เครื่องแข่งขันการปฏิบัติสมาธิ

MEDITATION COMPETITION MACHINE

นพ งามสวัสดิ์วงศ์

พลกฤต เหวรารักษ์

วรเมธ หนูบรรจง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เครื่องแข่งขันการปฏิบัติสมาธิ

MEDITATION COMPETITION MACHINE

นพ งามสวัสดิ์วงศ์
พลกฤต เหวรารักษ์
วรเมธ หนูบรรจง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MEDITATION COMPETITION MACHINE

NOP NGAMSWADWONG
PONLAKRIT HEWARARAK
WORAMATE NHUBUNJONG

A THESIS SUBMITTED IN PATIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIRMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องแข่งขันการปฏิบัติสมาธิ MEDITATION COMPETITION MACHINE			
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายนพ	งามสวัสดิ์วงศ์	**รหัสนักศึกษา**	58010630
	นายพลกฤต	เหวรารักษ์	**รหัสนักศึกษา**	58010842
	นายวรเมธ	หนูบรรจง	**รหัสนักศึกษา**	58011104
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต			
สาขาวิชา	วิศวกรรมการวัดคุม			
ปีการศึกษา	2561			

อาจารย์ผู้ควบคุมปริญญานิพนธ์	ลายมือชื่อ
ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ รองศาสตราจารย์ทรงชัย วีระทวีมาศ	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องแข่งขันการปฏิบัติสมาธิ MEDITATION COMPETITION MACHINE		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นายนพ งามสวัสดิ์วงศ์	รหัสนักศึกษา	58010630
	นายพลกฤต เหวรารักษ์	รหัสนักศึกษา	58010842
	นายวรเมธ หนูบรรจง	รหัสนักศึกษา	58011104
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ		
	รองศาสตราจารย์ทรงชัย วีระทวีมาศ		
ปีการศึกษา	2561		

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้จัดทำขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและเปรียบเทียบระดับสมาธิของบุคคลสองคน โดยใช้เซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจและใช้ข้อมูลที่ได้จากตัวเซนเซอร์มาคำนวณหาค่าความแปรปรวนถ้าหากมีระดับของความแปรปรวนที่น้อยจะแสดงถึงระดับของสมาธิที่มากหลังจากนั้นนำข้อมูลที่ได้จากการแปลงไมโครคอนโทรลเลอร์และทำการเขียนโค้ดเพื่อควบคุมในส่วนแสดงผล โดยใช้สมดุลแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นส่วนแสดงผลโดยตัวแม่เหล็กจะลอยอยู่อาศัยโดยหลักการทำงานของสมดุลระหว่างแรงดึงและแรงผลักของแม่เหล็กโดยตัวลูกเหล็กจะเคลื่อนที่ไปทางซ้ายและขวาโดยตัวลูกเหล็กจะเปรียบเสมือนตัวที่ระบุถึงระดับสมาธิที่กำลังทำการเปรียบเทียบกันอยู่ ณ เวลานั้น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	MEDITATION COMPETITION MACHINE
Authors	Mr. Nop Ngamswadwong
	Mr. Ponlakrit Hewararak
	Mr. Woramate Nhubunjong
Thesis Advisors	Asst. Prof. Dr. Narin Tammarakvattana
	Assoc. Prof. Songchai Weerathaweemas
Year	2018

ABSTRACT

This thesis aims to study the measurement process of human meditation to compare people's meditation level. The designed process uses Heart-rate sensor, and use the data that acquire from the sensor to find variance. Lower level of variance indicates a higher level of meditation, and a higher level of variance indicates lower level of meditation. The meditation data is sent to Arduino to command output. An electromagnetic steel ball equipment is also designed to show the current level of meditation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยความกรุณาและการแนะนำความรู้ต่าง ๆ คำแนะนำคำสอน จาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.นรินทร์ ธรรมารักษ์วัฒนะ และ รองศาสตราจารย์ทรงชัย วีระทวีมาศ ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาให้ความรู้ คำแนะนำ อีกทั้งความช่วยเหลือ ในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นอีกทั้งยังแบ่งปันประสบการณ์ต่าง ๆ มากมายให้แก่คณะผู้จัดทำและให้คำแนะนำเป็นอย่างดีรวมทั้งเพื่อนๆที่คอยเอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำโครงงานนี้ให้เป็นที่ลุล่วง ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุมที่เอื้อเฟื้อสถานที่ห้องทำโปรเจคและในการทำโครงงาน ท้ายที่สุดนี้คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงงานเล่มนี้ คงจะเป็นประโยชน์ต่อนักศึกษาหน่วยงานที่เกี่ยวข้องตลอดจนผู้ที่สนใจต่อไป

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VII

สารบัญรูป.....VIII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์.....1

1.3 ขอบเขตของปริญญานิพนธ์.....1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....2

บทที่ 2 ทฤษฎี.....3

2.1 ทฤษฎีและหลักที่เกี่ยวข้อง.....3

2.2 สมาธิ.....3

2.2.1 ความหมายของสมาธิ.....3

2.2.1.1 ความหมายในเชิงลักษณะของสมาธิ.....3

2.2.1.2 ความหมายในเชิงลักษณะการปฏิบัติสมาธิ.....4

2.3 การศึกษาข้อมูลทางสรีรวิทยาที่มีผลต่อสมาธิ.....4

2.4 อัตราการเต้นของหัวใจ.....5

2.4.1 พัลส์เซนเซอร์.....7

2.4.2 ไดโอดเปล่งแสง โฟโต้ไดโอด.....8

2.4.2.1 พื้นฐานการทำงานของไดโอดเปล่งแสง.....8

2.4.2.2 LED.....8

2.4.2.3 ความกว้างของความยาวคลื่นแสงที่กำเนิด LED.....9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.4.2.4 วงจรขับ LED....9
2.4.2.5 โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) 9
2.4.2.6 พื้นฐานการทำงานโฟโต้ไดโอด....10
2.4.3 ออปแอมป์....10
2.4.4 วงจรขยายผลต่างของสัญญาณ (Differential Amplifier) 12
2.4.5 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล....13
2.4.6 วงจรกรองความถี่เบื้องต้น (Fundamental Active Filter) 14
2.5 Arduino....15
2.5.1. โครงสร้างของบอร์ด Arduino Uno R3....15
2.5.2 โครงสร้างเสริมของ Uno R3.... 15
2.6 มอเตอร์....17
2.6.1 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง....17
2.6.2 โครงสร้างมอเตอร์....18
2.7 Magnetic levitation....19

บทที่ 3 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน....20

3.1 การวางแผนการดำเนินงาน....20
3.2 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล....22
3.3 ขั้นตอนการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์....22
3.3.1 การออกแบบและเลือกใช้งานเซนเซอร์....22
3.3.2 การออกแบบและการสร้างระบบควบคุมและการแสดงผล....23
3.3.3 การออกแบบและการสร้างส่วนแสดงผล....24
3.3.3.1 การเลือกมอเตอร์....24
3.3.3.2 การเลือกไดรฟ์มอเตอร์....24
3.3.3.3 ลูกเหล็กลอย(ส่วนแสดงผล) 25
3.3.4รูปแบบการเขียนโปรแกรม....25
3.3.5ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม....26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

3.3.5.1 การเรียกใช้งานโปรแกรม....26
3.3.5.2 การกำหนดหมายเลขพอร์ต....26
3.3.5.3 การ Upload code ลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์....27
3.3.6 การเขียนโปรแกรม....29

บทที่ 4 การทำงาน....36
4.1 การทำงานและการทดสอบ....36
4.2 ส่วนของซอร์ฟแวร์ จะทำงานหลัก เป็น 2 ข้อ....37
4.2.1 รับค่าจาก Sensor....37
4.2.2 ประมวณผลการทำงานของค่าที่ได้มาและส่งไปยังส่วนแสดงผล....37
4.3 ผลการทดสอบของการวัดค่า....37
4.3.1 สัญญาณที่ได้จาก Sensor แสดงผลโดย Arduino....38
4.3.2 ค่าความผิดพลาดของ Sensor ที่วัดได้....38

บทที่ 5 สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ....50
5.1 สรุปผลโครงงาน....50
5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข....51
5.2.1 ปัญหาที่พบ....51
5.2.2 ข้อเสนอแนะ....52

บรรณานุกรม....53

ภาคผนวก....54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

ตารางที่ 2.1 การกำหนมค่า Pin.....7
ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบขณะปกติ.....39
ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบขณะตื่นเต้น.....41
ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบหลังจากทำสมาธิ.....42
ตารางที่ 4.4 ตารางเปรียบเทียบหลังจากวิ่ง.....43
ตารางที่ 4.5 ตารางเปรียบเทียบหลังจากดูหนังผู้ใหญ่.....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ใช้แสดงพัลส์เซนเซอร์	7
2.2 แสดงการทำงานพัลส์เซนเซอร์	8
2.3 สัญลักษณ์ของ ออปแอมป์	10
2.4 วงจรเทียบเท่า	10
2.5 การต่อไฟเลี้ยงบวกและลบให้แก่ออปแอมป์	11
2.6 วงจรขยายผลต่างของสัญญาณ	12
2.7 แสดงบอร์ด Arduino	16
2.8 แสดงการทำงานของมอเตอร์	17
2.9 แสดงแม่เหล็กที่ใช้แสดงผล	19
3.1 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน	20
3.2 เซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ	23
3.3 Arduino R3	23
3.4 มอเตอร์ 3-6V DC	24
3.5 ไดรฟ์มอเตอร์ L298N	25
3.6 ลูกเหล็กลอย(ส่วนแสดงผล)	25
3.7 การกำหนดชื่อบอร์ดเป็น Arduino/Genuino Uno	26
3.8 การกำหนดหมายเลขพอร์ต	27
3.9 สายต่อ RS232 และพอร์ตที่เชื่อมต่อไปยังคอมพิวเตอร์	27
3.10 การสั่งแปรโปรแกรม	28
3.11 คำสั่ง Upload Code	28
3.12 Flow Chart ของโปรแกรม	30
4.1 ส่วนของซอฟแวร์	35
4.2 ส่วนของฮาร์ดแวร์	36
4.3 Sensor Heart rate	37
4.4 วัด Heart rate จากพระภิกษุ	39
4.5 แสดงค่า Heart rate ของพระภิกษุ	39
4.6 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบสภาวะปกติ	44
4.7 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบสภาวะตื่นเต้น	44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.8 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบดูหนังผู้ใหญ่....45
4.9 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบหลังจากวิ่ง....45
4.10 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบหลังจากทำสมาธิ....46
4.11 กราฟแสดงสัญญาณของความแปรปรวน....47
4.12 ตัวรถบังคับทิศทาง....47
4.13 การแสดงผลของการโชว์....48
4.14 ตัวแสดงผลชนิดแม่เหล็กเหนี่ยวนำ....48
4.15 รูปครบการทำงานของอุปกรณ์....49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อวัดสมาธิของบุคคล 2 คนเพื่อแสดงผลออกมาได้ชัดเจนว่าใครคนใดที่มีสมาธิมากกว่ากันโดยการที่แสดงผลออกมานั้นจะเป็นการแสดงผลโดยการใช้ แรงแม่เหล็กไฟฟ้าเข้ามาเพื่อให้เห็นความแตกต่างที่ชัดเจนเมื่อบุคคลที่มีสมาธิมากกว่า โดยสิ่งที่ใช้ในการวัดคือเซนเซอร์ที่วัดจากอัตราการเต้นของหัวใจ โดยในการวัดสมาธิเครื่องมือที่ใช้ได้คือเซนเซอร์วัดชีพจร โดยที่ทำการทดลอง โดยได้นิมนต์พระภิกษุและภิกษุณีเป็นจำนวน 2 รูป นำมาเข้าเครื่องวัดเหล่านี้เพื่อนำมาการทดลอง พร้อมกันนั้นเชิญเพื่อนๆ มาเข้าเครื่องวิทยาศาสตร์นี้เพื่อเข้าอารมณ์ความรู้และบทการทดสอบต่าง ๆ ผลการทดลองนี้ปรากฏว่าพระภิกษุทั้งสอง มีอารมณ์และความถี่ของกราฟซึ่งเราได้นำมาใช้ในการทดลองนั้นมีความแตกต่างกันกับที่วัดจากเพื่อนๆ ที่เชิญมาแสดงให้เห็นว่าเครื่องที่เราทำการทดลองนั้นใช้ได้จริงเพื่อมีการแข่งขันกันระหว่างบุคคล 2 คน และมีการแสดงผลที่ตื่นตาตื่นใจโดยใช้สนามแม่เหล็กโดยที่มีลูกเหล็กลอยอยู่และเคลื่อนที่ไปตามฝั่งที่ชนะได้

1.2 วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์

1. รู้จักและเข้าใจหลักการทำงานของเซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ
2. ศึกษาการทำงานและเขียนโปรแกรมควบคุมบน Arduino ไมโครคอนโทรลเลอร์
3. ศึกษาการทำงานของสมดุลแรงแม่เหล็กไฟฟ้า
4. รู้จักและเข้าใจถึงหลักการของความผิดพลาดต่าง ๆ

1.3 ขอบเขตปริญญานิพนธ์

1. ได้เข้าใจการทำงานของเซนเซอร์อย่างถูกต้อง
2. สามารถส่งค่าที่ได้จากเซนเซอร์มาแสดงผลผ่านส่วนแสดงผลที่เป็นลูกแม่เหล็กด้วยการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ได้
3. สามารถเปรียบเทียบระดับสมาธิของบุคคล 2 คน ได้
4. เรียนรู้ปัญหาและวงจรที่จะเกิดขึ้นและความผิดพลาดต่าง ๆ

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาเกี่ยวกับหลักการทางสรีรวิทยาที่เกี่ยวของกับสมาธิ
2. หาตัวเซนเซอร์ที่เหมาะสมและติดตั้งอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino
4. ศึกษาลักษณะสัญญาณที่ได้จากเซนเซอร์
5. ศึกษาการทำงานของสนามแม่เหล็กไฟฟ้า
6. ศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ด้วยภาษา C for Arduino
7. ศึกษาและดูการเคลื่อนไหวและสัญญาณที่ส่งออกมาจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อแสดงผลลัพธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎีและหลักที่เกี่ยวข้อง

ในส่วนของการออกแบบและสร้างเครื่องวัดสมาธินั้นแบ่งการทำงานออกได้เป็นสองส่วนด้วยกันคือส่วนของฮาร์ดแวร์ซึ่งเป็นส่วนของการวัดอัตราการเต้นของหัวใจส่วนที่สองคือซอฟต์แวร์เป็นส่วนของโปรแกรมที่ใช้ควบคุมการทำงานของชุดวัดในการประมวลและแสดงผล ซึ่งมีทฤษฎีที่เกี่ยวข้องดังนี้

1) สมาธิ
2) การศึกษาข้อมูลทางสรีรวิทยาที่มีผลต่อสมาธิ
3) อัตราการเต้นของหัวใจ
4) Pulse sensor
5) Arduino
6) Motor
7) Magnetic levitation

2.2 สมาธิ

2.2.1 ความหมายของสมาธิ

การอธิบายความหมายของสมาธิสามารถอธิบายได้ทั้งในเชิงลักษณะผลของสมาธิที่เกิดขึ้นและอธิบายในลักษณะการปฏิบัติ เช่น สมาธิ คือ ความสงบ สบาย และความรู้สึกเป็นสุขอย่างยิ่งที่มนุษย์สามารถสร้างขึ้นได้ด้วยตัวเองเป็นสิ่งที่พระพุทธศาสนากำหนดเอาไว้เป็นข้อควรปฏิบัติเพื่อการดำรงชีวิตประจำวันอย่างเป็นสุขความไม่ประมาทเต็มไปด้วยสติสัมปชัญญะและปัญญา

2.2.1.1 ความหมายในเชิงลักษณะผลของสมาธิ

สมาธิคืออาการที่ใจตั้งมั่นอยู่ในอารมณ์เดียวอย่างต่อเนื่องหรืออาการที่ใจหยุดนิ่งแน่วแน่ไม่กระสับกระส่ายไปมาเป็นอาการที่ใจสงบรวมเป็นหนึ่งแน่วแน่มีแต่ความบริสุทธิ์ผ่องใสผุดขึ้นในใจจนกระทั่งสามารถเป็นความบริสุทธิ์นั้นด้วยใจตัวเองอันจะกอให้เกิดคือทั้งกำลังใจกำลังขวัญกำลังปัญญาและความสุขแก่ผู้ปฏิบัติในเวลาเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 ความหมายในเชิงลักษณะการปฏิบัติสมาธิ

กล่าวอีกนัยหนึ่งในเชิงลักษณะการปฏิบัติสมาธิแปลว่าความตั้งมั่นของจิตหรือสภาวะที่จิตแน่วแน่ต่อสิ่งที่กำหนดหรือการที่จิตกำหนดแน่วแน่อยู่กับสิ่งใดสิ่งหนึ่ง ไม่ฟุ้งซ่าน

2.3 การศึกษาข้อมูลทางสรีรวิทยาที่มีผลต่อสมาธิ [2]

ในการออกแบบและสร้างเครื่องวัดสมาธินั้นซึ่งในปัจจุบันไม่มีเครื่องวัดที่สามารถบ่งบอกว่ามีสมาธิมากหรือน้อยได้โดยตรงจึงมีแนวคิดวิเคราะห์หาลักษณะที่ส่งผลต่อสมาธิเพื่อนำสัญญาณที่ได้มาสร้างเครื่องวัดสมาธิทางอ้อมซึ่งนักวิทยาศาสตร์ได้พยายามใช้เครื่องมือทางวิทยาศาสตร์ชนิดต่าง ๆเท่าที่จะมีได้ มาทำการทดลองบันทึกความเปลี่ยนแปลงต่าง ๆที่เครื่องมือวัดนั้นจะทำได้แล้ววิเคราะห์แปลผลออกมา เครื่องมือที่ใช้นั้นมีหลายอย่างได้แก่ เครื่องวัดหัวใจ เครื่องวัดคลื่นสมอง เครื่องวัดชีพจรเครื่องวัดลมหายใจ ซึ่งสรุปได้ว่าสมาธิมีผลต่อสรีรวิทยามนุษย์ในการสร้างเครื่องวัดสมาธิในโครงงานนี้เราสร้างเครื่องวัดผลของสมาธิที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจ

เป็นที่รับรู้กันมานานแล้วว่าการทำงานของหัวใจนั้นถูกควบคุมโดยระบบประสาทอัตโนมัติ 2 ส่วน ซึ่งทำงานสวนทางกันได้แก่การทำงานของระบบซิมพาเธติค (Sympathetic) ซึ่งหลั่งสารอีพิเนฟฟรีนและสารนอร์อีพริเนฟฟรีออกมากระตุ้นให้หัวใจเต้นเร็วและแรงขึ้นในสภาวะที่ร่างกายมีความเครียดหรือมีการตื่นเต้นในส่วนการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติด้านตรงข้ามกันคือระบบพาราซิมพาเธติค (Parasym pathetic) ซึ่งหลั่งสารอะเซติลโคลีนออกมาในบริเวณปลายประสาทเวกัสเพื่อให้หัวใจได้ทำงานช้าลงขณะพักผ่อนผลจากการทำงานที่แตกต่างกันของระบบประสาทอัตโนมัติทั้งสองชนิดทำให้เกิดความแปรปรวนในอัตราการเต้นของหัวใจ โดยที่ค่าอัตราการเต้นของหัวใจการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับสมองไม่ว่าจะเป็นอารมณ์ ความเครียด สมาธิ หรือการพักผ่อนนอนหลับ ส่งผลให้อัตราการเต้นของหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงไปได้ในหลายๆลักษณะทั้ง ความเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราการเต้นของหัวใจมีความสอดคล้องสัมพันธ์กับภาวะทางสรีรวิทยาและพยาธิวิทยา เช่น ผู้ป่วยที่พึ่งผ่านการผ่าตัดเปลี่ยนหัวใจมาใหม่ๆจะมีค่าอัตราการเต้นของหัวใจที่ต่ำมากเมื่อเทียบกับคนปรกติเราอาจนำค่าอัตราการเต้นของหัวใจมาพยากรณ์ภาวะของโรคบางอย่าง เช่น ใช้พยากรณ์ภาวะความรุนแรงของอาการกล้ามเนื้อหัวใจตรายฉับพลัน ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับความเครียดและการออกกำลังกาย ใช้ศึกษาวิจัยเกี่ยวกับการตรวจวิเคราะห์ค่าอัตราการเต้นของหัวใจจะบ่งบอกให้ทราบว่าหัวใจกำลังทำงานหนักแค่ไหนในแต่ละช่วงเวลานั้นในขณะที่ความแปรปรวนอัตราการเต้นของหัวใจที่คำนวณจากความแตกต่างของแต่ละรอบการเต้นของหัวใจเป็นค่าที่บ่งบอกคุณภาพในจังหวะการเต้นของหัวใจหากว่าหัวใจมีการเต้นในระดับจังหวะเดียวกันเสมอค่าอัตราการเต้นหัวใจก็จะต่ำตรงกันข้ามกันหากหัวใจมีการเปลี่ยนจังหวะการดต้นไปมาเดี๋ยวเร็วเดี๋ยวช้าซึ่งมีผลให้ค่าอัตราการเต้นหัวใจมีระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดับสูงขึ้นการเปลี่ยนแปลงของค่าอัตราการเต้นหัวใจจึงส่อให้เห็นสภาวะการทำงานของระบบประสาทอัตโนมัติซึ่งทำงานผ่านระบบควบคุมเชิงสรีระสำคัญๆภายในร่างกายมนุษย์ระบบดังต่อไปนี้

1) ระบบหายใจ
2) ระบบควบคุมแรงดันเลือด
3) ระบบควบคุมอุณหภูมิ
4) ระบบควบคุมปริมาณเลือก
5) ระบบประสาทส่วนกลาง

2.4 อัตราการเต้นของหัวใจ [5]

อัตราการเต้นของหัวใจมีความสัมพันธ์กับอัตราการเต้นของชีพจรซึ่งการตรวจค่าสัญญาณชีพจรสามารถบอกได้ถึงอัตราการเต้นของหัวใจ

การตรวจชีพจรโดยการตรวจนับอัตราชีพจรเป็นจำนวนครั้งต่อ 1 นาที การตรวจจังหวะการเต้น (Rhythm) วามีจังหวะสม่ำเสมอ (Regular) หรือมีจังหวะไม่สม่ำเสมอ (Irregular) นอกจากนั้นเราต้องตรวจสอบคุณภาพของชีพจร (Pulse quality) ว่าเป็นชีพจรบางเบา (Thready) หรือการที่ชีพจรเด้ง (Bounding) หรืออ่อนแรง (Weak)

ตำแหน่งที่นิยมใช้ตรวจชีพจรคือ หลอดเลือดแดง (radial) ที่ส่วนข้อมือโดยผู้ตรวจใช้นิ้วชี้นิ้วกลางและนิ้วนางของมือข้างขวาคลำหาชีพจรของหลอดเลือดแดง (radial) ซึ่งอยู่ตรงร่องระหว่างกระดูกเรเดียสและเอ็นกล้ามเนื้อเฟลกเซอร์ตำแหน่งอื่นที่ใช้ได้นั้นได้แก่หลอดเลือดแดง lunar หลอดเลือดแดง brachial และหลอดเลือดแดง carotid นับการเต้นของชีพจรในหนึ่งนาทีและสังเกตว่าการเต้นมีจังหวะสม่ำเสมอหรือไม่ถ้ามีจังหวะสม่ำเสมออาจจับเวลาเพียง 15 วินาทีแล้วคูณด้วย 4 แต่ถ้ามีจังหวะไม่สม่ำเสมอต้องนับจนครบหนึ่งนาทีให้สังเกตความกว้างและลักษณะของคลื่นของชีพจรจากการคลำด้วยอัตราชีพจรปกติอยู่ที่ 60 – 100 ครั้งต่อนาทีโดยจะพบมีอัตราชีพจรที่ต่ำได้ในนักกีฬาที่ได้รับการฝึกฝนสม่ำเสมอและพบว่ามีอัตราชีพจรที่สูงในผู้มีความวิตกกังวลในทางการแพทย์ถือว่าค่าอัตราชีพจรที่ต่ำกว่า 60 ครั้งต่อนาทีเป็นภาวะหัวใจเต้นช้า (bradycardia) และอัตราชีพจรที่เต้นมากกว่า 100 ครั้งต่อนาทีเป็นภาวะหัวใจเต้นเร็ว (tachycardia) ซึ่งจังหวะการเต้นของชีพจรที่ปกติจะมีความสม่ำเสมอบางครั้งอาจพบ premature ventricular contractions (PVCs) ได้ เช่น ในผู้สูบบุหรี่ เครียด อ่อนเพลีย หรือจากฤทธิ์ของยา เช่น epinephrine หรือalcohol ถ้าพบ PVCs มากกว่า 5 ใน 1 นาที ให้ นึกถึงความผิดปกติที่เกี่ยวข้องโดยการมี PVCs จะบ่งชี้ถึงภาวะกล้ามเนื้อหัวใจมีความไวเกินต่อการ กระตุ้น (myocardial irritability) และอาจเกิดการเต้นระริกของหัวใจ (ventricular fibrillation) อีกลักษณะหนึ่งที่สำคัญ และพบได้คือการที่จังหวะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเต้นของชีพจรยังคงมีความสม่ำเสมอแต่จะมีความแรงและอ่อนสลับกันเรียกลักษณะนี้ว่าชีพจรแรงสลับเบา (pulses alternant) มักพบมาก ในรายที่เกิดมีความล้มเหลวของหัวใจห้องล่างซ้าย ความดันเลือดสูงระดับรุนแรง และโรคของหลอดเลือด coronary

คุณภาพของชีพจร ซึ่งอธิบายถึงชีพจรบางเบา ชีพจรเด้ง หรือชีพจรอ่อน โดยจะพบลักษณะที่มีชีพจรเต้นในรายความดันเลือดสูงระดับรุนแรงและจะพบชีพจรบางเบาจนชีพจรอ่อนมากในรายที่มีความดันเลือดต่ำและเป็นสัญญาณของภาวะช็อค

การเต้นของหัวใจคือจำนวนครั้งในการบีบตัวของหัวใจใน 1 นาที ในการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ สามารถวัดได้โดยวัดจากการขยายตัวยุบตัวของหลอดเลือดหรือที่เรียกว่าชีพจร

ชีพจรคือคลื่นที่เกิดจากการหดหรือขยายตัวของหลอดเลือดแดงเนื่องจากการไหลผ่านของเลือดโดยธรรมชาติของหลอดเลือดแดงมีความยืดหยุ่นได้และมีกล้ามเนื้อวงรอบหลอดเลือด เมื่อ หัวใจบีบ 1 ครั้ง เลือดจำนวนหนึ่งจะถูกสูบฉีดเข้าไปในหลอดเลือดแดงดันให้หลอดเลือดแดงขยายออก เมื่อแรงดันในหลอดเลือดลดลงหลอดเลือดจะหยุ่นตัวกลับประกอบกับการหดตัวของกล้ามเนื้อในวงรอบหลอดเลือดทำให้หลอดเลือดตีบแคบลงเป็นการช่วยดันเลือดให้เคลื่อนไปสู่อวัยวะส่วนปลายต่อไปในการทำงานของระบบการไหลเวียนเลือดหัวใจจะบีบและคลายตัวสลับกันเป็นจังหวะหลอดเลือดจึงยืดและหยุ่นตัวเป็นจังหวะตามไปด้วย ทำให้เกิดคลื่นที่เห็นได้หรือสัมผัสได้ตำแหน่งที่เราจะพบ ชีพจรมีอยู่หลายแห่งในร่างกายทุกแห่ง เป็นส่วนของร่างกายที่เส้นเลือดแดงอยู่ตื้นหรือใกล้ผิวหนัง ได้แก่ ที่บริเวณขมับ ด้านข้างของคอ ใต้ข้อมือ ข้อพับของข้อศอก ขาหนีบ ข้อพับเข่า ข้อเท้า และหลัง เท้า เป็นต้น

หน้าที่สำคัญของเลือด

1) ลำเลียงอาหารให้แก่เซลล์ทั่วร่างกาย
2) ลำเลียงออกซิเจนไปให้เซลล์ต่าง ๆ
3) รักษาความสมดุลของจำนวนของเหลวที่อยู่ในเซลล์ นอกเซลล์ระหว่างเซลล์
4) รักษาสภาพความเป็นกรด – ด่างในร่างกาย
5) กำจัดของเสียภายในเซลล์ออกไปยังไต ผิวหนัง ปอด ต่อมเหงื่อ เพื่อขับออกจาก ร่างกาย

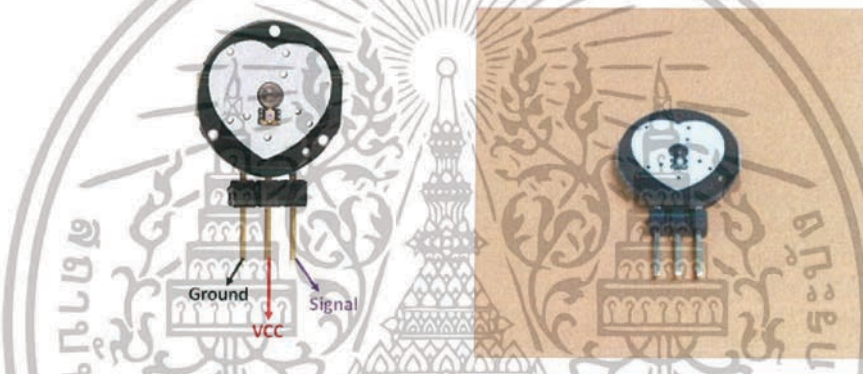
หัวใจ (Heart) ขนาดปกตินำ้หนัก 350 กรัม ส่วนประกอบส่วนใหญ่ประกอบด้วยกล้ามเนื้อหัวใจ มี 4 ห้อง ความหนาของผนังต่างกันคือ ผนังห้องล่างหนากว่าห้องบนเพราะทำงานหนักกว่าโดยเฉพาะห้องล่างซ้ายใหญ่สุดผนังหนา สุดหน้าที่หัวใจห้องบน คือ แหล่งรับเลือดห้องล่างสูบฉีดเลือดออกจากหัวใจ การทำงานของหัวใจมีการเปลี่ยนแปลงแยกได้ 2 ส่วนดังนี้

1) อัตราการเต้นของหัวใจ (Heart rate)
2) จำนวนเลือดที่หัวใจบีบตัวส่งออกมาแต่ละครั้ง (Stroke volume)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราการเต้นของหัวใจเพศชายประมาณ 72 ครั้งต่อนาที และเพศหญิงเร็วกว่าชาย 10 % ค่าปกติของชีพจรระหว่าง 50 – 100 ครั้งต่อนาที คนปกติมีอัตราการเต้นของหัวใจในช่วงดังกล่าวมิได้หมายความว่าคนที่การเต้นต่างจากผิดปกติการออกกำลังกายการเต้นของหัวใจเพิ่มขึ้นทันทีจำนวนเลือดที่หัวใจบีบแต่ละครั้งปกติมีค่า 60 - 70 ลบ.ซม. ปัจจัยอื่น เช่น ขนาด เพศ อายุเพศหญิงจะน้อย กว่าเพศชายราว 25 % จำนวนเลือดที่หัวใจบีบจึงมีค่าสูงโดยอัตราการเต้นหัวใจสูงสุดคือออกกำลังกายอย่างหนักจนหัวใจเต้นถึงระดับหนึ่งคนปกติอัตราการเต้นสูงสุดถึง 200 ครั้งต่อนาทีและลดลงเมื่ออายุมากจำนวนเลือดที่ได้ส่งออกจากหัวใจต่อนาทีคือจำนวนเลือดที่หัวใจสูบออกไปในเวลา 1 นาที หรือปริมาณเลือดที่สูบออกใน1 ครั้งคูณอัตราการเต้นขอหัวใจต่อนาที

2.4.1พัลส์เซนเซอร์ [3]



รูปที่2.1 ใช้แสดงพัลส์เซนเซอร์ [3]

จากรูปที่ 2.1 พัลส์เซนเซอร์ที่ใช้มีคุณสมบัติต่างๆดังนี้

เซ็นเซอร์ชนิด PnP ใช้ไฟ +5V /+3.3V ,4mA

เส้นผ่านศูนย์กลาง: 0.625 นิ้ว หนา: 0.125 นิ้ว

การกำหนดค่า Pin

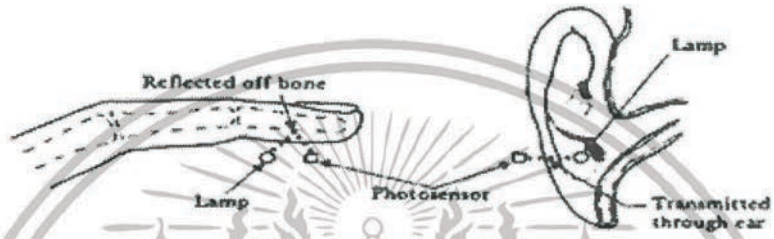
ตารางที่ 2.1 การกำหนมค่า Pin

Pin Number	Pin Name	Wire Color	Description
1	สายดิน	ดำ	ต่อสายดิน
2	สายไฟ	แดง	ต่อกับซัพพลาย 3.3v/5v
3	สัญญาณ	ม่วง	สายสัญญาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของพัลส์เซนเซอร์

พัลส์เซนเซอร์พื้นฐานประกอบด้วยไดโอดเปล่งแสงและเครื่องตรวจจับเช่น ตัวต้านทานการตรวจจับแสงหรือโฟโต้ไดโอดจังหวะการเต้นของหัวใจทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของการไหลเวียนของเลือดไปยังส่วนต่าง ๆของร่างกายเมื่อเนื้อเยื่อส่องสว่างด้วยแหล่งกำเนิดแสงแสงคือแสงที่เปล่งออกมาจากหลอดไฟ LED มันจะสะท้อน (เนื้อเยื่อนิ้ว) หรือส่งแสง (ใบหูส่วนล่าง) แสงบางส่วนดูดซับโดยเลือดดังรูปที่ 2.2 และเครื่องรับแสงจะส่งผ่านหรือสะท้อนแสงปริมาณแสงที่ดูดซับขึ้นอยู่กับปริมาณเลือดในเนื้อเยื่อนั้นเอาต์พุตของเครื่องตรวจจับอยู่ในรูปของสัญญาณไฟฟ้าและเป็นสัดส่วนกับอัตราการเต้นของหัวใจ



รูปที่ 2.2 แสดงการทำงานพัลส์เซนเซอร์ [4]

2.4.2 ไดโอดเปล่งแสงโฟโต้ไดโอด

2.4.2.1 พื้นฐานการทำงานของไดโอดเปล่งแสง

ไดโอดเปล่งแสงมันเป็นตัวเลือกอันดับแรกๆในการใช้เป็นแหล่งกำเนิดแสงเพื่อตรวจจับสัญญาณหรือตรวจวัดค่าต่างๆในเครื่องมือที่ใช้วิธีการทางแสงแต่ไม่ต้องการพลังงานแสงมากนักเนื่องจากการใช้งานที่ง่าย เช่น เครื่องมือในการวัดหาค่าเปอร์เซ็นต์ความอิ่มตัวของออกซิเจนในเลือด และหาวัดอัตราการเต้นของหัวใจผ่านปลายนิ้วมือ หรือติ่งหู ที่มีการใช้งานอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เนื่องจาก LED มีขนาดเล็กน้ำหนักเบา ราคาไม่แพง ความเข้มแสงที่เปล่งออกมาพอเพียงที่จะส่งผ่านปลายนิ้วมือได้มีความยาวคลื่นแสงให้เลือกมากมายหลายความยาวคลื่นในช่วงตั้งแต่แสงสีน้ำเงินจนถึงแสงย่านอินฟราเรดนอกจากนี้การออกแบบวงจรขับ LED ให้เปล่งแสง ออกมาได้โดยง่ายใช้พลังงานไม่มากเทคนิคไม่ซับซ้อนจนเกินไป

2.4.2.2 LED

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สารที่ตัวนำทางแสง (optoelectronics) ที่กำเนิดแสงจากการปลดปล่อยหลังงานของอิเล็กตรอนแล้วให้ความยาวคลื่นแสง (photon) ออกมาจากการรวมตัวกันของพาหะส่วนน้อยบริเวณรอยต่อ P-N ในขณะได้รับไบอัสตรง LED ส่วนใหญ่จะทำจากสารกึ่งตัวนำธาตุหมู่ III-V, I-VI และหมู่ IV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2.3ความกว้างของความยาวคลื่นแสงที่กำเนิด LED

สิ่งสำคัญที่ต้องพิจารณาอีกประการหนึ่งคือช่วงความกว้างของความยาวคลื่นแสง (band width consideration) ที่กำเนิดจาก LED เพื่อหลีกเลี่ยงผลกระทบจากสิ่งต่าง ๆ

2.4.2.4 วงจรขับ LED

เป็นวงจรพื้นฐานในการใช้งานเพื่อขับ LED ให้เปล่งแสงออกมาโดยที่ว่าค่าความต้านทานที่ต่ออนุกรมอยู่กับ LED จะเป็นตัวจำกัดกระแสที่ไหลผ่าน LED ไม่ให้เกิดความเสียหายขึ้น และเป็นตัวจำกัดค่าความเข้มแสงที่กำเนิดออกมาสามารถคำนวณได้โดยใช้แรงดันไฟเลี้ยงของวงจรลบด้วยค่าแรงดันไบอัสตรงของ LED หารด้วยค่ากระแสที่เราต้องการให้ไหลผ่าน LED ซึ่งต้องได้เพียงพอที่จะทำให้ LED เปล่งแสงออกมาและต้องไม่ให้ค่ากระแสในขณะไบอัสตรงมีค่ามากเกินไปจนเกิดความเสียหายโดยค่าของแรงดันไบอัสตรงและค่ากระแสที่ LED ยอมให้ไหลผ่านได้โดยไม่ เกิดความเสียหายสามารถดูได้จาก specifications ของ LED แต่ละตัว นอกจากนี้ค่าความต้านทานที่ ต่ออนุกรมกับ LED ยังทำหน้าที่เป็นตัวจำกัดกระแสไบอัสกลับไม่ให้มีมากไปนั้น LED เกิดความ เสียหาย หากว่าแหล่งจ่ายไฟมีการเปลี่ยนขั้ว เช่น กรณีนำ LED ไปใช้งานกับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ

2.4.2.5 โฟโต้ไดโอด (Photo Diode)

ในการทดลองครั้งนี้ ได้เลือกอุปกรณ์รับแสงและเปลี่ยนพลังงานแสงให้เป็นพลังงานไฟฟ้าโดยใช้โฟโต้ไดโอดเนื่องจากค่าของกระแสหรือแรงดันที่ออกมาจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเข้มแสงที่ตกกระทบ การใช้งานไม่ยุ่งยากและมีความไว (response time) ในการตอบสนองต่อแสง ที่มาตกกระทบเร็ว โฟโต้ไดโอดรอยต่อ P-N จะประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด Nและอีกด้านหนึ่งจะ เป็นสารกึ่งตัวนำชนิด P นอกจากนี้โฟโต้ไดโอดยังเป็นอุปกรณ์รับแสงและเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้านั้นที่มีราคาไม่สูงมากนักและกระแสเอาต์พุตที่ได้มีความเป็นเชิงเส้นเป็นสัดส่วนกัน โดยตรงกับความเข้มแสงที่มาตกกระทบ

2.4.2.6 พื้นฐานการทำงานโฟโต้ไดโอด

โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) เป็นอุปกรณ์เชิงแสงชนิดหนึ่งที่ประกอบด้วยสารกึ่งตัวนำชนิด P และสารกึ่งตัวนำชนิด N รอยต่อจะถูกห่อหุ้มด้วยวัสดุที่แสงผ่านได้ เช่น กระจกใสโฟโต้ไดโอดจะมีอยู่ 2 แบบ คือแบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็นและแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟราเรดในการรับใช้งานจะต้องต่อโฟโต้ไดโอดในลักษณะไบอัสกลับ

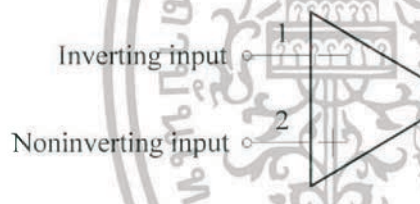
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โฟโต้ไดโอด (Photo Diode) จะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสงเมื่อโฟโต้ไดโอดได้รับไบอัสกลับ (Reverse Bias) ด้วยแรงดันค่าหนึ่งและมีแสงมาตกกระทบที่บริเวณรอยต่อถ้าแสงที่มาตกกระทบมีความยาวคลื่นหรือแลมด้า ที่เหมาะสม จะมีกระแสไหลในวงจร โดยกระแสที่ไหลในวงจรจะแปรผกผันกับความเข้มของ แสงที่มาตกกระทบคือลักษณะทั่วไปขณะไบอัสตรง (Forward Bias) และจะยังคงเหมือนกับ ไดโอด ธรรมดาคือยอมให้กระแสไหลผ่านได้

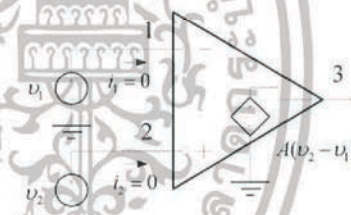
โฟโต้ไดโอดเมื่อเปรียบเทียบกับ LDR (ตัวต้านทานที่แปรค่าตามแสง) แล้วทำให้โฟโต้ไดโอดมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานเร็วกว่า LDR มากจึงนิยมนำไปประยุกต์ใช้งานวงจรที่ต้องการความเร็วสูง เช่น เครื่องนับสิ่งของตัวรับรีโมทคอนโรลและวงจรกันขโมยอินฟราเรดเป็นต้น

2.4.3 ออปแอมป์

ตัวขยายสัญญาณเชิงดำเนินการ (Operational Amplifier) หรือเรียกสั้นๆว่า OP AMP เป็นวงจรขยายสัญญาณที่มีอัตราขยายแรงดันสูงตอบสนองความถี่ได้กว้างตั้งแต่ DC จนถึงความถี่สูงหลายเมกะเฮิรตซ์ และมีความสามารถในการกำจัดสัญญาณรบกวน สัญลักษณ์ของ ออปแอมป์ แสดงไว้ในรูปที่ 2.3 โดยแรงดันที่ขา output เทียบกับกราวด์ในวงจรจะขึ้นอยู่กับผลต่างของแรงดันที่ขา inverting input และขา noninverting input ซึ่งรูปที่ 2.4 แสดงวงจรเทียบเท่าของ ออปแอมป์



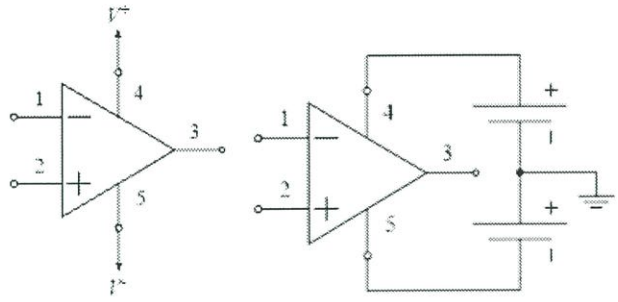
รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ของ ออปแอมป์



รูปที่ 2.4 วงจรเทียบเท่า

เพื่อให้ออปแอมป์ สามารถทำงานกับไฟ DC และ AC ได้จะต้องให้ไฟเลี้ยงบวกและลบดังรูปที่ 2.5 ออปแอมป์ตัวแรกออกแบบโดยนาย C. A. Lovell ในห้องทดลองของ Bell Lab เพื่อใช้ในการขับเคลื่อนปืนใหญ่ในช่วงสงครามโลกครั้งที่ 2 โดยที่วงจรภายในสร้างขึ้นจากหลอดสุญญากาศจำนวนมาก ต่อมาในปี ค. ศ. 1948 นาย George Philbrick สามารถออกแบบ ออป-แอมป์ ให้มีขนาดกระทัดรัด ทำให้ออปแอมป์ ได้รับความนิยมใช้ในงานคำนวณโดยเป็นส่วนหนึ่งของ Analog Computer เพื่อใช้ในการบวก การลบ การอินทิกรัล และการสเกล ซึ่งเป็นที่มาของชื่อ Operational amplifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 การต่อไฟเลี้ยงบวกและลบให้แก่ออปแอมป์

ในต้นทศวรรษที่ 1960 ได้มีการใช้ทรานซิสเตอร์แทนหลอดสุญญากาศทำให้ขนาดของตัวออปแอมป์ ลดเหลือเพียงแผ่นวงจรพิมพ์เล็ก ๆ จึงทำให้มีการใช้งานออปแอมป์แพร่หลายมากขึ้น ไม่ว่าจะในงานปรับแต่งสัญญาณ การใช้งานในเครื่องมือวัดและทดสอบ และระบบควบคุมในงานอุตสาหกรรมจากความก้าวหน้าในการผลิตวงจรรวม(Integrated Circuit: IC) วงจรทั้งหมดของออป-แอมป์สามารถผลิตรวมไว้บนแผ่นซิลิกอนขนาดจิ๋ว ซึ่งจะถูกบรรจุในตัวถังพลาสติกแบบ DIP 8 ขา ไอซีออปแอมป์ยุคแรกคือ เบอร์ 709 ของบริษัท Fairchild ในปี ค. ศ. 1965 และไอซีออปแอมป์ยุคที่สอง คือ เบอร์ 741 ในปี ค. ศ. 1968 โดยออปแอมป์ 741 ยังคงได้รับความนิยมจนถึงปัจจุบันราคาของไอซีออปแอมป์นั้นพอๆ กับทรานซิสเตอร์หนึ่งตัว

คุณสมบัติของออปแอมป์ในอุดมคติ

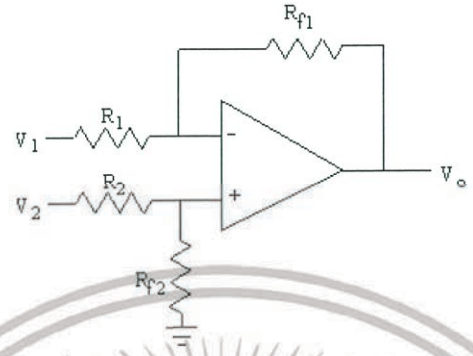
1) อัตราการขยายเป็นอนันต์
2) Input impedance มีค่าเป็นอนันต์
3) Output Impedance มีค่าเท่ากับศูนย์
4) สามารถขยายสัญญาณได้ทั้ง AC และ DC
5) การทำงานไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

เมื่อศึกษาคุณสมบัติของออปแอมป์ในอุดมคติแล้วพบว่าออปแอมป์ได้รวมข้อดีของส่วนวงจรขยายไว้ได้อย่างครบถ้วนเนื่องจากมีอัตราขยายเป็นอนันต์และสามารถขยายสัญญาณได้ทั้งไฟกระแสสลับและไฟกระแสตรงการนำไปใช้งานในบางครั้งเมื่อต้องการลดอัตราการขยายก็สามารถกระทำได้โดยการป้อนกลับ (Feed Back) นั้นเพื่อมาลดอัตราการขยายลงและอิมพีแดนซ์ทางอินพุตมีอิมพีแดนซ์สูงมากจึงทำให้เหมือนไม่มีกระแสอินพุตไหลเลยลักษณะเช่นนี้จึงทำให้วงจรทางอินพุตไม่โหลดวงจรส่งกำลังในส่วนหน้าเช่นเดียวกันที่เอาต์พุตอิมพีแดนซ์เป็นศูนย์สามารถนำไปเชื่อมต่อกับวงจรอื่นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 วงจรขยายผลต่างของสัญญาณ (Differential Amplifier)

วงจรขยายผลต่างของสัญญาณทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่ต่างกันของขั้วด้านบวกกับขั้วด้านลบโดยลักษณะการเชื่อมต่อวงจร แสดงในภาพที่



รูปที่ 2.6 วงจรขยายผลต่างของสัญญาณ

จากวงจรในรูปที่ 2.6 ทำการวิเคราะห์โดยใช้วิธี Superposition สามารถทำได้โดยลัดวงจร V_2 ของวงจรกับจุดกราวด์ทำให้วงจรดังกล่าวเสมือนกับวงจรขยายสัญญาณแบบกลับเฟส (Inverting Amplifier) ดังนั้นแรงดันที่ได้ จะกำหนดให้เป็นแรงดัน V_{01} ซึ่งมีค่าเท่ากับ

$$V_{01} = -\frac{R_{f1}}{R_1} \cdot V_1$$

จากนั้นทำการลัดวงจรแรงดัน V_1 ของวงจรลงกราวด์ เมื่อพิจารณาแรงดันจากขั้วด้านบวก เปรียบเทียบกับแรงดัน V_2 จะเห็นว่ามีการเชื่อมต่อวงจรแบบวงจรแบ่งแรงดัน ดังนั้นแรงดันที่ขั้วด้านบวก (V_A) มีค่าเท่ากับ

$$V_A = \left[\frac{R_{f2}}{R_{f2}+R_2}\right] \cdot V_2$$

จากคุณสมบัติของออปแอมป์ทางอุดมคติ ที่กล่าวไว้ว่าแรงดันขั้วเข้าด้านบวก V_A มีค่าเท่ากับที่ขั้วด้านลบ V_B และไม่มีกระแสไหลไปยังขั้วของออปแอมป์ ดังนั้นกระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน R_1 มีค่าเท่ากับกระแสที่ไหลผ่านความต้านทาน R_{f1} โดยกระแสที่ไหลผ่านนั้นความต้านทาน R_1 จะมีค่าเท่ากับ

$$I_{R1} = \frac{-V_A}{R_1} = \frac{R_{f2} \cdot V_2}{(R_{f2}+R_2) \cdot R_1}$$

ดังนั้นแรงดัน V_{02} มีค่าเท่ากับแรงดันตกคร่อมความต้านทาน R_1 รวมกับแรงดันตกคร่อม ความต้านทาน R_{f1} เพราะฉะนั้นเราสามารถหาแรงดัน V_{02} ได้จาก

$$V_{02} = \left[\frac{R_{f2} \cdot V_2}{(R_{f2}+R_2) \cdot R_1}\right] \cdot R_{f1} + \left[\frac{R_{f2} \cdot V_2}{R_{f2}+R_2}\right]$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\therefore V_{02}=\left[\frac{1+\frac{R_{f1}}{R_1}}{1+\frac{R_2}{R_{f2}}}\right]\cdot V_2$$

จากวงจรในรูปที่ 2.6 แรงดัน V_0 มีค่าเท่ากับ

$$V_0=V_{01}+V_{02}$$

$$V_0=\left[\frac{1+\frac{R_{f1}}{R_1}}{1+\frac{R_2}{R_{f2}}}\right]\cdot V_2-\left(\frac{R_{f1}}{R_1}\right)\cdot V_1$$

2.4.5 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล

ในการรับสัญญาณจากตัวตรวจจับ (Sensor) ที่เป็นสัญญาณอนาล็อกในรูปของแรงดันหรือกระแสที่เปลี่ยนแปลง เช่น ตัวตรวจจับอุณหภูมิ ความดัน แสง ฯลฯ มาประมวลผลด้วยตัวประมวลผลที่เป็นวงจรดิจิตอล ไมโครโพรเซสเซอร์ หรือไมโครคอมพิวเตอร์ จะต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกจากตัวตรวจจับเหล่านั้นให้เป็นสัญญาณดิจิตอล โดยใช้วงจรที่เรียกว่า วงจร Analog to Digital Converter (ADC) ซึ่งวิธีการในการแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิตอลมีหลายวิธีด้วยกันตั้งแต่ใช้วงจรแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็น Counter Ramp ADC, แบบ Linear Ramp ADC, แบบ Dual Slope ADC หรือแบบ Successive Approximation ADC ซึ่งวังจรดังกล่าวนี้อาจอยู่ในรูปของวงจรที่ประกอบจากวงจรเปรียบเทียบแรงดัน และวงจรเข้ารหัส หรือวงจรที่ประกอบจากวงจรเปลี่ยนเทียบแรงดันวงจรนับ วงจรเปลี่ยนสัญญาณจากดิจิตอลเป็นอนาล็อก รวมทั้งที่สร้างเป็นไอซีสำเร็จรูปที่ใช้สาหรับแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลโดยเฉพาะในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองเพื่อทดสอบคุณสมบัติของวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลแบบ Parallel Comparator ADC และไอซีสำเร็จรูปเบอร์ ADC0804 ซึ่งเป็นไอซีในการแปลงสัญญาณจากอนาล็อกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิตวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลเป็นวงจรที่ทาหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกที่อยู่ในรูปของแรงดันหรือกระแสที่เปลี่ยนแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อส่งไปยังส่วนประมวลผลที่ใช้วงจรดิจิตอลไมโครโพรเซสเซอร์หรือไมโครคอมพิวเตอร์

2.4.6 วงจรกรองความถี่เบื้องต้น (Fundamental Active Filter)

วงจรกรองความถี่ (Filters) สามารถแบ่งออกเป็น 2 แบบใหญ่ ๆ คือ แบบพาสซีฟ (Passive filters) และแบบแอคทีฟ (Active filters) วงจรกรองความถี่เป็นวงจรที่สามารถทำหน้าที่เลือกความถี่ที่ต้องการหรือตัดความถี่ที่ไม่ต้องการออกก็ได้ การใช้งานวงจรกรองความถี่สามารถใช้กรอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณรบกวนดังนั้นอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในวงจรกรองความถี่ ถ้าเป็นแบบพาสซีฟจะใช้ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุและตัวเหนี่ยวนำส่วนในวงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟจะใช้ตัวต้านทานตัวเก็บประจุร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถทำการขยายสัญญาณ เช่น ออปแอมป์ทำให้วงจรกรองความถี่แบบ แอคทีฟมีข้อดีกว่าแบบพาสซีฟ คือ

1) ไม่มีการสูญเสียของสัญญาณเนื่องจากออปแอมป์สามารถทำการขยายสัญญาณเพื่อชดเชยการลดทอนของสัญญาณได้
2) ราคาถูกโดยเฉลี่ยแล้ววงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟจะมีราคาถูกกว่าแบบพาสซีฟ เนื่องจากตัวเหนี่ยวนำที่ใช้ในแบบพาสซีฟมีราคาแพง และสร้างได้ยากกว่า
3) การปรับค่าวงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟสามารถปรับค่าความถี่ที่ต้องการได้ง่ายภายใต้ย่านความถี่ที่กว้างกว่าที่สามารถปรับได้ในแบบพาสซีฟการแยกระหว่างอินพุตและเอาต์พุตเนื่องจากวงจรกรอง
4) ความถี่แบบแอคทีฟมีการใช้ออปแอมป์ประกอบในวงจรจึงทำให้วงจรกรองความถี่แบบนี้มีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงและเอาต์พุต อิมพีแดนซ์ต่ำ ทำให้ไม่มีผลการรบกวนกันระหว่างแหล่งจ่ายสัญญาณอินพุตและโหลด แต่อย่างไรก็ตามการกรองความถี่แบบแอคทีฟก็มีข้อเสียอยู่บางประการ เมื่อเทียบกับแบบพาสซีฟ
5) การตอบสนองความถี่วงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟมีความสามารถในการตอบสนองความถี่ได้แคบกว่าแบบพาสซีฟเนื่องจากขีดจำกัดของออปแอมป์ยกตัวอย่างเช่นออปแอมป์เบอร์ 741 มี ความสามารถในการตอบสนองความถี่ได้เพียง 1 MHz
6) แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง เนื่องจากการใช้ออปแอมป์ทำให้ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงในการทำงานในขณะที่แบบพาสซีฟไม่ต้องใช้แหล่งจ่ายไฟเลี้ยง

วงจรกรองความถี่แบบแอคทีฟฟิลเตอร์มีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ ตามหน้าที่การทำงานคือ

1) วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low-Pass Filter, LPF) เป็นวงจรที่ยอมให้ความถี่ต่ำผ่านไป ได้ดี และทำการลดทอนสัญญาณที่มีความถี่สูงออกไป
2) วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High-Pass Filter, HPF) เป็นวงจรที่ยอมให้ความถี่สูงผ่านไปได้ดี และทำการลดทอนสัญญาณที่มีความถี่ต่ำออกไป
3) วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Band-Pass Filter, BPF) เป็นวงจรที่ยอมให้ช่วงความถี่บาง ช่วงผ่านไปได้ดีและทำการลดทอนสัญญาณที่มีความถี่ต่ำกว่าและสูงกว่าออกไป
4) วงจรกำจัดแถบความถี่ (Band-Reject Filter, BRF) เป็นวงจรที่ยอมให้ความถี่ต่ำกว่าและ สูงกว่าผ่านออกไปได้ดี และทำการลดทอนสัญญาณในช่วงแถบความถี่ที่กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 Arduino [6]

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่ายดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลง เพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

2.5.1 โครงสร้างของบอร์ด Arduino Uno R3

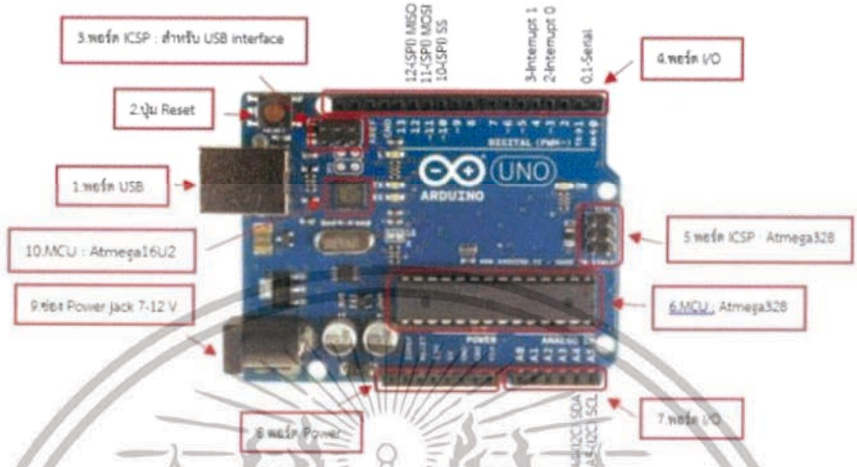
Arduino Uno เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ ATmega328 (แผ่นข้อมูล) มีอินพุต / เอาต์พุต 14 อินพุต (6 สามารถใช้เป็นเอาต์พุตPWM), 6 อินพุตแบบอนาล็อก, ตัวเรโซเนเตอร์เซรามิก 16 MHz, การเชื่อมต่อ USB, แจ็คไฟ, ส่วนหัว ICSP และปุ่มรีเซ็ต มันมีทุกอย่างที่จำเป็นในการสนับสนุนไมโครคอนโทรลเลอร์เพียงเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วยสายเคเบิล USB หรือใช้อะแดปเตอร์หรือแบตเตอรี่ AC-to-DC เพื่อเริ่มต้นใช้งานUno แตกต่างจากบอร์ดก่อนหน้าทั้งหมดเนื่องจากไม่ได้ใช้ชิบควบคุม USB แบบอนุกรมของ FTDI แต่มีคุณลักษณะของ Atmega16U2 (Atmega8U2 ถึงเวอร์ชั่น R2) ซึ่งได้รับการตั้งโปรแกรมเป็นตัวแปลงสัญญาณแบบ USB-to-serialRevision 2 ของบอร์ด Uno มีตัวต้านทานดึงสาย HWB 8U2 ไปยังพื้นทำให้ง่ายต่อการใส่ลงในโหมด DFURevision 3 ของบอร์ดมีคุณสมบัติใหม่ดังต่อไปนี้ 1.0 pinout เพิ่มหมุด SDA และ SCLที่อยู่ใกล้กับหมุด AREF และอีก2หมุดใหม่ที่วางอยู่ใกล้กับขา RESET IOREF ที่อนุญาตให้โล่ปรับให้เข้ากับแรงดันไฟฟ้าที่จัดหามาจากบอร์ดในอนาคตโล่จะเข้ากันได้กับทั้งบอร์ดที่ใช้ AVR ซึ่งทำงานร่วมกับ 5V และด้วย Arduino Due ที่ทำงานกับ 3.3V ที่สองคือขาที่ไม่ได้เชื่อมต่อซึ่งสงวนไว้สำหรับวัตถุประสงค์ในอนาคตวงจร RESET ที่แข็งแกร่งขึ้น Atmega16U2 เปลี่ยน 8U2"Uno" หมายถึงภาษาอิตาลีและมีชื่อว่า Arduino1.0 Uno และเวอร์ชัน 1.0 จะเป็นเวอร์ชันอ้างอิงของ Arduino ก้าวไปข้างหน้า Uno เป็นชุดบอร์ด USBArduino รุ่นล่าสุดและ เป็นโมเดลอ้างอิงสำหรับแพลตฟอร์ม Arduino; สำหรับการเปรียบเทียบกับรุ่นก่อนหน้าดูดัชนีของบอร์ด Arduino

2.5.2 โครงสร้างเสริมของ Uno R3

Arduino Uno R3 คำว่า Uno เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งแปลว่าหนึ่งเป็นบอร์ด Arduino รุ่นแรกที่ผลิตออกมามีขนาดประมาณ 68.6x53.4 mm. เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุดเนื่องจากเป็นขนาดที่เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆที่ออกแบบมา เฉพาะมากกว่า โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมา ตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุดเนื่องจากราคาไม่แพงและส่วนใหญ่โปรเจค และ Library ต่างๆที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก และข้อดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อีกอย่างคือกรณีที่ MCU เสียผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่ายArduino Uno R3 มีMCU ที่เป็น Package DIP



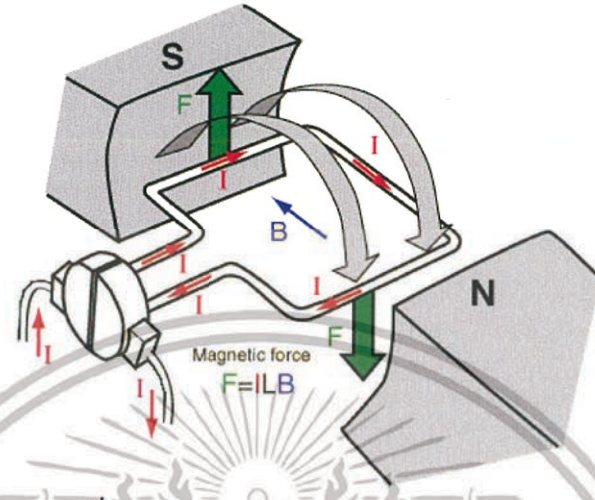
รูปที่ 2.7 แสดงบอร์ด Arduino [6]

จากรูปที่ 2.7 คุณสมบัติของ Arduino Uno r3 มีดังนี้

ไมโครคอนโทรลเลอร์: ATmega328
แรงดันที่ใช้งาน: 5V
ดิจิตอล I/O ขา: 14
อนาล็อกขาเข้า : 6
กระแสตรงขาเข้าต่อ I/O : 40 mA
กระแสตรงขาเข้า 3.3V Pin: 50 mA
หน่วยความจำแบบแฟลช : 32 KB
ความจำชั่วคราว: 2 KB (ATmega328)
ความจำ : 1 KB (ATmega328)
Clock Speed: 16 MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6 มอเตอร์ [7]



รูปที่ 2.8 แสดงการทำงานของมอเตอร์ [7]

2.6.1 หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้าระแสตรงเป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่ดีเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโรหะ หรือให้กำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นต้นในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จักอุปกรณ์ต่างๆของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่างๆ

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อมีแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ส่วนหนึ่งจะผ่านแปรงถ่านผ่านคอมพิวเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้นและกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็กสร้างขั้วเหนือขั้ว-ใต้ขึ้นจะเกิดสนามแม่ เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกันตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ตัดกันทิศตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศเดียวกันจะเสริมแรงกันทำให้เกิดแรงบิดตัวในอาร์เมเจอร์ดังรูปที่ 2.8

2.6.2 โครงสร้างมอเตอร์

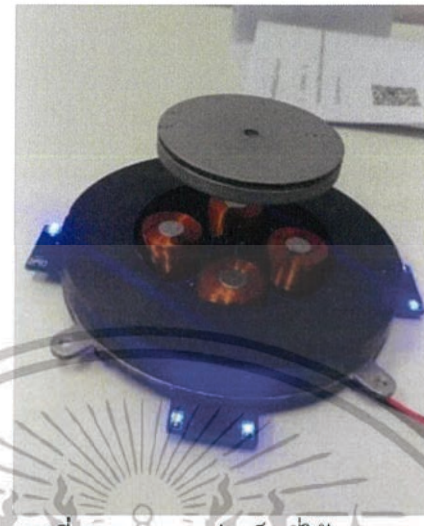
1. โรเตอร์ (Rotor) ในมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนที่เคลื่อนที่คือโรเตอร์ซึ่งจะหมุนเพลาเพื่อจ่ายพลังงานกลโรเตอร์มักจะมีขดลวดตัวนำพันอยู่โดยรอบซึ่งเมื่อมีกระแสไหลผ่านจะเกิดอำนาจแม่เหล็กที่จะไปทำปฏิกิริยากับสนามแม่เหล็กถาวรของสเตเตอร์ขับเพลาให้หมุนได้อย่างไรก็ตามโรเตอร์บางตัวจะเป็นแม่เหล็กถาวรและสเตเตอร์จะมีขดลวดตัวนำสลับที่กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. สเตเตอร์ (Stator) จะเป็นส่วนที่อยู่กับที่ซึ่งจะประกอบด้วยโครงของมอเตอร์ แกนเหล็กสเตเตอร์ และขดลวด
3. ช่องว่างอากาศ(Air-gap) ระหว่าง rotor และ stator จะเป็นช่องว่างอากาศซึ่งจะต้องมีขนาดเล็กที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ช่องว่างขนาดใหญ่จะมีผลกระทบทางลบอย่างมากต่อประสิทธิภาพการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้า
4. Winding ขดลวดจะพันโดยรอบเป็นคอยล์ ปกติจะพันรอบแกนแม่เหล็กอ่อนที่เคลือบฉนวนเพื่อให้เป็นขั้วแม่เหล็กเมื่อมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านมอเตอร์ไฟฟ้ามีขั้วสนามแม่เหล็กในสองรูปแบบ ได้แก่แบบขั้วที่เห็นได้ชัดเจนและแบบขั้วที่เห็นได้ไม่ชัดเจน ในขั้วที่ชัดเจนสนามแม่เหล็กของขั้วจะถูกผลิตโดยขดลวดพันรอบแกนด้านล่างในขั้วที่ไม่ชัดเจน หรือเรียกว่าแบบสนามแม่เหล็กกระจาย หรือแบบรอบๆ rotor ขดลวดจะกระจายอยู่ในช่องบนแกนรอบ rotor มอเตอร์แบบขั้วแฝงมีขดลวดรอบส่วนหนึ่งของขั้วเพื่อหน่วงเฟสของสนามแม่เหล็กของขั้วนั้นให้ช้าลง มอเตอร์บางตัวขดลวดเป็นโลหะหนากว่า เช่น แท่งหรือแผ่นโลหะที่มักจะเป็นทองแดงบางทีก็เป็น อะลูมิเนียม มอเตอร์เหล่านี้โดยปกติจะถูกขับเคลื่อนโดยการเหนี่ยวนำของแม่เหล็กไฟฟ้า
5. คอมมิวเตเตอร์ (Commutator) ตัวสับเปลี่ยนเป็นกลไกที่ใช้ในการสลับอินพุตของมอเตอร์ AC และ DC เพื่อให้กระแสที่ไหลในขดลวดในโรเตอร์ไหลทางเดียวตลอดเวลาในระหว่างการหมุนประกอบด้วยวงแหวนลื่นชิ้นเล็กๆแยกจากกันด้วยฉนวนวงแหวนนี้ยังแยกจากเพลาของมอเตอร์ด้วยฉนวนอีกด้วย วงแหวนแต่ละคู่ที่อยู่ตรงข้ามกันจะเป็นขดลวดหนึ่งชุด กระแสที่จ่ายให้มัดข้าวต้ม หรือที่เรียกว่า armature ของมอเตอร์จะถูกส่งผ่านแปรงถ่านสองตัวที่แตะอยู่กับตัวสับเปลี่ยนแต่ละด้านที่กำลังหมุนอยู่ ซึ่งจะทำให้กระแสจากแหล่งจ่ายไฟ AC ที่ไหลกลับทางไหลในขดลวดทิศทางเดียวในขณะที่ rotor หมุนจากขั้วหนึ่งไปอีกขั้วหนึ่งในกรณีที่ไม่มีกระแสแหล่งจ่ายไม่กลับทางมอเตอร์จะ เบรกหยุดอยู่กับที่ในแง่ของความก้าวหน้าที่สำคัญในช่วงไม่กี่ทศวรรษที่ผ่านมาอันเนื่องมาจากเทคโนโลยีที่ดีขึ้นในการควบคุมอิเล็กทรอนิกส์มอเตอร์เหนี่ยวนำที่ควบคุมโดยไม่ใช้เซนเซอร์ และมอเตอร์ที่มีสนามแม่เหล็กถาวรมอเตอร์ที่มีตัวสับเปลี่ยนแบบกลไกไฟฟ้ากำลังถูกแทนที่เพิ่มขึ้นด้วยมอเตอร์เหนี่ยวนำที่ใช้ตัวสับเปลี่ยนภายนอกและมอเตอร์แบบแม่เหล็กถาวร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 Magnetic levitation [8]



รูปที่ 2.9 แสดงแม่เหล็กที่ใช้แสดงผล

การลอยได้ของแม่เหล็ก เป็นกระบวนการที่วัตถุลอยตัวอยู่เหนือสนามแม่เหล็กโดยที่แรงแม่เหล็กจะต้านความเร่งเนื่องจากแรงโน้มถ่วงของโลกและความเร่งอื่นๆมีประเด็นหลักอยู่ 2 ประการที่เกี่ยวข้องกับการลอยได้ของแม่เหล็กคือแรงที่มากเพียงพอที่ทำให้วัตถุนั้นสามารถต่อต้านแรงโน้มถ่วงของโลก,ความเสถียรเพื่อให้ระบบทางแม่เหล็กนั้นอยู่ในภาวะสมดุลการลอยได้ของแม่เหล็กสามารถนำไปประยุกต์ใช้ประโยชน์เกี่ยวกับรถไฟพลังแม่เหล็กและประยุกต์ในทางด้านต่าง ๆวัสดุทางแม่เหล็กและระบบทางแม่เหล็กสามารถดึงดูดเข้าหากัน หรือ ผลักออกจากกันได้เช่น ขั้วแม่เหล็ก ถูกวางตัวลงบนสนามแม่เหล็กกับขั้วแม่เหล็กอื่นอีกขั้วหนึ่ง ซึ่งขั้วแม่เหล็กแต่ละขั้วเมื่อมาอยู่ใกล้กันจะเกิดแรงระหว่างขั้วแม่เหล็ก ต่อกันของขั้วแม่เหล็กทั้ง 2 ขั้วโดยปกติแล้วแม่เหล็กชนิดต่างๆถูกทำให้เกิดการลอยได้ของแม่เหล็กยกตัวอย่างเช่น แม่เหล็กถาวร, แม่เหล็กที่ให้กระแสเข้าไป, แม่เหล็กเฟอร์โร, แม่เหล็กไดอาและสภาพความเป็นแม่เหล็กที่สอดคล้องกับกระแสที่จ่ายเข้าไปในตัวนำ ยกตัวอย่างเช่น ความเข้มของสนามแม่เหล็กในตัวนำยวดยิ่งสามารถคำนวณได้จาก $P_{\mathrm{mag}}=\frac{B^2}{2\mu_0}$

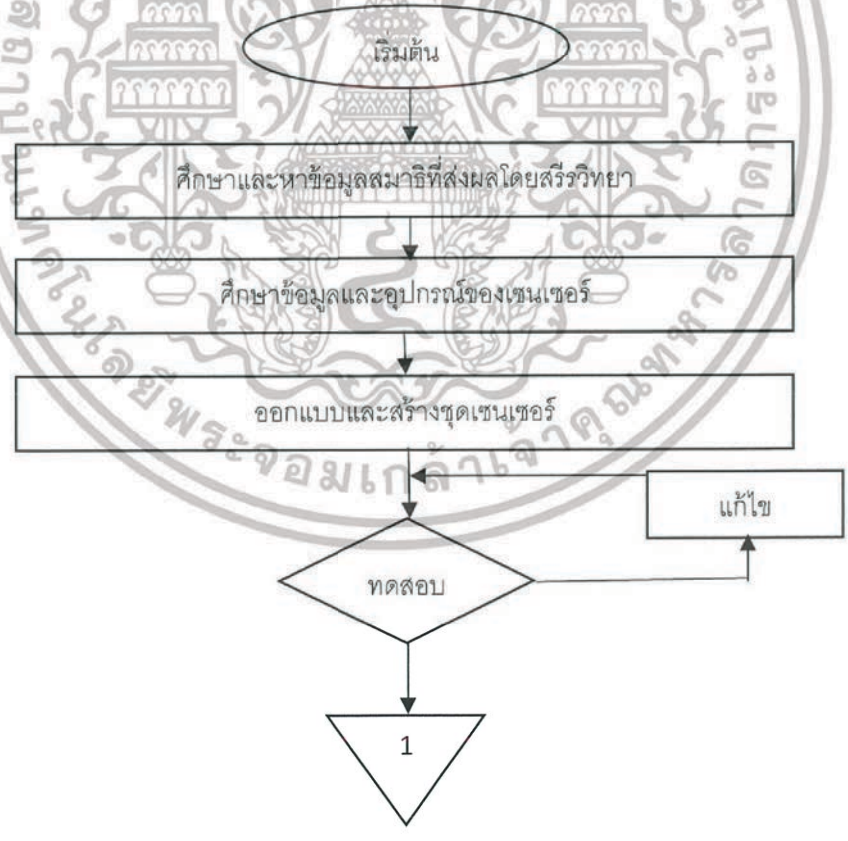
เมื่อ P_{mag} คือแรงต่อหนึ่งหน่วยพื้นที่มีหน่วยเป็นปาสคาล, B คือสนามแม่เหล็กที่จ่ายให้กับตัวนำยวดยิ่งมีหน่วยเป็นเทสลาและ $\mu_0=4\pi\times10^{-7}$ มีหน่วยเป็นนิวตันต่อตารางเมตรคือสภาพซึมได้ทางแม่เหล็กในสภาวะสุญญากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

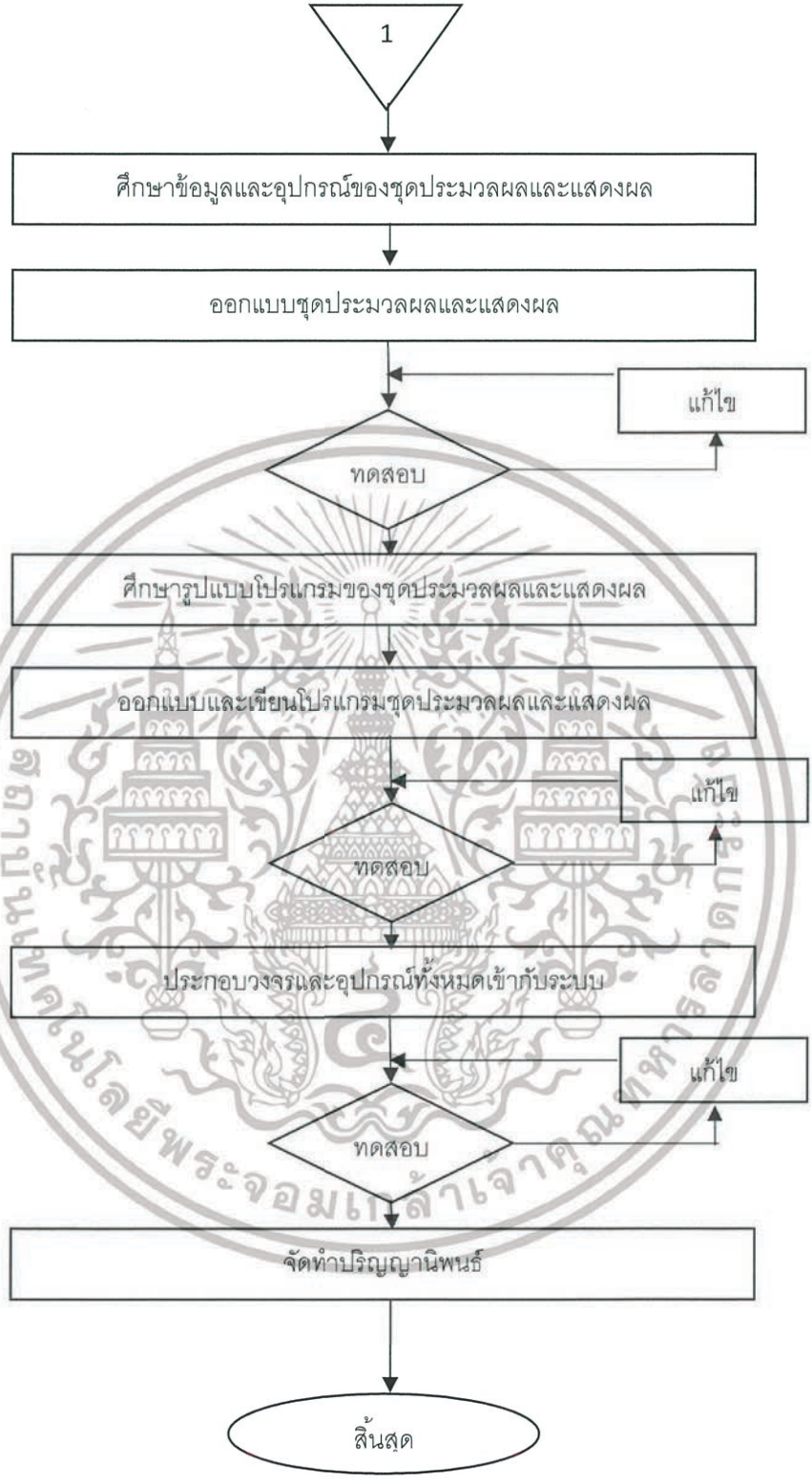
3.1 การวางแผนการดำเนินงาน

แผนผังการดำเนินงานของเครื่องแข่งขันการวัดสมาธิ โดยวัดวิเคราะห์ค่าอัตราการเต้นของชีพจร เป็นการแสดงขั้นตอนในการดำเนินงานโดยสรุป เพื่อให้เป็นภาพรวมในการดำเนินการจัดทำโครงงาน ซึ่งแผนผังของขั้นตอนการดำเนินงานได้กำหนดไว้ดังรูปที่ 3.1 ในส่วนของขั้นตอนการออกแบบนี้จะประกอบไปด้วยการศึกษาหาข้อมูลสมาธิและการออกแบบและอุปกรณ์เซนเซอร์ว่าส่งผลต่อสรีรวิทยาอย่างไร เพื่อที่จะนำมาสร้างเครื่องวัดสมาธิ จากนั้นทำการศึกษาข้อมูลและทดสอบออกแบบในส่วนของชุดประมวลผลและแสดงผล โดยนำสัญญาณที่ได้จากส่วนของเซนเซอร์มาประมวลผลสัญญาณผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino MCU จากนั้นทำการออกแบบและเขียนโปรแกรมเพื่อประมวลผลสัญญาณที่ได้แสดงผลผ่านมอเตอร์ที่คอยบังคับทิศทางลูกลอยแม่เหล็ก



รูปที่ 3.1 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 ลำดับขั้นตอนการปฏิบัติงาน(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ขั้นตอนการศึกษาข้อมูล

ขั้นตอนในการศึกษาข้อมูล เป็นขั้นแรกที่จำเป็นต้องกระทำ โดยการศึกษารายละเอียดต่าง ๆที่เกี่ยวของกับตัวโครงงานและแนวทางในการสร้างตัวโครงงานขึ้น ซึ่งเราจะขอกล่าวถึงลำดับขั้นตอนการศึกษาข้อมูลเบื้องต้นของโครงงานนี้ดังต่อไปนี้

ศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้องกับสรีรวิทยาที่ส่งผลต่อสมาธิซึ่งได้ศึกษาผลของสมาธิที่มีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจรวมถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องข้องเช่น หลักการตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจว่ามีหลักการอย่างไรเพื่อที่จะได้เลือกใช้เซนเซอร์อย่างเหมาะสม

ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับเซนเซอร์ที่นำมาใช้ในการวัด ซึ่งจำเป็นต้องศึกษาโครงสร้างภายในและรายละเอียดต่าง ๆ ในตัวเซนเซอร์เพื่อจะได้ทราบถึงค่าที่จะได้ออกมาจากการวัดและได้นำมาออกแบบการสร้างในภาคต่อ ๆ ไป

ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับชุดประมวลผลในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้จะใช้ Arduino MCU เป็นชุดประมวลผลซึ่งต้องศึกษาโครงสร้างภายในชุดคำสั่งและรายละเอียดต่าง ๆในตัวประมวลผล เพื่อที่จะได้นำค่าที่ได้จากภาคแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลมาประมวลผลอัตราการเต้นของหัวใจออกไปที่ส่วนแสดงผล

ศึกษารายละเอียดเกี่ยวกับส่วนแสดงผล โดยจะเป็นส่วนของมอเตอร์ควบคุมทิศทางและลูกลอยแม่งเหล็ก เป็นส่วนแสดงผล ซึ่งต้องศึกษาทั้งหลักการทำงาน โครงสร้างภายใน เพื่อที่จะได้ออกแบบส่วนแสดงผลให้มีความเหมาะสม

3.3 ขั้นตอนการออกแบบและเลือกใช้อุปกรณ์

3.3.1 การออกแบบและเลือกใช้งานเซนเซอร์

จากความรู้เรื่องของสรีรวิทยาที่มีผลต่อระดับสมาธิ ทำให้เราได้ทราบว่าระดับของอัตราการเต้นของหัวใจนั้นมีผลต่อระดับสมาธิ โดยทางผู้จัดทำได้ตัดสินใจที่จะเลือกเซนเซอร์ที่ทำการวัดอัตราการเต้นของหัวใจ เนื่องจากเป็นเซนเซอร์ที่มีราคาไม่แพงง่ายต่อการเปลี่ยนในกรณีที่ตัวของเซนเซอร์เกิดการชำรุดรวมถึงเป็นเซนเซอร์ที่ยังรองรับการเปลี่ยนค่าจากอนาล็อคเป็นดิจิตอลได้ง่าย เพียงแคใช้การเรียกฟังก์ชั่น library ในโปรแกรมของ Arduino MCU

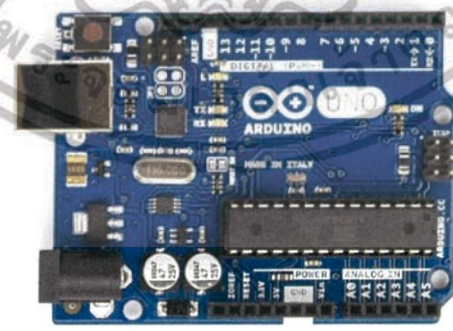
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.2 เซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ

3.3.2 การออกแบบและการสร้างระบบควบคุมและการแสดงผล

3.3.2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino รุ่น Arduino Uno R3 จำนวนสองตัว เนื่องจากมีฟังก์ชั่น library ที่เราต้องการเพื่อจะนำมาใช้งานในระบบ โดยเพื่อที่จะทำการเขียนโปรแกรมลงไปใน MCU นั้นเราสามารถที่จะต่อสาย RS232 ได้เลยเนื่องจาก Arduino Uno R3 มี port USB รองรับ ทำให้เราไม่ต้องใช้โปรแกรมอื่นรองรับการทำงานร่วมกันของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์และคอมพิวเตอร์ ทำให้ใช้งานได้ง่าย โดยเราเลือกที่จะเขียน ภาษา C Arduino ซึ่งเขียนผ่าน โปรแกรม Arduino IDE เพราะเป็นภาษาที่เข้าใจง่ายและไม่มีความซับซ้อนมากนัก โดยมีช่องรองรับ input ที่มีจำนวนพอต่อความต้องการ แล้วทางผู้จัดทำจึงได้เลือก Arduino รุ่น Arduino Uno R3 ตัวนี้



รูปที่ 3.3 Arduino R3 **ดูว่าตัวใหญ่หรือเล็ก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.3 การออกแบบและการสร้างส่วนแสดงผล

ตัวแสดงผลนั้นทางผู้จัดทำได้ทำการเลือกที่จะใช้ตัวลูกเหล็กลอย เป็นตัวแสดงระดับของระดับสมาธิว่าจะเคลื่อนที่ไปทางไหนเมื่อมีคนที่มีระดับสมาธิที่มากกว่าโดยการเคลื่อนที่นั้นได้ทำการใช้มอเตอร์สี่ตัว มาต่อกันแล้วต่อกับล้อเพื่อใช้ในการทำให้ส่วนของแม่เหล็กนั้นที่เป็นตัวแสดงผลนั้นเคลื่อนที่ไปมา

3.3.3.1 การเลือกมอเตอร์

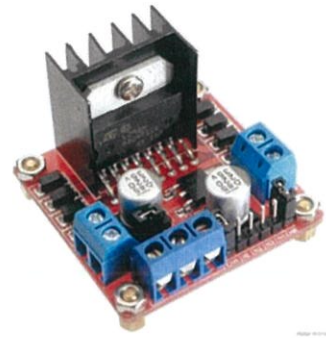
เนื่องจากตัวส่วนแสดงผลที่เป็นลูกลอยแม่เหล็กและส่วนของวงจรนั้นมีน้ำหนักที่มากทางผู้จัดทำเลยเลือกที่จะใช้ มอเตอร์ จำนวนสี่ตัว โดยได้เลือกเป็น 3-6V DC Motor เนื่องจากเป็นมอเตอร์ที่หาได้ง่ายราคาไม่แพงนัก ง่ายต่อการเปลี่ยนเมื่อเกิดการชำรุด รวมถึงเมื่อใช้เป็นจำนวนหลายตัวก็มีแรงขับเพื่อให้เกิดการเคลื่อนที่เพียงพอแล้ว

รูปที่ 3.4 มอเตอร์ 3-6V DC

3.3.3.2 การเลือกไดรฟ์มอเตอร์

เนื่องจากการที่ Arduino เพียงลำพังแล้วไม่สามารถที่จะควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้เนื่องจาก output ของ Arduino นั้นไม่สามารถที่จะจ่ายค่า output ที่มีแรงดันไฟฟ้าที่มีระดับต่างกันเพราะตัวของมอเตอร์กระแสตรงนั้นความเร็วรอบของมอเตอร์จะเปลี่ยนไปตามระดับของแรงดันไฟฟ้าต่างกัน ทำให้ต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการปรับกระแสแรงดันไปมา โดยได้เลือกที่จะใช้ ไดรฟ์มอเตอร์รุ่น L298N เนื่องจากมีราคาที่ไม่แพงมากและรับแรงดันพอสำหรับการขับมอเตอร์ 3-6 V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ไดรฟ์มอเตอร์ L298N

3.3.3.3 ลูกเหล็กลอย(ส่วนแสดงผล)

สำหรับส่วนแสดงผลนั้นเราได้ทำการใช้ลูกเหล็กลอย โดยทำหน้าที่เปรียบเสมือนตัวชี้วัดระดับ (indicator) ว่ามีระดับของสมาธิมากกว่าหรือน้อยกว่ากัน โดยใช้สมดุลของแม่เหล็กด้านล่างเพื่อทำให้แม่เหล็กด้านบนลอยตัวกลางอากาศ

รูปที่ 3.6 ลูกเหล็กลอย(ส่วนแสดงผล)

3.3.4 รูปแบบการเขียนโปรแกรม

ใช้ภาษา C Arduino ซึ่งมีรากฐานมาจากภาษา c/c++ โดยเขียนผ่านโปรแกรม Arduino IDE โดยสามารถที่จะ Upload โปรแกรมผ่านเข้าไปโดยผ่านทาง RS232 PORT ได้เลย โดยผ่าน Arduino Bootloader

หมายเหตุ : Arduino Bootloader คือArduino Bootloader โปรแกรมเล็ก ๆ ตัวหนึ่งหรือเรียกอีกชื่อว่า firmware เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ช่วยในการ upload โปรแกรม หรือ sketch ที่เราเขียน เข้าไปใน

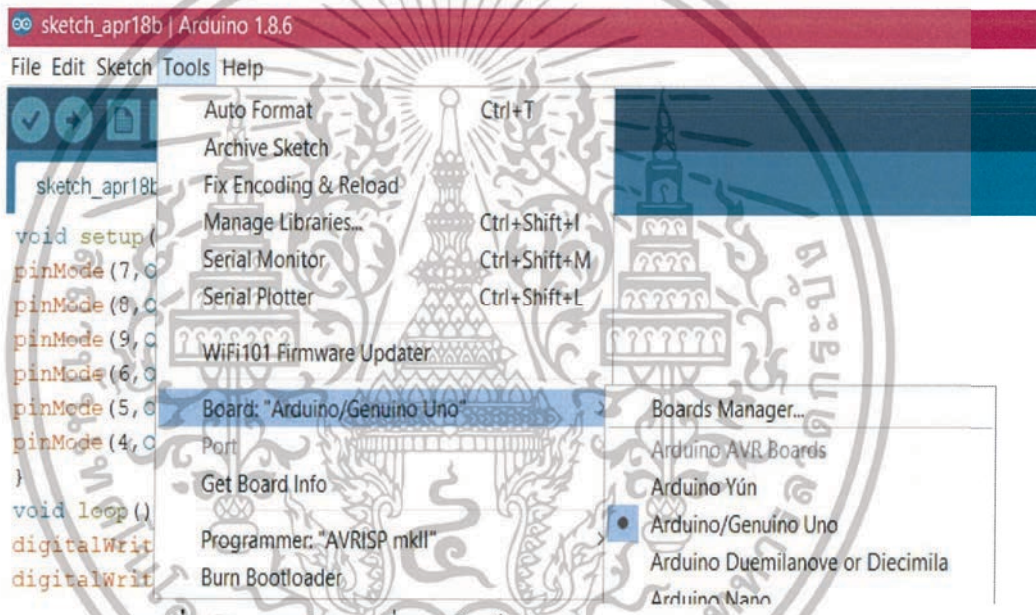
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

flash rom ผ่านทางสาย serial หรือ USB โดยจะใช้สายไฟแค่ 2 เส้นคือสัญญาณ RX , TX โดยไม่จำเป็นต้องมีเครื่องโปรแกรมไอซี

3.3.5 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรม

3.3.5.1 การเรียกใช้งานโปรแกรม

กำหนดระบบฮาร์ดแวร์ที่จะใช้งานกับโปรแกรมของ Arduino โดยมีการกำหนด ชื่อของ Board เป็น “Arduino/Genuino Uno” โดยคลิกเมาส์ที่ Tools > Board “Arduino/Genuino Uno” ตามรูป 3.8

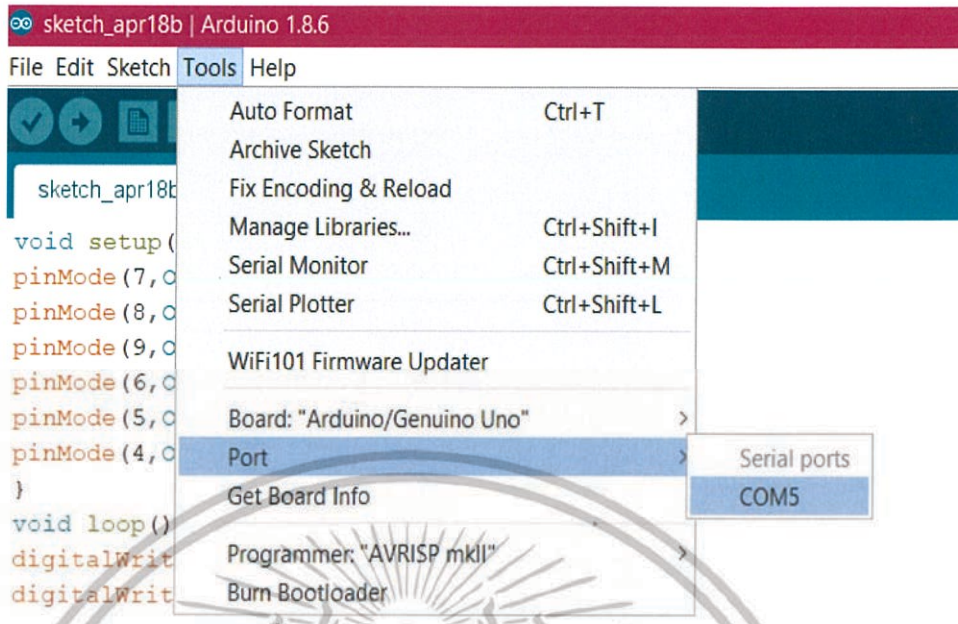


รูปที่ 3.7 การกำหนดชื่อบอร์ดเป็น Arduino/Genuino Uno

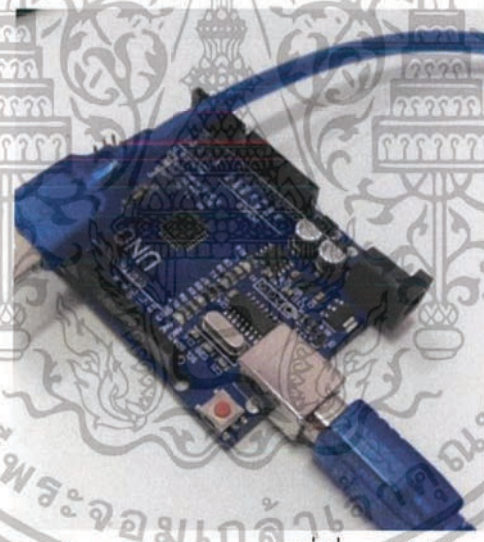
3.3.5.2 การกำหนดหมายเลขพอร์ต

เลือกกำหนดหมายเลขพอร์ตสำหรับติดต่อสื่อสารกับบอร์ดให้ตรงกับหมายเลข Comport ในเครื่องคอมพิวเตอร์ PC เป็น COM3/5 คลิกเมาส์ที่ Tools > Port > COM3/5 ใช้สาย RS232 เป็นตัวเชื่อมต่ออุปกรณ์ระหว่างคอมพิวเตอร์ PC กับ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์โดยต่อ RS232 เข้าที่ Serial Port ของคอมพิวเตอร์ PC ตามรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9 ที่แสดงพอร์ทของ Arduino และสาย RS232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 การกำหนดหมายเลขพอร์ต

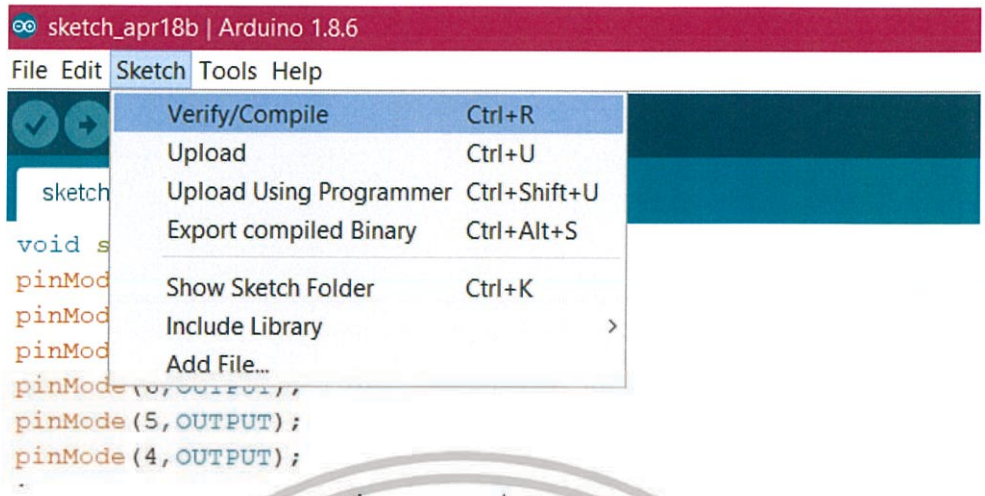


รูปที่ 3.9 สายต่อ RS232 และพอร์ตที่เชื่อมต่อไปยังคอมพิวเตอร์

3.3.5.3 การ Upload code ลงบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

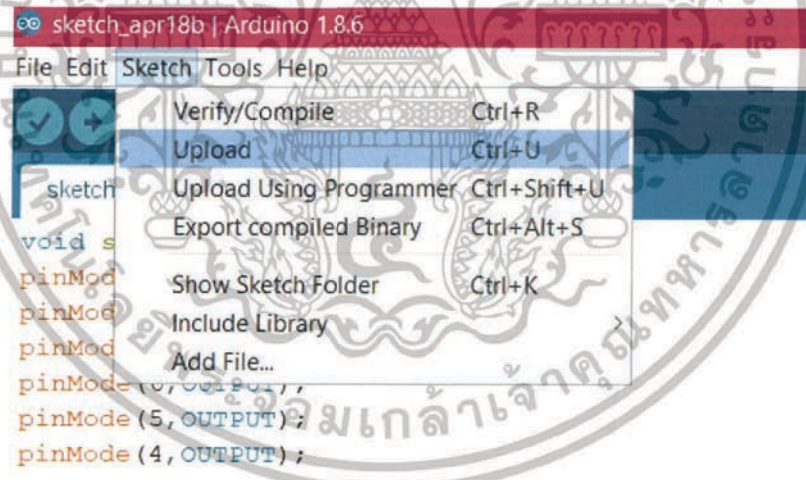
สั่งแปลโปรแกรมโดยคลิกเมาส์ที่ Sketch > “Verify/Compile” ดังรูป 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 การสั่งแปรโปรแกรม

สั่ง Upload Code ให้กับบอร์ดโดยคลิกเมาส์เลือกที่ Sketch > Upload แล้วรอสักครู่ จนกว่าโปรแกรมทำงานเสร็จหลังจากที่ทำการ Upload Code ให้กับบอร์ดเป็นที่เรียบร้อย บอร์ดจะเริ่มต้นทำงานตามคำสั่งที่เขียนไว้ในโปรแกรมทันที



รูปที่ 3.11 คำสั่ง Upload Code

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.6 การเขียนโปรแกรม

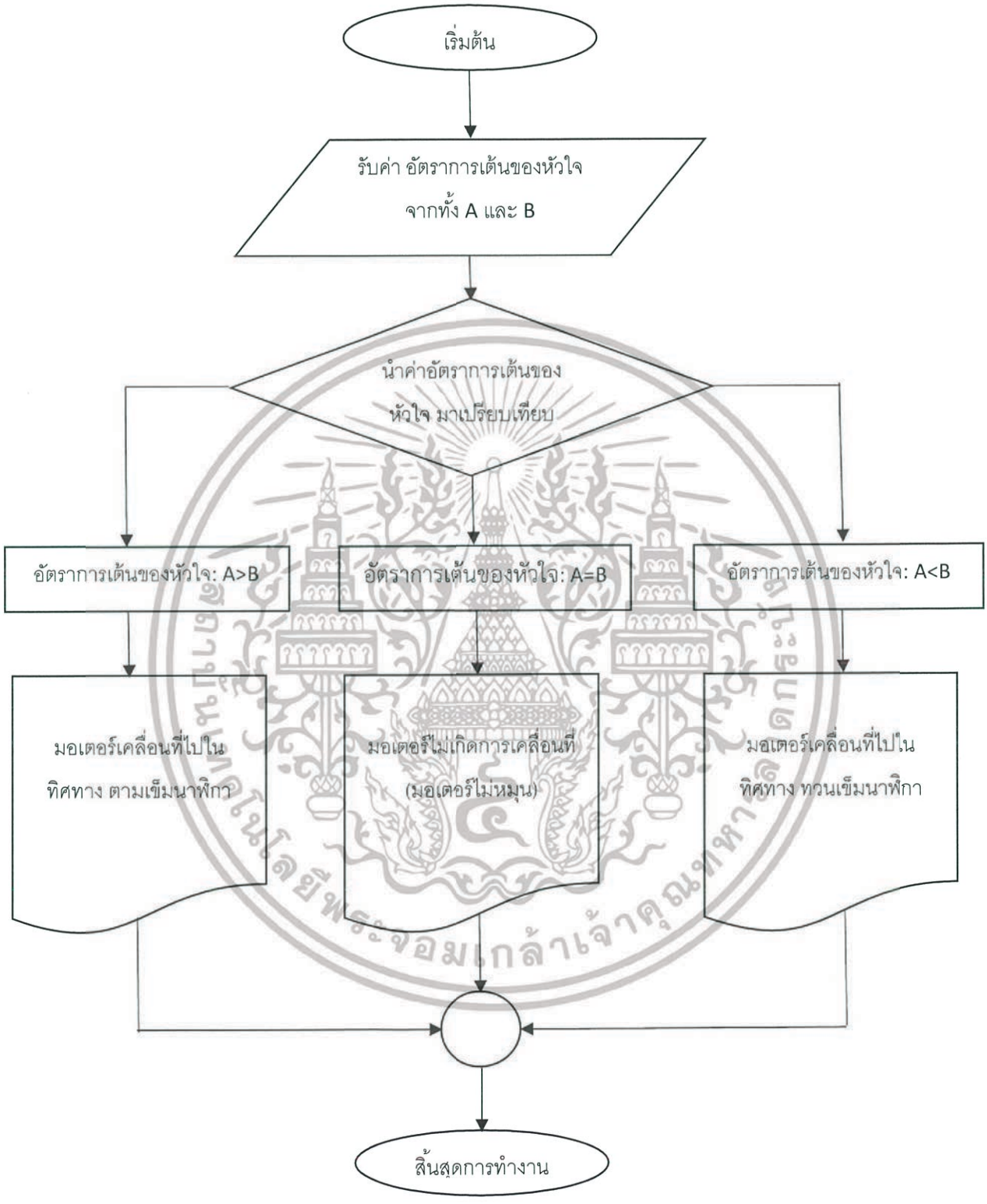
จากรูปที่ 3.11 Flow Chart แสดงการทำงานของโปรแกรม เริ่มจากการที่ไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่าของอัตราการเต้นของหัวใจ จากเซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจแล้ว แล้วข้อมูลอนาล็อคที่ได้มาจากเซนเซอร์จะถูกแปลงค่าเป็นสัญญาณดิจิตอลแล้ว หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำค่าที่ได้มาประมวลผลโดยตรวจสอบว่าค่าของอัตราการเต้นของหัวใจที่ผ่านการคำนวนมานั้นผ่านเงื่อนไขเหล่านี้หรือไม่

เงื่อนไขของโปรแกรม

- ถ้าค่าของอัตราการเต้นของหัวใจของบุคคล A มากกว่า ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของบุคคล B ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไปตามทิศตามเข็มนาฬิกา
- ถ้าค่าของอัตราการเต้นของหัวใจของบุคคล A น้อยกว่า ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของบุคคล B ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้มอเตอร์เคลื่อนที่ไปตามทิศทวนเข็มนาฬิกา
- ถ้าค่าของอัตราการเต้นของหัวใจของบุคคล A เท่ากับ ค่าอัตราการเต้นของหัวใจของบุคคล B ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะสั่งให้มอเตอร์ไมหมุน

หลังจากที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ตรวจสอบเงื่อนไขแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะส่งคำสั่งไปที่ไดรฟ์มอเตอร์เพื่อควบคุมการหมุนของมอเตอร์อีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 Flow Chart ของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 เป็นการเก็บค่าจากเซนเซอร์เพื่อที่จะนำมาหาค่าของความแปรปรวนเพื่อที่จะใช้ในการวัดระดับของสมาธิโดยมีการเก็บค่าจากเซนเซอร์ทั้งสองพร้อมกันแล้วนำมาคำนวนหลังจากนั้นก็ทำการแสดงผลและส่งต่อค่าที่ได้ไปที่ Arduino อีกตัวหนึ่ง

```
#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true              //ชุดคำสั่งใช้งาน interrupt
#include <PulseSensorPlayground.h>               //ชุดคำสั่งใช้งานlibrary
#include <Average.h>                             //ชุดคำสั่งใช้งาน library
Average<float> ave0(100);                        //เก็บข้อมูลเป็น float ในข้อมูลชุด ave0
Average<float> ave1(100);                        //เก็บข้อมูลเป็น float ในข้อมูลชุด ave1


const int PULSE_SENSOR_COUNT = 2;                //เก็บข้อมูลจาก pulse sensor 2 ตัว
const int PULSE_INPUT0 = A0;                     //รับข้อมูลจากขา A0
const int PULSE_INPUT1 = A1;                     //รับข้อมูลจากขา A1
const int THRESHOLD = 550;                       //กำหนด threshold ที่550
int minat = 0;                                   //ค่า minat=0
int swrs;                                        //เก็บข้อมูลจาก swrs
PulseSensorPlayground pulseSensor(2);
void setup() {
  pinMode(10,OUTPUT);                            // ตั้งขา10เป็นขาออก
  pinMode(11,OUTPUT);                            //ตั้งขา 11 เป็นขาออก
  pinMode(9,OUTPUT);                             //ตั้งขา 9 เป็นขาออก
  pinMode(2,INPUT);                              //ตั้งขา 2 เป็นขาเข้า
  Serial.begin(500000);
  pulseSensor.analogInput(PULSE_INPUT0, 0);      //รับค่าจากขา 0 ใส่ใน library
  pulseSensor.analogInput(PULSE_INPUT1, 1);      //รับค่าจากขา 1 ใส่ใน library
  pulseSensor.setSerial(Serial);
  pulseSensor.setThreshold(THRESHOLD);           //ใช้ค่า threshold =550
  if (pulseSensor.begin()) {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
}
void(* resetFunc) (void) = 0;
void loop() {
  int myBPM1 = pulseSensor.getBeatsPerMinute(0);
  int myBPM2 = pulseSensor.getBeatsPerMinute(1);
  delay(20);
  for (int i = 0; i < PULSE_SENSOR_COUNT; ++i){        //ลูปสำหรับให้เซนเซอร์ทำงาน
    if(pulseSensor.sawStartOfBeat(0))
     delay(50);
     Serial.print("BPM1: ");                          //แสดงค่า BPM1
     Serial.print(myBPM1);                            //นำค่า BPM ที่คำนวนไว้มาแสดง
     ave0.push(myBPM1);                               //เก็บค่าbpm1ไว้ใน ave0
      Serial.print(" SD: ");                          //แสดงค่า SD
      Serial.println(ave0.stddev());                  //แสดงค่า SD ของข้อมูล ave0
      delay(1000);
   if (pulseSensor.sawStartOfBeat(1))
   delay(50);
      Serial.print("BPM2: ");                         //แสดงค่า BPM2
      ave1.push(myBPM2);                              //เก็บค่าbpm1ไว้ใน ave0
     Serial.print(myBPM2);                            //นำค่า BPM ที่คำนวณได้มาแสดง
     Serial.print("SD: ");                           //แสดงค่า SD
     Serial.println(ave1.stddev());                   //แสดงค่า SD ของข้อมูล ave0
     delay (1000);
    if(ave0.stddev()>ave1.stddev())                   //ถ้า SD ของ ave0 > &SD ของ ave1จะ
                                                      แสดง “A”และขาที่10 จะขึ้น high 1.5วิ
                                                      แล้วลง LOW
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
      Serial.println("A");                    //แสดง A ออกทางหน้าจอ
      digitalWrite(10,HIGH);                  //เขียนขา 10 เป็น high

      delay(1500);
      digitalWrite(10,LOW);                   //เขียนขา 10 เป็น low
     swrs = digitalRead(2);                   //swrsอ่านค่าจากขา 2
Serial.println(swrs);                         //แสดงผลจาก swrs
if (swrs == HIGH)                             //ถ้า swrs = high
{
   resetFunc();                               //ใช้งาน resetFunc
}
    }
    else if(ave0.stddev()<ave1.stddev())      //ถ้า SD ของ ave1 > &SD ของ ave0จะ
                                              แสดง "B"และขาที่11 จะขึ้น high 1.5วิ
                                              แล้วลง LOW
    {
      Serial.println("B");                    //แสดงBออกทางหน้าจอ
      digitalWrite(11,HIGH);                  //เขียนขา 11 เป็น high
      delay(1500);
      digitalWrite(11,LOW);                   //เขียนขา 11 เป็น low
     swrs = digitalRead(2);                   //swrs=ขา2
Serial.println(swrs);                         //แสดงผลจาก swrs
if (swrs == HIGH)                             //ถ้าswrs = high
{
   resetFunc();                               //ใช้งาน resetFucn
} } } }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกวรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 2 เป็นการนำค่าที่ได้จาก Arduino ตัวแรกมาควบคุมมอเตอร์ในส่วนแสดงผลโดยค่าของค่าอัตราการเล่นของทั้งบุคคล A หรือ B มากกว่า ไดรฟ์มอเตอร์ก็จะทำการหมุนไปตามทิศทางที่ได้โปรแกรมเอาไว้

```
int sw1, sw2, sw3,a;
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  pinMode(7,OUTPUT);                    //ตั้งขา 7 เป็นขาออก
  pinMode(8,OUTPUT);                    //ตั้งขา 8 เป็นขาออก
  pinMode(9,OUTPUT);                    //ตั้งขา 9 เป็นขาออก
  pinMode(2,INPUT);                     //ตั้งขา 2 เป็นขาเข้า
  pinMode(3,INPUT);                     //ตั้งขา 3 เป็นขาเข้า
  Serial.println("Show");               //แสดงผลคำว่า show
     digitalWrite(8,HIGH);              //เขียนขา 8 เป็น high
     digitalWrite(7,LOW);               //เขียนขา 7 เป็น low
     analogWrite(9,100);                //เขียนขา 9 เป็น 100
}
void loop() {
  sw1 = digitalRead(3); //sw1=ขา3      //sw1 = อ่านค่าจากขา3
  sw2 = digitalRead(2); //sw1=ขา2      //sw2 = อ่านค่าจากขา2
  if (sw1 == HIGH) {                    //ถ้า sw 1 เท่ากับ high
    Serial.println("A");                //แสดงค่า A
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    digitalWrite(8,HIGH);                    //เขียนขา 8 เป็น high
    digitalWrite(7,LOW);                     //เขียนขา 7 เป็น low
    analogWrite(9,50);                       // เขียนขา 9 เป็น 50
    //sw1 == LOW;
  }
  if (sw2 == HIGH ) {                        //ถ้า sw2 เท่ากับ high
  Serial.println("B");                       //แสดงค่า B
  digitalWrite(8,LOW);                       //เขียนขา 8 เป็น low
  digitalWrite(7,HIGH);                      //เขียนขา 7 เป็น high
  analogWrite(9,70);                         //เขียนขา 9 เป็น 70
  //sw2 == LOW;
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

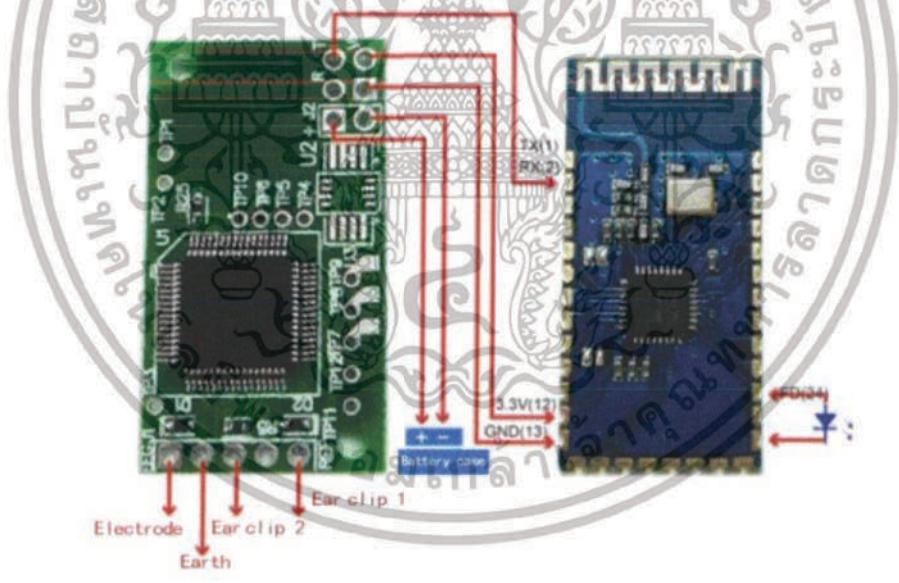
บทที่ 4
ผลการดำเนินงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการวัดสมาธิจากบุคคล 2 คน ที่มีสมาธิหรือ heart rate ที่แตกต่างกัน จะเป็นไปตามขอบเขตของการทำงาน คือ นำ sensor ไปวัดที่นิ้วระหว่าง 2 คน นำค่าที่ได้ออกมาไปประมวลผลใน microcontroller และส่งค่าไปยัง ส่วนแสดงผล Magnetic โดยมีขับเป็นตัวบังคับทิศทางในการเปรียบเทียบเป็นไปตามขอบเขตที่กำหนดไว้

4.1 การทำงานและการทดสอบ

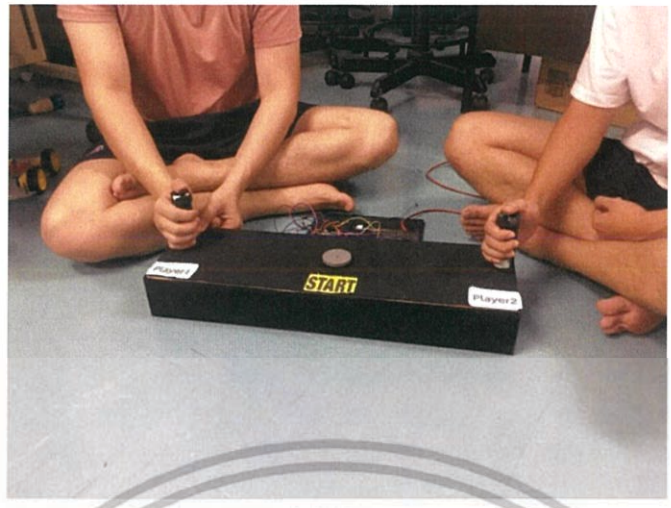
1.) ผลของการทำงาน Sensor และส่วนประมวนผล

เราจะแบ่งผลการทำงานเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนของฮาร์ดแวร์และส่วนของ ซอร์ฟแวร์ ดังต่อไปนี้ส่วนของฮาร์ดแวร์ในการทำโครงงานเครื่องวัดสมาธิการทำงานหลักเป็น 7 ข้อ ดังนี้



รูปที่ 4.1 ส่วนของซอฟแวร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ส่วนของฮาร์ดแวร์

2.) รถที่บังคับทิศทางโดย Dc motor เพื่อขับเคลื่อนทิศทาง
3.) สนามแม่เหล็ก เพื่อให้ลูกเหล็กมีการลอยแบบสมดุล
4.) ตัว Sensor Heart rate
5.) วงจรการทำงาน Arduino Board
6.) วงจรภาคแปลงสัญญาณ Analog เป็นสัญญาณดิจิตอล (A/D Converter)
7.) วงจรภาคประมวลผลและแสดงผล
8.) วงจรภาคแหล่งจ่ายไฟ (Power Supply)

4.2 ส่วนของซอร์ฟแวร์

แบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วนหลัก ๆ คือ

4.2.1 รับค่าจาก Sensor

จะรับค่าเมื่อทำการวัดจากบุคคลทั้ง 2 แล้วส่งค่าไปประมวลผลต่อ

4.2.2 ประมวณผลการทำงาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์จะประมวลผลของค่าที่ได้รับมาเพื่อส่งไปยังส่วนแสดงผลในการตัดสินว่าบุคคลใดเป็นผู้ที่มีสมาธิมากกว่านั้นเอง

4.3 ผลการทดสอบของการวัดค่า

การทดสอบผลของโครงงาน จะแบ่งการทดสอบออกเป็น 3 ด้าน คือ ความเสถียรของค่าที่จากเซนเซอร์แต่ละตัวและการทดสอบค่าความผิดพลาดของเครื่องวัด สอบเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนอัตราการเต้นของหัวใจเมื่ออยู่ในสภาวะที่แตกต่างกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 สัญญาณที่ได้จาก Sensor แสดงผลโดย Arduino

โดยจะป้อนสัญญาณอินพุต (Input) คือ แสงอินฟราเรดแล้ววัดสัญญาณที่โฟโตไดโอดสามารถจับได้เพื่อทดสอบว่าเป็นไปตามทฤษฎีหรือเป็นไปตามการทดลอง จากนั้นทดลองใส่นิ้วมือลงไปกั้นระหว่างตัวกำเนิดแสงอินฟราเรดและโฟโตไดโอดเพื่อทดสอบความ เป็นไปได้ในการวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ

รูปที่ 4.3 Sensor Heart rate

แสงสีเขียวจากตัวเซนเซอร์เป็นชนิดโฟโตเซนเซอร์หรือเซนเซอร์แสง เมื่อมีการตรวจจับค่าและมีการทำงานจะแสดงค่าแบบ Real time โดยนับตลอดเวลาจนกว่าจะทำการหยุดวัด

4.3.2 ค่าความผิดพลาดของ Sensor ที่วัดได้

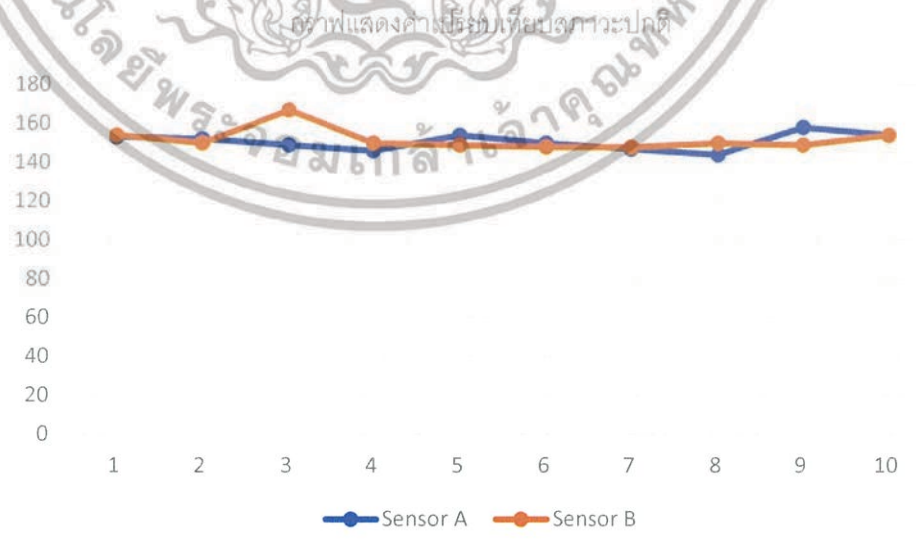
ในตัวชุดอุปกรณ์ของ Sensor นั้นจะมีค่าความผิดพลาดอยู่เราจึงต้องทำการวัดเพื่อเทียบค่าความผิดพลาดว่าเป็นกี่เปอร์เซนต์ของการตรวจจับโดยเราจะทำสถิติขึ้นมา เพื่อใช้ในการอ้างอิงความผิดพลาดดังข้อมูลดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.1 ตารางเปรียบเทียบขณะปกติ

จำนวนการวัด	ค่าอ้างอิง		ชนิดของ Sensor	
	Sensor A	Sensor B	Sensor A	Sensor B
ครั้งที่ 1	80	80	79	80
ครั้งที่ 2	80	80	78	79
ครั้งที่ 3	80	80	75	78
ครั้งที่ 4	80	80	82	82
ครั้งที่ 5	80	80	81	81
ครั้งที่ 6	80	80	78	80
ครั้งที่ 7	80	80	79	78
ครั้งที่ 8	80	80	80	79
ครั้งที่ 9	80	80	80	80
ครั้งที่ 10	80	80	81	79
Error (%)			0.88	0.50

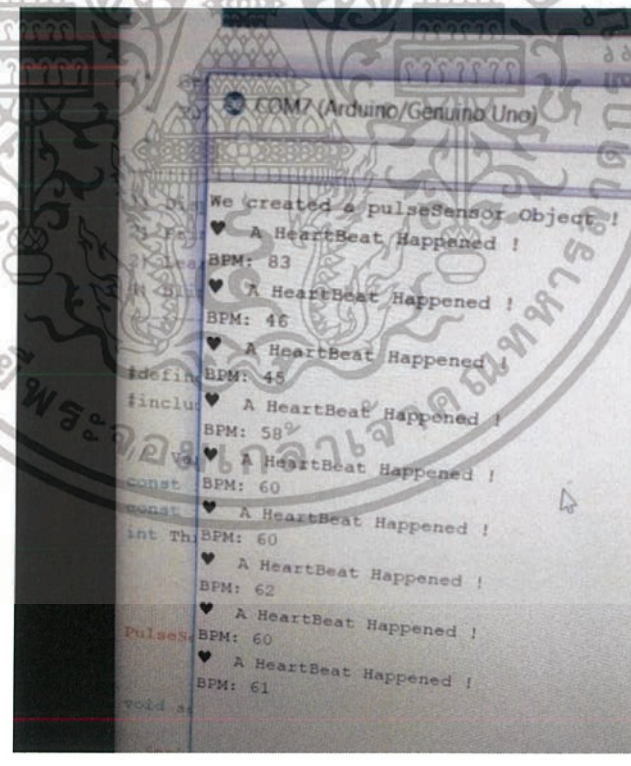
จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าค่าในตารางแสดงให้เห็นว่ามีค่าอัตราการเต้นของ หัวใจมีค่าที่อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับค่าอ้างอิงและค่าอ้างอิงนี้คือค่ามาตราฐานอัตราการเต้นของหัวใจ ที่อยู่ในสภาวะปกติซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแล้วมีค่าไม่เกิน 1% ซึ่งเป็นที่น่ายอมรับได้ ตารางแสดงให้เห็นถึงค่าความผิดพลาดของอัตราการเต้นของหัวใจเท่านั้นแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบสภาวะปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.4 วัด Heart rate จากพระภิกษุ



รูปที่ 4.5 แสดงค่า Heart rate ของพระภิกษุ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

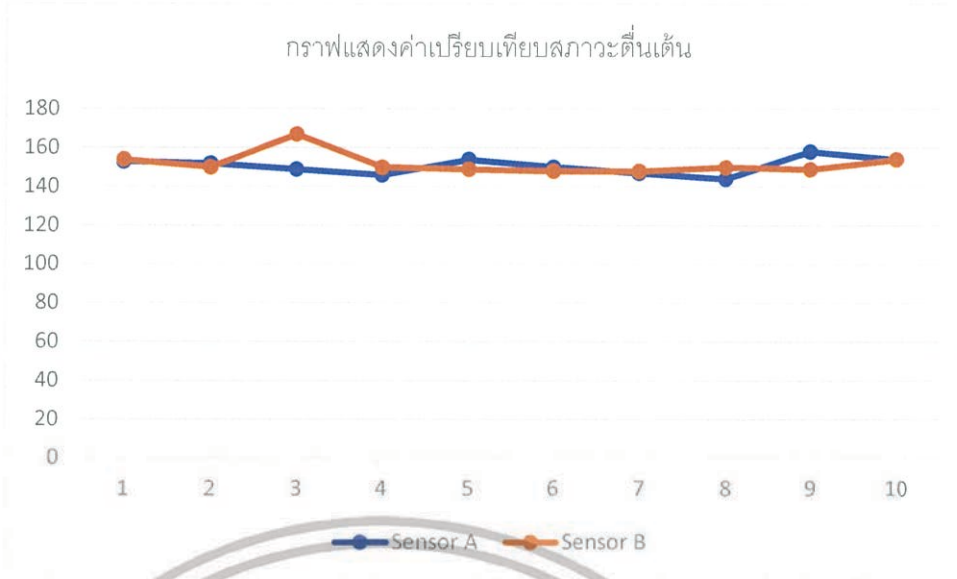
ทำการเปรียบเทียบสถิติอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละกิจกรรมได้ผลตามตารางดังต่อไปนี้ ตามลำดับและจะใช้จุดอ้างอิงอัตราการเต้นของหัวใจในแต่ละสภาวะที่ทำการทดสอบซึ่งจุดอ้างอิงจะนำมาจากมาตราฐานเพื่อดูค่าความผิดพลาดเท่านั้น

ตารางที่ 4.2 ตารางเปรียบเทียบสภาวะตื่นเต้น

จำนวนการวัด	ค่าอ้างอิง		ชนิดของ Sensor	
	Sensor A	Sensor B	Sensor A	Sensor B
ครั้งที่ 1	130	130	129	128
ครั้งที่ 2	130	130	128	129
ครั้งที่ 3	130	130	131	130
ครั้งที่ 4	130	130	132	130
ครั้งที่ 5	130	130	130	131
ครั้งที่ 6	130	130	130	132
ครั้งที่ 7	130	130	129	131
ครั้งที่ 8	130	130	127	131
ครั้งที่ 9	130	130	128	129
ครั้งที่ 10	130	130	132	128
Error (%)			0.31	0.08

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าค่าในตารางแสดงให้เห็นว่ามีค่าอัตราการเต้น ของหัวใจมีค่าที่อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับค่าอ้างอิงและค่าอ้างอิงนี้คือค่ามาตราฐานอัตราการเต้นของหัวใจ ขณะที่มีความตื่นเต้นซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแล้วมีค่าไม่เกิน 0.31% ของsensor A และ 0.08 ของ sensor B ซึ่งเป็นที่น่ายอมรับได้ ตารางแสดงให้เห็นถึงค่าความผิดพลาดของอัตราการเต้นของหัวใจเท่านั้นแสดงดังรูปที่ 4.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบสภาวะตื่นเต้น

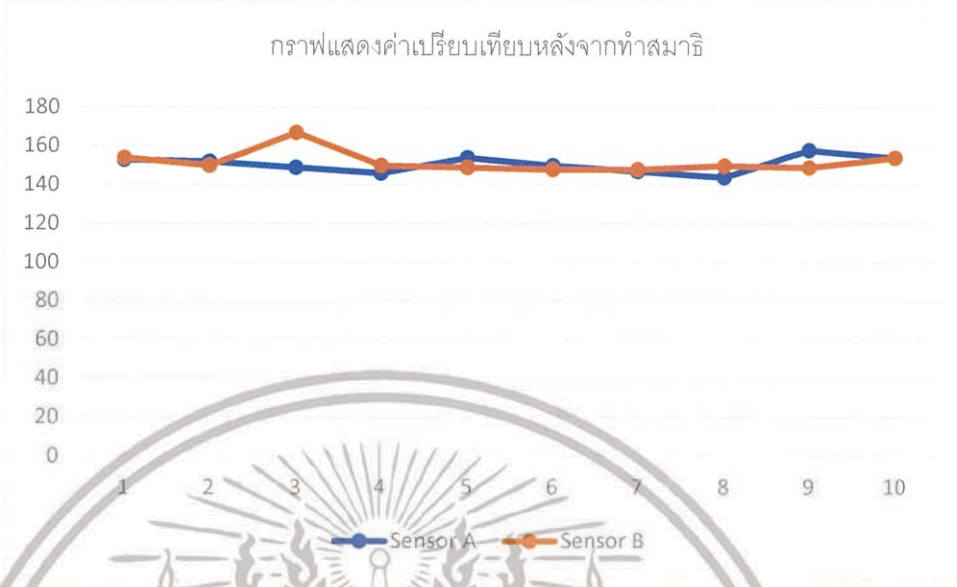
ตารางที่ 4.3 ตารางเปรียบเทียบหลังจากทำสมาธิ

จำนวนการวัด	ค่าอ้างอิง		ชนิดของ Sensor	
	Sensor A	Sensor B	Sensor A	Sensor B
ครั้งที่ 1	70	70	69	71
ครั้งที่ 2	70	70	68	70
ครั้งที่ 3	70	70	71	70
ครั้งที่ 4	70	70	70	69
ครั้งที่ 5	70	70	68	68
ครั้งที่ 6	70	70	68	72
ครั้งที่ 7	70	70	70	69
ครั้งที่ 8	70	70	72	69
ครั้งที่ 9	70	70	71	68
ครั้งที่ 10	70	70	72	71
Error (%)			0.14	0.43

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าค่าในตารางแสดงให้เห็นว่ามีค่าอัตราการเต้น ของหัวใจมีค่าที่อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับค่าอ้างอิงและค่าอ้างอิงนี้คือค่ามาตราฐานอัตราการเต้นของ หัวใจหลังจากการทำสมาธิซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแล้วมีค่าไม่เกิน 0.14% ของsensor A และ 0.43% ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

sensor B ซึ่งเป็นที่น่ายอมรับได้ ตารางแสดงให้เห็นถึงค่าความผิดพลาดของอัตราการเต้นของหัวใจ แสดงดังรูปที่ 4.8



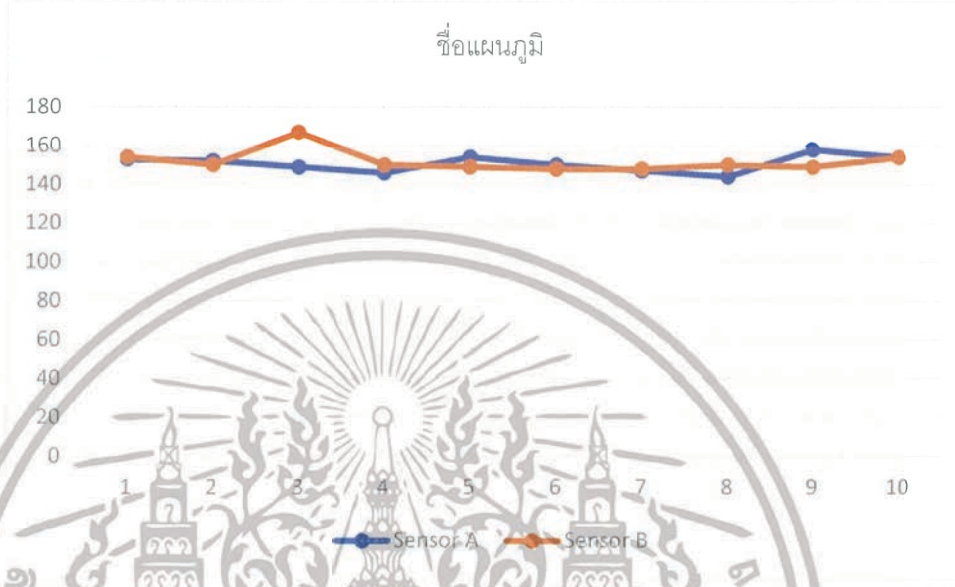
รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบหลังจากทำสมาธิ

ตารางที่ 4.4 ตารางเปรียบเทียบหลังจากวิ่ง

จำนวนการวัด	ค่าอ้างอิง		ชนิดของ Sensor	
	Sensor A	Sensor B	Sensor A	Sensor B
ครั้งที่ 1	150	150	153	154
ครั้งที่ 2	150	150	152	150
ครั้งที่ 3	150	150	149	167
ครั้งที่ 4	150	150	146	150
ครั้งที่ 5	150	150	154	149
ครั้งที่ 6	150	150	150	148
ครั้งที่ 7	150	150	147	148
ครั้งที่ 8	150	150	144	150
ครั้งที่ 9	150	150	158	149
ครั้งที่ 10	150	150	154	154
Error (%)			1.17	1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าค่าในตารางแสดงให้เห็นว่ามีค่าอัตราการเต้นของหัวใจมีค่าที่อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับค่าอ้างอิงและค่าอ้างอิงนี้คือค่ามาตราฐานอัตราการเต้นของหัวใจหลัง จากการวิ่ง ซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแล้วมีค่าเกิน 1% ของsensor A และ 1% ของsensor B ซึ่งยอดรับได้แต่ไม่ควรเกิน 1% ตารางแสดงให้เห็นถึงค่าความผิดพลาดของอัตราการเต้นของหัวใจดแสดงดังรูปที่ 4.9



รูปที่ 4.9 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบหลังจากวิ่ง

ตารางที่ 4.5 ตารางเปรียบเทียบหลังจากดูหนังผู้ใหญ่

จำนวนการวัด	ค่าอ้างอิง		ชนิดของ Sensor	
	Sensor A	Sensor B	Sensor A	Sensor B
ครั้งที่ 1	120	120	119	118
ครั้งที่ 2	120	120	120	117
ครั้งที่ 3	120	120	124	120
ครั้งที่ 4	120	120	118	121
ครั้งที่ 5	120	120	117	122
ครั้งที่ 6	120	120	120	119
ครั้งที่ 7	120	120	121	117
ครั้งที่ 8	120	120	122	120
ครั้งที่ 9	120	120	123	121
ครั้งที่ 10	120	120	119	117
Error (%)			0.25	0.67

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดสอบจะเห็นได้ว่าค่าในตารางแสดงให้เห็นว่ามีค่า อัตราการเต้นของหัวใจมีค่าที่อยู่ในช่วงที่ใกล้เคียงกับค่าอ้างอิงและค่าอ้างอิงนี้คือค่ามาตราฐาน อัตราการเต้นของหัวใจหลังจากการวิ่ง ซึ่งเมื่อคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดแล้วมีค่าไม่เกิน 0.25% ของsensor A และ 0.67% ของ sensor B ซึ่งยอดรับได้ ตารางแสดงให้เห็นถึงค่าความผิดพลาดของอัตราการเต้นของหัวใจแสดงดังรูปที่ 4.8

รูปที่ 4.8 กราฟแสดงค่าเปรียบเทียบดูหนังผู้ใหญ่

จากการทดลองอัตราการเต้นของหัวใจนั้นจะมีค่าที่แตกต่างกันออกไปในกิจกรรมต่างๆ โดยเมื่อได้ค่าจาก Sensor ที่รับค่ามาแล้วจะสั่งการให้ตัวแสดงผลที่เป็นแม่เหล็กนั้นเคลื่อนที่ไปยังฝั่งบุคคลที่ทำการทดลองมีอัตราการเต้นของตัวใจที่นิ่งและมีค่าน้อยกว่าเป็นฝั่งผู้ชนะ เมื่อดูความผิดพลาดของค่าที่รับมาจากเซนเซอร์แล้วเป็นค่าที่ยอมรับได้แสดงว่าค่างอ้างอิงและอุปกรณ์นั้น สามารถใช้งานได้จริงโดยส่วนแสดงผลที่เคลื่อนที่ไปยังฝั่งผู้ชนะมีสมาธิมากกว่าและอัตราการเต้นของหัวใจมั่นคงกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดสอบความแปรปรวน

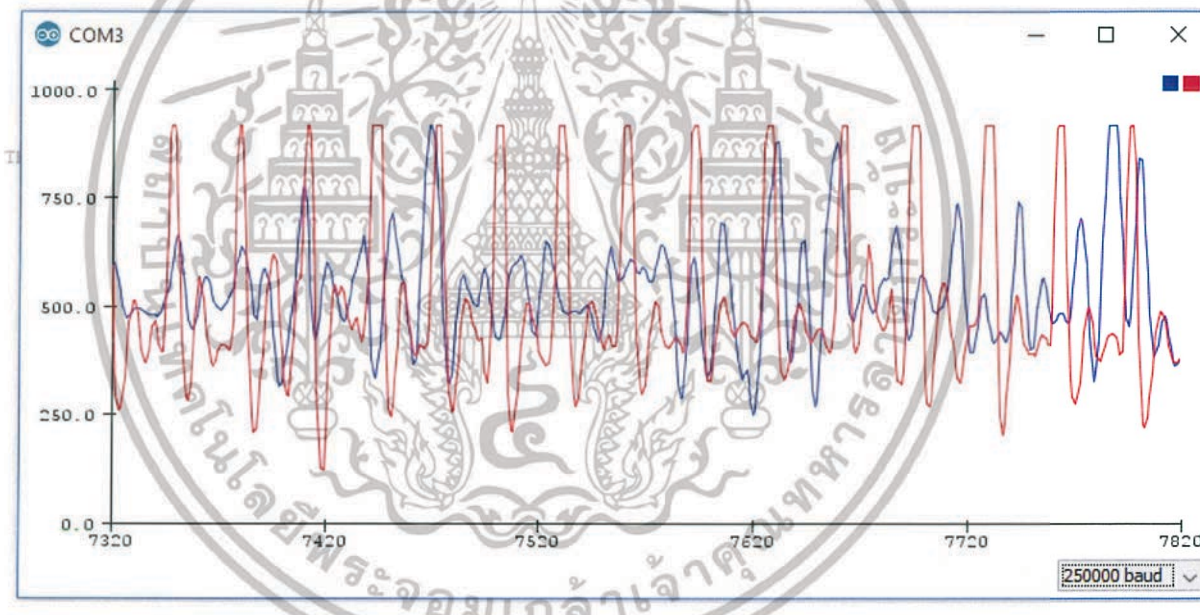
จากการวัดเซนเซอร์ระหว่าง 2 ชนิดนั้น จะเห็นได้ว่าเนื่องจากค่ามีความแกว่งของสัญญาณเราจะนำไปคำนวณเข้าสูตรความแปรปรวน คือ สมการดังต่อไปนี้

$$SD^2 = \frac{\sum_{i=0}^{n}(Xi - \mu)}{N}$$

เมื่อ μ คือ ค่าเฉลี่ย

N คือจำนวนทั้งหมด

เราจะนำค่าความแปรปรวนนั้นมาคำนวณคิดเพื่อให้เกิดความคงที่ของสัญญาณ เราจะได้ค่าคงที่เพื่อนำไปใช้งานในการบังคับทิศทางของส่วนแสดงผลต่อไปถ้านำมา ไปแสดงเป็นกราฟจะได้รูปกราฟดังต่อไปนี้

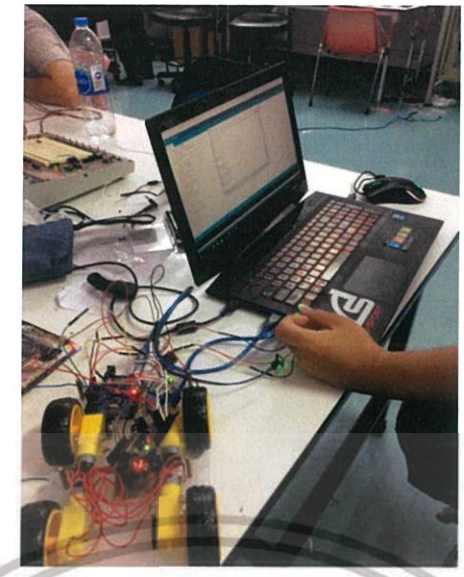


รูปที่ 4.11 กราฟแสดงสัญญาณของความแปรปรวนของคลื่นหัวใจ

4.3 ผลการทดลองของส่วนแสดงผล

ในส่วนของแสดงผลนั้นรับค่ามาจาก Sensor ที่ตรวจจับสัญญาแล้วนำมาประมาณผลเพื่อส่งค่าออกไปยังลูกเหล็กไฟฟ้า เพื่อแสดงถึงผู้ชนะโดยบังคับทิศทางโดยรถที่เราสร้างขึ้นมาในส่วนของตัวรถจะมีความผิดพลาดของสายไฟที่ต่อไปยังบอร์ด Arduino ในระหว่างการทำงานอาจจะมีความผิดพลาดของส่วนรับค่าและส่วนของสายไฟ เราจะกล่าวถึงการบังคับทิศทางก่อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 ตัวรถบังคับทิศทาง

บอร์ด Arduino ที่รับค่าจากเซนเซอร์มาแล้วจะประมวณผลเมื่อค่าความแปรปรวนของเซนซอร์ตัวไหนมากกว่าจะสั่งให้รถวิ่งไปทางที่เซนเซอร์มีความแปรปรวนน้อยกว่าเมื่อรถเคลื่อนที่ไปยังฝั่งที่ชนะเราจะโชว์โดยให้เห็นผ่านตัวคลื่นแม่เหล็กที่ลอยอยู่ในสภาวะสมดุล

รูปที่ 4.13 การแสดงผลของการโชว์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.14 ตัวแสดงผลชนิดแม่เหล็กเหนี่ยวนำ

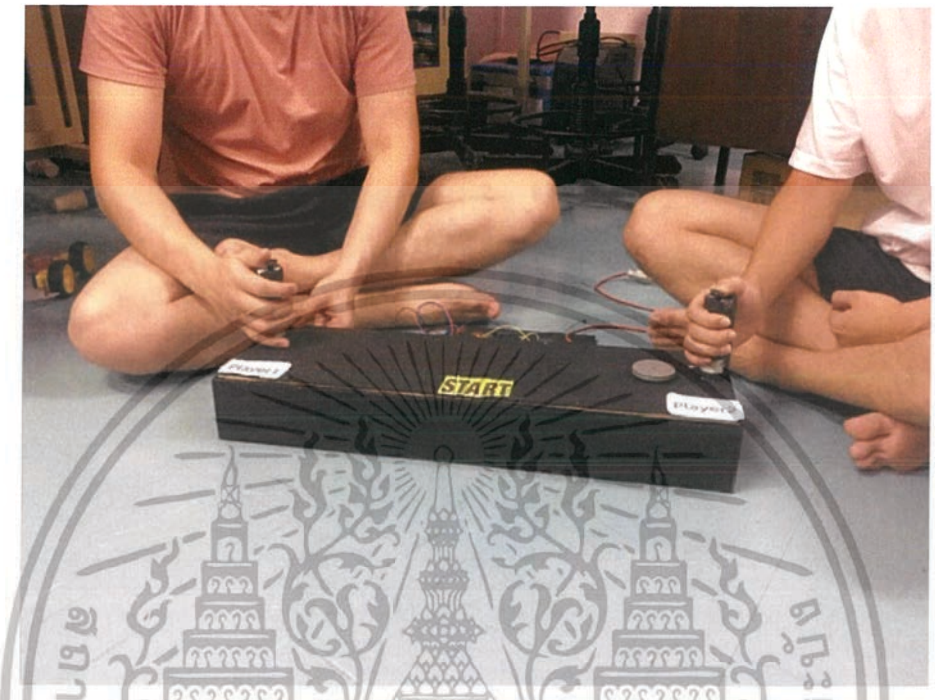
สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าการทำงานจะเริ่มจากการรับค่า Sensor แล้วประมวนผลโดย Arduino เมื่อทำการประมวลผลเสร็จสิ้นจะเข้าสมการความแปรปรวนเพื่อให้เกิดความคงที่ของสัญญาณที่เป็น real time จากนั้นจะนำค่าที่รับมาได้นั้นไปส่งให้ตัวรถบังคับทิศทางเคลื่อนที่ไปตามค่าได้มาโดยมีตัวแม่เหล็กลอยอยู่ด้านบนดังรูปที่ 4.15

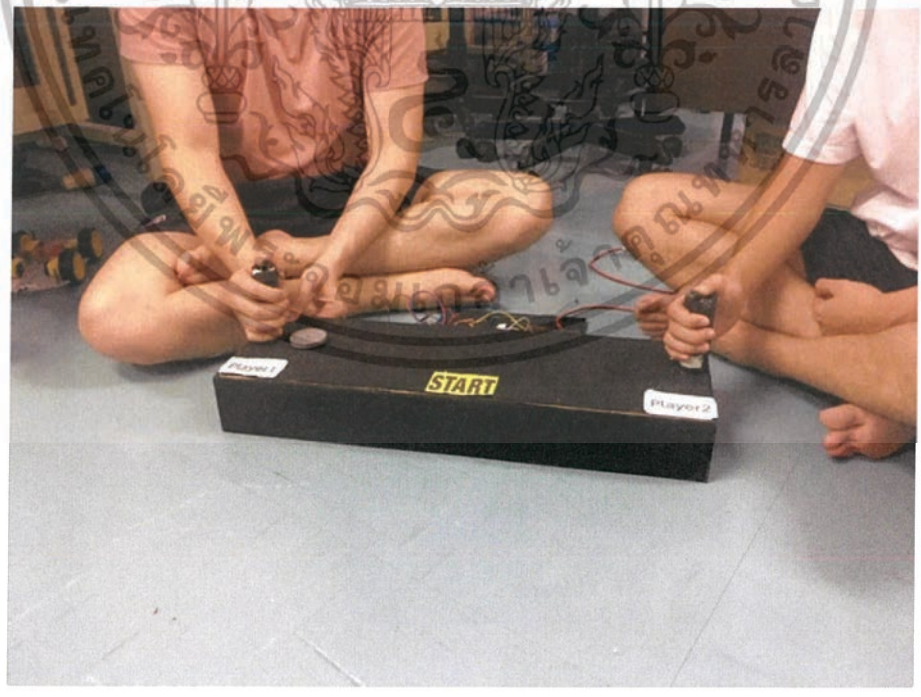
รูปที่ 4.15 รูปครบการทำงานของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าเป็นรูปการณ์ทำงานของเครื่องแข่งขันการปฏิบัติสมาธิเมื่อก่อนทำการแข่งขันตัวแม่เหล็กจะอยู่ตรงกลางของกล่องเมื่อทำการแข่งขันฝั่งไหนที่กำหนดสมาธิ และมีอันตราการเต้นของหัวใจน้อยกว่าตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งการทำงานให้ตัวแม่เหล็กเคลื่อนที่ ไปยังคนที่สมาธิมากกว่า



รูปที่ 4.16 ผู้เล่นฝั่งขวามีสมาธิและอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กว่า



รูปที่ 4..17 ผู้เล่นฝั่งซ้ายมีสมาธิและอัตราการเต้นของหัวใจคงที่กว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลโครงงาน

โครงงานนี้ได้นำเสนอเครื่องวัดสมาธิโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino เป็นตัวประเมินผลและแสดงผล หลักการทำงานของเครื่องวัดสมาธินั้นจะใช้การวัดอัตราการเต้นของหัวใจเพราะอัตราการเต้นหัวใจของผู้มีสมาธิจะมีความแปรปรวนของอัตราการเต้นที่น้อย จากการทดลองในช่วงแรกเราใช้เซนเซอร์ที่ใช้วัดคลื่นสมองโดยใช้เป็น (EEG : Electroencephalogram) โดยวัดความถี่และความต่างศักย์ของคลื่นสมองแต่เนื่องจากความเสถียรภาพของการทำงานไม่สามารถทำงานร่วมกับบอร์ด Arduino และการตอบสนองความเสถียรภาพไม่ดีจึงเปลี่ยนเป็นเซนเซอร์ ที่ใช้วัดเป็นการวัดชีพจรคือการทำงานในช่วงที่ 2 นำเซนเซอร์ที่วัดอัตราการเต้นของหัวใจมาเปรียบกันค่าที่ได้นั้นเป็นค่าตามเวลาจริง เราจึงนำมาคำนวณค่าความแปรปวนและนำมาเปรียบเทียบกันได้เป็นจำนวน 3 ค่าเพื่อนำไปใช้ในการแสดงผลส่วนของบอร์ด Arduino ซึ่งในคนปกติทั่วไปจะมีค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจที่มากกว่าคนมีสมาธิ ซึ่งอัตราการดันของหัวใจของบุคคลนั้น ๆ จะมีค่าอัตราความแปรปรวนของการเต้นของหัวใจที่ลดลงตามที่เห็นได้จากตารางการทดลองเราจะเห็นว่า ด้วยเหตุนี้เราจึงเลือกเปรียบเทียบค่าความแปรปรวนของอัตราการเต้นของหัวใจนำมาเป็นตัวประมวลผล ในการวัดสมาธิของแต่ละบุดคล เราจึงสร้างอุปกรณ์ที่ใช้วัดอัตราการดันของหัวใจขึ้นโดยใช้เซนเซอร์ที่ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจจะให้มีการจับที่ปลายนิ้วและนำมาแสดงผลออกเป็น 3 ส่วนดังต่อไปนี้

1.) แสดงผลผ่านการทำงาน Arduino และโชว์ผลลัพธ์ผ่านตัวแม่เหล็กไฟฟ้า

2.) แสดงผลผ่าน แม่เหล็กไฟฟ้าจะลอยไปยังฝั่งผู้ที่มีสมาธิมากกว่า

3.) แสดงผลและเก็บคำการทดสอบผ่านพอร์ตสื่อสารซึ่งจะทำการเต็มค่าความถี่วินาที โดยทำการแบ่งการทดสอบเป็น เก็บค่าความแปรปรวนทีละ 3 วินาที

ในการทดลองได้ทำการทดลองกับบุคคลที่มีความตื่นเต้นจะพบว่ากราฟที่โชว์หรือแสดงผลนั้นมีความถี่ที่สูงขึ้นและมีค่าความแปรปรวนมากยิ่งค่าความแปรปรวนมากจะจะยิ่งมีสมาธิที่น้อยกับบุคลลที่นั่งสมาธิมาก่อนแล้วนำมาวัดกราฟมีความเสถียรและนิ่งค่าที่ได้แตกต่างกันมากและตัวแสดงผลที่เป็นแม่เหล็กของเราเคลื่อนที่ไปยังฝั่งคนที่นั่งสมาธิมาก่อน แต่เซนเซอร์ ก็จะมีความหน่วงและความผิดพลาดของตัวมันเองอยู่แต่ค่าที่ได้นั้นจะมีความผิดพลาดอยู่ในตัวอุปกรณ์เองต้องจัดตำแหน่งให้ถูกต้องเพื่อให้เกิดค่าความคลาดเคลื่อนได้น้อยที่สุด แต่เนื่องจากต้องเปรียบเทียบค่าระหว่างคน 2 คนจึงต้องทำสถิติขึ้นมาเพื่อดูความผิดพลาดว่ามีความแตกต่างกันของบุคคลแต่ละคน เมื่อทำสมาธิมาก่อนกับบุคคลที่ไม่ได้ทำสมาธิมาก่อนจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มีกราฟที่มีความชันมากกว่า แสดงให้เห็นได้ว่า มีสมาธิน้อยกว่านั้นหมายถึงเมื่อเรามีสมาธิจะมีกราฟที่เสถียรมากกว่าและมีความสม่ำเสมออย่างเห็นได้ชัด

เราจะแบ่งการทำงานเป็น 3 แบบดังต่อไปนี้

1.) แสดงผลค่าที่ได้ออกจาก microcontroller Arduino และนำค่าที่ได้ออกมานั้นเปรียบเทียบทั้ง 2 คน เป็นตัวเลขเพื่อให้ความแตกต่างระหว่างผู้ทำการทดสอบ

2.) แสดงผลให้เป็นความแตกต่างผ่าน Magnetic สมดุลแม่เหล็ก จะมีลูกเหล็กลอยอยู่กลางอากาศโดยแรงแม่เหล็กจะมีความสมดุลกันทั้ง 4 ด้านคือ ผลัก ดูด ผลัก ดูด เมื่อผู้ที่มีความแปรปรวนอัตราการเต้นน้อย ลูกแม่เหล็กที่ลอยอยู่จะเลื่อนไปยังผู้ที่มีสมาธิมากกว่า

3.) แสดงผลและเก็บค่าการทดสอบ Sensor ซึ่งจะทำการเก็บค่า ทุก ๆ 3 วินาที โดยทำการแบ่งนำผลที่ได้จากการทดลองนำมาพล็อตกราฟเพื่อนำไปเปรียบเทียบกับผลการที่นำมาอ้างอิงข้างต้น

ในการทดลองมีการนำเซนเซอร์ตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจตรวจจับการเต้นของหัวใจและทำการทดลองจับอัตราการเต้นของหัวในในกิริยาต่าง ๆ ผลการทดลองเบื้องต้นเป็นที่น่าพอใจโดยมีค่าความคลามเคลื่อนเพียงเล็กน้อยซึ่งเกิดจากนิ้วมือที่มีสัมผัสกับเซนเซอร์การแกว่งของสัญญานทำให้การตรวจจับความคลาดเคลื่อน Sensor Heart rate

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1.) ในส่วนของเซนเซอร์ที่ใช้วัดถ้ามีเหงื่อบนนิ้วมือและขนาดของนิ้วมือซึ่งจะส่งผลต่อการวัดเพราะว่าถ้าบุคคลมีนิ้วใหญ่หรือเล็กจะทำให้ระดับของสัญญาณ DC สูงมาก ซึ่งส่งผลให้สัญญาณที่เกิดขึ้นนั้นไม่สามารถวัดได้ อย่างไรก็ตามสามารถแก้ปัญหาได้โดยการปรับอัตราขยายแรงดันให้อยู่ในค่าต่ำประมาณ 1-2V และนำตัวเก็บประจุมาต่ออนุกรมเพื่อตัดสัญญาณ DC ทิ้งไป

2.) สัญญาณที่นำไปหาค่าก่อนเข้าวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อคเป็นดิจิตอล จำเป็นต้องเป็นสัญญาณที่มีความเสถียร และค่าที่ได้ควรมีออฟเซ็ตให้น้อยที่สุดเนื่องจากสัญญาณที่จะนำไปคำนวณหาค่านั้นจะต้องใช้สัญญาณไฟตรงด้วยโดยสามารถแก้ปัญหาด้วยการเขียนโปรแกรมให้นำค่าที่ได้ในแต่ละค่ามาหาค่าเฉลี่ยและในการทำการวัดต้องให้ผู้วัดอยู่ในท่าทางที่มีสมาธิมากที่สุด

5.2.2 ข้อเสนอแนะ

เพื่อให้โครงการเครื่องมือวัดสมาธิมีการทำงานที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้น ดังนั้นทางผู้จัดทำมีข้อเสนอแนะในการพัฒนาโครงงานต่อไปในอนาคตมีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.) ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีความเสถียรและมีประสิทธิภาพเพื่อให้การทำงานนั้นใช้งานได้ในระยะยาว

2.) ค่าที่ได้นั้นต้องทำการหาค่าความแปรปรวนหรือคำนวณทางคณิตศาสตร์เพื่อให้ใช้งานได้และไม่เกิดความผิดพลาดรวมถึงทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

3.) อาจใช้ sensor วัดคลื่นสมองช่วยในการประมวลผลความมีสมาธิให้มีค่าที่แม่นยำมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] PhysioNet “Exaggerated Heart Rate Oscillation During Two Meditation Techniques” และฐานข้อมูล “The Modern Science of Human Aging” จากเครือข่ายข้อมูลเชิงสรีระ PhysioNet(http://physionet.org/) (สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2562)

[2] วรมนต์ ตรีพรหม , “สัญญาณชีพ” , กรุงเทพฯ : โอเดียนสโตร์ , 2537 (สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2562)

[3] Pulse Sensor (https://components101.com/sensors/pulse-sensor) (สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2562)

[4] Pulse Sensor (https://www.elprocus.com/heartbeat-sensor-working-application/) (สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2562)

[5] การพยาบาลสุขภาพและจิตเวช อ.โกสุม เศรษฐวงศ์ , ผศ.ปาหนัน , บุญหลง , อ.พิจิตรา ชัยสิงห์ประสาท (สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2562)

[6] โครงสร้างของบอร์ด Arduino (http://dd4toew.blogspot.com/2017/05/arduino-uno-r3.html) (สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2562)

[7] การทำงานและชนิดของมอเตอร์ (https://sites.google.com/site/newsay02/mxtexr-krasaetrng) (สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2562)

[8] Magnetic levitation (https://en.wikipedia.org/wiki/Magnetic_levitation) (สืบค้นเมื่อ 19 มิ.ย. 2562)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โปรแกรมที่ใช้ในปริญญานิพนธ์

ในบทนี้จะอธิบายถึงส่วนของโปรแกรมที่ใช้ในการรับค่ามาประมวลผลและแสดงผลไปยังส่วนแสดงผลโดยเป็นการสั่งการควบคุมผ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านสาย USB ที่เชื่อมต่อไปยังคอมพิวเตอร์

ก.1 โปรแกรมควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านคอมพิวเตอร์

รูปที่ ก.1 โปรแกรม ARDUINO IDE

โปรแกรมสั่งงานที่ใช้ติดต่อระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ในปริญญานิพนธ์นี้ได้เลือกใช้โปรแกรม ARDUINO IDE ในการพัฒนาโปรแกรมเพื่อรับค่าเป้าหมายจากเซนเซอร์ คำนวณค่าที่ได้มา รวมถึงส่งค่าที่ได้จากการคำนวนออกไปบังคับส่วนแสดงผลที่แสดงระดับสมาธิเปรียบเทียบกันของคนสองคน โดยเป็นการทำงานสองส่วนดังนี้

1. ส่วนรับค่าที่ได้และส่วนคำนวณค่าความแปรปรวน
2. ส่วนที่รับค่าจากการคำนวณและส่วนที่บังคับส่วนแสดงผล

ส่วนที่ 1

```
#define USE_ARDUINO_INTERRUPTS true
#include <PulseSensorPlayground.h>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <Average.h>
Average<float> ave0(100);
Average<float> ave1(100);


const int PULSE_SENSOR_COUNT = 2;
const int PULSE_INPUT0 = A0;
const int PULSE_INPUT1 = A1;
const int THRESHOLD = 550;
int minat = 0;
int swrs;
PulseSensorPlayground pulseSensor(2);
void setup() {
  pinMode(10,OUTPUT);
  pinMode(11,OUTPUT);
  pinMode(9,OUTPUT);
  pinMode(2,INPUT);
  Serial.begin(500000);
  pulseSensor.analogInput(PULSE_INPUT0, 0);
  pulseSensor.analogInput(PULSE_INPUT1, 1);
  pulseSensor.setSerial(Serial);
  pulseSensor.setThreshold(THRESHOLD);
  if (pulseSensor.begin()) {
  }
}
void(* resetFunc) (void) = 0;
void loop() {
  int myBPM1 = pulseSensor.getBeatsPerMinute(0);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int myBPM2 = pulseSensor.getBeatsPerMinute(1);
delay(20);
for (int i = 0; i < PULSE_SENSOR_COUNT; ++i){
   if(pulseSensor.sawStartOfBeat(0))
    delay(50);
    Serial.print("BPM1: ");
    Serial.print(myBPM1);
    ave0.push(myBPM1);
      Serial.print(" SD: ");
      Serial.println(ave0.stddev());
      delay(1000);
  if (pulseSensor.sawStartOfBeat(1))
  delay(50);
      Serial.print("BPM2: ");
      ave1.push(myBPM2);
    Serial.print(myBPM2);
    Serial.print("SD: ");
    Serial.println(ave1.stddev());
    delay (1000);
   if(ave0.stddev()>ave1.stddev())
    {
      Serial.println("A");
      digitalWrite(10,HIGH);
      delay(1500);
      digitalWrite(10,LOW);
     swrs = digitalRead(2);
Serial.println(swrs);
if (swrs == HIGH)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  {
     resetFunc();
  }
      }
      else if(ave0.stddev()<ave1.stddev())
      {
         Serial.println("B");
        digitalWrite(11,HIGH);
        delay(1500);
        digitalWrite(11,LOW);
       swrs = digitalRead(2);
  Serial.println(swrs);
  if (swrs == HIGH)
  {
     resetFunc();
  }
}
}
 }
```

ส่วนที่ 2

```
int sw1, sw2, sw3,a;

void setup() {

  Serial.begin(9600);

  pinMode(7,OUTPUT);

  pinMode(9,OUTPUT);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  pinMode(2,INPUT);
  pinMode(3,INPUT);
  Serial.println("Show");
      digitalWrite(8,HIGH);
      digitalWrite(7,LOW);
      analogWrite(9,100);
}
void loop() {
  sw1 = digitalRead(3);
  sw2 = digitalRead(2);
  if (sw1 == HIGH) {
    Serial.println("A");
      digitalWrite(8,HIGH);
      digitalWrite(7,LOW);
      analogWrite(9,50);
      //sw1 == LOW;
  }
   if (sw2 == HIGH ) {
  Serial.println("B");
  digitalWrite(8,LOW);
  digitalWrite(7,HIGH);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  analogWrite(9,70);
  //sw2 == LOW;
  }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

คู่มือการใช้งานอุปกรณ์ในปริญญานิพนธ์

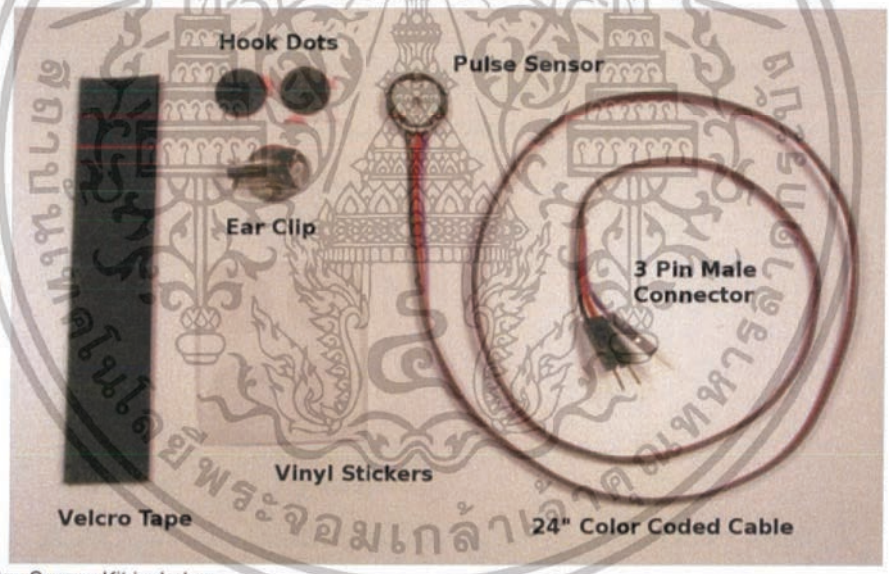
ในส่วนภาคผนวก ข. จะอธิบายในรายละเอียดสำคัญของอุปกรณ์ในส่วนต่าง ๆของเครื่องแข่งขันการทำสมาธิ

ข.1 คู่มือการใช้เซนเซอร์

เป็นคู่มือการใช้เซนเซอร์ PULSE SENSOR SEN-11547 มีข้อมูลดังนี้

Introduction:

Pulse Sensor is a well-designed plug-and-play heart-rate sensor for Arduino. It can be used by students, artists, athletes, makers, and game & mobile developers who want to easily incorporate live heart-rate data into their projects. The sensor clips onto a fingertip or earlobe and plugs right into Arduino with some jumper cables. It also includes an open-source monitoring app that graphs your pulse in real time.



The Pulse Sensor Kit includes:

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) A 24-inch Color-Coded Cable, with (male) header connectors. You'll find this makes it easy to embed the sensor into your project, and connect to an Arduino. No soldering is required.

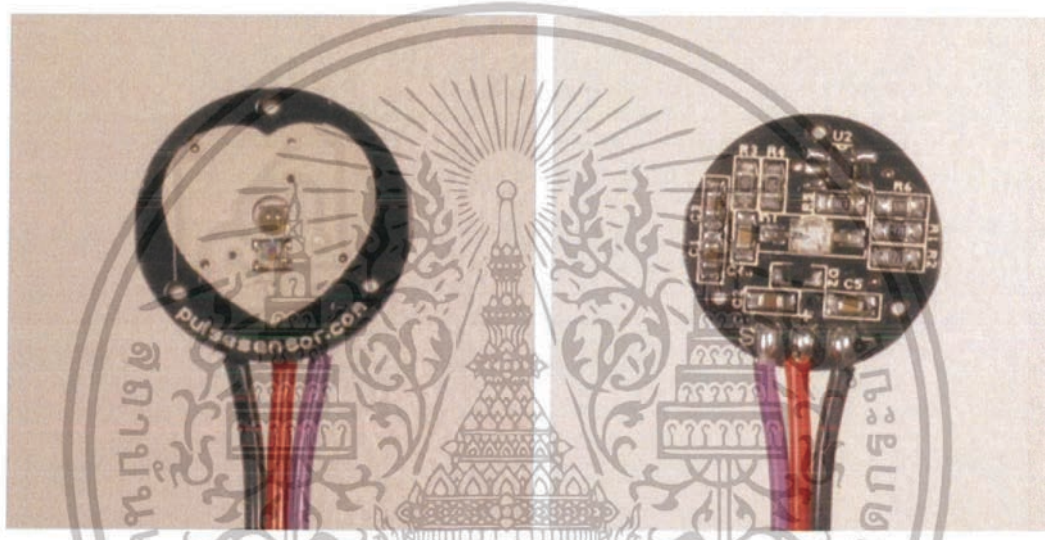
2) An Ear Clip, perfectly sized to the sensor. We searched many places to find just the right clip. It can be hot-glued to the back of the sensor and easily worn on the earlobe.

3) 2 Velcro Dots. These are 'hook' side and are also perfectly sized to the sensor. You'll find these velcro dots very useful if you want to make a velcro (or fabric) strap to wrap around a finger tip.

4) Velcro strap to wrap the Pulse Sensor around your finger.

4) 3 Transparent Stickers. These are used on the front of the Pulse Sensor to protect it from oily fingers and sweaty earlobes.

5) The Pulse Sensor has 3 holes around the outside edge which make it easy to sew it into almost anything.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Let's get started with Pulse Sensor Anatomy

The front of the sensor is the pretty side with the Heart logo. This is the side that makes contact with the skin. On the front you see a small round hole, which is where the LED shines through from the back, and there is also a little square just under the LED. The square is an ambient light sensor, exactly like the one used in cellphones, tablets, and laptops, to adjust the screen brightness in different light conditions. The LED shines light into the fingertip or earlobe, or other capillary tissue, and sensor reads the light that bounces back. The back of the sensor is where the rest of the parts are mounted. We put them there so they would not get in the way of the of the sensor on the front. Even the LED we are using is a reverse mount LED. For more about the circuit functionality, check out the Hardware page.[needs link]

The cable is a 24" flat color coded ribbon cable with 3 male header connectors.

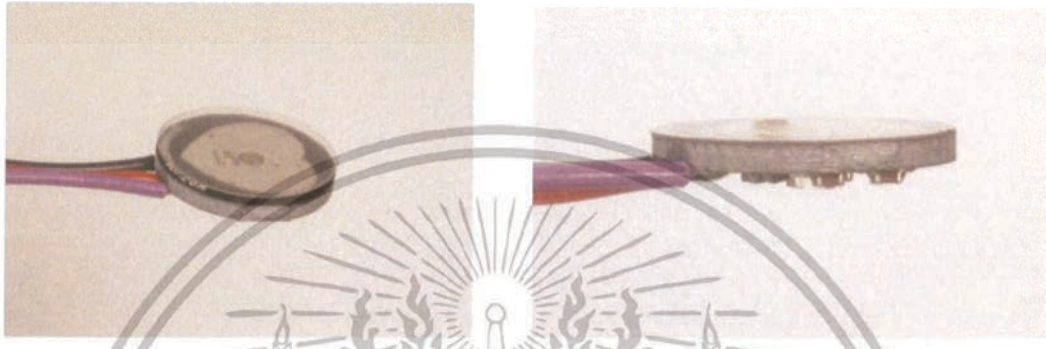
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Pulse Sensor can be connected to arduino, or plugged into a breadboard. Before we get it up and running, we need to protect the exposed circuitry so you can get a reliable heart beat signal.

Preparing the Pulse Sensor

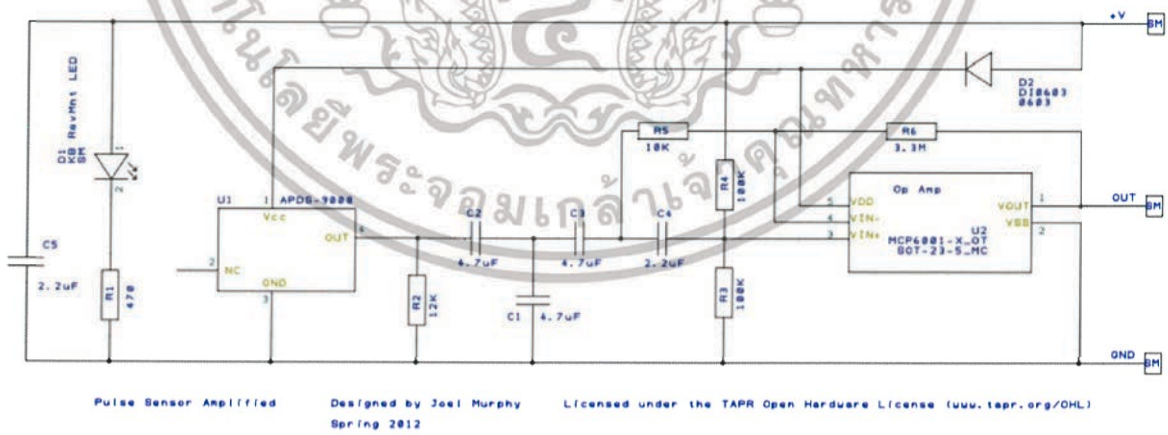
Before you really start using the sensor you want to insulate the board from your (naturally) sweaty/oily fingers. The Pulse Sensor is an exposed circuit board, and if you touch the solder points, you could short the board, or introduce unwanted signal noise. We will use a thin film of vinyl to seal the sensor side. Find the small page of four clear round stickers in your kit, and peel one off. Then center it on the Pulse Sensor. It should fit perfectly.



When you are happy with the way it's lined up, squeeze it onto the face all at once! The sticker (made of vinyl) will kind of stretch over the sensor and give it a nice close fit. If you get a wrinkle, don't worry, just press it down really hard and it should stick. We gave you 4, so you can replace it if necessary.

That takes care of the front side. The vinyl sticker offers very good protection for the underlying circuit, and we rate it 'water resistant', meaning: it can stand to get splashed on, but don't throw it in the pool!

If this is your first time working with Pulse Sensor, you're probably eager to get started, and not sure if you want to use the ear-clip or finger-strap (or other thing). The back of the Pulse Sensor has even more exposed contacts than the front, so you need to make sure that you don't let it touch anything conductive or wet.



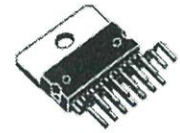
ข.2 คู่มือการใช้ไดรฟ์มอเตอร์

เป็นคู่มือการใช้ไดรฟ์มอเตอร์ L289N มีข้อมูลดังนี้

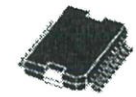
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)



Multiwatt15

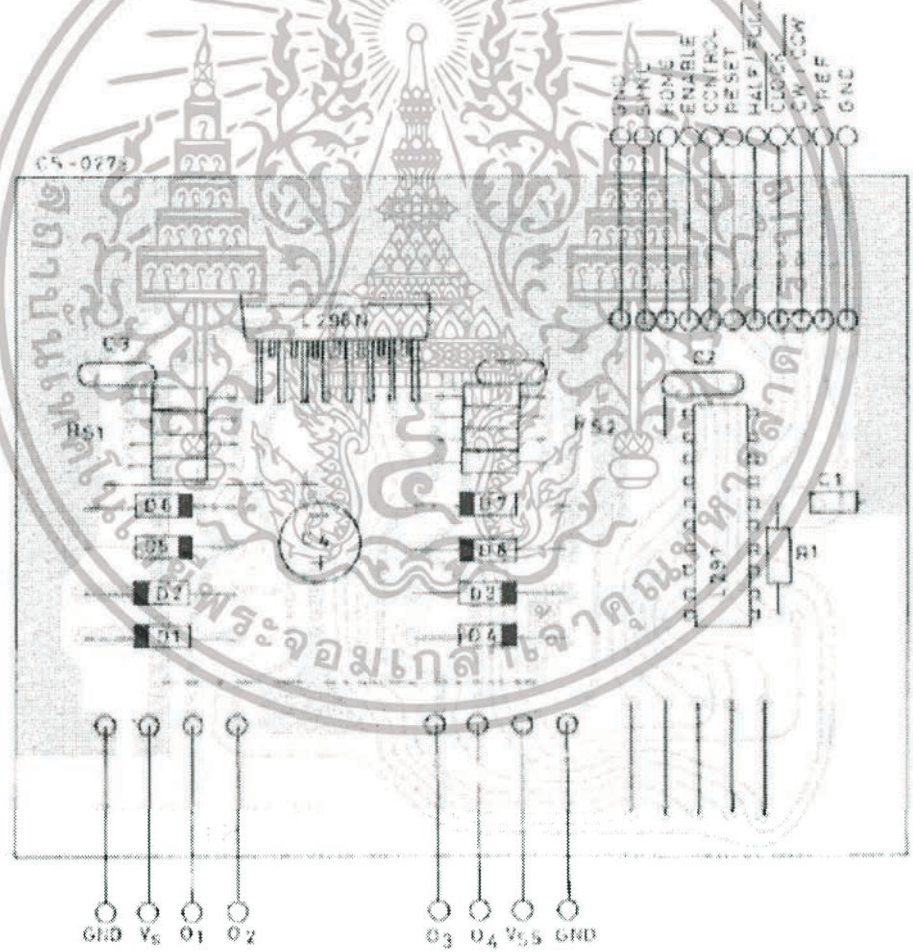


PowerSO20

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

DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two enable inputs are provided to enable or disable the device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the connection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้