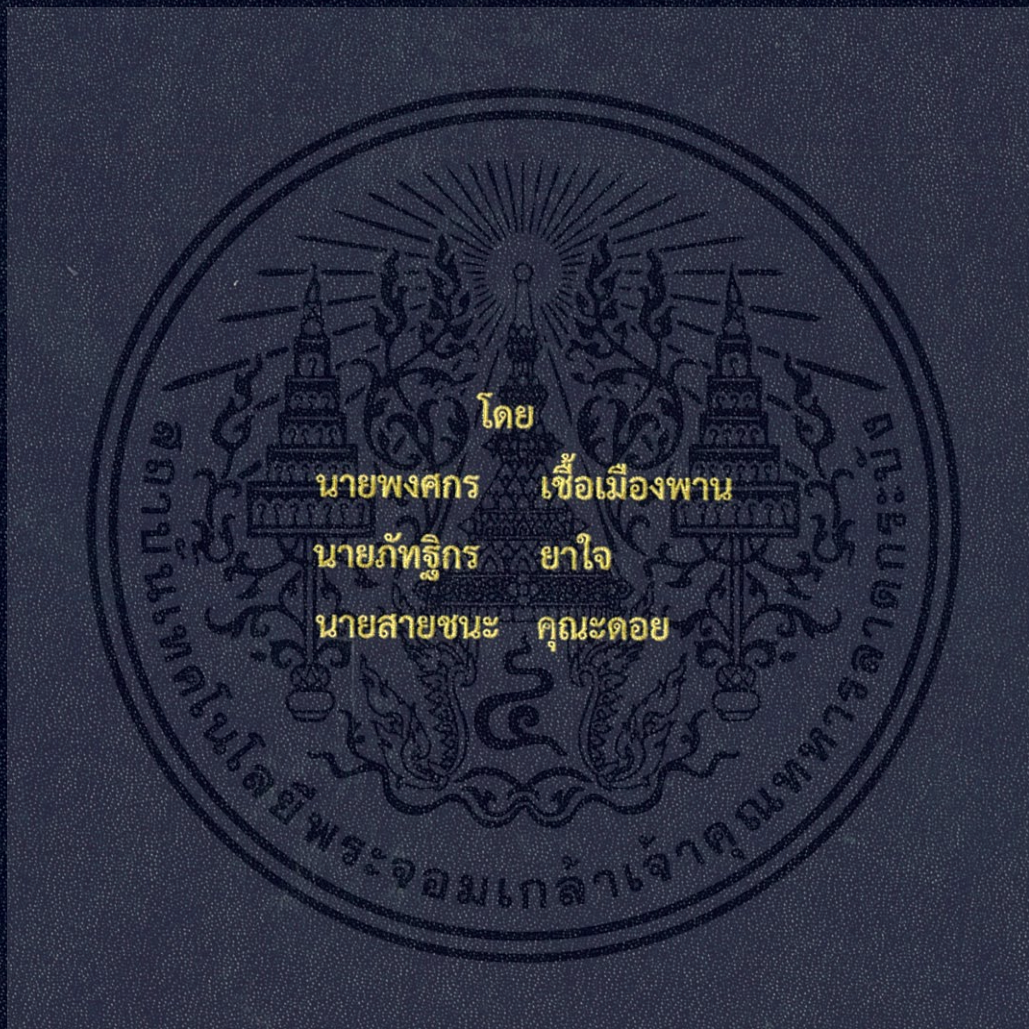


ระบบควบคุมรถบังคับติดตามเสียงและแสดงวีดีโอภาพ ผ่านระบบปฏิบัติการ
แอนดรอยด์

REMOTE VEHICLE CONTROLLED SYSTEMS USING VIDEO AND AUDIO
INTERFACE VIA ANDROID DEVICE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

ระบบควบคุมรถบังคับติดตามเสียงและแสดงวีดีโอภาพ ผ่านระบบปฏิบัติการ

แอนดรอยด์

REMOTE VEHICLE CONTROLLED SYSTEMS USING VIDEO AND AUDIO

INTERFACE VIA ANDROID DEVICE



โดย
นายพงศกร เชื้อเมืองพาน 54010838
นายภัทฐิกร ยาใจ 54010969
นายสายชนะ คุณะดอย 54011356

อาจารย์ที่ปรึกษา
รศ.ดร.ไกรสิน ส่องวัฒนา

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2557

ผ่านการตรวจรูปเล่มแล้ว


.....
อาจารย์ที่ปรึกษา

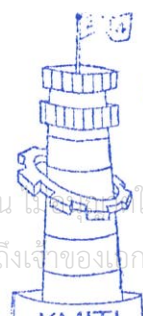
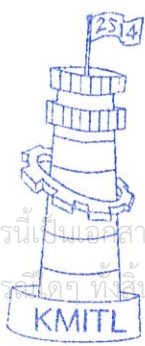
7/5/58

ผ่านการตรวจชิ้นงานแล้ว


.....
กรรมการผู้ตรวจชิ้นงาน

14/5/58

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering

วิศวกรรมโทรคมนาคม
Telecommunications Engineering

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2557

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมรถบังคับติดตามเสียงและแสดงวิดีโอภาพ ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

REMOTE VEHICLE CONTROLLED SYSTEMS USING VIDEO AND AUDIO

INTERFACE VIA ANDROID DEVICE

ผู้จัดทำ

1. นายพงศกร เชื้อเมืองพาน 54010838
2. นายภัทธสิกร ยาใจ 54010969
3. นายสายชนะ คุณะดอย 54011356


.....
(รศ.ดร.ไกรสิน สงวัฒนา)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จขึ้นได้นั้นต้องขอขอบคุณ รศ.ดร.ไกรสิน ส่งวัฒนา ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้ให้คำแนะนำสำหรับปริญญานิพนธ์นี้ให้สำเร็จไปได้ด้วยดี และขอขอบคุณศูนย์ปฏิบัติการ PTEC ที่ให้ใช้เครื่องมือสำหรับการวัดผลเพิ่มเติม คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณา และความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์เป็นอย่างมาก และสุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ที่ช่วยให้กำลังใจคณะผู้จัดทำเสมอมาทำให้คณะผู้จัดทำมีความมานะเพียรพยายามทำโครงการจนเสร็จสมบูรณ์ คณะผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้



นายพงศกร เชื้อเมืองพาน
 นายภัทฐิกร ยาใจ
 นายสายชนะ คุณะดอย
 ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

“ระบบควบคุมรถบังคับติดตามเสียงและแสดงวีดีโอภาพ ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์”

“REMOTE VEHICLE CONTROLLED SYSTEMS USING VIDEO AND AUDIO
INTERFACE VIA ANDROID DEVICE”

โดย	นายพงศกร เชื้อเมืองพาน	54010838
	นายภัทธีกร ยาใจ	54010969
	นายสายชนะ คุณะดอย	54011356

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.ไกรสิน สงวัฒนา

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ได้นำเสนอเกี่ยวกับระบบควบคุมรถบังคับติดตามเสียงและแสดงวีดีโอภาพ ผ่านมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยรถบังคับถูกควบคุมผ่านบลูทูธ และกล้องใช้ Wifi ในการสื่อสาร ตัวรถบังคับสามารถวัดอุณหภูมิโดยรอบได้ในหน่วยเซลเซียสหรือฟาเรนไฮต์ โดยใช้อุปกรณ์เซ็นเซอร์อุณหภูมิ TMP36, วัดระยะทางเพื่อไม่ให้ชนกับสิ่งกีดขวางด้วยอุปกรณ์ Ultrasonic sensor และยังสามารถค้นหาทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงได้ โดยคุณสมบัติต่างๆจะแสดงบนหน้าจอ แอปพลิเคชันของมือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์

ABSTRACT

This project proposes remote vehicle controlled systems using video and audio interface via Android device. The RC cars are controlled via Bluetooth. The Ai-ball camera uses wifi to communicate and the RC cars can measure ambient temperature in Celsius or Fahrenheit by temperature sensors (TMP36) ,measure the distance to avoid collision with obstacles with ultrasonic devices and can track the direction of the sound. The properties are displayed on screen application.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
กิตติกรรมประกาศ	I
บทคัดย่อ	II
สารบัญ	III
สารบัญรูป	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1	
บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
บทที่ 2	
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 BLUETOOTH	3
2.1.1 ความสามารถในการส่งข้อมูลของบลูทูธนั้นขึ้นกับระดับที่ใช้	4
2.1.2 ส่วนประกอบของชุดข้อมูล	4
2.1.3 ประโยชน์ของ BLUETOOTH	4
2.2 WIRELESS	5
2.2.1 การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายมี 2 รูปแบบ	6
2.2.2 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์	6
2.3 ANDROID	7
2.4 JAVA	8
2.4.1 คุณลักษณะสำคัญ	8
2.5 IOIO-BOARD	9
2.5.1 คุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญ	9
2.6 AI-BALL IP CAMERA	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.6.1 คุณสมบัติ	10
2.7 ANALOG TEMPERATURE SENSOR	11
2.8 ULTRASONIC SENSOR	11
2.8.1 ผลกระทบ	12
2.9 JOYSTICK	13
2.10 SOUND DETECTOR	14
2.10.1 คุณสมบัติ	14
2.11 SERVO MOTOR	15
2.11.1 การควบคุมความเร็วมอเตอร์	15
2.11.2 องศาการหมุน	16
2.12 PWM	17
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำปฏิญญานิพนธ์	18
3.1 การออกแบบ	20
3.1.1 ส่งสัญญาณออกจากโทรศัพท์มือถือ	20
3.1.2 ส่วนรับสัญญาณเข้าถึงโทรศัพท์มือถือ	23
3.1.3 การออกแบบในส่วนควบคุมรถบังคับ	29
3.1.4 การออกแบบการประมวลผลอุณหภูมิในหน่วยเซลเซียส และฟาเรนไฮต์	30
3.1.5 การออกแบบในส่วนการวัดระยะทางระหว่างสิ่งกีดขวางกับ ตัวรถบังคับ	31
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	32
3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง	32
3.3.1 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้า(มิลลิแอมแปร์)ของแต่ละจุด ในวงจรรถบังคับ	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.3.2 การทดสอบระยะทางที่สามารถควบคุมรถได้	33
3.3.3 การทดสอบวัดระยะทางระหว่างตัวรถกับสิ่งกีดขวาง	33
3.3.4 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิอากาศ	34
3.3.5 การทดสอบการกระจายคลื่นของอุปกรณ์ ULTRASONIC SENSOR	34
3.3.6 การทดสอบผลการทำงานของอุปกรณ์ SOUND DETECTOR	35



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 4	
ผลการทดลอง	36
4.1 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้า (มิลลิแอมป์) ของแต่ละจุดในวงจรรถบังคับ	36
4.2 การทดสอบระยะทางที่สามารถควบคุมรถได้	37
4.3 การทดสอบวัดระยะทางระหว่างตัวรถกับสิ่งกีดขวาง	38
4.4 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิในอากาศ	42
4.5 การทดสอบการกระจายคลื่นของอุปกรณ์ ULTRASONIC SENSOR	44
4.6 การทดสอบผลการทำงานของอุปกรณ์ SOUND DETECTOR	46
บทที่ 5	
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	48
5.1 สรุปผล	48
5.2 ข้อเสนอแนะ	49
บรรณานุกรม	50
ภาคผนวก ก	
DATASHEET	51
ภาคผนวก ข	
ซอร์สโปรแกรมสำหรับแอปพลิเคชัน	65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
2.1	BLUETOOTH DONGLE	3
2.2	สัญลักษณ์ WIRELESS	5
2.3	หน้าจอมือถือระบบปฏิบัติการ ANDROID	7
2.4	IOIO-BOARD	9
2.5	AI-BALL	10
2.6	TEMPERATURE SENSOR (TMP36)	11
2.7	ULTRASONIC SENSOR	11
2.8	ผลกระทบของอุณหภูมิ	12
2.9	ผลกระทบมุมของวัตถุ	12
2.10	JOYSTICK	13
2.11	แสดงอุปกรณ์ SOUND DETECTOR	14
2.12	แสดงวงจรของ SOUND DETECTOR	14
2.13	แสดงอุปกรณ์ SERVO MOTOR	15
2.14	แสดงตำแหน่งการหมุน	16
2.15	แสดงตำแหน่งการหมุน 45 องศา	16
2.16	แสดงรูปสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างคงที่	17
2.17	แสดงรูปการแปลงสัญญาณ PWM	17
3.1	บล็อกไดอะแกรมการทำงานรวมของระบบ	18
3.2	บล็อกไดอะแกรมการค้นหาทิศทางแหล่งกำเนิดเสียง	19
3.3	บล็อกไดอะแกรมของภาคส่งสัญญาณ	20
3.4	หน้าต่างแอปพลิเคชันควบคุมทิศทางรถบังคับ	21
3.5	วงจรควบคุมรถบังคับ	21
3.6	บล็อกไดอะแกรมของภาครับสัญญาณ	23
3.7	JOYSTICK	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.8 AI-BALL IP CAMERA	24
3.9 SOUND DETECTOR	25
3.10 แสดงภาพวงจรอุปกรณ์ SOUND DETECTOR	25
3.11 TEMPERATURE SENSOR (TMP36)	26
3.12 ULTRASONIC SENSOR	27
3.13 SERVO MOTOR	27
3.14 FLOWCHART ภาพรวมการทำงานของรถบังคับ	28
3.15 FLOWCHART การออกแบบในส่วนควบคุมรถบังคับ	29
3.16 FLOWCHART การออกแบบการประมวลผลอุณหภูมิ	30
3.17 FLOWCHART การออกแบบในส่วนการวัดระยะทางจากสิ่งกีดขวางกับตัวรถบังคับ	31
3.18 แสดงการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่จุดต่างๆ	32
3.19 การทดสอบระยะทางที่สามารถควบคุมรถได้	33
3.20 แสดงการวัดระยะทางระหว่าง ULTRASONIC SENSOR ไปยังสิ่งกีดขวาง	33
3.21 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ	34
3.22 แสดงการทดสอบการกระจายคลื่น	34
3.23 แสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ SOUND DETECTOR	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า	
3.1	อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรรถบังคับ	22
4.1	ตารางแสดงค่ากระแส (มิลลิแอมแปร์)	36
4.2	ตารางแสดงระยะทางที่สามารถควบคุมได้	37
4.3	ตารางเปรียบเทียบระยะทางจริงกับค่าที่แสดงผลบนหน้าจอ โทรศัพท์มือถือ	38
4.4	ผลการทดลองรูปคลื่นระหว่างขา TRIC และ ขา ECHO	40
4.5	ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์กับค่าที่แสดงผลบนหน้าจอ โทรศัพท์มือถือ	42
4.6	ตารางแสดงการกระจายคลื่นของอุปกรณ์ ULTRASONIC SENSOR	44
4.7	ตารางแสดงทิศทางเสียงเป็นแรงดัน (โวลต์)	46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารได้มีการพัฒนาโทรศัพท์มือถือกลุ่มที่เรียกว่า SmartPhone ซึ่งสามารถทำอะไรได้มากกว่าการ โทรเข้า-ออก โดยสามารถเข้าถึงบริการต่างๆบน อินเทอร์เน็ตผ่าน App (แอปพลิเคชัน หรือโปรแกรม)บน Smartphone ทำให้โทรศัพท์มือถือในกลุ่ม SmartPhone เป็นอะไรที่ดึงดูดผู้ใช้งานมือถือที่ต้องการอะไรที่ใหม่ๆ เข้าถึงข้อมูล ข่าวสาร เทคโนโลยีใหม่ๆ ที่ถูกสร้างขึ้นมา เพื่อรองรับความไฮเทคและทันสมัยบนอุปกรณ์ ซึ่งจะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้บริโภคมากขึ้น ทั้งประหยัดเวลาและช่วยให้การเชื่อมต่อทำได้โดยง่าย อย่างเช่น บลูทูธ (Bluetooth), ไวไฟ (Wi-Fi) ซึ่งอำนวยความสะดวกในการส่งข้อมูล และระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้เปิดกว้างให้นักพัฒนาเข้ามามีส่วนร่วมในการพัฒนา สำหรับโครงการนี้ผู้จัดทำจึงมีความต้องการที่จะสร้างรถบังคับติดตามเสียงและแสดงภาพโดยใช้งานผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ เพื่อสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้ในหลายๆสถานที่เช่นโรงงาน เป็นต้น

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อสร้างรถบังคับควบคุมการเคลื่อนที่ด้วยจอยสติ๊กโดยเชื่อมต่อผ่านโทรศัพท์มือถือระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์
- 2) รถบังคับสามารถแสดงทิศทางของต้นกำเนิดเสียงได้
- 3) รถบังคับสามารถแสดงวิดีโอภาพขณะปัจจุบันขณะทำงาน ผ่านทางหน้าจอโทรศัพท์มือถือ
- 4) รถบังคับสามารถแสดงระยะห่างระหว่างตัวรถกับสิ่งกีดขวางเพื่อป้องกันการชน
- 5) รถบังคับสามารถวัดอุณหภูมิของอากาศได้

1.3 ขอบเขตของปริญญาโท

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อสร้างรถบังคับที่มีวัตถุประสงค์เพื่อควบคุมรถบังคับติดตามเสียงและแสดงวีดีโอภาพโดยรถบังคับจะควบคุมการเคลื่อนที่ผ่านทางจอยสติ๊กที่เชื่อมต่อเข้ากับโทรศัพท์มือถือ ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ผ่านอุปกรณ์ USB OTG เพื่อทำการส่งสัญญาณบลูทูธไปยังอุปกรณ์ IOIO Board ที่ติดอยู่กับรถบังคับเพื่อควบคุมทิศทาง โดยรถบังคับสามารถป้องกันการชนสิ่งกีดขวางโดยใช้เซนเซอร์อัลตราโซนิกในการวัดระยะห่างระหว่างตัวรถกับสิ่งกีดขวาง วัดอุณหภูมิของอากาศรอบๆตัวรถได้และสามารถแสดงภาพ ณ ขณะปัจจุบันผ่านทางหน้าจอโทรศัพท์มือถือ นอกจากนี้ยังสามารถแสดงทิศทางของต้นกำเนิดของเสียงได้ เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงนั้นมาในทิศทางใดทิศทางหนึ่ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 Bluetooth



รูปที่ 2.1 Bluetooth dongle

บลูทูธ คือ ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จำเป็นต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งถือว่าเพิ่มความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ กับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ และในการวิจัย ไม่ได้มุ่งเฉพาะการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่ยังคงศึกษาถึงการส่งข้อมูลที่เป็นเสียง เพื่อใช้สำหรับ Headset บนโทรศัพท์มือถือด้วยเทคโนโลยี บลูทูธ เป็นเทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไร้สายที่น่าจับตามองเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน ในเรื่องความสะดวกในการใช้งานสำหรับผู้ใช้งานทั่วไป และประสิทธิภาพในการทำงาน เนื่องจากเทคโนโลยีบลูทูธมีราคาถูก ใช้พลังงานน้อย และใช้เทคโนโลยี short – range ซึ่งในอนาคตจะถูกนำมาใช้ในการพัฒนา เพื่อนำไปสู่การแทนที่อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สายเคเบิล เช่น Headset สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น เทคโนโลยีการเชื่อมโยงหรือการสื่อสารแบบใหม่ที่ถูกคิดค้นขึ้น เป็นเทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตเฟสทางคลื่นวิทยุ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสื่อสารระยะใกล้ที่ปลอดภัยผ่านช่องสัญญาณความถี่ 2.4 GHz โดยที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของการใช้สายเคเบิลในการเชื่อมโยงโดยมีความเร็วในการเชื่อมโยงสูงสุดที่ 1 Mbps เทคโนโลยีการส่งคลื่นวิทยุของบลูทูธจะใช้การกระโดดเปลี่ยนความถี่ (Frequency hop) เพราะว่าเทคโนโลยีนี้เหมาะที่จะใช้กับการส่งคลื่นวิทยุที่มีกำลังส่งต่ำและราคาถูก โดยจะแบ่งออกเป็นหลายช่องความถี่ขนาดเล็ก ในระหว่างที่มีการเปลี่ยนช่องความถี่ที่ไม่แน่นอนทำให้สามารถหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนที่เข้ามาแทรกแซงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 ความสามารถในการส่งข้อมูลของบลูทูธนั้นขึ้นกับระดับที่ใช้

แบ่งเป็น 3 ระดับ ดังนี้

ระดับที่ 1 กำลังส่ง 100 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 100 เมตร

ระดับที่ 2 กำลังส่ง 2.5 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 10 เมตร

ระดับที่ 3 กำลังส่ง 1 มิลลิวัตต์ ระยะประมาณ 1 เมตร

2.1.2 ส่วนประกอบของชุดข้อมูล

ข้อมูลที่ได้รับส่งอยู่ในเครือข่ายบลูทูธ ถูกแบ่งออกเป็นหน่วยย่อยๆ เรียกว่า พีดียู (Packet data unit : PDU) ซึ่งประกอบไปด้วย

2.1.2.1 รหัสการเข้าถึง (Access Code) เป็นส่วนที่เก็บข้อมูลหมายเลขเครือข่ายและแอดเดรสหรือตำแหน่งของอุปกรณ์ต้นและปลายทาง มีขนาดยาว 72 บิต

2.1.2.2 ส่วนหัว (Header) เป็นส่วนเก็บข้อมูลเส้นทางที่เหมาะสมในการส่งข้อมูลมีขนาด 54 บิต

2.1.2.3 ข้อมูล (Payload) คือข้อมูลที่ต้องการส่งไปยังปลายทาง มีขนาดระหว่าง 0-2745 บิต ขึ้นอยู่กับการใช้งาน ดังรูปที่ 2.2

ตารางที่ 2.1 โครงสร้างชุดข้อมูลของบลูทูธ

รหัสการเข้าถึง	ส่วนหัว	ข้อมูล
72 บิต	54 บิต	0-2745 บิต

2.1.3 ประโยชน์ของ Bluetooth

1. รับส่งข้อมูลระหว่างโทรศัพท์มือถือเป็นข้อมูล ภาพ, เสียง หรือวิดีโอ
2. ใช้งานร่วมกับหูฟังชนิดไร้สาย และ โทรศัพท์มือถือ
3. รับข้อมูลระหว่างมือถือกับคอมพิวเตอร์ PC และ Notebook
4. รับข้อมูลระหว่างมือถือกับ PDA, Palm
5. รับข้อมูลระหว่างมือถือกับ Printer
6. รับข้อมูลระหว่างมือถือกับ Digital Camera

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 Wireless



รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ Wireless

Wireless หรือ Wi-Fi หมายถึง เครือข่ายไร้สาย มักใช้กับระบบเครือข่าย ไม่ว่าจะเป็นในองค์กรหรือในระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ระบบเครือข่ายไร้สาย (Wireless LAN : WLAN) หมายถึง เทคโนโลยีที่ช่วยให้การติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง หรือกลุ่มของเครื่องคอมพิวเตอร์สามารถสื่อสารกันได้รวมถึงการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่าย คอมพิวเตอร์ด้วยกัน โดยปราศจากการใช้สายสัญญาณในการเชื่อมต่อ แต่จะใช้คลื่นวิทยุเป็นช่องทางการสื่อสารแทน การรับส่งข้อมูลระหว่างกันจะผ่านอากาศ ทำให้ไม่ต้องเดินสายสัญญาณและติดตั้งใช้งานได้สะดวกขึ้น ระบบเครือข่ายไร้สายใช้แม่เหล็กไฟฟ้าผ่านอากาศเพื่อรับส่งข้อมูลข่าวสารระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ และระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์เครือข่าย โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้านี้ อาจเป็นคลื่นวิทยุ (Radio) หรืออินฟราเรด (Infrared) ก็ได้

การสื่อสารผ่านเครือข่ายไร้สายมีมาตรฐาน IEEE802.11 เป็นมาตรฐานกำหนดรูปแบบการสื่อสาร ซึ่งมาตรฐานแต่ละตัวจะบอกถึงความเร็วและคลื่นความถี่สัญญาณที่แตกต่างกันในการสื่อสารข้อมูล เช่น 802.11b และ 802.11g ที่ความเร็ว 11 Mbps และ 54 Mbps ตามลำดับ และขอบเขตของสัญญาณครอบคลุมพื้นที่ประมาณ 100 เมตรในพื้นที่โล่งและประมาณ 30 เมตรในอาคาร ซึ่งระยะทางของสัญญาณมีผลกระทบจากสิ่งรอบข้างหลายๆ อย่าง เช่น โทรศัพท์มือถือ ความหนาของกำแพง เครื่องใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ รวมถึงร่างกายมนุษย์ด้วยกัน สิ่งเหล่านี้มีผลกระทบต่อการใช้งานเครือข่ายไร้สายทั้งสิ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1 การเชื่อมต่อเครือข่ายไร้สายมี 2 รูปแบบ

คือแบบ Ad-Hoc และ Infrastructure การใช้งานเครือข่ายไร้สายของผู้ให้บริการทั่วไปจะเป็นแบบ Infrastructure คือมีอุปกรณ์กระจายสัญญาณ (Access Point) ของผู้ให้บริการเป็นผู้ติดตั้งและกระจายสัญญาณ ให้ผู้ใช้ทำการเชื่อมต่อ โดยผู้ให้บริการจะต้องมีอุปกรณ์รับส่งสัญญาณเรียกว่า "การ์ดแลนไร้สาย" หรือชนิดใหม่จะนำมาเป็นชนิด USB เรียกว่า Wireless USB (รูปร่างเหมือน ThumbDrive) เป็นอุปกรณ์รับส่งสัญญาณ ทำหน้าที่รับส่งสัญญาณจากเครื่องคอมพิวเตอร์ของผู้ใช้ไป Access Point ของผู้ให้บริการ

2.2.2 ลักษณะการเชื่อมต่อของอุปกรณ์

2.2.2.1 โหมด Infrastructure

โดยทั่วไปแล้วอุปกรณ์ในเครือข่าย Wi-Fi เชื่อมต่อกันในลักษณะของโหมด Infrastructure ซึ่งเป็นโหมดที่อนุญาตให้อุปกรณ์ภายใน WLAN สามารถเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่นได้ ในโหมด Infrastructure นี้จะประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 2 ประเภทได้แก่ สถานีผู้ใช้ (Client Station) ซึ่งก็คืออุปกรณ์คอมพิวเตอร์ (Desktop, Laptop, หรือ PDA ต่างๆ) ที่มีอุปกรณ์ Client Adapter เพื่อใช้รับส่งข้อมูลผ่าน Wi-Fi และสถานีแม่ข่าย (Access Point) ซึ่งทำหน้าที่ต่อเชื่อมสถานีผู้ใช้เข้ากับเครือข่ายอื่น (ซึ่งโดยปกติจะเป็นเครือข่าย IEEE802.3Ethernet LAN) การทำงานในโหมด Infrastructure มีพื้นฐานมาจากระบบเครือข่ายโทรศัพท์มือถือ กล่าวคือสถานีผู้ใช้จะสามารถรับส่งข้อมูลโดยตรงกับสถานีแม่ข่ายที่ให้บริการแก่สถานีผู้ใช้นั้นอยู่นั้น ส่วนสถานีแม่ข่ายจะทำหน้าที่ส่งต่อ (forward) ข้อมูลที่ได้รับจากสถานีผู้ใช้ไปยังจุดหมายปลายทางหรือส่งต่อข้อมูลที่ได้รับจากเครือข่ายอื่นมายังสถานีผู้ใช้

2.2.2.2 โหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer

เครือข่าย Wi-Fi ในโหมด Ad-Hoc หรือ Peer-to-Peer เป็นเครือข่ายที่ปิดคือไม่มีสถานีแม่ข่ายและไม่มี การเชื่อมต่อกับเครือข่ายอื่น บริเวณของเครือข่าย Wi-Fi ในโหมด Ad-Hoc จะถูกเรียกว่า Independent Basic Service Set (IBSS) ซึ่งสถานีผู้ใช้หนึ่งสามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลกับสถานีผู้ใช้อื่นๆในเขต IBSS เดียวกันได้โดยตรงโดยไม่ต้องผ่านสถานีแม่ข่าย แต่สถานีผู้ใช้จะไม่สามารถรับส่งข้อมูลกับเครือข่ายอื่นๆได้

2.3 Android



รูปที่ 2.3 หน้าจอมือถือระบบปฏิบัติการ Android

การติดต่อสื่อสารในปัจจุบันได้มีการพัฒนาที่ก้าวหน้าเป็นอย่างมาก โดยเฉพาะการสื่อสารแบบไร้สาย ที่ได้มีการพัฒนาความเร็วในการรับส่งข้อมูลที่สูงขึ้น จากเดิมที่มีการส่งได้เพียงข้อความสั้น (SMS :Short Message Service) และ MMS(Multimedia Messaging Service) ปัจจุบันสามารถทำการโทรศัพท์แบบเห็นหน้าคู่สนทนากันได้ (Video Call) แต่ต้องผ่านทางระบบของวายฟาย Wi-Fi (wireless fidelity) หรือ ระบบ 3G (Third Generation of Mobile Telephone) ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์แบบเปิดเผยซอร์ฟแวร์ต้นฉบับ (Open Source) โดยบริษัท กูเกิล (Google Inc.) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง เนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ มีจำนวนมาก อุปกรณ์มีหลากหลายระดับหลายราคา รวมทั้งสามารถทำงานบนอุปกรณ์ที่มีขนาดหน้าจอ และความละเอียดแตกต่างกันได้ ทำให้ผู้บริโภคสามารถเลือกได้ตามต้องการและหากมองในทิศทางสำหรับนักพัฒนาโปรแกรม (Programmer) การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้งานบนระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ไม่ใช่เรื่องยาก เพราะมีข้อมูลในการพัฒนารวมทั้ง Android SDK (Software Development Kit) เตรียมไว้ให้นักพัฒนาได้เรียนรู้ และเมื่อนักพัฒนาต้องการจะเผยแพร่หรือจำหน่ายโปรแกรมที่พัฒนาแล้วเสร็จ แอนดรอยด์ก็ยังมีตลาดในการเผยแพร่โปรแกรม ผ่าน Android Market แต่หากจะกล่าวถึงโครงสร้างภาษาที่ใช้ในการพัฒนานั้น สำหรับ Android SDK จะยึดโครงสร้างของภาษาจาวา (Java language) ในการเขียนโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้นแล้วแอนดรอยด์ยังมีโปรแกรมแกรมที่เปิดเผยแพร่แวร์ต้นฉบับ (Open Source) เป็นจำนวนมาก ทำให้นักพัฒนาที่สนใจ สามารถนำซอร์ฟแวร์ต้นฉบับ มาศึกษาได้อย่างไม่ยาก

2.4 Java

Java เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ที่ได้รับการออกแบบ สำหรับการใช้นบนอินเทอร์เน็ต โดยมีส่วนของการ "look and feel" แบบภาษา C++ แต่ง่ายกว่าการใช้ C++ และสามารถสร้างมุมมองโดยโปรแกรมได้ Java สามารถใช้ในการสร้างการประยุกต์แบบสมบูรณ ซึ่งสามารถเรียกใช้ได้เฉพาะเครื่องคอมพิวเตอร์หรือการกระจายระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับลูกข่ายในระบบเครือข่าย และสามารถสร้างโมดูลการประยุกต์ขนาดเล็กหรือ applet สำหรับเป็นส่วนหนึ่งของเว็บเพจ applet ทำให้มีความเป็นไปได้ในด้านการตอบสนองของผู้ใช้กับเว็บเพจ

2.4.1 คุณลักษณะสำคัญ

1. โปรแกรมมีขนาดเล็กในระบบเครือข่าย การคอมไพล์จะแปลงโปรแกรมเป็น Java bytecode ซึ่งสามารถเรียกใช้งานได้ทุกที่ภายในเครือข่าย Java virtual machine เป็นตัวแปร bytecode ให้เป็นโปรแกรมเพื่อใช้งานบนเครื่องคอมพิวเตอร์ มีความหมายว่า platform ที่แตกต่างกันของคอมพิวเตอร์สามารถใช้โปรแกรมนี้ได้

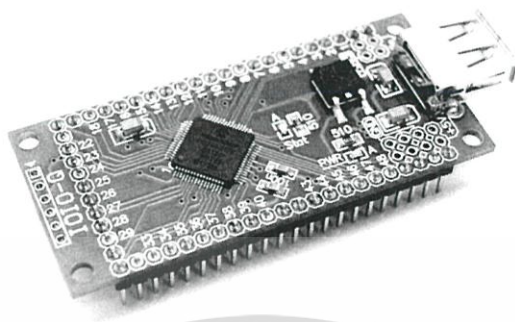
2. คำสั่งเป็นแบบ "Robust" มีความหมายว่า อ็อบเจกต์ของ Java ไม่มีการอ้างอิงข้อมูล หรืออ็อบเจกต์จากภายนอกซึ่งแตกต่างจาก C++ และภาษาอื่น ๆ เป็นการทำให้มั่นใจไม่มีการเก็บตำแหน่งของข้อมูล ในโปรแกรมประยุกต์อื่น หรือในระบบปฏิบัติการที่ทำให้โปรแกรมไม่ทำงาน Java virtual machine ทำการตรวจสอบแต่ละอ็อบเจกต์ที่ใช้ในโปรแกรม

3. Java เป็นเหมือนกับอ็อบเจกต์หนึ่ง สามารถได้รับประโยชน์จาก class หรือคำสั่ง เนื่องจากอ็อบเจกต์มีคุณสมบัติเป็น "นาม" ซึ่งทำให้ติดต่อกับผู้ใช้ได้ ในขณะที่ภาษาดั้งเดิมมีคุณสมบัติเป็น "กริยา" ดังนั้น method จะได้รับการรับรู้เป็นความสามารถของอ็อบเจกต์หรือพฤติกรรม

4. การประมวลผลทำที่เครื่องลูกข่าย ดังนั้น Java applet มีคุณลักษณะในการออกแบบให้ทำงานได้เร็ว

5. Java ง่ายกว่า C++ โดยเปรียบเทียบ

2.5 IOIO-Board



รูปที่ 2.4 IOIO-Board

แผงวงจรที่ทำหน้าที่ สื่อสาร กับ Smart Phone ที่มี แอนดรอยด์เป็นระบบปฏิบัติการตาม ปกติ แล้วแอนดรอยด์ จะไม่ยอมให้มีการเชื่อมต่อ กับ อุปกรณ์ ภายนอกยกเว้น ผ่านทาง Bluetooth และ Wi-Fi แต่เมื่อมีการเปิดตัว OpenAccessory ทำให้ แอนดรอยด์สามารถเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้ 2 วิธี

1. Accessory Developer's Kit (ADK) ก็คือ การที่ google จะสนับสนุน Class Library ให้เรานำไปพัฒนา กับ hardware ของเรา ยกตัวอย่าง Arduino Board เป็นต้น แต่ต้องทำบน แอนดรอยด์ 2.3.4 ขึ้นไป

2. Android Debug Bridge (ADB) เป็นการสื่อสาร ของแอนดรอยด์ ผ่าน USB port ทำให้ sparkfun.com สร้าง IOIO board เข้ามาเชื่อมต่อกับ แอนดรอยด์ โดยมี library ที่ทาง sparkfun จะสนับสนุนให้ นั้นหมายความว่าสามารถโค้ดแอปพลิเคชันโดยการดึง library ของ sparkfun มาใช้ได้

2.5.1 คุณสมบัติทางเทคนิคที่สำคัญ

1. ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ PIC24FJ128DA ที่มีโมดูล USB OTG อยู่ภายในจึงสามารถทำงานเป็น USB โฮสต์ได้ และบรรจุเฟิร์มแวร์ IOIO มาพร้อมใช้งานทำให้การพัฒนาแอปพลิเคชันกระทำทางฝั่งอุปกรณ์แอนดรอยด์เท่านั้นไม่ต้องเขียนโปรแกรมลงในไมโครคอนโทรลเลอร์อีก

2. มีพอร์ตอินพุตเอาต์พุต 48 ช่อง

3. มีอินพุตแอนะล็อก 16 ช่อง ต่อเข้ากับโมดูลแปลงสัญญาณแอนะล็อกเป็นดิจิตอลความละเอียด 10 บิตภายในตัวชิป

4. มีเอาต์พุต PWM ความละเอียด 10 บิต 9 ช่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. มีพอร์ตสื่อสารอนุกรม UART 4 ชุด
6. มีหัวต่อ USB แบบ A ทำให้ใช้สายเชื่อมต่อพอร์ต USB ที่มีมากับอุปกรณ์แอนดรอยด์ในการเชื่อมต่อได้ทันที
7. มี LED แสดงผลการทำงานและ LED แสดงสถานะไฟเลี้ยง
8. ไฟเลี้ยง 5 ถึง 7.5V

2.6 Ai-Ball IP Camera



รูปที่ 2.5 Ai-Ball

Ai-Ball เป็นกล้องขนาดเล็กแบบพกพาเชื่อมต่อผ่าน Wi-Fi สามารถบันทึกภาพหรือวิดีโอแบบไร้สายได้ เพียงปรับปุ่ม On-Off และเปิดการค้นหาสัญญาณของอุปกรณ์ที่มีการ์ด Wireless-LAN เช่น โทรศัพท์มือถือหรือคอมพิวเตอร์ จากนั้น ใส่ IP 192.168.2.1 ของอุปกรณ์ Ai-Ball ก็สามารถใช้งานได้ โดยภาพจะแสดงบนหน้าเว็บไซต์ของ IP ดังกล่าว

2.6.1 คุณสมบัติ

1. ขนาดและน้ำหนักเบา
2. ใช้กล้อง VGA 640*480
3. มาตรฐาน IEEE802.11/802.11b/802.11g
4. มุมกล้อง 60 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

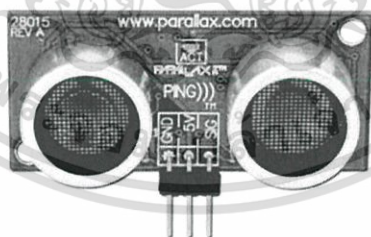
2.7 Analog Temperature sensor



รูปที่ 2.6 Temperature sensor (TMP36)

อุณหภูมิและความดัน เป็นตัวแปรทางด้านกายภาพ ซึ่งสามารถเปลี่ยนแปลงโดยเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ตลอดเวลา ซึ่งส่งผลกระทบต่อระบบต่างๆ ที่เราสนใจ ไม่ว่าจะเป็นการทดลอง หรือในระบบอุตสาหกรรม จึงจำเป็นต้องควบคุม และ สามารถตรวจจัดการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรเหล่านี้ เซนเซอร์เป็นอุปกรณ์ซึ่งสามารถใช้ตรวจจัดการเปลี่ยนต่างๆ รวมทั้งอุณหภูมิ และความดันด้วย ซึ่งผลที่ได้จากเซนเซอร์ สามารถนำมาควบคุมการทำงานของระบบได้ ส่วน TMP36 จะคำนวณอุณหภูมิได้ จากสมการ $Temp\ ^\circ C = 100 * (\text{reading in V}) - 50$ และสามารถวัดอุณหภูมิได้ในช่วง $-40^\circ C$ to $+125^\circ C$

2.8 Ultrasonic Sensor



รูปที่ 2.7 Ultrasonic Sensor

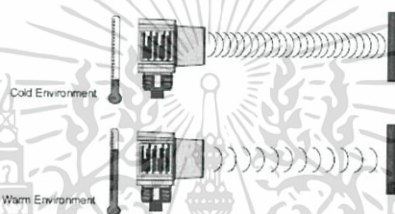
Ultrasonic หมายถึง คลื่นเสียงที่มีความถี่สูงเกินกว่าที่มนุษย์จะได้ยิน โดยทั่วไปแล้วหูของมนุษย์โดยเฉลี่ยจะได้ยินเสียงสูงถึงเพียงแค่ประมาณ 15 KHz เท่านั้น แต่พวกที่อายุยังน้อย ๆ อาจจะได้ยินเสียงที่มีความถี่สูงกว่านี้ได้ ดังนั้นโดยปกติแล้วคำอัลตราโซนิกจึงมักจะหมายถึงคลื่นเสียงที่มีความถี่สูงกว่า 20 KHz ขึ้นไป จะสูงขึ้นจนถึงเท่าใดไม่ได้ระบุไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการการทำงานของอัลตราโซนิคส์เซ็นเซอร์คือจะส่งสัญญาณพัลส์ของพลังงานซึ่งเป็นการเดินทางของความเร็วเสียงการสะท้อนของพลังงานที่ถูกสะท้อนกลับมาจากวัตถุเสียงนี้เป็นการสะท้อนกลับจากวัตถุแล้วเดินทางกลับไปยังเซ็นเซอร์ โดยการตรวจจ็ระยะเวลาที่ใช้ในการเดินทางไปกลับของเสียงเมื่อมีการตกกระทบจากวัตถุแล้วนำมาคำนวณเป็นระยะทาง

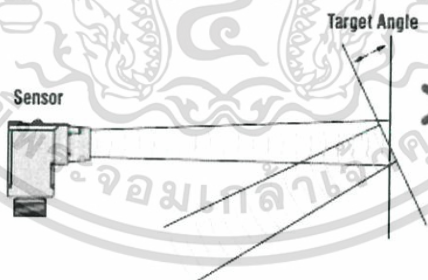
2.8.1 ผลกระทบ

1. อุณหภูมิ (Temperature Effect) ความไวของเสียงขึ้นอยู่กับแรงดัน และ อุณหภูมิของก๊าซที่เสียงเดินทางผ่าน ในการประยุกต์ใช้อัลตราโซนิคส์ส่วนใหญ่องค์ประกอบอื่นๆและแรงดันของก๊าซจะถูกกำหนดให้มีความสัมพันธ์กัน โดยความไวของเสียงจะเพิ่มขึ้น 1 % ต่ออุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 10°F (6°C)



รูปที่ 2.8 ผลกระทบของอุณหภูมิ

2. มุมของวัตถุ (Target Angle) วัตถุที่มีลักษณะแบนที่ตั้งกับแกนของลำแสงจะสะท้อนพลังงานเสียงไปยังเซ็นเซอร์ได้มากที่สุด ดังนั้นถ้ามุมของวัตถุเพิ่มมากขึ้น พลังงานโดยรวมจะส่งกลับไปยังเซ็นเซอร์ได้น้อยลง สำหรับอัลตราโซนิคส์ส่วนใหญ่มุมของวัตถุควรจะน้อยกว่า หรือเท่ากับ 10 องศา



รูปที่ 2.9 ผลกระทบมุมของวัตถุ

3. กระแสอากาศ (Air Currents) กระแสอากาศที่มาจากลม, พัดลม, แหล่งอื่นๆสามารถรบกวนเส้นทางของพลังงานเสียงได้ ดังนั้นเซ็นเซอร์อาจไม่สามารถตรวจจ็วัตถุในสภาพแวดล้อมแบบนี้ได้

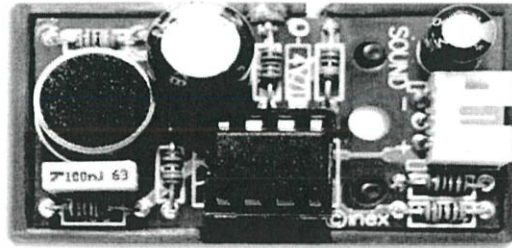
2.9 Joystick



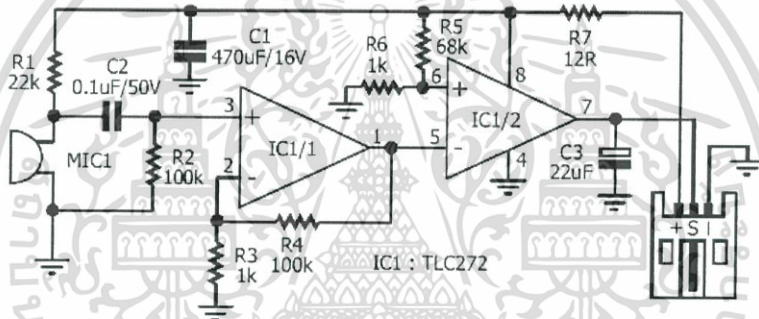
รูปที่ 2.10 Joystick

จอยสติ๊ก (Joystick) คืออุปกรณ์ที่มีลักษณะเป็นคันโยก มีปุ่มบังคับที่ด้ามคันโยก เพื่อควบคุมตำแหน่งบนจอภาพได้ทุกตำแหน่งและทุกทิศทาง มักใช้ควบคุมโปรแกรมประเภทเกม ที่เป็นภาพเคลื่อนไหว วิดีโอเกม หรือโปรแกรมประเภทการออกแบบทำให้ผู้ใช้ สามารถควบคุมและใช้งานโปรแกรมคอมพิวเตอร์ได้ง่ายและสะดวก

2.10 Sound Detector



รูปที่ 2.11 แสดงอุปกรณ์ Sound detector



รูปที่ 2.12 แสดงวงจรของ Sound detector

2.10.1 คุณสมบัติ

ใช้คอนเดนเซอร์ ไมโครโฟนในการตรวจจับเสียงแรงดันเอาต์พุตอยู่ ระหว่าง 0 ถึง +5 โวลต์ ขึ้นอยู่กับความดังของเสียงถ้าเสียงดังมากค่าแรงดันที่ได้ ก็จะมีค่ามาก ถ้าเสียงเบาค่าแรงดันที่ได้ก็จะมีค่าน้อย

2.11 Servo Motor



รูปที่ 2.13 แสดงอุปกรณ์ Servo Motor

เป็นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมเครื่องจักรกล หรือระบบการทำงานนั้นๆ ให้เป็นไปตามความต้องการ เช่น ควบคุมความเร็ว (Speed) , ควบคุมแรงบิด (Torque) , ควบคุมแรงตำแหน่ง (Position) โดยให้ผลลัพธ์ตามความต้องการที่มีความแม่นยำสูง

2.11.1 การควบคุมความเร็วมอเตอร์

การควบคุมความเร็วของมอเตอร์สามารถทำได้โดยการควบคุมระดับแรงดันตกคร่อมตัวมอเตอร์ และ วิธีการที่นิยมใช้จะมีสองวิธีดังนี้

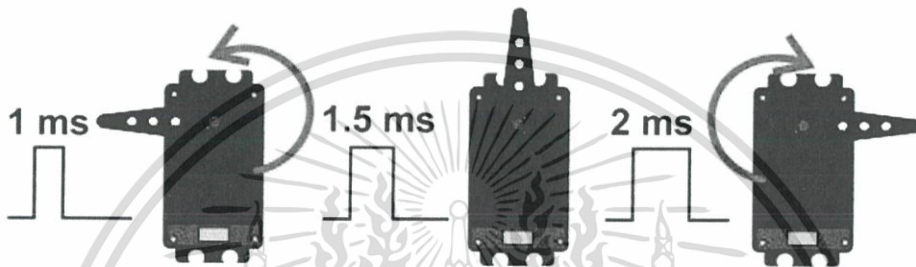
1. การปรับระดับแรงดันโดยใช้หลักการเปลี่ยนค่าความต้านทานของวงจร ซึ่งทำให้แรงดันตกคร่อมเปลี่ยนไปด้วยแต่จะเห็นว่าวิธีนี้เป็นการสร้างความสูญเสียเนื่องจากกำลังไฟฟ้าตกคร่อมตัวต้าน (พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานความร้อน)
2. การปรับระดับแรงดันโดยนการเปิดปิดแหล่งจ่ายไฟ โดยระดับแรงดันเฉลี่ยที่ได้จะขึ้นกับช่วงเปิดและช่วงปิด เรา เรียกวิธีการนี้ว่า Pulse width modulation และเรียกอัตราส่วนของช่วงเปิดและช่วงปิดว่า Duty cycle วิธีการนี้มี ข้อเสียคือ หากเราเลือกความถี่ของพัลส์ไม่เหมาะสมอาจจะทำให้มอเตอร์ร้อนได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.11.2 องศาการหมุน

มุมหรือองศาจะขึ้นอยู่กับความกว้างของสัญญาณพัลส์ ซึ่งโดยส่วนมากความกว้างของพัลส์ที่ใช้ใน Servo Motor จะอยู่ในช่วง 1-2 ms หรือ 0.5-2.5 ms

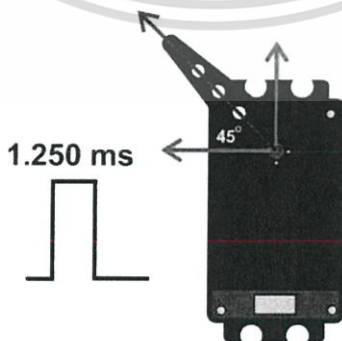
ยกตัวอย่างเช่นหากกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1 ms ตัว Servo Motor จะหมุนไปทางซ้ายสุด ในทางกลับกันหากกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 2 ms ตัว Servo Motor จะหมุนไปยังตำแหน่งขวาสุด แต่หากกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ไว้ที่ 1.5 ms ตัว Servo Motor ก็ จะหมุนมาอยู่ที่ตำแหน่งตรงกลางพอดี



รูปที่ 2.14 แสดงตำแหน่งการหมุน

ดังนั้นสามารถกำหนดองศาการหมุนของ Servo Motor ได้โดยการเทียบค่า เช่น Servo Motor สามารถหมุนได้ 180 องศา โดยที่ 0 องศาใช้ความกว้างพัลส์เท่ากับ 1000 us ที่ 180 องศาความกว้างพัลส์เท่ากับ 2000 us เพราะฉะนั้นค่าที่เปลี่ยนไป 1 องศาจะใช้ความกว้างพัลส์ต่างกัน $(2000 - 1000) / 180$ เท่ากับ 5.55 us

จากการหาค่าความกว้างพัลส์ที่มุม 1 องศาข้างต้น หากต้องกำหนดให้ RC Servo Motor หมุนไปที่มุม 45 องศาจะหาค่าพัลส์ที่ต้องการได้จาก 5.55×45 เท่ากับ 249.75 us แต่ที่มุม 0 องศาเราเริ่มที่ความกว้างพัลส์ 1ms หรือ 1000 us เพราะฉะนั้นความกว้างพัลส์ที่ใช้กำหนดให้ RC Servo Motor หมุนไปที่ 45 องศา คือ $1000 + 249.75$ เท่ากับประมาณ 1250 us

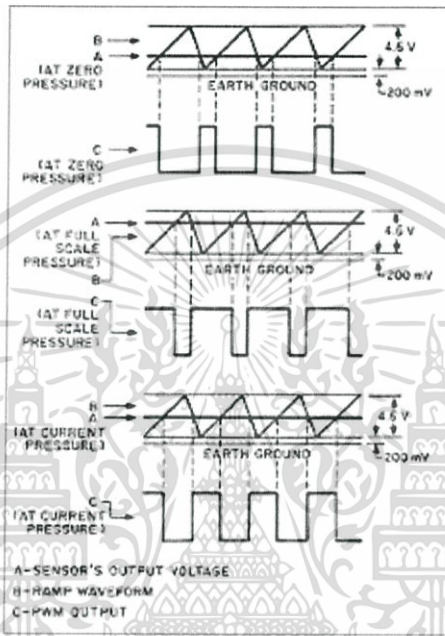


รูปที่ 2.15 แสดงตำแหน่งการหมุน 45 องศา

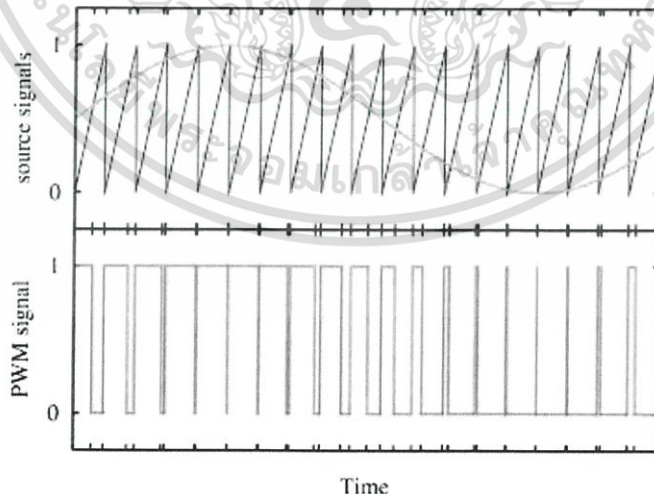
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.12 PWM

PWM ย่อมาจาก Pulse Width Modulation คือ การปรับความกว้างของพัลส์โดยการนำเอาสองสัญญาณมาเปรียบเทียบกัน และสองสัญญาณที่ว่านี้ก็คือสัญญาณ"สามเหลี่ยม" กับสัญญาณที่ต้องการปรับความกว้างของพัลส์ ยกตัวอย่างเช่น ถ้านำสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงมาเปรียบเทียบกับสัญญาณสามเหลี่ยม ก็จะได้สัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างคงที่ดังรูปข้างล่างนี้



รูปที่ 2.16 แสดงรูปสัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างคงที่

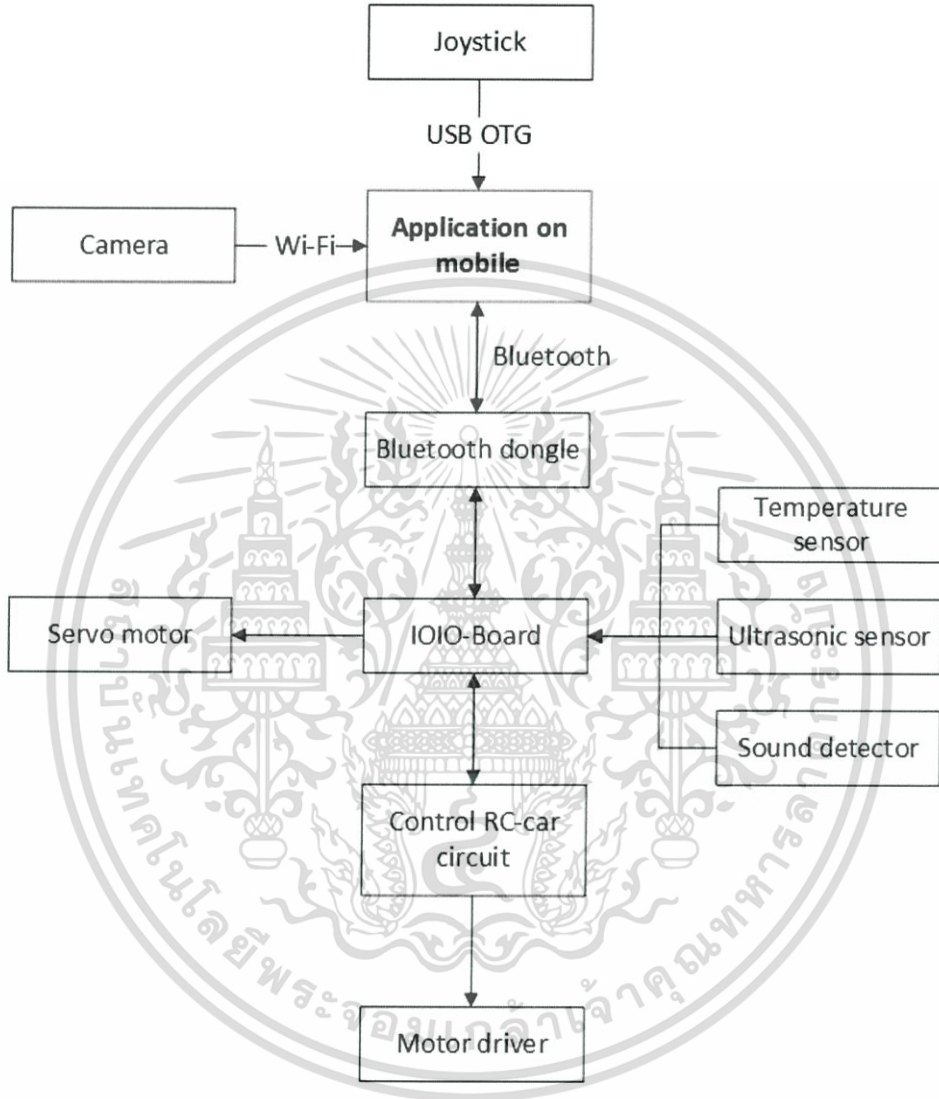


รูปที่ 2.17 แสดงรูปการแปลงสัญญาณ PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

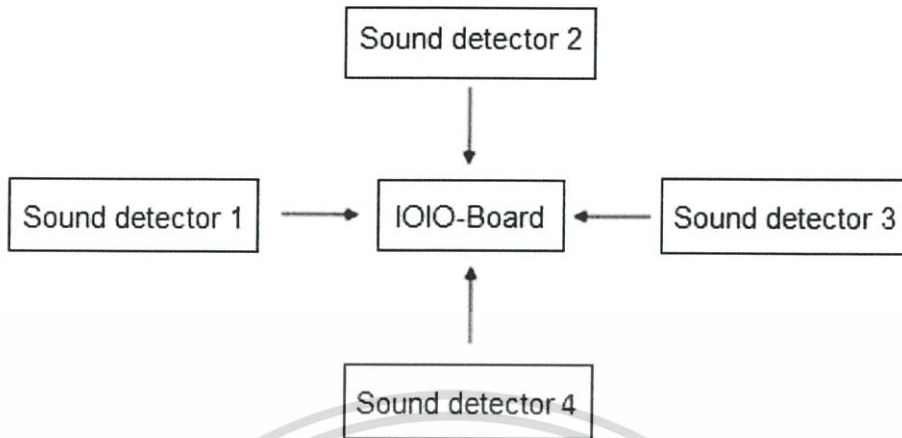
บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำปริญญานิพนธ์



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



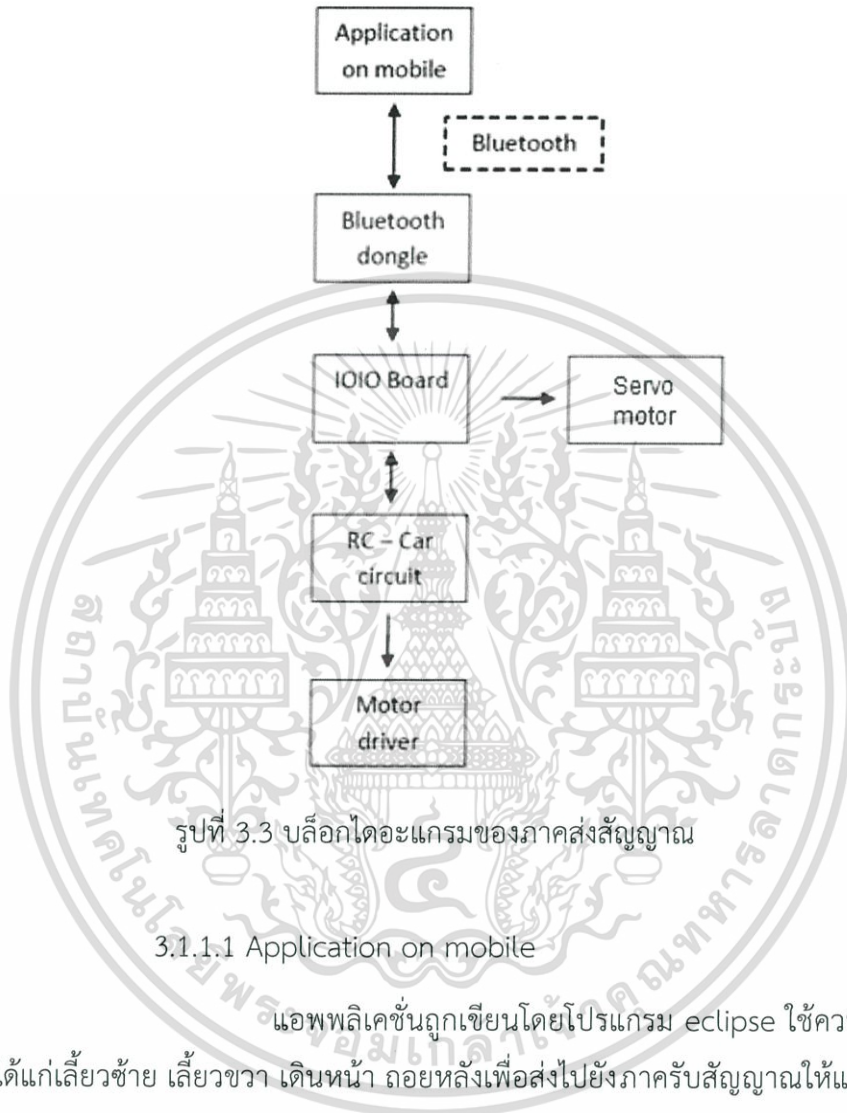
รูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการค้นหาทิศทางแหล่งกำเนิดเสียง

จากบล็อกไดอะแกรมอธิบายได้ดังนี้ เมื่อเราเปิดแอปพลิเคชันมือถือในระบบแอนดรอยด์ขึ้นมา คำสั่งจะถูกส่งสัญญาณไร้สายไปยังบลูทูธดองเกิล ตัวบลูทูธดองเกิลจะเป็นตัวรับสัญญาณส่งต่อไปให้ IOIO-Board จากนั้น IOIO-Board จะกำหนดแรงดันไปยังวงจร RC-Car circuit เพื่อควบคุมทิศทางรถ ซึ่งตัวรถบังคับมีคุณสมบัติหลักๆคือวัดระยะทางโดย Ultrasonic, วัดอุณหภูมิโดย temperature sensor (TMP36) และค้นหาทิศทางแหล่งกำเนิดเสียง ซึ่ง Sound detector จะค้นหาแหล่งเสียงโดยเปรียบเทียบที่ IOIO-Board และยังมีอุปกรณ์จอยสติ๊ก และกล้อง Ai-Ball จะเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันบนมือถือ เพื่อค้นหาแหล่งกำเนิดเสียงและควบคุมรถให้เคลื่อนที่ไปยังทิศทางที่ต้องการ โดยกล้อง Ai-Ball เชื่อมต่อผ่านทาง Wi-Fi และจอยสติ๊กเชื่อมต่อผ่าน USB-OTG แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

1. ส่วนส่งสัญญาณออกจากโทรศัพท์มือถือ
2. ส่วนรับสัญญาณเข้าถึงโทรศัพท์มือถือ

3.1 การออกแบบ

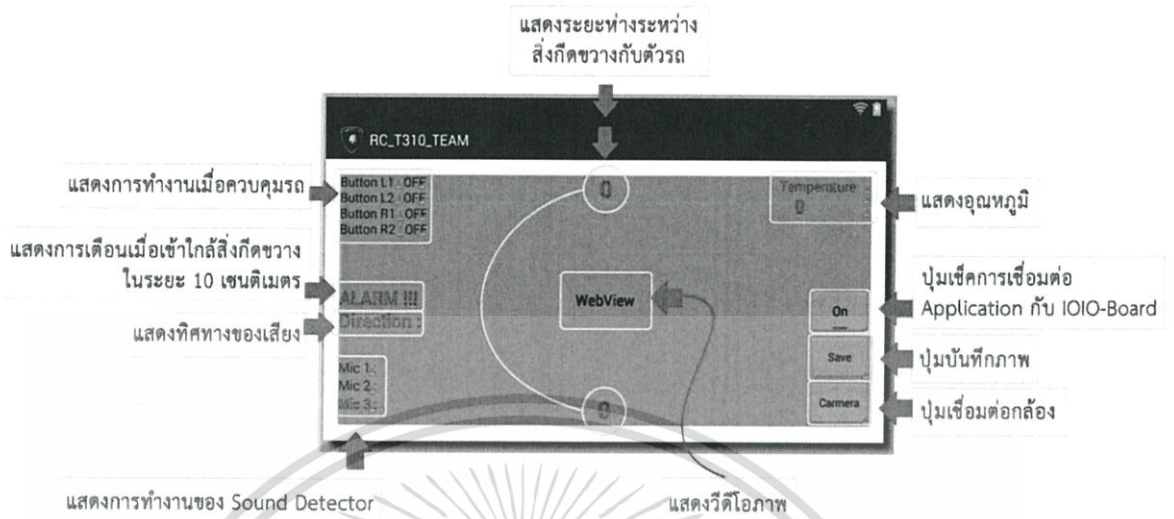
3.1.1 การออกแบบในส่วนส่งสัญญาณออกจากโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 3.3 บล็อกไดอะแกรมของภาคส่งสัญญาณ

3.1.1.1 Application on mobile

แอปพลิเคชันถูกเขียนโดยโปรแกรม eclipse ใช้ควบคุมทิศทางรถบังคับ ได้แก่ เลี้ยวซ้าย เลี้ยวขวา เดินหน้า ถอยหลังเพื่อส่งไปยังภาครับสัญญาณให้แก่ลูทูดองเกิล

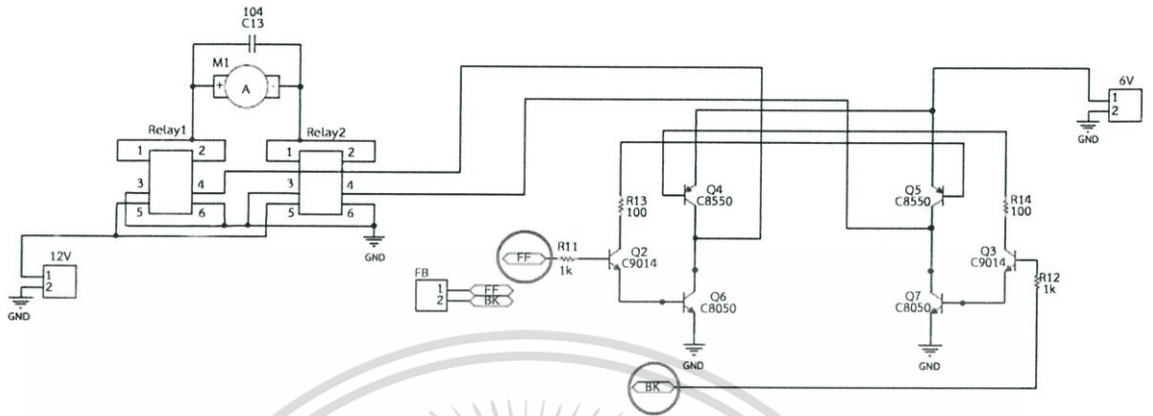


รูปที่ 3.4 หน้าต่างแอปพลิเคชันควบคุมทิศทางรถบังคับ

3.1.1.2 ส่งคำสั่งจาก IOIO-Board ไปควบคุมทิศทางรถ

สำหรับ IOIO-Board มีการกำหนดระดับสัญญาณเพื่อตีความว่าเป็นสัญญาณลอจิก “0” หรือ “1” ด้วยการอ้างอิงกับไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์ โดยสัญญาณลอจิก “0” มีระดับแรงดันในช่วง 0 ถึง 0.66 โวลต์ ส่วนสัญญาณลอจิก “1” มีระดับแรงดันในช่วง 2.1 ถึง 3.3 โวลต์ เนื่องจาก IOIO-Board สร้างขึ้นจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ต้องการไฟเลี้ยง +3.3 โวลต์ ดังนั้นความสามารถในการขับแรงดัน และการรับกระแสไฟฟ้าของพอร์ตปกติจึงไม่เกิน +3.3 โวลต์

3.1.1.3 วงจรควบคุมรถบังคับ



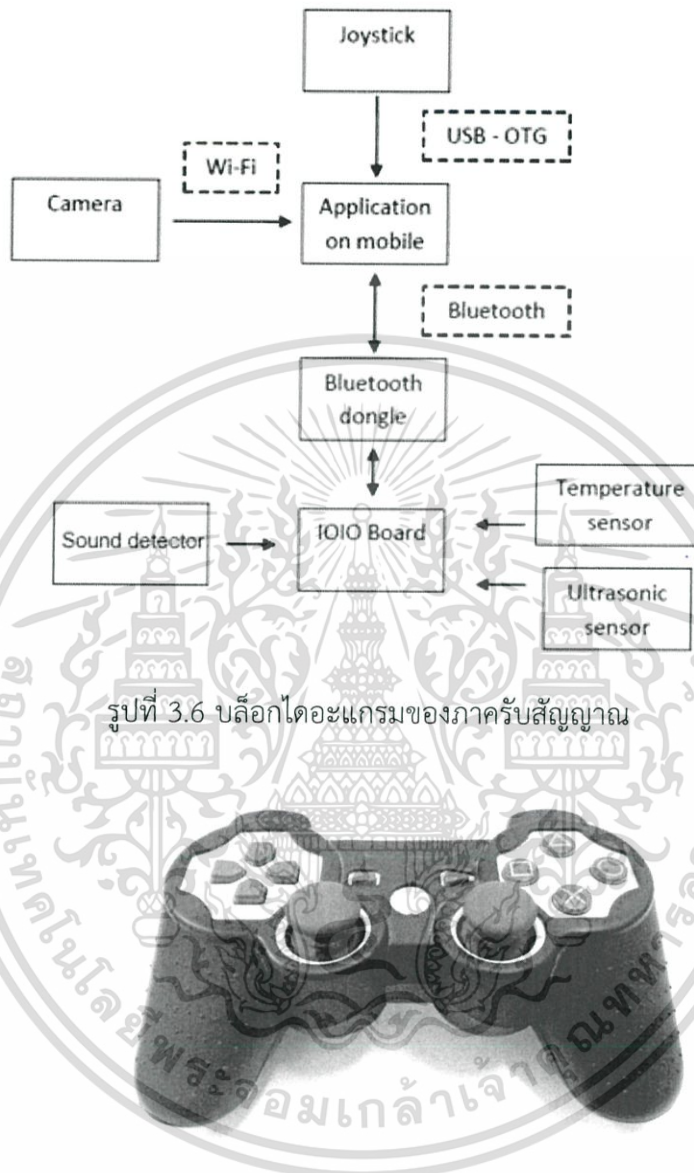
รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมรถบังคับ

ตารางที่ 3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรรถบังคับ

ลำดับที่	รายการ	ขนาด	จำนวน
1	รีเลย์	3 โวลต์	8 ตัว
2	มอเตอร์	12 โวลต์	4 ตัว
3	แบตเตอรี่	6 โวลต์	3 ก้อน
		12 โวลต์	1 ก้อน
4	ทรานซิสเตอร์	C8550	8 ตัว
		C8050	8 ตัว
		C9014	8 ตัว
5	ตัวต้านทาน	1 กิโลโอห์ม	12 ตัว
		220 โอห์ม	4 ตัว
		100 โอห์ม	4 ตัว
6	ไอซี	LM324	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบในส่วนรับสัญญาณเข้าถึงโทรศัพท์มือถือ



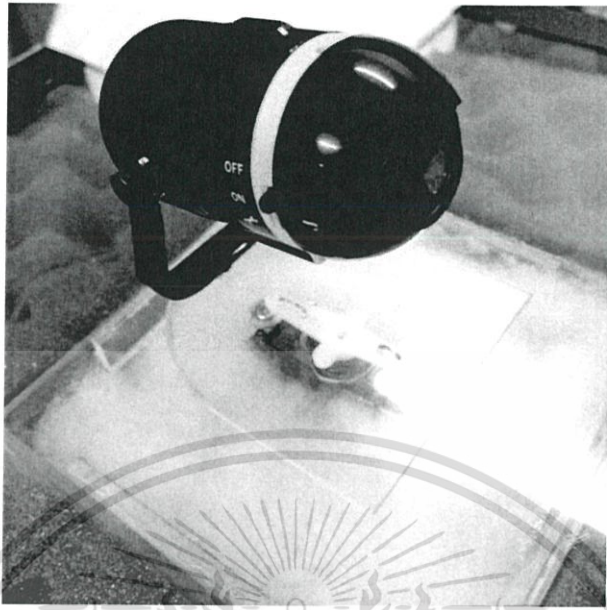
รูปที่ 3.6 บล็อกไดอะแกรมของภาครับสัญญาณ

รูปที่ 3.7 Joystick

3.1.2.1 Joystick

ทำการเชื่อมต่อกับแอปพลิเคชันบนมือถือโดยผ่าน USB-OTG และแอปพลิเคชันถูกเขียนให้รับสั่งจาก Joystick ให้ทราบถึงปุ่มการควบคุมบังคับรถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

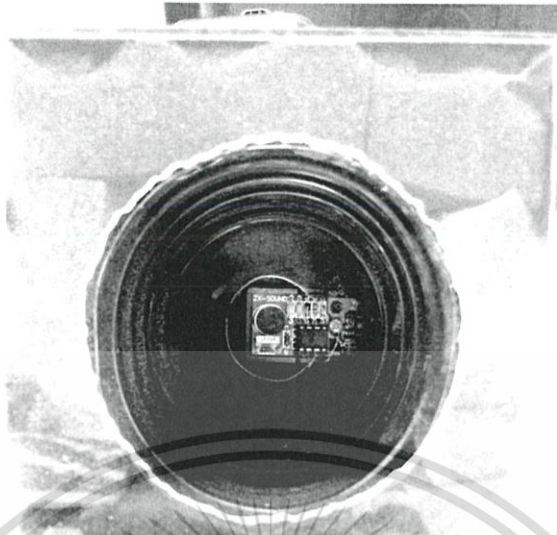


รูปที่ 3.8 Ai-Ball IP Camera

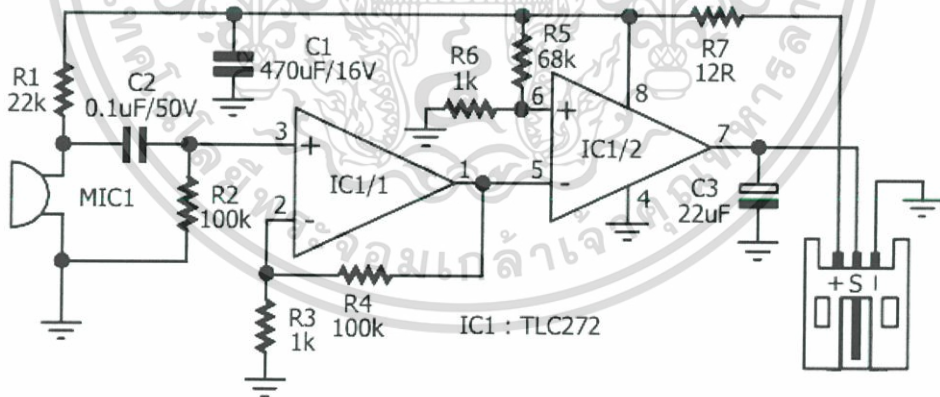
3.1.2.2 Camera

ใช้กล้อง Ai-Ball Camera เชื่อมต่อกับโทรศัพท์มือถือผ่าน Wi-Fi โดยตัวกล้องมีหน้าที่เป็น Access point เมื่อเปิดการเชื่อมต่อ Wi-Fi บนโทรศัพท์มือถือกับตัวกล้อง จะสามารถเปิดภาพเคลื่อนไหวโดยการเปิดเว็บเบราว์เซอร์ผ่าน <http://192.168.2.1/fullscreen.html>

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 Sound detector

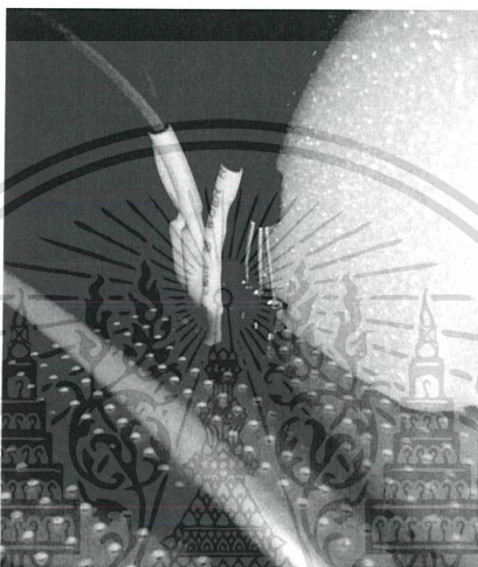


รูปที่ 3.10 แสดงภาพวงจรอุปกรณ์ Sound detector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.3 Sound detector

เมื่อมีแหล่งกำเนิดจากทิศทางไหนจะให้แสดงค่าบนหน้าจอ โทรศัพท์มือถือทิศทางนั้น ซึ่งแบ่งเป็น 4 ทิศทาง (ด้านหน้า, ด้านหลัง, ด้านซ้าย, ด้านขวา) โดยจะสามารถค้นหาแหล่งกำเนิดเสียงได้เพียงทิศทางเดียว การที่เสียงเข้ามาหลายทางพร้อมกันจะไม่สามารถตรวจจับได้

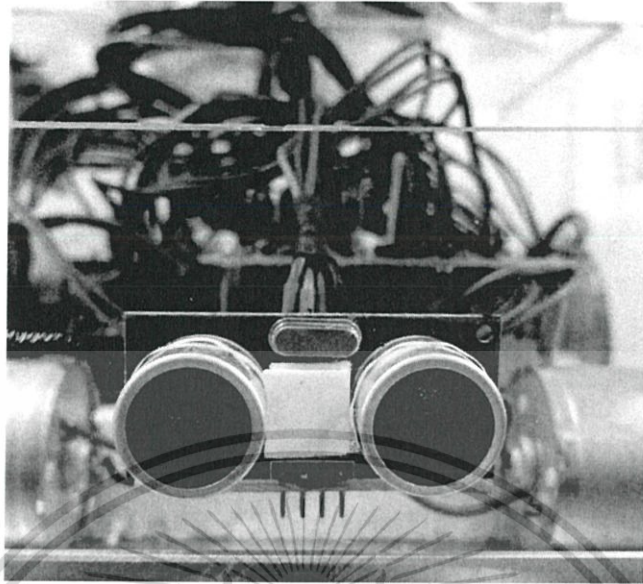


รูปที่ 3.11 Temperature sensor (TMP36)

3.1.2.4 Temperature sensor

อุปกรณ์ TMP-36 จะทำการส่งแรงดันไปยัง IOIO-Board แรงดันจะแปรผันตามอุณหภูมิ เพื่อส่งไปยังแอปพลิเคชันบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ โดยอุณหภูมิสามารถคำนวณได้จากสูตร $Temp\ ^\circ C = 100 * (\text{reading in Voltage}) - 50$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 Ultrasonic sensor

3.1.2.5 Ultrasonic sensor

เมื่อตัวรถเคลื่อนที่ใกล้สิ่งกีดขวาง จะสามารถทราบได้จากหน้าจอแอปพลิเคชันเนื่องจาก Ultrasonic Sensor ได้ทำการส่งแรงดันไปยังอุปกรณ์ IOIO-Board โดยแรงดันจะแปรผันตามระยะห่างของสิ่งกีดขวาง โดยคำนวณจากสูตร ระยะทาง (เซนติเมตร) = $(\text{Voltage Echo} * 1000000) / 58$

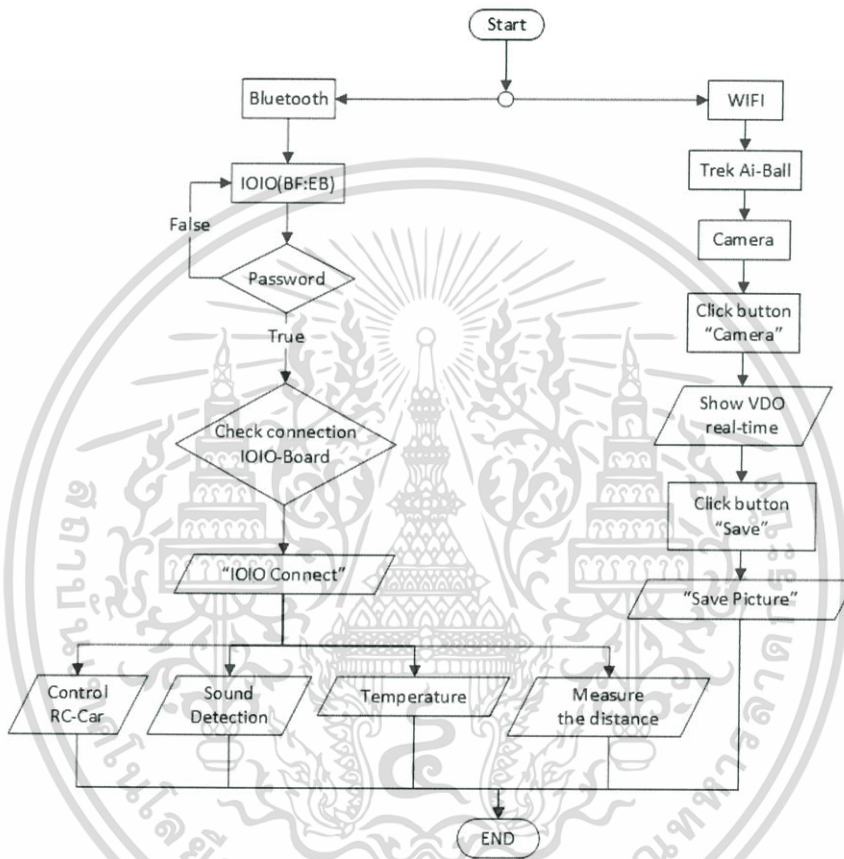


รูปที่ 3.13 Servo motor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.6 Servo motor

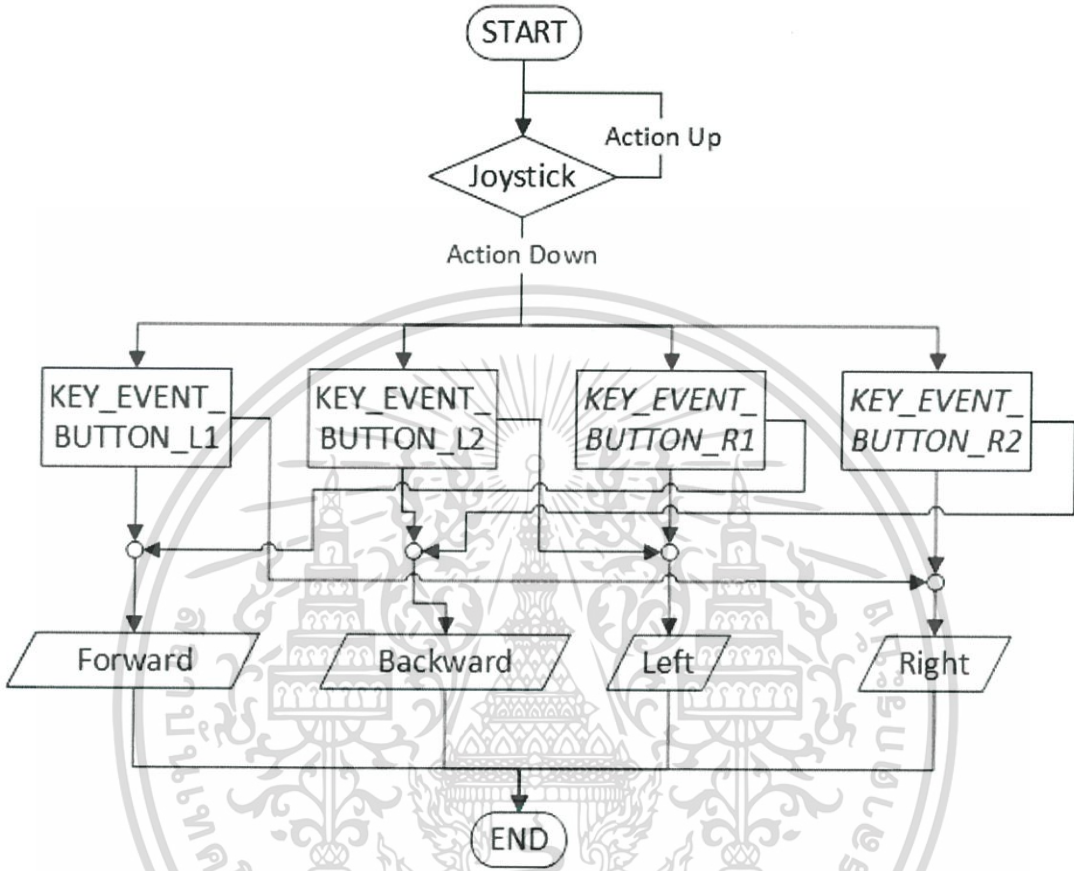
อุปกรณ์มีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ Ai-Trek เพื่อใช้ประกอบในการแสดงภาพวิดีโอ Real-time



รูปที่ 3.14 Flowchart ภาพรวมการทำงานของรถบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบในส่วนควบคุมรถบังคับ

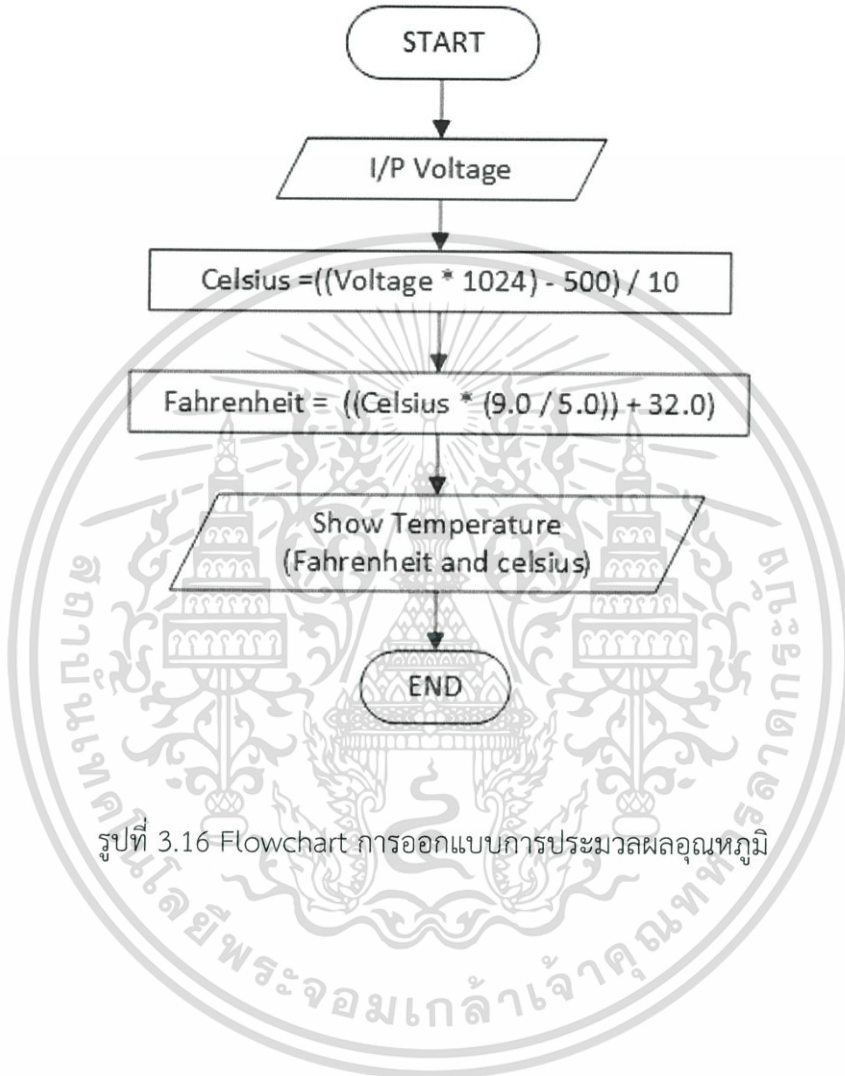


รูปที่ 3.15 Flowchart การออกแบบในส่วนควบคุมรถบังคับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.4 การออกแบบการประมวลผลอุณหภูมิในหน่วยเซลเซียสและฟาเรน

ไฮต์

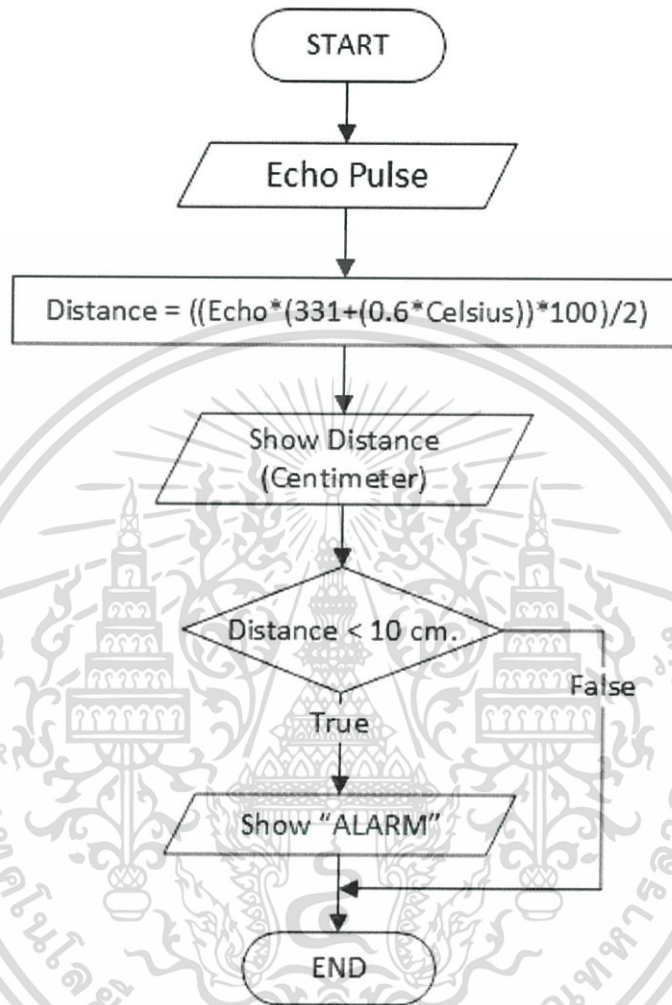


รูปที่ 3.16 Flowchart การออกแบบการประมวลผลอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.5 การออกแบบในส่วนการวัดระยะทางระหว่างสิ่งกีดขวางกับตัวรถ

บังคับ



รูปที่ 3.17 Flowchart การออกแบบในส่วนการวัดระยะทางจากสิ่งกีดขวางกับตัวรถบังคับ

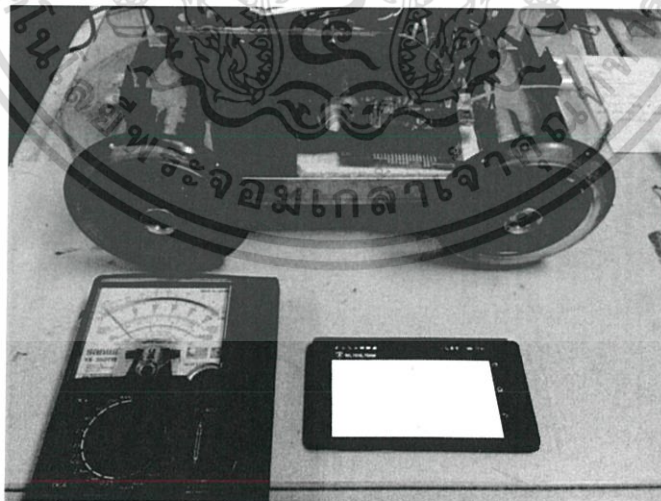
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

1. โทรศัพท์มือถือ (Android 4.4.2)
2. Power Supply
3. Bluetooth dongle
4. Battery ขนาด 6 V ,12 V
5. IOIO-Board
6. ตลับเมตร
7. Multimeter
8. Thermometer
9. แหล่งกำเนิดเสียงจากโทรศัพท์มือถือ
10. Sound level meter

3.3 การจัดเก็บผลการทดลอง

3.3.1 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้า (มิลลิแอมแปร์) ของแต่ละจุดในวงจรรถบังคับ
ทำการวัดค่ากระแสไฟฟ้าในแต่ละอุปกรณ์ในขณะที่รถเคลื่อนที่ เพื่อทำการ
ทดสอบการทำงานของวงจร และเพื่อคำนวณหาระยะเวลาในการใช้งานของแบตเตอรี่

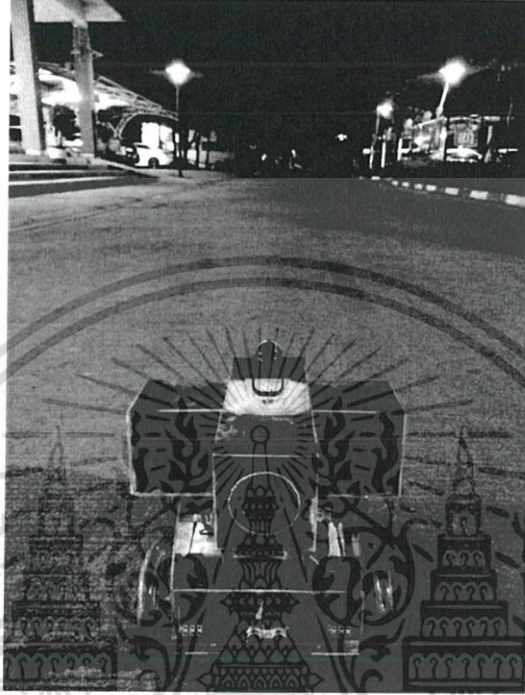


รูปที่ 3.18 แสดงการวัดค่ากระแสไฟฟ้าที่จุดต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 การทดสอบระยะทางที่สามารถควบคุมรถได้

เป็นการทดสอบวัดระยะทางที่สามารถควบคุมรถได้จนกระทั่ง IOIO-Board ไม่ได้สามารถรับสัญญาณได้จากโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 3.19 การทดสอบระยะทางที่สามารถควบคุมรถได้

3.3.3 การทดสอบวัดระยะทางระหว่างตัวรถกับสิ่งกีดขวาง

เป็นการทดสอบวัดระยะทางราบจากตัวส่ง Ultrasonic sensor ไปยังสิ่งกีดขวาง โดยสิ่งกีดขวางอยู่ในระดับแนวตั้งฉากกับพื้น

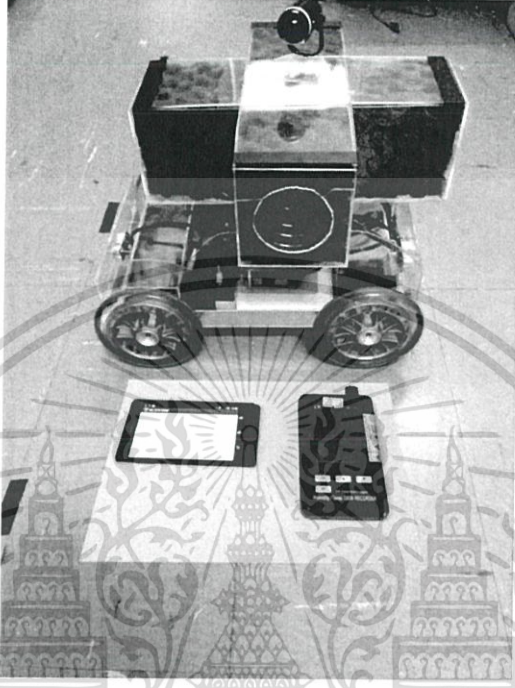


รูปที่ 3.20 แสดงการวัดระยะทางระหว่าง Ultrasonic sensor ไปยังสิ่งกีดขวาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.4 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิอากาศ

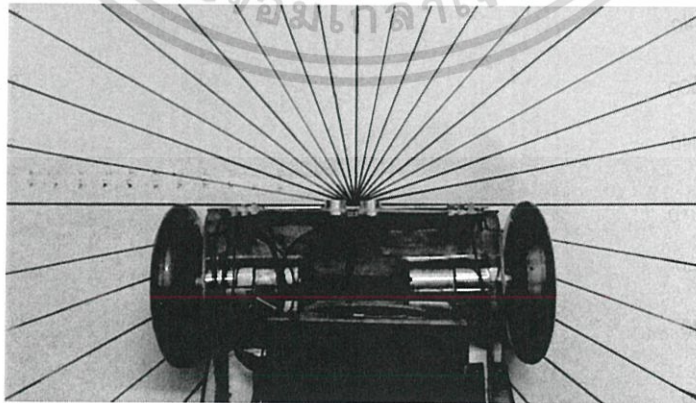
เป็นการทดสอบวัดอุณหภูมิอากาศ โดยใช้อุปกรณ์ TMP-36 โดยค่าแรงดันจะถูกส่งกลับไปยัง IOIO-Board และส่งต่อมายังแอปพลิเคชันบนโทรศัพท์มือถือ



รูปที่ 3.21 แสดงการวัดค่าอุณหภูมิ

3.3.5 การทดสอบการกระจายคลื่นของอุปกรณ์ Ultrasonic sensor

เป็นการทดสอบมุมการกระจายคลื่นของอุปกรณ์ Ultrasonic sensor ในหน่วยองศา เพื่อพิจารณาทิศทางการของสิ่งกีดขวาง

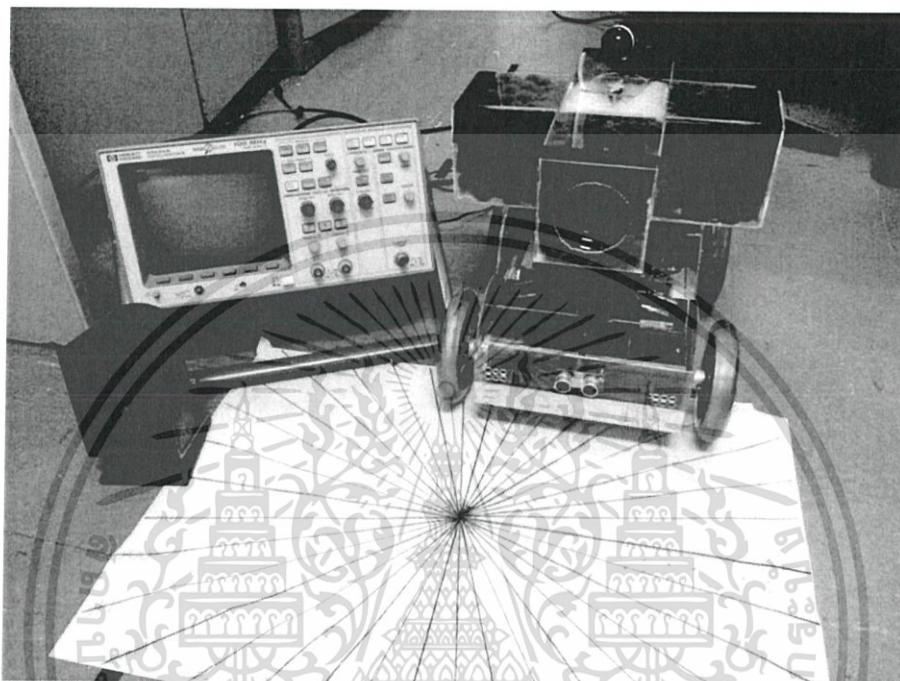


รูปที่ 3.22 แสดงการทดสอบการกระจายคลื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 การทดสอบผลการทำงานของอุปกรณ์ Sound detector

เป็นการทดสอบเพื่อหาทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงโดยใช้อุปกรณ์ Sound detector รับค่าแล้วนำไปเปรียบเทียบกับค่าแรงดันที่ IOIO-Board



รูปที่ 3.23 แสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ Sound detector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

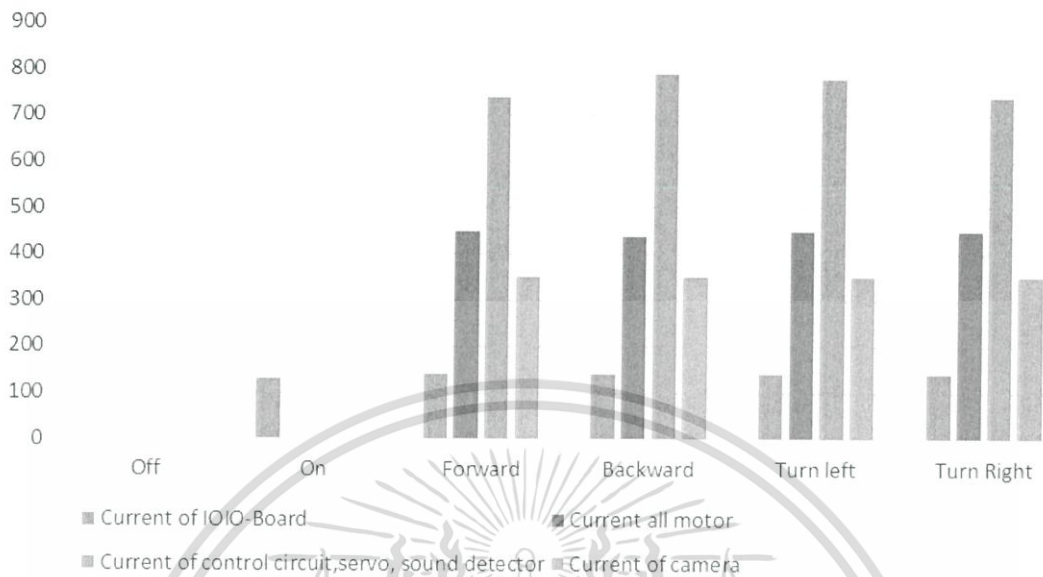
ผลการทดลอง

4.1 การทดสอบวัดค่ากระแสไฟฟ้าของแต่ละจุดในวงจรรถบังคับ

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่ากระแส (มิลลิแอมแปร์) โดยเฉลี่ย ที่ใช้ทั้งหมดของรถบังคับ

	ค่ากระแสที่มอเตอร์ใช้ทั้งหมด (มิลลิแอมแปร์)	ค่ากระแสที่ IOIO-Board ใช้ (มิลลิแอมแปร์)	ค่ากระแสที่ใช้ในวงจรรถบังคับทั้งหมดรวมถึงเซอร์โวมอเตอร์ และ Sound detector (มิลลิแอมแปร์)	ค่ากระแสที่กล้องใช้ (มิลลิแอมแปร์)
Off	-	0	-	-
On	-	130	-	-
เดินหน้า	450	140	740	350
ถอยหลัง	440	140	790	350
เลี้ยวซ้าย	450	140	780	350
เลี้ยวขวา	450	140	740	350

จากผลการทดลองพบว่าค่ากระแสที่ใช้สูงสุดคือ 790 มิลลิแอมแปร์เพื่อนำกระแสที่วัดได้ไปใช้วิเคราะห์ระยะเวลาเฉลี่ยการใช้งานแบตเตอรี่ ซึ่งแบตเตอรี่ขนาด 6 โวลต์ 1.2 แอมแปร์ หมายถึง 1.2 แอมแปร์ ใช้ได้ 1 ชั่วโมง แต่เมื่อคำนวณการใช้งานที่ 790 มิลลิแอมแปร์ แบตเตอรี่สามารถใช้งานได้ถึง 1 ชั่วโมง 30 นาที โดยเฉลี่ย



รูปที่ 4.1 แสดงกราฟการวัดกระแสไฟฟ้า (มิลลิแอมแปร์)

4.2 การทดสอบระยะทางที่สามารถควบคุมรถได้

ตารางที่ 4.2 ตารางแสดงระยะทางโดยเฉลี่ยที่สามารถควบคุมรถได้จนกระทั่ง IOIO-Board ไม่สามารถรับสัญญาณได้จากโทรศัพท์มือถือ

ครั้งที่	ระยะทาง (เมตร)
1	81.2
2	93.5
3	85.1
4	89.4
ระยะทางเฉลี่ย	87.3

จากผลการทดลองพบว่ารถบังคับสามารถเคลื่อนไปได้ไกลถึง 87.3 เมตร โดยเฉลี่ย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดสอบวัดระยะทางระหว่างตัวรถกับสิ่งกีดขวาง

ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบระยะทางจริงกับค่าที่แสดงผลบนหน้าจอ
โทรศัพท์มือถือโดยเฉลี่ย

ด้านหน้ารถ		ด้านหลังรถ	
ระยะทาง (เซนติเมตร)	ที่วัดได้ (เซนติเมตร)	ระยะทาง (เซนติเมตร)	ที่วัดได้ (เซนติเมตร)
1	-	1	-
2	2.86	2	2.23
3	3.37	3	3.16
4	4.30	4	4.04
5	5.88	5	5.48
6	6.21	6	6.04
7	7.65	7	6.97
8	8.11	8	8.36
9	9.60	9	8.92
10	10.54	10	9.85
11	11.50	11	11.19
12	12.60	12	12.21
13	13.45	13	13.19
14	14.30	14	14.07
15	15.36	15	15.10
16	16.26	16	16.02
17	17.21	17	17.00
18	18.34	18	18.01
19	19.35	19	19.04
20	20.30	20	20.07

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หมายเหตุ : สิ่งกีดขวางขนาด 30x25 เซนติเมตร

จากผลการทดลองพบว่าค่าระยะทางมีความคลาดเคลื่อนเล็กน้อย คำนวณค่าคลาดเคลื่อนของ Ultrasonic ด้านหน้ารถได้ 3.52 % ส่วนด้านหลังรถคำนวณได้ 0.45 % และที่ระยะทาง 1 เซนติเมตร วัดค่าได้ไม่แน่นอน



รูปที่ 4.2 แสดงกราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางจริงกับระยะทางที่ Ultrasonic วัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองรูปคลื่นระหว่างขา TRIC และ ขา ECHO

ระยะทาง (ซม.)	รูปสัญญาณ ขา ECHO : Channel 1 รูปสัญญาณ ขา TRIC : Channel 2	ระยะทาง (ซม.)	รูปสัญญาณ ขา ECHO : Channel 1 รูปสัญญาณ ขา TRIC : Channel 2
2		8	
4		10	
6		12	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระยะทาง (ซม.)	รูปสัญญาณ ฆา ECHO : Channel 1 รูปสัญญาณ ฆา TRIC : Channel 2	ระยะทาง (ซม.)	รูปสัญญาณ ฆา ECHO : Channel 1 รูปสัญญาณ ฆา TRIC : Channel 2
14		18	
16		20	

จากผลการทดลองพบว่าเมื่อระยะทางระหว่างสิ่งกีดขวางกับ Ultrasonic เพิ่มขึ้นจะส่งผลให้ Ultrasonic นำสัญญาณ Tric (Channel 2) มาประมวลผลในการคำนวณระยะทางและส่งผลให้สัญญาณ Echo (Channel 1) มีลักษณะเป็นพัลส์ที่ยาวเพิ่มขึ้นตามลำดับระยะทางที่เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

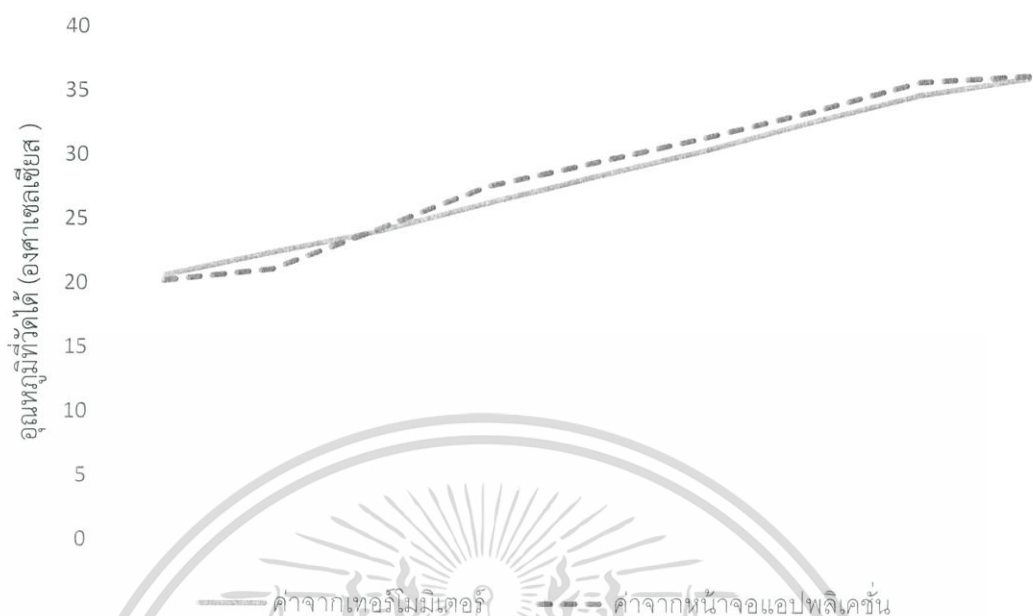
4.4 การทดสอบวัดค่าอุณหภูมิในอากาศ

ตารางที่ 4.5 ตารางเปรียบเทียบอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์กับค่าที่แสดงบนหน้าจอโทรศัพท์มือถือ

จากเทอร์โมมิเตอร์ (องศาเซลเซียส)	จากหน้าจอโทรศัพท์มือถือ (องศาเซลเซียส)
20.6	20.2
22.4	21.1
24.1	24.3
26.3	27.6
28.4	29.5
30.4	31.4
32.7	33.5
34.8	35.8
36.1	36.3
38.5	38.1

จากผลการทดลองเมื่อเทียบอุณหภูมิจากเทอร์โมมิเตอร์กับอุปกรณ์เซ็นเซอร์อุณหภูมิ TMP-36 ที่ติดบนตัวรถและแสดงค่าบนหน้าจอแอปพลิเคชันพบว่ามีความคลาดเคลื่อนอยู่ที่ 1.18 %

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 แสดงกราฟสัมพันธ์ระหว่างเทอร์โมมิเตอร์กับค่าที่แสดงบนหน้าจอแอปพลิเคชัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

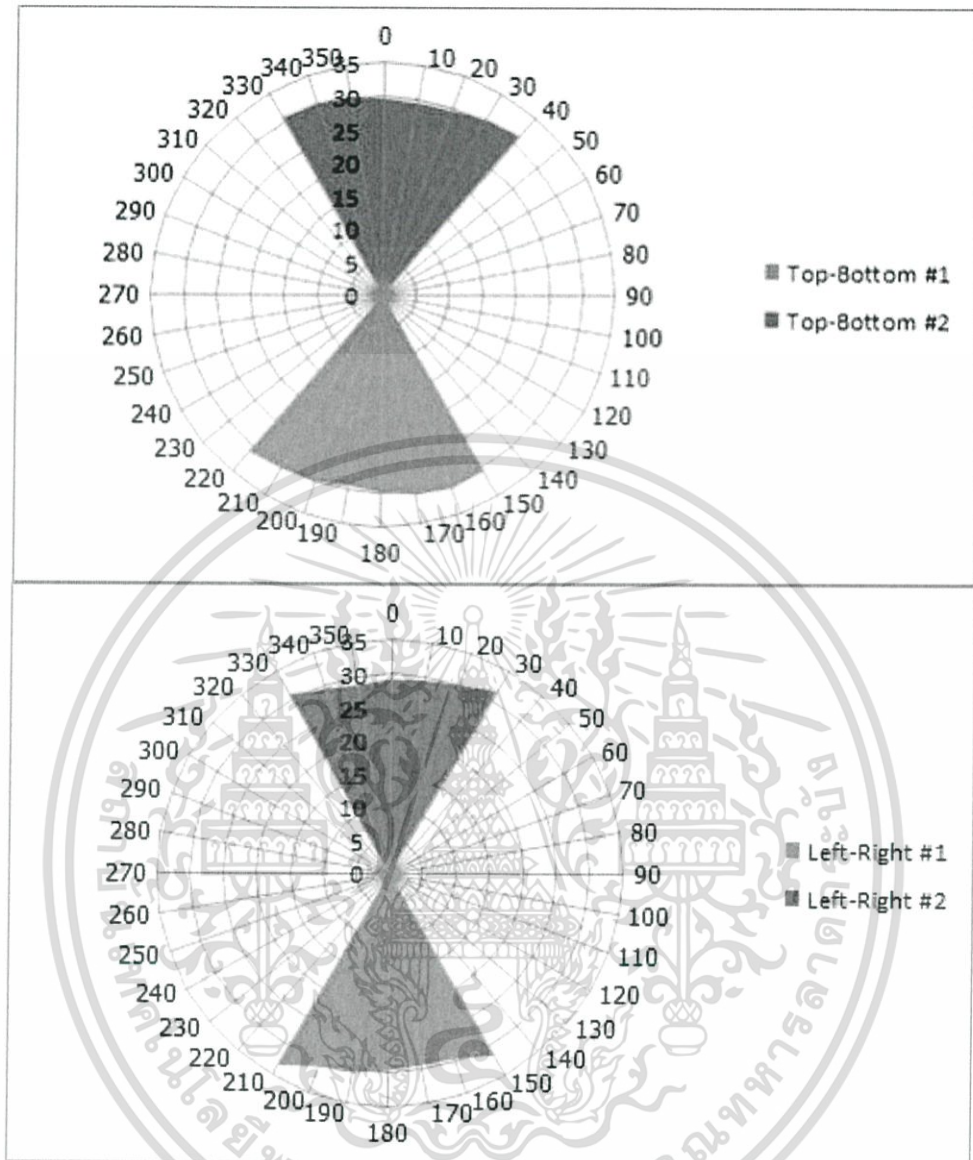
4.5 การทดสอบการกระจายคลื่นของอุปกรณ์ Ultrasonic sensor

ตารางที่ 4.6 ตารางแสดงการกระจายคลื่นของอุปกรณ์ Ultrasonic sensor โดยเฉลี่ยซึ่งควบคุมที่ระยะทาง 30 เซนติเมตร จากสิ่งกีดขวาง

องศา	ระยะทาง (เซนติเมตร)		ระยะทาง (เซนติเมตร)	
	ซ้าย-ขวา		บน-ล่าง	
	ตัวที่ 1	ตัวที่ 2	ตัวที่ 1	ตัวที่ 2
-90	-	-	-	-
-80	-	-	-	-
-70	-	-	-	-
-60	-	-	-	-
-50	-	-	-	-
-40	-	-	-	-
-30	31.63	30.94	30.69	30.82
-20	29.70	29.36	31.16	30.72
-10	29.30	28.74	30.64	30.35
0	29.70	29.16	29.87	29.63
10	30.47	29.42	29.30	29.38
20	30.97	30.10	30.02	29.58
30	33.41	31.65	30.34	30.57
40	-	-	31.06	31.34
50	-	-	-	-
60	-	-	-	-
70	-	-	-	-
80	-	-	-	-
90	-	-	-	-

หมายเหตุ : “-” ไม่สามารถวัดค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 กราฟแสดงการกระจายคลื่นของอุปกรณ์ Ultrasonic sensor

จากผลการทดลองการกระจายคลื่นของอุปกรณ์ Ultrasonic sensor เพื่อตรวจจับสิ่งกีดขวางทั้งด้านหน้าและด้านหลัง พบว่าสามารถกระจายคลื่นได้ประมาณ 60 องศา

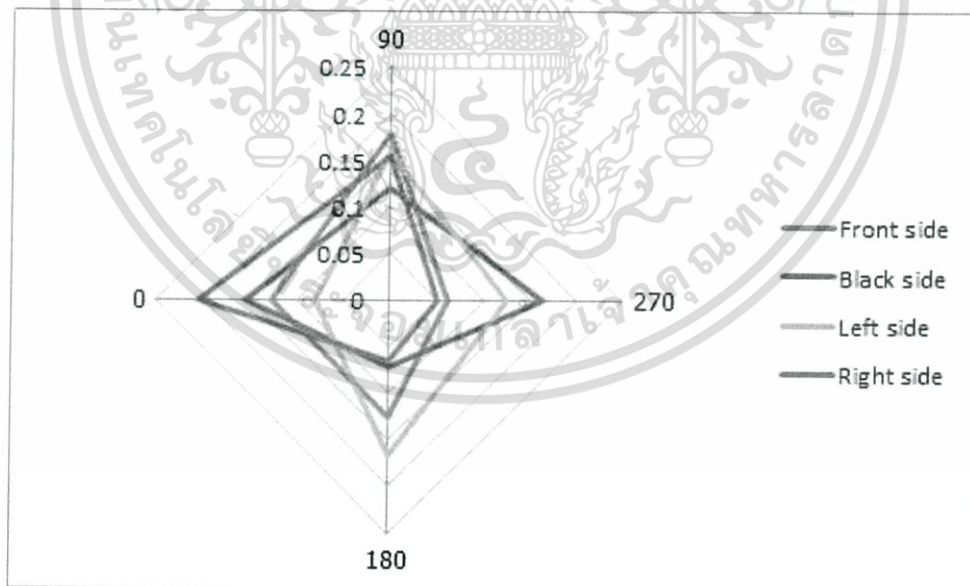
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 การทดสอบผลการทำงานของอุปกรณ์ Sound detectors

ตารางที่ 4.7 ตารางแสดงทิศทางเสียงเป็นแรงดัน (โวลต์)

	90	270	180	0
Front side	0.178	0.061	0.1257	0.128
Back side	0.119	0.162	0.0722	0.156
Left side	0.1592	0.1235	0.1665	0.0815
Right side	0.1545	0.051	0.0645	0.206

หมายเหตุ : 90 องศา = ไม้ค้ำด้านหน้า , 270 องศา = ไม้ค้ำด้านหลัง , 180 องศา = ไม้ค้ำด้านซ้าย , 0 องศา = ไม้ค้ำด้านขวา



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงแรงดันที่ไม้ค้ำแต่ละด้านได้รับโดยหันด้านหน้าไปมุม 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

ปริญญานิพนธ์เรื่องระบบควบคุมรถบังคับติดตามเสียงและแสดงวิดีโอภาพ ผ่านระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ โดยเชื่อมต่ออุปกรณ์จอยสติ๊กกับโทรศัพท์มือถือผ่าน USB OTG เพื่อสั่งการควบคุมรถบังคับผ่านบลูทูธ ไปยังอุปกรณ์ IOIO-Board เพื่อขับแรงดันออกจากพอร์ตที่กำหนดผ่านไปยังวงจรรถบังคับเพื่อควบคุมการเคลื่อนที่ของรถได้ตามต้องการ โดยรถบังคับมีความสามารถดังนี้

1. แสดงค่าระยะทางระหว่างรถบังคับกับสิ่งกีดขวางโดยใช้อุปกรณ์ Ultrasonic Sensor สามารถวัดระยะทางได้ไกลโดยประมาณ 150 เซนติเมตร โดย Ultrasonic Sensor หนึ่งตัวสามารถตรวจสอบสิ่งกีดขวางได้ในทิศทาง 60 องศาจากแนวระนาบของรถ เมื่อรถเข้าใกล้สิ่งกีดขวางในระยะ 10 เซนติเมตร จะมีข้อความแสดงเตือนที่หน้าจอ แอปพลิเคชัน ว่า “ALARM”
2. สามารถวัดอุณหภูมิอากาศในหน่วยองศาเซลเซียส และองศาฟาเรนไฮต์ได้
3. สามารถแสดงทิศทางของต้นกำเนิดเสียงได้โดยทำงานร่วมกับ Servo Motor ทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียง เมื่อแหล่งกำเนิดเสียงมาในทิศทางใดทิศทางหนึ่งเท่านั้น
4. แสดงวิดีโอภาพบนหน้าจอแอปพลิเคชัน

โดยรถบังคับจะสามารถทำงานได้ต่อเนื่องเป็นระยะเวลาประมาณ 1 ชั่วโมง 30 นาที ซึ่งรัศมีในการควบคุมรถโดยเฉลี่ยอยู่ที่ 87.3 เมตร

5.2 ข้อเสนอแนะ

เนื่องจากระบบการทำงานของอุปกรณ์ Sound detector ในการค้นหาทิศทางของแหล่งกำเนิดเสียงที่ผู้จัดทำได้ออกแบบมานั้น สามารถค้นหาทิศทางแหล่งกำเนิดเสียงได้ที่ละหนึ่งทิศทางเท่านั้น แต่ในความเป็นจริงแล้ว เสียงอาจเกิดขึ้นได้หลายทิศทาง และจะต้องมีการพิจารณาปัจจัยต่างๆรอบด้าน เช่น ระยะทางของแหล่งกำเนิดเสียง ความดังของเสียงเมื่อมาถึงยังตัวอุปกรณ์ การสะท้อนของเสียง และปัจจัยอื่นๆ

ทางผู้จัดทำจึงมีข้อเสนอแนะว่า หากต้องการค้นหาทิศทางของเสียงให้มีประสิทธิภาพ ควรออกแบบระบบโดยพิจารณาจาก ความต่างเฟส (Phase) ของคลื่นเสียงที่มายังตัวอุปกรณ์รับสัญญาณเสียง หรือการกำหนดความถี่ที่เราต้องการ ว่าแหล่งกำเนิดเสียงนั้นๆที่เราสนใจ มีความถี่ในช่วงใด และออกแบบวงจรกรองความถี่นั้นๆ



บรรณานุกรม

- [1] สมเกียรติ วงศ์กิจวัฒนะ.(ม.ป.ป.). *Android กับการเชื่อมต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์*. กรุงเทพฯ : อินโนเวทีฟ เอ็กเพอริเมนต์.
- [2] Ultrasonic Theory. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.compomax.co.th/product/ultrasonic-theory/>
- [3] บทที่ 1 รู้จักกับแอนดรอยด์. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.sourcecode.in.th/articles.php?id=71>
- [4] Java คืออะไร. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.com5dow.com/%E0%B9%84%E0%B8%82%E0%B8%9B%E0%B8%B1%E0%B8%8D%E0%B8%AB%E0%B8%B2%E0%B8%A8%E0%B8%B1%E0%B8%9E%E0%B8%97%E0%B9%8C-it/1284-java-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3.html>
- [5] TMP36-Analog Temperature sensor. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://satorshop.lnwshop.com/product/128/tmp36-analog-temperature-sensor>
- [6] Ai-Ball ลูกที่เล็กที่สุดในโลก. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://th.aliexpress.com/item/Ai-ball-World-s-Smallest-Protoble-Wifi-Mini-Surveillance-Camera-IP-Camera-Wireless-Blue-Black-free-shipping/1226438265.html>
- [7] Sound detector. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://www.electronhacks.com/wp-content/uploads/2011/10/SoundLocalization.pdf>
- [8] Wireless Joystick. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : http://www.inex.co.th/inexstore/index.php?page=shop.product_details&flypage=flypage.tpl&product_id=654&category_id=53&option=com_virtuemart&Itemid=11&vmcchk=1&Itemid=11#.VlfoDDHF8WU
- [9] Servo motor.[ออนไลน์]เข้าถึงได้จาก : http://www.sangchaimeter.com/support_detail/servo-motor
- [10] RC Servo motor. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <https://www.sparkfun.com/tutorials/283>
- [11] PWM. [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://introduction-pwm.blogspot.com/2007/09/pwm.html>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GENERAL DESCRIPTION:-

The 8550 is a PNP epitaxial silicon planar transistor designed for use in the audio output stage and converter/inverter circuits. Complementary to 8050.

TO-92A



EBC

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Note 1)

Maximum Temperatures	
Storage Temperature	-55°C to +135°C
Operating Temperature	135°C
Lead Temperature (soldering, 10 seconds time limit)	230°C
Maximum Power Dissipation	
Total Dissipation at 25°C Ambient Temperature (Note 2)	1.0 Watt
Total Dissipation at 25°C case temperature (Note 2)	3.0 Watt
Maximum Voltage	
VCBO Collector to Base Voltage	30V
VCEO Collector Emitter Voltage (Note 3)	25V
VEBO Emitter to Base Voltage	6V
I _C Collector current (Continuous)	1.5A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (25°C Free Air Temperature unless otherwise noted)

SYMBOL	CHARACTERISTICS	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
HFE1	DC current gain (Note 4)	85		300		I _c = 100mA V _{ce} = 1V
HFE2	DC current gain	40				I _c = 800mA V _{ce} = 1V
VCE (SAT)	Collector Saturation Voltage (Note 4)		0.2	0.5	V	I _c = 800mA I _b = 80mA
VBE (SAT)	Base-Saturation Voltage (Note 4)		0.92	1.2	V	I _c = 800mA I _b = 80mA
LV _{ceo}	Collector to Emitter breakdown Voltage (Note 3 & 4)	25			V	I _c = 10mA I _b = 0
BV _{cb0}	Collector to Base breakdown Voltage	30			V	I _c = 100uA I _e = 0
BV _{eb0}	Emitter to Base breakdown Voltage	6			V	I _e = 100uA I _c = 0
I _{cbo}	Collector cut off current			0.1	uA	V _{cb} = 20V I _e = 0
h _{fe}	High frequency current gain	1.0				I _c = 50mA V _{ce} = 10V f = 100MHz
C _{cb}	Collector to Base capacitance			40	pF	V _{cb} = 10V I _c = 0 f = 1MHz

NOTES:

- (1) These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.
- (2) These ratings give a maximum junction temperature of 145°C, junction to ambient thermal resistance of 120°C/Watt (derating factor of 8.33mW/°C) and junction to case thermal resistance of 40°C/W (derating factor of 25mW/°C)
- (3) Rating refers to a high-current point where collector-to-emitter voltage is lowest.
- (4) Pulse Conditions: length ≤ 300 us; duty cycle ≤ 2%

CLASSIFICATION OF H_{FE} GROUPS

GROUP	MIN	MAX	TEST CONDITION
B	85	160	I _c = 100mA V _{ce} = 1V
C	120	200	I _c = 100mA V _{ce} = 1V
D	160	300	I _c = 100mA V _{ce} = 1V



MICRO ELECTRONICS LTD. 美科有限公司

38 Hung To Road, Kwun Tong, Kowloon, Hong Kong. Cable: Microtron, Hong Kong. Telex: 43510 Micro Hx.
P.O. Box 6477, Kwun Tong. Tel: 3-430181-6, 3-893363, 3-892423, 3-898221 FAX 3-410321

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GENERAL DESCRIPTION:-

The 8050 is an NPN epitaxial silicon planar transistor designed for use in the audio output stage and converter/inverter circuits. Complementary to 8550.

TO-92A



EBC

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Note 1)

Maximum Temperatures	
Storage Temperature	-55°C to +135°C
Operating Temperature	135°C
Lead Temperature (soldering, 10 seconds time limit)	230°C
Maximum power Dissipation	
Total Dissipation at 25°C Ambient Temperature (Note 2)	1.0 Watt
Total Dissipation at 25°C Case Temperature (Note 2)	3.0 Watt
Maximum Voltage	
VCBO Collector to Base Voltage	30V
VCEO Collector to Emitter Voltage (Note 3)	25V
VEBO Emitter to Base Voltage	6V
I _C Collector current (continuous)	1.5A

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (25°C Free Air Temperature unless otherwise noted)

SYMBOL	CHARACTERISTICS	MIN.	TYP.	MAX.	UNITS	TEST CONDITIONS
HFE1	DC current gain (Note 4)	85		300		I _c = 100mA V _{ce} = 1V
HFE2	DC current gain	40				I _c = 800mA V _{ce} = 1V
VCE (SAT)	Collector Saturation Voltage (Note 4)		0.2	0.5	V	I _c = 800mA I _b = 80mA
VBE (SAT)	Base Saturation Voltage (Note 4)		0.92	1.2	V	I _c = 800mA I _b = 80mA
LV _{ceo}	Collector to Emitter breakdown Voltage (Note 3 & 4)	25			V	I _c = 10mA I _b = 0
BV _{cbo}	Collector to Base breakdown voltage	30			V	I _c = 100uA I _e = 0
BV _{ebo}	Emitter to Base breakdown voltage	6			V	I _e = 100uA I _c = 0
I _{cbo}	Collector cutoff current			0.1	uA	V _{cb} = 20V I _e = 0
h _{fe}	High frequency current gain	1.0				I _c = 50mA V _{ce} = 10V f = 100MHz
C _{cb}	Collector to Base capacitance			40	pF	V _{cb} = 10V I _c = 0 f = 1MHz

NOTES:

- (1) These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.
- (2) These ratings give a maximum junction temperature of 145°C, junction to ambient thermal resistance of 120°C/Watt (derating factor of 8.33mW/°C) and junction to case thermal resistance of 40°C/W (derating factor of 25mW/°C)
- (3) Rating refers to a high-current point where collector-to-emitter voltage is lowest.
- (4) Pulse Conditions: length ≤ 300 us; duty cycle ≤ 2%

CLASSIFICATION OF HFE GROUP

GROUP	MIN	MAX	TEST CONDITION
B	85	160	I _c = 100mA V _{ce} = 1V
C	120	200	I _c = 100mA V _{ce} = 1V
D	160	300	I _c = 100mA V _{ce} = 1V



MICRO ELECTRONICS LTD. 美科有限公司

38 Hung To Road, Kwun Tong, Kowloon, Hong Kong. Cable: Microtron, Hong Kong. Telex: 43510 Micro HX.
P.O. Box 9477, Kwun Tong. Tel: 3-430181-6 FAX: 3-410321

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FEATURES

Power dissipation

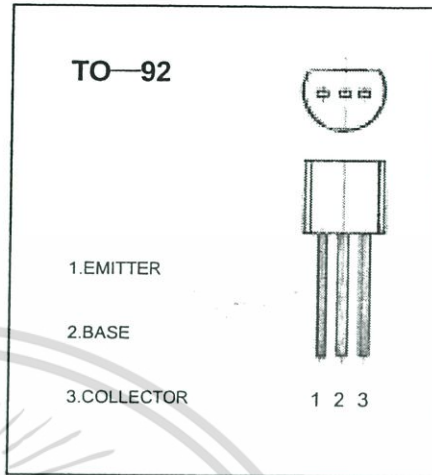
$$P_{CM} : 0.4 \text{ W (Tamb=25}^\circ\text{C)}$$

Collector current

$$I_{CM} : 0.1 \text{ A}$$

Collector-base voltage

$$V_{(BR)CBO} : 50 \text{ V}$$



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Tamb=25°C unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Test conditions	MIN	TYP	MAX	UNIT
Collector-base breakdown voltage	$V_{(BR)CBO}$	$I_C=100 \mu\text{A}, I_E=0$	50			V
Collector-emitter breakdown voltage	$V_{(BR)CEO}$	$I_C=0.1 \text{ mA}, I_B=0$	45			V
Emitter-base breakdown voltage	$V_{(BR)EBO}$	$I_E=100 \mu\text{A}, I_C=0$	5			V
Collector cut-off current	I_{CBO}	$V_{CB}=50 \text{ V}, I_E=0$			0.1	μA
Collector cut-off current	I_{CEO}	$V_{CE}=35 \text{ V}, I_B=0$			0.1	μA
Emitter cut-off current	I_{EBO}	$V_{EB}=3 \text{ V}, I_C=0$			0.1	μA
DC current gain(note)	$H_{FE(1)}$	$V_{CE}=5 \text{ V}, I_C=1\text{mA}$	60		1000	
Collector-emitter saturation voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_C=100\text{mA}, I_B=5 \text{ mA}$			0.3	V
Base-emitter saturation voltage	$V_{BE(sat)}$	$I_C=100 \text{ mA}, I_B=5\text{mA}$			1	V
Transition frequency	f_T	$V_{CE}=5 \text{ V}, I_C=10\text{mA}$ $f=30\text{MHz}$	150			MHz

CLASSIFICATION OF $H_{FE(1)}$

Rank	A	B	C	D
Range	60-150	100-300	200-600	400-1000

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

HRS1(H) Relay

COIL DATA

1.1 Nominal Voltage.	3 VAC t 24 VAC
1.2 Coil Resistance	refer to Table 1
1.3 Operate Voltage	refer to Table 1
1.4 Release Voltage	refer to Table 1
1.5 Nominal Power Consumption	200 to 360 mW



HRS1(H) Relay

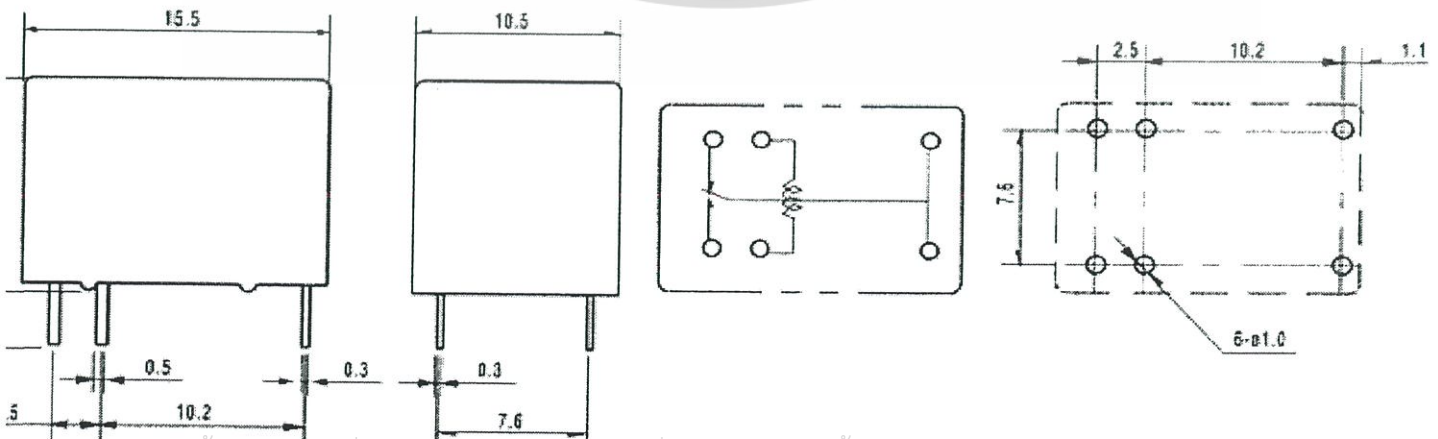
CONTACT DATA

2.1 Contact Arrangement	1 Form C
2.2 Contact Material	AuAg
2.3 Contact Rating	1A 24VDC/120VAC
2.4 Max-Switching Voltage	30 VAC/120VAC
2.5 Max-Switching Current	2A
2.6 Max.switching Power	120 VA,24W
2.7 Contact Resistance (Initial)	100 mΩ at 6 VAC 1A
2.8 Life Expectancy Electrical	100,000 operation at nominal load
Mechanical	10,000,000 operations

GENERAL DATA

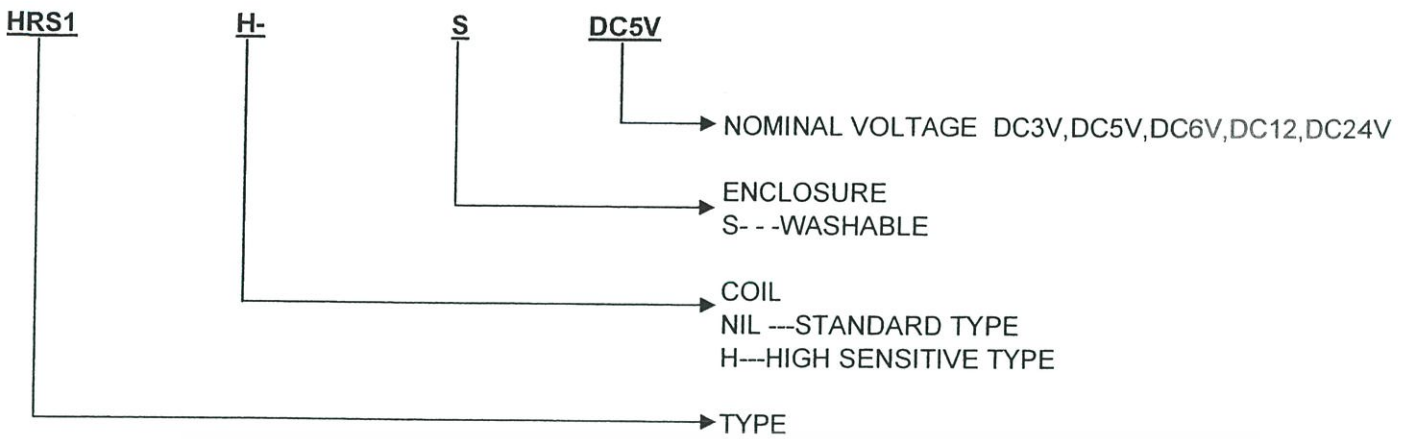
3.1 Insulation Resistance	Min. 100mΩ at 500 VDC
3.2 Dielectric Strength	1000 VAC, 1 min between open contact 1,500 VAC, 1 min between contact and coil.
3.3 Operate time	Max. 5 mS
3.4 Release Time	Max. 5 mS
3.5 Temperature Range	-25 to +55
3.6 Shock Resistance	10 G
3.7 Vibration Resistance	10 - 55 Hz, Amplitude 1.5mm

IMENSION (in mm)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ORDERRING CODE

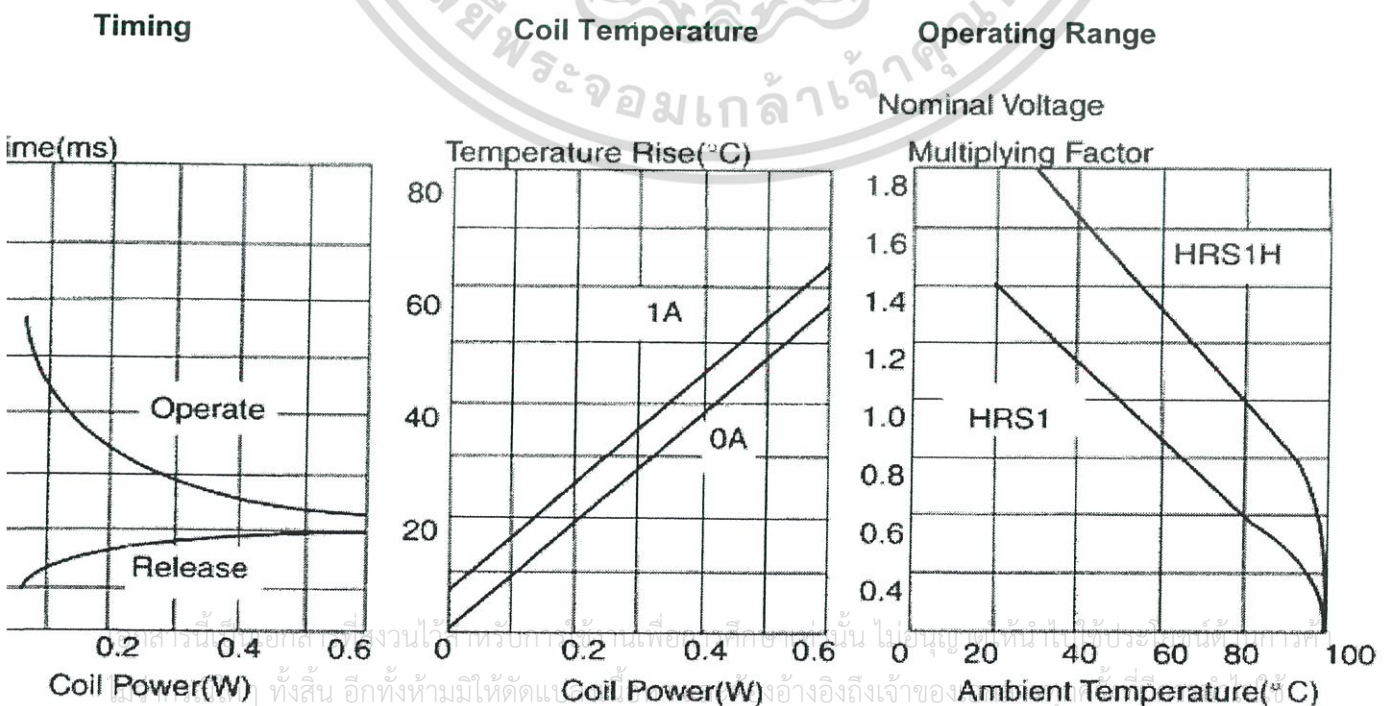


COIL DATA CHART

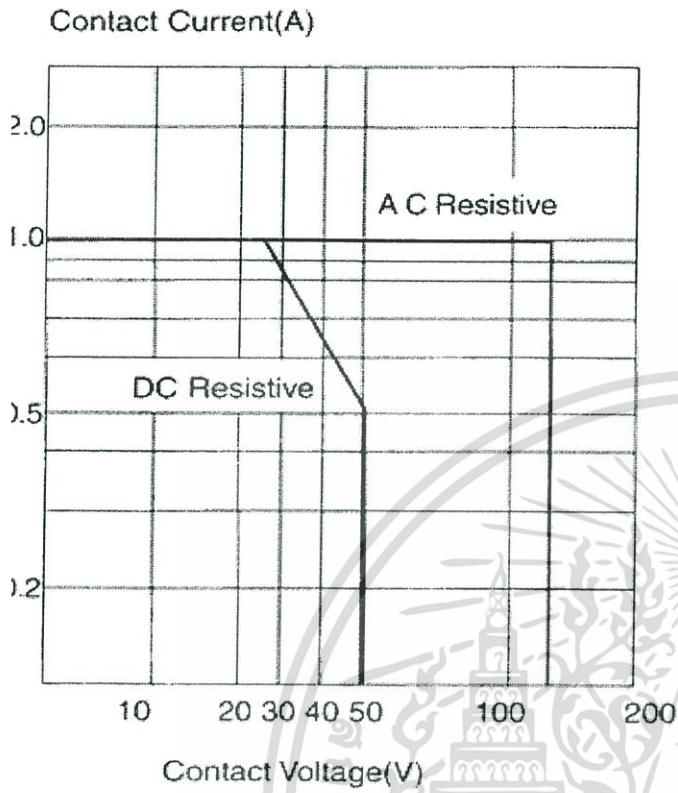
ORDERING CODE	COIL NOMINAL VDC	COIL RESISTANCE +/-10%	OPERATE VOLTAGE VDC	RELEASE VOLTAGE VDC	COIL NOMINAL mW
HRS1-S DC3V	3	25	2.25	0.30	360
HRS1-S DC5V	5	70	3.75	0.50	
HRS1-S DC6V	6	100	4.50	0.60	
HRS1-S DC9V	9	220	6.75	0.90	
HRS1-S DC12V	12	400	9.00	1.20	
HRS1-S DC24V	24	1600	18.00	2.40	
HRS1H-S DC3V	3	45	2.25	0.30	200
HRS1H-S DC5V	5	120	3.75	0.50	
HRS1H-S DC6V	6	180	4.50	0.60	
HRS1H-S DC9V	9	400	6.75	0.90	
HRS1H-S DC12V	12	700	9.00	1.20	
HRS1H-S DC24V	24	2800	18.00	2.40	

Table 1

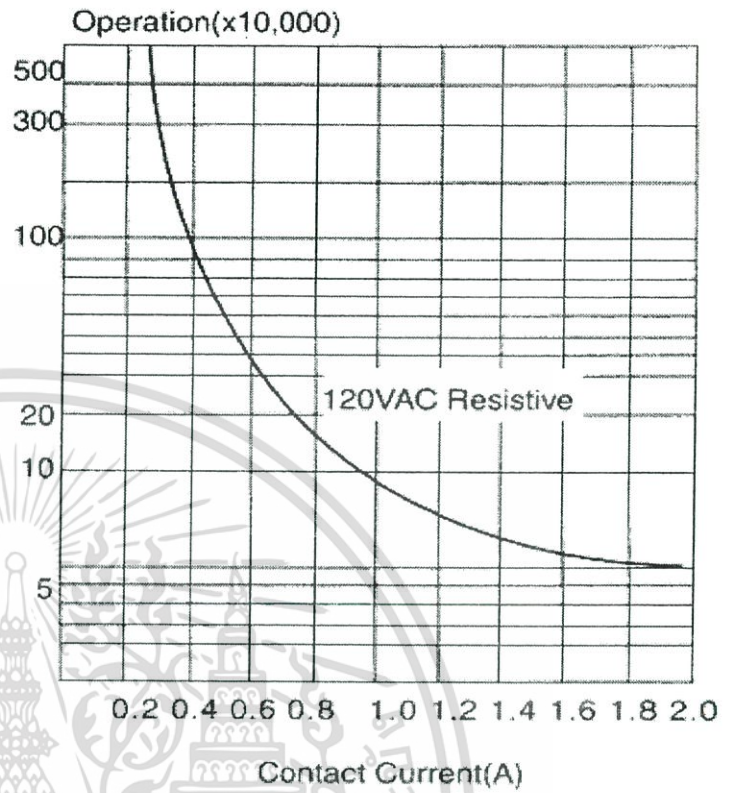
HRS1(H) CHARACTERISTIC DATA



Maximum Switching Power



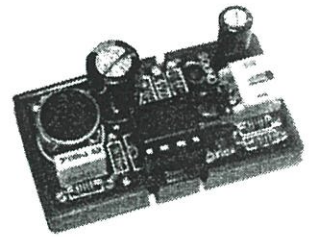
Life Curve



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ZX-SOUND

Sound detector module



Features :

- Detects sound pressure with Condenser Microphone.
- Output voltage 0 to +5V varies from sound pressure level that microphone detected. If more pressure is applied, the output voltage goes high and vice versa.

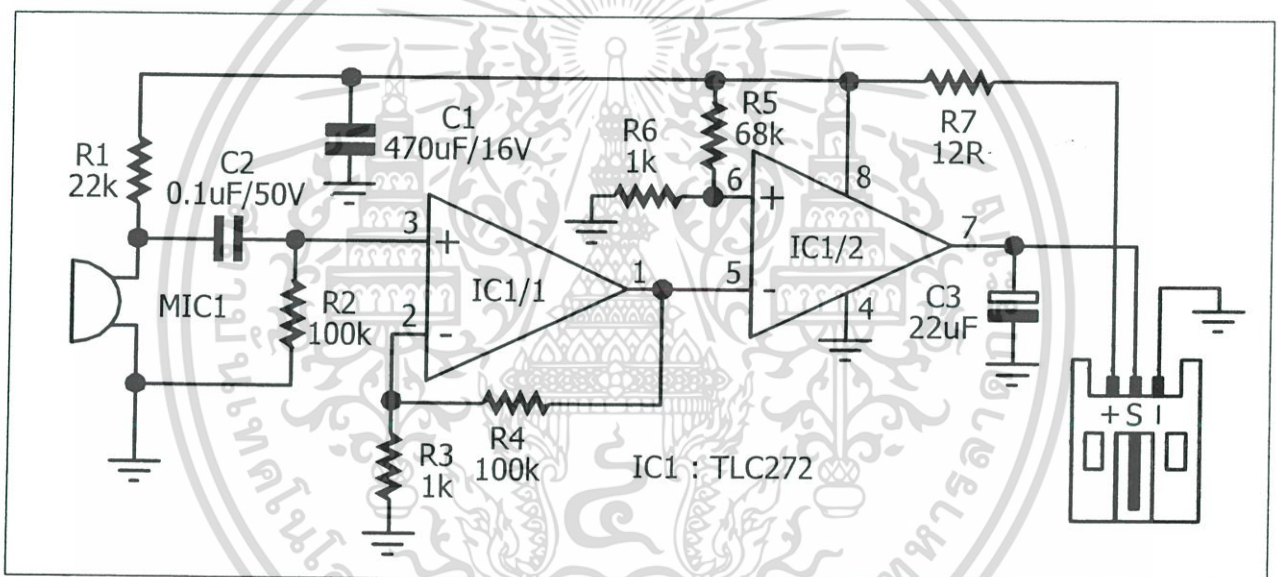


Figure 1 The ZX-SOUND schematic diagram



www.inex.co.th

www.inexglobal.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FEATURES

- Low voltage operation (2.7 V to 5.5 V)
- Calibrated directly in °C
- 10 mV/°C scale factor (20 mV/°C on TMP37)
- ±2°C accuracy over temperature (typ)
- ±0.5°C linearity (typ)
- Stable with large capacitive loads
- Specified -40°C to +125°C, operation to +150°C
- Less than 50 µA quiescent current
- Shutdown current 0.5 µA max
- Low self-heating
- Qualified for automotive applications

APPLICATIONS

- Environmental control systems
- Thermal protection
- Industrial process control
- Fire alarms
- Power system monitors
- CPU thermal management

GENERAL DESCRIPTION

The TMP35/TMP36/TMP37 are low voltage, precision centigrade temperature sensors. They provide a voltage output that is linearly proportional to the Celsius (centigrade) temperature. The TMP35/ TMP36/TMP37 do not require any external calibration to provide typical accuracies of ±1°C at +25°C and ±2°C over the -40°C to +125°C temperature range.

The low output impedance of the TMP35/TMP36/TMP37 and its linear output and precise calibration simplify interfacing to temperature control circuitry and ADCs. All three devices are intended for single-supply operation from 2.7 V to 5.5 V maximum. The supply current runs well below 50 µA, providing very low self-heating—less than 0.1°C in still air. In addition, a shutdown function is provided to cut the supply current to less than 0.5 µA.

The TMP35 is functionally compatible with the LM35/LM45 and provides a 250 mV output at 25°C. The TMP35 reads temperatures from 10°C to 125°C. The TMP36 is specified from -40°C to +125°C, provides a 750 mV output at 25°C, and operates to 125°C from a single 2.7 V supply. The TMP36 is functionally compatible with the LM50. Both the TMP35 and TMP36 have an output scale factor of 10 mV/°C.

The TMP37 is intended for applications over the range of 5°C to 100°C and provides an output scale factor of 20 mV/°C. The TMP37 provides a 500 mV output at 25°C. Operation extends to 150°C with reduced accuracy for all devices when operating from a 5 V supply.

The TMP35/TMP36/TMP37 are available in low cost 3-lead TO-92, 8-lead SOIC_N, and 5-lead SOT-23 surface-mount packages.

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

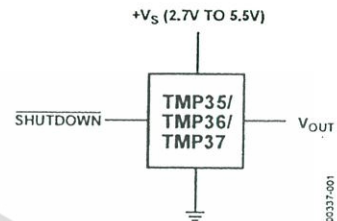


Figure 1.

PIN CONFIGURATIONS

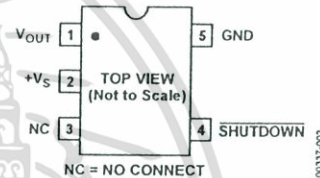


Figure 2. RJ-5 (SOT-23)

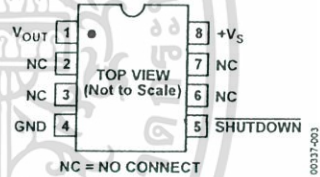


Figure 3. R-8 (SOIC_N)



Figure 4. T-3 (TO-92)

Rev. F

Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
 Tel: 781.329.4700
 Fax: 781.461.3113
 www.analog.com

©1996–2010 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPECIFICATIONS

$V_S = 2.7\text{ V to }5.5\text{ V}$, $-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.

Table 1.

Parameter ¹	Symbol	Test Conditions/Comments	Min	Typ	Max	Unit
ACCURACY						
TMP35/TMP36/TMP37 (F Grade)		$T_A = 25^\circ\text{C}$		± 1	± 2	$^\circ\text{C}$
TMP35/TMP36/TMP37 (G Grade)		$T_A = 25^\circ\text{C}$		± 1	± 3	$^\circ\text{C}$
TMP35/TMP36/TMP37 (F Grade)		Over rated temperature		± 2	± 3	$^\circ\text{C}$
TMP35/TMP36/TMP37 (G Grade)		Over rated temperature		± 2	± 4	$^\circ\text{C}$
Scale Factor, TMP35		$10^\circ\text{C} \leq T_A \leq 125^\circ\text{C}$		10		$\text{mV}/^\circ\text{C}$
Scale Factor, TMP36		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		10		$\text{mV}/^\circ\text{C}$
Scale Factor, TMP37		$5^\circ\text{C} \leq T_A \leq 85^\circ\text{C}$		20		$\text{mV}/^\circ\text{C}$
		$5^\circ\text{C} \leq T_A \leq 100^\circ\text{C}$		20		$\text{mV}/^\circ\text{C}$
Load Regulation		$3.0\text{ V} \leq V_S \leq 5.5\text{ V}$				
		$0\ \mu\text{A} \leq I_L \leq 50\ \mu\text{A}$				
		$-40^\circ\text{C} \leq T_A \leq +105^\circ\text{C}$		6	20	$\text{m}^\circ\text{C}/\mu\text{A}$
		$-105^\circ\text{C} \leq T_A \leq +125^\circ\text{C}$		25	60	$\text{m}^\circ\text{C}/\mu\text{A}$
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	$T_A = 25^\circ\text{C}$		30	100	$\text{m}^\circ\text{C}/\text{V}$
		$3.0\text{ V} \leq V_S \leq 5.5\text{ V}$		50		$\text{m}^\circ\text{C}/\text{V}$
Linearity				0.5		$^\circ\text{C}$
Long-Term Stability		$T_A = 150^\circ\text{C}$ for 1 kHz		0.4		$^\circ\text{C}$
SHUTDOWN						
Logic High Input Voltage	V_{IH}	$V_S = 2.7\text{ V}$	1.8			V
Logic Low Input Voltage	V_{IL}	$V_S = 5.5\text{ V}$			400	mV
OUTPUT						
TMP35 Output Voltage		$T_A = 25^\circ\text{C}$		250		mV
TMP36 Output Voltage		$T_A = 25^\circ\text{C}$		750		mV
TMP37 Output Voltage		$T_A = 25^\circ\text{C}$		500		mV
Output Voltage Range			100		2000	mV
Output Load Current	I_L		0		50	μA
Short-Circuit Current	I_{SC}	Note 2			250	μA
Capacitive Load Driving	C_L	No oscillations ²	1000	10000		pF
Device Turn-On Time		Output within $\pm 1^\circ\text{C}$, $100\text{ k}\Omega 100\text{ pF}$ load ²		0.5	1	ms
POWER SUPPLY						
Supply Range	V_S		2.7		5.5	V
Supply Current	I_{SY} (ON)	Unloaded			50	μA
Supply Current (Shutdown)	I_{SY} (OFF)	Unloaded		0.01	0.5	μA

¹ Does not consider errors caused by self-heating.

² Guaranteed but not tested.

TMP35/TMP36/TMP37

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Table 2.

Parameter ^{1, 2}	Rating
Supply Voltage	7 V
Shutdown Pin	$GND \leq \overline{SHUTDOWN} \leq +V_S$
Output Pin	$GND \leq V_{OUT} \leq +V_S$
Operating Temperature Range	-55°C to +150°C
Die Junction Temperature	175°C
Storage Temperature Range	-65°C to +160°C
IR Reflow Soldering	
Peak Temperature	220°C (0°C/5°C)
Time at Peak Temperature Range	10 sec to 20 sec
Ramp-Up Rate	3°C/sec
Ramp-Down Rate	-6°C/sec
Time 25°C to Peak Temperature	6 min
IR Reflow Soldering—Pb-Free Package	
Peak Temperature	260°C (0°C)
Time at Peak Temperature Range	20 sec to 40 sec
Ramp-Up Rate	3°C/sec
Ramp-Down Rate	-6°C/sec
Time 25°C to Peak Temperature	8 min

¹ Digital inputs are protected; however, permanent damage can occur on unprotected units from high energy electrostatic fields. Keep units in conductive foam or packaging at all times until ready to use. Use proper antistatic handling procedures.

² Remove power before inserting or removing units from their sockets.

Stresses above those listed under Absolute Maximum Ratings may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only; functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational section of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

THERMAL RESISTANCE

θ_{JA} is specified for the worst-case conditions, that is, a device in socket.

Table 3. Thermal Resistance

Package Type	θ_{JA}	θ_{JC}	Unit
TO-92 (T-3)	162	120	°C/W
SOIC_N (R-8)	158	43	°C/W
SOT-23 (RJ-5)	300	180	°C/W

ESD CAUTION

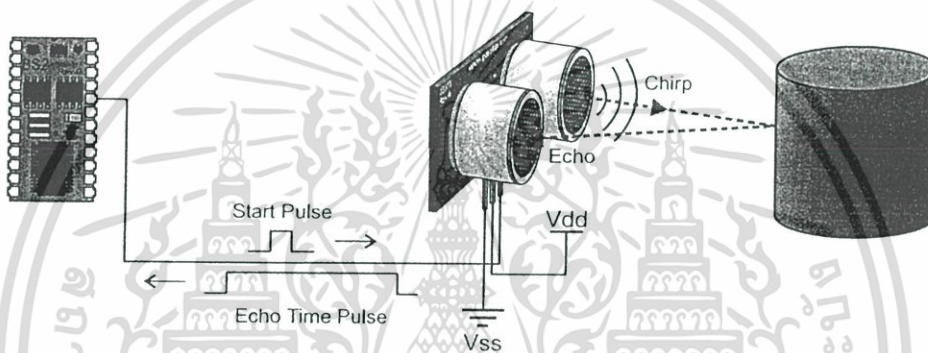


ESD (electrostatic discharge) sensitive device. Charged devices and circuit boards can discharge without detection. Although this product features patented or proprietary protection circuitry, damage may occur on devices subjected to high energy ESD. Therefore, proper ESD precautions should be taken to avoid performance degradation or loss of functionality.

PING)))™ Ultrasonic Distance Sensor (#28015)

The Parallax PING))) ultrasonic distance sensor provides precise, non-contact distance measurements from about 2 cm (0.8 inches) to 3 meters (3.3 yards). It is very easy to connect to microcontrollers such as the BASIC Stamp®, SX or Propeller chip, requiring only one I/O pin.

The PING))) sensor works by transmitting an ultrasonic (well above human hearing range) burst and providing an output pulse that corresponds to the time required for the burst echo to return to the sensor. By measuring the echo pulse width, the distance to target can easily be calculated.



Features

- Range: 2 cm to 3 m (0.8 in to 3.3 yd)
- Burst indicator LED shows sensor activity
- Bidirectional TTL pulse interface on a single I/O pin can communicate with 5 V TTL or 3.3 V CMOS microcontrollers
- Input trigger: positive TTL pulse, 2 μ s min, 5 μ s typ.
- Echo pulse: positive TTL pulse, 115 μ s minimum to 18.5 ms maximum.
- RoHS Compliant

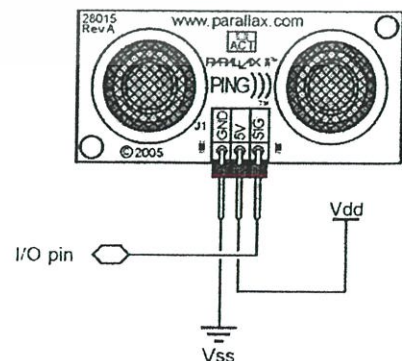
Key Specifications

- Supply voltage: +5 VDC
- Supply current: 30 mA typ; 35 mA max
- Communication: Positive TTL pulse
- Package: 3-pin SIP, 0.1" spacing (ground, power, signal)
- Operating temperature: 0 – 70° C.
- Size: 22 mm H x 46 mm W x 16 mm D (0.84 in x 1.8 in x 0.6 in)
- Weight: 9 g (0.32 oz)

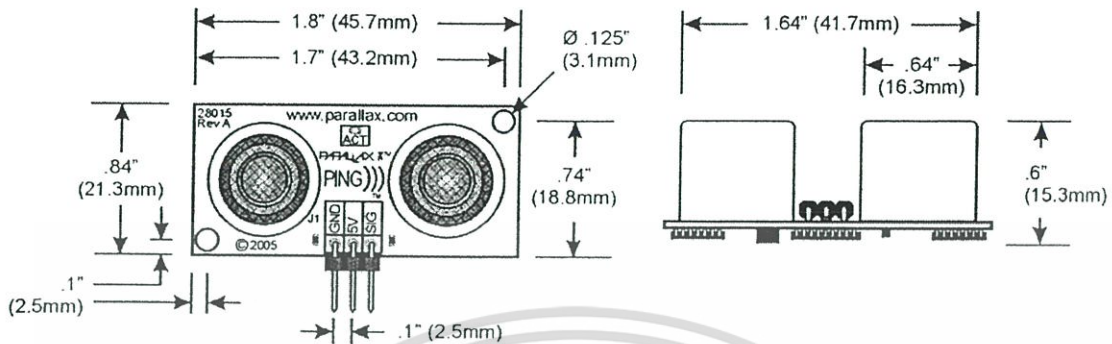
Pin Definitions

GND	Ground (Vss)
5 V	5 VDC (Vdd)
SIG	Signal (I/O pin)

The PING))) sensor has a male 3-pin header used to supply ground, power (+5 VDC) and signal. The header may be plugged into a directly into solderless breadboard, or into a standard 3-wire extension cable (Parallax part #805-000012).

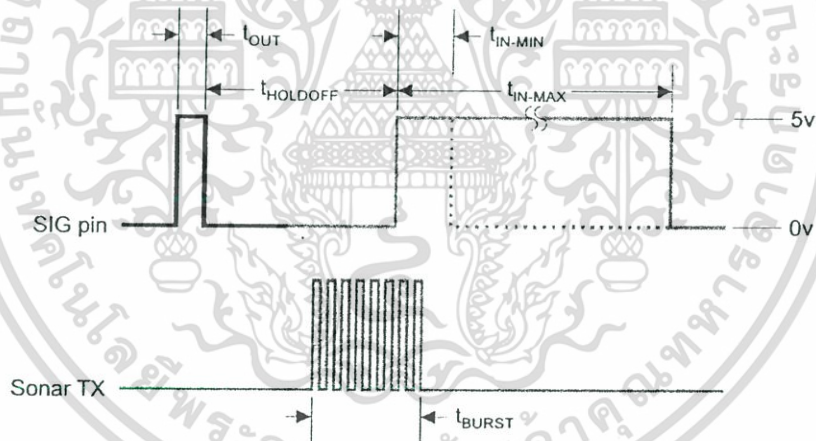


Dimensions



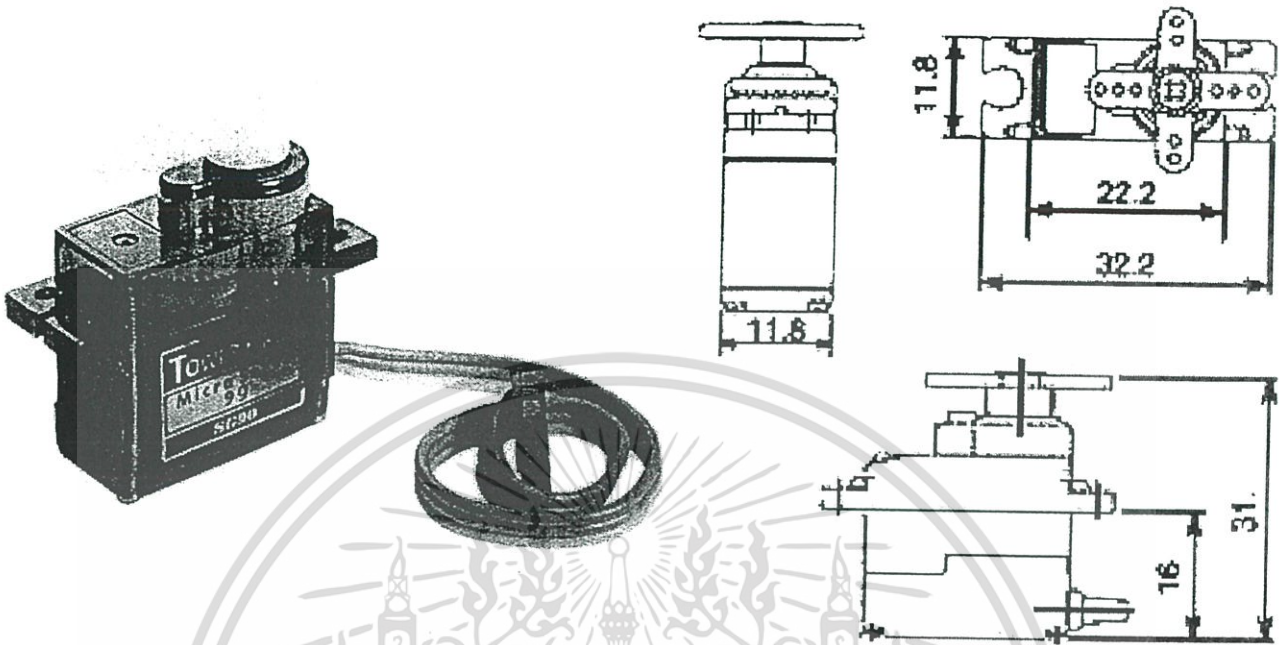
Communication Protocol

The PING))) sensor detects objects by emitting a short ultrasonic burst and then "listening" for the echo. Under control of a host microcontroller (trigger pulse), the sensor emits a short 40 kHz (ultrasonic) burst. This burst travels through the air, hits an object and then bounces back to the sensor. The PING))) sensor provides an output pulse to the host that will terminate when the echo is detected, hence the width of this pulse corresponds to the distance to the target.



Host Device	Input Trigger Pulse	t_{OUT}	2 μ s (min), 5 μ s typical
PING))) Sensor	Echo Holdoff	$t_{HOLDOFF}$	750 μ s
	Burst Frequency	t_{BURST}	200 μ s @ 40 kHz
	Echo Return Pulse Minimum	t_{IN-MIN}	115 μ s
	Echo Return Pulse Maximum	t_{IN-MAX}	18.5 ms
	Delay before next measurement		200 μ s

SG90 9 g Micro Servo



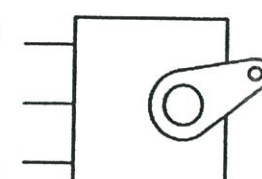
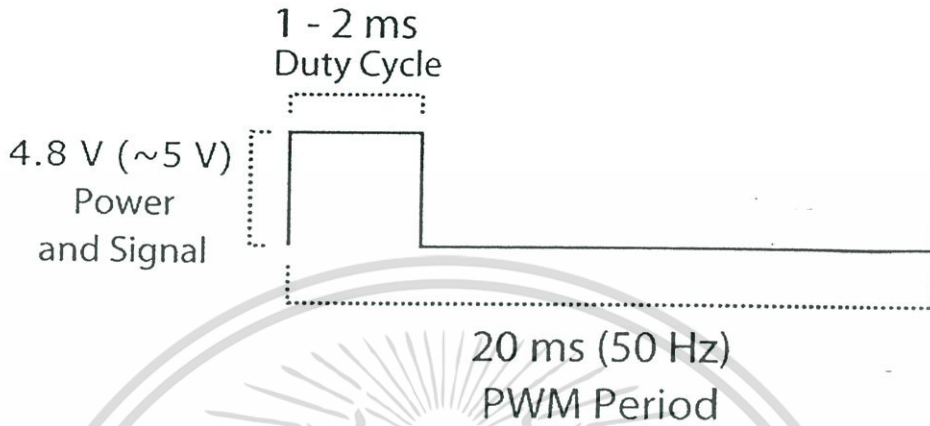
Tiny and lightweight with high output power. Servo can rotate approximately 180 degrees (90 in each direction), and works just like the standard kinds but *smaller*. You can use any servo code, hardware or library to control these servos. Good for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. It comes with a 3 horns (arms) and hardware.

Specifications

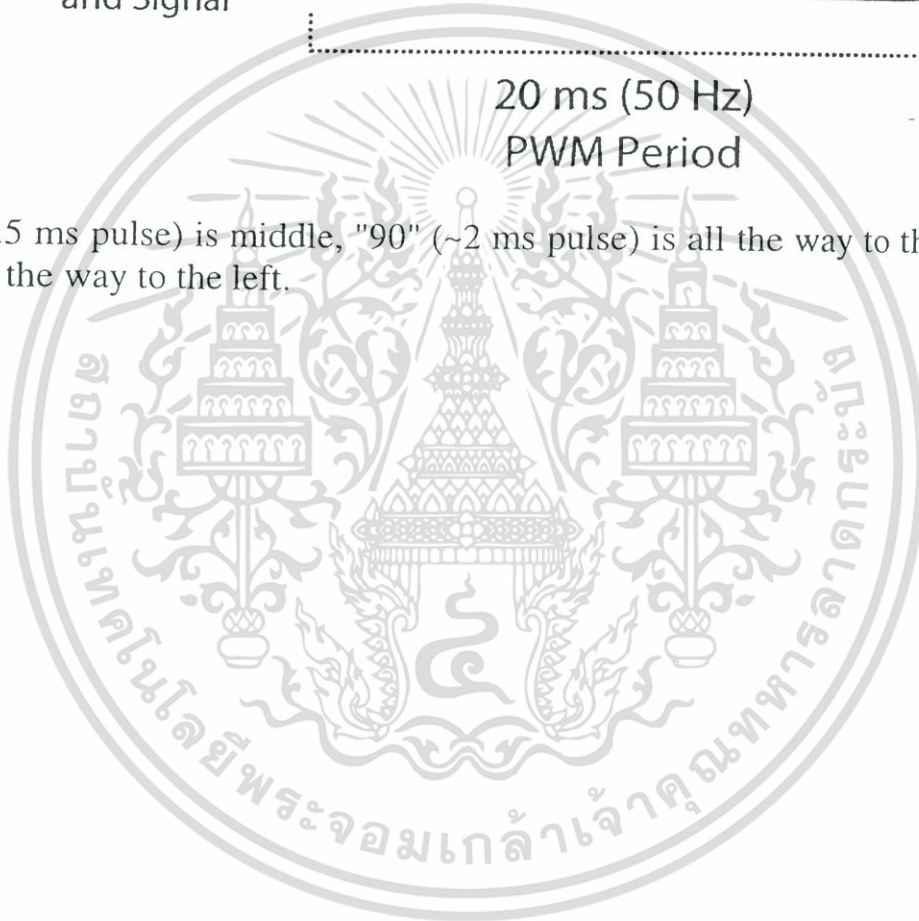
- Weight: 9 g
- Dimension: 22.2 x 11.8 x 31 mm approx.
- Stall torque: 1.8 kgf·cm
- Operating speed: 0.1 s/60 degree
- Operating voltage: 4.8 V (~5V)
- Dead band width: 10 μ s
- Temperature range: 0 °C – 55 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PWM=Orange (PWM)
 Vcc = Red (+)
 Ground=Brown (-)

Position "0" (1.5 ms pulse) is middle, "90" (~2 ms pulse) is all the way to the right, "-90" (~1 ms pulse) is all the way to the left.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MainActivity.java (Java Code)

```
package com.project.rc_t310_team;
import java.io.ByteArrayOutputStream;
import java.io.File;
import java.io.FileNotFoundException;
import java.io.FileOutputStream;
import java.io.IOException;
import java.util.Date;
import java.util.concurrent.TimeUnit;
import ioio.lib.api.AnalogInput;
import ioio.lib.api.DigitalInput;
import ioio.lib.api.DigitalOutput;
import ioio.lib.api.PulseInput;
import ioio.lib.api.PwmOutput;
import ioio.lib.api.PulseInput.PulseMode;
import ioio.lib.api.exception.ConnectionLostException;
import ioio.lib.util.BaseIOIOLooper;
import ioio.lib.util.IOIOLooper;
import ioio.lib.util.android.IOIOActivity;
import android.text.format.DateFormat;
import android.graphics.Bitmap;
import android.os.Bundle;
import android.os.Environment;
import android.view.KeyEvent;
import android.view.View;
import android.view.View.OnClickListener;
import android.webkit.WebSettings;
import android.webkit.WebView;
import android.widget.Button;
import android.widget.CompoundButton;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

import android.widget.TextView;
import android.widget.Toast;
import android.widget.ToggleButton;
public class MainActivity extends IOIOActivity {
    public WebView webView;
    public String url;
    public WebSettings webSettings;
    private Button btnsave, btncamera;
    private ToggleButton togBtn;
    private TextView TempTextView, Ultra1, Ultra2, JoyBtnL1, JoyBtnL2, JoyBtnR1, JoyBtnR2;
    private double Distance1, Distance2;
    public final static int KEY_EVENT_BUTTON_R1 = KeyEvent.KEYCODE_BUTTON_R1;
    public final static int KEY_EVENT_BUTTON_R2 = KeyEvent.KEYCODE_BUTTON_R2;
    public final static int KEY_EVENT_BUTTON_L1 = KeyEvent.KEYCODE_BUTTON_L1;
    public final static int KEY_EVENT_BUTTON_L2 = KeyEvent.KEYCODE_BUTTON_L2;
    public final static int KEY_EVENT_BUTTON_X = KeyEvent.KEYCODE_BUTTON_X;
    public final static int KEY_EVENT_BUTTON_A = KeyEvent.KEYCODE_BUTTON_A;
    private boolean state0 = true, state1 = false, state2 = false, state3 = false,
state4 = false, state5 = false, state6 = false, state7 = false, state8 = false, state9 = false,
state10 = false, state11 = false, state12 = false;
    private final int BUTTON1_PIN = 39;
    private final int BUTTON2_PIN = 40;
    private final int BUTTON3_PIN = 41;
    private TextView mBtn1TextView;
    private TextView mBtn2TextView;
    private TextView mBtn3TextView;
    private TextView stxt;
    private TextView alarm;
    private PwmOutput PWM_OP;
    private DigitalOutput led;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

private int Val=100;
private int Set;
private int Light=0,Light2=0;
private int Tem;
protected void onCreate (Bundle savedInstanceState) {
    super.onCreate (savedInstanceState);
    setContentView (R.layout.activity_main);
    JoyBtnL1 = (TextView)findViewById (R.id.tvButtonL1);
    JoyBtnL2 = (TextView)findViewById (R.id.tvButtonL2);
    JoyBtnR1 = (TextView)findViewById (R.id.tvButtonR1);
    JoyBtnR2 = (TextView)findViewById (R.id.tvButtonR2);
    webView = (WebView) findViewById (R.id.webView1);
    webSettings = webView.getSettings();
    btnsave = (Button) findViewById (R.id.button2);
    btncamera = (Button) findViewById (R.id.button1);
    TempTextView = (TextView) findViewById (R.id.tvTemp);
    Ultra1 = (TextView) findViewById (R.id.textView1);
    Ultra2 = (TextView) findViewById (R.id.textView2);
    mBtn1TextView = (TextView) findViewById (R.id.btn1TextView);
    mBtn2TextView = (TextView) findViewById (R.id.btn2TextView);
    mBtn3TextView = (TextView) findViewById (R.id.btn3TextView);
    stxt = (TextView) findViewById (R.id.statustxt);
    alarm = (TextView) findViewById (R.id.alarmtxt);
    togBtn = (ToggleButton) findViewById (R.id.togglebtn);
    btncamera.setOnClickListener (new OnClickListener() {
        public void onClick (View v) {
            url = "http://192.168.2.1/fullscreen.html".toString();
            webView.loadUrl(url);
            Toast.makeText(getApplicationContext(), "Connect Camera"
                , Toast.LENGTH_SHORT).show(); } });

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

btnsave.setOnClickListener (new OnClickListener() {
    public void onClick (View v) {
        View webView1 = findViewById (R.id.webView1);
        webView1.setDrawingCacheEnabled (true);
        Bitmap bmp = Bitmap.createBitmap(webView1.getDrawingCache());
        webView1.setDrawingCacheEnabled (false);
    try {
        Date d = new Date();
        String filename = (String) DateFormat.format("kkmmss-
        MMddyyyy", d.getTime());
        File dir = new File (Environment.getExternalStorageDirectory()
        , "/Pictures/" + filename + ".jpg");
        FileOutputStream out = new FileOutputStream(dir);
        ByteArrayOutputStream bos = new ByteArrayOutputStream();
        bmp.compress (Bitmap.CompressFormat.JPEG, 100, bos);
        out.write (bos.toByteArray());
        Toast.makeText (getApplicationContext(), "Save Picture !"
        , Toast.LENGTH_SHORT).show();
    } catch (FileNotFoundException e) {
        e.printStackTrace();
    } catch (IOException e) {
        e.printStackTrace();
    }
    } });
}

public boolean dispatchKeyEvent (KeyEvent event) {
    switch (event.getAction()) {
        case KeyEvent.ACTION_DOWN:
            {
                if (event.getKeyCode() == KEY_EVENT_BUTTON_L1) {
                    state1 = true;
                    state5 = true;
                }
            }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        JoyBtnL1.setText("ON");
        Set=1;
        Light=1;    }
    else if (event.getKeyCode() == KEY_EVENT_BUTTON_L2) {
        state2 = true;
        state6 = true;
        JoyBtnL2.setText("ON");
        Set=1;
        Light=2;    }
    else if (event.getKeyCode() == KEY_EVENT_BUTTON_R1) {
        state3 = true;
        state7 = true;
        JoyBtnR1.setText("ON");
        Set=1;
        Light2=1;    }
    else if (event.getKeyCode() == KEY_EVENT_BUTTON_R2) {
        state4 = true;
        state8 = true;
        JoyBtnR2.setText("ON");
        Set=1;
        Light2=2;    }
    else if (event.getKeyCode() == KEY_EVENT_BUTTON_A) {
        Val-=1;    }
    else if (event.getKeyCode() == KEY_EVENT_BUTTON_X) {
        Val+=1;    }
}
break;
case KeyEvent.ACTION_UP:
    {    if(event.getKeyCode() == KEY_EVENT_BUTTON_L1){
        state1 = false;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        state5 = false;
        JoyBtnL1.setText("OFF");
    }
    else if(event.getKeyCode() == KEY_EVENT_BUTTON_L2){
        state2 = false;
        state6 = false;
        JoyBtnL2.setText("OFF");
    }
    else if(event.getKeyCode() == KEY_EVENT_BUTTON_R1){
        state3= false;
        state7= false;
        JoyBtnR1.setText("OFF");
    }
    else if(event.getKeyCode() == KEY_EVENT_BUTTON_R2){
        state4 = false;
        state8 = false;
        JoyBtnR2.setText("OFF");
    }
}
Set=0;
Light=0;
Light2=0;
}
break;
}
}
return super.dispatchKeyEvent(event);
}
}

class IOIOThread extends BaseIOIOLooper {
    private AnalogInput TempInput ;
    private DigitalOutput Trigger1, Trigger2,Port0, Port1, Port2, Port3, Port4, Port5,
    Port6, Port7, Port8, Port9, Port10, Port11, Port12;
    private PulseInput Echo1, Echo2;
    private DigitalInput mButton1;
    private DigitalInput mButton2;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

private DigitalInput mButton3;
public void setup() throws ConnectionLostException {
    Port0 = ioio_.openDigitalOutput (0, true);
    Port1 = ioio_.openDigitalOutput (1, false);
    Port2 = ioio_.openDigitalOutput (2, false);
    Port3 = ioio_.openDigitalOutput (3, false);
    Port4 = ioio_.openDigitalOutput (4, false);
    Port5 = ioio_.openDigitalOutput (5, false);
    Port6 = ioio_.openDigitalOutput (6, false);
    Port7 = ioio_.openDigitalOutput (7, false);
    Port8 = ioio_.openDigitalOutput (8, false);
    Port9 = ioio_.openDigitalOutput (21, false);
    Port10 = ioio_.openDigitalOutput (22, false);
    Port11 = ioio_.openDigitalOutput (23, false);
    Port12 = ioio_.openDigitalOutput (24, false);
    Trigger1 = ioio_.openDigitalOutput (34, false);
    Echo1 = ioio_.openPulseInput (35, PulseMode.POSITIVE);
    Trigger2 = ioio_.openDigitalOutput (36, false);
    Echo2 = ioio_.openPulseInput (37, PulseMode.POSITIVE);
    TemplInput = ioio_.openAnalogInput (38);
    mButton1 = ioio_.openDigitalInput (BUTTON1_PIN,
    DigitalInput.Spec.Mode.PULL_DOWN);
    mButton2 = ioio_.openDigitalInput (BUTTON2_PIN,
    DigitalInput.Spec.Mode.PULL_DOWN);
    mButton3 = ioio_.openDigitalInput (BUTTON3_PIN,
    DigitalInput.Spec.Mode.PULL_UP);
    PWM_OP = ioio_.openPwmOutput (12,20);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

runOnUiThread (new Runnable(){
    public void run(){
        Toast.makeText(getApplicationContext(), "IOIO Connect",
            Toast.LENGTH_SHORT).show();
        state0 = false;
    } });
}

public void loop() throws ConnectionLostException {
    togBtn.setOnCheckedChangeListener (new
    CompoundButton.OnCheckedChangeListener() {
public void onCheckedChanged (CompoundButton buttonView,
    boolean isChecked) {
        if (isChecked) { // The toggle is enabled
            state0 = true;
            state9 = true;
        } else { // The toggle is disabled
            state0 = false;
            state9 = false;
        }
    } });

    If (Light==2) { //light back
        if (Light2==2) { state10 = true;}
    } else { state10 = false; }

    If (Light==2){ //light left
        If (Light2==1){ state11 = true;}
    } else { state11 = false; }

    If (Light==1){ //light right
        If (Light2==2){ state12 = true;}
    } else { state12 = false; }

    Port0.write(state0);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Port1.write(state1);
Port2.write(state2);
Port3.write(state3);
Port4.write(state4);
Port5.write(state5);
Port6.write(state6);
Port7.write(state7);
Port8.write(state8);
Port9.write(state9);
Port10.write(state10);
Port11.write(state11);
Port12.write(state12);
try { //Sound
    String button1txt,button2txt,button3txt,statusStr,alarmStr;
    final boolean reading1 = mButton1.read();
    final boolean reading2 = mButton2.read();
    final boolean reading3 = mButton3.read();
    if (!reading1) { button1txt = getString(R.string.button1) + " active!";
        Val-=1;
    } else { button1txt = getString(R.string.button1); }
    if (!reading2) { button2txt = getString(R.string.button2) + " active!";
        Val+=1;
    } else { button2txt = getString(R.string.button2); }
    if (!reading3){ button3txt = getString(R.string.button3);
    } else { button3txt = getString(R.string.button3) + " active!"; }
    if (Set==1){ PWM_OP.setPulseWidth((int)(1350));
    } else if (Set==0) {
        If (Val<=99){ PWM_OP.setPulseWidth((int)(900));
            Val=99; }
        If (Val==100) { PWM_OP.setPulseWidth((int)(1350));

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        Val=100; }
        If (Val>=101) { PWM_OP.setPulseWidth((int)(1900));
        Val=101; }
    }
    If (Val==99) { statusStr = getString(R.string.direction) + " Right Side"; }
    else if (Val==100){ statusStr = getString(R.string.direction) + " Front Side"; }
    else if (Val==101){ statusStr = getString(R.string.direction) + " Left Side"; }
    else { statusStr = getString(R.string.direction); }
    If (Distance1<=10){ alarmStr = getString(R.string.alarm) + "ALARM !!!";
} else if (Distance2<=10) { alarmStr = getString(R.string.alarm) +"ALARM !!!";
} else { alarmStr = getString(R.string.alarm); }
//Temperature
final float voltage = TemplInput.getVoltage();
float raw = ((voltage * 1024) - 500) / 10;
int celsius = Math.round(raw);
celsius -= 4;
Tem=celsius;
int fahrenheit = (int) ((celsius * (9.0 / 5.0)) + 32.0);
String tempString = Integer.toString(fahrenheit) + " F / "
+ Integer.toString(celsius) + " C";
setText(tempString,button1txt,button2txt,button3txt,statusStr,alarmStr);
Thread.sleep(100);
} catch (InterruptedException e) { e.printStackTrace();
}
try { Trigger1.write(false);
Trigger2.write(false);
TimeUnit.MICROSECONDS.sleep(2);
Trigger1.write(true);
Trigger2.write(true);
TimeUnit.MICROSECONDS.sleep(10);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

Trigger1.write(false);
Trigger2.write(false);
Distance1 = ((Echo1.getDuration()*(331+(0.6*Tem))*100)/2);
Distance2 = ((Echo2.getDuration()*(331+(0.6*Tem))*100)/2);
runOnUiThread(new Runnable() {
    public void run() {
        Ultra1.setText(String.format("%.02f",Distance1)+" cm");
        Ultra2.setText(String.format("%.02f",Distance2)+" cm");
    }
});
Thread.sleep(100);
} catch (InterruptedException e){
    e.printStackTrace(); }
}
}
protected IOIOLooper createIOIOLooper() {
    return new IOIOThread(); }
private void setText(final String tempStr,final String str1, final String str2 , final String
str3 , final String statusStr, final String alarmStr) {
    runOnUiThread(new Runnable() {
        public void run() {
            TempTextView.setText(tempStr);
            mBtn1TextView.setText(str1);
            mBtn2TextView.setText(str2);
            mBtn3TextView.setText(str3);
            stxt.setText(statusStr);
            alarm.setText(alarmStr); }
    });
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Activity Main.xml (XML Layout)

```
<RelativeLayout xmlns:android="http://schemas.android.com/apk/res/android"
    xmlns:tools="http://schemas.android.com/tools"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="match_parent"
    android:paddingBottom="@dimen/activity_vertical_margin"
    android:paddingLeft="@dimen/activity_horizontal_margin"
    android:paddingRight="@dimen/activity_horizontal_margin"
    android:paddingTop="@dimen/activity_vertical_margin"
    tools:context="com.project.rc_t310_team.MainActivity" >
    <WebView
        android:id="@+id/webView1"
        android:layout_width="match_parent"
        android:layout_height="match_parent"
        android:layout_centerHorizontal="true" />
    <TextView
        android:id="@+id/textView2"
        android:layout_width="fill_parent"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:layout_alignParentBottom="true"
        android:layout_centerHorizontal="true"
        android:layout_marginBottom="1dp"
        android:gravity="center_horizontal|center_vertical"
        android:text="0"
        android:textColor="#FF0000"
        android:textSize="25sp"
        android:textStyle="bold" />
    <TextView
        android:id="@+id/textView1"
        android:layout_width="match_parent"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_alignParentTop="true"
android:layout_alignRight="@+id/webView1"
android:gravity="center_horizontal|center_vertical"
android:text="0"
android:textColor="#FF0000"
android:textSize="25sp"
android:textStyle="bold" />
```

```
<TextView
```

```
    android:id="@+id/tvTemp"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginLeft="445dp"
    android:layout_marginTop="20dp"
    android:gravity="center"
    android:text="0"
    android:textColor="#FF0000"
    android:textSize="20sp"
    android:textStyle="bold" />
```

```
<LinearLayout
```

```
    android:id="@+id/linearLayout1"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:orientation="vertical" >
```

```
<LinearLayout
```

```
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content" >
```

```
<TextView
```

```
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        android:text="Button L1 : " />
<TextView
    android:id="@+id/tvButtonL1"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="OFF" />
</LinearLayout>
<LinearLayout
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content" >
<TextView
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Button L2 : " />
<TextView
    android:id="@+id/tvButtonL2"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="OFF" />
</LinearLayout>
<LinearLayout
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content" >
<TextView
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:text="Button R1 : " />
<TextView
    android:id="@+id/tvButtonR1"
    android:layout_width="wrap_content"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="OFF" />
</LinearLayout>
<LinearLayout
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content" >
    <TextView
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="Button R2 : " />
    <TextView
        android:id="@+id/tvButtonR2"
        android:layout_width="wrap_content"
        android:layout_height="wrap_content"
        android:text="OFF"/>
</LinearLayout>
</LinearLayout>
<LinearLayout
    android:id="@+id/linearLayout4"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginLeft="250dp"
    android:layout_marginTop="20dp"
    android:orientation="horizontal" >
</LinearLayout>
<LinearLayout
    android:id="@+id/linearLayout3"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginLeft="250dp"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        android:layout_marginTop="260dp"
        android:orientation="horizontal" >
</LinearLayout>
<LinearLayout
    android:id="@+id/linearLayout5"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginLeft="5dp"
    android:layout_marginTop="145dp"
    android:orientation="horizontal" >
</LinearLayout>
<LinearLayout
    android:id="@+id/linearLayout2"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_marginLeft="490dp"
    android:layout_marginTop="145dp"
    android:orientation="horizontal" >
</LinearLayout>
<Button
    android:id="@+id/button2"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_above="@+id/button1"
    android:layout_alignLeft="@+id/button1"
    android:layout_alignRight="@+id/webView1"
    android:text="Save"
    android:textSize="12sp" />
<TextView
    android:id="@+id/lblTemp"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignBottom="@+id/textView1"
    android:layout_alignLeft="@+id/button2"
    android:layout_alignParentRight="true"
    android:layout_marginBottom="10dp"
    android:layout_marginLeft="-35dp"
    android:text="Temperature"
    android:textColor="#FF0000"
    android:textSize="15sp" />
<Button
    android:id="@+id/button1"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignBottom="@+id/textView2"
    android:layout_alignRight="@+id/webView1"
    android:text="Camera"
    android:textSize="12sp" />
<TextView
    android:id="@+id/btn2TextView"
    android:layout_width="wrap_content"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_alignLeft="@+id/webView1"
    android:layout_below="@+id/btn1TextView"
    android:layout_marginTop="-20dp"
    android:text="Mic 2 : "
    android:textSize="15sp" />
<TextView
    android:id="@+id/btn1TextView"
    android:layout_width="wrap_content"

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_alignLeft="@+id/webView1"
android:layout_below="@+id/button2"
android:layout_marginBottom="20dp"
android:layout_marginTop="-20dp"
android:text="Mic 1 :."
android:textSize="15sp" />
```

```
<ToggleButton
```

```
android:id="@+id/togglebtn"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_above="@+id/button2"
android:layout_alignLeft="@+id/button2"
android:layout_alignRight="@+id/webView1"
android:text="ToggleButton"
android:textOff="On"
android:textOn="Light" />
```

```
<TextView
```

```
android:id="@+id/statusxt"
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_above="@+id/button2"
android:layout_alignLeft="@+id/webView1"
android:layout_marginTop="20dp"
android:text="@string/direction"
android:textColor="#FF0000"
android:textSize="20sp"
android:textStyle="bold" />
```

```
<TextView
```

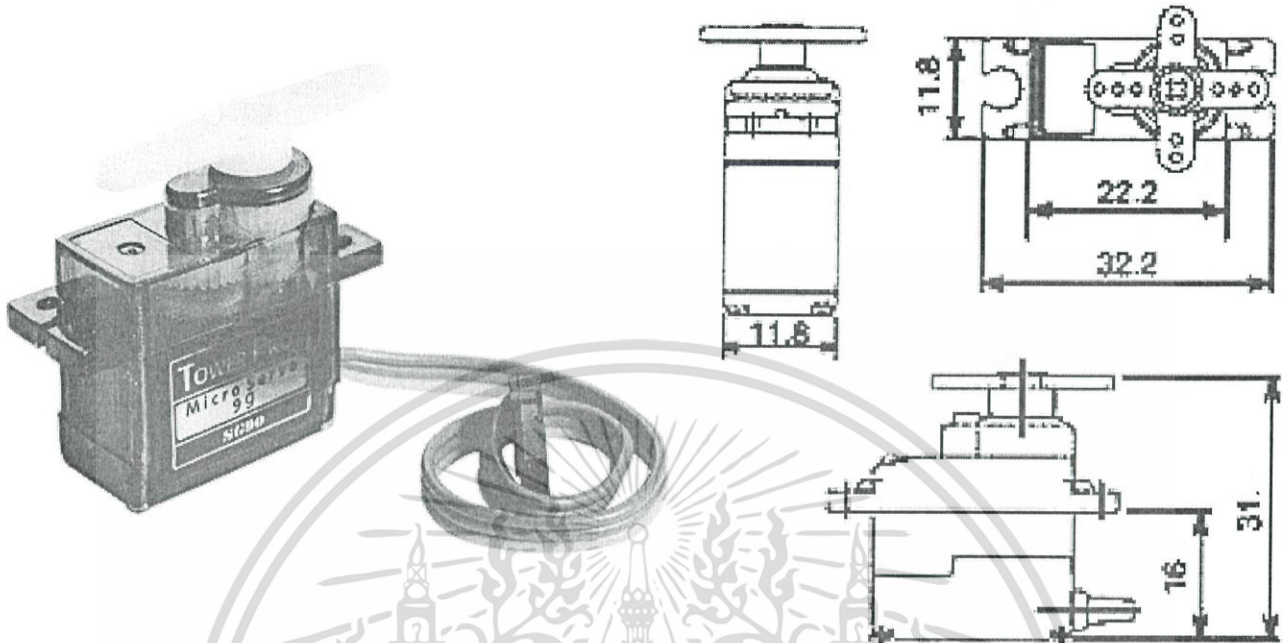
```
android:id="@+id/btn3TextView"
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
android:layout_width="wrap_content"
android:layout_height="wrap_content"
android:layout_alignLeft="@+id/webView1"
android:layout_below="@+id/btn1TextView"
android:text="Mic 3 :."
android:textSize="15sp"
android:textColor="#FF0000"
android:textStyle="bold" />
<TextView
    android:id="@+id/alarmtxt"
    android:layout_width="match_parent"
    android:layout_height="wrap_content"
    android:layout_centerHorizontal="true"
    android:layout_centerVertical="true"
    android:text="@string/alarm"
    android:textColor="#FF0000"
    android:textSize="25sp"
    android:textStyle="bold" />
</RelativeLayout>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SG90 9 g Micro Servo



Tiny and lightweight with high output power. Servo can rotate approximately 180 degrees (90 in each direction), and works just like the standard kinds but *smaller*. You can use any servo code, hardware or library to control these servos. Good for beginners who want to make stuff move without building a motor controller with feedback & gear box, especially since it will fit in small places. It comes with a 3 horns (arms) and hardware.

Specifications

- Weight: 9 g
- Dimension: 22.2 x 11.8 x 31 mm approx.
- Stall torque: 1.8 kgf·cm
- Operating speed: 0.1 s/60 degree
- Operating voltage: 4.8 V (~5V)
- Dead band width: 10 μ s
- Temperature range: 0 °C – 55 °C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้