

ระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้อัตโนมัติควบคุมด้วยซอฟต์แวร์แลปวิว

Automatic Movable Racking System Controlled by LabVIEW

มนุศักดิ์ จานทอง^{1*}, สุรศักดิ์ ทิมพิทักษ์² และคุณากร อนุวัตพานิช³

Manusak Janthong^{1*}, Surasak Timpitak² and Khunakon Anuwatpanich³

^{1,2}คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี 39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี

จ.ปทุมธานี 12110 โทรศัพท์: 0 2549 3430 E-mail: manusak.j@en.rmutt.ac.th

³คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 ม.1 ถ.รังสิต-นครนายก ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110

^{1,2}Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thunyaburi, 39 M.1 Rangsit-Nakornnayok Rd.,

Klong 6, Thanyaburi, Pathum-Thani 12110 Tel. 0 2549 3430 E-mail: manusak.j@en.rmutt.ac.th

³Faculty of Technical Education, Rajamangala University of Technology Thunyaburi,

39 M.1 Rangsit-Nakornnayok Rd., Klong 6, Thanyaburi, Pathum-Thani 12110

วันที่รับบทความ 19 พฤษภาคม 2563

Received: May. 19, 2020

วันที่รับแก้ไขบทความ 9 กันยายน 2563

Revised: Sep. 9, 2020

วันที่ตอบรับบทความ 28 ธันวาคม 2563

Accepted: Dec. 28, 2020

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบและสร้างระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้อัตโนมัติ โครงสร้างของระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ ประกอบด้วย 1) ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ไม่ได้ จำนวน 2 แถว 2) ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ จำนวน 2 แถว ชั้นวางสินค้าเคลื่อนที่ได้แต่ละแถวถูกออกแบบให้สามารถรับภาระโหลดได้ 50 กก. โดยมีชุดส่งกำลังที่ทำให้ชั้นวางสินค้าเคลื่อนที่เป็นแบบบอลสกรู มีมอเตอร์ ดีซีเซอร์โวมอเตอร์ขนาด 50 วัตต์ เป็นตัวต้นกำลังสำหรับระบบควบคุมระบบจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ ได้ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมหลัก และพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบด้วยซอฟต์แวร์ LabVIEW และใช้บัสการสื่อสารการควบคุมระบบแบบ CAN

จากการทดสอบระบบจัดเก็บสินค้าอัตโนมัติ ชั้นวางสินค้าเคลื่อนที่ได้สามารถเคลื่อนที่ตามคำสั่งได้อย่างถูกต้องและสามารถรับน้ำหนักโหลด 50 กิโลกรัม โดยกินกระแสสูงสุดที่ 5.31 แอมป์ ด้วยความเร็วสูงสุดที่ 0.167 m/s และมีระยะการเคลื่อนไกลของกล่องสินค้าสูงสุดที่ 0.004 ม.

คำสำคัญ: ระบบจัดเก็บสินค้า, ระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้อัตโนมัติ, แลปวิว

Abstract

This paper presents the design and construction of an automatic movable racking system. The structure of the movable racking system composes 1) two-non-movable rack units and 2) two movable rack units. Each movable rack unit was designed to support 50 kg of capacity per unit and was driven by a ball-screw with a 50-watt servo motor as an actuator. For the control system of the automated storage system, a computer was used as the main hardware controller. A program was developed for controlling the system via LabVIEW, and CAN bus was chosen to communicate between the computer and motor drive.

วารสารวิชาการคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏลำปาง

ปีที่ 13 ฉบับที่ 2 กรกฎาคม – ธันวาคม 2563

The experiments of the designed system show that the movable rack unit was able to move accurately according to the command and consumed the maximum electric current of 5.31 A at 0.167 m/s of its speed, which caused the goods package to slip about 0.004 m.

Keywords: storage system, automatic movable racking system, LabVIEW

1. บทนำ

ระบบจัดเก็บสินค้าในปัจจุบันได้เข้ามามีบทบาทมากยิ่งขึ้น เนื่องจากประเทศไทยได้เข้าสู่ประชาคมเศรษฐกิจอาเซียน AEC จึงทำให้ประเทศไทยเป็นศูนย์กลางการกระจายสินค้าไปสู่ประเทศเพื่อนบ้าน อาทิ ลาว กัมพูชา และพม่า เป็นต้น ดังนั้นระบบการจัดเก็บสินค้าจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง ถ้าระบบจัดเก็บสินค้าไม่มีประสิทธิภาพหรือไม่ดีเพียงพอจะทำให้ต้องเสียเวลา เสียค่าใช้จ่ายมากยิ่งขึ้น ซึ่งมีผลทำให้การกระจายสินค้าล่าช้าตามไปด้วย (Guezzen, A.H., 2011) ระบบชั้นสินค้าที่ใช้กันมีอยู่หลายประเภท อาทิ ระบบชั้นสินค้าแบบ Convention, ระบบชั้นสินค้าแบบ Drive-In และระบบชั้นสินค้าแบบ FIFO เป็นต้น แต่ปัญหาหนึ่งที่สำคัญของระบบจัดเก็บสินค้า คือ การบริหารพื้นที่จัดเก็บสินค้าให้ได้จำนวนมากที่สุด ซึ่งระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เป็นระบบจัดเก็บสินค้ารูปแบบหนึ่งที่ใช้พื้นที่ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่ช่วยในการบริหารพื้นที่จัดเก็บสินค้าได้ถึงร้อยละ 90 ของพื้นที่ทั้งหมดของโรงเก็บสินค้า (Jungheinrich, 2020) ซึ่งระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้มีผู้ประกอบการจำนวนมากได้พัฒนาระบบชั้นเก็บสินค้านี้สำหรับสินค้าขนาดใหญ่และมีระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าที่ประกอบไปด้วย 2 ส่วน คือ 1. พีแอลซี (PLC) เป็นตัวควบคุมการเคลื่อนที่ 2. คอมพิวเตอร์เป็นตัวจัดการระบบชั้นเก็บสินค้า (Jungheinrich, 2020) (SSI SCHAEFER, 2020) (MECALUX, 2020) ส่วนระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้สำหรับสินค้าขนาดเล็ก ผู้ประกอบการจะต้องทำการออกแบบและติดตั้งเป็นแบบเฉพาะงาน ดังนั้นในงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบโครงสร้างและระบบควบคุมการเคลื่อนที่ของระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้สำหรับสินค้าขนาดเล็กโดยใช้ระบบส่งกำลังเป็นแบบบอลสกรู ส่วนระบบควบคุมการเคลื่อนที่และการจัดการระบบชั้นเก็บสินค้าได้ใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวประมวลผลด้วยการพัฒนาโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่และการจัดการระบบชั้นเก็บสินค้าด้วยซอฟต์แวร์ LabVIEW (Bhaskarwar, T.V., 2015) โดยไม่ใช้พีแอลซีควบคุมการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเหมือนกับผู้ประกอบการในปัจจุบัน จึงเป็นการลดอุปสรรคในการควบคุมการเคลื่อนที่และมีผลทำให้การผลิตระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้มีต้นทุนที่ลดลงจากระบบที่ใช้กันในปัจจุบันและสามารถพัฒนาระบบต่อยอดได้ง่ายต่อนักโปรแกรมเมอร์ ส่วนระบบสื่อสาร (Bus) ระหว่างคอมพิวเตอร์กับมอเตอร์ไดรฟ์เป็นแบบ CAN เพื่อที่สั่งให้มอเตอร์หมุนทำให้ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ตามต้องการ

2. วัตถุประสงค์ของการวิจัย

2.1 เพื่อออกแบบและสร้างระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้อัตโนมัติ โดยใช้ซอฟต์แวร์แลปวิวช่วยในการประมวลผลและควบคุมการเคลื่อนที่

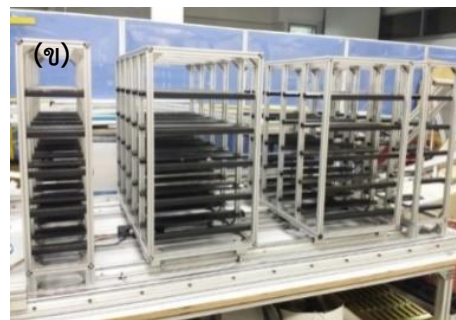
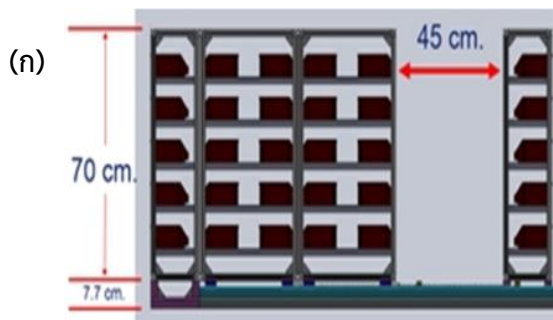
2.2 เพื่อทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้กับการกินกระแสไฟ และระยะเวลาเลื่อนไกลของสินค้าที่วางอยู่บนชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้

3. วิธีดำเนินการวิจัย

ในงานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอขบวนการออกแบบและควบคุมของระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ อัตโนมัติสำหรับสินค้าขนาดเล็ก โดยมีขั้นตอนการดำเนินวิจัยดังต่อไปนี้

3.1 การออกแบบโครงสร้างชั้นสินค้า

ในงานวิจัยนี้ได้กำหนดรูปแบบชั้นเก็บสินค้าออกเป็น 2 รูปแบบ คือ 1. ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ไม่ได้ จำนวน 2 ชั้นสินค้า และ 2. ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ จำนวน 2 ชั้นสินค้า ดังภาพที่ 1.ก โดยกำหนดให้ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ไม่ได้ถูกติดตั้งทางซ้ายมือและขวามือ ส่วนชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ทั้งสองถูกติดตั้งอยู่ระหว่างชั้นสินค้าเคลื่อนที่ไม่ได้ โดยมีการเว้นระยะว่างอย่างน้อยเท่ากับความกว้างของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ เพื่อเป็นช่องว่างให้ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้สามารถเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและขวาได้ และเป็นช่องว่างสำหรับให้ผู้ใช้งานสามารถเดินเข้าไปหยิบ/วางสินค้าในชั้นสินค้า

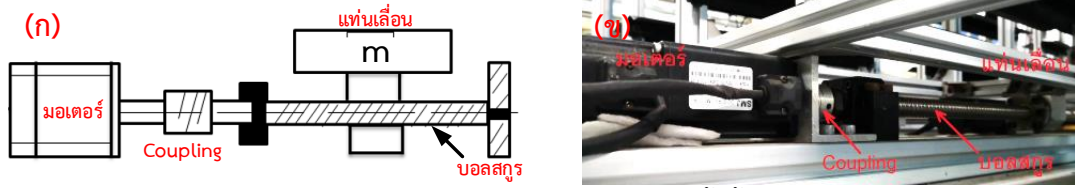


ภาพที่ 1 ชั้นสินค้าที่ออกแบบ (ก) แบบจำลองที่ได้ออกแบบ (ข) ชั้นสินค้าที่สร้างขึ้นจริง

ผู้วิจัยได้กำหนดสินค้าที่ต้องการจะเก็บในชั้นสินค้ามีขนาดไม่เกิน 15x10x10 ซม. และน้ำหนักไม่เกิน 1 กก. โดยที่ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ไม่ได้เก็บสินค้าได้จำนวน 25 ชั้น โดยวางสินค้าได้ด้านเดียว สำหรับชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เก็บสินค้าได้จำนวน 50 ชั้น โดยวางสินค้าได้สองด้าน ด้านละ 25 ชั้น ชั้นสินค้าทั้ง 2 ประเภท ประกอบขึ้นจากอลูมิเนียมโพรไฟล์ ขนาด 2x2 ซม. จากข้อกำหนดที่ได้กล่าวมาข้างต้น ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ไม่ได้และเคลื่อนที่ได้จึงถูกออกแบบได้ขนาด ดังนี้ 87x70x20 ซม. (ยxสxก) และ 87x70x40 ซม. (ยxสxก) ตามลำดับ และช่องว่างให้ชั้นสินค้าเคลื่อนที่มีความกว้าง 45 ซม. สำหรับตัวชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ถูกออกแบบให้เคลื่อนที่ในแนวเชิงเส้นสามารถเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและขวา โดยใช้ชุดบอลสกรูเป็นชุดส่งกำลัง และมีดีซีเซอร์โวมอเตอร์เป็นตัวต้นกำลังของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ ดังนั้นชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ต้องรับน้ำหนักสินค้าทั้งสิ้น 50 กก. เนื่องจากเก็บสินค้าได้ 50 ชั้น ส่วนน้ำหนักตัวชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้มีน้ำหนัก 10 กก. น้ำหนักรวมทั้งหมดของแต่ละชั้นสินค้าเป็น 60 กก. ชั้นสินค้าที่ได้ออกแบบแสดงดังภาพที่ 1 (ข)

3.2 การคำนวณหาค่ากำลังมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้

ในการเลือกใช้มอเตอร์เป็นปัจจัยหนึ่งที่สำคัญในการออกแบบเครื่องจักร เพื่อที่จะได้ขนาดของมอเตอร์ที่เหมาะสมกับภาระงานของเครื่องจักรนั้น ๆ การคำนวณหาค่ากำลังมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนในงานวิจัยนี้มีความเกี่ยวข้องกับระบบส่งกำลัง ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้ใช้ระบบบอลสกรู ดังแสดงในภาพที่ 2 (ก) โดยที่ขั้นตอนและสูตรในการคำนวณหาขนาดของมอเตอร์มีดังต่อไปนี้ (Derby, S.J., 2005) (Oriental motor, 2020)



ภาพที่ 2 ระบบส่งกำลัง (ก) แบบจำลองของบอลสกรู (ข) การติดตั้งชิ้นจริงของระบบส่งกำลัง

- 1) คำนวณหาแรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของชิ้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ สามารถหาได้จากสมการที่ 1

$$F = F_A + mg(\sin \theta + \mu \cos \theta) \tag{1}$$

โดยที่ F_A คือ แรงภายนอกที่กระทำกับชิ้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ (N), μ คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทาน, m คือ มวลของชิ้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ (kg) และ θ คือ มุมเอียงของชิ้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ (rad)

- 2) คำนวณหาแรงบิดเนื่องจากภาระโหลด สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 2

$$T_L = \left[\frac{FP_B}{2\pi\eta} + \frac{\mu_0 F_0 P_B}{2\pi} \right] \times \frac{1}{i} \tag{2}$$

โดยที่ P_B คือ ระยะพิทช์ของบอลสกรู (m/rev), F_0 คือ แรง Preload (N) (มีค่าเท่ากับ $F/3$), μ_0 คือ ค่าสัมประสิทธิ์แรงเสียดทานภายในของ Preload nut (มีค่าระหว่าง 0.1-0.3), η คือ ค่าประสิทธิภาพ (มีค่าระหว่าง 0.85-0.95) และ i คือ ค่าอัตราทดของระบบส่งกำลังหรือหัวเกียร์

- 3) คำนวณหาความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 3

$$N_M = \frac{60V_L}{P_B} \tag{3}$$

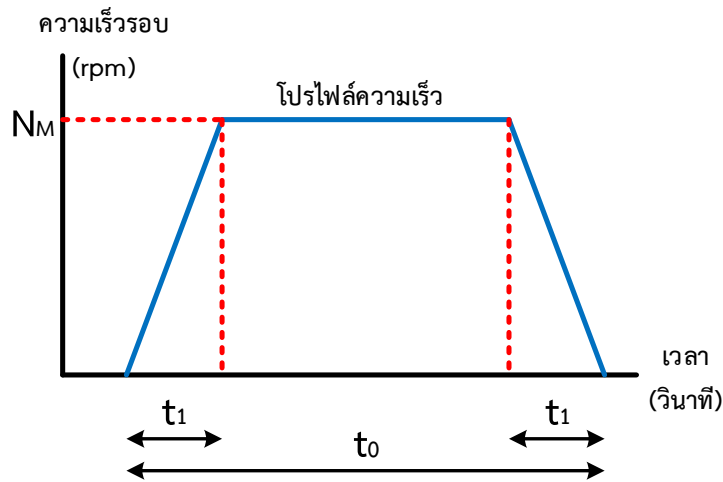
โดยที่ V_L คือ ความเร็วเชิงเส้นของมวล (m/s)

- 4) คำนวณหาค่าโมเมนต์ความเฉื่อยของชิ้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 4

$$J_L = m \left(\frac{P_B}{2\pi} \right)^2 \times 10^{-6} + J_B \tag{4}$$

โดยที่ J_B คือ โมเมนต์ความเฉื่อยของบอลสกรู ($kg \cdot m^2$)

- 5) คำนวณหาแรงบิดเนื่องจากความเร่ง ขึ้นอยู่กับการกำหนดโปรไฟล์ความเร็วของมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนชิ้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ตามภาพที่ 3 และคำนวณแรงบิดเนื่องจากความเร่งได้จากสมการที่ 5



ภาพที่ 3 โปรไฟล์ความเร็วของมอเตอร์

$$T_a = \frac{(J_0 \cdot i^2 + J_L)}{9.55} \times \frac{N_M}{t_1} \quad (5)$$

โดยที่ t_1 คือ เวลาที่เร่งความเร็วมอเตอร์ไปถึงความเร็วที่กำหนด ดังแสดงในภาพที่ 3 และ J_0 คือ โมเมนต์ความเฉื่อยของมอเตอร์ ($kg \cdot m^2$)

6) คำนวณหาแรงบิดของมอเตอร์ที่ต้องการ สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 6

$$T_M = (T_L + T_a) \times S_f \quad (6)$$

โดยที่ S_f คือ ค่าแฟคเตอร์ความปลอดภัย

7) คำนวณหากำลังของมอเตอร์ (Watt) สามารถคำนวณได้จากสมการที่ 7

$$P = \frac{2\pi T_M N_M}{60} \quad (7)$$

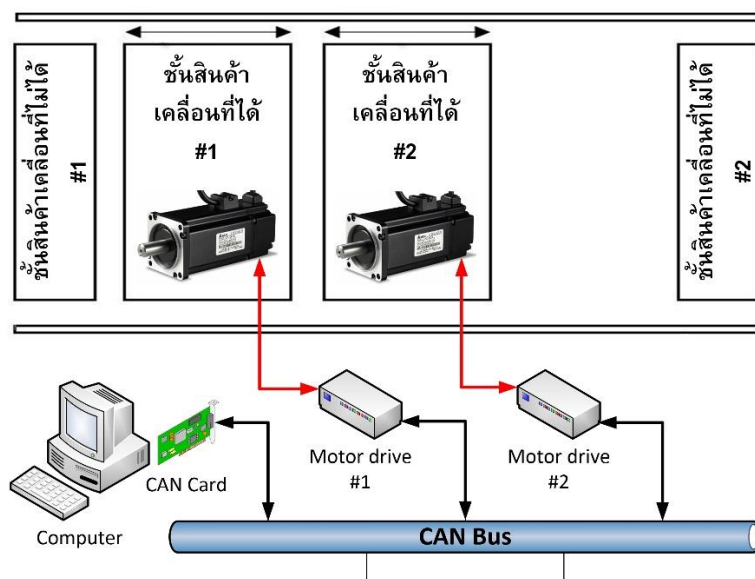
ตารางที่ 1 ค่าตัวแปรที่กำหนดใช้ในการคำนวณหาขนาดมอเตอร์

ตัวแปร	ค่าที่กำหนด	ตัวแปร	ค่าที่กำหนด
F_A	0 N.	η	0.85
m	50+10 kg	i	1
μ	0.1	V_L	0.15 m/s
θ	0 rad	J_B	$3.2 \times 10^{-5} kg \cdot m^2$
P_B	5 mm.	J_0	$3.4 \times 10^{-5} kg \cdot m^2$
μ_0	0.3	t_1	1 s
S_f	1.2		

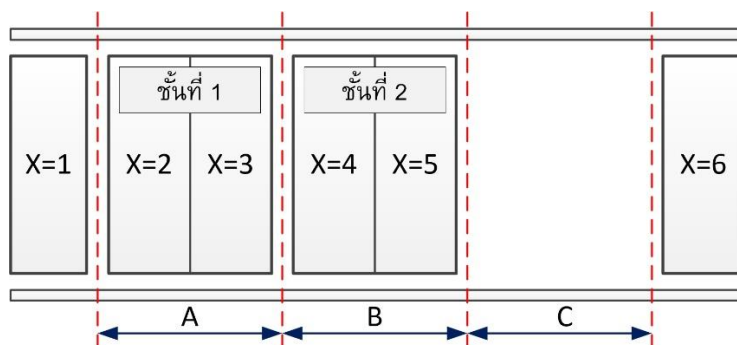
จากสมการที่ 1 - 7 มีตัวแปรที่ต้องกำหนดให้เพื่อแทนค่าใช้ในการคำนวณหาขนาดของมอเตอร์ โดยที่ตัวแปรทั้งหมดได้ถูกกำหนดและแสดงในตารางที่ 1 เมื่อนำค่าที่กำหนดในตารางที่ 1 แทนลงในสมการที่ 1 ถึง 7 ทำให้ทราบว่าแรงที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้มีค่า 58.86 N แรงบิดเนื่องจากภาระโหลด 0.0632 Nm ความเร็วรอบของมอเตอร์ 1800 rpm โมเมนต์ความเฉื่อยของมวล $3.2 \times 10^{-5} \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ แรงบิดเนื่องจากความเร่ง 0.0124 Nm แรงบิดของมอเตอร์ที่ต้องการ 0.091 Nm และกำลังของมอเตอร์ 17.15 W จากนั้นทำการเลือกมอเตอร์โดยมีข้อกำหนดว่าทางผู้วิจัยมีชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ใช้ไฟกระแสตรง 24 โวลต์ จากการตรวจสอบขนาดของเซอร์โวมอเตอร์ที่ใช้ในอุตสาหกรรมที่ใช้แรงดันไฟแบบกระแสตรง 24 โวลต์ มีขนาดเริ่มต้นจาก 50 วัตต์ 100 วัตต์ และ 200 วัตต์ เป็นต้น ดังนั้นมอเตอร์ที่เลือกใช้จึงเป็นเซอร์โวมอเตอร์ที่มีกำลัง 50 วัตต์ ซึ่งมีแรงบิดใช้งาน 0.16 Nm ที่รอบ 2400 rpm ซึ่งเป็นมอเตอร์ขนาดเล็กสุดที่มีจำหน่ายและมีกำลังเพียงพอที่ใช้งานการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้

3.3 การออกแบบระบบควบคุม

ในการควบคุมการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้มีการพัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานระบบควบคุมบนคอมพิวเตอร์ โดยใช้ซอฟต์แวร์ LabVIEW เป็นตัวประมวลผลหลัก ซึ่งเป็นตัวสั่งการทำงานของมอเตอร์แต่ละตัวของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ (มอเตอร์จะถูกติดตั้งอยู่ทางด้านล่างของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ ในภาพที่ 2 (ข) และการติดต่อสื่อสารระหว่างคอมพิวเตอร์กับชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ใช้เป็นแบบ CAN bus ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงจำเป็นต้องติดตั้งการ์ดสื่อสารเพิ่มคือการ์ด CAN-PCI-02 ของบริษัท Copley Controls ส่วนชุดขับเคลื่อนมอเตอร์จำเป็นต้องรองรับการสื่อสารแบบ CAN bus เช่นกัน ชุดขับเคลื่อนมอเตอร์ที่ใช้เป็นของ บริษัท Copley Controls รุ่น Accelnet Micro Panel ACJ-055-18 โดยการเชื่อมต่อสัญญาณของอุปกรณ์ในการควบคุมต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในภาพที่ 4

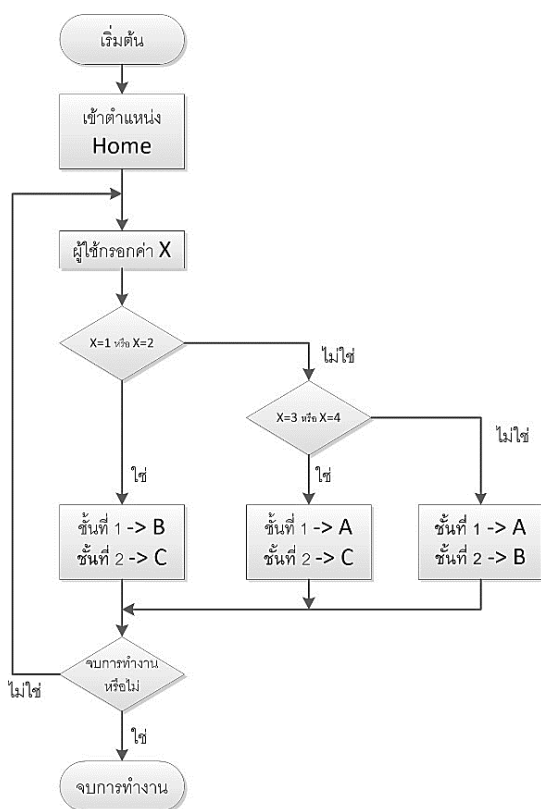


ภาพที่ 4 การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม

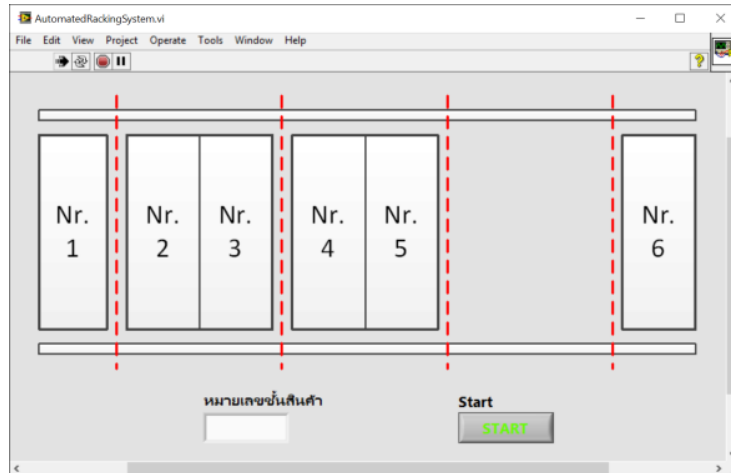


ภาพที่ 5 ตำแหน่ง Home และค่าตำแหน่งของชั้นวางสินค้า

ส่วนโปรแกรมควบคุมการทำงานของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ตามที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่าได้พัฒนาด้วยซอฟต์แวร์ LabVIEW โดยที่ชั้นเคลื่อนที่ได้แต่ละชั้นจะเคลื่อนที่เพียง 2 ตำแหน่งเท่านั้น คือ ชั้นที่ 1 เคลื่อนที่ได้เฉพาะที่ตำแหน่ง A และ B ส่วนชั้นที่ 2 เคลื่อนที่ได้เฉพาะที่ตำแหน่ง B และ C เท่านั้น (ภาพที่ 5) และกำหนดหมายเลขแถวของชั้นสินค้าเป็นตัวอักษร X โดยให้แถวซ้ายมือสุดมีค่า X=1 และแถวขวามือสุดมีค่า X=6 (ภาพที่ 5) โดยขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมควบคุมชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ได้แสดงไว้ในภาพที่ 6 ซึ่งค่า X เป็นค่าหมายเลขแถวของชั้นสินค้าที่ผู้ใช้จะเข้าไปเก็บหรือวางสินค้าในแถวนั้น ๆ ผู้ใช้จะกรอกหมายเลขชั้นสินค้าผ่านทางหน้าจอคอมพิวเตอร์ (ภาพที่ 7) เมื่อผู้ใช้งานกรอกหมายเลขชั้นสินค้าเสร็จ จากนั้นต้องกดปุ่ม START เพื่อให้โปรแกรมสั่งงานให้ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ตามที่ผู้ใช้งานได้กรอกข้อมูลไว้



ภาพที่ 6 ผังการทำงานของโปรแกรม



ภาพที่ 7 Front panel ของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นด้วยซอฟต์แวร์ LabVIEW

4. ผลการวิจัย

ระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้อัตโนมัติที่ได้ออกแบบสร้างได้ถูกติดตั้งเพื่อทดสอบ ณ ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ได้แบ่งออกเป็น 3 การทดสอบ คือ 1. การทดลองการใช้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์ เพื่อหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้กับการกินกระแสไฟ 2. การทดลองหาระยะการเลื่อนไกลของกล่องสินค้า 3. การทดลองการทำงานของระบบ เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของการควบคุมการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้

4.1 การทดลองการใช้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์

การทดลองนี้เป็นการทดสอบหาความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้กับการกินกระแสไฟ ในการทดลองทำการจำลองโหลดสูงสุดที่สินค้าเคลื่อนที่ได้สามารถรองรับได้โดยใช้แบตเตอรี่หนัก 50 กก. แทนสินค้าวางบนชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ (ดังภาพที่ 8) จากนั้นควบคุมความเร็วการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ ผ่านการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ ที่ความเร็วรอบ 500 1000 1500 และ 2000 rpm โดยทำการทดลองแต่ละความเร็วรอบจำนวน 5 ครั้ง ซึ่งผลการทดลองได้แสดงในตารางที่ 2 และภาพที่ 9

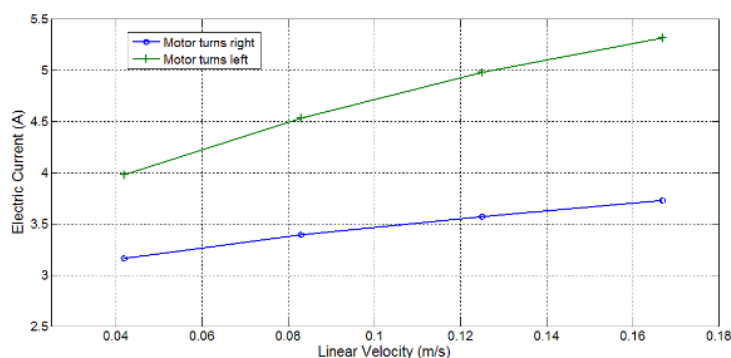


ภาพที่ 8 การทดลองการใช้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์

ตารางที่ 2 ผลการทดลองการใช้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์

ความเร็วรอบ ของมอเตอร์ (rpm)	ความเร็วเชิงเส้น (m/s)	กระแสเฉลี่ย (A)	
		กรณีเคลื่อนที่ ทางขวามือ	กรณีเคลื่อนที่ทางซ้ายมือ
500	0.042	3.16	3.98
1,000	0.083	3.39	4.53
1,500	0.125	3.57	4.98
2,000	0.167	3.73	5.31

จากผลการทดลองจะเห็นได้ว่าการกินกระแสของมอเตอร์แปรผันตามกับความเร็วในการเคลื่อนที่ของชั้นวางสินค้าเคลื่อนที่ได้ โดยกินกระแสสูงสุดที่ 5.31 A เมื่อชั้นวางสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ไปทางซ้ายมือด้วยความเร็ว 0.167 m/s แต่มีข้อสังเกตว่าการกินกระแสไฟของมอเตอร์ขณะชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ทางขวาและซ้ายมีค่าไม่เท่ากัน โดยที่ขณะเคลื่อนที่ทางขวามีค่าน้อยกว่าทั้งหมด สาเหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องด้วยประสิทธิภาพในการส่งกำลังของชุดบอลสกรูที่ใช้ขับเคลื่อนชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ให้เคลื่อนที่ทางขวาและซ้ายมีค่าไม่เท่ากัน จึงมีผลทำให้เกิดการกินกระแสที่แตกต่างกันตามไปด้วย



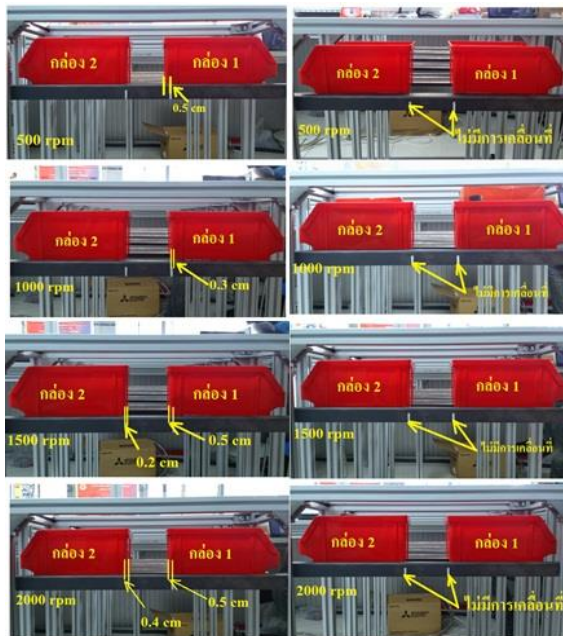
ภาพที่ 9 ผลการใช้กระแสไฟฟ้าของมอเตอร์

4.2 การทดลองหาระยะการเลื่อนไถลของกล่องสินค้า

โดยทั่วไปชั้นสินค้าจะวางถาดหรือกล่องรองสินค้าไว้บรรจุสินค้าทุกช่องเก็บสินค้า ดังนั้นในการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ อาจจะทำให้ถาดหรือกล่องรองสินค้าเกิดการเลื่อนไถลได้ ถาดหรือกล่องรองสินค้าเกิดการเลื่อนไถลมากเกินไป จะทำให้ถาดหรือกล่องรองสินค้าหลุดหรือหล่นออกมาจากชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ ซึ่งทำให้เกิดอันตรายหรือความเสียหายเกิดขึ้นได้ ดังนั้นการทดลองนี้ เป็นการทดลองผลของความเร็วของการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ที่มีต่อระยะการเลื่อนไถลของกล่องสินค้าที่อยู่ภายในชั้นสินค้า โดยในการทดลองกำหนดให้กล่องสินค้าเป็นกล่องเปล่า ไม่ได้บรรจุสินค้า จำนวน 2 กล่อง เนื่องจากกล่องสินค้าที่น้ำหนักน้อยจะมีแรงเสียดทานระหว่างพื้นรองกับกล่องสินค้าน้อย จึงมีโอกาที่จะมีการเลื่อนไถลได้ง่าย โดยวางกล่องทั้งสองไว้ที่วางสินค้าชั้นบนสุดของชั้นสินค้า เพราะที่ชั้นสินค้าเคลื่อนที่จะเกิดการสั่นสะเทือนขึ้น ซึ่งมีผลทำให้กล่องบนสุดของชั้นสินค้ามีโอกาสที่จะเลื่อนไถลมากที่สุด จากนั้นวัดตำแหน่งเริ่มต้นไว้ แล้วควบคุมความเร็ว

การเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ ผ่านการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ที่ความเร็วรอบ 500 1000 1500 และ 2000 rpm และควบคุมทิศทางเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ไปทางซ้ายมือ และขวามือ ในการทำการทดลองจะทำแต่ละความเร็วรอบจำนวน 3 ครั้ง แล้ววัดระยะการเลื่อนไกลของกล่องสินค้า โดยผลการทดลองได้แสดงในตารางที่ 3

จากการทดลองจะเห็นได้ว่า กล่องสินค้าไม่เกิดการเลื่อนไกล เมื่อชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ทางขวามือ แต่เมื่อเคลื่อนที่ทางซ้ายมือ (ดังภาพที่ 10) กล่องสินค้าเลื่อนไกลสูงสุดเฉลี่ย 0.004 m ซึ่งเป็นระยะเลื่อนไกลเกือบทุกความเร็วที่ได้ทดลอง เหตุที่เป็นเช่นนี้ค่อนข้างสอดคล้องกับการทดลองที่ 3.1 คือ มอเตอร์กินกระแสไฟสูงเมื่อชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ทางซ้ายมือนั้นหมายความว่าชุดส่งกำลังอาจมีปัญหาเมื่อชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ทางซ้ายมือ จึงทำให้ชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เกิดการกระชากขึ้น มีผลให้เกิดการเลื่อนไกลขึ้นและกินกระแสไฟสูงขึ้นกว่าปกติ



กรณีเคลื่อนที่ทางซ้ายมือ กรณีเคลื่อนที่ทางขวามือ

ภาพที่ 10 ผลการทดลองหาระยะการเลื่อนไกลของกล่องสินค้า

ตารางที่ 3 ผลการทดสอบความเร็วในการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ต่อระยะเลื่อนไกลของกล่องสินค้า

ความเร็วรอบของมอเตอร์ (rpm)	ความเร็วเชิงเส้น (m/s)	ระยะการเลื่อนกล่อง 1 (m) (เฉลี่ย)		ระยะการเลื่อนกล่อง 2 (m) (เฉลี่ย)	
		กรณีเคลื่อนที่ทางขวามือ	กรณีเคลื่อนที่ทางซ้ายมือ	กรณีเคลื่อนที่ทางขวามือ	กรณีเคลื่อนที่ทางซ้ายมือ
500	0.042	0	0.004	0	0
1,000	0.083	0	0.002	0	0
1,500	0.125	0	0.004	0	0.001
2,000	0.167	0	0.004	0	0.003

4.3 การทดลองการทำงานของระบบ

การทดลองนี้เป็นการทดสอบโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นที่ใช้ในการควบคุมตำแหน่งการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ โดยทำการใส่ข้อมูลหมายเลขชั้นสินค้าที่ผู้ใช้งานต้องการเข้าไปเก็บหรือวางสินค้าใน Front panel ของโปรแกรม (แสดงในภาพที่ 7) จากนั้นโปรแกรมทำงานตามผังการทำงานของโปรแกรมตามภาพที่ 6 ในการทดลองทำการใส่ค่าหมายเลขชั้น 1 ถึง 6 หมายเลขละ 20 ครั้ง แล้วบันทึกว่าชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้แต่ละชั้นเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ถูกต้องหรือไม่ จากการทดลองชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ถูกต้องทั้งหมด แสดงให้เห็นว่าโปรแกรมควบคุมที่ได้พัฒนาขึ้นสามารถควบคุมการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ถูกต้องและไม่มีปัญหาใด ๆ เกิดขึ้นขณะการทำงาน

5. สรุปผลและการอภิปรายผล

งานวิจัยฉบับนี้เป็นการนำเสนอการออกแบบโครงสร้างชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้อัตโนมัติสำหรับสินค้าขนาดเล็ก การคำนวณหาต้นกำลัง การเชื่อมต่ออุปกรณ์ควบคุม ซึ่งในการควบคุมการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้คอมพิวเตอร์ถูกใช้เป็นตัวควบคุมสั่งการทำงานทั้งหมดและได้พัฒนาโปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ด้วยซอฟต์แวร์ LabVIEW

จากการทดสอบการทำงานของระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการได้อย่างถูกต้อง และมอเตอร์ที่ใช้ในการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้ใช้กระแสไฟสูงสุดที่ 5.31 A เมื่อระบบชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว 0.167 m/s และทำให้กล่องสินค้าเลื่อนสูงสุดเฉลี่ย 0.004 m. โดยที่ความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วของการเคลื่อนที่ของชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้กับการกินกระแสไฟมีลักษณะเป็นแบบแปรผกผันตาม คือ เมื่อชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่เร็วจะทำให้การกินกระแสไฟเพิ่มขึ้นตาม ดังนั้นในการใช้งานระบบนี้ผู้ใช้จะต้องพิจารณาว่าต้องการความเร็วหรือการประหยัดพลังงาน สำหรับระยะเลื่อนไกลของกล่องสินค้า ไม่มีการเลื่อนไกลเมื่อชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ไปทางขวามือ แต่มีระยะเลื่อนไกลของกล่องสินค้าเล็กน้อยในช่วง 0.001 - 0.004 มม. เมื่อชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ไปทางซ้ายมือ ซึ่งเหตุที่ระยะเลื่อนไกลของกล่องสินค้าเมื่อชั้นสินค้าเคลื่อนที่ได้เคลื่อนที่ไปทางขวามือและซ้ายมือมีค่าแตกต่างกัน เกิดจากระบบส่งกำลังที่ใช้ (ชุดบอลสกรู) มีประสิทธิภาพในการส่งกำลังได้ไม่เท่ากันเมื่อหมุนตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกา

จากงานวิจัยซอฟต์แวร์ LabVIEW ถูกนำมาประยุกต์ใช้ทดแทนพีแอลซี ซึ่งเป็นอุปกรณ์สำคัญของระบบที่ใช้กันในปัจจุบัน จึงทำให้ต้นทุนทางด้านอุปกรณ์การควบคุมของระบบที่พัฒนาขึ้นน้อยกว่า และยังสามารถนำไปประยุกต์หรือพัฒนาระบบต่อยอด โดยเพิ่มความสามารถระบบนำสินค้าเข้าและออกจากชั้นสินค้าผ่านซอฟต์แวร์ LabVIEW ได้โดยทันที ซึ่งจะช่วยให้ประหยัดเวลาการค้นหาสินค้าที่อยู่ภายในระบบชั้นสินค้า แต่ทว่าในงานวิจัยเป็นการพัฒนาโครงสร้างการเคลื่อนที่หรือระบบส่งกำลังของชั้นสินค้าขนาดเล็ก ดังนั้นจึงไม่เหมาะที่จะนำไปใช้กับระบบชั้นสินค้าขนาดใหญ่ แต่ถ้าต้องการพัฒนาโครงสร้างชั้นสินค้าขนาดใหญ่ขึ้นควรที่จะพิจารณาระบบส่งกำลังแบบใหม่ อาทิ ระบบล้อและเกียร์แทน เนื่องจากระบบบอลสกรูเหมาะกับงานขนาดเล็กต้องการความถูกต้องของการเคลื่อนที่สูง

6. กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนสนับสนุนจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และได้รับการสนับสนุนสถานที่และอุปกรณ์การทำงานวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

7. เอกสารอ้างอิง

- Bhaskarwar, T.V., Giri, S.S. and Jamaker, R.G. (2015). Automation of shell and tube type heat exchanger with PLC and LabVIEW, **paper presented in the International Conference on Industrial Instrumentation and Control (ICIC)**, Maharashtra, India.
- Derby, S.J. (2005). **Design of Automatic Machinery**. USA: Marcel Dekker.
- Guezzen, A.H., Sari, Z. and Ghomri, L. (2011). A Study on Mobil Racks Automated Storage and Retrieval System (M-AS/RS), **paper presented in the International Conference on Communications, Computing and Control Applications (CCCA) 2011**, Hammamet, Tunisia.
- Jungheinrich. (2020). **Mobile racking systems**. [online], Available: http://www.jungheinrich.co.th/uploads/jh_importer/assets_product_27896_en-DE_vl___download___link---1/3985_Verfahrregale_EN.PDF. access on March 20, 2020.
- MECALUX. (2020). **Movirack Mobile Pallet Racking**. [online], Available: https://mecaluxcom.cdnwm.com/catalogues/movirack-mobile-pallet-racking-2.1.4.pdf#_ga=2.61042284.1389671894.1590847999-935102213.1590761470. access on March 23, 2020.
- Oriental motor. (2020). **Selection Calculations**. [online], Available: https://www.orientalmotor.com/products/pdfs/2018-2019/technical-reference/Selection_Calculation_Linear_Rotary_Actuators.pdf. access on March 22, 2020.
- SSI SCHAEFER. (2020). **Mobile Pallet Racking Systems**. [online], Available: <https://www.ssischaefer.com/resource/blob/466736/1fd0bd7526effe3ac152017b485db657/pallet-racking-systems--dam-download-en-15751--data.pdf>. access on March 29, 2020.