

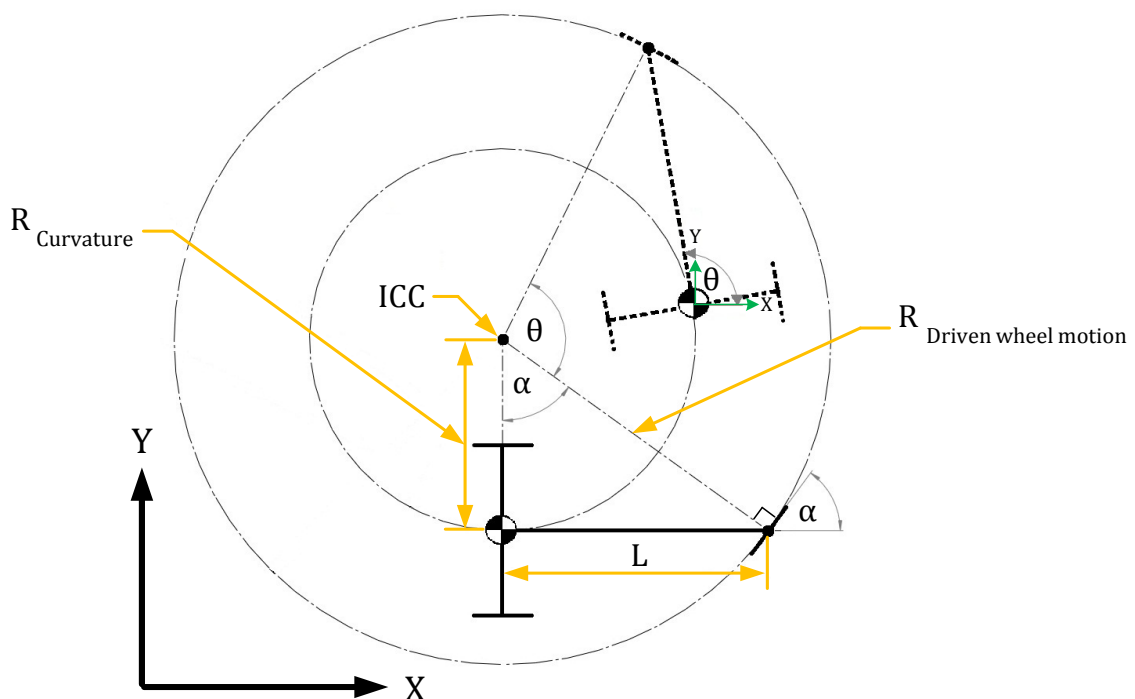
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่สำคัญและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องในการทำปริญญานิพนธ์นี้ ประกอบด้วย

- 2.1 กลศาสตร์การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อ แบบ 3 ล้อ
- 2.2 เซนเซอร์ตรวจวัดระยะ แบบ Ultrasonic sensor
- 2.3 เอนโค้ดเดอร์ ชนิด Incremental
- 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์
- 2.5 อุปกรณ์เชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม แบบ UART
- 2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง
- 2.7 ระบบควบคุมแบบพีไอดี
- 2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กลศาสตร์การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อ แบบ 3 ล้อ



ภาพที่ 2-1 แผนภาพกลศาสตร์การเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อ แบบ 3 ล้อ

ICC คือ จุดศูนย์กลางชั่วขณะของการเลี้ยวโค้ง (Instant center of curvature)

α คือ มุมเลี้ยวของล้อขับเคลื่อน (องศา)

L คือ ระยะห่างจากจุดอ้างอิงของหุ่นยนต์ถึงล้อหน้าของหุ่นยนต์ (เซนติเมตร)

θ คือ มุมที่ Link L ของหุ่นยนต์ทำมุมกับแนวแกน X ของจุดกำเนิด (องศา)

$R_{\text{Driven wheel motion}}$ คือ รัศมีการเคลื่อนที่ของล้อขับเคลื่อน (เซนติเมตร)

$R_{\text{Curvature}}$ คือ รัศมีเลี้ยวโค้งของหุ่นยนต์ (เซนติเมตร)

2.1.1 รัศมีการเคลื่อนที่แบบเลี้ยวโค้งของหุ่นยนต์เคลื่อนที่ด้วยล้อ แบบ 3 ล้อ

$$R_{\text{Curvature}} = \frac{L}{\tan(\alpha)} \quad (2-1)$$

2.1.2 รัศมีการเคลื่อนที่ของล้อขับเคลื่อน

$$R_{\text{Driven wheel motion}} = \sqrt{\left(\frac{L}{\tan(\alpha)}\right)^2 + (L)^2} \quad (2-2)$$

2.1.3 ระยะทางการเคลื่อนที่รอบวงกลมทั้งหมดของล้อขับเคลื่อน

$$CD_{\text{Driven wheel motion}} = 2 \times \pi \times \sqrt{\left(\frac{L}{\tan(\alpha)}\right)^2 + (L)^2} \quad (2-3)$$

2.1.4 ระยะทางการเคลื่อนที่รอบวงกลมเมื่อต้องการให้หุ่นยนต์เลี้ยวโค้งทำมุม

$$CD_\theta = \frac{2 \times \pi \times \theta \sqrt{\left(\frac{L}{\tan(\alpha)}\right)^2 + (L)^2}}{360} \quad (2-4)$$

2.1.5 ระยะทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์

$$\text{Motion distance} = n \times 2 \times \pi \times R_{\text{wheel driven}} \quad (2-5)$$

โดยที่

Motion distance คือ ระยะทางการเคลื่อนที่ของหุ่นยนต์ (เซนติเมตร)

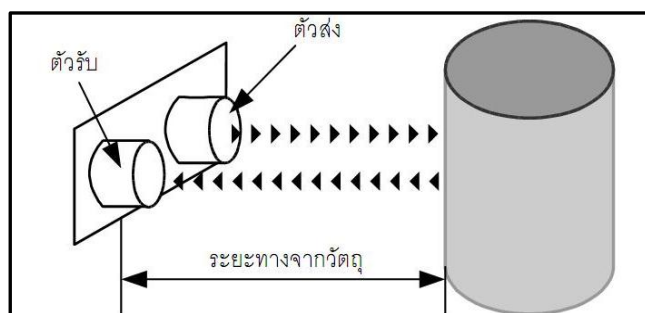
n คือ จำนวนรอบการหมุนของล้อขับเคลื่อน (รอบ)

$R_{\text{wheel driven}}$ คือ รัศมีของล้อขับเคลื่อน (เซนติเมตร)

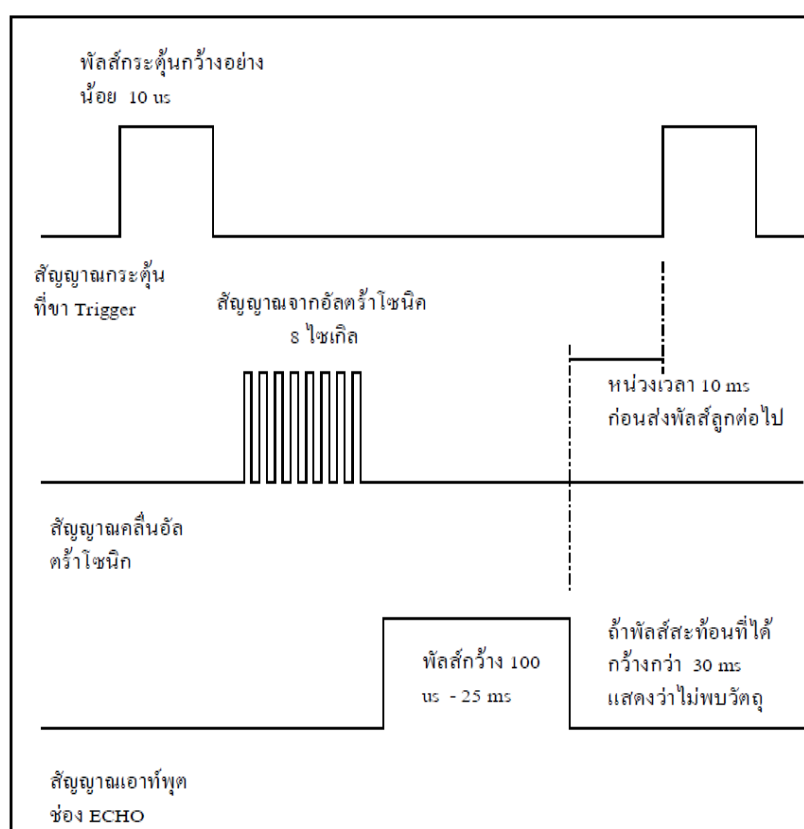
2.2 เซนเซอร์ตรวจวัดระยะ แบบ Ultrasonic sensor

อุปกรณ์ตรวจจับอัลตราโซนิก (Ultrasonic sensors) อุปกรณ์ตรวจจับประเภทนี้จะอาศัยการสะท้อนของสัญญาณที่ถูกส่งออกไป แล้วนำสัญญาณที่สะท้อนกลับมาคำนวณเพื่อหาระยะทางของวัตถุที่สัญญาณสะท้อนกลับ และถูกออกแบบให้ใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ เอาต์พุตที่ได้จากการตรวจจับสัญญาณจะอยู่ในรูปของความกว้างของพัลส์ จะสัมพันธ์กับระยะทางของวัตถุที่ตรวจจับสัญญาณได้ โดยส่งคลื่นความถี่ 40 กิโลเฮิร์ตซ์ ถูกออกไปในอากาศด้วยความเร็ว 1.125 ฟุต/วินาที (ประมาณ 346 เมตร/วินาที) ดังนั้น เมื่อทราบค่าความเร็วในการเคลื่อนที่ของคลื่นเวลาเริ่มต้นส่งคลื่น และเวลาที่รับเสียงสะท้อนกลับมา จึงสามารถคำนวณหาระยะทางได้

โดยระยะทางที่ได้นั้น จะต้องมีการคำนวณค่ากลับทางคณิตศาสตร์ เมื่อใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วถือว่าเป็นเรื่องยุ่งยากพอสมควร ดังนั้น การส่งผลลัพธ์ที่วัดได้ออกมาเป็นในเชิงความกว้างของสัญญาณพัลส์ อาจดูยุ่งยากกว่าการส่งเป็นข้อมูลดิจิตอลออกมา แต่การส่งสัญญาณออกมาเป็นข้อมูลดิจิตอลต้องใช้สัญญาณจำนวนมาก ส่งผลให้ต้องใช้พอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ในการเชื่อมต่อเป็นจำนวนมากตามไปด้วย ดังนั้น หากส่งผลลัพธ์ออกมาในรูปของสัญญาณพัลส์ จะใช้สายสัญญาณเพียงเส้นเดียวจึงทำให้สะดวกมากขึ้น สำหรับการนำมาเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ควบคุม



ภาพที่ 2-2 หลักการตรวจจับวัตถุโดยใช้สัญญาณความถี่เหนือเสียง หรือ อัลตราโซนิก

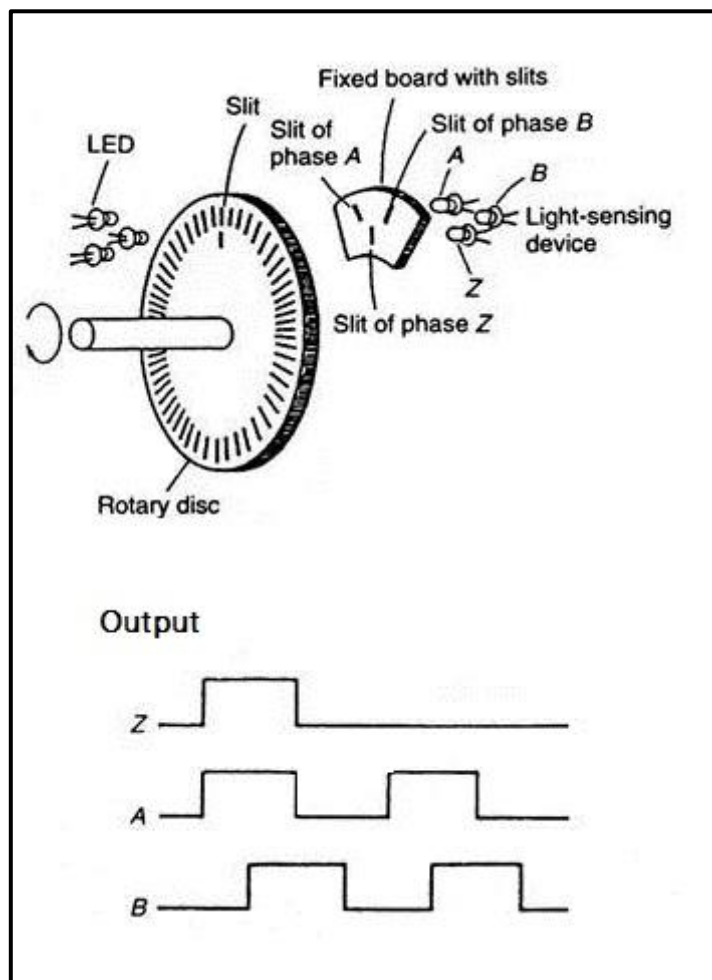


ภาพที่ 2-3 เวลาที่แสดงสัญญาณของชุดอัลตราโซนิก แบบติดต่อกัน 2 สัญญาณ

2.3 เอนโค้ดเดอร์ ชนิด Incremental

เอนโค้ดเดอร์ คือ เซนเซอร์สำหรับตรวจวัดระยะขจัด ที่ให้ระยะขจัดเชิงมุมมีค่าแปรผันไปตามการส่งผ่านแสงจากแหล่งกำเนิดแสง (Source) จนถึงตัวตรวจจับแสง (Detector) โดยให้สัญญาณเอาต์พุตออกมาอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัล และเนื่องจากสัญญาณเอาต์พุตที่ได้จากเอนโค้ดเดอร์ เป็นสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัล จึงทำให้เซนเซอร์แบบนี้ มีความเหมาะสมกับการนำไปใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ และระบบดิจิทัลอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ

หลักการทำงานของเอนโค้ดเดอร์ ชนิด Incremental จะสร้างสัญญาณพัลส์ที่แปรผันตามกับการหมุนของเพลามอเตอร์ หรือ หมุนด้วยความเร็วเท่ากับเพลามอเตอร์ โดยโครงสร้างประกอบด้วยจานหมุน (Rotary disk) และ อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) โดยที่จานหมุนจะมีช่องเล็กๆ (Slit) เมื่อเพลามอเตอร์หมุน จะทำให้จานหมุนไปตัดลำแสงของชุดกำเนิดแสง จึงทำให้ชุดรับแสงมีการรับสัญญาณเป็นช่วงๆ ดังภาพที่ 2-4



ภาพที่ 2-4 โครงสร้างและเอาต์พุตของเอนโค้ดเดอร์ ชนิด Incremental

เอนโค้ดเดอร์ ชนิด Incremental จะมีสัญญาณเอาต์พุต 3 สัญญาณ คือ Phase A , Phase B และ Phase Z จากภาพที่ 2-4 จะเห็นว่าลักษณะของสัญญาณ Phase A และ Phase B เป็นสัญญาณพัลส์ 0 และ 1 สลับกัน โดยสัญญาณพัลส์ Phase A และ Phase B จะต่างเฟสกันอยู่ 90 องศา เพื่อประโยชน์ในการตรวจสอบทิศทางการหมุนของเอนโค้ดเดอร์ว่าหมุนอยู่ในทิศทางตามเข็มนาฬิกา หรือ ทิศทางทวนเข็มนาฬิกา สำหรับ Phase Z จะมีสัญญาณพัลส์เป็น 1 เพียงหนึ่งพัลส์ ในหนึ่งรอบของการหมุน โดยทั่วไปใช้ประโยชน์สำหรับการช่วยในการหาตำแหน่ง Home หรือ Origin ของเครื่องจักร

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (อังกฤษ : Microcontroller) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กที่บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอา ซีพียู , หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกัน

2.4.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนดังต่อไปนี้

2.4.1.1 หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)

ทำหน้าที่เป็นศูนย์กลางควบคุมการทำงานของ ระบบคอมพิวเตอร์ทั้งหมด โดยนำข้อมูลจากอุปกรณ์รับข้อมูล มาทำการประมวลผลข้อมูลตามคำสั่งของโปรแกรม และส่งผลลัพธ์ออกไปหน่วยแสดงผล

2.4.1.2 หน่วยความจำ (Memory)

สามารถแบ่งออกเป็นส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ โดยข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้ จะไม่สูญหายแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data memory) ใช้เป็นเหมือนกระดานขดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงข้อมูลก็จะหายไป คล้ายกับหน่วยความจำของ แรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) สามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยง

2.4.1.3 ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือ พอร์ต (Port)

มี 2 ลักษณะ คือ พอร์ตอินพุต (Input port) และพอร์ตส่งสัญญาณ หรือ พอร์ตเอาต์พุต (Output port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่มีความสำคัญอย่างมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณอาจจะด้วยการกดสวิตช์เพื่อนำไปประมวลผล และส่งไปพอร์ตเอาต์พุตเพื่อแสดงผล เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ

2.4.1.4 ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือ บัส (BUS)

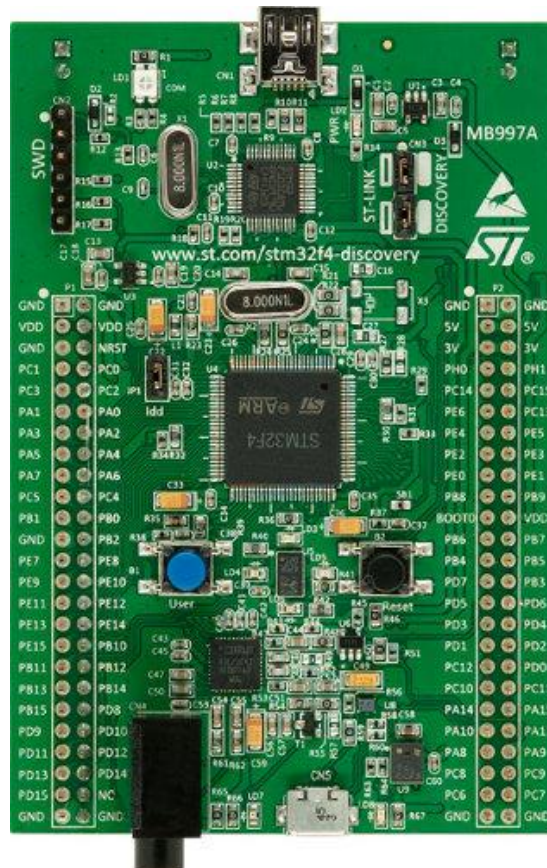
คือ เส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง พียู , หน่วยความจำ และพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณสื่อสารจำนวนมาก ที่อยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่ง เป็นบัสข้อมูล (Data BUS) , บัสแอดเดรส (Address BUS) และ บัสควบคุม (Control BUS)

2.4.1.5 วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา

นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับกำหนัดจังหวะการทำงาน หากสัญญาณนาฬิกา มีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

2.4.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4 Discovery

ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตระกูลของ ARM 32 bits Cortex TM M4 processors โดยบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4 Discovery นี้ เป็นชุดทดลองที่สามารถทำงานร่วมกับ MATLAB Simulink ได้ โดย STM32F4 Discovery เป็นบอร์ดทดลอง อิเล็กทรอนิกส์ และ เป็นบอร์ดที่ถูกออกแบบมาเพื่อการเรียนการสอนของรายวิชาด้านวิศวกรรม หลายๆ ด้าน เช่น ระบบควบคุม , ระบบอัตโนมัติ , หุ่นยนต์ประมวลผลสัญญาณ Digital (DSP) ฯลฯ จุดเด่นของ STM32F4 Discovery คือ การใช้งานที่ง่ายโดยเฉพาะด้านการเขียนโปรแกรม เนื่องจากเป็นการเขียนโปรแกรมแบบ Graphic Programming ผ่าน Simulink ที่ติดตั้งมาพร้อมกับ MATLAB ร่วมกับ Waijung Blockset โดยเป็น Simulink Blockset เสริม สำหรับการเขียนโปรแกรมลงในบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4 Discovery โดย Waijung Blockset นี้ เป็นชุดกล่องคำสั่งแบบรูปภาพ ที่สามารถติดตั้งและใช้งานร่วมกับ MATLAB/Simulink และ มีกลไก Code Generation ทำให้สามารถแปลงโปรแกรมแบบกราฟิก ให้เป็นระบบสมองกลฝังตัว Waijung Blockset ถูกสร้างขึ้นและพัฒนาโดย บริษัท เอ็ม เม จิน จำกัด โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อที่จะลดความซับซ้อน ในการเขียนโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษาซี เพราะในการควบคุมระบบอัตโนมัติ หรือ หุ่นยนต์ที่มีความซับซ้อน การเขียนโปรแกรมด้วยภาษาซี จึงต้องมีความซับซ้อนตามไปด้วย จึงเป็นการยากที่บุคคลทั่วไปจะสามารถเขียนโปรแกรม เพื่อทำการควบคุมระบบนั้นๆ ได้ Waijung Blockset จึงเป็นอีกทางเลือกสำหรับผู้ที่เข้าใจการทำงานของโครงงาน ทั้งในส่วนของการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต อัลกอริทึมการเขียนโปรแกรม ฯลฯ ส่วนที่สำคัญที่สุดสำหรับบอร์ดนี้ ถูกออกแบบมาอย่างเหมาะสม คือ การทำ Hardware In the Loop กล่าวคือ สามารถทดสอบอัลกอริทึม และโปรแกรมได้ก่อนที่จะต้องซื้ออุปกรณ์ Sensor และ Actuator โดยผ่านการทำ Simulate Sensor และ Actuator ผ่าน Simulink ด้วยคุณสมบัตินี้ ทำให้เกิดความประหยัด ลดความเสี่ยง สร้างโครงงานได้อย่างรวดเร็ว และสามารถทำความเข้าใจอัลกอริทึมได้พร้อมกันอย่างสมบูรณ์



ภาพที่ 2-5 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4 Discovery

คุณสมบัติของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32F4 Discovery

2.4.2.1 ในส่วนของ ST – LINK / V2. ใช้ MCU เบอร์ STM32F103 มาเป็นตัวเชื่อมต่อการทำงานกับเครื่องคอมพิวเตอร์ PC

2.4.2.2 ตัวประมวลผลหลักใช้ MCU เบอร์ STM32F407VGT6 ขนาด 32 บิต

2.4.2.3 หน่วยความจำ 1 เมก สำหรับ FLASH และ 192 กิโลไบต์ สำหรับ RAM

2.4.2.4 ตัวบอร์ดสามารถใช้ไฟเลี้ยง +5 โวลต์ จากขั้วต่อ USB หรือ จากแหล่งจ่ายภายนอก +5 โวลต์

2.4.2.5 มี 3 - AXIS ACCELEROMETER เบอร์ LIS302DL อยู่บนบอร์ด

2.4.2.6 มี DIGITAL MICROPHONE เบอร์ MP45DT02 อยู่บนบอร์ด

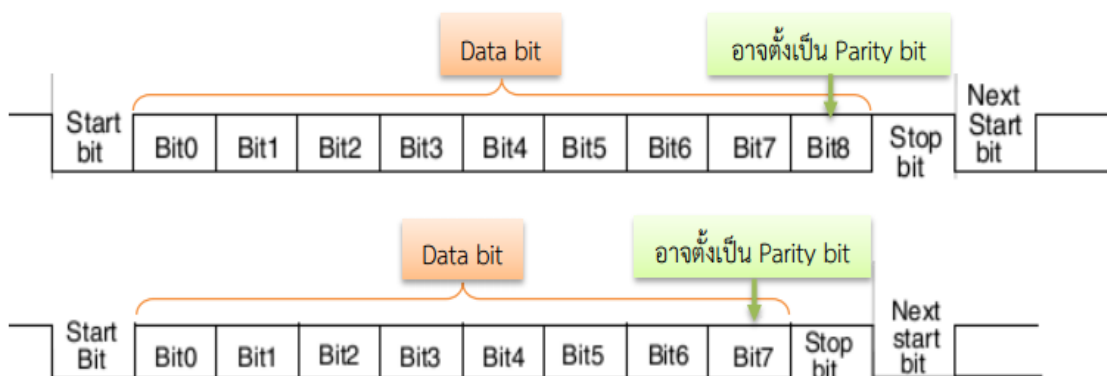
2.4.2.7 มี USB OTG FS พร้อมขั้วต่อ MICRO-AB

2.4.2.8 ตัวบอร์ดทำเป็นขั้วต่อแบบ PIN HEADER PCB 25×2 จำนวน 2 ชุด

2.4.2.9 ขนาดของบอร์ด กว้าง 6.6 เซนติเมตร และ ยาว 9.7 เซนติเมตร

2.5 อุปกรณ์เชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม แบบ UART

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อและสื่อสารข้อมูลอนุกรมกับอุปกรณ์ต่างๆ เช่น คอมพิวเตอร์ , RFID , GPS , GSM Module , Wifi Module เป็นต้น ข้อดีของการใช้ Asynchronous คือ สามารถสื่อสารแบบ Full duplex โดยที่สามารถรับและส่งข้อมูลระหว่าง Receiver และ Transmitter ในเวลาเดียวกันได้ นอกจากนี้ไม่ต้องใช้สายสัญญาณ Clock เพื่อกำหนดจังหวะการรับ-ส่งข้อมูล แต่มีการกำหนดรูปแบบ Format หรือ Protocol การรับส่งข้อมูลขึ้นมาแทน และ อาศัยการกำหนดความเร็วของการรับส่งข้อมูลให้เท่ากัน



ภาพที่ 2-6 รูปแบบการสื่อสารของ UART

ประกอบด้วย

Start Bit เป็นสถานะ Low

ผู้ใช้งานสามารถกำหนดจำนวนข้อมูลของ Data Bit ให้เป็น 8 บิต หรือ 9 บิต

ผู้ใช้งานสามารถกำหนดชนิดของ Parity Bit แบบ Odd , Even หรือ None

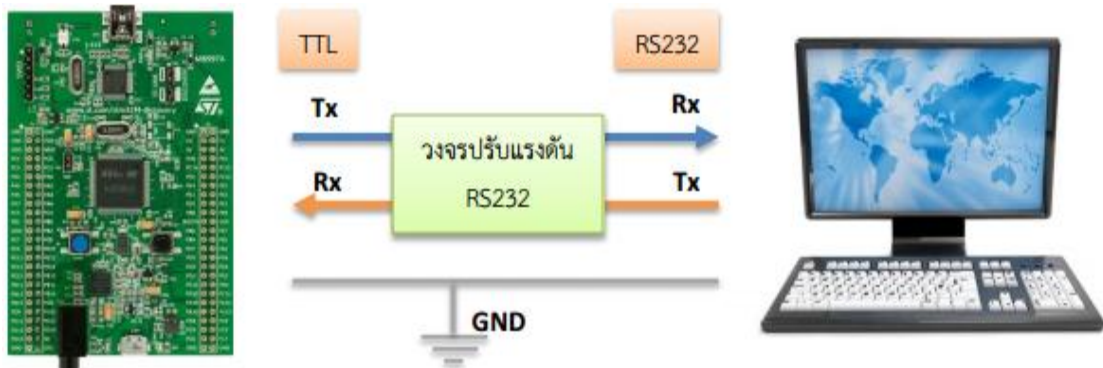
Stop Bit มีจำนวน 0.5 , 1 , 1.5 หรือ 2 บิต

2.5.1 ระดับแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณการสื่อสารแบบ UART

2.5.1.1 TTL เป็นระดับสัญญาณแบบดิจิทัลทั่วไปที่ใช้กับ Microcontroller โดยที่สถานะลอจิก “0” จะมีแรงดันเท่ากับ 0 โวลต์ และ สถานะลอจิก “1” จะมีแรงดันเท่ากับ 3.3 โวลต์ หรือ 5 โวลต์

2.5.1.2 RS232 เป็นระดับสัญญาณที่ใช้กับ Computer โดยสถานะลอจิก “0” จะมีแรงดันเท่ากับ -5 โวลต์ หรือ -13 โวลต์ และ สถานะลอจิก “1” จะมีแรงดันเท่ากับ +5 โวลต์ หรือ +13 โวลต์

2.5.2 การเชื่อมต่อสัญญาณสื่อสารแบบอนุกรมระหว่างอุปกรณ์

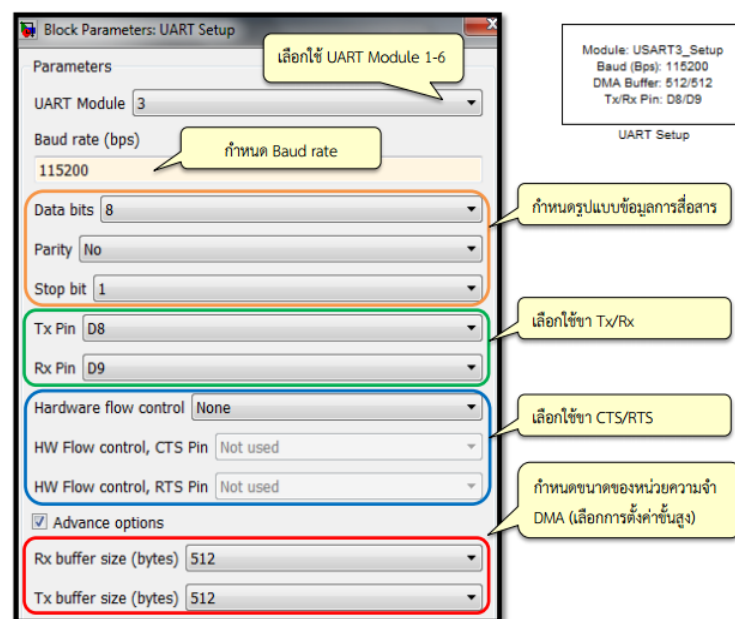


ภาพที่ 2-7 การเชื่อมต่อสายสัญญาณสื่อสาร แบบ UART

การเชื่อมต่อสัญญาณสื่อสารแบบอนุกรมระหว่างอุปกรณ์ ขา Transmit Data (Tx) ของ Transmitter จะเชื่อมต่อกับ ขา Receive Data (Rx) ของ Receiver เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Receiver ขา Rx ของ Transmitter เชื่อมต่อกับขา Tx ของ Receiver เพื่อรับข้อมูลจาก Receiver และ ขา GND ของอุปกรณ์ทั้งสองควรต่อเข้าด้วยกัน

2.5.3 Waijung Blockset ใน Simulink library ที่เกี่ยวข้องกับการรับส่งข้อมูลด้วย UART

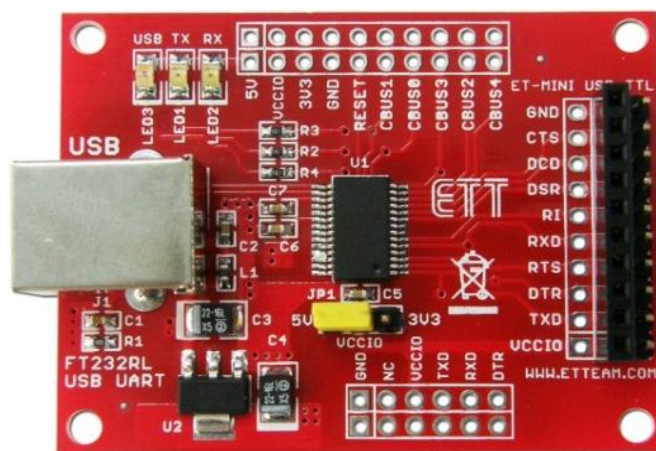
โดยเข้าไปที่ >> Waijung Blockset >> STM32F4 target >> On Peripheral Chip >> UART ซึ่งประกอบด้วย UART Setup , UART Tx และ UART Rx Block



ภาพที่ 2-8 ลักษณะและการตั้งค่าการใช้งาน UART Setup Block

โดย UART Setup Block มีลักษณะและคุณสมบัติ ดังภาพที่ 2-8 แสดงตัวอย่างการเลือกใช้ UART Module 3 เป็นพอร์ตสื่อสารอนุกรม โดยใช้ ขา PD8 , PD9 เป็น ขา Tx , Dx ตามลำดับ ความเร็วการส่งข้อมูล 115200 บิต/วินาที และ มีรูปแบบการสื่อสาร Data 8 บิต , No parity bit และ One Stop bit

2.5.4 บอร์ด UART ET - MINI USB - TTL เป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนสัญญาณจาก USB มาเป็นสัญญาณการเชื่อมต่ออนุกรม แบบ UART จึงเหมาะกับการต่อใช้ใช้งานร่วมกับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ต่างๆ โดยเมื่อต่อใช้งานร่วมกับคอมพิวเตอร์ จะมองเห็นเป็นพอร์ตอนุกรมเสมือน (Virtual Com Port)



ภาพที่ 2-9 บอร์ด ET-MINI USB-TTL

คุณสมบัติของบอร์ด ET - MINI USB - TTL

2.5.4.1 ใช้ไอซีเบอร์ FT232RL ของบริษัท Future Technology Devices

2.5.4.2 มีสัญญาณอนุกรม UART ครบทุกสัญญาณทั้ง TXD , RXD , DTR , DSR , CTS , RTS , DCD , RI

2.5.4.3 ใช้ไฟเลี้ยงจากพอร์ต USB โดยตรงไม่ต้องต่อเพิ่มภายนอก

2.5.4.4 มีวงจร Regulator 3.3 โวลต์ 800 มิลลิแอมป์ แยกต่างหากทำให้สามารถจ่ายกระแสได้มากกว่าจากตัวไอซี FT232R (กระแสสูงสุดที่จ่ายได้จะถูกจำกัดด้วยพอร์ต USB ของคอมพิวเตอร์)

2.5.4.5 แสดงสถานะการทำงานด้วย LED 3 ดวง การรับ (RX) สีเหลือง , การส่ง (TX) สีเหลือง และ USB (สีแดง)

2.5.4.6 มี Jumper เลือกระดับสัญญาณที่จะเชื่อมต่อ 3.3 โวลต์ หรือ 5 โวลต์

2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้า (Motor) มอเตอร์ไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าให้เป็นพลังงานทางกลในรูปแบบของแรงบิด (Torque) มอเตอร์ไฟฟ้าสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทตามการใช้กระแสไฟฟ้า ได้แก่ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ (Alternate Current Motor) และ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือ DC motor โดยในที่นี้จะกล่าวถึงเฉพาะมอเตอร์ชนิดนี้

2.6.1 ประเภทของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ถ้าแบ่งตามการสร้างสนามแม่เหล็กของส่วนที่อยู่กับที่ (Stator) ก็จะสามารถแบ่งได้ 2 แบบ ได้แก่

2.6.1.1 แบบใช้แม่เหล็กถาวรเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็ก (Permanent magnet DC motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบแม่เหล็กถาวร คือ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนของสเตเตอร์จะมีแท่งแม่เหล็กถาวรอย่าง 2 สองแท่ง เป็นส่วนประกอบยึดติดอยู่กับส่วนของสเตเตอร์ โดยแท่งแม่เหล็กถาวรจะทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กให้เกิดขึ้น



ภาพที่ 2-10 สเตเตอร์ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบใช้แม่เหล็กถาวร

มอเตอร์ชนิดนี้มีข้อดีตรงที่ไม่ต้องมีแหล่งจ่ายภายนอก เพื่อจ่ายไฟให้กับวงจรสร้างสนามแม่เหล็ก เพราะ มอเตอร์ชนิดนี้ไม่มีขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กเนื่องจากมอเตอร์ชนิดนี้ไม่มีขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กบนสเตเตอร์ ดังนั้น จึงมีรูปร่างขนาดเล็กกว่าเมื่อเทียบกับมอเตอร์ชนิดอื่นที่มีกำลังขนาดเดียวกัน การประยุกต์ใช้งานส่วนใหญ่จะเป็นมอเตอร์ขนาดเล็กๆ แต่มอเตอร์ชนิดนี้มีข้อเสีย คือ ขั้วแม่เหล็กถาวรไม่สามารถสร้างความหนาแน่นของฟลักซ์แม่เหล็กได้เท่ากับแบบที่ใช้ขดลวดในการสร้างสนามแม่เหล็ก ดังนั้น มอเตอร์ชนิดนี้จึงมีแรงบิด (Torque) ที่ถูกเหนี่ยวนำบนมอเตอร์ต่อกระแสอาเมเจอร์ที่ไหลในวงจรอาเมเจอร์ น้อยกว่ามอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบที่ใช้ขดลวดในการสร้างสนามแม่เหล็กที่มีกำลังเท่ากัน นอกจากนั้นมอเตอร์ชนิดนี้ยังมีความเสี่ยงต่อการเกิดการผิบนองของสนามแม่เหล็ก (Demagnetization) อันเนื่องมาจากถ้ากระแสอาเมเจอร์ (จากส่วนที่เคลื่อนที่) มีค่าสูงมากๆ จึงมีโอกาสที่แรงเคลื่อนแม่เหล็กจาก

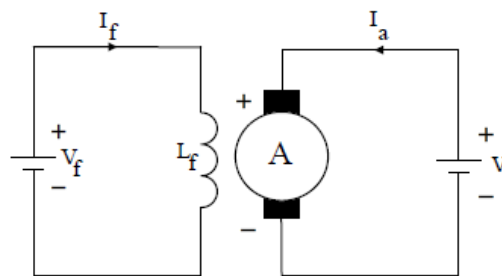
อาร์เมเจอร์ จะทำให้สนามแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผิดเพี้ยนได้ ทำให้ความเป็นแม่เหล็กถาวรลดลง และ ฟลักซ์แม่เหล็กตกค้างเปลี่ยนไป การผิดเพี้ยนของสนามแม่เหล็กยังอาจทำให้เกิดความร้อนขึ้น โดยจะเกิดขึ้นในระหว่างที่มีการต่อโหลด ที่มีค่าเกินพิกัดเป็นเวลานานๆ

2.6.1.2 มอเตอร์แบบที่ใช้ขดลวดในการสร้างสนามแม่เหล็ก (Wound DC motor)

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบที่ใช้ขดลวดในการสร้างสนามแม่เหล็ก จะใช้ในงานพิเศษที่ต้องการแรงบิดสูง หรืองานที่ต้องการความเร็วรอบที่คงที่ และปรับเปลี่ยนได้ง่าย การสนองความต้องการข้างต้นทำให้มีลักษณะการต่อได้ 4 ลักษณะ ดังนี้

2.6.1.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยก

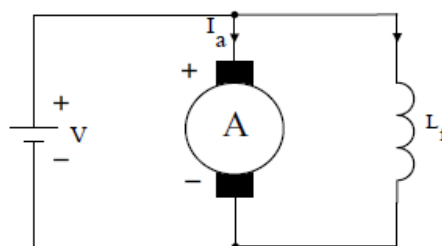
เมื่อพิจารณาวงจรสมมูลทางไฟฟ้าของ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยกจะสามารถแยกออกเป็น 2 วงจร คือ วงจรฟิลด์ โดยวงจรฟิลด์จะทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็ก และวงจรอาร์เมเจอร์ จะทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กรอบๆ ขดลวดอาร์เมเจอร์ โดยที่แหล่งจ่ายกระแสไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับวงจรฟิลด์ และ วงจรอาร์เมเจอร์โดยที่วงจรทั้ง 2 วงจรจะแยกเป็นอิสระกัน ดังแสดงในภาพที่ 2-11



ภาพที่ 2-11 วงจรสมมูลทางไฟฟ้าของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบกระตุ้นแยก

2.6.1.2.2 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

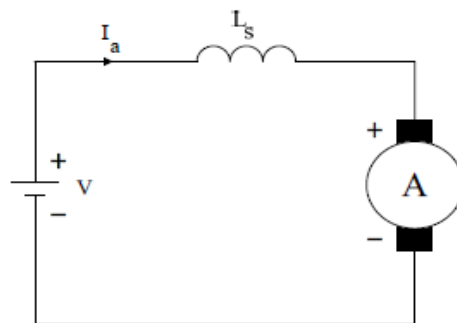
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน หรือเรียกว่า ชันท์มอเตอร์ คือ มอเตอร์ที่มีขดลวดฟิลด์ (Field Coil) ต่อแบบขนานกับขดลวดอาร์เมเจอร์จะส่งผลให้ค่าความต้านทานของขดลวดฟิลด์มีค่าสูงมาก และต่อคร่อมที่แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าภายนอกทำให้กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดฟิลด์มีค่าคงที่ โดยจะไม่เปลี่ยนแปลงตามรอบการหมุนของมอเตอร์เหมือนกับกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขดลวดฟิลด์ของมอเตอร์แบบอนุกรม ดังแสดงในภาพที่ 2-12



ภาพที่ 2-12 วงจรสมมูลทางไฟฟ้าของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน

2.6.1.2.3 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

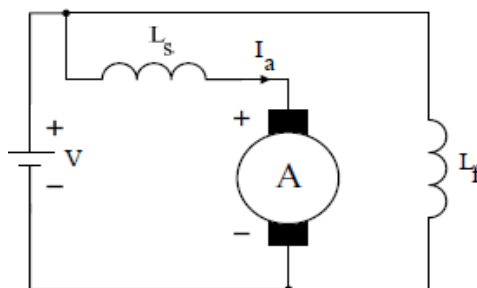
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม คือ มอเตอร์ที่ต่อขดลวดฟิลด์อนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ โดยทั่วไปเรียก ขดลวดฟิลด์ชนิดนี้ว่า ซีรีส์ฟิลด์ (Series Field) โดยซีรีส์ฟิลด์นี้จะเป็นตัวสร้างสนามแม่เหล็กขึ้นมา เพื่อทำปฏิกิริยากับสนามแม่เหล็กของขดลวดอาร์เมเจอร์ เนื่องจากการที่ขดลวดมีค่าความต้านทานต่ำ ดังนั้นในขณะเริ่มหมุนจะมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมากทำให้เกิดแรงบิดขณะเริ่มหมุนสูง และความเร็วรอบของมอเตอร์ขึ้นอยู่กับโหลดของมอเตอร์ ดังแสดงในภาพที่ 2-13



ภาพที่ 2-13 วงจรสมมูลทางไฟฟ้าของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

2.6.1.2.4 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

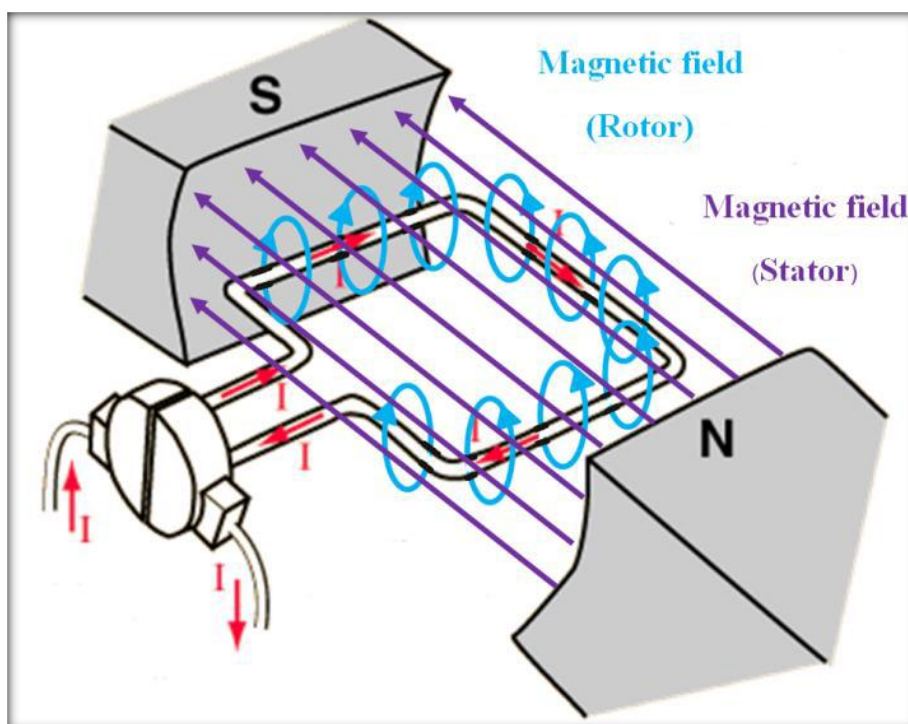
มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม หรือ เรียกกันอีกอย่างว่า คอมปาวด์มอเตอร์ คือ มอเตอร์ที่มีขดลวดฟิลด์ 2 ชุด โดยที่ชุดหนึ่งจะต่ออนุกรมกับขดลวดอาร์เมเจอร์ และอีกชุดหนึ่งต่อขนานกับชุดขดลวดอาร์เมเจอร์ ส่งผลให้แรงบิดเริ่มหมุนของมอเตอร์แบบผสม จะมีมากกว่ามอเตอร์แบบขนาน แต่จะน้อยกว่าของมอเตอร์อนุกรม และการเปลี่ยนแปลงความเร็วรอบของมอเตอร์ ขณะมีโหลดจะมีค่าน้อยกว่ามอเตอร์แบบอนุกรม แต่เปลี่ยนแปลงมากกว่ามอเตอร์แบบขนาน มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้ จะนำคุณลักษณะที่ดีของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบขนาน และแบบอนุกรมมารวมกัน ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสมนี้จะมีคุณลักษณะพิเศษ คือ มีแรงบิดสูงแต่ความเร็วรอบคงที่ ทั้งในสภาวะที่ไม่มีโหลดจนกระทั่งสภาวะมีโหลดเต็มที่ ดังแสดงในภาพที่ 2-14



ภาพที่ 2-14 วงจรสมมูลทางไฟฟ้าของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบผสม

2.6.2 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) หรือ D.C. motor จะสามารถทำงานได้เมื่อมีการป้อนไฟฟ้ากระแสตรงให้ขดลวดโรเตอร์ หรือ อาร์เมเจอร์ (ลวดตัวนำที่พันอยู่บนส่วนที่เคลื่อนที่) ขดลวดอาร์เมเจอร์จะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้น และเกิดการชนกับสนามแม่เหล็ก ที่เกิดจากแม่เหล็กถาวรที่อยู่กับที่ตรงส่วนสเตเตอร์ (Stator) เนื่องจากสเตเตอร์อยู่กับที่ การชนกันของสนามแม่เหล็ก (ที่มีทิศทางทั้งการผลัก และการเสริมแรงกันของเส้นแรงแม่เหล็ก) จึงทำให้ส่วนของโรเตอร์ (Rotor) ที่เป็นส่วนแกนของมอเตอร์เกิดการหมุนขึ้นได้ ทั้งนี้สนามแม่เหล็กส่วนที่สองจากสเตเตอร์อาจจะสร้างขึ้นได้ โดยใช้แม่เหล็กชั่วคราว โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าที่เหมาะสม ผ่านเข้าไปในขดลวดเหนี่ยวนำ (Field coil) ของแม่เหล็กชั่วคราวบนสเตเตอร์ (มอเตอร์บางประเภท) โดยจะได้ผลลัพธ์แบบเดียวกันกับการใช้แม่เหล็กถาวรเป็นสเตเตอร์



ภาพที่ 2-15 การเกิดสนามแม่เหล็กขึ้นบริเวณรอบๆ ขดลวดโรเตอร์

จากภาพที่ 2-15 จะแสดงตัวอย่างการป้อนไฟฟ้ากระแสตรงให้กับขดลวดอาร์เมเจอร์ โดยเริ่มจากจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงผ่านขั้วต่อที่เรียกว่าแปรงถ่าน (Carbon brush) ผ่านไปยังวงแหวนตัวนำที่เรียกว่า คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ที่ต่ออยู่กับขดลวดอาร์เมเจอร์ และเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดอาร์เมเจอร์ ขดลวดอาร์เมเจอร์ก็จะสร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าขึ้นมา

2.7 ระบบควบคุมแบบพีไอดี

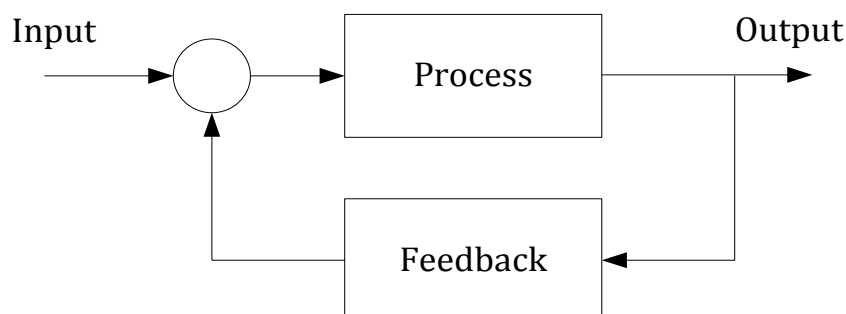
ระบบควบคุม (Control System) คือ การจัดองค์ประกอบส่วนต่างๆ ให้มีการทำงานที่สัมพันธ์ เพื่อบังคับหรือปรับปรุงให้ระบบทำงานตามที่ต้องการ พลานต์ (Plant) คือ สิ่งที่จะต้องควบคุมอาจเป็นเครื่องมือ หรือ เครื่องจักร อุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน ดิสเตอร์บิลานต์ (Disturbance) คือ สัญญาณรบกวนที่เรามาภายในระบบ ทำให้ค่าเอาต์พุตของระบบเปลี่ยนไป การควบคุมป้อนกลับ (Feedback) คือ การพยายามลดค่าแตกต่างระหว่างเอาต์พุตกับค่าอ้างอิง หรือ อินพุตระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control System) คือ ระบบที่ควบคุมที่รักษาค่าเอาต์พุต ให้ใกล้เคียงกับค่าอินพุต โดยมีการเปรียบเทียบสัญญาณทั้งสองนี้ ผลจากการเปรียบเทียบจะเป็นค่าผิดพลาด (Error) โดยเป็นสัญญาณที่ใช้ป้อนเข้าสู่ตัวควบคุม (Controller) โดยลักษณะการควบคุม สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ลักษณะใหญ่ๆ คือ

ระบบควบคุมแบบเปิด (Open loop control system) เป็นระบบควบคุมที่ไม่มีการนำเอาต์พุตการป้อนกลับ มาทำการเปรียบเทียบกับอินพุต จึงง่ายต่อการสร้างและประหยัด แต่ค่าเอาต์พุตจะไม่มีผลต่อการควบคุม ขบวนการของระบบดังแสดงใน ภาพที่ 2-16

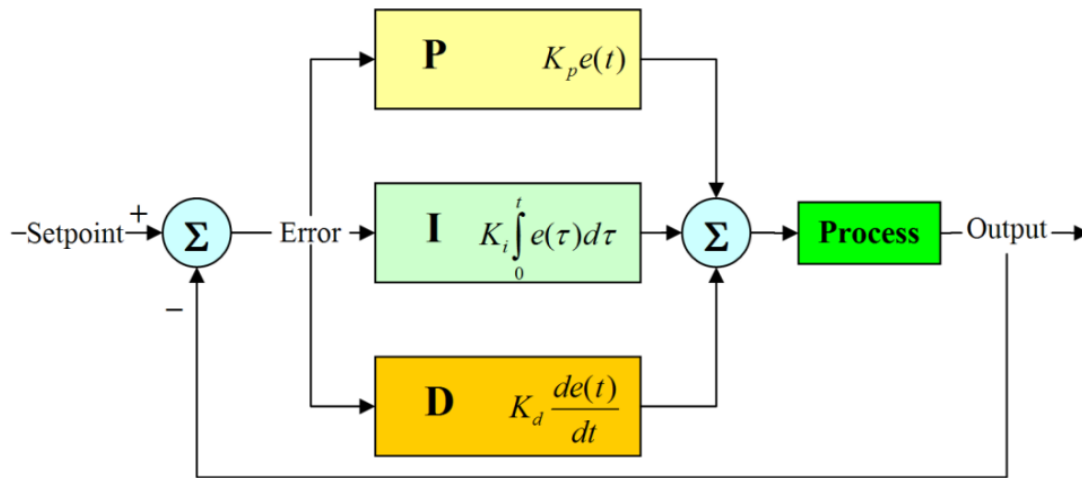


ภาพที่ 2-16 แผนภาพการควบคุมแบบระบบเปิด

ระบบควบคุมแบบปิด (Close loop control system) เป็นระบบควบคุมที่มีการป้อนกลับ (Feedback) โดยการนำเอาเอาต์พุตมาเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุต ความแตกต่างที่เกิดขึ้นจะถือเป็นค่าความผิดพลาด เพื่อเอาสัญญาณนี้ป้อนเข้าระบบ แล้วตัวควบคุมจะนำไปสร้างสัญญาณควบคุมใหม่ วัตถุประสงค์เพื่อลดความผิดพลาดที่เกิดขึ้นกับระบบ ดังแสดงในภาพที่ 2-17



ภาพที่ 2-17 แผนภาพการควบคุมแบบระบบปิด



ภาพที่ 2-18 แผนภาพระบบควบคุมแบบปิด พีไอดี

2.7.1 ตัวควบคุมแบบพี (Proportional - action controlle : P Controller) หรือที่เรียกว่า การควบคุมแบบสัดส่วน เป็นการควบคุมซึ่งมีการปฏิบัติการแก้ไขความผิดพลาด โดยให้สัญญาณที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าความผิดพลาด เขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$m = K_p e \quad (2-6)$$

Take Laplace สมการที่ (2-6) แล้วได้ตั้งสมการที่ (2-7)

$$M(s) = K_p E(s) \quad (2-7)$$

โดยที่

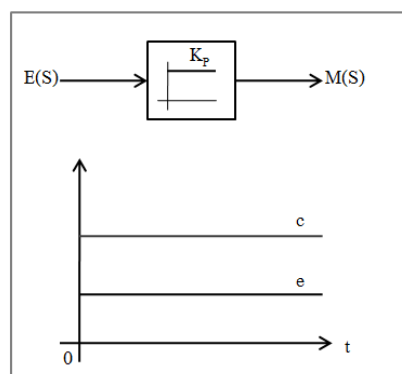
m คือ ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงที่ใช้แก้ไขความผิดพลาด

e คือ ค่าความผิดพลาด (Error)

K_p คือ อัตราการขยายของตัวควบคุมแบบ

$E(s)$ คือ ค่าความผิดพลาดที่เปลี่ยนแปลง

$M(s)$ คือ เอาต์พุต



ภาพที่ 2-19 แผนภาพเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (กระทำตามสัดส่วน)

คุณลักษณะที่สำคัญของการควบคุมแบบสัดส่วน คือ จะมีผลตอบสนองต่อสัญญาณอินพุต (Actuating Error ; e) แบบทันทีขนาดของเอาต์พุต (Manipulating Variable ; m) นอกจากจะขึ้นอยู่กับขนาดของสัญญาณอินพุตแล้วยังขึ้นกับอัตราการขยายของตัวควบคุมแบบอัตราส่วน (Proportional Gain ; K_p) จะเห็นว่าค่าของสัญญาณเอาต์พุตจะคงอยู่ได้ ก็ต่อเมื่อมีสัญญาณอินพุต หรือ ค่าความผิดพลาดปรากฏอยู่ในสภาวะสม่ำเสมอเท่านั้น (Steady - State Error) ซึ่งเท่ากับ $e_{ss} = \frac{m_{ss}}{K_p}$ (Steady-State:ss) การควบคุมแบบสัดส่วน ต้องการค่าความผิดพลาด เพื่อกำเนิดสัญญาณเอาต์พุตสำหรับกระบวนการ (Process or Plant) ดังนั้นจึงกล่าวว่า การควบคุมแบบสัดส่วน ไม่สามารถกำจัดค่าความผิดพลาดของระบบที่ถูกใช้ให้ควบคุมให้หมดได้ แต่เนื่องจากการควบคุมแบบสัดส่วน ตอบสนองต่อสัญญาณอินพุตแบบฉับพลัน จึงทำให้มีความไวในการควบคุมระบบ จึงถือได้ว่าเป็นคุณสมบัติเด่นของการควบคุมแบบสัดส่วน

2.7.2 ตัวควบคุมแบบโอ (Integral-Action Controller : I Controller) หรือ ที่เรียกว่า การควบคุมแบบปริพันธ์ เป็นการควบคุมซึ่งมีการปฏิบัติการเพื่อแก้ไขความผิดพลาด โดยให้สัญญาณที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับการอินทิกรัลของค่าความผิดพลาด (Time Integral of The Error) เขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$m = K_i \int e dt \quad (2-8)$$

Take Laplace สมการที่ (2-8) แล้วได้ตั้งสมการที่ (2-9)

$$M(s) = \frac{K_i [E(s)]}{s} \quad (2-9)$$

โดยที่

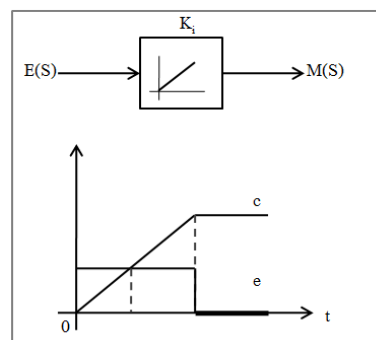
m คือ ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงที่ใช้แก้ไขความผิดพลาด

e คือ ค่าความผิดพลาด

K_i คือ อัตราการขยายของตัวควบคุมแบบปริพันธ์

$E(s)$ คือ ค่าความผิดพลาดที่เปลี่ยนแปลง

$M(s)$ คือ เอาต์พุต



ภาพที่ 2-20 แผนภาพเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (ตัวกระทำปริพันธ์)

จากสมการที่ (2-9) จะเห็นว่าสัญญาณเอาต์พุต (Manipulating Variable : m) เป็นค่าสะสมของสัญญาณอินพุตตราบใดที่ยังมีสัญญาณอินพุต หรือ ค่าความผิดพลาดปรากฏอยู่ ค่าของสัญญาณเอาต์พุตจะเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง ค่าของสัญญาณเอาต์พุตจะหยุดเปลี่ยนแปลง และรักษาค่าให้คงที่ไว้ เมื่อค่าความผิดพลาดเท่ากับศูนย์ (Error ; e = 0) ความเร็วการเพิ่มขึ้นของสัญญาณเอาต์พุต นอกจากจะขึ้นอยู่กับขนาดของค่าความผิดพลาดแล้ว ยังขึ้นกับการควบคุมแบบปริพันธ์

คุณลักษณะสำคัญของการควบคุมแบบปริพันธ์ หรือ (Integral reset time : Ti) จะเห็นได้จากการอนุพันธ์สมการ (2-9) ซึ่งจะได้ $(\frac{dm}{dt}) = K_i(e)$ แสดงให้เห็นว่า อัตราการแก้ไขความผิดพลาดเป็นสัดส่วนกับค่าความผิดพลาด ดังนั้น ตัวควบคุมแบบปริพันธ์จึงสามารถทำการแก้ไขความผิดพลาดของระบบ จนกระทั่งไม่มีความผิดพลาดเหลืออยู่ แต่ในขณะเดียวกันก็ทำให้การตอบสนองของระบบช้าลง เมื่อเทียบกับการควบคุมแบบสัดส่วนแล้ว จะเห็นว่าการควบคุมแบบปริพันธ์มีคุณสมบัติของการหน่วงเวลารวมอยู่

2.7.3 การควบคุมแบบดิ (Derivative Controller : D Controller) หรือ ที่เรียกว่า การควบคุมแบบอนุพันธ์ เป็นการควบคุมซึ่งมีการปฏิบัติการเพื่อแก้ไขความผิดพลาด โดยให้สัญญาณที่เป็นสัดส่วนโดยตรงกับการอนุพันธ์ของค่าความผิดพลาด (Time Derivative of the Error)เขียนเป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังนี้

$$m = K_d \left(\frac{de}{dt} \right) \quad (2-10)$$

Take Laplace สมการที่ (2-10) แล้วได้ตั้งสมการที่ (2-11)

$$M(s) = K_d S[E(s)] \quad (2-11)$$

โดยที่

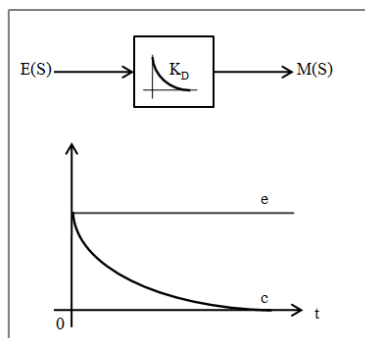
m คือ ปริมาณที่เปลี่ยนแปลงที่ใช้แก้ไขความผิดพลาด

e คือ ค่าความผิดพลาด

K_d คือ อัตราการขยายของตัวควบคุมแบบอนุพันธ์

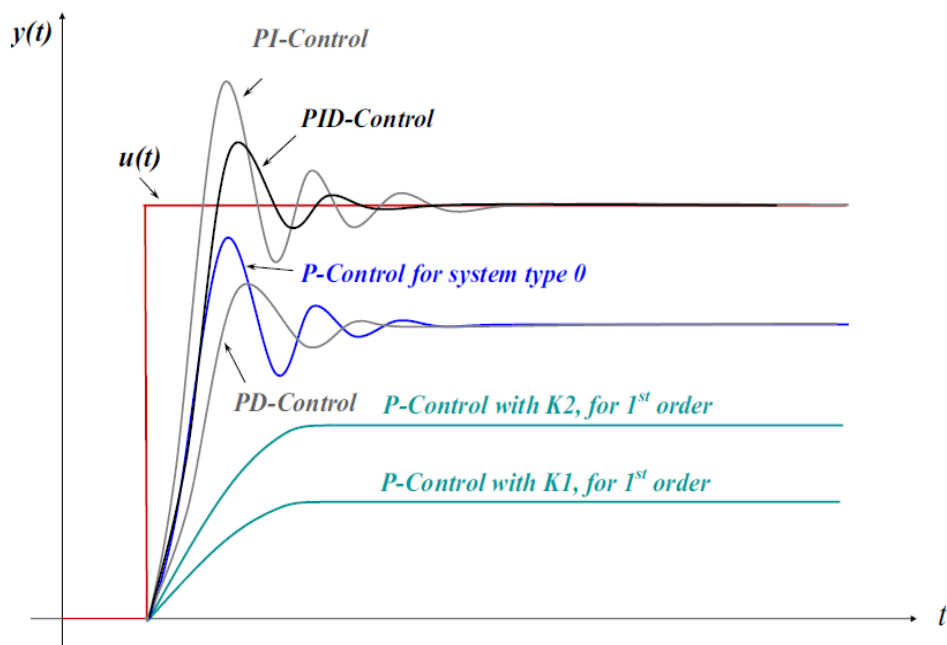
$E(s)$ คือ ค่าความผิดพลาดที่เปลี่ยนแปลง

$M(s)$ คือ เอาต์พุต



ภาพที่ 2-21 แผนภาพเวลาของขั้นตอนการตอบสนอง (การกระทำอนุพันธ์)

จากสมการ (2-11) จะเห็นว่าการแก้ไขค่าผิดพลาดเป็นอัตราของการเปลี่ยนแปลงของความผิดพลาด ดังนั้น การควบคุมแบบอนุพันธ์จะให้สัญญาณเอาต์พุต (**Manipulating Variable : m**) ที่เกิดจากการตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณอินพุตเท่านั้น และจะไม่มีผลต่อสัญญาณอินพุต หรือ ค่าความผิดพลาดที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลง หรืออยู่ในสภาวะคงที่ การควบคุมแบบอนุพันธ์ ทำให้ระบบสามารถที่จะแก้ไขความผิดพลาด ก่อนที่ค่าความผิดพลาดจะมีมากขึ้น แต่จะไม่รับรู้การมีอยู่ของค่าความผิดพลาดที่อยู่ในสภาวะคงที่ ดังนั้น การควบคุมแบบอนุพันธ์เพียงอย่างเดียว จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในการควบคุมระบบการชดเชยข้อผิดพลาดดังกล่าว ทำได้โดยใช้การควบคุมแบบอนุพันธ์ร่วมกับการควบคุมแบบสัดส่วน และการควบคุมแบบปริพันธ์ เพื่อทำให้คุณสมบัติโดยรวมของการควบคุมดีขึ้น เปรียบเทียบผลการตอบสนองของตัวควบคุมแบบต่างๆ ดังภาพที่ 2-22



ภาพที่ 2-22 ผลการตอบสนองของตัวควบคุมแบบต่างๆ

2.8 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.8.1 วิทยานิพนธ์การพัฒนาระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับ AGV

ตามหลักสูตร

วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จัดทำโดย นายพงศ์เทพ ดวงมาลี นักศึกษาสาขาวิชาวิศวกรรมการผลิต ภาควิชาวิศวกรรมการผลิต บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2550 การวิจัยนี้ได้ศึกษา และพัฒนาโปรแกรมระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับ AGV ชนิดแบบลากจูง โครงสร้างของ AGV ประกอบด้วย 3 ล้อ โดยมีล้อขับเคลื่อนอยู่ตรงด้านหน้าขับเคลื่อน โดยใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงเป็นตัวขับเคลื่อน และมีมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอีกหนึ่งตัวเป็นตัวบังคับเลี้ยว ใช้เอ็นโค้ดเดอร์เป็นตัวตรวจสอบมุมในการเลี้ยว และมีล้อตามอีก 2 ล้อ แต่ละล้อมีเอ็นโค้ดเดอร์ตรวจวัดตำแหน่ง เพื่อตรวจสอบการเคลื่อนที่

โดยใช้ระบบนำร่อง แบบพิกัดตำแหน่ง X-Y โดยเป็นการนำร่องที่ยืดหยุ่นสามารถปรับเปลี่ยนตามสายการผลิตได้ ใช้พีแอลซีเป็นตัวควบคุมการทำงานของ AGV และใช้คอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมและรับส่งข้อมูลร่วมกับพีแอลซี การทำงานของ AGV จะเริ่มต้นด้วยการป้อนเส้นทางเดินในโปรแกรมระบบควบคุมอัจฉริยะจากคอมพิวเตอร์ แล้วส่งถ่ายข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังพีแอลซี บน AGV โดยใช้โปรโตคอลแบบมอดบัสผ่านระบบเครือข่ายไร้สาย จากนั้น AGV ก็จะเคลื่อนที่ตามเส้นทางที่ได้รับจากผู้ใช้งาน

2.8.2 บทความวิชาการรถนำร่องอัตโนมัติ (Automated Guided Vehicles : AGVs) ในอุตสาหกรรม โดย ผศ.ดร. อนันต์ สืบสำราญ อาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ การวิจัยนี้เป็นการพัฒนาโปรแกรมระบบควบคุมอัจฉริยะสำหรับ AGV แบบลากจูง โครงสร้างของ AGV เป็นแบบ 3 ล้อ โดยล้อขับเคลื่อนอยู่ที่ล้อหน้า ใช้ระบบนำร่องแบบพิกัดตำแหน่ง X-Y โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการควบคุม และรับส่งข้อมูลร่วมกับพีแอลซี

2.8.3 โครงการวิจัย ระบบขนส่งลำเลียงแบบอัตโนมัติ จัดทำโดย นายไพฑูรย์ พูลสุขโข และ นายพิเชษฐ กันทะวัง ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีราชมงคลคลองหก ปีการศึกษา 2547 เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการออกแบบและสร้างระบบขนส่งลำเลียงแบบอัตโนมัติ ที่นำเอาเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามาช่วยในการลำเลียงสินค้า สามารถลดต้นทุนด้านแรงงานในการลำเลียง และลดปัญหาของผู้ปฏิบัติงานในการลำเลียงสินค้า โดยที่ระบบขนส่งลำเลียงแบบอัตโนมัตินี้ สามารถบรรทุกได้ 50 กิโลกรัม และตรวจจับเส้นแถบสีดำ ในการสั่งการเคลื่อนที่ และสามารถเคลื่อนที่ได้ด้วยความเร็ว 9.9 เมตร/วินาที ที่ระยะทาง 15 เมตร โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์เป็นตัวสั่งการทำงาน และใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน

2.8.4 วิทยานิพนธ์ การควบคุม AGV ด้วยกล้องไร้สาย ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต จัดทำโดย นายอภิชาติ พันธุ์ชัย นักศึกษาสาขาวิศวกรรมการผลิต บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2551 วิทยานิพนธ์นี้จัดทำโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาการควบคุม AGV โดยการใช้กระบวนการประมวลผลด้วยภาพ (Image processing) เพื่อช่วยให้ AGV ไม่เกิดการหลงทาง เมื่อเส้นที่ใช้ในการควบคุมเกิดขาดหายไป AGV ในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วย 3 ล้อ โดยมีล้ออยู่ด้านหน้า 1 ล้อ เป็นล้อบังคับเลี้ยว และมีล้ออยู่ด้านหลัง 2 ล้อ เป็นล้อขับเคลื่อน มีเอ็นโค้ดเดอร์เป็นตัวตรวจสอบมุมในการเลี้ยว และตรวจสอบตำแหน่งของการเคลื่อนที่ของล้อขับเคลื่อน มีการประยุกต์ใช้พีแอลซีในการควบคุมการเคลื่อนที่ กล้อง CCD (Charge - Coupled Device) แบบไร้สาย ถูกนำมาใช้ในการตรวจจับสีของเส้นนำทาง โดยติดอยู่กับตัวรถหลักการทำงานรถ AGV จะหยุดเมื่อไม่สามารถตรวจพบเส้นแถบนำทาง ในการจะให้ AGV เคลื่อนที่ต่อไปนั้น จะใช้กระบวนการแยกแยะสีเส้นและสีพื้น ด้วยการหาเส้นขอบภาพ โดยใช้หลักการแปลงแบบ Laplacian Operator เพื่อแยกเส้นขอบออกจากพื้นหลัง (Back Ground) เมื่อเสร็จสิ้นกระบวนการประมวลผลด้วยภาพ ก็จะเข้าสู่โหมดการทำงานปกติ

2.8.5 ปริญญาโท การพัฒนาระบบรถขนส่งและลำเลียงอัตโนมัติ ตามหลักสูตรครุศาสตร์
 อุตสาหกรรมบัณฑิต จัดทำโดย นายเกรียงศักดิ์ สุทระ และ นายธีรชัย พ้าแสงจันทร์
 นักศึกษาสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิชาครุศาสตร์เครื่องกล คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ ปีการศึกษา 2556 มีวัตถุประสงค์
 เพื่อพัฒนาระบบรถขนส่งและลำเลียง โดยมีการออกแบบ AGV ให้ตัวรถขับแยกจากตัวรถเข็น
 ที่รับน้ำหนัก แล้วทำการยึดทั้ง 2 ส่วน ด้วยตัวล็อกสปริง ใช้เซนเซอร์แม่เหล็ก (Magnetic
 Sensor) เป็นเซนเซอร์นำทาง โดยมีการกำหนดสถานีในการจอด เพื่อขนถ่ายวัสดุหรือชิ้นงาน
 ควบคุมการทำงานด้วยคอมพิวเตอร์ (PC Base Control) การทำงานของตัวรถขนส่งอัตโนมัติ
 จะใช้เซนเซอร์แม่เหล็กนำทาง โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวรับข้อมูลของแต่ละบิต (Bit)
 ก่อนส่งให้กับคอมพิวเตอร์ผ่านทาง USB เพื่อทำการประมวลผลตามเงื่อนไขในการเคลื่อนที่
 ที่ได้ถูกกำหนดไว้ เมื่อทำการประมวลผลแล้ว คอมพิวเตอร์จะสั่งให้บอร์ด Motion Controller
 ทำการขับมอเตอร์ เพื่อให้รถเคลื่อนที่ไปยังจุดส่งถ่ายวัสดุที่กำหนด