รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงประสิทธิภาพและสร้างมาตรฐานการซ่อมบำรุงแก่หุ่นยนต์ AGV

Efficiency Improvement and Preventive maintenance standard of AGV Robot

นายปิติภัทร กุลชัยสวัสดิ์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

การปรับปรุงประสิทธิภาพและสร้างมาตรฐานการซ่อมบำรุงแก่หุ่นยนต์ AGV

Efficiency Improvement and Preventive maintenance standard of AGV Robot

นายปิติภัทร กุลชัยสวัสดิ์

ภาควิชาวิศวกรรมศาสตร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา การปรับปรุงประสิทธิภาพและสร้างมาตรฐานการซ่อมบำรุงแก่หุ่นยนต์ AGV

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นายปิติภัทร กุลชัยสวัสดิ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมอุตสาหการ

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ดร.พลชัย โชติปรายนกุล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายวิรัตน์ ศรีสังวร

สถานประกอบการณ์ บริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์ส ประเทศไทย จำกัด

บทคัดย่อ

โครงงานสหกิจศึกษาเรื่อง การปรับปรุงประสิทธิภาพและสร้างมาตรฐานการซ่อมบำรุงแก่หุ่นยนต์ AGV มีวัตถุประสงค์เพื่อ ทำการปรับปรุงประสิทธิภาพของหุ่นยนต์ AGV ให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และเพื่อสร้างมาตรฐานในการซ่อมบำรุงให้แก่หุ่นยนต์ เนื่องจากหุ่นยนต์ AGV ที่ใช้ในโรงงานนั้น เป็นโครงการที่ทางแผนกได้ทำการสร้างขึ้นมาเองจึงต้องมีการปรับปรุงและพัฒนาเพื่อให้มีประสิทธิภาพในการใช้งาน จากการที่ผู้จัดทำได้ทำการเก็บข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นเพื่อนำข้อมูลทำการตรวจสอบวิเคราะห์และหาข้อมูลจึงสามารถสรุปแนวทางในการทำโครงงานออกเป็น 2 ส่วน โดยในส่วนของการปรับปรุงประสิทธิภาพนั้น ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบและปรับปรุงโปรแกรมที่ใช้ในการขับเคลื่อนตัวหุ่นยนต์ที่มีความแม่นยำในการทำงานและ มีความเหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมในโรงงาน และเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากโปรแกรมที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน และส่วนของการสร้างมาตรฐานการซ่อมบำรุงนั้น ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบแผนการบำรุงรักษาสำหรับหุ่นยนต์ AGV ซึ่งตามมาตรฐานของโรงงานนั้น เครื่องจักรหรืออุปกรณ์ที่มีการใช้งานจำเป็นจะต้องมีแผนการบำรุงรักษา ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบแผนการบำรุงรักษาสำหรับหุ่นยนต์ AGV โดยมีการแบ่งแผน การบำรุงรักษาออกเป็น 2 แผนคือ แผนการดูแลรักษาทั่วไป และแผนการดูแลรักษาทางเทคนิค เพื่อแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้นและสร้างมาตรฐานให้แก่หุ่นยนต์ AGV ในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Efficiency Improvement and Preventive maintenance standard of AGV Robot

Student intern name: Mr. Pitipat Kulchaisawat

Faculty: Engineering **Department:** Industrial Engineering

Advisor name: Dr. Pholchai Chotiprayanakul

Mentor name: Mr. Virat Srisangvorn

Company: General Motors (Thailand) Ltd.

Abstract

This cooperative-study's report presents "Efficiency Improvement and Preventive maintenance standard of AGV Robot" which includes improvement the performance of AGV robots and standardize preventive maintenance plan for AGV. The AGV robots used in this factory are developed by GMS&IE department in General Motors Thailand factory. All running AGV robots need continuously improve over the time to have more efficiency and standard plan for preventive maintenance. According to the data that author has collected and analyzed can conclude that the project will be 2 main procedures which are software program section and maintenance plan section. In the software program section, AGV's driving program is redesign with a new program that have more accuracy in magnetic strip detection and capable to operate in uncertainty factory situation. In the maintenance plan section, The maintenance plan is designed in 2 part which are daily maintenance and technical maintenance in order to fix the downtime from component breakdown and standardize the maintenance task for the AGVs.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานวิจัยนี้สามารถสำเร็จไปได้ด้วยความกรุณาจาก ดร.พลชัย โชติปรายนกุล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานวิจัย ซึ่งเป็นผู้มอบความรู้ คำแนะนำ เสนอแนวทางในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ให้ กำลังใจในทุก ๆ เรื่อง ตลอดจนได้ให้ความกรุณาตรวจทานแก้ไขโครงงานวิจัยนี้แหละขอขอบคุณพี่ๆ ทีมงาน GMS&IE ในบริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส ประเทศไทย จำกัด ทุกคนที่ได้สละเวลามาให้ความรู้ คำแนะนำ แนวทางในการศึกษาวิจัยจนทำให้โครงงานวิจัยนี้ประสบความสำเร็จสมบูรณ์ ทางผู้วิจัยจึง ขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงไว้ ณ โอกาสนี้

นอกจากนี้ต้องขอขอบพระคุณ คณาจารย์ ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังทุกท่าน ที่ได้ให้ความรู้และประสบการณ์จากทั้งการเรียนและ การใช้ชีวิตแก่ผู้ทำการวิจัย ตลอดจนบุคลากร เจ้าหน้าที่ บุคคลที่เกี่ยวข้อง ในภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการทุกท่าน ที่ให้คำแนะนำ เสนอแนวทาง และให้ความช่วยเหลือในการทำโครงงานวิจัยด้วยดี ตลอดมา

ขอขอบพระคุณบริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส ประเทศไทย จำกัด และคุณวิรัตน์ ศรีสังวร ฝ่ายวิศวกร และ ทีมงานในแผนก GMS&IE ของบริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส ประเทศไทย จำกัด ที่ได้สละเวลามาให้ความรู้ ข้อมูล แนวทางการทำงาน แนวทางการดำเนินชีวิต และประสบการณ์ต่าง ๆ ซึ่งทำให้โครงงานวิจัยนี้ ประสบความสำเร็จสมบูรณ์

ขอขอบพระคุณผู้มีพระคุณ บิดา มารดา ญาติพี่น้อง ที่สนับสนุน คอยเป็นกำลังใจและให้ความช่วยเหลือสนับสนุนในด้านการศึกษา ด้านการเงินและคอยให้คำแนะนำดี ๆ ในการดำเนินชีวิตตลอดมา และขอบคุณ ทุกคนที่มีส่วนเกี่ยวข้องในโครงงานสหกิจศึกษานี้ซึ่งไม่สามารถกล่าวถึงทั้งหมดได้

สุดท้ายนี้ทางผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่า ความรู้จากโครงงานวิจัยเล่มนี้จะสามารถเป็น ประโยชน์ต่อบริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส ประเทศไทย จำกัด และผู้ที่ได้ทำการศึกษา หากมีส่วนใดบกพร่องหรือมีความผิดพลาดประการใด ทางผู้จัดทำต้องขออภัยมาเป็นอย่างสูงและขอน้อมรับคำเสนอแนะอันเป็นประโยชน์ทุกประการ

นายปิติภัทร กุลชัยสวัสดิ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขตของโครงงานสหกิจ	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่2 แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	
2.1 การขนถ่ายวัสดุ	3
2.2 ความหมายและหลักการใช้งาน AGV	5
2.4 หลักการสัญญาณ PWM	11
2.5 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Arduino	12
2.6 องค์ประกอบของหุ่นยนต์	15
2.7 วงจรชีวิตของเครื่องจักรและการเสื่อมสภาพ	17
2.8 แผนภาพ พาเรโต้	19
2.9 ทฤษฎี Why-Why	20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน	
3.1 การศึกษางานข้อมูลทั่วไปของบริษัท	21
3.2 วิเคราะห์สภาพการณ์ปัจจุบัน	22
3.3 การหาปัญหาหลักในการทำงาน	25
3.4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา	26
3.5 แนวทางการแก้ไขปัญหา	27
3.6 ขั้นตอนการสร้างซอฟต์แวร์	28
3.7 ขั้นตอนการออกแบบแผนการซ่อมบำรุง	30
บทที่ 4 การดำเนินงาน และผลการดำเนินงาน	
4.1 การปรับปรุงโปรแกรม	34
4.2 การใช้งานแผนการซ่อมบำรุง	36
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	
5.1 ผลการดำเนินงาน	37
5.2 ข้อเสนอแนะ	38
บรรณานุกรม	39
ภาคผนวก	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Differential Drive	7
2.2 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Skid Steer	8
2.3 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Ackermann Steering	8
2.4 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Articulate Drive	9
2.5 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Synchro Drive	9
2.6 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Swirl Drive	9
2.7 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Singularity Drive	10
2.8 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Omni Drive	11
2.9 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Mecanum Drive	11
2.10 ตัวอย่างการควบคุมระยะเวลาสัญญาณเปิด-ปิดที่ต่างกัน	12
2.11 บอร์ด Arduino UNO	14
2.12 บอร์ด Arduino Nano	14
2.13 บอร์ด Arduino MEGA	14
2.14 องค์ประกอบพื้นฐานของหุ่นยนต์	15
2.15 กราฟเส้นโค้งอ่างน้ำ (Bathtub Curve)	18
2.16 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต้	20
2.17 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยทฤษฎี Why-Why	20
3.1 แผนผังการประกอบรถของโรงงานผลิต	21
3.2 แผนที่ AGV ในโรงประกอบทั่วไป (General Assembly Shop)	22
3.3 แผ่นบันทึกปัญหา(Downtime check sheet)	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับ AGV โดยใช้ Pareto Chart	26
3.5 Why-Why Chart ในการหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น	27
3.6 แผนผังการทำงานของโปรแกรม	28
3.7 รูปตัวอย่างกล้องวีดีโอที่ใช้บันทึกวีดีโอเปรียบเทียบความเบี่ยงเบนจากแถบแม่เหล็ก	30
3.8 เส้นทางที่ใช้ในการทดสอบการเบี่ยงเบนจากแถบแม่เหล็ก	30
3.9 ตัวอย่างแผนการดูแลรักษาทั่วไป	32
3.10 ตัวอย่างแผนการดูแลรักษาทางเทคนิค	33
4.1 การทดสอบในสนามทดลอง	34
4.2 ตัวอย่างผลการวัดความเบี่ยงเบนของโปรแกรมที่ใช้อยู่ปัจจุบัน	35
4.3 ตัวอย่างผลการวัดความเบี่ยงเบนของโปรแกรมใหม่	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ตารางชนิดเครื่องมือลำเลียงวัสดุ 7 ชนิด	5
3.1 ตารางสรุปข้อมูลข้อมูลของ AGV ในโรงประกอบทั่วไป (General Assembly Shop)	23
3.2 ตารางบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นกับหุ่นยนต์ AGV	25
3.3 ตารางที่ใช้บันทึกผลการทดสอบในสนามทดลอง	29
3.4 ตารางสรุปข้อมูลที่มีการบันทึกไว้	31
4.1 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนหลังการปรับปรุงโปรแกรม	36
4.2 ตารางเปรียบเทียบปัญหาที่เกิดขึ้นหลังปรับใช้แผนการบำรุงรักษา	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์ส ประเทศไทย (General Motors (Thailand) Ltd.) เป็นบริษัทเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์ภายใต้บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส คอมพานี (NYSE:GM, TSX: GMM) ซึ่งเป็นบริษัทผลิตรถยนต์จากสหรัฐอเมริกา ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2536 ที่นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด ในฐานะศูนย์การผลิตรถยนต์แห่งแรกของจีเอ็มในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ เป็นศูนย์กลางภูมิภาคที่ดำเนินการผลิตรถยนต์สำหรับจำหน่ายในประเทศและส่งออกภายใต้แบรนด์เชฟโรเลตและโฮลเด้น โดยมีบทบาทเป็นเสมือนหัวใจสำคัญอันหนึ่งในการขยายธุรกิจของเจนเนอรัลมอเตอร์ส ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก เพื่อมุ่งมั่นที่จะนำเสนอยานยนต์ที่มีคุณภาพ ความทนทาน ความน่าเชื่อถือ ความโดดเด่นสะดุดตา การประหยัดน้ำมัน และความปลอดภัยให้แก่ลูกค้าเชฟโรเลตทั้งในประเทศและนอกประเทศ การดำเนินงานโดยยึดหลักลูกค้าคือหัวใจสำคัญ ถือเป็นวิสัยทัศน์ที่พนักงานเชฟโรเลตทุกคนต้องยึดมั่นเสมอมา โดยปัจจุบันทำการผลิตรถยนต์ เฉพาะเครื่องยนต์ดีเซล 3 รุ่นคือ Regular Cabin (RC) รถกระบะ 2 ประตู, Extended Cabin (EC) รถกระบะอเนกประสงค์, Crew Cabin (CC) รถกระบะแบบ 4 ประตู

การผลิตรถยนต์ในระดับอุตสาหกรรมของนั้นก็มีขั้นตอนในการทำงานอยู่หลายขั้นตอนด้วยกันซึ่งในแต่ละขั้นตอนในการประกอบรถยนต์นั้นต้องมีการใช้ชิ้นส่วนแต่ละชิ้นส่วนจำนวนมากมาทำการประกอบกันเป็นรถยนต์ 1 คัน และนอกจากนั้นการประกอบรถยนต์ยังต้องคำนึงถึงเวลาในการผลิตด้วย ซึ่งบริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์ส นั้นก็มีการผลิตรถยนต์เป็นจำนวนมากทั้งการผลิตในประเทศและการส่งออก จึงต้องมีการเคลื่อนย้ายชิ้นส่วนเพื่อทำการประกอบในโรงงานจำนวนมาก และทางบริษัทยังมีการผลิตแบบ Made to order ดังนั้นการขนส่งชิ้นส่วนเพื่อการประกอบรถยนต์ในบริษัทจึงถือเป็นเรื่องที่สำคัญ

การขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานนั้นมีอยู่หลายแบบด้วยกัน แต่ละแบบก็จะเหมาะสมกับการขนส่งชิ้นส่วนตามแบบนั้น ๆ เนื่องจากแต่ละแบบก็จะมีข้อดีข้อเสียต่างกันไป เช่น การใช้รถยก (Folk Lift) ก็จะสามารถยกชิ้นส่วนที่มีน้ำหนักเยอะได้ และสามารถทำงานในการยกแนวตั้งได้ดี แต่ก็ใช้พื้นที่ในการดำเนินงานมาก การใช้รถลาก (Tow Motor) สามารถลากชิ้นส่วนที่มีการลำเลียงในตัวลากที่มีล้อได้จำนวนมากโดยการพ่วงกัน ต้องทำการควบคุมการทำงานโดยใช้พนักงานขับรถลากซึ่งทางบริษัทเคยใช้ปฏิบัติงานมากก่อนที่จะเปลี่ยนให้มาเป็นรถลากระบบ AGV ในการขนส่งชิ้นส่วนในโรงงานแทน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AGV (Automotive Guided Vehicle) คือหุ่นยนต์เคลื่อนที่ระบบล้อ ที่สามารถทำงานได้โดยอัตโนมัติตามคำสั่งที่ถูกตั้งค่าไว้ในโปรแกรมหรือฟังก์ชันการทำงาน ซึ่งส่วนมากมักจะนำมาใช้ในทางอุตสาหกรรม โดยการนำมาใช้เพื่อช่วยในการขนส่งชิ้นส่วน สินค้า หรือ วัสดุอุปกรณ์ต่างๆ โดยไม่จำเป็นต้องมีคนสั่งการในการทำงานหรือบังคับในการขนส่ง ใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตตารี่เป็นตัวขับเคลื่อนมอเตอร์ และใช้แถบแม่เหล็กหรือแถบสีในการนำทาง

การใช้ AGV ในบริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์ส นั้นมีได้มีการเริ่มโครงการในการประกอบหุ่นยนต์ AGV เพื่อใช้ในโรงงานเพื่อการขนส่งชิ้นส่วนสำหรับการประกอบรถยนต์ โดยแผนก GMS&IE ตั้งแต่ปี 2011 ซึ่งเป็นเวลามากกว่า 18 ปีแล้ว ในระยะเวลาที่ผ่านมาก็ได้มีการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานของหุ่นยนต์ AGV อยู่ตลอดช่วงเวลาที่ผ่านมา และทางบริษัทก็ยังไม่หยุดที่จะพัฒนาเพื่อให้หุ่นยนต์ AGV นั้นมีความเสถียร และมีประสิทธิภาพสูงสุด แต่เนื่องจากการที่หุ่นยนต์ AGV ในบริษัทนั้นเป็นโครงการที่เริ่มขึ้นมาโดยทางบริษัทเอง และใช้ความเชี่ยวชาญจากวิศวกรของทางบริษัทจัดทำเฉพาะขึ้น การปรับเปลี่ยนกระบวนการหรือเส้นทางทำงานทำให้เกิดปัญหาในการทำงาน จึงยังจำเป็นต้องมีการขปรับปรุงประสิทธิภาพ และสร้างมาตรฐานให้แก่หุ่นยนต์ AGV ในบริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์ส ให้ทำงานได้อย่างสมบูรณ์มากขึ้น

1.2 วัตถุประสงค์

วัตถุประสงค์ในการทำโครงงานสหกิจครั้งนี้ คือ

1. เพื่อปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานของหุ่นยนต์ AGV
2. เพื่อสร้างมาตรฐานในการซ่อมบำรุงของหุ่นยนต์ AGV

1.3 ขอบเขตของโครงงานสหกิจ

1. ปรับปรุงการทำงานของหุ่นยนต์โดยการเปลี่ยนรูปแบบของโปรแกรมที่ใช้งาน
2. การปรับปรุงมาตรฐานในการปฏิบัติงานของ AGV ในการซ่อมบำรุง

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้รับความรู้เกี่ยวกับหุ่นยนต์อัตโนมัติที่ใช้ในอุตสาหกรรมการผลิตจริง
2. ได้ทำการออกแบบและปรับปรุงโปรแกรมอัตโนมัติเพื่อนำมาใช้งานจริงภายในโรงงาน
3. ได้รับความรู้เกี่ยวกับการจัดทำแผนการซ่อมบำรุง และขั้นตอนการซ่อมบำรุงอุปกรณ์หรือเครื่องจักรที่ใช้ในโรงงาน
4. ได้เรียนรู้มาตรฐานและระบบที่ใช้ในโรงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิด ทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การจัดทำโครงงานสหกิจเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพและสร้างมาตรฐานการซ่อมบำรุงแก่หุ่นยนต์ AGV เป็นการออกแบบและปรับปรุงทางด้านโปรแกรมที่ใช้งานกับหุ่นยนต์ และการทำแผนการซ่อมบำรุงสำหรับหุ่นยนต์ AGV ซึ่งในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยมีรายละเอียดดังนี้

2.1 การขนถ่ายวัสดุ

วิวัฒนาการด้านการผลิตของอุตสาหกรรมประเภทต่าง ๆ ได้เจริญก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วและต่อเนื่อง ซึ่งล้วนแต่ใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยและมีประสิทธิภาพสูงจึงควรให้ความสนใจและติดตามความเคลื่อนไหว อยู่ตลอดเวลา แต่เทคโนโลยีการผลิตที่ทันสมัยดังกล่าวอาจจะอยู่ในสภาพที่ด้อยสมรรถนะกว่าที่มีอยู่หรือไม่ อาจดำเนินการได้เต็มความสามารถ หากว่าขาดตัวแปรที่สำคัญตัวหนึ่ง ตัวแปรดังกล่าวก็คือการเคลื่อนที่ ดังที่เรียกว่า “การขนถ่าย”

2.1.1 ความหมายของการขนถ่ายวัสดุ

การขนถ่ายวัสดุ (Materials Handling) หมายถึง การจัดเตรียมสถานที่และตำแหน่งของวัสดุเพื่ออำนวยความสะดวกในการเคลื่อนย้ายหรือเก็บรักษา ซึ่งการที่จะทำให้เกิดสิ่งเหล่านี้ได้ ต้องอาศัยศิลปะในการสรรหาเครื่องมือและอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุมาใช้ให้เหมาะสมกับงาน นอกจากนั้นยังต้องมีศิลปะในการออกแบบสร้างเครื่องมือหรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้เหมาะสมและเป็นไปอย่างมีระบบตามหลักการ ความสำคัญ ของการขนถ่ายวัสดุ สามารถสรุปได้อย่างง่ายๆ ก็คือการเคลื่อนย้ายหรือเก็บรักษาต้องอาศัยวิทยาการในการกำหนดวิธีการขนถ่ายวัสดุนั่นเอง

2.1.2 วิธีการขนถ่ายวัสดุ

วิธีการขนถ่ายวัสดุ หมายถึง วิธีการใช้ในการเคลื่อนย้ายวัสดุ หรือผลิตภัณฑ์จากจุดต้นทางสู่จุดปลายทาง ประกอบด้วยองค์ประกอบสำคัญ 3 ประการ คือ

1) ระบบ (System)

- ระบบทางตรง เหมาะสำหรับวัสดุที่มีความเข้มข้นการไหลสูง และระยะสั้น สำหรับวัสดุชนิดพิเศษและต้องการความเร่งด่วน และเป็นวิธีประหยัดที่สุด

- ระบบทางอ้อม เหมาะสำหรับผังโรงงานที่มีรูปแบบ หลากหลายและมีทางแยกมาก ๆเหมาะสำหรับวัสดุที่มีความเข้มข้นการไหลต่ำและระยะทางยาวพอประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) อุปกรณ์ (Equipment)

จัดประเภทตาม SHA "Systematic Handling Analysis" การวิเคราะห์การขนถ่าย

อย่างเป็นระบบ แบ่งออกเป็น 4 ประเภท คือ

- อุปกรณ์การขนถ่ายแบบธรรมดา ราคาไม่แพง แต่ค่าดำเนินการสูงเหมาะสำหรับการขนถ่ายขึ้น-ลง ได้ง่าย และรวดเร็ว แต่ไม่เหมาะกับการขนถ่ายระยะไกล ๆ เหมาะสำหรับระยะทางใกล้และความเข้มข้น ของการไหลต่ำ

- อุปกรณ์การขนถ่ายแบบซับซ้อน ราคาแพง แต่ค่าดำเนินการต่ำ เหมาะสาหรับขนถ่ายขึ้น–ลง และความเข้มข้นการไหลสูง แต่ไม่เหมาะระยะทางไกล ๆ

- อุปกรณ์การขนส่งแบบธรรมดา ราคาไม่แพง แต่ค่าดำเนินการสูง เหมาะสำหรับการขนส่งระยะไกล แต่ไม่เหมาะการเอาของขึ้น–ลง ความเข้มข้นการไหลต่ำ

- อุปกรณ์การขนส่งแบบซับซ้อน ราคาแพง แต่ค่าดำเนินการต่ำ เหมาะสำหรับการขนส่งระยะไกล ๆ และความเข้มข้นการไหลสูง

3) หน่วยรองรับ (Transport units)

สภาพของวัสดุที่จะเคลื่อนย้าย มีลักษณะเป็นอย่างไร เช่น วัสดุที่จะขนถ่ายต้องบรรจุหีบห่อหรือไม่ มีอะไรรองรับหรือไม่ บรรจุใส่ในภาชนะใดหรือไม่ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

- วัสดุเป็นกอง เช่น เป็น ทราย ข้าวเปลือก ข้าวโพด

- วัสดุรายชิ้นอิสระ วัสดุมีขนาดใหญ่ รูปร่างแปลก อาจเกิดความเสียหายง่ายต่อการหยิบหรือรองรับ

- คอนเทนเนอร์ต่าง ๆ เหมาะสำหรับวัสดุมารวมกัน เป็นลัง เป็นกล่อง แล้วขนถ่ายมารวมกันในคอนเทนเนอร์

2.1.3 การเลือกเครื่องมือการขนถ่ายวัสดุ

การเลือกเครื่องมือขนถ่ายวัสดุที่ดีและเหมาะสม จะช่วยให้กระบวนการผลิตมีประสิทธิภาพ ลดต้นทุนการผลิต ยิ่งถ้าการค้ามีการแข่งขันสูง ผู้ประกอบการต้องคำนึงถึงต้นทุน เพราะต้นทุนจากอุปกรณ์การขนถ่ายวัสดุมีมากถึง 30 % ของต้นทุนการผลิตทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชนิดของเครื่องมือลำเลียง	ลักษณะแรงกระทำ	ขีดความสามารถในการรับน้ำหนัก	ขนาด	คุณสมบัติทั่วไป	ความเร็ว	ความสามารถเกิดแถวคอย	ระยะทาง	ความถี่ในการเคลื่อนที่	ความยืดหยุ่นของเส้นทางลำเลียง	ความสามารถในการยกขึ้น-ยกลง
แขนกล	ขณะใช้งาน	ต่ำ-กลาง	กลาง	ของแข็ง-ก้อน	ต่ำ-กลาง	ไม่	สั้น	บ่อย	ต่ำ	สูง
รถลำเลียงอัตโนมัติ	ขณะใช้งาน	กลาง	กลาง	ของแข็ง-ก้อน	กลาง	ไม่	กลาง	บ่อย	สูง	สูง
รถลำเลียงบนราง	ขณะใช้งาน	สูง	กลาง-ใหญ่	ของแข็ง-ก้อน	สูง	ไม่	ไกล	ต่ำ	ต่ำ	กลาง
เครน	ขณะใช้งาน	ต่ำ-กลาง	กลาง	ของแข็ง-ก้อน	ต่ำ	ไม่	กลาง	ต่ำ	ต่ำ	สูง
รถฟอร์กลิฟต์	ขณะใช้งาน	สูง	ใหญ่	ของแข็ง-ก้อน	กลาง	ไม่	ไกล	สูง	สูง	สูง
เครื่องมือลำเลียง	ต่อเนื่อง	ต่ำ-กลาง	เล็ก-กลาง	ของแข็ง-ก้อน	กลาง-สูง	ไม่	สั้น-กลาง	ต่ำ	ต่ำ	กลาง
แรงงานคน	ขณะใช้งาน	ต่ำ	กลาง	ของแข็ง-ก้อน	ต่ำ	ไม่	สั้น	สูง	สูง	สูง

ตารางที่ 2.1 ตารางชนิดเครื่องมือลำเลียงวัสดุ 7 ชนิด

2.2 ความหมายและหลักการใช้งาน AGV

เอจีวี (Automatic Guide Vehicle : AGV) เป็นรถขนาดเล็กที่เคลื่อนที่ได้เอง ที่มีระบบนำร่อง นำทาง และไม่ตองมีคนขับ เอจีวีถูกนำมาใชงานจริงในอุตสาหกรรมครั้งแรกเมื่อป ค.ศ. 1953 ในประเทศสหรัฐอเมริกาโดยตอนนั้นถูกนำมาใชขนถ่ายสินคาในโกดังเก็บสินคาทำใหสามารถประหยัดในเรื่องของแรงงานคนและเวลาได้เป็นอย่างดี ในปัจจุบัน AGV ที่มีการใช้ภายในโรงงานมีหลายชนิด ได้แก่

2.2.1 เอจีวีแบบลากจูง (AGV Towing Vehicle)

เป็นแบบชนิดของเอจีวีที่มีความนิยมมากชนิดหนึ่ง เอจีวีชนิดนี้จะเป็นอุปกรณ์นำทางอัตโนมัติแบบลากจูง มีความกว้างใหเลือกหลายชนิด ชนิดของอุปกรณ์บรรทุกถูกใชสำหรับบรรทุกและปลดลงของสัมภาระ รถพวง (Trailer) ยังรวมถึงเอจีวีที่ใชจูงรถไฟ เครน อุปกรณ์ขนสงอัตโนมัติคนทำงานกันเอง การสงผ่านโดยรถไฟและอุปกรณ์ที่โปรแกรมการบรรทุกและปลดแบบอัตโนมัติโดยมากการประยุกตการลากจูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเป็นในลักษณะของการเคลื่อนที่ของหีบผลิตภัณฑ์ให้ไปสู่ภายนอกโกดัง ซึ่งการลากจูงจะใช้กับการขนส งที่ปริมาณมาก ๆ โดยมีระยะทางขนสงที่ไกลมากกวา 1,000 เมตร

2.2.2 เอจีวีแบบมีลูกกลิ้งลำเลียง (AGV Unit Load Transports)

เอจีวีแบบนี้จะถูกใช้งานร่วมกับช่องทางที่ใช้ในการโหลดหรือขนถ่ายชิ้นงาน โดยเอจีวีจะเดินทางมายังตำแหน่งของแท่นรองรับแล้วมีการสื่อสารสั่งงานให้ ลูกกลิ้ง โซ สายพาน หรือ ช่องการโหลดที่ทำการแบ่งเป็นหลายส่วนอย่างชัดเจน ให้ทำงาน รถยังสามารถเชื่อมต่อกับสายพานลำเลียงแบบที่มีชุดขับกำลัง หรือ สถานีผลัก-ดึง ให้สามารถทำงานร่วมกับการขนสัมภาระใสหรือนำออกโดยรถโฟล์คลิฟท์ได้

อุปกรณ์บรรทุกหรือปลดลงอัตโนมัติอุปกรณ์เหลานี้สวนมากเป็นอิสระต่ออันหนึ่งและสามารถผ่านไปยังที่อื่น ๆ ที่กำหนดไวได้อย่างมีประสิทธิภาพในหลาย ๆ สถานการณนอกจากนั้นพวกมันยังสามารถเคลื่อนที่ได้สองทิศทาง เอจีวีแบบมีลูกกลิ้งลำเลียงปกติจะถูกใชอยู่ในคลังสินค้า หรือในระบบการกระจายสินค้า ภายในอาคารที่มีเส้นทางเดินไม่ยาวเกินไป

2.2.3 เอจีวีแบบบรรทุกพาล์เล็ท (AGV Pallet Truck)

เอจีวีแบบบรรทุกพาล์เล็ทถูกออกแบบมาเพื่อใชในการหลบหลีกและการขนส่งวัสดุที่อยู่บนแท่น พวกมันยังถูกใชอย่างกว้างขวางในหลายหนาที่ โดยที่อุปกรณ์นี้ถูกนำไปใชในการขนของขึ้นและลงในระดับชั้นต่าง ๆ โดยไม้เจาะจงสิ่งที่ขนมา และไม่มีอุปกรณ์พิเศษใด ๆ ที่ตองนำมาใชนอกเสียจากสิ่งของที่ขนนั้นตองวางอยูบนพาล์เล็ท เอจีวีแบบบรรทุกพาล์เล็ทมีความสามารถในการบรรทุกได้ 1,000-2,000 ปอนดมีความเร็ว 264 ฟุต/นาที เอจีวีแบบบรรทุกพาล์เล็ทสามารถที่จะยกของขึ้นและนำของลงได้สองวิธีคืออัตโนมัติและใชมือการนไของไปสงยังที่ต่างที่ได้ระบุไวก่อนนั้นของจะถูกยกโดยการใชงาสอดเขาไปในพาล์เล็ทเอจีวีแบบบรรทุกพาล์เล็ทที่ใชการทำงานแบบอัตโนมัตินั้นตองการความแม่นยำในการที่จะเขาสู่ตำแหนงที่จะยกของและตองใชเซนเซอร์ในการตรวจวัด ซึ่งตองใชคาใชจ่ายสูงแต่สามารถทำงานได้ยืดหยุนกว่าและไม่ตองใชพนักงานเขาไปในบริเวณที่จัดเก็บสินคา

2.2.4 เอจีวีแบบโฟล์คลิฟท (AGV Forklift Trucks)

เอจีวีแบบโฟล์คลิฟทมีความสามารถในการที่ยกแท่นสัมภาระขึ้นและลงได้ในทั้งที่เป็นบนพื้นและบนชั้นวางของและความสูงในการขึ้นของสามารถที่จะต่างระดับความสูงกับตอนลงของได้ ในบางกรณีหุ่นแบบนี้สามารถที่จะลงของกองรวมกันไดในระบบเดียวกัน ตัวนำทางของรถยกมีความสามารถที่จะระบุตำแหน่งความสูงของงานได้ดังนั้นจึงสามารถที่จะใชงานร่วมกับระบบการขนถ่ายวัสดุอื่น ๆ ได้ เอจีวีแบบโฟล์คลิฟท์เป็นเอจีวีที่มีราคาค่อนข้างสูงชนิดหนึ่ง ดังนั้นมันจึงถูกนำมาใชงานร่วมกับระบบการผลิตที่เป็นแบบอัตโนมัติเต็มระบบและระบบรถยกนี้ทำงานโดยการติดอุปกรณ์ตรวจจับไวที่สวนปลายของงาน ดังนั้นมันจึงสามารถที่จะยกได้สูงและวางซ้อนกันไดและด้วยระบบการทำงานของอุปกรณ์จึงตองเขาไปเกี่ยวของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับหลายสวน หลายระดับและวิธีการเพื่อตรวจสอบความแม่นยำในการระบุตำแหนงทั้งบนพื้นและบนชั้น เอจีวีแบบโฟล์คลิฟทมีความสามารถในการทำงานได้ที่ความสูงหลายระดับมีความสามารถในการบรรทุกได้ 1,000-2,000 ปอนด ความเร็ว 264 ฟุต/นาทีรัศมีในการเลี้ยวน้อยที่สุด 7 ฟุต

2.2.5 เอจีวีแบบบรรทุกขนาดเบา (AGV Light Load Transporter)

เป็นเอจีวีที่มีความสามารถในการบรรทุกได้นอยกวา 500 ปอนดใชในการขนสงที่มีขนาดเล็กและเบามีความยาวพอประมาณใชในการขนถ่ายระหว่างที่จัดเก็บโดยมีความเร็วปกติอยู่ที่ 100 ฟุต/นาที รัศมีการเลี้ยว 2 ฟุต ซึ่งถูกออกแบบมาเพื่อใชในการทำงานในพื้นที่จำกัดเชนสายการประกอบ การใชในสวนของไปรษณีย์

2.3 การควบคุมและรูปแบบการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่

การเคลื่อนที่ (Locomotion) หมายถึง การกระทำด้วยกำลัง เพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่จากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง ส่วนใหญ่แล้วการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์จะพิจารณาออกแบบตามวัตถุประสงค์ของการใช้งานและสภาพการทำงานของหุ่นยนต์เป็นสำคัญ หากหุ่นยนต์ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ซึ่งงานส่วนใหญ่เป็นงานที่ทำในขอบเขตจำกัด การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ก็ไม่มีความจำเป็น จึงออกแบบให้มีลักษณะเป็นแขนกลชนิดติดตั้งอยู่กับที่ แต่หากเป็นงานเชิงสำรวจ งานตรวจการณ์ หรือมีขอบเขตการทำงานกว้าง และต้องเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่าง ๆ ก็จะออกแบบหุ่นยนต์ให้สามารถเคลื่อนที่ได้

2.3.1 Differential Drive

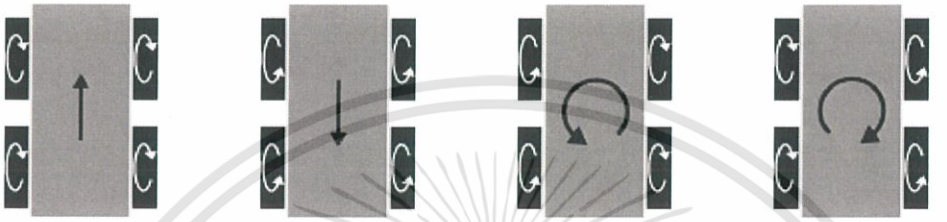
เป็นรูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อที่ง่ายที่สุด คือ มีล้อ 2 ล้อ ล้อซ้าย และล้อขวา ถ้าต้องการเคลื่อนที่ไปข้างหน้าตรง ๆ ก็หมุนล้อซ้ายและขวาไปทางเดียวกันด้วยความเร็วเท่ากัน ถอยหลังตรง ๆ ก็หมุนล้อซ้ายและขวาถอยหลังทั้งคู่ ถ้าอยากเลี้ยวซ้ายก็หมุนล้อขวาไปข้างหน้าให้เร็วกว่าล้อซ้าย อยากเลี้ยวขวาก็หมุนล้อซ้ายไปข้างหน้าให้เร็วกว่าล้อขวา หรือจะหมุนตัวอยู่กับที่ก็ได้ ก็ให้หมุนล้อข้างหนึ่งไปข้างหน้า และล้ออีกข้างหมุนกลับหลังด้วยความเร็วเท่ากัน จะเห็นได้ว่าการขับเคลื่อนแบบ Differential Drive นั้น ไม่สามารถเคลื่อนที่ไปทิศใด ๆ ได้ตามต้องการในทันที ต้องทำการเลี้ยว หมุนตัวก่อน ดังนั้น Differential Drive จึงเป็นการเคลื่อนที่แบบ non-holonomic

รูปที่ 2.1 รูปแบบการเคลื่อนที่แบบ Differential Drive

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 Skid Steer

เรียกได้ว่าเป็นญาติกับ Differential Drive ใช้หลักการเดียวกันเรื่องการหมุนล้อเดินหน้า ถอยหลัง เพื่อเคลื่อนที่และเลี้ยว ต่างกันตรงที่ Skid Steer จะใช้เรียกกับหุ่นยนต์ที่ใช้มากกว่า 2 ล้อ เช่น 4, 6, 8, ... ล้อ และตีนตะขาบ เนื่องจากในหุ่นยนต์ที่มีล้อมาก ๆ หรือสายพานตีนตะขาบ เวลาเลี้ยวหรือหมุนตัว จะเกิดลื่นไถล (Slip) บนล้อเทียบกับพื้น แน่นอนว่าการ Slip นี้ทำให้ Skid Steer ใช้พลังงานในการเลี้ยวเยอะกว่า Differential Drive แต่ด้วยล้อที่มากกว่า มีพื้นที่สัมผัสพื้นมากกว่า ก็ทำให้มีแรงขับเคลื่อนมากกว่า



รูปที่ 2.2 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Skid Steer

2.3.3 Ackermann Steering

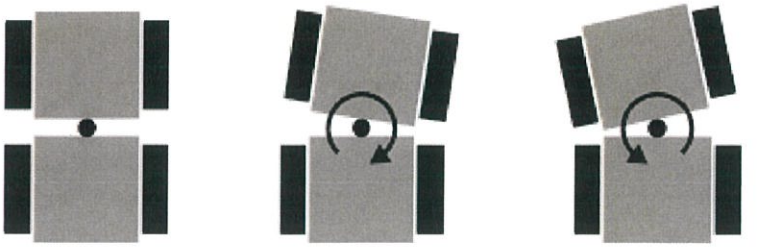
คือการเคลื่อนที่แบบรถยนต์นั่นเอง คือ มีล้อขับเคลื่อนและล้อเลี้ยว (ล้อเลี้ยวอาจจะเป็นล้อเดียวกับล้อขับเคลื่อนก็ได้ ในกรณีนี้จะต้องมีล้อหมุนอิสระคอยประคองด้วย เหมือนรถขับเคลื่อนล้อหน้า) คือเวลาเลี้ยวจะทำการหมุนล้อเลี้ยวให้ตั้งฉากกับเส้นที่ลากไปสู่จุดศูนย์กลางการเลี้ยว เพื่อทำให้ล้อทุกล้อเคลื่อนที่ไปตามเส้นโค้งของการเคลื่อนที่โดยไม่มีการ slip การที่ต้องหมุนล้อไปมาเพื่อเลี้ยว ทำให้ไม่สามารถเปลี่ยนทิศการเคลื่อนที่ไปทิศใด ๆ ตามต้องการได้ทันที ทำให้ Ackermann Steering เป็น non-holonomic

รูปที่ 2.3 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Ackermann Steering

2.3.4 Articulate Drive

คล้าย ๆ กับ Ackermann Steering แต่จะหมุนล้อเลี้ยวไปด้วยกันทั้งชุด ตัวอย่างเช่น หุ่นยนต์ตีนตะขาบหลายท่อน Articulate Drive เป็น non-holonomic

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Articulate Drive

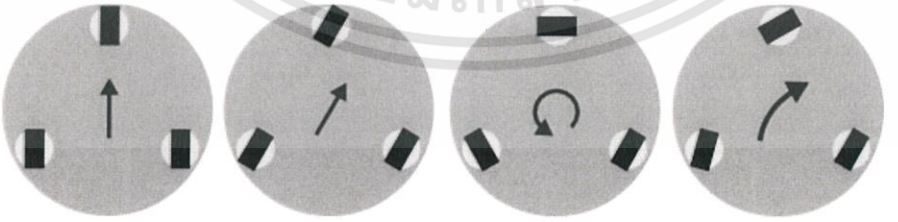
2.3.5 Synchro Drive

เป็นการขับเคลื่อนที่ล้อทุกล้อหมุนด้วยความเร็วเท่ากัน และมีกลไกลงบังคับเลี้ยวล้อทุกล้อไปในทิศต่าง ๆ พร้อมกัน ทำให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังทิศใด ๆ ก็ได้ (แต่ต้องรอหมุนล้อก่อนสักครู่นึง) แต่ Synchro Drive จะไม่สามรถหมุนเลี้ยวรอบตัวเองได้ Synchro Drive เป็น Semi-Holonomic (คือ จะมีความใกล้เคียง Holonomic ในการเคลื่อนที่ไปทิศใด ๆ ก็ได้ ไม่ต้องหมุนเลี้ยว แต่ไม่สามารถเปลี่ยนทิศได้ทันทีทันใด ต้องรอหมุนล้อก่อน)

รูปที่ 2.5 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Synchro Drive

2.3.6 Swirl Drive

มีการเคลื่อนที่คล้ายกับ Synchro Drive ต่างกันตรงที่ล้อทุกล้อของ Swirl Drive สามารถหมุนเลี้ยวได้เป็นอิสระต่อกัน ทำให้เคลื่อนที่ไปทิศใด ๆ ก็ได้ และหมุนรอบตัวเองได้ Swirl Drive เป็น Semi-Holonomic



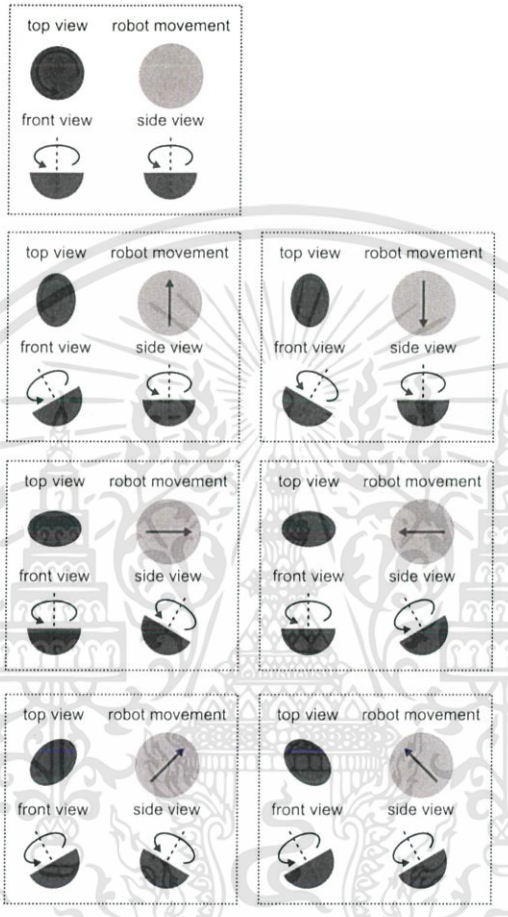
รูปที่ 2.6 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Swirl Drive

2.3.7 Singularity Drive

อันนี้อาจจะไม่ค่อยเคยเห็นกัน จริง ๆ การเคลื่อนที่แบบนี้ถูกคิดค้นขึ้นมานานแล้ว แต่ไม่ค่อยเป็นที่นิยม หลัง ๆ นี้เริ่มมีคนนำมาใช้ใหม่ เป็นการเคลื่อนที่ที่เข้าใจยากซักหน่อย คือ จะใช้ล้อทรงส่วนของทรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลม หมุนให้การหมุนตั้งฉากกับพื้น จุดที่ล้อสัมผัสกับพื้นจะมีความเร็วเป็นศูนย์ ถ้าต้องการเคลื่อนที่ไปทิศทางใด ก็เอียงล้อ ทำให้จุดที่ล้อสัมผัสกับพื้นมีความเร็วไม่เป็นศูนย์ การเอียงล้อทรงกลมไปยังทิศต่าง ๆ ทำให้เกิดแรงผลักบนพื้นในทิศต่าง ๆ ทำให้ Singularity Drive สามารถเคลื่อนที่ไปยังทิศใด ๆ ก็ได้ (แต่ต้องรอเอียงล้อสักเล็กน้อย) ทำให้ Singularity Drive เป็น Semi-Holonomic

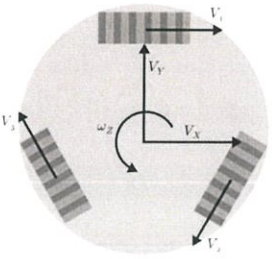


รูปที่ 2.7 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Singularity Drive

2.3.8 Omni Drive

ล้อของ Omni Drive จะพิเศษคือ มี roller อยู่รอบ ๆ ล้อ ในทิศทางการหมุนที่ตั้งฉากกับการหมุนของล้อ Omni Drive ต้องใช้ล้ออย่างน้อย 3 ล้อ วางทำมุมกัน เนื่องจากในแต่ละล้อมี Roller อยู่ จึงเกิดการเคลื่อนที่ได้ 2 แกนพร้อม ๆ กันในแต่ละล้อ คือ ตามแนวการหมุนของล้อ และตามแนวการหมุนของ Roller เมื่อต้องการเคลื่อนที่ไปยังทิศใด ๆ ก็สามารถแตกความเร็วการเคลื่อนที่เข้าแนวการเคลื่อนที่ของล้อและของ roller ได้เสมอ ทำให้ Omni Drive สามารถเคลื่อนที่ไปยังทิศใด ๆ ก็ได้ เป็น Holonomic การเคลื่อนที่ของ Omni Drive จะต้องมีสมการที่เรียกว่า Jacobian / Inverse - Jacobian Matrix เพื่อแปลงความเร็วของหุ่นยนต์ ไปสู่ความเร็วของล้อแต่ละล้อ

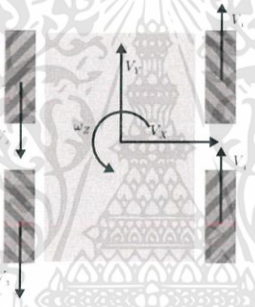
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Omni Drive

2.3.9 Mecanum Drive

เป็นญาติกับ Omni Drive ต่างกันตรงที่ Roller บนล้อไม่วางตั้งฉากกับล้อ แต่จะวางทำมุมกัน ส่วนมากจะทำมุม 45 องศา และล้อสามารถวางตัวขนานกันได้ตามปกติ ไม่ต้องวางทำมุมกัน การเคลื่อนที่ก็ใช้หลักการเดียวกับ Omni Drive จึงต้องมี Jacobian/Inverse-Jacobian Matrix ในการคำนวณความเร็วล้อเช่นกัน แต่สมการจะง่ายกว่า Mecanum Drive เป็น Holonomic

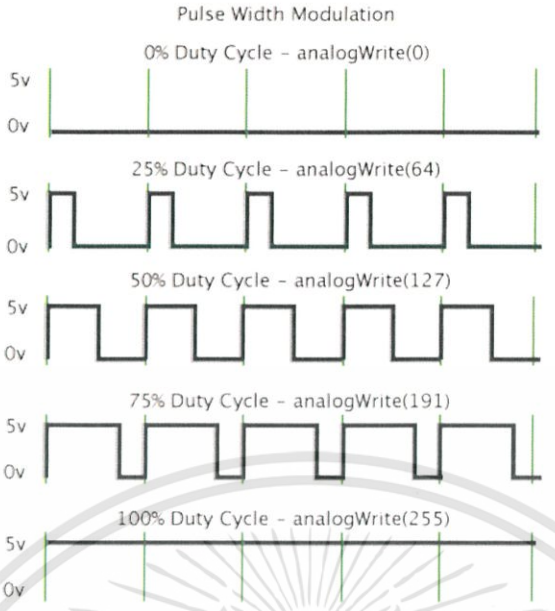


รูปที่ 2.9 รูปแบบการเคลื่อนที่ด้วยล้อแบบ Mecanum Drive

2.4 หลักการสัญญาณ PWM

Pulse Width Modulation (PWM) เป็นเทคนิคที่ทำให้สามารถอ่าน/เขียนข้อมูลแบบ Analog ด้วยสัญญาณ Digital ได้ โดยตัวควบคุมการสร้างสัญญาณดิจิตอล (Digital Control) จะสร้างสัญญาณคลื่นสี่เหลี่ยมออกมา โดยสัญญาณที่สร้างออกมาจะสลับกันระหว่าง เปิด (HIGH) กับ ปิด (LOW) รูปแบบสัญญาณเปิด-ปิดนี้สามารถจำลองเป็นแรงดันไฟฟ้าระหว่าง เปิด (5 Volts) กับ ปิด (0 Volts) การควบคุมระยะเวลาสัญญาณเปิดและปิดที่ต่างกันจะทำให้ค่าแรงดันเฉลี่ยของสัญญาณสวิตช์ต่างกันดังตัวอย่างรูป.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างการควบคุมระยะเวลาสัญญาณเปิด-ปิดที่ต่างกัน

- ถ้าอยากให้ V_{out} ออกมา 0 โวลต์ เราก็ให้ระยะเวลาสัญญาณ LOW เต็มคาบเวลา

- ถ้าอยากให้ V_{out} ออกมา 25% เราก็ให้สัญญาณ HIGH 25 % และ สัญญาณ LOW 75%

- ถ้าอยากให้ V_{out} ออกมา 50% เราให้ระยะเวลาของสัญญาณ HIGH และ LOW เท่ากัน ก็จะได้ค่าเป็น 2.5 โวลต์

- ถ้าเราอยากให้ V_{out} ออกมา 75% เราให้ระยะสัญญาณ HIGH เป็น 75% และ สัญญาณ LOW 25%

- ถ้าเราอยากให้ V_{out} ออกมา 5 โวลต์ เราเปิดสัญญาณ HIGH เต็มคาบเวลา

สำหรับโมดุล PWM ของ Arduino ที่มีความละเอียด 8 bit หรือ ปรับได้ 255 ระดับ ดังนั้นค่าสัญญาณ 0 โวลต์ถึง 5 โวลต์ จะถูกแสดงเป็นสัญญาณแบบดิจิตอล จะได้ 0 ถึง 255 ซึ่งเราสามารถเทียบสัดส่วนคำนวนจากเลขจริง เป็น เลขทางดิจิตอลได้

2.5 ความรู้เบื้องต้นเกี่ยวกับ Arduino

Arduino เป็นแพลตฟอร์มต้นแบบด้านอิเล็กทรอนิกส์แบบโอเพ่นซอร์ส ซึ่งใช้ฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์ที่ยืดหยุ่นและใช้งานง่าย มีไว้สำหรับศิลปิน นักออกแบบ งานอดิเรกและทุกคนที่สนใจในการสร้างวัตถุเชิงโต้ตอบหรือสภาพแวดล้อม

โครงการ Arduino เดิมก่อตั้งมาด้วยผู้ร่วมก่อตั้ง 5คน ได้แก่ Massimo Banzi, David Cuartielles, David Mellis, Tom Igoe, และ Gianluca Martino โดยเริ่มโครงการมาตั้งแต่ช่วง ปี2005 ความหมายของ คำว่า Arduino แปลว่า เพื่อนแท้ (Strong friend หรือ Brave friend) ในภาษาอิตาลี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยผู้ก่อตั้งมีความตั้งใจให้ราคาของอุปกรณ์นั้นถูกเมื่อเทียบกับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลอื่น ๆ เพื่อให้ทุกคนสามารถเข้าถึงได้โดยง่ายแพลตฟอร์ม Arduino ได้ออกแบบมาเพื่อให้ใช้งานง่ายผู้ใช้งานไม่จำ เป็นต้องมีความรู้เกี่ยวกกับโครงสร้างสถาปัตยกรรมภายในซีพียูโดยรู้เพียงว่าบอร์ด Arduino ที่เลือกมาใช้งานนั้นมีขาที่ใช้งานอะไรบ่งมีคุณสมบัติต่าง ๆ อะไรบ้างก็สามารถใช้งานได้ด้วยประสบการณ์และจำนวณการใช้งานของผู้ใช้จำนวนมาก Arduino จึงถูกใช้งานด้านต่าง ๆ มากมาย เนื่องจากการเขียนโค้ดโปรแกรมควบคุมการทำงานของ Arduino มีความง่ายและยืดหยุ่นสามารถใช้งานในระดับ สูงได้อีกด้วยเครื่องมือที่ใช้สำหรับเขียนโค้ดควบคุมมีเวอร์ชั่น ที่สามารถรันได้ในทุกระบบปฏิบัติการไม่ว่าจะเป็น แมคอินทอช วินโดวส์ หรือแม้กระทั่งลีนุกซ์ก็ตามทำให้ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง แพลตฟอร์ม โดยมีองค์ประกอบหลัก 2 ส่วน

2.5.1 ฮาร์ดแวร์ (Hardware)

เป็นบอร์ดอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กที่มีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นชิ้นส่วนหลักประกอบร่วมกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์อื่น ๆ เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งานหรือที่เรียกกัน ว่า “บอร์ด Arduino” โดยบอร์ด Arduino ก็มีหลายรุ่นให้เลือกใช้ตามความเหมาะสมของงาน โดยในแต่ละรุ่นอาจมีความแตกต่างกัน ในเรื่องของขนาดของบอร์ด หรือสเปคเช่น จำนวนของขารับส่งสัญญาณ, แรงดันไฟที่ใช้, ประสิทธิภาพของ MCU เป็นต้น

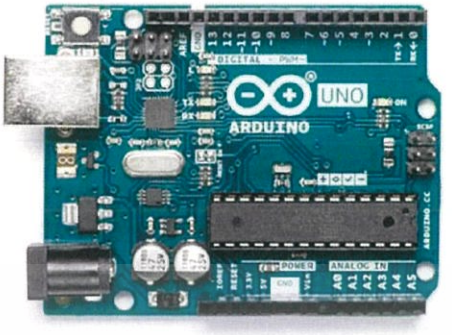
2.5.2 ซอฟต์แวร์ (Software)

- ภาษาที่ใช้เขียนโค้ดควบคุมบอร์ด Arduino เป็นภาษาสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมที่มีไวยากรณ์แบบเดียวกับภาษา C/C++

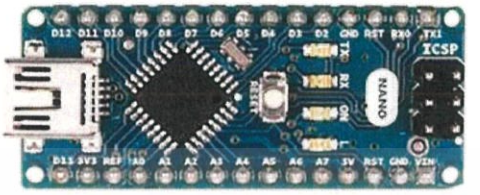
- Arduino IDE เป็นเครื่องมือสำหรับเขียนโค้ดโปรแกรม การคอมไพล์โปรแกรม (การแปลงไฟล์ภาษาซีให้เป็นภาษาเครื่อง) และอัปโหลดโปรแกรมลงบอร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

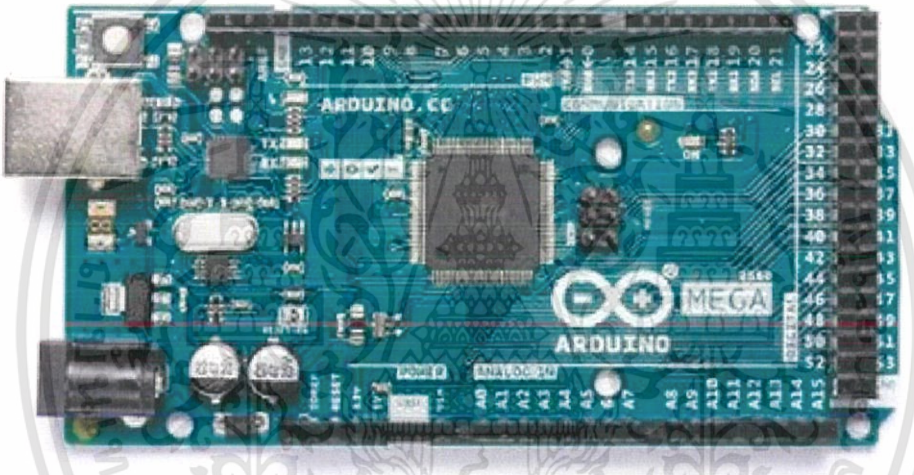
ตัวอย่างบอร์ด Arduino ที่นิยมนำมาใช้งาน



รูปที่ 2.11 บอร์ด Arduino UNO



รูปที่ 2.12 บอร์ด Arduino Nano



รูปที่ 2.13 บอร์ด Arduino MEGA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 องค์ประกอบของหุ่นยนต์

ในหุ่นยนต์จะประกอบด้วยอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่างๆมากมาย ซึ่งอุปกรณ์แต่ละชนิดนั้นจะมีหน้าที่แตกต่างกันไป ตามลักษณะและวัตถุประสงค์ของการใช้งาน โดยองค์ประกอบพื้นฐานของหุ่นยนต์ สามารถแบ่งได้เป็น 5 ส่วนได้แก่

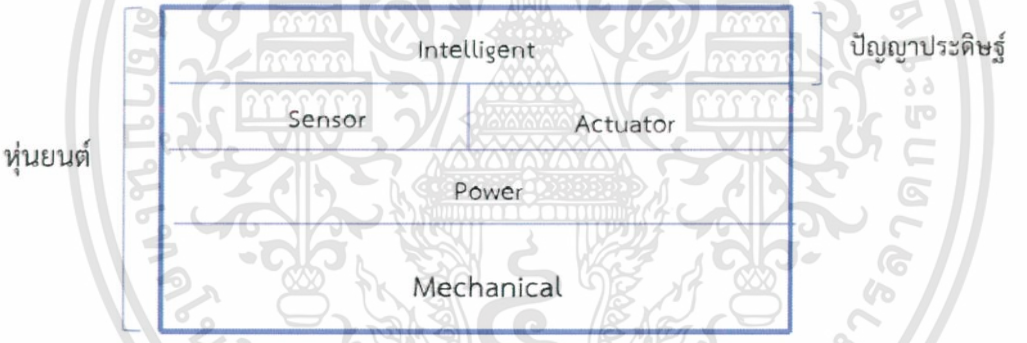
1. เครื่องจักรกล (Mechanical) เป็นส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งนำมาประกอบกันเป็น หุ่นยนต์

2. กำลัง (Power) หุ่นยนต์จะทำงานหรือเคลื่อนไหวได้ ต้องมีกำลังการขับเคลื่อน

3. ส่วนการรับรู้ (Sensor) ทำหน้าที่รับข้อมูลจากสภาพแวดล้อมภายนอก

4. ส่วนตอบสนอง (Effector) ทำหน้าที่ตอบสนองกลับไปยังสภาพแวดล้อม

5. ส่วนของความฉลาด (Intelligent) เป็นส่วนที่นำปัญญาประดิษฐ์มาใส่ไว้ในหุ่นยนต์ เพื่อเป็นตัวควบคุมพฤติกรรมการทำงานของหุ่นยนต์ โดยใช้เทคนิคต่าง ๆ เช่น โครงข่าย ใยประสาท, ตรรกะคลุมเครือ ,ขั้นตอนวิธีเชิงพฤติกรรมและการค้นหา เป็นต้น



รูปที่ 2.14 องค์ประกอบพื้นฐานของหุ่นยนต์

2.7 การบำรุงรักษา

การบำรุงรักษา หมายถึงการพยายามรักษาสภาพของระบบ เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีสภาพที่พร้อมจะใช้งานตลอดเวลา ตามมาตรฐานที่กำหนด ซึ่งการบำรุงรักษาเครื่องจักรนั้นมีความใกล้ชิดกับขบวนการผลิต และเมื่อทำการศึกษาในรายละเอียดของกิจกรรมการบำรุงรักษาเครื่องจักรและการผลิต พบว่า “วัตถุประสงค์ของการผลิตคือทำให้ได้มาซึ่งผลผลิต (Productivity – P) ตามความต้องการด้วยคุณภาพ (Quality – Q) ที่ได้มาตรฐาน ต้นทุนต่ำ (Cost – C) การส่งมอบ (Delivery – D) ต้องเป็นไปตามกำหนดการและแผนงานที่วางไว้ การผลิตนั้นยังต้องอยู่ในระดับที่สร้างความมั่นใจด้านความปลอดภัย (Safety – S) ให้แก่พนักงานและทำให้พนักงานมีขวัญกำลังใจ (Morale – M) ที่ดี” และการบำรุงรักษายัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ครอบคลุมการซ่อมบำรุงด้วย ดังนั้นการบำรุงรักษาจึงมีความหมายกว้างและครอบคลุมหลายเรื่อง แต่พอสรุปความหมายของการบำรุงรักษาได้ว่า

"การบำรุงรักษาเป็นการกระทำที่ผสมผสานกันทั้งด้านเทคนิคและการจัดการในอันที่จะคงไว้ซึ่งสภาพ

หรือเพื่อฟื้นฟูระบบและบริภัณฑ์ให้อยู่ในสภาพที่จะทำงานได้ตามที่ต้องการ"

การบำรุงรักษาตามความหมายที่กล่าว จึงมิใช่เป็นเพียงการซ่อมเมื่อพบว่าบริภัณฑ์เสียหรือชำรุดเท่านั้น การจัดการเรื่องการบำรุงรักษาจึงมีความสำคัญซึ่งมีหลายเทคนิคและหลายทฤษฎีด้วยกัน เช่นเดียวกับการบริหารจัดการทั่วไป ผู้ที่เกี่ยวข้องจึงต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับเครื่องจักร

2.6.1 การบำรุงรักษาหลังเกิดเหตุขัดข้อง (Break – down Maintenance)

คือ การบำรุงรักษาเมื่อ ระบบหรืออุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดการชำรุดและต้องหยุดใช้งานฉุกเฉิน หรือเรียกอีกอย่างว่า ซ่อมเมื่อพบว่าชำรุด วิธีการนี้ถึงแม้จะเป็นวิธีการดั้งเดิมในการบำรุงรักษาแต่ยังจำเป็นต้องนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ เนื่องจาก อุปกรณ์ทั้งหลายแม้ว่าจะได้รับการบำรุงรักษาป้องกันดีเยี่ยมเพียงใดก็ยังมีโอกาสเกิดเหตุขัดข้องต้องหยุดเพื่อ ซ่อมฉุกเฉินได้ตลอดเวลา แต่ควรต้องให้มีน้อยที่สุด

2.6.2 การบำรุงรักษาเชิงป้องกัน (Preventive Maintenance)

คือ การบำรุงรักษาที่ดำเนินการเพื่อ ป้องกันเหตุขัดข้องหรือการหยุดของบริภัณฑ์ไฟฟ้าแบบฉุกเฉิน สามารถทำได้ด้วยการตรวจวัดและสภาพ บริภัณฑ์ การทำความสะอาด และหล่อลื่นโดยถูกวิธี การปรับแต่งให้อุปกรณ์ทำงานที่จุดทำงานตามคำแนะนำ ของคู่มือ รวมทั้งการบำรุงและเปลี่ยนชิ้นส่วนตามกำหนดเวลา การตรวจวัด เป็นวิธีหนึ่งในการตรวจสภาพบริภัณฑ์ไฟฟ้าเช่น การวัดค่าความเป็นฉนวน และการวัด ความร้อน เป็นต้น ค่าที่ได้จากการตรวจวัดจะนำมาวิเคราะห์หาการเสื่อมสภาพและวางแผนการบำรุงรักษาต่อไป

2.6.3 การบำรุงรักษาเชิงแก้ไขปรับปรุง (Corrective Maintenance)

คือ การดำเนินการเพื่อ การดัดแปลง ปรับปรุงแก้ไขอุปกรณ์หรือส่วนของอุปกรณ์เพื่อขจัดเหตุขัดข้องเรื้อรังให้หมดไปโดยสิ้นเชิง

2.6.4 การป้องกันการบำรุงรักษา (Maintenance Preventive)

คือ การดำเนินการใด ๆ ก็ตามที่จะให้ ได้มาซึ่งอุปกรณ์ที่ไม่ต้องมีการบำรุงรักษา หรือถ้ามีก็ต้องน้อยที่สุด สามารถดำเนินการได้โดยการออกแบบ ระบบและบริภัณฑ์ให้ถูกต้องตามมาตรฐาน เลือกใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ที่มีคุณภาพและเหมาะสมกับการใช้งาน รวมทั้ง ติดตั้งถูกต้องได้มาตรฐาน และในระหว่างใช้งานก็มีการบำรุงรักษาเชิงป้องกันอีกด้วย

2.6.5 การบำรุงรักษาทวีผล (Productive Maintenance)

คือ กรรมวิธีการบำรุงรักษาที่นำเอา การบำรุงรักษาที่กล่าวข้างต้น มาประกอบเข้าด้วยกัน การบำรุงรักษาที่ดี ย่อมจะไม่อาศัยการบำรุงรักษา ชนิดหนึ่งชนิดใดเพียงอย่างเดียว แต่ควรที่จะใช้ชนิดต่าง ๆ ที่มีอยู่ประกอบเข้าด้วยกัน เพื่อให้เกิดการ "ทวีผล" และมีประสิทธิผลสูงสุด

2.6.6 การบำรุงรักษาทวีผลรวม (Total Productive Maintenance)

คือ การบำรุงรักษาที่นำเอา วิธีการข้างต้นมาประยุกต์ใช้ และเพิ่มเติมเทคนิคบางอย่างเข้าไปด้วย เช่น การระดมคนทุกคนที่ทำงานอยู่ตาม สายการผลิตต่าง ๆ และผู้ทำหน้าที่บำรุงรักษาโดยตรงให้มีส่วนรับผิดชอบในการบำรุงรักษาอุปกรณ์และ อุปกรณ์ต่าง ๆ ให้มีผลผลิตตามที่ได้ออกแบบหรือตามที่กำหนดไว้ ตัวอย่างหลักคิดของการบำรุงรักษา ทวีผลรวม ดังนี้

Focus improvement ปรับปรุงเฉพาะเรื่อง
Autonomous maintenance บำรุงรักษาด้วยตนเอง
Planned maintenance บำรุงรักษาตามแผน
Education & training พัฒนาทักษะ
Early management เริ่มตั้งแต่ต้น (การออกแบบ)
Quality maintenance บำรุงรักษาเชิงคุณภาพ
Office improvement พัฒนาอย่างต่อเนื่อง (กิจกรรม TPM)
Safety, health & environment ให้ความสำคัญกับอาชีวอนามัยและความปลอดภัย

2.7 วงจรชีวิตของเครื่องจักรและการเสื่อมสภาพ

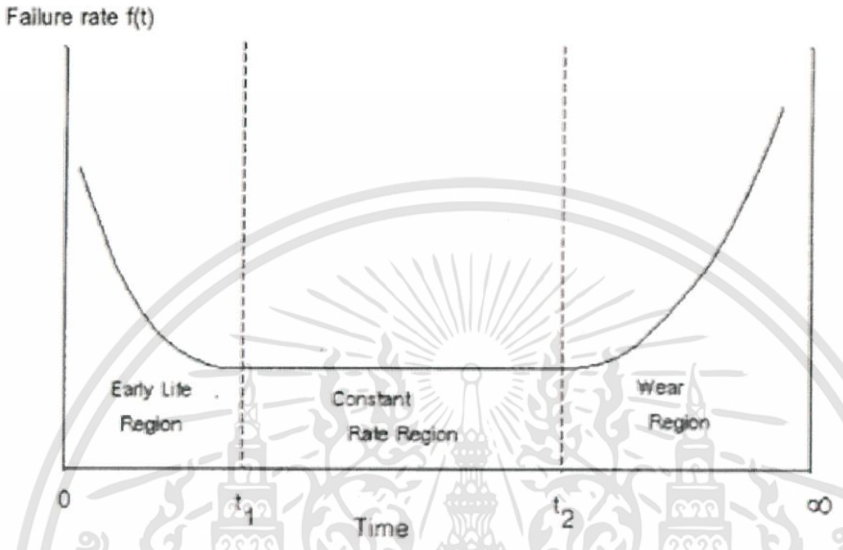
เครื่องจักรจะมีช่วงอายุการใช้งาน ตามสภาพแวดล้อมการทำงานซึ่งอายุการทำงานของเครื่องจักรจะสั้นจะยาวนั้นขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยหลายอย่างที่เป็นองค์ประกอบตลอดอายุการใช้งานของเครื่องจักร โดยปกติแล้ววงจรชีวิตของเครื่องจักรในช่วงเวลาต่าง ๆ โดยเริ่มตั้งแต่การประกอบขึ้นของเครื่องจักร การเสื่อมสภาพของเครื่องจักร การชำรุด และการหมดสภาพการใช้งานของเครื่องจักร ซึ่งเป็นที่ยอมรับกันในทางวิศวกรรมการบำรุงรักษา คือ กราฟเส้นโค้งรูปอ่างน้ำ (Bathtub Curve) ซึ่งเป็นกราฟที่ใช้อธิบายลักษณะเฉพาะที่เกิดขึ้นทั่วไปกับเครื่องจักร จากกราฟจะสามารถแบ่งช่วงวงจรชีวิตของเครื่องจักรออกมาได้เป็น 3 ช่วงด้วยกัน คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ช่วงระยะเริ่มต้นการใช้งาน (Early Failure Period หรือ Run – In Period)

- ช่วงใช้งานปกติของเครื่องจักร (Random Failure Period หรือ Lifetime Period)

- ช่วงระยะการสึกหรอของเครื่องจักร (Wear – Out Failure)



รูปที่ 2.15 กราฟเส้นโค้งอ่างน้ำ (Bathtub Curve)

โดยสามารถอธิบายระยะเวลาต่าง ๆ ได้ตามอัตราการชำรุดของเครื่องจักรกล ในลักษณะวงจรชีวิตตลอดอายุขัย จากรูปจะสามารถอธิบายความหมาย ดังนี้

1. ช่วงระยะเริ่มต้นการใช้งาน (Early Failure Period หรือ Run – In Period) เป็นลักษณะการลดลงของอัตราการชำรุด (Decreasing Failure Rate : DFR) อัตราการชำรุดจะมีโอกาสขึ้นได้จากหลายสาเหตุหลายประการ เช่น การใช้วัสดุที่ผลิตเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้องกับการใช้งานของเครื่องจักร การออกแบบที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้อง การควบคุมคุณภาพหรือเทคโนโลยีการผลิตของการประกอบเครื่องจักรไม่ดีพอ การติดตั้งเครื่องจักรผิดไปจากที่กำหนดไว้ในคู่มือของเครื่องจักร และการใช้งานเครื่องจักรที่ไม่เหมาะสมหรือไม่ถูกต้อง ทำให้ระยะนี้อัตราการชำรุดจึงมีโอกาสเกิดขึ้นได้สูงมาก ดังนั้นสำหรับการใช้งานของเครื่องจักรในระยะนี้ เมื่อเริ่มมีการชำรุดจากสาเหตุใดก็ตาม ต้องดำเนินการแก้ไขปรับปรุงเพื่อให้ผ่านพ้นช่วงเวลานี้ไป แล้วอัตราการชำรุดของเครื่องจักรก็จะค่อยๆลดลง หากต้องการลดโอกาสการชำรุดในช่วงระยะเวลานี้มีทางเลือกอยู่หลายทาง ซึ่งประกอบไปด้วย

- การเลือกซื้อเครื่องจักรที่มีคุณภาพดี หรือจากบริษัทผู้ผลิตเครื่องจักรที่เชื่อถือได้ ซึ่งเครื่องจักรนั้นจะต้องได้รับการออกแบบมาอย่างดี

- ในการติดตั้งเครื่องจักร ควรติดตั้งให้ได้ตามมาตรฐานของบริษัทผู้ผลิตนั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ควรศึกษาคู่มือที่ให้มากับเครื่องจักร และทำความเข้าใจหลักการใช้งานของเครื่องจักร เพื่อการใช้งานที่ถูกต้อง

- ควรมีการดูแลรักษาและบำรุงอยู่เสมอ เมื่อมีการขัดข้องต้องรีบแก้ไขทันที และทำการวางระบบการบำรุงรักษาที่ดี

2. ช่วงใช้งานปกติของเครื่องจักร (Random Failure Period หรือ Lifetime Period) เป็นช่วงที่ต่อเนื่องจากระยะแรก เมื่อมีการใช้งานมาในระยะเวลาหนึ่งแล้ว เป็นช่วงที่มีการปรับปรุงหรือมีการเปลี่ยนแปลงให้มีเสถียรภาพในการทำงานของเครื่องจักรมาแล้ว อัตราการชำรุดจะไม่ค่อยมี แต่อาจจะเกิดขึ้นได้ในบางโอกาส ขึ้นอยู่กับการใช้งานและการบำรุงรักษา และจะยังคงอยู่ในสภาพเช่นนั้นในอีกช่วงระยะเวลาหนึ่ง ซึ่งถ้าต้องการให้ระยะการใช้งานปกติของเครื่องจักรยาวนานนั้นขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่างด้วยกัน เช่น การใช้งานที่ไม่เกินภาระงานที่ถูกออกแบบไว้ การบำรุงรักษาตามที่กำหนดไว้ในคู่มือหรือตามความเหมาะสมของเครื่องจักร และการควบคุมสภาพแวดล้อมที่เครื่องจักรติดตั้งใช้งานอยู่ให้มีความเหมาะสมตามที่ได้ถูกออกแบบไว้ เมื่อมีการควบคุมปัจจัยเหล่านี้ได้ จะทำให้โอกาสที่เครื่องจักรจะเกิดการชำรุดมีอยู่ไม่มากและมีค่าค่อนข้างที่จะคงที่ซึ่งสังเกตได้จากกราฟ ซึ่งจะเห็นได้ว่าเป็นเส้นขนานกับแกนเวลา นั่นคืออัตราการชำรุดเสียหายค่อนข้างคงที่ (CFR : Constant Failure Rate : λ Constant)

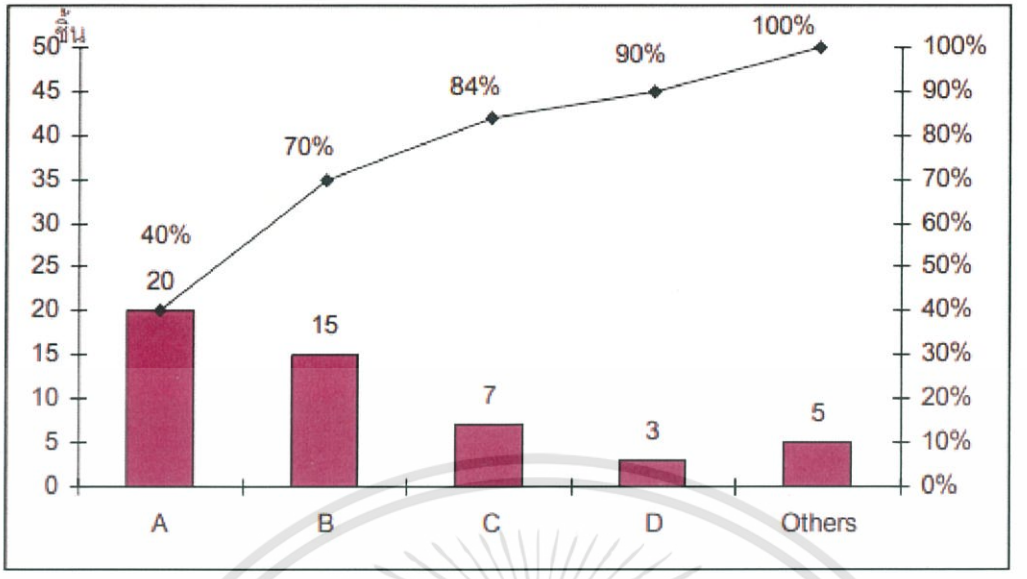
3. ช่วงระยะการสึกหรอของเครื่องจักร (Wear – Out Period) เมื่อเครื่องจักรผ่านระยะการใช้งานมาเป็นเวลานาน ๆ ทำให้เกิดการสึกหรอ เมื่อเกิดการเสื่อมมาก ๆ ขึ้นอัตราการชำรุดก็เพิ่มสูงขึ้นด้วย ซึ่งเป็นช่วงที่เรียกว่า อัตราการชำรุดเสียหายค่อยๆเพิ่มขึ้น (Increasing Failure Rate : IFR)

2.8 แผนภาพ พาเรโต้

แนวคิดที่เป็นหัวใจของหลักการพาเรโต้คือการจัดลำดับความสำคัญของงานหรือ ปัจจัยต่าง ๆ ที่จะตองพิจารณาเพื่อใหการบริการจัดการมีประสิทธิภาพสูงสุด ทั้งนี้เนื่องจากโดยทั่วไปผลลัพธ์สวนใหญ่ (80%) มักเกิดจากเหตุปัจจัยหลักเพียงไม่กี่สาเหตุ (20%) ปัจจัยหลักเหลานี้จึงควรได้รับการเอาใจใสมากเป็นพิเศษ ในขณะที่ผลลัพธ์เพียงเล็กน้อย (20%) กลับมาจากเหตุปัจจัยมากมาย (80%)

แผนภูมิพาเรโต้ มีลักษณะคล้ายกับกราฟแท่ง หรือ Histogram แตกต่างกันที่ แท่งของข้อมูลตามแนวแกนนอน มีค่าลดลงตามลำดับ หลักการของแผนภูมิพาเรโต้ ในการปรับปรุงคุณภาพ คือการหาตัวแปรที่มีอิทธิพลต่อคุณภาพ (Quality Function) ตัวอย่างเช่น ถ้าเราหาตัวแปรที่มีผลกระทบต่อคุณภาพ และนำมาหาค่าตัวเลข หรือร้อยละของผลกระทบนั้น จัดลำดับจากมากไปน้อย นำมาเขียนกราฟโดยให้แกนตั้งด้านซ้าย เป็นค่าจริงของผลกระทบของตัวแปร ส่วนแกนตั้งด้านขวา เป็นค่าสะสมของผลกระทบของตัวแปร

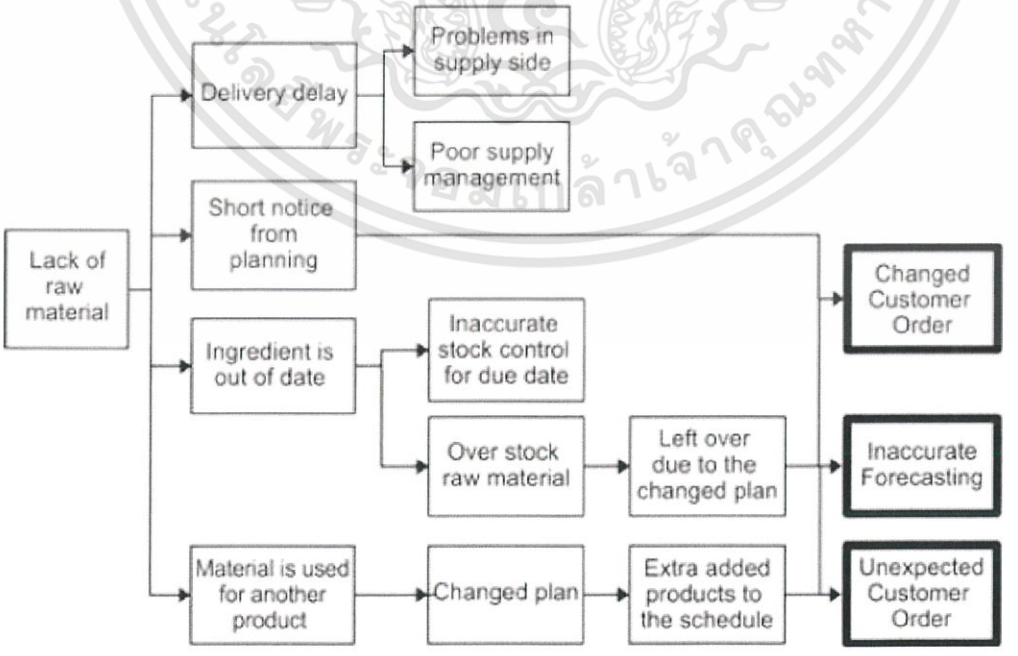
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.16 ตัวอย่างแผนภาพพาเรโต้

2.9 ทฤษฎี Why-Why

ทฤษฎี Why-Why เป็นเทคนิคในการวิเคราะห์หาปัจจัยที่เป็นต้นเหตุให้เกิดปรากฏการณ์อย่างเป็นระบบ และมีขั้นตอน โดยการถาม“ทำไม” จนกว่าจะค้นพบต้นตอสาเหตุของปรากฏการณ์ ทำให้กำหนดแนวทางการแก้ไขปัญหาและใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานให้สูงขึ้นโดยหากเราสามารถค้นพบสาเหตุรากเหง้าและกำจัดได้แล้ว ปัญหาเดิมจะไม่เกิดซ้ำ หากปัญหาเดิมเกิดซ้ำ แสดงว่าการวิเคราะห์ของเรานั้นมาผิดทาง หรือ อาจมีบางสาเหตุตกหล่นไป อาจจะต้องมาทำการวิเคราะห์ใหม่เครื่องมือนี้เป็นเครื่องมือที่มีประสิทธิภาพสูงมาก หากผู้วิเคราะห์ มีความเข้าใจ และมีความชำนาญในงานที่ตนทำอยู่



รูปที่ 2.17 ตัวอย่างการวิเคราะห์ข้อมูลด้วยทฤษฎี Why-Why

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

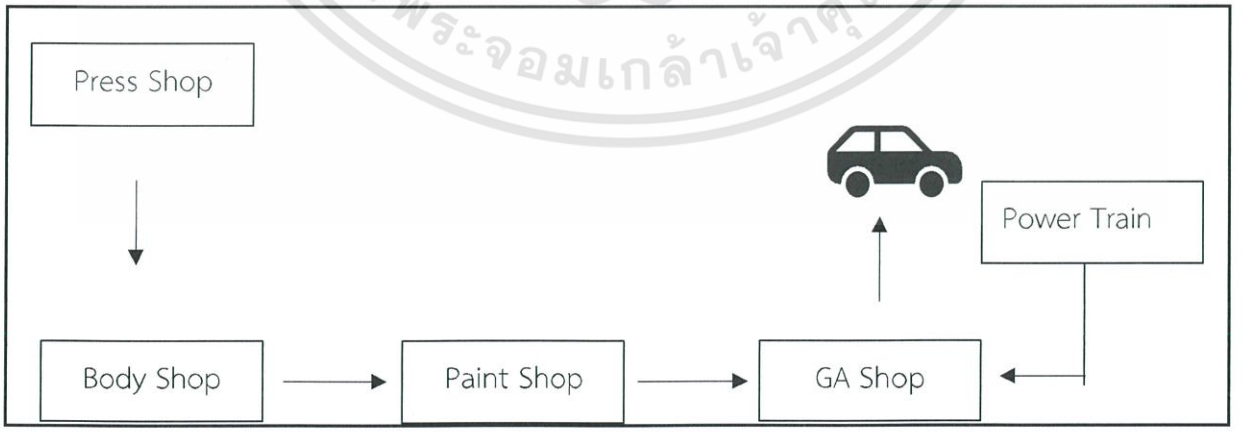
บทที่ 3

วิธีการดำเนินงาน

การจัดทำโครงงานสหกิจเรื่องการปรับปรุงประสิทธิภาพและสร้างมาตรฐานการซ่อมบำรุงแก่หุ่นยนต์ AGV ประกอบไปด้วยข้อมูลเกี่ยวกับโครงงาน การแก้ไขปัญหา ขั้นตอนการออกแบบและปฏิบัติงาน รวมไปถึงการทดสอบการใช้งานหุ่นยนต์ AGV ดังต่อไปนี้

3.1 การศึกษางานข้อมูลทั่วไปของบริษัท

บริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์ส ประเทศไทย (General Motors (Thailand) Ltd.) เป็นบริษัทเกี่ยวข้องกับอุตสาหกรรมยานยนต์ภายใต้บริษัท เจนเนอรัล มอเตอร์ส คอมพานี (NYSE:GM, TSX: GMM) ซึ่งเป็นบริษัทผลิตรถยนต์จากสหรัฐอเมริกา ก่อตั้งเมื่อปี พ.ศ. 2536 ที่นิคมอุตสาหกรรมอีสเทิร์นซีบอร์ด ในฐานะศูนย์การผลิตรถยนต์แห่งแรกของจีเอ็มในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ โดยเป็นศูนย์กลางภูมิภาคที่ดำเนินการผลิตรถยนต์สำหรับจำหน่ายในประเทศและส่งออกภายใต้แบรนด์เชฟโรเลตและโฮลเด้น โดยมีบทบาทเป็นเสมือนหัวใจสำคัญอันหนึ่งในการขยายธุรกิจของเจนเนอรัล มอเตอร์ส ในภูมิภาคเอเชียแปซิฟิก เพื่อมุ่งมั่นที่จะนำเสนอยานยนต์ที่มีคุณภาพ ความทนทาน ความน่าเชื่อถือ ความโดดเด่นสะดุดตา การประหยัดน้ำมัน และความปลอดภัยให้แก่ลูกค้าเชฟโรเลตทั้งในประเทศและนอกประเทศ การดำเนินงานโดยยึดหลักลูกค้าคือหัวใจสำคัญ ถือเป็นวิสัยทัศน์ที่พนักงานเชฟโรเลตทุกคนต้องยึดมั่นเสมอมา โดยปัจจุบันทำการผลิตรถยนต์ เฉพาะเครื่องยนต์ดีเซล 3 รุ่นคือ Regular Cabin (RC) รถกระบะ 2 ประตู, Extended Cabin(EC) รถกระบะอเนกประสงค์, Crew Cabin (CC) รถกระบะแบบ 4 ประตู โดยมีขั้นตอนในการผลิตโดยย่อดัง รูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แผนผังการประกอบรถของโรงงานผลิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 วิเคราะห์สภาพการณ์ปัจจุบัน

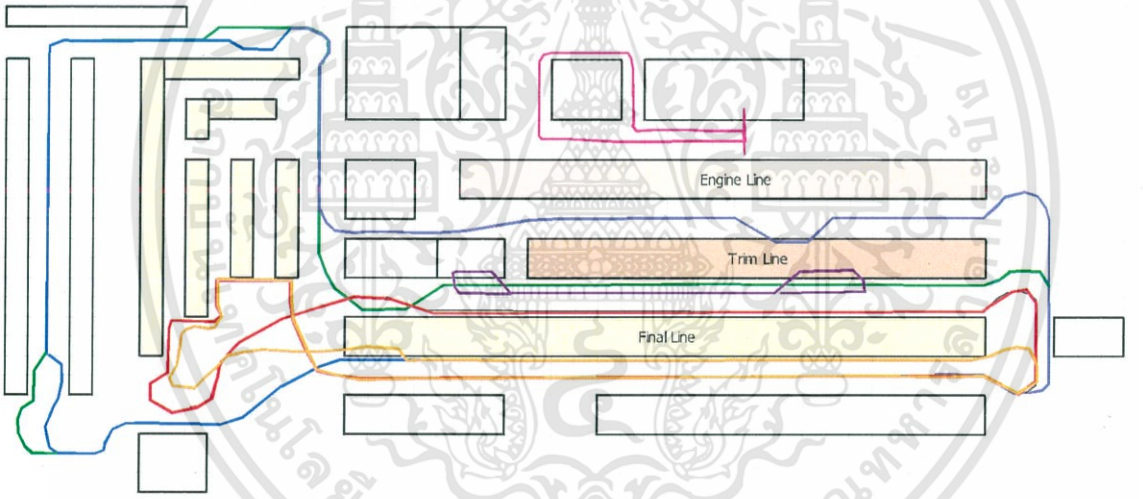
ปัจจุบันการขนส่งชิ้นส่วนต่าง ๆ ในการประกอบรถภายในโรงงาน ที่โรงประกอบทั่วไป (General Assembly Shop) และ Power Train ได้มีการนำเอา รถ AGV เข้ามาใช้แทนรถลาก (Tow Motor) และมีแผนจะนำไปปรับใช้เพิ่มที่โรงประกอบตัวถัง (Body Shop) โดยในโครงงานสหกิจศึกษา ผู้จัดทำได้ทำการปรับปรุงเฉพาะ AGV ที่ใช้ในโรงประกอบทั่วไป (General Assembly Shop) เท่านั้นเนื่องจากในโรงประกอบทั่วไป (General Assembly Shop) มีการปรับใช้ AGV จำนวนมากในทุกสายการประกอบ

ผู้วิจัยได้ทำการศึกษาสภาพปัจจุบันตามหัวข้อดังนี้

- ลักษณะการใช้งานทั่วไป

- การตรวจสอบข้อมูลบันทึกการเกิดความเสียหาย หรือหยุดทำงาน

3.2.1 ลักษณะการใช้งานทั่วไป



รูปที่ 3.2 แผนที่ AGV ในโรงประกอบทั่วไป (General Assembly Shop)

โดยที่ AGV ที่ใช้ในโรงประกอบทั่วไป (General Assembly Shop) ที่มีการใช้ในการส่งชิ้นส่วนรถยนต์ ในสายประกอบ สามารถแบ่งได้เป็น 6 เส้นทาง

1.	Final line left hand side (ไฟนอลฝั่งซ้าย)	4	ตัว
2.	Final line right hand side (ไฟนอลฝั่งขวา)	4	ตัว
3.	Trim line left hand side (ทริมฝั่งซ้าย)	4	ตัว
4.	Trim line right hand side (ทริมฝั่งขวา)	4	ตัว
5.	Engine line (เอ็นจิ้น)	1	ตัว
6.	IP line (ไอพี)	1	ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ตารางสรุปข้อมูลของ AGV ในโรงประกอบทั่วไป (General Assembly Shop)

GM

General Motors (Thailand) Ltd.
บริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์ส (ประเทศไทย) จำกัด

AGV Information Board

NO	ID	Line	Shop	Drive unit	Type	CPU	Sensor Type	# Dolly load	Distance (Meter)	Time per loop (Minute)	Special function
1	AGV-IP01	IP	GA	Scooter	Undercarriage	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	1	100	7.30	Backward drive
2	AGV-E01	Engine	GA	Scooter	Undercarriage	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	1	75	10.00	N/A
3	AGV-TR013	Trim Rh	GA	Scooter > Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	3	510	35.00	Manual unlock pin
4	AGV-TR014	Trim Rh	GA	Scooter > Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	3	510	35.00	Manual unlock pin
5	AGV-TR015	Trim Rh	GA	Scooter > Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	3	510	35.00	Manual unlock pin
6	AGV-TR016	Trim Rh	GA	Scooter > Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	3	510	35.00	Manual unlock pin
7	AGV-TL018	Trim LH	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	3	525	40.00	Manual unlock pin
8	AGV-TL019	Trim LH	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	3	525	40.00	Manual unlock pin
9	AGV-TL020	Trim LH	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	3	525	40.00	Manual unlock pin
10	AGV-TL021	Trim LH	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	3	525	40.00	Manual unlock pin
11	AGV-FL01	Final LH	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	2	352.5	32.00	Manual unlock pin
12	AGV-FL02	Final LH	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	2	352.5	32.00	Manual unlock pin
13	AGV-FL03	Final LH	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	2	352.5	32.00	Manual unlock pin
14	AGV-FL04	Final LH	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	2	352.5	32.00	Manual unlock pin
15	AGV-FR07	Final RH	GA	Scooter	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	2	382.5	30.00	Manual unlock pin
16	AGV-FR08	Final RH	GA	Scooter	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	2	382.5	30.00	Manual unlock pin
17	AGV-FR09	Final RH	GA	Scooter	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	2	382.5	30.00	Manual unlock pin
18	AGV-FR10	Final RH	GA	Scooter	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	2	382.5	30.00	Manual unlock pin
19	AGV-SP01	Spare 1	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	N/A	N/A	N/A	Manual unlock pin
20	AGV-SP02	Spare 2	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	N/A	N/A	N/A	Manual unlock pin
21	AGV-SP03	Spare 3	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	N/A	N/A	N/A	Manual unlock pin
22	AGV-SP04	Spare 4	GA	Oriental	Pull-type	Arduino Mega 2560	Magnetic sensor	N/A	N/A	N/A	Manual unlock pin

Drive unit

Oriental

Scooter

Type

Undercarriage type

Pull-type

3.2.2 การตรวจสอบข้อมูลบันทึกการเกิดความเสียหาย หรือหยุดทำงาน

การตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นกับ AGV ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาอุปกรณ์ของ AGV และประเภทการเสียหายจากการสอบถามพนักงานผู้ดูแล วิศวกรผู้ดูแล และทำการศึกษาด้วยตัวเองจากข้อมูลที่ ได้ทำการเก็บมาจากการบันทึกปัญหา และตรวจสอบอุปกรณ์ต่าง ๆ ใน AGV

การใช้งานของ AGV ในโรงงานนั้นมีการติดตามการทำงาน และบันทึกปัญหาอยู่ตลอดโดยพนักงานที่ทำงานจะต้องทำการบันทึกอยู่ตอลดในทุกวัน ทุกกะของการทำงานโดยใช้แผ่นบันทึกปัญหา (Downtime check sheet) เพื่อบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นและวิธีในการแก้ไขปัญหาเบื้องต้น

ใบติดตามปัญหา _AGV

เดือน..... ชื่อผู้บันทึก.....

หลุดสลัก	เสียชำรุด	หมุนไม่ได้	ล้อหลุดหลวม	ไม่เลี้ยว	เสียงดังผิดปกติ	ไม่	ระบบไฟฟ้า	การ์ดชำรุด	ไม่มีระบบตั้งค่า	เสียง	โปรแกรม	ไม่	ไม่	ระบบเซ็นเซอร์	กด Pin รถหาย	จุดเกิดเหตุ	AGV No.	รายละเอียด	วันที่ จันทร์	วันที่ อังคาร	วันที่ พุธ	วันที่ พฤหัส	วันที่ ศุกร์	วันที่ เสาร์

รูปที่ 3.3 แผ่นบันทึกปัญหา(Downtime check sheet)

ผู้จัดทำได้ใช้ข้อมูลการบันทึกย้อนหลัง3เดือน โดยจากการบันทึกปัญหาในช่วง 16 พฤษภาคม จนถึง 15 สิงหาคม 2561 สามารถบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นตามประเภทได้3ประเภทดังตาราง โดยที่ (F) คือปัญหาที่เกิดจากการทำงานผิดปกติของโปรแกรม (M) คือปัญหาที่เกิดขึ้นจากการที่ส่วนประกอบของหุ่นยนต์ AGV ทางกายภาพ และ (E) คือปัญหาที่เกิดจากระบบไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

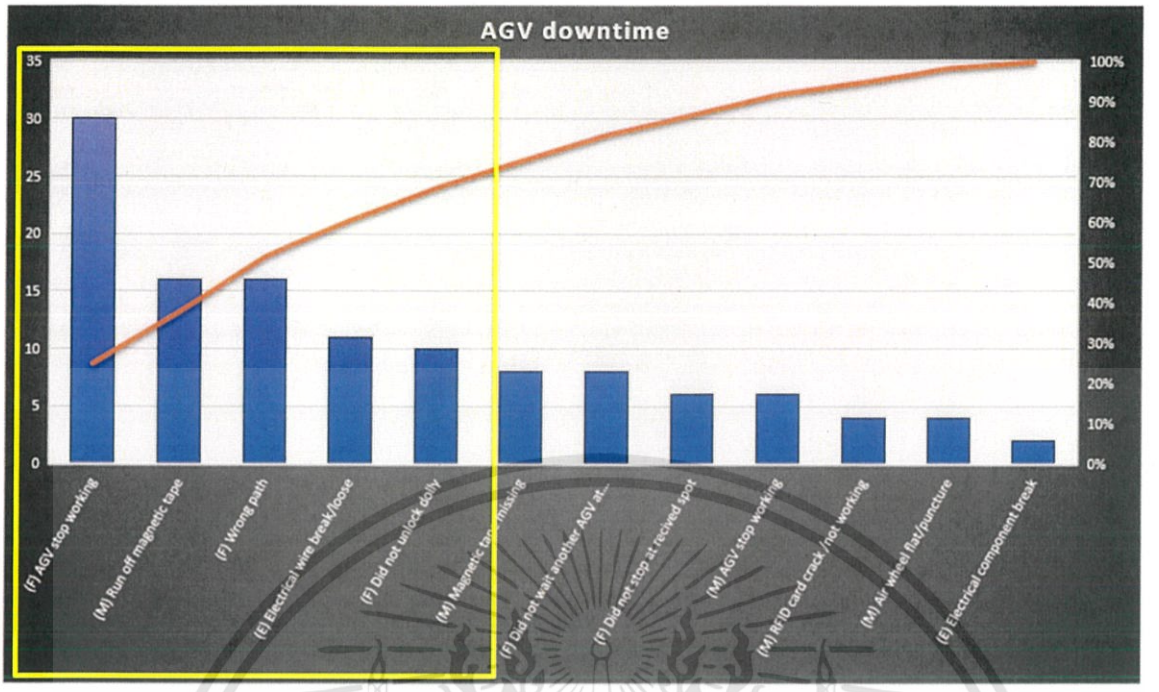
ตารางที่ 3.2 ตารางบันทึกปัญหาที่เกิดขึ้นกับหุ่นยนต์ AGV

Breakdown between 16 May - 15 Aug 2018			
No.	Issue	Frequency	Average %
1	(F) AGV stop working	30	24.79
2	(M) Run off magnetic tape	16	13.22
3	(F) Wrong path	16	13.22
4	(E) Electrical wire break/loose	11	9.09
5	(M) Did not unlock dolly	10	8.26
6	(M) Magnetic tape missing	8	6.61
7	(F) Did not wait another AGV at crossroad	8	6.61
8	(F) Did not stop at received spot	6	4.96
9	(M) AGV stop working	6	4.96
10	(M) RFID card crack /not working	4	3.31
11	(M) Air wheel flat/puncture	4	3.31
12	(E) Electrical component break	2	1.65
	total	121	100.00

3.3 การหาปัญหาหลักในการทำงาน

หลังจากที่ผู้จัดทำได้ทำการเก็บข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้น และพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นกับ AGV มีหลายปัญหาที่เกิดขึ้นแต่เนื่องจากในระยะเวลาในการจัดทำโครงงานจำกัด จึงต้องการทำการแก้ปัญหาหลักที่เกิดขึ้น ผู้จัดทำได้เลือกใช้เครื่องมือ Pareto Chart ในการสรุปข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 ปัญหาที่เกิดขึ้นสำหรับ AGV โดยใช้ Pareto Chart

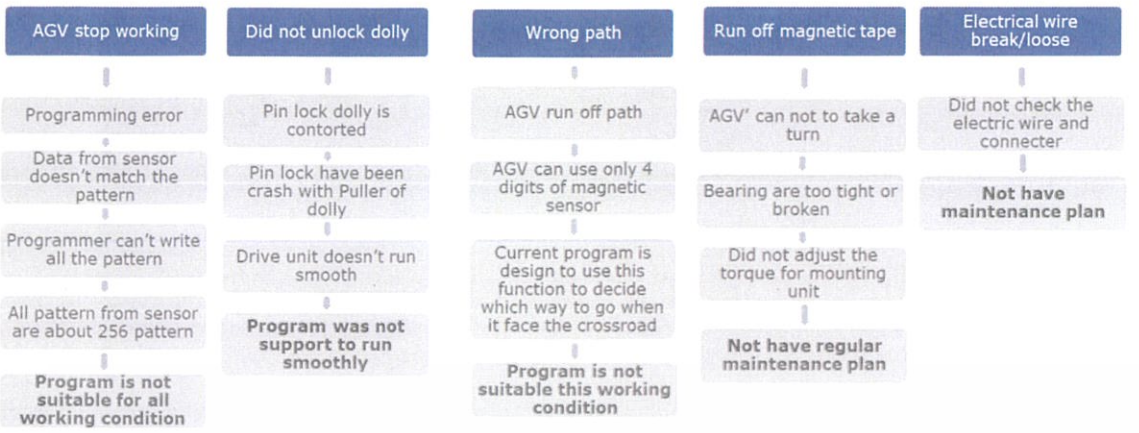
3.4 การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา

หลังจากที่ผู้จัดทำได้ทำการสรุปปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับ AGV จากการใช้ Pareto Chart ได้เป็นปัญหาหลักทั้งหมด 5 ข้อที่ต้องการนำมาวิเคราะห์หาแนวทางในการปรับปรุง ประกอบด้วย

1. AGV หยุดทำงาน
2. AGV ออกนอกเส้น
3. AGV วิ่งผิดเส้นทาง
4. สายไฟและจุดต่อเกิดการชำรุดเสียหาย
5. AGV ไม่ปลดล็อคดอลลี่

ผู้จัดทำจึงทำการหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น โดยการใช้เครื่องมือ Why-Why Chart เพื่อหาสาเหตุของปัญหาหลักที่เกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 Why-Why Chart ในการหาสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการใช้ Why-Why Chart ในการหาสาเหตุของปัญหาหลักที่เกิดขึ้นกับ AGV หลังจากใช้ Pareto Chart สามารถสรุปสาเหตุของปัญหาที่เกิดขึ้นได้เป็น 2 สาเหตุคือ

- โปแกรมที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบันไม่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานในโรงงาน
- การใช้งานของ AGV ณ ขณะนั้นยังไม่มีแผนการ Maintenance ที่ชัดเจน

3.5 แนวทางการแก้ไขปัญหา

จากการวิเคราะห์สภาพการณ์ปัจจุบัน การตรวจสอบข้อมูลบันทึกการเกิดความเสียหาย หรือหยุดทำงาน การหาปัญหาหลักในการทำงาน และ การวิเคราะห์สาเหตุของปัญหา ทำให้สามารถสรุปได้เป็นแนวทางในการปรับปรุงแต่ละด้านดังนี้

3.5.1 แนวทางในการปรับปรุงประสิทธิภาพการทำงานของ AGV

- ทำการออกแบบและปรับปรุงโปรแกรมที่ใช้งานใหม่
- ปรับปรุงความเร็วในการทำงานของ AGV
- นำโปรแกรมที่ออกแบบใหม่มาปรับใช้แทนโปรแกรมที่ใช้อยู่ปัจจุบัน

3.5.2 แนวทางในการสร้างมาตรฐานในการซ่อมบำรุงแก่ AGV

- ทำการออกแบบแผนการซ่อมบำรุงสำหรับ AGV
- ทำการระบุงานในการทำการซ่อมบำรุงให้ชัดเจน
- การทำการออกแบบตารางตรวจสอบการซ่อมบำรุง

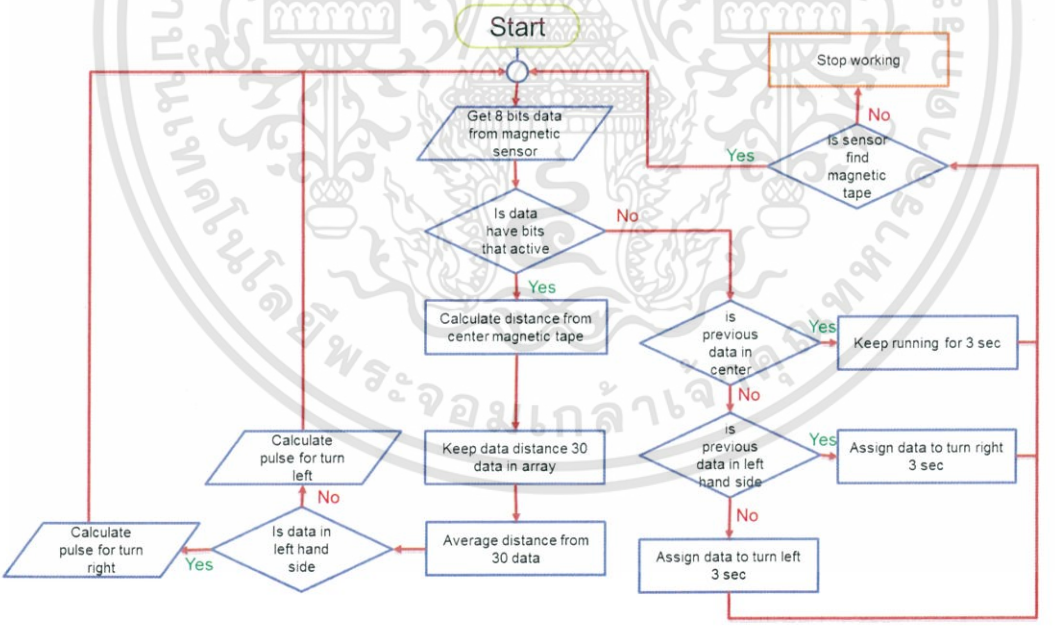
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ขั้นตอนการสร้างซอฟต์แวร์

โปรแกรมที่ใช้ในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ AGV นั้นคือโปรแกรม Arduino โดยเป้าหมายหลักของโปรแกรมคือการที่ทำให้หุ่นยนต์เดินตามเส้นทาง หรือแถบแม่เหล็กที่ได้กำหนดไว้ด้วยเซนเซอร์ ตรวจจับแม่เหล็ก (Magnetic Sensor) ในการตรวจจับแถบแม่เหล็กบนพื้นเพื่อนำทางแก่หุ่นยนต์เพื่อทำการส่งชิ้นส่วนในการประกอบรถยนต์ในไลน์ผลิต

3.6.1 การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมที่ใช้งานนั้นใช้หลักการทำงานคือ การที่เซนเซอร์ตรวจจับแถบแม่เหล็กได้ส่งข้อมูลกลับไปยัง CPU ของ Arduino เพื่อทำการประเมินค่าตำแหน่งของหุ่นยนต์บนแถบแม่เหล็ก โดยการใช้สมการทางคณิตศาสตร์ แล้วนำค่าของตำแหน่งที่ได้มาทำการคำนวนการส่งสัญญาณไปให้กับมอเตอร์เพื่อให้ตัวหุ่นยนต์กลับมาอยู่ในบริเวณกลางของแถบแม่เหล็ก หากหุ่นยนต์เคลื่อนที่ออกจากเส้นเกินเวลาที่กำหนดไว้จะทำการหยุดด้วยตัวเองสำหรับในกรณีที่แถบแม่เหล็กมีการขาดเป็นทางยาว เพื่อป้องกันการเดินผิดเส้นทาง โดยทำการแบ่งโปรแกรมการขับเคลื่อนออกเป็น 6 โปรแกรมสำหรับแต่ละความเร็ว ซึ่งมีแผนผังการทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งรายละเอียดและโค้ดทั้งหมดของโปรแกรมสามารถดูได้ ในภาคผนวก



รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การทดสอบการทำงาน

ขั้นตอนการทดสอบการทำงานทำงานของโปรแกรมนั้นเป็นขั้นตอนที่สำคัญ เนื่องจากเหตุผลทางด้านความปลอดภัย และประสิทธิภาพในการทำงาน ซึ่งการทดสอบการทำงานนั้นมีการทดสอบ 2 ส่วน คือ การทดสอบในสนามทดลอง และการทดสอบการทำงานจริง

1. การทดสอบในสนามทดลอง

ในการทดสอบโปรแกรมในสนามทดลอง มีการทดสอบการวิ่งในทางตรง ทางโค้ง การเลี้ยวซ้าย และเลี้ยวขวา การทดสอบการหยุดเมื่อไม่เจอแถบแม่เหล็ก การหยุดฉุกเฉินเมื่อเจอสิ่งกีดขวาง โดยวิธีการทดสอบจะทำการแยกหุ่นยนต์ AGV ที่จะนำมาทดสอบออกมาที่สนามทดสอบทำการลงโปรแกรมใหม่แล้วจึงทดสอบการทำงานในสนามทดลอง โดยที่โปรแกรมที่ทำการปรับปรุงใหม่สามารถต้องสามารถทำงานได้ตามที่กำหนดไว้ได้ทุกการทดสอบ ซึ่งจะทำการทดสอบทั้งหมด 30 ครั้ง

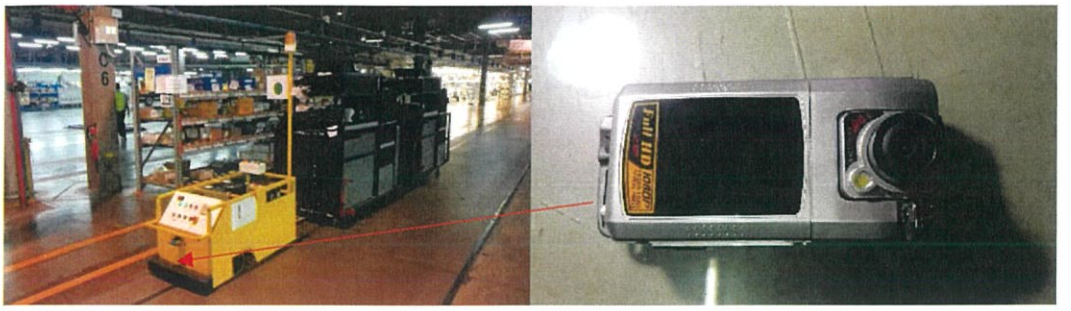
ตารางที่ 3.3 ตารางที่ใช้บันทึกผลการทดสอบในสนามทดลอง

รายการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หมายเหตุ
ทดสอบการวิ่งทางตรง		
ทดสอบการวิ่งทางโค้ง (ซ้าย)		
ทดสอบการวิ่งทางโค้ง (ขวา)		
ทดสอบการเลี้ยวในทางแยกซ้าย		
ทดสอบการเลี้ยวในทางแยกขวา		
ทดสอบการหยุดทำงานเมื่อหลุดจากแถบแม่เหล็กเป็นเวลา 3 วินาที		
การทดสอบหยุดฉุกเฉินเมื่อเจอสิ่งกีดขวางโดยใช้อุปกรณ์พิเศษ		

2. การทดสอบการทำงานจริง

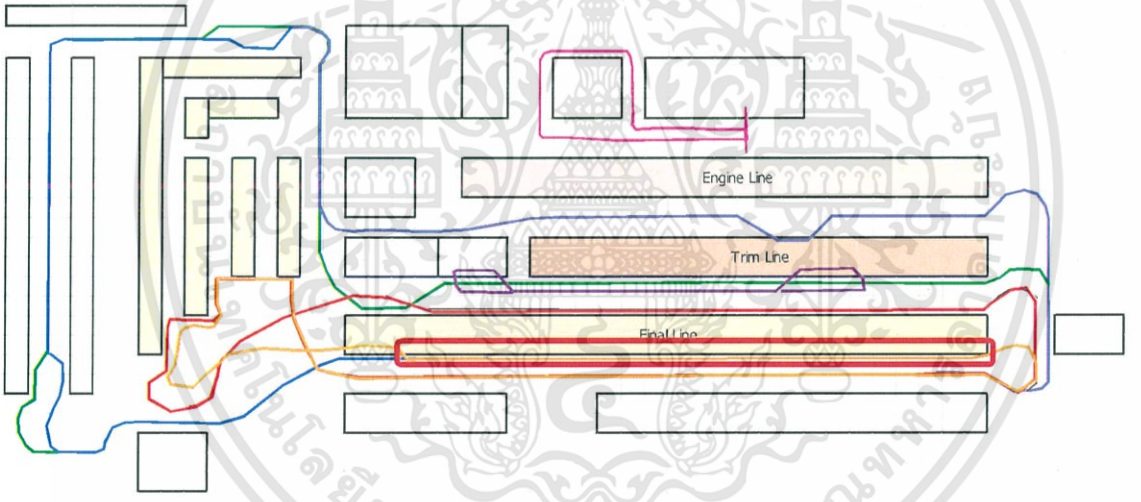
ในการทดสอบการทำงานจริงในไลน์ผลิตนั้นเป็นการทดสอบหลังจากที่หุ่นยนต์ AGV ได้ผ่านการทดสอบในสนามทดลองแล้วและทำการปรับค่าให้เหมาะสมเรียบร้อยแล้ว ซึ่งการทดลองในไลน์ผลิตจริงหุ่นยนต์ AGV จะต้องทำการพ่วงดอลลี่เพื่อทำการขนส่งชิ้นส่วนสำหรับประกอบรถจริงซึ่งมีน้ำหนักมาก โดยให้มีการทำงานรวมกับหุ่นยนต์ AGV ที่ใช้โปรแกรมที่ยังไม่ได้รับการปรับปรุงแล้วทำการติดตามการทำงานอยู่ตลอด และทำการตรวจสอบการวิ่งโดยการวัดการเบี่ยงเบนจากแถบแม่เหล็กเนื่องจากการส่ายขณะกำลังทำงานโดยการใช้กล้องเพื่อบันทึกวีดีโอเปรียบเทียบการเบี่ยงเบนจากแถบแม่เหล็กแล้วทำการสุ่มตัวอย่างที่บันทึกจากกล้องวีดีโอออกมาเพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยการเบี่ยงเบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 รูปตัวอย่างกล้องวีดีโอที่ใช้บันทึกวีดีโอเปรียบเทียบความเบี่ยงเบนจากแถบแม่เหล็ก

เส้นทางของหุ่นยนต์ AGV ที่จะนำมาทดลองคือไลน์ผลิตไฟนอลฝั่งซ้าย (Final LH) ในช่วงส่วนปลายของไลน์ Final มีระยะทางทั้งหมด 120 เมตร ใช้เวลาโดยเฉลี่ย 14 นาที ซึ่งผู้จัดทำได้ทำการสุ่มตัวอย่างจากวีดีโอ ทุก 28 วินาที ทั้งหมด 30 ตัวอย่าง และทำการวัดค่าระยะห่างจากจุดศูนย์กลางจนถึงแถบแม่เหล็ก เป็นหน่วยพิกเซล เมื่อปรับภาพให้เป็นขนาด 542 × 284 พิกเซล เพื่อนำมาหาค่าเฉลี่ยการเบี่ยงเบนจาก แถบแม่เหล็ก



รูปที่ 3.8 เส้นทางที่ใช้ในการทดสอบการเบี่ยงเบนจากแถบแม่เหล็ก

3.7 ขั้นตอนการออกแบบแผนการซ่อมบำรุง

ในการสร้างมาตรฐานให้กับหุ่นยนต์ AGV นั้นแผนการซ่อมบำรุงเป็นอีกหนึ่งส่วนที่สำคัญเนื่องจากการทำงานของเครื่องมือหรือเครื่องจักรชนิดใดก็ตามนั้นจำเป็นต้องมีการทำการซ่อมบำรุงอยู่เสมอเพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อให้ไม่เกิดการเสื่อมสภาพก่อนอายุใช้งานที่กำหนดไว้ ซึ่งหุ่นยนต์ AGV ในโรงงานมีการใช้งานมานาน แต่ไม่มีแผนการซ่อมบำรุงที่ดี โดยพนักงานจะทำการซ่อมบำรุงต่อเมื่อมีการผิดปกติหรือชำรุดเสียหายขึ้นกับหุ่นยนต์หรือส่วนประกอบต่าง ๆ เท่านั้น ผู้จัดทำจึงได้ทำการรวบรวมข้อมูลการชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้น และทำการวิเคราะห์ข้อมูลย้อนหลังเพื่อกทำการออกแบบแผนการซ่อมบำรุงเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดการชำรุดเสียหายขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.1 การรวบรวมข้อมูล

ผู้จัดทำได้ทำการเก็บข้อมูลปัญหาและการชำรุดเสียหายซึ่งถูกบันทึกเอาไว้ย้อนหลัง 3 เดือนจากการบันทึกปัญหาในช่วง 16 พฤษภาคม จนถึง 15 สิงหาคม 2561 โดยทำการพิจารณาเฉพาะปัญหาที่เกิดขึ้นกับชิ้นส่วน อุปกรณ์ หรือส่วนประกอบต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ AGV จาก Downtime Check Sheet โดยนำข้อมูลนำมาทำการจัดแยกความเสียหายที่เกิดตามชิ้นส่วนของหุ่นยนต์ AGV โดยสามารถบันทึกข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นกับแต่ละส่วนประกอบดังตาราง หากมีการบันทึกข้อมูลไว้จะเป็นสัญลักษณ์ (O) และหากไม่มีการบันทึกไว้จะเป็นสัญลักษณ์ (X) ซึ่งจำเป็นต้องหาข้อมูลเพิ่มเติม

ตารางที่ 3.4 ตารางสรุปข้อมูลที่มีการบันทึกไว้

Component	Record
Motor	O
Wheel	O
Chassis	O
Safety sensor	X
RFID sensor	O
Magnetic sensor	O
Safety bumper	X
Signal light	O
Pinlock	O
Electiric wire	O

Component	Record
Electric Component	O
Switch	O
Emergency stop	X
Status light	O
Breaker switch	O
CPU (Arduino board)	O
Battery	O
Battery Charger	X
Magnetic tape	X
RFID card	X

3.7.2 การวิเคราะห์ข้อมูล

หลังจากได้ทำการรวบรวมข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นโดยแยกตามชิ้นส่วน ผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลรายละเอียดการใช้งาน ประเภทของการเสียหาย อายุการใช้งาน ของส่วนประกอบแต่ละชิ้นส่วนและอุปกรณ์ต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ AGV เพื่อนำข้อมูลปัญหาที่เกิดขึ้นมาหาวิธีในการป้องกันไม่ให้เกิดปัญหาขึ้น

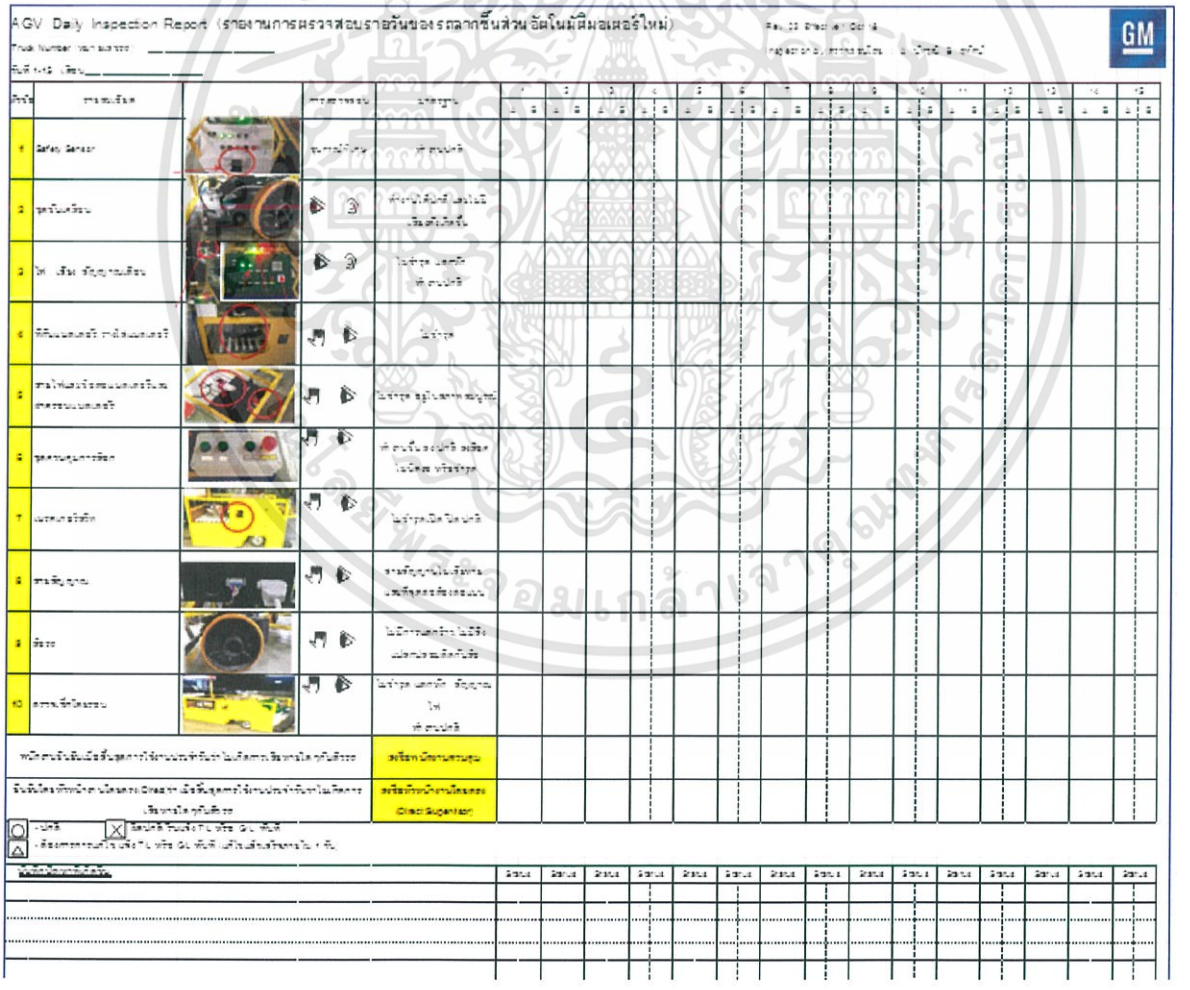
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7.3 การวางแผนการบำรุงรักษาเชิงป้องกัน

เมื่อผู้จัดทำได้ทำการวิเคราะห์ข้อมูลส่วนประกอบต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ และปัญหาที่เกิดขึ้น จึงได้ทำการหาวิธีการป้องกันด้วยการทำการบำรุงรักษา การทำความสะอาด และการตั้งค่าเพื่อให้เหมาะสมกับการทำงาน เนื่องจากงานแต่ละงานในการบำรุงรักษาหุ่นยนต์ AGV นั้นต้องใช้เวลาในการทำงาน ความรู้และทักษะในการทำงานที่แตกต่างกันในแต่ละงานจึงได้ทำการออกแบบจึงได้ทำการแบ่งแผนการซ่อมบำรุงและดูแลรักษาออกเป็น 2 แผนคือ แผนการดูแลรักษาทั่วไปและแผนการดูแลรักษาทางเทคนิค

1. แผนการดูแลรักษาทั่วไป

การทำการการดูแลรักษาทั่วไป หรือการซ่อมบำรุงรายวันนั้นจะต้องมีการทำทุกวันทุกกะของการทำงานโดยพนักงานผู้ดูแล ส่วนมากจะเป็นการตรวจสอบภายนอกที่สามารถตรวจสอบและสังเกตได้ง่าย เพื่อให้พนักงานสามารถตรวจสอบได้ขณะที่ปฏิบัติงานอยู่โดยไม่กระทบต่อหน้าที่หลักของพนักงาน ซึ่งได้ทำการออกแบบมาในรูปแบบของ Check list เพื่อให้พนักงานตรวจสอบพร้อมกับรูปภาพประกอบ

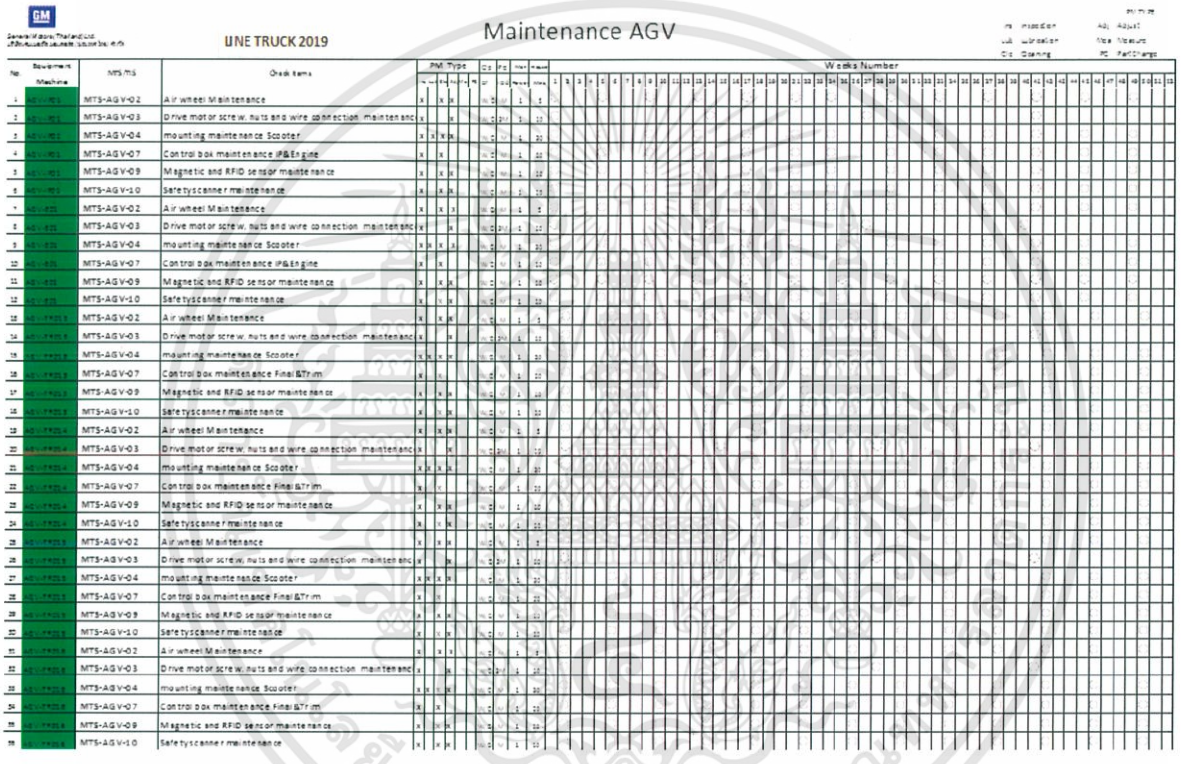


รูปที่ 3.9 ตัวอย่างแผนการดูแลรักษาทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แผนการดูแลรักษาทางเทคนิค

การทำแผนการซ่อมบำรุงรายปีนั้นจะเป็นการตรวจสอบ ตั้งค่า หล่อลื่น หรือทำความสะอาดอุปกรณ์ต่าง ๆ และส่วนประกอบสำหรับหุ่นยนต์ AGV โดยแต่ละชิ้นส่วนหรืออุปกรณ์ก็จะใช้ระยะเวลาในการซ่อมบำรุงต่างกัน จะถูกรวมอยู่ในตารางการซ่อมบำรุงที่มีการแบ่งช่วงเวลาออกเป็นรายอาทิตย์ และแต่ละขั้นตอนนั้นต้องใช้ความรู้เฉพาะทางเทคนิคเกี่ยวกับหุ่นยนต์ AGV โดยจะมีการทำแผนการซ่อมบำรุงใหม่แบบปีต่อปี



รูปที่ 3.10 ตัวอย่างแผนการดูแลรักษาทางเทคนิค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การดำเนินงาน และผลการดำเนินงาน

การจัดทำโครงงานสหกิจศึกษา การปรับปรุงประสิทธิภาพและสร้างมาตรฐานการซ่อมบำรุงแก่หุ่นยนต์ AGV กรณีศึกษา บริษัท เจนเนอรัลมอเตอร์ส ประเทศไทย (General Motors (Thailand) Ltd.) ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบหุ่นยนต์ AGV หลังจากได้ทำการออกแบบโปรแกรมที่ใช้งานใหม่ และการทำแผนซ่อมบำรุงสำหรับหุ่นยนต์ AGV โดยประกอบด้วยการทดสอบการทำงานของโปรแกรม การทดสอบการทำงานของหุ่นยนต์ AGV และ การปรับใช้แผนการซ่อมบำรุง ซึ่งมีผลการดำเนินงานดังนี้

4.1 การปรับปรุงโปรแกรม

หลังจากการเปลี่ยนโปรแกรมที่ใช้งานใหม่เพื่อแก้ไขปัญหาการหยุดทำงานของโปรแกรม การวิ่งผิดเส้นทาง และการเบี่ยงเบนจากเส้นเนื่องจากโปรแกรม ซึ่งได้ทำการทดสอบการวิ่งเพื่อตรวจสอบปัญหาที่เกิดขึ้นในสนามทดลองและการใช้งานจริงในไลน์ผลิต

4.1.1 ผลการทดสอบโปรแกรมในสนามทดลอง

หลังจากผู้จัดทำได้ทำการทดสอบการวิ่งในทางตรง ทางโค้ง การเลี้ยวซ้ายและเลี้ยวขวา การทดสอบการหยุดเมื่อไม่เจอแถบแม่เหล็ก การหยุดฉุกเฉินเมื่อเจอสิ่งกีดขวาง เรียบร้อยแล้ว โดยผลการทดลองโปรแกรมในสนามทดลองพบว่า โปรแกรมที่ทำการปรับปรุงใหม่สามารถใช้งานได้ตาม ที่กำหนดไว้ได้ทุกการทดสอบ

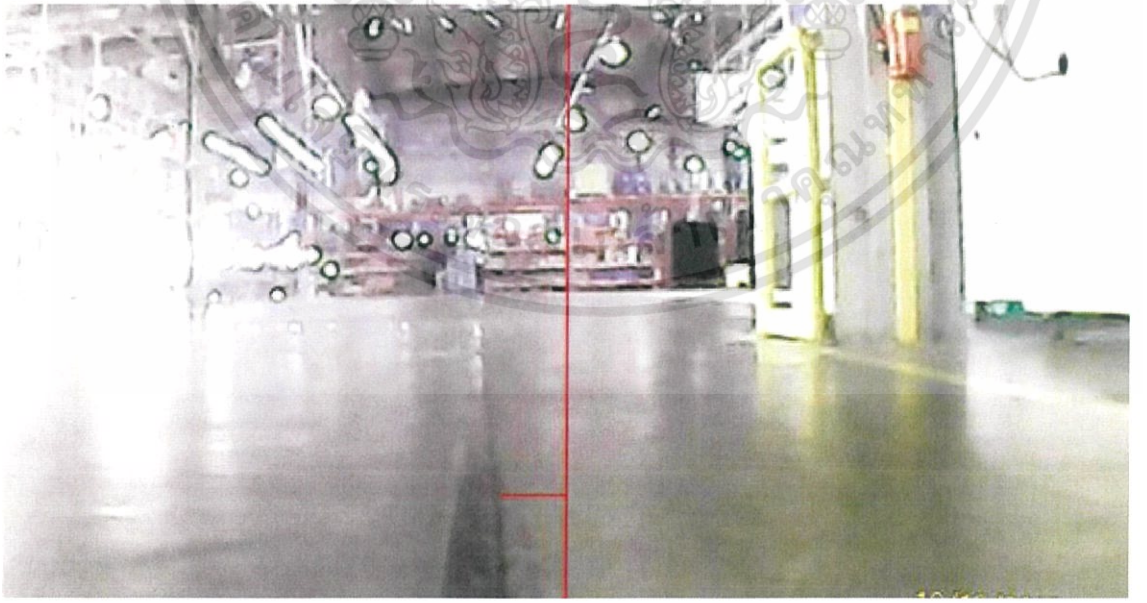
รูปที่ 4.1 การทดสอบในสนามทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การทดสอบโปรแกรมในไลน์ผลิตจริง

เมื่อหุ่นยนต์ AGV ได้ผ่านการทดลองในสนามทดลองและทำการปรับค่าให้เหมาะสมเรียบร้อยแล้ว หลังจากการทดลองในไลน์ผลิตจริงและทำการติดตามการทำงานอยู่ตลอด จากการทดสอบการเบี่ยงเบนจากแถบแม่เหล็กโดยการใช้กล้องวีดีโอติดตั้งไว้ด้านหน้าแล้วทำการสุ่มตัวอย่างเพื่อหาค่าเฉลี่ยการเบี่ยงเบนจากแถบแม่เหล็ก ซึ่งผลการทดลองในการใช้งานจริงพบว่า โปรแกรมที่ทำการปรับปรุงใหม่สามารถทำงานได้ตามปกติไม่มีปัญหาเกิดขึ้น โดยมีการทำงานที่ มีประสิทธิภาพมากกว่าก่อนปรับปรุงโปรแกรม

รูปที่ 4.2 ตัวอย่างผลการวัดความเบี่ยงเบนของโปรแกรมที่ใช้อยู่ปัจจุบัน



รูปที่ 4.3 ตัวอย่างผลการวัดความเบี่ยงเบนของโปรแกรมใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยความเบี่ยงเบนหลังการปรับปรุงโปรแกรม

รายละเอียด	ก่อนการปรับปรุง	หลังการปรับปรุง
ค่าความเบี่ยงเบนจากแถบแม่เหล็กเฉลี่ย (พิกเซล)	68.7	32.4

4.2 การใช้งานแผนการซ่อมบำรุง

หลังจากที่ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบแผนการบำรุงรักษาเป็นที่เรียบร้อยแล้ว จึงมีการการปรับใช้กับหุ่นยนต์ AGV ที่ใช้อยู่ในไลน์ผลิตแล้วทำการบันทึกผล และตรวจสอบการชำรุดเสียหายที่เกิดขึ้นกับอุปกรณ์หรือชิ้นส่วนต่าง ๆ ของหุ่นยนต์ AGV

ผลการทดลองหลังจากการที่ปรับใช้แผนการบำรุงรักษา

ผู้จัดทำได้ทำการวัดผลการทดลองจากปัญหาที่เกิดขึ้นกับหุ่นยนต์ AGV หลังจากการซ่อมบำรุงหุ่นยนต์ AGV ทุกตัว และปรับใช้งานแผนการบำรุงรักษาภายในในระยะเวลา 1 เดือนโดยพิจารณาปัญหาที่เกิดขึ้นทางกายภาพและปัญหาจากระบบไฟฟ้า ซึ่งผลที่ได้นั้นพบว่าปัญหาที่เกิดขึ้นนั้นมีการลดลงอย่างเห็นได้ชัดเจน

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบปัญหาที่เกิดขึ้นหลังปรับใช้แผนการบำรุงรักษา

Mechanical & Electrical downtime compare			
No.	**Issue**	**Before (September)**	**After (October)**
2	(M) Run off magnetic tape	5	2
4	(E) Electrical wire break/loose	4	0
5	(M) Did not unlock dolly	3	2
6	(M) Magnetic tape missing	4	1
9	(M) AGV stop working	2	0
10	(M) RFID card crack /not working	2	0
11	(M) Air wheel flat/puncture	1	0
12	(E) Electrical component break	1	0
total		22	5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

โครงงานปรับปรุงประสิทธิภาพและสร้างมาตรฐานแก่หุ่นยนต์ AGV โดยเริ่มต้นตั้งแต่การออกแบบและพัฒนาซอฟต์แวร์โปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ และแผนการบำรุงรักษาสำหรับหุ่นยนต์ AGV กรณีศึกษา บริษัทเจนเนอรัล มอเตอร์ส ประเทศไทย (General Motors (Thailand) Ltd.) สามารถสรุปผลการดำเนินงานรวมถึงข้อเสนอแนะเพื่อการดำเนินการต่อไปได้ดังนี้

5.1 ผลการดำเนินงาน

โครงงานสหกิจศึกษา เรื่อง "การปรับปรุงประสิทธิภาพและสร้างมาตรฐานการซ่อมบำรุงแก่หุ่นยนต์ AGV" มีวัตถุประสงค์เพื่อการปรับปรุงประสิทธิภาพในการทำงานของหุ่นยนต์ AGV เพื่อให้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ และเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นทั้งจากทางด้านโปรแกรมและจากชิ้นส่วนต่าง ๆ เพื่อให้สามารถส่งชิ้นส่วนในการประกอบรถตามสถานีงานได้อย่างสัมพันธ์กับการผลิต

ในขั้นตอนการศึกษางานนั้นเริ่มต้นจากการตรวจสอบและเก็บข้อมูลพื้นฐาน ศึกษาเอกสารและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง รวบรวมข้อมูลที่จำเป็น แล้วจึงทำการศึกษาสภาพปัจจุบันด้วยการสังเกตการณ์ การตรวจสอบข้อมูลที่มีการบันทึกไว้ และทำการบันทึกข้อมูลด้วยตัวเอง แล้วจึงนำข้อมูลที่ได้นั้นมาทำการจัดหมวดหมู่เพื่อจะนำมาหาสาเหตุและแนวทางในการที่จะป้องกันหรือปรับปรุง

จากการเก็บรวบรวมข้อมูลเบื้องต้นและการศึกษาสภาพปัจจุบัน พบว่าปัญหาหลักที่เกิดขึ้นนั้นมีสาเหตุมาจากการใช้งานโปรแกรมที่ไม่เหมาะสมกับสภาพการใช้งานจริง และการใช้งานหุ่นยนต์ AGV โดยไม่มีแผนการบำรุงรักษา ผู้จัดทำจึงได้ทำการออกแบบโปรแกรมใหม่ ที่มีประสิทธิภาพมากขึ้นและมีความเหมาะสมกับการใช้งานในโรงงานมากขึ้น และได้จัดทำแผนการบำรุงรักษาสำหรับหุ่นยนต์ AGV เพื่อป้องกันปัญหาที่เกิดขึ้น

จากการศึกษาสรุปได้ว่า หลังจากผู้จัดทำได้ทำการปรับใช้โปรแกรมสำหรับใช้ในการขับเคลื่อนหุ่นยนต์ AGV ที่ได้ทำการออกแบบใหม่ และดำเนินการตามแผนการบำรุงรักษา นั้นสามารถทำให้หุ่นยนต์ AGV นั้นทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้น และสามารถลดปัญหาที่เกิดขึ้นจากส่วนประกอบของหุ่นยนต์และจากระบบไฟฟ้าได้อย่างมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษา ผู้จัดทำนั้นพบว่าปัญหาในการดำเนินงานคือ การติดต่อกับพนักงานผู้ปฏิบัติงานให้เข้าใจในเหตุผลที่จะต้องทำ เนื่องจากเป็นการเพิ่มหน้าที่ในการรับผิดชอบให้กับพนักงาน แต่เป้าหมายที่แท้จริงนั้นเพื่อลดปัญหาที่เกิดขึ้นซึ่งจะเป็นภาระหนักแก่พนักงานผู้ดูแล จึงต้องมีการอธิบายและให้ข้อมูลแก่พนักงานอย่างถูกวิธี

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

อภิชาติ ศรีชาติ. (2559). "การขนถ่ายวัสดุ (Material Handling)". เอกสารประกอบการสอนวิชาการขนถ่ายวัสดุ, มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี.

อนันต์ สืบสำราญ. (2551). "รถนำร่องอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicles : AGVs) ในอุตสาหกรรม". บทความวิชาการ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ .

พงศ์เทพ ดวงมาศ. (2550). "การพัฒนาระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับเอจีวี". วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมการผลิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.

Kamolc. (17 ธันวาคม 2561). "การเคลื่อนที่บนพื้นด้วยล้อและสายพาน". สามารถเข้าถึงได้จาก ThaiRobotic: https://www.thairobotics.com/2013/10/11/byob-wheel-and-track/

Timothy Hirzel. (20 ธันวาคม 2561). "PWM". สามารถเข้าถึงได้จาก Arduino© : https://www.arduino.cc/en/Tutorial/PWM

ประภาส สุวรรณเพชร. . "เรียนรู้และลองเล่น Arduino เบื้องต้น". บทความวิชาการ แผนกวิชาช่างอิเล็กทรอนิกส์, วิทยาลัยเทคนิคชัยภูมิ.

ณัฐพงษ์ วารีประเสริฐ และณรงค์ ล่ำดี. (2552). "ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)". กรุงเทพฯ: เคทีพี คอมพ์แอนด์ คอนซัลท์.

สุรพล ราษฎร์นุ้ย.(2545). "วิศวกรรมการบำรุงรักษา". สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทยญี่ปุ่น), กรุงเทพมหานคร : ซีเอ็ดยูเคชัน จฑกัด (มหาชน).

อัศมเดช วานิชชินชัย.(2555). "รหัสลับพาเรโต้ (The Pareto Code)". บทความวิชาการจากวารสาร Productivity World

พนพ เกศามา.(18 ธันวาคม 2561). "การวิเคราะห์หาสาเหตุรากเหง้า (Root Cause) แห่งปัญหา". สามารถ เข้าถึงได้จาก TQM Best Corporation Limited : http://www.tqmbest.com/knowledge_base/5article/0TQM_Foundation/2QC_Story_Kaizen_5-S/MBP_V.8-5.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมการเคลื่อนที่เขียนโดย Arduino IDE

```
int ref=456;

int x=0;

int a=0;

int cout=0;

int cout1=0;

int ON=0;

int OFF=0;

//************* Control panel ******************//

int REV=0;

int STP_1=0;

int STP_2=0;

int SPD_1=0;

int SPD_2=0;

int SPD_3=0;

int SPD_4=0;


int E_STOP=0;

int Mga0=0;

int Mga1=0;

int Mga2=0;

int Mga3=0;

int Mga4=0;

int Mga5=0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int Mga6=0;

int Mga7=0;

//************** Control panel INPUT  ******************//

const int Revese = 23;

const int STOP_1  = 25;

const int STOP_2 = 27;

const int Speed_1  = 29;

const int Speed_2 = 31;

const int Speed_3 = 33;

const int Speed_4 = 35;

const int Speed_5  = 37;

const int Speed_6 = 39;

const int Speed_7 = 41;

const int STOP_3 = 43;

const int Speed_9 = 45;

const int AM = 47;

const int FW = 49;

const int RUN_LH = 51;

const int RUN_RH = 53;

//********************* Motor Control OUT PUT ************************//

//***** RH **********//

const int IN1R = 34;

const int IN2R = 50;

const int MBR = 52;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const int STOPR= 36;

int PWM_R = 7;

//***** LH **********//

const int IN1L = 30;

const int IN2L = 46;

const int MBL = 48;

const int STOPL = 32;

int PWM_L = 6;

//******************** SpeedControl **********************//

int i;

float k1 = 100; //Constant Speed 1

float k2 = 143; //Constant Speed 2

float k3 = 97; //Constant Speed 3

float k4 = 88; //Constant Speed 4

float k2l = 136; //Constant Speed 2 right

float k2r = 136; //Constant Speed 2 left

float L1 = 38.55; //Wheel center to center

float L2 = 24; //Core to sensor

float r = 10; //Wheel radian

float Datasen[30]= { 0 };

int lost = 0;

//****************** Signal OUTPUT *****************************//

const int Lamp1 = 44; //แดง

const int Lamp2 = 28; // เหลือง
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
const int Lamp3 = 42; // เขียว

const int Lamp12V = 40; //Lamp

//****************** Sensor tackling ******************//

int SEN_1 = A0;

int SEN_2 = A1;

int SEN_3 = A2;

int SEN_4 = A3;

int SEN_5 = A4;

int SEN_6 = A5;

int SEN_7 = A6;

int SEN_8 = A7;

int sensor[8] = { A0,A1,A2,A3,A4,A5,A6,A7 }; // Pin assignment

int sensorReading[8] = { 0 }; // Sensor reading array


void setup()

{

 pinMode(Revese,INPUT);

 pinMode(STOP_1,INPUT);

 pinMode(STOP_2,INPUT);

 pinMode(Speed_1,INPUT);

 pinMode(Speed_2,INPUT);

 pinMode(Speed_3,INPUT);

 pinMode(Speed_4,INPUT);

 pinMode(Speed_5,INPUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 pinMode(Speed_6,INPUT);
 pinMode(Speed_7,INPUT);
 pinMode(STOP_3,INPUT);
 pinMode(Speed_9,INPUT);
 pinMode(AM,INPUT);
 pinMode(FW,INPUT);
 pinMode(RUN_LH,INPUT);
 pinMode(RUN_RH,INPUT);
 pinMode(SEN_1,INPUT);
 pinMode(SEN_2,INPUT);
 pinMode(SEN_3,INPUT);
 pinMode(SEN_4,INPUT);
 pinMode(SEN_5,INPUT);
 pinMode(SEN_6,INPUT);
 pinMode(SEN_7,INPUT);
pinMode(IN1R,OUTPUT); digitalWrite(IN1R,HIGH);
pinMode(IN2R,OUTPUT); digitalWrite(IN2R,HIGH);
pinMode(MBR,OUTPUT);  digitalWrite(MBR,HIGH);
pinMode(STOPR,OUTPUT);digitalWrite(STOPR,HIGH);
pinMode(PWM_R,OUTPUT);analogWrite(PWM_R,HIGH);
pinMode(IN1L,OUTPUT); digitalWrite(IN1L,HIGH);
pinMode(IN2L,OUTPUT); digitalWrite(IN2L,HIGH);
pinMode(MBL,OUTPUT);  digitalWrite(MBL,HIGH);
pinMode(STOPL,OUTPUT);digitalWrite(STOPL,HIGH);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
pinMode(PWM_L,OUTPUT);analogWrite(PWM_L,HIGH);
pinMode(Lamp1,OUTPUT);digitalWrite(Lamp1,HIGH);
pinMode(Lamp2,OUTPUT);digitalWrite(Lamp2,HIGH);
pinMode(Lamp3,OUTPUT);digitalWrite(Lamp3,HIGH);
pinMode(Lamp12V,OUTPUT);digitalWrite(Lamp12V,HIGH);
Serial.begin(9600);
   for(int i=0; i<8; i++) {
   pinMode(sensor[i], INPUT);}
//////////////////////////////////////////////////////


digitalWrite(Lamp1,LOW); //Green ON
digitalWrite(Lamp2,HIGH); //yellow OFF
digitalWrite(Lamp3,HIGH); //Red OFF
digitalWrite(Lamp12V,LOW);  //Signal
STOP();
}
//////////////////////////////////////////////////////
void loop()
{
REV=digitalRead(Revese);
 STP_1=digitalRead(STOP_1);
 STP_2=digitalRead(STOP_2);
 SPD_1=digitalRead(Speed_1);
 SPD_2=digitalRead(Speed_2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 SPD_3=digitalRead(Speed_3);
 SPD_4=digitalRead(Speed_4);
 E_STOP=digitalRead(STOP_3);
if(analogRead(A0)<ref){Mga0=1;}else{Mga0=0;}
if(analogRead(A1)<ref){Mga1=1;}else{Mga1=0;}
if(analogRead(A2)<ref){Mga2=1;}else{Mga2=0;}
if(analogRead(A3)<ref){Mga3=1;}else{Mga3=0;}
if(analogRead(A4)<ref){Mga4=1;}else{Mga4=0;}
if(analogRead(A5)<ref){Mga5=1;}else{Mga5=0;}
if(analogRead(A6)<ref){Mga6=1;}else{Mga6=0;}
if(analogRead(A7)<ref){Mga7=1;}else{Mga7=0;}
 if (E_STOP==LOW) // 0
       {
    if((REV==HIGH)&&(STP_1==HIGH)&&(SPD_1==HIGH
)&&(SPD_2==HIGH)&&(SPD_3==HIGH)&&(SPD_4==HIGH)){delay(300);STOP1();}
    if((REV==HIGH)&&(STP_1==LOW )&&(SPD_1==HIGH
)&&(SPD_2==HIGH)&&(SPD_3==HIGH)&&(SPD_4==HIGH)){delay(300);STOP1();}
    if((REV==LOW )&&(STP_1==HIGH)&&(SPD_1==HIGH)&&(SPD_2==HIGH
)&&(SPD_3==HIGH)&&(SPD_4==HIGH)){Backword();}
    if((REV==HIGH)&&(STP_1==HIGH)&&(SPD_1==LOW )&&(SPD_2==HIGH
)&&(SPD_3==HIGH)&&(SPD_4==HIGH)){level_1();}
    if((REV==HIGH)&&(STP_1==HIGH)&&(SPD_1==HIGH)&&(SPD_2==LOW
)&&(SPD_3==HIGH)&&(SPD_4==HIGH)){level_2();}
    if((REV==HIGH)&&(STP_1==HIGH)&&(SPD_1==HIGH )&&(SPD_2==LOW
)&&(SPD_3==LOW)&&(SPD_4==HIGH)){level_2L();} //speed 2 + 3(level_2L)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if((REV==HIGH)&&(STP_1==HIGH)&&(SPD_1==HIGH )&&(SPD_2==HIGH
)&&(SPD_3==LOW)&&(SPD_4==LOW )){level_2R();} //speed 3 + 4(level_2R)

    if((REV==HIGH)&&(STP_1==HIGH)&&(SPD_1==HIGH)&&(SPD_2==HIGH )&&(SPD_3==LOW
)&&(SPD_4==HIGH)){level_3();}

    if((REV==HIGH)&&(STP_1==HIGH)&&(SPD_1==HIGH)&&(SPD_2==HIGH
)&&(SPD_3==HIGH)&&(SPD_4==LOW )){level_4();}

 }

else if(E_STOP==HIGH)// 1

 {

  STOP2();

 }

}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมควบคุมความเร็วเขียนโดย Arduino IDE

```
void level_1()
{
  for (int i=0;i<30;i++)
 {
   Datasen[i] = Datasen[i+1];
}
if((Mga0==0)&&(Mga1==0)&&(Mga2==0)&&(Mga3==0)&&(Mga4==0)&&(Mga5==0)&&(Mga6==0
)&&(Mga7==0))
  {
  if (Datasen[28]<0) Datasen[29]=-6;
  if (Datasen[28]>0) Datasen[29]=6;
  if (Datasen[28]==0) Datasen[29]=0;
  lost++;
  }
  else{
  Datasen[29] = ((Mga0*4)+(Mga1*3)+(Mga2*2)+(Mga3*1)+(Mga4*-1)+(Mga5*-2)+(Mga6*-
3)+(Mga7*-4))/(Mga0+Mga1+Mga2+Mga3+Mga4+Mga5+Mga6+Mga7);
  lost=0;
      }
float datax=0;
 for (int i=0;i<30;i++)
{
  datax=datax+Datasen[i];
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
datax=datax/30;
if(datax>=0){
 if(lost<1900) RUN_R(50+((k1*L1*(datax/2))/(r*L2))), RUN_L(50-((k1*L1*(datax/2))/(r*L2))) ;
 else{
  RUN_L(0),RUN_R(0);
  lost=1900;
 }
}
else{
  if(lost<1900) RUN_L(50-((k1*L1*(datax/2))/(r*L2))), RUN_R(50+((k1*L1*(datax/2))/(r*L2)));
 else{
  RUN_L(0),RUN_R(0);
  lost=1900;
 }
}
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้