การพยากรณ์ความต้องการผลิตสินค้าอัตโนมัติสำหรับระบบคลังสินค้า

AUTOMATIC PRODUCTION DEMANDED FORECASTING FOR INVENTORY SYSTEM

พริสร สุขประเสริฐ
PARISORN SUKPRASERT

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการจัดการ
ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ
คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2549

ISBN 974-15-2647-4

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การพยากรณ์ความต้องการผลิตสินค้าอัตโนมัติสำหรับระบบคลังสินค้า

AUTOMATIC PRODUCTION DEMANDED FORECASTING FOR INVENTORY SYSTEM

พริสร สุขประเสริฐ

PARISORN SUKPRASERT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....63648
วัน,เดือน,ปี.....30 ส.ค. 2549

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2549

ISBN 974-15-2647-4

AUTOMATIC PRODUCTION DEMANDED FORECASTING FOR INVENTORY SYSTEM

PARISORN SUKPRASERT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN INSTRUMENT ENGINEERING

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2006

ISBN 974-15-2647-4

COPYRIGHT 2006

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การพยากรณ์ความต้องการผลิตสินค้าอัตโนมัติสำหรับระบบคลังสินค้า
นักศึกษา	นายพริสร สุขประเสริฐ
รหัสนักศึกษา	44061417
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม
พ.ศ.	2549
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.สุพรรณ กุลพาณิชย์

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เสนอเทคนิคที่ควบคุมระดับสินค้าคงคลังบนคลังสินค้าอัตโนมัติ โดยใช้การพิจารณาและการทำนายระบบอย่างต่อเนื่อง ผลิตภัณฑ์ที่ต้องการเก็บในคลังสินค้าบนความต้องการจากลูกค้า การทำนายความต้องการสามารถบอกแนวโน้มล่วงหน้าของการสั่ง และกำหนดใหม่จุดสั่งใหม่ (RP) ของสินค้าคงคลังที่เชื่อมโยงระบบควบคุมคลังสินค้าอัตโนมัติ คลังสินค้าอัตโนมัติเป็นตามทฤษฎีที่กล่าวถึง ระบบคอมพิวเตอร์ผนวกการผลิต (CIMS) ฟังก์ชั่นของ CIMS รวมการวางแผนผลิต, การวางแผนจัดการความต้องการวัสดุ,การทำลำดับการทำงาน, กระบวนการควบคุม, การควบคุมคุณภาพ, การวางแผนการส่งสินค้า, การจัดการคลังสินค้าและสินค้าคงคลัง และบัญชีต้นทุนวัตถุดิบ วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เจาะจงบนเครื่องมือ ควบคุมคลังสินค้าอัตโนมัติ และการจัดการระบบการทำนายความต้องการสินค้าคงคลัง

Thesis Title	Automatic Production Demanded Forecasting for Inventory System
Student	Mr. Parisorn Sukprasert
Student ID.	44061417
Degree	Master of Engineering
Programme	Instrument Engineering
Year	2006
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Suphan Gulpanich

ABSTRACT

This thesis proposes the technique to review inventory level on the warehouse automation using continuous review system with demand forecasted. The demand of products that stored in the warehouse is depended on orders from customer. The demand forecasted can predict the trend of demand and redefine the reorder point (RP) on inventory database that linked to automatic warehouse control system. The automatic warehouse is very important part in the computer integration manufacturing system (CIMS). The functions of CIMS include production planning, material requirement planning, work order generation, process control, quality control, shipping planning, warehouse and inventory management and material cost accounting. This thesis focuses on the automatic warehouse control and inventory management by developing the information system.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้อย่างดี ด้วยคำแนะนำ และคำปรึกษาจาก รศ.สุพรรณ กุลพาณิชย์ ซึ่งเป็นอาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ และ รศ.ทวีพล ซื่อสัตย์ ซึ่งเป็นชื่ออาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ร่วม ข้าพเจ้ารู้สึกทราบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์ทั้งสองท่าน และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุก ๆ ท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อนๆ พี่ๆ น้องๆ ในภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่างๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่างๆ

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจและให้การสนับสนุนในทุกเรื่องๆ ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พริสร สุขประเสริฐ

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญรูป.....IX

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา.....1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....2

1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย.....2

1.5 ขอบเขตการวิจัย.....3

1.6 ขั้นตอนการศึกษา.....3

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย.....4

2.1 การควบคุมสินค้าคงคลัง.....4

2.1.1 ระบบจำกัดจำนวน.....6

2.1.2 ระบบจำกัดเวลา.....8

2.1.3 ระบบผสม.....9

2.2 จำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด.....10

2.2.1 การหาอีโอคิวด้วยวิธีการเรขาคณิต.....11

2.2.2 การหาอีโอคิวด้วยวิธีตาราง.....12

2.2.3 การหาอีโอคิวด้วยวิธีทางคณิตศาสตร์.....13

2.3 การพยากรณ์.....18

2.4 ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี และระบบการผลิตแบบประหยัด.....19

2.4.1 การจัดหาปัจจัยการผลิต.....22

2.4.2 การจัดผังโรงงานตามระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี.....24

2.4.3 สินค้าคงคลัง.....25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.5 เทคโนโลยีด้านการผลิต.....26
2.5.1 เทคโนโลยีแบบเครื่องจักร.....26
2.5.2 ระบบการแสดงข้อมูลแบบอัตโนมัติ.....27
2.5.3 การควบคุมการผลิต.....27
2.5.4 ระบบการมองเห็น.....28
2.5.5 หุ่นยนต์.....28
2.5.6 ระบบการจัดเก็บข้อมูลและเรียกข้อมูลแบบอัตโนมัติ.....28
2.5.7 เครื่องมือนำทางแบบอัตโนมัติ.....29
2.5.8 ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น.....29
2.5.9 การผลิตแบบเบ็ดเสร็จโดยใช้คอมพิวเตอร์.....29
2.6 โลคัลแอเรียเน็ทเวิร์ค.....31
2.6.1 ประโยชน์ของการนำโลคัลแอเรียเน็ทเวิร์คมาใช้.....32
2.6.2 โครงสร้างของโลคัลแอเรียเน็ทเวิร์ค.....32
2.6.3 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี.....33
2.6.4 การขยายขนาดของโลคัลแอเรียเน็ทเวิร์ค.....36
2.7 โปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์.....37
2.7.1 ส่วนประกอบของโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์.....38
2.7.2 ความสามารถของโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์.....41
2.8 ตัวอย่างของระบบที่ใช้การพยากรณ์ความต้องการผลิตสินค้าอัตโนมัติ.....42
2.8.1 ขั้นตอนการทำงานของขบวนการผลิตโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์ ส่วนพนักพิง.....43

บทที่ 3 วิธีการควบคุมระดับสินค้าคงคลังด้วยวิธีการพยากรณ์บน คลังสินค้าอัตโนมัติ.....44
3.1 โครงสร้างระบบ.....45
3.2 คลังสินค้าคงคลังอัตโนมัติ.....45
3.3 คอมพิวเตอร์กับโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์.....46
3.3.1 การสื่อสารแบโฮสลิงค์.....46
3.3.2 การติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรมอาร์เอสสองสามสองซี.....47

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.3 เฟรมเช็คซีเควน.....51
3.3.4 คำสั่งโฮสลิงค์.....52
3.3.5 ขั้นตอนการทำงานของการคำนวณค่าเฟรมเช็คซีเควน.....54
3.3.6 การใช้PLCควบคุมเครื่องจักร.....57
3.4 ชุดโปรโตคอลทีซีพี / ไอพี.....58
3.5 การผลิตโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์ส่วนพนักพิง.....65
3.5.1 ขั้นตอนตรวจสอบวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด.....65
3.5.2 ขั้นตอนดัดโลหะโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์.....66
3.5.3 ขั้นตอนขึ้นรูปสำหรับที่พักศีรษะ.....66
3.5.4 ขั้นตอนสอดท่อเข้าไปในโครงสร้าง.....66
3.5.5 ขั้นตอนบีบปลายโครงสร้างให้แบน.....67
3.5.6 ขั้นตอนเจาะ ตัดและตรวจสอบ.....67
3.5.7 ขั้นตอนเชื่อมประกอบโครงสร้าง.....69
3.5.8 ขั้นตอนตรวจสอบขั้นสำเร็จ.....70
3.6 การรายงานสินค้าคงคลังแบบต่อเนื่องร่วมกับการพยากรณ์ความต้องการสินค้าคงคลัง.....71

บทที่ 4 การพยากรณ์ความต้องการผลิตสินค้าสำหรับระบบคลังอัตโนมัติ.....73
4.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมและการพยากรณ์.....73
4.1.1 ขั้นตอนการทำงานของการพยากรณ์ความต้องการผลิตสินค้า.....74
4.1.2 Flow Chart ขั้นตอนการทำงานของระบบ CRDF.....78
4.1.3 ปัญหาการทำงานของระบบแบบเก่า.....79
4.1.4 การหาปริมาณวัตถุดิบกันชน.....79
4.1.5 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด.....81
4.1.6 การพยากรณ์และการหาจุดสั่งซื้อใหม่.....83
4.2 ผลของการนำค่าที่คำนวณได้มาใช้งาน.....84

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....89

บรรณานุกรม.....91

ภาคผนวก.....93

ภาคผนวก ก. ตัวอย่างใบบันทึกข้อมูลต่างๆ.....94

ภาคผนวก ข. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่.....103

ประวัติผู้เขียน.....112

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 การจัดสรรจำนวนการสั่งซื้อ-พิมพ์ และต้นทุนของสินค้า-ตำราคงคลัง.. 13

2.2 เปรียบเทียบระหว่างระบบซีเคว้นซ์กับระบบโปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์.....38

2.3 แสดงประเภทและหน้าที่ของอุปกรณ์ติดต่อภายนอก.....41

3.1 แสดงความหมายของ End Code. 49

3.2 การใช้พื้นที่ Input/Output Area ของPLC.....58

3.3 การจองพื้นที่ Data Memory สำหรับเก็บข้อมูลการทำงานของPLC.....58

3.4 รูปแบบชนิดของการบริการ.....62

3.5 รูปแบบ Flag ของอินเตอร์เน็ทโปรโตคอล.....62

4.1 ข้อมูลการผลิตของเครื่องจักร.....73

4.2 รายละเอียดใบบันทึกปริมาณวัตถุดิบประจำเดือน.....74

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 การควบคุมสินค้าคงคลังด้วยระบบจำกัดจำนวน....7

2.2 การควบคุมสินค้าคงคลังด้วยระบบจำกัดจำนวน กรณีที่มีสินค้าสำรองการขาดมือ....8

2.3 การควบคุมสินค้าคงคลังด้วยระบบจำกัดเวลา....9

2.4 การหา EOQ โดยวิธีทางเรขาคณิต....11

2.5 โครงสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยในทุกขั้นตอนของการผลิต....30

2.6 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ STAR....33

2.7 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ RING....33

2.8 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ BUS....34

2.9 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ TREE....34

2.10 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ DUAL RING....34

2.11 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ STAR SHAPE RING....35

2.12 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ STAR SHAPE BUS....35

2.13 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ MESH หรือ FULLY MESH....36

2.14 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ HIERACHICAL STAR....36

2.15 แสดง Block Diagram ของ PLC....38

2.16 แสดงการทำงาน 1 สแกน ของหน่วยประมวลผลกลาง(CPU)....39

2.17 Flow Chart ขบวนการผลิตโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์ส่วนพนักพิง....43

3.1 คลังสินค้าคงคลังอัตโนมัติ....46

3.2 แสดงการติดต่อสื่อสารกันระหว่าง PLC กับ คอมพิวเตอร์....47

3.3 Flow Chart ของการคำนวณค่า Frame Check Sequenceขั้นตอนที่ 1....54

3.4 Flow Chart ของการคำนวณค่า Frame Check Sequenceขั้นตอนที่ 2....55

3.5 Flow Chart ของการคำนวณค่า Frame Check Sequenceขั้นตอนที่ 3....56

3.6 การเชื่อมต่อของคอมพิวเตอร์กับPLCที่ใช้ในการควบคุมเครื่องจักร....57

3.7 รูปการแบ่งระดับการทำงานของ TCP/IPโดยอ้างอิงจ้างมาตรฐานOSI....59

3.8 รูปแบบส่วนหัวอินเตอร์เน็ทโปรโตคอล....61

3.9 รูปแบบของอินเตอร์เน็ทแอดเดรส....63

3.10 รูปแบบของอินเตอร์เน็ทแอดเดรสClass A....64

3.11 รูปแบบIP Address Class A....64

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.12 เครื่องดัดโลหะ....66
3.13 เครื่องพิมพ์....66
3.14 เครื่องสอดท่อ....67
3.15 เครื่องบีบโลหะ....67
3.16 เครื่องเจาะและตัด....68
3.17 จิ๊กตรวจสอบ....68
3.18 เชื่อมประกอบโครงสร้าง....69
3.19 วัตถุดิบชนิดที่ 1 ก่อนการประกอบ....69
3.20 วัตถุดิบชนิดที่ 2 ก่อนการประกอบ....69
3.21 วัตถุดิบชนิดที่ 3 ก่อนการประกอบ....70
3.22 ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จ....70
3.23 จิ๊กตรวจสอบ....70
3.24 รูปจำลองขั้นตอนการทำงานของขบวนการผลิต....71
4.1 ตารางรายละเอียดใบบันทึกปริมาณวัตถุดิบประจำเดือนกันยายน....76
4.2 ตัวอย่างปัญหาการรองานขั้นตอนที่ 2-6 ตารางรายงานการผลิตรายวัน วันที่ 1 และ 2 กันยายน 2548....77
4.3 ตัวอย่างปัญหาการรองานขั้นตอนที่ 8 ตารางรายงานการผลิตรายวัน วันที่1 และ 3 กันยายน 2548....77
4.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบ CRDF....78
4.5 ผลการคำนวณหาค่าอัตราความต้องการล่วงหน้าและระดับสั่งซื้อใหม่....83
4.6 แสดงกราฟของวิธีการจัดซื้อ 2 วิธี....84
4.7 ตารางรายละเอียดใบบันทึกปริมาณวัตถุดิบประจำเดือนตุลาคม 2548....85
4.8 แสดงกราฟของวิธีการจัดซื้อด้วยวิธี CRDF....86
4.9 บันทึกรายงานประจำเดือนของเดือนกันยายน....87
4.10 บันทึกรายงานประจำเดือนของเดือนตุลาคม....87
4.11 การเปรียบเทียบบันทึกรายงานประจำเดือนของเดือนกันยายนและ เดือนตุลาคม....88

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันการแข่งขันภาคการผลิตในด้านของเวลาที่รวดเร็วในการผลิต การจัดหาวัตถุดิบมาดำเนินการผลิตและต้นทุนในการผลิตที่ต่ำนับเป็นสิ่งสำคัญ ระบบบริหารการสั่งซื้อ การจัดเตรียมวัตถุดิบ การเคลื่อนย้ายและการจัดเก็บวัตถุดิบสินค้าระหว่างการผลิต รวมทั้งข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับสินค้า ถูกรวมเข้าเป็นการบริหารสินค้าคงคลัง ซึ่งขั้นตอนต่างๆเหล่านี้จะมีผลให้ต้องใช้เวลา, เครื่องมือและบุคลากร ที่ใช้ในขบวนการผลิตจำนวนมาก ด้วยขั้นตอนเหล่านี้จึงเกิดแนวคิดที่ประสานการทำงานต่างๆของระหว่างกระบวนการผลิตให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ และระบบยังมีความสามารถที่จะให้ผู้ใช้เข้าถึงข้อมูลต่างๆ ได้ง่าย

การบริหารสินค้าคงคลัง (Inventory Control) และการประสานงานระหว่างกระบวนการผลิตภายในโรงงานเข้าด้วยกัน โดยการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่สนับสนุนการผลิต การจัดการและการวางแผนการผลิต (Computer Integrated Manufacturing System: CIMS) ร่วมกับตัวควบคุมPLC (Programmable Logic Control) และเทคโนโลยีสารสนเทศ (Information Technology) เป็นเครื่องมือที่จะมาช่วยแก้ปัญหา โดยเริ่มต้นจากการสั่งซื้อวัตถุดิบในปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสมและสามารถจัดส่งได้ทันเวลาที่กำหนด ต่อด้วยการบริหารสินค้าคงคลัง ด้วยการวางแผนจัดการและควบคุมสินค้าและวัตถุดิบทั้งหมดที่มีอยู่ ให้มีปริมาณเพียงพอในการผลิต แต่ไม่มากจนทำให้เกิดต้นทุนในการเก็บรักษาที่เพิ่มขึ้น ก่อนที่จะนำไปเข้าสู่กระบวนการผลิต และสุดท้ายขั้นตอนการจัดส่งสินค้า การนำระบบที่สามารถควบคุมการทำงานให้เป็นไปอย่างอัตโนมัติ

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้มุ่งหวังเพื่อลดเวลา ต้นทุนและเพิ่มความน่าเชื่อถือของระบบการผลิต ซึ่งเป็นสิ่งสำคัญในสภาวะการแข่งขันปัจจุบัน การพยากรณ์ความต้องการการผลิตสินค้าและระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ เป็นเทคนิคหนึ่งที่ถูกออกแบบให้รองรับ JIT system (Just-In-Times), Supply chains และ Logistic โดยการเร่งกระบวนการทำงานด้วยการเชื่อมต่อขั้นตอนการทำงานต่างๆ การลดเวลาที่ใช้ในการตรวจสอบปริมาณวัตถุดิบ, ลดเวลาการทำงานและลดความผิดพลาดของระบบ และการทำให้ผู้ที่มีหน้าที่ในการผลิตสามารถเข้าถึงข้อมูลต่างๆ ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้จึงเสนอวิธีการใช้ระบบอัตโนมัติและการนำอินเตอร์เน็ตมาประยุกต์ใช้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

ปัญหาการผลิตในด้านของเวลาที่รวดเร็ว การจัดหาวัตถุดิบมาดำเนินการผลิตและต้นทุนในการผลิต ประกอบด้วย ปัญหาของการสั่งซื้อวัตถุดิบ คือปัญหาการตรวจสอบวัตถุดิบว่าอยู่ในระดับที่ต้องสั่งซื้อใหม่เมื่อใด ปัญหาขั้นตอนที่ใช้ในการสั่งซื้อ และปัญหาการสั่งซื้อวัตถุดิบเข้ามาเตรียมการผลิตในปริมาณที่มากจนทำให้ต้องเปลืองค่าเก็บรักษา และไม่น้อยจนทำให้มีวัตถุดิบไม่เพียงพอในการผลิต และปัญหาการไม่เชื่อมโยงระหว่างกระบวนการผลิต ดังนั้นปัญหาเหล่านี้จะส่งผลให้มีประสิทธิภาพในการผลิตที่ต่ำ และเวลาที่ใช้ในการผลิตที่สูง

การแก้ปัญหาการบริหารสินค้าคงคลัง และการประสานงานระหว่างกระบวนการผลิตภายในโรงงานเป็นปัญหาที่สามารถแก้ไขได้ด้วยการใช้ระบบอัตโนมัติ และเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาจัดการโดยการใช้ PLC ทำการควบคุมคลังสินค้าอัตโนมัติ และให้ตัวควบคุมคลังสินค้าสามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ที่ทำหน้าที่เป็นโฮส, พยากรณ์ข้อมูลล่วงหน้า, ดูแลการทำงานต่างๆ และจัดเก็บข้อมูลเพื่อให้ผู้ใช้อื่นๆ เข้าถึงข้อมูลและสามารถนำข้อมูลไปใช้ได้ง่าย ด้วยการเชื่อมต่อภายในโรงงานด้วยระบบ LAN หรือการเชื่อมต่อแบบอินเตอร์เน็ต

เทคนิคการพยากรณ์ความต้องการการผลิตสินค้าสำหรับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ เป็นการนำข้อมูลความต้องการสินค้าที่ผ่านมา มาทำการพยากรณ์ความต้องการในการผลิตในอนาคตและยังนำเทคโนโลยีสารสนเทศเข้ามาร่วมในระบบโรงงานอัตโนมัติ โดยเริ่มต้นจากระบบที่จะทำการตรวจสอบปริมาณวัตถุดิบที่จัดเก็บไว้ว่าอยู่ในระดับที่ต้องสั่งซื้อใหม่ (reorder point) หรือไม่ เมื่อปริมาณวัตถุดิบอยู่ในระดับที่กำหนด ระบบจะทำการสั่งซื้อวัตถุดิบโดยผ่านระบบการสั่งซื้อทางอินเตอร์เน็ตในปริมาณที่จะทำให้ต้นทุนรวมของต้นทุนการจัดเก็บและต้นทุนการสั่งซื้อต่ำที่สุด ซึ่งเป็นการลดเวลาการดำเนินการตรวจนับวัตถุดิบ โดยปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัดจะได้จากสมการคำนวณ (Economic Order Quantity) เมื่อวัตถุดิบมาถึงระบบจะทำการคัดแยกแล้วทำการจัดเก็บในระบบคลังสินค้าอัตโนมัติแล้วทำการบันทึกวันและเวลาในการจัดเก็บ เมื่อต้องการเรียกใช้วัตถุดิบระบบจะทำการค้นหาชนิดของวัตถุดิบ โดยจะทำการเรียกใช้วัตถุดิบที่ได้เข้าทำการจัดเก็บก่อน (first in first out)

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

วิธีการพยากรณ์ความต้องการการผลิตสินค้า และระบบรายงานต่อเนื่องกับการพยากรณ์ความต้องการนำมาทำงานร่วมกันที่ถูกเรียกว่า (Continuous review with demand forecasting: CRDF) ร่วมกับการคำนวณปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด โดยลักษณะเด่นของวิธีการที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้คือการใช้ข้อมูลจากพยากรณ์มาคำนวณร่วมกับปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด จะทำให้ทราบปริมาณที่จะสั่งซื้อในช่วงเวลานั้น และจุดที่จะทำการสั่งซื้อใหม่ แล้วนำปริมาณที่คำนวณได้ไปทำการสั่งซื้ออย่างอัตโนมัติ และนำวัตถุดิบที่สั่งซื้อไปทำการจัดเก็บอย่างอัตโนมัติในวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะใช้อัลกอลิธึม

ตัวทำนายค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) และการรายงานต่อเนื่อง (Continuous review system) ซึ่งในวิทยานิพนธ์เล่มนี้ได้แสดงผลของคอมพิวเตอร์ซิมมูเลชั่น (Computer Simulation) เพื่อเปรียบเทียบวิธีการ CRDF กับวิธีการ Continuous Review method

1.5 ขอบเขตการวิจัย

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอวิธีการพยากรณ์ความต้องการการผลิตสินค้าด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) แล้วนำข้อมูลวัตถุดิบไปสั่งซื้อแล้วนำวัตถุดิบที่สั่งซื้อไปทำการจัดเก็บในระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ โดยใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ ร่วมกับตัวควบคุมPLC เป็นตัวประสานคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในการจัดการเข้ากับระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ และใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบล่วงหน้า เพื่อเอาผลที่ได้จากการคำนวณเป็นข้อมูลในการหาจุดสั่งซื้อใหม่

1.6 ขั้นตอนของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บทด้วยกันคือ

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาของงานวิจัย ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ สมมติฐาน ทฤษฎีที่ใช้ ขอบเขตของการวิจัย และขั้นตอนการศึกษา

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัยคือการใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่สนับสนุนการผลิต และสมการปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด

บทที่ 3 กล่าวถึงระบบรายงานต่อเนื่องกับการพยากรณ์ความต้องการ (CRDF) และระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ

บทที่ 4 กล่าวถึงการนำข้อมูลมาทำการพยากรณ์ความต้องการการผลิตสินค้า และผลที่ได้จากการจำลองระบบ เพื่อแสดงให้เห็นว่าวิธีการที่นำเสนอนั้นมีความสารมารถอย่างไร

บทที่ 5 เป็นบทสรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

บทที่ 2
ทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในการวิจัย

ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่างๆ ที่เกี่ยวข้องในการวิจัย ซึ่งเนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึง การควบคุมสินค้าคงคลัง, จำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด, การพยากรณ์, ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี และระบบการผลิตแบบประหยัด, เทคโนโลยีการผลิต, โลคัลแอเรียเน็ทเวิร์ค, โปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์ และตัวอย่างระบบโรงงานที่นำมาทดลอง

2.1 การควบคุสินค้าคงคลัง

การควบคุสินค้าคงคลัง (Inventory Control) หมายถึง การจัดอย่างมีระบบในเรื่องเกี่ยวกับการได้มาและมีไว้ซึ่งสินค้า เพื่อตอบสนองความต้องการในปัจจุบันและอนาคต ได้อย่างเพียงพอและเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

สินค้าคงคลังเป็นแหล่งรวมต้นทุนส่วนหนึ่งของบริษัท ซึ่งมีมูลค่าสูงถึง 40% ของมูลค่าทรัพย์สินทั้งหมดของบริษัท จึงจำเป็นต้องออกแบบและวางแผนควบคุมสินค้าคงคลัง ทั้งปริมาณการจัดเก็บ และจำนวนการสั่งผลิตซึ่งในการบริหารควบคุมสินค้าคงคลังจำเป็นต้องใช้ข้อมูลการพยากรณ์ร่วมด้วย โดยสินค้าคงคลังมีหน้าที่ดังนี้

หน้าที่ของสินค้าคงคลัง (Functions of inventory) สินค้าคงคลัง (inventory) เป็นสินค้าสำเร็จรูปที่อยู่ในคลังสินค้า รวมถึงวัตถุดิบคงคลังที่ใช้ในการผลิตสินค้าและสินค้าที่อยู่ในกระบวนการผลิต หรือที่เรียกว่างานระหว่างกระบวนการ (Work in process) สินค้าคงคลังมีบทบาทในการเพิ่มความยืดหยุ่นในการบริหารงานผลิตได้ซึ่งบทบาทหน้าที่ที่สำคัญมีดังนี้

1. เป็นการจัดแยกประเภทสินค้าอย่างเป็นหมวดหมู่ และการบริหารสินค้าคงคลังจะช่วยให้สามารถจัดส่งสินค้าได้ทันเวลา
2. ทำให้เกิดความสัมพันธ์ระหว่างผู้ขายปัจจัยการผลิต (Supplier) กับผู้ผลิตและผู้ผลิตกับลูกค้า เช่น หากผู้ขายปัจจัยการผลิต มีความไม่สม่ำเสมอในการผลิตหรือจัดส่งก็จะส่งผลกระทบต่องานผลิตของบริษัทได้ และจะกระทบไปสู่ลูกค้าอีกด้วย
3. ได้รับประโยชน์จากส่วนลด เนื่องจากโดยทั่วไปแล้วการสั่งซื้อสินค้าจำนวนมากจะได้ราคาต่อหน่วยที่ต่ำลง
4. ป้องกันปัญหาจากสภาวะเงินเฟ้อและภาวะการณ์ขึ้นราคาของสินค้า เนื่องจากมีการจัดเก็บสินค้าในคลังสินค้าตลอดเวลา
5. ป้องกันปัญหาความไม่แน่นอนจากการส่งมอบ อันเนื่องมาจากดินฟ้าอากาศ ปัญหาด้านคุณภาพของสินค้า หรือปัญหาจากการหาผู้ขายปัจจัยการผลิตที่มีคุณภาพไม่ได้ และอื่นๆ

6. ช่วยทำให้งานผลิตเป็นไปอย่างต่อเนื่อง ไม่ติดขัด ไม่มีปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบ หรือไม่มีสินค้างคงคลังระหว่างการผลิต

ประเภทของสินค้าคงคลัง

1. สินค้างคงคลังที่เป็นวัตถุดิบ (Raw material inventory) คือ สินค้าที่ซื้อเข้ามาเพื่อเข้าสู่กระบวนการผลิต ซึ่งจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับผู้ขายปัจจัยการผลิต ดังนั้นควรเลือกผู้ขายปัจจัยการผลิตที่มีความแน่นอนในเรื่องคุณภาพของผลิตภัณฑ์ ปริมาณ และความตรงต่อเวลาในการจัดส่ง

2. สินค้างคงคลังระหว่างผลิต (Work-in-Process (WIP) inventory) คือ สินค้าที่ผ่านกระบวนการผลิตมาบ้างแล้ว แต่ยังไม่เสร็จสิ้นครบตามกระบวนการผลิต นั่นคือต้องรอเข้ากระบวนการผลิตถัดไป เพื่อให้ครบรอบเวลาของการผลิต

3. สินค้างคงคลังประเภทอะไหล่สำหรับการซ่อมบำรุง (Maintenance/repair/operating (MROs)) คือ กลุ่มสินค้าประเภทอะไหล่และอุปกรณ์ที่จำเป็นต้องมีสำรองไว้เพื่องานซ่อมบำรุง ทั้งนี้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดภาวะอะไหล่ขาดแคลน หรือหาซื้อไม่ได้ในยามที่อุปกรณ์ชำรุด

4. สินค้างคงคลังประเภทสินค้าสำเร็จรูป (Finished goods inventory) คือ กลุ่มสินค้าที่ผ่านกระบวนการผลิตขั้นสุดท้ายแล้ว มีความพร้อมที่จะส่งขายทันที ทำการเก็บรักษาเพื่อสำรองไว้ขายให้ลูกค้าได้ตลอดเวลา และนับว่าเป็นทรัพย์สินของบริษัท

ประเด็นสำคัญของการควบคุมสินค้าคงคลัง ซึ่งสินค้าดังกล่าวอาจเป็นสินค้าที่ซื้อมาหรือผลิตขึ้นเองก็ตาม เป้าหมายอยู่ที่ความต้องการที่จะควบคุมให้สินค้ามีปริมาณเพียงพอต่อการใช้หรือขาย และในขณะเดียวกันก็จะต้องเสียค้าใช้จ่ายในการได้มาและมีไว้ซึ่งสินค้านั้นๆต่ำที่สุดด้วย สำหรับเป้าหมายที่ต้องการให้มีสินค้าไว้อย่างเพียงพอ ก็เพื่อหลีกเลี่ยงความเสียหายอันอาจจะเกิดจากสินค้าขาดมือ ซึ่งจะทำให้การดำเนินกิจการชะงักงัน อันจะเป็นผลให้ขาดรายได้อันพึงจะได้และอาจสวนเสียส่วนแบ่งตลาด (market share) รวมทั้งการสูญเสียชื่อเสียง (goodwill) ในที่สุดด้วยในทางตรงกันข้ามถ้าถือครองสินค้าไว้ในปริมาณมากๆ จนเกินกว่าความต้องการ ก็จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการครอบครองจำนวนมากจนอาจทำให้ผลตอบแทนของ การดำเนินกิจการอยู่ในระดับที่ไม่เหมาะสมที่จะดำเนินการต่อไป ดังนั้นในการควบคุมสินค้าคงคลัง จึงจำเป็นที่จะต้องควบคุมสินค้าให้มีอยู่ในระดับที่เหมาะสมที่สุด

ระบบควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control System)

การควบคุมสินค้าคงคลัง จำเป็นจะต้องมีรูปแบบเฉพาะของแต่ละกิจการ ซึ่งระบบควบคุมที่ดีควรจะต้องเป็นระบบที่สามารถใช้ในการควบคุมสินค้าคงคลังของกิจการนั้นๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ สามารถใช้ได้อย่างคล่องตัว และใช้ได้เกือบทุกสภาพการณ์ แต่ไม่ว่าระบบควบคุมสินค้าคงคลังจะเป็นลักษณะใด ระบบควบคุมดังกล่าวจะสามารถให้คำตอบในการช่วยตัดสินใจเกี่ยวกับเรื่องราวต่อไปนี้

ก) จำนวนการสั่งซื้อแต่ละครั้งหรือแต่ละคราว

ข) ระยะเวลาการสั่งซื้อแต่ละครั้ง

ระบบการควบคุมสินค้าคงคลังที่สามารถตอบคำถามข้างต้นนี้ ปัจจุบันมีอยู่ด้วยกันหลายรูปแบบ ซึ่งรูปแบบเหล่านั้นสามารถรวบรวมเป็น 3 ระบบใหญ่ๆ ดังนี้

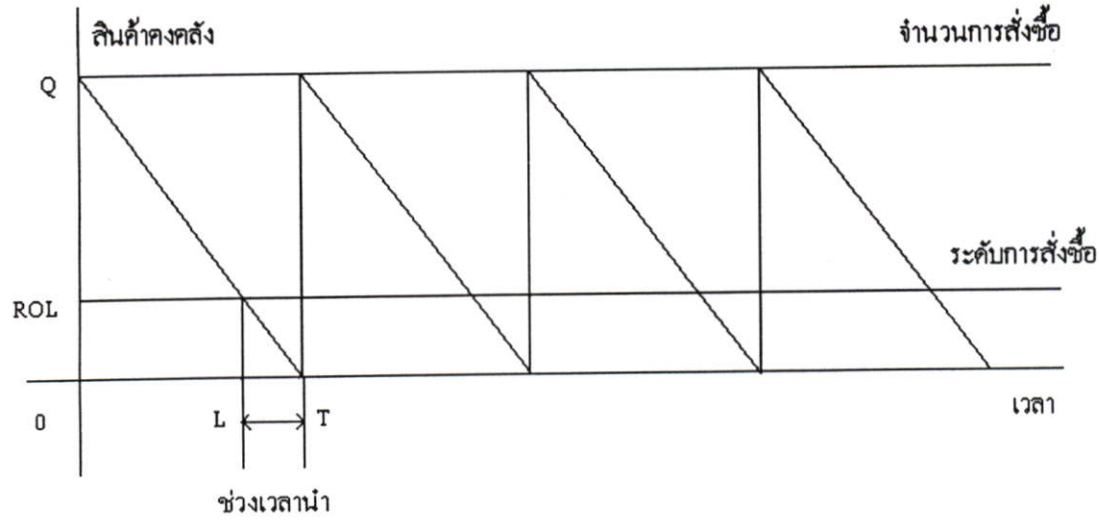
2.1.1 ระบบจำกัดจำนวน (Fixed Order Size or Two-bin System)

ระบบจำกัดจำนวน หมายถึง ระบบของการควบคุมสินค้าคงคลัง ซึ่งการซื้อแต่ละคราวได้กำหนดจำนวนที่จะสั่งซื้อไว้คงที่เท่ากันหมดทุกครั้งไป แต่ระยะเวลาที่จะสั่งซื้อแต่ละครั้งนั้นไม่มีกำหนดแน่นอนตายตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการในช่วงเวลานั้นๆ เป็นสำคัญ

ในทางปฏิบัติจะแบ่งสินค้าที่แบ่งซื้อมาในแต่ละครั้งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งนำออกไปใช้หรือขายไปก่อน อีกส่วนเก็บรักษาไว้เสมือนสัญญาณเตือนการสั่งซื้อครั้งต่อไป ดังนั้นเมื่อสินค้าส่วนที่หนึ่งที่นำออกไปใช้หรือไปขายหมด ก็จะเริ่มซื้อครั้งต่อไปด้วยจำนวนที่กำหนดไว้ทันทีระหว่างนี้สินค้าส่วนที่สอง ซึ่งเก็บรักษาไว้จะถูกนำออกมาใช้หรือขายตามปกติ และเมื่อที่สั่งใหม่มาถึง ส่วนที่สองนี้ก็อาจหมดลงพอดี จากนั้นที่สั่งมาใหม่ก็จะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน เช่นเดิมอีก ดำเนินการเช่นนี้ไปเรื่อยๆ กิจการก็จะดำเนินไปตามปกติดังต้องการ

จากรูปแบบการควบคุมสินค้าคงคลัง ระบบจำกัดจำนวนข้างต้นนี้ จะเห็นได้ว่าระยะเวลาการสั่งซื้อแต่ละครั้งนั้นช่วงห่างที่ไม่แน่นอนตายตัว ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการของสินค้านั้นๆในแต่ละช่วงเวลา กล่าวคือ ถ้าสินค้าส่วนหนึ่งหมดลงเมื่อใดก็เริ่มการสั่งสินค้าใหม่เมื่อนั้น ประเด็นที่จะต้องพิจารณารูปแบบนี้อยู่ที่ว่า จะแบ่งสินค้าที่ซื้อมาแต่ละคราวออกเป็น 2 ส่วน ในลักษณะจำนวนอย่างไรจึงเหมาะสมที่จะทำให้กิจการดำเนินไปอย่างปกติดังจต้องการ ปัญหาดังกล่าวนี้ ถ้าพิจารณาแล้วจะเห็นว่าส่วนของสินค้าที่สำคัญ คือส่วนของสินค้าส่วนที่สองซึ่งเป็นเสมือนสัญญาณการสั่งซื้อนั้นเอง ในทางปฏิบัติจะต้องคำนวณเพื่อกะประมาณระยะเวลา ซึ่งเป็นช่องว่างระหว่างเวลาที่ออกใบสั่งซื้อกับเวลาที่สินค้าส่งมาถึง ซึ่งปกติจะไม่ใช่เวลาเดียวกัน นั่นคือเมื่อสั่งซื้อแล้วจะไม่ได้สินค้าในทันทีร แต่จะเกิดการล่าช้าขึ้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องออกใบสั่งซื้อล่วงหน้าก่อนที่สินค้าหมดลง ซึ่งระยะเวลาล่วงหน้านี้เรียกกันว่า “Lead Time” เช่นนี้แล้ว การกะประมาณช่วงเวลาล่วงหน้าจะต้องมีความสัมพันธ์เหมาะสมกับสินค้าส่วนที่สองอย่างพอเหมาะพอดี จึงจะทำให้ระบบการควบคุมสินค้าคงคลังนี้มีประสิทธิภาพเต็มที่

ลักษณะการควบคุมสินค้าคงคลังด้วยระบบจำกัดจำนวนนี้ อาจแสดงให้เห็นได้โดยง่ายด้วยรูปเรขาคณิต

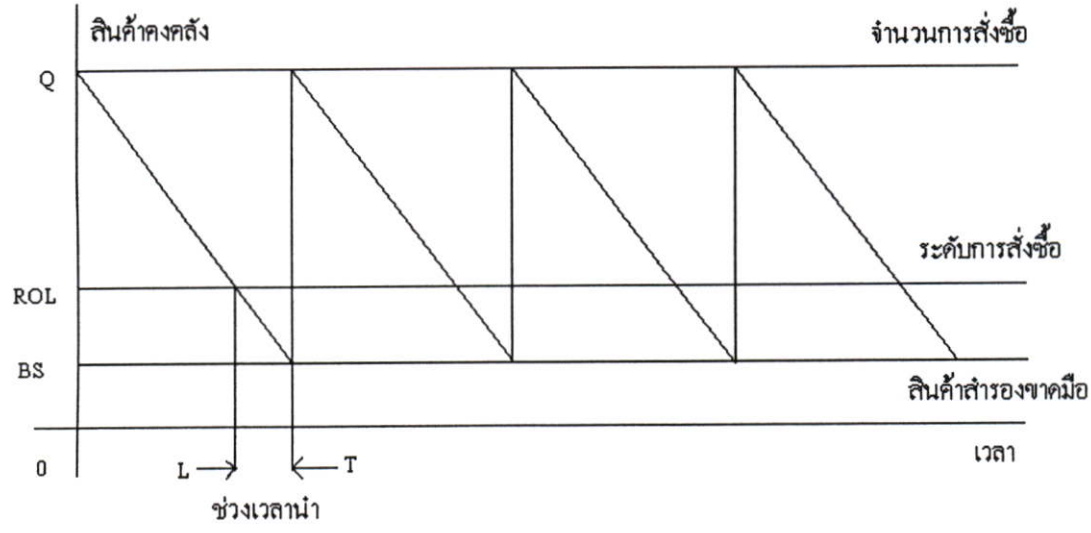


รูปที่ 2.1 การควบคุมสินค้าคงคลังด้วยระบบจำกัดจำนวน

จากรูป จะเห็นว่าการสั่งซื้อแต่ละคราวจะเท่ากับ Q หน่วยสินค้า ซึ่งจำนวนสนค้าที่สั่งซื้อมานี้จะถูกแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนหนึ่งจำนวน R หน่วย จะเก็บรักษาไว้เป็นเสมือนเตือนการสั่งซื้อสำหรับอีกส่วนหนึ่งจำนวน (Q-R) หน่วยจะนำไปใช้หรือไปขายก่อน ณ ขณะใดขณะหนึ่งเมื่อสินค้าที่สั่งซื้อเข้ามาถึง สินค้าคงคลังจะมีอยู่เป็นจำนวนทั้งหมด Q หน่วย เมื่อเวลาล่วงเลยไปสินค้าที่มีอยู่จะถูกใช้หรือขายไป ทำให้สินค้าคงคลังเริ่มลดลงตามเวลาที่ผ่านไปตามเส้น QT เมื่อใช้หรือขายสินค้าไปกระทั่งสินค้ามีจำนวน (Q-R) หมดลง ซึ่งเป็นขณะที่เวลาผ่านไป L หน่วยเวลาสินค้าที่ยังคงเหลืออยู่จะมีเพียง R หน่วยเท่านั้น ดังนั้นการสั่งซื้อใหม่นี้กระทำก่อนที่สินค้าคงคลังที่มีอยู่ทั้งหมดจะหมดลงจริงๆ ซึ่งเป็นการสั่งซื้อล่วงหน้า ช่วงเวลาล่วงหน้านี้คือช่วงเวลา LT นั่นเอง และเมื่อสินค้าที่สั่งซื้อใหม่ส่งมาถึงเมื่อเวลา T จำนวนสินค้าคงคลังก็จะมีจำนวน Q หน่วยเช่นเดิม ดังนั้นถ้าหากว่าการใช้หรือขายและการสั่งซื้อใหม่ดำเนินไปเรื่อยๆ เช่นนี้ การควบคุมสินค้าคงคลังลักษณะนี้ก็จะทำให้การดำเนินกิจการเป็นไปโดยปกติดังที่ต้องการ

อนึ่ง การพิจารณาดังกล่าวข้างต้น ไม่ได้รวมสินค้าสำรองขาดมือ (Safety Stock)b ไว้ด้วยทั้งนี้ก็เพื่อให้เกิดความเด่นชัดในระบบจำกัดจำนวนที่กำลังพิจารณาอยู่เพียงโสดเดียว อย่างไรก็ตาม โดยปรกติแล้วทุก ๆ กิจกรรมจะต้องมีสินค่าสำรองการขาดมือรวมอยู่ในสินค้าคงคลังด้วย ทั้งนี้เพื่อเป็นการป้องกันความเสียหายอันจะเกิดจากเหตุการณ์ปัจจุบันทันด่วนที่ไม่สามารถคาดการณ์ล่วงหน้าได้ เหตุการณ์ดังกล่าวอันได้แก่การขนส่งสินค้าใหม่ล่าช้ากว่ากำหนด หรือเครื่องจักรที่ผลิตสินค้าขัดข้อง หรือเกิดอุบัติเหตุใดๆ ที่เกี่ยวข้อง ดังนั้น สินค้าสำรองการขาดมือจึงเป็นเพียงสินค้าจำนวนคงที่จำนวนหนึ่งที่กักเก็บรักษาไว้เพื่อที่จะนำมาใช้ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ที่ไม่ปกติเท่านั้น เช่นนี้แล้ว สินค้าสำรองการขาดมือจึงไม่มีส่วนผูกพันโดยตรงกับจำนวนการสั่งซื้อใหม่ และการพิจารณาระบบการควบคุมสินค้าคงคลังแบบจำกัดจำนวนแต่อย่างใด

อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการนำสินค้าสำรองการขาดมือเข้ามาร่วมพิจารณาในระบบด้วย การพิจารณาที่ได้กล่าวมาข้างต้นโดยตลอดก็จะต้องคงอยู่ในลักษณะเดิม การสั่งซื้อใหม่ก็จะมีปริมาณคงเดิม การแบ่งส่วนก็ยังคงเป็นไปเช่นเดิม เพียงแต่ว่าสินค้าคงคลังทั้งหมด หมายรวมถึงสินค้าสั่งซื้อมาใหม่กับสินค้าสำรองการขาดมือรวมกันเท่านั้นเอง ซึ่งลักษณะดังกล่าวนี้อาจแสดงโดยรูปเรขาคณิตได้โดยง่าย ดังต่อไปนี้



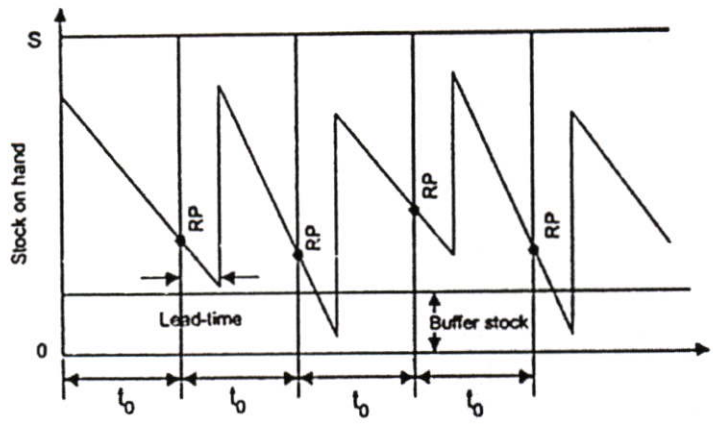
รูปที่ 2.2 การควบคุมสินค้าคงคลังด้วยระบบจำกัดจำนวน กรณีที่มีสินค้าสำรองการขาดมือ

หมายเหตุ :

1. สินค้าคงคลังทั้งหมด= Q หน่วย
2. สินค้าสำรองการขาดมือ = BS หน่วย
3. จำนวนการสั่งซื้อแต่ละคราว = (Q - BS) หน่วย
4. จำนวนสินค้าสัญญาณเตือนการสั่งซื้อ = (R - BS)หน่วย
5. จำนวนสินค้าส่วนที่จำนำออกมาใช้หรือขายก่อน = (Q - R) หน่วย

2.1.2 ระบบจำกัดเวลา (Fixed Order Period or Ordering Cycle System)

ระบบจำกัดเวลา หมายถึง ระบบของการควบคุมสินค้าคงคลัง ซึ่งระยะเวลาที่จะสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้งได้กำหนดไว้แน่นอนตายตัวแล้ว เช่น สั่งซื้อทุกๆ หนึ่งเดือน หรือทุกๆ สามเดือน หรือทุกๆ หกเดือน เป็นต้น แต่จำนวนสินค้าที่จำสั่งซื้อในแต่ละคราวนั้นมีปริมาณไม่แน่นอน ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความต้องการหรือจำนวนสินค้าที่ได้ใช้ไปหรือขายไปในแต่ละช่วงเวลานั้นๆ เป็นสำคัญ ในทางปฏิบัติทั่วไปปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละคราวจะพิจารณาจากปริมาณเฉลี่ยของการสั่งซื้อในแต่ลพคราวก่อนๆ แล้วปรับปรุงโดยการเพิ่มหรือลดจำนวนดังกล่าวนี้ ด้วยการพิจารณาจากปริมาณที่ใช้หรือขายไปในช่วงเวลาที่จะออกใบสั่งซื้อนั้นๆ



รูปที่ 2.3 การควบคุมสินค้าคงคลังด้วยระบบจำกัดเวลา

2.1.3 ระบบผสม (Mixed System)

ระบบผสม หมายถึง ระบบการควบคุมสินค้าคงคลัง ที่นำหลักการของระบบจำกัดจำนวนและระบบจำกัดเวลามาใช้ร่วมกัน เพื่อให้เหมาะสมกับกิจการในแต่ละประเภทนั้นๆ ระบบผสมนี้มีได้มากมายรูปแบบ ขึ้นอยู่กับที่จะนำระบบจำกัดจำนวนและจำกัดเวลามาผสมกัน หรือประกอบกันในลักษณะและระดับอย่างไร อย่างไรก็ตามการผสมระบบดังกล่าวอาจจำแนกเป็นสองลักษณะหลักๆ ดังนี้

1) ระบบผสม ซึ่งมีลักษณะของระบบจำกัดจำนวนเป็นหลัก โดยมีระบบจำกัดเวลาเป็นรอง กล่าวคือ ระยะเวลาการสั่งซื้อใหม่แต่ละครั้งจำใช้ระบบจำกัดจำนวน แต่จำนวนการสั่งซื้อเป็นไปในลักษณะของระบบจำกัดเวลา นั่นคือ การเริ่มสั่งซื้อใหม่แต่ละครั้ง จะเกิดขึ้นเมื่อจำนวนสินค้าที่คงอยู่ในคลังลดลงถึงระดับหนึ่งที่กำหนดไว้ (ได้ใช้หรือขายสินค้าไปแล้ว เหลือเฉพาะอีกส่วนหนึ่งซึ่งแบ่งไว้เป็นเสมือนสัญญาณเตือนการสั่งซื้อ) แต่จำนวนการสั่งซื้อแต่ละคราวไม่ได้กำหนดตายตัวไว้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนความต้องการที่จะเกิดขึ้นในช่วงนั้นๆ

2) ระบบผสม ซึ่งมีลักษณะของระบบจำกัดเวลาหลักโดยมีระบบจำกัดจำนวนเป็น เป็นรอง กล่าวคือ ระบบผสมลักษณะนี้ จะมีหลักการทุกประการเช่นเดียวกับระบบจำกัดเวลา เพียงแต่นำระบบจำกัดจำนวนในเรื่องเกี่ยวกับระยะเวลาการสั่งซื้อมาเสริมประกอบด้วยในบางขณะเท่านั้น นั่นคือ ปกติระยะเวลาการสั่งซื้อใหม่แต่ละครั้งจะกำหนดไว้แน่นอนตายตัว แต่ถ้าสินค้าคงคลังลดลงถึงระดับหนางที่กำหนดไว้ก็จะเริ่มการสั่งซื้อใหม่ทันที ทั้งนี่ระยะเวลาดังกล่าวอาจจะยังไม่ถึงเวลาที่กำหนดไว้แต่เดิมก็ตาม สำหรับจำนวนการสั่งซื้อแต่ละคราวไม่ได้กำหนดไว้ตายตัว ขึ้นอยู่กับความต้องการของช่วงเวลานั้น ดังเช่นระบบจำกัดเวลาปกติทั่วๆไป

การควบคุมสินค้าคงคลังโดยระบบผสมดังที่ได้กล่าวมาข้างต้นนี้ นับว่าเป็นการรวบรวมข้อดีและละเว้นข้อเสีย ของระบบจำกัดจำนวนและระบบจำกัดเวลา ทำให้ได้ระบบใหม่ซึ่งเป็นระบบผสมที่กอปรด้วยข้อดีที่เหมาะสมกับกิจการแต่ละประเภทได้ดียิ่งขึ้น ทั้งนี้เพราะ การที่จะต้องนำระบบการควบคุมสินค้าคงคลังระบบจำกัดจำนวนหรือระบบจำกัดเวลาอย่างใดอย่างหนึ่งในลักษณะเต็มรูปแบบ

ไปใช้ในกิจการบางประเภทที่มีลักษณะเฉพาะตัว อาจจะกระทำได้โดยยากหรือไม่เหมาะสม ตัวอย่างเช่น ถ้าสินค้าในกิจการใดแบ่งแยกเป็นสองส่วนได้ยากหรือไม่ได้เลย การที่จะนำระบบจำกัดจำนวนไปใช้ก็จะกระทำได้ยากหรือไม่ได้เลยเช่นกัน แต่ขณะเดียวกันถ้านำระบบจำกัดเวลาไปใช้ในกิจการนั้น ก็จะเกิดปัญหาว่า ถ้าสินค้าคงคลังที่มีอยู่เกิดหมดสิ้นลงก่อนระยะเวลาการสั่งซื้อใหม่ซึ่งได้กำหนดไว้แน่นอนตายตัวแล้ว การสั่งซื้อใหม่ก่อนกำหนดก็อาจจะไม่สามารถทำได้ ซึ่งจะทำให้เกิดความเสียหายขึ้นอย่างแน่นอน ดังนั้นระบบผสมจึงนับว่าเป็นระบบที่ดีที่สุดของกิจการที่มีลักษณะเฉพาะตัว

อย่างไรก็ตาม ระบบการควบคุมสินค้าคงคลังที่เหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละกิจการนั้นนอกจากต้องประกอบไปด้วยรูปแบบของระบบที่เหมาะสมซึ่งสามารถควบคุมสินค้าคงคลังให้เพียงพอต่อความต้องการในปัจจุบันและอนาคต ระบบการควบคุมดังกล่าวยังจะต้องสามารถชี้ชัดระดับของสินค้าคงคลังที่จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการได้มา และมีไว้ซึ่งของคงคลังเหล่านั้นอยู่ในระดับต่ำสุดหรือประหยัดที่สุดด้วย ดังนั้น ต่อแต่นี้ไปจะเป็นการศึกษา จำนวนการสั่งซื้อและระยะเวลาการสั่งซื้อสินค้าแต่ละครั้ง ที่จะนำไปสู่การประหยัดที่สุดต่อไป ซึ่งการพิจารณาปริมาณหรือจำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัดที่สุดนี้ จะเป็นข้อบ่งชี้ถึงระบบหรือการผสมระบบการควบคุมสินค้าคงคลังที่เหมาะสมของกิจการอีกด้วย

2.2 จำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Ordering Quantity : EOQ)

จำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด หมายถึง จำนวนการสั่งซื้อสินค้าแต่ละคราวที่จะทำให้ต้นทุนหรือค่าใช้จ่ายของสินค้าคงคลัง (inventory cost) อยู่ในระดับที่ต่ำสุด ทั้งนี้ต้นทุนของสินค้าคงคลังดังกล่าวหมายถึง ต้นทุนของการได้มาซึ่งสินค้า (acquisition cost) และต้นทุนในการมีไว้ซึ่งสินค้าในครอบครอง (possession cost) รวมกัน

โดยลักษณะทั่วไป ต้นทุนของการได้มาซึ่งสินค้า หรือเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า ต้นทุนการสั่งซื้อ (ordering costs or set-up costs) หมายถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปเพื่อให้ได้สินค้าต้องการนั้นๆ มา ค่าใช้จ่ายดังกล่าวนี้ เป็นค่าวัสดุอุปกรณ์ และค่าแรงงาน นับตั้งแต่การเตรียมการสั่งซื้อ จนกระทั่งได้รับสินค้านั้นๆ ต้นทุนการสั่งซื้อนี้ จะเป็นต้นทุนที่มีลักษณะ ที่คงที่ต่อการสั่งซื้อสินค้าแต่ละคราว ทั้งนี้ไม่นับว่าในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละคราวนั้นจะมากน้อยเพียงไรก็ตาม ดังนั้น ต้นทุนการสั่งซื้อจึงมีความสัมพันธ์ผกผันกับจำนวนสั่งซื้อ นั่นคือ การสั่งซื้อคราวละจำนวนมากๆ จำนวนการสั่งซื้อก็จะน้อย ทำให้เสียต้นทุนการสั่งซื้อรวมน้อย แต่ถ้าสั่งซื้อคราวละจำนวนน้อยๆ จำนวนครั้งของการสั่งซื้อจะมาก ทำให้เสียต้นทุนการสั่งซื้อรวมมาก

สำหรับต้นทุนการมีไว้ซึ่งสินค้าครอบครอง หรืออาจเรียกว่า ต้นทุนการครอบครอง (carrying costs) หมายถึงค่าใช้จ่ายที่ใช้ไปในการเก็บรักษาสินค้านั้นๆ ไว้ในครอบครอง ต้นทุนการครอบครองนี้อาจได้แก่ ค่าเสียโอกาสของเงินทุน ค้าเสื่อมราคาสินค้า ค่าสถานที่ ค่าเก็บรักษา ค้าขนย้าย ค่าประกันและค่าภาษี เป็นต้น อนึ่ง ต้นทุนการครอบครองจะเป็น ต้นทุนที่มีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนการสั่งซื้อนั่นคือ ถ้าสั่งซื้อคราวละมาก ๆ จะทำให้มีสินค้าคงคลังอยู่มาก ทำให้เสียต้นทุนการครอบครอง

มาก แต่ถ้าสั่งซื้อคราวละน้อยๆ สินค้าที่จะเหลืออยู่คงคลังก็น้อย ซึ่งทำให้เสียต้นทุนการครอบครองน้อยลง

จากการที่ได้พิจารณาความหมายและลักษณะ ต้นทุนสินค้าคงคลังทั้งสองประเภทนี้แล้ว จะสามารถสรุปรวมได้ว่า ถ้ามีการสั่งซื้อสินค้าคราวละมาก ๆ ย่อมทำให้ต้นทุนการสั่งซื้อมีน้อย แต่ต้นทุนการครอบครองมีมาก ในทางตรงกันข้าม ถ้าสั่งซื้อคราวละน้อย ๆ ย่อมทำให้ต้นทุนการสั่งซื้อมีมากและต้นทุนการครอบครองมีน้อย ฉะนั้นในการสั่งซื้อสินค้าแต่ละคราวนั้น จำเป็นจะต้องสั่งซื้อในจำนวนที่เหมาะสม จึงจะทำให้ต้นทุนของสินค้าคงคลังทั้งหมดต่ำสุด นั้นคือ จะต้องสั่งซื้อในขนาดจำนวนที่ประหยัด (economic lot size) หรือทำให้มีจำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Ordering Quantity : EOQ) นั่นเอง

การหาจำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด EOQ อาจจำแนกได้ 3 วิธี คือ

1) โดยวิธีการเรขาคณิต (Graphical Approach)

2) โดยวิธีตาราง (Tabular Approach)

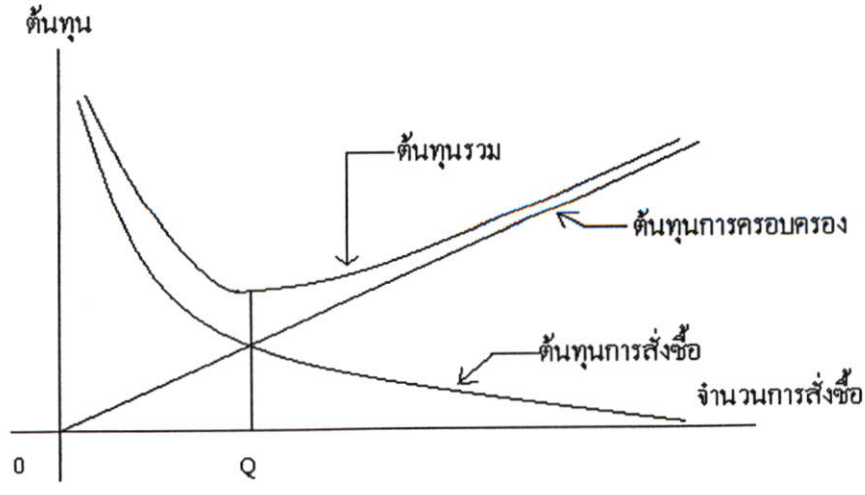
3) โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Approach)

แต่ละวิธีทางอาจแสดงให้เข้าใจในรายละเอียดได้ดังนี้

2.2.1 การหา EOQ โดยวิธีการเรขาคณิต (Graphical Approach)

การหา EOQ โดยวิธีการเรขาคณิต (Graphical Approach) กระทำได้โดยการนำต้นทุนสินค้าคงคลังแต่ละประเภท ซึ่งได้แก่ ต้นทุนการสั่งซื้อ และต้นทุนการครอบครอง ลงเขียนแสดงความสัมพันธ์กับจำนวนการสั่งซื้อแต่ละคราวในกระดาษตารางระยะ (graph) และเมื่อนำต้นทุนทั้งสองประเภทนี้รวมกัน ก็จะได้ต้นทุนรวมซึ่งเป้าต้นทุนของสินค้าคงคลังนั่นเอง จากนี้เมื่อพิจารณาเส้นต้นทุนข้างต้นก็จะทราบได้ว่า ตำแหน่งต้นทุนรวมที่ต่ำสุดนั้น เป็นตำแหน่งจำนวนการสั่งซื้อเท่าใด ซึ่งจำนวนการสั่งซื้อนั้นคือ EOQ นั่นเอง

EOQ โดยวิธีทางเรขาคณิตนี้ ได้แสดงไว้ในรูป 2.4 ต่อไปนี้



รูปที่ 2.4 การหา EOQ โดยวิธีทางเรขาคณิต

รูปที่ 2.4 แสดงให้เห็นว่า ต้นทุนการสั่งซื้อจะอยู่ในระดับสูง เมื่อจำนวนการสั่งซื้อแต่ละคราวมีจำนวนน้อย และต้นทุนนี้จะลดลงเมื่อจำนวนการสั่งซื้อมากขึ้น ในทางตรงกันข้าม ต้นทุนการครอบครองจะอยู่ในระดับต่ำ เมื่อจำนวนการสั่งซื้อแต่ละคราวมีน้อย และต้นทุนนี้จะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับตามจำนวนการสั่งซื้อที่เพิ่มขึ้น เมื่อรวมต้นทุนการสั่งซื้อและต้นทุนการครอบครองเข้าด้วยกัน จะได้ต้นทุนรวม ซึ่งเป็นต้นทุนสินค้าคงคลังทั้งหมด ต้นทุนรวมนี้จะสูงเมื่อจำนวนการสั่งซื้อแต่ละครั้งมีจำนวนน้อยๆ และต้นทุนนี้จะลดลงเป็นลำดับเมื่อจำนวนการสั่งซื้อมากขึ้น จนกระทั่งถึงตำแหน่งจำนวนการสั่งซื้อที่มีต้นทุนการสั่งซื้อเท่ากับต้นทุนการครอบครองพอดีๆ ต้นทุนรวมก็จะอยู่ในระดับต่ำที่สุด และถ้าจำนวนการสั่งซื้อเพิ่มขึ้นมากไปว่านี้อีก ต้นทุนรวมจะเพิ่มขึ้นเป็นลำดับตามกันไป ดังนั้น จะเห็นได้ว่า จำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) จะเกิดขึ้นที่ต้นทุนรวมอยู่ในตำแหน่งต่ำสุด ซึ่งเป็นตำแหน่งที่ต้นทุนการสั่งซื้อเท่ากับต้นทุนการครอบครองพอดีๆ ตำแหน่งดังกล่าวนี้ คือ ตำแหน่ง Q ดังที่ได้แสดงไว้แล้วในรูป 2.4 ข้างต้น

2.2.2 การหา EOQโดยวิธีตาราง (Tabular Approach)

สมมติว่า โรงเรียนแห่งหนึ่ง ได้ประมาณการไว้ว่า ในปีการศึกษานี้จะมีนักศึกษาต้องการตำราทั้งสิ้น 1,200 เล่ม แต่โดยเหตุที่องค์การตำราไม่มีโรงพิมพ์เอง จึงต้องจัดพิมพ์ตำราดังกล่าวไว้ล่วงหน้า

ในการสั่งพิมพ์ตำรานี้ จะต้องเสียค่าใช้จ่ายในการพิมพ์คราวละ 100 บาท เสียค่าพิมพ์ตำราเล่มละ 60 และจะต้องเสียค่าเก็บรักษาตำราที่ยังไม่ได้จำหน่ายไว้ในคลังคิดเป็นร้อยละ 10 ของมูลค่าตำราคงคลังต่อปี

อยากทราบว่า โรงเรียนแห่งนี้ ควรสั่งพิมพ์ตำราคราวละกี่เล่ม จึงจะเหมาะสมที่สุด

วิธีทำ :

จากปัญหาโจทย์ข้างต้น สามารถสรุปข้อมูลในลักษณะทั่วไป ได้ดังนี้

ความต้องการสินค้า-ตำรา (requirement : R) = 1,200 เล่มต่อปี

ต้นทุนการสั่งซื้อ-พิมพ์ (set-up costs : S) = 100 บาทต่อครั้ง

ต้นทุนการครอบครอง (carrying costs : I) = 10% ของมูลค่าตำราคงคลังต่อปี

ค่าสินค้า-ตำรา (unit costs : C) = 60 บาทต่อเล่ม

เมื่อนำข้อมูลข้างต้น คำนวณโดยวิธีตารางก็จะได้รายละเอียดเกี่ยวกับจำนวนการสั่งซื้อ-พิมพ์และต้นทุนของสินค้า-ตำราคงคลังดังกล่าว ดังตารางที่ 2.1 ต่อไปนี้

ตารางที่ 2.1 การจัดสรรจำนวนการสั่งซื้อ-พิมพ์ และต้นทุนของสินค้า-ตำราคงคลัง

จำนวนการสั่งซื้อ-พิมพ์ต่อครั้ง (Q)	50	100	200	600	1200
จำนวนครั้งที่สั่งซื้อ-พิมพ์ (N)	24	12	6	2	1
จำนวนสินค้า-ตำลาคงคลังเฉลี่ย (A)	25	50	100	300	600
ต้นทุนการสั่งซื้อ-พิมพ์ต่อปี (S*)	2,400	1,200	600*	200	100
ต้นทุนการครอบครองต่อปี (I*)	150	300	600*	1,800	3600
ต้นทุนของสินค้าคงคลังต่อปี (Z)	2,550	1,500	1,200*	2,000	3,700

โดยที่ :

Q = จำนวนการสั่งซื้อ-พิมพ์ต่อครั้ง ตามที่ได้จัดสรรไว้

N = จำนวนครั้งที่สั่งซื้อ-พิมพ์ ต่อปี : $N = \frac{R}{Q}$ (2.1)

A = จำนวนสินค้า-ตำลาคงคลังเฉลี่ย : $A = \frac{Q}{2}$ (2.2)

S* = ต้นทุนการสั่งซื้อ-พิมพ์ต่อปี : $S^* = S \times N = S\left(\frac{R}{Q}\right)$ (2.3)

I* = ต้นทุนการครอบครองต่อปี : $I^* = A \times C \times I = \left(\frac{Q}{2}\right)CI$ (2.4)

Z = ต้นทุนของสินค้าคงคลังต่อปี : $Z = S^* + I^*$ (2.5)

จากตารางที่ 1 จะเห็นว่า ถ้าสั่งซื้อ-พิมพ์ตำราครั้งนี้ คราวละ 200 เล่ม โดยสั่งซื้อ-พิมพ์ปีละ 6 ครั้ง (2 ครั้งต่อเดือน) จะทำให้เสียค่าใช้จ่ายอันเป็นต้นทุนองสินค้า-ตำราคงคลังต่ำสุด (1,200 บาท) นั่นคือ จำนวนการสั่งซื้อ-พิมพ์ที่ประหยัด : EOQ =200 เล่ม ต่อครั้งนั้นเอง อนึ่ง จะสังเกตเห็นได้ว่า ต้นทุนของสินค้าคงคลังต่ำสุดที่เกิดขึ้นเมื่อต้นทุนการสั่งซื้อเท่ากับต้นทุนการครอบครอง (S* = I*) พอดีๆ ซึ่งเป็นไปเช่นเดียวกันกับ การหา EOQ โดยวิธีทางเราขาคณิต ดังรูปที่ 2.4 ที่ได้แสดงไว้แล้ว

2.2.3 การหา EOQ โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Approach)

ซึ่งเป็นวิธีการที่อาศัยสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Symbols) แทนความหมายต่างๆ และดำเนินการคำนวณโดยระบบคณิตศาสตร์ที่เกี่ยวกับการหาค่าต่ำสุด (minimization) เพื่อแสดงจำนวนการสั่งซื้อที่จะทำให้ต้นทุนของสินค้าคงคลังต่ำสุดตามต้องการ โดยระเบียบวิธีการดำเนินการวิธีนี้อาจดำเนินการเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้ คือ

1) สร้างสมการต้นทุนของสินค้าคงคลัง ในรูปของจำนวนการสั่งซื้อ
2) คำนวณค่าต่ำสุดของต้นทุนดังกล่าว
3) ถอดค่าจำนวนการสั่งซื้อที่ทำให้ต้นทุนสินค่าคงคลังข้างต้นได้ค่าต่ำสุดตามที่ต้องการ

วิธีการหา EOQ โดยคณิตศาสตร์ เป็นวิธีการที่กระชับ สะดวก รวดเร็ว ให้คำตอบที่ถูกต้องแน่นอนเสมอ ซึ่งต่างจากวิธีการทางเรขาคณิต และวิธีตาราง ที่ต้องอาศัยความละเอียดประณีต ทำให้สิ้นเปลืองเวลาและค่าใช้จ่ายมาก เช่น วิธีการทางเรขาคณิตจะต้องสร้างตารางระยะ (scale) ให้ละเอียดและการวัดค่านั้นต้องเที่ยงตรงจึงจะได้คำตอบที่ถูกต้องแน่นอน หรือถ้าเป็นวิธีตารางก็จะต้องจัดสรรจำนวนการสั่งซื้อในระดับต่างๆ จำนวนมากมาย จึงจะทำให้ได้คำตอบที่ถูกต้องแน่นอนจริง ดังนั้นวิธีการหา EOQ โดยคณิตศาสตร์ จึงเป็นที่นิยมที่สุดในปัจจุบัน

ในขั้นนี้ เพื่อให้เข้าใจหลักการและการหารูปแบบ EOQ โดยวิธีคณิตศาสตร์ดังกล่าว จึงขอแสดงรูปแบบมาตรฐานทั่วๆไป (format) เป็นเบื้องต้น และจะได้แสดงให้เห็นชัดยิ่งขึ้น ด้วยตัวอย่างปัญหาในลำดับต่อ ๆ ไป อีกครั้งหนึ่ง ทั้งนี้ การแสดงหลักการรูปแบบของสินค้าคงคลังดังกล่าวนี้ จะแสดงครอบคลุมไปถึงการหา EOQ ทั้งกรณีที่เป็นการซื้อและกรณีที่เป็นการผลิตพร้อมกันไปด้วย

อย่างไรก็ตาม การแสดงรูปแบบสินค้าคงคลังต่อไปนี้ เป็นเพียงการแสดงแนวคิดและหลักการที่จำเป็น เพื่อให้สามารถเข้าใจและนำไปปรับปรุงสร้างแนวคิดในการแก้ปัญหาที่เป็นจริงต่อไป เพราะแต่ละกิจกรรมย่อมมีรูปแบบลักษณะเฉพาะตัวที่แตกต่างกันไป ดังนั้น การแสดงรูปแบบต่อไปนี้ จึงไม่มีเจตนาที่จะลอกเลียนแบบรูปสูตรใดๆ เลย

รูปแบบและหลักการการหา EOQ ดังกล่าวข้างต้น แสดงไว้เป็นลำดับดังต่อไปนี้

ต้นทุนของสินค้าคงคลัง (inventory costs) ซึ่งคือ ผลรวมของต้นทุนการสั่งซื้อ (ordering costs or set-up costs) และต้นทุนการครอบครอง (carrying costs) ซึ่งอยู่ในรูปแบบของจำนวนการสั่งซื้อสามารถแสดงในรูปของสมการทางคณิตศาสตร์ ได้ดังนี้

$$Z = S^* + I^* \tag{2.5}$$

$$Z = (S \times N) + (A \times C \times I) \tag{2.6}$$

$$Z = S\left(\frac{R}{Q}\right) + \left(\frac{Q}{2}\right)CI \tag{2.7}$$

โดยที่ :

Z = ต้นทุนของสินค้าคงคลังทั้งหมด

S* = ต้นทุนการสั่งซื้อทั้งหมด

I* = ต้นทุนการครอบครองทั้งหมด

S = ต้นทุนการสั่งซื้อต่อครั้ง

I = ต้นทุนการครอบครอง ซึ่งคิดเป็นร้อยละของมูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ย

N = จำนวนครั้งที่สั่งซื้อ

A = จำนวนสินค้าคงคลังเฉลี่ย

C = ต้นทุนค่าสินค้าต่อหน่วย

R = ความต้องการสินค้าทั้งหมด

Q = จำนวนการสั่งซื้อต่อครั้ง

จากรูปแบบสมการต้นทุนสินค้าคงคลังข้างต้นนี้ ถ้านำไปหาค่าต่ำสุดตามกระบวนการวิธีทางคณิตศาสตร์ อาจดำเนินการเป็นลำดับได้ดังนี้

1. แบบสมการ : (สมการเป้าหมาย-Z เพื่อหาต่ำสุด)

$$\text{Minimize} \qquad Z = S\left(\frac{R}{Q}\right) + \left(\frac{Q}{2}\right)CI \tag{2.7}$$

2. ค่าวิกฤต : (ค่าวิกฤตของตัวแปร –Q ที่อาจจะทำให้ Z มีค่าต่ำสุด จะเกิดขึ้นในตำแหน่งที่อนุพันธ์รั้งแรกที่เท่ากับศูนย์)

First-Order Condition (Necessary Condition)

$$\frac{dZ}{dQ} = -\frac{RS}{Q^2} + \frac{CI}{2} \tag{2.8}$$

ซึ่ง Z จะได้ค่าต่ำสุดเมื่อ :

$$-\frac{RS}{Q^2} + \frac{CI}{2} = 0 \tag{2.9}$$

จะทำให้ได้ Q

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{CI}} \quad \text{: ค่าวิกฤต} \tag{2.10}$$

3. การยืนยันค่าวิกฤต : (ค่าวิกฤตจะนำมาซึ่งค่าต่ำสุดของ Z เมื่ออนุพันธ์ครั้งที่สองมากกว่าศูนย์)

Second-Order Condition (Sufficient Condition)

$$\frac{d^2Z}{dQ^2} = \frac{2RS}{Q^3} \tag{2.11}$$

แต่ R,S และ Q>0

$$\frac{2RS}{Q^3} > 0 \tag{2.12}$$

นั่นคือ เมื่อ $Q = \sqrt{\frac{2RS}{CI}}$ จะทำให้ Z มีค่าต่ำสุด

สรุปแล้วจำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด :EOQ โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ คือ

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{CI}} \tag{2.10}$$

ข้อสังเกต :

EOQ โดยวิธีทางคณิตศาสตร์ข้างต้นนี้ เป็นกรณีที่ ต้นทุนการครอบครอง (I) คิดเป็นร้อยละของมูลค่าสินค้าคงคลัง แต่ถ้าต้นทุนทางครอบครองดังกล่าว คิดเป็นอัตราต่อหน่วยของสินค้าคงคลังแล้ว ต้นทุนการครอบครองทั้งหมด (I*) ก็จะเปลี่ยนไปเป็น

$$I^* = A \times I \tag{2.13}$$

$$I^* = \left(\frac{Q}{2}\right) I \tag{2.14}$$

ซึ่งทำให้ต้นทุนของสินค้าคงคลังทั้งหมดเป็น :

$$Z = S\left(\frac{R}{Q}\right) + \left(\frac{Q}{2}\right) I \tag{2.7}$$

และที่สุด EOQ ก็จะคือ :

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{I}} \tag{2.15}$$

เพื่อให้เห็นชัดเจน และสามารถเปรียบเทียบวิธีการหา EOQ โดยวิธีทางคณิตศาสตร์กับวิธีตาราง จึงขอนำโจทย์ในปัญหาตัวอย่างที่ 1 ซึ่งได้เคยแสดงวิธีการหา EOQ โดยตารางแล้ว มาดำเนินการโดยทางคณิตศาสตร์อีกครั้งหนึ่ง ดังต่อไปนี้

ตัวอย่าง การหา EOQ โดยทางคณิตศาสตร์

ปัญหาโจทย์ตามตัวอย่าง 7-1 สามารถสรุปข้อมูลได้อีกครั้งหนึ่งว่า :

R	=	1,200 เล่มต่อปี
S	=	100 บาทต่อครั้ง
I	=	10% ของมูลค่าตำราคงคลังต่อปี
C	=	60 บาทต่อเล่ม

วิธีทำ :

จากรูปแบบทางคณิตศาสตร์ EOQ หาได้จาก

$$Q = \sqrt{\frac{2RS}{CI}}$$

แทนค่า $$Q = \sqrt{\frac{2(1{,}200)(100)}{(60)(0.1)}}$$

Q=200 เล่มต่อครั้ง

นั่นคือ EOQ=200 เล่มต่อครั้ง และเมื่อหาค่า EOQ ได้แล้วก็อาจที่จะมาหาจำนวนครั้งที่จะต้องสั่งซื้อ-พิมพ์ (N) ได้อีกกล่าวคือ

$$N = \frac{R}{Q}$$

แทนค่า $$N = \frac{1{,}200}{200}$$

N=6 ครั้งต่อปี

โดยสรุปแล้ว จะต้องสั่งซื้อ-พิมพ์ตำรา นี้คราวละ 200 เล่ม ปีละ 6 ครั้ง แต่ละครั้งมีระยะเวลาห่างกัน 2 เดือน จึงจะทำให้เสียต้นทุนของสินค้าคงคลังต่ำที่สุด ซึ่งผลสรุปนี้ก็เช่นเดียวกับ วิธีตารางนั่นเอง

ด้วยความพยายามขององค์การธุรกิจต่างๆ ที่จะดำรงสถานะภาพในการขายและการผลิตของกิจการ เพื่อทำให้เป็นที่พอใจกับลูกค้าและเจ้าของกิจการเอง องค์การธุรกิจต่างๆ จึงจำเป็นที่จะต้องมีระบบการควบคุมสินค้าคงคลังที่มีประสิทธิภาพ เพื่อสามารถควบคุมการได้มาและมีไว้ซึ่งสินค้า ให้เพียงพอต่อความต้องการในปัจจุบันและอนาคตโดยเสียค่าใช้จ่ายน้อยที่สุด

ระบบการควบคุมสินค้าคงคลังที่เหมาะสมของแต่ละกิจการย่อมแตกต่างกันไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับลักษณะของกิจการนั้น ๆ เป็นสำคัญ บางกิจการก็อาจใช้ระบบการจำกัดจำนวนบางกิจกรก็อาจใช้ระบบจำกัดเวลา แต่บางกิจการนั้นก็อาจนำทั้งสองระบบข้างต้นมาผสมกัน ทั้งนี้เพื่อรวมข้อดีและขจัดข้อเสีย

อย่างไรก็ตามระบบการควบคุมสินค้าคงคลังทีเหมาะสมที่สุดสำหรับแต่ละกิจการ นอกจากจะต้องประกอบด้วยรูปแบบของระบบที่เหมาะสมซึ่งสามารถควบคุมสินค้าคงคลังให้เพียงพอต่อความต้องการแล้ว การจัดระบบการควบคุมดังกล่าว ยังจะต้องสามารถแสดงจำนวนการสั่งซื้อที่จะทำให้ต้นทุนสินค้าคงคลังอยู่ในระดับต่ำที่สุดด้วย ทั้งนี้เพราะต้นทุนของสินค้าคงคลังนั้น ประกอบด้วยต้นทุนประเภทใหญ่ๆ สองประเภท คือ ต้นทุนของการได้มาซึ่งสินค้าคงคลังและต้นทุนการมีสินค้าคงคลังนั้นไว้ในครอบครอง ซึ่งต้นทุนทั้งสองประเภทนี้มีความสัมพันธ์กับจำนวนการสั่งซื้อที่ตรงกันข้าม กล่าวคือ ถ้าสั่งซื้อคราวละมาก ๆ ต้นทุนการสั่งซื้อทั้งหมด ตลอดปีก็จะน้อยเพราะจำนวนครั้งที่จะสั่งซื้อมีน้อย แต่ขณะเดียวกันการสั่งซื้อคราวละมาก ๆ นี้จะทำให้ต้นทุนการครอบครองมีมากเพราะสินค้าจะเหลืออยู่คงคลังเป็นจำนวนมาก ในทางตรงกันข้ามการสั่งซื้อคราวละน้อย ๆ ต้นทุนการสั่งซื้อทั้งหมดจะมากเพราะต้องสั่งซื้อสินค้าปีละหลาย ๆ ครั้ง แต่ในขณะเดียวกันการสั่งซื้อคราวละน้อย ๆ นี้จะทำให้การครอบครองมีจำนวนน้อย ดังนั้น จึงจำเป็นที่จะต้องพิจารณา จำนวนการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่สุด เพื่อจะทำให้ต้นทุนของสินค้าคงคลังต่ำที่สุด

จำนวนการสั่งซื้อที่เหมาะสมที่สุด ซึ่งเป็นจำนวนการสั่งซื้อที่ประหยัด (Economic Ordering Quantity :EOQ) นั้น อาจจะจะพิจารณาในรูปแบบของเราขาคณิต หรือรูปแบบของตาราง หรือรูปแบบทางคณิตศาสตร์ก็ได้ แต่โดยทั่วไปแล้วนิยมที่จะใช้ในรูปแบบทางคณิตศาสตร์ เพราะว่า กระชับ

63648

สะดวก ประหยัดและแน่นอน อย่างไรก็ตาม รูปแบบของการหา EOQ ของแต่ละกิจการนั้นย่อมแตกต่างกันไปตามลักษณะของกิจการนั้นๆ นั้นคือแต่ละกิจการจะมีรูปแบบการหา EOQ เฉพาะของตนเอง ดังนั้น ประเด็นที่สำคัญที่สุดในการศึกษา เรื่องการควบคุมสินค้าคงคลังนี้ จึงอยู่ที่ความสามารถในการเข้าใจหลักการและความสามารถในการปรับปรุงแนวคิดเพื่อนใช้กับปัญหาที่เป็นจริงต่อไป

2.3 การพยากรณ์

การพยากรณ์ หมายถึง ข้อความที่แสดงความน่าจะเป็นเกี่ยวกับเหตุการณ์ในอนาคต การพยากรณ์ถูกจัดทำขึ้นเพราะองค์กรต้องการใช้เป็นข้อมูลประกอบการตัดสินใจเกี่ยวกับการประกอบกิจกรรมในอนาคต เช่น ผู้จัดการโรงงานผลิตส่วนประกอบเครื่องใช้ไฟฟ้าต้องการรู้ข้อมูลเกี่ยวกับอนาคตการขายอุปกรณ์ไฟฟ้าในอีกหกเดือนข้างหน้าเพื่อมช้ประกอบการวางแผนการผลิตอุปกรณ์หรือส่วนประกอบเครื่องใช้ไฟฟ้า เพื่อใช้วางแผนการจัดทำงบประมาณ เป็นต้น ดังนั้น วัตถุประสงค์ของการพยากรณ์ คือ

1. ต้องการขจัดหรือลดความไม่แน่นอนที่ธุรกิจต้องเผชิญในอนาคต
2. เพื่อใช้ผลของการพยากรณ์เป็นเครื่องมือที่ช่วยชี้ทางเลือกในการตัดสินใจ
3. เพื่อใช้เป็นเครื่องมือควบคุมการบริหาร นั่นคือ ใช้พยากรณ์เป็นตัวช่วยกำหนดมาตรฐานและหลักเกณฑ์ของการทำงาน

การพยากรณ์ระยะสั้นนั้น มักจะเป็นเรื่องเกี่ยวกับการผันแปรตามฤดูกาล (seasonality variation) และการผันแปรตามวัฏจักรขนาดเล็กๆ เช่น เกิดจุดวกกลับภายใน 6 เดือน การกำหนดระยะเวลาเพื่อทำการพยากรณ์ จะมีผลต่อการเลือกใช้วิธีการพยากรณ์เพราะแบบจำลองบางอันเหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้น บางอันเหมาะกับการพยากรณ์ระยะปานกลาง และบางอันเหมาะกับการพยากรณ์ระยะยาว เช่น ค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ และแบบจำลอง exponential smoothing โดยทั่วไปจะเหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้นและระยะปานกลาง แบบจำลองการแยกส่วนประกอบ (decomposition model) และแบบจำลอง Box – Jenkins เหมาะกับการพยากรณ์ระยะสั้น ขณะที่แบบจำลองความถดถอย (regression model) และแบบจำลองเศรษฐมิติ (econometric model) เหมาะสำหรับการพยากรณ์ระยะปานกลางและระยะยาวเป็นต้น

เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (The moving average)

เป็นเทคนิคการพยากรณ์ที่ใช้อนุกรมเวลา เพื่อพยากรณ์ในระยะสั้นและระยะปานกลาง เป็นการขจัดอิทธิพลของความผันแปรที่ไม่สม่ำเสมอหรือไม่แน่นอนออกไป การหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่เป็นวิธีการหาค่าเฉลี่ยโดยการทิ้งข้อมูลเก่าที่สุดออกไปทีละตัว และรวมข้อมูลใหม่สุดเข้ามาแทนที่ทีละตัว ค่าเฉลี่ยที่ได้จะใช้พยากรณ์สำหรับระยะเวลาถัดไป

$$D_{(i+1)} = \frac{D_{(i-n+1)} + D_{(i-n+2)} \cdots + D_i}{n} \quad (2.16)$$

$D_{(i+1)}$ = มูลค่าที่ได้พยากรณ์สำหรับเวลาถัดไป

$D_{(i)}$ = ค่าที่แท้จริง ณ เวลา T

n = จำนวนข้อมูลในการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

$D_{(i-1)}$ = ค่าที่แท้จริง ณ เวลาก่อนปีที่ T ไป i ปี i =1, 2, ...

2.4 ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี และระบบการผลิตแบบประหยัด

ความสูญเปล่า 7 ประการ (7 Waste)

ปัจจุบันเป็นที่ทราบกันดีว่า ในกิจกรรมที่ดำเนินอยู่ไม่ว่าจะเป็นภาคการผลิตหรือบริการ มักมีความสูญเปล่า (waste) ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม (Non Value Added) แต่ก่อให้เกิดค่าใช้จ่ายที่จะเพิ่มขึ้น และมักแฝงเข้ามาในเนื้องานในรูปแบบต่างๆ ดังนั้นเราจะต้องขจัดความสูญเปล่า เพื่อเพิ่มผลิตภาพ (Productivity) ให้กับกิจกรรมหรืองานที่ดำเนินการ

ความสูญเปล่า 7 ประการประกอบด้วย

1. การเคลื่อนไหว (Motion)

คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากการเคลื่อนไหว หรือการออกแบบสภาพที่ไม่เหมาะสม เช่น โต๊ะทำงาน หรือวิธีการทำงาน ก่อนอื่นต้องขจัดความสูญเปล่าที่เกิดขึ้นที่เกิดการการเคลื่อนไหวอันได้แก่ การหยิบออกมาวางไว้ก่อน ก้ม เอียง เช่น การหยิบชิ้นส่วนจากด้านหลัง หรือการทำงานโดยใช้มือเพียงข้างเดียว

2. งานเสีย (Defect)

คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจาก งานเสียรวมไปถึงการที่ไม่สามารถแก้ไขงานนั้นได้ทันที โดยเฉพาะอย่างยิ่งในกรณีที่ทำการผลิตเป็นล็อตใหญ่ๆนั้น จะมีงานคั่งค้างสะสมอยู่ระหว่างแต่ละกระบวนการค่อนข้างมาก อันมีผลทำให้การตรวจพบงานเสียนั้นกระทำได้ช้า นอกจากนี้ความสูญเปล่าของงานที่เสียยังรวมไปถึงความสูญเปล่าของการซ่อมงาน ซึ่งก่อให้เกิดความสูญเสียเวลาในการผลิต ในส่วนของสำนักงาน ได้แก่ การพิมพ์รายงานผิด ต้องเสียเวลาพิมพ์ใหม่

3. การรอคอย (Waiting)

คือ ความสูญเปล่าของการรองานประเภทการรองานมีมากมาย ตัวอย่างเช่น การเฝ้าดูงาน เช่น เครื่องจักรที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์หรือระบบรวมศูนย์เครื่องจักร ถ้าเราปรับให้เครื่องทำงานเอง เครื่องจักรก็จะทำงานได้อัตโนมัติ พนักงานควบคุมเครื่องทำหน้าที่เพียงคอยดูการทำงานของเครื่องว่าเป็นไปด้วยดีหรือไม่ การรองาน เนื่องจากความสามารถของพนักงานไม่เท่ากัน หรือมีพนักงานเข้ามาใหม่ จึงก่อให้เกิดการรองานของพนักงานเก่า หรือการเตรียมเครื่อง ในแต่ละครั้งใช้เวลา 1-2 ชั่วโมง ความสูญเปล่าที่

เกิดขึ้นเนื่องจากงานรอคน หรือคนรองาน ถือเป็นความสูญเปล่าทั้งสิ้น ในส่วนของสำนักงาน เมื่อรับเอกสารแล้วไม่ทำการปฏิบัติตามกำหนดเวลา หรือการรอคิวถ่ายเอกสาร ทำให้เกิดความสูญเปล่า เป็นต้น

4. วัสดุคงคลัง (Stock)

คือ ความสูญเปล่าที่เกิดจากพัสดุคงคลัง ดูเหมือนว่าจะเป็นความสูญเปล่าที่ไม่เกี่ยวข้องโดยตรงกับการทำงานของผู้บริหาร ในสายการผลิต แต่การที่ต้องการสร้างโกดังเพื่อเก็บชิ้นส่วนประกอบ หรือผลผลิตที่สำเร็จรูปแล้ว โดยจะต้องจ่ายเพื่อการดูแลรักษา ค่าเช่า โกดัง ค่าแรงงานต่างๆ ซึ่งจะเป็นผลให้ต้นทุกการผลิตสูงขึ้น ปัญหานี้สามารถแก้ไขได้โดยการรื้อโกดังเก็บชิ้นส่วนทิ้งเสียและสร้างคลังสินค้าย่อยๆ ขึ้นมาในสายการผลิต เพื่อให้สามารถจัดส่งชิ้นส่วนที่ต้องการ ตามจำนวนที่ต้องการและในเวลาที่ต้องการเช่น การเปลี่ยนมาซื้อวัตถุภายในประเทศ แทนการซื้อจากต่างประเทศ การสั่งซื้อจากบริษัทในเครือ เป็นต้น

5. การขนย้าย (Transportation)

คือความสูญเปล่าที่เกิดจากการขนย้ายไม่ว่าจะเป็นการขนย้ายระหว่าง กระบวนการกับกระบวนการชั้นบน ชั้นล่าง โรงงาน ก. โรงงาน ข. หรือการขนย้ายไปวางชั่วคราว ณ ที่ใดที่หนึ่ง รวมไปถึงการขนวางซ้อน เปลี่ยน และการต้องการขนงานขึ้นลงในแนวดิ่ง

6. การผลิตเกินความจำเป็น (Over Production)

คือความสูญเปล่าของงานระหว่างการผลิต ซึ่งคือวัตถุดิบหรือผลิตภัณฑ์ที่อยู่ระหว่างการผลิตที่รอลำดับการผลิตในล็อตที่กำลังผลิต หรือระหว่างรอการขนย้ายไปโรงงานอื่น หรือย้ายจากบนลงล่างเหล่านี้ เป็นต้น ความสูญเปล่าของงานระหว่างผลิตนี้ เกิดขึ้นได้ง่ายในกรณีที่ผลิตเกินความจำเป็น เรามักเรียกความสูญเปล่าประเภทนี้ว่า ความสูญเปล่าของการผลิตมากเกินไป ความสูญเปล่าของงานที่คั่งค้างในกรรมวิธีผลิตนี้ ทำให้เกิดความจำเป็นที่จะต้องจัดหาที่ว่างชั่วคราว การซ้อนหรือการขนย้ายและมีผลต่อเนื่องไปถึงการส่งมอบงานที่ไม่ทันตามกำหนดเวลา หรืออาจทำให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพของผลผลิตได้ นอกจากนี้ยังรวมทั้งวัตถุดิบและสินค้าที่ผลิตเกินไว้เป็นวัสดุคงคลังแล้วไม่สามารถขายให้กับลูกค้าได้

7. กรรมวิธีที่ไม่มีประสิทธิภาพ (Process Itself)

คือความสูญเปล่าที่มีสาเหตุมาจากวิธีการ แปรรูปงาน หรือเสียเวลาซ่อมชิ้นงาน เช่น การตัดครีบหรือการขัดผิวของวัตถุดิบบางตัวก่อนทำการเชื่อม ความสูญเปล่าที่เกิดจากการออกแบบที่ไม่รัดกุมทำให้ต้องทำงานที่ไม่มีสาระหรือเสียเวลาในการตบแต่งโดยไม่มีมูลค่าเพิ่ม เช่น การพันสก๊อตเทปหลังจากการขึ้นรูป ความสูญเปล่าของโปรแกรมที่เขียนให้ต้องใช้สว่านหลายครั้งในการเจาะรูเดียว ความสูญเปล่าที่เกิดจากการทำชิ้นงานซ้ำซ้อนระหว่างแผนก เช่น ฝ่ายบุคคลกับฝ่ายการเงิน ฝ่ายผลิตกับฝ่ายตรวจสอบคุณภาพในเรื่องของข้อมูลของเสีย นอกจากนี้การเสียเวลาค้นหาสิ่งที่ต้องการเนื่องจากการจัดเก็บไม่เป็นระเบียบเรียบร้อยมองไม่รู้ว่า อะไรคืออะไรที่ไหน ก็ถือเป็นความสูญเปล่าเช่นกัน

ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี

ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี[Just-in-time (JIT)] หมายถึง การผลิตและขนส่งสิ่งที่จำเป็นทันความต้องการในจำนวนพอดีกับการใช้ ซึ่งจุดมุ่งหมายที่จะทำการผลิตโดยไม่ให้สินค้าคงคลัง(Stock)ในกระบวนการผลิต หรือให้มีจำนวนน้อยที่สุด ทำให้สามารถลดระยะเวลารอคอย (Lead Time) พร้อมทั้งลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงานซึ่งเป็นจำนวนมหาศาลได้สำเร็จ นอกจากนี้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี(JIT) ยังช่วยเพิ่มคุณภาพของการทำงาน และจูงใจพนักงานให้เอาใจใส่กับงานอีกด้วย ซึ่งเป็นกลยุทธ์ที่จะส่งผลให้องค์กรเกิดข้อได้เปรียบทางการแข่งขัน

ด้วยระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี(JIT) ชิ้นส่วนและวัตถุดิบจะถูกนำเข้าสู่กระบวนการผลิตในตำแหน่งการผลิตที่ต้องการทันที ณ เวลาที่ต้องการ แต่หากชิ้นส่วนดังกล่าวไม่สามารถทำการส่งมอบให้ถึงตำแหน่งการผลิตที่มีความต้องการก็จะเกิดปัญหาขึ้น ซึ่งสามารถตรวจสอบได้ทันที ด้วยเหตุนี้จึงทำให้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีเป็นเครื่องมือที่ดีเยี่ยม ซึ่งจะทำให้ผู้บริหารการปฏิบัติการสามารถเพิ่มคุณค่าให้กับผลิตภัณฑ์โดยการลดของสัยและความผันผวนที่ไม่ต้องการให้น้อยลง และเนื่องจากระบบนี้ทำให้ไม่ต้องมีการเก็บสต๊อกสินค้าคงเหลือหรือต้องเวียเวลาสิ้นเปลืองเกินจำเป็น จึงทำให้ต้นทุนที่เกิดขึ้นจากการขึ้นจากการเก็บสินค้าคงคลังหรือเวลาที่เสียไปลดลง ซึ่งทำให้ผลประกอบการดีขึ้น นอกจากนี้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี(JIT) ยังช่วยสนับสนุนกลยุทธ์การตอบสนองอย่างรวดเร็วต่อความต้องการของผู้บริโภคที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา และช่วยให้มีต้นทุนในการดำเนินงานต่ำ

การลดของเสีย (Waste reduction) เมื่อกล่าวถึงของเสียจากกระบวนการผลิตโดยไม่คำนึงว่าจะต้องเป็นสินค้าหรือบริการ จะหมายถึงสิ่งใดก็ตามที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับสินค้า เช่น การตรวจสอบความล่าช้าในการจัดส่ง หรือการรอคิวในการจัดส่งรวมถึงผลิตภัณฑ์ที่มีตำหนิ เป็นต้น สิ่งเหล่านี้ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับสินค้า จึงถือเป็นของเสียทั้งหมด นอกจากกิจกรรมต่างๆ ที่ไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่มกับผลิตภัณฑ์จากมุมมองของลูกค้า ถือว่าเป็นของเสียเช่นกัน ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี(JIT) ยังช่วยเวลาการผลิตโดยรวม และยังสามารถทำให้การจัดส่งสินค้าเร็วขึ้น ลดจำนวนสินค้าคงเหลือในขั้นตอนการผลิตให้น้อยลง ทำให้สามารถใช้ทรัพยากรการผลิตที่มีอยู่จำกัดได้อย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น เกิดผลผลิตเพิ่มขึ้นโดยใช้เวลาเดิม

การลดความผันผวน (Variability reduction) เพื่อทำให้วัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตถูกจัดส่งตรงตามเวลา ผู้บริหารการปฏิบัติการจะต้องทำการลดความผันผวนที่เกิดขึ้นทั้งจากปัจจัยภายในและภายนอก โดยที่ความผันผวน (Variability) หมายถึง สิ่งใดก็ตามที่ทำให้เกิดการเบี่ยงเบนออกไปจากกระบวนการผลิตที่เหมาะสมตามที่ได้วางแผนไว้ และหากทำการลดสิ่งนี้จะสามารถทำให้จัดส่งผลิตภัณฑ์ที่มีความสมบูรณ์ได้ตรงตามเวลาทุกครั้ง

สินค้าคงคลัง (Inventory) มักเป็นต้นเหตุที่ซ่อนความผันผวนเอาไว้ เมื่อระบบการผลิตสามารถลดความผันผวนให้น้อยลงก็จะทำให้มีของเสียที่เกิดจากกระบวนการผลิตน้อยลง ความผันผวนส่วนใหญ่มักมีสาเหตุมาจากของเสียที่ทำลายยาก หรือเกิดจากการบริหารงานที่ไม่รัดกุม ซึ่งสามารถสรุปได้ดังนี้

(1) พนักงาน เครื่องจักร วัตถุดิบจากผู้ขายปัจจัยการผลิต ไม่สามารถทำการผลิตและส่งมอบให้สอดคล้องกับมาตรฐานที่กำหนดไว้ จัดส่งช้า หรือมีจำนวนไม่เหมาะสม

(2) แบบทางวิศวกรรมหรือข้อกำหนดในการผลิตไม่มีความถูกต้อง

(3) พนักงานที่เกี่ยวข้องกับการผลิตพยายามทำการผลิตก่อนที่แบบทางวิศวกรรมหรือข้อกำหนดในการผลิตจะจักทำเสร็จสมบูรณ์

(4) ทำการผลิตโดยไม่ทราบถึงความต้องการของลูกค้า

จากสาเหตุที่ความผันผวนไม่สามรถตรวจสอบพบได้เมื่อมีสินค้าคงเหลือเกิดขึ้น แต่สามารถแก้ไขให้มีประสิทธิภาพมากขึ้นเมื่อนำระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี(JIT) มาประยุกต์ใช้ ปรัชญาของระบบนี้คือการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง ซึ่งมีเป้าหมายที่การมุ่งเน้นการลดความผันผวนต่างๆ เข้ามาในระบบ การกำจัดความผันผวนจะทำให้เราสามารถนำวัตถุดิบที่ดีมาใช้งานได้ตรงตามเวลาที่ต้องการ ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) จะช่วยลดจำนวนของวัตถุดิบที่จะต้องใช้ในเครือข่ายปัจจัยการผลิตหรือห่วงโซ่อุปทาน (Supply-chain) ทั้งหมด ระบบนี้จะช่วยให้เราสามารถมุ่งเน้นการเพิ่มมูลค่าสินค้าในแต่ละขั้นตอน

ผลดีของ Just-in-time

1. ทำให้ระบบมีการรอคิวและความล่าช้าลดลง, ทำให้เครื่องจักรมีเวลาว่างมากขึ้น สามารถทำการผลิตได้มากขึ้น, ช่วยทำให้มีคำสั่งซื้อผลิตภัณฑ์มากขึ้นเนื่องจากมีต้นทุนการผลิตที่ต่ำกว่า
2. คุณภาพดีขึ้นทำให้ของเสียลดลง
3. การลดต้นทุนที่ทำให้มีกำไรมากขึ้นหรือสามารถลดราคาขายเพื่อแข่งขันด้านราคา
4. ความผันผวนในสถานที่ทำงานลดลง ส่งผลให้ของเสียลดลง
5. ลดงานที่จะต้องนำกลับมาทำซ้ำ จึงไม่สิ้นเปลืองเวลา

ในงานวิจัยนี้ได้พูดถึงการประยุกต์ใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดีไว้ 3 หัวข้อคือ 1. การจัดหาปัจจัยการผลิต 2. การจัดผังโรงงาน และ3. สินค้าคงเหลือ

2.4.1 การจัดหาปัจจัยการผลิต

การจัดหาปัจจัยการผลิต(Supplier) วัตถุดิบที่สั่งซื้อมักประสบปัญหาในความล่าช้าในการจัดส่งที่มาจากกระบวนการขนส่ง หรือในแผนกรับสินค้าของโรงงานที่มักทำการตรวจสอบสินค้าที่มาถึงบ่อยครั้งที่สินค้าสำเร็จรูปถูกเก็บหรือพักไว้ในคลังสินค้าก่อนการทำการกระจายไปยังผู้จัดจำหน่ายหรือลูกค้า การหยุดความเคลื่อนไหวสินค้าคงคลังเป็นความสูญเสีย ต่อระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) จึงมีผลโดยตรงต่อการลดความสูญเสียเหล่านี้

กระบวนการในระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT Partnerships) จะเกิดขึ้นเมื่อทั้งการจัดหาปัจจัยการผลิตและผู้ซื้อทำงานร่วมกัน โดยกำหนดเป้าหมายร่วมกันในการกำจัดความเสียหายของสินค้า

และการพยายามลดต้นทุนในการผลิตสินค้าให้ลดลง ความสัมพันธ์เช่นนี้เป็นสิ่งจำเป็นต่อความสำเร็จของระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) ในขณะที่วัตถุดิบถูกพักไว้จะทำให้กระบวนการผลิตไม่สามารถที่จะสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับสินค้าได้

เป้าหมายของกระบวนการในระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (Goals of JIT Partnerships) สามารถแบ่งได้เป็น 4 ส่วน ดังต่อไปนี้

1. การกำจัดกิจกรรมที่ไม่จำเป็น (Elimination of unnecessary activities) เมื่อปฏิบัติงานร่วมกับการจัดหาปัจจัยการผลิตที่ดี มีความไว้วางใจได้ ตัวอย่างเช่น การตรวจสินค้าที่ไม่จำเป็นอีกต่อไป

2. การกำจัดสินค้าคงเหลือภายในโรงงาน (Elimination of in-plant inventory) ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) จะจัดส่งวัตถุดิบจำนวนที่เหมาะสมไปยังสถานที่และเวลาที่ต้องการ การจัดเก็บวัตถุดิบเป็นสินค้าคงเหลือจะเกิดขึ้นเฉพาะกรณีที่มีความเชื่อ การจัดหาปัจจัยการผลิตจะไม่สามารถจัดส่งวัตถุดิบได้ตามข้อตกลงเท่านั้น โดยปกติวัตถุดิบจะถูกจัดส่งเป็นงวดเล็กๆ เฉพาะเมื่อต้องการเท่านั้น

3. การกำจัดสินค้าคงเหลือซึ่งอยู่ในระหว่างการขนส่ง (Elimination of in-transit inventory) เคยมีประมาณการว่าครึ่งหนึ่งของเวลาที่ใช้ในการสั่งสินค้าคงเหลือหมดไปกับการขนส่งภายในโรงงาน ดังนั้นแผนกจัดซื้อสมัยใหม่จึงพยายามลดการขนส่งสินค้าคงคลังเหลือภายในโรงงานให้น้อยลง โดยพยายามกระตุ้นให้การจัดหาปัจจัยการผลิตรายใหม่ทำการตั้งโรงงานอยู่ใกล้ๆ กับโรงงานของตน และกำหนดให้การจัดหาปัจจัยการผลิตเหล่านี้จัดส่งสินค้าจำนวนน้อยๆ แต่มีความถี่สูง แทนที่จะจัดส่งคราวละมากๆ วิธีการนี้จะทำให้การไหลของวัตถุดิบสั้นลง ทำให้สินค้าคงเหลือน้อย แต่มีความถี่สูง นอกจากนั้นผู้บริหารการปฏิบัติการยังสามารถลดสินค้าคงเหลือลดได้โดยเทคนิคที่เรียกกันว่า การส่งมอบสินค้าคงคลัง (Consignment inventory) ที่เปิดโอกาสให้ผู้เสนอขายปัจจัยการผลิตหลายรายสามารถบริหารสินค้าคงเหลือภายในโรงงานของผู้ว่าจ้างได้ การจัดหาปัจจัยการผลิตจะต้องทำการรักษาจำนวนสินค้าคงเหลือให้คงที่ และจัดส่งเข้ามาทดแทนเมื่อวัตถุดิบนั้นถูกใช้ไป ตัวอย่างเช่น โรงงานประกอบสินค้าอาจทดลองให้การจัดหาปัจจัยการผลิตเข้ามาจัดตั้งคลังสินค้าของตนแทนที่ห้องเก็บวัตถุดิบเดิมของโรงงาน โดยเมื่อวัตถุดิบถูกนำไปใช้โรงงานก็ไม่จำเป็นที่จะต้องนำวัตถุดิบทดแทนมาจากห้องเก็บวัตถุดิบของตนอีกต่อไป แต่การจัดหาปัจจัยการผลิตจะทำการส่งวัตถุดิบเหล่านั้นให้แทน

การกำจัดการจัดหาปัจจัยการผลิตที่มีประสิทธิภาพต่ำ (Elimination of poor suppliers) เมื่อบริษัทลดจำนวนของการจัดหาปัจจัยการผลิตลง ก็ทำให้เกิดคำมั่นสัญญาระยะยาวกับคู่ค้าในการที่จะพัฒนาคุณภาพและความน่าเชื่อถือระหว่างกันมากยิ่งขึ้น ผู้ซื้อและการจัดหาปัจจัยการผลิตจำเป็นต้องมีความเข้าใจร่วมกัน และมีความเชื่อถือระหว่างกันและกัน จึงจะสามารถบรรลุการจัดส่งตามจำนวนวันและเวลาที่ต้องการได้ ซึ่งต้องอาศัยการร่วมมือของระบบคุณภาพที่สมบูรณ์ (Perfect quality) หรือระบบความผิดพลาดเป็นศูนย์ (Zero defects)

2.4.2 การจัดผังโรงงานตามระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี

การจัดผังโรงงานตามระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี(JIT layout) จะสามารถลดความสูญเสียที่จะเกิดขึ้นจากการเคลื่อนไหวของกิจกรรมการผลิตให้น้อยลง การเคลื่อนไหวของวัตถุดิบในบริเวณของโรงงานไม่ก่อให้เกิดมูลค่าเพิ่ม ผู้ประกอบการต้องการผังโรงงานที่มีความยืดหยุ่น ที่จะสามารถช่วยลดการเคลื่อนไหวทั้งของคนงานและวัตถุดิบ การจัดผังโรงงานตามระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี ทำให้เกิดการส่งวัตถุดิบโดยตรงไปยังสถานที่ที่มีความต้องการ ตัวอย่างเช่น สายการผลิตควรจะถูกออกแบบให้สามารถรับวัตถุดิบถัดจากจุดรับสินค้าได้ทันที โดยไม่จำเป็นต้องนำส่งวัตถุดิบไปยังแผนกรับสินค้าในบริเวณอื่นของโรงงานก่อน การจัดผังโรงงานพเอลดระยะทางให้บริษัทสามารถประหยัดพื้นที่และจำกัดพื้นที่ที่ไม่ต้องการในการเก็บสินค้าคงเหลือออกไปได้

การลดระยะทาง (Distance reduction) การลดระยะทางมีผลอย่างมากกับหน่วยผลิต (Work cells) และศูนย์กลางงาน (Focused factories) ปัจจุบันการตั้งสายการผลิตที่ยาวและผลิตคราวละจำนวนมากๆ ในแต่ละครั้งตามหลักเศรษฐศาสตร์ได้หมดสมัยไปแล้ว ปัจจุบันบริษัทต่างๆ ใช้การจัดสายการผลิตแบบหน่วยผลิต (Work cells) ซึ่งมีลักษณะเป็นรูปตัวยู (U) ในแต่ละหน่วยผลิตจะมีเครื่องจักรหลายชนิดที่สามารถทำงานได้แตกต่างกัน และหน่วยผลิตมักถูกจัดตั้งตามประเภทหรือรหัสของกลุ่มเทคโนโลยี ซึ่งจะช่วยในการคัดแยกส่วนประกอบที่มีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันไว้ด้วยกัน ดังนั้นเราจึงสามารถจัดกลุ่มเครื่องจักรไว้ด้วยกันเป็นหมู่ได้ ส่งผลให้มีการใช้เครื่องทอสำหรับการผลิตลดน้อยลง ในหน่วยผลิตนี้จะทำการผลิตสินค้าทีละหนึ่งหน่วยในแต่ละช่วงเวลา ในทางทฤษฎีหน่วยผลิตจะผลิตสินค้าสั่งตามจำนวนที่ลูกค้าสั่งเท่านั้น

การเพิ่มความคล่องตัว (Increased flexibility) หน่วยผลิตงานสมัยใหม่จะได้รับการออกแบบให้เปลี่ยนแปลงได้อย่างง่ายดาย เพื่อสามารถทำงานให้สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของยอดสั่งซื้อหรือทำการผลิตผลิตภัณฑ์ใหม่ แผนกการผลิตสมัยใหม่มักไม่ติดตั้งเครื่องจักรโดยยึดติดอยู่กับที่ แต่เครื่องจักรสามารถเปลี่ยนแปลงรูปแบบการจัดวางได้โดยง่าย ซึ่งแนวคิดการจัดพื้นที่ให้มีความยืดหยุ่นยังถูกนำมาใช้ในการจัดสำนักงานด้วย เช่น เฟอร์นิเจอร์สำนักงานสามารถเคลื่อนย้ายได้ ไม่ว่าจะเป็นส่วนประกอบของผนัง การเชื่อมต่อของคอมพิวเตอร์หรืออุปกรณ์การสื่อสารต่างๆ ที่ถูกออกแบบมาเป็นรูปโมดูล ซึ่งสามารถถอดออหรือใส่ประกอบได้ง่ายๆ แบบแปลนที่ยืดหยุ่นนี้เป็นผลมาจากการพัฒนาและปรับปรุงผลิตภัณฑ์และกระบวนการผลิตให้ดีขึ้นตามปรัชญาการปรับปรุงอย่างต่อเนื่อง

ผลกระทบต่อพนักงาน (Impact on employees) พนักงานที่ทำงานร่วมกันควรได้รับการฝึกอบรมในหลายๆด้านที่สามารถนำความยืดหยุ่นและมีประสิทธิภาพมาใช้ในหน่วยผลิต การจัดผังตามระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) จะส่งเสริมให้พนักงานทำงานร่วมกัน มีโอกาสพูดคุยปรึกษาหารือเกี่ยวกับปัญหาและโอกาสในการพัฒนาการทำงานให้ดีขึ้น เมื่อแผนผังถูกจัดวางเป็นอนุกรม พวกเขาจะสามารถรับทราบผลสะท้อนกลับของปัญหาได้ทันทีที่ตรวจพบสินค้าที่มีตำหนิ เนื่องจากเมื่อพนักงานทำการผลิตเสร็จหนึ่งหน่วยก็จะทำการทดสอบผลิตภัณฑ์ตามขั้นตอนที่กำหนด

ไว้ว่ามีความผิดปรกติหรือไม่ อีกทั้งเครื่องจักรที่อยู่ในหน่วยผลิตก็จะมีการทดสอบตัวเองโดยใช้ฟังก์ชั่น Poka-yoke ซึ่งจะสามารถตรวจสอบข้อผิดพลาดในการทำงานและจะหยุดทำงานโดยอัตโนมัติ

การลดพื้นที่และสินค้าคงคลัง(Reduced space and inventory) เนื่องจากการจัดแผนผังตามระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) จะช่วยลดระยะทางในการขนส่ง และลดปริมาณสินค้าคงคลัง โดยทำการลดพื้นที่เก็บสินค้าคงเหลือให้เล็กลง เมื่อพื้นที่เล็กลงสินค้าคงเหลือก็จะถูกบังคับให้นำเข้ามาในปริมาณที่น้อยมากหรือบางครั้งอาจจะเพียงไม่กี่ชิ้น ทำให้วัตถุดิบแต่ละหน่วยถูกเคลื่อนย้ายอยู่เสมอ และเพื่อให้ระบบทำงานสมบูรณ์ที่สุด การออกแบบแผนผังให้ถูกต้องตามระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) จะทำให้กระบวนการผลิตขั้นตอนต่างๆ สามารถลดเวลาในการทำงานให้สั้นลงยิ่งขึ้น รวมถึงค่าจ้างแรงงานและพื้นที่ภายในโรงงานที่ลดลงด้วย

2.4.3 สินค้าคงคลัง

สินค้าคงคลัง(Inventory) ที่พบในกระบวนการผลิตหรือการจัดส่งมักเกิดขึ้นจากการเผื่อปริมาณมากกว่าสินค้าที่ผลิตจริง เพื่อป้องกันความผิดพลาดหรือตัวแปรบางประการที่อาจจะเกิดขึ้น กลยุทธ์บริหารสินค้าคงเหลือที่สัมฤทธิ์ผลจำเป็นต้องนำระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) มาประยุกต์ใช้ ซึ่งไม่จำเป็นต้องเผื่อสินค้าสำหรับความผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นอีกต่อไป ระบบนี้จำกัดสินค้าคงเหลือให้น้อยที่สุดเท่าที่จำเป็น ในปริมาณที่สามารถทำให้ระบบยังคงทำงานต่อไปได้อย่างสมบูรณ์ เนื่องจากทราบถึงจำนวนที่แน่นอนของสินค้าหรือวัสดุที่มีความต้องการขณะนั้นว่ามีจำนวนเท่าใดไม่ใช่ความต้องการ ณ เวลาก่อนหรือหลัง กลยุทธ์ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี

การลดความผันผวน (Reduce variability) แนวคิดที่อยู่เบื้องหลังระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) คือการกำจัดสินค้าคงเหลือที่เผื่อเอาไว้สำหรับความผันผวนที่อาจจะเกิดขึ้นในระบบการผลิต เช่น การจัดส่งล่าช้า เครื่องจักรเสียบ่อยๆ หรือพนักงานที่มีประสิทธิภาพในการทำงานต่ำ ปัญหาเหล่านี้ในบางทีไม่สามารถที่จะทราบได้ว่าจะเกิดขึ้นเมื่อใดและ ณ จุดไหนของกระบวนการผลิต จึงเสมือนกับว่าความผันผวนและปัญหาถูกซ่อนเอาไว้ ดังนั้นปัญหาสินค้าคงเหลือจึงเป็นการยากที่จะค้นพบและแก้ไขได้

จึง สามารถอธิบายได้ว่า สินค้าคงเหลือจะมีต้นทุกเกิดขึ้น 2 ประเภท คือ (1) ต้นทุนที่เกิดจากการค้างของสินค้าคงคลัง (2) ต้นทุนที่เกิดจากปัญหาต่างๆ ที่ถูกซ่อนเอาไว้

การลดสินค้าคงคลัง (Reduce inventory) การผลิตสามารถที่จะเริ่มใช้ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) ได้ โดยเริ่มแรกเริ่มจากการลดจำนวนสินค้าคงเหลือให้น้อยลง ซึ่งจะทำให้มองเห็นปัญหาและความผันผวนที่ซ่อนอยู่ เมื่อผู้บริหารทราบถึงปัญหาที่เกิดขึ้นก็จะสามารถจัดการได้ในที่สุด เปรียบเหมือนกับการกำจัดอุปสรรคและปัญหา เมื่อลดจำนวนสินค้าคงเหลือลงเรื่อยๆ อุปสรรคและปัญหาต่างๆ ก็จะพบตามมา และในที่สุดก็จะไม่มีสินค้าคงเหลือค้างอยู่ และไม่มีที่หลบซ่อนของปัญหาอีกต่อไป

การลดจำนวนการผลิตในแต่ละงวด (Reduce lot size) การผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) หมายถึง การกำจัดของเสีย ซึ่งทำได้โดยการลดการลงทุนในสินค้าคงคลังปัจจัยสำคัญของความสำเร็จก็คือการผลิตสินค้าโดยผลิตจำนวนน้อยๆ ในแต่ละงวด วิธีการนี้จะมีผลเป็นอย่างมากที่จะช่วยลดสินค้าคงเหลือและต้นทุนสินค้าคงคลังดังที่เราได้ทราบแล้ว เมื่อมีการใช้สินค้าคงเหลืออย่างคงที่ ในกรณีที่ต้นทุนการจัดซื้อมีค่าต่ำ การลดขนาดคำสั่งซื้อให้เล็กลงก็จะยิ่งเพิ่มจำนวนครั้งในการสั่งซื้อให้มากขึ้น ซึ่งสามารถลดระดับของสินค้าคงเหลือลงจากเดิมได้

ระบบการผลิตแบบทันเวลาพอดี (JIT) ในอุดมคติ จะมีขนาดการสั่งซื้อเพียงคราวละหนึ่งหน่วยเท่านั้น โดยสินค้าถูกดึงออกจากกระบวนการผลิตที่อยู่ใกล้ๆ แต่ในความเป็นจริงเมื่อทำการวิเคราะห์การผลิตระยะเวลาที่ใช้ในการจัดส่งและการบรรจุหีบห่อสำหรับการจัดส่ง จะถูกนำมาพิจารณาประกอบด้วยก่อนจะทำการตัดสินใจเลือกจะนวนการผลิตในแต่ละงวด ผลจากการวิเคราะห์ทำให้ทราบว่า แต่ละงวดผลิตจะมีการสั่งซื้อวัตถุดิบจำนวนน้อยๆ แต่ก็คงมีจำนวนมากกว่าหนึ่งหน่วย และเมื่อขนาดคำสั่งซื้อได้รับการพิจารณาก็จะสามารถปรับปรุงสาการปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด (EOQ) มีความสอดคล้องกับระยะเวลาการปรับตั้งเครื่องจักร เพื่อให้สามารถทำการผลิตที่ต้องการ

2.5 เทคโนโลยีด้านการผลิต

เทคโนโลยีด้านการผลิต (Production Technology) ความก้าวหน้าทางด้วนเทคโนโลยีทำให้การผลิตและผลผลิตเพิ่มขึ้น ซึ่งมีการนำเทคโนโลยีมาประยุกต์ใช้ในทั้งภาคการผลิตและการบริการ ในส่วนนี้เราจะกล่าวถึงเทคโนโลยีที่สำคัญ 9 ประการ เทคโนโลยีแบบเครื่องจักร (Machine technology), ระบบการแสดงข้อมูลแบบอัตโนมัติ ([Automatic Identification Systems (AISs)], การควบคุมกระบวนการผลิต (Process Control), ระบบการมองเห็น (Vision systems), หุ่นยนต์ (Robots), ระบบการจัดเก็บข้อมูลและเรียกข้อมูลแบบอัตโนมัติ [Automated Storage and Retrieval Systems (ASRSs)], เครื่องมือนำทางแบบอัตโนมัติ [Automated Guided Vehicles (AGVs)], ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น [Flexible Manufacturing Systems (FMSs)], การผลิตแบบเบ็ดเสร็จโดยใช้คอมพิวเตอร์ [Computer Integrated Manufacturing(CIM)] โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

2.5.1 เทคโนโลยีแบบเครื่องจักร (Machine technology)

ในโลกปัจจุบันนี้เครื่องจักรที่เราดำเนินการอยู่ไม่ว่าจะเป็นการตัด การดึง การเจาะ หรือการบดนั้น จะมีการกระบวนการมากมายทั้งในด้านของการตัดสินใจและการควบคุม เครื่องจักรในศตวรรษที่ 21 นี้ จะต้องมีปริทธิภาพในการเพิ่มผลผลิตมากกว่ารุ่นก่อนๆ โดยจะมีขนาดเล็กลง ตลอดจนมีการใช้พลังงานน้อยลง เพราะการประหยัดในด้านพลังงานและการประหยัดพื้นที่เป็นสิ่งสำคัญ นอกจากนี้จะมีการใช้น้ำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญแทนการใช้น้ำมัน เพราะสารล่อลื่นที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบจะช่วยจำกัดของเสียที่มีอันตราย และสิ่งสำคัญก็คือการใช้น้ำแทนน้ำมันจะทำให้เราสามารถนำกลับมาใช้ใหม่หรือค้นพบได้ง่ายกว่า

ความก้าวหน้าในการควบคุมเครื่องจักรสมัยใหม่โดยผ่ายชิฟ (Chips) จะทำให้มีความยุ่งยากซับซ้อนมายิ่งขึ้น แต่ก็จะทำให้เครื่องมือนั้นมีความถูกต้องแม่นยำกว่าเดิม การควบคุมด้วยระบบอิเล็กโทรนิกส์ทำให้สามารถเพิ่มความเร็วโดยลดเวลาในการเปลี่ยนแปลง ลดของเสีย และทำให้เกิดความยืดหยุ่น ซึ่งการใช้คอมพิวเตอร์ควบคุมเครื่องจักรและหน่วยความจำ เรียกว่า การควบคุมด้านตัวเลขโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ [Computer Numerical Control (CNC)]

ความก้าวหน้าของเทคโนโลยีดังกล่าวได้มีการนำมาใช้ในโรงงานต่างๆ ในประเทศสหรัฐอเมริกา เช่น โรงงาน Pratt and Whitney โดยการใช้เครื่องมือเครื่องจักรที่มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น ทำให้สามารถลดระยะเวลาในกระบวนการฝนใบพัดกังหัน จาก 10 วัน เหลือเพียง 2 ชั่วโมง และลดเวลาในการตัดใบพัดจาก 22 วัน เหลือเพียง 7 วันเท่านั้น ซึ่งจะเห็นว่าเครื่องมือเครื่องจักรสมัยใหม่จะช่วยลดระยะเวลาในกระบวนการผลิต

2.5.2 ระบบการแสดงข้อมูลแบบอัตโนมัติ ([Automatic Identification Systems (AISs)]

เครื่องมือเครื่องใช้สมัยใหม่ ตัวอย่างเช่น เครื่องเบิกเงินอัตโนมัติ (ATM) ในโลกปัจจุบันได้ถูกควบคุมโดยอุปกรณ์สัญญาณอิเล็กโทรนิกส์แบบดิจิตอล ซึ่งระบบอิเล็กโทรนิกส์นั้นถือว่าเป็นกลไกที่สำคัญในการส่งผ่านข้อมูล แต่ก็มีข้อจำกัดเช่นเดียวกัน อย่างไรก็ตามผู้บริหารการปฏิบัติการจะต้องนำข้อมูลเข้าไปในระบบของอิเล็กโทรนิกส์ การทำข้อมูลแบบดิจิตอลนั้นสามารถทำโดยผ่านการใช้บาร์โค้ด (Bar codes) แป้นพิมพ์คอมพิวเตอร์ (Keyboards) ความถี่ของคลื่นวิทยุ และอื่นๆ ซึ่งจะทำให้เราสามารถดำเนินการได้ง่ายและสะดวกขึ้น ตัวอย่างในนวัตกรรมในการปฏิบัติการ มีดังนี้

(1) ในบางโรงพยาบาลจะมีการติดบาร์โค้ด (Bar codes) ชื่อยาไว้ที่ข้อมือคนไข้ เวลาจ่ายยาจะใช้เครื่องแสกน เพื่อป้องกันความผิดพลาด

(2) เครื่องเรดาห์แบบอัตโนมัติ (Transponders) ซึ่งติดอยู่กับรถ ทำให้ร้าย McDonald's สามารถส่งใบเสร็จให้กับลูกค้าโดยผ่านระบบดังกล่าว โดยไม่ต้องรอหยุดรถและจ่ายเงิน เครื่องเรดาห์ดังกล่าวจะใช้เทคโนโลยีที่จะทำให้นักขับขี่ไม่ต้องหยุดรถบนถนนทางด่วนที่เก็บเงินค่าผ่านทางบางสายได้ พนักงานที่ปฏิบัติงานในร้าน McDonald's จะมีการติดตั้งเสาอากาศ ซึ่งจะตอบสนองต่อเครื่องเรดาห์ดังกล่าว และมีการประมาณการเปลี่ยนแปลงความเร็วของปริมาณการผลิตในทุกๆ 15 วินาที

2.5.3 การควบคุมกระบวนการผลิต (Process Control)

การใช้เทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศในการตรวจสอบและควบคุมระบบกระบวนการผลิต ตัวอย่างเช่น ใช้วัดขนาดของความชื้นและความหนาของกระดาษ ซึ่งจะเลื่อนผ่านเครื่องจักรผลิตการดาที่ระดับ 1,000 ฟุตต่อนาที การควบคุมกระบวนการผลิตนี้ สามารถใช้ในการกำหนดและการควบคุมอุณหภูมิ ความดัน ตลอดจนปริมาณของการกลั่นน้ำมันปิโตรเลียม กระบวนการผลิตปิโตรเคมี โรงงานผลิตปูนซีเมนต์ โรงงานผลิตเหล็กและโรงงานผลิตสารปฏิกิริยา นิวเคลียร์

ระบบการควบคุมกระบวนการผลิตจะทำงานได้ในหลายๆ ด้าน ดังต่อไปนี้

(1) เครื่องมือแบบอนาล็อกที่ใช้อ่านข้อมูลพื้นฐาน

(2) ระบบโปรแกรมทางด้านคอมพิวเตอร์สามารถอ่านแฟ้มข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลแบบดิจิตอลและสามารถวิเคราะห์ข้อมูลได้

(3) ผลผลิตอาจจะอยู่ในหลายรูปแบบ ซึ่งจะรวมไปถึงข้อมูลการเครื่องพิมพ์คอมพิวเตอร์ แผนภาพการควบคุมกระบวนการผลิตโดยใช้สถิติ หรือระบบไฟฟ้าที่ใช้เตือนล่วงหน้า

2.5.4 ระบบการมองเห็น (Vision systems)

เป็นการเชื่อมโยงระหว่างกล้องวีดีโอและเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถใช้ในเรื่องการตรวจสอบ การตรวจสอบด้วยตา (Visual inspection) เป็นงานสำคัญในกระบวนการผลิตอาหารและกระบวนการผลิตทั้งหลาย แต่ก่อนนั้นการตรวจสอบด้วยตาจะดำเนินการได้โดยการใช้มนุษย์ ซึ่งเป็นเรื่องที่ค่อนข้างยุ่งยาก มีความล่าช้า ตลอดจนมีแนวโน้มที่จะเกิดความผิดพลาด ดังนั้นจึงนิยมนำระบบการมองเห็น (Vision systems) มาช้กันรอย่างกว้างขวางในการตรวจสอบรายการสินค้าซึ่งมีลักษณะคล้ายคลึงกัน เพื่อให้แน่ใจว่าสินค้าได้มาตรฐานและไม่มีตำหนิ ตัวอย่างเช่น ในการตรวจสอบมันฝรั่งทอด (French fried) เพื่อหาสินค้าที่ไม่สมบูรณแบบ ซึ่งจะสามารุระบุได้ในขณะที่มีการทอดในระหว่างสายการผลิต ซึ่งระบบดังกล่าวนี้จะดีกว่าการใช้แรงงานคน และจะทำให้ต้นทุนลดลงด้วย

2.5.5 หุ่นยนต์ (Robots)

เป็นเครื่องจักรที่มีความยืดหยุ่น และมีความสามารถในการถือ เคลื่อนไหว หรือจับสิ่งของ โดยการผังชิฟเข้าไปภายในตัวหุ่นยนต์ เพื่อควบคุมการเคลื่อนไหว ซึ่งหุ้นยนต์สามารถใช้แทนแรงงานคนได้อย่างมีประสิทธิภาพในงานที่มีอันตราย นอกจากนั้นการใช้หุ่นยนต์ยังมีความแน่นอน ความเที่ยงตรง ความรวดเร็ว ความแข็งแรง หรือแม้กระทั่งกำลังผลิตที่มีประสิทธิภาพกว่าแรงงานคนอีกด้วย ตัวอย่างเช่น บริษัทฟอร์ด (Ford) ได้มีการให้หุ่นยนต์ถึง 98% สำหรับการเชื่อมโลหะในกระบวนการผลิตรถยนต์

2.5.6 ระบบการจัดเก็บข้อมูลและเรียกข้อมูลแบบอัตโนมัติ [Automated Storage and Retrieval Systems (ASRSs)]

เนื่องจากการใช้แรงงานคนในการดูแลคลังสินค้านั้น มีความผิดพลาดเกิดขึ้นเป็นจำนวนมาก ดังนั้นจึงมีการพัฒนาระบบคลังสินค้าที่ควบคุมด้วยคอมพิวเตอร์ขึ้นมา ซึ่งเรียกว่า ระบบการจัดเก็บข้อมูลและเรียกข้อมูลแบบอัตโนมัติ(ASRSs) เป็นระบบคอมพิวเตอร์สำหรับการจัดเก็บและการค้นหาชิ้นส่วน เครื่องมืออุปกรณ์ หรือสินค้าจากคลังสินค้า ซึ่งนิยมใช้ในการกระจายสินค้าสำหรับร้านค้าปลีก ตัวอย่างเช่น ร้าน Wal-Mart, Tupperware, Benetton

2.5.7 เครื่องมือนำทางแบบอัตโนมัติ [Automated Guided Vehicles (AGVs)]

เป็นการใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมรถที่ใช้ในการขนส่งให้เคลื่อนที่ตามสายพานหรือราง เพื่อเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ระหว่างแผนกต่างๆ ของการผลิต ระบบนี้นิยมใช้ในโรงพยาบาล เพื่อเคลื่อนย้ายเอกสารและยา ในสำนักงานเพื่อเคลื่อนย้ายเอกสารและจดหมาย ตลอดจนในทัณฑสถานเพื่อส่งอาหาร เป็นต้น

2.5.8 ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น [Flexible Manufacturing Systems (FMSs)]

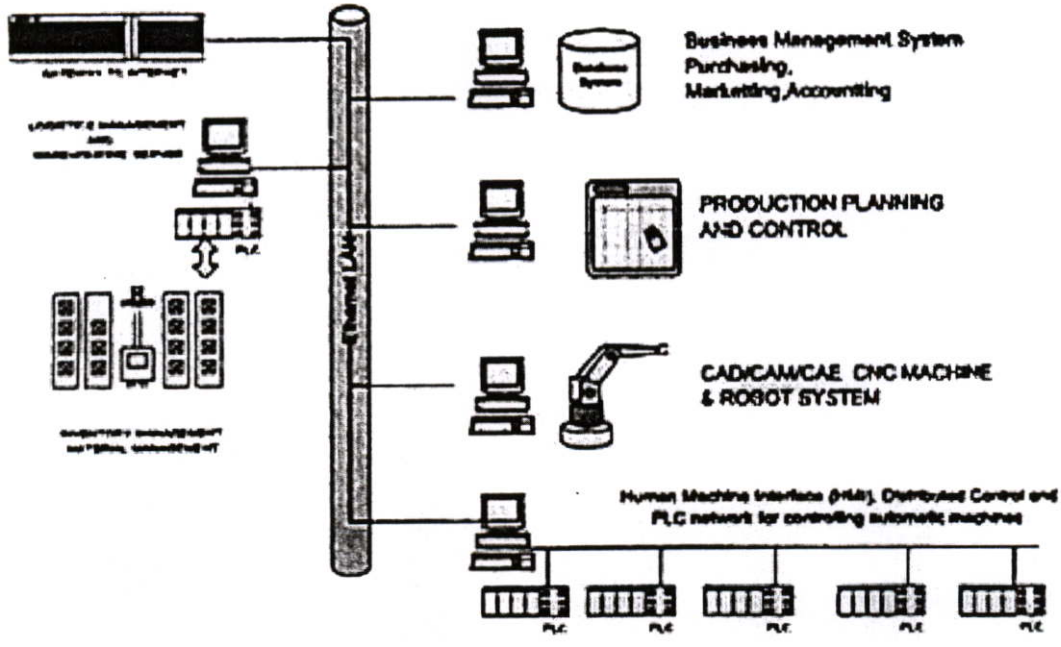
เป็นการใช้เครื่องจักรอัตโนมัติและระบบการขนย้ายวัตถุดิบที่สามารถปรับให้ตอบสนองลักษณะเฉพาะเจาะจงของสินค้าแต่ละชนิดได้ หรือการใช้คอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศในการรวมวัตถุดิบ หุ่นยนต์ และการวางแผนกระบวนการที่นำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการผลิตแบบเซลล์ลูล่าร์ (Cellular) ระบบดังกล่าวทำให้สามารถผลิตสินค้าในปริมาณที่ต่ำ แต่มีความหลากหลายค่อนข้างสูง มีการใช้อรรถประโยชน์ค่อนข้างสูง และมีการใช้เครื่องมือเครื่องจักรเฉพาะด้าน เป็นตัวเชื่อมระหว่างการผลิตที่มุ่งเน้นที่กระบวนการ (Process focus) กับการผลิตที่มุ่งเน้นที่ผลิตภัณฑ์ (Product focus) นั่นเอง

2.5.9 การผลิตแบบเบ็ดเสร็จโดยใช้คอมพิวเตอร์ [Computer Integrated Manufacturing (CIM)]

เป็นการใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในทุกขั้นตอนของการผลิต เพื่อทำให้เกิดจำนวนผลผลิตที่เหมาะสมที่สุด หรือเป็นระบบซึ่งการดำเนินการทุกอย่างภายในอุตสาหกรรม ไม่ว่าจะเป็นการออกแบบ การผลิต การคลังสินค้า การสั่งซื้อ จนถึงการส่งสินค้าจะอยู่ภายใต้การควบคุมโดยใช้ระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด

ฟังก์ชั่นของ CIM ทั่วๆไปประกอบด้วย 2 เทอมหลัก หนึ่งใช้เทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ที่สนับสนุนการผลิต และออกแบบงาน,และอื่นๆที่ สองเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์สนับสนุนบริหารธุรกิจ, CIM ประกอบด้วย

- Computer control
- Computer Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM)
- Management and planning functions
- Stock control and automatic warehouse
- Data handing on a plant-wide basic



รูปที่ 2.5 โครงสร้างคอมพิวเตอร์ช่วยในทุกขั้นตอนของการผลิต

1. การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย[Computer Aided Design (CAD)] เป็นการใช้คอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยพัฒนา ออกแบบ จัดสร้างเอกสารสำคัญด้านผลิตภัณฑ์ (Heizer and Render. 2004 .: 165) ในปัจจุบันมีการเพิ่มขึ้นของผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมที่ได้รับการพัฒนาด้วยการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย (CAD) ซึ่งสามารถช่วยเพิ่มพูนความเร็ว และสามารถประสมประสานการออกแบบผลิตภัณฑ์

เมื่อใช้การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย(CAD) วิศวกรออกแบบจะเริ่มโดยพัฒนาโครงร่างความคิด และผู้ออกแบบจะใช้การแสดงด้วยภาพเพื่อสร้างการออกแบบโครงสร้างแบบเลขาคณิต ซึ่งการออกแบบด้วยความชำนาญจากระบบการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย(CAD) จะช่วยให้ผู้ออกแบบสามารถตัดสินใจข้อมูลวิศวกรรมได้หลากหลายชนิด และจะมีการวิเคราะห์ความเหมาะสมในการใช้ประโยชน์และประหยัด

2. การผลิตโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย[Computer Aided Manufacturing (CAM)] หมายถึงการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่ออกแบบมาโดยเฉพาะ เพื่อทำหน้าที่ควบคุมเครื่องมือที่ใช้ในการผลิตโดยตรง ข้อมูลที่เกี่ยวกับการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CAD) เข้าช่วย จะถูกเปลี่ยนแปลงเป็นคำสั่งสำหรับการผลิตโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย (CAM) และ CAD/CAM

ประโยชน์ของการออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย[Computer Aided Design (CAD)] และการผลิตโดยใช้คอมพิวเตอร์เข้าช่วย[Computer Aided Manufacturing (CAM)]

(1) ช่วยให้คุณภาพของสินค้าดีขึ้น (Product Quality) การออกแบบโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CAD) เข้าช่วย นั้นจะทำให้นักออกแบบสามารถมีการตรวจสอบทางเลือกได้มากขึ้น ตลอดจนปัญหาและอันตรายที่จะเกิดขึ้น

(2) ช่วยลดเวลาในการออกแบบ (Shorter design time) การออกแบบที่สั้นลงจะมีผลทำให้ต้นทุนในการผลิตลดลง และสามารถตอบสนองต่อตลาดได้อย่างรวดเร็ว

(3) ช่วยลดต้นทุนในการผลิต (Production cost reductions) การลดลงในสินค้าคงคลัง ตลอดจนมีการใช้บุคลากรอย่างมีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น โดยมีตารางการผลิตที่ดีขึ้น ตลอดจนมีการส่งเสริมการเปลี่ยนแปลงการออกแบบโดยใช้ต้นทุนต่ำลง

(4) ความเป็นไปได้ในเรื่องของฐานข้อมูล (Database availability) เนื่องจากมีการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับผลิตภัณฑ์เอาไว้ ดังนั้นในการออกแบบผลิตภัณฑ์ใหม่ ผู้ปฏิบัติงานก็สามารถนำข้อมูลมาใช้ได้เลยโดยไม่ต้องเริ่มต้นใหม่ ทั้งหมด ซึ่งมีผลทำให้ต้นทุนลดลงอย่างมาก

(5) ขอบเขตใหม่ของประสิทธิภาพ (New range of capability) ตัวอย่างเช่น ความสามารถที่จะมีการปรับปรุงการใช้รูปแบบในเรื่องของสามมิติ การใช้ระบบการตรวจสอบการเกี่ยวพันไปถึงชิ้นส่วน การเก็บตลอดจนการปรับปรุงการใช้เครื่องมือต่างๆ ซึ่งจะทำให้เกิดประสิทธิภาพในการผลิต เพราะฉะนั้น CAD/CAM จะช่วยลดกระบวนการการทำงานที่ซับซ้อนลง ทำให้นักออกแบบสามารถมุ่งเน้นไปที่แนวคิดเกี่ยวกับงาน ตลอดจนสามารถสร้างสรรค์งานได้ดีขึ้น

ระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น (FMSs) และการผลิตแบบเบ็ดเสร็จโดยใช้คอมพิวเตอร์ (CIM) จะช่วยลดความแตกต่างระหว่างสินค้าที่มีการผลิตต่ำ แต่มีความหลากหลายสูงกับสินค้าที่ปริมาณผลิตสูงแต่มีความหลากหลายต่ำ เทคโนโลยีสารสนเทศนั้นจะทำให้ทั้งระบบระบบการผลิตแบบยืดหยุ่น (FMSs) และการผลิตแบบเบ็ดเสร็จโดยใช้คอมพิวเตอร์(CIM) นั้นสามารถแก้ไขถึงความหลากหลายได้ดีขึ้น ในขณะเดียวกันก็จะทำให้มีขอบเขตปริมาณการผลิตที่เพิ่มขึ้น

2.6 Local Area Network (LAN)

ความหมายและความสำคัญของ คือ โลคัลแอเรียเน็ตเวิร์ค (LAN) มีความหมายตามคำนิยามของ IEEEหรือISO คือ โครงข่ายที่เป็นไปได้สำหรับการส่งข้อมูลที่มีความเร็วขนาดกลางไปจนกระทั่งความเร็วสูงที่ถูกจำกัดขอบเขตอยู่ภายในสำนักงาน อาคาร หรืออาเขตหนึ่งๆ

สำหรับโครงสร้างของระบบ LAN ที่ใช้นั้นจะเป็นโครงข่ายที่เชื่อมต่อโฮสคอมพิวเตอร์ เวิร์คโปรเซสเซอร์ ไมโครคอมพิวเตอร์หรือโทรสารที่กระจายภายในอาคารหรืออาเขตเดียวกันของสำนักงาน หรือโรงงานด้วยความเร็วในการส่งประมาณ 1Mbps - 100Mbps โดยมีจุดมุ่งหมายเพื่อการรีซอร์ส (Resource) ข่าวสารหรืออุปกรณ์ร่วมกัน

LAN จะมีพื้นที่เป้าหมายของโครงข่ายค่อนข้างแคบ นอกจากนี้รูปแบบการติดตั้งโดยทั่วไปจะคล้ายคลึงกันและมีเสถียรภาพ LAN มีบทบาทเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของงานในสำนักงานของแต่ละ

องค์กร เพิ่มความก้าวหน้าของการผลิตและลดค่าใช้จ่ายโดยมีการทำงานในลักษณะของโรงงานอัตโนมัติ ดังนั้นเราอาจกล่าวได้ว่า LAN นั้นมีบทบาทสำหรับการสื่อสารข่าวสารที่ก้าวหน้าและเป็นอิสระด้วย การเชื่อมต่อเทอร์มินัลของแต่ละแผนกภายในองค์กร

2.6.1 ประโยชน์ของการนำเอา LAN มาใช้

1. การใช้แหล่งข่าวสารร่วม

เทอร์มินัลใดๆ ที่ต่อเข้ากับโครงข่ายสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อย่างอิสระ เมื่อเป็นเช่นนี้ข่าวสารร่วมทั้งหมดที่ถูกเก็บรักษาไว้ที่ อุปกรณ์ไฟล์ร่วมสามารถถูกเรียกออกนำมาใช้ร่วมกันด้วยฟังก์ชันสื่อสารความเร็วสูงของ LAN ซึ่งจะทำให้การใช้ข่าวสารร่วมกันได้ทั้งองค์กร

2. ความรวดเร็วในการส่งข่าวสาร

การส่งเอกสารโดยใช้คนนำส่งแต่ละแผนกนั้น สามารถเปลี่ยนเป็นการส่งจากเทอร์มินัลของแผนกหนึ่งไปยังอีกแผนกหนึ่ง หรือการส่งข่าวสารเดียวกันโดยใช้อิเล็กทรอนิคส์เมล์ ซึ่งสามารถทำได้ด้วยความรวดเร็ว

3. ความประหยัดเนื่องจากใช้อุปกรณ์ร่วมกัน

อุปกรณ์ราคาแพงบางชนิดไม่จำเป็นต้องใช้ในลักษณะส่วนตัวเช่นเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ดังนั้นหากนำเอาฟังก์ชันการสื่อสารความเร็วสูงของ LAN มาใช้งานแล้ว เทอร์มินัลทั้งหมดสามารถใช้อุปกรณ์ร่วมกันได้ จึงทำให้ประหยัดค่าใช้จ่าย

2.6.2 โครงสร้างของ LAN ประกอบด้วย

1. เทอร์มินัล (สถานี)

อุปกรณ์ที่ถูกต่อเชื่อมเข้ากับ LAN นั้นได้แก่ ไมโครคอมพิวเตอร์ เวิร์คสเตชั่น โฮสคอมพิวเตอร์ และเครื่องพิมพ์ เป็นต้น อุปกรณ์ดังกล่าวจะถูกเรียกว่าเป็น เทอร์มินัลของ LAN และโดยทั่วไปอาจจะเรียกว่าสถานี หรือเซิฟเวอร์ก็ได้

2. คอนโทรลเลอร์

อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการสื่อสารเช่น ควบคุมความผิดพลาด ควบคุมแอดเดรส เพื่อที่จะทำให้การส่งข่าวสารระหว่างสถานีสามารถกระทำได้อย่างถูกต้อง

3. ทรานซีฟเวอร์

อุปกรณ์ที่รับข่าวสารจากคอนโทรลเลอร์เปลี่ยนเป็นสัญญาณแสง หรือสัญญาณไฟฟ้าที่เหมาะสมกับเส้นทางแล้วทำการส่งออกไป หรือรับเอาสัญญาณจากเส้นทางส่งมาแปลงเป็นสัญญาณข่าวสารแล้วส่งต่อออกไปยังคอนโทรลเลอร์

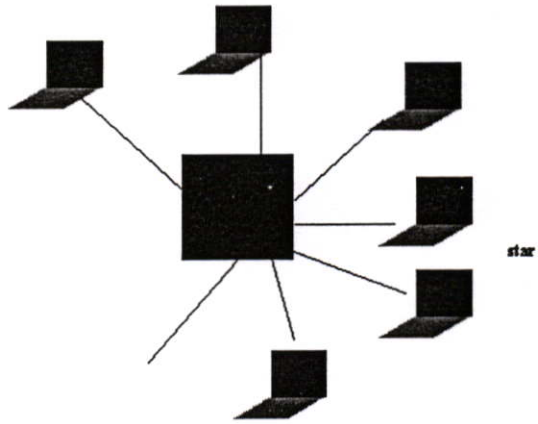
4. เส้นทางส่ง

ตัวกลางที่เชื่อมต่อโหนดเข้ากับระบบโครงข่ายเพื่อให้การรับส่งข้อมูลระหว่างสถานีใดๆ สามารถกระทำได้ ตัวกลางที่ใช้ใน LAN นั้นได้แก่ ทวิสแพร์เคเบิล โคแอคเชียลเคเบิลและเส้น

ใยแสง นอกจากนี้ช่วงที่ไม่สามารถใช้เคเบิลก็จะใช้ระบบวิทยุ สำหรับทรานซีฟเวอร์และคอนโทรลเลอร์เมื่อรวมกันแล้วจะถูกเรียกว่า โหนด

2.6.3 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี

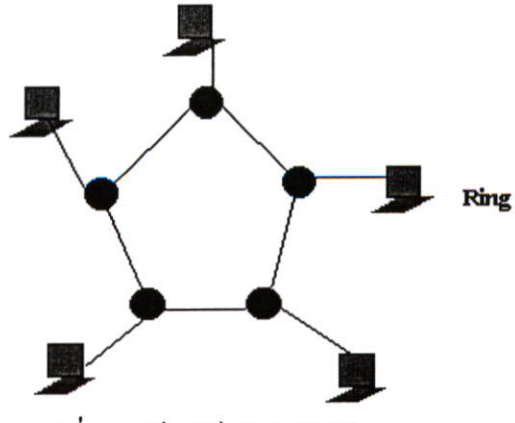
สำหรับรูปแบบของโครงข่ายของเส้นทางส่งที่เชื่อมต่อระหว่างสถานีต่างๆนั้น จะถูกเรียกว่า "Network Topology" ซึ่งจะถูกแบ่งออกได้เป็นดังนี้ 1. แบบ STAR, 2. แบบ RING 3. แบบ BUS, 4. แบบ TREE, 5. แบบ DUAL RING, 6. แบบ STAR SHAPE RING, 7. แบบ STAR SHAPE BUS, 8. แบบ MESH หรือ FULLY MESH และ 9. แบบ HIERACHICAL STAR แบบ STAR ลักษณะนี้เป็นการเชื่อมต่อ มีคอมพิวเตอร์ หรือ HOST เป็นศูนย์กลางในระบบ CENTRALIZED เครื่องที่อยู่รอบรอบคือ TERMINAL สำหรับระบบ LAN ตัวที่เป็นศูนย์กลางนั่นคือ WIRING CONCENTRATOR หรือ HUB



รูปที่ 2.6 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ STAR

1. แบบ RING

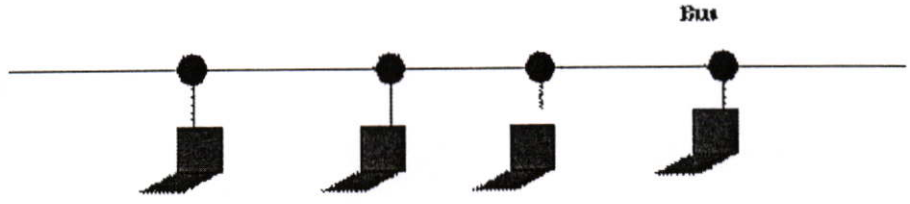
เป็นลักษณะการเชื่อมต่อแบบ LOOP มีใช้ในระบบ LAN TOKEN RING อย่างไรก็ดี ในระบบ WAN การเชื่อมต่อ ROUTER ระหว่าง NETWORK ต่างๆ ก็สามารถเชื่อมต่อในลักษณะนี้ได้เช่นกัน



รูปที่ 2.7 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ RING

2. แบบ BUS

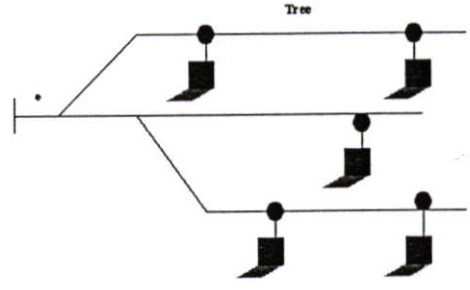
สำหรับระบบ LAN เราเรียกว่าเป็นระบบ ETHERNET สำหรับระบบ MAINFRAME ENVIRONMENT เราเรียกระบบ MULTI - DROP



รูปที่ 2.8 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ BUS

3. แบบ TREE

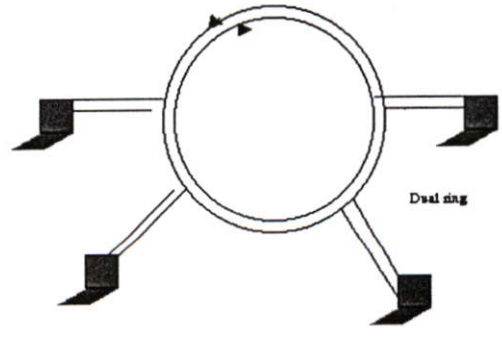
ระบบ TREE นี้บางครั้งมีลักษณะการเชื่อมต่อแบบ MULTI-POINT MULTI-DROP



รูปที่ 2.9 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ TREE

4. แบบ DUAL RING

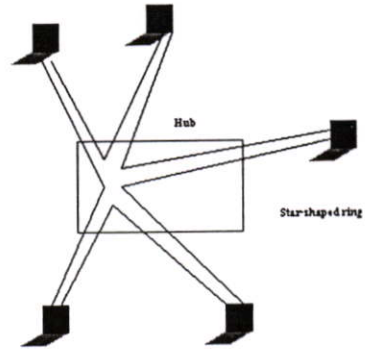
มีใช้ในระบบ FDDI โดยที่ RING ทั้งสอง สามารถทำงานร่วมกันได้ หากมี RING ใด RING หนึ่ง FAIL ก็ยังสามารถทำงานต่อไปได้



รูปที่ 2.10 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ DUAL RING

5. แบบ STAR SHAPE RING

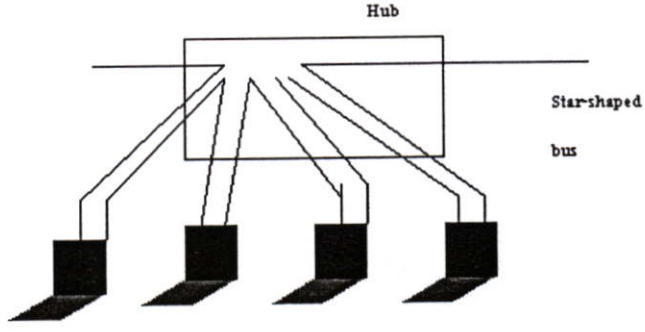
เป็นแบบที่ใช้อยู่ในระบบ TOKEN RING



รูปที่ 2.11 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ STAR SHAPE RING

6. แบบ STAR SHAPE BUS

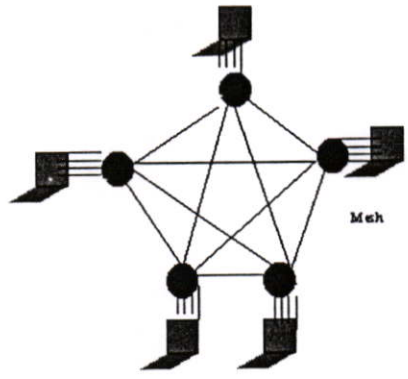
เป็นแบบที่ใช้อยู่ในระบบ ETHERNET 10BASE-T



รูปที่ 2.12 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ STAR SHAPE BUS

7. แบบ MESH หรือ FULLY MESH

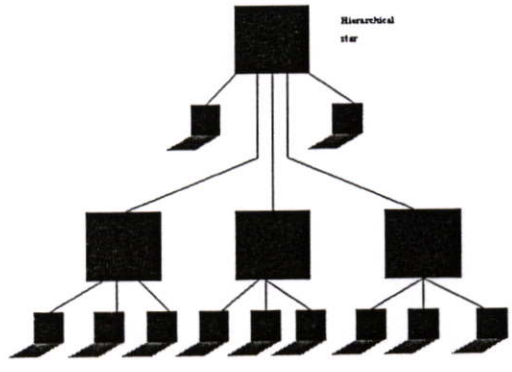
ลักษณะการเชื่อมต่อแบบ MESH นี้ ปกติจะใช้ใน WIDE AREA NETWORK ลักษณะการเชื่อมต่อแบบนี้ ได้แก่ การต่อ ROUTER หรือการเชื่อมต่อแบบ PACKET SWITCHING X.25



รูปที่ 2.13 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ STAR SHAPE BUS

8. แบบ HIERACHICAL STAR

เป็นลักษณะการเชื่อมต่อแบบ HUB ซ้อน HUB ในระบบ LAN



รูปที่ 2.14 เน็ตเวิร์คโทโปโลยี แบบ STAR SHAPE BUS

2.6.4 การขยายขนาดของ LAN

ทำได้ 2 วิธี วิธีแรกจะเป็นการขยายขอบเขตของเน็ตเวิร์คที่มีอยู่เพียงเน็ตเวิร์คเดียวนั้นด้วยอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อ หรืออีกวิธีหนึ่งก็เป็นการเชื่อมต่อโลคัลแอเรียเน็ตเวิร์คหลายๆ ตัวด้วยอุปกรณ์เชื่อมต่อ สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้เชื่อมต่อ LAN นั้น ในปัจจุบันแบ่งออกเป็น 4 จำพวกใหญ่ ดังนี้คือ Repeater, Bridge, Router และ Gateway

การเชื่อมต่อโดยใช้Bridgeใช้ในกรณีการเชื่อมต่อหลายตัวที่มีรูปร่างทางฟิสิกส์และมีเดียแอคเซสคอนโทรลที่ต่างบริดจ์จะเป็นอุปสรรคสำคัญที่ใช้เชื่อมต่อเน็ตเวิร์คในลักษณะนี้ จากหลักการที่ว่าบริดจ์มีฟังก์ชันการทำงานที่มากกว่ารีพีทเตอร์ คือทำหน้าที่เหมือนสถานีธรรมดาสถานีหนึ่งใน LAN ดังนั้นบริดจ์สามารถรับและตรวจสอบแพคเกตที่ส่งผ่านเข้ามาในเน็ตเวิร์ค ยิ่งกว่านั้นฟังก์ชันของบริดจ์จะเปรียบเทียบแอดเดรสของแพ็คเก็ตที่ได้รับกับตารางแอดเดรส เพื่อตัดสินใจว่าควรจะทิ้งหรือส่งต่อแพ็คเก็ตนั้นเมื่อบริดจ์ตรวจพบแพ็คเก็ตที่ถูกส่งไปยัง LAN อื่น บริดจ์จะเก็บแพ็คเก็ตนั้นและเตรียมส่งต่อด้วยการแอคเซส LAN ด้านส่งออก

การทำงานของ Bridge คือ เมื่อแพ็คเก็ตถูกส่งมายังบริดจ์ บริดจ์จะรับแพ็คเก็ตนั้นจากนั้นจะเก็บมาพักไว้ใน Buffer เพื่อเตรียมตรวจสอบต่อไปหลังจากที่ส่วนตรวจสอบแพ็คเก็ตว่างลง แพ็คเก็ตจะถูกส่งเข้าไปตามลำดับหน้า-หลัง ถ้าแพ็คเก็ตนั้นมีที่อยู่ปลายทางอยู่ใน LAN อื่น มันจะถูกเก็บไว้และรอการส่งหรือมิเช่นนั้นแพ็คเก็ตนั้นจะถูกขจัดทิ้ง

สำหรับวิธีการข้างต้น แพ็คเก็ตจะต้องเสียเวลาบ้างในการรอการตรวจสอบที่บริดจ์บัฟเฟอร์ (LAN Bridge Buffer) ซึ่งจะทำให้เกิดความล่าช้าในการส่ง อย่างไรก็ตามในเมื่อบริดจ์จะเลือกแพ็คเก็ตที่มีปลายทางอยู่ใน LAN อื่นเท่านั้น ดังนั้นบริดจ์จะทำหน้าที่ลดความหนาแน่นของโหลด(Load) ทั่วเน็ตเวิร์คทั้งหมด

ระดับโปรโตคอลที่มีบริดจ์ทำงานจะเห็นได้ว่า การทำงานของบริดจ์นั้นจะครอบคลุมชั้นดาต้าลิงค์(Data Link) ในขณะที่รีพีทเตอร์นั้นจะทำงานเพียงชั้นฟิสิกส์เท่านั้น ดังนั้นในกรณีของบริดจ์ ซึ่งจะปฏิบัติงานการส่งแพ็คเก็ตระหว่างสถานีและแอคเซสชันแนลในแต่ละ LAN ที่เชื่อมติดอยู่ ดังนั้น LAN ที่มีแอคเซสคอนโทรลที่ต่างกันสามารถถูกเชื่อมต่อโดยใช้บริดจ์ และเนื่องจากการส่งแพ็คเก็ตออกไปนั้น ไม่สามารถทำได้อย่างทันทีทันใด ดังนั้นการเตรียมบัฟเฟอร์เพื่อใช้ในการรอการส่งจึงมีความจำเป็น

โครงสร้างของ LAN ที่ถูกเชื่อมต่อโดยบริดจ์

LAN ที่มีโครงสร้างชั้นดาต้าลิงค์เหมือนกันนั้น สามารถเชื่อมต่อโดยใช้บริดจ์ โดยที่โครงสร้างของเน็ตเวิร์คที่ใช้บริดจ์เชื่อม สามารถแยกออกเป็นโครงสร้างใหญ่ๆ 3 โครงสร้างคือ

1. โครงสร้างแบบลิงค์ที่ประกอบด้วย LAN หลายตัวเชื่อมผ่านบริดจ์เป็นรูปวงแหวน
2. โครงสร้างเป็นชั้นๆ (Hierachy) ซึ่งจะใช้เป็น Back Bond LAN มาเชื่อมต่อผ่านบริดจ์
3. โครงสร้างแบบดาว (Star) ที่มี LAN หลายๆ ตัวเชื่อมต่อไปยังบริดจ์อันเดียว

2.7 โปรแกรมเมเบิ้ลลอจิกคอนโทรลเลอร์(PLC)

PLC เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับควบคุมเครื่องจักร หรือระบบกระบวนการให้ทำงานตามคำสั่งของผู้ใช้ และข้อมูลต่าง ๆ ที่ได้รับจากหน่วยอินพุท/เอาท์พุท PLC การทำงานของ PLC เป็นได้ทั้งการทำงานตามช่วงเวลา ตามลำดับขั้นตอนฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์และอื่น ๆ

การใช้ PLC สำหรับควบคุมเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมจะมีข้อได้เปรียบกว่าการใช้ระบบของรีเลย์ ซึ่งจำเป็นต้องเดินสายไฟหรือที่เรียกว่า Hard - Wired ฉะนั้นเมื่อมีความจำเป็นที่ต้องเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือลำดับการทำงานใหม่ ก็ต้องเดินสายไฟใหม่ ซึ่งเสียค่าใช้จ่ายสูง แต่เมื่อเปลี่ยนมาใช้ PLC แล้วการเปลี่ยนกระบวนการผลิตหรือ ลำดับการทำงานใหม่นั้นทำได้โดยการเปลี่ยนโปรแกรมใหม่เท่านั้น นอกจากนี้แล้ว PLC ยังใช้ระบบโซลิตเสตท ซึ่งน่าเชื่อถือกว่าระบบเดิม มีการกินกระแสไฟน้อยกว่าและสะดวกกว่า เมื่อต้องการขยายขั้นตอนการทำงานของเครื่องจักร

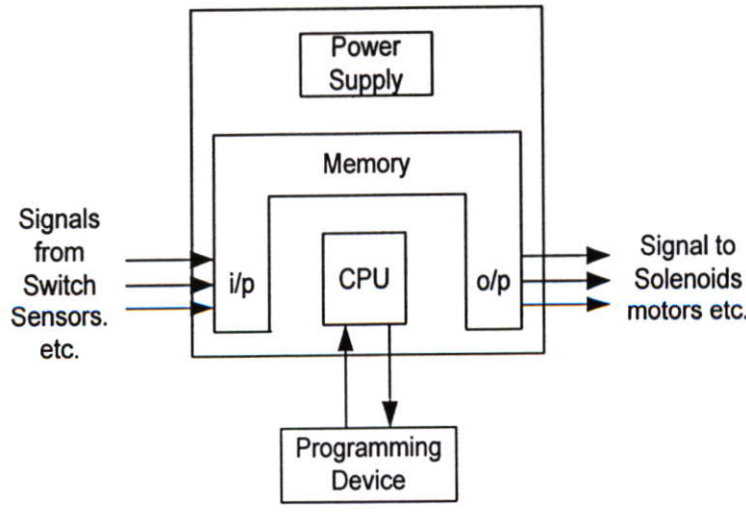
ตารางที่ 2.2 เปรียบเทียบระหว่างระบบซีเควันซ์ (Sequence) กับระบบ PLC

	ระบบซีเควัน หรือใช้การเดินสายไฟ	ระบบโปรแกรม เมเบิล ลอจิก คอนโทรลเลอร์
การควบคุมระบบ	ปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมได้ยาก	ปรับเปลี่ยนแก้ไขเพิ่มเติมได้ง่าย
การซ่อมหรือแก้ไข	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย
การติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก	ทำได้ยาก	ทำได้ง่าย
อายุการใช้งาน	น้อยกว่า เพราะมีส่วนของการเคลื่อนที่มาก	มากกว่า เพราะส่วนที่เคลื่อนที่มีน้อย
ติดต่อกับอุปกรณ์ไกลๆ	ยุ่งยาก เพราะต้องเดินสายไฟยาว	ทำได้ง่าย การเดินสายไฟน้อย
ความเร็วในการทำงาน	ช้า	เร็ว
ขนาด	ใหญ่	เล็ก
ทนต่อสัญญาณรบกวน	ดีมาก	ดี
การติดตั้ง	ใช้เวลามาก	ใช้เวลาน้อย
การทำงานที่ระบบซับซ้อน	ยาก ใช้รีเลย์จำนวนมาก	ง่าย สะดวก

2.7.1 ส่วนประกอบของ PLC

PLC แบ่งออกได้ 4 ส่วนด้วยกันคือ

1. ส่วนที่เป็นหน่วยประมวนผลกลาง (Control Processing Unit : CPU)
2. ส่วนที่เป็นหน่วยความจำ (Memory Unit)
3. ส่วนที่เป็นอินพุต / เอาต์พุต (Input Output : I / O)
4. ส่วนที่เป็นอุปกรณ์การโปรแกรม (Programming Device)

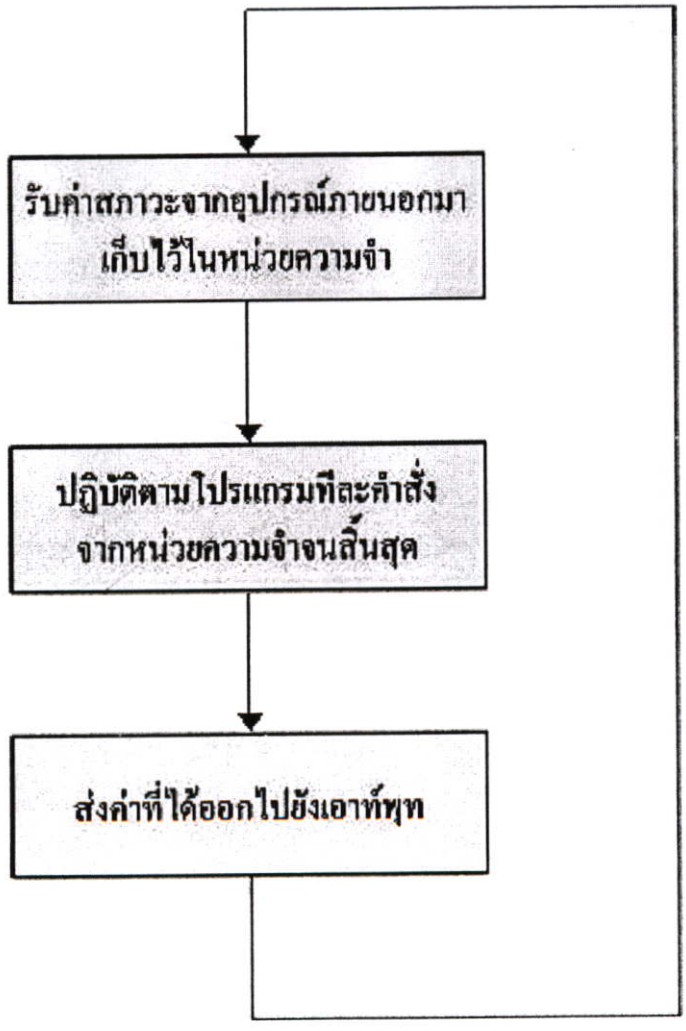


ภาพที่ 2.15 แสดง Block Diagram ของ PLC

1. หน่วยประมวลผลกลาง (Central Processing Unit : CPU)

CPU เป็นส่วนมันสมองของระบบ ภายใน CPU จะประกอบไปด้วยวงจร Logic Gate ชนิดต่างๆ หลายชนิด และมี Microprocessor-based ใช้สำหรับแทนอุปกรณ์จำพวกรีเลย์(Relay) เคาน์เตอร์ (Counter) ไทเมอร์ (Timer) และซีเควนเซอร์ (Sequencers) เพื่อให้ผู้ใช้ได้ออกแบบใช้วงจรรีเลย์ แลดเดอร์ลอจิก (Relay Ladder Logic) เข้าไปได้

CPU จะยอมรับ(Read) อินพุตดาต้า(Input Data) จากอุปกรณ์ให้สัญญาณ(Sensing Device) ต่างๆ จากนั้นจะปฏิบัติการและเก็บข้อมูลโดยใช้โปรแกรมจากหน่วยความจำ และส่งข้อมูลที่เหมาะสมถูกต้องไปยังอุปกรณ์ควบคุม (Control Device) แหล่งของกระแสไฟฟ้าตรง (DC Current) สำหรับใช้สร้างโวลต์ต่ำ (Low Level Voltage) ซึ่งใช้โดยโปรเซสเซอร์ (Processor) และไอโอโมดูล (I/O Modules) และแหล่งจ่ายไฟนี้จะเก็บไว้ที่ CPU หรือแยกออกไปติดตั้งที่จุดอื่นก็ได้ การประมวลผลของ CPU จากโปรแกรมทำได้โดยรับข้อมูลจากหน่วยอินพุตและเอาต์พุตและส่งข่อมูลสุดท้ายที่ได้รับจากการประมวลผลไปยังหน่วยเอาต์พุต เรียกว่าการสแกน (Scan Time)



ภาพที่ 2.16 แสดงการทำงาน 1 สแกน ของหน่วยประมวลผลกลาง(CPU)

2. หน่วยความจำ (Memory Unit)

หน่วยความจำเป็นองค์ประกอบที่สำคัญของระบบ เพราะใช้เป็นที่เก็บโปรแกรมและข้อมูล ขนาดของหน่วยความจำจะเป็นสิ่งที่กำหนดความสามารถของระบบ ระบบที่มีหน่วยความจำมาก จะทำให้ผู้ใช้โปรแกรมสามารถเขียนโปรแกรมที่มีความซับซ้อนได้มากขึ้น

หน่วยความจำของ PLC ประกอบด้วย หน่วยความจำชนิด RAM และ ROM หน่วยความจำชนิด RAM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมของผู้ใช้และเก็บข้อมูลสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ส่วน ROM ทำหน้าที่เก็บโปรแกรมสำหรับใช้ในการปฏิบัติงานของ PLC ตามโปรแกรมของผู้ใช้ ROM ย่อมาจาก Read Only Memory สามารถโปรแกรมได้แต่ลบไม่ได้ ถ้าชำรุดแล้วซ่อมไม่ได้

หน่วยความจำชนิดต่างๆ

(1) RAM (Random Access Memory)

หน่วยความจำประเภทนี้จะมีแบตเตอรี่เล็กๆ ต่อไว้ เพื่อเลี้ยงข้อมูลเมื่อเกิดไฟดับ การอ่านและการเขียนโปรแกรมลงใน RAM ทำได้ง่ายมาก จึงเหมาะกับการใช้งาน ในระยะทดลองเครื่องที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขโปรแกรมบ่อยๆ

(2) EPROM (Erasable Programmable Read Only Memory)

หน่วยความจำชนิด EPROM นี้ จะต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนโปรแกรม การลบโปรแกรมทำได้โดยใช้แสงอัลตราไวโอเลต หรือตากแดดร้อนๆ นานๆ มีข้อดีตรงที่โปรแกรมจะไม่สูญหายแม้ไฟดับ จึงเหมาะกับการใช้งานที่ไม่ต้องการเปลี่ยนโปรแกรม

(3) EEPROM (Electrical Erasable Programmable Read Only Memory)

หน่วยความจำชนิดนี้ไม่ต้องใช้เครื่องมือพิเศษในการเขียนและลบโปรแกรม โดยใช้วิธีการทางไฟฟ้าเหมือนกับ RAM นอกจากนั้นก็ไม่จำเป็นต้องมีแบตเตอรี่สำรองไฟเมื่อไฟดับ ราคาจะแพงกว่า แต่จะรวมคุณสมบัติที่ดีของทั้ง RAM และ EPROM เอาไว้ด้วย

3. หน่วยอินพุท / เอาท์พุท (I / O Unit)

หน่วยอินพุททำหน้าที่รับสัญญาณจากอุปกรณ์ภายนอกที่เป็นสวิทช์ และตัวตรวจจับชนิดต่างๆ (Sensor) ของเครื่องจักรหรือกระบวนการ แล้วแปลงสัญญาณ AC หรือ DC ที่เหมาะสมเพื่อส่งให้หน่วยประมวลผลกลาง

ในส่วนของเอาท์พุทมีหน้าที่รับค่าสภาวะที่ได้จากการประมวลผลของหน่วยประมวลผลกลาง แล้วนำค่าที่ได้นี้ไปขยายสัญญาณออกให้มีขนาดใหญ่พอจะขับอุปกรณ์ภายนอก เช่น รีเลย์, โซลินอยด์, หรือหลอดไฟ, มอเตอร์, วาล์ว, ปั๊ม เป็นต้น นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่แยกสัญญาณของหน่วยประมวลผลกลางออกจากอุปกรณ์เอาท์พุทเพื่อป้องกันความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นได้

โดยปกติเอาท์พุทนี้จะสามารถขับโหลดได้ด้วยกระแสไฟฟ้าประมาณ 1 - 2 แอมแปร์ ถ้าโหลดต้องการกระแสไฟฟ้ามากกว่านี้ จะต้องต่อเข้ากับอุปกรณ์ขับหรือขยายอีกทีหนึ่ง เช่น รีเลย์, โซลิดเสตทรีเลย์ และคอนแท็คเตอร์ เป็นต้น

4. เครื่องป้อนโปรแกรม (Programming Device)

หน้าที่ของเครื่องป้อนโปรแกรมคือ ควบคุมโปรแกรมของผู้ใช้ลงในหน่วยความจำของ PLC นอกจากนั้นแล้วยังทำหน้าที่ติดต่อระหว่างผู้ใช้กับ PLC เพื่อให้ผู้ใช้ตรวจการปฏิบัติงานของ PLC และผลการควบคุมเครื่องจักรและกระบวนการตามโปรแกรมควบคุมที่ผู้ใช้เขียนขึ้นได้อีกด้วย เครื่องป้อนโปรแกรม (Hand Held) แต่ละยี่ห้อจะไม่เหมือนกันแต่มีจุดประสงค์อันเดียวกัน ต่อไปนี้จะเป็นตัวอย่างของเครื่องป้อนโปรแกรมยี่ห้อต่าง

ตารางที่ 2.3 แสดงประเภทและหน้าที่ของอุปกรณ์ติดต่อภายนอก

อุปกรณ์ต่อ	หน้าที่การใช้งานเกี่ยวกับ				
	ป้อน	แก้ไข	โหลดใหม่	พิมพ์	สภาวะ
1. Programming Console	✓	✓			✓
2. EPROM Writer			✓		
3. Printer				✓	
4. Graphic Programming	✓	✓			✓
5. CRT Monitor	✓	✓			✓

2.7.2 ความสามารถของ PLC

PLC สามารถควบคุมงานได้ 3 ลักษณะคือ

(1) งานที่ทำตามลำดับก่อนหลัง (Sequence Control) ตัวอย่างเช่น

1. การทำงานของระบบรีเลย์

2. การทำงานของไทเมอร์ เคาน์เตอร์

3. การทำงานในระบบกึ่งอัตโนมัติ ระบบอัตโนมัติ หรืองานที่เป็นกระบวนการทำงานของเครื่องจักรกลต่างๆ

(2) งานควบคุมสมัยใหม่(Sophisticated Control) ตัวอย่างเช่น

1. การทำงานทางคณิตศาสตร์ เช่น บวก ลบ คูณ หาร

2. การควบคุมแบบอนาล็อก(Analog Control) เช่น การควบคุมอุณหภูมิ (Temperature) การควบคุมความดัน(Pressure) เป็นต้น

3. การควบคุม P.I.D. (Proportional Integral Derivation)

4. การควบคุมเซอร์โวมอเตอร์ (Servo motor Control)

5. การควบคุม Stepper - motor

6. Information Handling

(3) การควบคุมเกี่ยวกับงานอำนวยการ(Supervisory Control) ตัวอย่างเช่น

1. งานสัญญาณเตือน(Alarm) และ Process Monitoring
2. Fault Diagnostic and Monitoring
3. งานต่อร่วมกับคอมพิวเตอร์ (RS232C / RS422)
4. Printer / ASCII Interfacing
5. งานควบคุมอัตโนมัติในโรงงานอุตสาหกรรม (Factory Automation Networking)
6. LAN (Local Area Network)
7. WAN (Wide Area Network)
8. FA., FMS, CIM เป็นต้น

2.8 ตัวอย่างของระบบที่ใช้การพยากรณ์ความต้องการผลิตสินค้าอัตโนมัติ

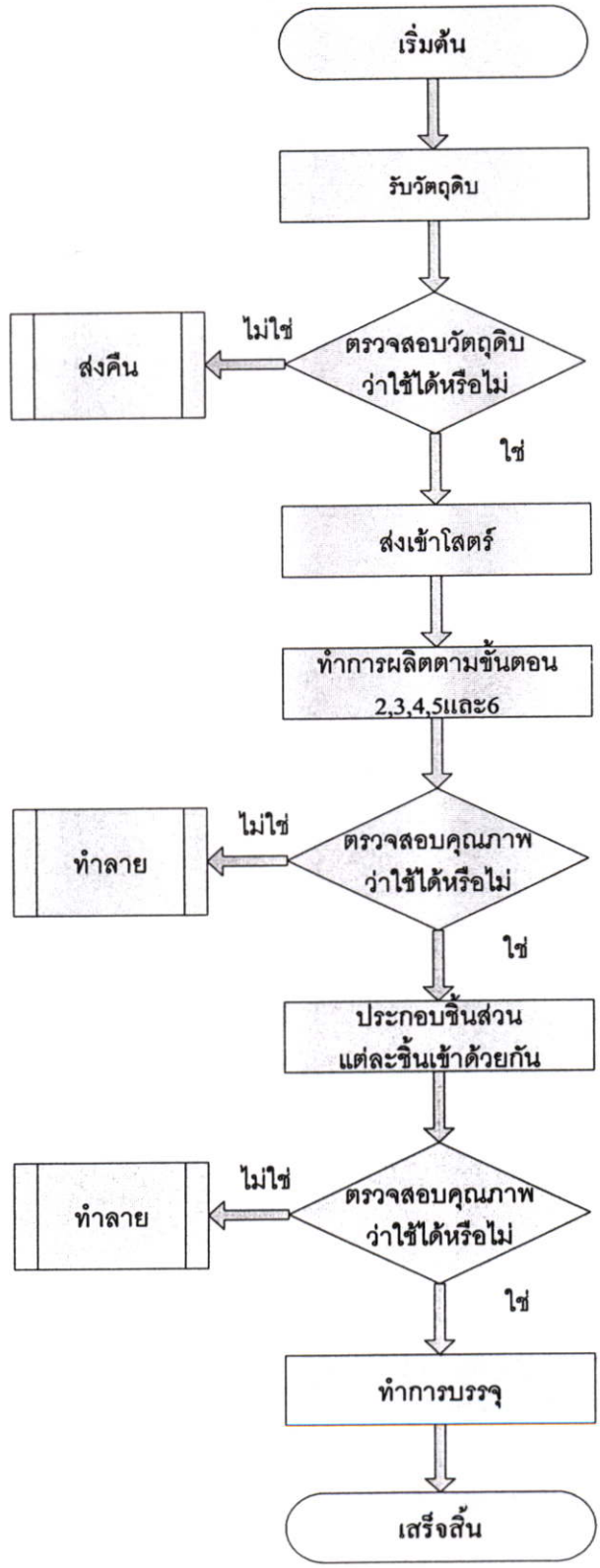
ตัวอย่างของระบบที่ใช้การพยากรณ์ความต้องการผลิตสินค้าอัตโนมัตินำมาทดลอง คือการผลิตโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์ส่วนพนักพิง ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนในการผลิตโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์ส่วนพนักพิง 8 ขั้นตอนที่ใช้ในการผลิต

1. ขั้นตอนตรวจสอบวัตถุดิบทั้ง 4 ชนิด (Inspection Raw Materials)
2. ขั้นตอนดัดโลหะโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์ (Bender Process)
3. ขั้นตอนขึ้นรูปสำหรับที่พักศีรษะ (Form Headrest Process)
4. ขั้นตอนสอดท่อเข้าไปในโครงสร้าง (Insert Tube Process)
5. ขั้นตอนบีบปลายโครงสร้างให้แบน (Flat Extruded Process)
6. ขั้นตอนเจาะ ตัดและตรวจสอบ (Pierce Cutting and Inspecting Process)
7. ขั้นตอนเชื่อมประกอบโครงสร้าง (Assembly Welding Process)
8. ขั้นตอนตรวจสอบขั้นสำเร็จ (Inspection Assembly Welding)

โดยมีวัตถุดิบเป็นโลหะ 3 ชนิดที่ใช้ในการผลิตดังนี้

1. ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 25.4 มิลลิเมตร, ความหนา 1.6 มิลลิเมตร, ความยาว 1386 มิลลิเมตร
2. ท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 19.1 มิลลิเมตร, ความหนา 2.0มิลลิเมตร, ความยาว 413 มิลลิเมตร
3. ลวดขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 7.0 มิลลิเมตร, ความยาว 980 มิลลิเมตร

2.8.1 Flow Chart ขบวนการผลิตโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์ส่วนพนักพิง



รูปที่ 2.17 Flow Chart ขบวนการผลิตโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์ส่วนพนักพิง

บทที่ 3
วิธีการควบคุมระดับสินค้าคงคลังด้วยวิธีการพยากรณ์บนคลังสินค้าอัตโนมัติ

ข้อด้อยของการควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control) คือ การมีช่วงเวลานำ(Lead Time) ที่มีความล่าช้า และการมีปริมาณวัตถุดิบที่ไม่พอเพียงในการผลิต และการมีปริมาณวัตถุดิบที่มากเกินความจำเป็น เนื่องจากต้องมีขั้นตอนการตรวจสอบปริมาณสินค้าคงคลัง ขั้นตอนการสั่งซื้อ การคาดการปริมาณวัตถุดิบให้มีเหมาะในการผลิต และเวลารอคอยสินค้าเข้ามาเตรียมการผลิต เนื่องจากในแต่ละขั้นตอนที่กล่าวมาล้วนมีขั้นตอนที่ยุ่งยากต้องใช้แรงงานและเวลาอย่างมาก ดังนั้นความรวดเร็วและความแม่นยำของการคาดการณ์ปริมาณวัตถุดิบ จึงมีความจำเป็นเพราะจะเข้ามาช่วยลดต้นทุนจาก เวลาแรงงาน และค่าใช้จ่ายอันเกิดจากการสั่งซื้อ และจัดเก็บปริมาณวัตถุดิบที่มีเกินความจำเป็น

การแก้ปัญหาข้างต้นนี้ เราจะใช้เทคโนโลยีทางการผลิต(Production Technology) เครือข่ายคอมพิวเตอร์ (Computer Network) และเทคโนโลยีสารสนเทศ(Information Technology) เข้ามาช่วยในการตรวจสอบปริมาณวัตถุดิบคงคลัง ลดขั้นตอนการสั่งซื้อและการคำนวณค่าพยากรณ์ของปริมาณความต้องการในช่วงเวลาข้างหน้าที่จะถึง เพื่อหาจุดสั่งซื้อใหม่ (Reorder Level) และความรวดเร็วในการได้มาของวัตถุดิบ ในวิทยานิพนธ์เล่มนี้จะใช้เทคนิคการควบคุมระดับสินค้าคงคลังด้วยวิธีการพยากรณ์บนคลังสินค้าอัตโนมัติ

วิธีการการคำนวณค่าพยากรณ์ของปริมาณความต้องการในช่วงเวลาที่จะถึง โดยใช้วิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่(Moving Average) เมื่อเทียบกับหลักการของการควบคุมสินค้าคงคลังในแบบเก่าแล้ว ในส่วนของการพยากรณ์และการหาจุดสั่งซื้อใหม่ จะให้ความน่าเชื่อถือ ความรวดเร็วและต้นทุนการสั่ง ต้นทุนการจัดเก็บ ของการควบคุมวัตถุดิบ ให้มีเหมาะสมเพียงพอในการผลิตที่ดีกว่าวิธีการควบคุมสินค้าคงคลังในแบบเก่า และระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ เพื่อเข้ามาช่วยในการจัดเก็บ เพื่อความเป็นระเบียบและสามารถตรวจสอบ วันเริ่มต้นในการจัดเก็บ และชนิด ปริมาณวัตถุดิบ ได้จากเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควบคุม

ในบทที่ 3 นี้จะกล่าวถึงโปรแกรมเมเบิ้ลโลจิกคอนโทรล (PLC) เครือข่ายคอมพิวเตอร์ระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ และการรายงานสินค้าคงคลังแบบต่อเนื่องร่วมกับการพยากรณ์ความต้องการสินค้าคงคลัง (Continuous review with demand forecasting CRDF) โดยใช้เทคนิคหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

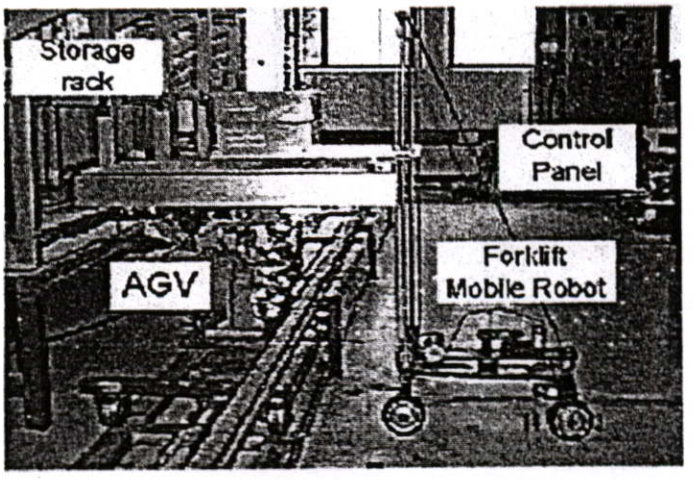
3.1 โครงสร้างระบบ

ระบบทั้งหมดประกอบด้วยของhost computer ต่อกับEthernet Local Area Network และ Programmable Logic Controller (PLC) ฟังก์ชั่นหลักของhost computerเป็นreorder inventory database และ พยากรณ์ความต้องการ ระบบถูกพัฒนาบนWindows operating system, Microsoft Visual Basic 6.0, Microsoft Access 2000 ที่บริหารระบบฐานข้อมูล host computerด้วยทำงานเป็น Internet web server, เช่นนั้นทุกuser ผู้ขายหรือdealer สามารถเข้าถึงstock information ผ่านinternet web browser Web pagesประกอบด้วยกราฟและข้อมูลตัวเลขของอัตราความต้องการ, acquisition lead-time, reorder point และปริมาณการสั่ง เพราะเหตุนี้supplierสามารถเอาข้อมูลอย่างรวดเร็ว อีก ความหมายสถานการณ์สามารถเอารองรับsupply chain management system และเป็นประโยชน์มากๆ สำหรับแผนการผลิต สามารถลดตั้งต้นทุนการสั่งของ host computerมีฟังก์ชั่นที่ควบคุมการทำงาน warehouseโดยร่วมกับLadder programming PLCผ่านserial communication RS232C, โปรโตคอล สื่อสารนี้ใช้OMRON SYSMAC ชื่อ HOST-LINK protocol แต่ละผลิตภัณฑ์ หรือผิววัสดุมีbarcode ระบุชนิดวัสดุ ในระบบต้นแบบ, วัสดุจัดจำพวก 3 แบบของสินค้า barcode reader ต่อกับPLC บันทึก ในเวลาเดียวกันด้วย วันเวลาเมื่อสินค้าถูกเก็บหรือได้กลับมาจากระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ วิธีการที่ ได้คืนของวัสดุแรกเข้าและแรกออก(FIFO) Host Computerจัดลำดับของการได้คืนหรือการเก็บ

3.2 คลังสินค้าคงคลังอัตโนมัติ

การทำงานของคลังสินค้าคงคลังอัตโนมัติ มีลักษณะการทำงานดังนี้ ช่องเก็บสินค้าในคลังสินค้า อัตโนมัติมี 4 แถวและ 6 ตอน , แต่ละตำแหน่งสามารถกำหนดเป็นตัวแปรอาร์เรย์สองมิติ โดยลำดับ จัดเรียง FIFO ระบบตามแถว การทำงานของโหมดเก็บของเริ่มที่ผู้ใช้สั่งหุ่นรถยก ยกวัสดุและย้ายผ่าน ตัวอ่านบาร์โค๊ด จากนั้นhost computerจะพิจารณากำหนดตำแหน่งของคลังเก็บสินค้าโดยชนิดของ สินค้า การทำงานของโหมดค้นคืน เริ่มกับผู้ใช้เรียกขอวัสดุโดยเลือกชนิดวัสดุจากhost computer และ ปั่นจั่นเรียงซ้อนจะย้ายคืนวัสดุที่ง่ายมากการเก็บมันสามารถแจ้งวันและเวลาด้วย การเคลื่อนที่แกนตั้ง และแกนนอนอย่างอสิระและพร้อมเพียงกันและหยุดที่ตำแหน่งของมัน

ส่วนประกอบต่างๆของคลังสินค้าคงคลังอัตโนมัติ มีดังนี้ 1. ช่องจัดเก็บวัตถุดิบ 2. เครื่องมือ นำทางแบบอัตโนมัติ [Automated Guided Vehicles (AGVs)] 3. รถยกของเคลื่อนที่ได้ (Forklift Mobile Robot) และ4. แผงควบคุมการทำงาน(ControlPanel)



รูปที่ 3.1 คลังสินค้าคงคลังอัตโนมัติ

3.3 คอมพิวเตอร์กับPLC

PLC เป็นคอมพิวเตอร์เฉพาะประเภทหนึ่ง จึงมีโครงสร้างเหมือนคอมพิวเตอร์ แต่มีข้อแตกต่างกันต่อไปนี้คือ

1. PLC ถูกออกแบบให้มีความทนทานต่อสภาพแวดล้อมของโรงงานอุตสาหกรรม เช่น ความร้อน ความหนาว ระบบไฟฟ้ารบกวน การสั่นสะเทือน การกระแทก

2. การใช้โปรแกรมของ PLC จะไม่ยุ่งยากเหมือนของคอมพิวเตอร์ PLC จะมีระบบตรวจสอบตัวเอง ทำให้ใช้งานง่ายและบำรุงรักษาง่าย

3. PLC ทำงานตามที่โปรแกรมเอาไว้เพียงโปรแกรมเดียว ทำให้ไม่ยุ่งยาก ส่วนคอมพิวเตอร์จะทำงานตามที่โปรแกรมไว้หลายๆ โปรแกรมพร้อมกัน จึงมีความยุ่งยากกว่า

4. PLC ใช้ควบคุมกระบวนการผลิตทุกชนิด ทั้งแบบอนาล็อก และแบบลอจิก(ON-OFF)

3.3.1 การสื่อสารแบบ Host Link

เป็นการเชื่อมต่อ PLC กับคอมพิวเตอร์ทั่วไปผ่านทางพอร์ต COM1 หรือ COM2 ส่วนมากจะนิยมใช้มาตรฐานการส่งแบบอนุกรม เพื่อให้สามารถควบคุม PLC จากคอมพิวเตอร์ได้ สำหรับคอมพิวเตอร์ 1 เครื่อง สามารถต่อเข้ากับ PLC ได้จำนวนมาก โดยใช้การเชื่อมต่อ หลายๆตัวเข้าด้วยกัน เรียกว่า PC Link ในการติดต่อแบบ Host Link จะต้องผ่านอุปกรณ์ที่เรียกว่า Host Link Units ซึ่งจะต้องตั้งค่าต่างๆ ที่จำเป็นที่ใช้ในการติดต่อแบบ Host Link Units ซึ่งจะต้องตั้งค่าต่างๆ ที่จำเป็นที่ใช้ในการติดต่อแบบ Host Link Units (C-500, LK203) ผ่านสวิทช์ของเครื่อง PLC

3.3.2 การติดต่อผ่านพอร์ตอนุกรม RS232C

พอร์ตอนุกรม (Serial Port)

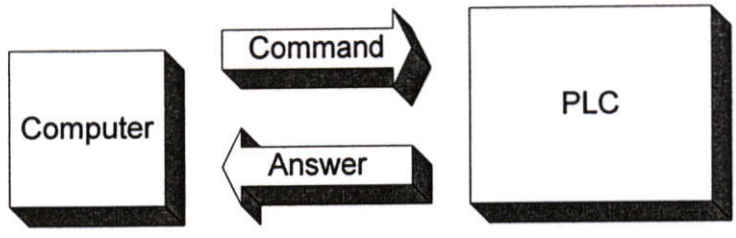
เนื่องจากมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS232C มีใช้กันอย่างแพร่หลาย ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ถูกกำหนดโดย EIA ซึ่งเป็นองค์กรอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิคส์ของอเมริกา พอร์ตอนุกรม RS232C จะเป็นพอร์ตของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีขาต่อทั้งประเภท 9 ขาและ 25 ขา ซึ่งจะเรียกว่า พอร์ต COM1 และ COM2 นั่นเอง ในความเป็นจริงพอร์ตอนุกรมมิได้ควบคุมโดยตรงจาก CPU บนเมนบอร์ด แต่การสื่อสารทั้งหมดจะถูกจัดการโดยชิพ UART (Universal Asynchronous Reciever / Transmitter) อีกทีหนึ่ง ซึ่งในปัจจุบันนี้เบอร์ที่นิยมใช้กันมากที่สุดคือ 16550C

การส่งข้อมูล (Data Transmission)

การรับตัวอักษรจากเครื่องคอมพิวเตอร์แล้วแปลงให้เป็นสายข้อมูลบิต (เรียกว่าขบวนการ Serialization) ซึ่งจะสร้างเฟรมข้อมูลโดยการเพิ่มบิตที่จำเป็นสำหรับการสื่อสารและการตรวจสอบ เช่น บิต Start, Stop และ Parity เป็นต้น และส่งผ่านเฟรมข้อมูลที่สร้างขึ้นมาด้วยความเร็วของโมเด็มหรือพอร์ตอนุกรม (Baud Rate) แสดงสถานะความพร้อมที่จะรับข้อมูลตัวอักษรถัดไปให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์

การรับข้อมูล (Data Reciever)

รับข้อมูลและตรวจสอบความถูกต้องของเฟรมข้อมูลตามมาตรฐานที่กำหนด ถ้าเกิดข้อผิดพลาดขึ้นจะมีการแจ้งข้อผิดพลาดทันทีโดยตรวจสอบความถูกต้องของ Parity แล้วจึงแปลงสายข้อมูลแบบบิตให้เป็นตัวอักษรส่งตัวอักษรให้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ แสดงสถานะความพร้อมที่จะรับตัวอักษรถัดไปให้กับ Interface



รูปที่ 3.2 แสดงการติดต่อสื่อสารกันระหว่าง PLC กับ คอมพิวเตอร์

Baud Rate

คืออัตราความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูลของโมเด็ม ในปัจจุบันโมเด็มได้รับการพัฒนาไปอย่างมาก อัตราความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูล 1 บิต จะไม่กับอัตรา 1 Baud อีกต่อไป เช่น มาตรฐาน V.22 bis นั้น อัตรา 1 Baud จะเท่ากับ 4 Bit ดังนั้นโมเด็มที่มีอัตราความเร็ว 9600 Baud จะเท่ากับอัตราความเร็วในการส่งถ่ายข้อมูล 38400 Bit/Sec.

Bit per Second คืออัตราความเร็วในการส่งถ่ายจำนวนบิตของโมเด็มใน 1 วินาที

Through Put คือจำนวนของบิตที่สามารถส่งผ่านโมเด็มได้จริงๆ ภายใน 1 วินาที

Data Format

ในการสื่อสารระหว่าง 2 โหนดในระบบโครงข่ายจะต้องมีความเข้าใจถึงรูปแบบของเฟรมข้อมูลที่ตรงกัน ซึ่งการส่งข้อมูลแบบ Asynchronous นั้น นอกจากข้อมูลที่ต้องส่งผ่านแล้ว ยังต้องจัดการช่วงจังหวะในการส่งหรือรับข้อมูลระหว่างกันอีกด้วย โดยที่เฟรมข้อมูลในการส่งหรือรับ จะประกอบด้วยบิตข้อมูลที่มีความหมายดังต่อไปนี้

Data Bit (บิตข้อมูล)

หลังจากกระบวนการ Serialization ก็จะทำการส่งแต่ละบิตไปยังปลายทาง โดยเริ่มส่งจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด ไปยังตำแหน่งที่มีนัยสำคัญสูงสุด

Start Bit (บิตเริ่มต้นข้อมูล)

คือบิตที่บอกให้ทราบถึงจุดเริ่มต้นของข้อมูลที่ต้องการส่ง ซึ่งในทุกๆ เฟรม จะต้องนำหน้าด้วยบิตเริ่มต้นข้อมูลเสมอ

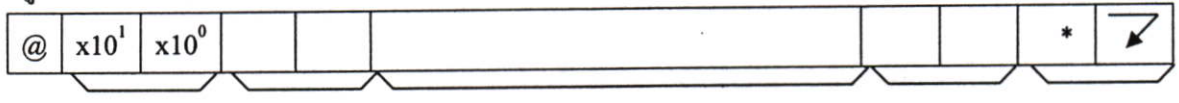
Stop Bit (บิตสิ้นสุดข้อมูล)

คือบิตที่บอกถึงจุดสิ้นสุดของข้อมูลที่ต้องการส่ง

Parity Bit (บิตพาริตี้)

คือบิตที่ใช้ในการตรวจสอบความถูกต้องในการรับส่งข้อมูล ซึ่งโดยส่วนมากจะเพิ่มเข้าไปอีก 1 บิต จากบิตของข้อมูล 7 บิต

รูปแบบคำสั่ง (Command Format)

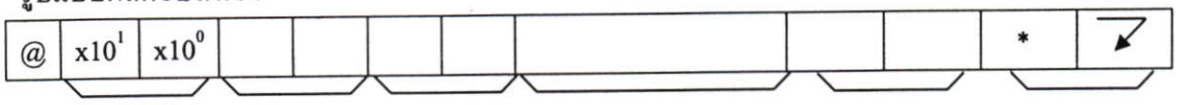


Node no. Header Code Text FCS

Terminator

@	เป็นสัญลักษณ์ที่แทนการเริ่มต้นคำสั่ง
Node no	หมายเลขเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ต้องการทำการติดต่อ เริ่มจาก 00 ถึง 31
Header Code	เป็นส่วนของคำสั่งความยาว 2 ตัวอักษร
Text	ค่าพารามิเตอร์ที่จะทำการส่ง
FCS	Frame Check Sequence ความยาว 2 ตัวอักษร
Terminator	เป็นส่วนแสดงการสิ้นสุดของคำสั่ง

รูปแบบผลตอบสนอง



Terminator

@ , node no, Hcader Code — จะเหมือนคำสั่งที่ส่งไป

End Code(เลขฐานสิบหก) — เป็นส่วนที่แสดงสถานะ ปกติจะแสดง “00” ถ้ามีข้อผิดพลาดจะแสดงเป็น Error code

Text — ส่วนนี้จะถูกส่งในกรณีเป็นคำสั่งอ่านข้อมูลเท่านั้น

ตารางที่ 3.1 แสดงความหมายของ End Code

End code	ความหมายของ End code	เหตุผลที่เกิดขึ้น	การปฏิบัติงาน (process)
00	ภาวะปกติ	-	-
01	ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ใน Run mode	คำสั่งที่ส่งไปไม่สามารถปฏิบัติงานได้ใน Run Mode	ตรวจดูความสัมพันธ์ของคำสั่งที่ใช้กับ Mode
2	ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ใน Monitor Mode	คำสั่งที่ส่งไปไม่สามารถปฏิบัติงานได้ใน Monitor Mode	-
0B	ไม่สามารถปฏิบัติงานได้ใน Program Mode	คำสั่งที่ส่งไปไม่สามารถปฏิบัติงานได้ใน Program Mode	Codeนี้ไม่สามารถใช้ได้ใน ขณะนี้
13	ความผิดพลาดของ FCS	FCSผิดพลาดเนื่องจาก การคำนวณหรืออิทธิพลของสัญญาณรบกวน	ตรวจดูวิธีการคำนวณ กรณีมี สัญญาณรบกวน ให้ส่งคำสั่ง อีก ครั้ง
14	เกิดความผิดพลาดในรูปแบบคำสั่ง	รูปแบบคำสั่งผิดพลาด	ให้ตรวจรูปแบบอีกครั้งแล้วส่งคำสั่งอีกครั้ง

ตารางที่ 3.1 (ต่อ)

End code	ความหมายของ End code	เหตุผลที่เกิดขึ้น	การปฏิบัติงาน (process)
15	เกิดความผิดพลาดในข้อมูลที่ใส่	การกำหนดพื้นที่สำหรับการอ่าน และ การเขียนไม่ถูกต้อง	กำหนดพื้นที่ให้ถูกต้อง แล้วส่งคำสั่งอีกครั้ง
16	คำสั่งไม่สมบูรณ์พอ	ไม่มีคำสั่งที่ระบุไว้อยู่จริง	ตรวจเช็คCommand Code
18	เกิดความผิดพลาดในความยาวของ frame	ความยาวframe มากกว่าความยาวสูงสุดที่กำหนดไว้	แบ่ง Frame นั้นออกเป็นหลายๆ frame
19	ไม่สามารถปฏิบัติงานได้	-	-
23	ในส่วนความจำเป็นของผู้ใช้มีการป้องกันการเขียน (Write protected)	Pin 1 ที่ DIP Switch ของ C 200 HS อยู่ในสถานะ ON	ตั้งค่า Pin 1ให้อยู่ในสถานะ Off
A3	มีการAbort เนื่องจากความผิดพลาดใน FCS ของข้อมูลที่ส่ง	ความผิดพลาดเกิดขึ้นเพราะ ความยาวของ Frame นั้นมากเกินกว่าจะสามารถปฏิบัติงาน (Execute)ได้ในframe	ตรวจสอบคำสั่งแล้วทำการส่งอีกครั้ง
A5	มีการAbort เพราะมีการใส่ข้อมูลที่ผิดพลาดในข้อมูลที่ส่ง	-	-
A8	มีการAbortเพราะเกิดการผิด พลาดเกี่ยวกับความยาว frame ของข้อมูลที่ส่ง	-	-
อื่นๆ	-	เป็นอิทธิพลของสัญญาณรบ กวน	ให้ส่งคำสั่งใหม่อีกครั้ง

3.3.3 Frame Check Sequence (FCS)

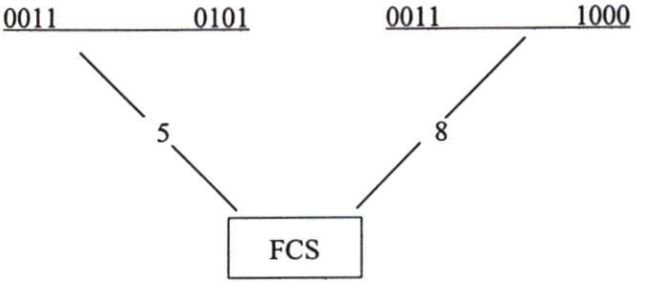
FCS เป็นสิ่งที่ใช้สำหรับตรวจเช็คความผิดพลาดของการสื่อสารที่เกิดจากการเปลี่ยนข้อมูล 8 บิต เป็น 2 ตัวอักษรของข้อมูล ASCII โดยการทำ Exclusive OR ของทุกตัวอักษรจากส่วนของคำสั่งจากผลตอบสนองโดยเริ่มตั้งแต่เครื่องหมาย "@" จนถึงตัวอักษรตัวสุดท้ายของ Text

ตัวอย่างการหาค่า FCS

@10 RH 00310001 58 *CR

Unit no.	Header	Text	FCS	Terminator
@		0100	0000	
		XOR		
1		0011	0001	
		XOR		
0		0011	0000	
		XOR		
R		0101	0010	
..		.....	.....	
0		0011	0000	
XOR				
1		0011	0001	
ผลการคำนวณ		0101	1000	

แปลงเป็น ASCII



ขั้นตอนการตรวจสอบความผิดพลาดโดยใช้ FCS

1. FCS ที่ได้จากการคำนวณจะถูกส่งพร้อมกับคำสั่งไปยัง PLC

2. PLC จะทำการเปรียบเทียบ FCS ที่ PLC คำนวณได้กับ FCS ที่ถูกส่งมากับคอมพิวเตอร์ ถ้าตรงกันจะส่งผลตอบสนองเป็น OK และถ้าไม่ตรงกันจะส่งผลตอบสนองเป็น NG

3.3.4 Host Link Command

รูปแบบคำสั่งของ Host Link เพื่อติดต่อกับพื้นที่ต่างๆ ของ PLC ดังนี้

(1) พื้นที่ Internal Relay / Special Relay

รูปแบบคำสั่งการอ่าน(Read Command Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	R	R	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$			*	↵

รูปแบบผลตอบสนอง (Response Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	R	R	$X16^1$	$X16^0$	$X16^3$	$X16^2$	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

รูปคำสั่งการเขียน (Write Command Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	W	R	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$	$X16^3$	$X16^2$	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

รูปแบบผลตอบสนอง (Response Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	W	R	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

(2) พื้นที่ Link Relay

รูปแบบคำสั่งการอ่าน (Read Command Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	R	L	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$			*	↵

รูปแบบผลตอบสนอง (Response Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	R	L	$X16^1$	$X16^0$	$X16^3$	$X16^2$	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

รูปคำสั่งการเขียน (Write Command Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	W	L	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$	$X16^3$	$X16^2$	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

รูปแบบผลตอบสนอง (Response Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	W	L	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

(3) พื้นที่ Data memory

รูปแบบคำสั่งการอ่าน (Read Command Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	R	D	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$			*	↵

รูปแบบผลตอบสนอง (Response Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	R	L	$X16^1$	$X16^0$	$X16^3$	$X16^2$	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

รูปคำสั่งการเขียน (Write Command Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	W	L	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$	$X16^3$	$X16^2$	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

รูปแบบผลตอบสนอง (Response Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	W	D	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

(4) พื้นที่ Auxiliary Relay

รูปแบบคำสั่งการอ่าน (Read Command Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	R	J	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$			*	↵

รูปแบบผลตอบสนอง (Response Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	R	J	$X16^1$	$X16^0$	$X16^3$	$X16^2$	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

รูปคำสั่งการเขียน (Write Command Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	W	J	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$	$X16^3$	$X16^2$	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

รูปแบบผลตอบสนอง (Response Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	W	J	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

(5) พื้นที่ Timer / Counter

รูปแบบคำสั่งการอ่าน (Read Command Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	R	G	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$			*	↵

รูปแบบผลตอบสนอง (Response Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	R	G	$X16^1$	$X16^0$							*	↵

รูปคำสั่งการเขียน (Write Command Format)

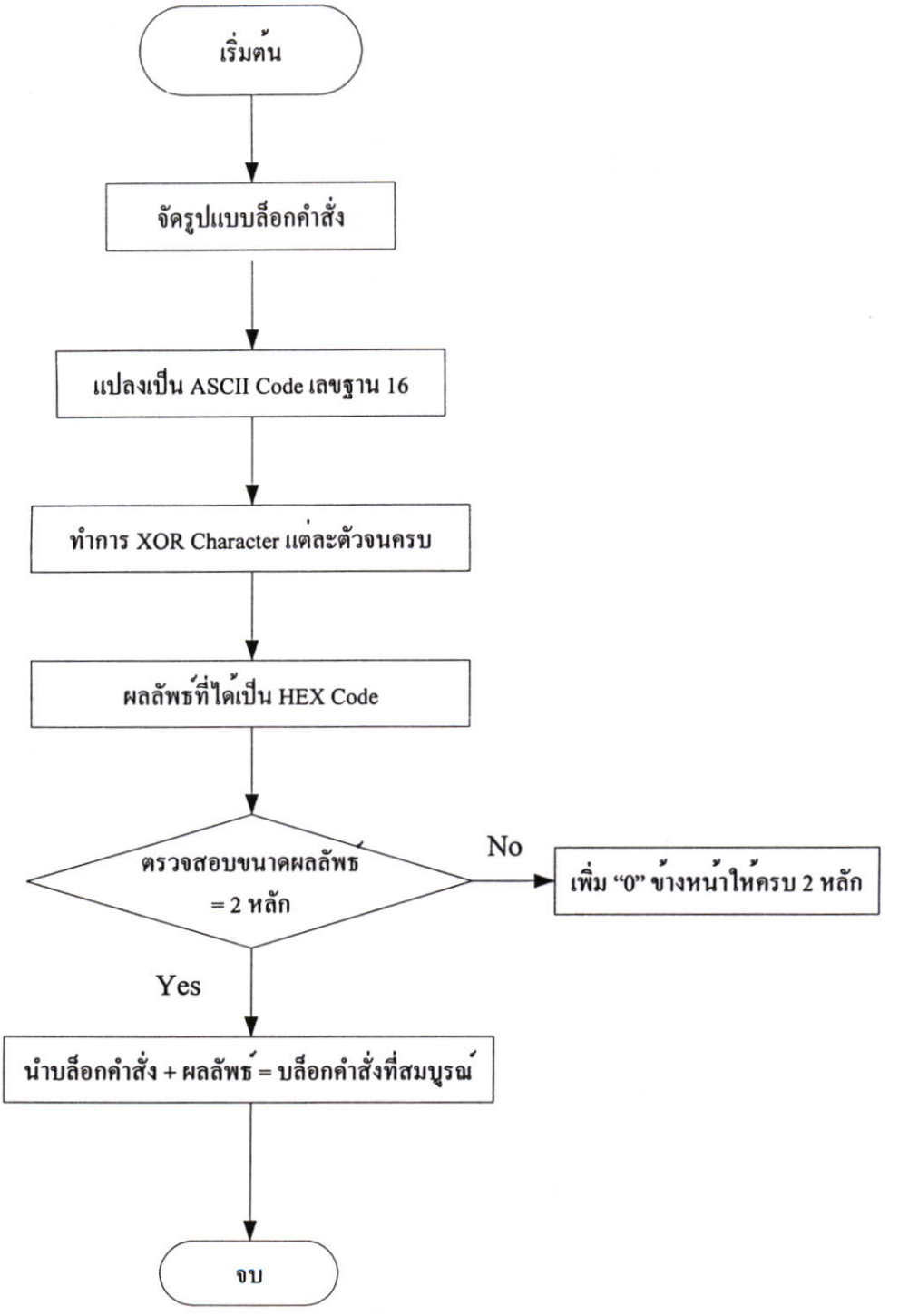
@	$X10^1$	$X10^0$	W	G	$X10^3$	$X10^2$	$X10^1$	$X10^0$							*	↵

รูปแบบผลตอบสนอง (Response Format)

@	$X10^1$	$X10^0$	W	G	$X16^1$	$X16^0$			*	↵

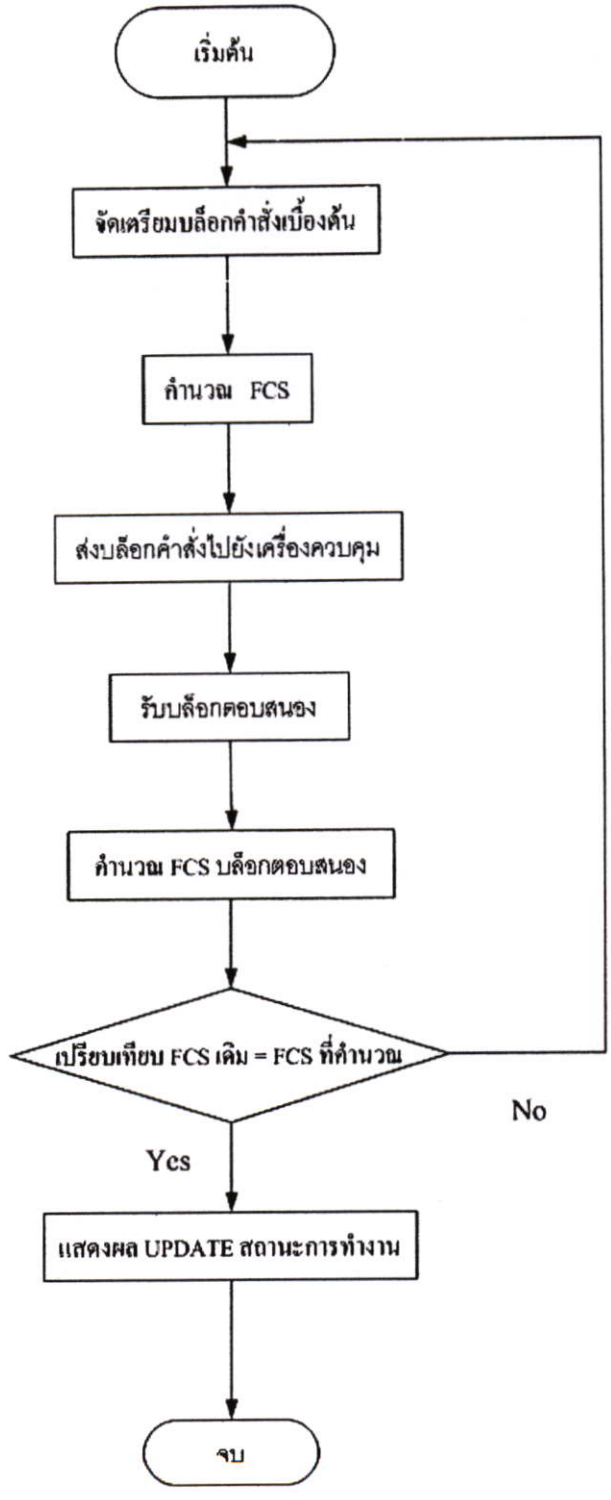
3.3.5 Flow Chart ของการคำนวณค่า Frame Check Sequence

(1) Flow Chart การคำนวณ Frame Check Sequence ขั้นตอนที่ 1



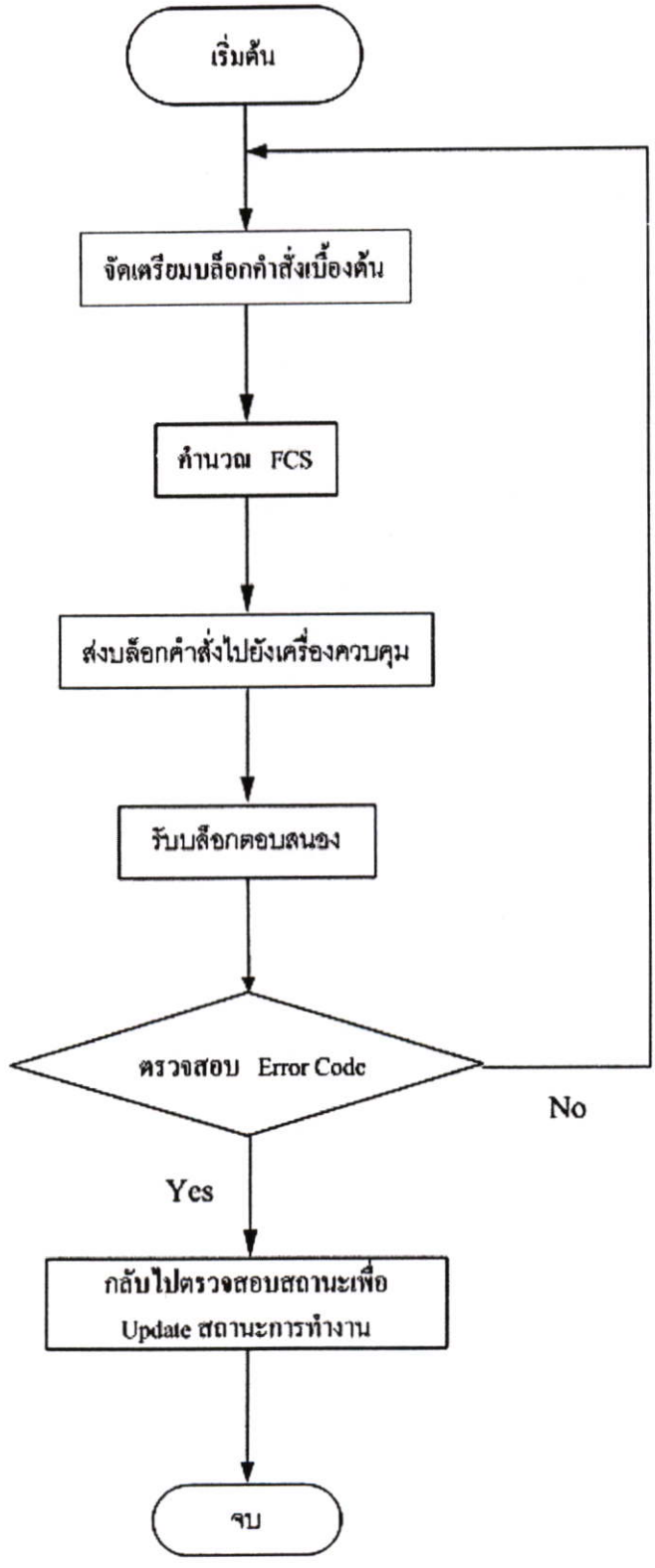
รูปที่ 3.3 Flow Chart ของการคำนวณค่า Frame Check Sequenceขั้นตอนที่ 1

(2) Flow Chart การคำนวณ Frame Check Sequence ขั้นตอนที่ 2



รูปที่ 3.4 Flow Chart ของการคำนวณค่า Frame Check Sequenceขั้นตอนที่ 2

(3) Flow Chart การคำนวณ Frame Check Sequence ขั้นตอนที่ 3

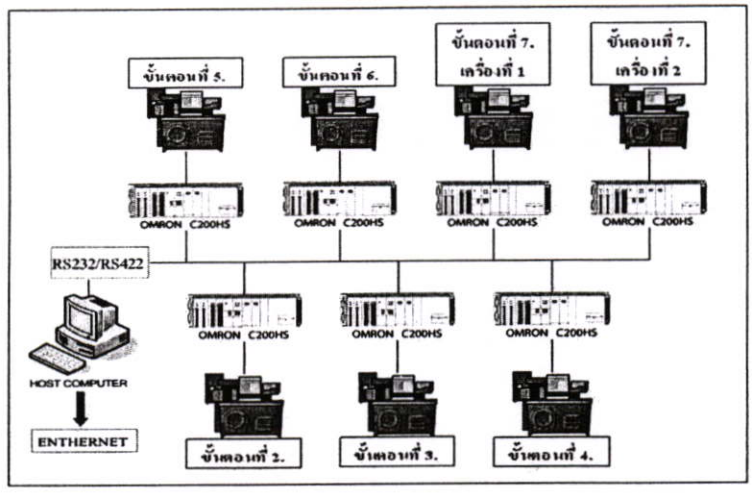


รูปที่ 3.5 Flow Chart ของการคำนวณค่า Frame Check Sequence ขั้นตอนที่ 3

3.3.6 การใช้PLCควบคุมเครื่องจักร

การทำงานของระบบควบคุมเครื่องจักรเริ่มต้นจาก ในแต่ละเครื่องจักรที่ใช้ผลิตจะใช้ PLC C200HS เป็นตัวควบคุมการทำงาน โดย PLC หนึ่งตัวจะทำการควบคุมเครื่องจักรแต่ละเครื่อง โดย PLC แต่ละตัวจะเป็นอิสระต่อกัน ในขั้นตอนการผลิตทั้งหมดมี 8ขั้นตอนแต่จะใช้ PLC เพียง 6 ขั้นตอน คือขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 7 จะใช้ PLCทั้งหมด 7 ตัว ในขั้นตอนที่ 2 ถึงขั้นตอนที่ 6 จะใช้ PLC ขั้นตอนละ 1 ตัว แต่ขั้นตอนที่ 7 จะใช้ PLC 2 ตัว เพราะว่าในขั้นตอนนี้ใช้เครื่องจักร 2 ตัวในการผลิต โดยPLCแต่ละตัวนั้นนอกจากทำหน้าที่ในการผลิตผลิตภัณฑ์แล้วยังมีหน้าที่เก็บข้อมูลต่างๆ ที่ทำหารผลิตเพื่อนำข้อมูลที่ได้ส่งให้ โฮสคอมพิวเตอร์ ซึ่งโฮสคอมพิวเตอร์จะทำหน้าที่รวบรวมข้อมูลจาก PLC ทั้ง 7 ตัว เพื่อนำมารายงานให้ผู้ควบคุมการทำงาน

การทำงานหลักของโฮสคอมพิวเตอร์ เป็นreorder inventory database และพยากรณ์ความต้องการที่สามารถต่อกับ Ethernet Local Area Network โดยใช้ชุดโปรโตคอลทีซีพี / ไอพีในการเชื่อมต่อระหว่างคอมพิวเตอร์ การติดต่อกันระหว่างโฮสคอมพิวเตอร์กับ PLC โดย PLC ทั้ง 7 ตัวขั้นแรกจะเชื่อมต่อโดยใช้การเชื่อมต่อแบบอนุกรมผ่าน RS422 และจากนั้นก็จะถูกแปลงให้มาใช้กับ RS232 ก่อนที่จะเชื่อมต่อกับโฮสคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อของคอมพิวเตอร์กับPLCที่ใช้ในการควบคุมเครื่องจักร

การทำงานของ PLC เริ่มต้นจากกการรับอินพุทเข้ามาประมวลผลและทำการจับเก็บข้อมูลก่อนที่จะส่งเอาท์พุทออกมาเป็นการควบคุมการทำงานต่างๆ ซึ่งใน PLC รุ่น OMRON C200HS ที่ใช้ควบคุมทั้ง 7 ตัว จะใช้อินพุทและเอาท์พุท 32 บิทรวมทั้ง 64 บิท และ Data Memory สำหรับเก็บข้อมูล ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขบวนการผลิตทั้งหมด ปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เสียหาย จัดเก็บเวลาที่ใช้ในการผลิต

ตารางที่ 3.2 การใช้พื้นที่ Input/Output Area ของ PLC

Area	ตำแหน่ง	จำนวนบิท(bits)
Input	word1 และ word2	32(bits)
Output	word3 และ word4	32(bits)
	รวม	64(bits)

ตารางที่ 3.3 การจองพื้นที่ Data Memory สำหรับเก็บข้อมูลการทำงานของPLC

Data Memory	ชนิดของข้อมูลที่ทำการจัดเก็บ
DM100	กำหนดปริมาณของหนึ่งชุดผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขบวนการผลิต
DM101	จัดเก็บปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เสียหาย
DM111	กำหนดเวลาเริ่มต้นของการนับผลิตภัณฑ์ (ชุดที่1)
DM112	จัดเก็บปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ผ่านขบวนการผลิต (ชุดที่1)
DM113	กำหนดเวลาสิ้นสุดของการนับผลิตภัณฑ์ (ชุดที่1)
DM114 - DM116	ทำงานเหมือน DM111 - DM113 (ชุดที่2)
DM117 - DM119	ทำงานเหมือน DM111 - DM113 (ชุดที่3)
DM120 - DM122	ทำงานเหมือน DM111 - DM113 (ชุดที่4)
DM123 - DM125	ทำงานเหมือน DM111 - DM113 (ชุดที่5)
DM126 - DM128	ทำงานเหมือน DM111 - DM113 (ชุดที่6)
DM129 - DM131	ทำงานเหมือน DM111 - DM113 (ชุดที่7)
DM132 - DM134	ทำงานเหมือน DM111 - DM113 (ชุดที่8)
DM135 - DM137	ทำงานเหมือน DM111 - DM113 (ชุดที่9)
DM138 - DM140	ทำงานเหมือน DM111 - DM113 (ชุดที่10)
DM200 - DM299	จัดเก็บเวลาเข้า ออกของหนึ่งชุดผลิตภัณฑ์
DM300 - DM399	จัดเก็บเวลาที่ใช้ในการผลิตของหนึ่งชุดผลิตภัณฑ์

3.4 ชุดโปรโตคอลทีซีพี / ไอพี (TCP/IP Protocol)

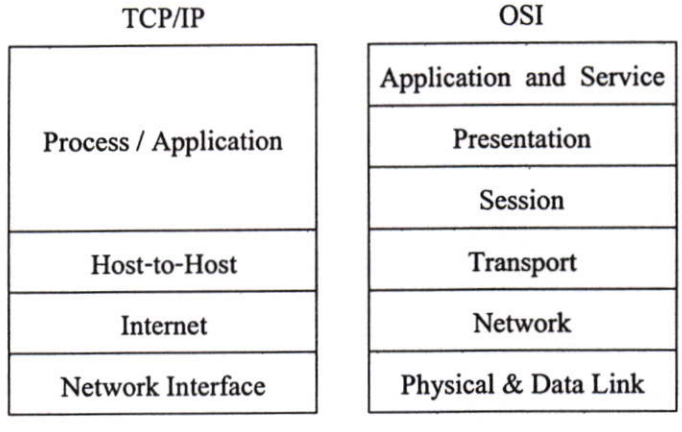
โปรโตคอลทีซีพี/ไอพี (TCP / IP : Transmission Controller Protocol / Internet Protocol) เป็นกลุ่มโปรโตคอลที่พัฒนาขึ้น เพื่อให้คอมพิวเตอร์สามารถใช้ทรัพยากรและฟังก์ชันพื้นฐานสำหรับการใช้งานบนระบบสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ได้ ข้อมูลที่ใช้นำส่งจะถูกแบ่งออกเป็นข้อมูลย่อยหลายๆ ส่วน เพื่อทยอยส่งไปตามลำดับ เพื่อให้เหมาะสมกับระบบโครงข่ายในชั้นถัดไปที่อาจจะไม่สามารถ

ส่งข้อมูลขนาดใหญ่ได้ทันที และเมื่อส่งไปถึงปลายทางก็จะรวบรวมข้อมูลนั้นกลับเป็นข้อมูลชุดเดิมอีกครั้ง

ชั้นต่างๆ ของ TCP / IP การติดต่อสื่อสารของ TCP / IP ถูกกำหนดให้มีการทำงานเป็นระดับชั้น (Layer) เพื่อให้มีการทำงานเป็นอิสระต่อกันในแต่ละระดับชั้น และเพื่อให้มีขั้นตอนการทำงานในการแลกเปลี่ยนข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างถูกต้องดังนี้

- กำหนดรูปแบบข้อมูล
- จัดเตรียมชุดข้อมูล
- กำหนดเส้นทางการส่งข้อมูล
- กำหนดอัตราความเร็วในการส่งข้อมูล
- ทำการส่งข้อมูลผ่านตัวกลาง
- รวบรวมและจัดลำดับชุดข้อมูลที่ส่งมา
- ตรวจสอบว่ามีชุดข้อมูลซ้ำหรือไม่
- ตอบกลับไปให้ผู้ส่งรู้ว่าได้รับข้อมูลแล้ว
- ส่งผ่านข้อมูลไปให้ชั้นการทำงานถัดไป

เมื่อเปรียบเทียบกับโมเดลอ้างอิงการเชื่อมต่อระบบเปิด (Open System Interconnection Reference Model : OSI-RM) ได้ดังนี้



รูปที่ 3.7 รูปการแบ่งระดับการทำงานของ TCP/IP โดยอ้างอิงจ้างมาตรฐาน OSI Network Interface Layer

ชั้นนี้จะทำหน้าที่ในการสื่อสารข้อมูลทางกายภาพในระดับสัญญาณนำส่ง (สัญญาณลอจิก 0 หรือ 1) ตัวอย่างของระบบที่ทำงานในชั้นนี้เช่น ระบบโครงข่ายอีเทอร์เน็ทหรือระบบโครงข่ายแบบ Token Ring โดยจัดข้อมูลเป็นกลุ่มที่เรียกว่าเฟรม (Frame) โดยในส่วนหัวของเฟรมจะบรรจุด้วย

ตำแหน่งต้นทางและปลายทาง ข่าวสารที่ใช้ในการควบคุม และส่วนท้ายที่ใช้ในการตรวจสอบข้อผิดพลาด ติดต่อระดับล่างสุด โดยผ่านระบบสื่อสัญญาณต่างๆ ไปถึงอุปกรณ์เชื่อมต่อปลายทาง

Internet Layer

ชั้นนี้จะมีอินเตอร์เน็ทโปรโตคอลหรือ IP คอยทำหน้าที่ส่งข้อมูลที่เรียกว่า Datagram โดยในชั้นนี้ IP จะทำงานโดยไม่มีการเชื่อมต่อก่อน (Connectionless) Datagram จะถูกจัดเส้นทางเป็นอิสระต่อกัน ไม่มีการรับประกันความถูกต้องน่าเชื่อถือ หรือแม้แต่การจัดเรียงลำดับ Datagram ให้อยู่ในลำดับที่ถูกต้อง

ข้อมูลจะถูกส่งเข้าไปในระบบโครงข่ายโดยมี Router เป็นตัวจัดเส้นทาง กว่าข้อมูลจะไปถึงปลายทางอาจต้องผ่าน Router ของหลายโครงข่าย จึงต้องมีการผนวกหมายเลขเครื่องต้นทางและปลายทางเข้าไปในชุดข้อมูลเพื่อให้ Router รู้ว่าข้อมูลที่ผ่านมาต้องการจะไปไหน ถ้าไม่ใช่หมายเลขโครงข่ายของตัวเองก็จะส่งต่อไปยังโครงข่ายอื่นแต่ถ้าใช่ก็จะส่งไปให้สมาชิกทั้งหมดของเครือข่ายนั้น

Host to Host Layer - TCP and UDP

โปรโตคอลที่ทำงานในชั้นนี้มี 2 แบบ

- แบบ TCP จะทำงานแบบมีการเชื่อมต่อก่อน (Connection Orient) มีการส่งข้อมูลโดยรับประกันความน่าเชื่อถือและเรียงลำดับข้อมูลที่ถูกต้อง โปรโตคอล TCP จะทำการเพิ่มส่วนหัวเพื่อสร้างเป็น Segment

- แบบ UDP (User Datagram Protocol) ซึ่งรูปแบบของการทำงานจะไม่มีการเชื่อมต่อก่อน (Connection less) และไม่มีการรับประกันความถูกต้องของข้อมูล

Application Layer

ชุดโปรโตคอล TCP/IP จะมีโปรโตคอลในชั้นโปรแกรมประยุกต์ให้ใช้งานอยู่มาก ที่นิยมใช้กันมากและจัดเป็นบริการพื้นฐานของ TCP/IP เช่นการล็อกอินระยะไกล (Remote Login) การส่งผ่านแฟ้มข้อมูล (File Transfer) การส่งไปรษณีย์อิเล็กทรอนิคส์ (E-mail) บริการ World Wide Web, NFS (Network File System) การพิมพ์ระยะไกล (Remote Printing) เป็นต้น

Internet Protocol

เป็นโปรโตคอลที่ใช้สื่อสารข้อมูลกันในระบบโครงข่ายคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์แต่ละตัวจะส่งข้อมูลเข้าไปในระบบโครงข่ายจากนั้นจะใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อระบบโครงข่ายที่เรียกว่า Router ในการสื่อสารข้อมูลเข้าหากัน ซึ่งจะอาศัยการทำงานในชั้นอินเตอร์เน็ทของชุด TCP / IP

อินเตอร์เน็ทโปรโตคอลหรือ IP เป็นโปรโตคอลหลักที่ทำหน้าที่ในการส่งข้อมูลในชั้นอินเตอร์เน็ทนี้ ข้อมูลในส่วนของการทำงานในชั้นนี้จะเรียกว่า Datagram ชั้นนี้ไม่มีการรับประกันว่าข้อมูลที่ผ่านจาก IP นี้นั้นจะถูกต้อง อาจมีการสูญหาย การซ้ำซ้อนของข้อมูล การไม่เรียงลำดับของข้อมูล จะมี

เฉพาะผลรวมการตรวจสอบส่วนหัวเท่านั้น ไม่มีการส่งซ้ำ (Re-Transmission) ไม่มีการควบคุมการรับส่ง

IP มีหน้าที่หลักคือรับข้อมูลจาก TCP หรือ UDP แล้วสร้างเป็น Datagram จากนั้นจึงทำการค้นหาเส้นทางที่จะใช้นำส่ง Datagram ตัวนี้ไปยังแอดเดรสปลายทางต่อไป ซึ่ง Datagram แต่ละตัวจะถูกจัดเส้นทางเป็นอิสระต่อกัน ในการหาเส้นทางนั้น IP จำเป็นจะต้องมีความสามารถในการแลกเปลี่ยนข่าวสารที่ใช้กับโปรโตคอลตัวอื่นด้วย เช่น RIP (Routing Information Protocol) GGP (Gateway-Gateway Protocol) EGP (External Gateway Protocol) เป็นต้น

การส่งข้อมูลของ IP จำเป็นจะต้องบอกอินเตอร์เน็ทแอดเดรสของเครื่องปลายทางงานหลักของ IP คือ ค้นหาเส้นทางเพื่อที่จะส่ง Datagram ไปยังปลายทาง ในการที่จะให้อุปกรณ์ระหว่างทางส่ง Datagram จะต้องมีข้อมูลในส่วนหัวของ Datagram เป็นตัวบอก ในส่วนนี้จะบอกถึงอินเตอร์เน็ทแอดเดรสต้นทางและปลายทางขนาด 32 bit Protocol Number และผลรวมตรวจสอบเพื่อใช้ตรวจสอบว่าข้อมูลของส่วนหัวไม่มีผิดพลาดระหว่างการส่ง Flag และ Fragment Offset ใช้เพื่อแบ่ง Datagram เป็นขนาดเล็กๆ เนื่องจากอาจจะส่งข้อมูลขนาดใหญ่เกินกว่าที่จะให้ระบบโครงข่ายนั้นส่งได้ทั้งหมดภายในการส่งครั้งเดียว เวลาคงอยู่ เป็นตัวเลขที่ใช้บอกถึงช่วงเวลาที่ Datagram ตัวนี้จะคงอยู่ในระบบโครงข่ายได้ ค่านี้จะลดลงเรื่อยๆ เมื่อมีการประมวลผล Datagram ในแต่ละระบบ เมื่อค่านี้เป็น 0 Datagram นี้จะถูกกำจัดทิ้งไป เพื่อป้องกันการส่งข้อมูลวนใน Network

<table>
<tr><td>Version</td><td>IHL</td><td>Type of Service</td><td colspan="2">Total Length</td></tr>
<tr><td colspan="3">Identification</td><td>Flags</td><td>Fragment Offset</td></tr>
<tr><td>Time to Live</td><td colspan="2">Protocol</td><td colspan="2">Header Checksum</td></tr>
<tr><td colspan="5">Source Address</td></tr>
<tr><td colspan="5">Destination Address</td></tr>
<tr><td colspan="3">Options</td><td colspan="2">Padding</td></tr>
</table>

รูปที่ 3.8 รูปแบบส่วนหัวอินเตอร์เน็ทโปรโตคอล (Internet Protocol Header Format)

- Version ขนาด 4 bit เป็นเลขรุ่นของโปรโตคอล IP ที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันเป็นรุ่นที่4

- IHL (Internet Header Length) ขนาด 4 bit ใช้เก็บความยาวส่วนหัวในรูปของ 32 bitword ค่าต่ำสุดที่มีได้เท่ากับ 5 นั่นคือส่วนหัวของ Datagram หนึ่งๆ จะต้องมีความยาวอย่างน้อย 160 bit ถ้า Datagram นี้มีข้อมูลส่วน Option เพิ่มเติมด้วย จะต้องทำการเติม 0 ลงไป เพื่อให้ความยาวส่วนหัวเป็นจำนวนเท่าของ 32 bitword

- Precedence และชนิดของการบริการ (Type of Service) ขนาด 8 bit ใช้บ่งบอกคุณภาพของข่าวสาร บริการว่าจะประมวลผล Datagram ตัวนี้อย่างไร

ตารางที่ 3.4 รูปแบบชนิดของการบริการ

ตำแหน่งบิต	ความหมาย
บิต 0-2	Procedence Level 0-7, 0 is normal and 7 is highest priority
บิต 3	0 = Normal, 1 = Low Delay
บิต 4	0 = Normal Throughput, 1 = High Throughput
บิต 5	0 = Normal Reliability, 1 = High Reliability
บิต 6-7	สำรองไว้ใช้ในอนาคต จะมีค่าเป็น 0

- Total Length ขนาด 16 bit เป็นความยาวทั้งหมดของ Datagram ซึ่งนับรวมทั้งส่วนหัวและส่วนของข้อมูลในหน่วย Octet ซึ่งจะมีค่าได้สูงสุด 65535 Octet ในข้อกำหนดของ IP Host ในระบบโครงข่ายต้องสามารถรองรับ Datagram ที่มีความยาวได้ต่ำสุด 576 Octet

- Indentification ขนาด 16 bit กำหนดโดยผู้ส่ง ใช้สำหรับการแยก Datagram ออกเป็น Datagram ย่อยๆ

- Flag ขนาด 3 bit

ตารางที่ 3.5 รูปแบบ Flag ของอินเตอร์เน็ทโปรโตคอล

ตำแหน่งบิต	ความหมาย
บิต 0	Reserved, must be zero
บิต 1	(DF) 0 = May Fragment, 1 = Don't Fragment
บิต 2	(DF) 0 = Last Fragment, 1 = More Fragment

- Fragment Offset ขนาด 13 bit ใช้ชี้ตำแหน่งของ Fragment ใน Datagram เดิมก่อนทำการ Fragment ค่าของ Fragment Offset จะอยู่ในหน่วยของ 8 Octet

- TTL (Time to Life) ขนาด 8 bit ใช้แสดงถึงระยะเวลาสูงสุดที่ Datagram สามารถอยู่ในระบบอินเตอร์เน็ทได้เพื่อป้องกันไม่ให้มี Datagram ไหลวนอยู่ในระบบ โครงข่ายที่มีการผิดพลาดอย่างไม่รู้จบ Host ที่ส่ง จะกำหนดค่านี้และ Router ที่นำ Datagram ไปทำการประมวลผลจะลดค่า TTL ลง 1 ค่าทุกครั้งที่ Datagram ถูกประมวลผล ซึ่งถ้าฟิลด์นี้มีค่าเป็น 0 Datagram ตัวนี้จะถูกทำลายทิ้งโดยอัตโนมัติ ทั้งนี้แล้วขึ้นอยู่ว่า ใช้โปรโตคอลในการหาเส้นทางแบบใด

- Protocol ขนาด 8 bit บอกถึงโปรโตคอลใน Layer ถัดไปที่จะนำข้อมูลใน Datagram ตัวนี้ไปใช้งาน เช่น 1 คือโปรโตคอล ICMP 6 คือ โปรโตคอล TCP เป็นต้น

- Header Checksum ขนาด 16 bit จะมีการคำนวณใหม่ทุกครั้งถ้ามีบางฟิลด์ของส่วนหัวเปลี่ยนค่าไป เช่นค่า TTL

- Source Address ขนาด 32 bit เป็นหมายเลขอินเตอร์เน็ทแอดเดรสของเครื่องที่ส่ง Datagram ตัวนี้ออกไป

- Destination Address ขนาด 32 bit เป็นหมายเลขอินเตอร์เน็ทแอดเดรสของเครื่องปลายทางที่ส่ง Datagram ตัวนี้ไป

- Option ขนาดเปลี่ยนแปลงได้ ใช้เป็นตัวกำหนดถึงข้อมูลที่มาใน Datagram ซึ่งอาจจะไม่มีหรือมีได้หลายๆ Option ก็ได้ สามารถยาวได้ถึง 40 Octet แต่ปกติจะไม่มีการใช้งานในฟิลด์นี้

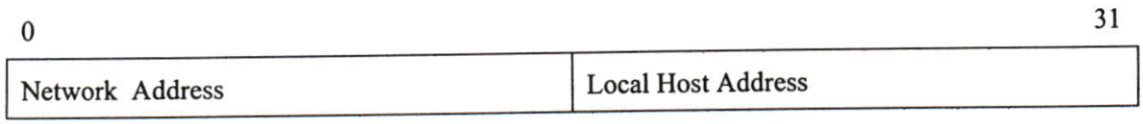
- Fadding ขนาดเปลี่ยนแปลงได้ ใช้เพิ่ม 0 เข้าไปเพื่อทำให้ส่วนหัวของอินเตอร์เน็ทมีความยาวเป็นจำนวนเท่าของ 32 bit

โปรโตคอลในชั้นอินเตอร์เน็ท

TCP / IP เป็นโปรโตคอลที่ใช้สื่อสารข้อมูลกันในระบบโครงข่ายคอมพิวเตอร์ โดยที่คอมพิวเตอร์แต่ละตัวจะส่งข้อมูลเข้าไปในระบบโครงข่าย จากนั้นจะใช้อุปกรณ์เชื่อมต่อระบบโครงข่ายที่เรียกว่า Router ในการสื่อสารข้อมูลเข้าหากัน ซึ่งจะอาศัยการทำงานในชั้นอินเตอร์เน็ทของชุดโปรโตคอล TCP / IP

อินเตอร์เน็ทแอดเดรสเป็นตัวเลขขนาด 32 bit ใช้บ่งบอกเลขประจำตัวของ Host นั้นๆ เพื่อความสะดวกในการอ่าน จึงมักจะเขียนอินเตอร์เน็ทแอดเดรสเป็นเลขฐานสิบจำนวน 4 ชุด แต่ละชุดแบ่งด้วยเครื่องหมายจุด เรียกกันว่า Dotted decimal notation ค่า 32 bit นี้ จะถูกแบ่งออกเป็นค่า 8 bit /field เรียกกันว่า Octet ซึ่งจะมีจำนวนทั้งหมด 4 ฟิลด์ และกำหนดค่าในแต่ละฟิลด์ด้วยค่าเลขฐานสิบ เช่น อินเตอร์เน็ทแอดเดรสของระบบหนึ่งเป็น 1010 0001 1111 0110 0000 1010 0001 0101 จะได้ค่าในแต่ละ Octet คือ 161 246 10 21 ซึ่งเมื่อเขียนอยู่ในรูปของ Dotted decimal notation จะได้เป็น 161.246.10.21

อินเตอร์เน็ทขนาด 32 bit นี้ จะถูกมองเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกเป็น Network Number ซึ่งเป็นโครงข่ายที่ Host นั้นเชื่อมต่ออยู่ และส่วนที่เหลือเป็น Local Host Address หรือหมายเลข Host Address

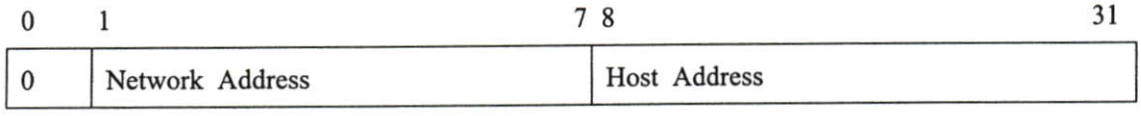


รูปที่ 3.9 รูปแบบของอินเตอร์เน็ทแอดเดรส

ซึ่งจากอินเตอร์เน็ทแอดเดรสขนาด 32 bit นี้ จะแบ่งระบบโครงข่ายออกเป็น 5 คลาสใหญ่ๆ ดังนี้

1. ระบบโครงข่าย Class A
2. ระบบโครงข่าย Class B
3. ระบบโครงข่าย Class C
4. ระบบโครงข่าย Class D
5. ระบบโครงข่าย Class E

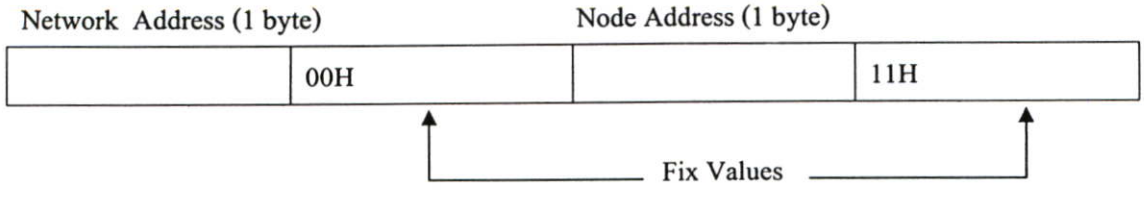
เนื่องจากการติดต่อแบบโครงข่ายของโครงงานนี้ใช้ IP Address แบบ Class A ดังนั้นจึงขอกล่าวถึงแต่ IP Address แบบ Class A



รูปที่ 3.10 รูปแบบของอินเตอร์เน็ทแอดเดรส Class A

Class A จะใช้ 8 bit แรกในการกำหนดหมายเลขเน็ตเวิร์ค และอีก 24 bit ที่เหลือในการกำหนดหมายเลข Host โดยที่บิตแรกของหมายเลขเน็ตเวิร์คต้องเป็น 0 ทำให้สามารถกำหนดระบบโครงข่ายใน Class A ได้ 2^7 ระบบโครงข่าย ซึ่งในการกำหนดอินเตอร์เน็ทแอดเดรสจะมีข้อกำหนดบางอย่างว่า ห้ามมีระบบโครงข่ายที่หมายเลขโครงข่ายเป็น 0 ตลอด หรือเป็น 1 ตลอด ทำให้สามารถกำหนดโครงข่ายใน Class A ได้ 126 โครงข่าย (ระบบโครงข่ายหมายเลข 0 และ 127 จะถูกสงวนไว้) การกำหนดหมายเลข Host ให้มีขนาด 24 bit ทำให้ระบบโครงข่ายใน Class A แต่ละระบบมี Host ได้สูงสุด 2^{24} เครื่องด้วย ซึ่งจะมีข้อกำหนดเช่นเดียวกันการกำหนดหมายเลขโครงข่าย ทำให้มีเครื่องได้สูงสุด 16777214 เครื่อง

SYSMAC NET Address Format คือ IP Address โดยใช้การอ้างอิงจาก IP Address มาตรฐาน Class A และเป็นข้อจำกัดในจำนวนของ Node ใน 1 โครงข่าย และจำนวนโครงข่ายทั้งหมดที่สามารถติดตั้งได้



รูปที่ 3.11 รูปแบบ IP Address Class A

อินเตอร์เน็ทแอดเดรสสงวน

นอกจากนี้ยังมีข้อกำหนดบางอย่างของการกำหนด IP Address ดังนี้

Broadcast Address

bit ที่ถูกกำหนดเป็นหมายเลขท้องถิ่นนั้น ห้ามกำหนดทุก bit ในแอดเดรสเป็น 1 ทั้งหมด เนื่องจากในการจัดตั้ง Internet Address นั้น ถ้าทุก bit ของหมายเลขท้องถิ่นเป็น 1 หมดจะหมายถึงสถานีงานทุกเครื่องที่อยู่บนระบบโครงข่ายนี้เช่น 161.246.255.255 จะเป็น Broad Address ของระบบโครงข่าย Class B หมายเลข 161.246.0.0

Loopback Address

Internet Address ในโครงข่าย Class A เบอร์ 127.0.0.0 จะถูกกำหนดไว้เป็น Loopback เพื่อใช้ในการทดสอบและติดต่อสื่อสารระหว่างโปรเซสบนเครื่องนั้นๆ เอง หมายความว่า เมื่อมีโปรแกรมต้องส่งข้อมูลไปยัง Loopback Address ส่วนโปรโตคอลจะส่งข้อมูลนั้นกลับโดยไม่มีการส่งข้อมูลไปยังระบบโครงข่ายใดๆ เนื่องจากเป็นการส่งข้อมูลไปยังที่ Address ที่หมายถึงตัวมันเอง

3.5 การผลิตโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์ส่วนพนักพิง

ในขั้นตอนการผลิตทั้งหมดมี 8 ขั้นตอน การผลิตเริ่มต้นจากการป้อนวัตถุดิบหรือชิ้นส่วนประกอบเข้าไปในขบวนการผลิต ซึ่งเป็นสายการผลิตแบบประกอบ ด้วยการทำงานแบบสายการผลิตแบบชนิดเดียว (single-model line) ประกอบด้วยสถานีงาน(work station) การเคลื่อนย้ายของงานจะถูกกำหนดความแน่นอนตามลำดับขั้น ซึ่งมีรูปแบการเคลื่อนย้ายด้วยมือ (manual transfer) แต่มีข้อได้เปรียบจากการระบบเก่าคือจะมีสัญญาณเตือนเมื่อเมื่อปริมาณผลิตภัณฑ์ครบตามจำนวนที่กำหนด ทำให้สามารถขจัดปัญหา 1. การไม่มีงานป้อน (starving) ที่เกิดจากการล่าช้าสถานีก่อนหน้า 2. การไม่มีที่ส่งงาน (blocking) ที่เกิดจากสถานีก่อนหน้าล่าช้ามีปริมาณวัสดุมากอยู่แล้ว และมีการจับเวลาแบบต่อเนื่องที่จะบันทึกข้อมูลเวลาเมื่อปริมาณผลิตภัณฑ์ครบตามจำนวนที่กำหนด โดยในในแต่ละสถานีงานจะมีทั้งการใช้เครื่องจักรเข้ามาดำเนินการและการเพิ่มชิ้นส่วนประกอบ จนกระทั่งได้สินค้าสำเร็จรูปที่จุดสุดท้ายของการผลิต

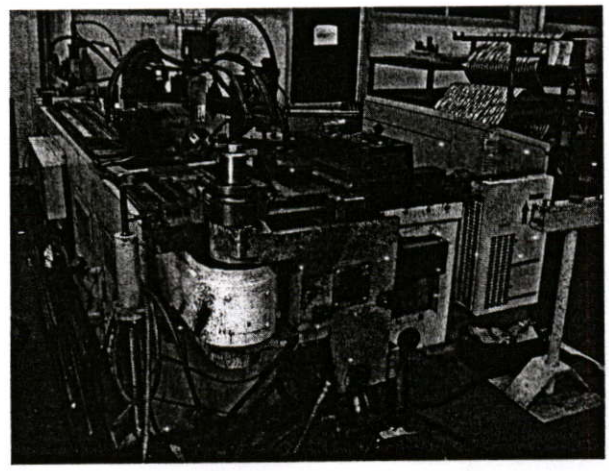
เมื่อวัตถุดิบผ่านกระบวนการผลิตขั้นตอนที่ 6 จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ที่สามารถนำไปประกอบร่วมกับผลิตภัณฑ์อื่นอีก 2 ชิ้น ซึ่งผลิตภัณฑ์ทั้ง2ชิ้นนี้ได้ผ่านขั้นตอนการผลิตมาจากขบวนการผลิตอื่นเรียบร้อยแล้ว

3.5.1 ขั้นตอนตรวจสอบวัตถุดิบทั้ง 3 ชนิด(Inspection Raw Materials)

ขั้นตอนนี้ทำหน้าที่ตรวจสอบวัตถุดิบที่จะใช้ในการผลิตด้วยวิธีสุ่มตรวจ

3.5.2 ขั้นตอนดัดโลหะโครงสร้างเบาะนั่งรถยนต์ (Bender Process)

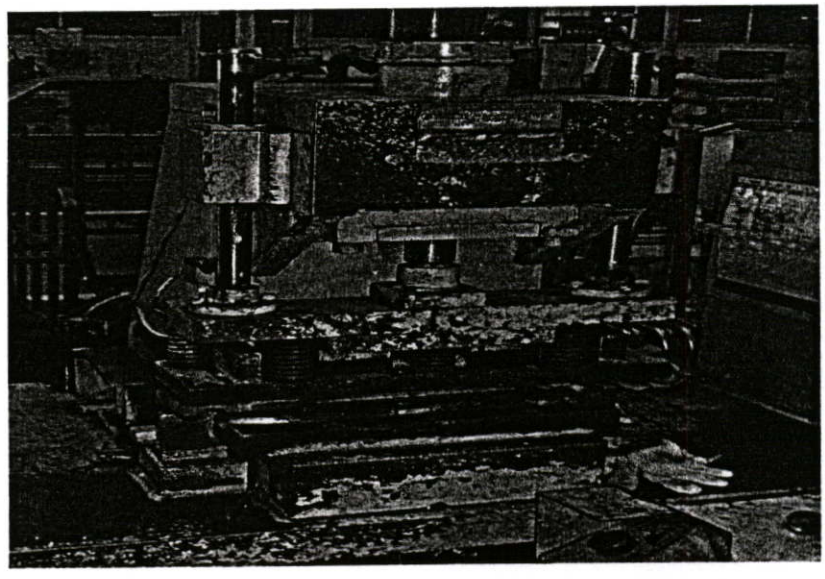
ขั้นตอนนี้ทำหน้าที่ดัดท่อโลหะให้ได้เป็นโครงสร้างสำหรับพนักพิง



รูปที่ 3.12 เครื่องดัดโลหะ

3.5.3 ขั้นตอนขึ้นรูปสำหรับที่พักศีรษะ(Form Headrest Process)

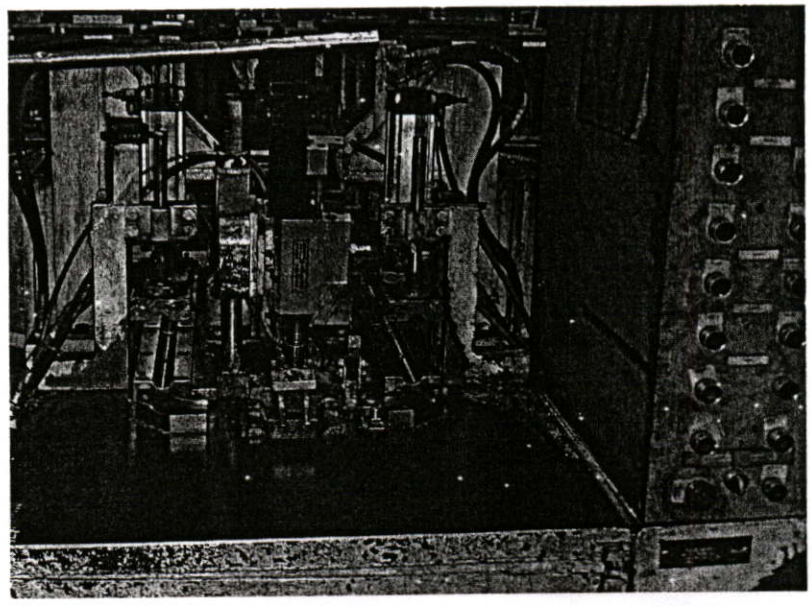
ขั้นตอนนี้ทำหน้าทีกดเหล็กโครงสร้างให้เป็นร่องเพื่อวางที่รองศีรษะ



รูปที่ 3.13 เครื่องพิมพ์

3.5.4 ขั้นตอนสอดท่อเข้าไปในโครงสร้าง (Insert Tube Process)

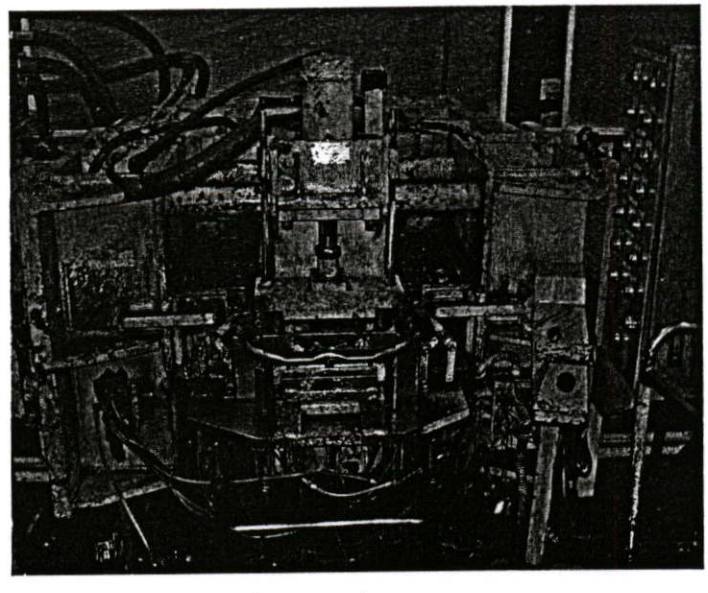
ขั้นตอนนี้ทำหน้าทีสอดท่อขนาดเล็กเข้าในโครงสร้างเพื่อเพิ่มความแข็งแรง



รูปที่ 3.14 เครื่องสอดท่อ

3.5.5 ขั้นตอนบีบปลายโครงสร้างให้แบน (Flat Extruded Process)

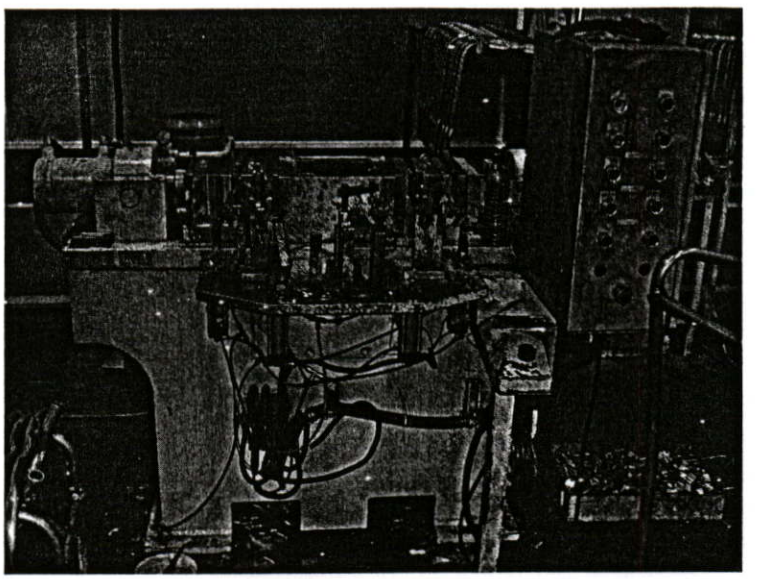
ขั้นตอนนี้ทำหน้าทีบีบปลายโครงสร้างให้แบนเพื่อไว้เชื่อมกับอุปกรณ์อื่น



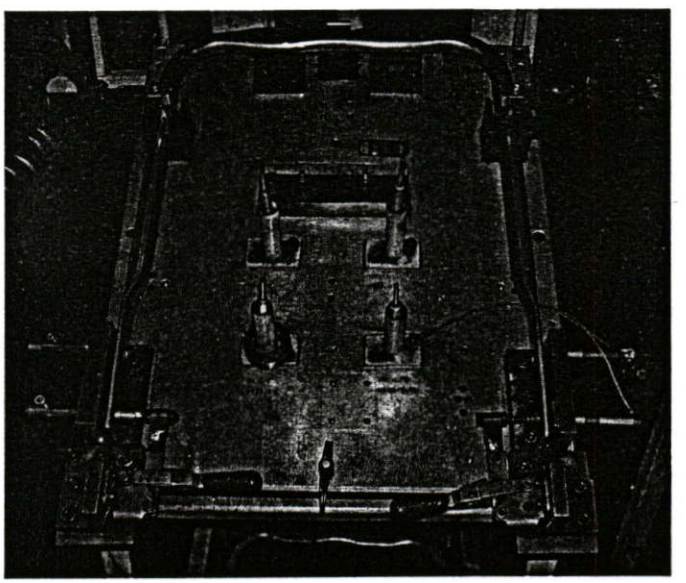
รูปที่ 3.15 เครื่องบีบโลหะ

3.5.6 ขั้นตอนเจาะ ตัดและตรวจสอบ (Pierce Cutting and Inspecting Process)

ขั้นตอนนี้ทำหน้าที่เจาะและตัดปลายโครงสร้างที่มีขนาดเกิน



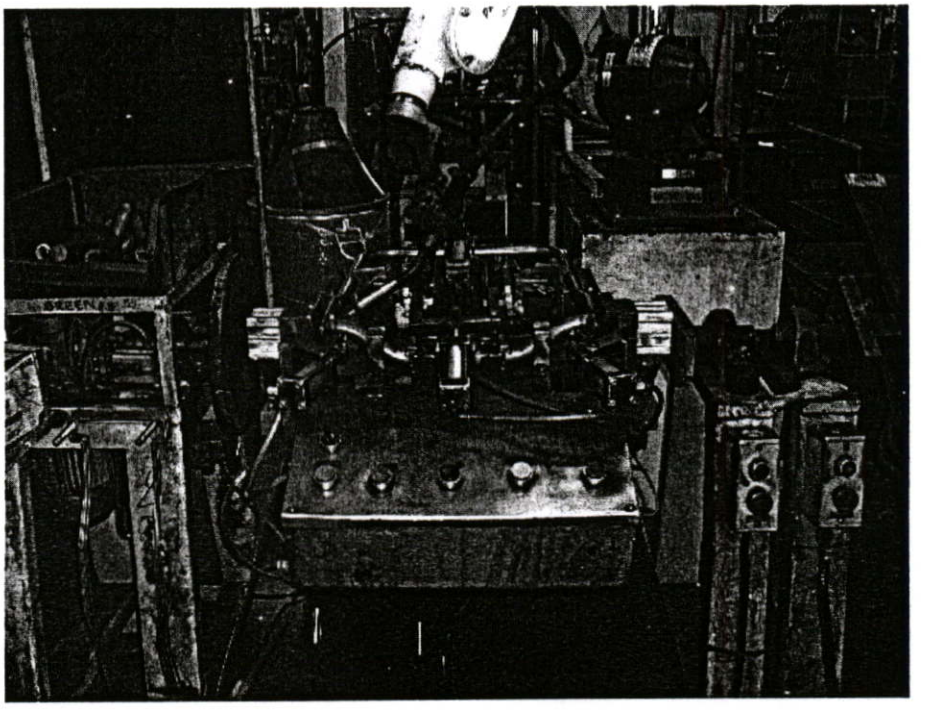
รูปที่ 3.16 เครื่องเจาะและตัด



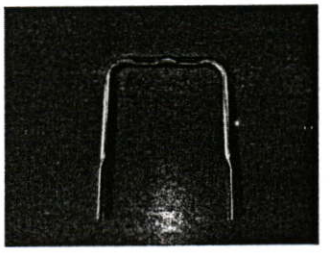
รูปที่ 3.17 จิ๊กตรวจสอบ

3.5.7 ขั้นตอนเชื่อมประกอบโครงสร้าง (Assembly Welding Process)

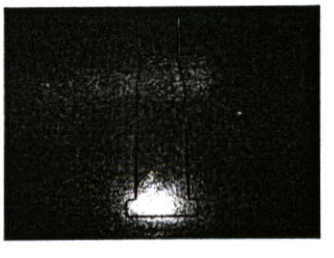
ขั้นตอนนี้ทำหน้าที่เชื่อมประกอบโครงสร้างเข้ากับอุปกรณ์



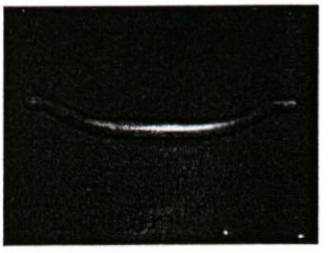
รูปที่ 3.18 เชื่อมประกอบโครงสร้าง



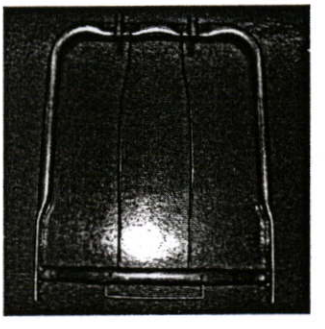
รูปที่ 3.19 วัตถุดิบชนิดที่ 1 ก่อนการประกอบ



รูปที่ 3.20 วัตถุดิบชนิดที่ 2 ก่อนการประกอบ

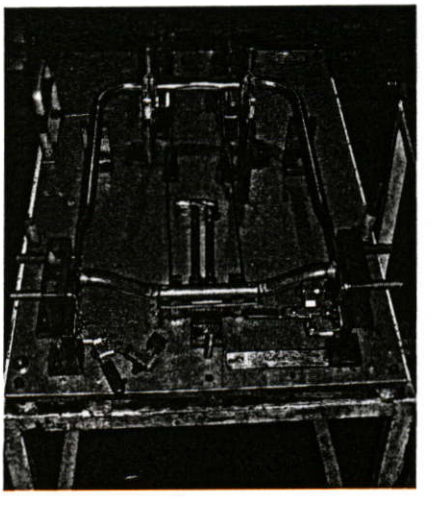


รูปที่ 3.21 วัตถุดิบชนิดที่ 3 ก่อนการประกอบ

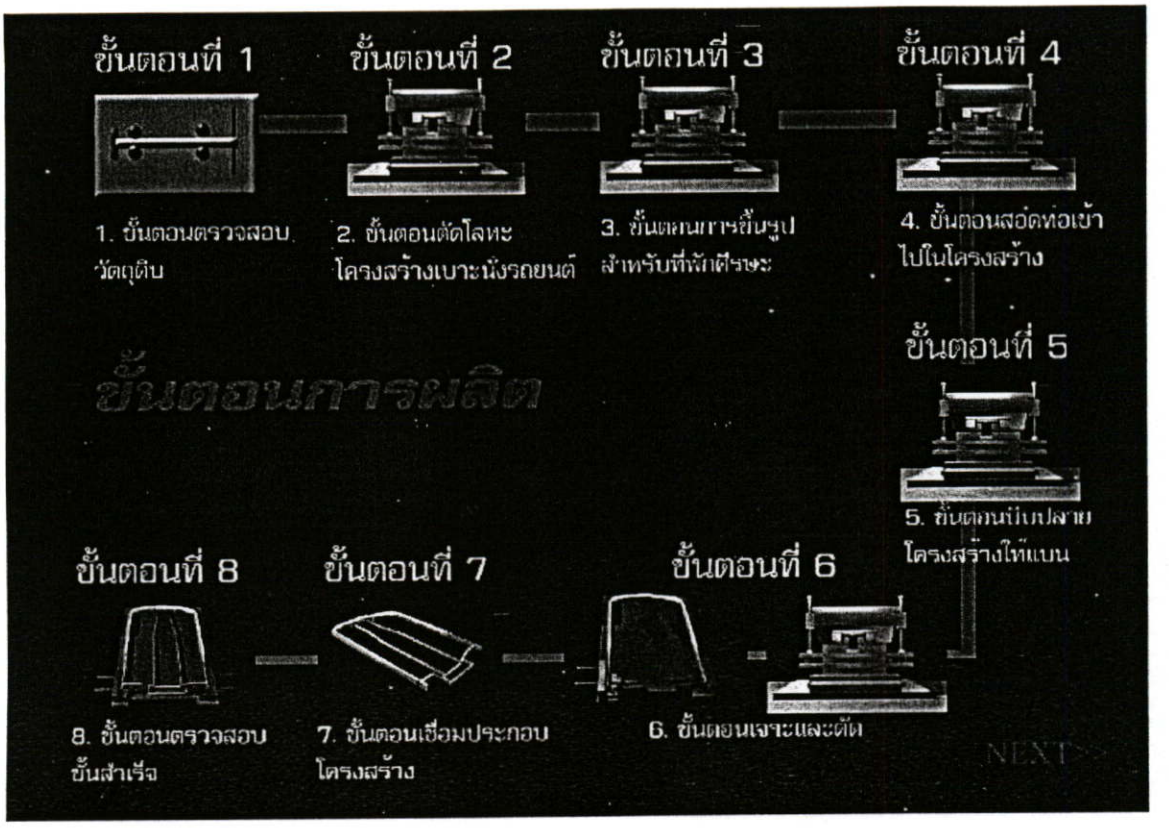


รูปที่ 3.22 ผลิตภัณฑ์ที่ประกอบสำเร็จ

3.5.8 ขั้นตอนตรวจสอบขั้นสำเร็จ (Inspection Assembly Welding)
ขั้นตอนนี้ทำหน้าทีตรวจสอบความถูกต้องของชิ้นงาน



รูปที่ 3.23 จิ๊กตรวจสอบ



รูปที่ 3.24 รูปจำลองขั้นตอนการทำงานของขบวนการผลิต

3.6 การรายงานสินค้าคงคลังแบบต่อเนื่องร่วมกับการพยากรณ์ความต้องการสินค้าคงคลัง (Continuous review with demand forecasting CRDF)

การพยากรณ์ความต้องการสินค้าเพื่อระบบควบคุมสินค้าคงคลังอัตโนมัติ เริ่มต้นจากการเก็บรวบรวมข้อมูลอุปทาน (demand) ของสินค้าในแต่ละเทอม เพื่อที่จะนำมาพยากรณ์หาความต้องการสินค้าในอนาคตด้วยใช้เทคนิคการพยากรณ์ด้วยวิธีค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ (Moving Average) และจะนำผลที่ได้จากการพยากรณ์มาหาปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้ง, จำนวนครั้งที่จะสั่งซื้อในแต่ละปี และต้นทุนที่จะใช้ในการสั่งซื้อและเก็บรักษาวัตถุดิบ โดยใช้วิธีทฤษฎีการควบคุมสินค้าคงคลัง (Inventory Control) และมีระบบฮาร์ดแวร์เป็นระบบการจัดเก็บคลังสินค้าอัตโนมัติ โดยระบบดังกล่าวจะมีประโยชน์คือ 1. มีวัตถุดิบเพียงพอต่อการป้อนสายการผลิต 2. ทำให้ต้นทุนการจัดเก็บต่ำที่สุด และ 3. ประหยัดเวลาการดำเนินการในการสั่งซื้อ

สมการคำนวณอัลกอริธึมที่อธิบายโดยสมการที่ 3.1

$$Q_i = EOQ + B - \sum_{i=0}^{j} D_i \qquad (3.1)$$

ที่

Q_i คือ ปริมาณวัตถุดิบคงเหลือ ณ ช่วงเวลา i

EOQ คือ ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด

BS คือ ปริมาณวัตถุดิบป้องกันการขาดแคลน

Di คือ อัตราความต้องการวัตถุดิบ ณ ช่วงเวลา i

i คือ ช่วงเวลาเริ่มต้น

j คือ ช่วงเวลาสิ้นสุด

การดำเนินการทำนายค่าเฉลี่ยโมเดลสามารถให้ได้ตามนี้ [7]

$$D_{(i+1)} = \frac{D_{(i-n+1)} + D_{(i-n+2)} \cdots + D_i}{n} \tag{2.16}$$

ใช้วิธีการย้ายค่าเฉลี่ยสำหรับการทำนายความต้องการ, ให้ n=3 เช่นนี้การทำนายความต้องการในคาบต่อๆไปสามารถให้ตามนี้

$$D_{(i+1)} = \frac{D_{(i-2)} + D_{(i-n+2)} \cdots + D_i}{3}$$

สมมุติ α_i เป็นreorder factorที่ i, ค่าของมันสามารถกำหนดตามนี้

$$\alpha_i = \begin{cases} 1, & if \quad Q_i = B + LD_{(i+1)} \\ 0, & otherwise \end{cases} \tag{3.2}$$

ให้ L เป็น lead-timeที่ได้มาภายหลัง (หน่วยเวลา)

เมื่อ reorder level สามารถคำนวณตามสมการ

$$ROL = \alpha_i (B + LD_{(i+1)}) \tag{3.3}$$

Remark: ถ้าROL = 0 หมายถึงไม่มีการสั่งมา

บทที่ 4
การพยากรณ์ความต้องการผลิตสินค้าสำหรับระบบคลังอัตโนมัติ

ในบทนี้จะกล่าวถึงเทคนิคที่ใช้ในการพยากรณ์ความต้องการผลิตสินค้าสำหรับระบบคลังอัตโนมัติ ปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์เบาะนั่งรถยนต์ที่ถูกนำมาใช้ศึกษา เมื่อนำมาพยากรณ์อัตราความต้องการแล้ว จะทำให้ทราบว่าปริมาณการสั่งซื้อในแต่ละครั้งจะมีปริมาณเท่าไร

4.1 ตัวอย่างที่ใช้ในการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมและการพยากรณ์

ตัวอย่างที่ใช้ในการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมและการพยากรณ์ เริ่มจากสมการที่ใช้ในการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมคือสมการที่ 2.10 สมการที่ใช้ในการพยากรณ์ด้วยวิธีหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่ สมการที่ 2.16 และสมการที่ใช้ในการหาระดับการสั่งซื้อใหม่ สมการที่ 3.3 ทำการศึกษาปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์เบาะนั่งรถยนต์ของโรงงานแห่งหนึ่งเป็นระยะเวลาหนึ่งเดือน คือ เริ่มวันที่ 1 กันยายน 2548 จนถึง วันที่ 30 กันยายน 2548 โดยการนำข้อมูล การสั่งสินค้าเขามาผลิต ปริมาณการผลิต ของเสียที่เกิดจากขบวนการผลิต และปริมาณของเหลือในการผลิต ของแต่ละวันมาคำนวณ ซึ่งได้ใช้ต้นทุนการจัดซื้อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิตเท่ากับ 52 เปอร์เซ็นต์ (ตารางที่ ก.1 ภาคผนวก) และต้นทุนการจัดเก็บรักษาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของราคาวัตถุดิบเท่ากับ 26 เปอร์เซ็นต์(ตารางที่ ก.2 ภาคผนวก)

ในส่วนนี้จะทำการแสดงการหาปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมด้วยการหาอัตราความต้องการล่วงหน้า โดยกำหนดว่าคำสั่งปริมาณการผลิตเป็นวันต่อวัน ช่วงเวลานำมีค่าไม่เกิน 24 ช.ม. หรือ 1 วัน และอัตราความต้องการภายใน 30 วัน คือ อัตราความต้องการรวม และประกอบด้วยวัตถุดิบ 3 ชนิด คือ วัตถุดิบ A วัตถุดิบ B โดยวัตถุดิบC ซึ่งวัตถุดิบB และวัตถุดิบC ได้ถูกขึ้นรูปมาเรียบร้อยแล้ว

จากกระบวนการผลิตที่มีอยู่ทั้งหมด 8 ขั้นตอน โดยในแต่ละขั้นตอนจะมีการจัดเก็บวัสดุไว้เพื่อรอการผลิตและมีเป้าหมายในการผลิตดังนี้

ตารางที่ 4.1 ข้อมูลการผลิตของเครื่องจักร

ขั้นตอน	จำนวนวัตถุดิบรอผลิตในขบวนการผลิต	เป้าหมาย/ชั่วโมง
1	ไม่มี	ไม่มี
2	60	150
3	60	150
4	60	150

ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ขั้นตอน	จำนวนวัตถุดิบรอผลิตในขบวนการผลิต	เป้าหมาย/ชั่วโมง
5	60	150
6	60	150
7	ไม่คงที่	120
8	60	120

4.1.1 รายละเอียดใบบันทึกปริมาณวัตถุดิบประจำเดือน

รายละเอียดใบบันทึกปริมาณวัตถุดิบประจำเดือนทำหน้าที่เก็บบันทึกข้อมูลปริมาณวัตถุดิบที่รับเข้ามาในแต่ละวัน, วัตถุดิบรอการผลิต, และอื่นๆ ซึ่งรายระเอียดยดจะสารถดูได้ที่รูปข้างล่างนี้

ตารางที่ 4.2 รายละเอียดใบบันทึกปริมาณวัตถุดิบประจำเดือน

ลำดับ		ของค้างเดือนก่อน
(1)	รับวัตถุดิบ	2520
(2)	วัตถุดิบรอผลิต(ก่อนการผลิต)	
(3)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขั้นตอนที่ 2-6	
(4)	ผลิตภัณฑ์ผ่านการผลิตในขั้นตอนที่ 2-6	
(5)	ผลิตภัณฑ์ดีผ่านการผลิตในขั้นตอนที่ 2-6	(4)-(13)
(6)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขั้นตอนที่ 7	$(5_N)-(9_N)+(6_{N-1})$
(7)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขั้นตอนที่ 8	
(8)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขั้นตอนที่ 2-8	(3)+(6)+(7)
(9)	สินค้าผลิตสำเร็จ	
(10)	สินค้าผลิตสำเร็จสะสม	$(9_N)+(12_{N-1})$
(11)	สินค้าผลิตสำเร็จที่จัดส่ง	
(12)	สินค้าผลิตสำเร็จคงเหลือ	(10)-(11)
(13)	ของเสีย(WE)	
(14)	วัตถุดิบที่ออกจากขั้นตอนการผลิตในหนึ่งวัน	(9)+(13)
(15)	วัตถุดิบรอผลิต(หลังการผลิต)	(2)-(4)
(16)	วัสดุทั้งหมดคงเหลือ	(8)+(12)+(15)

- ลำดับที่ 1 คือ ปริมาณวัตถุดิบที่รับเข้ามาและวัตถุดิบที่ค้างจากเดือนก่อน

- ลำดับที่ 2 คือ วัตถุดิบที่มาจากขั้นตอนการทำงานที่1 เพื่อรอผลิต(ตรวจนับก่อนการผลิต)

- ลำดับที่ 3 คือ ผลิตภัณฑ์รอผลิตมีไว้เพื่อป้องกันปัญหาการผลิตที่ไม่ต่อเนื่อง ในขั้นตอนที่ 2-6 โดยปกติแต่ละขั้นตอนจะมีวัตถุดิบรอผลิตอยู่ที่ 30 ชิ้นต่อขั้นตอน หรือถ้า 5 ขั้นตอนจะมีอยู่ 300 ชิ้น

- ลำดับที่ 4 คือ ปริมาณการผลิตที่ผ่านจากขั้นตอนที่ 6 ภายใน 1 วัน

- ลำดับที่ 5 คือ ผลิตภัณฑ์ดีผ่านการผลิตในขั้นตอนที่ 2-6 ซึ่งหาได้จาก ปริมาณการผลิตที่ผ่านจากขั้นตอนที่ 6 ภายใน 1 วัน หักด้วยปริมาณผลิตภัณฑ์ที่เสียภายใน 1 วัน (4-13)

- ลำดับที่ 6 คือ ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขั้นตอนที่ 7 จะสังเกตว่าจะมีปริมาณมากเนื่องจากปัญหาอัตราการผลิตขั้นตอนที่ 7 ที่ต่ำกว่าขั้นตอนที่ 6 ซึ่งปริมาณผลิตภัณฑ์สะสมจะหาได้จาก ผลิตภัณฑ์ดีผ่านการผลิตในขั้นตอนที่ 2-6 หักด้วยสินค้าผลิตสำเร็จ บวกผลิตภัณฑ์รอผลิตในขั้นตอนที่ 7 ก่อนหน้าหนึ่งวัน (5_N-9_N+6_{N-1})

- ลำดับที่ 7 คือ ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขั้นตอนที่ 8 ปกติมีประมาณ 80 ชิ้น

- ลำดับที่ 8 คือ ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขั้นตอนที่ 2-8 ซึ่งเกิดจากการนำผลิตภัณฑ์รอผลิตในขั้นตอนที่ 2-8 มารวมกัน (3+6+7)

- ลำดับที่ 9 คือ สินค้าผลิตสำเร็จ ซึ่งผ่านมาจากขั้นตอนที่ 8

- ลำดับที่ 10 คือ สินค้าผลิตสำเร็จสะสม ซึ่งหาได้จากสินค้าผลิตสำเร็จ บวกสินค้าผลิตสำเร็จคงเหลือก่อนหน้าหนึ่งวัน (9_N+12_{N-1})

- ลำดับที่ 11 คือ สินค้าผลิตสำเร็จที่จัดส่งไปให้ลูกค้า

- ลำดับที่ 12 คือ สินค้าผลิตสำเร็จคงเหลือ หาได้จากสินค้าผลิตสำเร็จสะสม หักด้วยสินค้าผลิตสำเร็จที่จัดส่งไปให้ลูกค้า(10-11)

- ลำดับที่ 13 คือ ปริมาณของเสียที่เกิดจากขั้นตอนการผลิต (WE)

- ลำดับที่ 14 คือ วัตถุดิบที่ออกจากขั้นตอนการผลิตในหนึ่งวัน ได้จากสินค้าผลิตสำเร็จซึ่งผ่านมาจากขั้นตอนที่ 8 บวกปริมาณของเสียที่เกิดจากขั้นตอนการผลิต (9+13)

- ลำดับที่ 15 คือ วัตถุดิบรอผลิต(หลังการผลิต) หมายถึงปริมาณวัตถุดิบที่ถูกนำมาใช้ หาได้จากวัตถุดิบที่มาจากขั้นตอนการทำงานที่ 1 เพื่อรอผลิตหักด้วยปริมาณวัตถุดิบที่ถูกนำมาใช้ (2-4)

- ลำดับที่ 16 คือ วัสดุทั้งหมดคงเหลือ หมายถึงปริมาณชิ้นงานทั้งหมดที่คงเหลืออยู่ ได้จากผลิตภัณฑ์รอผลิตในขั้นตอนที่ 2-8 บวกสินค้าผลิตสำเร็จคงเหลือ และบวกวัตถุดิบรอผลิต (หลังการผลิต) (8+12+15)

ลำดับ	รายการ	ของค้างเดือนก่อน	วันที่/กันยายน/2548																													ยอด
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	
(1)	รับวัตถุดิบ	2520	0	3600	0	0	2700	0	2700	0	2400	0	0	2400	0	2700	0	2400	0	0	1200	0	2400	900	0	0	0	2400	0	0	1500	0	0	21300
(2)	วัตถุดิบรอผลิต(ต้นการผลิต)		2100	4320	2970	1590	2910	1560	2280	1500	2550	1170	1170	3570	2190	3540	2190	3240	2220	2220	3420	2400	3810	3660	2640	1620	1620	4020	3000	2010	2400	1470	450	
(3)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขบวนการที่ 2-6		300	720	300	300	720	300	300	330	300	300	300	300	330	330	330	300	300	300	300	330	300	300	300	300	300	300	330	300	300	300	300	
(4)	ผลิตภัณฑ์ผ่านการผลิตในขบวนการที่ 2-6		1380	1350	1380	1380	1350	1380	1380	1350	1380	0	0	1380	1350	1350	1350	1020	0	0	1020	990	1050	1020	1020	0	0	1020	990	1020	1020	1020	0	
(5)	ผลิตภัณฑ์ผ่านการผลิตในขบวนการที่ 2-6 (4)-(13)			1350	1380	1380	1350	1380		1350	1380	0	0		1346	1350			0	0	1020	990					0	0		990	1020		1020	0	
(6)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขบวนการที่ 7 (5)-(9)+(6)		321	591	927	1251	1521	1351	2106	2376	2706	1866	1026	1275	1781	2291	2780	2972	2132	1292	1502	1652	1838	1991	2144	2144	2144	2030	1940	1910	1920	1890	1790	
(7)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขบวนการที่ 8		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	
(8)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขบวนการที่ 2-8 (3)+(6)+(7)		681	981	1231	1611	1911	2211	2466	2766	3066	2226	1386	1635	2171	2681	3170	3332	2492	1652	1862	2042	2198	2351	2504	2504	2504	2390	2330	2270	2180	2150	2150	
(9)	สินค้าผลิตสำเร็จ		1080	1080	1050	1080	1050	1080	1080	1080	1050	840	840	1050	840	840	840	810	840	840	810	840	840	810	840	0	0	1080	1080	1050	1050	1050	0	
(10)	สินค้าผลิตสำเร็จสะสม (9)+(10ก่อน)		1080	1200	1290	1380	1200	1230	1710	1530	1380	1740	2220	2910	2730	2310	2430	2160	2280	2100	2130	2370	2490	2100	2640	1620	840	1920	1620	1710	1620	2070	1590	
(11)	สินค้าผลิตสำเร็จที่ตัดส่ง		960	960	960	1260	1020	600	1260	1200	480	360	360	1020	1260	720	1080	720	1020	780	600	720	1200	300	1020	780	0	1380	960	1140	600	480	0	
(12)	สินค้าผลิตสำเร็จคงเหลือ (10)-(11)		120	240	330	120	180	630	450	330	900	1380	1860	1890	1470	1590	1350	1440	1260	1320	1530	1650	1290	1800	1620	840	840	540	660	570	1020	1590	1590	
(13)	ของเสีย(WIP)		39	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	81	4	0	21	18	0	0	0	0	24	57	27	0	0	54	0	0	60	0	0	
(14)	วัตถุดิบรอออกขบวนการผลิตในหน่วงวัน (9)+(13)		1119	1080	1050	1050	1080	1050	1125	1080	1050	840	840	1131	844	840	861	822	840	840	810	840	864	867	867	0	0	1134	1080	1050	1110	1050	0	
(15)	วัตถุดิบรอผลิต(หลังการผลิต) (2)-(4)		720	2970	1590	210	1560	180	1500	150	1170	1170	1170	2190	840	2190	840	2220	2220	2220	2400	1410	2760	2640	1620	1620	1620	3000	2010	990	1470	450	450	
(16)	วัตถุดิบคงคลังสิ้นวัน (8)+(12)+(15)		1521	4191	3201	1941	3651	3021	4416	3246	5136	4776	4416	5715	4481	6461	5360	6992	5972	5192	5792	5102	6248	6791	5744	4964	4964	5930	5000	3830	4670	4190	4190	

รูปที่ 4.1 ตารางรายละเอียดใบบันทึกปริมาณวัตถุดิบประจำเดือนกันยายน 2548

ขั้นตอน	เป้าหมาย ชิ้น/ชม.	เวลาปกติ เริ่ม			ถึง			รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เทียบเวลา	1-ก.ย-48 ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS	2-ก.ย-48 ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS
2	150	8	:	0	17	:	30	7.83	1175	1020	60	1020		1020	60	1020	
3	150	8	:	0	17	:	30	7.83	1175	1020	60	1020		1020	60	1020	
4	150	8	:	0	17	:	30	7.83	1175	1020	60	1020		1020	60	1020	
5	150	8	:	0	17	:	30	7.83	1175	1020	60	1020		1020	60	1020	
6	150	8	:	0	17	:	30	7.83	1175	1020	60	1020		1020	60	1020	
7	60	8	:	0	17	:	30	7.83	470	490	100	420		510	250	420	
7	60	8	:	0	17	:	30	7.83	470	491	101	420		510	251	420	
8	120	8	:	0	17	:	30	7.83	940	840	60	840	840	840	60	840	840
	124							62.6	7752	6921	561	6780	840	6960	861	6780	840

ขั้นตอน	เป้าหมาย ชิ้น/ชม.	เวลา(OT) เริ่ม			ถึง			รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เทียบเวลา	ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS	ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS
2	150	18	:	0	21	:	0	3.00	450	360	60	360		360	60	360	
3	150	18	:	0	21	:	0	3.00	450	360	60	360		360	60	360	
4	150	18	:	0	21	:	0	3.00	450	360	60	360		360	60	360	
5	150	18	:	0	21	:	0	3.00	450	360	60	360		360	60	360	
6	150	18	:	0	21	:	0	3.00	450	360	60	360		360	90	330	
7	60	18	:	0	21	:	0	3.00	180	180	160	120		165	295	120	
7	60	18	:	0	21	:	0	3.00	180	180	161	120		165	296	120	
8	120	18	:	0	21	:	0	3.00	360	240	60	240	240	240	60	240	240
	124							24.0	2970	2400	681	2280	240	2370	981	2250	240

เป้าหมาย ชิ้น/ชม.	เวลา(รวม) เริ่ม			ถึง			รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เทียบเวลา	ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS	ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS
124	8	:	0	21	:	0	86.6	10721.7	9321	1242	9060	1080	9330	1842	9030	1080

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างปัญหาการรองานจากขั้นตอนที่ 2-6 ตารางรายงานการผลิตรายวัน วันที่ 1 และ 2 กันยายน 2548

(รายระเอียดรายงานการผลิตประจำวันของวันที่ 1 กันยายน 2548 และ วันที่ 2 กันยายน 2548 แสดงที่รูปที่ ก.2 และ รูปที่ ก.3 ของภาคผนวก ตามลำดับ)

ขั้นตอน	เป้าหมาย ชิ้น / ชม.	เวลา(ปกติ) เริ่ม			ถึง			รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เทียบเวลา	1-ก.ย-48 ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS	3-ก.ย-48 ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS
2	150	8	:	0	17	:	30	7.83	1175	1020	60	1020		1020	60	1020	
3	150	8	:	0	17	:	30	7.83	1175	1020	60	1020		1020	60	1020	
4	150	8	:	0	17	:	30	7.83	1175	1020	60	1020		1020	60	1020	
5	150	8	:	0	17	:	30	7.83	1175	1020	60	1020		1020	60	1020	
6	150	8	:	0	17	:	30	7.83	1175	1020	60	1020		1020	60	1020	
7	60	8	:	0	17	:	30	7.83	470	490	100	420		510	385	420	
7	60	8	:	0	17	:	30	7.83	470	491	101	420		510	386	420	
8	120	8	:	0	17	:	30	7.83	940	840	60	840	840	840	60	840	840
	124							62.6	7752	6921	561	6780	840	6960	1131	6780	840

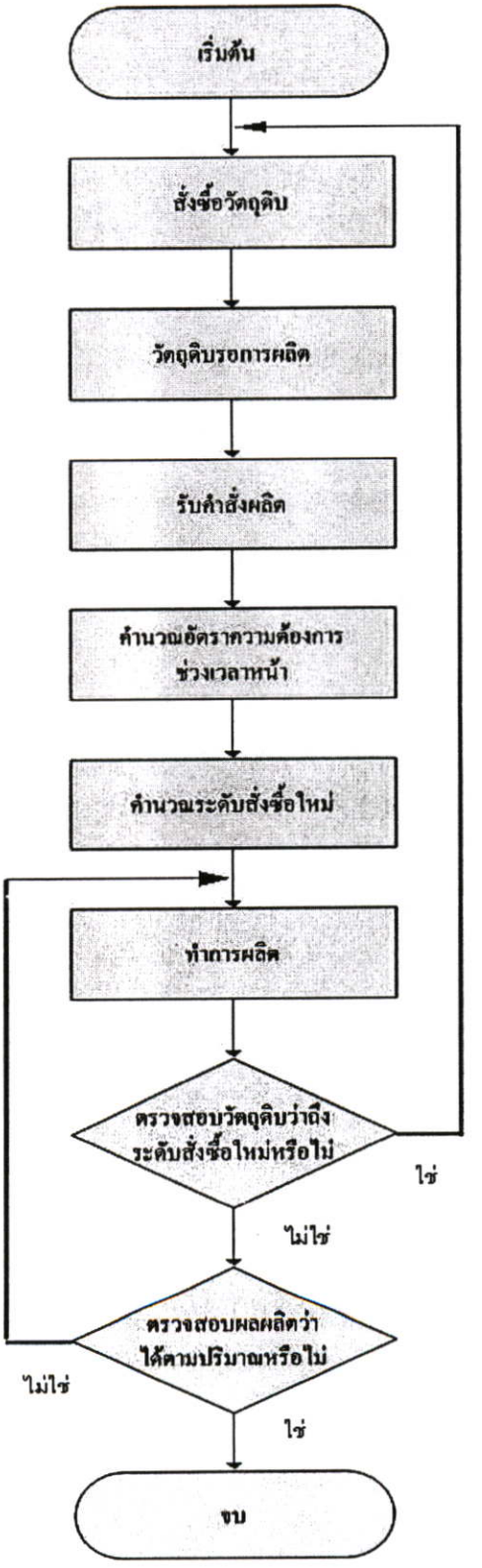
ขั้นตอน	เป้าหมาย ชิ้น / ชม.	เวลา (OT) เริ่ม			ถึง			รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เทียบเวลา	ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS	ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS
2	150	18	:	0	21	:	0	3.00	450	360	60	360		360	60	360	
3	150	18	:	0	21	:	0	3.00	450	360	60	360		360	60	360	
4	150	18	:	0	21	:	0	3.00	450	360	60	360		360	60	360	
5	150	18	:	0	21	:	0	3.00	450	360	60	360		360	60	360	
6	150	18	:	0	21	:	0	3.00	450	360	60	360		360	60	360	
7	60	18	:	0	21	:	0	3.00	180	180	160	120		180	460	105	
7	60	18	:	0	21	:	0	3.00	180	180	161	120		180	461	105	
8	120	18	:	0	21	:	0	3.00	360	240	60	240	240	210	60	210	210
	124							24.0	2970	2400	681	2280	240	2370	1281	2220	210

เป้าหมาย ชิ้น / ชม.	เวลา(รวม) เริ่ม			ถึง			รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เทียบเวลา	ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS	ผลผลิตดี Input	In process	output	FIN/GDS
124	8	:	0	21	:	0	86.6	10721.7	9321	1242	9060	1080	9330	2412	9000	1050

รูปที่ 4.3 ตัวอย่างปัญหาการรองานจากขั้นตอนที่ 7 ตารางรายงานการผลิตรายวัน วันที่ 1 และ 3 กันยายน 2548

(รายระเอียดรายงานการผลิตประจำวันของวันที่ 1 กันยายน 2548 และวันที่ 3 กันยายน 2548 แสดงที่รูปที่ ก.2 และ รูปที่ ก.4 ของภาคผนวก ตามลำดับ)

4.1.2 Flow Chart ขั้นตอนการทำงานของระบบ CRDF



รูปที่ 4.4 ขั้นตอนการทำงานของระบบ CRDF

4.1.3 ปัญหาการทำงานของระบบแบบเก่า

ปัญหาที่พบจากการทำงานของระบบเก่าก็คือ ปัญหาการรองาน ซึ่งเกิดจากการที่สายการผลิตไม่มีความต่อเนื่องในการทำงาน หรือการส่งงานมีความล่าช้า จากรูปที่ 4.1 จะเห็นได้ว่าปัญหาที่เกิดขึ้นจะเกิดขึ้นที่ 2 จุดใหญ่ คือ

1. การรองานจากขั้นตอนที่ 2-6

จากรูปที่ 4.2 เป็นการเปรียบเทียบการทำงานของ 2 วันทำงาน โดยวันที่ 1 กันยายน 2548 จะเป็นวันที่ไม่เกิดปัญหาการรองานในขบวนการผลิต และวันที่ 2 กันยายน 2548 จะเกิดปัญหาการรองานจากขั้นตอนที่ 2-6 ในขบวนการผลิตในช่วงการทำล่วงเวลา โดยปกติช่วงการทำล่วงเวลาถ้าไม่เกิดปัญหาการรองานจากขบวนการผลิตในขั้นตอนที่ 6 เช่น วันที่ 1 กันยายน 2548 จะมีผลผลิตออกมาประมาณ 360 ชิ้น แต่วันที่ 2 กันยายน 2548 มีผลผลิตออกมาเพียง 330 ชิ้น

2. การรองานจากขั้นตอนที่ 7

จากรูปที่ 4.3 เป็นการเปรียบเทียบการทำงานของ 2 วันทำงาน โดยวันที่ 1 กันยายน 2548 จะเป็นวันที่ไม่เกิดปัญหาการรองานในขบวนการผลิต และวันที่ 3 กันยายน 2548 จะเกิดปัญหาการรองานจากขั้นตอนที่ 7 ในขบวนการผลิตในช่วงการทำล่วงเวลา โดยปกติช่วงการทำล่วงเวลาถ้าไม่เกิดปัญหาการรองานจากขบวนการผลิตในขั้นตอนที่ 6 เช่น วันที่ 1 กันยายน 2548 จะมีผลผลิตออกมาประมาณ 120 ชิ้น แต่วันที่ 3 กันยายน 2548 มีผลผลิตออกมาเพียง 105 ชิ้น

จากปัญหาที่กล่าวมาทั้ง 2 ชนิด จะเห็นได้ว่าทำให้งานรวมที่ผลิตออกมานั้นมีปริมาณที่ลดลง แต่ทั้ง 2 ปัญหาก็มี ความแตกต่างคือ ถ้าการรองานจากขั้นตอนที่ 2-6 จะส่งผลต่อสินค้าที่ผลิตสำเร็จน้อยกว่าการรองานจากขั้นตอนที่ 7 เช่น 1. ปัญหาการรองานจากขั้นตอนที่ 2-6 เปรียบเทียบ 2 วันทำงาน โดยวันที่ 1 กันยายน 2548 และวันที่ 2 กันยายน 2548 จะมีสินค้าที่ผลิตสำเร็จ 1080 ชิ้น 2. ปัญหาการรองานจากขั้นตอนที่ 7 เปรียบเทียบ 2 วันทำงาน โดยวันที่ 1 กันยายน 2548 จะมีสินค้าที่ผลิตสำเร็จ 1080 ชิ้น แต่วันที่ 3 กันยายน 2548 จะมีสินค้าที่ผลิตสำเร็จ 1050 ชิ้น จึงสรุปได้ว่าเมื่อใดเกิดปัญหาการรองานจากขั้นตอนที่ 7 ซึ่งจะส่งผลกระทบต่อสินค้าที่ผลิตสำเร็จลดลง

4.1.4 การหาปริมาณวัตถุดิบกันชน

ในกรณีที่ไม่ทราบต้นทุนที่เกิดจากสินค้าขาดมือการคำนวณ Safety Stock จะคำนึงถึงระดับการให้บริการ

ระดับการให้บริการเป็นความน่าจะเป็นของการมีสินค้าพร้อมในสต๊อกเมื่อมีคำสั่งซื้อจากลูกค้าโดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 80%- 99% ซึ่งมีความหมายว่าโอกาสสินค้าที่จะขาดสต๊อกอยู่ที่ 20%- 1% เมื่อเราทราบระดับการให้บริการที่ต้องการแล้ว เราสามารถคำนวณหา Safety Stock ได้โดยง่าย โดยอาศัยตารางการแจกแจงแบบปกติ (Normal Distribution) หาค่า Z. สำหรับการให้บริการหนึ่งๆ เช่น

ณ ระดับการให้บริการ 90% เราจะได้ $Z = 1.28$

95% เราจะได้ $Z = 1.64$

99% เราจะได้ $Z = 2.32$

ดังนั้น Buffer Stock จะมีสูตรคำนวณดังนี้

$$BS = Z * \sigma \tag{4.1}$$

โดยที่ BS = Safety Stock (หน่วย)

σ = ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของความต้องการสินค้าในช่วง lead time

และ

$$\sigma = \sqrt{s^2} \tag{4.2}$$

$$s^2 = \frac{\left[\sum D_i^2 - \frac{(\sum D_i)^2}{n}\right]}{(n-1)} \tag{4.3}$$

s^2 = ค่าความแปรปรวนของความต้องการสินค้า

ปริมาณความต้องการของผลิตภัณฑ์เบาะนั่งรถยนต์ของโรงงานแห่งหนึ่งเป็นระยะเวลาหนึ่งเดือน หาค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานภายในหนึ่งเดือน และยอมให้วัตถุดิบขาดได้ไม่เกิน 1 เปอร์เซนต์

นำค่าปริมาณผลิตภัณฑ์ที่ส่งเข้าสโตร์มาคำนวณห่าค่าความแปรปรวนภายในหนึ่งเดือน โดยภายในหนึ่งเดือนทำการผลิต 29 วัน(n=29) จะได้

$\sum D_i^2$ = 24,523,200 $\sum D_i$ = 25,200 และ $(\sum D_i)^2$ = 635,040,000

$$(\sum D_i)^2 / n = \frac{635,040,000}{29} = 21,897,931.03$$

$$s^2 = \frac{\left[\sum D_i^2 - \frac{(\sum D_i)^2}{n}\right]}{(n-1)} = \left[\frac{24,523,200 - 21,897,931.03}{28}\right]$$

$s^2 = 93,759.606$

ค่าความแปรปรวนภายในหนึ่งเดือน เท่ากับ 93,759.606

หาค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานภายในหนึ่งเดือน ตามสมการที่ 4.2

$$\sigma = \sqrt{s^2}$$

$$\sigma = \sqrt{93{,}759.606}$$

$$\sigma = 306.2$$

ค่าเบี่ยงเบนมาตราฐานภายในหนึ่งเดือน เท่ากับ 306.2

ยอมให้วัตถุดิบขาดได้ไม่เกิน 1 เปอร์เซ็นต์ หรือให้มีระดับการบริการ 99 เปอร์เซ็นต์(99% เราจะได้ $Z = 2.32$) จากสมการที่ (4.1)

$$BS = Z * \sigma$$

$$BS = 2.32 * 306.2$$

$$BS = 710.388 \approx 720 \quad \text{หน่วย}$$

4.1.5 การหาปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด

ต้นทุนของการจัดซื้อเท่ากับ 52% ของต้นทุนการผลิต, ต้นทุนของการเก็บรักษาเท่ากับ 26% ของราคาวัตถุดิบ, จากรูปที่ 4.1 ปริมาณการจัดส่งต่อเดือนเท่ากับ 25,200 ชิ้น, ราคาวัตถุดิบA 85 บาท, ราคาวัตถุดิบB 38 บาท, ราคาวัตถุดิบC 22 บาท, ราคาขายสินค้า 245 บาท, กำไรของสินค้า 20% ของราคาต้นทุน

ราคารวมของวัตถุดิบ = ราคาวัตถุดิบA + ราคาวัตถุดิบB + ราคาวัตถุดิบC

= 83 + 38 + 22 บาท

= 143 บาท

ปริมาณการจัดซื้อเฉลี่ยต่อวัน = ปริมาณการจัดซื้อต่อเดือน/30

= 24,900/30 ชิ้น

= 830 ชิ้น

มูลค่าของการเก็บรักษา = ราคาวัตถุดิบ * ต้นทุนของการเก็บรักษา

= 143 * 0.26 บาท

= 37.18 บาท

ต้นทุนการผลิต + ราคาวัตถุดิบ = x

245 = 0.2x + x บาท

245 = 1.2x บาท

x = 245/1.2 บาท

x = 204.16666 บาท

กำไร = ราคาขายสินค้า - (ต้นทุนการผลิต + ราคาวัตถุดิบ)

= 245 - 204.16666 บาท

= 40.83333 บาท

ต้นทุนการผลิต = (ต้นทุนการผลิต + ราคาวัตถุดิบ) - ราคาวัตถุดิบ

= 204.16666 – 143 บาท

= 61.16666 บาท

ต้นทุนของการจัดซื้อ(ชิ้น) = ต้นทุนการผลิต * ต้นทุนของการจัดซื้อ(%)

= 61.16666 * 0.52 บาท

= 31.80666 บาท

∴ ต้นทุนของการจัดซื้อต่อครั้ง = ต้นทุนของการจัดซื้อ(ชิ้น) * ปริมาณการจัดซื้อเฉลี่ยต่อวัน

= 31.80666 * 830 บาท

= 26,399.53333 บาท

≈ 26,400 บาท

จากสมการที่ 2.10 $EOQ = \sqrt{\frac{2RS}{CI}}$

R = 25,200 ชิ้น คือ ความต้องการสินค้าทั้งหมด(ชิ้น)

S = 26,400 บาท คือ ต้นทุนการสั่งซื้อต่อครั้ง(บาท)

C = 143 บาท คือ ต้นทุนค่าสินค้าต่อหน่วย(บาท)

I = 26% คือ ต้นทุนการครอบครอง ซึ่งคิดเป็นร้อยละของมูลค่าสินค้าคงคลังเฉลี่ย(%)

$EOQ = \sqrt{\frac{2 * 26,400 * 25,200}{143 * 0.26}}$ ชิ้น

$EOQ = 5,982.222$ ชิ้น

$EOQ \approx 6,000$ ชิ้น

4.1.6 การพยากรณ์และการหาจุดสั่งซื้อใหม่

จากสมการที่ 2.16 $$D_{(i+1)} = \frac{D_{(i-n+1)} + D_{(i-n+2)} \cdots + D_i}{n}$$

$D_{(i+1)}$ = มูลค่าที่ได้พยากรณ์สำหรับเวลาถัดไป

$D_{(i)}$ = ค่าที่แท้จริง ณ เวลา T

n = จำนวนข้อมูลในการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่

$D_{(i-1)}$ = ค่าที่แท้จริง ณ เวลาก่อนช่วงที่ T ไป i ปี i =1, 2, ...

และ

จากสมการที่ 3.3 $$ROL = \alpha_i (BS + LD_{(i+1)})$$

ROL = ระดับการสั่งซื้อใหม่

α_i = มีค่าเท่ากับ1เมื่อมีการสั่งซื้อ และมีค่าเท่ากับ0เมื่อไม่มีการสั่งซื้อ

BS = วัตถุดิบกันชน

L = ช่วงเวลานำ (Lead Time)(ในการทดลองนี้ให้มีค่าเท่ากับ 24 ช.ม. หรือ 1วัน)

		วันที่ / กันยายน / 2548															จำนวนครั้งที่สั่งซื้อ
ลำดับ		ของค้างเดือนก่อน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	-	30	1	รวม	
(1)	รับวัตถุดิบ	2520	0	6000	0	0	0	6000	0	0	0	0	-	0	0	30000	5
(2)	วัตถุดิบรอผลิต(ก่อนการผลิต)		2100	6720	5370	3990	2610	7260	5880	4500	3150	1770	-	4170	3150		
(4)	ผลิตภัณฑ์ผ่านการผลิตในขบวนการที่ 2-6		1380	1350	1380	1380	1350	1380	1380	1350	1380	0	-	1020	0		
(7)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขบวนการที่ 8		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	-	60	60		
(11)	สินค้าผลิตสำเร็จที่จัดส่ง		960	960	960	1260	1020	600	1260	1200	480	360	-	480	0	25200	
(13)	ของเสีย(WE)		39	0	0	0	0	0	45	0	0	0	-	0	0	430	
(15)	วัตถุดิบรอผลิต(หลังการผลิต)	(2)-(4)	720	5370	3990	2610	1260	5880	4500	3150	1770	1770	-	3150	3150		
(17)	ปริมาณความต้องการใช้วิธีการคำนวณการพยากรณ์(M.A)		960	960	960	1260	1020	(1)	960	1020	1068	912	-	816	912		
(18)	$ROL = \alpha_i (B + LD_{(i+1)})$		1680	1680	1980	1740		1680	1740	1788	1632	1500	-	1632	0		

รูปที่ 4.5 ผลการคำนวณหาค่าอัตราความต้องการล่วงหน้าและระดับสั่งซื้อใหม่
(รายระเอียดของรูปแสดงที่รูปที่ ก.1 ของภาคผนวก)

การคำนวณค่าอัตราความต้องการล่วงหน้าเริ่มต้นจากกานำข้อมูลล่าสุด 5 วันมาทำการหาค่าเฉลี่ยเคลื่อนที่โดยเริ่มจากนำ ปริมาณสินค้าผลิตสำเร็จที่จัดส่งของวันที่ 1 ถึง 5 กันยายน มาเป็นตัวอย่างในการคำนวณเพื่อหาอัตราความต้องการของวันที่ 6 ทำให้ได้ตัวอย่างดังนี้

$$\frac{D_5 + D_4 + D_3 + D_2 + D_1}{5} = D_6$$

$$\frac{(960 + 960 + 960 + 1{,}260 + 1{,}020)}{5} = 1{,}032$$

ปริมาณสินค้าผลิตสำเร็จที่จัดส่งของวันที่ 6 เท่ากับ 1,032 (รูปที่4.5)

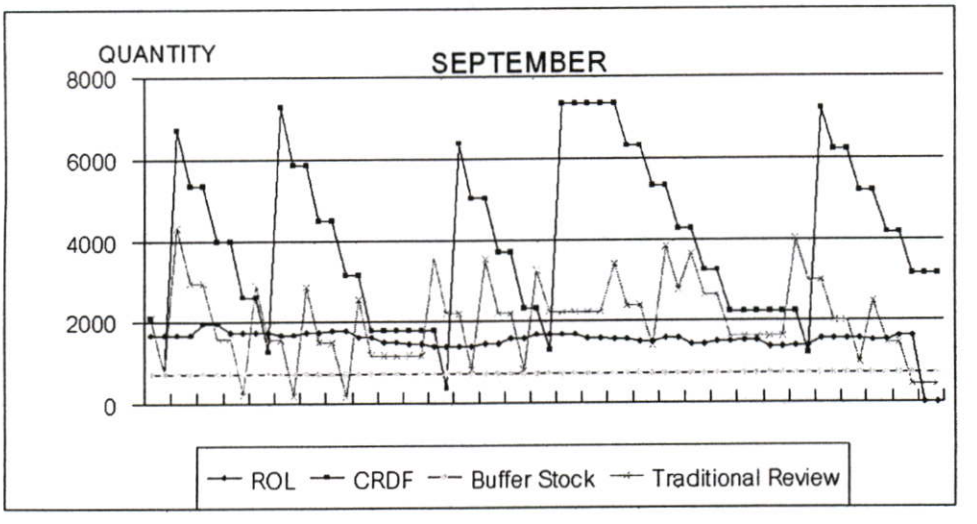
นำค่าปริมาณสินค้าผลิตสำเร็จที่จัดส่งของวันที่ 6 มาคำนวณหาค่าระดับสั่งซื้อใหม่ โดยเวลานำมีความสามารถไม่เกิน 24 ช.ม. หรือ 1 วัน นับจากมีการสั่งซื้อใหม่ ได้ตัวอย่างดังนี้

$$\alpha_i(BS + LD_{(i+1)}) = ROL$$

$$1*(720 + 1*1032) = 1{,}752$$

ระดับสั่งซื้อใหม่ให้ได้ตัวของวันที่ 5 เท่ากับ 1,752 (รูปที่ 4.5)

จากการคำนวณหาค่าปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด ซึ่งผลที่ได้มีค่าเท่ากับ 6,000 ชิ้น ได้ทำการทดลองด้วยการนำไปใช้ในการจัดซื้ออย่างอัตโนมัติเดือนกันยายน ซึ่งได้ผลตามรูปที่ 4.5



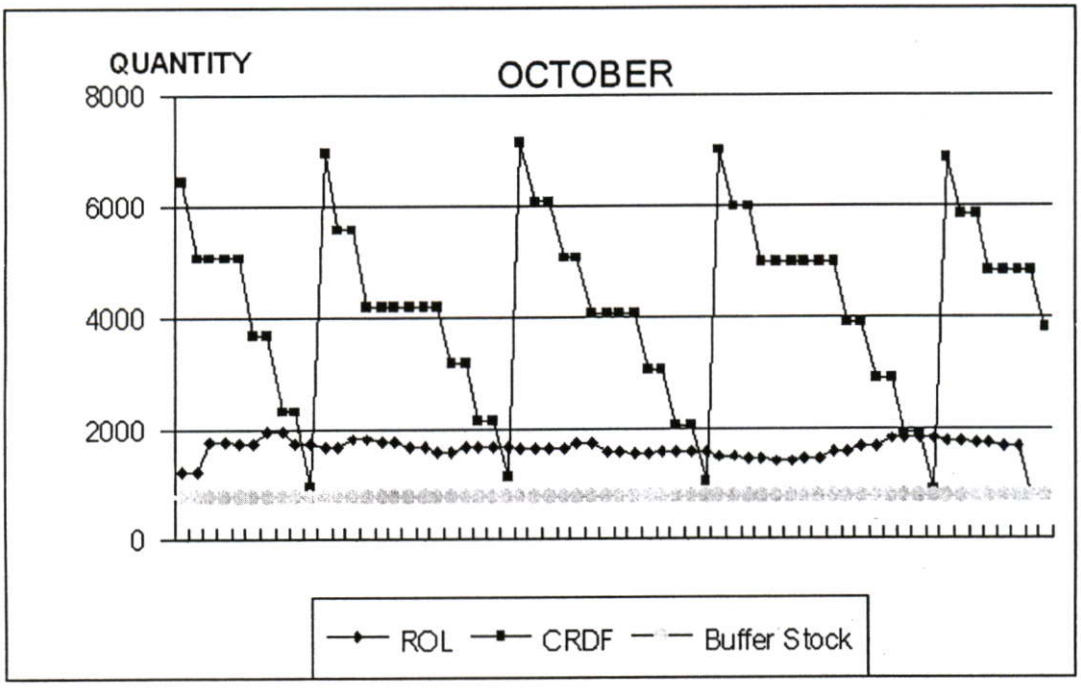
รูปที่ 4.6 แสดงกราฟของวิธีการจัดซื้อ 2 วิธี

4.2 ผลของการนำค่าที่คำนวณได้มาใช้งาน

จากการคำนวรทำให้ทราบค่า ปริมาณวัตถุดิบกันชน 720 ชิ้น, ปริมาณการสั่งซื้อที่ประหยัด 6,000 ชิ้น ซึ่งข้อมูลต่างๆ ที่ได้มาเหล่านี้ได้มาจากการคำนวณข้อมูลของเดือนกันยายน จากนนั้นได้นำค่าเหล่านี้ไปใช้งานเพื่อการจัดซื้อในเดือนตุลาคม

			วันที่/ตุลาคม/2548																																รวม	จำนวนครั้งที่สั่งซื้อ
ลำดับ		ของค้างเดือนก่อน	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	1		
(1)	รับวัตถุดิบ	4190	6000	0	0	0	0	6000	0	0	0	0	0	0	6000	0	0	0	0	0	0	6000	0	0	0	0	0	0	0	6000	0	0	0		20000	5
(2)	วัตถุดิบรอผลิต(ก่อนการผลิต)		6450	5070	5070	3690	2310	6930	5550	4170	4170	4170	3150	2130	7110	6090	5070	4050	4050	3030	2010	6990	5970	4950	4950	4950	3930	2910	1890	6870	5850	4830	4830	3810		
(3)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขบวนการที่ 2-6		300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300		
(4)	ผลิตภัณฑ์ผ่านการผลิตในขบวนการที่ 2-6		1380	0	1380	1380	1380	1380	1380	0	0	1020	1020	1020	1020	1020	1020	0	1020	1020	1020	1020	1020	0	0	1020	1020	1020	1020	1020	1020	0	1020	0		
(5)	ผลิตภัณฑ์ดีผ่านการผลิตในขบวนการที่ 2-6 (4)-(13)		1380	0	1335	1380	1380	1380	1341	0	0	1020	1020	943	1016	1005	1020	0	1020	1020	977	1020	1000	0	0	992	1020	962	1020	949	1020	0	1000	0		
(6)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขบวนการที่ 7 (5ก)-(9ก)+(6ก-1)		2030	2030	2225	2465	2705	2945	3146	3146	3146	3026	2906	2709	2585	2450	2330	2330	2210	2090	1927	1807	1667	1667	1667	1519	1399	1221	1101	910	790	790	650	650		
(7)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขบวนการที่ 8		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
(8)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในขบวนการที่ 2-8 (3)+(6)+(7)		2390	2390	2585	2825	3065	3305	3506	3506	3506	3386	3266	3069	2945	2810	2690	2690	2570	2450	2287	2167	2027	2027	2027	1879	1759	1581	1461	1270	1150	1150	1010	1010		
(9)	สินค้าผลิตสำเร็จ		1140	0	1140	1140	1140	1140	1140	0	0	1140	1140	1140	1140	1140	1140	0	1140	1140	1140	1140	1140	0	0	1140	1140	1140	1140	1140	1140	0	1140	0		
(10)	สินค้าผลิตสำเร็จสะสม (9ก)+(12ก-1)		2730	1590	2250	2370	2550	2490	2610	1470	570	1200	1620	1380	1260	1800	2340	1260	1710	1830	2190	2730	3150	2730	1890	2010	1950	1890	1830	2190	2610	1530	1830	390		
(11)	สินค้าผลิตสำเร็จที่จัดส่ง		1140	480	1020	960	1200	1020	1140	900	510	720	1380	1260	600	600	1080	690	1020	780	600	720	420	840	1020	1200	1200	1200	780	720	1080	840	1440	0	28560	
(12)	สินค้าผลิตสำเร็จคงเหลือ (10)-(11)		1590	1110	1230	1410	1350	1470	1470	570	60	480	240	120	660	1200	1260	570	690	1050	1590	2010	2730	1890	870	819	750	690	1050	1470	1530	690	390	390		
(13)	ของเสีย(WE)		0	0	45	0	0	0	39	0	0	0	0	77	4	15	0	0	0	0	43	0	20	0	0	28	0	58	0	71	0	0	20	0	420	
(14)	วัตถุดิบที่ออกจากขบวนการผลิตในหนึ่งวัน (9)+(13)		1140	0	1185	1140	1140	1140	1179	0	0	1140	1140	1217	1144	1155	1140	0	1140	1140	1183	1140	1160	0	0	1168	1140	1198	1140	1211	1140	0	1160	0		
(15)	วัตถุดิบรอผลิต(หลังการผลิต) (2)-(4)		5070	5070	3690	2310	930	5550	4170	4170	4170	3150	2130	1110	6090	5070	4050	4050	3030	2010	990	5970	4950	4950	4950	3930	2910	1890	870	5850	4830	4830	3810	3810		
(16)	วัตถุทั้งหมดคงเหลือ (8)+(12)+(15)		9050	8570	7505	6545	5345	10325	9146	8246	7736	7016	5636	4299	9695	9080	8000	7310	6290	5510	4867	10147	9707	8867	7847	6619	5419	4161	3381	8590	7510	6670	5210	5210	5210	
(16)	ปริมาณความต้องการใช้วิธีการคำนวณการพยากรณ์(MA)		1140	480	1020	960	1200	960	936	1068	1044	954	858	930	954	894	912	984	846	798	834	834	762	708	672	720	840	936	1092	1080	1020	996	924	0		
(16)	$ROL = \alpha_t(B + LD_{(t+1)})$		1200	1740	1680	1920	1680	1656	1788	1764	1674	1578	1650	1674	1614	1632	1704	1566	1518	1554	1554	1482	1428	1392	1440	1560	1656	1812	1800	1740	1716	1644	720	0		

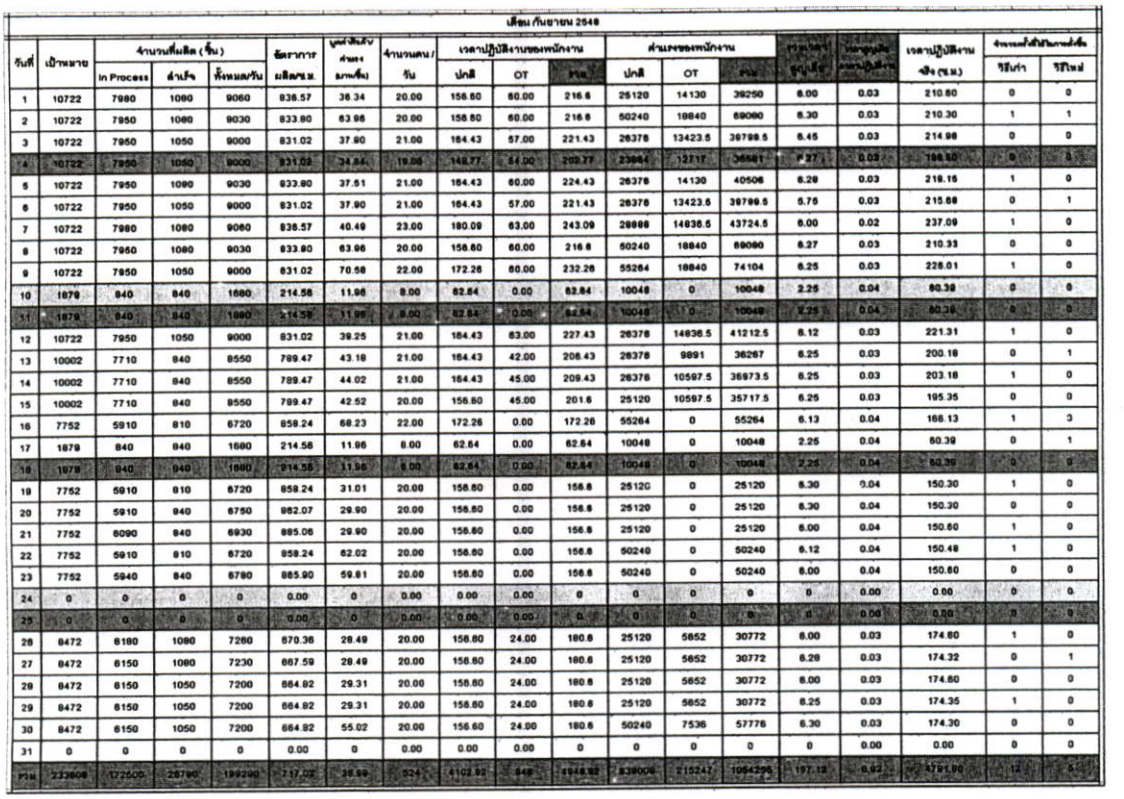
รูปที่ 4.7 ตารางรายละเอียดใบบันทึกปริมาณวัตถุดิบประจำเดือนตุลาคม 2548



รูปที่ 4.8 แสดงกราฟของวิธีการจัดซื้อด้วยวิธีการรายงานสินค้าคงคลังแบบต่อเนื่องร่วมกับการพยากรณ์ความต้องการสินค้าคงคลัง

จากรูปที่ 4.7 เป็นการเก็บข้อมูลปริมาณวัตถุดิบและชิ้นงานในขั้นตอนการทำงานต่างๆ และผลการคำนวณปริมาณความต้องการของวันต่อไป เพื่อนำมาหาค่าจุดสั่งซื้อใหม่จะเห็นได้ว่าปัญหาที่เคยพบในการทำงานแบบเก่า ปัญหาการรองานจากขั้นตอนที่ 2-6 และ ปัญหาการรองานจากขั้นตอนที่ 7 ไม่เกิดขึ้นอีก เนื่องจากระบบใหม่ที่นำไปใช้ได้ทำการติดตั้งสัญญาณไฟ เมื่อขั้นตอนแต่ละขั้นตอนนั้นได้ทำการผลิตครบตามจำนวนที่ได้กำหนดไว้ (รายระเอียดรายงานเวลาที่ใช้ผลิตประจำวันของรูปที่ ก.6 ภาคผนวก) พนักงานจะมาทำการเคลื่อนย้ายงานที่ผ่านกระบวนการนั้นๆ แล้วไปยังกระบวนการต่อๆ ไป และจากรูปที่ 4.8 เป็นการนำปริมาณวัตถุดิบกันชน จุดสั่งซื้อใหม่ และ ปริมาณวัตถุดิบที่เหลือในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการจัดซื้อด้วยวิธีการรายงานสินค้าคงคลังแบบต่อเนื่องร่วมกับการพยากรณ์ความต้องการสินค้าคงคลัง ซึ่งจะเห็นได้ว่าปริมาณวัตถุดิบเพื่อรอการผลิตมีโอกาสน้อยมากที่จะตกลงมาถึงจุดที่ปริมาณวัตถุดิบชน ซึ่งทำให้ขจัดปัญหาการขาดแคลนวัตถุดิบในการผลิต

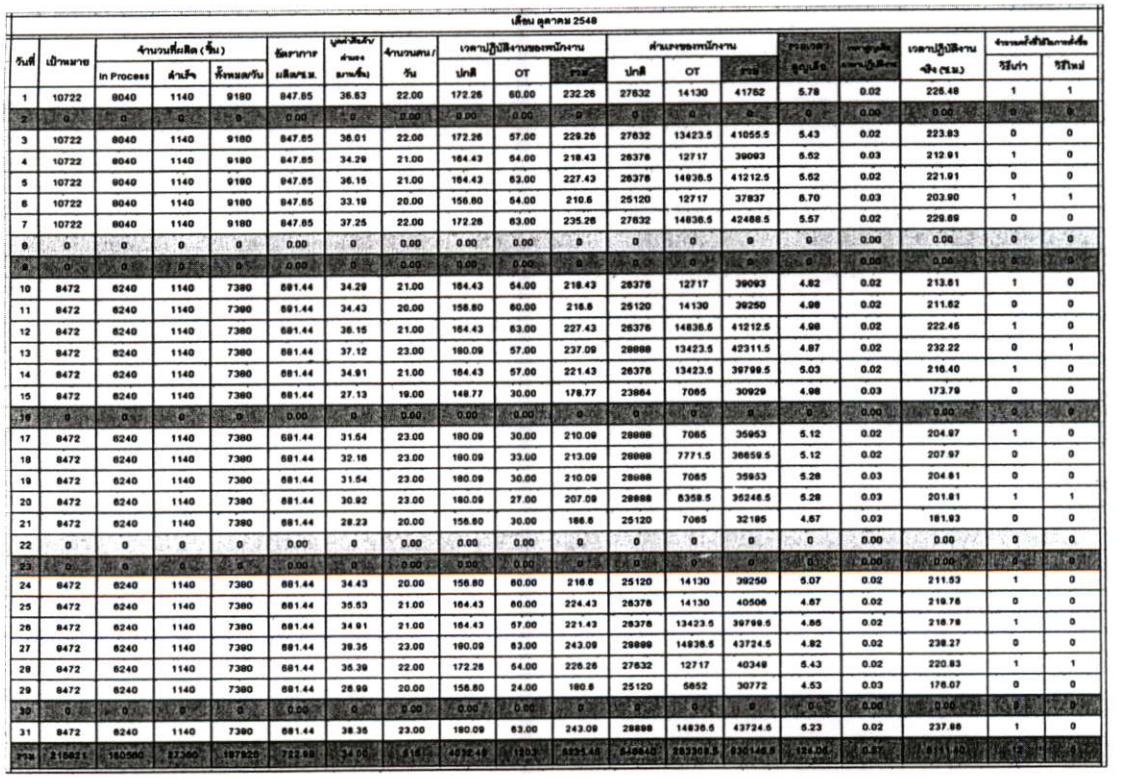
จากรูปที่ 4.9 และ 4.10 เป็นบันทึกรายงานประจำเดือน ซึ่งรายระเอียดของบันทึกรายงานประจำเดือนของเดือนประกอบด้วย เป้าหมาย จำนวนที่ผลิตได้ อัตราการผลิตต่อชั่วโมง มูลค่าสินค้าต่อค่าแรง จำนวนแรงงานที่ใช้ในการปฏิบัติงาน เวลาที่ใช้ในการปฏิบัติงาน ค่าแรงงาน เวลาที่สูญเสียต่อเวลาปฏิบัติงาน เวลาปฏิบัติงานจริง และจำนวนครั้งที่ใช้ในการปฏิบัติงาน



เดือน กันยายน 2548

วันที่	เป้าหมาย	จำนวนที่ผลิต (ชิ้น)			อัตราการผลิตต่อ ช.ม.	มูลค่าสินค้าค้างผลิตมาเพื่อ	จำนวนคน/วัน	เวลาปฏิบัติงานของพนักงาน			ค่าแรงของพนักงาน			ค่าแรงต่อชิ้น	ค่าแรงต่อชิ้นงานที่ปฏิบัติงาน	เวลาปฏิบัติงานต่อชิ้น (ช.ม.)	จำนวนครั้งที่ปรับเครื่องมือ	
		In Process	สำเร็จ	ทั้งหมดวัน				ปกติ	OT	รวม	ปกติ	OT	รวม				วิธีเก่า	วิธีใหม่
1	10722	7980	1080	9060	836.57	36.34	20.00	156.80	60.00	216.8	25120	14130	39250	6.00	0.03	210.80	0	0
2	10722	7950	1080	9030	833.80	63.96	20.00	156.80	60.00	216.8	50240	18840	69080	6.30	0.03	210.30	1	1
3	10722	7950	1050	9000	831.02	37.90	21.00	164.43	57.00	221.43	26376	13423.5	39799.5	5.45	0.03	214.98	0	0
4	10722	7950	1050	9000	831.02	34.84	19.00	148.77	54.00	202.77	23864	12717	36581	4.27	0.03	196.50	0	0
5	10722	7950	1080	9030	833.80	37.51	21.00	164.43	60.00	224.43	26376	14130	40506	6.28	0.03	218.15	1	0
6	10722	7950	1050	9000	831.02	37.90	21.00	164.43	57.00	221.43	26376	13423.5	39799.5	5.75	0.03	215.68	0	1
7	10722	7980	1080	9060	836.57	40.49	23.00	180.09	63.00	243.09	28888	14836.5	43724.5	6.00	0.02	237.09	1	0
8	10722	7950	1080	9030	833.80	63.96	20.00	156.80	60.00	216.8	50240	18840	69080	6.27	0.03	210.33	0	0
9	10722	7950	1050	9000	831.02	70.58	22.00	172.26	60.00	232.26	55264	18840	74104	6.25	0.03	228.01	1	0
10	1879	840	840	1680	214.56	11.96	8.00	62.84	0.00	62.84	10048	0	10048	2.25	0.04	60.39	0	0
11	1879	840	840	1680	214.56	11.96	8.00	62.84	0.00	62.84	10048	0	10048	2.25	0.04	60.39	0	0
12	10722	7950	1050	9000	831.02	39.25	21.00	164.43	63.00	227.43	26376	14836.5	41212.5	6.12	0.03	221.31	1	0
13	10002	7710	840	8550	789.47	43.19	21.00	164.43	42.00	206.43	26376	9891	36267	6.25	0.03	200.18	0	1
14	10002	7710	840	8550	789.47	44.02	21.00	164.43	45.00	209.43	26376	10597.5	36973.5	6.25	0.03	203.18	1	0
15	10002	7710	840	8550	789.47	42.52	20.00	156.80	45.00	201.8	25120	10597.5	35717.5	6.25	0.03	195.35	0	0
16	7752	5910	810	6720	858.24	66.23	22.00	172.26	0.00	172.26	55264	0	55264	8.13	0.04	166.13	1	0
17	1879	840	840	1680	214.56	11.96	8.00	62.84	0.00	62.84	10048	0	10048	2.25	0.04	60.39	0	1
18	1879	840	840	1680	214.56	11.96	8.00	62.84	0.00	62.84	10048	0	10048	2.25	0.04	60.39	0	0
19	7752	5910	810	6720	858.24	31.01	20.00	156.80	0.00	156.8	25120	0	25120	8.30	0.04	150.30	1	0
20	7752	5910	840	6750	862.07	29.90	20.00	156.80	0.00	156.8	25120	0	25120	8.30	0.04	150.30	0	0
21	7752	6090	840	6930	885.06	29.90	20.00	156.80	0.00	156.8	25120	0	25120	8.00	0.04	150.80	1	0
22	7752	5910	810	6720	858.24	62.02	20.00	156.80	0.00	156.8	50240	0	50240	8.12	0.04	150.48	1	0
23	7752	5940	840	6780	865.90	59.61	20.00	156.80	0.00	156.8	50240	0	50240	8.00	0.04	150.80	0	0
24	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
25	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
26	8472	6180	1080	7260	670.36	28.49	20.00	156.80	24.00	180.8	25120	5652	30772	6.00	0.03	174.80	1	0
27	8472	6150	1080	7230	667.59	28.49	20.00	156.80	24.00	180.8	25120	5652	30772	6.28	0.03	174.32	0	1
28	8472	6150	1050	7200	664.82	29.31	20.00	156.80	24.00	180.8	25120	5652	30772	6.00	0.03	174.80	0	0
29	8472	6150	1050	7200	664.82	29.31	20.00	156.80	24.00	180.8	25120	5652	30772	6.25	0.03	174.35	1	0
30	8472	6150	1050	7200	664.82	55.02	20.00	156.80	24.00	180.8	50240	7536	57776	8.30	0.03	174.30	0	0
31	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
รวม	233606	172509	28790	199299	717.02	36.89	624	4102.92	848	4948.92	839008	215247	1054255	197.12	0.82	5791.90	12	6

รูปที่ 4.9 บันทึกรายงานประจำเดือนของเดือนกันยายน
(รายระเอียดของรูปแสดงที่รูปที่ ก.5 ของภาคผนวก)



เดือน ตุลาคม 2548

วันที่	เป้าหมาย	จำนวนที่ผลิต (ชิ้น)			อัตราการผลิตต่อ ช.ม.	มูลค่าสินค้าค้างผลิตมาเพื่อ	จำนวนคน/วัน	เวลาปฏิบัติงานของพนักงาน			ค่าแรงของพนักงาน			ค่าแรงต่อชิ้น	ค่าแรงต่อชิ้นงานที่ปฏิบัติงาน	เวลาปฏิบัติงานต่อชิ้น (ช.ม.)	จำนวนครั้งที่ปรับเครื่องมือ	
		In Process	สำเร็จ	ทั้งหมดวัน				ปกติ	OT	รวม	ปกติ	OT	รวม				วิธีเก่า	วิธีใหม่
1	10722	8040	1140	9180	847.85	36.83	22.00	172.26	60.00	232.26	27632	14130	41762	5.78	0.02	226.48	1	1
2	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
3	10722	8040	1140	9180	847.85	36.01	22.00	172.26	57.00	229.26	27632	13423.5	41055.5	5.43	0.02	223.83	0	0
4	10722	8040	1140	9180	847.85	34.29	21.00	164.43	54.00	218.43	26376	12717	39093	5.52	0.03	212.91	1	0
5	10722	8040	1140	9180	847.85	36.15	21.00	164.43	63.00	227.43	26376	14836.5	41212.5	5.52	0.02	221.91	0	0
6	10722	8040	1140	9180	847.85	33.19	20.00	156.80	54.00	210.8	25120	12717	37837	5.70	0.03	203.90	1	1
7	10722	8040	1140	9180	847.85	37.25	22.00	172.26	63.00	235.26	27632	14836.5	42468.5	5.57	0.02	229.69	0	0
8	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
9	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
10	8472	6240	1140	7380	681.44	34.29	21.00	164.43	54.00	218.43	26376	12717	39093	4.82	0.02	213.61	1	0
11	8472	6240	1140	7380	681.44	34.43	20.00	156.80	60.00	216.8	25120	14130	39250	4.98	0.02	211.62	0	0
12	8472	6240	1140	7380	681.44	36.15	21.00	164.43	63.00	227.43	26376	14836.5	41212.5	4.98	0.02	222.45	1	0
13	8472	6240	1140	7380	681.44	37.12	23.00	180.09	57.00	237.09	28888	13423.5	42311.5	4.97	0.02	232.22	0	1
14	8472	6240	1140	7380	681.44	34.91	21.00	164.43	57.00	221.43	26376	13423.5	39799.5	5.03	0.02	216.40	1	0
15	8472	6240	1140	7380	681.44	27.13	19.00	148.77	30.00	178.77	23864	7065	30929	4.98	0.03	173.79	0	0
16	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
17	8472	6240	1140	7380	681.44	31.54	23.00	180.09	30.00	210.09	28888	7065	35953	5.12	0.02	204.97	1	0
18	8472	6240	1140	7380	681.44	32.16	23.00	180.09	33.00	213.09	28888	7771.5	36659.5	5.12	0.02	207.97	0	0
19	8472	6240	1140	7380	681.44	31.54	23.00	180.09	30.00	210.09	28888	7065	35953	5.28	0.03	204.81	0	0
20	8472	6240	1140	7380	681.44	30.92	23.00	180.09	27.00	207.09	28888	6358.5	35246.5	5.28	0.03	201.81	1	1
21	8472	6240	1140	7380	681.44	28.23	20.00	156.80	30.00	186.8	25120	7065	32185	4.67	0.03	181.93	0	0
22	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
23	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
24	8472	6240	1140	7380	681.44	34.43	20.00	156.80	60.00	216.8	25120	14130	39250	5.07	0.02	211.53	1	0
25	8472	6240	1140	7380	681.44	35.53	21.00	164.43	60.00	224.43	26376	14130	40506	4.87	0.02	219.76	0	0
26	8472	6240	1140	7380	681.44	34.91	21.00	164.43	57.00	221.43	26376	13423.5	39799.5	4.85	0.02	218.78	1	0
27	8472	6240	1140	7380	681.44	38.35	23.00	180.09	63.00	243.09	28888	14836.5	43724.5	4.82	0.02	238.27	0	0
28	8472	6240	1140	7380	681.44	35.39	22.00	172.26	54.00	226.26	27632	12717	40349	5.43	0.02	220.83	1	1
29	8472	6240	1140	7380	681.44	26.99	20.00	156.80	24.00	180.8	25120	5652	30772	4.53	0.03	176.07	0	0
30	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
31	8472	6240	1140	7380	681.44	38.35	23.00	180.09	63.00	243.09	28888	14836.5	43724.5	5.23	0.02	237.86	1	0
รวม	215621	160560	27360	187920	722.99	34.06	616	4632.48	1512	6144.48	740640	283303.5	1023943.5	124.06	0.57	6111.40	12	6

รูปที่ 4.10 บันทึกรายงานประจำเดือนของเดือนตุลาคม
(รายระเอียดของรูปแสดงที่รูปที่ ก.6 ของภาคผนวก)

จากรูปที่ 4.9 ในวันที่ 4,11,18 และ 25 เป็นวันอาทิตย์ ซึ่งเป็นวันหยุดทำการ และวันที่ 10 และ 24 เป็นวันเสาร์ เป็นวันหยุดทำการเช่นกัน จะเห็นได้ว่าในเดือนกันยายนนี้ถึงแม้จะเป็นวันหยุดทำการแต่ยังมีการปฏิบัติงานอยู่

จากรูปที่ 4.10 ในวันที่ 2,9,16,23 และ 30 เป็นวันอาทิตย์ ซึ่งเป็นวันหยุดทำการ และวันที่ 8 และ 22 เป็นวันเสาร์ เป็นวันหยุดทำการเช่นกัน จะเห็นได้ว่าในเดือนตุลาคมนี้เป็นวันหยุดทำการแต่ไม่มีการปฏิบัติเหมือนเดินกันยายน

จากความแตกต่างของทั้ง2เดือนทำให้สามารถนำผลของรายงานมาเปรียบเทียบกันได้ผลดังนี้

เดือน	เป้าหมาย	จำนวนที่ผลิต (ชิ้น)			อัตราการผลิต/ชม.	มูลค่าสินค้า/ค่าแรง (บาท/ชิ้น)	จำนวนคน / วัน	เวลาปฏิบัติงานของพนักงาน		
		In Process	สำเร็จ	ทั้งหมด/วัน				ปกติ	OT	รวม
กันยายน	233608	172500	26790	199290	717.02	38.99	524	4102.92	846	4948.92
ตุลาคม	216821	160560	27360	187920	722.99	34.00	515	4032.45	1203	5235.45

เดือน	ค่าแรงของพนักงาน			รวมเวลาสูญเสีย	เวลาสูญเสีย/เวลาปฏิบัติงาน	เวลาปฏิบัติงานจริง (ชม.)	จำนวนครั้งที่ใช้ในการสั่งซื้อ		
	ปกติ	OT	รวม				วิธีเก่า	วิธีใหม่	
กันยายน	839008	215247	1054255	157.12	0.92	4791.80	12	5	
ตุลาคม	646840	283306.5	930146.5	124.05	0.57	5111.40	-	5	

รูปที่ 4.11 การเปรียบเทียบบันทึกรายงานประจำเดือนของเดือนกันยายนและ เดือนตุลาคม

ผลของการเปรียบเทียบระหว่างเดือนกันยายนและ เดือนตุลาคมได้ผล คือ อัตราการผลิตต่อชั่วโมงของเดือนกันยายนต่ำกว่าเดือนตุลาคม มูลค่าสินค้าต่อค่าแรงของเดือนกันยายนสูงกว่าเดือนตุลาคม และเวลาที่สูญเสียต่อเวลาปฏิบัติงานของเดือนกันยายนสูงกว่าเดือนตุลาคม ซึ่งหมายความระบบใหม่ที่นำเข้ามาใช้ทานระบบการทำงานแบบเก่า ช่วยปรับปรุงให้การผลิตมีแนวโน้มไปในทางที่ดีขึ้น

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

กิจกรรมที่เกี่ยวข้องกับระบบการทำงานของโลจิสติกส์ 3 ส่วนหลักคือ การสั่งซื้อ การบริหารสินค้าคงคลัง และการบริหารการขนส่งและจัดส่งสินค้าโดยวัตถุประสงค์การทำงานในทุกขั้นตอนก็เพื่อสร้างความพึงพอใจให้แก่ลูกค้า เพิ่มกำไร ลดต้นทุน เป็นหัวใจหลัก การสั่งซื้อเป็นจุดเริ่มต้นของระบบโลจิสติกส์ เป้าหมายสำคัญในการปรับปรุงระบบสั่งซื้อของ โลจิสติกส์คือ การซื้อวัตถุดิบในปริมาณและคุณภาพที่เหมาะสมรวมถึงจัดส่งได้ทันเวลา โดยการสั่งซื้อสินค้าจะเกิดขึ้นเมื่อวัตถุดิบที่ใช้ในการผลิตสินค้าในคลังสินค้ากำลังจะลดลงในเกณฑ์ที่กำหนด จึงทำการวางแผนการสั่งซื้อวัตถุดิบ สินค้าคงคลัง เป็นการวางแผนจัดการและควบคุมสินค้าและวัตถุดิบทั้งหมดที่มีอยู่ และที่จะมีอยู่ต่อไปในอนาคต ก่อนนำไปเข้าสู่กระบวนการผลิต

การจัดเก็บสินค้าคงคลังถือเป็นสิ่งสำคัญในขบวนการทางด้านการผลิต การจัดเก็บวัตถุดิบในปริมาณที่เหมาะสมสามารถช่วยในการลดต้นทุนทางด้านการผลิตและทำให้มีสินค้าพอเพียงในการผลิต ซึ่งการจัดเก็บสินค้าคงคลังเป็นส่วนหนึ่งของกระบวนการโลจิสติกส์ (logistic) ในปัจจุบันการเพิ่มความสามารถในการผลิตได้ใช้ระบบคอมพิวเตอร์ที่ร่วมในการผลิต (CIMS) เข้ามาช่วยในการดำเนินงาน เพื่อความรวดเร็วและลดขั้นตอนการดำเนินการต่างๆ ที่ยุ่งยาก การคาดการณ์ที่แม่นยำช่วยให้การวางแผนในการผลิตเป็นผลให้ไม่เกิดปัญหาในการผลิต การนำเทคนิคในการพยากรณ์ความต้องการสินค้าของผู้บริโภคและระบบควบคุมคลังสินค้าอัตโนมัตินี้ ทำให้ทราบปริมาณการสั่งซื้อที่เหมาะสมของระดับสินค้าคงคลังและและวันเวลาที่จะสั่งซื้อวัตถุดิบ ช่วยให้ทราบความต้องการของวัตถุดิบและลดต้นทุนในการจัดเก็บและลดเวลาที่ใช้ในการจัดส่งวัตถุดิบ (lead-time)

การควบคุมสินค้าคงคลัง(Inventory Control) ร่วมกับเทคโนโลยีสารสนเทศ เป็นขั้นตอนหนึ่งที่เข้ามาช่วยในการจัดการจัดซื้อวัตถุดิบให้มีความรวดเร็ว น่าเชื่อถือ และเหมาะสมให้เพียงพอต่อการผลิต แต่ไม่มากจนเกินเกินไป ร่วมด้วยการใช้คลังสินค้าอัตโนมัติที่มีความสามารถในการบันทึกข้อมูลวัตถุดิบที่เข้าออกมีลักษณะการจัดการแบบเข้าก่อนออกก่อน(FIFO) ในส่วนประกอบของคลังสินค้าอัตโนมัติยังมีรถยกที่สามารถเคลื่อนที่ได้อย่างรวดเร็วช่วยลดเวลาในการขนส่ง การเชื่อมโยงการทำงานของระบบผลิต และการพยากรณ์ความต้องการเข้ากับการทำงานด้านคลังสินค้าช่วยเพิ่มประสิทธิภาพและความสามารถในด้านการจัดการโรงงานผลิต วัตถุดิบที่จัดหามาจะถูกนำไปใช้อย่างเหมาะสม ระบบคอมพิวเตอร์ที่ถูกนำมาใช้ทำหน้าที่ รวบรวมข้อมูลเพื่อการตัดสินใจในการดำเนินงานขั้นตอนการผลิต การลดต้นทุนเนื่องจากการเพิ่มของวัตถุดิบที่ไม่จำเป็น ลดการทับซ้อนและงานที่มีลักษณะใช้แรงงานจำนวนมากหรืองานที่สามารถใช้เทคโนโลยีเข้ามาจัดการแทนในการปฏิบัติงาน

ในวิทยานิพนธ์นี้มีผลที่ได้จากการนำระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการผลิตนั้นมีผลให้เกิดการลดต้นทุนจากการสั่งซื้อวัตถุดิบและการจัดเก็บวัตถุดิบคงคลัง ลดเวลาสูญเสียเนื่องจากการรองาน ซึ่งจะส่งผลต่อการเพิ่มขึ้นของผลผลิต ที่จะทำให้มูลค่าค่าใช้จ่ายในการจ้างแรงงานลดลง ซึ่งในที่สุดก็คือต้นทุนที่ใช้ในการผลิตสินค้าหรือต้นทุนสินค้าต่อหน่วยลดลง

วิธีการที่นำเสนอในวิทยานิพนธ์เป็นเทคนิคหนึ่งเท่านั้นที่ช่วยในการลดต้นทุนและเวลาในการปฏิบัติงาน ซึ่งวิทยานิพนธ์ได้ทำการประยุกต์ใช้ในด้านการผลิตเพียงผลิตภัณฑ์เดียวของโรงงาน ในความเป็นจริงด้านการผลิตอาจจะมีเงื่อนไขในการปฏิบัติงานที่ในวิทยานิพนธ์นี้ไม่ได้นำมากล่าวถึง เช่น วัตถุดิบหลากหลายชนิดที่เข้ามาใช้ในการผลิตภัณฑ์หนึ่ง ผลิตภัณฑ์หลายชนิดแต่ใช้วัตถุดิบเดียวกัน การทดสอบด้วยสายการผลิตแบบหลายสายการผลิต ปัญหาแรงงานที่ต้องหางานให้ทำ และ การจัดสรรเครื่องจักรที่อาจใช้งานร่วมกันได้ ซึ่งที่กล่าวมานี้ต้องไปเกี่ยวข้องกับการวางแผนด้านการผลิตของหน่วยงานอื่นๆของโรงงานผลิตด้วย

บรรณานุกรม

[1] Francesco Amato, Francesco Basile, Pasquale Chiacchio, "**Crane and Shuttle Optimization in Warehousing Systems**", Proceeding of the 2002 IEEE International Conference on Robotics And Automation, pp 4039-4045, Washington. DC, May 2002.

[2] G V Shenoy, U K Srivastava, Subhash C Sharma, "**Operations Research for management**", Wilay Eastern Limited, New Delhi, India, 1991

[3] Hamdy A. Taha, "**Operations Research an Introduction**", Prentice-Hall Inc, USA, 1997.

[4] J. Harrington, "**Computer Integrated Manufacturing**", Industrial Press Inc., NewYork, USA, 1997.

[5] James A. Senn, "**Analysis and Design of Information system**", McGraw-Hill publishing company, Singapore, 1989.

[6] Nagata Y, Boon Kee Lew, Nling Ye, Shimizu H, Koshimitsu H, Shibuya Y, "**A client-server based computer integrated manufacturing system for an epoxy molding compound plant**", Proceeding of the 24th Annual Conference of the IEEE, IECON'98,pp 182-186, Aachen, Germany, 31 Aug-4 Sep 1998.

[7] Operation Manual, "**C 200 HX/C 200 HG/C 200 HE Programmable Controllers**", Produced June 1996

[8] Seng-Yuh Liou, Yuau-Tay Chen Chao-Wei Chang, Meng-Jiun Wu, "**A Computer Integration Manufacture System Designed/Manufacture for Education Purpose**", Proceeding of International conference on Industrial Automation and Control Emerging Technologies (IEEE/IAS), pp 231-235, 1995

[9] Seng-Yuh Liou, Yuau-Tay Chen Chao-Wei Chang, Meng-Jiun Wu, "**Integration Automatic Warehouse and Network with two-ways Communication in CIM system**", Proceeding of International conference on Industrial Automation and Control Emerging Technologies (IEEE/IAS), pp 262-266, 1995

[10] Ting-Li Chien, "**Automatic Warehouse**" Proceeding of International conference on Industrial Automation and Control Emerging Technologies (IEEE/IAS), pp 243-249, 1995

[11] Tomas E. Vollmann, William L. Berry, D.Clay Whybark, "**Manufacturing Planning And Control System 3rd ed**", Richard D. IRWIN Inc., USA, 1992.

[12] Tomohiko SAKAO, Shinsuke KONDOH, Yasushi UMEDA, Tetsuo TOMIYAMA, "**The Development of a Cellular Automatic Warehouse**", Proceeding of International on Intelligent Robots and System (IROS' 96), Vol.1, pp 324-331, 1996

[13] Wayne L. Winston, "**Operations Research Applications and Algorithms 3rd ed**", International Thomson Publishing, USA, 1994.

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างใบบันทึกข้อมูลต่างๆ

ตารางที่ ก.1 ต้นทุนการจัดซื้อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของต้นทุนการผลิต

อุตสาหกรรม(Industry)	ต้นทุนการจัดซื้อ(เปอร์เซ็นต์)
อุตสาหกรรมทุกชนิด(All Industry)	**52%**
อาหาร(Food)	60%
ไม้(Lumber)	61%
กระดาษ(Paper)	55%
น้ำมัน(Petroleum)	79%
ขนส่ง(Transportation)	62%

ตารางที่ ก.2 ต้นทุนการจัดเก็บรักษาคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ของราคาวัตถุดิบ

อุตสาหกรรม(Industry)	ต้นทุนการจัดเก็บรักษา(เปอร์เซ็นต์)
ค่าสถานที่ : เช่น ค่าเช่าอาคาร ค่าเสื่อมราคา ต้นทุนการดำเนินงาน ภาษี ค่าประกันภัย	3-10% (เฉลี่ย 6 %)
ค่าการจัดการวัสดุ : รวมถึงค่าอุปกรณ์/เครื่องมือ ค่าเสื่อมราคา พลังงาน ต้นทุนการดำเนินงาน	1-3.5% (เฉลี่ย 3 %)
ค่าแรงงานและการดูแลพิเศษ	3-5% (เฉลี่ย 3 %)
เงินลงทุน : ทุนยืมภาษี ค่าประกันสินค้า	6-24% (เฉลี่ย 11 %)
ค่าสินค้าเสียหาย ของเสีย และหมดอายุ	2-5% (เฉลี่ย 3 %)
รวมต้นทุน	**เฉลี่ย 26 %**

ลำดับ		ของที่มีเดือนก่อน	วันที่ / กันยายน / 2548																										รวม	จำนวนของที่สั่ง
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	L		
(1)	รับวัตถุดิบ	2520	0	6000	0	0	0	6000	0	0	0	0	0	0	6000	0	0	0	6000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6000	0	0	0	0	30000	
(2)	วัตถุดิบรอผลิต(ต้นงวดเดือน)		2100	6720	5370	3990	2610	7260	5880	4500	3150	1770	1770	1770	6390	5940	3690	2340	7320	7320	7320	6300	5310	4260	3240	2220	2220	2220	7200	6210	5190	4170	3150		
(3)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในงวดการที่ 2-6		300	330	300	300	330	300	300	330	300	300	300	300	330	330	330	300	300	300	300	330	300	300	300	300	300	300	330	300	300	300	300		30000+
(4)	ผลิตภัณฑ์ผ่านการผลิตในงวดการที่ 2-6		1380	1350	1380	1380	1350	1380	1380	1350	1380	0	0	1380	1350	1350	1350	1350	1020	0	0	1020	990	1050	1020	0	0	1020	990	1020	1020	1020	0		2520
(5)	ผลิตภัณฑ์ผ่านการผลิตในงวดการที่ 2-6 (4)-(13)			1350	1380	1380	1350	1380		1350	1380	0	0		1346	1350			0	0	1020	990				0	0	1020	990		1020		0		(=32520)
(6)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในงวดการที่ 7 (5a)-(9a)+(6a)		321	591	211	211	321	321	2106	2376	2706	1866	1026	1275	1781	2291	2781	2977	2132	1292	1502	1652	1838	1991	2144	2144	2144	2010	1940	1910	1820	1790	1790		
(7)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในงวดการที่ 8		60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60	60		
(8)	ผลิตภัณฑ์รอผลิตในงวดการที่ 2-8 (3)+(6)+(7)		681	981	1281	1581	1911	2211	2466	2766	3066	2226	1386	1635	2171	2681	3170	3332	2492	1652	1862	2042	2198	2351	2504	2504	2504	2390	2337	2270	2180	2150	2150		25200+
(9)	สินค้าผลิตสำเร็จ		1080	1080	1050	1050	1080	1050	1080	1080	1050	840	840	1050	840	840	840	810	840	840	810	840	840	810	840	0	0	1080	1080	150	1050	1050	0		420
(10)	สินค้าผลิตสำเร็จระหว่าง (9a)+(14a)		1080	1200	1290	1380	1200	1230	1710	1530	1380	1740	2220	2910	2730	2310	2430	2160	2280	2100	2130	2370	2490	2100	2640	1620	840	1920	1320	1710	1620	2070	1590		(=25630)
(11)	สินค้าผลิตสำเร็จที่ส่งแล้ว		960	960	960	1260	1020	600	1260	1200	480	360	360	1020	1260	720	1080	720	1020	780	600	720	1200	300	1020	780	0	1380	960	1140	600	480	0	25200	
(12)	สินค้าผลิตสำเร็จคงเหลือ (10)-(11)		120	240	330	120	180	630	450	330	900	1380	1860	1890	1470	1590	1350	1440	1260	1320	1530	1650	1290	1800	1620	840	840	540	660	570	1020	1590	1590		32520-
(13)	ของเสีย(WE)		39	0	0	0	0	0	45	0	0	0	0	81	4	0	21	18	0	0	0	0	24	57	27	0	0	54	0	0	60	0	0	430	25630
(14)	วัตถุดิบที่ออกจากขบวนการผลิตในหนึ่งวัน (9)+(13)		1119	1080	1050	1050	1080	1050	1125	1080	1050	840	840	1131	844	840	861	828	840	840	810	840	864	867	867	0	0	1134	1080	1050	1110	1050	0		(=6890)
(15)	วัตถุดิบรอผลิต(หลังการผลิต) (2)-(4)		720	5370	3990	2610	1260	5880	4500	3150	1770	1770	1770	390	5040	3690	2340	1320	7320	7320	6300	5310	4260	3240	2220	2220	2220	1200	6210	5190	4170	3150	3150		
(16)	วัตถุดิบคงเหลือ (8)+(12)+(15)		1521	6591	5601	4341	3351	8721	7416	6246	5736	5316	5016	3915	8681	7961	6861	6092	10292	9692	9002	7748	7391	6344	5564	5564	5564	4130	9200	8030	7370	6890	6890	6890	
(17)	ปริมาณความต้องการใช้วัตถุดิบที่คำนวณการพยากรณ์(MA)		960	960	960	1260	1020	1032	960	1020	1068	912	780	732	684	696	744	888	960	960	864	840	768	864	720	768	804	660	696	828	852	816	912		
(18)	$ROL = \alpha_1(B + LD_{(MA)})$		1680	1680	1980	1740	1752	1680	1740	1788	1632	1500	1452	1404	1416	1464	1608	1680	1680	1584	1560	1488	1584	1440	1488	1524	1380	1416	1548	1572	1536	1632	0		

รูปที่ ก.1 การทดลองการพยากรณ์ การหาระดับสั่งซื้อใหม่และ การทดลองสั่งซื้อใหม่ของเดือนกันยายน

รูปที่ ก.2 รายงานการผลิตประจำวันของวันที่ 1 กันยายน 2548

รูปที่ ก.3 รายงานการผลิตประจำวันของวันที่ 2 กันยายน 2548

ชื่อเอกสาร	ใบรายงานผลการผลิตประจำวัน	เล่มที่/ครั้งที่	00
DOC.NAME		หน้า	

ส่วนแต่ง 2 (PT) แผนก SUB ASSEMBLY SHIFT A / B วันที่ 2 กันยายน 2548 (กะกลางวัน)

Machine No.	Machine Type	Part Code	Part Name	Part Number	เป้าหมาย ชิ้น / ชม.	เวลา เริ่ม	เวลา สิ้น	รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เดี่ยวเวลา	PRODUCTION ORDER	ผลผลิต Input	ผลผลิต In process	ผลผลิต output	ผลผลิต FIN/GDS	ผลผลิตเสีย ME	ผลผลิตเสีย WE	ผลผลิตเสีย TEST	เวลาสูญเสีย (นาที) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	รวม (นาที)	อายุสูญเสีย(วัน)	ประสิทธิภาพ(%)	ประสิทธิผล(%)
PSM-202	Bending	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	8 : 0	17 : 30	7.83	1175	41076450	1020	60	1020							10			10		10			30	6.00	96.95	100.00
PHM-202	Form H/met	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	8 : 0	17 : 30	7.83	1175	41076450	1020	60	1020							10			10		10			30	6.00	96.95	100.00
IDM-202	Insert	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	8 : 0	17 : 30	7.83	1175	41076450	1020	60	1020							10			10		10			30	6.00	96.95	100.00
FEM-202	Flat Extruded	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	8 : 0	17 : 30	7.83	1175	41076450	1020	60	1020							10			10		10			30	6.00	96.95	100.00
PCM-202	Pierce & Cutting	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	8 : 0	17 : 30	7.83	1175	41076450	1020	60	1020							10			10		10			30	6.00	96.95	100.00
SWM-203	Spot Welding	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	60	8 : 0	17 : 30	7.83	470	41076450	510	250	420							10			10		10			30	6.00	89.40	100.00
SWM-204	Spot Welding	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	60	8 : 0	17 : 30	7.83	470	41076450	510	251	420							10			10		10			30	6.00	89.40	100.00
JIG	Inspection Ass'y	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	120	8 : 0	17 : 30	7.83	940	41076450	840	60	840	840						10			10		10			30	6.00	89.40	100.00
รวมเวลาที่ใช้ในการผลิต					124			62.8	7752	41076450	6960	961	6780	840	0	0	0	0.00	0.00	1.33	0.00	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00		4.00	0.80	97.80	100.00

เป้าหมายวัน	7752	PCS	จำนวนพนักงานเต็มอัตรา	20	คน			รวมชั่วโมงงานปฏิบัติจริง	62.64	ช.ม	หมายเหตุ			
ผลผลิตวัน	6780	PCS	จำนวนพนักงานทดแทน	0	คน			รวมชั่วโมงงานที่สูญเสีย	4.00	ช.ม	1.) ประชุม	5.) ซ่อม		9.) ทำความสะอาด
เป้าหมายเฉลี่ยชั่วโมง	124	PCS	จำนวนพนักงานหายจอม	16	คน			เปอร์เซ็นเวลาสูญเสีย	0.00	%	2.) เครื่องจักรเสีย	6.) FIRST OFF		10.) 5 ส.
ผลผลิตชั่วโมง	108	PCS	มือสายของแทน	0	คน			ประสิทธิผล	100.00	%	3.) SET UP	7.) TOOLING เสีย		11.) เครื่องวาง
ผลผลิตจริง	6780	PCS	จำนวนพนักงานทำงานล่วงเวลา	20	คน	156.50	ช.ม.	ประสิทธิภาพ	97.00	%	4.) TRIAL	8.) จัดเตรียมวัสดุ		
ผลผลิตค้างเก่า	840	PCS												
ผลผลิตเสีย ME	0	PCS									หมายเหตุ : Shift A คือ กะกลางคืน			
WE	0	PCS												
TEST	0	PCS												

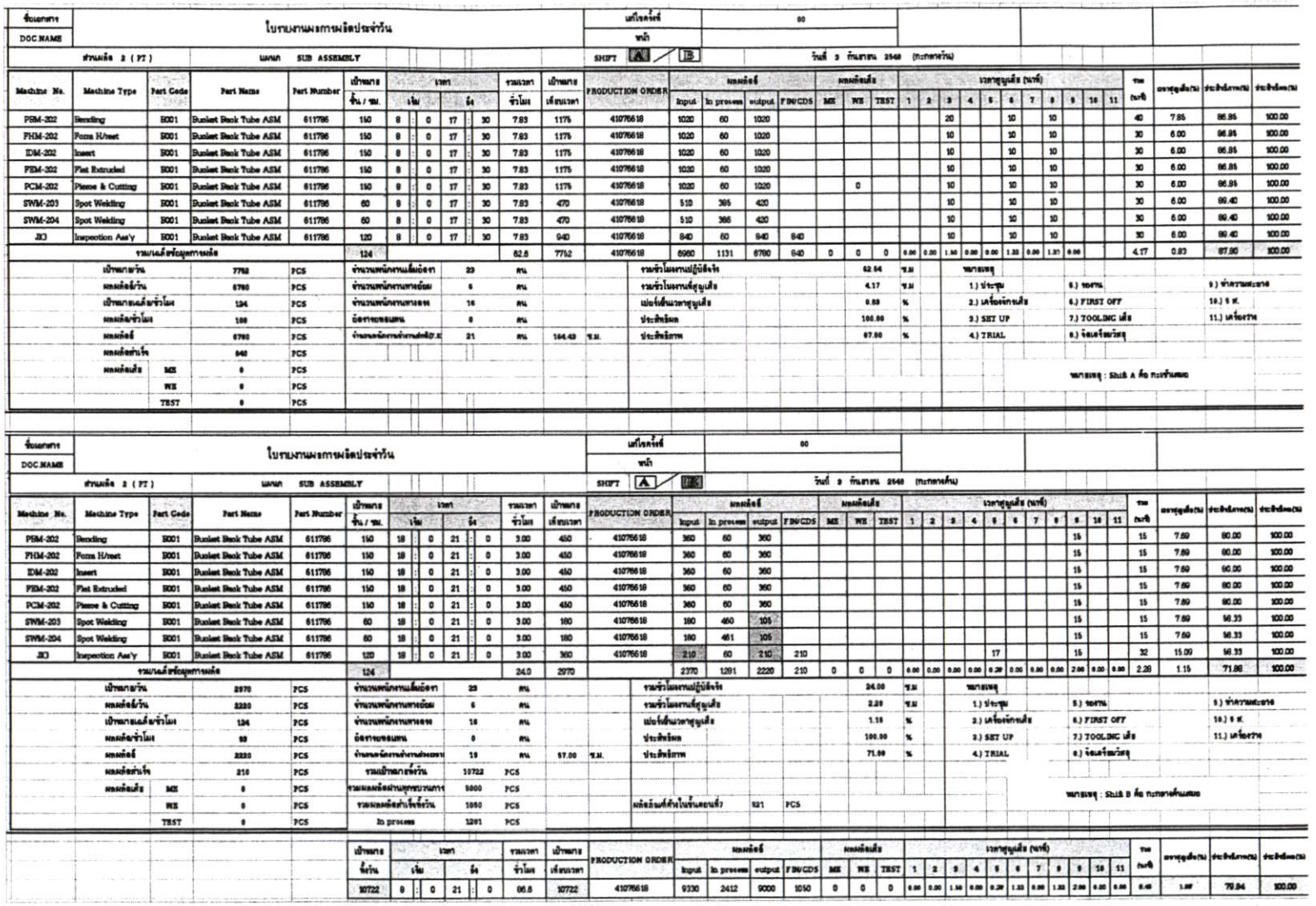
ชื่อเอกสาร	ใบรายงานผลการผลิตประจำวัน	เล่มที่/ครั้งที่	00
DOC.NAME		หน้า	

ส่วนแต่ง 2 (PT) แผนก SUB ASSEMBLY SHIFT A / B วันที่ 2 กันยายน 2548 (กะกลางคืน)

Machine No.	Machine Type	Part Code	Part Name	Part Number	เป้าหมาย ชิ้น / ชม.	เวลา เริ่ม	เวลา สิ้น	รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เดี่ยวเวลา	PRODUCTION ORDER	ผลผลิต Input	ผลผลิต In process	ผลผลิต output	ผลผลิต FIN/GDS	ผลผลิตเสีย ME	ผลผลิตเสีย WE	ผลผลิตเสีย TEST	เวลาสูญเสีย (นาที) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	รวม (นาที)	อายุสูญเสีย(วัน)	ประสิทธิภาพ(%)	ประสิทธิผล(%)
PSM-202	Bending	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	18 : 0	21 : 0	3.00	450	41076460	360	60	360												15			15	7.69	80.00	100.00
PHM-202	Form H/met	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	18 : 0	21 : 0	3.00	450	41076460	360	60	360												15			15	7.69	80.00	100.00
IDM-202	Insert	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	18 : 0	21 : 0	3.00	450	41076460	360	60	360												15			15	7.69	80.00	100.00
FEM-202	Flat Extruded	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	18 : 0	21 : 0	3.00	450	41076460	360	60	360												15			15	7.69	80.00	100.00
PCM-202	Pierce & Cutting	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	18 : 0	21 : 0	3.00	450	41076460	360	90	330										18		15			33	15.40	73.33	100.00
SWM-203	Spot Welding	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	60	18 : 0	21 : 0	3.00	180	41076460	165	295	120												15			15	7.69	66.67	100.00
SWM-204	Spot Welding	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	60	18 : 0	21 : 0	3.00	180	41076460	165	296	120												15			15	7.69	66.67	100.00
JIG	Inspection Ass'y	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	120	18 : 0	21 : 0	3.00	360	41076460	240	60	240	240											15			15	7.69	66.67	100.00
รวมเวลาที่ใช้ในการผลิต					124			24.0	2970		2370	991	2250	240	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.30	1.16	74.17	100.00

เป้าหมายวัน	2970	PCS	จำนวนพนักงานเต็มอัตรา	23	คน			รวมชั่วโมงงานปฏิบัติจริง	24.00	ช.ม	หมายเหตุ			
ผลผลิตวัน	2250	PCS	จำนวนพนักงานทดแทน	5	คน			รวมชั่วโมงงานที่สูญเสีย	2.30	ช.ม	1.) ประชุม	5.) ซ่อม		9.) ทำความสะอาด
เป้าหมายเฉลี่ยชั่วโมง	124	PCS	จำนวนพนักงานหายจอม	16	คน			เปอร์เซ็นเวลาสูญเสีย	1.16	%	2.) เครื่องจักรเสีย	6.) FIRST OFF		10.) 5 ส.
ผลผลิตชั่วโมง	94	PCS	มือสายของแทน	0	คน			ประสิทธิผล	100.00	%	3.) SET UP	7.) TOOLING เสีย		11.) เครื่องวาง
ผลผลิตจริง	2250	PCS	จำนวนพนักงานทำงานล่วงเวลา	20	คน	60.00	ช.ม.	ประสิทธิภาพ	74.17	%	4.) TRIAL	8.) จัดเตรียมวัสดุ		
ผลผลิตค้างเก่า	240	PCS	รวมเป้าหมายทั้งวัน	10722	PCS									
ผลผลิตเสีย ME	0	PCS	รวมผลผลิตงานทุกขบวนการ	9930	PCS						หมายเหตุ : Shift B คือ กะกลางคืนแทน			
WE	0	PCS	รวมผลผลิตค้างเก่าทั้งวัน	1080	PCS			ผลิตภัณฑ์ค้างในขั้นตอนที่7	991	PCS				
TEST	0	PCS	In process	991	PCS									

เป้าหมาย ชิ้นวัน	เวลา (รวม) เริ่ม	เวลา (รวม) สิ้น	รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เดี่ยวเวลา	PRODUCTION ORDER	ผลผลิต Input	ผลผลิต In process	ผลผลิต output	ผลผลิต FIN/GDS	ผลผลิตเสีย ME	ผลผลิตเสีย WE	ผลผลิตเสีย TEST	เวลาสูญเสีย (นาที) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	รวม (นาที)	อายุสูญเสีย(วัน)	ประสิทธิภาพ(%)	ประสิทธิผล(%)
10722	8 : 0	21 : 0	96.5	10722	41076460	9330	1042	9030	1080	0	0	0	0.00	0.00	1.33	0.00	0.30	1.33	0.00	1.33	2.00	0.00	0.00	6.30	1.05	80.98	100.00



ชื่อเอกสาร: ใบรายงานผลการผลิตประจำวัน | เล่มที่/ครั้งที่: 00 | หน้า | DOC.NAME

ส่วนผลิต 2 (PT) | แผนก SUB ASSEMBLY | SHIFT A / B | วันที่ 3 กันยายน 2548 (กะกลางวัน)

Machine No.	Machine Type	Part Code	Part Name	Part Number	เป้าหมาย ชิ้น / ชม.	เวลา เริ่ม	เวลา สิ้น	รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เที่ยบเวลา	PRODUCTION ORDER	ผลผลิตชิ้น Input	In process	output	FIN/GDS	ผลผลิตเสีย ME	WE	TEST	เวลาสูญเสีย (นาที) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	รวม (นาที)	ประสิทธิภาพ(%)	ประสิทธิผล(%)	ประสิทธิผล(%)
PBM-202	Bending	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	8 : 0	17 : 30	7.83	1175	41076618	1020	60	1020							20			10		10				40	7.85	86.86	100.00
PHM-202	Form H/met	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	8 : 0	17 : 30	7.83	1175	41076618	1020	60	1020							10			10		10				30	6.00	86.86	100.00
IDM-202	Insert	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	8 : 0	17 : 30	7.83	1175	41076618	1020	60	1020							10			10		10				30	6.00	86.86	100.00
FEM-202	Flat Extruded	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	8 : 0	17 : 30	7.83	1175	41076618	1020	60	1020							10			10		10				30	6.00	86.86	100.00
PCM-202	Piece & Cutting	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	8 : 0	17 : 30	7.83	1175	41076618	1020	60	1020			0				10			10		10				30	6.00	86.86	100.00
SWM-203	Spot Welding	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	60	8 : 0	17 : 30	7.83	470	41076618	510	395	420							10			10		10				30	6.00	89.40	100.00
SWM-204	Spot Welding	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	60	8 : 0	17 : 30	7.83	470	41076618	510	386	420							10			10		10				30	6.00	89.40	100.00
JIG	Inspection Ass'y	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	120	8 : 0	17 : 30	7.83	940	41076618	840	60	840	840						10			10		10				30	6.00	89.40	100.00
รวมผลลัพธ์ของอุปกรณ์ผลิต					124			62.8	7752	41076618	6960	1131	6780	840	0	0	0	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.33	0.00	1.33	0.00			4.17	0.83	97.90	100.00

เป้าหมายวัน	7752	PCS	จำนวนพนักงานแต่ละอัตรา	23 คน
ผลผลิตวัน	6780	PCS	จำนวนพนักงานทางอ้อม	6 คน
เป้าหมายเฉลี่ยชั่วโมง	124	PCS	จำนวนพนักงานทางตรง	16 คน
ผลผลิตชั่วโมง	108	PCS	อัตราของของแทน	0 คน
ผลผลิตรวม	6780	PCS	จำนวนผลิตงานทำงานล่วงเวลา	21 คน 164.43 ช.ม.
ผลผลิตสำเร็จ	840	PCS		
ผลผลิตเสีย ME	0	PCS		
WE	0	PCS		
TEST	0	PCS		

รวมชั่วโมงงานปฏิบัติจริง	62.64	ช.ม
รวมชั่วโมงงานที่สูญเสีย	4.17	ช.ม
เปอร์เซ็นเวลาสูญเสีย	0.89	%
ประสิทธิผล	100.00	%
ประสิทธิภาพ	97.90	%

หมายเหตุ
1.) ประชุม | 5.) ของาน | 9.) ทำความสะอาด
2.) เครื่องจักรเสีย | 6.) FIRST OFF | 10.) ร W.
3.) SET UP | 7.) TOOLING เสีย | 11.) เครื่องวาง
4.) TRIAL | 8.) จัดเตรียมวัสดุ

หมายเหตุ : Shift A คือ กะกลางคืน

ชื่อเอกสาร: ใบรายงานผลการผลิตประจำวัน | เล่มที่/ครั้งที่: 00 | หน้า | DOC.NAME

ส่วนผลิต 2 (PT) | แผนก SUB ASSEMBLY | SHIFT A / B | วันที่ 3 กันยายน 2548 (กะกลางคืน)

Machine No.	Machine Type	Part Code	Part Name	Part Number	เป้าหมาย ชิ้น / ชม.	เวลา เริ่ม	เวลา สิ้น	รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เที่ยบเวลา	PRODUCTION ORDER	ผลผลิตชิ้น Input	In process	output	FIN/GDS	ผลผลิตเสีย ME	WE	TEST	เวลาสูญเสีย (นาที) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	รวม (นาที)	ประสิทธิภาพ(%)	ประสิทธิผล(%)	ประสิทธิผล(%)
PBM-202	Bending	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	18 : 0	21 : 0	3.00	450	41076618	360	60	360													15		15	7.69	80.00	100.00
PHM-202	Form H/met	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	18 : 0	21 : 0	3.00	450	41076618	360	60	360													15		15	7.69	80.00	100.00
IDM-202	Insert	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	18 : 0	21 : 0	3.00	450	41076618	360	60	360													15		15	7.69	80.00	100.00
FEM-202	Flat Extruded	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	18 : 0	21 : 0	3.00	450	41076618	360	60	360													15		15	7.69	80.00	100.00
PCM-202	Piece & Cutting	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	150	18 : 0	21 : 0	3.00	450	41076618	360	60	360													15		15	7.69	80.00	100.00
SWM-203	Spot Welding	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	60	18 : 0	21 : 0	3.00	180	41076618	180	460	105													15		15	7.69	58.33	100.00
SWM-204	Spot Welding	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	60	18 : 0	21 : 0	3.00	180	41076618	180	461	105													15		15	7.69	58.33	100.00
JIG	Inspection Ass'y	B001	Bucket Back Tube ASM	611796	120	18 : 0	21 : 0	3.00	360	41076618	210	60	210	210									17			15		32	15.09	58.33	100.00
รวมผลลัพธ์ของอุปกรณ์ผลิต					124			24.0	2970		2370	1291	2220	210	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.00	0.00	0.00	2.26	1.15	71.86	100.00

เป้าหมายวัน	2970	PCS	จำนวนพนักงานแต่ละอัตรา	23 คน
ผลผลิตวัน	2220	PCS	จำนวนพนักงานทางอ้อม	6 คน
เป้าหมายเฉลี่ยชั่วโมง	124	PCS	จำนวนพนักงานทางตรง	16 คน
ผลผลิตชั่วโมง	93	PCS	อัตราของของแทน	0 คน
ผลผลิตรวม	2220	PCS	จำนวนผลิตงานทำงานล่วงเวลา	19 คน 57.00 ช.ม.
ผลผลิตสำเร็จ	210	PCS	รวมเป้าหมายทั้งวัน	10722 PCS
ผลผลิตเสีย ME	0	PCS	รวมผลผลิตงานอุปกรณ์ทางการ	9000 PCS
WE	0	PCS	รวมผลผลิตสำเร็จทั้งวัน	1050 PCS
TEST	0	PCS	In process	1291 PCS

รวมชั่วโมงงานปฏิบัติจริง	24.00	ช.ม
รวมชั่วโมงงานที่สูญเสีย	2.26	ช.ม
เปอร์เซ็นเวลาสูญเสีย	1.15	%
ประสิทธิผล	100.00	%
ประสิทธิภาพ	71.86	%

ผลิตภัณฑ์ค้างในขั้นตอนที่ 7	321	PCS	

หมายเหตุ
1.) ประชุม | 5.) ของาน | 9.) ทำความสะอาด
2.) เครื่องจักรเสีย | 6.) FIRST OFF | 10.) ร W.
3.) SET UP | 7.) TOOLING เสีย | 11.) เครื่องวาง
4.) TRIAL | 8.) จัดเตรียมวัสดุ

หมายเหตุ : Shift B คือ กะกลางคืนแทน

เป้าหมาย ชิ้นรวม	เวลา เริ่ม	เวลา สิ้น	รวมเวลา ชั่วโมง	เป้าหมาย เที่ยบเวลา	PRODUCTION ORDER	ผลผลิตชิ้น Input	In process	output	FIN/GDS	ผลผลิตเสีย ME	WE	TEST	เวลาสูญเสีย (นาที) 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	รวม (นาที)	ประสิทธิภาพ(%)	ประสิทธิผล(%)	ประสิทธิผล(%)
10722	8 : 0	21 : 0	66.8	10722	41076618	9330	2412	9000	1050	0	0	0	0.00	0.00	1.50	0.00	0.00	1.33	0.00	1.33	2.00	0.00	0.00	0.45	1.07	79.84	100.00

รูปที่ ก.4 รายงานการผลิตประจำวันที่ 3 กันยายน 2548

ภาคผนวกที่ 5 รายงานผลการปฏิบัติงาน

เดือน กันยายน 2548																	
วันที่	เป้าหมาย	จำนวนที่ผลิต (ชิ้น)			อัตราการผลิต/ช.ม.	มูลค่าสินค้า/ค่าแรง (บาท/ชิ้น)	จำนวนคน / วัน	เวลาปฏิบัติงานของพนักงาน			ค่าแรงของพนักงาน			รวมเวลาสูญเสีย	เวลาสูญเสีย/เวลาปฏิบัติงาน	เวลาปฏิบัติงานจริง (ช.ม.)	จำนวนครั้งที่ใช้ในการตั้งชื่อ	
		In Process	สำเร็จ	ทั้งหมด/วัน				ปกติ	OT	รวม	ปกติ	OT	รวม				วิธีเก่า	วิธีใหม่
1	10722	7980	1080	9060	836.57	36.34	20.00	156.60	60.00	216.6	25120	14130	39250	6.00	0.03	210.60	0	0
2	10722	7950	1080	9030	833.80	63.96	20.00	156.60	60.00	216.6	50240	18840	69080	6.30	0.03	210.30	1	1
3	10722	7950	1050	9000	831.02	37.90	21.00	164.43	57.00	221.43	26376	13423.5	39799.5	6.45	0.03	214.98	0	0
4	10722	7950	1050	9000	831.02	34.84	19.00	148.77	54.00	202.77	23864	12717	36581	6.27	0.03	196.50	0	0
5	10722	7950	1080	9030	833.80	37.51	21.00	164.43	60.00	224.43	26376	14130	40506	6.28	0.03	218.15	1	0
6	10722	7950	1050	9000	831.02	37.90	21.00	164.43	57.00	221.43	26376	13423.5	39799.5	5.75	0.03	215.68	0	1
7	10722	7980	1080	9060	836.57	40.49	23.00	180.09	63.00	243.09	28888	14836.5	43724.5	6.00	0.02	237.09	1	0
8	10722	7950	1080	9030	833.80	63.96	20.00	156.60	60.00	216.6	50240	18840	69080	6.27	0.03	210.33	0	0
9	10722	7950	1050	9000	831.02	70.58	22.00	172.26	60.00	232.26	55264	18840	74104	6.25	0.03	226.01	1	0
10	1879	840	840	1680	214.56	11.96	8.00	62.64	0.00	62.64	10048	0	10048	2.25	0.04	60.39	0	0
11	1879	840	840	1680	214.56	11.96	8.00	62.64	0.00	62.64	10048	0	10048	2.25	0.04	60.39	0	0
12	10722	7950	1050	9000	831.02	39.25	21.00	164.43	63.00	227.43	26376	14836.5	41212.5	6.12	0.03	221.31	1	0
13	10002	7710	840	8550	789.47	43.18	21.00	164.43	42.00	206.43	26376	9891	36267	6.25	0.03	200.18	0	1
14	10002	7710	840	8550	789.47	44.02	21.00	164.43	45.00	209.43	26376	10597.5	36973.5	6.25	0.03	203.18	1	0
15	10002	7710	840	8550	789.47	42.52	20.00	156.60	45.00	201.6	25120	10597.5	35717.5	6.25	0.03	195.35	0	0
16	7752	5910	810	6720	858.24	68.23	22.00	172.26	0.00	172.26	55264	0	55264	6.13	0.04	166.13	1	0
17	1879	840	840	1680	214.56	11.96	8.00	62.64	0.00	62.64	10048	0	10048	2.25	0.04	60.39	0	1
18	1879	840	840	1680	214.56	11.96	8.00	62.64	0.00	62.64	10048	0	10048	2.25	0.04	60.39	0	0
19	7752	5910	810	6720	858.24	31.01	20.00	156.60	0.00	156.6	25120	0	25120	6.30	0.04	150.30	1	0
20	7752	5910	840	6750	862.07	29.90	20.00	156.60	0.00	156.6	25120	0	25120	6.30	0.04	150.30	0	0
21	7752	6090	840	6930	885.06	29.90	20.00	156.60	0.00	156.6	25120	0	25120	6.00	0.04	150.60	1	0
22	7752	5910	810	6720	858.24	62.02	20.00	156.60	0.00	156.6	50240	0	50240	6.12	0.04	150.48	1	0
23	7752	5940	840	6780	865.90	59.81	20.00	156.60	0.00	156.6	50240	0	50240	6.00	0.04	150.60	0	0
24	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
25	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
26	8472	6180	1080	7260	670.36	28.49	20.00	156.60	24.00	180.6	25120	5652	30772	6.00	0.03	174.60	1	0
27	8472	6150	1080	7230	667.59	28.49	20.00	156.60	24.00	180.6	25120	5652	30772	6.28	0.03	174.32	0	1
28	8472	6150	1050	7200	664.82	29.31	20.00	156.60	24.00	180.6	25120	5652	30772	6.00	0.03	174.60	0	0
29	8472	6150	1050	7200	664.82	29.31	20.00	156.60	24.00	180.6	25120	5652	30772	6.25	0.03	174.35	1	0
30	8472	6150	1050	7200	664.82	55.02	20.00	156.60	24.00	180.6	50240	7536	57776	6.30	0.03	174.30	0	0
31	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
รวม	233608	172500	26790	199290	747.02	38.99	624	4102.92	846	4948.92	839008	215247	1054256	167.12	0.92	4791.80	12	5

เดือน ตุลาคม 2548

วันที่	เป้าหมาย	จำนวนที่ผลิต (ชิ้น)			อัตรากาวผลิตจริง/ชม.	มูลค่าสินค้าต่อหน่วย (บาท/ชิ้น)	จำนวนคน/วัน	เวลาปฏิบัติงานของพนักงาน			ค่าแรงของพนักงาน			รวมเวลาปฏิบัติงาน	เวลาหยุดเสียจากปฏิบัติงาน	เวลาปฏิบัติงานจริง (ชม.)	จำนวนครั้งที่ปรับเครื่อง	
		In Process	สำเร็จ	ทั้งหมด/วัน				ปกติ	OT	รวม	ปกติ	OT	รวม				วิธีเก่า	วิธีใหม่
1	10722	8040	1140	9180	847.65	36.63	22.00	172.26	60.00	232.26	27632	14130	41762	5.78	0.02	226.48	1	1
2	0	0	0	0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
3	10722	8040	1140	9180	847.65	36.01	22.00	172.26	57.00	229.26	27632	13423.5	41055.5	5.43	0.02	223.83	0	0
4	10722	8040	1140	9180	847.65	34.29	21.00	184.43	54.00	218.43	26376	12717	39093	5.52	0.03	212.91	1	0
5	10722	8040	1140	9180	847.65	36.15	21.00	184.43	63.00	227.43	26376	14836.5	41212.5	5.52	0.02	221.91	0	0
6	10722	8040	1140	9180	847.65	33.19	20.00	156.60	54.00	210.6	25120	12717	37837	6.70	0.03	203.90	1	1
7	10722	8040	1140	9180	847.65	37.25	22.00	172.26	63.00	235.26	27632	14836.5	42468.5	5.57	0.02	229.69	0	0
8	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
9	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
10	8472	6240	1140	7380	681.44	34.28	21.00	184.43	54.00	218.43	26376	12717	39093	4.82	0.02	213.61	1	0
11	8472	6240	1140	7380	681.44	34.43	20.00	156.60	60.00	216.6	25120	14130	39250	4.98	0.02	211.62	0	0
12	8472	6240	1140	7380	681.44	36.15	21.00	184.43	63.00	227.43	26376	14836.5	41212.5	4.98	0.02	222.45	1	0
13	8472	6240	1140	7380	681.44	37.12	23.00	180.09	57.00	237.09	28888	13423.5	42311.5	4.87	0.02	232.22	0	1
14	8472	6240	1140	7380	681.44	34.91	21.00	164.43	57.00	221.43	26376	13423.5	39799.5	5.03	0.02	216.40	1	0
15	8472	6240	1140	7380	681.44	27.13	18.00	148.77	30.00	178.77	23864	7065	30929	4.98	0.03	173.79	0	0
16	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
17	8472	6240	1140	7380	681.44	31.54	23.00	180.09	30.00	210.09	28888	7065	35953	5.12	0.02	204.97	1	0
18	8472	6240	1140	7380	681.44	32.18	23.00	180.09	33.00	213.09	28888	7771.5	36659.5	5.12	0.02	207.97	0	0
19	8472	6240	1140	7380	681.44	31.54	23.00	180.09	30.00	210.09	28888	7065	35953	5.28	0.03	204.81	0	0
20	8472	6240	1140	7380	681.44	30.92	23.00	180.09	27.00	207.09	28888	6358.5	35246.5	5.28	0.03	201.81	1	1
21	8472	6240	1140	7380	681.44	28.23	20.00	156.60	30.00	186.6	25120	7065	32185	4.67	0.03	181.93	0	0
22	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
23	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
24	8472	6240	1140	7380	681.44	34.43	20.00	156.60	60.00	216.6	25120	14130	39250	5.07	0.02	211.53	1	0
25	8472	6240	1140	7380	681.44	35.53	21.00	184.43	60.00	224.43	26376	14130	40506	4.87	0.02	219.76	0	0
26	8472	6240	1140	7380	681.44	34.91	21.00	184.43	57.00	221.43	26376	13423.5	39799.5	4.85	0.02	216.78	1	0
27	8472	6240	1140	7380	681.44	38.35	23.00	180.09	63.00	243.09	28888	14836.5	43724.5	4.82	0.02	238.27	0	0
28	8472	6240	1140	7380	681.44	35.39	22.00	172.26	54.00	226.26	27632	12717	40349	5.43	0.02	220.83	1	1
29	8472	6240	1140	7380	681.44	26.98	20.00	156.60	24.00	180.6	25120	5652	30772	4.53	0.03	178.07	0	0
30	0	0	0	0	0.00	0	0.00	0.00	0.00	0	0	0	0	0	0.00	0.00	0	0
31	8472	6240	1140	7380	681.44	38.35	23.00	180.09	63.00	243.09	28888	14836.5	43724.5	5.23	0.02	237.86	1	0
รวม	210321	160560	27360	187920	722.69	34.00	615	4932.45	1203	6236.45	848840	283308.5	930148.5	124.05	0.67	811.40	12	5

รูปที่ ก.5 รายงานประจำเดือนตุลาคม

รูปที่ ก.6 รายงานเวลาที่ใช้ผลิตประจำวันของวันที่ 1 ตุลาคม 2548

ชื่อเอกสาร	ใบรายงานปริมาณการผลิต(แบบจำกัดจำนวน)	แก้ไขครั้งที่	00		
DOC.NAME		หน้า			

ส่วนผลิต 2 (PT) แผนก SUB ASSEMBLY วันที่ 1 ตุลาคม 2548

Machine No.	Machine Type	Part Code	Part Name	Part Number	PRODUCTION ORDER	บันทึกเวลาในการผลิตครบจำนวน 60 ชิ้น																														
						60	120	180	240	300	360	420	480	540	570	600	660	720	780	840	900	960	1020	1080	1140	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560	1620	1680	1740	1800
PBM-202	Bending	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	08.32	08.56	09.26	09.56	10.22	10.49	11.19	11.47	13.16	-	13.43	14.09	14.35	15.00	15.55	16.22	16.50	17.18	18.27	18.53	19.20	19.47	20.22	20.47	-	-	-	-	-	-	-
PHM-202	Form H/met	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	08.35	08.59	09.29	09.55	10.24	10.52	11.21	11.49	13.13	-	13.43	14.09	14.34	15.00	15.58	16.23	16.51	17.18	18.25	18.51	19.18	19.44	20.19	20.44	-	-	-	-	-	-	-
IDM-202	Insert	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	08.30	08.59	09.23	09.58	10.25	10.53	11.18	11.44	13.16	-	13.43	14.10	14.36	15.00	15.58	16.24	16.52	17.21	18.22	18.48	19.15	19.46	20.21	20.46	-	-	-	-	-	-	-
PEM-202	Flat Extruded	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	08.35	08.59	09.30	09.55	10.25	10.56	11.21	11.50	13.16	-	13.43	14.09	14.35	15.00	15.59	16.23	16.51	17.18	18.31	18.52	19.17	19.51	20.25	20.50	-	-	-	-	-	-	-
PCM-202	Pierce & Cutting	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	08.33	08.57	09.25	09.59	10.23	10.51	11.22	11.46	13.14	-	13.43	14.09	14.35	15.01	15.56	16.25	16.53	17.17	18.26	18.56	19.21	19.46	20.21	20.46	-	-	-	-	-	-	-
SWM-203	Spot Welding	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	09.17	10.19	11.35	13.49	14.51	16.33	17.35	19.05	20.13	20.49										-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SWM-204	Spot Welding	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	09.18	10.21	11.33	13.50	14.50	16.35	17.35	19.07	20.11	20.45										-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
JIG	Inspection Ass'y	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	08.38	09.12	09.46	10.20	10.54	11.28	13.02	13.36	14.10	-	14.44	15.48	16.22	16.56	17.30	18.36	19.12	19.48	20.24	21.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ชื่อเอกสาร	ใบรายงานปริมาณการผลิต(แบบจำกัดจำนวน)	แก้ไขครั้งที่	00		
DOC.NAME		หน้า			

ส่วนผลิต 2 (PT) แผนก SUB ASSEMBLY วันที่ 1 ตุลาคม 2548

Machine No.	Machine Type	Part Code	Part Name	Part Number	PRODUCTION ORDER	บันทึกเวลาในการผลิตครบจำนวน 60 ชิ้น																														
						60	120	180	240	300	360	420	480	540	570	600	660	720	780	840	900	960	1020	1080	1140	1200	1260	1320	1380	1440	1500	1560	1620	1680	1740	1800
PBM-202	Bending	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	32.00	24.00	30.00	30.00	26.00	27.00	30.00	28.00	25.00	-	27.00	26.00	26.00	25.00	25.00	27.00	28.00	28.00	39.00	26.00	27.00	27.00	35.00	25.00	643.00	-	17.00	-	-	-	-
PHM-202	Form H/met	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	35.00	24.00	30.00	26.00	29.00	28.00	29.00	28.00	24.00	-	30.00	26.00	25.00	26.00	28.00	25.00	28.00	27.00	37.00	26.00	27.00	26.00	35.00	25.00	644.00	-	16.00	-	-	-	-
IDM-202	Insert	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	30.00	29.00	24.00	35.00	27.00	28.00	25.00	26.00	32.00	-	27.00	27.00	25.00	25.00	28.00	26.00	28.00	29.00	31.00	26.00	27.00	31.00	35.00	25.00	645.00	-	14.00	-	-	-	-
PEM-202	Flat Extruded	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	35.00	24.00	31.00	25.00	30.00	31.00	25.00	29.00	26.00	-	27.00	26.00	26.00	25.00	29.00	24.00	28.00	27.00	43.00	21.00	25.00	34.00	34.00	25.00	650.00	-	10.00	-	-	-	-
PCM-202	Pierce & Cutting	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	33.00	24.00	28.00	34.00	24.00	28.00	31.00	24.00	28.00	-	29.00	26.00	26.00	26.00	25.00	29.00	28.00	24.00	39.00	30.00	25.00	25.00	35.00	25.00	645.00	-	14.00	-	-	-	-
SWM-203	Spot Welding	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	77.00	62.00	76.00	74.00	62.00	72.00	62.00	60.00	68.00	36.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	640.00	-	31.00	-	-	-	-
SWM-204	Spot Welding	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	78.00	63.00	72.00	77.00	60.00	75.00	60.00	62.00	64.00	34.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	645.00	-	15.00	-	-	-	-
JIG	Inspection Ass'y	B001	Bucket Beak Tube ASM	611786	41080709	38.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	-	34.00	34.00	34.00	34.00	34.00	36.00	36.00	36.00	36.00	36.00	-	-	-	-	660.00	-	00.00	-	-	-	-
						-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

ภาคผนวก ข.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

1. **P. Sukprasert**, T. Suesut andS. Gulphanich **"Demand Forcasting Approach Inventory Control for CIMS"** EECON28, pp. 57-60, Thammasat University, Thailand, October 20-21, 2005.
2. T. Suesut, V. Tipsuwanporn, S. Gulphanich, J. Rodcumtui and**P. Sukprasert "A Design of Automatic Warehouse for Internet Based System"** IEEE ICIT'02, pp. 313-316, Bangkok, Thailand, 2002.

CT015

Demand Forecasting Approach Inventory Control for CIMS

Parisorn Sukprasert, Taweepol Suesut and Suphan Gulphanich

Department of Instrumentation Engineering, Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Bangkok 10520, Thailand (E-mail:kstaweep@kmitl.ac.th)

Abstract

This paper presents a technique to control the inventory level on the warehouse automation by using continuous reviewing and forecasting system. The product demand that stored in the warehouse depends on orders from customers. For each product, the demand follows a Poisson process and the delivery lead-time is known. The demand forecast can predict the trend of order and redefine the reorder point (RP) of inventory that linked to automatic warehouse control system. The automatic warehouse plays an important role in the computer integration manufacturing system (CIMS). The functions of CIMS include production planning, material requirement planning, work order generation, process control, quality control, shipping planning, warehouse and inventory management and material cost accounting. [1] This paper focuses on implementing an automatic warehouse control and inventory management demand forecasting system.

Keywords: Demand Forecasting, Inventory Control, CIM, EOQ

1. Introduction

The purpose of inventory management is to reduce the total cost of material stocks. This research attempts to prevent the demand back logged and to reduce the inventory level during lead-time as well as acquisition cost. We used the demand forecasting model to develop computer software to control the inventory level. This approach is able to forecast the reorder point (RP), the optimal reorder level (ROL), the order quantity as well as to track and record all inventory activities for the next cycle of forecasting model.
The main concept of designing warehousing and production policies is to reduce inventory on hand and minimum lead-time as well as operating cost. By using automatic control system and information technologies including the Internet are bringing about the design system nearby this concept.
This automatic warehouse model uses PLC to control the operations. The barcode system is used to identify type of goods and materials and the computer also uses to manage database and inventory of warehousing. Furthermore, the computer is interfaced with PLC to manipulate the warehouse control system by cooperated with Ladder Diagram programming and the Internet web server.

2. CIM SYSTEM

Computer integrated manufacturing (CIM) is the highest level of automation, and is likely to affect every department. The function of CIM generally includes two major terms: One is to use the computer technology to support manufacture and design work, and the other is the computer technology to support the business management [3],[4]. The CIM includes:

- Computer control
- Computer Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM)
- Flexible Manufacturing System (FMS)
- Management and planning functions
- Stock control and automatic warehouse
- Data handling on a plant-wide basis.

The CIM system architecture is a Client-Server structure [1][2], as shown in Fig. 1 (Business Management System, Production management, FMC, host computer and PLC network etc.). The computers are linked together through an Ethernet Local Area Network and Internet gateway. The automatic warehouse system is used as the center of the distribution center in the plant and inventory management system with Internet application.

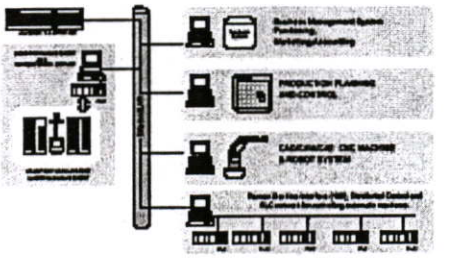


Fig. 1 CIM system structure

3. Inventory Control Model

The inventory control is the basic manifold to all process. It controls the stock of raw materials semi finished (work in process) goods, or finished goods [7]. This allows the successive stages in the purchasing, manufacturing, and distribution process to function somewhat independently of one another.
The main purpose of the management is to develop inventory policies that can minimize the total operating costs. Thus, two basic decisions concerning inventory levels must be made. These decisions can be classified as follows:

- The time at which orders must be placed is fixed and the quantity to be ordered must be determined.
- Both order quantity and order time must be determined.

Generally, there are two approached decision, one way is to order large amounts to minimize ordering costs. The other way is to order small amounts to minimize inventory-carrying cost. However, the best way in terms of profit and total assets return is a compromise between these two extremes. In order to develop the inventory control models, various concepts have been studied.

3.1. Economic Order Quantity

When the order size increases, the carrying charges will increase while the ordering costs will decrease. On the other hand, as the order size decreases, the carrying costs will decreases. Here, we assume conditions of certainty and that the annual demand is known. Using calculus approach we can be obtained the basic model of EOQ below [8].

$$EOQ = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \qquad (1)$$

Where

K is Ordering Costs (dollars per order)
D is Demand Rate (units per unit time)
h. is Carrying Costs or Holding Costs (dollars per inventory unit per unit time)

3.2 Inventory Control Systems

Almost of the realistic inventory situations certainly does not exist. Thus, the demand and lead-time usually fluctuate and cannot be completely predicted, in situations where these two factors are relatively constant and known. The earlier inventory models will provide us an optimal solution. The assumption regarding the economic order quantities is not applicable to all inventory situations. Demand or usage of items can be greater or lesser than anticipated due to external and internal factors. Also, the acquisition lead-time can vary from favorable to unfavorable due to the supplier and /or transshipment difficulties [8].

3.2.1 Continuous Review System

Under the continuous review system, the reorder quantity is fixed at the EOQ level but the frequency of ordering varies depending upon the fluctuations in consumption. Whenever the inventory reaches a minimum level, known as the reorder point, an order for a fixed quantity (EOQ) is placed.
The reorder point is defined as a point in time at which a purchase order should be placed to replenish the inventory stock. Thus, the two variables usage and lead-time are an integral part of the reorder point. Thus reorder point (RP) is calculated as follows.

$$RP = B + DL \qquad (2)$$

Where

B is Buffer Stock (inventory units)
D is Demand Rate (units per unit time)
L is Acquisition lead-time (unit time)

Buffer stock or safety stock is the extra inventories as a buffer or protection against the possibility of stock-out due to higher demand. However, a larger inventory of safety stock will involve a higher inventory carrying costs, and on the other hand, the higher safety stock will decrease stock-out costs. Therefore, one has to make a balance between these two costs in order to obtain an optimal safety stock. Fig. 3 illustrates the way in which the continuous review system operates.

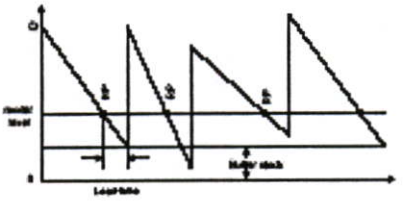


Fig. 3 Continuous review system

3.2.2 Periodic Review System

Periodic review system is based on the determination of a fixed period at which the inventory is reviewed. Depending upon the type or usage of items, the periodicity for review may be a week, fortnight, month, quarter or year. The optimal period is determined by Order Quantity/D = t_0. Usually, some items have shorter review periods than others. At each review period, an order is placed for an amount equal to the difference between a fixed replenishment

level and the actual inventory level. Thus, the order quantity is variable in size. The replenishment level (S) is given by

$$S = B + D(L + t_0) \tag{3}$$

Where

B is Buffer Stock (inventory units)
D is Demand Rate (units per unit time)
L is Acquisition lead-time (unit time)
t_0 is Review Period (unit time)

Fig.4 Periodic review system

In the periodic reviewing system, the inventory is monitored at periodic intervals; therefore, there is no flexibility in the order period. Hence the fluctuation of demand is taken care of by the safety stock. The periodic reviewing system requires more inventories on hand, for a given frequency of shortages, as compared to the continuous review system. On the other hand, since the continuous review system requires perpetual auditing of the system, operating cost the system is higher. Therefore, this paper attempts to alleviate a drawback in both systems by using computer and information technology with a developed algorithm named Continuous Review system with Demand Forecasting (CRDF). We will describe it for more detail in next section.

4. Continuous Review with Demand Forecasting

For the traditional inventory reviewing system, there are continuous review and periodic review inventory system. This research used the differentiated technique from both. The Continuous Review with Demand Forecasting (CRDF) is the method based on computer computations. The lead-time during transshipment can be approximated to constant and the demand of material usage is fluctuated. Thus the reorder point will be changed depend upon demand rate. The demand rate can be estimated by forecasting model. In this paper, the moving average method is used as the computation algorithm, which described below.

$$Q_i = EOQ + B - \sum_{i=1}^{j} D_i \tag{4}$$

$i, j \in N$

Where

Q_i is Demand Rate (inventory units)
EOQ is Economic Order Quantity (inventory units)
B is Buffer Stock (inventory units)
D_i is Demand of inventory usage for i (inventory units)
i is Time series for each cycle
j is The end of inventory cycle time (unit time)

The moving average forecasting model can be given as follow. [7]

$$D_{(i+1)} = \frac{D_{(i-n+1)} + D_{(i-n+2)} \cdots + D_i}{n} \tag{5}$$

Using moving average method for demand forecasting, let n= 3 thus the demand forecasted in next period can be given as follow.

$$D_{(i+1)} = \frac{D_{(i-2)} + D_{(i-1)} + D_i}{3} \tag{6}$$

Assume α_i is the reorder factor for i, its value can be defined as follow.

$$\alpha_i = \begin{cases} 1, & \text{if } Q_i = B + LD_{(i+1)} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases} \tag{7}$$

Let L is Acquisition lead-time (unit time)

Then the reorder level can be calculated following equation.

$$ROL = \alpha_i (B + LD_{(i+1)}) \tag{8}$$

Remark: if $ROL = 0$ is mean that no ordered.

5. System Design

The overall system consists of the host computer connected to the Ethernet Local Area Network and Programmable Logic Controller (PLC). The main function of the host computer is to record inventory database and forecast the demand. The system is developed on Windows operating system, Microsoft Visual Basic 6.0, Microsoft Access 2000 and SQL for managing database system. The host computer also works as the Internet web server, so that any user such as supplier or dealer can access the stock information through the Internet web browser. The web pages include graphs and numeral data of the demand rate, acquisition lead-time, reorder point and order quantity. Therefore, the supplier can obtain the

information rapidly. On the other word, this situation can be appropriately supported the supply chain management system and very advantageous for the production planning. This can also reduce the setup of ordering costs. The host computer has a function to control the warehouse operations by cooperated with a Ladder programming on PLC through serial communication RS232C, the communication protocol used OMRON SYSMAC named HOST-LINK protocol. Each product or material pallets have the barcode to identify the material type. In the prototype system, the material is classified into 3 kinds of product. The barcode reader connected to PLC to simultaneously record the date time when the product is stored or retrieved from the automatic warehouse. The method to retrieve of material is first in and first out (FIFO). Host computer manipulates the sequence of retrieving and storing. The storage cells in automatic warehouse have 4 rows and 6 columns, each of position can be defined as two-dimensions array variable. There are three types of material (Type1, Type2 and Type3) which divided zones for storing follow as: Type1 stored at column 1st and 2nd, Type 2 stored at column 3rd and 4th, Type 3 stored at column 5th and 6th. Each zone will start the storage from row 1st to row 4th respectively to arrange FIFO queuing system.

6. The experiment

The experiment is to illustrate the behavior of CRDF, we have simulated the demand of inventory usage be Monte Carlo method, assumed they are the uniform random numbers. The demand usage per minute was fluctuated from 1 unit till 9 units by weighing probability from low demand to high demand. Fig 6a shows the traditional continues review method by fixing reorder point. The drawback of this method is the stock out condition when it meets pressing demand. Fig 6b shows the simulation result of CRDF method that can solve this problem.

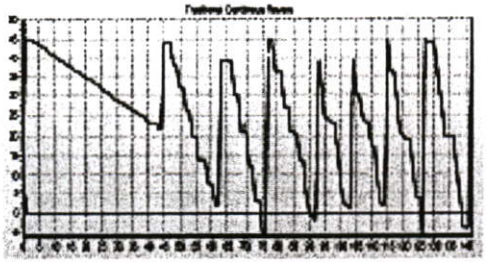


Fig. 6a Simulation result of Continuous Review method

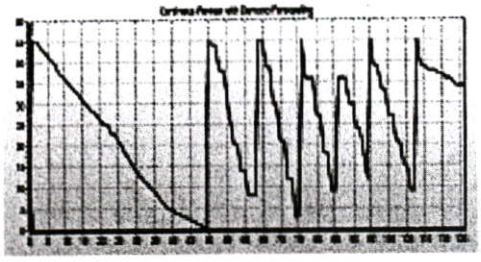


Fig. 6b Simulation result of CRDF method

The operation of storage mode starts with users command the forklift robot to pick up the material pallet and then moved pass the barcode reader after that the host computer will consider to define warehouse's position by type of product. The operation of retrieval mode start with users request material by selecting material type from host computer and the stack crane will move to retrieve material for earliest storing it can notify date and time also. The motion of vertical axis and horizontal axis are independently and simultaneously and stop at their position then the shuttle part will operate. For the Internet applications the users must have password to login system and they can check inventory information on Web pages.

7. Conclusion

The automated inventory control system by forecasting demand can combined the automatic machine in factory automation systems, computer network and information technology. The operation and control of automation system can be reducing mistake and manufacturing lead-time and increasing performance as well as reliability of the production systems. The applications of Internet and information technology can save time and economizing cost for communications. This conceptual design suitable to support the JIT system (Just-In-Times), Supply chains and logistic management that has more important role for changing in industries nowadays. Especially, this system we aim to reduce ordering cost, setup cost and also lead-time that effected to reduce holding cost.

8. References

[1] Nagata Y, Boon Kee Low, Nling Ye, Shimizu H, Koshimizu H, Shibuya Y, *"A client-server based computer integrated manufacturing system for an epoxy molding compound plant"*, Proceeding of the 24th Annual Conference of the IEEE, IECON'98,pp 182-186, Aachen, Germany, 31 Aug-4 Sep 1998.

[2] Sung-Yuh Liou, Yuan-Tay Chen Chao-Wei Chang, Mang-Jim Wu, *"A Computer Integration Manufacture System Designed&Manufacture for Education Purpose"*, Proceeding of International

A Design of Automatic Warehouse for Internet Based System

T. Suesut, V. Tipsuwanporn, S. Gulphanich, J. Rodcumtui and P. Sukprasert
Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Bangkok 10520, Thailand
(E-mail:ktvittay@kmitl.ac.th)

Abstract
This paper presents the development of inventory control system for a prototype Internet-based using automatic warehouse. To decrease lead-time and economics is very important in industrial management. Therefore this paper has developed the information system as well as the automatic warehouse machine in order to decrease lead time and increase network connectibility also. The automatic warehouse machine consists of 3 set of AC motor for drive 3 axises of mechanical system controlled by Programmable Logic Controller: PLC. A technique to order and storage for any materials or goods can be done automatically inform of FIFO (First In First Out) by host computer together with PLC that connected to the Internet as Internet Server. The profits of this system can be decreased the lead-time, therefore the holding cost and operation time are also decreased.

1. Introduction

Recently, the Internet technology is widely used in communication network by computer and other equipment such as the mobile phone, pocket pc and customs hardware. Typically, the Internet has TCP/IP protocol and web browser to search any information on screen. Moreover, it has other tools for communication such as Active X control that can be supported sending information of text, image, video and sound. This paper, presents a technique to design automatic warehouse system by concept of Computer Integrated Manufacturing (CIM) and Management Information System(MIS) based on Internet in order to controlling the inventory system. The system consist of the warehouse model controlled by Programmable Logic Controllers: PLC and the barcode for identify the type of product and the computer work as control server which connected to the internet and also used for managing the database of inventory control. Each of operations can be operated automatically and relatively. The users can checks database and monitoring through web-cam camera. Therefore, this system can decrease the lead-time between re-order point so that it also decrease the holding cost and the operating time.

2. Principle

2.1 Computer Integrated Manufacturing (CIM)

It's almost the same time of computer applied in manufacture and the appearance of computer, but the direction of development generally consists of the following two major types: (1) utilization the computer and the computer technology to promote the design capability of the product; named as CAD. (2) utilization the computer and the computer technology to support manufacturing automation. In recent years, computer – aided-design(CAD)and computer-aided-manufacturing (CAM) are integrated to be become a CAD/CAM system, and the concept of computer-integrated-manufacturing (CIM) is a further extension of the idea of CAD/CAM. The function of computer integrated manufacturing (CIM) generally includes two major terms: One is to use the computers and computer technology to support manufacture and design work, and the other the computer and computer technology to support the business management. From the view of computers supporting the manufacture and design work the content of CIM system is well known as follows: 1.Group Technology (GT), 2.Computer Aided Design and Manufacturing (CAD/CAM), 3.Flexible Manufacturing System(FMS),4.IndustrialRobot, 5.AutomaticWarehouse. [1][2] Since the appearance of numerical control (NC) of machine tools in the 1960s, the manual machine work started to transfer to the machine with the automatic control system. The flexibility manufacture and the appearance of CNC machine had come to a new further are since the appearance of the machine center in 1970s. In the factory, one or two CNC machine or maybe some automatic equipment integrating with industrial robots can make up Flexible Manufacturing Cell (FMC), and Flexible Manufacturing System (FMS) forms with adding Automatic Guided Vehicle System (AGVS) or some automatic storage or conveyor systems into FMC. Accompanying with the necessity of automatic and the progress of techniques CAD/CAM system and the automatic warehouse system and etc are created. With above and FMS systems a CIM systems is generated. Engineering education must match with the high-speed automatic development of the factory, so it may not be fall behind in manpower training. In this article an idea of CIM including the automatic warehouse system, the conveyor transferring system, the network communication

2.2 Control System for Internet-Based

The Internet has become the most important network for communication and the biggest data storage. It connects a million of computers all over the world giving access to communication, data, picture, videos and even real time images of distant environments. There are several factors that make the Internet an attractive medium for teleoperation applications.[3]Firstly, the Internet has an extensive geographical reach. An estimated 147 million people and 9.5 million machines are now plugged into the Internet, with the figures doubling or tripling every

year. Teleoperated devices can be controlled and operated any part of this global network of computer. Secondary, the Internet is network and platform independent. This enables computers of different hardware and operating system platforms to be connected and communicate with each other over different kinds of network and physical links. This widens teleoperations development on any hardware and software platform to be shared and accessed by a significantly larger audience of computers.

3.Design Approach

This paper focused on the development of inventory control system for a prototype internet-based using automatic warehouse. The system overview is shown on fig 1. The host computer work as web server and control server.

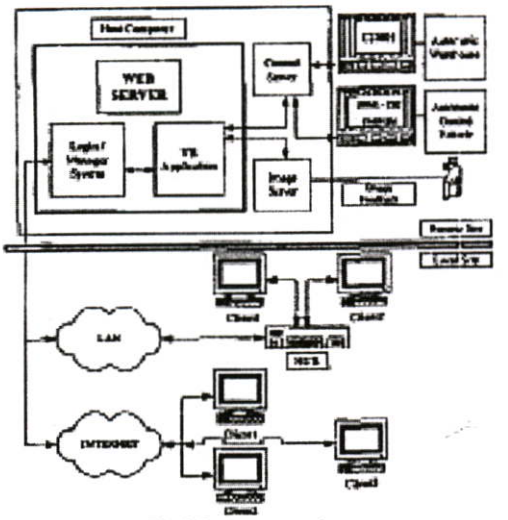


Fig.1 System overview

3.1 Automatic warehouse

The hardware system of the automatic warehouse include a storage frame, an automatic guided vehicle.(1) storage frame, an automatic guided vehicle.(1) storage rack: It is made by iron material and has 24 cells to store goods. (2) Automatic guided vehicle: the vehicle is adopted a 3Ø induction motor derived by inverter which controlled by PLC using rotary encoder through high speed counter function. [4][5] (3) Programmable Logic Controller(PLC): OMRON-C200HS is adopted as the control system of the automatic warehouse and OMRON-SRM 1-C02 is adopted as the control system of the fork-lift truck. (4) Link module of PLC:OMRON LK201[6] as the communication unit between the host computer and both PLCs. Through the link module the network control center enable to get data directly from the datamemory of PLC and perform the necessary calculation. The system design is shown in fig 2. and fig3. shows the automatic warehouse

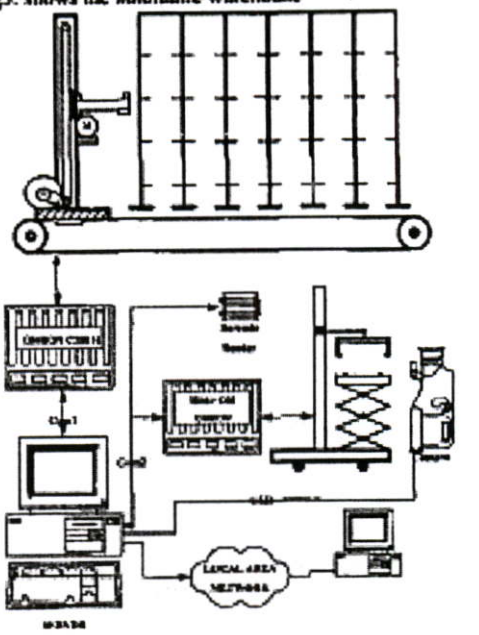


Fig. 2 The system design

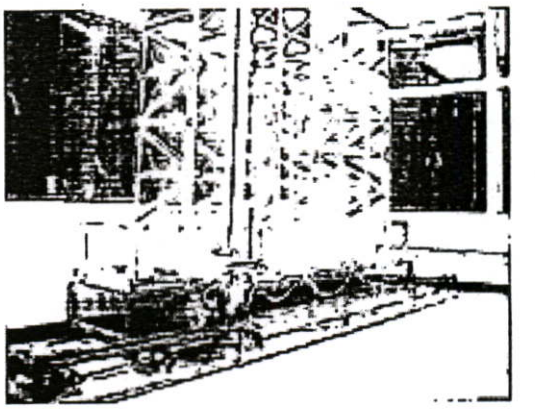


Fig. 3 The automatic warehouse

3.2 Inventory Control and database system

The control system of arranging machine. The system of automatic arranging machine is controlled by ladder program on PLC OMRON C200H and Forklift truck will be controlled by ladder program on PLC OMRON SRM1-C02 which both of them will work together by using data on computers on the same main network. Working by using input of controlling machine receives the status from sensor (Limit Switch, Encoder) which is installed on automatic arranging machine and fork-lift truck. For output will bring to control relay circuit or

inverter for start motor which used for automatic arrangement and fork-lift truck that the order of working will be showed from flowchart which shows the working of PLC Program controls and send the signal to control the program which use to connect and command with this PLC which is developed from Microsoft Visual Basic 6.0 programming to work on Window98 system, passing serial port RS232C which will depend on Protocol of controller machine (OMRON). In general , it is the connection between controller machine and external device which firstly computer will ask by send out Command Block, then PLC will verify and send back the Response Block.

the example of data communication between computer and PLC

3.3 Camera system

Camera system, to make sure that automatic arranging machine works step by step as programmed or not, which can see both from Client and Server as we can know that data can move correctly as ordered or not or program that bring to use with this camera is more important. In general Web cam will can catch the changing picture more than 30 frames per second. However it will be set up by exacting of computer system including the size of that subject .This remote control correcting program, in this article, use Microsoft Visual Basic 6.0 program which developed with NetMeeting program which can use immediately.

3.4 Network system

Local Area Network :LAN which is connecting the computers from limited distance as in the same building or the same areas where can wire directly for sending data in digital system between computer LAN system so that is the basic network system for several protocol works in computer network including protocol TCP/IP. Now, the standard of LAN system has the unique character is the high speed network system for receiving data in digital which 10 to 1000 Mbps, the network which Diameter is 205 meters to 4000 meters. The main factors of Ethernet Network System (1) Frame is the group of model of information bit which use to pass on system, if without frame, we can not connect on Network which LAN Card created.(2) Protocol which uses to control Access to Media Access Control Protocol Network which is the standard which agreed all computers to use this network and provide to use resources work on network effectively.(3) Signaling Components which compose with Signaling and Connecting Components to send and receive data on network.(4) Physical Medium compose with signaling line, including others hardware , which help to bring data in digital , running on network in this article which provides Ethernet Standard as in Fig 1.

TCP/IP System Program

Program for connecting by tcp/ip system on Internet and intranet , devided into 2 ; program for connecting through network card and program connects through modem by basic program of tcp/ip which is program beneath Unix system. And when we use personal computer to connect with internet network that make to develop tcp/ip program beneath Windows which called Winsock (Winsock:Window Socker) . This article, Microsoft Winsock Control which is in Microsoft Visual Basic 6.0 to develop communicating program to connect to Internet and intranet network.

Web server System composes with basic service system 3 parts; (1) Login Service.(2) System Manager Service.(3) VB Application. Web server system depends on standard of client-server for requesting the services which there are 3 main parts;(1) Client is who ask for service.(2) Network System.(3) Server is who gives the service.

4. Experiment

Three type of product are specified in the experiment. The position of warehouse collection will be recorded by start at 11 th position (first row,first column) with the date of collection. These data are used for products sending out process. In the save type of product first product received will be first sent out. The reorder level (ROL) are changeable by showing in comparing graph with quantities in the warehouse. The experiment is show on Figure 4 and Figure 5.

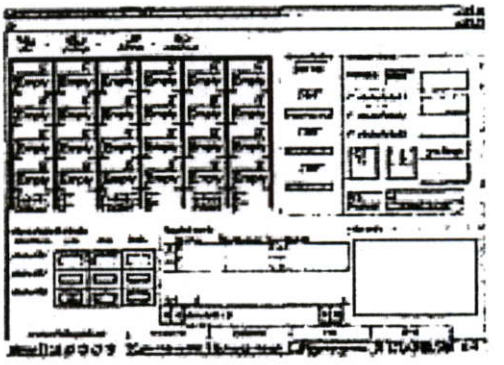


Fig. 4 Program controlling automatic warehouse

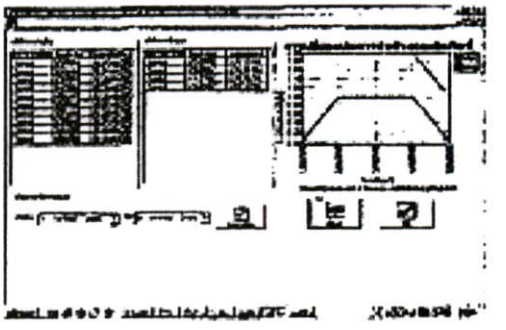


Fig.5 Program inventory control

5. Conclusion

This working system will decrease the mistake of control system, make correcting storehouse and arrangement faster, so that it can shorten Lead Time, not necessary to keep product for long time anymore which decrease the Holding Cost including decrease the capital of production.

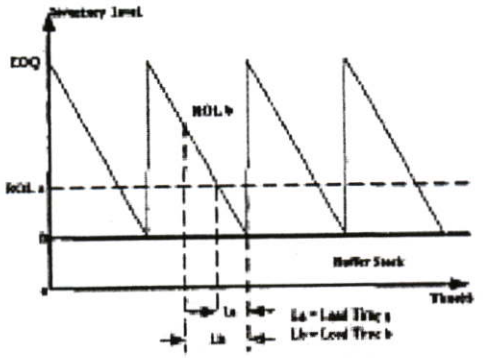


Fig.6 Relationship between lead-time and holding cost

Notice if lead-time (period of operation and transportation) is long, holding cost is too high too. These work characteristics are classified in Just-in-Time (JIT) concept. That have more important role to changing in industries nowadays.

6. References

[1] Yunn, Shyh-Shyong, "Concept of Computer Integrated Manufacturing System, "Automatic Technology Magazine, Taiwan Taipei45 vol.1987, 10

[2] Lei,Shaw-Chern,"Computer integrated Manufacture System CAD/CAM Application", Taiwan Taipei: Taiwan UNALIS Corporation, 1992, Ch 1, pp2-3

[3] K.P. Lee, M.H.Ang and Y.S. Wong, "A Telemanufacturing Workcell Over the Internet". Proc. SPIE Vol. 35247, Telemanipulator and Telepresence Technologies V,p.230-23,1998

[4] "OMRON C200H MANUAL"

[5] "OMRON ASCII OPERTION MANUAL"

[6] "OMRON HOST LINK MANUAL"

[7] Hamdy A. Taha. Operations Research an Introduction , Prentice-Hall, Inc,USA 1997

ประวัติผู้เขียน

นายพริสร สุขประเสริฐ เกิดเมื่อวันที่ 6 พ.ศ.2521 ที่จังหวัดกรุงเทพมหานคร สำเร็จการศึกษาปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต ภาคสาขาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2543 และเข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมวิศวกรรมการวัดคุม ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ในปีการศึกษา 2544