

ที่จอดรถอัจฉริยะ

SMART PARKING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

ที่จอดรถอัจฉริยะ

SMART PARKING



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมระบบควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีใช้งานเพื่อการศึกษานี้เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
ปีการศึกษา 2556

SMART PARKING



PAWEENA

PAENCHOMPOO

PATCHARAPA

JIRAPHANSAK

WORAWIPHA

SETTHAKOSOL

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN CONTROL ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งนี้ขอสงวนสิทธิ์ในลิขสิทธิ์และสงวนลิขสิทธิ์ของสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2013

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ที่จอดรถอัจฉริยะ
SMART PARKING

ผู้จัดทำ	นางสาวปวีณา	แผ่นชมพู	53010964
	นางสาวพัชราภา	จирพันธุ์ศักดิ์	53011095
	นางสาวรวิภา	เศรษฐโกศล	53011413


.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่จอดรถอัจฉริยะ

โดย

นางสาวปวีณา แผ่นชมพู 53010964

นางสาวพัชราภา จิรพันธุ์ศักดิ์ 53011095

นางสาววรวิภา เศรษฐโกศล 53011413

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร. วรพงศ์ ตั้งศรีรัตน์

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ผู้จัดทำได้นำเสนอการอธิบายการออกแบบโครงสร้างอาคารที่จอดรถอัจฉริยะประกอบไปด้วยแนวความคิดทฤษฎีของระบบการทำงานอัตโนมัติ โดยการใช้การควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ โครงสร้างหลักของระบบการเคลื่อนที่ของที่จอดรถนี้มี 2 ส่วนด้วยกัน คือ ส่วนของการเคลื่อนที่ขึ้นและเคลื่อนที่ลงของตัวลิฟต์รวมทั้งการเคลื่อนที่เข้าและเคลื่อนที่ออกของแผ่นรับรถ การเคลื่อนที่ทั้งสองแบบที่กล่าวมาขับเคลื่อนโดยใช้มอเตอร์กระแสตรงตัวใหญ่และตัวเล็กตามลำดับ ส่วนของการหมุนของตัวลิฟต์เพื่อนำรถไปยังช่องจอดที่ต้องการนั้นขับเคลื่อนโดยใช้สแต็ปมอเตอร์ จุดมุ่งหมายของโครงการนี้คือต้องการแก้ปัญหาที่จอดรถมีไม่เพียงพอรวมทั้งช่วยประหยัดเวลา ค่าใช้จ่ายและเชื้อเพลิงที่ใช้ในการขับรถวนหาที่จอดอีกทั้งยังเพิ่มความสะดวกสบายมากขึ้นต่อผู้ใช้รถใช้ถนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SMART PARKING

By

Miss Paweena Paenchompoo 53010964

Miss Patcharapa Jiraphunsak 53011095

Miss Worawipha Setthakosol 53011413

Advisor

Assoc. Prof. Dr. Worapong Tangsirat

Academic Year 2013

ABSTRACT

This thesis presents theory and implementation procedures of SMART PARKING controlled by microcontroller. The main structure is composed of two direct current motors and one stepping motor. The first one is used for raising the lift up or down. The latter is used for moving the car forward or backward, and the stepping motor will be rotated the lift to the specific parking lot. All the motors are controlled by microcontroller. The goal of this project is to solve the lack and inconvenient parking lot problem and to decrease the time used to find and automatically move to the available parking lot.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญาบัตรฉบับนี้ สามารถประสบความสำเร็จได้นั้น อันเนื่องมาจากการได้รับความช่วยเหลืออย่างดีจาก รองศาสตราจารย์ ดร.วรวงศ์ ตั้งศรีรัตน์ ที่ได้กรุณาสละเวลาในการช่วยเหลือและให้คำปรึกษาในเรื่องต่างๆ อย่างดีมาโดยตลอดตั้งแต่เริ่มต้นของโครงการ และความช่วยเหลือที่เป็นประโยชน์อื่นๆ ต่อโครงการ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมที่ให้ทุนในการสนับสนุนในการทำปริญญาบัตรฉบับนี้ และขอบคุณเพื่อนๆ ทุกคนที่ให้คำแนะนำในการแก้ปัญหา ให้กำลังใจ ให้การชื่นชมยินดี รวมทั้งคอยช่วยเหลือสนับสนุนอุปกรณ์ที่ขาดเหลือมาตลอด

สุดท้ายนี้ผู้จัดทำขอกราบขอบคุณบิดา มารดา ครอบครัว และคณาจารย์ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา รวมถึงให้การสนับสนุนในเรื่องของงบประมาณที่ขาดเหลือ ตลอดจนให้คำแนะนำต่างๆ จนกระทั่งโครงการนี้สำเร็จอย่างสมบูรณ์

ผู้จัดทำ

นางสาวปวีณา แผ่นชมพู

นางสาวพัชรภา จิรพันธุ์ศักดิ์

นางสาวรวริภา เศรษฐ์โกศล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 กล่าวนำ	1
1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ	1
1.3 วัตถุประสงค์	2
1.4 ขอบเขต	2
บทที่ 2 แนวคิดทฤษฎีและหลักการทำงานที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 แนวคิดของงาน	3
2.2 ทฤษฎี	3
2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR	3
2.2.2 มอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR)	6
2.2.3 สเต็ปมอเตอร์ (STEPPING MOTOR)	8
2.2.3.1 โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์	8
2.2.3.2 ชนิดของสเต็ปมอเตอร์ที่พบในปัจจุบัน	9
2.2.3.3 ลักษณะการหมุนของ STEPPING MOTOR	10
2.2.3.4 การพันขดลวดบนสเตเตอร์ STEPPING MOTOR	11
2.2.4 วงจรไดร์	15
2.2.5 โฟโต้ไดโอด	17
2.2.6 สวิตช์จำกัดระยะ	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่น การค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3 หลักการออกแบบ	19
3.1 โครงสร้างของระบบควบคุมด้วย Arduino	20
3.1.1 การใช้งานบอร์ด Arduino	20
3.1.2 หน้าที่ของบอร์ด Arduino ในการควบคุม	21
3.1.3 การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับอุปกรณ์	22
3.2 ส่วนโครงสร้างทางกายภาพของตัวอาคาร	22
3.2.1 การออกแบบโครงสร้าง	22
3.2.2 การติดตั้งมอเตอร์กระแสตรง (ตัวใหญ่)	23
3.2.3 การติดตั้งสเต็ปมอเตอร์	24
3.2.4 การติดตั้งมอเตอร์กระแสตรง (ตัวเล็ก)	25
3.2.5 การติดตั้งโฟโตไดโอด	25
บทที่ 4 ขั้นตอนการทำงานการใช้งานและการแสดงผล	26
4.1 การนำรถเข้าจอด	26
4.2 การนำตัวลิฟต์กลับสู่ตำแหน่งเดิม	27
4.3 การนำรถออก	28
บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุป	29
5.1 สรุปโครงงาน	29
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	29
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา	30
เอกสารอ้างอิง	31
ภาคผนวก	32
ภาคผนวก ก โปรแกรมการควบคุมที่จอตลอดจรรย์	33
ภาคผนวก ข เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์	44
ข1 เอกสารคู่มือการใช้งานของไอซี L298N	44
ข2 เอกสารคู่มือการใช้งานจอร์ชับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง	56

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ยกเว้นกรณีเห็นเหตุจำเป็นอื่นใด และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ด้านหน้าและด้านหลังของไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino	4
2.2 Datasheet ของ Arduino Mega 2560	5
2.3 มอเตอร์กระแสตรง	6
2.4 วงจรมอเตอร์กระแสตรง	6
2.5 มอเตอร์กระแสตรงที่เลือกใช้เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นและลงของตัวลิฟต์	7
2.5 มอเตอร์กระแสตรงที่เลือกใช้เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของแผ่นรับรถ	7
2.7 วงจรของสเต็ปมอเตอร์	8
2.8 การพันขดลวดของสเต็ปมอเตอร์แบบ 4 สาย 2 เฟส	10
2.9 การพันขดลวดของสเต็ปมอเตอร์แบบ 5 สาย 4 เฟส	11
2.10 การพันขดลวดของสเต็ปมอเตอร์แบบ 6 สาย 4 เฟส	11
2.11 การพันขดลวดแบบยูนิโพลาร์	12
2.12 การพันขดลวดแบบไบโพลาร์	12
2.13 สเต็ปมอเตอร์ที่เลือกใช้	15
2.14 วงจรไดร์ของสเต็ปมอเตอร์ ET-SMCC V2	15
2.15 วงจรไดร์ของมอเตอร์กระแสตรง	16
2.16 ส่วนประกอบของ Photo Diode	17
2.17 อุปกรณ์ Photo Diode	18
2.18 การทำงานภายในของ Limit Switch	18
3.1 โครงสร้างการทำงาน	19
3.2 หน้าต่างของโปรแกรม Arduino	20
3.3 แสดงการเขียนโค้ดในโปรแกรม Arduino	21
3.4 โครงสร้างของอาคารจอดรถ	23
3.5 การติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงตัวใหญ่และรอก (1)	23
3.6 การติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงตัวใหญ่และรอก (2)	24
3.7 การติดตั้งสเต็ปมอเตอร์	24

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.1 การนำรถเข้าจอด	26
4.2 การนำรถคันที่ 2 เข้าจอด	27
4.3 การนำตัวลิฟต์กลับเข้าสู่ตำแหน่งเดิม	27
4.4 การนำรถออกจากที่จอด	28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 คุณสมบัติของ Arduino Mega 2560	4
2.2 ทิศทางการหมุนของสเต็ปมอเตอร์	10
2.3 แสดงลำดับการกระตุ้นเพื่อให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานด้วยการกระตุ้นแบบเวฟ	13
2.4 แสดงลำดับการกระตุ้นเพื่อให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานด้วยการกระตุ้นแบบ 2 เฟส	13
2.5 แสดงลำดับการกระตุ้นเพื่อให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานด้วยการกระตุ้นแบบครึ่งสเต็ป	14
3.1 แสดงการใช้ช่อง Input ของ Arduino	22



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 กล่าวนำ

สังคมในโลกยุคปัจจุบันเป็นยุคที่มีแนวโน้มความนิยมในการใช้รถยนต์ส่วนบุคคลเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และส่งผลให้เกิดปัญหาที่ตามมาอย่างเห็นได้ชัดคือปัญหาการเสียเวลาวนหาที่จอดรถตามห้างสรรพสินค้า หรือสถานที่สำคัญต่างๆ ซึ่งเสียทั้งเงิน และเชื้อเพลิงที่สูญหายไปในระหว่างการหาที่จอดรถ เนื่องจากจำนวนที่จอดรถมีไม่เพียงพอกับปริมาณรถยนต์ที่มีอยู่ และหากแก้ปัญหามาโดยการสร้างที่จอดรถเพิ่มมากขึ้นตามปริมาณรถยนต์นั้น แน่แน่นอนว่าพื้นที่ก็มีไม่มากพออีกเช่นกัน

โครงการนี้จึงถูกสร้างขึ้นมาเพื่อแก้ปัญหาต่างๆ เหล่านี้ โดยโครงการที่จอดรถอัจฉริยะนั้นสามารถช่วยลดปัญหาในเรื่องที่จอดรถไม่เพียงพอได้ เพราะใช้พื้นที่น้อยแต่สามารถจอดรถได้หลายคัน และเพื่อให้ผู้ใช้รถได้รับความสะดวกสบายมากขึ้น เนื่องจากไม่ต้องเสียเวลาในการวนรถยนต์เพื่อหาที่จอด โครงการที่จอดรถอัจฉริยะสามารถที่จะยกระดับของท่าน ขึ้นไปยังที่จอดที่ว่างอยู่โดยอัตโนมัติ อีกทั้งยังช่วยประหยัดเวลาและน้ำมันเชื้อเพลิงที่ต้องสูญหายไปเช่นเดียวกับที่จอดรถแบบเดิม

โครงการนี้เป็นการประยุกต์ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เลือกใช้ คือ Arduino ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เช่น มอเตอร์กระแสตรง สเต็ปมอเตอร์ ให้ใช้งานตามที่ต้องการ ซึ่ง Arduino นี้สามารถหาซื้อได้ง่าย ใช้งานง่ายและมีราคาไม่สูง เมื่อเทียบกับประสิทธิภาพ อีกทั้งยังเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำชิ้นงานในวิชาหนึ่งของสาขาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์ จึงสามารถนำความรู้ในการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ มาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ได้อีกด้วย

1.2 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

1. ต้องการแก้ปัญหาที่จอดรถไม่เพียงพอกับจำนวนรถยนต์
2. ประหยัดเวลาและเชื้อเพลิงที่สูญหายไปในระหว่างการวนหาที่จอดรถ
3. ป้องกันปัญหาการจราจรรถยนต์และทรัพย์สินภายในรถยนต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีเหตุผลเบื้องหน้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 วัตถุประสงค์

1. เป็นต้นแบบนำไปพัฒนาที่จอดรถอัจฉริยะเพื่ออำนวยความสะดวกในการจอดรถ
2. เพื่อศึกษาการทำงานและการสั่งการมอเตอร์กระแสตรงและสเต็ปมอเตอร์
3. เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้ในโครงการ (Photo Diode)
4. เพื่อศึกษาการเขียนไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้ Arduino ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์

1.4 ขอบเขต

ขอบเขตของปริิณญาณินพนธ์นี้คือ ควบคุมการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ เพื่อใช้ในการหมุนและนำรถไปยังช่องจอดโดยอัตโนมัติ และควบคุมการทำงานมอเตอร์กระแสตรง ในการเคลื่อนที่ขึ้น เคลื่อนที่ลง เคลื่อนที่ไปข้างหน้า และเคลื่อนที่กลับข้างหลัง โดยใช้ภาษาซีสั่งการผ่านไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎี และหลักการทำงานที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิดของงาน

แนวคิดของโครงการชิ้นนี้ ได้แนวความคิดมาจากอาคารจอดรถที่ใช้ในประเทศญี่ปุ่น ซึ่งมีใช้งานสำหรับจอดรถได้จริง โดยผู้จัดทำได้ออกแบบโครงอาคาร วาดแบบจำลองออกมาทีละชิ้นส่วนและนำมาประกอบกันโดยใช้โปรแกรม SolidWorks ทั้งนี้ผู้จัดทำได้ทำการออกแบบระบบควบคุมลิฟต์ ซึ่งเป็นส่วนหลักของโครงการนี้ โดยใช้ DC Motor เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นลงของตัวลิฟต์ และควบคุมการเคลื่อนที่เข้าออกของแผ่นรับรถ รวมทั้งใช้ Step Motor เพื่อควบคุมการหมุนตัวลิฟต์ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ โครงการนี้มีการออกแบบระบบควบคุมแผ่นรับรถให้เลื่อนเข้าออกจากตัวลิฟต์โดยใช้ DC Motor ในจำนวนรอบที่เหมาะสมและใช้แผงวงจร Arduino ในการควบคุมระบบที่จอดรถ โดยใช้ Photo Diode เป็นอุปกรณ์ตรวจจับและแสดงสถานะเพื่อนำรถเข้าไปจอดในช่องที่ว่าง ทั้งนี้ผู้จัดทำได้ออกแบบโปรแกรมตั้งรหัสผ่านของรถผู้ใช้บริการโดยผู้ใช้บริการเอง เพื่อป้องกันปัญหาการโจรกรรมรถ ซึ่งเป็นปัญหาที่พบบ่อยในสังคมปัจจุบันนี้

2.2 ทฤษฎี

2.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR

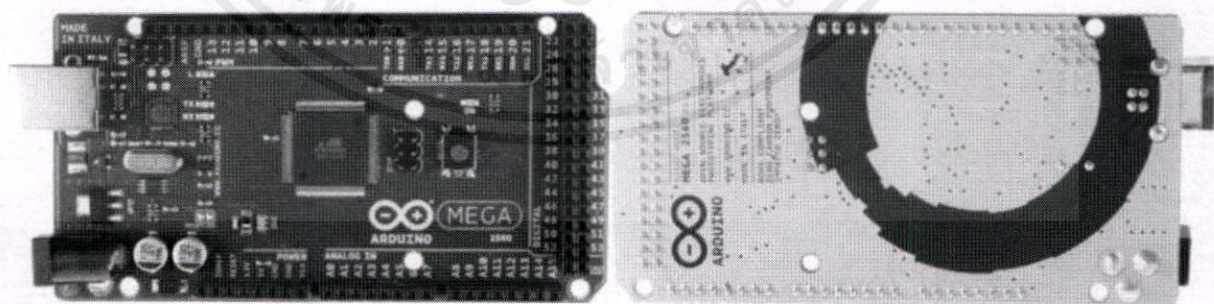
ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่สามารถใช้เป็นเครื่องมือในการควบคุมอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ เพื่อใช้งานตามที่เราต้องการได้อย่างดีและหลากหลาย เช่น ตัววัดเซนเซอร์ ตัววัดอุณหภูมิ มอเตอร์เซอร์โวล์ รีเลย์ ไดโอดเปล่งแสง สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ได้ง่าย โดยการเสียบสาย USB นอกจากนี้ Arduino ยังสามารถเรียกใช้ไลบรารีต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการใช้งาน จึงเป็นที่นิยมและเป็นเหตุผลทำให้ทางคณะผู้จัดทำเลือกใช้ Arduino รุ่น Mega 2560 ซึ่งมีจำนวน Input พอใช้สำหรับการทำชิ้นงานในครั้งนี้ได้อย่างเหมาะสม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino Mega 2560

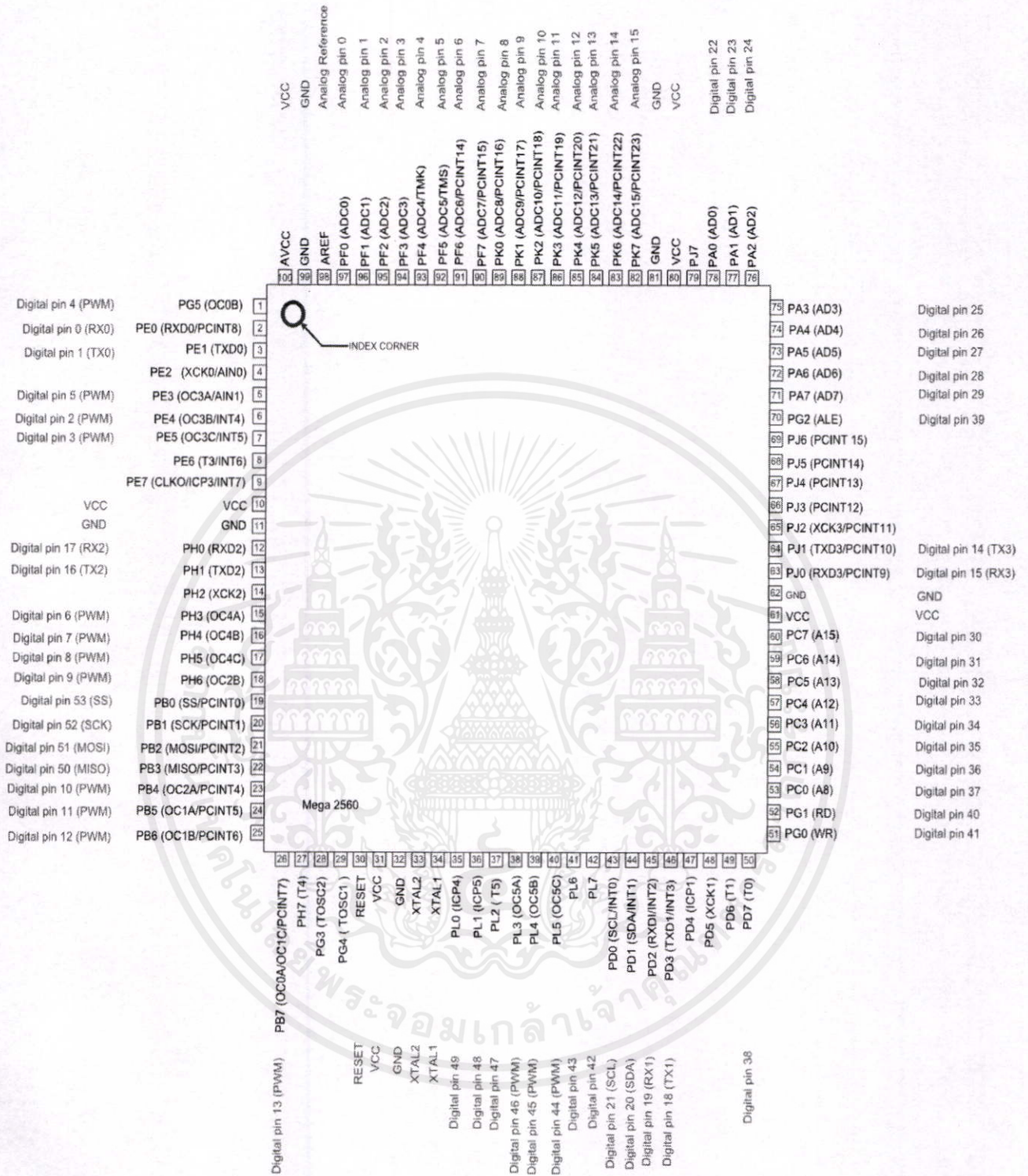
ตารางที่ 2.1 คุณสมบัติของ Arduino Mega 2560

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 15 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz



รูปที่ 2.1 ด้านหน้าและด้านหลังของไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Arduino Mega 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

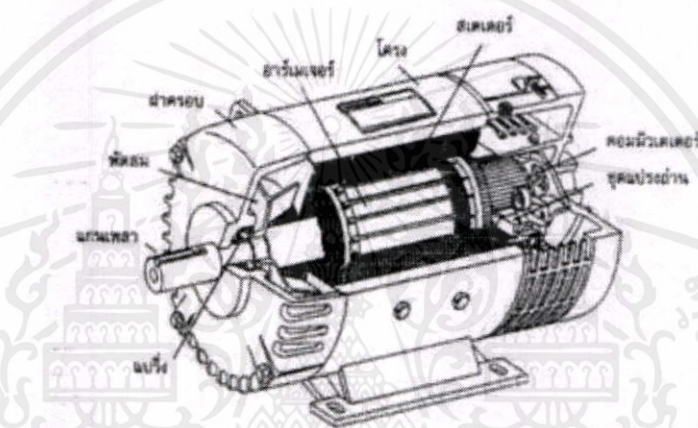


รูปที่ 2.2 Datasheet ของ Arduino Mega 2560

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

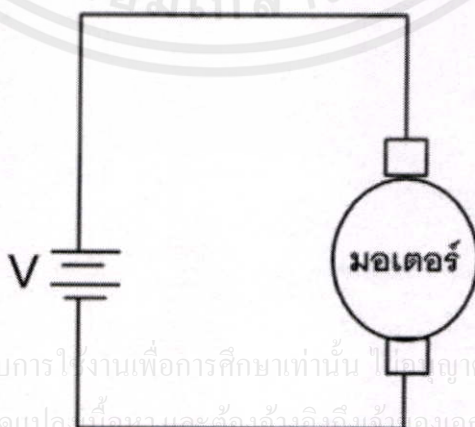
2.2.2 มอเตอร์กระแสตรง (DC MOTOR)

มอเตอร์กระแสตรง (Direct Current, DC Motor) เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล หรือกล่าวได้ว่าเป็นระบบที่มีสัญญาณไฟฟ้าเป็นอินพุต และมีเอาต์พุตเป็นพลังงานกลได้ โดยทั่วไปมอเตอร์จะประกอบด้วยขดลวดส่วนที่หมุน (Armature Coil) ที่จะสามารถหมุนไปได้อย่างอิสระ ขดลวดนี้จะวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก ซึ่งอาจจะเป็นแม่เหล็กถาวร หรือส่วนมากจะเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า ที่สร้างจากกระแสไฟฟ้าผ่านฟิวส์คอล์ย (Field Coils) เมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ผ่านที่หมุนซึ่งวางอยู่ในสนามแม่เหล็ก ก็ทำให้เกิดแรงผลักทำให้ขดลวดนี้เกิดการหมุนตามที่แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 มอเตอร์กระแสตรง

การทำงานของมอเตอร์กระแสตรง มีหลักการการทำงานพื้นฐาน คือ เมื่อป้อนไฟฟ้ากระแสตรงที่ขั้วของมอเตอร์ โดยแรงดันที่ป้อนให้มอเตอร์นั้นจะต้องมีค่าไม่เกินกว่าที่มอเตอร์จะรับได้ เช่น มอเตอร์รับได้ 12 Vdc ก็ควรป้อนแรงดันไม่เกินค่านี้



รูปที่ 2.4 วงจรมอเตอร์กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น โปรดอย่าได้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเพื่อนำมาเผยแพร่หรือแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการทางคณะผู้จัดทำ เลือกใช้มอเตอร์ที่มีค่าทอร์ค มากพอที่จะรับน้ำหนักของลิฟต์ และมีขนาดไม่ใหญ่มาก เพื่อวัตถุประสงค์ในการติดตั้งที่ส่วนบนของอาคาร



รูปที่ 2.5 มอเตอร์กระแสตรงที่เลือกใช้เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้นและลงของตัวลิฟต์



รูปที่ 2.6 มอเตอร์กระแสตรงที่เลือกใช้เพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของแผ่นรับรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

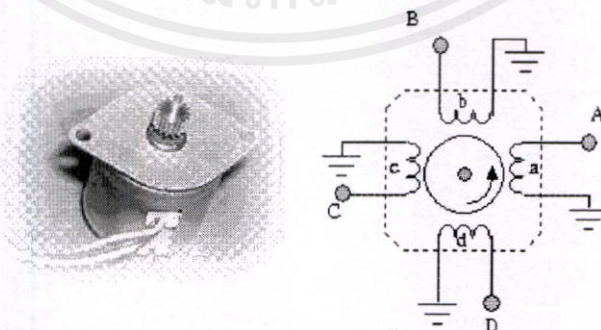
2.2.3 สเต็ปมอเตอร์ (STEPPING MOTOR)

สเต็ปมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ซึ่งมี Input เป็นกลุ่มของ Binary Voltage และ Output การเคลื่อนที่ในเชิงมุม (หมุน) แกนหมุนเป็นสเต็ป โดยระยะของการหมุนอยู่ในช่วงตั้งแต่ 0.1-30 องศา ขึ้นอยู่กับโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์นั้นๆ หรืออาจบอกเป็นจำนวนสเต็ปต่อ 1 รอบ สามารถควบคุมการหมุนได้ ซึ่งจะมีความละเอียดของมุมในการหมุนแตกต่างกันออกไป ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับชนิดของมอเตอร์และลักษณะการส่งสัญญาณไปควบคุมมอเตอร์ ทำให้สเต็ปมอเตอร์มีความยืดหยุ่นในการใช้งาน มีการนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลายรูปแบบ เนื่องจากมีความแม่นยำสูง ยกตัวอย่าง เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวแม่พิมพ์ในเครื่องพิมพ์ (PRINT), ระบบขับเคลื่อนด้วยหัวอ่านในเครื่องอ่านบันทึกเหล็ก, ระบบขับเคลื่อนตำแหน่งของปากกาใน X-Y PLOTTER เป็นต้น

2.2.3.1 โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์

โครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์มีลักษณะดังรูปที่ 2.7 ซึ่งประกอบด้วย ขดลวด Stator 4 ขด ล้อมรอบแกนหมุน หลักการทำงานคือเมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด Stator Coil a, b, c, d ไม่พร้อมกัน นั่นคือ ถ้าเราจ่ายกระแสให้ a ก่อนโดยไม่จ่ายให้ขดลวดอื่น แล้วตามด้วย b, c และ d ตามลำดับ จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็ก หมุนวนในลักษณะทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งส่วนของ Rotor ที่เป็นแม่เหล็กถาวรก็จะหมุนตามสนามแม่เหล็กไปด้วย คือทวนเข็มนาฬิกา

ในทำนองเดียวกัน ถ้าเราจ่ายกระแสให้ขดลวด a, d, c, b, a..... ก็จะทำให้สนามแม่เหล็กหมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกา ซึ่งส่งผลให้ Rotor หมุนตามเข็มนาฬิกาด้วย การกำหนดความเร็วของสเต็ปมอเตอร์ ทำได้โดยการเปลี่ยนแปลงความเร็วของการเปลี่ยนการจ่ายกระแสจากขดลวดหนึ่งไปยังอีกขดลวดหนึ่งให้เร็วขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.7 วงจรของสเต็ปมอเตอร์

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3.2 ชนิดของสเต็ปมอเตอร์ที่พบในปัจจุบันมี 3 ลักษณะดังนี้

1. แบบแม่เหล็กถาวร (PERMANENT MAGNET PM)

สเต็ปมอเตอร์แบบ PM จะมีสเตเตอร์ (STATOR) ที่พันขดลวดไว้หลายโพล โดยมีโรเตอร์ (ROTOR) เป็นรูปทรงกระบอกฟันเลื่อย และโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้องกันกระแสตรงให้กับขดลวดสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนแบบ PM จะเกิดแรงดูดยึดให้โรเตอร์หมุนอยู่กับที่ แม้ว่าจะไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด

2. แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (VARIABLE RELUCTANCE VR)

สเต็ปมอเตอร์ทำงานแบบ VR จะมีหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระ แม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้ตัวโรเตอร์ ซึ่งทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติก มีกำลังอ่อน และมีลักษณะเป็นฟันเลื่อย รูปทรงกระบอกโดยจะมีความสัมพันธ์โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ไปในทิศทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนซ์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดมีความแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลายๆ จุด









ดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่างๆ ในมอเตอร์ จะทำให้มอเตอร์หมุนไปในตำแหน่งต่างๆ กัน ซึ่งโรเตอร์ของ VR จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อย จึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM

3. แบบผสม (HYBRID-H)

สเต็ปมอเตอร์แบบ H จะเป็นลูกผสมของ VR กับ PM โดยจะมีสเตเตอร์คล้ายกับที่ใช้ใน VR โรเตอร์มีหมวกหุ้มปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุมการหมุนน้อยครั้งและมีความแม่นยำสูง ข้อดีของสเต็ปมอเตอร์แบบ H คือให้แรงบิดสูง มีขนาดกะทัดรัดและให้แรงดูดยึดโรเตอร์นิ่งในตอนที่ไม่ได้จ่ายไฟ

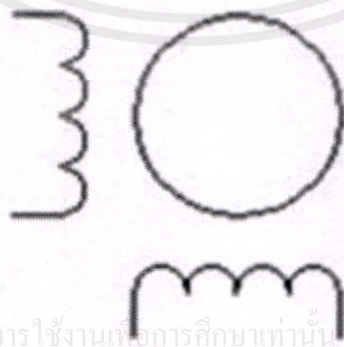
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 ทิศทางการหมุนของสเต็ปมอเตอร์

เฟสที่จ่าย กระแสไฟฟ้า	\emptyset_1	$\emptyset_1\emptyset_2$	\emptyset_2	$\emptyset_2\emptyset_3$
ตำแหน่งโรเตอร์				
เฟสที่จ่าย กระแสไฟฟ้า	\emptyset_3	$\emptyset_3\emptyset_4$	\emptyset_4	$\emptyset_4\emptyset_1$
ตำแหน่งโรเตอร์				

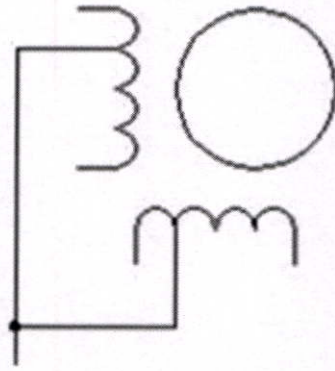
2.2.3.3 ลักษณะการหมุนของ STEPING MOTOR หมุนได้ 3 แบบ คือ

1. แบบจ่ายกระแสไฟฟ้าให้เฟสเดียววนเวียนกันไป เรียก ONE-EXCITATION หรือ HALF DRIVE คือ f_1, f_2, f_3, f_4 การ OUT EXCITATION แบบนี้แรงบิดจะน้อย
2. แบบจ่ายกระแสไฟฟ้าพร้อมกันทีละ 2 เฟส เรียก TWO-EXCITATION หรือ FULL STEP คือ $f_1f_2, f_2f_3, f_3f_4, f_4f_1$ หมุนเวียนกันไปแบบนี้จะได้แรงบิดมีค่ามาก
3. แบบจ่ายกระแสไฟให้ทีละ 1 เฟส สลับกับ 2 เฟส เรียก ONE-TWO EXCITATION หรือ HALF STEP เหมือนรูปแสดงของมอเตอร์ แต่แบบนี้จำนวน STEP ทวนเข็มนาฬิกาจะเป็นตรงกันข้าม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 การพันขดลวดของสเต็ปมอเตอร์แบบ 4 สาย 2 เฟส



รูปที่ 2.9 การพันขดลวดของสเต็ปมอเตอร์แบบ 5 สาย 4 เฟส



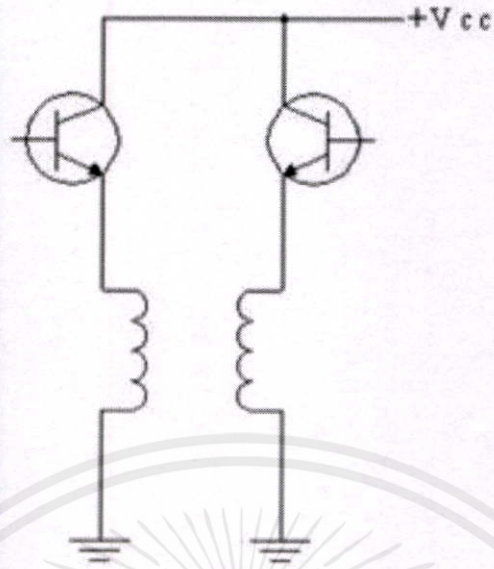
รูปที่ 2.10 การพันขดลวดของสเต็ปมอเตอร์แบบ 6 สาย 4 เฟส

2.2.3.4 การพันขดลวดบนสเตเตอร์ STEPPING MOTOR มี 2 แบบคือ

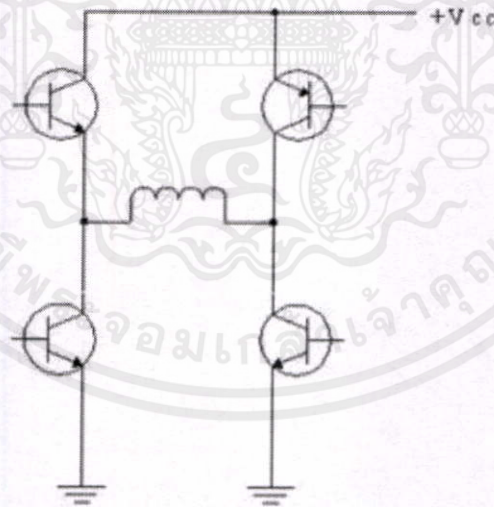
1. แบบไบโพลาร์ (แบบ 4 สาย 4 เฟส) มีการพันขดลวด 1 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็กของสเตเตอร์ โดยขั้วแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่สเตเตอร์จะถูกกำหนดโดยทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ซึ่งสามารถทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามได้เพียงการกลับทิศทางการไหลในกระแสไฟฟ้า โดยมาจากการควบคุมของวงจรสวิตซ์ซึ่งให้กลับขั้วไฟฟ้า

2. แบบยูนิโพลาร์ (แบบ 5,6 สาย 4 เฟส) มีการพันขดลวด 2 ขดบนแต่ละขั้วแม่เหล็ก ซึ่งแต่ละขดจะทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กในทิศทางตรงข้ามกัน ปกติขดลวดทั้งสองจะมีการเชื่อมต่อกันเพื่อลดจำนวนสายไฟที่ต่อจากมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การพันขดลวดแบบยูนิโพลาร์



รูปที่ 2.12 การพันขดลวดแบบไบโพลาร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความแตกต่างระหว่างการพันแบบไบโพลาร์และยูนิโพลาร์ คือ แบบยูนิโพลาร์ จะทำให้เกิดแรงบิดน้อยกว่าแบบไบโพลาร์ ในการเลือกใช้ให้สังเกตได้จากสายไฟที่ต่อมาจากตัวสเต็ปมอเตอร์ ซึ่งแบบไบโพลาร์จะมี 4 สาย ส่วนแบบยูนิโพลาร์จะมี 5 สายหรือ 6 สาย

การกระตุ้นและควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์

การกระตุ้นและควบคุมการหมุนของมอเตอร์ให้เคลื่อนไป แต่ละสเต็ปทำได้โดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังขดลวดแต่ละขดบนสเตเตอร์ ซึ่งต้องป้อนแบบเป็นซีควเอนเชียลในรูปแบบที่ถูกต้อง โดยแบ่งออกเป็น 3 รูปแบบคือ แบบเวฟ (WAVE), แบบ 2 เฟส (TWO PHASE) และแบบครึ่งสเต็ป (HALF STEP) ทั้ง 3 แบบต่างก็มีข้อดีและข้อเสียที่แตกต่างกันออกไป

1. แบบเวฟ เป็นการกระตุ้นแบบที่ง่ายที่สุด โดยทำการกระตุ้นขดลวดทีละขดในเวลาหนึ่ง และเรียงกันถัดไป ดังเช่น ขดที่ 1, 2, 3, 4, 1 หรือ 1, 4, 3, 2, 1 ขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุน ดังนั้นจึงมีขดลวดเพียงขดเดียวในเวลาหนึ่งที่ถูกกระตุ้นเท่านั้น วงจรกระตุ้นแบบเวฟจึงมีราคาถูกและง่าย ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังในตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงลำดับการกระตุ้นเพื่อให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานด้วยการกระตุ้นแบบเวฟ

สเต็ปที่	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	ทำงาน	-	-	-
2	-	ทำงาน	-	-
3	-	-	ทำงาน	-
4	-	-	-	ทำงาน

ตารางที่ 2.4 แสดงลำดับการกระตุ้นเพื่อให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานด้วยการกระตุ้นแบบ 2 เฟส

สเต็ปที่1	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	ทำงาน	ทำงาน	-	-
2	-	ทำงาน	ทำงาน	-
3	-	-	ทำงาน	ทำงาน
4	ทำงาน	-	-	ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

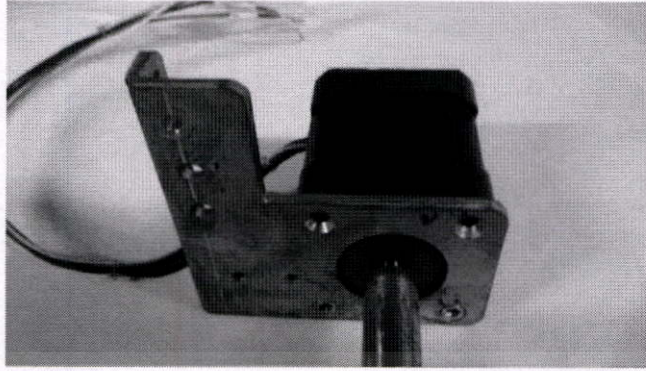
2. **แบบเฟส** มีลักษณะคล้ายแบบเวฟ แต่การกระตุ้นแบบนี้จะทำการกระตุ้นโดยจ่ายกำลังไฟฟ้าไปที่ขดลวด 2 ขดที่อยู่ใกล้กันในเวลาเดียวกัน และเรียงถัดกันไปเช่นเดียวกับแบบเวฟ คือ เริ่มจากขดลวด 1-2, 2-3, 3-4, 4-1, 1-2 หรือ 1-4, 4-3, 3-2, 2-1, 1-4 ขึ้นอยู่กับทิศทางการหมุน การเพิ่มจำนวนของขดลวดที่ถูกกระตุ้นนี้ทำให้เพิ่มแรงบิดได้มากกว่าแบบเวฟ โรเตอร์จะเคลื่อนที่ด้วยแรงดึงอย่างเต็มแรงจาก 2 ขดลวดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน และต่อไปด้วยแรงดึงจากอีก 2 ขดลวดถัดไป สำหรับข้อเสียก็คือ การกระตุ้นแบบนี้ต้องใช้แหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้ามากขึ้น ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2.4

3. **แบบครึ่งสเต็ป** เป็นรูปแบบที่เกิดจากการผสมผสานระหว่างการกระตุ้นแบบเวฟและแบบ 2 เฟส เพื่อเพิ่มจำนวนของสเต็ปต่อรอบอีกเท่าตัวหนึ่ง ในระบบนี้จะกระตุ้นขดลวดเรียงกันไปตามลำดับดังนี้ ขดลวดที่ถูกกระตุ้น 1, 1-2, 2, 2-3, 3, 3-4, 4, 4-1, 1 แรงบิดที่ได้จากการกระตุ้นประเภทนี้จะเพิ่มมากขึ้นอีกเพราะช่วงสเต็ปมีระยะสั้นลง และแต่ละสเต็ปเกิดแรงดึงจากขดลวด 2 ขดที่ถูกกระตุ้นพร้อมกัน ความถูกต้องของตำแหน่งมีเพิ่มมากขึ้น แต่ต้องพึงระวังไว้อีกประการหนึ่งว่าเมื่อกระตุ้นให้ทำงานในรูปแบบนี้จะต้องทำการหมุนถึง 2 สเต็ปจึงจะทำการหมุนเท่ากับ 1 สเต็ป เหมือนกับในการควบคุม 2 แบบแรก สำหรับแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้าต้องใช้เทียบเท่าแบบ 2 เฟส จึงจะเพียงพอ ขั้นตอนการทำงานต่างๆ แสดงในตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงลำดับการกระตุ้นเพื่อให้สเต็ปมอเตอร์ทำงานด้วยการกระตุ้นแบบครึ่งสเต็ป

สเต็ปที่1	เฟสที่1	เฟสที่2	เฟสที่3	เฟสที่4
1	ทำงาน	-	-	-
2	ทำงาน	ทำงาน	-	-
3	-	ทำงาน	-	-
4	-	ทำงาน	ทำงาน	-
5	-	-	ทำงาน	-
6	-	-	ทำงาน	ทำงาน
7	-	-	-	ทำงาน
8	ทำงาน	-	-	ทำงาน

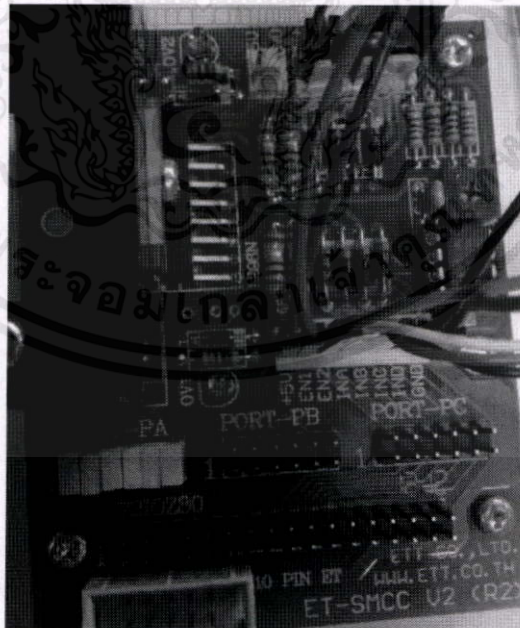
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 สเต็ปมอเตอร์ที่เลือกใช้

2.2.4 วงจรไดร์

Motor Drive เป็นบอร์ดที่สามารถต่อเข้ากับบอร์ดทดลองไมโครคอนโทรลเลอร์ได้ทุกอย่าง และสามารถต่อเข้ากับชุดทดลองพีแอลซี (Programmable Logic Controller) ได้เช่นกัน โดยจะรับสัญญาณเอาต์พุตจากไมโครคอนโทรลเลอร์หรือพีแอลซีเข้าช่องสัญญาณของ DC Motor Drive (ENA, IN1, IN2, GND) เพื่อนำไปควบคุมความเร็วและทิศทางการหมุนของ Motor อีกทั้งยังสามารถทนกระแสสูง ๆ ได้

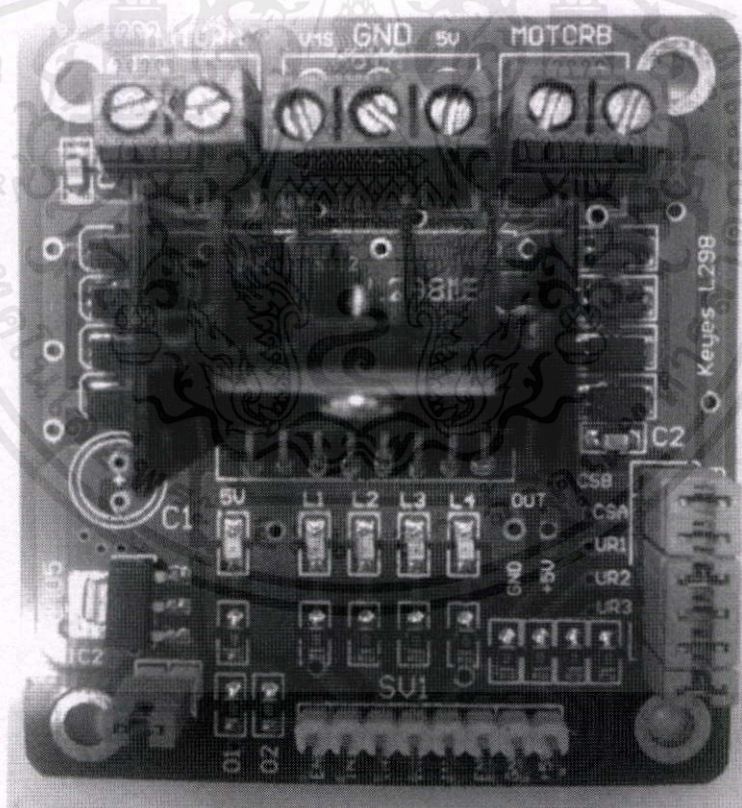


รูปที่ 2.14 วงจรไดร์ของสเต็ปมอเตอร์ ET-SMCC V2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตีพิมพ์ลงในสื่อใดๆโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของลิขสิทธิ์ที่มีการนำไปใช้

ET-SMCC V2.0 เป็นบอร์ดประเภท OUTPUT ใช้ควบคุมสั่งงาน ตัว STEPPING MOTOR ในแบบ 2 ขด หรือ 2 ขั้ว (STEPPING MOTOR แบบ มี 4 เส้น BIPOLAR STEPPING MOTOR) ได้จำนวน 1 ตัว หรือในกรณีจะไปใช้กับ DC MOTOR ก็สามารถต่อควบคุมได้ 2 ตัว

- ใช้ IC ควบคุมตัว MOTOR เบอร์ L298N ของ SGS - THOMSON
- 2 CHANNEL CONTROL (1 BIPOLAR STEPPING OR 2 DC MOTOR)
- STEP FREQUENCY 40 KHz MAX
- OUT PUT DRIVER CURRENT 4 AMP / PHASE / 50VDC
- INPUT LOGIC CONTROL TTL
- ต่อเข้ากับบอร์ด CONTROL ต่าง ๆ ของทางอิทีทีได้ทาง 34 PIN I/O BUS ETT หรือทาง 8 PIN CONNECTOR
- พร้อมตัวอย่างโปรแกรมการใช้งานในแผ่น DISK
- ขนาด PCB 6.5 x 7.5 cm



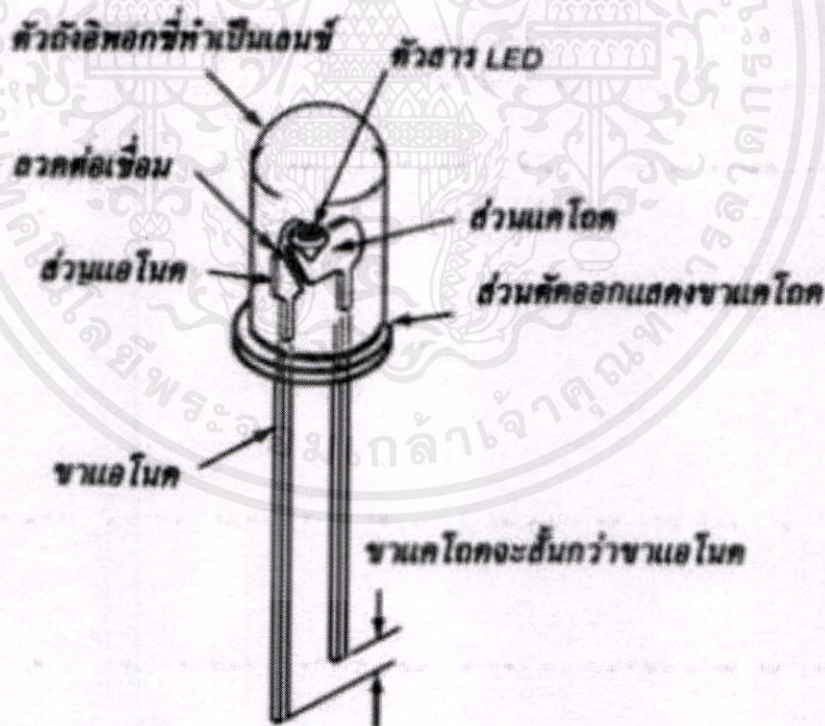
รูปที่ 2.15 วงจรไดร์ของมอเตอร์กระแสตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.5 โฟโตไดโอด

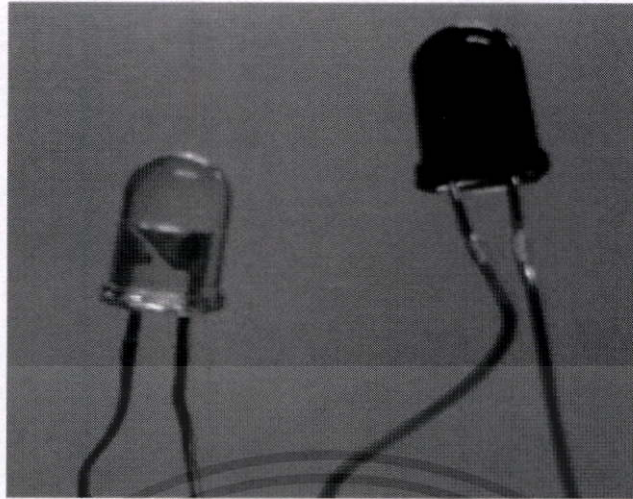
โฟโตไดโอดเป็นอุปกรณ์เชิงแสงชนิดหนึ่งประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N รอยต่อจะถูกหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระจกใส อาศัยแสงจากภายนอกผ่านเลนซ์ เพื่อกระตุ้นให้โฟโตไดโอดทำงาน ซึ่งโฟโตไดโอดจะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสงการต่อโฟโตไดโอดเพื่อใช้งานจะเป็นแบบไบอัสกลับ ทั้งนี้เพราะไม่ต้องการให้โฟโตไดโอด ทำงานทันทีทันใด แต่ต้องการให้ไดโอดทำงานเฉพาะเมื่อมีปริมาณแสงสว่างมากพอตามที่กำหนด หรือก็คือการที่เลนซ์ของโฟโตไดโอดได้รับแสงสว่างจะเกิดกระแสรั่วไหล

โฟโตไดโอดเมื่อเทียบกับ LDR (ตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง) แล้วโฟโตไดโอดมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเร็วกว่า LDR มาก จึงนิยมนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรที่ต้องการความเร็วสูง เช่น เครื่องนับสิ่งของ, ตัวรับรีโมทคอนโทรล, วงจรกันขโมยอินฟราเรด เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 2.16 ส่วนประกอบของ Photo Diode

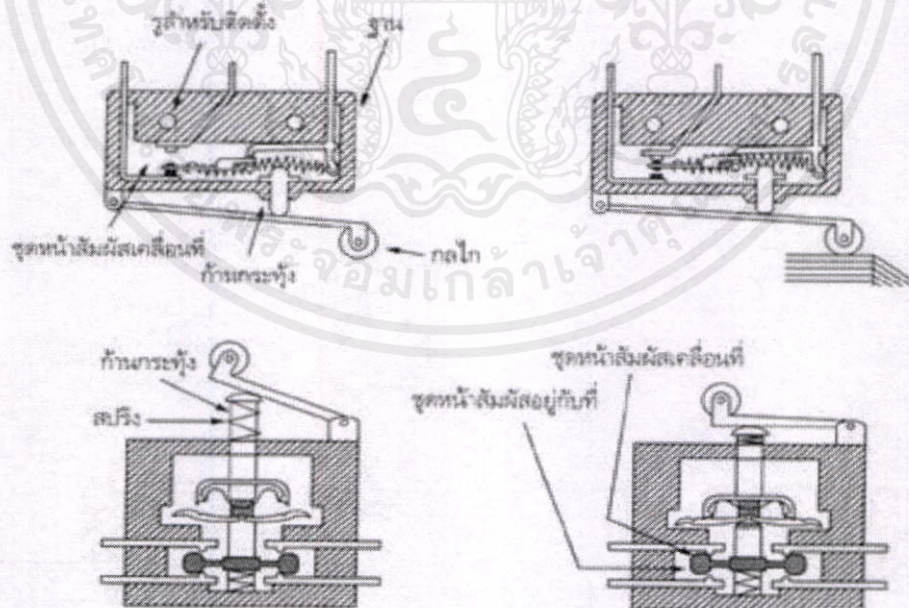
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.17 อุปกรณ์ Photo Diode

2.2.6 สวิตช์จำกัดระยะ (Limit Switch)

ส่วนประกอบของสวิตช์จำกัดระยะคือ ปุ่มหน้าสัมผัสเหมือนสวิตช์ปุ่มกด ต่างกันที่แรงที่ทำให้สวิตช์ทำงาน คือใช้อุปกรณ์ทางกล เช่น ก้านสูบ ประตูปิด-เปิด การทำงานจะทำงานเมื่อมีแรงภายนอกมากระทำ เช่น ก้านสูบเคลื่อนที่มากดปุ่มหน้าสัมผัสเลื่อนและค้างตำแหน่งจนกว่าลูกสูบจะเคลื่อนที่กลับ



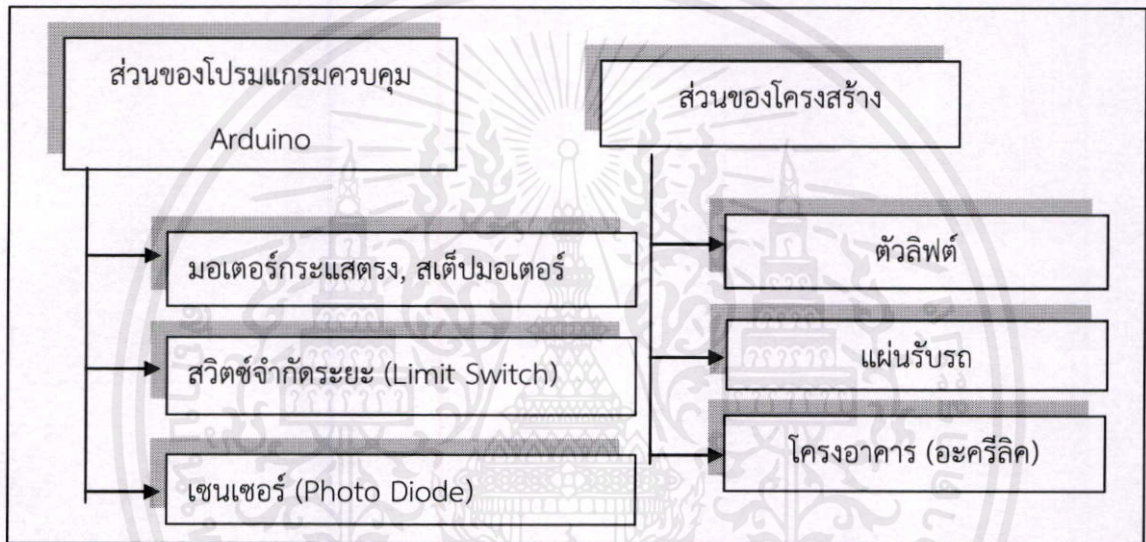
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีถ่านนำไปใช้

รูปที่ 2.18 การทำงานภายในของ Limit Switch

บทที่ 3

หลักการออกแบบ

การออกแบบอาคารจำลองสำหรับเป็นที่จอดรถอัจฉริยะที่ควบคุมด้วย Arduino ในเบื้องต้นต้องเข้าใจถึงหลักการ และการทำงานของระบบควบคุมก่อนว่ามีหลักการทำงานอย่างไร จากนั้นจึงค่อยพิจารณาในส่วนประกอบย่อยๆ โครงสร้างการทำงานทั้งหมดของระบบสามารถอธิบายได้ด้วยแผนภาพ



รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงาน

จากรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นว่าอาคารจำลองสำหรับเป็นที่จอดรถอัจฉริยะ ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนที่เป็นโปรแกรมควบคุมด้วยบอร์ด Arduino และส่วนที่เป็นโครงสร้างทางกายภาพของตัวอาคาร

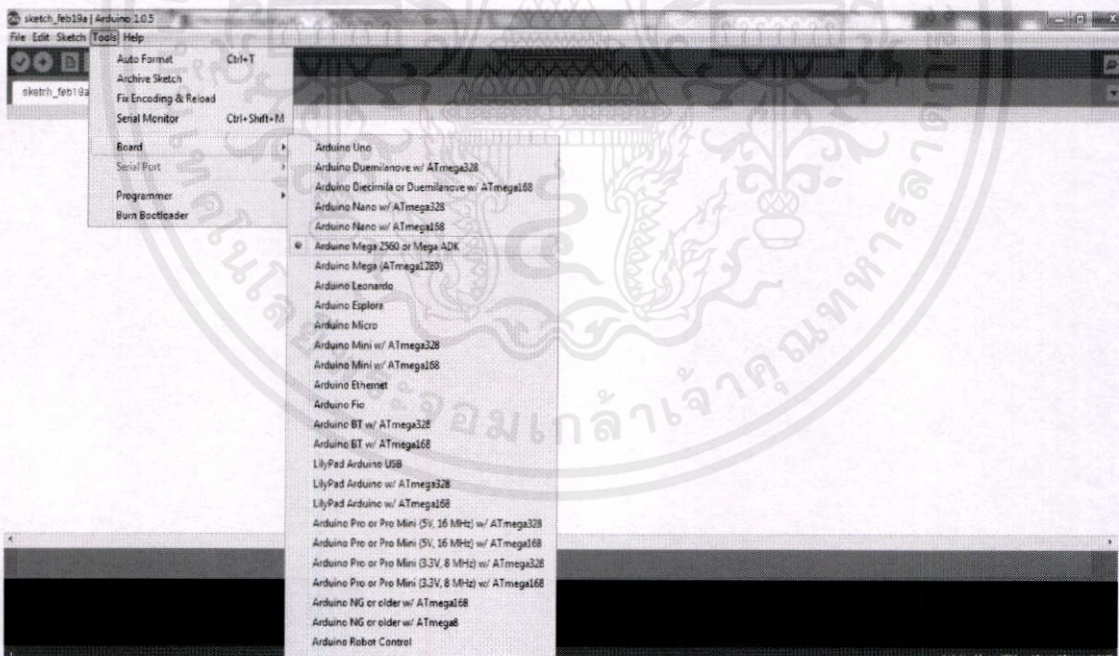
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 โครงสร้างของระบบควบคุมด้วย Arduino

ในการออกแบบวงจรที่ใช้ในการควบคุมโครงสร้างที่เป็นวงจร และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทางคณะผู้จัดทำได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นตัวควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ภายในโครงสร้าง ซึ่งความสามารถและคุณสมบัติของบอร์ด Arduino สามารถควบคุมมอเตอร์กระแสตรง, สเต็ปมอเตอร์และเซนเซอร์ โดยแบ่งการควบคุมออกเป็นชั้นๆ

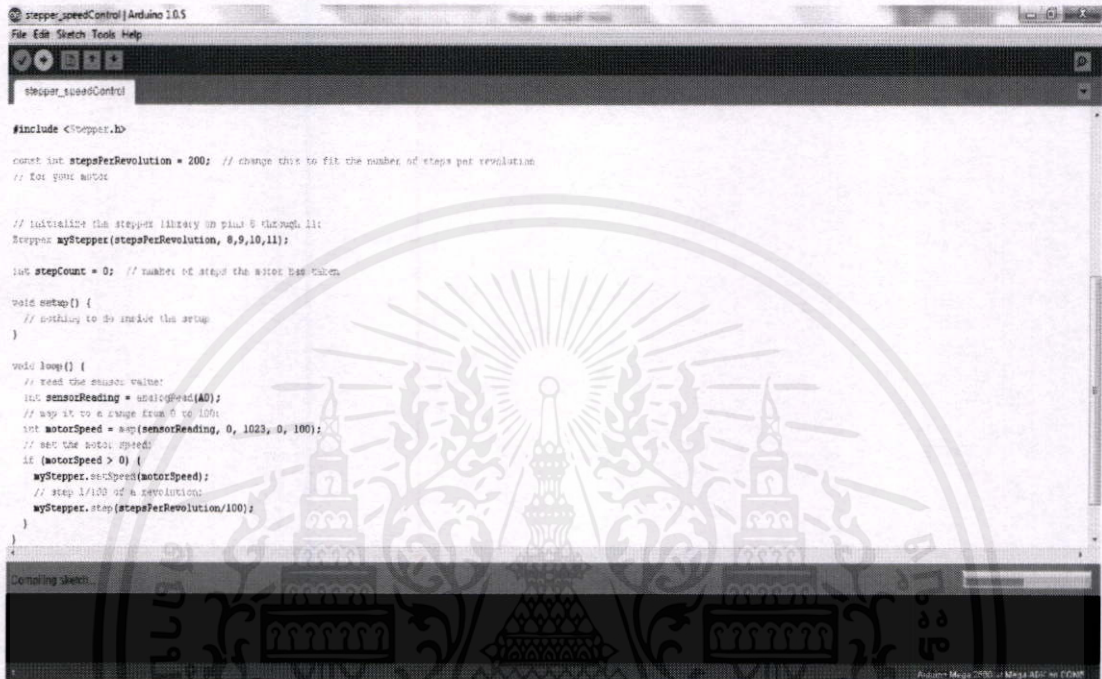
3.1.1 การใช้งานบอร์ด Arduino

อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ จะมีวิธีการใช้งานหรือคุณสมบัติแตกต่างกันออกไป ตัวอย่างเช่น การเริ่มต้นการใช้งานบอร์ด Arduino อันดับแรกคือต้องลงไดรเวอร์ของ Arduino ลงในคอมพิวเตอร์เพื่อใช้ในการเขียนโค้ดในการควบคุม และลงไดรเวอร์ของพอร์ท USB เพื่อใช้ในการอัปโหลดข้อมูลลงบอร์ด Arduino หลังจากลงไดรเวอร์เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ต่อมาต้องเลือกรุ่นของบอร์ด Arduino ซึ่งบอร์ดที่เลือกใช้ในงานนี้มีชื่อว่า Arduino Mega 2560



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ **รูปที่ 3.2** หน้าต่างของโปรแกรม Arduino หน้าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นเริ่มทำการเขียนโค้ดเพื่อทดสอบอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต้องการใช้บอร์ด Arduino ในการควบคุมมอเตอร์ เมื่อเขียนโค้ดได้ตามต้องการจึงทำการทดสอบโดยการอัปโหลดข้อมูลที่เขียนลงในบอร์ด Arduino เมื่ออัปโหลดเสร็จที่บอร์ด Arduino จะแสดงไฟติด หมายความว่า อัปโหลดเสร็จสมบูรณ์



```

stepper_speedControl | Arduino 1.0.5
File Edit Sketch Tools Help
stepper_speedControl

#include <Stepper.h>

const int stepsPerRevolution = 200; // change this to fit the number of steps per revolution
// For your motor

// Initialize the stepper library on pin 8 through 11:
Stepper myStepper(stepsPerRevolution, 8,9,10,11);

int stepCount = 0; // number of steps the motor has taken

void setup() {
  // nothing to be done in the setup
}

void loop() {
  // read the sensor value:
  int sensorReading = analogRead(A0);
  // map it to a range from 0 to 100:
  int motorSpeed = map(sensorReading, 0, 1023, 0, 100);
  // set the motor speed:
  if (motorSpeed > 0) {
    myStepper.setSpeed(motorSpeed);
    // step 1/100 of a revolution:
    myStepper.step(stepsPerRevolution/100);
  }
}
  
```

รูปที่ 3.3 แสดงการเขียนโค้ดในโปรแกรม Arduino

จากนั้นจึงสามารถดูการทำงานของอุปกรณ์ว่าทำงานได้ตามต้องการหรือไม่ เพราะสามารถแก้ไขโค้ดที่ใช้ในการควบคุมและอัปโหลดใหม่ได้ จนกว่าประสิทธิภาพการทำงานของอุปกรณ์นั้นๆ จะเป็นตามที่ต้องการ

3.1.2 หน้าที่ของบอร์ด Arduino ในการควบคุม

บอร์ด Arduino เพียงบอร์ดเดียว สามารถใช้ควบคุมได้ทั้งอาคารที่จอดรถ ซึ่งสามารถใช้ควบคุมได้ทั้งวงจรไดร์มอเตอร์กระแสตรง 2 วงจร วงจรไดร์สเต็ปมอเตอร์ และสวิตช์จำกัดระยะ 4 อัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การเชื่อมต่อบอร์ด Arduino กับอุปกรณ์

ตารางที่ 3.1 แสดงการใช้ช่อง Input ของ Arduino

ชนิดของอุปกรณ์	ช่อง Input
มอเตอร์กระแสตรง ตัวที่ 1	2,3,4
มอเตอร์กระแสตรง ตัวที่ 2	5,6,7
สเต็ปมอเตอร์	8,9,10,11
ลิมิตสวิตช์	50,51,52,53

- ควบคุมมอเตอร์กระแสตรง (ตัวใหญ่) ในการขับเคลื่อนลิฟต์
- ควบคุมสเต็ปมอเตอร์ ในการหมุนแผ่นรับรถให้ตรงกับช่องจอด
- ควบคุมมอเตอร์กระแสตรง (ตัวเล็ก) ที่ทำหน้าที่นำรถเข้า/ออก จากช่องจอด
- รับสัญญาณจากลิมิตสวิตช์และประมวลผลตามคำสั่งจากโปรแกรม

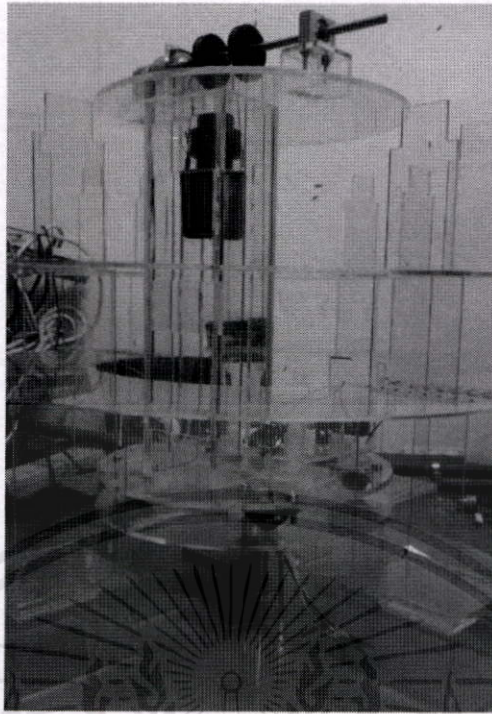
3.2 ส่วนโครงสร้างทางกายภาพของตัวอาคาร

โครงสร้างทางกายภาพของอาคารจอดรถที่ควบคุมด้วยบอร์ด Arduino ประกอบด้วยส่วนต่างๆ หลายส่วน โดยหัวข้อนี้จะอธิบายถึงการออกแบบโครงสร้างในแต่ละส่วน

3.2.1 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างอาคารที่จอดรถ เนื่องจากทางคณะผู้จัดทำต้องการให้เป็นอาคารที่จอดรถที่สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ซึ่งภายในตัวอาคารจึงจำเป็นต้องมีระบบลำเลียงลิฟต์ขึ้นลง และระบบเคลื่อนย้ายรถเข้าและออกจากช่องจอด ดังนั้นจึงทำการออกแบบอาคารจำลองให้มีลักษณะเป็นวงกลม แบ่งเป็นช่องจอดได้ชั้นละ 4 ช่อง จำนวน 2 ชั้น บริเวณตรงกลางเป็นช่องว่างเสมือนลิฟต์สำหรับใส่ตุ้มน้ำหนักเพื่อถ่วงในการเคลื่อนที่ขึ้นลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 โครงสร้างของอาคารจอตรด

3.2.2 การติดตั้งมอเตอร์กระแสตรง (ตัวใหญ่)

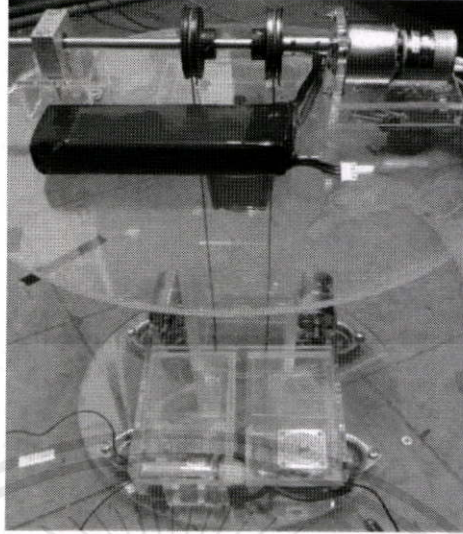
เนื่องจากระบบการทำงานของอาคาร จำเป็นต้องนำรถจากชั้นพื้นดินขึ้นไปจอดบนอาคาร ดังนั้นจึงใช้ลิฟต์เพื่อใช้ในการลำเลียงรถขึ้นลง โดยการติดตั้งให้ลิฟต์เคลื่อนที่นั้น อาศัยหลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง ที่มีลักษณะและคุณสมบัติเหมาะสมกับน้ำหนักมอเตอร์ที่ต้องรับ โดยเลือกติดตั้งไว้ที่คานตำแหน่งบนสุดของอาคารจอตรด และซึ่งสายสลิงกับตุ้มถ่วงน้ำหนักซึ่งอยู่ภายในช่องที่ออกแบบมาพอดีกับขนาดของตุ้มถ่วงน้ำหนัก เพื่อป้องกันการแกว่งขณะเคลื่อนที่ขึ้นและลง อีกทั้งยังมีการติดตั้งรอกไว้ที่คานเพื่อช่วยผ่อนแรง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้าม

ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
เรียงที่มีการนำไปใช้

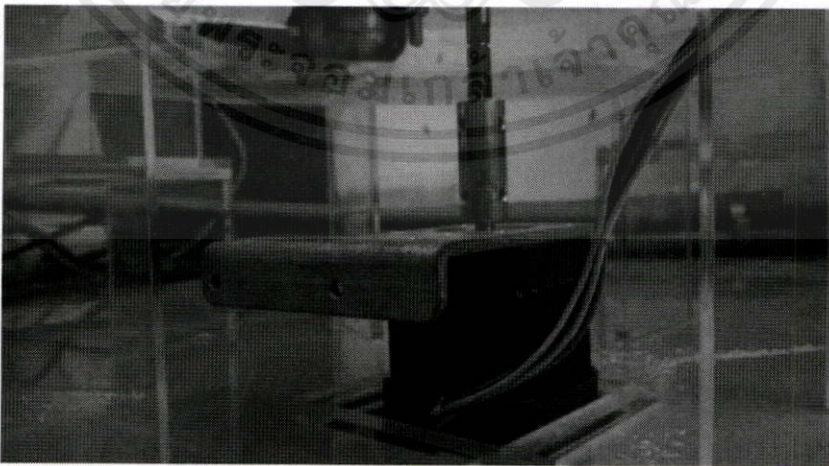
รูปที่ 3.5 การติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงตัวใหญ่และรอก (1)



รูปที่ 3.6 การติดตั้งมอเตอร์กระแสตรงตัวใหญ่และรอก (2)

3.2.3 การติดตั้งสแต็ปมอเตอร์

จากแบบจำลองโครงสร้างที่มีลักษณะเป็นวงกลม สามารถจอตลอดได้ทุกทิศทาง ตามช่องจอดที่กำหนดไว้ ดังนั้นเมื่อนำรถขึ้นไปยังชั้นที่ต้องการแล้ว จากนั้นต้องหมุนให้ตำแหน่งของรถตรงกับช่องจอด จึงจะสามารถนำรถเข้าไปจอดได้ โดยการควบคุมการหมุนนี้อาศัยการทำงานของสแต็ปมอเตอร์ที่มีคุณสมบัติในการกำหนดองศาของการหมุนได้ และเลือกใช้สแต็ปมอเตอร์ที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสม สามารถรับน้ำหนักของโครงสร้างได้ จึงออกแบบการติดตั้งไว้บริเวณใต้แผ่นหมุนซึ่งอยู่ตรงกลางของอาคาร



รูปที่ 3.7 การติดตั้งสแต็ปมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี อนุญาตให้นำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 การติดตั้งมอเตอร์กระแสดตรง (ตัวเล็ก)

เมื่อนำรถขึ้นไปยังชั้นที่ต้องการ และตำแหน่งอยู่หน้าช่องจอดที่ต้องการแล้ว ลำดับต่อมาคือนำรถเข้าสู่ช่องจอด โดยการเคลื่อนที่ของสายพานซึ่งติดอยู่กับแท่งโลหะที่มีลักษณะเป็นฟันปลา และขบเข้ากันพอดีกับแท่งโลหะ ทางคณะผู้จัดทำจึงได้ออกแบบการติดตั้งมอเตอร์กระแสดตรง เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ของสายพานและแท่งโลหะ

3.2.5 การติดตั้งโฟโต้ไดโอด

จากที่กล่าวมาแล้วว่าทางคณะผู้จัดทำต้องการให้อาคารจอดรถอัจฉริยะนี้ สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ หมายความว่าเมื่อมีผู้นำรถเข้ามาจอด ระบบการทำงานที่ออกแบบไว้จะสามารถเลือกหาช่องจอดที่ว่าง และนำรถขึ้นไปยังช่องนั้นได้อย่างอัตโนมัติ ด้วยเหตุนี้จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์เซนเซอร์ ซึ่งทางคณะผู้จัดทำเลือกใช้โฟโต้ไดโอด มาเป็นอุปกรณ์ตรวจจับวัตถุในช่องจอดว่า ณ ขณะนั้นมีรถจอดอยู่ในช่องหรือไม่ โดยการแสดงสถานะของโฟโต้ไดโอด จะมีไฟติดเมื่อช่องจอดว่าง และดับเมื่อมีรถเข้ามาจอดในช่องจอด จึงทำการติดตั้งโฟโต้ไดโอดที่ผนังด้านข้างของช่องจอด ที่ระยะความสูงเท่ากันโดยด้านหนึ่งเป็นตัวส่งและอีกด้านหนึ่งเป็นตัวรับ

จากเนื้อหาที่กล่าวมาในข้างต้นนั้น เป็นการแสดงว่าเนื้อหาในบทจะเป็นการกล่าวถึงการนำความรู้ที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 1 และบทที่ 2 มาประยุกต์ใช้ และอธิบายขั้นตอนการทำงานและแสดงผล ประกอบกับใช้ความสามารถในการออกแบบการติดตั้งอุปกรณ์ต่างๆ เพื่อให้อาคารจอดรถสามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติทั้งอาคาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ขั้นตอนการทำงานการใช้งานและการแสดงผล

เนื้อหาในบทนี้จะอธิบายถึงการใช้งานจริงของโครงการที่จอตระอัจฉริยะ พร้อมทั้งอธิบายหลักการทำงานในส่วนต่างๆ อย่างละเอียด ตั้งแต่การนำรถเข้าจอด การนำไปจอดในช่องที่ต้องการ และการนำรถออก

4.1 การนำรถเข้าจอด

ผู้ใช้นำรถเข้ามาจอดในช่องที่รองรับชั้นล่างสุด และทำการป้อนรหัสผู้ใช้ลงในโปรแกรม จากนั้นระบบที่จอตระอัจฉริยะจะทำการประมวลผล จดจำรหัสที่ผู้ใช้ป้อน แล้วทำการหาที่จอดรถช่องที่ใกล้ที่สุดและว่างอยู่ จากนั้นแผ่นรับรถจะเคลื่อนที่ออกมาและมอเตอร์กระแสตรงตัวใหญ่ดึงตัวลิฟต์ขึ้น เพื่อทำการนำรถเข้ามาไว้ในที่จอดรถอัจฉริยะแล้วนำรถไปจอดไว้ชั้นบน โดยจะเรียงลำดับความใกล้ เริ่มจากช่องจอดที่ 1 ซึ่งอยู่ด้านบนของช่องที่รองรับรถชั้นล่าง ต่อมาเมื่อมีผู้ใช้รายที่ 2 สแตมป์มอเตอร์จะทำการหมุนไปยังช่องจอดถัดไปและเป็นเช่นนี้เรื่อยๆ จนครบช่องจอดที่ 4 เมื่อมีผู้ใช้รายที่ 5 มาใช้บริการ ระบบจะทำการเตือนว่าที่จอดรถอัจฉริยะนี้เต็มแล้ว และถ้าหากผู้ใช้รายใหม่ป้อนรหัสซ้ำกับผู้ใช้ที่ยังมีรถจอดอยู่บนตัวอาคาร ระบบก็จะทำการเตือนว่ารหัสนี้ซ้ำและไม่สามารถใช้ได้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

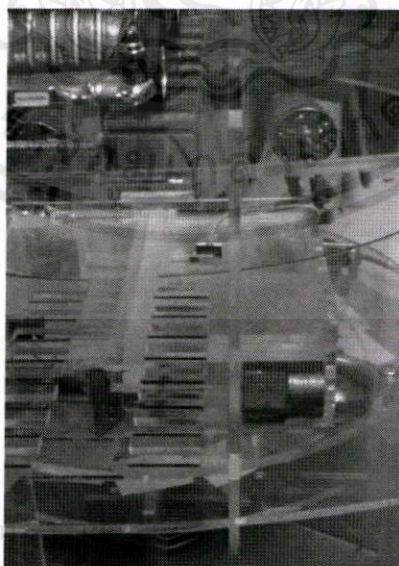
รูปที่ 4.1 การนำรถเข้าจอด



รูปที่ 4.2 การนำรถคันที่ 2 เข้าจอด

4.2 การนำตัวลิฟต์กลับสู่ตำแหน่งเดิม

หลังจากนำรถไปจอดยังช่องจอดที่ต้องการแล้ว ระบบจะทำการสั่งสแต็ปมอเตอร์หมุนตัวลิฟต์มายังจุดเดิม คือช่องจอดรองรับในชั้นล่างสุด จากนั้นมอเตอร์กระแสตรงตัวใหญ่ทำการหมุนให้ตัวลิฟต์เคลื่อนที่ลงมาจนกระทั่งสวิตซ์จำกัดระยะทำงาน มอเตอร์หยุดหมุน

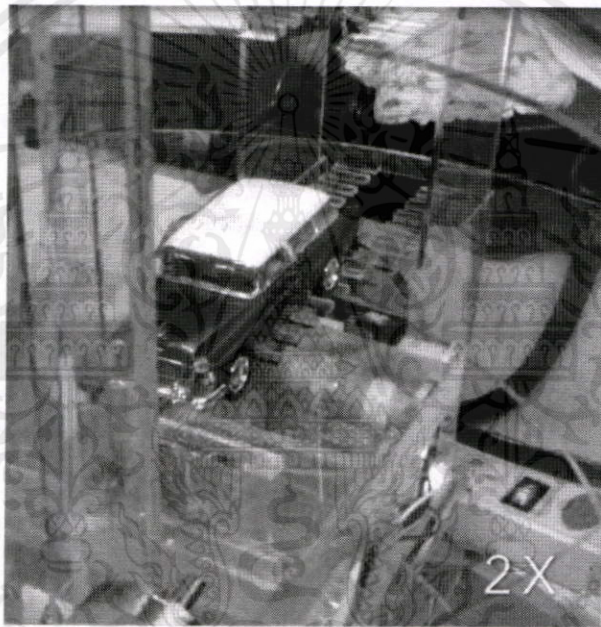


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... กรุณาให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 การนำตัวลิฟต์กลับเข้าสู่ตำแหน่งเดิม

4.3 การนำรถออก

เมื่อผู้ใช้บริการต้องการนำรถออก ผู้ใช้งานทำการป้อนรหัสเดิม ตอนเข้าใช้ตอนแรก ระบบของที่จอดรถอัจฉริยะจะทำการประมวลผลเพื่อหาตำแหน่งของรถคันที่ป้อนรหัสดังกล่าว จากนั้น สเต็ปมอเตอร์และมอเตอร์กระแสตรงจะทำงานเพื่อนำตัวลิฟต์ไปยังช่องจอดดังกล่าว และมอเตอร์กระแสตรงตัวเล็กจะทำการหมุนเพื่อนำรถมายังตัวลิฟต์เรียบร้อยแล้ว สเต็ปมอเตอร์จะทำการหมุนให้ไปยังช่องจอดทางออกที่อยู่ชั้นล่าง ตรงข้ามกับช่องจอดรองรับรถมาจอดตั้งตอนแรก



รูปที่ 4.4 การนำรถออกจากที่จอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 สรุปโครงการ

จากที่ทางคณะผู้จัดทำได้สังเกตเห็นปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้น โดยเฉพาะปัญหาที่เกิดขึ้นในเมืองใหญ่ พบว่าปัญหาที่จอดรถมีไม่เพียงพอต่อความต้องการ อีกทั้งยังไม่สามารถอำนวยความสะดวกได้มากพอ ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำจึงได้ริเริ่มทำปฏิญาณพันธบัตรฉบับนี้ขึ้น โดยโครงการนี้ได้ทำการจำลองอาคารจอดรถ โดยออกแบบให้อาคารจำลองมีลักษณะเป็นอาคารทรงกลมสูง 2 ชั้น โดยแต่ละชั้นนั้นจะมีช่องจอดรถได้ 4 ช่อง บริเวณส่วนกลางของอาคารเป็นพื้นที่ของลิฟต์และแผ่นหมุนที่สามารถเคลื่อนที่ขึ้นลงได้และหมุนได้ โดยใช้สแต็ปมอเตอร์ในการควบคุมองศาการหมุน และใช้มอเตอร์กระแสตรง ในส่วนของการเคลื่อนที่ของลิฟต์ ส่วนของเซนเซอร์ ทางผู้จัดทำเลือกใช้วงจรโฟโตไดโอด ซึ่งมีคุณสมบัติเป็นเซนเซอร์แสง ติดตั้งไว้บริเวณผนังทั้งสองข้างของช่องจอดรถ โดยการทำงานทั้งหมดที่กล่าวมานั้น ถูกควบคุมโดยบอร์ด Arduino รุ่น Mega 2560 ซึ่งเป้าหมายของการทำปฏิญาณพันธบัตรเพื่อต้องการนำเสนอแนวคิดและกระบวนการในการทำงาน ระบบที่ใช้ในการควบคุม รวมถึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้จริง เพื่อแก้ปัญหาที่กล่าวมาข้างต้น

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

จากการเริ่มทำโครงการขึ้นนี้ในด้านปฏิบัติ ได้พบปัญหาที่เกิดขึ้นหลายส่วน ทั้งในด้านของฮาร์ดแวร์และด้านของซอฟต์แวร์ จึงต้องทำการคิดวิเคราะห์และหาทางแก้ปัญหาพร้อมกัน ปัญหาส่วนใหญ่เกิดจากฮาร์ดแวร์ เพราะในสภาพแวดล้อมจริงมีแรงต่างๆ ที่จะทำให้เกิดปัญหาการเคลื่อนที่ไม่เป็นไปตามที่ต้องการ น้ำหนักที่ไม่เท่ากันของตุ้มถ่วงน้ำหนักและตัวลิฟต์นั้นก็ปัญหาหลัก จึงแก้ไขโดยการนำตุ้มถ่วงน้ำหนักอื่นๆ มาถ่วงน้ำหนักตามจุดต่างๆ ของตัวลิฟต์ ทำให้น้ำหนักของตุ้มถ่วงน้ำหนักและตัวลิฟต์สมดุลและเคลื่อนที่ได้ตามต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปัญหาของการออกแบบในการเก็บสายไฟที่เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ติดตั้งในโครงอาคารที่จอดรถอัจฉริยะ เนื่องจากบนตัวโครงอาคารที่จอดรถนั้นมีทั้งสวิตซ์จำกัดระยะ 4 อันจำนวน 8 สาย, มอเตอร์กระแสตรง 2 ตัวจำนวน 4 สาย, สเต็ปมอเตอร์ 1 ตัวจำนวน 4 สาย และโฟโต้ไดโอด ที่จะต้องมีสายไฟเชื่อมต่อกับบอร์ดคอนโทรลเลอร์ต่างๆ และวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ต่างๆ ซึ่งต้องใช้ความยาวที่ยาวเพียงพอต่อการเคลื่อนที่ขึ้นลงและการหมุนของตัวลิฟต์ สายไฟดังกล่าวจะโยงระยางไม่เป็นระเบียบ ทางคณะจัดทำจึงแก้ปัญหาด้วยการใช้อุปกรณ์เก็บสายไฟช่วยให้โครงงานที่จอดรถอัจฉริยะมีความเป็นระเบียบเรียบร้อยมากขึ้น

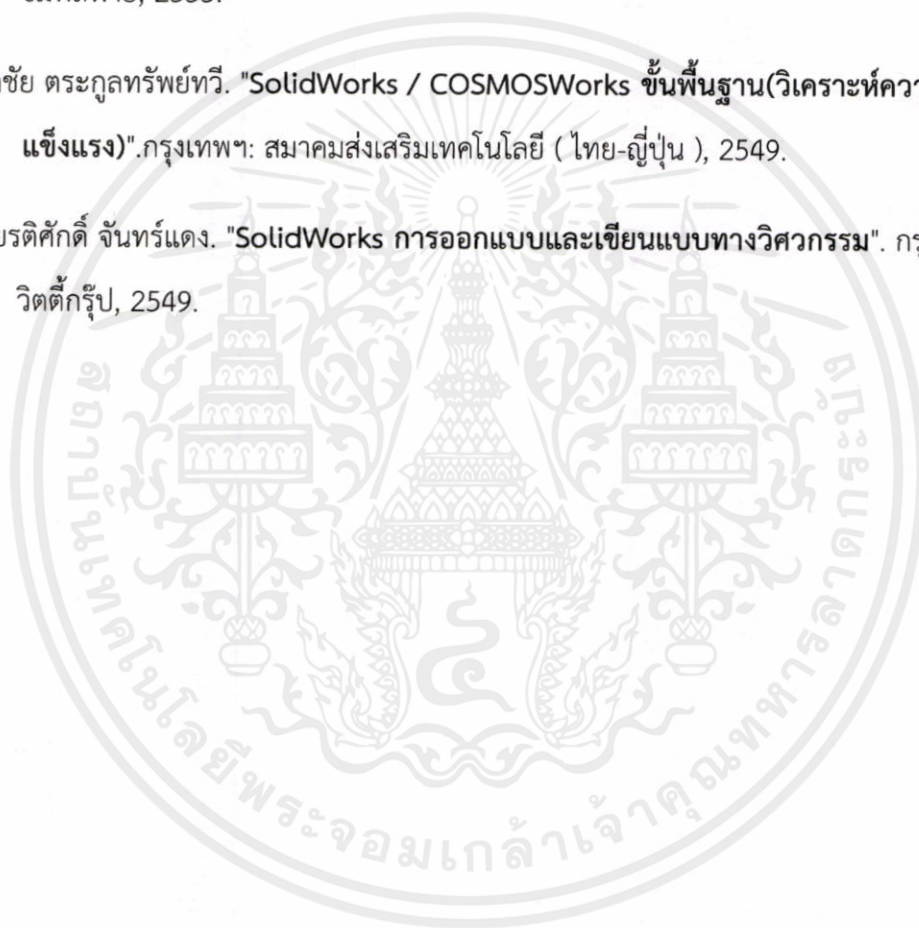
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

โครงงานชิ้นนี้สามารถนำไปต่อยอดและใช้งานได้จริง เพื่อแก้ปัญหาต่างๆ ที่กล่าวมาแล้ว โดยอาจทำให้มีการพัฒนาในหลายๆ ส่วน เช่น ด้านซอฟต์แวร์ อาจเพิ่มระบบการรักษาความปลอดภัย การคิดค่าจอดหรือป้องกันการโจรกรรมรถยนต์ได้ หรือพัฒนาในด้านฮาร์ดแวร์ สามารถเพิ่มจำนวนช่องจอด หรือจำนวนชั้นของอาคาร เพื่อความคุ้มกับต้นทุนหากสร้างอาคารจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ทีมงานสมาร์ตเลิร์นนิ่ง. "เรียนรู้การใช้งาน Protel DXP Altium Designer 6". กรุงเทพฯ: สมาร์ตเลิร์นนิ่ง, 2551.
- [2] รัตน์พร ศรีจันทร์อ่อน. "การควบคุมมอเตอร์กระแสตรง = DC motor control". 2554.
- [3] อีรวัดน์ ประกอบผล. "คู่มือการเขียนโปรแกรมภาษา C ฉบับสมบูรณ์". กรุงเทพฯ : ชิมพลิฟาย, 2555.
- [4] ศุภชัย ตระกูลทรัพย์ทวี. "SolidWorks / COSMOSWorks ขั้นพื้นฐาน(วิเคราะห์ความแข็งแรง)". กรุงเทพฯ: สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2549.
- [5] เกียรติศักดิ์ จันทร์แดง. "SolidWorks การออกแบบและเขียนแบบทางวิศวกรรม". กรุงเทพฯ: วิตต์กรุ๊ป, 2549.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

โปรแกรมการควบคุมที่จอดรถอัจฉริยะ

```

#include<string.h>

#include<lBot.h>

#define SW_U 50

#define SW_D 51

#define SW_O 52

#define SW_I 53

struct stroage{

    char name[50];

    char color[10];

    long time;

    int pos;

}car[5];

int motorPins[] = {8, 9, 10, 11};

l_Motor slide(5,6,7);

l_Motor lift(2,3,4);

int count = 0;

int count2 = 0;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ จะถือว่าผิดกฎหมาย ห้ามนำไปใช้เพื่อการค้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

int delayTime = 100;

int car_cnt = 0;

int chk_f;

int str_cnt;

char in_s[50];

char user[50];

char d;

void moveForward() {
    if ((count2 == 0) || (count2 == 1)) {
        count2 = 16;
    }
    count2>>=1;
    for (count = 3; count >= 0; count--) {
        digitalWrite(motorPins[count], count2>>count&0x01);
    }

    delay(delayTime);
}

void moveBackward() {
    if ((count2 == 0) || (count2 == 1)) {
        count2 = 16;
    }
    count2<<=1;
    for (count = 3; count >= 0; count--) {
        digitalWrite(motorPins[count], count2<<count&0x01);
    }

    delay(delayTime);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์การใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

count2>>=1;

for (count = 3; count >= 0; count--) {

    digitalWrite(motorPins[3 - count], count2>>count&0x01);

}

delay(delayTime);

}

void rotate_ccw(){
for(int i=0;i<25;i++){
    moveForward();
    moveForward();
    delay(300);
}
}

void rotate_cw(){

    for(int i=0;i<25;i++){

        moveBackward();

        moveBackward();

        delay(300);
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

void slide_out(){

  slide.speed(-255);

  while(digitalRead(SW_O)==0);

  slide.speed(0);

}

```

```

void slide_in(){

  slide.speed(255);

  while(digitalRead(SW_I)!=0);

  slide.speed(0);

}

```

```

void lift_up(){

  lift.speed(255);

  while(digitalRead(SW_U)==0);

  lift.speed(0);

}

```

```

void lift_down(){

  lift.speed(-255);

```

```

  while(digitalRead(SW_D)==0);

```

```

  lift.speed(0);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับนักเรียนใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
```

```
void setup(){
```

```
  Serial.begin(9600);
```

```
  chk_f = 0;
```

```
  str_cnt = 0;
```

```
  pinMode(SW_U,INPUT_PULLUP);
```

```
  pinMode(SW_D,INPUT_PULLUP);
```

```
  pinMode(SW_I,INPUT_PULLUP);
```

```
  pinMode(SW_O,INPUT_PULLUP);
```

```
  for (count = 0; count < 4; count++){
```

```
    pinMode(motorPins[count], OUTPUT);
```

```
  }
```

```
  Serial.print("command > ");
```

```
  lift_down();
```

```
  slide_in();
```

```
  int i = 1;
```

```
  moveBackward();
```

```
  delay(2000);
```

```
  //for(int j=0;j<i;j++) rotate_ccw(); //goto final location
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลิขสิทธิ์ในเนื้อหาและข้อมูลข้างต้นเป็นของเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

void loop(){

  int i;

  if (chk_f) {

    if(in_s[0] == 'i'){

      d=0;

      Serial.print("in ");

      Serial.println((in_s+2));

      for(i=0;i<4;i++){

        if(car[i].pos != 0 && strcmp(car[i].name,in_s+2)==0){

          d=2;

          break;

        }

      }

    }

    if(d==0){

      for(i=0;i<4;i++){

        if(car[i].pos == 0){

          d=1;

          break;

        }

      }

    }

  }

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

}

if(d==1){

    Serial.print("go to F");

    Serial.println(i+1);

    strcpy(car[i].name,(in_s+2));

    Serial.println(car[i].name);

    car[i].pos = i+1;

    slide_out();

    lift.speed(255);

    delay(12000);// wait until lift take the car up

    lift.speed(0);

    slide_in();//wait until slide come back

    for(int j=0;j<i;j++) rotate_ccw(); //goto final location

    lift_up();//wait until lift go to top

    slide_out();//wait until slide go out

    lift.speed(-255);

    delay(12000);// wait until lift take the car up

    lift.speed(0);

    slide_in();//wait until slide come back

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น กรุณาแจ้งลบออกเมื่อจบและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

lift_down(); //go back to inital position

for(int j=0;j<i;j++) rotate_cw();

}

else if(d==2){

    Serial.println("ERROR : Repeted name!");

}

else{

    Serial.println("ERROR : This smart parking is full!");

}

}

else if(in_s[0] == 'o'){

    d=0;

    Serial.print("out ");

    Serial.println((in_s+2));

    for(i=0;i<4;i++){

        //Serial.println(car[i].name);

        if(strcmp(car[i].name,in_s+2) == 0){

            d=1;

            break;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

if(d==1){

    Serial.print("bring out F");

    Serial.println(i+1);

    for(int j=0;j<i;j++) rotate_cw(); //goto final location

    lift_up();

    lift.speed(-255);

    delay(8000); // wait until lift take the car up

    lift.speed(0);

    slide_out();

    lift_up();

    slide_in();

    lift.speed(-255);

    delay(4000); // wait until lift take the car up

    lift.speed(0);

    if(car[i].pos == 1){ for(int j=0;j<2;j++) rotate_ccw();}

    else if(car[i].pos == 2){ rotate_ccw();}

    else if(car[i].pos == 4){ rotate_cw();}

    lift_down();

    lift.speed(255);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ลิขสิทธิ์สงวนไว้ให้ชัดเจนเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

delay(12000);// wait until lift take the car up

lift.speed(0);

slide_out();

lift_down();

slide_in();

if(car[i].pos == 1){ for(int j=0;j<2;j++){ rotate_cw();}}

else if(car[i].pos == 2){ rotate_cw();}

else if(car[i].pos == 4){ rotate_ccw();}

car[i].pos = 0;
}
else{
Serial.println("ERROR : Doesn't found this ID");
}

chk_f = 0;

str_cnt = 0;

Serial.print("command > ");

}

}

void serialEvent() {
while (Serial.available()) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตาม หากมีข้อผิดพลาดประการใดขออภัยเป็นอย่างสูง และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
char inChar = (char)Serial.read();

Serial.print(inChar);

in_s[str_cnt] = inChar;

str_cnt ++;

if (inChar == '\n') {

    in_s[str_cnt-1] = '\0';

    chk_f = 1;

}

}

}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารคู่มืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

ข1 เอกสารคู่มือการใช้งาน ไอซี L298N



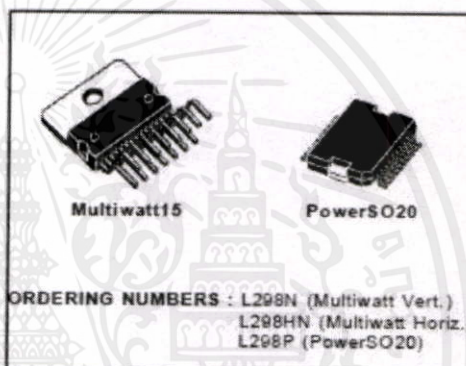
L298

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)

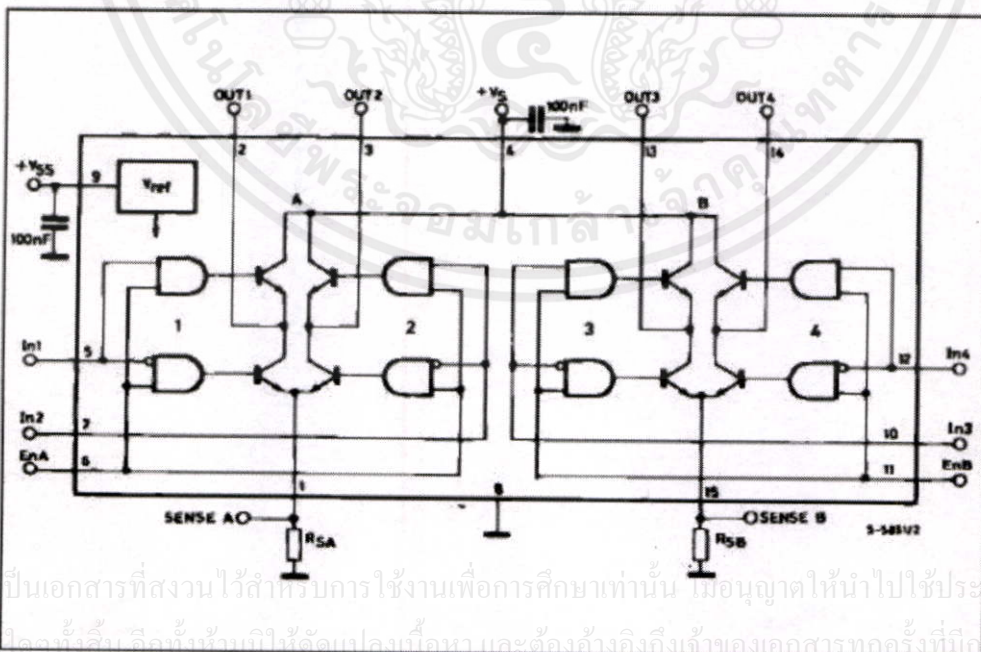
DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the con-



nection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

BLOCK DIAGRAM



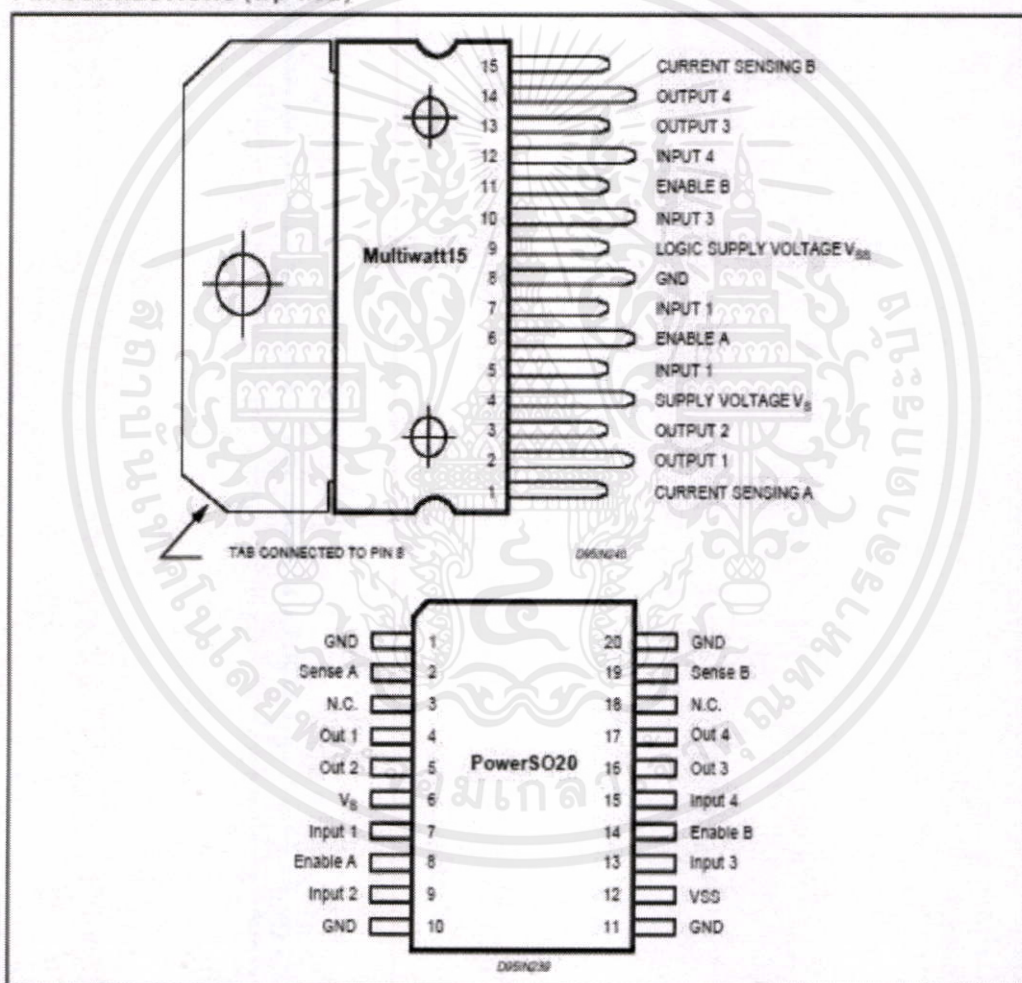
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าการตีพิมพ์ซ้ำหรือดัดแปลงเป็นข้อมูลภายนอกและต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่เราจะนำไปใช้

L298

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_s	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V_i, V_{en}	Input and Enable Voltage	-0.3 to 7	V
I_o	Peak Output Current (each Channel)		
	- Non Repetitive ($t = 100\mu s$)	3	A
	- Repetitive (80% on -20% off; $t_{on} = 10ms$)	2.5	A
	-DC Operation	2	A
$V_{z\text{ens}}$	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
P_{tot}	Total Power Dissipation ($T_{\text{case}} = 75^\circ\text{C}$)	25	W
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	$^\circ\text{C}$

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

Symbol	Parameter		PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{\text{th(j-case)}}$	Thermal Resistance Junction-case	Max.	-	3	$^\circ\text{C/W}$
$R_{\text{th(j-amb)}}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	13 (*)	35	$^\circ\text{C/W}$

(*) Mounted on aluminum substrate

PIN FUNCTIONS (refer to the block diagram)

MW.15	PowerSO	Name	Function
1;15	2;19	Sense A; Sense B	Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
2;3	4;5	Out 1; Out 2	Outputs of the Bridge A; the current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 1.
4	6	V _S	Supply Voltage for the Power Output Stages. A non-inductive 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
5;7	7;9	Input 1; Input 2	TTL Compatible Inputs of the Bridge A.
6;11	8;14	Enable A; Enable B	TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A (enable A) and/or the bridge B (enable B).
8	1,10,11,20	GND	Ground.
9	12	VSS	Supply Voltage for the Logic Blocks. A 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
10; 12	13;15	Input 3; Input 4	TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
13; 14	16;17	Out 3; Out 4	Outputs of the Bridge B. The current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 15.
-	3;18	N.C.	Not Connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = 42V; V_{SS} = 5V, T_J = 25°C; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V _S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	V _{IH} +2.5		48	V
V _{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
I _S	Quiescent Supply Current (pin 4)	V _{en} = H; I _L = 0	V _I = L V _I = H	13 50	22 70	mA mA
		V _{en} = L	V _I = X		4	mA
I _{SS}	Quiescent Current from V _{SS} (pin 9)	V _{en} = H; I _L = 0	V _I = L V _I = H	24 7	38 12	mA mA
		V _{en} = L	V _I = X		6	mA
V _L	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		-0.3		1.5	V
V _H	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		V _{SS}	V
I _L	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V _I = L			-10	μA
I _H	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V _I = H ≤ V _{SS} - 0.6V		30	100	μA
V _{en} = L	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		-0.3		1.5	V
V _{en} = H	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		V _{SS}	V
I _{en} = L	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V _{en} = L			-10	μA
I _{en} = H	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V _{en} = H ≤ V _{SS} - 0.6V		30	100	μA
V _{CEsat(H)}	Source Saturation Voltage	I _L = 1A I _L = 2A		1.35 2	1.7 2.7	V V
V _{CEsat(L)}	Sink Saturation Voltage	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)		1.2 1.7	1.8 2.3	V V
V _{CEsat}	Total Drop	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)			3.2 4.9	V V
V _{Sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V

L298

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
T_1 (V)	Source Current Turn-off Delay	$0.5 V_i$ to $0.9 I_L$ (2); (4)		1.5		μs
T_2 (V)	Source Current Fall Time	$0.9 I_L$ to $0.1 I_L$ (2); (4)		0.2		μs
T_3 (V)	Source Current Turn-on Delay	$0.5 V_i$ to $0.1 I_L$ (2); (4)		2		μs
T_4 (V)	Source Current Rise Time	$0.1 I_L$ to $0.9 I_L$ (2); (4)		0.7		μs
T_5 (V)	Sink Current Turn-off Delay	$0.5 V_i$ to $0.9 I_L$ (3); (4)		0.7		μs
T_6 (V)	Sink Current Fall Time	$0.9 I_L$ to $0.1 I_L$ (3); (4)		0.25		μs
T_7 (V)	Sink Current Turn-on Delay	$0.5 V_i$ to $0.9 I_L$ (3); (4)		1.6		μs
T_8 (V)	Sink Current Rise Time	$0.1 I_L$ to $0.9 I_L$ (3); (4)		0.2		μs
f_c (V)	Commutation Frequency	$I_L = 2\text{A}$		25	40	KHz
T_1 (V_{en})	Source Current Turn-off Delay	$0.5 V_{en}$ to $0.9 I_L$ (2); (4)		3		μs
T_2 (V_{en})	Source Current Fall Time	$0.9 I_L$ to $0.1 I_L$ (2); (4)		1		μs
T_3 (V_{en})	Source Current Turn-on Delay	$0.5 V_{en}$ to $0.1 I_L$ (2); (4)		0.3		μs
T_4 (V_{en})	Source Current Rise Time	$0.1 I_L$ to $0.9 I_L$ (2); (4)		0.4		μs
T_5 (V_{en})	Sink Current Turn-off Delay	$0.5 V_{en}$ to $0.9 I_L$ (3); (4)		2.2		μs
T_6 (V_{en})	Sink Current Fall Time	$0.9 I_L$ to $0.1 I_L$ (3); (4)		0.35		μs
T_7 (V_{en})	Sink Current Turn-on Delay	$0.5 V_{en}$ to $0.9 I_L$ (3); (4)		0.25		μs
T_8 (V_{en})	Sink Current Rise Time	$0.1 I_L$ to $0.9 I_L$ (3); (4)		0.1		μs
f_c (V_{en})	Commutation Frequency	$I_L = 2\text{A}$		1		KHz

1) Sensing voltage can be -1V for $t \leq 60\mu\text{s}$; in steady state $V_{sense} \text{ min} \geq -0.5\text{V}$.

2) See fig. 2.

3) See fig. 4.

4) The load must be a pure resistor.

5) PIN 1 and PIN 15 connected to GND.

Figure 1 : Typical Saturation Voltage vs. Output Current.

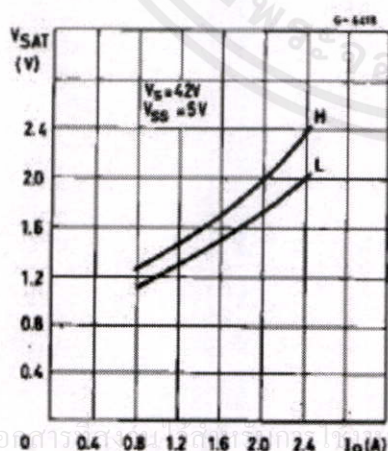
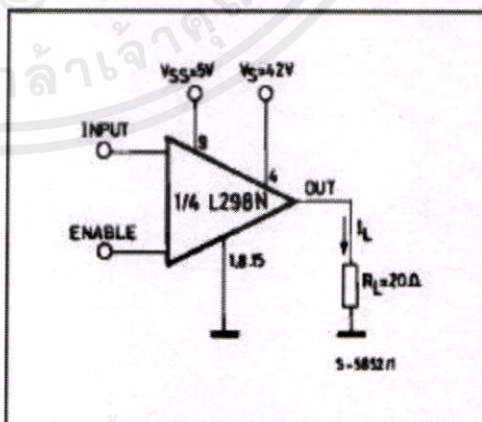


Figure 2 : Switching Times Test Circuits.



Note: For INPUT Switching, set EN = H
For ENABLE Switching, set IN = H

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของ SGS-THOMSON MICROELECTRONICS เพื่อการศึกษานำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 3 : Source Current Delay Times vs. Input or Enable Switching.

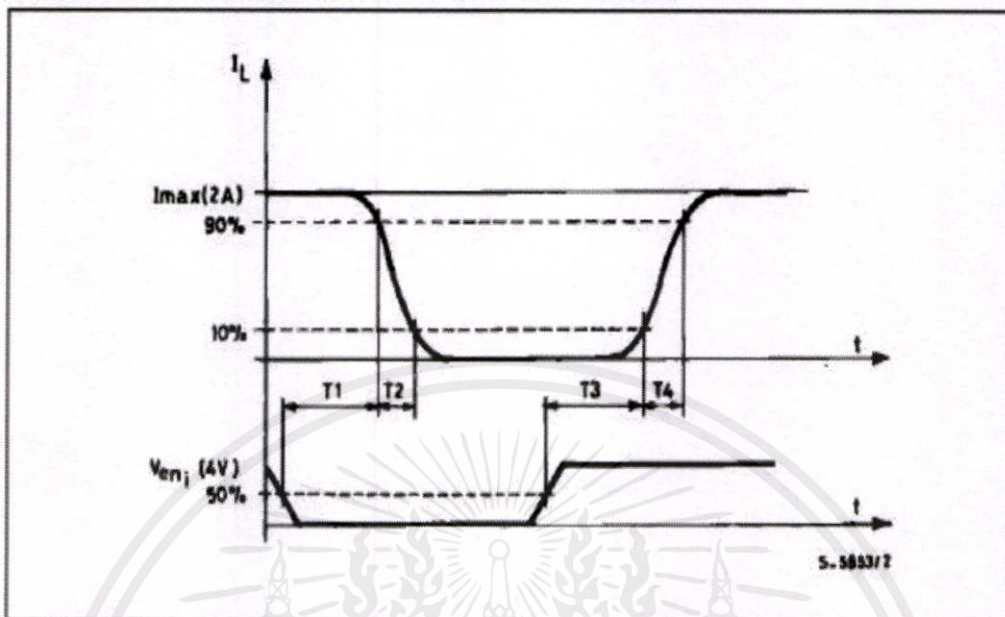
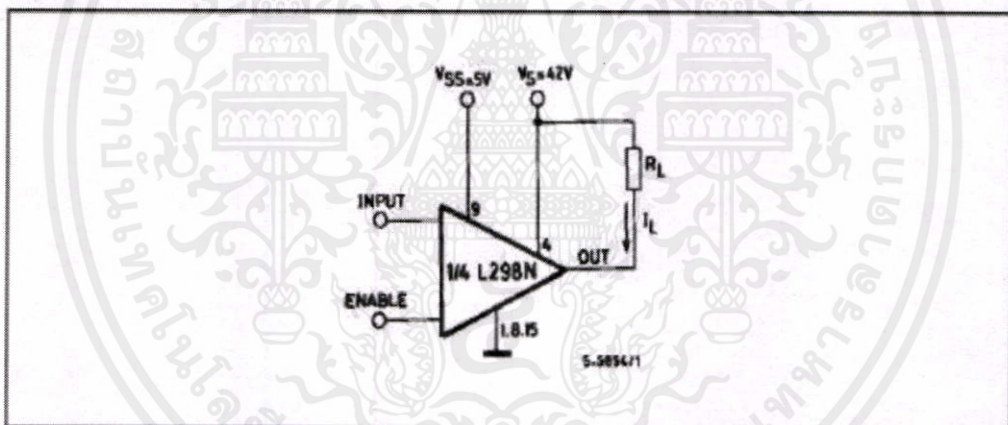


Figure 4 : Switching Times Test Circuits.



Note : For INPUT Switching, set EN = H
 For ENABLE Switching, set IN = L

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L298

Figure 5 : Sink Current Delay Times vs. Input 0V Enable Switching.

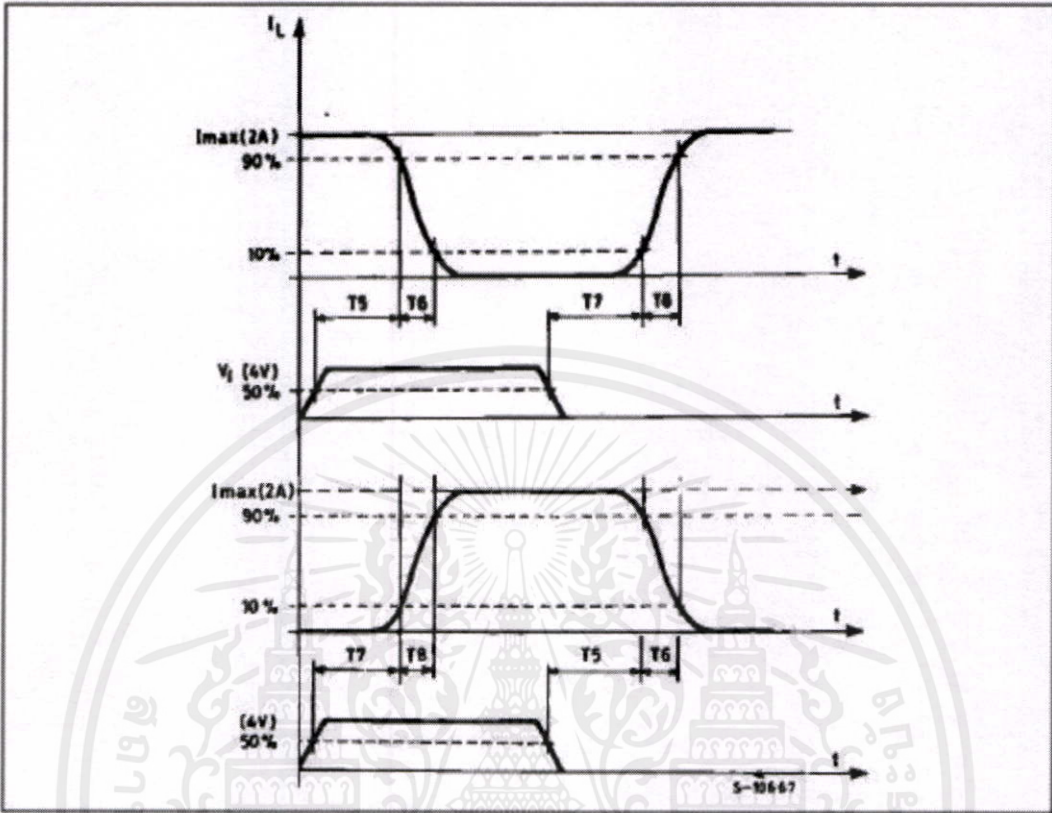
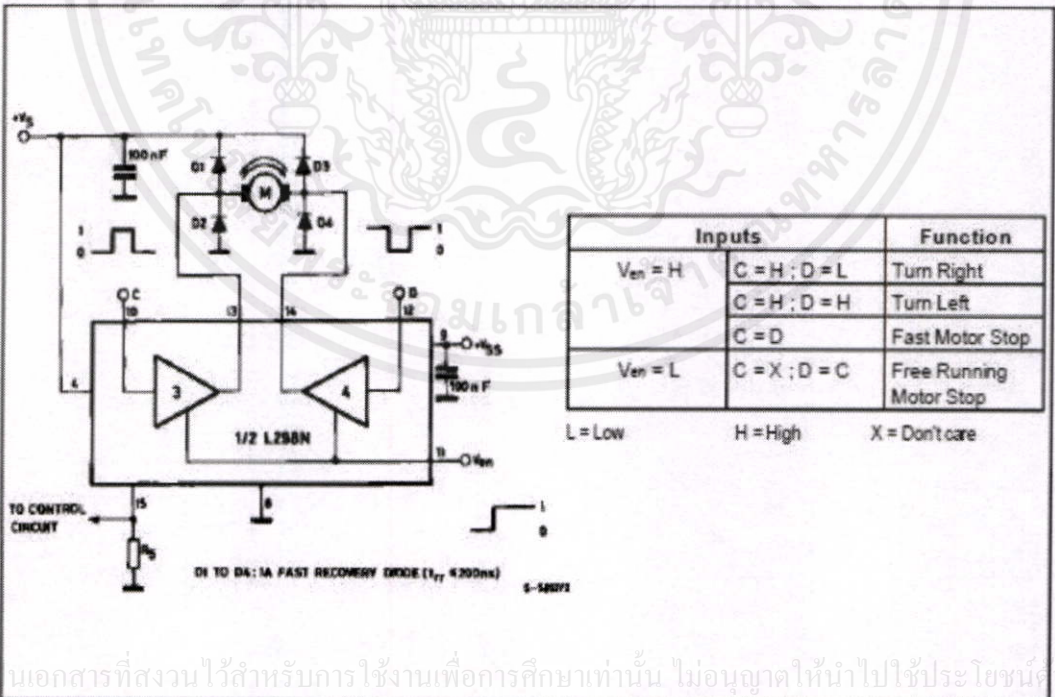
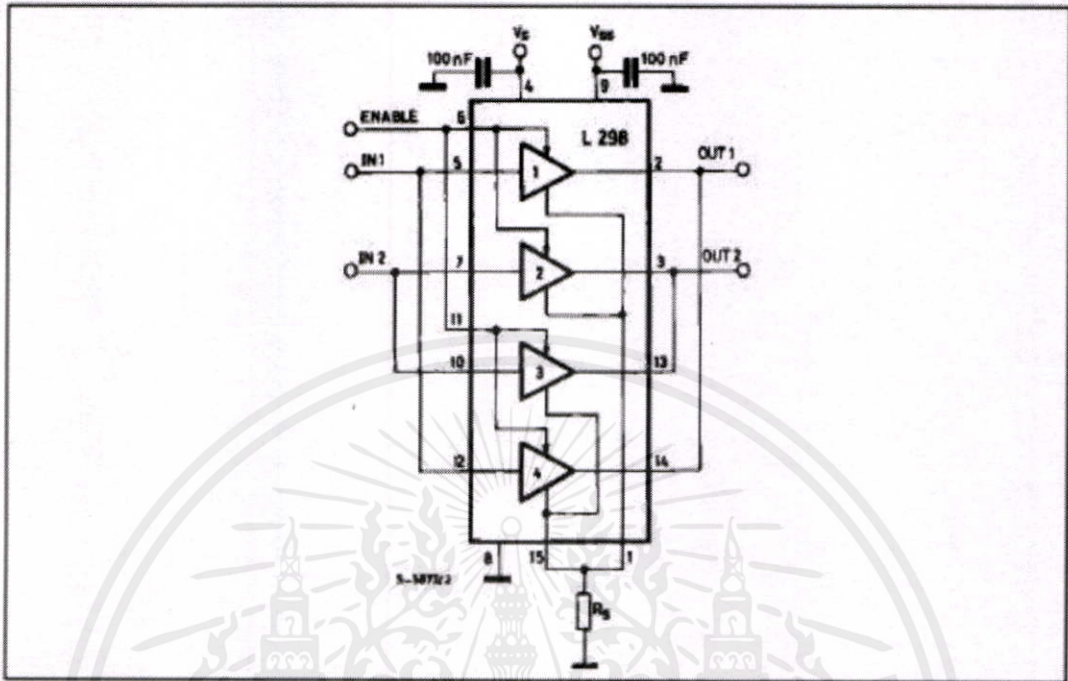


Figure 6 : Bidirectional DC Motor Control.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 7 : For higher currents, outputs can be paralleled. Take care to parallel channel 1 with channel 4 and channel 2 with channel 3.



APPLICATION INFORMATION (Refer to the block diagram)

1.1. POWER OUTPUT STAGE

The L298 integrates two power output stages (A; B). The power output stage is a bridge configuration and its outputs can drive an inductive load in common or differential mode, depending on the state of the inputs. The current that flows through the load comes out from the bridge at the sense output: an external resistor (R_{SA} ; R_{SB}) allows to detect the intensity of this current.

1.2. INPUT STAGE

Each bridge is driven by means of four gates the input of which are In1; In2; EnA and In3; In4; EnB. The In inputs set the bridge state when the En input is high; a low state of the En input inhibits the bridge. All the inputs are TTL compatible.

2. SUGGESTIONS

A non inductive capacitor, usually of 100 nF, must be foreseen between both V_s and V_{ss} , to ground, as near as possible to GND pin. When the large capacitor of the power supply is too far from the IC, a second smaller one must be foreseen near the L298.

The sense resistor, not of a wire wound type, must be grounded near the negative pole of V_s that must be near the GND pin of the I.C.

Each input must be connected to the source of the driving signals by means of a very short path.

Turn-On and Turn-Off : Before to Turn-ON the Supply Voltage and before to Turn it OFF, the Enable input must be driven to the Low state.

3. APPLICATIONS

Fig 6 shows a bidirectional DC motor control Schematic Diagram for which only one bridge is needed. The external bridge of diodes D1 to D4 is made by four fast recovery elements ($t_{rr} \leq 200$ nsec) that must be chosen of a VF as low as possible at the worst case of the load current.

The sense output voltage can be used to control the current amplitude by chopping the inputs, or to provide overcurrent protection by switching low the enable input.

The brake function (Fast motor stop) requires that the Absolute Maximum Rating of 2 Amps must never be overcome.

When the repetitive peak current needed from the load is higher than 2 Amps, a paralleled configuration can be chosen (See Fig.7).

An external bridge of diodes are required when inductive loads are driven and when the inputs of the IC are chopped; Schottky diodes would be preferred.

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของ STMicroelectronics การใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าและการวิจัยเท่านั้น การค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่ข้อมูลใดๆถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำเอกสารไปใช้

L298

This solution can drive until 3 Amps In DC operation and until 3.5 Amps of a repetitive peak current.

On Fig 8 it is shown the driving of a two phase bipolar stepper motor ; the needed signals to drive the inputs of the L298 are generated, in this example, from the IC L297.

Fig 9 shows an example of P.C.B. designed for the application of Fig 8.

Figure 8 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Circuit.

This circuit drives bipolar stepper motors with winding currents up to 2 A. The diodes are fast 2 A types.

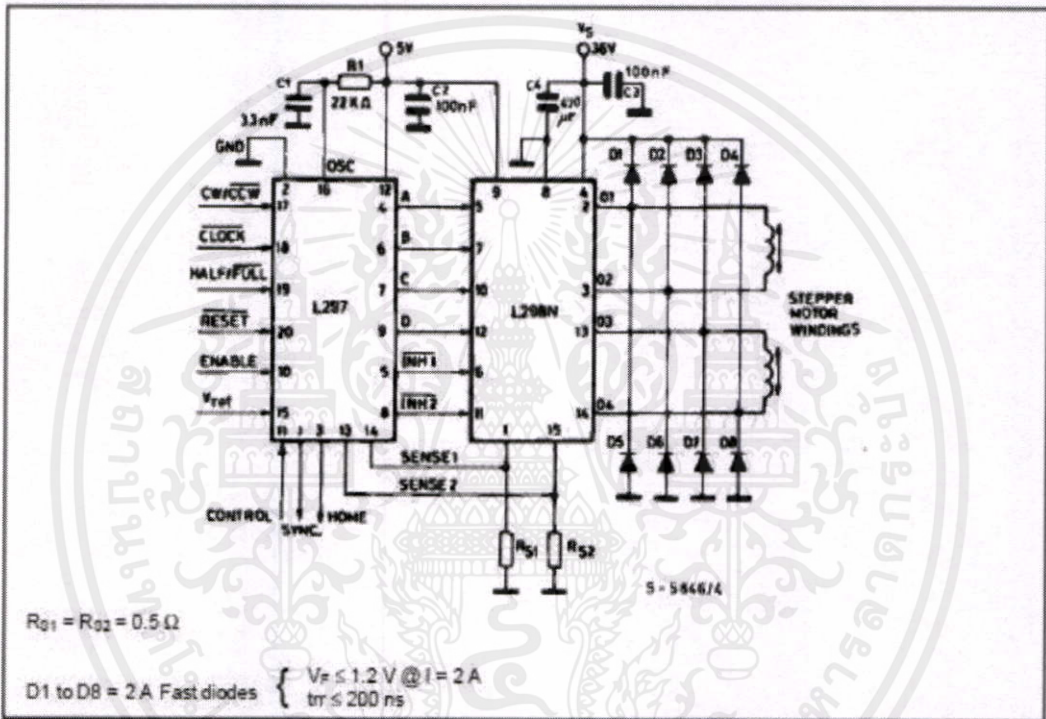


Fig 10 shows a second two phase bipolar stepper motor control circuit where the current is controlled by the I.C. L6506.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 9 : Suggested Printed Circuit Board Layout for the Circuit of fig. 8 (1:1 scale).

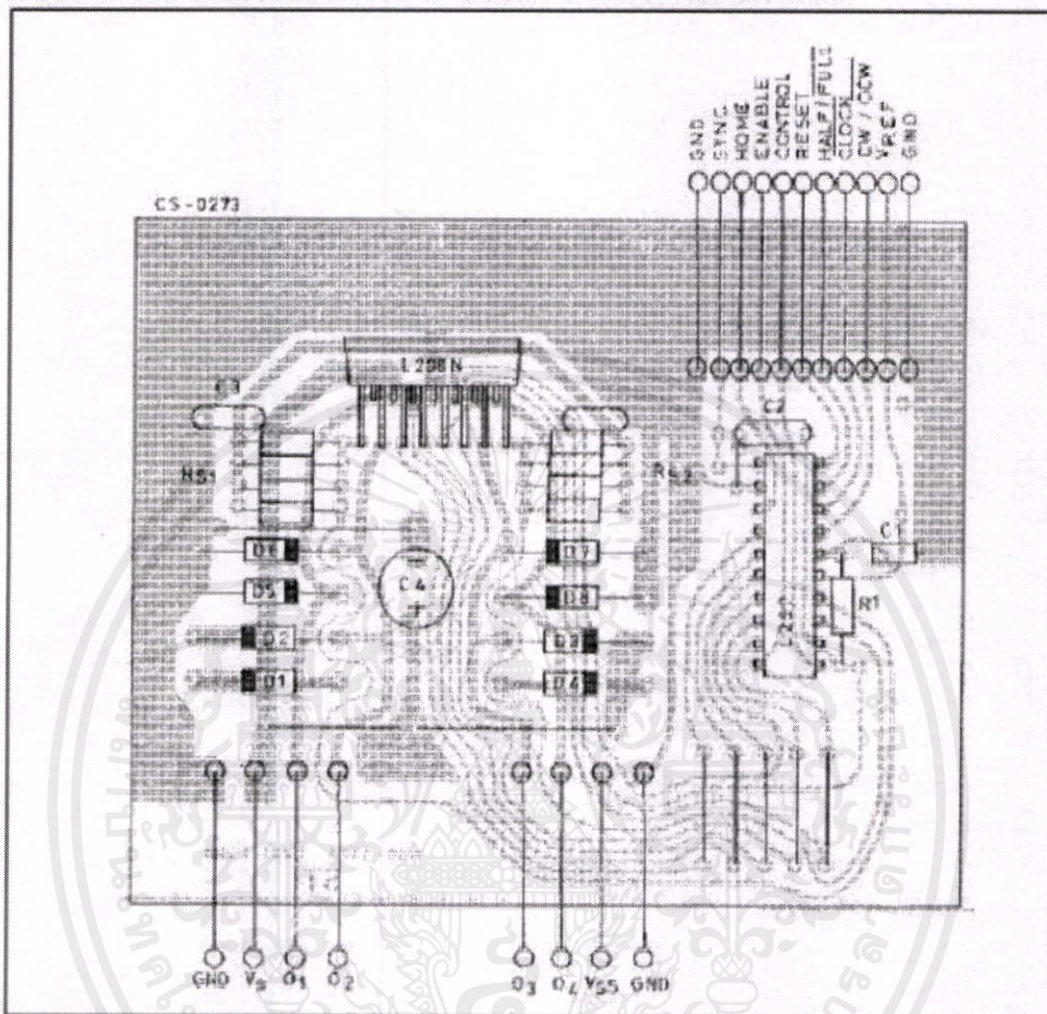
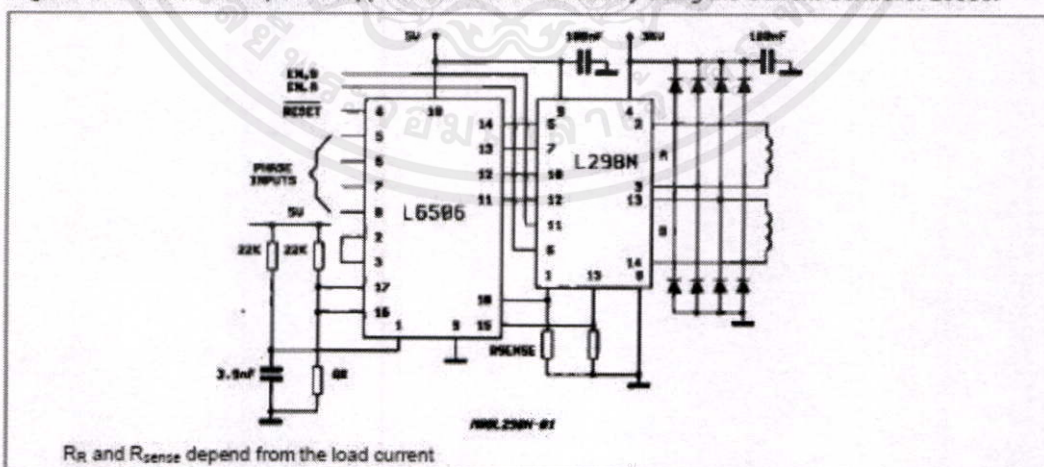


Figure 10 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Control Circuit by Using the Current Controller L6506.

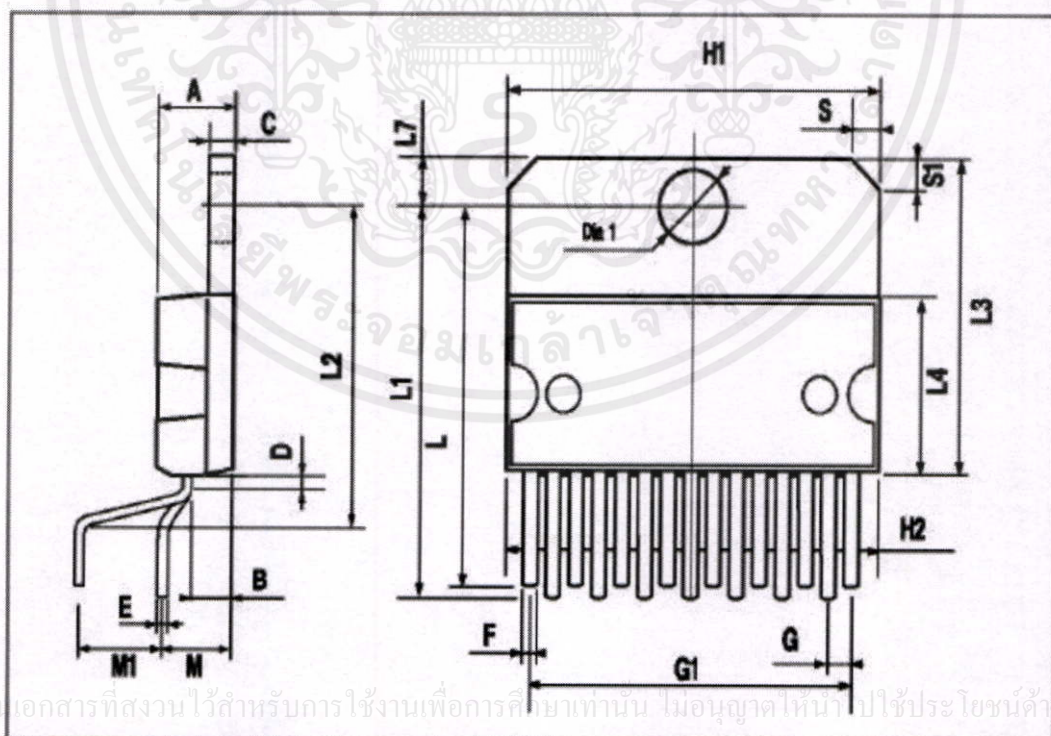


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น. ดึงทั้งหมดนี้ให้อัดแปลงเนื้อหาจากเอกสารของ SGS-THOMSON MICROELECTRONICS

L298

MULTIWATT15 (VERTICAL) PACKAGE MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			5			0.197
B			2.65			0.104
C			1.6			0.063
D		1			0.039	
E	0.49		0.55	0.019		0.022
F	0.66		0.75	0.026		0.030
G	1.14	1.27	1.4	0.045	0.050	0.055
G1	17.57	17.78	17.91	0.692	0.700	0.705
H1	19.6			0.772		
H2			20.2			0.795
L	22.1		22.6	0.870		0.890
L1	22		22.5	0.866		0.886
L2	17.65		18.1	0.695		0.713
L3	17.25	17.5	17.75	0.679	0.689	0.699
L4	10.3	10.7	10.9	0.406	0.421	0.429
L7	2.65		2.9	0.104		0.114
M	4.2	4.3	4.6	0.165	0.169	0.181
M1	4.5	5.08	5.3	0.177	0.200	0.209
S	1.9		2.6	0.075		0.102
S1	1.9		2.6	0.075		0.102
Dia1	3.65		3.85	0.144		0.152

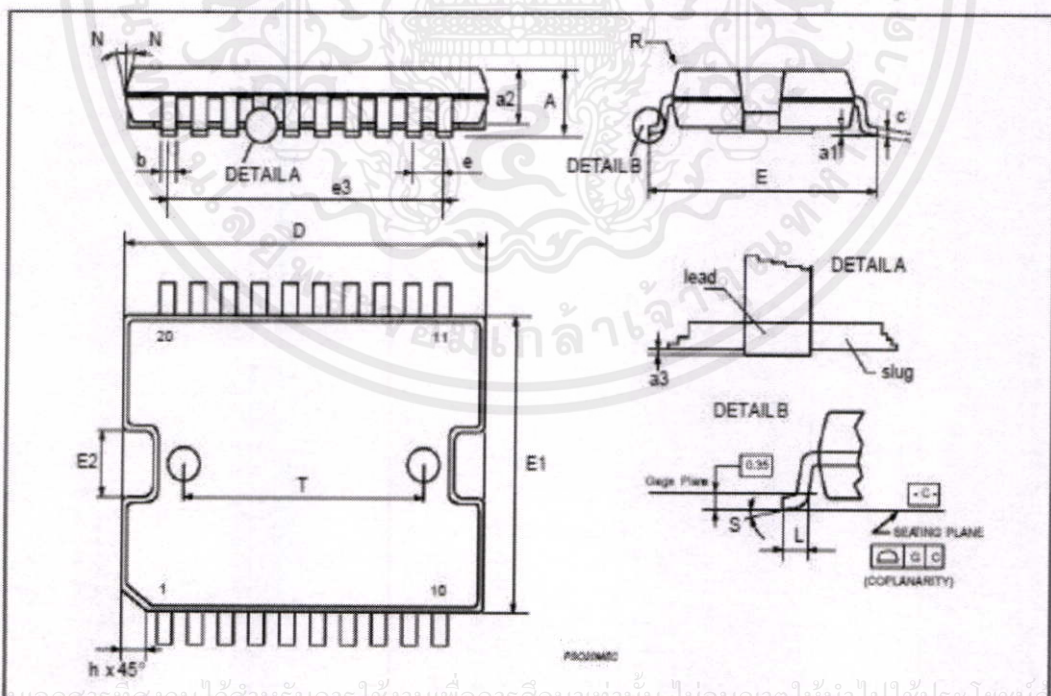


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใด 10/12

PowerSO20 PACKAGE MECHANICAL DATA

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			3.60			0.1417
a1	0.10		0.30	0.0039		0.0118
a2			3.30			0.1299
a3	0		0.10	0		0.0039
b	0.40		0.53	0.0157		0.0209
c	0.23		0.32	0.009		0.0128
D (1)	15.80		16.00	0.6220		0.6299
E	13.90		14.50	0.5472		0.570
e		1.27			0.050	
e3		11.43			0.450	
E1 (1)	10.90		11.10	0.4291		0.437
E2			2.90			0.1141
G	0		0.10	0		0.0039
h			1.10			
L	0.80		1.10	0.0314		0.0433
N			10° (max.)			
S			8° (max.)			
T		10.0			0.3937	

(1) "D and E1" do not include mold flash or protrusions
- Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15mm (0.006")





Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, SGS-THOMSON Microelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of SGS-THOMSON Microelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. SGS-THOMSON Microelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of SGS-THOMSON Microelectronics.

© 1995 SGS-THOMSON Microelectronics - All Rights Reserved

SGS-THOMSON Microelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - France - Germany - Hong Kong - Italy - Japan - Korea - Malaysia - Malta - Morocco - The Netherlands - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - Taiwan - Thailand - United Kingdom - U.S.A.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

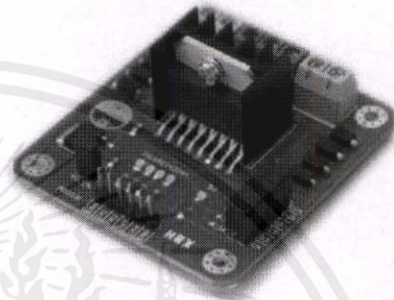
12/12

SGS-THOMSON
MICROELECTRONICS

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหาในเอกสารนี้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข2 เอกสารคู่มือการใช้งานวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์กระแสตรง

L298 Dual H-Bridge Motor Driver User's Guide



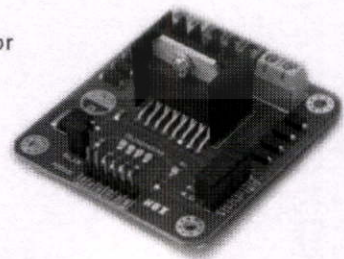
L298 Dual H-Bridge Motor Driver User's Guide

Overview

The Motor Shield is based on the L298, which is a dual full-bridge driver designed to drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. It lets you drive two DC motors, controlling the speed and direction of each one independently.

Summary

Operating Voltage 4V to 35V
 Motor controller L298N, Drives 2 DC motors or 1 stepper motor
 Max current 2A per channel or 4A max
 Free running stop and brake function
 Chip: ST L298N
 Logic power supply: 5V
 Max power: 25W
 Weight: 35g
 Size: 55mm x 60mm x 30mm
 Storage temperature: -25 to +135



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะมิได้ๆทั้งสิ้น ออกทั้งหมดมีเหตุผลเบื้องเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีไปใช้

L298 Dual H-Bridge Motor Driver

User's Guide



CSA: Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
 Enable----- Ignore current detection function
 CSB: Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
 Enable----- Ignore current detection function



Logic power indicator



5V-EN: Enable---78M05 worked ,output DC 5V
 Disable----78M05 do not work . Need input DC 5V
 The module need DC 5V always, for logic supply.



5V_EN:
 Enable: [5V] can output DC 5V.
 Disable:[5v] need input DC 5V.



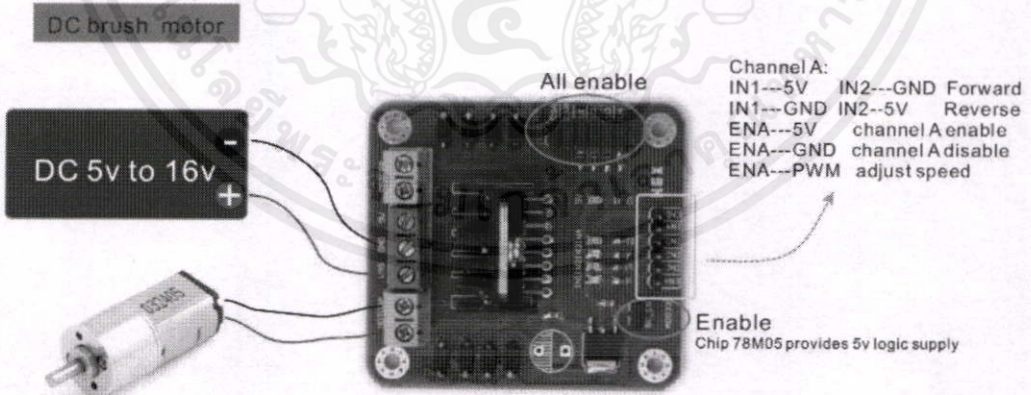
The pull-up resistor enabled.
 U1---Enable In1 pull-up resistor [10k].
 U2---Enable In2 pull-up resistor [10k].
 U3---Enable In3 pull-up resistor [10k].
 U4---Enable In4 pull-up resistor [10k].



IN1 IN2 :TTL Compatible Inputs of the Bridge A
 IN3 IN4 :TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
 ENA ENB:TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A(enable A) and/or the bridge B (enable B).

L298 Dual H-Bridge Motor Driver

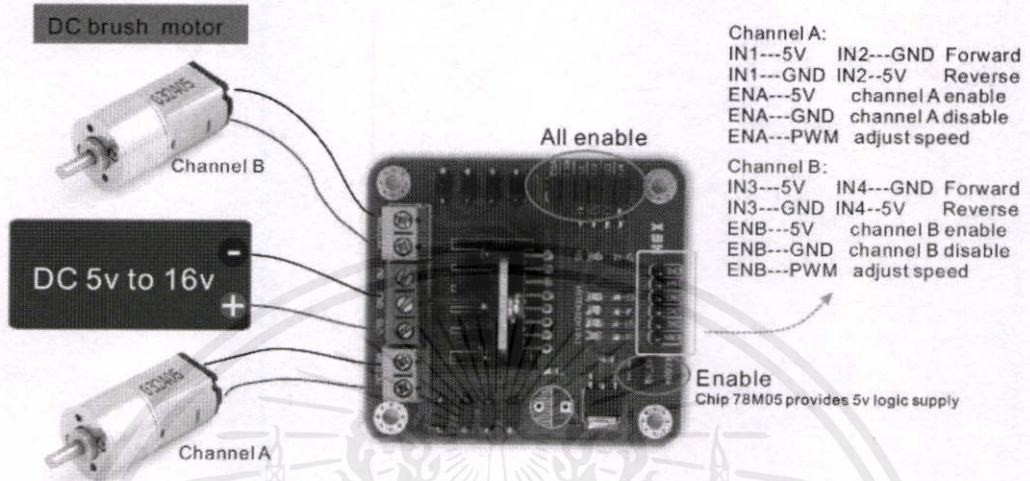
User's Guide



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ในการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

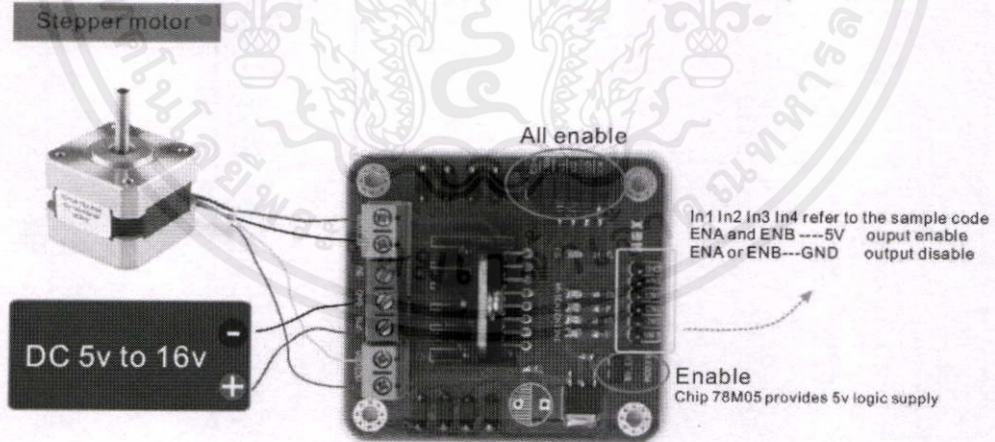
L298 Dual H-Bridge Motor Driver

User's Guide



L298 Dual H-Bridge Motor Driver

User's Guide

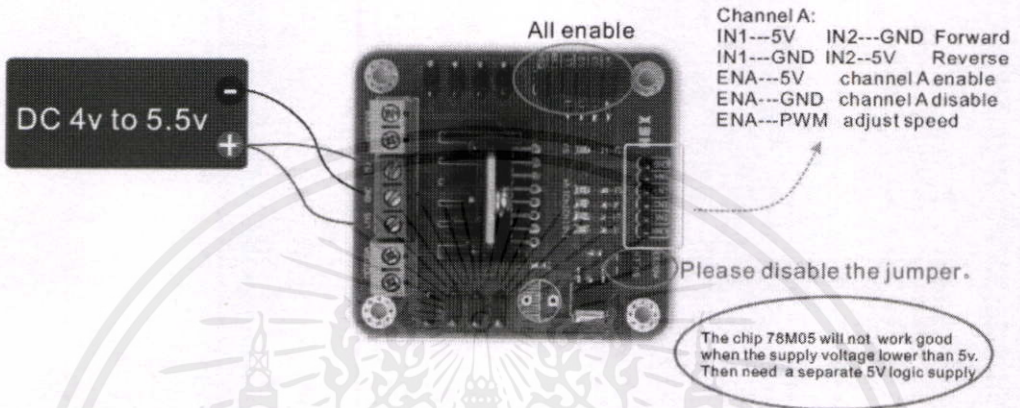


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L298 Dual H-Bridge Motor Driver

User's Guide

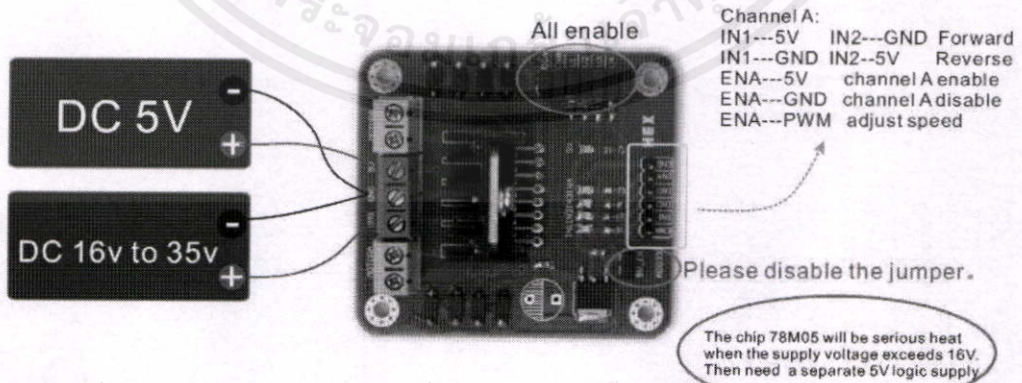
Motor powered with DC 4V to 5.5V



L298 Dual H-Bridge Motor Driver

User's Guide

Motor powered with DC 16V to 35V

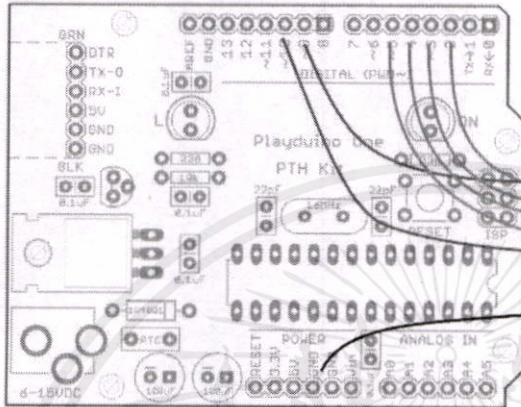


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะฉีกเอาทั้งเล่ม ออกทั้งที เมิ่กให้ตบแบลงเนื้อหาก็ และต้องขออนุญาตใช้ของเอกสารทุกครั้งที่มีกรรมสิทธิ์

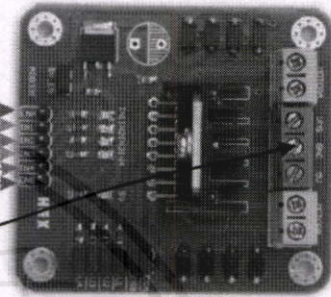
L298 Dual H-Bridge Motor Driver

User's Guide

Connect with Arduino



The power supply, please refer to the previously described



If you need to adjust the motor speed, you need to load a PWM signal on the red line

L298 Dual H-Bridge Motor Driver

User's Guide

Example Code :

Platform: Arduino
Target: 4-wire 2-phase stepper motor

```
#include <Stepper.h>
//ENA-9 IN1-2 IN2-3 IN3-4 IN4-5 ENB-10
// change this to the number of steps on your motor
#define STEPS 200
// create an instance of the stepper class, specifying
// the number of steps of the motor and the pins it's
// attached to
Stepper stepper(STEPS, 2, 3, 4, 5);
void setup()
{
  stepper.setSpeed(300);
  pinMode(10, OUTPUT);
  pinMode(9, OUTPUT);
}
void loop()
{
  digitalWrite(8, HIGH);
  digitalWrite(9, HIGH);
  stepper.step(50);
  delay(500);
  stepper.step(-50);
  delay(500);
  stepper.step(200);
  delay(500);
  stepper.step(-200);
  delay(500);
}
```



Platform: Arduino
Target: 2-wire DC brush motor

```
// motor A
int dir1PinA = 2;
int dir2PinA = 3;
int speedPinA = 9;
// motor B
int dir1PinB = 4;
int dir2PinB = 5;
int speedPinB = 10;
unsigned long time;
int speed;
int dir;
void setup() {
  pinMode(dir1PinA, OUTPUT);
  pinMode(dir2PinA, OUTPUT);
  pinMode(speedPinA, OUTPUT);
  pinMode(dir1PinB, OUTPUT);
  pinMode(dir2PinB, OUTPUT);
  pinMode(speedPinB, OUTPUT);
  time = millis();
  speed = 0;
  dir = 1;
}
void loop() {
  analogWrite(speedPinA, speed);
  analogWrite(speedPinB, 255 - speed);
  // set direction
  if (1 == dir) {
    digitalWrite(dir1PinA, LOW);
    digitalWrite(dir2PinA, HIGH);
    digitalWrite(dir1PinB, HIGH);
    digitalWrite(dir2PinB, LOW);
  } else {
    digitalWrite(dir1PinA, HIGH);
    digitalWrite(dir2PinA, LOW);
    digitalWrite(dir1PinB, LOW);
    digitalWrite(dir2PinB, HIGH);
  }
  if (millis() - time > 5000) {
    time = millis();
    speed += 20;
    if (speed > 255) {
      speed = 0;
    }
    if (1 == dir) {
      dir = 0;
    } else {
      dir = 1;
    }
  }
}
```

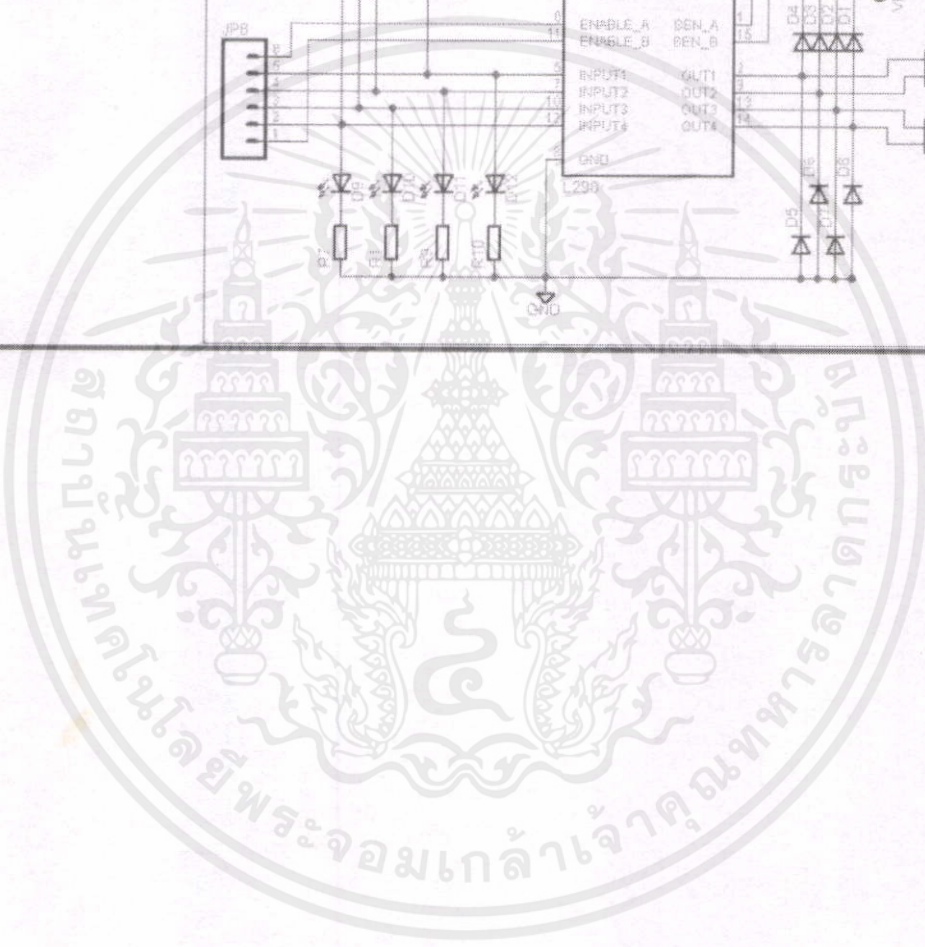
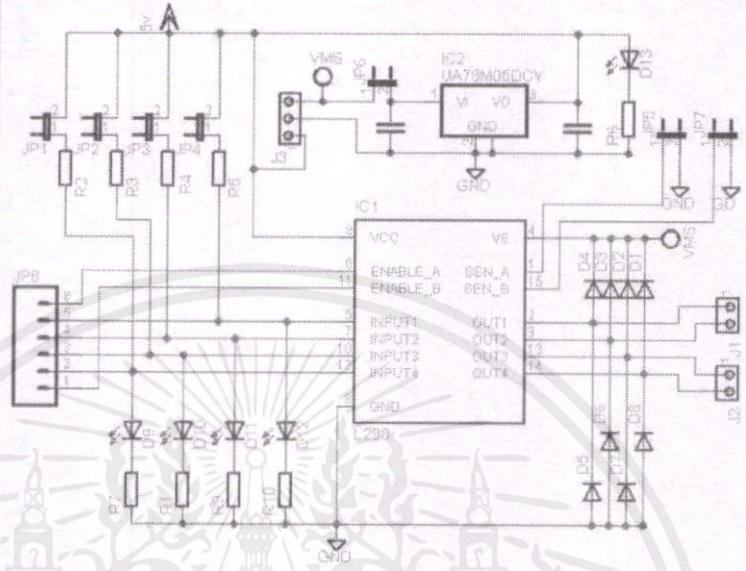


เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ห้ามเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ หากพบเห็นผิดเพี้ยนเนื้อหา กรุณาแจ้งไปยังฝ่ายวิชาการของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

L298 Dual H-Bridge Motor Driver

User's Guide

Schematic:



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้