

การออกแบบระบบกระบวนการประกอบเครื่องปรับอากาศใหม่

สำหรับโรงงานขนาดกลาง

นาย อธิเดช นิมมานเหมินท์

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาการจัดการทางวิศวกรรม ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต

คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ปีการศึกษา 2546

ISBN 974-17-3612-6

ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**REDESIGN OF AIR CONDITIONER ASSEMBLING
PROCESS SYSTEM FOR A MEDIUM-SCALE FACTORY**

Mr. Atthidej Nimmanhaemin

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Engineering Management
The Regional Centre for Manufacturing Systems Engineering**

**Faculty of Engineering
Chulalongkorn University**


Academic Year 2003

ISBD 974-17-3612-6


Copyright of Chulalongkorn University

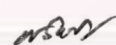
Thesis Title Redesign of Air Conditioner Assembly Process System for a
Medium-Scale Factory
By Mr. Atthidej Nimmanhaemin
Field of Study Engineering Management
Thesis Advisor Assistant Professor Rien Boondiskulchok, D.Eng.


Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

..... Dean of Faculty of Engineering
(Professor Somsak Panyakeow, D.Eng.)

Thesis Committee

..... Chairman
(Professor Sirichan Thongprasert, Ph.D.)


..... Thesis Advisor
(Assistant Professor Rien Boondiskulchok, D.Eng.)

..... Member
(Assistant Professor Suthas Ratanakuakangwan)


ศูนย์วิทยุทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย


Thesis Title Redesign of Air Conditioner Assembly Process System for a
Medium-Scale Factory
By Mr. Atthidej Nimmanhaemin
Field of Study Engineering Management
Thesis Advisor Assistant Professor Rien Boondiskulchok, D.Eng.

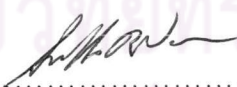
Accepted by the Faculty of Engineering, Chulalongkorn University in Partial
Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree


..... Dean of Faculty of Engineering
(Professor Somsak Panyakeow, D.Eng.)

Thesis Committee


..... Chairman
(Professor Sirichan Thongprasert, Ph.D.)


..... Thesis Advisor
(Assistant Professor Rien Boondiskulchok, D.Eng.)


..... Member
(Assistant Professor Suthas Ratanakuakangwan)

อธิเดช นิยมมานเหมินท์ : การออกแบบระบบกระบวนการประกอบเครื่องปรับอากาศ
ใหม่สำหรับโรงงานขนาดกลาง (REDESIGN OF AIR CONDITIONER ASSEMBLING
PROCESS SYSTEM FOR A MEDIUM-SCALE FACTORY) อ. ที่ปรึกษา : ผศ. ดร.
เหรียญ บุญดีสกุลโชค, 245 หน้า, ISBN 974-17-3612-6.

จากการศึกษาอุตสาหกรรมเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วน (Split-type Air Conditioner) พบว่า ส่วนใหญ่จะ
มุ่งเน้นความสำคัญเฉพาะด้านใดด้านหนึ่งเพียงประการเดียว เช่น ด้านการเงิน คุณภาพ เทคโนโลยี หรือความเร็วใน
การส่ง โดยไม่พิจารณาถึงแกนหลักในการแข่งขันและสภาพแวดล้อมของระบบการผลิตในโรงงานตนเองเสียก่อน
เนื่องจากขาดการวิเคราะห์อย่างเป็นระบบ และขาดการใช้เครื่องมือกับเทคนิค (Tools and Techniques) ที่ทันสมัยเข้า
มาช่วยตัดสินใจในระดับปฏิบัติการของโรงงาน (Operation Level)

โดยเฉพาะโรงงานที่ผลิตเพื่อขายภายในประเทศจะพึ่งพาแต่ประสบการณ์ของผู้จัดการที่เชี่ยวชาญด้านเทคนิค
เป็นคนกุมอำนาจตัดสินใจแต่เพียงผู้เดียว โรงงานยังขาดการจัดการที่ดี ไม่มีการตรวจสอบความเหมาะสมของผังโรงงาน
และไม่มีการคัดเลือกระบบการผลิตที่เหมาะสมกับผลิตภัณฑ์ เกิดสภาวะคอขวดในการทำงานเนื่องจากความเร็วในแต่ละ
แผนกประกอบไม่เท่ากัน มีลักษณะการผลิตแบบกองสุม เกิดเวลาว่าง (Idle Time) ภายในระบบการประกอบ คนงาน
เครียดจากการเร่งงานเพื่อให้สำเร็จตาม Capacity สูงสุดในแต่ละวัน และปัญหาต่างๆ ถูกชุกซ่อนไว้ด้วยจำนวนสต็อกที่
มากมายกินพื้นที่โรงงานไปเกินกว่าครึ่งของพื้นที่ทั้งหมด

เพื่อความสำเร็จดังกล่าว จึงได้ทำการปรับปรุงโรงงานประกอบเครื่องปรับอากาศโดยเน้นการออกแบบระบบ
การประกอบใหม่สำหรับโรงงานเฉพาะทางขนาดกลาง (Medium-scale Focused Factory) เพื่อค้นหาปัญหาและโอกาส
ในการพัฒนาที่แท้จริงแล้วเปรียบเทียบกับระบบดั้งเดิม ซึ่งเป็นจุดประสงค์หลักของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

การดำเนินการปรับปรุงโรงงานใหม่นั้น แบ่งออกได้เป็น 3 ขั้นตอนหลักๆ เริ่มจากการตั้งทีมปรับปรุง
(Conversion Team) อันประกอบด้วยบุคคลระดับต่างๆ แล้ววิเคราะห์ข้อมูลของโรงงานในปัจจุบัน เพื่อให้เข้าใจถึงปัจจัย
ภายในและภายนอกของโรงงาน ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับกระบวนการประกอบ ชิ้นส่วนของผลิตภัณฑ์ แผนผังการผลิต การ
ไหลของงาน ตารางเวลาการผลิตเดิม เป็นต้น โดยศึกษาเทียบเคียงกับทฤษฎี จากนั้นนำ Analysis Tools มาพิจารณา
ปัญหา ความเหมาะสม และบริเวณที่จะเปลี่ยนแปลง เช่น แผนผังก้างปลา (Fishbone Diagram) อัตราส่วนกิจกรรมที่
ก่อให้เกิดคุณค่า (Value-added Ratio) และ Loads and Distances Analysis ของผังโรงงาน เป็นต้น

ขั้นที่สอง คือดำเนินการออกแบบระบบการประกอบใหม่ให้ตรงกับสภาพปัญหาและเพิ่มประสิทธิภาพในด้าน
เวลาและความยืดหยุ่น โดยนำการวางผังการผลิตแบบเซลล์ (Cellular Layout) มาประยุกต์ใช้ควบคู่กับระบบดึงแบบคัม
บัง (Kanban Pull-system) ทั้งนี้การลดความสูญเปล่าของเวลาต่อหน่วยการผลิต การลดกิจกรรมที่ไม่ก่อให้เกิดคุณค่า
ขั้นตอนสุดท้ายคือการประเมินผลเพื่อเปรียบเทียบกับระบบดั้งเดิม ใน 5 จุดหลัก ได้แก่ เทียบเวลาการผลิต เทียบ Value-
added time เทียบเวลาทั้งหมด (Throughput Time) เทียบความเหมาะสมของผังโรงงาน และเทียบจำนวนของเสีย ซึ่ง
พบว่า หลังการออกแบบเวลารวมลดลงเกือบ 30% อัตราส่วนของกิจกรรมที่ก่อให้เกิดคุณค่าเพิ่มขึ้นจาก 10% เป็น 30%
ปริมาณของเสียเข้าใกล้ 0% แต่ทั้งนี้ต้องใช้เวลาในการสร้างความเชื่อมั่นต่อพนักงานให้รู้สึกได้ว่า พวกเขากำลังได้ประโยชน์
อย่างเต็มที่ในการเปลี่ยนแปลง

ศูนย์ระดับภูมิภาคทางวิศวกรรมระบบการผลิต

สาขาวิชา การจัดการทางวิศวกรรม

ปีการศึกษา 2546

ลายมือชื่อนิสิต

อธิเดช นิยมมานเหมินท์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

astan

4471625421: MAJOR ENGINEERING BUSINESS MANAGEMENT

KEY WORD : Process redesign/ Air condition/ Assembly

ATTHIDEJ NIMMANHAEMIN: REDESIGN OF AIR
CONDITIONER ASSEMBLING PROCESS SYSTEM FOR A
MEDIUM-SCALE FACTORY. THESIS ADVISOR: ASST. PROF.
REIN BOONDISKULCHOK, D.Eng., 245 pp. ISBN 974-17-3612-6.

From the study of air conditioning industries, Split-type air conditioner is becoming widely competitive and show high trends in household product, especially domestic market in Thailand.

Small and medium producers usually aim their importance to a single aspect of financial, quality, technology, delivery, or else. They are not taking advantages from their core competence of the environment. This because no modern systematic tools and techniques are applied to identified the real situation, and truly observed into operational level.

The sample Split-type AC factory is control by a manager who is highly sophisticate in technical field of air conditioning system. Therefore, management is mainly based on manager or supervisor's intuitive experience. Workers do not have a chance to propose working opinions. There are no feasibility study and planning for current layout and production system. Bottlenecks occur during cycles of work because operations in each workstation are not balanced properly. It causes unexpected idle time and waste of resource utilization. Excessive material, work in process, finished inventories clutter all over the place and cover problems.

The factory sets up a conversion team to implement 3 stages of redesign. First, the team analyzed current situations of the factory by studying through the products details, process flowchart, and department positions. The team indicated factors influencing them and identified the production characteristics by applying tools like Fishbone diagram, value-added ratio, and loads and distances layout analysis.

Next is implementing cellular manufacturing together with an approach of Kanban method. An assessment is done comparing with traditional system in 5 aspects; the process and assembly time, the value-added ratio, the throughput time, the layout effectiveness, and possible benefits in quality. Results shown that throughput time reduce for almost 30% and value-added ratio increase from 10% to about 30% while defects and errors cause by suppliers and workers decrease near zero.

The Regional Centre for Manufacturing
Department..... Systems Engineering..

Field of study..... Engineering Business Management

Academic year..... 2003.....

Student's signature..... *Atthidej Nimmanhaemin*.....

Advisor's signature..... *Rein Boondiskulchok*.....

ACKNOWLEDGEMENT

This thesis was able to finish successfully with the assistance of so many people. The author would like to express his gratitude, appreciation, and dedicate this research to all of those who kindly supported him along the way or even in some occasions.

First of all, a great thanks to my thesis advisor, Assistant Professor Rien Boondiskulchok who provided valuable information, recommendations, and suggestions during the hard work since start until end. Next are the thesis committees, Professor Dr. Sirichan Tongprasert and Assistant Professor Dr. Suthas Ratanakuakangwal who also provide helpful guidance and encouragement throughout the thesis research.

The author would like to give special credits for Mr. Kittipat Kuykhae the Assistant Manager of Production Division of S-Pak factory who taught and cooperate with me during redesign implementations. So as Mr. Pasakorn Bhudicheevin, President of BNB Inter Group Co, Ltd who enable full empowerment for the author to be involved in the redesign plan since initial point.

There are more grateful thanks to Mr. Somsong Sawaengsin, the Factory Manager of Finnic General Supply Co, Ltd and Mr. Sudhichai Temprasertudee the factory owner who opened the shop floor for the author's surveys. Mr. Somsong is my outside advisor who always spares his valuable time discussing with the author when he requires rapid technical information about air condition.

Finally, the author wishes to thanks his beloved parents with so much support in everything and every moment of his working time more than normal parents will do to their son. The thesis would not be completed without any of the people referred in this acknowledgement.

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

Contents

Abstract (Thai).....	iv
Abstract (English).....	v
Acknowledgement.....	vi
Contents.....	vii
List of Figures.....	xiii
List of Tables.....	xvi
Chapter 1: Introduction.....	1
1. Introduction.....	1
2. Rational of the Study.....	2
2.1 Overall Business Picture.....	2
2.2 New Process Design Adoption.....	2
3. Statement of Problems.....	4
3.1 Poor Factory Layout & Unidentified Process Environment	4
3.2 Hidden Manufacturing Problems.....	6
4. Scope of the Study.....	7
4.1 Understand an Environment & Characteristics.....	7
4.2 Know what is Happening.....	7
4.3 Theories & Approaches.....	8
5. Objectives of the Study.....	9
6. Expected Result.....	9
7. Methodology.....	10
Chapter 2: Theoretical Study and Literature Surveys.....	11
1. Introduction.....	11
2. Process Selecting Consideration.....	11
3. Manufacturing Analysis.....	12
3.1 Make or Buy Decisions.....	12
3.2 PEST Analysis.....	13
3.3 Product & Process Classification.....	15

Contents (continued)

3.4 Product Type / Quantity (PQ) Analysis.....	17
3.5 Fishbone Diagram.....	18
4. Types of Production.....	19
4.1 Craft Production.....	20
4.2 Mass Production.....	20
4.3 Vertical Integration.....	20
4.4 Lean Production.....	21
5. Manufacturing Environments.....	21
5.1 Types of Process.....	21
5.1.1 Job Shop.....	13
5.1.2 Batch.....	22
5.1.3 Repetitive.....	23
5.1.4 Continuous Flow.....	23
5.1.5 Cell.....	25
5.2 Order Environments.....	26
5.2.1 Make to Stock.....	26
5.2.2 Make to Order.....	26
6. Facility Layout.....	28
6.1 Process Layout.....	29
6.1.1 Advantages and Disadvantages.....	30
6.2 Product Layout.....	31
6.2.1 Advantages and Disadvantages.....	33
6.3 Cellular Layout.....	33
6.3.1 Types of Cell.....	34
6.3.2 Group Technology.....	34
6.3.2. One-Piece Flow.....	37
6.3.3 U-Shape Production Line.....	37
6.3.4 Advantages and Disadvantages.....	38
7. Implementing Theories.....	39
7.1 Processes and Operations.....	39
7.2 Pull System.....	40
7.2.1 Kanban Method.....	40

Contents (continued)

7.3 Time-Based Methods.....	42
7.3.1 Takt Time.....	42
7.3.2 Cycle Time.....	43
7.3.3 Throughput Time.....	44
7.3.4 Workstation Design.....	44
7.4 Measuring Process (cellular) Layout Effectiveness.....	46
7.5 Sequence and Quantity Planning.....	47
Chapter 3: General Manufacturing Information.....	48
1. Company Information.....	48
1.1 Background.....	48
1.2 Products and Services.....	49
1.3 Mission Statement.....	50
2. Factory Information.....	51
2.1 Focused Product: Split-type Air Conditioner.....	51
2.2 Organization Chart.....	63
3. Process Flow.....	65
4. Working Procedures.....	68
4.1 Spraying Metal Parts.....	68
4.2 Product Assembly: Fan Coil Unit.....	70
4.3 Product Assembly: Condensing Unit.....	76
Chapter 4: Process Analysis for Redesign.....	81
1. Process Selection Criteria.....	81
2. Understand Current Conditions.....	81
2.1 Buying Characteristic – High Volume & Minor Parts.....	82
2.2 Production Decision – Large Lots Production.....	85
2.3 Order Environment Decision – Unidentified.....	85
2.3.1 Traditional Order Environment Information.....	85
2.3.1 Change of Order Environment – Make to Order.....	86

Contents (continued)

3. Problems and Area of Improvements.....	87
3.1 External Analysis – PEST.....	87
3.3.1 Politics.....	87
3.3.2 Economic.....	87
3.3.3 Social.....	88
3.1.4 Technology.....	88
3.2 Manufacturing Environment Selection – Cell.....	88
3.2.1 Product’s Viewpoint.....	88
3.2.1 Process’s Viewpoint.....	90
3.3 Layout Analysis.....	92
3.3.1 Comments on Current Layout.....	92
3.3.2 Loads and Distances Analysis.....	100
3.4 Current Time Observation.....	105
3.5 Causes & Effects Analysis.....	110
3.5.1 Personnel.....	110
3.5.2 Environment.....	111
3.5.3 Method.....	111
4. Final Decision.....	115
Chapter 5: Cellular Manufacturing Implementation.....	118
1. Introduction: An Overview Picture.....	118
2. Areas of Improvements.....	118
3. Put into Actions.....	119
3.1 Cell Design.....	125
3.1.1 Process: Cell A1 – Chemical Pool Cell.....	130
3.1.2 Process: Cell A2 – Painting Cell.....	132
3.1.3 Fan coil Unit: Cell B1 – Foam Attachment Cell.....	136
3.1.4 Fan coil Unit: Cell B2 – Back Panel Cell.....	138
3.1.5 Fan coil Unit: Cell B3 – Right and Left Panel Cell.....	140
3.1.6 Fan coil Unit: Cell B4 – Cooling Coil Cell.....	141
3.1.7 Fan coil Unit: Cell B5 – Motor Set Cell.....	143
3.1.8 Fan coil Unit: Cell B6 – Top Beam Cell.....	145

Contents (continued)

3.1.9 Fan coil Unit: Cell B7 – Return Grille Cell.....	147
3.1.10 Fan coil Unit: Cell B8 – Assembly Cell 1.....	149
3.1.11 Fan coil Unit: Cell B9 – Assembly Cell 2.....	154
3.1.12 Fan coil Unit: Cell B10 – Assembly Cell 3.....	156
3.1.13 Fan coil Unit: Cell B11 – Assembly Cell 4.....	159
3.1.14 Fan coil Unit: Cell B12 – Test and Pack Cell.....	162
3.1.15 Condensing Unit: Cell C1 – Bottom Panel Cell.....	164
3.1.16 Condensing Unit: Cell C2 – Pipe Bending Cell.....	165
3.1.17 Condensing Unit: Cell C3 – Fan Set Cell.....	167
3.1.18 Condensing Unit: Cell C4 – Control Device Cell.....	169
3.1.19 Condensing Unit: Cell C5 – Foam Attachment Cell.....	172
3.1.20 Condensing Unit: Cell C6 – Assembly Cell 1.....	174
3.1.21 Condensing Unit: Cell C7 – Assembly Cell 2.....	175
3.1.22 Condensing Unit: Cell C8 – Test and Pack.....	180
3.2 Layout Design.....	182
3.2.1 New Logical Layout.....	182
3.2.2 Loads and Distances Analysis.....	186
3.2.3 Additional Implementations.....	188
3.3 Time Observation and Improvements.....	190
3.3.1 Process: Cell A1 – Chemical Pool Cell.....	191
3.3.2 Process: Cell A2 – Painting Cell.....	194
3.3.3 Fan coil Unit: Cell B1 – Foam Attachment Cell.....	197
3.3.4 Fan coil Unit: Cell B2 – Back Panel Cell.....	200
3.3.5 Fan coil Unit: Cell B3 – Right and Left Panel Cell.....	201
3.3.6 Fan coil Unit: Cell B4 – Cooling Coil Cell.....	202
3.3.7 Fan coil Unit: Cell B5 – Motor Set Cell.....	203
3.3.8 Fan coil Unit: Cell B6 – Top Beam Cell.....	204
3.3.9 Fan coil Unit: Cell B7 – Return Grille Cell.....	206
3.3.10 Fan coil Unit: Cell B8 – Assembly Cell 1.....	207
3.3.11 Fan coil Unit: Cell B9 – Assembly Cell 2.....	209
3.3.12 Fan coil Unit: Cell B10 – Assembly Cell 3.....	210
3.3.13 Fan coil Unit: Cell B11 – Assembly Cell 4.....	211
3.3.14 Fan coil Unit: Cell B12 – Test and Pack Cell.....	213
3.3.15 Condensing Unit: Cell C1 – Bottom Panel Cell.....	214
3.3.16 Condensing Unit: Cell C2 – Pipe Bending Cell.....	215
3.3.17 Condensing Unit: Cell C3 – Fan Set Cell.....	216
3.3.18 Condensing Unit: Cell C4 – Control Device Cell.....	217
3.3.19 Condensing Unit: Cell C5 – Foam Attachment Cell.....	219
3.3.20 Condensing Unit: Cell C6 – Assembly Cell 1.....	220
3.3.21 Condensing Unit: Cell C7 – Assembly Cell 2.....	222
3.3.22 Condensing Unit: Cell C8 – Test and Pack.....	225

Contents (continued)

3.4 Coping with Takt Time Variation.....	226
Chapter 6: Result Comparison and Conclusion.....	227
1. Processes and Assembly Time Reduction.....	227
1.1 Comparative Results.....	227
1.2 Comments.....	230
2. Value-Added Improvements.....	231
2.1 Comparative Results.....	231
2.2 Comments.....	233
3. Throughput Time Reduction.....	234
3.1 Comparative Results.....	234
4. Any Quality Improvements?.....	236
4.1 Comparative Results.....	236
4.2 Comments.....	238
5. Recommendations and Suggestions.....	239
6. Conclusion.....	241
Bibliography.....	242
Biography.....	245

ศูนย์วิทยทรัพยากร
 จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

List of Figures

	Page
Figure 1-1: Trend of air conditioner quantity in Thailand.....	1
Figure 1-2: Appropriate strategy for current Thai air conditioner business	3
Figure 1-3: Overview sketch of the current factory layout.....	5
Figure 1-4: Scope of study must be able to answer these questions.....	8
Figure 2-1: Factors to consider making or buying.....	12
Figure 2-2: Product classification model.....	15
Figure 2-3a: Critical business model.....	16
Figure 2-3b: Critical competence model.....	17
Figure 2-4a: PQ analysis chart showing a 20:80 PQ ratio.....	18
Figure 2-4b: PQ analysis chart showing a 40:60 PQ ratio.....	18
Figure 2-5: Construction of a fishbone diagram.....	19
Figure 2-6: P time and D time in Aerospace industry.....	27
Figure 2-7: Layout for design solution.....	28
Figure 2-8a: Example of a machine shop layout.....	29
Figure 2-8b: Departmental arrangement typical of a process layout.....	30
Figure 2-9a: Operation sequence of a work station in product layout.....	31
Figure 2-9b: Assembly line sequence in product layout.....	32
Figure 2-10: Group of parts with similar manufacturing process.....	35
Figure 2-11: Single worker with multiple machines.....	35
Figure 2-12a: Process layout of a job shop without group technology cells	36
Figure 2-12b: Process layout of a job shop without group technology cells	36
Figure 2-13: Example of cellular layout with group technology cells.....	37
Figure 2-14: U-shape production line.....	38
Figure 2-15: Overview of a Kanban system.....	41
Figure 2-16: Illustration of assembling step in automobile assembly line	43
Figure 2-17: A simple precedence diagram.....	45
Figure 3-1a: Fan coil unit of split type air conditioner.....	52
Figure 3-1b: Condensing unit of split type air conditioner.....	52
Figure 3-2a: Design parts of fan coil unit of SFJ-12 model.....	55
Figure 3-2b: Design parts of fan coil unit of SFJ2-12 model.....	56
Figure 3-2c: Design parts of fan coil unit of SFJ-16 model.....	57
Figure 3-2d: Design parts of fan coil unit of SFJ-18 model.....	58
Figure 3-3a: Design parts of CU of SCJ-12, SCJ-16, and SCJ-18 model...	59
Figure 3-3b: Design parts of condensing unit of SCJ2-12 model.....	60
Figure 3-4a: Compressor of a condensing unit.....	61
Figure 3-4b: Condenser coil of a condensing unit.....	61
Figure 3-4c: Fan of a condensing unit.....	61
Figure 3-4d: Motor of a condensing unit.....	61
Figure 3-4e: Base supporter of a condensing unit.....	61
Figure 3-5a: Motor of a fan coil unit.....	61

Figure 3-5b: Blower housing of a fan coil unit.....	61
Figure 3-5c: Fan wheel of a fan coil unit.....	62
Figure 3-6a: Organization chart of BNB Inter Group Co, Ltd.....	63
Figure 3-6b: Manufacturing operation organization chart.....	64
Figure 3-7: Picture of manufacturing business flow.....	66
Figure 3-8: Overall picture of assembling processes flow.....	67
Figure 3-9: Procedures of cleaning stage.....	68
Figure 4-1: Trend of competitive strategies in manufacturing.....	81
Figure 4-2a: Split-type AC position in product classification model.....	89
Figure 4-2b: Design manufacturing view for Split-type AC position.....	89
Figure 4-3: PQ analysis chart showing position at 40:60 ratios.....	90
Figure 4-4: Effective process in volume and variety aspect.....	91
Figure 4-5: Analysis diagram for choosing control methods.....	92
Figure 4-6a: Traditional layout of S-Pak factory – Floor 1.....	93
Figure 4-6b: Traditional layout of S-Pak factory – Floor 2.....	94
Figure 4-7a: Flow description defines in the comment – Floor 1.....	95
Figure 4-7b: Flow description defines in the comment – Floor 2.....	96
Figure 4-8a: Distant and loads among departments – Floor 1.....	101
Figure 4-8b: Distant and loads among departments – Floor 2.....	102
Figure 4-9: Value-added ratio of fan coil and condensing unit.....	109
Figure 4-10: Fish bone diagram of Split-type assembling procedures.....	114
Figure 5-1a: Traditional large-lot size assembly for fan coil unit.....	120
Figure 5-1b: Redesign for small-lot size assembly for fan coil unit.....	121
Figure 5-2a: Traditional powder coating station.....	133
Figure 5-2b: Powder coating processed cell.....	135
Figure 5-3: Foam attachment processed cell.....	136
Figure 5-4: Back panel sub-assembly cell.....	138
Figure 5-5: Right and left panel sub-assembly cell.....	140
Figure 5-6: Cooling coil sub-assembly cell.....	141
Figure 5-7: Motor set sub-assembly cell.....	143
Figure 5-8: Top beam sub-assembly cell.....	145
Figure 5-9a: Return grille sub-assembly cell.....	147
Figure 5-9b: Support return short and support return long.....	148
Figure 5-9c: The usage of short and long supporters.....	149
Figure 5-10: The work piece sequence diagram.....	150
Figure 5-11: Panel and coil final assembly cell.....	151
Figure 5-12: Panel and coil final assembly cell.....	154
Figure 5-13: Top Beam final assembly cell.....	156
Figure 5-14: Plastic and control final assembly cell.....	159
Figure 5-15: Test and pack final assembly cell.....	162
Figure 5-16: Bottom panel sub-assembly cell.....	164
Figure 5-17: Pipe bending processes cell.....	165
Figure 5-18: Fan set sub-assembly cell.....	167
Figure 5-19: Control device sub-assembly cell.....	169

Figure 5-20: Foam attachment processes cell.....	172
Figure 5-21: Condensing unit final assembly cell 1.....	174
Figure 5-22: Condensing unit final assembly cell 2.....	177
Figure 5-23: Test and pack final assembly cell.....	180
Figure 5-24a: The condensing cell relationship.....	182
Figure 5-24b: The fan coil cell relationship.....	183
Figure 5-25a: Redesign layout of S-Pak factory – Floor 1.....	184
Figure 5-25b: Redesign layout of S-Pak factory – Floor 2.....	185
Figure 6-1a: Process time of traditional and redesign system.....	228
Figure 6-1b: Assembly time of traditional system and redesign system...	229
Figure 6-2: Summarization time in traditional and redesign system.....	229
Figure 6-3: Value-added ratio of new processes redesign.....	233
Figure 6-4: Throughput time in traditional and redesign system.....	236
Figure 6-5: History of quality improvements in the factory.....	23



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

List of Tables

	Page
Table 1-1: Thesis working schedule.....	10
Table 2-1: Factors involved in PEST analysis.....	14
Table 2-2: Comparison between each types of process.....	24
Table 2-3: Example of layout effectiveness measurement table.....	46
Table 2-4: Example of model require per daily.....	47
Table 2-5: Methods of finding production units per cycle.....	47
Table 3-1: BOM of metal components and parts description in fan coil and condensing unit models.....	53
Table 3-2: BOM of plastic and other non-metal components and parts description in fan coil unit models.....	54
Table 3-3: List of different parts and components in each capacity.....	62
Table 3-4: Detail of cleaning and glazing iron phosphate.....	68
Table 3-5: Detail of rust protector.....	69
Table 3-6: Chemical control of coloring process.....	69
Table 3-7: Symbols used in the assembling process chart.....	71
Table 4-1: Lists of first tier of suppliers.....	83
Table 4-2: Lists of second tier of suppliers.....	84
Table 4-3: Quantity and time customer can afford to wait.....	86
Table 4-4a: Output of loads and distances work layout analysis.....	103
Table 4-4b: Output of loads and distances stock layout analysis.....	104
Table 4-5a: Time observation sheet for traditional FC production.....	105
Table 4-5b: Time observation sheet for traditional CS production.....	107
Table 4-6: Manufacturing-type selection for redesign factory.....	115
Table 5-1: Traditional model name and newly design model.....	120
Table 5-2a: Production schedule list for date 13/01/03 (real situation).....	122
Table 5-2b: Production schedule list for date 14/01/03 (real situation).....	122
Table 5-3: Planned assembly sequence for date 14/01/03.....	122
Table 5-4: Production schedule list for date 21/03/03 (real situation).....	123
Table 5-5: Assembly sequence which has exceeded lot-sizes.....	123
Table 5-6: Assembly sequence planned for date 21/03/03.....	124
Table 5-7a: Process route for cell creation – chemical pool.....	126
Table 5-7b: Process route for cell creation – painting.....	127
Table 5-8a: Process route for FC cell creation – processes and assembly	127
Table 5-8b: Process route for FC cell creation – processes and assembly	128
Table 5-8c: Process route for FC cell creation – processes and assembly	128
Table 5-9a: Process route for CS cell creation – processes and assembly	129
Table 5-9b: Process route for CS cell creation – processes and assembly	129
Table 5-7: Cell divisions determined by process properties.....	130

Table 5-8a:	Fan coil processed parts in daily cycles.....	131
Table 5-8b:	Condensing processed parts in daily cycles.....	131
Table 5-9:	Output of loads and distances in redesign layout analysis.....	186
Table 5-10:	Example of standard work time sheet.....	191
Table 5-11:	Standard working time sheet for chemical cell.....	192
Table 5-12:	Standard working time sheet for painting cell.....	194
Table 5-13:	Standard working time sheet for FC foam attachment cell...	197
Table 5-14:	Standard working time sheet for fan coil back panel cell.....	200
Table 5-15:	Standard working time sheet for FC right and left panel cell	201
Table 5-16:	Standard working time sheet for fan coil cooling coil cell...	202
Table 5-17:	Standard working time sheet for fan coil motor set cell.....	203
Table 5-18:	Standard working time sheet for fan coil top beam cell.....	204
Table 5-19:	Standard working time sheet for fan coil return grille cell...	206
Table 5-20:	Standard working time sheet for fan coil assembly cell 1....	207
Table 5-21:	Standard working time sheet for fan coil assembly cell 2....	209
Table 5-22:	Standard working time sheet for fan coil assembly cell 3....	210
Table 5-23:	Standard working time sheet for fan coil assembly cell 4....	212
Table 5-24:	Standard working time sheet for fan coil test and pack cell	213
Table 5-25:	Standard working time sheet for CS bottom panel cell.....	214
Table 5-26:	Standard working time sheet for CS pipe bending cell.....	215
Table 5-27:	Standard working time sheet for condensing fan set cell.....	216
Table 5-28:	Standard working time sheet for CS control device cell.....	217
Table 5-29:	Standard working time sheet for CS foam attachment cell...	219
Table 5-30:	Standard working time sheet for condensing assembly cell 1	220
Table 5-31:	Standard working time sheet for condensing assembly cell 2	222
Table 5-32:	Standard working time sheet for CS test and pack cell.....	225
Table 6-1a:	Operation time for each activity in producing fan coil units	227
Table 6-1b:	Operation time for each activity in producing CS units.....	228
Table 6-2a:	Non-value added time sheet for new fan coil unit production	231
Table 6-2b:	Non-value added time sheet for new CS unit production....	232
Table 6-3:	Defects and errors record from year 2002 to 2003.....	237