

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัติ

AUTOMATIC HEIGHT SCALING MACHINE

โดย

นาย บรรยง ใจชอบ รหัส 46010381

นาย พลภัทร ภูธนา รหัส 46010502

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ขนิษฐา

แซ่ตั้ง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคณะศึกษาศาสตร์บัณฑิต

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2549

เลขานุ.....

เลขทะเบียน..... 72856

วัน,เดือน,ปี..... 23 ส.ย. 2550

b..... 11223352
i.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัติ
AUTOMATIC HEIGHT SCALING MACHINE

โดย

นาย บรรยง ไชยชอบ รหัส 46010381
นาย พงษ์ภัทร กุศลนา รหัส 46010502

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. ขนิษฐา

แจ่มแจ้ง

ปริญญาโท
คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2549

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2549

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัติ

AUTOMATIC HEIGHT SCALING MACHINE

ผู้จัดทำ 1. นาย บรรยง ใจชอบ

2. นาย พลภัทร กุลนา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัติ

นาย บรรยง ใจชอบ รหัส 46010381

นาย พลภัทร กุลนารหัส 46010502

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ชนิษฐา แซ่ตั้ง

ปีการศึกษา 2549

บทคัดย่อ

โครงการชิ้นนี้ได้นำเสนอการออกแบบประยุกต์ใช้หลักการของคลื่นอัลตราโซนิก ในการสร้างเครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัติ โดยมีการใช้ สเตปมอเตอร์เลื่อนหัววัดให้อยู่ห่างจากผู้ที่จะ ทำการวัดด้วยระยะพอประมาณที่การรับส่งสัญญาณอัลตราโซนิก ได้ค่าที่แม่นยำแล้วนำค่าระยะที่ เลื่อนรวมทั้งระยะที่วัดได้ห่างจากผู้ทำการวัดมารวมกันใช้ในการคำนวณส่วนสูงด้วยเพื่อให้เกิด ความแม่นยำมากขึ้น จากนั้นใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์นำค่าที่คำนวณได้นำมาประมวลผลเพื่อแสดง ค่าเป็นความสูงผ่านทางจอแอลซีดี เครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัตินี้จะสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับการ วัดระยะหรือขนาดของอุปกรณ์ต่างๆที่ต้องการความละเอียดสูงในการอุตสาหกรรมได้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC HEIGHT SCALING MACHINE

Banyong Jaichob ID. 46010381

Ponlapat Kulna ID. 46010502

Assoc.Prof.Kanittha Sae-tung Advisor

Education Year 2006

ABSTRACT

This Project is the Automatic human height measurement machine by ultrasonic sensor which have used stepping motor to improve precision by move ultrasonic device far away from human head with moderately distance from transmit and receive signal ultrasonic that get accuracy length, so bring accuracy length include distance that far away from object added for calculate height length for get more accuracy. After that, we use microcontroller bring accuracy length to compile for show height value through LCD, This automatic height measurement machine can apply for measure length or size of equipment that want high resolution in industrial.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้ได้จัดทำขึ้นจนประสบผลสำเร็จเนื่องจากได้รับความช่วยเหลือจากหลายๆฝ่ายด้วยกันโดยบุคคลแรกที่ขอกล่าวถึง คือ รศ.ขนิษฐา แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษาของโครงการนี้ที่ให้ความช่วยเหลือพวกเราทุกเรื่อง คอยให้คำแนะนำให้ความรู้ช่วยแก้ปัญหา พวกเราต้องขอขอบพระคุณอาจารย์เป็นอย่างสูง

บุคคลที่มีพระคุณอย่างสูงต่อพวกเรา คือ บิดา มารดา ที่ทำให้พวกเราในวันนี้ ซึ่งพวกท่านคือกำลังใจที่มีค่ายิ่ง เพราะ ท่าน ได้ให้การเลี้ยงดูที่ดีให้การอบรมสั่งสอนและเอาใจใส่จนทำให้เราเป็นคนที่ดีในวันนี้ พวกเราจะขอสำนึกในพระคุณอันสูงค่านี้ตลอดไป

นอกจากนี้ พวกเราขอขอบคุณ พี่ คำเนิน คล้ายทอง และ พี่ เกษมปัญญา ชัยศรี ซึ่งเป็นรุ่นพี่ห้อง R ที่คอยช่วยเหลือพวกเราโดยมาตลอดในการทำโครงการชิ้นนี้ รวมถึงตอนที่พวกเราแก้ปัญหา รุ่นพี่ที่คอยช่วยเหลือมาโดยตลอด

โครงการและรายงานฉบับนี้สำเร็จเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ตลอดจนเป้าหมายที่วางไว้ได้สำเร็จล่วงไปด้วยดี จึงขอขอบพระคุณอาจารย์ทุกท่าน ขอบใจเพื่อนๆห้อง C ทุกคนทั้งที่เอ่ยนามและไม่เอ่ยนามมา ณ โอกาสนี้ด้วย

นายบรรยง ใจชอบ รหัส 46010381

นาย พลภัทร กุลนา รหัส 46010502

สารบัญ

บทคัดย่อ	I
Abstract	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 อุปกรณ์รับส่งอัลตราโซนิก	2
2.1 คลื่นอัลตราโซนิก	2
2.1.1 ความหมายของคลื่นอัลตราโซนิก	2
2.1.2 ชนิดของคลื่นอัลตราโซนิก	2
2.1.3 การเกิดคลื่นอัลตราโซนิก	3
2.1.4 อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์	3
2.1.5 ตัวส่งและตัวรับ	4
2.1.6 ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่งและตัวรับ	5
2.2 สเตปป์ิง มอเตอร์ (Stepping Motor)	7
2.2.1 ประเภทของ สเตปป์ิง มอเตอร์	7
2.2.1.1 สเตปป์ิง มอเตอร์ประเภทค่ารีล็กแตนซ์แปรค่าได้ (Variable Reluctance Stepping Motor)	7
2.2.1.2 สเตปป์ิง มอเตอร์ประเภทแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Stepping Motor or PM Stepping Motor)	9
2.2.1.3 สเตปป์ิง มอเตอร์ประเภทไฮบริด (Hybrid Stepping Motor)	10
2.2.2 รูปแบบการขับ สเตปป์ิง มอเตอร์	11
2.2.2.1 การขับแบบกระตุ้น 1 เฟส (One-Phase Excitation)	11
2.2.2.2 การขับแบบกระตุ้น 2 เฟส (Two-Phase Excitation)	12
2.2.2.3 การขับแบบกระตุ้น 1 เฟส สลับ 2 เฟส (One-Two-Phase Excitation)	13
2.3 วงจรขับมอเตอร์ (IC UCN5804B)	14
2.3.1 การใช้งาน UCN5804B	14
2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	17
2.3.1 การจัฒาลักษณะภายนอกของ MCS-51	18
2.3.2 หน่วยศูนย์กลางประมวลผลหรือซีพียู	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 การเข้าถึงของหน่วยความจำภายนอก	20
บทที่ 3 หลักการทำงานของเครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัติ	22
3.1 ส่วนหัววัดอัลตราโซนิกและอุปกรณ์ตรวจจับอัลตราโซนิก	22
3.1.1 วงจรภาคส่ง	22
3.1.2 วงจรภาครับ	24
3.2 สเตปป์ มอเตอร์	24
3.3 ส่วนประมวลผลและแสดงผล	25
Flow Chart ทั้งระบบ	26
Flow Chart การหมุนของ Stepping Motor	27
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	28
บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์การทดลอง	31
5.1 สรุปผลการทดลอง	31
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	31
ภาคผนวก	32
กิตติกรรมประกาศ	47
เอกสารอ้างอิง	48

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ 2.1 : สัญลักษณ์ต่างๆของ อัลตราโซนิคทรานส์ดิวเซอร์	5
รูปที่ 2.2 : แสดงโครงสร้างอย่างง่ายของ สเตปปีง มอเตอร์ประเภทคาร์ริกแดนซ์แปรค่าได้	7
รูปที่ 2.3 : แสดงตำแหน่งสมดุลเมื่อเฟสที่ 1 ถูกกระตุ้น	8
รูปที่ 2.4 : แสดงแรงบิดรีสตอริง(Restoring Torque)ที่มีทิศทวนเข็มนาฬิกา	8
รูปที่ 2.5 : แสดงการเคลื่อนที่ของโรเตอร์ขณะที่เฟสที่ 1 ถูกเปิดออกและเฟสที่ 2 ถูกจ่ายกระแสทันที	9
รูปที่ 2.6 : แสดงการเคลื่อนที่ที่สเตปครบรอบใน สเตปปีง มอเตอร์ประเภทคาร์ริกแดนซ์แปรค่าได้	9
รูปที่ 2.7 : แสดงโครงสร้างอย่างง่ายของ สเตปปีง มอเตอร์ประเภทแม่เหล็กถาวร	10
รูปที่ 2.8 : แสดงการต่อวงจรขับอย่างง่ายสำหรับมอเตอร์สองเฟส	10
รูปที่ 2.9 : แสดงการเคลื่อนที่ของโรเตอร์เมื่อถูกกระตุ้นในทิศตามเข็มนาฬิกา	10
รูปที่ 2.10 : แสดงโครงสร้างอย่างง่ายของ สเตปปีง มอเตอร์ประเภทไฮบริด	11
รูปที่ 2.11 : แสดงทิศทางการสร้างสนามแม่เหล็กของ สเตปปีง มอเตอร์ประเภทไฮบริด	11
รูปที่ 2.12 : แสดงการหมุนของมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบหนึ่งเฟส	11
รูปที่ 2.13 : แสดงการหมุนของมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบสองเฟส	12
รูปที่ 2.14 : แสดงการหมุนของมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบครึ่งสเตป	13
รูปที่ 2.15 : โครงสร้างภายในของ UCN 5804B	14
รูปที่ 2.16 : แสดงโครงสร้างภายในของ MCS-51	18
รูปที่ 2.17 : แสดงการจัดขาตามลักษณะภายนอกของชิพ MCS-51	19
รูปที่ 3.1 : Block diagram ของเครื่องวัดส่วนสูงอัลตราโซนิก	22
รูปที่ 3.2 : วงจรภาคส่ง 40 kHz และวงจรกำเนิดความถี่ 173 kHz	23
รูปที่ 3.3 : วงจรภาครับสัญญาณอัลตราโซนิก	24
รูปที่ 3.4 : วงจรขับมอเตอร์โดยใช้ IC UCN 5804B	25
รูปที่ 3.5 : ส่วนประมวลผลเพื่อใช้งานกับวงจรวัดส่วนสูง	25
Flowchart ทั้งระบบ	26
Flowchart การหมุนของ Stepper Motor	27
รูปที่ 4.1 : สัญญาณที่ขาเข้า 40 kHz	28
รูปที่ 4.2 : สัญญาณ 173 kHz	28
รูปที่ 4.3: สัญญาณก่อนเข้าวงจรขยาย	29
รูปที่ 4.4 : สัญญาณหลังผ่านวงจรขยาย	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ 2.1 : แสดงการถ่ายกระแสแบบกระตุ้น 1 เฟส	12
ตารางที่ 2.2 : แสดงการถ่ายกระแสแบบกระตุ้น 2 เฟส	12
ตารางที่ 2.3 : แสดงการถ่ายกระแสแบบกระตุ้นแบบครึ่งสเตป	13
ตารางที่ 2.4 : แสดงการขับแบบหนึ่งเฟส	15
ตารางที่ 2.5 : แสดงการขับแบบสองเฟส	15
ตารางที่ 2.6 : แสดงการขับแบบครึ่งสเตป	16
ตาราง 2.7 : แสดงไมโคร โปรเฟสเซอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ	17
ตารางผลการทดลอง	30



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันนี้งานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญต่อชีวิตประจำวันเป็นอย่างมาก ซึ่งมนุษย์ได้นำเอาความรู้พื้นฐานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์มาคิด วิเคราะห์ แก้ไข ดัดแปลงและประดิษฐ์เครื่องมือเครื่องใช้ที่อำนวยความสะดวกต่าง ๆ มากมาย

อัลตราโซนิก เป็นคลื่นชนิดหนึ่งที่ในงานทางด้านอิเล็กทรอนิกส์นั้นนำมาใช้กันอย่างแพร่หลาย สาเหตุที่นำเอาคลื่นอัลตราโซนิกมาใช้ เพราะว่าเป็นคลื่นที่มีทิศทางทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิกทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control) เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยให้น้ำสั่นที่มีความถี่สูง เครื่องวัดความหนาของวัตถุ โดยส่งแอมพลิจูดเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาค่าแห่งอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วไหลของท่อ เป็นต้น

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการ

โครงการวิศวกรรมนี้ได้ทำเครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัติขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อทำการวัดส่วนสูงได้อย่างแม่นยำ และยังสามารถนำหลักการนี้ไปประยุกต์ใช้กับเครื่องวัดระยะทางได้อีกด้วย

1.2 ขอบเขตของโครงการ

1. สามารถวัดส่วนสูงคนได้ในระยะ 120-200 เซนติเมตรและแสดงผลออกทาง LCD
2. สเตปปีง มอเตอร์ สามารถหมุนได้ทั้งทิศทางเข็มและทวนเข็มนาฬิกา
3. สเตปปีง มอเตอร์ สามารถควบคุมการหมุนขึ้นและลงตามระยะความสูง

1.3 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถเป็นเครื่องต้นแบบในการวัดระยะทาง
2. สามารถนำไปใช้ร่วมกับเครื่องชั่งน้ำหนักเพื่อนำผลไปประกอบเป็นข้อมูลทางการแพทย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

อุปกรณ์รับส่งอัลตราโซนิก

2.1 คลื่นอัลตราโซนิก

2.1.1 ความหมายของคลื่นอัลตราโซนิก

คลื่นอัลตราโซนิก (Ultrasonic Wave) หมายถึงคลื่นที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่หูมนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์จะได้ยินในย่านความถี่ 20-20000 Hz ขึ้นไป

2.1.2 ชนิดของคลื่นอัลตราโซนิก

คลื่นอัลตราโซนิก ที่เดินทางผ่านตัวกลางต่างๆ มี 3 ชนิดด้วยกัน แบ่งตามการเคลื่อนที่ของคลื่นอัลตราโซนิกที่ผลิตขึ้นมาใช้งาน

2.1.2.1 คลื่นตามยาว (Longitudinal Wave) คือ คลื่นชนิดหนึ่งซึ่งทุกๆจุดบนคลื่นที่มีการเคลื่อนที่ในทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ คลื่นตามยาวนี้สามารถเดินทางผ่านของแข็งของเหลวและแก๊ส โคนมากถ้ากล่าวถึงความเร็วของคลื่นแล้วจะหมายถึงความเร็วของคลื่นตามยาว ในการพิจารณา คลื่นตามยาวที่เดินทางผ่านตัวกลางต่างๆ ได้นั้น ตัวกลางจะต้องมีขนาดใหญ่พอเมื่อเทียบกับความยาวคลื่น

2.1.2.2 คลื่นตามขวาง (Transverse Wave) คือคลื่นที่ทุกๆจุดบนคลื่นที่มีการเคลื่อนที่ในทิศทางที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่ คลื่นชนิดนี้จะเดินทางผ่านตัวกลางที่มีขนาดของตัวกลางใหญ่กว่าขนาดของความยาวคลื่น และสามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นของแข็ง คลื่นชนิดนี้ไม่สามารถเดินทางผ่านตัวกลางที่เป็นของเหลวและแก๊ส

คลื่นตามขวางมีลักษณะเสมือนการเกิดขั้วลบและขั้วบวก ซึ่งเป็นเหตุผลการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาคเป็นไปเพียงทิศทางเดียว เช่น ในระนาบที่ตั้งฉากกับทิศทางของคลื่นที่เคลื่อนที่ไป ดันกำเนิดของคลื่นตามขวางเป็นพื้นที่หน้าเรียบของระนาบที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของอนุภาคอันเนื่องจากการแกว่ง

ความหนาแน่นของตัวกลางไม่เปลี่ยนแปลงโดยการเคลื่อนที่ของคลื่นแบบตามขวาง ความเร็วของคลื่นชนิดนี้จะน้อยกว่าความเร็วของคลื่นชนิดตามยาว ในขณะที่เดินทางผ่านตัวกลางชนิดเดียวกัน ดังนั้นที่ความถี่เดียวกัน ความยาวคลื่นของคลื่นตามขวางจะน้อยกว่า ความยาวคลื่นของคลื่นตามยาวเสมอ

2.1.2.3 คลื่นผิวหน้า (Surface Waves or Ray length) คือคลื่นชนิดหนึ่งซึ่งคล้ายกับคลื่นตามขวาง จะต่างกันตรงที่ว่า การเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาคไม่เป็นเพียงในทิศทางที่ตั้งฉากกับทิศทางการเคลื่อนที่เพียงอย่างเดียว จึงทำให้คลื่นที่ไปตามระนาบในแนวนอน ด้วยเหตุนี้คลื่นจึงเดินทางผ่านไปเฉพาะบนผิวของตัวกลางเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 การเกิดคลื่นอัลตราโซนิก

คลื่นอัลตราโซนิกเป็นคลื่นที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานในรูปอื่นมาให้เป็นพลังงานกล โดยการสั่นไปมาหรือเกิดจากการเปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกล ทำให้เกิดคลื่นย่านอัลตราโซนิกกระจายออกไปในอากาศ ดังนั้น จึงถือได้ว่าคลื่นที่เกิดขึ้นเป็นคลื่นกล(Mechanical Wave) คลื่นอัลตราโซนิกสามารถสร้างได้ โดยตัวทรานสดิวเซอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล

2.1.4 อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์

อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์เป็นอุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานทางกลโดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดเสียงย่านอัลตราโซนิกกระจายไปในอากาศได้ หรือแปลงพลังงานกลให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่น ได้มีชื่อเรียกเป็นภาษาเทคนิคว่า อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์ (Ultrasonic transducer) ในปัจจุบันอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมาก ได้แก่แบบเพียโซอิเล็กตริก (piezoelectric transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานกล โดยมีความถี่เรโซแนนต์คงที่อยู่ที่ค่าหนึ่ง แบบแมกนีโตสตริกตีฟ (magnetostrictive transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่และแบบอิเล็กโตรสตริกตีฟ (electrostrictive transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับพลังงานกล เนื่องจากในโครงการนี้ใช้อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเพียโซอิเล็กตริก ฉะนั้นในรายงานนี้จะขอกล่าวเฉพาะอัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเพียโซอิเล็กตริก

2.1.4.1 อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเพียโซอิเล็กตริก

ภายในตัว อัลตราโซนิกทรานสดิวเซอร์แบบเพียโซอิเล็กตริก จะประกอบด้วยชิ้นสารเซรามิกสี่เหลี่ยมซึ่งมีผิวโลหะเงินฉาบอยู่ทั้ง 2 หน้า เพื่อให้ต่อสายไฟออกมาเป็นขา 2 ขา ชิ้นสารเซรามิกนี้ประกอบขึ้นจากสารเซรามิก 2 ชิ้นประกบกันอยู่ โดยวางให้ขั้วใดโพลทางไฟฟ้าภายในอะตอมของมันมีทิศตรงข้ามกัน

ชิ้นสารเซรามิกถูกยึดติดภายในตัวดังข้อดีเพื่อไม่ให้เกิดการสั่นขณะทำงานอยู่ได้รับผลกระทบกระเทือนจากภายนอก ตัวดังมักจะเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางและความสูงประมาณ 1 ถึง 2.5 ซม. ด้านหน้าทำเป็นช่องเปิดมีตะแกรงติดอยู่ เพื่อให้คลื่นอัลตราโซนิกเข้ามาหรือออกจากช่องเปิดได้โดยสะดวก ถ้าตัวดังทำมาจากโลหะก็ควรจะต้องตัวดังลงกราวด์เพื่อทำหน้าที่ชิลด์ สำหรับบางยี่ห้ออาจจะต่อขาหนึ่งติดกับตัวดังมาได้เลย เมื่อพลิกดูขา 2 ขาที่โผล่ออกมาจากตัวดังจะเห็นมีขาหนึ่งติดกับตัวดัง

เมื่อมีสัญญาณแรงดันมาต่อคร่อมขั้วทั้งสองข้างของชิ้นสารเซรามิก จะทำให้ชิ้นสาร โกงงอมากหรือน้อยหรือในทิศทางใดตามขนาดของสัญญาณนั้นๆทำให้เกิดการกดอัดอากาศโดยรอบ เกิดเอกสารถือเป็นเอกสารถือสั่นไหวสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาดไหนาเป็เซประเยชนดานการค้
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่เดียวกับสัญญาณนั้นออกไปแต่โดยทั่วไปกำลังเอาท์พุทจะสูงสุดที่ค่าประมาณนี้ต่อเมื่อความถี่ของสัญญาณตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ ซึ่งเป็นความถี่ทางกลตามธรรมชาติของชิ้นสารเซรามิกนั้นๆ ส่วนที่ความถี่อื่นๆ กำลังเอาท์พุทจะลดลงกว่านี้มาก

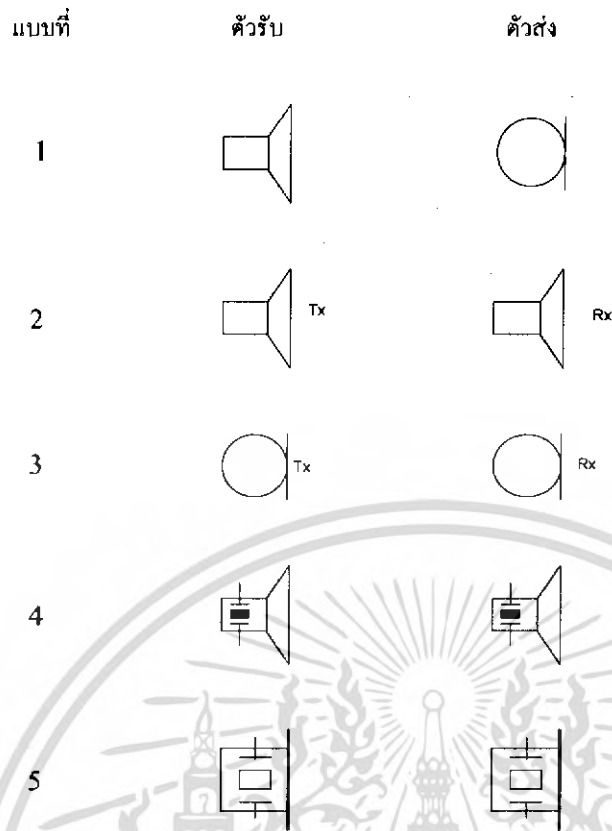
ในการทำงานกลับกันเมื่อมีคลื่นเสียงที่มีความถี่ตรงกับความถี่เรโซแนนซ์ของชิ้นสารเซรามิกเข้ามาจะทำให้ชิ้นสาร โกงงอไปมา และเกิดสัญญาณแรงดันซึ่งมีขนาดเล็กขึ้นมาคร่อมขั้วทั้งสองของตัวมันเองได้

คุณสมบัติโดยทั่วไปของอัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริกก็คือมีค่าความต้านทานทางไฟตรงสูงมากอาจสูงถึง $100\text{ M}\Omega$ เรียกว่าถ้าเอามัลติมิเตอร์ธรรมดาที่ตั้งสเกลวัดค่าความต้านทานสูงๆ เข็มจะไม่กระดิกเลย แต่ในขณะที่มันทำงาน ความต้านทานทางไฟสลับจะลดลง

2.1.5 ตัวส่งและตัวรับ

อัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริก จะมีอยู่ 2 อย่าง คือ ตัวส่ง(transmitter) และ ตัวรับ (receiver)

ตัวส่ง ก็คือ อัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แกตัวมัน ให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิค หน้าที่ของตัวส่งจึงคล้ายๆ กับลำโพง ส่วนตัวรับ ก็คือ อัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงย่านอัลตราโซนิคที่มาตกกระทบตัวมัน ให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า หน้าที่ของตัวรับจึงคล้ายๆ กับไมโครโฟน ด้วยเหตุนี้เวลาเขียนสัญลักษณ์ของอัลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์จึงนิยมเขียนตามหน้าที่ของมัน คือ ถ้าเป็นตัวส่งก็เขียนสัญลักษณ์เป็นไมโครโฟน ดังแบบที่ 1 ในรูปที่ 2.1 แต่ก็มีหนังสือบางเล่มเขียนสัญลักษณ์ของทั้งตัวส่งและตัวรับเป็นลำโพงหรือไมโครโฟนอย่างใดอย่างหนึ่งไปเลย ดังแบบที่ 2 และ 3 แต่เขียนตัวอักษรย่อว่า T_x (transmitter) และ R_x (receiver) กำกับอยู่ด้วย ที่เขาใช้สัญลักษณ์เหมือนกันเพราะว่าหน้าตาของตัวรับและตัวส่งที่ออกแบบมาให้ใช้งานคู่กันจะมีหน้าตาเหมือนกันทุกกระเบียดนิ้วแต่มีเบอร์บอกมาที่ด้านข้างให้รู้ว่าตัวใดเป็นตัวรับและตัวส่ง และมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันมากจนสามารถนำใช้งานแทนกันได้โดยตรงในหลายๆ การใช้งาน บางเล่มก็เขียนรายละเอียดภายในตัวไมโครโฟนหรือภายในตัวลำโพงให้มีสัญลักษณ์ของผลึกแร่ (crystal) กำกับอยู่ด้วยดังแบบที่ 4 และ 5



รูปที่ 2.1 : สัญลักษณ์ต่างๆของ อัลตราโซนิคทรานส์มิชชัน

อัลตราโซนิคทรานส์มิชชันแบบเซรามิกที่มีจำหน่ายกันจะมีค่าความถี่เรโซแนนซ์ให้เลือกตั้งแต่ 23 kHz แต่ที่พบเห็นบ่อยก็มี 23 kHz, 25 kHz และ 40 kHz โดยที่ความถี่ 40 kHz เป็นที่นิยมใช้กันมากที่สุดเพราะกินพลังงานต่ำกว่าและในปัจจุบันสามารถใช้ได้ในย่าน MHz

2.1.6 ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่งและตัวรับ

เนื่องจากสเปกตรัมของจรรยาบรรณของอัลตราโซนิคทรานส์มิชชันทำได้ยาก ดังนั้นจึงสรุปสิ่งที่ควรระวังในขั้นต้นเพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานดังนี้

1. ไม่ควรให้ตัวอัลตราโซนิคทรานส์มิชชันได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูง เพื่อป้องกันไม่ให้โครงสร้างภายในได้รับความเสียหาย

2. อัลตราโซนิคทรานส์มิชชันที่มีขายกันทั่วไปจะทนแรงดันคร่อมตัวมันสูงสุดได้ไม่เกินกว่า 20 V_{rms} ดังนั้นขนาดสัญญาณที่จะป้อนให้กับตัวอัลตราโซนิคทรานส์มิชชันก็ควรจะต้องอยู่ในขีดจำกัดอันนี้

3. ความถี่เรโซแนนซ์ (ความถี่ที่ตัวมันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด) ของอัลตราโซนิคทรานส์มิชชัน 40 kHz ที่มีขายกัน โดยทั่วไปจะผิดพลาดไปไม่เกิน ± 1 kHz และมีแถบความถี่เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(bandwidth) ประมาณ 4.5 kHz สำหรับตัวส่ง และมีแถบความถี่ประมาณ 5.0 kHz สำหรับตัวรับ จะเห็นว่าแถบความถี่ของตัวรับจะกว้างกว่าของตัวส่งอยู่เล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกจากตัวส่งได้

4. อุณหภูมิใช้งานของตัวทรานซิสเตอร์ควรอยู่ภายในช่วง -20°C ถึง $+60^{\circ}\text{C}$

5. ทั้งตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมาก กล่าวคือ ที่ตำแหน่งเบนจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ 30°C ความแรงของคลื่นที่ออกมาจะลดลงไปประมาณ 10 dB ด้วยเช่นกัน ดังนั้นในการใช้งานที่เป็นการควบคุมระยะไกลในที่โล่งแจ้ง จึงควรให้พยายามทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งเข้าหากันให้ได้มากที่สุด อย่างไรก็ตามในกรณีที่อยู่ในห้องอาจจะเบี่ยงเบนจากกันได้มากหน่อย เพราะคลื่นเสียงอัลตราโซนิคสามารถสะท้อนกับกำแพงและวัตถุที่อยู่ภายในห้องทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง

6. ในกรณีที่ใช้งานตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขนานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลด ตามปรกติแล้วตัวต้านทานตัวนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วงจาก $10\text{ k}\Omega$ - $100\text{ k}\Omega$ จากการทดลองพบว่าถ้าเปลี่ยนโหลดจาก $100\text{ k}\Omega$ ความไวจะลดลงประมาณ 10 ถึง 12 dB แต่แถบความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ค่าความต้านทานต่ำลงไปอีก ความถี่เรโซแนนซ์จะลดลงไปจากที่ระบุไว้ ถ้าการใช้งานมีสัญญาณรบกวนมาก ควรใช้โหลดที่มีความต้านทานสูงสักหน่อย เพื่อให้ตัวส่งมีความไวสูงและมีแถบความถี่แคบ

7. ตามปรกติแล้วเราสามารถนำเอาตัวส่งและตัวรับมาใช้งานแทนกันได้ ในการใช้งานส่วนใหญ่และตัวส่งหรือตัวรับของซีหรือไอ รุ่นใด ก็สามารถใช้แทนกันได้ ขอเพียงแต่ให้มีความถี่เรโซแนนซ์เดียวกันเท่านั้นเอง อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจจะต้องเปลี่ยนแปลงค่าตัวต้านทานสมมูลทางด้านไฟสลับ เพื่อให้ลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม

2.2 สเตปปีง มอเตอร์ (Stepping Motor)

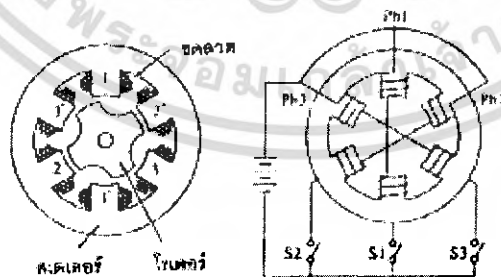
สเตปปีง มอเตอร์ เป็นอุปกรณ์ทางไฟฟ้าที่มีลักษณะพิเศษเป็นตัวต้นกำลังแบบดิจิทัลที่สำคัญอย่างหนึ่ง สามารถทำงาน โดยเปลี่ยนพลังงานทางไฟฟ้าเป็นพลังงานกลในรูปของการเคลื่อนที่ซึ่งมีอินพุทเป็นกลุ่มของแรงดัน ไบนารี และเอาท์พุทเป็นลักษณะของการเคลื่อนที่เชิงมุม เป็นสเตปที่มีค่ามุมคงที่ โดยการจ่ายแรงดันหรือกระแสแก่ขดลวดแต่ละเฟสตามลำดับอย่างถูกต้อง การนำไปใช้งานเมื่อต้องการควบคุมการเคลื่อนที่และตำแหน่งที่ต้องการความถูกต้องแม่นยำ การเคลื่อนที่แต่ละสเตปจะเกี่ยวข้องกับสัญญาณพัลส์ที่จ่ายแก่มอเตอร์ สามารถเคลื่อนที่ได้ทั้งตามเข็มนาฬิกาและทวนเข็มนาฬิกาขึ้นอยู่กับลำดับการจ่ายพัลส์แก่ขดลวด ตัวอย่างการใช้ เช่น เป็นอุปกรณ์ในเครื่องมือทางกล x-y plotter เครื่องพิมพ์ดีด อุปกรณ์ต่อพ่วงทางคอมพิวเตอร์ เป็นต้น

2.2.1 ประเภทของ สเตปปีง มอเตอร์

สเตปปีง มอเตอร์ แบ่งออกเป็นหลายประเภทที่สอดคล้องกับลักษณะ โครงสร้างทางกลและหลักเกณฑ์การทำงานดังต่อไปนี้

2.2.1.1 สเตปปีง มอเตอร์ประเภทค่ารีลักแตนซ์แปรค่าได้ (Variable Reluctance Stepping Motor)

สเตปปีง มอเตอร์ประเภทค่ารีลักแตนซ์แปรค่าได้ เป็นประเภทสเตปปีงที่ง่ายที่สุด เพื่อให้ง่ายต่อการเข้าใจพื้นฐานจะใช้มอเตอร์ 2 ตัว ที่แสดงในรูป 2.2 ซึ่งเป็นมอเตอร์ 3 เฟส มีซี่ฟันสเตเตอร์เท่ากับ 6 ซี่ฟันอยู่ตรงข้ามกัน 2 ซี่ ทำมุมกัน 180 องศาจะเป็นเฟสเดียวกัน ขดลวดที่พันอยู่บนซี่ฟันแต่ละคู่จะต่อกันแบบอนุกรมหรือขนาน (ในรูปเป็นแบบอนุกรม) โรเตอร์มีซี่ฟันเท่ากับ 4 ปกติ แกนของสเตเตอร์และโรเตอร์เป็นแผ่นเหล็กบางที่มีส่วนผสมของซิลิคอนวางซ้อนกัน (Laminate Silicon Steel) แต่โรเตอร์ที่ทำจากแท่งเหล็กซิลิคอนจะเป็นที่นิยมใช้กันมากกว่า วัสดุที่ใช้ทำสเตเตอร์และ โรเตอร์ต้องมีค่าซึมซาบทางแม่เหล็ก(Permeability) สูงและให้เส้นแรงแม่เหล็ก (Magnetic Flux) ผ่านได้ง่ายเพื่อให้เกิดแรงเคลื่อนแม่เหล็ก (Magnetomotive Force) สูงสุด

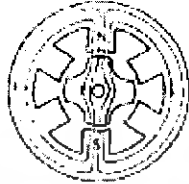


รูปที่ 2.2 : แสดง โครงสร้างอย่างง่ายของ สเตปปีง มอเตอร์ประเภทค่ารีลักแตนซ์แปรค่าได้

ในรูป 2.2 สมมติให้ซี่ฟันแต่ละคู่ของ สเตปปีง มอเตอร์ มีขั้วที่ตรงกันข้ามคือ 1,2,3 เป็นขั้วเหนือ (N) และ 1',2',3' เป็นขั้วใต้ (S) เมื่อแต่ละเฟสถูกกระตุ้นให้ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระแสในแต่ละเฟสจะถูกควบคุมโดยการเปิดและปิดสวิตช์ตามลำดับ ถ้ากระแสถูกจ่ายให้เฟส 1 หรือพูดว่า เฟส 1 ถูกกระตุ้น ฟลักซ์แม่เหล็กจะเกิดขึ้นดังรูปที่ 2.3 โดยซี่ฟันโรเตอร์คู่หนึ่งจะมีตำแหน่งตรงกับซี่ฟัน 1 และ 1' ของสเตเตอร์ เมื่อโรเตอร์อยู่ในแนวเดียวกับสเตเตอร์ค่าความต้านทานแม่เหล็ก จะมีค่าน้อยที่สุดและที่ตำแหน่งนี้มอเตอร์จะหยุดหมุนหรือเรียกว่าตำแหน่งสมดุล เมื่อมีแรงภายนอกมากระทำกับโรเตอร์ให้ออกจากตำแหน่งสมดุลในทิศตามเข็มนาฬิกาดังรูป 2.4

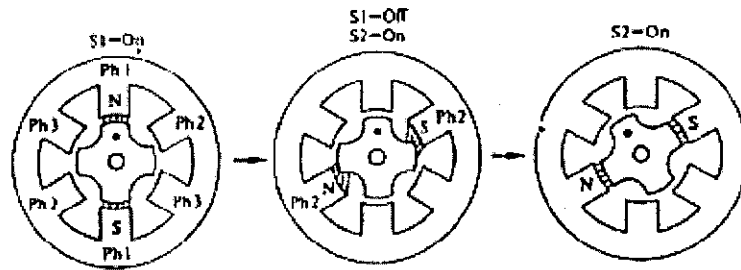


รูปที่ 2.3 : แสดงตำแหน่งสมดุลเมื่อเฟสที่ 1 ถูกกระตุ้น

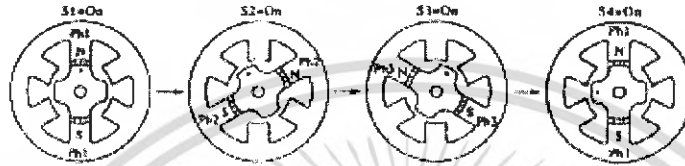


รูปที่ 2.4 : แสดงแรงบิดครีستอริง(Restoring Torque)ที่มีทิศทวนเข็มนาฬิกา

ในภาพนี้แรงบิดภายนอกมีทิศตามเข็มนาฬิกาทำให้โรเตอร์เคลื่อนที่ไปในทิศทางดังกล่าวด้วยแรงบิดครีستอริง (Restoring Torque) จะมีทิศทวนเข็มนาฬิกาตรงกันข้ามกับแรงบิดภายนอกเพื่อรักษาตำแหน่งโรเตอร์ให้ตรงกับตำแหน่งซี่ฟันของสเตเตอร์มากที่สุด ขณะที่ตำแหน่งซี่ฟันของโรเตอร์และสเตเตอร์เบี่ยงเบนไปจากตำแหน่งสมดุลของเฟสที่ถูกกระตุ้นค่าความต้านทานแม่เหล็กจะมีค่ามาก จากรูปที่ 2.5 แสดงลักษณะการเคลื่อนที่ของโรเตอร์ขณะที่เฟส 1 ถูกเปิดออก และเฟสที่ 2 ถูกจ่ายกระแสทันที ค่าความต้านทานแม่เหล็กของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นทันที โรเตอร์จะเคลื่อนที่เป็นสเตปด้วยมุม 30 องศา ในทิศทวนเข็มนาฬิกาเพื่อให้ความต้านทานแม่เหล็กมีค่าน้อยสุด การเคลื่อนที่ผ่านมุมสเตปเมื่อมีการสวิตช์การกระตุ้นแต่ละครั้ง เรียกว่า สเตป หลังจากโรเตอร์เคลื่อนที่ครบ 3 สเตป โรเตอร์จะเคลื่อนที่กลับมายังตำแหน่งจุดเริ่มต้นดังแสดงในรูป 2.6



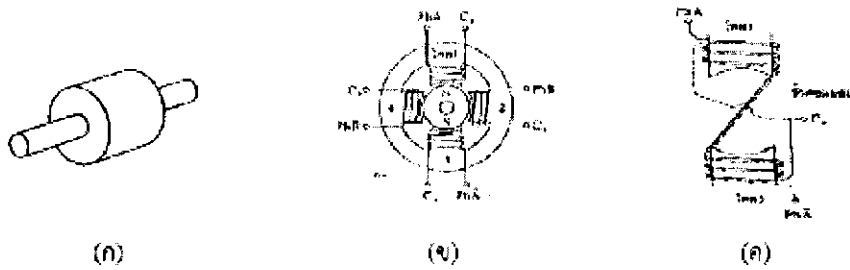
รูปที่ 2.5 : แสดงการเคลื่อนที่ของ โรเตอร์ขณะที่เฟสที่ 1 ถูกเปิดออกและเฟสที่ 2 ถูกจ่ายกระแสทันที



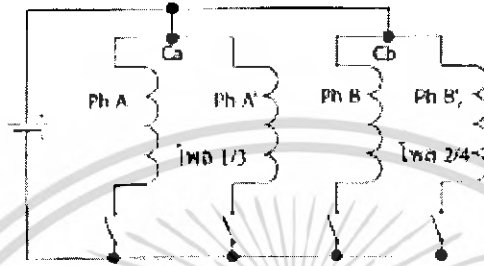
รูปที่ 2.6 : แสดงการเคลื่อนที่สเต็ปครบรอบใน สเต็ปปิง มอเตอร์ประเภทคาร์ริกแดนซ์แปรค่าได้

2.2.1.2 สเต็ปปิง มอเตอร์ประเภทแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet Stepping Motor or PM Stepping Motor)

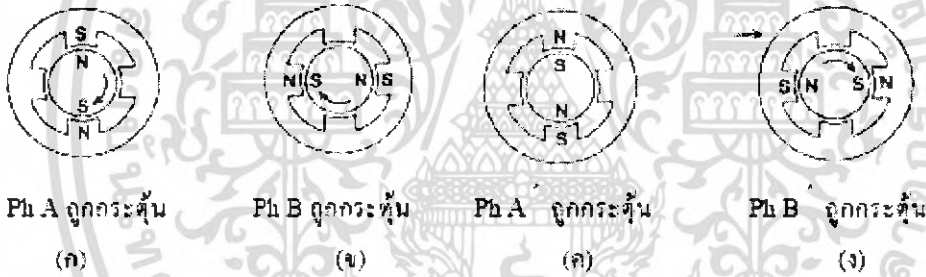
สเต็ปปิง มอเตอร์ ประเภทนี้ โรเตอร์จะทำจากแม่เหล็กถาวร แสดงโครงสร้างเบื้องต้นดังรูป 2.7 ซึ่งใช้โรเตอร์เป็นแม่เหล็กถาวรแบบทรงกระบอก มีสเตเตอร์ 4 โพล หรือ ชีฟฟัน แต่ละชีฟฟันจะมีขดลวดพันล้อมรอบอยู่ดังแสดงในรูป 2.7 ก,ข ตามลำดับ รูป 2.7 ค แสดงการพันขดลวดจริง ซึ่งเรียกว่า "การพันแบบไบ โพลาร์" โดยขดลวดสองเส้นวางทับกันถูกพันในลักษณะพันแบบเส้นเดียวบน โพล 1 และ โพล 3 โดยขดลวดสองเส้นนี้ถูกแยกออกจากกันเป็นอิสระที่ปลายแต่ละข้างและที่ปลายข้างอีกข้างหนึ่งที่เขียนว่า Ca , Cb จะต่อเป็นขั้วร่วม ต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟซึ่งแสดงผังรูปการสวิตซ์ในรูป 2.8 เมื่อขดลวดเฟส A (Ph A) ที่เป็นเส้นที่บ (รูปที่ 2.7 ข) ถูกกระตุ้น โพล 1 จะเป็นขั้วเหนือ (N) และ โพล 2 จะเป็นขั้วใต้ (S) ถ้าเฟส A ถูกกระตุ้น ขั้วจะกลับกัน การกระตุ้นขดลวดตามลำดับ เฟส A, เฟส B, เฟส A, เฟส B โรเตอร์จะหมุนตามเข็มนาฬิกาเหมือนแสดงผังรูป 2.9 ทำให้มีมุมการสเต็ป 90 องศา ถ้าจำนวนฟันของสเตเตอร์และขั้วแม่เหล็กเพิ่มเป็น 2 เท่า จะทำให้มุมการสเต็ป เป็น 45 องศา มอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวรจะมีแรงบิดมากกว่ามอเตอร์แบบคาร์ริกแดนซ์แปรค่าได้เมื่อมีขนาดเท่ากัน



รูปที่ 2.7 : แสดงโครงสร้างอย่างง่ายของ สเตปปีง มอเตอร์ประเภทแม่เหล็กถาวร



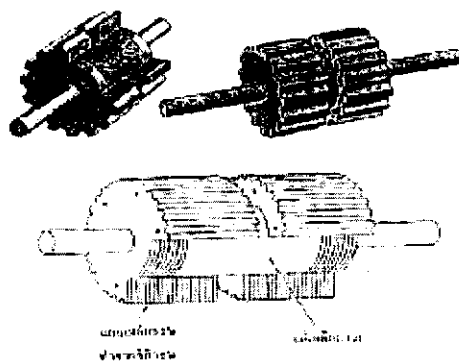
รูปที่ 2.8 : แสดงการต่อวงจรขับอย่างง่ายสำหรับมอเตอร์สองเฟส



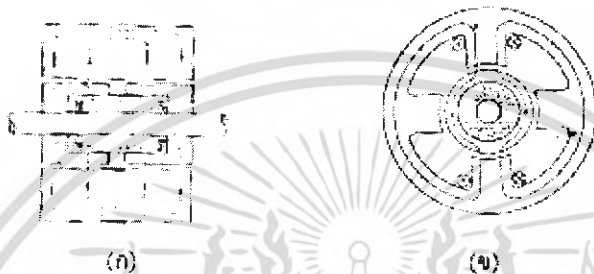
รูปที่ 2.9 : แสดงการเคลื่อนที่ของโรเตอร์เมื่อถูกกระตุ้นในทิศตามเข็มนาฬิกา

2.2.1.3 สเตปปีง มอเตอร์ประเภทไฮบริด (Hybrid Stepping Motor)

สเตปปีง มอเตอร์ ประเภทนี้มีหลักการทำงานผสมผสานกันระหว่าง 2 แบบแรก เข้าด้วยกัน เพื่อให้ได้มุมสเตปที่เล็กและมีค่าแรงบิดสูงจากมอเตอร์ขนาดเล็ก โครงสร้างของสเตเตอร์จะเหมือนกับ สเตปปีง มอเตอร์ประเภทคาร์ริกแตนซ์แปรค่าได้ ส่วนที่สำคัญของ สเตปปีง มอเตอร์ประเภทนี้ อยู่ที่โครงสร้างของโรเตอร์แสดงดังรูปที่ 2.10 คือมีแม่เหล็กรูปทรงกระบอกที่วางตัวตามแนวแกนโรเตอร์ มีทิศทางการสร้างสนามแม่เหล็กดังรูปที่ 2.11 โดยแต่ละ โพลของแม่เหล็กจะถูกล้อมรอบด้วยซี่เหล็กอ่อนที่ทำจากซิลิกอน ส่วนสนามแม่เหล็กสร้างโดยขดลวดสเตเตอร์เป็นสนามแบบเฮเทอโร โพลาร์(Heteropolar)เหมือนดังรูป 2.11 ข



รูปที่ 2.10 : แสดงโครงสร้างอย่างง่ายของ สเตปิง มอเตอร์ประเภทไฮบริด



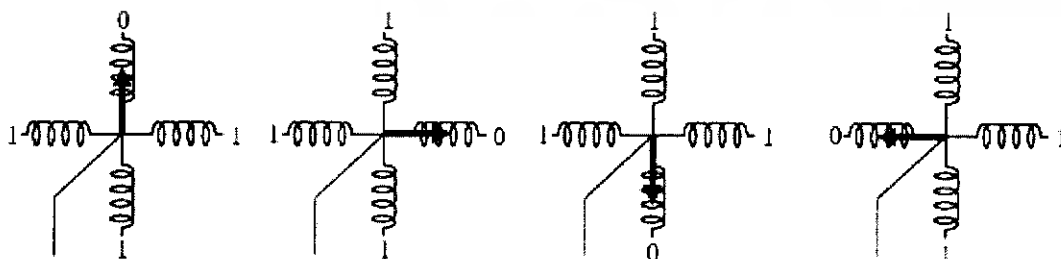
รูปที่ 2.11 : แสดงทิศทางการสร้างสนามแม่เหล็กของ สเตปิง มอเตอร์ประเภทไฮบริด

2.2.2 รูปแบบการขับ สเตปิง มอเตอร์

รูปแบบการขับหรือการกระตุ้นสเตปิง มอเตอร์คือการกำจัดลำดับสัญญาณการกระตุ้น วงจรขับเคลื่อนเพื่อความคุมทิศทางและปรับปรุงประสิทธิภาพของแรงบิด มีอยู่ด้วยกัน 3 แบบ คือ การขับแบบกระตุ้น 1 เฟส การขับแบบกระตุ้น 2 เฟส และ การขับแบบกระตุ้น 1 เฟส สลับ 2 เฟส หรือ ขับแบบครึ่งสเตปโดยในโครงการนี้ได้ใช้การขับมอเตอร์แบบครึ่งสเตป

2.2.2.1 การขับแบบกระตุ้น 1 เฟส (One-Phase Excitation)

เป็นการขับสเตปิง มอเตอร์แบบจ่ายกระแสให้กับขดลวดของสเตปิง มอเตอร์ ครั้งละ 1 เฟส เปลี่ยนไปตามลำดับ จะได้การเคลื่อนที่แบบเต็มสเตป จุดสมมูลของการหมุนจะอยู่ที่ เฟสใดเฟสหนึ่ง วิธีนี้แรงบิดจะน้อย การจ่ายกระแสให้แต่ละเฟสแสดงดังตารางที่ 2.1 และสามารถสั่งให้มอเตอร์หมุนได้ทั้งทิศทางตามเข็มนาฬิกาและทิศทวนเข็มนาฬิกา



รูปที่ 2.12 : แสดงการหมุนของมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบหนึ่งเฟส

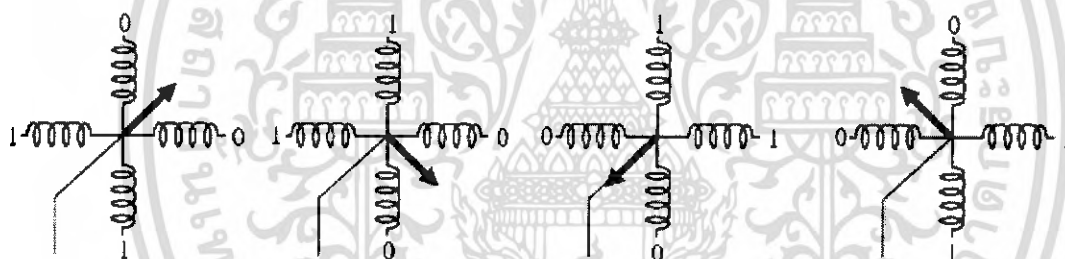
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 : แสดงการจ่ายกระแสแบบกระตุ้น 1 เฟส

Step	เฟสที่ถูกกระตุ้น			
	Φ_1	Φ_2	Φ_3	Φ_4
1	0	0	0	1
2	0	0	1	0
3	0	1	0	0
4	1	0	0	0

2.2.2.2 การขับแบบกระตุ้น 2 เฟส (Two-Phase Excitation)

เป็นการขับสเตปป์ มอเตอร์แบบจ่ายกระแสให้สเตปป์ มอเตอร์แบบเต็มสเตป จุดสมดุลของการหมุนจะไม่อยู่ที่เฟสใดเฟสหนึ่ง แต่จะอยู่ตรงจุดกึ่งกลางระหว่างเฟสทั้งสอง แรงบิดของมอเตอร์จะมากกว่าแบบกระตุ้นทีละเฟส มีลักษณะการจ่ายกระแสให้แต่ละเฟสดังตารางที่ 2.2



รูปที่ 2.13 : แสดงการหมุนของมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบสองเฟส

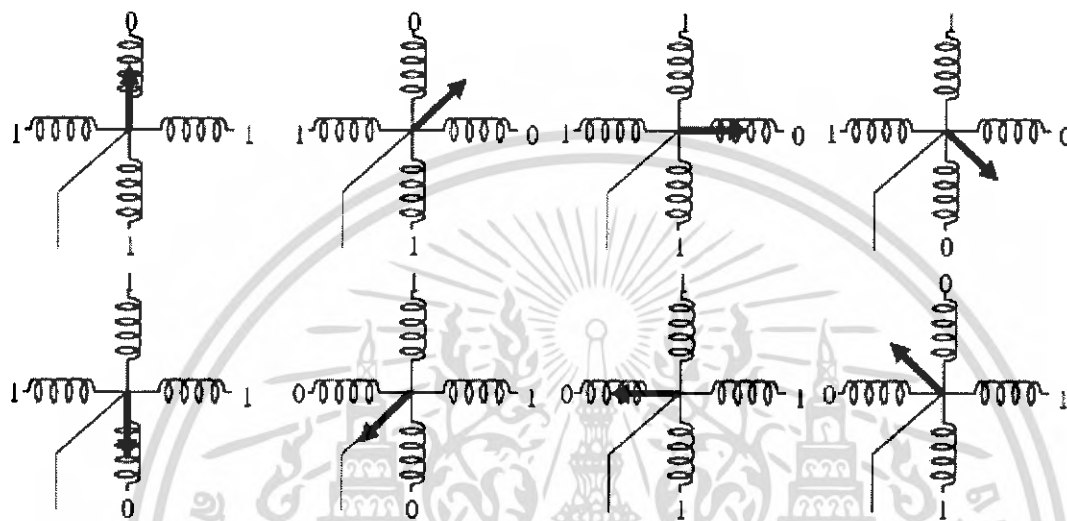
ตารางที่ 2.2 : แสดงการจ่ายกระแสแบบกระตุ้น 2 เฟส

Step	เฟสที่ถูกกระตุ้น			
	Φ_4	Φ_3	Φ_3	Φ_1
1	0	0	1	1
2	0	1	1	0
3	1	1	0	0
4	1	0	0	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.3 การขับแบบกระตุ้น 1 เฟส สลับ 2 เฟส (One-Two-Phase Excitation)

เป็นการขับแบบจ่ายกระแสให้เฟสของมอเตอร์แบบ 1 เฟส สลับกับการจ่ายแบบ 2 เฟส วิธีนี้เป็นการเคลื่อนที่แบบครึ่งสเตป โดยมีจุดสมมูลย์ของแรงบิดอยู่ที่เฟสใดเฟสหนึ่ง และที่จุดกึ่งกลางระหว่างเฟสทั้งสอง วิธีนี้จำนวนสเตปจะเพิ่มขึ้นเป็นสองเท่าของสองแบบแรก แต่แรงบิดเฉลี่ยจะน้อยกว่าแบบที่ 2 ซึ่งมีลักษณะการจ่ายกระแสให้เฟสดังตารางที่ 2.3



รูปที่ 2.14 : แสดงการหมุนของมอเตอร์เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบครึ่งสเตป

ตารางที่ 2.3 : แสดงการจ่ายกระแสแบบกระตุ้นแบบครึ่งสเตป

Step	เฟสที่ถูกกระตุ้น			
	Φ_4	Φ_3	Φ_2	Φ_1
1	0	0	0	1
2	0	0	1	1
3	0	0	1	0
4	0	1	1	0
5	0	1	0	0
6	1	1	0	0
7	1	0	0	0
8	1	0	0	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วงจรขับมอเตอร์ (IC UCN5804B)

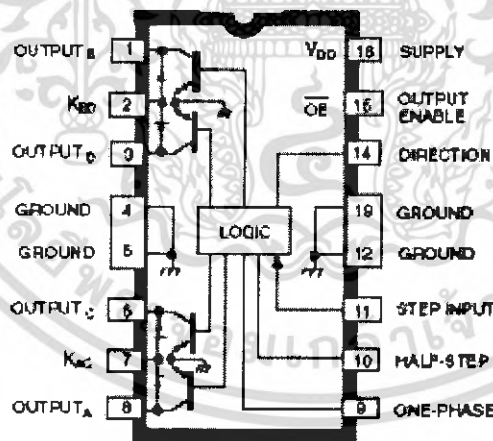
UCN5804B เป็นวงจรรวมที่มี CMOS Logic เป็นองค์ประกอบภายใน มีเอาต์พุตที่ให้กระแสและแรงดันสูง สามารถใช้ขับเคลื่อนและควบคุม สเตปปีง มอเตอร์ ให้สามารถหมุนได้แบบเป็นเฟสหรือแบบต่อเนื่อง CMOS Logic นี้จะจัดเตรียมขาต่างๆที่ใช้งานไว้อย่างลำดับ เช่น ขาทิศทาง (Direction) , ขาเอาต์พุต (Output Enable) เป็นต้น และมีการทำงานที่สามารถเลือกทำงานได้ 3 สเตป คือ การขับแบบกระตุ้น 1 เฟส การขับแบบกระตุ้น 2 เฟส และ การขับแบบกระตุ้น 1 เฟส สลับ 2 เฟส หรือ ขับแบบครึ่งสเตป

การขับเคลื่อนสเตปปีง มอเตอร์แบบกระตุ้น 1 เฟสจะเรียงลำดับการทำงานของสเตปปีง มอเตอร์ คือ เป็นเฟสแบบ A-B-C-D หรือแบบ D-C-B-A การทำงานในโหมดนี้จะใช้พลังงานน้อยที่สุดในการหมุนต่อรอบ และมีความแม่นยำสูงมาก

การขับเคลื่อนสเตปปีง มอเตอร์แบบกระตุ้น 2 เฟสจะมีการเรียงเฟสในการหมุนแบบ AB-BC-CD-DA การทำงานในโหมดนี้จะทำให้ได้ความเร็วและแรงบิดที่เพิ่มขึ้น

การขับเคลื่อนสเตปปีง มอเตอร์แบบครึ่งสเตปจะเป็นการสลับการทำงานกันระหว่างกระตุ้นแบบ One-Phase และ Two-Phase และมีการเรียงลำดับการทำงานแบบ A-AB-B-BC-C-CD-D-DA เป็นการเรียงลำดับการทำงานแบบ 8 สเตป และมีคุณสมบัติที่สำคัญ ดังนี้

1. มีกระแสเอาต์พุตสูงสุด 1.5A
2. ให้แรงดันเอาต์พุตได้ถึง 35 V



รูปที่ 2.15 : โครงสร้างภายในของ UCN 5804B

2.3.1 การใช้งาน UCN5804B

ภายใน UCN5804B จะมีวงจร Power-On Reset (POR) อยู่ภายในเมื่อเราจ่ายแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟ ป้อนให้กับ IC IC ในสถานะเริ่มต้นนั้นจะมีสถานะ ON หลังจากนั้น จะรีเซ็ต มาเป็นสถานะ OFF และการทำงานในโหมดต่างๆจะเป็นไปตามตารางที่ 2.4 ,2.5,2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 : แสดงการขับแบบหนึ่งเฟส

(ขา 10) Half Step = Low , (ขา 9) One Phase = High				
Step	A	B	C	D
POR	ON	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF	OFF
2	OFF	ON	OFF	OFF
3	OFF	OFF	ON	OFF
4	OFF	OFF	OFF	ON

สำหรับการขับมอเตอร์แบบหนึ่งเฟสนั้น จะต้องทำการจ่ายลอจิก “0” ให้กับขา 10 และ จ่ายลอจิก “1” ให้กับขา 9 ของ UCN5804B ลักษณะการทำงานนั้น มอเตอร์จะหมุนแบบเรียงตามเฟสไปที่ละหนึ่งเฟส คือ A-B-C-D ซึ่งจะทำงานเรียงตามเฟสนี้ไปเรื่อยๆ

ตารางที่ 2.5 : แสดงการขับแบบสองเฟส

(ขา 10) Half Step = Low , (ขา 9) One Phase = Low				
Step	A	B	C	D
POR	ON	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF	ON
2	ON	ON	OFF	OFF
3	OFF	ON	ON	OFF
4	OFF	OFF	ON	ON

สำหรับการขับมอเตอร์แบบหนึ่งเฟสนั้น จะต้องทำการจ่าย ลอจิก “0” ให้กับขา 10 และ จ่ายลอจิก“0” ให้กับขา 9 ของ UCN5804B ลักษณะการทำงานนั้น มอเตอร์จะหมุนแบบเรียงตามเฟสไปที่ละหนึ่งเฟส คือ AB-BC-CD-DA ซึ่งจะทำงานเรียงตามเฟสนี้ไปเรื่อยๆ

ตารางที่ 2.6 : แสดงการขับแบบครึ่งสเตป

(ขา 10) Half Step = High , (ขา 9) One Phase = Low				
Step	A	B	C	D
POR	ON	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF	ON
2	ON	ON	OFF	OFF
3	OFF	ON	OFF	OFF
4	OFF	ON	ON	ON
5	OFF	OFF	ON	OFF
6	OFF	OFF	ON	ON
7	OFF	OFF	OFF	ON
8	ON	OFF	OFF	ON

สำหรับการขับมอเตอร์แบบครึ่งสเตปนั้น จะต้องทำการจ่ายลอจิก “1” ให้กับขา 10 และจ่ายลอจิก “0” ให้กับขา 9 ของ UCN5804B ลักษณะการทำงานนั้น มอเตอร์จะหมุนแบบเรียงตามเฟสไปทีละหนึ่งเฟส คือ A-AB-B-BC-C-CD-D-DA ซึ่งจะทำงานเรียงตามเฟสนี้ไปเรื่อยๆ

2.3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับ โครงสร้างภายในของมัน บางเบอร์จะมีหน่วยความจำภายในเป็นแบบ ROM บางเบอร์เป็นแบบ EPROM บางเบอร์มี RAM ภายใน 128 ไบต์ บางเบอร์มี 256 ไบต์ เป็นต้น ซึ่งรายละเอียดจะศึกษาได้จากคู่มือของมัน โดยตรง และลักษณะของเขาต่างๆจะเหมือนกัน คุณสมบัติที่สำคัญของ MCS-51 มีดังนี้

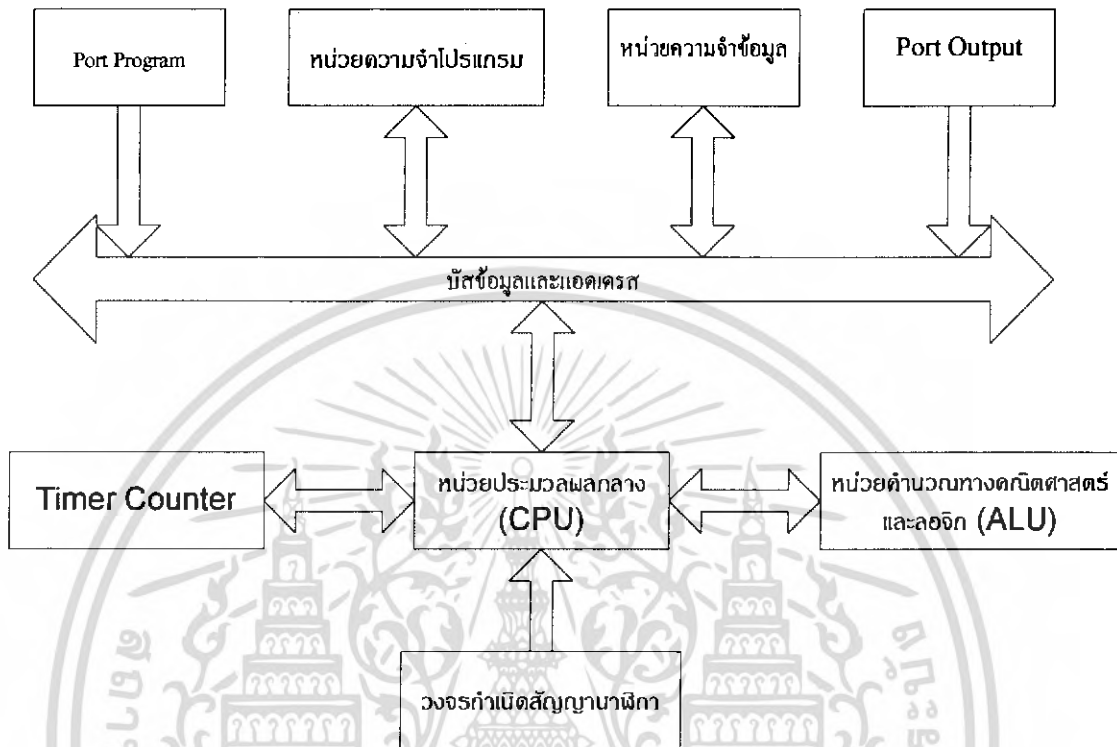
- มีหน่วยความจำ ROM 4K bytes
- มีหน่วยความจำ RAM 128 bytes
- มี Port I/O ขนาด 8 bit 4 Ports
- มี Timer 16 bit 2 ตัว
- สามารถ Interrupt ได้ 5 แห่ง
- มีวงจร Oscillator และ วงจรนาฬิกาบนชิพ
- มี Port อนุกรม ที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ full Duplex 8 ความเร็วสูง
- อ้างหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกได้ 64 K
- อ้างหน่วยความจำข้อมูลภายนอกได้ 64K
- สามารถประมวลผลทีละบิตได้
- สามารถอ้างหน่วยความจำแบบบิตได้ 210 ตำแหน่ง
- 1 วัฏจักรคำสั่งกินเวลาประมาณ 1 ไมโครวินาทีขณะทำงานด้วย Clock 12 MHz

ตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 และลักษณะต่างๆสามารถแสดงได้ในตารางที่ 1 และสำหรับไดอะแกรม โครงสร้างภายในแสดงดังรูป 2.16

ตาราง 2.7 :แสดงไมโคร โปรเฟสเซอร์ตระกูล MCS-51 เบอร์ต่างๆ

เบอร์	หน่วยความจำโปรแกรมบนชิพ	หน่วยความจำข้อมูลบนชิพ	Timer
8051	4K ROM	128 bytes	2
8031	-	128 bytes	2
8751	4K EPROM	128 bytes	2
8052	8K ROM	256 bytes	3
8032	-	256 bytes	3
8752	8K EPROM	256 bytes	3

เบอร์หน่วยความจำโปรแกรมบนชิพหน่วยความจำข้อมูลบนชิพ TIMERS80514K
 ROM128 bytes 28031-128bytes287514AK EPROM128 bytes280528K ROM256 bytes38032-
 256bytes387528K EPROM256 bytes3



รูป 2.16: แสดงโครงสร้างภายในของ MCS-51

2.3.1 การจัดการลักษณะภายนอกของ MCS-51

รูป 2.17 แสดงการจัดการตามลักษณะภายนอกของ MCS-51 ซึ่งจะมีการแบ่งกลุ่มการจัดการตามสถาปัตยกรรมของ MCS-51 อยู่ 4 กลุ่ม คือ

1. กลุ่มขารับแหล่งจ่ายไฟฟ้า และระบบสัญญาณนาฬิกา
2. กลุ่มขาแอดเดรสและข้อมูล
3. กลุ่มขาควบคุม
4. กลุ่มขาพอร์ตแบบขนานและอนุกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P1.0	□	1	40	□	VCC
P1.1	□	2	39	□	P0.0 (AD0)
P1.2	□	3	38	□	P0.1 (AD1)
P1.3	□	4	37	□	P0.2 (AD2)
P1.4	□	5	36	□	P0.3 (AD3)
P1.5	□	6	35	□	P0.4 (AD4)
P1.6	□	7	34	□	P0.5 (AD5)
P1.7	□	8	33	□	P0.6 (AD6)
RST	□	9	32	□	P0.7 (AD7)
(RXD) P3.0	□	10	31	□	\overline{EA}/VPP
(TXD) P3.1	□	11	30	□	$\overline{ALE}/\overline{PROG}$
($\overline{INT0}$) P3.2	□	12	29	□	\overline{PSEN}
($\overline{INT1}$) P3.3	□	13	28	□	P2.7 (A15)
(T0) P3.4	□	14	27	□	P2.6 (A14)
(T1) P3.5	□	15	26	□	P2.5 (A13)
(\overline{WR}) P3.6	□	16	25	□	P2.4 (A12)
(\overline{RD}) P3.7	□	17	24	□	P2.3 (A11)
XTAL2	□	18	23	□	P2.2 (A10)
XTAL1	□	19	22	□	P2.1 (A9)
GND	□	20	21	□	P2.0 (A8)

รูป 2.17 : แสดงการจัดขาตามลักษณะภายนอกของชิพ MCS-51

2.3.2 หน่วยศูนย์กลางประมวลผลหรือซีพียู

CPU เป็นมันสมองของระบบไมโครคอมพิวเตอร์การอ่านโปรแกรม และทำงานตามคำสั่งโปรแกรมจะกระทำที่ส่วนนี้โดยการใช้ส่วนคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ทำงานร่วมกับรีจิสเตอร์ A,B,PSW (Program Status Word) , SP (Stack Pointer) ตัวนับโปรแกรม (PC: Program Counter) ขนาด 16 บิต และตัวชี้ตำแหน่งข้อมูล (DPTR : Data Pointer) ส่วนคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ (ALU : Arithmetic Logic Unit) ALU นี้ทำงานในฟังก์ชันทางคณิตศาสตร์และตรรกศาสตร์ด้วยตัวแปรต่างๆขนาด 8 บิต ที่มีลักษณะการทำงานทางคณิตศาสตร์เป็น บวก ลบ คูณ หาร รวมทั้งทางตรรกศาสตร์ เช่น AND OR XOR รวมทั้งการเลื่อนและวนรอบบิต การเคลียร์ค่า และกลับค่า (Complement) เป็นต้น

สิ่งสำคัญในการทำงานทางสถาปัตยกรรมของ MCS-51 คือความสามารถในการทำงานสำหรับข้อมูลขนาด 8 บิต และ 1 บิต การใช้งานระดับในการเซตเคลียร์หรือกลับค่าการเคลื่อนย้ายการทดสอบ และใช้ในการคำนวณทางตรรกศาสตร์ขนาด 1 บิต ความสามารถเช่นนี้เหมาะสำหรับใช้ในงานควบคุมของสัญญาณเข้าและออกที่มีการคิดและออกแบบทางตรรกด้วยพีชคณิต Boolean

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งโดยปกติทำได้ลำบากสำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป งานในลักษณะเช่นนี้จึงได้ชื่ออีกอย่างหนึ่งว่า ตัวประมวลผลบูลีน (Boolean Processor)

ในตัว MCS-51 มีพอร์ต 4 พอร์ต และทั้ง 4 พอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง แต่ละพอร์ตจะประกอบด้วย Latch เป็น P0 ถึง P3 ของ SFR จะมีตัวจับเอาต์พุตและบัฟเฟอร์อินพุต ตัวจับเอาต์พุตของพอร์ต 0 และ 2 และบัฟเฟอร์อินพุตของพอร์ต 0 จะใช้งานสำหรับการเข้าถึงหน่วยความจำภายนอก ในการใช้งานลักษณะนี้เอาต์พุตพอร์ต 0 จะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดไบต์ต่ำของแอดเดรสหน่วยความจำภายนอก โดยที่ค่าแอดเดรสและค่าข้อมูลจะถูกมัลติเพล็กซ์ด้วยช่วงจังหวะการแฟลช และการอ่านหรือเขียนข้อมูล ส่วนเอาต์พุต 2 จะทำหน้าที่เป็นตัวกำหนดส่งไบต์สูงของแอดเดรส ในการเข้าถึงหน่วยความจำภายนอกบางขาของตัวจับเอาต์พุต และ บัฟเฟอร์อินพุตของขา P0, P1.1 และพอร์ต 3 ทั้งหมดสามารถนำไปใช้งานเป็นแบบหลายฟังก์ชันได้ดังนี้

ขาพอร์ต	การใช้งานตามฟังก์ชัน
P1.0	T2(Timer/Counter2 สัญญาณอินพุตจากภายนอก)
P1.1	T2RST(Timer/Counter2 สัญญาณอินพุตจากการรีเซ็ตภายนอก)
P3.0	RxD(พอร์ตรับข้อมูลอนุกรม)
P3.1	TxD(พอร์ตส่งข้อมูลอนุกรม)
P3.2	INT 0 (การใช้อินเทอร์รัพภายนอกตัวที่ 1)
P3.3	INT 1 (การใช้อินเทอร์รัพภายนอกตัวที่ 2)
P3.4	T0 (Timer/Counter 0 สัญญาณอินพุตภายนอก)
P3.5	T1 (Timer/Counter 1 สัญญาณอินพุตภายนอก)
P3.6	WR (สวิตช์การเขียนหน่วยความจำภายนอก)
P3.7	RD (สวิตช์การอ่านหน่วยความจำภายนอก)

ตัวจับเอาต์พุต Latch ในการที่ใช้ทำงานตามตารางบน จะต้องเริ่ม โปรแกรมด้วยการเซตค่า "1" เก็บใน Latch ก่อน

2.3.3 การเข้าถึงของหน่วยความจำภายนอก

ลักษณะการเข้าถึงของหน่วยความจำภายนอกมี 2 แบบ คือ การเข้าถึงหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกกับของหน่วยความจำข้อมูลภายนอก การเข้าถึงของหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกจะใช้ขาสัญญาณ PSEN (Program Store Enable) แยกที่ฟ้ต่ำเป็นสวิตช์ควบคุมการอ่าน และการเข้าถึงของหน่วยความจำข้อมูลภายนอก จะใช้ขา RD หรือ WR แยกที่ฟ้ต่ำเป็นสัญญาณสโต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รควบคุมหน่วยความจำการแพชโปรแกรมภายนอกจะใช้ขาแอดเดรส 16 บิต เสมอ ส่วนการเข้าถึงของหน่วยความจำข้อมูลสามารถใช้กำหนดเลขที่อยู่ได้ทั้ง 16 บิต แอดเดรส

เมื่อไรที่ใช้ 16 บิต แอดเดรสไบต์สูงของค่าแอดเดรสจะส่งออกที่พอร์ต 2 และ จะคงสถานะค่านั้นตลอดในช่วงไซเคิลการอ่านและเขียน ระหว่างช่วงนี้ ตัว Latch ของพอร์ต 2 ใน SFR จะไม่ต้องประกอบด้วยค่า “1” และค่าข้อมูลใน SFR ของพอร์ตจะยังคงค่าเดิมที่ขาพอร์ต 2 ตลอดช่วงไซเคิลการใช้ความจำภายนอก ซึ่งมีลักษณะนี้จะเป็นการใช้งานด้านของหน่วยความจำ

ในกรณีใช้แอดเดรสไบต์ต่ำเป็นช่วงเวลามัลติเพล็กซ์กับข้อมูลของพอร์ต 0 ขาสัญญาณแอดเดรส/ข้อมูล จะขับ FET ทั้ง 2 ตัวในพอร์ต 0 เป็นบัฟเฟอร์ส่งออก ดังนั้นในการใช้งาน พอร์ต 0 จะไม่มีการรับกระแสเข้า จึงไม่จำเป็นต้องพูลอ์พจากภายนอก สัญญาณ ALE : Address Latch Enable ก็จะใช้เป็นขาควบคุมรับไบต์แอดเดรสเก็บไว้ภายนอก ซึ่งค่าแอดเดรสจะคงที่ในช่วงขอบขาลงของ ALE ดังนั้น ไซเคิลการเขียนออกไปที่พอร์ต 0 ก่อนที่ WR จะแอกทีฟต่ำ ส่วนไซเคิลการอ่านข้อมูลจะรับเข้ามาที่พอร์ต 0 ก่อน

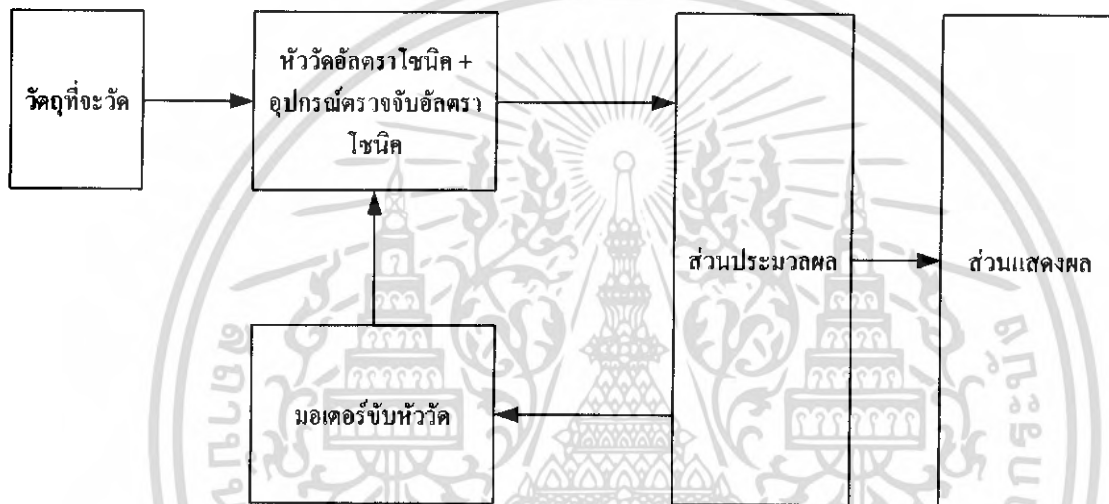


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

หลักการการทำงานของเครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัติ

เครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัติมีหลักการการทำงาน คือ เมื่อมีวัตถุต้องการที่จะวัด หัววัดอัลตราโซนิกจะทำการส่งสัญญาณไปที่วัตถุที่จะวัดแล้วจะรับสัญญาณมาผ่านวงจรขยายสัญญาณแล้วจึงจะเข้าส่วนประมวลผล ถ้าส่วนประมวลผลสามารถจับสัญญาณได้ก็จะนำไปแสดงที่ส่วนแสดงผล แต่ถ้าจับสัญญาณไม่ได้ ส่วนประมวลผลก็จะส่งคำสั่งให้มอเตอร์นั้นเลื่อนหัววัดลงมา จนกว่าจะจับสัญญาณได้ หลังจากนั้นก็เข้าสู่ส่วนประมวลผลและนำไปแสดงที่ส่วนแสดงผล



รูป 3.1 : Block diagram ของเครื่องวัดส่วนสูงอัตโนมัติ

3.1 ส่วนหัววัดอัลตราโซนิกและอุปกรณ์ตรวจจับอัลตราโซนิก

มีด้วยกัน 2 ส่วน คือ วงจรภาคส่งสัญญาณ และ วงจรภาครับสัญญาณ ซึ่งในวงจรส่งสัญญาณนั้นจะมีด้วยกัน 2 วงจร คือ วงจรกำเนิดความถี่ 40 kHz และ กำเนิดความถี่ 173 kHz ส่วนในวงจรภาครับจะใช้ LF 351 ในการขยายสัญญาณ และ LM 567 ในการตรวจจับสัญญาณ

3.1.1 วงจรภาคส่ง

วงจรภาคส่งจะใช้ IC 555 มาต่อเป็นวงจร Astable Multivibrator ซึ่งให้สัญญาณพัลส์ออกมาป้อนให้ทรานสดิวเซอร์ตัวส่งความถี่ 40 kHz ซึ่งต่อเป็นโหลดที่ขาเอาต์พุตของ IC วงจรภาคส่งจะส่งคลื่นอัลตราโซนิกออกมาเมื่อได้รับสัญญาณส่งจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ค่า R2 มีไว้เพื่อปรับแต่งความถี่ของการ Oscillate ของวงจรให้เท่ากับความถี่ของวงจรโซแนนซ์ของตัวส่งที่ใช้เพื่อให้ได้กำลังเสียงส่งออกสูงสุด ซึ่งสามารถวัดได้โดยการปรับค่า R vary จนกระทั่งกระแสที่วงจรเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดึงไปจากแหล่งจ่ายไฟมีค่าสูงสุด และจะมีวงจรกำเนิดความถี่ 17.3 kHz ซึ่ง วงจรกำเนิดความถี่ 17.3 kHz เป็นส่วนที่ส่งสัญญาณ clock ให้กับ MCS-51 ซึ่งใช้ IC 555 จะทำการเปลี่ยนค่าความต้านทานปรับค่าได้ คือ R2 จนได้ความถี่ 17.3 kHz โดยใช้ความเร็วเสียงในอากาศเท่ากับ 346 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 25 °C หรือ เป็นการกำเนิดสัญญาณพัลส์ที่มีความถี่เท่ากับตัวเลขความเร็วเสียงในอากาศเป็นเซนติเมตรต่อวินาที ซึ่งระยะทางที่ตัวส่งคลื่นจนสะท้อนกลับมาถึงตัวรับจะเป็นระยะทาง 2 เท่า ของระยะทางจริง ดังนั้นระยะทางที่ถูกต้องจึงหารด้วย 2 ดังนี้

จะยกตัวอย่างการวัดระยะทางห่าง 173 cm ซึ่งเป็นค่าสมมติที่ง่ายในการคำนวณ

$$\frac{34600(cm/sec)}{2} = 17300(cm/sec)$$

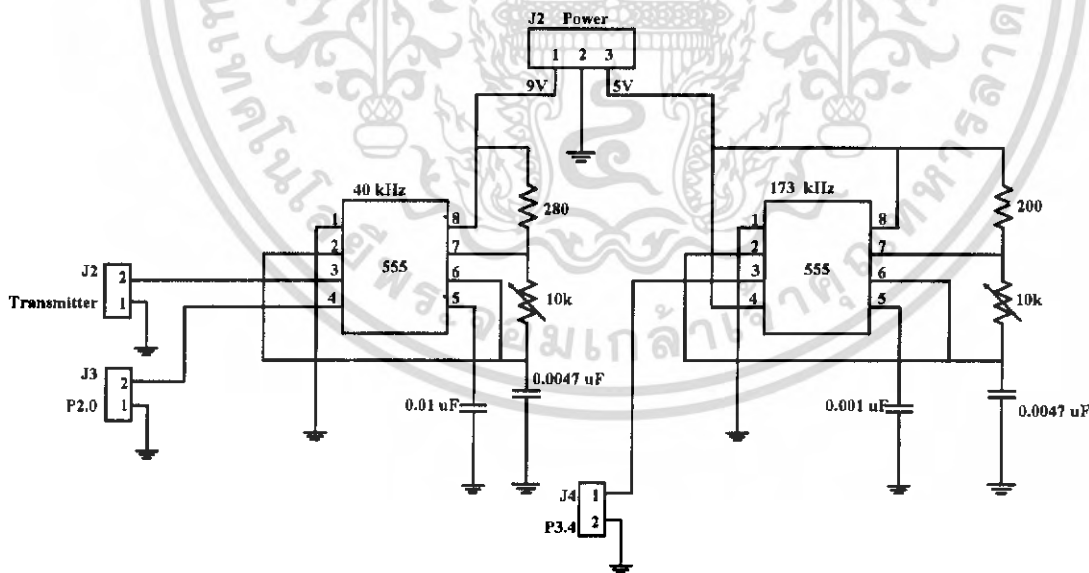
ระยะเวลาที่คลื่นอัลตราโซนิคถูกส่งออกไปและรับกลับมาจะเป็นเวลาเท่ากับ

$$\frac{2 \times 173}{34600} = 10ms$$

ซึ่งก็คือคลื่นจะถูกส่งและสะท้อนกลับมายังตัวรับซึ่งเป็นเวลา 10 ms MCS-51 จึงได้รับสัญญาณหยุดนับ สัญญาณนาฬิกาความถี่ 17300 Hz จึงผ่านเข้า MCS-51 ได้เป็นเวลา 10ms ทำให้ MCS-51 นับสัญญาณนาฬิกาได้เท่ากับ

$$17300 \times \frac{10}{1000} = 173$$

หรือเป็นระยะความสูง 173 cm นั่นเอง

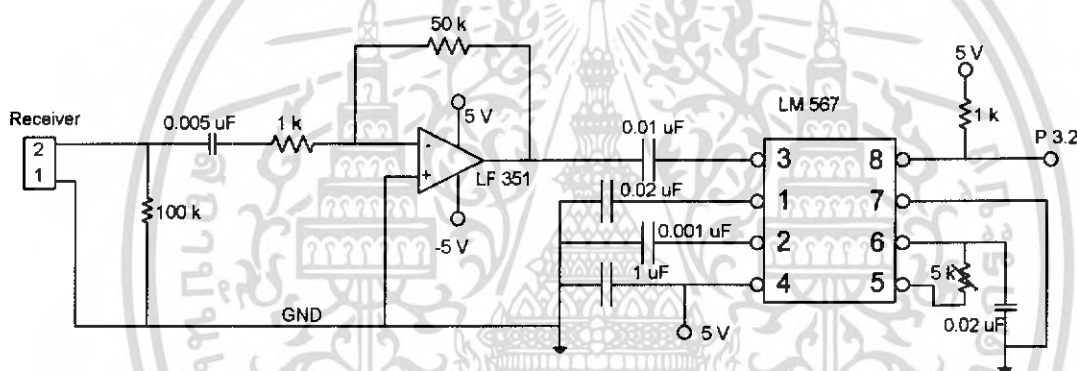


รูปที่ 3.2 : วงจรภาคส่ง 40 kHz และวงจรกำเนิดความถี่ 173 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 วงจรภาครับ

วงจรภาครับ เมื่อสัญญาณส่งออกมาจากตัวส่งและสะท้อนกับวัตถุกลับมายังตัวรับ แต่สัญญาณที่สะท้อนกลับมาจะมีระดับแอมพลิจูดต่ำมาก จึงต้องมีการขยายสัญญาณเอาต์พุตด้วย วงจรขยายสัญญาณป้อนกลับแบบลบ (Inverting Amplifier) และ วงจร Buffer ซึ่งจะมีวงจร Tone Decoder ทำหน้าที่กำหนดพัลส์ที่ระดับสัญญาณลอจิกให้กับ MCS-51 คือในขณะที่ไม่มีสัญญาณเอาต์พุตจากภาคส่งมายังอัลตราโซนิกตัวรับ สัญญาณเอาต์พุตที่วงจร Tone Decoder จะมีสถานะ High(+5V) แต่เมื่อมีสัญญาณเอาต์พุตจากภาคส่งมายังอัลตราโซนิกตัวรับแล้วสัญญาณเอาต์พุตที่วงจร Tone Decoder จะมีสถานะเป็น Low(0V) ซึ่งถ้าสัญญาณน้อยกว่า 0.1V จะเสมือนว่าไม่มีการส่งสัญญาณจากอัลตราโซนิกที่ภาคส่งจนกว่าจะมีระดับสัญญาณสูงกว่า 0.1V เท่านั้น สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จึงจะมีสถานะ Low (0V) ซึ่งก็คือเป็นการบอกให้ MCS-51 ทราบว่า ขณะนี้ต้องหยุดนับและนำค่าที่ได้ไปประมวลผลและแสดงเป็นค่าความสูงต่อไป

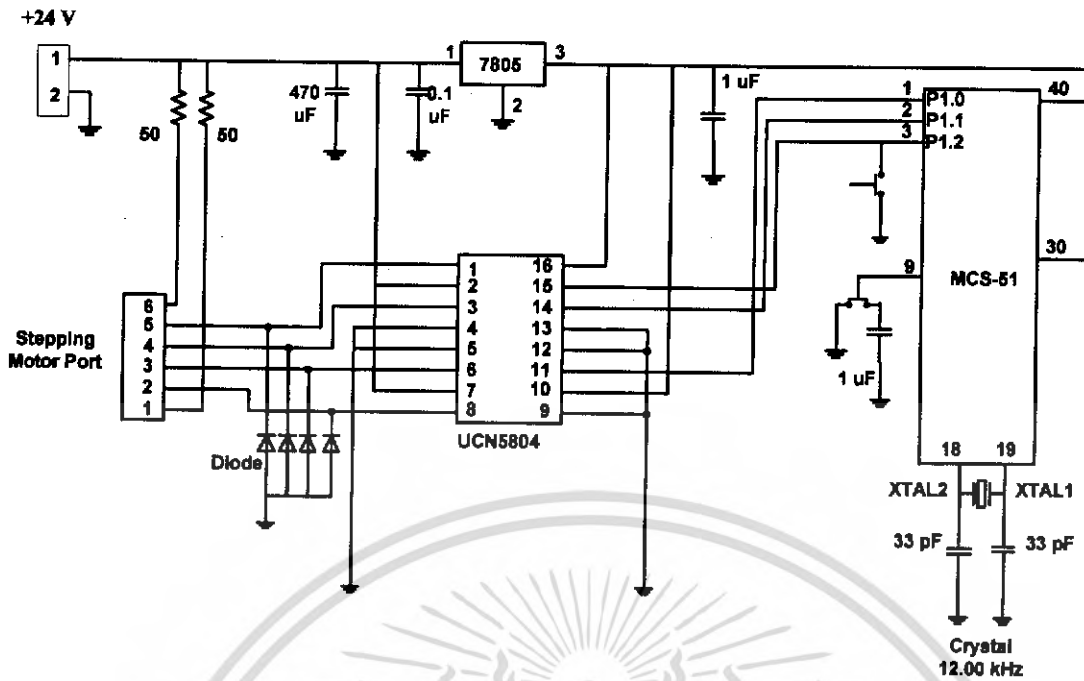


รูปที่ 3.3 : วงจรภาครับสัญญาณอัลตราโซนิก

3.2 สเตปปีง มอเตอร์

สำหรับในส่วนของวงจรขับมอเตอร์นี้ จะควบคุมโดยการใช้ IC UCN5804B ซึ่งมีการทำงานในการขับสเตปปีง มอเตอร์ 3 แบบ คือ ขับแบบ 1 สเตป ขับแบบ 2 สเตป และ แบบครึ่งสเตป ซึ่งในงานนี้เราจะใช้การทำงานแบบ ครึ่งสเตป เพื่อให้ได้ความละเอียดและความแม่นยำในการทำงาน จะควบคุมจังหวะการหมุน โดยใช้ขา 14 ซึ่งเป็นขา Direction และ ขา 15 ซึ่งเป็นขา Enable ซึ่งขาทั้ง 2 นี้ มีฟังก์ชันการทำงานที่พิเศษ คือ ขา 14 เมื่อป้อน ลอจิก 0 เข้าไป จะทำให้มอเตอร์หมุนตามเข็มนาฬิกา และเมื่อป้อน 1 เข้าไป จะทำให้มอเตอร์หมุนทวนเข็มนาฬิกา สำหรับขา 15 เมื่อป้อน 0 เข้าไป จะทำให้มอเตอร์หมุน และ เมื่อป้อนลอจิก 1 เข้าไป จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน สำหรับรูปวงจรดูได้จาก รูปที่ 3.4

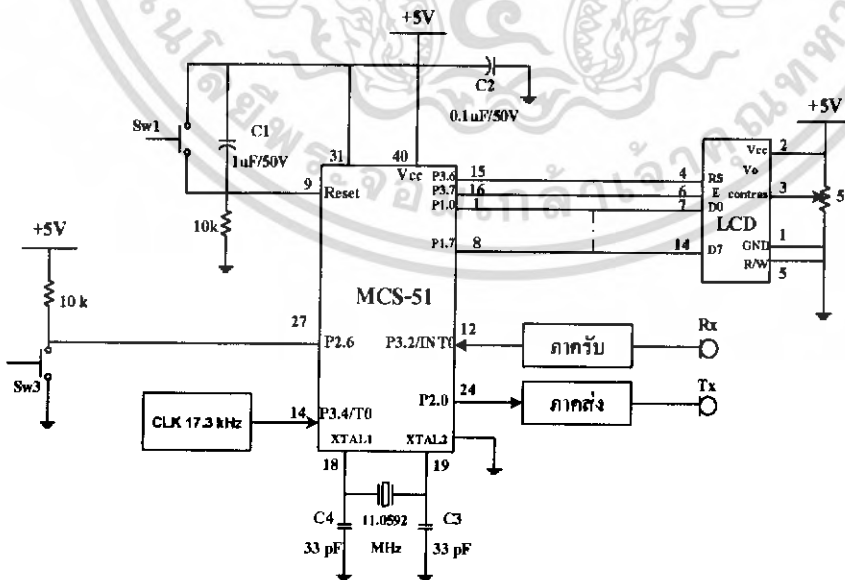
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 : วงจรขับมอเตอร์โดยใช้ IC UCN 5804B

3.3 ส่วนประมวลผลและแสดงผล

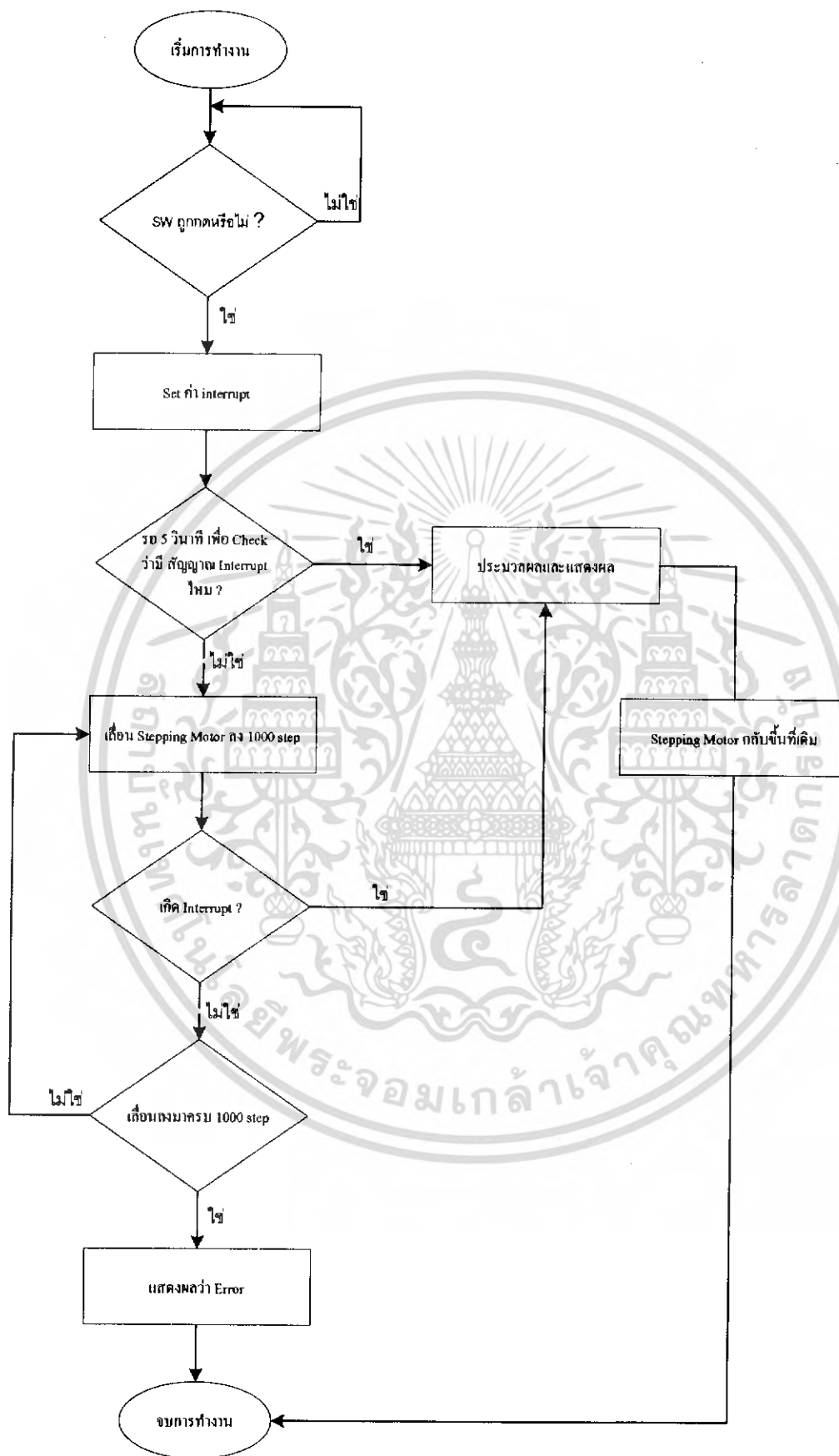
วงจรวัดส่วนสูงจะเชื่อมต่อ P 3.4 หรือ ขา Timer 0 เพื่อป้อนสัญญาณนาฬิกาให้ MCS-51 นับความถี่ ที่ P 2.0 เป็น พอร์ตเอาต์พุต ส่งสัญญาณคอนโทรลภาคขับอัลตราโซนิก 40 kHz และที่ P3.2 เป็น พอร์ตอินเทอร์รัปต์ (Port External interrupt) คอนโทรลให้ Counter หรือ MCS-51 หยุด นับ ซึ่งจะได้รับสัญญาณมาจากภาครับคลื่นอัลตราโซนิก โดยที่การทำงานทั้งหมดถูกควบคุมโดยการกดสวิทช์ S3 แล้วใช้ PI เชื่อมต่อกับ LCD เพื่อการแสดงผลต่อไป โดยวงจรเป็นไปดังรูป 3.5



รูปที่ 3.5 : ส่วนประมวลผลเพื่อใช้งานกับวงจรวัดส่วนสูง

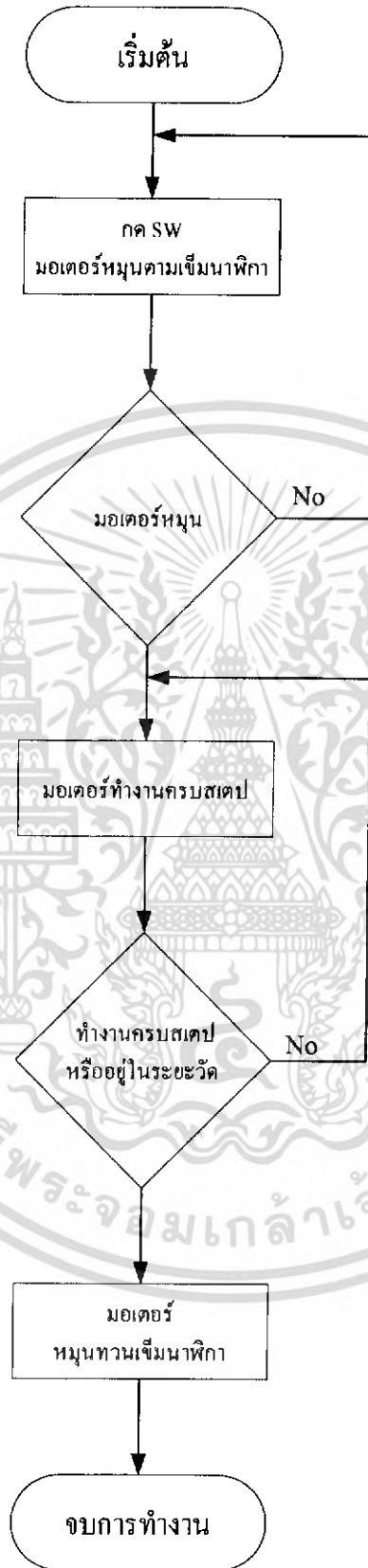
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart ทั้งระบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Flowchart การหมุนของ Stepping Motor

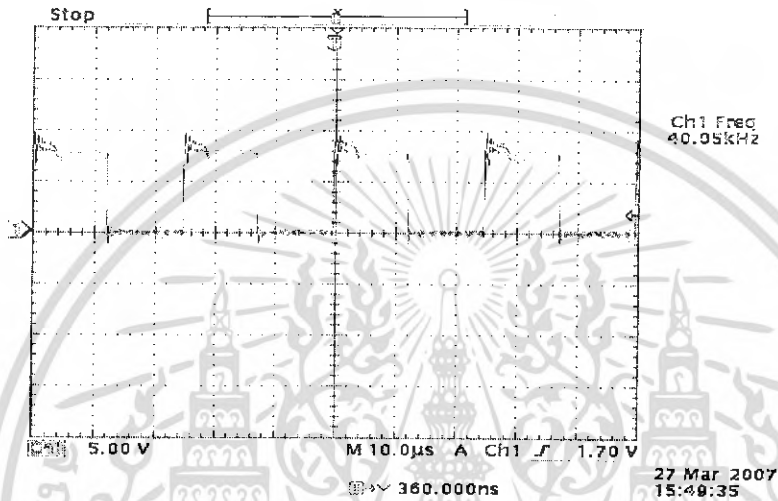


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

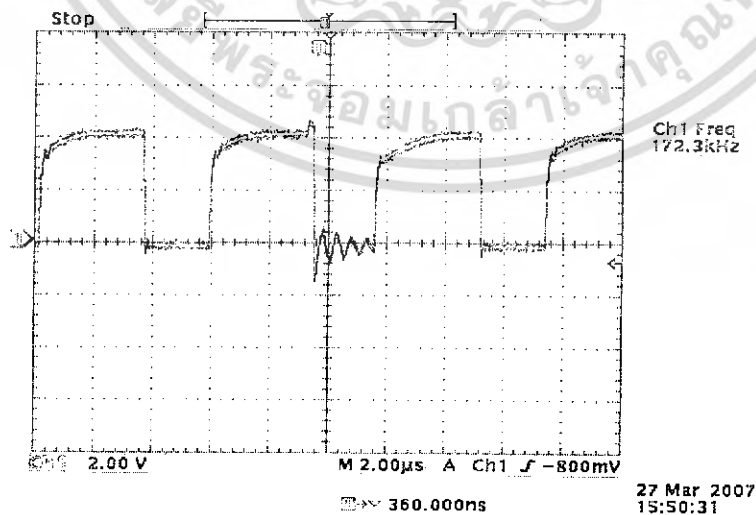
การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองในตอนแรกได้ทำการวัดสัญญาณขนาด 40 kHz ที่ขา 3 ของ IC 555 ในวงจรกำเนิดความถี่ 40 kHz ซึ่งได้รูปสัญญาณดังภาพที่ 4.1 โดยกำหนด Vertical Scale ที่ 5V และ Horizontal Scale ที่ 10 us



รูปที่ 4.1 สัญญาณที่ขาเข้า 40 kHz

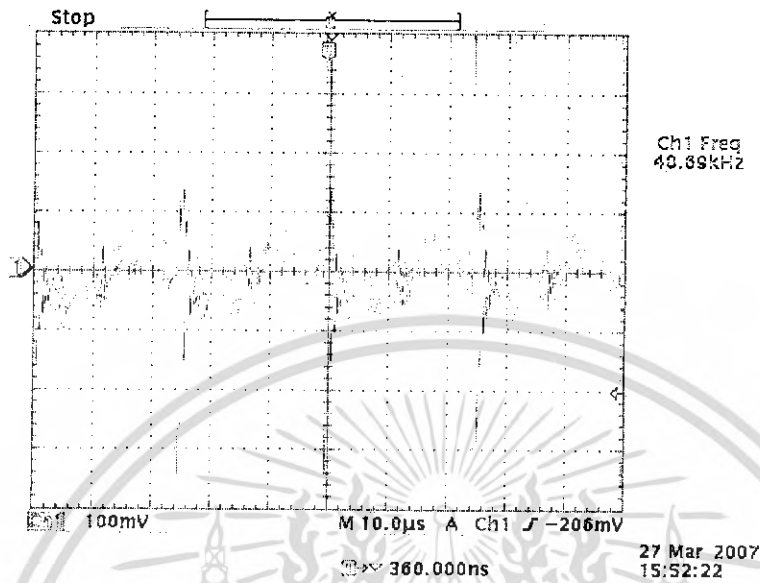
จากนั้นได้ทำการวัดสัญญาณขนาด 173 kHz ที่ ขา 3 ของ IC 555 ที่วงจรกำเนิดความถี่ 173 kHz ซึ่งได้รูปสัญญาณดังภาพที่ 4.2 โดยกำหนด Vertical Scale ที่ 2V และ Horizontal Scale ที่ 2 us



รูปที่ 4.2 สัญญาณ 173 kHz

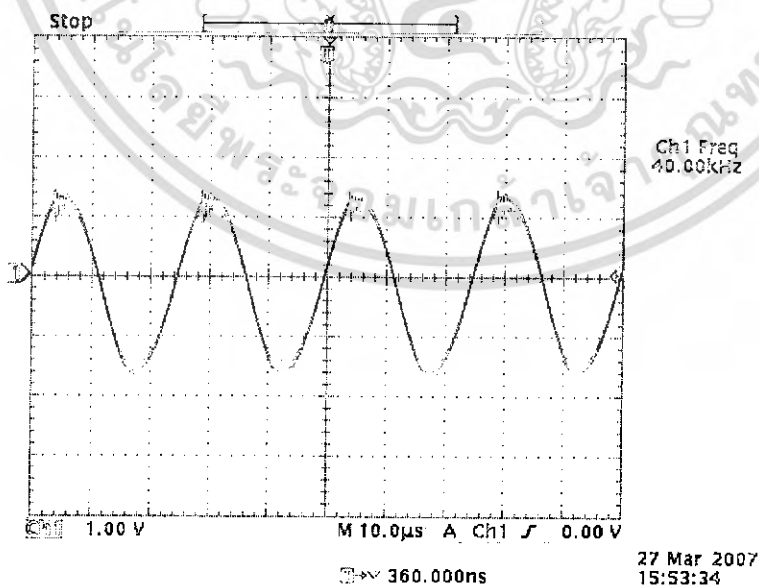
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นได้ทำการวัดสัญญาณที่หัวรับของอัลตราโซนิกก่อนเข้าวงจรขยายสัญญาณ ซึ่งได้รูปสัญญาณดังภาพ 4.3 โดยกำหนด Vertical Scale ที่ 100 mV และ Horizontal Scale ที่ 10 μ s



รูปที่ 4.3 สัญญาณก่อนเข้าวงจรขยาย

จากนั้น ก็ทำการวัดสัญญาณที่ผ่านวงจรขยายแล้ว โดยวัดที่ Output ของ Op-Amp LF351 คือที่ขา 6 ของ LF351 โดยให้ Gain = 50 เท่า ซึ่งได้รูปสัญญาณดังภาพ 4.4 โดยกำหนด Vertical Scale ที่ 1 V และ Horizontal Scale ที่ 10 μ s



รูปที่ 4.4 สัญญาณหลังผ่านวงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางผลการทดลอง

ส่วนสูงมาตรฐาน (cm)	ค่าที่วัดได้จากเครื่องวัด				เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด (%)
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย(cm)	
198	200	200	200	200.00	+1.01
196	199	200	200	199.67	+1.87
195	200	200	200	200.00	+2.56
194	199	199	199	199.00	+2.58
192	197	198	198	197.67	+2.95
191	195	196	195	195.33	+2.27
190	194	195	194	194.33	+2.28
188	192	192	193	192.33	+2.30
186	190	189	189	189.33	+1.79
185	188	189	188	188.33	+1.25
184	185	188	188	187.00	+1.63
182	188	187	187	187.33	+2.93
180	184	183	184	183.67	+2.04
178	182	182	182	182.00	+2.30
177	180	181	181	180.67	+2.07
175	180	179	180	179.67	+2.67
174	179	178	179	178.67	+2.68
173	178	177	177	177.33	+2.49
170	175	175	175	175.00	+2.94
168	172	171	171	171.33	+1.98
167	171	171	170	170.67	+2.19
165	170	169	169	169.33	+2.62
163	167	169	167	167.67	+2.87
160	166	166	165	165.67	+3.54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

การทำงานของเครื่องวัดส่วนสูงนี้มีกระบวนการทำงานของเครื่องเป็นไปตามที่ออกแบบไว้คือ Stepping Motor จะหมุนตามเข็มนาฬิกาเมื่อกด SW ครั้งแรกทำให้ในส่วนของภาคส่งนั้นเลื่อนลงมาวัดความสูงของคน จากนั้น ภาครับก็จะรับสัญญาณที่สะท้อนกลับมาแล้วนำไปประมวลผลทาง MCS-51 แล้วแสดงผลออกทาง LCD แล้วพอวัดส่วนสูงและแสดงผลเสร็จแล้ว Stepping Motor ก็จะทำการหมุนทวนเข็มนาฬิกา กลับไปยัง ณ จุดเริ่มต้น จากรูปกราฟที่วัดสัญญาณ และ จากตารางผลการทดลอง สัญญาณที่วัดได้เป็นไปตามที่ต้องการ แต่ในส่วนของผลการทดลอง พบว่ายังมีค่าผิดพลาดอยู่พอสมควร

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการทดลอง ปัญหาที่เกิดขึ้นมีหลายสาเหตุ ซึ่งพอจะสรุปได้ดังนี้

1. สเตปมอเตอร์ที่ใช้มีแรงขับไม่พอ จึงทำให้มอเตอร์นั้นหมุนได้ไม่สิ้นไหลเท่าที่ควร จะกระตุกบ้างตลอดเวลา แนวทางแก้ไข คือ หาสเตปมอเตอร์ที่มีแรงขับมากกว่านี้
2. วงจรภาครับนั้นจับสัญญาณ Detect ได้บ้างไม่ได้บ้าง เกิดจากสัญญาณรบกวน จึงทำให้ผลการทดลองนั้นค่อนข้างผิดพลาด แนวทางแก้ไข คือ ปรับปรุงวงจรภาครับ และ แยกวงจรถาครับและภาคส่งให้อยู่คนละบอร์ด คนละกราวด์กัน
3. ในการวางโครงสร้างนั้น แกนของมอเตอร์ไม่ตรง จึงทำให้มอเตอร์ไม่หมุนในตอนแรก แนวทางแก้ไข คือ เอามอเตอร์มาวางไว้ข้างนอก ไม่ประกอบโครงร่าง
4. ตัวขับมอเตอร์ที่ใช้ คือ IC UCN 5804 เป็น IC ที่เลิกผลิตไปแล้ว จึงทำให้หายากมาก แนวทางแก้ไข คือ ใช้ ทรานซิสเตอร์ในการขับมอเตอร์ หรือ ใช้ IC A3967 หรือ A3977 ในการขับมอเตอร์ 24 V แทน
5. LM 567 จะจับสัญญาณเมื่อ Cycle ที่ 10 จึงมีความผิดพลาดในการวัด แนวทางแก้ไข คือ ควรเปลี่ยนเป็น Phase lock เบอร์อื่นๆหรือตรวจจับสัญญาณแบบอื่นแทน
6. LM 567 มี Sensitivity เมื่อมีการเปิด-ปิด แสงไฟ ทำให้การตรวจจับสัญญาณผิดพลาด แนวทางแก้ไข คือ ใส่ C คร่อมที่ขา 4 กับ GND จะช่วยลดค่า Sensitivity ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. กิตติ ติรเศรษฐ , “ทรานส์ควิเซอร์”, โครงการตำราคณะวิศวกรรมศาสตร์ สจล.
2. สุทธิศักดิ์ พงศ์รณานิซ , “การใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8051”, กรุงเทพฯ , ซีเอ็ดดูเคชั่น , 2537
3. Takashi Kenjo , Stepping Motors and their Microprocessor Controls , Oxford , Clarendon Press , 1984
4. www.phy.davidson.edu/instrumentation/Files/Stepper/5804.pdf

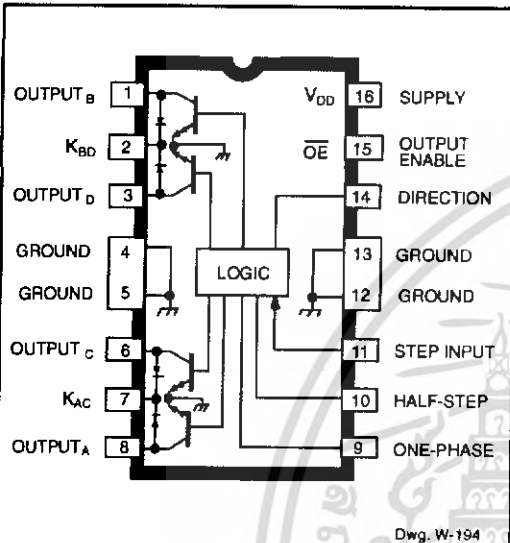


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5804

Data Sheet
26184-12C*

BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER



Dwg. W-194

Note that the UCN5804B (dual in-line package) and UCN5804LB (small outline IC package) are electrically identical and share a common terminal number assignment.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Output Voltage, V_{CE}	50 V
Output Sustaining Voltage, $V_{CE(sus)}$	35 V
Output Sink Current, I_{OUT}	1.5 A
Logic Supply Voltage, V_{DD}	7.0 V
Input Voltage, V_{IN}	7.0 V
Package Power Dissipation, P_D	See Graph
Operating Temperature Range, T_A	-20°C to +85°C
Storage Temperature Range, T_S	-55°C to +150°C

Combining low-power CMOS logic with high-current and high-voltage bipolar outputs, the UCN5804B and UCN5804LB BiMOS II translator/drivers provide complete control and drive for a four-phase unipolar stepper-motor with continuous output current ratings to 1.25 A per phase (1.5 A startup) and 35 V.

The CMOS logic section provides the sequencing logic, DIRECTION and OUTPUT ENABLE control, and a power-on reset function. Three stepper-motor drive formats, wave-drive (one-phase), two-phase, and half-step are externally selectable. The inputs are compatible with standard CMOS, PMOS, and NMOS circuits. TTL or LSTTL may require the use of appropriate pull-up resistors to ensure a proper input-logic high.

The wave-drive format consists of energizing one motor phase at a time in an A-B-C-D (or D-C-B-A) sequence. This excitation mode consumes the least power and assures positional accuracy regardless of any winding imbalance in the motor. Two-phase drive energizes two adjacent phases in each detent position (AB-BC-CD-DA). This sequence mode offers an improved torque-speed product, greater detent torque, and is less susceptible to motor resonance. Half-step excitation alternates between the one-phase and two-phase modes (A-AB-B-BC-C-CD-D-DA), providing an eight-step sequence.

The bipolar outputs are capable of sinking up to 1.5 A and withstanding 50 V in the off state (sustaining voltages up to 35 V). Ground-clamp and flyback diodes provide protection against inductive transients. Thermal protection circuitry disables the outputs when the chip temperature is excessive.

Both devices are rated for operation over the temperature range of -20°C to +85°C. The UCN5804B is supplied in a 16-pin dual in-line plastic batwing package with a copper lead frame and heat-sinkable tabs for improved power dissipation capabilities; the UCN5804LB is supplied in a 16-lead plastic SOIC batwing package with a copper lead frame and heat-sinkable tabs.

FEATURES

- 1.5 A Maximum Output Current
- 35 V Output Sustaining Voltage
- Wave-Drive, Two-Phase, and Half-Step Drive Formats
- Internal Clamp Diodes
- Output Enable and Direction Control
- Power-On Reset
- Internal Thermal Shutdown Circuitry

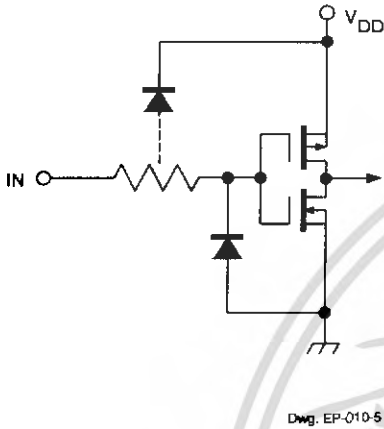
Always order by complete part number, e.g., **UCN5804B**.



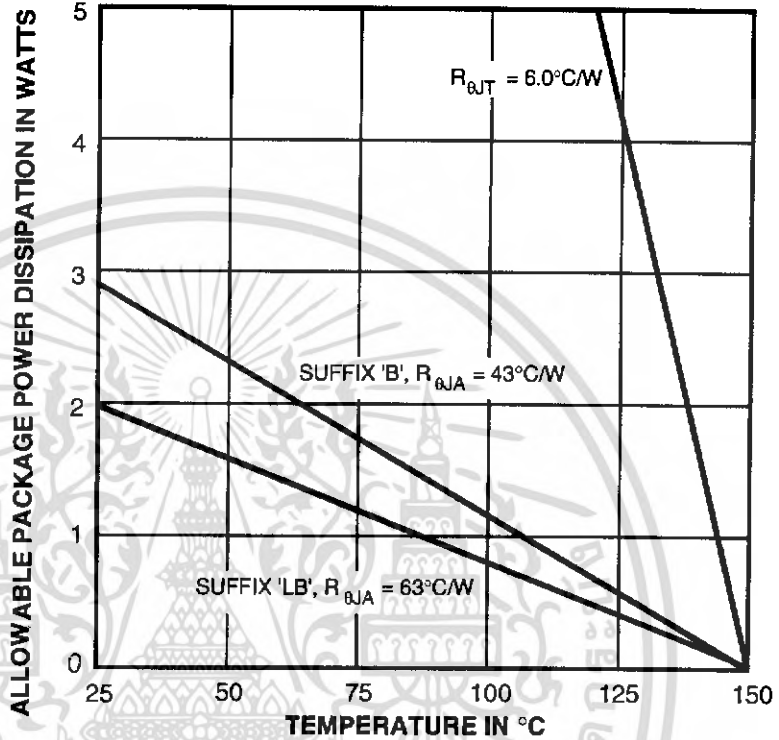
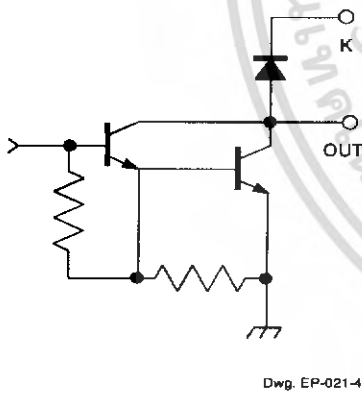
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับ... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5804 BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

TYPICAL INPUT CIRCUIT



TYPICAL OUTPUT DRIVER



Dwg. GP-049-2A

TRUTH TABLE

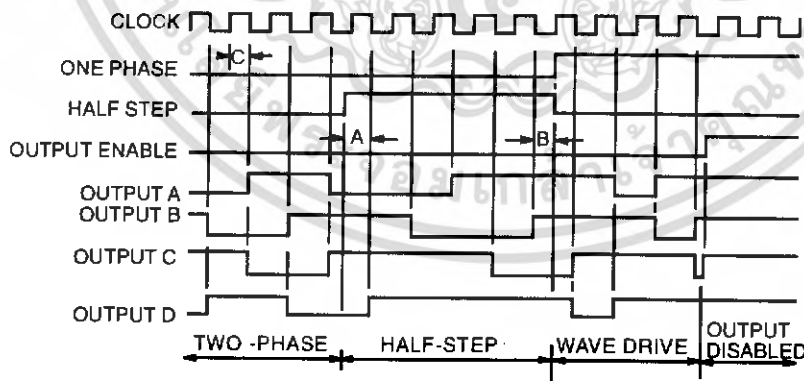
Drive Format	Pin 9	Pin 10
Two-Phase	L	L
One-Phase	H	L
Half-Step	L	H
Step-Inhibit	H	H

5804
BiMOS II UNIPOLAR
STEPPER-MOTOR
TRANSLATOR/DRIVER

ELECTRICAL CHARACTERISTICS at $T_A = 25^\circ\text{C}$, $T_J \leq 150^\circ\text{C}$, $V_{DD} = 4.5\text{ V to }5.5\text{ V}$
(unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Limits			Units
			Min.	Typ.	Max.	
Output Leakage Current	I_{CEX}	$V_{OUT} = 50\text{ V}$	—	10	50	μA
Output Sustaining Voltage	$V_{CE(sus)}$	$I_{OUT} = 1.25\text{ A}$, $L = 3\text{ mH}$	35	—	—	V
Output Saturation Voltage	$V_{CE(SAT)}$	$I_{OUT} = 700\text{ mA}$	—	1.0	1.2	V
		$I_{OUT} = 1\text{ A}$	—	1.1	1.4	V
		$I_{OUT} = 1.25\text{ A}$	—	1.2	1.5	V
Clamp Diode Leakage Current	I_R	$V_R = 50\text{ V}$	—	10	50	μA
Clamp Diode Forward Voltage	V_F	$I_F = 1.25\text{ A}$	—	1.5	3.0	V
Input Current	$I_{IN(1)}$	$V_{IN} = V_{DD}$	—	0.5	5.0	μA
	$I_{IN(0)}$	$V_{IN} = 0.8\text{ V}$	—	-0.5	-5.0	μA
Input Voltage	$V_{IN(1)}$	$V_{DD} = 5\text{ V}$	3.5	—	5.3	V
	$V_{IN(0)}$		-0.3	—	0.8	V
Supply Current	I_{DD}	2 Outputs ON	—	20	30	mA
Turn-Off Delay	t_{ON}	50% Step Inputs to 50% Output	—	—	10	μs
Turn-On Delay	t_{OFF}	50% Step Inputs to 50% Output	—	—	10	μs
Thermal Shutdown Temperature	T_J		—	165	—	$^\circ\text{C}$

TIMING CONDITIONS



Dwg. W-110A

- A. Minimum Data Set Up Time 100 ns
- B. Minimum Data Hold Time 100 ns
- C. Minimum Step Input Pulse Width 3.0 μs

5804

BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

APPLICATIONS INFORMATION

Internal power-on reset (POR) circuitry resets OUTPUT_A (and OUTPUT_D) in the two-phase drive format to the on state with initial application of the logic supply voltage. After reset, the circuit then steps according to the tables.

The outputs will advance one sequence position on the high-to-low transition of the STEP INPUT pulse. Logic levels on the HALF-STEP and ONE-PHASE inputs will determine the drive format (one-phase, two-phase, or half-step). The DIRECTION pin determines the rotation sequence of the outputs. Note that the STEP INPUT must be in the low state when changing the state of ONE-PHASE, HALF-STEP, or DIRECTION to prevent erroneous stepping.

All outputs are disabled (off) when OUTPUT ENABLE is at a logic high. If the function is not required, OUTPUT ENABLE should be tied low. In that condition, all outputs depend only on the state of the step logic.

During normal commutation of a unipolar stepper motor, mutual coupling between the motor windings can force the outputs of the CN5804B below ground. This condition will cause forward biasing of the collector-to-substrate junction and source current from the output. For many L/R applications, this substrate current is high enough to adversely affect the logic circuitry and cause misstepping. External series diodes (schottky are recommended for increased efficiency at low-voltage operation) will prevent substrate current from being sourced through the outputs. Alternatively, external ground clamp diodes will provide a preferred current path from ground when the outputs are pulled below ground.

Internal thermal protection circuitry disables the outputs when the junction temperature reaches approximately 165°C. The outputs are enabled again when the junction cools down to approximately 145°C.

WAVE-DRIVE SEQUENCE

Half Step = L, One Phase = H				
Step	A	B	C	D
POR	ON	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF	OFF
2	OFF	ON	OFF	OFF
3	OFF	OFF	ON	OFF
4	OFF	OFF	OFF	ON

TWO-PHASE DRIVE SEQUENCE

Half Step = L, One Phase = L				
Step	A	B	C	D
POR	ON	OFF	OFF	ON
1	ON	OFF	OFF	ON
2	ON	ON	OFF	OFF
3	OFF	ON	ON	OFF
4	OFF	OFF	ON	ON

HALF-STEP DRIVE SEQUENCE

Half Step = H, One Phase = L				
Step	A	B	C	D
POR	ON	OFF	OFF	OFF
1	ON	OFF	OFF	OFF
2	ON	ON	OFF	OFF
3	OFF	ON	OFF	OFF
4	OFF	ON	ON	OFF
5	OFF	OFF	ON	OFF
6	OFF	OFF	ON	ON
7	OFF	OFF	OFF	ON
8	ON	OFF	OFF	ON

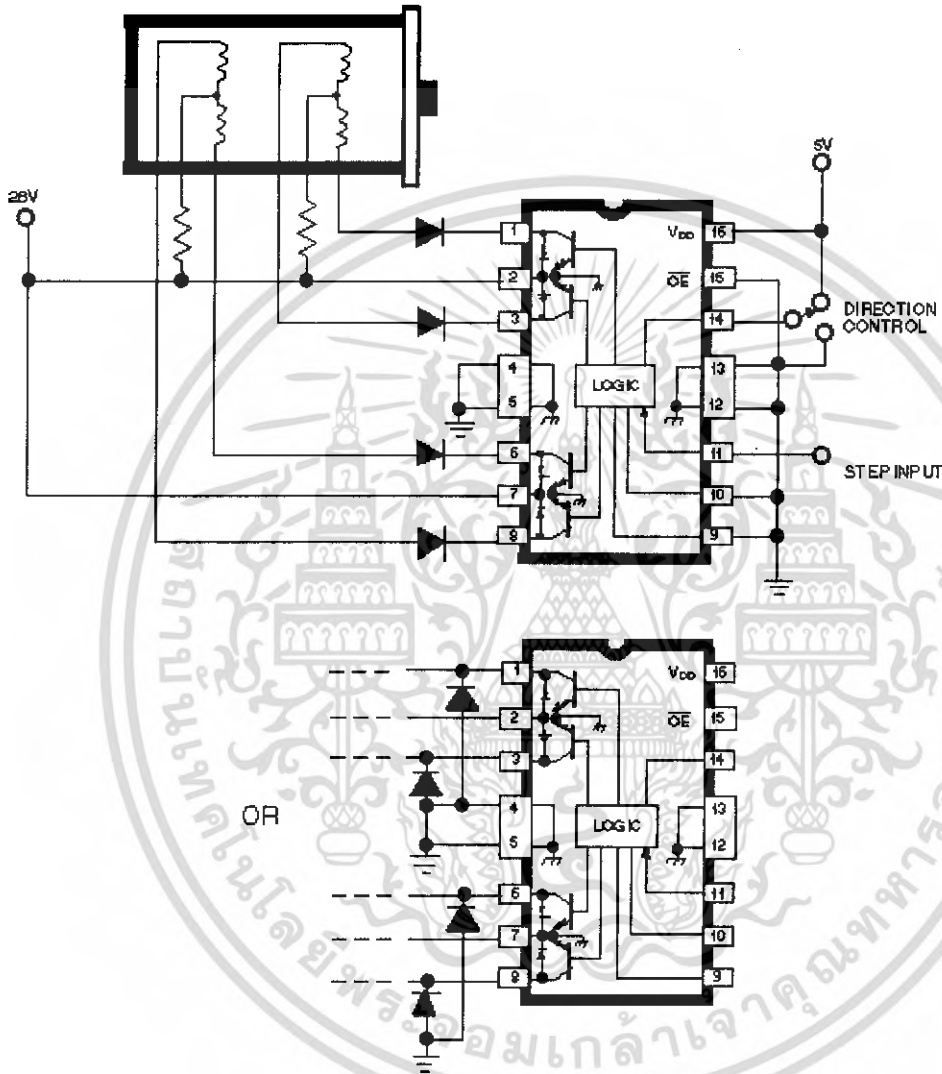


115 Northeast Cutoff, Box 15036
Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5804 BiMOS II UNIPOLAR STEPPER-MOTOR TRANSLATOR/DRIVER

TYPICAL APPLICATION L/R Stepper-Motor Drive



The products described here are manufactured under one or more U.S. patents or U.S. patents pending.

Allegro MicroSystems, Inc. reserves the right to make, from time to time, such departures from the detail specifications as may be required to permit improvements in the performance, reliability, or manufacturability of its products. Before placing an order, the user is cautioned to verify that the information being relied upon is current.

Allegro products are not authorized for use as critical components in life-support devices or systems without express written approval.

The information included herein is believed to be accurate and reliable. However, Allegro MicroSystems, Inc. assumes no responsibility for its use; nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use.

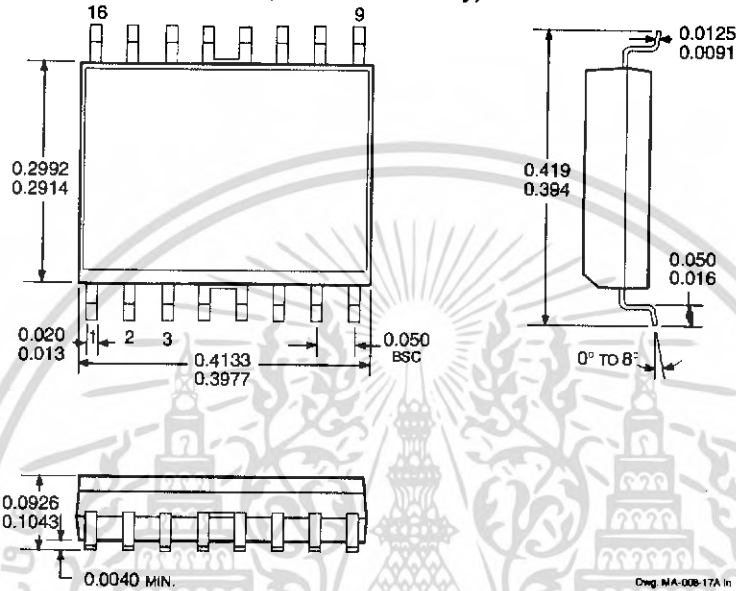
5804
BiMOS II UNIPOLAR
STEPPER-MOTOR
TRANSLATOR/DRIVER

UCN5804LB

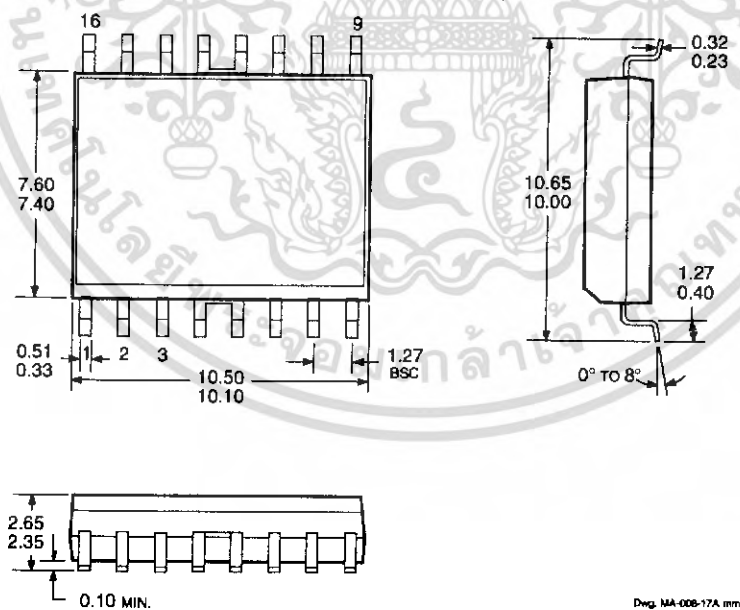
(add "TR" to part number for tape and reel)

Dimensions in Inches

(for reference only)



Dimensions in Millimeters
 (controlling dimensions)



- NOTES: 1. Exact body and lead configuration at vendor's option within limits shown.
 2. Lead spacing tolerance is non-cumulative.
 3. Lead thickness is measured at seating plane or below.
 4. Webbed lead frame. Leads 4, 5, 12, and 13 are internally one piece.
 5. Supplied in standard sticks/tubes of 47 devices or add "TR" to part number for tape and reel.

5804
BiMOS II UNIPOLAR
STEPPER-MOTOR
TRANSLATOR/DRIVER

MOTOR DRIVERS

Function	Output Ratings*		Part Number†
INTEGRATED CIRCUITS FOR BRUSHLESS DC MOTORS			
3-Phase Power MOSFET Controller	—	28 V	3933
3-Phase Power MOSFET Controller	—	50 V	3932
3-Phase Power MOSFET Controller	—	50 V	7600
2-Phase Hall-Effect Sensor/Driver	400 mA	26 V	3626
Bidirectional 3-Phase Back-EMF Controller/Driver	±600 mA	14 V	8906
2-Phase Hall-Effect Sensor/Driver	900 mA	14 V	3625
3-Phase Back-EMF Controller/Driver	±900 mA	14 V	8902-A
3-Phase Controller/Drivers	±2.0 A	45 V	2936 & 2936-120
INTEGRATED BRIDGE DRIVERS FOR DC AND BIPOLAR STEPPER MOTORS			
Dual Full Bridge with Protection & Diagnostics	±500 mA	30 V	3976
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±650 mA	30 V	3966
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±650 mA	30 V	3968
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±750 mA	45 V	2916
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±750 mA	45 V	2919
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±750 mA	45 V	6219
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±800 mA	33 V	3964
PWM Current-Controlled Full Bridge	±1.3 A	50 V	3953
PWM Current-Controlled Dual Full Bridge	±1.5 A	45 V	2917
PWM Current-Controlled Microstepping Full Bridge	±1.5 A	50 V	3955
PWM Current-Controlled Microstepping Full Bridge	±1.5 A	50 V	3957
PWM Current-Controlled Dual DMOS Full Bridge	±1.5 A	50 V	3972
Dual Full-Bridge Driver	±2.0 A	50 V	2998
PWM Current-Controlled Full Bridge	±2.0 A	50 V	3952
DMOS Full Bridge PWM Driver	±2.0 A	50 V	3958
Dual DMOS Full Bridge	±2.5 A	50 V	3971
UNIPOLAR STEPPER MOTOR & OTHER DRIVERS			
Voice-Coil Motor Driver	±500 mA	6 V	8932-A
Voice-Coil Motor Driver	±800 mA	16 V	8958
Unipolar Stepper-Motor Quad Drivers	1 A	46 V	7024 & 7029
Unipolar Microstepper-Motor Quad Driver	1.2 A	46 V	7042
Unipolar Stepper-Motor Translator/Driver	1.25 A	50 V	5804
Unipolar Stepper-Motor Quad Driver	1.8 A	50 V	2540
Unipolar Stepper-Motor Quad Driver	1.8 A	50 V	2544
Unipolar Stepper-Motor Quad Driver	3 A	46 V	7026
Unipolar Microstepper-Motor Quad Driver	3 A	46 V	7044

Current is maximum specified test condition, voltage is maximum rating. See specification for sustaining voltage limits or over-current protection voltage limits. Negative current is defined as coming out of (sourcing) the output.

Complete part number includes additional characters to indicate operating temperature range and package style.

so, see 3175, 3177, 3235, and 3275 Hall-effect sensors for use with brushless dc motors.



115 Northeast Cutoff, Box 15036

Worcester, Massachusetts 01615-0036 (508) 853-5000

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM567/LM567C Tone Decoder

General Description

The LM567 and LM567C are general purpose tone decoders designed to provide a saturated transistor switch to ground when an input signal is present within the passband. The circuit consists of an I and Q detector driven by a voltage controlled oscillator which determines the center frequency of the decoder. External components are used to independently set center frequency, bandwidth and output delay.

Features

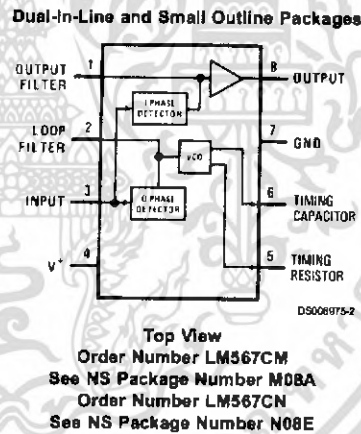
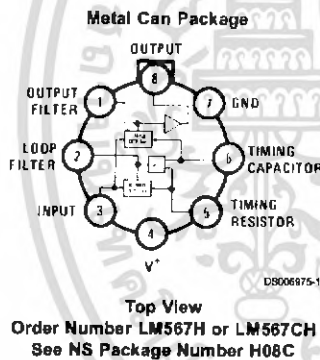
- 20 to 1 frequency range with an external resistor
- Logic compatible output with 100 mA current sinking capability
- Bandwidth adjustable from 0 to 14%

- High rejection of out of band signals and noise
- Immunity to false signals
- Highly stable center frequency
- Center frequency adjustable from 0.01 Hz to 500 kHz

Applications

- Touch tone decoding
- Precision oscillator
- Frequency monitoring and control
- Wide band FSK demodulation
- Ultrasonic controls
- Carrier current remote controls
- Communications paging decoders

Connection Diagrams



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage Pin	9V
Power Dissipation (Note 2)	1100 mW
V_B	15V
V_3	-10V
V_3	$V_4 + 0.5V$
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C

Operating Temperature Range

LM567H	-55°C to +125°C
LM567CH, LM567CM, LM567CN	0°C to +70°C

Soldering Information

Dual-In-Line Package	
Soldering (10 sec.)	260°C
Small Outline Package	
Vapor Phase (60 sec.)	215°C
Infrared (15 sec.)	220°C

See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.

Electrical Characteristics

AC Test Circuit, $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V^+ = 5V$

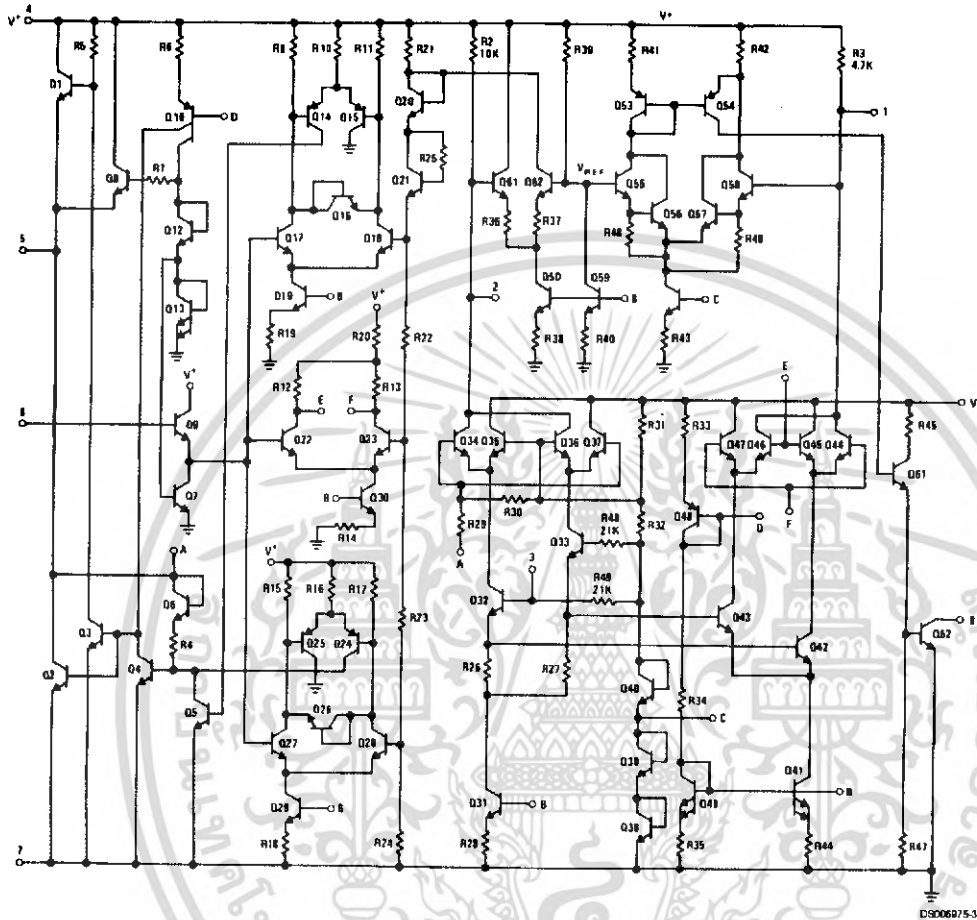
Parameters	Conditions	LM567			LM567C/LM567CM			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Power Supply Voltage Range		4.75	5.0	9.0	4.75	5.0	9.0	V
Power Supply Current Quiescent	$R_L = 20k$		6	8		7	10	mA
Power Supply Current Activated	$R_L = 20k$		11	13		12	15	mA
Input Resistance		18	20		15	20		k Ω
Smallest Detectable Input Voltage	$I_L = 100\text{ mA}$, $f_i = f_o$		20	25		20	25	mVrms
Largest No Output Input Voltage	$I_C = 100\text{ mA}$, $f_i = f_o$	10	15		10	15		mVrms
Largest Simultaneous Outband Signal to Inband Signal Ratio			6			6		dB
Minimum Input Signal to Wideband Noise Ratio	$B_n = 140\text{ kHz}$		-6			-6		dB
Largest Detection Bandwidth		12	14	16	10	14	18	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Skew			1	2		2	3	% of f_o
Largest Detection Bandwidth Variation with Temperature			± 0.1			± 0.1		%/°C
Largest Detection Bandwidth Variation with Supply Voltage	4.75-6.75V		± 1	± 2		± 1	± 5	%V
Highest Center Frequency		100	500		100	500		kHz
Center Frequency Stability (4.75-5.75V)	$0 < T_A < 70$ $-55 < T_A < +125$		35 ± 60 $35 \pm$ 140			35 ± 60 $35 \pm$ 140		ppm/°C ppm/°C
Center Frequency Shift with Supply Voltage	4.75V-6.75V 4.75V-9V		0.5	1.0		0.4	2.0	%/V %/V
Fastest ON-OFF Cycling Rate			$f_o/20$			$f_o/20$		
Output Leakage Current	$V_B = 15V$		0.01	25		0.01	25	μA
Output Saturation Voltage	$e_i = 25\text{ mV}$, $I_B = 30\text{ mA}$ $e_i = 25\text{ mV}$, $I_B = 100\text{ mA}$		0.2	0.4		0.2	0.4	V
Output Fall Time			30			30		ns
Output Rise Time			150			150		ns

Note 1: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. Operating Ratings indicate conditions for which the device is functional, but do not guarantee specific performance limits. Electrical Characteristics state DC and AC electrical specifications under particular test conditions which guarantee specific performance limits. This assumes that the device is within the Operating Ratings. Specifications are not guaranteed for parameters where no limit is given, however, the typical value is a good indication of device performance.

Note 2: The maximum junction temperature of the LM567 and LM567C is 150°C. For operating at elevated temperatures, devices in the TO-5 package must be derated based on a thermal resistance of 150°C/W, junction to ambient or 45°C/W, junction to case. For the DIP the device must be derated based on a thermal resistance of 110°C/W, junction to ambient. For the Small Outline package, the device must be derated based on a thermal resistance of 160°C/W, junction to ambient.

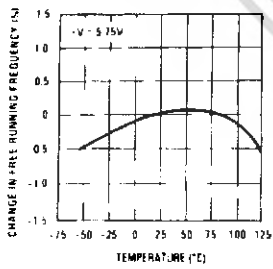
Note 3: Refer to RET567X drawing for specifications of military LM567H version.

Schematic Diagram

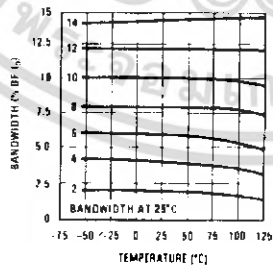


Typical Performance Characteristics

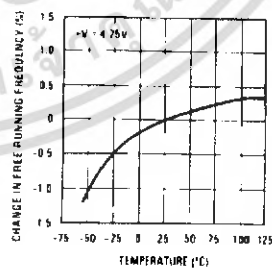
Typical Frequency Drift



Typical Bandwidth Variation



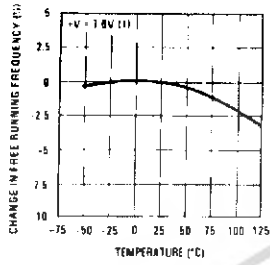
Typical Frequency Drift



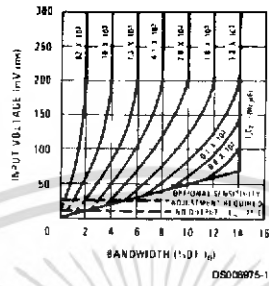
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics (Continued)

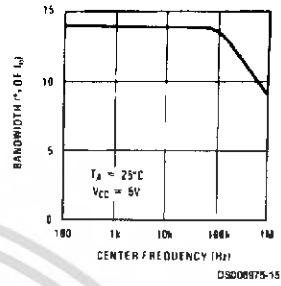
Typical Frequency Drift



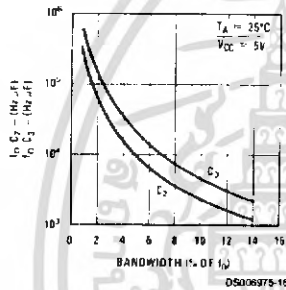
Bandwidth vs Input Signal Amplitude



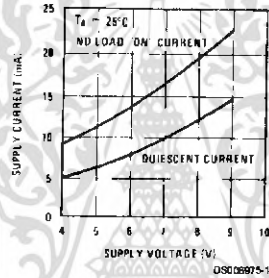
Largest Detection Bandwidth



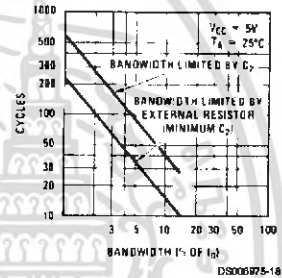
Detection Bandwidth as a Function of C_2 and C_3



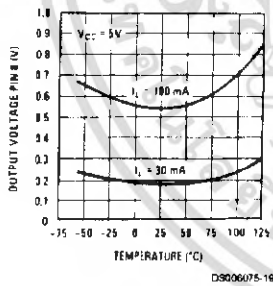
Typical Supply Current vs Supply Voltage



Greatest Number of Cycles Before Output



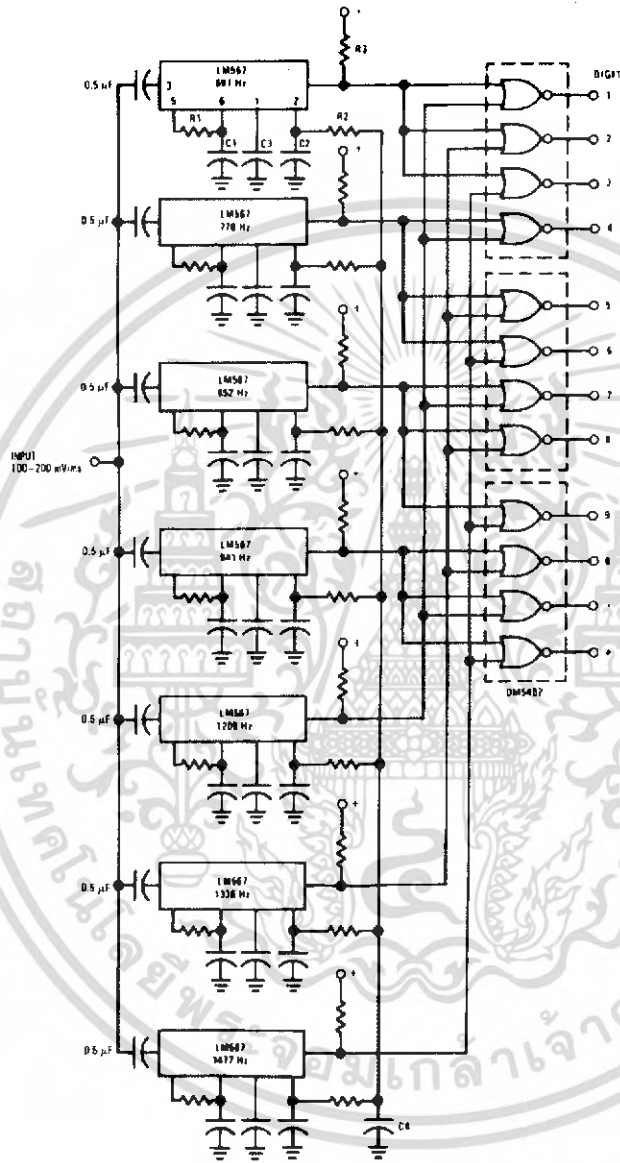
Typical Output Voltage vs Temperature



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Applications

Touch-Tone Decoder



DS00875-5

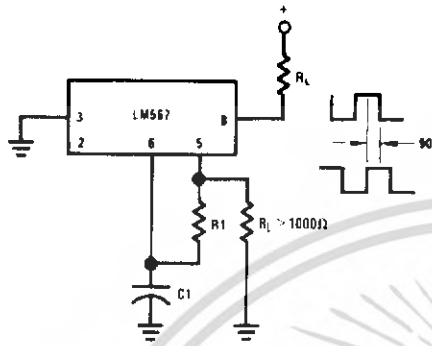
Component values (typ)

- R1 6.8 to 15k
- R2 4.7k
- R3 20k
- C1 0.10 mfd
- C2 1.0 mfd 6V
- C3 2.2 mfd 6V
- C4 250 mfd 6V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

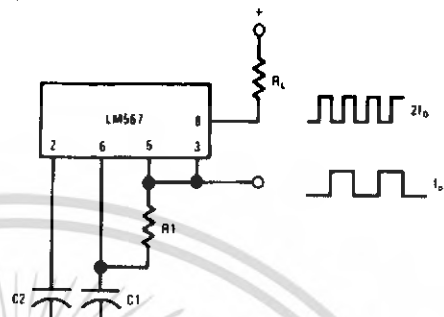
Typical Applications (Continued)

Oscillator with Quadrature Output



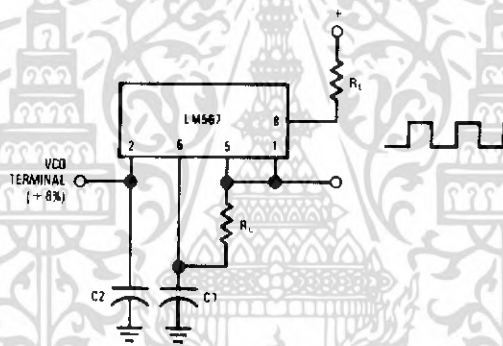
Connect Pin 3 to 2.8V to Invert Output

Oscillator with Double Frequency Output



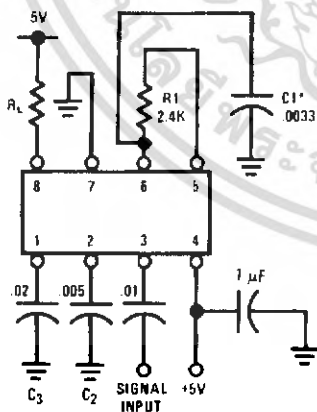
DS006975-7

Precision Oscillator Drive 100 mA Loads



DS006975-8

AC Test Circuit



$f_1 = 100 \text{ kHz} + 5V$
 *Note: Adjust for $f_0 = 100 \text{ kHz}$.

DS006975-9

Applications Information

The center frequency of the tone decoder is equal to the free running frequency of the VCO. This is given by

$$f_0 \cong \frac{1}{1.1 R_1 C_1}$$

The bandwidth of the filter may be found from the approximation

$$BW = 1070 \sqrt{\frac{V_i}{f_0 C_2}} \text{ in } \% \text{ of } f_0$$

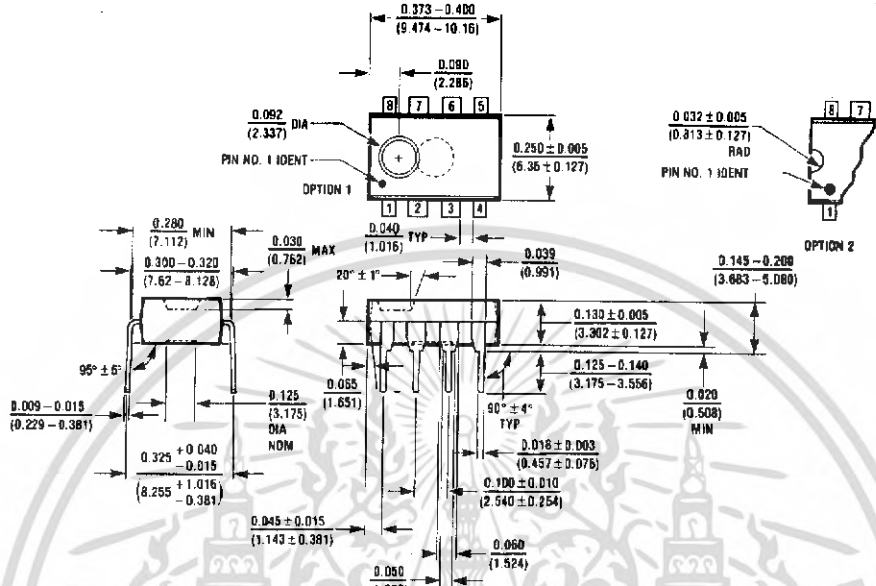
Where:

V_i = Input voltage (volts rms), $V_i \leq 200 \text{ mV}$

C_2 = Capacitance at Pin 2 (μF)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Physical Dimensions inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



Molded Dual-In-Line Package (N)
 Order Number LM567CN
 NS Package Number N08E

LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

National Semiconductor Corporation
 Americas
 Tel: 1-800-272-9959
 Fax: 1-800-737-7018
 Email: support@nsc.com
 www.national.com

National Semiconductor Europe
 Fax: +49 (0) 1 80-530 85 86
 Email: europe.support@nsc.com
 Deutsch Tel: +49 (0) 1 80-530 85 85
 English Tel: +49 (0) 1 80-532 78 32
 Français Tel: +49 (0) 1 80-532 93 58
 Italiano Tel: +49 (0) 1 80-534 16 80

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
 Tel: 65-254-4466
 Fax: 65-250-4466
 Email: asa.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
 Tel: 81-3-5638-7500
 Fax: 81-3-5639-7507

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

/*
-----*/

// Program           : Timer Model
// Description      : Timer Model count up every 1 second show result on LED
// Filename         : l0501.c
// C complier       : RIDE 51 V6.4.35

/*
-----*/

```

```

#include <AT89X52.H>
#include <stdio.h>           //
#include <string.h>         // strlen()

/***** Constant *****/
#define lcd_dsp P0
#define lcd_add_1 0x00;
#define lcd_add_2 0x40;

sbit STEP = P1^0;           // For step moter
sbit DIRECTION = P1^1; //For step moter
sbit ENSTEP = P1^2; //0For enable step moter
sbit lcd_en = P3^7;
sbit lcd_rs = P3^6;
sbit sonic_send = P2^0;
sbit testbit = P1^7;
sbit sw = P2^6;

bit error,error2;

char back;

unsigned char height,value,Z1,Z2,Z3,X,chk_step,href2; // 0 - 255 parameter for show height
value
href = 200;                //href is height reference, [[ height = href - value ]]
hstep = 3; //

```

/***** Statement *****/
 เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

0123456789ABCDEF */
code unsigned char *msg[8] = {" KMITL PROJECT ", //0
                               " PRESS SWITCH ", //1
                               " HEIGHT= ", //2
                               "cm.", //3
                               " NO SIGNAL ", //4
                               " PUSH AGAIN ", //5
                               " STEP MOTER ",
                               //6
                               " GOING DOWN... "};
//7
code unsigned char *string[11] = {"0","1","2","3","4","5","6","7","8","9"," "}; //code unsigned int
is WRONG!

/** function prototype */
void lcd_string(unsigned char *buf,int dly);
void delay(unsigned int ms);
void delay2(unsigned int ms);
void lcd_pulse_clock(void);
void lcd_send_byte(bit sf,int n);
void lcd_int(void);
void check(void);
void processing(void);
void step(bit di,unsigned int round);
void wait_interrupt_stepmoter(void);
//void wait_interrupt_stepmoter(void);
/***** 1. DELAY ms unit *****/
/* Function for delay time ms scale*/
/*****

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

{
    unsigned int i,j ; //unsigned int [ 16 bit 0-65535 ]
    for(i=0;i<ms;i++)
    {
        for(j=0;j<125;j++);//Loop for delay 1 ms per unit
    }
}

/***** DELAY2 ms unit *****/
/* Function for delay time for wait interrupt signal*/
/*****/

void delay2 (unsigned int ms)
{
    unsigned int k,l ;//unsigned int [ 16 bit 0-65535 ]
    for(k=0;k<ms;k++)
    {
        for(l=0;l<125;l++); // Loop for delay 1 ms per unit
    }
}

/***** DELAY3 ms unit *****/
/* Function for delay time for wait interrupt signal*/
/*****/

void delay3 (unsigned int ms)
{
    unsigned int m,n ;      //unsigned int [ 16 bit 0-65535 ]
    for(m=0;m<ms;m++)
    {
        for(n=0;n<125;n++); // Loop for delay 1 ms per unit
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void lcd_pulse_clock(void)
{
    lcd_en = 1 ;
    delay(5);
    lcd_en = 0 ;
    delay(5);
}

/*****/

/* Send command 1 byte to LCD*/
/*****/

void lcd_send_byte (bit sf,int n)
{
    lcd_rs = sf;           // send function sf=0[command],sf=1[send data]
    lcd_dsp = n;          //send data to P1
    lcd_pulse_clock();
}

void lcd_send_byte2 (bit sf2,int n2)
{
    lcd_rs = sf2 ;        // send function sf=0[command],sf=1[send data]
    lcd_dsp = n2;         //send data to P1
    lcd_pulse_clock();
}

/*****/

/* LCD initial */
/*****/

void lcd_int(void)
{
    lcd_send_byte(0,0x38);    // define function [8 bit, 2 line, 5x7]
    lcd_send_byte(0,0x01);    // Clear LCD
    lcd_send_byte(0,0x06);    // entry mode set [ Move cursor to Right ] Address

```

DDRAM increase

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    lcd_send_byte(0,0x0C);        // LCD ON & cursor OFF
    lcd_send_byte(0,0x02);        // LCD Return Home
}
/***** LCD initial 2 *****/
void lcd_int2(void)
{
    lcd_send_byte2(0,0x38);        // define function [8 bit, 2 line, 5x7]
    lcd_send_byte2(0,0x01);        // Clear LCD
    lcd_send_byte2(0,0x06);        // entry mode set [ Move cursor to Right ] Address
DDRAM increase
    lcd_send_byte2(0,0x0C);        // LCD ON & cursor OFF
    lcd_send_byte2(0,0x02);        // LCD Return Home
}
/***** string *****/
void lcd_string(unsigned char *buf,int dly)
{
    unsigned int len,i ;
    len = strlen (buf);            // fine string lengh ---> len
    for (i=0; i<len; i++)
    {
        lcd_send_byte(1,buf[i]);
        delay(dly);
    }
}
/***** STRING 2 *****/
void lcd_string2(unsigned char *buf,int dly2)
{
    unsigned int len2,i2 ;
    len2 = strlen (buf);          // fine string lengh ---> len
    for (i2=0; i2<len2; i2++)
    {
        lcd_send_byte2(1,buf[i2]);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        delay(dly2);
    }
}

/***** 1. SHOW LCD *****/
void lcd_show(void)
{
    lcd_send_byte(0,0x80);        //LCD Start 1 Line[10000000](00000000=00H)
    lcd_string(msg[0],1);        // KMITL PROJECT
    lcd_send_byte(0,0xC0);        // LCD start 2 line[11000000](01000000=40H)
    lcd_string(msg[1],1);        // PRESS SWITCH
}

/***** STEP MOTER *****/ // STEP DELAY<-----
-----

void step(bit di,unsigned int round) // step ( direction , time step)
{
    unsigned int t;
    DIRECTION = di ;
    ENSTEP = 0 ; // Enable step moter

    for (t=0;t<round;t++)
    {
        STEP=1;
        delay(3);////////////////////////////////////
        STEP=0;
        delay(3); // delay 20 ms
    }

    ENSTEP = 1 ; // Disable step moter
}
}

```

/***** INITIAL INTERRUPT *****/
 เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void int0_init(void){
    IT0 = 0; // choose FALLING EDGE
    EX0 = 1; //enable external0 interrupt
    EA = 1; // enable global interrupt
    TMOD = 0x05; //mode 1 using0 counter 16 bit control from internal
    TH0 = 0; // clear register timer
    TL0 = 0;
    TF0 = 0; // clear overflow flag
}

void disable_interrupt(void){
    EA = 0; // disable all interrupt
    TR0 = 0; // stop counter
    EX0 = 0; // disable external0 interrupt
}

/***** Processing Height Value *****/
void processing_height(void){
    value =0;
    while(TL0>0)
    {
        value ++;
        TL0 --;
    }
    //if (
    //value = 20 ;//////////
    height = 0;
    href2 = href ;
    if( chk_step != 0) //When step moter down HREF decrease
    {
        href2=(href-(chk_step*hstep));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการเรียนเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}

if(value<=href)
{
height = href2 - value; //Height value
}

}

/***** CHECK number 0->9 *****/
void check(void)
{
switch(X) {
case 0:
lcd_string2(string[0],1);
break;
case 1:
lcd_string2(string[1],1);
break;
case 2:
lcd_string2(string[2],1);
break;
case 3:
lcd_string2(string[3],1);
break;
case 4:
lcd_string2(string[4],1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        break;
    case 5:
        lcd_string2(string[5],1) ;

        break;
    case 6:
        lcd_string2(string[6],1) ;

        break;
    case 7:
        lcd_string2(string[7],1) ;

        break;
    case 8:
        lcd_string2(string[8],1) ;

        break;
    case 9:
        lcd_string2(string[9],1) ;

        break;
    case 10:
        lcd_string2(string[10],1) ;

        break;
    }
}

/***** PROCESSING *****/
void processing(void){

    //value = 175 ;          //////////////////////////////////////

```

Z1 = height / 100 ;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Z2=(height-(Z1*100))/10 ;
Z3 = height -((Z1*100)+(Z2*10)) ;
if(Z1==0)
    Z1=10; // " "
if((Z1==10)&&(Z2==0))
    Z2=10;
lcd_send_byte2(0,0x89); // start at 0x89 LCD ADDRESS
X = Z1;
check(); // show value ((1)) 2 3
lcd_send_byte2(0,0x8A);
X = Z2;
check(); //1 ((2)) 3
lcd_send_byte2(0,0x8B);
X = Z3;
check(); // 1 2 ((3))
}

/***** INTERRUPT HERE *****/
HERE!!!!!!!!!!!!!!
void service_counter0(void) interrupt 0 using 1
{
    disable_interrupt();
    TR0 = 0 ; // stop counter ***
    sonic_send = 0 ;
    testbit = 0 ;
    error = 0 ; // bit clear when interrupt mode
    error2 = 0; // bit clear when intcrrrup detect from
    value = 0;
    processing_height();
    TH0 = 0 ; // clear register timer
    TLO = 0 ;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
TF0 = 0; // clear overflow flag
```

```
}
```

```
void lcd_showerror(void){
```

```
    lcd_send_byte(0,0x80);
```

```
    lcd_string(msg[4],1);
```

```
    lcd_send_byte(0,0xC0);
```

```
    lcd_string(msg[5],1);
```

```
}
```

```
void lcd_show_stepdown(void){
```

```
    P0=0;
```

```
    lcd_int();
```

```
    lcd_send_byte(0,0x80);
```

```
    lcd_string(msg[6],1);
```

```
    lcd_send_byte(0,0xC0);
```

```
    lcd_string(msg[7],1);
```

```
}
```

```
void no_interrupt_show(void){
```

```
    P0=0;
```

```
    lcd_int();
```

```
    lcd_showerror();
```

```
}
```

```
void start_counter0(void){
```

```
    int0_init();
```

```
    TR0 = 1 ; // start open counter !!
```

```
}
```

```
void wait_interrupt(void)
```

{
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

error = 1 ;
error2 = 1;

delay2(2000); // wait falling egde interrupt 5 sec
disable_interrupt();
sonic_send = 0 ;
TH0 = 0;
TL0 = 0;
TF0 = 0;
chk_step = 0 ;
if (error == 1)
{
//check no interrupt

while ((chk_step<=5)&&(error2==1)) //
{
disable_interrupt();
sonic_send = 0;
TH0 = 0;
TL0 = 0;
TF0 = 0;

lcd_show_stepdown();
step(0,100); // step FW & 100 step <----- down step
chk_step ++;

start_counter0(); // initial interrupt0 start counter0
sonic_send = 1 ; // send Ultrasonic wave
wait_interrupt_stepmotor();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        if(chk_step==5)                                //
        {
            no_interrupt_show();
            delay(3000);
            error=0;
            error2=0;
        }
    }
}

void wait_interrupt_stepmotor(void)
{
    error2 = 1 ;
    delay3(2000); // wait falling egde interrupt 5 sec
    disable_interrupt();
    sonic_send = 0 ;
    TH0 = 0;
    TL0 = 0;
    TFO = 0;
}

void step_back(void)
{
    char cs;
    for(cs=0;cs<chk_step;cs++)
    {
        step(1,100); //RW step 100 step <-----STEP UP
    }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void main(void)
{

    P0 = 0 ;          // clear data bus
    P1 = 0 ;
    P2 = 0 ;
    P3 = 0 ;
    delay(100);
    lcd_int() ;
    lcd_show();      // LCD SHOW FIRST SCREEN
    delay(2000);
    sonic_send = 0 ;

    start_counter0(); // initial interrupt0 start counter0
    sonic_send = 1 ; // send Ultrasonic wave
    wait_interrupt(); // wait 5 sec for signal interrupt

    lcd_int2();
    lcd_send_byte2(0,0x80); // LCD Start 1 Line[10000000](00000000=00H)
    lcd_string2(msg[2],1) ; // "Height ="

    //lcd_send_byte2(0,0x01); // Clear LCD
    processing(); // show height value digit
    lcd_send_byte2(0,0x8D);
    lcd_string2(msg[3],1); // "cm."

    step_back();
    while(1);

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้