

# AUTOMATIC WAREHOUSE

## ระบบจำลองการทำงานของคลังสินค้าอัตโนมัติ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์และเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยศิลปากร

อาจารย์ที่ปรึกษา อ.ชัยวุฒิ ชูรักษ์

จัดทำโดย 1. นางสาววิมลสิริ อินทร์บำรุง รหัส 630910653  
2. นางสาวจิณห์นิภา ศรีเรือง รหัส 630910858  
3. นางสาวนภัทร มากเจริญ รหัส 630910866

### บทคัดย่อ

โปรเจกต์นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองการทำงานของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ ในการเพิ่มประสิทธิภาพการจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าในคลังสินค้า ได้ออกแบบและสร้างการจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติให้มีความสามารถในการทำงานโดยรับคำสั่งผ่าน Dashboard โครงสร้างของคลังสินค้าทำจากอลูมิเนียมโปรไฟล์ และใช้สเต็ปมอเตอร์ขับเคลื่อนแทนรับสินค้า เพื่อดำเนินการจัดเก็บหรือเรียกคืนสินค้าในคลังสินค้า การควบคุมการทำงานของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติใช้การควบคุมผ่านทางหน้า Dashboard และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลและควบคุมการทำงานของคลังสินค้า ทำการทดลองนำสินค้าเข้ามาจัดเก็บและนำออกเพื่อทดสอบจากการทดสอบพบว่าระบบคลังสินค้าอัตโนมัติสามารถนำสินค้าไปเก็บและนำออกได้ตามที่ต้องการ ซึ่งสามารถนำไปพัฒนาต่อเพื่อใช้ในการอุตสาหกรรม การศึกษา และการเรียนรู้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไปในภายหน้า

### 1. บทนำ

#### 1.1 ที่มาและความสำคัญ

ในปัจจุบันคลังสินค้ามีบทบาทมากทั้งในกิจการคลังสินค้าและอุตสาหกรรม เป็นสถานที่สำหรับใช้ในการเก็บสินค้าหรือวัตถุดิบให้อยู่ในสภาพที่พร้อมจะส่งมอบ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อใช้ในการเก็บวัตถุดิบ สินค้าที่รอนำไปผลิต หรือสินค้าที่รอการจัดจำหน่าย โดยการจัดการคลังสินค้าจะมุ่งเน้นไปที่ความเป็นระเบียบ เข้าถึงพื้นที่จัดเก็บได้อย่างสะดวกรวดเร็วและค้นหาได้ง่าย ระบบ

จัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติ (Automated Storage/Retrieval System: AS/RS) เป็นเทคโนโลยีที่ใช้ในการขนย้ายวัสดุเพื่อนำไปจัดเก็บหรือนำออกมาจากพื้นที่จัดเก็บ ระบบจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าอัตโนมัติถูกนำมาใช้กับคลังสินค้าเกิดเป็น คลังสินค้าอัตโนมัติ ที่มีกระบวนการในการวางแผนและควบคุมการจัดเก็บสินค้า ด้วยระบบอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพมากขึ้น โปรเจกต์นี้จึงมุ่งเน้นการออกแบบและจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติที่สามารถควบคุมการทำงานและแสดงผลผ่านทางเว็บ Dashboard เพื่อให้สามารถใช้พื้นที่ให้ได้มากที่สุด และประหยัดเวลา

#### 1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อสร้างเครื่องจำลองการทำงานของระบบคลังสินค้าที่สามารถจัดเก็บสินค้า โดยอาศัยการสั่งการทำงานผ่านเว็บ Dashboard ได้ ซึ่งสามารถนำไปในการอุตสาหกรรม การศึกษาและการเรียนรู้เพื่อเป็นประโยชน์ต่อไปได้

#### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

1.3.1 ศึกษาและออกแบบขั้นตอนการทำงานของ

ระบบการจัดเก็บคลังสินค้า

1.3.2 ประกอบโครงสร้างของคลังสินค้า

1.3.3 เขียนโปรแกรมสำหรับควบคุมการทำงานของระบบคลังสินค้า

1.3.4 ออกแบบหน้าเว็บ Dashboard สำหรับ User interface

## 1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.4.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- 1.4.2 ศึกษาหลักการเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่ต้องการนำมาใช้งาน
- 1.4.3 ออกแบบและวางแผนการประกอบโครงสร้างของคลังสินค้า
- 1.4.4 สั่งซื้ออุปกรณ์
- 1.4.5 ประกอบโครงสร้างของคลังสินค้า
- 1.4.6 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบคลังสินค้าและส่วนแสดงผล
- 1.4.7 ทดสอบและแก้ไขการทำงานของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ
- 1.4.8 สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

## 1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.5.1 ได้รับทักษะในกระบวนการคิด การวางแผน และแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ในระหว่างการทำงาน
- 1.5.2 สามารถจำลองระบบคลังสินค้าอัตโนมัติให้สำเร็จได้อย่างสมบูรณ์
- 1.5.3 สามารถนำไปประยุกต์ใช้งาน และพัฒนาต่อยอดเพิ่มเติมต่อไปได้

## 2. ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 คลังสินค้า (Warehouse)

คลังสินค้าหมายถึง พื้นที่ที่ได้วางแผนแล้ว เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพในการใช้สอยและเคลื่อนย้ายสินค้าและวัตถุดิบ โดยคลังสินค้าทำหน้าที่ในการเก็บสินค้าระหว่างกระบวนการเคลื่อนย้ายเพื่อสนับสนุนการผลิตและการกระจายสินค้า ซึ่งสินค้าที่เก็บในคลังสินค้าสามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท ได้แก่

1. วัตถุดิบ (Material) ซึ่งอยู่ในรูปของส่วนประกอบ (Components) และชิ้นส่วนต่าง ๆ (Part)
2. สินค้าสำเร็จรูป (Finished Goods) หรือ สินค้า จะนับรวมไปถึงงานระหว่างการผลิต (Work in Process) ตลอดจนสินค้าที่ต้องการทิ้ง (Disposed) และวัสดุที่นำมาใช้ใหม่ (Recycle Materials)

การจัดการคลังสินค้า หมายถึง กระบวนการ ประสมประสานทรัพยากรต่าง ๆ เพื่อให้การดำเนินการ

กิจการคลังสินค้าเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพและบรรลุผลสำเร็จตามวัตถุประสงค์ของคลังสินค้าแต่ละประเภทที่กำหนดไว้

### 2.2 ระบบการจัดเก็บและเรียกคืนวัสดุอัตโนมัติ

#### (Automated Storage/Retrieval System)

การทำงานของระบบการจัดเก็บในคลังสินค้า หรือโกดังที่มีการควบคุมด้วยระบบการจัดเก็บวัสดุ การรับวัสดุ รวมทั้งการเคลื่อนที่ของอุปกรณ์ขนถ่ายที่ทำงานร่วมกับโรงงานและคลังสินค้า ซึ่งสามารถออกแบบการใช้งานให้เหมาะสมกับการทำงานลักษณะต่างได้ โดยทั่วไปแล้วปัจจัยที่มีผลต่อความสามารถในการจัดเก็บและเรียกใช้ของอุปกรณ์แบบ AS/RS

(Automated Storage/Retrieval System) จะพิจารณาจากลักษณะโครงสร้างของห้องที่จัดเก็บ ความเร็วในการเคลื่อนของอุปกรณ์ AS/RS ทั้งในแนวดิ่งและแนวราบ ซึ่งเป็นส่วนประกอบของห่วงโซ่อุปทานที่สำคัญ

### 2.3 บอร์ดควบคุม

#### 2.3.1 บอร์ด Arduino

บอร์ด Arduino เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่สามารถอ่านอินพุตจากตัวตรวจจับแสง, ใช้นิ้วกดบนปุ่ม หรือส่งข้อความไปยัง Twitter และเปลี่ยนเป็นเอาต์พุต เปิดใช้งานมอเตอร์, เปิดไฟ LED หรือเผยแพร่ข้อมูลไปยังระบบอินเทอร์เน็ตได้อีกด้วย ซึ่งผู้ใช้งานสามารถควบคุมบอร์ดได้ โดยส่งชุดคำสั่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ บนบอร์ด ในการทำเช่นนั้นคุณต้องใช้ภาษา Arduino ซึ่งมีคำสั่งเพิ่มขึ้นมาเพื่อเขียนในรูปแบบภาษา C++ และใช้ซอฟต์แวร์ Arduino IDE เป็นหลักในการประมวลผล

### 2.4 Stepper Motor

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor) เป็นอุปกรณ์เอาต์พุตอย่างหนึ่ง เป็นมอเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับใช้ในงานควบคุมการหมุนที่ต้องการตำแหน่งและทิศทางที่แน่นอน การทำงานของสเต็ปเปอร์มอเตอร์จะขับเคลื่อนทีละขั้น (Step) ขั้นละ 0.9 , 1.8, 5, 7.5, 15 หรือ 50 องศาขึ้นอยู่กับคุณสมบัติแต่ละชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตัวนั้นๆ

ส่วนประกอบของสเต็ปมอเตอร์จะประกอบด้วย สเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนที่ติดกับตัวถังของมอเตอร์ จะเป็นขั้วแม่เหล็กที่มีปลายเป็นฟันซี่เล็กๆ พันด้วยขดลวด เพื่อเหนี่ยวนำให้สนามแม่เหล็กเปลี่ยนแปลง และโรเตอร์ (Rotor) เป็นก้อนแม่เหล็กถาวร มีลักษณะคล้ายเฟือง มีฟันเป็นซี่ๆ เพื่อสอดเข้าไปตรงกันกับซี่ฟันของสเตเตอร์ โดยโรเตอร์จะติดอยู่กับแกนหมุนเพื่อนำไปใช้งานตามต้องการ สเต็ปมอเตอร์ที่มีซี่ฟันจำนวนมาก ทำให้สามารถขยับเป็นสเต็ปเล็กๆ ได้

การทำงานของสเต็ปมอเตอร์จะมีหลักการ เหมือนกับมอเตอร์กระแสตรง คือการจ่ายไฟฟ้าเข้าไปในขดลวดเพื่อเปลี่ยนเป็นสนามแม่เหล็ก จากนั้นแม่เหล็กที่แกน Rotor ก็จะสอดเข้ากับขดลวด เท่ากับมอเตอร์เคลื่อน 1 Step

## 2.5 Node-red

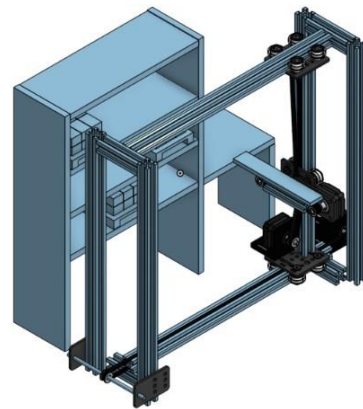
Node-RED เป็นเครื่องมือสำหรับนักพัฒนา โปรแกรมในการเชื่อมต่ออุปกรณ์ฮาร์ดแวร์เข้ากับ APIs (Application Programming Interface) ซึ่งเป็นการพัฒนาโปรแกรมแบบ Flow-Based Programming ที่มีหน้า UI สำหรับนักพัฒนาให้ใช้งานผ่าน Web Browser ทำให้การเชื่อมต่อเส้นทางการไหลของข้อมูลนั้นเป็นเรื่องง่าย เนื่องจาก Node-RED เป็น Flow-Based Programming ทำให้เราแทบจะไม่ต้องเขียน Code ในการพัฒนาโปรแกรมเลย แค่เพียงเลือก Node มาวางแล้วเชื่อมต่อก็สามารถควบคุม I/O ได้ โดย Node-RED จะมี Node ให้เลือกใช้งานอย่างหลากหลาย สามารถสร้างฟังก์ชัน JavaScript ได้โดยใช้ Text Editor ที่มีอยู่ใน Node-RED และยังสามารถบันทึก Function, Templates, Flows เพื่อไปใช้งานกับงานอื่นได้ Node-RED ทำงานบน Node.js ทำให้เหมาะสำหรับการใช้งานกับ Raspberry Pi เนื่องจากใช้ทรัพยากรน้อย ขนาดไฟล์ไม่ใหญ่และ Node.js ยังทำหน้าที่เป็นตัวกลางให้ Raspberry Pi สามารถติดต่อกับ Web Browser และอุปกรณ์อื่นๆ ได้

## 3. วิธีการดำเนินงาน

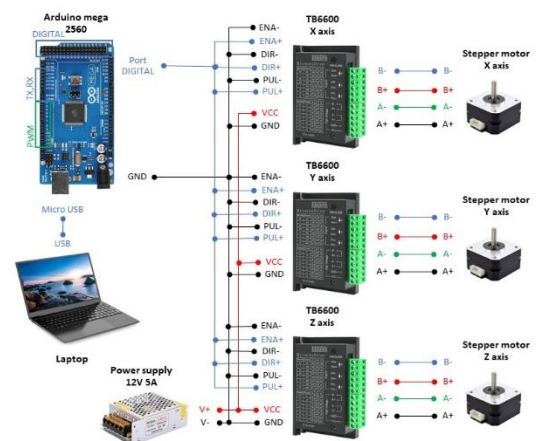
### 3.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 3.1.1 ศึกษาค้นคว้าทฤษฎีและเอกสารที่เกี่ยวข้อง
- 3.1.2 ศึกษาหลักการเกี่ยวกับอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้
- 3.1.3 ออกแบบและวางแผนการประกอบโครงสร้างของคลังสินค้า
- 3.1.4 สั่งซื้ออุปกรณ์
- 3.1.5 ประกอบโครงสร้างของคลังสินค้า
- 3.1.6 เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบคลังสินค้าและส่วนแสดงผล
- 3.1.7 ทดสอบและแก้ไขการทำงานของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ
- 3.1.8 สรุปผลและจัดทำเอกสารรายงานการวิจัย

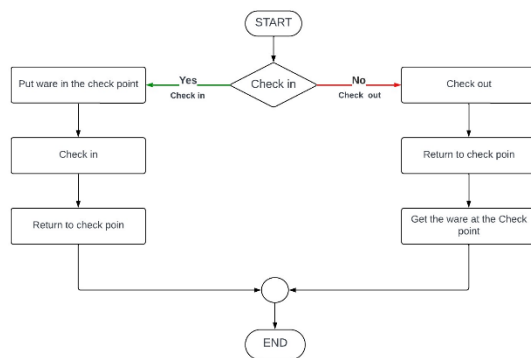
### 3.2 ออกแบบโครงสร้างคลังสินค้าอัตโนมัติ



### 3.3 Wiring Diagram

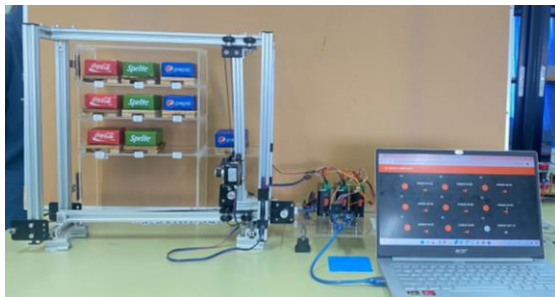
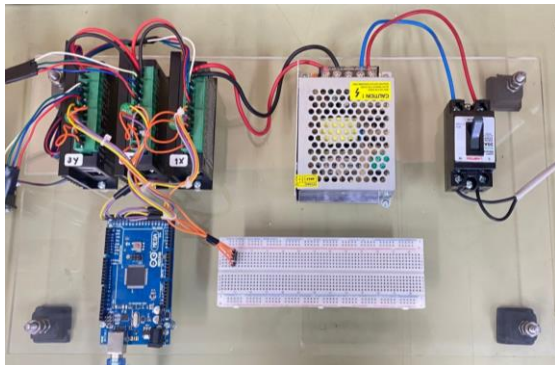
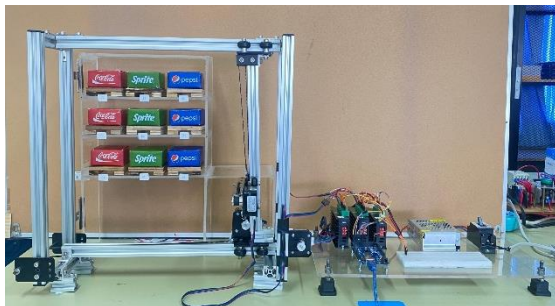


### 3.4 Flowchart ระบบการทำงาน

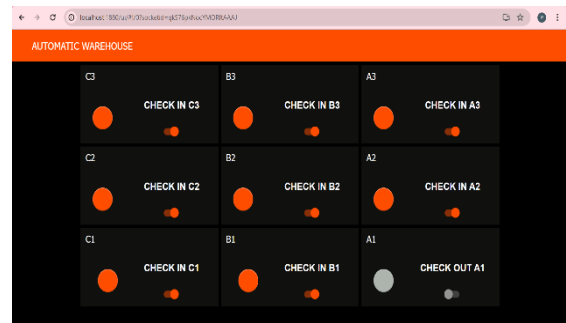


## 4. ผลการดำเนินงาน

### 4.1 โครงสร้างคลังสินค้าอัตโนมัติ



### 4.2 Dashboard



### 4.3 หลักการทำงานของคลังสินค้า

4.3.1 User ใช้งานเว็บแอป ที่เป็น user interface

4.3.2 ส่งค่าผ่านบอร์ด ESP32 ไปยัง Arduino MEGA 2560

4.3.3 Arduino MEGA 2560 ส่งคำสั่งเพื่อให้มอเตอร์ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้

### 4.4 กำหนดการทำงานของมอเตอร์

1. มอเตอร์ 1 เคลื่อนที่ตามแนวแกน X (ซ้าย-ขวา)
2. มอเตอร์ 2 เคลื่อนที่ตามแนวแกน Z (ขึ้น-ลง)
3. มอเตอร์ 3 เคลื่อนที่ตามแนวแกน Y (เดินหน้า-ถอยหลัง)

### 4.5 การทำงานของแท่นรับสินค้า

4.5.1 การทำงานของแท่นรับสินค้าในโหมด Check-in มีดังนี้

1. การรับสินค้าตรงตำแหน่ง checkpoint
  - มอเตอร์ 3 เคลื่อนที่เข้ามารับสินค้า
  - มอเตอร์ 2 เคลื่อนที่ขึ้นเพื่อยกสินค้า
  - มอเตอร์ 3 เคลื่อนที่กลับที่เดิม
2. มอเตอร์ 1 เคลื่อนที่ไปทางซ้ายให้ตรงแถวที่จะจัดเก็บสินค้า
3. มอเตอร์ 3 เคลื่อนที่เข้าไปยังชั้นวางสินค้า
4. มอเตอร์ 2 เคลื่อนที่ลงเพื่อวางสินค้า
5. มอเตอร์ 3 เคลื่อนที่ออกจากชั้นวางสินค้า
6. มอเตอร์ 2 เคลื่อนที่ลง (คำสั่ง check-in ชั้น1 ไม่มีขั้นตอนนี้)
7. มอเตอร์ 1 เคลื่อนที่ไปทางขวายังจุด checkpoint เพื่อรอการทำงานครั้งต่อไป

4.5.2 การทำงานของแท่นรับสินค้าในโหมด Check-out มีดังนี้

1. มอเตอร์ 1 เคลื่อนที่ไปทางซ้ายให้ตรงแถวที่จะนำสินค้าออก
2. มอเตอร์ 2 เคลื่อนที่ขึ้นไปยังชั้นที่จะนำสินค้าออก
3. มอเตอร์ 3 เคลื่อนที่เข้าไปยังชั้นวางสินค้า
4. มอเตอร์ 2 เคลื่อนที่ขึ้นเพื่อยกสินค้า
5. มอเตอร์ 3 เคลื่อนที่ออกจากชั้นวางสินค้า
6. มอเตอร์ 1 เคลื่อนที่กลับไปทางขวายังจุด checkpoint
7. การส่งสินค้าตรงตำแหน่ง checkpoint
  - มอเตอร์ 3 เคลื่อนที่เข้าเพื่อวางสินค้า
  - มอเตอร์ 2 เคลื่อนที่ลง
  - มอเตอร์ 3 เคลื่อนที่กลับที่เดิม

## 5. สรุปผลการดำเนินงาน

### 5.1 สรุปผล

จากการดำเนินงานตามขั้นตอนตามที่กล่าวมา โดยเริ่มจากการศึกษาทฤษฎีและวางแผนขอบเขตของโครงการ จากนั้นได้แบ่งการดำเนินงานเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของซอฟต์แวร์ ในส่วนของฮาร์ดแวร์ได้ทำการศึกษาหลักการของอุปกรณ์ต่าง ๆ และออกแบบชิ้นงานให้มีความเหมาะสมกับการใช้งาน ในส่วนของซอฟต์แวร์ คือส่วนของการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชิ้นงาน หน้า Dashboard สำหรับผู้ใช้งานโปรแกรมสำหรับสื่อสารระหว่างหน้าDashboard และชิ้นงาน โดยได้มีการออกแบบการทำงานของระบบคลังสินค้าให้สามารถลำดับความสำคัญของสินค้าในการจัดเก็บหรือเรียกคืนได้อัตโนมัติ และออกแบบการใช้งานของส่วนแสดงผลหรือหน้า Dashboard เมื่อออกแบบและสร้างระบบคลังสินค้าอัตโนมัติเรียบร้อยแล้ว จึงทดสอบการทำงานของระบบคลังสินค้าอัตโนมัติ โดยการทดลองจัดเก็บและเรียกคืนสินค้าแต่ละประเภทผ่านหน้า Dashboard ที่ได้ออกแบบไว้ พบว่าระบบคลังสินค้าสามารถนำสินค้าไปจัดเก็บและเรียกคืนได้ตามตำแหน่งที่ได้ทำการออกแบบไว้

## 5.2 ปัญหาและอุปสรรคในการดำเนินงาน

- 5.2.1 การเสียสมดุลทางด้านน้ำหนักของตัวเครื่อง เนื่องจากมีชั้นเก็บของเพียงฝั่งเดียว
- 5.2.2 แท่นรับสินค้าที่ออกแบบมีขนาดที่ไม่พอดี ทำให้เสียสมดุลและเสียหยาบง่าย
- 5.2.3 การวางสินค้าที่จุดเริ่มต้นในระยะที่ไม่เหมาะสม ทำให้ไม่สามารถนำสินค้าไปวางในตำแหน่งจัดเก็บได้
- 5.2.4 ขาดความชำนาญในการทำงานบางส่วน ทำให้ต้องใช้เวลาในการศึกษาและทำความเข้าใจเพิ่มเติมรวมถึงต้องใช้เวลาในการจัดการกับปัญหาที่เกิดขึ้น

## 5.3 แนวทางแก้ไขปัญหา

- 5.3.1 ออกแบบให้มีชั้นเก็บของ 2 ฝั่ง หรือให้มีการถ่วงน้ำหนัก เพื่อรักษาสมดุลในเรื่องน้ำหนักของตัวเครื่อง
- 5.3.2 ออกแบบหรือเลือกซื้อแท่นรับสินค้า ให้มีความเหมาะสมกับวัสดุที่จะทำการยก
- 5.3.3 ระบุตำแหน่งสำหรับวางสินค้าให้แน่นอนชัดเจน เพื่อป้องกันความผิดพลาดในการเคลื่อนย้ายสินค้า

## เอกสารอ้างอิง

- [1] <https://pantamitsombaddee.blogspot.com/p/node-red-node-red-apis-application.html>
- [2] [https://opacimages.lib.kmitl.ac.th/media/s/b00279171/เกริกชัย\\_เบญจถาวรอนันท์-วศ.63.pdf1.pdf2.pdf](https://opacimages.lib.kmitl.ac.th/media/s/b00279171/เกริกชัย_เบญจถาวรอนันท์-วศ.63.pdf1.pdf2.pdf)
- [3] [https://forbo.blob.core.windows.net/forbdocuments/30628/304\\_fms\\_transilon-calculation-methods-conveyor-belts\\_th.pdf](https://forbo.blob.core.windows.net/forbdocuments/30628/304_fms_transilon-calculation-methods-conveyor-belts_th.pdf)