เครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติสำหรับการผลิตเปลือกหุ้มคอมเพรสเซอร์

นาย องอาจ วีรชาติยานุกูล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2538
ISBN 974-632-479-9
ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16564546

AN AUTOMATIC LOADING MACHINE FOR COMPRESSOR CASING MANUFACTURING

MR. ONG-ART VEERACHARTYANUKUL

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Education
Department of Mechanical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1995

ISBN 974-632-479-9

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ สำหรับการผลิตเปลือกหุ้มคอมเพรสเซอร์
โดย	นาย องอาจ วีรชาติยานุกูล
ภาควิชา	วิศวกรรมเครื่องกล
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิทยา ยงเจริญ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร. วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัยโรจน์ คุณพนิชกิจ)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

องอาจ วีรชาติยานุกูล : เครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติสำหรับการผลิตเปลือกหุ้มคอมเพรสเซอร์ (AN AUTOMATIC LOADING MACHINE FOR COMPRESSOR CASING MANUFACTURING) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ, 150 หน้า. ISBN 974-632-479-9

โครงการวิทยานิพนธ์นี้เป็นการศึกษาการพัฒนาระบบควบคุมอัตโนมัติจากห้องปฏิบัติการไปสู่การใช้งานจริงในอุตสาหกรรม โดยทำการสร้างเครื่องป้อนชิ้นงาน เปลือกคอมเพรสเซอร์ตู้เย็น เข้าและออกจากเครื่องปั๊มขึ้นรูป ประกอบด้วยชุดแขนเคลื่อนที่ในแนวดิ่ง 4 แขน ตรงปลายมีแผ่นยางสูญญากาศ สำหรับจับชิ้นงาน วางร่วมอยู่บนแกนเคลื่อนที่แนวนอน 1 แกน ใช้เซอร์โวมอเตอร์กระแสสลับแบบไม่ใช้ แปรงถ่านควบคุมตำแหน่งแกนมอเตอร์ ด้วยการควบคุมแบบ พี.ไอ.ดี. เป็นชุดขับเคลื่อน ใช้ชุดควบคุม พี.แอล.ซี. ควบคุมระบบการทำงานและระบบควบคุมความปลอดภัย

เครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ จะช่วยป้องกันอุบัติเหตุ ที่อาจเกิดขึ้นต่อพนักงาน ประจำเครื่องปั๊มขึ้นรูปช่วยเพิ่มการยืดหยุ่นในสายการผลิตเปลือกคอมเพรสเซอร์ เพราะการเปลี่ยนรุ่นการผลิตทำได้ทันที ด้วยการเปลี่ยนแนวทางเดินของปลายแขนโดยใช้โปรแกรม จึงช่วยเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตและลดต้นทุนการผลิต

จากการทดสอบ ค่าความผิดพลาดของตำแหน่งการเคลื่อนที่ในแนวนอน ที่ความเร็วการเคลื่อนที่ 412.5 มิลลิเมตรต่อวินาที พบว่าค่าความผิดพลาดของตำแหน่งสูงสุด ตลอดระยะทางการเคลื่อนที่มีค่าเท่ากับ 0.070 ม.ม ซึ่งความผิดพลาดส่วนใหญ่มาจาก ความคลาดเคลื่อนของอุปกรณ์เปลี่ยนทิศทางการเคลื่อนที่จากการหมุนเป็นการเคลื่อนที่เชิงเส้น และเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติสามารถผลิตเปลือกคอมเพรสเซอร์ ได้ ในเวลาเฉลี่ย 8.53 วินาทีต่อชิ้น และความสามารถผลิตชิ้นงานเฉลี่ยต่อผลัดเท่ากับ 2,354 ชิ้นต่อผลัด ซึ่งน้อยกว่าเป้าหมายคือ 9.72 วินาทีต่อชิ้นและ 2,500 ชิ้นต่อผลัด ตามลำดับ โดยเวลาสูญเสียส่วนใหญ่เกิดจาก ใช้เวลาในการตั้งแม่พิมพ์ตอนเปลี่ยนรุ่นผลิตนานผิดปรกติ ซึ่งจะต้องมีการแก้ไขปรับปรุงต่อไป

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ..... ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ..... ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

##C415710 : MAJOR MECHANICAL ENGINEERING
KEY WORD: AUTOMATIC MACHINE/ROBOTIC

ONG-ART VEERACHARTYANUKUL : AN AUTOMATIC LOADING MACHINE FOR COMPRESSOR CASING MANUFACTURING. THESIS ADVISOR : ASSO.PROF. VIBOON SANGVERAPHUNSIRI,Ph.D. 150 pp. ISBN 974-632-479-9

Development of an industrial standard automatic loading machine is studied in this thesis. An automatic loading machine for compressor casing manufacturing is used to load and unload compressor casing from press machine. It consists of 4 y-axis arms with vaccuum gripper each at their ends. These 4 y-axis arms are installed in an x-axis base. The brushless AC-servo motors with PID controllers are used to control the motion in x and y directions. The sequence of the operation and the safety system are controlled by programmable logical controller (PLC)

A major consideration in designing the automatic loading machine is safety system to prevent accident cause by the press machine. Production flexibility is also increased,because the production model can be change easily by changing the moving path control program. Of course, the production cost also reduced.

From the experiments, it has been shown that the position error of the x-axis is less than 0.07 millimetre, when the path velocity is setting at the 412.5 mm/sec. The average cycle time is 8.53 sec and the production capacity is 2,345 pcs/shift. while the design criterior target is at 9.72 sec and 2,500 pcs/shift respectively. The main loss time is the die settling time is set too long. When the different production model is used the production capacity problem will be improved.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมเครื่องกล ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จลุล่วงลงได้ ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. วิบูลย์ แสงวีระพันธุ์ศิริ อาจารย์ ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้คำแนะนำ ข้อคิดต่างๆ และความช่วยเหลือทางด้านวิชาการ

ขอขอบพระคุณบริษัท ซันโยยูนิเวอร์แซล อิเลคทริค จำกัด (มหาชน) ที่ให้ทุนสนับสนุนโครงการ คุณ ชาญชัย เที่ยงสุรินทร์ ที่ให้โอกาส ในการพัฒนาระบบอัตโนมัตินี้และพนักงานบริษัท ซันโยยูนิเวอร์แซล อิเลคทริค จำกัด (มหาชน) ทุกท่านที่มีส่วนช่วยกันคนละไม้คนละมือ จนงานสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี

ท้ายสุดนี้ ขอกราบขอบพระคุณมารดา และพี่ ๆ ทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือ และให้การสนับสนุนผู้วิจัยในทุกๆด้านเสมอมา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... จ

กิตติกรรมประกาศ..... ฉ

สารบัญตาราง..... ช

สารบัญภาพ..... ซ

บทที่

1. บทนำ..... 1
2. การทำงานของเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ..... 3
3. ระบบการควบคุมมอเตอร์และส่วนประกอบเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ..... 11
4. การควบคุมพี . ไอ .ดี..... 24
5. แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของมอเตอร์และภาระ..... 31
6. การออกแบบค่าเกนของชุดควบคุม..... 39
7. ระบบความปลอดภัยและแผนภาพแสดงการทำงานเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ..... 47
8. ผลการทดสอบเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ..... 64
9. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ..... 69

รายการอ้างอิง..... 71

ภาคผนวก..... 72

ประวัติผู้เขียน..... 150

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงความสูงของชิ้นงานเปลือกคอมเพรสเซอร์บนแม่พิมพ์แต่ละรุ่น..... 11

2.1 แสดงความสูงของชิ้นงานเปลือกคอมเพรสเซอร์บนแม่พิมพ์แต่ละรุ่น..... 39

8.1 ผลการทดสอบความแม่นยำของตำแหน่งแกน X..... 66

8.2 เวลา 1 รอบ การผลิตชิ้นงาน..... 68

8.3 ยอดผลิตชิ้นงานจริงต่อผลัด..... 68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 เครื่องปั๊มขึ้นรูปขนาด 350 ตัน 4
2.2 ชิ้นงานและแม่พิมพ์ต่างๆ 5
2.3 แผนภาพแสดงการทำงานโดยใช้คนป้อนชิ้นงาน 6
2.4 แผนภาพแสดงการทำงานโดยใช้เครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ 6
2.5 แผนภาพทางเดินและเวลาของแขนเครื่องป้อนชิ้นงาน 1 แขน 9
2.6 แผนภาพความเร็วแบบทราโปโซเดียล (TRAPOSODIAL) 9
2.7 แผนภาพความเร็วแกน Y 10
2.8 แผนภาพความเร็วแกน X 10
2.9 แสดงรายละเอียดของแม่พิมพ์ทั้งสามขบวนการ 12
3.1 , 3.2 มอเตอร์แบบใช้แปรงถ่าน เปรียบเทียบมอเตอร์แบบไม่ใช้แปรงถ่าน 13
3.3 ตัวป้อนกลับแบบรีโซลเวอร์ของมอเตอร์แบบไม่ใช้แปรงถ่าน 14
3.4 หลักการทำงานของรีโซลเวอร์ 14
3.5 การแปลงสัญญาณจากรีโซลเวอร์เป็นดิจิตอล 14
3.6 ชุดขับมอเตอร์แบบไม่ใช้แปรงถ่าน แบบ 2 เฟส 15
3.7 บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแบบ พี. ไอ. ดี. ที่มีการป้อนไปข้างหน้า ของความเร็ว 15
3.8 โหมดควบคุมตำแหน่ง 16
3.9 โหมดควบคุมความเร็ว 17
3.10 โหมดควบคุมแรงบิด 17
3.11 ตัวอย่างคำสั่งโปรแกรมชุดควบคุมทางเดินมอเตอร์ 18
3.12 มอเตอร์กระแสสลับแบบไม่ใช้แปรงถ่านที่ใช้เครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ 19
3.13 ส่วนประกอบของบอลสกรู 19
3.14 ประสิทธิภาพของสกรู 20
3.15 ค่าพารามิเตอร์ในการระบุค่าความแม่นยำของบอลสกรู 20
3.16 บอลสกรูที่ใช้ในเครื่องป้อนชิ้นอัตโนมัติ 20
3.17 การคำนวณแรงบิดและโมเมนต์แรงเฉื่อยของบอลสกรู 21
3.18 สัมประสิทธิ์ความเสียดทานของรางเลื่อนแบบลูกปืน 22

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.19 ส่วนประกอบของรางเลื่อนแบบลูกปืน 22
3.20 โฟโตอิเลคทริคสวิทช์ชนิดต่างๆ 23
3.21 วงจรสัญญาณขาออกของ โฟโตอิเลคทริคสวิทช์ 23
3.22 การทำงานของพรอกซิมิตี้สวิทช์ 24
3.23 วงจรสัญญาณขาออกของพรอกซิมิตี้สวิทช์ 24
3.24 แผนภาพแสดงการทำงานขาเข้าขาออก ของโปรแกรม มาเบิล โลจิคอล คอนโทรลเลอร์ 25
3.25 ภาพประกอบของเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ 26
4.1 ระบบควบคุมแบบ พี ที่มีแรงบิดรบกวน N(s) 27
4.2 แสดงการตอบสนองของระบบควบคุมต่อแรงบิดรบกวนที่ค่าเกน K_p ต่าง ๆ 28
4.3 ระบบควบคุมแบบ พี.ไอ. ที่มีแรงบิดรบกวน 29
4.4 ระบบการควบคุมแบบเปิด และ ระบบการควบคุมแบบปิด 30
4.5 การควบคุมแบบ พี.ดี. สำหรับระบบอันดับสอง 31
4.6 บล็อกไดอะแกรมการควบคุมแบบ พี. ไอ. ดี 33
5.1 บล็อกไดอะแกรมของมอเตอร์และภาระ 34
5.2 บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแบบ พี ของมอเตอร์ 35
5.3 การตอบสนองต่ออินพุทแบบยูนิตสเตป ของระบบภายใต้แดมป์ 36
5.4 ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการตอบสนองต่อยูนิตสเตปอินพุท ของระบบ ภายใต้แดมป์ 37
5.5 บล็อกไดอะแกรมของมอเตอร์และภาระ 40
6.1 แผนภาพแสดงความเร็วเชิงเส้น ของภาระที่เวลา 0 ถึง 1 วินาที 41
6.2 บล็อกไดอะแกรมของระบบควบคุมแบบ พี.ไอ.ดี. 42
6.3 โบดพลอตของระบบควบคุมเปิดแบบพี (K = 537) และระบบควบคุมบบ ไอ และ ดี 44
6.4 โบดพลอตของระบบควบคุมแบบ พี . ไอ . ดี. 45
6.5 การตอบสนองของระบบภายใต้การควบคุมแบบ พี. ไอ. ดี ต่ออินพุทแบบสเตปของแบบ จำลองทางคณิตศาสตร์ เปรียบเทียบกับ การตอบสนองของระบบจริง 46
6.6 กราฟแสดงตำแหน่งและความผิดพลาดของตำแหน่งแกนมอเตอร์ ของระบบจริง เปรียบเทียบกับตำแหน่งอ้างอิง 47

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

6.7 กราฟแสดงความเร็วและความผิดพลาดของความเร็วแกนมอเตอร์ ของระบบจริง เปรียบเทียบกับความเร็วอ้างอิง..... 48

7.1 แสดงตำแหน่งอุปกรณ์ความปลอดภัย..... 49

7.2 แสดงตำแหน่งตรวจสอบความสูง ของชิ้นงานที่วางบนแม่พิมพ์..... 50

7.3 แสดงตำแหน่งสวิทช์ลำแสงป้องกันบริเวณทำงานของเครื่องปั๊มขึ้นรูป..... 50

7.4 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบควบคุมความปลอดภัย ของชุดป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ..... 51

7.5 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบควบคุมความปลอดภัย ของเครื่องปั๊มขึ้นรูป..... 52

7.6 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบควบคุมความปลอดภัย เครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ..... 53

7.7 แผนภูมิแสดงการทำงานของเครื่องป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ..... 54

7.8 แผนภูมิแสดงการหาตำแหน่งเริ่มต้น..... 55

7.9 แผนภูมิแสดงการทำงานการป้อนชิ้นงานอัตโนมัติ..... 56

7.10, 7.11 แผนภูมิแสดงการทำงานของชุดป้อนแผ่นเหล็กกลมอัตโนมัติ..... 57

7.12 แผนภูมิแสดงการทำงานของชุดป้อนอัตโนมัติ..... 59

7.13 แผนภูมิแสดงการทำงาน การควบคุมด้วยมือ..... 62

7.14 แผนภูมิแสดงลำดับการทำงาน การควบคุมการทำงานด้วยมือ ของแกน X..... 63

7.15 แผนภูมิแสดงลำดับการทำงาน การควบคุมการทำงานด้วยมือ ของแกน X..... 64

8.1 ความผิดพลาดของตำแหน่งเชิงเส้น และเชิงมุมของแกน X..... 67

8.2 ความผิดพลาดของตำหน่งเชิงเส้นรวม ของแกน X..... 67

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย