สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	**ข**
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	**ค**
กิตติกรรมประกาศ	**ง**
สารบัญ	จ
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ญ
สารบัญกราฟ	ฑ
คำจำกัดความ	น
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หัวข้อโครงงาน	1
1.2 หลักการ และเหตุผล	1
1.3 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	2
1.4 เกณฑ์ชี้วัดผลงาน (Output)	2
1.5 เกณฑ์ชี้วัดผลสำเร็จ (Outcome)	2
1.6 ขอบเขต	2
1.7 สถานที่ในการดำเนินการวิจัย	2
1.8 ระยะเวลาในการดำเนินการวิจัย	2
1.9 ขั้นตอน และแผนการดำเนินการ (Gantt chart)	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ลักษณะการจัดวางผังและการจัดวางเครื่องจักรในโรงงานอุตสาหกรรม	4
2.2 เทคโนโลยีการแบ่งกลุ่ม(Group Technology: GT)และระบบการผลิตแบบเซลล์ (Cellular Manufacturing System: CMS)	8
2.3 หลักการที่สำคัญ 4 ประการของ (Cellular Manufacturing System: CMS)	8
2.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการผลิตแบบเซลล์ ในกระบวนการผลิต จะต้องมีการไหลของวัสดุผ่านเครื่องจักรต่างๆ เรียกว่าการเคลื่อนที่ (Moves) การเคลื่อนที่จะมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบ	11
2.5 การจำลองสถานการณ์ (Simulation)	12
2.6 Arena Simulation Software	25

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 28

3.1 การออกแบบการทดลองการจำลองสถานการณ์ 28

3.2 ลักษณะของโรงงานที่เป็นกรณีศึกษา 31

3.3 การเลือก Layout ที่เหมาะสม 37

3.4 เขียนแบบใน Arena 40

3.5 การทดลองจำลองสถานการณ์บนโปรแกรม Arena 42

3.6 ผลที่ได้รับจากการดำเนินงาน 44

บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน 45

4.1 ผลของการศึกษาและดำเนินการ 45

4.2 แผนการทดลองการจำลองสถานการณ์เพื่อศึกษาประสิทธิภาพของระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์และระบบการผลิตแบบตามหน้าที่ 46

4.3 ผลการทดลองของแบบจำลองที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 47

4.4 ผลการทดลองของแบบจำลองที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 65

4.5 ผลการทดลองของแบบจำลองที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 83

4.6 ผลการทดลองของแบบจำลองที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 101

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงานและแนวทางการวิจัย	119
5.1 สรุปผลการดำเนินงาน	119
5.2 แนวทางการวิจัย	122
บรรณานุกรม	123
ภาคผนวก ก. วิธีการติดตั้งโปรแกรม Arena	124
ภาคผนวก ข. เกี่ยวกับโปรแกรม Arena V.10 Simulation V.10	132
ภาคผนวก ค. การเขียนโมเดล	143
ภาคผนวก ง. การจำลองสถานการณ์บนโปรแกรม Arena	157
ประวัติผู้วิจัย	176

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 แสดงการแบ่งกลุ่มของเครื่องจักรในระบบการผลิต (Systems investigated: SYS)	31
3.2 การประกาศค่าของปริมาณความต้องการของเครื่องจักร (Demand) ในการผลิต	32
3.3 การตั้งค่าเวลาการทำงานของเครื่องจักร (Setup time), เวลาการทำงานของกระบวนการผลิต (Processing time) และเวลาการเคลื่อนที่ของผลิตภัณฑ์ (Move times)	32
3.4 ตารางลำดับการใช้เครื่องจักรของผลิตภัณฑ์	34
3.5 การแบ่งเครื่องจักรในระบบการผลิต	35
4.1 ผลการทดลองของแบบจำลองที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION)	47
4.2 ตารางสรุปผลการทดลองแบบจำลองที่ใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served (FCFS) และกฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First (SPT) ทั้งระบบโดยใช้ Lot size = 2, 80 Setup factor = 0.1,0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION)	63
4.3 ผลการทดลองของแบบจำลองที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION)	65
4.4 ตารางสรุปผลการทดลองแบบจำลองที่ใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served (FCFS) และกฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First (SPT) ทั้งระบบโดยใช้ Lot size = 2,80 Setup factor = 0.1 ,0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION)	81
4.5 ผลการทดลองของแบบจำลองที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION)	83

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า

4.6 ตารางสรุปผลการทดลองแบบจำลองที่ใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served (FCFS) และกฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First (SPT) ทั้งระบบโดยใช้ Lot size = 2, 80 Setup factor = 0.1 ,0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 99

4.7 ผลการทดลองของแบบจำลองที่มีการแจกแจงความน่าจะเป็นของเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม(UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 101

4.8 ตารางสรุปผลการทดลองแบบจำลองที่ใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served (FCFS) และกฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First (SPT) ทั้งระบบโดยใช้ Lot size = 2,80 Setup factor = 0.1 ,0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 117

ข.1 หน้าที่ของโปรแกรม Arena V.10 139

ข.2 ตารางสัญญาลักษณ์คำสั่งแบบตัวอย่าง Model 141

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 แสดงรูปแบบการไหลของการจัดเครื่องจักรแต่ละแบบ	5
2.2 แสดงความสัมพันธ์ของความหลากหลายและปริมาณของผลิตภัณฑ์	7
2.3 แสดงการผลิตแบบเซลล์	9
2.4 แสดงความแตกต่างในขั้นการปฏิบัติงานของระบบการผลิตแบบเซลล์	10
2.5 แสดงการเคลื่อนที่ภายในเซลล์	11
2.6 ขั้นตอนศึกษาการจำลองเหตุการณ์	24
2.7 แสดงการใช้งานของโปรแกรม Arena ในปี 2005	25
2.8 แสดงความสามารถของโปรแกรม Arena	26
3.1 ที่แสดงการแบ่งเครื่องในระบบการผลิตของเครื่องจักรประเภทที่ 1	36
3.2 แสดงการวาง Layout ของระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์	38
3.3 แสดงการวาง Layout ของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่	39
3.4 แสดงแบบจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรม Arena ของระบบการผลิตแบบเซลลูลาร์	40
3.5 แสดงแบบจำลองสถานการณ์โดยโปรแกรม Arena ของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่	41
3.6 การจำลองสถานการณ์บนโปรแกรม Arena ของระบบการผลิตแบบ Functional Layout (FL)	42
3.7 การจำลองสถานการณ์บนโปรแกรม Arena ของระบบการผลิตแบบ Functional Layout (FLF)	43
3.8 การจำลองสถานการณ์บนโปรแกรม Arena ของระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing	44

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
ก.1	แสดงหน้าจอการติดตั้งโปรแกรม Arena V.10	125
ก.2	แสดงหน้าจอต้อนรับการติดตั้งโปรแกรม Arena V.10	126
ก.3	แสดงหน้าจอของการยอมรับในเงื่อนไขต่างๆของโปรแกรม Arena V.10	127
ก.4	แสดงหน้าจอของการใส่ข้อมูลต่างๆ	128
ก.5	แสดงตำแหน่งของโปรแกรมที่จะติดตั้งลงในคอมพิวเตอร์	129
ก.6	แสดงหน้าจอของการติดตั้งโปรแกรม Arena V.10	130
ก.7	แสดงหน้าจอเสร็จสมบูรณ์ของการติดตั้งโปรแกรม Arena V.10	131
ข.1	แสดงการเรียกใช้งานโปรแกรม Arena V.10	135
ข.2	แสดงหน้าตาของโปรแกรม Arena V.10	136
ข.3	ส่วนประกอบต่างๆของโปรแกรม Arena V.10	137
ข.4	การเลือกใช้โมดูล	138
ข.5	ทูลบาร์	138
ค.1	Create	144
ค.2	Process	145
ค.3	Dispose	146
ค.4	Model ตัวอย่าง	146
ค.5	แสดงการใช้งาน Module Assign	147
ค.6	แสดงการใช้งาน Module Hold	148
ค.7	แสดงการใช้งาน Module Delay	149
ค.8	แสดงการใช้งาน Module Station	150
ค.9	แสดงการใช้งานของ Module Root	151

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
ค.10 แสดงการใช้งาน Module Enter	152
ค.11 แสดงเลือกตั้งค่า (Run Setup)	153
ค.12 แสดงการตั้งค่าในเมนูคำสั่ง Run Setup=>Replication Parameters	154
ค.13 การตั้ง Speed ในการ Run	155
ค.14 แสดงรายงาน (Report) เมื่อทำการ Run เสร็จสิ้น	156
ง.1 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบการผลิตแบบ Job Shop	158
ง.2 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรในระบบการผลิตแบบ Job Shop โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ JS_FCFS	159
ง.3 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรในระบบการผลิตแบบ Job Shop โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ JS_SPT	159
ง.4 แสดงการสร้างแบบจำลองเก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ในระบบการผลิตแบบ Job Shop	160
ง.5 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบการผลิตแบบ Functional Layout (FLF)	161
ง.6 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรในระบบการผลิตแบบ Functional Layout (FLF) โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ FLF_FCFS_FCFS	162
ง.7 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรในระบบการผลิตแบบ Functional Layout (FLF) โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ FLF_FCFS_SPT	163
ง.8 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรในระบบการผลิตแบบ Functional Layout (FLF) โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ FLF_SPT_FCFS	164
ง.9 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรในระบบการผลิตแบบ Functional Layout (FLF) โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ FLF_SPT_SPT	165
ง.10 แสดงการสร้างแบบจำลองเก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ในระบบการผลิตแบบ Functional Layout (FLF)	166
ง.11 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มผลิตภัณฑ์ในระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing	167

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

ง.12 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรจำนวน 1 เซลล์ ในระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ CM1_JS_FCFS 168

ง.13 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรจำนวน 1 เซลล์ในระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ CM1_JS_SPT 168

ง.14 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรจำนวน 2 เซลล์ในระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ CM2_JS_FCFS 169

ง.15 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรจำนวน 3 เซลล์ในระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ CM3_JS_FCFS 170

ง.16 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรที่เหลือจากการจัดเครื่องจักรในเซลล์ของระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ CM1_ JS_FCFS_FLF_FCFS_FCFS , CM2_ JS_FCFS_FLF_FCFS_FCFS และ CM3_JS_FCFS_FLF_FCFS_FCFS 171

ง.17 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรที่เหลือจากการจัดเครื่องจักรในเซลล์ของระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ CM1_ JS_FCFS_FLF_FCFS_SPT, CM2_ JS_FCFS_FLF_FCFS_SPT และ CM3_ JS_FCFS_FLF_FCFS_SPT 172

ง.18 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรที่เหลือจากการจัดเครื่องจักรในเซลล์ของระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ CM1_ JS_FCFS_ FLF_SPT_FCFS, CM2_ JS_FCFS_ FLF_SPT_FCFS และ CM3_ JS_FCFS_ FLF_SPT_FCFS 173

ง.19 แสดงการสร้างแบบจำลองของกลุ่มเครื่องจักรที่เหลือจากการจัดเครื่องจักรในเซลล์ของระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing โดยใช้หลักการกฎการจัดลำดับงานแบบ CM1_ JS_FCFS_ FLF_SPT_SPT, CM2_ JS_FCFS_ FLF_SPT_SPT และ CM3_ JS_FCFS_ FLF_SPT_SPT 174

ง.20 แสดงการสร้างแบบจำลองเก็บข้อมูลของผลิตภัณฑ์ในของระบบการผลิตแบบ Cellular Manufacturing 175

สารบัญกราฟ

กราฟที่ หน้า

4.1 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 48

4.2 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 49

4.3 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 50

4.4 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 51

4.5 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 52

4.6 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 53

4.7 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 54

4.8 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 55

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่ หน้า

4.9 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 56

4.10 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 57

4.11 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 58

4.12 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 59

4.13 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 60

4.14 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 61

4.15 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบคงที่ (CONSTANT PROBABILITY DISTRIBUTION) 62

4.16 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 66

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่ หน้า

4.17 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 67

4.18 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 68

4.19 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 69

4.20 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 70

4.21 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 71

4.22 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 72

4.23 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 73

4.24 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 74

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่ หน้า

4.25 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 75

4.26 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 76

4.27 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 77

4.28 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 78

4.29 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 79

4.30 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบเอ็กซ์โปเนนเชียล (EXPONENTIAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 80

4.31 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 84

4.32 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 85

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่ หน้า

4.33 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 86

4.34 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 87

4.35 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 88

4.36 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 89

4.37 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 90

4.38 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 91

4.39 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 92

4.40 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 93

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่ หน้า

4.41 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 94

4.42 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 95

4.43 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 96

4.44 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 97

4.45 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบปกติ (NORMAL PROBABILITY DISTRIBUTION) 98

4.46 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 102

4.47 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 103

4.48 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20,Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 104

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่ หน้า

4.49 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40,Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 105

4.50 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80,Setup factor = 0.1 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 106

4.51 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 107

4.52 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 108

4.53 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20,Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 109

4.54 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40,Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 110

4.55 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80,Setup factor = 0.3 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 111

4.56 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 2, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 112

สารบัญกราฟ (ต่อ)

กราฟที่ หน้า

4.57 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 5, Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 113

4.58 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 20,Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 114

4.59 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 40,Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 115

4.60 แผนภูมิแสดงผลการทดลองของแบบจำลองที่มี Lot size = 80,Setup factor = 0.5 การแจกแจงความน่าจะเป็นเวลาการมาถึงของผลิตภัณฑ์แบบยูนิฟอร์ม (UNIFORM PROBABILITY DISTRIBUTION) 116

คำจำกัดความ

(1) JS_FCFS หมายถึง ระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดา โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served

(2) JS_SPT หมายถึง ระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First

(3) FLF_FCFS_FCFS หมายถึง ระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบพิเศษ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served สำหรับการจัด family และ First Come First Served สำหรับการทำงานใน family เดียวกัน

(4) FLF_FCFS_SPT หมายถึง ระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบพิเศษ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served สำหรับการจัด family และ Shortest Processing Time First สำหรับการทำงานงานใน family เดียวกัน

(5) FLF_SPT_FCFS หมายถึง ระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบพิเศษ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First สำหรับการจัด family และ First Come First Served สำหรับการทำงานใน family เดียวกัน

(6) FLF_SPT_SPT หมายถึง ระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบพิเศษ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First สำหรับการจัด family และ Shortest Processing Time First สำหรับการทำงานใน family เดียวกัน

(7) CM1_JS_FCFS_JS_FCFS หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 1 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served สำหรับงานใน family ที่เหลือ

(8) CM1_JS_FCFS_JS_SPT หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 1 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First สำหรับงานใน family ที่เหลือ

คำจำกัดความ (ต่อ)

(9) CM1_JS_SPT_JS_FCFS หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 1 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served สำหรับงานใน family ที่เหลือ

(10) CM1_JS_SPT_JS_SPT หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 1 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First สำหรับงานใน family ที่เหลือ

(11) CM2_JS_FCFS_JS_FCFS หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 2 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served สำหรับงานใน family ที่เหลือ

(12) CM2_JS_FCFS_JS_SPT หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 2 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First สำหรับงานใน family ที่เหลือ

(13) CM2_JS_SPT_JS_FCFS หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 2 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served สำหรับงานใน family ที่เหลือ

คำจำกัดความ (ต่อ)

(14) CM2_JS_SPT_JS_SPT หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 2 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First สำหรับงานใน family ที่เหลือ(15) CM3_JS_FCFS_JS_FCFS หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 3 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบFirst Come First Served ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served สำหรับงานใน family ที่เหลือ

(16) CM3_JS_FCFS_JS_SPT หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 3 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First สำหรับงานใน family ที่เหลือ

(17) CM3_JS_SPT_JS_FCFS หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 3 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ First Come First Served สำหรับงานใน family ที่เหลือ

(18) CM3_JS_SPT_JS_SPT หมายถึง ระบบการผลิตแบบเซลล์ลูลาร์โดยใช้ลักษณะการทำงานของระบบการผลิตแบบตามหน้าที่แบบธรรมดามาจัดเป็น 3 เซลล์ โดยใช้กฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First ส่วนเครื่องจักรที่เหลือของโรงงานจะจัดระบบการผลิตเป็นแบบตามหน้าที่แบบธรรมดาโดยกฎการจัดลำดับงานแบบ Shortest Processing Time First สำหรับงานใน family ที่เหลือ