

เครื่องวัดความดันโลหิตและการส่งผ่านข้อมูลจากระบบนิยามบนมือถือไปยังแอปพลิเคชัน
BLOOD PRESSURE MEASUREMENT AND ANDROID APPLICATION FOR PATIENT

ณัฐวุฒิ ศรทองธรรม
NATTIWUT KRONGSINTHAM

นุรวีร์ โสภารโชนชัย
NURAWIT SRANPAIBOON

อรุณรุ่ง การสุทธิวัฒน์
ARONRUNG KARNSUWIVAT

ปริญญาโท เป็นส่วนหนึ่งของวารศึกษาคณะเทคโนโลยีสุรนารี วิทยาเขตนครราชสีมา
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ. 2556

เครื่องวัดความดันโลหิต และการส่งผ่านข้อมูลทางการแพทย์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์
BLOOD PRESSURE MEASUREMENT AND ANDROID APPLICATION FOR PATIENT

โดย

นายณัฐวุฒิ ครอบศิธรธรรม
นายณัฐวิศร์ โอฬารไพบุลย์
นางสาวอรุณรุ่ง การสุทธิวิวัฒน์

อาจารย์ที่ปรึกษา
ดร. เทอดศักดิ์ ลีวหาทอง

โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2556

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2556

สาขา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดความดันโลหิต และการส่งผ่านข้อมูลทางการแพทย์ผ่านแอปพลิเคชัน
แอนดรอยด์

Blood Pressure Measurement and Application android for patient

ผู้จัดทำ

นายณัฐวุฒิ ครองศีลธรรม รหัสนักศึกษา 53010523

นายณัฐวิศิ์ โอฬารไพบุลย์ รหัสนักศึกษา 53010531

นางสาวอรุณรุ่ง การสุทธิวิวัฒน์ รหัสนักศึกษา 53011896

ปริญญาานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว



(ดร.เทอดศักดิ์ ลีวาททอง)

อาจารย์ที่ปรึกษา

| | |
|-------------------------------|--|
| หัวข้อปริญญาานิพนธ์ | เครื่องวัดความดันโลหิตและการส่งผ่านข้อมูลทาง การแพทย์ผ่านแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ |
| นักศึกษา | นายณัฐวุฒิ ครองศีลธรรม รหัส 53010523 นายณัฐวิศิษฐ์ โอพารไพบูลย์ รหัส 53010531 นางสาวอรุณรุ่ง การสุทธิวิวัฒน์ รหัส 53011896 |
| ปริญญา | วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต |
| สาขาวิชา | วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ |
| ปีการศึกษา | 2556 |
| อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์ | ดร.เทอดศักดิ์ ลีวาททอง |

บทคัดย่อ

จุดประสงค์ของโครงการฉบับนี้คือต้องการให้ผู้ป่วยสามารถใช้เครื่องวัดความดันเลือดที่บ้านของตนเองได้ซึ่งเป็นการประหยัดเวลาและค่าใช้จ่าย โครงการฉบับนี้เป็นการออกแบบและสร้างเครื่องวัดความดันโลหิต โดยเครื่องนี้ประกอบด้วย ถังผ้าพันแขน มอเตอร์บีบลม เซ็นเซอร์วัดแรงดัน วงจรขยายสัญญาณ วงจรกรองสัญญาณวงจร โดยจะส่งข้อมูลผ่านทางสัญญาณบลูทูธ สัญญาณจีเอสเอ็ม และส่วนของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยหลักการทำงานของอุปกรณ์นั้นเราจะเริ่มบีบลมเข้าไป แล้วจะใช้เซ็นเซอร์ส่งสัญญาณออกไปเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วตัวคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณไปควบคุมมอเตอร์ให้บีบที่แรงดันสูงสุด นอกจากนี้ยังมีการสร้างแอปพลิเคชันแอนดรอยด์ให้สามารถตรวจสอบความดันโลหิตของผู้ป่วยรวมถึงตารางเวลาในการรักษาของผู้ป่วย รวมถึงวิเคราะห์กราฟความดันโลหิต และมีสิ่งอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ป่วยเพื่อที่จะสามารถติดต่อสื่อสารเพื่อช่วยผู้ป่วยได้อย่างทันที่

| | |
|-----------------------|---|
| Thesis Title | Blood Pressure Measurement and android application for patient |
| Student | Mr.Natthiwut Khroingsintham ID.53010523 Mr.Nurawit Oranpaiboon ID. 53010531 Miss.Aroonrung Karnsutivivat ID. 53011896 |
| Degree | Bachelor of Engineering |
| Program | Electronics Engineering |
| Year | 2013 |
| Thesis Advisor | Dr.Thurdsak Leauhatong |

Abstract

The purpose of this project is to get comfortable to the patients because some of the patients cannot afford the hospital medical attention. This Project is to study about components of blood pressure measurement such as circuit device (DC and AC signal) , sensor of Blood Pressure , DC Motor, Amplifier, Filter, Bluetooth and a microcontroller, DC and AC signal from the sensor will be sented to the microcontroller then will be deliver to control the DC Motor to gain a maximum pressure. The report describes how to make an Android application which is able to measure and analyze a blood pressure of patients including time schedule of patients. In addition, it serves patient to communicate while they are in critical situation.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการและรายงานฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงโดยสมบูรณ์เพราะได้รับคำแนะนำและคำปรึกษาจากดร.เทอดศักดิ์ ลีวาทอง ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการโครงการและรายงานในครั้งนี้ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ของท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และนอกจากนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือตลอดจนคำแนะนำต่างๆ เพื่อให้รายงานและโครงการนี้ เสร็จสิ้นสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านมาทางนี้ด้วย

ณัฐวุฒิ ครองศีลธรรม
ณัฐวิศร์ โอพารไพบูลย์
อรุณรุ่ง การสุทธิวิวัฒน์

สารบัญ

| เรื่อง | หน้า |
|---|------|
| บทคัดย่อภาษาไทย..... | I |
| บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... | II |
| กิตติกรรมประกาศ..... | III |
| สารบัญ..... | IV |
| สารบัญตาราง..... | VII |
| สารบัญรูปภาพ..... | VIII |
| บทที่ 1 บทนำ..... | 1 |
| 1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา..... | 1 |
| 1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา..... | 1 |
| 1.3 แผนผังขอบเขตของโครงการ..... | 2 |
| 1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... | 2 |
| บทที่ 2 ทฤษฎี..... | 3 |
| 2.1 ความดันโลหิต..... | 3 |
| 2.2 วงจรขยายผลต่าง..... | 8 |
| 2.3 วงจรกรองความถี่ (Filter Circuit)..... | 10 |
| 2.3.1 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (Low Pass Filter: LPF)..... | 10 |
| 2.3.2 วงจรกรองสัญญาณความถี่สูง (High Pass Filter: HPF)..... | 11 |
| 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)..... | 12 |
| 2.5 การเลือกใช้อุปกรณ์..... | 13 |
| 2.6 การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม..... | 15 |
| 2.7 เทคโนโลยีจีเอสเอ็ม..... | 16 |
| 2.7.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบ GSM..... | 17 |
| 2.7.2 การรับส่งคลื่นวิทยุในระบบ GSM..... | 18 |
| 2.7.3 การเข้ารหัสช่องสัญญาณในระบบ GSM..... | 18 |
| 2.7.4 GSM Module SIM900B..... | 18 |
| 2.7.5 การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM900B..... | 19 |
| 2.7.6 การทดสอบการทำงานของโมดูล..... | 21 |
| 2.7.6.1 ตัวอย่างคำสั่ง AT Command..... | 21 |
| 2.8 SIM CARD..... | 24 |
| 2.8.1 ส่วนประกอบและโครงสร้างของสมาร์ทการ์ด..... | 25 |

สารบัญ(ต่อ)

| เรื่อง | หน้า |
|---|------|
| 2.8.2 โครงสร้างและองค์ประกอบต่าง ๆ ในการใช้งานสมาร์ตการ์ด..... | 27 |
| 2.8.3 การเชื่อมต่อสมาร์ตการ์ด..... | 28 |
| 2.8.4 ขนาดของซิมการ์ด..... | 29 |
| 2.8.5 หน่วยความจำของซิมการ์ด..... | 29 |
| 2.8.6 ระบบรักษาความปลอดภัยของซิมการ์ด..... | 29 |
| 2.8.7 ประโยชน์ของซิมการ์ด..... | 30 |
| 2.9 พีเอชพี (PHP)..... | 30 |
| 2.10 สัญญาณกรณเชิงวัตถุจาวาสคริปต์..... | 31 |
| 2.11 แอนดรอยด์ (android)..... | 36 |
| 2.12 Google Map..... | 36 |
| 2.13 achartengine..... | 37 |
| บทที่ 3 การออกแบบวงจรและการทำงาน..... | 38 |
| 3.1 เครื่องวัดความดันโลหิต..... | 38 |
| 3.1.1 Pressure sensor และ Instrument amplifier..... | 39 |
| 3.1.2 Band-pass Filter..... | 40 |
| 3.1.2.1 วงจรกรองความถี่สูงผ่าน..... | 40 |
| 3.1.2.2 วงจรขยายสัญญาณ..... | 41 |
| 3.1.2.3 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน..... | 41 |
| 3.1.3 AC Coupling Stage..... | 42 |
| 3.1.4 Drive motor circuit..... | 43 |
| 3.1.5 Solenoid valve circuit..... | 43 |
| 3.1.6 Adaptive Comparator..... | 44 |
| 3.1.7 ส่วน Bluetooth..... | 44 |
| 3.1.8 ส่วน GSM..... | 45 |
| 3.1.9 ส่วน Microcontroller..... | 47 |
| 3.1.9.1 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดความดันโลหิต..... | 48 |
| 3.2 ส่วนAndroid Application..... | 50 |
| 3.2.1 แผนผังการทำงานของ android application for patient..... | 50 |
| 3.2.2 แผนผังการทำงานของการใช้ JSON..... | 51 |
| 3.2.3 แผนผังการทำงานของ Bargraph Achartengine for Blood pressure..... | 52 |

สารบัญ(ต่อ)

| เรื่อง | หน้า |
|---|------|
| 3.2.3 แผนผังการทำงานของ Bargraph Achartengine for Blood pressure. | 52 |
| 3.2.4 แผนผังการทำงานของ Ambulance application..... | 53 |
| บทที่ 4 ผลการทดลอง..... | 55 |
| 4.1 การวัดความดันโลหิต..... | 55 |
| 4.1.1 ลำดับขั้นตอนการทดลอง..... | 55 |
| 4.1.2 วัดสัญญาณออสซิลเลตที่ผ่านวงจร Band-Pass Filter..... | 56 |
| 4.1.3 การทดลองเพื่อสังเกตความแม่นยำของอุปกรณ์..... | 58 |
| 4.1.4 การทดลองติดต่อ GSM Module..... | 58 |
| 4.1.5 การทดลองส่ง SMS..... | 59 |
| 4.2 Android Application..... | 60 |
| 4.2.1 android application for patient..... | 60 |
| 4.2.2 JSON..... | 63 |
| 4.2.3 Bargraph Achartengine for Blood pressure..... | 66 |
| 4.2.4 Ambulance application..... | 68 |
| บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง..... | 72 |
| สรุปผลการทดลอง..... | 72 |
| 5.1 เครื่องวัดความดันโลหิต..... | 72 |
| 5.2 Android Application..... | 72 |
| 5.2.1 android application for patient..... | 72 |
| 5.2.2 JSON..... | 72 |
| 5.2.3 Bargraph Achartengine for Blood pressure..... | 73 |
| 5.2.4 Ambulance application..... | 73 |
| วิจารณ์ผลการทดลอง..... | 73 |
| เครื่องวัดความดันโลหิต..... | 73 |
| Android Application..... | 73 |
| เอกสารอ้างอิง..... | 74 |
| ภาคผนวก..... | 75 |

สารบัญตาราง

| ตารางที่ | หน้า |
|--|------|
| 2.1 ความดันโลหิตในระดับต่าง..... | 5 |
| 2.2 ความดันโลหิตปกติตามช่วงอายุ..... | 5 |
| 2.3 ตารางการต่อสายสัญญาณระหว่าง GSM SIM900B กับ คอมพิวเตอร์ PC..... | 20 |
| 2.4 ตารางการต่อสายสัญญาณระหว่าง GSM SIM900B กับ Microcontroller..... | 20 |
| 4.1 ผลการวัดค่าแรงดันขาออกของ Sensor MPX2050 เทียบกับค่าความดัน..... | 55 |
| 4.2 การทดลองเพื่อสังเกตความแม่นยำของอุปกรณ์..... | 58 |
| 4.3 การทดลองเพื่อติดต่อ GSM Module..... | 58 |

สารบัญรูป

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 1.1 แผนผังขอบเขตของโครงการ..... | 2 |
| 2.1 การทำงานของหัวใจซึ่งเป็นต้นตอของความดันเลือดในร่างกายคน..... | 3 |
| 2.2 ตำแหน่งการพันผ้ารัดแขน..... | 7 |
| 2.3 วงจรขยายผลต่าง..... | 8 |
| 2.4 พิจารณา V_1 โดยให้ $V_2 = 0$ | 9 |
| 2.5 พิจารณา V_2 โดยให้ $V_1 = 0$ | 9 |
| 2.6 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำอันดับต่างๆ..... | 10 |
| 2.7 กราฟแสดงผลการตอบสนองต่ออัตราขยายเชิงความถี่..... | 10 |
| 2.8 วงจรกรองสัญญาณความถี่สูงอันดับต่างๆ..... | 11 |
| 2.9 กราฟแสดงผลการตอบสนองต่ออัตราขยายเชิงความถี่..... | 12 |
| 2.8 ลักษณะการเชื่อมต่อข้อมูลของบลูทูธ..... | 13 |
| 2.9 ข้อมูลขนาด 8 บิต บิตเริ่มต้นและบิตหยุดที่ใช้ในการโอนย้ายข้อมูลแบบอนุกรม..... | 15 |
| 2.10 ระบบ GSM ที่ใช้กันทั่วไป..... | 17 |
| 2.11 ตัวอย่างซิมการ์ด..... | 25 |
| 2.12 ส่วนประกอบของสมาร์ทการ์ด..... | 26 |
| 2.13 ตัวอย่างการส่งข้อมูล C9 (HEX) = 1100 1001 (binary)..... | 28 |
| 2.14 ตัวอย่างการส่งข้อมูล C9 (HEX) = 1100 1001 (binary)..... | 28 |
| 2.15 ตัวอย่างการใช้รับ-ส่งสมาร์ทการ์ด..... | 28 |
| 2.16 (ก) รูปบัตรสมาร์ทการ์ดทั่วไป (ข) รูปซิมการ์ดที่ตัดมาจากบัตรสมาร์ทการ์ด..... | 29 |
| 2.17 การทำงานของ (ก) Web Based (ข) Windows Based..... | 30 |
| 2.18 รูปแบบเจสันแบบObject..... | 32 |
| 2.19 รูปแบบเจสันแบบArray..... | 33 |
| 2.20 รูปแบบเจสันแบบValue..... | 33 |
| 2.21 รูปแบบเจสันแบบString..... | 34 |
| 2.22 รูปแบบเจสันแบบString..... | 34 |
| 2.23 รูปแบบเจสันแบบBar char..... | 37 |
| 3.1 บล็อกไอแกรมการทำงานของเครื่องวัดความดันโลหิตระบบดิจิทัล..... | 38 |
| 3.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Output voltage กับ Differential input pressure..... | 39 |
| 3.3 วงจรขยายผลต่าง (Differential Amplifier)..... | 40 |
| 3.4 วงจร High-Pass-Filter..... | 40 |

สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|--|------|
| 3.5 วงจร Amplifier..... | 41 |
| 3.6 วงจร Low-Pass Filter..... | 41 |
| 3.7 วงจรAC Coupling Stage..... | 42 |
| 3.8 วงจร Drive motor circuit..... | 43 |
| 3.9 วงจร Solenoid valve circuit..... | 43 |
| 3.10 วงจร Adaptive Comparator..... | 44 |
| 3.11 วงจร Bluetooth..... | 44 |
| 3.12 ลักษณะของโมดูลบลูทูธ BM-C04..... | 45 |
| 3.13 วงจร GSM..... | 45 |
| 3.14 Module GSM SIM900B..... | 46 |
| 3.15 วงจร Microcontroller..... | 47 |
| 3.16 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดความดัน..... | 49 |
| 3.17 แสดงแผนผังการทำงานของ android application for patient..... | 50 |
| 3.18 แผนผังการทำงานของ JSON..... | 51 |
| 3.19 แผนผังการทำงานของ Bargraph Achartengine for Blood pressure..... | 52 |
| 3.20 แผนผังการทำงานของ Ambulance application..... | 53 |
| 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าแรงดันกับค่าความดัน..... | 56 |
| 4.2 Pressure signal(สีเหลือง) and Oscillometric signal(สีฟ้า)..... | 56 |
| 4.3 Oscillometric signal..... | 57 |
| 4.4 Pulse signal..... | 57 |
| 4.5 แสดงค่าความดันโลหิตที่แสดงผ่านจอLCD..... | 59 |
| 4.6 ค่าความดันโลหิตที่ส่งเข้าโทรศัพท์เคลื่อนที่..... | 59 |
| 4.7 ค่าความดันโลหิตที่ส่งเข้าServer..... | 60 |
| 4.8 การแจ้ง SMS เตือนทางโทรศัพท์..... | 60 |
| 4.9 การแจ้ง notification มายังโทรศัพท์..... | 61 |
| 4.10 การเข้าสู่แอปพลิเคชัน..... | 61 |
| 4.11 การค้นหาตำแหน่งของผู้ป่วย..... | 62 |
| 4.12 เส้นทางระหว่างเราไปยังผู้ป่วย..... | 62 |
| 4.13 การเข้าสู่หน้า Application..... | 63 |
| 4.14 การเข้าสู่ระบบ Login..... | 63 |

สารบัญรูป(ต่อ)

| รูปที่ | หน้า |
|---|------|
| 4.15 การดึงข้อมูลผู้ป่วยจาก database..... | 64 |
| 4.16 การข้อมูลผู้ป่วยที่มีอยู่ใน database..... | 64 |
| 4.17 การLog inที่ไม่ถูกต้อง..... | 65 |
| 4.18 การเข้าสู่หน้า Application..... | 66 |
| 4.19 การเข้าสู่หน้า Bar Graph..... | 66 |
| 4.20 การเขียนกราฟของค่าความดันโลหิต แสดงทางโทรศัพท์เคลื่อนที่..... | 67 |
| 4.21 การLog inที่ไม่ถูกต้อง..... | 67 |
| 4.22 แอปพลิเคชัน“AMBULANCE” | 68 |
| 4.23 android ได้รับ SMS ขอความช่วยเหลือ..... | 68 |
| 4.24 การลากเส้นทางเพื่อนำทางไปสู่พิกัดที่ได้รับมอบหมาย..... | 69 |
| 4.25 แอปพลิเคชันส่งพิกัดที่อยู่ให้กับทางเซฟเวอร์ทุกๆ 30 วินาที..... | 69 |
| 4.26 การได้รับ SMS พิกัดและข้อมูลซ้ำ..... | 70 |
| 4.27 การเปลี่ยนเส้นทางเพื่อไปยังพิกัดที่ได้รับมอบหมาย..... | 70 |
| 4.28 หยุดการส่ง SMS ด้วยการกดปุ่ม ARRIVE เมื่อถึงที่หมาย..... | 71 |

บทที่ 1

บทนำ

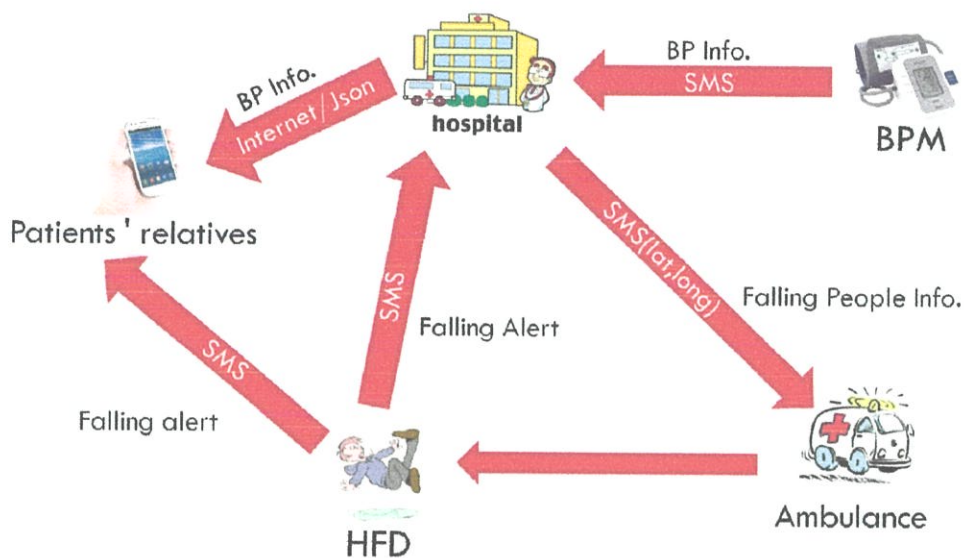
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากในปัจจุบันมีผู้ป่วยที่เจ็บป่วยจากโรคร้ายต่างๆเป็นจำนวนมาก อาทิเช่น โรคเบาหวาน โรคความดันโลหิตสูงโรคหัวใจ เป็นต้นจำเป็นต้องทำการตรวจวัดร่างกายอยู่เป็นประจำ ทำให้ผู้ป่วยต้องเสียเวลาไปทำการตรวจวัดร่างกายตามโรงพยาบาลหรือคลินิก จึงได้จัดทำเครื่องวัดความดันโลหิตขึ้นซึ่งสามารถตรวจวัดค่าต่างๆได้ด้วยตนเองที่บ้านหรือ ณ สถานที่แห่งใดก็ตาม โดยไม่จำเป็นต้องไปซื้อเครื่องมือราคาแพงที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ นอกจากนี้ยังมีแอปพลิเคชันแอนดรอยด์เพื่อผู้ป่วยซึ่งจัดทำขึ้นเพื่ออำนวยความสะดวกสะดวกสบายแก่ผู้ป่วยสามารถรู้ประวัติคนไข้จากแอปพลิเคชัน และกราฟความดันโลหิตเพื่อสามารถประเมินอาการผู้ป่วยได้อย่างทันทั่วทั้งที่และตารางความดันโลหิตเพื่อให้ผู้ป่วยศึกษาอาการเบื้องต้นของผู้ป่วยและรวมไปถึงสิ่งอำนวยความสะดวกสบายแก่ผู้ป่วย

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

- 1.2.1. เพื่อศึกษากระบวนการวัดความดัน ด้วยวิธี Oscillometric
- 1.2.2. ออกแบบเครื่องวัดความดันโลหิตและที่ผู้ป่วยสามารถใช้งานได้ด้วยตัวเอง
- 1.2.3. ผู้ป่วยสามารถวัดความดันได้เองที่บ้าน
- 1.2.4. สามารถนำกราฟไปให้แพทย์เจ้าของคนไข้ประเมินอาการได้
- 1.2.5. สะดวกสบายในการตรวจวัดด้วยตนเองในเบื้องต้น
- 1.2.6. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา java เพื่อเขียนแอปพลิเคชันแอนดรอยด์
- 1.2.7. เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ป่วยและโรงพยาบาลได้อย่างสะดวก
- 1.2.8. เพื่อความปลอดภัยของผู้ป่วยในการเดินทางและปฐมพยาบาล
- 1.2.9. เพื่อฝึกการทำงานอย่างมีระบบแบบแผน

1.3 แผนผังขอบเขตของโครงการ



รูปที่ 1.1 แผนผังขอบเขตของโครงการ

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1. เข้าใจกระบวนการวัดความดันด้วยวิธี Oscillometric
- 1.4.2. ทำให้ผู้ป่วยสามารถตรวจเช็คสุขภาพได้ที่บ้านเป็นประจำทุกวัน
- 1.4.3. ประหยัดค่าใช้จ่ายในการเดินทางไปตรวจเช็คสุขภาพที่โรงพยาบาล
- 1.4.4. สามารถศึกษาและออกแบบวงจรเครื่องวัดความดันโลหิตได้
- 1.4.5. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษา java เพื่อเขียนแอปพลิเคชันแอนดรอยด์
- 1.4.6. เพื่อใช้ในการติดต่อสื่อสารระหว่างผู้ป่วยและโรงพยาบาลได้อย่างสะดวก
- 1.4.7. เพื่อความสะดวกของผู้ป่วยในการตรวจวัดผ่านแอปพลิเคชัน
- 1.4.8. เพื่อฝึกการทำงานอย่างมีระบบแบบแผน

บทที่ 2 หลักการพื้นฐาน

เครื่องวัดความดันโลหิตและการส่งผ่านข้อมูลทางการแพทย์

2.1 ความดันโลหิต

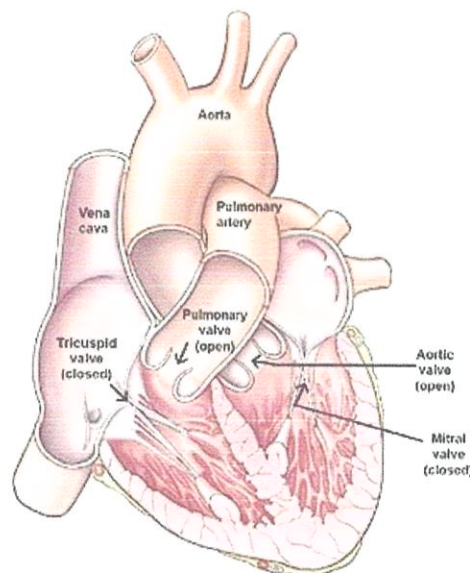
ความดันโลหิต คือ แรงดันของกระแสเลือดที่กระทบต่อผนังหลอดเลือด ซึ่งเกิดจากการสูบฉีดของหัวใจ (คล้ายแรงลมที่ดันผนังยางเวลาสูบลมเข้า) ซึ่งสามารถวัดโดยใช้เครื่องวัดความดัน (Sphygmomanometer) วัดที่แขน และมีค่าที่วัดได้ 2 ค่า คือ

ความดันซิสโตลิก (Systolic blood pressure)

ความดันซิสโตลิก (Systolic blood pressure) หมายถึง แรงดันเลือดขณะที่หัวใจบีบตัว ซึ่งอาจสูงตามอายุ ความดันช่วงบนในคน ๆ เดียวกัน อาจมีค่าแตกต่างกันบ้างเล็กน้อย ตามท่าของร่างกาย การเปลี่ยนแปลงของอารมณ์ และปริมาณของการออกกำลังกาย

ความดันไดแอสโตลิก (Diastolic blood pressure)

ความดันไดแอสโตลิก (Diastolic blood pressure) หมายถึง แรงดันเลือดขณะที่หัวใจคลายตัว



รูปที่ 2.1 การทำงานของหัวใจซึ่งเป็นต้นตอของความดันเลือดในร่างกายคน

ในปัจจุบันได้มีการกำหนดค่าความดันโลหิต และระดับความรุนแรงของโรคความดันโลหิตสูง สำหรับผู้ที่มีอายุตั้งแต่ 18 ปีขึ้นไป (โดยการวัดในท่านั่ง วัดอย่างน้อย 2 ครั้งขึ้นไป แล้วคิดค่าเฉลี่ย)

- ปัจจุบันความดันโลหิตที่เรียกว่า "เหมาะสม" ในผู้ใหญ่ที่อายุมากกว่า 18 ปี คือ ตัวบนไม่เกิน 120 มิลลิเมตรปรอท และตัวล่างไม่เกิน 80 มิลลิเมตรปรอท เรียกสั้น ๆ ว่า 120/80
- ความดันโลหิตที่ "อยู่ในเกณฑ์ปกติ" คือ 120-129/80-84 มิลลิเมตรปรอท
- ความดันโลหิตสูงเล็กน้อย แต่ยังอยู่ในเกณฑ์ปกติ คือ 130-139/85-89 มิลลิเมตรปรอท
- ความดันโลหิตสูง คือ ความดันโลหิตตัวบนมากกว่า (หรือเท่ากับ) 140 และตัวล่างมากกว่า (หรือเท่ากับ) 90 มิลลิเมตรปรอท อย่างไรก็ตามก่อนที่จะเรียกว่าผู้ป่วยมีความดันโลหิตสูงได้นั้น แพทย์จะต้องวัดซ้ำหลาย ๆ ครั้ง หลังจากให้ผู้ป่วยพักแล้ว วัดซ้ำจนกว่าจะแน่ใจว่าสูงจริง และที่สำคัญเทคนิคการวัดต้องถูกต้องด้วย

ความดันโลหิตสูง (Hypertension)

ความดันโลหิตสูง (Hypertension) เป็นโรคเรื้อรังชนิดหนึ่งที่ผู้ป่วยมีความดันเลือดในหลอดเลือดแดงสูงกว่าปกติทำให้หัวใจต้องบีบตัวมากขึ้นเพื่อสูบฉีดเลือดให้ไหลเวียนไปตามหลอดเลือด ความดันเลือดประกอบด้วยสองค่า ได้แก่ ความดันในหลอดเลือดขณะที่หัวใจบีบตัว และ ความดันในหลอดเลือดขณะที่หัวใจคลายตัว ความดันเลือดปกติขณะพักอยู่ในช่วง 100-140 มิลลิเมตรปรอท ในช่วงหัวใจบีบ และ 60-90 มิลลิเมตรปรอทในช่วงหัวใจคลาย ดังนั้นผู้ที่มีภาวะความดันโลหิตสูงจึงหมายถึงผู้ที่มีความดันเลือดเท่ากับหรือสูงกว่า 140/90 มิลลิเมตรปรอท

ความดันโลหิตสูง แบ่งออกได้เป็นความดันโลหิตสูงปฐมภูมิ (ไม่ทราบสาเหตุ) และความดันโลหิตสูงแบบทุติยภูมิ ผู้ป่วยส่วนใหญ่ราวร้อยละ 90-95 จัดเป็นความดันโลหิตสูงปฐมภูมิ หมายถึงมีความดันโลหิตสูงโดยไม่มีสาเหตุชัดเจน ที่เหลืออีกร้อยละ 5-10 เป็นความดันโลหิตสูงแบบทุติยภูมิ มักจะมีสาเหตุจากภาวะอื่นที่มีผลต่อไต หลอดเลือดแดง หัวใจ หรือระบบต่อมไร้ท่อ

ความดันโลหิตสูงเป็นปัจจัยเสี่ยงสำคัญของโรคหลอดเลือดสมอง กล้ามเนื้อหัวใจตายเหตุขาดเลือด หัวใจวาย หลอดเลือดโป่งพอง (เช่นหลอดเลือดแดงใหญ่เออเออตารีโป่งพอง) โรคของหลอดเลือดส่วนปลาย และเป็นสาเหตุของโรคไตเรื้อรัง ความดันโลหิตที่สูงในระดับปานกลางก็มีความสัมพันธ์กับอายุขัยที่สั้นลง การปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตและพฤติกรรมการกินอาหารสามารถช่วยลดความดันเลือดและลดความเสี่ยงจากภาวะแทรกซ้อนต่างๆ ดังกล่าวได้ แต่สำหรับผู้ป่วยที่รักษาด้วยการปรับเปลี่ยนวิถีชีวิตแล้วไม่ได้ผลหรือไม่เพียงพอจำเป็นต้องรักษาด้วยยา

ความดันโลหิตต่ำ (Hypotension)

โรคความดันโลหิตต่ำพบน้อยกว่าโรคความดันโลหิตสูงผู้ที่มีความดันโลหิตต่ำมีอันตรายน้อยกว่าผู้ที่มีความดันโลหิตสูง และมีการดำเนินชีวิตที่สบายกว่า ผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตต่ำจะวัดได้ดังนี้ สำหรับชายและผู้หญิง Systolic Pressure 80-100 มิลลิเมตรปรอท Diastolic Pressure 50-60

มิลลิเมตรปรอท สาเหตุของความดันโลหิตต่ำ ยังไม่มีคำอธิบายที่แน่นอน แต่ส่วนใหญ่เป็นพันธุกรรม หรือเป็นมาแต่กำเนิดหรือไม่ทราบสาเหตุแน่นอนเรียกว่า Idiopathic Hypotension

อาการ ส่วนใหญ่ของผู้ป่วยที่มีความดันโลหิตต่ำ มักไม่มีอาการอะไรมากนัก อาการสำคัญคือจะมีอาการเวียนหัวง่าย เวลาลุกขึ้นยืนเร็วๆ เช่นเวลานั่งยองๆ แล้วลุกขึ้นยืน หรือกำลังนอนอยู่แล้วลุกขึ้นเร็วๆ จะเกิดอาการเวียนหัวเป็นครั้งคราวชั่วระยะหนึ่ง แล้วบางครั้งก็ดูปกติดีแต่ถ้านอนหรืออนไม่พอ ก็จะมีอาการเวียนหัวและอ่อนเพลียด้วย เมื่อเปลี่ยนจากท่านอนเป็นลุกขึ้นนั่งหรือยืน จะมีอาการหน้ามืดวิงเวียนจะเป็นลมเนื่องจากเลือดไปเลี้ยง สมองไม่พอ อาจมีคลื่นไส้ อาเจียน ตาพร่า ตาลายร่วมด้วย แต่สักครู่หนึ่งก็หายเป็นปกติ การวัดความดันโลหิต มักพบว่าความดันซิสโตลิก (ช่วงบน) ที่วัดในท่ายืนต่ำกว่า ท่านอนมากกว่า 30 มิลลิเมตรปรอท เช่น ในท่านอนวัดได้ 130/80 แต่ในท่ายืนจะวัดได้ 90/60

ตารางที่ 2.1 ความดันโลหิตในระดับต่าง

ความดันโลหิตในระดับต่าง ๆ (มม.ปรอท)

| ระดับความดันโลหิต | | DIA | คำแนะนำ |
|---------------------|------------|------------|------------------|
| ระดับอันตราย | 180 ขึ้นไป | 110 ขึ้นไป | พบแพทย์ฉุกเฉิน |
| สูงมาก และ อันตรายน | 160-180 | 100-110 | พบแพทย์ |
| สูงมาก | 140-160 | 90-100 | พบแพทย์ |
| ค่อนข้างสูง | 130-140 | 85-90 | ปรึกษาแพทย์ |
| ปกติ | 120-130 | 80-85 | ตรวจเช็คสม่ำเสมอ |
| ต่ำเกินไป | 120 | 80 | พบแพทย์ |

ตารางที่ 2.2 ความดันโลหิตปกติตามช่วงอายุ

| อายุ | ความดัน(มิลลิเมตรปรอท) |
|-------------|------------------------|
| 3-6 ปี | 90/60 |
| 7-17 ปี | 110/70 |
| 18-44 ปี | 120/80 |
| 45-64 ปี | 150/90 |
| 64 ปีขึ้นไป | 160/90 |

วิธีการวัดความดันโลหิต

วิธีการวัดและข้อควรปฏิบัติก่อนการวัดความดันโลหิต

1. การจัดสิ่งแวดล้อม

สถานที่ใช้ตรวจต้องเงียบและเป็นส่วนตัว และต้องไม่มีปัจจัยที่จะทำให้ความดันโลหิตผันแปร

- เครื่องวัดต้องอยู่ในแนวสายตา หากสูงหรือต่ำไปจะทำให้การวัดคลาดเคลื่อน
 - ความสูงของโต๊ะ เมื่อผู้ป่วยนั่งบนเก้าอี้และวางมือบนโต๊ะ แขนควรอยู่ในระดับหัวใจ ควรปรับความสูงของโต๊ะเพื่อให้ได้ตำแหน่งดังกล่าว
 - ผู้ป่วยนั่งบนเก้าอี้ แขนที่จะวัดอยู่ในระดับหัวใจ
- ### 2. การเตรียมการวัดและการพัก

เพื่อจัดการกับสิ่งที่จะทำให้การวัดความดันโลหิตผิดพลาดควรจะแนะนำผู้ป่วยดังนี้

- อุณหภูมิห้องต้องไม่ร้อนหรือหนาวเกินไป
- ไม่ควรใส่เสื้อแขนยาวขณะวัดความดันโลหิต
- ขณะวัดไม่ควรมีความเครียด อาการเจ็บปวด ไม่ปวดปัสสาวะ
- ไม่ควรวัดความดันหลังอาหาร
- ต้องดื่บหรี่และกาแฟก่อนวัดความดันโลหิต 30 นาที
- ให้นั่งพัก 5 นาทีห้ามนั่งไขว่ห้าง หลังพังก เท้าอยู่บนพื้น

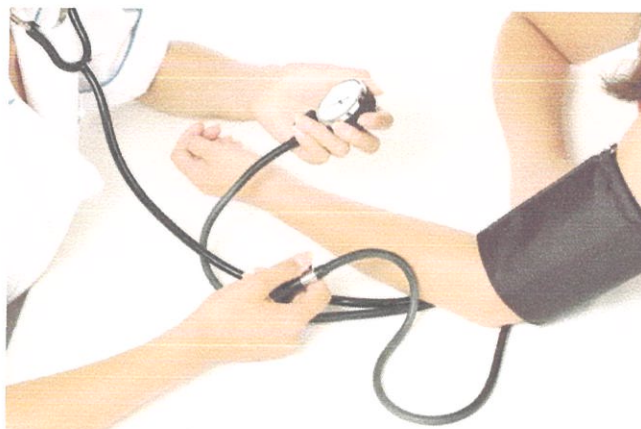
3. การเลือกขนาดของผ้าพันรัดแขน

ขนาดของผ้าพันรอบแขนจะมีผลต่อความดันขนาดที่เหมาะสมคือความกว้างต้องประมาณ 40% ของเส้นรอบวงแขน ความยาวต้องอย่างน้อย 80% หากขนาดผ้าเล็กไปจะทำให้ค่าความดันโลหิตสูงเกินไป ปกติจะให้วัดแขนขวาเสมอ

- รอบแขน 22–26 cm, ใช้ผ้าขนาด "small adult" ขนาด 12 - 22 cm.
- รอบแขน 27–34 cm, ใช้ผ้าขนาด "adult" ขนาด 16 - 30 cm.
- รอบแขน 35–44 cm, ใช้ผ้าขนาด "large adult" ขนาด 16 - 36 cm.
- รอบแขน 45–52 cm, ใช้ผ้าขนาด "adult thigh" ขนาด 16 - 42 cm.

4. การพันผ้ารัดแขน

- ควรจะแนะนำให้ผู้ป่วยใส่เสื้อแขนสั้นเมื่อมาวัดความดัน
- หากจะใส่เสื้อแขนยาวให้เป็นเสื้อคลุมที่สามารถถอดออกได้ง่าย
- ไม่ควรใช้วิธีรัดแขนเสื้อขึ้นไปเพราะจะทำให้ค่าความดันโลหิตที่วัดได้ไม่ถูกต้อง
- ให้คลำหลอดเลือดแดงที่แขนแล้วพันผ้าโดยให้ศูนย์กลางของผ้ากดทับเส้นเลือด
- ขณะพันต้องพันอย่างสม่ำเสมอไม่พันแน่นหรือหลวมเกินไป ปลายผ้าจะอยู่เหนือข้อศอก 2.5 ซม
- ระหว่างการใช้หูฟังระวังสัมผัสกับผ้าจะทำให้เกิดเสียงหลอก



รูปที่ 2.2 ตำแหน่งการพันผ้ารัดแขน

5. การเพิ่มความดันเข้าไปในผ้าก่อนที่จะวัดความดันโลหิตเรายังไม่ทราบว่าผู้ป่วยมีความดันโลหิตสูงหรือต่ำ

- เราจะใช้วิธีคลำหลอดเลือดแดงที่แขน
- พันผ้าให้ตรงกลางของผ้าตรงกับแนวทางของหลอดเลือดแดง
- แล้วบีบจนกระทั่งความดันไปอยู่ที่ 60 มิลลิเมตรปรอท แล้วบีบลมเข้าไปที่ละ 10 มิลลิเมตรปรอทจนกระทั่งคลำชีพจรไม่ได้
- แล้วจึงปล่อยลมออกด้วยอัตรา 2 มิลลิเมตรปรอท
- จดค่าความดันที่เริ่มคลำได้ชีพจร
- หลังจากนั้นจึงใช้หูฟังวางบนเส้นเลือดและบีบลมจนความดันสูงกว่าค่าที่จดไว้ 30 มิลลิเมตรปรอทแล้วจึงปล่อยลมด้วยอัตราเร็ว 2 มิลลิเมตรปรอท/วินาที
- เสียงแรกที่ได้ยินคือค่าความดันโลหิตขณะหัวใจบีบตัว(systolic) อีกค่าหนึ่งให้จดค่าความดันที่เสียงการเต้นหายไปเรียก (diastolic)
- ให้วัดความดันโลหิตค่า systolic/diastolic
- อีก 2 นาทีให้วัดความดันโลหิตซ้ำ ถ้าครั้งแรกและครั้งที่สองห่างกันเกิน 5 มิลลิเมตรปรอทให้วัดครั้งที่ สาม
- ระหว่างการวัดความดันโลหิตไม่ควรจะมีการพูดคุย

ท่าที่ใช้วัดความดันโลหิตมีผลต่อค่าที่วัดได้ดังนี้

- เมื่อวัดความดันทำนอง ความดัน diastolic จะสูงกว่าท่านอน 5 มิลลิเมตรปรอท
 - เมื่อวัดความดันทำนอง ความดัน systolic จะสูงกว่าท่านอน 8 มิลลิเมตรปรอท
 - ความดันทำนองโดยที่ไม่ได้ฟังพบความดัน diastolic จะสูงขึ้น 6 มิลลิเมตรปรอท
 - การวัดความดันโลหิตเมื่อนั่งไขว่ห้าง ความดัน systolic จะสูงขึ้น 6-8 มิลลิเมตรปรอท
- แขนต่ำกว่าหัวใจ(ระดับกลางหน้าอก) เช่นการห้อยแขน ความดันที่วัดได้จะสูงกว่าปกติ

➢ แขนสูงกว่าหัวใจ ค่าความดันโลหิตที่วัดได้จะต่ำกว่าปกติ

ควรวัดความดันกี่ครั้งดี

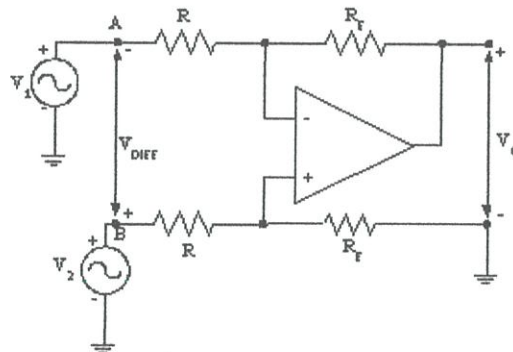
การวัดความดันหลายครั้งจะมีความแม่นยำมากกว่าการวัดความดันเพียงครั้งเดียว ค่าที่วัดได้ครั้งแรกจะสูงสุด ให้วัดซ้ำ อีกหนึ่งนาทีต่อมา หากทั้งสองค่าห่างกันมากกว่า 5 มิลลิเมตรปรอท ก็ให้วัดครั้งที่ 3 แล้วหาค่าเฉลี่ย

การวัดความดันที่บ้านด้วยตัวเอง

การวัดความดันด้วยตัวเองที่บ้านได้รับความนิยมเพิ่มขึ้นเนื่องจากเครื่องวัดความดันโลหิตได้มาตรฐานเพิ่มขึ้น ราคาไม่แพงมาก การวัดก็สามารถทำได้ง่าย ปัจจุบันเครื่องเหล่านี้เป็นแบบ Oscillometric Device การวัดให้วัด 3 ค่าแล้วหาค่าเฉลี่ย เครื่องที่ดีควรมีหน่วยความจำและสามารถพิมพ์รายงานเพื่อป้องกันคนไข้ที่จะ บอกเฉพาะค่าความดันที่ดี ค่าความดันโลหิตที่วัดที่บ้านจะต่ำกว่าค่าที่วัดจากโรงพยาบาล จากการศึกษาพบว่าค่าความดันโลหิตที่วัดจากบ้านมีความสัมพันธ์โรคแทรกซ้อน ประโยชน์ที่ได้รับจากการวัดความดันโลหิตที่บ้าน

2.2 วงจรขยายผลต่าง

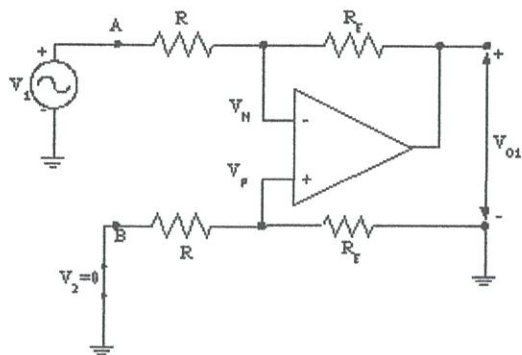
เป็นวงจรที่สัญญาณเอาต์พุตเป็นผลของการลบของสัญญาณอินพุตทั้งสองจากจุด A และ B ซึ่งมีคุณสมบัติเหมือนกับอินพุตผลต่างของออปแอมป์มาตรฐาน แต่ต่างกันที่วงจรขยายผลต่างมีการป้อนกลับทางลบ เพื่อควบคุมอัตราขยายของวงจรตามต้องการ



รูปที่ 2.3 วงจรขยายผลต่าง

เริ่มจากการให้ $V_2 = 0$ ดังนั้นจึงเหลือแค่ V_1 ตัวเดียวที่ผ่านทางออปแอมป์เข้าทางขาอินพุตลบ จะได้เอาต์พุต

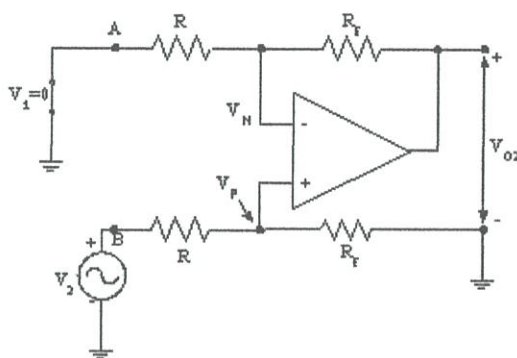
$$V_{O1} = -V_1 \left(\frac{R_F}{R} \right) \quad (2.1)$$



รูปที่ 2.4 พิจารณา \$V_1\$ โดยให้ \$V_2 = 0\$

จากนั้นทำการให้ \$V_1 = 0\$ เพื่อคิดเอาต์พุตที่ออกจาก \$V_2\$ ที่เข้าทางขาอินพุตบวก จะได้

$$V_P = V_2 \left(\frac{R_F}{R + R_F} \right) \quad (2.2)$$



รูปที่ 2.5 พิจารณา \$V_2\$ โดยให้ \$V_1 = 0\$

และเอาต์พุตจากวงจรขยายแบบไม่กลับเฟส หาได้จาก

$$V_{02} = V_P (R + R_F) / R \quad (2.3)$$

แทนค่า \$V_P\$ จะได้

$$V_{02} = V_2 \left(\frac{R_F}{R} \right) \quad (2.4)$$

ผลรวมของ \$V_{01}\$ และ \$V_{02}\$ จะได้ว่า

$$V_0 = V_{01} + V_{02} = (V_2 - V_1) \left(\frac{R_F}{R} \right) = V_{DIFF} \left(\frac{R_F}{R} \right) \quad (2.5)$$

นั่นคือ อัตราขยายของวงจรขยายผลต่าง คือ

$$A_V = \frac{V_0}{V_{DIFF}} = \frac{R_F}{R} \quad (2.6)$$

2.3 วงจรกรองความถี่ (Filter Circuit)

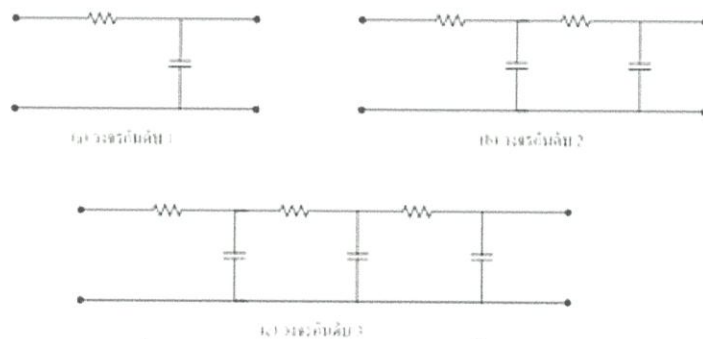
วงจรกรองความถี่หรือฟิลเตอร์ (Filter) คือวงจรไฟฟ้าที่ยอมให้สัญญาณไฟฟ้าที่มีความถี่ใด ๆ ความถี่หนึ่งหรือช่วงความถี่ใดความถี่หนึ่งเท่านั้นผ่านไปได้ ส่วนความถี่อื่นหรือช่วงความถี่อื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดจะถูกลดทอนไปซึ่งจะเป็นช่วงความถี่ใดนั้นจะขึ้นอยู่กับการออกแบบวงจรกรองความถี่มีด้วยกัน 2 แบบ คือ

1.แบบ **Passive** คือวงจรที่ประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์แบบพาสซีฟ ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเพื่อให้ทำงาน ซึ่งได้แก่ อุปกรณ์ประเภท ตัวต้านทาน (R) ตัวเก็บประจุ (C) และ ขดลวดเหนี่ยวนำ (L)

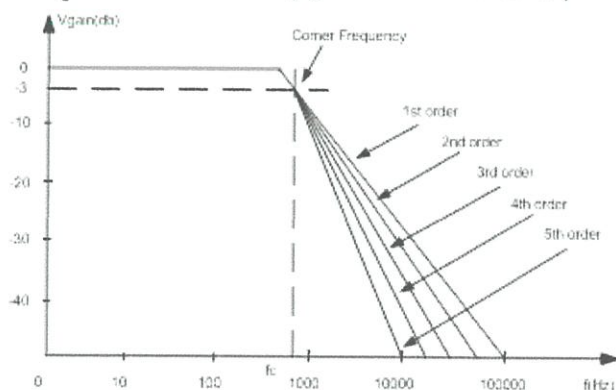
2.แบบ **Active** คือ วงจรที่ประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์ที่ต้องการไฟฟ้า เพื่อกระตุ้นการทำงานของตัวอุปกรณ์ ซึ่งได้แก่ อุปกรณ์ประเภท ทรานซิสเตอร์ หรือ ไอซี

2.3.1 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (Low Pass Filter: LPF)

หมายถึง วงจรที่จะยอมให้สัญญาณความถี่ตั้งแต่ 0 Hz ถึงความถี่ที่กำหนดผ่านไปได้ ส่วนความถี่ตั้งแต่ที่กำหนดสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ จะลดทอนไปตามลำดับ ลักษณะของวงจรมีตั้งแต่อันดับหนึ่งขึ้นไป ดังรูป



รูปที่ 2.6 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำอันดับต่างๆ



รูปที่ 2.7 กราฟแสดงผลการตอบสนองต่ออัตราขยายเชิงความถี่

จากรูปวงจรเมื่อทำการป้อนความถี่ต่ำเข้าวงจร ที่ C จะมีค่า X_C สูง ทำให้ความถี่ต่ำไหลผ่าน R ที่มีค่าความต้านทานน้อยกว่า X_C ได้สะดวก ระดับสัญญาณ Output จึงผ่านได้มาก แต่เมื่อความถี่สูงกว่าจุดที่กำหนด ค่า X_C จะลดลง ทำให้ความถี่ผ่านขดลวดได้ลดลง บางส่วนที่ผ่านไปได้อีกจะถูก C ดึงลงกราวด์ ระดับสัญญาณ Output จึงผ่านได้น้อยมาก

ในทางทฤษฎีวงจรกรองความถี่ต่ำจะยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 Hz จนถึงความถี่ที่กำหนดซึ่งเรียกว่า ความถี่คัทออฟ หรือ ความถี่ขอบเขต (Cutoff Frequency) ผ่านไปได้โดยไม่มี การลดทอนของสัญญาณ และถ้าความถี่ของสัญญาณเข้ามีค่าเกินที่กำหนดไว้ สัญญาณออกควรจะมีค่าเป็นศูนย์ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะทำได้ เนื่องจาก การตอบสนองสัญญาณที่มีความถี่ต่างๆ ของอุปกรณ์ประเภทพาสซีฟ จะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปไม่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใด ดังนั้นผลที่ได้จึงเป็นดังรูปที่ 1 คือเมื่อสัญญาณมีความถี่สูงขึ้นวงจรจะลดสัญญาณลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งจะลดลงในอัตราคงที่ค่าหนึ่ง

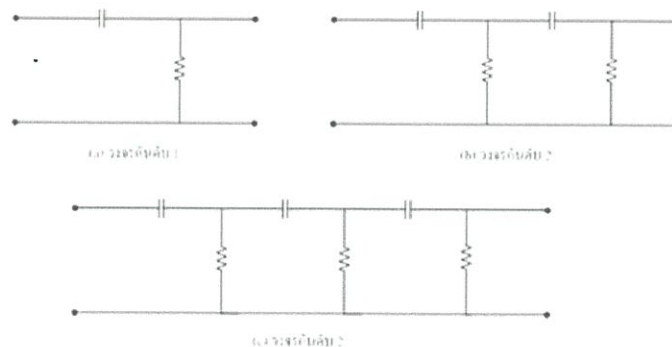
ขั้นตอนการคำนวณวงจรกรองความถี่ต่ำ

สิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นพิเศษสำหรับการออกแบบวงจรฟิลเตอร์ชนิดกรองความถี่ต่ำผ่านก็คือ ค่าความถี่คัทออฟ ω_c ที่ต้องการใช้งาน ซึ่งความถี่คัทออฟหาได้จากสมการ

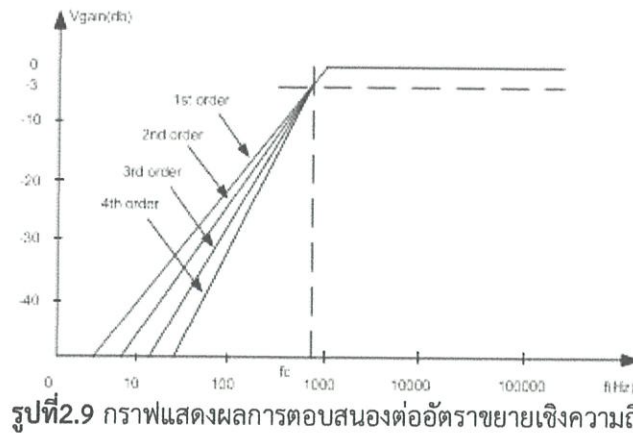
$$\omega_c = \frac{1}{RC} = 2\pi f_c \quad (2.7)$$

2.3.2 วงจรกรองสัญญาณความถี่สูง (High Pass Filter: HPF)

มีคุณสมบัติตรงกันข้ามกับวงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ คือการตอบสนองต่อสัญญาณของวงจรจะยอมให้สัญญาณความถี่สูงผ่านและลดทอนสัญญาณความถี่ต่ำ ซึ่งแสดงวงจรและกราฟตอบสนองอัตราขยายแรงดันความถี่ได้ ดังแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2.8 วงจรกรองสัญญาณความถี่สูงอันดับต่างๆ



จากรูปจะเห็นว่า C ต่ออนุกรมกับวงจร ส่วน R ต่อขนานกับวงจร เมื่อป้อนความถี่ต่ำกว่าเข้ามา C จะมีค่า X_C สูง ทำให้สัญญาณผ่านไปได้น้อย ทำให้สัญญาณที่ผ่านมาจาก C ลงกราวด์ได้หมด แต่เมื่อความถี่สูงขึ้น C จะมีค่า X_C ลดลง สัญญาณจะผ่านได้มากขึ้น สัญญาณก็จะลงกราวด์น้อยลง เพราะมี R กันไว้ สัญญาณที่ออกไปยัง Output จะมีมากขึ้นจนถึงระดับความแรงของสัญญาณ ประมาณ 70.7 % ของความแรงสูงสุด ระดับนี้เองที่เราเรียกว่า ช่วงความถี่ Cut off เมื่อความถี่สูงกว่า ความถี่ นี้ C จะยอมให้สัญญาณผ่านได้สะดวกและค่า R จะต้านสัญญาณไม่ให้ลงกราวด์ ความถี่ จึงผ่านไปทั้งจุด Output ได้ทั้งหมด

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิทัลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิทัลออกมา เพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิพจะมีหน่วยความจำ, Port อยู่ในชิพเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่ง เช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโพรเซสเซอร์ ก็จะทำให้การรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุท/เอาต์พุท บางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้งานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสาร อนุกรม วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิทัล เป็นต้น สรุปคือ

Microcontroller = Microprocessor + Memory + I/O

ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง โดยมักจะเป็นการนำไปใช้ฝังในระบบของอุปกรณ์อื่น ๆ (Embedded Systems) เพื่อใช้ควบคุมการทำงานบางอย่าง เช่น ใช้ในรถยนต์, เตอบไมโครเวฟ, เครื่องปรับอากาศ, เครื่องซักผ้าอัตโนมัติ เป็นต้น เพราะไมโครคอนโทรลเลอร์มีข้อดีเหมาะสมต่อการใช้งานควบคุมหลายประการ เช่น

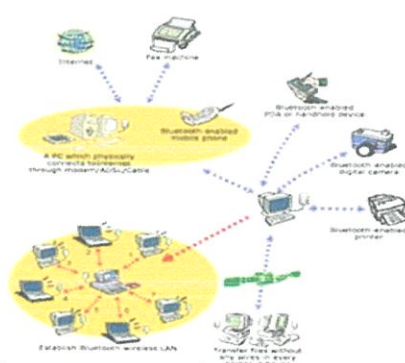
- ชิพไอซีและระบบที่ได้มีขนาดเล็ก
- ระบบที่ได้มีราคาถูกกว่าการใช้ชิพไมโครโพรเซสเซอร์
- วงจรที่ได้จะมีความซับซ้อนน้อย ช่วยลดข้อผิดพลาดที่อาจจะเกิดขึ้นได้ในการต่อวงจร
- มีคุณสมบัติเพิ่มเติมสำหรับงานควบคุมโดยเฉพาะซึ่งใช้งานได้ง่าย
- ช่วยลดระยะเวลาในการพัฒนาระบบได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันทำให้เลือกใช้กับงานได้อย่างเหมาะสม

2.5 การเลือกใช้บลูทูธ

BLUETOOTH คือ ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จำเป็นต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด

BLUETOOTH มีความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ กับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ และในการวิจัย ไม่ได้มุ่งเฉพาะการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่ยังศึกษาถึงการส่งข้อมูลที่เป็นเสียง เพื่อใช้สำหรับ Headset บนโทรศัพท์มือถือด้วย



รูปที่ 2.8 ลักษณะการเชื่อมต่อข้อมูลของบลูทูธ

การทำงาน

Bluetooth จะใช้สัญญาณวิทยุความถี่สูง 2.4 GHz. (กิกกะเฮิรซ์) แต่จะแยกย่อยออกไปตามแต่ละประเทศ อย่างในแถบยุโรปและอเมริกา จะใช้ช่วง 2.400 ถึง 2.4835 GHz. แบ่งออกเป็น 79 ช่องสัญญาณ และจะใช้ช่องสัญญาณที่แบ่งนี้ เพื่อส่งข้อมูลสลับช่องไปมา 1,600 ครั้งต่อ 1 วินาที ส่วนที่ญี่ปุ่นจะใช้ความถี่ 2.402 ถึง 2.480 GHz. แบ่งออกเป็น 23 ช่อง ระยะทำการของ Bluetooth จะอยู่ที่ 5-10 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และ ป้องกันการดักสัญญาณระหว่างสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่อง ทำให้การดักฟังหรือลักลอบขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้น โดยหลักของบลูทูธจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้การขนส่งข้อมูลในจำนวนที่ไม่มาก อย่างเช่น ไฟล์ภาพ, เสียง, แอปพลิเคชันต่างๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ขอให้อยู่ในระยะที่กำหนดไว้เท่านั้น (ประมาณ 5-10 เมตร) นอกจากนี้ยังใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย และสามารถใช้งานได้นาน โดยไม่ต้องนำไปชาร์จไฟบ่อยๆ ด้วย

ส่วนความสามารถการส่งถ่ายข้อมูลของ Bluetooth จะอยู่ที่ 1 Mbps (1 เมกกะบิตต่อวินาที) และคงจะไม่มีปัญหาอะไรมากกับขนาดของไฟล์ที่ใช้กันบนโทรศัพท์มือถือ หรือ การใช้งานแบบทั่วไป ซึ่งถือว่าเหลือเฟือมาก แต่ถ้าเป็นข้อมูลที่มีขนาดใหญ่ล่ะก็ คงจะช้าเกินไป และถ้าถูกนำไปเปรียบเทียบกับ Wireless LAN (WLAN) แล้ว ความสามารถของ Bluetooth คงจะห่างชั้นกันเยอะ ซึ่งในส่วนของ WLAN ก็ยังมีระยะการรับ-ส่งที่ไกลกว่า แต่ขอได้เปรียบของ Bluetooth จะอยู่ที่ขนาดเล็กกว่า การติดตั้งทำได้ง่ายกว่า และที่สำคัญ การใช้พลังงานก็น้อยกว่ามาก อยู่ที่ 0.1 วัตต์ หากเทียบกับคลื่นมือถือแล้ว ยังห่างกันอยู่หลายเท่าเหมือนกันครับ

เทคโนโลยีการเชื่อมโยงหรือการสื่อสารแบบใหม่ที่ถูกคิดค้นขึ้น เป็นเทคโนโลยีของอินเทอร์เน็ตเพชทางคลื่นวิทยุ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสื่อสารระยะใกล้ที่ปลอดภัยผ่านช่องสัญญาณความถี่ 2.4 GHz โดยที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของการใช้สายเคเบิลในการเชื่อมโยงโดยมีความเร็วในการเชื่อมโยงสูงสุดที่ 1 MBP ระยะครอบคลุม 10 เมตร เทคโนโลยีการส่งคลื่นวิทยุของบลูทูธจะใช้การกระโดดเปลี่ยนความถี่ (Frequency hop) เพราะเทคโนโลยีนี้เหมาะที่จะใช้กับการส่งคลื่นวิทยุที่มีกำลังส่งต่ำและราคาถูก โดยจะแบ่งออกเป็นหลายช่องความถี่ขนาดเล็ก ในระหว่างที่มีการเปลี่ยนช่องความถี่ที่ไม่แน่นอนทำให้สามารถหลีกเลี่ยงสัญญาณรบกวนที่เข้ามาแทรกแซงได้ ซึ่งอุปกรณ์ที่จะได้รับการยอมรับว่าเป็นเทคโนโลยีบลูทูธ ต้องผ่านการทดสอบจาก Bluetooth SIG (Special Interest Group) เสียก่อนเพื่อยืนยันว่ามันสามารถที่จะทำงานร่วมกับอุปกรณ์บลูทูธตัวอื่นๆ และอินเทอร์เน็ตได้

BLUETOOTH เป็นเทคโนโลยีสำหรับการเชื่อมต่ออุปกรณ์แบบไร้สายที่น่าจับตามองเป็นอย่างยิ่งในปัจจุบัน ทั้งในเรื่องความสะดวกในการใช้งานสำหรับผู้ทั่วไป และประสิทธิภาพในการทำงาน เนื่องจาก เทคโนโลยี บลูทูธ มีราคาถูก ใช้พลังงานน้อย และใช้เทคโนโลยี short – range ซึ่ง

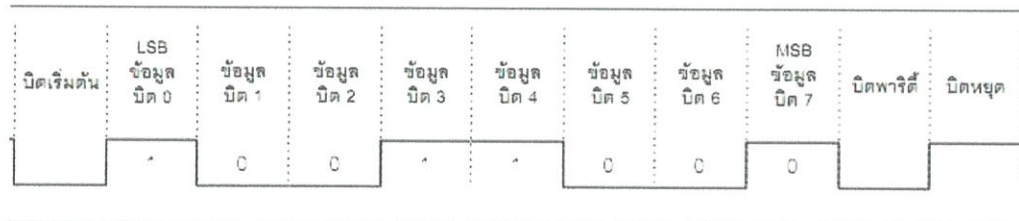
ในอนาคต จะถูกนำมาใช้ในการพัฒนา เพื่อนำไปสู่การแทนที่อุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้สาย เคเบิล เช่น Headset สำหรับโทรศัพท์เคลื่อนที่ เป็นต้น

2.6 การสื่อสารผ่านพอร์ตอนุกรม

การสื่อสารแบบพอร์ตอนุกรมมีอยู่ 2 ประเภทคือ พอร์ตสื่อสารอนุกรม MSSP และพอร์ตสื่อสารอนุกรม UART โดยพอร์ต UART จะมีการสื่อสารข้อมูลตามแบบมาตรฐาน RS-232 ด้วยความเร็ว 9600 bits/second ซึ่งรูปแบบของข้อมูลอนุกรมประกอบไปด้วยบิต start ตามด้วยข้อมูล 8 บิต จากนั้นตามด้วยบิต parity และสุดท้ายคือบิต stop โดยการสื่อสารข้อมูลบิตที่มีลำดับความสำคัญต่ำสุด (LSB) จะถูกส่งออกไปเป็นบิตแรก และข้อมูลบิตที่สำคัญสูงสุด (MSB) จะถูกส่งออกเป็นบิตสุดท้าย

UART ย่อมาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบนคอมพิวเตอร์แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารแบบอนุกรม

หน้าที่หลักของ UART คือทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบอนุกรมแบบอะซิงโครนัสแล้วส่งออกไปและทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าคอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์แล้ว ยังทำการแจ้งข้อมูลอื่นๆให้คอมพิวเตอร์ทราบด้วย เช่น อัตราความเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรต), รูปแบบการส่งข้อมูล, ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายทอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี, เฟรมข้อมูล, โอเวอร์รัน) เป็นต้น



รูปที่ 2.9 ข้อมูลขนาด 8 บิต บิตเริ่มต้นและบิตหยุดที่ใช้ในการโอนย้ายข้อมูลแบบอนุกรม

UART เป็นระบบการเชื่อมโยงที่เก่าแก่และเป็นวิธีสามัญที่สุดข้อมูลจะถูกส่งออกจาก ขาส่งสัญญาณ TXD ของ UART เป็นลำดับไปด้วยความเร็วที่กำหนดค่าไว้ล่วงหน้าสัญญาณที่ส่งเล็ยออกไปจะมีค่าเป็นศูนย์หรือหนึ่ง ขารับสัญญาณ RXD จะมีหน้าที่คอยตรวจสอบว่ามีสัญญาณส่งมาให้ที่ความเร็วเดียวกับขาส่งสัญญาณข้อมูลจะถูกส่งออกไปหนึ่งไบต์ในแต่ละครั้ง อันนี้เป็นการส่งสัญญาณทางเดียวในการส่งสัญญาณทางคู่ เราจะต้องติดตั้งวงจรแบบเดียวกันที่จุดตรงข้ามการส่งและรับสัญญาณจะต้องทำบนวงจรที่แยกจากกันและเชื่อมโยงทำงานติดต่อกันโดยอิสระไม่ขึ้นต่อกันในแต่ละ

ในยุคแรกเมื่อประมาณสิบปีที่แล้ว โทรศัพท์เคลื่อนที่ใช้ระบบ About log เช่น ระบบ AMPS (Advanced Mobile Phone Service) ที่เน้นการใช้งานคลื่นเสียง แต่ด้วยการขยายตัวขณะเดียวกัน แลบทความถี่หรือแบนวิธ ของการใช้งานก็มีจำกัด ดังนั้นจึงจำเป็นต้องพัฒนางานทางด้านเทคนิคให้รองรับการใช้งานที่มีความต้องการใช้สูงได้ ระบบต่อมาในยุคที่สองจึงต้องหันมาใช้ระบบดิจิทัล และที่เรารู้จักกันก็คือ GSM (Global System for Mobile Communications) ลักษณะการรับค่าเป็นสัญญาณดิจิทัล โดยใช้ระบบ การแบ่งเวลาที่เรียกว่า TDMA (Time Division Multiple Access)

ระบบ GSM ที่อยู่ในยุคที่สองเป็นช่องสัญญาณเสียงเป็นหลัก โดยใช้แถบขาเข้าเพียงประมาณ 9 กิโลบิตต่อหนึ่งช่องเสียง ความเร็วขนาด 9 กิโลบิตต่อวินาทีคงไม่พอเพียงกับการเชื่อมต่อเครือข่ายของอุปกรณ์มือถือ ซึ่งกำลังเน้นการประยุกต์ที่ต้องการความเข้าใจในการรับค่ามากขึ้น

เมื่อเป็นเช่นนี้จึงต้องพัฒนาต่อโดยพัฒนาระบบ WCDMA (Wideband Code Division Multiple Access) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ทำให้ขยายช่องสัญญาณได้ มากขึ้นและได้แถบกว้างขึ้น การพัฒนาจาก GSM ที่ใช้เทคนิค TDMA มาเป็น WCDMA เป็นมาตรฐานที่สำคัญของการพัฒนาระบบ GSM ขณะเดียวกัน ในสหรัฐอเมริกา ก็พยายามพัฒนาระบบ 2G ซึ่งเป็น TDMA ขยายต่อโดยใช้ชื่อเทคโนโลยีที่ EDGE (Enhance Data Rate for GSM) ซึ่งก็เป็นการพัฒนา เข้าสู่ 3G เช่นกัน

2.7.1 โครงสร้างและองค์ประกอบของระบบ GSM

1. เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ (Mobile Station หรือ MS) คือ เครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่ผู้ใช้บริการใช้ในการโทรออกหรือรับสายเรียกเข้านั่นเอง
2. ส่วนของสถานีฐาน (Base Station Subsystem หรือ BSS) ประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก คือ Base Transceiver Station (BTS) และ Base Station Controller (BSC) ส่วนของ BTS ทำหน้าที่ติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ เคลื่อนที่ (MS) ทั้งหมด
3. ส่วนของระบบเน็ตเวิร์กและสวิตซ์ซิง (Network and Switching Subsystem หรือ NSS) ที่ประกอบขึ้นจาก MSC, HLR, AUC, และ VLR มีหน้าที่ในการควบคุมการเรียก (Call control) จัดการกับตำแหน่งและการเคลื่อนที่ของเครื่องโทรศัพท์ (Mobility Management) และการดูแลในเรื่องของการให้บริการเสริม (Supplementary services)
4. ระบบปฏิบัติการ (Operation Support Subsystem หรือ OSS) มีหน้าที่ดูแลจัดการเรื่องการปฏิบัติการของระบบโดยรวม

2.7.2 การรับส่งคลื่นวิทยุในระบบ GSM

ส่วนของเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ประกอบด้วยวงจรแปลงสัญญาณเสียงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อก ให้เป็นสัญญาณดิจิทัล และวงจรเข้ารหัสสัญญาณ เมื่อสัญญาณนี้เดินทางถึงภาครับซึ่งคือสถานีฐาน ก็จะถูกนำไปผ่านกระบวนการที่กลับกับภาคส่งเพื่อดึงสัญญาณที่ต้องการออกมา สัญญาณที่ได้ซึ่งจะอยู่ในรูปของสัญญาณดิจิทัลก็จะถูกสวิตช์เพื่อเชื่อมต่อโทรศัพท์เครื่องนี้กับอีกเครื่องหนึ่งซึ่งอาจจะเป็นโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือเป็นโทรศัพท์พื้นฐานธรรมดาก็ได้

2.7.3 การเข้ารหัสช่องสัญญาณในระบบ GSM

ในระบบ GSM เราสามารถแบ่งการเข้ารหัสช่องสัญญาณออกเป็น 3 แบบหลัก ตามประเภทของสัญญาณข้อมูลที่จะส่ง คือ

1. การเข้ารหัสช่องสัญญาณของสัญญาณเสียง TCH/FS ข้อมูลเสียงซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก จะถูกแปลงให้เป็นสัญญาณดิจิทัลก่อน จากนั้นจะนำไปเข้ารหัสด้วยวิธี RPE ซึ่งจะได้ข้อมูล ข้อมูลเหล่านี้จะต้องนำไปทำเข้ารหัสช่องสัญญาณก่อน ในการเข้ารหัสช่องสัญญาณนั้น
2. การเข้ารหัสช่องสัญญาณของข้อมูลประเภทดาตา ข้อมูลที่จะส่งออกที่อัตราบิต 9.6 kbps และข้อมูลดาตาที่มีอัตราบิต 2.4 kbps สำหรับอัตราการส่งข้อมูลที่ต่างกันก็จะมีรายละเอียดในการเข้ารหัสช่องสัญญาณที่แตกต่างกันด้วย
3. การเข้ารหัสช่องสัญญาณของสัญญาณซิกแนลลิง ชนิดของสัญญาณซิกแนลลิงที่มีการเข้ารหัสช่องสัญญาณประกอบด้วย SACCH, FACCH, BCCH, SDCCH, PCH และ AGCH ข้อมูลเหล่านี้จะนำไปเข้ารหัสที่เรียกว่า FIRE code ที่มีซึ่งมีความสามารถในการตรวจสอบและแก้ไขการผิดพลาดของข้อมูลจากนั้นก็นำข้อมูลเหล่านี้ไปทำการอินเทอร์ลิฟเพื่อลดผลกระทบของสัญญาณรบกวนแบบเบิสต์

2.7.4 GSM Module SIM900B

SIM900B เป็นโมดูลสื่อสารระบบ GSM/GPRSขนาดเล็ก รองรับระบบสื่อสาร GSM ความถี่ 850/900/1800/1900MHz โดยสั่งงานผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 ด้วยชุดคำสั่ง AT Command สามารถประยุกต์ใช้งานได้มากมายหลายรูปแบบ ไม่ว่าจะเป็นการรับส่งสัญญาณแบบ Voice, SMS, Data, FAX และยังรวมถึงการสื่อสารด้วย Protocol TCP/IP ด้วย

ซึ่งตามปกติแล้ว ถึงแม้ว่าโมดูล SIM900B จะมีวงจร และ Firmware บรรจุไว้ภายในตัวเป็นที่เรียบร้อยแล้วก็ยังไม่สามารถนำไปใช้งานได้โดยตรงทันที เนื่องจากในการใช้งานจริงนั้น ผู้ใช้งานเองจำเป็นต้องออกแบบวงจรรอบนอกที่จำเป็นมาเชื่อมต่อกับขาสัญญาณของตัวโมดูลอีกในบางส่วน ไม่ว่าจะเป็นวงจรภาค Power Supply, วงจรเชื่อมต่อกับ SIM Card รวมไปถึงวงจร Line Driver ของ RS232 เป็นต้น

2.7.5 การติดต่อสื่อสารกับโมดูล SIM900B

จะเชื่อมต่อผ่านพอร์ตสื่อสารอนุกรม RS232 โดยใช้ขั้วต่อแบบ DB9 ตัวเมีย จัดเรียงสัญญาณตามมาตรฐาน RS232-DCE สามารถนำไปเชื่อมต่อกับสัญญาณ RS232-DTE มาตรฐาน โดยใช้สาย DB9 แบบต่อตรงได้ทันที โดยสัญญาณทั้งหมดที่ DB9 นี้ได้ผ่านวงจร Line Driver เพื่อแปลงสัญญาณระดับ โวลจิก จากโมดูล ให้เป็นสัญญาณระดับมาตรฐาน RS232 เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งถ้าต้องการนำไปเชื่อมต่อกับ RS232(Com Port) ของคอมพิวเตอร์ PC ก็สามารุทำการเชื่อมต่อกันโดยตรงได้ทันที โดยไม่ต้องทำการสลับสายสัญญาณใดๆทั้งสิ้น โดยสัญญาณเชื่อมต่อทางด้านโมดูล SIM900B นั้น จะมีทั้งหมด 8 เส้นสัญญาณ ซึ่งในการเชื่อมต่อใช้งานนั้น จะต่อให้ครบทั้ง 8 เส้น หรือ จะเลือกต่อเพียง 3 เส้น (RXD,TXD และ GND) ก็ได้เช่นเดียวกัน โดยสามารถกำหนดได้จากการ Setup ค่า Configuration และคำสั่งใช้งาน โดยสัญญาณการเชื่อมต่อ RS232ด้านโมดูล SIM900B จะมีดังนี้

- Pin1 เป็นขา DCD (Data Carrier Detect) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Output จาก SIM900B ที่ได้ผ่านการแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 แล้ว ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ DCD Input ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin2 เป็นขา TXD(Transmit Data) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Output จาก SIM900B ที่ได้ผ่านการแปลงระดับสัญญาณเป็น RS232 แล้ว ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ RXD(Receive Data) ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin3 เป็นขา RXD (Receive Data) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Input ของ SIM900B สามารถรับสัญญาณระดับ RS232 ได้โดยตรง ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ TXD(Transmit Data) จากอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin4 เป็นขา DTR(Data Terminal Ready) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Input ของ SIM900B ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ DTR จากอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin5 เป็นสัญญาณ GND ของโมดูล SIM900B ต้องต่อเข้ากับ GND ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin6 ตามปกติแล้วเป็นสัญญาณ DSR (Data Set Ready) แต่ในกรณีของ SIM900B จะไม่ได้ต่อใช้งาน แต่อย่างไรก็ตาม ในบอร์ดได้ทำการป้อนสัญญาณย้อนกลับหรือ Loop Back สัญญาณ DTR (Data Terminal Ready) ซึ่งเป็น Output ส่งมาจาก Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC กลับไปแทนโดยจะถูกต่อไปเข้ากับสัญญาณ DSR Input ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือ คอมพิวเตอร์PC
- Pin7 เป็นขาสัญญาณ RTS (Request To Send) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Input ของSIM900B ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ RTS ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC

- Pin8 เป็นขาสัญญาณ CTS (Clear To Send) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Output จาก SIM900Bซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ CTS ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือคอมพิวเตอร์ PC
- Pin9 เป็นขาสัญญาณ RI(Ring Indicator) ของโมดูล SIM900B ซึ่งเป็น Output จาก SIM900B ซึ่งตามปกติจะต่อเข้ากับ RI ของอุปกรณ์ด้าน Host หรือ คอมพิวเตอร์ PC

ตารางที่ 2.3 ตารางการต่อสายสัญญาณระหว่าง GSM SIM900B กับ คอมพิวเตอร์ PC

| DB9 Female(SIM900B) | | Signal Direction | DB9 Male (Computer PC) | |
|---------------------|--------|------------------|------------------------|-----|
| Pin | Signal | | Signal | Pin |
| 1 | DCD | → | DCD | 1 |
| 2 | TXD | → | RXD | 2 |
| 3 | RXD | ← | TXD | 3 |
| 4 | DTR | ← | DTR | 4 |
| 5 | GND | — | GND | 5 |
| 6 | (DSR) | → | DSR | 6 |
| 7 | RTS | ← | RTS | 7 |
| 8 | CTS | → | CTS | 8 |
| 9 | RI | → | RI | 9 |

ตารางที่ 2.4 ตารางการต่อสายสัญญาณระหว่าง GSM SIM900B กับ Microcontroller

| DB9 Female(SIM900B) | | Signal Direction | Microcontroller |
|---------------------|--------|------------------|-----------------|
| Pin | Signal | | Signal |
| 2 | TXD | → | RXD |
| 3 | RXD | ← | TXD |
| 5 | GND | — | GND |

ในกรณีที่ใช้การเชื่อมต่อสัญญาณแบบ 3 เส้น (RXD, TXD, GND) ต้องกำหนดเงื่อนไขของ Flow Control ให้กับโมดูล SIM900B เป็น XON/XOFF โดยใช้คำสั่ง “AT+HFC=1,1”

2.7.6 การทดสอบการสั่งงานโมดูล

ใช้วิธีการส่งคำสั่งในรูปแบบของ AT Command ผ่านทางพอร์ตสื่อสารอนุกรมไปให้กับโมดูล ซึ่งตามปกติจะต้องเขียนโปรแกรมเพื่อส่งรหัสคำสั่งต่างๆไปให้กับโมดูลเอง ขึ้นอยู่กับว่าจะใช้อุปกรณ์ใดเป็นตัวควบคุมการทำงานของโมดูล ซึ่งไม่ได้จำกัดว่าเป็นอุปกรณ์แบบใด อาจจะเป็นคอมพิวเตอร์ PC หรือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลใดๆก็ได้ ขอให้มียุทธศาสตร์สื่อสารอนุกรม RS232 อยู่ก็สามารถนำมาเชื่อมต่อเพื่อสั่งงานโมดูล SIM900B ได้ สำหรับในการศึกษาเบื้องต้นนั้นสามารถใช้โปรแกรมสำเร็จรูปจำพวก Serial Terminal ต่างๆของคอมพิวเตอร์เป็นตัวทดสอบการทำงานเพื่อทำความเข้าใจกับรูปแบบคำสั่งและผลของการทำงานต่างๆให้เข้าใจเสียก่อน ซึ่งในที่นี้ใช้โปรแกรม putty

2.7.6.1 ตัวอย่างคำสั่ง AT Command

1. คำสั่งสำหรับกำหนดค่าอัตราความเร็วของการสื่อสารของโมดูล

ซึ่งจะต้องใช้คำสั่ง “AT+IPR” โดยเราสามารถสั่งงานคำสั่งนี้ได้หลายรูปแบบดังตัวอย่างต่อไปนี้

1.1 ถ้าเราจำไม่ได้ว่าค่าพารามิเตอร์ของคำสั่งหรืออัตรา Baud rate ที่สามารถกำหนดได้ มีค่าอะไรบ้างและกำหนดอย่างไร เราก็สามารถใช้รูปแบบการทดสอบคำสั่ง โดยใช้คำสั่ง “AT+IPR=?” และจบด้วย Enter เพื่อสอบถามได้ โดยโมดูลจะตอบรับด้วย “+IPR:” พร้อมกับพิมพ์ค่าพารามิเตอร์ของคำสั่งที่มีอยู่ทั้งหมดให้ทราบ คือ 0,300,1200,....,115200 ดังตัวอย่าง

```
AT+IPR=?<Ent>
```

```
+IPR: (),(0,1200,2400,4800,9600,14400,19200,28800,38400,57600,115200)
```

```
OK
```

1.2 ถ้าต้องการทราบว่าในขณะนี้ ค่า Baud rate ที่กำหนดไว้แล้ว มีค่าเป็นเช่นไร ก็สามารถใช้รูปแบบคำสั่งสำหรับสั่งอ่านค่าพารามิเตอร์ของคำสั่งนี้ คือ “AT+IPR?” ซึ่งโมดูลจะตอบรับด้วย “+IPR:” ตามด้วยค่าพารามิเตอร์ที่กำหนดไว้แล้วให้ทราบดังตัวอย่าง (0=Auto Baud rate)

```
AT+IPR? <Ent>
```

```
+IPR: 0
```

```
OK
```

1.3 ถ้าเราต้องการกำหนดค่า Baud rate เป็นค่าคงที่ไปเลย เพื่อให้โมดูลใช้อัตราความเร็วนี้ตลอด ก็สามารถใช้รูปแบบคำสั่ง กำหนดค่าการทำงาน ได้ เช่น ถ้าต้องการกำหนด Baud rate เป็น 115200 ก็จะใช้รูปแบบคำสั่งเป็น “AT+IPR=115200” ดังตัวอย่าง

AT+IPR=115200<Ent>

OK

2. การกำหนด Flow Control

โมดูล SIM900B สามารถกำหนด Flow Control หรือ รูปแบบการตรวจสอบความพร้อมในการสื่อสารและรับส่งข้อมูลได้ด้วย ซึ่ง Flow Control จะมีความสำคัญเป็นอย่างมาก เนื่องจากกาประมวลผลของอุปกรณ์ต่างๆจะมีความช้าเร็วที่แตกต่างกัน เมื่อมีการรับส่งข้อมูลที่มีจำนวนข้อมูลมากแบบต่อเนื่องนั้น ถ้าฝ่ายรับไม่พร้อมรับข้อมูลแต่ฝ่ายส่งยังคงส่งข้อมูลออกไป ก็จะทำให้ข้อมูลสูญหายและเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ โดย SIM900B เองรองรับการตรวจสอบความพร้อมหรือ Flow Control ได้ 2 แบบ คือ

2.1 Software Flow Control (XON/XOFF Flow Control) เป็นการตรวจสอบความพร้อมด้วย Software โดยจะใช้รหัส XOF(13H) เป็นตัวสั่งหยุดการส่งข้อมูลจากฝ่ายส่ง และใช้รหัส XON(11H) เพื่อบอกหรืออนุญาตให้ฝ่ายส่งเริ่มต้นส่งข้อมูลลำดับต่อไปมายังโมดูลได้ โดยการใช้ Flow Control แบบนี้เหมาะกับการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ไม่มีสัญญาณตรวจสอบความพร้อม เช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์หรืออุปกรณ์ที่ใช้การต่อสายสัญญาณเพียง 3 เส้น (RXD, TXD และ GND)

การกำหนด Flow Control เป็น XON/XOFF จะใช้คำสั่ง “AT+IFC=1,1”

2.2 Hardware Flow Control (RTS/CTS Flow Control) เป็นการตรวจสอบความพร้อมด้วยสัญญาณทางฮาร์ดแวร์ โดยใช้การ Active(“LOW”) สัญญาณ CTS เพื่อบอกให้ฝ่ายส่งหยุดการส่งข้อมูลเมื่อโมดูลไม่พร้อมรับข้อมูล และในทางกลับกันก่อนการส่งข้อมูลกลับออกไปมันจะตรวจสอบสถานะของ RTS ว่า Active อยู่หรือไม่ ถ้า Active(“LOW”) แสดงว่าฝ่ายรับยังไม่พร้อมรับมันจะหยุดรอจนกว่า RTS จะเป็น “HIGH”

การกำหนด Flow Control เป็น RTS/CTS จะใช้คำสั่ง “AT+IFC=2,2”

3. การ Setup และตรวจสอบค่า Configuration

ตามปกติแล้วการทำงานของโมดูล SIM900B นั้นจะสามารถกำหนดรูปแบบการทำงานได้มากมายหลายลักษณะ เช่น เงื่อนไขในการติดต่อสื่อสารกับโมดูล ผู้ใช้สามารถเปลี่ยนแปลงค่าต่างๆได้มากมาย ไม่ว่าจะเป็นค่า Baud rate หรือรูปแบบของการ Handshake ต่างๆ ที่จะใช้ในการสื่อสาร เป็นต้นดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีการกำหนดรูปแบบการทำงานของโมดูลให้ตรงกับความต้องการ ซึ่งตามปกติแล้วเงื่อนไขต่างๆเหล่านี้จะมีค่าที่แน่นอนอยู่ค่าหนึ่งเสมอหลังการรีเซ็ต หรือ Power ON โดยโมดูลจะกำหนดค่าเงื่อนไขต่างๆให้กับตัวมันเองในตอนเริ่มต้นการทำงานด้วยค่าที่กำหนดไว้ใน Configuration ที่ถูกบันทึกไว้แล้ว แต่อย่างไรก็ตามผู้ใช้สามารถสั่งเปลี่ยนแปลงแก้ไขค่า Configuration ต่างๆได้เองตามต้องการ ซึ่งวิธีการกำหนดเงื่อนไขการทำงานให้กับโมดูลนั้นสามารถทำได้ 2 แบบ

3.1 การกำหนดค่าแบบถาวร จะเป็นการสั่งบันทึกค่าเงื่อนไขการทำงานต่างๆของโมดูลตามรูปแบบที่เรากำหนดไว้ในหน่วยความจำถาวรภายในตัวโมดูล โดยใช้คำสั่ง “AT&W” ซึ่งหลังจากโมดูลเริ่มต้นทำงานใหม่ หรือ หลังการรีเซ็ตโมดูลแต่ละครั้ง ค่าการทำงานต่างๆของโมดูลจะถูกกำหนดเงื่อนไขตามที่เรากำหนดไว้แล้วเสมอ

3.2 การกำหนดค่าแบบชั่วคราว เป็นการใช้คำสั่ง AT Command ต่างๆ เพื่อกำหนดเงื่อนไขการทำงาน ให้กับโมดูล แต่ไม่มีการสั่งบันทึกค่า Configuration ด้วยคำสั่ง “AT&W” ซึ่งการทำงานของโมดูลก็จะปรับเปลี่ยนไปตามการสั่งงานในขณะนั้นๆ แต่เมื่อสั่งรีเซ็ตการทำงานของโมดูล หรือ มีการ Power ON ใหม่คุณสมบัติการทำงานของโมดูลจะถูกเปลี่ยนกลับเป็นค่าเดิมอีกโดยเราสามารถใช้อำนาจคำสั่ง AT Command ในการสั่ง ตรวจสอบ และ บันทึกค่า Configuration ต่างๆให้กับโมดูล SIM900B ได้ดังนี้

- ใช้คำสั่ง “AT&V” เพื่อสั่งให้โมดูลแสดงค่า Configuration ปัจจุบันให้ทราบ
- ใช้คำสั่ง “AT&F” เพื่อสั่งกำหนดค่า Configuration ทั้งหมดให้กลับเป็นค่ามาตรฐาน
- ใช้คำสั่ง “AT&W” เพื่อสั่งบันทึกค่า Configuration ด้วยค่าที่เรากำหนดไว้ในขณะนั้นๆ

4. การโทรออก การรับสาย และ การยกเลิกการโทร

4.1 ใช้คำสั่ง “ATD” เพื่อสั่งโทรออก โดยรูปแบบการให้คำสั่งให้ตามด้วยเบอร์ปลายทาง ตัวอย่างการโทรออก ซึ่งเป็นการสื่อสารด้วย Voice จะต้องปิดท้ายคำสั่งด้วยเครื่องหมายเซมิโคลอน (;) และจบคำสั่งด้วย Enter เช่นถ้าต้องการโทรออกไปยังเบอร์ 0811234567 จะเป็นดังนี้

ATD0811234567; <Ent>

OK

4.2 ใช้คำสั่ง “ATDL” เพื่อสั่งโทรออกด้วยหมายเลขโทรออกครั้งสุดท้าย

4.3 ใช้คำสั่ง “ATA” เพื่อรับสายเรียกเข้า ตัวอย่างการรับสายเรียกเข้า เมื่อมีสายเรียกเข้าโมดูล SIM900B จะมีข้อความ “RING” และสร้างเสียงเรียกเข้าเป็นจังหวะที่ หูฟังของ Handset ให้ทราบ ถ้าผู้ใช้ต้องการรับสาย ให้ใช้คำสั่ง “ATA” เพื่อสั่งรับสาย หรือใช้คำสั่ง “ATH” เพื่อวางหูหรือยกเลิกไม่รับสาย ดังตัวอย่าง

RING

ATA<Ent>

OK

4.4 ใช้คำสั่ง “ATH” เพื่อสั่งวางสาย หรือยกเลิกการโทรออก

5. การรับข้อความ SMS

5.1 ใช้คำสั่ง “AT+CMGF=1” เพื่อกำหนดรูปแบบของข้อความเป็น Text Mode ซึ่งเมื่อมีการส่งข้อความ SMS มายังโมดูล จะมีข้อความแจ้งให้ทราบ เช่น +CMTI: “SM”,3 ซึ่งหมายความว่า มีข้อความส่งเข้าและเก็บไว้ในหน่วยความจำลำดับที่ 3

5.2 ใช้คำสั่ง “AT+CMGR” เพื่อสั่งอ่านข้อความ เช่นถ้าต้องการอ่านข้อความลำดับที่3 ก็ให้ใช้คำสั่งเป็น “AT+CMGR=3”

5.3 ใช้คำสั่ง “AT+CMGL” เพื่อสั่งแสดงข้อความทั้งหมดที่เก็บไว้ในหน่วยความจำ โดยสามารถเลือกประเภทของข้อความได้ เช่น ข้อความใหม่ ข้อความทั้งหมด

5.4 ใช้คำสั่ง “AT+CMGD” เพื่อสั่งลบข้อความออกจากหน่วยความจำ เช่น ถ้าต้องการสั่งลบข้อความลำดับที่3 ก็ให้ใช้คำสั่งเป็น “AT+CMGD=3”

6 การส่งข้อความ SMS

ในการส่งข้อความ SMS นั้นจะใช้คำสั่ง “AT+CMGS” ในการสั่งงาน โดยในกรณีที่ใช้ Text Mode นั้นให้ใช้รูปแบบคำสั่งเป็น “AT+CMGS=”+เบอร์ผู้รับ” โดยเบอร์ของผู้รับต้องใส่รหัสประเทศ นำหน้าแทนศูนย์ด้วยเสมอ ซึ่งในกรณีที่เป็นประเทศไทยจะใช้รหัสประเทศเป็น “66” ดังนั้นถ้าต้องการส่งข้อความ SMS ให้กับเบอร์ที่ใช้งานอยู่ในประเทศไทย เช่น 081-1234567 ก็จะต้องกำหนดหมายเลขของเบอร์ผู้รับปลายทางเป็น 6681-1234567 แทน ซึ่งในกรณีนี้จะได้รับรหัสเบอร์ผู้รับข้อความ เป็น “+66811234567” ซึ่งเมื่อโมดูล SIM900B ได้รับคำสั่ง “AT+CMGS” เรียบร้อยแล้วมันจะตอบรับด้วยการส่งเครื่องหมาย “>” กลับมาบอก ซึ่งหลังจากนี้เป็นต้นไปผู้ใช้ก็สามารถจะทำการพิมพ์ข้อความต่างๆที่ต้องการจะส่งให้กับโมดูลได้ทันที โดยให้ปิดท้ายข้อความด้วยรหัส “Ctrl+Z” ตามด้วย “Enter” เช่นถ้าต้องการส่งข้อความ SMS ให้กับหมายเลข 0811234567 ด้วยข้อความ “Hello Test SMS” จะเป็นดังนี้

```
AT+CMGS="+66811234567"<Ent>
```

```
> Hello Test SMS<Ctrl+Z><Ent>
```

```
+CMGS: 6
```

```
OK
```

2.8 SIM CARD

ซิมการ์ด SIM CARD หรือ Subscriber Identity Module Card เป็นแผ่นอิเล็กทรอนิกส์ทำจากพลาสติกขนาดเล็ก สี่เหลี่ยมเล็ก ๆ ปลายข้างหนึ่งมีรอยตัด เปรียบไปแล้วซิมการ์ด ก็เหมือนบัตรประชาชนในเครื่องโทรศัพท์มือถือ ถัดภายในชิปของซิม การ์ดจะบรรจุข้อมูลหมายเลขเครื่อง บริการที่เจ้าของซิมได้เลือกเอาไว้ ระบุตัวตนของโอเพอเรเตอร์ และบันทึกหมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น

ในโทรศัพท์เคลื่อนที่ระบบ GSM Network “ Group Special Mobile Network ” ได้มีการนำเอาสมาร์ตการ์ดมาเป็นส่วนประกอบสำคัญซึ่ง SIM (Subscriber Identity Module) ก็เป็นชื่อของสมาร์ตการ์ด ที่นำมาใช้กับระบบ GSM โดยที่ SIM จะมีรหัสเลขฐานสิบหกที่จะใช้ติดต่อกับระบบฐานเครือข่ายของโทรศัพท์มือถือ หรือเรียกว่า IMSI (International Mobile Subscriber) คือ ค่าเบอร์โทรที่เป็นเบอร์มาตรฐาน ทั่วโลกก็จะไม่ซ้ำกันค่านี้ ขนาด 9 byte หรือ 64 bit และค่า KI (Individual Subscriber Authentication Key) คือ ค่ารหัสประจำ SIM Card ที่ใช้ติดต่อกับเครือข่าย ค่านี้จะมีการเข้ารหัส แล้วถึงจะส่งออกไปในเครือข่าย จะมีขนาด 128 bit ดังนั้นค่า Key นี้ จะมีความปลอดภัยสูง นอกจากนั้น SIM ยังใช้เก็บโปรแกรม เก็บข้อมูลอื่นๆ ได้อีกด้วยเช่นสมุดโทรศัพท์, ข้อมูลการโทรเข้าและโทรออก, message เป็นต้น



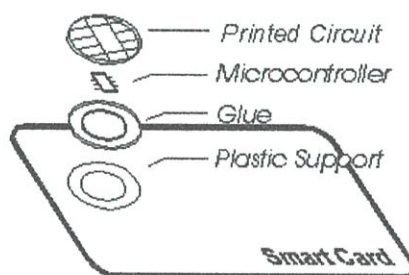
รูปที่ 2.11 ตัวอย่างซิมการ์ด

สมาร์ตการ์ดคือบัตรพลาสติกที่มีชิป IC (Integrated circuit) ติดหรือฝังอยู่ในตัวบัตรพลาสติกมีขนาดเท่าบัตรเครดิต เพื่อใช้ในการเก็บรวบรวมข้อมูลและประมวลผลภายในตัวเองโดยวิธีการเข้ารหัสตามมาตรฐานเพื่อให้ระบบมีความปลอดภัยสูงขึ้นด้วยคุณสมบัติที่สำคัญประการหนึ่งที่ทำให้สมาร์ตการ์ดมีความแตกต่างจากบัตรพลาสติกทั่วไปก็คือ ขณะทำรายการ (Transaction) สมาร์ตการ์ดสามารถทำงานได้ด้วยตนเองโดยไม่ต้องอาศัยการติดต่อสื่อสารกับระบบหลัก (Font End) นั่นก็คือสมาร์ตการ์ดไม่จำเป็นต้องมีการติดต่อสื่อสาร กับศูนย์กลางข้อมูลเหมือนกับบัตรแถบแม่เหล็ก (Off-line) ทำให้ประหยัดในเรื่องระบบสื่อสารไปได้มาก

ในการประมวลผลและจัดเก็บข้อมูล สมาร์ตการ์ดสามารถทำได้อย่างรวดเร็วกว่าสื่อสำหรับเก็บข้อมูลชนิดอื่น ๆ ด้วยขนาดที่เท่ากับบัตรแถบแม่เหล็กทำให้สะดวกในการจัดเก็บและพกพานอกจากนี้สมาร์ตการ์ดยังมีคุณสมบัติด้านความทนทานที่น่าทึ่งไม่ว่าจะเป็น รังสีชนิดต่างๆ (ในปริมาณที่ไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์) สนามแม่เหล็ก ไฟฟ้าสถิต ความชื้น ความร้อน การบดงอ ฯลฯ ก็ไม่สามารถทำให้สมาร์ตการ์ดเสียหายได้โดยง่าย จึงทำให้สมาร์ตการ์ดเทียบเท่าบัตรในทางอุดมคติ ในต่างประเทศก็ได้มีการใช้งานสมาร์ตการ์ดกันอย่างแพร่หลาย จนเป็นไปได้ว่าสมาร์ตกำลังเป็นบัตรชนิดใหม่ที่จะเข้ามาแทนที่บัตรแบบแถบแม่เหล็กที่ใช้งานกันอยู่ในปัจจุบัน

2.8.1 ส่วนประกอบและโครงสร้างของสมาร์ตการ์ด

สมาร์ตการ์ดประกอบด้วยบัตรพลาสติก กาวหรือวัสดุที่ใช้เชื่อมต่อ และหน้าสัมผัสที่บรรจุชิปสมาร์ตการ์ดเรียบร้อยแล้ว ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ แสดงให้เห็นดังรูป



รูปที่ 2.12 ส่วนประกอบของสมาร์ทการ์ด

- ตัวบัตรพลาสติก

สมาร์ทการ์ดเป็นชิป IC ขนาดเล็กที่ถูกสร้างขึ้นเช่นเดียวกับชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์อื่นๆ ที่สร้างจากสารกึ่งตัวนำ นำมาติดลงบนหน้าสัมผัส และทำการฝังลงบนในเนื้อบัตรพลาสติก ซึ่งพลาสติกที่นิยมนำมาทำเป็นบัตรจะใช้พลาสติก 4 ชนิดได้แก่ PVC (Poly vinyl Chlorides), ABS (Acrylonitrile Butadiene styrene), PC (Polycarbonate) , และ PET (Polyethylene Terephthaiate) ในประเทศไทยจะใช้บัตรพลาสติกชนิด PVC มากเป็นอันดับหนึ่ง ส่วนอันดับสองเป็นบัตรพลาสติกชนิด ABS ซึ่งบัตรพลาสติกชนิด PVC นำมาใช้เป็นบัตรพลาสติกชนิด ATM , บัตรเครดิต-เดบิต , บัตรประชาชน ฯลฯ ส่วนบัตรพลาสติกชนิด ABS ไม่ค่อยพบว่าใช้งานกันมากนัก เนื่องจากราคาสูงกว่า และลายที่พิมพ์ลงบนบัตรไม่สวยงามคงทนเท่าบัตรพลาสติกชนิด PVC จะพบก็เพียงบัตรพลาสติกชนิดเนื้อผสมโดยใช้บัตรพลาสติกชนิด ABS เป็นแกนและฉาบผิวพลาสติกชนิด PVC แต่ความทนทานของตัวบัตรจะสู้บัตรพลาสติกเนื้อ PVC ล้วนไม่ได้ สำหรับบัตรพลาสติกอีกสองชนิดที่เหลือ ยังไม่พบว่ามีการใช้งานในประเทศไทย อาจเนื่องมาจากราคาที่สูงเกินไปของวัสดุที่นำมาใช้เป็นตัวบัตร และคุณสมบัติที่ด้อยกว่าตัวบัตรพลาสติกชนิด PVC แต่ข้อเสียที่สำคัญของพลาสติกชนิด PVC ก็ไม่ด้อยไปกว่าข้อดีของมัน นั่นก็คือมันไม่สามารถย่อยสลายได้ตามธรรมชาติซึ่งเท่ากับเป็นขยะสำหรับสิ่งแวดล้อมเลยทีเดียว

- หน้าสัมผัสและชิปสมาร์ทการ์ด (Smart card Module)

สมาร์ทการ์ดโมดูลหรือหน้าสัมผัสของชิปสมาร์ทการ์ดคือ ส่วนที่แสดงความเป็นตัวตนของชิปสมาร์ทการ์ดที่ชัดเจนที่สุด สมาร์ทการ์ดบางชนิดเมื่อหยิบขึ้นมาเราอาจไม่ทราบได้เลยว่ามันคือสมาร์ทการ์ดที่มีการฝังชิปไว้ในเนื้อบัตร ดังนั้นการที่จะระบุลงไปว่าบัตรใดเป็นบัตรสมาร์ทการ์ดนั้น ต้องที่หลักการทำงานและลูกเล่นของบัตรเป็นหลัก ซึ่งต้องใช้ประสบการณ์เกี่ยวกับสมาร์ทการ์ดพอสมควร

2.8.2 โครงสร้างและองค์ประกอบต่าง ๆ ในการใช้งานสมาร์ทการ์ด

Smart card ที่มีอยู่ในปัจจุบันมีหลายชนิด ซึ่งผู้ผลิตได้แข่งทั้งเทคโนโลยี และราคาทำให้ Smart card ถูกกลองอย่างมาก รวมทั้งอุปกรณ์เสริมก็มีราคาถูกลงเช่นกัน ประโยชน์ที่ได้จาก Smart card มีหลายอย่าง เช่นบัตรเครดิต, บัตรเดบิต, บัตรแทนเงินสด, บัตรแทนสมุดเงินฝาก, บัตรประชาชน, บัตรสุขภาพ, บัตรบันทึกการตรวจโรค, บัตรอนุญาตเข้าออกสถานที่ เป็นต้น ทั้งนี้แล้วแต่ว่าจะคิดและนำไปใช้กับงานอะไร จุดเด่นของ Smart card คือความสามารถในการประมวลผลในตัวเอง และการรักษาความปลอดภัยในข้อมูล

- พื้นฐานของสมาร์ทการ์ด

มีพื้นฐานมาจากไมโครโปรเซสเซอร์ การนำชิปหน่วยความจำ (EEPROM) มาลงในบัตรพลาสติก โดยมีหน้าสัมผัสเป็นขาเชื่อมต่อระบบภายนอก การนำเอาชิปหน่วยความจำมาใส่ในบัตรพลาสติก ทำให้เกิดขดตีมากกว่าใช้แถบแม่เหล็กนอกจากนี้ยังได้มีการเพิ่มวงจรป้องกันลงไปอีก เพื่อให้ผู้ออกบัตร (card issue) สามารถกำหนดสิทธิในการเข้าถึงบัตรด้วยวงจรมะทริกธรรมดา ต่อมา มีการออกแบบวงจร ให้สามารถกำหนด PIN สำหรับเข้าถึงบัตร ต้องทำการเข้ารหัสทุกครั้งเมื่อบัตรทำงานซึ่ง ต่อมา มีการนำไมโครโปรเซสเซอร์มาใส่ลงในสมาร์ทการ์ด ทำให้การเข้าถึงข้อมูลไม่เหมือนแบบหน่วยความจำ การใส่ไมโครโปรเซสเซอร์ลงในสมาร์ทการ์ด ทำให้ต้องมีส่วนของ Os-Operating System สำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์สามารถทำงานได้

- องค์ประกอบต่างๆในการใช้งานสมาร์ทการ์ด

- ตัวบัตรและตัวชิป ตัวบัตรและตัวชิปโดยหลักการแล้ว Smart card เป็นเพียงบัตรที่มีชิปฝังตัวอยู่ สามารถเก็บข้อมูลและประมวลผลได้เท่านั้น ผู้ออกแบบมีหน้าที่นำบัตรมาใช้ให้เกิดประโยชน์ และทำให้ปลอดภัยกับข้อมูลภายในบัตร
- สมาร์ทการ์ดรีดเตอร์ Smart card reader เป็นอุปกรณ์สำหรับติดต่อกับ Smart card โดยภายใน Smart card reader จะประกอบไปด้วย
- ซอฟต์แวร์ใช้เพื่อติดต่อกับสมาร์ทการ์ด

- Memory card (synchronous card)

ในการรับส่งข้อมูลใช้หน้าสัมผัสของสมาร์ทการ์ด ส่วนการรับส่งข้อมูลจะป้อน CLK ให้กับชิป ในการรับ-ส่งข้อมูลจำเป็นต้องให้สัมพันธ์กับ CLK ที่ป้อนให้ชิปสมาร์ทการ์ดชนิดนี้มีส่วนประกอบ

- Processor card (Asynchronous card)

สมาร์ทการ์ดในปัจจุบันได้มีการใส่ไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อให้ชิปสามารถประมวลผลข้อมูล และเพิ่มความปลอดภัยให้แก่ข้อมูล การนำไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามาใส่ในสมาร์ทการ์ด ทำให้ต้องเพิ่มหน่วยความจำเพื่อเก็บระบบปฏิบัติการ และหน่วยความจำสำหรับประมวลผลข้อมูล และมีการเพิ่ม

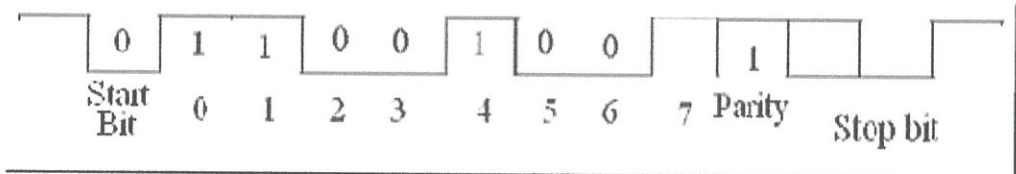
ขอบในการประมวลผลทางคณิตศาสตร์เพื่อช่วยในการประมวลผลข้อมูลทางอัลกอริทึมสำหรับการเข้า-ถอดรหัส ทำให้สมาร์ตการ์ดชนิด Processor มีการทำงานสูงกว่าชนิด memory หลายเท่า

2.8.3 การเชื่อมต่อสมาร์ตการ์ด

การสื่อสารกับสมาร์ตการ์ดในระดับสัญญาณมีมาตรฐาน ISO 7816-3 เป็นตัวกำหนดการสื่อสาร ในปัจจุบันระดับแรงดันไฟฟ้าใช้ 3 volt ระดับแรงดันไฟฟ้าจึงอยู่ในระดับ 0 –3 volt ทำให้ความสิ้นเปลืองพลังงานลดน้อยลงในการสื่อสารกับชิปสมาร์ตการ์ดจะใช้แบบ Single bus เป็นหลัก จะคล้ายกับแบบอนุกรมแบบธรรมดาแต่ Single bus ไม่สามารถสื่อสารแบบ Full Duplex และในสมาร์ตการ์ดชนิด memory จะรับส่งสัญญาณตามสัญญาณนาฬิกา ส่วน Processor สมาร์ตการ์ด จะสามารถ รับ – ส่ง ได้โดยไม่จำเป็นต้องให้สัมพันธ์กับสัญญาณนาฬิกาในการสื่อสารกับสมาร์ตการ์ดจะรับ-ส่ง ข้อมูลคนละเวลากัน และมีรูปแบบบิตข้อมูลในการส่ง 2 แบบ

1. Direct Convention

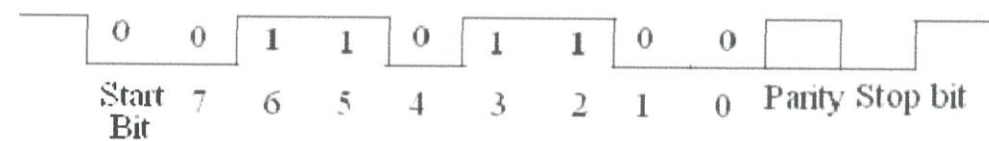
แทน logic “1” ด้วย Bit = “1”แทน logic “0” ด้วย Bit = “0” และ Bit แรกเป็นLSB



รูปที่ 2.13 ตัวอย่างการส่งข้อมูล C9 (HEX) = 1100 1001 (binary)

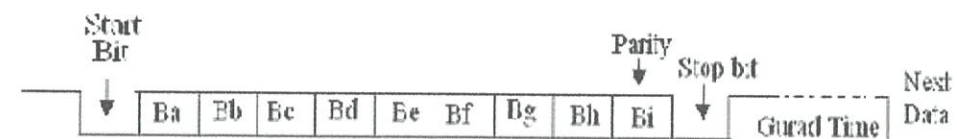
2. Converse Convention

แทน logic “0” ด้วย Bit = “1”แทน logic “1” ด้วย Bit = “0” และBitแรกเป็นMSB



รูปที่ 2.14 ตัวอย่างการส่งข้อมูล C9 (HEX) = 1100 1001 (binary)

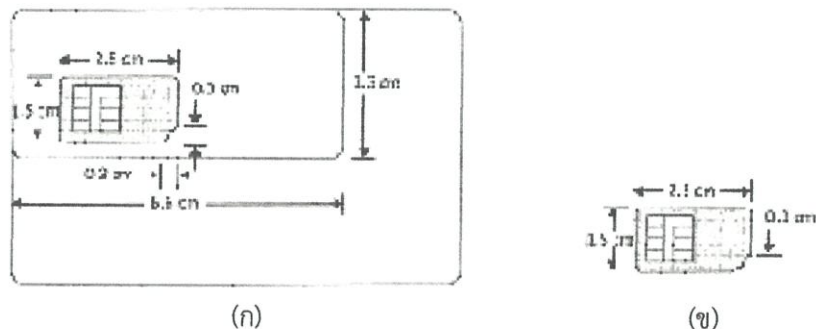
แต่ทางที่ดีควรสร้าง Card Driver ให้สามารถตอบสนององการสื่อสารได้ทั้ง 2 แบบ



รูปที่ 2.15 ตัวอย่างการใช้รับ-ส่งสมาร์ตการ์ด

2.8.4 ขนาดของซิมการ์ด

จากสมาร์ตการ์ดที่มีขนาดบัตรเท่ากับบัตรเครดิต นำบัตรมาตัดให้มีขนาด ดังรูปบนแสดงให้เห็นถึง SIM ซึ่งก็คือการนำบัตรสมาร์ตการ์ด มาตัดออกให้ได้ขนาดตามมาตรฐานของ SIM จะเห็นได้ดังรูปโดยวงจรถูกกล่าวถึงอ่าน-เขียนข้อมูลใน SIM CARD เช่นสมุดโทรศัพท์



รูปที่ 2.16 (ก) รูปบัตรสมาร์ตการ์ดทั่วไป (ข) รูปซิมการ์ดที่ตัดมาจากบัตรสมาร์ตการ์ด

2.8.5 หน่วยความจำของซิมการ์ด

ความจุของซิมการ์ดนั้นขึ้นอยู่กับรุ่นที่ผู้ให้บริการนำเข้ามาจำหน่าย แต่ส่วนมากแล้วจะมีความจุ 16 และ 32 กิโลไบต์ สังเกตได้จากด้านหลังซิมการ์ดจะมีเลข 16k หรือ 32k กำกับอยู่ ซึ่งบางรุ่นก็ไม่มีบอกให้ทราบ

สำหรับพื้นที่หน่วยความจำหลักๆ แล้วก็ไว้สำหรับบรรจุข้อมูลสมุดโทรศัพท์ ข้อความเอสเอ็มเอส ซึ่งบางรุ่นก็มีความจุแตกต่างกันไปอีกเช่นกัน มีตั้งแต่ 200-1000 รายชื่อ และเก็บข้อความเอสเอ็มเอสได้อีกตั้งแต่ 15-30 ข้อความ โดยสามารถตรวจสอบหน่วยความจำได้จากเมนูสมุดโทรศัพท์ หรือข้อความ

2.8.6 ระบบรักษาความปลอดภัยของซิมการ์ด

ซิมการ์ดมีระบบรักษาความปลอดภัยในตัวเอง เพียงแต่ไม่ได้เปิดใช้งานเท่านั้น แต่ก็สามารถเปิดได้อย่างง่ายๆ ในเมนูตั้งค่า แล้วเลือกไปที่ตั้งค่า PIN โดยกำหนดรหัสเป็นหมายเลข 4 หลักได้ตามต้องการ โดยรหัสเริ่มต้นของซิมการ์ดแต่ละค่ายก็จะไม่เหมือนกัน อย่างเช่นของ GSM Advance จะใช้รหัส 1234, DTAC ใช้รหัส 1800 และ True move ใช้รหัส 0000

เมื่อเปิดใช้งานรหัส PIN แล้ว ทุกครั้งที่เปิดเครื่อง ตัวเครื่องจะถามรหัสด้านก่อนเสมอ โดยคุณมีโอกาใส่รหัสให้ถูกต้องเพียง 3 ครั้งเท่านั้น แต่ถ้ากรหัสผิดเกิน 3 ครั้งแล้วก็จำเป็นต้องใช้รหัส PUK Code ปลดล็อค หากเป็นบางรุ่นจะมีรหัสติดมากับกรอบแผ่นซิมการ์ด แต่หากไม่มีก็ต้องโทรถามคอลล์เซ็นเตอร์ทางเดียว โดยบอกหมายเลขที่ปรากฏอยู่บนซิมการ์ด 19 หลัก อาจจะมาก หรือน้อยกว่านั้นขึ้นอยู่กับบางรุ่น ก็จะได้รหัส 8 หลักมาปลดล็อคอีกที

แต่หากยังค้นหุ้รหัสใส่รหัส PUK Code แบบผิดๆ อีก 10 ครั้ง ซิมการ์ดจะล็อคตัวเองทันที ที่ไม่สามารถใช้งานได้อีกต่อไป ซึ่งบางคนบอกว่าซิมการ์ดเสีย แต่จริงๆ แล้วไม่ได้เสีย เพียงแค่ซิมการ์ดล็อคตัวเอง เพื่อไม่ให้ผู้อื่นเข้าถึงข้อมูลในซิมการ์ดได้

2.8.7 ประโยชน์ของซิมการ์ด

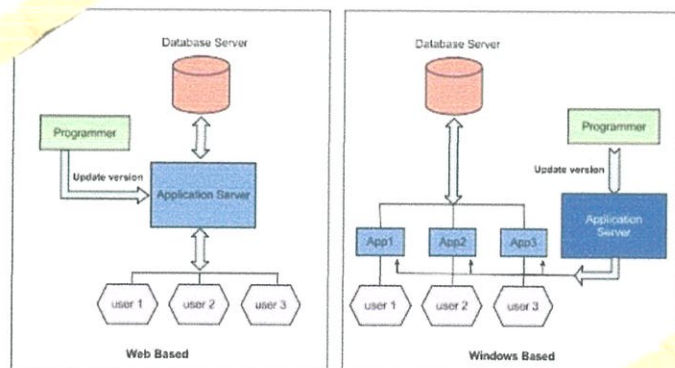
1. ใช้ตรวจสอบความถูกต้องระหว่างผู้ใช้บริการกับเครือข่ายผู้ให้บริการ
2. ใช้ในการระบุผู้ใช้ว่าคือใคร
3. ใช้เก็บข้อมูลส่วนตัวต่าง ๆ ของผู้ใช้บริการ เช่น หมายเลขโทรศัพท์ และ SMS
4. เป็นเครื่องมือทางการตลาด เช่น การเพิ่ม Value Added Service
5. สามารถใช้งานเครื่องโทรศัพท์ในระบบ GSM ใด ๆ ก็ได้คู่กับ SIM Card ใบนี้ โดยการคำนวณค่าบริการจะคิดที่ผู้เป็นเจ้าของ SIM Card เท่านั้น
6. สนับสนุนการทำ International Roaming (IR)

2.9 พีเอชพี (PHP)

พีเอชพี (PHP) คือ ภาษาคอมพิวเตอร์ในลักษณะเซิร์ฟเวอร์-ไซด์ สคริปต์ โดยลิขสิทธิ์อยู่ในลักษณะโอเพนซอร์สภาษาพีเอชพีใช้สำหรับจัดทำเว็บไซต์ และแสดงผลออกมาในรูปแบบ HTML โดยมีรากฐานโครงสร้างคำสั่งมาจากภาษา ภาษาซี ภาษาจาวา และ ภาษาเพิร์ล ซึ่ง ภาษาพีเอชพี นั้นง่ายต่อการเรียนรู้ ซึ่งเป้าหมายหลักของภาษานี้ คือให้นักพัฒนาเว็บไซต์สามารถเขียน เว็บเพจ ที่มีความตอบโต้ได้อย่างรวดเร็ว จะให้เข้าใจง่าย ๆ ก็คือเครื่องมือที่ใช้สำหรับเขียนโปรแกรมติดต่อกับฐานข้อมูลเพื่อนำไปแสดงผลบนอินเทอร์เน็ตตามความต้องการของผู้ใช้งาน

การเขียนโปรแกรมจะมีอยู่ 2 แบบ

1. Window based
2. Web baesd



รูปที่ 2.17 การทำงานของ (ก) Web Based (ข) Windows Based

จะมีข้อแตกต่างอย่างเห็นได้ชัดอย่างหนึ่งคือ การเรียกใช้ทรัพยากรของเครื่องต่างกัน

1. Windows based คือโปรแกรมที่ต้องติดตั้งกับเครื่องของผู้ใช้แต่ละคนแต่ละเครื่องโดยที่อาจ ใช้ฐานข้อมูลเซิร์ฟเวอร์เดียวกัน หรือฐานข้อมูลคนละเครื่องก็แล้วแต่วัตถุประสงค์ของโปรแกรมนั้นๆ หากเป็นกรณีที่ใช้ฐานข้อมูลร่วมกันจะมีการเก็บข้อมูลไว้ที่เซิร์ฟเวอร์ แต่โปรแกรมที่ใช้งานจะอยู่ที่เครื่องของผู้ใช้งาน ดังนั้นสเปกคอมพิวเตอร์ที่ใช้จะต้องใกล้เคียงกันตามข้อกำหนดของโปรแกรมนั้นๆ

2. Web based คือโปรแกรมที่ทำงานบนเว็บเซิร์ฟเวอร์โดยรันผ่านโปรแกรมเว็บเบราว์เซอร์ทั่วไป เช่น Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera, Safari ฯลฯ ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมหรือสคริปต์ที่พัฒนาขึ้นในแต่ละเครื่อง เพราะจะเรียกใช้งานผ่านเซิร์ฟเวอร์ด้วยเว็บเบราว์เซอร์ต่างๆ เหมาะสำหรับระบบจัดการข้อมูล และรายงานต่างๆ แต่ไม่เหมาะกับการควบคุมฮาร์ดแวร์ เช่น ลิ้นชักเก็บเงิน หรือฮาร์ดแวร์อื่นๆ ที่ระบบ Windows based สามารถสั่งงานได้

PHP ต้องอยู่ในหมวดการเขียนโปรแกรมแบบ Web based เพราะเราจะเก็บสคริปต์ทั้งหมดที่เขียนขึ้นมาไว้ที่เซิร์ฟเวอร์ทีเดียว และให้ผู้ใช้งานเรียกข้อมูลผ่านเว็บเบราว์เซอร์ต่างๆ มาแสดงผลที่หน้าจอ

ข้อแตกต่างที่เห็นได้ชัดของการเขียนโปรแกรม 2 ประเภทนี้ดังนี้

1. PHP เก็บโปรแกรมหรือคำสั่งทั้งหมดไว้ที่เซิร์ฟเวอร์ ดังนั้นเมื่อเปลี่ยนเวอร์ชัน ผู้ใช้งานแต่ละเครื่องไม่จำเป็นต้องอัปเดตโปรแกรมตาม (เพราะไม่ได้ติดตั้งโปรแกรม) หากแต่ว่าเวอร์ชันที่เปลี่ยนแปลงไปหมายถึงการแสดงผลตามการใช้งาน

2. PHP ไม่ต้องติดตั้งโปรแกรมหรือคำสั่งไว้บนเครื่องผู้ใช้งานดังนั้นก็ประหยัด ฮาร์ดดิสก์ประหยัดแรม

3. PHP ไม่ต้องเสียค่าลิขสิทธิ์ให้กับชุดพัฒนาซอฟต์แวร์ เพราะซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการพัฒนาทั้งหมดเป็นแบบโอเพ่นซอร์ส (Open source)

4. PHP พัฒนาแอปพลิเคชันที่สามารถเรียกใช้งานได้หลายระบบปฏิบัติการ หรือ *ข้ามแพลตฟอร์ม* (Cross-platform) ไม่ว่าจะใช้ Windows, Linux, Ubuntu ก็สามารถใช้งานได้ หรือแม้กระทั่งบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ต่างๆ เพียงแต่ปรับแต่งเรื่องการแสดงผลเพิ่มเติมเท่านั้น

2.10 สัญญากรณ์เชิงวัตถุจาวาสคริปต์ (JSON : Java Script Object Notation)

JSON (JavaScript Object Notation) คือ รูปแบบของข้อมูลที่ใช้สำหรับแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีขนาดเล็ก ซึ่งคนสามารถทำความเข้าใจได้ง่าย และสามารถถูกสร้างและอ่านโดยเครื่องได้ง่าย เป็นวิธีการที่ทำให้ JavaScript แลกเปลี่ยนข้อมูลกับ Server ได้อย่างง่าย มันถูกกำหนดภายใต้ภาษา JavaScript (JavaScript Programming Language, Standard ECMA-262 3rd Edition – December 1999.) JSON เป็นรูปแบบข้อมูลตัวอักษรที่มีความเป็นอิสระอย่างสมบูรณ์ แต่จะมีหลักการการเขียนที่คุ้นเคยกับนักเขียนโปรแกรมภาษาต่างๆ ได้ ไม่ว่าจะเป็น ภาษา C, C++, C#,

Java, Javascript, Perl, Python และอื่นๆ คุณสมบัติเหล่านี้ทำให้ JSON เป็นภาษาแลกเปลี่ยนข้อมูลที่มีสมบูรณ์แบบ

ในการทำงานหลายอย่างกับ javascript เราจะพบ JSON เข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ยกตัวอย่างการทำงานกับ script หลายๆตัวที่มีการเรียกข้อมูลแบบ AJAX ก็มักจะส่งข้อความตอบกลับมาในรูปแบบ JSON

ปัจจุบัน JSON นิยมใช้ในเว็บแอปพลิเคชัน โดยเฉพาะ AJAX โดย JSON เป็นฟอร์แมตทางเลือกในการส่งข้อมูล นอกเหนือไปจาก XML ซึ่งนิยมใช้กันอยู่แต่เดิม สาเหตุที่ JSON เริ่มได้รับความนิยมเป็นเพราะกระชับและเข้าใจง่ายกว่า XML

สิ่งที่เหมือนกับเอ็กซ์เอ็มแอล(XML)

1. เป็นข้อความธรรมดา(plain text)
2. สามารถอ่านเข้าใจได้
3. เป็นลำดับชั้น(hierarchical)

สิ่งที่ไม่เหมือนกับเอ็กซ์เอ็มแอล(XML)

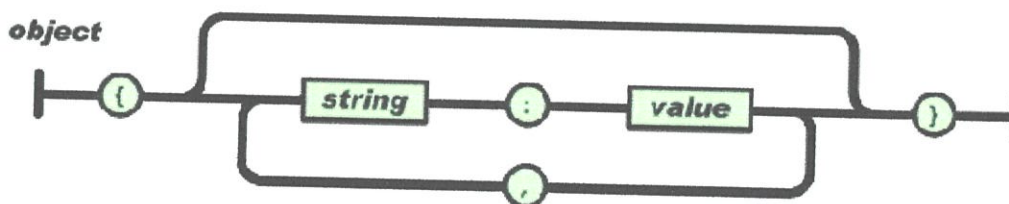
1. ไม่มีแท็ก(Tag)กำกับ
2. สั้นกระชับรัดกุมกว่า
3. อ่านและเขียนได้เร็วกว่า
4. มีความสามารถในการใช้อาร์เรย์เข้ามาช่วย
5. ไม่เป็นคำสงวน

JSON สามารถสร้างได้ 2 รูปแบบ คือ

- การจัดเก็บในชุดข้อมูลที่มีชื่อข้อมูลและข้อมูลคู่กัน ในภาษาต่างๆ ข้อมูลจะจัดอยู่ในรูปแบบของ Object, record, struct, dictionary, hash table, keyed list หรือ associative array

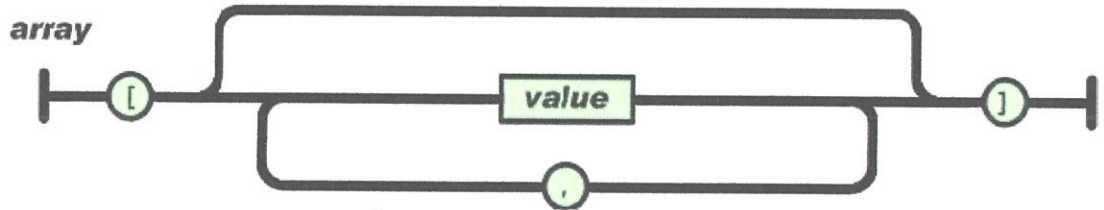
- ลำดับของค่าข้อมูล ในภาษาโปรแกรมส่วนใหญ่ จะจัดอยู่ในรูปแบบของ array, vector, list หรือ sequence

ใน JSON มีรูปแบบต่างๆเหล่านี้ (json format) :



รูปที่ 2.18 รูปแบบเจสันแบบObject

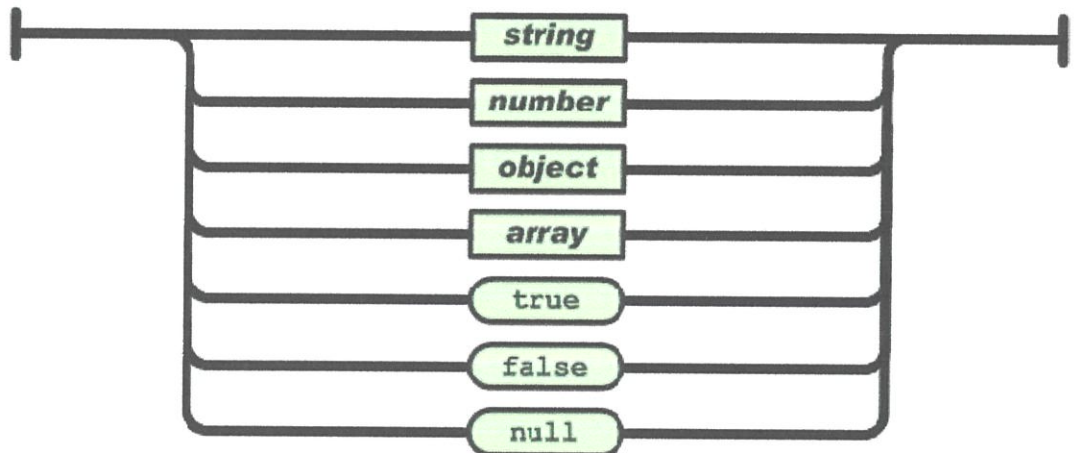
Object นั้นเป็นชุดของข้อมูลที่มีชื่อข้อมูลและค่าของข้อมูลนั้นคู่กัน ซึ่งจะถูกเริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย { และจะปิดท้ายข้อมูลด้วยเครื่องหมาย } ข้อมูลแต่ละค่าจะมีเครื่องหมาย : กำกับระหว่างชื่อข้อมูลกับค่าของข้อมูล และแต่ละข้อมูลจะมีเครื่องหมาย , คั่น



รูปที่ 2.19 รูปแบบเงสัันแบบArray

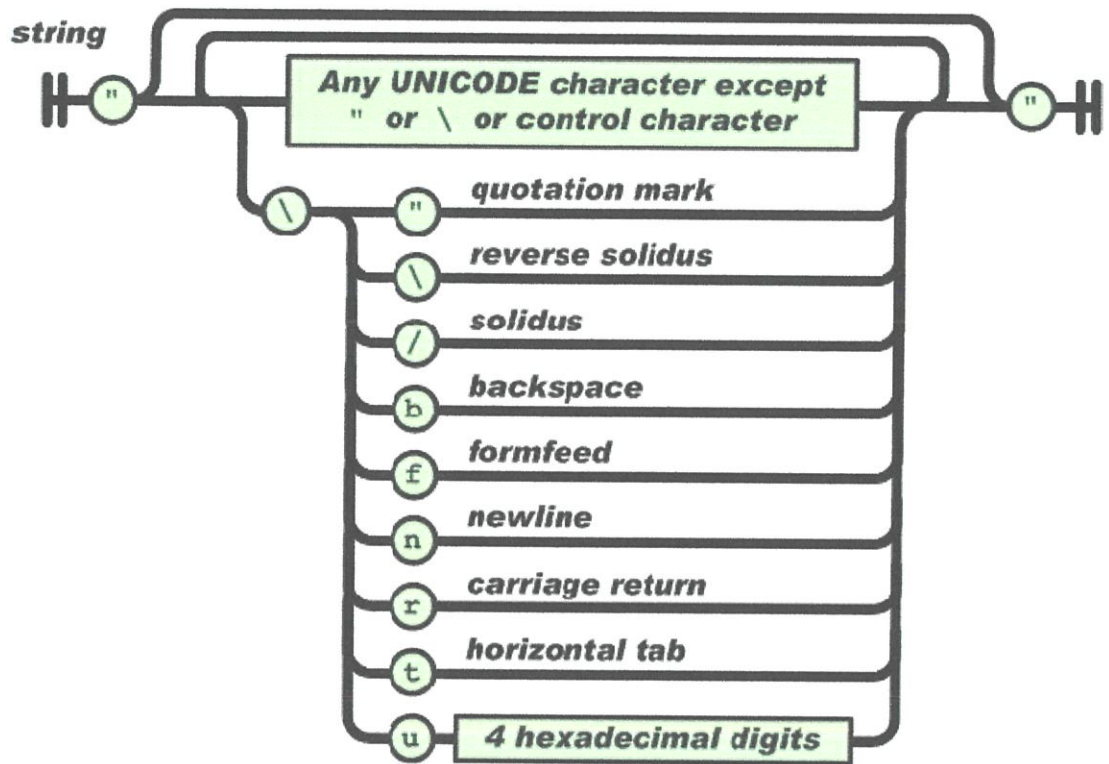
Array เป็นลำดับของข้อมูล ซึ่งจะถูกเริ่มต้นด้วยเครื่องหมาย [และจะจบด้วยเครื่องหมาย] แต่ละค่าของข้อมูลจะถูกคั่นด้วยเครื่องหมาย ,

value



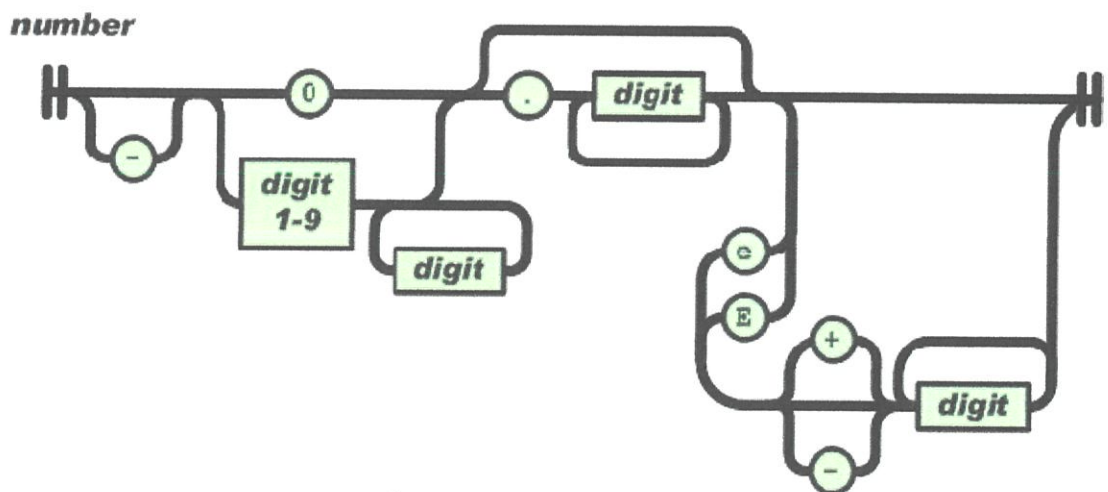
รูปที่ 2.20 รูปแบบเงสัันแบบValue

Value เป็น String ที่อยู่ในเครื่องหมาย “ ” หรือตัวเลข หรือค่าทางตรรกศาสตร์ true, false หรือค่า null หรือ object หรือ array ซึ่งโครงสร้างสามารถวางซ้อนกันได้



รูปที่ 2.21 รูปแบบเจสันแบบString

String เป็นลำดับของตัวอักษรตั้งแต่ 0 ตัวอักษรหรือมากกว่า ซึ่งอยู่ภายใต้เครื่องหมาย “ ” และจะใช้เครื่องหมาย ในการใส่เครื่องหมายกำกับต่างๆ ซึ่งจะมีลักษณะคล้ายกับ String ในภาษา C หรือภาษา Java



รูปที่ 2.22 รูปแบบเจสันแบบString

Number นั้นมีความคล้ายคลึงกับ Number ในภาษา C หรือภาษา Java อย่างมาก แต่จะไม่สามารถใช้เลขฐาน 8 กับเลขฐาน 16 ได้

ช่องว่าง(Whitespace) สามารถที่จะใส่ไว้ระหว่างสัญลักษณ์ต่างๆได้ ยกเว้นรายละเอียดซึ่งเข้ารหัสที่สมบูรณ์ในการบรรยายภาษาต่างๆ

โครงสร้างของ JSON

JSON นั้นใช้ลักษณะภาษาของ Javascript แต่ไม่ถูกมองว่าเป็นภาษาโปรแกรม กลับถูกมองว่าเป็นภาษาในการแลกเปลี่ยนข้อมูลมากกว่า ในปัจจุบันมีไลบรารีของภาษาโปรแกรมอื่นๆ ที่ใช้ประมวลผลข้อมูลในรูปแบบ JSON มากมาย ตัวอย่างของ JSON

```
[
  {"firstname":"name","lastname":"name"},
  {"firstname":"name1", "lastname":"name2"}
]
```

JSON นั้นยังสามารถจัดเก็บข้อมูลที่เป็น ลักษณะของ Master - Detail ได้อีกด้วย ตัวอย่างการจัดเก็บข้อมูล

```
[
  {"firstname" : "name",
   "lastname": "name",
   "address" : [
     {
       "address1" : "adress",
       "province" : "bangkok",
       "country" : "Thailand"
     }
   ]
  }
]
```

ประโยชน์

1. เนื่องจากมันมีขนาดเล็ก การรับส่งข้อมูลจึงเร็วมาก ประมวลผลเร็วมาก เพราะเป็นแค่ข้อความธรรมดา
2. และเนื่องจากมันเป็น cross platform คือใช้กับภาษาอะไรก็ได้ แสดงว่าเราจะเขียนโปรแกรมให้ภาษาหนึ่งให้ติดต่อกับอีกภาษาหนึ่งได้ โดยการใช้ JSON เป็นตัวกลาง เช่น ใช้

php คุยกับ android(java), php คุยกับ javascript และอื่นๆ อีกเยอะแยะครับ ขอแค่
มันมี library รองรับ JSON

2.11 แอนดรอยด์ (android)

แอนดรอยด์ (android) เป็นระบบปฏิบัติการสำหรับอุปกรณ์พกพา เช่น โทรศัพท์มือถือ แท็บเล็ตคอมพิวเตอร์ เน็ตบุ๊กทำงานบนลินุกซ์ เคอร์เนล เริ่มพัฒนาโดยบริษัทแอนดรอยด์ (อังกฤษ: Android Inc.) จากนั้นบริษัทแอนดรอยด์ถูกซื้อโดยกูเกิล และนำแอนดรอยด์ไปพัฒนาต่อ ภายหลังจากพัฒนาในนามของ Open Handset Allianceทางกูเกิลได้เปิดให้นักพัฒนาสามารถแก้ไขโค้ดต่างๆ ด้วยภาษาจาวา และควบคุมอุปกรณ์ผ่านทางชุด Java libraries ที่กูเกิลพัฒนาขึ้น แอนดรอยด์ได้เป็นที่รู้จักต่อสาธารณชนเมื่อวันที่ 5 พฤศจิกายน พ.ศ. 2550 โดยทางกูเกิลได้ประกาศก่อตั้ง Open Handset Allianceกลุ่มบริษัทฮาร์ดแวร์, ซอฟต์แวร์ และการสื่อสาร 48 แห่ง ที่ร่วมมือกันเพื่อพัฒนา มาตรฐานเปิด สำหรับอุปกรณ์มือถือ ลิขสิทธิ์ของโค้ดแอนดรอยด์นี้จะใช้ในลักษณะของ ซอฟต์แวร์เสรี

โทรศัพท์เครื่องแรกที่สามารถใช้งานระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ได้คือ เอชทีซี ดริม ออกจำหน่ายเมื่อ 22 ตุลาคม 2551

เวอร์ชันล่าสุดของแอนดรอยด์คือ 4.2 (JellyBean) ความสามารถใหม่ของ แอนดรอยด์ 4.2 ที่เพิ่มขึ้นมาคือ Photo Sphere ที่สามารถถ่ายรูปได้ 360 องศา และ Keyboard Gestures ที่สามารถลากนิ้วแทนการสัมผัสตัวอักษรได้

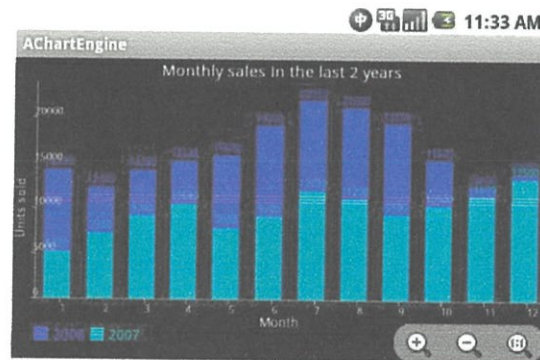
2.12 Google Map

Google Maps คือบริการของ Google ที่ให้บริการเทคโนโลยีด้านแผนที่ประสิทธิภาพสูง ใช้งานง่าย และให้ข้อมูลของธุรกิจในท้องถิ่น ได้แก่ ที่ตั้งของธุรกิจ รายละเอียดการติดต่อ และเส้นทางการขับขี่ โดยบริการแผนที่นี้เริ่มต้นให้บริการตั้งแต่กลางปี ค.ศ. 2005 เป็นบริการฟรี จัดให้แก่ผู้ใช้ทั่วโลก ส่วนประกอบที่สำคัญที่ดึงดูดผู้ใช้งานเป็นอย่างมาก คือแผนที่และภาพถ่ายดาวเทียมคุณภาพดี ซึ่งครอบคลุมพื้นผิวโลกในมาตราส่วนต่างๆ ตามความเหมาะสม

2.13 achartengine

Achartengine คือ library ในการวาด chart เพื่อใช้ใน android applications ซึ่งจะสนับสนุนการวาดกราฟได้แก่

- line chart
- area chart
- scatter chart
- time chart
- bar chart
- pie chart
- bubble chart
- doughnut chart
- range (high-low) bar chart
- dial chart / gauge
- combined (any combination of line, cubic line, scatter, bar, range bar, bubble) chart
- cubic line chart



รูปที่ 2.23 รูปแบบเส้นแบบ Bar char

บทที่ 3

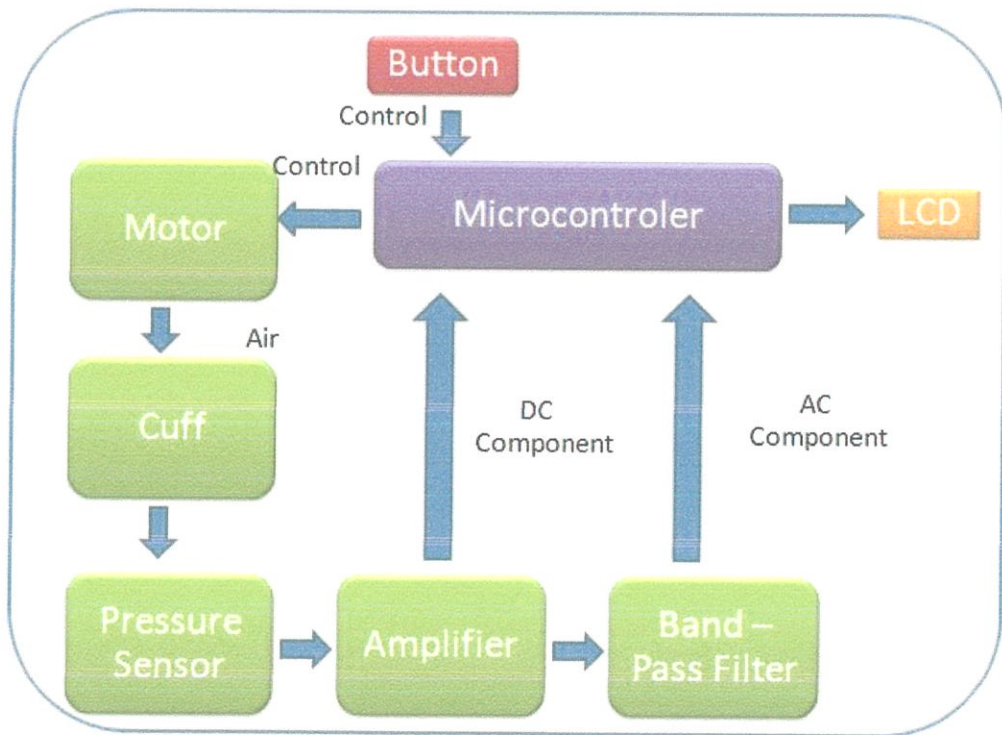
การออกแบบวงจรและการทำงาน

3.1 เครื่องวัดความดันโลหิต

คุณสมบัติและลักษณะการทำงาน

เครื่องวัดความดันโลหิตระบบดิจิทัลที่ได้ออกแบบนั้น ค่าที่ได้จากการวัดจะแสดงผลที่จอ LCD และอีกส่วนจะถูกส่งผ่าน Bluetooth เพื่อนำค่าที่ได้ไปประมวลผลตรวจสอบความผิดปกติของผู้ป่วย เครื่องวัดความดันโลหิตนี้มีการใช้หลักการของ Oscillometric การทำงานของระบบคือ ระบบจะเพิ่มค่าความดันภายในคัพให้สูงขึ้น จนค่าความดันภายในคัพสูงกว่าความดันโลหิตในเส้นเลือด ทำให้เส้นเลือดตีบลงจนเลือดไม่สามารถไหลผ่านไปได้ จากนั้นระบบจะค่อยๆลดค่าความดันภายในคัพลง ทำให้สามารถตรวจสอบค่าความดัน systolic และ ค่าความดัน diastolic ได้

แผนผังการทำงานของเครื่องวัดความดันโลหิตระบบดิจิทัล สามารถอธิบายได้ดังรูปที่ 3.1



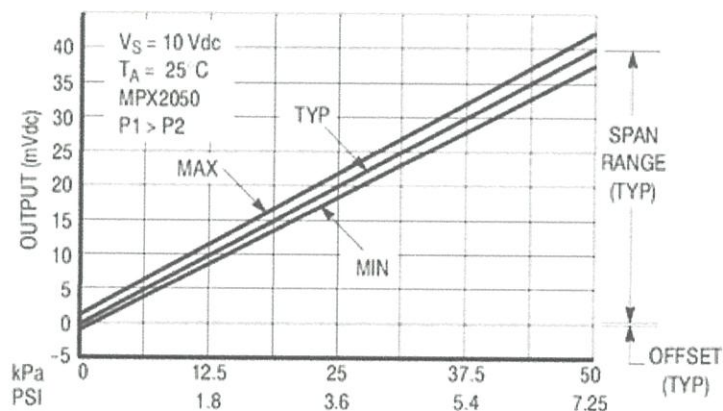
รูปที่ 3.1 บล็อกไอแกรมการทำงานของเครื่องวัดความดันโลหิตระบบดิจิทัล

สำหรับฝั่งการทำงานของเครื่องวัดความดันโลหิตระบบดิจิทัล สามารถอธิบายถึงหลักการทำงานในแต่ละส่วนของวงจร ได้ดังนี้

เครื่องวัดความดันที่ออกแบบนั้น เมื่อได้รับการสั่งจากโทรศัพท์มือถือให้เริ่มต้นการทำงาน ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์เพื่อเพิ่มความดันภายในคัพ จากนั้นเซ็นเซอร์ความดันจะส่งสัญญาณที่ได้ไปยังวงจรขยายแรงดัน และวงจร Band-pass Filter เพื่อส่งไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ประมวลผล เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ประมวลผลเรียบร้อยแล้ว ระบบจะส่งข้อมูลที่ไปยังโทรศัพท์มือถือ

3.1.1 Pressure Sensor และ Instrument Amplifier

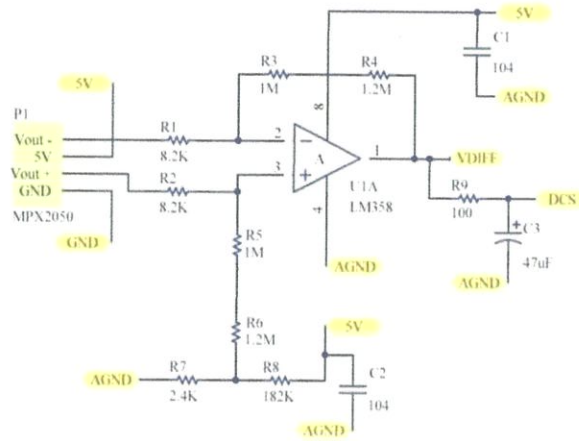
Pressure sensor ที่ใช้คือ MPX2050 ซึ่งทำหน้าที่ในการแปลงค่าความดันให้อยู่ในรูปของแรงดัน สาเหตุที่เลือกใช้ MPX2050 เนื่องจากเราต้องการวัดค่าความดันที่อยู่ในช่วงระหว่าง 0-240 mmHg ซึ่ง MPX2050 นั้นสามารถวัดความดันได้ในช่วงระหว่าง 0-375 mmHg โดยค่าคุณสมบัติของ MPX2050 นั้น แสดงดังรูป



รูปที่ 3.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง Output voltage กับ Differential input pressure

เนื่องจากค่าแรงดันที่ออกจาก Pressure sensor มีขนาดเล็กมากจึงจำเป็นต้องมีการขยายสัญญาณ โดยใช้ Instrument amplifier ซึ่งเราสามารถปรับอัตราขยายได้จากความสัมพันธ์

$$R_G = \frac{49.4K\Omega}{G-1} \quad (1)$$



รูปที่ 3.3 วงจรขยายผลต่าง (Differential Amplifier)

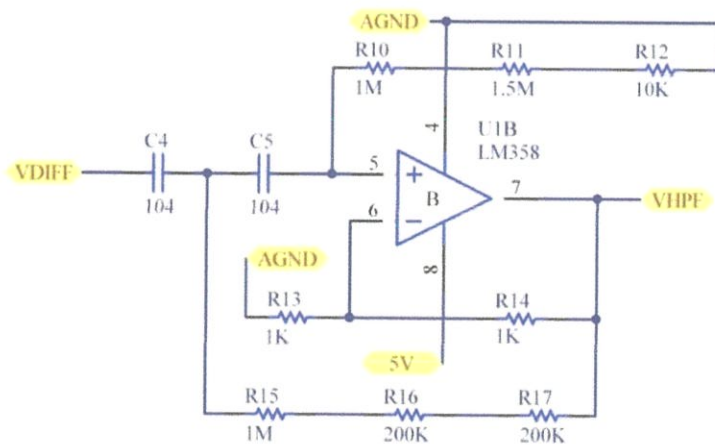
ค่าแรงดันที่ออกจาก Pressure sensor มีค่าประมาณ 0-25 mV ช่วงแรงดันที่ใช้งานอยู่ประมาณ 0-5 V ดังนั้น จึงต้องออกแบบให้ Differential amplifier มีอัตราขยายประมาณ 200 เท่า

3.1.2 Band-Pass Filter

ส่วนที่เป็นวงจรกรองความถี่ปานกลางจะประกอบด้วยวงจร 3 stage คือส่วนที่กรองความถี่สูงผ่าน (HPF) , ส่วนที่กรองความถี่ต่ำผ่าน (LPF) , วงจรขยาย (Amplifier) เราจะกำหนดความถี่คัทออฟให้อยู่ในช่วง 0.8Hz - 38Hz ในการคำนวณหาความถี่คัทออฟเราจะใช้สูตร

$$\omega_c = \frac{1}{RC} = 2\pi f_c$$

3.1.2.1 วงจรกรองความถี่สูงผ่าน



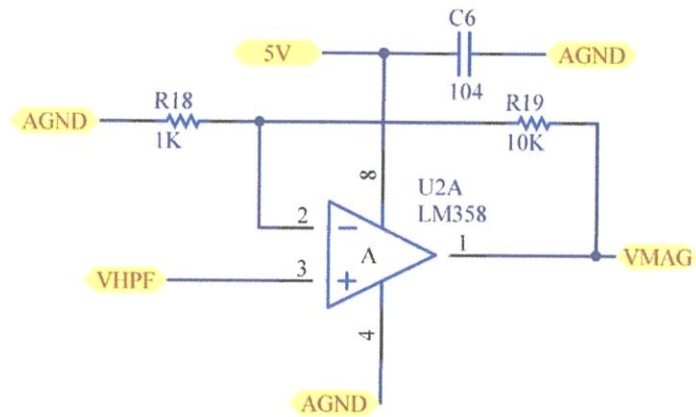
รูปที่ 3.4 วงจร High-Pass-Filter

$$R_{10} + R_{11} + R_{12} = \frac{C_4 + C_5}{C_4 C_5 \alpha_{11} \omega_c}$$

$$R_{15} + R_{16} + R_{17} = \frac{1}{(R_{10} + R_{11} + R_{12}) C_4 C_5 \omega^2}$$

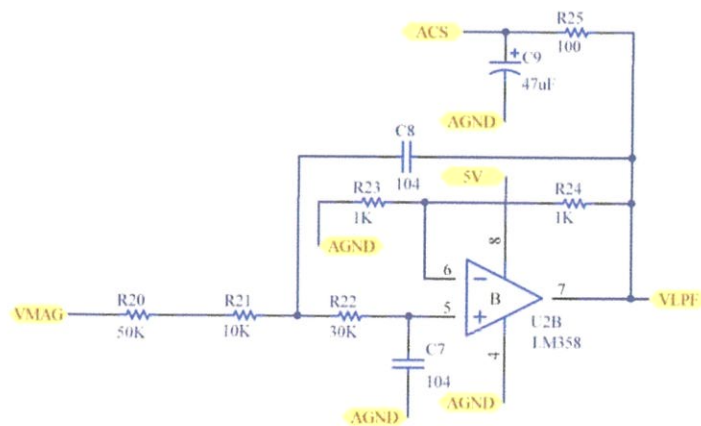
ในการออกแบบฟิลเตอร์จะออกแบบให้มีความถี่ต่ำคัทออฟอยู่ที่ 0.8 Hz และมีค่าอัตราการขยายอยู่ที่ 2 เท่า

3.1.2.2 วงจรขยายสัญญาณ



รูปที่ 3.5 วงจร Amplifier

3.1.2.3 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน



รูปที่ 3.6 วงจร Low-Pass Filter

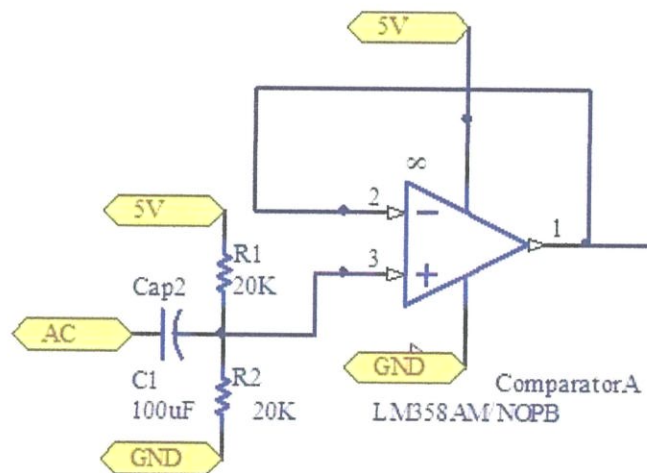
$$R_{20} + R_{21} = \frac{\alpha_{11}}{\omega_c + C_8}$$

$$R_{29} = \frac{1}{(R_{20} + R_{21})R_{22}C_7C_8}$$

ในการออกแบบฟิลเตอร์จะออกแบบให้มีความถี่สูงคัทออฟอยู่ที่ 38 Hz และมีค่าอัตราการขยายอยู่ที่ 2 เท่า

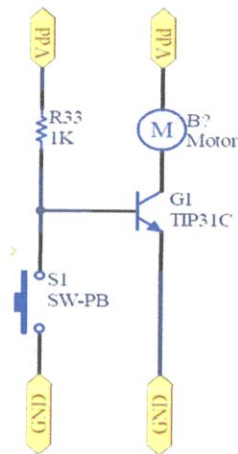
3.1.3 AC Coupling Stage

สัญญาณ Output ที่ออกจาก Band-pass Filter นั้นจะมีการแกว่ง (Swing) อยู่ระหว่างค่า -2.5V จนถึง +2.5V จึงออกแบบให้มี offset = 2.5V เพื่อให้สัญญาณมีการแกว่งอยู่ระหว่าง 0 - 5 V เพื่อส่งสัญญาณให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลต่อไป



รูปที่ 3.7 วงจร AC Coupling Stage

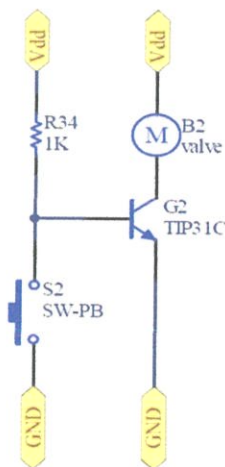
3.1.4 Drive Motor Circuits



รูปที่ 3.8 วงจร Drive motor circuit

วงจรมอเตอร์ทำงานก็ต่อเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนไฟให้กับวงจร หรือที่ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อกับวงจรมอเตอร์มีสถานะเป็น Logic High (5V)

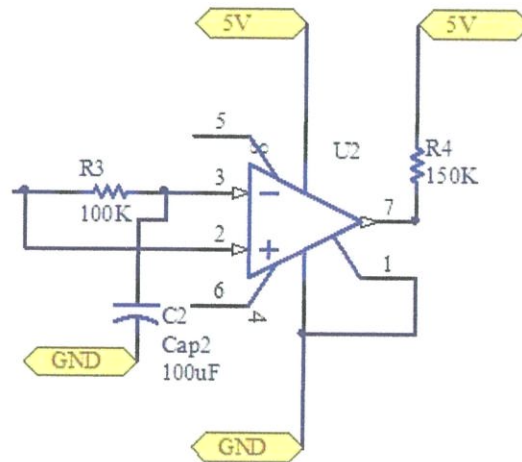
3.1.5 Solenoid Valve Circuit



รูปที่ 3.9 วงจร Solenoid valve circuit

วงจรมอเตอร์ทำงานก็ต่อเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ป้อนไฟให้กับวงจร หรือที่ขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เชื่อมต่อกับวงจรมอเตอร์มีสถานะเป็น Logic High (5V) เช่นเดียวกันกับวงจรควบคุมมอเตอร์ในรูปที่ 3.8

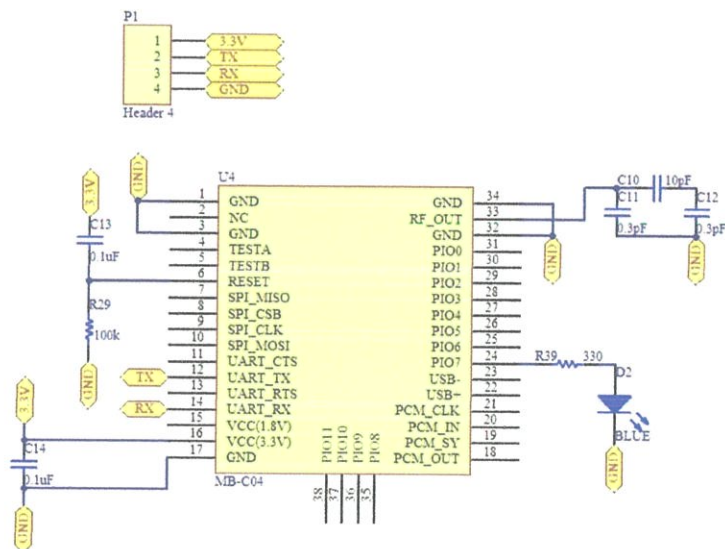
3.1.6 Adaptive Comparator



รูปที่ 3.10 วงจร Adaptive Comparator

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่ในการเปรียบเทียบแรงดันของสัญญาณ ก่อนเข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อช่วยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแยกแยะค่าสถานะของสัญญาณที่ได้จากการเปรียบเทียบ แรงดันว่าเป็น Logic Low หรือ Logic High ได้ดียิ่งขึ้น

3.1.7 ส่วน Bluetooth



รูปที่ 3.11 วงจร Bluetooth

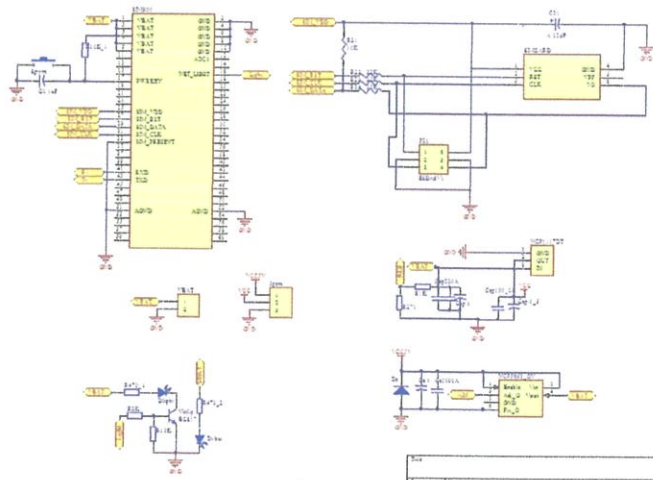
โมดูลบลูทูธที่ใช้ในการส่งสัญญาณเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ภายในปริญญาโทนี้ คือ BM-C04 โดยมีรายละเอียดของโมดูลบลูทูธ ดังต่อไปนี้

1. Standard Bluetooth 2.0
2. Supply Voltage: 3.0-3.6 V
3. Power Consumption
 - Transmit 40 mA
 - Receive 30 mA
 - Standby 1 mA
4. Frequency Band 2.4 GHz
5. Sensitivity: 80 dBm
6. RF Power: 0-4 dBm



รูปที่ 3.12 ลักษณะของโมดูลบลูทูธ BM-C04

3.1.8 ส่วน GSM



รูปที่ 3.13 วงจร GSM

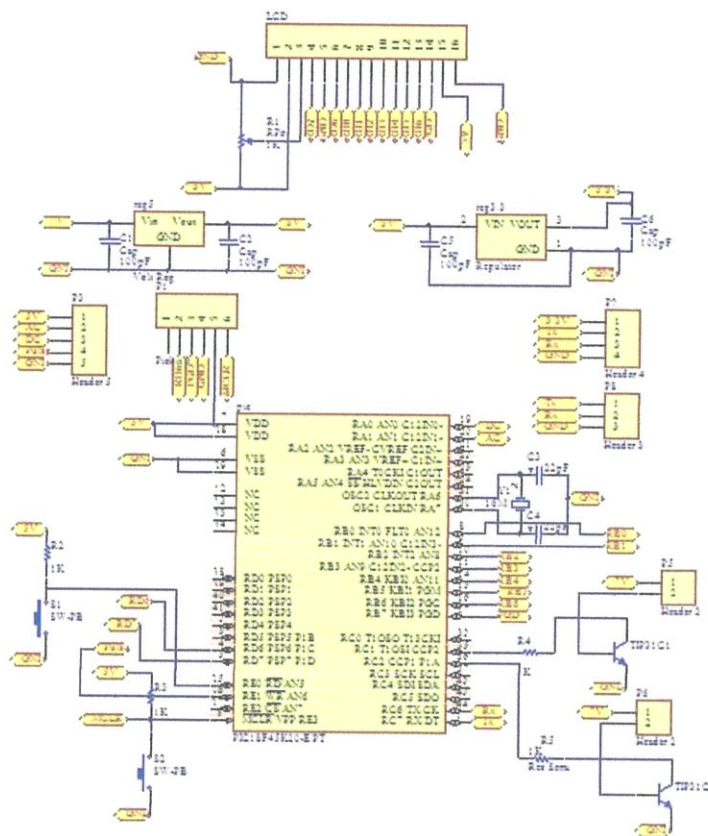
Module GSM ที่ใช้ในการส่งสัญญาณเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ภายในโครงงานนี้ คือ SIM900B โดยมีรายละเอียดของ Module GSM ดังต่อไปนี้

- รองรับความถี่ GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz
- รองรับ GPRS Multi-Slot Class10 และ GPRS Mobile Station Class B
- รองรับมาตรฐานคำสั่ง AT Command (GSM 07.07 / 07.05 และคำสั่งเพิ่มเติมจาก SIMCOM)
- รองรับ SIM Applications Toolkit
- ทำงานที่ย่านแรงดัน 3.2V ถึง 4.8V
- รองรับการเชื่อมต่อภายนอก
- ใช้ได้กับ SIM 3V และ 1.8V
- มีวงจร Analog Audio (MIC & Speaker) จำนวน 2 ชุด
- รองรับ 5x4 Keypad Interface & SPI LCD Interface
- มีระบบ RTC พร้อมวงจร Backup มีขั้วต่อเสาอากาศภายนอกแบบ Connector และจุดเชื่อมต่อแบบ PAD



รูปที่ 3.14 Module GSM SIM900B

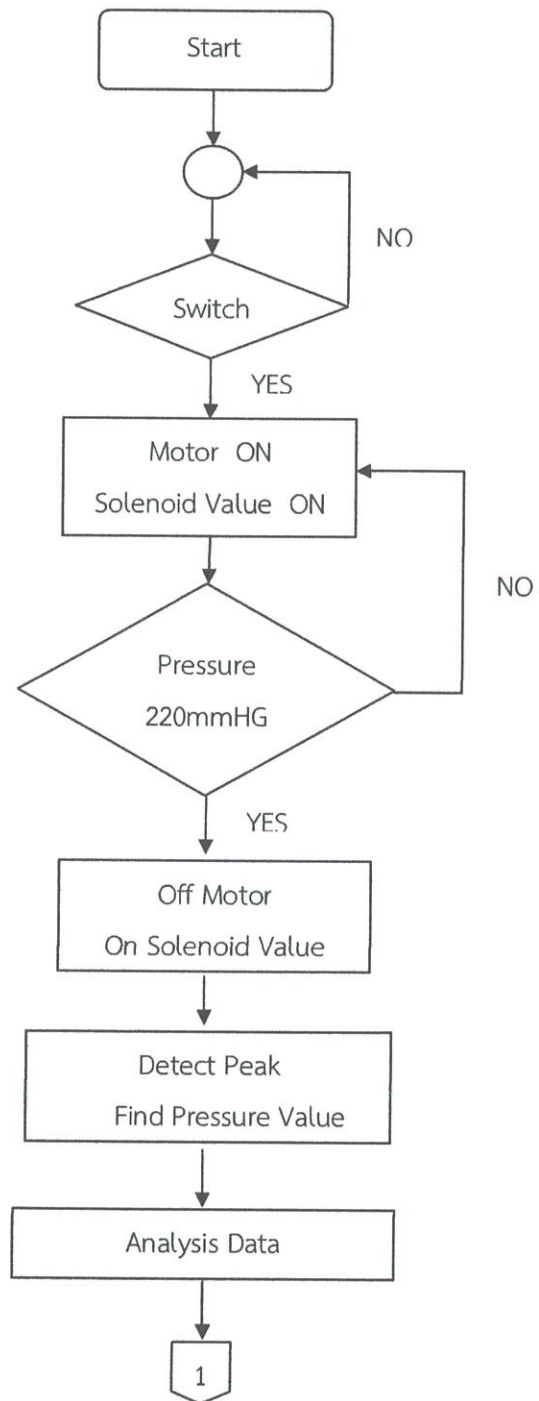
3.1.9 ส่วน Microcontroller

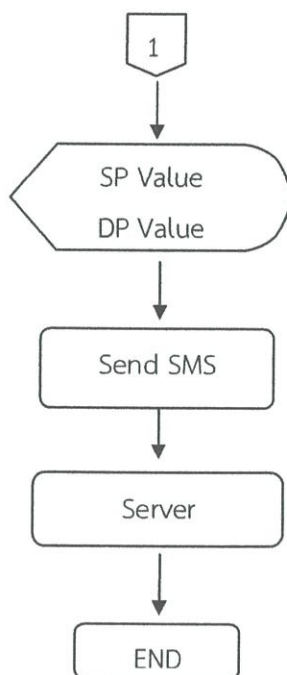


รูปที่ 3.15 วงจร Microcontroller

ใช้ Microcontroller แบบ PIC เบอร์ 18F452 ในการคำนวณค่าความดันโลหิต โดยสัญญาณที่ได้จากวงจรจะเข้าสู่ขา RA1 ซึ่งเป็นสัญญาณออสซิลโลสโคป โดยมีการต่อสวิตช์ไว้ที่ MCLR เป็นสวิตช์ที่ใช้เริ่มการนับค่าความดัน โดยค่าความดันสูงสุดในคัพ ซึ่งหมายถึงค่าความดันเฉลี่ย จะนำมาใช้ในการคำนวณค่าความดันซิสโตลิก (Systolic blood pressure) และความดันไดแอสโตลิก (Diastolic blood pressure) โดยค่าความดันซิสโตลิกจะมีค่าเท่ากับ 0.50 เท่าของค่าความดันเฉลี่ย และค่าความดันไดแอสโตลิกจะมีค่าเท่ากับ 0.70 เท่าของค่าความดันเฉลี่ย

3.1.9.1 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดความดันโลหิต



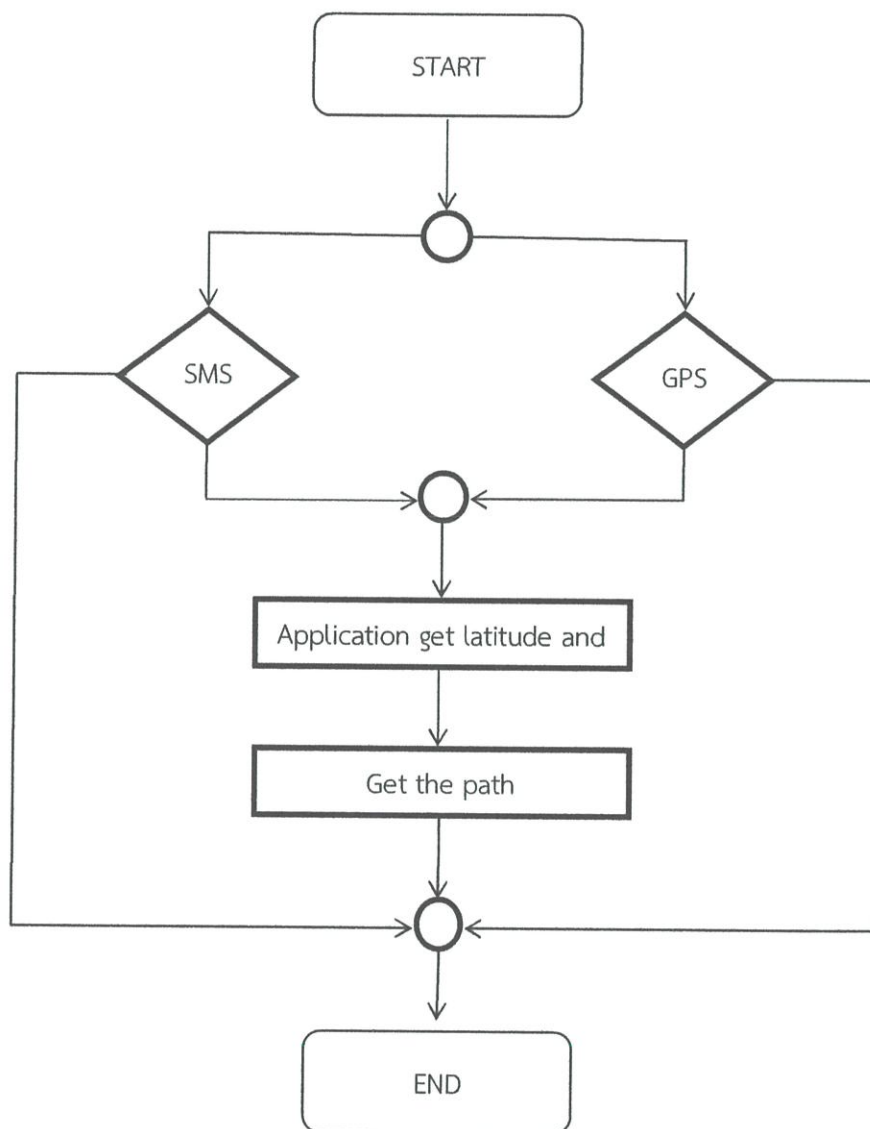


รูปที่ 3.16 แผนผังการทำงานของเครื่องวัดความดัน

เมื่อกดปุ่ม เครื่องวัดความดันจะทำการปั๊มลมเข้าไปในcuff ขั้นตอนนี้มอเตอร์และโซลินอยด์วาล์วจะอยู่ในสถานะ ON จนถึงระดับความดันที่ 220 mmHg มอเตอร์จะอยู่ในสถานะ OFF หลังจากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าจาก Pressure Sensor และทำการบันทึกค่าในช่วงข้อมูลที่ต้องการและนำข้อมูลที่ได้มาทำการวิเคราะห์เพื่อหาค่าความดันโลหิตและแสดงผลทางหน้าจอ LCD

3.2 ส่วนAndroid Application

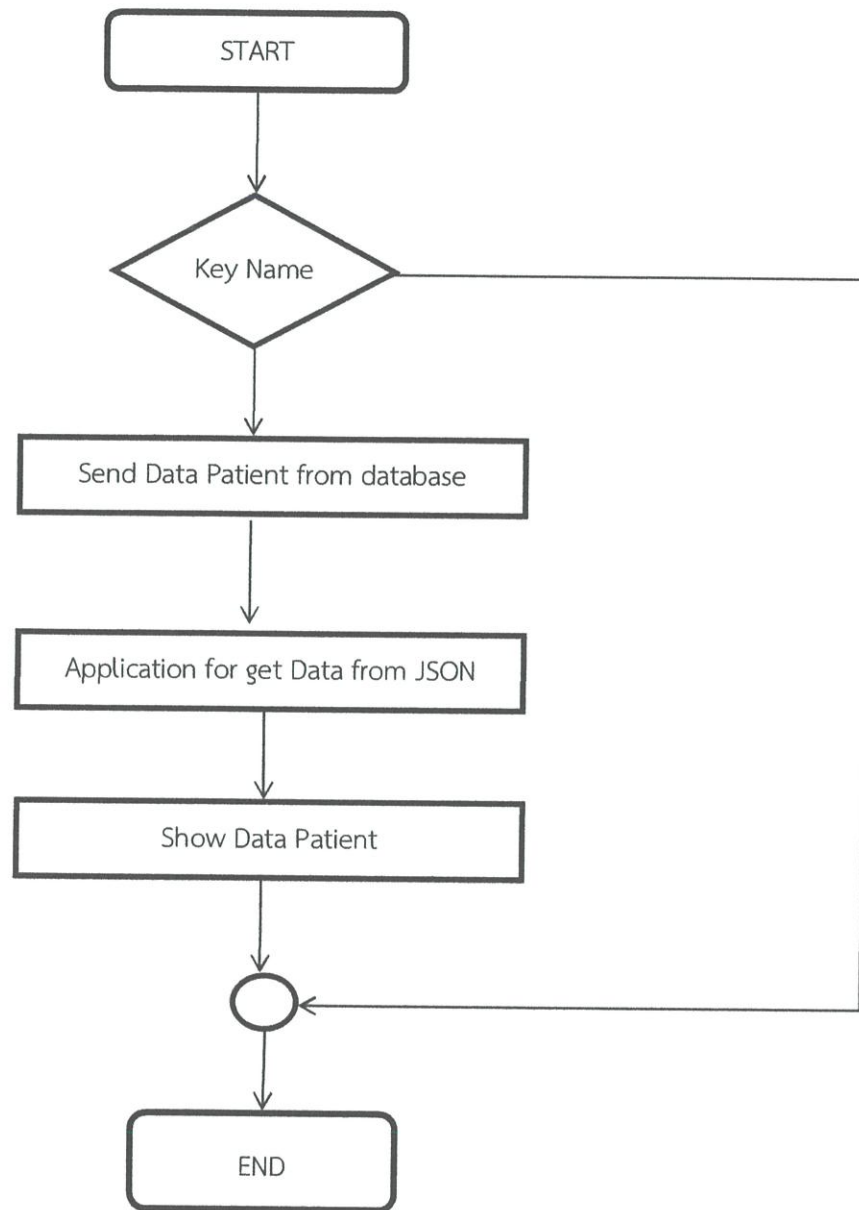
3.2.1 แผนผังการทำงานของ android application for patient



รูปที่ 3.17 แสดงแผนผังการทำงานของ android application for patient

เปิดแอปพลิเคชันแล้วทำการเปิด GPS กับ Internet ถ้าไม่ได้เปิดจะไม่เปิดแอปพลิเคชัน เมื่อเปิดแล้วจะทำการส่ง latitude และ longitude ไปยังอีกเครื่องที่มีแอปพลิเคชันเดียวกัน เมื่อได้รับข้อความ latitude และ longitude จะทำการ Get the path ลากเส้นทาง จากตำแหน่งมือถือไปยังอีกเครื่องหนึ่งที่ตั้งข้อความมา

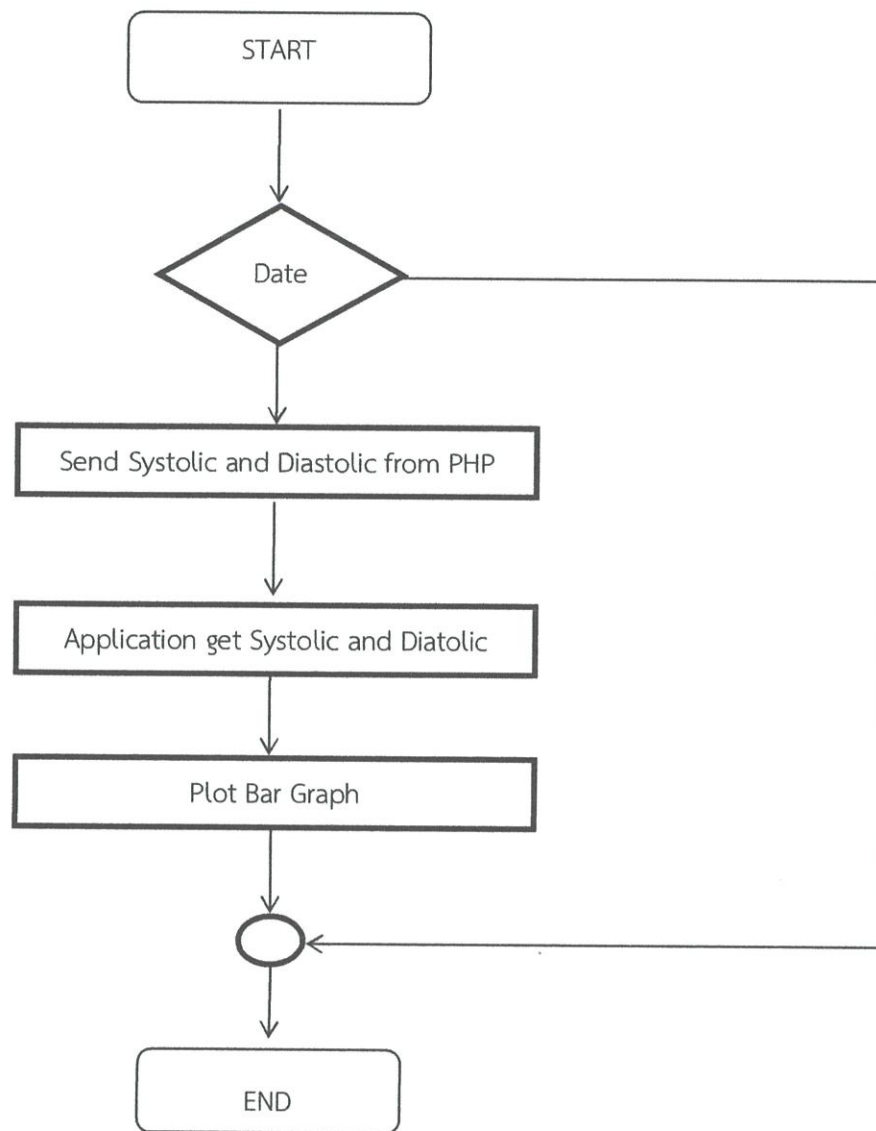
3.2.2 แผนผังการทำงานของการใช้ JSON



รูปที่ 3.18 แผนผังการทำงานของ JSON

เมื่อเริ่มแอปพลิเคชัน ที่หน้าหลักของแอปพลิเคชันจะมีช่องใส่ชื่อ นามสกุลของผู้ป่วย เมื่อทำการ login เสร็จสิ้น ตัวแอปพลิเคชันจะทำการดึงข้อมูลของผู้ป่วยจาก database. ผ่านทาง PHP ที่ได้เขียนไว้ โดยส่งผ่านทาง JSON ถ้าชื่อตรงกับข้อมูลคนไข้ หน้าจอจะทำการแสดงข้อมูลของผู้ป่วย แต่ถ้าไม่ถูกต้อง จะมีข้อความแสดงให้กลับไปลงชื่อใหม่

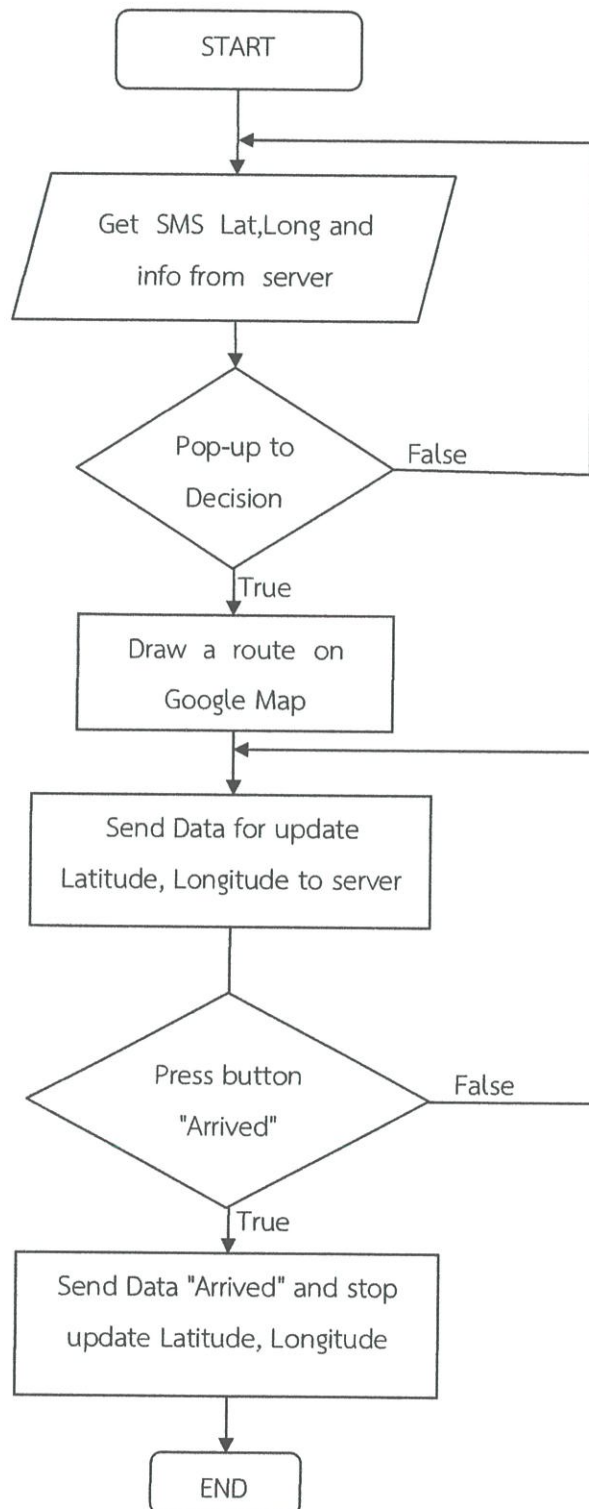
3.2.3 แผนผังการทำงานของ Bargraph Achartengine for Blood pressure



รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานของ Bargraph Achartengine for Blood pressure

เมื่อเริ่มต้นแอปพลิเคชันจะมีช่องใส่วันที่ ที่ต้องการดึงข้อมูล blood pressure เพื่อพล็อตกราฟ เมื่อกรอกข้อมูลถูกต้องจะสามารถดึงข้อมูลจาก database ผ่านทาง PHP โดยใช้ JSON ในการดึงข้อมูล เพื่อนำค่า systolic และ diastolic ไปใส่ใน Bargraph ในขณะที่เดียวกันถ้าใส่ข้อมูลไม่ถูกต้อง จะมี text ให้พิมพ์วันที่ใหม่อีกครั้งหนึ่ง

3.2.4 แผนผังการทำงานของ Ambulance application



รูปที่ 3.20 แผนผังการทำงานของ Ambulance application

การทำงานของ แอปพลิเคชัน Ambulance เริ่มจากที่โทรศัพท์ของทางฝั่งรถพยาบาลได้รับ SMS จากทางเซฟเวอร์เป็นพิกัดที่อยู่ของผู้ป่วยที่ต้องการให้ไปรับ เมื่อโทรศัพท์ที่รถพยาบาลได้รับ SMS แสดงหน้าต่างให้ตัดสินใจว่าจะไปรับผู้ป่วยในพิกัดที่ส่งมาหรือไม่ หากกดปฏิเสธจะไม่มีผลอะไรเกิดขึ้น แต่ถ้ากด ยอมรับ จะส่งผลไปยังหน้าแอปพลิเคชันให้ลากเส้นทางไปยังที่หมาย และ ทางแอปพลิเคชันจะทำการส่ง SMS พิกัดที่อยู่ของรถในปัจจุบันไปให้ทางเซฟเวอร์ได้ทราบพิกัดที่อยู่ของรถทุก 30 วินาที โดยในหน้าต่างแอปพลิเคชันจะมีปุ่มที่จะยืนยันว่ารรถได้ถึงที่หมายแล้ว เมื่อทำการกดปุ่มดังกล่าว ตัวแอปพลิเคชันจะทำการหยุดส่งพิกัดที่อยู่ของรถให้เซฟเวอร์ และ จะทำการส่ง SMS เพื่อบอกว่าถึงที่หมายแล้วให้กับทางเซฟเวอร์ได้ทราบ

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 เครื่องวัดความดันโลหิต

4.1.1 ลำดับขั้นตอนการทดลอง

1.1 นำลูกยางบีบลมต่อกับสายท่อลมของ cuff พันแขนและนำเกจวัดความดันต่อเข้ากับท่อลมของคัพ

1.2 จ่ายแรงดันจาก Power Supply ให้กับวงจร

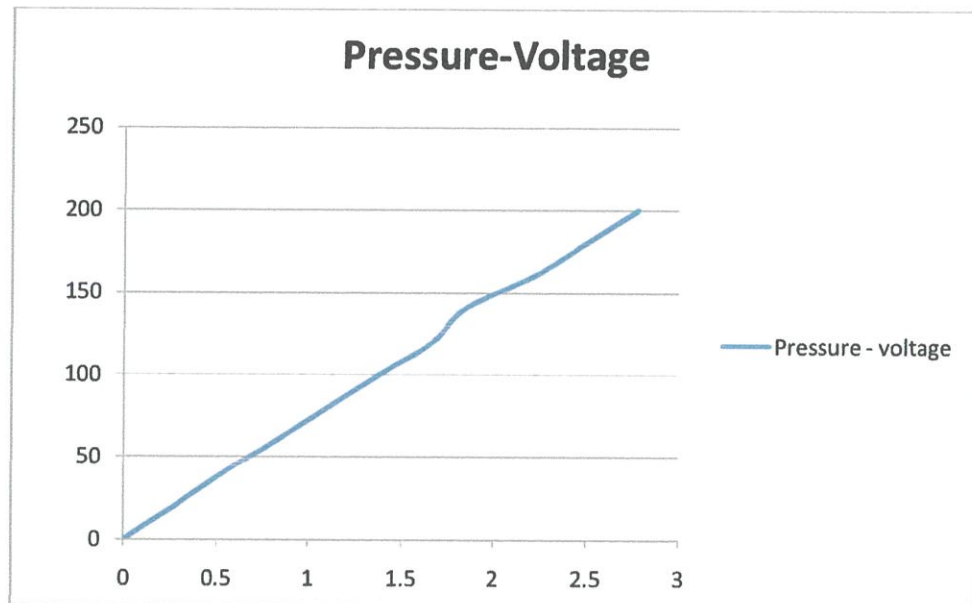
1.3 นำ DVM (Digital Volt Meter) ตั้งย่านวัดที่แรงดันไฟตรงวัดค่าเอาท์พุทที่ออกจาก Instrument Amplifier

1.4 เพิ่มความดันให้กับ cuff โดยการบีบลูกยาง แล้วอ่านค่าความดันที่เกจวัดความดันและอ่านค่าแรงไฟตรงที่มัลติมิเตอร์ บันทึกผลลงในตารางที่ 4.1

1.5 นำ Oscilloscope วัดสัญญาณออสซิลเลตที่ออกมาจาก Band-Pass Filter

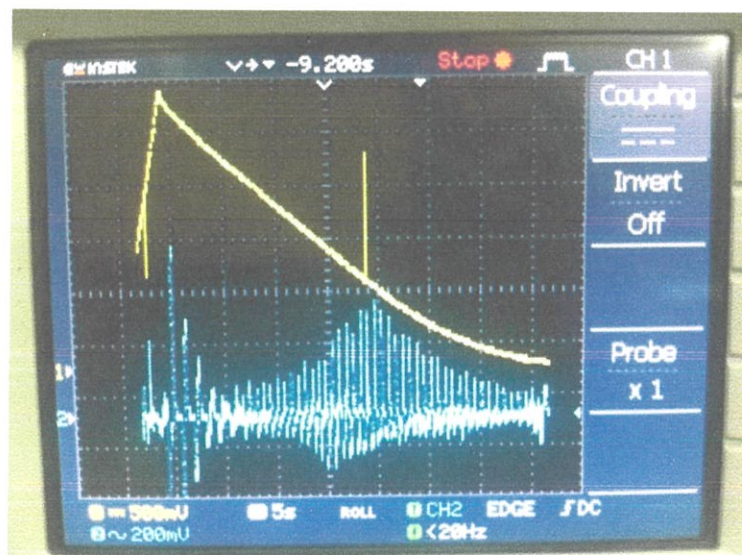
ตาราง 4.1 ผลการวัดค่าแรงดันขาออกของ Sensor MPX2050 เทียบกับค่าความดัน

| ความดันอากาศ (Air) mmHg | แรงดันที่วัดได้จากขาออก (Voltage)Volt |
|-------------------------|---------------------------------------|
| 20 | 0.23 |
| 40 | 0.50 |
| 60 | 0.78 |
| 80 | 1.07 |
| 100 | 1.40 |
| 120 | 1.55 |
| 140 | 1.65 |
| 160 | 2.20 |
| 180 | 2.40 |
| 200 | 2.60 |

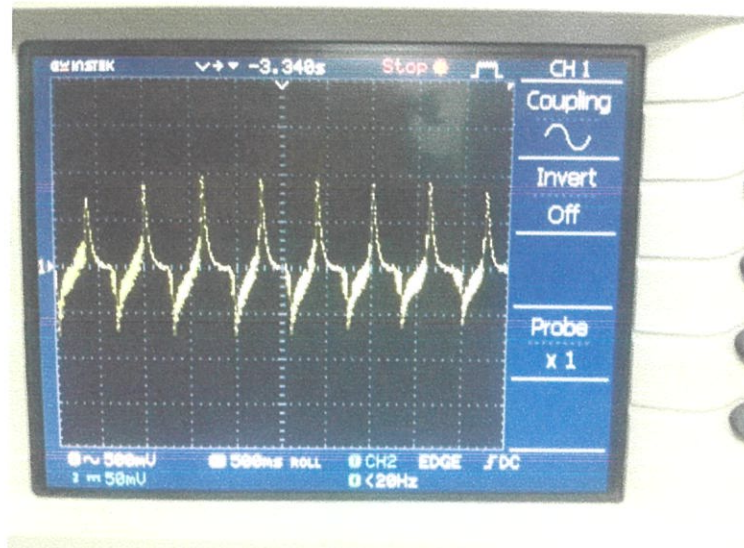


รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง ค่าแรงดันกับค่าความดัน (mmHg/Volt)

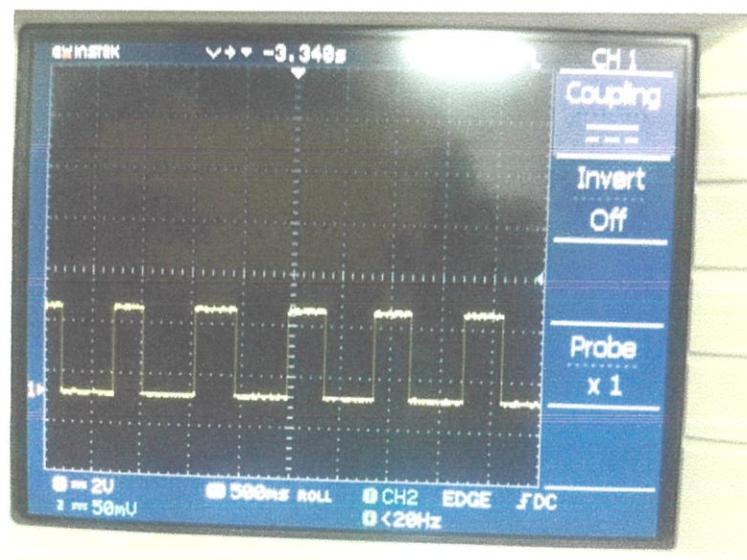
4.1.2 วัดสัญญาณออสซิลเลตที่ผ่านวงจร Band-Pass Filter



รูปที่ 4.2 Pressure signal(สีเหลือง) and Oscillometric signal(สีฟ้า)



รูปที่ 4.3 Oscillometric signal



รูปที่ 4.4 Pulse signal

4.1.3 การทดลองเพื่อสังเกตความแม่นยำของอุปกรณ์

ตาราง 4.2 การทดลองเพื่อสังเกตความแม่นยำของอุปกรณ์

| คนที่ | เครื่อง omron | | เครื่องที่ประดิษฐ์ขึ้น | | ความคลาดเคลื่อน | |
|-------|---------------|-----|------------------------|-----|-----------------|----------|
| | SYS | DYS | SYS | DYS | SYS | DYS |
| 1 | 137 | 86 | 137 | 94 | 0% | 8.5106% |
| 2 | 137 | 91 | 138 | 95 | 0.7246% | 4.2105% |
| 3 | 134 | 83 | 139 | 96 | 3.597% | 13.5416% |
| 4 | 130 | 82 | 139 | 95 | 6.4748% | 13.6842% |
| 5 | 136 | 85 | 138 | 91 | 1.4493% | 6.5934% |
| 6 | 100 | 69 | 95 | 57 | 5.0000% | 17.3913% |
| 7 | 104 | 72 | 99 | 67 | 4.8077% | 6.9444% |
| 8 | 91 | 63 | 96 | 59 | 5.2083% | 6.3492% |
| 9 | 96 | 66 | 89 | 56 | 7.2917% | 15.1515% |
| 10 | 103 | 71 | 99 | 66 | 3.8835% | 7.0423% |

4.1.4 การทดลองติดต่อ GSM Module

เชื่อมต่อบอร์ด GSM Module ผ่าน Bluetooth โดยใช้โปรแกรม Tera Term ส่งชุดคำสั่ง AT command ไปยังบอร์ด GSM Module แล้วสังเกตว่า GSM Module ส่งข้อมูลอะไรกลับมา

ตาราง 4.3 การทดลองเพื่อติดต่อ GSM Module

| ชุดคำสั่ง AT Command | โปรแกรม Tera Term |
|---|-------------------|
| AT | OK |
| AT+CMGF=1<Ent> | OK |
| AT+CMGS="+66869035123" > Hello Test SMS <Ctrl+Z> <Ent> | OK |

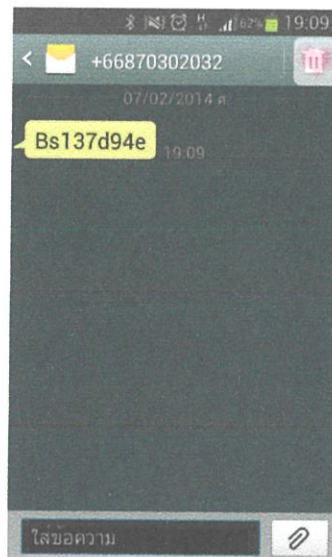
4.1.5 การทดลองส่ง SMS

เมื่อทำการวัดค่าความดันโลหิตแล้ว จะได้ค่าความดันซิสโตลิก และค่าความดันไดแอสโตลิก แสดงผ่านจอแอลซีดีดังรูป



รูปที่ 4.5 แสดงค่าความดันโลหิตที่แสดงผ่านจอLCD

จากนั้น Microcontroller จะทำการส่ง SMS ผ่าน GSM Module เข้าไปยังโทรศัพท์เคลื่อนที่หรือServer เพื่อเป็นการบันทึกข้อมูลด้านสุขภาพของผู้สูงอายุ ดังรูป



รูปที่ 4.6 ค่าความดันโลหิตที่ส่งเข้าโทรศัพท์เคลื่อนที่

| | f_id | d_id | p_id | namecase | km | bp | bpl | c_date | c_time |
|------|------|------|------|----------|-----|-----|------------|----------|--------|
| Edit | 550 | 1 | 1 | 0 | 137 | 94 | 2014-02-12 | 11:47:23 | |
| Edit | 554 | 1 | 1 | 0 | 140 | 93 | 2014-02-09 | 10:47:00 | |
| Edit | 563 | 1 | 1 | 0 | 155 | 83 | 2014-02-09 | 09:03:19 | |
| Edit | 562 | 1 | 1 | 0 | 116 | 89 | 2014-02-09 | 09:02:32 | |
| Edit | 551 | 1 | 1 | 0 | 136 | 89 | 2014-02-09 | 09:02:16 | |
| Edit | 560 | 1 | 1 | 0 | 153 | 100 | 2014-02-09 | 09:00:28 | |
| Edit | 552 | 1 | 1 | 0 | 176 | 93 | 2014-02-09 | 09:00:12 | |
| Edit | 558 | 1 | 1 | 0 | 138 | 63 | 2014-02-09 | 08:50:58 | |
| Edit | 557 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2014-02-09 | 08:50:36 | |
| Edit | 556 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2014-02-09 | 08:50:22 | |
| Edit | 555 | 1 | 1 | 0 | 110 | 93 | 2014-02-09 | 08:31:37 | |
| Edit | 554 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2014-02-09 | 08:11:19 | |
| Edit | 553 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2014-02-09 | 08:08:51 | |
| Edit | 552 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2014-02-09 | 08:00:42 | |
| Edit | 551 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2014-02-09 | 07:57:21 | |
| Edit | 550 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2014-02-09 | 07:55:35 | |
| Edit | 549 | 1 | 1 | 0 | 136 | 83 | 2014-02-09 | 06:31:26 | |
| Edit | 548 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2014-02-09 | 06:27:05 | |
| Edit | 547 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2014-02-09 | 05:24:37 | |
| Edit | 546 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2014-02-09 | 05:05:18 | |

รูปที่ 4.7 ค่าความดันโลหิตที่ส่งเข้าServer

4.2 Android Application

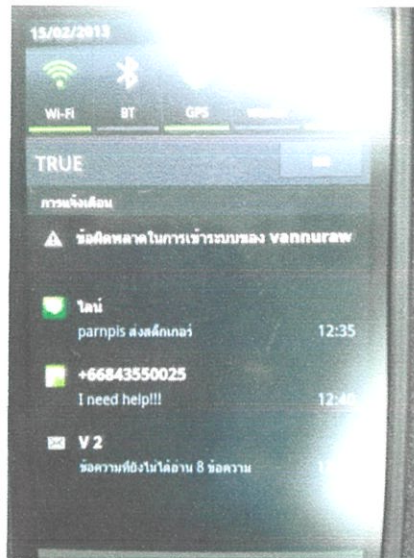
4.2.1 android application for patient

4.2.1.1 เมื่อมีการรับพิกัดจากผู้ป่วย จะมีการแสดงทางหน้าจอโทรศัพท์เคลื่อนที่ที่เป็น SMS alert



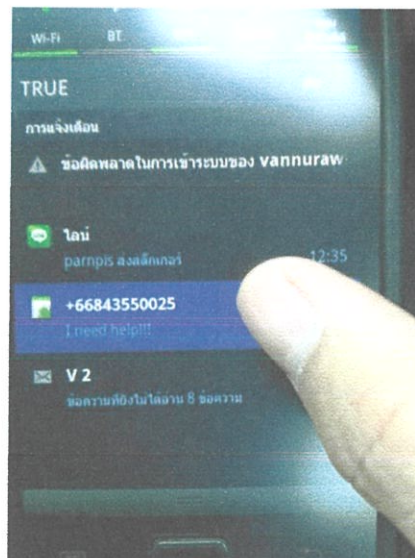
รูปที่ 4.8 การแจ้ง SMS เตือนทางโทรศัพท์

4.2.1.2 แอปพลิเคชันจะแสดงnotificationมายังโทรศัพท์



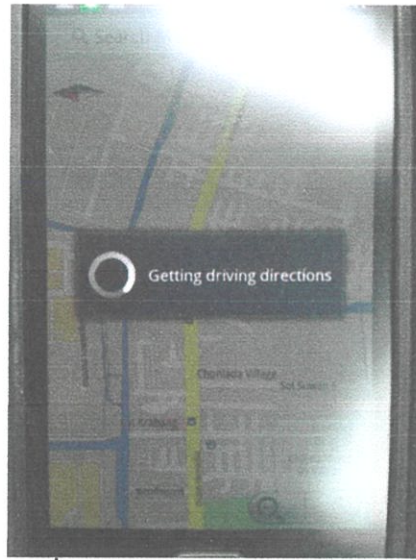
รูปที่ 4.9 การแจ้ง notification มายังโทรศัพท์

4.2.1.3 กดเข้าไปในแอปพลิเคชัน



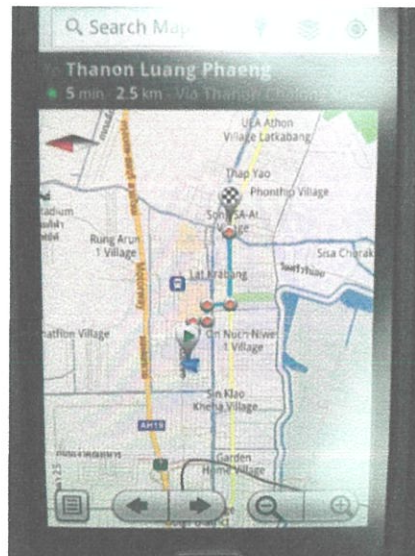
รูปที่ 4.10 การเข้าสู่แอปพลิเคชัน

4.2.1.4 แอปพลิเคชันเริ่มทำการget direction จากตำแหน่งเราไปยังผู้ป่วย



รูปที่ 4.11 การค้นหาตำแหน่งของผู้ป่วย

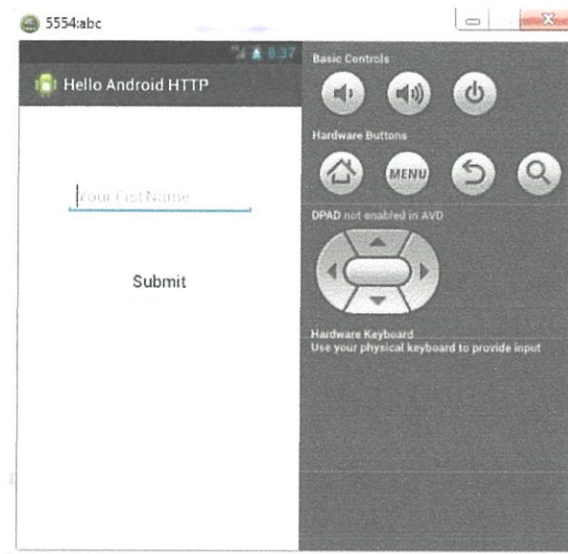
4.2.1.5 แอปพลิเคชันจะลากเส้นทางจากเราไปยังผู้ป่วย



รูปที่ 4.12 เส้นทางระหว่างเราไปยังผู้ป่วย

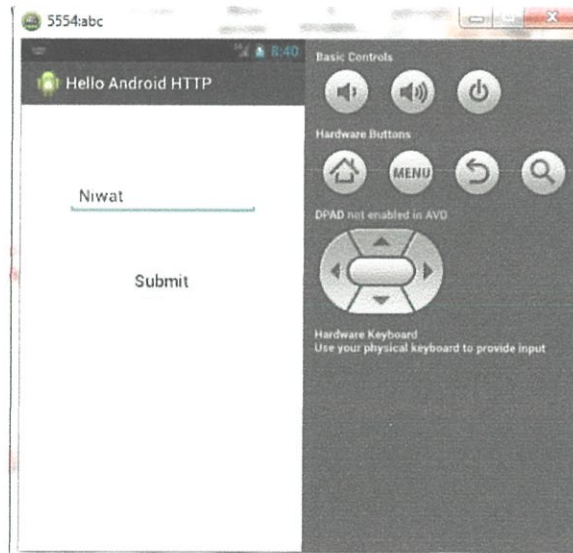
4.2.2 JSON

4.2.2.1 เมื่อเข้าสู่หน้า Application บนโทรศัพท์เคลื่อนที่



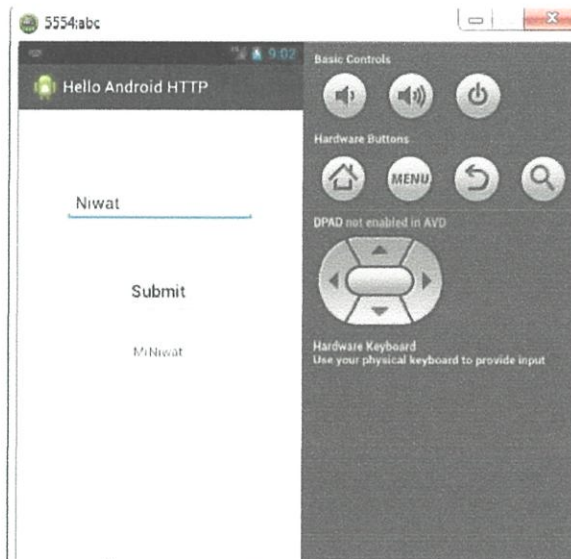
รูปที่ 4.13 การเข้าสู่หน้า Application

4.2.2.2 จะมีช่องสำหรับให้กรอกชื่อของผู้ป่วยเพื่อทำการ Login



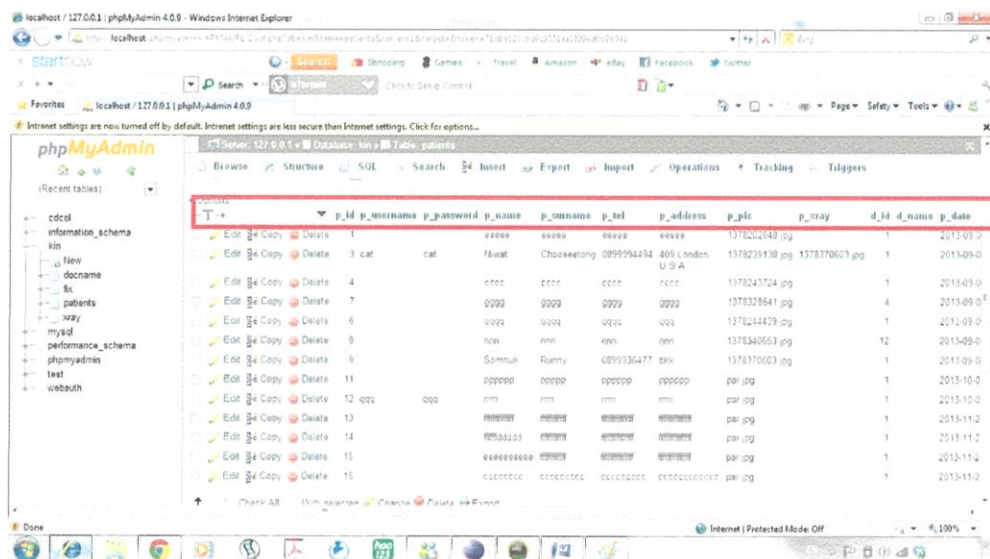
รูปที่ 4.14 การเข้าสู่ระบบ Login

4.2.2.3 เมื่อทำการพิมพ์ชื่อแล้วกดตกลง Application จะทำการดึงข้อมูลของผู้ป่วยจาก Database ออกมา



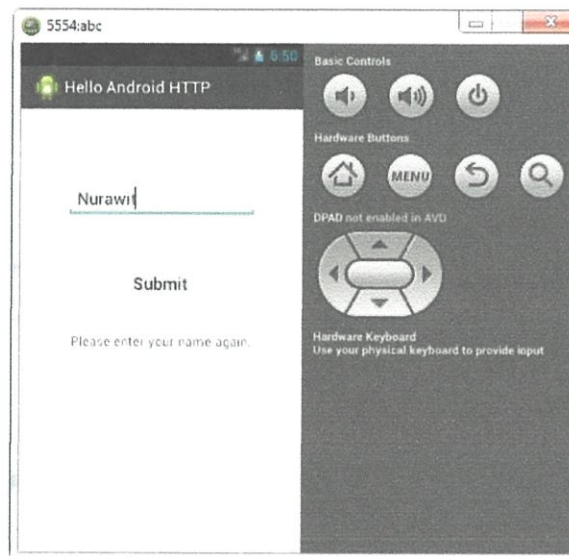
รูปที่ 4.15 การดึงข้อมูลผู้ป่วยจาก database

4.2.2.4 ถ้าทำการloginถูกต้อง Application จะสามารถดึงข้อมูลของผู้ป่วยจาก Database ออกมาได้



รูปที่ 4.16 การข้อมูลผู้ป่วยที่มีอยู่ใน database

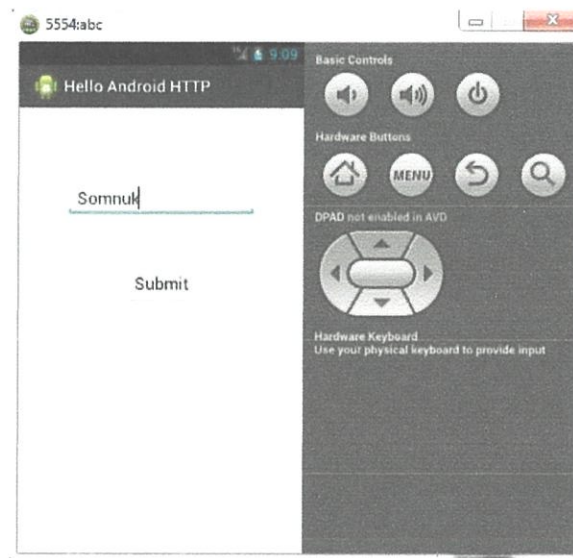
4.2.2.5 หากทำการใส่ชื่อ หรือนามสกุลผิด จะมีข้อความ “Please enter your name again” เพื่อให้ผู้ใช้ใส่ชื่อ-นามสกุลใหม่อีกครั้งหนึ่ง



รูปที่ 4.17 การLog inที่ไม่ถูกต้อง

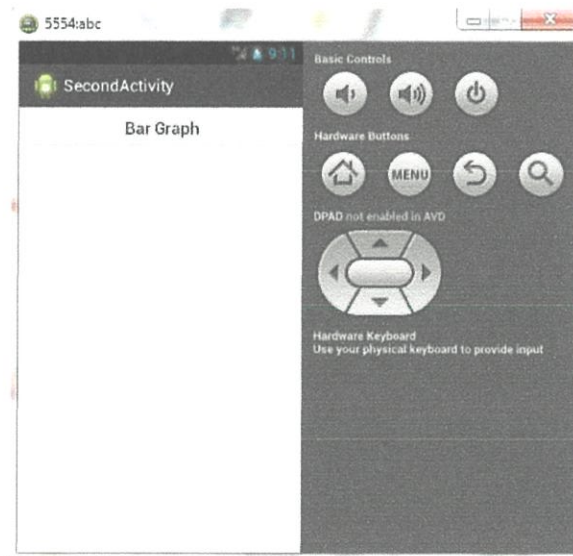
4.2.3 Bargraph Achartengine for Blood pressure

4.2.3.1 เมื่อเข้าสู่หน้า Application บนโทรศัพท์เคลื่อนที่



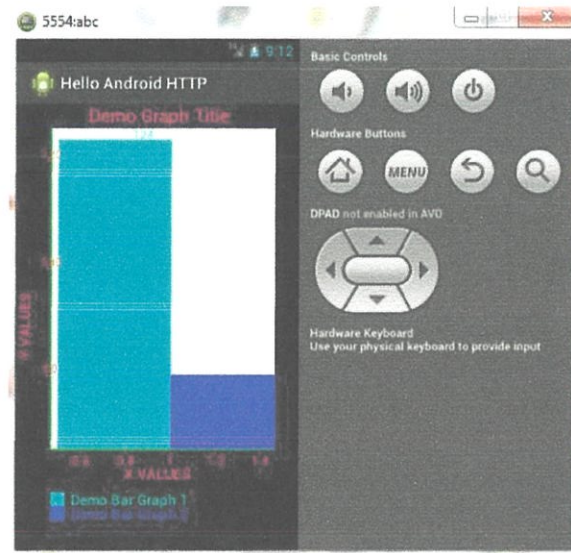
รูปที่ 4.18 การเข้าสู่หน้า Application

4.2.3.2 ถ้าทำการ Login ถูกต้องจะเข้าสู่หน้า Bar Graph



รูปที่ 4.19 การเข้าสู่หน้า Bar Graph

4.2.3.3 จากนั้น Application จะทำการดึงข้อมูลค่าความดันโลหิตจาก Server ผ่านทาง JSON แล้วนำค่าที่ได้มาเขียนกราฟ แสดงในโทรศัพท์เคลื่อนที่



รูปที่ 4.20 การเขียนกราฟของค่าความดันโลหิต แสดงทางโทรศัพท์เคลื่อนที่

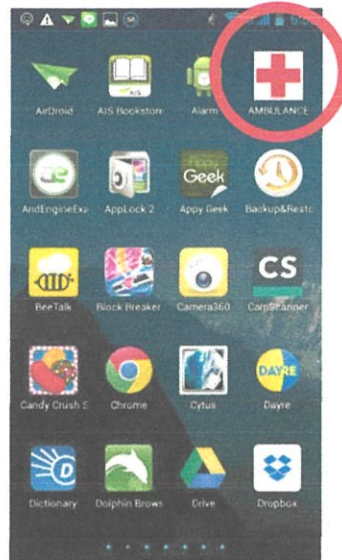
4.2.3.4 หากทำการใส่ชื่อ หรือนามสกุลผิด จะมีข้อความ “Please enter both first name and last name” เพื่อให้ผู้ใช้ใส่ชื่อ-นามสกุลใหม่อีกครั้งหนึ่ง

The screenshot shows an Android application window titled '5554:abc'. The main content area displays a login form with a text input field labeled 'Your First Name' and a 'Submit' button. Below the form, there is an error message in a grey box: 'Please enter both first name and last name'. To the right of the form is a control panel with sections: 'Basic Controls' (volume, power), 'Hardware Buttons' (home, menu, back, search), 'DPAD not enabled in AVD' (directional pad), and 'Hardware Keyboard' (instruction to use physical keyboard).

รูปที่ 4.21 การLog inที่ไม่ถูกต้อง

4.2.4 Ambulance application

4.2.4.1 ทำการติดตั้งแอปพลิเคชันลงบนมือถือที่มีระบบปฏิบัติการ Android โดยแอปพลิเคชันนี้ได้ใช้ชื่อว่า AMBULANCE



รูปที่ 4.22 แอปพลิเคชัน“AMBULANCE”

4.2.4.2. เครื่องทางฝั่ง android จะได้รับ SMS เพื่อขอความช่วยเหลือเป็นค่าพิกัด และข้อมูลเบื้องต้น จากนั้นโปรแกรมจะตัดเข้าไปสู่หน้าจอตัดสินใจ



รูปที่ 4.23 android ได้รับ SMS ขอความช่วยเหลือ

4.2.4.3. หลังจากที่เกิดตอบรับหน้าจอก็จะตัดไปสู่หน้าแผนที่ และทำการลากเส้นทางเพื่อนำทางไปสู่พิกัดที่ได้รับมอบหมาย



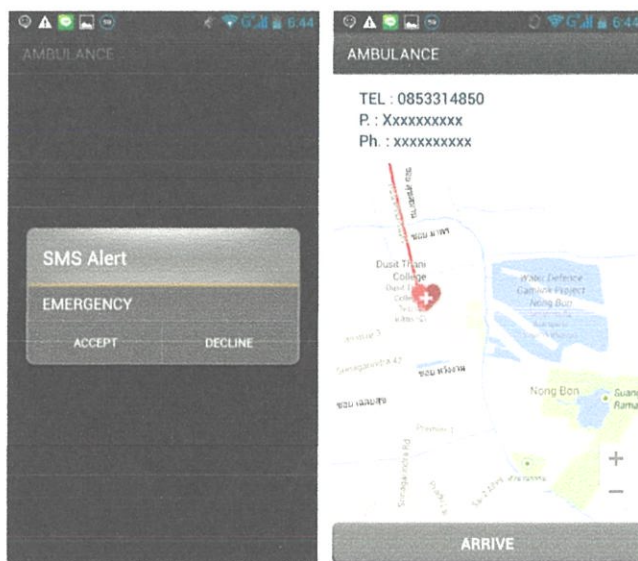
รูปที่ 4.24 การลากเส้นทางเพื่อนำทางไปสู่พิกัดที่ได้รับมอบหมาย

4.2.4.4. ตัวแอปพลิเคชันจะทำการส่งพิกัดที่อยู่ เพื่ออัปเดตให้กับทางเซิร์ฟเวอร์ได้ทราบว่าตอนนี้รถพยาบาลถึงอยู่ที่ไหน ทุกๆ 30 วินาที



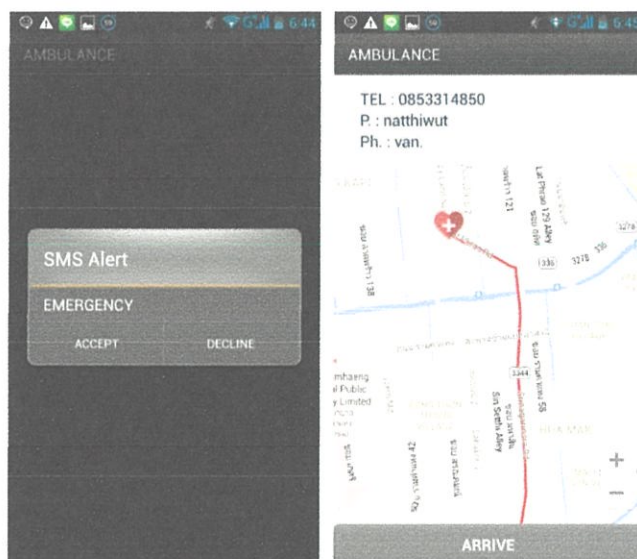
รูปที่ 4.25 แอปพลิเคชันส่งพิกัดที่อยู่ให้กับทางเซิร์ฟเวอร์ทุกๆ 30 วินาที

4.2.4.5. หากได้รับ SMS พิกัดและข้อมูลอีกครั้ง ระบบจะทำการถามเหมือนเช่นเดิม แต่ถ้าเราตอบปฏิเสธ ตัวแอปพลิเคชันจะยังคงทำงานในพิกัดเดิม



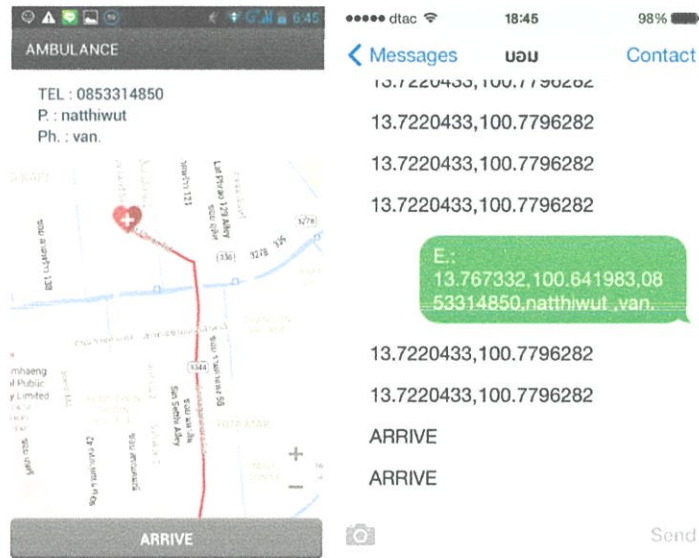
รูปที่ 4.26 การได้รับ SMS พิกัดและข้อมูลซ้ำ

4.2.4.6. หากได้รับ SMS แล้วต้องการเปลี่ยนเส้นทาง สามารถที่จะกดตอบรับ เพื่อเปลี่ยนเส้นทางได้



รูปที่ 4.27 การเปลี่ยนเส้นทางเพื่อไปยังพิกัดที่ได้รับมอบหมาย

4.2.4.7.เมื่อถึงที่หมายสามารถที่จะหยุดการส่ง SMS ด้วยการกดปุ่ม ARRIVE และเป็นการส่งข้อความไปบอกทางเซฟเวอร์ด้วยว่า ขณะนี้รถพยาบาลได้ถึงที่หมายแล้ว



รูปที่ 4.28 หยุดการส่ง SMS ด้วยการกดปุ่ม ARRIVE เมื่อถึงที่หมาย

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

5.1 เครื่องวัดความดันโลหิต

จากการทดลองเป็นการศึกษาการวัดความดันโลหิตแบบ Oscillometric ซึ่งมีอุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วยคัพ บี้มลม โซลีนอยวาล์ว และเซนเซอร์วัดความดันโลหิต ผ่านวงจรขยายผลต่างวงจรรองสัญญาณความถี่สูง วงจรรองสัญญาณความถี่ต่ำ และวงจรขยาย จะได้กราฟความดันโลหิต จากนั้นได้ทำการเขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการคำนวณค่าความดันโลหิต พบว่าเครื่องวัดความดันโลหิตที่สร้างขึ้นนี้ เมื่อวัดเทียบกับเครื่องที่ขายอยู่ในท้องตลาดจะมีค่าที่ความผิดพลาดที่ค่อนข้างน้อยคือประมาณ 0-17.3913% จากนั้นเมื่อได้ค่าความดันโลหิตออกมาแล้วไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการส่งค่าความดันโลหิตผ่าน SMS โดยใช้ GSM Module (SIM900) ไปยัง Server ซึ่งจากการทดลองสามารถส่ง SMS จากเครื่องวัดไปยัง Server ได้จริง

5.2 Android Application

5.2.1 android application for patient

จากการทดลองเป็นการทดลองที่ศึกษาการเขียนโปรแกรมโดยใช้ภาษา JAVA แล้วนำมาประยุกต์ใช้ในการเขียนแอปพลิเคชันซึ่งจากการทดลองแอปพลิเคชันเพื่อผู้ป่วยนี้ ใช้กระบวนการรับส่ง SMS เพื่อนำพิกัดของผู้ป่วยนำไปใช้ในการลากเส้นทางจากตำแหน่งปัจจุบันของเราไปยังผู้ป่วยซึ่งแอปพลิเคชันนี้สร้างขึ้นให้เกิดเพื่อความรวดเร็วในการแสดงตำแหน่งของผู้ป่วยรวมถึงเส้นทางที่รวดเร็วที่สุดในการเดินทางไปยังผู้ป่วยเพื่อสามารถพยาบาลผู้ป่วยได้อย่างทันที่ นอกจากนี้ยังสามารถติดตั้งโปรแกรมได้อย่างง่ายในอุปกรณ์ที่รองรับระบบแอนดรอยด์ ซึ่งการทดลองข้างต้นนี้ยังได้มีการร่วมกับการทดลองอื่นๆ เพื่อนำไปใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด และอยู่ในขั้นตอนพัฒนาในลำดับต่อไป

5.2.2 JSON

จากการทดลองเป็นการนำข้อมูลคนไข้จากการดึงข้อมูลจาก database โดยทำการฝากข้อมูลลงเว็บ PHP โดยการส่งใช้ JSON ในการส่งผ่านข้อมูลซึ่งจากการทดลองได้ผลดังนี้ คือ เมื่อพิมพ์ชื่อลงในช่องข้อความถูกต้องตามข้อมูลใน database จะได้ข้อมูล ชื่อ ที่อยู่ อีเมล คนไข้ แต่ถ้าใส่ข้อมูลไม่ถูกต้องจะต้องทำการกรอกข้อมูลใหม่จนกว่าจะถูกต้องจึงจะสามารถเข้าสู่ระบบได้

5.2.3 Bargraph Achartengine for Blood pressure

จากการทดลองเป็นการจำลองกราฟ bar graph ซึ่งใช้ achartengine ในการพล็อตกราฟ โดยจากการทดลองจะเป็นการนำข้อมูล blood pressure จากการเก็บค่าข้อมูลจาก database นำมาใช้ในการพล็อตกราฟซึ่งจะได้ค่าตามที่ต้องการในแต่ละวันที่ต้องการนำมาพล็อตกราฟ โดยจะเลือกจากวันที่ เราได้พิมพ์ลงไปในช่วงกรอกวันที่

5.2.4 Ambulance application

จากการทดลอง เมื่อเข้าสู่แอปพลิเคชัน แอปพลิเคชันจะแสดง Pop up ในการให้เลือกการตัดสินใจเพื่อนำไปสู่การทำงานต่อไปได้ หลังจากที่ตอบรับการข้อความ แล้วจะสามารถที่จะนำข้อมูลและพิกัดที่ได้รับจากตอนแรกมาลากเส้นทางไปยังที่หมายได้ และนำข้อมูลผู้ป่วยไปแสดงยังหน้าจอ แอปพลิเคชันด้วยซึ่งจะเห็นได้ว่าค่าที่ได้รับจริงจากการส่งค่าบอกพิกัดรถพยาบาลทุกๆ 30 วินาที และในส่วนของการขอเปลี่ยนเส้นทาง ถ้ามีการส่งพิกัดใหม่มายังเครื่องแอนดรอยด์แอปพลิเคชันสามารถที่จะปฏิเสธการรับเส้นทางใหม่ได้ โดยไม่ทำให้เส้นทางเก่าเปลี่ยนแปลง และยังคงปฏิบัติการต่อไปได้ แอปพลิเคชันสามารถที่จะทำการเปลี่ยนเส้นทางกลางคัน ไปยังจุดมุ่งหมายใหม่ และเริ่มการส่งพิกัดที่อยู่ของรถพยาบาลใหม่อีกครั้ง เมื่อเราถึงที่หมายแล้ว แอปพลิเคชันสามารถที่จะหยุดการทำงานได้ ด้วยการกดปุ่ม "ARRIVE" และยังสามารถส่ง SMS ไปบอกในทางเซิร์ฟเวอร์ทราบได้ว่า เราได้ถึงที่หมายแล้ว ในการกดเพียง 1 ครั้ง

วิจารณ์ผลการทดลอง

เครื่องวัดความดันโลหิต

ในการทดลองนั้นพบว่าการศึกษาการวัดความดันโลหิตนั้นเป็นเรื่องที่ทำได้ เนื่องจากวงจรที่ใช้กันสามารถทำได้และไม่สิ้นเปลือง การทดลองวัดความดันด้วย Blood Pressure Measurement (BPM) กราฟที่ได้จากการทดลองนั้นมีความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยเมื่อเปรียบเทียบกับกราฟทางทฤษฎี ซึ่งอาจเกิดจากการรัดCuff ที่ใช้แน่นเกินไป ทำให้ลมที่ปล่อยออกมา มีแรงบีบสูงจึงทำให้กราฟในช่วงที่เลือดเริ่มไหลเวียนปกติมีค่าสูงกว่ากราฟทางทฤษฎี ดังนั้นค่าความดัน Systolic กับ Diastolic ที่ได้จากการทดลองจึงมีค่าความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยเช่นกัน ซึ่งอาจเกิดจากการเก็บค่าที่ได้จากกราฟ blood pressure กับ oscillometric

Android Application

จากการทดลองการเขียนแอปพลิเคชันจะเห็นได้ว่าเป็นการประยุกต์ใช้ android กับ blood pressure ซึ่งจะใช้กระบวนการดึงค่าข้อมูลที่เก็บได้ใน database มาใช้งานเขียนแอปพลิเคชัน ดังนั้นการทดลองอาจมีข้อผิดพลาดได้ถ้าข้อมูลที่ถูกบันทึกมีค่าผิดพลาด

เอกสารอ้างอิง

1. Electronic Component's Datasheet Search (ออนไลน์). (2546). สืบค้นจาก :
www.alldatasheet.com [27 พฤศจิกายน 2556]
2. Portable Digital Blood Pressure Monitor (ออนไลน์). (2548). สืบค้นจาก :
http://people.ece.cornell.edu/land/courses/ece4760/FinalProjects/s2005/ww56_ws62/Final%20Project%20Web/index.html [1 ธันวาคม 2556]
3. ARM Blood Pressure Monitor (ออนไลน์). (2553). สืบค้นจาก :
http://www.samsung.com/global/business/semiconductor/file/product/S3P8245_ARM_Blood_Pressure_Monitor_AN_REV00-0.pdf
4. 50 kPa On-Chip Temperature Compensated and Calibrated Silicon Pressure Sensors (ออนไลน์). (2551). สืบค้นจาก :
http://www.freescale.com/files/sensors/doc/data_sheet/MPX2050.pdf
5. การวัดความดันโลหิต (ออนไลน์). สืบค้นจาก :
http://www.siamhealth.net/public_html/Disease/heart_disease/Hypertension/measure.htm
6. PHP คืออะไร (ออนไลน์). (2556). สืบค้นจาก :
<http://www.sunzan-design.com/2013/01/php.html>
7. เจสัน(JSON) คืออะไร (ออนไลน์). (2555). สืบค้นจาก :
<http://na5cent.blogspot.com/2012/03/json.html>

ภาคผนวก



LOW POWER DUAL OPERATIONAL AMPLIFIERS

- INTERNALLY FREQUENCY COMPENSATED
- LARGE DC VOLTAGE GAIN: 100dB
- WIDE BANDWIDTH (unity gain): 1.1MHz (temperature compensated)
- VERY LOW SUPPLY CURRENT/OP (500µA) ESSENTIALLY INDEPENDENT OF SUPPLY VOLTAGE
- LOW INPUT BIAS CURRENT: 20nA (temperature compensated)
- LOW INPUT OFFSET VOLTAGE: 2mV
- LOW INPUT OFFSET CURRENT: 2nA
- INPUT COMMON-MODE VOLTAGE RANGE INCLUDES GROUND
- DIFFERENTIAL INPUT VOLTAGE RANGE EQUAL TO THE POWER SUPPLY VOLTAGE
- LARGE OUTPUT VOLTAGE SWING 0V TO (V_{CC} - 1.5V)

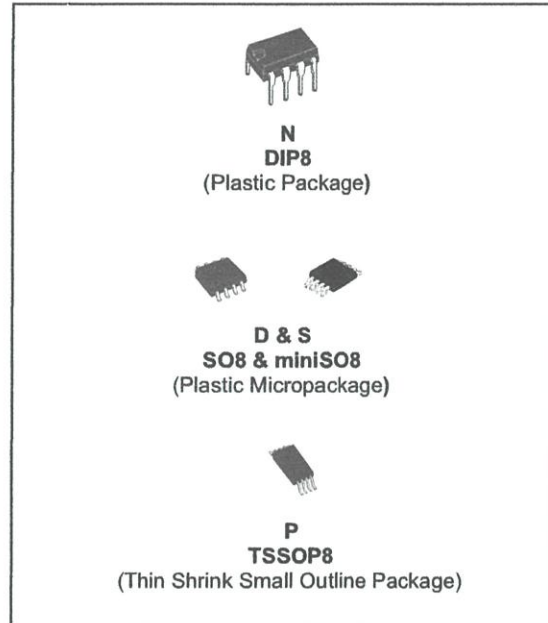
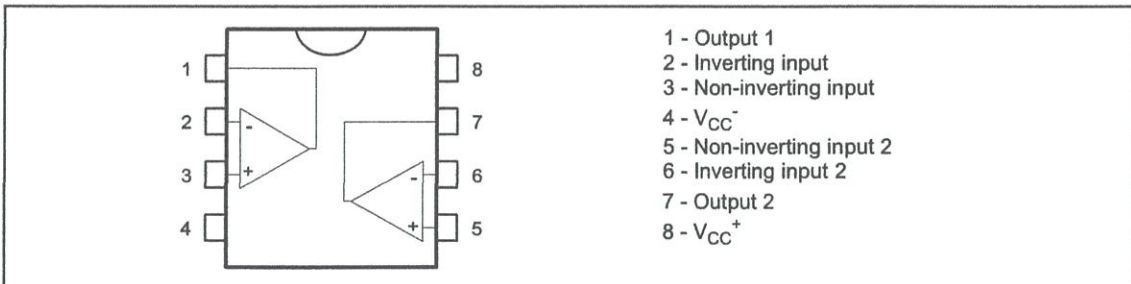
DESCRIPTION

These circuits consist of two independent, high gain, internally frequency compensated which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. The low power supply drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op-amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, these circuits can be directly supplied with the standard +5V which is used in logic systems and will easily provide the required interface electronics without requiring any additional power supply.

In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.

PIN CONNECTIONS (top view)



ORDER CODE

| Part Number | Temperature Range | Package | | | |
|-------------|-------------------|---------|---|---|---|
| | | N | S | D | P |
| LM158,A | -55°C, +125°C | • | | • | • |
| LM258,A | -40°C, +105°C | • | | • | • |
| LM358,A | 0°C, +70°C | • | • | • | • |

Example : LM258N

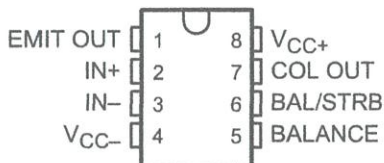
N = Dual in Line Package (DIP)
D = Small Outline Package (SO) - also available in Tape & Reel (DT)
S = Small Outline Package (miniSO) only available in Tape & Reel (DT)
P = Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP) - only available in Tape & Reel (PT)

LM111, LM211, LM311 DIFFERENTIAL COMPARATORS WITH STROBES

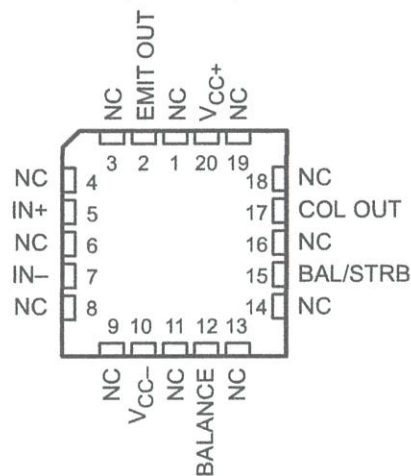
SLCS007H – SEPTEMBER 1973 – REVISED AUGUST 2003

- **Fast Response Times**
- **Strobe Capability**
- **Maximum Input Bias Current . . . 300 nA**
- **Maximum Input Offset Current . . . 70 nA**
- **Can Operate From Single 5-V Supply**
- **Available in Q-Temp Automotive**
 - **High-Reliability Automotive Applications**
 - **Configuration Control/Print Support**
 - **Qualification to Automotive Standards**

LM111 . . . JG PACKAGE
LM211 . . . D, P, OR PW PACKAGE
LM311 . . . D, P, PS, OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)



LM111 . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection

description/ordering information

The LM111, LM211, and LM311 are single high-speed voltage comparators. These devices are designed to operate from a wide range of power-supply voltages, including ± 15 -V supplies for operational amplifiers and 5-V supplies for logic systems. The output levels are compatible with most TTL and MOS circuits. These comparators are capable of driving lamps or relays and switching voltages up to 50 V at 50 mA. All inputs and outputs can be isolated from system ground. The outputs can drive loads referenced to ground, V_{CC+} or V_{CC-} . Offset balancing and strobe capabilities are available, and the outputs can be wire-OR connected. If the strobe is low, the output is in the off state, regardless of the differential input.



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.

PRODUCTION DATA information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

 **TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 2003, Texas Instruments Incorporated
On products compliant to MIL-PRF-38535, all parameters are tested unless otherwise noted. On all other products, production processing does not necessarily include testing of all parameters.

LM111, LM211, LM311 DIFFERENTIAL COMPARATORS WITH STROBES

SLCS007H – SEPTEMBER 1973 – REVISED AUGUST 2003

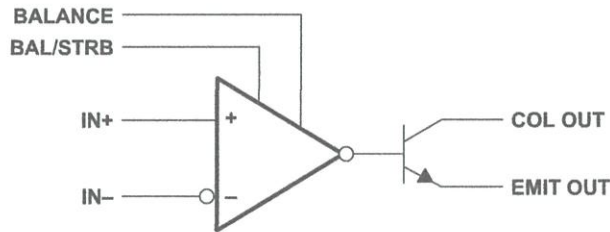
description/ordering information

ORDERING INFORMATION

| TA | V _{IO} max AT 25°C | PACKAGE† | | ORDERABLE PART NUMBER | TOP-SIDE MARKING |
|----------------|--------------------------------|------------|--------------|--------------------------|---------------------|
| -0°C to 70°C | 7.5 mV | PDIP (P) | Tube of 50 | LM311P | LM311P |
| | | SOIC (D) | Tube of 75 | LM311D | LM311 |
| | | | Reel of 2500 | LM311DR | |
| | | SOP (PS) | Reel of 2000 | LM311PSR | L311 |
| | | TSSOP (PW) | Reel of 150 | LM311PW | L311 |
| Tube of 2000 | LM311PWR | | | | |
| -40°C to 85°C | 3 mV | PDIP (P) | Tube of 50 | LM211P | LM211P |
| | | SOIC (D) | Tube of 75 | LM211D | LM211 |
| | | | Reel of 2500 | LM211DR | |
| | | TSSOP (PW) | Reel of 150 | LM211PW | L211 |
| | | | Reel of 2000 | LM211PWR | |
| -40°C to 125°C | 3 mV | SOIC (D) | Tube of 75 | LM211QD | LM211Q |
| | | | Reel of 2500 | LM211QDR | |
| -55°C to 125°C | 3 mV | CDIP (JG) | Tube of 50 | LM111JG | LM111JG |
| | | LCCC (FK) | Tube of 55 | LM111FK | LM111FK |

† Package drawings, standard packing quantities, thermal data, symbolization, and PCB design guidelines are available at www.ti.com/sc/package.

functional block diagram



FEATURES

- Timing From Microseconds to Hours
- Adjustable Duty Cycle
- Astable or Monostable Operation
- TTL-Compatible Output Can Sink or Source up to 200 mA

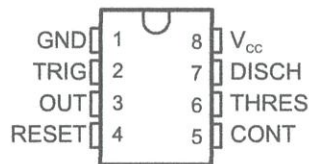
DESCRIPTION/ORDERING INFORMATION

These devices are precision timing circuits capable of producing accurate time delays or oscillation. In the time-delay or monostable mode of operation, the timed interval is controlled by a single external resistor and capacitor network. In the astable mode of operation, the frequency and duty cycle can be controlled independently with two external resistors and a single external capacitor.

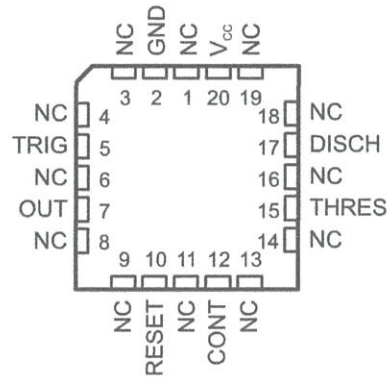
The threshold and trigger levels normally are two-thirds and one-third, respectively, of V_{CC} . These levels can be altered by use of the control-voltage terminal. When the trigger input falls below the trigger level, the flip-flop is set, and the output goes high. If the trigger input is above the trigger level and the threshold input is above the threshold level, the flip-flop is reset and the output is low. The reset (RESET) input can override all other inputs and can be used to initiate a new timing cycle. When RESET goes low, the flip-flop is reset, and the output goes low. When the output is low, a low-impedance path is provided between discharge (DISCH) and ground.

The output circuit is capable of sinking or sourcing current up to 200 mA. Operation is specified for supplies of 5 V to 15 V. With a 5-V supply, output levels are compatible with TTL inputs.

NA555...D OR P PACKAGE
NE555...D, P, PS, OR PW PACKAGE
SA555...D OR P PACKAGE
SE555...D, JG, OR P PACKAGE
(TOP VIEW)



SE555...FK PACKAGE
(TOP VIEW)



NC – No internal connection



Please be aware that an important notice concerning availability, standard warranty, and use in critical applications of Texas Instruments semiconductor products and disclaimers thereto appears at the end of this data sheet.



TIP41A/41B/41C TIP42A/42C

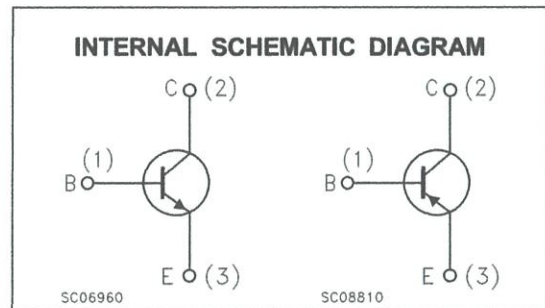
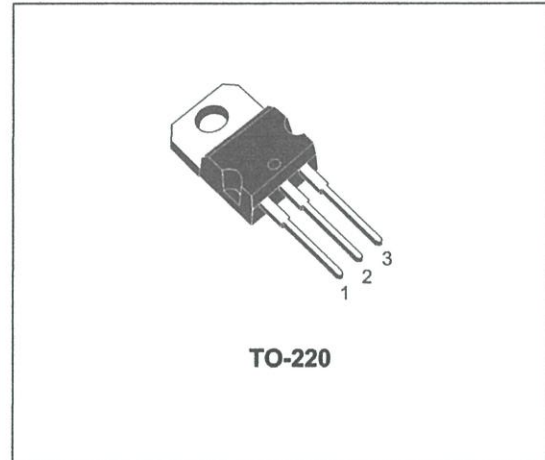
COMPLEMENTARY SILICON POWER TRANSISTORS

■ COMPLEMENTARY PNP - NPN DEVICES

DESCRIPTION

The TIP41A, TIP41B and TIP41C are silicon Epitaxial-Base NPN power transistors mounted in Jedec TO-220 plastic package. They are intended for use in medium power linear and switching applications.

The TIP41A and TIP41C complementary PNP types are TIP42A and TIP42C respectively.



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

| Symbol | Parameter | Value | | | Unit | |
|------------------|--|-------|------------|--------|--------|--------|
| | | NPN | TIP41A | TIP41B | | TIP41C |
| | | PNP | TIP42A | | TIP42C | |
| V _{CB0} | Collector-Base Voltage (I _E = 0) | | 60 | 80 | 100 | V |
| V _{CE0} | Collector-Emitter Voltage (I _B = 0) | | 60 | 80 | 100 | V |
| V _{EB0} | Emitter-Base Voltage (I _C = 0) | | 5 | | | V |
| I _C | Collector Current | | 6 | | | A |
| I _{CM} | Collector Peak Current | | 10 | | | A |
| I _B | Base Current | | 3 | | | A |
| P _{tot} | Total Dissipation at T _{case} ≤ 25 °C T _{amb} ≤ 25 °C | | 65 | | | W |
| T _{stg} | Storage Temperature | | -65 to 150 | | | °C |
| T _j | Max. Operating Junction Temperature | | 150 | | | °C |

For PNP types voltage and current values are negative.

TIP41A/TIP41B/TIP41C/TIP42A/TIP42C

THERMAL DATA

| | | | | |
|----------------|-------------------------------------|-----|------|---------------|
| $R_{thj-case}$ | Thermal Resistance Junction-case | Max | 1.92 | $^{\circ}C/W$ |
| $R_{thj-amb}$ | Thermal Resistance Junction-ambient | Max | 62.5 | $^{\circ}C/W$ |

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{case} = 25^{\circ}C$ unless otherwise specified)

| Symbol | Parameter | Test Conditions | Min. | Typ. | Max. | Unit |
|------------------|--|--|-----------------|------|-------------------|----------------|
| I_{CEO} | Collector Cut-off Current ($I_B = 0$) | for TIP41A/42A $V_{CE} = 30 V$ for TIP41B/41C/42C $V_{CE} = 60 V$ | | | 0.7 0.7 | mA mA |
| I_{CES} | Collector Cut-off Current ($V_{BE} = 0$) | for TIP41A/42A $V_{CE} = 60 V$ for TIP41B $V_{CE} = 80 V$ for TIP41C/42C $V_{CE} = 100 V$ | | | 0.4 0.4 0.4 | mA mA mA |
| I_{EBO} | Emitter Cut-off Current ($I_C = 0$) | $V_{EB} = 5 V$ | | | 1 | mA |
| $V_{CEO(sus)}^*$ | Collector-Emitter Sustaining Voltage ($I_B = 0$) | $I_C = 30 mA$ for TIP41A/42A for TIP41B for TIP41C/42C | 60 80 100 | | | V V V |
| $V_{CE(sat)}^*$ | Collector-Emitter Saturation Voltage | $I_C = 6 A$ $I_B = 0.6 A$ | | | 1.5 | V |
| $V_{BE(on)}^*$ | Base-Emitter Voltage | $I_C = 6 A$ $V_{CE} = 4 V$ | | | 2 | V |
| h_{FE}^* | DC Current Gain | $I_C = 0.3 A$ $V_{CE} = 4 V$ $I_C = 3 A$ $V_{CE} = 4 V$ | 30 15 | | 75 | |
| h_{fe} | Small Signal Current Gain | $I_C = 0.5 A$ $V_{CE} = 10 V$ $f = 1 KHz$ $I_C = 0.5 A$ $V_{CE} = 10 V$ $f = 1 MHz$ | 20 3 | | | |

* Pulsed: Pulse duration = 300 μs , duty cycle $\leq 2\%$
For PNP types voltage and current values are negative.

28/40-pin High Performance, Enhanced FLASH Microcontrollers with 10-Bit A/D

High Performance RISC CPU:

- C compiler optimized architecture/instruction set
 - Source code compatible with the PIC16 and PIC17 instruction sets
- Linear program memory addressing to 32 Kbytes
- Linear data memory addressing to 1.5 Kbytes

| Device | On-Chip Program Memory | | On-Chip RAM (bytes) | Data EEPROM (bytes) |
|-----------|------------------------|----------------------------|---------------------|---------------------|
| | FLASH (bytes) | # Single Word Instructions | | |
| PIC18F242 | 16K | 8192 | 768 | 256 |
| PIC18F252 | 32K | 16384 | 1536 | 256 |
| PIC18F442 | 16K | 8192 | 768 | 256 |
| PIC18F452 | 32K | 16384 | 1536 | 256 |

- Up to 10 MIPs operation:
 - DC - 40 MHz osc./clock input
 - 4 MHz - 10 MHz osc./clock input with PLL active
- 16-bit wide instructions, 8-bit wide data path
- Priority levels for interrupts
- 8 x 8 Single Cycle Hardware Multiplier

Peripheral Features:

- High current sink/source 25 mA/25 mA
- Three external interrupt pins
- Timer0 module: 8-bit/16-bit timer/counter with 8-bit programmable prescaler
- Timer1 module: 16-bit timer/counter
- Timer2 module: 8-bit timer/counter with 8-bit period register (time-base for PWM)
- Timer3 module: 16-bit timer/counter
- Secondary oscillator clock option - Timer1/Timer3
- Two Capture/Compare/PWM (CCP) modules. CCP pins that can be configured as:
 - Capture input: capture is 16-bit, max. resolution 6.25 ns ($T_{CY}/16$)
 - Compare is 16-bit, max. resolution 100 ns (T_{CY})
 - PWM output: PWM resolution is 1- to 10-bit, max. PWM freq. @: 8-bit resolution = 156 kHz
10-bit resolution = 39 kHz
- Master Synchronous Serial Port (MSSP) module, Two modes of operation:
 - 3-wire SPI™ (supports all 4 SPI modes)
 - I²C™ Master and Slave mode

Peripheral Features (Continued):

- Addressable USART module:
 - Supports RS-485 and RS-232
- Parallel Slave Port (PSP) module

Analog Features:

- Compatible 10-bit Analog-to-Digital Converter module (A/D) with:
 - Fast sampling rate
 - Conversion available during SLEEP
 - Linearity ≤ 1 LSB
- Programmable Low Voltage Detection (PLVD)
 - Supports interrupt on-Low Voltage Detection
- Programmable Brown-out Reset (BOR)

Special Microcontroller Features:

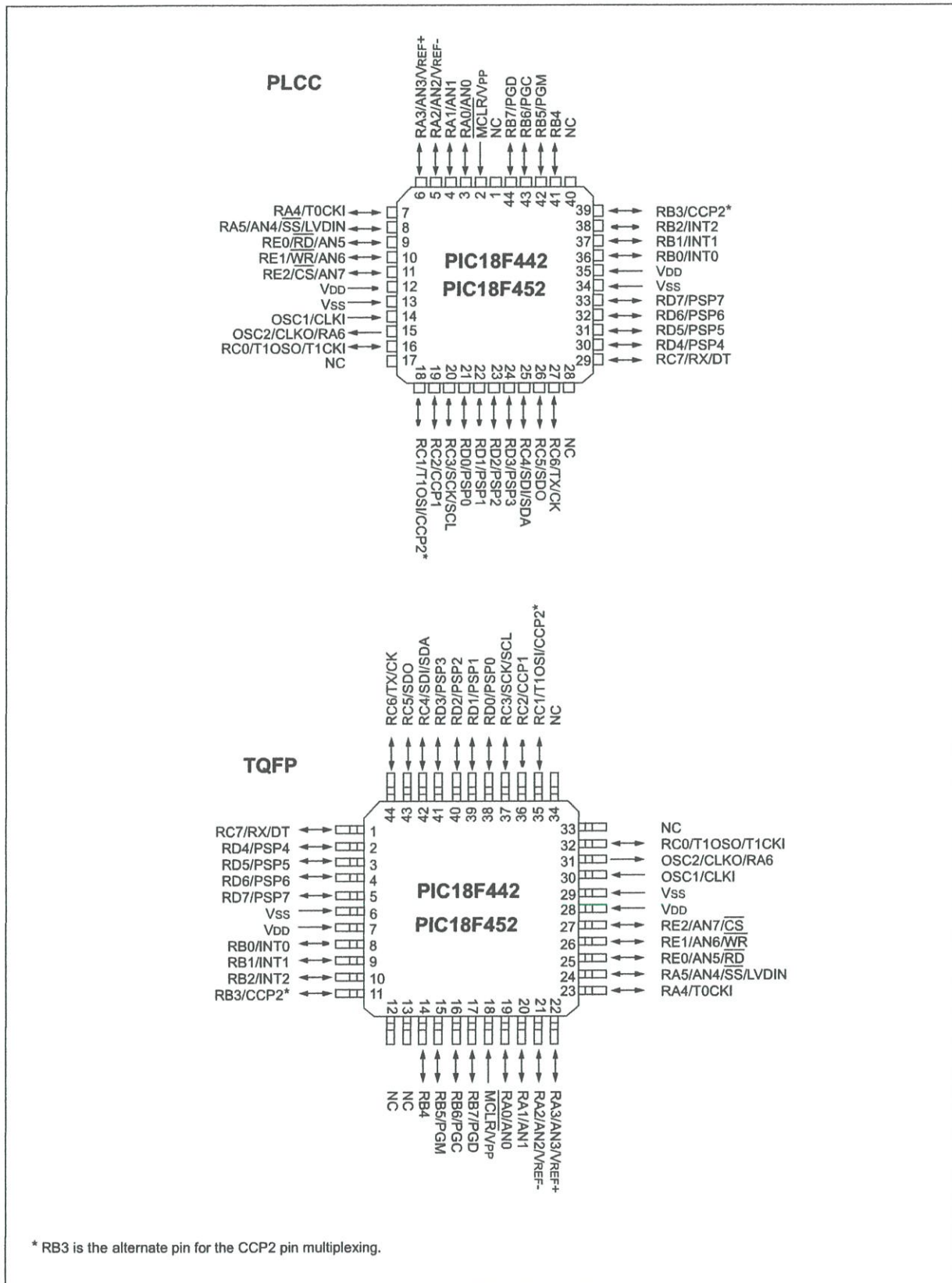
- 100,000 erase/write cycle Enhanced FLASH program memory typical
- 1,000,000 erase/write cycle Data EEPROM memory
- FLASH/Data EEPROM Retention: > 40 years
- Self-reprogrammable under software control
- Power-on Reset (POR), Power-up Timer (PWRT) and Oscillator Start-up Timer (OST)
- Watchdog Timer (WDT) with its own On-Chip RC Oscillator for reliable operation
- Programmable code protection
- Power saving SLEEP mode
- Selectable oscillator options including:
 - 4X Phase Lock Loop (of primary oscillator)
 - Secondary Oscillator (32 kHz) clock input
- Single supply 5V In-Circuit Serial Programming™ (ICSP™) via two pins
- In-Circuit Debug (ICD) via two pins

CMOS Technology:

- Low power, high speed FLASH/EEPROM technology
- Fully static design
- Wide operating voltage range (2.0V to 5.5V)
- Industrial and Extended temperature ranges
- Low power consumption:
 - < 1.6 mA typical @ 5V, 4 MHz
 - 25 μ A typical @ 3V, 32 kHz
 - < 0.2 μ A typical standby current

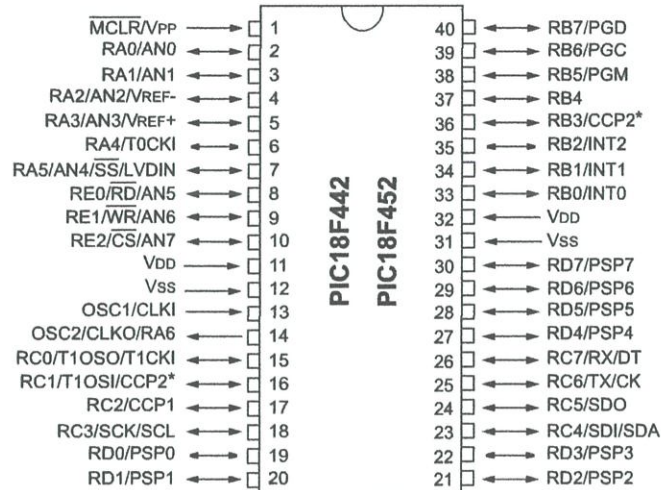
PIC18FXX2

Pin Diagrams



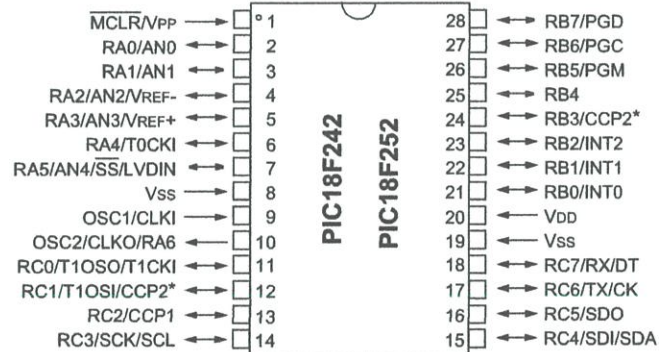
Pin Diagrams (Cont.'d)

DIP



Note: Pin compatible with 40-pin PIC16C7X devices.

DIP, SOIC



* RB3 is the alternate pin for the CCP2 pin multiplexing.

1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device specific information for the following devices:

- PIC18F242
- PIC18F252
- PIC18F442
- PIC18F452

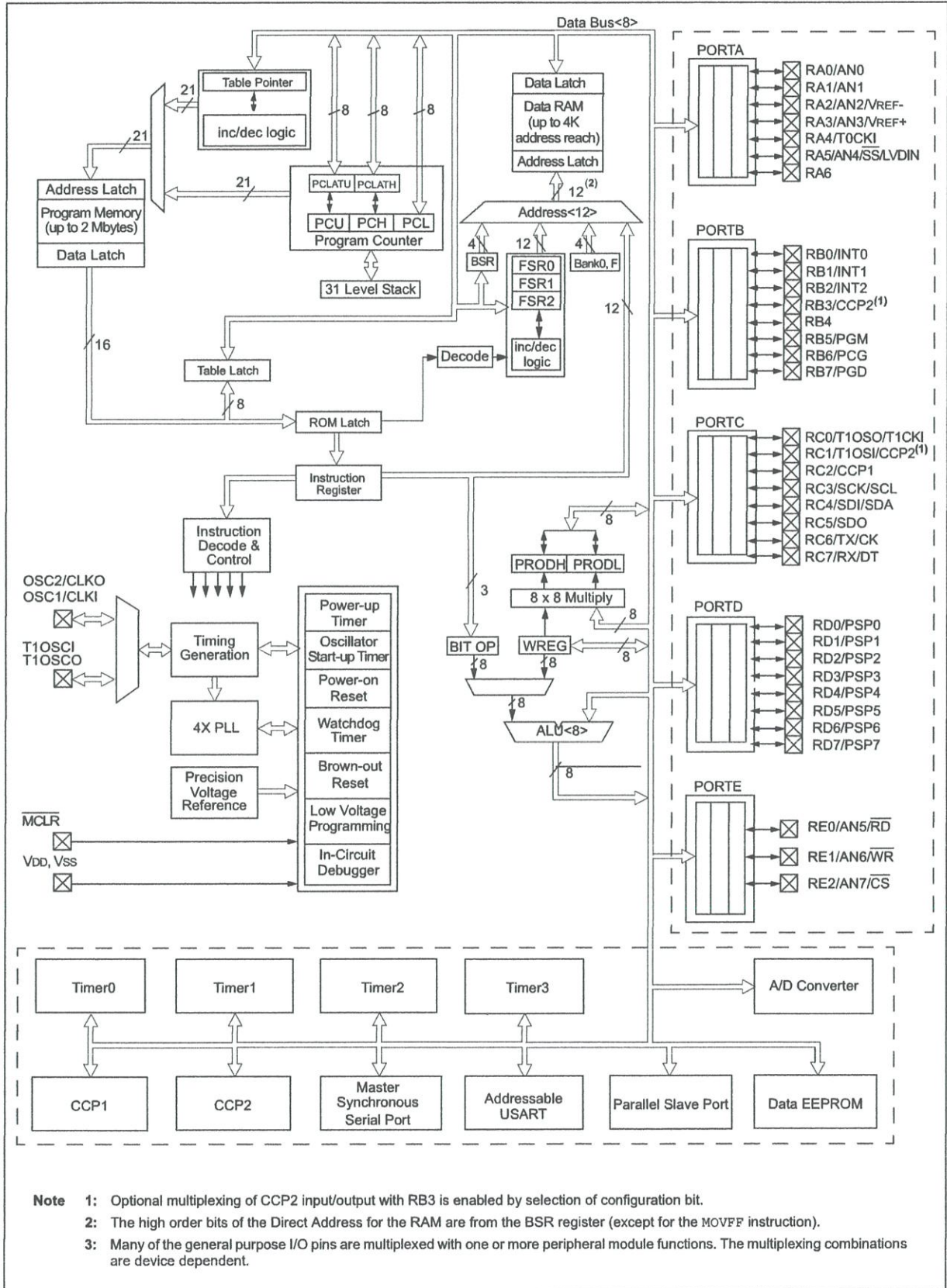
These devices come in 28-pin and 40/44-pin packages. The 28-pin devices do not have a Parallel Slave Port (PSP) implemented and the number of Analog-to-Digital (A/D) converter input channels is reduced to 5. An overview of features is shown in Table 1-1.

The following two figures are device block diagrams sorted by pin count: 28-pin for Figure 1-1 and 40/44-pin for Figure 1-2. The 28-pin and 40/44-pin pinouts are listed in Table 1-2 and Table 1-3, respectively.

TABLE 1-1: DEVICE FEATURES

| Features | PIC18F242 | PIC18F252 | PIC18F442 | PIC18F452 |
|---------------------------------|--|--|--|--|
| Operating Frequency | DC - 40 MHz | DC - 40 MHz | DC - 40 MHz | DC - 40 MHz |
| Program Memory (Bytes) | 16K | 32K | 16K | 32K |
| Program Memory (Instructions) | 8192 | 16384 | 8192 | 16384 |
| Data Memory (Bytes) | 768 | 1536 | 768 | 1536 |
| Data EEPROM Memory (Bytes) | 256 | 256 | 256 | 256 |
| Interrupt Sources | 17 | 17 | 18 | 18 |
| I/O Ports | Ports A, B, C | Ports A, B, C | Ports A, B, C, D, E | Ports A, B, C, D, E |
| Timers | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Capture/Compare/PWM Modules | 2 | 2 | 2 | 2 |
| Serial Communications | MSSP, Addressable USART | MSSP, Addressable USART | MSSP, Addressable USART | MSSP, Addressable USART |
| Parallel Communications | — | — | PSP | PSP |
| 10-bit Analog-to-Digital Module | 5 input channels | 5 input channels | 8 input channels | 8 input channels |
| RESETS (and Delays) | POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST) | POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST) | POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST) | POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST) |
| Programmable Low Voltage Detect | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Programmable Brown-out Reset | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Instruction Set | 75 Instructions | 75 Instructions | 75 Instructions | 75 Instructions |
| Packages | 28-pin DIP 28-pin SOIC | 28-pin DIP 28-pin SOIC | 40-pin DIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP | 40-pin DIP 44-pin PLCC 44-pin TQFP |

FIGURE 1-2: PIC18F4X2 BLOCK DIAGRAM



Freescale Semiconductor

MPX2050
Rev 9, 10/2008**50 kPa On-Chip Temperature
Compensated and Calibrated
Silicon Pressure Sensors**

The MPX2050 series devices are silicon piezoresistive pressure sensors providing a highly accurate and linear voltage output, directly proportional to the applied pressure. The sensor is a single, monolithic silicon diaphragm with the strain gauge and a thin-film resistor network integrated on-chip. The chip is laser trimmed for precise span and offset calibration and temperature compensation.

Features

- Temperature Compensated Over 0°C to +85°C
- Unique Silicon Shear Stress Strain Gauge
- Easy to Use Chip Carrier Package Options
- Ratiometric to Supply Voltage
- Differential and Gauge Options
- $\pm 0.25\%$ Linearity

**MPX2050
Series**

0 to 50 kPa (0 to 7.25 psi)
40 mV Full Scale Span
(Typical)

Application Examples

- Pump/Motor Controllers
- Robotics
- Level Indicators
- Medical Diagnostics
- Pressure Switching
- Non-Invasive Blood Pressure

ORDERING INFORMATION

| Device Name | Package Options | Case No. | # of Ports | | | Pressure Type | | | Device Marking |
|---|-----------------|----------|------------|--------|------|---------------|--------------|----------|----------------|
| | | | None | Single | Dual | Gauge | Differential | Absolute | |
| Unibody Package (MPX2050 Series) | | | | | | | | | |
| MPX2050D | Tray | 344 | • | | | | • | | MPX2050D |
| MPX2050GP | Tray | 344B | | • | | • | | | MPX2050GP |
| MPX2050DP | Tray | 344C | | | • | | • | | MPX2050DP |
| MPX2050GSX | Tray | 344F | | • | | • | | | MPX2050D |

PACKAGES

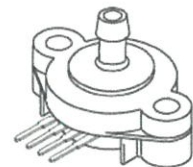
**MPX2050D
CASE 344-15**



**MPX2050GP
CASE 344B-01**



**MPX2050DP
CASE 344C-01**



**MPX2050GSX
CASE 344F-01**

Operating Characteristics

Table 1. Operating Characteristics
 $(V_S = 10 \text{ Vdc}, T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted, $P_1 > P_2$)

| Characteristics | Symbol | Min | Typ | Max | Unit |
|---|---------------------|-------|-----------|------|-------------|
| Pressure Range ⁽¹⁾ | P_{OP} | 0 | — | 50 | kPa |
| Supply Voltage ⁽²⁾ | V_S | — | 10 | 16 | Vdc |
| Supply Current | I_o | — | 6.0 | — | mAdc |
| Full Scale Span ⁽³⁾ | V_{FSS} | 38.5 | 40 | 41.5 | mV |
| Offset ⁽⁴⁾ | V_{off} | -1.0 | — | 1.0 | mV |
| Sensitivity | $\Delta V/\Delta P$ | — | 0.8 | — | mV/kPa |
| Linearity ⁽⁵⁾ | — | -0.25 | — | 0.25 | % V_{FSS} |
| Pressure Hysteresis ⁽⁵⁾ (0 to 50 kPa) | — | — | ± 0.1 | — | % V_{FSS} |
| Temperature Hysteresis ⁽⁵⁾ (-40°C to +125°C) | — | — | ± 0.5 | — | % V_{FSS} |
| Temperature Effect on Full Scale Span ⁽⁵⁾ | TCV_{FSS} | -1.0 | - | 1.0 | % V_{FSS} |
| Temperature Effect on Offset ⁽⁵⁾ | TCV_{off} | -1.0 | - | 1.0 | mV |
| Input Impedance | Z_{in} | 1000 | - | 2500 | Ω |
| Output Impedance | Z_{out} | 1400 | - | 3000 | Ω |
| Response Time ⁽⁶⁾ (10% to 90%) | t_R | — | 1.0 | — | ms |
| Warm-Up | — | — | 20 | — | ms |
| Offset Stability ⁽⁷⁾ | — | — | ± 0.5 | — | % V_{FSS} |

1. 1.0 kPa (kiloPascal) equals 0.145 psi.

2. Device is ratiometric within this specified excitation range. Operating the device above the specified excitation range may induce additional error due to device self-heating.

3. Full Scale Span (V_{FSS}) is defined as the algebraic difference between the output voltage at full rated pressure and the output voltage at the minimum rated pressure.

4. Offset (V_{off}) is defined as the output voltage at the minimum rated pressure.

5. Accuracy (error budget) consists of the following:

Linearity: Output deviation from a straight line relationship with pressure, using end point method, over the specified pressure range.

Temperature Hysteresis: Output deviation at any temperature within the operating temperature range, after the temperature is cycled to and from the minimum or maximum operating temperature points, with zero differential pressure applied.

Pressure Hysteresis: Output deviation at any pressure within the specified range, when this pressure is cycled to and from the minimum or maximum rated pressure, at 25°C.

TcSpan: Output deviation at full rated pressure over the temperature range of 0 to 85°C, relative to 25°C.

TcOffset: Output deviation with minimum rated pressure applied, over the temperature range of 0 to 85°C, relative to 25°C.

6. Response Time is defined as the time for the incremental change in the output to go from 10% to 90% of its final value when subjected to a specified step change in pressure.

7. Offset stability is the product's output deviation when subjected to 1000 hours of Pulsed Pressure, Temperature Cycling with Bias Test.

Maximum Ratings

Table 2. Maximum Ratings⁽¹⁾

| Rating | Symbol | Value | Unit |
|----------------------------|------------------|-------------|------|
| Maximum Pressure (P1 > P2) | P _{max} | 200 | kPa |
| Storage Temperature | T _{stg} | -40 to +125 | °C |
| Operating Temperature | T _A | -40 to +125 | °C |

1. Exposure beyond the specified limits may cause permanent damage or degradation to the device.

LINEARITY

Linearity refers to how well a transducer's output follows the equation: $V_{out} = V_{off} + \text{sensitivity} \times P$ over the operating pressure range. There are two basic methods for calculating nonlinearity: (1) end point straight line fit (see Figure 2) or (2) a least squares best line fit. While a least squares fit gives the "best case" linearity error (lower numerical value), the calculations required are burdensome.

Conversely, an end point fit will give the "worst case" error (often more desirable in error budget calculations) and the calculations are more straightforward for the user. Motorola's specified pressure sensor linearities are based on the end point straight line method measured at the midrange pressure.

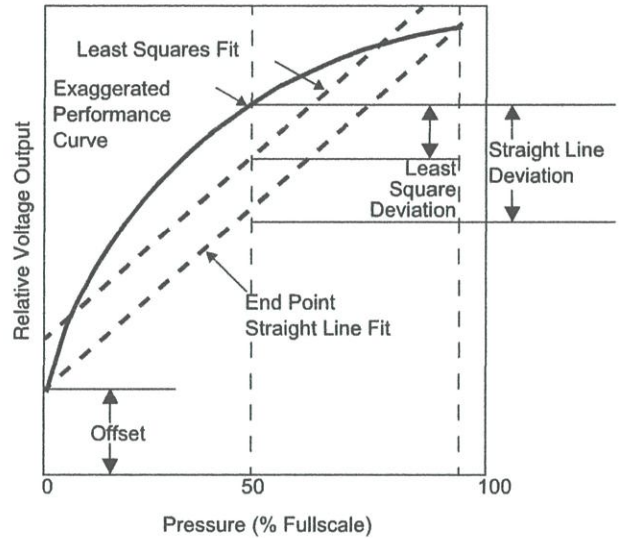


Figure 2. Linearity Specification Comparison

On-Chip Temperature Compensation and Calibration

Figure 3 shows the minimum, maximum and typical output characteristics of the MPX2050 series at 25°C. The output is directly proportional to the differential pressure and is essentially a straight line.

The effects of temperature on Full-Scale Span and Offset are very small and are shown under Operating Characteristics.

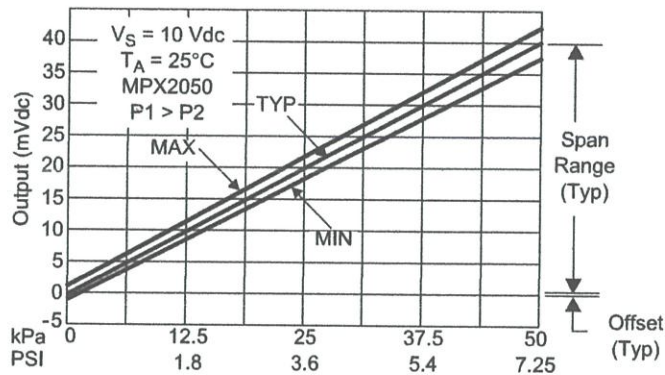


Figure 3. Output versus Pressure Differential

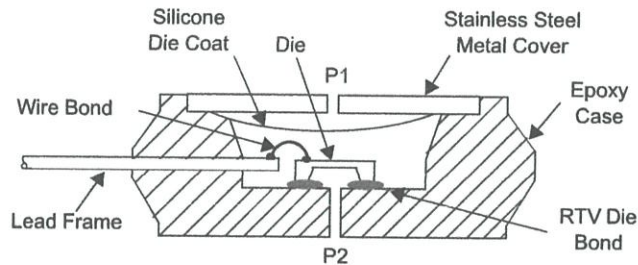
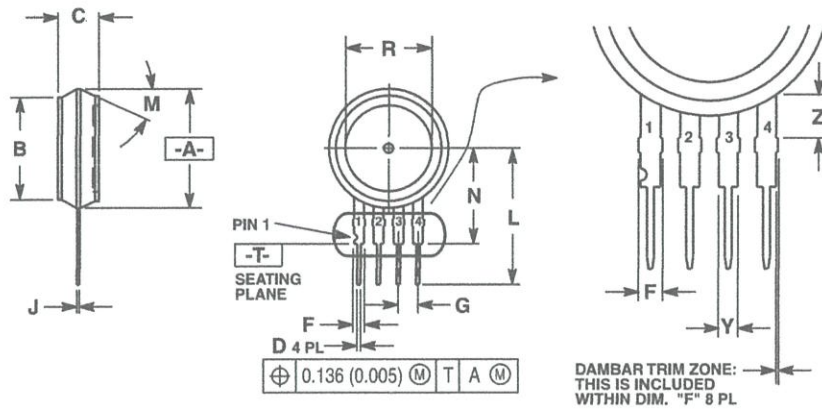


Figure 4. Cross-Sectional Diagram (not to scale)

Figure 4 illustrates the differential or gauge configuration in the basic chip carrier (Case 344). A silicone gel isolates the die surface and wire bonds from the environment, while allowing the pressure signal to be transmitted to the silicon diaphragm.

The MPX2050 series pressure sensor operating characteristics and internal reliability and qualification tests are based on use of dry air as the pressure media. Media other than dry air may have adverse effects on sensor performance and long term reliability. Contact the factory for information regarding media compatibility in your application.

PACKAGE DIMENSIONS

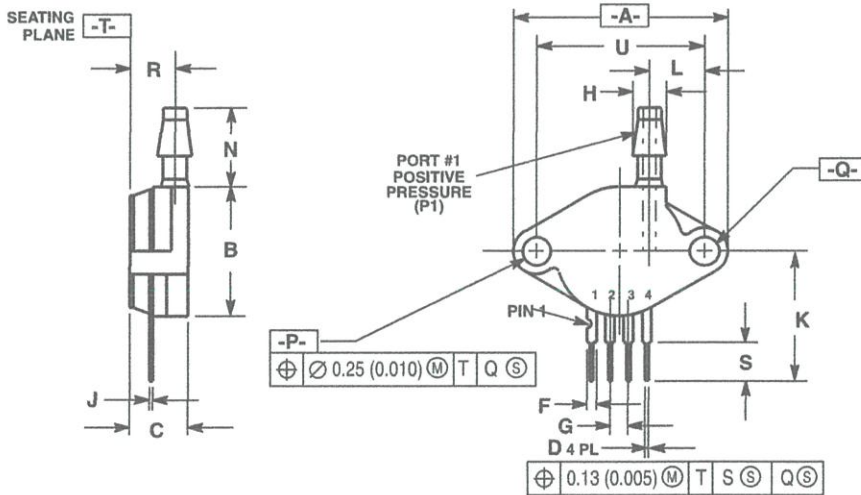


- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ASME Y14.5M, 1994.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.
 3. DIMENSION -A- IS INCLUSIVE OF THE MOLD STOP RING. MOLD STOP RING NOT TO EXCEED 16.00 (0.630).

| DIM | INCHES | | MILLIMETERS | |
|-----|-----------|-------|-------------|-------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| A | 0.595 | 0.630 | 15.11 | 16.00 |
| B | 0.514 | 0.534 | 13.06 | 13.56 |
| C | 0.200 | 0.220 | 5.08 | 5.59 |
| D | 0.016 | 0.020 | 0.41 | 0.51 |
| F | 0.048 | 0.064 | 1.22 | 1.63 |
| G | 0.100 BSC | | 2.54 BSC | |
| J | 0.014 | 0.016 | 0.36 | 0.40 |
| L | 0.695 | 0.725 | 17.65 | 18.42 |
| M | 30° NOM | | 30° NOM | |
| N | 0.475 | 0.495 | 12.07 | 12.57 |
| R | 0.430 | 0.450 | 10.92 | 11.43 |
| Y | 0.048 | 0.052 | 1.22 | 1.32 |
| Z | 0.106 | 0.118 | 2.68 | 3.00 |

- STYLE 1: PIN 1: GROUND
2. + OUTPUT
3. + SUPPLY
4. - OUTPUT
- STYLE 2: PIN 1: V_{cc}
2. - SUPPLY
3. + SUPPLY
4. GROUND
- STYLE 3: PIN 1: GND
2. -VOUT
3. VS
4. +VOUT

CASE 344-15
ISSUE AA
UNIBODY PACKAGE



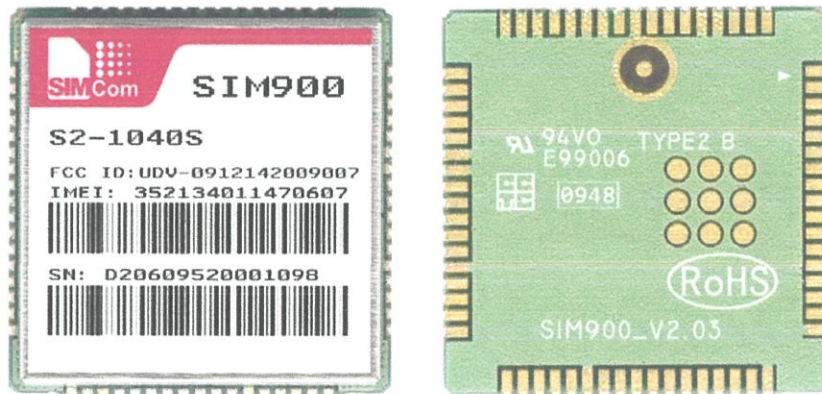
- NOTES:
1. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5M, 1982.
 2. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

| DIM | INCHES | | MILLIMETERS | |
|-----|-----------|-------|-------------|-------|
| | MIN | MAX | MIN | MAX |
| A | 1.145 | 1.175 | 29.08 | 29.85 |
| B | 0.685 | 0.715 | 17.40 | 18.16 |
| C | 0.305 | 0.325 | 7.75 | 8.26 |
| D | 0.016 | 0.020 | 0.41 | 0.51 |
| F | 0.048 | 0.064 | 1.22 | 1.63 |
| G | 0.100 BSC | | 2.54 BSC | |
| H | 0.182 | 0.194 | 4.62 | 4.93 |
| J | 0.014 | 0.016 | 0.36 | 0.41 |
| K | 0.695 | 0.725 | 17.65 | 18.42 |
| L | 0.290 | 0.300 | 7.37 | 7.62 |
| N | 0.420 | 0.440 | 10.67 | 11.18 |
| P | 0.153 | 0.159 | 3.89 | 4.04 |
| Q | 0.153 | 0.159 | 3.89 | 4.04 |
| R | 0.230 | 0.250 | 5.84 | 6.35 |
| S | 0.220 | 0.240 | 5.59 | 6.10 |
| U | 0.910 BSC | | 23.11 BSC | |

- STYLE 1: PIN 1: GROUND
2. + OUTPUT
3. + SUPPLY
4. - OUTPUT

CASE 344B-01
ISSUE B
UNIBODY PACKAGE

SIM900 GSM/GPRS Module



The SIM900 is a complete Quad-band GSM/GPRS solution in a SMT module which can be embedded in the customer applications.

Featuring an industry-standard interface, the SIM900 delivers GSM/GPRS 850/900/1800/1900MHz performance for voice, SMS, Data, and Fax in a small form factor and with low power consumption. With a tiny configuration of 24mm x 24mm x 3 mm, SIM900 can fit almost all the space requirements in your M2M application, especially for slim and compact demand of design.

- SIM900 is designed with a very powerful single-chip processor integrating AMR926EJ-S core
- Quad - band GSM/GPRS module with a size of 24mmx24mmx3mm
- SMT type suit for customer application
- An embedded Powerful TCP/IP protocol stack
- Based upon mature and field-proven platform, backed up by our support service, from definition to design and production

General features

- Quad-Band 850/ 900/ 1800/ 1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10/8
- GPRS mobile station class B
- Compliant to GSM phase 2/2+
 - Class 4 (2 W @850/ 900 MHz)
 - Class 1 (1 W @ 1800/1900MHz)
- Dimensions: 24* 24 * 3 mm
- Weight: 3.4g
- Control via AT commands (GSM 07.07 ,07.05 and SIMCOM enhanced AT Commands)
- SIM application toolkit
- Supply voltage range 3.4 ... 4.5 V
- Low power consumption
- Operation temperature: -30 °C to +80 °C

- Hands-free operation (Echo suppression)
- AMR Half Rate(HR) Full Rate(FR)

Interfaces

- Interface to external SIM 3V/ 1.8V
- analog audio interface
- RTC backup
- SPI interface
- Serial interface
- Antenna pad
- I2C
- GPIO
- PWM
- ADC

Compatibility

- AT cellular command interface

Specifications for fax

- Group 3, class 1

Specifications for data

- GPRS class 10: max. 85.6 kbps (downlink)
- PBCCH support
- Coding schemes CS 1, 2, 3, 4
- CSD up to 14.4 kbps
- USSD
- Non transparent mode
- PPP-stack

Approvals (in planning)

- CE
- FCC
- ROHS
- PTCRB
- GCF
- AT&T
- IC
- TA

Specifications for SMS via GSM Pin Assignment

/ GPRS

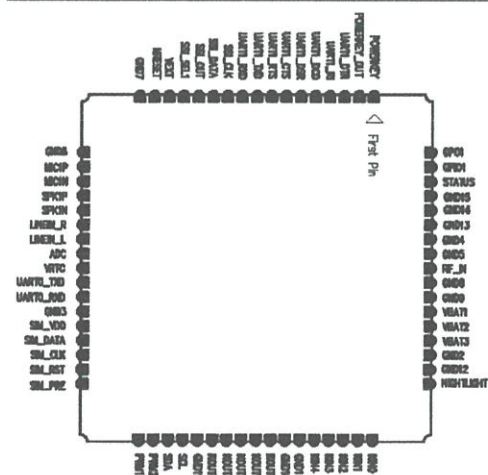
- Point-to-point MO and MT
- SMS cell broadcast
- Text and PDU mode

Drivers

- MUX Driver

Specifications for voice

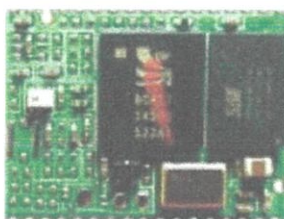
- Tricodesc
 - Half rate (HR)
 - Full rate (FR)
 - Enhanced Full rate (EFR)



More about SIM900 module, Please contact: Tel:+86 21 32523300
Fax:+86 21 32523301
Email:simcom@sim.com

CSR BLUETOOTH MODULES

MB-C04



Specification
Version 1.0
15-May-06

Product No.: MB-C04

Product Description: Class2 BT SPP Module

Issue Date: 2006/5/15

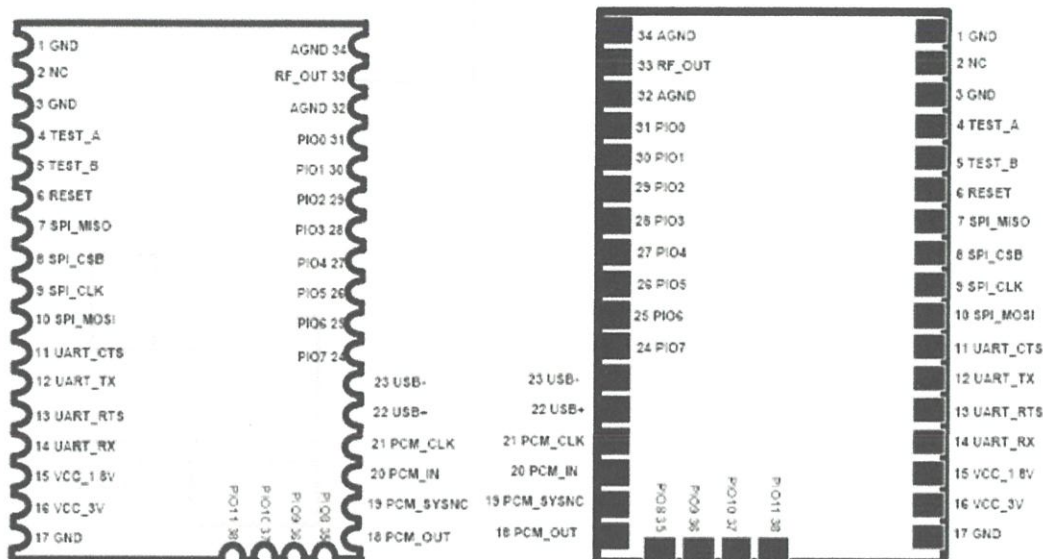
Release Version: 1.0



1. Hardware & Technical Information

1.1 Pin definition

Antenna



| Pin No. | Name | Type | Note | Pin No. | Name | Type | Note |
|---------|----------|-------|------------------------|---------|----------|--------|-------------|
| 1 | Ground | | | 34 | Ground | | |
| 2 | NC | | | 33 | RF_OUT | Out | |
| 3 | Ground | | | 32 | Ground | | |
| 4 | TestA | | Internal testing using | 31 | PIO0 | In/Out | |
| 5 | TestB | | Internal testing using | 30 | PIO1 | In/Out | |
| 6 | Reset | Input | | 29 | PIO2 | In/Out | |
| 7 | SPI_MISO | | Internal testing using | 28 | PIO3 | In/Out | |
| 8 | SPI_CSB | | Internal testing using | 27 | PIO4 | In/Out | |
| 9 | SPI_CLK | | Internal testing using | 26 | PIO5 | In/Out | |
| 10 | SPI_MOSI | | Internal testing using | 25 | PIO6 | In/Out | |
| 11 | UART_CTS | Input | | 24 | PIO7 | Out | Driving LED |
| 12 | UART_TX | Out | | 23 | USB- | In/Out | |
| 13 | UART_RTS | Out | | 22 | USB+ | In/Out | |
| 14 | UART_RX | Input | | 21 | PCM_CLK | In/Out | |
| 15 | VCC_1.8V | Out | | 20 | PCM_IN | In | |
| 16 | VCC_3.3V | Input | | 19 | PCM_SYNC | In/Out | |
| 17 | Ground | | | 18 | PCM_OUT | Out | |

| Pin No. | Name | Type | Note | Pin No. | Name | Type | Note |
|---------|------|--------|------|---------|-------|--------|------|
| 35 | PIO8 | In/Out | | 37 | PIO10 | In/Out | |
| 36 | PIO9 | In/Out | | 38 | PIO11 | In/Out | |



1.2 Mechanical Specification

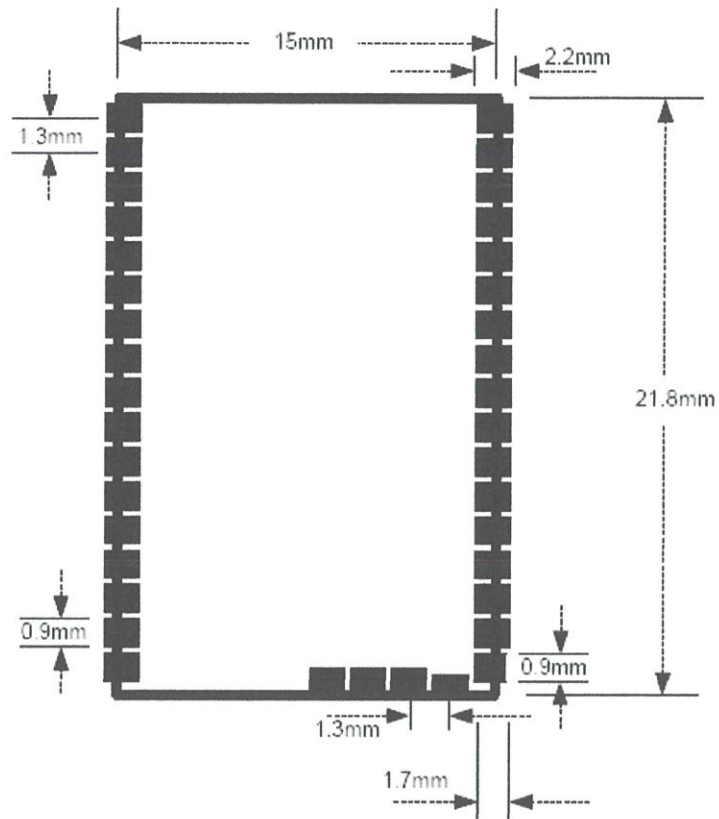


Fig. 1.2.1 Mechanical Specification



1.3 Block Diagram

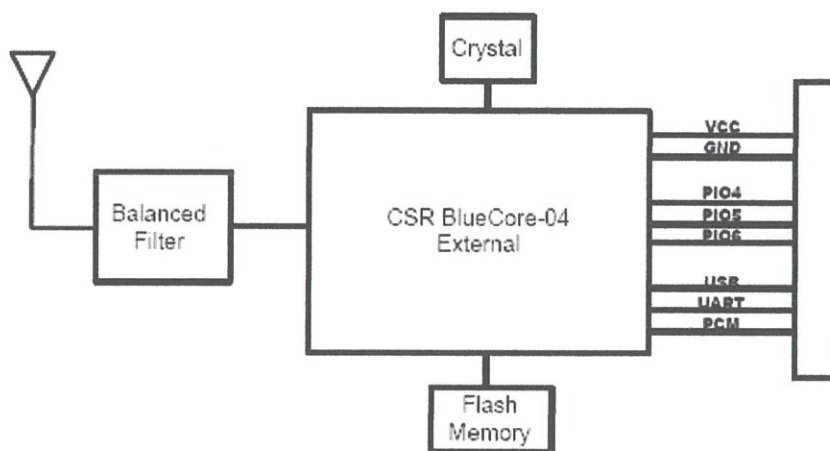


Fig 1.3.1 BT-Class2 Module Block Diagram



1.4 Electrical Characteristics

BT- Class 2

| | Min | Typ. | Max. | Unit |
|-------------------------------|------------|-------------|-------------|-------------|
| Supply Voltage | 3.0 | 3.3 | 3.6 | V |
| RX Supply Current | - | 30 | - | mA |
| TX Supply Current(Normal) | - | 40 | - | mA |
| TX Supply Current(Continuous) | - | 65 | - | mA |
| Sleep Supply Current | - | 1 | - | mA |
| Storage Temperature | -20 | - | +85 | °C |

■ Power Consumption

BT-Class 2

| Mode | Avg. |
|-------------|-------------|
| Standby | 1mA |
| Transmit | 40mA |
| Receive | 30mA |

■ Operating Conditions

| | |
|-------------------------------|----------------|
| Voltage Range | 3.3V±0.3V |
| Operating Temperature Range | -20 °C ~ 60 °C |
| Storage Temperature Range | -20 °C ~ 80 °C |
| Relative Humidity (Operating) | ≤90% |
| Relative Humidity (Storage) | ≤90% |



1.5 Radio Characteristics

■ BT- Class2 BT2.0 Module

| | Frequency (GHz) | Min | Typ | Max | BT Spec. | Unit |
|--|-----------------|-----|-----|------|-------------------------|------|
| Sensitivity at 0.1%BER | 2.402 | - | -80 | -86 | ≤ -70 | dBm |
| | 2.441 | - | -80 | -86 | | dBm |
| | 2.480 | - | -80 | -86 | | dBm |
| RF Transmit Power | 2.402 | - | 0 | - | ≤0 | dBm |
| | 2.441 | - | 0 | - | | dBm |
| | 2.480 | - | 0 | - | | dBm |
| Initial Carrier Frequency Tolerance | 2.402 | - | 5 | 75 | 75 | kHz |
| | 2.441 | - | 5 | 75 | | kHz |
| | 2.480 | - | 5 | 75 | | kHz |
| 20dB bandwidth for modulated carrier | | - | 900 | 1000 | ≤ 1000 | kHz |
| Drift (Five slots packet) | | - | 15 | - | 40 | kHz |
| Drift Rate | | - | 13 | - | 20 | kHz |
| Δf_{1avg} "Maximum Modulation" | 2.402GHz | 140 | 165 | 175 | 140 < Δf_{1avg} | kHz |
| | 2.441GHz | 140 | 165 | 175 | | kHz |
| | 2.480GHz | 140 | 165 | 175 | | kHz |
| Δf_{2max} "Minimum Modulation" | 2.402GHz | 115 | 190 | - | 115 | kHz |
| | 2.441GHz | 115 | 190 | - | | kHz |
| | 2.480GHz | 115 | 190 | - | | kHz |



1.5 Reference Schematics

