



ปีการศึกษา 2531

เรื่อง เครื่องทักทายผู้มาเยือน

(VISITING BOX)

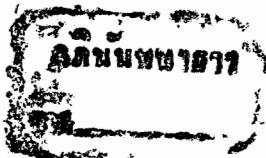
โดย

นายปานเทพ อินทรวณิชย์

นายสุทัศน์ กริ่งไกร

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์วิชัย สุรพัฒน์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึง 024706 ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

29 มี.ค. 2533

เรื่อง เครื่องทักทายผู้มาเยือน

ปานเทพ อ인트ลาวัฒน์

สุทัศน์ กริ่งไกร

อ. วิชัย สุรพัฒน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2531

บทคัดย่อ

ในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้ เรียบเรียงขึ้นจากผลงานที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นเครื่องทักทายผู้มาเยือนซึ่งหลักการนี้ที่เคยใช้ทั่วไป ตัวตรวจจบการเคลื่อนไหวนั้น ตัวรับและตัวส่งนั้นจะอยู่แยกส่วนกัน ซึ่งไม่สะดวกในการติดตั้ง และเมื่อเราต้องการเคลื่อนย้ายจะเป็นการลำบากมาก ในโครงการนี้ได้พัฒนาการนำเอาตัวรับและตัวส่งให้อยู่ในชุดเดียวกัน ดังนั้นเราจึงใช้หลักการคอปเปอเรเตอร์เอฟเฟคมาทำการปรับปรุงเปลี่ยนแปลงเพื่อให้สะดวกในการใช้ยิ่งขึ้น หลักการคอปเปอเรเตอร์เอฟเฟคนี้จะช่วยให้ตัวรับและตัวส่งให้รวมอยู่ในชุดเดียวกันนั้นวิธีการคือ ตัวส่งนั้นจะส่งคลื่นเสียงอัลตราโซนิคออกมาทำการสะท้อนไปมาบริเวณที่ต้องการนั้นส่วนตัวรับจะรับคลื่นนั้นกลับมา เมื่อไม่มีการเคลื่อนไหวในบริเวณนั้นสัญญาณที่ส่ง จะส่งจากตัวส่งไปยังตัวรับก็ยังคงที่แต่ถ้ามีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้น สัญญาณนั้นจะเกิดการเปลี่ยนแปลงขึ้น (สัญญาณเกิดการบีบขึ้นมาก) ทำให้เราสามารถตีเทคสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงหรือการบีบนั้นออกมาได้ ซึ่งเราได้สัญญาณทรिकเกอร์ เพื่อนำไปเป็นสัญญาณทรिकอุปกรณ์วงจรอื่นได้ เช่นในโครงการนี้เราก็ใช้ ชุดวิเคราะห์เสียงพูด ชุดเสียงเพลง ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Visiting Box

Prantap Intaralawan

Sutas Krungkrai

Vichai Suraphat

2531

Abstract

The compilation of this thesis was based on the results of the researchers' development of the visiting box the operation principle of this device that is in general use at present is that the monitor has separate receiver and transmitter, thus causing inconvenience in its installation. Moreover, it is very difficult to move the device from place to place.

In this project the researchers have developed a device in which both the receiver and the transmitter are combined in one unit by applying the principle of doppler effect in the improvement and modification of the device so that it is more convenient for use.

the method for applying the principle of doppler effect so that the receiver and the transmitter are combined in one unit is as follows. The transmitter transmits ultrasonic waves which will reverberate around the place where the device is installed, while the receiver receives the waves. If there is no any movement around the place, the signals travelling from the transmitter to the receiver, will be uniform. But if there is any movement, there will be modifications (or beats) in the signals, which can be detected.

The modifications or beats will constitute trigger signals which will trigger the equipment in other circuits, for example, the voice synthesizer circuit; the music circuit etc., in this project.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 (ความมุ่งหมายของปริญญาโท)	1๕
1.1 บทนำ	1
1.2 จุดประสงค์ของปริญญาโท	2
บทที่ 2 (การแพร่กระจายคลื่นเสียง)	3
บทที่ 3 (การกำเนิดของคลื่นเสียง)	5
3.1 คลื่น	5
3.2 คลื่นเสียง	8
3.3 ลักษณะของคลื่นเสียง	8
3.4 สมบัติของคลื่นเสียง	10
บทที่ 4 (อุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์)	20
4.1 คลื่นอุลตราโซนิค	20
4.2 ทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริก	20
4.3 ตัวส่งและตัวรับ	24
4.4 ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่งและตัวรับ	26
บทที่ 5 (วิธีการคอปเปอเรเตอร์)	30
- วิธีคอปเปอเรเตอร์เอฟเฟก	31
บทที่ 6 (หลักการทํางานของ Visiting box)	33
- ภาคส่ง	33
- ภาครับ	33
- วงจรภาคส่ง	35
- วงจรภาครับ	39
- วงจรชุดเสียงเพลงและเสียงพูด	43
- ชุดวิเคราะห์เสียงพูด	47
- การทํางานของ T 6668	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

	หน้า
สรุปผลและเสนอแนะ	59
ภาคผนวก	61
กิจกรรมประกาศ	95
หนังสืออ้างอิง	96



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น. ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความมุ่งหมายของปริญญาโท

1.1 บทนำ

ปัจจุบันความก้าวหน้าเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ได้วิวัฒนาการและก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็ว จนอาจจะกล่าวได้ว่าชีวิตประจำวันของมนุษย์ในเมืองทุกคนจะต้องเกี่ยวข้องกับอิเล็กทรอนิกส์นับตั้งแต่ตื่นนอนจนถึงเข้านอน เช่นก่อนตื่นนอนเราอาจจะถูปลุกโดยอัตโนมัติด้วยเสียงเพลงเบา ๆ จากนาฬิกาอิเล็กทรอนิกส์โดยตรง หรือเชื่อมโยงกับเครื่องรับวิทยุก็ได้ จากนั้นเราก็มุ่งตัวเวลาที่จะให้กาทมน์าร้อน เครื่องปิ้งขนมปังทำงานโดยอัตโนมัติด้วย หลังจากรับประทานอาหารเช้าแล้วก็เตรียมเดินทางไปทำงาน เพื่อให้การเดินทางประหยัดเวลาและน้ำมัน เราอาจป้อนข้อมูลและสอบถามศูนย์คอมพิวเตอร์ว่าถนนเส้นไหนรถไม่ติดและจะใช้เวลาในการเดินทางเท่าไรจึงจะไปถึงที่ทำงานเร็วที่สุด ซึ่งอิเล็กทรอนิกส์สามารถคำนวณความสะดวกให้เราเป็นอันมาก เครื่อง VISITING BOX และเครื่องดนตรีก็เป็นส่วนหนึ่งที่อำนวยความสะดวกให้เราได้มาก เช่น เราเป็นเจ้าของสินค้าชิ้นหนึ่งต้องการจะขายและแนะนำให้ลูกค้าได้ทราบถึงคุณสมบัตินั้น แต่ลูกค้าของเราไม่มีคนเคี้ยวและเขาไม่ได้มาคุยพร้อมกันดังนั้นเราจึงต้องแนะนำหลาย ๆ ครั้ง เครื่อง VISITING BOX นี้จะช่วยในการแนะนำสินค้าได้ โดยเมื่อลูกค้าสนใจเข้ามาขึ้นบริเวณร้านค้านั้นซึ่งเครื่อง VISITING BOX จะทำการส่งคลื่นอุลตราโซนิคไปบริเวณนั้นอยู่แล้วจะทำการเชื้อเชิญและแนะนำให้ทราบถึงคุณภาพโดยเราไม่ต้องแนะนำเลย และทำได้บ่อย ๆ ครั้งเมื่อเทียบกับคนอาจจะมีการผิดพลาดและเบื้อหน้ายในงานนั้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 จุดประสงค์ของปฏิญานิพนธ์

ปฏิญานิพนธ์เรื่อง VISITING BOX นี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้สำหรับ

อำนวยความสะดวกให้เราในการแนะนำ หรือตอบรับแทนเราได้โดยที่เราไม่ต้องทำหลาย

หลายครั้ง โดยภายในเครื่อง VISITING BOX นี้จะมีเครื่องรับส่งในตัวเอง

ซึ่งการส่งนั้นจะมีคลื่นเสียงขนาด 40 KHz ส่งออกไปและรับกลับมาเมื่อไม่มีวัตถุผ่านหรือ

เคลื่อนที่คลื่นเสียงนั้นจะสะท้อนมาคงที่ แต่เมื่อมีวัตถุผ่านหรือเคลื่อนที่ คลื่นเสียงจะมีการ

เปลี่ยนแปลงจะทำให้เครื่อง visiting box ทำงานงานขึ้นมา

ผู้จัดทำหวังว่าปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์อย่างยิ่งสำหรับผู้

คณาจารย์และผู้สนใจ



บทที่ 2

การแพร่กระจายคลื่นเสียง

การที่คลื่นเสียงสามารถแพร่กระจาย ผ่านอากาศจากจุดหนึ่งถึงอีกจุดหนึ่ง

เป็นดนตรีหรือเสียงพูดของมนุษย์หรือเสียงอื่น ๆ ก็ตาม เราจำเป็นที่จะต้องศึกษาเรื่อง
ของคลื่นเสียงก่อน

คลื่นเสียงถูกส่งผ่านเข้าสู่ประสาทส่วนหนึ่งของมนุษย์เราเรียกได้ว่าการได้ยิน สภาพอากาศภายในห้องปกตจะหยุดนิ่งหรือไม่มีการเคลื่อนที่ เสียงที่เกิดขึ้นโดยมนุษย์หรือเครื่องดนตรีหรืออื่น ๆ จะทำให้เกิดการสั่นในอากาศและไปสั่นเยื่อหูของมนุษย์เช่นเดียวกัน คลื่นเสียงอาจเกิดขึ้นโดยการสั่นของลำโพงวิทยุ ทำให้เกิดคลื่นเสียงขนาดต่าง ๆ กัน คลื่นเสียงต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นนั้นอยู่กับการสั่นสะเทือน จำนวนของคลื่นที่สั่นสมบูรณ์เราเรียกว่าความถี่ของเสียงเทียบกับเวลาเป็นวินาที เช่นคลื่นเสียงอาจสั่น 2,000 ครั้งต่อวินาที เราเรียกว่าความถี่ 2,000 ไซเคิลต่อวินาที หรืออาจจะกล่าวได้ว่าเกิดคลื่นเสียงขึ้น 2,000 ไซเคิล เสียงที่มนุษย์เราได้ยินเราเรียกว่าคลื่นเสียง แอมป์ของคลื่นจะเปลี่ยนแปลงไปตามความถี่ ถ้าคลื่นสูงแอมป์คลื่นก็สูง ถ้าคลื่นต่ำแอมป์คลื่นก็ต่ำ

ช่วงความถี่ของคลื่นเสียง ช่วงความถี่ที่มนุษย์เราสามารถได้ยินเป็นช่วงความถี่ต่ำตั้งแต่ 20 ไซเคิลถึง 2,000 ไซเคิล แต่บุคคลบางคนอาจจะได้ยินเสียงต่ำแต่ไม่ได้ยินเสียงสูง บางคนได้ยินเสียงสูงแต่ไม่ได้ยินเสียงต่ำ และบางคนอาจได้ยินช่วงความถี่ที่กว้างมากก็เป็นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างที่เสียงที่มนุษย์สามารถได้ยินได้

1. เสียงมนุษย์	75 - 3,000	ไซเกิล
2. เปียนโน	27 - 8,000	ไซเกิล
3. ทรอมโบน	200 - 3,000	ไซเกิล
4. คลาลิเน็ต	1150 - 1,500	ไซเกิล
5. ชลู่	250 - 2,300	ไซเกิล
6. พิคโกโล	500 - 4,500	ไซเกิล

ช่วงความถี่ของคลื่นเสียงปกติจะมีช่วงความถี่ประมาณ 30 - 20,000

ไซเกิลคลื่นเสียงสามารถเดินทางได้ 346 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 25 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

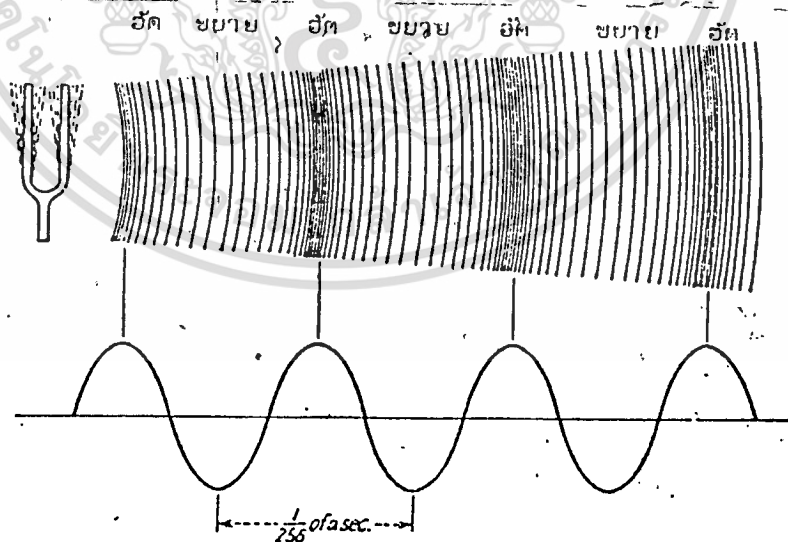
การกำเนิดของคลื่นเสียง

3.1 คลื่น (Waves)

คลื่นเสียงเกิดจากการแกว่งหรือสั่น (Oscillated) ของ

วัตถุพลังงานซึ่งเป็นการถ่ายทอดพลังงานจากแหล่งกำเนิดไปยังบริเวณโดยรอบ และคลื่นสามารถจำแนกตามความสัมพันธ์ระหว่างทิศทางการสั่นของอนุภาคของตัวกลางกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่นได้เป็น 2 ชนิด คือ

3.1.1 คลื่นตามยาว (LONGITUDINAL WAVSES) คือคลื่นที่อนุภาคของตัวกลางมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นเสียงของมนุษย์, สัตว์, หรือเครื่องดนตรี วัตถุอื่นๆ ตามรูปที่ 3.1 แสดงให้เห็นคลื่นที่เกิดจากอัดและขยายตัวของสปริง ของส้อม



รูปที่ 3.1 แสดงการอัดและขยายตัวของโมเลกุลอากาศ

- อนุภาคของตัวกลางเคลื่อนที่ไป-มา ตามจังหวะคลื่นอัด-คลื่นขยายในทิศทางเดียวกับทิศทางการเคลื่อนที่ของคลื่น จึงเรียกว่า " คลื่นตามยาว "
- คลื่น (Compression) คือคลื่นช่วงที่อนุภาคของตัวกลางมีความดันสูง
- คลื่นขยาย (Rarefaction) คือคลื่นช่วงที่อนุภาคของตัวกลางมีความ

กันต่ำ

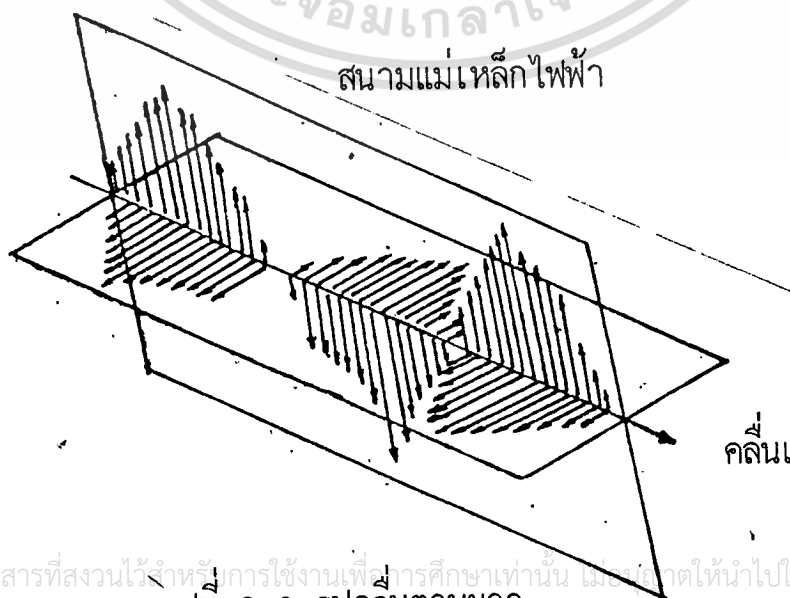
- เมื่อนำค่าของความดัน (p) ที่เปลี่ยนไปตามระยะทางมาพล็อตกราฟเรียกว่า SINE WAVE โดยยอดคลื่นจะตรงกับส่วนอัด ท้องคลื่นจะตรงกับส่วนขยาย
 - ระยะระหว่างส่วนอัดถึงส่วนอัด หรือส่วนขยายคือ 1 ความยาวคลื่นและจุดที่เป็นเส้น
- แกนย่อมมีความดัน 1 บรรยากาศพอดี

3.1.2 คลื่นตามขวาง (Transverse Waves) เป็นคลื่นที่ตัวกลางมีการเคลื่อนที่ไปในทิศทางตั้งฉากกับการเคลื่อนที่ของคลื่น เช่น คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า คลื่นน้ำ คลื่นในเส้นเชือก

ผังรูปที่ 3.2

สนามแม่เหล็กไฟฟ้า

สนามแม่เหล็ก

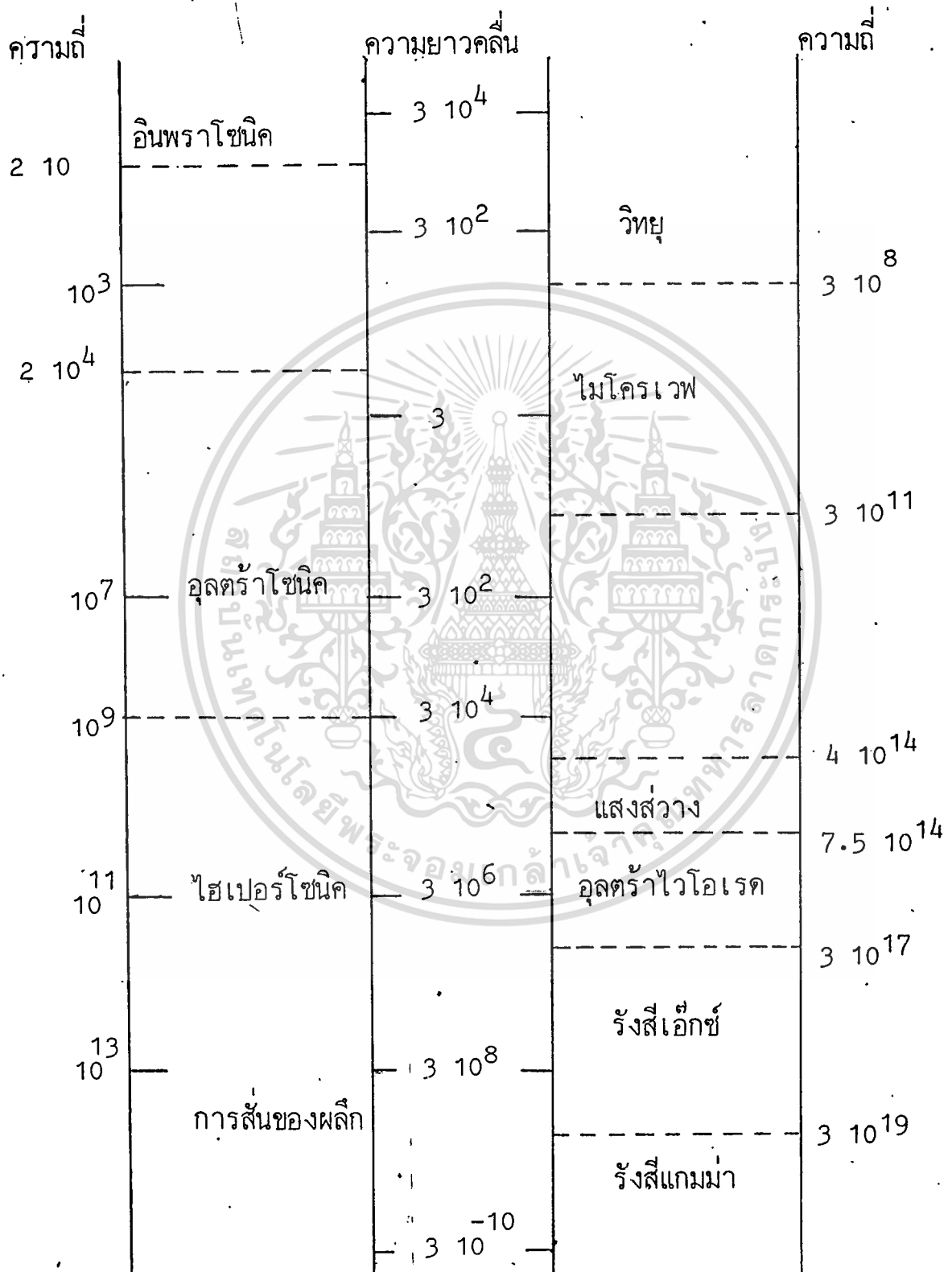


คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 3.2 รูปคลื่นตามยาว

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงความถี่และความยาวคลื่นขนาดต่าง ๆ สเปกตรัมของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เชิงตีพิมพ์เท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 คลื่นเสียง (Sound Wave)

คลื่นเสียงถูกส่งไปในรูปของคลื่นตามยาว ในลักษณะส่วนอัดและส่วนขยาย ผ่านตัวกลางทำให้การรับเสียงเกิดผลได้

แหล่งกำเนิดของคลื่นเสียงแบ่งตามลักษณะของวัตถุกำเนิดได้ 3 ประการคือ

- 3.2.1 - เกิดจากการสั่นของสายหรือแท่ง ได้แก่ เครื่องสายต่าง ๆ ส้อมเสียง
- 3.2.2 - เกิดจากการสั่นของผิว เช่น ใตอะแพรมของลำโพงเสียง ฉิ่ง ฆ้องกลอง
- 3.2.3 - เกิดจากการสั่นของลำอากาศ ได้แก่ เครื่องเป่าต่าง ๆ

คลื่นเสียงเดินทางต้องอาศัยตัวกลาง ทำให้เกิดการอัด (Compression)

การขยาย (Rarefaction) จึงเกิดการถ่ายทอดคลื่นไปยังเครื่องรับเสียงได้ ด้วยเหตุนี้เองคลื่นเสียงจึงไม่สามารถผ่านสุญญากาศได้ เพราะสุญญากาศไม่มีตัวกลางถ่ายคลื่นเสียง

3.3.1 ความถี่ - ความถี่ของเสียงในตัวกลางใด ๆ คือความถี่ของการสั่นของ

แหล่งกำเนิดเสียงนั้น ความถี่ที่มนุษย์ฟังได้มีค่า 20 - 20,000 เฮิรท์ เรียกว่า

Audible Frequency ความถี่ที่สูงกว่ามนุษย์รับได้เรียกว่า Ultrasonic

Frequency ความถี่ที่ต่ำกว่ามนุษย์รับได้เรียกว่า Infrasonic Frequency

3.3.2 อัตราเร็วของเสียง - อัตราเร็วของคลื่นเสียงย่อมแปรผันไปตาม

คุณสมบัติของตัวกลางในเรื่องความหนาแน่น (Density) อุณหภูมิ และ

ความยืดหยุ่น (Elasticity) ดังตารางความเร็วต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ตารางที่ 3.2 แสดงอัตราความเร็วของเสียงในตัวกลาง

ตัวกลาง	ความเร็วของเสียง (m/s)	
	ที่ 0 ช	ที่ 25 ช
อากาศ	331.5	346.0
ไฮโดรเจน	1270.0	1339.0
น้ำ	1450.0	1498.0
แก้ว	5500.0	4554.0
เหล็ก	5100.0	5200.0

ถ้าอากาศเบาบางมาก การถ่ายเทพลังงานคลื่นระหว่างโมเลกุลเป็นไปได้ โดยยากความเร็วของเสียงจะน้อยลง และทำให้ความเข้มเสียงลดน้อยลง สำหรับคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะไม่มีผลต่อมวลอากาศจึงสามารถเคลื่อนที่ผ่านสุญญากาศได้

สมการความเร็วของเสียงในอากาศยอมแปรผันตามอุณหภูมิ คือ

$$v = v_0 \sqrt{1 + t/273} \quad \text{m/s} \quad (3.1)$$

v - ความเร็วเสียง ณ. อุณหภูมิใด ๆ

v_0 - ความเร็วของเสียงที่ 0 ช

t - อุณหภูมิ ช

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาต 024706 ขนด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 สมบัติของคลื่นเสียง

คุณสมบัติโดยทั่วไป ของคลื่นเสียง จะแสดงคุณสมบัติ 4 ประการ คือ

3.4.1 การแทรกสอดของเสียง (Interference) เกิดจากการรวมกันของคลื่น 2 คลื่นขึ้นไป ขณะเมื่อพบกับในตัวกลางเดียวกัน ผลของการรวมกันของคลื่นเกิดได้หลายลักษณะเช่น

1. การบีตส์ (Beats) ของคลื่นเสียง เป็นปรากฏการณ์ที่

เกิดจากการรวมคลื่นที่มีความถี่ต่างกันหรือต่างเฟสกัน เคลื่อนที่ไปในตัวกลางเดียวกัน รวมตัวเป็นคลื่นใหม่ ทำให้แอมพลิจูดเปลี่ยนไป ดังรูปที่ 3.3 และสมการของคลื่น

$$Y_1 = A \sin(\omega + \Delta\omega)t \dots\dots\dots (3.2)$$

$$Y_2 = A_2 \sin(\omega - \Delta\omega)t \dots\dots\dots (3.30)$$

$$Y = Y_1 + Y_2 \dots\dots\dots (3.4)$$

$$= A_1 \sin(\omega + \Delta\omega)t + A_2 \sin(\omega - \Delta\omega)t$$

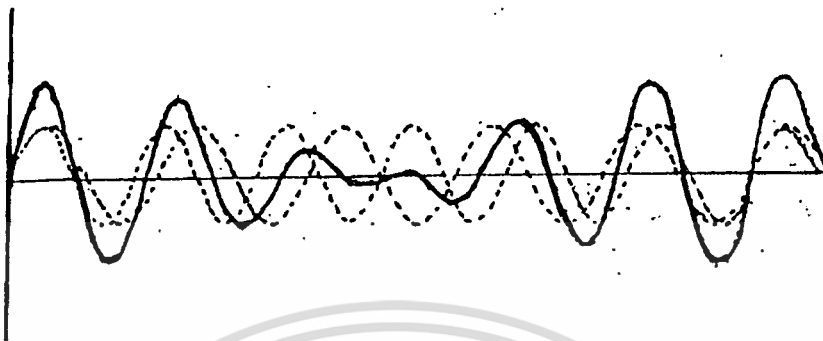
$$= (A_1 + A_2) \sin\omega t \cos\Delta t + (A_1 - A_2) \cos\omega t \sin\Delta t$$

$$A \sin 0 = (A_1 + A_2) \sin \Delta\omega t$$

$$A \cos 0 = (A_1 - A_2) \cos \Delta\omega t$$

$$Y = A \sin\omega t \cos 0 + A \sin\omega t \sin 0$$

$$= A \sin(\omega t + 0) \dots\dots\dots (3.5)$$

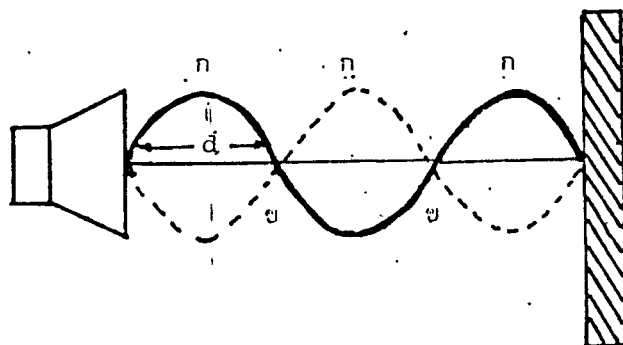


รูปที่ 3.3 Beats produced by superposition of two S.H wave motion

ประโยชน์ที่นำไปใช้ จะใช้เป็นการเปรียบเทียบความถี่ของคลื่นให้แสดงผลออกมาในลักษณะของแอมพลิจูดที่แตกต่างกัน

2. คลื่นนิ่ง (Standing waves) เกิดจากการแทรกสอดของคลื่นเท่ากับความถี่เท่ากัน แต่มีทิศทางการเคลื่อนที่ตรงกันข้าม หรือมีเฟสตรงกันข้าม ก็จะได้เกิดคลื่นนิ่งได้ดังรูปที่ 3.4

รูปที่ 3.4 คลื่นนิ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียงจะมีความเข้มสูงสุดที่ตำแหน่ง "ก" และเบามากที่สุดที่ตำแหน่ง "ข"

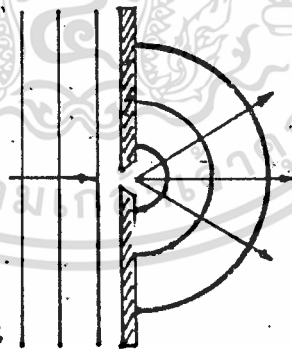
ระยะระหว่างขั้วคือ

$$d = \lambda/2 \text{ หรือ } L = n (\lambda/2) \dots \dots \dots (3.6)$$

$$n = 1, 2, 3 \dots \dots \dots$$

3.4.2 การเลี้ยวเบนของคลื่นเสียง (Diffraction) คลื่นเสียง

จะเลี้ยวเบนอ้อมสิ่งกีดขวางที่มีลักษณะเป็นมุมหรือช่องแคบ ปรากฏการณ์เช่นนี้พบในชีวิตประจำวันตลอดเวลา เช่น ในกรณีที่เราได้ยินเสียงแตรรถที่แล่นอยู่คนละถนนของมุมตึก หรือการได้ยินเสียงที่ลอดช่องเล็ก ๆ จากอีกห้องหนึ่ง ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงเมื่อคลื่นเสียงผ่านรูแคบ ๆ

จะทำตัวเสมือนแหล่งกำเนิดตัวใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.3 การสะท้อนของคลื่นเสียง (Reflection) คลื่นเสียง

ย่อมสามารถสะท้อนได้เมื่อตกกระทบตัวกลาง โดยมีมุมตกเท่ากับมุมสะท้อนทำให้เกิดเสียงก้อง (Echo) เสียงก้องที่สะท้อนกลับมาในเวลามากกว่า 0.05 วินาที เราจะได้ยินเสียงนั้นเป็นครั้งที่สอง ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6

3.4.4 การหักเหของคลื่น (Refraction) คลื่นเสียงเมื่อได้

ทางผ่านต่างตัวกลางที่มีความหนาแน่นต่างกันจะเกิดการหักเห ซึ่งจะทำให้ความเร็วของคลื่นเสียงเปลี่ยนแปลงไปด้วย โดยที่ความถี่คงที่

ความเข้มของเสียง

คืออัตราที่พลังงานเสียงตกกระทบพื้นที่ 1 ตารางหน่วย ในแนวตั้งฉากกับ

รังสีของเสียง

$$I = P/A \quad W/m^2 \quad \dots \dots \dots (3.7)$$

I = กำลังของเสียง วัตต์, จูล/วินาที

A = พื้นที่ตั้งฉากกับคลื่นเสียง เมตร²

P = ความเข้มของเสียง วัตต์/เมตร²

เนื่องจากหน้าคลื่นเป็นรูปทรงกลม ดังนั้นพื้นที่ $A = 4\pi r^2$

$$I = P/A$$

$$= P / 4\pi r^2$$

เมื่อให้ A และ 4π เป็นค่าคงที่

3.4.5 ระดับความเข้มเสียง

การวัดระดับความเข้มของเสียงเราวัดเป็นเดซิเบล (Decibel)

โดยวัดเทียบเป็นความเข้มเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์จะรับได้ (I₀)

$$\beta = 10 \log \frac{I}{I_0} \dots \dots \dots (3.9)$$

เมื่อ β - ระดับความเข้มของเสียงเป็นเดซิเบล

I - ความเข้มของเสียงใด ๆ

I₀ - ความเข้มของเสียงที่เบาที่สุดที่มนุษย์จะรับได้

(10⁻¹² วัตต์/ตารางเมตร)

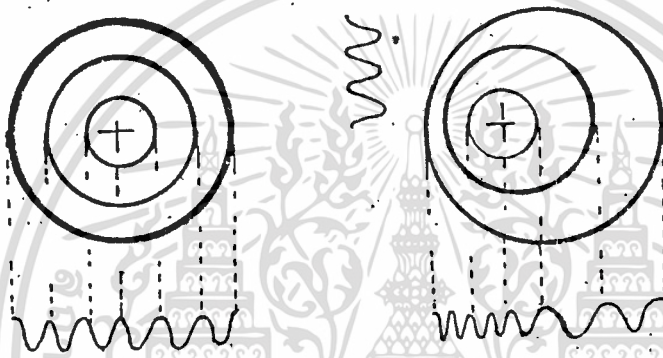
3.4.6 ระดับเสียง (Pitch)

ระดับเสียงย่อมขึ้นอยู่กับความถี่ของคลื่นเสียง ถ้าความถี่ต่ำเสียงจะต่ำ

ความถี่สูงเสียงจะสูง เช่น ระดับเสียงของ เครื่องดนตรี โยเรนหมุ่น

3.4.7 ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ (Doppler Effect)

ปรากฏการณ์ดอปเปลอร์ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดจากการเปลี่ยนความถี่ของเสียงหรือระดับเสียง เนื่องจากการเคลื่อนที่สัมพันธ์ระหว่างแหล่งกำเนิดเสียงและผู้ฟัง ยังผลให้ระดับเสียงเปลี่ยนแปลงคือ



รูปที่ 3.7 แสดงปรากฏการณ์ดอปเปลอร์

- (1) -ถ้าเคลื่อนที่เข้าหากัน ทำให้ความถี่สูงขึ้น ยังผลให้ระดับเสียงสูงขึ้น
- (2) -ถ้าเคลื่อนที่แยกจากกัน ทำให้ความถี่ต่ำลง ยังผลให้ระดับเสียงต่ำลง

ตั้งรูปที่ 3.7

ตัวอย่างเช่น การได้ยินรถหวอ เมื่อรถเคลื่อนที่เข้าหาเราคลื่นทางด้านหน้าจะอัดตัวทำให้ความถี่สูง จึงได้ยินเสียงสูง ครั้นเมื่อเคลื่อนที่ผ่านไปคลื่นเสียงด้านหลังรถจะขยายตัวห่างไป คลื่นจะมีความถี่ต่ำลง ทำให้ได้ยินเสียงต่ำ

3.4.8 การเปลี่ยนแปลงระดับเสียง(หรือความถี่)ในกรณีแหล่งกำเนิดหรือผู้ฟังเคลื่อนที่

นักฟิสิกส์ชาวออสเตรียชื่อ Christian Johann Doppler ค.ศ. 1842 ได้อธิบาย

ปรากฏการณ์นี้ว่า Doppler Effect

ปรากฏการณ์ดอปเพลอร์เกิดขึ้นเป็น 5 กรณี คือ

(1) กรณีแหล่งกำเนิดเสียงเคลื่อนที่เข้าหาและผู้สังเกตอยู่กับที่กำหนด

แหล่งกำเนิด s ผลิตความถี่ f เคลื่อนที่ด้วยความเร็ว v_s ไปยังผู้สังเกต

f และ λ = ความถี่และความยาวคลื่นที่ปรากฏแก่ผู้สังเกต ความยาว

คลื่นขณะเคลื่อนที่เข้าหา $= (v - v_s) / f$

แต่ความเร็วคลื่นเสียง $= v$

ความถี่ที่ปรากฏ $f = v / \lambda$

$$= vf / (v - v_s) \dots \dots (3.10)$$

(2) ในกรณีแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ออกและผู้สังเกตอยู่กับที่ กำหนด

และความถี่และความยาวคลื่นที่ปรากฏแก่ผู้สังเกตเมื่อแหล่งกำเนิดเคลื่อนที่ออก

ความยาวคลื่นขณะเคลื่อนที่เข้าหาผู้สังเกต $= (v + v_s) / f$

ความถี่ที่ปรากฏ $f = v / \lambda$

$$= vf / (v + v_s) \dots \dots (3.11)$$

(3) เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่กับที่ และผู้สังเกตเคลื่อนที่เข้าหา

แหล่งกำเนิดเสียงด้วยความเร็ว v_s

ความเร็วเสียงที่ปรากฏ $v + v_o$

ความถี่ที่ผู้สังเกตจะได้ยิน $f = (v + v_o) / \lambda$

$$= (v + v_o) f / v \dots \dots (3.12)$$

(4) เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงอยู่กับที่และผู้สังเกตเคลื่อนที่ออก

ความเร็วคลื่นเสียงที่ปรากฏ $v - v_o$

ความถี่ที่ผู้สังเกตจะได้ยิน $f = (v - v_o) / \lambda$

$$= (v - v_o) f / v$$

(5) เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงและผู้สังเกตต่างก็เคลื่อนที่ถ้าเคลื่อนที่ไปทางเดียวกัน

$$v = v - v_o$$

$$= (v - v_s) / f$$

$$f = v / \lambda$$

$$= (v - v_o) f / (v - v_x) \dots (3.13)$$

ถ้าเคลื่อนที่เข้าหากัน

$$f = v / \lambda$$

$$= (v + v_o) f / (v - v_s) \dots \dots (3.14)$$

3.4.9 คลื่นอุลตราโซนิก

อุลตราโซนิกเป็นคลื่นที่มีความถี่เสียงอยู่ในช่วง 20,000 ถึง 10^{13} เฮิรต์

อุลตราโซนิกที่มีความถี่มากกว่า 10^9 เฮิรต์และมีแอมพลิจูดสูงจะเรียกว่า Hypersonic

ความถี่จำกัดสูงสุดของอุลตราโซนิกขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นและ Intermolecular Distances

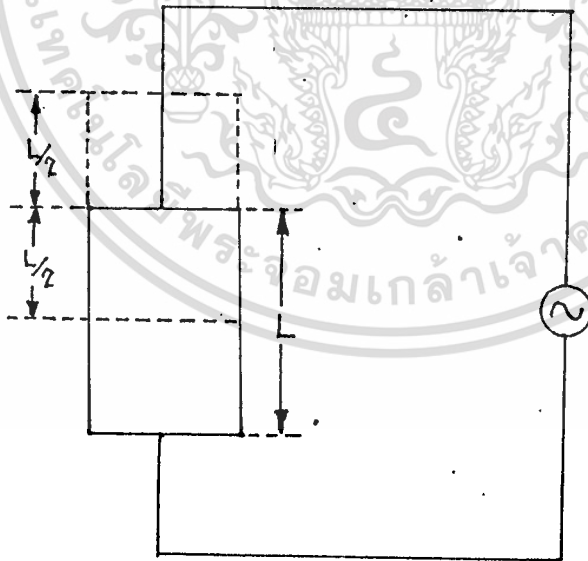
คลื่นอุลตราโซนิกนี้กำเนิดได้โดยทางกลและทางแม่เหล็ก-ไฟฟ้า แต่โดยทางแม่เหล็ก-ไฟฟ้า

จะกำเนิดสัญญาณที่มีความถี่สูงกว่าได้ ซึ่งแบ่งเป็น 2 ลักษณะ คือ

Piezoelectric Oscillator เมื่อให้สัญญาณความถี่ไปยัง

Piezoelectric Crystal ผลึกจะขยายและหดตัวตามแบบ ตามความถี่ที่ให้ การผลิตคลื่น

อุลตราโซนิกแบบนี้จะสามารถกำเนิดความถี่ได้ตั้งแต่ 5×10^7 เฮิรต์ขึ้นไป ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงการสั่นของผลึก

- Magnetostrictive Oscillator ใช้แท่งแม่เหล็กบรรจุในสนามแม่เหล็ก

ซึ่งแอมปริจูดเปลี่ยนแปลงได้ ทำให้เกิดการสั่น การสั่นจะเกิดมากขึ้นเมื่อเพิ่มความถี่ แต่ความถี่จะถูกจำกัดจากค่าของ Hysteresis และ Eddy Current การผลิตคลื่นลักษณะนี้จะให้ค่ากำลังงานได้สูงถึง 60% ที่ความถี่ตั้งแต่ 200 KHZ ขึ้นไป

สรุป

จากคุณสมบัติของคลื่นเสียง โดยเฉพาะคลื่นอัลตราโซนิคได้ให้ข้อมูลที่ เป็น

ประโยชน์ในการทำ

Project ที่สำคัญดังนี้

ความเร็วของเสียงในบรรยากาศและอุณหภูมิห้อง $v = 436 \text{ m/s}$

ความยาวคลื่น $= v / f \dots \dots \dots (3.15)$

สัญญาณบิตส์ $Y = Y_1 + Y_2$
 $= 2A \cos(\omega t / 2) \sin(\omega t - \phi / 2) \dots \dots (3.16)$

ความเข้มของเสียง $I = P / A$
 $= P / 4 R \dots \dots \dots (3.17)$

ความถี่ดอปเปลอร์

$$f = (v - v_o) f / (v - v_s) \text{ (เคลื่อนที่ไปทางเดียวกัน) } \dots (3.18)$$

$$f = (v + v_o) f / (v - v_s) \text{ (เคลื่อนที่เข้าหากัน) } \dots \dots \dots (3.19)$$

บทที่ 4

อุลตราโซนิคทรานส์ดีวเซอร์

4.1 คลื่นอุลตราโซนิค

อุลตราโซนิค (Ultrasonic) หมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกิน

กว่าที่มนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงถึงเพียงแค่ประมาณ 15 KHz เท่านั้นแต่พวกที่อายุยังน้อย ๆ อาจจะได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่านี้ได้ ดังนั้นปกติแล้วคำว่าอุลตราโซนิคจึงมักจะหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz ขึ้นไปจะสูงขึ้นถึงเท่าใดไม่ได้ระบุจำกัดเอาไว้

สาเหตุที่มีการนำเอาคลื่นย่านอุลตราโซนิคมาใช้ก็เพราะว่า เป็นคลื่นที่มีทิศทาง ทำให้เราสามารถเล็งคลื่นเสียงไปยังเป้าหมายที่ต้องการได้โดยเจาะจง เรื่องนี้เป็นคุณสมบัติของคลื่นอย่างหนึ่ง ยิ่งคลื่นมีความถี่สูงขึ้น ความยาวคลื่นก็จะยิ่งสั้นลง ถ้าความยาวคลื่นยาวกว่าช่องเปิด (ที่ให้เสียงนั้นออกมา) ของตัวที่ทำให้กำเนิดเสียงความถี่นั้น เช่นคลื่นความถี่ 300 KHz ในอากาศ จะมีความยาวถึงประมาณ 1 เมตรเศษ ซึ่งจะยาวกว่าช่องที่ให้คลื่นเสียงออกมาจากตัวกำเนิดเสียงโดยทั่วไปมากมาย คลื่นจะหักเบนที่ขอบด้านนอกจากตัวกำเนิดเสียงทำให้เกิดการกระจายทิศทางคลื่น แต่ถ้าความถี่สูงขึ้นมาอยู่ในย่านอุลตราโซนิค อย่างเช่น 40 KHz จะมีความถี่นี้มาก คลื่นเสียงจะไม่มี การเลี้ยวเบนที่ขอบ จึงพุ่งออกมาเป็นลำแคบ ๆ หรือที่เราเรียกว่า มีทิศทางนั่นเอง

การมีทิศทางของคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิคทำให้เรานำไปใช้งานได้หลายอย่าง เช่น นำไปใช้ในเครื่องควบคุมระยะไกล (Ultrasonic remote control)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องล้างอุปกรณ์ (Ultrasonic cleaner) โดยให้นำสิ่งที่ความถี่สูง เครื่องวัดความหนาของวัตถุโดยส่งเกศระยะเวลาที่คลื่นสะท้อนกลับมา เครื่องวัดความลึกและทำแผนที่ใต้ท้องทะเล ใช้ในเครื่องหาตำแหน่งอวัยวะบางส่วนในร่างกาย ใช้ทดสอบการรั่วของท่อ เป็นต้น โดยความถี่ที่ใช้ขึ้นกับการใช้งาน เช่นถ้าคลื่นเสียงต้องเดินทางผ่านอากาศแล้วความถี่ที่ใช้ก็มักจะจำกัดอยู่เพียงไม่เกิน 500 KHz เพราะที่ความถี่สูงชันกว่านี้ อากาศจะถูกคลื่นเสียงเพิ่มขึ้นมาก ทำให้ระดับความแรงของคลื่นเสียงที่ระยะห่างออกไปลดลงอย่างรวดเร็ว ส่วนการใช้งานด้านการแพทย์ซึ่งต้องการรัศมีทำการสั้น ๆ ก็อาจใช้ความถี่ในช่วง 1 MHz ถึง 10 MHz ขณะที่ความถี่เป็น GHz (10^9 Hz) ก็มีใช้กันในหลายอย่าง การใช้งานที่ตัวกลางที่คลื่นเสียงเดินทางผ่านไม่ใช่อากาศ

อุปกรณ์ที่สามารถแปลงพลังงานในรูปอื่นให้มาเป็นพลังงานทางกลโดยการสั่นไปมา ซึ่งทำให้เกิดคลื่นเสียงย่านอุลตราโซนิคกระจายไปในอากาศได้หรือแปลงพลังงานทางกลับให้มาเป็นพลังงานในรูปอื่นได้นั้น มีชื่อเรียกเป็นภาษาเทคนิคว่า "อุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์" (Ultrasonic transducer) ในปัจจุบันอุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์มีหลายแบบขึ้นกับหลักการที่ใช้ แบบที่นิยมใช้กันมากได้แก่แบบเพียโซอิเล็กทริก

(Piezoelectric transducer .) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าและพลังงานทางกลโดยมีความถี่ เรโซแนนซ์คงที่อยู่ค่าหนึ่งแบบแมกนีโตสตริกทีฟ

(Magnetostrictive transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้าในขดลวดกับตำแหน่งความยาวของแกนเหล็กที่สวมขดลวดนั้นอยู่ และแบบอิเล็กโตรสตริกทีฟ

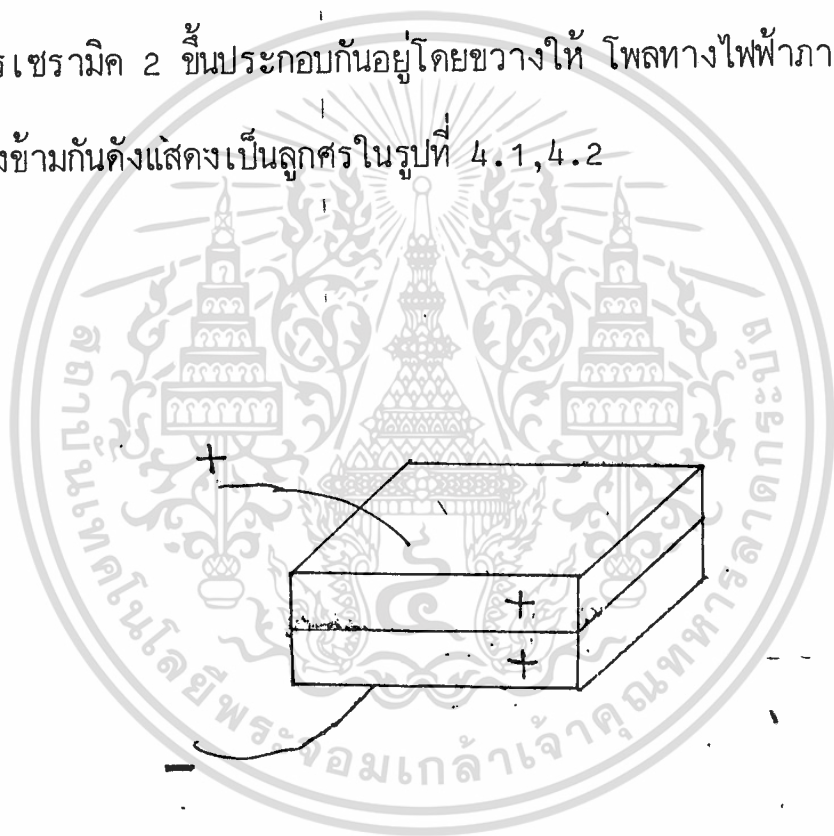
(Electrostrictive transducer) ซึ่งแปลงไปมาระหว่างพลังงานไฟฟ้ากับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าพลังงานทางกล

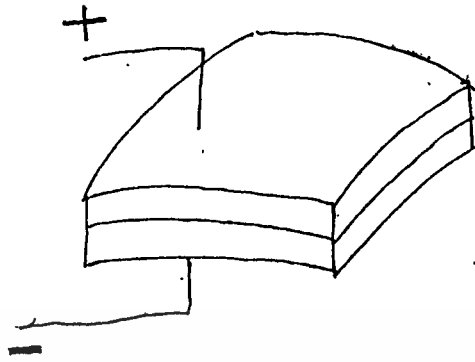
แม้ว่ากรณีนี้ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ทรานส์ควิเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริก

ภายในตัวอุลตราโซนิคทรานส์ควิเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริก (ในบางแห่งของบทความนี้อาจจะเรียกสั้น ๆ เพื่อความกระชับว่า "ทรานส์ควิเซอร์" แบบที่มีใช้กันในปัจจุบันซึ่งได้รับการพัฒนามาในระดับหนึ่งแล้ว จะประกอบด้วยชิ้นสารเซรามิกส์สี่เหลี่ยม ซึ่งมีผิวโลหะเงินฉาบอยู่ทั้ง 2 หน้าเพื่อให้ต่อสายไฟออกเป็นขา 2 ขา ชิ้นสารเซรามิกส์ประกอบด้วยชิ้นจากสารเซรามิก 2 ชิ้นประกบกันอยู่โดยวางให้ โพลทางไฟฟ้าภายในอะตอมของมันมีทิศทางตรงข้ามกันดังแสดงเป็นลูกศรในรูปที่ 4.1, 4.2



รูปที่ 4.1 แสดงโครงสร้างภายในตัวอุลตราโซนิคทรานส์ควิเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริกที่ใช้สารเซรามิก



รูปที่ 4.2 แสดงว่าเมื่อป้อนแรงดันให้กับมัน จะทำให้ชั้นสารเซรามิก

โก่งงอไปหาทำให้คลื่นเสียงอัลตราโซนิกกระจายไปในอากาศได้

ชั้นสารเซรามิกถูกยึดติดภายในตัวถังอย่างดีเพื่อไม่ให้เกิดการสั่นขณะที่มีมันทำงาน
อยู่ได้รับผลกระทบกระเทือนจากภายนอกตัวถังมักจะเป็นรูปทรงกระบอกที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง
และมีความสูงประมาณ 1 ถึง 2.5 ซม. ด้านหน้าทำเป็นช่องเปิด มีตระแกรงติดอยู่เพื่อให้
คลื่นอัลตราโซนิกเข้ามาหรือออกจากช่องเปิดได้โดยสะดวก ถ้าตัวถังทำมาจากโลหะก็ควร
ต่อตัวถังกราวนด์เพื่อทำหน้าที่ชิลด์ สำหรับบางยี่ห้อเขาจะต่อขาหนึ่งติดกับตัวถังจะเห็นติด
กับตัวถัง

เมื่อมีสัญญาณแรงดันมาตกคร่อมขั้วทั้งสองของชั้นสารเซรามิก ดังรูปที่ 4.2

จะทำให้ชั้นสารโก่งงอมากหรือน้อยหรือในทิศทางใดตามขนาดและทิศทางการเปลี่ยนแปลง
ขนาดของสัญญาณนั้น ๆ ทำให้เกิดการกักอากาศโดยรอบเกิดเป็นคลื่นเสียงที่มีความถี่เดียว
กันกับสัญญาณนั้นออกไปแต่กำลังเอาท์พุทจะสูงสุดที่ประมาณนี้ต่อเมื่อความถี่ของสัญญาณตรง

กับความถี่เรโซแนนซ์ของชั้นสารเซรามิคเข้ามาจะทำให้ชั้นสารโค้งงอไปมาและเกิด
สัญญาณแรงดัน ซึ่งมีขนาดเล็กขึ้นมารวมชั่วทั้งสองของตัวเองได้

คุณสมบัติโดยทั่วไปของอุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริกก็คือ

มีค่าความต้านทานไฟตรงสูงมากอาจสูงถึง 100 Megohms เรียกว่าถ้าเอามัลติมิเตอร์

ธรรมดา มาตั้งสเกลวัดค่าความต้านทานสูง ๆ เข็มจะไม่กระดิกเลย แต่ในขณะที่มันทำความ

ต้านทานทางค่านไฟสลับจะลดลง

4.3 ตัวส่งและตัวรับ

ทรานสดิวเซอร์แบบเปียโซอิเล็กทริก ที่ใช้สารเซรามิค (หรือผู้ที่ผลิตบางราย
เรียกว่าอุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์แบบเซรามิค) จะมีอยู่ 2 อย่าง คือ ตัวส่งหรือ
transmitter และตัวรับ (เสียง) หรือ (Receiver)

4.3.1 ตัวส่ง ก็คืออุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบเจาะจงมา

ให้แปลงสัญญาณไฟฟ้าที่ให้แก่มัน ให้ออกมาเป็นคลื่นเสียงผ่านอุลตราโซนิค หน้าที่ของ
ตัวส่งจึงคล้าย ๆ กับเป็นลำโพง ส่วนตัวรับก็คืออุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์ที่ถูกออกแบบ
เจาะจงมาให้แปลงคลื่นเสียงผ่านอุลตราโซนิคที่มาตกกระทบตัวมันให้ออกมาเป็นสัญญาณไฟฟ้า
หน้าที่ของตัวรับจึงคล้าย ๆ กับเป็นไมโครโฟน ด้วยเหตุนี้เวลาเขียนสัญลักษณ์ของอุลตรา
โซนิคทรานสดิวเซอร์ จึงนิยมเขียนตามหน้าที่ของมันคือถ้าเป็นตัวส่งก็เขียนสัญลักษณ์เป็น
ลำโพง ถ้าเป็นตัวรับก็เขียนสัญลักษณ์ของตัวตั้งรับและตัวส่งเป็นไมโครโฟนหรือเป็นลำ
โพงอย่างใดอย่างหนึ่งไปเลย ดังแบบที่ 2 และ 3 แต่เขียนด้วยอักษรย่อว่า t_x

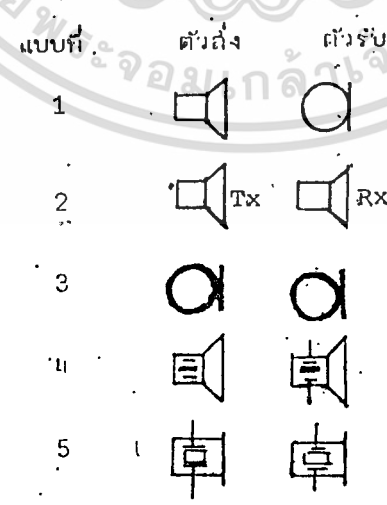
(ย่อมาจากคำว่า transmitter) และ R_x (ย่อมาจาก Reciever)

กำกับอยู่ด้วย หรืออาจจะใช้คำพูดกำกับให้ชัดเจนลงไปเลย ที่เขาใช้สัญลักษณ์เหมือนกันก็เพราะว่ารูปลักษณะของตัวรับและตัวส่งที่ออกแบบมาให้ใช้งานคู่กันจะมีลักษณะเหมือนกันแต่มีเบอร์บอกมาที่ด้านข้างให้รู้ว่าตัวใดเป็นตัวส่งและตัวรับ และมีคุณสมบัติคล้ายคลึงกันมาก จนสามารถนำมาใช้งานแทนกันได้โดยตรงในหลาย ๆ

การใช้งาน บางเล่มก็เขียนรายละเอียดภายในตัวไมโครโฟนหรือภายในตัวลำโพงให้มีลักษณะของผลึกแร่ (crystal) กำกับอยู่ด้วยตั้งแต่แบบที่ 4 และที่ 5 อย่างไรก็ตามในความเห็นของผู้เขียนแล้วแบบที่ 4 และ ที่ 5 ไม่ควรใช้อีกต่อไป เพราะว่าเป็น

ปัจจุบันอุตสาหกรรมสควเซอร์แบบเปียโซนิคเลทริกไม่ได้จำกัดว่าสารที่ใช้จะต้องเป็นผลึกแร่ตั้งแต่สมัยก่อน อย่างที่นิยมใช้กันอยู่ในขณะนี้ เป็นเซรามิคสำหรับในวารสารเคมีค

เราใช้วิธีการเขียนสัญลักษณ์ตามแบบที่ 3 โดยมีอักษรย่อหรือคำกำกับอยู่เพื่อไม่ให้ไปสับสนกับไมโครโฟนธรรมดา ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 แสดงสัญลักษณ์ของอุตสาหกรรมสควเซอร์แบบต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุตสาหกรรมสทิวเซอร์แบบเซรามิกที่มีจำหน่ายกันจะมีค่าความถี่เรโซ

แนนซ์ให้เลือกตั้งแต่ 23 kHz ขึ้นไปจนถึง 40 kHz แต่ที่พบเห็นกันบ่อยก็มี 23 kHz 25 kHz 30 kHz และ 40 kHz โดยความถี่ 40 kHz เป็นรุ่นที่นิยมใช้กันมากที่สุด เพราะมีทิศทางดีกว่า

4.4 ข้อควรรู้ในการใช้งานตัวส่งและตัวรับ

เนื่องจากสเปคตลอคจนวนรายละเอียดต่าง ๆ ของอุตสาหกรรมสทิวเซอร์ได้ยากดังนั้นจึงได้สรุปสิ่งที่ท่านผู้อ่านควรจะต้องรู้ในขั้นต้นเพื่อเป็นแนวทางในการใช้งานดังนี้

4.4.1 ไม่ควรให้ตัวทรานสดีวเซอร์ได้รับการกระแทกหรือตกจากที่สูงเพื่อป้องกันโครงสร้างภายในมิให้เสียหาย

4.4.2 ทรานสดีวเซอร์ที่มีขายกันโดยทั่วไปจะทนแรงดันคร่อมตัวมันสูงสุดได้ไม่เกินกว่า 20 v ดังนั้นขนาดสัญญาณที่ป้อนให้กับตัวทรานสดีวเซอร์ ก็ควรจะอยู่ภายในขีดจำกัดอันนี้

4.4.3 ความถี่เรโซแนนซ์ (ความถี่ที่ตัวมันทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุด) ของทรานสดีวเซอร์ 40 kHz ที่มีขายกันโดยทั่วไปจะผิดพลาดไปไม่เกิน 1 kHz และมีแถบความถี่ประมาณ 5.0 kHz สำหรับตัวรับ จะเห็นได้ว่าแถบความถี่ของตัวรับจะกว้างกว่าของตัวส่งอยู่เล็กน้อย เพื่อให้แน่ใจว่าตัวรับจะสามารถรับความถี่ทั้งหมดที่ออกมาจากตัวส่งได้

4.4.4 อุณหภูมิใช้งานของตัวทรานซิสเตอร์ควรอยู่ภายในช่วง 20 ช ถึง 35 ช

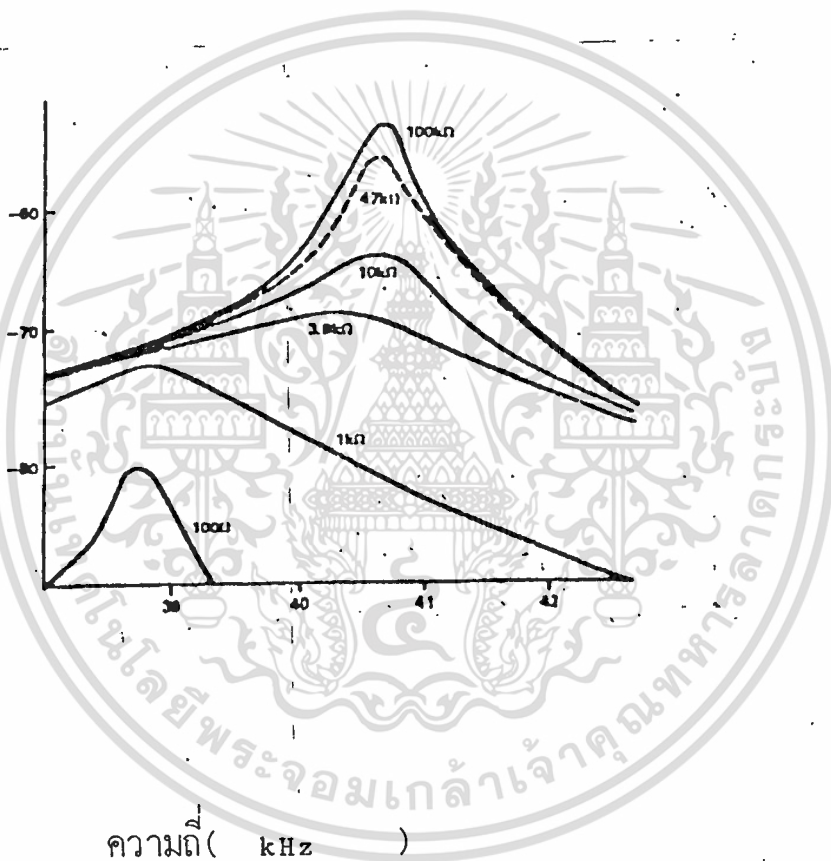
4.4.5 ทั้งตัวส่งและตัวรับจะมีทิศทางคล้ายคลึงกันมาก กล่าวคือ ที่ตำแหน่งแบบจากแนวแกนของตัวส่งไปประมาณ 30° ความแรงของคลื่นเสียงที่ถูกส่งออกไปจะลดลงจากแนวแกนประมาณ 10 dB ในทำนองเดียวกันคลื่นเสียงพุ่งเข้ามาในแนวที่เบี่ยงไปจากแนวแกนของตัวรับไปประมาณ 30° ความไวหรือขนาดแรงดันที่ออกก็ลดลงไปประมาณ 10 dB ด้วยเช่นกัน ดังนั้นในการใช้งานที่เป็นการควบคุมระยะไกลในที่โล่งแจ้ง จึงควรพยายามให้ทั้งตัวรับและตัวส่งอยู่ในแนวที่พุ่งตรงเข้าหากันให้มากที่สุด อย่างไรก็ตามในกรณีที่อยู่ในห้องอาจจะเบี่ยงเบนจากกันได้เล็กน้อย เพราะคลื่นเสียงอุลตราโซนิกสามารถสะท้อนกับกำแพงพื้น และวัตถุที่อยู่ในห้อง ทำให้คลื่นเสียงเข้าไปหาตัวรับได้หลายทาง

4.4.6 ในกรณีที่ใช้งานตัวรับจะต้องมีตัวต้านทานต่อขานกับตัวรับเพื่อทำหน้าที่เป็นโหลดตามปกติแล้วตัวต้านทานตัวนี้ควรมีค่าอยู่ในช่วงจาก 10 k ohm 100k ohm. จากการทดลองพบว่าถ้าเปลี่ยนโหลดจาก 100k ohm. มาเป็น 10 k ohm. ความไวจะลดลงประมาณ 10 ถึง 12 dB แต่แถบความถี่จะกว้างขึ้น ถ้าใช้ค่าความต้านทานต่ำลงไปอีก ความถี่เรโซแนนซ์(ความถี่กลาง) จะลดลงไปจากที่ระบุไว้ถ้าการใช้งานมีสัญญาณรบกวนมากควรใช้โหลดที่มีค่าความต้านทานสูงกว่าเล็กน้อย

4.4.7 ตามปกติแล้วเราสามารถนำเอาตัวส่งและตัวรับมาใช้งานแทนกันได้ ในการใช้งานส่วนใหญ่และตัวส่งหรือตัวรับของยี่ห้อใด รุ่นใด ก็สามารถ interchangeable ได้

ในงานส่วนใหญ่ ขอเพียงแต่ให้มีความถี่เรโซแนนซ์เดียวกันเท่านั้นเอง อย่างไรก็ตาม ในบางกรณีอาจต้องเปลี่ยนแปลงค่าตัวต้านทานสมมูลย์ทางด้านไฟสลับ เพื่อให้ลักษณะผลตอบสนองทางความถี่สอดคล้องกับของเดิม ดังรูปที่ 4.4

ความไวของรูป



รูปที่ 4.4 แสดงผลการทดลองตัวรับตัวหนึ่งโดยลองเปลี่ยนโหลดเป็นค่าต่าง ๆ กัน แล้วป้อนคลื่นเสียงความถี่ต่าง ๆ เข้ามา

เมื่อได้ทราบคุณสมบัติต่าง ๆ ที่ควรรู้ในทางปฏิบัติแล้ว ก็จะมาถึงวงจรใช้
งานจริง ๆ กันเสียที แต่เพื่อความสะดวกจะแยกออกเป็น 3 หัวข้อใหญ่คือ วงจรภาคส่ง
ซึ่งจะอธิบายว่าจะป้อนสัญญาณแรงดันให้แก่ทรานซิสเตอร์ตัวส่งอย่างไรจึงจะทำให้เกิดคลื่น
อุลตราโซนิคออกไปในอากาศ วงจรภาครับ ซึ่งจะอธิบายวิธีการนำเอาสัญญาณแรงดันที่
ได้จากทรานซิสเตอร์ตัวรับมาขยายและใช้ได้อย่างไร สำหรับหัวข้อสุดท้ายคือการใช้งาน
จะอธิบายวิธีการเอาวงจรพื้นฐานทั้งหลายที่ได้อธิบายตั้งแต่ตอนต้นมารวมกันเพื่อเอาไปใช้
งานจริง ๆ ตลอดจนวงจรพิเศษอื่น ๆ ที่ใช้อุลตราโซนิคทรานซิสเตอร์



บทที่ 5

วิธีการดอปเปลอร์ (Doppler)

วิธีการนี้ ใช้หลักการที่ว่าคลื่น ๆ ใดก็ตามที่เคลื่อนที่ออกไปถ้าหากไปกระทบกับวัตถุแล้วจะเกิดการสะท้อน ถ้าหากวัตถุนั้นอยู่กับที่คลื่นที่สะท้อนกลับมามีค่าความถี่เท่าเดิม แต่ถ้าวัตถุนั้นเกิดการเคลื่อนไหว คลื่นที่สะท้อนกลับมามีความถี่สูงขึ้นหรือลดลงตามแต่ทิศทางของการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น ซึ่งเราสามารถอธิบายเป็นสูตรได้ว่า

$$FR = FS \frac{VM}{VMVO}$$

- โดยที่ FR คือ ความถี่ที่ได้จากการสะท้อนกลับมาของคลื่น
- FS คือ ความถี่จากต้นกำเนิด
- VM คือ ความเร็วของคลื่นเสียงในอากาศขณะอุณหภูมิ 70° ฟาเรนไฮต์ ที่ระดับน้ำทะเล มีค่าประมาณ 1,119 ฟุต/วินาที
- vo คือ ความเร็วของวัตถุที่กำลังเคลื่อนที่ขณะคลื่นวิ่งไปกระทบ

สูตรข้างบนนี้ใช้ได้กับคลื่นทุกชนิด เพียงแต่เปลี่ยนตรงจุดความเร็วของคลื่นจากต้นกำเนิดให้ตรงกับชนิดของคลื่นเท่านั้น เช่นถ้าเป็นในเรดาร์ คลื่นที่ใช้เป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า(คลื่นวิทยุ)ก็ต้องแทน v ด้วย 186,300 ไมล์/วินาที(ต้องเปลี่ยนหน่วยของความเร็วคลื่นกับความเร็วของวัตถุให้ตรงกันด้วย) สำหรับในโครงการนี้ใช้ดจับวัตถุซึ่งมีความเร็วไม่สูงนัก ดังนั้นจึงใช้คลื่นที่ส่งออกไปในความถี่ต่ำคือประมาณ 40 กิโลเฮิร์ตซึ่งคลื่นขนาดความถี่นี้จะสูงเกินกว่าทุกคนจะได้ยิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าใช้คลื่นขนาดความถี่เพื่อตรวจจับความเคลื่อนไหวลงมาจากผู้เมื่อแทนค่าเข้า
ในสูตรแล้วจะได้ผลต่างของความถี่ที่สะท้อนกลับมาอย่างไร ถ้าให้อัตราความเร็วของคน
ที่เดินด้วยความเร็วสูงสุด จะได้ประมาณ 7 ไมล์ต่อชั่วโมงหรือ 10 ฟุตต่อวินาที

จากสูตร

$$FR = FS \frac{VM}{VMVO}$$

จะได้

$$FR = 40,000 \times \frac{1,119}{1,119 - 10} = 40360.685 \text{ Hz}$$

(เมื่อคนเคลื่อนที่เข้าหาแหล่งกำเนิดเสียง)

$$FR = FS \frac{VM}{VMVO} \\ FM = 40,000 \times \frac{1,119}{1,119 + 10} = 39645.704 \text{ Hz}$$

(เมื่อคนเคลื่อนที่ออกจากแหล่งกำเนิดเสียง)

วิธีคอปเปิลอร์เอฟเฟค (Doppler effect)

สำหรับโครงการงานนี้ใช้หลักการ คอปเปิลอร์เอฟเฟค ซึ่งเป็นแบบใหม่จะ

สร้างเครื่องรับและเครื่องส่งไว้ในเครื่องเดียวกันใช้ไฟเลี้ยงจากเรกูเลเตอร์ชุดเดียวกัน

แล้วให้ตรงตัวรับและตัวส่งหันหน้าออกไปทางเดียวกัน คลื่นเสียงอุลตราโซนิกที่ออกจากตัว

ส่งจะสะท้อนไปสะท้อนมาจนเต็มบริเวณที่ต้องการ เครื่องรับคลื่นอุลตราโซนิกที่สะท้อนกลับ

มานี้ แต่ตัวเครื่องรับจะออกแบบมาเข้าพุทจะไม่ทำงาน แต่ถ้ามีวัตถุเคลื่อนไหวในห้องนั้น

ความถี่ที่กระจายทั่วไปในห้องจะมีบางส่วนที่เลื่อน(อาจสูงขึ้นหรือต่ำลงได้) ไปจากความถี่เดิม

ทำให้สัญญาณที่ตัวรับรับเข้ามามีสัญญาณที่เพิ่มขึ้น ในขณะที่เดียวกับที่เกิดขึ้นในเครื่องจึง
 เกิดมีความถี่ต่ำผ่านวงจรมายเข้าไปถึงงานวงจรมายเข้าพุทที่ออกแบบมาทำงานได้
 ส่วนความถี่อื่น ๆ ที่อยู่ภายในย่านอุลตราโซนิคจะถูกกรองทิ้งไปหมด แต่ถ้าวัตถุนั้นเคลื่อนที่ช้า
 มาก ๆ สัญญาณที่ออกมาอาจจะมีค่าต่ำมาก วงจรมายเข้าพุทอาจไม่ทำงาน ข้อสำคัญ
 ที่สุดในการใช้งานคือ ไม่ควรตั้งให้ไวจนเกินไปนักมิฉะนั้นลมพัดก็อาจทำให้เครื่องทำงาน
 ตลอดก็ได้

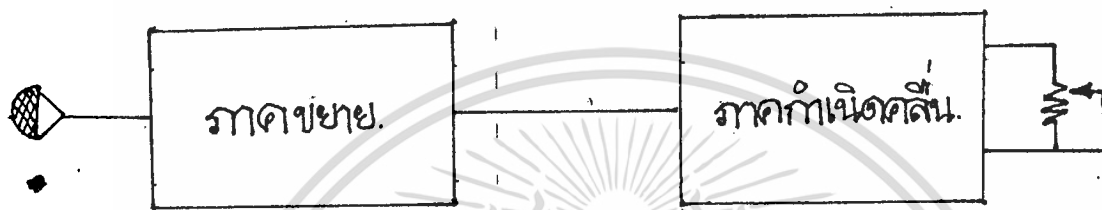


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

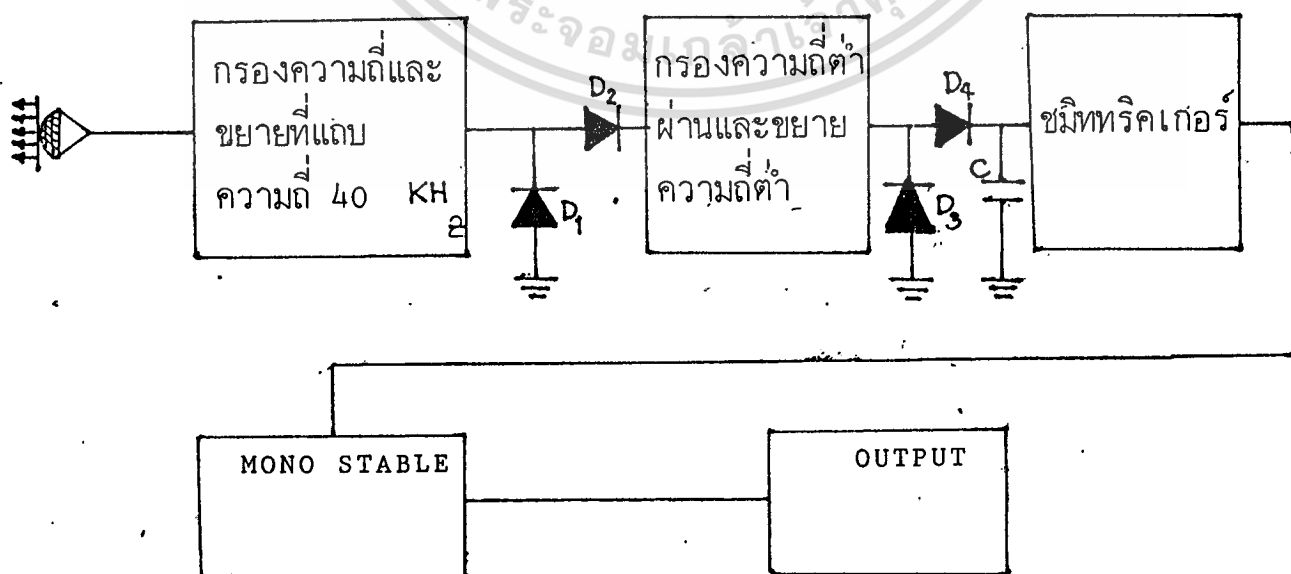
หลักการทํางานของ VISITING BOX

ภาคส่ง



ในภาคส่งใช้ IC เบอร์ 555 เป็นตัวกำเนิดความถี่ขนาด 40 กิโลเฮิร์ตซ์ แล้วนำมาขยายในภาคขยายเพื่อทำการส่งออกทางค่านอนุตร้าโซนิคทรานสดิวเซอร์ตัวส่งจะส่งออกไปควบคุมบริเวณที่เรากำลังควบคุมอยู่

ภาครับ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางภาครัฐก็ใช้อุลตราโซนิกตัวรับเป็นตัวรับสัญญาณที่ตัวส่งส่งครอบคลุม

บริเวณที่ควบคุม ถ้าไม่มีการเคลื่อนไหวตัวรับเสียงอุลตราโซนิกก็จะรับคลื่นสะท้อนกลับ

ซึ่งจะมีความถี่ 40 KHz เท่าเดิมกับที่ถูกส่งออกไป แต่ถ้ามีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นคลื่น

ที่สะท้อนจากวัตถุที่เคลื่อนที่จะมีความถี่เลื่อนไปจาก 40 KHz อาจมากกว่าหรือน้อยกว่า

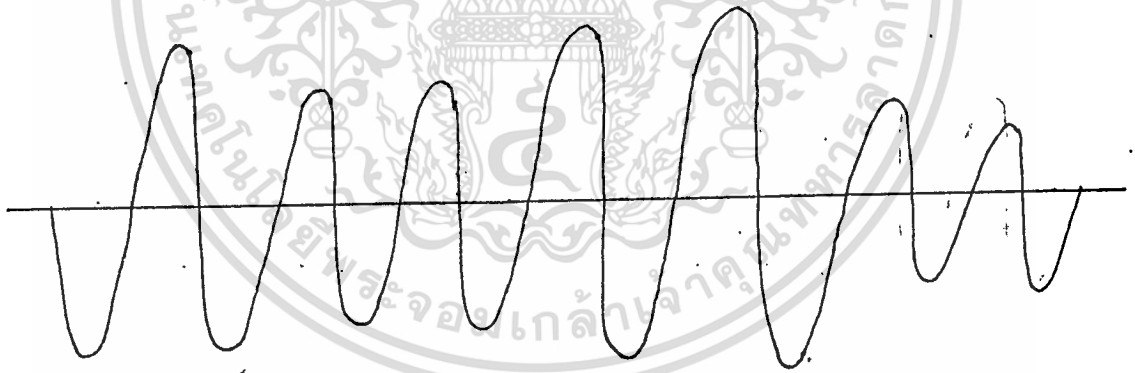
40 KHz ก็ได้แต่จะไม่ต่างจาก 40 KHz มากนัก ดังนั้นตัวรับเสียงจะได้รับคลื่น

ความถี่คือ 40 KHz และความถี่ที่เลื่อนไปจาก 40 KHz ซึ่งจากทฤษฎีของการสอด

แทรกของคลื่น ถ้ามีคลื่นความถี่ที่ใกล้เคียงกันมาผสมกัน คลื่นผสมที่ได้จะมีลักษณะเป็นคลื่น

ซ้อนคลื่น (Beat note) คือความสูงของคลื่น (Amplitude)

ของมันจะมีลักษณะสูงไปต่ำแล้วไปสูงสลับกันดังรูป



รูปที่ 2 เมื่อมีคลื่น 2 คลื่นที่มีความถี่ใกล้เคียงกันมาผสมกัน

ซึ่งถ้าหากว่าเรามีความสามารถได้ยินที่ความถี่นี้เราจะได้ยินเสียงดังค่อย ๆ

ดังค่อยสลับกันไป โดยความถี่ของความดังสลับค่อนนี้ไม่ค่อยสูงมากนัก ซึ่งจะแยกความถี่
ออกมาดูกันแล้วจะพบว่ามีความถี่ต่ำอันหนึ่งบนมาด้วย ซึ่งสัญญาณความถี่ต่ำอันนี้สามารถ
เป็นตัวชี้บอกว่ามีวัตถุเคลื่อนไหวหรือไม่ได้ และความถี่ต่ำนี้จะถูกทำการตีเทคและกรองอีก

ครั้งจนได้แรงดันไฟตรงออกมาส่งให้วงจรขมิทธิกรเกอร์เพื่อสร้างสัญญาณทริกขึ้นมา แต่โครง
งานนี้สัญญาณที่เกิดจากวงจรขมิทธิกรเกอร์นั้นช่วงเวลาหน่วยน้อยมากดังนั้นจึงต่อวงจรโมโนส
เตเบิล (Mono stable) เพื่อทำการหน่วงเวลาให้มากขึ้น การหน่วงขึ้น
อยู่ที่เราจะออกแบบซึ่งอยู่กับค่า R และ C ที่ต่อเข้าไปในวงจรโมโนสเตเบิล ซึ่งได้
จากสูตร.

$$T = 1.1 R/C$$

วงจรภาคส่ง

ในรูปเป็นวงภาคส่ง ซึ่งได้นำเอา IC เบอร์ 555 มาต่อเป็นวงจรอะสเต

เบิลมีดีไวเบเรเตอร์ ซึ่งให้สัญญาณออกมาความถี่ 40 kHz ลักษณะวงจรเป็นแบบนี้

ทำให้ช่วงเวลาทำงาน (Duty cycle) ของสัญญาณสี่เหลี่ยมเป็น 1 : 1

องที่ตลอดไม่ว่าจะป้อนผ่าน $\frac{1}{4}$ เข้าขา 2 ของ IC เบอร์ LA 4460 ซึ่งเป็น

ขั้วนอน-อินเวอร์ทติ้ง (NON-Inverting) เข้าสู่วงจรขยายภายใน IC และ

ได้เอาพุท (Output) ออกที่ขา 9 และขา 7 จะเห็นว่า อุลตราโซนิคทรานสดิว

เซอร์จะต่อโดยตรงจากขาของ IC โดยที่ไม่ต้องใช้ตัวเก็บประจุคัปปลิง สำหรับสัญญาณ

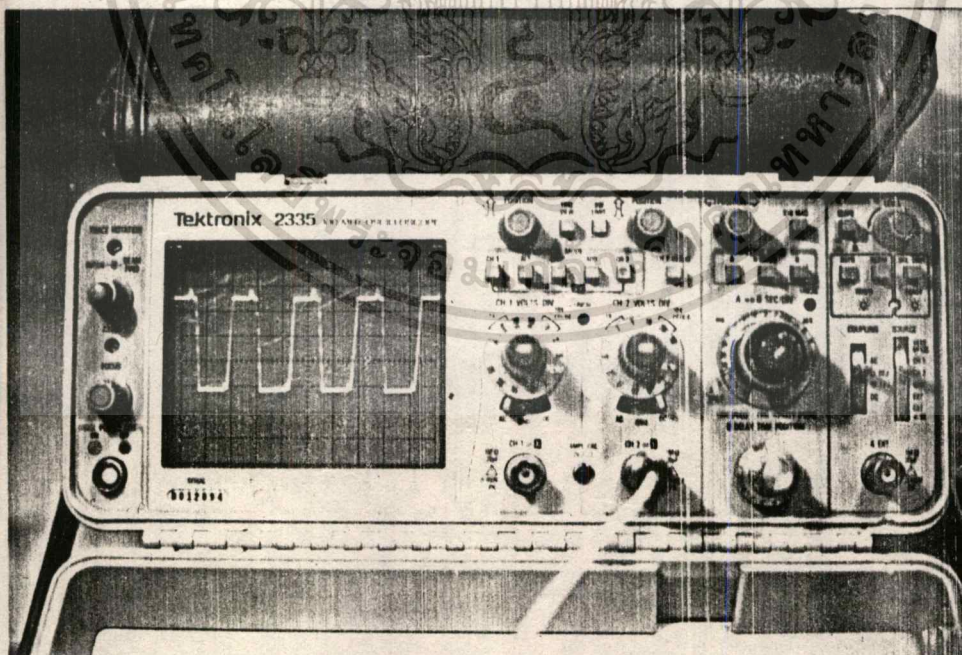
ทางคานสจะเข้าที่ขา 3 ของ ซึ่งต่ออยู่กับกราวด์ c₄ และ c₈ ทำหน้าที่เป็น
วงจรถ่วงกลับแบบลบของวงจรมหาชน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

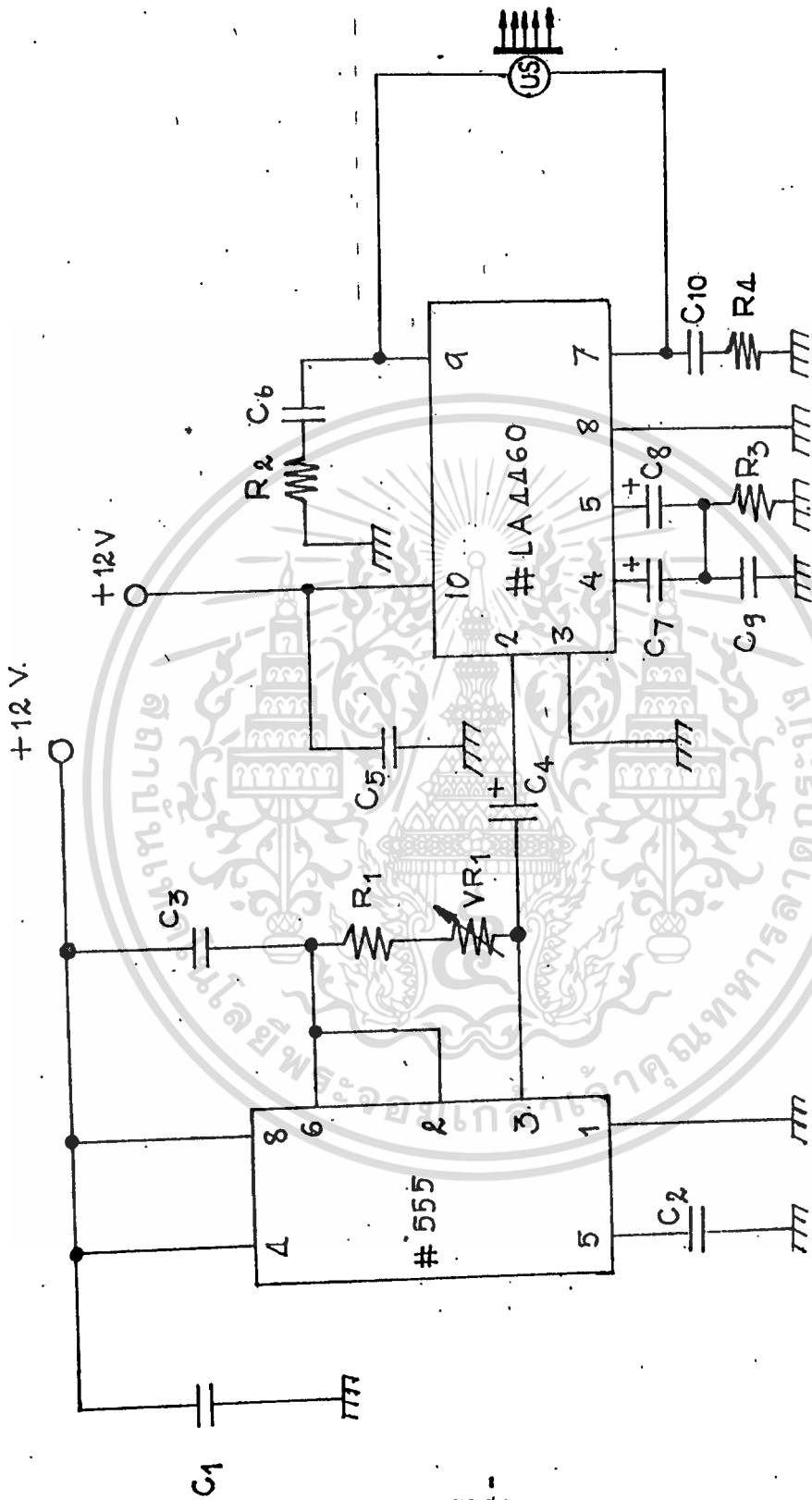


สัญญาณภาคกำเนิดความถี่ 40 กิโลเฮิรตซ์



สัญญาณค่าน้ำเข้าที่พุทของหัวส่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

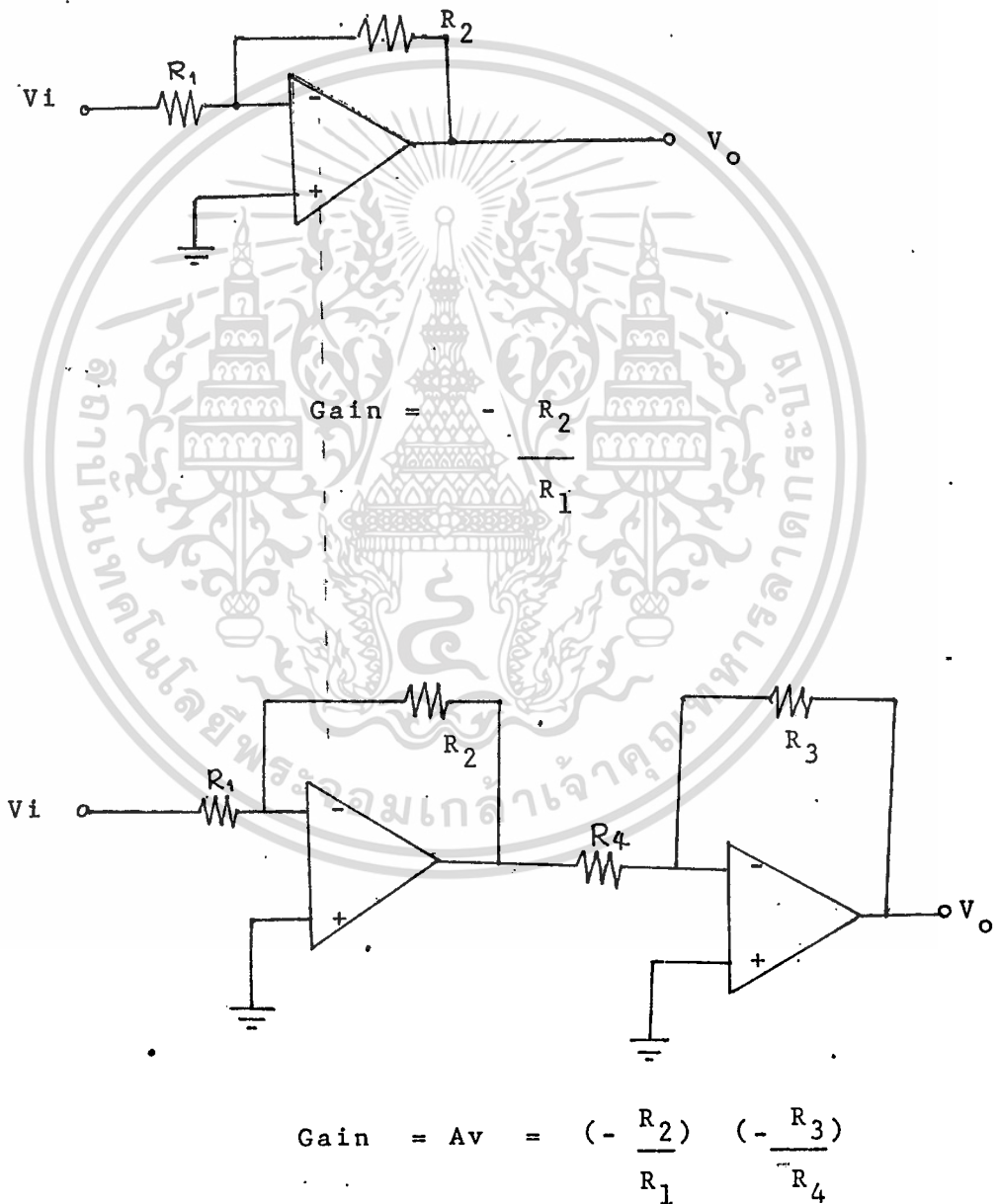


-วงจรภาคส่ง-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรรภาครับ

ในรูปเป็นวงจรรภาครับ สัญญาณที่ผ่านเข้ามาทางอุลตราโซนิคทรานส์คิวเซอร์ของตัวรับ เพื่อส่งให้ออปแอมป์ IC เบอร์ TBA 231 เพื่อขยายเสียงอุลตราโซนิคที่รับเข้ามาให้มีรับเข้ามาให้มีขนาดสูงประมาณ 103 DB (147,000 เท่า) ออกจาก



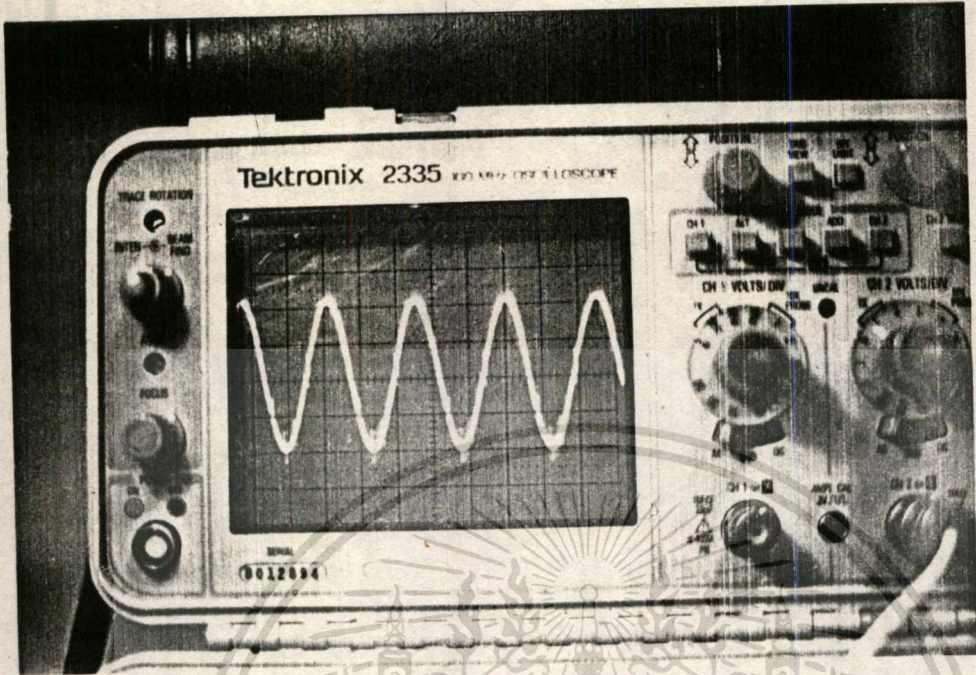
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้วจึงส่งไปที่เทคที่ D_1 และ D_2 IC เบอร์ 1N34A ก็ได้สัญญาณความถี่ต่ำเคลื่อนไหวของวัตถุ

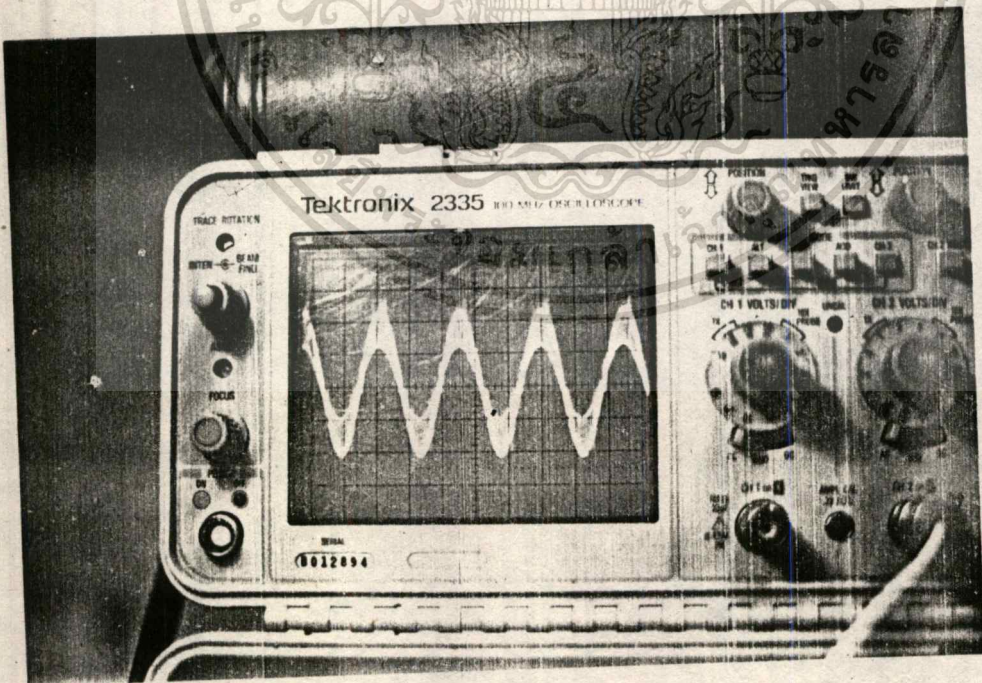
เมื่อได้คลื่นความถี่ต่ำมาแล้ว แต่ขนาดยังเล็กมากจึงต้องขยายด้วย IC เบอร์ LM 301 อีกครั้ง IC เบอร์นี้จัดวงจรเป็นแบบขยายความถี่ต่ำตั้งแต่ 15 ถึง 200 เฮิรตซ์ และมี VR ไว้ปรับความไวด้วย เพื่อให้เหมาะกับสถานที่ใช้งาน

ความถี่ต่ำที่ออกจาก IC เบอร์ LM 301 ถูกทำให้เป็นไฟตรงขนาดประมาณ 4 volts ด้วย D_3 และ D_4 เบอร์ 1N34A อีกทีเพื่อส่งให้กับ IC ซิมิทริกเกอร์แบบ TTL เบอร์ 7414 และเป็นอินเวอร์ตเตอร์ด้วย ดังนั้นขณะที่ยังไม่มีการเคลื่อนไหวเกิดขึ้นก็จะไม่มีแรงดันที่อินพุทของ $IC_{3/2}$ เป็นสถานะ "0" เอาพุทที่ขาจึงเป็นสถานะ "1" ทำให้ไม่ครบวงจรจึงยังไม่ติดต่อเมื่อมีการเคลื่อนไหว ก็จะทำให้ LED เกิดมีการเปลี่ยนแปลงทำให้ $IC_{3/2}$ ติดสว่างจนกระทั่งการเคลื่อนไหวสิ้นสุดลง และเอาพุทส่วนหนึ่งจาก $IC_{3/2}$ ถูกส่งไปให้ $IC_{3/1}$ เพื่อนำไปเข้าวงจรโมโนสเตเบิลเพื่อทำการหน่วงเวลาตามที่ต้องการตามสูตร

$$T = 1.1 R / C /$$
 ซึ่งเวลาจะขึ้นอยู่กับค่า R และ C ในวงจรโมโนสเตเบิลนั้น แล้วต่อผ่านอินเวอร์ตเตอร์อีกครั้งหนึ่ง เพราะวงจรนี้นำไปต่อวงจรทำงานในช่วง Low

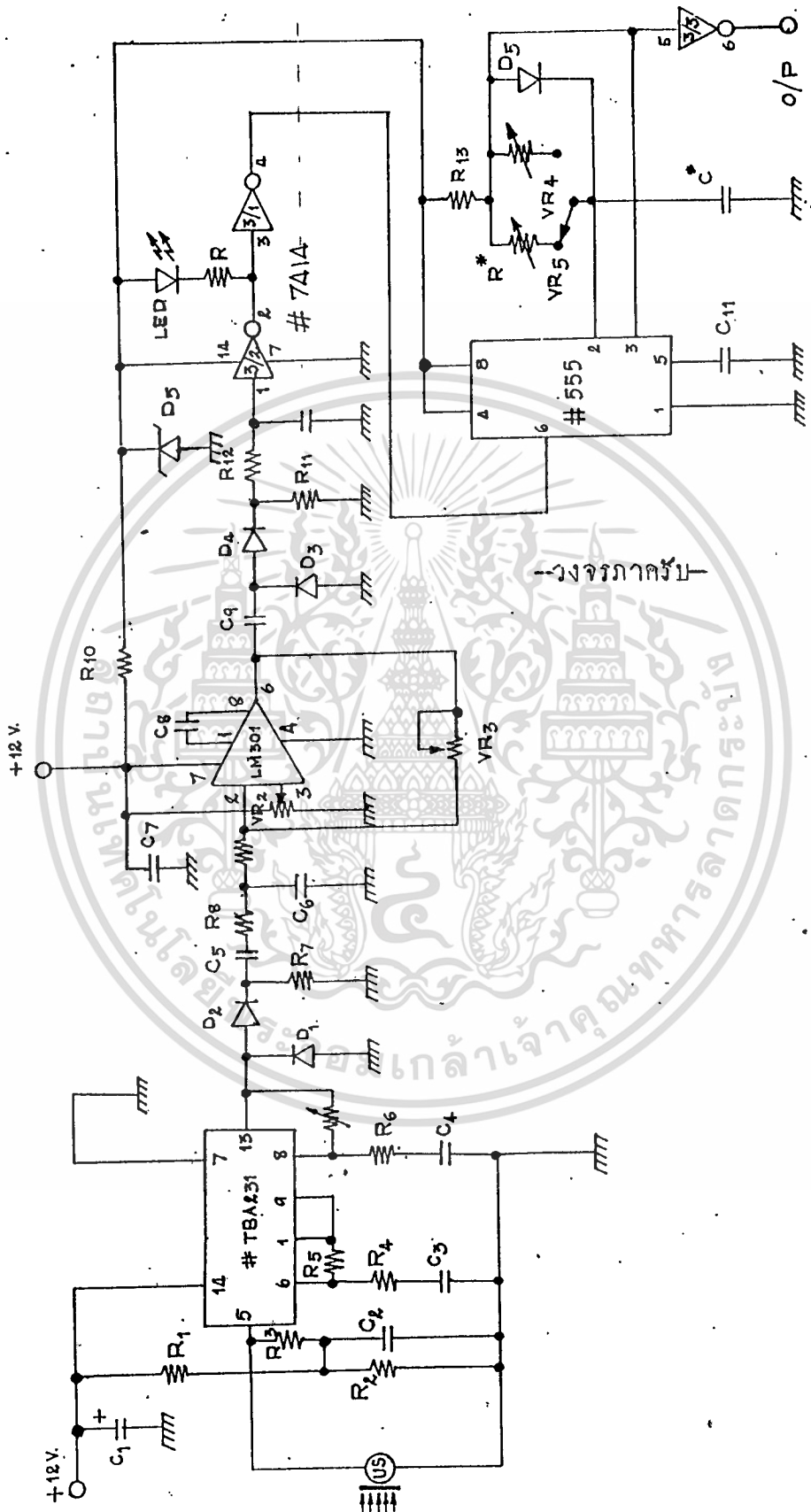


สัญญาณที่รับได้ในขณะไม่มีการเคลื่อนไหว



สัญญาณที่รับได้ในขณะมีการเคลื่อนไหว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรชุดเสียงเพลงและชุดขยายเสียงพูด

ชุดเสียงเพลงนี้รับสัญญาณทริกซ์ (Trig) จากภาครับจะทำให้ทรานซิส

เตอร์เบอร์ BC 549 ทำงานเป็นผลให้รีเลย์ (Relay) ทำงานด้วยซึ่งจะทำ

ให้ IC เบอร์ CIC 2811 ซึ่งเป็น IC ผลิตเสียงเพลงมีเสียงเพลงออกมาทำการขยาย

อีกครั้งที่ทรานซิสเตอร์สองตัวเบอร์ BC 458 ซึ่งต่อวงจรแบบ คาร์ริงคัต และต่อออก

ลำโพง

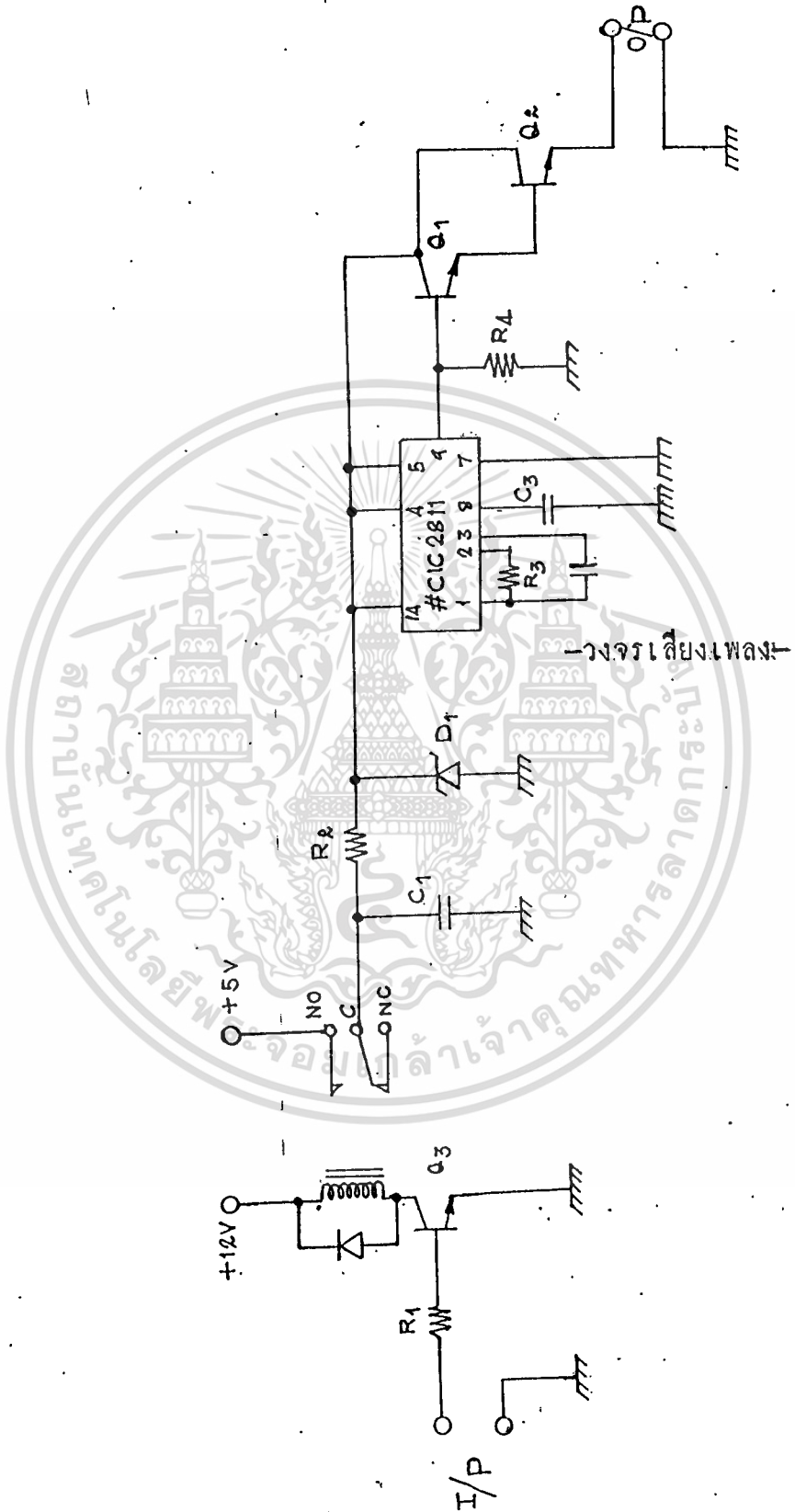
ส่วนชุดขยายเสียงพูดนั้น IC เบอร์ LM 380 N เป็น IC ที่ทำงานเป็นวงจร

ขยายรับสัญญาณเข้าที่ขา 2 ผ่านมาจาก VR 1 มี R 1 ทำหน้าที่ป้องกันการลัดวงจร

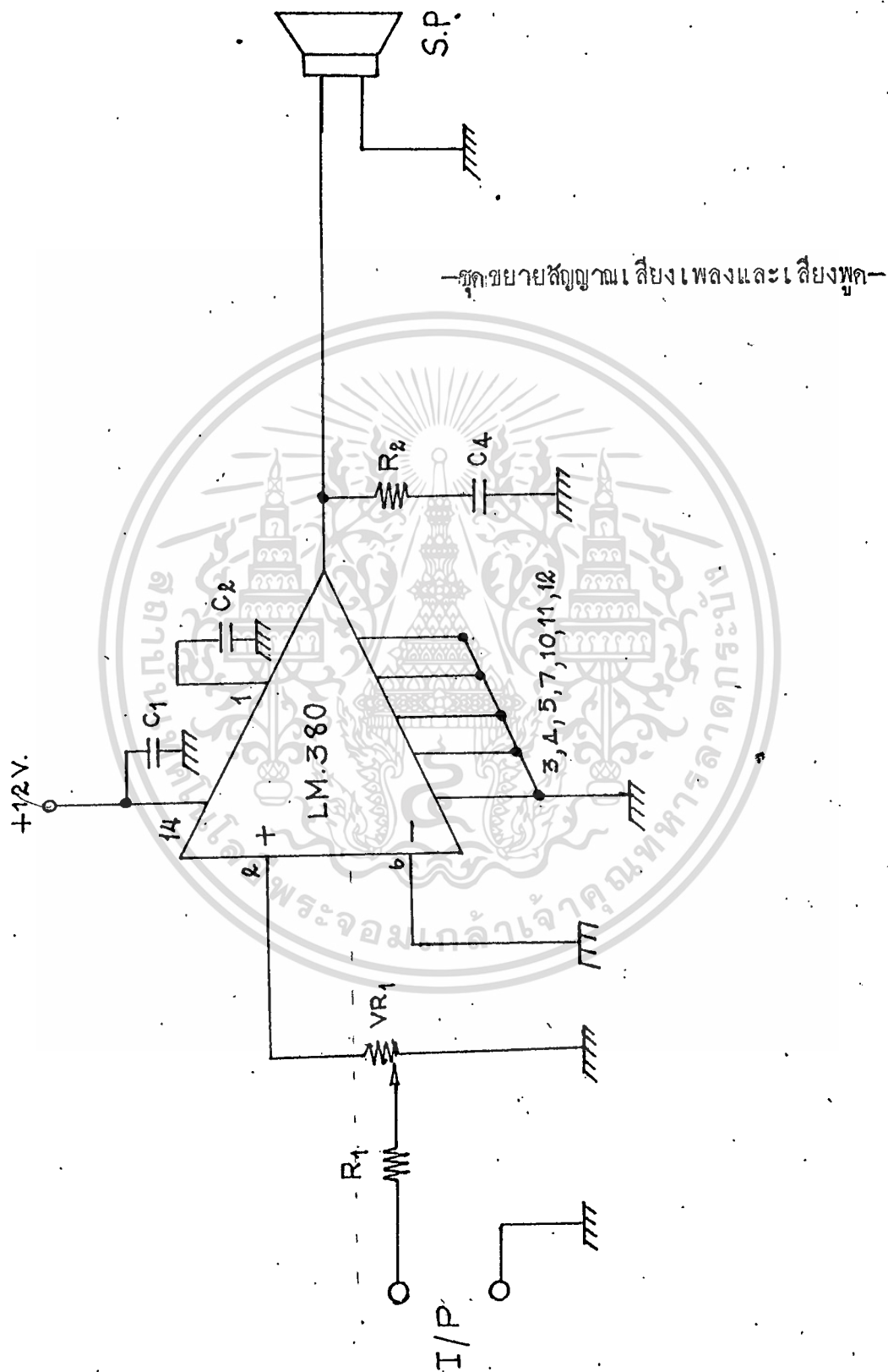
ในกรณีปรับ VR 1 ลงมาที่ระดับความดังต่ำสุด C 3 ทำหน้าที่คัปปลิงสัญญาณเข้าพูด

ไปขับลำโพง และยังป้องกันระดับไฟตรงจากวงจรขยายไม่ให้เข้าลำโพง อีกด้วย

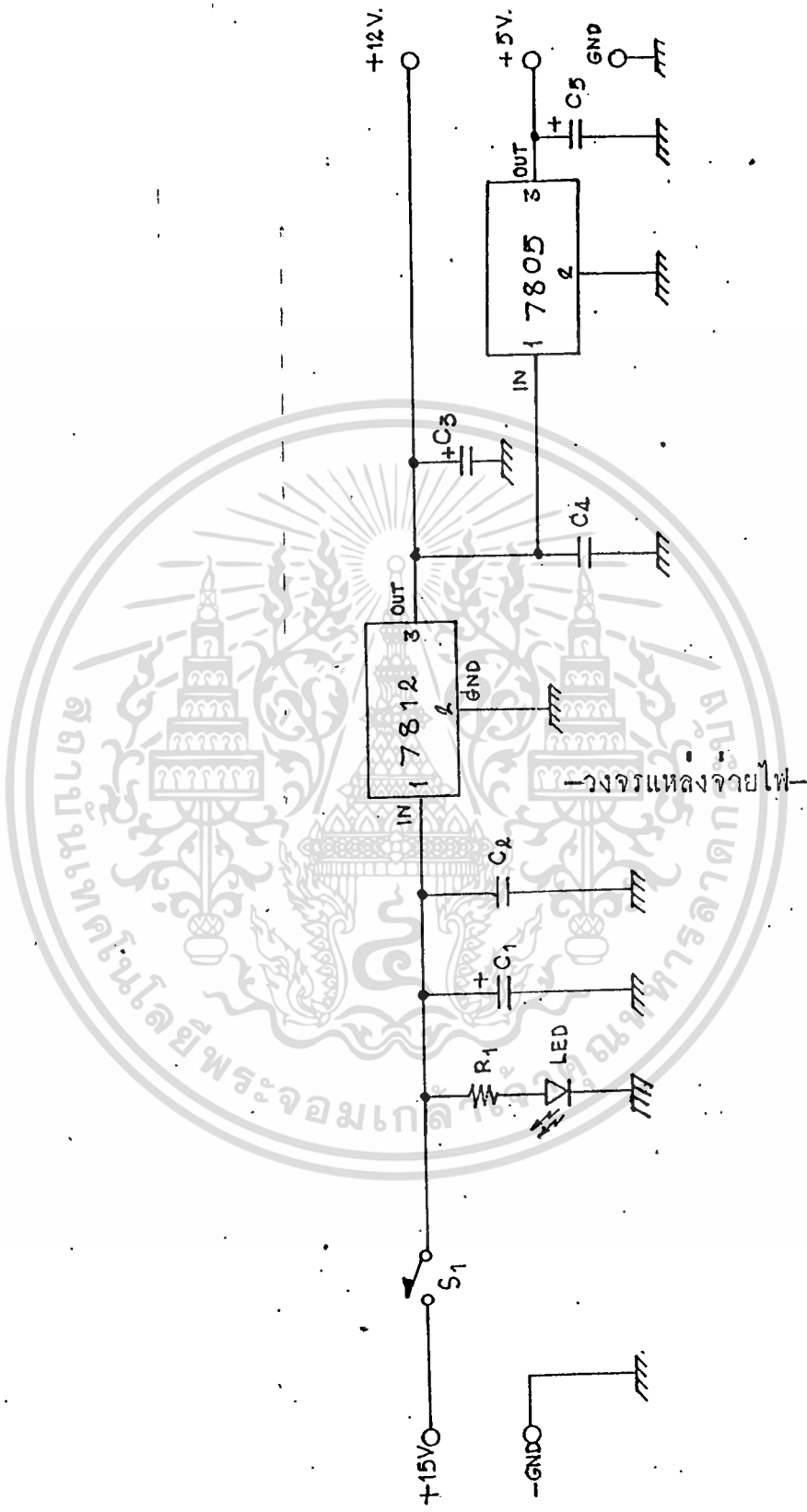
C 1 , C 4 , C 2 และ R 2 ทำหน้าที่เป็นวงจรฟิลเตอร์กรองความถี่สูง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรมอเตอร์จ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

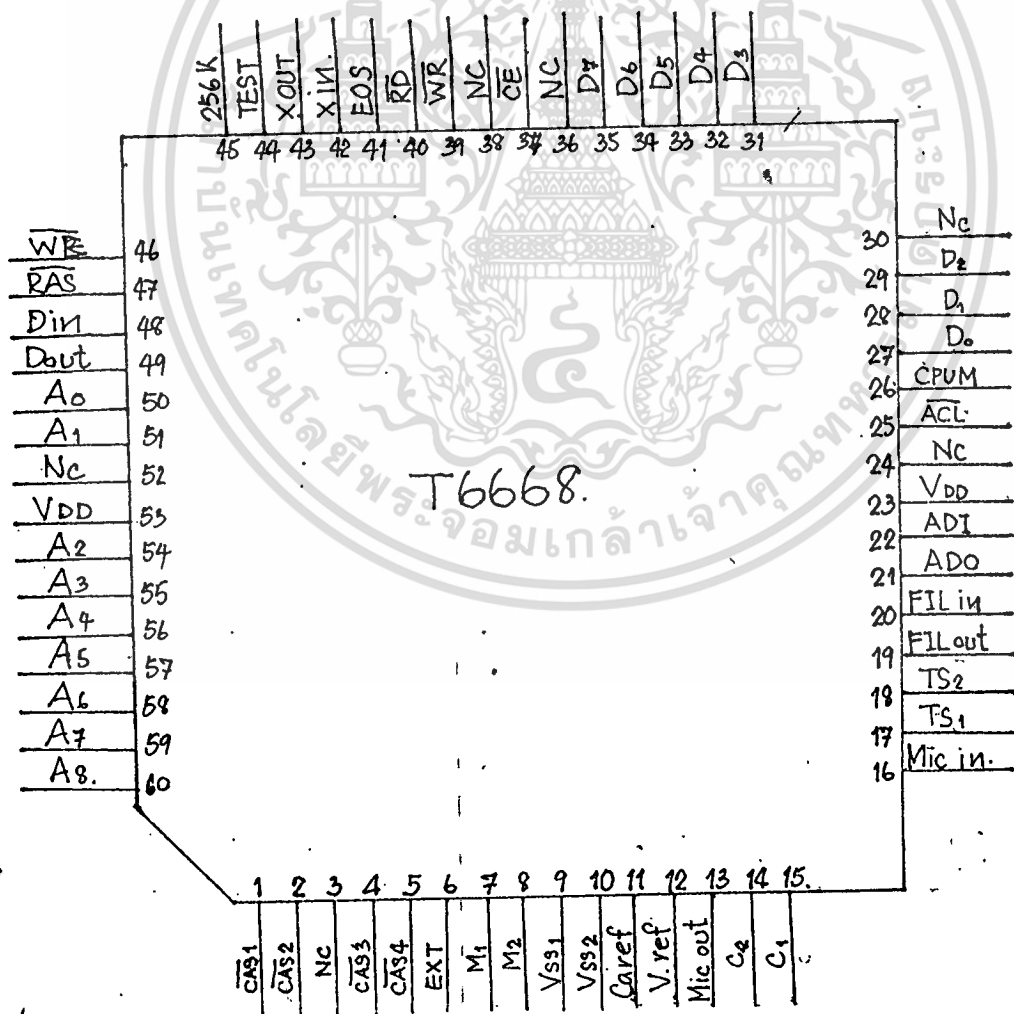
ชุดวิเคราะห์เสียงพูด

จากรูปวงจรสมมุติชุดวิเคราะห์เสียงพูด หัวใจสำคัญของวงจรมีอยู่ที่

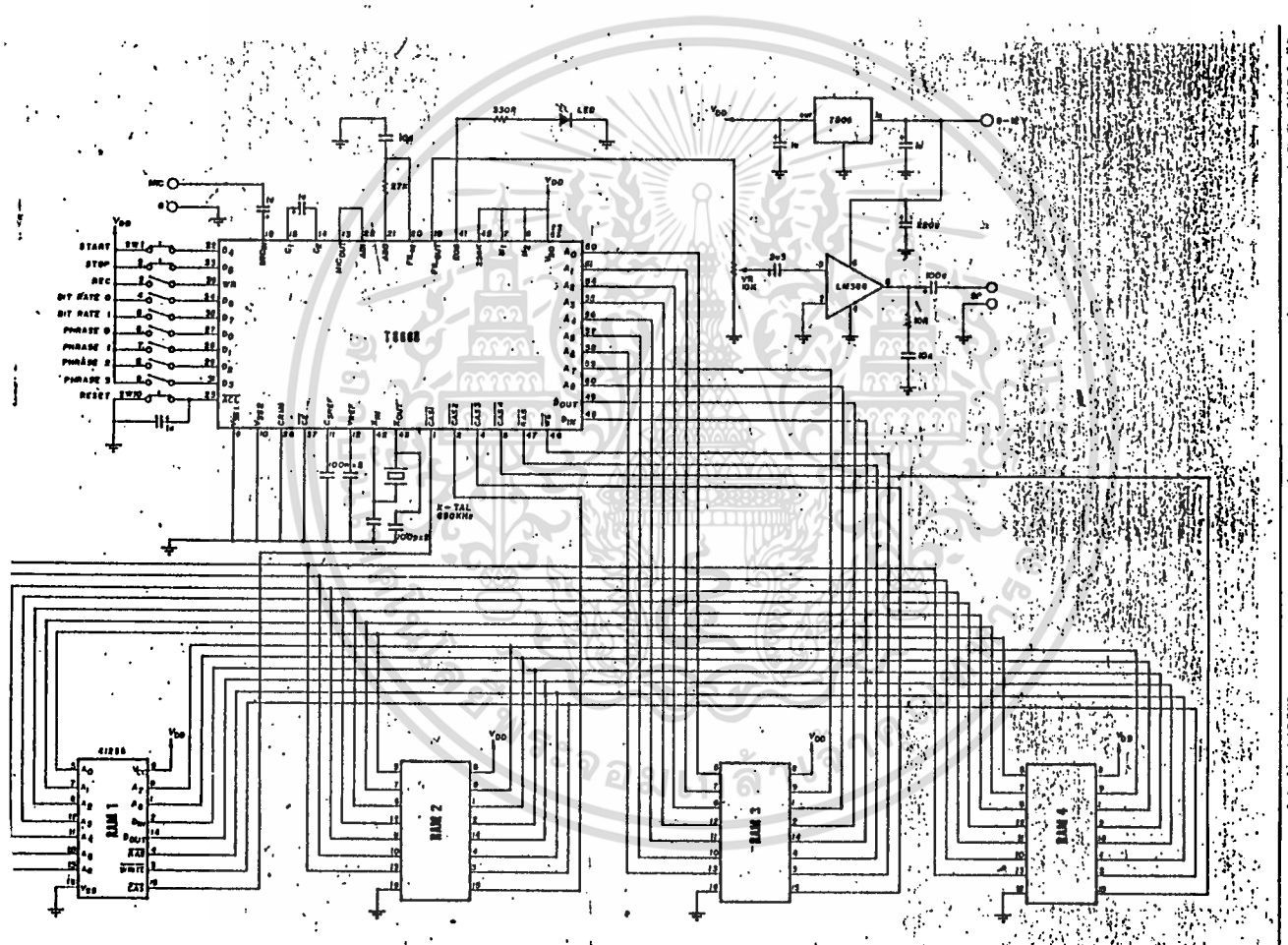
IC1 6668 และ IC 2 41256 ซึ่งเป็นไอซีไมโครโปรเซสเซอร์และหน่วยความจำ

ตัว IC1 6668 เองถูกออกแบบขึ้นมา เพื่อใช้งานด้านวิเคราะห์เสียงโดยเฉพาะเป็น

ชนิด CMOS LSI



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วงจรสมบรูณ์ของชุดวิเคราะห์เสียงพูด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- A_0, A_8 : รายละเอียดการใช้งานของ 6668
 D_{in}, D_{out} : ขาแอดแตรสต่อกับแรม
 Ras, WE : ขาคาตาต่อกับแรม
 CAS_1-CAS_4 : สัญญาณควบคุมแรม
 M_1, M_2 : ขาเลือกแรมแต่ละตัว รวม 4 ตัว
 $256 K$: ใช้กำหนดจำนวนแรมที่ใช้ดูตาราง
 EOS : เลือกขนาดแรม ต่อกวาร์กซ์ใช้ 4164 ต่อไฟบวกใช้ 41256
 Mic_{in}, Mic_{out} : เอาพุทเป็นไฮเมื่อจบข้อความที่บันทึก
 AD_I, AD_O : อินพุทและเอาพุทของกายขยายส่วนหน้า
 อินพุทสัญญาณอะนาลที่นำไปแปลงเพื่อบันทึก และเอาพุทอะนาลอก
 ที่ได้จากการอ่าน
 FIL_{in}, FIL_{out} : วงจรรองความถี่ต่ำผ่าน
 C_1, C_2 : ต่อตัวเก็บประจุภายนอก
 ACL : ขารี่เซต แอคทีฟโลว์
 X_{in}, X_{out} : คริสตอลออสซิลเลเตอร์ความถี่ 650
 $CPUM, CE$: ขาสัญญาณควบคุมสำหรับอินเตอร์เฟสกับ
 WR : ขาอินพุทสัญญาณควบคุมสำหรับเปลี่ยนไปโหมคการบันทึก
 D_4', D_5 : เริ่มต้น (D_4) และหยุด (D_5) การนับของเคาน์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- D_6, D_7 : สำหรับการบันทึกและการเล่นกลับ
- $D_0 - D_3$: กำหนดบิตเรต ดูตาราง
เลือกหน้าของหน่วยความจำสำหรับบันทึกแบ่งได้สูงสุด 16 หน้า
ตามรหัสเลขฐานสอง แต่ละหน้าไม่กำหนดความยาว แล้วแต่จะกด
STOP (D) เมื่อใดก็จะมี การบันทึกเอาไว้โดยอัตโนมัติ
- V_{DD}, V_{SS} : ขาไฟเลี้ยงและกราวด์



การทำงานของ T6668

จะทำการรับสัญญาณเสียงพูดเข้ามาทำการขยายและเปลี่ยนจากสัญญาณจาก

อนาล็อกไป เป็นข้อมูลดิจิทัล แล้วเก็บไว้ในไดนามิคแรม (DRAM) IC 2

โดย CPU ภายในจะทำการเลื่อนแอดแควสที่จะนำไปเก็บเองโดยอัตโนมัติเพื่อทำการแปลง

ข้อมูล D/A จะใช้อัตรา 10 bit D/A เพื่อเปลี่ยนกลับมาเป็นเสียงเช่นเดิม

การอัดเข้าไปเราสามารถเลือก SPEED ได้ 4 SPEED โดยเลือกที่ D6 - D7

(ขา 34 - 35 ของ T6668) จากตาราง



KBPS	D 7	D 6
8	0	0
11	0	1
16	1	0
32	1	1

1. ถ้าเราเลื่อน switch D 7 - D6 ไปที่ 0,0 จะทำให้อัตราความเร็วของการแปลงข้อมูลเป็น 8K bit ต่อวินาทีให้อัดหรือเล่นได้นาน 128 วินาที
2. D7 - D6 เป็น 0,1 จะทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 11K bit ต่อวินาทีทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 93 วินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. D7 - D6 เป็น 1,0 ทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 16Kbit ทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 64 วินาที

4. D7 - D6 เป็น 1,1 ทำให้อัตราการแปลงข้อมูลเป็น 32 K bit ทำให้อัดหรือเล่นได้นาน 32 วินาที

การทดลอง ให้ x-tal 650KHz เป็นฐานความถี่และต่อกัน RAM 256 K

จำนวน 4 ตัว ทำให้ความจุของ Memory เพิ่มขึ้นเป็น 1 Mbit การอัดเมื่อเราอัดที่ SPEED ใด SPEED หนึ่งเสร็จแล้วเราสามารถเร่งหรือลด SPEED ของเสียงได้ตามต้องการ ถ้าเราต้องอัดเสียงพูดให้ได้ผลดี ควรใช้ SPEED สูงในการอัดด้วย จึงจะทำให้เสียงที่อัดออกมาดี

เกี่ยวกับ Memory ที่จะใช้กับ T6668

T6668 สามารถเลือกใช้ memory ได้สองขนาดคือ 64 K Dram

กับ 256K Dram โดยการเลือกที่ขา 45 ของ IC (ที่เขียนไว้ว่า 256K) คือเมื่อเรา

จะต่อ Dram 256 K ให้กับ IC เราต้องเลือกต่อขา 45 กับไฟบวกและเมื่อ

เราต้องการต่อ Dram 264 K ให้กับ IC เราต้องต่อขา 45 กับกราวด์ T6668

ก็จะรู้ว่าใช้ Memory ขนาดเท่าใดกับมัน

ชนิดของ RAM		256	M 2	M 1	Address ที่หยุด
64 KDRAM	ตัวที่ 1	0	0	0	0FFFFH
64 KDRAM	ตัวที่ 2	0	0	1	1FFFFH
64 KDRAM	ตัวที่ 3	0	1	0	2FFFFH
64 KDRAM	ตัวที่ 4	0	1	1	3FFFFH
250 KDRAM	ตัวที่ 1	1	0	0	3FFFFH

ชนิดของ RAM		256	M 2	M 1	Address ที่หยุด
250 KDRAM	ตัวที่ 2	1	0	1	7FFFFH
250 KDRAM	ตัวที่ 3	1	1	0	BFFFFH
250 KDRAM	ตัวที่ 4	1	1	1	FFFFFFH

การเพิ่ม Memory ให้กับ IC T 6668 สามารถกำหนดได้โดยการ

ต่อขา M 2 (ขา 8) M1 (ขา 7) ตามตารางด้านบนคือถ้าต่อ M 2 , M 1

ลงกราวด์ T 6668 จะทำการเขียนหรืออ่านข้อมูลจาก 0000H ไปจนถึง 0FFFFH

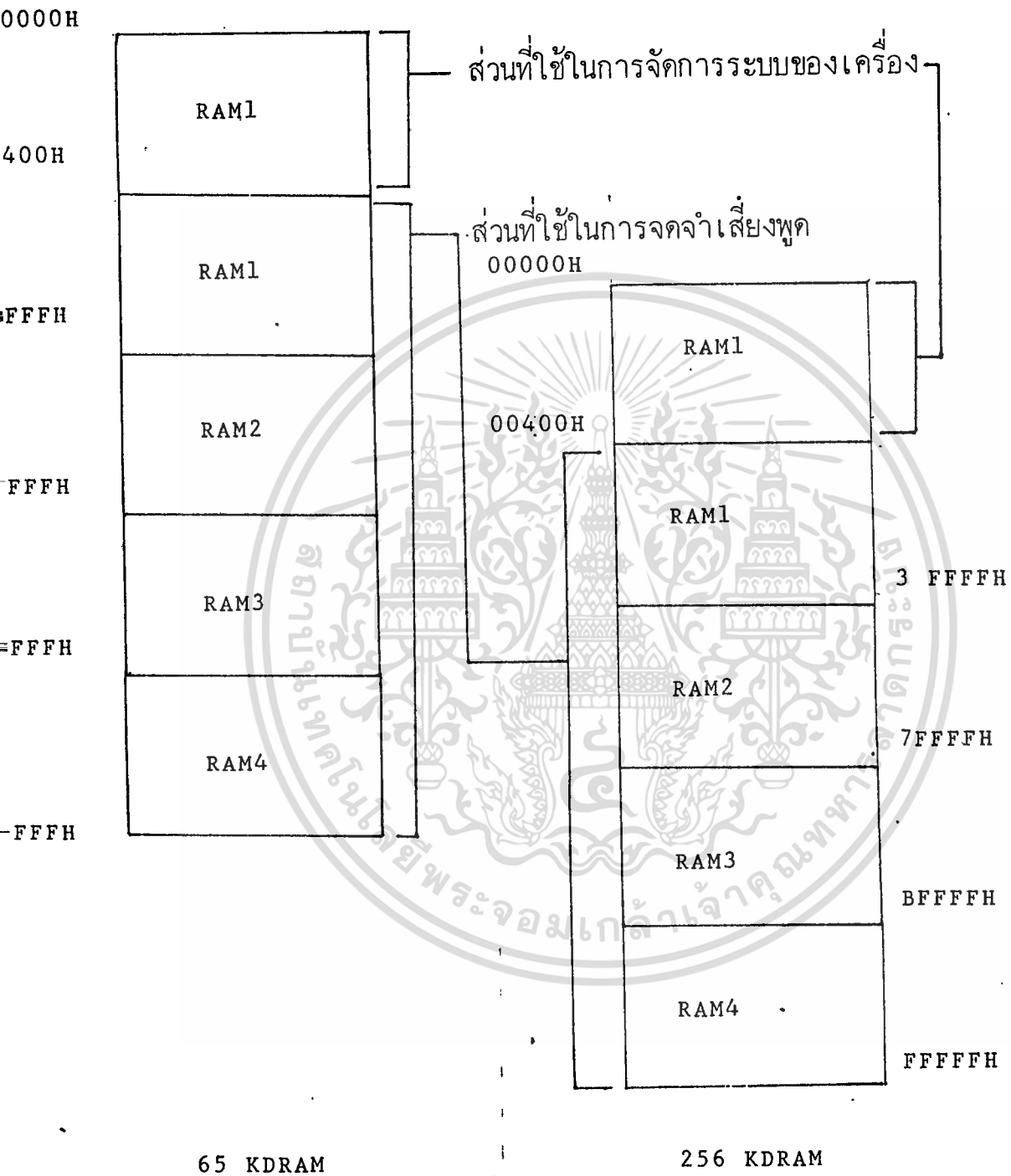
แล้วตัวมันเองก็จะเลิกอ่านหรือเขียนมารอกการเริ่มต้นใหม่ตั้งนั้นเราจึงกำหนดขนาดของ

Memory ได้ตามต้องการเพื่อการประหยัดในการนำใช้งานที่ต้องการขนาด Memory

ต่าง ๆ กันได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภูมิของ Memory ที่ใช้ในการทำงานทั้ง 2 แบบ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานในแบบธรรมดา

1. เปิดเครื่องจะเห็น LED ติดอยู่
2. กดสวิทช์ไปที่อัดค้างไว้ (CE จะต้องต่อกับกราวด์ด้วย)
3. เลือกช่องที่จะอัดเข้าไปโดยช่องที่อัดที่อยู่ 4 ตัว สวิทช์นี้เป็นไบนารี

โค้ด ดังตารางที่ 3

	D ₀	D ₁	D ₂	D ₃	ช่องที่
0	0	0	0	0	1
0	0	0	0	1	2
0	0	1	0	0	3
0	0	1	1	0	4
0	1	0	0	0	5
0	1	0	1	0	6
0	1	1	0	0	7
0	1	1	1	0	8
1	0	0	0	0	9
1	0	0	0	1	10
1	0	1	0	0	11
1	0	1	1	0	12
1	1	0	0	0	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1	1	0	1	14
1	1	1	0	15
1	1	1	1	16



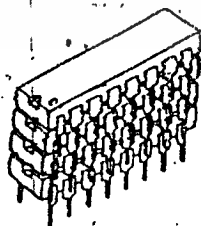
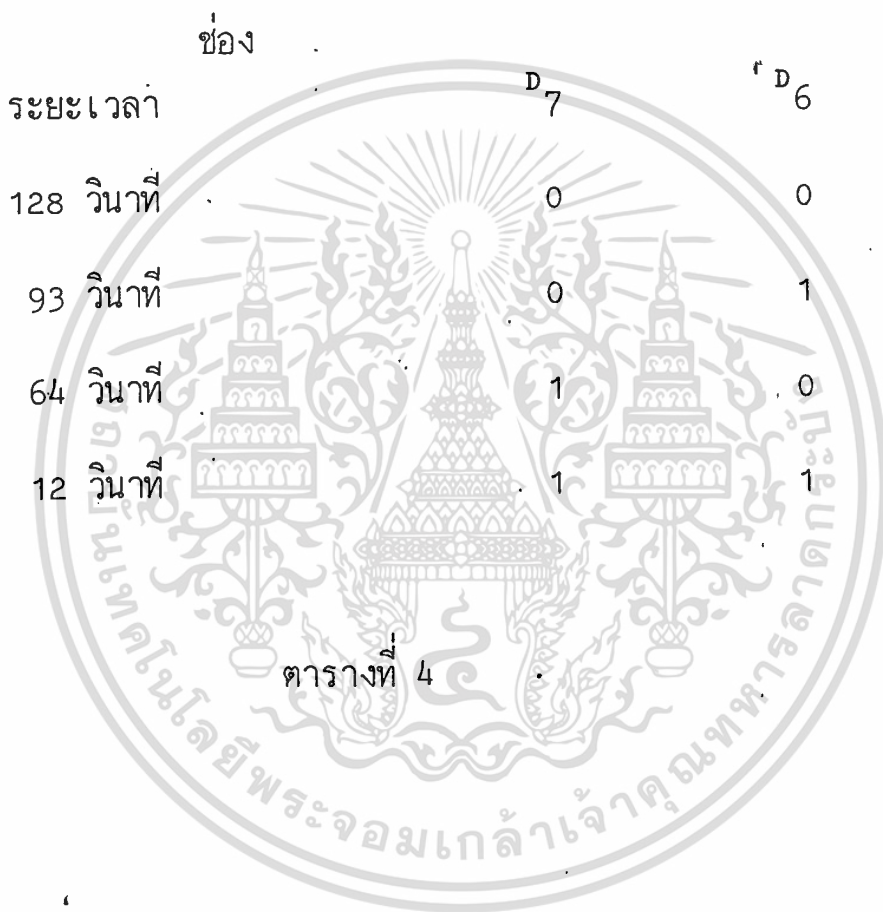
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. เลือกสปีดโดยตั้ง $D_7 - D_6$ ได้ตามต้องการ (เวลาที่แสดงนี้

ใช้เมมโมรี 1M bit)

5. กดปุ่มสวิทช์ START แล้วไฟที่ LED จะดับ แสดงว่าเครื่องกำลัง

อัปเดตค่าพูด



รูปที่ 6 วิธีการต่อ RAM เพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เข้าไปเก็บ เมื่อพุดจนพอแล้วจึงกดสวิทช์ STOP อีกครั้งหนึ่งไฟที่ LED จะสว่าง
 ในกรณีเราพุดนานเกินกว่าเวลาที่กำหนดในข้อที่ 4 เมื่อถึงกำหนดเวลาเครื่องจะหยุด
 การอัดอัตโนมัติ ไฟที่ LED จะสว่างขึ้นมาเพื่อบอกให้เราว่าเป็นการสิ้นสุดขั้นตอน
 การอัดใน 1 ช่อง

6. ถ้าเราต้องการอัดในช่องอื่น ๆ ก็ทำเช่นเดียวกัน ตั้งแต่ต้นจนถึงข้อ 5

(เวลารวมของแต่ละช่อง ต้องไม่เกินเวลาที่ได้กำหนดไว้)

7. การอ่านนำโดยการยกเลิกสวิทช์ WR ขึ้น (CE ต่อกرارวดเหมือนเดิม)

8. เลือกช่องที่จะอ่านและสปีด

9. กดสวิทช์ START เครื่องจะพุดตามที่อัดไว้ ถ้าเรากดสวิทช์ซ้ำกันหลาย
 หลายครั้งในระหว่างกดเครื่องจะจำได้ว่ามีการกดสวิทช์ START ขึ้นเพียงครั้งเดียว
 และจะพุดซ้ำอีกเมื่อพุดจบ

10. เมื่อต้องการให้เครื่องพุดติดต่อกันทำโดยเลือกช่องแรก กด START
 เสร็จแล้วเปลี่ยนช่องแล้วกดสวิทช์ซ้ำอีกทีหนึ่ง เครื่องจะพุดซ้ำอีกตามต้องการได้

จากที่กล่าวมาข้างต้นจึงทำให้เครื่องสามารถตัดต่อคำพุดได้ พุดซ้ำได้เร่งหรือ
 ลดในซาวด์แทรกภาพยนตร์ได้ เครื่องนี้สามารถควบคุมได้จาก CPU โดยตรง ซึ่งทำให้
 สามารถไปประยุกต์ใช้งานต่าง ๆ ได้ตามต้องการ

สรุปผลและเสนอแนะ

ชุด Visiting box นี้ การทำงานทำได้โดยการมีตัวตรวจจับซึ่งมีตัวรับ และตัวส่งการทำงานโดยส่งสัญญาณเสียงอุลตราโซนิก ซึ่งมีความถี่ 40KHz ออกไปโดยใช้หลักการคอปเปอเรอร์เอฟเฟค (Doppler effect) หลักการนี้จะให้ตัวรับและตัวส่งอยู่ในตัวเดียวกันใช้ไฟเลี้ยงจากเรกกูเลเตอร์ (Regulator) ชุดเดียวกันและให้ตัวรับและตัวส่งหันหน้าไปทางเดียวกัน คลื่นเสียงอุลตราโซนิกที่ออกจากตัวส่งจะส่งสะท้อนไปสะท้อนมาจนเต็มบริเวณที่ต้องการ ส่วนตัวรับจะรับคลื่นอุลตราโซนิกที่สะท้อนกลับเข้ามาและตัวรับจะออกแอมป์เป็นพิเศษ คอถ้าได้รับคลื่นความถี่สูงย่านอุลตราโซนิกเข้ามาคงจะทำให้ output ของตัวรับซึ่งออกแบบมาเพื่อควบคุมชุดวิเคราะห์เสียงพูด หรือชุดเสียงเพลงนั้นยังคงไม่ทำงาน แต่ถ้ามีวัตถุเคลื่อนไหวบริเวณที่ต้องการ ความถี่อุลตราโซนิกที่สะท้อนในบริเวณนั้นจะมีส่วนที่เลื่อน (อาจสูงขึ้นหรือต่ำลงก็ได้) ไปจากความถี่เดิม ทำให้สัญญาณที่ตัวรับรับเข้ามามีสัญญาณมี (beat signal) เกิดขึ้น ซึ่งความถี่นี้เป็นความถี่ต่ำผ่านวงจรขยาย จะทำให้ output ของตัวรับ ซึ่งออกแบบมาทำงานได้ ส่วนความถี่อื่น ๆ ที่อยู่ในย่านอุลตราโซนิกจะถูกกรองทิ้งไปหมด

เสนอแนะ

ในการออกแบบวงจรนั้นควรคำนึงความไวของตัวตรวจจับด้วย

ถ้าการเคลื่อนไหวยิ่งช้ามาก ๆ สัญญาณที่เกิดการเปลี่ยนแปลงอาจจะเปลี่ยนไปจากความถี่ออสซิลเลชันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น (สัญญาณบีท (Beat signal)) จะทำให้วงจร output อาจจะไม่ทำงานก็ได้ และอีกเช่นกันตัวตรวจจับนั้นไม่ควรจะไวเกินไป มิฉะนั้นหากแค้มพัทหรือกระดาษแผ่นเดียวหล่นอาจจะทำให้ output ทำงานได้เช่นกัน การทดลองนี้อาจเป็นประโยชน์สำหรับผู้คนคว่าและศึกษาไม่มากนักน้อย หากมีข้อผิดพลาดใด ๆ ผู้จัดทำขออภัยมา ณ. ที่นี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

อุปกรณ์ภาคส่ง

$$C_1 = 220 \text{ UF}$$

$$C_2 = 0.01 \text{ UF}$$

$$C_3 = 0.01 \text{ UF}$$

$$C_4 = 2.2 \text{ UF}$$

$$C_5 = 2200 \text{ UF}$$

$$C_6 = 0.033 \text{ UF}$$

$$C_7 = 47 \text{ UF}$$

$$C_8 = 47 \text{ UF}$$

$$C_9 = 0.01 \text{ UF}$$

$$C_{10} = 0.033 \text{ UF}$$

$$R_1 = 1K$$

$$R_3 = 1.5 K$$

$$VR_1 = 2K$$

$$R_4 = 4.7 K$$

$$R_2 = 4.7 K$$

$$IC = 555 \quad IC = LA 446$$

อุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของตัวส่ง

อุปกรณ์ภาครับ

$C_1 = 220 \text{ UF}$	$R_1 = 150 \text{ K}$	$VR_1 = 100 \text{ K}$
$C_2 = 10 \text{ UF}$	$R_2 = 150 \text{ K}$	$VR_2 = 10 \text{ K}$
$C_3 = 1 \text{ UF}$	$R_3 = 1 \text{ K}$	$VR_3 = 200 \text{ K}$
$C_4 = 1 \text{ UF}$	$R_4 = 150 \text{ K}$	$VR_5 = 1.5 \text{ M}$
$C_5 = 10 \text{ UF}$	$R_5 = 150 \text{ K}$	
$C_6 = 2.2 \text{ UF}$	$R_6 = 150$	$D_1, D_2 \# 1 \text{ N } 34 \text{ A}$
$C_7 = 220 \text{ UF}$	$R_7 = 2.2 \text{ K}$	$D_3, D_4 \# 1 \text{ N } 34 \text{ A}$
$C_8 = 0.01 \text{ UF}$	$R_8 = 470$	$D_5 \# 1 \text{ N } 34 \text{ A}$
$C_9 = 33 \text{ UF}$	$R_9 = 470$	$IC \# \text{ TBA } 231$
$C_{10} = 220 \text{ UF}$	$R_{10} = 150 \text{ K}$	$IC \# \text{ LM } 301$
$C_{11} = 0.01 \text{ UF}$	$R_{11} = 1 \text{ K}$	$IC \# 7414$
$C_{12} = 100 \text{ UF}$	$R_{12} = 100 \text{ K}$	$IC \# 555$
	$R_{13} = 4.7 \text{ K}$	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์ ชุดเสียงเพลงและชุดขยายเสียงพูด

ชุดเสียงเพลง

R_1	= 47	Relay	5V
R_2	= 220	ZENER	Diode
R_3	= 270 K	Transistor #	BC 549 (Q_3)
R_4	= 82 K	Transistor #	BC 458 (Q_1)
IC	# CIC 2811	Transistor #	BC 458 (Q_2)
C_1	=100		
C_2	=30 P		
C_3	=10		

ชุดขยายเสียงพูด

IC	# LM 380	R_1	= 10 K
VR_1	= 10 K	R_2	= 2.2 K
		C_1	= 0.01 UF
		C_2	= 0.01 UF
		C_3	= 470 UF
		C_4	= 0.1 UF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

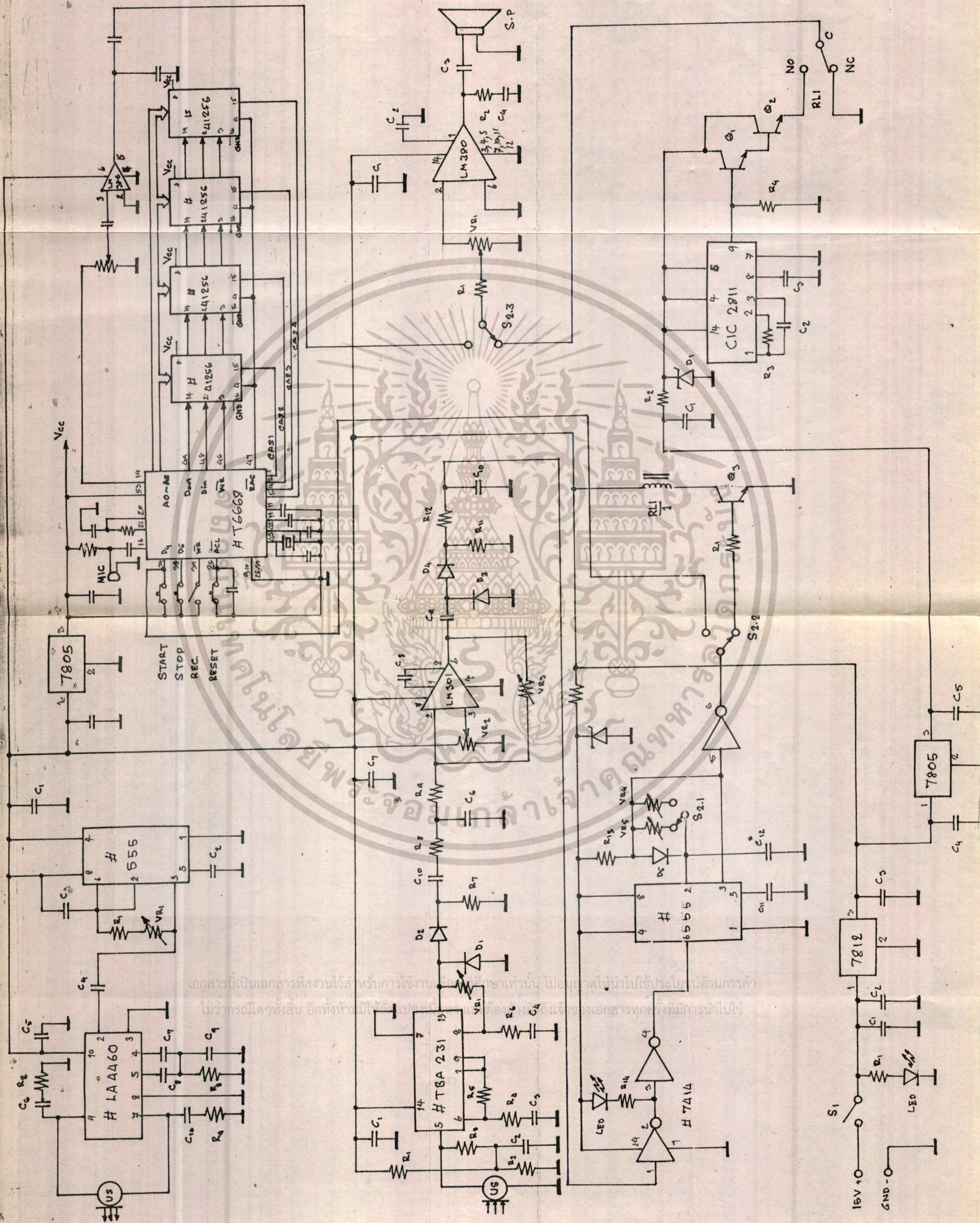
ชุด POWER SUPPLY

Ic # 7812

Ic # 7805

D₁ = IN 4004C₁ = 2200 UFC₂ = 0.1 UFC₃ = 220 UFC₄ = 0.1 UFC₅ = 100 UF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

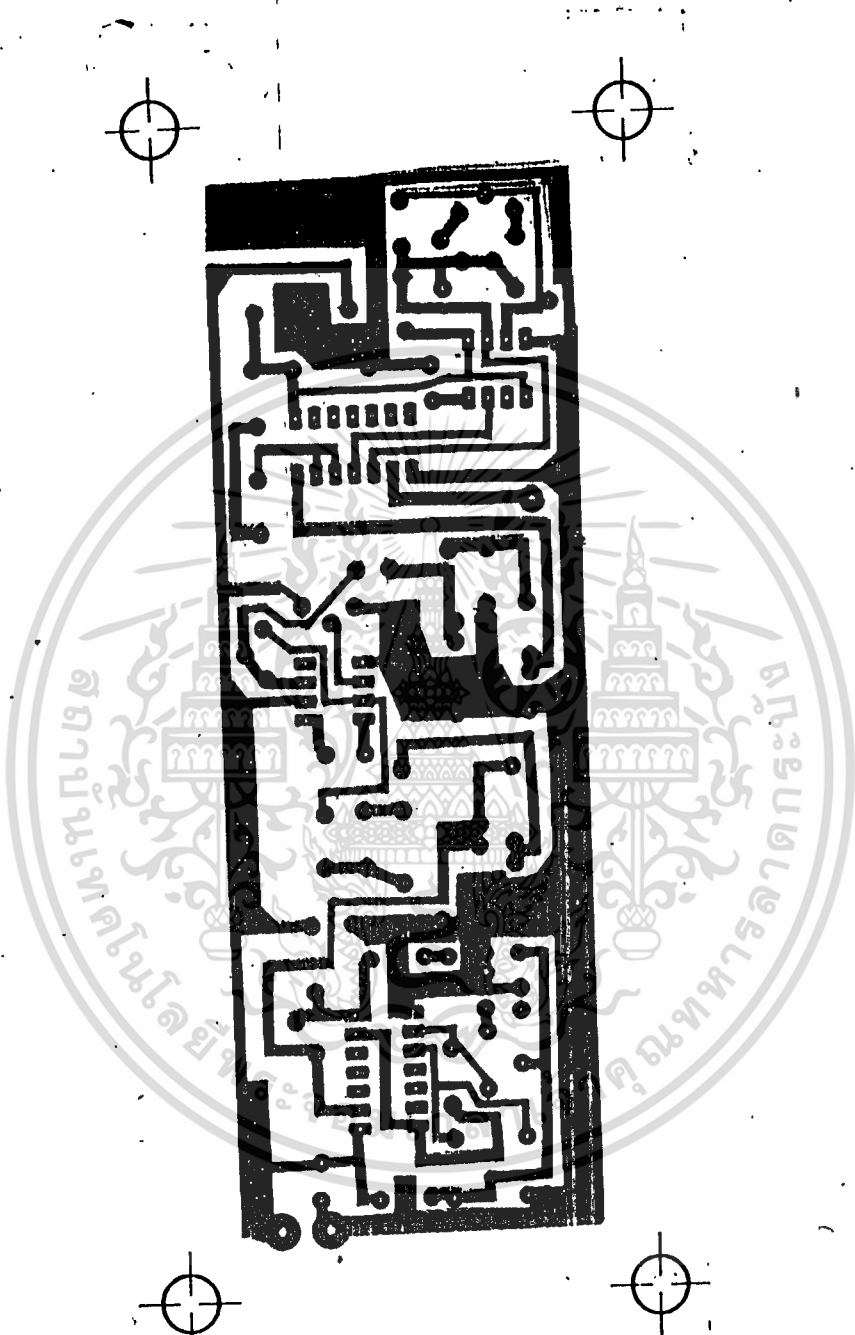


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจากเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



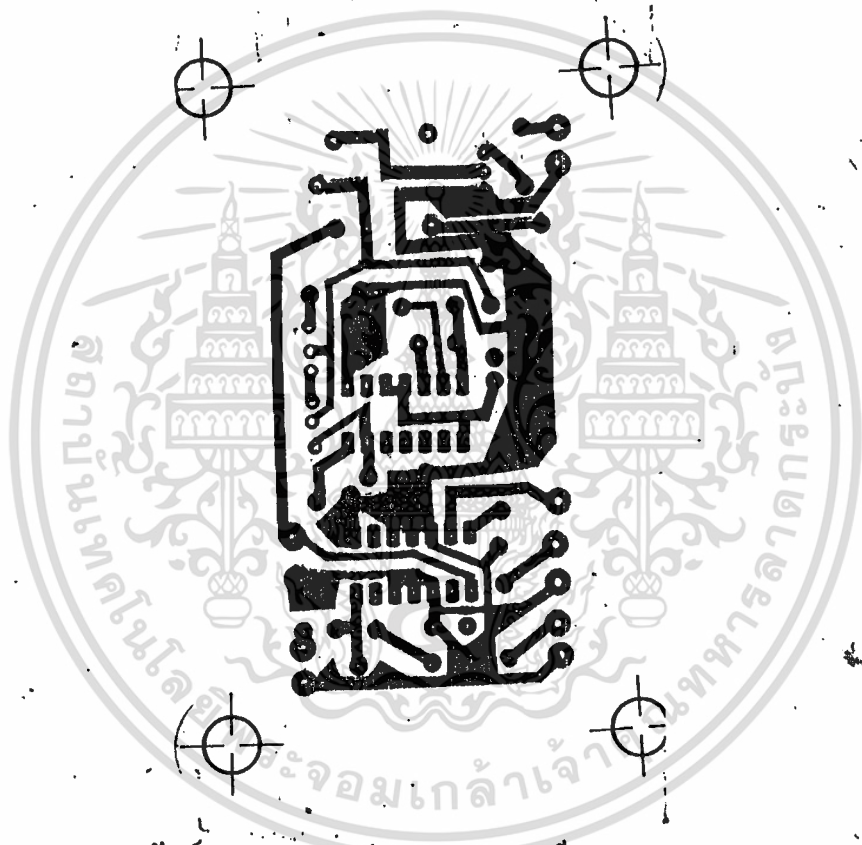
-ลายปรินท์วงจรรากส่งขนาดเท่าของจริง-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



—ลายปรินท์วงจรภาคขับขนาดเท่าของจริง—

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



—ลายปริ้นท์วงจรขยายเสียงเพลงและเสียงพูด—

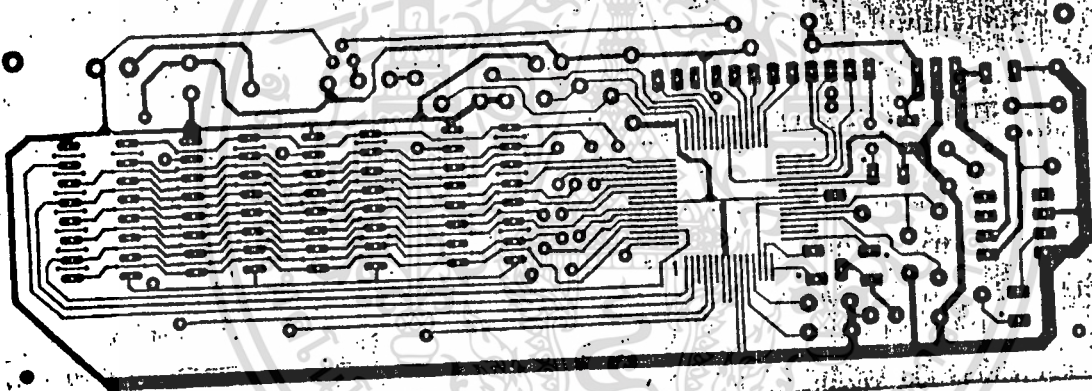
—ขนาดเท่าของจริง—

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



—ลายปรนทวงจรแหล่งจ่ายไฟขนาดเท่าของจริง—

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



—ลายปรินทวงจรวิเคราะห์เสียงพูดขนาดเทาของจริง—

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ULTRASONIC TRANSDUCER

DISTRIBUTED BY: CHOAKCHAI ELECTRONIC SUPPLIES,
TEL. 222-7001, 222-3921.

SAHAPIPHAT LTD., PART
TEL. 221-0432, 221-53

TITLE : TRANSDUCERS SPECIFICATION

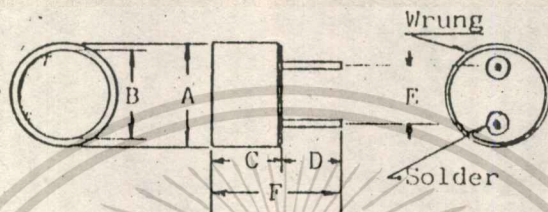
NO. 310226

1. GENERAL

THESE SPECIFICATION DESCRIBE THE ULTRASONIC TRANSDUCERS

TYPE T37,43-16 : TRANSMITTER
R37,43-16 : RECEIVER

2. PACKAGE OUTLINE



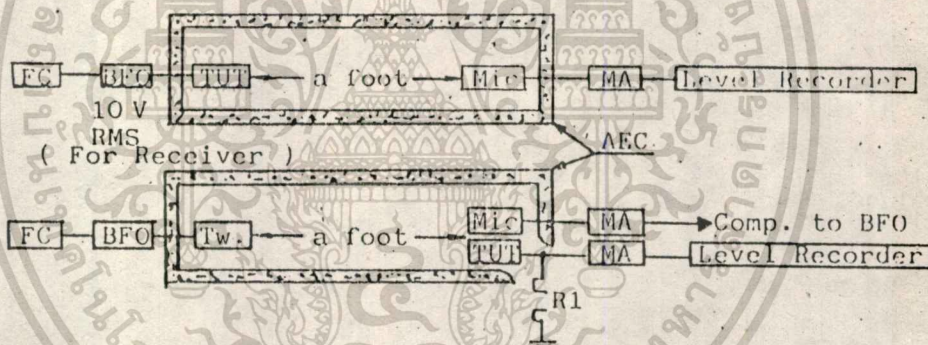
A=16.2
B=13.0
C=12.2
D= 9.2
E=10.0
F=21.5

(UNIT:m/m) TOLERANCE:±0.5

Fig. 1

3. TEST CIRCUIT

(For Transmitter)



FC : Frequency Counter
BFO: Beat Freq. Osc.
TUT: Transducer Under Test
MA : Measuring Amplifier
Tw.: Tweeter
R1 : 3.9 K Ohm
Mic: Microphone
AEC: Anechoic Chamber

Fig. 2

4. CHARACTERISTICS

Type	T37,43-16	R37,43-16
Frequency Band Width	37.0~43.0 KHz	37.0~43.0 KHz
Sound Pressure Level 0 dB=0.0002 μbar	110 dB Min.	*****
Sensitivity	*****	-70 dB/v/μbar Min.
Capacitance (PF)	2700±20%	2700± 20%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

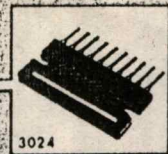
5. ENVIRONMENTAL CHARACTERISTIC

- 5-1. Sound Pressure Level and Sensitivity shall not change by more than 6 dB in the temperature range of 10 to 40°C, at a relative humidity of 30 %.
- 5-2. Sound Pressure Level and Sensitivity shall not change by more than 6 dB in the humidity range of 10 % to 90% at the temperature of 25°C.
- 5-3. Stress: All Sensitivity or Sound Pressure Level shall be within 3 dB of the specified values after the device is subjected to any or all of the belows:
- 5-3-1. Operation at 95 % relative humidity and 40°C for 100 hours, followed by a Normalization period of 24 hours at 30 % and 25°C.
- 5-3-2. Storage at -40 to +100°C for 24 hours, followed by a Normalization period of an hour at 25°C.
- 5-3-3. Vibration at 600 to 3,300 Hz, 1.5 mm amplitude. 1 minute sweep. X.Y.Z. 3 axis.
- 5-3-4. Shock: after impact of 50G is applied as following X.Y.Z. 3 axis/3 cycle/each direction.

LA4460, 4461

monolithic linear IC

AF POWER AMP
FOR CAR STEREO, CAR RADIO



Features

- High gain of 51dB typ. and high output of 12W typ.
- Possible to form circuit configuration without output capacitor and bootstrap capacitor, thereby enabling reduction in cost and space concerning external parts.
- Minimum number of external parts required: 8 pcs. recommended, 6 pcs. min.
- Small pop noise at the time of power supply ON/OFF.
- Soft tone at the time of output saturation.
- Low distortion over a wide range.
- Small residual noise: $R_g=0$.
- Easy to mount on board due to use of compact single end package.
- LA4461 is a version of LA4460 with mirror image pin assignment, thereby making it easy to draw stereo printed circuit pattern.
- Two ground pins of Preamp. GND and Power amp. GND are provided, thereby making it easy to draw printed circuit pattern and causing stabilization of distortion due to signal source impedance.
- Voltage gain fixed at 51dB. Variable voltage gain available with external resistor added.
- Inverted insertion causes no destruction.
- Built-in audio muting function (AC mute, DC mute).
- Built-in protectors.
 - a. Thermal protector.
 - b. Overvoltage, surge voltage protector.
 - c. Load short current limiting protector.
 - d. Output pins DC short protector (OUT-GND grounding protection and speaker protection).

MAXIMUM RATINGS / $T_a=25^\circ\text{C}$

Parameter	Symbol	Condition	Value	Unit
Maximum Supply Voltage	V_{CC} max 1	Quiescent (30 sec)	25	V
	V_{CC} max 2	With signal	18	V
Current Dissipation	110 peak	Instantaneous value duty $\leq 5\%$, pulse width $\leq 1\text{ms}$ sink only	4.5	A
Output Current	I7, I9 peak	Instantaneous value duty $\leq 5\%$, pulse width $\leq 1\text{ms}$	4.5	A
Surge Supply Voltage	V_{surge}	≤ 0.2 sec	50	V
Allowable Power Dissipation	P_D max	$T_c=75^\circ\text{C}$	25	W
Package Thermal Resistance	θ_{j-c}		3	$^\circ\text{C/W}$
Operating Temperature	T_{opg}		-20 to +75	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}		-40 to +150	$^\circ\text{C}$

RECOMMENDED OPERATION CONDITION / $T_a=25^\circ\text{C}$

Parameter	Symbol	Value	Unit
Recommended Supply Voltage	V_{CC}	13.2	V
Load Resistance	R_L	4~8	ohm

OPERATION CHARACTERISTICS / $T_a=25^\circ\text{C}, V_{CC}=13.2\text{V}, R_L=4\text{ohm}, f=1\text{kHz}, R_g=600\text{ohm}$, with 100 x 100 x 1.5mm³ Al fin, at specified test circuit

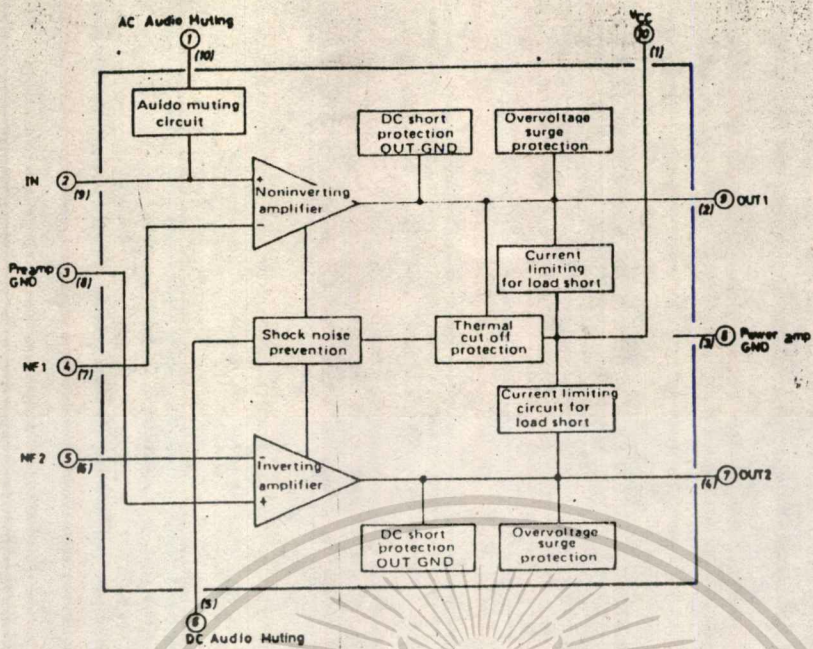
Parameter	Symbol	Condition	min	typ	max	unit
Quiescent Current	I_{CCO}			65	120	mA
Voltage Gain	VG	Closed loop, based on specified recommended circuit	49	51	53	dB
Output Power	P_O	THD=10%	10	12		W
Total Harmonic Distortion	THD	$P_O=1\text{W}$		0.1	1.0	%
Input Resistance	r_i		21	30		kohm
Output Noise Voltage	V_{NO1}	$R_g=0$, ($f=20\text{Hz}\sim 20\text{kHz}$ Band Pass Filter)		0.4	1.0	mV
	V_{NO2}	$R_g=10\text{kohm}$, (")		0.6	2.0	mV
Output Offset Voltage	V_{off}		-300		+300	mV
Muting Suppression (AC)	ATT	$V_O=0\text{dBm}, V_M=9\text{V}$		38		dB

(Note): DC mute: ATT= ∞

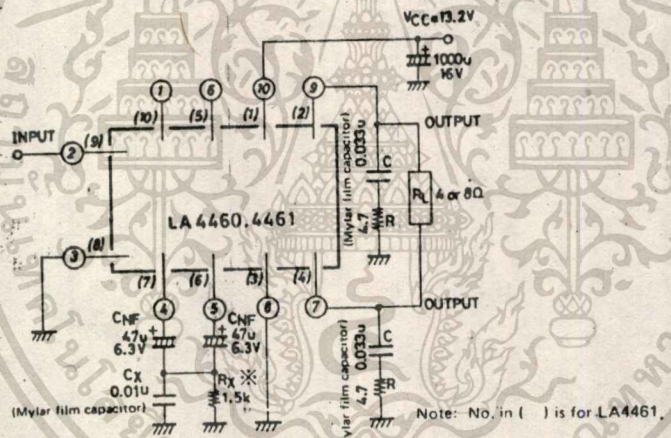
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการ

EQUIVALENT CIRCUIT BLOCK DIAGRAM: Pin Nos. in () are for LA4461.

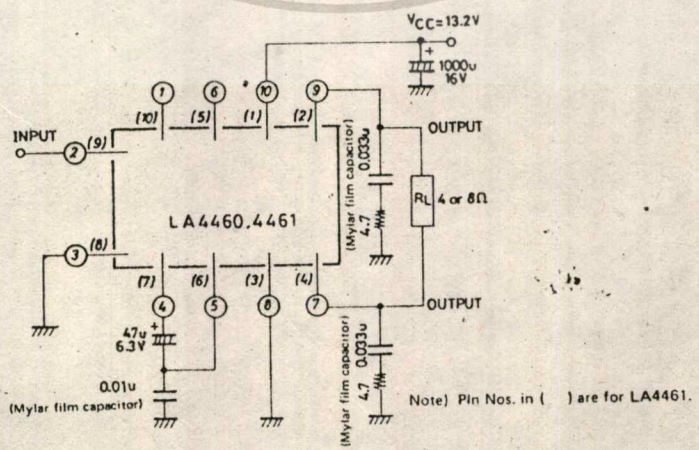


APPLICATION 1 : Recommended Circuit



.. Rx is for adjusting the starting time.

APPLICATION 2 : Circuit with Minimum Number of External Parts



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM380 Power Audio Amplifier

National Semiconductor
Application Note 69
Joe E. Byerly
Marvin K. Vander Kooi
December 1972



INTRODUCTION

The LM380 is a power audio amplifier intended for consumer applications. It features an internally fixed gain of 50 (34 dB) and an output which automatically centers itself at one-half of the supply voltage. A unique input stage allows inputs to be ground referenced or AC coupled as required. The output stage of the LM380 is protected with both short circuit current limiting and thermal shutdown circuitry. All of these internally provided features result in a minimum external parts count integrated circuit for audio applications.

This paper describes the circuit operation of the LM380, its power handling capability, methods of volume and tone control, distortion, and various application circuits such as a bridge amplifier, a power supply splitter, and a high input impedance audio amplifier.

CIRCUIT DESCRIPTION

Figure 1 shows a simplified circuit schematic of the LM380. The input stage is a PNP emitter-follower

driving a PNP differential pair with a slave current-source load. The PNP input is chosen to reference the input to ground, thus enabling the input transistor to be directly coupled.

The output is biased to half the supply voltage by resistor ratio R_1/R_2 . Negative DC feedback, through resistor R_2 , balances the differential stage with the output at half supply, since $R_1 = 2 R_2$ (Figure 1).

The second stage is a common emitter voltage gain amplifier with a current-source load. Internal compensation is provided by the pole-splitting capacitor 'C'. Pole-splitting compensation is used to preserve wide power bandwidth (100 kHz at 2W, 8Ω). The output is a quasi-complementary pair emitter-follower.

The amplifier gain is internally fixed to 34 dB or 50. This is accomplished by the internal feedback network R_2-R_3 . The gain is twice that of the ratio R_2/R_3 due to the slave current-source which provides the full differential gain of the input stage.

TABLE 1. Electrical Characteristics (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP*	MAX	UNITS
Power Output (rms)	8Ω load, 3% T.H.D., (Notes 3, 4)	2.5			Wrms
Gain		40	50	60	V/V
Output Voltage Swing	8Ω load		14		V _{DD}
Input Resistance			150k		Ω
Total Harmonic Distortion	P _O = 1W, (Notes 4 & 5)		0.2		%
Power Supply Rejection	C _{ypass} = 5 μF, f = 120 Hz (Note 2)		38		dB
Supply Voltage Range		8		22	V
Bandwidth	P _O = 2W, R _L = 8Ω		100k		Hz
Quiescent Output Voltage		8	9	10	V
Quiescent Supply Current				25	mA
Short Circuit Current			1.3		A

Note 1: V_S = 18V, I_A = 25 C unless otherwise specified

Note 2: Rejection ratio referred to output

Note 3: With device Pins 3, 4, 5, 10, 11, 12 soldered into a 1/16" epoxy glass board with 2 ounce copper foil with a minimum surface of six square inches.

Note 4: If oscillation exists under some load conditions, add a 2.7k resistor and 0.1 μF series network from Pin 8 to ground

Note 5: C_{ypass} = 0.47 μF on Pin 1

Note 6: Pins 3, 4, 5, 10, 11, 12 at 50°C derates 25% C/W above 50°C case

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

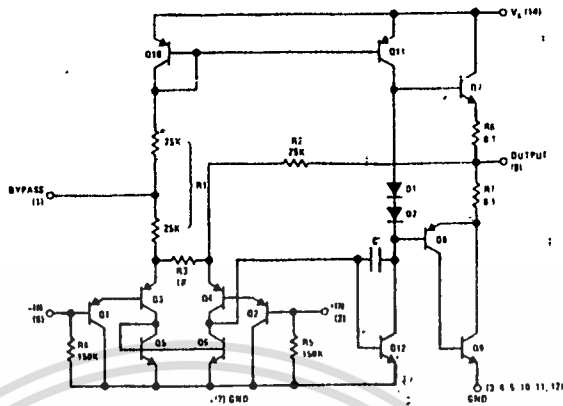


FIGURE 1.

GENERAL OPERATING CHARACTERISTICS

The output current of the LM380 is rated at 1.3A peak. The 14 pin dual-in-line package is rated at 35°C/W when soldered into a printed circuit board with 6 square inches of 2 ounce copper foil (Figure 2). Since the device junction temperature is limited to 150°C via the thermal shutdown circuitry, the package will support 3 watts dissipation at 50°C ambient or 3.7 watts at 25°C ambient.

Figure 2 shows the maximum package dissipation versus ambient temperature for various amounts of heat sinking.

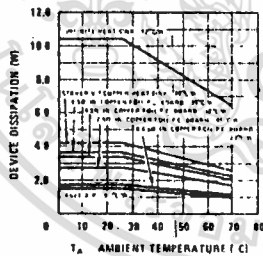


FIGURE 2. Device Dissipation vs Ambient Temperature

Figures 3A, B, and C show device dissipation versus output power for various supply voltages and loads.

The maximum device dissipation is obtained from Figure 2 for the heat sink and ambient temperature conditions under which the device will be operating. With this maximum allowed dissipation, Figures 3A, B and C show the maximum power supply allowed (to stay within dissipation limits) and the output power delivered into 4, 8 or 16 ohm loads. The three percent total-harmonic-distortion line is approximately the on-set of clipping.

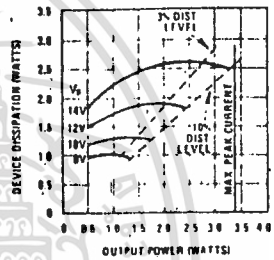


FIGURE 3A. Device Dissipation vs Output Power - 4Ω Load

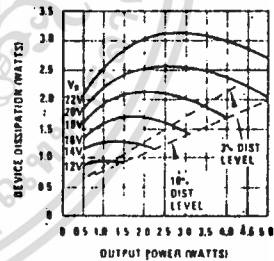


FIGURE 3B. Device Dissipation vs Output Power - 8Ω Load

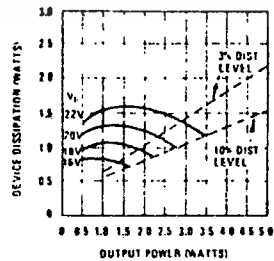


FIGURE 3C. Device Dissipation vs Output Power - 16Ω Load

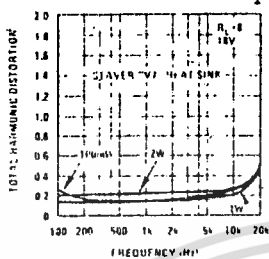


FIGURE 4. Total Harmonic Distortion vs Frequency

Figure 4 shows total harmonic distortion versus frequency for various output levels, while Figure 5 shows the power bandwidth of the LM380.

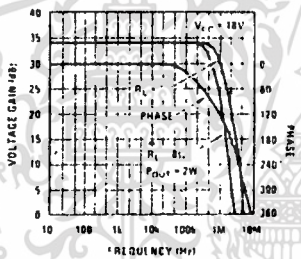


FIGURE 5. Output Voltage Gain vs Frequency

Power supply decoupling is achieved through the AC divider formed by R_1 (Figure 1) and an external bypass capacitor. Resistor R_1 is split into two

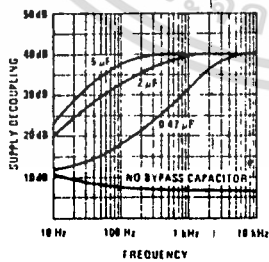


FIGURE 6. Supply Decoupling vs Frequency

25 k Ω halves providing a high source impedance for the integrator. Figure 6 shows supply decoupling versus frequency for various bypass capacitors

BIASING

The simplified schematic of Figure 1 shows that the LM380 is internally biased with the 150 k Ω resistance to ground. This enables input transducers which are referenced to ground to be direct-coupled to either the inverting or non-inverting inputs of the amplifier. The unused input may be either: 1) left floating, 2) returned to ground through a resistor or capacitor or 3) shorted to ground. In most applications where the non-inverting input is used, the inverting input is left floating. When the inverting input is used and the non-inverting input is left floating, the amplifier may be found to be sensitive to board layout since stray coupling to the floating input is positive feedback. This can be avoided by employing one of three alternatives: 1) AC grounding the unused input with a small capacitor. This is preferred when using high source impedance transducers, 2) Returning the unused input to ground through a resistor. This is preferred when using moderate to low DC source impedance transducers and when output offset from half supply voltage is critical. The resistor is made equal to the resistance of the input transducer, thus maintaining balance in the input differential amplifier and minimizing output offset. 3) Shorting the unused input to ground. This is used with low DC source impedance transducers or when output offset voltage is non-critical.

OSCILLATION

The normal power supply decoupling precautions should be taken when installing the LM380. If V_S is more than 2" to 3" from the power supply filter capacitor it should be decoupled with a 0.1 μ F disc ceramic capacitor at the V_S terminal of the IC.

The R_C and C_C shown as dotted line components in Figure 7 and throughout this paper suppresses a

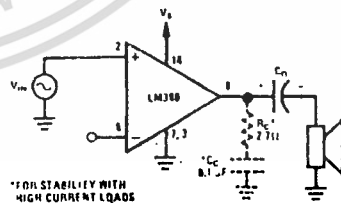


FIGURE 7. Minimum Component Configuration

5 to 10 MHz small amplitude oscillation which can occur during the negative swing into a load which draws high current. The oscillation is of course at too high of a frequency to pass through a speaker, but it should be guarded against when operating in an RF sensitive environment.

APPLICATIONS

With the internal biasing and compensation of the LM380, the simplest and most basic circuit configuration requires only an output coupling capacitor as seen in Figure 7.

An application of this basic configuration is the phonograph amplifier where the addition of volume and tone controls is required. Figure 8 shows the LM380 with a voltage divider volume control and high frequency roll-off tone control.

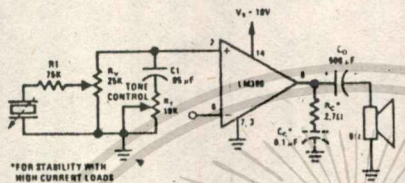


FIGURE 8. Phono Amp

When maximum input impedance is required or the signal attenuation of the voltage divider volume control is undesirable, a "common mode" volume control may be used as seen in Figure 9.

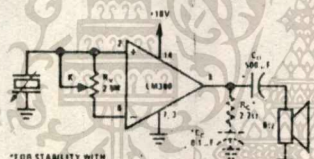


FIGURE 9. "Common Mode" Volume Control

With this volume control the source loading impedance is only the input impedance of the amplifier when in the full volume position. This reduces to one-half the amplifier input impedance at the zero volume position. Equation 1 describes the output voltage as a function of the potentiometer setting.

$$V_{out} = 50 V_{in} \left(1 - \frac{150 \times 10^3}{k_1 R_V + 150 \times 10^3} \right) \quad 0 \leq k_1 \leq 1 \quad (1)$$

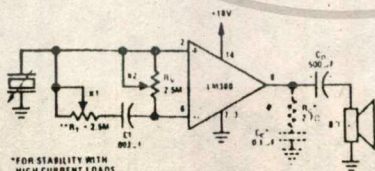


FIGURE 10. "Common Mode" Volume and Tone Control

This "common mode" volume control can be combined with a "common mode" tone control as seen in Figure 10.

This circuit has a distinct advantage over the circuit of Figure 7 when transducers of high source impedance are used, in that, the full input impedance of the amplifier is realized. It also has an advantage with transducers of low source impedance since the signal attenuation of the input voltage divider is eliminated. The transfer function of the circuit of Figure 10 is given by:

$$\frac{V_{out}}{V_{in}} = 50 \left(\frac{150k}{150k + k_1 R_1 + k_2 R_V + \frac{1}{12\pi f C_1}} \right) \quad (2)$$

$0 \leq k_1 \leq 1$
 $0 \leq k_2 \leq 1$

Figure 11 shows the response of the circuit of Figure 10.

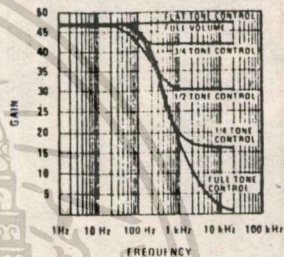


FIGURE 11. Tone Control Response

Most phonograph applications require frequency response shaping to provide the RIAA equalization characteristic. When recording, the low frequencies are attenuated to prevent large undulations from destroying the record groove walls. (Bass tones have higher energy content than high frequency tones.) Conversely, the high frequencies are emphasized to achieve greater signal-to-noise ratio. Therefore, when played back the phono amplifier should have the inverse frequency response as shown in Figure 12.

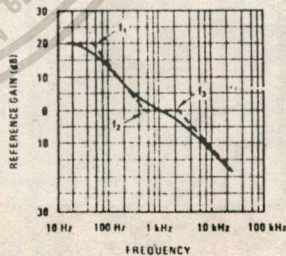


FIGURE 12. RIA Playback Equalization

This response is achieved with the circuit of Figure 13.

The mid-band gain, between frequencies f_2 and f_3 , Figure 12, is established by the ratio of R_1 to the input resistance of the amplifier (150 kΩ).

$$\text{Mid band Gain} = \frac{R_1 + 150 \text{ k}\Omega}{150 \text{ k}\Omega} \quad (3)$$

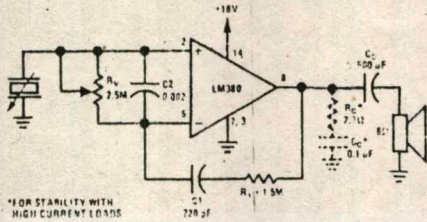


FIGURE 13. RIAA Phono Amplifier

Capacitor C_1 sets the corner frequency f_2 where $R_1 = X_{C1}$.

$$C_1 = \frac{1}{2\pi f_2 R_1} \quad (4)$$

Capacitor C_2 establishes the corner frequency f_3 where X_{C2} equals the impedance of the inverting input. This is normally 150 k Ω . However, in the circuit of Figure 13 negative feedback reduces the impedance at the inverting input as:

$$Z = \frac{Z_o}{1 + A_o \beta} \quad (5)$$

Where:

Z_o = impedance at node 6 without external feedback (150 k Ω)

A_o = gain without external feedback (50)

β = feedback transfer function $\beta = \frac{A_o - A}{A_o A}$

A = closed loop gain with external feedback.

Therefore:

$$C_2 = \frac{1}{2\pi f_3 \left(\frac{Z_o}{1 + A_o \beta} \right)} = \frac{1}{2\pi f_3 \left(\frac{150k}{1 + 50\beta} \right)} \quad (6)$$

BRIDGE AMPLIFIER

Where more power is desired than can be provided with one amplifier, two amps may be used in the bridge configuration shown in Figure 14.

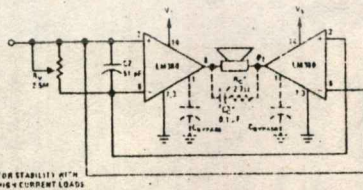


FIGURE 14. Bridge Configuration

This provides twice the voltage swing across the load for a given supply, thereby, increasing the

power capability by a factor of four over the single amplifier. However, in most cases the package dissipation will be the first parameter limiting power delivered to the load. When this is the case, the power capability of the bridge will be only

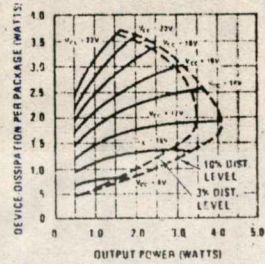


FIGURE 15A. 8 Ω Load

twice that of the single amplifier. Figures 15A and B show output power versus device package dissipation for both 8 and 16 Ω loads in the bridge con-

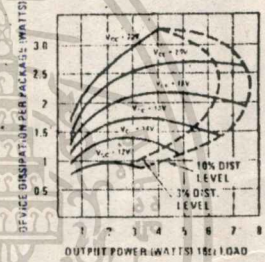


FIGURE 15B. 16 Ω Load

figuration. The 3% and 10% harmonic distortion contours double back due to the thermal limiting of the LM380. Different amounts of heat sinking will change the point at which the distortion contours bend.

The quiescent output voltage of the LM380 is specified at 9 \pm 1 volts with an 18 volt supply. Therefore, under the worst case condition, it is possible to have two volts DC across the load.

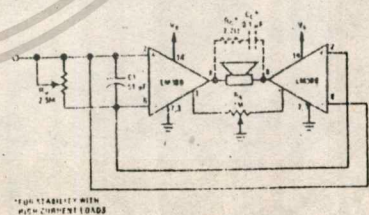


FIGURE 16. Quiescent Balance Control

With an 8 Ω speaker this is 0.25A which may be excessive. Three alternatives are available: 1) care can be taken to match the quiescent voltages, 2) a non polar capacitor may be placed in series with the load, 3) the offset balance control of Figure 16 may be used.

The circuits of Figures 14 and 16 employ the "common mode" volume control as shown before. However, any of the various input connection schemes discussed previously may be used. Figure 17 shows the bridge configuration with the voltage divider input. As discussed in the "Biasing"

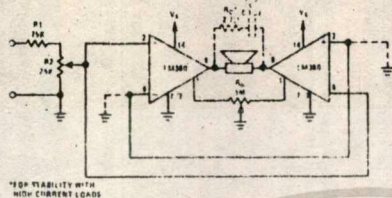


FIGURE 17. Voltage Divider Input

section the undriven input may be AC or DC grounded. If V_S is an appreciable distance from the power supply ($>3''$) filter capacitor it should be decoupled with a $1\mu F$ tantalum capacitor.

INTERCOM

The circuit of Figure 18 provides a minimum component intercom. With switch S_1 in the talk position, the speaker of the master station acts as the microphone with the aid of step up transformer T_1 .

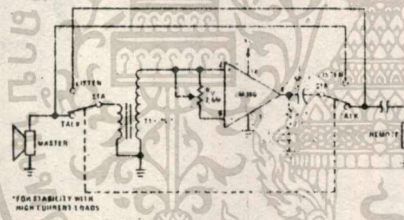


FIGURE 18. Intercom

A turns ratio of 25 and a device gain of 50 allows a maximum loop gain of 1250. R_1 provides a "common mode" volume control. Switching S_1 to the listen position reverses the role of the master and remote speakers.

LOW COST DUAL SUPPLY

The circuit shown in Figure 19 demonstrates a minimum parts count method of symmetrically

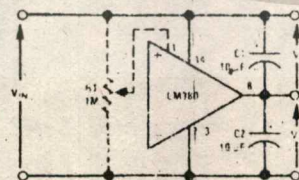


FIGURE 19. Dual Supply

splitting a supply voltage. Unlike the normal R_1 , C_1 , and power zener diode technique the LM380

circuit does not require a high standby current and power dissipation to maintain regulation.

With a 20 volt input voltage (± 10 volt output) the circuit exhibits a change in output voltage of approximately 2% per 100 mA of unbalanced load change. Any balanced load change will reflect only the regulation of the source voltage V_{IN} .

The theoretical plus and minus output tracking ability is 100% since the device will provide an output voltage at one-half of the instantaneous supply voltage in the absence of a capacitor on the bypass terminal. The actual error in tracking will be directly proportional to the unbalance in the quiescent output voltage. An optional potentiometer may be placed at pin 1 as shown in Figure 19 to null output offset. The unbalanced current output for the circuit of Figure 18 is limited by the power dissipation of the package.

In the case of sustained unbalanced excess loads, the device will go into thermal limiting as the temperature sensing circuit begins to function. For instantaneous high current loads or short circuits the device limits the output current to approximately 1.3 amperes until thermal shut-down takes over or until the fault is removed.

HIGH INPUT IMPEDANCE CIRCUIT

The junction FET isolation circuit shown in Figure 20 raises the input impedance to 22 M Ω for low frequency input signals. The gate to drain

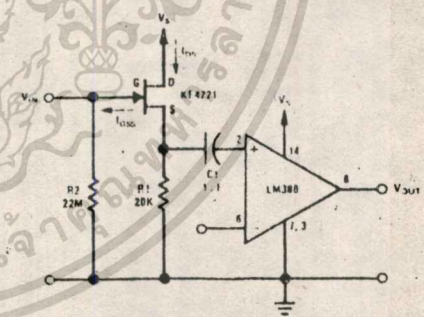


FIGURE 20.

capacitance (2 μF maximum for the KE4221 shown) of the FET limits the input impedance as frequency increases

At 20 kHz the reactance of this capacitor is approximately $-j4 M\Omega$ giving a net input impedance magnitude of 3.9 M Ω . The values chosen for R_1 , R_2 and C_1 provide an overall circuit gain of at least 45 for the complete range of parameters specified for the KE4221.

When using another FET device the relevant design equations are as follows:

$$A_v = \left(\frac{R_1}{R_1 + \frac{1}{g_m}} \right) \quad (7)$$

$$g_m = g_{m0} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right) \quad (8)$$

$$V_{GS} = I_{DS} R_1 \quad (9)$$

$$I_{DS} = I_{DSS} \left(1 - \frac{V_{GS}}{V_p} \right)^2 \quad (10)$$

The maximum value of R_2 is determined by the product of the gate reverse leakage I_{GSS} and R_2 . This voltage should be 10 to 100 times smaller than V_p . The output impedance of the FET source follower is:

$$R_o = \frac{1}{g_m} \quad (11)$$

so that the determining resistance for the interstage RC time constant is the input resistance of the LM380.

BOOSTED GAIN USING POSITIVE FEEDBACK

For applications requiring gains higher than the internally set gain of 50, it is possible to apply

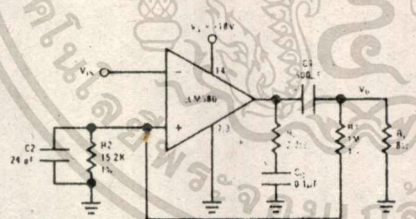


FIGURE 21. Boosted Gain of 200 Using Positive Feedback

positive feedback around the LM380 for closed loop gains of up to 300. Figure 21 shows a practical example of an LM380 in a gain of 200 circuit.

The equation describing the closed loop gain is:

$$A_{VCL} = \frac{-A_v(\omega)}{1 - \frac{A_v(\omega)}{1 + \frac{R_1}{R_2}}} \quad (12)$$

where $A_v(\omega)$ is complex at high frequencies but is nominally the 40 to 60 specified on the data sheet for the pass band of the amplifier. If $1 + R_1/R_2$ approaches the value of $A_v(\omega)$, the denominator of equation 12 approaches zero, the closed loop gain increases toward infinity, and the circuit oscillates. This is the reason for limiting the closed loop gain values to 300 or less. Figure 22 shows the loaded and unloaded bode plot for the circuit shown in Figure 21.

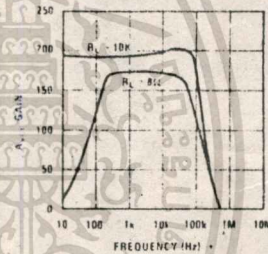


FIGURE 22. Boosted Gain Bode Plot

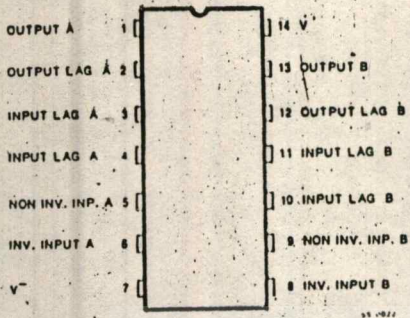
The 24 pF capacitor C_2 shown on Figure 21 was added to give an overdamped square wave response under full load conditions. It causes a high frequency roll-off of

$$f_2 = \frac{1}{2\pi R_2 C_2} \quad (13)$$

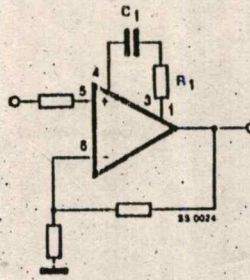
The circuit of Figure 21 will have a very long (1000 sec) turn on time if R_L is not present, but only a 0.01 second turn on time with an 8Ω load.

TBA 231A

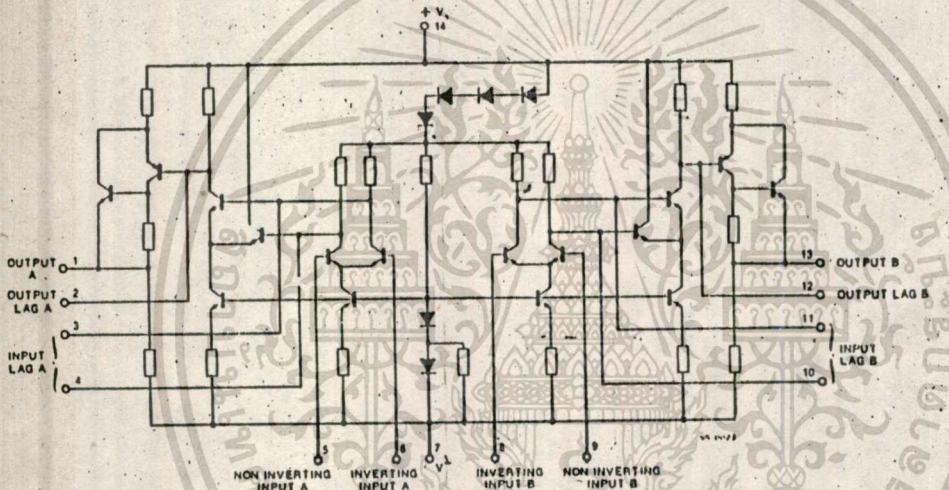
CONNECTION DIAGRAM (top view)



TEST CIRCUIT



SCHEMATIC DIAGRAM



TEHERMAL DATA

θ_{j-amb}	Thermal resistance junction-ambient	max	180	°C/W
------------------	-------------------------------------	-----	-----	------

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์และห้ามการเผยแพร่เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TBA 231A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25^{\circ}\text{C}$, $R_L = 50\text{ k}\Omega$ to pin 7, unless otherwise specified, $V_s = \pm 15\text{V}$)

Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
I_d	Quiescent drain current	$V_o = 0$	9	14	mA
V_{os}	Input offset voltage	$R_g = 200\Omega$	1	8	mV
I_{os}	Input offset current		50	1000	nA
I_b	Input bias current		250	2000	nA
V_{CM}	Common mode input voltage range	± 10	± 11		V
R_i	Input resistance	$f = 1\text{ kHz}$	37	150	$\text{k}\Omega$
G_v	Voltage gain	$V_o = \pm 5\text{V}$	6500	20 000	-
V_o	Positive output voltage swing		+12	+13	V
V_o	Negative output voltage swing		-14	-15	V
R_o	Output resistance	$f = 1\text{ kHz}$		5	$\text{k}\Omega$
CMR	Common mode rejection	$R_g = 200\Omega$	70	90	dB
SVR	Supply voltage rejection	$R_g = 200\Omega$		50	$\mu\text{V/V}$
iR	Slew rate	Unity gain $C_1 = 0.1\ \mu\text{F}$ $R_1 = 4.7\Omega$		1	$\text{V}/\mu\text{s}$
CS	Channel separation	$R_g = 10\text{ k}\Omega$ $f = 10\text{ kHz}$		140	dB
F	Noise figure	$R_g = 10\text{ k}\Omega$ $B = 10\text{ Hz to } 10\text{ kHz}$		1.5	dB

Fig. 1 - Output voltage swing vs. supply voltage

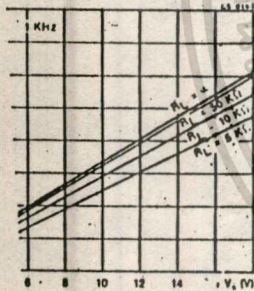


Fig. 2 - Quiescent drain current vs. supply voltage

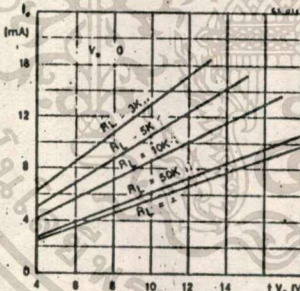
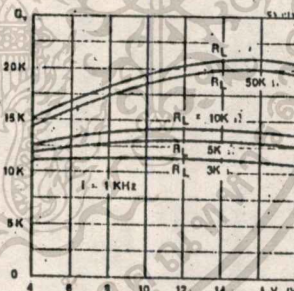


Fig. 3 - Open loop voltage gain vs. supply voltage



TBA 231A

Fig. 4 - Open loop frequency response using recommended compensation networks

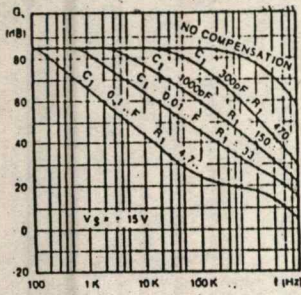


Fig. 5 - Output voltage swing vs. frequency for various compensation networks

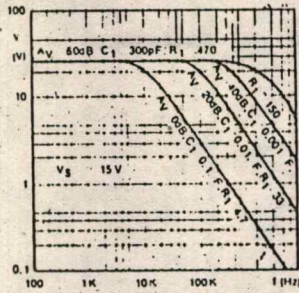


Fig. 6 - Input noise voltage vs. frequency

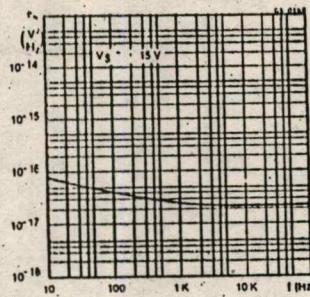


Fig. 7 - Input noise current vs. frequency

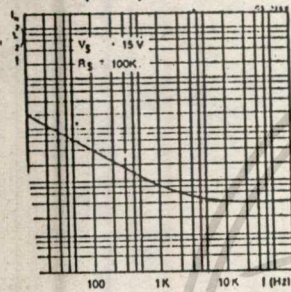


Fig. 8 - Closed loop gain vs. frequency

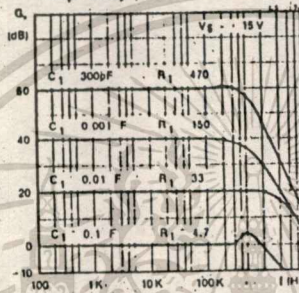
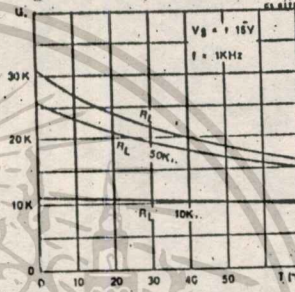
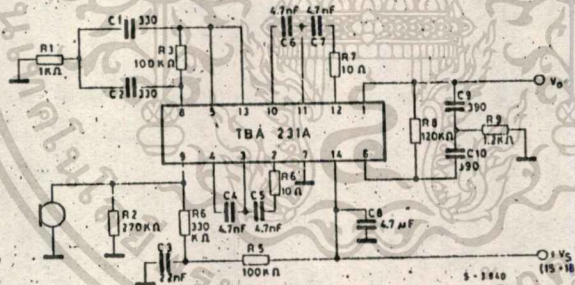


Fig. 9 - Open loop voltage gain vs. temperature



APPLICATION INFORMATION

10 - TV remote control receiver



LINEAR INTEGRATED CIRCUIT

DUAL AUDIO PREAMPLIFIER

- SINGLE OR DUAL SUPPLY OPERATION
- LOW NOISE FIGURE
- HIGH GAIN
- LARGE INPUT VOLTAGE RANGE
- EXCELLENT GAIN STABILITY VERSUS SUPPLY VOLTAGE
- NO LATCH UP
- OUTPUT SHORT CIRCUIT PROTECTED

The TBA 231A is a monolithic integrated dual operational amplifier in a 14-lead dual in-line plastic package.

These low-noise, high-gain amplifiers show extremely stable operating characteristics over a wide range of supply voltage and temperatures.

The device is intended for a variety of applications requiring two high performance operational amplifiers, such as phono and tape stereo preamplifier, TV remote control receiver, etc.

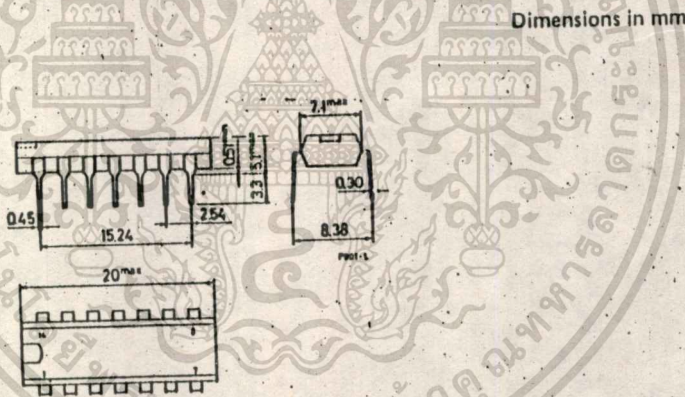
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_s	Supply voltage	± 18	V
V_i	Differential input voltage	± 5	V
V_{CM}	Common mode input voltage	± 15	V
P_{tot}	Power dissipation at $T_{amb} < 60^\circ\text{C}$	500	mW
T_{stg}	Storage temperature	-40 to 150	$^\circ\text{C}$
T_{op}	Operating temperature	0 to 70	$^\circ\text{C}$

* For $V_s < \pm 15\text{V}$, $V_{CM\ max} = V_s$.

ORDERING NUMBER: TBA 231A

MECHANICAL DATA



INTERSIL

**LM101A, AD101A
LM301A, AD301A**

**General Purpose
Operational Amplifier**

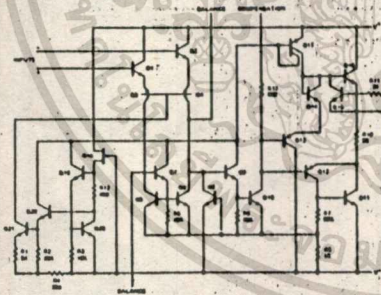
GENERAL DESCRIPTION

The Intersil 101A and 301A integrated circuits are general purpose operational amplifiers. These high performance op amps are improved versions of the standard 101 and 709.

This general purpose op amp has many outstanding features; overload protection on the input and output, no latch-up when the common mode range is exceeded, and freedom from oscillations. The 101A also features better accuracy and lower noise in high impedance circuitry, and low input currents. Frequency compensation is achieved with a single 30 pF capacitor. It has advantages over internally compensated amplifiers in that the frequency compensation can be tailored to the particular application. For example, in low frequency circuits it can be overcompensated for increased stability margin. Or the compensation can be optimized to give more than a factor of ten improvement in high frequency performance for most applications.

The Intersil 101A operates over a temperature range from -55°C to +125°C. The 301A has an operating temperature range from 0°C to +70°C.

SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage 101A	±22V
301A	±18V
Power Dissipation (Note 1)	500 mW
Differential Input Voltage	±30V
Input Voltage (Note 2)	±15V
Output Short-Circuit Duration	Indefinite
Operating Temperature Range 101A	-55°C to 125°C
301A	0°C to 70°C
Storage Temperature Range	-65°C to 150°C
Lead Temperature (Soldering, 60 sec)	300°C

NOTE 1: The maximum junction temperature of the 101A is 153°C while that of the 301A is 100°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 flat package, the derating is based on thermal resistance of 185°C/W when mounted on a 1/16-inch-thick epoxy glass board with ten 0.03-inch-wide, 2-ounce copper conductors. The thermal resistance of the dual-in-line package is 100°C/W, junction to ambient.

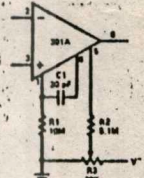
NOTE 2: For supply voltages less than ±15V, the absolute maximum input voltage is equal to the supply voltage.

TYPICAL APPLICATIONS

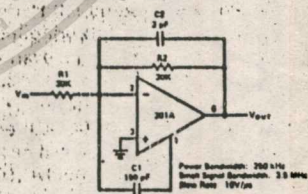
Fast Voltage Follower



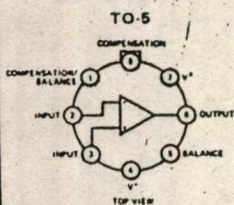
Standard Compensation and Offset Balancing Circuit



Fast Summing Amplifier

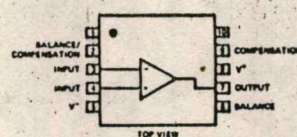


CONNECTION DIAGRAMS



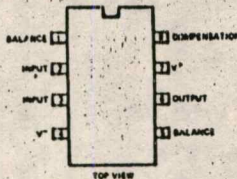
NOTE: Pin 4 connected to case.

Flat Package

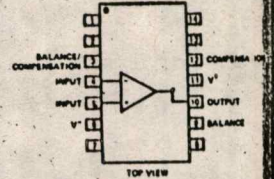


NOTE: Pin 5 connected to bottom of package.

8 Pin Plastic DIP



14 Pin DIP



NOTE: Pin 6 connected to bottom of package.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น. ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า. ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น. อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา. และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้.

LM101A, AD101A, LM301A, AD301A

INTERSIL

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Note)

PARAMETER	CONDITIONS	101A			301A			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Input Offset Voltage	$T_A = 25^\circ\text{C}, R_S \leq 50\text{ k}\Omega$		0.7	2.0	2.0		7.5	mV
Input Offset Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		1.5	10	3		50	nA
Input Bias Current	$T_A = 25^\circ\text{C}$		30	75	70		250	nA
Input Resistance	$T_A = 25^\circ\text{C}$	1.5	4		0.5	2		M Ω
Supply Current	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$ $T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 15\text{V}$		1.8	3.0	1.8		3.0	mA mA
Large Signal Voltage Gain	$T_A = 25^\circ\text{C}, V_S = \pm 15\text{V}$ $V_{OUT} = \pm 10\text{V}, R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	50	160		25	160		V/mV
Input Offset Voltage	$R_S \leq 50\text{ k}\Omega$			3.0			10	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage			3.0	15	6.0		30	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Offset Current				20			70	nA
Average Temperature Coefficient of Input Offset Current	$25^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$ $25^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$ $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq 25^\circ\text{C}$ $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 25^\circ\text{C}$		0.01	0.1	0.01		0.3	nA/ $^\circ\text{C}$ nA/ $^\circ\text{C}$ nA/ $^\circ\text{C}$ nA/ $^\circ\text{C}$
Input Bias Current				100			300	nA
Supply Current	$T_A = +125^\circ\text{C}, V_S = \pm 20\text{V}$		1.2	2.5				mA
Large Signal Voltage Gain	$V_S = \pm 15\text{V}, V_{OUT} = \pm 10\text{V}$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	25			15			V/mV
Input Voltage Swing	$V_S = \pm 15\text{V}, R_L = 10\text{ k}\Omega$ $R_L = 2\text{ k}\Omega$	± 12 ± 10	± 14 ± 13		± 12 ± 10	± 14 ± 13		V V
Output Voltage Range	$V_S = \pm 20\text{V}$ $V_S = \pm 15\text{V}$	± 15			± 12			V V
Common Mode Rejection Ratio	$R_S \leq 50\text{ k}\Omega$	80	96		70	90		dB
Supply Voltage Rejection Ratio	$R_S \leq 50\text{ k}\Omega$	80	96		70	96		dB

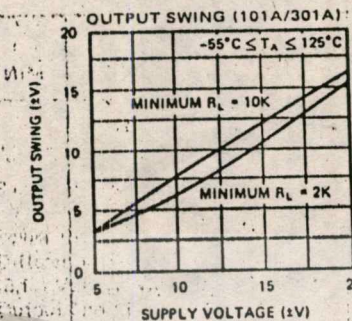
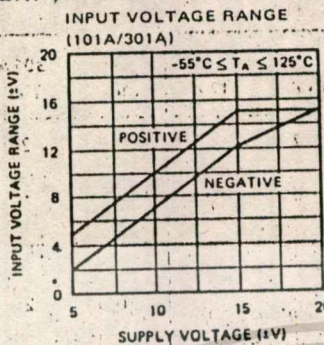
NOTE: For the 101A, these specifications apply for $\pm 5\text{V} < V_S < \pm 20\text{V}$ and $-55^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.
For the 301A, these specifications apply for $+5\text{V} \leq V_S \leq \pm 15\text{V}$ and $0^\circ\text{C} \leq T_A \leq 70^\circ\text{C}$, unless otherwise specified.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

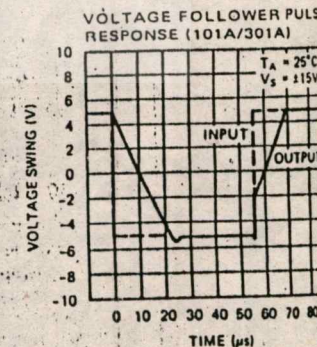
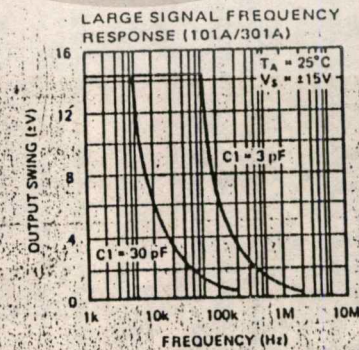
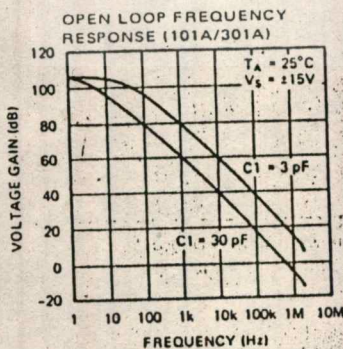
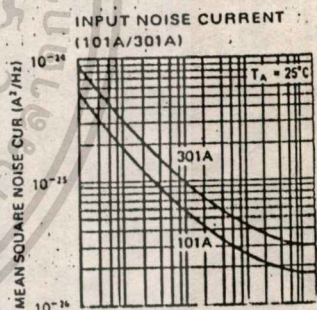
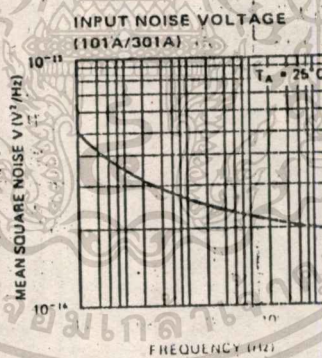
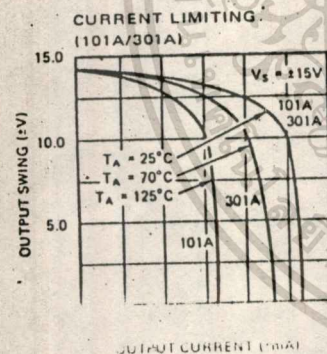
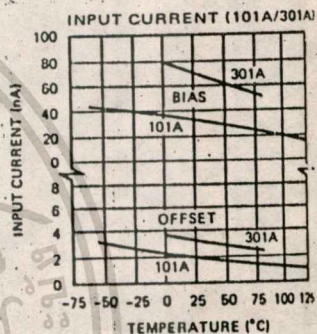
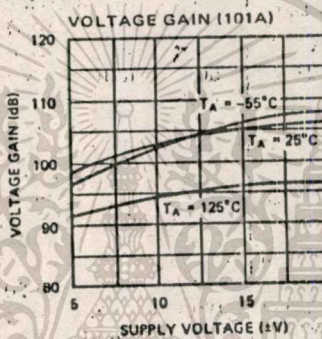
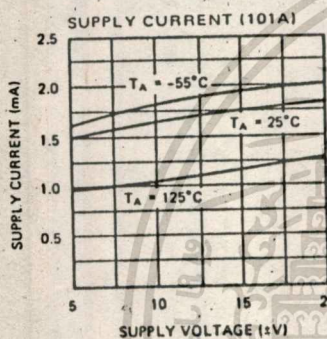
LM101A, AD101A, LM301A, AD301A

INTERSEMI

GUARANTEED PERFORMANCE FOR 101A, 301A*



TYPICAL PERFORMANCE FOR 101A, 301A*



*301A only guaranteed to ±15V, 0°C ≤ T_A ≤ 70°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะมิใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM101A, AD101A, LM301A, AD301A

INTERSIL

DEFINITION OF TERMS

INPUT VOLTAGE RANGE: The range of DC input voltages over which the regulator will operate within specifications.

OUTPUT VOLTAGE RANGE: The range of regulated output voltages over which the specifications apply.

OUTPUT-INPUT VOLTAGE DIFFERENTIAL: The voltage difference between the unregulated input voltage and the regulated output voltage for which the regulator will operate within specifications.

LINE REGULATION: The percentage change in regulated output voltage for a change in input voltage.

LOAD REGULATION: The percentage change in regulated output voltage for a change in load from the minimum load to the maximum load current specified.

CURRENT-LIMIT SENSE VOLTAGE: The voltage across the current limit terminals required to cause the regulator to current-limit with a short circuited output. This voltage is used to determine the value of the external current-limit resistor when external booster transistors are used.

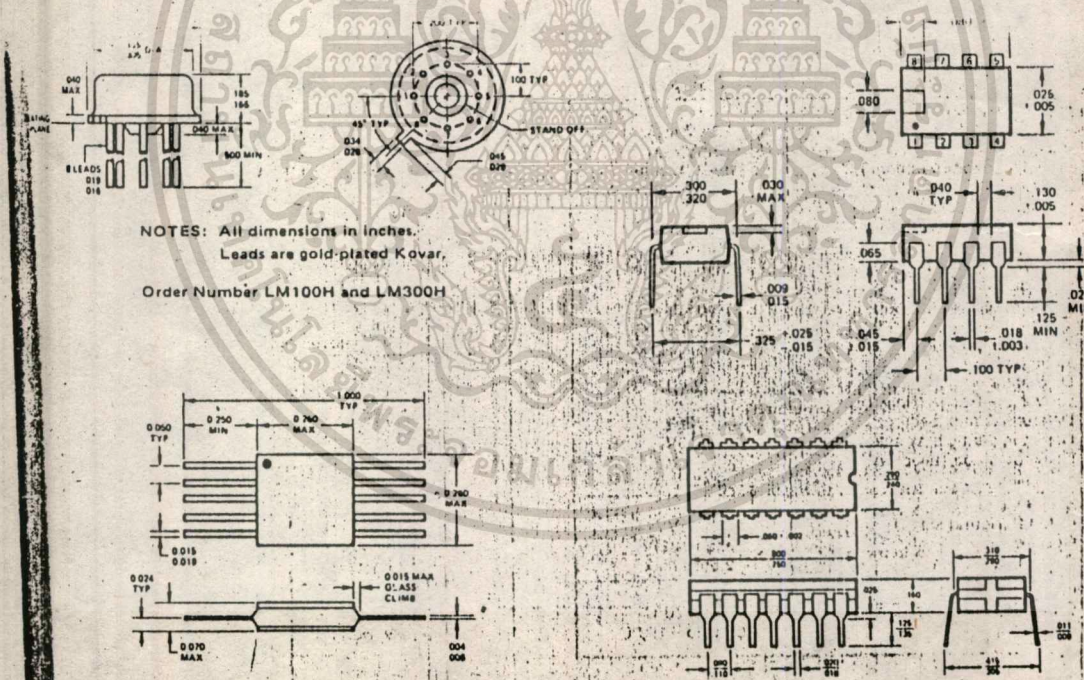
TEMPERATURE STABILITY: The percentage change in output voltage for a thermal variation from room temperature to either temperature extreme.

FEEDBACK SENSE VOLTAGE: The voltage, referred to ground, on the feedback terminal of the regulator while it is operating in regulation.

OUTPUT NOISE VOLTAGE: The average AC voltage at the output with constant load and no input ripple.

STANDBY CURRENT DRAIN: That part of the operating current of the regulator which does not contribute to the load current.

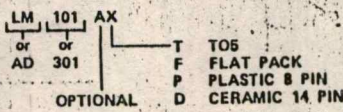
PACKAGE OUTLINES



NOTES: All dimensions in inches.
Leads are gold-plated Kovar.
Order Number LM100H and LM300H

Order Number LM100F

ORDERING INFORMATION:



5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

INTERMIL

ICM7555 Low Power General Purpose Timer

ICM7556 Low Power Dual Timer

(High Performance Equivalents
of the 555, 556, and 355 timers)

FEATURES

- Exact equivalent in most cases for SE/NE555 or 556 or the 355.
- Low Supply Current 80 μ A Typ. (ICM7555)
160 μ A Typ. (ICM7556)
- Extremely low trigger, threshold and reset currents - 20pA Typical
- High speed operation - 500 kHz guaranteed
- Wide operation supply voltage range guaranteed 2 to 18 volts
- Well behaved Reset function - No crowbaring of supply during output transition.
- Can be used with higher impedance timing elements than regular 555/6 for longer RC time constants.
- Timing from microseconds through hours
- Operates in both astable and monostable modes
- Adjustable duty cycle
- High output source/sink driver-can drive TTL/CMOS
- Typical temperature stability of 0.005% per °C at 25°C
- Normally on and normally off output with very low offsets
- Completely static protected - no special handling considerations.

GENERAL DESCRIPTION

The ICM7555/6 are CMOS RC timers providing significantly improved performance over the standard SE/NE555/6 and 355 timers, while at the same time being direct replacements for those devices in most applications. Improved parameters include the low supply current, wide operating supply voltage range, low THRESHOLD, TRIGGER and RESET currents, no crowbaring of the supply current during any output transition, higher frequency performance and no requirement to decouple CONTROL VOLTAGE for stable operation.

Specifically, the ICM7555/6 are stable controllers capable of producing accurate time delays or frequency. The ICM7556 is a dual ICM7555, with the two timers operating independently of one another, sharing only V⁺(Vcc) and V⁻(GND). In the time delay one shot mode of operation for each circuit, the time is precisely controlled by one external resistor and one capacitor. For astable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled by two external resistors and one capacitor, unlike the regular bipolar 555/6 devices, which also requires the CONTROL VOLTAGE terminal to be decoupled with a capacitor to prevent multiple output glitching during a transition. The circuits are triggered and reset on falling (negative) waveforms, and the output inverter can source or sink large currents to drive TTL loads or provide minimal offsets to drive CMOS loads.

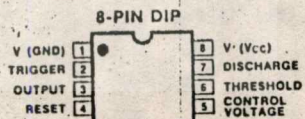
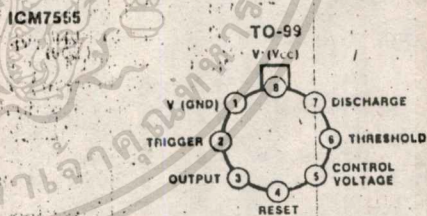
APPLICATIONS

- Precision Timing
- Pulse Generation
- Sequential Timing
- Time Delay Generation
- Pulse Width Modulation
- Pulse Position Modulation
- Missing Pulse Detector

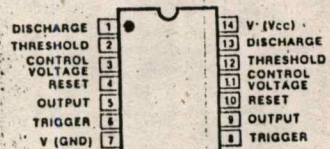
ORDERING INFORMATION

ORDER PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE
ICM7555IPA	-20 to 70°C	8 Lead MiniDip
ICM7555ITY	-20 to 70°C	TO-99 Can
ICM7555MTY	-55 to +125°C	TO-99 Can
ICM7556IPD	-20 to +70°C	14 Lead Plastic DIP
ICM7556MDD	-55 to +125°C	14 Lead Ceramic DIP
ICM7555D		DICE
ICM7556D		DICE

PIN CONFIGURATIONS (Top View)



ICM7556



ICM7555/ICM7556

INTERSIL

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (NOTE 1)

Supply Voltage (V ⁺ -V ⁻)	+18 Volts	Operating Temperature Range	
Input Voltage (Note 2)	≤ V ⁺ + 0.3V	ICM7555IPA	-20°C to +70°C
	to ≥ V ⁻ - 0.3V	ICM7555ITY	-20°C to +70°C
		ICM7556IPD	-20°C to +70°C
		ICM7555MTY	-55°C to +125°C
		ICM7556MDD	-65°C to +150°C
Output Current	100 mA	Storage Temperature	-65°C to +150°C
Power Dissipation (Note 3)	ICM7556 300 mW	Lead Temperature (Soldering 60 Seconds)	+300°C
	ICM7555 200 mW		

OPERATING CHARACTERISTICS (T_A = 25°C, V⁺-V⁻ = +2 to +15 Volts unless other specified)

PARAMETER	TEST CONDITIONS	VALUE			UNITS
		MIN	TYP	MAX	
Supply Voltage	-20°C ≤ T _A ≤ +70°C -55°C ≤ T _A ≤ +125°C	2 3		18 18	V
Supply Current (Note 4)	ICM7555 V ⁺ -V ⁻ = 2V V ⁺ -V ⁻ = 18V		60 120	200 300	μA
Supply Current (Note 4)	ICM7556 V ⁺ -V ⁻ = 2V V ⁺ -V ⁻ = 18V		120 240	400 600	
Timing Error (Note 5)	R _A , R _B = 1k to 100k C = 0.1μF		2.0		%
Initial Accuracy			50		ppm/°C
Drift with Temperature			1.0		%/√Volt
Drift with Supply Voltage	V ⁺ -V ⁻ = 5V				
Threshold Voltage			2/3(V ⁺ -V ⁻)		V
Trigger Voltage			1/3(V ⁺ -V ⁻)		
Trigger Current	V ⁺ -V ⁻ = 18V V ⁺ -V ⁻ = 5V V ⁺ -V ⁻ = 2V		50 10 1		
Threshold Current	V ⁺ -V ⁻ = 18V V ⁺ -V ⁻ = 5V V ⁺ -V ⁻ = 2V		50 10 1		pA
Reset Current	V _{RESET} = V ⁻ V ⁺ -V ⁻ = 18V V ⁺ -V ⁻ = 5V V ⁺ -V ⁻ = 2V		100 20 2		
Reset Voltage	V ⁺ -V ⁻ = 18V V ⁺ -V ⁻ = 2V	0.4 0.4	0.7 0.7	1.0 1.0	
Control Voltage Lead			2/3(V ⁺ -V ⁻)		V
Output Voltage Drop	Output Lo V ⁺ -V ⁻ = 18V V ⁺ -V ⁻ = 5V Output Hi V ⁺ -V ⁻ = 18V V ⁺ -V ⁻ = 5V		IsINK = 3.2mA IsINK = 3.2mA IsOURCE = 1.0mA IsOURCE = 1.0mA	0.1 0.15 17.8 4.0	0.4 0.4
Rise Time of Output	R _L = 10Mohms C _L = 7pF V ⁺ -V ⁻ = 5V			40.0	nS
Fall Time of Output	R _L = 10Mohms C _L = 7pF V ⁺ -V ⁻ = 5V			40.0	
Guaranteed Max Osc Freq	Astable Operation	500			kHz

NOTES:

Absolute Maximum ratings define stress limitations which, if exceeded, may permanently damage the device. These ratings may not be continuous duty ratings. For continuous operation these devices must be operated under the conditions defined under "OPERATING CHARACTERISTICS."

Due to the SCR structure inherent in the CMOS process used to fabricate these devices, connecting any terminal to a voltage greater than V⁺ - 0.3V or less than V⁻ - 0.3V may cause destructive latchup. For this reason it is recommended that no inputs from external sources not operating from the same power supply be applied to the device before its power supply is established. In multiple systems, the supply of the ICM7555/6 must be turned on first.

Junction temperatures should not exceed 135°C and the power dissipation must be limited to 20mW at 125°C. Below 125°C power dissipation may be increased to 300mW at 25°C. Derating factor is approximately 3mW/°C (7556) or 2mW/°C (7555).

The supply current value is essentially independent of the TRIGGER, THRESHOLD and RESET voltages. For supply voltages between 5 and 15 volts.

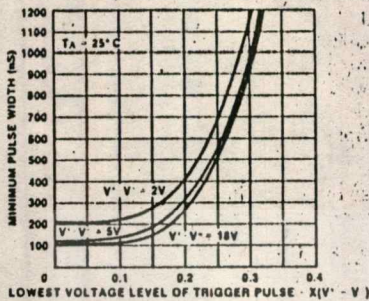
6

ICM7555/ICM7556

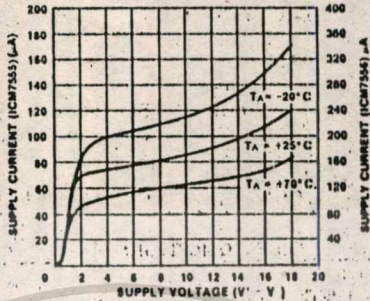
INTERSIL

TYPICAL CHARACTERISTICS

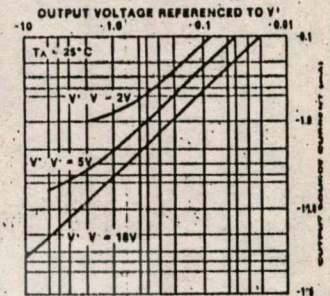
MINIMUM PULSE WIDTH REQUIRED FOR TRIGGERING



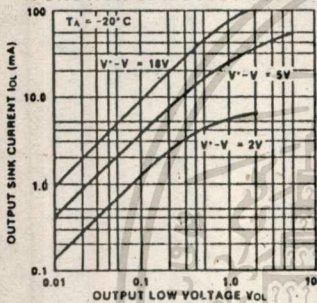
SUPPLY CURRENT AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



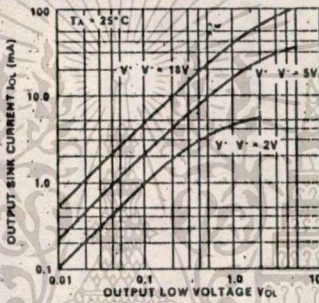
OUTPUT SOURCE CURRENT AS A FUNCTION OF OUTPUT VOLTAGE



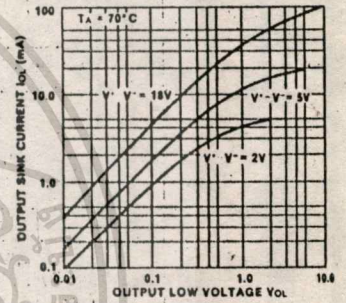
OUTPUT SINK CURRENT AS A FUNCTION OF OUTPUT VOLTAGE



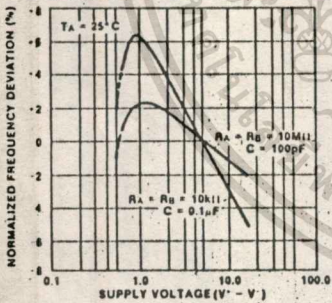
OUTPUT SINK CURRENT AS A FUNCTION OF OUTPUT VOLTAGE



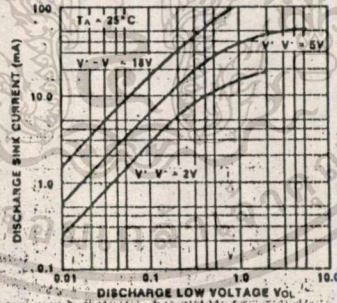
OUTPUT SINK CURRENT AS A FUNCTION OF OUTPUT VOLTAGE



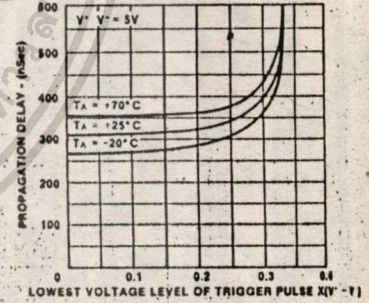
NORMALIZED FREQUENCY STABILITY IN THE ASTABLE MODE AS A FUNCTION OF SUPPLY VOLTAGE



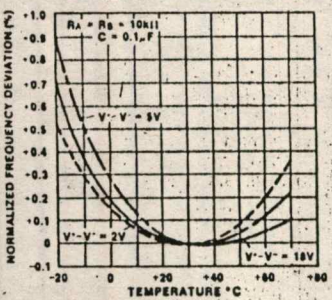
DISCHARGE OUTPUT CURRENT AS A FUNCTION OF DISCHARGE OUTPUT VOLTAGE



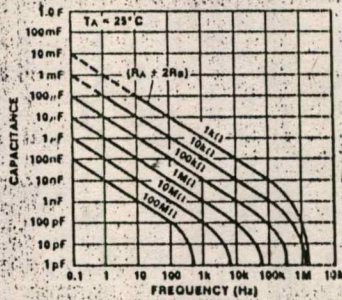
PROPAGATION DELAY AS A FUNCTION OF VOLTAGE LEVEL OF TRIGGER PULSE



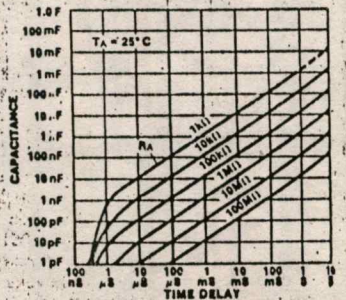
NORMALIZED FREQUENCY STABILITY IN THE ASTABLE MODE AS A FUNCTION OF TEMPERATURE



FREE RUNNING FREQUENCY AS A FUNCTION OF RA, RB AND C



TIME DELAY IN THE MONOSTABLE MODE AS A FUNCTION OF RA AND C



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ICM7555/ICM7556

INTERSIL

APPLICATION NOTES GENERAL

The ICM7555/6 devices are, in most instances, direct replacements for the NE/SE 555/6 devices. However, it is possible to effect economics in the external component count using the ICM7555/6. In general because the bipolar 555/6 devices produce large crowbar currents in the output driver, it is necessary to decouple the power supply lines with a good capacitor close to the device. The current transient is shown in Figure 2.

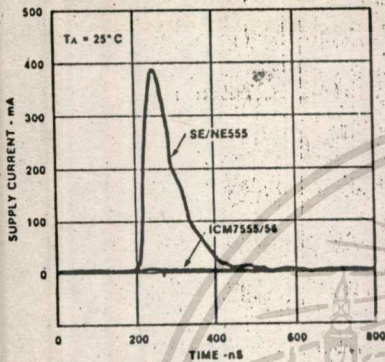


Figure 2: Supply Current Transient for a Standard Bipolar 555 During an Output Transition

The ICM7555/6 produces supply current spikes of only 2-3 mA instead of 300-400 mA and supply decoupling is normally not necessary. Secondly, in most instances, the CONTROL VOLTAGE decoupling capacitors are not required since the input impedance of the CMOS comparators on chip are very high. **THUS, FOR MANY APPLICATIONS 2 CAPACITORS CAN BE SAVED USING AN ICM7555 AND 3 CAPACITORS WITH AN ICM7556.**

POWER SUPPLY CONSIDERATIONS

Although the supply current consumed by the ICM7555/6 devices is very low, the total system supply can be high unless the timing components are high impedance. Therefore, use high values for R_A and R_B and low values for C in Figures 3 and 4.

OUTPUT DRIVE CAPABILITY

The output driver consists of a CMOS inverter capable of driving most logic families including CMOS and TTL. As such, if driving CMOS, the output swing at all supply voltages will equal the supply voltage. At a supply voltage of 5 volts or more the ICM7555/6 will drive at least 2 standard TTL loads.

ASTABLE OPERATION

The circuit can be connected to trigger itself and free run as a multivibrator. The external capacitor charges through R_A and R_B and discharges through R_B only. Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors. In this mode of operation, the capacitor charges and discharges between $1/3$ and $2/3$ ($V^+ - V^-$). As in the triggered mode, the charge and discharge times, and therefore the frequency, are essentially independent of the supply voltage. The frequency of oscillation is given by:

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.46}{(R_A + 2R_B)C}$$

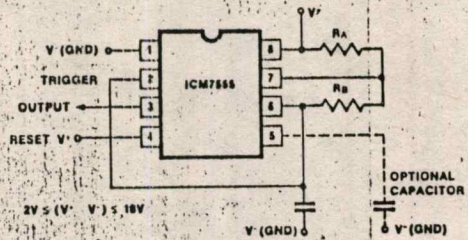


Figure 3: Astable Operation

MONOSTABLE OPERATION

In this mode of operation, the timer functions as a one-shot. Initially the external capacitor (C) is held discharged by a transistor inside the timer. Upon application of a negative trigger pulse to pin 2, the flip flop is set which releases the short circuit across the external capacitor and drives the output high. The voltage across the capacitor now increases exponentially with a time constant $\tau = RAC$. When the voltage across the capacitor equals $2/3$ ($V^+ - V^-$), the comparator resets the flip flop, which in turn discharges the capacitor rapidly and also drives the output to its low state.

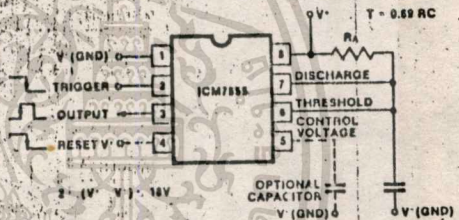


Figure 4: Monostable Operation

CONTROL VOLTAGE

The CONTROL VOLTAGE terminal permits the two trip voltages for the THRESHOLD and TRIGGER internal comparators to be controlled. This provides the possibility of oscillation frequency modulation in the astable mode or even inhibition of oscillation, depending on the applied voltage. In the monostable mode, delay times can be changed by varying the applied voltage to the CONTROL VOLTAGE pin.

RESET

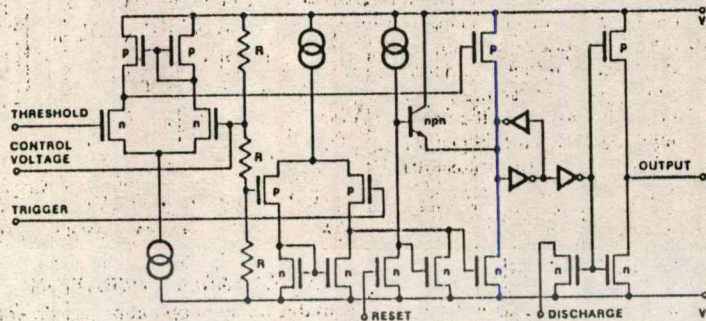
The RESET terminal is designed to have essentially the same trip voltage as the standard bipolar 555/6, i.e. 0.6 to 0.7 volts. At all supply voltages V^- to V^+ it represents an extremely high input impedance (Mohms). The mode of operation of the RESET function is, however, much improved over the standard bipolar 555/6 in that it controls only the internal flip flop, which in turn controls simultaneously the state of the OUTPUT and DISCHARGE pins. However, with the 555/6 the situation is much more complex and undesirable. When the RESET pin is slowly taken negatively through its trip voltage, the DISCHARGE terminal is initially partially turned on. Then the internal flip flop has its state changed. Finally the OUTPUT and the DISCHARGE pins are put into low impedance "LOW" states.

6

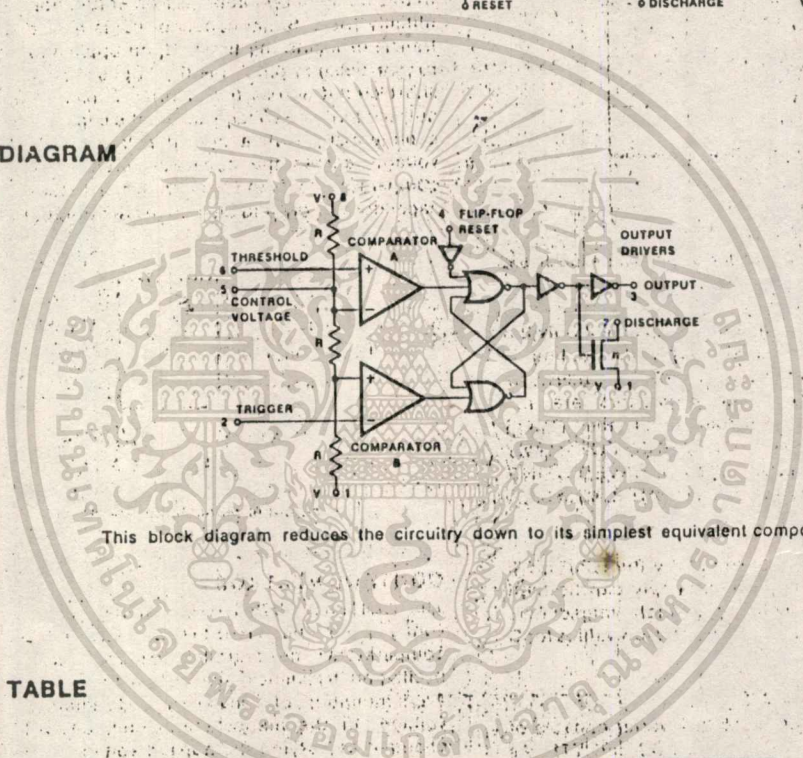
ICM7555/ICM7556

INTERMIL

EQUIVALENT CIRCUIT



BLOCK DIAGRAM



This block diagram reduces the circuitry down to its simplest equivalent components.

TRUTH TABLE

6

THRESHOLD VOLTAGE	TRIGGER VOLTAGE	RESET	OUTPUT	DISCHARGE SWITCH
DONT CARE	DONT CARE	LOW	LOW	ON
$>2/3(V^+ - V^-)$	$>2/3(V^+ - V^-)$	HIGH	LOW	ON
$1/3 < V_{TH} < 2/3$	$1/3 < V_{TH} < 2/3$	HIGH	?	?
$<1/3(V^+ - V^-)$	$<1/3(V^+ - V^-)$	HIGH	HIGH	OFF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

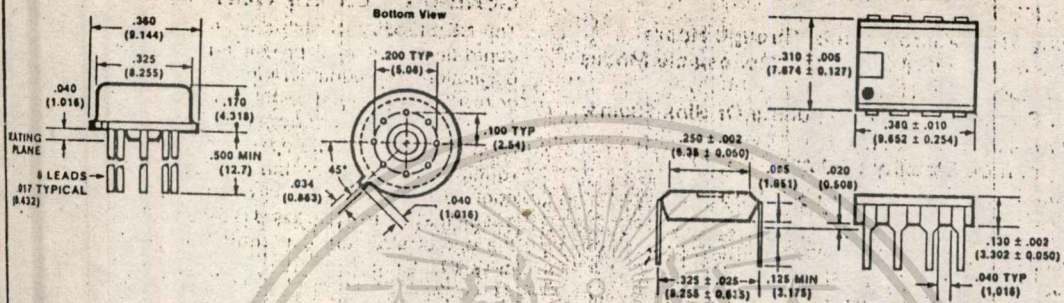
CM7555/ICM7556

INTERSIL

PACKAGE OUTLINES

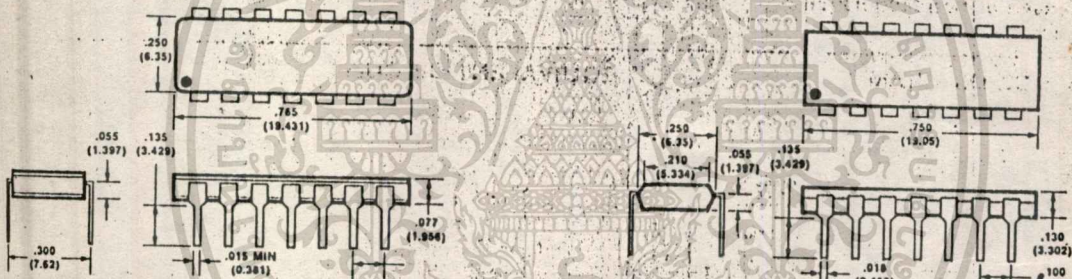
TO-99 PACKAGE

8 LEAD PLASTIC DIP



14 PIN HERMETIC DUAL-IN-LINE PACKAGE

14 PIN PLASTIC DUAL-IN-LINE PACKAGE

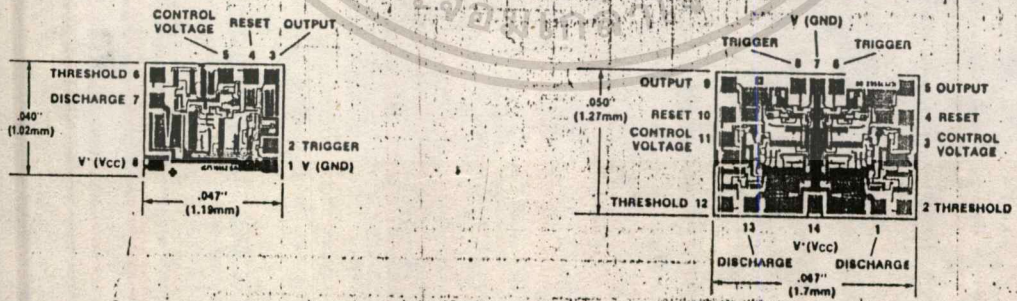


1 All leads gold plated KOVAR
2 All dimensions in inches (mm)

CHIP TOPOGRAPHIES

ICM7555

ICM7556



6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEATURES

- Timing From Microseconds Through Hours
- Operates In Both Astable And Monostable Modes
- Adjustable Duty Cycle
- High Current Output Can Source Or Sink 200mA
- Output Can Drive TTL
- Temperature Stability Of 0.005% Per °C
- Normally On And Normally Off Output

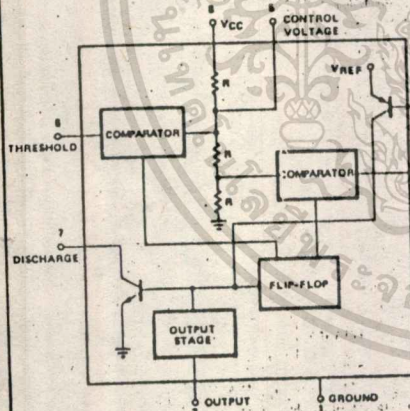
APPLICATIONS

- Precision Timing
- Pulse Generation
- Sequential Timing
- Time Delay Generation
- Pulse Width Modulation
- Pulse Position Modulation
- Missing Pulse Detector

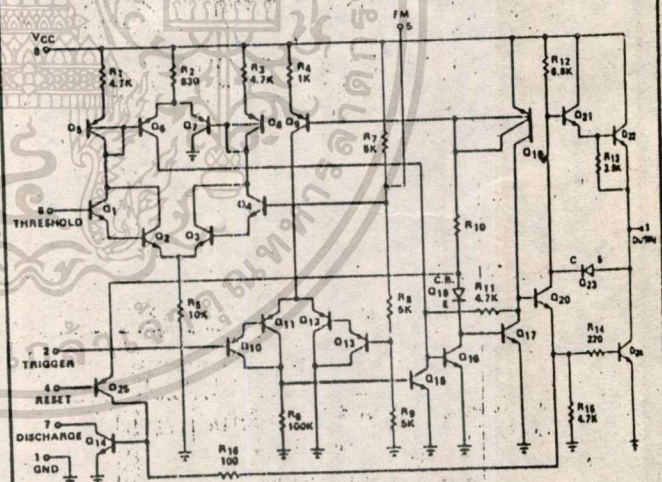
GENERAL DESCRIPTION

The NE/SE 555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays, or oscillation. Additional terminals are provided for triggering or resetting if desired. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink large currents or drive TTL circuits.

BLOCK DIAGRAM



EQUIVALENT CIRCUIT



ORDERING INFORMATION

TYPE	PART NUMBER	TEMPERATURE RANGE	PACKAGE
555	NE555 V	0°C to 70°C	8 Pin DIP
555	NE555 T	0°C to 70°C	TO-99
555	SE555 V	-55°C to 125°C	14 Pin Hermetic DIP
555	SE555 T	-55°C to 125°C	TO-99

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage	+18V
Power Dissipation	600mW
Operating Temperature Range	
NE555	0°C to +70°C
SE555	-55°C to +125°C
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	+300°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

TEST CONDITIONS: T_A = 25°C, V_{CC} = +5V to +15 unless otherwise specified

PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE555			NE555			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Supply Voltage		4.5		18	4.5		16	V
Supply Current	V _{CC} = 5V R _L = ∞		3	5		3	6	mA
	V _{CC} = 15V R _L = ∞		10	12		10	15	
	Low State, Note 1							
Timing Error	R _A , R _B = 1kΩ to 100kΩ C = 0.1μF Note 2		0.5	2		1		%
Initial Accuracy			30	100		50		ppm/°C
Drift with Temperature			0.005	0.02		0.01		%/Volt
Drift with Supply Voltage			2/3			2/3		X V _{CC}
Threshold Voltage								
Trigger Voltage	V _{CC} = 15V	4.8	5	5.2		5		V
	V _{CC} = 5V	1.45	1.67	1.9		1.67		
Trigger Current			0.5			0.5		μA
Reset Voltage		0.4	0.7	1.0	0.4	0.7	1.0	V
Reset Current			0.1			0.1		mA
Threshold Current	Note 3		0.1	25		0.1	25	μA
Control Voltage Level	V _{CC} = 15V	9.6	10	10.4	9.0	10	11	V
	V _{CC} = 5V	2.9	3.33	3.8	2.6	3.33	4	
Output Voltage Drop (low)	V _{CC} = 15V							V
	I _{SINK} = 10mA		0.1	0.15		0.1	.25	
	I _{SINK} = 50mA		0.4	0.5		0.4	.75	
	I _{SINK} = 100mA		2.0	2.2		2.0	2.5	
	I _{SINK} = 200mA		2.5			2.5		
	V _{CC} = 5V							
	I _{SINK} = 8mA		0.1	0.25		.25	.35	
Output Voltage Drop (high)	I _{SOURCE} = 200mA		12.5			12.5		V
	V _{CC} = 15V							
	I _{SOURCE} = 100mA							
	V _{CC} = 15V	13.0	13.3		12.75	13.3		
	V _{CC} = 5V	3.0	3.3		2.75	3.3		
Rise Time of Output			100			100		nsec
Fall Time of Output			100			100		nsec

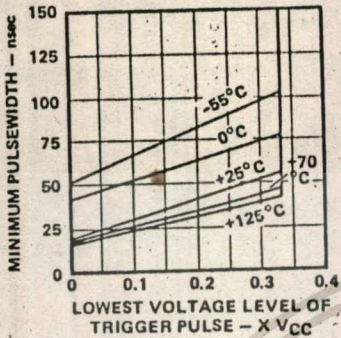
NOTE 1: Supply Current when output high typically 1mA less.

NOTE 2: Tested at V_{CC} = 5V and V_{CC} = 15V.

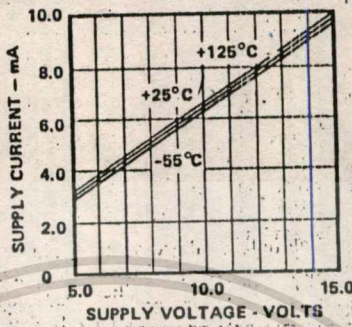
NOTE 3: This will determine the maximum value of R_A + R_B. For 15V operation, the max. total R = 20 megohm.

TYPICAL CHARACTERISTICS

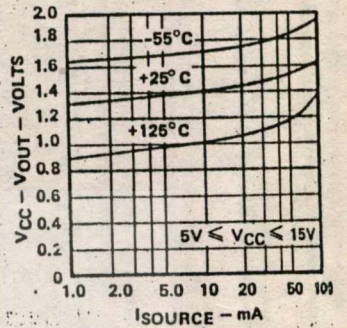
MINIMUM PULSE WIDTH REQUIRED FOR TRIGGERING



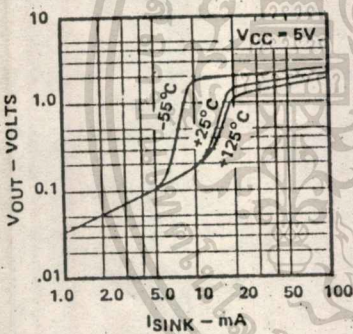
SUPPLY CURRENT VS SUPPLY VOLTAGE



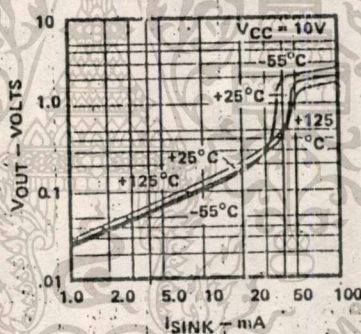
HIGH OUTPUT VOLTAGE VS OUTPUT SOURCE CURRENT



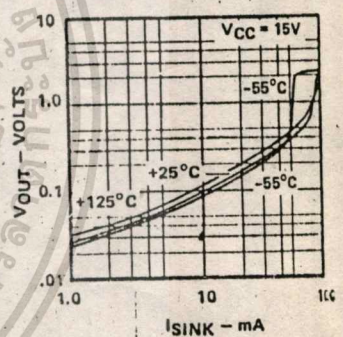
LOW OUTPUT VOLTAGE VS OUTPUT SINK CURRENT



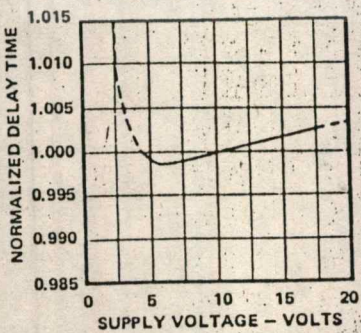
LOW OUTPUT VOLTAGE VS OUTPUT SINK CURRENT



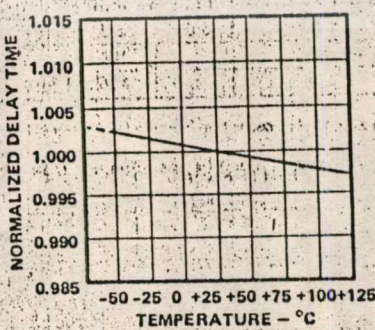
LOW OUTPUT VOLTAGE VS OUTPUT SINK CURRENT



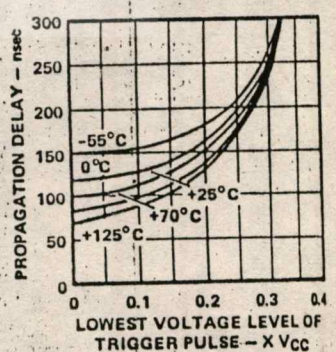
DELAY TIME VS SUPPLY VOLTAGE



DELAY TIME VS TEMPERATURE

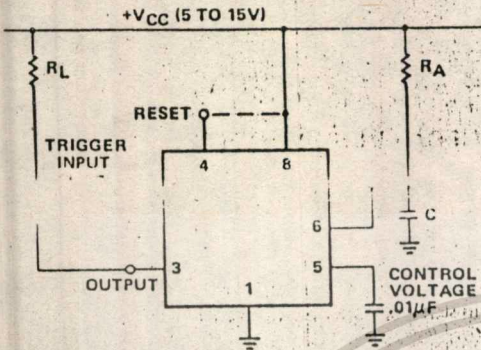


PROPAGATION DELAY VS VOLTAGE LEVEL OF TRIGGER PULSE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

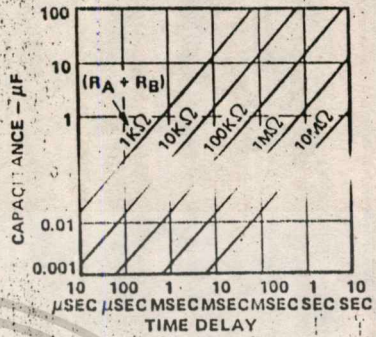
APPLICATION INFORMATION
MONOSTABLE OPERATION



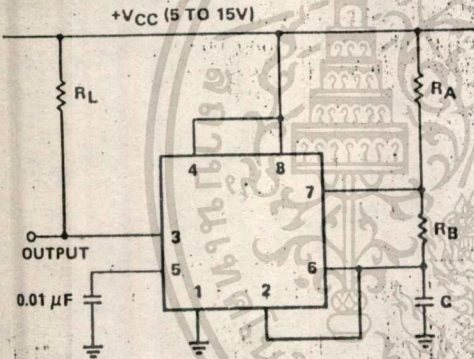
In this mode of operation, the timer functions as a one-shot. Initially the external capacitor (C) is held discharged by a transistor inside the timer. Upon application of a negative trigger pulse to pin 2, the flip-flop is set which releases the short circuit across the external capacitor and drives the

output high. The voltage across the capacitor, now, increases exponentially with the time constant $\tau = R_A C$. When the voltage across the capacitor equals $2/3 V_{CC}$, the comparator resets the flip-flop which in turn discharges the capacitor rapidly and drives the output to its low state.

TIME DELAY
VS R_A , R_B AND C



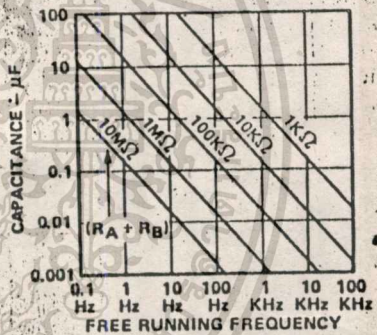
ASTABLE OPERATION



The circuit can also be connected so as to trigger itself and free run as a multivibrator. The external capacitor charges through R_A and R_B and discharges through R_B only. Thus the duty cycle may be precisely set by the ratio of these two resistors. In this mode of operation, the capacitor charges and discharges between $1/3 V_{CC}$ and $2/3 V_{CC}$. As in the

triggered mode, the charge and discharge times, and therefore the frequency are independent of the supply voltage.

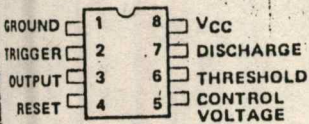
FREE RUNNING FREQUENCY
VS R_A , R_B AND C



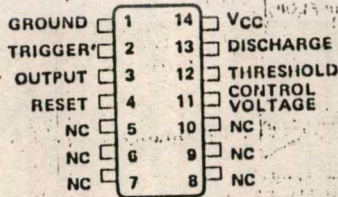
The frequency of oscillation is given by: $f = \frac{1}{T} = \frac{1.46}{(R_A + 2R_B) C}$

PIN CONFIGURATIONS

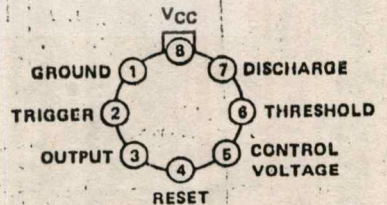
8-PIN DIP



14-PIN HERMETIC DIP



TO-99



6

5414/7414 Hex Schmitt-Trigger Inverter

	Schottky TTL				High-Speed TTL				Low-Power Schottky TTL				Standard TTL				Low-Power TTL			
	Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package			Device Type	Package		
		G	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF		C	P	M	CF
T.I.											SN54LS14	J	D	W		SN5414	J	D	W	
FAIRCHILD											SN74LS14	J	D	W		SN7414	J	D	W	
MOTOROLA											MS54LS14/MS74LS14	D	N	P	FD	MS5414/MS7414	D	N	P	FD
N.S.C.											SN74LS14	P	I			MC7414	P	I		
PHILIPS											UM54LS14					UM5414				
SIGNETICS											DM74LS14					DM7414				
SIEMENS											N74LS14					N7414				
FUJITSU											74LS14									
HITACHI											HD74LS14					HD7414				
MITSUBISHI											M74LS14					M5314				
NEC																				
TOSHIBA																				

Electrical Characteristics SN54LS14 SN74LS14

absolute maximum ratings over full operating temperature range

Supply voltage V_{CC}	18	18	18	18
Input voltage	18	18	18	18
Output voltage	18	18	18	18
Storage temperature	-55 to 125	-55 to 125	-55 to 125	-55 to 125
Operating temperature	-55 to 125	-55 to 125	-55 to 125	-55 to 125

Recommended Operating Conditions

PARAM	MIN	MAX	UNIT
Supply voltage V_{CC}	5	15	V
High-level output current I_{OH}	-10	0	mA
Low-level output current I_{OL}	0	10	mA
Operating temperature	-55	125	°C

Electrical Characteristics (Recommended Operating Conditions)

PARAM	MIN	TYP	MAX	UNIT
V_{IH} Positive input voltage	2.0	1.6	3.0	V
V_{IL} Negative input voltage	0.8	0.4	1.0	V
Hysteresis	0.4	0.4	0.4	V
V_I Input clamp voltage	0	1.5	1.5	V
V_{OH} High-level output voltage	2.4	1.4	1.4	V
V_{OL} Low-level output voltage	0.4	0.4	0.4	V
I_{IH} Input current at positive-going transition	0	0.14	0.14	mA
I_{IL} Input current at negative-going transition	0	0.18	0.18	mA
I_I Input clamp current maximum at 0V	0	0.1	0.1	mA
I_{IH} High-level input current	0	20	20	µA
I_{IL} Low-level input current	0	0.4	0.4	mA
I_{OS} Short-circuit output current	0	20	100	mA
I_{CC} Supply current	0	0.5	15	µA
I_{CC} Total output high current	0	12	21	mA
I_{CC} Total output low current	0	1.72	1.72	mA
t_{PLH} Propagation delay low-to-high output	0	15	22	ns
t_{PHL} Propagation delay high-to-low output	0	15	22	ns

Pin Assignment (Top View)

positive logic
V = A

Schematics (each gate)

14 CIRCUIT

LS14 CIRCUIT

Resistor values shown are nominal and in ohms

† For conditions see MIN or MAX use the appropriate value depending upon recommended operating conditions.
 ‡ All typical values are at $V_{CC} = 5V$, $T_A = 25^\circ C$.
 * Not more than one output should be shorted at a time.

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ในการจัดทำโครงการ เรื่อง เครื่องหักท่ายผู้มาเยือน (Visiting box) ซึ่งเป็นหลักสูตรของนักศึกษาระดับปริญญาตรี คณะวิศวกรรมศาสตร์ภาคเทคนิคอุตสาหกรรม สาขา เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ จนได้เป็นผลสำเร็จ ทั้งนี้ได้รับความอนุเคราะห์จาก

1. อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ

อาจารย์ วิชัย สุรพัฒน์

2. บริษัทวิทยุการบินแห่งประเทศไทย

ที่ได้ให้ความช่วยเหลือด้านเครื่องมืออันทันสมัย

ทางคณะผู้จัดทำโครงการนี้ขอขอบคุณในความกรุณาของท่าน ณ. ทินด้วย

ปานเทพ อินทรลาวัณย์

สุทัศน์ กริ่งไกร

หนังสืออ้างอิง

- เทคนิคการใช้งานอุลตราโซนิคทรานสดิวเซอร์สำหรับนักทดลอง
ของ หนิง โชติสรยุทธ์
- วารสารเคมีคอนคัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 75
ประจำเดือน กุมภาพันธ์ 2530
- วารสารเคมีคอนคัคเตอร์อิเล็กทรอนิกส์, ฉบับที่ 44
- วารสารคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์เวิลด์, ฉบับที่ 118
ประจำเดือน สิงหาคม 2531
- วารสารคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์เวิลด์, ฉบับที่ 112
ประจำเดือน ตุลาคม-พฤศจิกายน 2530
- วารสารคอมพิวเตอร์อิเล็กทรอนิกส์เวิลด์, ฉบับที่ 107
ประจำเดือน มิถุนายน 2530
- คู่มือการใช้ลิเนียร์ไอซี ของ โยธิน เปรมปราวณิชต์
ของสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)