

# กลไกการล็อกประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติแบบความสูงครึ่งหนึ่ง

## LOCKING MACHANISM OF HALF HEIGHT PLATFORM SCREEN DOOR

นายธีรวัธ ดีพรหม นายอัศรพงษ์ คำสิงห์ นายเกรียงศักดิ์ ทวีสิน

ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 หมู่ 1 ถนนรังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์ 02-549-3430

### บทคัดย่อ

ปัญหานี้เป็นออกแบบและสร้างกลไกการล็อกประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติโดยใช้ระบบส่งกำลังของประตูด้วยสายพาน โดยต้องออกแบบกลไกการล็อกของประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติให้สามารถทำการล็อกประตูที่ปิดด้วยความเร็วสูงสุด 0.2 m/s ได้ในเวลา 3 วินาที ได้โดยไม่เสียหายจากนั้นระบบกลไกการล็อกประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติจะต้องสามารถทำการล็อก-ปลดล็อกได้ด้วยไฟฟ้าและปลดล็อกได้ด้วยมือเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้า

โดยกระบวนการออกแบบเริ่มจากไปศึกษาสภาพแวดล้อมของรถไฟฟ้าเพื่อนำมาออกแบบประตูและระบบล็อกโดยได้เลือกชนิดประตูกันชนาชาลาแบบความสูงครึ่งหนึ่ง (Half Height platform screen doors : HHPSD) ในการออกแบบระบบล็อกนั้นต้องคำนึงถึงแรงที่ใช้ในการล็อกและปลดล็อก ขนาดของเพลที่ต่อกับตัวล็อก และใช้โซลินอยด์แล้วแบบขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้า (Push-Pull Solenoid) เป็นตัวควบคุมการปลดล็อกด้วยไฟฟ้า

ผลจากการออกแบบและสร้างกลไกการล็อกของประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติทำให้สามารถทดสอบและเก็บข้อมูลโดยได้ผลของแรงที่ใช้ในการผลักตัวล็อกให้ระบบล็อกทำงานเฉลี่ยคือ 5.76 นิวตัน และแรงที่ใช้ในการปลดล็อกประตูด้วยมือ (Emergency release Handle) เฉลี่ยคือ 4.06 นิวตัน ซึ่งผลของแรงกระทำดังกล่าวเมื่อติดตั้งระบบล็อกเข้ากับประตูที่ใช้ระบบส่งกำลังด้วยสายพานและโซลินอยด์ขนาด 5 วัตต์ ระบบล็อกประตูประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติสามารถทำงานได้

### 1.บทนำ

เนื่องจากชานชาลาไฟฟ้าของบริษัทรถระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร จำกัด (มหาชน) ทุกสถานีเป็นชานชาลาแบบเปิดโล่งและมีเจ้าหน้าที่รักษาความปลอดภัยคอยระวังไม่ให้ผู้โดยสารขึ้นรถไฟฟ้าเกินเส้นความปลอดภัยสีเหลืองเท่านั้นซึ่งเป็นวิธีการป้องกันอุบัติเหตุที่ไม่เพียงพอที่จะป้องกันไม่ให้ผู้โดยสารตกลงไปในรางและถูกรถไฟฟ้าเฉี่ยวชนได้ จากปัญหาเหล่านี้ทำให้กรุงเทพมหานครซึ่งเป็นผู้ให้สัมปทานแก่บริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร จำกัด (มหาชน) เสนอให้มีการติดตั้งระบบประตูกันชนาชาลาไฟฟ้าเพื่อเพิ่มความมั่นใจในเรื่องความปลอดภัยแก่ผู้โดยสารบริษัทระบบขนส่งมวลชนกรุงเทพมหานคร จำกัด (มหาชน) จึงได้ดำเนินการติดตั้งต้นแบบระบบประตูกันชนาชาลา

รถไฟฟ้าที่มีความสูงครึ่งหนึ่ง ที่สถานีสยามเป็นที่แรกซึ่งระบบประตูดังกล่าวนี้ได้นำเข้ามาจากต่างประเทศและมีราคาแพงมาก

### 2.วัตถุประสงค์

- 2.1 เพื่อศึกษาและออกแบบระบบกลไกการล็อกของประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติ
- 2.2 เพื่อหาประสิทธิภาพของระบบกลไกการล็อกของประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติ

### 3.ขอบเขตโครงการ

- 3.1 ออกแบบระบบกลไกการล็อกที่สามารถทำงานได้ภายใต้ระบบส่งกำลังของประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติด้วยสายพาน
- 3.2 สร้างแบบจำลองกลไกการล็อกของประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติเพื่อวิเคราะห์หลักการทำงานของระบบกลไกการล็อกประตู
- 3.3 สร้างกลไกการล็อกของประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติ เพื่อทดสอบการทำงานจริงและแก้ไขปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพในการใช้งานสูงสุด

### 4.ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 4.1 สามารถวิเคราะห์ระบบกลไกการล็อกของประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติได้
- 4.2 สามารถนำความรู้ที่ได้ไปประยุกต์ใช้และเป็นต้นแบบในการสร้างระบบกลไกการล็อกประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติของจริง
- 4.3 สามารถเข้าใจและประยุกต์ใช้กระบวนการสร้างโครงการและการทำงานร่วมกับผู้อื่น
- 4.4 สามารถนำความรู้ต่างๆที่ได้รับจากการทำปัญญานิพนธ์ครั้งนี้ไปประยุกต์ใช้กับงานต่างๆได้อย่างมีความรู้ความเข้าใจ

### 5.วิธีการดำเนินโครงการ

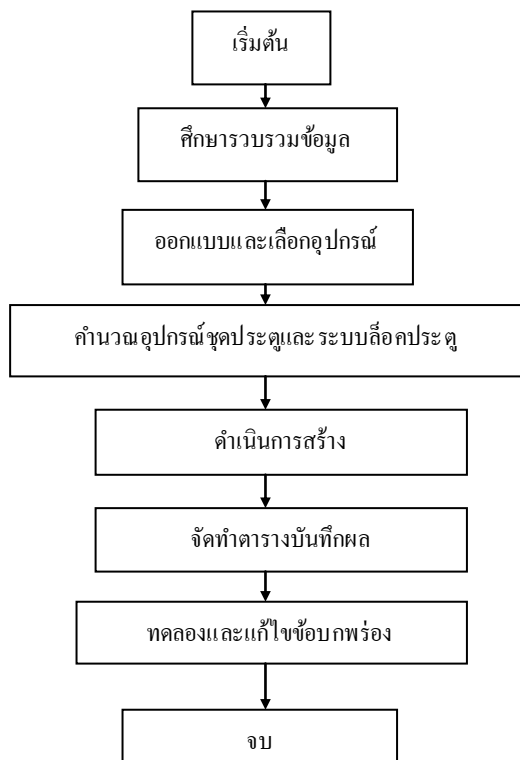
ในบทนี้จะกล่าวถึงการจัดทำชุดทดลอง กลไกการล็อกของประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติซึ่งจะแบ่งตามขั้นตอนการจัดทำตั้งแต่เริ่มต้นจัดทำ จนเสร็จสมบูรณ์โดยเริ่มจากการศึกษาหลักการล็อกการออกแบบ ให้เหมาะสมกับตัวประตูกันชนาชาลาอัตโนมัติ การคำนวณเกี่ยวกับชุดตัวล็อก รวมไปถึงพิจารณาในส่วนต่างๆ ที่

เกี่ยวกับการจัดทำ

การออกแบบชุดกลไกการลีดของประตูกันชนชาลาอัตโนมัติ มีการออกแบบ จำนวน และการเลือกใช้เกี่ยวกับอุปกรณ์ที่นำมาติดตั้ง ในชุดการทดลอง โดยอุปกรณ์และชิ้นส่วนทั้งหมดของชุดกลไกการ ลีดของประตูกันชนชาลาอัตโนมัติได้จากการออกแบบและคำนวณ เพื่อที่จะได้ใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพซึ่งจะมีรายละเอียดของ โครงสร้างจนถึงรายละเอียดต่างๆของชุดทดลอง

ในการสร้างและออกแบบชุดกลไกการลีดของประตูกันชน ชาลาอัตโนมัติใช้ชิ้นส่วนหลักๆ โดยรายละเอียดต่างๆจะกล่าวต่อไป ตั้งแต่การจัดทำชิ้นส่วนอุปกรณ์ตลอดจนถึงสิ้นสุดโครงการเพื่อที่จะ ได้เป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจ

### 5.1 ขั้นตอนในการดำเนินงาน



### 5.2 สมมติฐานการออกแบบ

7.1 ระบบกลไกการลีดประตูกันชนชาลาอัตโนมัติต้องสามารถทำ การลีดประตูที่ปิดด้วยความเร็วสูงสุด 0.2 m/s ได้ในเวลา 3 วินาทีได้ โดยไม่เสียหาย

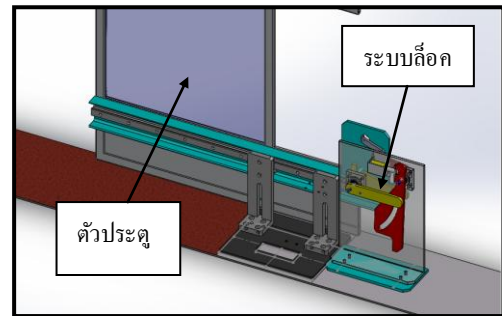
7.2 ระบบกลไกการลีดประตูกันชนชาลาอัตโนมัติต้องสามารถปลด ลีดได้ด้วยไฟฟ้าและปลดได้ด้วยมือเมื่อไม่มีกระแสไฟฟ้า

7.3 ระบบกลไกการปลดลีดด้วยมือต้องถูกติดตั้งให้ผู้ใช้งานหรือ ผู้โดยสารรถไฟไฟฟ้าใช้งานได้สะดวก

## 6.การออกแบบและสร้างระบบกลไกการลีดประตูกันชน ชาลาอัตโนมัติ

ภาพโดยรวมของประตูกันชนชาลาอัตโนมัติถูกประกอบเข้ากับระบบ ลีด

ในการออกแบบระบบลีดของประตูกันชนชาลาอัตโนมัตินั้นจะ แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ตัวประตูและระบบลีดของประตู

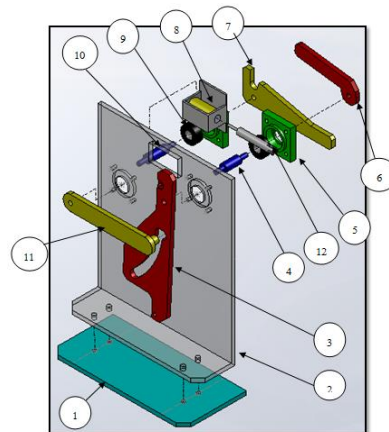


รูปที่ 1. ระบบลีดติดตั้งเข้ากับประตูกันชนชาลาอัตโนมัติ

### 6.1 โครงสร้างระบบลีด

โครงสร้างของระบบลีดประกอบด้วย

- |                   |                       |
|-------------------|-----------------------|
| 1. ฐานระบบลีด     | 2. ฐานตั้งระบบลีด     |
| 3. ตัวกลางระบบลีด | 4. เฟลา 1             |
| 5. ประกับ Bearing | 6. แขนเชื่อมตัวกลาง   |
| 7. ตัวลีด         | 8. Push pull solenoid |
| 9. Bearing        | 10. เฟลา              |
| 11. แขนลีด        | 12. แกน Solenoid      |

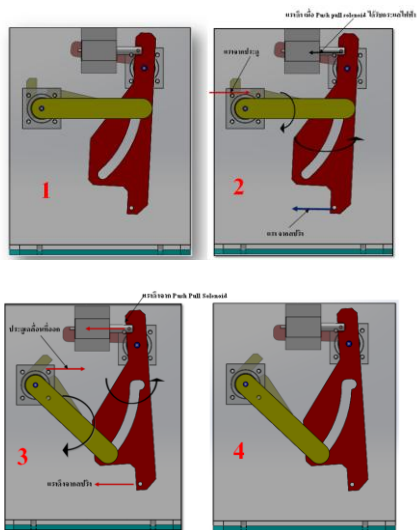


รูปที่ 2. ระบบลีดติดตั้งเข้ากับประตูกันชนชาลาอัตโนมัติ

### 6.2 ลักษณะการทำงานของระบบประตูกันชนชาลาอัตโนมัติ

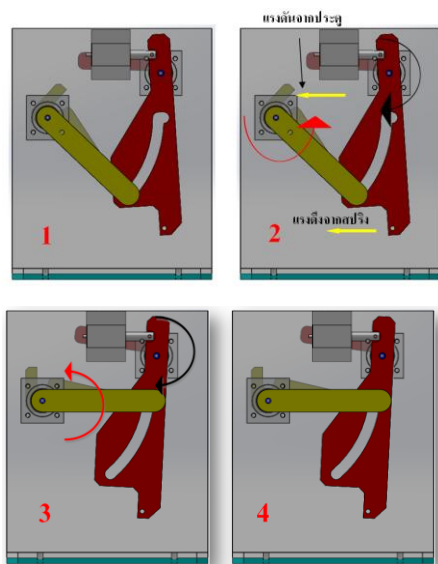
ระบบลีดของประตูกันชนชาลาอัตโนมัตินี้จะทำหน้าที่ 2 ลักษณะคือลีด-ปลดลีดด้วยระบบอัตโนมัติ และปลดลีดด้วยมือซึ่ง การทำงานของระบบลีดประตูนี้จะอาศัยแรงจากโซลินอยด์แล้ว แรง จากสปริงและแรงจากการเคลื่อนที่ของประตูจากการส่งถ่ายกำลังจาก มอเตอร์

### 6.2.1 ขั้นตอนการปลดล็อกประตูด้วยระบบอัตโนมัติ



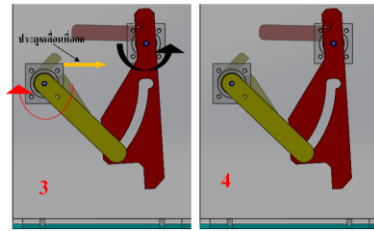
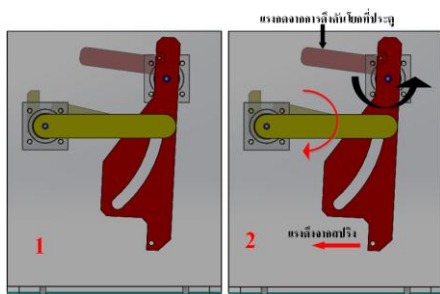
รูปที่ 3 ขั้นตอนการปลดล็อกประตูด้วยระบบอัตโนมัติ

### 6.2.2 ขั้นตอนการล็อกประตูด้วยระบบอัตโนมัติ



รูปที่ 4 ขั้นตอนการล็อกประตูด้วยระบบอัตโนมัติ

### 6.2.3 ขั้นตอนการปลดล็อกประตูด้วยคันโยกมือ



รูปที่ 5 ขั้นตอนการปลดล็อกประตูด้วยคันโยกมือ

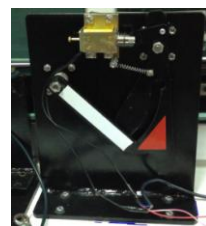
## 7. วิธีการทดสอบและผลการทดสอบ

หลังจากที่ดำเนินการสร้างชุดกลไกการล็อกของประตูกันชนชาลาอัตโนมัติเสร็จแล้วต้องมีการทดลองเพื่อหาค่าต่างๆ โดยแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ลำดับคือ

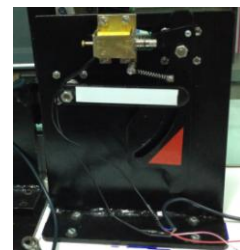
- 1.การทดสอบการล็อกโดยกำหนดให้ทำการล็อกสำเร็จ และตรวจสอบหาความคลาดเคลื่อนของระยะห่างระหว่างตัวกลไกการล็อก
- 2.การทดสอบการปลดล็อกด้วยมือโดยเป็นการหาแรงในการดึงของค้ำจับที่ใช้ในการปลดล็อกด้วยมือ
- 3.การทดสอบหาแรงที่ใช้เพื่อให้ระบบกลไกการล็อกทำงานโดยจะทำการหาแรงตรงขึ้นส่วนที่เป็นตัวทำหน้าที่รับแรงจากการเลื่อนของประตู

### 7.1 การทดลองหาประสิทธิภาพของระบบล็อกประตูกันชนชาลาอัตโนมัติ

- 7.1.1 ประตูกันชนชาลาอัตโนมัติอยู่ที่สภาวะเปิดสุด
- 7.1.2 ทำการเดินเครื่องให้ประตูกันชนชาลาอัตโนมัติทำงาน
- 7.1.3 บันทึกผลการทำงานของระบบกลไกการล็อกประตูกันชนชาลาอัตโนมัติว่าทำการล็อกประตูสำเร็จหรือไม่



รูปที่ 6 ระบบล็อกคอนที่ประตูอยู่ในสภาวะเปิดสุด



รูปที่ 7 ล็อกสำเร็จ

## 7.2 การทดสอบแรงที่ใช้ในการปลดล็อก Emergency Release Handle (ERH)

7.2.1 พิจารณาประตูที่สภาวะปิดสุดและระบบกลไกการล็อกทำการล็อกแบบอัตโนมัติ

7.2.2 ใช้เครื่องวัดแรง (Force Meter) ทำการปลดล็อกที่คันโยกตัวประตู

7.2.3 บันทึกผลแรงที่ใช้ในการปลดล็อกลงในตาราง



รูปที่ 8 การทดสอบระบบปลดล็อกแบบคันโยกด้วยมือ



รูปที่ 9 การทดสอบหาแรงที่ใช้ปลดล็อกแบบคันโยกด้วยมือ

## 7.3 การทดสอบหาแรงเฉลี่ยที่ใช้ในการทำให้ระบบล็อกทำงานได้

7.3.1 ประตูกันคนตรงอยู่ในสภาวะเปิดสุด

7.3.2 ระบบกลไกการล็อกอยู่ในสภาวะปลดล็อก

7.3.3 ใช้เครื่องวัดแรง (Force Meter) ทำการดึงกลไกการล็อกเพื่อทำให้ระบบกลไกการล็อกทำงานจนอยู่ในสภาวะล็อก

7.3.4 บันทึกผลแรงที่ใช้ในการล็อกแต่ละครั้งเพื่อหาค่าเฉลี่ยแรงที่ใช้ในการทำให้ระบบล็อกประตูกันคนชาลาอัตโนมัติทำงาน



รูปที่ 10 การทดสอบแรงที่ใช้ในการล็อก

## 8. สรุปผลโครงการ

จากการดำเนินโครงการการออกแบบระบบส่งกำลังและกลไกการล็อกประตูกันคนชาลาอัตโนมัติมีการทดสอบดังต่อไปนี้

8.1 การทดลองหาประสิทธิภาพของระบบล็อกประตูกันคนชาลาอัตโนมัติจากการทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง เราได้พบว่ากลไกการล็อกสามารถทำการล็อกสำเร็จทุกครั้ง

8.2 การทดสอบแรงที่ใช้ในการปลดล็อก Emergency Release Handle (ERH) จากการทดสอบแรงที่ใช้ในการปลดล็อกตัว ERM จำนวน 50 ครั้ง โดยใช้ Force meter ในการวัดได้แรงจากการปลดล็อกประมาณ 13.56 N จึงจะทำการปลดล็อกสำเร็จ เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าแรงที่ใช้ในการปลดล็อกที่ได้จากการคำนวณที่มีค่าเท่ากับ 4.06 นิวตัน ซึ่งมีค่าต่างกันมากอันเนื่องมาจากแรงเสียดทานในสายลวดสลิงที่เชื่อมระบบล็อกประตูกันคนชาลาอัตโนมัติกับระบบปลดล็อกด้วยมือ

8.3 การทดสอบหาแรงเฉลี่ยที่ใช้ในการทำให้ระบบล็อกทำงาน จากการทดสอบทั้งหมด 50 ครั้ง เราพบว่าแรงที่ใช้ในการทำให้ระบบล็อกทำงานเฉลี่ยคือ 5.76 นิวตันและเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าแรงที่สามารถล็อกได้ในทางทฤษฎีที่มีค่า 4.34 นิวตัน ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกัน ดังนั้นระบบล็อกประตูกันคนชาลาอัตโนมัติจะสามารถติดตั้งกับประตูได้อย่างสะดวกเนื่องจากใช้แรงน้อยในการทำการล็อกและประสิทธิภาพในการทำการล็อกสูง

## 9. กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจาก ดร. เทอดเกียรติ ลิมปิที่ปรการ อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งได้กรุณาให้คำแนะนำช่วยเหลือและถ่ายทอดความรู้ตลอดจนควบคุมการทำโครงการให้ประสบผลสำเร็จได้ด้วยดี คณะผู้จัดทำโครงการ ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

ขอบคุณนักศึกษาปริญญาโทที่ทำงานวิจัยร่วมกับ ดร. เทอดเกียรติ ลิมปิที่ปรการ ที่ช่วยแนะนำเกี่ยวกับวงจร ระบบควบคุม และการเขียนแบบโครงสร้าง ควบคุมมอเตอร์ ตลอดจนระยะเวลาการทำงาน รวมทั้งบุคคลที่เกี่ยวข้องทุกท่านและบุคคลที่ไม่ได้กล่าวถึงที่มีส่วนในการทำโครงการนี้

สุดท้ายนี้ คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบเป็นกตัญญูบูชาแด่ บิดามารดา ครูอาจารย์ ตลอดจนผู้มีพระคุณทุกท่าน

