

รายงานการวิจัย

การพัฒนาระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิคส์
Development of Ultrasonic Bird Repeller System

โดย
นาย อภินัย ฤกษ์รัตน์

RCM

TK

5989

ค.ศ. 2551

เลขหมู่.....

เลขทะเบียน..... **81639**

วัน,เดือน,ปี..... **19 ต.ย. 2551**

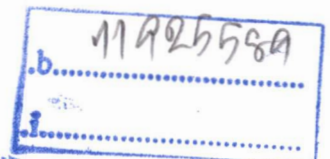
ศูนย์วิจัยอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วย

วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

ปีงบประมาณ 2550



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการวิจัย (ภาษาไทย) “การพัฒนาระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์”
(ภาษาอังกฤษ) “Development of Ultrasonic Bird Repeller System”

ชื่อผู้วิจัย (ภาษาไทย) นาย อภินัย ฤกษ์รัตน์
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Apinai Rerkratn

หน่วยงานที่รับผิดชอบงานวิจัย และที่อยู่

แผนก/ภาควิชา ศูนย์วิจัยอิเล็กทรอนิกส์ กอง/คณะ คณะวิศวกรรมศาสตร์
กรม/มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
กระทรวง/ทบวง กระทรวงศึกษาธิการ
ที่อยู่ ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 0-2739-0643 โทรสาร 0-2739-2384

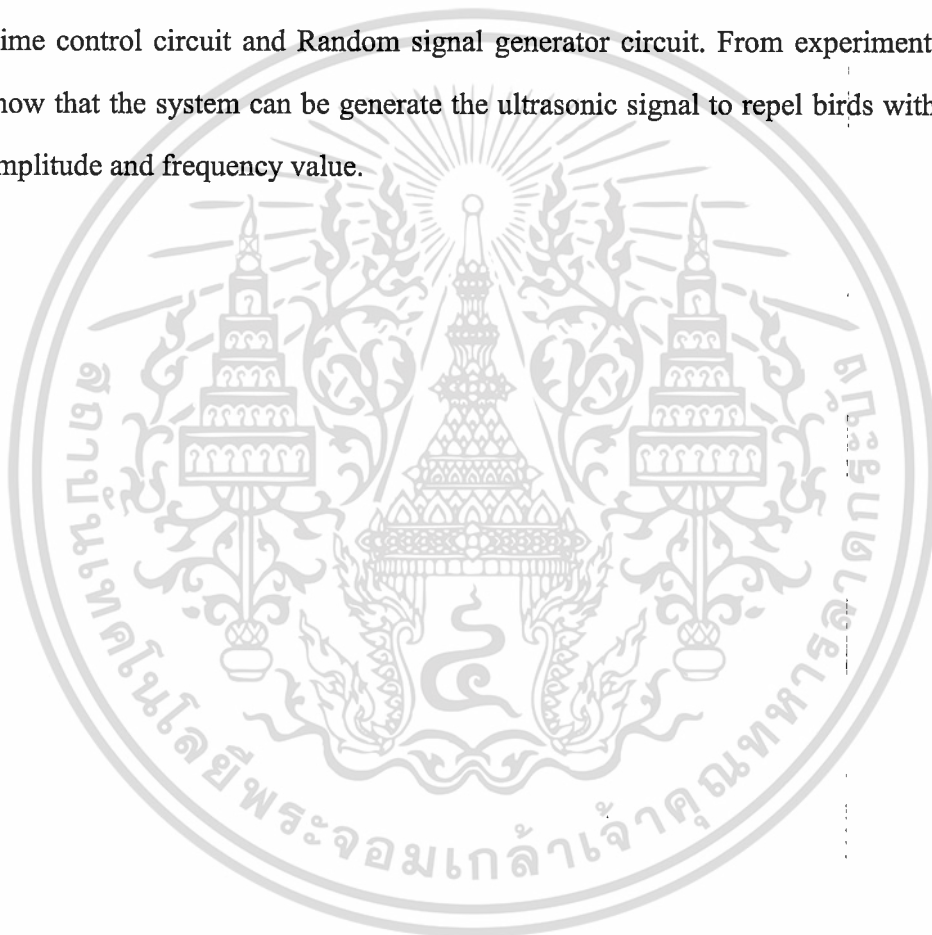
ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยเพื่อพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมด้วยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี
ประจำปี.....2550..... จำนวนเงิน.....395,000.....บาท
ระยะเวลาการทำการวิจัย.....1.....ปี ตั้งแต่.....1..ตุลาคม..2549...ถึง.....30..กันยายน..2550

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้นำเสนอการพัฒนาต้นแบบระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์เพื่อ
ประยุกต์ใช้งานในการขับไล่นกตามบ้านเรือน หรือตามสถานที่ต่างๆ เช่น โบสถ์ วิหาร วัดวาอาราม
ต่างๆ ที่มีนกเข้ามาอาศัยอยู่ก่อความรำคาญและสร้างความสกปรก โดยไม่ทำอันตรายต่อนกหรือผู้
คนที่อยู่รอบตัวเครื่อง สำหรับระบบขับไล่นกที่พัฒนาขึ้นนี้จะประกอบด้วยวงจรย่อยต่างๆดังนี้ วง
จรกำเนิดสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์, วงจรควบคุมระดับสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์, วงจรควบ
คุมการกำเนิดสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ และวงจรกำเนิดสัญญาณสุ่ม จากการออกแบบและ
ทดสอบระบบที่พัฒนาขึ้นผลปรากฏว่าวงจรที่ออกแบบขึ้นมาสามารถกำเนิดสัญญาณเสียงอัลตรา
โซนิกส์ในรูปแบบต่างๆ สำหรับใช้ขับไล่นกตามที่ต้องการ

ABSTRACT

This research project presents the development of bird repeller system using ultrasonic signal. This system is used to repel the birds in house, temples, or buildings without any healthy effect to living things near the system. The developed system consists of ultrasonic signal generator circuit, Ultrasonic signal level control circuit, Time control circuit and Random signal generator circuit. From experimental results show that the system can be generate the ultrasonic signal to repel birds with variable amplitude and frequency value.



กิตติกรรมประกาศ

โครงการวิจัยนี้สำเร็จล่วงได้ดี ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณในความช่วยเหลือเป็นอย่างมากทั้งทางด้านเครื่องมือ อุปกรณ์ ตลอดจนคำแนะนำและข้อมูลต่างๆจากบุคคลต่อไปนี้

1. ดร. กิตติพล ชิตสกุล ที่ได้ช่วยกรุณาให้คำปรึกษาในการทำโครงการวิจัย
2. อาจารย์และเจ้าหน้าที่ประจำศูนย์วิจัยอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

สุดท้ายนี้ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ ที่สนับสนุนเงินทุนในการทำโครงการวิจัยครั้งนี้

อภินิย ฤกษ์รัตน์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ช
สารบัญรูป	ซ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	1
1.2 ขอบเขตของโครงการวิจัย	2
บทที่ 2 เทคนิคในการจับไล่นก	3
2.1 Gas Cannons	3
2.2 Pyrotechnics	4
2.3 Bio-Acoustics, Acoustics, Ultrasonic and High Intensity Sound	4
2.4 ระบบจับไล่นกด้วยเทคนิคอื่นๆ	5
2.4.1 Laser	6
2.4.2 Dogs	6
2.4.3 Human Scare	7
2.4.4 Scarecrows	7
2.4.5 Raptor Models	8
บทที่ 3 การออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณ	9
3.1 วงจรควบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล	9
3.2 วงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล	12
3.3 การทดสอบสัญญาณในส่วนต่างๆของวงจรที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น	13
3.3.1 การทดสอบสัญญาณจากวงจรควบคุมความถี่สัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

ภาคผนวก ข คุณสมบัติของลำโพงที่ใช้ในโครงการวิจัย



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
4.1	คุณสมบัติของ IC LM 3886	17
4.2	คุณลักษณะของวงจรขยายสัญญาณที่ได้ออกแบบขึ้นมา	20



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ตัวอย่างของระบบขับไล่นกด้วยเสียงที่ใช้เทคนิค GasCannon	4
2.2	ตัวอย่างของระบบขับไล่นกด้วยเทคนิค Pyrotechnics	4
2.3	ตัวอย่างของระบบขับไล่นกที่ใช้เทคนิค Bio-Acoustics, Acoustics, Ultrasonic and High Intensity Sound	5
2.4	ตัวอย่างระบบขับไล่นกด้วยแสงเลเซอร์	6
2.5	ตัวอย่างระบบขับไล่นกด้วยสุนัข	6
2.6	ตัวอย่างของระบบไล่นกด้วยวิธีการ Human Scare	7
2.7	ตัวอย่างของระบบไล่นกด้วยวิธีการ Raptor Models	8
3.1	วงจรถบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นมา	9
3.2	ขาที่ใช้ควบคุมความถี่สัญญาณเอาต์พุต	10
3.3	วงจรถบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล	12
3.4	วงจรถบคุมความถี่สัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล	13
3.5	สัญญาณเอาต์พุตของวงจรถบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่อินพุตสัญญาณดิจิทัลเท่ากับ 0000 0000	13
3.6	สัญญาณเอาต์พุตของวงจรถบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่อินพุตสัญญาณดิจิทัลเท่ากับ 1000 0000	14
3.7	สัญญาณเอาต์พุตของวงจรถบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่อินพุตสัญญาณดิจิทัลเท่ากับเท่ากับ 1111 1111	14
3.8	วงจรถบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล	15
3.9	สัญญาณเอาต์พุตของวงจรถบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่อินพุตสัญญาณดิจิทัลเท่ากับ 0000 0000	15
3.10	สัญญาณเอาต์พุตของวงจรถบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่อินพุตสัญญาณดิจิทัลเท่ากับ 1000 0000	16
3.11	สัญญาณเอาต์พุตของวงจรถบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่อินพุตสัญญาณดิจิทัลเท่ากับ 1111 1111	16
4.1	วงจรถบคุมสัญญาณที่ใช้ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์	18

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.2	ลายวงจรพิมพ์และการลงอุปกรณ์ของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์	22
4.3	ลายวงจรพิมพ์ของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์	23
4.4	การลงอุปกรณ์ของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์	23
4.5	วงจรพิมพ์ของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ (ด้านอุปกรณ์)	23
4.6	วงจรพิมพ์ของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ (ด้านลายทองแดง)	24
4.7	การลงอุปกรณ์ของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์	24
4.8	สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ที่ แรงดันอินพุตเท่ากับ 1 โวลต์พีคทูพีคและความถี่อินพุตเท่ากับ 1 กิโลเฮิร์ต	24
4.9	สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ที่ แรงดันอินพุตเท่ากับ 1 โวลต์พีคทูพีคและความถี่อินพุตเท่ากับ 10 กิโลเฮิร์ต	25
4.10	วงจรแสดงผลความเข้มของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์	25
4.11	ลายวงจรพิมพ์และการลงอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์	26
4.12	ลายวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์	26
4.13	การลงอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์	26
4.14	วงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ (ด้านอุปกรณ์)	27
4.15	วงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ (ด้านลายทองแดง)	27
4.16	การลงอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์	27
5.1	ตัวอย่างของวงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ Shift-Register โดยใช้ D Flip-Flops	28
5.2	วงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ White Noise Generator	29
5.3	ระบบทางเดินแสงสำหรับการสร้างสัญญาณสุ่ม	30
5.4	วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ไอซี 555	31
5.5	วงจรสร้างสัญญาณพัลส์สำหรับควบคุมวงจรสร้างสัญญาณสุ่ม	32
5.6	วงจรมับแบบไบนารี	33
5.7	วงจร Latch ชุดที่ 1 สำหรับนำสัญญาณไปควบคุมวงจรควบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล	34

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
5.8	วงจร Latch ชุดที่ 2 สำหรับนำสัญญาณไปควบคุมวงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล	34
5.9	วงจรสร้างสัญญาณสุ่มสำหรับใช้ในการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์	35
5.10	ลักษณะวงจรสร้างสัญญาณสุ่มสำหรับใช้ในการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียงอัลตราโซนิก	36
ก1	ภาพด้านหน้าของเครื่องของระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้นมา	40
ก2	ภาพด้านบนของเครื่องของระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้นมา	40
ก3	ภาพด้านหลังของเครื่องของระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้นมา	41
ก4	ลักษณะโดยรวมของเครื่องของระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้นมา	41
ข1	ลำโพง Dispersion Horn Piezo Tweeter ของบริษัท PYRAMID รุ่น TW-12	42
ข2	ลักษณะการต่อลำโพงเพื่อใช้ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์	42
ข3	ลักษณะของลำโพงที่ใช้ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ (ด้านหน้า)	43
ข4	ลักษณะของลำโพงที่ใช้ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ (ด้านหลัง)	43

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันปัญหาการแพร่ระบาดของไข้หวัดนกได้กลายมาเป็นปัญหาใหญ่ระดับประเทศ ซึ่งสาเหตุใหญ่ก็คือการได้รับสารคัดหลั่ง เช่น น้ำลาย หรือ อุจจาระจากนกที่ติดเชื้อ ทำให้การแพร่ระบาดของไข้หวัดนกมีความรวดเร็วมาก การที่ไม่ควบคุมการระบาดตั้งแต่เริ่มแรกทำให้เชื้อโรคกระจายไปทั่วประเทศจนกลายเป็นเชื้อประจำถิ่น(Endemic)จึงยากที่จะควบคุม เมื่อเทียบกับประเทศเพื่อนบ้านเช่นฮ่องกงซึ่งระบาดเมื่อปี 1997 ซึ่งมีผู้เสียชีวิตไปหลายคน แต่ฮ่องกงก็ไม่มีการระบาดครั้งที่สองหรือต่อเนื่องเป็นปี สถานการณ์ขณะนี้มีความจำเป็นที่จะต้องมีการร่วมมือกันทุกฝ่ายเพื่อที่จะควบคุมโรคมะเร็งระบาดจากนกไปสู่คน นอกจากนี้ยังเป็นตัวปัญหาสร้างความสกปรกแก่ อาคาร บ้านเรือน และ สถานที่ท่องเที่ยว โดยเฉพาะ ตามวัดวาอาราม และ โบราณสถานต่างๆ เนื่องจากจีนกัมพูชาเป็นกรดกัดสีอาคารทำให้สูญเสียเวลาและค่าใช้จ่ายในการทำความสะอาดและบำรุงรักษา นอกจากนี้ยังสร้างปัญหาในการดำเนินการของสนามบินซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายในการดำเนินการบินขึ้นลงของเครื่องบิน เนื่องจากนกอาจจะพลัดตกลงไปในเครื่องยนต์ทำให้อาจเกิดอันตรายกับเครื่องยนต์ของเครื่องบินได้

นอกจากนี้ยังสร้างปัญหาให้กับเกษตรกรผู้ปลูกข้าวและพืชพันธุ์ต่างๆ โดยสามารถแยกเป็นช่วงเวลาต่างๆ ได้ดังนี้

- ช่วงของการเพาะปลูกพืชผล ช่วงนี้เกษตรกรจะประสบปัญหาถูกนกกินเมล็ดพันธุ์ที่หว่านลงไปแปลงเพาะปลูกทำให้สูญเสียเมล็ดพันธุ์ นอกจากนี้ยังทำให้สูญเสียเวลาและแรงงานในการหว่านเมล็ดพันธุ์ใหม่
- ช่วงเวลาก่อนการเก็บเกี่ยวพืชผล ช่วงนี้เกษตรกรจะประสบปัญหาถูกนกกินผลผลิตที่รอเก็บเกี่ยวทำให้ผลผลิตของเกษตรกรโดยรวมลดลง
- ช่วงเวลาเก็บรักษาผลผลิต ช่วงนี้เกษตรกรจะประสบปัญหาถูกนกกินผลผลิตที่เก็บรักษาไว้ตามโรงเก็บผลผลิต นอกจากนี้มูลของนกที่ตกลงไปยังทำความเสียหายต่อคุณภาพของผลผลิตและอาจทำให้เกิดการติดเชื้อจากมูลของนกได้

จากปัญหาต่างๆ ดังที่กล่าวมาทำให้มีการดำเนินการกำจัดนกด้วยวิธีการต่างๆ โดยการทำให้คนตกใจโดยใช้หุ่น หรือบอลลูก หรือแม้แต่การวางยาเบื่อซึ่งอาจทำให้เกิดสารพิษตกค้าง หรือเป็นอันตรายต่อมนุษย์หรือสัตว์อื่นได้ ดังนั้นทางผู้วิจัยจึงคิดที่จะพัฒนาระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ขึ้นมาเนื่องจากระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์มีข้อดีหลายอย่างคือ

1. สามารถทำการขับไล่คนได้โดยไม่รบกวนผู้คนที่อยู่บริเวณที่ติดตั้งระบบขับไล่คนเนื่องจากระบบใช้เสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน
2. สามารถขับไล่คนออกไปโดยไม่ทำอันตรายกับตัวนก หรือผู้คนที่อยู่บริเวณที่ติดตั้งระบบ
3. ปลอดภัยต่อสารพิษที่อาจส่งผลกระทบต่อผู้คนที่เลี้ยงสัตว์เลี้ยง
4. ระบบสามารถปรับเปลี่ยนรูปแบบของสัญญาณเสียงได้ (ป้องกันการชินเสียงของนก)

1.1 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. พัฒนาด้านแบบระบบขับไล่คนด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์
2. เพื่อศึกษาความถี่และขนาดของสัญญาณอัลตราโซนิกส์ที่เหมาะสมในการใช้ขับไล่คนออกจากอาคาร บ้านเรือน หรือที่อยู่อาศัย
3. พัฒนาคู่มือการใช้งานด้านเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์

1.2 ขอบเขตของโครงการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาด้านแบบระบบขับไล่คนด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์เพื่อประยุกต์ใช้งานในการขับไล่คนตามบ้านเรือน หรือสถานที่ต่างๆ เช่น โบสถ์ วิหาร วัดวาอารามต่างๆ ที่มีคนเข้ามาอยู่อาศัยก่อความรำคาญ และสร้างความสกปรก โดยไม่ทำอันตรายต่อตัวนก หรือผู้คนที่อยู่โดยรอบตัวเครื่อง

บทที่ 2 เทคนิคในการขับไล่คน

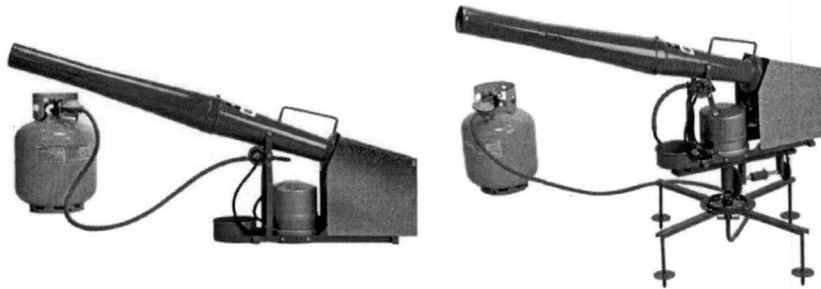
การขับไล่คนหรือการป้องกันการมาอาศัยของนกตามสถานที่ต่างๆ ได้มีการนำเอาวิธีต่างๆ มาใช้กันมาก อาทิเช่น การใช้เสียง, การใช้แสงหรือภาพ, การใช้สารเคมี, และการใช้อาวุธในการทำลายหรือฆ่าทิ้ง ทั้งนี้ไม่นับรวมถึงการเปลี่ยนแปลงของธรรมชาติที่เป็นต้นเหตุให้นกทำการย้ายถิ่นฐาน จากตัวอย่างของเทคนิคที่กล่าวมาทั้งหมด การใช้เทคนิคทางเสียงเป็นเทคนิคที่ได้รับความนิยมจากประชาชนหรือผู้ที่ต้องการจะขับไล่หรือกำจัดคนมากที่สุด แต่อย่างไรก็ตามการใช้เทคนิคทางด้านเสียงจะต้องคำนึงถึงเสียงที่จะใช้ว่าจะต้องไม่ดังหรือใช้ความถี่ที่รบกวนผู้คนทั่วไปที่อยู่รอบบริเวณที่ทำการติดตั้งระบบขับไล่คน ดังนั้นในการออกแบบระบบขับไล่คนโดยใช้เสียงจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพและการรบกวนผู้คนที่อยู่ใกล้ระบบเป็นสิ่งสำคัญ ซึ่งทางผู้วิจัยจะได้กล่าวถึงรายละเอียดต่อไปอีกครั้งหนึ่ง

สำหรับตัวอย่างของระบบขับไล่คนที่ใช้เทคนิคทางเสียงแบบต่างๆ[1-2] สามารถแสดงได้ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.1 Gas Cannons

สำหรับเทคนิคนี้จะอาศัยอุปกรณ์ทางกลในการสร้างสัญญาณเสียง โดยใช้การจุดระเบิดก๊าซอะเซทิลีน (Acetylene Gas) หรือ แก๊สโพรเพน (Propane Gas) ในการสร้างเสียงรบกวนให้กับนกเพื่อให้นกเกิดการตกใจหรือความรำคาญจนหนีจากไป ประสิทธิภาพของการขับไล่คนของเทคนิคนี้จะคล้ายกับการขับไล่คนโดยใช้ปืนสั้น (Shotgun) จากการจุดระเบิดที่มีเวลาไม่แน่นอนจะทำให้เกิดการตกใจและบินหนีจากไป Gas Cannon จะทำงานโดยการจุดระเบิดส่วนผสมของแก๊สกับอากาศภายใต้ความดัน โดยความถี่ของการจุดระเบิดจะขึ้นอยู่กับการปรับอัตราการจ่ายแก๊สหรือใช้ระบบสำหรับควบคุมการจุดระเบิดแบบอัตโนมัติ จากผลการวิจัยของนักวิจัยพบว่าระบบสามารถสร้างระดับความดังของเสียงได้ถึงระดับ 130 dB(A) สำหรับระบบที่ใช้กันทั่วไปจะใช้การจุดระเบิดเป็นครั้งๆ ไป แต่ในบางระบบอาจจะสร้างระบบให้มีการจุดระเบิดซ้อนกันและสามารถปรับทิศทางของเสียงในการขับไล่คนได้ด้วย ในส่วนของราคาของระบบขับไล่คนด้วยเทคนิคนี้จะอยู่ในช่วง £165 - £475 ซึ่งราคาที่แตกต่างกันไปนี้จะขึ้นอยู่กับเทคนิคการจุดระเบิดว่าเป็นแบบเดี่ยวเป็นครั้งๆ ไป (Single) หรือแบบซ้อนกัน (Double) นอกจากนี้ในบางระบบยังมีการเสริมอุปกรณ์ในการหยุดจุดระเบิดเพื่อเปลี่ยนทิศทางในการกระจายเสียงเพื่อขับไล่คนอีกด้วยหรือบางระบบอาจจะมีการเพิ่มชุดตั้งเวลาในการจุดระเบิดให้เป็นไปตามความต้องการของผู้ใช้

สำหรับการใช้เทคนิคของ Gas Cannon ในการขับไล่คนนี้จะนิยมใช้ในการขับไล่คนตามเรือสวนไร่นา หรือตามรันเวย์สนามบินต่างๆ ที่มีขนาดพื้นที่กว้างๆ เป็นต้น สำหรับลักษณะของระบบขับไล่คนโดยใช้เสียงที่ใช้เทคนิค Gas Cannon สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.1



<http://www.reedjoseph.com>

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างของระบบขับไล่แมลงด้วยเสียงที่ใช้เทคนิค Gas Cannon

2.2 Pyrotechnics

ระบบขับไล่แมลงด้วยเสียงที่ใช้เทคนิคของ Pyrotechnics เป็นเทคนิคหนึ่งที่ยิยมใช้ในการขับไล่แมลงทั่วไป โดยเทคนิคนี้จะใช้การประยุกต์ใช้ปืนพก(Pistol) หรือปืนสั้น(Shotgun) ยิงกระสุนปืนโดยที่หัวกระสุนปืนบรรจุสารเคมีที่เมื่อเกิดการระเบิดแล้วกำเนิดแสงและเสียงที่ทำให้เกิดการตกใจหรือหวาดกลัวหนีไป เทคนิคนี้ยังรวมถึงการใช้ดอกไม้ไฟหรือประทัดที่ยิงออกไปแล้วเกิดแสงและเสียงรบกวนทำให้ตกใจอีกด้วย การใช้งานโดยทั่วไปแล้วจะได้ระยะในการใช้งานประมาณ 45-90 เมตร จากจุดที่ยิงสำหรับปืนสั้น(Shotgun) และ 25 เมตรสำหรับปืนพก(Pistol) สำหรับเทคนิคนี้จะนิยมใช้ในการขับไล่แมลงตามเรือสวนไร่นาทั่วไป เช่น ไร่ข้าวโพด นาข้าว และรันเวย์ตามสนามบินต่างๆ เป็นต้น แต่อย่างไรก็ตามการใช้เทคนิคของ Pyrotechnics ควรจะใช้ในสถานที่ห่างไกลบ้านเรือนหรือที่อยู่อาศัยของผู้คน เนื่องจากเสียงที่ใช้ในการขับไล่แมลงอาจส่งผลกระทบต่อคนแก่คนที่อาศัยอยู่บริเวณรอบข้างได้ สำหรับตัวอย่างของระบบขับไล่แมลงด้วยเทคนิค Pyrotechnics แสดงได้ดังรูปที่ 2.2



<http://www.westernwildlifecontrol.com>

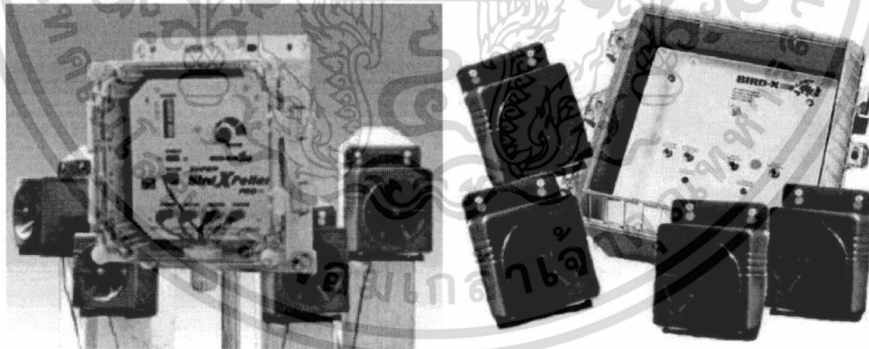
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างของระบบขับไล่แมลงด้วยเทคนิค Pyrotechnics

2.3 Bio-Acoustics, Acoustics, Ultrasonic and High Intensity Sound

สำหรับเทคนิคนี้จะใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ในการกำเนิดเสียงเพื่อทำการขับไล่แมลงโดยอาจจะเป็นเสียงที่ทำการบันทึกไว้จากเสียงนกกระวีงกัยหรือเสียงนกล่าเหยื่อแล้วทำการเล่นเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลับ(Playback) เพื่อให้คนได้ยินแล้วเกิดการตกใจกลัวจนหนีไป หรืออาจจะใช้วงจรถอดเสียงบันทึกในการกำเนิดสัญญาณเสียงความถี่ต่างๆ ที่ความเข้มของเสียงมากๆ เพื่อให้คนเกิดการตกใจ สำหรับการขับไล่นกด้วยวิธีใช้วงจรถอดเสียงบันทึกในการกำเนิดสัญญาณเสียงนี้หากมีการใช้ความถี่หรือระดับสัญญาณเสียงคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงอาจจะทำให้คนเกิดความเคยชินกับเสียงที่ได้ยินและไม่เกิดการหวาดกลัวหรือตกใจทำให้ระบบใช้ไม่ได้ผลได้ ดังนั้นการใช้เทคนิคนี้ในการขับไล่นกจะต้องมีการเปลี่ยนแปลงลักษณะของความถี่และระดับความเข้มของเสียงที่ส่งออกไปขับไล่นกอยู่เป็นประจำเพื่อป้องกันไม่ให้คนเกิดความเคยชินกับเสียงที่ใช้ขับไล่นก

สำหรับเทคนิคในการขับไล่นกแบบนี้ได้มีการนำมาใช้ในการผลิตระบบขับไล่นกในทางการค้าแล้ว โดยมีทั้งแบบที่ใช้การบันทึกเสียงแล้วนำมาใช้เปิดขับไล่นกและแบบใช้วงจรถอดเสียงบันทึกในการสร้างสัญญาณเสียงในการขับไล่นก ซึ่งระบบที่ใช้ในทางการค้านั้นบางรุ่นสามารถกำเนิดสัญญาณเสียงได้ความดังถึง 110 dB(A) ที่ระยะ 6 เมตร และสามารถครอบคลุมพื้นที่ได้ในระยะห่างจากจุดกำเนิดเสียงถึง 300 เมตร แต่ปัญหาอย่างหนึ่งของเทคนิคนี้ก็คือหากใช้ความดังของเสียงค่อนข้างมากเป็นเวลานานอาจจะส่งผลกระทบต่อสุขภาพหูของประชาชนที่อาศัยอยู่ใกล้กับระบบขับไล่นกได้ ด้วยเหตุนี้หลายบริษัทจึงได้มีการพัฒนาระบบขับไล่นกให้ระบบสามารถส่งสัญญาณเสียงขับไล่นกเป็นจังหวะหรือช่วงเวลาแทนการส่งสัญญาณเสียงต่อเนื่อง เพื่อลดอันตรายที่เกิดจากเสียงต่อผู้คนที่อยู่รอบข้างหรือสัตว์เลี้ยงที่อยู่ใกล้กับระบบขับไล่นก สำหรับตัวอย่างของระบบขับไล่นกที่ใช้เทคนิค Bio-Acoustics, Acoustics, Ultrasonic and High Intensity Sound สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.3



<http://www.bird-x.com>

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างของระบบขับไล่นกที่ใช้เทคนิค Bio-Acoustics, Acoustics, Ultrasonic and High Intensity Sound

2.4 ระบบขับไล่นกด้วยเทคนิคอื่นๆ

สำหรับตัวอย่างของระบบขับไล่นกที่ใช้เทคนิคอื่นๆ[1-2] สามารถแสดงรายละเอียดได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 Laser

การใช้แสงเลเซอร์ในการขับไล่นกนับว่ามีความปลอดภัยกับสภาพแวดล้อมที่อยู่รอบๆ ตัวระบบ โดยเทคนิคนี้จะใช้แสงเลเซอร์กำลังต่ำในการสร้างแสงรบกวนให้นกเกิดความรำคาญหรือตกใจแล้วหนีจากไป แต่อย่างไรก็ตามระบบขับไล่กแบบนี้มีราคาของระบบค่อนข้างสูงก็อยู่ในช่วง (£1056-£4633) สำหรับตัวอย่างระบบขับไล่กด้วยแสงเลเซอร์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.4

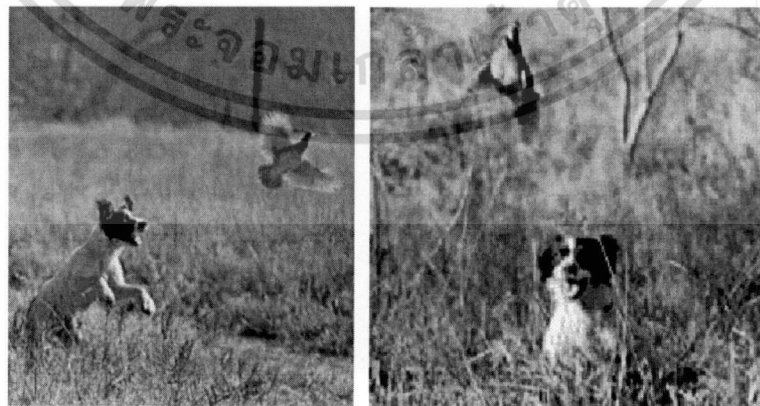


<http://www.birdgard.com>

รูปที่ 2.4 ตัวอย่างระบบขับไล่กด้วยแสงเลเซอร์

2.4.2 Dogs

มนุษย์ได้มีการใช้สุนัขมาช่วยในการดูแลสัตว์เลี้ยงต่างนานมาแล้ว เช่น การใช้สุนัขในการดูแลฝูงแกะ ดังนั้นจึงมีการนำสุนัขมาฝึกให้ขับไล่กให้ออกนอกพื้นที่ เช่น ตามสนามบินต่างๆ จากเอกสารอ้างอิง[1-2] กล่าวว่าการใช้สุนัขในการขับไล่ก ณ สนามบิน Dover Air-force, Delaware USA. จากการสุนัขในการขับไล่กนี้สามารถลดความเสียหายของเครื่องบินที่เกิดจากนกจากปีละ US\$ 600,000/Year เหลือเพียงปีละ US\$ 24,000/Year แต่อย่างไรก็ตามการใช้สุนัขในการขับไล่กจะต้องมีการฝึกให้สุนัขมีความสามารถในการขับไล่กซึ่งจะต้องมีค่าใช้จ่ายในการฝึกค่อนข้างสูงมาก สำหรับตัวอย่างระบบขับไล่กด้วยสุนัขสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5



<http://www.southavenkennels.com>

รูปที่ 2.5 ตัวอย่างระบบขับไล่กด้วยสุนัข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 Human Scare

สำหรับเทคนิคในการขับไล่นกด้วยวิธีการ Human Scare นี้ จะอาศัยแนวความคิดที่ว่า การกระทำหรือประกอบกิจกรรมของมนุษย์สามารถสร้างความรู้สึกรบกวนให้แก่กันได้ทั้งนั้น เช่น การโบกมือไปมา, การตะโกนไล่, การเดินไปมา เป็นต้น ซึ่งการกระทำเหล่านี้ล้วนแล้วแต่สามารถสร้างความรบกวนกับนกทั้งสิ้น แต่อย่างไรก็ตามการขับไล่นกด้วยวิธีการนี้จะมีค่าใช้จ่ายค่อนข้างสูงในการจ้างคนมาทำการขับไล่นก ซึ่งตัวอย่างของค่าจ้างคนมาทำการขับไล่นกจากเอกสารอ้างอิง[1] จะอยู่ในช่วง £17 - £33 / hecter ซึ่งนับว่ามีราคาค่อนข้างสูงมากเมื่อเทียบกับวิธีการขับไล่นกแบบอื่นๆ

2.4.4 Scarecrows

สำหรับเทคนิคในการขับไล่นกแบบ Scarecrows หรือที่เรียก หุ่นไล่กา เป็นวิธีการขับไล่นกแบบหนึ่งที่ยอมรับกันมานาน โดยลักษณะของหุ่นไล่กาจะเป็นหุ่นจำลองที่มีลักษณะคล้ายคน โดยโครงร่างของตัวหุ่นจะสร้างมาจากวัสดุที่มาราคถูก เช่น ดุงพลาสติกอัดด้วยฟางแล้วนำไปผูกติดอยู่กับแท่งไม้เพื่อจัดให้เป็นรูปร่างคล้ายคน ซึ่งการขับไล่นกด้วยวิธีการนี้สามารถจัดสร้างขึ้นมาได้ง่าย แต่การขับไล่นกด้วยวิธีการนี้มีข้อเสียคือ นกจะเกิดความเคยชินได้ง่าย ดังนั้นจึงได้มีการพัฒนาตัวหุ่นไล่กาให้สามารถเคลื่อนไหวได้โดยใช้ระบบแมคคานิกเข้ามาช่วยเพื่อให้หุ่นไล่กาสามารถเคลื่อนไหวได้ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้ แต่ก็จะทำให้ค่าใช้จ่ายในการสร้างหุ่นไล่กาสูงขึ้นไปด้วย สำหรับตัวอย่างของระบบขับไล่นกด้วยวิธีการ Human Scare สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.6



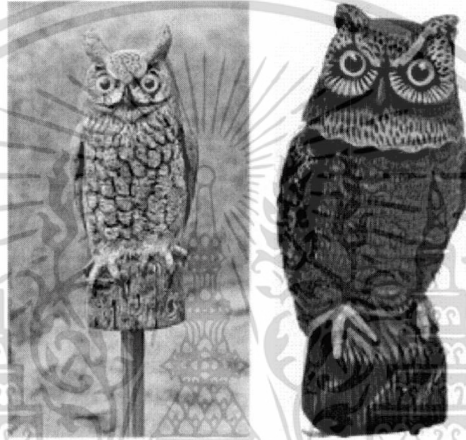
<http://commons.wikimedia.org>

รูปที่ 2.6 ตัวอย่างของระบบขับไล่นกด้วยวิธีการ Human Scare

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.5 Raptor Models

สำหรับเทคนิค Raptor Models เป็นการใช้นุ่นจำลองของนกผู้ล่ามาทำให้นักเกิดความตกใจกลัวและหนีไป โดยนุ่นจำลองแบบนี้จะมาสสร้างมาจากพลาสติก โดยออกแบบนุ่นจำลองให้มีลักษณะและสีสันทคล้ายกับบรรดานกนักล่าทั้งนี้เพื่อให้ให้นักที่อาศัยอยู่หรือคิดจะเข้ามาอาศัยเกิดความหวาดกลัว ซึ่งราคาของนุ่นจำลองแบบนี้จะอยู่ในช่วง £5-£11 สำหรับแบบจำลองที่สร้างมาจากพลาสติก แต่อย่างไรก็ตามจากการทดลองของเอกสารอ้างอิง[1] พบว่าการใช้วิธีการนี้ขับไล่นก นกจะเกิดการเรียนรู้และเคยชินค่อนข้างไวจึงทำให้วิธีการนี้ไม่ประสบความสำเร็จในการขับไล่นกเท่าที่ควร สำหรับตัวอย่างของระบบไล่นกด้วยวิธีการ Raptor Models สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.7



<http://www.gemplers.com>

รูปที่ 2.7 ตัวอย่างของระบบไล่นกด้วยวิธีการ Raptor Models

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

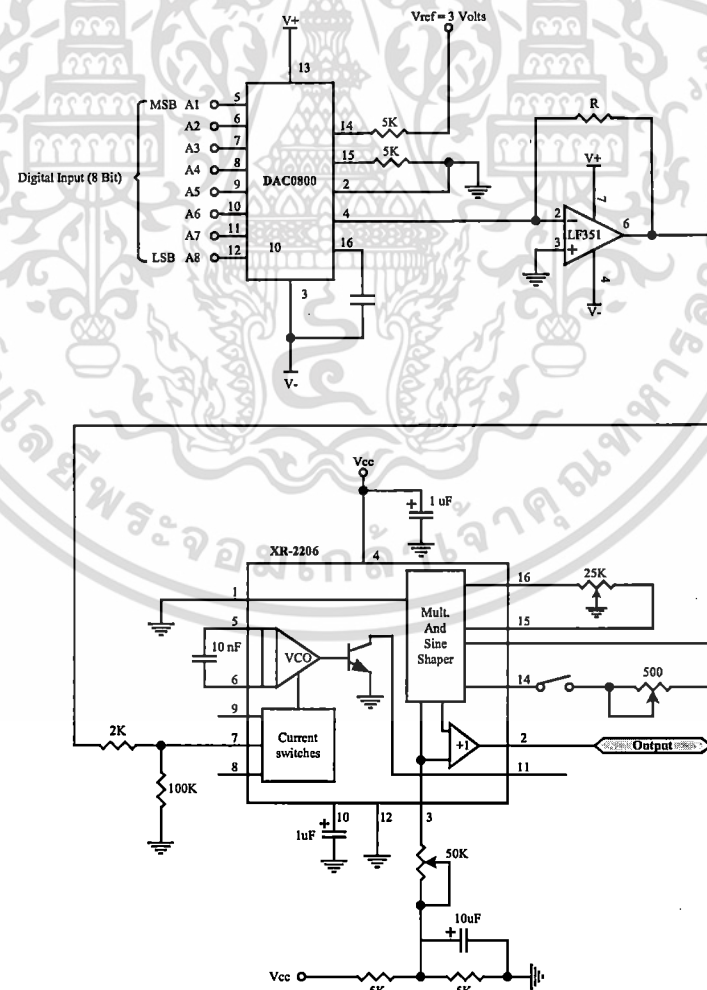
บทที่ 3

การออกแบบวงจรกำเนิดสัญญาณ

สำหรับในบทนี้จะนำเสนอการศึกษาวิจัยและพัฒนาในส่วนของวงจรกำเนิดสัญญาณซึ่งจะประกอบด้วยวงจรควบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ และวงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.1 วงจรควบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล

สำหรับวงจรนี้จะใช้ IC XR-2206[3] ร่วมกับ IC DAC0800[4] โดย IC XR-2206 เป็น IC ฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์ ที่สามารถใช้ผลิตสัญญาณรูปคลื่นไซน์(Sine wave), สัญญาณคลื่นรูปสี่เหลี่ยม(Square wave), สัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม(Triangle wave) และสัญญาณพัลส์(pulse) โดยสามารถผลิตความถี่ได้ในช่วง 0.01 เฮิรตซ์ ถึง 1 เมกกะเฮิรตซ์ ส่วน IC DAC 0800 เป็นวงจรแปลงสัญญาณดิจิทัลเป็นสัญญาณแอนาล็อกขนาด 8 บิต โดยรายละเอียดทั้งหมดของวงจรควบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วงจรควบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$f = \frac{1}{RC} \left(1 + \frac{R}{Rc} \left(1 - \frac{0}{3} \right) \right) = \frac{1}{RC} \quad (3.3)$$

∴ จากวงจรในรูปที่ 3 จะกำหนดให้ความถี่เริ่มต้นเท่ากับ 1,000 Hz และกำหนดค่า R = 100 KΩ ดังนั้นเราจะหาค่า C ได้โดยอาศัยสมการที่ (3.3) จะได้

$$C = \frac{1}{1000 * 100 * 10^3} = 10 \text{ nF}$$

จากสมการที่ (3.2) ที่ความถี่สูงสุด $V_c = 0$ โวลท์ จะได้สมการที่ (3.4)

$$f = \frac{1}{RC} \left(1 + \frac{R}{Rc} \left(1 - \frac{0}{3} \right) \right) = \frac{1}{RC} \left(1 + \frac{R}{Rc} (1-1) \right) = \frac{1}{RC} \left(1 + \frac{R}{Rc} \right) \quad (3.4)$$

∴ จากวงจรในรูปที่ 3.1 เรากำหนดให้ความถี่สูงสุดเท่ากับ 50,000 Hz ดังนั้นเราจะหาค่า Rc ได้โดยอาศัยสมการที่ (3.4) โดยจะได้

$$50,000 = \frac{1}{100 * 10^3 * 10 * 10^{-9}} \left(1 + \frac{100 * 10^3}{Rc} \right)$$

$$50,000 * 100 * 10^3 * 10 * 10^{-9} = \left(1 + \frac{100 * 10^3}{Rc} \right)$$

$$\left(50,000 * 100 * 10^3 * 10 * 10^{-9} \right) - 1 = \left(\frac{100 * 10^3}{Rc} \right)$$

$$Rc = \frac{100 * 10^3}{\left(50,000 * 100 * 10^3 * 10 * 10^{-9} \right) - 1}$$

$$Rc = \frac{100 * 10^3}{49} = 2040.816 \text{ } \Omega$$

*แต่เนื่องจากค่าความต้านทาน 2040 Ω ไม่มีดังนั้นจึงใช้ค่า Rc = 2000 Ω แทน ดังนั้นสามารถคำนวณความถี่สูงสุดได้ใหม่ที่ค่าความต้านทาน Rc = 2000 Ω คือ

$$f = \frac{1}{100 * 10^3 * 10 * 10^{-9}} \left(1 + \frac{100 * 10^3}{2000} \right) = 1000 * 51 = 51,000 \text{ Hz}$$

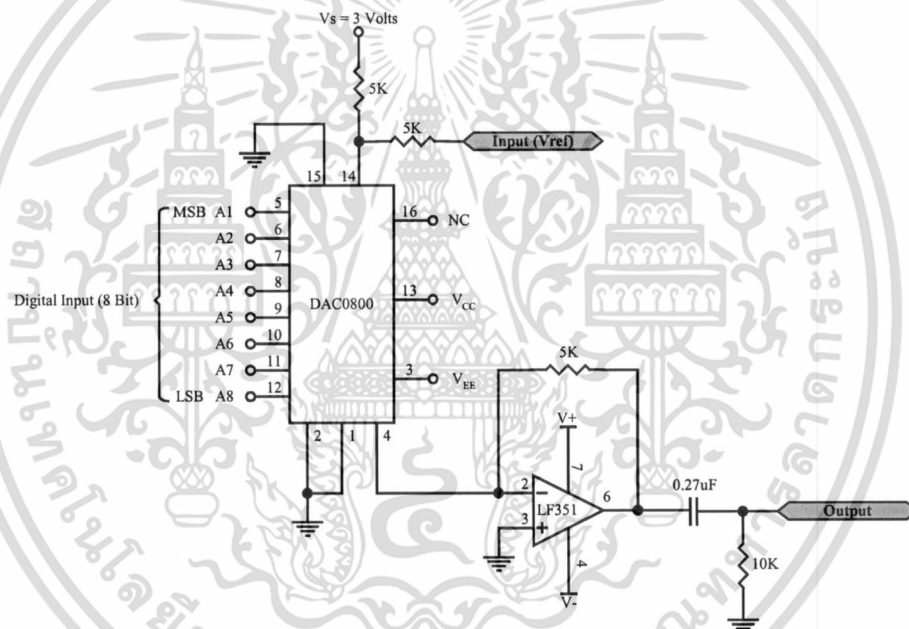
ดังนั้นโดยสรุปแล้ววงจรในรูปที่ 3.1 จะสามารถผลิตความถี่ได้ในช่วง 1000-51,000 Hz ที่แรงดันควม 3 - 0 โวลท์

สำหรับแรงดันที่ใช้ในการควบคุมความถี่เอาต์พุตของวงจรจะได้มาจาก IC DAC0800 โดยจากวงจรในรูปที่ 3.1 จะให้แรงดันควบคุมเท่ากับ 0 โวลต์ เมื่อสัญญาณดิจิทัลอินพุตเป็น 0000 0000 และวงจรจะให้ค่าแรงดันควบคุมเท่ากับ 3 โวลต์ เมื่อสัญญาณดิจิทัลอินพุตเป็น 1111 1111 โดยแรงดันควบคุมที่ค่าสัญญาณดิจิทัลอินพุตต่างๆ สามารถหาได้จากสมการที่ (3.5)

$$V_{\text{control}} = 3V * \left(\frac{A1}{2} + \frac{A2}{4} + \frac{A3}{8} + \frac{A4}{16} + \frac{A5}{32} + \frac{A6}{64} + \frac{A7}{128} + \frac{A8}{256} \right) \quad (3.5)$$

3.2 วงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล

สำหรับวงจรที่ใช้สำหรับควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ ด้วยสัญญาณดิจิทัลสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล

จากวงจรในรูปที่ 3.3 วงจรจะประกอบด้วย IC DAC0800 และ IC LF351[5] โดยเราสามารถหาค่าแรงดันเอาต์พุตของวงจรได้โดยสมการที่ (3.6)

$$V_o = \left[\frac{V_{\text{ref}}}{R_{14}} + \frac{V_s}{R_s} \right] * \left(\frac{A1}{2} + \frac{A2}{4} + \frac{A3}{8} + \frac{A4}{16} + \frac{A5}{32} + \frac{A6}{64} + \frac{A7}{128} + \frac{A8}{256} \right) * R_o \quad (3.6)$$

โดย V_{ref} = แรงดันอินพุตของวงจร(จากวงจรกำเนิดสัญญาณ)

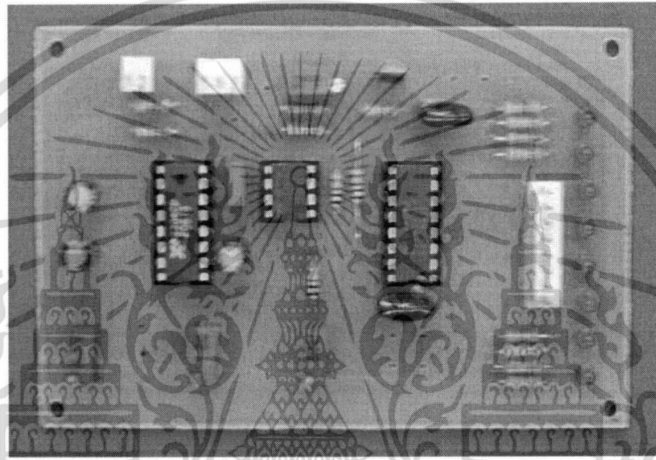
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การทดสอบสัญญาณในส่วนต่างๆของวงจรที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น

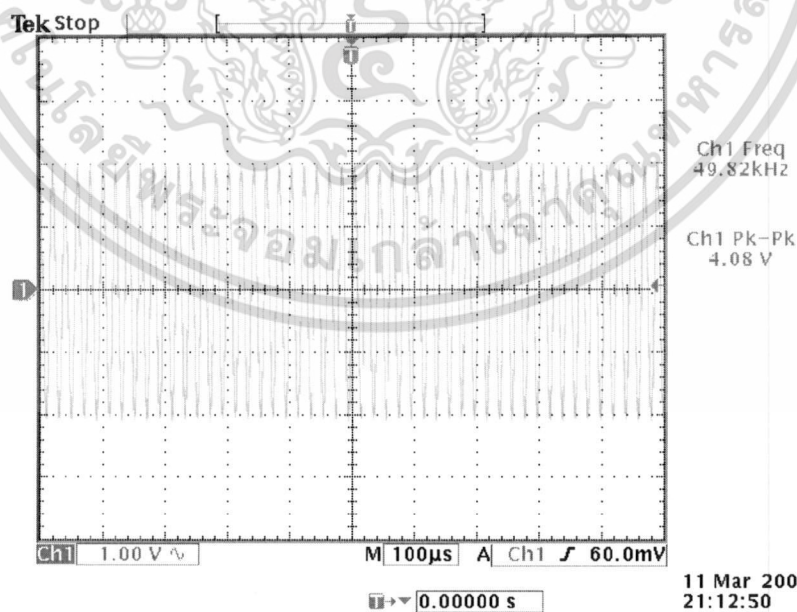
สำหรับการทดสอบสัญญาณในส่วนต่างๆของวงจรที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 – รูปที่ 3.11 โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 การทดสอบสัญญาณจากวงจรควบคุมความถี่สัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล

จากวงจรควบคุมความถี่สัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เราทำการออกแบบขึ้นมา เราได้ทำการสร้างแผ่นวงจรพิมพ์และประกอบวงจรขึ้นมาเพื่อทำการทดสอบวงจรที่ได้ออกแบบขึ้นมามีดังรูปที่ 3.4



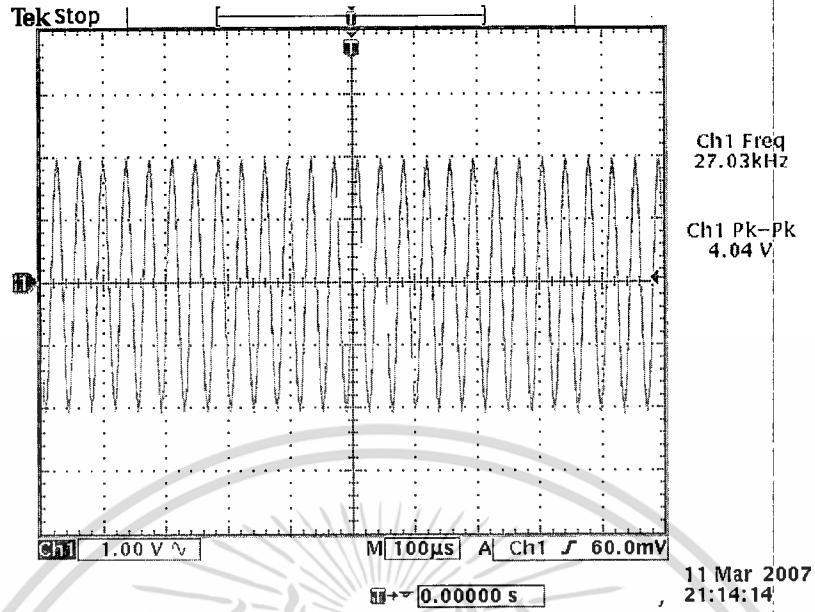
รูปที่ 3.4 วงจรควบคุมความถี่สัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัลจากวงจรในรูปที่ 3.4 เราจะทำการวัดสัญญาณที่จุดต่างๆดังนี้



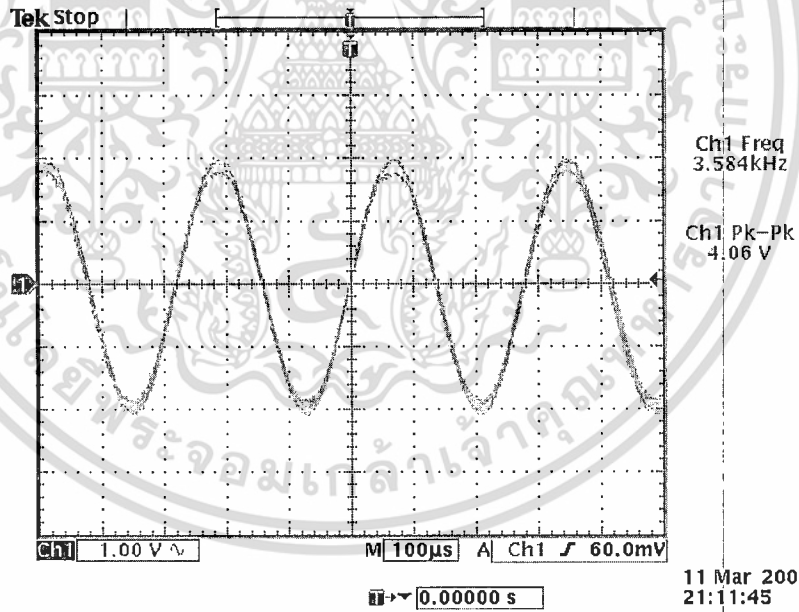
รูปที่ 3.5 สัญญาณเอาต์พุตของวงจรควบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่อินพุตสัญญาณ

ดิจิทัลเท่ากับ 0000 0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 สัญญาณเอาต์พุตของวงจรควบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่อินพุตสัญญาณดิจิตอลเท่ากับ 1000 0000

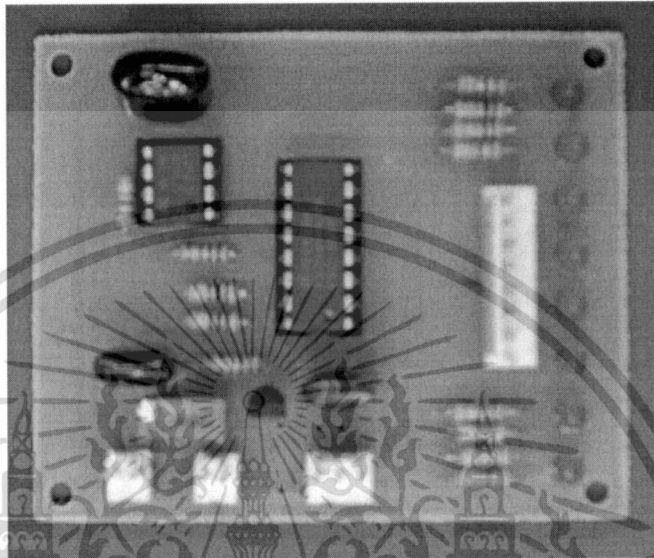


รูปที่ 3.7 สัญญาณเอาต์พุตของวงจรควบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่อินพุตสัญญาณดิจิตอลเท่ากับเท่ากับ 1111 1111

3.3.2 การทดสอบสัญญาณจากวงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิตอล

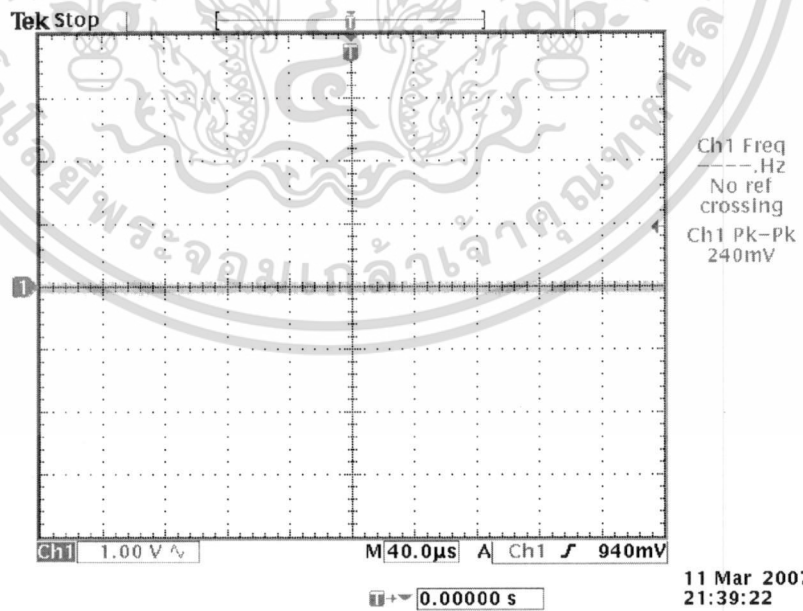
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัลที่เราทำการออกแบบขึ้นมา เราได้ทำการสร้างแผ่นวงจรพิมพ์และประกอบวงจรขึ้นมาเพื่อทำการทดสอบวงจรที่ได้ออกแบบขึ้นมามีดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ด้วยสัญญาณดิจิทัล

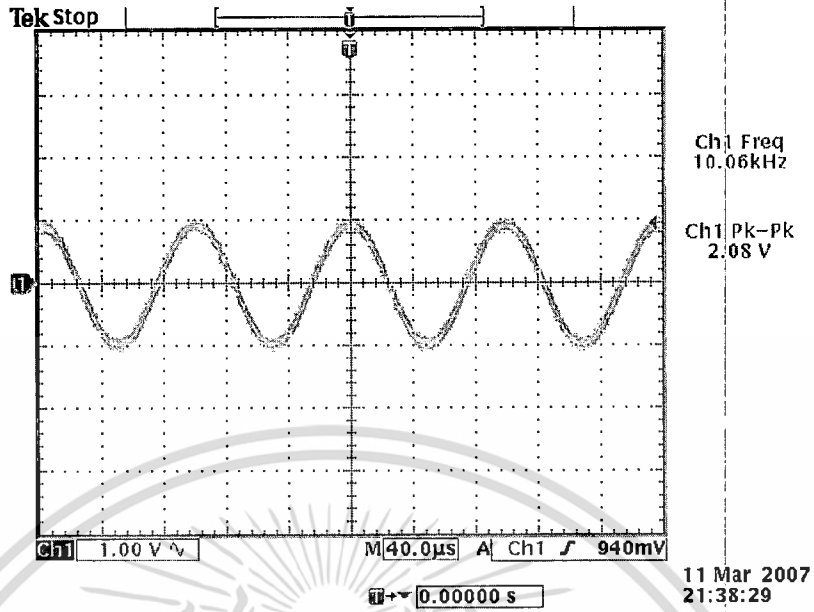
จากวงจรในรูปที่ 3.8 เราจะทำการวัดสัญญาณที่จุดต่างๆดังนี้



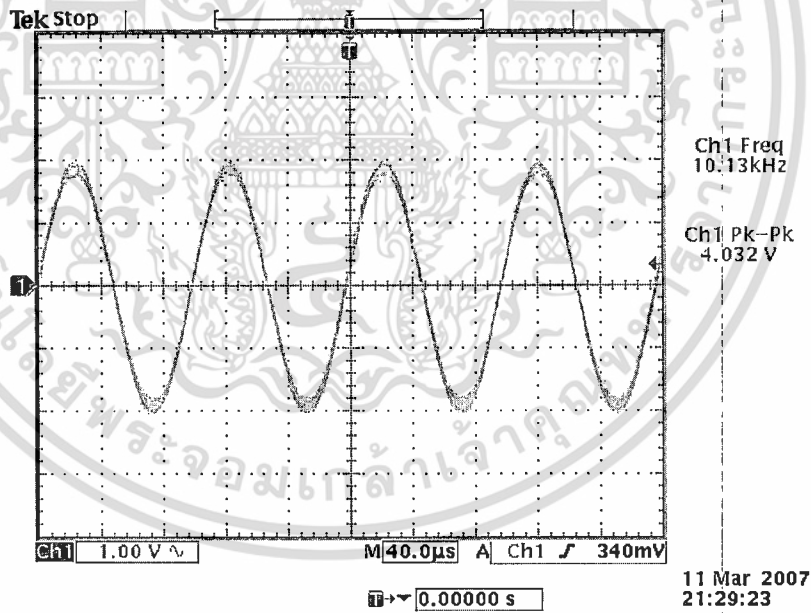
รูปที่ 3.9 สัญญาณเอาต์พุตของวงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่อินพุต

สัญญาณดิจิทัลเท่ากับ 0000 0000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 สัญญาณเอาต์พุตของวงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกที่อินพุตสัญญาณดิจิทัลเท่ากับ 1000 0000



รูปที่ 3.11 สัญญาณเอาต์พุตของวงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกที่อินพุตสัญญาณดิจิทัลเท่ากับ 1111 1111

บทที่ 4

การออกแบบวงจรขยายสัญญาณ

สำหรับในบทนี้จะนำเสนอการศึกษาวิจัยและพัฒนาในส่วนของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์สำหรับขับไล่นก และส่วนของวงจรแสดงผลความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ สำหรับรายละเอียดของวงจรต่างๆตลอดจนการออกแบบวงจรสามารถแสดงได้ดังนี้

4.1 การออกแบบวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ด้วย IC LM3886

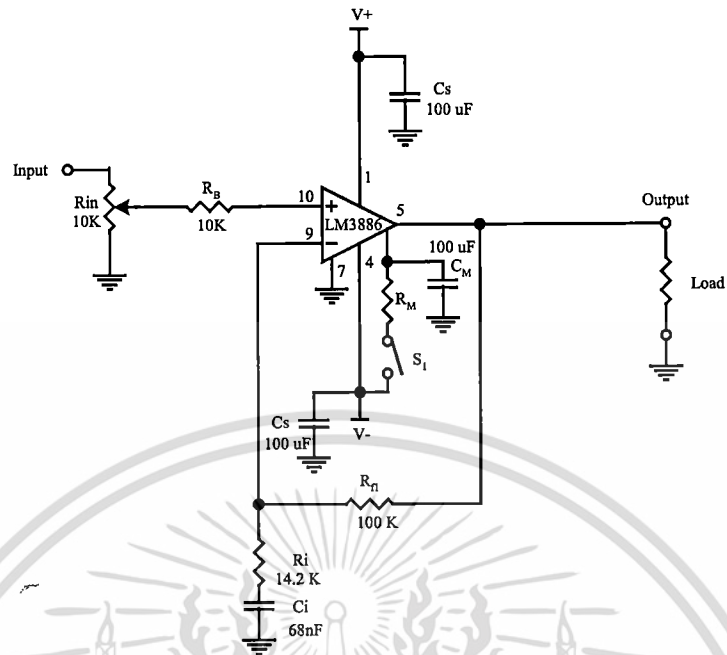
IC LM3886[6] เป็น IC ขยายเสียงคุณภาพสูงของบริษัท National Semiconductor ที่นิยมใช้กันทั่วไป โดยสามารถให้กำลังเอาต์พุตต่อเนื่องได้ถึง 68 วัตต์ ที่โหลด 4 โอห์ม ที่แรงดันไฟเลี้ยง ± 28 โวลต์ โดยคุณสมบัติที่สำคัญทั่วไปของ IC LM3886 สามารถแสดงได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 คุณสมบัติของ IC LM 3886

Output power	68W Cont. avg , Load = 4 Ohm, Vcc = ± 28 V 38W Cont. avg , Load = 8 Ohm, Vcc = ± 28 V 50W Cont. avg , Load = 8 Ohm, Vcc = ± 35 V
Peak power output	135W
Signal-to-noise ratio	≥ 92 dB
Input mute function	Yes
Output protection	Yes
Output over-voltage protection	Yes
Supply range	20V-94V
Package	11-Lead TO-220

สำหรับวงจรขยายสัญญาณที่ใช้ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิคส์ที่พัฒนาขึ้นสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.1

81639



รูปที่ 4.1 วงจรขยายสัญญาณที่ใช้ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิคส์

จากรูปที่ 4.1 สำหรับการออกแบบวงจรสำหรับขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ที่ใช้ในระบบขับไล่นกที่พัฒนาขึ้น เราจะดำเนินการตามขั้นตอนต่างๆดังรายละเอียดต่อไปนี้ โดยขั้นตอนแรกในการออกแบบวงจรขยายสัญญาณเราจะต้องทราบก่อนว่าคุณสมบัติของวงจขยายสัญญาณที่เราต้องการมีอะไรบ้าง ซึ่งโดยทั่วไปแล้วผู้ออกแบบจะต้องกำหนดคุณสมบัติต่างๆเหล่านี้ก่อนเพื่อใช้เป็นแนวทางในการออกแบบ คุณสมบัติเหล่านี้ได้แก่

1. กำลังขยายของวงจร (Power Output)
2. ค่าระดับสัญญาณอินพุต (Input Level)
3. ค่าอินพุตอิมพีแดนซ์ (Input Impedance)
4. ค่าอิมพีแดนซ์ของโหลด (Load Impedance)
5. ช่วงการตอบสนองความถี่ของวงจร (Frequency Band Width)
6. ค่าแรงดันสูงสุดของแหล่งจ่ายไฟ (Maximum Supply Voltage)

สำหรับค่ากำลังขยายของวงจรและค่าอิมพีแดนซ์ของโหลดจะเป็นตัวกำหนดขนาดของแหล่งจ่ายไฟที่จะใช้ในวงจรขยายสัญญาณที่ออกแบบขึ้น แต่อย่างไรก็ตามในการออกแบบวงจรบางครั้งผู้ออกแบบอาจจะใช้ขนาดของแหล่งจ่ายไฟเป็นหลักในการออกแบบก็ได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับว่าผู้ออกแบบมีข้อจำกัดของแหล่งจ่ายไฟที่จะใช้เราก็จะต้องทำการเลือกกำลังขยายและอิมพีแดนซ์ของโหลดให้เหมาะสมกับขนาดของแหล่งจ่ายไฟตามที่ต้องการ จากข้อกำหนดต่างๆดังที่กล่าวมาเราสามารถที่จะหาขนาดของแรงดันและกระแสเอาท์พุทที่สวิงจากค่ากำลังเฉลี่ยของวงจขยาย(P_o)โดยสมการที่ 4.1 และ สมการที่ 4.2

$$V_{opeak} = \sqrt{2R_L P_o} \quad (4.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$I_{\text{peak}} = \sqrt{(2P_o)}/R_L \quad (4.2)$$

สำหรับการกำหนดค่าแรงดันสูงสุดของแหล่งจ่ายไฟที่จะใช้จะต้องคำนึงถึงค่าต่างๆดังนี้

1.ค่าแรงดันตกคร่อมเอาต์พุตของวงจร (Dropout Voltage) สำหรับ IC LM3886 ประมาณ 4 โวลต์

2. ค่าโวลต์เตจเรกูเลชันของแหล่งจ่ายไฟ ซึ่งจะกำหนดโดยแรงดันเอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟขณะไม่มีโหลดเพิ่มเข้าไปอีกอย่างน้อย 15 เปอร์เซ็นต์

3.ค่าแรงดันของแหล่งจ่ายไฟขณะที่แรงดันอินพุตของแหล่งจ่ายไฟมีการเปลี่ยนแปลง ซึ่งจะทำให้การบวกเพิ่มเข้าไปอีก 10 เปอร์เซ็นต์

จากข้อกำหนดต่างๆดังกล่าวมาเราสามารถหาค่าแรงดันสูงสุดของแหล่งจ่ายไฟที่วงจรขยายสัญญาณต้องการได้ดังสมการที่ 4.3

$$\text{Max.Supplies.} \approx V_{od} + [(V_{\text{peak}})(1 + \text{regulation})(1.1)] \quad (4.3)$$

*สำหรับค่าเซนซิวิตีของอินพุต (Input Sensitivity) และค่ากำลังขยายของวงจรจะใช้เป็นตัวกำหนดอัตราขยาย(Gain) ที่ต้องการ แสดงในสมการที่ (4.4)

$$A_v \geq (\sqrt{P_o R_L}) / (V_{in}) = V_{\text{orms}} / V_{in\text{rms}} \quad (4.4)$$

ซึ่งโดยปกติแล้วอัตราขยายของวงจรขยายสัญญาณจะถูกตั้งค่าไว้ในช่วง 20 ถึง 200 ตัวอย่างเช่นหากวงจรเซตกำลังขยายของวงจรเท่ากับ 40 W ที่โหลด 8 โอห์ม ที่อัตราขยายเท่ากับ 20 เท่า เราจะได้ค่าอินพุตเซนซิวิตีเท่ากับ 894 มิลลิโวลต์ และที่อัตราขยาย 200 เท่า เราจะได้ค่าอินพุตเซนซิวิตีเท่ากับ 89.4 มิลลิโวลต์ โดยรายละเอียดในการคำนวณสามารถแสดงได้ดังสมการถัดไป

$$\text{จาก } A_v \geq (\sqrt{P_o R_L}) / V_{in} \quad \text{จะได้ } V_{in} \leq \sqrt{P_o R_L} / A_v$$

$$\therefore \text{ที่ } A_v = 20 \text{ เท่า จะได้ } V_{in} \leq \sqrt{40 * 8} / 20 \leq 894 \text{ มิลลิโวลต์}$$

$$\text{ที่ } A_v = 200 \text{ เท่า จะได้ } V_{in} \leq \sqrt{40 * 8} / 200 \leq 89.4 \text{ มิลลิโวลต์}$$

แต่ถึงแม้ว่าการเพิ่มอัตราขยายของวงจรจะทำให้กำลังขยายของวงจรมากขึ้น แต่ในขณะเดียวกัน วงจรจะขยายสัญญาณรบกวน(Noise) ไปด้วยโดยส่งผลให้ค่าซิกแนลทูนอยส์เรโซ(S/N) ลดลง นอกจากนี้ การเพิ่มค่าอัตราขยายของวงจรยังลดทอนค่าการตอบสนองความถี่ของวงจรให้ลดลง

ในด้านการพิจารณาค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ของวงจร เราจะทำการตั้งค่าโดยค่า Rin ซึ่งถ้าหากใช้ค่ามากเกินไปจะส่งผลต่อค่าแรงดันดีซีออฟเซต(DC Offset) ที่เอาต์พุทของวงจร

สำหรับค่าความต้านทานป้อนกลับ(Feedback Resistance), Rf1, เราสามารถเลือกได้กว้าง โดยจะอยู่ในช่วง 10 กิโลโอห์มถึง 100 กิโลโอห์ม และค่าความต้านทานป้อนกลับ Ri สามารถคำนวณหาได้โดยใช้สมการเช่นเดียวกับสมการของออปแอมป์(Op-Amp) ทั่วไป ซึ่งโดยปกติแล้ววงจรขยายสัญญาณเสียง จะใช้การต่อแบบนอนอินเวอร์ติ้ง(Non-Inverting)

สำหรับการออกแบบในรูปแบบที่ 4.1 เรากำหนดให้วงจรขยายสัญญาณที่เราต้องการมีคุณลักษณะดังตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 คุณลักษณะของวงจรขยายสัญญาณที่ได้ออกแบบขึ้นมา

คุณสมบัติของวงจรขยายสัญญาณ	
1. กำลังขยายของวงจร	60W
2. ค่าอิมพีแดนซ์ของโหลด	4 Ohm
3. ค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ของวงจร	100 KOhm
4. ช่วงการตอบสนองทางความถี่ของวงจร	1 KHz – 50 KHz
5. ค่าระดับสัญญาณอินพุท	2 Volt(max)

จากคุณสมบัติของวงจรขยายที่เราต้องการเราสามารถออกแบบวงจรขยายสัญญาณโดยใช้ IC LM3886 ดังรายละเอียดต่อไปนี้

จากสมการที่ (4.1) และ (4.2) เราจะได้

$$V_{\text{peak}} = \sqrt{2R_L P_o} = 21.9089 \approx 21.91 \text{ Volt}$$

$$I_{\text{peak}} = \sqrt{(2P_o)/R_L} = 5.47722 \approx 5.48 \text{ Amp}$$

∴ แหล่งจ่ายไฟที่ต้องการคือ ± 21.91 Volt ที่กระแส 5.48 Amp แต่เนื่องจากการออกแบบแหล่งจ่ายไฟต้องมีการคำนึงถึงค่าแรงดันตกคร่อม, ค่าเรกูเลชันของแหล่งจ่ายไฟ, และค่าการเปลี่ยนแปลงของแรงดันอินพุท เพราะฉะนั้นค่าแรงดันจริงของแหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจรจะหาได้จากสมการที่(4.3) คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\text{Max.Supplics.} \approx \pm V_{od} + [(V_{opeak})(1 + \text{Regulation})(1.1)]$$

$$\approx \pm 4 + [21.91)(1 + 0.5)(1.1)]$$

$$\approx \pm 31.716 \approx 32\text{Volt}$$

ดังนั้นค่าแหล่งจ่ายไฟที่ใช้ในวงจร ± 32 โวลต์ ที่กระแส 5.48 แอมป์ จากสมการที่ (4.4) เราสามารถหาค่าอัตราขยายที่เหมาะสมของวงจรได้ดังสมการ

$$A_v \geq (\sqrt{P_o R_L} / V_{in}) \geq (\sqrt{60 * 4 / 2}) \geq 7.74$$

เราเลือก A_v เท่ากับ 8 (Non-Inverting), จากค่า A_v เราจะหาค่าเซนซิวิตี้ได้ดังสมการ

$$\text{จาก } A_v \geq (\sqrt{P_o R_L} / V_{in}) \text{ จะได้ } V_{in} \leq (\sqrt{P_o R_L} / A_v)$$

$$V_{in} \leq (\sqrt{60 * 4 / 8}) \leq 1.93649 \approx 2\text{Volt}$$

สำหรับการกำหนดค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ของวงจรเราจะใช้ตัวต้านทาน R_{in} ในการกำหนดค่าอินพุทอิมพีแดนซ์ของวงจร โดยในวงจรนี้จะให้ $R_{in} = 100 \text{ Kohm}$ สำหรับค่า R_{f1} เพื่อเป็นการลดค่าแรงดันดีซีออฟเซตที่เอาท์พุทเราจะให้ค่า $R_{f1} = 100 \text{ Kohm}$ ดังนั้นเราสามารถหาค่า R_i ได้จากสมการที่ (4.5)

$$R_i = \frac{R_{f1}}{(A_v - 1)} \quad (4.5)$$

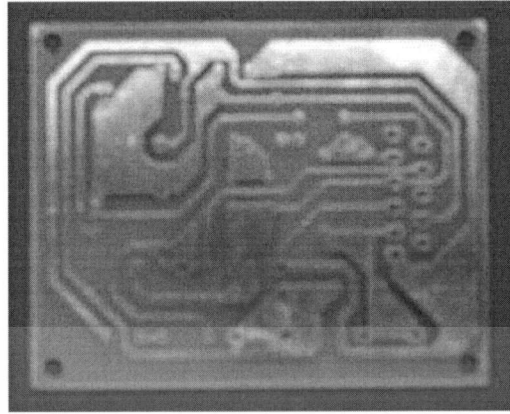
$$\therefore R_i = \frac{100 * 10^3}{(8 - 1)} = 14,285.714 \approx 14.29\text{Kohm}$$

เราเลือกใช้ค่าความต้านทานเท่ากับ 14.2 Kohm (12Kohm+2.2Kohm)

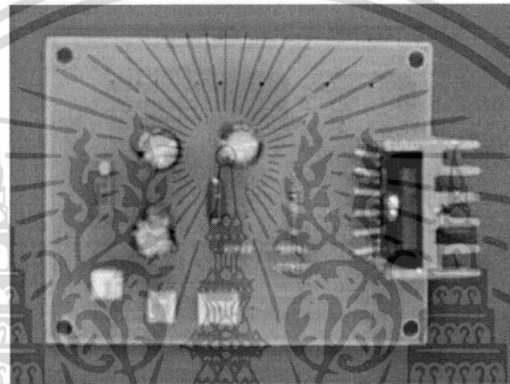
สำหรับในการกำหนดช่วงตอบสนองทางความถี่ของวงจรมันจะออกแบบให้ช่วงการตอบสนองความถี่สูงและความถี่ต่ำกว่าช่วงการตอบสนองความถี่ที่ต้องการประมาณ 5 เท่า ดังนี้

$$F_L = \frac{1000\text{Hz}}{5} = 200\text{Hz}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

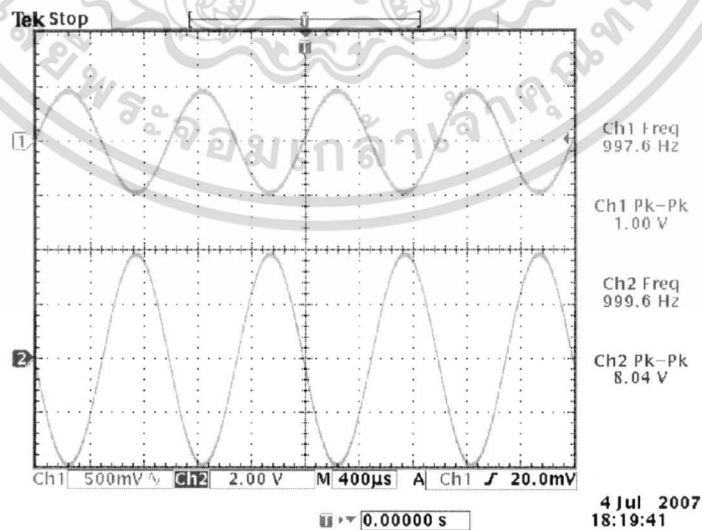


รูปที่ 4.6 วงจรพิมพ์ของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ (ด้านลายทองแดง)



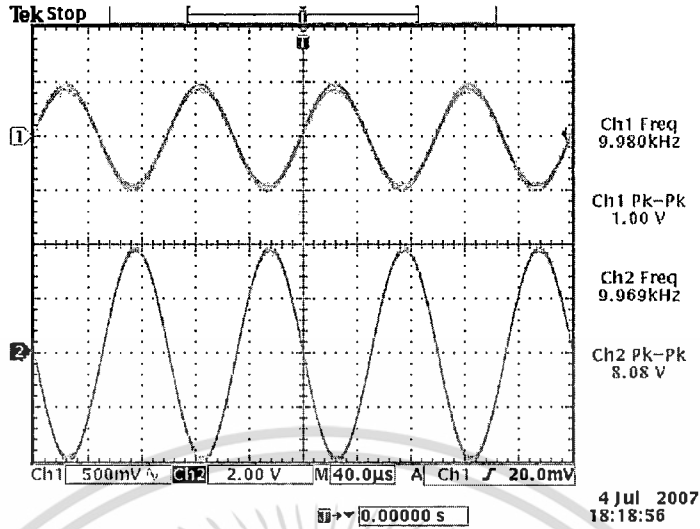
รูปที่ 4.7 การลงอุปกรณ์ของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์

จากวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่ได้ทำการสร้างขึ้นมาเราจะทำการทดสอบการทำงานของวงจรว่าเป็นไปตามที่เราได้ทำการออกแบบหรือไม่โดยเราจะทำการป้อนสัญญาณที่อินพุทในรูปแบบต่างๆ จากนั้นจึงทำการวัดสัญญาณที่เอาท์พุท โดยสัญญาณที่วัดได้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.8 และรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.8 สัญญาณอินพุทและเอาท์พุทของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ที่ แรงดันอินพุทเท่ากับ 1 โวลท์พีคพีคและความถี่อินพุทเท่ากับ 1 กิโลเฮิร์ต

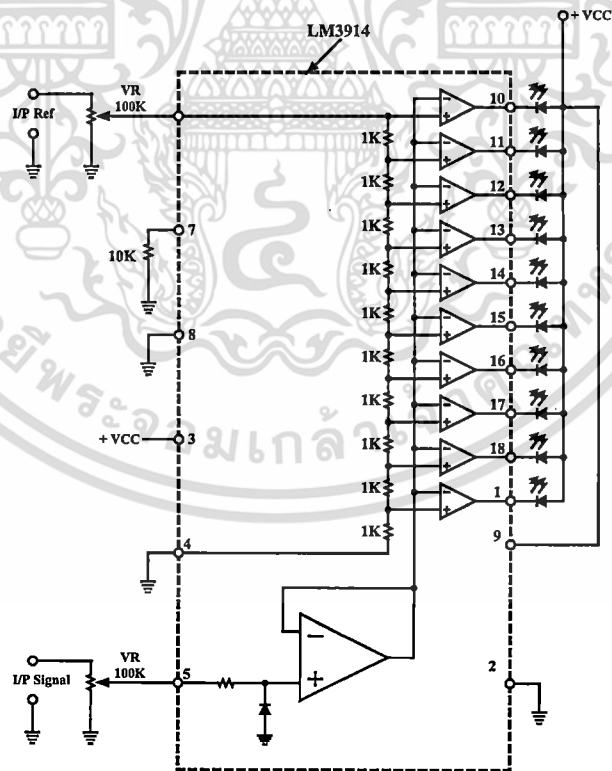
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.9 สัญญาณอินพุตและเอาต์พุตของวงจรขยายสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์ที่ แรงดันอินพุตเท่ากับ 1 โวลต์ที่พิกัดและความถี่อินพุตเท่ากับ 10 กิโลเฮิร์ต

4.2 การออกแบบวงจรแสดงผลความเข้มของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์

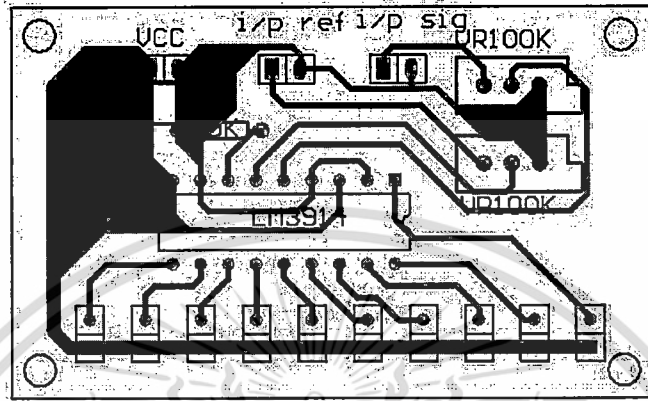
สำหรับวงจรแสดงผลความเข้มของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์จะใช้ IC LM3914[7] (Dot/Bar Display Driver) โดยลักษณะของวงจรสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.10



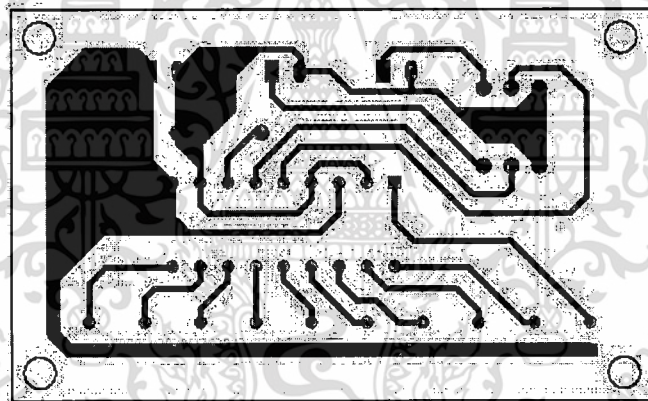
รูปที่ 4.10 วงจรแสดงผลความเข้มของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิคส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

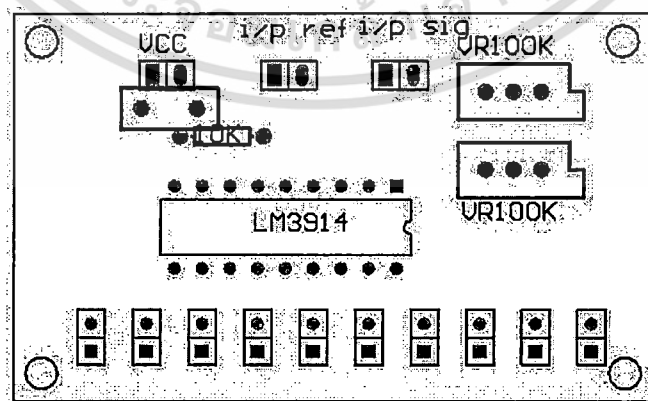
จากวงจรที่ได้ทำการออกแบบขึ้นมา เราได้ทำการออกแบบลายวงจรพิมพ์และสร้างแผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลความเข้มของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ขึ้นมา จากนั้นจึงทำการประกอบวงจรเพื่อทำการทดสอบสัญญาณ โดยลักษณะของลายวงจรพิมพ์, แผ่นวงจรพิมพ์และวงจรที่ประกอบเสร็จแล้วสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 4.11 ถึงรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.11 ลายวงจรพิมพ์และการลงอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์

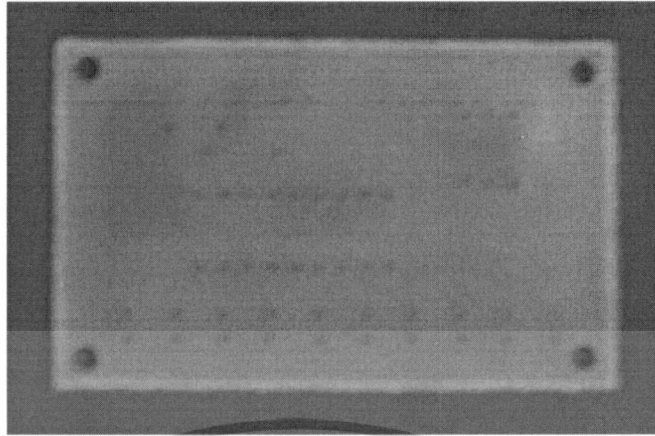


รูปที่ 4.12 ลายวงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์

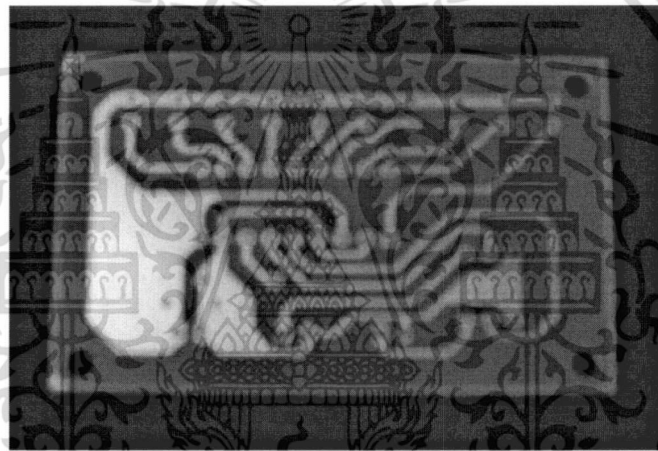


รูปที่ 4.13 การลงอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์

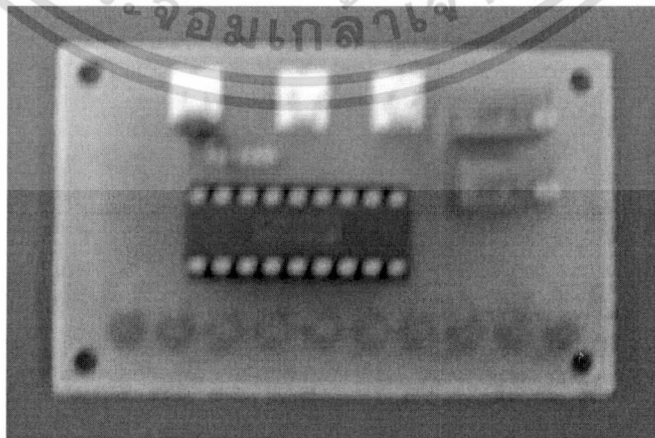
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.14 วงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ (ด้านอุปกรณ์)



รูปที่ 4.15 วงจรพิมพ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ (ด้านลายทองแดง)



รูปที่ 4.16 การลงอุปกรณ์ของวงจรแสดงผลระดับความแรงของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 วงจรสร้างสัญญาณสุ่ม

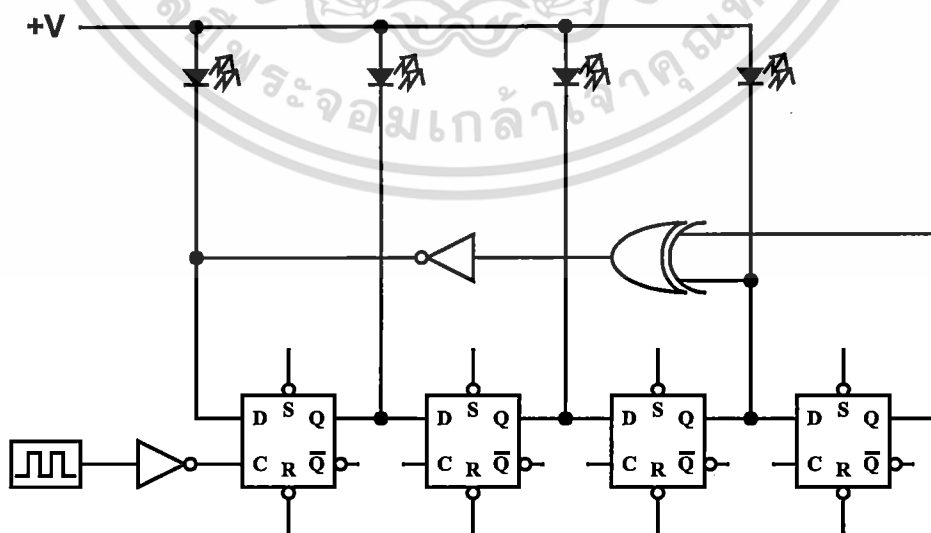
สำหรับในบทนี้จะนำเสนอการศึกษาวิจัยและพัฒนาในส่วนของวงจรสร้างสัญญาณสุ่ม(Random Signal Generator) ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์นี้จะใช้วงจรสร้างสัญญาณสุ่มในการสร้างสัญญาณในการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์สำหรับการขับไล่นก สำหรับรายละเอียดของวงจรตลอดจนการออกแบบวงจรสามารถแสดงได้ดังนี้

5.1 รูปแบบในการสร้างวงจรสร้างสัญญาณสุ่ม

โดยทั่วไปการสร้างอุปกรณ์สร้างสัญญาณสุ่มสามารถสร้างได้จากวิธีต่างๆหลายรูปแบบดังตัวอย่างต่อไปนี้[8]

5.1.1 การสร้างวงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ Shift-Register

วงจรรูปแบบนี้จัดเป็น วงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ Pseudo Random Number Generator ประเภทหนึ่งการสร้างวงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบนี้จะใช้ลักษณะการเคลื่อนบิตโดยใช้หลักการของ Flip-flop ประเภท D-Type ต่อกันในลักษณะวนเป็นลูป และใช้เกตไอซีเบอร์ 7486 ทำการ XOR ตามหลักของบูลีนทางตรรกศาสตร์ ซึ่งผลของการสร้างสัญญาณสุ่มจะมีความเป็นสัญญาณสุ่มมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนของการต่อ Flip-flop, จำนวนเกตไอซีที่ใช้ และเทคนิคในการต่อ Flip-flop วิธีการนี้มีข้อดีคือเป็นวิธีการที่ง่ายที่สุด และไม่ซับซ้อนในการต่อวงจร แต่มีข้อเสียคือเมื่อสร้างสัญญาณสุ่มออกมาสักระยะหนึ่งจะมีการวนซ้ำกลับมาที่เดิมทำให้สามารถคาดเดาผลล่วงหน้าได้ ซึ่งตัวเลขสุ่มที่สร้างขึ้นก่อนที่จะมีการวนซ้ำจะเป็นไปตามสมการ $2^N - 1$ โดยที่ N เป็นจำนวนของฟลิปฟล็อปที่ใช้



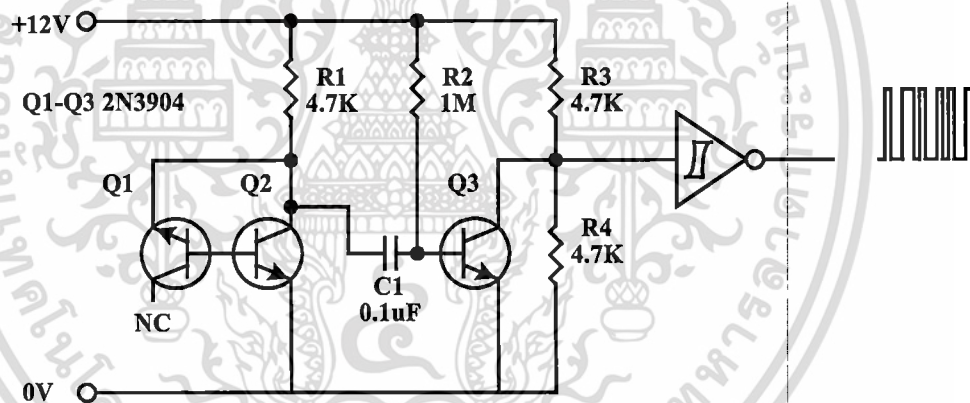
รูปที่ 5.1 ตัวอย่างของวงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ Shift-Register โดยใช้ D Flip-Flops

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.1 เป็นการสร้าง Pseudo Random Number Generator อย่างง่ายโดยใช้ Flip-Flop ประเภท D-Type โดยใช้ไอซี 555 Timer Chip ในการสร้างสัญญาณนาฬิกาจากนั้นจะส่งสัญญาณนาฬิกาเพื่อให้จังหวะในการทำงาน Flip-flop ผ่านเข้าไปใน Inverter แล้วส่งต่อเข้าไปใน 74LS194 (D Flip-Flop) จากนั้นต่อ Flip-flop ในลักษณะของการวนเป็นลูป แล้วจึงนำสัญญาณที่ได้จาก Flip-Flop ไปต่อเข้ากับ Inverter และ XOR เพื่อให้สัญญาณมีความเป็น Random จากรูปวงจรดังกล่าวสามารถสร้างสัญญาณสุ่มได้ 15 ค่าก่อนที่จะวนซ้ำกลับมาค่าเดิม

5.1.2 การสร้างวงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ White-Noise Generator

การสร้างวงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบนี้จะเป็นลักษณะการนำสัญญาณ Noise เข้ามาในวงจรแล้วขยายสัญญาณจากนั้นจึงนำมาผ่านเข้าไอซีที่เป็น Inverting Gate ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงสัญญาณ Noise ให้เป็นระดับสัญญาณดิจิทัล โดยใช้หลักการของ PN-Junction ในการต่อทรานซิสเตอร์ลักษณะกลับด้านกัน (Mirror) แล้วปล่อยให้ขยายไว้นิ่งๆ เพื่อนำสัญญาณ Noise เข้ามาในวงจรเพื่อใช้เป็นแหล่งสร้างสัญญาณสุ่ม ซึ่งตัวอย่างของวงจรดังรูปที่ 2.2 เป็นการสร้างสัญญาณสุ่มแบบ White Noise Generator



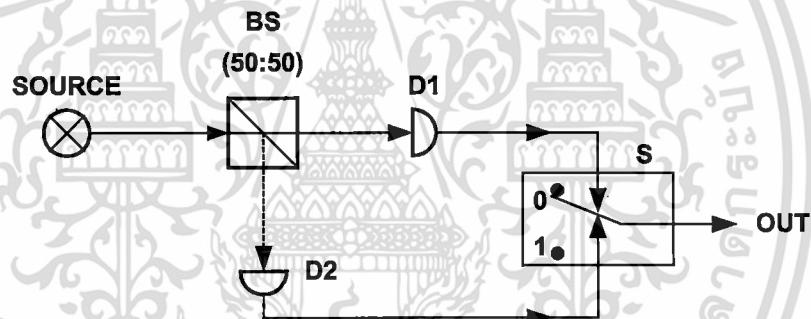
รูปที่ 5.2 วงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ White Noise Generator

จากรูปที่ 5.2 วงจรสร้างสัญญาณสุ่มมีหลักการทำงานโดย PN-Junction ของทรานซิสเตอร์ Q1(2N3904[9]) จะนำสัญญาณรบกวนจากภายนอกเข้ามาทางขาคอลเลกเตอร์ (Collector) และจะป้อนไบอัสกลับ (Reverse Biased) ไปให้ทรานซิสเตอร์ Q2(2N3904) ทางขาคีมิตเตอร์ (Emitter) และขาเบส (Base) ซึ่งทรานซิสเตอร์ Q2 จะทำหน้าที่ในการขยายสัญญาณรบกวน และจะส่งผ่านตัวต้านทานและตัวเก็บประจุซึ่งต่อลักษณะของ High-Pass Filter ซึ่งจะกรองเอาเฉพาะสัญญาณรบกวนที่มีความถี่สูงๆ ไว้ แล้วขยายสัญญาณ โดยผ่านทรานซิสเตอร์ Q3 และเมื่อผ่านสัญญาณเข้าไปในไอซี MC14584B[10] สัญญาณสุดท้ายที่ได้ก็จะมีลักษณะเป็น Random Signal มากกว่าวงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ Shift-Register และจะไม่มี การวนซ้ำกลับมาอีกค่าเดิมทำให้ไม่สามารถคาดเดาผลล่วงหน้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.1.3 การสร้างวงจรสร้างสัญญาณสุ่มโดยใช้อุปกรณ์เชิงควอนตัม

การสร้างอุปกรณ์สร้างสัญญาณสุ่มแบบนี้จะเป็นการสร้างสัญญาณสุ่มที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสามารถยืนยันผลว่าได้สัญญาณที่สุ่มออกมานั้นเป็นสัญญาณสุ่มอย่างแท้จริง (True Random Signal Generator) โดยวงจรจะอาศัยพื้นฐานบนหลักการของฟิสิกส์เชิงควอนตัม โดยอาศัยหลักการทำงานของอนุภาคแสงที่มีพฤติกรรมการสุ่มอย่างแท้จริง การใช้หน่วยที่เล็กที่สุดของแสงซึ่งเป็นอนุภาคที่เรียกโฟตอนทำการจัดชุดอุปกรณ์ให้โฟตอนเคลื่อนที่ผ่านกระจกแยกลำแสงชนิด 50:50 จะทำให้ได้ข้อมูลสุ่มว่าโฟตอนจะเคลื่อนที่ออกมาจากทิศทางใดนั้น โอกาสเท่าเทียมกัน (50%:50%) จึงมีความเป็นไปได้หรือมีโอกาสเท่ากันที่โฟตอนจะเลือกทางเดิน ดังนั้นผลที่ได้จึงกล่าวได้ว่าเป็นการ “สุ่ม” โอกาสที่สมบูรณ์ไม่มีการลำเอียงทางการเลือกสุ่ม และหากกำหนดให้ทิศทางใดของผลการเดินทางของโฟตอนเป็นบิตข้อมูล “0” และอีกทิศทางหนึ่งที่เหลือเป็นบิตข้อมูล “1” จะทำให้เกิดเป็น “สัญญาณสุ่ม” ขึ้นมา จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ได้บันทึกลงเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อตรวจสอบและใช้งานต่อไป ซึ่งระบบทางเดินแสงสำหรับใช้ในการสร้างจำนวนสุ่มเป็นดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 ระบบทางเดินแสงสำหรับใช้ในการสร้างสัญญาณสุ่ม

- จากรูปที่ 5.3 “source” คือ แหล่งกำเนิดโฟตอน
 “BS(50:50)” คือ Beam Splitter ทำหน้าที่แยกลำแสงทะลุผ่านหรือสะท้อนในทิศทางและเท่าๆกัน
 “D1,D2” คือ Detector ทำหน้าที่ตรวจจับโฟตอน
 “S” คือ Switch เพื่อเลือกบิต “0” และบิต “1”

จากรูปแบบในการสร้างวงจรสร้างสัญญาณสุ่มที่กล่าวทั้งหมด รูปแบบในการสร้างสัญญาณสุ่มในแต่ละวิธีจะมีข้อดีข้อเสียแตกต่างกันออกไป โดยสำหรับในโครงการวิจัยพัฒนาระบบขับไล่กด้วยเสียงอัลตราโซนิกสื่อนี้จะใช้รูปแบบในการสร้างสัญญาณสุ่มแบบ Shift-Register ร่วมกับแบบ White

Noise Generator ในการสร้างสัญญาณสุ่มเพื่อใช้ในการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ สำหรับใช้ในการขับไล่แมลง โดยรายละเอียดของวงจรที่ออกแบบขึ้นมีดังนี้

5.2 การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณสุ่ม

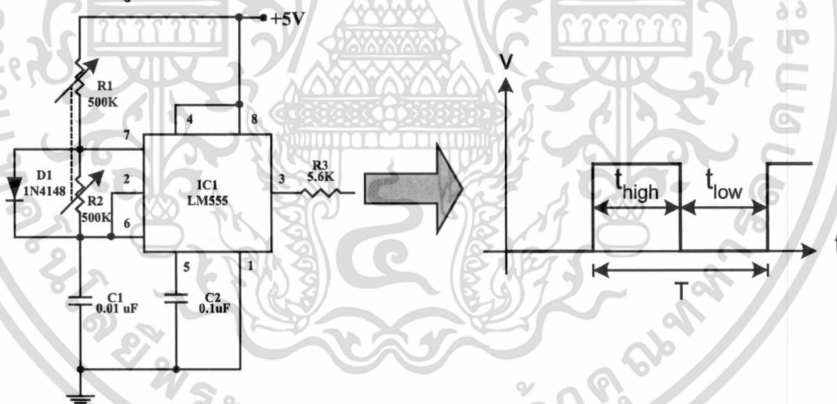
สำหรับวงจรสร้างสัญญาณสุ่มที่ออกแบบขึ้นสำหรับใช้ในการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียง อัลตราโซนิกส์จะประกอบด้วยวงจรย่อยต่างๆดังนี้

1. วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาสำหรับควบคุมวงจรสร้างสัญญาณสุ่ม
2. วงจรสร้างสัญญาณพัลส์สำหรับควบคุมวงจรสร้างสัญญาณสุ่ม
3. วงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ White Noise Generator
4. วงจรนับแบบไบนารี (Binary Counter)
5. วงจร LATCH

สำหรับรายละเอียดของวงจรในแต่ละส่วนสามารถอธิบายได้ดังนี้

5.2.1 วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาสำหรับควบคุมวงจรสร้างสัญญาณสุ่ม

สำหรับในวงจรส่วนนี้จะใช้ไอซี 555[11] นำมาต่อเป็นวงจรออสเตเบิล (Astable Circuit) ดังแสดงได้ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 วงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาโดยใช้ไอซี 555

จากวงจรในรูปที่ 5.4 เราจะนำไดโอดมาต่อขนานกับ R1 เพื่อช่วยจัดให้ค่าคาบเวลาของเอาต์พุตจากวงจรมีค่าเท่ากับ 50 เปอร์เซ็นต์(ในวงจรนี้เราจัดให้ค่า R1 กับ R2 มีค่าเท่ากัน) เราสามารถคำนวณหาค่าช่วงเวลารวมทั้งหมดหรือคาบเวลาและความถี่ ของวงจรได้จากสมการที่ (5.1), (5.2) และ (5.3)

$$t_{\text{low}} = t_{\text{high}} = 0.695 * R1 * C1 = 0.695 * R2 * C1 \quad (5.1)$$

$$T = t_{\text{high}} + t_{\text{low}} = 0.695 * 2R1 * C1 = 0.695 * 2R2 * C1 \quad (5.2)$$

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.4388}{(2R1 * C1)} = \frac{1.4388}{(2R2 * C1)} \quad (5.3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการที่ 5.3 เราสามารถหาความถี่ของสัญญาณเอาต์พุตของวงจรในรูปที่ 5.5 ได้ดังนี้
ในกรณีที่ $R_1 = 500K$, $R_2 = 500K$, $C_1 = 0.01\mu F$ จะได้ความถี่ของเอาต์พุต

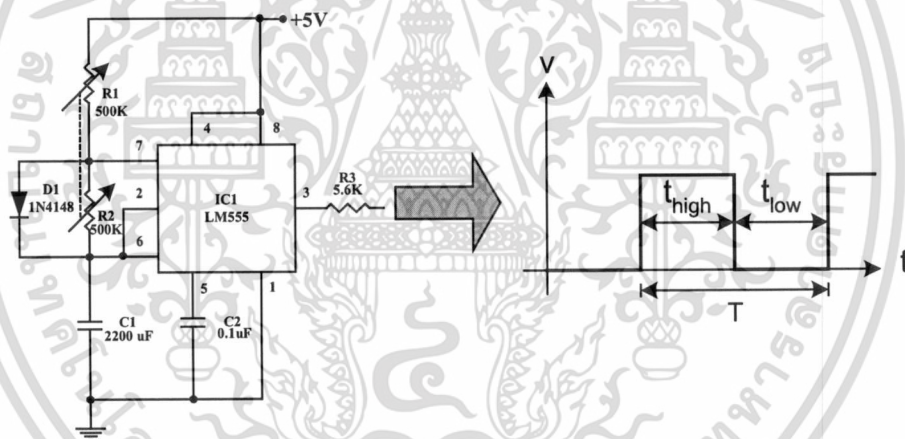
$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.4388}{(2R_1 * C_1)} = \frac{1.4388}{(2R_2 * C_1)} = \frac{1.4388}{(2(0.5 * 10^6) * 0.01 * 10^{-6})} = 143.88 \text{ เฮิรต์}$$

ในกรณีที่ $R_1 = 1K$, $R_2 = 1K$, $C_1 = 0.01\mu F$ จะได้ความถี่ของเอาต์พุต

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.4388}{(2R_1 * C_1)} = \frac{1.4388}{(2R_2 * C_1)} = \frac{1.4388}{(2(1 * 10^3) * 0.01 * 10^{-6})} = 71.94 \text{ กิโลเฮิรต์}$$

5.2.2 วงจรสร้างสัญญาณพัลส์สำหรับควบคุมวงจรสร้างสัญญาณสุ่ม

สำหรับในวงจรส่วนนี้จะใช้ไอซี 555 นำมาต่อเป็นวงจรอะสตเบิ้ล (Astable Circuit) เหมือนกับวงจรสร้างสัญญาณนาฬิกาสำหรับควบคุมวงจรสร้างสัญญาณสุ่มเพียงแต่คาบเวลาของวงจรจะสูงกว่ามากโดยวงจรสร้างสัญญาณพัลส์สำหรับควบคุมวงจรสร้างสัญญาณสุ่มสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.5 วงจรสร้างสัญญาณพัลส์สำหรับควบคุมวงจรสร้างสัญญาณสุ่ม

จากสมการที่ 5.3 เราสามารถหาความถี่ของสัญญาณเอาต์พุตของวงจรในรูปที่ 5.5 ได้ดังนี้

*ในกรณีที่ $R_1 = 500K$, $R_2 = 500K$, $C_1 = 2200\mu F$ จะได้ความถี่ของเอาต์พุต

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.4388}{(2R_1 * C_1)} = \frac{1.4388}{(2R_2 * C_1)} = \frac{1.4388}{(2(0.5 * 10^6) * 2200 * 10^{-6})} = 0.000654 \text{ เฮิรต์}$$

หรือสามารถคำนวณหาคาบเวลา T , t_{low} และ t_{high} ของสัญญาณเอาต์พุตได้จากสมการที่ (5.1) และ (5.2) ดังนี้

$$t_{low} = t_{high} = 0.695 * R_1 * C_1 = 0.695 * R_2 * C_1 = 0.695 * 0.5 * 10^6 * 2200 * 10^{-6} = 764.5 \text{ วินาที}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$T = t_{\text{high}} + t_{\text{low}} = 0.695 * 2R1 * C1 = 0.695 * 2R2 * C1 = 1529 \text{ วินาที}$$

*ในกรณีที่ $R1 = 1K$, $R2 = 1K$, $C1 = 2200\mu F$ จะได้ความถี่ของเอาต์พุต

$$f = \frac{1}{T} = \frac{1.4388}{(2R1 * C1)} = \frac{1.4388}{(2R2 * C1)} = \frac{1.4388}{(2(1 * 10^3) * 2200 * 10^{-6})} = 0.327 \text{ เฮิรต}$$

และสามารถคำนวณหาคาบเวลา T , t_{low} และ t_{high} ของสัญญาณเอาต์พุตได้จากสมการที่ (5.1) และ (5.2) ดังนี้

$$t_{\text{low}} = t_{\text{high}} = 0.695 * R1 * C1 = 0.695 * R2 * C1 = 0.695 * 1 * 10^3 * 2200 * 10^{-6} = 1.529 \text{ วินาที}$$

$$T = t_{\text{high}} + t_{\text{low}} = 0.695 * 2R1 * C1 = 0.695 * 2R2 * C1 = 3.058 \text{ วินาที}$$

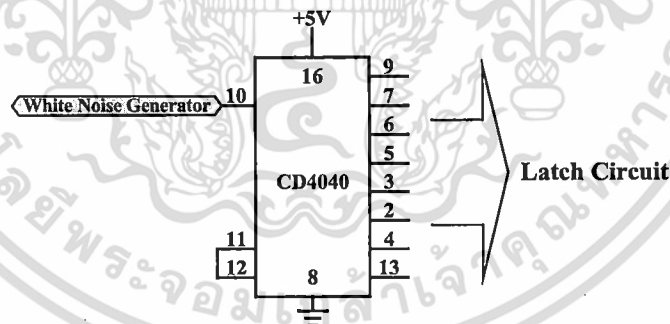
5.2.3 วงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ White Noise Generator

สำหรับวงจรสร้างสัญญาณสุ่มแบบ White Noise Generator จะใช้วงจรตามรูปในหัวข้อ

ข้อ 5.1.2 ซึ่งรายละเอียดการทำงานของวงจรสามารถศึกษาได้จากหัวข้อ 5.2.1

5.2.4 วงจรนับแบบไบนารี (Binary Counter)

สำหรับวงจร วงจรนับแบบไบนารีจะใช้ ไอซีวงจรรนับแบบ ASYNCHRONOUS เบอร์ CD4040[12] โดยลักษณะของวงจรสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.6

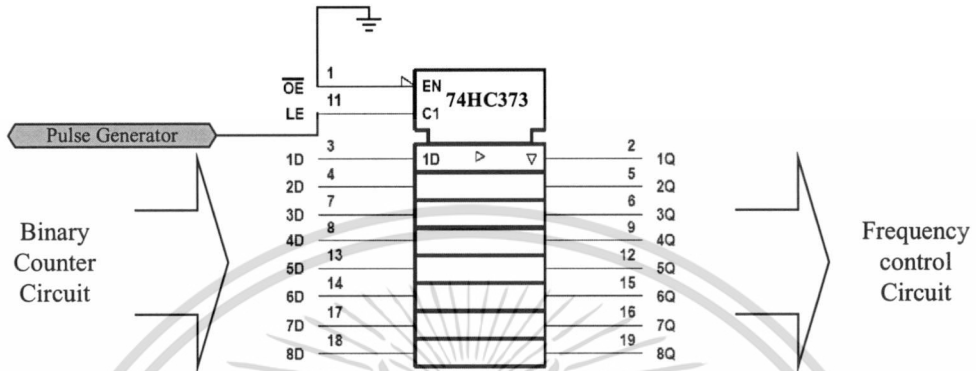


รูปที่ 5.6 วงจรนับแบบไบนารี

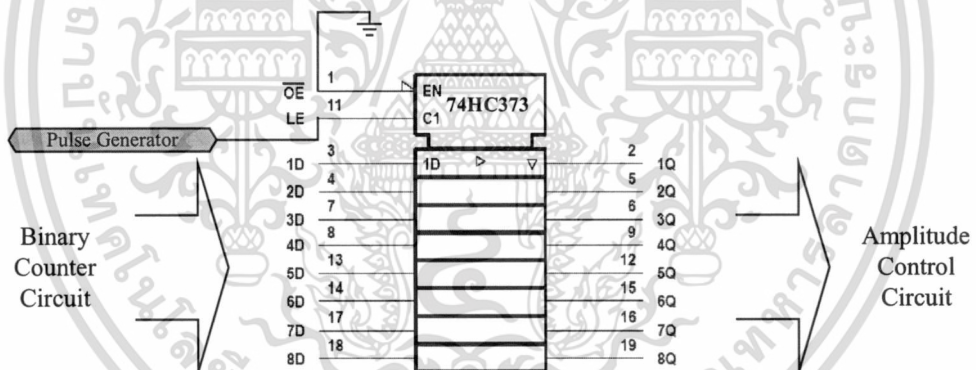
จากวงจรในรูปที่ 5.6 ไอซีวงจรรนับแบบ ASYNCHRONOUS เบอร์ CD4040 จะรับอินพุตมาจากวงจร White Noise Generator ซึ่งเป็นสัญญาณสุ่มจากสัญญาณรบกวนจากภายนอก โดยการนับจะเกิดขึ้นเมื่อมีสัญญาณกระตุ้นหรือสัญญาณจาก White Noise Generator โดยสัญญาณเอาต์พุตทั้ง 8 บิต จะถูกส่งไปยังวงจร Latch ต่อไป

5.2.5 วงจร Latch

สำหรับวงจร Latch จะใช้ IC 74HC373[13] ซึ่งเป็น IC OCTAL TRANSPARENT D-TYPE LATCHES โดยลักษณะของวงจรสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.7 และ 5.8



รูปที่ 5.7 วงจร Latch ชุดที่ 1 สำหรับนำสัญญาณไปควบคุมวงจรควบคุมความถี่ของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกด้วยสัญญาณดิจิทัล

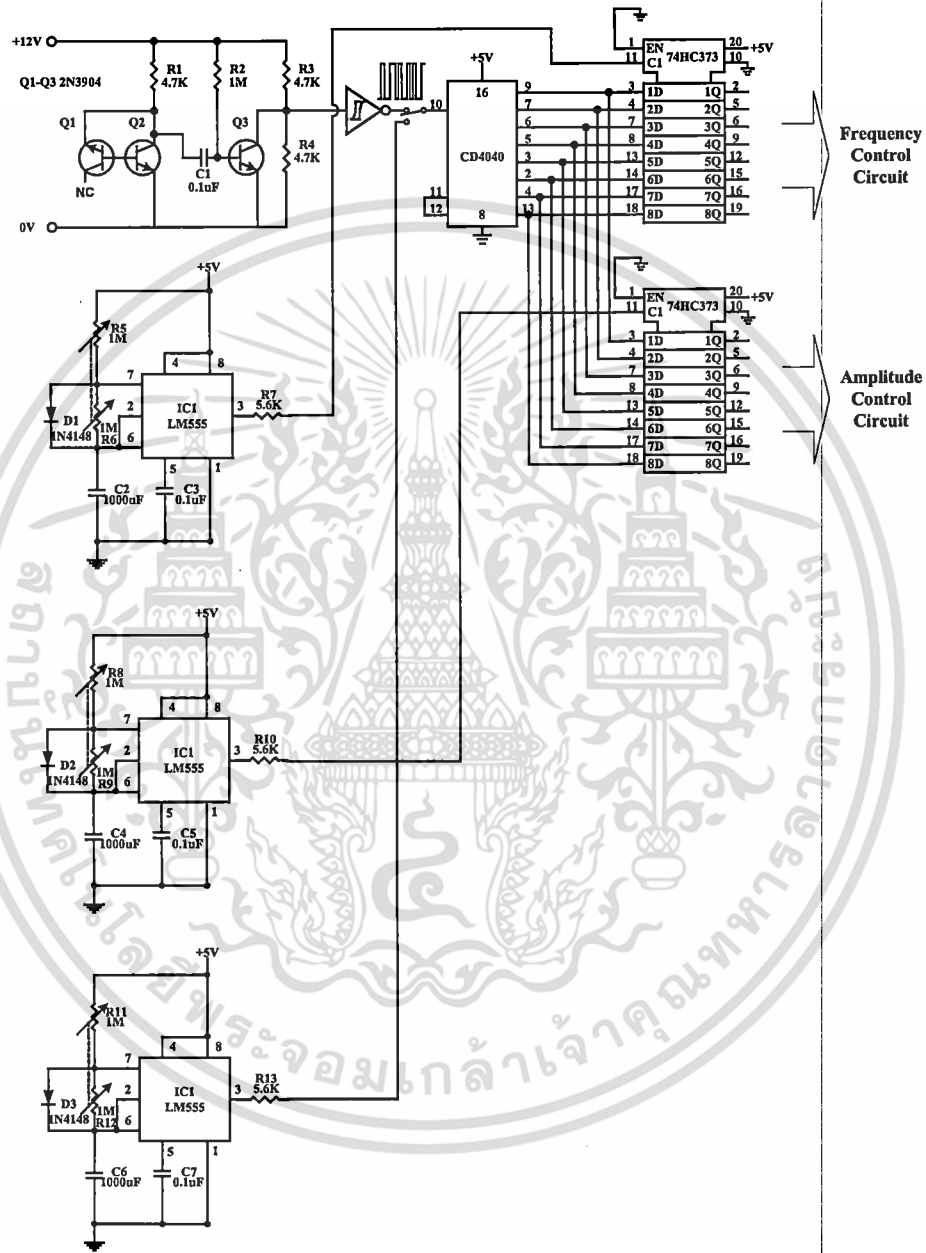


รูปที่ 5.8 วงจร Latch ชุดที่ 2 สำหรับนำสัญญาณไปควบคุมวงจรควบคุมระดับความดังของสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกด้วยสัญญาณดิจิทัล

จากวงจรในรูปที่ 5.7 ไอซี 74HC373 จะรับสัญญาณอินพุตทั้ง 8 บิตมาจากวงจร Shift Register โดยเอาท์พุททั้ง 8 บิตของวงจร Latch จะคงสถานะเดิมจนกว่าจะมีสัญญาณมากระตุ้นที่ขา LE ซึ่งได้รับสัญญาณมาจากวงจร Pulse Generator โดยหากมีสัญญาณมากระตุ้นที่ขา LE ก็จะทำให้เอาท์พุทเปลี่ยนสถานะไปตามอินพุตและจะคงสถานะต่อไปจนกว่าจะได้รับสัญญาณกระตุ้นลูกต่อไป

5.3 วงจรสร้างสัญญาณสุ่มสำหรับการใช้ในการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์

จากรายละเอียดของวงจรย่อยต่างๆ ดังที่กล่าวมาสามารถเขียนวงจรสำหรับการใช้ในการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ได้ดังรูปที่ 5.9



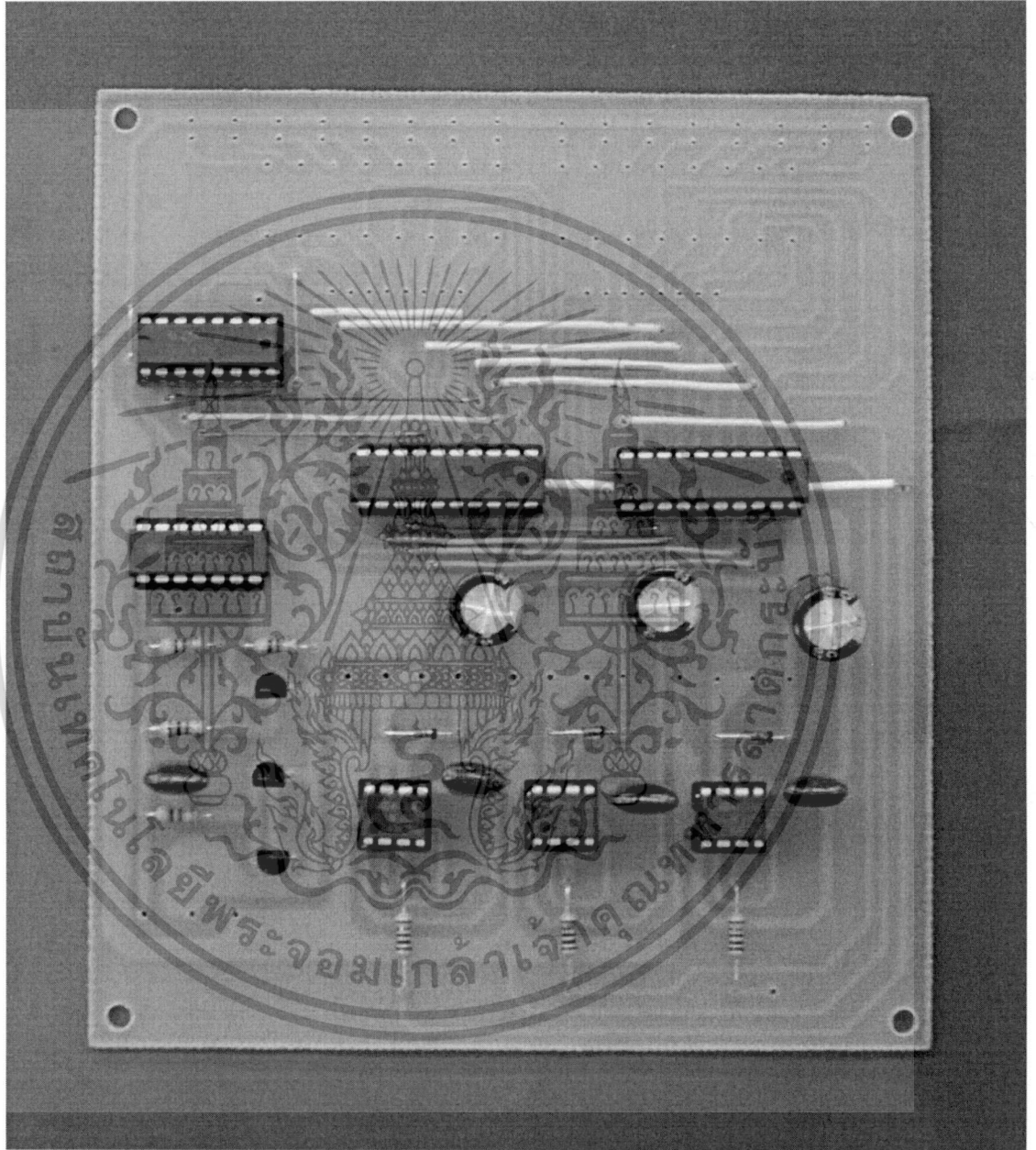
รูปที่ 5.9 วงจรสร้างสัญญาณสุ่มสำหรับการใช้ในการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์

จากวงจรทั้งหมดในรูปที่ 5.9 วงจรจะทำการกำเนิดสัญญาณสุ่มในรูปของสัญญาณดิจิทัลขนาด 8 บิต จำนวน 2 ชุด เพื่อใช้ในการควบคุมวงจรกำเนิดสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์สำหรับใช้ขับไล่นก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยเราจะใช้สัญญาณ 1 ชุดจำนวน 8 บิต ในการควบคุมความถี่และอีก 1 ชุด จำนวน 8 บิตในการควบคุมขนาดของสัญญาณ

สำหรับลักษณะวงจรสร้างสัญญาณสุ่มสำหรับการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกที่ทำการสร้างขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.10



รูปที่ 5.10 ลักษณะวงจรสร้างสัญญาณสุ่มสำหรับการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียงอัลตราโซนิก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากวงจรวงจรสร้างสัญญาณสุ่มที่ได้ทำการสร้างขึ้น วงจรที่ออกแบบขึ้นมาสามารถกำเนิดสัญญาณในการควบคุมการสร้างสัญญาณเสียงอัลตราโซนิกส์ได้ ซึ่งเราจะนำสัญญาณที่ได้นี้ไปควบคุมการกำเนิดสัญญาณอัลตราโซนิกส์ต่อไป



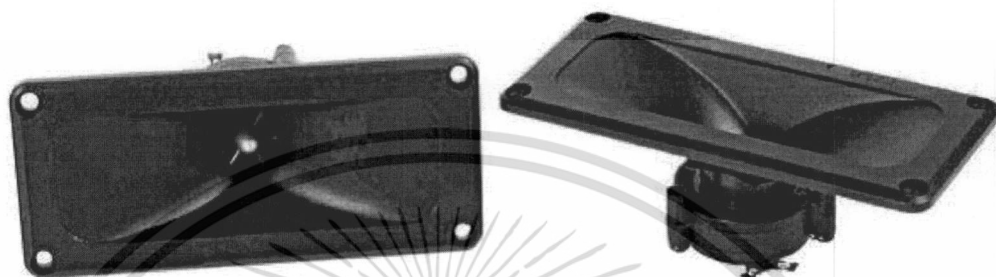
บรรณานุกรม

- [1] J. Bishop, H. McKay, D. Parrott and J. Allan. "Review of international research literature regarding the effectiveness of auditory scaring techniques and potential alternatives", December 2003.
- [2] THE USE OF AUDIBLE BIRD SCARE DEVICES IN BRITISH COLUMBIA IN 2001 Report to the Minister of Agriculture, Food and Fisheries.
- [3] XR-2206 Monolithic Function Generator. EXAR Corporation, Datasheet June 1997.
- [4] DAC0808 8-Bit D/A Converter. National Semiconductor Datasheet.
- [5] LF351 Single Operational Amplifier (JFET). Fairchild Semiconductor Corporation, 2001.
- [6] LM3886 High-Performance 68W Audio Power Amplifier. National Semiconductor Datasheet, October 2003.
- [7] LM3914 Dot/Bar Display Driver. National Semiconductor Datasheet, February 1995.
- [8] นาย ปรมะศวร์ เทพทั่วม และ นาย นภดล รักเกียรติยศ "อุปกรณ์กำเนิดเลขสุ่ม" โครงการงานทางวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, 2548
- [9] 2N3904 NPN switching transistor. Philips Semiconductors, 23 Apr 1993.
- [10] MC14584B Hex Schmitt Trigger. On Semiconductor.
- [11] NE/SA/SE555/SE555C Timer. Philips Semiconductors, 14 Feb 2003.
- [12] CD4040B CMOS Ripple-Carry Binary Counter/Dividers. Texas Instruments, April 2002
- [13] SN54HC373, SN74HC373 TRANSPARENT D-TYPE LATCHES WITH 3-STATE OUTPUTS. Texas Instruments, May 1997.
- [14] Piezo Tweeter Application Note. <http://www.pulsardevelopments.com/products/detail/piezoan.html>

ภาคผนวก ข

คุณสมบัติของลำโพงที่ใช้ในโครงการวิจัย

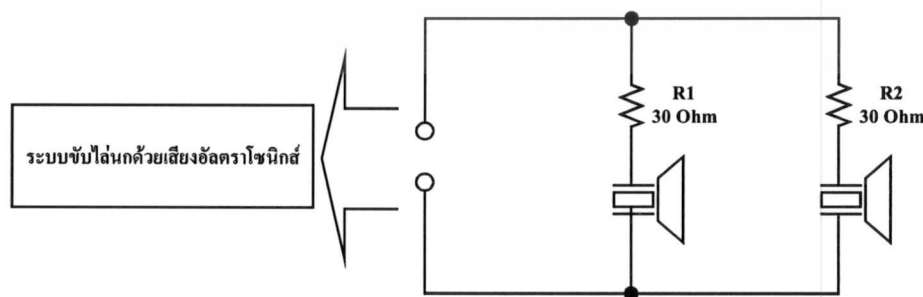
สำหรับโครงการวิจัยนี้จะใช้ลำโพงชนิด Dispersion Horn Piezo Tweeter ของบริษัท PYRAMID รุ่น TW-12[14] โดยลักษณะของลำโพงรุ่นนี้สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ข1



รูปที่ ข1 ลำโพง Dispersion Horn Piezo Tweeter ของบริษัท PYRAMID รุ่น TW-12 โดยคุณสมบัติที่สำคัญของลำโพงรุ่นนี้มีดังนี้

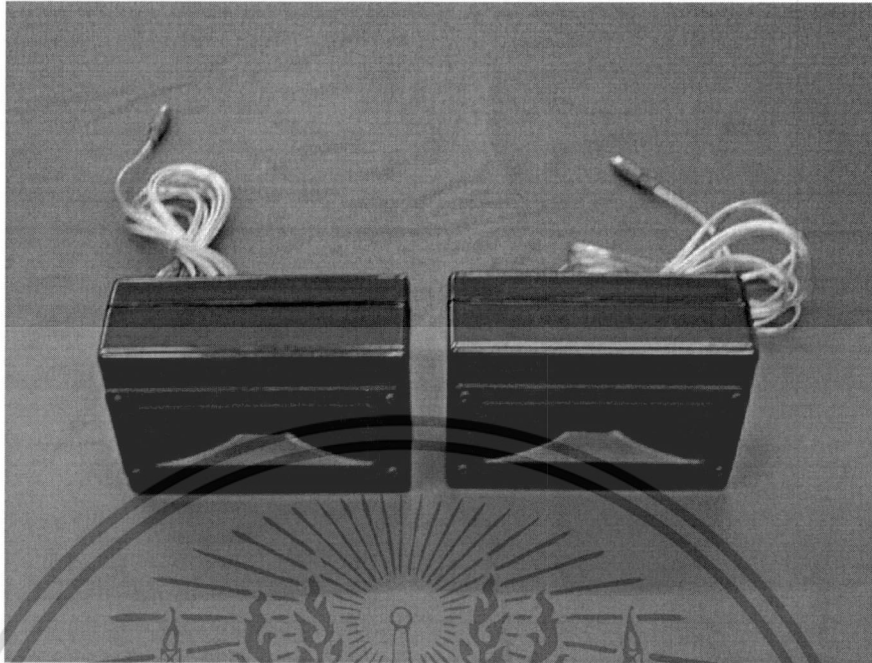
- 2.5" x 5.7" Wide Dispersion Horn Tweeters
- Frequency Response: 3.5kHz - 30kHz
- SPL: 94dB @ 1W/1M
- Excellent Transient Response
- Low Distortion
- Typical Impedance Appears As 0.1 UF Capacitor
- Light Weight & Highly Reliable
- 75 Watts RMS/150 Watts Peak
- Complete Pair In Gift Box
- Suited 4-8 Ohm Impedance Applications
- A 30 Ohm Series Resistor is Recommended to Assure Stability of Extended Range Amplifiers & Preclude Hazard of Amplifier Burn-Out

สำหรับการต่อลำโพงเข้ากับระบบเครื่องเล่นที่สร้างขึ้นมาจะทำการต่อลำโพง 2 ตัวขนานกัน โดยมีลักษณะการต่อลำโพงเพื่อใช้ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์สามารถแสดงได้ดังรูปที่ ข2

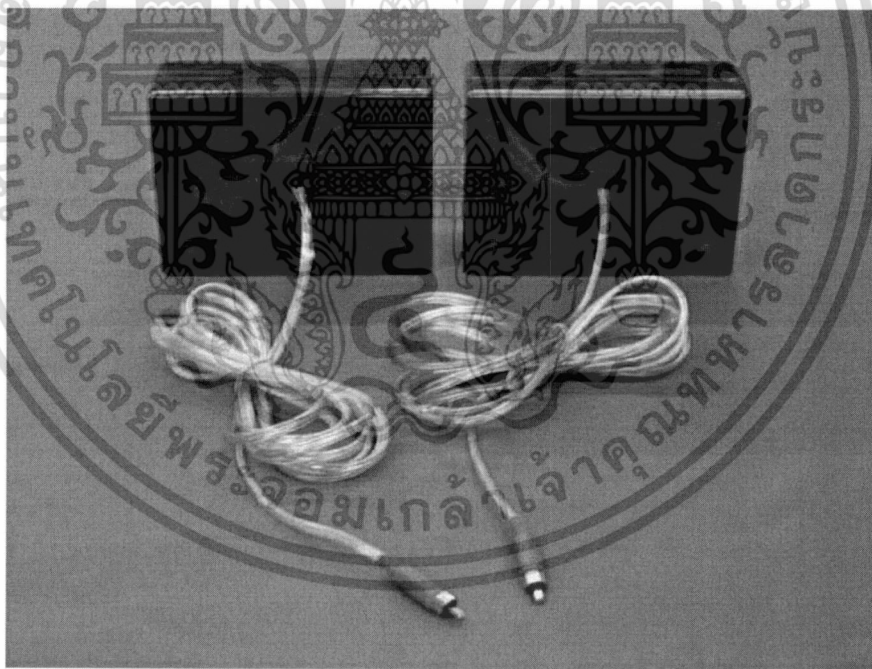


รูปที่ ข2 ลักษณะการต่อลำโพงเพื่อใช้ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ๓ ลักษณะของลำโพงที่ใช้ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ (ด้านหน้า)



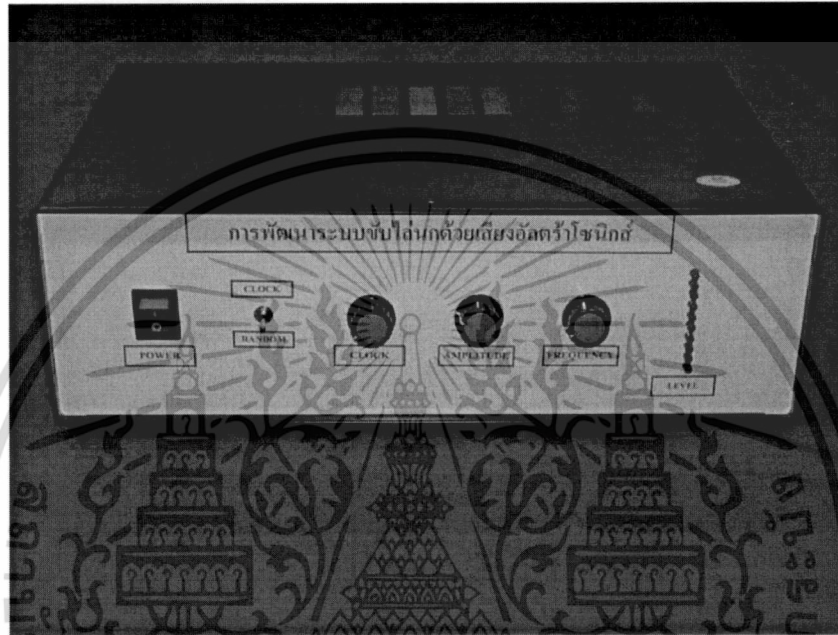
รูปที่ ๔ ลักษณะของลำโพงที่ใช้ในระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ (ด้านหลัง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

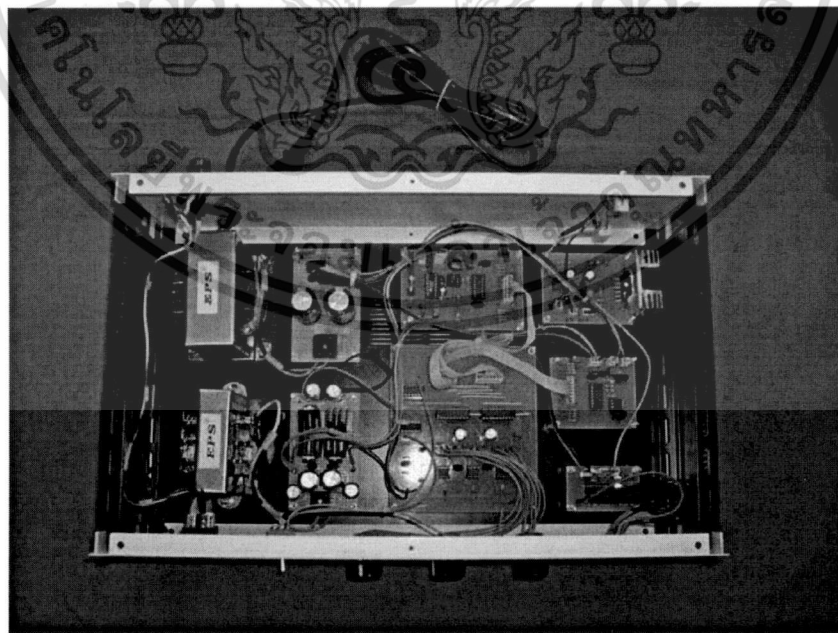
ภาคผนวก ก

ระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้น

สำหรับระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้นมาสามารถแสดงได้ดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ ก1 ภาพด้านหน้าของเครื่องของระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้นมา



รูปที่ ก2 ภาพด้านบนของเครื่องของระบบขับไล่นกด้วยเสียงอัลตราโซนิกส์ที่ทำการพัฒนาขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้