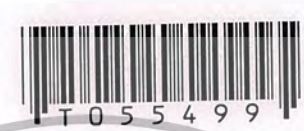
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ไม้เท้านำทางคนตาบอด

A Guiding Cane



โดย

นายนิเวศ แก้วแกมคำ

นายวิทยา ทิพยศักดิ์

นายเอ็มไพร มาห้างหว้า

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลขหมู่ .....
เลขทะเบียน 55499
วัน,เดือน,ปี 10 พ.ค. 2548

ไม้เท้านำทางคนตาบอด

A Guiding Cane

โดย

นายนิเวศ แก้วแกมคำ 44015200

นายวิทยา ทิพยศักดิ์ 44015215

นายเอ็มไพร มาห้างหว้า 44015227

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.กิติพล ชิตสกุล

อ.เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2546

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ไม้เท้านำทางคนตาบอด

(A Guiding Cane)

ผู้จัดทำ

1. นายนิเวศ แก้วแกมคำ
2. นายวิทยา ทิพยศักดิ์
3. นายเอ็มไพร มาห้างหว้า

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ดร.กิติพล ชิตสกุล)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม้เท้านำทางคนตาบอด

นายนิเวศ แก้วแกมคำ 44015200
นายวิทยา ทิพยศักดิ์ 44015215
นายเอ็มไพร มาห้างหว้า 44015227
ดร.กิติพล ชิตสกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนา อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2546

บทคัดย่อ

ไม้เท้านำทางเป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาเพื่อช่วยเหลือผู้ที่บกพร่องด้านการมองเห็น หรือผู้พิการทางสายตา ซึ่งจะเป็นเครื่องนำทางสำหรับผู้ใช้ ทำให้การเดินทางเป็นไปอย่างปลอดภัยจากอันตรายที่จะเกิดขึ้นจากสิ่งกีดขวาง การใช้งานผู้ใช้จะต้องออกแรงผลักไม้เท้านำทางไปข้างหน้า เมื่อตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางโดยคลื่นเหนือเสียงของไม้เท้าสามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางได้ จะส่งผลการตรวจจับไปที่หน่วยประมวลผล เพื่อที่จะกำหนดทิศทางในการเลี้ยว โดยจะเลี้ยวไปทางซ้ายของสิ่งกีดขวางและอ้อม การเลี้ยวของตัวไม้เท้าจะส่งแรงไปที่ด้ามจับซึ่งจะทำให้ผู้ใช้สามารถรู้สึกได้ถึงทิศทางในการเลี้ยว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A Guiding cane

Niwet Keawkamkum
Wittaya Tippayasuk
Empire Mahang-Wa
Dr.Kittipol Chitsakul Advisor
Chalermpan Wangwiwattana Adviso
2003

ABSTRACT

A Guiding cane is a novel design for helping blind or visually impaired user to navigate safely among obstacles and other hazards. During operation, the user pushes the lightweight guiding cane forward. When an obstacle is detected by ultrasonic sensors built in the cane, the embedded computer changes the direction of motion by steering the cane for guiding the user to the left of the obstacle and steer back to same direction. The steering action is sensible by the handle and the user feels the resulting direction of the cane.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

การทำโครงงานนี้คงจะไม่สำเร็จได้หากขาดการช่วยเหลือแนะนำ และการตักเตือนที่เป็นการกระตุ้นให้ผู้ร่วมงานทุกคนมีความกระตือรือร้นในการทำงานจนสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี จึงขอขอบคุณอาจารย์ที่ปรึกษาทั้งสองท่านคือ ดร.กิติพล ชิตสกุล อ.เฉลิมพันธ์ หวังวิวัฒนา

ขอขอบคุณเพื่อนนักศึกษาที่ช่วยให้คำแนะนำดีๆ และให้ความช่วยเหลือมาตลอดคือ

1. คุณมานะ เปลี่ยนกระโทก
2. คุณรชต แขนคันรัมย์
3. คุณจักรพงษ์ สายใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.2 วิธีการดำเนินงาน	1
บทที่ 2 โครงสร้างและทฤษฎี	
2.1 โครงสร้างของโครงงาน	3
2.2 อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์	4
2.2.1. ชนิดของเปียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์	4
2.2.2 ตัวส่งและตัวรับ	5
2.2.3 การทำงานของทรานดิวเซอร์ตัวรับและตัวส่ง	5
2.2.4 สัญลักษณ์ของทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ	5
2.2.5 ข้อควรรู้ในการใช้งานอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ	6
2.2.6 ประโยชน์การใช้งานของคลื่นอัลตราโซนิค	7
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	8
2.3.1 โครงสร้างของ MCS-51	9
2.3.2 การจัดขาต่าง ๆ ของ MCS-51	10
2.3.3 ความหมายของขาต่าง ๆ มีดังนี้	11
2.3.4 โครงสร้างหน่วยความจำ	13
2.3.5 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register)	14
2.3.6 หน่วยความจำภายนอก (External Memory)	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4 สเต็ปมอเตอร์ (STEPPING MOTOR) 21

2.4.1 ชนิดและโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์ 22

2.4.2 การตรวจสอบหาสายร่วม และสายกราวด์ ของสเต็ปมอเตอร์ แบบ PM (แบบแกนโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร) โดยทั่วไป สเต็ปมอเตอร์ แบบ PM จะมีอยู่ 2 ชนิด 26

2.4.3 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์ 26

2.4.4 ปัญหาเกี่ยวกับวงจรขับ 27

2.5 เอ็นโคดเดอร์ 29

บทที่ 3 ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม

3.1 วงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง 32

3.1.1 วงจรภาคส่งคลื่นอัลตราโซนิค 32

3.1.2 วงจรภาครับคลื่นอัลตราโซนิค 34

3.2วงจรหน่วยประมวลผล 35

3.3 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 37

บทที่ 4 การทดสอบและผลการทดสอบโครงงาน

4.1 การทดสอบวงจรอัลตร้าโซนิค 38

4.2 การทดลองการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง 42

4.3 คุณสมบัติต่างๆของไม้เท้านำทางคนตาบอด 46

บทที่ 5 สรุป วิจารณ์ และแนวทางการพัฒนา

สรุป และ วิจารณ์ 48

แนวทางการพัฒนา 48

ภาคผนวก

บรรณานุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงการทำงานของไม้เท้านำทาง	2
รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของไม้เท้านำทางคนตาบอดเมื่อมองจากด้านล่าง	3
รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์แบบต่าง ๆ	6
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการใช้ MCS - 51 เป็นแนนด์เกต	9
รูปที่ 2.4 แสดงขาต่าง ๆ ของ MCS-51	11
รูปที่ 2.5 การต่อแหล่งกำเนิดสัญญาณภายนอกให้กับ 8051	12
รูปที่ 2.6 การจัดหน่วยความจำของ MCS - 51	13
รูปที่ 2.7 การใช้ MCS – 51 ปิด - เปิดหลอดไฟ	17
รูปที่ 2.8 ไดอะแกรมกลุ่มสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูล	19
รูปที่ 2.9 ไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก	20
รูปที่ 2.10 (ก) Manual Reset, (ข) Power – On Reset	21
รูปที่ 2.11 สเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 5 เส้น	22
รูปที่ 2.12 สเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 6 เส้น	22
รูปที่ 2.13 สเต็ปมอเตอร์แบบไบโพลาร์	23
รูปที่ 2.14 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างสเต็ปมอเตอร์	23
รูปที่ 2.15 แสดง (ก) โครงสร้าง (ข) วงจรเทียบเท่า (equivalent circuit) ของมอเตอร์ชนิด 4 ขด	24
รูปที่ 2.16 วงจรสมมูลย์ (equivalent circuit) ของสเต็ปมอเตอร์	27
รูปที่ 2.17 การใช้ไดโอดซัพเพรสเซอร์	27
รูปที่ 2.18 การใช้ไดโอดและตัวต้านทานซัพเพรสเซอร์	28
รูปที่ 2.19 การใช้ซีเนอร์ไดโอดซัพเพรสเซอร์	28
รูปที่ 2.20 การใช้ตัวเก็บประจุซัพเพรสเซอร์	29
รูปที่ 2.21 ตัวอย่างกลไกของออพโตอินครีเมนท์เอ็นโคดเดอร์	30
รูปที่ 2.22 ตัวอย่างลูกคลื่นเอาว์สี่เหลี่ยมของอุปกรณ์เอนโคดเดอร์ช่องเดียว (ไบไดเร็กชัน)	30

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม 31
รูปที่ 3.2 แสดงการทำงานของวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง 32
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรภาคกำเนิดความถี่ 33
รูปที่ 3.4 แสดงวงจรภาคส่งคลื่นอัลตร้าโซนิค 34
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรภาครับ 34
รูปที่ 3.6 แสดงวงจรคอมพาราเตอร์และวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน 35
รูปที่ 3.7 แสดงวงจรหน่วยประมวลผลของไม้เท้านำทางคนตาบอด 36
รูปที่ 3.8 วงจรขับสเตปเปอร์มอเตอร์ 37
รูปที่ 4.1 สัญญาณ 10 Hz – 40 KHz ที่ได้จากวงจรในรูปที่ 3.4(ข) 39
รูปที่ 4.2 สัญญาณที่ตกคร่อมตัวทรานสดิวเซอร์ของภาครับที่ระยะการตรวจจับ 70 cm 40
รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ภาครับที่ถูกขยายสัญญาณแล้ว วัดที่ระยะการตรวจจับ 70 cm 41
รูปที่ 4.4 สัญญาณที่ภาครับที่ถูกขยายสัญญาณและผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแล้ว วัดที่ระยะการตรวจจับ 70 cm 42
รูปที่ 4.5 จังหวะที่ 1 43
รูปที่ 4.6 จังหวะที่ 2 43
รูปที่ 4.7 จังหวะที่ 3 44
รูปที่ 4.8 จังหวะที่ 4 45
รูปที่ 4.9 จังหวะที่ 5 45
รูปที่ 4.10 จังหวะที่ 6 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เนื่องจากมีประชากรประมาณร้อยละ 1 (ประมาณ 650,000 คน)ของประเทศไทย[1] ที่มีความบกพร่องทางการเห็นหรือผู้ที่พิการทางสายตา โดยส่วนใหญ่แล้วพวกเขาเหล่านี้จะอาศัยไม้เท้าในการที่จะนำทาง ให้เขาเดินทางไปที่ต่างๆได้ แต่การใช้ไม้เท้าธรรมดาในบางครั้งไม่อาจที่จะช่วยให้ผู้ใช้สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางในพิสัยกว้างๆได้ อีกทั้งการเดินทางยังต้องเสียเวลาและเสี่ยงต่ออันตรายที่จะเกิดขึ้นจากสิ่งกีดขวาง ดังนั้นจึงนำเอาความรู้ทางด้านวิศวกรรม มาสร้างเป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คล้ายไม้เท้านำทาง โดยมีลักษณะเป็นล้อเลื่อนและมีด้ามจับ ซึ่งจะมีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้โดยอัตโนมัติ โดยมีการทำงานดังรูปที่ 1.1 จะเห็นว่าเมื่อตัวตรวจจับสิ่งกีดขวางสามารถตรวจจับสิ่งกีดขวางได้แล้ว จะทำให้ไม้เท้าสามารถหลบหลีกสิ่งกีดขวางได้โดยอัตโนมัติ ซึ่งจะลดปัญหาต่างๆ ในการเดินทางของผู้พิการทางสายตา และน่าจะมีประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้ใช้

1.2 วิธีการดำเนินงาน

1.2.1 ศึกษารายละเอียด โครงสร้าง ส่วนประกอบ การทำงานวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง และการประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

1.2.2 ออกแบบโครงสร้างของไม้เท้านำทางคนตาบอด ออกแบบวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง

1.2.3 ออกแบบวงจรควบคุมโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ และโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาแอสเซมบลี้

1.2.4 ศึกษารายละเอียดการทำงานของมอเตอร์ ชนิดต่างๆ

1.2.5 ออกแบบชุดขับ มอเตอร์

1.2.6 เขียนคำสั่งควบคุมการทำงานของมอเตอร์

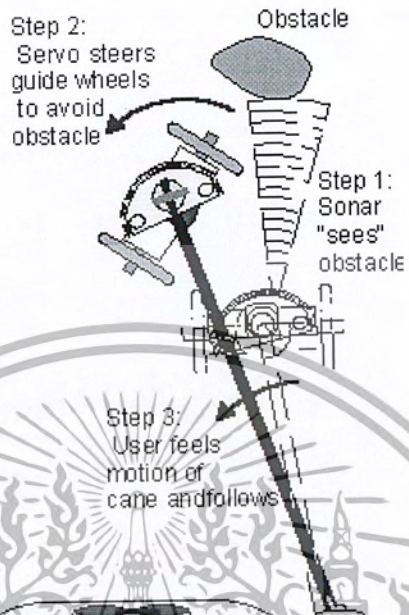
1.2.7 ประกอบโครงงานจนเสร็จสมบูรณ์

1.2.8 ทดลอง และสรุปผลการทดลอง

---

[1] อ้างอิงข้อมูลจาก มูลนิธิพัฒนาคนพิการไทย พ.ศ.2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

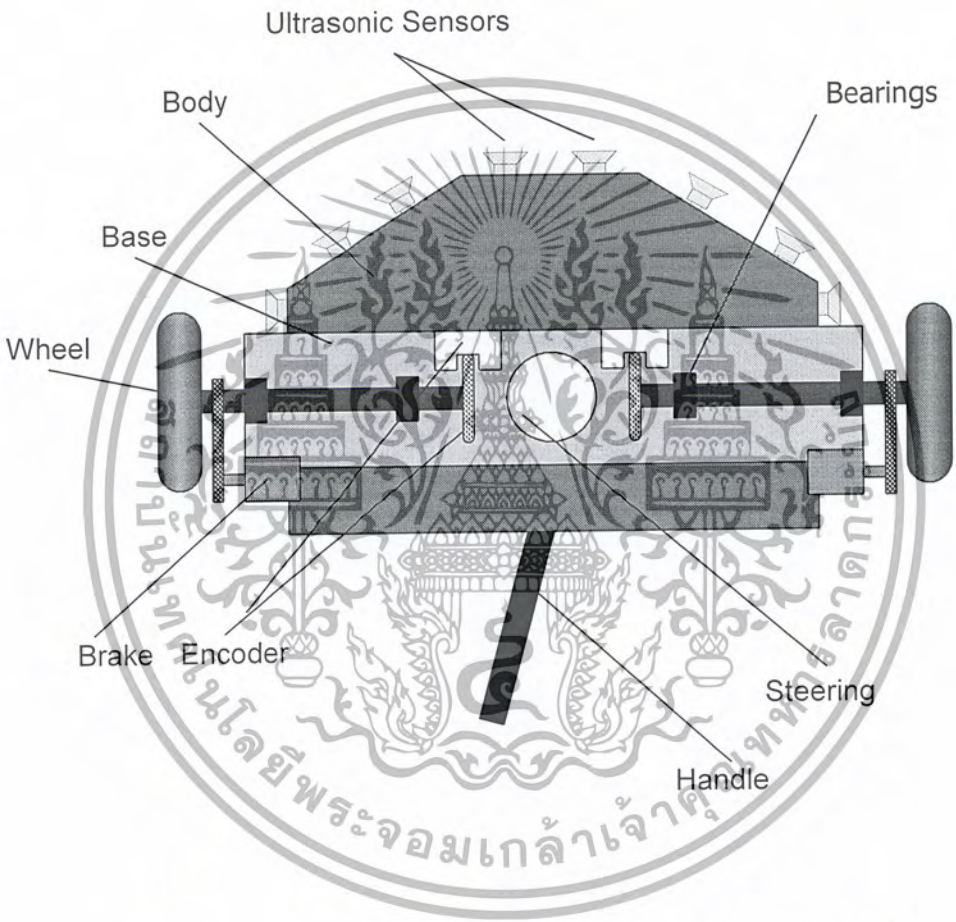


รูปที่ 1.1 แสดงการทำงานของไม้เท้านำทางคนตาบอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
โครงสร้างของโครงงานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงสร้างของโครงงาน



รูปที่ 2.1 แสดงโครงสร้างของไม้เท้านำทางคนตาบอดเมื่อมองจากด้านล่าง

โครงสร้างของไม้เท้านำทางคนตาบอดจะทำมาจากอลูมิเนียมเป็นส่วนใหญ่ทั้งนี้เพื่อต้องการให้มีน้ำหนักเบาและมีราคาถูกส่วนเพลาจะทำมาจากเหล็กเพื่อความแข็งแรง ด้านหน้าของไม้เท้าจะติดตัวตรวจจับสิ่งกีดขวาง ในที่นี้จะใช้ อัลตร้าโซนิคเป็นตัวตรวจจับ ส่วนมอเตอร์จะทำหน้าที่เหมือนพวงมาลัยรถยนต์ใช้ในการกำหนดทิศทางของด้ามไม้เท้านำทาง การควบคุมการหยุดล้อจะอาศัยการทำงานของสเตปมอเตอร์ ทั้งนี้ทุกส่วนจะอยู่ภายใต้การประมวลผลและควบคุมของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 มาทำการประมวลผลและควบคุมการทำงาน

2.2 อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์

อัลตราโซนิค (Ultrasonic) หมายถึง คลื่นเสียงที่มีความถี่เกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยินโดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงประมาณ 15 kHz เท่านั้น

สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอัลตราโซนิคมาใช้ก็เพราะเป็นคลื่นที่มีทิศทาง ทำให้สามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นก็จะสั้นลงถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นั้น คลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่น แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอัลตราโซนิค เช่น 40 kHz จะมีความยาวคลื่นในอากาศเพียง 8 มม. ซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มาก ๆ คลื่นเสียงจะ ไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบ จึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เราเรียก มีทิศทาง นั่นเอง

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคทำให้นำไปใช้งานได้หลายอย่าง โดยความถี่ที่ใช้งานขึ้นกับการใช้งาน เช่น ถ้าคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้จะไม่เกิน 50kHz เพราะความถี่สูงขึ้นกว่านี้อากาศจะดูดกลืนเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว

อุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานทางกลโดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคกระจายไปในอากาศได้หรือแปลงพลังงานทางกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นๆ ได้ มีชื่อเรียกเป็นภาษาเทคนิคว่า “อัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ (Ultrasonic transducer)” ในปัจจุบันอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่ แบบเปียโซอิเล็กตริก (piezoelectric transducer) ซึ่งเป็นตัวแปลงระหว่างพลังไฟฟ้ากับพลังงานกล โดยมีความถี่เรโซแนนท์อยู่ค่าหนึ่ง แบบแมกนีโตสตริกตีฟ ซึ่งเป็นตัวแปลงระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่ และแบบอิเล็กโตรสตริกตีฟ ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังกล

2.2.1. ชนิดของเปียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์ (piezoelectric transducer)

เปียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ชนิดคือ

1. แบบ generation-action transducer ใช้เป็นตัวรับโดยแรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะสามารถหาได้จากแรงดันและความถี่ที่มากระทำต่อวัตถุเปียโซอิเล็กตริก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบ motor-action transducer ใช้เป็นตัวส่งโดยการเปลี่ยนรูปร่างของวัสดุที่ทำให้เกิดคลื่นอัลตราโซนิคนั้นกับขนาดแอมปลิจูดและความถี่ของแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนให้

2.2.2 ตัวส่งและตัวรับ

ทรานดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กตริกทรานดิวเซอร์ที่ใช้สารเซรามิกจะมีอยู่ 2 อย่าง คือ ตัวส่ง (transmitter) และ ตัวรับ (receiver)ตัวส่ง ก็คือทรานดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่มัน ให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิค หน้าที่ของตัวส่งจึงคล้าย ๆ กับลำโพง ส่วน ตัวรับ ก็คืออัลตราโซนิคที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคที่มากระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าที่ของตัวรับจึงคล้าย ๆ กับเป็น ไมโครโฟน

2.2.3 การทำงานของทรานดิวเซอร์ตัวรับและตัวส่ง

เมื่อเซรามิกได้รับสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมตัวมัน จะทำให้สารเซรามิกโก่งงอ ซึ่งจะทำให้เกิดการอัดอากาศโดยรอบ เกิดเป็นคลื่นเสียงขึ้นมา ดังนั้น ถ้าเราป้อนสัญญาณไฟฟ้าเป็นช่วง ๆ (electrically pulse) จากออสซิลเลเตอร์ โดยทั่วไปกำลังของเอาว์พุทที่ออกมาจะตกประมาณ 10% ของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้ แต่กำลังเอาว์พุทจะมีค่าสูงสุดที่ค่าโดยประมาณก็ต่อเมื่อความความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิกนั้น ๆ ส่วนที่ความถี่อื่น ๆ นั้นกำลังของเอาว์พุทก็จะมีค่าลดลง

ส่วนการทำงานของทรานดิวเซอร์ตัวรับมีการทำงานตรงกันข้ามกับตัวส่ง กล่าวคือ เมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่รีโซแนนท์ของชิ้นสารเซรามิกมากระทบ จะทำให้ชิ้นสารโก่งงอไปมา ทำให้สัญญาณแรงดันไฟฟ้าขึ้นคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมันเองได้

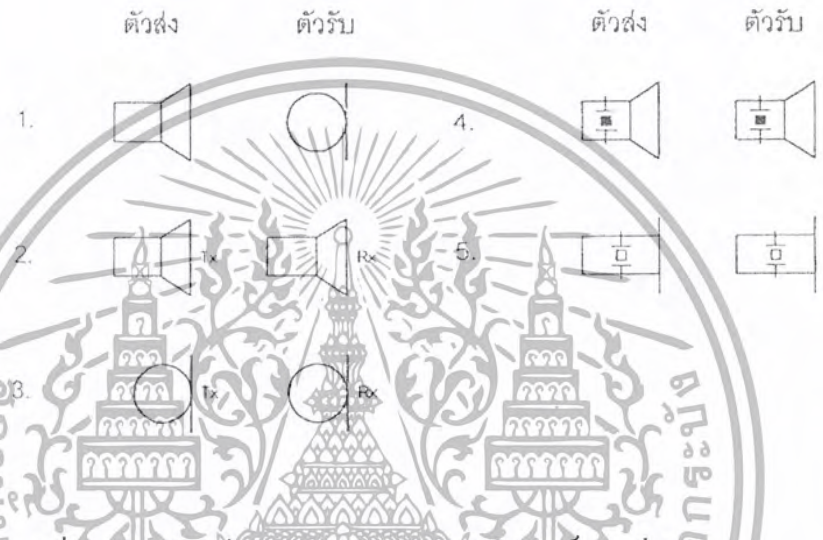
คุณสมบัติโดยทั่วไปของคลื่นอัลตราโซนิคทราวดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กตริกก็คือมีความต้านทานไฟตรงสูงมาก อาจมีค่าสูงถึง 100M เรียกว่าถ้ามัลติมิเตอร์ธรรมดาตั้งสเกลวัดค่าความต้านทานสูง ๆ เข็มจะไม่กระดิกเลย แต่ในขณะที่มันทำงานค่าความต้านทานจะมีค่าลดลง

2.2.4 สัญลักษณ์ของทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

เนื่องจากทรานดิวเซอร์ตัวส่งถูกออกแบบให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่ตัวมันออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิค หน้าที่ของมันจึงคล้ายเป็นลำโพง ส่วนตัวรับถูกออกแบบเจาะจงให้แปลงคลื่นเสียงในย่านความถี่อัลตราโซนิคที่มาตกกระทบตัวมันให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า ทำหน้าที่ของตัวรับคล้ายเป็นไมโครโฟน ด้วยเหตุนี้สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์จึงนิยมเขียนตามหน้าที่ของตัวมันแบบที่ 1 ในรูปที่ 2.2 แต่ก็มีหนังสือบางเล่มเขียนสัญลักษณ์ของทั้งตัวรับและตัวส่ง เป็นไมโครโฟนหรือลำโพงอย่างใดอย่างหนึ่งไปเลย ดังแบบที่ 2 และ 3 แต่เขียนอักษรย่อว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Tx (transmitter), Rx (receiver) กำกับอยู่ด้วย หรืออาจจะใช้คำพูดกำกับให้ชัดเจนไปเลย ที่มีการใช้สัญลักษณ์เหมือนกันก็เพราะว่า หน้าตาของตัวส่งและตัวรับที่ออกแบบมาให้ใช้งานคู่กันเหมือนกัน แต่มีเบอร์กำกับมาด้านข้างให้รู้ว่าตัวใดเป็นตัวส่งและตัวใดตัวรับ และคุณสมบุติของทั้งสองตัวนั้นคล้ายคลึงกันมากจนสามารถนำมาใช้งานแทนกันได้โดยตรงในการใช้งานหลายรูปแบบ



รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ของอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์แบบต่าง ๆ

2.2.5 ข้อควรรู้ในการใช้งานอัลตราโซนิคทรานดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับ

ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวรับและตัวส่งนั้นพอจะสรุปเป็นแนวทางการใช้งานได้ ดังนี้

1.ไม่ควรให้ทรานดิวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูงเพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เกิดการเสียหายได้

2. ทรานสดิวเซอร์ทั่วไปที่มีขายกันอยู่นั้น จะสามารถทนแรงดันตกคร่อมตัวมันได้สูงสุดได้ไม่เกิน 20 V ขนาดของสัญญาณที่ป้อนให้กับทรานสดิวเซอร์ก็ควรอยู่ในขีดจำกัดนี้

3. ความถี่เรโซแนนท์ (ความถี่ที่ตัวมันสามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด) ของทรานสดิวเซอร์ 40 kHz ที่มีขายอยู่ทั่วไปจะผิดพลาดไม่เกิน 1 kHz และมีความถี่ประมาณ 4.5 kHz สำหรับตัวส่งและตัวรับจะมีแถบความถี่ประมาณ 5 kHz สำหรับตัวรับจะเห็นได้ว่าแถบความถี่ของตัวรับจะมีความกว้างกว่าตัวส่งเล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจได้ว่าทรานดิวเซอร์นั้นจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ส่งออกมาจากทรานดิวเซอร์ตัวส่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุณหภูมิที่ใช้ในการทำงานของตัวทรานสดิวเซอร์จะอยู่ในช่วง -20 องศาเซลเซียส ถึง 60 องศาเซลเซียส

5. ทั้งทรานสดิวเซอร์ตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายกันมาก กล่าวคือที่ตำแหน่งเบี่ยงเบนจากแนวแกนของตัวส่งประมาณ 30 องศา ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดออกจากแนวแกนประมาณ 10 เดซิเบล ในทำนองเดียวกันถ้าคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวแกนที่เบี่ยงเบนออกไปจากแนวแกนของตัวรับประมาณ 30 องศา ความไวหรือขนาดของแรงดันระยะไกลในที่โล่งแจ้งจึงควรพยายามให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด แต่อย่างไรก็ตาม ในกรณีอยู่ในห้องอาจเบี่ยงเบนจากกันได้มากหน่อย เพราะคลื่นเสียงอัลตราโซนิคสามารถสะท้อนกับกำแพงพื้นและวัตถุที่อยู่ในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าหาตัวรับได้หลายทิศทาง

คลื่นอัลตราโซนิคที่ปล่อยออกมาจากตัวทรานสดิวเซอร์ ในช่วงใกล้ ๆ กับตัวทรานสดิวเซอร์(near field) จะมีลักษณะบีมเหมือนทรงกระบอก แต่ในระยะที่ไกลออกไป (far field) ลักษณะบีมจะกระจายกว้างออกไปด้วยมุมค่าหนึ่ง ซึ่งค่าของมุมที่กว้างออกและความยาวของ near field จะขึ้นกับเส้นผ่าศูนย์กลางของตัวทรานสดิวเซอร์ โดยความยาวของ near field จะแปรผันตามขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง ส่วนค่าของมุมที่กว้างออกจะแปรผกผันกับขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง

6. ในการใช้งานจริง ทรานสดิวเซอร์ตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขนานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลดตามปกติ แล้วตัวต้านทานตัวนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วง 10 K จากการทดลองพบว่าเปลี่ยนจาก 100 K เป็น 10 K ความไวจะลดลงประมาณ 10-12 เดซิเบล แต่แถบความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ตัวต้านทานที่ต่ำลงไปอีก ความถี่เรโซแนนซ์จะลดลงจากที่ระบุไว้ ถ้าการใช้งานมีสัญญาณมากควรใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงหน่อยเพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและแถบมีความถี่แคบ

7. ตามปกติแล้ว เราสามารถนำเอาตัวส่งและตัวรับมาใช้แทนกันได้ ในการใช้งานส่วนใหญ่ขอแต่เพียงให้มีความถี่เรโซแนนซ์เท่านั้นเอง อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจจะต้องมีการเปลี่ยนค่าตัวต้านทานสูงทางด้านไฟสลับ เพื่อให้ลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม

2.2.6 ประโยชน์การใช้งานของคลื่นอัลตราโซนิค

คลื่นอัลตราโซนิคเป็นคลื่นที่มีทิศทาง ทำให้สามารถเล็งคลื่นไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้ยิ่งคลื่นที่มีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นจะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นมากกว่าช่องเปิด(ที่มีเสียงออกมานั้น) ของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นั้น เช่น คลื่นความถี่ 300 เฮิร์ทในอากาศจะมีความยาวคลื่นประมาณ 1 เมตรเศษๆ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่เปิดให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียง โดยทั่วไปมากมาย คลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกของตัวกำเนิดเสียง ทำให้เกิดการกระจายออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รอบทิศทาง แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาจนอยู่ในย่านของอัลตราโซนิค อย่างเช่น 40 กิโลเฮิร์ท ซึ่งจะมีความยาวคลื่นเพียง 8 มิลลิเมตรเท่านั้น ซึ่งเล็กกว่ารูเปิดของตัวที่ให้กำเนิดเสียงความถี่นี้มาก คลื่นเสียงจะไม่มีการเลี้ยวเบนที่ขอบ คลื่นนี้จะพุ่งออกมาเป็นลำแคบๆ หรือที่เราเรียกว่า เป็นคลื่นที่มีทิศทางนั่นเอง

การมีทิศทางของคลื่นอัลตราโซนิคนั้น ทำให้เราสามารถใช้งานได้หลายอย่าง เช่น

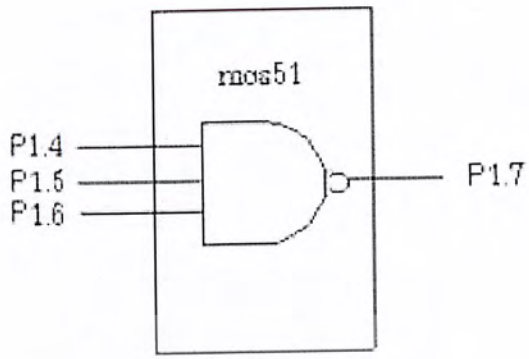
- การนำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control)
- เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยทำให้น้ำมีการสั่นสะเทือนที่ความสูง
- เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยสังเกตระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา
- เครื่องวัดความลึกและทำให้แผนที่ใต้ท้องทะเล
- ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนภายในร่างกาย
- ใช้ทดสอบการรั่วของท่อ เป็นต้น

โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นกับการใช้งาน เช่น ถ้าคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้ว ความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 50 กิโลเฮิร์ท เพราะความถี่สูงขึ้นกว่านี้ อากาศจะดูดกลืนคลื่นเสียงเพิ่มมากขึ้นทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรังสีทำการสั้นๆ ก็อาจจะใช้ความถี่ในช่วง 1 เมกกะเฮิร์ท ถึง 10 เมกกะเฮิร์ท ขณะที่ความถี่เป็นกิกกะเฮิร์ท ก็มีใช้กันหลายๆ การใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินผ่านไม่ใช่อากาศ

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

หากนำ CPU เบอร์ Z-80 มาประกอบเป็นคอมพิวเตอร์จะต้องนำไอซี หน่วยความจำ,พอร์ท ประกอบเป็นระบบ แต่ถ้าเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิพไอซีจะมีหน่วยความจำ,พอร์ท ประกอบอยู่ในไอซีเพียงตัวเดียว ซึ่งอาจเรียกได้ว่าเป็น “คอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว” หรือ อาจมองง่าย ๆ ว่าถ้ามีไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถสร้างเป็นระบบคอมพิวเตอร์ได้ เพียงแต่ป้อนแหล่งจ่ายไฟและสัญญาณนาฬิกาเข้าไปเท่านั้น ถ้าพิจารณาไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 ก็สามารถ ลองใช้งานง่าย ๆ ได้เช่น ถ้าจะนำไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ตระกูล MCS - 51 สร้างเป็นแนนด์เกต 3 อินพุต ดังรูปที่ 2.1 โดยอ่านค่าจากพอร์ทอินพุตเข้ามา 3 บิตถ้าทุกบิตเป็น “1” หมดให้เอาต์บิต P1.7 เป็นลอจิก “0” เราสามารถใช้ MCS - 51 เป็นพอร์ทได้เลย เพราะมีพอร์ทในตัวอยู่แล้ว จากรูปที่ 2.1 สามารถเขียนไดอะแกรมการทำงานได้ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ตัวอย่างการใช้ MCS - 51 เป็นแนนด์เกต

2.3.1 โครงสร้างของ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับโครงสร้างภายใน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบ รอม บางเบอร์เป็นแบบ อีพรอม บางเบอร์มี แรม ภายใน 128 ไบต์ บางเบอร์มี 256 ไบต์ เป็นต้น คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS - 51 มีดังนี้

- มีหน่วยความจำ รอม 4 กิโลไบต์
- มีหน่วยความจำ แรม 128 ไบต์
- มีพอร์ทอินพุต เอาต์พุต ขนาด 8 บิต 4 พอร์ท
- มีไทม์เมอร์ 16 บิต 2 ตัว
- สามารถอินเทอร์รัพท์ได้ 5 แหล่ง
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรนาฬิกาบนชิพ
- มีพอร์ทอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) ความเร็วสูง
- อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
- อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายภายนอกได้ 64 กิโลไบต์
- สามารถประมวลผลทีละบิตได้
- สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
- หนึ่งวัฏจักรคำสั่งกินเวลาประมาณ 1 ไมโครวินาที ขณะทำงานด้วยสัญญานาฬิกา 12 เมกกะเฮิรตซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่าง ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และลักษณะต่าง ๆ สามารถแสดงได้ในตารางที่ 2.1

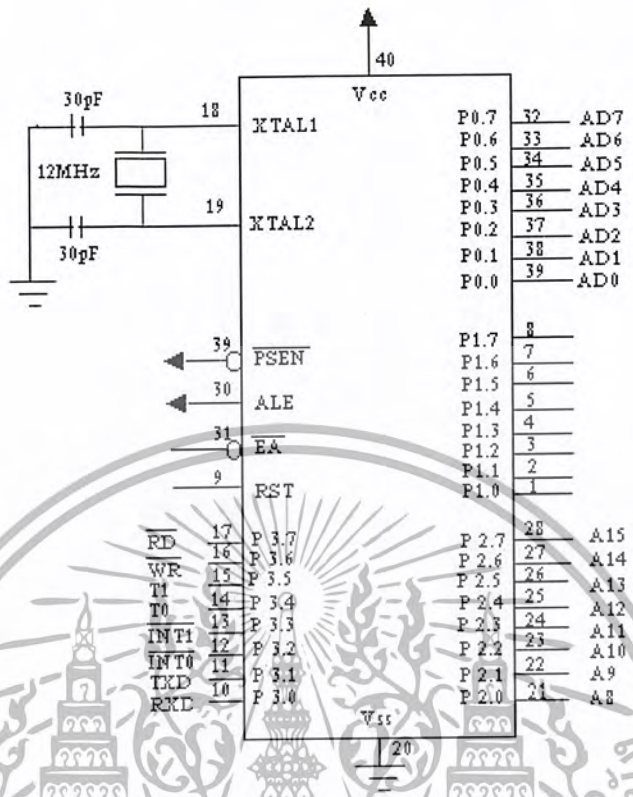
เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมบนชิพ	หน่วยความจำข้อมูลบนชิพ	TIMERS
8051	4 K รอม (ROM)	128 ไบต์	2
8031	-	128 ไบต์	2
8751	4 K อีพรอม (EPROM)	128 ไบต์	2
8052	8 K รอม (ROM)	256 ไบต์	3
8032	-	256 ไบต์	3
8752	8 K อีพรอม (EPROM)	256 ไบต์	3
89C51	4 K อีพรอม (EPROM)	128 ไบต์	2

ตารางที่ 2.1 แสดงไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS - 51 เบอร์ต่าง ๆ

2.3.2 การจัดขาต่าง ๆ ของ MCS-51

ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 โครงสร้างไอซี เป็นแบบ DIP มีขาทั้งหมด 40 ขา โดยขาต่าง ๆ จะใช้เป็นขาพอร์ทอินพุต, เอาต์พุต, ขาสัญญาณควบคุม, ขาตำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูลดังรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 แสดงขาต่าง ๆ ของ MCS-51

2.3.3 ความหมายของขาต่าง ๆ มีดังนี้

พอร์ท 0 (Port 0) พอร์ท 0 ได้แก่ ขาที่ 32 - 39 ของ MCS - 51 สามารถใช้เป็นอินพุตเอาต์พุตได้ นอกจากนี้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกยังใช้เป็นขาบัสตำแหน่ง และบัสข้อมูล อีกด้วย

พอร์ท 1 (Port 1) พอร์ท 1 ได้แก่ ขาที่ 1 - 8 เป็นพอร์ท 8 บิต สามารถอ้างทีละบิตได้ คือ P1.0 - P1.7

พอร์ท 2 (Port 2) พอร์ท 2 ได้แก่ ขาที่ 21 - 28 จะใช้งาน 2 หน้าที่คือ ใช้เป็นพอร์ท 8 บิตกับใช้เป็นขาแอดเดรส 8 บิตในการอ้างหน่วยความจำภายนอก

พอร์ท 3 (Port 3) พอร์ท 3 ได้แก่ ขาที่ 10 - 17 จะใช้งานสองหน้าที่คือ เป็นพอร์ทอินพุตและเอาต์พุต และใช้เป็นขาควบคุมต่าง ๆ **PSEN** (Program Store Enable) ขา PSEN เป็นขาที่ส่งสัญญาณออกคือขา 29 ขานี้จะแอคทีฟเมื่อ MCS-51 ต้องการอ่าน โปรแกรมจากหน่วยความจำภายนอก โดยปกติถ้าหน่วยความจำภายนอกเป็น อีพรอม ขา PSEN จะต่อกับขาสัญญาณเปิดทางด้านเอาต์พุต (Output Enable : OE) ของ อีพรอม

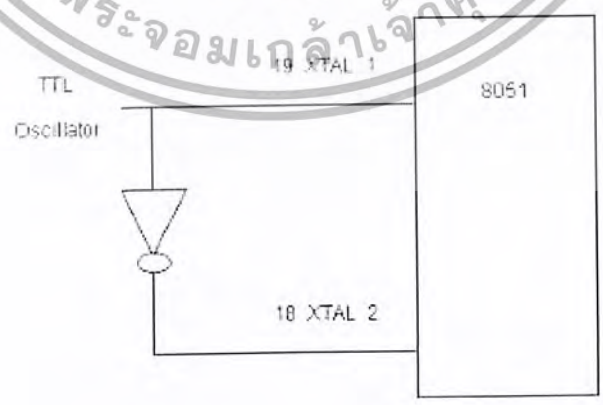
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ALE (Address Latch Enable) เนื่องจากพอร์ท 0 สามารถใช้เป็นขาอ้างตำแหน่ง และขาข้อมูล MCS-51 จะมีขา ALE ได้แก่ขา 30 ขานี้จะใช้ มัลติเพล็กซ์ (Multiplex) สัญญาณ บัสตำแหน่ง ของพอร์ท 0 ในการใช้งานระบบ MCS-51 นั้น จะต้องมีอุปกรณ์มาต่อกับ พอร์ท 0 ที่ทำหน้าที่ คงค่า (Latch) สัญญาณบัสตำแหน่ง เมื่อ MCS-51 ต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอก MCS-51 จะส่งสัญญาณบัสตำแหน่งออกมาก่อนทาง พอร์ท 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณ ALE มาทำหน้าที่ คงค่า (Latch) อุปกรณ์ภายนอก ให้เก็บค่าบัสตำแหน่งของ พอร์ท 0 ไว้เพื่อใช้ พอร์ท 0 เป็นบัสข้อมูล ต่อไป

EA (External Access) ขา EA ได้แก่ขาที่ 31 ถ้าขานี้เป็นลอจิก “1” จะใช้กับเบอร์ 8051/8052 เพื่อบอกว่าให้อ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าเป็นลอจิก “0” จะให้ MCS - 51 ทำโปรแกรมโดย อ่านจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (ถ้าขา EA เป็น “0” ขา PSEN จะแอคทีฟ) ถ้าหากเป็นเบอร์ 8031 หรือ 8032 ขา EA จะเป็น “0” เสมอ เพราะว่าไม่มีโปรแกรมหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าใช้เบอร์ 8051/8052 ซึ่งมีหน่วยความจำภายในและให้ขา EA เป็น “0” ซึ่งจะหยุดการทำงานของรอม ภายในและอ่านโปรแกรมจาก อีพรอม ภายนอกแทน

RST (Reset) ขา RST ได้แก่ขา 9 จะใช้ในการรีเซ็ต MCS-51 โดยจะให้ขานี้เป็นลอจิก “1” อย่างน้อย 2 คาบเวลา จึงจะรีเซ็ตระบบได้

ความถี่สัญญาณนาฬิกาบนชิพ (ON-chip Oscillator Inputs) เป็นวงจรออสซิลเลเตอร์บนชิพ ได้แก่ ขา 18 - 19 โดยต่อคริสตอลเข้ากับขานี้ โดยปกติมักจะใช้คริสตอลความถี่ 12 เมกกะเฮิรตซ์ กับตัวเก็บประจุหรืออาจใช้สัญญาณนาฬิกาจากแหล่งกำเนิดสัญญาณภายนอก ต่อกับขา 18 และขา 19 ดังรูปที่ 2.5



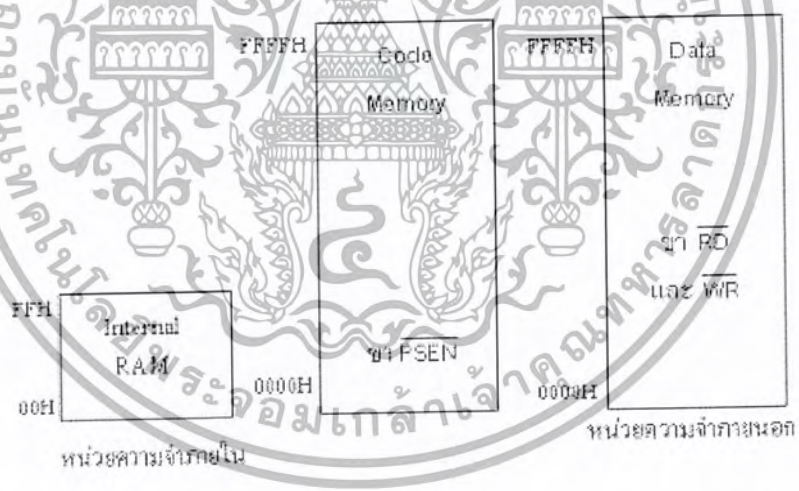
รูปที่ 2.5 การต่อแหล่งกำเนิดสัญญาณภายนอกให้กับ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การต่อกับแหล่งจ่ายไฟ ใน MCS - 51 จะใช้แหล่งจ่ายไฟ 5 โวลต์ ต่อเข้ากับขา 40 (Vcc) ส่วนขา 20 (Vss) จะต่อลงกราวด์ (Ground)

2.3.4 โครงสร้างหน่วยความจำ

หน่วยความจำสำหรับ MCS - 51 จะมี 2 ชนิด คือ หน่วยความจำที่ใช้เก็บโปรแกรมรอม กับหน่วยความจำที่ใช้เก็บข้อมูลในการประมวลผล แรม MCS – 51 บางเบอร์เช่น 8051, 8052 จะมีหน่วยความจำภายในชิพ และ MCS - 51 ทุกเบอร์ยังสามารถอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้มากที่สุด 64 กิโลไบต์ และอ้างหน่วยความจำภานนอกได้มากที่สุด 64 กิโลไบต์ สำหรับหน่วยความจำแรม ภายในจะประกอบไปด้วยพื้นที่ใช้งานทั่วไป, ชุดรีจิสเตอร์, พื้นที่ใช้งานระดับบิต และรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ เราอาจเขียนไดอะแกรมของหน่วยความจำของ 8031 ได้ดังรูปที่ 2.6 โดยในรูปจะบอกด้วยว่าขาใดจะแอคทีฟ



รูปที่ 2.6 การจัดหน่วยความจำของ MCS - 51

2.3.4.1 Bit – addressable RAM

ใน MCS - 51 จะมีหน่วยความจำที่สามารถอ้างข้อมูลในระดับบิตได้ตั้งแต่ตำแหน่ง 20 H ถึง 2FH รวม 16 ไบต์ โดยสามารถ เซ็ต, เคลียร์, แอนด์, ออร์ ทางลอจิกได้ จำนวนบิตที่ใช้งานได้ทั้งหมดมีจำนวน 128 บิต (8บิต X 16ไบต์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.2 ชุดรีจิสเตอร์ (Register Banks)

หน่วยความจำข้อมูลภายในที่ใช้เป็นชุดรีจิสเตอร์ มีทั้งหมด 32 ตำแหน่งโดยจะมี 4 ชุด แต่ละชุดมีรีจิสเตอร์ 8 ตัว คือ R0 ถึง R7 โดยชุดแรกจะอยู่ในตำแหน่ง 00H – 07H

2.3.5 รีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ (Special Function Register)

ใน MCS-51 รีจิสเตอร์จะใช้หน่วยความจำแรมภายในชิพ โดยส่วนหนึ่งเป็นรีจิสเตอร์พิเศษ (Special Function Register : SFR) ซึ่งมีทั้งหมด 21 ตัว โดยรีจิสเตอร์พิเศษต่าง ๆ จะเริ่มที่หน่วยความจำตั้งแต่ 80H ถึง FFH ซึ่งมีทั้งหมด 128 ตำแหน่ง แต่จะเป็นรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษ เพียง 21 ตำแหน่ง แต่ถ้าเป็น 8032 / 8051 จะใช้ 26 ตำแหน่งหรือมี SFR 26 ตัว

2.3.5.1 Program Status Word)

รีจิสเตอร์ตัวนี้เรียกย่อ ๆ ว่า PSW จะอยู่ที่ตำแหน่ง D0H ซึ่งสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้โดยรีจิสเตอร์นี้จะเป็นตัวบอกสภาวะต่าง ๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ความหมายของแต่ละบิตแสดงได้ดังตารางที่ 2.3

บิต	ชื่อบิต	ตำแหน่ง	ความหมาย
PSW.7	CY	D7H	แฟลกตัวทด
PSW.6	AC	D6H	แฟลกตัวช่วยทด
PSW.5	F0	D5H	แฟลก 0
PSW.4	RS1	D4H	บิตสำหรับเลือกชุดรีจิสเตอร์ 1
PSW.3	RS0	D3H	บิตสำหรับเลือกชุดรีจิสเตอร์ 0
			00 = ชุด 0 ; ตำแหน่ง 00H – 07H 01 = ชุด 1 ; ตำแหน่ง 08H – 0FH 10 = ชุด 2 ; ตำแหน่ง 10H – 17H 11 = ชุด 3 ; ตำแหน่ง 18H – 1FH
PSW.2	OV	D2H	แฟลกค่าเกิน
PSW.1	-	D1H	รีเซิฟว์
PSW.0	P	D0H	อีเวนพารีตี้แฟลก

ตารางที่ 2.3 แสดงบิตและหน้าที่ต่าง ๆ ใน PSW

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. แฟลกตัวทด (Carry Flag : CF) บิตนี้เป็นบิตที่ 7 ของ PSW บิตนี้จะมีความสำคัญหากมีการกระทำทางคณิตศาสตร์โดยบิตนี้จะเซ็ต เมื่อเกิดการทดของบิตที่ 7 ขณะทำการบวกเลข หรือ เซ็ตเมื่อเกิดการยืมของบิตที่ 7 เมื่อเกิดการลบเลข

2. แฟลกตัวช่วยทด (Auxiliary Carry Flag) เมื่อมีการบวกแบบ Binary - Code – Decimal (BCD) บิต แฟลกตัวช่วยทด (AC) หรือบิตตัวช่วยทดจะถูกเซ็ต เมื่อมีการทดจากบิตที่ 3 ไปบิตที่ 4 หรือถ้าใน Lower Nibble มีค่าระหว่าง OAH - OFH เนื่องจากรหัส BCD นี้มีค่าได้มากที่สุดแค่ 9 ถ้าหากมีการบวกเลขแบบ BCD จะต้องตามด้วยคำสั่ง DAA (Decimal Adjust Accumulator) เพื่อปรับค่าที่มีค่าเกิน 9 โดยบวกเลข 6 เข้าไป จะทำให้เป็นรหัส BCD ที่แทนเลขฐานสิบได้

3. แฟลกศูนย์ (Flag 0) เป็นแฟลก ที่ผู้ใช้สามารถใช้งานทั่วไปได้

4. บิตเลือกชุดรีจิสเตอร์ (Register Bank Select Bits) ตามที่ทราบมาแล้วว่าใน MCS - 51 จะมีชุดรีจิสเตอร์อยู่ 4 ชุด ถ้าจะเลือกให้ชุดใดแอคทีฟจะกำหนดได้ในบิต RS1 และ RS2 ของ PSW และจะเคลียร์ ตัวเองเมื่อระบบถูกรีเซ็ต ถ้าหากต้องการติดต่อกับชุดรีจิสเตอร์ 3 โดยย้าย ข้อมูลจาก R7 (ตำแหน่ง 1FH) มาเก็บในแอคคิวมิวเลเตอร์

5. แฟลกค่าเกิน (Overflow Flag) แฟลก OV จะถูกเซ็ต หลังจากการกระทำทางคณิตศาสตร์แล้วเกิดค่าเกิน คือจำนวนที่เกิดจากการบวกหรือการลบ มีค่าเกินกว่าที่จำนวนไบต์จะเป็นไปได้คือ มากกว่า +128 หรือน้อยกว่า -125 ตัวอย่างเช่น ถ้าเกิดการบวกเลขสองจำนวนนี้จะเกิดการเซ็ต บิต OV ขึ้นใน PSW

6. บิตพาริตี้ (Parity Bit) พาริตี้บิต (P) เป็นบิตที่บอกค่าพาริตี้ของรีจิสเตอร์ แอคคิวมิวเลเตอร์ซึ่งอาจเป็นตัวตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลได้ โดยจะเซ็ตหรือเคลียร์ขึ้นกับ แอคคิวมิวเลเตอร์ เช่น ถ้าแอคคิวมิวเลเตอร์มีค่าเป็น 10101101B บิต P จะเป็น “1”

2.3.5.2 รีจิสเตอร์ B (B Register)

รีจิสเตอร์ B จะอยู่ตำแหน่ง F0H ของหน่วยความจำข้อมูลภายใน เป็นรีจิสเตอร์ที่สามารถใช้งานทั่วไปได้ โดยทั่วไปรีจิสเตอร์นี้จะใช้คูณ หรือหารกับรีจิสเตอร์แอคคิวมิวเลเตอร์ เช่น การทำคำสั่ง MUL AB ซึ่งเป็นการคูณแบบ 8 บิต โดยผลลัพธ์ที่ได้จะมีขนาด 16 บิต ซึ่งรีจิสเตอร์ A จะเก็บค่า 8 บิตต่ำ และรีจิสเตอร์ B จะเก็บค่า 8 บิตสูง สำหรับการหารโดยการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำคำสั่ง DIV AB โดยค่าใน A จะถูกหารด้วย B ผลลัพธ์ที่ได้จะเก็บใน รีจิสเตอร์ AB โดย B จะเก็บค่า 8 บิตต่ำและ A จะเก็บค่า 8 บิตสูง รีจิสเตอร์ B นี้สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ โดยตำแหน่งของบิตคือตำแหน่ง F0H ถึง F7H

2.3.5.3 ตัวชี้สแตค (Stack Pointer)

ตัวชี้สแตค (SP) เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต อยู่ตำแหน่ง 81H การเขียนค่าเข้าไปในตำแหน่งที่ตัวชี้สแตคชี้อยู่นี้ เรียกว่า "Pushing" สำหรับการอ่านค่าที่ SP ชี้อยู่ เรียกว่า "Poping" ค่าของตัวชี้สแตคจะเพิ่มขึ้นหนึ่งก่อนที่จะเขียนข้อมูลลงไปและจะลดลงหนึ่งเมื่ออ่านข้อมูลออกมาแล้ว หากโปรแกรมทำคำสั่ง Call จะใช้รีจิสเตอร์สแตคนี้เก็บค่าตำแหน่งเดิมของโปรแกรม (PC) ก่อนที่จะทำโปรแกรมย่อยเมื่อทำโปรแกรมย่อยเสร็จแล้วจะคืนค่าในสแตคให้กับโปรแกรม ตามเดิม โดยปกติค่าโปรแกรม จะกำหนดให้อยู่ในแรมภายใน

2.3.5.4 รีจิสเตอร์ Data Pointer (DPTR)

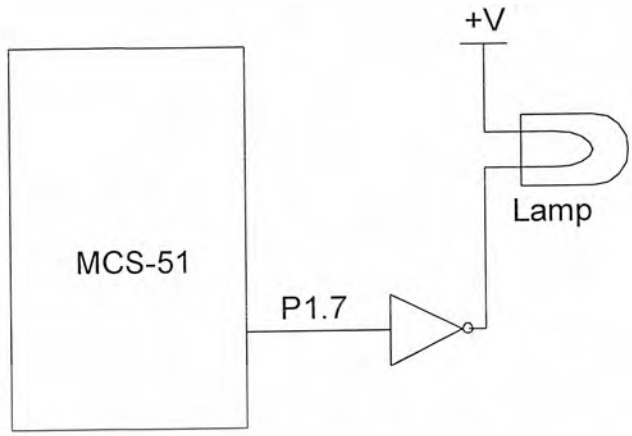
รีจิสเตอร์ นี้ใช้สำหรับชี้ตำแหน่งรหัสโปรแกรมหรือข้อมูลในหน่วยความจำ โดยเป็น รีจิสเตอร์ขนาด 16 บิต ซึ่งประกอบด้วยรีจิสเตอร์ 2 ตัว คือ DPL ตำแหน่งที่ 82H โดยจะเก็บเป็น 8 บิตต่ำ และ DPH ตำแหน่งที่ 83H โดยจะเก็บค่า 8 บิตสูง รีจิสเตอร์ทั้งสองตัวนี้จะรวมกันกลายเป็นรีจิสเตอร์ 16 บิต ถ้าหากต้องการเก็บค่า 55H ไปยังตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลภายนอกตำแหน่งที่ 1000H

2.3.5.5 รีจิสเตอร์พอร์ท (Port Registers)

ใน MCS - 51 ค่าของพอร์ทจะหมายถึงค่าของหน่วยความจำด้วย หากต้องการส่งข้อมูลจากพอร์ท ก็เพียงอ่านค่าจากตำแหน่งที่หน่วยความจำที่พอร์ทนั้นอยู่ใน MCS - 51 พอร์ท 0 จะอยู่ที่ตำแหน่ง 80H, พอร์ท 1 จะอยู่ที่ตำแหน่ง 90H, พอร์ท 2 จะอยู่ที่ตำแหน่ง A0H และพอร์ท 3 จะอยู่ที่ตำแหน่ง B0H พอร์ท 0, 2 และ 3 โดยทั่วไปแล้วจะไม่ใช้ถ้าหากมีการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกหรือใช้เป็นพอร์ทพิเศษ (เช่น อินเทอร์รัพท์, พอร์ทสื่อสารอนุกรม) โดยปกติแล้วจะใช้ พอร์ท 1 ในการติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกพอร์ททุกพอร์ทสามารถอ้างถึงข้อมูลในระดับบิตได้ ตัวอย่างเช่น ถ้าพอร์ท 1 บิต 7 ต่อกับหลอดไฟไว้ดังรูปที่ 2.7 โดยมีเกตแบบ OC ช่วยขับกระแสการปิดเปิดหลอดไฟทำได้โดยการ เซ็ต หรือ เคลียร์ บิต 7 ของพอร์ท 1 นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.7 การใช้ MCS – 51 ปิด - เปิดหลอดไฟ

2.3.5.6 รีจิสเตอร์เวลา (Timer Registers)

ใน MCS – 51 เบอร์ 8051 จะมีรีจิสเตอร์ที่ใช้นับและจับเวลาขนาด 16 บิต 2 ตัวคือ Timer 0 อยู่ที่ตำแหน่ง 8AH และ 8CH โดยตำแหน่ง 8AH หมายถึง TL0 ซึ่งจะเป็น 8 ไบต์ต่ำ และ 8CH หมายถึง 8 ไบต์สูง TH0 รีจิสเตอร์อีกตัวคือ ไทม์เมอร์ 1 โดยแบ่งเป็น TL1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8BH เป็นไบต์ต่ำและ TH1 อยู่ที่ตำแหน่ง 8DH เป็นไบต์สูง การใช้ไทม์เมอร์ จะต้องกำหนดการทำงานในรีจิสเตอร์ TMOD (Timer / Counter Mode Control Register) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 88H เสียก่อน

2.3.5.7 รีจิสเตอร์พอร์ทอนุกรม (Serial Port Register)

MCS – 51 จะมีพอร์ทสื่อสารอนุกรม (Serial Port) อยู่ภายในชิพ ซึ่งสามารถจะรับหรือส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ SBUF (Serial Data Buffer) ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 99H โดยถ้าต้องการส่งข้อมูลแบบอนุกรมให้เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์นี้ ตัวพอร์ทอนุกรมสามารถ โปรแกรมให้ทำงานได้ 4 โหมด โดยโปรแกรมผ่านรีจิสเตอร์ SCON (Serial Port Control Register) ตำแหน่ง 98H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
55499

2.3.5.8 รีจิสเตอร์อินเทอร์รัพท์ (Interrupt Port Register)

MCS – 51 สามารถอินเทอร์รัพได้ 5 ตำแหน่งโดยมี 2 - priorite ตัวอินเทอร์รัพจะไม่ทำงานหลังจากระบบถูกรีเซ็ต และ ทำงานหลังจากที่เขียนข้อมูลไปที่รีจิสเตอร์ IE หรือตำแหน่ง A8H ลำดับความสำคัญสามารถเซ็ตได้ที่รีจิสเตอร์ IP หรือตำแหน่ง B8H

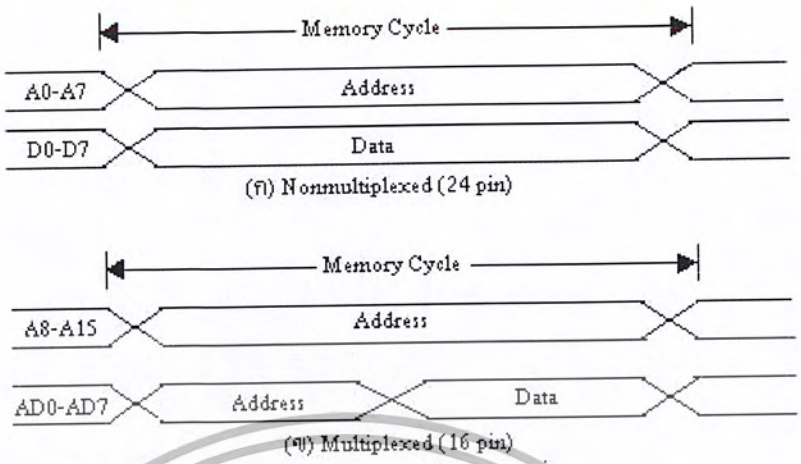
2.3.5.9 Power Control Register (PCON)

รีจิสเตอร์ PCON อยู่ที่ตำแหน่ง 87H ใช้หยุดการทำงานของ MCS – 51 โดยจะหยุดจ่ายสัญญาณนาฬิกาให้ระบบ ทำให้ข้อมูลต่าง ๆ ภายใน MCS – 51 ไม่มีการเปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ยังลดพลังงานไฟฟ้าที่จ่ายให้ MCS – 51 ลงด้วย

2.3.6 หน่วยความจำภายนอก (External Memory)

MCS – 51 สามารถอ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64 กิโลไบต์ และอ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 กิโลไบต์ MCS – 51 จะใช้พอร์ท 0 ในการอ้างตำแหน่งหน่วยความจำ 8 บิตล่าง และใช้พอร์ท 0 เป็นพอร์ทข้อมูล (Data) ด้วย โดยใช้ขา ALE มาคงค่าข้อมูลพอร์ท 0 และใช้พอร์ท 2 เป็นขาอ้างตำแหน่ง 8 บิตบน (รวมขาอ้างตำแหน่ง 16 เส้น ซึ่งอ้างได้ 64 กิโลไบต์) นอกจากพอร์ท 0 จะใช้งาน 2 หน้าที่ในการติดต่อกับหน่วยความจำจะใช้ วิธีมัลติเพล็กซ์ระหว่าง ตำแหน่งกับข้อมูล พิจารณาจากรูป ถ้าต้องการติดต่อกับหน่วยความจำที่เก็บข้อมูล 8 บิต และเก็บได้ 64 กิโลไบต์ จะต้องใช้สายสัญญาณ 24 เส้น คือ เป็นขาตำแหน่ง 16 เส้น และขาข้อมูล 8 เส้น ดังรูป แต่ถ้าใช้วิธีมัลติเพล็กซ์คือใช้ขา A0 - A7 เป็นขาข้อมูลด้วยคือ D0 - D7 จะใช้สายสัญญาณเพียง 16 เส้นเท่านั้น จากรูปที่ 2.12 จะเห็นว่าเมื่อต้องการติดต่อกับหน่วยความจำจะส่งสัญญาณตำแหน่ง A0 - A15 ออกมาก่อน 16 เส้น และเวลาต่อมาขา A0 - A7 จะถูกเปลี่ยนเป็น D0 - D7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

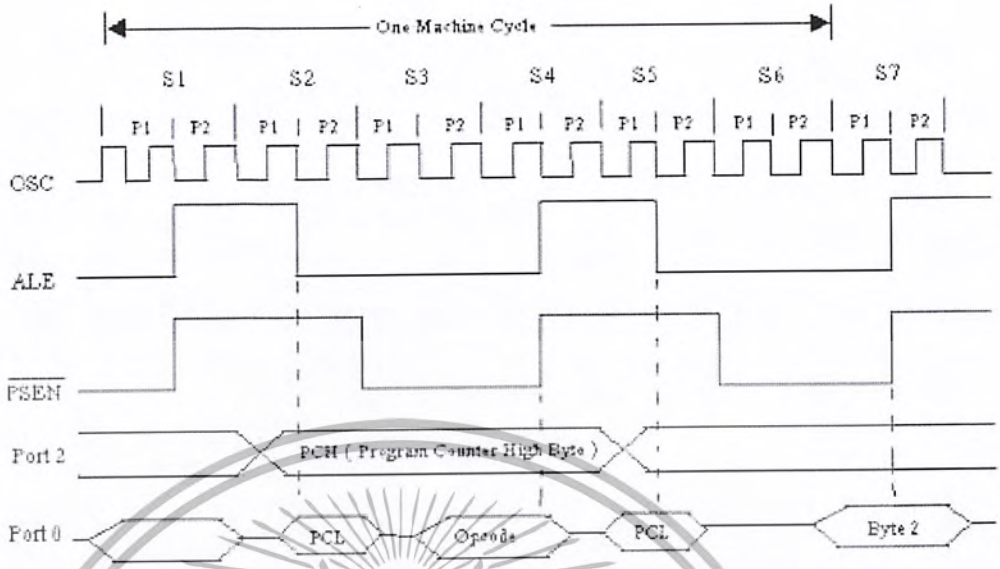


รูปที่ 2.8 ไดอะแกรมกลุ่มสัญญาณที่ใช้อ่านข้อมูล

2.3.6.1 การติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก MCS – 51 จะส่งค่าตำแหน่งของหน่วยความจำออกไปก่อน ซึ่งค่าตำแหน่งจะเก็บอยู่ใน PC โดยส่งออกไปทางพอร์ท 0 และพอร์ท 2 จากนั้นเวลาต่อมาจะส่งขา ALE ให้เป็นลอจิก “0” เพื่อคงค่าตำแหน่งของ 8 บิตต่ำ คือ พอร์ท 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณทางขา PSEN ให้เป็นลอจิก “0” เพื่ออ่านข้อมูลซึ่งจะได้ออปโค้ด เข้าไปทางขาบัสข้อมูล คือ พอร์ท 0 ไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำภายนอกแสดงได้ดังรูปที่ 2.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ไดอะแกรมเวลาการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

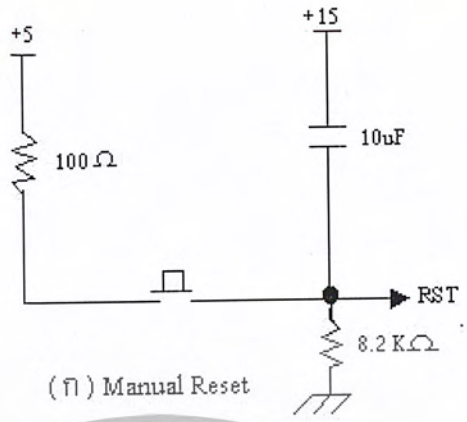
2.3.6.2 การติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก

หน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS – 51 สามารถอ่านและเขียนได้ ในการติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก MCS – 51 จะส่งขากำหนดตำแหน่งออกไปทางพอร์ท 0 และพอร์ท 2 จากนั้นจะส่งขา ALE เพื่อไปคงค่าตำแหน่ง 8 บิตต่ำ โดยการอ่านเขียนข้อมูลนั้นจะใช้ขา RD (P3.7) และขา WR (P3.6) ตามลำดับ

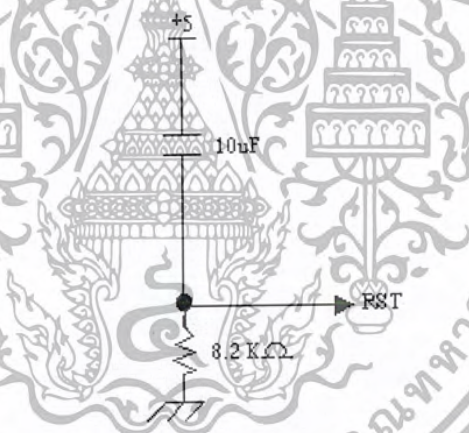
2.3.6.3 กระบวนการรีเซ็ต (Reset Operation)

การรีเซ็ตหรือเริ่มต้นทำงานใหม่ของ MCS - 51 จะต้องให้ลอจิก “1” ที่ขา RST เป็นเวลา 2 คาบเวลา (1 คาบเวลา เท่ากับ 12 สัญญาณนาฬิกา) จากนั้นให้กลับเป็นลอจิก “0” การ รีเซ็ตอาจทำได้โดยใช้สวิตซ์กด ดังรูปที่ 2.18 (ก) หรือใช้วิธี Power - up โดยใช้ตัว R - C ต่อเป็น วงจรดังรูปที่ 2.10 (ข)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 (ก) Manual Reset



รูปที่ 2.10 (ข) Power – On Reset

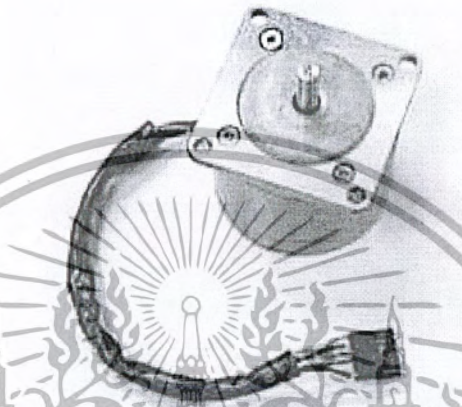
2.4 สเต็ปมอเตอร์ (STEPPING MOTOR)

สเต็ปมอเตอร์ เป็นมอเตอร์ที่ขับเครื่องด้วยพัลส์ ลักษณะการขับเคลื่อน จะหมุนรอบแกนได้ 360 องศา มีลักษณะไม่ต่อเนื่อง แต่มีลักษณะเป็นสเต็ป โดยแต่ละสเต็ปจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5,1.8 หรือ 2 องศา แล้วแต่ละโครงสร้างของมอเตอร์ลักษณะที่ นำมอเตอร์ไปใช้ จะเป็นงานที่ต้องการตำแหน่งแม่นยำ เช่น ระบบขับเคลื่อนหัวแม่พิมพ์ในเครื่องพิมพ์ (PRINTER) ระบบขับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เคลื่อนหัวอ่านในเครื่องอ่านบันทึกจานแม่เหล็ก ระบบขับเคลื่อนตำแหน่งของปากกาใน X-Y PLOTER เป็นต้น

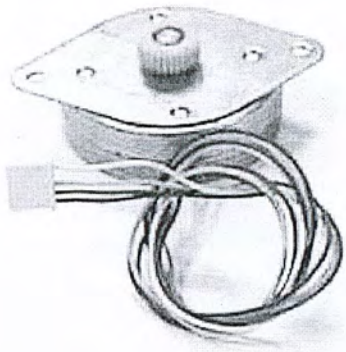
2.4.1 ชนิดและโครงสร้างของสเต็ปมอเตอร์



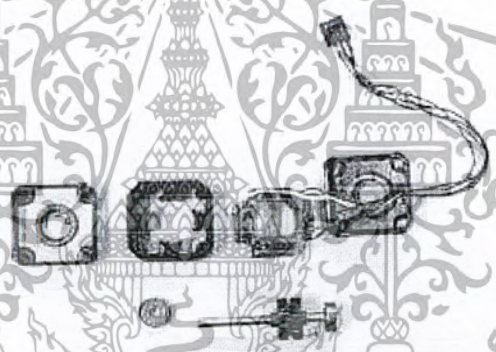
รูปที่ 2.11 สเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 5 เส้น

รูปที่ 2.12 สเต็ปมอเตอร์แบบมีสาย 6 เส้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 สเต็ปมอเตอร์แบบไบโพลาร์



รูปที่ 2.14 แสดงภาพถ่ายโครงสร้างสเต็ปมอเตอร์

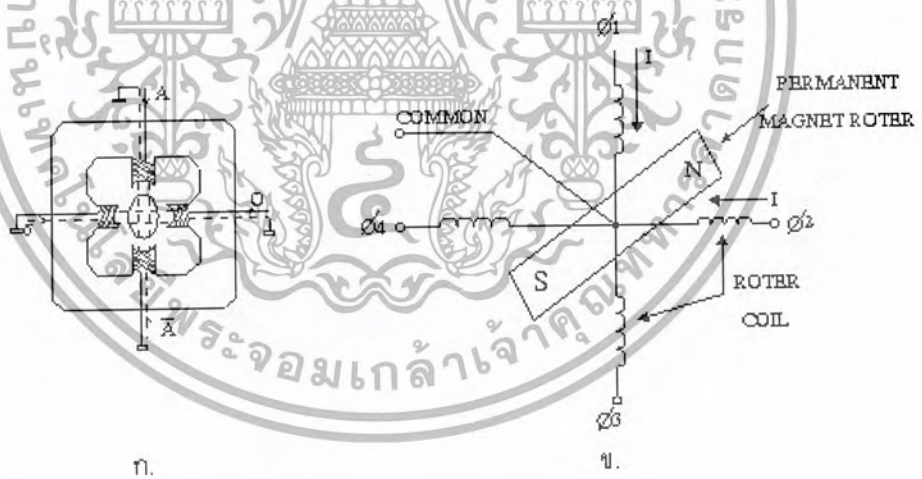
สเต็ปมอเตอร์ในปัจจุบันมี 3 ลักษณะดังนี้

1. แบบแม่เหล็กถาวร (PERMANENT MAGNET_PM) สเต็ปมอเตอร์แบบ PM จะมีสเตเตอร์ (STATOR) ที่พันขดลวดไว้หลาย ๆ โพล โดยมี โรเตอร์ (ROTOR) เป็นรูปทรงกระบอกฟันเลื่อย และโรเตอร์ทำด้วยแม่เหล็กถาวร เพื่อป้อนไฟกระแสตรง ให้กับขดสเตเตอร์ จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กไฟฟ้าผลักต่อโรเตอร์ ทำให้มอเตอร์หมุนมอเตอร์แบบ PM จะเกิดแรงฉุดยึดให้โรเตอร์หยุดอยู่กับที่ แม้จะไม่ได้ป้อนไฟเข้าขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. แบบแปรค่ารีลักแตนซ์ (VARIABLE RELUCTANCE- VR) สเต็ปมอเตอร์แบบ VR จะมีการหมุนโรเตอร์ได้อย่างอิสระ แม้จะไม่ได้จ่ายไฟให้โรเตอร์ทำจากสารเฟอร์โรแมกเนติกกำลังอ่อน มีลักษณะเป็นฟันเลื่อย รูปทรงกระบอกโดยจะมีความสัมพันธ์ โดยตรงกับจำนวนโพลในสเตเตอร์ แรงบิดที่เกิดขึ้นจะไปหมุนโรเตอร์ ไปในเส้นทางของอำนาจแม่เหล็กที่มีค่ารีลักแตนท์ต่ำที่สุด ตำแหน่งที่จะเกิดแน่นอนและมีเสถียรภาพแต่จะเกิดขึ้นได้หลาย ๆ จุดดังนั้นเมื่อป้อนไฟเข้าขดลวดต่าง ๆ ในมอเตอร์แตกต่างขดกันไป ก็ทำให้มอเตอร์ หมุนไปตำแหน่งต่าง ๆ กันโรเตอร์ของ VR จะมีความเฉื่อยของโรเตอร์น้อยจึงมีความเร็วรอบสูงกว่ามอเตอร์แบบ PM

3. แบบผสม (HYBRID-H) สเต็ปมอเตอร์แบบ H จะเป็นลูกผสมของ VR กับ PM โดยจะมีสเตเตอร์คล้ายกับที่ใช้ใน VR โรเตอร์มีหมวกหุ้ม ปลายซึ่งมีลักษณะของสารแม่เหล็กที่มีกำลังสูง โดยการควบคุมขนาดรูปร่างของหมวกแม่เหล็กอย่างดีทำให้ได้มุม การหมุนและครั้งน้อยและแม่นยำ ข้อดีก็คือ ให้แรงบิดสูงและมีขนาดกระทัดรัด และให้แรงฉุดยึดโรเตอร์นิ่งกับที่ตอน ไม่จ่ายไฟ



ก. ข.

รูปที่ 2.15 แสดง (ก) โครงสร้าง (ข) วงจรเทียบเท่า (equivalentcircuit) ของมอเตอร์ชนิด 4 ขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟสที่จ่ายกระแสไฟฟ้า	ϕ_1	$\phi_1\phi_2$	ϕ_2	$\phi_2\phi_3$	ϕ_3	$\phi_3\phi_4$	ϕ_4	$\phi_4\phi_1$
ตำแหน่งโรเตอร์	⇧	⇗	⇨	⇘	⇩	⇙	⇦	⇖

ตารางที่ 2.5 แสดงมุมของโรเตอร์เทียบกับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายแก่เฟสต่าง ๆ 8 ตำแหน่ง

จากลักษณะของมุมโรเตอร์หมุนกับกระแสไฟที่ป้อนแก่เฟสต่าง ๆ จะสามารถสั่งงานให้สเต็ปมอเตอร์หมุนได้ 3 อย่าง คือ

1. แบบจ่ายกระแสไฟให้เฟสเดียววนเวียนกันไป เรียก ONE-EXCITATION หรือ HALF DRIVE คือ f1 , f2 f3, f4 การ OUT EXCITATION แบบนี้แรงบิดจะน้อย

2. แบบจ่ายกระแสไฟให้พร้อมกันทีเดียว 2 f เรียก TWO-EXCTATION หรือ FULL STEP คือ f1f2 , f2f3 , f3f4 , f4f1 หมุนเวียนกันไปแบบนี้แรงบิดจะมาก

3. แบบจ่ายกระแสไฟให้ทีละ 1 เฟส สลับกับ 2 เฟส เรียก ONE-TWO EXCITATION หรือครึ่งสเต็ป เหมือนรูปแสดงของมุมโรเตอร์ตารางที่ 2.6 แต่แบบนี้จำนวนสเต็ปทวนเข็มจะเป็นตรงกันข้าม

สเต็ป	เฟส A	เฟส B	เฟส C	เฟส D
1	1	0	0	0
2	0	1	0	0
3	0	0	1	0
4	0	0	0	1

ตารางที่ 2.6 การจ่ายกระแสให้แก่เฟสต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 การตรวจสอบหาสายร่วม และสายกราวด์ ของสเต็ปมอเตอร์ แบบ PM (แบบแกนโรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวร) โดยทั่วไป สเต็ปมอเตอร์ แบบ PM จะมีอยู่ 2 ชนิด

1. ชนิดที่เป็นสายร่วมภายนอก (สเต็ปมอเตอร์) แบบนี้มีสายอยู่ 6 เส้น คือ สายที่เป็นสายร่วม 2 เส้น สายที่เป็นกราวด์ 4 เส้น สายร่วม 1 เส้น จะต่อกราวด์ 2 เส้น ในการเช็คให้ใช้มิเตอร์วัดหาสายที่เป็นสายร่วมก่อน โดยการตั้งย่านการวัดของมิเตอร์ที่ R*1 จับที่สายทีละคู่ ถ้าหากวัดสายร่วมเทียบกับสายกราวด์ ได้ถูกต้องค่าความต้านทานที่อ่านได้จะน้อย แต่ถ้าวัดผิดสาย คือวัดสายกราวด์ เทียบกับกราวด์ ค่าความต้านทานที่อ่านได้จะสูงกว่าแต่ถ้าวัดสายร่วมเทียบกับสายกราวด์ ที่ไม่ใช่คู่กันแล้ว เข็มมิเตอร์ก็จะไม่กระดิก ให้ทดลองวัดเปรียบเทียบกันทีละคู่ ก็จะทราบว่าสายใดเป็นสายร่วม สายใดเป็นสาย กราวด์

2. ชนิดที่เป็นสายร่วมภายใน SP มอเตอร์ แบบนี้มีสายอยู่ 5 เส้น คือ สายที่เป็นสายร่วม 1 เส้น สายที่เป็นกราวด์ 4 เส้น ในการวัดให้ทำแบบเดียวกับการวัดสเต็ปมอเตอร์ชนิดสายร่วม ภายนอกแตกต่างกัน เพียงแบบสายร่วม ภายในสายร่วม 1 เส้น สายกราวด์ 4 เส้น ดังนั้นหากสายเส้นใดเมื่อวัดเทียบกับสายเส้นอื่น แล้วมีค่าความต้านทานน้อยที่สุดสายเส้นนั้นเป็นสายร่วม และที่เหลืออีก 4 เส้นจะเป็นสายกราวด์ การเรียงเฟสของสเต็ปมอเตอร์แบบ PM เมื่อเราทราบว่าสายเส้นใดเป็นสายร่วมแล้วแต่เรายังไม่ทราบว่าสายกราวด์ เส้นใดเป็นเฟสที่ 1 เฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 ในการเรียงเฟสนั้นให้ใช้มิเตอร์วัดโดยนำไฟบวกเข้าที่สาย COMMON วัดเทียบกับสายกราวด์เส้นใดก็ได้ 1 เส้น จะทำให้แกนโรเตอร์เคลื่อนไปข้างหน้า 1 สเต็ป เมื่อเปลี่ยนสายกราวด์ เส้นแรกเป็นเส้นที่ 2 ถ้ามอเตอร์ไม่เคลื่อนที่ไปข้างหน้าแสดงว่าการเรียงเฟส ไม่ถูกต้องก็ให้วัดเทียบกับสายกราวด์เส้นใหม่ต่อไป หากมอเตอร์เคลื่อนที่ไปข้างหน้าตามก้น วัดที่สายกราวด์เส้นต่อไปเรื่อย ๆ ก็จะทำให้ทราบว่าสายเส้นใดเป็นเฟสแรก สายเส้นใดเป็นเฟสที่ 2 เฟสที่ 3 และเฟสที่ 4 การเรียงเฟสของสเต็ปมอเตอร์ แบบ PM ทั้งชนิดที่เป็นสายร่วม ภายนอกและชนิดที่เป็นสายร่วมภายใน ใช้หลักการเดียวกัน

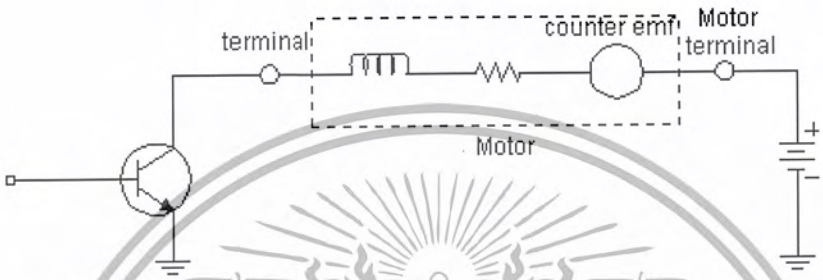
2.4.3 วงจรขับสเต็ปมอเตอร์

วงจรขับ (DRIVE) เมื่อรู้ซีเควนซ์แล้วต่อไปก็ต้องมีวงจรขับให้แก่ สเต็ปมอเตอร์ วิธีที่ง่ายที่สุดในการต่อวงจรซีเควนส์เข้ากับวงจรขับ คือ การต่อโดยตรง ดังเอาต์พุต ก และ ข แต่ถ้ากระแสเอาต์พุต ของวงจรซีเควนส์ไม่เพียงพอก็ต้องต่อบัฟเฟอร์ (BUFFER)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 ปัญหาเกี่ยวกับวงจรขับ

ขดลวดของสเต็ปมอเตอร์เป็น โหลดชนิดตัวเหนี่ยวนำ และมีค่าเปรียบเสมือนผลรวมของความเหนี่ยวนำ (Inductance) อนุกรมกับความต้านทานดังรูปที่ 2.16

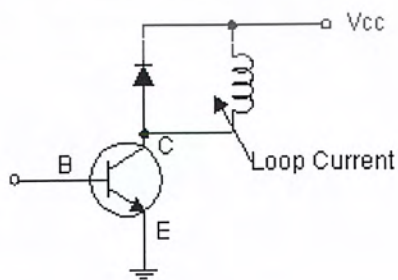


รูปที่ 2.16 วงจรสมมูลย์ (equivalent circuit) ของสเต็ปมอเตอร์

2.4.4.1 ซัพเพรสเซอร์ (SUPRESSOR)

เมื่อทรานซิสเตอร์รูป 2.17 หยุดนำกระแสจะทำให้เกิดแรงเคลื่อนไฟฟ้าค่าสูงจำนวนหนึ่ง เนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงทิศทางของการนำกระแสในตัวเหนี่ยวนำอย่างรวดเร็ว และแรงเคลื่อนไฟฟ้านี้จะเป็นอันตรายต่อทรานซิสเตอร์ ซึ่งสามารถป้องกันได้ด้วยวิธีการต่อไปนี้

1. ใช้ไดโอดซัพเพรสเซอร์

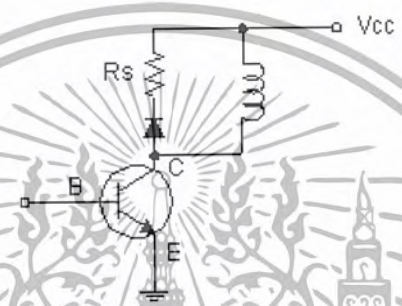


รูปที่ 2.17 การใช้ไดโอดซัพเพรสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสหมุนเวียน CIRCULATING CURRENT จะเริ่มไหลหลังจากทรานซิสเตอร์ หยุดนำกระแสและศักดาบนคอลเลคเตอร์ จะเท่ากับศักดาของแหล่งจ่ายไฟฟ้า ข้อเสียคือ กระแสจะหมุนเวียนอยู่นานและ จะทำให้เกิดแรงบิดห้ามล้อ (BREAKING TORQUE) พลังงานส่วนใหญ่จะสูญเสียเป็นความร้อนในความต้านทานของขดลวด

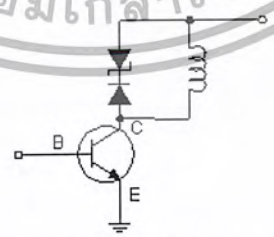
2. ใช้ไดโอดและตัวต้านทานซัพเพรสเซอร์



รูปที่ 2.18 การใช้ไดโอดและตัวต้านทานซัพเพรสเซอร์

ถ้าค่าตัวต้านทาน RS ยิ่งมากกระแสหมุนเวียนก็จะลดลงเร็วขึ้นแต่ศักดาของ คอลเลคเตอร์ในขณะกระแสไหลย้อนกลับ จะมีค่าสูงขึ้นพลังงานส่วนใหญ่สูญเสียในตัวต้านทาน RS

3. ใช้ซีเนอร์ไดโอดซัพเพรสเซอร์

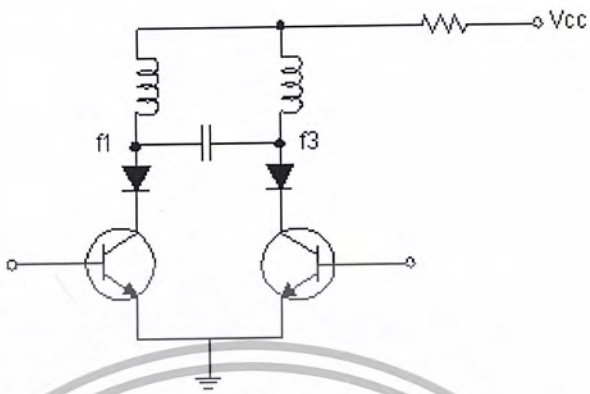


รูปที่ 2.19 การใช้ซีเนอร์ไดโอดซัพเพรสเซอร์

เมื่อทรานซิสเตอร์หยุดนำกระแส กระแสจะลดลงได้เร็วกว่า 2แบบแรก และศักดาที่ขาคอลเลคเตอร์ขณะกระแสไหลย้อน กลับจะเท่ากับศักดาของซีเนอร์บวกกับศักดาของแหล่งจ่าย ซึ่งเป็นอิสระต่อกระแสพลังงานส่วนใหญ่สูญเสียในซีเนอร์ไดโอด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. ใช้ตัวเก็บประจุซัพเพรสเซอร์



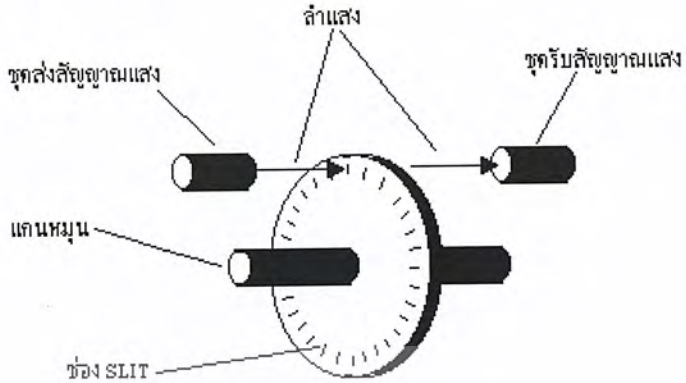
รูปที่ 2.20 การใช้ตัวเก็บประจุซัพเพรสเซอร์

จะใส่ตัวเก็บประจุให้ f1 กับ f3 และ f2 กับ f4 เมื่อทรานซิสเตอร์ หยุดนำกระแสตัวเก็บประจุ C จะต่อกับทรานซิสเตอร์ โดยผ่านไดโอด และจะดูดกลืนกระแสที่ค่อยๆ ลดลงจากขดลวดของมอเตอร์ เพื่อป้องกันทรานซิสเตอร์เสีย และยังช่วยแดมป์ไฟ คือช่วยลดความร้อนที่เกิดขึ้นในขดลวดสเตเตอร์เนื่องจากการแกว่งของโรเตอร์

2.5 เอ็นโคดเดอร์

เอ็นโคดเดอร์เป็นอุปกรณ์ที่สร้างสัญญาณพัลส์แปรผันตรงกับการหมุนของเพลา (ความถี่ของพัลส์จะเปลี่ยนตามความเร็ว) โดยพัลส์ที่ได้สามารถนำไปหาความเร็วในการหมุนได้เอนโคดเดอร์ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ ตัวกำเนิดแสง จานหมุน (rotary dik) จานอยู่กับที่ และตัวเซนเซอร์ บนแผ่นจานหมุนทำเป็นช่องโดยรอบดังแสดงในรูปที่ 2.8 และแผ่นอยู่กับที่จะมีช่องสำหรับให้แสงผ่านตรงเข้าไปยังตัวเซนเซอร์ ถ้าเป็นเอนโคดเดอร์ที่ใช้วัดความเร็วต่ำไม่ต้องมีแผ่นอยู่กับที่ก็ได้ ส่วนตัวกำเนิดแสงอาจจะเป็นหลอดไฟฟ้าหรือตัวแสดงผล LED ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

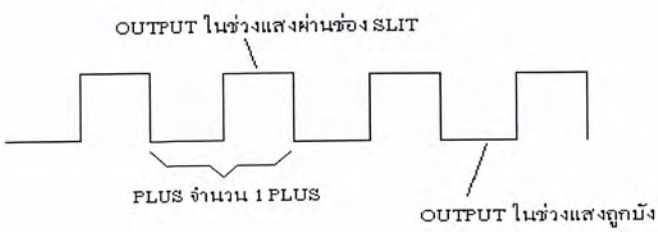


รูปที่ 2.21 ตัวอย่างกลไกของออพโตอินครีเมนท์เอ็นโคดเดอร์

โดยทั่ว ๆ ไปแล้วสำหรับสัญญาณเอาท์พุทที่ออกมาจากเอ็นโคดเดอร์โดยตรง จะมีระดับเพียงพอในการควบคุมหรือสำหรับการประมวลสัญญาณ ดังนั้นจึงต้องมีวงจรขยาย และแปลงรูปร่างลูกคลื่นต่อไว้ในตัวเอ็นโคดเดอร์ด้วยเสมอ สัญญาณที่ได้จากตัวเซนเซอร์ ปกติแล้วจะเป็นรูปสัญญาณสามเหลี่ยมหรือรูปสัญญาณซายน์ขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการ รูปสัญญาณเหล่านี้สามารถทำให้เป็นรูปสัญญาณสี่เหลี่ยมได้โดยการต่อตัวคอมพาราเตอร์เข้ากับลิเนียร์แอมพลิฟายด์ของเอนโคดเดอร์ก็จะได้เอาว์พุทเป็นรูปสี่เหลี่ยมตามต้องการ

รูปที่ 2.22 แสดงถึงลูกลูกคลื่นเอาว์สี่เหลี่ยมของเอนโคดเดอร์ชนิดหนึ่งช่องไม่ว่าเพลาจะหมุนในทิศทางใดก็ได้สัญญาณออกมาเหมือนกัน จึงเหมาะสมที่จะใช้กับงานที่ไม่กำหนดทิศทางเท่านั้น

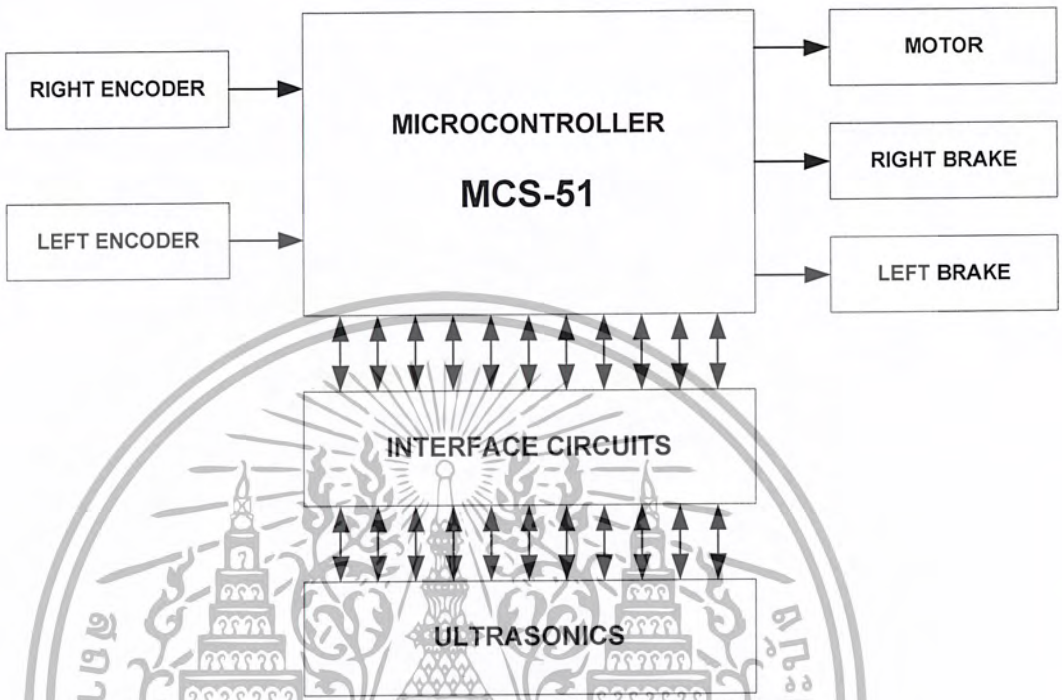
ในอินครีเมนท์เอนโคดเดอร์บางชนิดจะมีพัลส์ที่แสดงถึงจำนวนรอบของการหมุนสำหรับใช้เป็นศูนย์ในการอ้างอิงพัลส์ที่ใช้แสดงจำนวนรอบนี้จะเกิดขึ้นหนึ่งพัลส์ต่อหนึ่งรอบ โดยทั่วไปแล้วใช้บอกถึงตำแหน่งเชิงกลหรือใช้เป็นสัญญาณเคลียร์จำนวนที่นับไว้หน่วยเก็บข้อมูล



รูปที่ 2.22 ตัวอย่างลูกคลื่นเอาว์สี่เหลี่ยมของอุปกรณ์เอนโคดเดอร์ช่องเดียว (ไบไดเร็กชัน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม

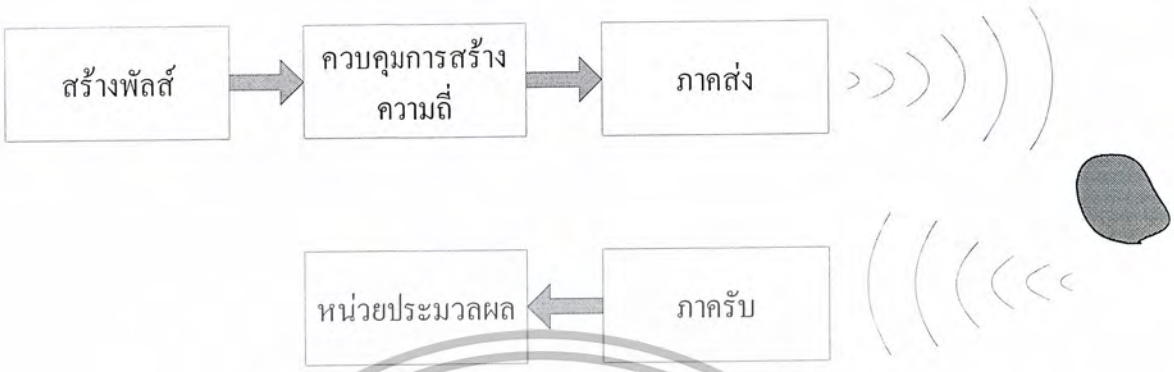


รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุม

ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคุมจะประกอบไปด้วยส่วนประกอบดังรูปที่ 3.1 เริ่มจากวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวางด้วยอุลตร้าโซนิคได้รับคำสั่งจากหน่วยประมวลผลให้ตรวจจับสิ่งกีดขวาง จากนั้นก็จะส่งผลการตรวจจับกลับไปที่หน่วยประมวลผลอีกครั้งเพื่อทำการควบคุมการทำงานของโซลินอยด์เพื่อที่จะหยุดล้อซ้ายหรือขวา และการหมุนของมอเตอร์ซึ่งจะทำหน้าที่เหมือนพวงมาลัยรถยนต์ ส่วนเอ็นโคดเดอร์จะทำหน้าที่เป็นตัวตรวจสอบระยะทางในการเคลื่อนที่ของล้อโดยจะส่งพัลส์มาให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อทำการประมวลผลหาระยะทางในการเคลื่อนที่ของล้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 วงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง



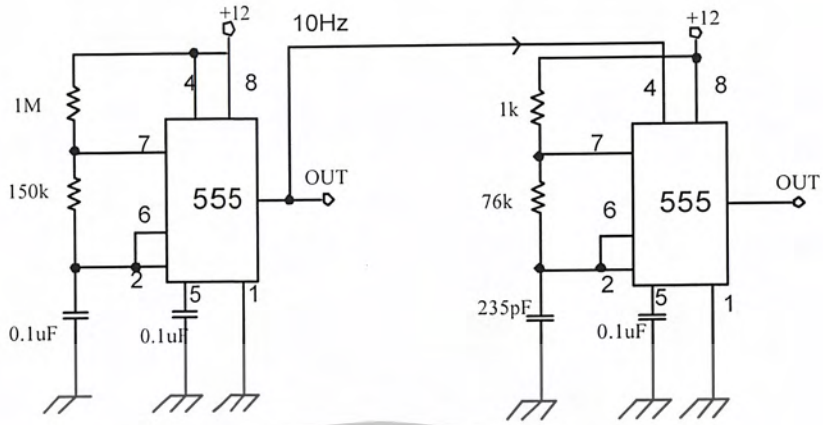
รูปที่ 3.2 แสดงการทำงานของวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวาง

ในส่วนของวงจรตรวจจับสิ่งกีดขวางมีการทำงานคร่าวๆ คือทางด้านภาคส่งจะมีวงจรสร้างพัลส์ เพื่อที่จะนำไปควบคุมช่วงเวลาในการส่งคลื่นการส่งคลื่นอัลต้าโซนิค 40KHz ทางด้านภาครับเมื่อได้รับสัญญาณแล้ว จะถูกนำมาทำการขยายเพื่อทำให้สัญญาณแรงขึ้น จากนั้นจะนำไปเปรียบเทียบสัญญาณ ที่วงจรคอมพาราเตอร์แล้วจึงป้อนให้กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อที่จะนำสัญญาณไปประมวลผลต่อไป

3.1.1 ภาคส่งวงจรคลื่นอัลตราโซนิค

วงจรภาคส่งคลื่นจะมี ไอซี 555 อยู่สองตัว โดย ไอซีตัวที่สองในรูปที่ 3.3 (ข) จะทำหน้าที่ผลิตความถี่ 40KHz ออกมา โดยความถี่ที่ออกมาจะถูกควบคุมโดย ไอซีตัวที่1 ในรูปที่ 3.3 (ก) จะผลิตความถี่ 10Hz ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) (ข)

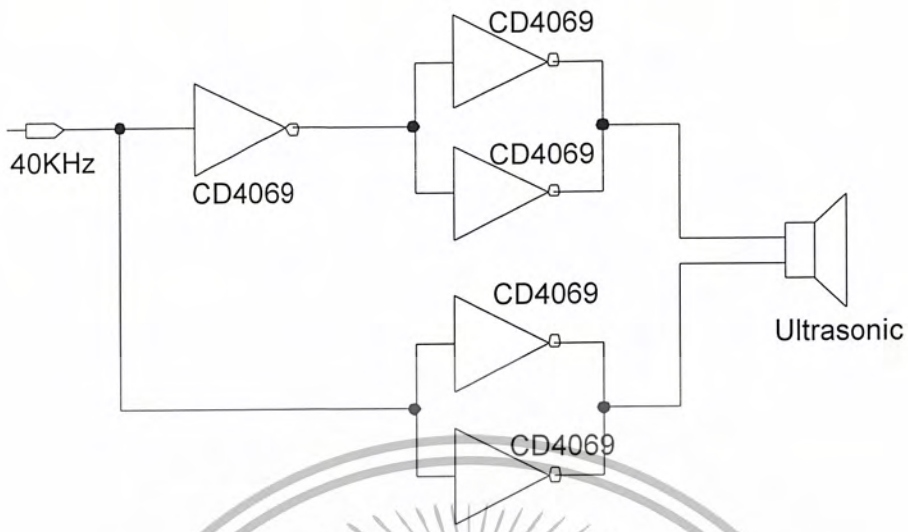
รูปที่ 3.3 แสดงวงจรภาคกำเนิดความถี่

ก. ที่ 10 Hz เพื่อนำไปควบคุมความถี่ 40 KHz

ข. ที่ 40 KHz

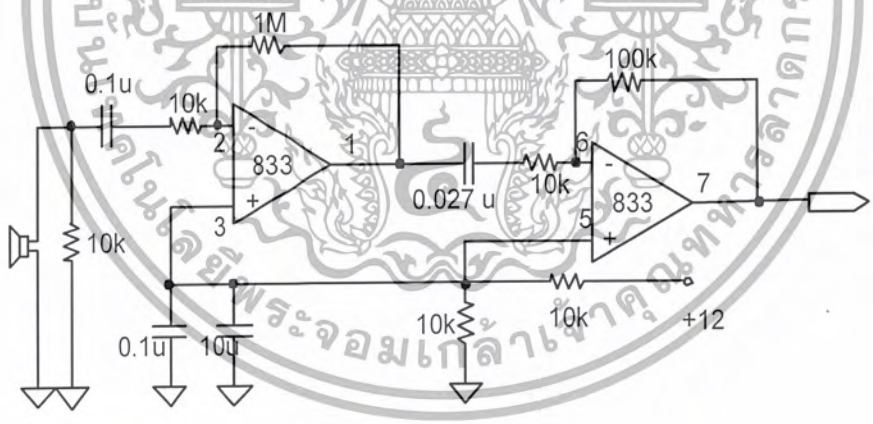
จากนั้นจะทำการขยายสัญญาณให้มีขนาดของสัญญาณมากขึ้น โดยใช้ไอซีเบอร์ CD4096 ซึ่งเป็น อินเวอร์เตอร์โดยเพิ่มทั้งซีกบวกและซีกลบ ทำให้เอาท์พุทมีขนาดสัญญาณเป็นสองเท่าของอินพุท ในที่นี้จะมีค่าประมาณ 18 Vp-p แล้วจึงทำการป้อนให้กับอัลตร้าโซนิคเพื่อส่งคลื่นออกไป ดังรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรภาคส่งคลื่นอัลตร้าโซนิค

3.1.2 วงจรภาครับคลื่นอัลตราโซนิค



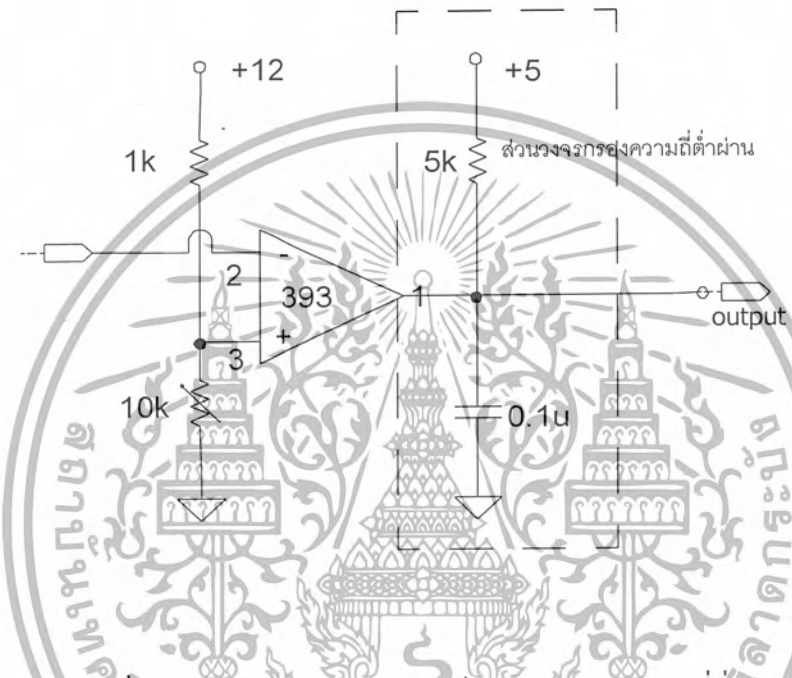
รูปที่ 3.5 แสดงวงจรภาครับ

เมื่อทรานสดิวเซอร์รับสัญญาณมาจากการสะท้อนคลื่นของภาคส่งภาคที่ตกกระทบกับวัตถุ แล้วจะมาทำการขยายสัญญาณให้มีความแรงของสัญญาณโดยใช้วงจรขยายแบบ กลับสัญญาณ โดยสัญญาณที่ได้จะมีแรงดันเป็นระดับโวลต์ จากนั้นจะทำการส่งไปเปรียบเทียบระดับสัญญาณที่วงจรคอมพาราเตอร์ ที่ขา 2 ของ U2A โดยจะเปรียบเทียบแรงดันอ้างอิงที่ขา 3 เมื่อสัญญาณที่เข้ามามีแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดันค่ามากกว่าแรงดันอ้างอิงสัญญาณที่เอาท์พุตจะเป็นศูนย์โวลต์ แต่ถ้าสัญญาณที่เข้ามามีแรงดันน้อยกว่าแรงดันอ้างอิงสัญญาณที่เอาท์พุทจะมีค่าเท่ากับไฟเลี้ยงที่ให้กับออปแอม

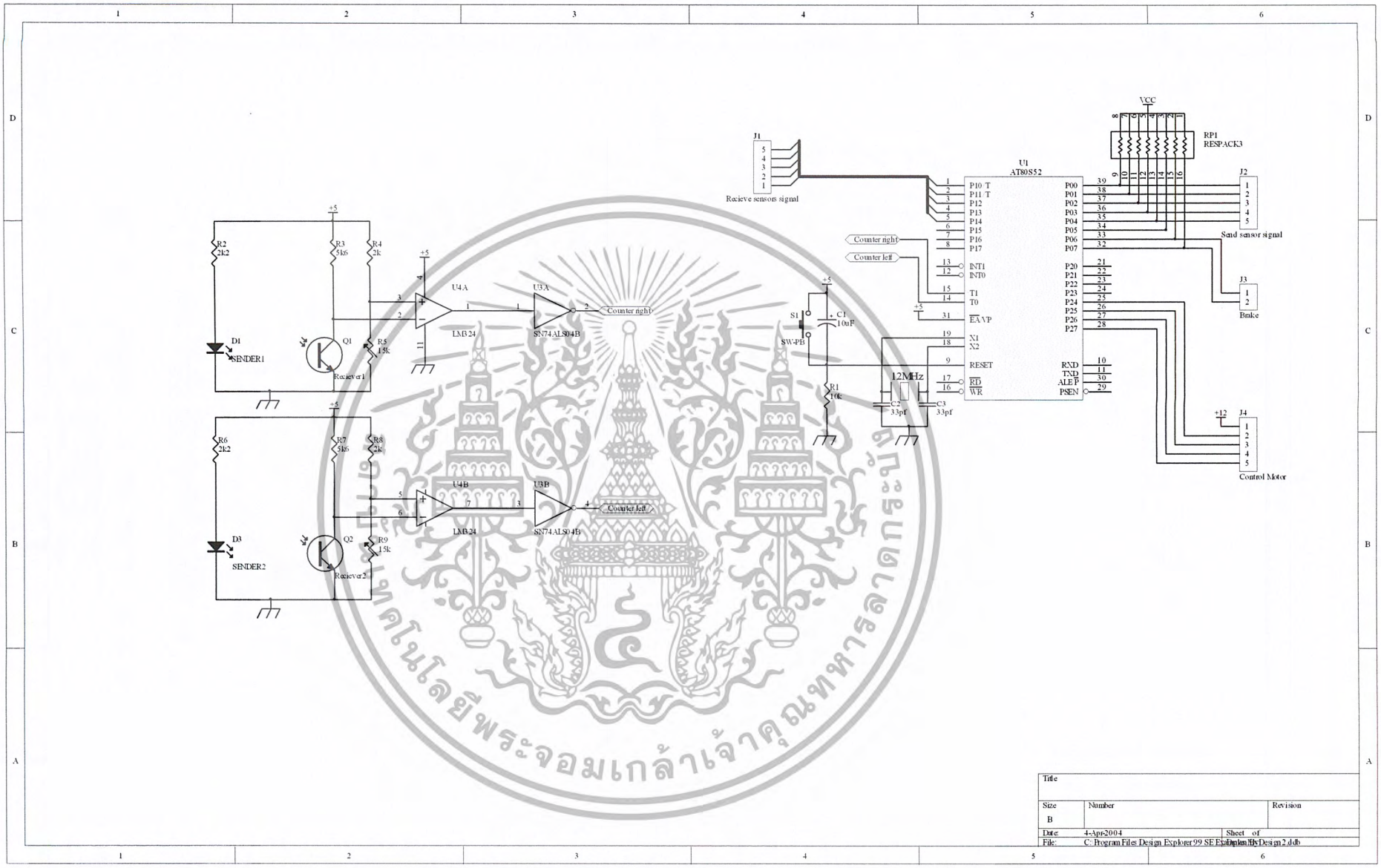
จากนั้นสัญญาณที่ได้จะถูกส่งไปยังวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน เพื่อทำการกรองเอาเฉพาะความถี่ต่ำ 10Hz ไปป้อนให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลต่อไป



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรคอมพาราเตอร์และวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

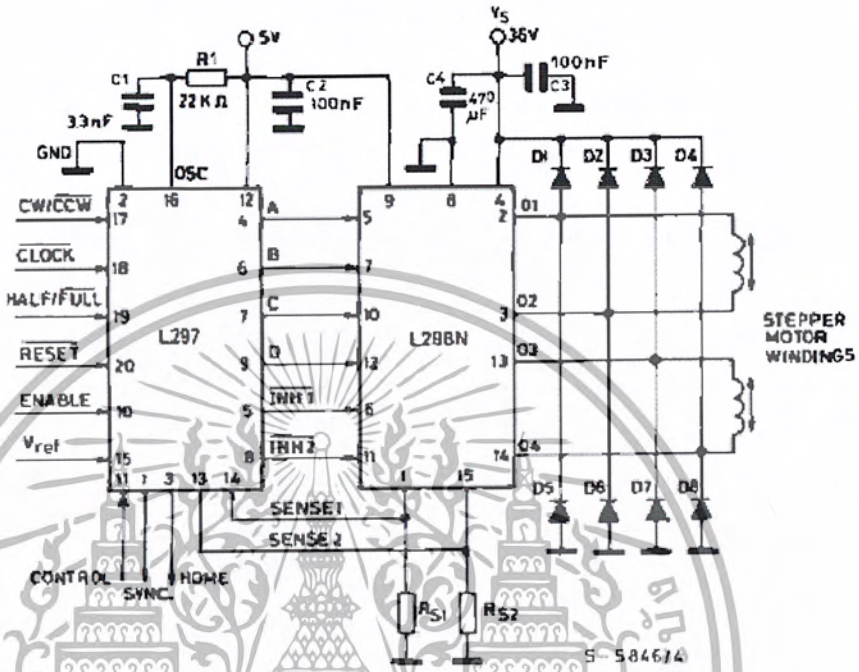
3.2 วงจรหน่วยประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรประมวลผลของไม้เท้านำทางคนตาบอด

3.3 วงจรขับสเต็ปเปอร์มอเตอร์



$R_{S1} = R_{S2} = 0.5\,\Omega$

D1 to D8 = 2 A Fast diodes { $V_F \leq 1.2\,V\ @\ I = 2\,A$; $trr \leq 200\,ns$

รูปที่ 3.8 วงจรขับสเตปเปอร์มอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดสอบและผลการทดสอบโครงงาน

4.1 การทดสอบวงจรอัลตร้าโซนิค

อุปกรณ์ที่ใช้

- Oscilloscope
- แหล่งจ่ายไฟตรง 9V, 5V
- แผ่นวัตถุผิวเรียบ

การทดสอบ

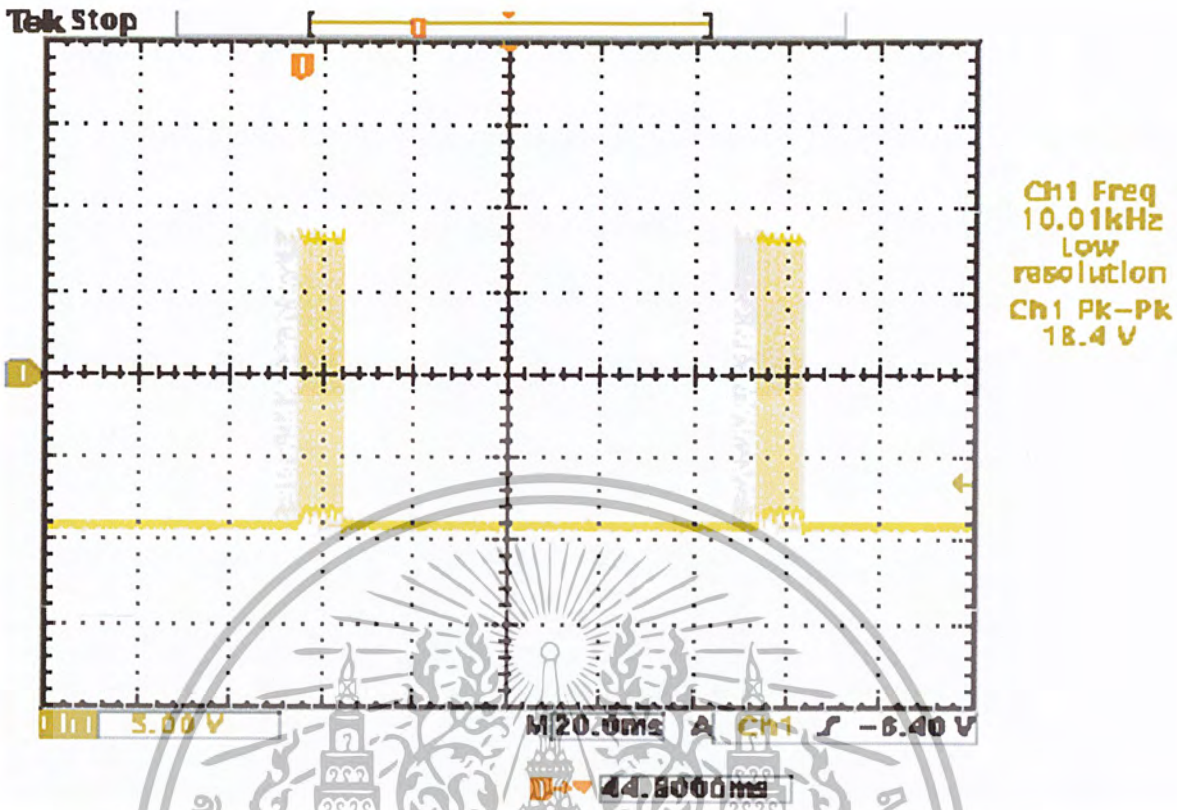
- ป้อนไฟเลี้ยงให้วงจร
- ทำการวัดความถี่ที่ภาคคลื่นว่าตรงตามเงื่อนไขหรือไม่
- ตั้งระยะห่างระหว่างทรานสดิวเซอร์ ที่ระยะ 70 cm ซึ่งเป็นระยะที่ไกลที่สุดที่ต้องการตรวจจับ จากนั้นนำ Oscilloscope วัดที่เอาท์พุตของภาครับ แล้วทำการปรับ VR 10 K ที่วงจรคอมพาราเตอร์ของเครื่องรับให้มีสัญญาณเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยมที่ดีที่สุด

-ทำการวัดค่าความถี่ที่จุดต่างๆ ของภาครับดังนี้

1.สัญญาณที่ยังไม่ผ่านการขยาย ทำการวัดที่ทรานสดิวเซอร์

2 สัญญาณที่ผ่านวงจรขยายแต่ยังไม่ผ่านวงจรคอมพาราเตอร์ ทำการวัดที่ขาเอาท์พุตของออปแอมตัวแรก3.วงจรที่ผ่านการขยายและผ่านวงจรคอมพาราเตอร์และกรองความถี่ต่ำผ่าน ทำการวัดที่เอาท์พุตของวงจรเปรียบเทียบระดับสัญญาณ โดยการวัดทั้งสามจุดจะวัดที่ระยะทางที่ต่างกัน

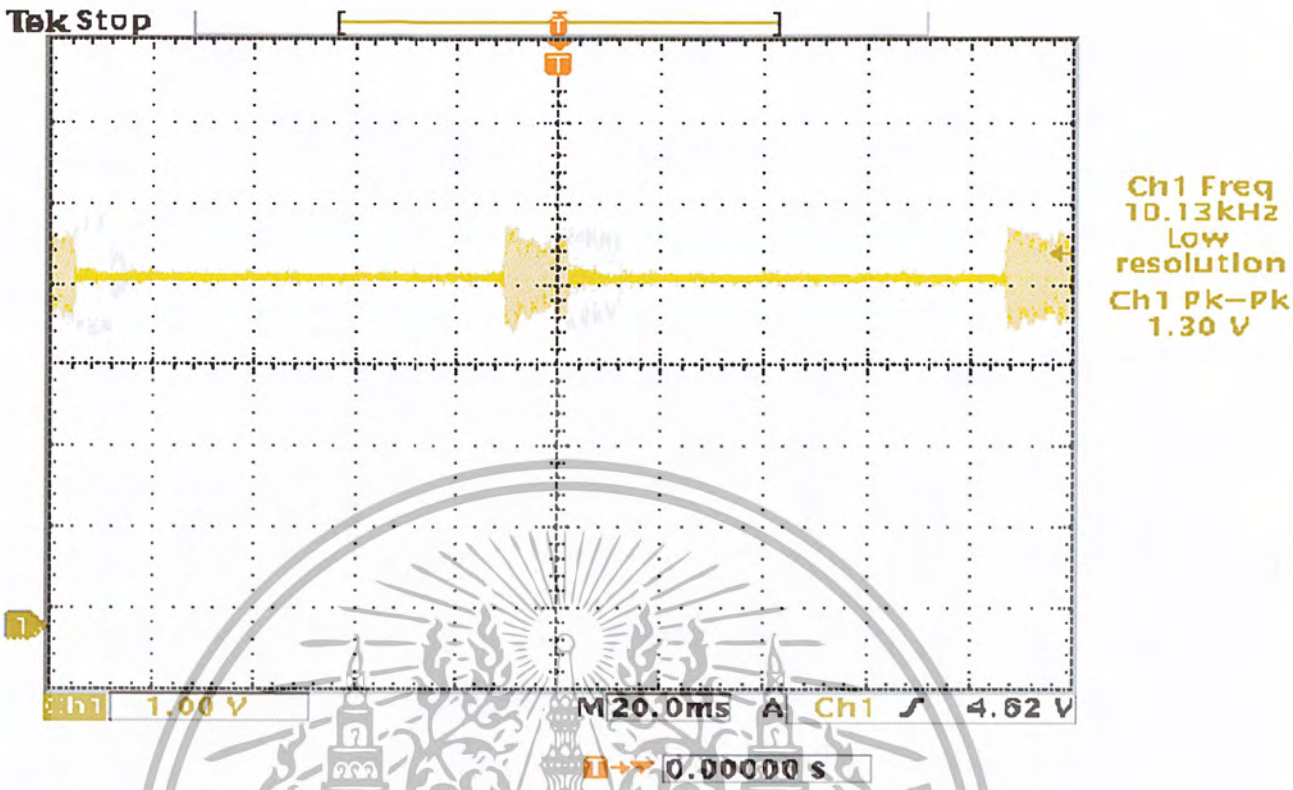
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 สัญญาณ 10Hz+40KHz ที่ได้จากวงจรในรูปที่ 3.4(ข)

จากรูปที่ 4.1 เป็นการทำการวัดที่ตัวอัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์ จะเห็นว่าสัญญาณที่วัดได้จะประกอบไปด้วยความถี่สองความถี่คือ 10 Hz และความถี่ 40KHz และมีขนาดแรงดันประมาณ 18Vp-p โดยความถี่40KHz จะแฝงไปกับความถี่10Hz ที่ความถี่10Hzจะทำการกำหนดดิวตี้ไซเคิลไว้ที่10เปอร์เซ็น เพื่อประหยัดกำลังงานไฟฟ้าที่ป้อนให้กับวงจร และเพื่อให้การคำนวณระยะทางของหน่วยประมวลผลมีเสถียรภาพ

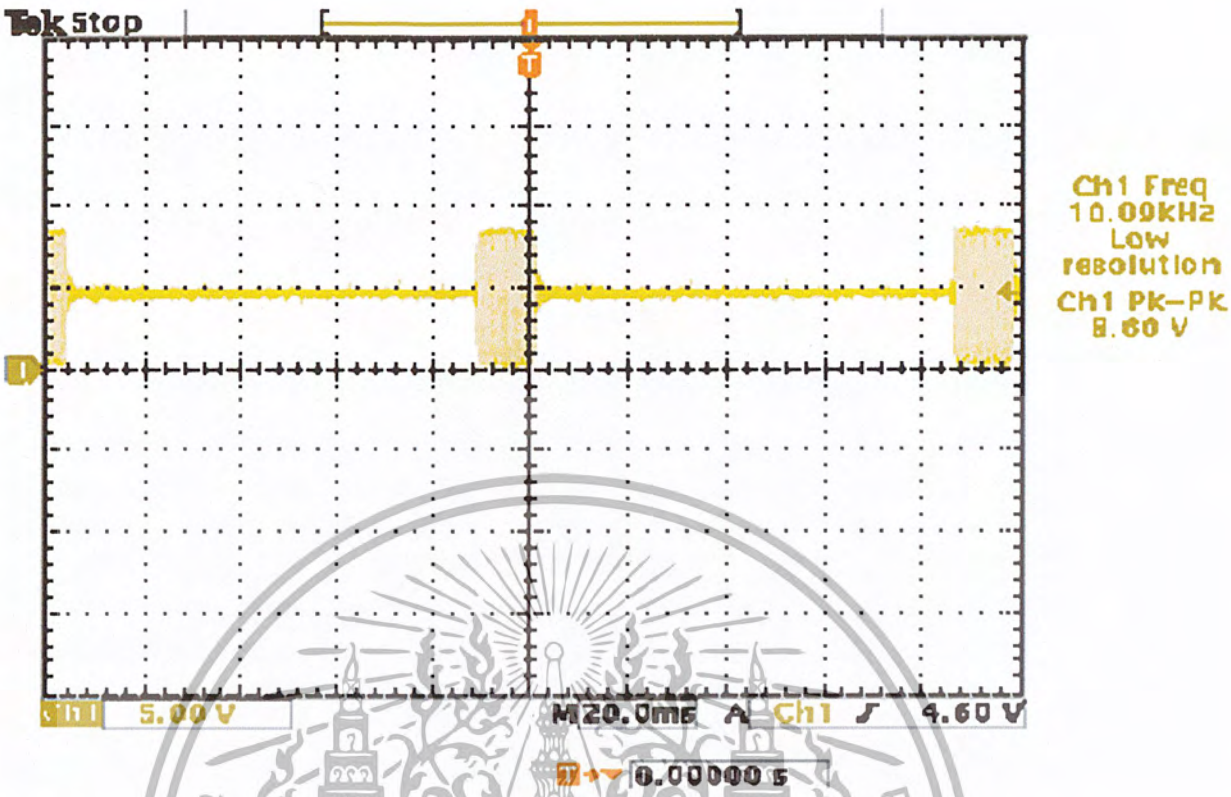
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 สัญญาณที่ตกคร่อมตัวทรานสดิวเซอร์ของภาครับที่ระยะการตรวจจับ 70 cm

รูปที่ 4.2.เป็นการวัดสัญญาณที่ตกคร่อมตัวทรานสดิวเซอร์ของภาครับที่ระยะการตรวจจับ 50 cm จะเห็นว่าสัญญาณที่ได้ยังมีขนาดเล็กและไม่สามารถที่จะนำไปใช้งานได้ ดังนั้นจึงมีความจำเป็นที่จะต้องนำสัญญาณนี้ไปผ่านวงจรขยายสัญญาณเพื่อที่จะได้ขนาดของสัญญาณที่เหมาะสม

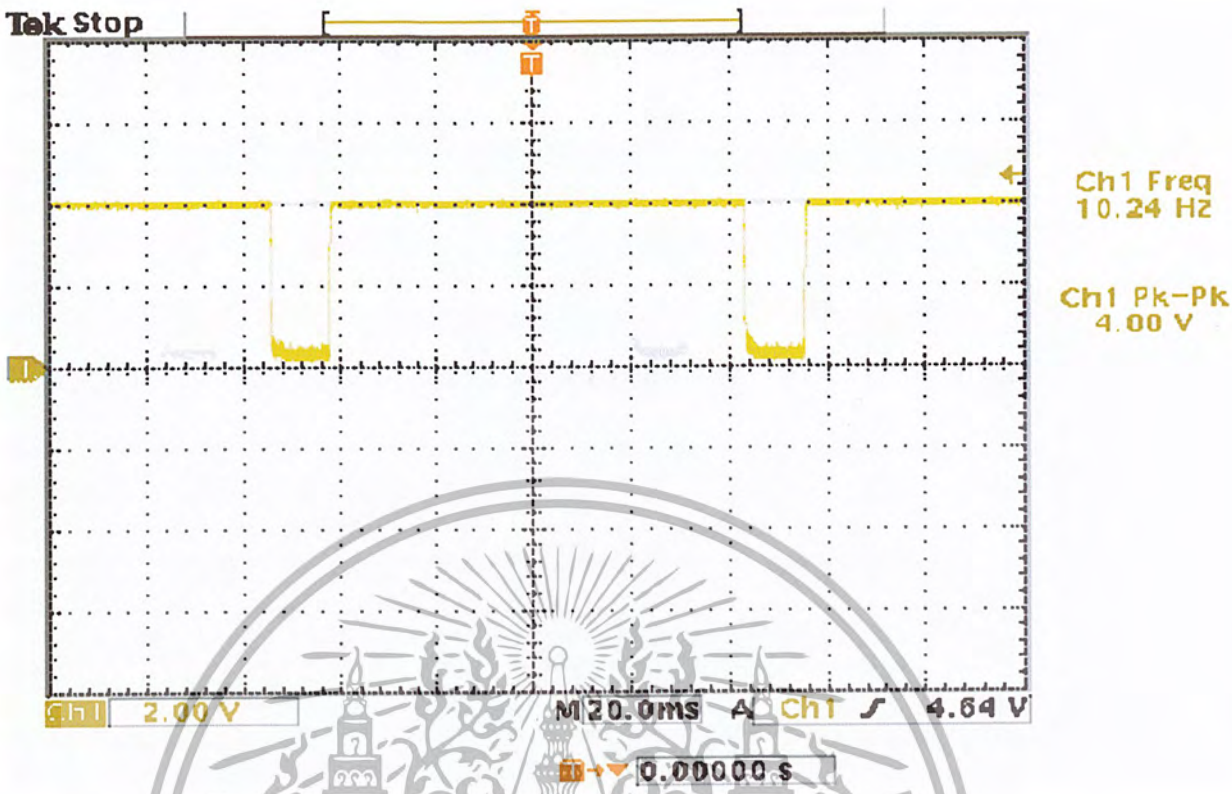
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 สัญญาณที่ภาครับที่ถูกขยายสัญญาณแล้ว วัดที่ระยะการตรวจจับ 70 cm

รูปที่4.3.เป็นการนำสัญญาณรูปที่4.2.มาผ่านวงจรขยาย จากรูปจะเห็นได้ว่าสัญญาณที่ได้มีขนาดของสัญญาณอยู่ที่ 8Vp-p ซึ่งมีขนาดเพียงพอที่จะนำไปใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 สัญญาณที่ภาครับที่ถูกขยายสัญญาณและผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านแล้ว วัดที่ระยะการตรวจจับ 70 cm

จากรูปที่ 4.4 เป็นสัญญาณที่ได้จากการนำสัญญาณรูปที่ 4.3 ไปผ่านวงจรคอมพราเตอร์ โดยมีแรงดันอ้างอิงที่ขาบวกของคอมพาราเตอร์และเอาท์พุตที่ได้จะนำไปผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ซึ่งจากรูปจะเห็นได้ชัดว่าไม่มีส่วนของความถี่40 KHz แฝงอยู่ โดยจะมีแค่ความถี่10Hz เท่านั้น สัญญาณที่ได้ในรูปที่ 4.4 นี้จะนำไปเป็นสัญญาณอินเตอร์รัปเพื่อป้อนป้อนให้กับหน่วยประมวลผลเพื่อที่จะทำการคำนวณหาระยะทางต่อไป

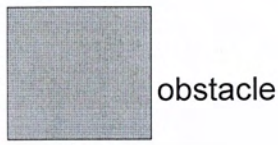
4.2 การทดลองการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง

<u>อุปกรณ์ที่ใช้การทดลอง</u>

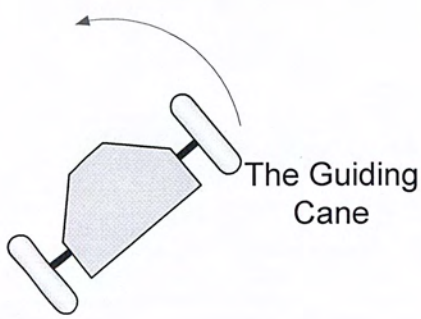
- ไม้เท้านำทางคนตาบอด
- วัตถุสิ่งกีดขวางผิวเรียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลองในขั้นตอนของการหลบหลีกสิ่งกีดขวาง โดยจากการทดลอง ได้ให้วัตถุสิ่งกีดขวางวางอยู่ทางด้านขวาของตัวไม้เท้า ดั้งนั้นจะได้ขั้นตอนการหลบหลีกสิ่งกีดขวางซึ่งเป็นไปตามรูป ที่จำลองขึ้นดังนี้



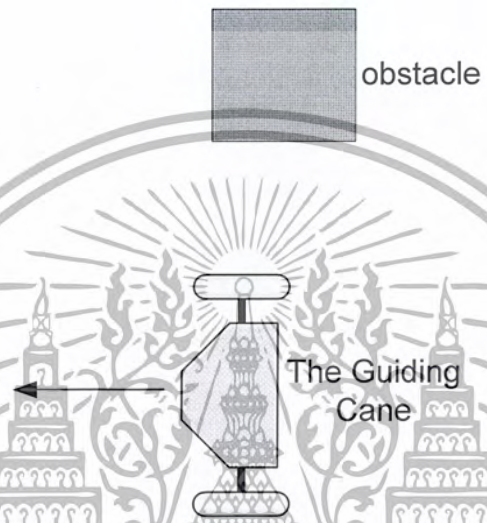
รูปที่ 4.5 จังหวะที่ 1
เมื่ออัลตร้าโซนิคสามารถตรวจสอบเจอสิ่งกีดขวาง



รูปที่ 4.6 จังหวะที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

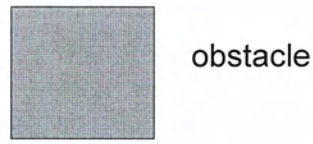
ส่วนควบคุมจะสั่งงานให้ล้อด้านหนึ่งหยุดเพื่อทำการเลี้ยว จากการทดลองส่วนควบคุมจะสั่งงานให้ล้อด้านซ้ายหยุด และเมื่อเราทำการเข็นไม้เท้าไปต่อ ล้อทางขวาจะหมุนข้างเดียวในขณะเดียวกันนั้นมอเตอร์ในส่วนที่ควบคุมก้านของไม้เท้าหรือด้ามจับที่ผู้ใช้จับอยู่ ก็จะทำงานโดยทำการเบี่ยงตัวด้านจับไปทางด้านขวาเพื่อบอกให้ผู้ใช้ทราบว่าตัวไม้เท้ากำลังเลี้ยวไปทางซ้าย และส่วนควบคุมก็จะทำงานให้ ตัว Encoder ทำงานเพื่อกำหนดมุมและระยะของการเลี้ยว

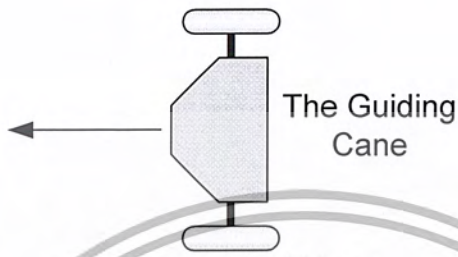


รูปที่ 4.7 จังหวะที่ 3

เมื่อ เลี้ยวได้มุมตามต้องการแล้วคือตัว อัลตร้าโซนิค ทางด้านหน้าตรวจไม่พบสิ่งกีดขวางแล้ว ตัวไม้เท้าก็จะวิ่งมาทางด้านซ้ายเพื่อหลบสิ่งกีดขวางทางด้านหน้า ในขณะเดียวกัน อัลตร้าโซ-นิค ด้านข้างทางขวาก็จะยังคงทำการตรวจสิ่งกีดขวางต่อจากรูปตัวอัลตร้าโซนิค ด้านข้างทางขวายังคงตรวจพบสิ่งกีดขวางอยู่

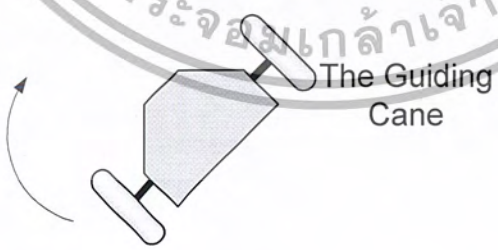
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 4.8 จังหวะที่ 4

เมื่อตัวไม้เท้าแล่นมาทางซ้าย และ อัลตร้าโซนิค ด้านข้างทางด้านขวา ทำการตรวจสอบไม่พบสิ่งกีดขวางทางด้านหน้าแล้ว นั้นก็แสดงว่าตัวไม่เท้าได้เคลื่อนที่เลยสิ่งกีดขวางมาแล้ว

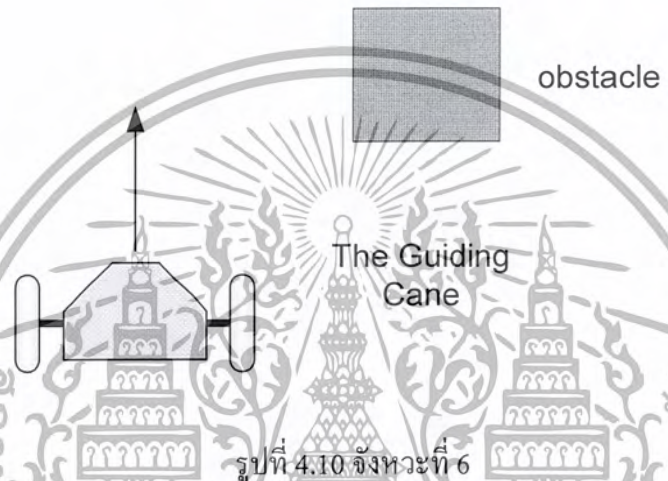


รูปที่ 4.9 จังหวะที่ 5

ส่วนควบคุมก็จะสั่งงานให้ล้อทางด้านขวาหยุดหมุน มอเตอร์ในส่วนที่ควบคุมก้านของไม้เท้าหรือด้ามจับที่ผู้ใช้จับอยู่ ก็จะทำงาน โดยทำการเบี่ยงตัวด้านจับไปทางด้านซ้าย เพื่อบอกให้ผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทราบว่าตัวไม้เท้ากำลังเลี้ยวกลับไปทางขวา และเมื่อทำการเขนไม้เท้า ล้อทางด้านซ้ายก็จะหมุนเพื่อเบี่ยงตัวไม้เท้าไปทางด้านขวาเพื่อทำให้ตัวไม้เท้ากลับมาอยู่ในลักษณะที่ตรงไปทางด้านหน้า โดยในขั้นตอนของการเลี้ยวของตัวไม้เท้า ตัว อัลตร้าโซนิคจะทำการตรวจสอบสิ่งกีดขวางที่อยู่ด้านหน้าอยู่เสมอเพื่อเป็นตัวบอกให้กับส่วนควบคุมทราบถึงการบังคับและควบคุมการเลี้ยวต่างๆ



รูปที่ 4.10 จังหวะที่ 6

เมื่อ อัลตร้าโซนิค ทางด้านหน้าตรวจสอบไม่พบสิ่งกีดขวางแล้ว และเมื่อเราเขนไม้เท้า ไม้เท้าก็จะเคลื่อนไปทางด้านหน้าต่อไป

4.3 คุณสมบัติต่างๆของไม้เท้านำทางคนตาบอด

4.3.1 ทางด้านกายภาพ

ไม้เท้านำทาง มีขนาดความกว้าง 35 เซนติเมตร มีความยาวรวมกับด้ามจับ 1.2 เมตร ขนาดน้ำหนัก 6.5 กิโลกรัม

4.3.2 ทางด้านพลังงาน

ไม้เท้านำทางคนตาบอด ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ 12 โวลต์ 1.2 แอมแปร์ จำนวน 2 ลูก สามารถใช้งานได้ ประมาณ 5 ชั่วโมง

4.3.3 ระยะและพิสัยในการตรวจจับสิ่งกีดขวาง

ตรวจจับได้ 120 องศา และได้ระยะไกลที่สุดที่ 70 เซนติเมตร ซึ่งจะต้องเป็นวัสดุที่มีผิวเรียบ ในกรณีที่เป็นวัสดุที่ผิวไม่เรียบ จะมีระยะที่สามารถตรวจจับได้อยู่ที่ 50 เซนติเมตร หรือน้อยกว่านั้นขึ้นอยู่กับขนาดของวัตถุอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.4 ข้อจำกัดในการใช้งาน

- สามารถเลี้ยวได้ทางซ้ายด้านเดียว เนื่องจากเกิดความผิดพลาดที่ภาคส่งและภาครับอัลตร้าโซนิค

- ไม่สามารถวิ่งในที่ขรุขระได้

- ไม่สามารถตรวจพบวัตถุที่มีขนาดเล็กได้ในระยะที่ไกลๆ แต่สามารถตรวจพบในระยะใกล้ๆได้

- ไม่สามารถตรวจพบวัตถุที่มีผิวขรุขระหรือมีผิวลาดเอียงในระระยะที่ไกลๆ แต่สามารถตรวจพบในระยะใกล้ๆได้

- ในการใช้งานคือการเข็นนั้น ต้องใช้ความเร็วค่าๆหนึ่ง ไม่เร็วซึ่งทำให้การตรวจสอบ วัตถุสิ่งกีดขวางผิดพลาด หรือใช้ความเร็วช้าเกินไปจนทำให้รู้สึกไม่ได้ถึงการเคลื่อนที่ของไม้เท้า

- ผู้ใช้งานต้องมีความชำนาญพอสมควรถึงจะเข้าใจกลไกของการเลี้ยวและการเคลื่อนที่ของไม้เท้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุป วิจารณ์ และแนวทางการพัฒนา

สรุป และ วิจารณ์

เนื่องจากตัวของไม้เท้าประกอบไปด้วยส่วนประกอบหลักคือ ตัว sensor (ในโครงงานนี้ใช้ตัวอัลตร้าโซนิค) ส่วนประมวลผล และส่วนควบคุมกลไกต่างๆ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ในส่วนของอัลตร้าโซนิค ถือว่าเป็นหัวใจของ ตัวไม้เท้าเลยก็ว่าได้ดังนั้น การทำงานของวงจรในส่วนนี้ค่อนข้างที่จะสำคัญในการทดลองนั้นได้พบข้อผิดพลาดในส่วนของ อัลตร้าโซนิคคือไม่สามารถตรวจสอบได้อย่างถูกต้องร้อยเปอร์เซ็นต์ ยังคงมีข้อผิดพลาดในการตรวจสอบของตัวอัลตร้าโซนิค และเมื่อทำการตรวจจับสิ่งกีดขวางทั้ง 5 ชุดปรากฏว่าการทำงานของระบบไม่มีความแน่นอน ดังนั้นผู้จัดทำจึงใช้อัลตร้าโซนิคแค่ชุดเดียวคือชุดด้านหน้า ดังนั้นไม้เท้านำทางคนตาบอดที่สร้างขึ้นนี้จึงทำการเลี้ยวแค่ทิศทางตามโปรแกรมที่ตั้งไว้คือด้านซ้าย ในส่วนของวงจร Encoder ที่ใช้ในการนับพัลส์เพื่อไปคำนวณหาจำนวนรอบนั้น จากการทดลองสามารถทำงานได้ดีเมื่อมีการเคลื่อนที่หรือความเร็วที่ช้า หรือไม่เร็วมากนัก แต่หาก ตัวไม้เท้ามีการเคลื่อนที่เร็วมากจะทำให้ตัว Encoder ทำงานเร็วและตัวประมวลผลทำงานไม่ทันทำให้ค่าที่ได้เกิดการผิดพลาดได้ โดยจากการทดลองพบว่าเสถียรภาพของการทำงานของไม้เท้ายังไม่แน่นอนเนื่องมาจากที่วงจรที่ใช้เป็นอนาล็อก จากการทดลองวงจรจะทำงานได้ดีในช่วงแรก และจะเริ่มทำงานผิดพาดเมื่อใช้ไปนานๆ เนื่องจากแบตเตอร์รี่อ่อน

แนวทางการพัฒนา

สำหรับแนวทางการพัฒนานั้นในส่วนของวงจร อัลตร้าโซนิค ควรจะทำการปรับปรุงและแก้ไข ในส่วนของหัวส่งและหัวรับ เพื่อให้การสะท้อนของคลื่นดีขึ้นกว่านี้ และในส่วนของวงจรขยายสัญญาณภาคส่งอาจจะมีการปรับปรุงหรือเปลี่ยนวงจรให้มีอัตราการขยายที่สูงขึ้นกว่านี้เพื่อการตรวจสอบวัตถุที่ไกลขึ้น วงจรส่วนรับก็จะได้มีการปรับแต่งให้มีความแม่นยำและความถูกต้องมากขึ้นโดย มีการจัดอัตราการขยายของวงจรภาครับที่พอดีกับสัญญาณที่เราต้องการตรวจเช็ค

ในส่วนของกลไกตลอดจนการควบคุมต่างๆนั้นแน่นอนคงได้มีการปรับปรุงให้มีความราบรื่นขึ้น และมีความแม่นยำในการทำงานมากขึ้น โดยเฉพาะ ตัวของมอเตอร์ที่ทำหน้าที่ในการเบี่ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวด้ามไม้ ที่ผู้ใช้จับอยู่ ที่จะมีการปรับปรุงให้ดีขึ้นกว่านี้โดยที่อาจใช้มอเตอร์ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นหรืออาจเปลี่ยนตัวควบคุมและกลไกใหม่

สุดท้ายจะต้องมีการพัฒนาตัวของไม้เท้าให้มีขนาดที่กะทัดรัดหรือเล็กลงกว่านี้ เพื่อให้มีน้ำหนักที่เบาและเพื่อความสะดวกของผู้ใช้งาน และจะได้เพิ่มคุณสมบัติเพื่อให้ตัวไม้เท้ามีสมรรถนะมากขึ้นกว่าเดิม เช่นมีการตรวจสอบวัตถุได้หลากหลายและไกลขึ้นตลอดจนสามารถนำไปใช้งานกับพื้นที่ที่ขรุขระได้ และรวมไปถึงการการจดจำเส้นทางการเดินทางของไม้เท้า เพื่อให้ไม้เท้านั้นสามารถทำงานแบบอัตโนมัติได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SEMICONDUCTOR Ics

SGS-Thomson – L298N Dual full bridge driver

Order Code	Maxim Ref. No.	Description	Pin-Package
82-0202	L298N	Dual full bridge driver	M/Watt

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

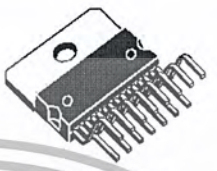
Rapid Electronics Ltd, *Severalls Lane, Colchester, Essex, England, CO4 5JS*
Telephone 01206 751166 *Fax 01206 751188* *e-mail sales@rapidelec.co.uk*

ไม่ว่ากรณีใดๆ ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อความบางส่วนหรือทั้งหมดก่อนได้รับอนุญาตเป็นลายลักษณ์อักษรจากสถาบันฯ และห้ามมิให้นำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

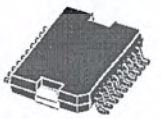
L298

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)



Multiwatt15



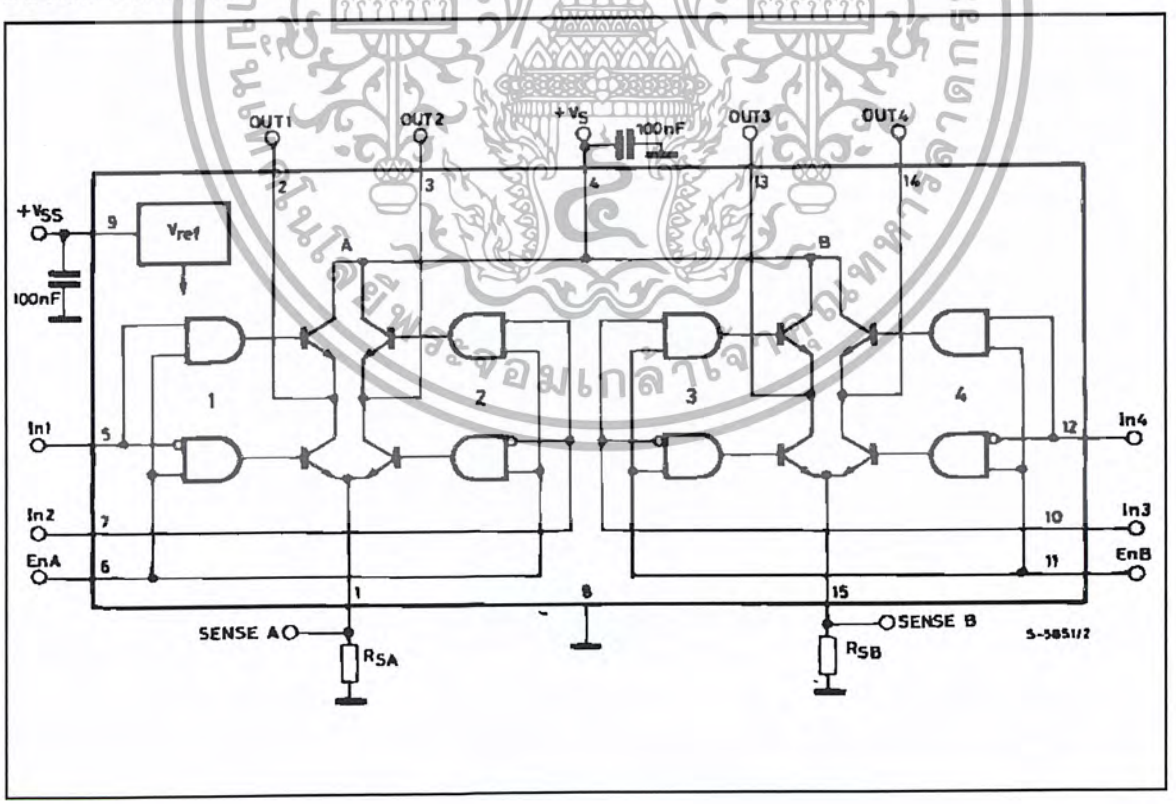
PowerSO20

ORDERING NUMBERS : L298N (Multiwatt Vert.)
L298HN (Multiwatt Horiz.)
L298P (PowerSO20)

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

BLOCK DIAGRAM

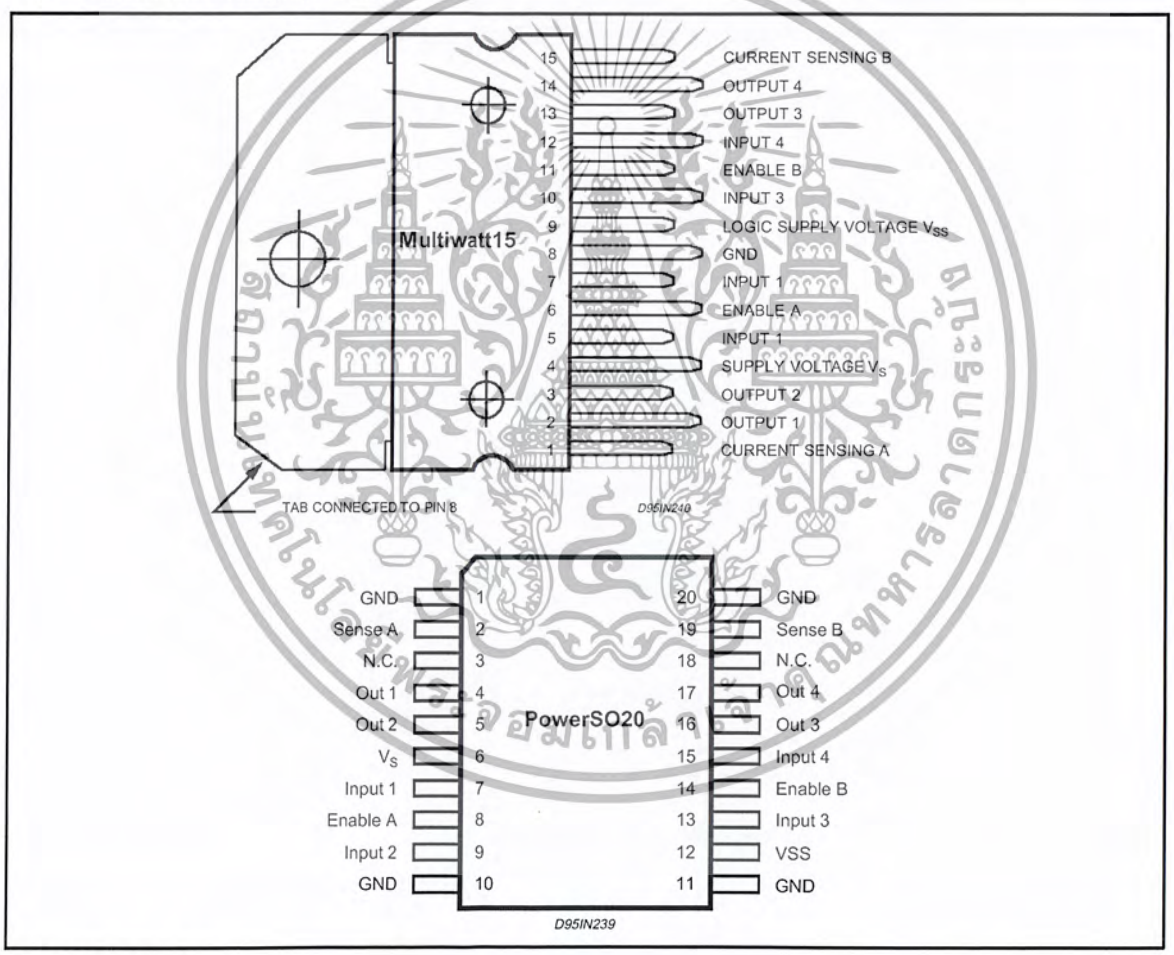


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 = 100µs) –Repetitive (80% on –20% off; t_{on} = 10ms) –DC Operation	 3 2.5 2	 A A A
V_{sens}	Sensing Voltage	–1 to 2.3	V
P_{tot}	Total Power Dissipation (T_{case} = 75°C)	25	W
T_{op}	Junction Operating Temperature	–25 to 130	°C
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	–40 to 150	°C

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

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

(*) Mounted on aluminum substrate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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. A100nF 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		46	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		13	22	mA
		V_i = H		50	70	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		24	36	mA
		V_i = H		7	12	mA
		V_{en} = L V_i = X			6	mA
V_{iL}	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		–0.3		1.5	V
V_{iH}	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		VSS	V
I_{iL}	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V_i = L			–10	µA
I_{iH}	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	0.95	1.35	1.7	V
		I_L = 2A		2	2.7	V
$V_{CEsat(L)}$	Sink Saturation Voltage	I_L = 1A (5)	0.85	1.2	1.6	V
		I_L = 2A (5)		1.7	2.3	V
V_{CEsat}	Total Drop	I_L = 1A (5)	1.80		3.2	V
		I_L = 2A (5)			4.9	V
V_{sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)		–1 (1)		2	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
T_1 (V_i)	Source Current Turn-off Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (2); (4)		1.5		µs
T_2 (V_i)	Source Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (2); (4)		0.2		µs
T_3 (V_i)	Source Current Turn-on Delay	0.5 V_i to 0.1 I_L (2); (4)		2		µs
T_4 (V_i)	Source Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (2); (4)		0.7		µs
T_5 (V_i)	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (3); (4)		0.7		µs
T_6 (V_i)	Sink Current Fall Time	0.9 I_L to 0.1 I_L (3); (4)		0.25		µs
T_7 (V_i)	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V_i to 0.9 I_L (3); (4)		1.6		µs
T_8 (V_i)	Sink Current Rise Time	0.1 I_L to 0.9 I_L (3); (4)		0.2		µs
fc (V_i)	Commutation Frequency	I_L = 2A		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

1) 1)Sensing voltage can be –1 V for t ≤ 50 µsec; in steady state V_{sens} min ≥ –0.5 V.
2) See fig. 2.
3) See fig. 4.
4) The load must be a pure resistor.

Figure 1 : Typical Saturation Voltage vs. Output Current.

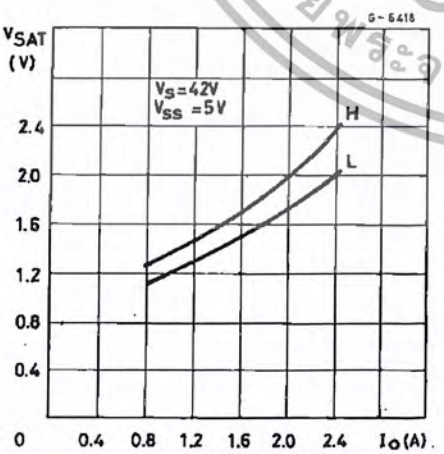
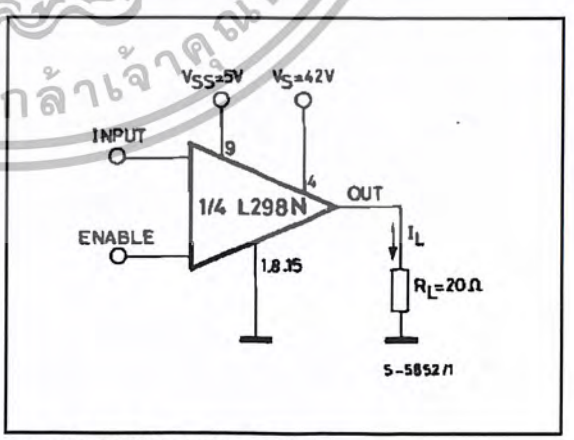


Figure 2 : Switching Times Test Circuits.



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

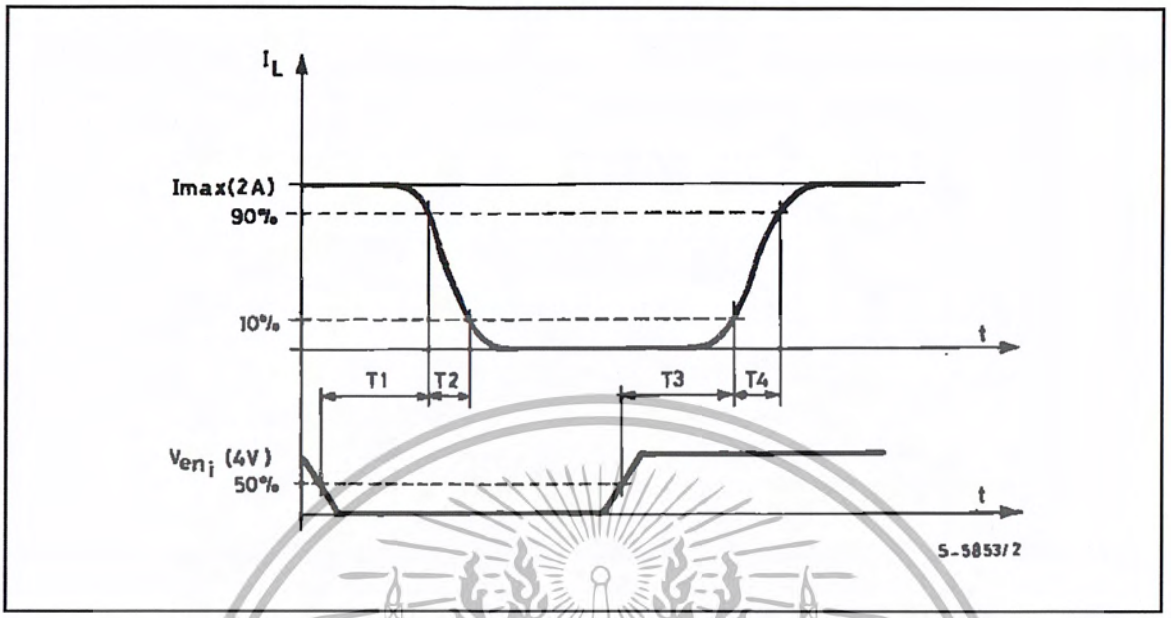
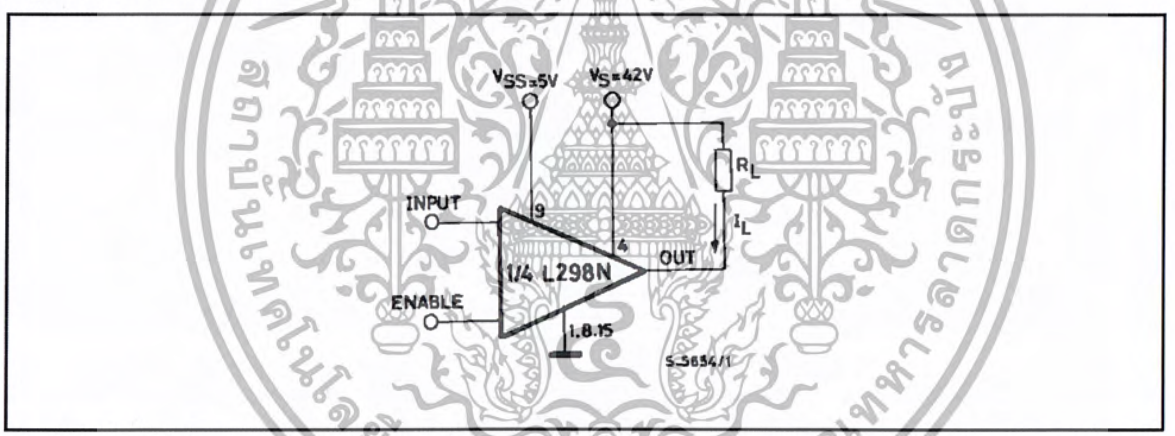


Figure 4 : Switching Times Test Circuits.



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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

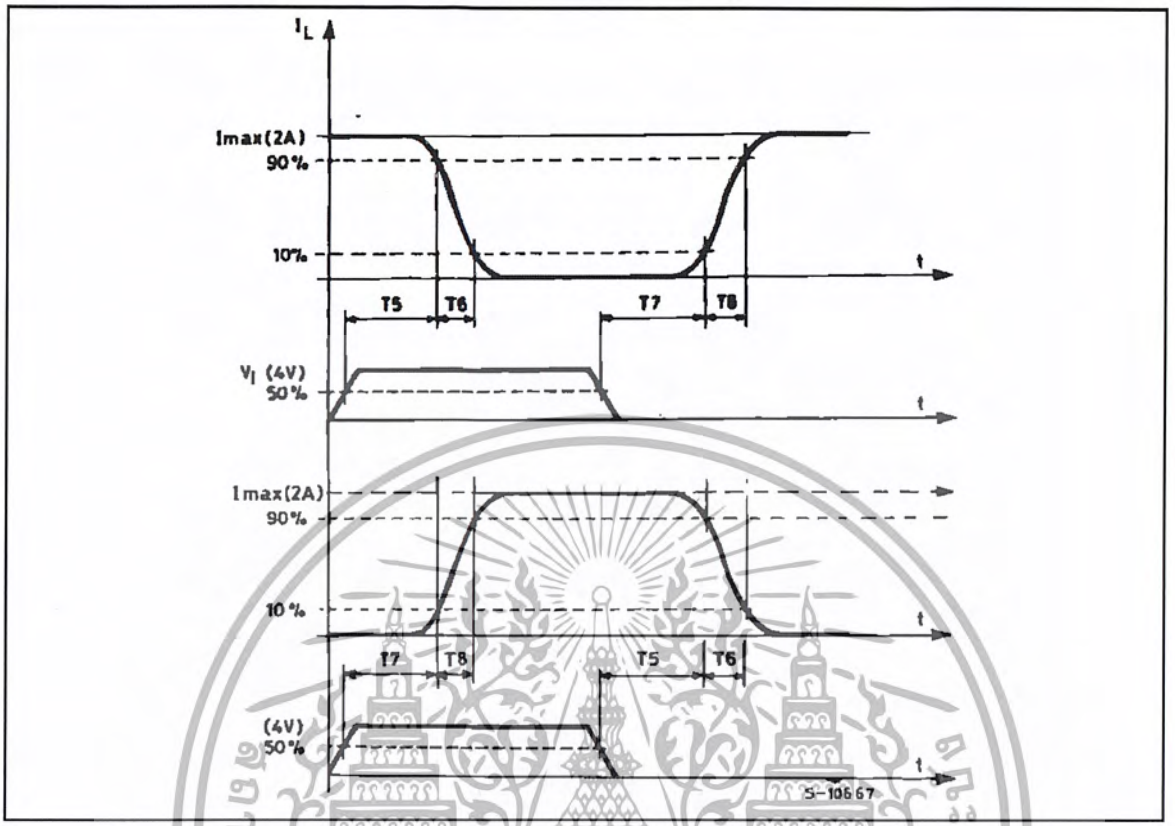
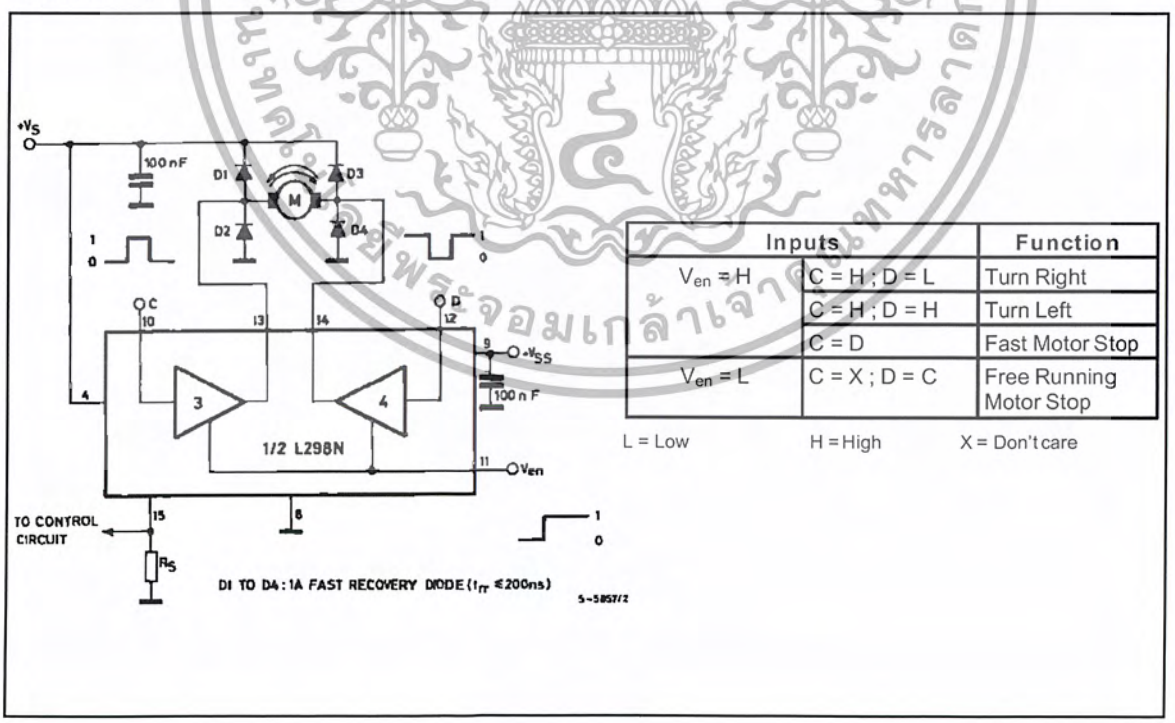


Figure 6 : Bidirectional DC Motor Control.

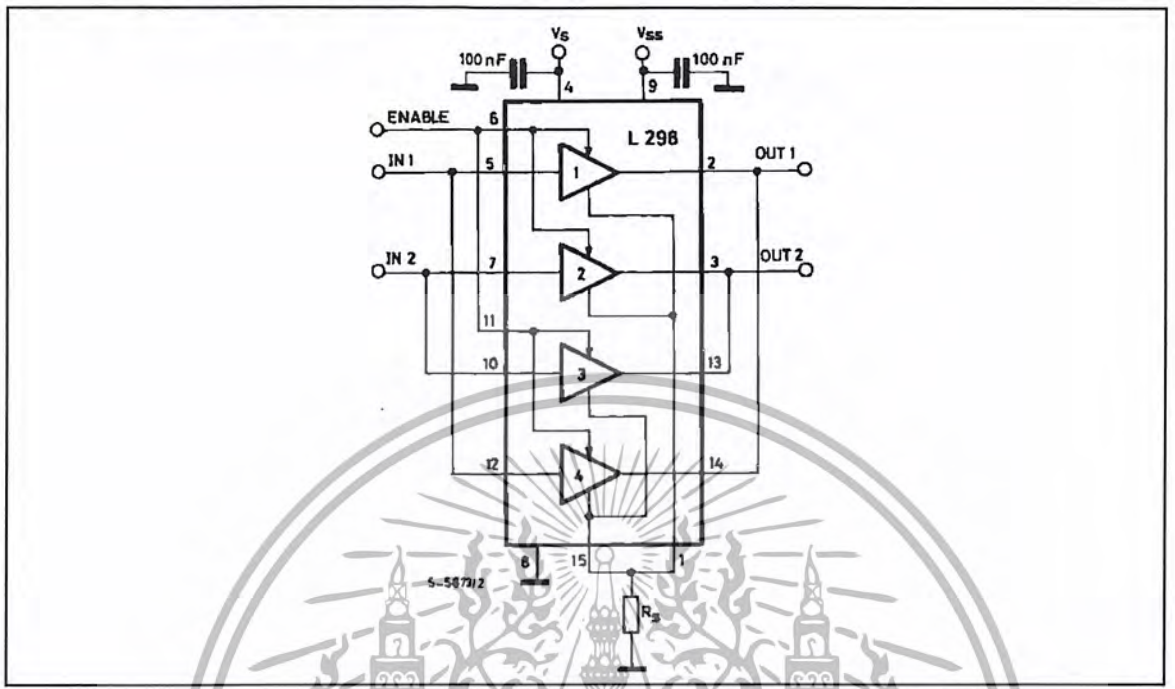


Inputs		Function
V_{en} = H	C = H ; D = L	Turn Right
	C = H ; D = H	Turn Left
	C = D	Fast Motor Stop
V_{en} = L	C = X ; D = C	Free Running Motor Stop

L = Low H = High X = Don't care

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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 differenzial 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 Vs and Vss, 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 Vs 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 (trr ≤ 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; Shottky diodes would be preferred.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

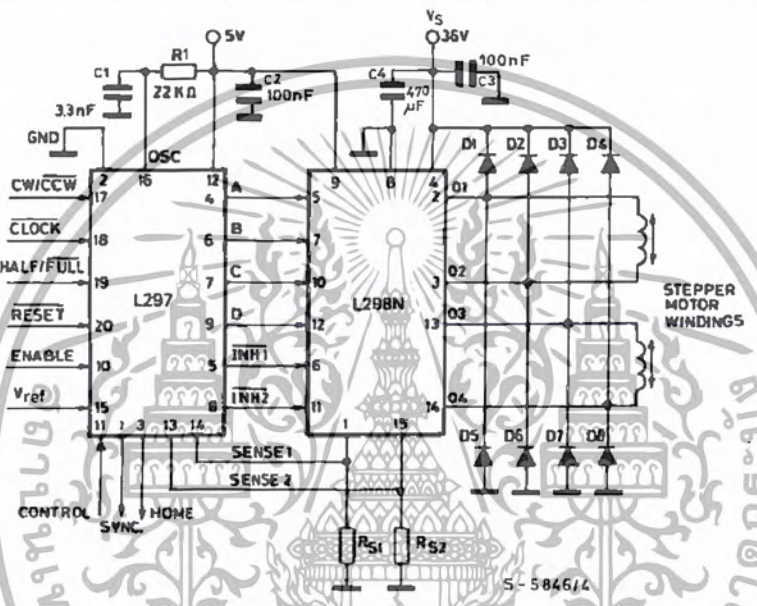
On Fig 8 it is shown the driving of a two phase bipolar stepper motor ; the needed signals to drive the inputs of the L298 are generated, in this example, from the IC L297.

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

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

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.



$R_{S1} = R_{S2} = 0.5\,\Omega$

D1 to D8 = 2 A Fast diodes { $V_F \leq 1.2$ V @ I = 2 A ; trr ≤ 200 ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

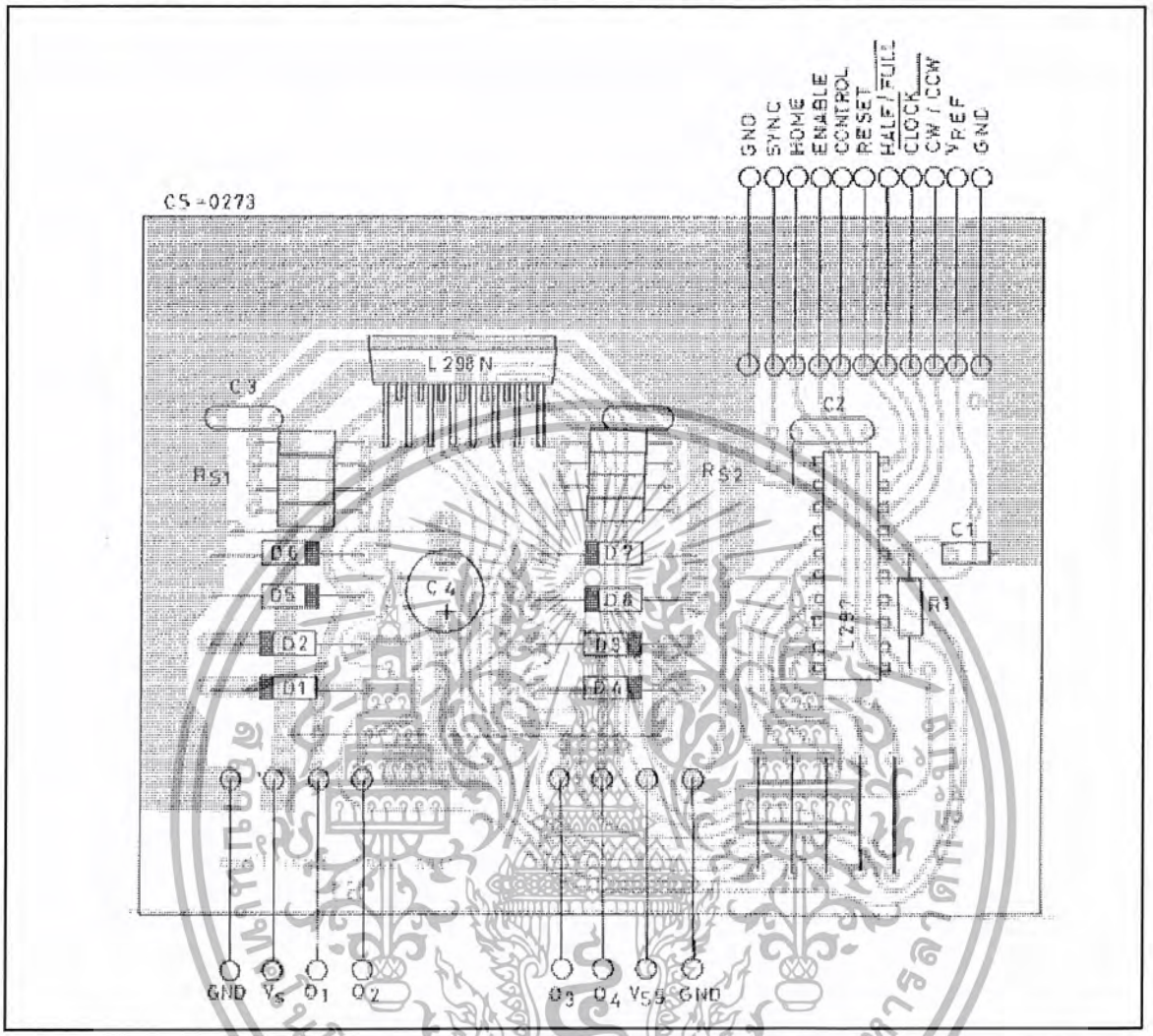
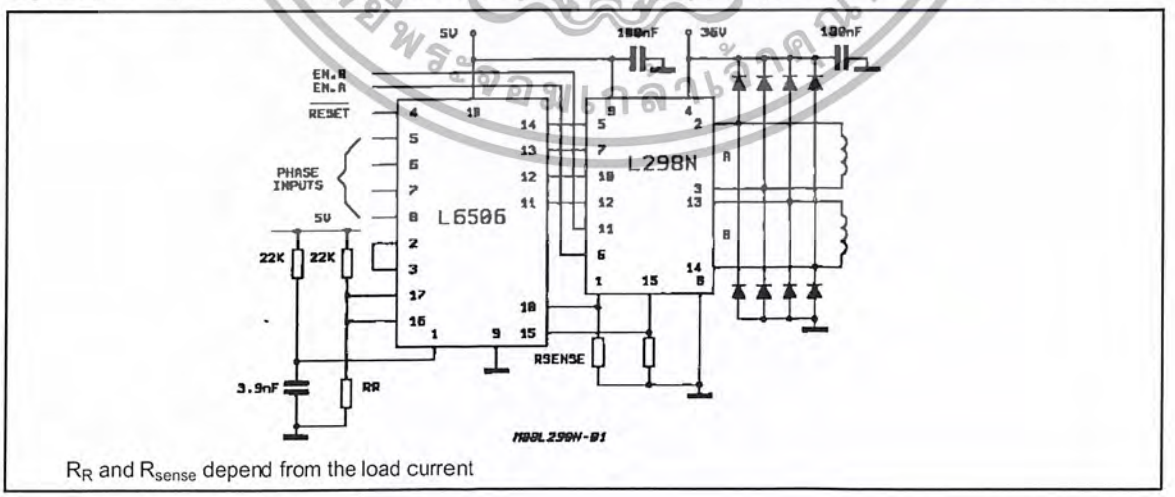


Figure 10 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Control Circuit by Using the Current Controller L6506.

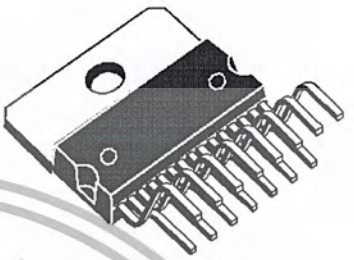


R_R and R_{sense} depend from the load current

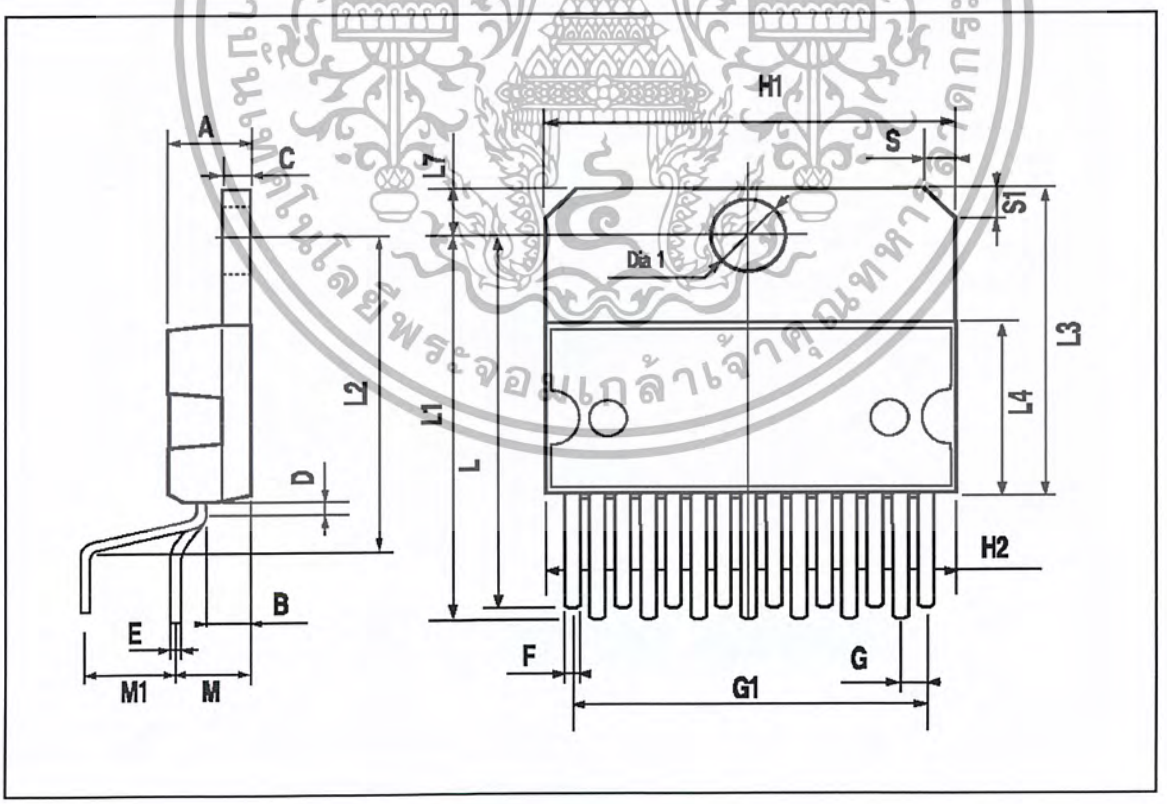
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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	1.02	1.27	1.52	0.040	0.050	0.060
G1	17.53	17.78	18.03	0.690	0.700	0.710
H1	19.6			0.772		
H2			20.2			0.795
L	21.9	22.2	22.5	0.862	0.874	0.886
L1	21.7	22.1	22.5	0.854	0.870	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	4.25	4.55	4.85	0.167	0.179	0.191
M1	4.63	5.08	5.53	0.182	0.200	0.218
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

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



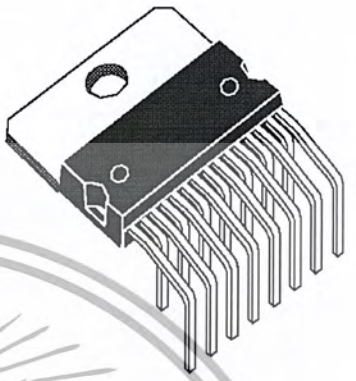
Multiwatt15 V



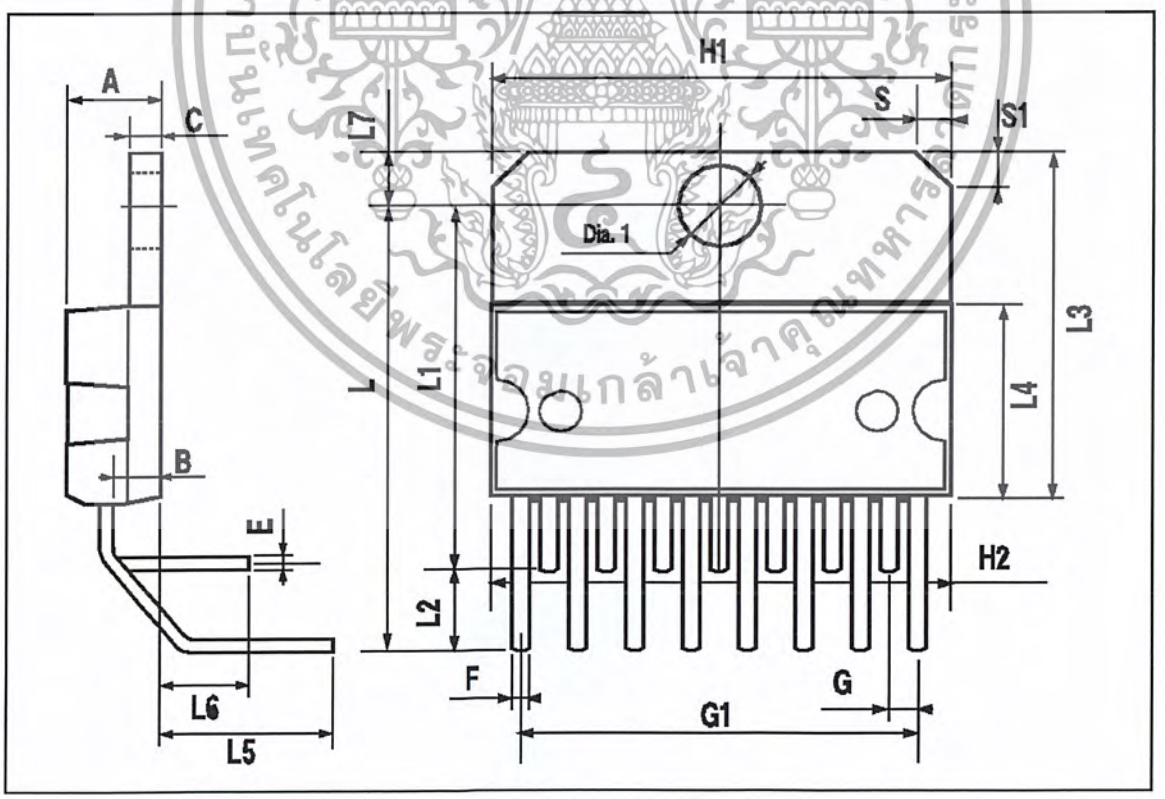
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			5			0.197
B			2.65			0.104
C			1.6			0.063
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		20.57			0.810	
L1		18.03			0.710	
L2		2.54			0.100	
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
L5		5.28			0.208	
L6		2.38			0.094	
L7	2.65		2.9	0.104		0.114
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

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



Multiwatt15 H

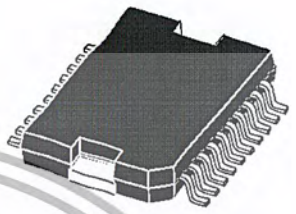


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			3.6			0.142
a1	0.1		0.3	0.004		0.012
a2			3.3			0.130
a3	0		0.1	0.000		0.004
b	0.4		0.53	0.016		0.021
c	0.23		0.32	0.009		0.013
D (1)	15.8		16	0.622		0.630
D1	9.4		9.8	0.370		0.386
E	13.9		14.5	0.547		0.570
e		1.27			0.050	
e3		11.43			0.450	
E1 (1)	10.9		11.1	0.429		0.437
E2			2.9			0.114
E3	5.8		6.2	0.228		0.244
G	0		0.1	0.000		0.004
H	15.5		15.9	0.610		0.626
h			1.1			0.043
L	0.8		1.1	0.031		0.043
N	10° (max.)					
S	8° (max.)					
T		10			0.394	

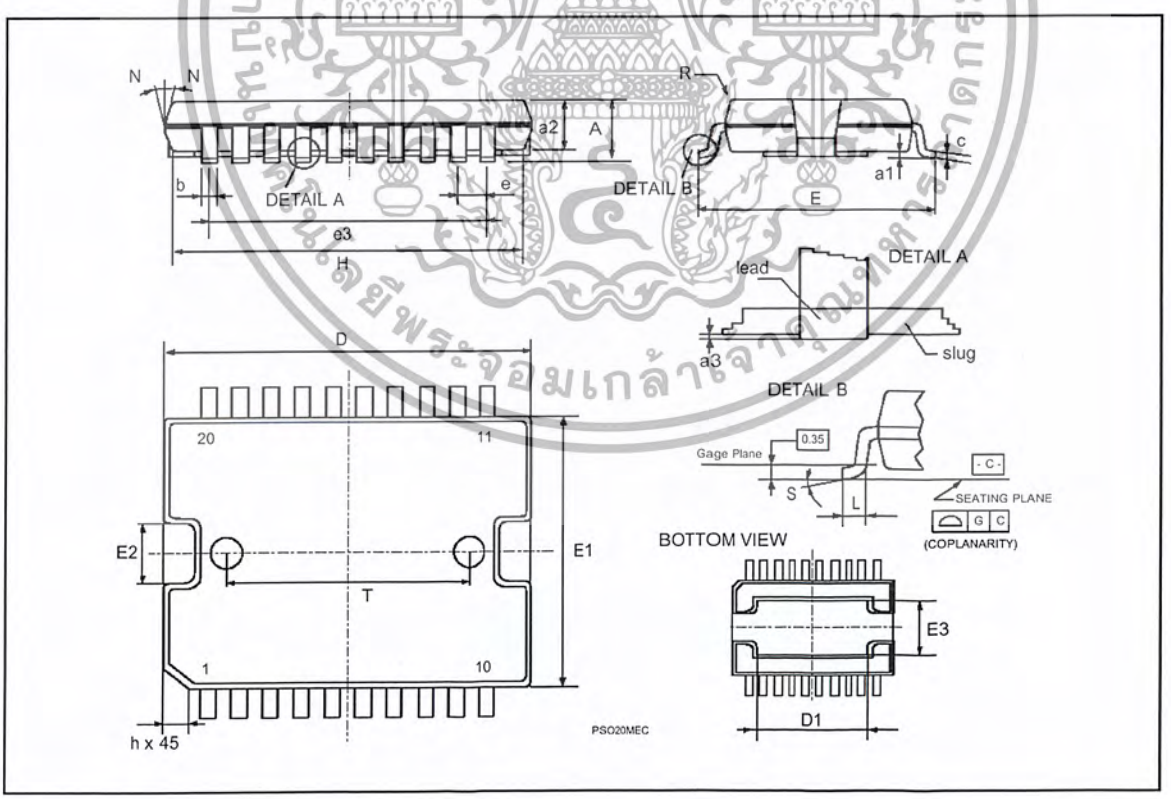
(1) "D and F" do not include mold flash or protrusions.
- Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15 mm (0.006").
- Critical dimensions: "E", "G" and "a3"

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



JEDEC MO-166

PowerSO20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics 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 STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics

© 1998 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved

STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

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

http://www.st.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] . ปรเมษฐ์ ประนยานนทน์ , ปิยพงศ์ เผ่าวนิช , "คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์MCS-51" , *บริษัทซีเอ็ดยูเคชัน จำกัด (มหาชน)* ,2536

[2]. ทนง โชติสรยุทธ์ , "เทคนิคกาใช้งานอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์" , รวมบทความทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ , *บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)* , หน้า 103-118 , 2538 .

[3]. ฐิรพงษ์ นามแถ่ง , " ตลับเมตรไร้สายควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์" , *เซมิคอนดักเตอร์อิเล็กทรอนิกส์* , ฉบับที่194 , หน้า 122-129 , 2542 .

[4] J. Borenstein and Y. Koren, "Histogramic In-Motion Mapping for Mobile Robot Obstacle Avoidance," *IEEE J. Robot. Automat.*, vol. 7, no. 4, pp. 535-539, August 1991.

[5] J. Borenstein and Y. Koren, "The Vector Field Histogram – Fast Obstacle-Avoidance for Mobile Robots," *IEEE J. Robot. Automat.*, vol. 7, no. 3., pp. 278-288, June 1991.

[6] J. Borenstein and Y. Koren, "Error Eliminating Rapid Ultrasonic Firing for Mobile Robot Obstacle Avoidance," *IEEE Trans. Robot. Automat.*, vol. 11, no. 1, pp. 132-138, February 1995.

[7] J. Borenstein, S. Levine, and Y. Koren, "The NavChair - A New Concept in Intelligent Wheelchair Control for People with Multiple Handicaps," *CSUN's 5th Annual Conf. Technology and Persons with Disabilities*, Los Angeles, California, pp. 117-124, March 1990.

[8] J. Borenstein and I. Ulrich, "The GuideCane - A Computerized Travel Aid for the Active Guidance of Blind Pedestrians," *IEEE Int. Conf. Robotics Automation*, Albuquerque, NM, pp. 1283-1288, April 1997.

[9] HTTP://WWW.THAIIO.COM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้