supply Module 20

3.1.4 Digital Input Modules.....21

3.1.5 Digital Output Module.....22

3.1.6 ตัวอย่างการออกแบบตรรกะควบคุมของ PLC 23

3.2 การใช้ HMI ในการสั่งการการควบคุมสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....32

3.2.1 HMI.....33

3.2.2 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ HMI ต้องใช้ OLE for Process Control (OPC)...33

3.3 การใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูล.....34

3.3.1 ระบบฐานข้อมูล (Database System).....35

3.3.2 ระบบแฟ้มข้อมูล (File System).....35

3.3.3 ระบบจัดการฐานข้อมูล.....36

3.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล.....36

3.3.5 เว็บไซต์.....38

3.4 การเชื่อมต่อของระบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....39

3.4.1 ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่าง ITS PLC PROFESSIONAL EDITION และ PLC..... 40
S7-300

3.4.2 ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่าง PLC S7-300 และ HMI Wonderware Intouch....50

3.4.3 ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่าง HMI Wonderware Intouch และ MES.....55
(Manufacturing Operations Management)

3.4.4 ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่าง.....67
Engineering Workstation (Planning) และ Database

3.4.5 ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่าง Database และ เว็บบราวเซอร์.....69

3.4.6 การดำเนินการสร้างเว็บเพจและฟังก์ชันการใช้งานเกี่ยวกับฐานข้อมูล.....75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การวางแผนสายการผลิตที่ใช้ในกรณีศึกษา.....79

4.1 การวางแผนกระบวนการผลิตแบบแบตช์ที่ใช้ในกรณีศึกษา.....79
ของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม
ITS PLC PROFESSIONAL EDITION : Pick and place process

4.2 การจัดลำดับงานจำนวน n งานบนเครื่องจักร 1 เครื่อง.....80

4.3 คำศัพท์ที่ใช้ในเทคนิคการจัดลำดับงาน.....81

4.4 หลักการพื้นฐานของกฎการจัดลำดับงาน.....82

4.4.1 Shortest Processing Time.....83

4.4.2 Weighted Shortest Processing Time.....85

4.4.3 Earliest Due-Date.....87

4.4.4 Slack Time.....88

4.5 ตัวอย่างของหลักการพื้นฐานของกฎการจัดลำดับงาน.....90

4.5.1 กรณีศึกษาที่ 1.....90

4.5.2 กรณีศึกษาที่ 2.....95

4.5.3 กรณีศึกษาที่ 3.....100

บทที่ 5 ผลการทดลอง.....105

5.1 ขั้นตอนการทำงาน.....105

5.2 ขั้นตอนในการเข้าถึงข้อมูลผ่านทางเว็บเบราว์เซอร์.....105

5.3 ขั้นตอนในการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้า.....115
ในส่วนของการจัดการกระบวนการผลิต

5.4 ขั้นตอนในการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้า.....133
ในส่วนของการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต

5.5 ขั้นตอนในการใช้โปรแกรมการควบคุมและแสดงผลกระบวนการผลิต.....139
ในส่วนของการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต

5.5.1 ขั้นตอนการการใช้งานโปรแกรมการควบคุมและแสดงผลกระบวนการ (HMI).....139

5.5.2 เมื่อกระบวนการผลิตเกิดความผิดปกติ.....144

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

5.6 ผลการทดลองกรณีศึกษา....149
5.6.1 กรณีศึกษาที่ 1 149
5.6.2 กรณีศึกษาที่ 2 158
5.6.3 กรณีศึกษาที่ 3 167
5.7 ผลการทดลอง....176
5.8 วิจารณ์ผลการทดลอง....179

บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง....180
เอกสารอ้างอิง....181
ภาคผนวก....182

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ตารางแสดงแผนการดำเนินการศึกษา....5

2.1 ตารางแสดงหน้าที่การทำงานของ Sensor และตำแหน่ง....9

2.2 ตารางแสดงการทำงานของ Actuator และตำแหน่ง....10

2.3 ตารางแสดงผลการทดลองของเวลาการผลิตสินค้าต่อ 1 ชิ้น....14

4.1 ตารางแสดงตัวอย่างที่ 4.1....82

4.2 ตารางแสดงตัวอย่างที่ 4.2 การจัดลำดับงานตามกฎ SPT....85

4.3 ตารางแสดงตัวอย่างที่ 4.3 การจัดลำดับงานตามกฎ WSPT....86

4.4 ตารางแสดงตัวอย่างที่ 4.4 การจัดลำดับงานตามกฎ EDD....87

4.5 ตารางแสดงตัวอย่างที่ 4.5 การจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time....89

4.6 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 1 สำหรับกรณีผู้สั่ง ID : Admin....90

4.7 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ SPT....91

4.8 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ WSPT....92

4.9 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ EDD....93

4.10 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time..94

4.11 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 2....95

4.12 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ SPT....96

4.13 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ WSPT....97

4.14 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ EDD....98

4.15 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time...99

4.16 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 3....100

4.17 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ SPT....101

4.18 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ WSPT....102

4.19 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ EDD....103

4.20 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time...104

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.1 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 1 สำหรับกรณีผู้สั่ง ID: Admin.....149

5.2 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT).....150

5.3 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT).....151

5.4 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT).....152

5.5 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT) 153

5.6 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD).....154

57 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD).....155

5.8 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Slack time 156

5.9 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Slack time.....157

5.10 ตารางแสดงเวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness).....157

5.11 ตารางแสดงเวลาของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Lateness).....158

5.12 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 2.....158

5.13 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT).....159

5.14 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT).....160

5.15 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT).....161

5.16 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT).....162

5.17 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD).....163

5.18 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD).....164

5.19 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Slack time.....165

5.20 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Slack time.....166

5.21 ตารางแสดงเวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness).....166

5.22 ตารางแสดงเวลาของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Lateness).....167

5.23 ตารางแสดงรูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 3.....167

5.24 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT).....168

5.25 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT).....169

5.26 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT)...170

5.27 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT)...171

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง(ต่อ)

ตารางที่ **หน้า**

5.28 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD).....172

5.29 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD).....173

5.30 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Slack time.....174

5.31 ตารางแสดงการทดลองการผลิตแบบ Slack time.....175

5.32 ตารางแสดง เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness).....175

5.33 ตารางแสดงเวลาของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Lateness).....176

5.34 ตารางแสดงเวลาการผลิตรวมของสินค้าทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1.....176

5.35 ตารางแสดงความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 10 177
ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1

5.36 ตารางแสดงเวลาการผลิตรวมของสินค้าทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 2.....177

5.37 ตารางแสดงความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 10.....177
ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 2

5.38 ตารางแสดงเวลาการผลิตรวมของสินค้าทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 3.....178

5.39 ตารางแสดงความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 10 178
ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 3

5.40 ตารางแสดงความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเวลาการผลิตรวมของทั้ง 3 กรณีศึกษา.....178

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่		หน้า
1.1	โครงสร้างของระบบ	3
2.1	Production line Simulation	7
2.2	การเชื่อมต่อ ITS	8
2.3	แบบจำลองกระบวนการ Pick and place process	9
2.4	ตำแหน่งของ Sensor	10
2.5	ตำแหน่งของ Actuator	11
2.6	แขนจับที่ตำแหน่งของชิ้นงาน	11
2.7	แขนจับนำวัตถุไปยัง Pallet	12
2.8	ชิ้นงานถูกว่างยังตำแหน่งที่กำหนดและเคลื่อนไปกระบวนการต่อไป	12
2.9	ตัวอย่างการผลิตแบบตามสั่ง	13
2.10	ชนิดของสินค้าที่ผลิตทั้งสิบชนิด	14
2.11	หน่วยและองค์ประกอบในการดำเนินการจัดการการผลิตแบบแบตช์	15
2.12	แนวคิดการจัดการลำดับงานแบบแบตช์	16
3.1	Programmable Logic Control (PLC)	17
3.2	PLC S7-300	18
3.3	Power Supply Module	20
3.4	Digital Input Module	21
3.5	Digital Output Module	22
3.6	HMI ส่งค่าไปยัง PLC	23
3.7	การเรียงอันดับงาน	23
3.8	ตรวจสอบรูปแบบแต่ละงาน	24
3.9	การนำจำนวนตำแหน่งไปใช้เป็น Setpoint	25
3.10	การนำจำนวนชิ้นงานที่ต้องการในแต่ละอันดับงานมาใช้เป็น Setpoint	25
3.11	การทำงานของ Actuator6	26
3.12	การทำงานของ Actuator7	27
3.13	การทำงานของ Actuator5	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.14	การทำงานของ Actuator2	29
3.15	การทำงานของ Actuator3	30
3.16	การทำงานของ Actuator4	31
3.17	Engineering/Operator Workstation (HMI)	32
3.18	Wonderware Intouch	33
3.19	Data Server	34
3.20	ระดับของหน่วยของข้อมูล	35
3.21	โครงสร้างของระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS)	36
3.22	ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล	37
3.23	การเชื่อมต่อระบบ	39
3.24	Data Acquisition Board , DAQ	40
3.25	USB License Key	40
3.26	Digital Input , Digital Output	41
3.27	การเชื่อมต่อ PLC Digital Input กับ DAQ Output	42
3.28	การเชื่อมต่อ PLC Output กับ DAQ Input	43
3.29	Icon โปรแกรม ITS	44
3.30	เข้าระบบโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION	44
3.31	Pick and Place Process	45
3.32	หน้าต่างหลัก Pick and Place Process	46
3.33	โปรแกรม Simatic	46
3.34	หน้าต่างที่ใช้ในการตั้งค่าใน Hardware	47
3.35	หน้าต่างใช้ในการตั้งค่าสำหรับเครือข่าย	47
3.36	หน้าต่างใช้ในการตั้งค่าสำหรับ PLC S7-300	48
3.37	หน้าต่างใช้ในการตั้งค่าสำหรับ PLC S7-300	48
3.38	หน้าต่างดาวน์โหลดโปรแกรม	48
3.39	การเชื่อมต่อ HMI ไปยัง PLC	50

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.40	การเชื่อมต่อ HMI ไปยัง PLC ผ่าน OPC	50
3.41	โปรแกรม SMC	51
3.42	Configure IP เชื่อมต่อกับ PLC S7-300	51
3.43	ขั้นตอนการ Add PLC ลงใน Device Group	52
3.44	ขั้นตอนการเพิ่ม Tagname	53
3.45	ขั้นตอนการ Activate Server	53
3.46	สังเกตการเปลี่ยนแปลงของ DASSIDirect	54
3.47	การอ้าง Tagname ในส่วน PLC เพื่อการแสดงผล HMI	54
3.48	ขั้นตอนการ Mapping Tagname ของ Wonderware กับ Tagname ของ DASSIDirect	55
3.49	การเชื่อมต่อทาง Hardware	56
3.50	เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Wonderware Intouch และ Microsoft Office Excel	57
3.51	กด Access Name เพื่อกำหนด Access Name	58
3.52	กด Add เพื่อเพิ่ม Access Name	58
3.53	กำหนดรายละเอียดของ Access name	59
3.54	กำหนดรายละเอียดของ Access name	59
3.55	เลือก Access Name เพื่อเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล	60
3.56	กำหนดตำแหน่งช่องใน Microsoft Office Excel	60
3.57	Save การเปลี่ยนแปลงของ Tagname	61
3.58	Network Connection	62
3.59	กำหนด IP Address	62
3.60	กำหนด IP Address	63
3.61	การกำหนดตำแหน่งของการรับส่งข้อมูล	63
3.62	โหมด Sharing	64
3.63	โหมด Sharing	64
3.64	โหมด Sharing	65
3.65	Folder ที่สามารถทำการ read/write	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.66	โปรแกรม VBA	66
3.67	Import Data from Database to Microsoft Office Excel	68
3.68	Export Data from Microsoft Office Excel to Database	69
3.69	ไดเร็กทอรี่ของเว็บไซต์บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์	70
3.70	หน้า index ของโปรแกรม AppServ	70
3.71	ระบบตรวจสอบผู้เข้าใช้งานฐานข้อมูล	71
3.72	หน้าหลักของโปรแกรมประยุกต์ phpMyAdmin	71
3.73	ตัวอย่างหน้าต่างจัดการเทเบิลในฐานข้อมูล tmp	72
3.74	ER-Diagram แสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บ	73
3.75	เครื่องมือสร้างเทเบิลของ phpMyAdmin	74
3.76	ตัวอย่างหน้าต่างข้อมูลของเทเบิลและเครื่องมือจัดการ	75
3.77	หน้าต่างการตั้งค่าไซต์ในโปรแกรม Dreamweaver	76
3.78	สคริปต์ที่ใช้ในการ Configuration เว็บไซต์กับฐานข้อมูล	76
3.79	โครงร่างและการวางตำแหน่ง tag ของการแสดงข้อมูลในตารางบนหน้าเว็บเพจ	77
3.80	จัดรูปแบบ สี แบบอักษร ปุ่ม โดยสคริปต์ CSS	78
3.81	กำหนด Static ID Address ให้กับโฮมเพจ	78
4.1	Engineering Workstation (Planning)	79
4.2	การจัดลำดับงาน A ผลิตก่อน B	83
4.3	การจัดลำดับงาน B ผลิตก่อน A	84
5.1	โฮมเพจของเว็บไซต์	105
5.2	หน้าเข้าสู่ระบบสมาชิก	106
5.3	ช่องกรอกข้อมูลสมัครสมาชิก	106
5.4	ข้อมูลสมาชิกและเมนูสำหรับสมาชิก	107
5.5	หน้าเลือกสินค้า	107
5.6	หน้าระบบตะกร้าสินค้า	108
5.7	ตรวจสอบการล็อกอินของสมาชิก	109
5.8	หน้า Checkout เพื่อตรวจสอบข้อมูล	110

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.9	ข้อความเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการสั่งซื้อ	111
5.10	รายการสั่งซื้อของแอคเคาท์นั้น	111
5.11	หลักฐานการชำระเงินในรูปแบบ PDF	112
5.12	ข้อมูลส่วนตัวของ Administrator	112
5.13	การจัดการสินค้าที่รอการผลิตในส่วนของ Administrator	113
5.14	การแก้ไขค่าลำดับความสำคัญในส่วนของ Administrator	113
5.15	ประวัติการผลิตเชิงลึก	114
5.16	ความคืบหน้าของการผลิตที่กำลังผลิต	115
5.17	หน้าต่างล็อกอิน	115
5.18	หน้าต่างแสดงหน้าที่รับผิดชอบของผู้ล็อกอิน	116
5.19	หน้าต่าง Main function ของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้าในส่วนของการจัดการกระบวนการผลิต	116
5.20	ไม่มีสินค้าค้างในโปรแกรมและโปรด import สินค้าจาก Database	117
5.21	สินค้าที่ยังไม่ถูกการจัดตารางการผลิต	117
5.22	รูปแบบการจัดตารางการผลิต 4 แบบและปุ่มการผลิตแบบ Manual	118
5.23	ข้อมูลการจัดลำดับการผลิตสินค้าแบบ Manual	118
5.24	Orders from Database	119
5.25	เงื่อนไขเมื่อกดปุ่ม Analysis Planning	119
5.26	Analysis Planning	120
5.27	Analysis Planning เมื่อกด Move Order	121
5.28	แจ้งเตือนให้ทำการ Move Order	121
5.29	รูปแบบการจัดตารางการผลิต 4 แบบ	122
5.30	ข้อมูลการจัดลำดับการผลิตสินค้าในรูปแบบการจัดลำดับแบบ SPT	122
5.31	Confirm ในกรณีการจัดตารางเกินกว่า 7 ชั่วโมง 45 นาทีแต่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง	123
5.32	การเตือนให้ทำการแก้ไขจำนวนสินค้าในกรณีการจัดตารางเกินกว่า 8 ชั่วโมง	123
5.33	Edit Analysis Planning	124
5.34	Edit Analysis Planning ทำการแก้ไข ID: admin Job:10	124

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.35	เงื่อนไขหลังจากการกดปุ่ม Confirm ที่หน้าต่าง Edit Analysis Planning	125
5.36	เวลารวมในการผลิตมากกว่า 8 ชั่วโมง	125
5.37	Method and time	126
5.38	ยืนยันการแก้ไขทั้งหมด	126
5.39	หน้าต่างแสดงการเตือนการจัดตารางการผลิตของวันถัดไป	126
5.40	ครบตามขอบเขตที่กำหนดของการจัดตารางการผลิต	127
5.41	ตัวเลือกในการเข้าดูข้อมูลของสินค้าที่ได้รับการจัดตารางการผลิตเสร็จสมบูรณ์	127
5.42	หน้าต่าง Information Today	128
5.43	Information Today การจัดตารางการผลิตเสร็จสมบูรณ์	128
5.44	Information Today การจัดตารางการผลิตไม่เสร็จสมบูรณ์	129
5.45	Manual Production ในขณะที่มีการสั่งการผลิตแบบ Manual ค้างอยู่	129
5.46	Production	130
5.47	History Selection	130
5.48	History Management	131
5.49	History Search	131
5.50	Microsoft visual basis for application	132
5.51	หน้าต่างล็อกอิน	133
5.52	หน้าที่รับผิดชอบของผู้ล็อกอิน	133
5.53	หน้าต่าง Main function ของโปรแกรมการจัดตาราง การผลิตสินค้าในส่วนของการสั่งการ	134
5.54	เงื่อนไขหลังจากกดปุ่ม Order	134
5.55	แจ้งเตือนการผลิตแบบ Manual	135
5.56	แจ้งเตือนการผลิตแบบปกติ	135
5.57	Main function	135
5.58	แจ้งเตือนว่าไม่มีสินค้ารอการผลิต	136
5.59	ทำการย้ายข้อมูลของสินค้าวันถัดไปมารอการผลิต	136
5.60	ตัวเลือกว่าจะผลิตสินค้าในวันถัดไปหรือออกจากโปรแกรม	136

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.61	แจ้งเตือนว่ากระบวนการกำลังมีการผลิตอยู่	137
5.62	แจ้งเตือนว่ากระบวนการกำลังมีการผลิตอยู่ไม่สามารถออกจากโปรแกรมได้	137
5.63	Report ในแต่ละชุดของการผลิต	138
5.64	หน้าต่างควบคุมและแสดงผลกระบวนการ (HMI)	139
5.65	ยืนยันรูปแบบการจัดตารางของการผลิต	140
5.66	การนำข้อมูลและจำนวนสินค้ามาสู่กระบวนการผลิต	140
5.67	การนำข้อมูลและจำนวนสินค้ามาสู่กระบวนการผลิต	141
5.68	การเริ่มกระบวนการผลิตสินค้า	141
5.69	หน้าต่างควบคุมและแสดงผลกระบวนการ (HMI) ระหว่างการผลิต	142
5.70	รายละเอียดเวลาการผลิตของแต่ละงาน	142
5.71	กระบวนการผลิตเสร็จสมบูรณ์	143
5.72	รายละเอียดการบันทึก Report	143
5.73	การเลือกที่เก็บไฟล์ Report	144
5.74	แจ้งเตือนเมื่อเกิดกรณี Line Failed	144
5.75	เริ่มการผลิตต่อหลังจากแก้ไขปัญหา line failed	145
5.76	หน้าต่างควบคุมและแสดงผลกระบวนการ (HMI)	145
5.77	การผลิตชิ้นงานนั้นใหม่อีกครั้ง	146
5.78	การ Print report กรณี Emergency Stop	147
5.79	Report of HMI	147
5.80	กรณี Emergency Stop ค้างอยู่	148
5.81	รายงานการผลิต Shortest Processing Time (SPT)	150
5.82	รายงานการผลิต Weighted Shortest Processing Time (WSPT)	152
5.83	รายงานการผลิต Earliest Due-Date (EDD)	154
5.84	รายงานการผลิต Slack time	156
5.85	การผลิต Shortest Processing Time (SPT)	159
5.86	รายงานการผลิต Weighted Shortest Processing Time (WSPT)	161
5.87	รายงานการผลิต Earliest Due-Date (EDD)	163

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.88	รายงานการผลิต Slack time	165
5.89	รายงานการผลิต Shortest Processing Time (SPT)	168
5.90	รายงานการผลิต Weighted Shortest Processing Time (WSPT)	170
5.91	รายงานการผลิต Earliest Due-Date (EDD)	172
5.92	รายงานการผลิต Slack time	174

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

อุตสาหกรรมมีความสำคัญมากต่อการขับเคลื่อนและพัฒนาประเทศไปสู่ความเจริญก้าวหน้าในด้านต่างๆเมื่อกล่าวถึงอุตสาหกรรมจะเห็นได้ว่ากระบวนการผลิตต้องมีการคำนึงถึงการจัดการบริหารเวลาในการผลิตสินค้าเพื่อตอบสนองต่อปริมานความต้องการของตลาด จึงจำเป็นต้องพัฒนากระบวนการผลิตให้เป็นระบบอัตโนมัติมากที่สุด ซึ่งได้มีการจัดการระบบการผลิต โดยนำเทคโนโลยีสารสนเทศผสมผสาน กับการทำงานควบคุมเชิงปฏิบัติเพื่อสามารถวิเคราะห์กระบวนการผลิตได้อย่างมีประสิทธิภาพและตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภค

ในปัจจุบันความมีต้องการการเข้าถึงข้อมูลของกระบวนการผลิตซึ่งมีผลต่อการบริหารจัดการระบบการผลิตในอุตสาหกรรม จึงเป็นโอกาสอันดีในการออกแบบระบบวางแผนและควบคุมเชิงปฏิบัติการ ของสายการผลิตอัตโนมัติแบบแบตช์ในกรณีศึกษาของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION : Pick and place process โดยมุ่งเน้นเพื่อสร้างระบบการวางแผนจัดการระยะเวลาในการผลิตสินค้าและสร้างความสะดวกสบายเพื่อตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภคได้ทุกเวลา

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. เพื่อออกแบบและพัฒนาระบบการควบคุมสายการผลิตแบบแบตช์ในกรณีศึกษาของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION : Pick and place process โดยการควบคุมการผลิตด้วยระบบอัตโนมัติ
2. เพื่อออกแบบและพัฒนาโปรแกรมการจัดตารางการผลิตให้เครื่องจักรดำเนินการผลิตตามที่ ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้
3. เพื่อเพิ่มความสะดวกและตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตและผู้บริโภคในการดำเนินการทางธุรกรรม โดยสามารถเข้าถึงข้อมูลผ่านทางเว็บบราวเซอร์

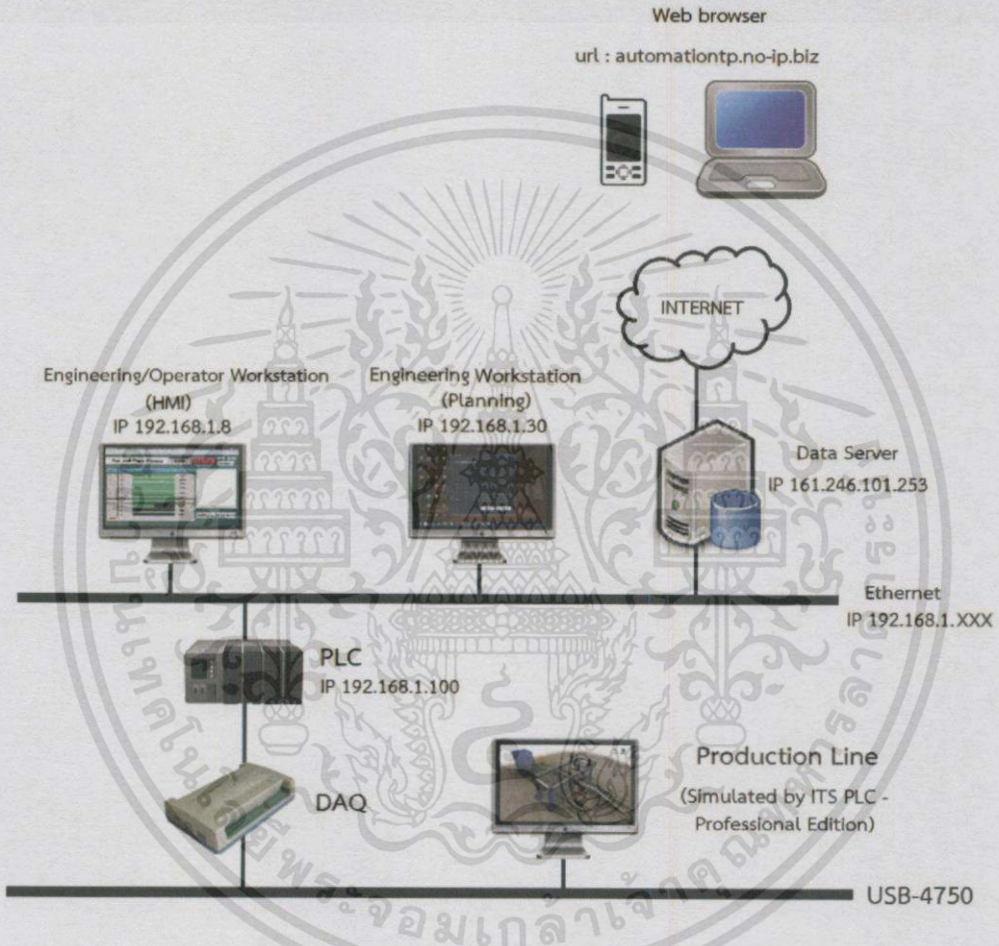
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์

1. ออกแบบและจำลองการผลิตซึ่งกระบวนการผลิตที่ใช้ในโครงงานเป็นกระบวนการผลิตแบบแบตช์และวิธีการผลิตแบบตามสั่ง (Made to Order) จากโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION : Pick and place process โดยใช้ HMI Wonderware intouch ในการสั่งการ PLC S7-300 ในการควบคุมการผลิต
2. สร้างโปรแกรมจัดตารางการผลิตสำหรับ 1 เครื่องจักร 4 รูปแบบดังนี้
   2.1 Shortest Processing Time (SPT)
   2.2 Weighted Shortest Processing Time (WSPT)
   2.3 Earliest Due-Date (EDD)
   2.4 Slack Time
   ด้วยโปรแกรม Microsoft Office Excel ในฟังก์ชันเสริม Visual Basic for Applications
3. ออกแบบระบบฐานข้อมูลด้วยชุดโปรแกรม AppServ และเว็บบราวเซอร์ด้วยโปรแกรม Adobe Dreamweaver cs6 สำหรับผู้จ้างงานในการสั่งสินค้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 ภาพรวมโครงสร้างของระบบการวางแผนและควบคุมการผลิตแบบแบตช์: กรณีศึกษาของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION



รูปที่ 1.1 โครงสร้างของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.1 Production line Simulation

เป็นส่วนที่แสดงถึงกระบวนการผลิต (Process) ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตแบบแบตช์ โดยการจำลองการผลิตจากโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION : Pick and place process กำหนดรูปแบบผลิตภัณฑ์เป็น 10 รูปแบบแต่ละรูปแบบมีเวลาการผลิตที่แตกต่างกัน

1.4.2 Programmable Logic Control (PLC)

เป็นส่วนที่แสดงถึงการควบคุมกระบวนการผลิตโดยใช้ PLC ซึ่งเป็นการควบคุมการผลิตสินค้าของโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL : Pick and place process โดย PLC ที่เลือกใช้ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-300

1.4.3 Engineering/Operator Workstation (HMI)

เป็นส่วนที่แสดงถึงการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิตผ่านทาง HMI (Human Machine Interface) ซึ่งเป็นการสั่งการและ ควบคุมกระบวนการผลิตของ PLC ผ่านหน้าจอ Interface โปรแกรมที่ใช้สั่งการและควบคุมคือ Wonderware Intouch มีตัวกลาง (OPC) ในการเชื่อมต่อกับ PLC คือ โปรแกรม SMC: ArchestrA.DASSIDirect

1.4.4 Engineering Workstation (Planning)

เป็นระดับชั้นที่แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต (Manufacturing Operations Management) ในที่นี้คือการจัดลำดับการผลิตสินค้าจำนวน n งานในเครื่องจักร 1 เครื่อง การจัดลำดับการผลิตมี 4 รูปแบบ คือเวลางานในระบบเฉลี่ยน้อยที่สุดและเวลางานคลาดเคลื่อน กำหนดส่งเฉลี่ยน้อยที่สุด (Shortest Processing Time), ความสำคัญของงาน (Weighted Shortest Processing Time), เวลางานส่งช้าที่สุดน้อยที่สุด (Earliest Due-Date), เวลาเหลือของงานที่น้อยที่สุด (Slack Time)

1.4.5 Data Server and Web browser

เป็นระดับชั้นที่แสดงถึงการจัดการการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและผู้บริหาร (Enterprise) ผ่านทางการจัดทำระบบฐานข้อมูล (Database) และเว็บบราวเซอร์ เพื่อสร้างระบบการจัดเก็บข้อมูลและสร้างเส้นทางในการสั่งซื้อสินค้าและเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ผ่านทางหน้าเว็บบราวเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ขั้นตอนการศึกษา

ตารางที่ 1.1 แสดงแผนการดำเนินการศึกษา

ตารางเวลาการดำเนินงานปริญญานิพนธ์ (Thesis Schedule)	04 พ.ย. 2556	11 พ.ย. 2556	18 พ.ย. 2556	25 พ.ย. 2556	02 ธ.ค. 2556	09 ธ.ค. 2556	16 ธ.ค. 2556	23 ธ.ค. 2556	30 ธ.ค. 2556	06 ม.ค. 2556	13 ม.ค. 2556	20 ม.ค. 2556	27 ม.ค. 2556	03 ก.พ. 2556	10 ก.พ. 2556
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
ศึกษาความเป็นไปได้และจัดทำวัตถุประสงค์ของโครงงาน															
ออกแบบระบบควบคุมกระบวนการผลิต															
ออกแบบระบบวางแผนจัดการเวลาการผลิตสินค้าและออกแบบระบบฐานข้อมูลรวมถึงเว็บบราวเซอร์															
เชื่อมต่อระหว่างระบบฐานข้อมูล เว็บบราวเซอร์ ระบบการวางแผนการสินค้า															
ทดลองการใช้ระบบและเก็บค่าผลการทดลอง															
สรุป วิเคราะห์ผลการดำเนินงาน															
จัดทำปริญญานิพนธ์															

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบควบคุมกระบวนการผลิตแบบแบตช์ในกรณีศึกษาของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION : Pick and place process ได้
2. โปรแกรมการจัดตารางการผลิตให้เครื่องจักรดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้
3. สร้างความสะดวกในการทำธุรกรรมและตอบสนองความต้องการของผู้ผลิตและผู้ผู้จ้างงานโดยการ เข้าถึงข้อมูลผ่านทางเว็บบราวเซอร์

1.7 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จัดทำทั้งหมด 6 บทโดยแต่ละบทมีรายละเอียดดังนี้

บทที่ 1 บทนำ

บทที่ 2 สายการผลิตในกรณีศึกษา

บทที่ 3 การควบคุมสายการผลิตที่ใช้ในกรณีศึกษา

บทที่ 4 การวางแผนสายการผลิตที่ใช้ในกรณีศึกษา

บทที่ 5 ผลการทดลอง

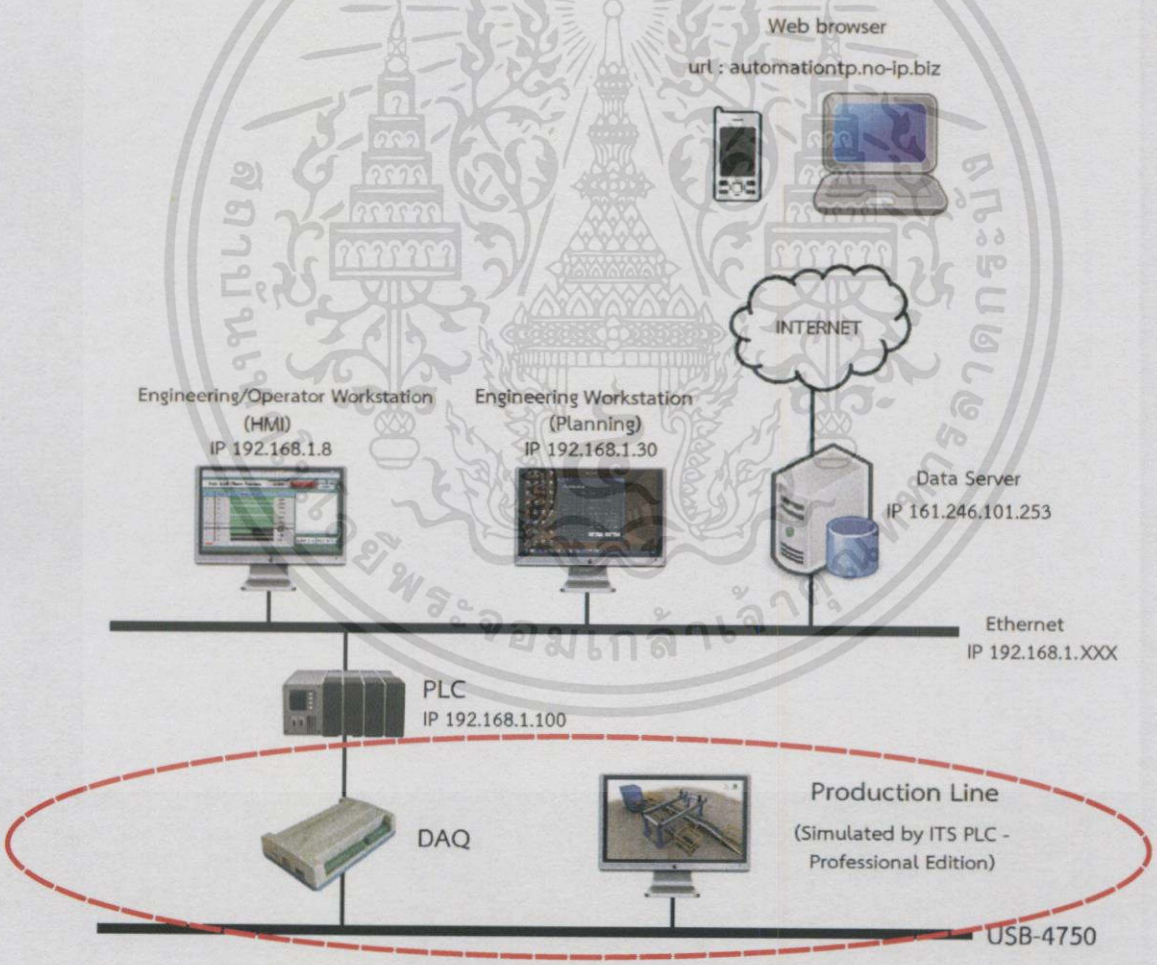
บทที่ 6 การสรุปผลการศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
สายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

2.1 การใช้โปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION ในการจำลองกระบวนการผลิต

เป็นส่วนที่แสดงถึงกระบวนการผลิต (Process) ซึ่งเป็นกระบวนการผลิตแบบแบตช์ โดยการจำลองการผลิตจากโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION : Pick and place process กำหนดรูปแบบผลิตภัณฑ์เป็น 10 รูปแบบแต่ละรูปแบบมีเวลาการผลิตที่แตกต่างกัน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 Production line Simulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ITS PROCESS [1]

อยู่ในส่วน Production line Simulation เป็นส่วนที่แสดงถึงกระบวนการผลิต (Process) โดยโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION (Interactive Training System for PLC) เป็นโปรแกรมจำลองการทำงานระบบบรรจุภัณฑ์ ITS PLC Professional EDMON เป็นซอฟท์แวร์ที่ถูกออกแบบมาเพื่อใช้สำหรับการฝึกอบรมการใช้งานและการศึกษาเกี่ยวกับ PLC ซึ่งประกอบไปด้วยระบบจำลองการทำงานที่มีความเหมือนจริงมี Sensor , Actuator ในระบบการทำงาน โดยมีแบบจำลองจำนวน 5 ระบบ ที่เลียนแบบจากโรงงานอุตสาหกรรมทั่วไปด้วยเทคโนโลยี 3 มิติเสมือนจริง โดยมีการตอบสนองตามเวลาจริงของการผลิตภาพวาด เสียงและการโต้ตอบอย่างสมบูรณ์แบบระหว่างผู้ใช้กับคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 การเชื่อมต่อ ITS

2.1.2 การทำงาน ITS PLC PROFESSIONAL EDITION

การทำให้ระบบจำลองการทำงาน ทำงานได้ถูกต้องโดยการใช้คอนโทรลเลอร์จริงจากภายนอกกระบวน การเขียนและทดสอบโปรแกรมตามแบบอย่างการใช้งาน PLC ในอุตสาหกรรม ซึ่งแต่ละระบบจำลองการทำงานเป็นการเลียนแบบที่ครบวงจรจากระบบงานอุตสาหกรรม รวมถึงตัว Sensor และตัวอุปกรณ์ทำงานที่มีความเสมือนจริง (Virtual Sensors and Actuators) ข้อมูลของตัวเซ็นเซอร์และตัวอุปกรณ์การทำงานจะถูกแลกเปลี่ยนกันระหว่าง PLC กับระบบจำลองการทำงาน ผ่านทางบอร์ดการควบรวมข้อมูล (Data Acquisition Board, DAQ) ซึ่งมี 32 I/O Isolated Channels และเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางพอร์ต USB

เลือกใช้แบบจำลอง Pick and place process โดยทำการควบคุมการผลิต Process จำลองของ Pick and place process ในโปรแกรม ITS ให้ทำงานอัตโนมัติ โดยการสั่งงานผ่านทาง HMI และมีการวิเคราะห์เทคนิคการจัดลำดับงานผลิตด้วยโปรแกรม Excel ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.3 แบบจำลองกระบวนการ Pick and place process

ตารางที่ 2.1 หน้าที่การทำงานของ Sensor และตำแหน่ง ดังรูปที่ 2.4

Sensor	รายละเอียด
S0	บิตที่ตรวจเช็คชิ้นงาน
S1	บิตที่ตรวจเช็คชิ้นงาน
S2	ตรวจเช็คชิ้นงานที่จะจับยึด
S3	ตรวจเช็ค Pallet ที่มารอรับชิ้นงาน
S4	เช็คแขนจับมาถึงตำแหน่งที่จะจับวัตถุ
S5	เช็คเมื่อมีการเคลื่อนที่ของแขนจับในแนวระดับ
S6	เช็คตำแหน่งของแขนจับเมื่ออยู่ด้านบน
S7	เช็คตำแหน่งของแขนจับเมื่ออยู่ด้านล่าง
S8	เช็คเมื่อแขนจับได้จับวัตถุติดกับแขน

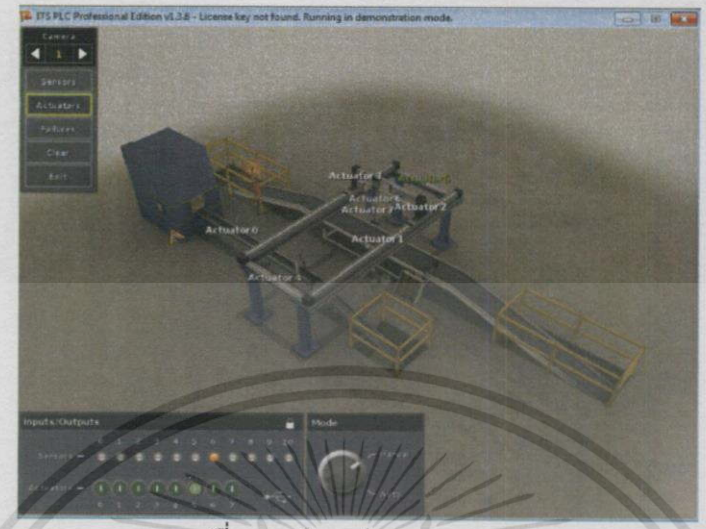
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.4 ตำแหน่งของ Sensor

ตารางที่ 2.2 การทำงานของ Actuator และตำแหน่ง ดังรูปที่ 2.5

Actuator	รายละเอียด
A0	ขับเคลื่อนสายพานลำเลียงชิ้นงาน
A1	ขับเคลื่อนสายพาน Pallet รับชิ้นงาน
A2	ขับเคลื่อนแขนจับเดินหน้าไปตามแนว
A3	ขับเคลื่อนแขนจับถอยหลังหน้าไปตามแนว
A4	ขับเคลื่อนแขนจับมาตำแหน่งจับชิ้นงาน
A5	ขับเคลื่อนแขนจับไปยังตำแหน่งของ Pallet รับชิ้นงาน
A6	ขับเคลื่อนแขนจับลงมาใกล้ตำแหน่งชิ้นงาน
A7	ขับเคลื่อนการดูดชิ้นงานให้ติดเข้ากับแขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 ตำแหน่งของ Actuator

Pick and Place จะเป็นระบบที่มีชิ้นงานออกจากแหล่งผลิต โดยที่เราจะทำการควบคุมการนำชิ้นงานไปจัดวางในที่รองรับชิ้นงานได้ตามรูปแบบที่ต้องการ โดยใช้ PLC เป็นตัวควบคุมชิ้นงานเคลื่อนออกจากแหล่งผลิต โดยมีแขนจับชิ้นงานมารอที่ตำแหน่งเริ่มต้น แขนจับเคลื่อนไปยังตำแหน่ง Pallet ที่รองรับชิ้นงานโดยตำแหน่งถูกระบุไว้ด้วยโปรแกรมที่เขียนไว้ใน PLC ดังรูปที่ 2.6 , 2.7 , 2.8

รูปที่ 2.6 แขนจับที่ตำแหน่งของชิ้นงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.7 แขนจับนำวัตถุไปยัง Pallet

รูปที่ 2.8 ชิ้นงานถูกวางยังตำแหน่งที่กำหนดและเคลื่อนไปกระบวนการต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 กระบวนการผลิตแบบแบตซ์ที่ใช้ในกรณีศึกษา

การผลิตแบบตามคำสั่งซื้อ (Made to order) เป็นการผลิตที่คุณลักษณะของผลิตภัณฑ์จะเปลี่ยนแปลงไปตามความต้องการของผู้จ้างงานแต่ละรายการ เตรียมการผลิตและวัตถุดิบที่ต้องการจะใช้ตลอดจนกระบวนการผลิตจึงไม่สามารถคาดการณ์ไว้ล่วงหน้าได้ เครื่องจักรอุปกรณ์ที่ใช้ต้องเป็นแบบอเนกประสงค์และผู้ผลิตต้องมีความสามารถและความชำนาญหลายอย่าง เพื่อทำการผลิตสิ่งที่ผู้จ้างงานต้องการได้ ตัวอย่างของการผลิตตามคำสั่งซื้อได้แก่ การผลิตในรูปแบบค้าส่งสินค้า การผลิตคอมพิวเตอร์ยี่ห้อ Dell การผลิตเครื่องบิน การผลิตอาวุธสงคราม การผลิตอุปกรณ์ทางการก่อสร้าง ที่มีลักษณะเฉพาะดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 ตัวอย่างการผลิตแบบตามสั่ง

2.2.1 ขอบเขตการกำหนดชนิดของรูปแบบสิ้นค้า

การทดลองหาค่าเวลาการผลิตของสินค้าต่อ 1 ชิ้นสำหรับสินค้าทั้ง 10 ชนิดจากโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL: Pick and place process ซึ่งค่าเวลาการผลิตของสินค้าต่อ 1 ชิ้นจะถือว่าเป็นผลรวมของ เวลาของการผลิตสินค้า เวลาการเตรียมการเครื่องจักรและเวลาการจัดส่งสินค้า โดยมีวิธีการดำเนินการดังต่อไปนี้

1. สั่งการผลิตสินค้าแต่ละชนิดจำนวน 1 ชิ้น
2. จับเวลาการผลิตสินค้าแต่ละชนิดตั้งแต่เริ่มผลิตจนเสร็จ
3. ทำตามข้อที่ 1 และ 2 เป็นจำนวน 3 ครั้ง
4. นำผลการทดลองที่ได้ทั้ง 3 ครั้งมาหาค่าเวลาการผลิตสินค้าเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 เวลาการผลิตสินค้าต่อ 1 ชิ้น

ตารางที่ 2.3 ผลการทดลองของเวลาการผลิตสินค้าต่อ 1 ชิ้น

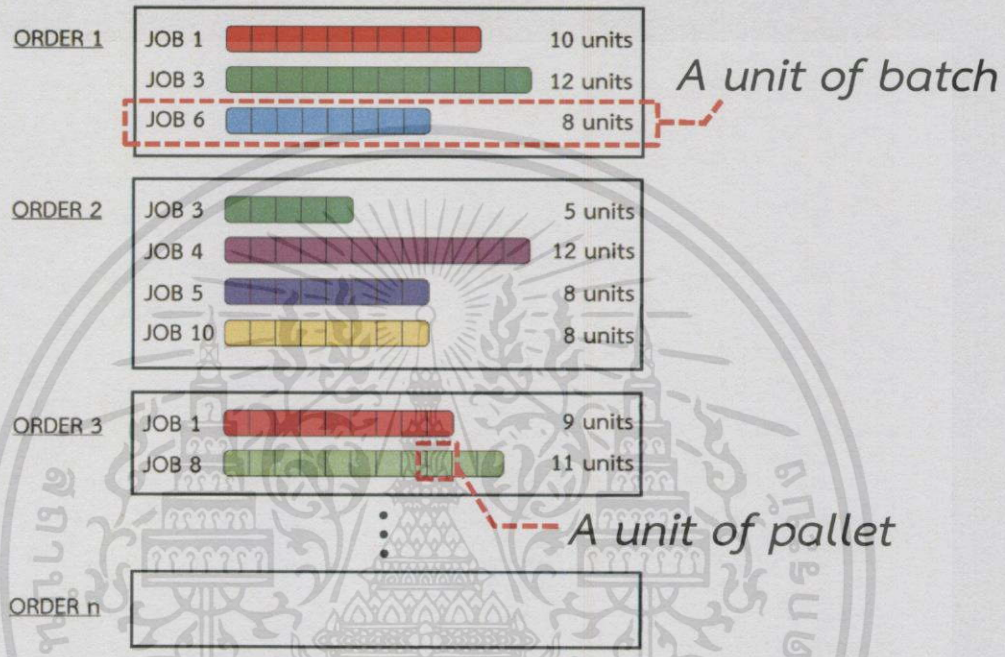
ชนิดของสินค้า (Job)	เวลาการผลิตสินค้า ครั้งที่ 1 (วินาที)	เวลาการผลิตสินค้า ครั้งที่ 2 (วินาที)	เวลาการผลิตสินค้า ครั้งที่ 3 (วินาที)	เวลาการผลิตสินค้า เฉลี่ย (วินาที)
1	8.7	9.2	8.5	8.8
2	14.5	11.2	12.7	12.8
3	16.3	16.9	17.2	16.8
4	20.1	22.9	21.8	21.6
5	28.9	31.4	28.5	29.6
6	45.6	43.5	44.1	44.4
7	38.1	38.9	38.2	38.4
8	50.8	50.7	52.1	51.2
9	54.1	52.7	52.8	53.2
10	62.6	58	61.4	62

เราได้แบ่งสินค้าเป็น 10 ชนิดสินค้า ซึ่งสินค้าแต่ละชนิดเราจะจำลองเป็นรูปแบบการจัดเรียงของลงใน Pallet ทั้งหมด 10 รูปแบบ หรือคำศัพท์ที่ใช้ในการดำเนินงานว่า Job ดังรูปที่ 2.10 ซึ่งการจัดเรียงของทั้ง 10 รูปแบบนี้ แสดงถึงเวลาของการผลิตสินค้าแต่ละชนิดต่อชิ้นที่แตกต่างกัน

รูปที่ 2.10 ชนิดของสินค้าที่ผลิตทั้งสิบชนิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

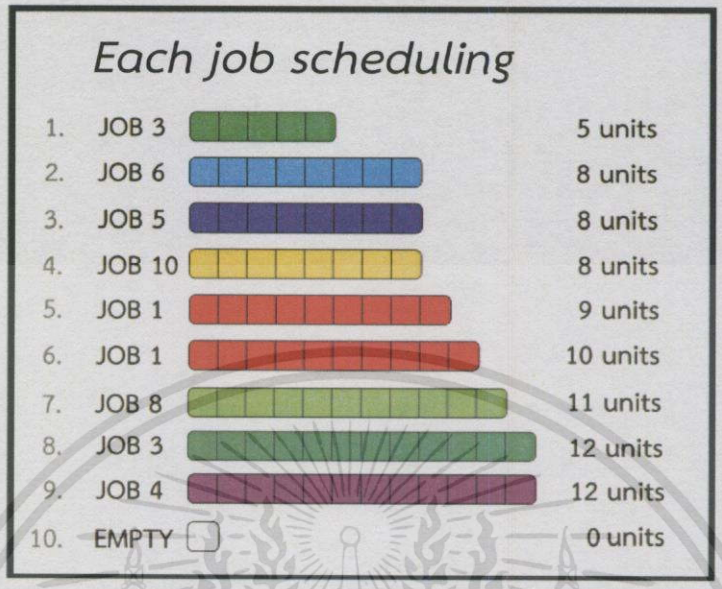
ผู้จ้างงานจะทำการสั่งสินค้าในครั้งหนึ่งๆ เป็น Order ส่วนภายในการสั่งแต่ละ Order นั้น จะประกอบด้วยแบตช์ ซึ่งองค์ประกอบในการจัดชุดการผลิตเป็นแบตช์นั้นจะประกอบด้วย ชนิดของสินค้าหนึ่งชนิด และจำนวนของสินค้าชนิดนั้น ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 หน่วยและองค์ประกอบในการดำเนินการจัดการการผลิตแบบแบตช์

เมื่อได้รับ Order การผลิตตามลำดับมาแล้ว ระบบจัดลำดับการผลิต โดยซอฟต์แวร์ซึ่งรองรับการประมวลผลคราวละ 10 แบตช์ จะนำข้อมูล 10 แบตช์แรกที่ได้รับเข้ามาจากผู้จ้างงาน มาประมวลผลตามจุดประสงค์ของการวางแผนการผลิต และจะทำการผลิตตามลำดับที่ 1 ถึง 10 ดังรูปที่ 2.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



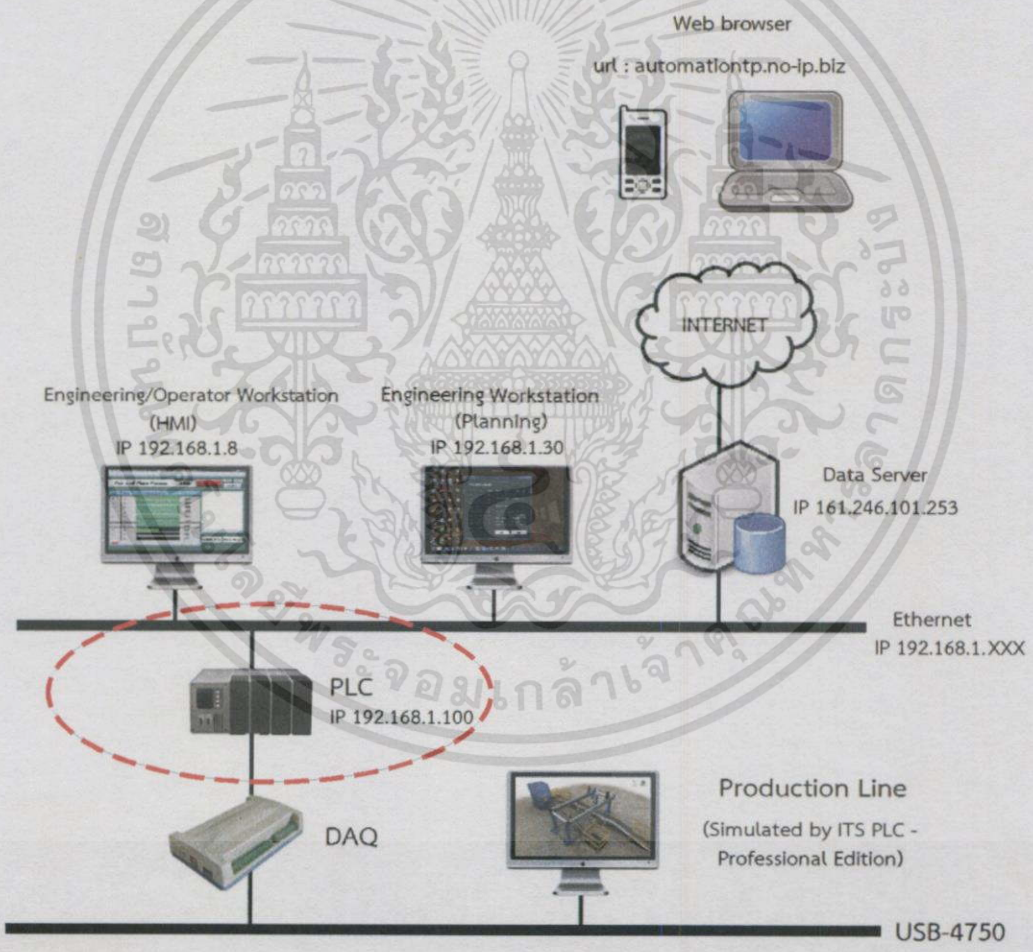
รูปที่ 2.12 แนวคิดการจัดการลำดับงานแบบแบตช์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การควบคุมสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

3.1 การใช้ PLC ในการควบคุมสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

เป็นส่วนที่แสดงถึงการควบคุมกระบวนการผลิตโดยใช้ PLC ซึ่งเป็นการควบคุมการผลิต สินค้าของโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION : Pick and place process โดย PLC ที่เลือกใช้ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-300 ดังรูปที่ 3.1



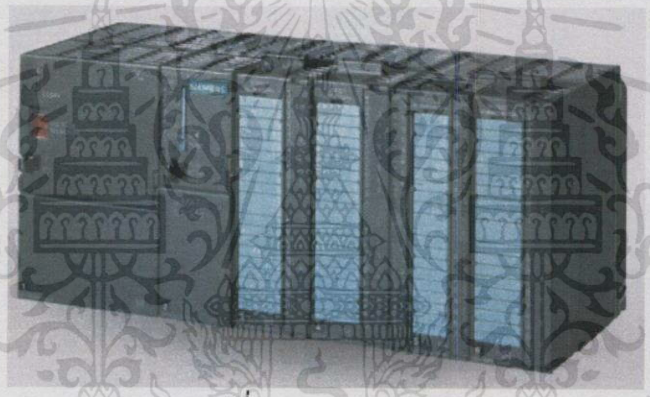
รูปที่ 3.1 Programmable Logic Control (PLC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 PLC

อยู่ในส่วน Programmable Logic Control (PLC) เป็นส่วนที่แสดงถึงการควบคุมกระบวนการผลิตโดยใช้ PLC ซึ่งเป็นการควบคุมการผลิตสินค้าของโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION : Pick and place process โดย PLC ที่เลือกใช้ยี่ห้อ Siemens รุ่น S7-300

PLC มีต้นกำเนิดจากประเทศสหรัฐอเมริกาเป็นเครื่องควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรมที่สามารถเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมได้ ถูกสร้างและพัฒนาขึ้นมาเพื่อทดแทนวงจรรีเลย์ จากความต้องการที่อยากจะได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกสามารถใช้งานได้อย่างอเนกประสงค์และสามารถเรียนรู้การใช้งานได้ง่ายปัจจุบันภาษาที่ใช้ในโปรแกรม PLC มีมาตรฐาน IEC61131-3 ที่สามารถโปรแกรม PLC ด้วย LAD (Ladder Diagrams), FBD (Function Block Diagrams) และ STL (Structured Text) ได้ ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 PLC S7-300

3.1.2 โครงสร้างโดยทั่วไปของ PLC

3.1.2.1 ตัวประมวลผล (CPU) ทำหน้าที่คำนวณและควบคุม ซึ่งเปรียบเสมือนสมองของ PLC ภายในประกอบด้วยวงจรลอจิกหลายชนิดและมีไมโครโปรเซสเซอร์เบส (Micro Processor Based) ใช้แทนอุปกรณ์จาพวกรีเลย์ เคาน์เตอร์/ไทม์เมอร์ และซีเควนเซอร์ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถออกแบบวงจรโดยใช้ Relay Ladder Diagram ได้ ตัวประมวลผลจะยอมรับข้อมูลจากอุปกรณ์อินพุตต่างๆ จากนั้นจะทำการประมวลผลและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ หลังจากนั้นจะส่งข้อมูลที่เหมาะสมและถูกต้องออกไปยังอุปกรณ์เอาท์พุต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 หน่วยความจำ (Memory Unit) ทำหน้าที่เก็บรักษาโปรแกรมและข้อมูลที่ใช้ในการทางานโดยขนาดของหน่วยความจำจะถูกแบ่งออกเป็นบิตข้อมูล (Data Bit) ภายในหน่วยความจา 1 บิต ก็จะมีค่าสภาวะทางลอจิก 0 หรือ 1 แตกต่างกันแล้วแต่คาสั่ง ซึ่ง PLC ประกอบด้วยหน่วยความจำสองชนิดคือ ROM และ RAM

RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และข้อมูลที่ใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้เพื่อใช้เป็นไฟเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนข้อมูลลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก เพราะฉะนั้นจึงเหมากับงานในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมอยู่บ่อยๆ

ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้หน่วยความจำแบบ ROM ยังสามารถแบ่งได้เป็น EPROM ซึ่งจะต้องใช้อุปกรณ์พิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม เหมาะกับงานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงโปรแกรม นอกจากนี้ยังมีแบบ EEPROM หน่วยความจำประเภทนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม สามารถใช้งานได้เหมือนกับ RAM แต่ไม่ต้องใช้แบตเตอรี่สำรอง แต่ราคาจะแพงกว่าเนื่องจากรวมคุณสมบัติของ ROM และ RAM ไว้ด้วยกัน

3.1.2.3 หน่วยอินพุต-เอาท์พุต (Input-Output Unit) หน่วยอินพุต ทำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกแล้วแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณที่เหมาะสม แล้วส่งให้หน่วยประมวลผลต่อไป หน่วยเอาท์พุตที่ทำหน้าที่รับข้อมูลจากตัวประมวลผลแล้วส่งต่อข้อมูลไปควบคุมอุปกรณ์ภายนอก เช่น ควบคุมหลอดไฟ มอเตอร์ และวาล์ว

3.1.2.4 แหล่งจ่ายไฟ (Power Supply) ทำหน้าที่จ่ายพลังงานและรักษาระดับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงให้กับ CPU Unit หน่วยความจำและหน่วยอินพุต/เอาท์พุตในโครงงานนี้ได้เลือกใช้ PLC S7-300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 Power Supply Module

Power Supply Module PS 307; 5 A ; Order number (6ES7307-1EAx0-0AA0) คุณสมบัติเพาเวอร์ซัพพลาย ดังรูปที่ 3.3

1. เอาท์พุทกระแส 5 A
2. เอาท์พุทโวลเตจ 24 VDC
3. เชื่อมต่อด้วยสัญญาณ AC (อัตราอินพุทโวลเตจ 120/230 VAC , 50/60 Hz)
4. Safety isolation to EN 60 950
5. ใช้โหลดของเพาเวอร์ซัพพลาย
6. อัตราการกระแสที่ 230 VAC : 10A
7. Type C

รูปที่ 3.3 Power Supply Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 Digital Input Modules

Digital Input Module SM 321; DI 16 x DC 24 V ; Order number (6ES7321-1BH02-0AA0) ดังรูปที่ 3.4

คุณสมบัติของ SM 321 ; DI 16 x DC 24 V ที่เลือกใช้

1. มี 16 อินพุท
2. อัตราอินพุทโวลเตจ 24 VDC
3. ใช้เป็นสวิตช์

การเลือกใช้ Digital Input Module จะต้องดูที่sensorและอุปกรณ์ที่มาต่อเข้ากับอินพุท ว่าเป็น Sink หรือ Source และเลือก Digital Input Modules ให้เหมาะสม

รูปที่ 3.4 Digital Input Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 Digital Output Module

Digital Output Module SM 322; DO 8 x DC 24 V/2 A ; Order number (6ES7322-1BF01-0AA0) ดังรูปที่ 3.5

คุณสมบัติของ SM 322 ; DO 8 x DC 24 V/2 A ที่เลือกใช้

1. มี 8 เอาท์พุท
2. กระแสเอาท์พุท 2 A
3. อัตราโวลเตจ 24 VDC
4. ใช้กับโซลินอวาล์ว เชื่อมต่อด้วยสัญญาณ DC

การเลือกใช้ Digital Output Module จะต้องดูที่ Actuator และอุปกรณ์ที่จะรับสัญญาณจาก PLC ที่ต่อเข้ากับเอาท์พุทว่าเป็น Sink หรือ Source และเลือก Digital Output Modules ให้เหมาะสม

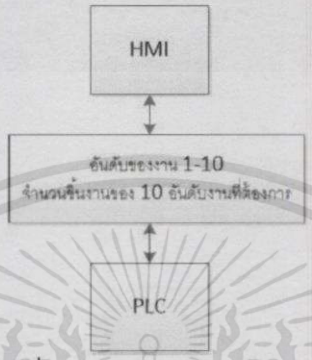
รูปที่ 3.5 Digital Output Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.6 ตัวอย่างการออกแบบตรรกะควบคุมของ PLC

1. HMI to PLC

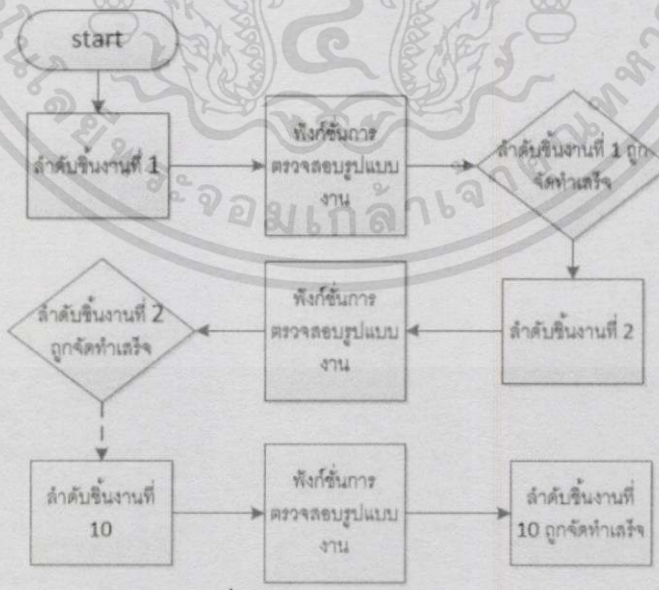
HMI จะส่งอันดับและจำนวนชิ้นงานของทั้ง 10 งานไปยัง PLC ผ่าน OPC ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 HMI ส่งค่าไปยัง PLC

2. **การเรียงอันดับงาน**

อันดับชิ้นงานที่ 1 จะเข้าฟังก์ชันการตรวจสอบรูปแบบงาน โดยเมื่อทำอันดับตรวจงานที่ 1 เสร็จแล้ว จะทำการโยนค่าต่างๆของรูปแบบของงานอันดับที่ 1 ไปให้ PLC เพื่อเป็น Setpoint ในการทำชิ้นงานต่อไปหลังจากจัดทำงานอันดับที่ 1 เสร็จ และจะทำงานอันดับที่ 2 ต่อไปจนกระทั่งงาน 10 อันดับถูกจัดทำเสร็จ ดังรูปที่ 3.7

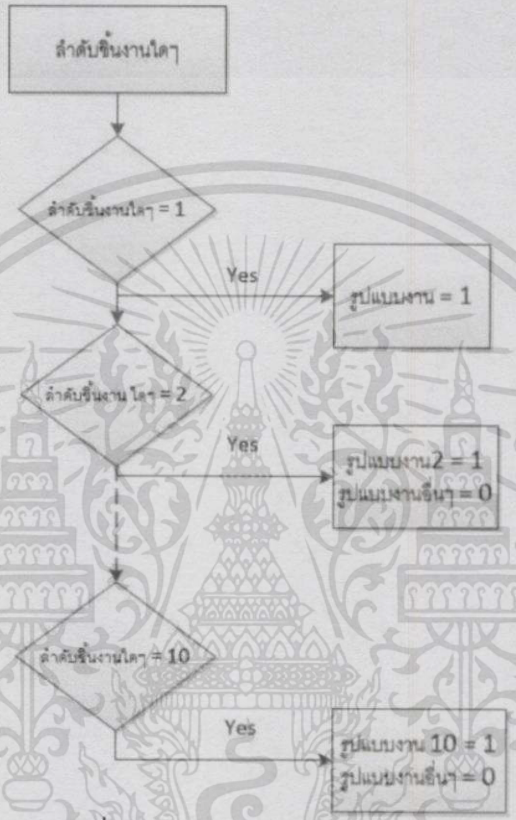


รูปที่ 3.7 การเรียงอันดับงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. **การตรวจสอบหารูปแบบงานของแต่ละอันดับงาน**

ฟังก์ชันการตรวจสอบรูปแบบงานจะนำอันดับงานมาตรวจสอบว่าเป็นรูปแบบงานใดๆ ดังรูปที่ 3.8

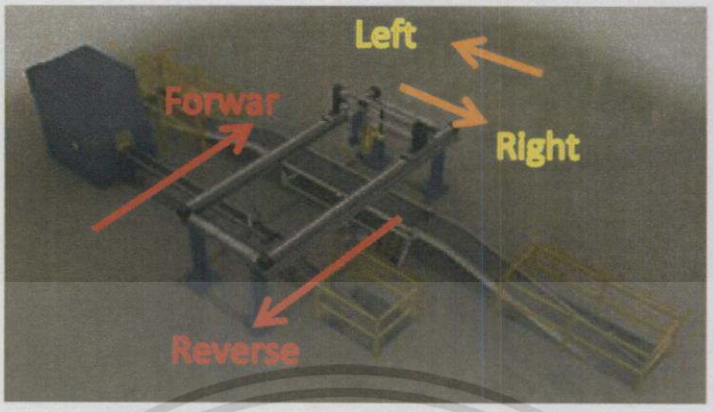


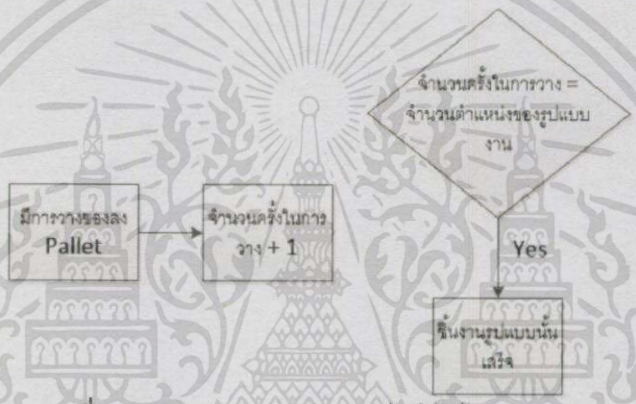
รูปที่ 3.8 ตรวจสอบรูปแบบแต่ละงาน

4. **ตำแหน่งการวางและจำนวนครั้งในการวาง**

ในแต่ละรูปแบบงานจะประกอบไปด้วยตำแหน่งวาง Box และจำนวนครั้งในการวางของรูปแบบงานนั้น เช่น รูปแบบ1 มีตำแหน่งการวาง คือ Forward=1 , Reverse =1 และ Right=1 , Left =1 มีจำนวนครั้งในการวางคือ 1 จะถูกใช้เป็นตัวเปรียบเทียบการจัดทำชิ้นงานว่าเสร็จหรือใช้ในแต่ละชิ้นงาน ยกตัวอย่างการนำตำแหน่งในการวางไปใช้เป็น Set point ของ A5, A2 ,A3 ,A4 ในการวางของแต่ละตำแหน่ง Forward, Reverse ถูกใช้กำหนดการเคลื่อนที่ ไป-มา ของ A5 , A4 Right , Left ถูกใช้กำหนดการเคลื่อนที่ ไป-มา ของ A2 , A3 และจำนวนครั้งในการวางถูกใช้เปรียบเทียบเป็น Setpoint หาก Arm มีการวาง Box ตามจำนวนดังกล่าวหมายถึงชิ้นงานรูปแบบนั้นถูกจัดทำเสร็จ 1 ชิ้นงาน ดังรูปที่ 3.9

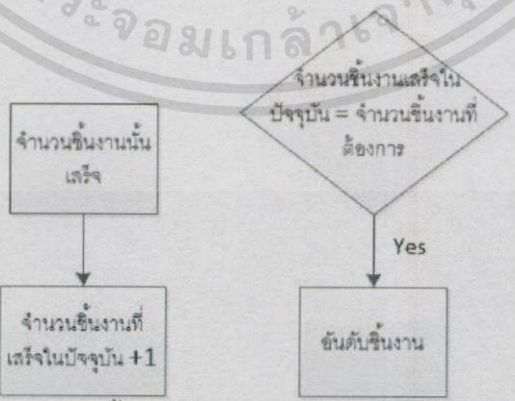
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 3.9 การนำจำนวนตำแหน่งไปใช้เป็น Setpoint

5. การนำจำนวนชิ้นงานที่ต้องการในแต่ละอันดับงานมาใช้เป็น Setpoint เพื่อบอกจำนวนชิ้นงานที่ต้องการในแต่ละอันดับงาน จะถูกนำมาเป็น Setpoint ใช้เปรียบเทียบกับจำนวนชิ้นที่ทำเสร็จในปัจจุบันของลำดับงานใดๆ ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 การนำจำนวนชิ้นงานที่ต้องการในแต่ละอันดับงานมาใช้เป็น Setpoint

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. หน้าที่ต่างๆของ Actuator

(A6) เคลื่อนลงไปตำแหน่งที่มี Box, เคลื่อนลงไปยังตำแหน่ง Pallet , เคลื่อนขึ้นเพื่อส่ง Pallet , เคลื่อนขึ้น เพื่อกลับ

(A7) ดูด Box จาก Box Line, ปล่อย Box ลง Pallet

(A5) เคลื่อนไปยัง Pallet Line (Forward)

(A2) เคลื่อนไปยังทางขวา (Right)

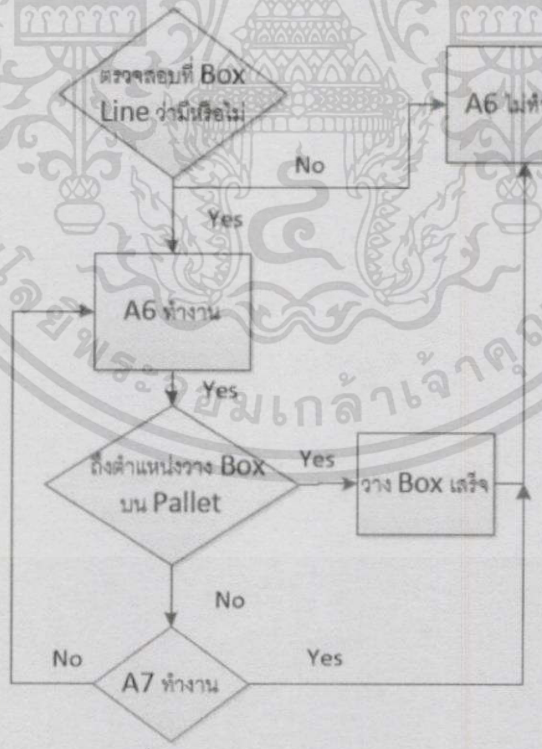
(A3) เคลื่อนไปยังทางซ้าย (Left)

(A4) เคลื่อนไป Box Line (Reverse)

พื้นฐานการออกแบบรูปแบบการทำงานของ Actuator ทุกตัวในการเคลื่อนย้าย Box ไปยัง Pallet

7. Actuator6 (A6)

มี Sensor ทำการตรวจสอบที่ตำแหน่ง Box Line ว่าตำแหน่งหยิบ Box มี Box อยู่หรือไม่ โดยหากไม่มี Box Actuator6 (A6) จะไม่ทำงาน แต่เมื่อมี Box Actuator6 (A6) จะทำงาน จากนั้นเมื่อแขนหยิบถึงตำแหน่งวาง Box บน Pallet Actuator7 (A7) จะทำงาน ดังรูปที่ 3.11

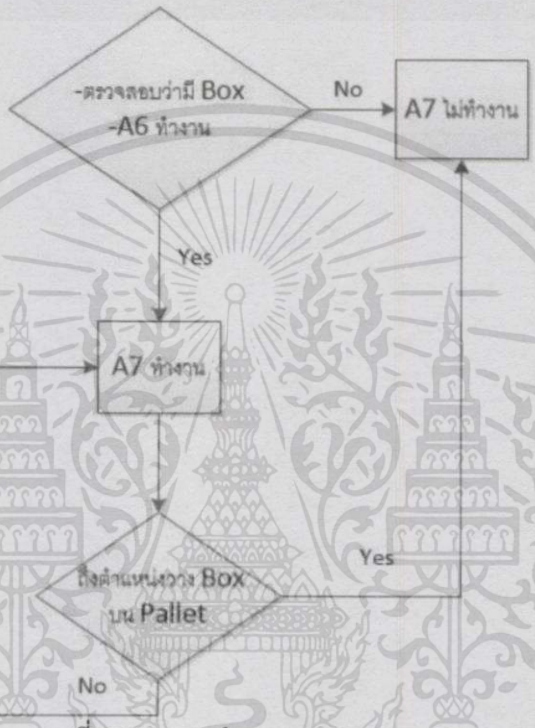


รูปที่ 3.11 การทำงานของ Actuator6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Actuator7 (A7)

ตรวจสอบว่าตำแหน่ง Box Line มี Box ตรวจสอบว่า Actuator6 (A6) ทำงาน ตามเงื่อนไขนี้ Actuator7 (A7) จะทำงานจนถึงตำแหน่งวาง Box บน Pallet จากนั้น Actuator7 (A7) จะหยุดการทำงาน ดังรูปที่ 3.12

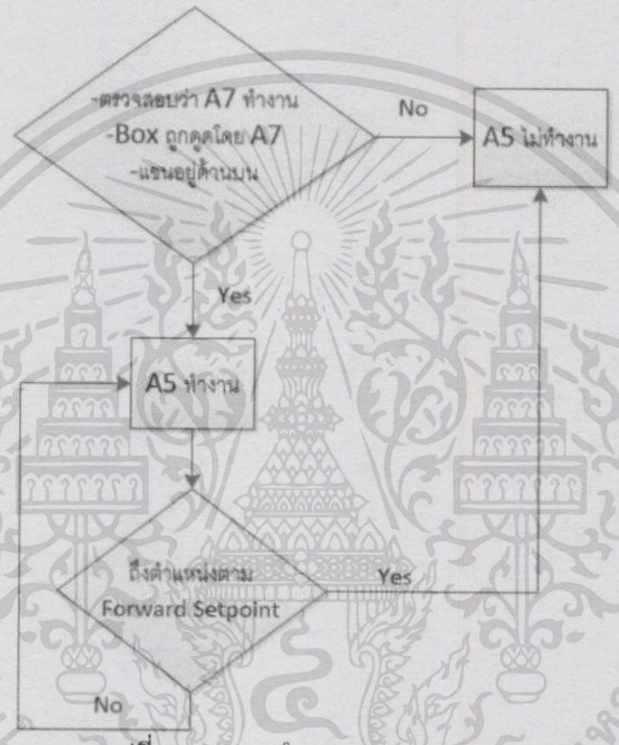


รูปที่ 3.12 การทำงานของ Actuator7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Actuator5 (A5)

มีการตรวจสอบ Actuator7 (A7) ทำงานตรวจสอบโดย Sensor ว่า Box ถูกดูดโดย Actuator7 (A7) อยู่ และตรวจสอบโดย Sensor ว่าตำแหน่งแขนหยิบอยู่ด้านบน โดยถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไข Actuator จะไม่ทำงาน และเมื่อถึงตำแหน่ง Forward Setpoint Actuator5 (A5) จะหยุดงานทำงาน ดังรูปที่ 3.13



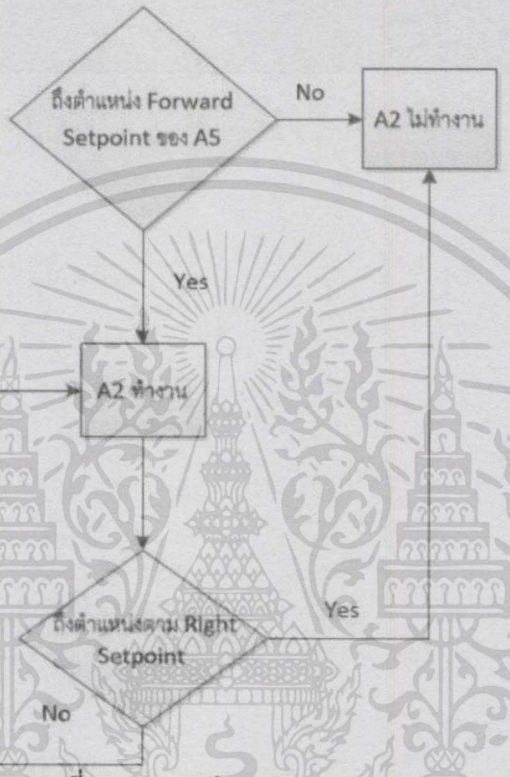
รูปที่ 3.13 การทำงานของ Actuator5

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10. Actuator2 (A2)

เมื่อถึงตำแหน่ง Forward Set point ของ Actuator5 (A5) Actuator2 (A2) จะทำงานจนถึงตำแหน่ง Right Setpoint และ Actuator2 (A2) จะหยุดทำงาน ดังรูปที่ 3.14



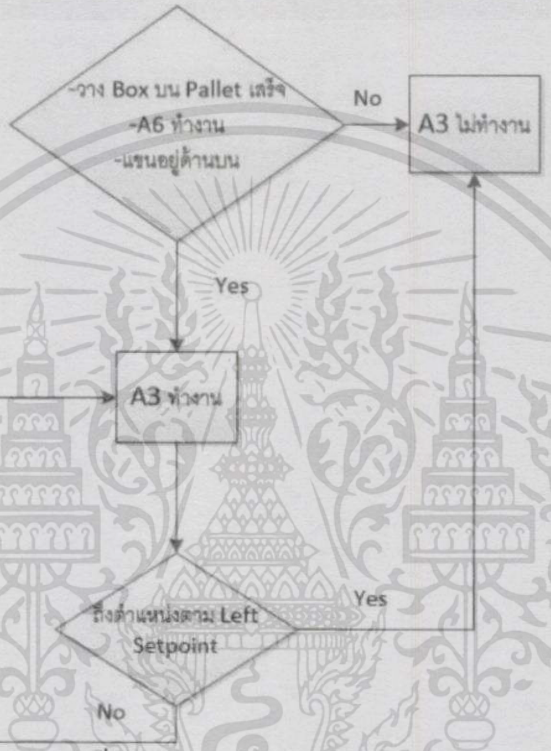
รูปที่ 3.14 การทำงานของ Actuator2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11. Actuator3 (A3)

ตรวจสอบการวาง Box บน Pallet เสร็จ Actuator ยังทำงานอยู่ ตรวจสอบแขนหยิบอยู่ตำแหน่งด้านบน โดยตรงตามเงื่อนไข Actuator3 (A3) จะทำงานจนถึงตำแหน่งตาม Left Setpoint Actuator จึงหยุดการทำงาน ดังรูปที่ 3.15

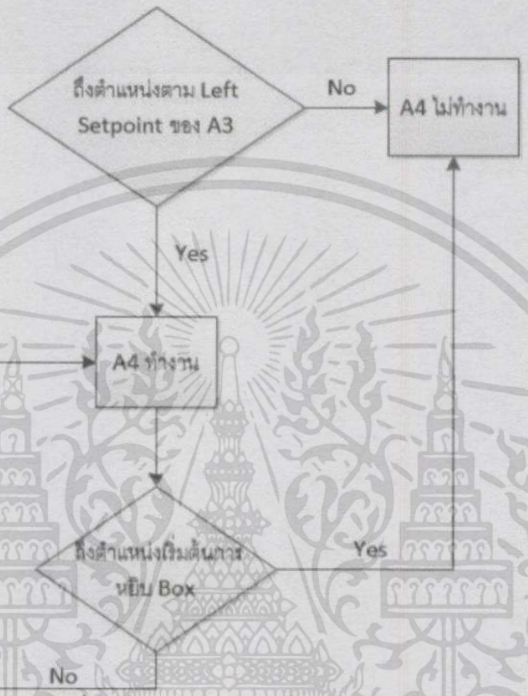


รูปที่ 3.15 การทำงานของ Actuator3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

12. Actuator4 (A4)

เมื่อถึงตำแหน่ง Left Setpoint ของ Actuator3 Actuator4 (A4) จะทำงาน กลับถึงตำแหน่งเริ่มต้นของการหยิบ Box และ Actuator4 (A4) จะหยุดการทำงาน ดังรูปที่ 3.16

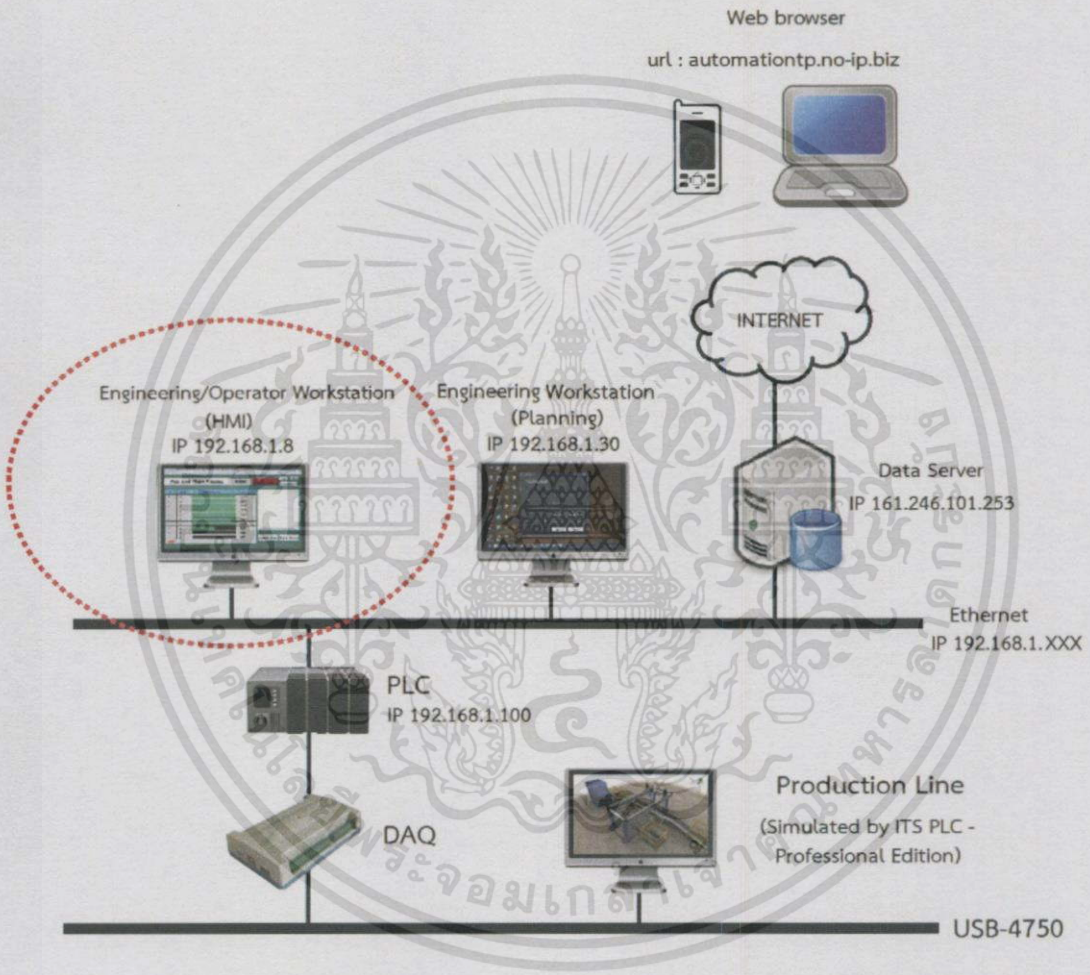


รูปที่ 3.16 การทำงานของ Actuator4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การใช้ HMI ในการสั่งการการควบคุมสายการผลิตที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

เป็นส่วนที่แสดงถึงการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิตผ่านทาง HMI (Human Machine Interface) ซึ่งเป็นการสั่งการและ ควบคุมกระบวนการผลิตของ PLC ผ่านหน้าจอ Interface ดังรูปที่ 3.17



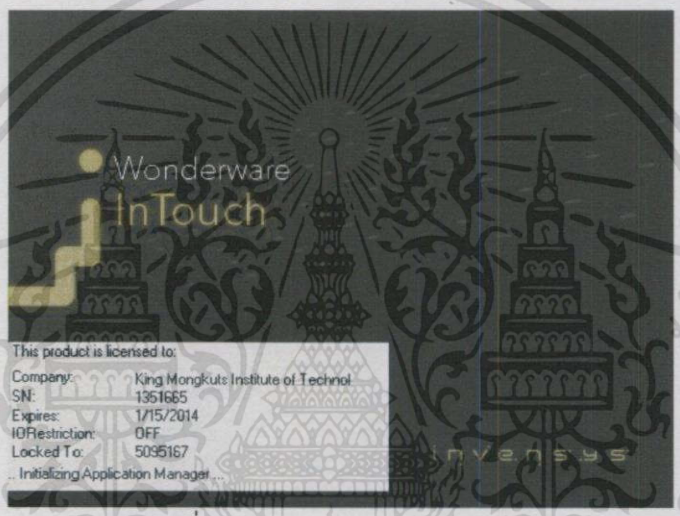
รูปที่ 3.17 Engineering/Operator Workstation (HMI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.1 HMI

อยู่ในส่วน Engineering Workstation (HMI) เป็นส่วนที่แสดงถึงการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิตผ่านทาง HMI (Human Machine Interface) ซึ่งเป็นการสั่งการและ ควบคุมกระบวนการผลิตของ PLC ผ่านหน้าจอ interface โปรแกรม ที่ใช้สั่งการและควบคุมคือ Wonderware Intouch มีตัวกลาง (OPC) ในการเชื่อมต่อกับ PLC คือ โปรแกรม SMC: ArchestrA.DASSIDirect

HMI เป็นโปรแกรมสำหรับติดต่อกับผู้ใช้ในลักษณะกราฟิก ที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ทันทีในรูปแบบของ Discrete Control , DCS , SCADA และงานประยุกต์ด้านอื่นๆ ดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 Wonderware Intouch

3.2.2 การเชื่อมต่อระหว่าง PLC กับ HMI ต้องใช้ OLE for Process Control (OPC)

เป็นตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล ระหว่าง Industries automation กับ Enterprise System (ERP, SAP) ด้วยรูปแบบมาตรฐานของข้อมูลแบบเปิด ทำให้ผู้ผลิตอุปกรณ์ทั้งหลายบนโลกใบนี้สามารถพัฒนาระบบสื่อสารข้อมูลของตนให้เป็นไปตามมาตรฐานเดียวกัน เป็น Server (ผู้ให้ข้อมูลซึ่งก็มักจะเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องมือต่างๆในโรงงาน เช่น Sensor, Controller, PLC, หรือ HMIs กับ Client (ผู้ใช้ข้อมูลซึ่งมักจะเป็นระบบการบริหารจัดการทรัพยากรต่างๆเช่น HMIs, Engineering Workstation (Planning) , SCADA ทั้งนี้การประยุกต์ใช้ส่วนใหญ่จะเป็นการช่วยให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างค่ายกัน หรือ การรวบรวมข้อมูลจากอุปกรณ์ต่างๆที่หลากหลายในเชิงของข้อมูลมีรูปแบบและมาตรฐานที่แตกต่างกันทำได้ง่ายขึ้น

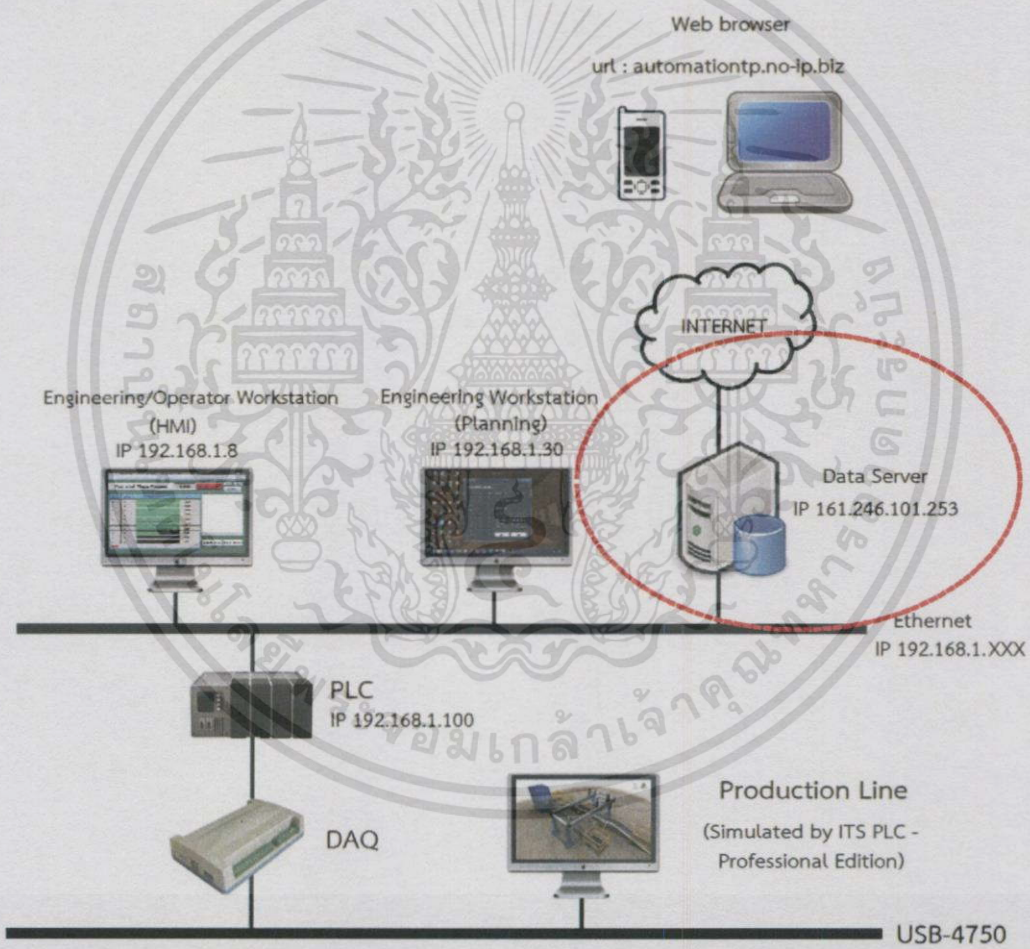
OPC สามารถนำไปใช้ติดต่อระหว่างเครื่องมือวัดหรืออุปกรณ์ ในระดับโรงงานได้โดยตรงหรือกระทำผ่านระบบ SCADA ซึ่งเป็นระบบการเฝ้าดูและควบคุมการทำงานในระดับ Process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Management ได้ ตัวโปรแกรมประยุกต์ (Application) ก็จะนำค่าต่างๆ ผ่านตัว OPC Server ไปเพื่อกระทำการอย่างใดอย่างหนึ่งซึ่งต่อไปนี้สามารถติดต่อกับ OPC Server เพียงตัวเดียวก็สามารถได้ข้อมูลจากระดับโรงงานทุกตัว

3.3 การใช้ระบบการจัดการฐานข้อมูล [2]

เป็นระดับชั้นที่แสดงถึงการจัดการการตอบสนองความต้องการของผู้บริโภคและผู้บริหาร (Enterprise) ผ่านทางการจัดทำระบบฐานข้อมูล (Database) และเว็บบราวเซอร์ เพื่อสร้างระบบการจัดเก็บข้อมูล ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 Data Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.1 ระบบฐานข้อมูล (Database System)

ระบบฐานข้อมูล คือ ระบบที่ใช้ในการประมวลผลข้อมูล ในหมวดหมู่ของข้อมูลที่ต้องการความสัมพันธ์กัน ซึ่งจะมีโครงสร้างหรือโมเดลของข้อมูลในการเก็บ เพื่อลดความซ้ำซ้อนของข้อมูล ทำให้สามารถนำข้อมูลมาใช้งานได้ตามต้องการ และถูกต้อง ระบบฐานข้อมูลนิยมนำมาใช้กันภายในองค์กร เพื่อความสะดวกในการเรียกดู แก้ไข และลบข้อมูล ซึ่งสามารถกระทำการดังกล่าวได้จากส่วนใดๆขององค์กรก็ได้ เนื่องจากข้อมูลมีความสัมพันธ์กัน และถูกจัดเก็บเป็นส่วนกลาง ไม่จำเป็นต้องดำเนินการแก้ไขข้อมูลในสองจุดที่มีข้อมูลอันเดียวกันอยู่

3.3.2 ระบบแฟ้มข้อมูล (File System)

เดิมข้อมูลถูกจัดการหรือจัดเก็บในกระดาษ รวบรวมไว้ในแฟ้มเอกสารแยกเป็นเรื่องๆ เมื่อมีการนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการเก็บข้อมูล รูปแบบในการเก็บเอาข้อมูลจึงถูกพัฒนาเป็นระบบไฟล์แทน โดยถูกจัดเก็บในรูปแบบตาราง (table) อันประกอบด้วยแถว ในภาษาของการจัดเก็บข้อมูล เรียกข้อมูลแต่ละแถวว่า record ส่วนข้อมูลในแต่ละคอลัมน์ เรียกว่า field ดังรูปที่ 3.20

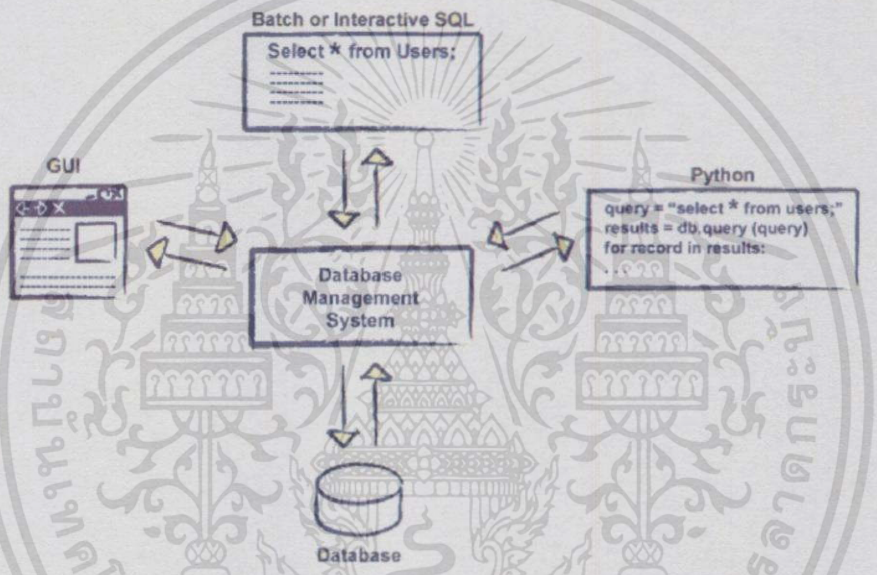
Bit	หน่วยที่เล็กที่สุดของ Data ประกอบด้วย 0,1
Byte /Character	ตัวอักษร เช่น a,b,G,#,$,ก,ข, ไ,ฯลฯ ซึ่งประกอบขึ้นจาก Bit ซึ่งถูกกำหนดด้วยระบบการแทนค่าข้อมูลระบบใดระบบหนึ่ง เช่นอักษร A ในระบบ ASCII มาจาก 11000001 เป็นต้น
Field	เป็นกลุ่มของตัวอักษรที่นำมารวมกัน ทำให้เกิดความหมายเฉพาะอย่าง เช่น Field ที่ใช้เก็บข้อมูล ชื่อ นามสกุล ตำแหน่ง เป็นต้น
Record	ประกอบขึ้นด้วย Field หลาย Field ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น Record ข้อมูลนักศึกษา ประกอบด้วย Field ที่มีความสัมพันธ์ 4 field คือ เช่น รหัสนักศึกษา ชื่อ นามสกุล และที่อยู่ เป็นต้น
File	ประกอบขึ้นด้วย Record ที่มีความสัมพันธ์กัน เช่น File นักศึกษา ประกอบด้วย Record ของนักศึกษาทั้งหมด , File เงินเดือนของพนักงานทุกคน

รูปที่ 3.20 ระดับของหน่วยของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 ระบบจัดการฐานข้อมูล

ระบบจัดการฐานข้อมูล (Database Management System : DBMS) หมายถึงซอฟต์แวร์ที่ใช้ดูแลจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูล ทำหน้าที่เป็นตัวกลางระหว่างผู้ใช้กับฐานข้อมูล โดยอำนวยความสะดวกในด้านการสร้าง ปรับปรุง แก้ไข การเข้าถึงข้อมูล ซึ่งผู้ใช้สามารถกระทำผ่านทางระบบจัดการฐานข้อมูล โดยที่ผู้ใช้อาจจะเขียนโปรแกรมประยุกต์ให้ระบบจัดการฐานข้อมูล ทำหน้าที่ติดต่อกับระบบปฏิบัติการ (Operating System) ในการดึงข้อมูลมาเก็บไว้ใน buffer (ส่วนหนึ่งของหน่วยความจำที่ใช้สำหรับพักข้อมูลเป็นการชั่วคราว) สำหรับการประมวลผล ซึ่งมีแบบจำลองการทำงาน ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 โครงสร้างของระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS)

3.3.4 ความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

ความสัมพันธ์ที่ใช้เป็นแบบ Relational Model เป็นการเก็บข้อมูลในรูปแบบที่เป็นตาราง หรือเรียกว่ารีเลชั่น (relation) มีลักษณะเป็น 2 มิติ คือ แถวและคอลัมน์ การเชื่อมโยงข้อมูลระหว่างตาราง จะเชื่อมโยงโดยใช้แอททริบิวต์ หรือคอลัมน์ที่เหมือนกันกับตารางอื่น ซึ่งเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าฟิลด์ (Field) ส่วนแถวของข้อมูลแต่ละแถวจะประกอบไปด้วยหลายแอททริบิวต์ที่เรียกว่าทูเพิล (tuple) ดังรูปที่ 3.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4.1 คำศัพท์ที่ใช้ในเรื่องความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

Domain หมายถึง ขอบเขตของค่าที่เป็นไปได้สำหรับแอททริบิวต์หนึ่งๆ

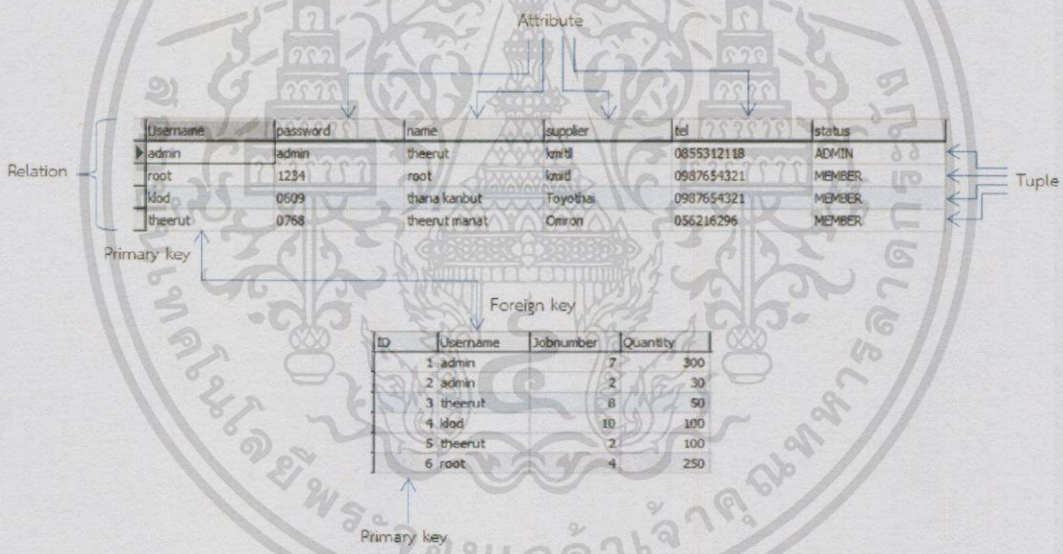
KEY หมายถึง แอททริบิวต์หรือกลุ่มของแอททริบิวต์ ที่สามารถใช้ในการบ่งบอกความแตกต่างของแต่ละทูเพิลในรีเลชั่นได้

Primary Key (PK) หมายถึง แอททริบิวต์ที่ถูกเลือกให้มีคุณสมบัติซึ่งค่าของข้อมูลในแต่ละทูเพิลต้องไม่ซ้ำกัน หรือค่าของข้อมูลนั้นต้องเป็นเอกลักษณ์

Candidate Key (CK) ในรีเลชั่นหนึ่งๆ อาจจะมีแอททริบิวท์ที่มีคุณสมบัติเป็นคีย์หลักได้มากกว่าหนึ่งแอททริบิวต์จะเรียกแอททริบิวต์เหล่านี้ว่าคีย์คู่แข่ง

Secondary Key (Alternate Key) หมายถึง คีย์คู่แข่งที่ไม่ได้ถูกเลือกเป็นคีย์หลัก

Foreign Key (FK) หมายถึง แอททริบิวต์ในรีเลชั่นหนึ่งที่ใช้ในการอ้างถึงแอททริบิวท์เดียวกันในอีกรีเลชั่นหนึ่งและแอททริบิวต์นี้มีคุณสมบัติเป็นคีย์หลักในรีเลชั่นที่ถูกอ้างอิงถึง



Username	password	name	supplier	tel	status
admin	admin	theerut	kmtl	0855312118	ADMIN
root	1234	root	kmtl	0987654321	MEMBER
klod	0609	thana kanbut	Toyothai	0987654321	MEMBER
theerut	0768	theerut manat	Omron	056216296	MEMBER

ID	Username	Jobnumber	Quantity
1	admin	7	300
2	admin	2	30
3	theerut	8	50
4	klod	10	100
5	theerut	2	100
6	root	4	250

รูปที่ 3.22 ตัวอย่างความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.5 เว็บไซต์

ในการสร้างเว็บไซต์สำหรับองค์กรส่วนใหญ่ในปัจจุบัน จะมีองค์ประกอบพื้นฐานดังนี้

3.3.5.1 HTML หรือ Hypertext Markup Language คือ ภาษาที่ใช้ในการสร้างเว็บเพจหรือข้อมูลอื่นที่เรียกดูผ่านทางเว็บบราวเซอร์ ซึ่งตัวโค้ดจะแสดงโครงสร้างของข้อมูล ในการแสดง หัวข้อ ลิงก์ย่อหน้ารายการ รวมถึงการสร้างแบบฟอร์ม เชื่อมโยงภาพหรือวิดีโอด้วย

3.3.5.2 PHP เป็นภาษาสคริปต์แบบเซิร์ฟเวอร์ไซด์ หมายถึง การประมวลผลจะเกิดขึ้นบนเครื่องแม่ข่าย หรือเซิร์ฟเวอร์ (Server) ซึ่ง PHP มีหน้าที่ในการสร้างเอกสารแบบ HTML โดยสามารถสอดแทรกหรือแก้ไขเนื้อหาโดยอัตโนมัติ แล้วจึงส่งให้กับเครื่องลูกข่าย หรือไคลเอ็นต์ (Client) เพื่อแสดงผล ซึ่งลดภาระการส่งถ่ายข้อมูลจำนวนมากมาประมวลผลบนเครื่องลูกข่าย

PHP สามารถนำมาใช้ทำเว็บเพจที่จำเป็นต้องมีการตอบสนองกับผู้ใช้ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง การใช้เพื่อการนำข้อมูลจากฐานข้อมูลประเภทต่างๆมาแสดงในเว็บเพจ จึงเหมาะแก่การนำมาใช้ทำเว็บบอร์ด, เว็บเมล์, ดานามิกเว็บเพจเพื่อประโยชน์ในทางพาณิชย์อิเล็กทรอนิกส์ (e-commerce) ตลอดจนการสร้างเว็บแอพลิเคชั่นเพื่อใช้ภายในองค์กรที่ต้องการคุณสมบัติในการเรียกใช้งานได้จากทุกที่โดยไม่ต้องมีการติดตั้งในเครื่องผู้ใช้

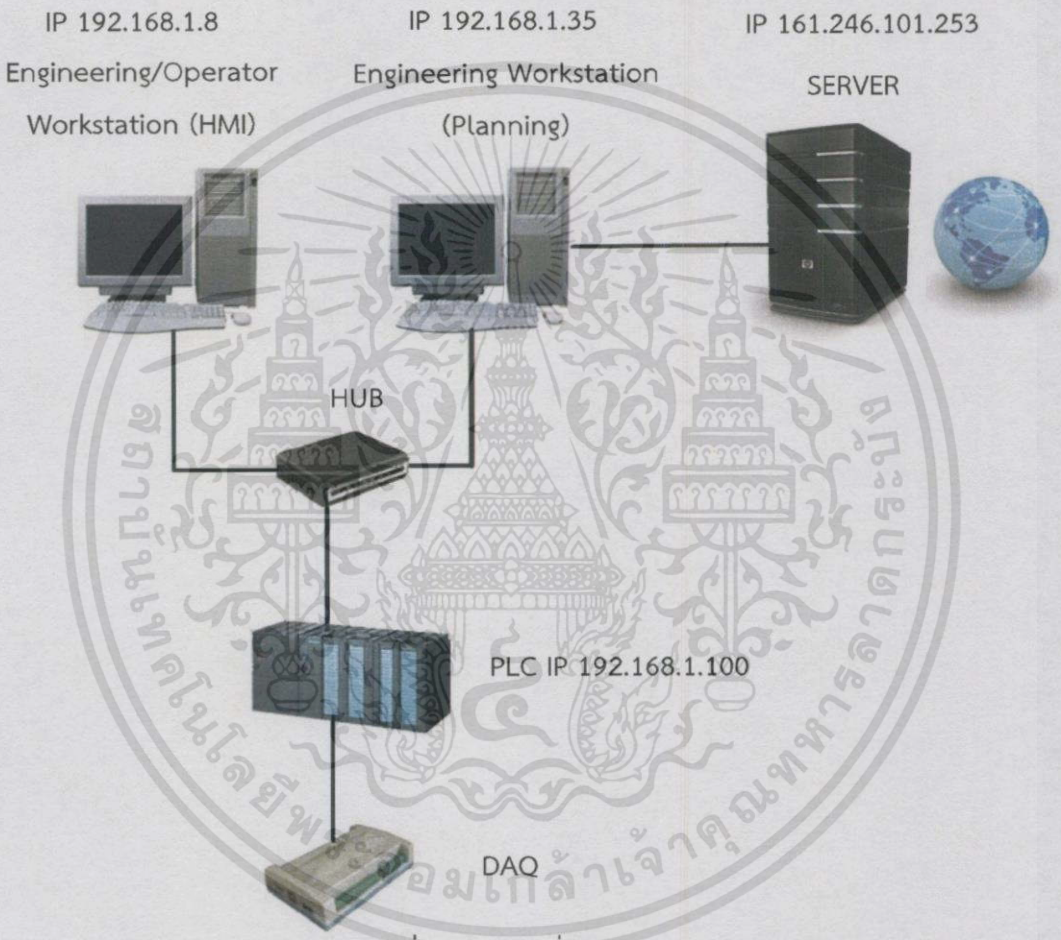
การใช้ภาษาสคริปต์ PHP สามารถทำได้โดยเขียนโค้ด PHP แทรกลงไปในโค้ด HTML ด้วยการเปิดแท็ก <?php และปิดด้วยแท็ก ?> ส่วนของโปรแกรมที่อยู่ในแท็กนี้จะมีหน้าที่ในการประมวลผลข้อมูลที่เป็นตัวแปรและค่าคงที่ต่างๆ [3]

3.3.5.3 CSS หรือ Cascading Style Sheet จะทำงานร่วมกับ HTML โดยจะกำหนดการแสดงผลของสิ่งต่างบนเว็บ เช่น สีอักษร สีพื้นหลัง ขนาดตัวอักษร จัดการเลย์เอ้าท์ frame และอื่นๆ ซึ่งมีประโยชน์ในการทำให้โครงหน้าของเว็บเพจมีความเป็นระเบียบ ผู้ใช้งานสามารถใช้งานสะดวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การเชื่อมต่อของระบบที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

ขั้นตอนการดำเนินงาน มีขั้นตอนการเชื่อมต่อทาง Hardware ของแต่ละอุปกรณ์ การเชื่อมต่อทาง Hardware เพียงอย่างเดียวนั้นไม่สามารถที่จะทำให้อุปกรณ์ทำงานร่วมกันได้ จึงจำเป็นต้องมีการ Configuration ทาง Software เพื่อทำให้สามารถเชื่อมต่อกันได้อย่างสมบูรณ์ ภาพรวมของการเชื่อมต่อระบบแสดงดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 การเชื่อมต่อระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1 ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่าง ITS PLC PROFESSIONAL EDITION และ PLC S7-300

เป็นส่วนที่แสดงถึงกระบวนการผลิตของโครงงานซึ่งจะถูกควบคุมกระบวนการผลิตโดยผ่าน Programmable Logic Control (PLC) ควบคุมกระบวนการผลิต

3.4.1.1 Hardware configuration

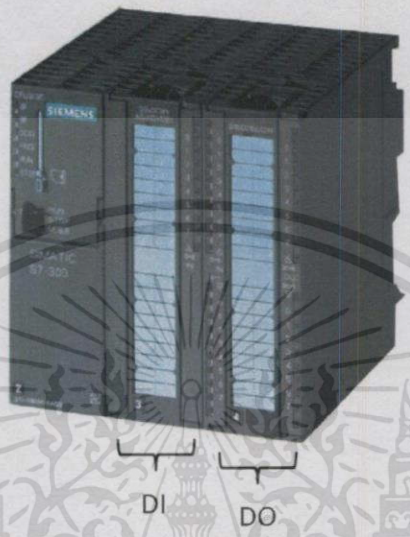
ในการเชื่อมแลกเปลี่ยนข้อมูล ITS กับ PLC โดยบอร์ดรวบรวมข้อมูล (Data Acquisition Board, DAQ) ซึ่งมี 32 I/O Isolated Channels และเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางพอร์ต USB ดังรูปที่ 3.24 และส่วนประกอบที่จะใช้กับโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION คือ USB License Key เพื่อทำการปลดล็อคการทำงาน มีอายุจำกัดในการทำงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.25

รูปที่ 3.24 Data Acquisition Board , DAQ

รูปที่ 3.25 USB License Key

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

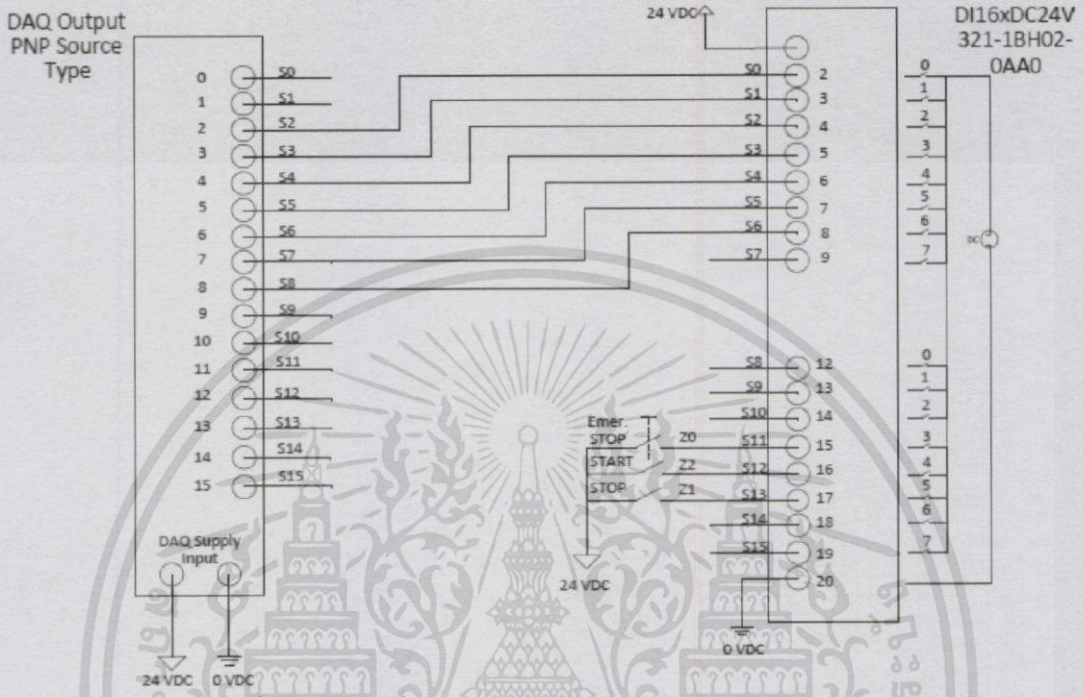
3.4.1.2 ในส่วนของ PLC ที่เชื่อมต่อกับ DAQ จะมี DI , DO โดย DI จะมี 16 อินพุท DO จะมี 8 เอาท์พุต ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 Digital Input , Digital Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

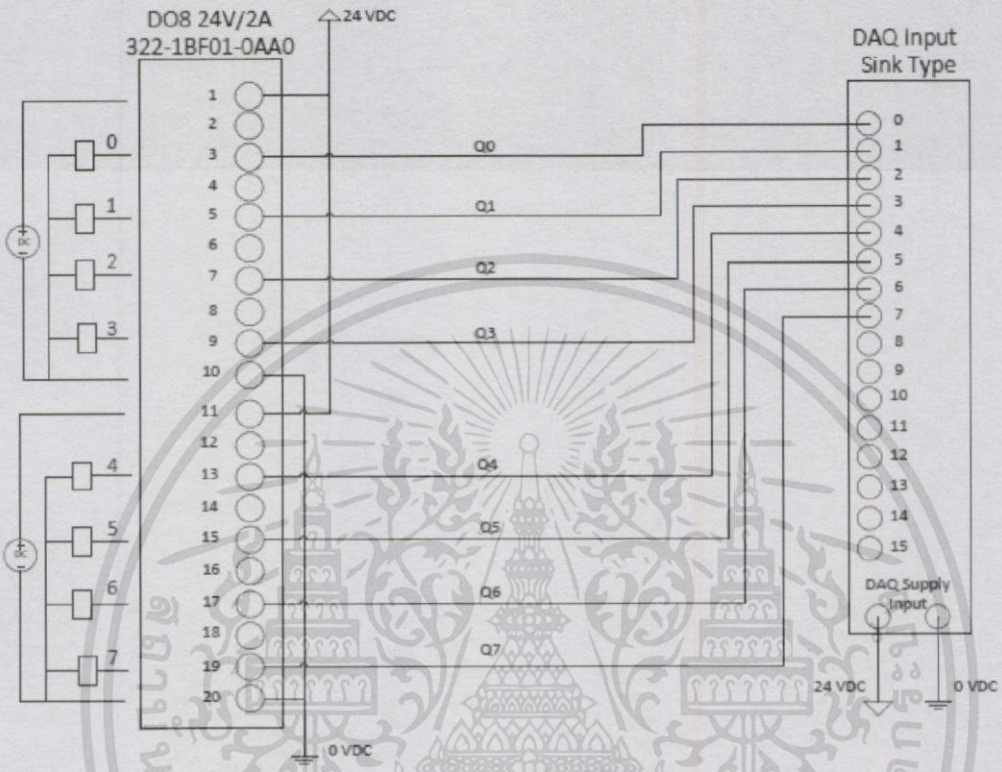
3.4.1.3 การเชื่อมต่อสาย DAQ Output กับ PLC Digital Input ดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 การเชื่อมต่อ PLC Digital Input กับ DAQ Output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.4 การเชื่อมต่อสาย DAQ Input กับ PLC Output ดังรูปที่ 3.28



รูปที่ 3.28 การเชื่อมต่อ PLC Output กับ DAQ Input

การเชื่อมต่อจะเลือกอุปกรณ์ให้เหมาะสมกัน เมื่อใช้ PLC ที่มีเอาท์พุตเป็นแบบ Source Type Transistor ค่าสภาวะของอุปกรณ์จะต้องถูกตั้งค่าเป็น Sink Type Transistor และเมื่อใช้ PLC ที่มีอินพุตเป็นแบบ Sink Type Transistor ค่าสภาวะของ Sensor จะต้องถูกตั้งค่าเป็น Source

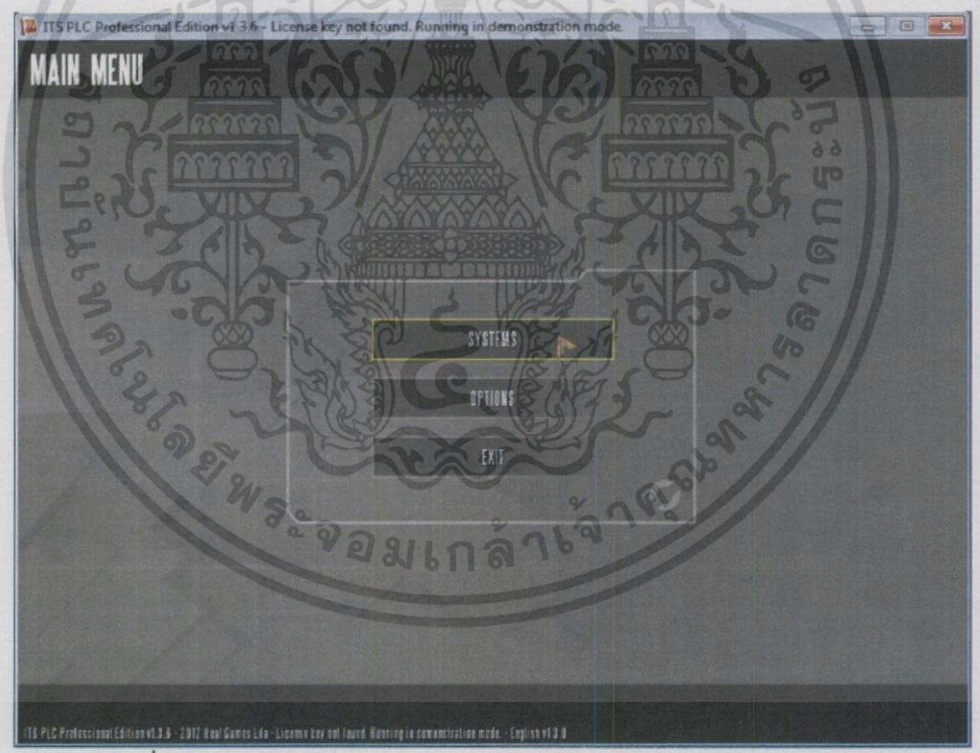
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.5 Software configuration

โปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION จำลองการทำงานกระบวนการ Pick and Place ดังรูปที่ 3.29

รูปที่ 3.29 Icon โปรแกรม ITS

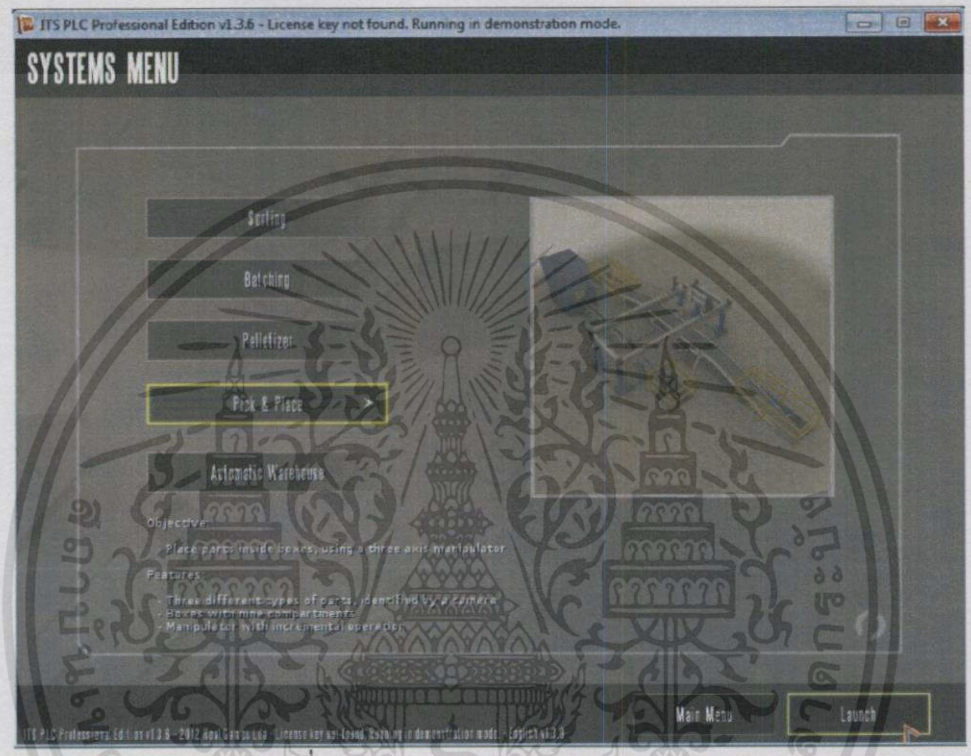
3.4.1.6 กดเข้าโปรแกรม เลือก SYSTEMS ดังรูปที่ 3.30



รูปที่ 3.30 เข้าระบบโปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

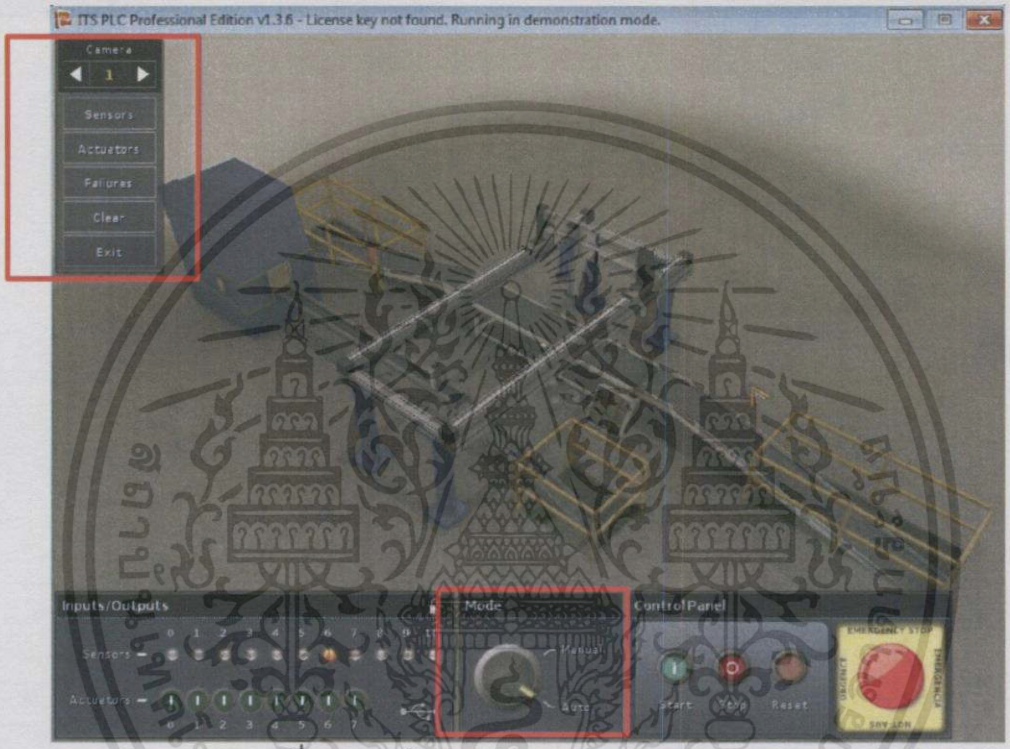
3.4.1.7 โปรแกรม ITS PLC PROFESSIONAL EDITION จะมีกระบวนการผลิตจำลองให้เลือก 5 แบบ กระบวนการผลิตจำลองของโครงงานคือ Pick and Place จากนั้นเลือก Launch ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 Pick and Place Process

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.8 โปรแกรมจะเข้ามายังหน้ากระบวนการผลิตโดยจะมีฟังชั่น Auto และ Manual ให้เลือกในการทำงานและในฟังชั่น Manual สามารถกดสั่งการทำงานของ Actuator แต่ละตัวได้และตำแหน่งของ Sensor แต่ละตัวได้ ส่วนของการเชื่อมของโครงงานจะเลือกโหมด Auto เพื่อรอคำสั่งจาก PLC ดังแสดงในรูปที่ 3.32



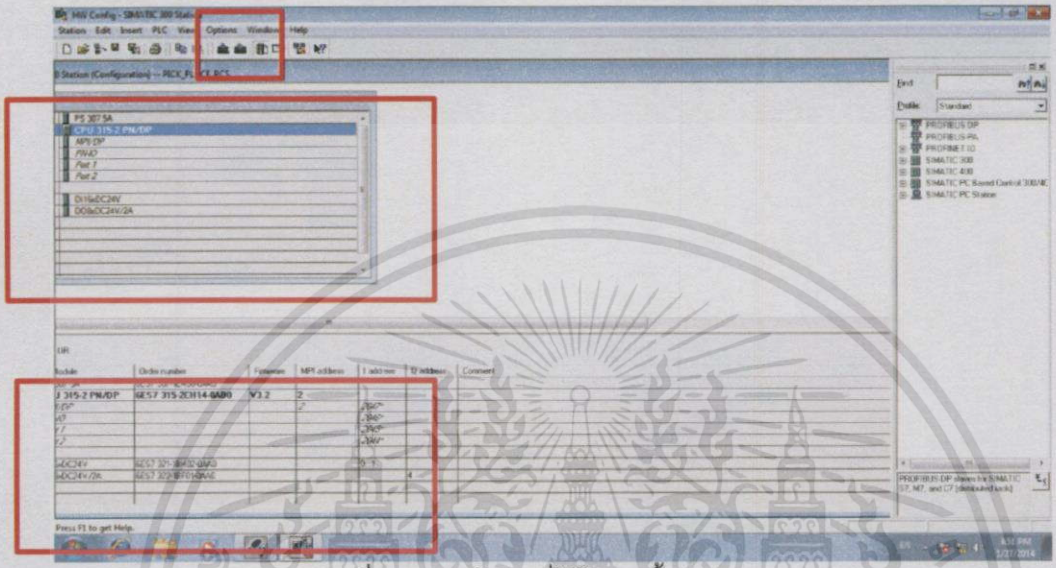
รูปที่ 3.32 หน้าต่างหลัก Pick and Place Process

3.4.1.9 โปรแกรม Simatic เป็นโปรแกรมที่เขียนฟังชั่นการทำงานควบคุมของ PLC ดังรูปที่ 3.33

รูปที่ 3.33 โปรแกรม Simatic

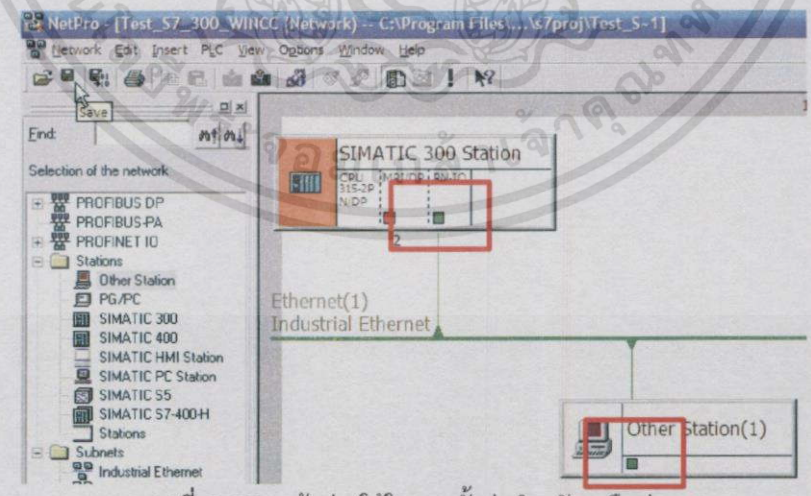
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.10 เข้าหน้าต่างที่ใช้ในการตั้งค่าส่วน Hardware เลือกส่วนประกอบที่เราใช้ตามอุปกรณ์จริง ดังนี้ PS , CPU , DI , DO จากนั้นทำการดาวโหลดอุปกรณ์ที่เลือก ดังรูปที่ 3.34



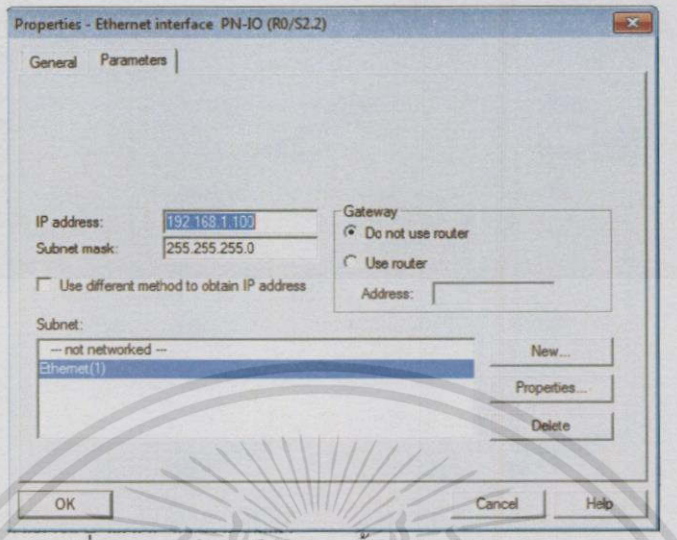
รูปที่ 3.34 หน้าต่างที่ใช้ในการตั้งค่าส่วน Hardware

3.4.1.11 จากนั้นเลือกที่ Configure Network จะเป็นการกำหนดการเชื่อมต่อ และกำหนด IP ของ PLC กับเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ให้ตรงกับอุปกรณ์จริง ดังรูปที่ 3.35 โดยกำหนด PLC IP 192.168.1.100 ดังรูปที่ 3.36 และ COM (Other Station) IP 192.168.1.76 ดังรูปที่ 3.37



รูปที่ 3.35 หน้าต่างใช้ในการตั้งค่าสำหรับเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

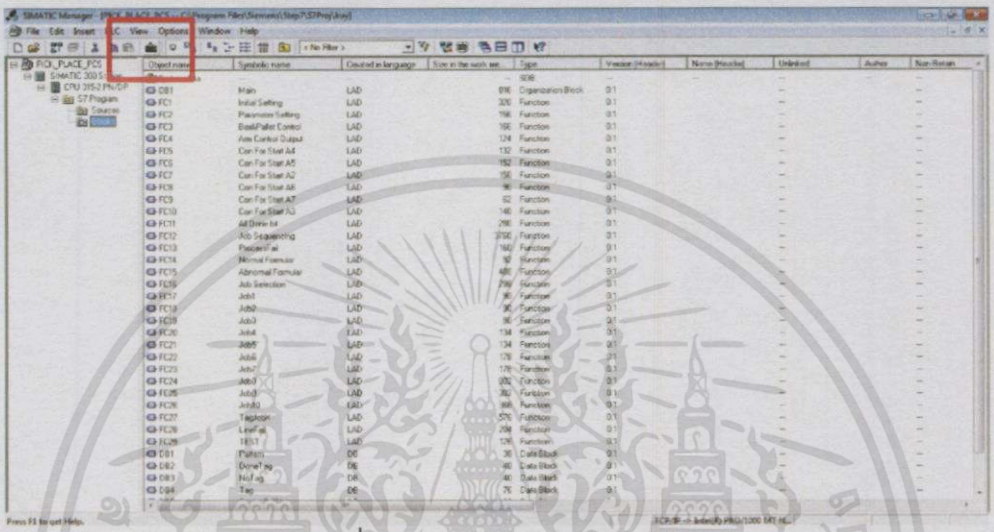


รูปที่ 3.36 หน้าต่างใช้ในการตั้งค่าสำหรับ PLC S7-300

รูปที่ 3.37 หน้าต่างใช้ในการตั้งค่าสำหรับ PLC S7-300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.1.12 จากนั้นทำการดาวน์โหลด Blocks ฟังชั่นการทำงานของระบบที่เขียนไว้ลงไปที่ PLC เราสามารถทดสอบการทำงานของฟังชั่นได้ โดยออนไลน์โปรแกรม และดูการเปลี่ยนแปลงของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 หน้าต่างดาวน์โหลดโปรแกรม

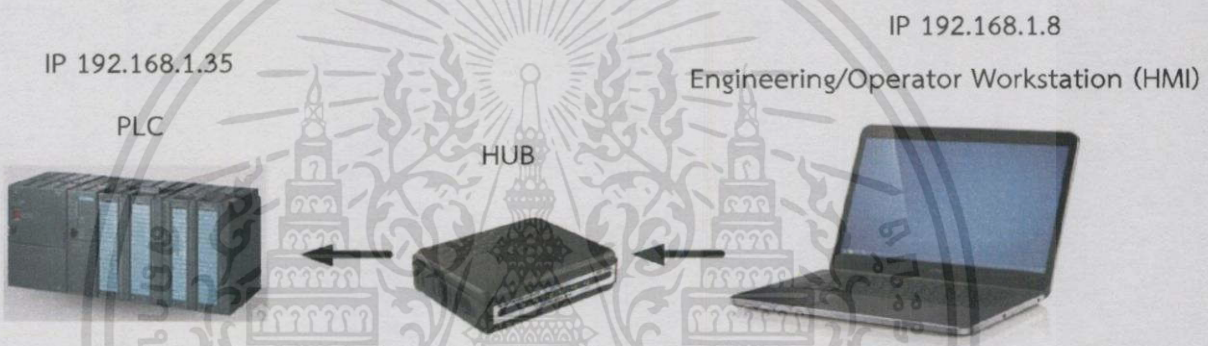
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่าง PLC S7-300 และ HMI Wonderware Intouch

เป็นส่วนที่แสดงถึงการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิตผ่านทาง HMI (Human Machine Interface)

3.4.2.1 Hardware configuration

เป็นการเชื่อมต่อโปรแกรม Wonderware Intouch กับ PLC เชื่อมต่อผ่านสาย Ethernet ไปยัง Hub Switch และเข้า PLC โดยมีการกำหนด IP ของ PLC 192.168.1.100 และ Computer IP 192.168.1.8 ดังรูปที่ 3.39



รูปที่ 3.39 การเชื่อมต่อ HMI ไปยัง PLC

3.4.2.2 Software configuration

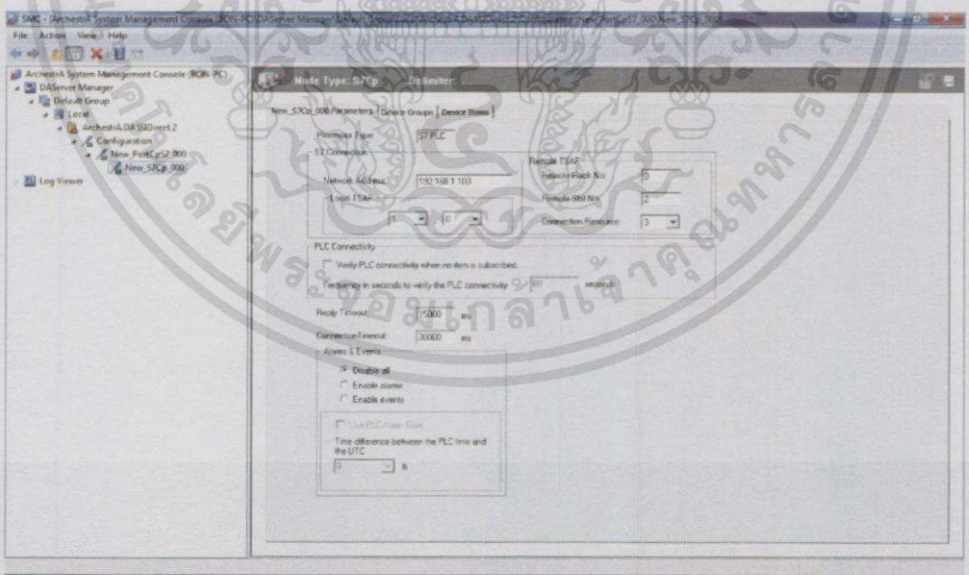
ในการเชื่อมต่อโปรแกรม Wonderware Intouch กับ PLC จะต้องใช้ OPC เป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อ ดังรูปที่ 3.40

รูปที่ 3.40 การเชื่อมต่อ HMI ไปยัง PLC ผ่าน OPC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.3 OPC ของ Wonderware Intouch คือ SMC (System Management Console) เลือก DAServer Manager – Default Group – Local – ArchestrA.DASSIDirect.2 – Configuration – New_ProtCpS7_000 จากนั้นคลิกขวาที่ New_ProtCpS7_000 เลือก Add S7Cp Object ดังรูปที่ 3.41 จากนั้นกำหนด IP 192.168.1.100 ดังรูปที่ 3.42

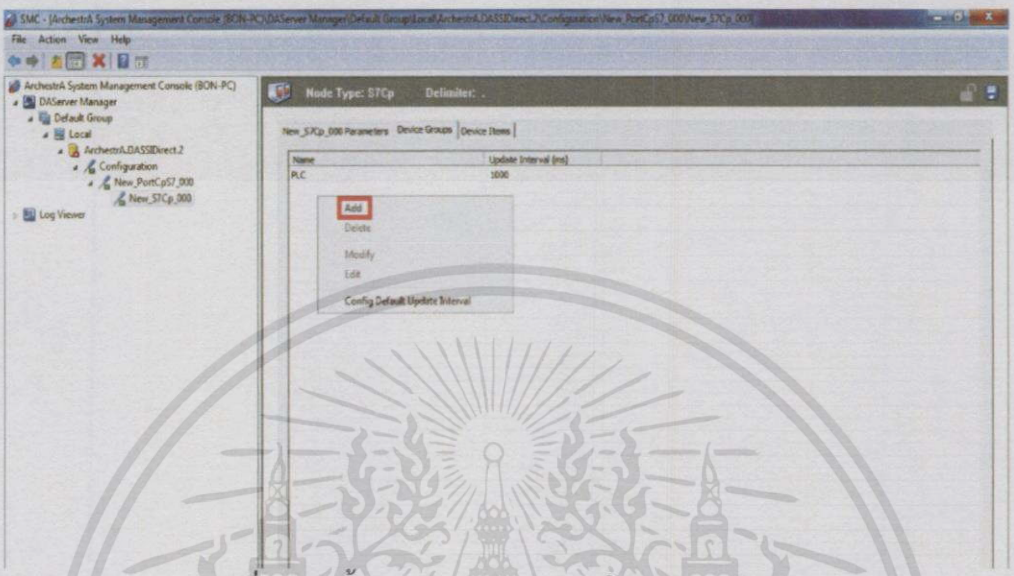
รูปที่ 3.41 โปรแกรม SMC



รูปที่ 3.42 Configure IP เชื่อมต่อกับ PLC S7-300

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

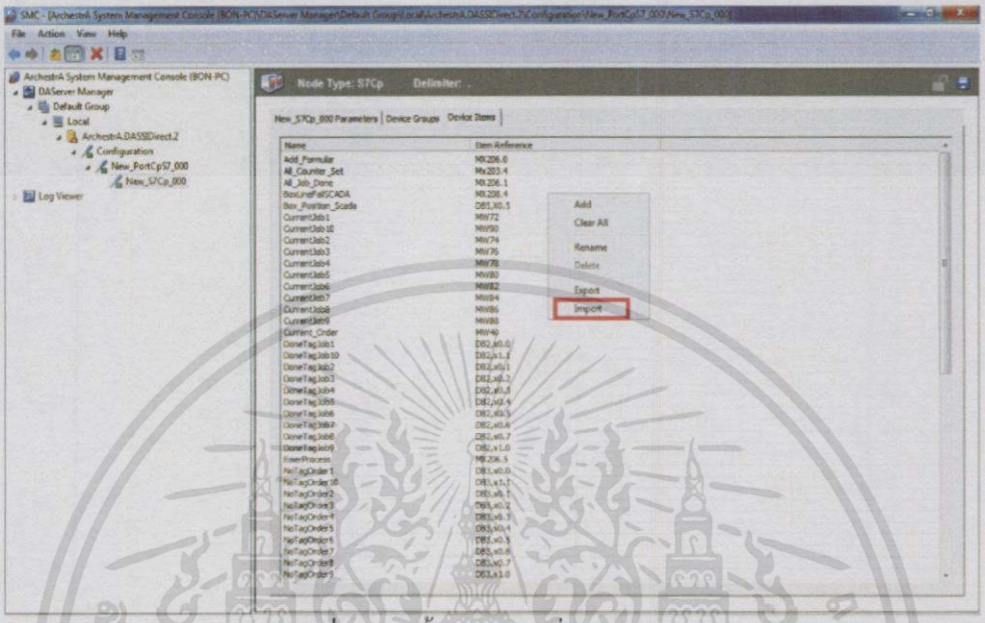
3.4.2.4 คลิก Device Items Add PLC 1000 เข้าไป ดังรูปที่ 3.43



รูปที่ 3.43 ขั้นตอนการ Add PLC ลงใน Device Group

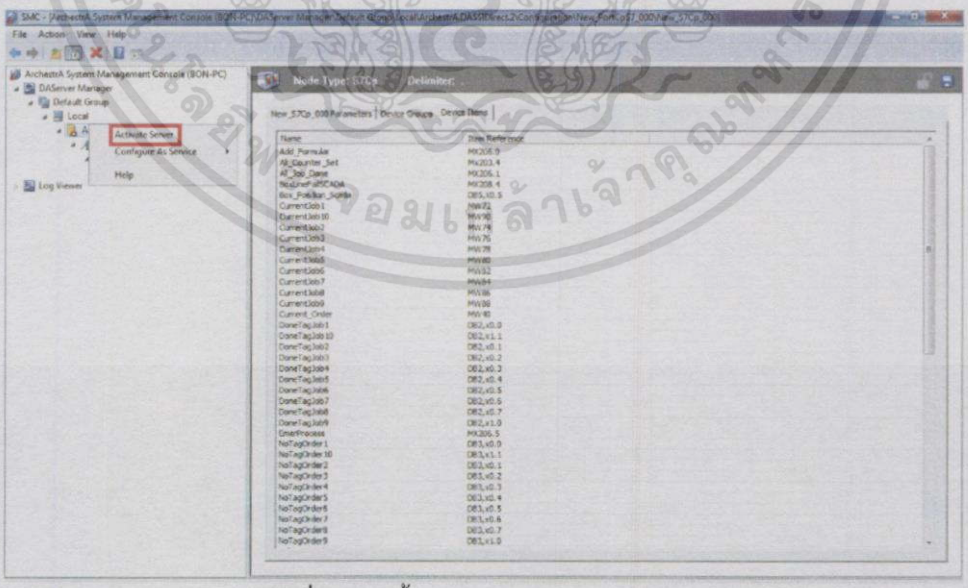
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.5 คลิก Device Groups Import Tagname ทั้งหมด ดังรูปที่ 3.44



รูปที่ 3.44 ขั้นตอนการเพิ่ม Tagname

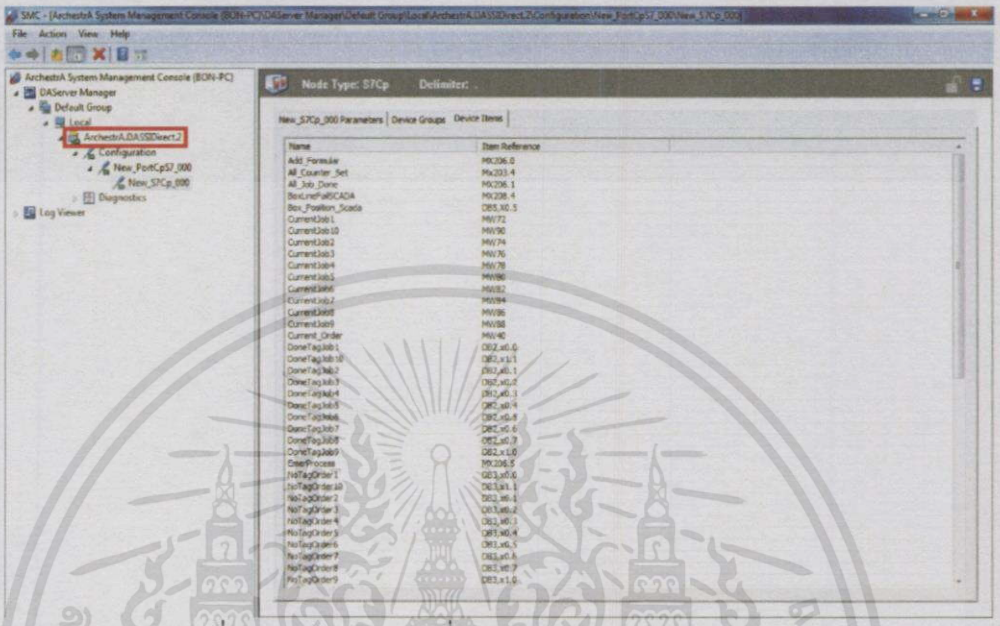
3.4.2.6 จากนั้นคลิกขวาที่ ArchestrA.DASSIDirect.2 และเลือก Activate Server ดังรูปที่ 3.45



รูปที่ 3.45 ขั้นตอนการ Activate Server

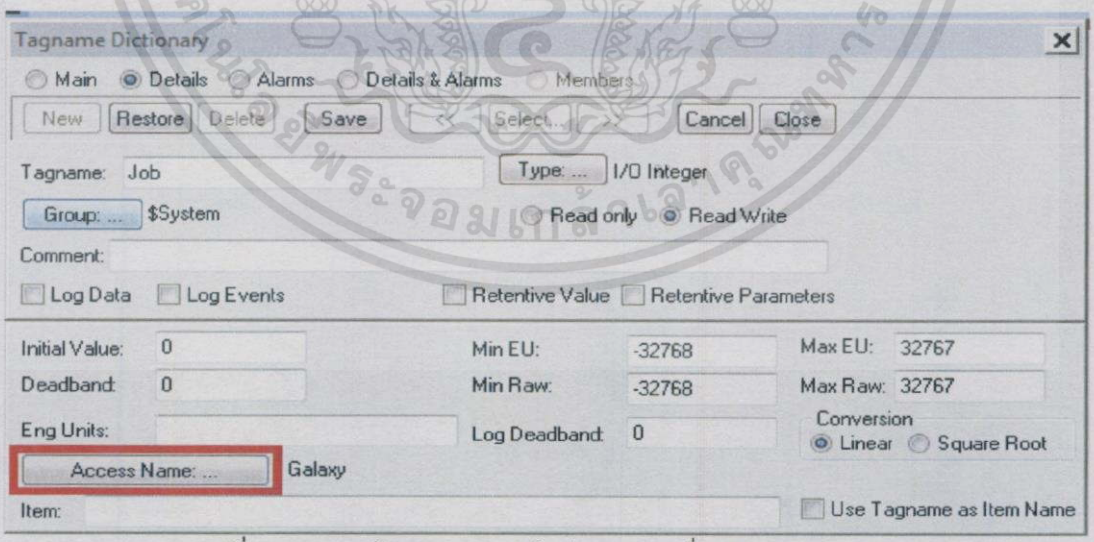
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.7 สังเกตจากเครื่องหมายจะเปลี่ยนเป็นเครื่องหมายถูกสีเขียว ดังรูปที่ 3.46



รูปที่ 3.46 สังเกตการเปลี่ยนแปลงของ DASSIDirect

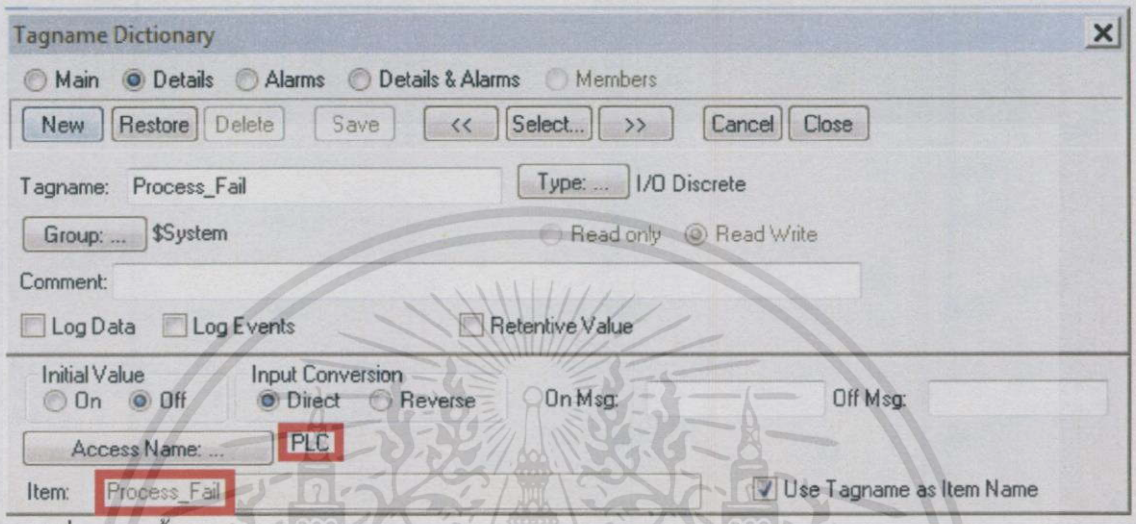
3.4.2.8 การเชื่อมต่อ PLC กับ HMI จะต้องมี Tagnameที่ตรงกัน เข้าที่ Access Name เลือก Add PLC เข้าไป ดังรูปที่ 3.47



รูปที่ 3.47 การอ้าง Tagname ในส่วน PLC เพื่อการแสดงผล HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2.9 ตรงตำแหน่ง Item เป็นช่องที่ใส่tagnameให้ตรงกับ PLC (Process_Fail) ดังแสดงรูปที่ 3.48



รูปที่ 3.48 ขั้นตอนการ Mapping Tagname ของ Wonderware กับ Tagname ของ DASSIDirect

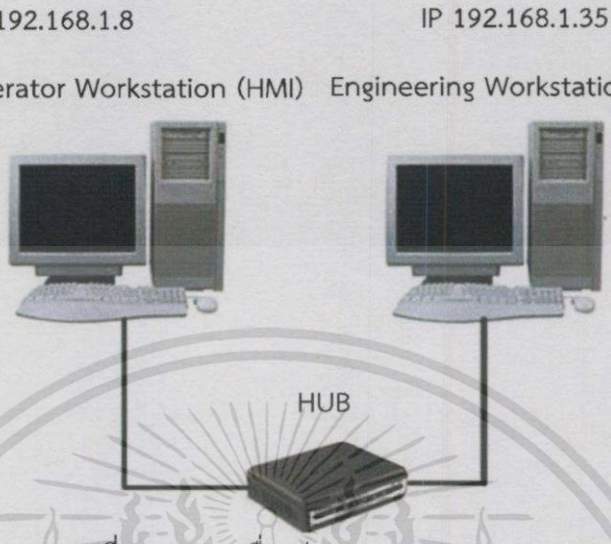
3.4.3 **ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่าง HMI Wonderware Intouch และ Engineering Workstation (Planning)**

เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างส่วนที่แสดงถึงการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิตผ่านทาง HMI (Human Machine Interface) และอยู่ในส่วนที่แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต Engineering Workstation (Planning)

3.4.3.1 Hardware Configuration

การเชื่อมต่อทาง Hardware ระหว่างส่วน Engineering Workstation (HMI) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงถึงการสั่งการและ ควบคุมกระบวนการผลิตผ่านทาง HMI (Human Machine Interface) Hardware คือ Computer 1 เครื่อง และ Engineering Workstation (Planning) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต ในที่นี้คือ การจัดลำดับการผลิต Hardware คือ Computer อีก 1 เครื่อง วิธีการทำให้ Computer 2 เครื่องมีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกันในแบบ Static และ Dynamic คือการใช้ระบบ LAN ดังรูปที่ 3.49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.49 การเชื่อมต่อทาง Hardware

3.4.3.2 ระบบ LAN

LAN ย่อมาจาก Local Area Network คือระบบเครือข่าย แบบเชื่อมต่อ Computer เข้าด้วยกันในระยะจำกัด จะใช้สาย Ethernet ต่อเข้ากับ Hub และ Port LAN ของ Computer ทั้งสองเครื่องซึ่งจะมีรูปแบบการรับส่งข้อมูลคือ TCP/IP จึงจำเป็นต้องกำหนด IP ของแต่ละเครื่อง

3.4.3.3 Software Configuration

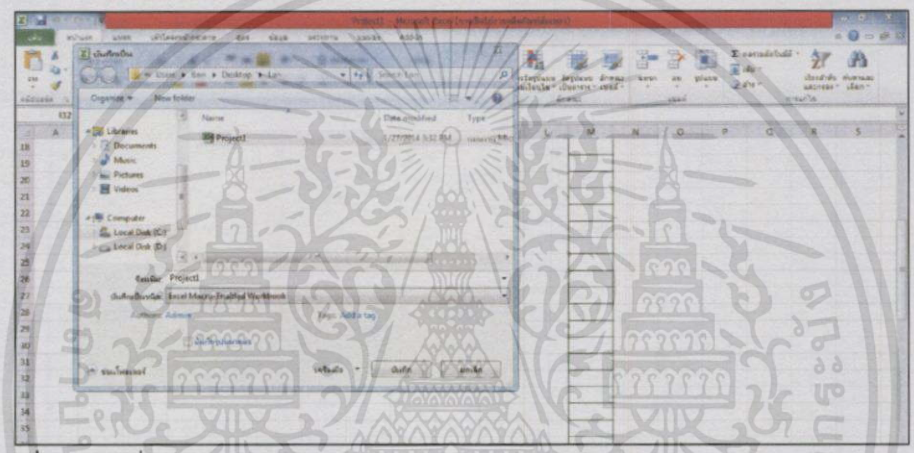
การเชื่อมต่อทาง Hardware ในส่วน Engineering Workstation (HMI) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงถึงการสั่งการและควบคุม กระบวนการผลิตผ่านทาง HMI (Human Machine Interface) Hardware คือ Computer 1 เครื่อง และ Engineering Workstation (Planning) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต ในที่นี้คือการจัดลำดับการผลิต Hardware คือ Computer อีก 1 เครื่อง จะเชื่อมต่อกันได้อย่างสมบูรณ์ จำเป็นต้องมีการ configuration ทาง Software โดย Software ในส่วนของ Engineering/Operator Workstation (HMI) แสดงถึง การสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต คือ Wonderware Intouch และ Microsoft Office Excel อีกส่วนคือ Software ของ Engineering Workstation (Planning) ที่แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต คือ Microsoft Office Excel โดยการ share ข้อมูลระหว่าง 2 ระดับชั้น คือ การ Read/Write ข้อมูลที่ต้องการ share เป็นรูปแบบของ file สกุล .text

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4 Software Configuration in Wonderware Intouch

การเชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Wonderware Intouch และ Microsoft Office Excel ใน Programmable Logic Control (PLC) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงถึงการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต มี Hardware คือ Computer 1 เครื่อง การแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง Wonderware Intouch และ Microsoft Office Excel เป็นรูปแบบ Dynamic Data มีการ Configuration in Wonderware Intouch มีวิธีการดังต่อไปนี้

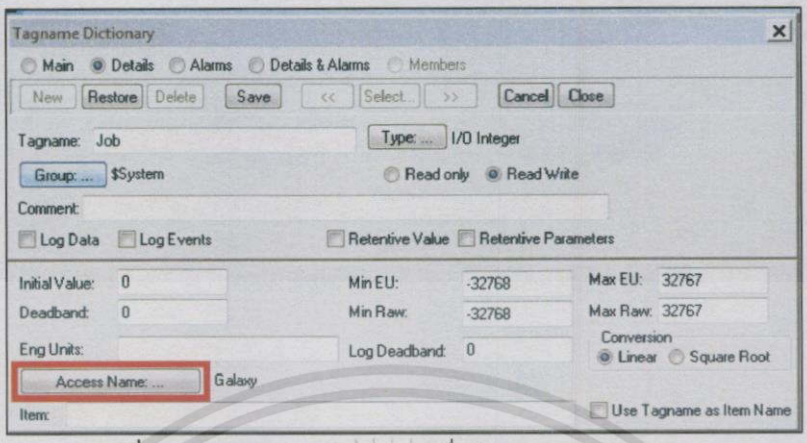
3.4.3.4.1 เปิดโปรแกรม Microsoft Office Excel และ Save As. ดังรูปที่ 3.50



รูปที่ 3.50 เชื่อมต่อข้อมูลระหว่าง Wonderware Intouch และ Microsoft Office Excel

3.4.3.4.2 เมื่อเปิดโปรแกรม InTouch และ Create Project เรียบร้อย สร้างตัวแปร Tagname ใน Intouch กำหนดเป็นตัวแปร I/O Integer โดยจุดสำคัญในการเชื่อมต่อคือการกำหนด Access Name ดังรูปที่ 3.51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



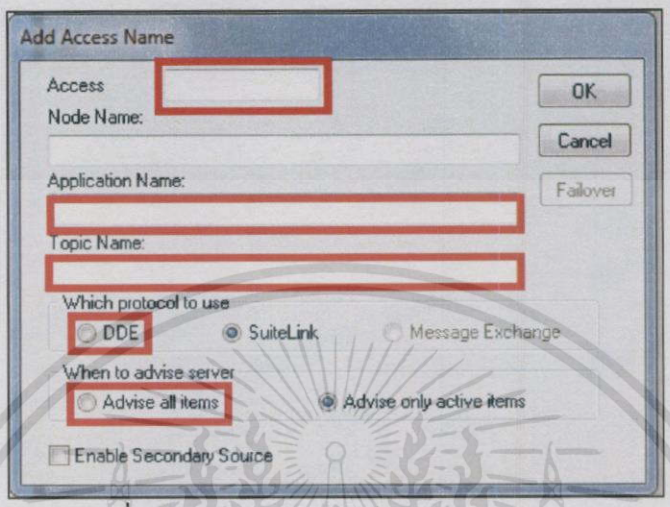
รูปที่ 3.51 กด Access Name เพื่อกำหนด Access Name

3.4.3.4.3 เพิ่ม Access Name เพื่อเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล ดังรูปที่ 3.52

รูปที่ 3.52 กด Add เพื่อเพิ่ม Access Name

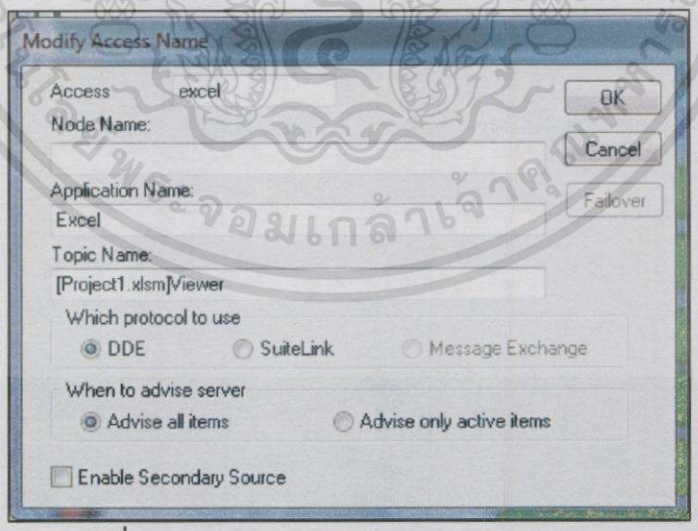
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4.4 กำหนดรายละเอียด Access Name ตามช่องว่าง ดังรูปที่ 3.53



รูปที่ 3.53 กำหนดรายละเอียดของ Access name

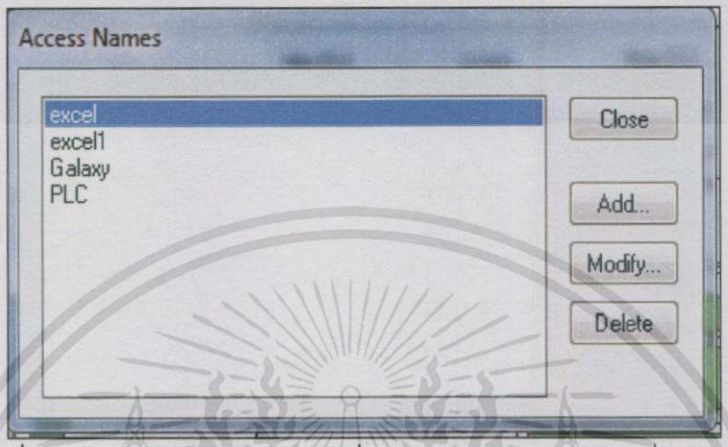
3.4.3.4.5 กำหนดรายละเอียด Access Name โดย Access กำหนดชื่อตามต้องการคือ Excel , Application Name กำหนดชื่อโปรแกรมที่จะทำการเชื่อมต่อนั่นคือ Excel , Topic Name กำหนดชื่อไฟล์และ workbook ของ excel , กำหนดการเลือก protocol คือ DDE , กำหนดการแลกเปลี่ยนข้อมูล Advise all time คือการเปลี่ยนข้อมูลตลอดเวลา ดังรูปที่ 3.54



รูปที่ 3.54 กำหนดรายละเอียดของ Access name

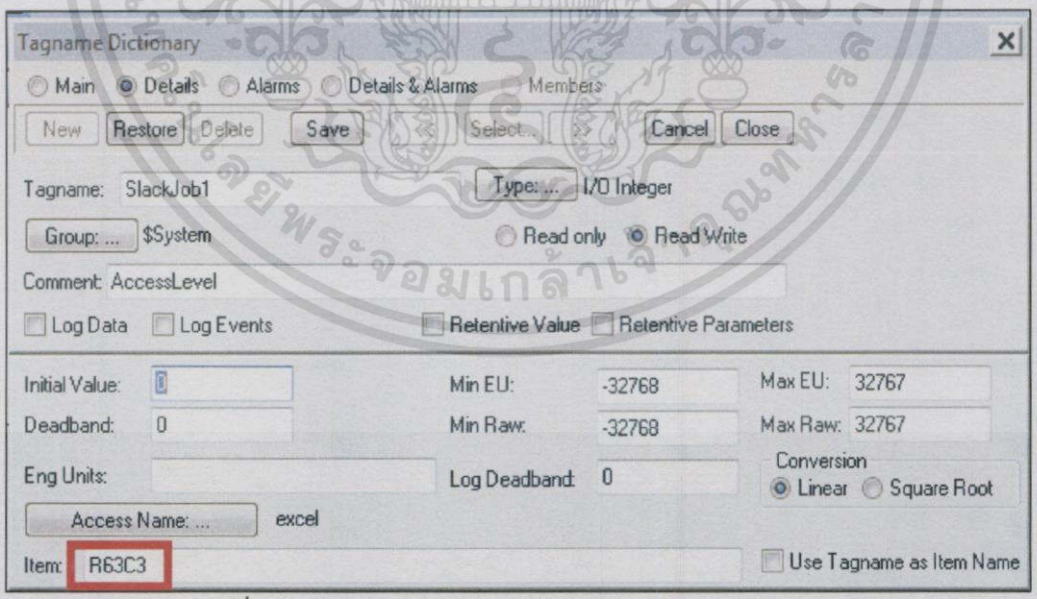
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4.6 เลือก Access Name เพื่อเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูลคือ excel ดังรูปที่ 3.55



รูปที่ 3.55 เลือก Access Name เพื่อเป็นตัวกลางในการแลกเปลี่ยนข้อมูล

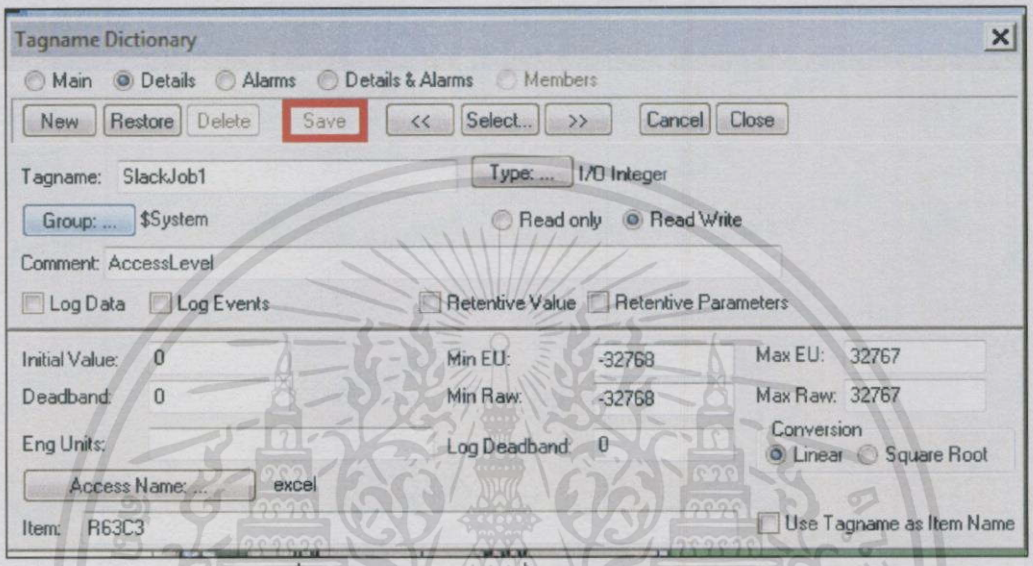
3.4.3.4.7 กำหนดให้ Tagname เชื่อมต่อกับตำแหน่งช่องใน Microsoft Office Excel ที่ช่อง Item โดยพิมพ์ในลักษณะ R63C3 คือ Row = 63 Colum = 3 ของ Microsoft Office Excel ดังรูปที่ 3.56



รูปที่ 3.56 กำหนดตำแหน่งช่องใน Microsoft Office Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4.8 เมื่อกำหนด Tagname เรียบร้อยให้ทำการ Save การเปลี่ยนแปลง จากนั้น Tagname จะทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับตำแหน่งช่องใน Microsoft Office Excel ที่ได้กำหนดไว้ โดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลจะเป็นรูปแบบ dynamic ดังรูปที่ 3.57



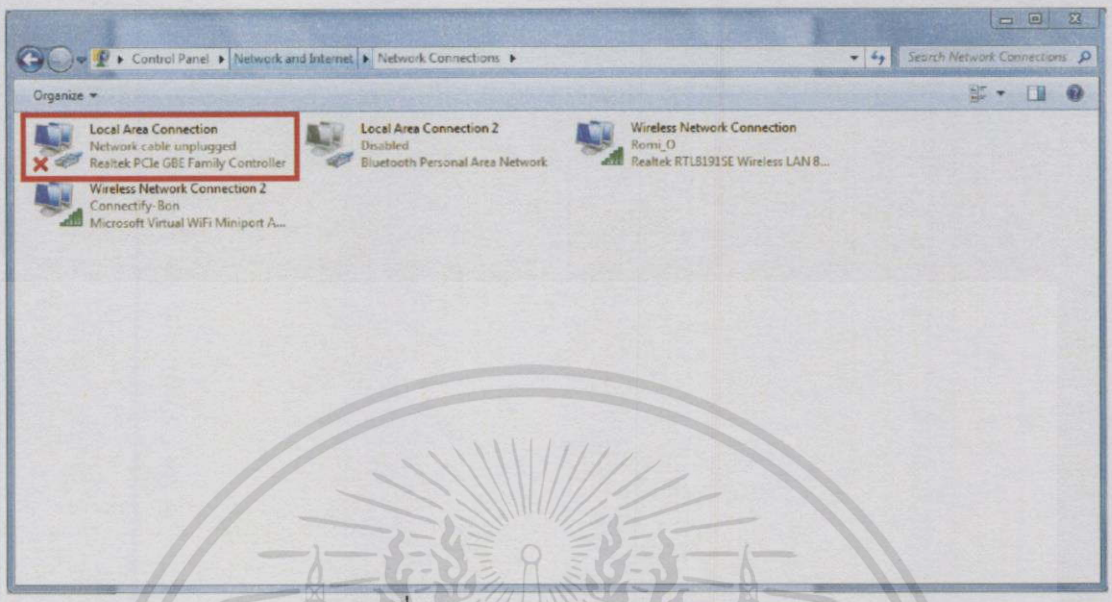
รูปที่ 3.57 Save การเปลี่ยนแปลงของ Tagname

3.4.3.4.9 Software Configuration in Microsoft Office Excel

เมื่อ Configuration โปรแกรม Intouch ให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลกับ Microsoft Office Excel แล้วขั้นตอนต่อไปจะเป็นการดำเนินการให้มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่าง Engineering Workstation (HMI) แสดงถึงการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิตผ่านทาง HMI (Human Machine Interface) และ Engineering Workstation (Planning) แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต การแลกเปลี่ยนข้อมูล ของการ share excel 2 file ทำโดยผ่านการ read/write file สกุล .text ภายใน folder ที่ถูกกำหนดการ เข้าถึงให้เป็นอิสระผ่านระบบ LAN โดยขั้นตอนต่อไปเป็นการ Configuration สำหรับทั้ง 2 computer

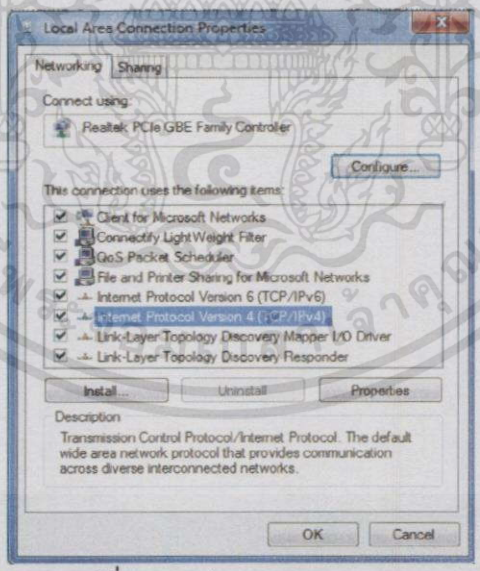
3.4.3.4.10 กำหนด IP Address ของ computer ทั้ง 2 เครื่อง โดยเข้าไปที่ Start > Control Panel > Network and Internet > Network Connections ดังรูปที่ 3.58 คลิกขวาที่ Local Area Connection > Properties

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.58 Network Connection

3.4.3.4.11 กำหนด IP Address โดยคลิกเข้าไปที่ Internet Protocol Version 4 (TCP/IPv4) ดังรูปที่ 3.59



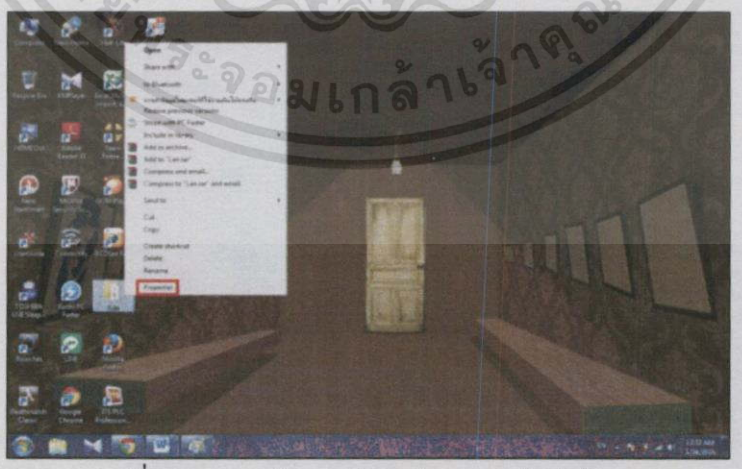
รูปที่ 3.59 กำหนด IP Address

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4.12 กำหนด IP Address โดยเลือกที่ Use the following IP Address > พิมพ์ IP 192.168.1.30 ใน computer ที่รับผิดชอบการทำงานในส่วนของ Engineering Workstation (HMI) และ IP 192.168.1.8 ใน Computer ที่รับผิดชอบการทำงานในส่วน Engineering Workstation (Planning) ดังรูปที่ 3.60

รูปที่ 3.60 กำหนด IP Address

3.4.3.4.13 เมื่อกำหนด IP เรียบร้อยเป็นเหมือนการกำหนดตำแหน่งของการรับส่งข้อมูลส่วนการสร้างเส้นทางของการรับ ส่งข้อมูลระหว่าง 2 computer คือการสร้าง Folder ขึ้นมาที่ Desktop เพื่อที่จะเป็น Folder ในการ share file โดยคลิกขวาที่ Folder และคลิกไปที่ properties ดังรูปที่ 3.61



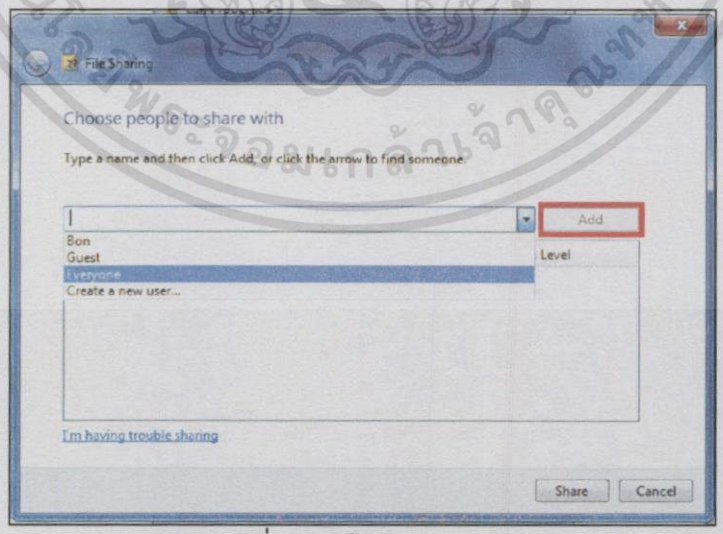
รูปที่ 3.61 การกำหนดตำแหน่งของการรับส่งข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4.14 เมื่อเข้าไปที่ Properties ของ Folder กดที่โหมด Sharing จากนั้น คลิกที่ Share ดังรูปที่ 3.62

รูปที่ 3.62 โหมด Sharing

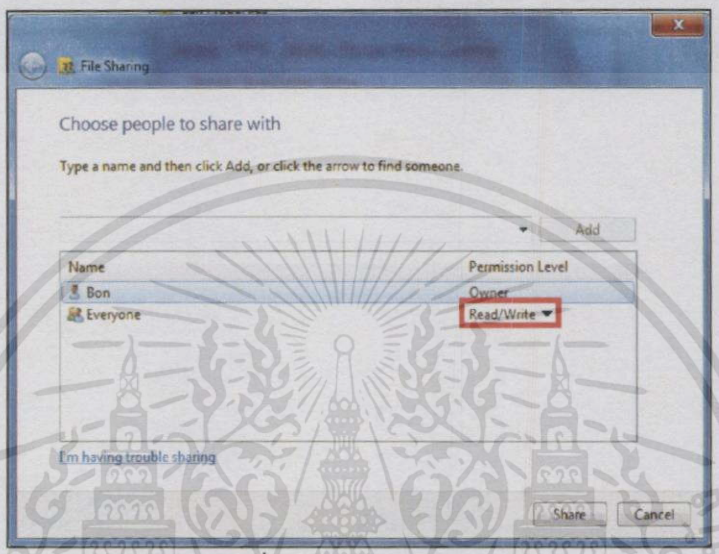
3.4.3.4.15 เมื่อ File Sharing ปรากฏขึ้นมาให้เลือกที่ everyone แล้วจึงกด ปุ่ม Add ได้ดังรูปที่ 3.63



รูปที่ 3.63 โหมด Sharing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3.4.16 การเข้าถึง Folder สามารถทำการ read/write ข้อมูลด้วยการเลือกรูปแบบ ดังรูปที่ 3.64 จากนั้นกด Share เป็นการยืนยันว่าทุกเครื่องที่เชื่อมต่อกับ Computer ในระบบ LAN สามารถเข้าถึง Folder



รูปที่ 3.64 โหมด Sharing

3.4.3.4.17 เมื่อมี Folder ที่สามารถทำการ read/write ข้อมูลเปรียบเสมือนกับการมีเส้นทางในการรับส่งข้อมูล ระหว่าง 2 Computers แต่สำหรับตัวกลางที่เป็นตัวบันทึกข้อมูลคือ file ที่จะทำการ read/write ผ่าน folder คือ สกุล file .text ซึ่งจะเก็บข้อมูลในรูปแบบตัวแปร Characters เก็บข้อมูลทีละ 1 workbook sheet ต่อ 1 file text การ write ข้อมูลไปสู่อีก computer จะต้องเขียนโปรแกรม VBA ซึ่งเป็นฟังก์ชันเสริมในโปรแกรมหลักของ excel ดังรูปที่ 3.65 จะเป็นการ write Sheet 6 ไปที่ Computer ในระบบ LAN อีกเครื่อง \KLOD\Users\k_tha_000\Desktop \klodnebon\Progress.txt ซึ่งมีชื่อ file ว่า Progress.txt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Dim ans As Long
Dim sSaveAsFilePath As String

    On Error GoTo ErrHandler:

    sSaveAsFilePath = "\\KLOD\Users\k_tha_000\Desktop\klodnebon\Progress.txt"

    If Dir(sSaveAsFilePath) <> "" Then
        ans = 1
        If ans = vbYes Then
            Exit Sub
        Else
            Kill sSaveAsFilePath
        End If
    End If
    Sheet6.Copy '//Copy sheet 1 to new workbook
    Application.DisplayAlerts = False
    ActiveWorkbook.SaveAs sSaveAsFilePath, xlTextWindows '//Save as text (tab delimited) file
    If ActiveWorkbook.Name <> ThisWorkbook.Name Then '//Double sure we don't close this workbook
        ActiveWorkbook.Close False
        Application.DisplayAlerts = True
    End If

My_Exit:
Exit Sub

ErrHandler:
MsgBox Err.Description
Resume My_Exit
```

รูปที่ 3.65 Folder ที่สามารถทำการ read/write

3.4.3.4.18 การ Read ข้อมูลไปสู่อีก Computer จะต้องเขียนโปรแกรม VBA ซึ่งเป็นฟังก์ชันเสริม ในโปรแกรมหลักของ excel ดังรูปที่ 3.66 จะเป็นการ Read ข้อมูลของ file ที่มีชื่อว่า Progress.txt จากตำแหน่ง C:\Users\k_tha_000\Desktop\klodnebon\Progress.txt มาวางที่ Sheet ชื่อ Process Time

```
  Dim wbI As Workbook, wbO As Workbook
  Dim wsI As Worksheet

  Set wbI = ThisWorkbook
  Set wsI = wbI.Sheets("Process Time") '<~~ Sheet where you want to import

  Set wbO = Workbooks.Open("C:\Users\k_tha_000\Desktop\klodnebon\Progress.txt")

  wbO.Sheets(1).Cells.Copy wsI.Cells

  wbO.Close SaveChanges:=False
```

รูปที่ 3.66 โปรแกรม VBA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.4 ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่าง Engineering Workstation (Planning) และ Database

เป็นการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างส่วนที่แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต Engineering Workstation (Planning) และระบบฐานข้อมูล (Database)

3.4.4.1 Hardware Configuration

การเชื่อมต่อทาง Hardware ระหว่าง Engineering Workstation (Planning) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต และระบบฐานข้อมูล (Database) ไม่มีการเชื่อมต่อทาง Hardware เพราะอยู่ใน Hardware เดียวกันคือ Computer เครื่องที่ทำหน้าที่เป็นระบบ Engineering Workstation (Planning) ซึ่งจะ ทำหน้าที่เป็นเครื่อง Database และ Server ในเครื่องเดียวกันอีกด้วย

3.4.4.2 Software Configuration

การเชื่อมต่อทาง Software ระหว่าง Engineering Workstation (Planning) ซึ่งเป็นส่วนที่แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต และระบบฐานข้อมูล (Database) จำเป็นต้องมีการทำระบบฐานข้อมูลในโปรแกรม Appserv ไว้รองรับการ import/export ของระบบ Engineering Workstation (Planning) ซึ่งเป็นโปรแกรม Excel เสียก่อน โดยการแลกเปลี่ยนข้อมูลสามารถทำได้ตามระยะเวลาที่กำหนดไว้ในการเขียนเงื่อนไขของการ import/export ซึ่งจะถูกเขียนใน VBA ซึ่งเป็นฟังก์ชันเสริมจากโปรแกรม Excel

3.4.4.3 Software Configuration in Database

3.4.4.4 Software Configuration in Microsoft Office Excel

การเชื่อมต่อทาง software ของส่วนที่แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต Engineering Workstation (Planning) โดยใช้โปรแกรม Microsoft Office Excel กับระบบฐานข้อมูล (Database) มี 3 รูปแบบคือ import และ export ซึ่งจะเขียนในฟังก์ชันเสริม VBA ในโปรแกรม Microsoft Office Excel

3.4.4.4.1 Import Data from Database to Microsoft Office Excel เป็นการเรียกข้อมูลที่ถูกเก็บไว้ใน ระบบฐานข้อมูลเข้ามาแสดงที่ Microsoft Office Excel ดังรูปที่ 3.67 จะแสดงถึงการเชื่อมต่อกับ Database โดยผ่าน Driver = MySQL ODBC 5.1 ชื่อ Database = tmp และการกำหนดตารางให้ตรงกับตำแหน่งใน Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Sub importinput()
Dim Conn

    Set Conn = CreateObject("ADODB.Connection")
    Conn.Open "DRIVER={MySQL ODBC 5.1 Driver}; SERVER=;UID=root;pwd=;database=tmp;option=16384;"
If Conn.State = 1 Then
Dim com As New ADODB.Command
com.ActiveConnection = Conn
com.CommandText = "select * from inputorder"
com.CommandType = adCmdText
Dim rs As ADODB.Recordset
Set rs = com.Execute
If rs.EOF = False Then
Dim fila As Integer
fila = 14
Do While Not rs.EOF
Sheet3.Cells(fila, 2) = rs("Username")
Sheet3.Cells(fila, 3) = rs("Jobnumber")
Sheet3.Cells(fila, 4) = rs("Quantity") 'order
Sheet3.Cells(fila, 6) = rs("Priority") 'wi
Sheet3.Cells(fila, 8) = rs("DD")
Sheet3.Cells(fila, 7) = rs("MM")
Sheet3.Cells(fila, 9) = rs("YY")
fila = fila + 1

rs.MoveNext

Loop
End If
Conn.Close
End If
```

รูปที่ 3.67 Import Data from Database to Microsoft Office Excel

3.4.4.4.2 Export Data from Microsoft Office Excel to Database เป็นการส่งข้อมูลจากระบบ Engineering Workstation (Planning) ไปยังระบบฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.68 จะแสดงถึงการเชื่อมต่อกับ Database โดยผ่าน Driver = MySQL ODBC 5.1 ชื่อ Database = tmp และการกำหนดตารางให้ตรงกับตำแหน่งใน Excel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Dim Conn

Set Conn = CreateObject("ADODB.Connection")
Conn.Open "DRIVER={MySQL ODBC 5.1 Driver}; SERVER=localhost;UID=root;pwd=;database=tmp;option=16384;" '16384
Dim col1 As String

col1 = Sheet3.Cells(10, 12)

If Conn.State = 1 Then
    Dim com As New ADODB.Command
    com.ActiveConnection = Conn


    com.CommandText = "INSERT INTO  `tmp`.`mem` (`mem_minute`)VALUES ('" + col1 + "'); "

    com.CommandType = adCmdText
      com.Execute

End If

Conn.Close
```

รูปที่ 3.68 Export Data from Microsoft Office Excel to Database

3.4.5 ขั้นตอนการเชื่อมต่อระหว่าง Database และ เว็บบราวเซอร์

ในการสร้าง Database Driven Website หรือ เว็บไซต์ที่มีการรับและแสดงข้อมูลแบบ Dynamic ซึ่งถือเป็นระบบจัดการฐานข้อมูล (DBMS) ประเภทหนึ่ง โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อให้ผู้ที่ต้องการใช้ข้อมูลสามารถเข้าถึงข้อมูล สามารถจัดการข้อมูลได้ทั้งการเรียกดูข้อมูล แก้ไขข้อมูล เพิ่มเติมข้อมูล ก่อนอื่นต้องทราบถึงองค์ประกอบและขั้นตอนการสร้างอย่างถูกต้อง โดยองค์ประกอบของซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการสร้างระบบจัดการฐานข้อมูลนี้ ได้เลือกใช้โปรแกรมที่รวบรวม Open Source Software เข้าไว้ด้วยกันคือ AppServ [4] อันประกอบด้วย

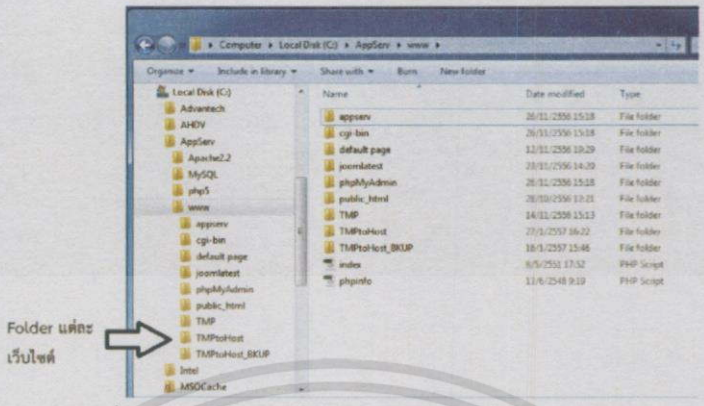
MySQL คือ โปรแกรมระบบจัดการฐานข้อมูล เป็นเครื่องมือสำหรับเก็บข้อมูล เพื่อทำให้สามารถใช้ข้อมูลร่วมกับโปรแกรมประยุกต์อื่นๆได้ โดยผ่านทางคำสั่งภาษา SQL

Apache คือ ซอฟต์แวร์สำหรับเปิดให้บริการเซิร์ฟเวอร์บนโปรโตคอล HTTP ทำหน้าที่ในการจัดเก็บโฮมเพจและส่งโฮมเพจไปยังบราวเซอร์ที่มีการร้องขอไปยังแอดเดรสของเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่เก็บโฮมเพจนั้นอยู่

PHP คือ ภาษาสคริปต์ประเภทหนึ่ง ที่จะนำมาติดตั้งบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ เพื่อสร้างการประมวลผลบนเครื่องเซิร์ฟเวอร์ แล้วจึงสร้างผลลัพธ์เป็น HTML ให้กับผู้ที่เรียกหน้าโฮมเพจซึ่งเราเรียกภาษา php อีกอย่างว่า server-side script

หลังจากติดตั้งชุดโปรแกรมของ AppServ โปรแกรมจะทำการเปิดบริการเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache ให้โดยอัตโนมัติ เพื่อทำให้ผู้ใช้สามารถเข้าใช้งานโฮมเพจได้ ซึ่งหน้าเว็บเพจที่สามารถเข้าถึงได้จะถูกจัดเก็บเป็นไฟล์สคริปต์ที่ใช้สร้างเว็บไซต์ที่ถูกจัดเก็บอยู่ใน ไดเร็กทอรี่ *"C:\AppServ\www"* ดังรูปที่ 3.69

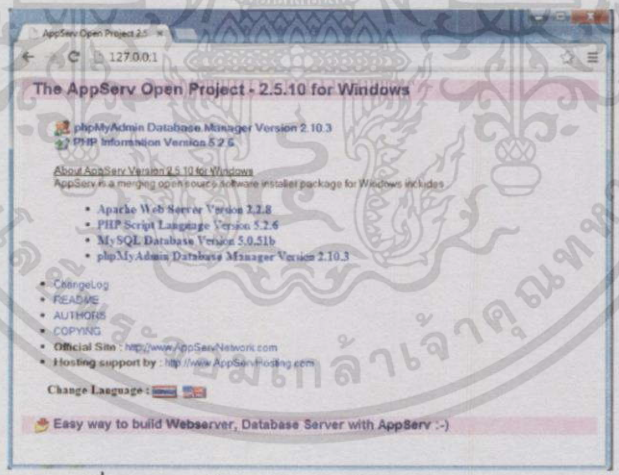
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.69 ไดเร็กทอรี่ของเว็บไซต์บนเครื่องเซิร์ฟเวอร์

3.4.5.1 โปรแกรมจัดการฐานข้อมูล phpMyAdmin

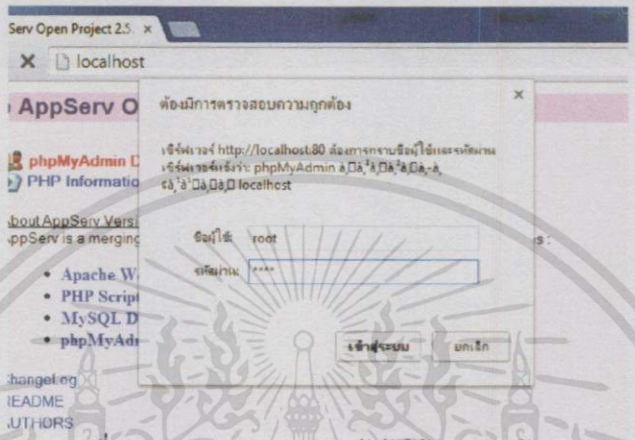
ในการจัดการเกี่ยวกับฐานข้อมูลนั้น โปรแกรม AppServ ได้ออกแบบโปรแกรมประยุกต์ไว้สำหรับงานด้านการสร้าง และออกแบบฐานข้อมูลแทนการใช้คำสั่งภาษา SQL โดยตรง ในชื่อว่า phpMyAdmin สามารถเรียกใช้งานผ่านทางเว็บบราวเซอร์ได้ โดยคลิกที่ลิงค์ *phpMyAdmin Database Manager Version x.xx.x* ดังรูปที่ 3.70



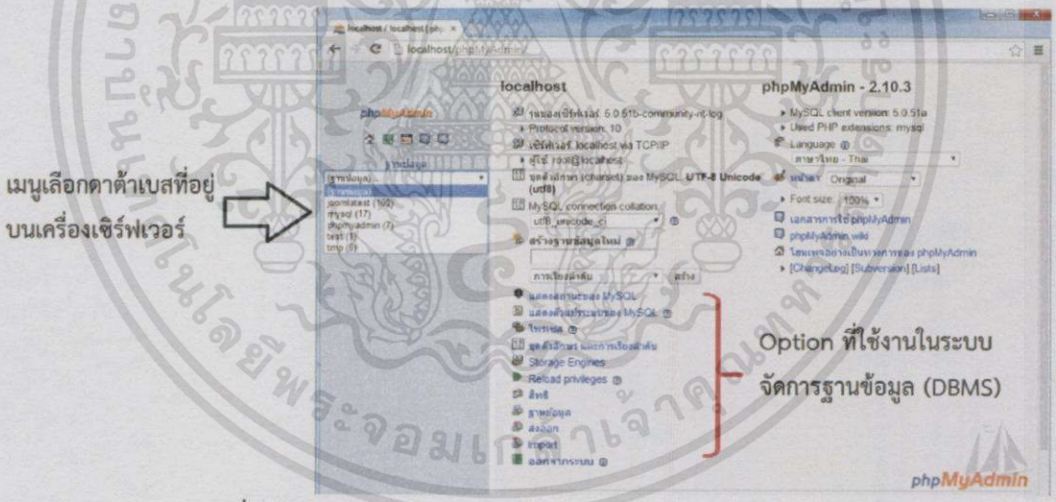
รูปที่ 3.70 หน้า index ของโปรแกรม AppServ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5.2 ก่อนเข้าใช้งานการจัดการฐานข้อมูล ต้องตรวจสอบชื่อผู้ใช้ และรหัสผ่านของ MySQL ที่กำหนดไว้ตอนติดตั้งโปรแกรม AppServ ก่อน ดังรูปที่ 3.71 และหน้าหลักของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.72



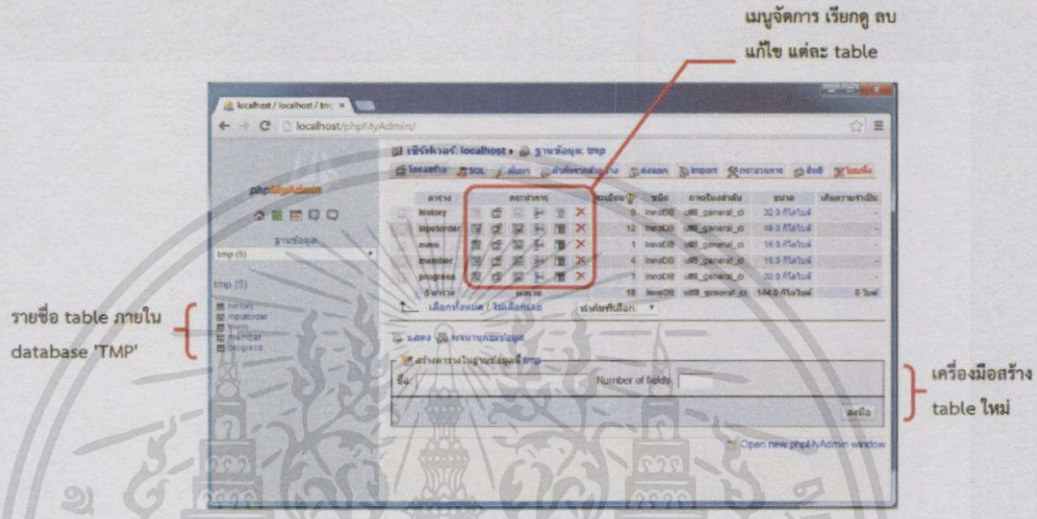
รูปที่ 3.71 ระบบตรวจสอบผู้เข้าใช้งานฐานข้อมูล



รูปที่ 3.72 หน้าหลักของโปรแกรมประยุกต์ phpMyAdmin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.5.3 โปรแกรมประยุกต์ phpMyAdmin จะเป็นโปรแกรมที่ใช้จัดการข้อมูลผ่านกราฟิก ซึ่งเรียกโปรแกรมประเภทนี้ว่า Graphical User Interface: GUI หมายถึง ผู้ใช้งานสามารถดำเนินการกับสคริปต์ของโปรแกรมผ่านทางรูปสัญลักษณ์แทนการพิมพ์คำสั่งการทำงาน ในที่นี้คือคำสั่ง SQL ดังรูปที่ 3.73

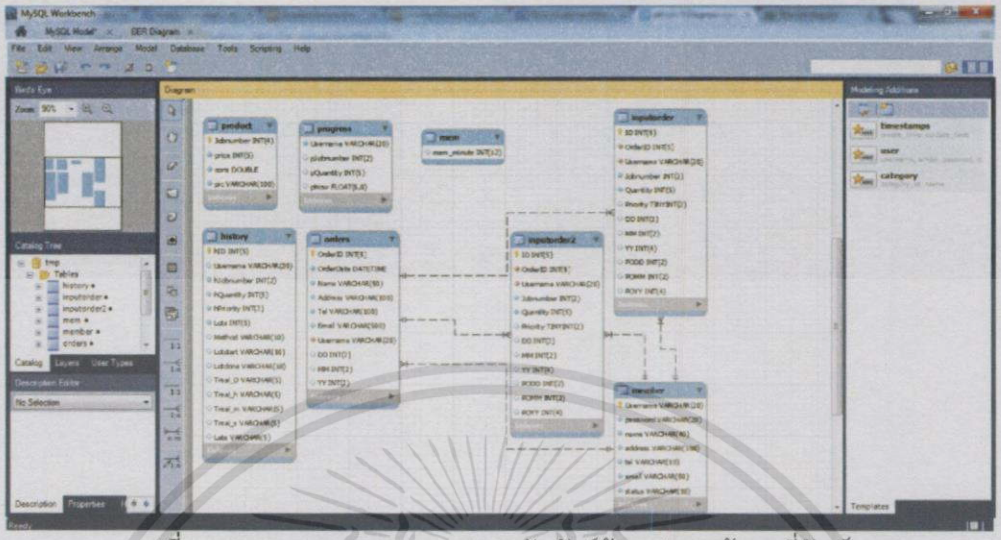


รูปที่ 3.73 ตัวอย่างหน้าต่างจัดการเทเบิลในฐานข้อมูล tmp

3.4.5.4 ออกแบบโครงสร้างของการเก็บข้อมูลในฐานข้อมูล (ER Model)

ก่อนที่จะทำการสร้างฐานข้อมูลและเทเบิล หมวดหมู่ของข้อมูลที่ต้องการจะเก็บจะต้องทำการออกแบบโครงสร้างของการจัดเก็บข้อมูลก่อน ซึ่งมีชื่อเรียกว่า Entity-Relationship Model : ER Model โดยต้องลดความซ้ำซ้อนของข้อมูลให้น้อยที่สุด และสร้างคีย์ของข้อมูลที่มีความสัมพันธ์กัน ให้สามารถดำเนินการ (แก้ไข,ลบ) ได้พร้อมกันไม่ว่าจะกระทำจากรีเลชั่นใดๆ ดังรูปที่ 3.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.74 ER-Diagram แสดงความสัมพันธ์ของรูปแบบข้อมูลที่จัดเก็บ

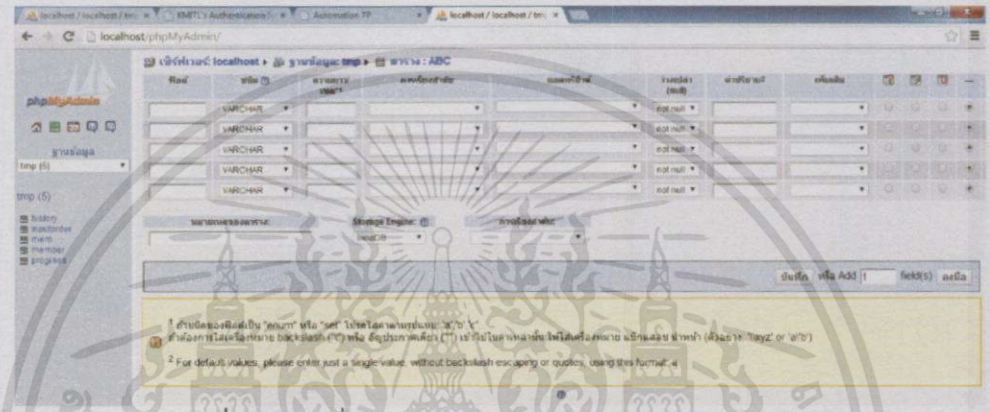
ตารางที่ 3.1 รายละเอียดเทเบิลในฐานข้อมูล

ชื่อ Table	รายละเอียด
product	เก็บรายละเอียดสินค้าที่โรงงานผลิต
history	เก็บรายละเอียดในการผลิตสินค้าที่ผลิตเสร็จแล้วในแต่ละ order โดยจะรับค่ามาจาก Engineering Workstation (Planning) มาแสดงผลบนหน้าเว็บ
progress	แสดงความคืบหน้าของการผลิต โดยจะรับค่ามาจาก Engineering Workstation (Planning) มาแสดงผลบนหน้าเว็บ
orders	แสดงรายละเอียดของ order ในการสั่งแต่ละครั้ง (ข้อมูลการจัดส่งสินค้า)
inputorder	ตารางเก็บรายการผลิตสินค้าที่รอการผลิตแบบแยกเป็นชิ้น เป็นตารางที่ข้อมูลการผลิตรอการ import ก่อนนำไปบริหารจัดการในระดับ Engineering Workstation (Planning)
inputorder2	ตารางเก็บรายการผลิตสินค้าที่รอการผลิต แบบแยกเป็นชิ้น นำมาใช้เป็น tag แสดงในหน้าเว็บ
member	เก็บข้อมูลสมาชิก ชื่อ ที่อยู่ email ที่ใช้ในการติดต่อกับผู้สั่งซื้อ
mem	เป็นช่องที่จะรับค่าเวลาการผลิตสินค้าคงเหลือ โดยรับค่ามาจาก Engineering Workstation (Planning) มีหน่วยเป็นนาที เป็น Data ที่จะนำมาใช้ในการคำนวณเกี่ยวกับวันที่ของการผลิตบนหน้าเว็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

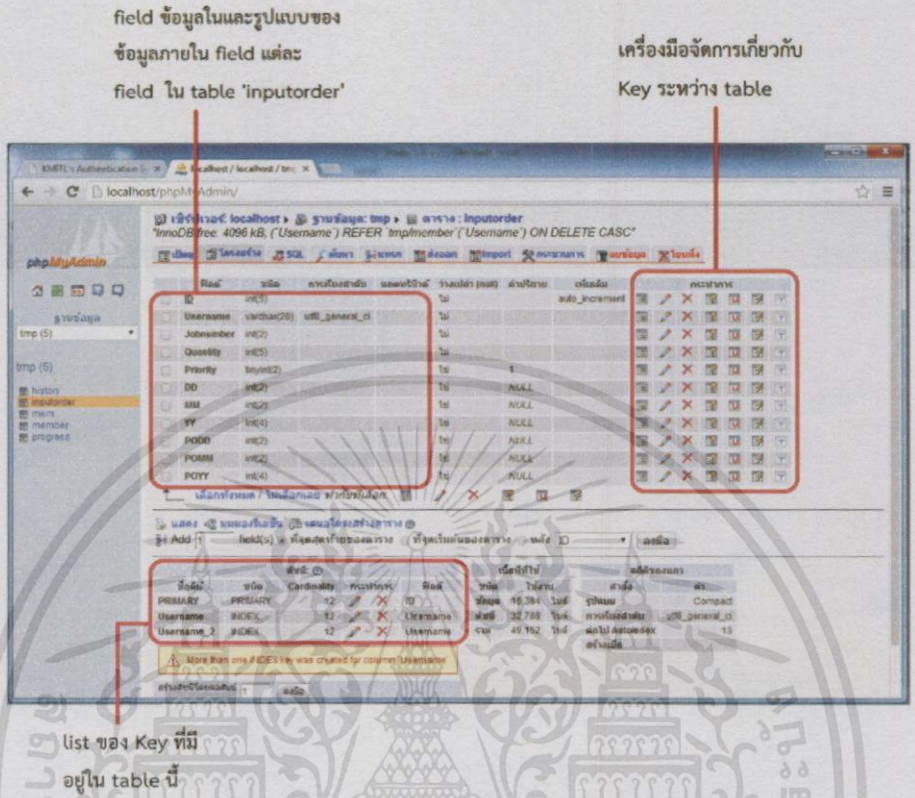
3.4.5.5 การสร้างฐานข้อมูลด้วย phpMyAdmin

หลังจากได้ออกแบบ Model ของการจัดเก็บข้อมูล ก็เริ่มทำการสร้างเทเบิลตามที่ได้กำหนด โดยใช้เครื่องมือสร้างตาราง ในแถบด้านล่าง ดังรูปที่ 3.75 ดังรูป 3.76 โดยทำการกำหนดชื่อฟิลด์ ประเภทของข้อมูล ความยาวของเวิร์ด รวมไปถึงการกำหนดคีย์หลักของฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการสร้างความสัมพันธ์ เป็นต้น



รูปที่ 3.75 เครื่องมือสร้างเทเบิลของ phpMyAdmin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.76 ตัวอย่างหน้าต่างข้อมูลของเทเบิลและเครื่องมือจัดการ

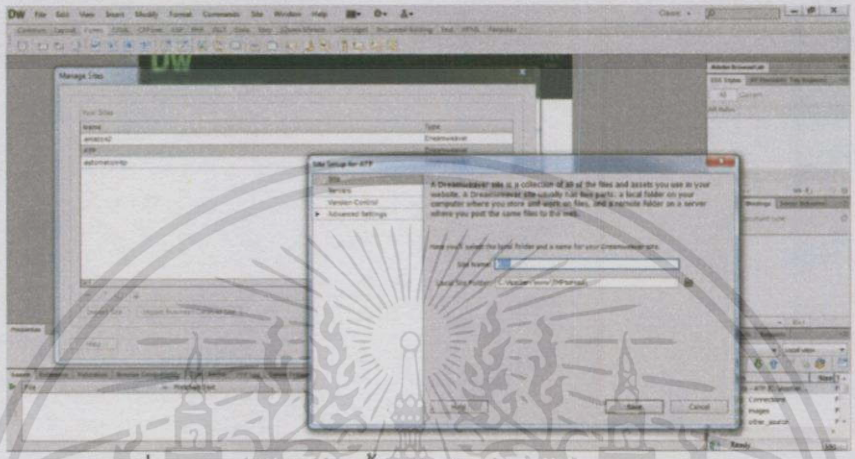
3.4.6 การดำเนินการสร้างเว็บเพจและฟังก์ชันการใช้งานเกี่ยวกับฐานข้อมูล

Dreamweaver คือโปรแกรมสร้างเว็บเพจแบบเสมือนจริง ของค่าย Adobe ซึ่งเป็นเครื่องมือช่วยให้ผู้พัฒนาเว็บไซต์ ไม่จำเป็นต้องออกแบบหน้าเว็บไซต์โดยการสร้างโค้ดของโปรแกรมเองทั้งหมด มีฟังก์ชันที่ใช้ในการจัดวาง frame ของเว็บไซต์ ข้อความ รูปภาพ ตาราง ฟอร์ม วิดีโอ รวมถึงฟังก์ชันเกี่ยวกับข้อมูลในฐานข้อมูลให้ใช้ในรูปแบบสำเร็จรูป ไม่ซับซ้อน และมีรูปแบบของมุมมองการทำงานให้เลือกได้ทั้งแบบ coding และแบบ design หรือแบบเสมือนจริงของเอกสารเว็บเพจ

การดำเนินการสร้างเว็บเพจในรูปแบบสคริปต์ PHP โดยใช้โปรแกรม Dreamweaver เป็นการสร้างระบบจัดการฐานข้อมูลรูปแบบหนึ่ง เพื่อทำให้หน้าเว็บเพจที่มีความเกี่ยวข้องกับข้อมูลในฐานข้อมูล สามารถเชื่อมโยงการกระทำและการจัดการจากผู้เข้าใช้เว็บไซต์ โดยมีขั้นตอนการดำเนินการดังนี้

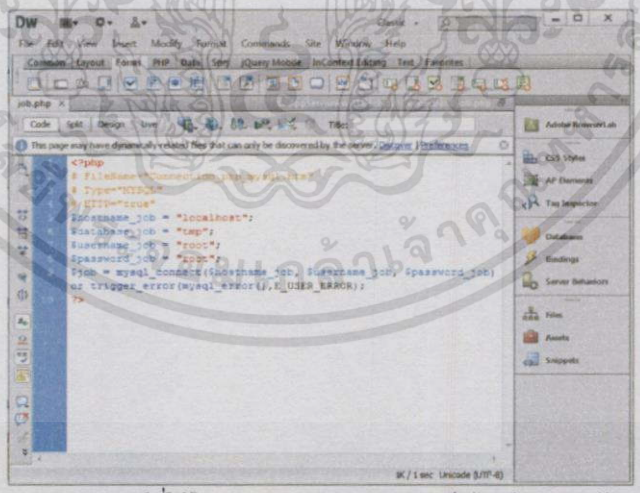
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6.1 ทำการตั้งค่าไซต์ เพื่อทำการกำหนด ชื่อเว็บไซต์, ไดเร็กทอรี่โฟลเดอร์ที่ใช้ในการเก็บสคริปต์ของเว็บไซต์, ตั้งค่าเกี่ยวกับเซิร์ฟเวอร์ที่เป็นที่ตั้งของเว็บไซต์และกำหนด URL ซึ่งเป็นชื่อที่ผู้เข้าใช้เว็บไซต์ใช้เพื่อเรียกงานหน้าโฮมเพจ ดังรูปที่ 3.77



รูปที่ 3.77 หน้าต่างการตั้งค่าไซต์ในโปรแกรม Dreamweaver

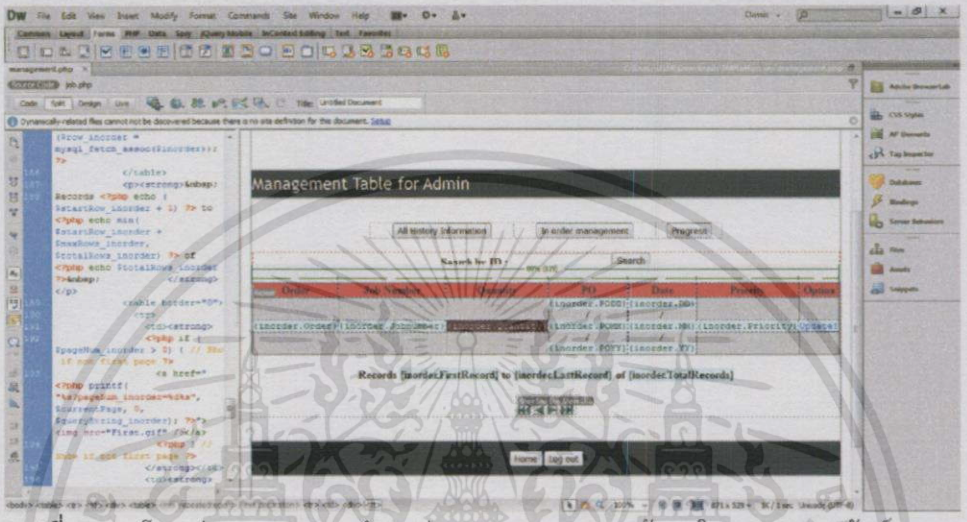
3.4.6.2 สร้างสคริปต์ Connection ซึ่งเป็นส่วนสำคัญในการเชื่อมการทำงานของเว็บไซต์นั้นกับฐานข้อมูล ดังรูปที่ 3.78



รูปที่ 3.78 สคริปต์ที่ใช้ในการ Configuration เว็บไซต์กับฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.6.3 ออกแบบโครงหน้าของเว็บไซต์ของเว็บไซต์และวางตำแหน่งฟังก์ชันการทำงานเกี่ยวกับข้อมูลในฐานข้อมูลบนพื้นที่สร้างหน้าเว็บไซต์ เช่น ฟอร์มที่ใช้ในการ insert ข้อมูล ตารางแสดงข้อมูล ปุ่มสำหรับการลบข้อมูล เป็นต้น ดังรูปที่ 3.79



รูปที่ 3.79 โครงร่างและการวางตำแหน่ง tag ของการแสดงข้อมูลในตารางบนหน้าเว็บเพจ

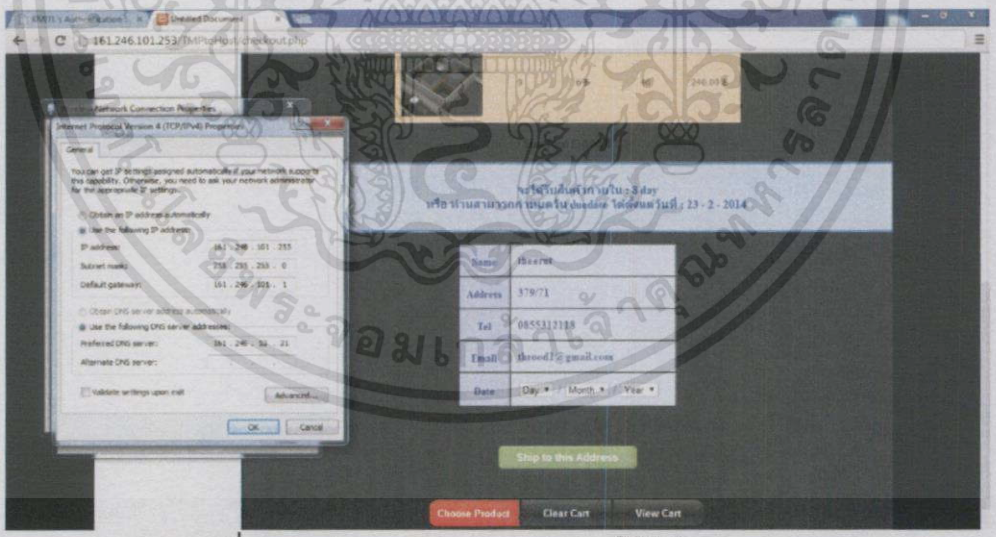
3.4.6.4 ทดสอบการทำงานของฟังก์ชัน ทดลองใช้งานในมุมมองของผู้เข้าใช้เว็บไซต์ ความลื่นไหลของการทำงาน

3.4.6.5 ตกแต่งเว็บไซต์และจัดรูปแบบ frame ต่างๆที่วางบนหน้าโฮมเพจให้เหมาะสมและใช้งานง่าย โดยกำหนดรูปแบบในสคริปต์ CSS หรือ Cascading Style Sheet ซึ่งจะทำงานร่วมกับ HTML กำหนดการแสดงผลเกี่ยวกับ สี พื้นหลัง แบบอักษร เลย์เอาท์ต่างๆ เป็นต้น ดังรูปที่ 3.80

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.80 จัดรูปแบบ สี แบบอักษร ปุ่ม โดยสคริปต์ CSS

3.4.6.6 ตั้งให้เครื่องที่ติดตั้งฐานข้อมูลและเว็บไซต์เป็นเครื่องแม่ข่าย (Server) และทำการ Fixed Static IP Address เพื่อตั้ง Address ในการเข้าใช้เว็บไซต์จากบุคคลภายนอกได้ผ่านทาง Internet ดังรูปที่ 3.81



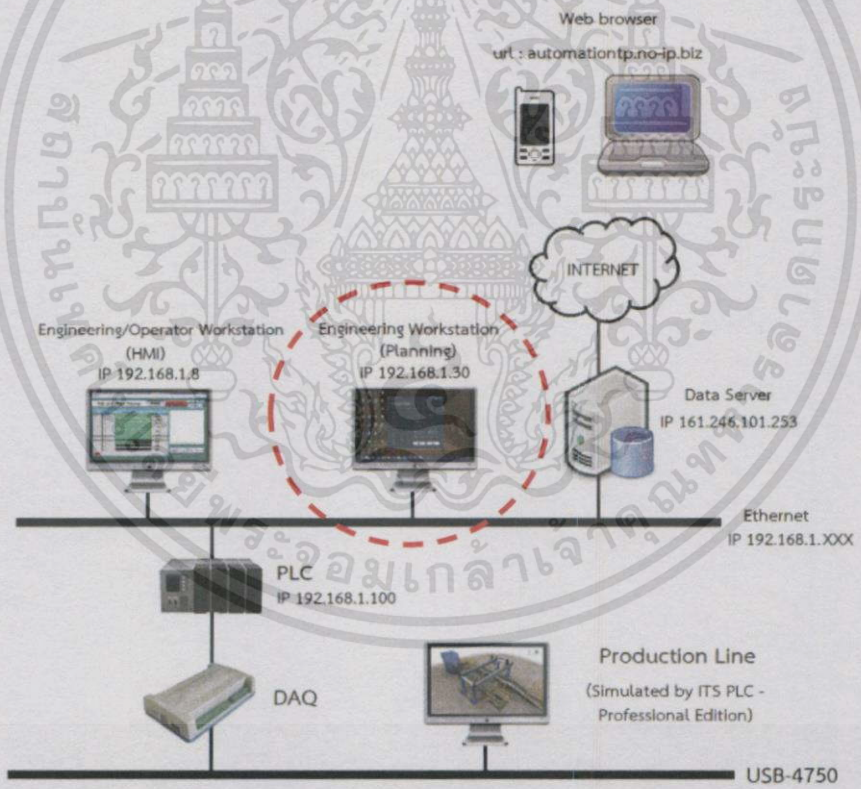
รูปที่ 3.81 กำหนด Static ID Address ให้กับโฮมเพจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การวางแผนสายการผลิตที่ใช้ในกรณีศึกษา

4.1 การวางแผนกระบวนการผลิตแบบแบตช์ที่ใช้ในกรณีศึกษาของสายการผลิตที่ถูกจำลองด้วยโปรแกรม ITS PLC Professional Edition : Pick and place process

เป็นระดับชั้นที่แสดงถึงการจัดการกระบวนการผลิต ในที่นี้คือการจัดลำดับการผลิตสินค้าจำนวน n งานในเครื่องจักร 1 เครื่อง การจัดลำดับการผลิตมี 4 รูปแบบ คือเวลางานในระบบเฉลี่ยน้อยที่สุดและเวลางานคลาดเคลื่อน กำหนดส่งเฉลี่ยน้อยที่สุด (Shortest Processing Time), ความสำคัญของงาน (Weighted Shortest Processing Time), เวลางานส่งช้าที่สุด น้อยที่สุด (Earliest Due-Date), เวลาเหลือของงานที่น้อยที่สุด (Slack Time) ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 Engineering Workstation (Planning)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจัดลำดับงาน (Job Sequencing) หรือการกำหนดการผลิตของงาน (Job Scheduling) เป็นการจัดสรรทรัพยากรการผลิตไม่ว่าจะเป็นแรงงาน เครื่องจักร หรือสิ่งอำนวยความสะดวกให้ดำเนินการผลิตตามที่ได้รับมอบหมายภายในช่วงเวลาที่กำหนดไว้ โดยการผลิตตามปริมาณการผลิตที่กำหนดของผลิตภัณฑ์หลายประเภทด้วยเครื่องจักรและอุปกรณ์ชุดเดียวกัน (Batch Production) ความซับซ้อน ของการจัดลำดับงานประเภทนี้ขึ้นอยู่กับขั้นตอนของงาน จำนวนงานที่เข้ามาพร้อมๆกัน ในช่วงเวลาหนึ่งๆ โดยเฉพาะเมื่องานแต่ละงานมีขั้นตอนการดำเนินการที่ต้องการแตกต่างกันไป นอกจากนี้ยังมีปัจจัยที่สำคัญอื่นๆ ได้แก่ กำหนดเวลาส่งงาน เวลาที่ต้องใช้ในการดำเนินการ เป็นต้น

4.2 การจัดลำดับงานจำนวน n งานบนเครื่องจักร 1 เครื่อง [5]

งานจำนวน n งานต้องผ่านการทำงานด้วยเครื่องจักรเครื่องเดียวกัน โดยเวลาในการผลิตของสินค้าแต่ละชิ้นงานเป็นอิสระต่อลำดับงานที่จัด การจัดลำดับงานเป็นการวางแผนว่าควรทำงานใด ก่อนหลัง แต่ไม่ว่าจะจัดลำดับงานอย่างไรก็ตาม เวลาในการทำงานรวม (Make Span) จะมีค่าเท่าเดิม แต่กำหนดการเสร็จของแต่ละงานขึ้นอยู่กับลำดับที่ถูกจัดไว้ โดยเวลาในการทำงานรวม สามารถคำนวณได้จากสมการที่ (4.1)

$$M_s = \sum_{t=1}^{n} t_i \qquad (4.1)$$

เมื่อกำหนดให้ M_s = เวลาในการทำงานรวม (Make Span)

t_i = เวลาในการผลิต (Production Time)

เวลาในการผลิตจะรวมถึงเวลาในการผลิตและการเตรียม (Setup) ของแต่ละงานด้วย ซึ่งถ้างานทุกงานพร้อมที่จะนำเข้าทำงานได้ ณ เวลาเริ่มต้นที่จัดลำดับการทำงาน เวลาของงานแต่ละงาน ในกระบวนการผลิต (Flow Time) จะเท่ากับเวลาที่งานนั้นๆเสร็จ (Completion Time) ค่าเฉลี่ยของ เวลางานในระบบ (Mean Flow Time) คำนวณได้จากสมการที่ (4.2)

$$\bar{F} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} F_i \qquad (4.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ากำหนดงานทุกงานเริ่มต้นจากเวลา T = 0.00 จะประเมินเวลาคลาดเคลื่อนของงานเสร็จ (Lateness : L_i) จากกำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) ได้จากสมการที่ (4.3)

$$L_i = C_i - d_i \tag{4.3}$$

งานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันตามกำหนด (Tardiness : T_i) เกิดขึ้นจาก เวลาคลาดเคลื่อน ของงานเสร็จ (Lateness : L_i) มากกว่าศูนย์ หรืองานเสร็จหลังจากกำหนดส่งได้ผ่านไปแล้ว ดังนั้นค่าเฉลี่ยของเวลาคลาดเคลื่อนของงานเสร็จ (Mean Lateness : $\overline{L_i}$) ได้จากสมการที่ (4.4) และหน่วยเวลาที่งานแต่ละงานจะส่งไม่ทันกำหนด (Mean Tardiness : $\overline{T_i}$) ได้จากสมการที่ (4.5)

$$\overline{L} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} L_i \tag{4.4}$$

$$\overline{T} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} T_i \tag{4.5}$$

4.3 คำศัพท์ที่ใช้ในเทคนิคการจัดลำดับงาน

เพื่อให้เข้าใจตรงกันในเนื้อหาของบทนี้จึงขออธิบายคำศัพท์ต่อไปนี้พอสังเขป

เวลาในการดำเนินการ (Processing Time : t_i) คือเวลาที่คาดว่าจะใช้ในการดำเนินการของงาน i ตั้งแต่เริ่มจนกระทั่งสำเร็จ เวลาที่คาดการณ์นี้ควรรวมเวลาในการเตรียมก่อนการดำเนินการ (Setup) ด้วย

กำหนดส่ง (Due-Date : d_i) คือกำหนดที่งาน i ต้องส่งให้กับผู้จ้างงาน ถ้าไม่สามารถส่งได้ตามกำหนด จะนับเป็นการส่งงานไม่ทัน และอาจต้องจ่ายค่าปรับ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับข้องตกลงระหว่างองค์กรกับผู้จ้างงาน

จำนวนหน่วยเวลาที่เบี่ยงเบนไปจากกำหนดส่ง (Lateness : L_i) คือ ความเบี่ยงเบนระหว่างกำหนดส่งงาน กับเวลาที่งานเสร็จสมบูรณ์ ดังนั้น และมีค่าเป็นบวก ถ้างานเสร็จไม่ทันกำหนด ในทางตรงกันข้ามค่านี้จะมีค่าเป็นลบถ้าเสร็จก่อนกำหนดส่งงาน

จำนวนงานส่งไม่ทัน (Tardiness : T_i) คือการวัดจำนวนหน่วยเวลาที่เบี่ยงเบนไปจากกำหนดส่งมีค่าเป็นบวก

เวลาเหลือ (Slack : SL_i) เป็นการวัดเวลาที่เหลือก่อนกำหนดส่งงาน เพื่อตรวจสอบว่าเพียงพอต่อการดำเนินการให้ทันเวลาหรือไม่ โดยถ้าเป็นบวกแสดงว่ายังมีเวลาเพียงพอที่จะดำเนินการผลิต ให้ทันตามกำหนดส่ง ถ้าเป็นลบ แสดงว่างาน i จะไม่สามารถเสร็จตามกำหนดได้

เวลางานเสร็จ (Completion Time : C_i) คือเวลาที่งาน i เสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลางานในกระบวนการ (Flow Time : F_i) คือช่วงเวลาตั้งแต่งานเข้าสู่ ระบบการผลิตจนกระทั่งเสร็จ และส่งให้กับผู้จ้างงานต่อไป

4.4 หลักการพื้นฐานของกฎการจัดลำดับงาน

ถึงแม้ว่าจะไม่สามารถลดเวลาในการทำงานรวม (make span) ได้ แต่สามารถจัดลำดับงาน ให้มีค่าเฉลี่ยของเวลาของงานในระบบ เวลาคลาดเคลื่อนของงานเสร็จเฉลี่ย และหน่วยเวลาเฉลี่ย ที่งานแต่ละงานจะส่งไม่ทันกำหนดลดลงได้ ตามกฎการจัดลำดับงาน n งานบนเครื่องจักรเครื่องเดียว ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับวัตถุประสงค์ที่ต้องการ และอาจต้องมีการประยุกต์ปรับเปลี่ยนไป ตามความเหมาะสมของสถานการณ์ กำหนดตัวอย่าง ข้อมูลของงาน (Job) เวลาในการผลิต (Processing Time) กำหนดส่งงาน (Due-Date) เพื่อแสดงการเปรียบเทียบการจัดลำดับงานทั้ง 4 วิธี

ตารางที่ 4.1 ตัวอย่างที่ 4.1

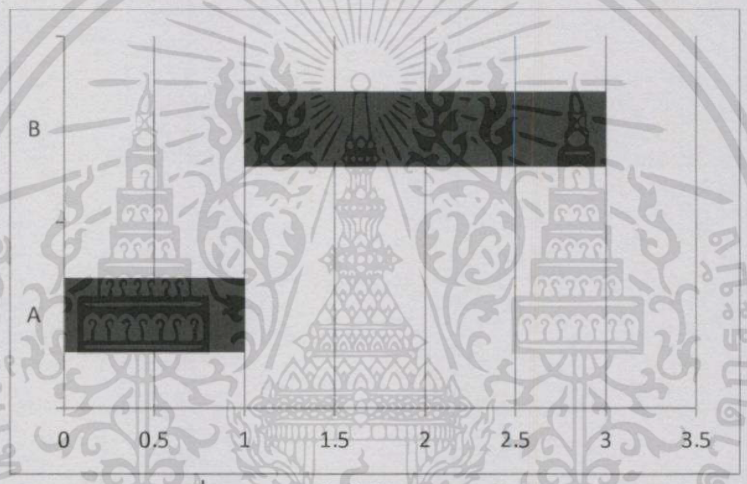
งาน (Job)	เวลาในการผลิต (Processing Time)	กำหนดส่งงาน (Due-Date)	ความสำคัญ (Importance)
1	5	15	1
2	8	10	2
3	6	15	3
4	3	25	1
5	10	20	2
6	14	40	3
7	7	45	2
8	3	50	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.1 Shortest Processing Time

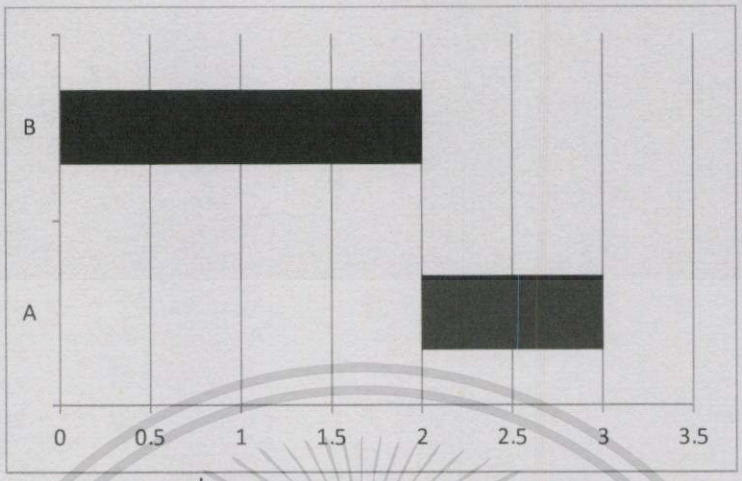
เป้าหมายของการจัดลำดับแบบ Shortest Processing Time : SPT เพื่อให้เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time) มีค่าน้อยที่สุด นอกจากนี้ยังทำให้หน่วยเวลาที่ส่งงานไม่ทัน มีค่าต่ำที่สุดด้วย (Minimum Tardiness) เมื่อเปรียบเทียบกับวิธีอื่น โดยเวลาเฉลี่ยของงานในระบบ จะไม่เท่ากัน ถ้าลำดับของงานที่ทำแตกต่างกัน เช่นงาน A และ B ที่มีเวลาในการผลิตเป็น t_A, t_B ตามลำดับ สมมติว่าเวลาในการทำงาน A น้อยกว่าเวลาในการทำงาน B หรือ $t_A < t_B$ และทางเลือกในการจัดลำดับงานมีอยู่เพียง 2 ทางเลือก คือ ให้งาน A ผลิตก่อน B หรือ B ผลิตก่อน A ดังแสดงในรูปที่ 4.2 และรูปที่ 4.3

กำหนดให้เวลาในการผลิต t_A = 1 หน่วยเวลาและ t_B = 2 หน่วยเวลา



รูปที่ 4.2 การจัดลำดับงาน A ผลิตก่อน B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 การจัดลำดับงาน B ผลิตก่อน A

เวลาของงานในระบบ (F_1) ของงานที่เข้าทำก่อนจะเท่ากับเวลาในการผลิตของงานนั้น (t_1) พอดีสำหรับเวลาของงานในระบบของงานที่เข้าทำทีหลัง (F_2) จะเท่ากับเวลาในการผลิตของงาน ที่ทำก่อนบวกกับเวลาในการผลิตของงานที่ทำทีหลัง ($t_1 + t_2$) ตัวเลขในเครื่องหมายปีกกา แทนลำดับของงานในการผลิต ดังนั้นเวลาเฉลี่ยของงานในระบบจึงคำนวณได้จากสมการที่ (4.6)

$$\bar{F} = \frac{1}{2}(F_1 + F_2) = \frac{1}{2}(t_1 + t_1 + t_2) \qquad (4.6)$$

ซึ่งจะเห็นว่าเวลาในการผลิตของงานที่เข้าทำก่อนจะปรากฏในสมการที่ (4.6) สองครั้ง ในขณะที่เวลาในการผลิตของงานที่เข้าทำทีหลังปรากฏเพียงครั้งเดียวเท่านั้น คำนวณเวลาเฉลี่ยของงานในระบบ ได้ดังนี้

การจัดลำดับงาน A ผลิตก่อน B

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

การจัดลำดับงาน B ผลิตก่อน A

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

ดังนั้นการจัดลำดับงานเพื่อให้เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time) มีค่าน้อยที่สุด จึงทำได้โดยการจัดงานที่ใช้เวลาน้อยที่สุดเข้าทำก่อน ซึ่งก็คือที่มาของกฎที่เรียกว่า เวลาในการผลิตสั้นที่สุด (Shortest Processing Time : SPT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ตัวอย่างที่ 4.2 การจัดลำดับงานตามกฎ SPT

จากตัวอย่างที่ 4.1 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ SPT บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 4-8-1-7-2-5-6 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร และเวลางานส่งไม่ทัน ดังแสดงในตารางที่ 4.2

งาน (Job)	เวลาในการผลิต (Processing Time)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i)
4	3	3	25	-22
8	3	6	50	-44
1	5	11	15	-4
3	6	17	15	2
7	7	24	45	-21
2	8	32	10	22
5	10	42	20	22
6	14	56	40	16
	Sum	191	220	-29

เวลางานส่งไม่ทัน คำนวณจาก $C_i - d_i$ ซึ่งค่าที่ติดลบบ่งบอกว่าส่งงานเสร็จก่อนเวลา และเวลางานส่งไม่ทัน โดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) มีค่าเท่ากับ $\frac{-29}{8} = -3.625$ ชั่วโมง

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time : $\bar{F}$) = $\frac{191}{8} = 23.875$ ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

งานที่ส่งไม่ทัน (Tardiness : T_i) ได้แก่ งาน 3 2 5 6

เวลาที่งานแต่ละงานจะส่งไม่ทันกำหนด (Mean Tardiness : $\bar{T}$) = $\frac{2+22+22+16}{8} = 7.75$ ชั่วโมง

จำนวนชั่วโมงของงานที่ส่งไม่ทันมีค่าต่ำที่สุด (Minimum Tardiness) = 2 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

4.4.2 Weighted Shortest Processing Time

เป้าหมายของการจัดลำดับแบบเวลาการผลิตสั้นที่สุดแบบถ่วงน้ำหนักหรือการจัดลำดับตามความสำคัญ (Weighted Shortest Processing Time : WSPT) เพื่อการทำให้ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของเวลาในระบบมีค่าน้อยที่สุด โดยการจัดลำดับงานตามกฎของ SPT นั้นให้ความสำคัญกับงานทุกงาน ที่ต้องจัดลำดับเท่ากัน แต่ในบางกรณีงานทุกงานมิได้มีความสำคัญเท่าเทียมกันเสมอไป เช่น งานบางงานเป็นยอดการสั่งจากผู้จ้างงานรายสำคัญ หรือทำกำไรสูงมาก หรือถ้าทำไม่ทัน จะมีผลกระทบต่อความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เชื่อถือของผู้จ้างงานอย่างมาก ดังนั้นจึงมีความสำคัญมากกว่างานอื่นๆ ในสถานการณ์เช่นนี้ การจัดลำดับการผลิตด้วยกฎ SPT สามารถปรับโดยพิจารณาน้ำหนักความสำคัญของงานแต่ละงานได้ และการหาค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของเวลาในระบบนี้คำนวณได้จากสมการ (4.7)

$$\overline{F_w} = \frac{\sum_{i=1}^{n} W_i F_i}{\sum_{i=1}^{n} W_i} \qquad (4.7)$$

สมการที่ (4.7) นี้ใช้กับสถานการณ์การจัดลำดับงานจำนวน n งานบนเครื่องจักรเครื่องเดียว และงานที่ i มีความสำคัญ W_i การจัดลำดับทำได้โดยการเรียงลำดับงานจากสัดส่วนระหว่างเวลา ในการผลิตของงานที่ i กับน้ำหนักความสำคัญของงานนั้นๆ จากน้อยไปหามาก ดังนี้

$$\frac{t_1}{w_1} \leq \frac{t_2}{w_2} \leq \frac{t_3}{w_3} \leq \ldots \leq \frac{t_n}{w_n}$$

ตารางที่ 4.3 ตัวอย่างที่ 4.3 การจัดลำดับงานตามกฎ WSPT

จากตัวอย่างที่ 4.1 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ WSPT บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 3-4-8-7-2-6-1-5 เพื่อให้ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของเวลาในระบบมีค่าน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.3

งาน (Job)	เวลาในการผลิต (Processing Time : t_i)	ความสำคัญ (Importance : W_i)	T_i / W_i	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i)
3	6	3	2	6
4	3	1	3	9
8	3	1	3	12
7	7	2	3.5	19
2	8	2	4	27
6	14	3	4.7	41
1	5	1	5	46
5	10	2	5	56
	Sum	15		216

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time : $\bar{F}$) = $\frac{216}{8}$ = 27 ชั่วโมง

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบแบบถ่วงน้ำหนัก (Mean Flow Time : $\overline{F_w}$) = $\frac{412}{15}$ = 27.47 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 Earliest Due-Date

เป้าหมายของการจัดลำดับแบบ Earliest Due-Date คือ การจัดโดยใช้กำหนดส่งเร็วที่สุดเข้าทำงานก่อน ซึ่งการจัดลำดับงานแบบนี้ช่วยให้วันที่งานเสร็จเบี่ยงเบนไปจากกำหนดส่งมากที่สุดต่ำที่สุด (Minimize the Maximum Lateness) และทำให้จำนวนวันที่งานส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุดสั้นที่สุด (Minimize the Maximum Tardiness) แต่ข้อเสียก็คือ การจัดแบบนี้มีแนวโน้มที่จะทำให้จำนวนงานที่ส่งไม่ทันกำหนดเพิ่มขึ้น กฎนี้มีรายละเอียดดังต่อไปนี้ เมื่อต้องการจัดลำดับงาน n งานบนเครื่องจักรหนึ่งเครื่อง จำนวนวันที่งานเสร็จเบี่ยงเบนไปจากกำหนดส่งและจำนวนวันที่ส่งไม่ทันมากที่สุด-น้อยที่สุดได้โดยการจัดให้งานที่มีกำหนดส่งก่อนขึ้นทำก่อน หรือแสดงในรูปความสัมพันธ์ได้ดังต่อไปนี้

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

จากตัวอย่างที่ 4.2 ซึ่งมีการจัดลำดับงานตามกฎ SPT มีงานส่งไม่ทันกำหนด 4 งาน คืองานที่ 2,3,5 และ 6 มีค่าเบี่ยงเบนของวันที่งานเสร็จจากกำหนดส่ง (Mean Lateness) เท่ากับ -3.625 ชั่วโมง และมีจำนวนวันที่ส่งไม่ทันมากที่สุดเป็น 22 ชั่วโมง ถ้าเราจัดลำดับของงานในตัวอย่างที่ 4.2 ใหม่โดยใช้กฎ EDD จะได้ผลดังแสดงในตัวอย่างที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ตัวอย่างที่ 4.4 การจัดลำดับงานตามกฎ EDD

จากตัวอย่างที่ 4.2 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ EDD บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 2-1-3-5-4-6-7-8 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักรและเวลางานส่งไม่ทัน ดังแสดงในตารางที่ 4.4

งาน (Job)	เวลาในการผลิต (Processing Time)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i)
2	8	8	10	-2
1	5	13	15	-2
3	6	19	15	4
5	10	29	20	9
4	3	32	25	7
6	14	46	40	6
7	7	53	45	8
8	3	56	50	6
	Sum	256	220	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งมีจำนวนงานที่ส่งไม่ทันเพิ่มขึ้นจากการจัดลำดับด้วยกฎ SPT จาก 4 งานเป็น 6 งาน แต่ในขณะที่เวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) ลดลงจาก 22 ชั่วโมงเหลือเพียง 9 ชั่วโมง อีกทั้งเวลาเฉลี่ยของจำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Mean Tardiness) เท่ากับ (4+9+7+6+8+6)/8 = 5.00 ชั่วโมง ซึ่งน้อยกว่าการจัดด้วยกฎ SPT เวลาเฉลี่ยของจำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทันเท่ากับ (2+22+22+16)/8 = 7.75 ชั่วโมง แต่อย่างไรก็ตาม การจัดด้วยกฎ EDD นี้ไม่ได้ทำให้เวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ส่งไม่ทัน (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุดเสมอไป เมื่อเปรียบเทียบโดยรวม เป็นเหมือนกับการกระจายความเสี่ยงในการส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลงแต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เพิ่มมากขึ้นจาก -3.625 ชั่วโมง (SPT) เป็น 4.5 ชั่วโมง

4.4.4 Slack Time

กฎของเวลาส่วนเหลือ (Slack Time) ซึ่งคำนวณได้จากสมการที่ (4.8)

$$\begin{aligned} &d_i - T_{now} = \text{เวลาที่เหลือก่อนกำหนดส่งงาน} \\ &T_{now} = \text{เวลา ณ จุดที่กำลังจัดลำดับงานอยู่} \\ &SL_i = \text{เวลาที่เหลือก่อนกำหนดส่งงาน} - \text{เวลาในการทำงาน} \\ &SL_i = d_i - T_{now} - t_i \end{aligned} \tag{4.8}$$

เมื่อต้องการจัดลำดับงาน n งานบนเครื่องจักรหนึ่งเครื่อง จัดเรียงลำดับตามเวลาที่เหลือ (Slack Time : SL_i) ค่าเวลาที่เหลือน้อยกว่าผลิตก่อน

$$SL_1 \leq SL_2 \leq SL_3 \leq \ldots \leq SL_n$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 ตัวอย่างที่ 4.5 การจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time

จากตัวอย่างที่ 4.1 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 2-1-3-5-4-6-7-8 โดยกำหนดให้เวลาที่กำลังจัดลำดับงานนี้อยู่ ณ T_{now} = 0 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร และเวลางานส่งไม่ทัน ดังแสดงในตารางที่ 4.5

งาน (Job)	เวลาในการผลิต (Processing Time)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i)	เวลาที่เหลือ (Slack Time : SL_i)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i)
2	8	10	2	8	-2
1	5	15	9	14	-1
3	6	15	10	19	4
5	10	20	10	29	9
4	3	25	22	32	7
6	14	40	26	46	6
7	7	45	38	53	8
8	3	50	47	56	6
				Sum	37

การจัดลำดับ Slack Time เป้าหมายเพื่อให้เวลางานคลาดเคลื่อนและส่งไม่ทันเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุดจากตัวอย่างที่ 4.5 เวลางานคลาดเคลื่อนที่มีค่าน้อยที่สุด (the Minimum Lateness) = -1 ชั่วโมงและเวลาส่งไม่ทันเฉลี่ยมีค่าน้อยที่สุด (Mean Tardiness) = (4+9+7+6+8+6)/8 = 5.00 ชั่วโมง กฎที่ได้อธิบายถึงที่ผ่านมาของการจัดลำดับงาน n งานบนเครื่องจักรเครื่องเดียว โดยทั้งหมดให้สำคัญที่เวลางานในระบบเฉลี่ยน้อยที่สุดและเวลางานคลาดกำหนดส่งเฉลี่ยน้อยที่สุด (SPT) ความสำคัญของงาน (WSPT) เวลางานส่งช้าที่สุดน้อยที่สุด (EDD) เวลาคงเหลือน้อยที่สุดผลิตก่อน (Slack Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ตัวอย่างของหลักการพื้นฐานของกฎการจัดลำดับงาน

ตัวอย่างของหลักการพื้นฐานของกฎการจัดลำดับงานซึ่งเป็นตัวอย่างที่ได้จากการสุ่มการสั่งสินค้าทางเว็บบราวเซอร์และทำการกำหนดความสำคัญของสินค้าให้มีความแตกต่างกันซึ่งจะนำมาจัดลำดับการผลิต 4 รูปแบบคือ SPT WSPT EDD Slack โดยจะยกตัวอย่าง 3 กรณีศึกษาและนำมาเปรียบเทียบกับผลการทดลองในบทที่ 5 เพื่อพิสูจน์ว่าผลของการจัดตารางทั้ง 4 วิธีนั้นมีแนวโน้มตรงตรงหลักการพื้นฐานของกฎการจัดลำดับงาน

4.5.1 กรณีศึกษาที่ 1

ตารางที่ 4.6 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 1 สำหรับกรณีผู้สั่ง ID : Admin

งาน (Job)	จำนวนชิ้นงาน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance)
1	15	0.03667	24	1
2	20	0.07111	48	2
3	30	0.14	48	3
4	35	0.21	24	1
5	40	0.32889	24	2
6	23	0.28367	48	3
7	15	0.16	24	1
8	40	0.56889	48	2
9	20	0.29556	24	3
10	40	0.68889	24	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1.1 Shortest Processing Time

ตารางที่ 4.7 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ SPT

จากตารางที่ 4.6 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ SPT บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 1-2-3-7-4-6-9-5-8-10 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักรเพื่อให้เวลาที่ส่งงานไม่ทัน (Mean Lateness) เฉลี่ยมีค่าต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.7

งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
1	15	0.03667	0.03667	24	-23.96333
2	20	0.07111	0.10778	48	-47.89222
3	30	0.14	0.24778	48	-47.75222
7	15	0.16	0.40778	24	-23.59222
4	35	0.21	0.61778	24	-23.38222
6	23	0.28367	0.90145	48	-47.09855
9	20	0.29556	1.19701	24	-22.80299
5	40	0.32889	1.5259	24	-22.4741
8	40	0.56889	2.09479	48	-45.90521
10	40	0.68889	2.78368	24	-21.21632
	sum	2.78368	9.92962	336	-326.0794

เวลางานส่งไม่ทัน คำนวณจาก $C_i - d_i$ ซึ่งค่าที่ติดลบบ่งบอกว่าส่งงานเสร็จก่อนเวลาและเวลาที่งานที่ส่งไม่ทันทุกงานโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) = $\frac{-326.0794}{10}$ = -32.6 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงถึงว่าเวลาของแต่ละงานส่งก่อนกำหนดส่งและเป็นค่าที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow Time : $\bar{F}$) = $\frac{9.92962}{10}$ = 0.992962 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1.2 Weighted Shortest Processing Time

ตารางที่ 4.8 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ WSPT

จากตารางที่ 4.6 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ WSPT บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 2-1-3-6-4-7-5-10-8-9 เพื่อให้ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของเวลาในระบบมีค่าน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.8

งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time : t_i) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance : W_i)	T_i / W_i	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)
2	20	0.07111	2	0.035	0.07111
1	15	0.03667	1	0.036	0.10778
3	30	0.14	3	0.046	0.24778
6	23	0.28367	3	0.094	0.53145
9	20	0.29556	3	0.098	0.82701
7	15	0.16	1	0.160	0.98701
5	40	0.32889	2	0.164	1.31590
10	40	0.68889	4	0.172	2.00479
4	35	0.21	1	0.210	2.21479
8	40	0.56889	2	0.284	2.78368
	Sum	2.78368	22	-	11.0913

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบแบบถ่วงน้ำหนัก (Mean Flow Time : $\overline{F_w}$) = $\frac{24.48884}{22}$ = 1.1131 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1.3 Earliest Due-Date

ตารางที่ 4.9 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ EDD

จากตารางที่ 4.6 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ EDD บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 1-7-4-9-5-10-2-3-6-8 เพื่อให้เวลาส่งไม่ทันมากที่สุด น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบอื่นดังแสดงในตารางที่ 4.9

งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
1	15	0.03667	0.03667	24	-23.96333
7	15	0.16	0.19667	24	-23.80333
4	35	0.21	0.40667	24	-23.5933
9	20	0.29556	0.70223	24	-23.2977
5	40	0.32889	1.03112	24	-22.96888
10	40	0.68889	1.72001	24	-22.27999
2	20	0.07111	1.79112	48	-46.20888
3	30	0.14	1.93112	48	-46.0688
6	23	0.28367	2.21479	48	-45.78521
8	40	0.56889	2.78368	48	-45.31632
	sum	2.78368	12.81408	336	-323.286

เวลาที่งานที่ส่งไม่ทันทุกงานโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) = $\frac{-323.286}{10}$ = -32.328 ชั่วโมง เวลาที่ส่งไม่ทันของแต่ละงานมีค่าเป็นลบ แสดงว่าส่งแต่ละงานก่อนกำหนดซึ่งเวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) ลดลงจาก -21.21632 ชั่วโมงจากรูปแบบ SPT เหลือเพียง -22.27999 ชั่วโมงในรูปแบบ EDD แต่อย่างไรก็ตาม การจัดด้วยกฎ EDD นี้ไม่ได้ทำให้เวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ส่งไม่ทัน (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุดเสมอไปเมื่อเปรียบเทียบโดยรวมเป็นเหมือนกับการกระจายความเสี่ยงในการส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลงแต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เพิ่มมากขึ้นจาก -32.6 ชั่วโมง (SPT) เป็น -32.328 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1.4 Slack Time

$$SL_i = d_i - T_{now} - t_i$$

ตารางที่ 4.10 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time

จากตัวอย่างที่ 4.6 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 10-5-9-4-7-1-8-6-3-2 โดยกำหนดให้เวลาที่กำลังจัดลำดับงานนี้อยู่ ณ T_{now} = 16 ชั่วโมง และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร และเวลางานส่งไม่ทัน ดังแสดงในตารางที่ 4.10

งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date) (ชั่วโมง)	เวลาที่เหลือ (Slack Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness) (ชั่วโมง)
10	40	0.68889	24	7.31111	0.68889	-23.3111
5	40	0.32889	24	7.67111	1.01778	-22.9822
9	20	0.29556	24	7.70444	1.31334	-22.6866
4	35	0.21	24	7.79	1.52334	-22.4766
7	15	0.16	24	7.84	1.68334	-22.3166
1	15	0.03667	24	7.96333	1.72001	-22.2799
8	40	0.56889	48	31.43111	2.2889	-45.7111
6	23	0.28367	48	31.71633	2.57257	-45.4274
3	30	0.14	48	31.86	2.71257	-45.28743
2	30	0.07111	48	31.92889	2.78368	-45.21632
	Sum	2.78368	336	-	18.30442	-317.69525

การจัดลำดับแบบ Slack time ซึ่งจัดลำดับตามเวลาที่คงเหลือของแต่ละงาน สำหรับในกรณีศึกษาเราสามารถ ใส่ค่า T_{now} คือ 16 ชั่วโมงเพราะสินค้าทั้ง 10 ชนิดที่นำมาจัดตารางนั้นจะทำการผลิตจริงเมื่อเวลาผ่านไป 16 ชั่วโมง ทำให้เวลาคงเหลือที่แท้จริงจะเป็นไปตาม $SL_i = d_i - T_{now} - t_i$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2 กรณีศึกษาที่ 2

ตารางที่ 4.11 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 2

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวนชิ้นงาน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance)
Bon	3	20	0.09	24	1
Bon	2	40	0.14	24	2
Theerut	10	30	0.52	24	3
Theerut	3	20	0.09	24	4
Theerut	9	20	0.30	48	1
Theerut	7	10	0.11	24	2
Admin	4	30	0.18	48	3
Admin	5	40	0.33	48	4
Admin	6	50	0.62	48	5
Admin	2	60	0.21	48	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2.1 Shortest Processing Time

ตารางที่ 4.12 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ SPT

จากตารางที่ 4.11 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ SPT บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 3-3-7-2-4-2-9-5-10-6 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักรเพื่อให้เวลาที่ส่งงานไม่ทัน (Mean Lateness) เฉลี่ยมีค่าต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.12

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
bon	3	20	0.09	0.09	24	-23.91
theerut	3	20	0.09	0.19	24	-23.81
theerut	7	10	0.11	0.29	24	-23.71
bon	2	40	0.14	0.44	24	-23.56
admin	4	30	0.18	0.62	48	-47.38
admin	2	60	0.21	0.83	48	-47.17
theerut	9	20	0.30	1.12	48	-46.88
admin	5	40	0.33	1.45	48	-46.55
theerut	10	30	0.52	1.97	24	-22.03
admin	6	50	0.62	2.59	48	-45.41
		sum	2.59	9.59	360	-350.41

เวลางานส่งไม่ทัน คำนวณจาก $C_i - d_i$ ซึ่งค่าที่ติดลบบ่งบอกว่าส่งงานเสร็จก่อนเวลาและเวลาที่งานที่ ส่งไม่ทันทุกงานโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) = $\frac{-350.41}{10}$ = -35.041 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงถึงว่าเวลาของแต่ละงานส่งก่อนกำหนดส่งและเป็นค่าที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เวลาเฉลี่ย ของงานในระบบ (Mean Flow Time : $\bar{F}$) = $\frac{9.59}{10}$ = 0.959 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2.2 Weighted Shortest Processing Time

ตารางที่ 4.13 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ WSPT

จากตารางที่ 4.11 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ WSPT บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 3-2-7-4-2-5-3-6-10-9 เพื่อให้ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของเวลาในระบบมีค่าน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.13

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time : t_i) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance : W_i)	T_i / W_i	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)
theerut	3	20	0.09	4	0.02	0.09
admin	2	60	0.21	6	0.04	0.31
theerut	7	10	0.11	2	0.05	0.41
admin	4	30	0.18	3	0.06	0.59
bon	2	40	0.14	2	0.07	0.74
admin	5	40	0.33	4	0.08	1.06
bon	3	20	0.09	1	0.09	1.16
admin	6	50	0.62	5	0.12	1.77
theerut	10	30	0.52	3	0.17	2.29
theerut	9	20	0.30	1	0.30	2.59
		Sum	2.59	31		11.02

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบแบบถ่วงน้ำหนัก (Mean Flow Time : $\overline{F_w}$) = $\frac{30.04}{31}$

= 0.96 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2.3 Earliest Due-Date

ตารางที่ 4.14 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ EDD

จากตารางที่ 4.11 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ EDD บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 3-2-10-3-7-9-4-5-6-2 เพื่อให้เวลาส่งไม่ทันมากที่สุด น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบอื่นดังแสดงในตารางที่ 4.14

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
bon	3	20	0.09	0.09	24.	-23.91
bon	2	40	0.14	0.24	24.	-23.76
theerut	10	30	0.52	0.75	24.	-23.25
theerut	3	20	0.09	0.85	24.	-23.15
theerut	7	10	0.11	0.95	24.	-23.05
theerut	9	20	0.30	1.25	48.	-46.75
admin	4	30	0.18	1.43	48.	-46.57
admin	5	40	0.33	1.76	48.	-46.24
admin	6	50	0.62	2.37	48.	-45.63
admin	2	60	0.21	2.59	48.	-45.41
		sum	2.59	12.27	360	-347.73

เวลาที่งานที่ส่งไม่ทันทุกงานโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) = $\frac{-347.73}{10}$

= -34.77 ชั่วโมง เวลาที่ส่งไม่ทันของแต่ละงานมีค่าเป็นลบ แสดงว่าส่งแต่ละงานก่อนกำหนดซึ่งเวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) ลดลงจาก -22.03 ชั่วโมงจากรูปแบบ SPT เหลือเพียง -23.05 ชั่วโมงในรูปแบบ EDD แต่อย่างไรก็ตาม การจัดด้วยกฎ EDD นี้ไม่ได้ทำให้เวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ ส่งไม่ทัน (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุดเสมอไปเมื่อเปรียบเทียบโดยรวมเป็นเหมือนกับการกระจายความเสี่ยงในการส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลงแต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เพิ่มมากขึ้นจาก -35.04 ชั่วโมง (SPT) เป็น -34.77 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.2.4 Slack Time

$$SL_i = d_i - T_{now} - t_i$$

ตารางที่ 4.15 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time

จากตัวอย่างที่ 4.11 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 10-5-9-4-7-1-8-6-3-2 โดยกำหนดให้เวลาที่กำลังจัดลำดับงานนี้อยู่ ณ T_{now} = 16 ชั่วโมง และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร และเวลางานส่งไม่ทัน ดังแสดงในตารางที่ 4.15

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่เหลือ (Slack Time : SL_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
theerut	10	30	0.52	24	7.48	0.52	-23.48
bon	2	40	0.14	24	7.86	0.66	-23.34
theerut	7	10	0.11	24	7.89	0.77	-23.23
bon	3	20	0.09	24	7.91	0.86	-23.14
theerut	3	20	0.09	24	7.91	0.95	-23.05
admin	6	50	0.62	48	31.38	1.57	-46.43
admin	5	40	0.33	48	31.67	1.90	-46.10
theerut	9	20	0.30	48	31.70	2.19	-45.81
admin	2	60	0.21	48	31.79	2.41	-45.59
admin	4	30	0.18	48	31.82	2.59	-45.41
		Sum	2.59	360		14.4056	-345.5944

การจัดลำดับแบบ Slack time ซึ่งจัดลำดับตามเวลาที่คงเหลือของแต่ละงาน สำหรับในกรณีศึกษาเราสามารถ ใส่ค่า T_{now} คือ 16 ชั่วโมงเพราะสินค้าทั้ง 10 ชนิดที่นำมาจัดตารางนั้นจะทำการผลิตจริงเมื่อเวลาผ่านไป 16 ชั่วโมง ทำให้เวลาคงเหลือที่แท้จริงจะเป็นไปตาม $SL_i = d_i - T_{now} - t_i$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3 กรณีศึกษาที่ 3

ตารางที่ 4.16 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 3

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวนชิ้นงาน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance)
theerut	10	10	0.17	24	4
klod	8	30	0.43	24	2
klod	9	20	0.30	48	1
bon	3	10	0.05	24	3
bon	10	20	0.34	48	1
admin	5	30	0.25	24	2
admin	9	10	0.15	48	3
eve	2	20	0.07	24	4
eve	10	30	0.52	24	5
eve	6	10	0.12	48	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3.1 Shortest Processing Time

ตารางที่ 4.17 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ SPT

จากตารางที่ 4.16 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ SPT บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 3-2-6-9-10-5-9-10-8-10 และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักรเพื่อให้เวลาที่ส่งงานไม่ทัน (Mean Lateness) เฉลี่ยมีค่าต่ำที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.17

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
bon	3	10	0.05	0.05	24	-23.95
eve	2	20	0.07	0.12	24	-23.88
eve	6	10	0.12	0.24	48	-47.76
admin	9	10	0.15	0.39	48	-47.61
theerut	10	10	0.17	0.56	24	-23.44
admin	5	30	0.25	0.81	24	-23.19
klod	9	20	0.30	1.10	48	-46.90
bon	10	20	0.34	1.45	48	-46.55
klod	8	30	0.43	1.87	24	-22.13
eve	10	30	0.52	2.39	24	-21.61
			2.39	8.98	336	-327.02

เวลางานส่งไม่ทัน คำนวณจาก $C_i - d_i$ ซึ่งค่าที่ติดลบบ่งบอกว่าส่งงานเสร็จก่อนเวลาและเวลาที่งานที่ส่งไม่ทันทุกงานโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) = $\frac{-327.02}{10}$ = -32.702 ชั่วโมง ซึ่งมีค่าเป็นลบแสดงถึงว่าเวลาของแต่ละงานส่งก่อนกำหนดส่งและเป็นค่าที่ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เวลาเฉลี่ย ของงานในระบบ (Mean Flow Time : $\bar{F}$) = $\frac{8.98}{10}$ = 0.898 ชั่วโมง ซึ่งเป็นค่าที่ต่ำที่สุด เมื่อเปรียบเทียบกับอีกสามวิธี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3.2 Weighted Shortest Processing Time

ตารางที่ 4.18 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ WSPT

จากตารางที่ 4.17 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ WSPT บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 3-2-10-9-10-6-5-8-9-10 เพื่อให้ค่าเฉลี่ยแบบถ่วงน้ำหนักของเวลาในระบบมีค่าน้อยที่สุด ดังแสดงในตารางที่ 4.18

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time : t_i) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance : W_i)	T_i/W_i	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)
bon	3	10	0.05	3	0.02	0.05
eve	2	20	0.07	4	0.02	0.12
theerut	10	10	0.17	4	0.04	0.29
admin	9	10	0.15	3	0.05	0.44
eve	10	30	0.52	5	0.10	0.95
eve	6	10	0.12	1	0.12	1.08
admin	5	30	0.25	2	0.12	1.32
klod	8	30	0.43	2	0.21	1.75
klod	9	20	0.30	1	0.30	2.05
bon	10	20	0.34	1	0.34	2.39
		Sum	2.39	26		10.44

เวลาเฉลี่ยของงานในระบบแบบถ่วงน้ำหนัก (Mean Flow Time : $\overline{F_w}$) = $\frac{19.52}{26}$

= 0.75 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3.3 Earliest Due-Date

ตารางที่ 4.19 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ EDD จากตารางที่ 4.17 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ EDD บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 10-8-3-5-2-10-9-10-9-6 เพื่อให้เวลาส่งไม่ทันมากที่สุด น้อยที่สุดเมื่อเทียบกับรูปแบบอื่นดังแสดงในตารางที่ 4.17

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
theerut	10	10	0.17	0.17	24.	-23.83
klod	8	30	0.43	0.60	24.	-23.40
bon	3	10	0.05	0.65	24.	-23.35
admin	5	30	0.25	0.89	24.	-23.11
eve	2	20	0.07	0.96	24.	-23.04
eve	10	30	0.52	1.48	24.	-22.52
klod	9	20	0.30	1.78	48.	-46.22
bon	10	20	0.34	2.12	48.	-45.88
admin	9	10	0.15	2.27	48.	-45.73
eve	6	10	0.12	2.39	48.	-45.61
		sum	2.39	13.31	336	-322.69

เวลาที่งานที่ส่งไม่ทันทุกงานโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) = $\frac{-322.69}{10}$ = -32.27 ชั่วโมง เวลาที่ส่งไม่ทันของแต่ละงานมีค่าเป็นลบ แสดงว่าส่งแต่ละงานก่อนกำหนดซึ่งเวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) ลดลงจาก -21.61 ชั่วโมงจากรูปแบบ SPT เหลือเพียง -22.52 ชั่วโมงในรูปแบบ EDD แต่อย่างไรก็ตาม การจัดด้วยกฎ EDD นี้ไม่ได้ทำให้เวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ ส่งไม่ทัน (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุดเสมอไปเมื่อเปรียบเทียบโดยรวมเป็นเหมือนกับการกระจายความเสี่ยงในการส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลงแต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เพิ่มมากขึ้นจาก -32.70 ชั่วโมง (SPT) เป็น -32.27 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.3.4 Slack Time

$$SL_i = d_i - T_{now} - t_i$$

ตารางที่ 4.20 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาของการจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time

จากตัวอย่างที่ 4.17 นำมาจัดลำดับงานตามกฎ Slack Time บนเครื่องจักร 1 เครื่องได้ 10-5-9-4-7-1-8-6-3-2 โดยกำหนดให้เวลาที่กำลังจัดลำดับงานนี้อยู่ ณ T_{now} = 16 ชั่วโมง และเวลาที่งานแต่ละงานออกจากเครื่องจักร และเวลางานส่งไม่ทัน ดังแสดงในตารางที่ 4.17

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing Time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่เหลือ (Slack Time : SL_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
eve	10	30	0.52	24	7.48	0.52	-23.48
klod	8	30	0.43	24	7.57	0.94	-23.06
admin	5	30	0.25	24	7.75	1.19	-22.81
theerut	10	10	0.17	24	7.83	1.36	-22.64
eve	2	20	0.07	24	7.93	1.43	-22.57
bon	3	10	0.05	24	7.95	1.48	-22.52
bon	10	20	0.34	48	31.66	1.82	-46.18
klod	9	20	0.30	48	31.70	2.12	-45.88
admin	9	10	0.15	48	31.85	2.27	-45.73
eve	6	10	0.12	48	31.88	2.39	-45.61
		Sum	2.39	336		15.5290	-320.4710

การจัดลำดับแบบ Slack time ซึ่งจัดลำดับตามเวลาที่คงเหลือของแต่ละงาน สำหรับในกรณีศึกษาเราสามารถ ใส่ค่า T_{now} คือ 16 ชั่วโมงเพราะสินค้าทั้ง 10 ชนิดที่นำมาจัดตารางนั้น จะทำการผลิตจริงเมื่อเวลาผ่านไป 16 ชั่วโมง ทำให้เวลาคงเหลือที่แท้จริงจะเป็นไปตาม

$$SL_i = d_i - T_{now} - t_i$$

โดยทั้งหมดให้สำคัญที่เวลางานในระบบเฉลี่ยน้อยที่สุด และเวลางานคลาดกำหนดส่งเฉลี่ยน้อยที่สุด (SPT) ความสำคัญของงาน (WSPT) เวลางานส่งช้าที่สุดน้อยที่สุด (EDD) เวลาคงเหลือน้อยที่สุดผลิตก่อน (Slack Time)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

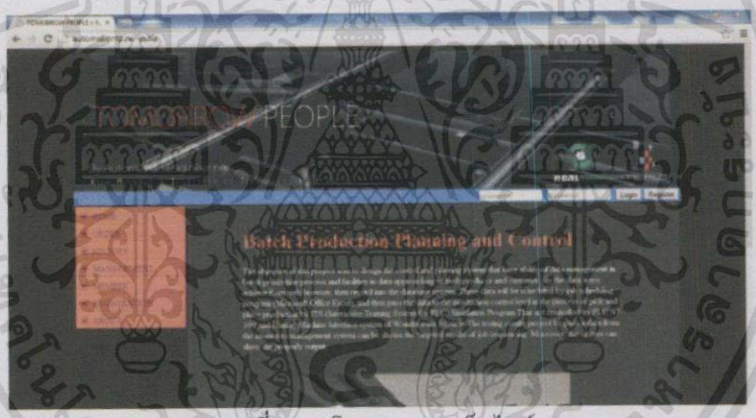
บทที่ 5
ผลการทดลอง

5.1 ขั้นตอนการทำงาน

1. ขั้นตอนในการเข้าถึงข้อมูลผ่านเว็บบราวเซอร์
2. ขั้นตอนในการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้า
3. ขั้นตอนในการผลิตสินค้า

5.2 ขั้นตอนในการเข้าถึงข้อมูลผ่านทางเว็บบราวเซอร์

สามารถเข้าสู่หน้าโฮมเพจได้ที่แอดเดรส http://automationtp.no-ip.biz/ ดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 โฮมเพจของเว็บไซต์

เมนู ORDER ใช้สำหรับเข้าเลือกสินค้าที่มีพร้อมแสดงรายละเอียด

เมนู HISTORY มีไว้สำหรับให้ผู้เข้าชมเว็บไซต์ทุกคนสามารถดูข้อมูลสินค้าที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้ว และข้อมูลรายการผลิตสินค้าที่กำลังรอการผลิตอยู่

เมนู MANAGEMENT เป็นส่วนการทำงานของ Administrator ซึ่งต้องมียูเซอร์เนมและพาสเวิร์ด สำหรับผู้มีสิทธิ์ในการจัดการเท่านั้น ซึ่งจะแสดงข้อมูลประวัติการผลิตสินค้าเชิงลึก จัดการเกี่ยวกับลำดับการผลิตสินค้าที่กำลังรอการผลิต และสามารถแสดงความคืบหน้าของการผลิตที่กำลังผลิตอยู่ได้

เมนู MEMBER เป็นส่วนข้อมูลส่วนตัวของแอคเคาท์ตนเอง แสดงข้อมูลส่วนตัวและข้อมูลการสั่งซื้อของแอคเคาท์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมนู REGISTERATION สำหรับการสมัครสมาชิก

แถบล็อกอิน สามารถกรอกยูเซอร์เนมและพาสเวิร์ดเพื่อเข้าสู่ระบบสมาชิกได้ทันที

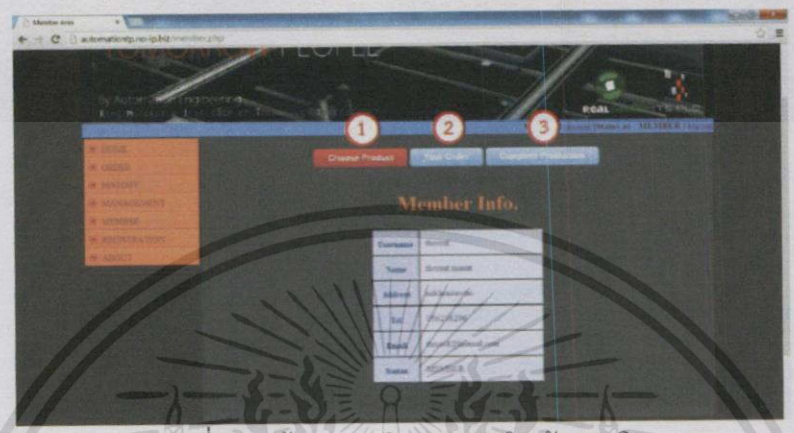
5.2.1 เริ่มต้นโดยล็อกอินเข้าสู่ระบบสมาชิกได้ที่เมนู MEMBER และทำการกรอกยูเซอร์เนมและพาสเวิร์ดและกดปุ่ม Login ดังรูปที่ 5.2 ถ้าหากยังไม่ได้เป็นสมาชิก สามารถทำการกรอกข้อมูลเพื่อสมัครสมาชิกได้ที่ปุ่ม Register ดังรูปที่ 5.3

รูปที่ 5.2 หน้าเข้าสู่ระบบสมาชิก

รูปที่ 5.3 ช่องกรอกข้อมูลสมัครสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2 เมื่อเข้าสู่ระบบสมาชิก จะเข้าสู่หน้าแสดงข้อมูลส่วนตัวและมีเมนูสำหรับแสดงข้อมูลการสั่งสินค้าของแอคเคาท์นั้น ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 ข้อมูลสมาชิกและเมนูสำหรับสมาชิก

ปุ่ม Choose Product (1) แสดงสินค้าเพื่อเลือกสินค้า

ปุ่ม Your Order (2) แสดงรายการการสั่งสินค้าที่แอคเคาท์นั้นเคยสั่งทั้งหมด

ปุ่ม Complete Production (3) แสดงรายการผลิตสินค้าที่ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วของแอคเคาท์นั้น

5.2.3 เริ่มต้นการสั่งสินค้าโดยเลือกที่เมนู ORDER หรือสามารถกดปุ่ม Choose Product ในหน้าแสดงข้อมูลสมาชิกก็ได้ จะแสดงรูปสินค้าและรายละเอียดของสินค้า เลือกรูปแบบสินค้าที่ต้องการ แล้วกดที่ปุ่ม Add to Cart เพื่อนำสินค้าใส่ระบบตะกร้าสินค้า ดังรูปที่ 5.5

รูปที่ 5.5 หน้าเลือกสินค้า

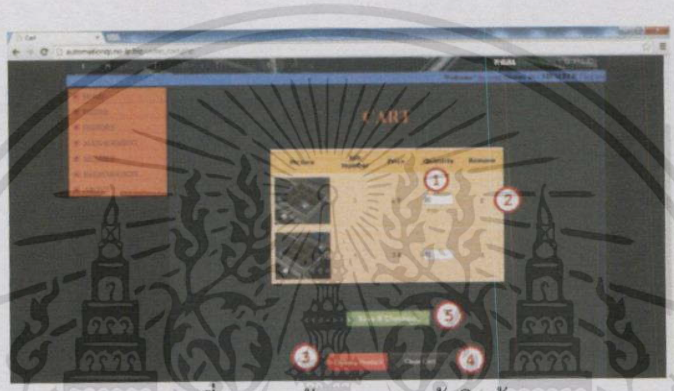
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปุ่ม member (1) เข้าสู่หน้าแสดงข้อมูลส่วนตัวของแอคเคาท์นั้น

ปุ่ม View Cart (2) แสดงสินค้าที่หยิบใส่ตะกร้าไว้ในรอบการสั่งนั้น

ปุ่ม Add to Cart (3) หยิบสินค้าลงในระบบตะกร้าสินค้าจำนวน 1 ชิ้น

5.2.4 เมื่อกดปุ่ม Add to Cart สินค้าที่เลือกจะมาแสดงในหน้า CART หลังจากเลือกประเภทสินค้าที่ต้องการแล้ว สามารถกรอกจำนวนสินค้าในแต่ละประเภทได้ เมื่อเรียบร้อยให้กดที่ปุ่ม Save & Checkout เพื่อยืนยัน ดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 หน้าระบบตะกร้าสินค้า

ช่อง Quantity (1) ช่องสำหรับกรอกจำนวนสินค้าประเภทนั้น สามารถกรอกได้ตั้งแต่ 1 – 99999 ชิ้น

ปุ่ม X (2) ลบสินค้าประเภทนั้นออกจากระบบตะกร้าสินค้า

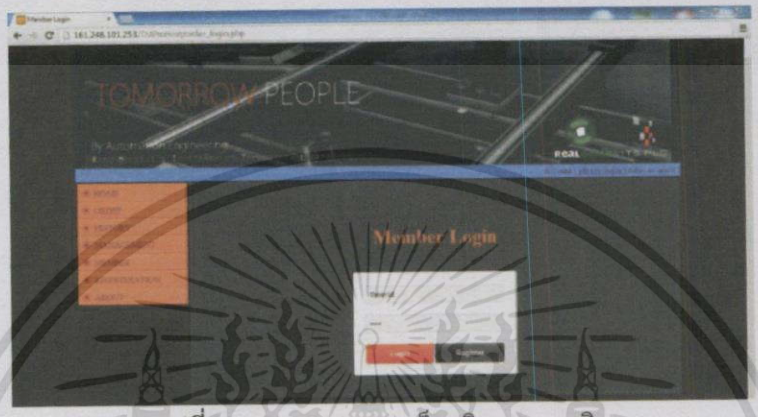
ปุ่ม Choose Product (3) กลับสู่หน้าเลือกสินค้า

ปุ่ม Clear Cart (4) ลบสินค้าทั้งหมดออกจากระบบตะกร้าสินค้า

ปุ่ม Save & Checkout (5) ปุ่มสำหรับบันทึกจำนวนสินค้าที่กรอก และเข้าสู่หน้าตรวจสอบข้อมูลการสั่งสินค้าในรอบนั้นซึ่งต้องทำการเข้าสู่ระบบสมาชิกก่อนเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

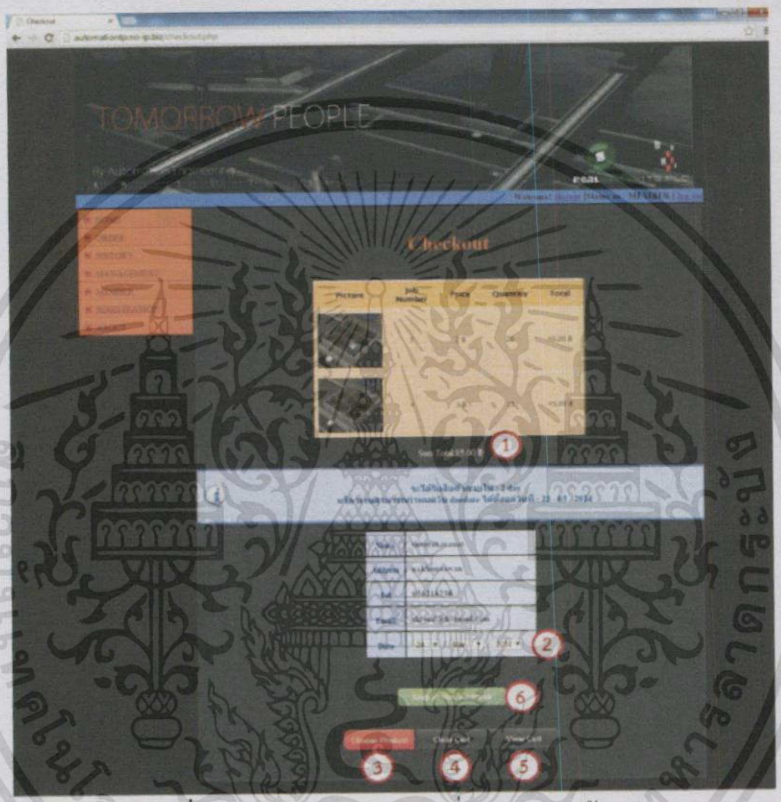
5.2.5 เมื่อทำการ Checkout ระบบจะตรวจสอบการล็อกอินของสมาชิก เพื่อทำการดึงข้อมูลของผู้สั่งซื้อที่จะใช้ในการสั่งสินค้า ถ้าเข้าสู่ระบบสมาชิกอยู่แล้วจะไม่เข้าสู่ขั้นตอนนี้ สามารถทำการตรวจสอบข้อมูลการสั่งซื้อต่อไปได้ทันที ดังรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 ตรวจสอบการล็อกอินของสมาชิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.6 เมื่อผู้สั่งซื้อสินค้าทำการล็อกอินแล้ว จะเข้าสู่หน้า Checkout ซึ่งจะแสดง รายการสินค้าที่เลือก จำนวน ราคารวมทั้งหมด และข้อมูลเกี่ยวกับระยะเวลาในการผลิตอย่างคร่าวๆ เพื่อทำให้ผู้สั่งซื้อสินค้าสามารถกำหนดวันรับสินค้าได้ตามต้องการ หลังจากนั้นให้ผู้สั่งซื้อตรวจสอบข้อมูลในการติดต่อและจัดส่งและกำหนดวันที่ต้องการรับสินค้าเพื่อทำการยืนยันกับทางบริษัท ดังรูปที่ 5.8



รูปที่ 5.8 หน้า Checkout เพื่อตรวจสอบข้อมูล

Sum Total (1) แสดงราคาสินค้ารวมที่ต้องชำระในรอบการสั่งนั้น

ช่อง Date (2) กำหนดวันเดือนปีที่ต้องการรับสินค้าซึ่งต้องกำหนดหลังจากวันที่แจ้งด้านบน

ปุ่ม Choose Product (3) กลับสู่หน้าเลือกสินค้า

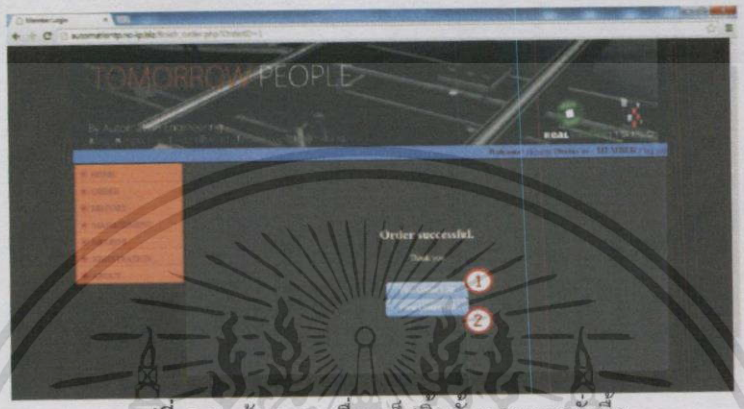
ปุ่ม Clear Cart (4) ลบสินค้าทั้งหมดออกจากระบบตะกร้าสินค้าเพื่อเลือกสินค้าใหม่อีกรอบ

ปุ่ม View Cart (5) แสดงสินค้าที่หยิบใส่ตะกร้าไว้ในรอบการสั่งนั้น

ปุ่ม Ship to this Address (6) ยืนยันข้อมูลการสั่งสินค้าในรอบการสั่งนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

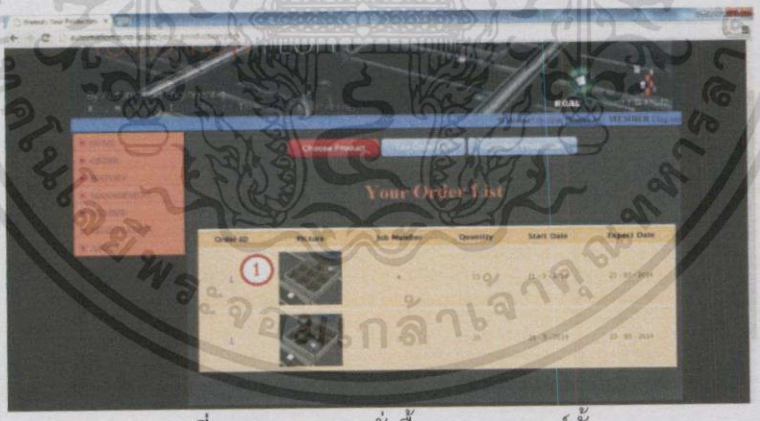
5.2.7 เมื่อระบบได้รับรายการสั่งซื้อจากผู้สั่งซื้อเรียบร้อย จะปรากฏคำว่า Order successful ดังรูปที่ 5.9 และแสดงรายการสั่งซื้อของแอคเคาท์นั้น ดังรูปที่ 5.10 ผู้สั่งซื้อสามารถบันทึกหลักฐานการชำระเงินในรูปแบบ PDF และสั่งพิมพ์ได้ ดังรูปที่ 5.11



รูปที่ 5.9 ข้อความเมื่อเสร็จสิ้นขั้นตอนการสั่งซื้อ

ปุ่ม Your Order List (1) แสดงรายการผลิตสินค้าที่กำลังรอการผลิต

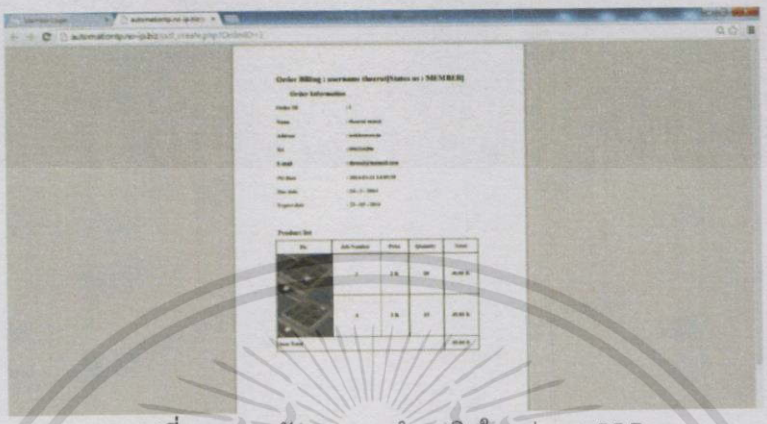
ปุ่ม View Order Bill (2) แสดงหลักฐานการชำระเงินในรูปแบบ PDF



รูปที่ 5.10 รายการสั่งซื้อของแอคเคาท์นั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Link ปุ่ม Order ID (1) สามารถคลิกเพื่อแสดงหลักฐานการชำระเงินของรอบการสั่งนั้นได้



รูปที่ 5.11 หลักฐานการชำระเงินในรูปแบบ PDF

5.2.8 เว็บเพจในส่วนของ Administrator สามารถเข้าใช้งานได้ทางเมนู MANAGEMENT เมื่อเข้ามาในหน้านี้จะแสดงข้อมูลส่วนตัวของ Administrator และเมนูจัดการต่างๆ ดังรูปที่ 5.12

รูปที่ 5.12 ข้อมูลส่วนตัวของ Administrator

ปุ่ม All History Information (1) แสดงประวัติการผลิตสินค้าและข้อมูลเชิงลึก

ปุ่ม In order management (2) แสดงรายการสินค้าที่กำลังรอการผลิตจากผู้ว่าจ้างทั้งหมดและสามารถกำหนดลำดับความสำคัญได้จากเมนูนี้

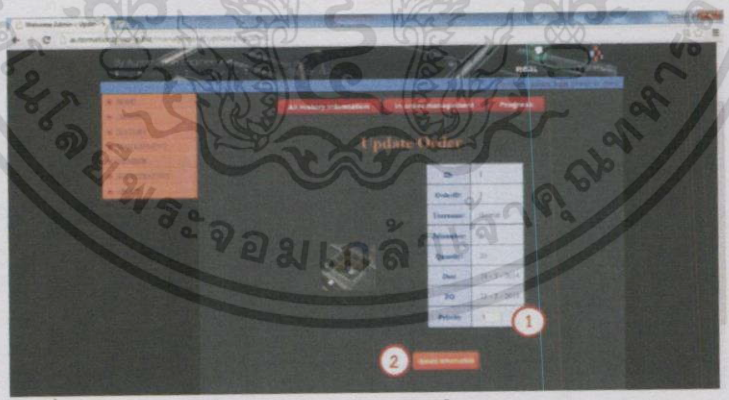
ปุ่ม Progress (3) แสดงความคืบหน้าของการผลิตสินค้าในรอบการผลิตที่กำลังผลิตในเครื่องจักรอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.9 การกำหนดลำดับความสำคัญของสินค้าที่ต้องการให้ผลิตก่อนหลังสามารถกำหนดได้ตามความเหมาะสมของผู้จัดการการผลิต (การเรียงลำดับความสำคัญจะมากขึ้นเมื่อกำหนดให้ค่าในช่อง Priority มากขึ้น มีระดับของความสำคัญกำหนดได้ตั้งแต่ 1-9) ซึ่งในหน้านี้รายการการผลิตที่แสดงจะแสดงเป็นแบตช์ โดยสามารถแก้ไขค่าความสำคัญของแบตช์ได้ที่ปุ่ม Update ดังรูปที่ 5.13, 5.14

รูปที่ 5.13 การจัดการสินค้าที่รอการผลิตในส่วนของ Administrator

ช่อง Search (1) สำหรับค้นหาแบตช์การผลิตที่ต้องการโดยใช้คำค้นหาด้วยยูเซอร์เนม
ปุ่ม Update (2) สำหรับเข้าไปแก้ไขลำดับความสำคัญของแบตช์การผลิตนั้น



รูปที่ 5.14 การแก้ไขค่าลำดับความสำคัญในส่วนของ Administrator

ช่อง Priority (1) สำหรับกำหนดลำดับความสำคัญของแบตช์การผลิตที่เลือก
ปุ่ม Update Information (2) ยืนยันการเปลี่ยนแปลงลำดับความสำคัญ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.10 นอกจากนี้ ในส่วนของ Administrator ยังสามารถเข้าถึงข้อมูลการผลิตที่ได้รับจากส่วน Operator Workstation (Planning) เพื่ออำนวยความสะดวกให้แก่ผู้จัดการการผลิต ได้แก่ ข้อมูลความคืบหน้า (Progress) และข้อมูลประวัติการผลิตเชิงลึกของการผลิตที่เสร็จเรียบร้อยแล้วทั้งหมด เพื่อนำมาใช้ประโยชน์ในด้านอื่นๆ ดังรูปที่ 5.15, 5.16

รูปที่ 5.15 ประวัติการผลิตเชิงลึก

คอลัมน์ Method แสดงวิธีการจัดลำดับงานของแบตช์นั้นจากโปรแกรมของ Operator Workstation (Planning)

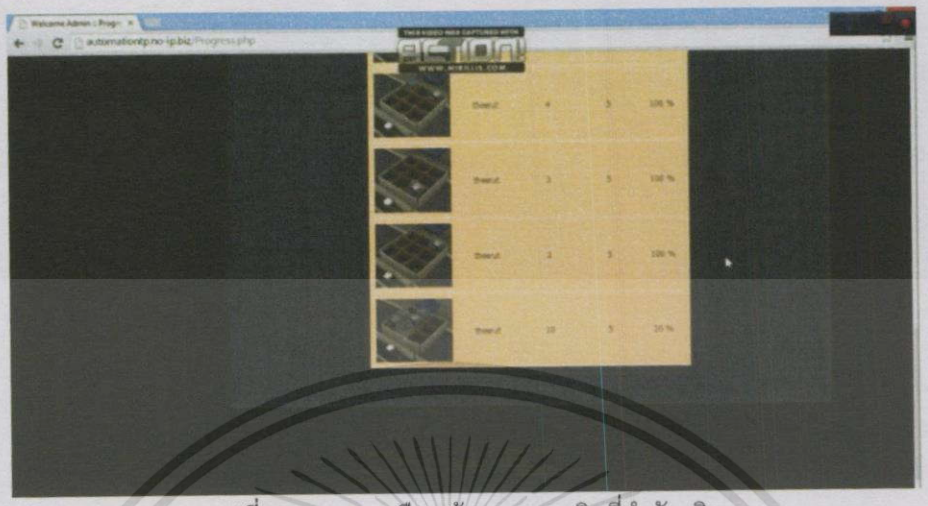
คอลัมน์ Lot Start แสดงวันที่รอบการผลิตของแบตช์นั้นเริ่มผลิต (รอบการผลิตจำนวน 10 แบตช์ที่โปรแกรมจัดลำดับงานของรองรับ)

คอลัมน์ Lot Done แสดงวันที่รอบการผลิตของแบตช์นั้นเสร็จ

คอลัมน์ T_{real} แสดงเวลาการผลิตของแบตช์นั้น

คอลัมน์ Late แสดงสถานะว่าการผลิตแบตช์นั้นเสร็จทันเวลาที่กำหนดหรือไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.16 ความคืบหน้าของการผลิตที่กำลังผลิต

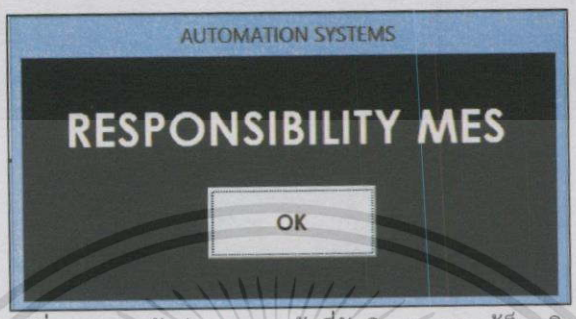
5.3 ขั้นตอนในการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้าในส่วนของการจัดการกระบวนการผลิต

5.3.1 เมื่อเปิดโปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้า จะมีหน้าต่างแสดงการล็อกอิน ดังรูปที่ 5.17

รูปที่ 5.17 หน้าต่างล็อกอิน

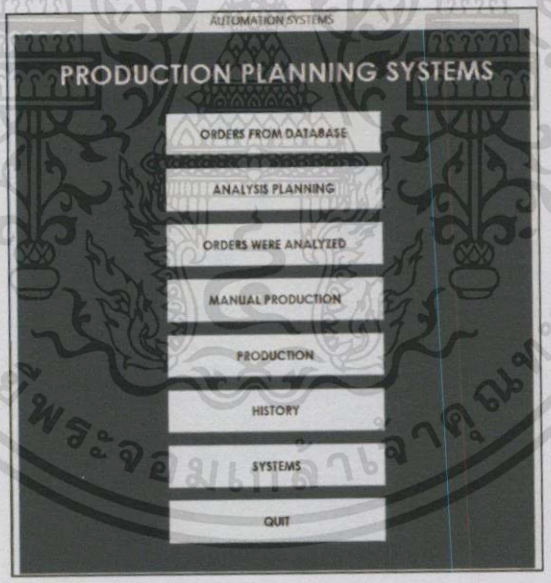
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 หน้าต่างแสดงหน้าที่รับผิดชอบจะแสดงขึ้นเมื่อการเข้ารหัสถูกต้องตามตำแหน่ง ดังรูปที่ 5.18



รูปที่ 5.18 หน้าต่างแสดงหน้าที่รับผิดชอบของผู้ล็อกอิน

5.3.3 หน้าต่างแสดงหน้า Main function ของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้าในส่วนของการจัดการกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 5.19



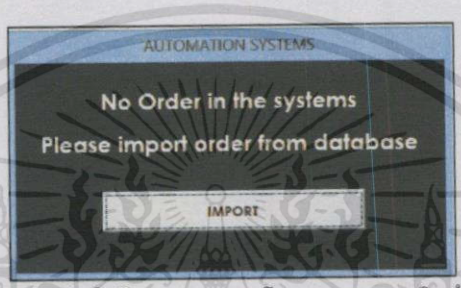
รูปที่ 5.19 หน้าต่าง Main function ของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้าในส่วนของการจัดการกระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.4 จากหน้าต่าง Main function เมื่อกดเลือกปุ่ม Orders from database

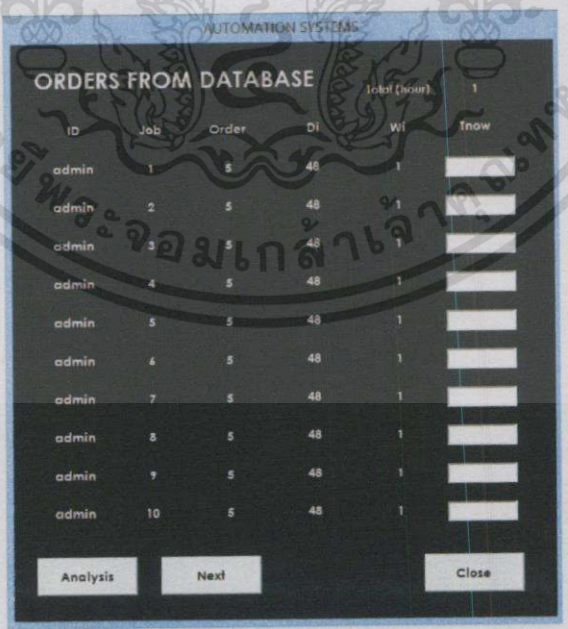
Order from database เป็นหน้าต่างที่แสดงข้อมูลของสินค้าที่ import จาก Database มาสู่โปรแกรมการจัดตารางการผลิต โดยเมื่อกดปุ่ม Order from database จะเกิดขึ้น 2 กรณีคือ

5.3.4.1 เมื่อไม่มีสินค้าที่ยังไม่ถูกการจัดตารางการผลิตค้างในโปรแกรม กด import จะทำให้สินค้าที่ค้างอยู่ใน Database เข้ามาที่โปรแกรมจัดตารางการผลิตสินค้า ดังรูปที่ 5.20



รูปที่ 5.20 ไม่มีสินค้าค้างในโปรแกรมและโปรด import สินค้าจาก Database

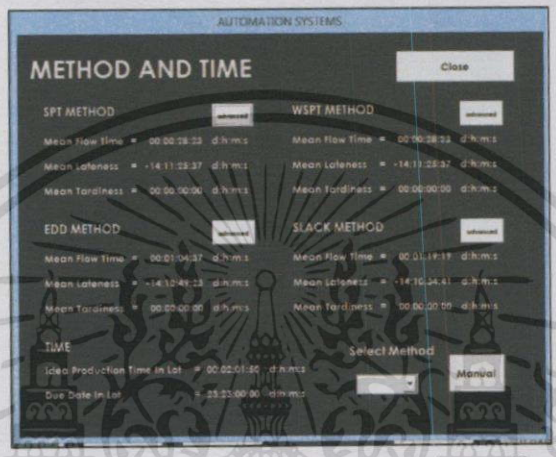
5.3.4.2 เมื่อมีสินค้าที่ยังไม่ถูกจัดตารางการผลิตค้างในโปรแกรม ดังรูปที่ 5.21 ตารางจะแสดง total(hour) = เวลาในการผลิตสินค้าที่ยังไม่ถูกการวิเคราะห์รวมทั้งหมด ข้อมูลของสินค้า และปุ่มตัวเลือกต่างๆ



รูปที่ 5.21 สินค้าที่ยังไม่ถูกการจัดตารางการผลิต

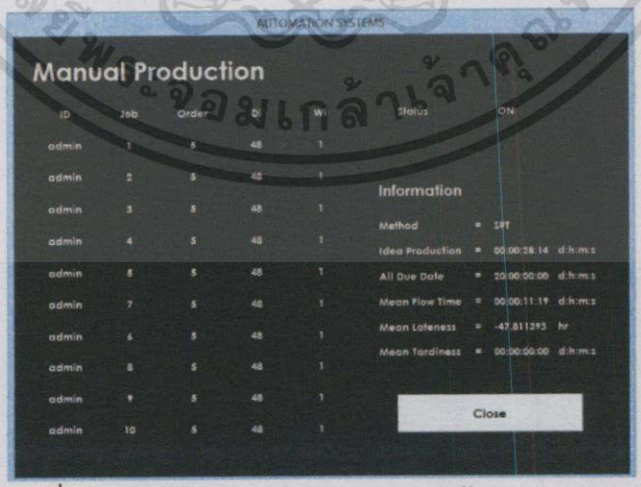
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.5 เมื่อกดปุ่ม Analysis จะเป็น function การจัดเรียงลำดับการผลิตของสินค้าของข้อมูล ที่หน้าต่าง Orders from database กำลังแสดงอยู่ จะแสดงหน้า Method and time โดยมีเงื่อนไข 2 แบบคือ 1. ถ้าไม่มีสินค้าที่ถูกยืนยันการผลิต แบบ Manual ค้างอยู่จะมีปุ่มให้เป็นตัวเลือกว่าจะทำการผลิตแบบ Manual หรือไม่ ดังรูปที่ 5.22



รูปที่ 5.22 รูปแบบการจัดตารางการผลิต 4 แบบและปุ่มการผลิตแบบ Manual

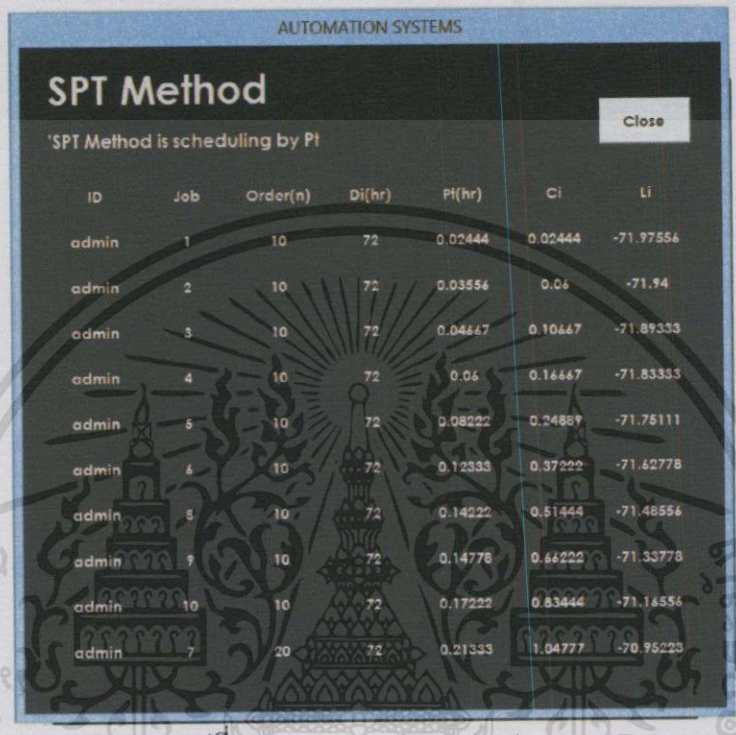
5.3.5.1 หน้าต่าง Method and time กด close เพื่อกลับสู่หน้าต่าง Orders from database หรือเลือกประเภท ของรูปแบบการจัดตารางการผลิต 4 แบบแล้วจึงกดปุ่ม Manual ถ้าต้องการผลิตสินค้าแบบ Manual หน้าต่าง Manual Production จะแสดงขึ้นมา ดังรูปที่ 5.23 แสดงข้อมูลการจัดลำดับของสินค้าชุดนี้



รูปที่ 5.23 ข้อมูลการจัดลำดับการผลิตสินค้าแบบ Manual

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.5.2 โดยปุ่ม advanced ของหน้าต่าง Method and time จะเป็นรายละเอียด ของแต่ละรูปแบบการจัดตาราง การผลิตสินค้าดังรูปที่ 5.24

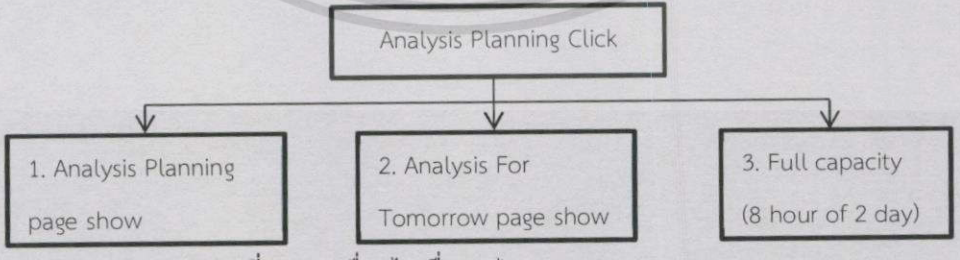


ID	Job	Order(n)	Di(hr)	Pt(hr)	Ci	Li
admin	1	10	72	0.02444	0.02444	-71.97556
admin	2	10	72	0.03556	0.06	-71.94
admin	3	10	72	0.04667	0.10667	-71.89333
admin	4	10	72	0.06	0.16667	-71.83333
admin	5	10	72	0.08222	0.24889	-71.75111
admin	6	10	72	0.12333	0.37222	-71.62778
admin	8	10	72	0.14222	0.51444	-71.48556
admin	9	10	72	0.14778	0.66222	-71.33778
admin	10	10	72	0.17222	0.83444	-71.16556
admin	7	20	72	0.21333	1.04777	-70.95223

รูปที่ 5.24 Orders from database

5.3.5.3 เมื่อกดปุ่ม Close จะกลับสู่หน้าต่าง Main Function

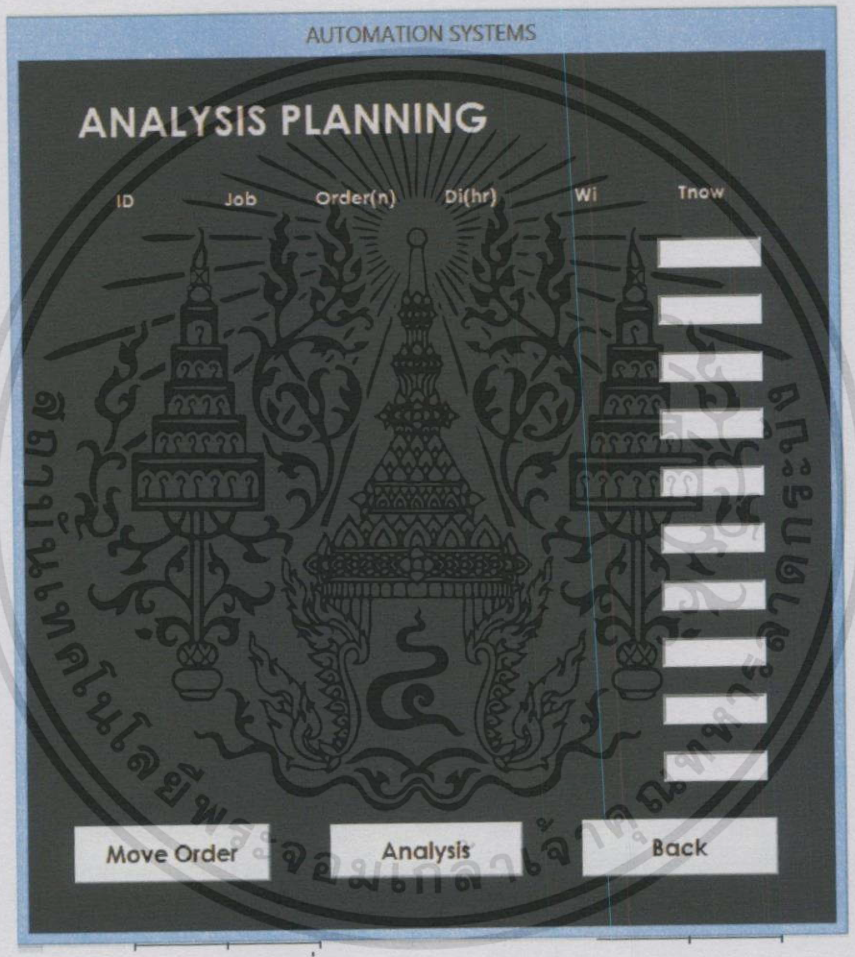
5.3.5.4 จากหน้าต่าง Main function เมื่อกดเลือกปุ่ม Analysis Planning จะมีเงื่อนไข 3 กรณีรูปที่5.25



รูปที่ 5.25 เงื่อนไขเมื่อกดปุ่ม Analysis Planning

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.6 เมื่อกดปุ่ม Analysis Planning จากหน้าต่าง main function จะแสดง Analysis Planning หมายความว่าไม่มีสินค้าที่ถูกการจัดตารางการผลิตของวันนี้ภายในโปรแกรมทำให้หน้าต่าง Analysis Planning แสดงและพร้อมที่จะจัดตารางการผลิต ดังรูปที่ 5.26 ซึ่งหน้าต่าง Analysis Planning จะประกอบด้วยตารางแสดงข้อมูล Textbox of Tnow ปุ่ม Move Order ปุ่ม Analysis และปุ่ม Back

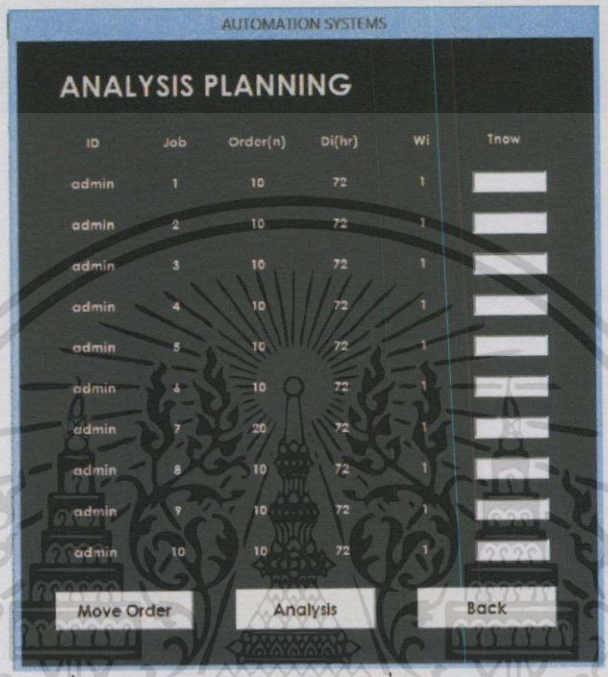


รูปที่ 5.26 Analysis Planning

5.3.6.1 Textbox of Tnow คือ textbox รับค่า Tnow จากการป้อนของผู้ใช้ที่ต้องการจะจัดตารางการผลิตในรูปแบบ Slack Time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.6.2 เมื่อกดปุ่ม Move Order จะนำข้อมูลของสินค้าที่ยังไม่ถูกการจัดตารางการผลิตมาที่หน้าต่าง Analysis Planning เพื่อรอการจัดตารางการผลิตต่อไป ดังรูปที่ 5.27



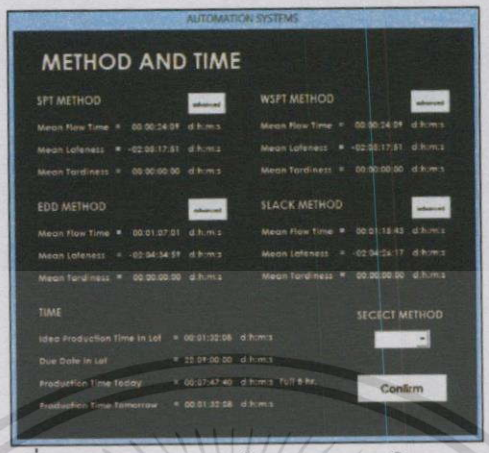
รูปที่ 5.27 Analysis Planning เมื่อกด Move Order

5.3.6.3 เมื่อกดปุ่ม Back จากหน้าต่าง Analysis Planning จะทำให้กลับไปที่หน้า Main function

5.3.6.4 เมื่อกดปุ่ม Analysis ซึ่งจำเป็นต้องกด Move Order ให้มีข้อมูลในการจัดลำดับก่อน มิฉะนั้นจะมีหน้าต่างแจ้งเตือนให้ทำการ Move Order ดังรูปที่ 5.28 เมื่อมีการ Move Order และกด Analysis จะปรากฏหน้าต่าง Method and time ดังรูปที่ 5.29 แสดงรูปแบบการจัดตารางการผลิต 4 แบบและข้อมูลของ การจัดตารางของชุดการผลิตนั้นๆ

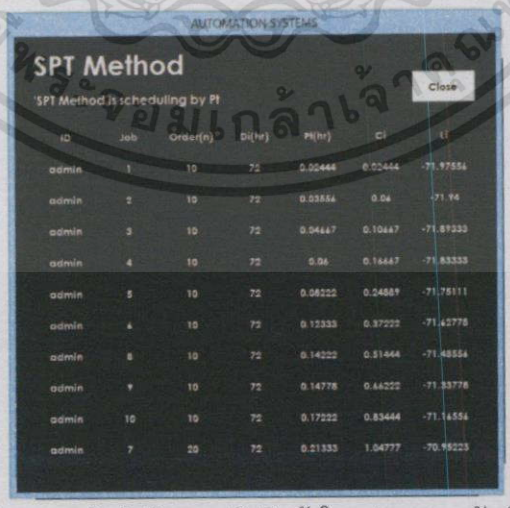
รูปที่ 5.28 แจ้งเตือนให้ทำการ Move Order

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.29 รูปแบบการจัดตารางการผลิต 4 แบบ

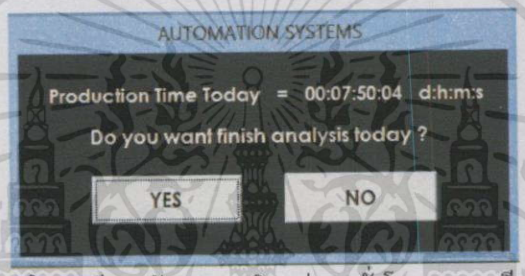
5.3.7 สำหรับหน้าต่าง Method and time ปุ่ม advanced ของหน้าต่าง Method and time จะเป็นรายละเอียด ของแต่ละรูปแบบการจัดตาราง การผลิตสินค้า ดังรูปที่ 5.30 ส่วนในแต่ละรูปแบบการผลิตจะมีบอกรายละเอียดของ การจัดลำดับข้อมูลคือ Mean Flow Time, Mean Lateness, Mean Tardiness บอกรายละเอียดของชุดการผลิตคือ Idea Production Time in Lot คือช่วงเวลาการผลิตจนเสร็จของชุดนั้นและ Due-Date in Lot ระยะเวลากำหนดส่งของชุดนั้นและบอกรายละเอียดของเวลารวมในการผลิตแต่ละวันโดยขอบเขตการผลิต คือวันละไม่เกิน 8 ชั่วโมง ถ้าจัดตารางการผลิตของวันนั้น ๆ ครบตามกำหนดจะมีอักษรขึ้นว่า Full 8 hr. ซึ่ง Production time today คือเวลาในการผลิตรวมของวันที่ทำการจัดตาราง Production time tomorrow คือ เวลาในการผลิตรวมของหลังจากวันที่ทำการจัดตาราง 1 วัน



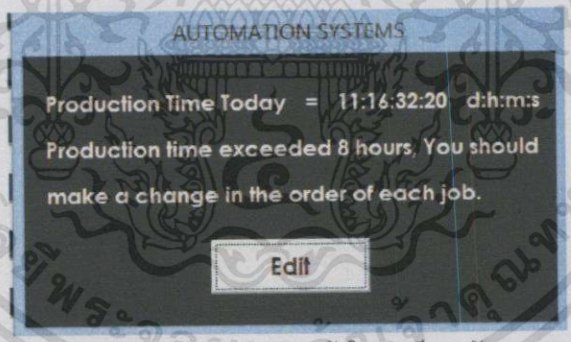
รูปที่ 5.30 ข้อมูลการจัดลำดับการผลิตสินค้าในรูปแบบการจัดลำดับแบบ SPT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.7.1 จากหน้าต่าง Method and time เงื่อนไขของการที่จะ Confirm การจัดตารางการผลิตของสินค้าแต่ละชุด โดยการกดปุ่ม Confirm นั้นจะแบ่งออกเป็น 1. ถ้าเวลารวมของวันที่จัดตารางน้อยกว่า 8 ชั่วโมง หลังจากนั้น สามารถนำสินค้าที่ยังไม่ถูกการจัดตารางมาจัดตารางต่อไปได้ในวันถัดไป โดยจะวนตามวิธีที่กล่าวในข้อ (5.1) 2. ถ้าเวลารวมของวันที่จัดตาราง เกินกว่า 7 ชั่วโมง 45 นาที แต่น้อยกว่า 8 ชั่วโมงจะมีหน้าต่าง Confirm การผลิต ทั้งหมดของวันนั้นแสดงขึ้นมา ดังรูปที่ 5.31 เพื่อที่จะไม่ต้องเสียเวลาในการแก้ไขให้สินค้าที่จะผลิตอยู่ในช่วง 8 ชั่วโมง หลังจากนั้น หลังจากนั้น สามารถนำสินค้าที่ยังไม่ถูกการจัดตารางมาจัดตารางต่อไปได้ในวันถัดไป 3. ถ้าเวลารวม ของวันที่จัดตารางเกินกว่า 8 ชั่วโมงจะแสดงหน้าต่างแสดงการเตือนให้ทำการแก้ไขจำนวนสินค้า ดังรูปที่ 5.32



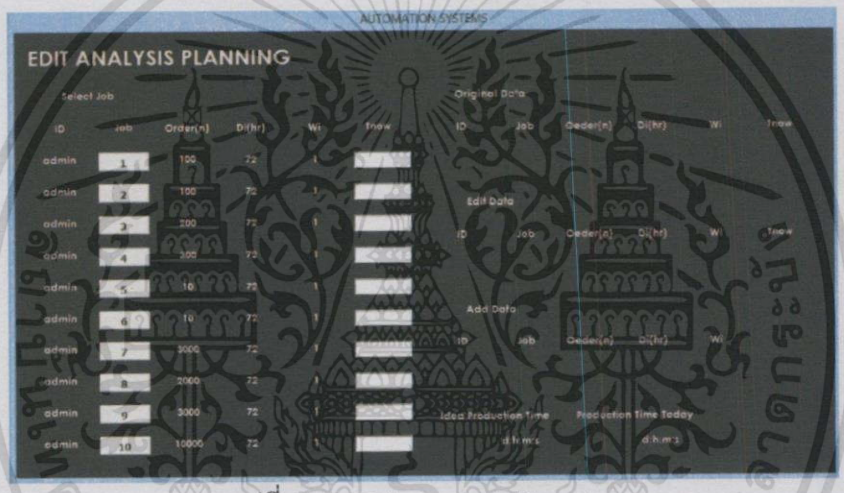
รูปที่ 5.31 Confirm ในกรณีการจัดตารางเกินกว่า 7 ชั่วโมง 45 นาทีแต่น้อยกว่า 8 ชั่วโมง



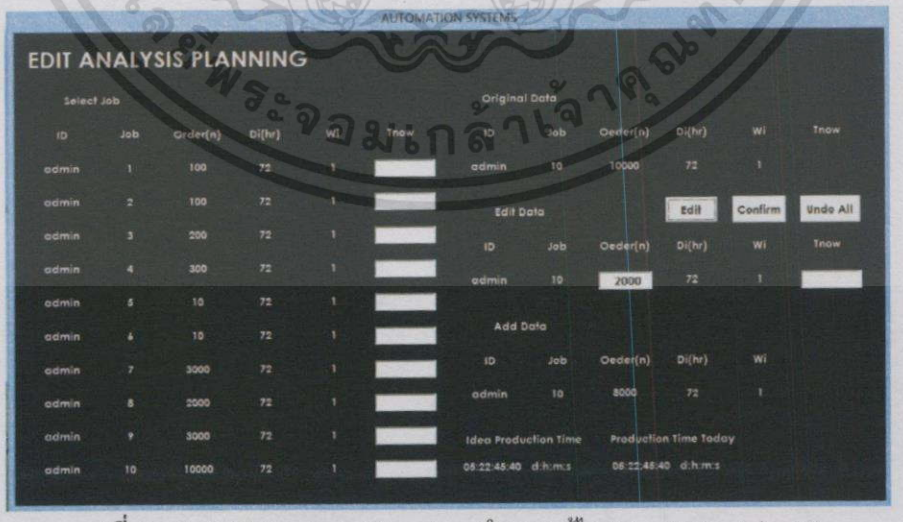
รูปที่ 5.32 การเตือนให้ทำการแก้ไขจำนวนสินค้าในกรณีการจัดตารางเกินกว่า 8 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.7.2 เมื่อกดปุ่ม Edit ที่หน้าต่างแสดงการเตือนให้ทำการแก้ไขจำนวนสินค้าในกรณีการจัดตารางเกินกว่า 8 ชั่วโมง จะปรากฏหน้าต่าง Edit Analysis Planning ดังรูปที่ 5.33 เพื่อทำการแก้ไขจำนวนสินค้าในแต่ ID โดยการไปกดเลือก แก้ไขได้ที่ชื่อ Job แต่ละ Job ซึ่งการแก้ไขทำได้ทีละ Job เช่น การแก้ไขที่ ID: ne Job: 10 ดังรูปที่ 5.34 โดยข้อมูลเดิมจะแสดงในส่วนของ Original Data ของหน้าต่าง Edit Analysis Planning ในส่วนของการแก้ไขจะแสดงในส่วนของ Edit Data ซึ่งจะมี textbox ในป้อนค่าจำนวนคงเหลือของ Job ที่ทำผลิต โดยจำนวนสินค้าเดิม Original Data หักลบกับจำนวนสินค้าที่ได้แก้ไข Edit Data จะเท่ากับ Add Data ซึ่งจะนำค่าจำนวนสินค้าที่เหลือกลับไปผลิตในวันต่อไป โดยวันกำหนดส่งจะถูกลดลงเพราะขอบเขตคือผลิตสินค้าวันละ 8 ชั่วโมง



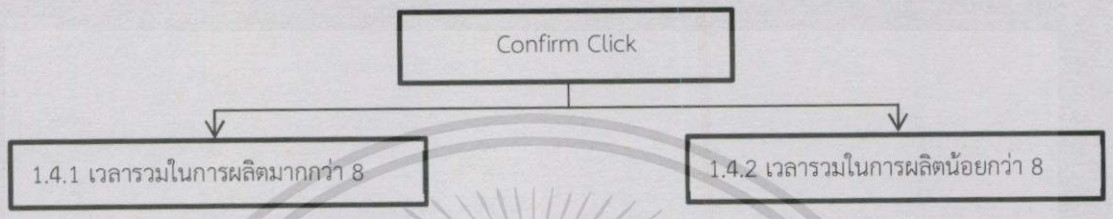
รูปที่ 5.33 Edit Analysis Planning



รูปที่ 5.34 Edit Analysis Planning ทำการแก้ไข ID: admin Job: 10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

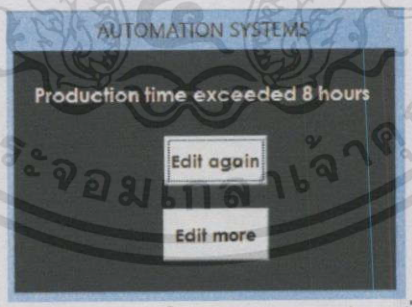
5.3.7.3 เมื่อทำการแก้ไขจำนวนสินค้าใน textbox เรียบร้อยให้กดปุ่ม Edit หลังจากนั้นข้อมูลของการแก้ไขจะแสดง ถ้ายืนยันให้กด Confirm ซึ่งหลังจากการกดปุ่ม Confirm จะมีเงื่อนไข ดังรูปที่ 5.35



รูปที่ 5.35 เงื่อนไขหลังจากการกดปุ่ม Confirm ที่หน้าต่าง Edit Analysis Planning

5.3.8 เงื่อนไขหลังจากการกดปุ่ม Confirm

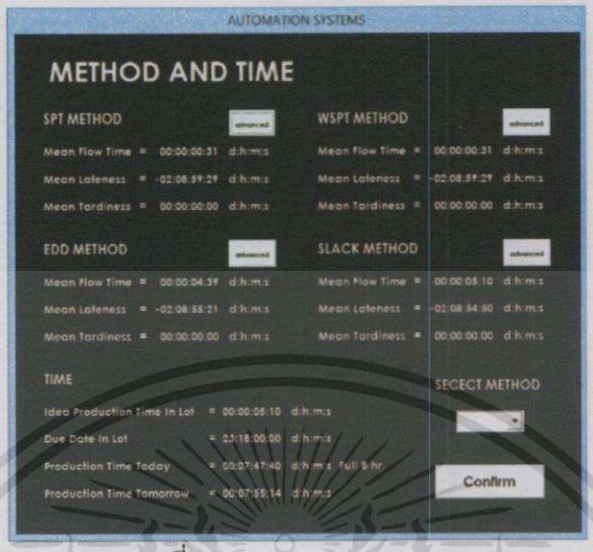
5.3.8.1 ถ้าเวลารวมในการผลิตมากกว่า 8 ชั่วโมง จำเป็นต้องทำการแก้ไขจำนวนสินค้าของ Job อื่นหรือ Job เดิมที่จะนำมาผลิตในชุดนั้นอีกครั้ง โดยจะมี pop-up ดังรูปที่ 5.36 ขึ้นมาหลังจากกดปุ่ม Confirm ถ้าเลือกกด Edit again คือการกลับไปแก้ไขจำนวนสินค้าที่เพิ่งทำการยืนยัน แต่ถ้าเลือกกด Edit more คือการยืนยันที่จะแก้ไขจำนวนสินค้าที่เพิ่งผ่านมาและเข้าสู่การแก้ไขจำนวนสินค้าครั้งต่อไป



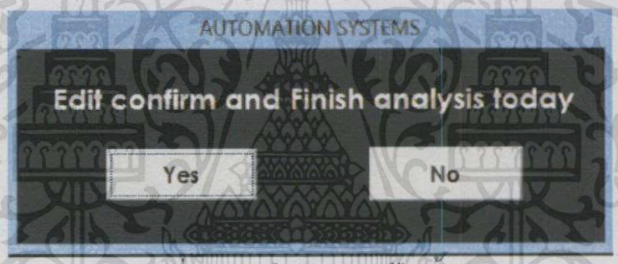
รูปที่ 5.36 เวลารวมในการผลิตมากกว่า 8 ชั่วโมง

5.3.8.2 ถ้าเวลารวมในการผลิตน้อยกว่า 8 ชั่วโมง ซึ่งเป็นไปตามขอบเขตในการผลิตคือผลิตวันละ 8 ชั่วโมง จะมีหน้าต่าง Method and time แสดงขึ้นมาเพื่อให้เลือกรูปแบบการจัดลำดับสินค้าในการจัดตารางการผลิต ดังรูปที่ 5.37 จากนั้นเมื่อทำการเลือกจะมีหน้าต่างแสดงการยืนยันเพื่อให้ทำการยืนยันการจัดตารางข้อมูลการผลิตของวันนั้นๆ ดังรูปที่ 5.38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

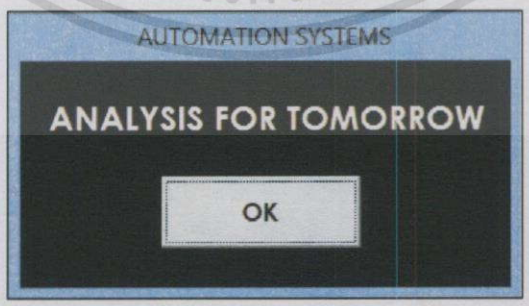


รูปที่ 5.37 Method and time



รูปที่ 5.38 ยืนยันการแก้ไขทั้งหมด

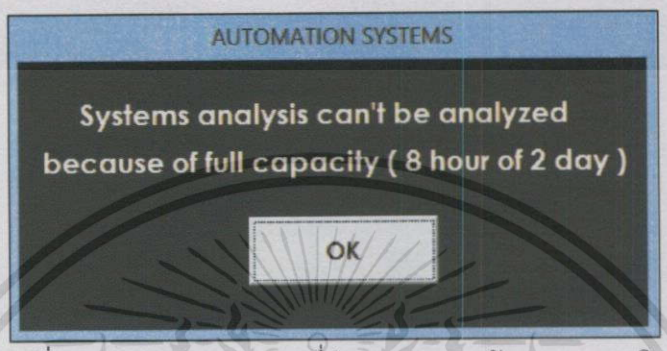
5.3.8.3 เมื่อกดปุ่ม Analysis Planning จากหน้าต่าง Main function จะแสดงหน้าต่าง ดังรูปที่ 5.39 เพื่อแสดงว่าการจัดตารางการผลิตที่กำลังจะดำเนินการเป็นการจัดตารางการผลิตของวันถัดไปเมื่อกดปุ่ม OK จะทำตามขั้นตอนการจัดตารางการผลิตเหมือนข้อ 5.1



รูปที่ 5.39 หน้าต่างแสดงการเตือนการจัดตารางการผลิตของวันถัดไป

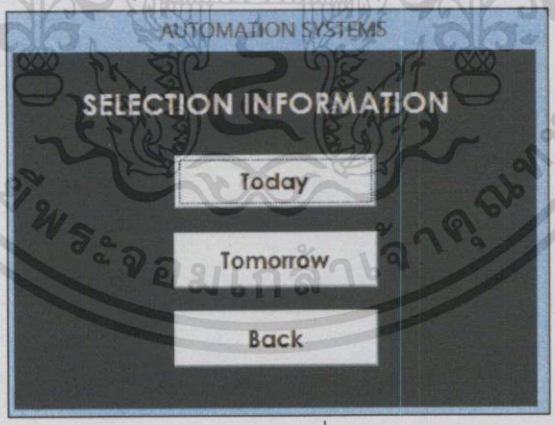
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.8.4 เมื่อกดปุ่ม Analysis Planning จากหน้าต่าง Main function จะแสดงหน้าต่าง ดังรูปที่ 5.40 เพื่อแสดงว่าการจัดตารางการผลิตนั้น ครบตามขอบเขตที่กำหนดของการจัดตารางการผลิต ที่กำหนดคือ 2 วัน วันละ 8 ชั่วโมง ซึ่งทำให้ช่วงเวลาปัจจุบัน ยังไม่สามารถทำการจัดตารางการผลิตได้



รูปที่ 5.40 ครบตามขอบเขตที่กำหนดของการจัดตารางการผลิต

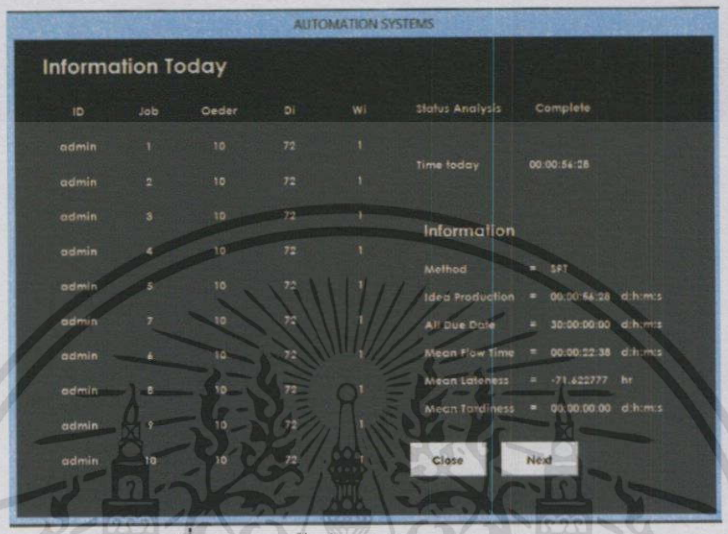
5.3.8.5 จากหน้าต่าง Main function เมื่อกดเลือกปุ่ม Orders were analyzed เป็นส่วน ที่แสดงถึงสินค้าที่ได้รับการจัดตารางการผลิตเสร็จสมบูรณ์ ทั้งของวันปัจจุบันและวันถัดไป โดยเมื่อกดปุ่ม Orders were analyzed จากหน้าต่าง Main function จะเป็นหน้าต่าง Selection ดังรูปที่ 5.41 เป็น การเลือกดูข้อมูลของสินค้าที่ได้รับการจัดตารางการผลิตเสร็จสมบูรณ์ ของวันนี้หรือวันถัดไป



รูปที่ 5.41 ตัวเลือกในการเข้าดูข้อมูลของสินค้าที่ได้รับการจัดตารางการผลิตเสร็จสมบูรณ์

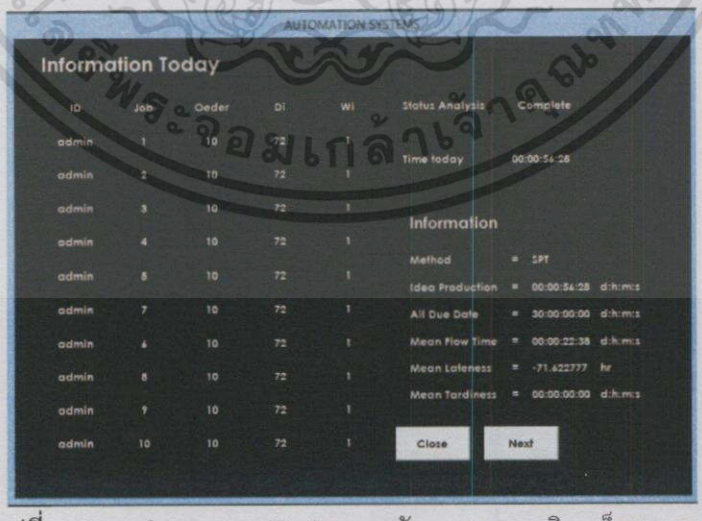
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.8.6 หลังจากที่กดปุ่มเลือกดูข้อมูลแต่ละวัน ข้อมูลสินค้าจะแสดงเป็นแต่ละชุดการผลิต (10Job) รวมถึงข้อมูลต่างๆที่ได้จากการจัดตารางการผลิตอีกด้วยเช่นกัน ดังรูปที่ 5.42



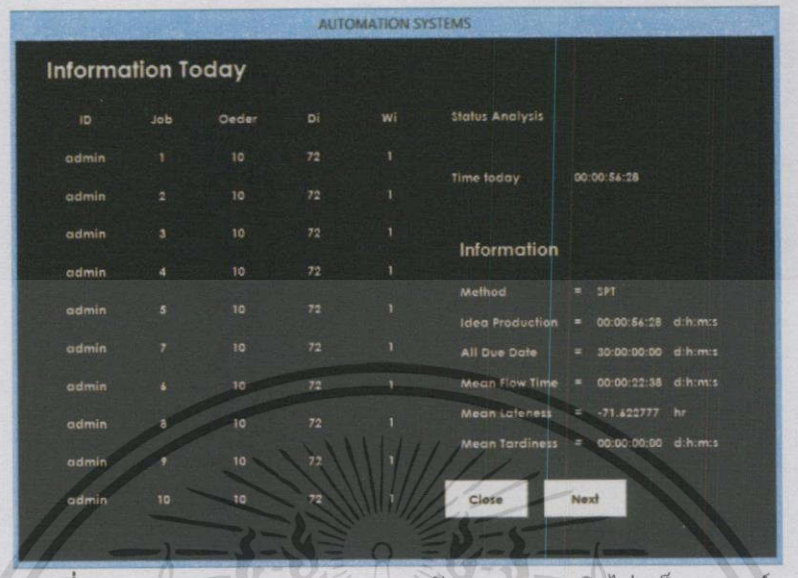
รูปที่ 5.42 หน้าต่าง Information Today

5.3.8.7 หน้าต่าง Information มีข้อมูลการจัดตารางการผลิตต่างๆที่ผู้ใช้งานได้ตัดสินใจเลือกรูปแบบการจัดตารางส่วน Status Analysis เป็นข้อความที่บ่งบอกว่า การจัดตารางในวันนั้นๆ ว่าได้การจัดตารางการผลิตเสร็จสมบูรณ์ ถ้าเสร็จสมบูรณ์จะแสดงคำว่า Completed ดังรูปที่ 5.43 แต่ถ้าไม่เสร็จสมบูรณ์จะเป็นช่องว่างเปล่า ดังรูปที่ 5.44



รูปที่ 5.43 Information Today การจัดตารางการผลิตเสร็จสมบูรณ์

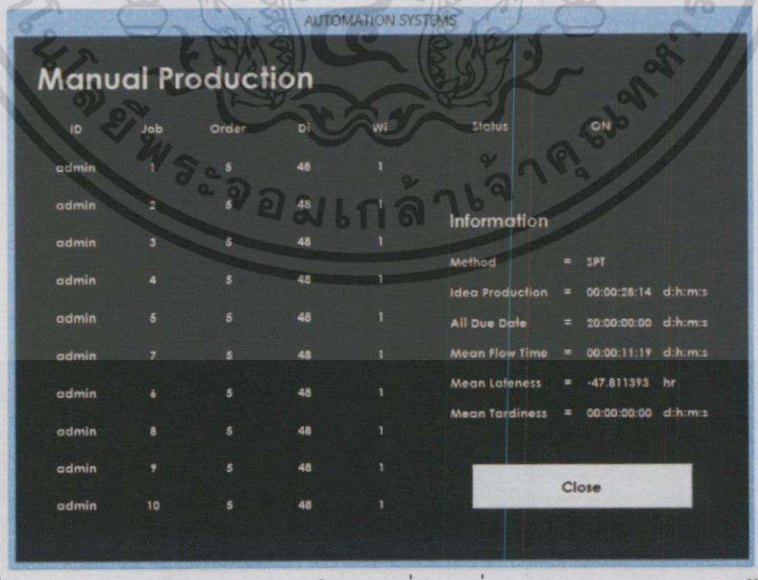
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.44 Information Today การจัดตารางการผลิตไม่เสร็จสมบูรณ์

5.3.8.8 จากหน้าต่าง Main function เมื่อกดเลือกปุ่ม Manual Production

Manual Production เป็นหน้าต่างที่แสดงข้อมูลสินค้าที่ถูกจัดตารางการผลิตและสั่งการผลิตแบบ Manual ที่เสร็จสมบูรณ์ ถ้ามีข้อมูลที่หน้าต่างนี้หมายความว่าได้มีการสั่งการผลิตแบบ Manual คงอยู่ ดังรูปที่ 5.45 และจะไม่สามารถที่จะจัดการตารางการผลิตแบบ Manual ได้อีกจนกว่าจะผลิตชุดปัจจุบันเสร็จ

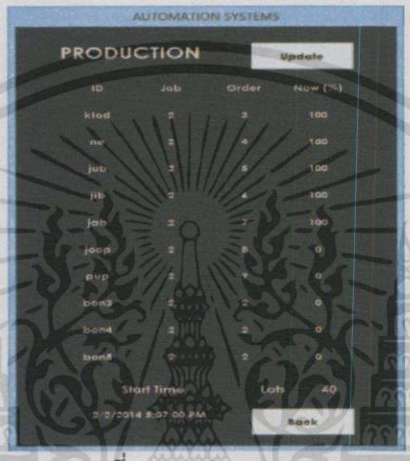


รูปที่ 5.45 Manual Production ในขณะที่มีการสั่งการผลิตแบบ Manual ค้างอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.8.9 จากหน้าต่าง Main function เมื่อกดเลือกปุ่ม Production

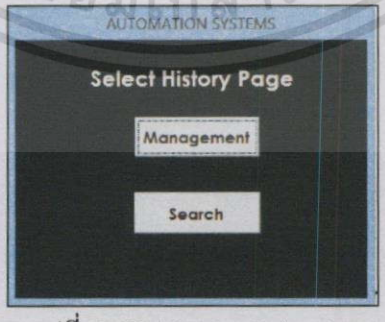
Productionเป็นหน้าต่างที่แสดงข้อมูลของสินค้าชุดที่กำลังถูกผลิตอยู่ในกระบวนการ โดยจะทำการ update ข้อมูลจากกระบวนการผลิตทุกๆ 5 นาทีหรือจากการกดปุ่ม Update ที่หน้าต่าง Production ดังรูปที่ 5.46 อีกทั้งยังบอกข้อมูลต่าง ๆ เช่น ความคืบหน้าของการผลิตแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ รูปแบบการจัดลำดับของสินค้า เลขระบุชุดและเวลาในการเริ่มการผลิต เป็นต้น



รูปที่ 5.46 Production

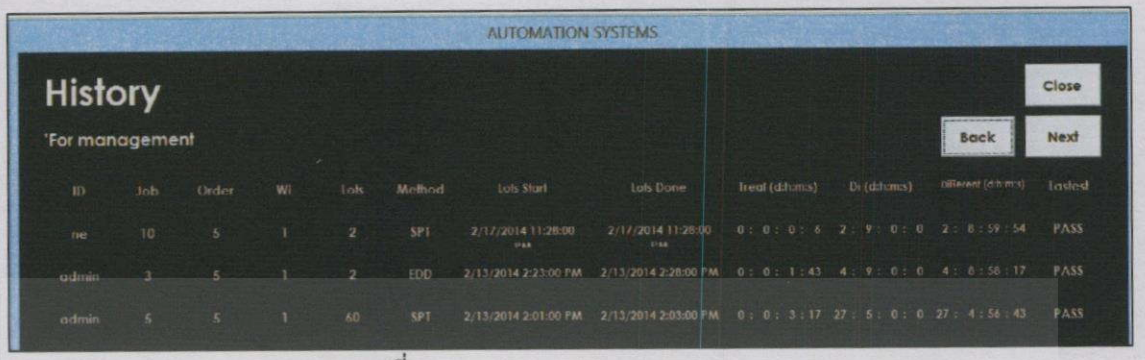
5.3.8.10 จากหน้าต่าง Main function เมื่อกดเลือกปุ่ม History

เมื่อกดปุ่ม History จะเป็นการเข้าดูประวัติของสินค้าที่ผลิตเสร็จสมบูรณ์ โดยจะแบ่งออกเป็นการเข้าดู 2 รูปแบบ ดังรูปที่ 5.47 คือ 1.Management เพื่อให้ผู้ใช้งานโปรแกรมเข้าดูประวัติการผลิตทั้งหมด ดังรูปที่ 4.48 2.Search เพื่อให้ผู้ใช้งาน สามารถค้นหา ID ของประวัติการผลิตดังรูปที่ 5.49

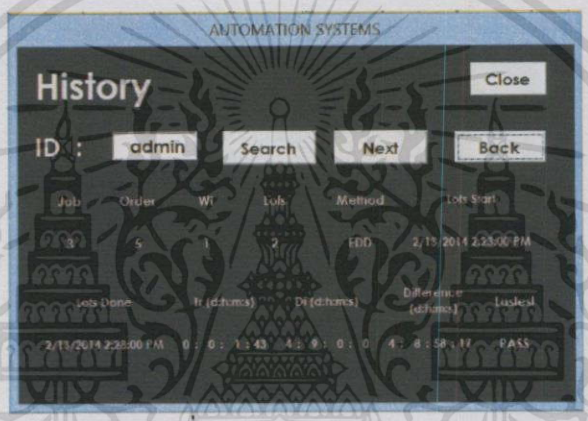


รูปที่ 5.47 History Selection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.48 History Management

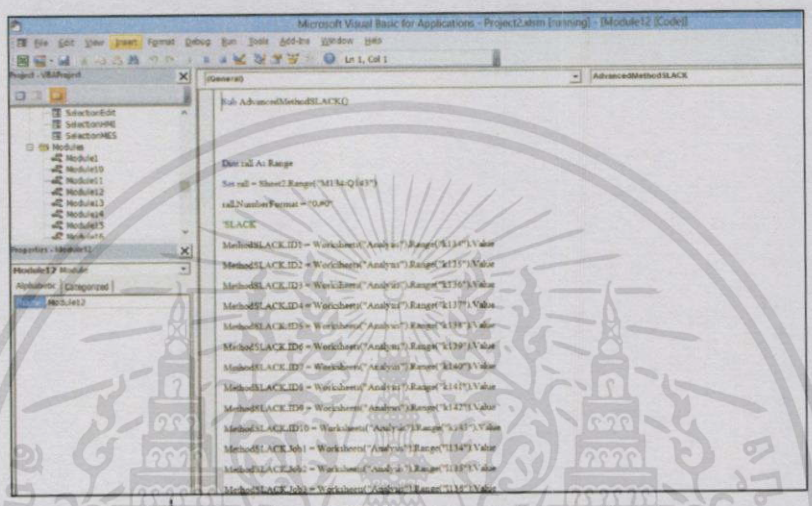


รูปที่ 5.49 History Search

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.8.11 จากหน้าต่าง Main function เมื่อกดเลือกปุ่ม Systems

เมื่อกดปุ่ม Systems จะเป็นการเข้าดูระบบในหน้าต่างของ Microsoft Office Excel และกดเข้าแก้ไข Microsoft visual basis for application เพื่อจะปรับระบบหรือแก้ไขโปรแกรม ดังรูปที่ 5.50



รูปที่ 5.50 Microsoft visual basis for application

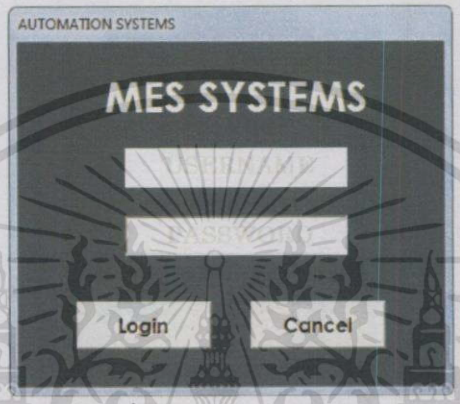
5.3.8.12 จากหน้าต่าง Main function เมื่อกดเลือกปุ่ม Quit

เมื่อกดปุ่ม Quit จะเป็นการออกจากโปรแกรมการจัดตารางการผลิตและจะดำเนินการบันทึกข้อมูล โดยอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

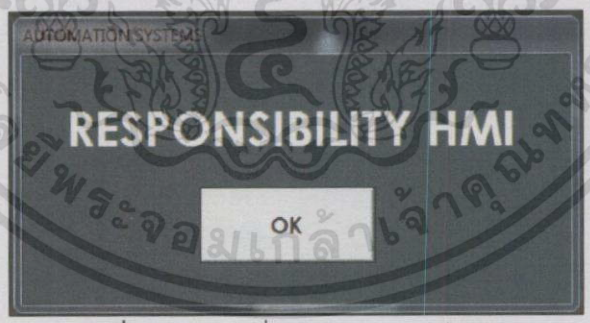
5.4 ขั้นตอนในการใช้โปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้าในส่วนของการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต

5.4.1 เมื่อเปิดโปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้า จะมีหน้าต่างแสดงการล็อกอิน ดังรูปที่ 5.51



รูปที่ 5.51 หน้าต่างล็อกอิน

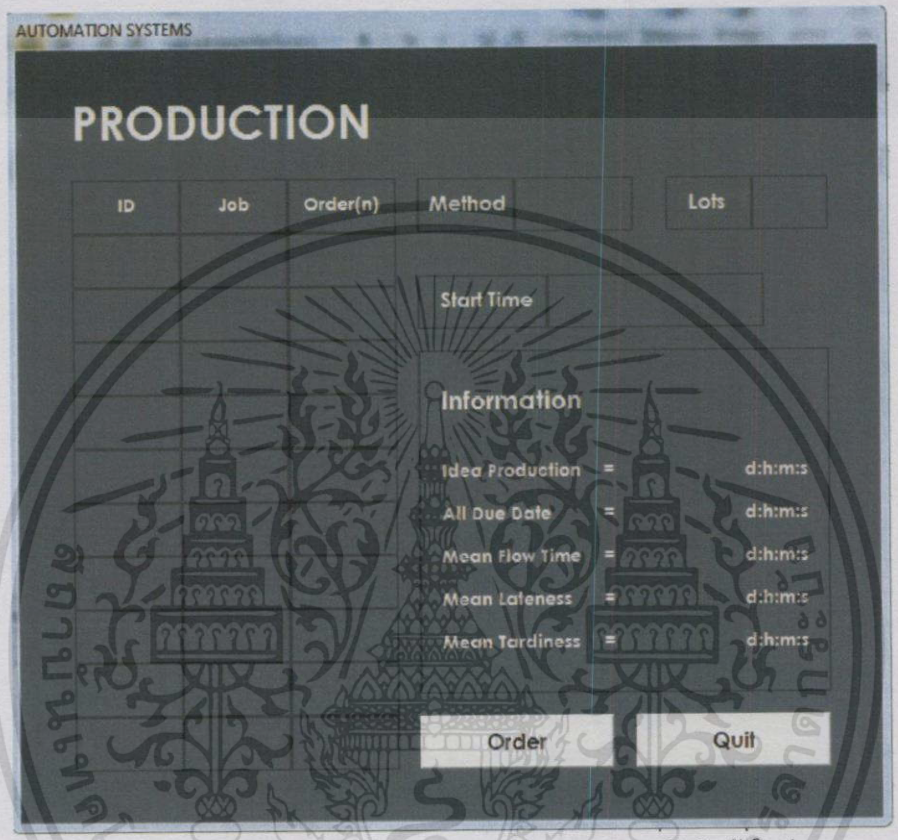
5.4.1.1 หน้าต่างแสดงหน้าที่รับผิดชอบจะแสดงขึ้นเมื่อการเข้ารหัสถูกต้องตามตำแหน่ง ดังรูปที่ 5.52



รูปที่ 5.52 หน้าที่รับผิดชอบของผู้ล็อกอิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.1.2 หน้าต่างแสดงหน้า Main function หลักของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้าในส่วนของการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 5.53



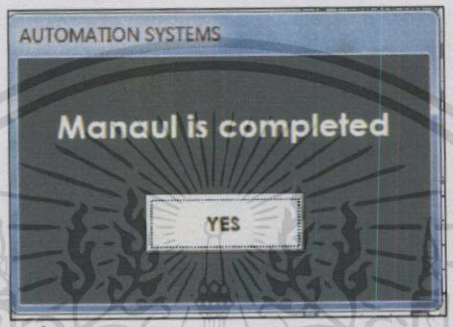
รูปที่ 5.53 หน้าต่าง Main function ของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้าในส่วนของการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต

5.4.2 โดยหน้าต่าง Main function หลักของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้าในส่วนของการสั่งการและ ควบคุมกระบวนการผลิตสำหรับปุ่ม Order ซึ่งเมื่อกดปุ่มไปจะมีเงื่อนไข ดังรูปที่ 5.54

รูปที่ 5.54 เงื่อนไขหลังจากกดปุ่ม Order

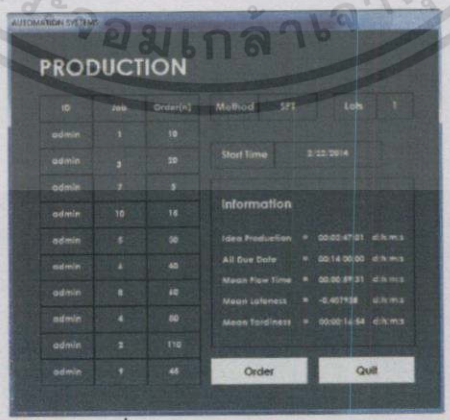
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2.1 ปุ่ม Order เมื่อมีสินค้ารอการผลิตและไม่มีสินค้าที่กำลังผลิตอยู่ในกระบวนการจะเป็น การนำข้อมูลจากการจัดตารางข้อมูลในส่วนของการจัดการกระบวนการผลิตมาเพื่อทำการผลิตในกระบวนการซึ่งจะแยกออกเป็น 2 ลักษณะคือ การผลิตแบบ Manual หลังจากการกด Order จะแสดงดังรูปที่ 5.55 และการผลิตแบบปกติหลังจากการกด Order จะแสดง ดังรูปที่ 5.56 หลังจากนั้นหน้าต่าง Main function จะมีข้อมูลของสินค้าชุดที่จะถูกผลิต ดังรูปที่ 5.57



รูปที่ 5.55 แจ้งเตือนการผลิตแบบ Manual

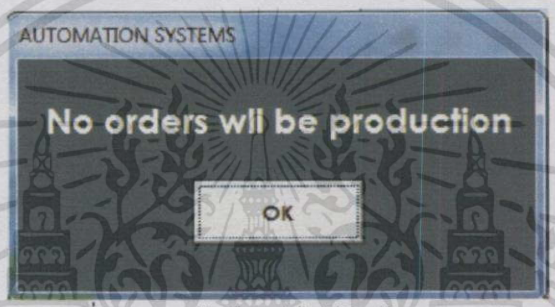
รูปที่ 5.56 แจ้งเตือนการผลิตแบบปกติ



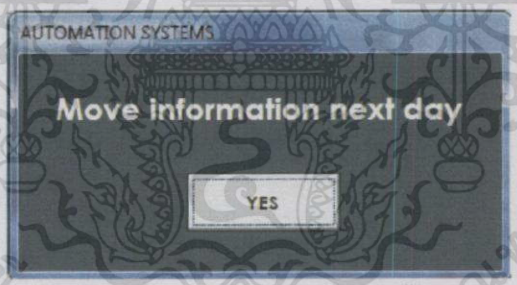
รูปที่ 5.57 Main function

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

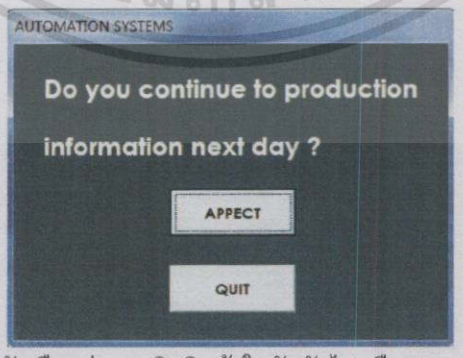
5.4.2.2 ถ้ากดปุ่ม Order เมื่อไม่มีสินค้ารอการผลิตของวันปัจจุบันหรือไม่มีสินค้าที่กำลังผลิตอยู่ในกระบวนซึ่งจะแยกออกเป็น 2 ลักษณะคือไม่มีสินค้ารอการผลิตของวันปัจจุบัน วันถัดไป จะมีการแจ้งเตือนว่าไม่มีสินค้ารอการผลิต ดังรูปที่ 5.58 และไม่มีสินค้ารอการผลิตของวันปัจจุบันแต่มีสินค้ารอการผลิตของวันถัดไป จะมีจะมีหน้าต่างแสดงการเตือนว่าได้ผลิตสินค้าขอวันปัจจุบันเสร็จสมบูรณ์และจะทำการย้ายข้อมูลของสินค้าที่จะผลิตในวันถัดไปมารอการผลิต ดังรูปที่ 5.59 จากนั้นจะมีหน้าต่างแสดงเพื่อให้ตัดสินใจว่าจะดำเนินการ ผลิตต่อในส่วนของวันถัดไปหรือจะออกจากโปรแกรม ดังรูปที่ 5.60 ถ้ายืนยันว่าจะดำเนินการต่อจะกลับไปยัง หน้าต่าง Main function และสามารถสั่งการผลิตต่อไป



รูปที่ 5.58 แจ้งเตือนว่าไม่มีสินค้ารอการผลิต



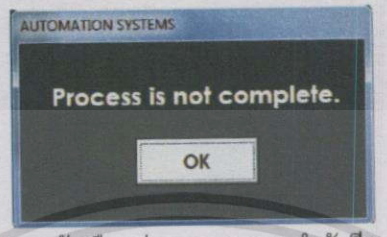
รูปที่ 5.59 ทำการย้ายข้อมูลของสินค้าวันถัดไปมารอการผลิต



รูปที่ 5.60 ตัวเลือกว่าจะผลิตสินค้าในวันถัดไปหรือออกจากโปรแกรม

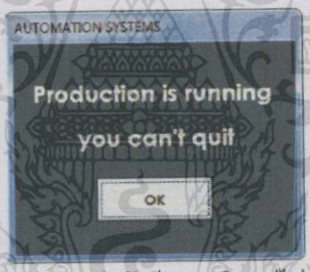
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.2.3 ถ้ากดปุ่ม Order เมื่อกระบวนการกำลังมีการผลิตอยู่จะมีหน้าต่างขึ้นเตือน ดังรูปที่ 5.61



รูปที่ 5.61 แจ้งเตือนว่ากระบวนการกำลังมีการผลิตอยู่

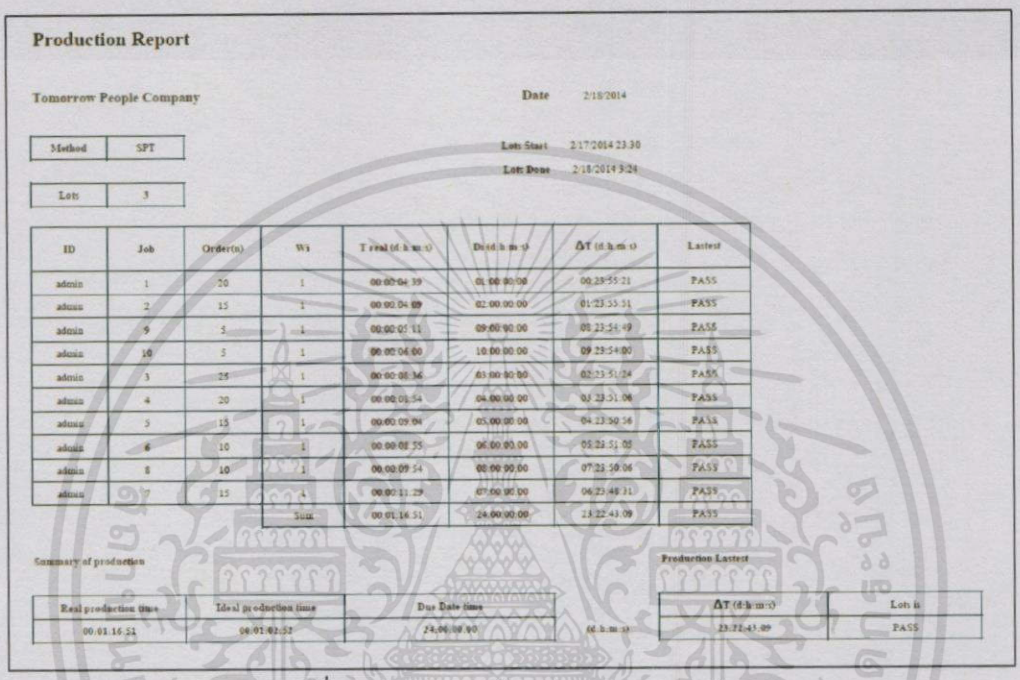
5.4.3 โดยหน้าต่าง Main function หลักของโปรแกรมการจัดตารางการผลิตสินค้าในส่วนของการสั่งการและ ควบคุมกระบวนการผลิตสำหรับปุ่ม Quit เมื่อกดปุ่มจะออกจากโปรแกรมแต่จะออกจากโปรแกรมได้ ขณะนั้นต้องไม่มีการผลิตสินค้าอยู่ในกระบวนการ ถ้ามีจะมีการผลิตสินค้าอยู่จะแสดงหน้าต่าง ดังรูปที่ 5.62



รูปที่ 5.62 แจ้งเตือนว่ากระบวนการกำลังมีการผลิตอยู่ไม่สามารถออกจากโปรแกรมได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.4.4 โดยทุกครั้งที่มีการผลิตสินค้าเรียบร้อยในแต่ละชุด จะมีการบันทึก Report แบบอัตโนมัติ ณ ที่ที่ผู้ใช้สามารถกำหนดไว้ ในที่นี้กำหนดไว้ที่ C:\Users\Bon\Documents\Automation\Project \Documents\Report ดังรูปที่ 5.63



Production Report

Tomorrow People Company **Date** 2/18/2014

Method	SPT

Lot Start 2/17/2014 23:30
Lot Done 2/18/2014 3:24

Lott	3

ID	Job	Order(n)	Wi	T real (d.h.m.s)	Dead (d.h.m.s)	ΔT (d.h.m.s)	Lastest
admin	1	20	1	00.02.04.39	01.00.00.00	00.23.55.21	PASS
admin	2	15	1	00.00.04.09	02.00.00.00	01.23.55.51	PASS
admin	9	5	1	00.00.05.11	09.00.00.00	08.23.54.49	PASS
admin	10	5	1	00.00.04.00	10.00.00.00	09.23.54.00	PASS
admin	3	25	1	00.00.08.36	03.00.00.00	02.23.51.24	PASS
admin	4	20	1	00.00.08.54	04.00.00.00	03.23.51.06	PASS
admin	5	15	1	00.00.09.04	05.00.00.00	04.23.50.56	PASS
admin	6	10	1	00.00.08.55	06.00.00.00	05.23.51.05	PASS
admin	8	10	1	00.00.09.54	08.00.00.00	07.23.50.06	PASS
admin		15	1	00.00.11.29	07.00.00.00	06.23.48.31	PASS
			Sum	00.01.16.51	24.00.00.00	23.22.43.09	PASS

Summary of production

Real production time	Ideal production time	Due Date time	
00.01.16.51	00.01.02.52	24.00.00.00	(d.h.m.s)

Production Lastest

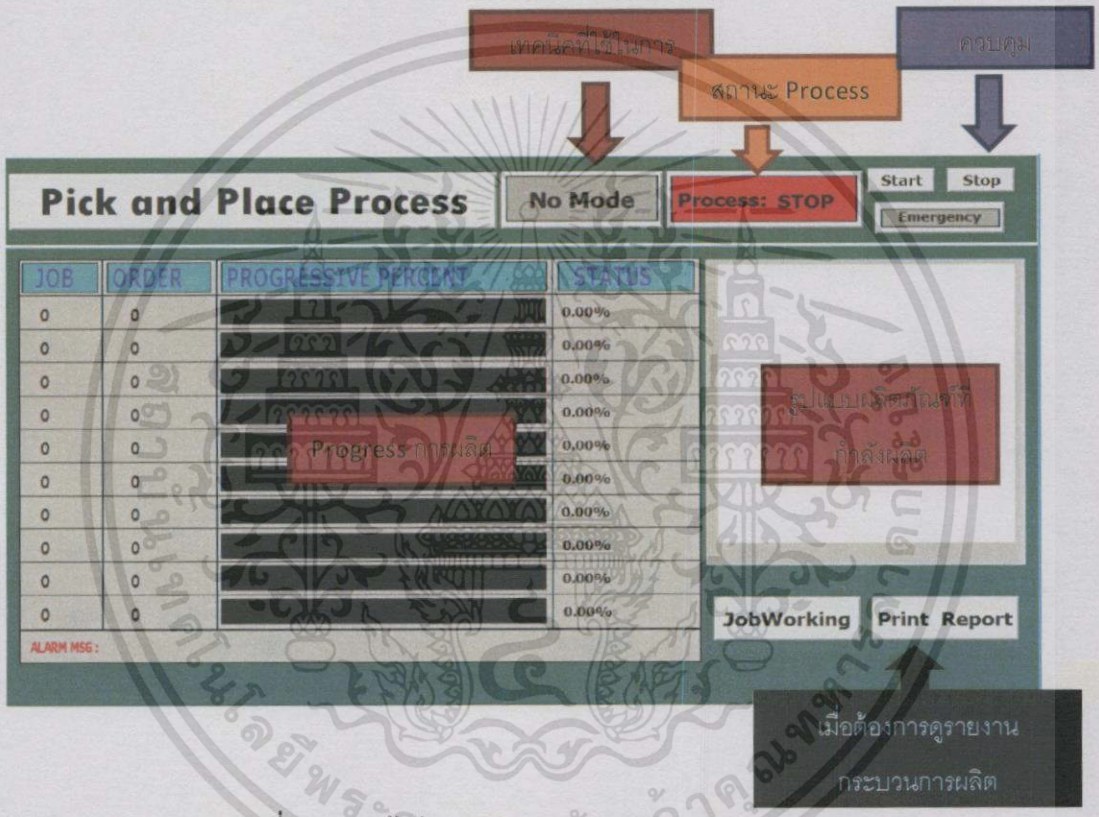
ΔT (d.h.m.s)	Lott is
23.22.43.09	PASS

รูปที่ 5.63 Report ในแต่ละชุดของการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5 ขั้นตอนในการใช้โปรแกรมการควบคุมและแสดงผลกระบวนการผลิตในส่วนของการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต

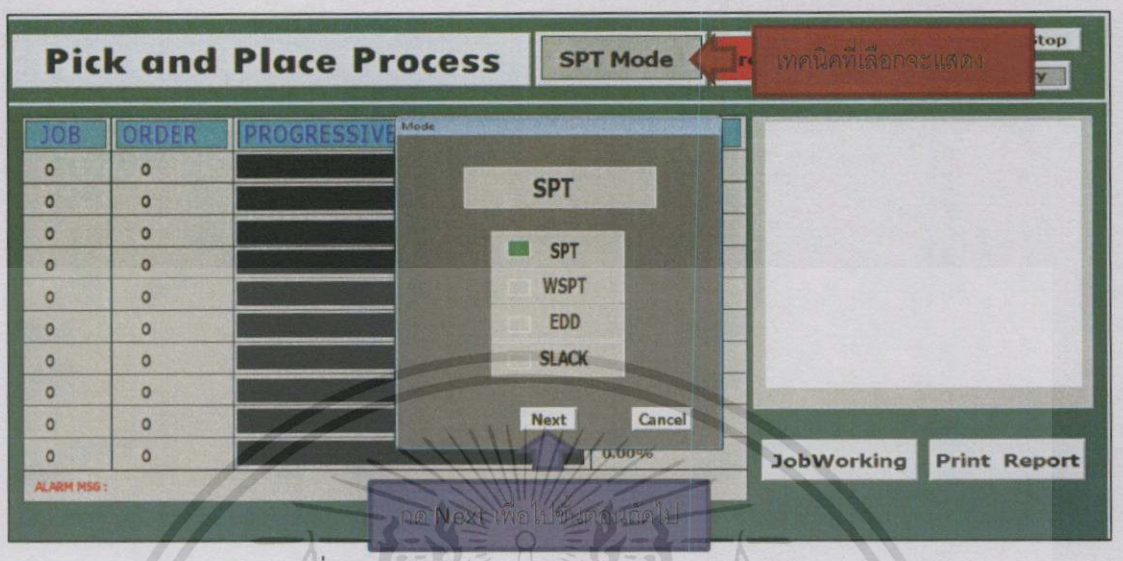
5.5.1 ขั้นตอนการการใช้งานโปรแกรมการควบคุมและแสดงผลกระบวนการ (HMI) จะเป็นการใช้โปรแกรม Wonderware Intouch ในการสั่งการและควบคุมกระบวนการผลิต ดังรูปที่ 5.64



รูปที่ 5.64 หน้าต่างควบคุมและแสดงผลกระบวนการ (HMI)

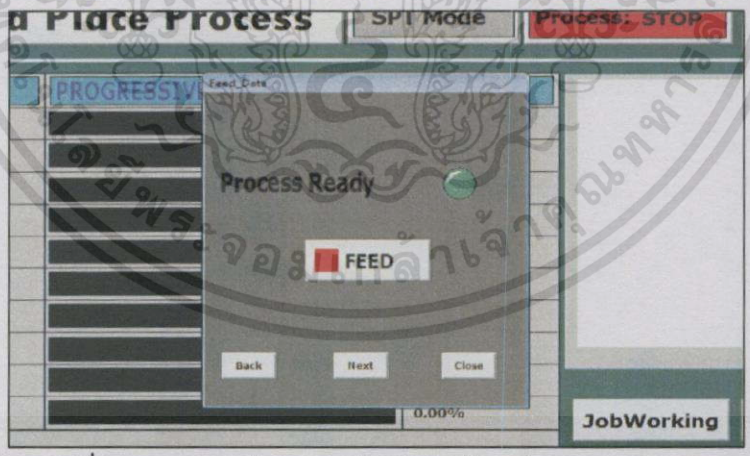
5.5.1.1 เมื่อทำขั้นตอนกระบวนการในหัวข้อ (4.4) เสร็จเรียบร้อย สินค้าที่ถูกจัดตารางการผลิตจะมารอการผลิตสินค้าซึ่งจะเริ่มการผลิตเมื่อสั่งการผลิตสินค้าคือการกดปุ่ม Start และหน้าต่างการเลือกรูปแบบการจัดตารางจะแสดงขึ้นมาโดยจะมีข้อมูลของรูปแบบการจัดตารางที่ถูกเลือกมาจากโปรแกรมการจัดตารางแสดงด้วยเช่นกันด้วย ดังรูปที่ 5.65 เมื่อเลือกเรียบร้อยจึงกดปุ่ม Next

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



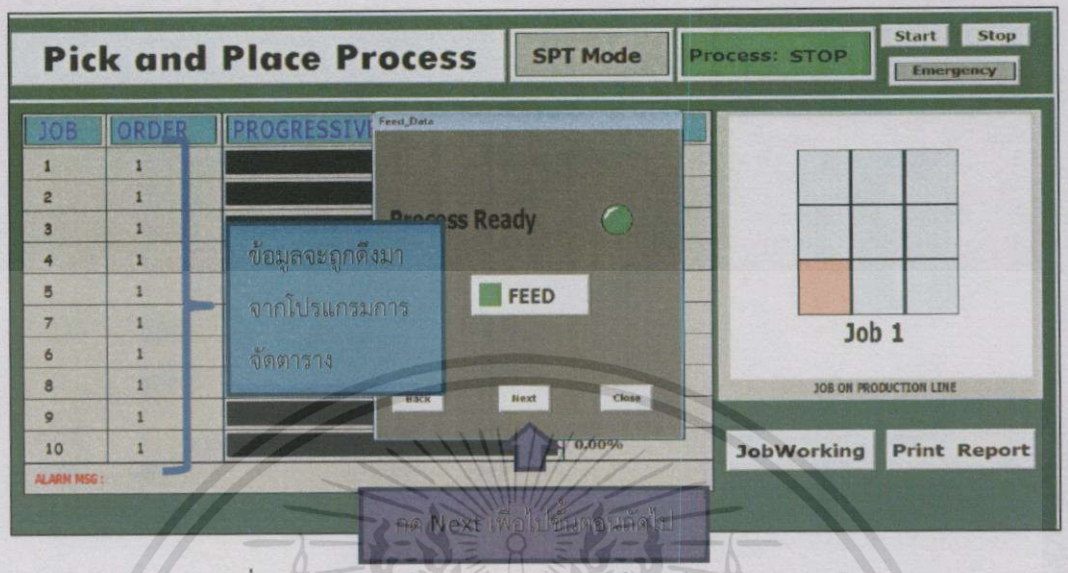
รูปที่ 5.65 ยืนยันรูปแบบการจัดตารางของการผลิต

5.5.1.2 เมื่อกดปุ่ม Next จากหน้าต่างการยืนยันรูปแบบการจัดตารางของการผลิตจะปรากฏหน้าต่างถัดไปคือ หน้าต่างการนำข้อมูลและจำนวนของสินค้าลงมาสู่กระบวนการผลิต ดังรูปที่ 5.66 กดปุ่ม Feed นำข้อมูลและจำนวนของสินค้าลงมาสู่กระบวนการผลิตดังรูปที่ 5.67 และกดปุ่ม Next เพื่อทำขั้นตอนต่อไป



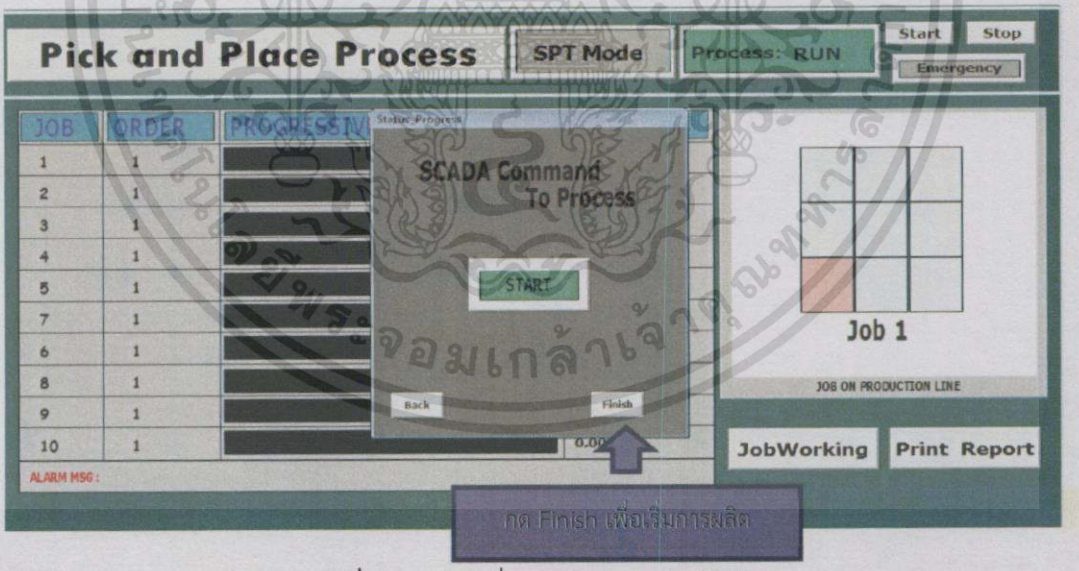
รูปที่ 5.66 การนำข้อมูลและจำนวนสินค้ามาสู่กระบวนการผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.67 การนำข้อมูลและจำนวนสินค้ามาสู่กระบวนการผลิต

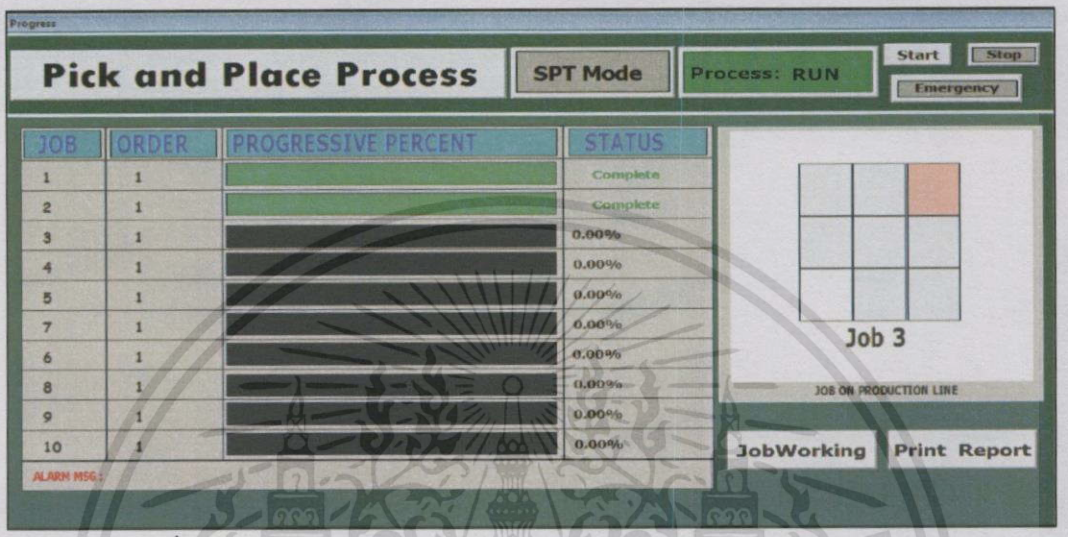
5.5.1.3 จากนั้นจะเป็นสั่งการยืนยันการผลิตด้วยการกดปุ่ม Start จากนั้นกดปุ่ม Finish เพื่อเริ่มการผลิต ดังรูปที่ 5.67



รูปที่ 5.68 การเริ่มกระบวนการผลิตสินค้า

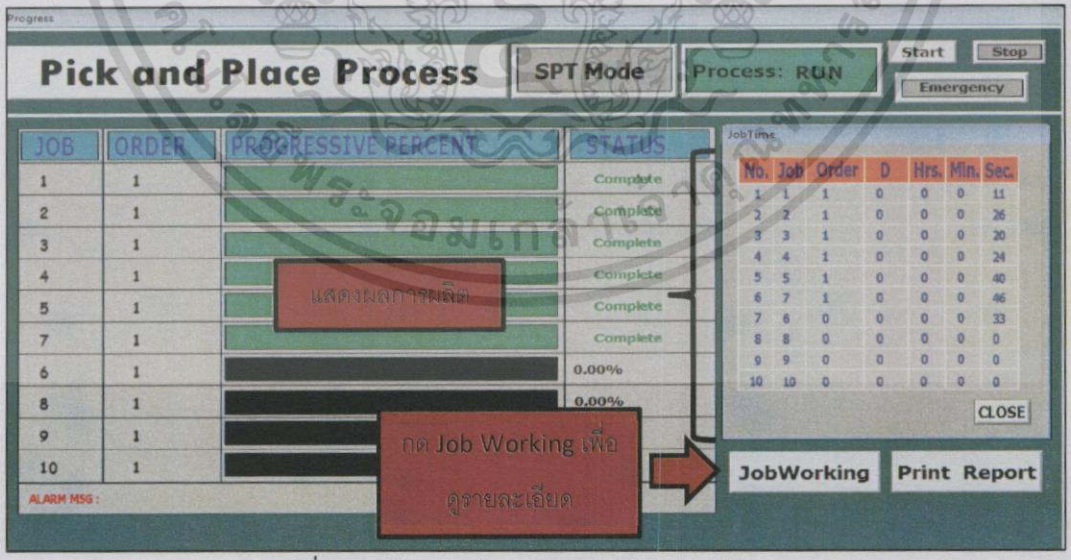
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.1.4 กระบวนการจะเริ่มการผลิตและแสดงค่าความคืบหน้าของสินค้าที่ผลิตเสร็จเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ ดังรูปที่ 5.69



รูปที่ 5.69 หน้าต่างควบคุมและแสดงผลกระบวนการ (HMI) ระหว่างการผลิต

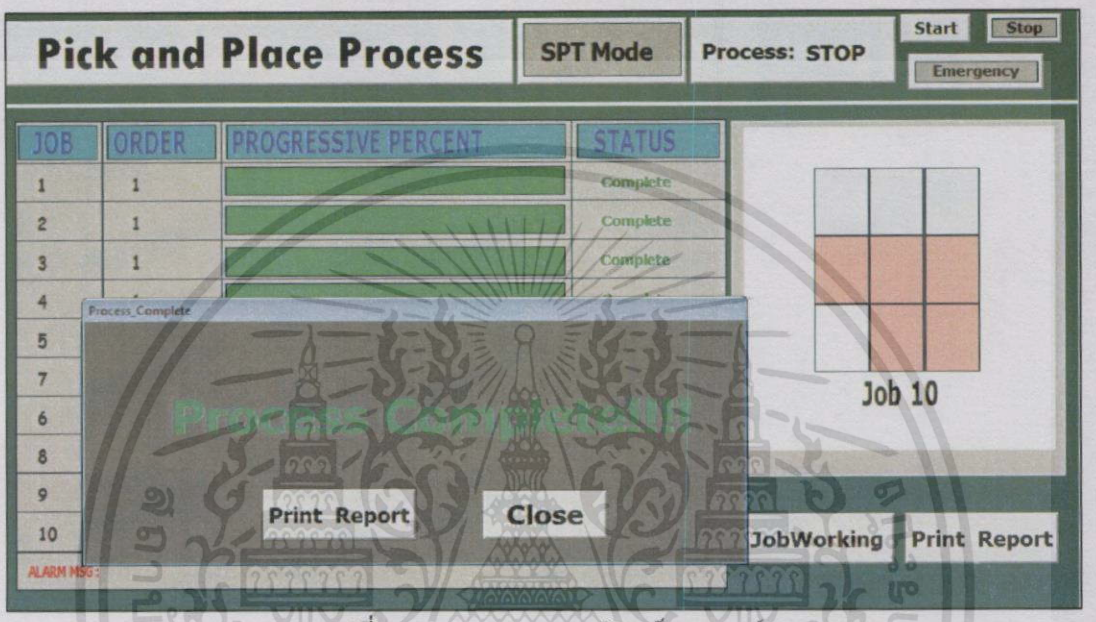
5.5.1.5 ระหว่างการผลิตเมื่อกดปุ่ม JobWorking จะแสดงรายละเอียดเวลาการผลิตของแต่ละงาน ดังรูปที่ 5.70



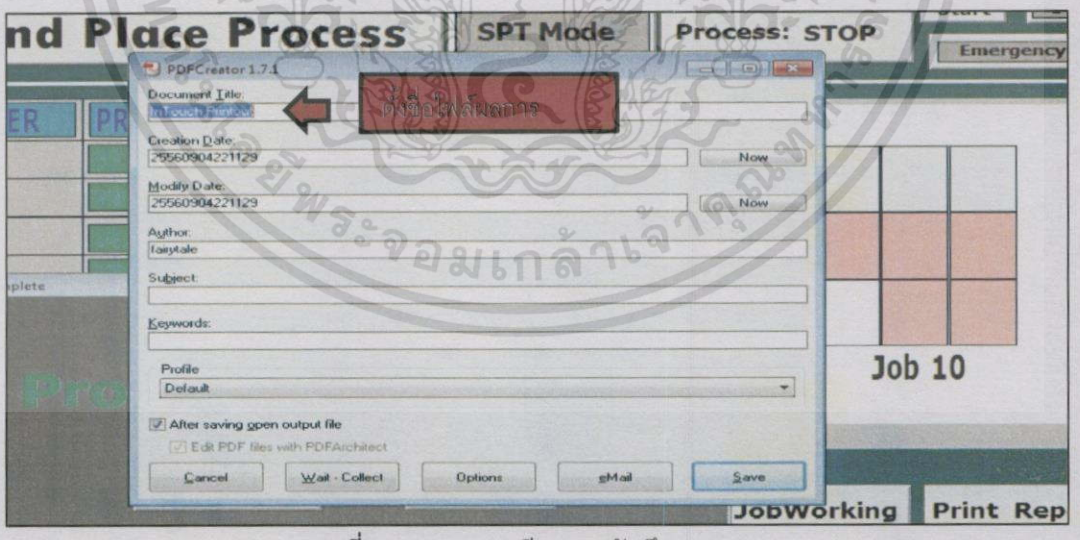
รูปที่ 5.70 รายละเอียดเวลาการผลิตของแต่ละงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.1.6 เมื่อกระบวนการผลิตเสร็จสมบูรณ์ในแต่ละชุด สามารถ Print Report การผลิตชุดนั้นๆในรูปแบบของสกุลไฟล์ PDF เก็บไว้เป็นข้อมูลได้ โดยการกดปุ่ม Print Report หรือถ้าไม่ต้องการให้กดปุ่ม Close ดังรูปที่ 5.71 , 5.72 ,5.73

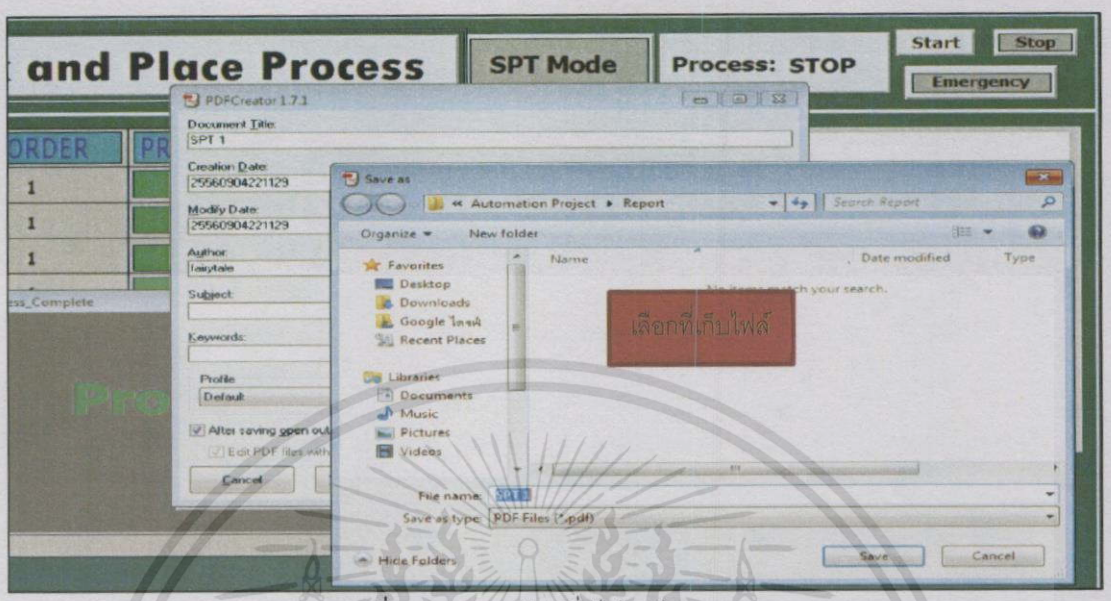


รูปที่ 5.71 กระบวนการผลิตเสร็จสมบูรณ์



รูปที่ 5.72 รายละเอียดการบันทึก Report

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

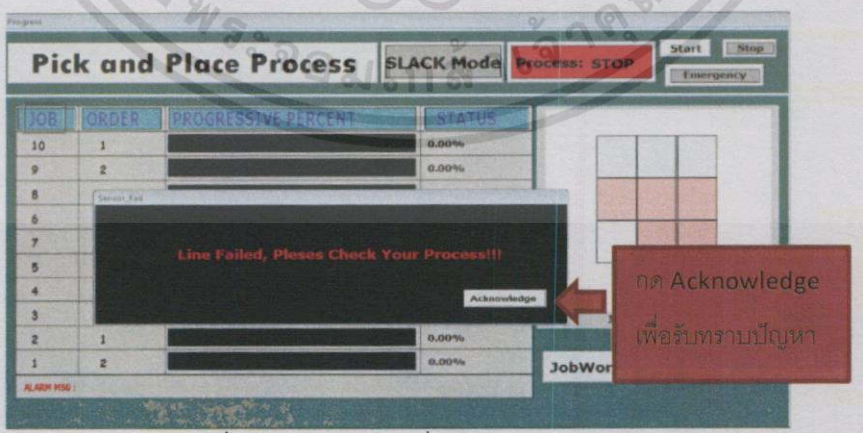


รูปที่ 5.73 การเลือกที่เก็บไฟล์ Report

5.5.2 เมื่อกระบวนการผลิตเกิดความผิดปกติ (Troubleshooting Process) แบ่งเป็น 3 กรณีคือ

5.5.2.1 กรณี Line Failed เกิดขึ้นมาได้เนื่องมาจาก Sensor หรือ Actuator ในส่วนของ Box Feeding Line และ ส่วนของ Palate Feeding Line เกิดปัญหาทำให้ไม่สามารถตรวจพบกล่องได้ ซึ่งสามารถแก้ปัญหาได้ดังนี้

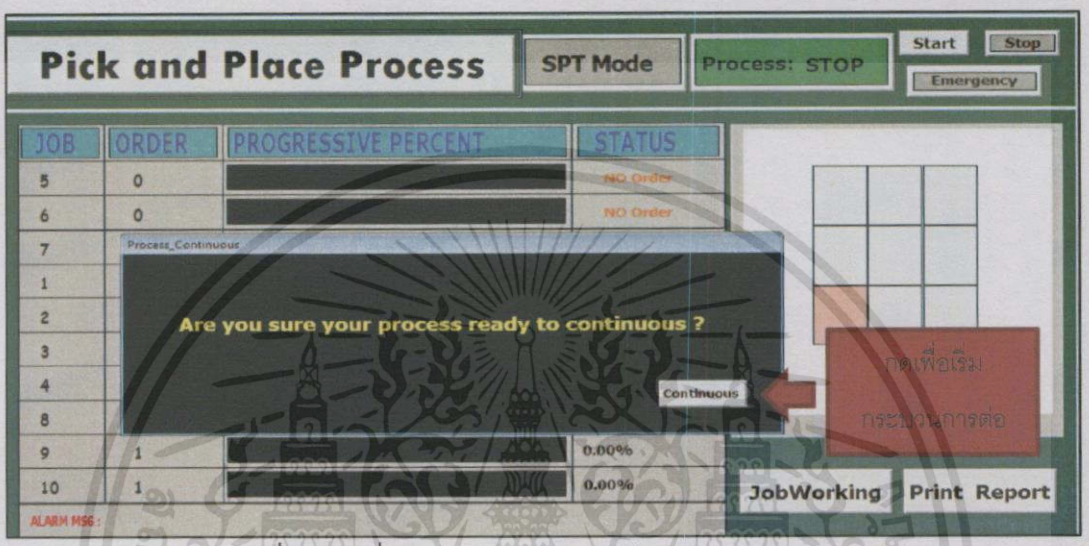
1.1 เมื่อ Sensor หรือ Actuator ที่กระบวนการผลิตเกิดปัญหา กระบวนการผลิตจะหยุดการทำงานและฟ้อง Alarm ขึ้นมาให้กดปุ่ม Acknowledge เพื่อรับรู้ปัญหา ดังรูปที่ 5.74



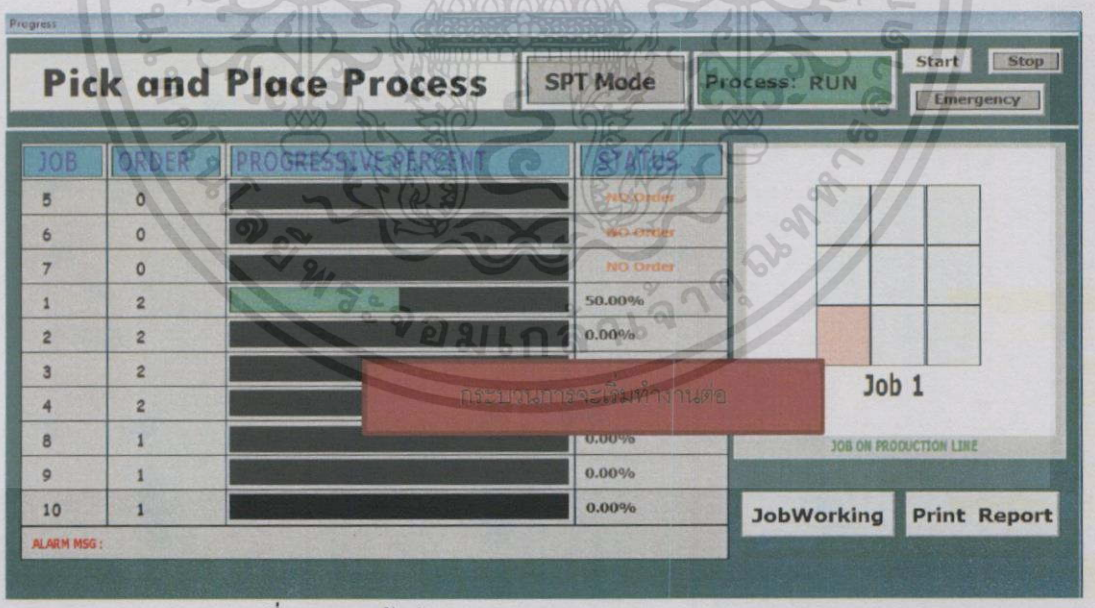
รูปที่ 5.74 แจ้งเตือนเมื่อเกิดกรณี Line Failed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 ทำการตรวจเช็คและแก้ปัญหาของตัว Sensor หรือ Actuator เมื่อกระบวนการผลิตพร้อมที่จะดำเนินการต่อให้กดปุ่ม Continuous กระบวนการจะทำการผลิตต่อจากเดิม ดังรูปที่ 5.75 , 5.76



รูปที่ 5.75 เริ่มการผลิตต่อหลังจากแก้ไขปัญหา line failed

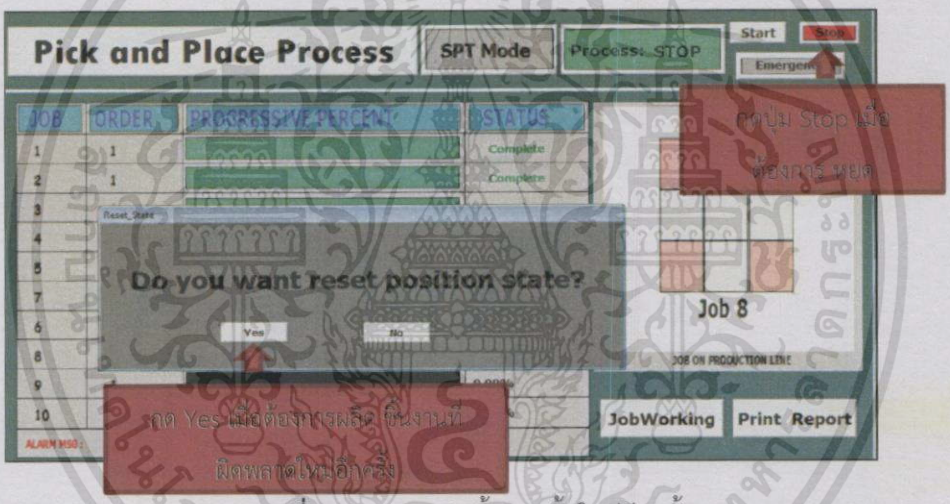


รูปที่ 5.76 หน้าต่างควบคุมและแสดงผลกระบวนการ (HMI)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.2.2 กรณี Process สาเหตุเกิดขึ้นเนื่องมาจากกระบวนการผลิตไม่สามารถทำงานเสร็จสิ้นกระบวนการได้เนื่องมาจาก Sensor หรือ Actuator ในส่วนของ Arm เกิดปัญหา สามารถแก้ปัญหาได้เหมือนกับวิธี line failed แต่ที่แตกต่าง คือหลังจากกดปุ่ม Acknowledge ให้การแก้ไขกระบวนการที่ส่วนของ Arm แทนเมื่อเสร็จสิ้น ให้กดปุ่ม Continuous กระบวนการจะทำการผลิตต่อจากเดิม

5.5.2.3 กรณีต้องการหยุดกระบวนการผลิต เมื่อต้องการหยุดกระบวนการผลิตเนื่องจากงานที่ผลิตมีความผิดพลาด สามารถที่จะทำได้โดยการกดปุ่ม Stop เพื่อหยุดกระบวนผลิตและหากต้องการที่จะผลิตชิ้นงานที่ผลิตผิดพลาดใหม่ ให้กดปุ่ม Yes หลังจากแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อผลิตการผลิตชิ้นงานนั้นใหม่อีกครั้งแต่ถ้ากดปุ่ม No หลังจากแก้ไข ปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อผลิตชิ้นต่อไปได้เลย ดังรูปที่ 5.77

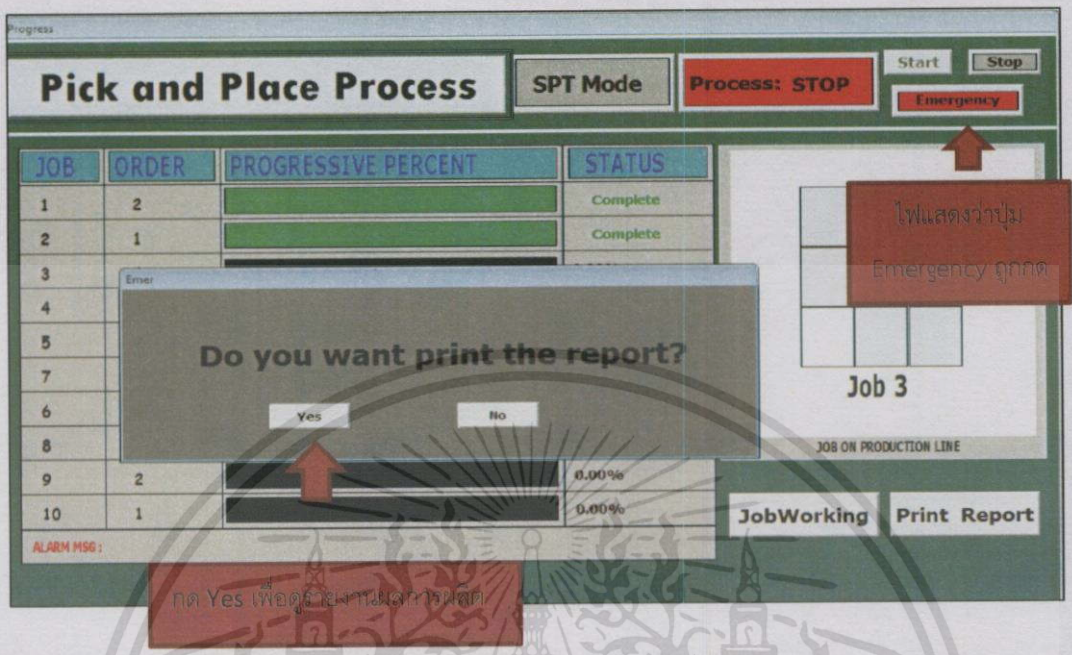


รูปที่ 5.77 การผลิตชิ้นงานนั้นใหม่อีกครั้ง

5.5.2.4 กรณี Emergency Stop เมื่อต้องการที่จะหยุดการทำงานของกระบวนการผลิตฉุกเฉิน สามารถกดปุ่ม Emergency Stop ที่ส่วน Field ได้ เมื่อเกิดกรณี Emergency Stop สามารถที่จะดำเนินการได้ดังต่อไปนี้

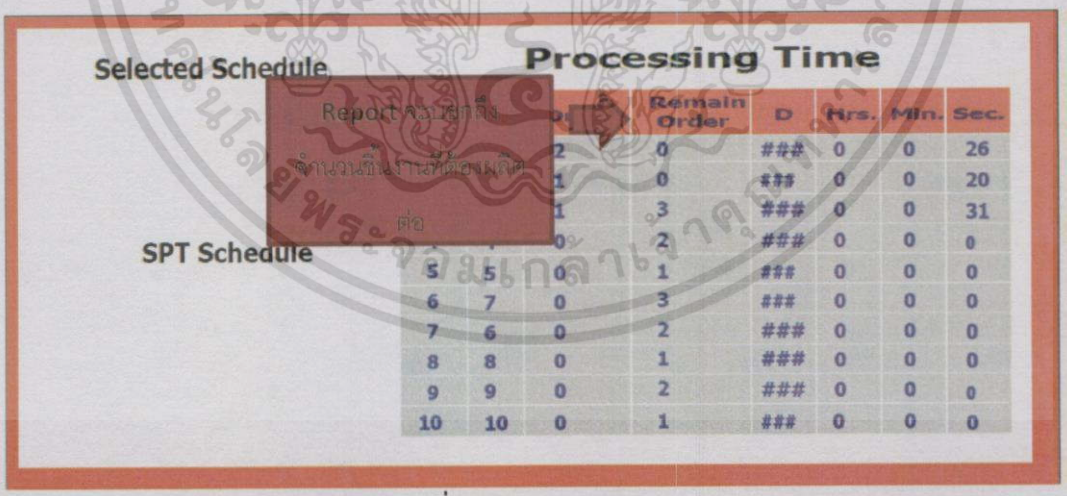
5.5.2.5 กระบวนการจะหยุดการทำงานโดยทันทีและมีหน้าต่างขึ้นมาเพื่อให้เลือก Print Report ในการดูผลการผลิต ชิ้นงานที่ผลิตเสร็จแล้วและสามารถที่จะทราบจำนวนชิ้นงานที่ยังไม่ได้รับการผลิตเพื่อนำไปผลิตต่อได้ในครั้งต่อไป จากใน Report ดังรูปที่ 5.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.78 การ Print report กรณี Emergency Stop

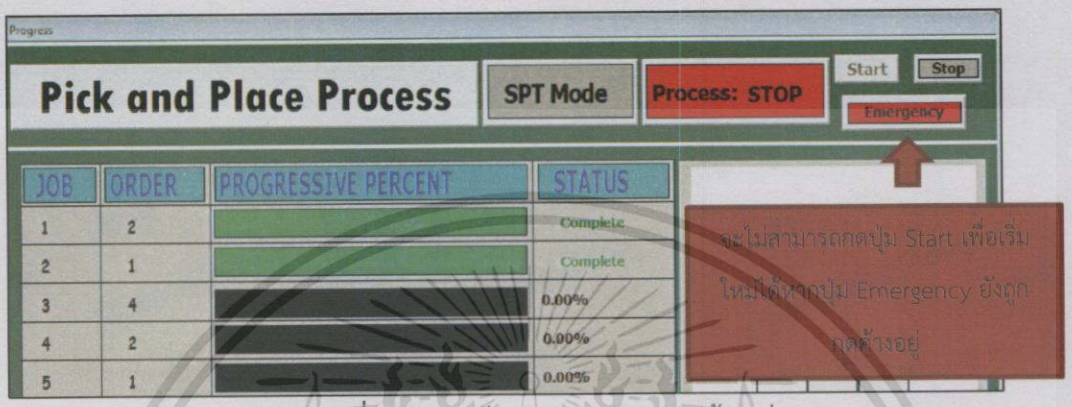
Remain Order คือจำนวนสินค้าที่ต้องผลิตต่อในครั้งต่อไปเนื่องจากกรณี Emergency Stop ดังรูปที่ 5.79



รูปที่ 5.79 Report of HMI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.5.2.6 กระบวนการยังไม่สามารถผลิตได้ถ้าปุ่ม Emergency ยังคงค้างอยู่จำเป็นต้องกดออกเพื่อให้กระบวนการสามารถผลิตได้ ดังรูปที่ 5.80



รูปที่ 5.80 กรณี Emergency Stop ค้างอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6 ผลการทดลองกรณีศึกษา

การทดลองการผลิตสินค้าโดยมีรูปแบบการจัดตารางการผลิต 4 รูปแบบคือ Shortest Processing Time (SPT) Weighted Shortest Processing Time (WSPT) Earliest Due-Date (EDD) และ Slack Time โดยมี ข้อมูลของสินค้าที่เหมือนกันเพื่อจะหาเวลาคลาดเคลื่อนของ make span และแสดงผลที่เป็นไปตามหลักการ พื้นฐานของทฤษฎีการจัดลำดับการผลิตสินค้าซึ่งจะทำการทดลอง 3 กรณีศึกษาดังนี้

5.6.1 กรณีศึกษาที่ 1

ตารางที่ 5.1 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 1 สำหรับกรณีผู้สั่ง ID: Admin

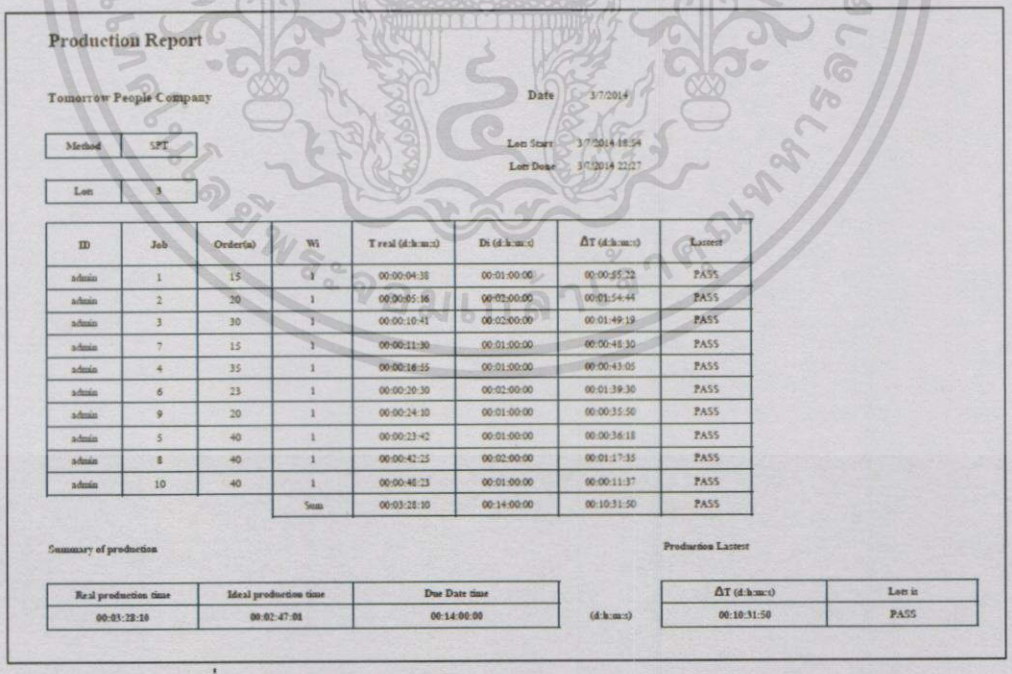
งาน (Job)	จำนวนชิ้นงาน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance)
1	15	0.03667	24	1
2	20	0.07111	48	2
3	30	0.14	48	3
4	35	0.21	24	1
5	40	0.32889	24	2
6	23	0.28367	48	3
7	15	0.16	24	1
8	40	0.56889	48	2
9	20	0.29556	24	3
10	40	0.68889	24	4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.1.1 ผลการทดลอง Shortest Processing Time (SPT)

ตารางที่ 5.2 การทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT) และสามารถดูได้จากรายงานการผลิต ดังรูปที่ 5.81

Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
				Hour	Minute	Second	
1	15	1	24	-	4	38	0.0772
2	20	2	48	-	5	16	0.0877
3	30	3	48	-	10	41	0.1780
7	15	1	24	-	11	30	0.1917
4	35	1	24	-	16	55	0.2819
6	23	3	48	-	20	30	0.3416
9	20	3	24	-	24	10	0.4027
5	40	2	24	-	23	42	0.395
8	40	2	48	-	42	25	0.7069
10	40	4	24	-	48	23	0.8063
						Sum	3.4694



Production Report

Tomorrow People Company

Date 3/7/2014

Method	SPT

Lot Start 3/7/2014 18:54

Lot Done 3/7/2014 22:07

Lot	3

ID	Job	Order(n)	Wi	T real (d:h:m:s)	Di (d:h:m:s)	ΔT (d:h:m:s)	Lastest
admin	1	15	1	00:00:04:38	00:01:00:00	00:00:55:22	PASS
admin	2	20	1	00:00:05:16	00:02:00:00	00:01:54:44	PASS
admin	3	30	1	00:00:10:41	00:02:00:00	00:01:49:19	PASS
admin	7	15	1	00:00:11:30	00:01:00:00	00:00:48:30	PASS
admin	4	35	1	00:00:16:55	00:01:00:00	00:00:43:05	PASS
admin	6	23	1	00:00:20:30	00:02:00:00	00:01:39:30	PASS
admin	9	20	1	00:00:24:10	00:01:00:00	00:00:35:50	PASS
admin	5	40	1	00:00:23:42	00:01:00:00	00:00:36:18	PASS
admin	8	40	1	00:00:42:25	00:02:00:00	00:01:17:35	PASS
admin	10	40	1	00:00:48:23	00:01:00:00	00:00:11:37	PASS
			Sum	00:03:28:10	00:14:00:00	00:10:31:50	PASS

Summary of production

Real production time	Ideal production time	Due Date time
00:03:28:10	00:02:47:01	00:14:00:00

(d:h:m:s)

Production Lastest

ΔT (d:h:m:s)	Lot is
00:10:31:50	PASS

รูปที่ 5.81 รายงานการผลิต Shortest Processing Time (SPT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.3 การทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT)

งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
1	15	0.0772	0.0772	24	-23.9227
2	20	0.0877	0.165	48	-47.835
3	30	0.1780	0.343	48	-47.6569
7	15	0.1917	0.5347	24	-23.4652
4	35	0.2819	0.8167	24	-23.1833
6	23	0.3416	1.1583	48	-46.8417
9	20	0.4027	1.5611	24	-22.4389
5	40	0.395	1.9561	24	-22.0438
8	40	0.7069	2.663	48	-45.3369
10	40	0.0772	3.4694	24	-20.5305
	sum	3.4694	12.7447	336	-323.2552

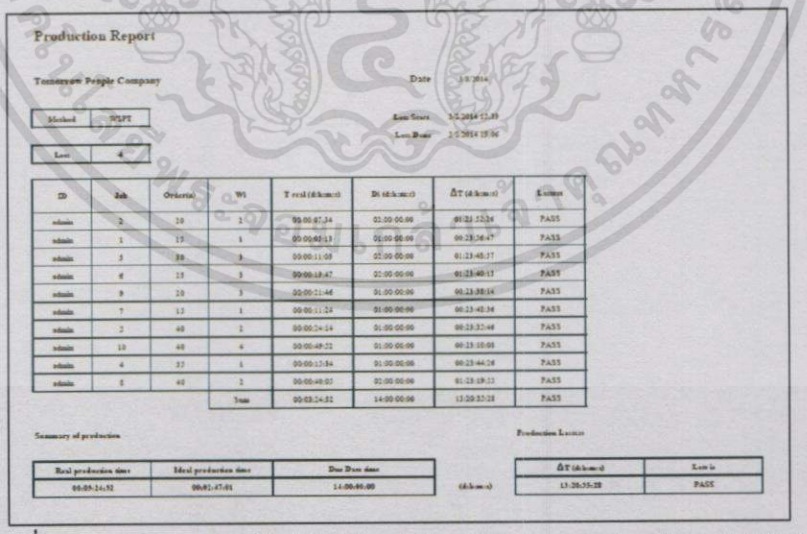
ผลที่ได้จากการจัดลำดับตารางการผลิตสินค้าแบบ SPT คือ make span ของการผลิตเท่ากับ 3.4694 ชั่วโมง เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) มีค่าเท่ากับ $\frac{-323.2552}{10}$ = -32.32 ชั่วโมง เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow time) มีค่าเท่ากับ $\frac{12.7447}{10}$ = 1.2744 ชั่วโมง เวลาของงานที่ส่งสินค้าช้าที่สุดคืองานที่ 10 มีเวลาเหลือจากการส่ง 20.53 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.1.2 ผลการทดลอง Weighted Shortest Processing Time (WSPT)

ตารางที่ 5.4 การทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT) และสามารถดูได้จาก รายงานการผลิตดังรูปที่ 5.82

Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
				Hour	Minute	Second	
2	20	2	48	-	7	34	0.1261
1	15	1	24	-	3	13	0.0536
3	30	3	48	-	11	03	0.1841
6	23	3	48	-	19	47	0.3297
9	20	3	24	-	21	46	0.3627
7	15	1	24	-	11	24	0.19
5	40	2	24	-	24	14	0.4038
10	40	4	24	-	49	52	0.8311
4	35	1	24	-	15	34	0.2594
8	40	2	48	-	40	5	0.668
						Sum	3.4088


Production Report

Tennessee People Company

Date

Method WSPT

Last 4

ID	Job	Order(n)	Wt	T real (d:h:m:s)	Dt (d:h:m:s)	ΔT (d:h:m:s)	Lastest
admin	2	20	2	00:00:07:34	02:00:00:00	00:21:52:26	PASS
admin	1	15	1	00:00:03:13	01:00:00:00	00:23:56:47	PASS
admin	3	30	3	00:00:11:03	02:00:00:00	01:23:48:57	PASS
admin	6	23	3	00:00:19:47	02:00:00:00	01:23:40:13	PASS
admin	9	20	3	00:00:21:46	01:00:00:00	00:23:38:14	PASS
admin	7	15	1	00:00:11:24	01:00:00:00	00:23:48:36	PASS
admin	5	40	2	00:00:24:14	01:00:00:00	00:23:35:46	PASS
admin	10	40	4	00:00:49:52	01:00:00:00	00:23:10:08	PASS
admin	4	35	1	00:00:15:34	01:00:00:00	00:23:44:26	PASS
admin	8	40	2	00:00:40:05	02:00:00:00	01:23:19:55	PASS
			Sum	00:03:24:32	14:00:00:00	13:20:35:28	PASS

Summary of production

Real production time	Ideal production time	Due Date time
00:03:24:32	00:01:47:01	14:00:00:00

(d:h:m:s)

Production Lastest

ΔT (d:h:m:s)	Lastest
13:20:35:28	PASS

รูปที่ 5.82 รายงานการผลิต Weighted Shortest Processing Time (WSPT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.5 การทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT)

งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time : t_i) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance : W_i)	t_i / W_i	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)
2	20	0.1261	2	0.063	0.1261
1	15	0.0536	1	0.053	0.1797
3	30	0.1841	3	0.061	0.3638
6	23	0.3297	3	0.109	0.6936
9	20	0.3627	3	0.102	1.0563
7	15	0.19	1	0.190	1.2463
5	40	0.4038	2	0.201	1.6502
10	40	0.8311	4	0.207	2.4813
4	35	0.2594	1	0.259	2.7408
8	40	0.6680	2	0.334	3.4088
	Sum	3.4089	22		13.9475

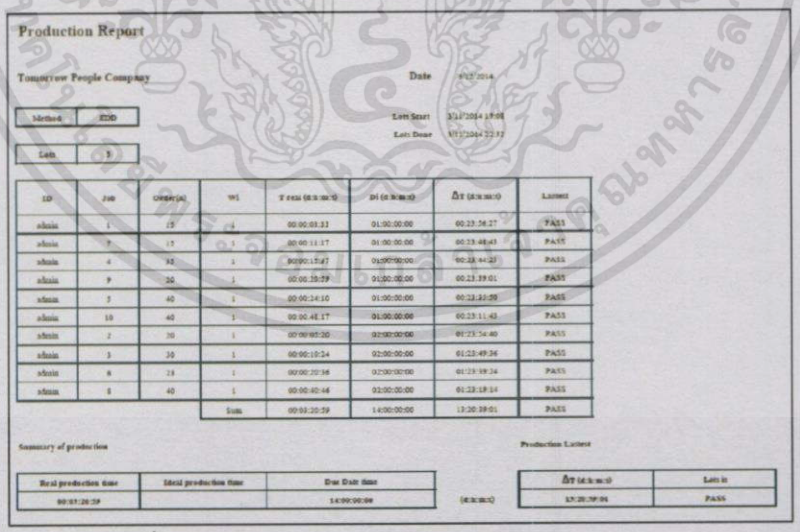
ผลที่ได้จากการจัดลำดับตารางการผลิตสินค้าแบบ WSPT คือ make span ของการผลิตเท่ากับ 3.4089 ชั่วโมง เวลาเฉลี่ยของงานในระบบแบบถ่วงน้ำหนัก (Mean Flow Time : $\overline{F_w}$) $= \frac{30.8033}{22} = 1.4$ ชั่วโมง จากผลการทดลองสามารถสังเกตว่า t_i / W_i ของงานชนิดที่ 2 ต้องน้อยที่สุดแต่เนื่องจาก process เกิดการ fail ระหว่างการผลิตเวลาการผลิตของงานชนิดที่ 2 จึงมากกว่าปกติเพราะรวมเวลาในการแก้ปัญหาของกระบวนการ ซึ่งเหตุการณ์ชนิดนี้สามารถเกิดขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.1.3 ผลการทดลอง Earliest Due-Date (EDD)

ตารางที่ 5.6 การทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD) และสามารถดูได้จาก รายงานการผลิตดังรูปที่ 5.83

Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total Processing time (hour)
				Hour	Minute	Second	
1	15	1	24	-	3	33	0.0591
7	15	1	24	-	11	17	0.1880
4	35	1	24	-	15	37	0.2602
9	20	3	24	-	20	59	0.3497
5	40	2	24	-	24	10	0.4027
10	40	4	24	-	48	17	0.8047
2	20	2	48	-	5	20	0.0889
3	30	3	48	-	10	24	0.1733
6	23	3	48	-	20	36	0.3433
8	40	2	48	-	40	46	0.6794
						Sum	3.3497


Production Report

Tomorrow People Company

Date

Method EDD

Lot: Start

Lot: Done

Lot 3

ID	Job	Order[n]	Wt	T rem (d:h:m:s)	Di (d:h:m:s)	ΔT (d:h:m:s)	Latest
admin	1	15	1	00:00:03:33	01:00:00:00	00:23:56:27	PASS
admin	7	15	1	00:00:11:17	01:00:00:00	00:23:48:43	PASS
admin	4	35	1	00:00:15:47	01:00:00:00	00:23:44:23	PASS
admin	9	20	3	00:00:20:59	01:00:00:00	00:23:39:01	PASS
admin	5	40	2	00:00:24:10	01:00:00:00	00:23:35:50	PASS
admin	10	40	4	00:00:48:17	01:00:00:00	00:23:11:43	PASS
admin	2	20	2	00:00:05:20	02:00:00:00	01:23:54:40	PASS
admin	3	30	3	00:00:10:24	02:00:00:00	01:23:49:36	PASS
admin	6	23	3	00:00:20:36	02:00:00:00	01:23:39:24	PASS
admin	8	40	2	00:00:46:46	02:00:00:00	01:23:13:14	PASS
			Sum	00:03:20:59	14:00:00:00	13:20:39:01	PASS

Summary of production

Production Latest

Real production time	Ideal production time	Due Date time
00:03:20:59		14:00:00:00

(d:h:m:s)

ΔT (d:h:m:s)	Late is
13:20:39:01	PASS

รูปที่ 5.83 รายงานการผลิต Earliest Due-Date (EDD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.7 การทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD)

งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
1	15	0.0591	0.0591	24	-23.9408
7	15	0.1880	0.2472	24	-23.7527
4	35	0.2602	0.5075	24	-23.4925
9	20	0.3497	0.8572	24	-23.1427
5	40	0.4027	1.26	24	-22.74
10	40	0.8047	2.0647	24	-21.9352
2	20	0.0889	2.1536	48	-45.8463
3	30	0.1733	2.3269	48	-45.6730
6	23	0.3433	2.6702	48	-45.3297
8	40	0.6794	3.3497	48	-44.6502
	sum	3.3497	15.4963	336	-320.5036

ผลที่ได้จากการจัดลำดับตารางการผลิตสินค้าแบบ EDD คือ make span ของการผลิตเท่ากับ 3.3497 ชั่วโมง เวลาที่งานที่ส่งไม่ทันทุกงานโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) = $\frac{-320.5036}{10}$ = -32.05036 ชั่วโมง

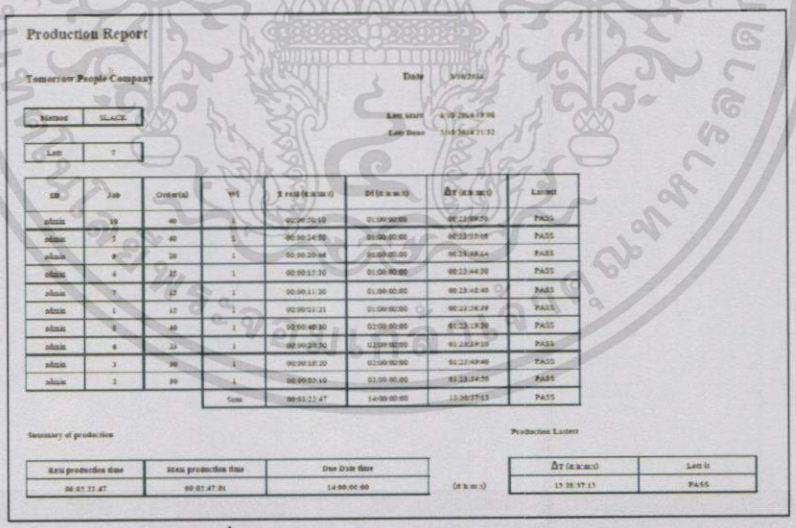
เวลาที่ส่งไม่ทันของแต่ละงานมีค่าเป็นลบ แสดงว่าส่งแต่ละงานก่อนกำหนดซึ่งเวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) ลดลงจาก -20.5305 ชั่วโมงจากรูปแบบ SPT เหลือเพียง -21.9352 ชั่วโมงในรูปแบบ EDD แต่อย่างไรก็ตาม การจัดด้วยกฎ EDD นี้ไม่ได้ทำให้เวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ส่งไม่ทัน (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุดเสมอไปเมื่อเปรียบเทียบโดยรวมเป็นเหมือนกับการกระจายความเสี่ยงใน การส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลงแต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เพิ่มมากขึ้นจาก -32.32 ชั่วโมง (SPT) เป็น -32.05 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.1.4 ผลการทดลอง Slack time

ตารางที่ 5.8 การทดลองการผลิตแบบ Slack time และสามารถดูได้จาก รายงานการผลิตดังรูปที่ 5.84

Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
				Hour	Minute	Second	
10	40	4	24	-	50	10	0.8361
5	40	2	24	-	24	50	0.4138
9	20	3	24	-	20	46	0.3461
4	35	1	24	-	15	30	0.2583
7	15	1	24	-	11	20	0.1888
1	15	1	24	-	3	21	0.0558
8	40	2	48	-	40	30	0.6750
6	23	3	48	-	20	50	0.3472
3	30	3	48	-	10	20	0.1722
2	30	2	48	-	5	10	0.0861
						Sum	3.3797


Production Report

Tomorrow People Company

Date

Method SLACK

Lot 1

SN	Job	Order(n)	Wt	Ti (d:h:m:s)	Di (d:h:m:s)	ΔTi (d:h:m:s)	Lot/ot
admin	10	40	4	00:00:50:10	01:00:00:00	00:23:09:50	PASS
admin	5	40	2	00:00:24:50	01:00:00:00	00:23:35:10	PASS
admin	9	20	3	00:00:20:46	01:00:00:00	00:23:39:14	PASS
admin	4	35	1	00:00:15:30	01:00:00:00	00:23:44:30	PASS
admin	7	15	1	00:00:11:20	01:00:00:00	00:23:48:40	PASS
admin	1	15	1	00:00:03:21	01:00:00:00	00:23:56:39	PASS
admin	8	40	2	00:00:40:30	02:00:00:00	01:23:19:30	PASS
admin	6	23	3	00:00:20:50	02:00:00:00	01:23:39:10	PASS
admin	3	30	3	00:00:10:20	02:00:00:00	01:23:49:40	PASS
admin	2	30	2	00:00:03:10	02:00:00:00	01:23:56:50	PASS
			Sum	00:03:22:47	14:00:00:00	10:00:37:13	PASS

Summary of production

Real production time	Mean production time	Due Date time
00:03:22:47	00:03:47:01	14:00:00:00

(d:h:m:s)

Production Lateness

ΔTi (d:h:m:s)	Lot/ot
15:20:37:13	PASS

รูปที่ 5.84 รายงานการผลิต Slack time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.9 การทดลองการผลิตแบบ Slack time

งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่เหลือ (Slack Time : SL_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
10	40	0.8361	24	7.1639	0.8361	-23.1638
5	40	0.4138	24	7.5862	1.25	-22.75
9	20	0.3461	24	7.6539	1.5961	-22.4038
4	35	0.2583	24	7.7417	1.854	-22.1455
7	15	0.1888	24	7.8112	2.0433	-21.9567
1	15	0.0558	24	7.9442	2.0991	-21.9008
8	40	0.6750	48	31.3250	2.7741	-45.2258
6	23	0.3472	48	31.6528	3.1213	-44.8786
3	30	0.1722	48	31.8278	3.2936	-44.7063
2	30	0.0861	48	31.9139	3.37972	-44.6202
	Sum	3.3797	336	-	22.248	-313.7519

การจัดลำดับแบบ Slack time ซึ่งจัดลำดับตามเวลาที่คงเหลือของแต่ละงาน สำหรับในกรณีศึกษาเราสามารถใส่ค่า T_{now} คือ 16 ชั่วโมงเพราะสินค้าทั้ง 10 ชนิดที่นำมาจัดตารางนั้นจะทำการผลิตจริงเมื่อเวลาผ่านไป 16 ชั่วโมงทำให้เวลาคงเหลือที่แท้จริงจะเป็นไปตาม $SL_i = d_i - T_{now} - t_i$

ตารางที่ 5.10 เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness)

รูปแบบการจัดตารางการผลิต	เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (ชั่วโมง)
SPT	-32.32
WSPT	-32.20
EDD	-32.05
Slack	-31.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) แม้ว่าจะเป็นลบซึ่งหมายถึง ส่งทันกำหนดแต่ SPT ก็ยังคงส่งทันกำหนดส่งเร็วที่สุดหรือมีค่า Mean Lateness น้อยที่สุดคือ -32.32 ชั่วโมงหรือส่งก่อนกำหนด 32.32 ชั่วโมงซึ่งเป็นไปตามหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงาน

ตารางที่ 5.11 เวลาของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Lateness)

รูปแบบการจัดตารางการผลิต	เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (ชั่วโมง)
SPT	-20.53
WSPT	-20.59
EDD	-21.93
Slack	-21.90

เวลาของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Lateness) แม้ว่าจะเป็นลบซึ่งหมายถึง ส่งทันกำหนด แต่ในที่นี้คือส่งทันกำหนดแต่ช้าที่สุดซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว EDD จะมีเวลาของงานส่งทันกำหนด ส่งช้าที่สุดน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 3 วิธีซึ่งเป็นไปตามหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงาน

5.6.2 กรณีศึกษาที่ 2

ตารางที่ 5.12 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 2

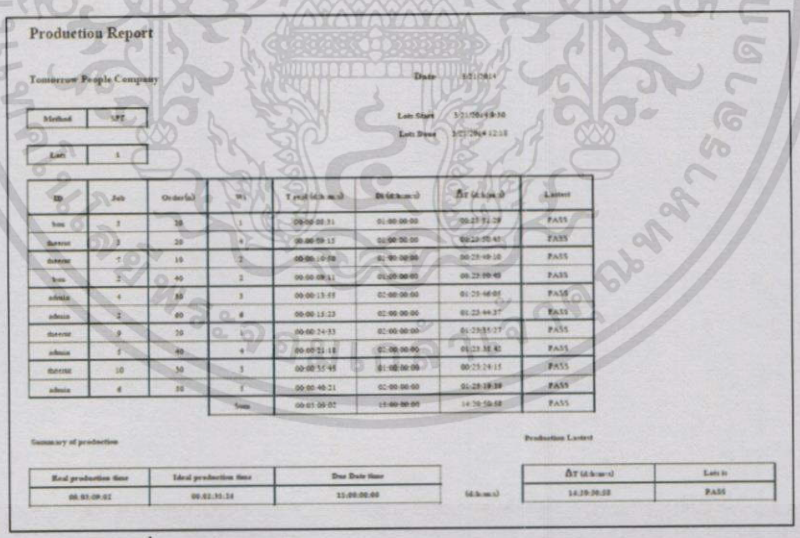
ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวนชิ้นงาน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance)
Bon	3	20	0.09	24	1
Bon	2	40	0.14	24	2
Theerut	10	30	0.52	24	3
Theerut	3	20	0.09	24	4
Theerut	9	20	0.30	48	1
Theerut	7	10	0.11	24	2
Admin	4	30	0.18	48	3
Admin	5	40	0.33	48	4
Admin	6	50	0.62	48	5
Admin	2	60	0.21	48	6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.2.1 ผลการทดลอง Shortest Processing Time (SPT)

ตารางที่ 5.13 การทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT) และสามารถดูได้จากรายงาน การผลิตดังรูปที่ 5.85

ผู้สั่ง (ID)	Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
					Hour	Minute	Second	
bon	3	20	1	24	-	8	31	0.141944
theerut	3	20	4	24	-	9	15	0.154167
theerut	7	10	2	24	-	10	50	0.180556
bon	2	40	2	24	-	9	11	0.153056
admin	4	30	3	48	-	13	55	0.231944
admin	2	60	6	48	-	15	23	0.256389
theerut	9	20	1	48	-	24	33	0.409167
admin	5	40	4	48	-	21	18	0.355
theerut	10	30	3	24	-	35	45	0.595833
admin	6	50	5	48	-	40	21	0.6725
							Sum	3.150556



รูปที่ 5.85 การผลิต Shortest Processing Time (SPT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.14 การทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT)

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
bon	3	20	0.141944	0.141944	24	-23.8581
theerut	3	20	0.154167	0.296111	24	-23.7039
theerut	7	10	0.180556	0.476667	24	-23.5233
bon	2	40	0.153056	0.629722	24	-23.3703
admin	4	30	0.231944	0.861667	48	-47.1383
admin	2	60	0.256389	1.118056	48	-46.8819
theerut	9	20	0.409167	1.527222	48	-46.4728
admin	5	40	0.355	1.882222	48	-46.1178
theerut	10	30	0.595833	2.478056	24	-21.5219
admin	6	50	0.6725	3.150556	48	-44.8494
		sum	3.150556	12.56222	360	-347.438

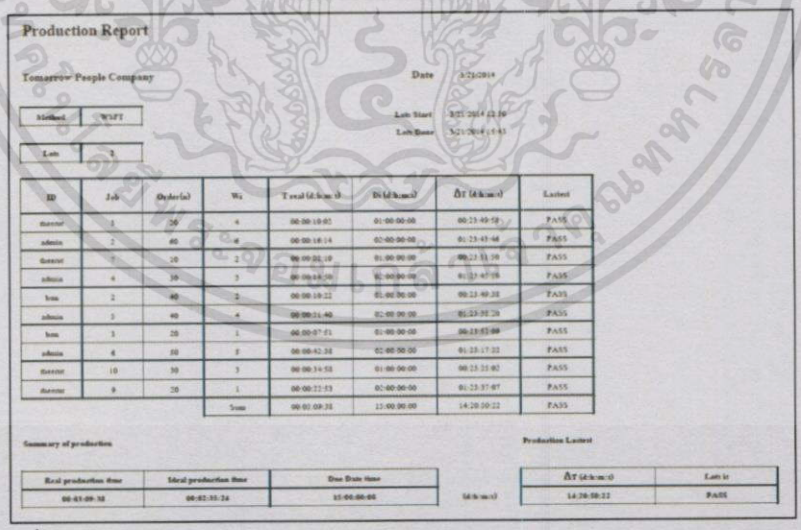
ผลที่ได้จากการจัดลำดับตารางการผลิตสินค้าแบบ SPT คือ make span ของการผลิตเท่ากับ 3.15 ชั่วโมง เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) มีค่าเท่ากับ $\frac{-347.438}{10}$ = -34.74 ชั่วโมง เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow time) มีค่าเท่ากับ $\frac{12.56222}{10}$ = 1.256 ชั่วโมง เวลาของงานที่ส่งสินค้าช้าที่สุดคืองานที่ 10 (id: Theerut) มีเวลาเหลือจากการส่ง 21.52 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.2.2 ผลการทดลอง Weighted Shortest Processing Time (WSPT)

ตารางที่ 5.15 การทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT) และสามารถดูได้จาก รายงานการผลิตดังรูปที่ 5.86

ผู้สั่ง (ID)	Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
					Hour	Minute	Second	
theerut	3	20	4	24	-	10	2	0.167222
admin	2	60	6	48	-	16	14	0.270556
theerut	7	10	2	24	-	8	10	0.136111
admin	4	30	3	48	-	14	50	0.247222
bon	2	40	2	24	-	10	22	0.172778
admin	5	40	4	48	-	21	40	0.361111
bon	3	20	1	24	-	7	51	0.130833
admin	6	50	5	48	-	42	38	0.710556
theerut	10	30	3	24	-	34	58	0.582778
theerut	9	20	1	48	-	22	53	0.381389
		sum	31	360				3.160556


Production Report

Tomorrow People Company

Date

Method WSPT

Lot 1

ID	Job	Order(n)	Wt	T total (d:h:m:s)	Di (d:h:m:s)	ΔT (d:h:m:s)	Lastest
theerut	3	20	4	00:00:10:02	01:00:00:00	00:23:49:58	PASS
admin	2	60	6	00:00:16:14	02:00:00:00	01:23:43:46	PASS
theerut	7	10	2	00:00:08:10	01:00:00:00	00:23:51:50	PASS
admin	4	30	3	00:00:14:50	01:00:00:00	01:23:45:10	PASS
bon	2	40	2	00:00:10:22	01:00:00:00	00:23:49:38	PASS
admin	5	40	4	00:00:21:40	02:00:00:00	01:23:38:20	PASS
bon	3	20	1	00:00:07:51	01:00:00:00	00:23:52:09	PASS
admin	6	50	5	00:00:42:38	02:00:00:00	01:23:17:22	PASS
theerut	10	30	3	00:00:34:58	01:00:00:00	00:23:25:02	PASS
theerut	9	20	1	00:00:22:53	02:00:00:00	01:23:37:07	PASS
			Sum	00:01:09:31	13:00:00:00	14:20:50:22	PASS

Summary of production

Real production time	Ideal production time	Due Date time
00:01:09:31	00:02:35:24	13:00:00:00

Production Lastest

ΔT (d:h:m:s)	Last is
14:20:50:22	PASS

รูปที่ 5.86 รายงานการผลิต Weighted Shortest Processing Time (WSPT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.16 การทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT)

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time : t_i) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance : W_i)	t_i / W_i	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)
theerut	3	20	0.167222	4	0.0418	0.167222
admin	2	60	0.270556	6	0.0451	0.437778
theerut	7	10	0.136111	2	0.0681	0.573889
admin	4	30	0.247222	3	0.0824	0.821111
bon	2	40	0.172778	2	0.0862	0.993889
admin	5	40	0.361111	4	0.0903	1.355
bon	3	20	0.130833	1	0.1308	1.485833
admin	6	50	0.710556	5	0.1421	2.196389
theerut	10	30	0.582778	3	0.1943	2.779167
theerut	9	20	0.381389	1	0.3814	3.160556
		Sum	3.160556	31	-	13.97083

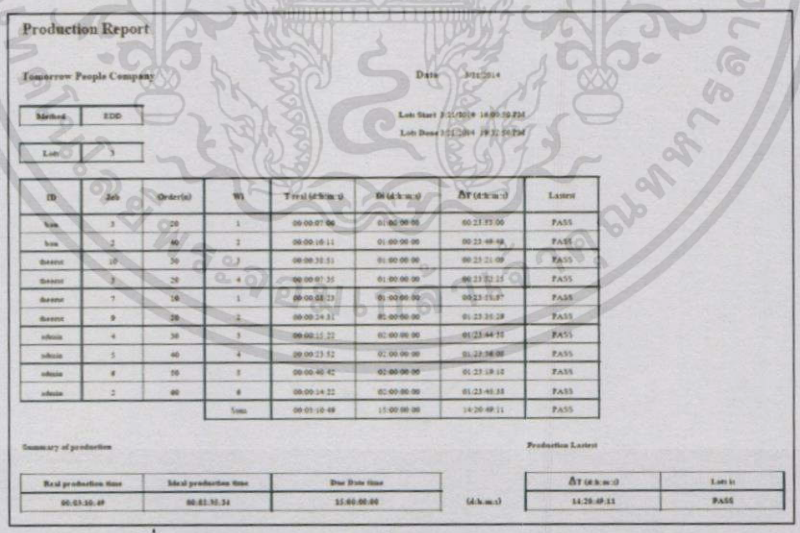
ผลที่ได้จากการจัดลำดับตารางการผลิตสินค้าแบบ WSPT คือ make span ของการผลิตเท่ากับ 3.16 ชั่วโมง เวลาเฉลี่ยของงานในระบบแบบถ่วงน้ำหนัก (Mean Flow Time : $\overline{F_w}$) = $\frac{38.28}{31}$ = 1.234 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.2.3 ผลการทดลอง Earliest Due-Date (EDD)

ตารางที่ 5.17 การทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD) และสามารถดูได้จากรายงานการผลิต ดังรูปที่ 5.87

ผู้สั่ง (ID)	Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
					Hour	Minute	Second	
bon	3	20	1	24	-	7	0	0.116667
bon	2	40	2	24	-	10	11	0.169722
theerut	10	30	3	24	-	38	51	0.6475
theerut	3	20	4	24	-	7	35	0.126389
theerut	7	10	1	24	-	8	23	0.139722
theerut	9	20	2	48	-	24	31	0.408611
admin	4	30	3	48	-	15	22	0.256111
admin	5	40	4	48	-	23	52	0.397778
admin	6	50	5	48	-	40	42	0.678333
admin	2	60	6	48	-	14	22	0.239444
							Sum	3.180278


Production Report

Tomorrow People Company

Date

Method	EDD
Lot	3

ID	Job	Order(s)	Wt	Total	Dd	ΔT	Latest
bon	3	20	1	00:00:07:00	01:00:00:00	00:23:53:00	PASS
bon	2	40	2	00:00:10:11	01:00:00:00	00:23:49:49	PASS
theerut	10	30	3	00:00:38:51	01:00:00:00	00:23:21:09	PASS
theerut	3	20	4	00:00:07:35	01:00:00:00	00:23:52:25	PASS
theerut	7	10	1	00:00:08:23	01:00:00:00	00:23:51:37	PASS
theerut	9	20	2	00:00:24:31	02:00:00:00	01:23:35:29	PASS
admin	4	30	3	00:00:15:22	02:00:00:00	01:23:44:38	PASS
admin	5	40	4	00:00:23:52	02:00:00:00	01:23:36:08	PASS
admin	6	50	5	00:00:40:42	02:00:00:00	01:23:19:18	PASS
admin	2	60	6	00:00:14:22	02:00:00:00	01:23:45:38	PASS
			Sum	00:03:10:48	15:00:00:00	14:20:49:11	PASS

Summary of production

Real production time	Ideal production time	Due Date time
00:03:10:49	00:02:30:34	15:00:00:00

(d:h:m:s)

Production Lastest

ΔT (d:h:m:s)	Lot is
14:20:49:11	PASS

รูปที่ 5.87 รายงานการผลิต Earliest Due-Date (EDD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.18 การทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD)

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
bon	3	20	0.116667	0.116667	24	-23.8833
bon	2	40	0.169722	0.286389	24	-23.7136
theerut	10	30	0.6475	0.933889	24	-23.0661
theerut	3	20	0.126389	1.060278	24	-22.9397
theerut	7	10	0.139722	1.2	24	-22.8
theerut	9	20	0.408611	1.608611	48	-46.3914
admin	4	30	0.256111	1.864722	48	-46.1353
admin	5	40	0.397778	2.2625	48	-45.7375
admin	6	50	0.678333	2.940833	48	-45.0592
admin	2	60	0.239444	3.180278	48	-44.8197
		sum	3.180278	15.45417	360	-344.546

ผลที่ได้จากการจัดลำดับตารางการผลิตสินค้าแบบ EDD คือ make span ของการผลิตเท่ากับ 3.18 ชั่วโมง เวลาที่งานที่ส่งไม่ทันทุกงานโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) = $\frac{-344.546}{10}$ = -34.456 ชั่วโมง

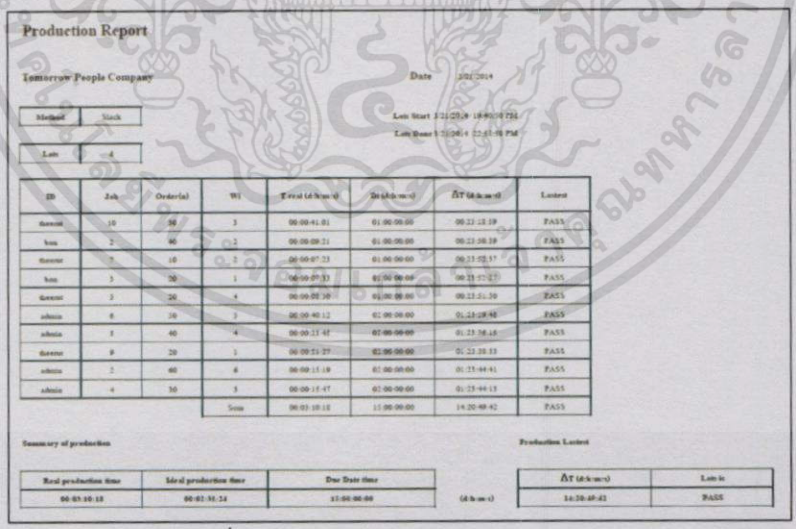
เวลาที่ส่งไม่ทันของแต่ละงานมีค่าเป็นลบ แสดงว่าส่งแต่ละงานก่อนกำหนด ซึ่งเวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) ลดลงจาก -21.52 ชั่วโมงจากรูปแบบ SPT เหลือเพียง -22.8 ชั่วโมงในรูปแบบ EDD แต่อย่างไรก็ตามการจัดด้วยกฎ EDD นี้ไม่ได้ทำให้เวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ ส่งไม่ทัน (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุดเสมอไปเมื่อเปรียบเทียบโดยรวมเป็นเหมือนกับการกระจายความเสี่ยงในการส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลงแต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เพิ่มมากขึ้นจาก -34.74 ชั่วโมง (SPT) เป็น -34.46 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.2.4 ผลการทดลอง Slack time

ตารางที่ 5.19 การทดลองการผลิตแบบ Slack time และสามารถดูได้จาก รายงานการผลิตดังรูปที่ 5.88

ผู้สั่ง (ID)	Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
					Hour	Minute	Second	
theerut	10	30	3	24	-	41	1	0.683611
bon	2	40	2	24	-	9	21	0.155833
theerut	7	10	2	24	-	7	23	0.123056
bon	3	20	1	24	-	7	33	0.125833
theerut	3	20	4	24	-	8	30	0.141667
admin	6	50	5	48	-	40	12	0.67
admin	5	40	4	48	-	23	45	0.395833
theerut	9	20	1	48	-	21	27	0.3575
admin	2	60	6	48	-	15	19	0.255278
admin	4	30	3	48	-	15	47	0.263056
							sum	3.171667



รูปที่ 5.88 รายงานการผลิต Slack time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.20 การทดลองการผลิตแบบ Slack time

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่เหลือ (Slack Time : SL_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
theerut	10	30	0.683611	24	7.316389	0.683611	-23.3164
bon	2	40	0.155833	24	7.844167	0.839444	-23.1606
theerut	7	10	0.123056	24	7.876944	0.9625	-23.0375
bon	3	20	0.125833	24	7.874167	1.088333	-22.9117
theerut	3	20	0.141667	24	7.858333	1.23	-22.77
admin	6	50	0.67	48	31.33	1.9	-46.1
admin	5	40	0.395833	48	31.60417	2.295833	-45.7042
theerut	9	20	0.3575	48	31.6425	2.653333	-45.3467
admin	2	60	0.255278	48	31.74472	2.908611	-45.0914
admin	4	30	0.263056	48	31.73694	3.171667	-44.8283
		Sum	3.171667	360	-	17.73333	-342.267

การจัดลำดับแบบ Slack time ซึ่งจัดลำดับตามเวลาที่คงเหลือของแต่ละงาน สำหรับในกรณีศึกษาเราสามารถ ใส่ค่า T_{now} คือ 16 ชั่วโมงเพราะสินค้าทั้ง 10 ชนิดที่นำมาจัดตารางนั้น จะทำการผลิตจริงเมื่อเวลาผ่านไป 16 ชั่วโมง ทำให้เวลาคงเหลือที่แท้จริงจะเป็นไปตาม $SL_i = d_i - T_{now} - t_i$

ตารางที่ 5.21 เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness)

รูปแบบการจัดตารางการผลิต	เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (ชั่วโมง)
SPT	-34.74
WSPT	-34.60
EDD	-34.45
Slack	-34.22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) แม้ว่าจะเป็นลบซึ่งหมายถึง ส่งทันกำหนดแต่ SPT ก็ยังคงส่งทันกำหนดส่งเร็วที่สุดหรือมีค่า Mean Lateness น้อยที่สุดคือ -34.74 ชั่วโมงหรือส่งก่อนกำหนด 34.74 ชั่วโมงซึ่งเป็นไปตามหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงาน

ตารางที่ 5.22 เวลาของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Lateness)

รูปแบบการจัดตารางการผลิต	เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (ชั่วโมง)
SPT	-21.52
WSPT	-21.22
EDD	-22.80
Slack	-22.77

เวลาของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Lateness) แม้ว่าจะเป็นลบซึ่งหมายถึง ส่งทันกำหนด แต่ในที่นี้คือส่งทันกำหนดแต่ช้าที่สุดซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว EDD จะมีเวลาของงานส่งทันกำหนด ส่งช้าที่สุดน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 3 วิธีซึ่งเป็นไปตามหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงาน

5.6.3 กรณีศึกษาที่ 3

ตารางที่ 5.23 รูปแบบงานที่กำหนดเป็นกรณีศึกษาที่ 3

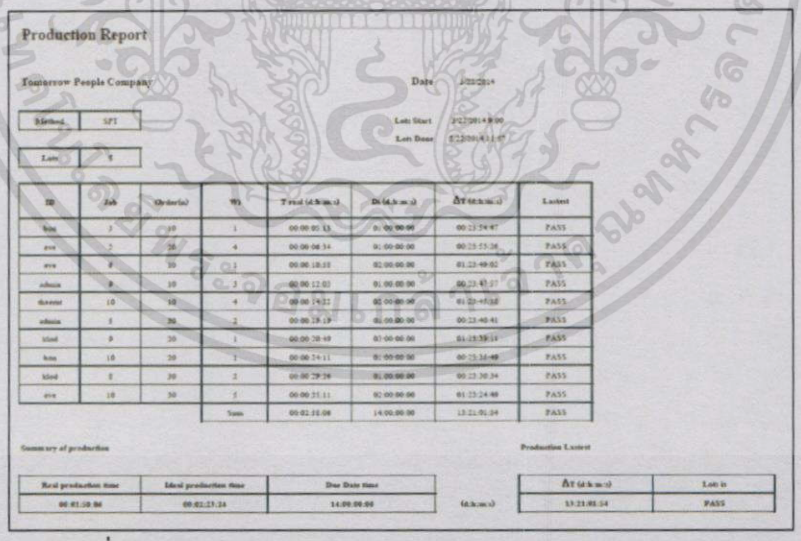
ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวนชิ้นงาน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance)
theerut	10	10	0.17	24	4
klod	8	30	0.43	24	2
klod	9	20	0.30	48	1
bon	3	10	0.05	24	3
bon	10	20	0.34	48	1
admin	5	30	0.25	24	2
admin	9	10	0.15	48	3
eve	2	20	0.07	24	4
eve	10	30	0.52	24	5
eve	6	10	0.12	48	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.3.1 ผลการทดลอง Shortest Processing Time (SPT)

ตารางที่ 5.24 การทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT) และสามารถดูได้จากรายงานการผลิตดังรูปที่ 5.89

ผู้สั่ง (ID)	Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
					Hour	Minute	Second	
bon	3	10	1	24	-	5	13	0.086944
eve	2	20	4	24	-	6	34	0.109444
eve	6	10	1	48	-	10	58	0.182778
admin	9	10	3	24	-	12	3	0.200833
theerut	10	10	4	48	-	14	22	0.239444
admin	5	30	2	24	-	19	19	0.321944
klod	9	20	1	48	-	20	49	0.346944
bon	10	20	1	24	-	24	11	0.403056
klod	8	30	2	24	-	29	26	0.490556
eve	10	30	5	48	-	35	11	0.586389
		sum	26	336				2.968333


Production Report

Tomorrow People Company

Date

Method SPT

Lots 8

Lot Start

Lot Done

ID	Job	Order(n)	Wi	Tend (d:h:m:s)	Di (d:h:m:s)	ΔT (d:h:m:s)	Lateist
bon	3	10	1	00:00:05:13	01:00:00:00	00:23:54:47	PASS
eve	2	20	4	00:00:06:34	01:00:00:00	00:23:53:26	PASS
eve	6	10	1	00:00:18:58	02:00:00:00	01:23:49:02	PASS
admin	9	10	3	00:00:12:03	01:00:00:00	00:23:47:57	PASS
theerut	10	10	4	00:00:14:22	02:00:00:00	01:23:45:38	PASS
admin	5	30	2	00:00:28:19	01:00:00:00	00:23:40:41	PASS
klod	9	20	1	00:00:20:49	02:00:00:00	01:23:39:11	PASS
bon	10	20	1	00:00:24:11	01:00:00:00	00:23:35:49	PASS
klod	8	30	2	00:00:29:26	01:00:00:00	00:23:30:34	PASS
eve	10	30	5	00:00:35:11	02:00:00:00	01:23:24:49	PASS
			Sum	00:02:32:08	14:00:00:00	13:21:01:54	PASS

Summary of production

Production Lastest

Real production time	Ideal production time	Due Date time	(d:h:m:s)	ΔT (d:h:m:s)	Lot is
00:02:32:08	00:02:23:24	14:00:00:00		13:21:01:54	PASS

รูปที่ 5.89 รายงานการผลิต Shortest Processing Time (SPT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.25 การทดลองการผลิตแบบ Shortest Processing Time (SPT)

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
bon	3	10	0.086944	0.086944	24	-23.9131
eve	2	20	0.109444	0.196389	24	-23.8036
eve	6	10	0.182778	0.379167	48	-47.6208
admin	9	10	0.200833	0.58	24	-47.42
theerut	10	10	0.239444	0.819444	48	-23.1806
admin	5	30	0.321944	1.141389	24	-22.8586
klod	9	20	0.346944	1.488333	48	-46.5117
bon	10	20	0.403056	1.891389	24	-46.1086
klod	8	30	0.490556	2.381944	24	-21.6181
eve	10	30	0.586389	2.968333	48	-21.0317
		sum	2.968333	11.93333	336	-324.067

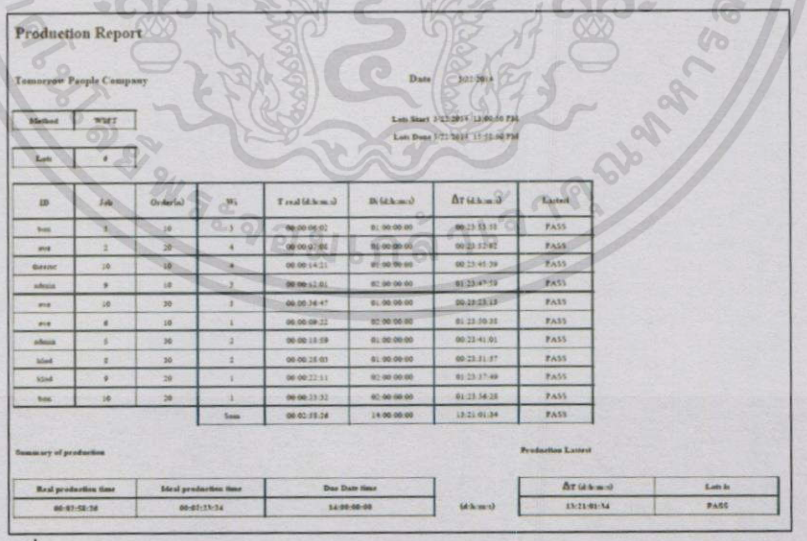
ผลที่ได้จากการจัดลำดับตารางการผลิตสินค้าแบบ SPT คือ make span ของการผลิตเท่ากับ 2.96 ชั่วโมง เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) มีค่าเท่ากับ $\frac{-324.067}{10}$ = -32.406 ชั่วโมง เวลาเฉลี่ยของงานในระบบ (Mean Flow time) มีค่าเท่ากับ $\frac{11.933}{10}$ = 1.193 ชั่วโมง เวลาของงานที่ส่งสินค้าช้าที่สุดคืองานที่ 10 (id: eve) มีเวลาเหลือจากการส่ง 21.03 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.3.2 ผลการทดลอง Weighted Shortest Processing Time (WSPT)

ตารางที่ 5.26 การทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT) และสามารถดูได้จาก รายงานการผลิตดังรูปที่ 5.90

ผู้สั่ง (ID)	Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
					Hour	Minute	Second	
bon	3	10	3	24	-	6	2	0.100556
eve	2	20	4	24	-	7	8	0.118889
theerut	10	10	4	24	-	14	21	0.239167
admin	9	10	3	48	-	12	1	0.200278
eve	10	30	5	24	-	36	47	0.613056
eve	6	10	1	48	-	9	22	0.156111
admin	5	30	2	24	-	18	59	0.316389
klod	8	30	2	24	-	28	3	0.4675
klod	9	20	1	48	-	22	11	0.369722
bon	10	20	1	48	-	23	32	0.392222
		sum	26	336				2.973889


Prodnuction Report

Tomorrow People Company

Summary of production

Production Lastest

รูปที่ 5.90 รายงานการผลิต Weighted Shortest Processing Time (WSPT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.27 การทดลองการผลิตแบบ Weighted Shortest Processing Time (WSPT)

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time : t_i) (ชั่วโมง)	ความสำคัญ (Importance : W_i)	t_i / W_i	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion time : C_i) (ชั่วโมง)
bon	3	10	0.100556	3	0.0335	0.100556
eve	2	20	0.118889	4	0.0297	0.219444
theerut	10	10	0.239167	4	0.0597	0.458611
admin	9	10	0.200278	3	0.0667	0.658889
eve	10	30	0.613056	5	0.1226	1.271944
eve	6	10	0.156111	1	0.1561	1.428056
admin	5	30	0.316389	2	0.1581	1.744444
klod	8	30	0.4675	2	0.2337	2.211944
klod	9	20	0.369722	1	0.3697	2.581667
bon	10	20	0.392222	1	0.3922	2.973889
		sum	2.973889	26	-	13.64944

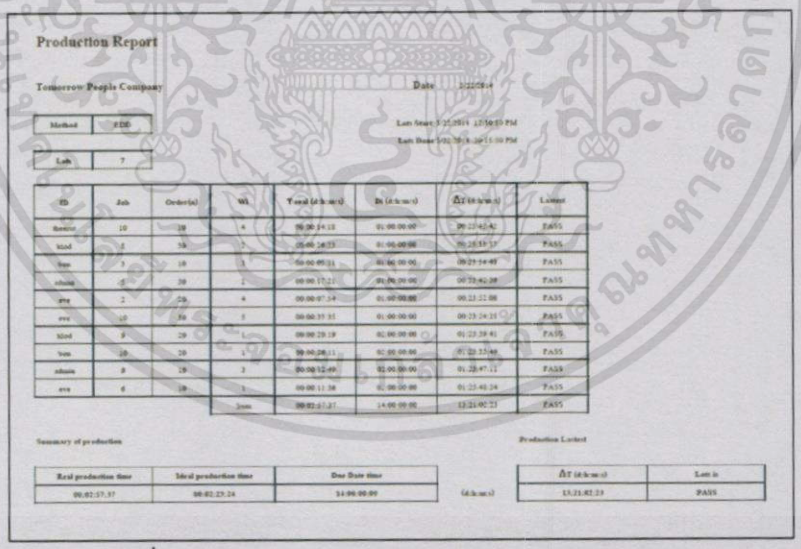
ผลที่ได้จากการจัดลำดับตารางการผลิตสินค้าแบบ WSPT คือ make span ของการผลิตเท่ากับ 2.97 ชั่วโมง เวลาเฉลี่ยของงานในระบบแบบถ่วงน้ำหนัก (Mean Flow Time : $\overline{F_w}$) = $\frac{26.24}{26}$ = 1.009 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.3.3 ผลการทดลอง Earliest Due-Date (EDD)

ตารางที่ 5.28 การทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD) และสามารถดูได้จากรายงานการผลิต ดังรูปที่ 5.91

ผู้สั่ง (ID)	Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
					Hour	Minute	Second	
theerut	10	10	4	24	-	14	18	0.238333
klod	8	30	2	24	-	26	23	0.439722
bon	3	10	3	24	-	5	11	0.086389
admin	5	30	2	24	-	17	21	0.289167
eve	2	20	4	24	-	7	54	0.131667
eve	10	30	5	24	-	35	35	0.593056
klod	9	20	1	48	-	20	19	0.338611
bon	10	20	1	48	-	26	11	0.436389
admin	9	10	3	48	-	12	49	0.213611
eve	6	10	1	48	-	11	36	0.193333
							sum	2.960278



รูปที่ 5.91 รายงานการผลิต Earliest Due-Date (EDD)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.29 การทดลองการผลิตแบบ Earliest Due-Date (EDD)

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
theerut	10	10	0.238333	0.238333	24.	-23.7617
klod	8	30	0.439722	0.678056	24.	-23.3219
bon	3	10	0.086389	0.764444	24.	-23.2356
admin	5	30	0.289167	1.053611	24.	-22.9464
eve	2	20	0.131667	1.185278	24.	-22.8147
eve	10	30	0.593056	1.778333	24.	-22.2217
klod	9	20	0.338611	2.116944	48.	-45.8831
bon	10	20	0.436389	2.553333	48.	-45.4467
admin	9	10	0.213611	2.766944	48.	-45.2331
eve	6	10	0.193333	2.960278	48.	-45.0397
		sum	2.960278	16.09556	336	-319.904

ผลที่ได้จากการจัดลำดับตารางการผลิตสินค้าแบบ EDD คือ make span ของการผลิตเท่ากับ 2.96 ชั่วโมง เวลาที่งานที่ส่งไม่ทันทุกงานโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) = $\frac{-319.904}{10}$ = -31.99 ชั่วโมง

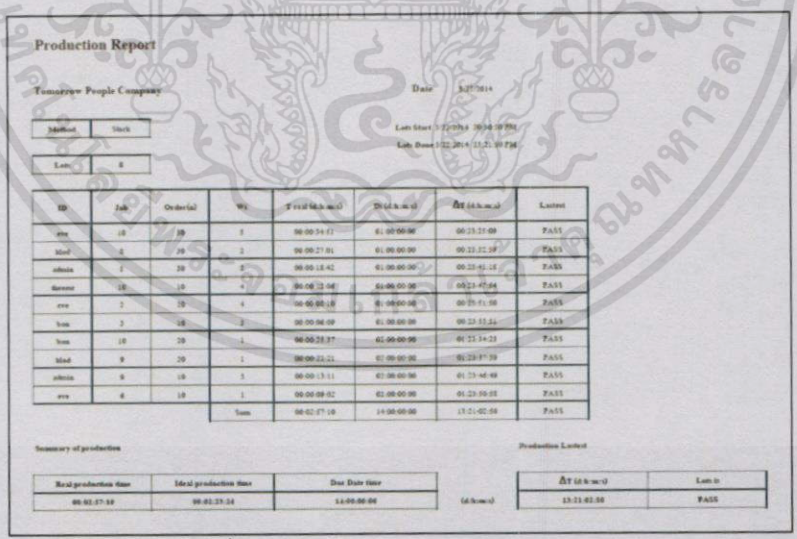
เวลาที่ส่งไม่ทันของแต่ละงานมีค่าเป็นลบ แสดงว่าส่งแต่ละงานก่อนกำหนด ซึ่งเวลาที่ส่งไม่ทันของงานช้าที่สุด (Maximum Tardiness) ลดลงจาก -21.03 ชั่วโมงจากรูปแบบ SPT เหลือเพียง -22.22 ชั่วโมงในรูปแบบ EDD แต่อย่างไรก็ตามการจัดด้วยกฎ EDD นี้ไม่ได้ทำให้เวลาเฉลี่ยของจำนวนช่วงเวลาที่ส่งไม่ทัน (Mean Tardiness) มีค่าต่ำที่สุดเสมอไปเมื่อเปรียบเทียบโดยรวมเป็นเหมือนกับการกระจายความเสี่ยงในการส่งไม่ทันของงานให้แต่ละงานคลาดเคลื่อนน้อยลงแต่เวลางานคลาดเคลื่อนโดยเฉลี่ย (Mean Lateness) เพิ่มมากขึ้นจาก -32.40 ชั่วโมง (SPT) เป็น -31.99 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.6.3.4 ผลการทดลอง Slack time

ตารางที่ 5.30 การทดลองการผลิตแบบ Slack time และสามารถดูได้จาก รายงานการผลิตดังรูปที่ 5.92

ผู้สั่ง (ID)	Job	Order (n)	Weighted	Due-Date (hour)	Processing time			Total processing time (hour)
					Hour	Minute	Second	
eve	10	30	5	24	-	34	51	0.580833
klod	8	30	2	24	-	27	1	0.450278
admin	5	30	2	24	-	18	42	0.311667
theerut	10	10	4	24	-	12	6	0.201667
eve	2	20	4	24	-	8	10	0.136111
bon	3	10	3	24	-	6	9	0.1025
bon	10	20	1	48	-	25	37	0.426944
klod	9	20	1	48	-	22	21	0.3725
admin	9	10	3	48	-	13	11	0.219722
eve	6	10	1	48	-	9	2	0.150556
							Sum	2.952778


Production Report

Tomorrow People Company

Summary of production

Production Lastest

รูปที่ 5.92 รายงานการผลิต Slack time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.31 การทดลองการผลิตแบบ Slack time

ผู้สั่ง (ID)	งาน (Job)	จำนวน (Order)	เวลาในการผลิต (Processing time) (ชั่วโมง)	กำหนดส่งงาน (Due-Date : d_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่เหลือ (Slack Time : SL_i) (ชั่วโมง)	เวลาที่งานออกจากเครื่อง (Completion Time : C_i) (ชั่วโมง)	จำนวนชั่วโมงที่ส่งไม่ทัน (Lateness : L_i) (ชั่วโมง)
eve	10	30	0.580833	24	7.419167	0.580833	-23.4192
klod	8	30	0.450278	24	7.549722	1.031111	-22.9689
admin	5	30	0.311667	24	7.688333	1.342778	-22.6572
theerut	10	10	0.201667	24	7.798333	1.544444	-22.4556
eve	2	20	0.136111	24	7.863889	1.680556	-22.3194
bon	3	10	0.1025	24	7.8975	1.783056	-22.2169
bon	10	20	0.426944	48	31.57306	2.21	-45.79
klod	9	20	0.3725	48	31.6275	2.5825	-45.4175
admin	9	10	0.219722	48	31.78028	2.802222	-45.1978
eve	6	10	0.150556	48	31.84944	2.952778	-45.0472
		sum	2.952778	336	-	18.51028	-317.49

การจัดลำดับแบบ Slack time ซึ่งจัดลำดับตามเวลาที่คงเหลือของแต่ละงาน สำหรับในกรณีศึกษาเราสามารถ ใส่ค่า T_{now} คือ 16 ชั่วโมงเพราะสินค้าทั้ง 10 ชนิดที่นำมาจัดตารางนั้น จะทำการผลิตจริงเมื่อเวลาผ่านไป 16 ชั่วโมง ทำให้เวลาคงเหลือที่แท้จริงจะเป็นไปตาม $SL_i = d_i - T_{now} - t_i$

ตารางที่ 5.32 เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness)

รูปแบบการจัดตารางการผลิต	เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (ชั่วโมง)
SPT	-32.40
WSPT	-32.23
EDD	-31.99
Slack	-31.74

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) แม้ว่าจะเป็นลบซึ่งหมายถึง ส่งทันกำหนดแต่ SPT ก็ยังคงส่งทันกำหนดส่งเร็วที่สุดหรือมีค่า Mean Lateness น้อยที่สุดคือ -32.40 ชั่วโมงหรือส่งก่อนกำหนด 32.40 ชั่วโมงซึ่งเป็นไปตามหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงาน

ตารางที่ 5.33 เวลาของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Lateness)

รูปแบบการจัดตารางการผลิต	เวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (ชั่วโมง)
SPT	-21.03
WSPT	-21.78
EDD	-22.22
Slack	-22.21

เวลาของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Lateness) แม้ว่าจะเป็นลบซึ่งหมายถึง ส่งทันกำหนด แต่ในที่นี้คือส่งทันกำหนดแต่ช้าที่สุดซึ่งเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว EDD จะมีเวลาของงานส่งทันกำหนด ส่งช้าที่สุดน้อยที่สุดเมื่อเทียบกับอีก 3 วิธีซึ่งเป็นไปตามหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงาน

5.7 ผลการทดลอง

ผลการทดลองของทั้ง 3 กรณีศึกษาจะแสดงความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมของสินค้าทั้ง 10 ชนิดเมื่อนำมาผลิตในรูปแบบการจัดเรียงลำดับทั้ง 4 รูปแบบ เปรียบเทียบกับผลที่ได้จากการคำนวณ ของพื้นฐานการจัดเรียงลำดับสินค้าของกรณีศึกษาในหัวข้อ 4.5

ตารางที่ 5.34 เวลาการผลิตรวมของสินค้าทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 เนื่องจากกรณีศึกษาที่ 1 ในการผลิตในเครื่องจักร 1 เครื่องจักรจำเป็นต้องมีเวลาในการผลิตรวมเท่ากันของแต่ละ รูปแบบการจัดลำดับงาน

รูปแบบการจัดตารางการผลิต	เวลาของการผลิตรวม (ชั่วโมง)
การทดลองรูปแบบ SPT	3.47
การทดลองรูปแบบ WSPT	3.41
การทดลองรูปแบบ EDD	3.35
การทดลองรูปแบบ Slack	3.38
ค่าเฉลี่ย	3.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.35 ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมของทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 1 เมื่อเทียบกับการค่าที่คำนวณจากหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานในหัวข้อ 4.5.1

ค่าเฉลี่ยของเวลาการผลิตรวมที่ได้จากการผลิตจริง	3.40
เวลาการผลิตรวมที่ได้จากการคำนวณ	2.78
ค่าความคลาดเคลื่อน	22.03 %

ตารางที่ 5.36 เวลาการผลิตรวมของสินค้าทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 2 เนื่องจากกรณีศึกษาที่ 2 ในการผลิตในเครื่องจักร 1 เครื่องจักรจำเป็นต้องมีเวลาในการผลิตรวมเท่ากันของแต่ละ รูปแบบการจัดลำดับงาน

รูปแบบการจัดตารางการผลิต	เวลาของการผลิตรวม (ชั่วโมง)
การทดลองรูปแบบ SPT	3.15
การทดลองรูปแบบ WSPT	3.16
การทดลองรูปแบบ EDD	3.18
การทดลองรูปแบบ Slack	3.17
ค่าเฉลี่ย	3.16

ตารางที่ 5.37 ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 2 ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมของทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 2 เมื่อเทียบกับการค่าที่คำนวณจากหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานในหัวข้อ 4.5.2

ค่าเฉลี่ยของเวลาการผลิตรวมที่ได้จากการผลิตจริง	3.16
เวลาการผลิตรวมที่ได้จากการคำนวณ	2.59
ค่าความคลาดเคลื่อน	22 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.38 เวลาการผลิตรวมของสินค้าทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 3 เนื่องจากกรณีศึกษาที่ 2 ในการผลิตในเครื่องจักร 1 เครื่องจักรจำเป็นต้องมีเวลาในการผลิตรวมเท่ากันของแต่ละ รูปแบบการจัดลำดับงาน

รูปแบบการจัดตารางการผลิต	เวลาของการผลิตรวม (ชั่วโมง)
การทดลองรูปแบบ SPT	2.96
การทดลองรูปแบบ WSPT	2.97
การทดลองรูปแบบ EDD	2.96
การทดลองรูปแบบ Slack	2.95
ค่าเฉลี่ย	2.96

ตารางที่ 5.39 ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 3 ความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมของทั้ง 10 ชนิดของข้อมูลสินค้าในกรณีศึกษาที่ 3 เมื่อเทียบกับการค่าที่คำนวณจากหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานในหัวข้อ 4.5.3

ค่าเฉลี่ยของเวลาการผลิตรวมที่ได้จากการผลิตจริง	2.96
เวลาการผลิตรวมที่ได้จากการคำนวณ	2.39
ค่าความคลาดเคลื่อน	23.85 %

ตารางที่ 5.40 ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยของเวลาการผลิตรวมของทั้ง 3 กรณีศึกษา

ความคลาดเคลื่อนของกรณีศึกษาที่ 1	22.03 %
ความคลาดเคลื่อนของกรณีศึกษาที่ 2	22.00 %
ความคลาดเคลื่อนของกรณีศึกษาที่ 3	23.85 %
ความคลาดเคลื่อนเฉลี่ย	22.63 %

สำหรับผลการทดลองของกรณีศึกษาทั้ง 3 กรณีมีผลการจัดลำดับงานตรงตามหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับ งานจากหัวข้อ 4.5 ซึ่งวิธี SPT เป็นวิธีที่มีเวลางานส่งไม่ทันโดยเฉลี่ยของทุกงาน (Mean Lateness) น้อยที่สุด และวิธี EDD มีเวลาของงานแต่ละงานที่ส่งไม่ทันกำหนดมากที่สุด (Maximum Lateness) น้อยที่สุด โดยวิธี WSPT และ Slack ที่เป็นการใส่ค่าของความสำคัญของสินค้าและค่าของเวลาปัจจุบันเพื่อจัดลำดับตามเวลาคง เหลือก็สามารถเรียงลำดับและได้ผลลัพธ์ตรงตามหลักการพื้นฐานของการจัดลำดับงานซึ่งจะแสดงในตารางที่ (5.10) (5.11) (5.21) (5.22) (5.32) (5.33)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.8 วิจารณ์ผลการทดลอง

การจัดลำดับการผลิตตามทฤษฎีแต่ละวิธีควรมีค่า make span เท่ากันทุกวิธีแต่ในการผลิตจริงได้เกิด ความคลาดเคลื่อนไปจากสิ่งที่คำนวณไว้เนื่องจากความคลาดเคลื่อนเกิดจากกระบวนการผลิตจำลองของโปรแกรม ITS (Interactive Training System for PLC) Process: Pick and Place ในส่วน Pallet Line ไม่สามารถโหลด Pallet อย่างต่อเนื่องในช่วงเวลาที่คงที่ได้เท่าให้การผลิตสินค้าแต่ละชิ้นมีเวลาคลาดเคลื่อนออกไปจากที่คำนวณ การแก้ปัญหาจึงมีการเพิ่มเวลากำหนดการส่งเป็นค่าคงที่ไปอีก 1 วันซึ่งยกตัวอย่างเช่น ณ ปัจจุบัน กระบวนการผลิตนั้นพร้อมที่จะผลิตสินค้าหรือไม่มีสินค้าค้างการผลิต แต่ผู้ว่าจ้างสามารถกำหนดวันรับสินค้า มิใช่ในวันปัจจุบันแต่เป็นวันพรุ่งนี้ ทำให้กำหนดส่งสินค้ามากกว่าปกติไป 1 วันและเมื่อผู้ว่าจ้างคนต่อไปเข้ามาสั่ง ก็จะบวกเวลาการผลิตเข้าไปอีกทำให้สินค้าที่ผู้ว่าจ้างสั่งได้รับสินค้าก่อนกำหนดส่งแน่นอน 1 วันเป็นการแก้ไขปัญหา เวลาการผลิตที่คลาดเคลื่อนไปด้วยกระบวนการผลิตที่ไม่สามารถแก้ไขปัญหาได้ทางกระบวนการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการศึกษา

6.1 สรุปผลการศึกษา

จากการผลของศึกษาของการควบคุมและวางแผนการผลิตแบบแบตช์ สินค้าที่ถูกผลิตในกระบวนการผลิต ผ่านทางเครื่องจักร 1 เครื่องและมีรูปแบบของสินค้าทั้งหมด 10 รูปแบบ แต่ละรูปแบบมีเวลาในการผลิตไม่เท่ากัน ซึ่งทั้งหมดจะแสดงอยู่ในโปรแกรม ITS (Interactive Training System for PLC) Process: Pick and Place โดยกระบวนการผลิตเป็นประเภท Job to order ซึ่งเมื่อมีการสั่งซื้อสินค้าผ่านทางเว็บบราวเซอร์ข้อมูลของ สินค้าที่ถูกสั่งจะถูกเก็บไว้ที่ระบบฐานข้อมูล จากนั้นผู้ใช้งานจะนำข้อมูลของสินค้ามาจัดลำดับงานโดยผ่านทาง โปรแกรมจัดตารางการผลิต (Microsoft Office Excel) ซึ่งจะแบ่งเป็น 4 รูปแบบตามจุดประสงค์ของการจัด ลำดับงานคือ ให้สำคัญที่เวลางานในระบบเฉลี่ยน้อยที่สุด และเวลางานคลาดกำหนดส่งเฉลี่ยน้อยที่สุด (SPT) ความสำคัญของงาน (WSPT) เวลางานส่งช้าที่สุดน้อยที่สุด (EDD) เวลาที่งานส่งช้าเฉลี่ยน้อยที่สุด (Slack Time) หลังจากการจัดลำดับการผลิตในแต่ละรอบการผลิตจะมีการจัดตารางการผลิตให้อยู่ในขอบเขตการทำงานของเครื่องจักร ที่กำหนดไว้คือวันละ 8 ชั่วโมงเมื่อเสร็จสิ้นการจัดลำดับงานและจัดตารางการผลิต ข้อมูลของสินค้าจะถูกส่งไปที่โปรแกรมควบคุมและสั่งการผลิต (Human Machine Interface) เพื่อทำการผลิตสินค้า โดยข้อมูลการผลิตเช่น ความคืบหน้าของสินค้าที่ถูกกำลังถูกผลิตในกระบวนการ (Progress) และประวัติการผลิตสินค้า (History) จะถูกส่งไปแสดงที่หน้าเว็บบราวเซอร์เพื่อให้ผู้บริหารได้รับรู้ข้อมูลของกระบวนการผลิตโดยมิต้องเดินทางมาดูที่ สถานที่ผลิต สำหรับปัญหาคือความคลาดเคลื่อนของเวลาการผลิตรวมจากการคำนวณกับเวลาการผลิตรวม จากการผลิตจริงซึ่งเป็นผลมาจากกระบวนการผลิตสินค้าของโปรแกรม ITS (Interactive Training System for PLC) Process: Pick and Place ในส่วนของ Pallet Line ไม่สามารถโหลด Pallet ให้เป็นช่วงเวลาที่คงได้ ทำให้ช่วงเวลาที่รอการโหลด Pallet ของกระบวนการเกิดความล่าช้าส่งผลถึงเวลาในการผลิตและปัญหาที่โปรแกรมการจัดตารางซึ่งพัฒนามาจาก Microsoft Office Excel ด้วยการเขียน Microsoft Visual Basic for Application และทำการสร้าง Userform ซึ่งระหว่างการเปิดหน้าต่าง Userform ต่างๆ จะล่าช้าประมาณ 10-15 วินาที เป็นเพราะการแสดงผลข้อมูลจำนวนมากขึ้นมากแสดงในหน้าต่าง Useform

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Real-Time I.T.S., How does it work [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.realtime-its.com/its_plc.html

[2] วราภรณ์ โกวิทวรางกูล, ระบบฐานข้อมูลและการออกแบบ. กรุงเทพมหานคร : พิทักษ์อักษร , 2544.

[3] สมศักดิ์ โชคชัยชุติกุล, Insight PHP ฉบับสมบูรณ์. กรุงเทพมหานคร : โปรวิชั่น, 2551.

[4] ภานุพงศ์ ปัญญาดี, ความหมายของโปรแกรม AppServ [ออนไลน์] แหล่งที่มา http://www.appservnetwork.com/modules.php?name=Content&pa=showpage&pid=3

[5] บรรหาร ลิลา, การวางแผนและควบคุมการผลิต. กรุงเทพมหานคร : ท้อป, 2553.

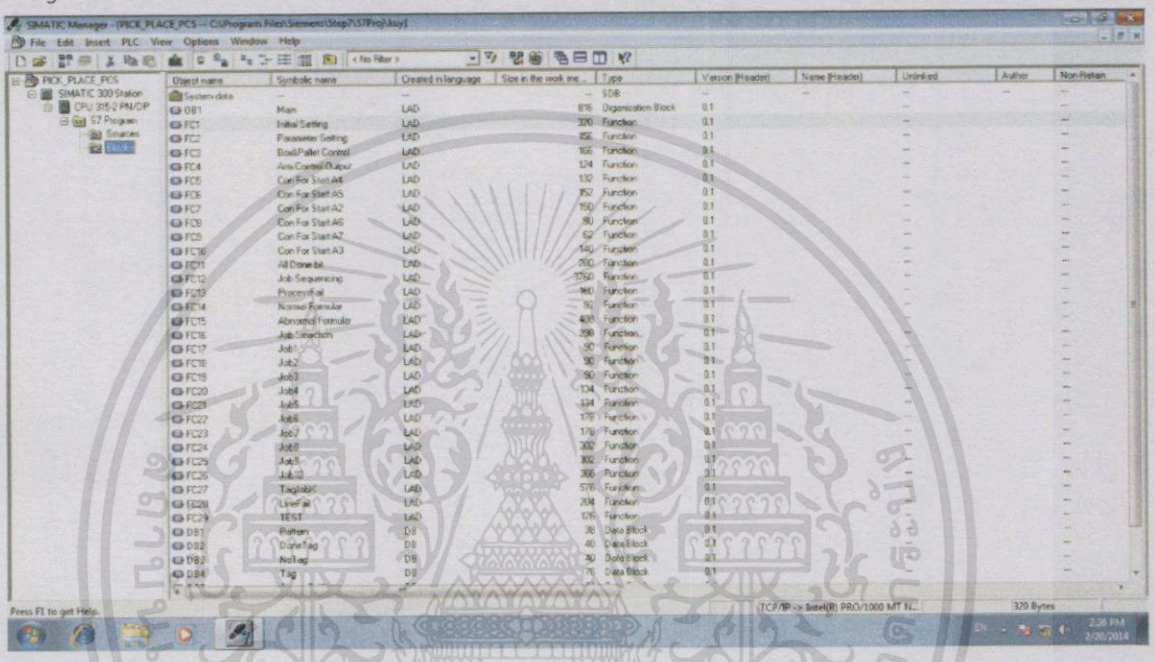
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

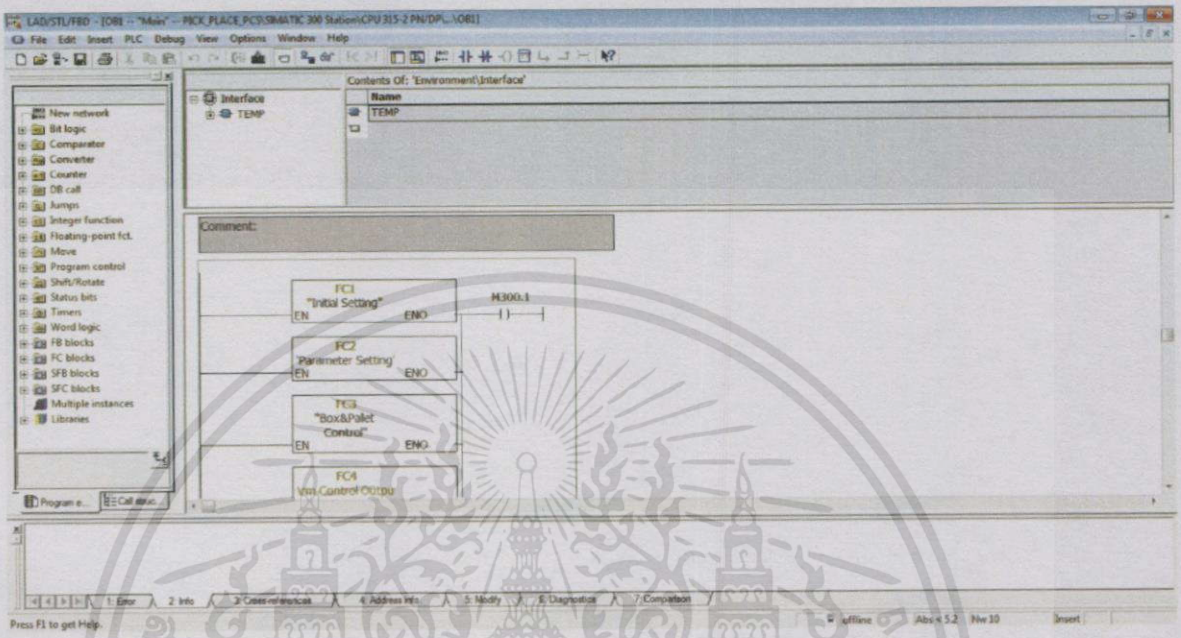
ภาคผนวก
โปรแกรมที่ใช้งาน

Program S7-300 Block

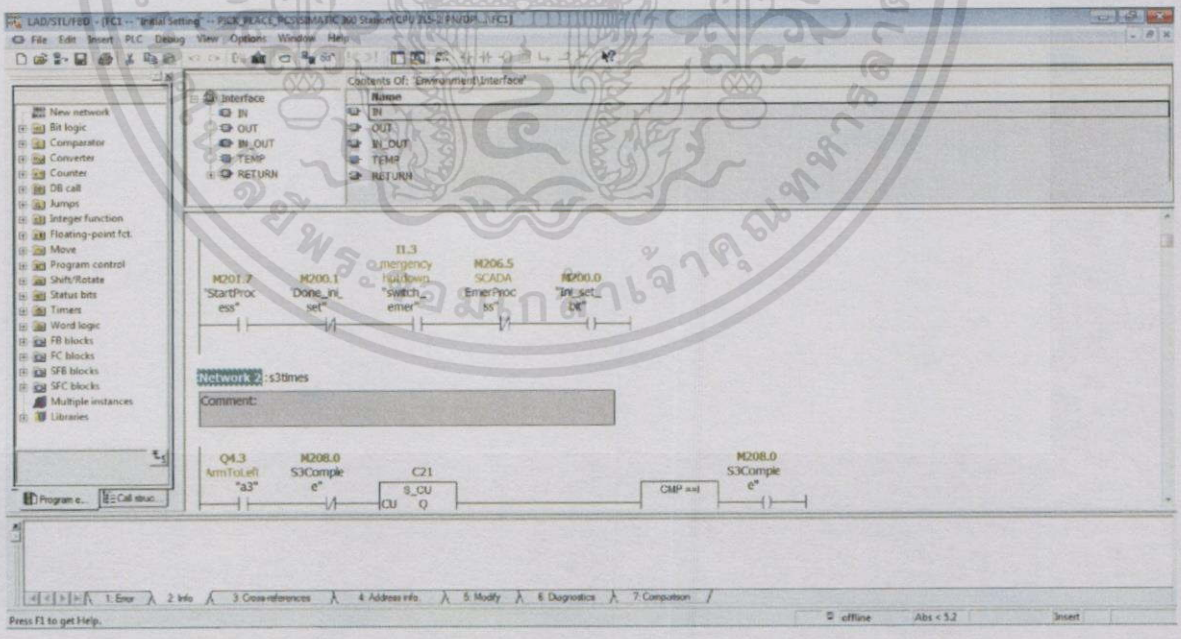


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OB1 Organization Box ทำหน้าที่ประมวลผลของโปรแกรม

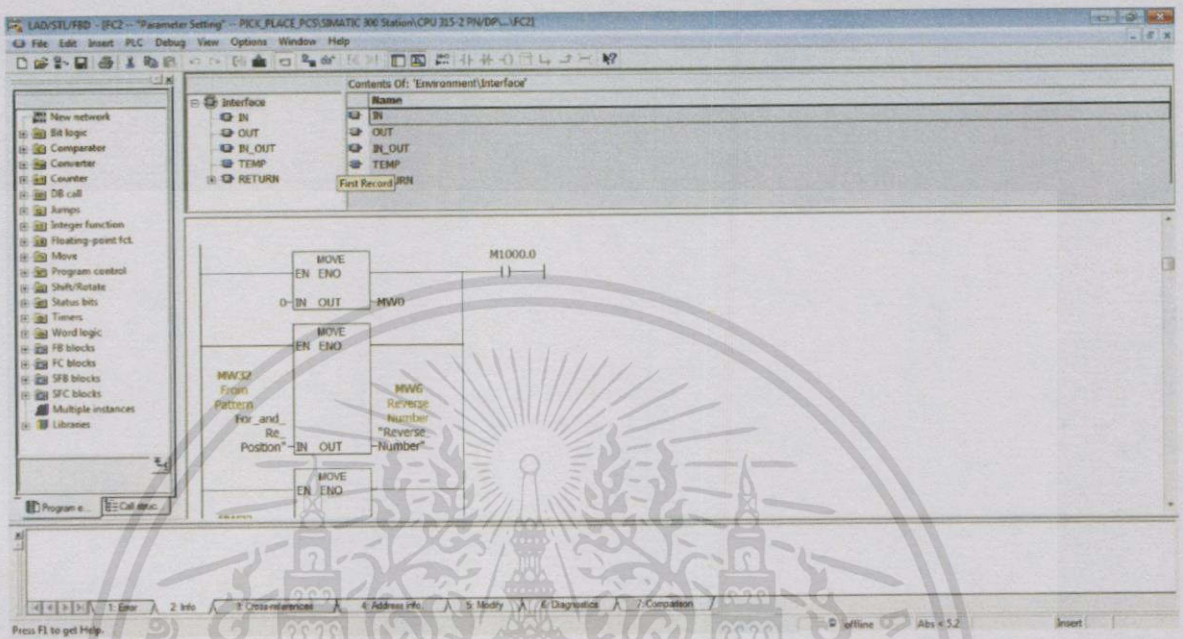


FC1 Function Box ทำหน้าที่ เริ่ม หยุด กระบวนการ

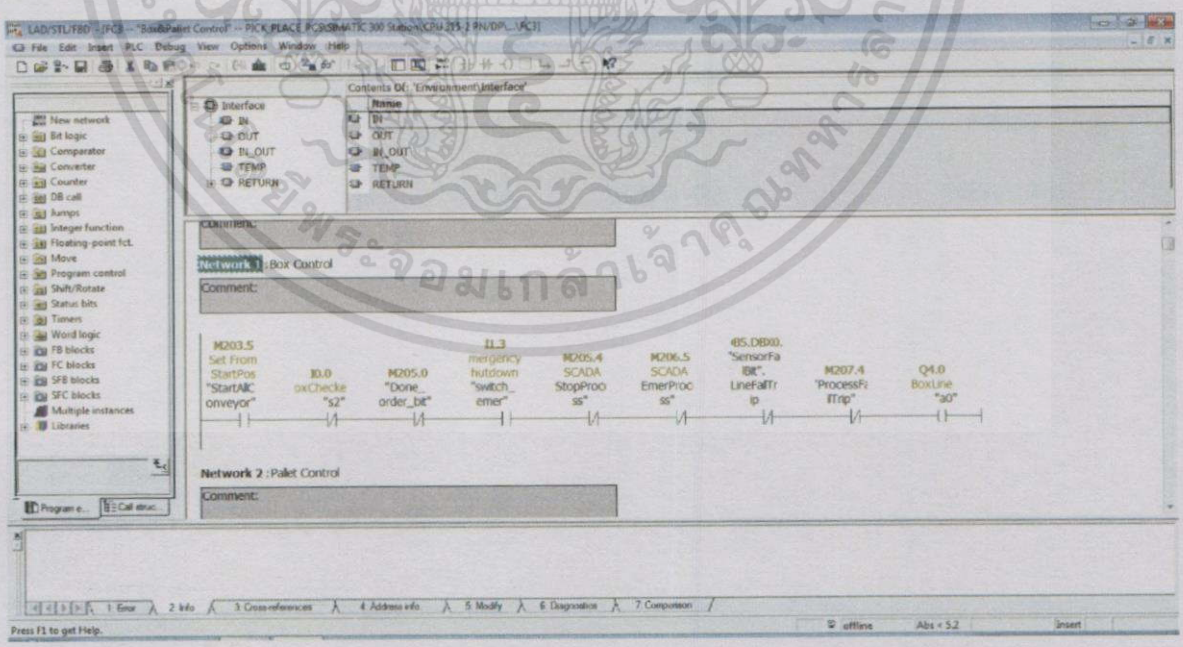


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FC2 Function Box ทำหน้าที่ Parameter Sitting

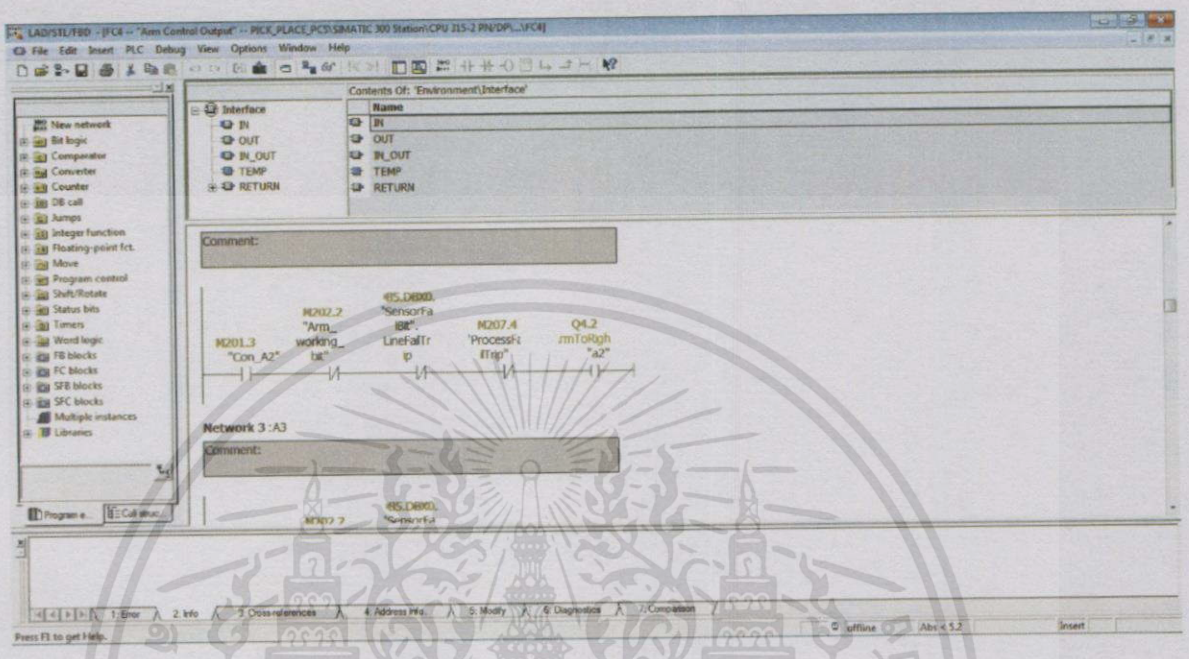


FC3 Function Box การทำงานของBoxและPallet

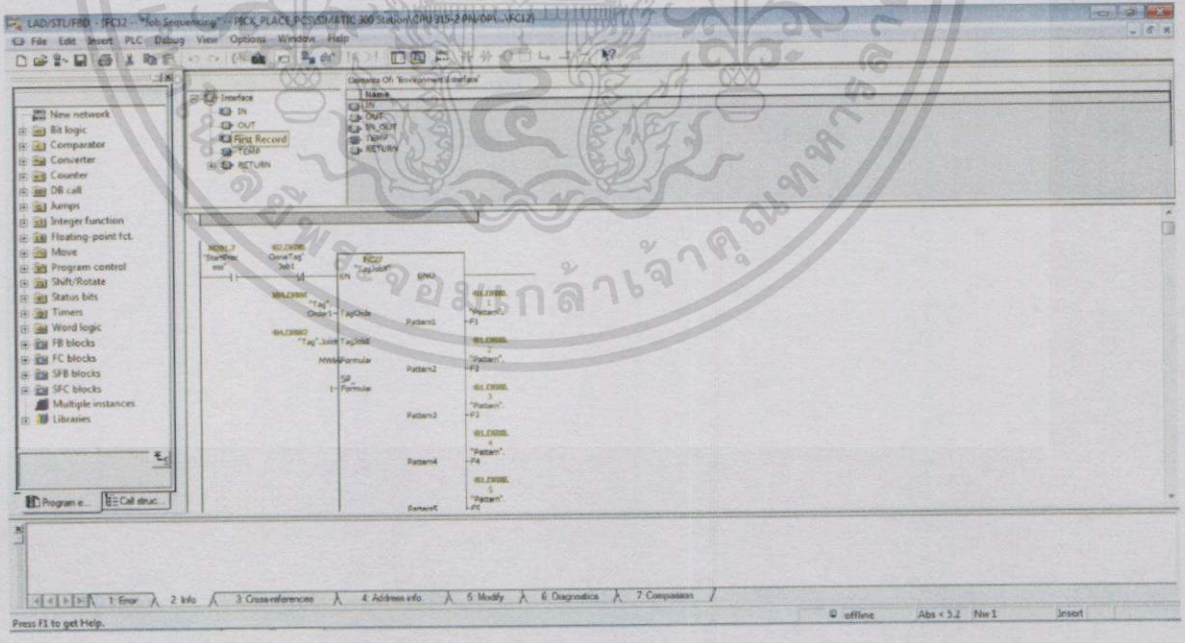


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FC3 Function Box ควบคุมการทำงานของแขน

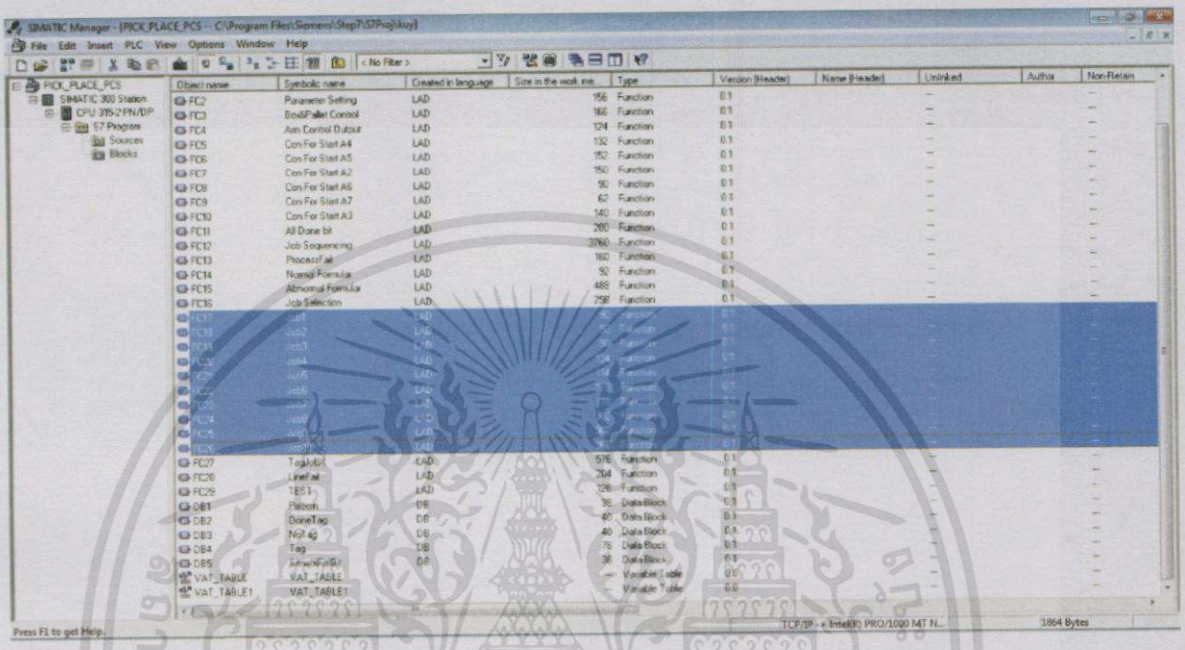


FC3 Function Box การจัดลำดับของ Job รับค่าจากHMI

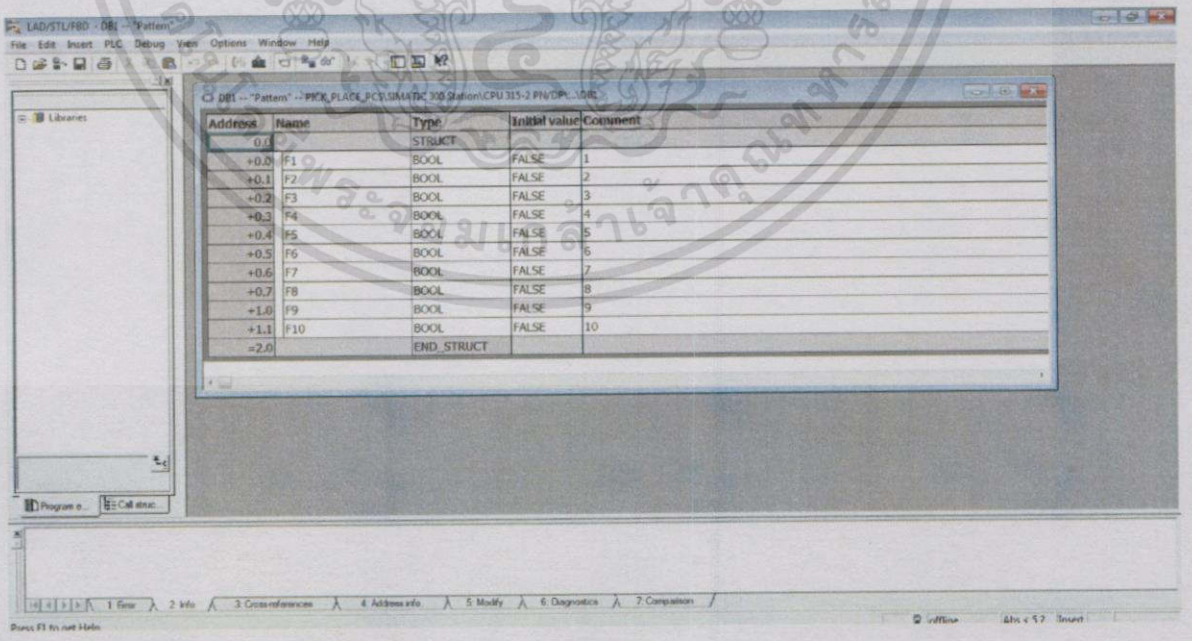


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FC17-FC26 Function ฟังชั่นการทำงานที่กำหนดของแต่ละ Job มีทั้งหมด10 Job

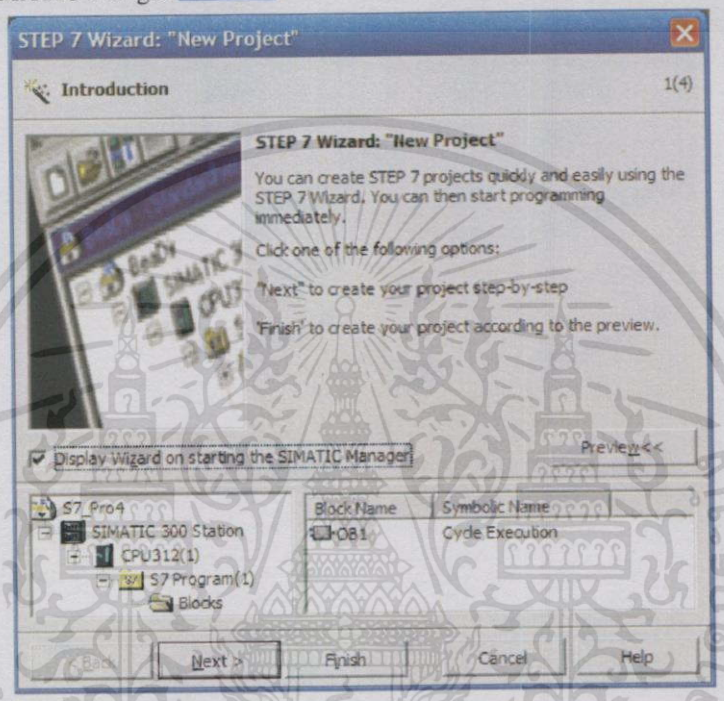


DB1 Data Box ทำหน้าที่เป็นตำแหน่งอ้างอิงในการเลือกการทำงาน

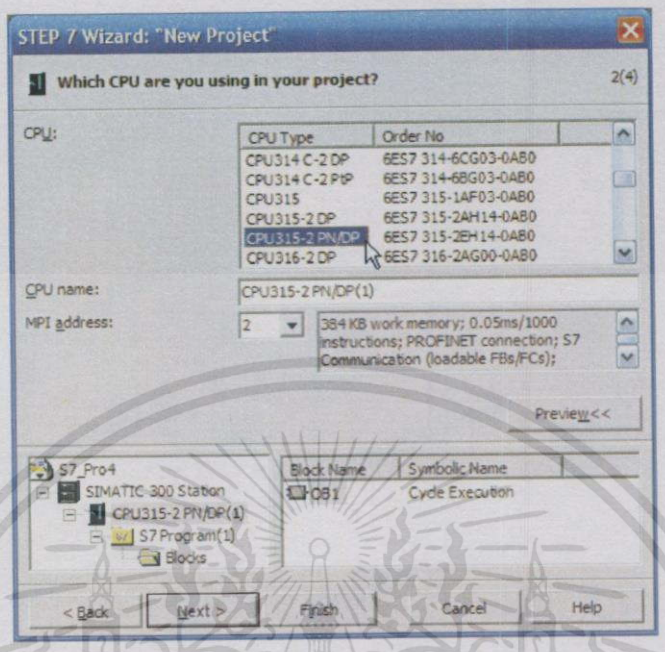


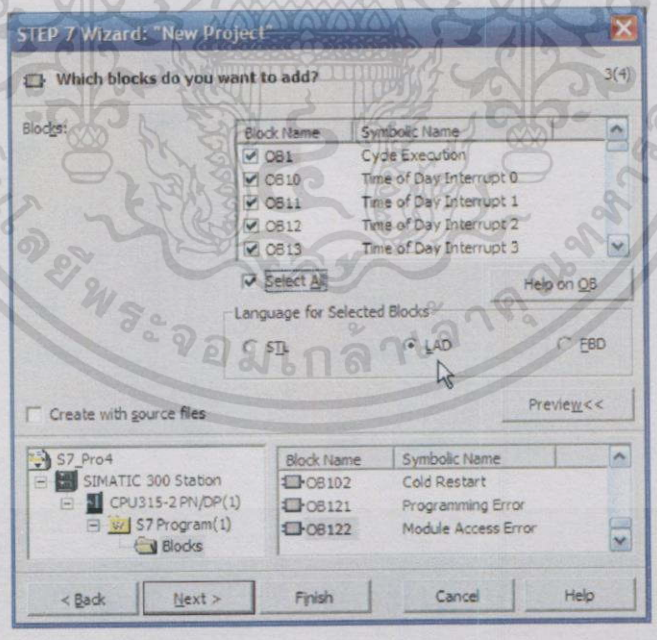
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปิดโปรแกรม SIMATIC Manger

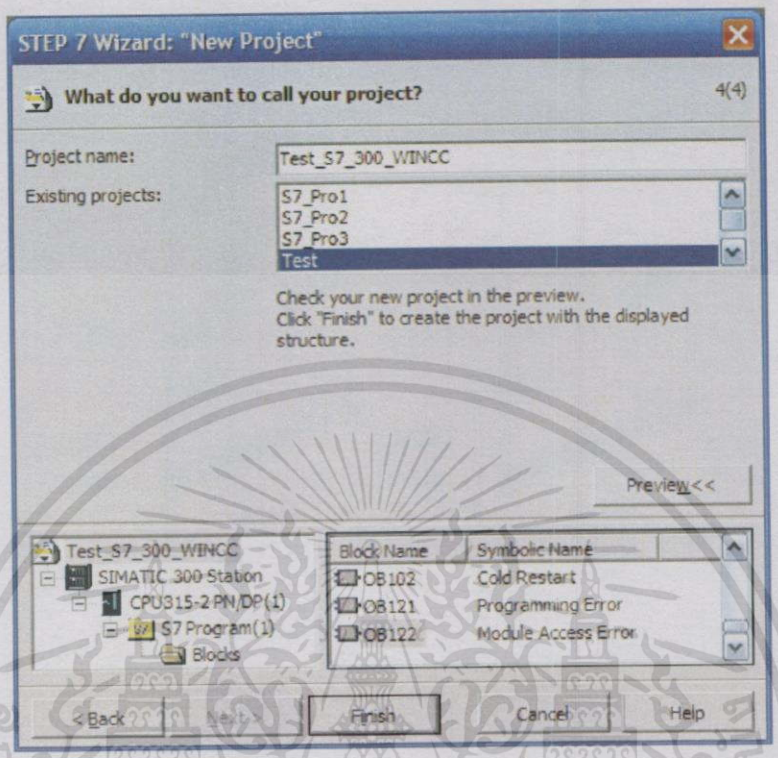


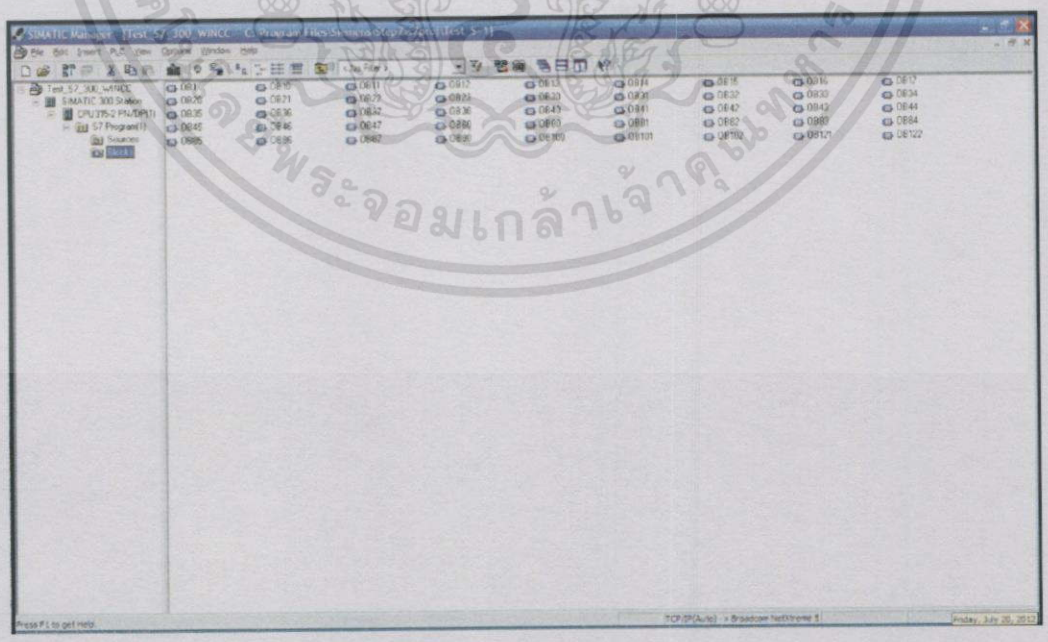
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



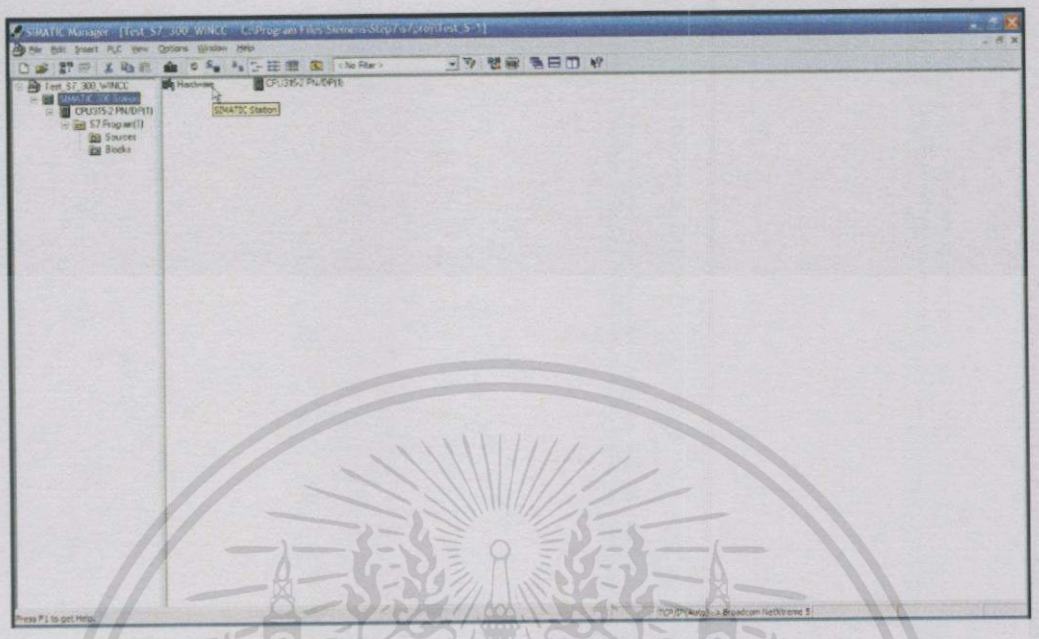


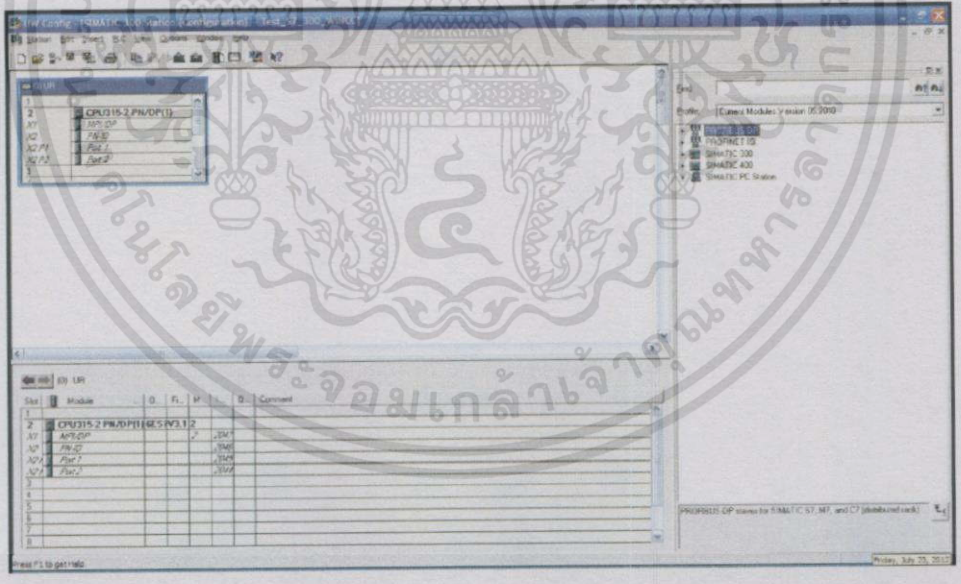
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



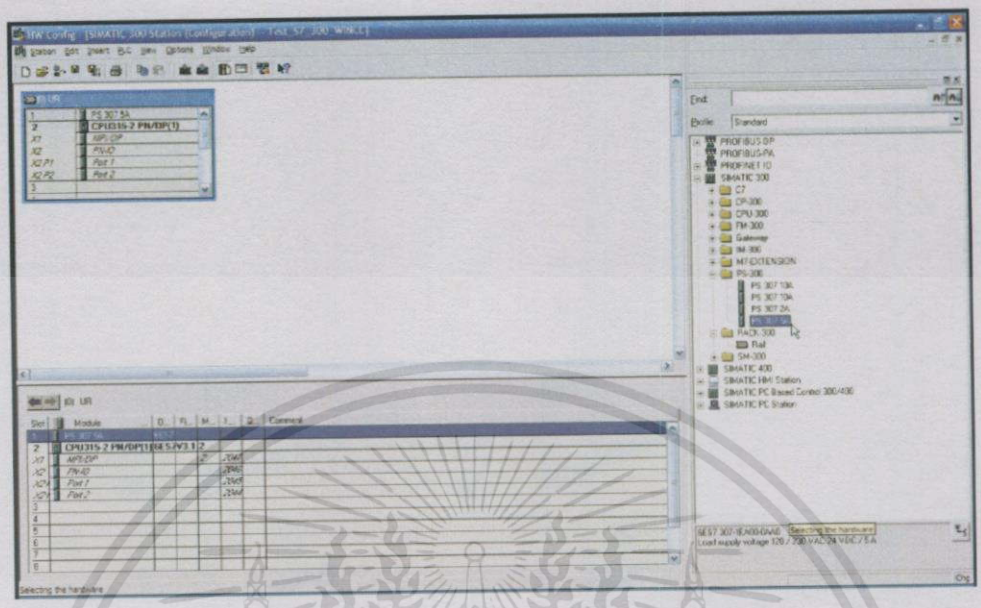


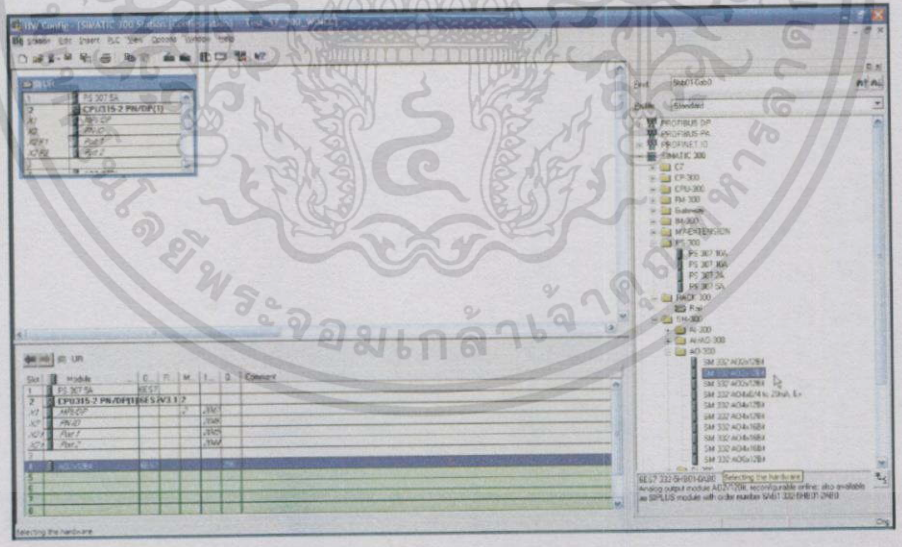
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



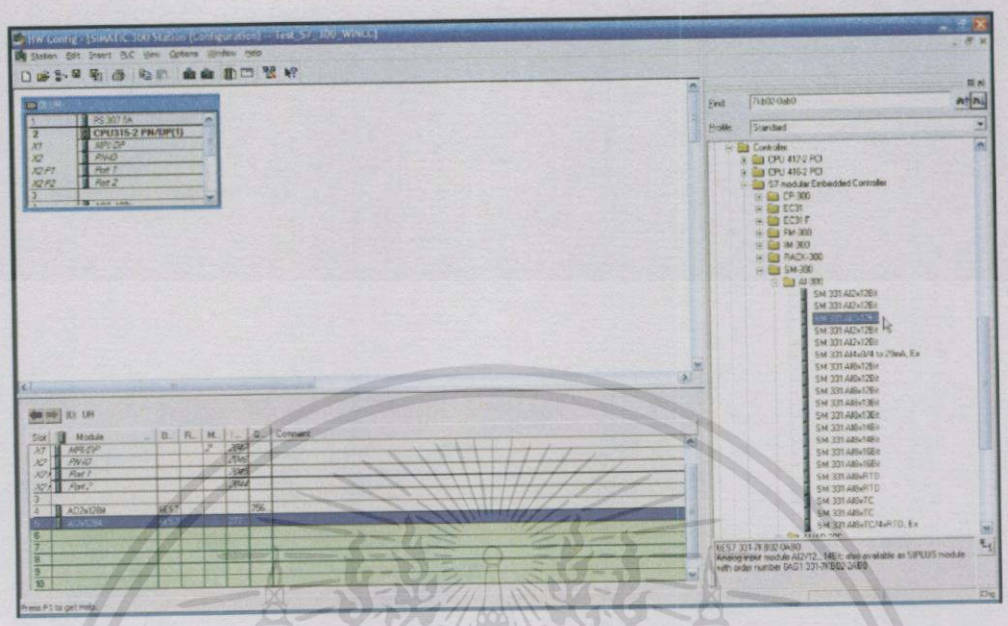


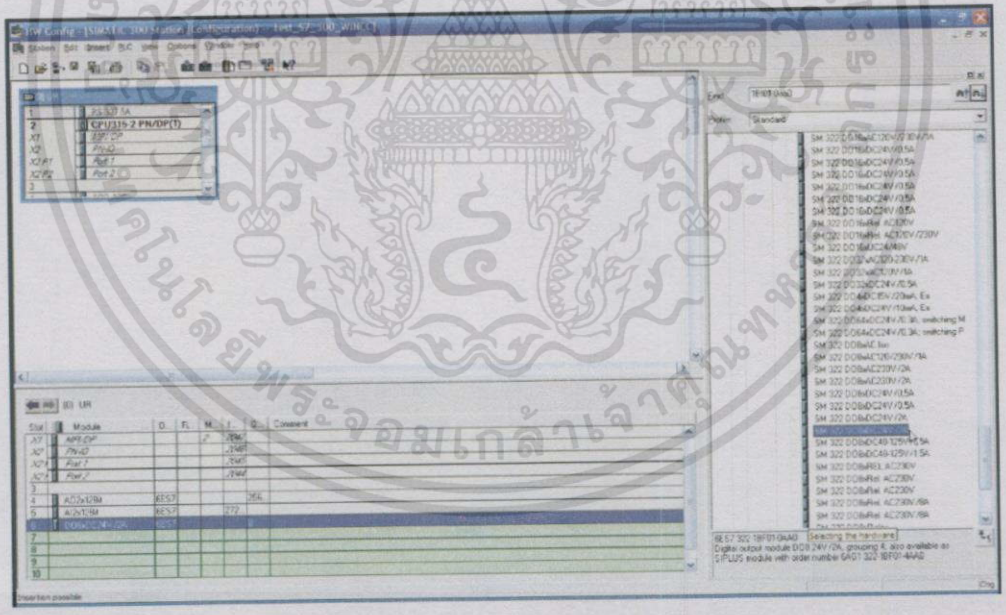
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



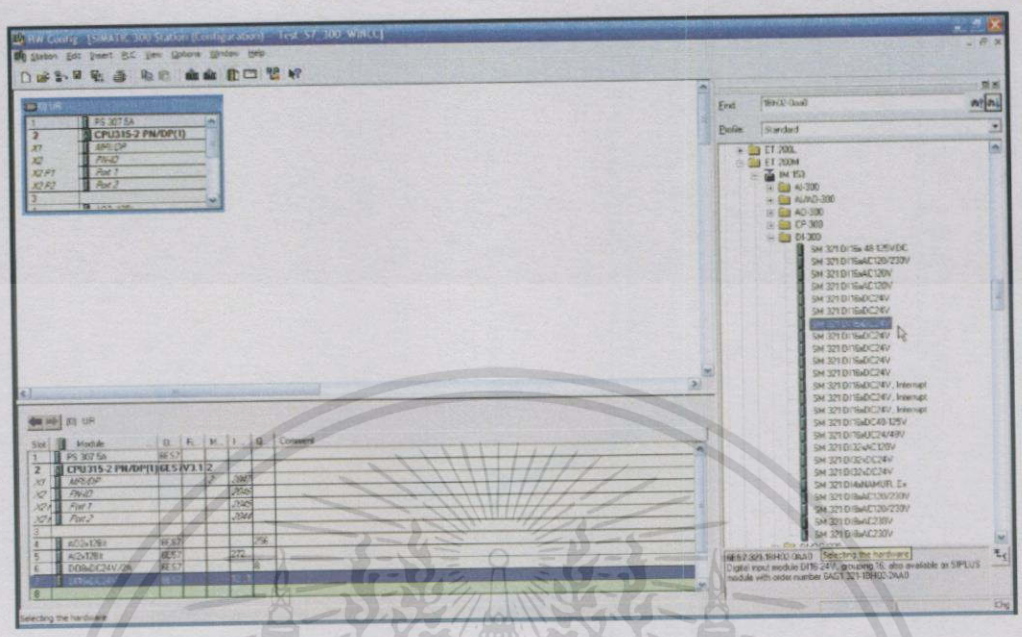


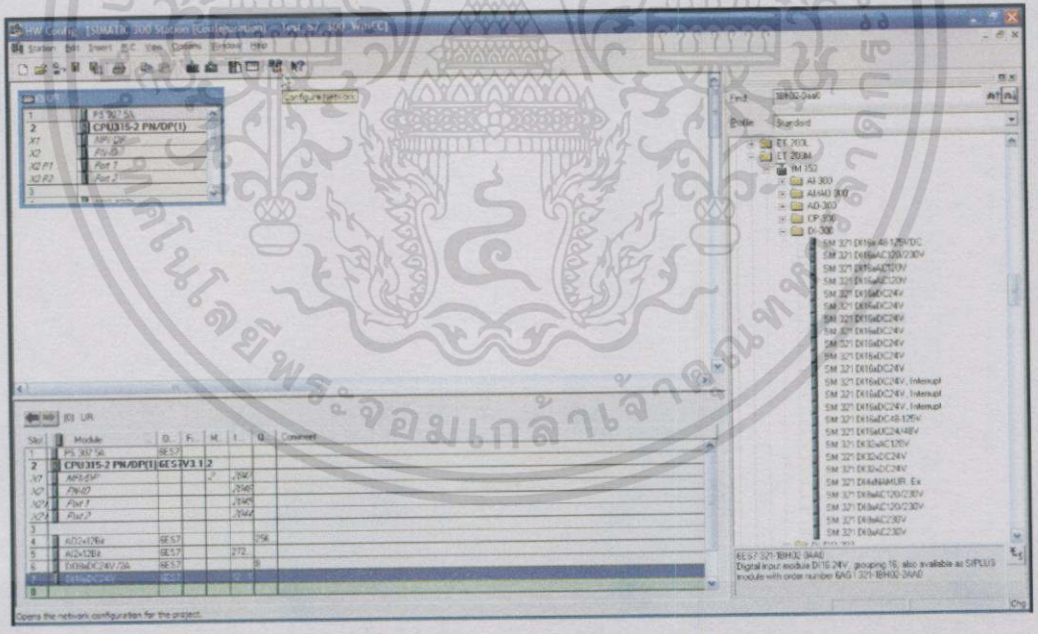
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





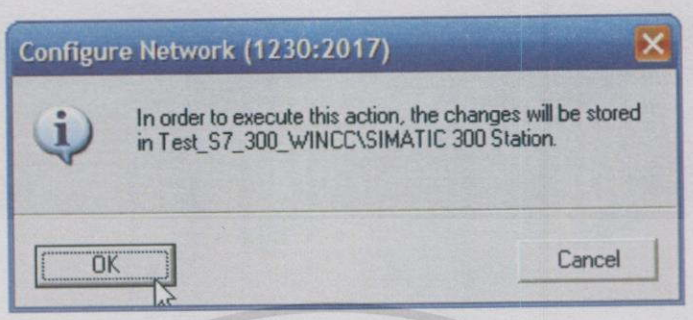
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

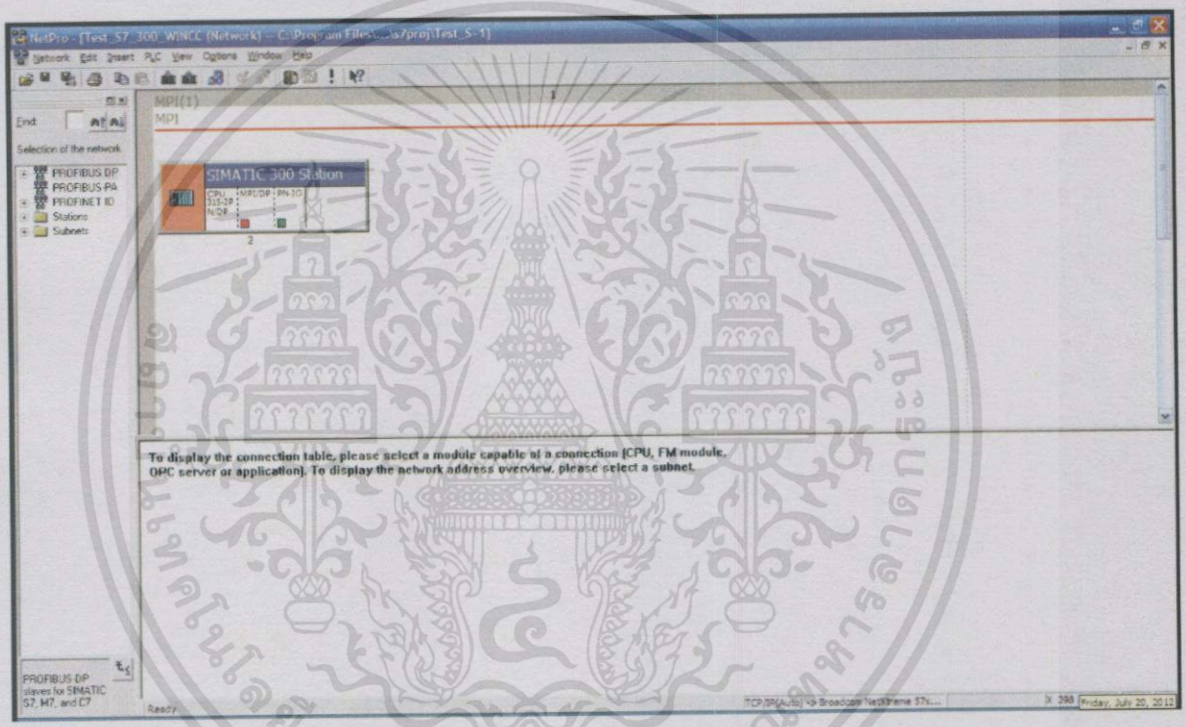




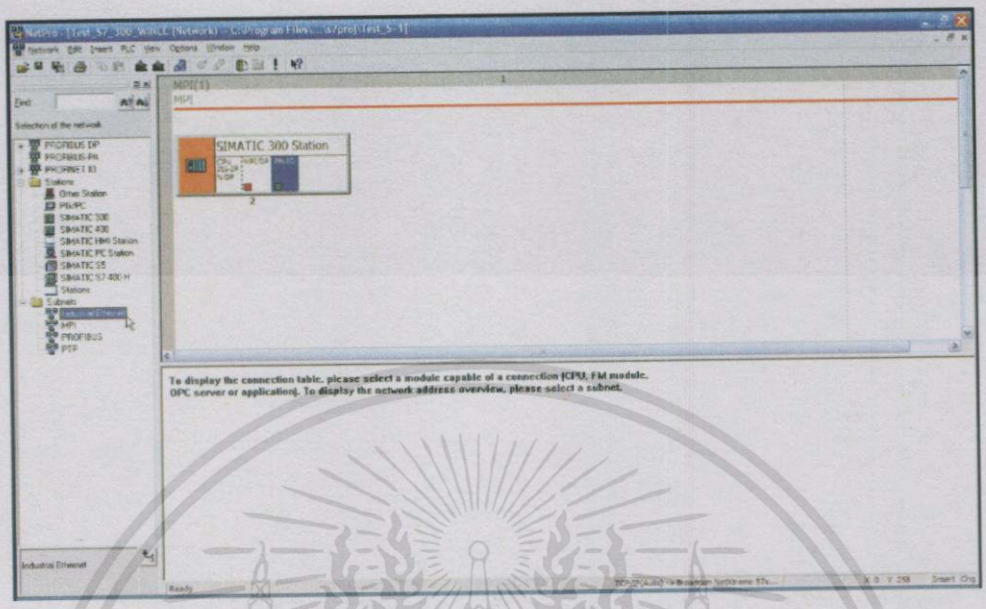
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

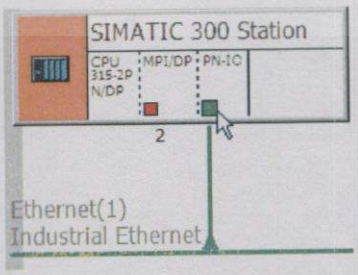
Configure Network



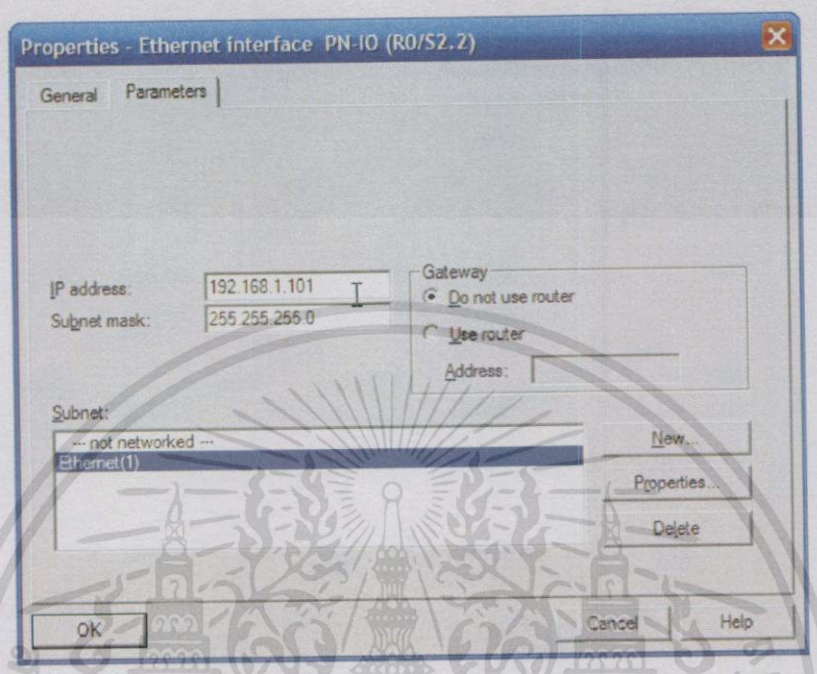


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

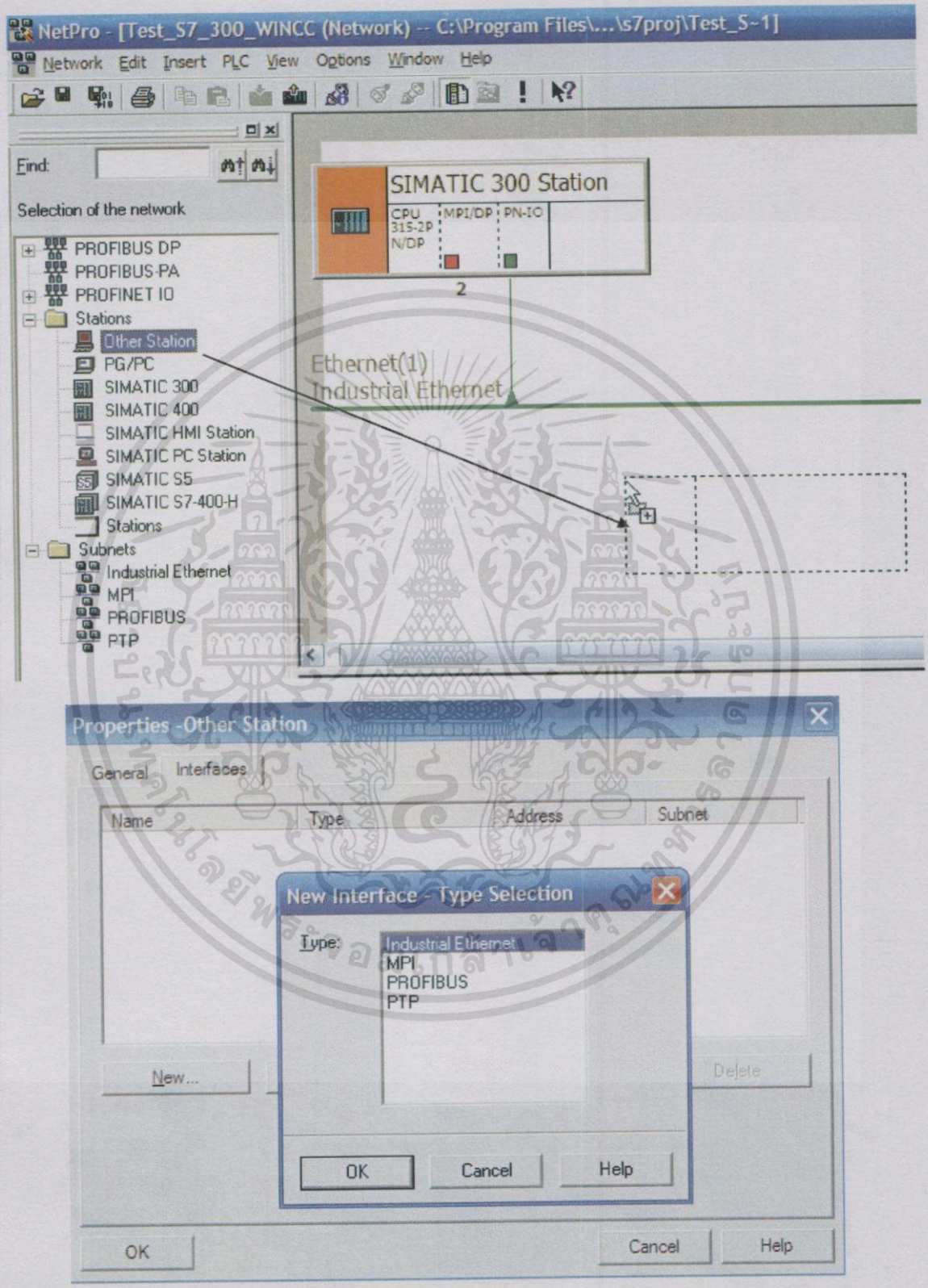




เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

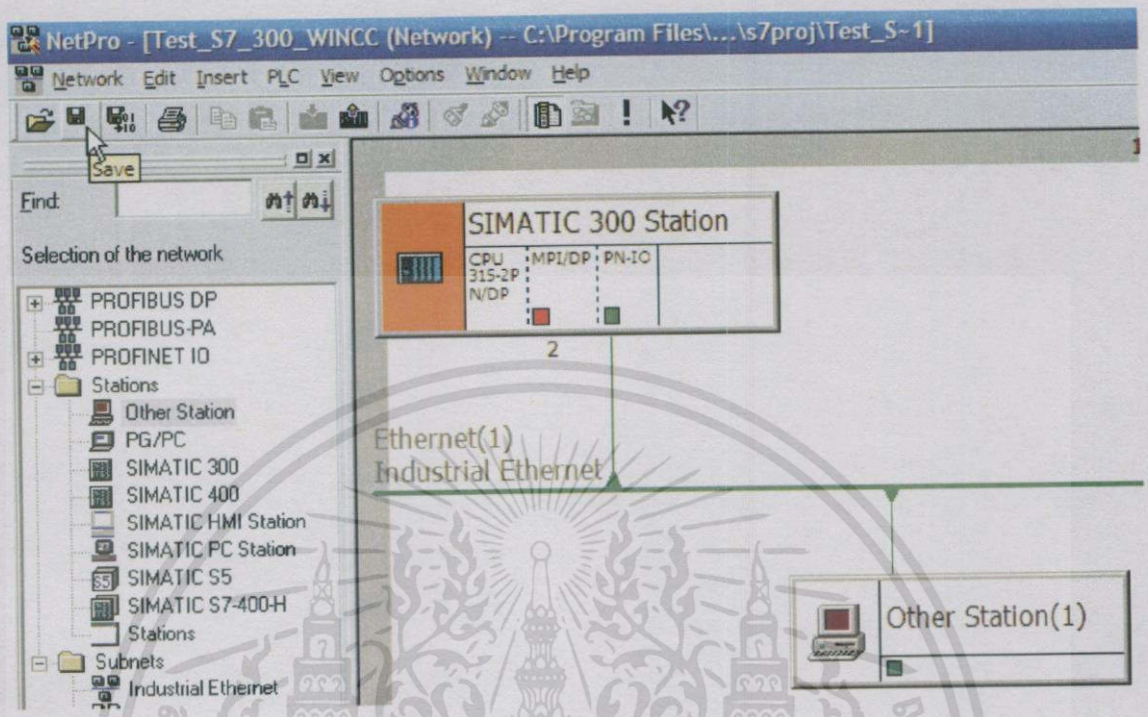


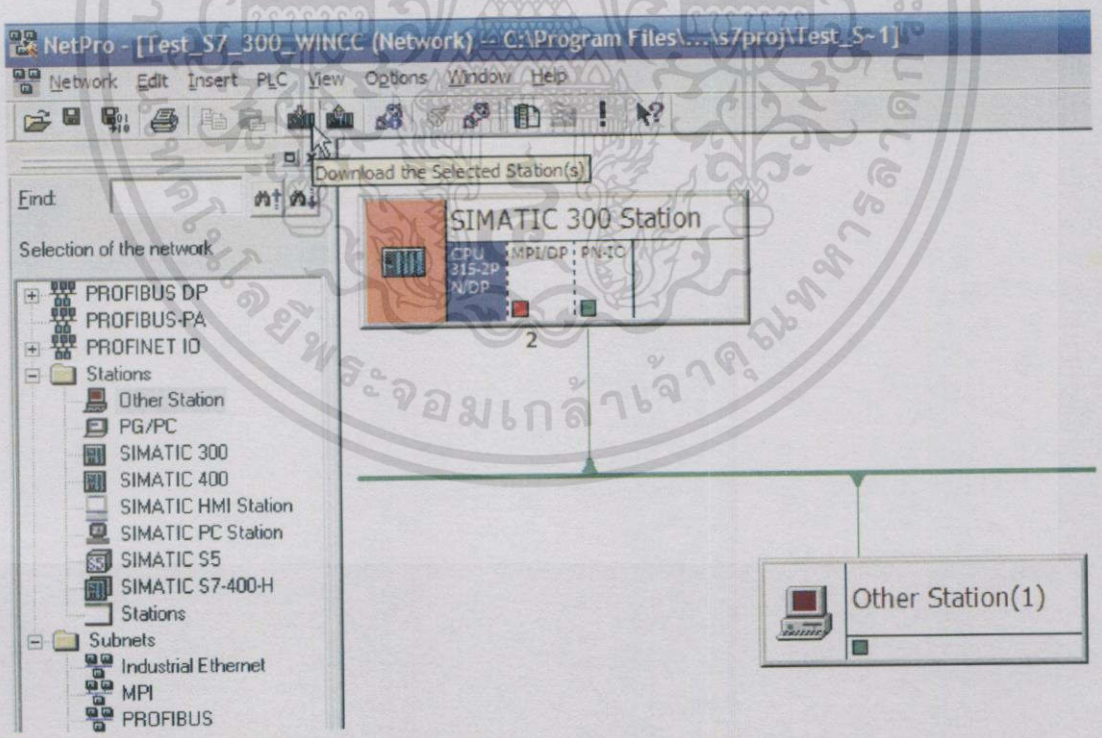
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



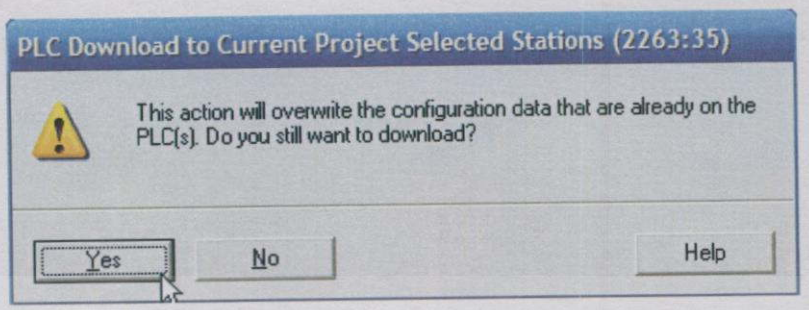
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

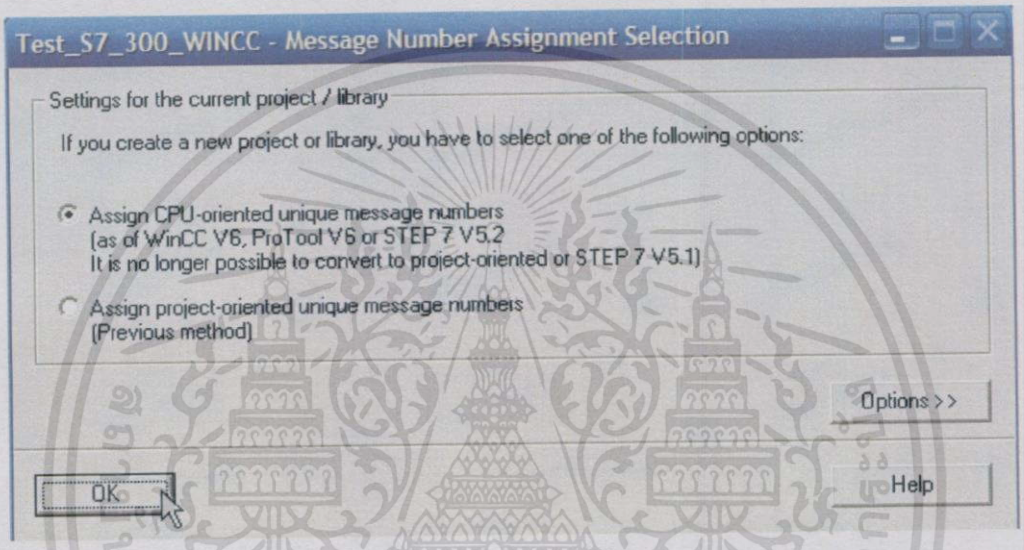
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

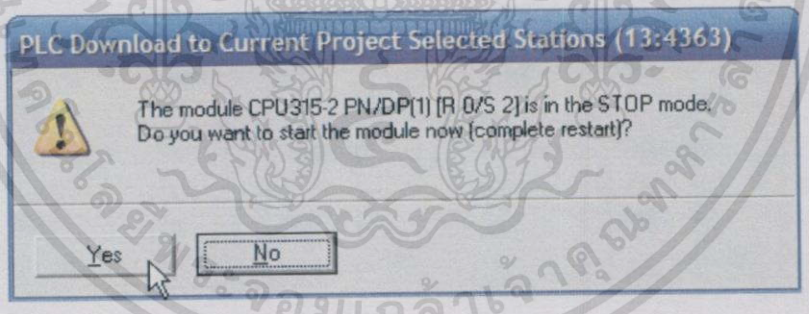




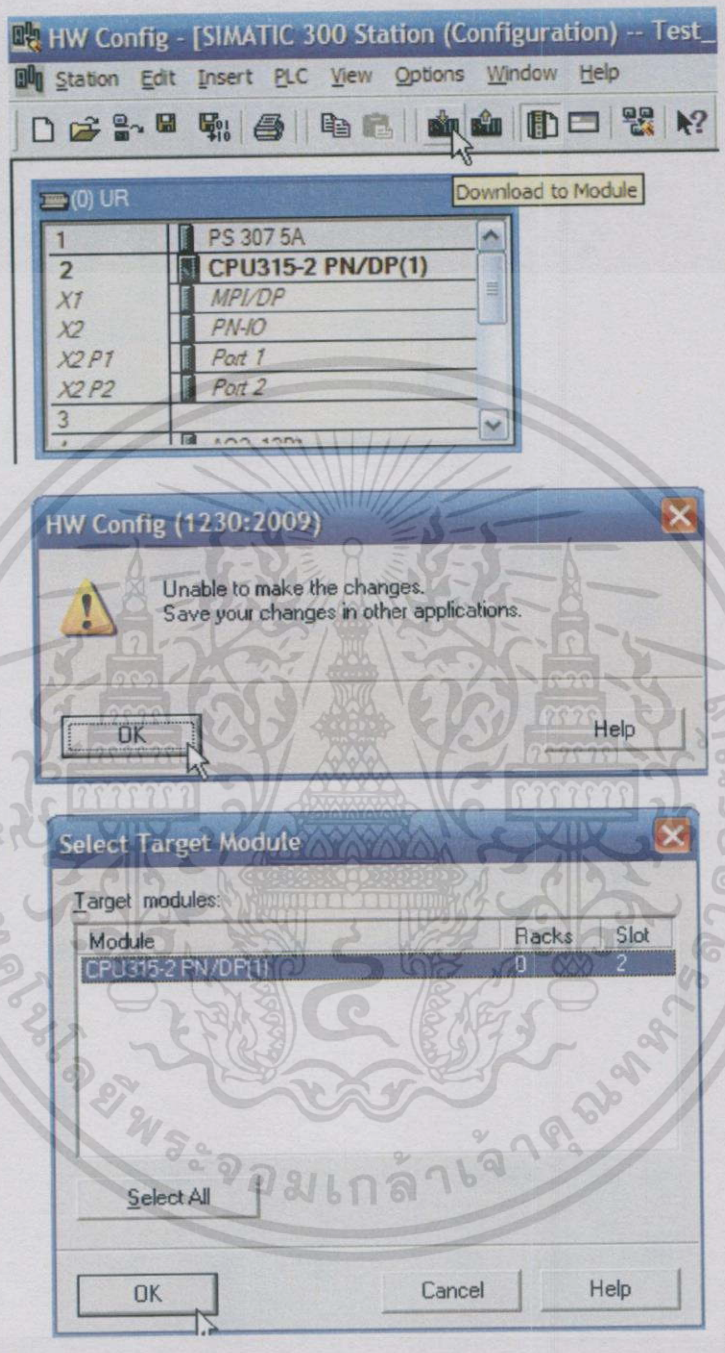
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



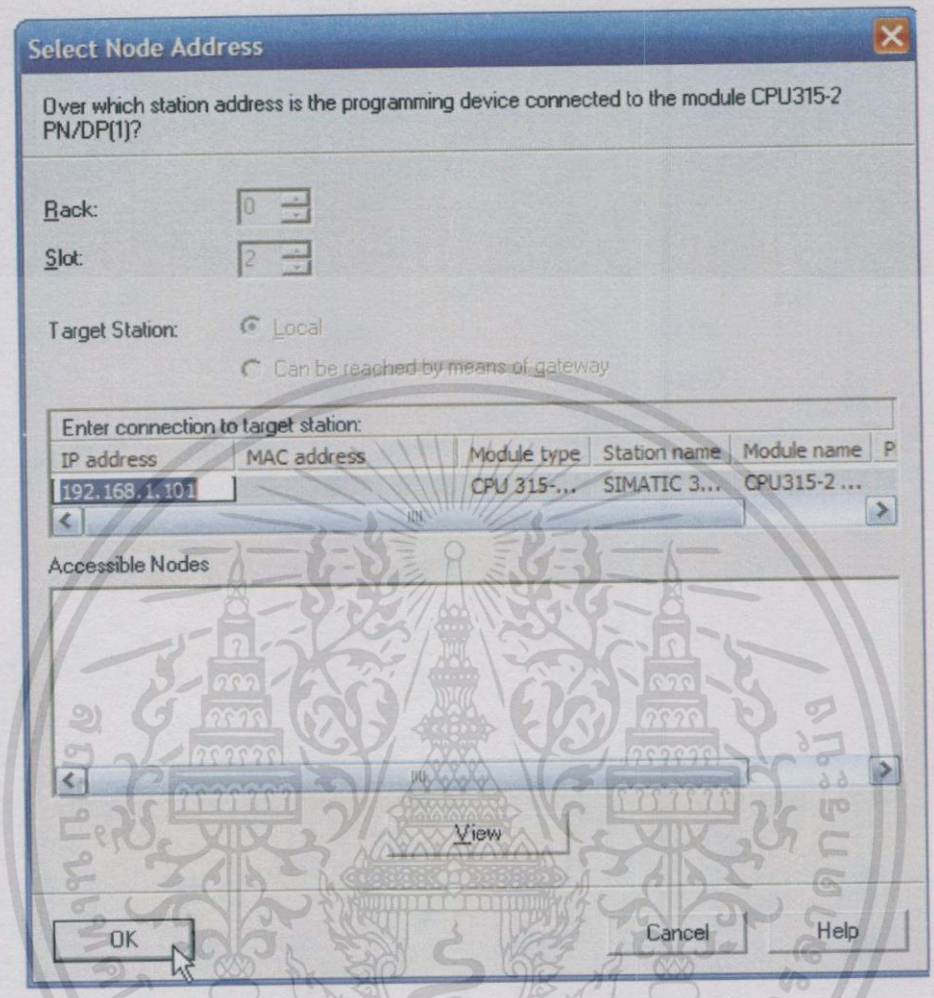


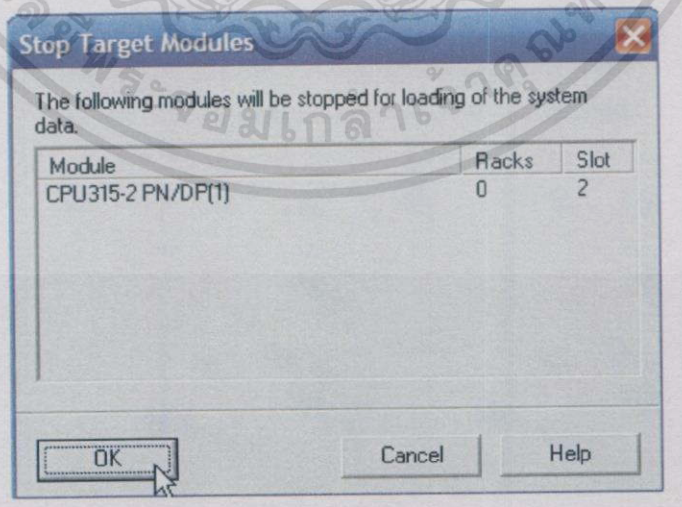


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

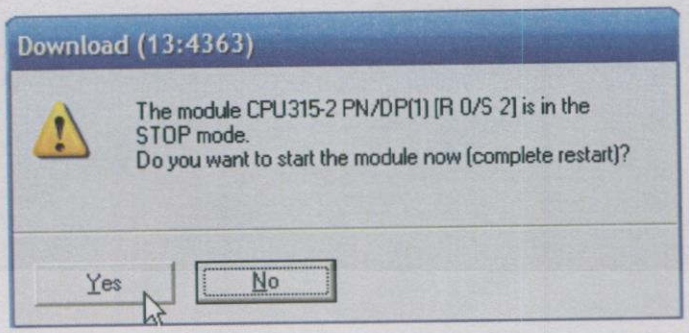


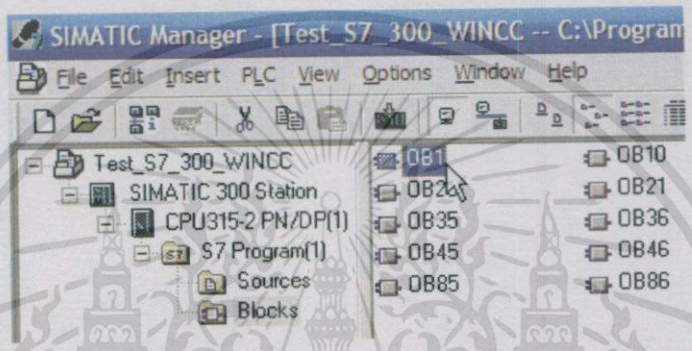
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



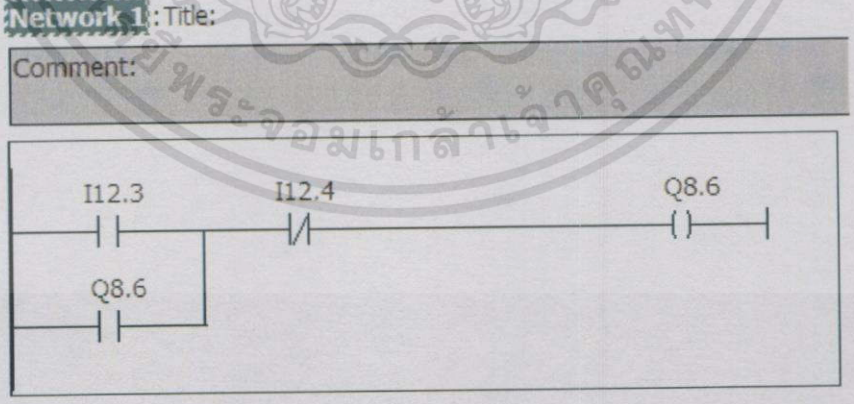


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

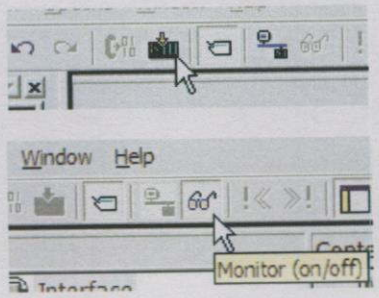


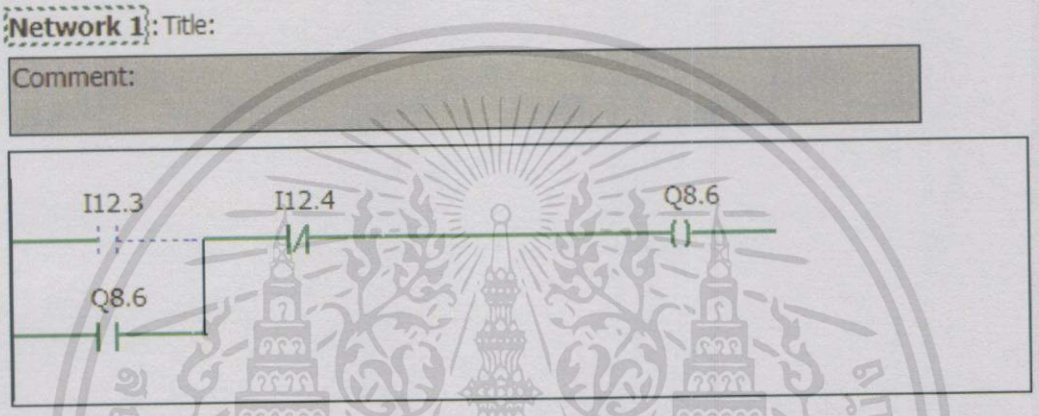


Slot	Module	...	O...	Fi...	M...	I address	Q address
X2	PN-IO					2046*	
X2 P1	Port 1					2045*	
X2 P2	Port 2					2044*	
3							
4	AO2x12Bit		6ES7				256...259
5	AI2x12Bit		6ES7			272...275	
6	DO8xDC24V/2A		6ES7				8
7	DI16xDC24V		6ES7			12...13	



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยการส่งค่าจาก Microsoft Office Excel ไปที่ Database

```
Set Conn = CreateObject("ADODB.Connection")
Conn.Open "DRIVER={MySQL ODBC 5.1 Driver}; SERVER=localhost;UID=root;pwd=;database=tmp;option=16384;" '16384
Dim col1 As String

col1 = Sheet3.Cells(10, 12)

If Conn.State = 1 Then
    Dim com As New ADODB.Command
    com.ActiveConnection = Conn


    com.CommandText = "INSERT INTO  `tmp`.`mem` (`mem_minute`)VALUES ('" + col1 + "'); "

    com.CommandType = adCmdText
      com.Execute

End If

Conn.Close
```

โปรแกรมการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยการดึงค่าจาก Database ไปที่ Microsoft Office Excel

```
Sub importinput()
Dim Conn

    Set Conn = CreateObject("ADODB.Connection")
    Conn.Open "DRIVER={MySQL ODBC 5.1 Driver}; SERVER=;UID=root;pwd=;database=tmp;option=16384;"
If Conn.State = 1 Then
Dim com As New ADODB.Command
com.ActiveConnection = Conn
com.CommandText = "select * from inputorder"
com.CommandType = adCmdText
Dim rs As ADODB.Recordset
Set rs = com.Execute
If rs.EOF = False Then
Dim fila As Integer
fila = 14
Do While Not rs.EOF
Sheet3.Cells(fila, 2) = rs("Username")
Sheet3.Cells(fila, 3) = rs("Jobnumber")
Sheet3.Cells(fila, 4) = rs("Quantity") 'order
Sheet3.Cells(fila, 6) = rs("Priority") 'wi
Sheet3.Cells(fila, 8) = rs("DD")
Sheet3.Cells(fila, 7) = rs("MM")
Sheet3.Cells(fila, 9) = rs("YY")
fila = fila + 1

rs.MoveNext

Loop
End If
Conn.Close
End If
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Code Microsoft Visual Basic for Application

โปรแกรมการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยการบันทึกไฟล์ .txt

```
'savetoMes

Dim ans As Long
Dim sSaveAsFilePath As String

    On Error GoTo ErrHandler:

    sSaveAsFilePath = "\\KLOD\Users\k_tha_000\Desktop\klodnebon\Progress.txt"
'test
'sSaveAsFilePath = "C:\Users\Bon\Desktop\Lan2\Progress.txt"

    If Dir(sSaveAsFilePath) <> "" Then
        'ans = MsgBox("File " & sSaveAsFilePath & " exists.  Overwrite?", vbYesNo + vbExclamation)
        ans = 1
        If ans = vbYes Then
            Exit Sub
        Else
            Kill sSaveAsFilePath
        End If
    End If
    Sheet6.Copy '//Copy sheet 1 to new workbook
    Application.DisplayAlerts = False
    ActiveWorkbook.SaveAs sSaveAsFilePath, xlTextWindows '//Save as text (tab delimited) file
    If ActiveWorkbook.Name <> ThisWorkbook.Name Then '//Double sure we don't close this workbook
        ActiveWorkbook.Close False
        Application.DisplayAlerts = True
    End If

My_Exit:
Exit Sub

ErrHandler:
MsgBox Err.Description
Resume My_Exit
```

โปรแกรมการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยการดึงข้อมูลไฟล์ .txt

```
Dim wbI As Workbook, wbO As Workbook
Dim wsI As Worksheet

Set wbI = ThisWorkbook
Set wsI = wbI.Sheets("Process Time") '<~~ Sheet where you want to import

Set wbO = Workbooks.Open("C:\Users\k_tha_000\Desktop\klodnebon\Progress.txt")

wbO.Sheets(1).Cells.Copy wsI.Cells

wbO.Close SaveChanges:=False
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยการลบข้อมูลใน Database

```
Dim Conn

Set Conn = CreateObject("ADODB.Connection")
Conn.Open "DRIVER={MySQL ODBC 5.1 Driver}; SERVER=localhost;UID=root;pwd=;database=tmp;option=16384;" '16384


If Conn.State = 1 Then
    Dim com As New ADODB.Command
    com.ActiveConnection = Conn

   com.CommandText = "DELETE FROM mem;"
    com.CommandType = adCmdText

     com.Execute

End If

Conn.Close
```

โปรแกรมการแลกเปลี่ยนข้อมูล การสร้าง Userform ในการ Login

```
Private Sub Cancel_Click()
Unload bonlogin
 ActiveWorkbook.Save
 Application.ScreenUpdating = False
Application.Run "quit"
End Sub
```

```
Private Sub Login_Click()
If Pass.Text = "7283" And Username.Text = "MES" Then
Unload bonlogin
SelectionMES.Show
ElseIf Pass.Text = "7283" And Username.Text = "HMI" Then
Unload bonlogin
SelectionHMI.Show
Else
MsgBox "USERNAME PASSWORD INCORRECT", vbCritical, "ALERT"
End If
End Sub
```

```
Private Sub Pass_KeyUp(ByVal KeyCode As MSForms.ReturnInteger, ByVal Shift As Integer)
Pass.PasswordChar = "*"
Pass.ForeColor = &H0&
End Sub
```

```
Private Sub Pass_MouseDown(ByVal Button As Integer, ByVal Shift As Integer, ByVal x As Single, ByVal y As Single)
Pass.PasswordChar = "*"
Pass.Text = ""
Pass.ForeColor = &H0&

End Sub
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมการบันทึก Microsoft Office Excel เป็นไฟล์ PDF

```
Dim SName As String

SName = Worksheets("Viewer").Range("i9").Value

Sheet7.ExportAsFixedFormat Type:=xlTypePDF, Filename:="C:\" & SName & ".pdf", Quality:=xlQualityStandard, _
IncludeDocProperties:=True, IgnorePrintAreas:=False, OpenAfterPublish:=False
```

โปรแกรมการออกจากระบบโดยการกดปุ่มและบันทึกข้อมูลอัตโนมัติ

```
Private Sub Quit_Click()
 ActiveWorkbook.Save
 Application.ScreenUpdating = False

Unload MainMES
Application.Run "quit"

End Sub
```

โปรแกรมการดำเนินการให้ code ทำงานทุก ๆ ช่วงเวลาที่กำหนด

```
Dtime = Time
Application.OnTime Dtime + TimeValue("00:02:00"), "Movedata"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Script ในการเชื่อมต่อหน้า Webpage กับ Database

```
<?php
$hostname_job = "localhost";
$database_job = "tmp";
$username_job = "root";
$password_job = "1234";
$job = mysql_connect($hostname_job, $username_job, $password_job) or
trigger_error(mysql_error(),E_USER_ERROR);
?>
```

โดยตั้งชื่อฐานข้อมูลเป็น localhost ชื่อฐนข้อมูลเป็น tmp ยูเซอร์เนมในการล็อกอินเป็น root รหัสผ่านกำหนดเป็น 1234 ในหน้าของ Webpage ที่มีการเชื่อมต่อกับ Database จะต้องประกาศ Script นี้เพื่อเข้าใช้ฐานข้อมูล MySQL ได้

Script ในการ insert ข้อมูลใน Database

```
<?php
$strSQL = "INSERT INTO table_name (column 1, column 2, column 3,
column 4, column 5, column 6) VALUES
('".$var1."','".$var2."','".$var3."','".$var4."','".$var5."','".$var6."') ";
mysql_query($strSQL) or die(mysql_error());
?>
```

เป็นการใช้งาน Script โดยกำหนดตัวแปรไว้ในตัวแปรสตริง $strSQL ซึ่งประกอบด้วยค่าตัวแปร $var(...) ซึ่งเป็นค่าที่จะจัดเก็บลง table แล้วนำตัวแปรสตริง $strSQL มาใช้กับฟังก์ชัน mysql_query($strSQL)

Script ในการ update ข้อมูลใน Database

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
<?
UPDATE table_name
SET column1=value1, column2=value2, column3=value3
WHERE some_column = some_value
?>
```

จาก Script จะเป็นการแก้ไขค่าในแต่ละ column ของ record ข้อมูลหนึ่งซึ่งมีเงื่อนไขตามเงื่อนไขด้านหลัง WHERE

HTML Script ในการสร้างปุ่มเพื่อสั่งพิมพ์หน้า Webpage นั้น

```
<input type=button value="Print This Page" onclick="window.print()" />
```

Script ในการนำตัวแปรในแต่ละ row มาใช้งาน

```
<?php
Do { Function($row_recordset) }
while ($row_recordset = mysql_fetch_assoc($recordset));
?>
```

โดยฟังก์ชัน while จะทำงานวนเป็น Loop จนกว่าจะถึงข้อมูลของตัวแปรใน column ตัวสุดท้าย หรือตัวแปร mysql_fetch_assoc($recordset)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้