ระบบสุขภาพระยะไกล
HEALTH GSM SYSTEM

พัฒน์ที่ แดงอาจ
มารวย ฉัวมั่งมี
วิษณุตร ภูใยบัว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

ระบบสุขภาพระยะไกล
HEALTH GSM SYSTEM

พัฒนันท์ แดงอาจ
มารวย ฉั่วภักดี
วิษณุกร ภูใบบัว

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HEALTH GSM SYSTEM

PATTANAN DANGARCH
MARRUOI CHUAPAKDEE
WISSANUKORN PUBAIBUA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECNOLOGY LADKRABANG
ACADEMIC YEAR 2013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบสุขภาพระยะไกล
HEALTH GSM SYSTEM

นักศึกษาผู้จัดทำ พัฒนันท์ แดงอาจ **รหัสนักศึกษา** 53011102
มารวย ฉั่วภักดี **รหัสนักศึกษา** 53011305
วิษณุกร ภูใบบัว **รหัสนักศึกษา** 53011499

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพาโดยเซ็นเซอร์ จะวัดอัตราการเต้นของหัวใจแล้วส่งค่าออกมาเป็นพัลส์จากนั้นนำค่าที่ได้ส่งมาให้คอนโทรเลอร์ ทำการนับพัลส์ที่ถูกส่งมาจากเซ็นเซอร์เพื่อตีความสัญญาณที่ได้รับ ก่อนจะส่งให้กับส่วนแสดงผลค่าที่วัดได้ผ่านทางหน้าจอ LCD และ GSMโมดูลจะส่งข้อความหาแพทย์หากผู้ป่วยมีอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงจนผิดปกติ เพื่อวิเคราะห์อาการผู้ป่วยทันที และส่งรถพยาบาลมารับได้ทันเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ระบบสุขภาพระยะไกล
HEALTH GSM SYSTEM

นักศึกษาผู้จัดทำ พัฒนันท์ แดงอาจ **รหัสนักศึกษา** 53011102
มารวย ฉั่วภักดี **รหัสนักศึกษา** 53011305
วิษณุกร ภูใบบัว **รหัสนักศึกษา** 53011499

ปีการศึกษา 2556

บทคัดย่อ

โครงงานนี้นำเสนอเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจแบบพกพาโดยเซ็นเซอร์ จะวัดอัตราการเต้นของหัวใจแล้วส่งค่าออกมาเป็นพัลส์จากนั้นนำค่าที่ได้ส่งมาให้คอนโทรเลอร์ ทำการนับพัลส์ที่ถูกส่งมาจากเซ็นเซอร์เพื่อตีความสัญญาณที่ได้รับ ก่อนจะส่งให้กับส่วนแสดงผลค่าที่วัดได้ผ่านทางหน้าจอ LCD และ GSMโมดูลจะส่งข้อความหาแพทย์หากผู้ป่วยมีอัตราการเต้นของหัวใจที่เปลี่ยนแปลงจนผิดปกติ เพื่อวิเคราะห์อาการผู้ป่วยทันที และส่งรถพยาบาลมารับได้ทันเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	HEALTH GSM SYSTEM	
Authors	Ms. Pattanun	Dangarch
	Ms. Marruoi	Chuapakdee
	Mr. Wissanukorn	Pubaibua
Thesis Advisor	Assoc. Prof.Dr. Fusak	Chewasuwit
Year	2013	

ABSTRACT

This project presents the portable heart rate monitor. The measured heart rate values will be sent to the Controller (Arduino UNO) for counting the received pulses that send from the sensor to interpret the received signal, then displays on LCD and GSM module will send the heart rate values to the doctor, if the heart rate is abnormal, the doctor will be analyzed immediately and sends ambulance to take the patient.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เพราะได้รับคำแนะนำจากอาจารย์ฟูศักดิ์ ชีวสุวิทย์ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานครั้งนี้และสนับสนุนค่าใช้จ่ายในบางส่วนการทำ รวมถึงห้องในการทำการทดลอง ผู้จัดทำขอขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างมาก รวมไปถึงพยาบาลที่ห้องพยาบาลที่สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าฯเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ใช้เครื่อง EASYX 800(R) PROFESSIONALในการสอบเทียนค่ากับเซ็นเซอร์เพื่อให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ขอกราบขอบพระคุณพ่อคุณแม่ที่ให้คำปรึกษาเรื่องต่างๆ ออกค่าใช้จ่ายในการทำโครงงานบางส่วน รวมถึงกำลังใจในการทำงานและข้อคิดในการทำงาน

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 วัตถุประสงค์ 1

1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์ 1

1.4 ขั้นตอนการศึกษา 1

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ 1

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 อัตราการเต้นของชีพจร 3

2.1.1 ชีพจร 4

2.1.1.1 บริเวณที่ตรวจจับสัญญาณชีพจรได้ 4

2.1.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อชีพจร 4

2.1.3 กลไกการควบคุมชีพจร 5

2.1.4 สิ่งที่ต้องสังเกตในการจับชีพจร 5

2.1.5 อัตราการเต้นของชีพจรปกติอยู่ในช่วง 5

2.1.6 ภาวะอัตราการเต้นของชีพจรผิดปกติ 5

2.1.7 ปริมาตรแรงชีพจร (Pulse volume) 5

2.1.8 ปริมาตรของชีพจร วัดเป็นระดับ 0 ถึง 4 5

2.1.9 วิธีประเมินชีพจร 6

2.1.9.1 peripheral 6

2.1.9.2 apical 6

2.1.10 การเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ 6

2.1.10.1 สาเหตุของหัวใจเต้นผิดปกติ 7

2.1.10.2 สาเหตุที่คาดว่าอาจจะก่อให้เกิดโรคหัวใจเต้นผิดปกติได้ 7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.1.11 การรักษาโรคหัวใจเต้นผิดปกติ 7
2.1.11.1 หัวใจเต้นช้าผิดปกติ 7
2.1.11.2 หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ 7
2.2 วงจรวัดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ 8
2.2.1 Sensor 8
2.2.1.1 คุณสมบัติ Grove - Heart rate sensor 8
2.2.1.2 การประยุกต์ใช้งาน 9
2.2.1.3 โครงสร้างภายในและสาย 9
2.2.1.4 ข้อควรระวัง 9
2.2.1.5 การติดตั้งและการใช้งาน 10
2.2.2 การทำงานของ Photo Transistor 10
2.2.3 การทำงานของหลอด LED 11
2.3 วงจรที่ประกอบเป็น Heart Rate Sensor 11
2.3.1 วงจรขยายสัญญาณ 11
2.3.2 วงจรกรองความถี่ 13
2.3.2.1 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (Low Pass Filter: LPF) 14
2.3.2.2 วงจรกรองสัญญาณความถี่สูง (HigH Pass Filter: LPF) 15
2.3.3 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ (Comparator Circuit) 16
2.4 ไมโครคอนโทรเลอร์ 16
2.4.1 ประวัติของไมโครคอนโทรเลอร์ 16
2.4.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino 17
2.4.3 พอร์ตต่างๆ ของ Arduino UNO R3 19
2.5 เทคโนโลยี GSM 20
2.5.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบ GSM 20
2.5.2 การรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุในระบบ GSM 21
2.5.3 GSM Module SIM900 21
2.5.4 การติดต่อกับ GSM Module SIM900 22
2.5.5 การใช้พอร์ต Arduino 22
2.6 Sim Card 23
2.6.1 หน้าที่ของซิมการ์ด Sim Card 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

2.6.2 ประเภทของ Sim Card 24
2.6.3 SIM CARD และ GSM Network 24
2.7 LCD 25
2.7.1 ประเภทของ LCD 25
2.7.2 เทคโนโลยี TFT LCD Monitor 25

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน 28
3.1 วิธีการใช้งาน Proteus 7.5 SP3 28
3.2 ออกแบบวงจรปรับแสงของจอLCD 31
3.3 ออกแบบวงจรรวมระหว่างเซ็นเซอร์ คอนโทรเลอร์ GSM Module และตัวต้านทานปรับค่าได้ 32
3.4 การใช้งาน Arduino 32
3.5 วิธีการใช้งาน Heart rate sensor 33
3.6 Flow Chart 35

บทที่ 4 ผลการทดลอง 36
4.1 ผลการทดลอง Heart rate sensor 36
4.2 การทดลอง GSM MODULE 38
4.3 การทดลองเชื่อมต่อHeart Rate Sensor 38
4.4 การทดลองเชื่อมต่อ จอ LCD black write 16*2 38

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ 39
5.1 สรุปผลการทดลอง 39
5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง 39
5.3 ปัญหา อุปสรรค และการแก้ไข 39

บรรณานุกรม 40

ภาคผนวก 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางแสดงการเชื่อมต่อระหว่าง GSM Sim900 กับ กับ Microcontroller 23
4.1 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนของคนที่ 1 36
4.2 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนของคนที่ 2 36
4.3 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนของคนที่ 3 36
4.4 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนของคนที่ 4 36
4.5 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนของคนที่ 5 37
4.6 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนของคนที่ 6 37
4.7 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนของคนที่ 7 37
4.8 ตารางแสดงการเปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนของคนที่ 8 37
4.9 ตารางแสดงการทดลอง GSM MODULE 38
4.10 ตารางแสดงการทดลองเชื่อมต่อ Heart Rate Sensor 38
4.11 ตารางแสดงการทดลองเชื่อมต่อจอ LCD black write 16*2 38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ - **หน้า**

1.1 แสดงขอบเขตการทำงานเซนเซอร์....2
2.1 แสดงบริเวณที่ตรวจจับสัญญาณชีพจรได้....3
2.2 แสดงวงจรวัดอัตราการเต้นของหัวใจ....8
2.3 แสดงGrove - Heart rate sensor....8
2.4 แสดงภาพวงจรของ Sensor....9
2.5 แสดงPhoto Transistor....10
2.6 แสดงส่วนประกอบหลอด LED....11
2.7 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของออปแอมป์....12
2.8 แสดงลักษณะของขาที่ใช้งานของออปแอมป์....12
2.9 แสดงวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (Low Pass Filter: LPF) และกราฟแสดงผลการตอบสนองต่ออัตราขยายเชิงความถี่....14
2.10 แสดงวงจรกรองสัญญาณความถี่สูงอันดับต่างๆ และกราฟแสดงผลการตอบสนองต่ออัตราขยายเชิงความถี่....15
2.10 แสดงวงจรเปรียบเทียบสัญญาณแบบ 2 อินพุท....16
2.12 แสดงภาพ Arduino UNO R3....16
2.13 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง PC กับ Arduino....17
2.14 แสดงการเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload....17
2.15 แสดงการเลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด....18
2.16 แสดงการกด Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม....18
2.17 แสดงภาพอธิบายพอร์ตต่างๆ ของ Arduino UNO R3....19
2.18 แสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของระบบ GSM....20
2.19 แสดงGSM Module SIM900....21
2.20 แสดงพอร์ตการติดต่อกับ GSM Module SIM900....22
2.21 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของ Sim....24
2.22 แสดงStructure of a mobile station in the GSM Network....25
2.23 แสดงการเปลี่ยนทิศของคลื่นแสงจากแนวนอนให้เป็นแนวตั้ง....26
2.24 แสดงการจัดโครงสร้างของผลึกจากเดิมที่วางไว้ตามแนวขนานกับแนวตั้งมาเป็นวางตามแนวขนานกับระนาบ....26
2.25 แสดงความแตกต่างระหว่างแบบ Mono กับแบบ Multi....27
2.26 มุมมองที่ต่างกันของจอ Multi-domainที่ต่างออกไป....27

เอกสารนี้เป็นกรรมสิทธิ์ของ ... ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ... ใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่		หน้า
3.1	แสดงการเปิดโปรแกรม Proteus 7.5 SP3	28
3.2	แสดงการใช้งานโปรแกรม Proteus 7.5 SP3	28
3.3	แสดงการใช้งานโปรแกรม Proteus 7.5 SP3 ลากสายแบบ2D	29
3.4	แสดงภาพจำลองหลัง Begin Routing	29
3.5	ขั้นตอนการจำลอง 2D เป็น 3D	30
3.6	แสดงการใช้งานโปรแกรมลากสายแบบ 3D	30
3.7	แสดงลายวงจรที่ใช้งาน	30
3.8	แสดงวงจรการต่อจอแอลซีดีกับตัวต้านทานปรับค่าได้	31
3.9	แสดงลายวงจรกัดปริ้นของตัวต้านทานปรับค่าได้และจอแอลซีดี	31
3.10	แสดงวงจรรวมของวงจรอัตราการเต้นของหัวใจ	32
3.11	แสดงการเปิดโปรแกรม Arduino	32
3.12	แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรม Arduino	33
3.13	แสดงการ Upload โปรแกรม Arduino	33
3.14	แสดงการใช้งาน heart rate sensor	34
3.15	รูปแสดงค่าชีพจรบนจอ LCD	34
3.16	แสดงการส่งข้อความแจ้งเตือนเมื่อค่าเกินที่กำหนด	34
3.17	แสดงหลักการทำงานของโปรแกรม Arduino	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

เนื่องด้วยว่าปัจจุบันมีเทคโนโลยีมากมายที่นำมาใช้ในวัดอัตราการเต้นของหัวใจแต่ว่าอุปกรณ์เหล่านั้นบางครั้งมีราคาที่แพง ทางผู้จัดทำเห็นว่าอุปกรณ์เหล่านี้สามารถทำขึ้นมาใช้งานเองได้เพื่อวัดอัตราการเต้นของหัวใจอีกทั้งยังประยุกต์ในการส่งให้คนที่อยู่ไกล สามารถรู้ได้ว่าอีกคนหนึ่งมีอัตราการเต้นของหัวใจเท่าไหร่ สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้ในทางการแพทย์ ในกรณีที่ผู้ป่วยอยู่คนเดียวในบ้าน หากเกิดอะไรขึ้นกับผู้ป่วยจะไม่มีใครทราบได้ว่าเป็นอะไร ดังนั้นเครื่องมือชิ้นนี้จะเป็นตัวช่วยติดต่อกับแพทย์โดยตรงเพื่อวิเคราะห์ผลว่าควรเรียกรถพยาบาลมารับผู้ป่วยที่บ้านหรือไม่

1.2 วัตถุประสงค์

1. ออกแบบเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่สามารถใช้งานด้วยตนเองได้ที่บ้าน
2. สามารถส่งข้อมูลการวัดไปที่แพทย์เพื่อวิเคราะห์อาการผู้ป่วยได้

1.3 ขอบเขตวิทยานิพนธ์

1. สร้างเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ โดยใช้ photo transistor และใช้ GSM Module ในการส่งอัตราการการเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ ไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่ของแพทย์โดยการส่งข้อความเพื่อให้แพทย์วิเคราะห์ผลก่อนส่งรถพยาบาลมารับผู้ป่วยที่บ้านทันที
2. เหมาะสำหรับเฝ้าระวังผู้ป่วยอัตราการเต้นของหัวใจผิดปกติ

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

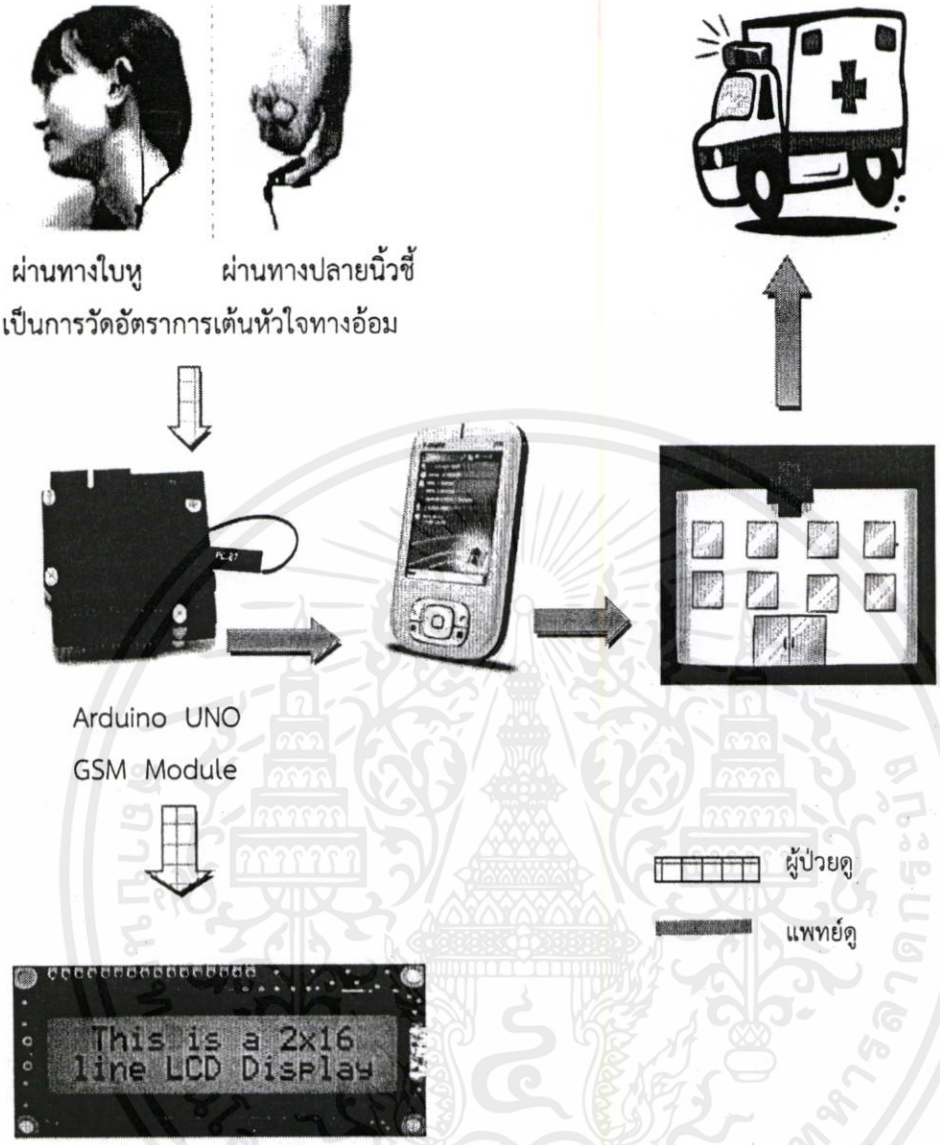
1. เลือก sensor ที่ใช้วัดอัตราการเต้นของหัวใจ
2. ศึกษาการเขียนโปรแกรมอาดูโน่
3. ศึกษาการทำงานของ GSM Module SIM 900เพื่อส่ง SMS เข้าโทรศัพท์เคลื่อนที่
4. ศึกษาโปรแกรม PROTEUS 7.5 SP3

1.5 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ผู้ป่วยสามารถเช็คสุขภาพตนเองได้ที่บ้านเป็นประจำ
2. ประหยัดเวลาและค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปโรงพยาบาล
3. เป็นเครื่องที่ช่วยลดความเสี่ยงกรณีที่ผู้ป่วยอยู่คนเดียวหากเกิดเหตุการณ์อันตรายขึ้น
4. ได้เรียนรู้การทำงานร่วมกับผู้อื่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนผังขอบเขตวิทยานิพนธ์



รูปที่ 1.1 รูปแสดงขอบเขตการทำงานของ sensor

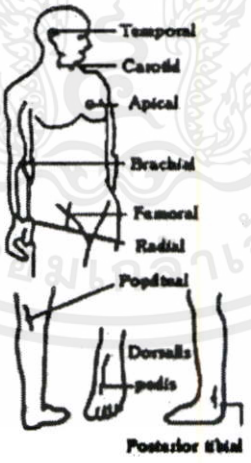
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

2.1 อัตราการเต้นของชีพจร

Pulse หรือPulse rate หรือ Heart rate หรือ Heart beat คือการนับอัตราการเต้นของหัวใจ โดยนับผ่านการเต้นของหลอดเลือดแดงในระยะเวลา 1 นาที ทั้งนี้ตำแหน่งที่นิยมวัด หรือ จับชีพจร คือ ตำแหน่งด้านหน้าข้อมือส่วนที่ต่ำกว่าฐานของนิ้วหัวแม่มือ โดยการวางนิ้ว ชี้และนิ้วกลางลงบนตำแหน่งนั้น กดลงเบาๆก็จะรับรู้ได้ถึงการเต้นของหลอดเลือดแดง ทั้งนี้สามารถจับวัดชีพจรได้ในตำแหน่งต่างๆที่หลอดเลือดแดงขนาดกลางอยู่ติดกับผิวหนัง จึงสามารถคลำพบได้ง่าย (ปกติหลอดเลือดแดงจะอยู่ลึก คลำพบยาก หลอดเลือดส่วนใหญ่ที่มอง เห็นจะเป็นหลอดเลือดดำ) เช่น ที่ขาพับด้านนิ้วหัวแม่เท้า ที่ด้านในของขาหนีบ ที่ลำคอส่วนที่ติดกับลูกกระเดือก เป็นต้น ชีพจรปกติของผู้ใหญ่ปกติขณะพัก คือ ประมาณ 60-100 ครั้งต่อนาที ทั้งนี้ ชีพจรของแต่ละคนจะไม่เท่ากัน และในคนๆเดียวกันจับชีพจรในช่วงเวลาที่แตกต่างกันก็จะไม่เท่ากัน ทั้งนี้อยู่ขึ้นกับหลายปัจจัย เช่น อายุ (เด็กชีพจรเร็วกว่าผู้ใหญ่) ขณะพักชีพจรเต้นช้ากว่าหลังการเคลื่อนไหว อารมณ์ (เศร้าหมอง ชีพจรเต้นช้ากว่า) นักกีฬา ชีพจรเต้นช้ากว่า

ชีพจร เป็น 1 ใน 4 ของสัญญาณชีพ เป็นตัวบอกถึงประสิทธิภาพการทำงานของหัวใจ ซึ่งอาจเกิดผิดปกติจากโรคหัวใจเอง หรือจากภาวะผิดปกติอื่นๆ เช่น มีไข้ โรคของปอด หรือ ภาวะช็อค เป็นต้น ทั้งนี้นอกจากอัตราการเต้นของหัวใจแล้ว ความหนักเบาของชีพจร ก็สามารถช่วยวินิจฉัยการทำงานของหัวใจได้ เช่น เมื่อมีความดันโลหิตสูง ชีพจรจะเต้นแรง แต่เมื่อมีความดันโลหิตต่ำ ชีพจรจะเต้นแผ่วเบา เป็นต้น บริเวณที่สามารถตรวจสอบชีพจรได้จะเป็นดังรูป บริเวณที่ตรวจจับสัญญาณชีพจรได้



รูปที่ 2.1 แสดงบริเวณที่ตรวจจับสัญญาณชีพจรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1 บริเวณที่ตรวจจับสัญญาณชีพจรได้

1. Temperal artery หลอดเลือดแดงนี้จะทอดผ่านบริเวณขมับ ซึ่งอยู่ด้านข้างของตา และ ตาขวาเยื้องขึ้นด้านบนเล็กน้อย

2. Carotid artery อยู่บริเวณด้านข้างของคอ หลอดเลือดแดงนี้จะทอดผ่านหลอดลม และกล้ามเนื้อ Sternomastoid ไม่ควรประเมินชีพจรนี้พร้อมกัน 2 ข้าง นิยมประเมินในระยะช็อก หรือ หัวใจหยุดเต้น

3. Apical บริเวณยอดหัวใจของผู้ใหญ่จะอยู่ด้านซ้ายมือในบริเวณซี่โครงที่ 5 และ ในเด็กอายุต่ำกว่า 4 ปีจะอยู่ช่องซี่โครงที่ 4

4. Bracial artery อยู่บริเวณกล้ามเนื้อด้านในของแขน (กล้ามเนื้อ biceps) อยู่กึ่งกลางบริเวณข้อพับของข้อศอ

5. Radial artery หลอดเลือดแดงนี้จะอยู่บริเวณที่หัวแม่มือด้านในข้อมือซึ่งเป็นตำแหน่งที่ได้รับความนิยมในการประเมินมากที่สุด

6. Femoral artery หลอดเลือดแดงนี้จะอยู่บริเวณขาหนีบ มักได้รับความนิยม ในการประเมินระยะช็อก หรือ หัวใจหยุดเต้น

7. Popiteal artery จะทอดผ่านด้านหลังของเข่าซึ่งเป็นตำแหน่งที่คลำพบค่อนข้างยากแต่จะพบได้ง่ายถ้าให้ผู้ป่วยงอเข่าเล็กน้อย

8. Dorsalir pedis artery จะทอดผ่านบริเวณกระดูกเท้ามักสามารถ คลำพบได้อยู่บริเวณหลังเท้าส่วนบน

9. Posterior tibial artery อยู่ด้านหลังปุ่มกระดูกตาตุ่มของข้อเท้าด้านใน

2.1.2 ปัจจัยที่มีอิทธิพลต่อชีพจร

1.อายุ เมื่ออายุเพิ่มขึ้นอัตราการเต้นของชีพจรจะลดลงในผู้ใหญ่อัตราการเต้นของชีพจรจะอยู่ที่ 60-100 (เฉลี่ย80 bpm)

2. เพศ หลังวัยรุ่น ค่าเฉลี่ยของอัตราการเต้นของชีพจรของผู้ชายจะต่ำกว่าหญิงเล็กน้อย

3. การออกกำลังกาย อัตราการเต้นของชีพจรจะเพิ่มขึ้นเมื่อออกกำลังกาย

4. ไข้ อัตราการเต้นของชีพจรเพิ่มขึ้น เพื่อปรับตัวให้ เข้ากับความดันเลือดที่ต่ำลง ซึ่งเป็นผลมาจากเส้นเลือดส่วนปลายขยายตัวทำให้อุณหภูมิร่างกายสูงขึ้น (เพิ่ม metabolic rate)

5. ยา ยาบางชนิด ลดอัตราการเต้นของชีพจร เช่น ยาโรคหัวใจ เช่น digitalis ลดอัตราการเต้นของชีพจร(กระตุ้น parasympathetic)

6. Hemorrhage การสูญเสียเลือดจะมีผลทำให้เพิ่มการกระตุ้นระบบประสาทซิมพาธิติคทำให้อัตราการเต้นของชีพจรสูงขึ้น, ในผู้ใหญ่มีเลือดประมาณ 5 ลิตร การสูญเสียเลือดไป < 10% จึงจะปราศจากผลข้างเคียงความเครียด เมื่อเครียดจะกระตุ้น sympathetic nervous เพิ่ม การเต้นของชีพจร ความกลัว ความวิตกกังวล และอาการเจ็บปวด กระตุ้นระบบประสาทซิมพาธิติคท่าทาง เมื่ออยู่ในท่ายืนหรือจังหวะ ชีพจรจะเต้นเพิ่มขึ้น (เร็วขึ้น) ท่านอนชีพจรจะลดลง (ช้า)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.3 กลไกการควบคุมชีพจร

อัตราการเต้นของชีพจรขึ้นอยู่กับระบบประสาทอัตโนมัติ 2 ส่วน คือ

1. Parasympathetic nervous system ถูกกระตุ้น อัตราการเต้นของชีพจรลดลง
2. Sympathetic nervous system ถูกกระตุ้น เพิ่มอัตราการเต้นของชีพจร

2.1.4 สิ่งที่ต้องสังเกตในการจับชีพจร

1. อัตราการเต้นของชีพจรจำนวนครั้งของความรู้สึกที่ได้จากคลื่นบนเส้นเลือดแดงกระทบนิ้วหรือการฟังที่ apex ของหัวใจในเวลา 1 นาที หน่วยเป็นครั้งต่อวินาที (bpm)

2.1.5 อัตราการเต้นของชีพจรปกติอยู่ในช่วง

1. ทารกแรกเกิด ถึง 1 เดือน ประมาณ 120-160 bpm
2. 1- 12 เดือน ประมาณ 80 – 140 bpm
3. 12-2 ปี ประมาณ 80 – 130 bpm
4. 2 – 6 ปี ประมาณ 75 – 120 bpm
5. 6 – 12 ปี ประมาณ 75 – 110 bpm
6. วัยรุ่น-วัยผู้ใหญ่ ประมาณ 60 – 100 bpm

2.1.6 ภาวะอัตราการเต้นของชีพจรผิดปกติ

1. Tachycardia: ภาวะที่อัตราการเต้นของหัวใจในผู้ใหญ่มากกว่า 100 bpm
2. Bradycardia: ภาวะที่อัตราการเต้นของหัวใจในผู้ใหญ่น้อยกว่า 60 bpm

2.1.7 ปริมาตรแรงชีพจร (Pulse volume)

ขึ้นอยู่กับความแรงของเลือดในการกระทบชีพจรปกติรู้สึกได้ด้วยการกดนิ้วลงตรง บริเวณที่จะวัดด้วยแรงพอประมาณแต่ถ้า กดแรงมากเกินไปจะไม่ได้รับความรู้สึก ถ้าแรงดันเลือดดี ชีพจรจะแรง แรงดันเลือดอ่อนชีพจรจะเบา

2.1.8 ปริมาตรของชีพจร วัดเป็นระดับ 0 ถึง 4

1. ระดับ 0 ไม่มีชีพจร คลำชีพจรไม่ได้
2. ระดับ 1 คลำชีพจรยาก
3. ระดับ 2 weak ชีพจรแรงกว่า threedy pulse คลำชีพจรยาก
4. ระดับ 3 ปกติ
5. ระดับ 4 bounding pulse ชีพจรเต้นแรงหรืออาจมี 0 ถึง 3 scale ความยืดหยุ่นของผนังของหลอดเลือดปกติผนังหลอดเลือดจะตรงและเรียบมีความยืดหยุ่นดี ในผู้สูงอายุผนังหลอดเลือดแดงมีความ ยืดหยุ่น น้อยขรุขระ และไม่สม่ำเสมอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.9 วิธีประเมินชีพจร

2.1.9.1 peripheral

1. ใช้นิ้วชี้ กลาง นาง วางตรงตำแหน่ง เส้นเลือดแดง กดแรงพอประมาณให้ความรู้สึกของการขยายและหดตัวของผนังหลอดเลือดได้ ไม่ใช้นิ้วหัวแม่มือสัมผัส เพราะ หลอดเลือดที่นิ้วหัวแม่มือเต้นแรง อาจทำให้สับสนกับชีพจรของตนเองได้

2.1.9.2 apical

1. ฟังด้วยหูฟัง (stethoscope)
2. ใช้ doppler ultrasound
3. electrocardiogram (EKG)

2.1.10 การเต้นของหัวใจที่ผิดปกติ

โดยปกติหัวใจจะเต้นด้วยอัตรา 60 – 100 bpm ในขณะเดินหัวใจจะเต้นเร็วขึ้นประมาณ 80 -100 bpm และมากกว่า 100 bpm ในขณะวิ่ง ภาวะหัวใจเต้นผิดจังหวะหมายถึง ภาวะหัวใจเต้นเร็วหรือช้ากว่าปกติ อาจเกิดจากความผิดปกติของการกำเนิดกระแสไฟฟ้าหัวใจ การนำไฟฟ้าหัวใจ หรือทั้ง 2 อย่างร่วมกัน พบได้จากโรคหัวใจหลายชนิดทั้งที่พบพยาธิสภาพ เช่น ลิ้นหัวใจผิดปกติ กล้ามเนื้อหัวใจผิดปกติ หรือหลอดเลือดหัวใจตีบตัน และไม่พบพยาธิสภาพ เช่น ไฟฟ้าหัวใจลัดวงจร อาการเต้นผิดปกติอาจจะแบ่งได้ดังนี้

1. อาการของภาวะหัวใจเต้นเร็วผิดปกติ เช่น 100-120 bpm อาจพบในคนที่เป็นโรคและไม่เป็นโรคผู้ป่วยอาจมีอาการใจสั่น หน้ามืด เจ็บหน้าอก อ่อนเพลีย ไม่มีแรง เป็นลม หมดสติ หรือหัวใจวาย ขึ้นกับอัตราเร็ว ระยะเวลาที่เกิด รวมทั้งพยาธิสภาพของหัวใจ อาการที่เกิดกับผู้ป่วยอาจทำให้เกิดความวิตกกังวลหรือกลัวจนไม่สามารถทำกิจวัตรประจำวันได้

2. อาการของภาวะหัวใจเต้นช้าผิดปกติ คือช้ากว่า 60 bpm จะมีอาการเด่นที่สำคัญคือร่างกายได้รับเลือดไม่เพียงพอกับความต้องการของร่างกาย ถ้าเป็นน้อยก็จะมีอาการเหนื่อยง่ายเวลาออกแรง ถ้าเป็นมากขึ้นก็จะมีอาการเหนื่อยแม้ในขณะพัก ถ้าเต้นช้าขั้นรุนแรงจะมีอาการหน้ามืด หมดสติหรือเสียชีวิตจากหัวใจหยุดเต้น

3. ในกรณีหัวใจเต้นผิดจังหวะไม่สม่ำเสมอ มักจะเกิดจาก การที่มีจุดกำเนิดไฟฟ้าหัวใจนอกจากจุดกำเนิดไฟฟ้าปกติของหัวใจ (SA node) ปล่อยกระแสไฟฟ้าออกมาเป็นครั้งคราวไปสัมพันธ์กับกระแสไฟฟ้าที่ปล่อยออกมาจาก SA node ทำให้รบกวนจังหวะการเต้นปกติของหัวใจเกิดการเต้นผิดจังหวะเกิดขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.10.1 สาเหตุของหัวใจเต้นผิดปกติมี 2 ประเภทแบ่งเป็น

1. ความผิดปกติภายนอกหัวใจ เช่น ภาวะต่อมไทรอยด์เป็นพิษ ทำให้หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ การใช้ยาลดความดันบางชนิดที่มีฤทธิ์ในการลดอัตราการเต้นของหัวใจในขนาดมากเกินไปทำให้หัวใจเต้นช้าในกรณีที่มีสาเหตุอยู่นอกหัวใจ วิธีรักษาจึงมุ่งเน้นไปที่การรักษาสาเหตุ

2. ความผิดปกติที่เกิดจากหัวใจเอง แบ่งออกเป็น ความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจโดยไม่มีความผิดปกติของหัวใจชนิดอื่นร่วมด้วยเช่นความผิดปกติทางพันธุกรรม

2.1.10.2 สาเหตุที่คาดว่าอาจจะก่อให้เกิดโรคหัวใจเต้นผิดปกติได้

1. โรคหัวใจทุกชนิดนั้นสามารถทำให้เกิดอาการหัวใจเต้นผิดจังหวะได้ เช่นโรคหลอดเลือดหัวใจ โรคลิ้นหัวใจ โรคหัวใจพิการแต่กำเนิด โรคกล้ามเนื้อหัวใจพิการหาสาเหตุไม่ได้ หัวใจอักเสบหรือ ติดเชื้อที่ลิ้นหัวใจ และ โรคของประสาทหัวใจ

2. โรคอื่นๆ ที่ไม่ใช่โรคหัวใจ เช่น โรคของระบบทางเดินหายใจ ต่อมไทรอยด์เป็นพิษหรือ ทำงานน้อยกว่าปกติ ไข้จากสาเหตุต่างๆ การตกเลือดในทางเดินอาหารเป็นต้น

3. สาเหตุภายนอกร่างกาย เช่น น้ำชา กาแฟ ยาบางชนิด บุหรี่ เหล้า เป็นต้น

4. หาสาเหตุไม่พบ เช่น ภาวะเครียดทางร่างกาย และ จิตใจมีความรุนแรงถึงขั้นเสียชีวิต เช่น ไหลตาย หรือ หัวใจเต้นเร็วผิดปกติจากสายไฟฟ้าในหัวใจวงจรชนิด Wolff -Parkinson-White synodrome การรักษาในกลุ่มนี้มุ่งไปที่การรักษาความผิดปกติของไฟฟ้าในหัวใจเท่านั้น

5. ความผิดปกติของคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยหัวใจส่วนอื่นๆมีความผิดปกติร่วมอยู่ด้วยเช่น หัวใจเต้นผิดปกติร่วมกันกับภาวะหัวใจล้มเหลว ภาวะหลอดเลือดหัวใจอุดตัน การรักษาในกลุ่มนี้ต้องมุ่งรักษาทั้งความผิดปกติของไฟฟ้าหัวใจร่วมกับความผิดปกติชนิดอื่นของหัวใจด้วยจึงจะได้ผลดี

2.1.11 การรักษาโรคหัวใจเต้นผิดปกติ

อย่างที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้นการที่หัวใจเต้นผิดปกติมีหลากหลายชนิดแต่ละชนิดมีวิธีการรักษาแตกต่างกันไป สามารถแบ่งแนวทางการรักษาได้ดังนี้

2.1.11.1 หัวใจเต้นช้าผิดปกติ แก้ไขได้โดยการใส่เครื่องกระตุ้นหัวใจ

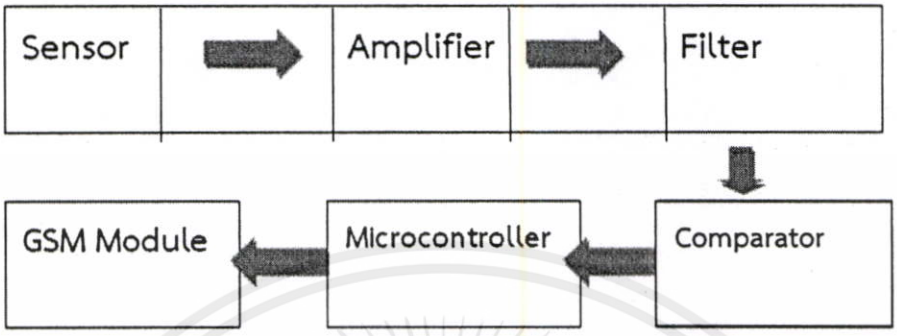
2.1.11.2 หัวใจเต้นเร็วผิดปกติ สามารถรักษาด้วยวิธีดังต่อไปนี้

1. การใช้ยาต้านการเต้นผิดปกติ (antiarrhythmic agent)
2. การจี้ด้วยคลื่นวิทยุ (radiofrequency ablation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วงจรวัดเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

วงจรวัดอัตราการเต้นของหัวใจที่ใช้ในโครงงานจะประกอบทั้งหมด 4 ส่วน ดังรูป



รูปที่ 2.2 แสดงวงจรวัดอัตราการเต้นของหัวใจ

2.2.1 Sensor

Grove - Heart rate sensor

รูปที่ 2.3 แสดงGrove - Heart rate sensor

2.2.1.1 คุณสมบัติ Grove - Heart rate sensor

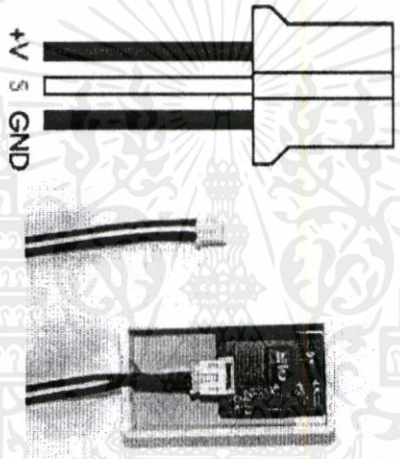
1. การใช้พลังงานต่ำ
2. แหล่งจ่ายไฟ 3-5 โวลต์
3. ตัวโมดูลเซนเซอร์มีขนาดเล็ก ทำให้สะดวกในการนำไปใช้งาน
4. ตัวโมดูลเซนเซอร์ความไวในการทำงานสูง
5. ความยาวของสายที่ใช้ในการวัด ระหว่างตัวโมดูลและคลิปหนีบหู: 120 ซม.
6. ช่วงการวัด: ≥ 30 bpm
7. มีมาตรฐาน RoHS ซึ่งเป็นมาตรฐานการจำกัดของการใช้สารอันตรายบางชนิดในเครื่องใช้ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.2 การประยุกต์ใช้งาน

เป็นโมดูลเซนเซอร์ที่ใช้สำหรับการวัดอัตราการเต้นของหัวใจโดย ใช้เซนเซอร์เป็นแบบEar clip เป็นคลิปหนีบ ติดที่บริเวณใบหู Heart rate ear clip kit ประกอบด้วยคลิปใช้สำหรับหนีบบริเวณใบหู และกล่องโมดูลทำหน้าที่รับสัญญาณและแปลงสัญญาณที่ได้จากคลิปหนีบ สามารถใช้เพื่อวัดค่าอัตราการเต้นของหัวใจ ซึ่งสามารถนำไปใช้ได้กับผู้ป่วย นักกีฬา และคนทั่วไปได้ ผลที่ได้จากการวัดจะแสดงผลบนผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม และ แสดงผลได้บนจอคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรมสื่อสารอนุกรมทั่วไป เช่น Hyper Terminal, Serial Monitor เซนเซอร์มีความไวในการทำงานสูง มีขนาดเล็ก และใช้พลังงานต่ำ ซึ่งเหมาะสำหรับการพกพาไปใช้งานมาก

2.2.1.3 โครงสร้างภายในและสาย



รูปที่ 2.4 แสดงภาพวงจรของ Sensor

ประกอบไปด้วยวงจรด้านในของเซนเซอร์และตัวของสายที่มีการต่อตามลักษณะดังรูปคือ

1. สายสีขาวจะต่อกับแหล่งจ่าย
2. สายสีดำจะต่อกับกราวด์

2.2.1.4 ข้อควรระวัง

1. ตรวจสอบให้แน่ใจว่าได้ติดเซ็นเซอร์บริเวณที่ถูกต้อง เช่น ติ่งหูหรืออาจจะต้องลองเปลี่ยนตำแหน่งการจับสัญญาณถ้าค่าที่อ่านได้จากตัวโปรแกรมไม่ถูกต้องแม่นยำ

2. หากการแสดงผลบนหน้าจอแสดงข้อผิดพลาด ซึ่ง เป็นผลมาจากการอ่านค่าได้จากการวัดผิดพลาดทำให้ค่าที่ได้ไม่สามารถนำมาคำนวณ ในโปรแกรมได้ดังนั้นจึงทำการเปลี่ยนตำแหน่งของการวัดใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.1.5 การติดตั้งและการใช้งาน

เชื่อมต่อสายสัญญาณระหว่างตัวโมดูลที่ใช้หนีบหู เข้ากับตัวกล่องรับสัญญาณ และนำสายสัญญาณที่ต่ออยู่กับตัวกล่อง ไปต่อเข้ากับขาพอร์ต Digital 2 ของ บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino และ ตรวจสอบการต่อแหล่งจ่ายไฟบวกและลบให้ถูกต้อง จากนั้นทำการดาวน์โหลดโปรแกรมตัวอย่าง ไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ก็สามารถใช้งานเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจได้แล้ว โดยการแสดงผลสามารถดูได้จากโปรแกรมแสดงผลผ่านทาง Serial Port ได้ เช่น Serial Monitor

2.2.2 การทำงานของ Photo Transistor

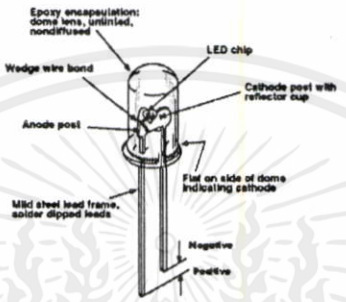
รูปที่ 2.5 แสดงPhoto Transistor

โฟโต้ทรานซิสเตอร์ (Photo Transistor) ประกอบด้วยโฟโต้ไดโอดซึ่งต่ออยู่ระหว่างขาเบสกับคอลเลคเตอร์ของทรานซิสเตอร์ดังรูปที่ 2.5 กระแสที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงของแสงจะถูกขยายด้วยทรานซิสเตอร์ (Transistor) ในการใช้งานโฟโต้ทรานซิสเตอร์ รอยต่อระหว่างเบส-อิมิตเตอร์ (Base-Emitter) จะต่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ที่รอยต่อนี้เป็นส่วนที่ทำให้เกิดการแปลงค่ากระแสที่ขึ้นอยู่กับความเข้มแสง รูปแสดงสัญลักษณ์ โครงสร้าง และวงจรสมมูล ของโฟโต้ทรานซิสเตอร์เมื่อไบอัสกลับ (Reverse Bias) ที่รอยต่อระหว่างเบสกับคอลเลคเตอร์ (Base-Collecter) และมีแสงตกกระทบที่บริเวณรอยต่อของกระแสอันเนื่องมาจากผลกระทบของแสง (IP) ซึ่งจะถูกขยายด้วยอัตราขยายของทรานซิสเตอร์เป็นกระแสอิมิตเตอร์ (IE) และถ้าไบอัสตรงที่ขาเบสด้วยกระแสเบส (IB) จากภายนอกก็จะถูกขยายรวมกับกระแสเนื่องจาก IP ด้วย 2 แบบ คือแบบที่ตอบสนองต่อแสงที่เรามองเห็น และแบบที่ตอบสนองต่อแสงในย่านอินฟาเรด (IR Photo Diode) ในการรับมาใช้งานจะต้องต่อโฟโต้ไดโอดในลักษณะไบอัสกลับ โฟโต้-ไดโอด (Photo Diode) จะยอมให้กระแสไหลผ่านได้มากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับปริมาณความเข้มของแสง เมื่อโฟโต้ไดโอดได้รับไบอัสกลับ (Reverse Bias) ด้วยแรงดันค่าหนึ่งและมีแสงมาตกกระทบที่บริเวณรอยต่อ ถ้าแสงที่มาตกกระทบมีความยาวคลื่นหรือแลมด้าที่เหมาะสมจะมีกระแสไหลในวงจร โดยกระแสที่ไหลในวงจร จะแปรผกผันกับความเข้มของแสงที่มาตกกระทบ จากลักษณะทั่วไปขณะไบอัสตรง (Forward Bias) จะยังคงเหมือนกับไดโอดธรรมดาคือยอมให้กระแสไหลผ่านได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 การทำงานของหลอด LED

หลอด LED หรือไดโอดเปล่งแสง โครงสร้างประกอบไป ด้วยสารกึ่งตัวนำ สอง ชนิด (สารกึ่งตัวนำชนิด N และสารกึ่งตัวนำชนิด P) ประกบเข้าด้วยกัน มีผิวข้างหนึ่งเรียบคล้ายกระจกเมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงผ่านตัว LED โดยจ่ายไฟบวกให้ขาแอโนต (A) จ่ายไฟลบให้ขาแคโทด (K) ทำให้อิเล็กตรอนที่สารกึ่งตัวนำชนิด N มีพลังงานสูงขึ้น จนสามารถวิ่งข้ามรอยต่อจากสารชนิด N ไปรวมกับโฮลในสารชนิด P การที่อิเล็กตรอนเคลื่อนที่ผ่านรอยต่อ PN ทำให้เกิดกระแสไหล เป็นผลให้ระดับพลังงานของอิเล็กตรอนเปลี่ยนไปและคายพลังงานออกมาในรูปคลื่นแสง



รูปที่ 2.6 แสดงส่วนประกอบหลอด LED

สีของแสงที่เกิดจากรอยต่อจะขึ้นอยู่กับชนิดของวัสดุที่นำมาใช้ในการสร้างหลอด LED ทั้งชนิดที่เป็นของเหลว และ ก๊าซ เช่น ใช้แกลเลียมฟอสไฟด์ (GALLIUM PHOSPHIDE,GaP) ทำให้เกิดแสงสีแดง ใช้แกลเลียมอาซีไนด์ ฟอสไฟด์ (GALLIUM ARSENIDE PHOSPHIDE,GaAsP) เกิดแสงสีเหลือง และ เขียว การควบคุมปริมาณแสงสว่างจะควบคุมกระแสที่ไหลผ่านหลอด LED หากกระแสที่ไหลสูงมากไปจะทำให้หลอดมีความสว่างมาก แต่หากว่าป้อนกระแสสูงมากเกินไป จะทำให้บริเวณรอยต่อของสารกึ่งตัวนำเกิดความร้อนปริมาณมากจนทำให้โครงสร้างหลอดเสียหายไม่สามารถใช้งานได้อีก

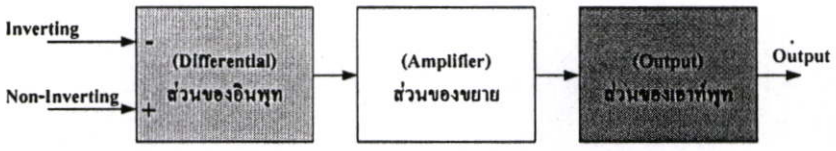
2.3 วงจรที่ประกอบเป็น Heart Sensor

2.3.1 วงจรขยายสัญญาณ

อุปกรณ์ที่เราจะนำมาใช้ในวงจรขยายสัญญาณในบทความนั้นก็คือ ออปแอมป์ (OP-AMP) ซึ่งในการที่จะนำมาใช้งานในวงจรขยายสัญญาณ มีความสะดวกและง่ายต่อการใช้งานเป็นอย่างมาก โดยมีลักษณะเป็นไอซีสำเร็จรูป และ ราคาถูกโดยในปัจจุบันมีการนำมาประยุกต์ใช้งานกันอย่างแพร่หลายเป็นอย่างมาก

คุณสมบัติของออปแอมป์ ก็คือ ออปแอมป์ นั้นเป็นวงจรขยายสัญญาณที่อยู่ในรูปของตัวไอซี โดยจะมีอยู่ 2 แบบ ก็คือ ออปแอมป์แบบ 8 ขา และ 14 ขา ซึ่งจะมีลักษณะเป็นโลหะ และ จะเป็นแบบพลาสติก โดยจะมีการจัดวางขาเป็นแบบ (Dual In-Line Package :DIP) ซึ่งภายในตัวโครงสร้างของออปแอมป์นั้นจะมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนก็คือ 1.ส่วนของสัญญาณเข้า (Differential) 2.ส่วนของการขยายสัญญาณ (Amplifier) 3.ส่วนของสัญญาณออก (Output) ดังแสดงในรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

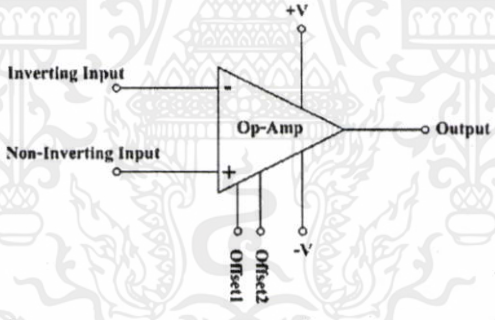


รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของออปแอมป์

จากรูปที่ 2.7 ถ้าจะทำการพิจารณาดูในแต่ละส่วนก็สามารถที่จะกล่าวได้ดังนี้คือ อินพุท หรือที่เรียกว่า Differential นั้นจะมีลักษณะเป็นวงจรขยายสัญญาณผลต่าง ซึ่งถ้าดูในส่วนของอัตราการขยายสัญญาณอินพุทจะพบว่ามีอัตราการขยายที่สูง แต่ในทางกลับกันในส่วนของอัตราการขยายสัญญาณอินพุทร่วมจะมีค่าที่ต่ำ และในส่วนของอิมพีแดนซ์ขาเข้าของวงจรจะมีค่าที่สูงมาก ซึ่งโดยทั่วไปจะมีค่าประมาณ $1M\Omega$ นั่นเอง

ในส่วนของการขยายสัญญาณ หรือ ที่เรียกว่า Amplifier นั้นก็จะทำหน้าที่ขยายสัญญาณทั้งแรงดันและกระแส เพื่อที่จะทำให้อัตราขยายโดยรวมนั้นมีค่าที่สูงขึ้น

และในส่วนสุดท้ายก็คือสัญญาณออก หรือ ที่เรียกว่า Output ซึ่งในส่วนนี้ ถ้ามาพิจารณาดูโครงสร้างของวงจรภายใน ก็จะทราบว่าจะเป็นวงจรขยายสัญญาณแบบอีมิตเตอร์ร่วม สาเหตุที่ต้องเป็นแบบนี้ก็เพื่อที่จะทำให้อิมพีแดนซ์ที่ขาออกของวงจรมีค่าที่ต่ำ และเพื่อที่จะสามารถขับกระแสให้กับโหลดที่ต่อได้เพียงพอ ด้วยหลักการนี้ทำให้ทราบการทำงานของแต่ละส่วนประกอบของออปแอมป์ ต่อมาดูลักษณะของขาต่างๆ ของออปแอมป์ ว่ามีอะไรบ้าง ดังแสดงในรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะของขาที่ใช้งานของออปแอมป์

1. ขา $+V$ และ $-V$ โดยทั้งสองขานี้จะเป็นขาที่มีไว้เพื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับออปแอมป์ ซึ่งปกติแล้วจะต้องจ่ายไฟเลี้ยงทั้งสองขา ยกตัวอย่างเช่น $+V$ เท่ากับ $+15V$ และ $-V$ เท่ากับ $-15V$ เป็นต้น ซึ่งในส่วนนี้นั้นก็คงจะต้องดูรายละเอียดของเบอร์ออปแอมป์ที่จะใช้งานว่าจะใช้ไฟเลี้ยงเท่าไร

2. ขา Offset1 และ Offset2 โดยทั้งสองขานี้จะใช้ต่ออุปกรณ์เพื่อที่จะเป็นการป้องกันการเกิดออสซิเลตของออปแอมป์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ขา Output โดยจะเป็นขาสัญญาณออก ซึ่งโดยปกติแล้วค่าแรงดันเอาท์พุทที่ขานี้จะมีค่าสูงสุดไม่เกินค่าแรงดันไฟที่เราจ่ายให้กับออปแอมป์ และ ในส่วนของกระแสที่ได้จากเอาท์พุทนั้นจะมีค่าไม่เกิน $20mA$

4. ขา Inverting Input หรือ ขาอินพุทแบบกลับเฟส โดยจะเป็นขาอินพุทขาหนึ่งของออปแอมป์ ซึ่งถ้าเราทำการป้อนสัญญาณเข้าไปที่ขานี้ โดยทำการต่อขาอินพุทอีกขาหนึ่ง ที่เรียกว่าขา Non-Inverting Input นั้นต่อลงกราวด์แล้ว เราก็จะได้สัญญาณเอาท์พุทที่ออกมานั้นมีสัญญาณที่ต่างเฟสกันกับสัญญาณอินพุทเป็นมุม 180 องศา

5. ขา Non-Inverting Input หรือที่เราเรียกว่า ขาอินพุทแบบไม่กลับเฟส โดยจะเป็นขาอินพุทขาหนึ่งของออปแอมป์ ซึ่งถ้าทำการป้อนสัญญาณเข้าไปที่ขานี้ โดยทำการต่อขาอินพุทอีกขาหนึ่งที่เรียกว่าขา Inverting Input นั้นต่อลงกราวด์ จะได้สัญญาณเอาท์พุทที่ออกมานั้นมีสัญญาณที่อินเฟสกับสัญญาณอินพุท

จากข้อมูลที่ได้กล่าวมาในตอนต้น สรุปได้ว่าคุณสมบัติของออปแอมป์ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญๆ ดังนี้

- ในส่วนของอัตราขยายแรงดันลูปเปิด หรือที่เราเรียกว่า Open Loop Voltage Gain (A_{OL}) นั้นจะมีค่าที่สูงมากv โดยมีค่าเป็นอนันต์ Infinite (∞)
- ในส่วนอินพุทอิมพีแดนซ์ หรือที่เราเรียกว่า Input Impedance (Z_{IN}) นั้นจะมีค่าที่สูงมาก โดยมีค่าเป็นอนันต์ Infinite (∞)
- ในส่วนเอาท์พุทอิมพีแดนซ์ หรือที่เราเรียกว่า Output Impedance (Z_{OUT}) นั้นจะมีค่าที่ต่ำมาก โดยมีค่าเป็นศูนย์
- ในส่วนของช่วงความถี่แบนด์วิดธ์ หรือที่เราเรียกว่า Bandwidth (BW) นั้นจะมีค่าที่สูงมาก โดยมีค่าเป็นอนันต์ Infinite (∞)
- และในส่วนของแรงดันอินพุทออฟเซต หรือที่เราเรียกว่า Offset Input Voltage (V_{OS}) นั้นจะมีค่าที่ต่ำมากโดยมีค่าเป็นศูนย์ แต่ในการนำไปใช้งานจริงอาจจะมีค่าไม่เป็นศูนย์ เนื่องมาจากโครงสร้างของออปแอมป์

2.3.2 วงจรกรองความถี่

วงจรกรองความถี่ในวงการวิทยุนั้นใช้สำหรับกำหนดให้ความถี่ผ่านไปได้หรือผ่านไปไม่ได้ อาจจะเป็นเฉพาะช่วงใดช่วงหนึ่ง หรือ ช่วงกว้าง ซึ่งจะประกอบขึ้นด้วย R (resistor) L (inductors) และ C (capacitors) โดยเอาคุณสมบัติประจำตัวของอุปกรณ์แต่ละชนิด คือ L จะยอมให้ความถี่ต่ำผ่านได้ง่าย ความถี่สูงผ่านยาก C ความถี่ต่ำผ่านยาก ความถี่สูงผ่านง่าย ส่วน R จะมีต้านทานทุกความถี่ให้มีระดับสัญญาณลดลง วงจรกรองความถี่ จะมีทั้งแบบ passive และ active คำว่า passive นั้นหมายถึงวงจร Filter ที่ไม่ต้องการไฟฟ้า ไม่มีการขยาย (Unpowered Components (R,L,C) มีแต่การลดทอนสัญญาณลง การลดทอนนี้เราจะเรียกว่า insertion loss ส่วนวงจรแบบ active นั้นจะมีวงจรขยายสัญญาณอยู่ภายใน จำเป็นต้องใช้พลังงานไฟฟ้า มักจะใช้กันที่ความถี่ต่ำ ๆ เช่น ในวงจรเครื่องขยายเสียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

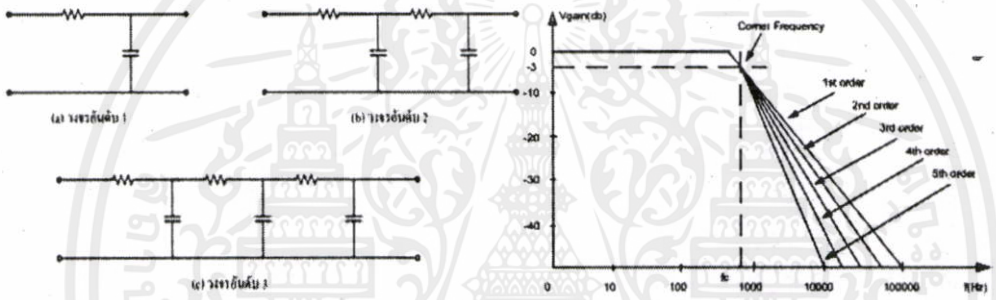
วงจรกรองความถี่มีด้วยกัน 2 แบบ คือ

1. แบบ Passive คือ วงจรที่ประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์แบบพาสซีฟ ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเพื่อให้ทำงานซึ่งได้แก่อุปกรณ์ประเภทตัวต้านทาน(R) ตัวเก็บประจุ (C) และ ขดลวดเหนี่ยวนำ (L)

2. แบบ Active คือ วงจรที่ประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์ที่ต้องการไฟฟ้า เพื่อกระตุ้นการทำงานของตัวอุปกรณ์ ซึ่งได้แก่อุปกรณ์ประเภท ทรานซิสเตอร์ หรือ ไอซีวงจรกรองความถี่ที่ใช้ใน Sensor มี 2 ประเภทคือวงจรกรองความถี่ต่ำกับวงจรกรองความถี่สูง

2.3.2.1 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (Low Pass Filter: LPF)

วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ หมายถึง วงจรที่ให้สัญญาณความถี่ตั้งแต่ 0 Hz ถึงความถี่ที่กำหนดผ่านไปได้ ส่วนความถี่ตั้งแต่ที่กำหนดสูงขึ้นไปเรื่อยๆ จะลดทอนไปตามลำดับลักษณะของวงจรมีตั้งแต่อันดับหนึ่งขึ้นไป ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (Low Pass Filter: LPF) และกราฟแสดงผลการตอบสนองต่ออัตราขยายเชิงความถี่

จากรูปวงจรเมื่อทำการป้อนความถี่ต่ำเข้าวงจร ที่ C จะมีค่า XC สูง ทำให้ความถี่ต่ำไหลผ่าน R ที่มีค่าความต้านทานน้อยกว่า XC ได้ ระดับสัญญาณ Output ผ่านได้มาก แต่เมื่อความถี่สูงกว่าค่า XC จะลดลงทำให้ความถี่ผ่านขดลวดได้ลดลงบางส่วน ที่ผ่านไปได้ก็จะถูก C ดึงลงกราวด์ สัญญาณ Output จึงผ่านได้น้อยมาก

ทางทฤษฎีวงจรกรองความถี่ต่ำ จะยอมให้สัญญาณที่มีความถี่ 0 Hz จนถึงความถี่คัทออฟ หรือความถี่ขอบเขต (Cutoff Frequency) ผ่านไปได้ โดยไม่มีการลดทอนของสัญญาณ และ ถ้าความถี่ของสัญญาณเข้ามีค่าเกินที่กำหนดไว้ สัญญาณที่ออกมาควรจะมีค่าเป็นศูนย์ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะทำเช่นนั้นได้ เนื่องจากการตอบสนองสัญญาณที่ความถี่ต่างๆของอุปกรณ์ประเภท พาสซีฟ จะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไป ไม่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใด ดังนั้นผลที่ได้จึงเป็นดังรูปที่ 2.9 คือเมื่อสัญญาณมีความถี่สูงขึ้นวงจรจะลดสัญญาณลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งจะลดลงในอัตราคงที่ค่าหนึ่ง

1. ขั้นตอนการคำนวณวงจรกรองความถี่ต่ำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การพิจารณาสำหรับการออกแบบวงจรฟิลเตอร์ชนิดกรองความถี่ต่ำคือ ความถี่คัทออฟ f_c ที่ต้องการใช้งาน ซึ่งความถี่คัทออฟหาได้จากสมการ

$$\omega_c = \frac{1}{RC} = 2\pi f_c \qquad (1.1)$$

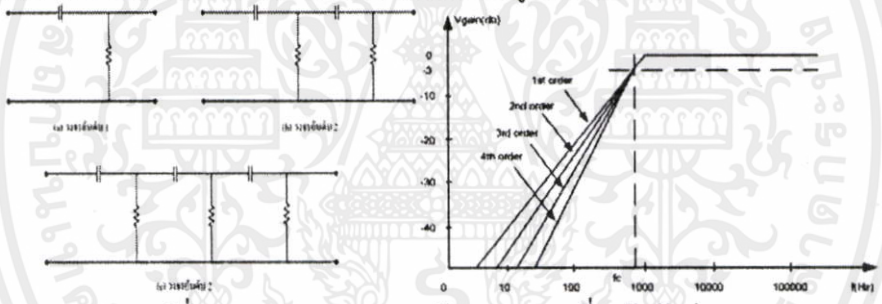
โดยที่ ω_c มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที (rad/s)
f_c มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)
R มีหน่วยเป็น โอห์ม
C มีหน่วยเป็น ฟารัด (F)

ในทำนองเดียวกันเมื่อกำหนด ω_c ไว้แล้ว ต้องการจะหาค่า R ก็จะได้เป็น

$$R = \frac{1}{\omega_c C} = \frac{1}{2\pi f_c C} \qquad (1.2)$$

2.3.2.2 วงจรกรองสัญญาณความถี่สูง (High Pass Filter: HPF)

มีคุณสมบัติตรงกันข้ามกับวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ คือ การตอบสนองต่อสัญญาณของวงจร จะยอมให้สัญญาณความถี่สูงผ่าน และ ลดทอนสัญญาณความถี่ต่ำ ซึ่งแสดงวงจรและกราฟตอบสนองอัตราขยายแรงดันความถี่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2.10



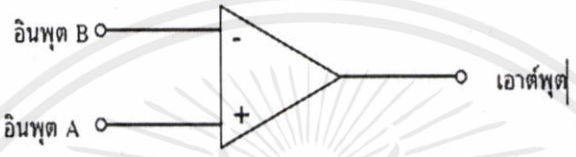
รูปที่ 2.10 แสดงวงจรกรองสัญญาณความถี่สูงอันดับต่างๆ และกราฟแสดงผลการตอบสนองต่ออัตราขยายเชิงความถี่

จากรูปจะเห็นว่า C ต่ออนุกรมกับวงจร ส่วน R ต่อขนานกับวงจร เมื่อป้อนความถี่ต่ำกว่าเข้ามา C จะมีค่า XC สูง ทำให้สัญญาณผ่านไปได้น้อย ทำให้สัญญาณที่ผ่านมาจาก C ลงกราวด์ได้หมด แต่เมื่อความถี่สูงขึ้น C จะมีค่า XC ลดลง สัญญาณจะผ่านได้มากขึ้น สัญญาณก็จะลงกราวด์น้อยลงเพราะมี R กันไว้ สัญญาณที่ออกไปยัง Output จะมีมากขึ้น จนถึงระดับความแรงของสัญญาณประมาณ 70.7 % ของความแรงสูงสุด ระดับนี้เองที่เราเรียกว่า ช่วงความถี่ Cut off เมื่อความถี่สูงกว่า ความถี่ นี้ C จะยอมให้สัญญาณผ่านได้สะดวกและค่า R จะต้านสัญญาณไม่ให้ลงกราวด์ความถี่จึงผ่านไปที่จุด Output ได้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.3 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ (Comparator Circuit)

วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ (Comparator) เป็นวงจรที่มีบทบาทมีความสำคัญในการควบคุมการทำงานของระบบในโครงงานนี้ ดังนั้นในบทนี้จึงได้นำ วงจรเปรียบเทียบสัญญาณมาอธิบายหลักการทำ งานด้วยพอสังเขปในการเปรียบเทียบสัญญาณแรงดันนี้ โดยมากจะใช้ ออปแอมป์ (Op-Amp) มาเป็นตัวแสดงผล ซึ่ง สภาวะเอาต์พุตของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณจะสามารถบอกได้ว่าสัญญาณอินพุตสองสัญญาณ สัญญาณใดมีค่ามากหรือน้อยกว่ากัน ดังนั้นวงจรเปรียบเทียบสัญญาณจึงเป็นวงจรที่มีอินพุตเป็นสัญญาณอนาลอก และ มีเอาต์พุตเป็นสัญญาณดิจิตอล ลักษณะของวงจรเปรียบเทียบสัญญาณอย่างง่ายแสดงดังในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 แสดงวงจรเปรียบเทียบสัญญาณแบบ 2 อินพุท

วงจรเปรียบเทียบสัญญาณที่ใช้ในวงจรของเซนเซอร์วัดอัตราการเต้นของหัวใจ คือแบบ 2 อินพุท ดังรูปใช้เปรียบเทียบว่ามีขนาดมากกว่าน้อยกว่าหรือเท่ากัน

2.4 ไมโครคอนโทรเลอร์

2.4.1 ประวัติของไมโครคอนโทรเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ Microcontroller หรือ MCU คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดที่เล็กซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึง กับ ระบบคอมพิวเตอร์ ในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู หน่วยความจำและพอร์ตซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกันไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ในการทำโครงงาน คือรุ่น Arduino UNO R3 ซึ่งมารายละเอียดดังต่อไปนี้

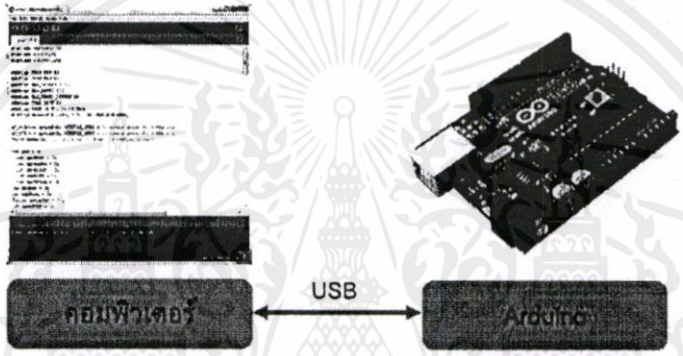
รูปที่ 2.12 แสดงภาพ Arduino UNO R3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ Open Source คือมีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัวบอร์ดถูกออกแบบมาให้ใช้งานง่าย จึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้น ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติม พัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วย

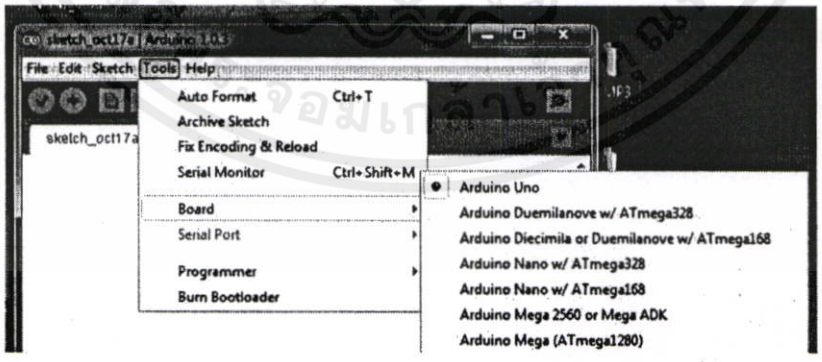
ในการต่ออุปกรณ์เสริมคือผู้ใช้งานสามารถที่จะต่อวงจรอิเล็กทรอนิคส์ จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือ เพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Shield) ประเภทต่างๆ เช่น XBee Shield, Music Shield, Relay Shield, Wireless Shield ,GPRS Shield เป็นต้น มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย

2.4.2 รูปแบบการเขียนโปรแกรมบน Arduino



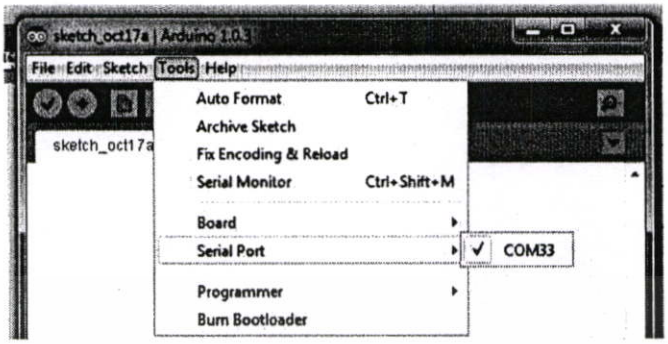
รูปที่ 2.13 แสดงการเชื่อมต่อระหว่าง PC กับ Arduino

1. เขียนโปรแกรมบนคอมพิวเตอร์ผ่านทางโปรแกรม Arduino IDE ซึ่ง สามารถดาวน์โหลดได้จาก Arduino.cc/en/main/software
2. หลังจากที่เขียนโค้ดโปรแกรมเรียบร้อย แล้วให้ผู้ใช้งานเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ใช้และหมายเลข Com port



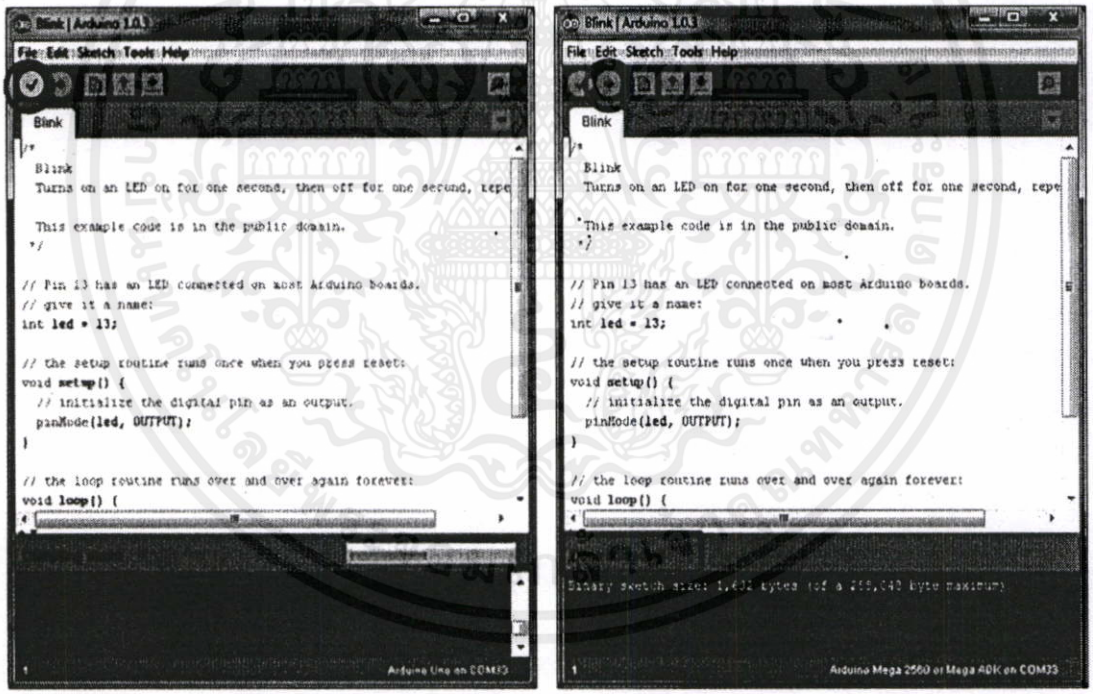
รูปที่ 2.14 แสดงการเลือกรุ่นบอร์ด Arduino ที่ต้องการ upload

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.15 แสดงการเลือกหมายเลข Comport ของบอร์ด

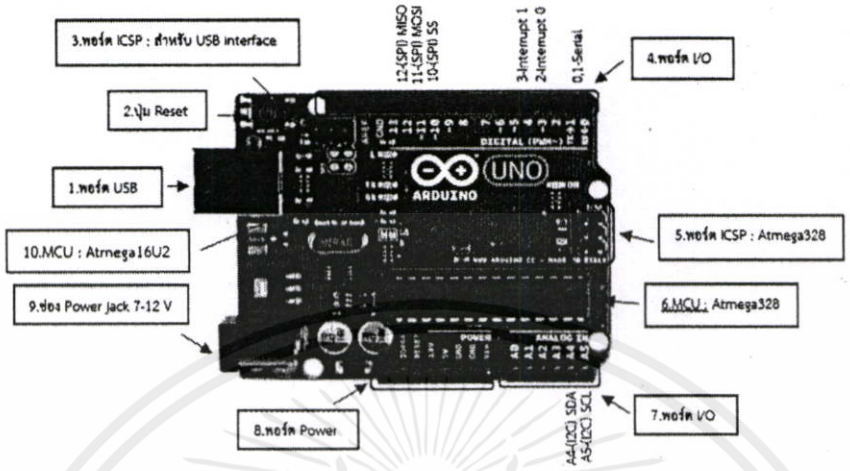
3. กดปุ่ม Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้อง และ Compile โค้ดโปรแกรมจากนั้นกดปุ่ม Upload โค้ด โปรแกรมไปยังบอร์ดArduino ผ่านทางสาย USB เมื่ออัปโหลดเรียบร้อยแล้ว จะแสดงข้อความแถบข้างล่าง “Done uploading” และบอร์ดจะเริ่มทำงานตามที่เขียนโปรแกรมไว้ได้ทันที



รูปที่ 2.16 แสดงการกด Verify เพื่อตรวจสอบความถูกต้องและ Compile โค้ดโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3 พอร์ตต่างๆ ของ Arduino UNO R3



รูปที่ 2.17 แสดงภาพอธิบายพอร์ตต่างๆ ของ Arduino UNO R3

1. USB Port: ใช้สำหรับต่อกับ Computer เพื่ออับโหลดโปรแกรมเข้า MCU และจ่ายไฟให้กับบอร์ด

2. Reset Button: เป็นปุ่ม Reset ใช้กดเมื่อต้องการให้ MCU เริ่มการทำงานใหม่

3. ICSP Port ของ Atmega16U2 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Visual Com port บน Atmega16U2

4. I/O Port: Digital I/O ตั้งแต่ขา D0 ถึง D13 นอกจากนี้ บาง Pin จะทำหน้าที่อื่นๆ เพิ่มเติมด้วย เช่น Pin 0,1 เป็นขา Tx , Rx Serial, Pin 3,5,6,9,10 และ 11 เป็นขา PWM

5. ICSP Port: Atmega328 เป็นพอร์ตที่ใช้โปรแกรม Boot loader

6. MCU: Atmega328 เป็น MCU ที่ใช้บนบอร์ด Arduino

7. I/O Port: นอกจากจะเป็น Digital I/O แล้ว ยังเปลี่ยนเป็น ช่องรับสัญญาณอนาล็อก ตั้งแต่ขา A0-A5

8. Power Port: ไฟเลี้ยงของบอร์ดเมื่อต้องการจ่ายไฟให้กับวงจรภายนอก ประกอบด้วยขาไฟเลี้ยง +3.3 V, +5V, GND, Vin

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Power Jack: รับไฟจาก Adapter โดยที่แรงดันอยู่ระหว่าง 7-12 V

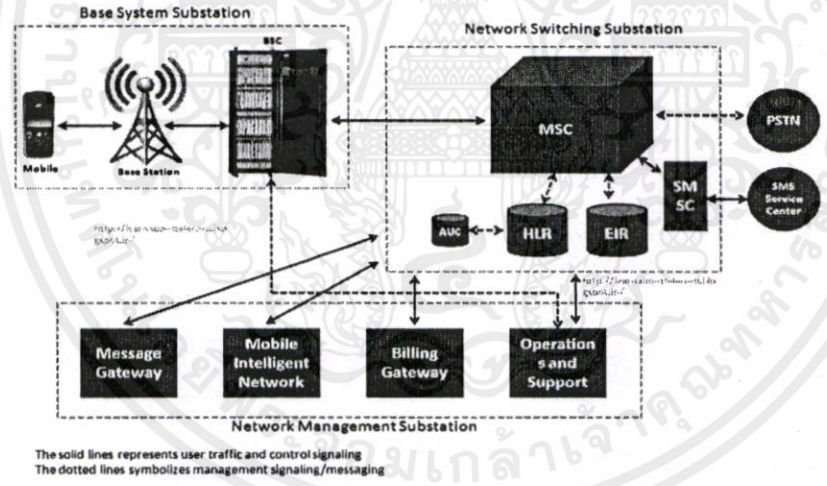
10. MCU ของ Atmega16U2 เป็น MCU ที่ทำหน้าที่เป็น USB to Serial โดย Atmega328 จะติดต่อกับ Computer ผ่าน Atmega16U2

2.5 เทคโนโลยี GSM

จีเอสเอ็ม (GSM ย่อมาจาก Global System for Mobile Communications ในชื่อเดิมว่า Groupe Spécial Mobile) เป็นมาตรฐานของเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในโลก ปัจจุบันมีผู้ใช้มากกว่า 80% ของมือถือทั่วโลก ประเทศจีนมีผู้ใช้งานเป็นอันดับหนึ่งของโลก มากกว่า 370 ล้านคน ตามด้วยประเทศรัสเซีย 145 ล้านคน, อินเดีย 83 ล้านคน และ สหรัฐอเมริกาถึง 78 ล้านคน GSM เป็นมาตรฐานเปิดภายใต้การดูแลของ 3GPP

GSM ใช้เทคโนโลยีดิจิตอลสำหรับช่องสัญญาณควบคุมและสัญญาณเสียแบบ TDMA ซึ่งแตกต่างจากเทคโนโลยีโทรศัพท์มือถือก่อนหน้านั้น จึงถือว่าเป็นโทรศัพท์มือถือในยุคที่สอง หรือ 2G ซึ่งหมายถึงการพัฒนาระบบขึ้นไปอีกขั้นหนึ่ง

2.5.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบ GSM



รูปที่ 2.18 แสดงโครงสร้างและองค์ประกอบของระบบ GSM

โดยพื้นฐานแล้วโครงสร้างเครือข่ายระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วนใหญ่ๆ คือ Base Station System (BSS) ,Network Switching System (NSS) และ Network Management Substation (NMS) ซึ่งในแต่ละส่วนจะมีหน่วยต่างๆ ที่มีหน้าที่แตกต่างกันไป และในแต่ละหน่วยก็จะมีอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ หลายๆส่วนด้วย

1. Base Station System (BSS)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือส่วนของสถานีย่อยประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ BTS และ BSC โดยทำหน้าที่ติดต่อกับโทรศัพท์เคลื่อนที่ทั้งหลาย

2. Network Switching System (NSS)

คือ ส่วนของเนตเวิร์ก และ สวิตชิ่ง ที่ประกอบด้วย MSC HLC AUCEIR เป็นต้น มีหน้าที่ ในการควบคุมการเรียก และจัดการกับตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของโทรศัพท์ และในเรื่องของการดูแลการให้บริการเสริม

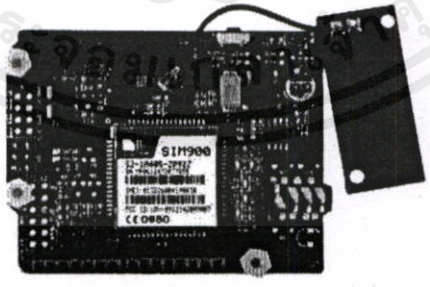
3. Network Management Substation (NMS) คือส่วนที่มีหน้าที่ดูแลและจัดการในเรื่องของการปฏิบัติระบบโดยรวม

2.5.2 การรับส่งคลื่นสัญญาณวิทยุในระบบ GSM

ระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ GSM นั้นได้มีการกำหนดช่วงความถี่ สำหรับใช้งานไว้ทั้งหมด 50 MHz ในย่านความถี่ 890915 MHz และ 935960 MHz ในย่านความถี่ต่ำนั้นมีไว้สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ MS ในการส่งข้อมูลไปที่สถานีฐานและในย่านความถี่สูงมีไว้ส่งข้อมูลในทิศทางตรงกันข้ามภายในแบนด์วิดท์ขนาด 25 MHz ของการส่งข้อมูลแต่ละทิศนี้ GSM ได้แบ่งจำนวนช่องของคลื่นพาห์ไว้ทั้งหมด 124 ช่อง โดยแต่ละช่องมีความถี่ห่างกันเท่ากับ200KHzลักษณะการแบ่งช่องสัญญาณเรียกว่า Frequency Division Multiple Access (FDMA) และ ในแต่ละเคลื่อนพาห์นั้นใช้ส่งสัญญาณได้ทั้งหมด 8 ช่องสัญญาณโดยวิธีที่เรียกว่า Time Division Multiple Access (TDMA) ดังนั้นจะเห็นได้ว่าGSM อาศัยทั้ง FDMA และ TDMA

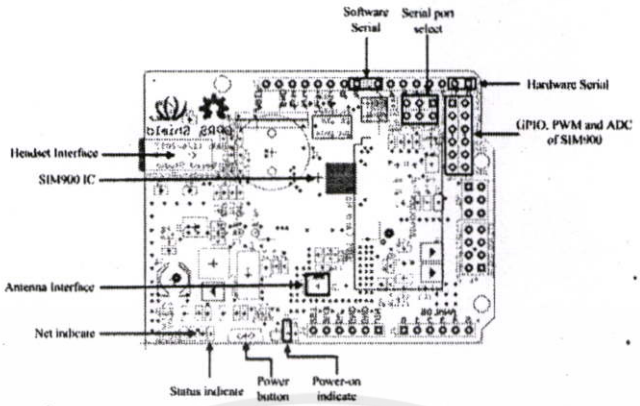
2.5.3 GSM Module SIM900

GSM Module SIM900 เป็นโมดูลการสื่อสารในระบบ GSM/GPRS ขนาดเล็ก รองรับระบบสื่อสารในช่วงความถี่ 850/900/1800/1900 MHz โดยสั่งงานผ่านทางพอร์ตอนุกรม Rs232 ด้วยคำสั่งจาก Sofeware ของ Arduino ซึ่งมีคำสั่งตัวอย่างในการทดสอบการสั่งงานของบอร์ด สามารถนำมาประยุกต์ได้มากมาย โดย GSM Module SIM900 นี้มีการออกแบบให้สามารถเชื่อมต่อกับ บอร์ด Microcontroller ของ Arduino ได้อย่างพอดี สามารถที่จะเลือกใช้พอร์ต ตามโปรแกรมใน Arduino ได้ ดังรูปที่ 2.19



รูปที่ 2.19 แสดงGSM Module SIM900

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 แสดงพอร์ตการติดต่อกับ GSM Module SIM900

2.5.4 การติดต่อกับ GSM Module SIM900

- Antenna interface : เสาอากาศที่จะติดต่อสื่อสารกับโทรศัพท์ภายนอก
- Serial port select : ซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์พอร์ตอนุกรมที่ติดต่อกับ Arduino
- Hardware Serial: D0 และ D1 ของ Arduino / Seeeduino
- Software serial : D7 และ D8 ของ Arduino / Seeeduino เพียง
- Status indicator : บอกว่า SIM900 ทำงาน
- Power-on indicator : บอกว่า GPRS ทำงาน
- Net indicator : บอกสถานะเกี่ยวกับการเชื่อมต่อ SIM900 สมบูรณ์
- GPIO,PWM and ADC of SIM900
- Headsets interface : ใช้เพื่อเสียบไมค์และหูฟังแบบ 2-in-1
- Power button: ปุ่มสำหรับเปิดหรือปิด SIM900

2.5.5 การใช้พอร์ต Arduino

- D0: ใช้เป็น RX hardware พอร์ตอนุกรม
- D1: ใช้เป็น TX ของ hardware พอร์ตอนุกรม
- D7: ใช้เป็น RX ของ software อนุกรม
- D8: ใช้เป็นกซัสของ software อนุกรม
- D9: ใช้เป็นปุ่มเพาเวอร์ซอฟต์แวร์สำหรับ SIM900
- VIN : ใช้เชื่อมต่อ power supply 6.5V - 12V สำหรับ Arduino และ GPRS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 การเชื่อมต่อระหว่าง GSM Sim900 กับ Microcontroller

Pin	Signal	I/O	Description
1	DCD	O	Data carrier detection
2	TXD	O	Transmit data
3	RXD	I	Receive data
4	DTR	I	Data Terminal Ready
5	GND		GND
7	RTS	I	Request to Send
8	CTS	O	Clear to Send
9	RI	O	Ring Indicator

Pin	Signal	I/O	Description
2	DEBUG_TX	O	Transmit data
3	DEBUG_RX	I	Receive data
5	GND		GND

2.6 Sim Card

SIM ย่อมาจาก Subscriber Indentity Module เป็นอุปกรณ์ซึ่งใส่ในเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่เพื่อให้เครื่องสามาถติดต่อกับเครือข่ายได้

2.6.1 หน้าที่ของซิมการ์ด

1. ไม่ได้เก็บหมายเลขเครื่องโทรศัพท์ของเราครับ แต่เก็บหมายเลข IMSI (International Mobile Subscriber Indentity) ซึ่งเป็นหมายเลขที่ไม่ซ้ำกับ SIM อื่น ๆ ทั่วโลก หมายเลขนี้จะผูกกับหมายเลขโทรศัพท์ของเจ้าของ SIM โดยมีฐานข้อมูลเก็บที่ HLR (HLR เป็นเสมือนที่เก็บข้อมูล)เมื่อผู้ให้บริการได้รับหมายเลข IMSI จำนวนหนึ่ง ก็จะนำหมายเลขนี้ไปผูกกับหมายเลขเครื่องโทรศัพท์โดยเก็บที่ HLR แล้วก็สร้างซิมการ์ดออกขาย ให้เราได้เห็นเป็นเบอร์ต่างๆที่ต้องทำแบบนี้เพื่อสร้างระบบป้องกันการ copy SIMเมื่อ SIM หายหรือทำลายตัวเองลง ท่านยังสามารถ ติดต่อกับ call center เพื่อให้ call center ดึงข้อมูลจาก HLR เพื่อนำมาสร้างซิมการ์ดใบใหม่ให้ ทำให้ใช้เบอร์เดิมได้

2. เก็บรหัสที่ใช้ป้องกันการปลอมแปลง SIM ซึ่งก็คือค่า Ki โดยค่านี้ไม่มีทางอ่านออกมาได้จาก SIM 900

3. เก็บข้อมูลสำคัญของ ผู้ให้บริการเครือข่าย เช่น ย่านความถี่ใช้งาน,application เสริม

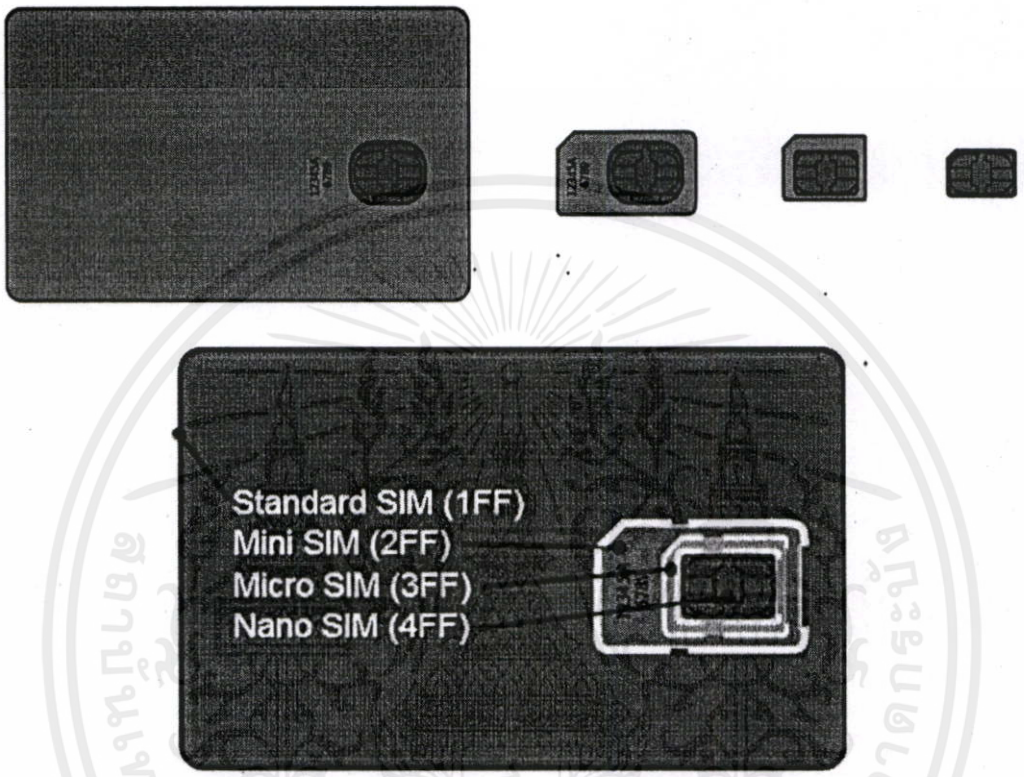
4. เก็บข้อมูลส่วนตัวของเราได้ เช่น phone book

5. เก็บรหัสล็อค SIM คือ PIN และ PUK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2 ประเภทของ SIM Card

แบ่งเป็น 4 ชนิดที่ใช้งานกันในปัจจุบันมีขนาดที่เล็กลงเรื่อยๆ เหมาะกับ อุปกรณ์การสื่อสารที่ต้องการประหยัดพื้นที่ของตัวโทรศัพท์เอง ตามรูปที่ 2.21

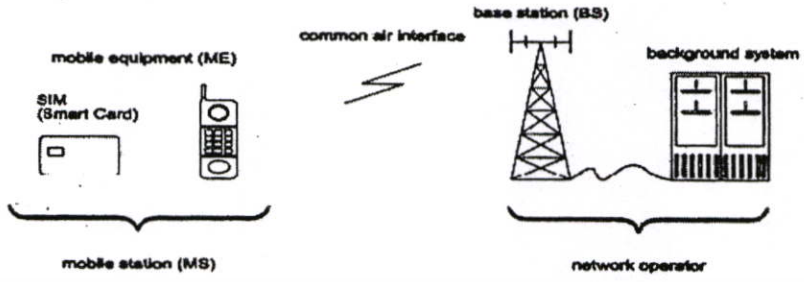


รูปที่ 2.21 แสดงการเปรียบเทียบขนาดของ SIM

2.6.3 SIM CARD และ GSM Network

ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM Network ดังรูป ได้มีการนำเอาสมาร์ตการ์ดมาเป็นส่วนประกอบสำคัญซึ่ง SIM (Subscriber Identity Module) ก็เป็นชื่อของสมาร์ตการ์ด ที่นำมาใช้กับระบบ GSMโดยที่ SIM จะมีรหัสเลขฐานสิบหกที่จะใช้ติดต่อกับระบบฐานเครือข่ายของโทรศัพท์มือถือ หรือเรียกว่า IMSI (International Mobile Subscriber) คือ ค่าเบอร์โทรที่เป็นเบอร์มาตรฐาน ทั่วโลกก็จะไม่ซ้ำกันค่านี้ ขนาด 9 byte หรือ 64 bit และค่าKI (Individual Subscriber Authentication Key) คือ ค่ารหัสประจำ SIM Card ที่ใช้ติดต่อกับเครือข่าย ค่านี้จะมีการเข้ารหัส แล้วถึงจะส่งออกไปในเครือข่าย จะมีขนาด 128 bit ดังนั้นค่า Key นี้จะมีความปลอดภัยสูง นอกจากนั้น SIM ยังใช้เก็บโปรแกรม เก็บข้อมูลอื่นๆไดอีกด้วยเช่นสมุดโทรศัพท์, ข้อมูลการโทรเข้าและโทรออก, massage เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.22 แสดงStructure of a mobile station in the GSM Network

2.7 LCD

LCD ย่อมาจาก Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอแสดงผลแบบ (Digital) โดยภาพที่ปรากฏขึ้นเกิดจากแสงที่ถูกปล่อยออกมาจากหลอดไฟด้านหลังของจอภาพ (Black Light) ผ่านชั้นกรองแสง (Polarized filter) แล้ววิ่งไปยัง คริสตัลเหลวที่เรียงตัวด้วยกัน 3 เซลล์คือ แสงสีแดง แสงสีเขียวและแสงสีน้ำเงินกลายเป็นพิกเซล (Pixel) ที่สว่างสดใสเกิดขึ้น

2.7.1 ประเภทของ LCD

เทคโนโลยีที่พัฒนามาใช้กับ LCD นั้นแบ่งออกเป็น 2 ประเภทคือ

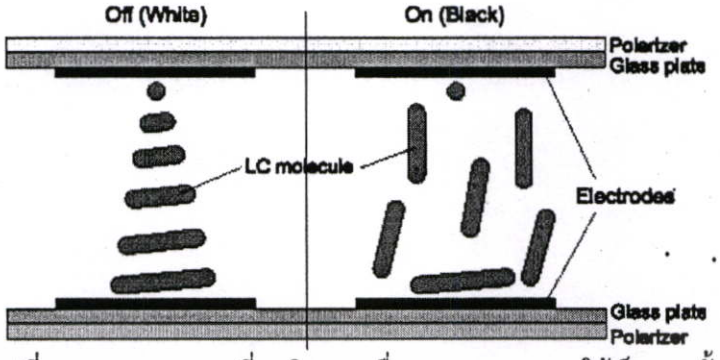
1. Passive Matrix หรือที่เรียกว่า Super-Twisted Nematic (STN) เป็นเทคโนโลยีแบบเก่าที่ให้ความคมชัดและความสว่างน้อยกว่า ใช้ในจอโทรศัพท์มือถือทั่วไปหรือจอ Palm ขาวดำเป็นส่วนใหญ่

2. Active Matrix หรือที่เรียกว่า Thin Film Transistors (TFT) สามารถแสดงภาพได้คมชัดและสว่างกว่าแบบแรก ใช้ในจอมอนิเตอร์หรือโน้ตบุ๊ก

2.7.2 เทคโนโลยี TFT LCD Mornitor

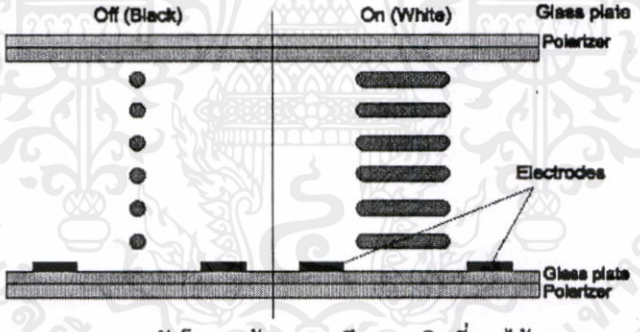
TN + Film (Twisted Nematic + Film) Twisted Nematic (TN) คือสารประเภทนี้จะมีการจัดโครงสร้างโมเลกุลเป็นเกลียว ถ้าเราผ่านกระแสไฟฟ้าเข้าไปมันก็จะคลายตัวออกเป็นเส้นตรง เราใช้ปรากฏการณ์นี้เป็นตัวกำหนดว่าจะให้แสงผ่านได้หรือไม่ได้Twisted Nematic (TN) ผลึกเหลวชนิดนี้ จะให้เราสามารถเปลี่ยนทิศทางการสั่นของคลื่นแสงได้ 90 – 150 จากแนวตั้งให้เป็นแนวนอน หรือ กลับกันจากแนวนอนให้เป็นแนวตั้ง ด้วยจุดนี้เองทำให้การค่า Response Time มีค่าสูง IPS (In-Plane Switching or Super-TFT)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 แสดงการเปลี่ยนทิศของคลื่นแสงจากแนวนอนให้เป็นแนวตั้ง

การจัดโครงสร้างของผลึกจากเดิมที่วางไว้ตามแนวขนานกับแนวตั้ง (เทียบกับระนาบ) เปลี่ยนมาเป็นวางตามแนวขนานกับระนาบ เรียกจอชนิดนี้ว่า IPS (In-Plane Switching or Super-TFT) จากเดิมขั้วไฟฟ้า จะอยู่คนละด้านของผลึกเหลว แบบนี้จะอยู่ด้านเดียวกันแปะหัวท้ายเพราะย้ายแนวของผลึกให้ตั้งขึ้น (เมื่อมองจากมุมมองของคนดูจอ) เป้าหมายเพื่อออกแบบมาแก้ไข การที่มุมของผลึกเหลวเปลี่ยนไปเมื่อมันอยู่ห่างจากขั้วไฟฟ้าออกไปปัญหานี้ทำให้จอมีมุมมองที่แคบมาก จอชนิด IPS สามารถมีมุมมองที่กว้างขึ้น แต่ข้อเสียของจอชนิดนี้ก็คือต้องใช้ทรานซิสเตอร์สองตัว ต่อหนึ่งจุดทำให้เปลืองมาก นอกจานั้นการที่มีทรานซิสเตอร์เยอะกว่าเดิมทำให้แสงจากด้านหลังผ่านได้น้อยลง ทำให้ต้องมี Back light ที่สว่างกว่าเดิม ความสิ้นเปลืองก็มากขึ้นอีกด้วย

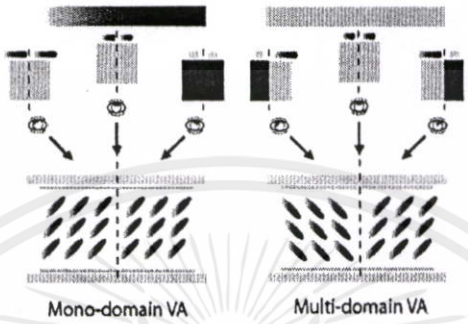


รูปที่ 2.24 แสดงการจัดโครงสร้างของผลึกจากเดิมที่วางไว้ตามแนวขนานกับแนวตั้งมาเป็นวางตามแนวขนานกับระนาบ

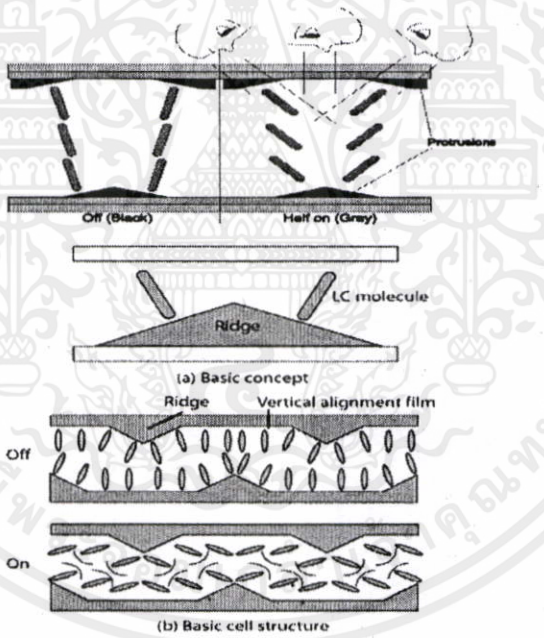
MVA (Multi-Domain Vertical Alignment) บริษัท Fujitsu ค้นพบผลึกเหลวชนิดใหม่ที่ให้คุณสมบัติทำงานในแนวระนาบโดยธรรมชาติและต้องการ ทรานซิสเตอร์เพียงตัวเดียวก็สามารถให้ผลลัพธ์เหมือน IPS เลยเรียกว่าว่าชนิด VA (Vertical Align) จอชนิดนี้จะ ไม่ใช้ผลึกเหลวที่ทำงานเป็นเกลียวอีกต่อไป แต่จะมีผลึกเป็นแท่ง ซึ่งปกติถ้าไม่มีไฟป้อนเข้าไปหาก็จะขวางจอเอาไว้ ทำให้เป็นสีดำ และเมื่อได้รับกระแสไฟฟ้าก็จะตั้งฉากกับจอให้แสงผ่านเป็นสีขาว ทำให้จอชนิดนี้มีความเร็วสูงมาก เพราะไม่ได้คลี่เกลียว จอชนิดนี้จะมีมุมมองได้กว้างราว 160 องศา ปัจจุบันบริษัท Fujitsu ได้ออกจอชนิดใหม่คือ MVA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Multi-Domain Vertical Alignment) ออกมาแก้บั๊กตัวเอง คือจากรูจะเห็นว่าด้วยความที่เป็นผลึกแท่ง และองศาของมันกำหนดความสว่างของจุด ดังนั้นเมื่อมองจากมุมมองอื่น ความสว่างของภาพจะเปลี่ยนไป เพราะถูกผสมในอีกรูปแบบหนึ่ง จอ Multi-domain พยายามกระจาย มุมมองให้แต่ละ Pixel นั้นมีผลึกหลายมุมเฉลี่ยกันไป ทำให้ผลกระทบจากการมองมุมที่ต่างออกไปหักล้าง



รูปที่ 2.25 แสดงความแตกต่างระหว่างแบบ Mono กับแบบ Multi



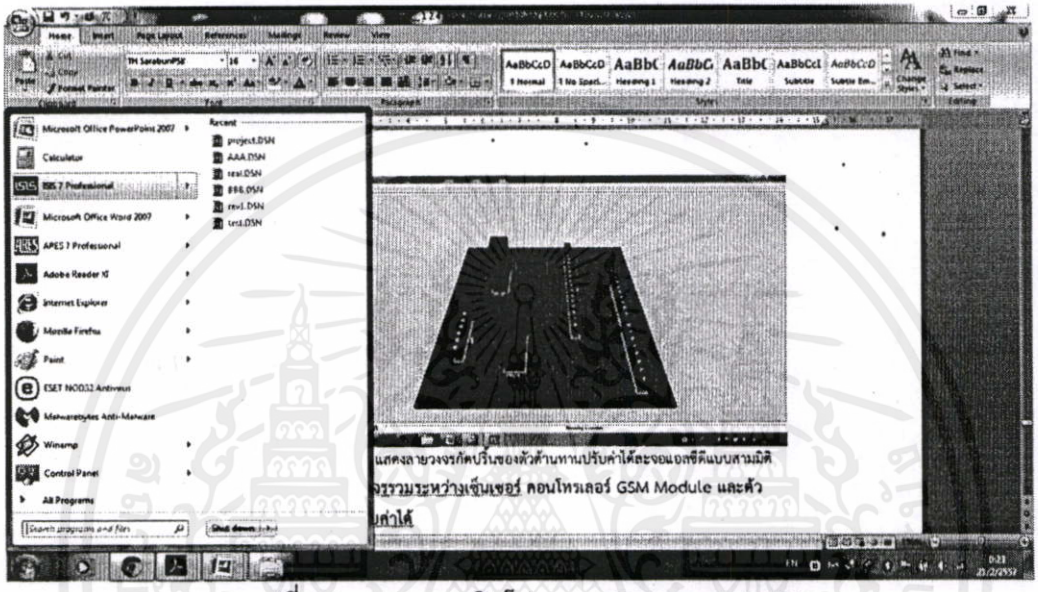
รูปที่ 2.26 มุมมองที่ต่างกันของจอ Multi-domainที่ต่างออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีการดำเนินงาน

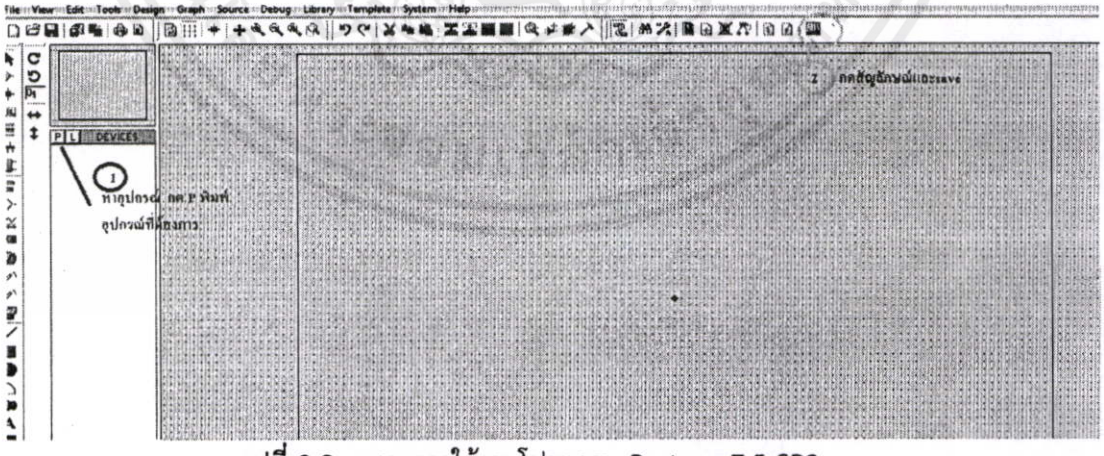
3.1 วิธีการใช้งาน Proteus 7.5 SP3

1. เปิดโปรแกรม Proteus 7.5 SP3



รูปที่ 3.1 แสดงการเปิดโปรแกรม Proteus 7.5 SP3

2. หาอุปกรณ์หมายเลข 1 วางสัญลักษณ์ และเชื่อมต่อสายจาก port เข้าอุปกรณ์
3. กดสัญลักษณ์ที่หมายเลข 2 เพื่อเซฟโปรแกรม

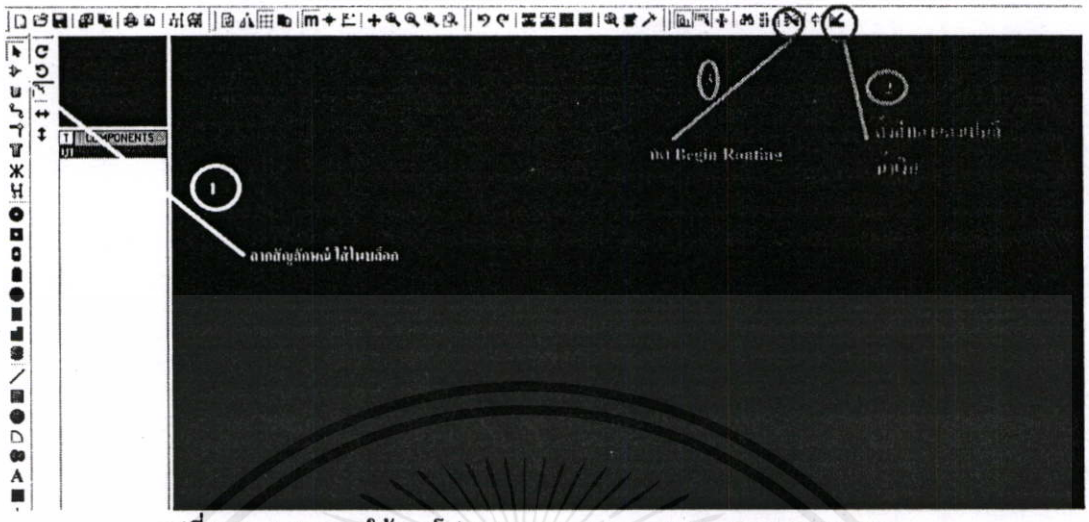


รูปที่ 3.2 แสดงการใช้งานโปรแกรม Proteus 7.5 SP3

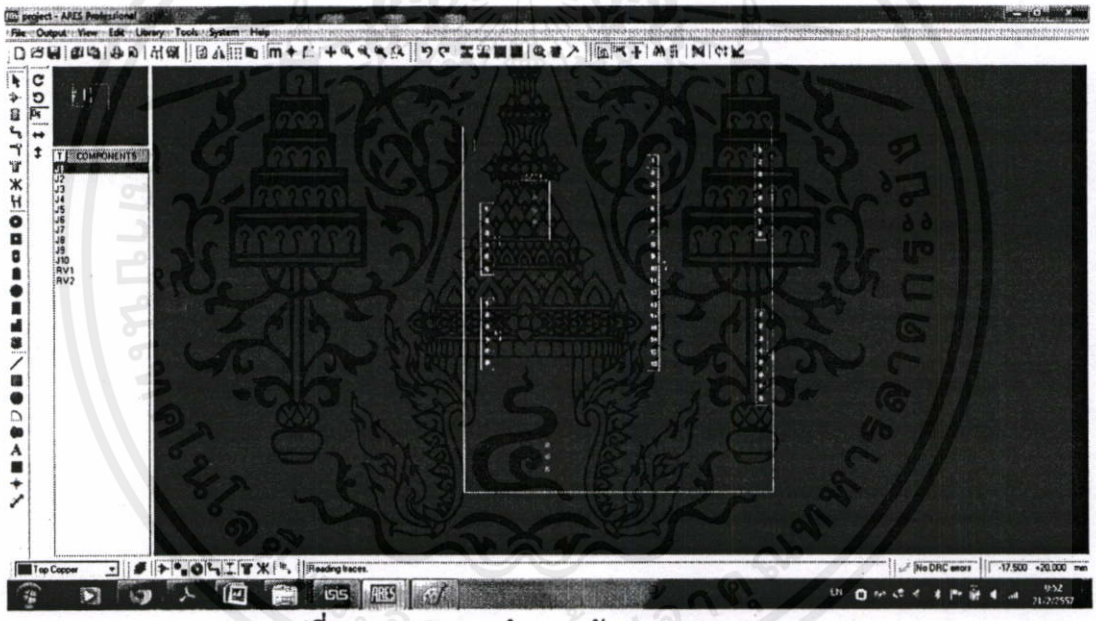
4. ลากสัญลักษณ์ตามรูปที่3.3 หมายเลข 1
5. ลากสัญลักษณ์ตามรูปที่3.3 หมายเลข 2 และเปลี่ยนเส้นทองแดงเป็นเส้นสีฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ลากสัญลักษณ์ตามรูปที่3.3 หมายเลข 3 กด Begin Routing



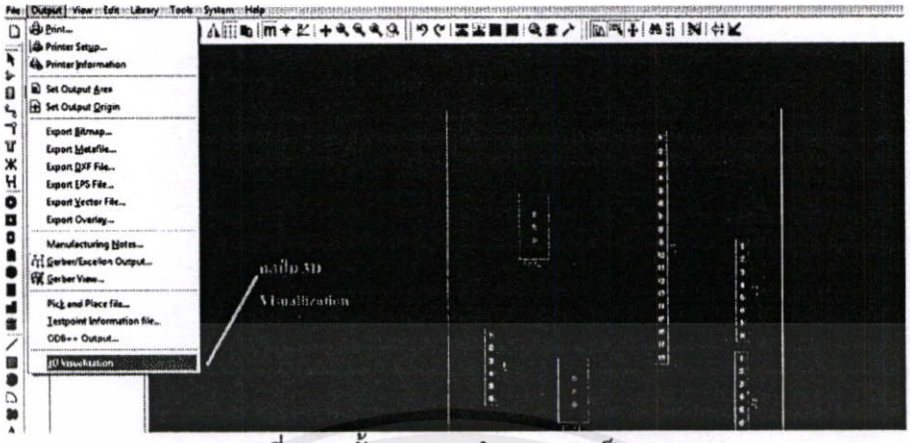
รูปที่ 3.3 แสดงการใช้งานโปรแกรม Proteus 7.5 SP3ลากสายแบบ2D



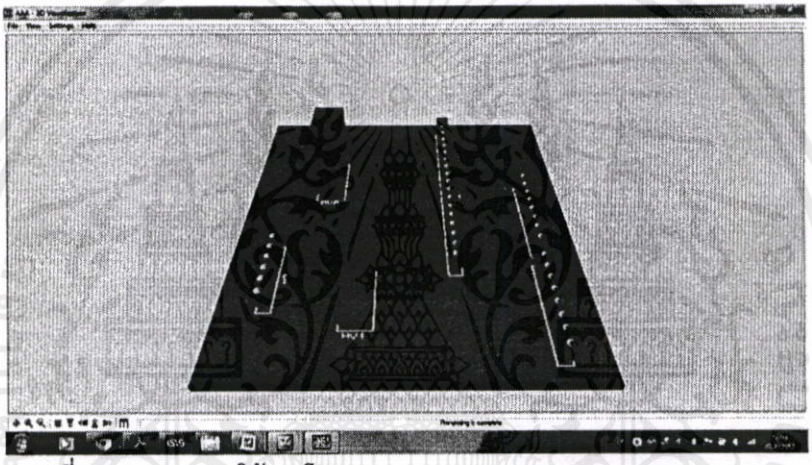
รูปที่ 3.4 แสดงภาพจำลองหลัง Begin Routing

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. เลือกที่ 3D Visualilzation จะได้แบบตามรูปที่ 3.6

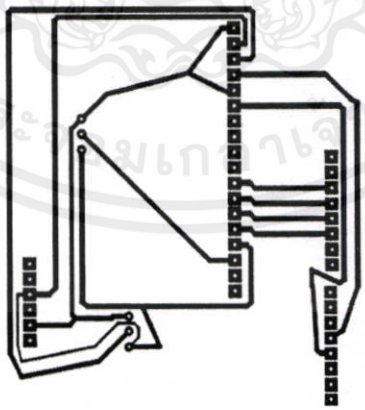


รูปที่ 3.5 ขั้นตอนการจำลอง 2D เป็น 3D



รูปที่ 3.6 แสดงการใช้งานโปรแกรม Proteus 7.5 SP3ลากสายแบบ 3D

8. เซฟไฟล์เป็น PDF และนำไปกัดลายวงจรใส่แผ่นทองแดง

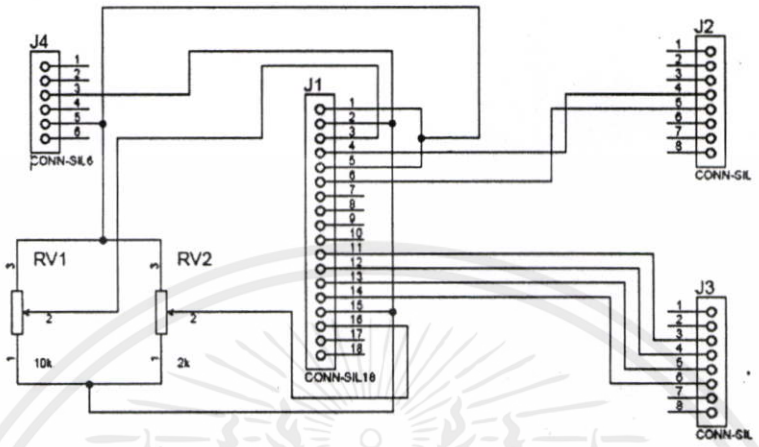


รูปที่ 3.7 แสดงลายวงจรที่ใช้งาน

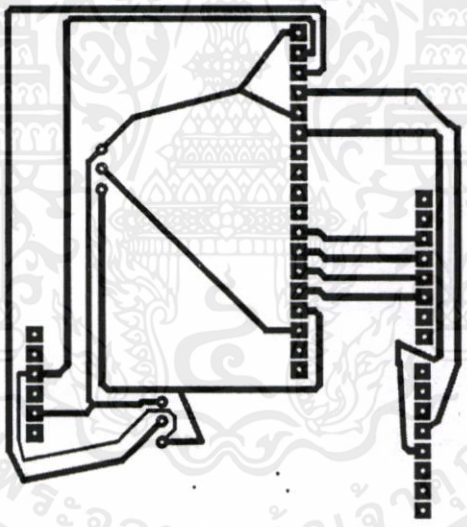
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ออกแบบวงจรปรับแสงของจอLCD

ใช้โปรแกรม Proteus 7.5 SP3 ในการเขียนลายวงจร กัดปริ้น และ ปรับแสงแอลซีดี ด้วยตัวต้านทานปรับค่าได้สองตัวโดย RV1 ใช้ในการปรับความเข้มของตัวหนังสือ และ วาดการเชื่อมต่อของบอร์ดต่างๆ



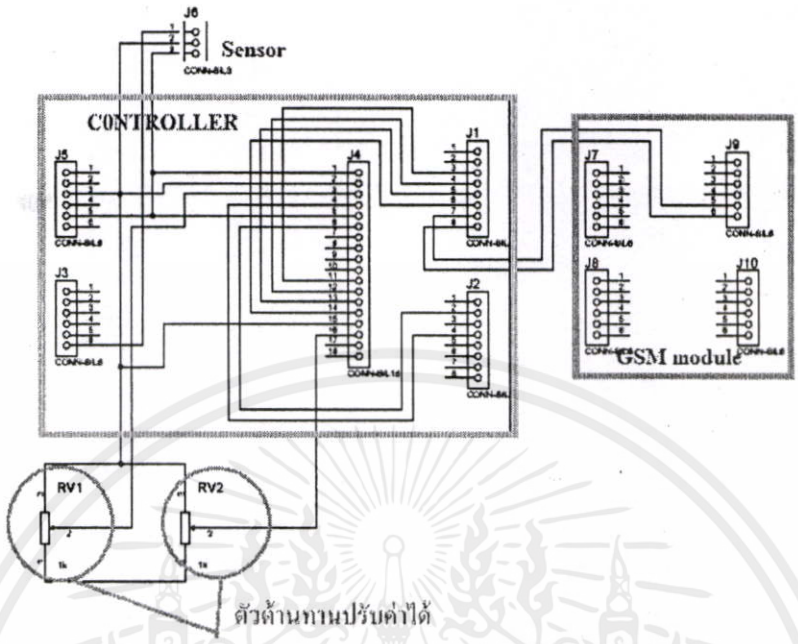
รูปที่ 3.8 แสดงวงจรการต่อจอแอลซีดีกับตัวต้านทานปรับค่าได้



รูปที่ 3.9 แสดงลายวงจรกัดปริ้นของตัวต้านทานปรับค่าได้และจอแอลซีดี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ออกแบบวงจรรวมระหว่างเซ็นเซอร์ คอนโทรเลอร์ GSM Module และตัวต้านทานปรับค่าได้



รูปที่ 3.10 แสดงวงจรรวมของวงจรอัตราการเต้นของหัวใจ

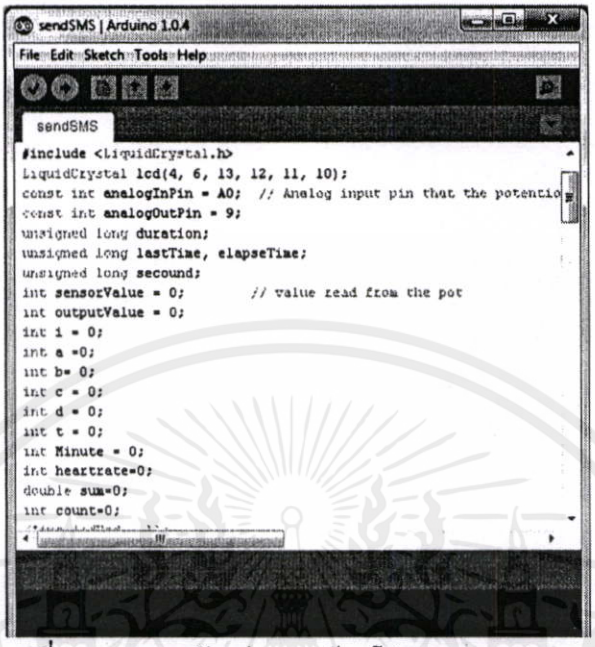
3.4 การใช้งาน Arduino

1. เปิดโปรแกรม Arduino

รูปที่ 3.11 แสดงการเปิดโปรแกรม Arduino

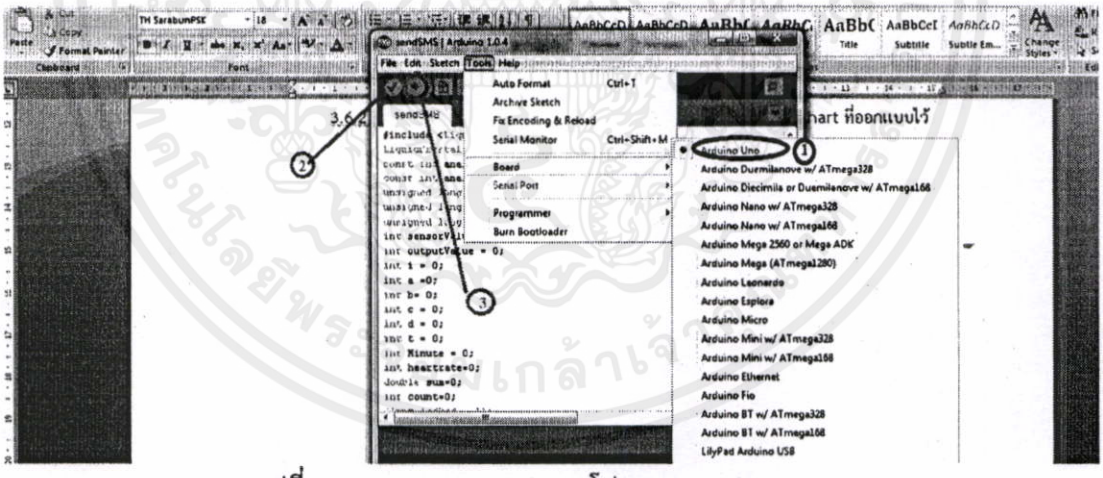
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ทำการกำหนดHeader กำหนดขา ประกาศตัวแปร และเขียนโปรแกรมตาม Flow Chart ที่ออกแบบไว้



รูปที่ 3.12 แสดงตัวอย่างการเขียนโปรแกรม Arduino

3. เลือกบอร์ด compile และ Upload ตามลำดับดับในรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 แสดงการ Upload โปรแกรม Arduino

3.5 วิธีการใช้งาน Heart rate sensor.

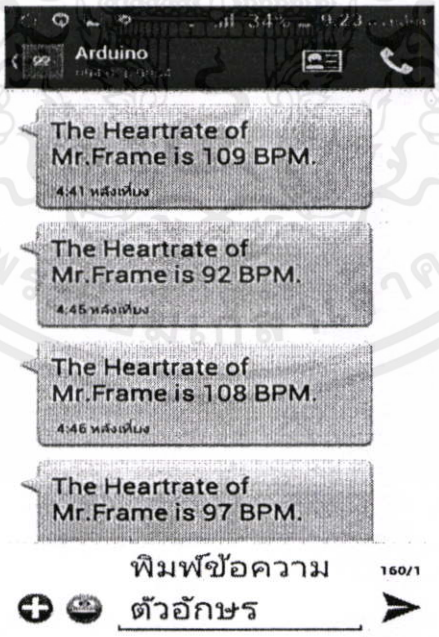
1. จ่ายไฟให้กับบอร์ด หน้าจอจะแสดง Heart rate sensor
2. ใช้ Heart rate sensor หนีบนิ้วผู้ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.14 แสดงการใช้งาน heart rate sensor

3. รอจนครบ 1 นาที หน้าจอจะแสดงค่าชีพจรที่มีหน่วยเป็น bpm ดังรูปที่ 3.16 ถ้าค่าชีพจรเกินค่าที่กำหนดไว้จะมีSMS แจ้งเตือนไปยังหมายเลขที่กำหนดไว้บนโปรแกรม และจะแสดงตามรูปที่ 3.17

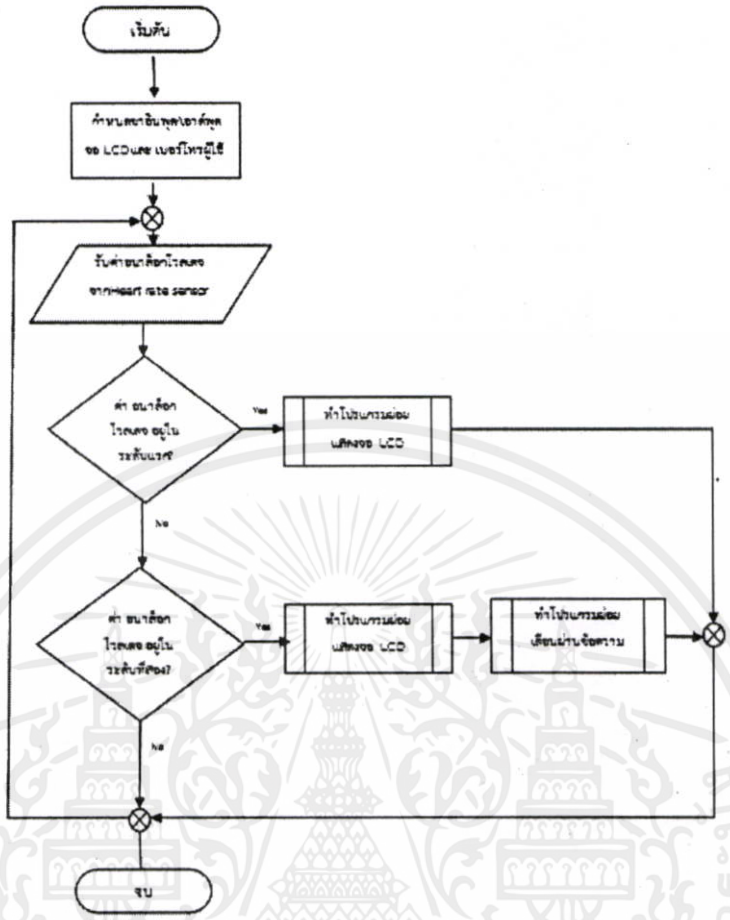
รูปที่ 3.15 รูปแสดงค่าชีพจรบนจอ LCD



รูปที่ 3.16 แสดงการส่งข้อความแจ้งเตือนเมื่อค่าเกินที่กำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 Flow Chart



รูปที่ 3.17 แสดงหลักการทำงานของโปรแกรม Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลอง Heart rate sensor

ตารางที่ 4.1 เปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนคนที่ 1

Value from Easy X 800 (Men1)	Value from sensor (Men1)
94	100
83	87
90	91
83	87
89	89

ตารางที่ 4.2 เปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนคนที่ 2

Value from Easy X 800 (Men2)	Value from sensor (Men2)
87	87
91	90
85	88
80	88
79	80

ตารางที่ 4.3 เปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนคนที่ 3

Value from Easy X 800 (Men3)	Value from sensor (Men3)
85	89
100	99
99	100
97	98
96	100

ตารางที่ 4.4 เปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนคนที่ 4

Value from Easy X 800 (Men4)	Value from sensor (Men4)
95	96
90	91
89	88
90	90
89	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.5 เปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนคนที่ 5

Value from Easy X 800 (Women1)	Value from sensor (Women1)
93	93
94	93
89	88
89	88
90	93

ตารางที่ 4.6 เปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนคนที่ 6

Value from Easy X 800 (Women2)	Value from sensor (Women2)
90	90
90	93
91	94
92	93
90	91

ตารางที่ 4.7 เปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนคนที่ 7

Value from Easy X 800 (Women3)	Value from sensor (Women3)
78	80
79	80
80	78
80	81
80	82

ตารางที่ 4.8 เปรียบเทียบค่าเครื่องวัดชีพจรแบบหนีบนิ้วกับเครื่องวัดชีพจรแบบสอดแขนคนที่ 8

Value from Easy X 800 (Women4)	Value from sensor (Women4)
75	74
76	80
88	89
80	80
80	81

จากตารางจะเห็นได้ว่าเครื่องวัดชีพจรที่ทำขึ้นกับเครื่องวัดชีพจรที่ใช้เป็นStandardมีค่าใกล้เคียงกัน จนถือว่าอยู่ในค่าที่ยอมรับได้

น.ส. กัลยา พลล้ำ
พยาบาลวิชาชีพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดลอง GSM MODULE

เชื่อมต่อบอร์ด GSM Module กับคอมพิวเตอร์ แล้วใช้โปรแกรม arduino ส่งชุดคำสั่ง AT Command ไปสั่งบอร์ด GSM Module แล้วสังเกตผล

ตารางที่ 4.9 การทดลอง GSM Module1

ชุดคำสั่ง AT Command	โปรแกรม Arduino
AT+CMGF=1\r	Mode ส่งข้อความ
AT + CMGS = \"+66928924965\"	ส่งข้อความไปหมายเลข 0928924965
SendTextMessage();	คำสั่งส่งข้อความ
DialVoiceCall()	คำสั่งโทรออก
ATD0874949719	โทรออกไปยังหมายเลข0874949719

4.3 การทดลองเชื่อมต่อHeart Rate Sensor

ตารางที่ 4.9 การทดลองเชื่อมต่อHeart Rate Sensor

ชุดคำสั่ง	โปรแกรม Arduino
analogRead(analogInPin);	อ่านค่า sensor จากขา input
pulseIn(analogInPin,HIGH)	ส่งข้อความไปหมายเลข 0928924965
analogWrite(analogOutPin, outputValue);	ส่งค่า output จาก sensor เก็บในตัวแปล outputValue

4.4 การทดลองเชื่อมต่อ จอ lcd black write 16*2

ตารางที่ 4.10 การทดลองเชื่อมต่อ จอ lcd black write 16*2

ชุดคำสั่ง	โปรแกรม Arduino
lcd.print(".....");	แสดงผล “.....”บนจอ lcd
lcd.setCursor(0, 1);	แสดงผลบนจอ lcd โดยเปลี่ยนข้อความบนหน้าจอโดยวิธีการขึ้นข้อความใหม่ทับข้อความเก่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากผลการทดลอง เพื่อทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจส่งผ่านระบบ GSM โครงงานนี้สามารถตรวจจับอัตราการเต้นของหัวใจได้ซึ่งสามารถแสดงค่าผ่านจอ LCD ที่ติดกับบอร์ดและส่งค่าผ่านระบบ GSM ส่งเป็นข้อความมายังมือถืออีกเครื่องได้สำเร็จ

5.2 วิจารณ์ผลการทดลอง

ในการทดลองครั้งนี้ พบว่าเครื่องตรวจวัดอัตราการเต้นของหัวใจเป็นเครื่องที่สามารถทำขึ้นเองได้และไม่สิ้นเปลือง แต่การวัดอัตราการเต้นนั้นจะต้องวางเซนเซอร์ให้ตรงกับจุดดังที่กล่าวไปแล้วในบทที่ 1 เพราะเป็นบริเวณที่สามารถตรวจวัดสัญญาณชีพจรได้อย่างชัดเจนและแม่นยำการวัดควรวัดอย่างต่อเนื่องห้ามเอานิ้วออกก่อน ให้รอเป็นเวลา 1 นาที โดยที่เครื่องส่วนมากตามท้องตลาดจะวัดเพียง 15 วินาทีและนำค่าที่ได้มาคูณ 4 จึงทำให้บางครั้งเกิดความไม่เที่ยงตรงได้

5.3 ปัญหา อุปสรรค และการแก้ไข

การทำงานนั้นผู้ทำโครงงานเองไม่มีความรู้ในบางเรื่องจึงเป็นอุปสรรคในการทำงานเป็นอย่างมากจึงต้องศึกษาเพิ่มเติมและสอบถามคนที่มีความเชี่ยวชาญในด้านนั้นๆ ในเรื่องของกการออกแบบลายวงจรซึ่งในตอนแรกมีความซับซ้อนมากจึงต้องมีการนำโปรแกรมเข้ามาช่วยในการหาเส้นทางและการแก้ไขวงจรให้มีการใช้งานได้จริงรวมถึงไมโครคอนโทรเลอร์เองที่ต้องมีความรู้ในด้านภาษา C และแก้ไขข้อผิดพลาดที่มักจะเกิดขึ้นเสมอ เช่น สาย Rs232 ไม่แน่นทำให้การ Compile โปรแกรมเกิดการล่าช้าไปด้วย เพราะฉะนั้นเวลาทำการทดลองจึงต้องมีการต่ออย่างเหมาะสมและดูให้แน่ใจว่าต่ออุปกรณ์ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

วิศรุต ศรีรัตนะ. 2554. เซนเซอร์และทรานสดิวเซอร์ ในงานอุตสาหกรรม. กรุงเทพ : ซีเอ็ดยูเคชั่น.

Jorge , G. 2011. Freescale Solutions for Electrocardiograph and Heart Rate Monitor Applications. México. Freescale Semiconductor.

ธนาฤทธิ์ เจนศิริศักดิ์ และภูริชญ์ วรธีระ. 2554. " ระบบดูแลสุขภาพทางไกล(เครื่องวัดอัตราการเต้นของหัวใจ) ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

กัลยา พลล้ำ ให้สัมภาษณ์ 19 กุมภาพันธ์ 2557, วิษณุกร ภูใบบัว,มารวย ฉั่วภักดี และ พัฒนันท์ แดงอาจ ผู้สัมภาษณ์. อัตราการเต้นของหัวใจ. ห้องพยาบาล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Thaieasyelec "Grove - Ear-clip Heart Rate Sensor ". Feb 2014 a
URL http://www.thaieasyelec.com

Thaieasyelec "Arduino Uno R3" .Feb 2014 b
URL http://www.thaieasyelec.com

จอแอลซีดี Feb 2014 a
URL: http://www.et.prm.chula.ac.th/pdf/lcd.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เกี่ยวกับภาคผนวก

ก.1 โปรแกรมที่ใช้สำหรับ Arduino ในการรับสัญญาณจากเซนเซอร์และส่งค่าด้วย GSM Module

```
#include <Time.h>

#include <SoftwareSerial.h>

#include <String.h>

#include <LiquidCrystal.h>

LiquidCrystal lcd(4, 6, 13, 12, 11, 10);

const int analogInPin = A0;  // Analog input pin that the potentiometer is attached to

const int analogOutPin = 9;

unsigned long duration;

unsigned long lastTime, elapseTime;

unsigned long secound;

int sensorValue = 0;        // value read from the pot

int outputValue = 0;

int i = 0;

int a =0;

int b= 0;

int c = 0;

int d = 0;

int t = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
int Minute = 0;

int heartrate=0;

double sum=0;

int count=0;

/*int ledRed = 11;

int ledGreen = 12;*/


SoftwareSerial mySerial(7,8);


void setup() {
  lcd.begin(16, 2);
  // Print a message to the LCD.


  mySerial.begin(19200);
 /* pinMode(ledRed, OUTPUT);
  pinMode(ledGreen, OUTPUT); */
  // initialize serial communications at 9600 bps:
  Serial.begin(9600);
  pinMode(analogInPin,INPUT);
 lastTime = millis();


}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void loop() {
lcd.print( "HeartRate Sensor " );
Serial.print( "HeartRate Sensor " );
 // read the analog in value:
 sensorValue = analogRead(analogInPin);
 // map it to the range of the analog out:
 outputValue = map(sensorValue, 0, 1023, 0, 255);
 // change the analog out value:
 analogWrite(analogOutPin, outputValue);
while(1)
{
if
(duration = pulseIn(analogInPin,HIGH)){
  b=a++;
elapseTime = millis() - lastTime;
  secound =elapseTime /1000;

if(secound%60==0 ){
heartrate = b;
if (heartrate>>5 ){
Serial.print( "Heart rate = " );
  Serial.println(b);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 lcd.setCursor(0, 1);
 // print the number of seconds since reset:
lcd.print(".....");
 lcd.print(b);
 lcd.print(" BPM");
lcd.print(".....");
 a = 0;
}
if (heartrate>80)
{
 SendTextMessage();
  /*digitalWrite(ledGreen, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
 delay(1000);               // wait for a second
 digitalWrite(ledRed, LOW);    */
 delay(1000);
}
else if (heartrate<60 )
{
 SendTextMessage();
  /*digitalWrite(ledGreen, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
  delay(1000);               // wait for a second
  digitalWrite(ledRed, LOW);    */
  delay(1000);
```

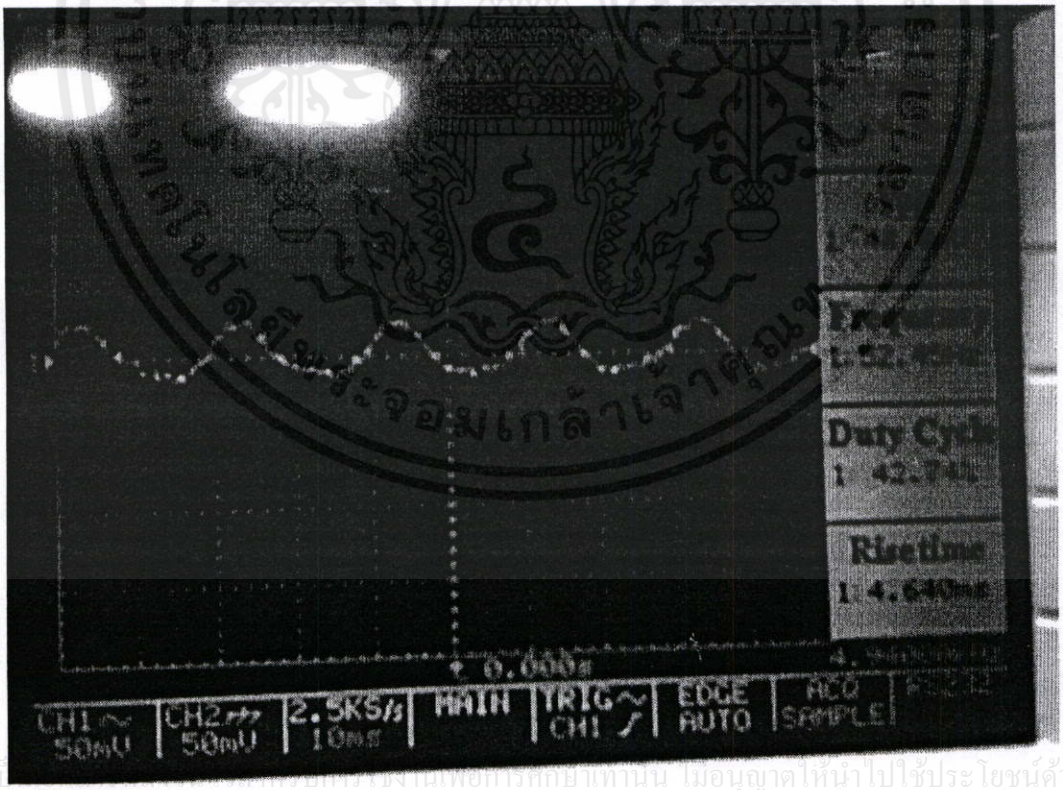
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}
else {

/*digitalWrite(ledRed, HIGH);   // turn the LED on (HIGH is the voltage level)
 delay(1000);                  // wait for a second
  digitalWrite(ledGreen, LOW);    // turn the LED off by making the voltage LOW
*/
 delay(1000);
}
}
}
}



}


 void SendTextMessage()
 {
    mySerial.print("AT+CMGF=1\r");    //Because we want to send the SMS in text mode
   delay(100);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  mySerial.println("AT + CMGS = \"+66928924965\"");//send sms message, be careful
need to add a country code before the cellphone numb

  delay(100);

  mySerial.print("The Heartrate of Mr.Frame is ");

  mySerial.print( b );//the content of the message

  mySerial.print(" BPM.");

  delay(100);

  mySerial.println((char)26);//the ASCII code of the ctrl+z is 26

  delay(100);

  mySerial.println();

}
```

ก.2 กราฟแสดงสัญญาณที่วัดได้จากเซนเซอร์



เอกสารนี้เ[illegible]ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้