บทที่ 3

วิธีการดำเนินวิจัย

ระบบรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติประกอบด้วย รถขนถ่ายวัสดุ 1 คัน สถานีส่งวัสดุ 1 สถานีและสถานีรับวัสดุ 3 สถานี สถานีส่งและรับวัสดุทั้งหมดเชื่อมต่อกันเป็นวงรอบโดยใช้เทปสีดำเป็นตัวนำทาง โดยสถานีส่งวัสดุทำหน้าที่เสมือนเป็นแผนกเบิกจ่ายวัสดุในโรงงาน และสถานีรับวัสดุเป็นเสมือนสถานีประกอบในสายการผลิต รถขนถ่ายวัสดุสามารถวิ่งจากสถานีหนึ่งไปยังอีกสถานีหนึ่งได้โดยพนักงานเป็นผู้กำหนดสถานีปลายทางที่ต้องการ การดำเนินการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. การออกแบบโครงสร้างและส่วนขับเคลื่อน
2. การออกแบบวงจรควบคุมการทำงาน
3. การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน

3.1 การออกแบบโครงสร้างและส่วนขับเคลื่อน

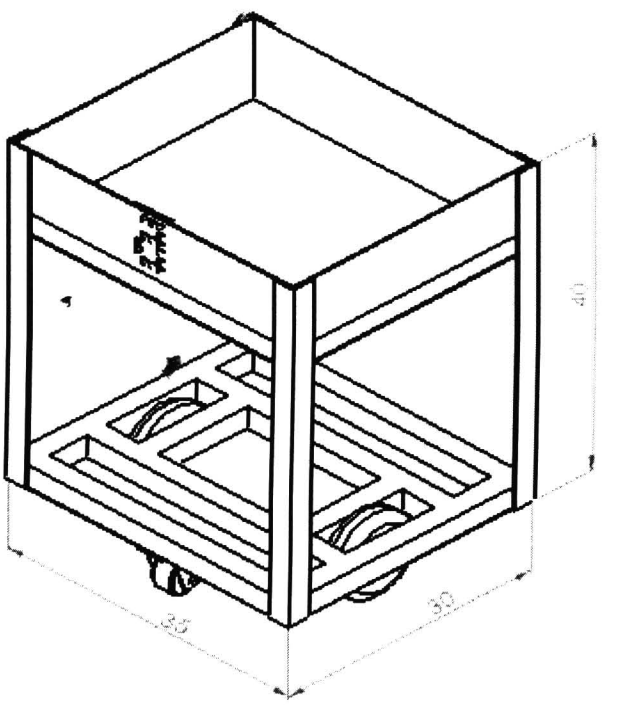
3.1.1 การออกแบบโครงสร้าง

โครงสร้างของรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติที่เป็นรถต้นแบบประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1. ส่วนฐาน มีลักษณะเป็นรูปสี่เหลี่ยมขนาด 30×35 เซนติเมตร โดยเลือกใช้เหล็กกล่องขนาด 1×1 นิ้ว โดยส่วนฐานเป็นส่วนที่ต้องการความแข็งแรงเนื่องจากต้องรับน้ำหนักของรถทั้งหมดรวมทั้งน้ำหนักของวัสดุที่ขนถ่าย และเป็นส่วนที่ใช้ยึดติดกับชุดขับเคลื่อน

2. ส่วนโครงด้านข้าง ใช้อลูมิเนียมฉากขนาด 1×1 นิ้ว ยาว 40 เซนติเมตร ยึดติดกับส่วนฐานทำให้ความสูงของรถไม่รวมความสูงของล้อเป็น 40 เซนติเมตร

3. ส่วนบรรทุกวัสดุ ซึ่งอยู่ด้านบนของรถขนถ่ายวัสดุ มีลักษณะเป็นกล่องเปิดด้านบนโดยด้านข้างทำจากแผ่นอะคริลิคขนาด 30×10 เซนติเมตรจำนวน 2 แผ่น และขนาด 35×10 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น ส่วนฐานด้านล่างใช้แผ่นอะคริลิคขนาด 30×35 เซนติเมตร



รูปที่ 3.1 แบบโครงสร้างของรถขนถ่ายวัสดุ

3.1.2 การออกแบบส่วนขับเคลื่อน

รถขนถ่ายวัสดุใช้ระบบขับเคลื่อน 2 ล้อโดยใช้มอเตอร์ขับเคลื่อน 2 ล้ออิสระ การออกแบบส่วนขับเคลื่อนจะต้องคำนวณหาหาความเร็วรอบของมอเตอร์และแรงบิดของมอเตอร์ที่ใช้โดยพิจารณาจากความเร็วการเคลื่อนที่ของรถขนถ่ายวัสดุ น้ำหนักรวมทั้งหมด และขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของล้อที่ใช้

3.1.2.1 <u>การคำนวณหาความเร็วรอบของมอเตอร์</u>

กำหนดให้

- ความเร็วการเคลื่อนที่ของรถขนถ่ายวัสดุ = 7 เมตรต่อนาที
- ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางล้อขับเคลื่อน = 7.8 เซนติเมตร

ดังนั้น การหมุนของล้อ 1 รอบ ได้ระยะทาง = π × เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ

= π × 0.078 เมตร

= 0.245 เมตร

ความเร็วรอบของมอเตอร์ = $\frac{7}{0.245}$ รอบต่อนาที

= 28.57 รอบต่อนาที

3.1.2.2. <u>การคำนวณหาแรงบิดของมอเตอร์</u>

กำหนดให้

- น้ำหนักรถรวมน้ำหนักบรรทุก = 10 กิโลกรัม
- เส้นผ่านศูนย์กลางล้อ = 0.078 เมตร

แรงกดทั้งหมด (F_{total}) = น้ำหนักวัสดุ(M) × ความเร่ง(a)

= 10×9.8 นิวตัน

= 98 นิวตัน

เนื่องจากรถขนถ่ายวัสดุใช้มอเตอร์ 2 ตัวในการขับเคลื่อน ดังนั้นแรงที่แต่ละล้อจะได้รับเท่ากับครึ่งหนึ่งของแรงรวมทั้งหมด คือ 49 นิวตัน

จาก แรงบิด(T) = แรง (F_{wheel}) × รัศมีของล้อ (r)

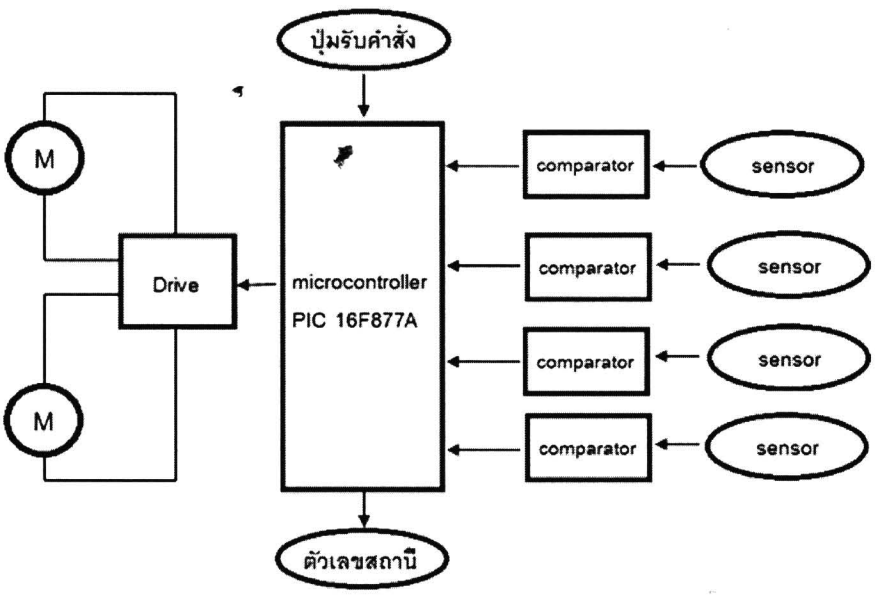
= 49 × 0.039 นิวตันเมตร

= 1.1911 นิวตันเมตร

มอเตอร์ที่เลือกใช้มีขนาด 12 V ที่มีความเร็วรอบ 30 รอบต่อนาที และมีแรงบิด 2 นิวตันเมตร

3.2. <u>การออกแบบวงจรควบคุมการทำงาน</u>

การทำงานของรถขนถ่ายวัสดุถูกควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ตระกูล PIC 16F877A โดยเชื่อมต่อกับส่วนอินพุท/เอาท์พุท 4 ส่วนดังแสดงในรูป 3.2 ส่วนของอินพุทประกอบด้วยเซนเซอร์และปุ่มรับคำสั่ง ส่วนของเอาท์พุทประกอบด้วยวงจรขับมอเตอร์และส่วนแสดงผลสถานะ



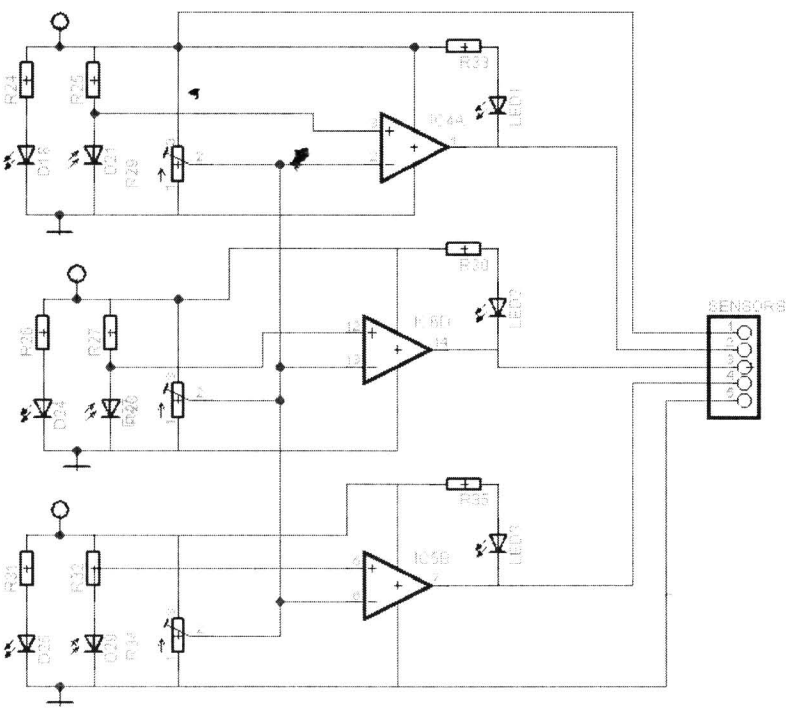
รูปที่ 3.2 ส่วนประกอบของวงจรควบคุมการทำงาน

3.2.1 เซนเซอร์

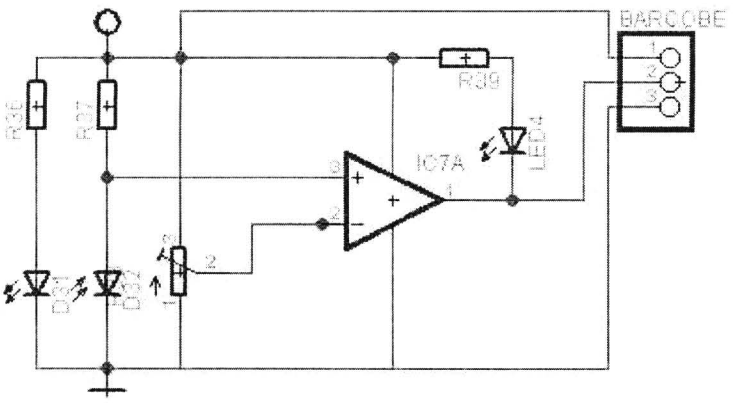
เซนเซอร์ทั้ง 4 ตัวเป็นเซนเซอร์อินฟราเรดที่เป็นโฟโต้ไดโอด (Photodiode) เบอร์ LTH1550-01 ซึ่งมีตัวรับและตัวส่งสัญญาณอินฟราเรดภายในตัวเดียว โดยแบ่งออกเป็นเซนเซอร์สำหรับตรวจจับเส้นนำทาง 3 ตัว และเซนเซอร์สำหรับ

ตรวจจับสถานี 1 ตัว สัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์แต่ละตัวจะถูกส่งต่อไปยังวงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage comparator) เพื่อแปลงสัญญาณจากอนาลอคให้เป็นสัญญาณดิจิตอล และนำไปประมวลผลต่อไป

การตรวจจับเส้นจะใช้หลักการส่งและสะท้อนกลับของแสงอินฟราเรด ซึ่งปริมาณการสะท้อนกลับของแสงอินฟราเรดจะขึ้นอยู่กับพื้นผิวและสีของวัสดุ โดยแถบนำทางที่เป็นสีดำจะมีปริมาณการสะท้อนกลับของแสงอินฟราเรดต่ำเมื่อเทียบกับพื้นที่มีสีสว่างกว่า ซึ่งส่งผลให้แรงดันที่โฟโต้ไดโอดเปลี่ยนแปลงตามความเข้มของแสงที่ได้รับ แรงดันที่ได้จะถูกแปลงให้เป็นลอจิก 0/1 โดยใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดัน วงจรเซนเซอร์สำหรับตรวจจับเส้นนำทางและวงจรเซนเซอร์สำหรับตรวจจับสถานีได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.3 และ 3.4 ตามลำดับ



รูปที่ 3.3 ผังวงจรตรวจจับเส้นทาง



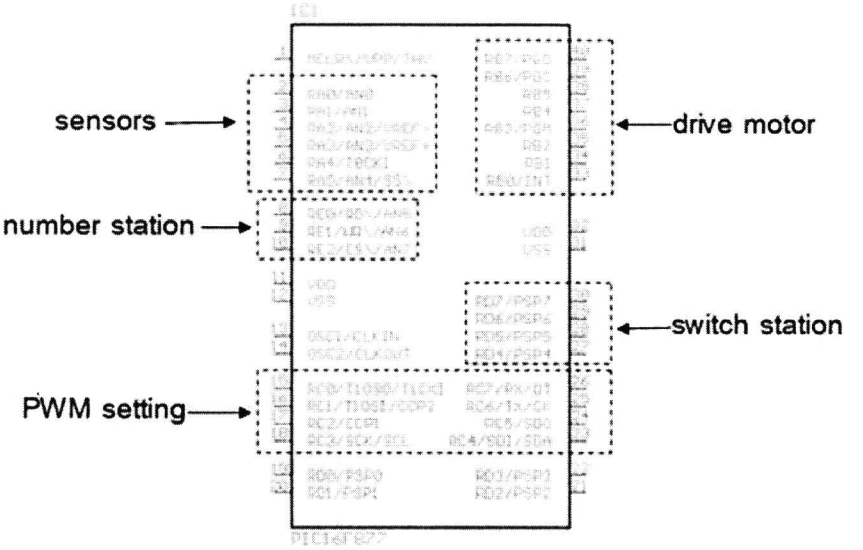
รูปที่ 3.4 ผังวงจรอ่านแถบรหัสสถานี

3.2.2 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

วงจรเปรียบเทียบแรงดันในผังวงจรรูปที่ 3.3 และ 3.4 ใช้ OP-AMP เบอร์ LM 311 เป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดัน โดยนำแรงดันอินพุตที่ได้มาจากการสะท้อนกลับของแสงอินฟราเรดไปเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิง ซึ่งจะให้ค่าเอาท์พุท เป็นสัญญาณแรงดันที่มี 2 สถานะ คือลอจิก 0 (แรงดัน 0V) และลอจิก 1 (แรงดัน +5V) เมื่อค่าอินพุทที่เข้ามามีค่ามากกว่าหรือเท่ากับแรงดันอ้างอิง เอาท์พุทที่ได้จะเป็นลอจิก 1 ในทางกลับกันถ้าค่าอินพุทที่เข้ามาในคอมพาเรเตอร์มีค่าน้อยกว่าแรงดันอ้างอิง เอาท์พุทที่ได้จะเป็นลอจิก 0

3.2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F877A ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุท โดยนำค่าที่ได้รับจากเซนเซอร์และคำสั่งไปประมวลผล เพื่อสั่งงานให้มอเตอร์และส่วนแสดงผลทำงาน การเชื่อมต่ออุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุทได้ทำการกำหนด Port ต่างๆ ไว้ดังแสดงในรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 การกำหนดอินพุทและเอาท์พุทของไมโครคอนโทรลเลอร์

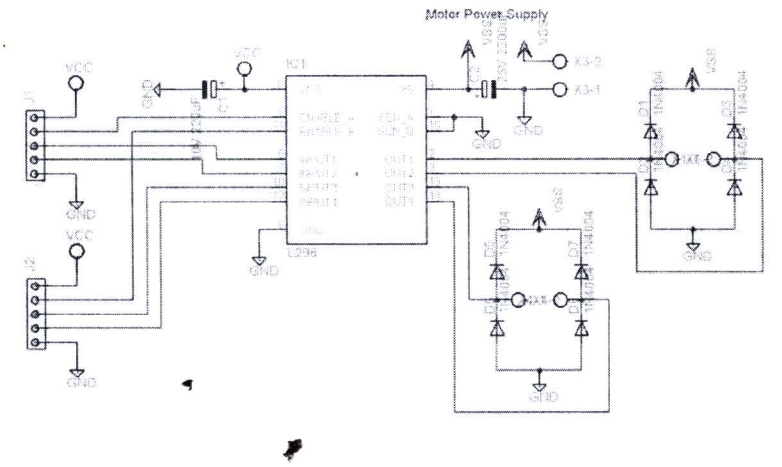
- PORT A ทำหน้าที่รับข้อมูลของเซนเซอร์ตรวจจับเส้นทางและเซนเซอร์อ่านรหัสสถานี
- PORT B ทำหน้าที่ส่งออกข้อมูลให้กับวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ โดยใช้การขับเคลื่อนแบบ H-bridge
- PORT C ทำหน้าที่ส่งออกสัญญาณในรูปแบบ PWM ไปยังวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ เพื่อปรับระดับความเร็วของมอเตอร์ทั้ง 2 ตัว
- PORT D ทำหน้าที่รับข้อมูลจากปุ่มคำสั่ง
- PORT E ทำหน้าที่ส่งออกข้อมูลไปยังวงจรแสดงสถานะ

3.2.4 วงจรขับมอเตอร์

การขับเคลื่อนของรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ 2 ตัวโดยใช้ไอซีเบอร์ L298 เป็นตัวจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ ซึ่งใช้รูปแบบการขับเคลื่อนแบบ H-bridge โดยรับสัญญาณควบคุมจากขาที่ 5, 7, 10, 12 ของไมโครคอนโทรเลอร์ เมื่อขาที่ 5 มีลอจิกเป็น 1 (V_{high}) และขาที่ 7 มีลอจิกเป็น 0 (V_{low}) จะส่งผลให้มอเตอร์ด้านซ้ายหมุนไป

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

ในข้างหน้าโดยให้สัญญาณเอาท์พุทออกที่ขา 2,3 เมื่อขาที่ 10 มีลอจิกเป็น 1 และขาที่ 12 มีลอจิกเป็น 0 จะส่งผลให้มอเตอร์ด้านขวาหมุนไปในข้างหน้าโดยให้สัญญาณเอาท์พุทออกที่ขา 13, 14 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์สามารถทำได้โดยการปรับค่าความกว้างของสัญญาณ PWM โดยส่งสัญญาณเข้ามายังขาที่ 6 และขาที่ 11 ของ L298 เพื่อปรับค่าความเร็วสำหรับมอเตอร์ด้านซ้ายและมอเตอร์ด้านขวาตามลำดับ

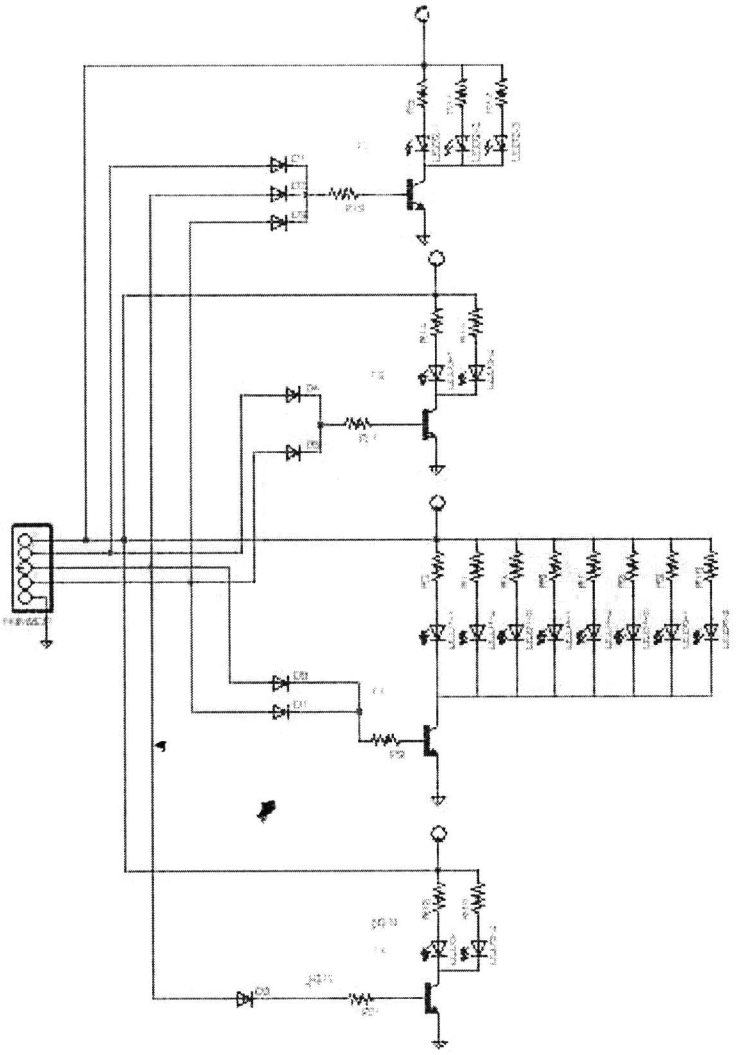


รูปที่ 3.6 ผังวงจรขับมอเตอร์

3.2.5 ส่วนแสดงสถานะ

ส่วนแสดงสถานะของรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติประกอบด้วยแผงไฟแสดงสถานะทั้งหมด 4 ส่วน โดยไมโครคอนทรอเลอร์จะควบคุมการติดดับของหลอดไฟ LED ในแต่ละส่วนเพื่อแสดงหมายเลขของสถานีที่ต้องการ คือ หมายเลข 0, 1, 2, และ 3 ซึ่งเลข 0 เป็นการบอกสถานะของสถานีส่ง และเลข 1, 2, และ 3 เป็นการบอกสถานะของสถานีรับที่ 1, 2, และ 3 ตามลำดับ ผังวงจรของส่วนแสดงสถานะได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.7

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ห้องสมุดงานวิจัย
วันที่ 30 ต.ค. 2555
เลขทะเบียน 246795
เลขเรียกหนังสือ



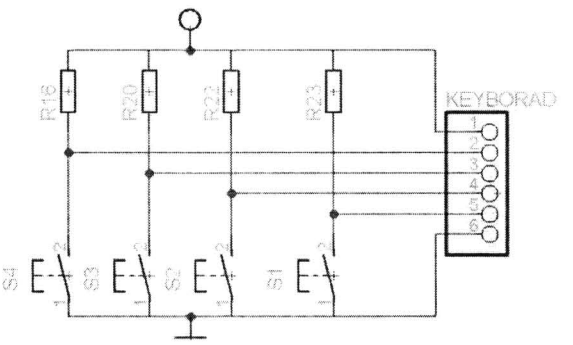
รูปที่ 3.7 ผังวงจรแสดงสถานะของรถขนถ่ายวัสดุ

3.2.6 ปุ่มรับคำสั่ง

ปุ่มรับคำสั่งทำหน้าที่รับคำสั่งจากการกดปุ่มที่ติดตั้งไว้บนรถขนถ่ายวัสดุอัตโนมัติ ซึ่งมีทั้งหมด 4 ปุ่ม ประกอบด้วย ปุ่มกดสำหรับสถานีส่งชิ้นส่วน 1 สถานีและปุ่มกดสำหรับสถานีรับชิ้นส่วนหรือสถานีปฏิบัติงาน 3 สถานี โดยผู้ปฏิบัติงานจะเป็นผู้กดปุ่ม เพื่อสั่งให้รถเคลื่อนที่ไปยังสถานีที่ต้องการ คำสั่งจะถูกส่งไปยังไมโครคอนโทรเลอร์เพื่อทำ

การประมวลผลเพื่อให้รถขนถ่ายวัสดุไปรับและส่งวัสดุตามสถานีที่กำหนด โดยแสดงสถานีเป้าหมายผ่านส่วนแสดงสถานะบนรถขนถ่ายวัสดุ

ปุ่มรับคำสั่งทั้ง 4 ปุ่มจะเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรเลอร์โดยผ่านทาง Port D ของไมโครคอนโทรเลอร์ ในสภาวะที่ปุ่มไม่ถูกกดจะมีค่าลอจิกเป็น 1 การกดปุ่มคำสั่งจะทำให้สัญญาณที่ขาที่ถูกกดมีค่าลอจิกเป็น 0 ผังวงจรของปุ่มรับคำสั่งได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.8



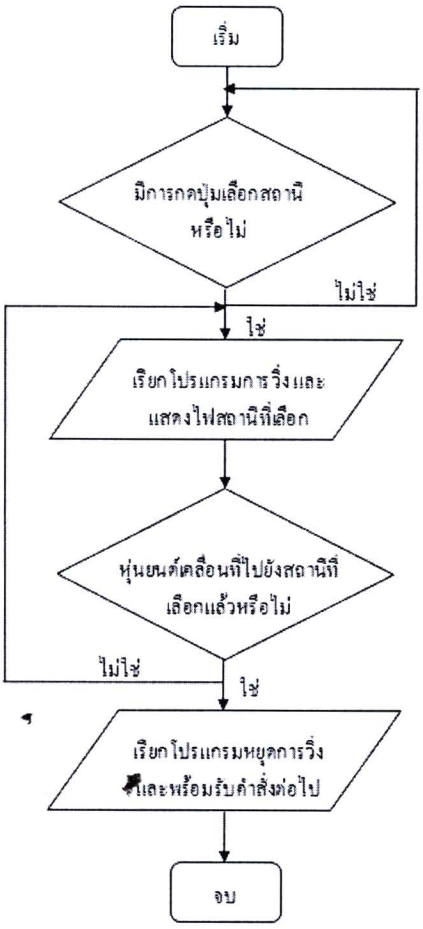
รูปที่ 3.8 ผังวงจรปุ่มรับคำสั่ง

3.3 การออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงาน

ในส่วนการออกแบบโปรแกรมควบคุมการทำงานสามารถแบ่งออกเป็นสองส่วนใหญ่คือ โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของรถขนถ่ายวัสดุ และโปรแกรมควบคุมการทำงานเมื่อได้รับคำสั่ง เพื่อง่ายต่อความเข้าใจ ในหัวข้อนี้จะใช้แผนผังประกอบการอธิบายขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม ส่วนรหัสคำสั่งของโปรแกรมถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาซี และแสดงไว้ในภาคแผนก ข

3.3.1 การควบคุมการเคลื่อนที่

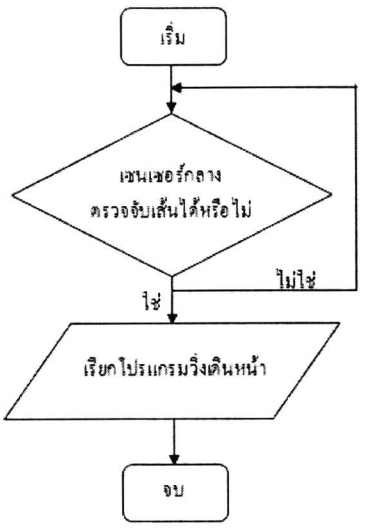
โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของรถขนถ่ายวัสดุจะเริ่มจากการตรวจสอบคำสั่งจากผู้ใช้ หากมีการป้อนคำสั่งให้ไปสถานีที่กำหนด โปรแกรมจะบังคับให้รถขนถ่ายวัสดุเคลื่อนที่โดยใช้ค่าที่ตรวจจับได้จากเซนเซอร์ต่างๆ ในการคำนวณเพื่อช่วยในการตัดสินใจว่าจะต้องทำอะไร แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่แสดงไว้ดังรูปที่ 3.9



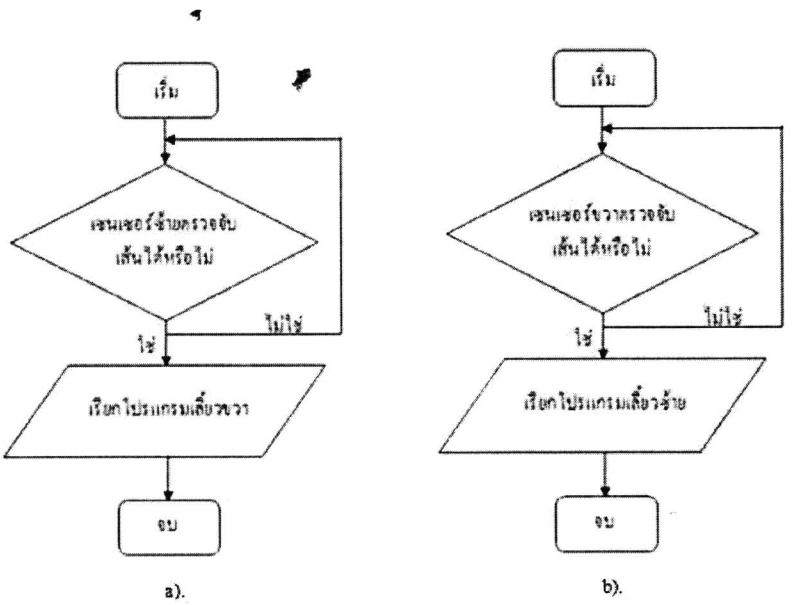
สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ห้องสมุดงานวิจัย

รูปที่ 3.9 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่

การเคลื่อนที่แบ่งออกเป็น 3 รูปแบบคือ การเคลื่อนที่ไปข้างหน้า การเลี้ยวซ้าย และการเลี้ยวขวา เมื่อเซตเซอร์ที่ตรวจจับเส้นตัวกลางสามารถตรวจพบเส้นสีดำ โปรแกรมจะสั่งให้ค่า PWM ของมอเตอร์ทั้ง 2 ข้างหมุนที่ความเร็วเท่ากัน ทำให้รถขนถ่ายวัสดุเคลื่อนที่ไปข้างหน้า แต่ถ้าเซนเซอร์ด้านขวาตรวจจับพบเส้นสีดำ แสดงว่าเส้นนำทางเบี่ยงไปทางซ้าย โปรแกรมจะสั่งให้ค่า PWM ของมอเตอร์ด้านซ้ายหมุนด้วยความเร็วกว่ามอเตอร์ด้านขวา ทำให้รถขนถ่ายวัสดุเลี้ยวซ้าย ในทางกลับกันถ้าเซนเซอร์ทางด้านซ้ายตรวจพบเส้นสีดำ โปรแกรมจะสั่งให้ค่า PWM ของมอเตอร์ด้านขวาหมุนด้วยความเร็วที่มากกว่ามอเตอร์ด้านซ้าย ทำให้รถขนถ่ายวัสดุเลี้ยวขวา การทำงานของโปรแกรมทั้ง 3 ส่วนได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11 ตามลำดับ



รูปที่ 3.10 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่บนทางตรง

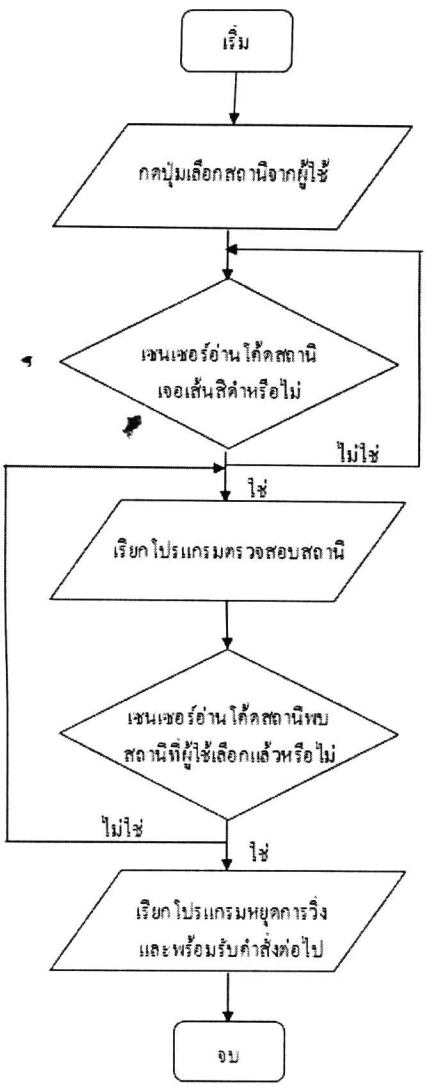


a). การเลี้ยวขวา b). การเลี้ยวซ้าย

รูปที่ 3.11 แผนผังแสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุมการเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา

3.3.2 การควบคุมการทำงานเมื่อได้รับคำสั่ง

เมื่อรถขนถ่ายวัสดุได้รับคำสั่งจากการกดปุ่มสถานีเป้าหมาย รถจะถูกบังคับให้เคลื่อนที่โดยไมโครคอนโทรเลอร์จะทำการตรวจสอบตำแหน่งของสถานีจากเซนเซอร์อ่านรหัสสถานี ซึ่งแต่ละสถานีจะมีจำนวนแถบสีดำที่แตกต่างกัน โปรแกรมนี้จะทำการประมวลผล จำนวนแถบเส้นดำที่พบว่าตรงกับคำสั่งที่ได้รับมาจากผู้ปฏิบัติงานหรือไม่ หากมีค่าตรงกัน รถจะหยุด ณ สถานีนั้น การทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานเมื่อได้รับคำสั่งได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานเมื่อได้รับคำสั่ง