เครื่องวัดน้ำหนักจากการเดิน

Four Square Step Test

เจษฎา สุริยวิจิตรเศรณี
Jesada Suriyavijitseranee
ธนรุจ จำรัส
Thanarut Chamrus

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เครื่องวัดน้ำหนักจากการเดิน

Four Square Step Test

เจษฎา สุริยวิจิตรเศรณี

Jesada Suriyavijitseranee

ธนรุจ จำรัส

Thanarut Chamrus

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องวัดน้ำหนักจากการเดิน

Four Square Step Test

โดย

เจษฎา สุริยวิจิตรเศรณี

ธนรุจ จำรัส

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องวัดน้ำหนักจากการเดิน

Four Square Step Test

ผู้จัดทำ นาย เจษฎา สุริยวิจิตรเศรณี 56010223

นาย ธนรุจ จำรัส 56010548

รายงานนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

.....

ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องวัดน้ำหนักจากการเดิน

นักศึกษา นายเจษฎา สุริยวิจิตรเศรณี รหัสนักศึกษา 56010223

นายธนรุจ จำรัส รหัสนักศึกษา 56010548

ปริญญา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

ปีการศึกษา 2559

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์นี้คือศึกษาและออกแบบอุปกรณ์รับสัญญาณจากเซนเซอร์รับน้ำหนักสำหรับใช้ในการทดสอบสมรรถภาพทางร่างกายของผู้สูงอายุ โดยให้ผู้สูงอายุปฏิบัติตามท่าและเวลาที่กำหนดเพื่อวิเคราะห์ลักษณะการเดินของผู้สูงอายุจากสัญญาณที่ได้รับจากเครื่องรับสัญญาณนี้ อุปกรณ์ที่ใช้ในปริญญานิพนธ์นี้จะมีวิธีการทำงานโดยการให้ผู้สูงอายุทำการก้าวเหยียบลงไปบนแผ่นรองรับแรงด้วยตามรูปแบบที่กำหนดไว้และจะรับสัญญาณจากเซนเซอร์รับน้ำหนักก่อนจะนำไปทำการขยายแล้วทำการส่งข้อมูลผ่านบลูทูธเข้าสู่คอมพิวเตอร์เพื่อแสดงผลออกมาเป็นกราฟเรียลไทม์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Four Square Step test (FSST)		
Student	Mr.Jesada	Suriyavijitseranee	Student ID. 56010223
	Mr.Thanarut	Chamrus	Student ID.56010548
Degree	Bachelor of Engineering		
Program	Electronics Engineering		
Year	2016		
Thesis Advisor	Dr.Thurdsak Leauhatong		

Abstract

The purpose of project is study and design machine of Four Square Step Test (FSST) for use in physical rehabilitation of the elderly. The elderly is walking follow the posture and the time limit to analyze gait characteristics of the elderly. This project is worked by stepping on the plate with given posture. It sends a signal to computer via Bluetooth and use visual studio to display a real time graph with visual studio.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องวัดน้ำหนักจากการเดินฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้โดยสมบูรณ์เพราะได้รับความอนุเคราะห์และคำปรึกษาจาก ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ที่ให้ความรู้ คำแนะนำ และให้การสนับสนุนในด้านอุปกรณ์ รวมถึงอาจารย์ท่านอื่นๆที่คอยให้การสนับสนุนตลอดระยะเวลาจัดทำ ทางผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอบคุณในความอนุเคราะห์ของอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้คำแนะนำและความช่วยเหลือต่างๆที่เป็นประโยชน์ต่อปริญญานิพนธ์นี้ อีกทั้งชี้แนะแนวทางจนปริญญานิพนธ์นี้สามารถดำเนินมาตั้งแต่ต้นจนสำเร็จเสร็จสิ้นได้ ทางผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบพระคุณผู้มีอุปการคุณทุกท่านมา ณ ที่นี้ด้วย

นายเจษฎา สุริยวิจิตรเศรณี

นายธนรุจ จำรัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญรูปภาพ.....VI

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 ความมุ่งหมายและจุดประสงค์ของการศึกษา.....1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา.....1

1.4 ขอบเขตของการวิจัย.....1

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....2

บทที่ 2 หลักการทฤษฎี.....3

2.1 หลักการของ Four Square Step Test.....3

2.1.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง Four Square Step Test.....4

2.2 แผ่นรองรับแรง.....6

2.2.1 เซนเซอร์รับน้ำหนัก Load cell.....6

2.2.2 วงจรบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง.....10

2.3 วงจรขยาย.....12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 วงจรกรองความถี่.....14

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....16

2.4.1 Bluetooth 18

2.4.2 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล.....18

บทที่ 3 การดำเนินงานและการออกแบบวงจร.....20

3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์.....21

3.2 บลูทูธโมดูล.....22

3.3 เซนเซอร์รับน้ำหนัก.....25

3.4 วงจรขยาย 25

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....29

4.1 วิธีการทดลอง 29

4.2 การแสดงผล.....31

บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง.....33

เอกสารอ้างอิง.....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 ภาพตัวอย่างการทดสอบ Four Square Step Test....3

2.2 วิธีการทดสอบ Four Square Step Test....5

2.3 โหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ....6

2.4 สเตรนเกจแบบฟอยล์โลหะ....9

2.5 วงจรสเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริดจ์....9

2.6 การแปลงสเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริดจ์เป็นฟูลบริดจ์....10

2.7 รูปตัวอย่างวงจรวีทสโตนบริดจ์....11

2.8 Instrument Amplifier 128....12

2.9 ผลตอบสนองความถี่ทางอุดมคติของวงจรกรองความถี่....15

2.10 PIC 18F4520....17

2.11 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล....19

3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน....20

3.2 โครงสร้าง PIC 18F4520....22

3.3 Bluetooth HC-05....23

3.4 Schematic ของวงจร Microcontroller....23

3.5 ลาย PCB ของวงจร Microcontroller....24

3.6 วงจรภายใน Instrument Amplifier....25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.7 Schematic ของวงจร Instrument Amplifier....26

3.8 ลาย PCB ของวงจร Instrument Amplifier....27

3.9 การเชื่อมต่อวงจร Microcontroller ร่วมกับ Instrument Amplifier....28

4.1 ขั้นตอนการเหยียบบนแผ่นรับแรงตามแบบ Four Square Step Test 30

4.2 หน้าต่างแสดงผลบน Visual Studio 31

4.3 การแสดงผลบน Visual studio....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันที่มีความต้องการทางด้านการแพทย์เพิ่มขึ้นนั้น ได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลรักษาด้านสุขภาพมากยิ่งขึ้น และเนื่องจากในชีวิตประจำวันของคนเรา ต้องมีทั้งอิริยาบถที่แตกต่างกันทั้งการเดิน การวิ่ง การนั่งหรือการนอน ซึ่งผู้สูงอายุก็จะมีกิจวัตรประจำวันส่วนบุคคลและลักษณะท่าทางการเคลื่อนไหวในแต่ละตัวบุคคลที่แตกต่างกันไปอีก จึงทำให้มีการคิดค้นวิธีการวัดสมดุลในการเดินขึ้นเพื่อวัดสมดุลและควบคุมลักษณะท่าทางการเดินของผู้สูงอายุ เพื่อให้ทราบถึงความผิดปกติที่มาจากการเคลื่อนไหวที่อาจเกิดขึ้นในผู้สูงอายุโดยไม่รู้ตัว และจากวิธีการวัดสมดุลการเดินที่ได้กล่าวไปนั้น ในปริญญานิพนธ์นี้ได้มีการพัฒนาต่อมาเป็นเครื่องวัดน้ำหนักจากการเดินหรือเรียกได้ในชื่อ Four Square Step test (FSST) เพื่อช่วยในงานด้านกายภาพบำบัด ที่จะคอยควบคุมและสังเกตท่าทางการเดิน โดยเราจะใช้เครื่องวัดน้ำหนักจากการเดินด้วยการก้าวตามตาราง 4 ทิศทางที่ออกแบบเองในการวิเคราะห์สมดุลการเดินในผู้สูงอายุและตรวจสอบหาความผิดปกติของข้อมูลนั้น เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการเดินในผู้สูงอายุให้ดียิ่งขึ้น

1.2 ความมุ่งหมายและจุดประสงค์ของการศึกษา

1. เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของโหลดเซลล์ร่วมกับแผ่นรองรับแรง
2. เพื่อศึกษากลไกการทำงานโมดูลบลูทูธ
3. อุปกรณ์ที่ศึกษาสามารถใช้งานได้จริง

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

เครื่องวัดน้ำหนักจากการเดินด้วยการก้าวตามตาราง 4 ทิศทางสามารถใช้ในการวัดสมดุลการเดินและเชื่อม ต่อข้อมูลกับคอมพิวเตอร์ได้

1.4 ขอบเขตการวิจัย

โครงงานนี้จะทำการสร้างเครื่องวัดน้ำหนักจากการเดินโดยใช้แผ่นรับแรง 4 แผ่นในการรับน้ำหนักของผู้ป่วยและจะรับสัญญาณจากการเดินตามรูปแบบที่กำหนดผ่านแผ่นรับแรงแต่ละแผ่น โดยมีส่วนของบลูทูธที่จะใช้เชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจหลักการทำงานของแผ่นรับแรง

2. เข้าใจหลักการทำงานของโหลดเซลล์

3. ชิ้นงานสามารถใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการทฤษฎี

2.1 หลักการ Four Square Step Test

หลักการ Four Square Step Test นั้นถูกคิดค้นขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือผู้ป่วยที่มีความผิดปกติทางการเคลื่อนไหวจากความพิการทางสภาพร่างกายหรือความเสื่อมโทรมของอวัยวะต่างๆตามอายุ โดยมีเป้าหมายเพื่อให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบ Four Square Step Test นั้นหาสมดุลในการเคลื่อนไหวของตนเองในขณะยืนหรือเดินและจะช่วยในการประเมินความเสี่ยงโอกาสที่จะเกิดการหกล้มในตัวผู้เข้าการทดสอบ ในการทดสอบนั้นจะใช้ชิ้นไม้ 4 ชิ้นกั้นเป็นตาราง 4 ช่อง และให้ผู้เข้าร่วมการทดสอบนั้นก้าวเดินไปข้างหน้า ข้างหลัง ข้างซ้าย และข้างขวาผ่านสิ่งกีดขวาง เพื่อให้ได้ควบคุมน้ำหนักการก้าวเท้า การลงเท้าและทักษะในการเคลื่อนไหว โดยจะมีลักษณะการทดสอบดังรูป

รูปที่ 2.1 ภาพตัวอย่างการทดสอบ Four Square Step Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

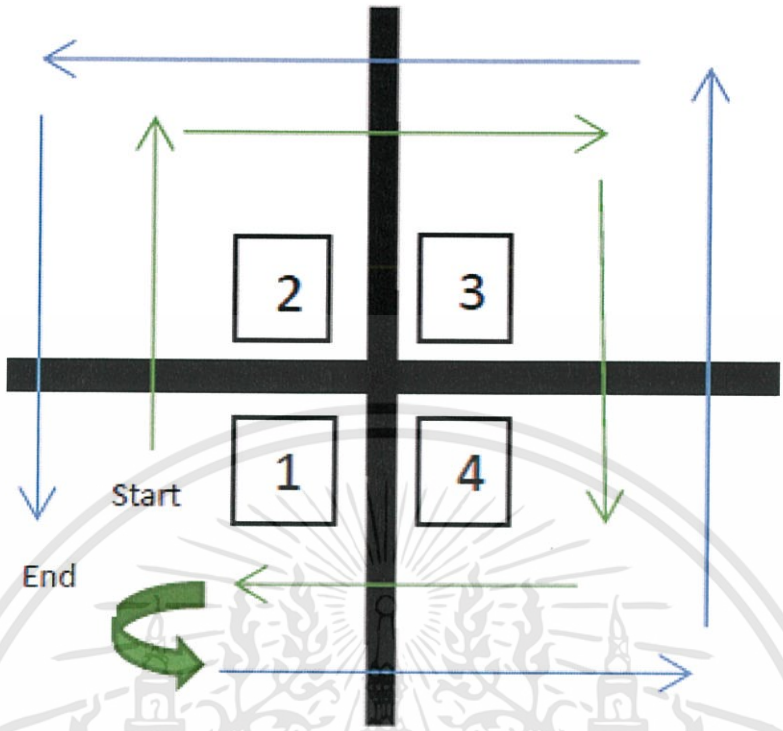
2.1.1 อุปกรณ์และวิธีการทดลอง Four Square Step Test

ในการทดลองพื้นฐานของ Four Square Step Test นั้นจะต้องใช้อุปกรณ์หลักๆจะเป็นแท่งไม้ 4 ชิ้น ที่จะนำมากั้นเป็นตาราง 4 ทิศทางเพื่อให้ผู้ทดลองเดินข้ามผ่าน โดยจะต้องมีความสูงอยู่ที่ 2.5 cm และมีขนาดของตารางทั้งหมดอยู่ที่ 90x90 cm หรือประมาณ 10 ตารางฟุต และจะใช้นาฬิกาจับเวลาในขณะทดสอบเพื่อจะได้ทราบเวลาที่ใช้ของผู้ทดสอบแต่ละคนนำมาเปรียบเทียบกัน

วิธีการทดสอบและกฎในการทดสอบของ Four Square Step Test นั้นจะแบ่งออกเป็น 10 ข้อย่อยด้วยกัน ได้แก่

1. อันดับแรกจัดวางไม้ทั้ง 4 ลงบนพื้นให้ได้เป็นรูปบวก และทำให้ยึดติดแน่นกับพื้นป้องกันการขยับตำแหน่ง
2. กำหนดตำแหน่งของจุดที่จะเคลื่อนไหวเป็น 1, 2, 3 และ 4 วนตามเข็มนาฬิกา
3. ให้ผู้ทดสอบยืนบนตำแหน่งที่ 1 หันหน้าไปทางตำแหน่งที่ 2 และก้าวเดินตามรูปแบบนี้คือ ก้าวไปข้างหน้าไปยังหมายเลข 2, ก้าวไปข้างขวาไปยังหมายเลข 3, ก้าวถอยหลังไปยังหมายเลข 4, ก้าวไปข้างซ้ายไปยังหมายเลข 1 แล้วจึงวนกลับไปยังหมายเลข 4 ต่อไป 3, 2 และ 1 ตามลำดับ
4. มีกฎหลักว่าขณะก้าวไปยังตำแหน่งต่างๆแล้วทั้งสองเท้าต้องแนบติดกับพื้น โดยมีกฎในการทำการทดสอบว่า “พยายามทำการทดสอบนี้ให้เร็วที่สุดเท่าที่เป็นไปได้โดยห้ามสัมผัสกับแท่งไม้ และถ้าเป็นไปได้ให้มองตรงไปข้างหน้าตลอดการทดสอบ”
5. แสดงตัวอย่างการทดสอบให้ผู้เข้าทดสอบดูก่อน จึงให้ผู้เข้าทำการทดสอบเริ่มการทดสอบ
6. ทำการทดสอบซ้ำ 2 ครั้งและนำเวลาที่ดีที่สุดมาใช้งาน
7. เราจะเริ่มจับเวลาเมื่อเท้าก้าวแรกก้าวข้ามไปสัมผัสช่องหมายเลข 2 และจะหยุดจับเวลาเมื่อเท้าทั้งสองยืนบนหมายเลข 1
8. ให้มีเจ้าหน้าที่คอยควบคุมดูแลการทดสอบอย่างดีเพื่อป้องกันการหกล้มที่อาจจะเกิดขึ้น
9. หากผู้เข้าร่วมทดสอบไม่สามารถเดินได้ด้วยขาของตนเอง จะอนุญาตให้มีการใช้ไม้ค้ำเพื่อช่วยพยุงในการเดินได้
10. หากมีการสัมผัสโดนแท่งไม้นั้นด้วยเท้าข้างใดข้างหนึ่งจนเสียสมดุลการเดิน จะไม่นับเวลาในการทดสอบรอบนั้นและทำการทดสอบใหม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงวิธีการทดสอบ Four Square Step Test

รูปที่ 2.2 เป็นวิธีการทดสอบตามทฤษฎี FSST ในข้อที่ 3 และเมื่อทำการทดสอบเสร็จสิ้นเราจะประเมินความเสี่ยงในการหกล้มได้โดยนำเวลามาวิเคราะห์ ซึ่งจากทฤษฎีพบว่า หากผู้ทดสอบใช้เวลามากกว่า 15 วินาทีต่อรอบจะถือว่ามีความเสี่ยงในการหกล้มค่อนข้างสูง และถ้าใช้เวลาน้อยกว่า 15 วินาทีจะสรุปได้ว่าไม่มีความเสี่ยงที่จะหกล้ม โดยการทดสอบ Four Square Step Test นั้นมีความน่าเชื่อถือและความแม่นยำที่ค่อนข้างสูง โดยสามารถทำนายการหกล้มในกลุ่มที่ไม่มีความเสี่ยงได้ถูกต้องถึง 86% และในกลุ่มที่มีความเสี่ยงในการหกล้มสามารถทำนายได้ตรงถึง 94%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการทำงานของเครื่องวัดน้ำหนักจากการเดินจะแบ่งออกเป็นสามส่วน ได้แก่ ส่วนของแผ่นรองรับน้ำหนักที่จะประกอบด้วยเซนเซอร์ในการรับน้ำหนัก ส่วนของวงจรขยายแรงดันที่ได้จากเซนเซอร์ และในส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะรับสัญญาณจากแผ่นรองรับแรงและส่งผ่านบลูทูธเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งรายละเอียดของอุปกรณ์และหลักการทำงานต่างๆกล่าวในหัวข้อต่อไปนี้

2.2 แผ่นรองรับแรง

ในส่วนของแผ่นรองรับแรงนั้นจะแบ่งออกเป็นอีก 2 ส่วนย่อยๆดังนี้

2.2.1 เซนเซอร์รับน้ำหนัก Load cell

โหลดเซลล์ คือ เซนเซอร์ที่สามารถแปลงค่าแรงกด หรือแรงดึง เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าได้ เหมาะสำหรับการทดสอบคุณสมบัติทางกลของชิ้นงาน (Mechanical Properties of Parts) โหลดเซลล์ถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรมหลากหลายประเภท ได้แก่ การชั่งน้ำหนัก การทดสอบแรงกดของชิ้นงาน การทดสอบความแข็งแรงของชิ้นงาน ซึ่งในโครงงานนี้จะใช้โหลดเซลล์แบบสเตรนเกจในการรับน้ำหนัก

รูปที่ 2.3 โหลดเซลล์แบบสตรนเกจ

หลักการของโหลดเซลล์ประเภทสเตรนเกจในรูปที่ 2.3 ก็คือ เมื่อมีน้ำหนักมากระทำ ความเครียด (Strain)จะเปลี่ยนเป็นความต้านทานทางไฟฟ้าในสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำ ปกติแล้วมักจะใช้เกจวัดความเครียด 4 ตัว (วงจร Wheatstone Bridge Circuit) ในการวัดเพื่อให้ได้ความไวสูงสุดและมีการชดเชยผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของอุณหภูมิขณะทำการวัดด้วยเกจทั้ง 4 จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อช่วยในการปรับตั้งค่าชดเชยวงจร โดยทั่วไปเกจ 2 ตัวจะอยู่ในสภาพถูกดึงและอีก 2 ตัวอยู่ในสภาพถูกกด ตัวต้านทานทั้ง 4 จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้แปลงแรงที่กระทำกับตัวของมันไม่ว่าจะเป็นแรงกดหรือแรงดึงส่งสัญญาณออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า โดยที่แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะมีหน่วยเป็น mV/V สมมติว่ามีแรงกระทำ 2,000 กิโลกรัมกระทำต่อโหลดเซลล์ที่น้ำหนัก Full Loadสัญญาณที่ได้ก็จะเท่ากัน 20 mV

สเตรนเกจ (Strain gauge) เป็นตัวแปลงแบบเฉื่อยงาน (Passive Transducer) ที่ใช้หลักการของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานในเส้นลวดเพื่อตรวจจับความเครียดที่เกิดขึ้นจากแรงที่มากระทำบนเส้นลวดนี้ สามารถใช้งานได้อย่างกว้างขวาง เช่นการวัดน้ำหนัก ความดัน แรงดันเชิงกลหรือการเคลื่อนที่ สเตรนเกจสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 แบบ คือแบบยึดติด (Bonded Strain Gauge) และแบบไม่ยึดติด (Unbounded Strain Gauge) ซึ่งทั้งสองชนิดนี้จะมีลักษณะของโครงสร้างและการทำงานที่คล้ายๆกันคือ ทำด้วยเส้นลวดเล็กๆขดไปขดมาและใช้ในการวัดความเครียดเหมือนกัน

เมื่อสเตรนเกจถูกดึงให้ยืดออกความยาวของเส้นลวดจะเพิ่มขึ้นในขณะที่พื้นที่หน้าตัดจะลดลง ผลก็คือความต้านทานของเส้นลวดจะเพิ่มขึ้นเนื่องมาจากความต้านทานโลหะตัวนำจะแปรค่าโดยตรงตามความยาวและแปรค่าผกผันกับพื้นที่หน้าตัด ดังนั้นจึงเขียนเป็นสมการคณิตศาสตร์แสดงความสัมพันธ์ได้ว่า

$$R = \frac{\mathrm{pL}}{A} \qquad (2.1)$$

เมื่อ R คือความต้านทานของสเตรนเกจ มีหน่วยเป็นโอห์ม

p คือค่าสัมประสิทธิ์ความต้านทานของโลหะลวดตัวนำ มีหน่วยเป็นโอห์มต่อเมตร

L คือความขยาวของขดลวด มีหน่วยเป็นเมตร

A คือพื้นที่หน้าตัดของลวดตัวนำ มีหน่วยเป็นตารางเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้สเตรนเกจวัดความเครียดของวัตถุนั้น เราจะพิจารณาถึงปริมาณทางกายภาพสองสิ่งคือ ความต้านทานของเกจ (Gage Resistance) ที่เปลี่ยนแปลงและค่าของความยาวที่เปลี่ยนแปลง ซึ่งความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรสองตัวนี้จะแสดงเป็นอัตราส่วนที่เรียกว่า ตัวประกอบเกจ (Gage Factor) ตามสมการต่อไปนี้

$$K = \frac{\Delta R/R}{\Delta L/L} \qquad (2.2)$$

เมื่อ K คือค่าตัวประกอบเกจ

ΔR คือค่าความต้านทานที่เปลี่ยนแปลง มีหน่วยเป็นโอห์ม

R คือค่าความต้านทานเริ่มต้น มีหน่วยเป็นโอห์ม

ΔL คือค่าความยาวที่เปลี่ยนแปลง มีหน่วยเป็นโอห์ม

L คือค่าความยาวเริ่มต้น มีหน่วยเป็นเมตร

และจากวัตถุหลายๆชนิดที่มีขนาดจำกัด ซึ่งจะมีอัตราส่วนคงที่ระหว่างความเค้น (Strain) และความเครียด (Strain) อยู่ความเค้นจึงได้นิยามว่าเป็นแรงภายในต่อหน่วยพื้นที่ สมการของความเค้นคือ

$$S = \frac{\mathrm{F}}{\mathrm{A}} \qquad (2.3)$$

เมื่อ S คือ ค่าความเค้นของวัสดุ

F คือ แรงกระทำต่อวัสดุ

A คือ พื้นที่หน้าตัดของวัสดุ

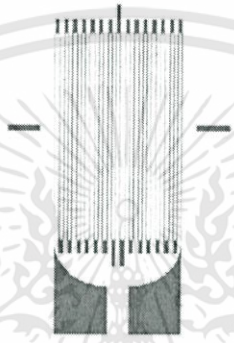
สเตรนเกจจะแบ่งประเภทตามวัสดุที่นำมาใช้ทำได้เป็น 2 ชนิด คือสเตรนเกจ ชนิดโลหะ (Metallic Strain Gauge) และสเตรนเกจชนิดสารกึ่งตัวนำ (Semiconductor Strain Gauge)

สเตรนเกจชนิดโลหะจะทำมาจากวัสดุที่เป็นเส้นลวดความต้านทานบางๆ ขนาดเล็กมากหรือทำมาจากฟอยล์โลหะบางๆ มาตัดเป็นรูปซิกแซกคล้ายๆกับลวดของสเตรนเกจซึ่งจะสามารถใช้งานในอุณหภูมิที่สูงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

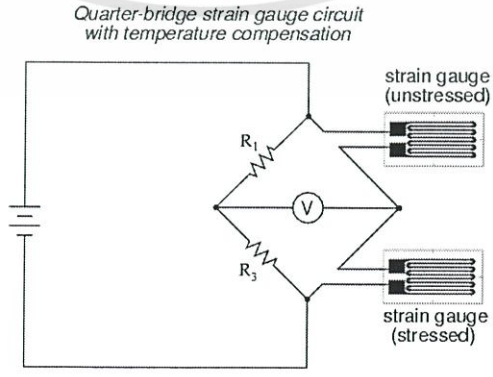
สเตรนเกจชนิดสารกึ่งตัวนำ ทำมาจากผลึกซิลิคอนที่มีตัวประกอบแฟกเตอร์สูงประมาณ 50 ถึง 200 สเตรนเกจชนิดนี้จะมีความไวสูงมากคือประมาณ 10 เท่าของสเตรนเกจแบบเส้นลวด แต่จะมีความเป็นเชิงเส้นต่ำมาก จึงใช้เฉพาะในงานพิเศษ

ดังในรูปที่ 2.4 ที่แสดงโครงสร้างของสเตรนเกจแบบฟอยล์โลหะที่ทำมาจากเส้นลวดเล็กๆขดไปขดมาหลายครั้งและยึดตั้งติดไว้บนแผ่นกระดาษหรือพลาสติกบางๆโดยทั่วไปเส้นลวดนี้จะมีเส้นผ่าศูนย์กลางประมาณ0.001 นิ้วและมีความความต้านทานโดยทั่วไปประมาณ 120 โอห์ม



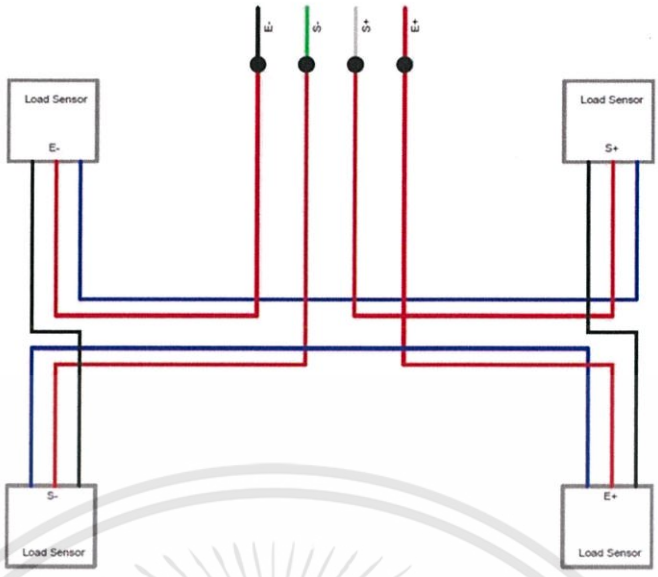
รูปที่ 2.4 สเตรนเกจแบบฟอยล์โลหะ

ในปริญญานิพนธ์นี้จะใช้โหลดเซลล์สเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริจด์เพราะจะสามารถกระจายแรงกดได้ดีกว่าการใช้แบบฟูลบริจด์เพียงตัวเดียว แต่การใช้สเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริจด์นั้นจะไม่สามารถใช้ต่อเพียงตัวเดียวได้ จึงต้องมีการต่อเป็นคู่เพื่อแปลงให้เป็นแบบฟูลบริจด์เพื่อให้การทำงานเป็นไปได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ ดังในรูปที่ 2.5 จะเป็นการแสดงลักษณะการต่อสเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริดจ์ซึ่งเป็นลักษณะการต่อทั่วไปของสเตรนเกจเพียง 2 ตัวที่เชื่อมต่อกันอยู่ และจะมีการทำงานที่ตรงข้ามกัน กล่าวคือ จะมีสเตรนเกจเพียงตัวใดตังหนึ่งที่จะได้รับความเครียดในหนึ่งครั้ง และอีกหนึ่งตัวจะคงสภาพเหมือนเป็นตัวต้านทานในวงจรบริดจ์ และเราจะแสดงลักษณะการต่อวงจรสเตรนเกจแบบฟูลบริดจ์ในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.5 วงจรสเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริดจ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การแปลงสเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริดจ์เป็นฟูลบริดจ์

2.2.2 วงจรบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

วงจรบริดจ์นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในการวัดค่าองค์ประกอบของวงจร เช่น ความต้านทาน, ความเหนี่ยวนำ, ความสามารถเก็บประจุรวมทั้งความถี่, มุมเฟสและอุณหภูมิ เป็นต้น เนื่องด้วยการวัดด้วยวงจรบริดจ์ คือ การเปรียบเทียบระหว่างตัวที่ไม่ทราบค่ากับตัวที่รู้ค่าแน่นอน (ตัวมาตรฐาน) สามารถวัดได้ความถูกต้องสูง ดังนั้นการอ่านค่าการปรับเทียบจะดูที่เข็มชี้ค่าศูนย์ (null indication) เมื่อบริดจ์สมดุล ซึ่งจะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของตัวชี้ค่าศูนย์ (null detector) โดยมีทฤษฎีการคำนวณและการวัดของวงจรบริดจ์ได้หลายวิธี ซึ่งจะกล่าวเป็นหัวข้อดังต่อไปนี้

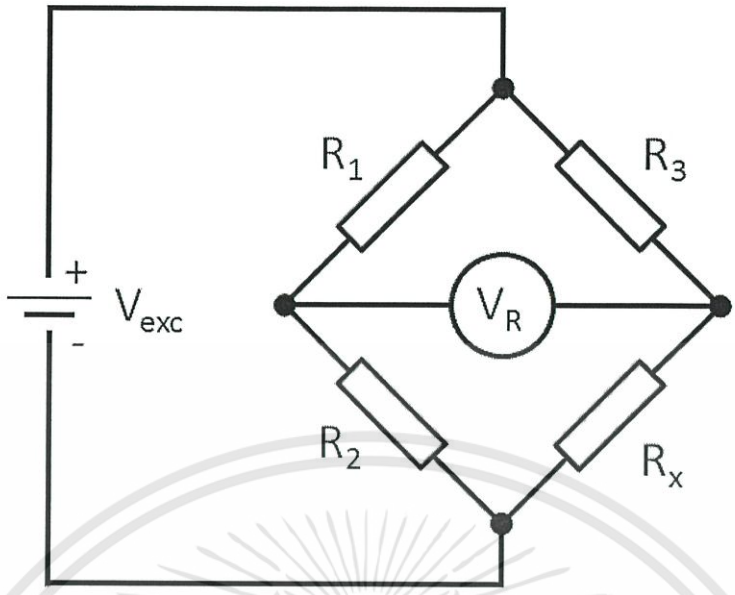
บริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง (DC bridge) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งมีค่าความถูกต้องสูง ประเภทที่เราได้นำมาใช้ คือ วีทสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) ซึ่งวงจรภายในเครื่องวัดชนิดนี้จะประกอบด้วย

1. ตัวต้านทานที่ต่อขนานกัน 2 สาขา แต่ละสาขาประกอบด้วยตัวต้านทาน 2 ตัวต่ออนุกรมกัน
2. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (E) ต่อขนานกับตัวต้านทานของวงจรทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้า ให้ไหลผ่านตัวต้านทานในวงจร
3. กัลป์วานอมิเตอร์ (G) ซึ่งต่อกับขั้วสายที่ขนานกัน ทำหน้าที่ตรวจจับ (detect) กระแสไฟฟ้าเพื่อบ่งบอกสภาพของวงจร ในกรณีที่วงจรบริดจ์สมดุลเข็มจะชี้ที่ศูนย์ แต่ถ้าไม่สมดุลเข็มจะเบี่ยงเบน

วงจรบริดจ์โดยทั่วไป จะประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว (กรณีบริดจ์แบบความต้านทาน) มีค่าความต้านทาน R1 , R2 , R3 , R4 ต่อเป็นวงจรบริดจ์ มีแหล่งจ่ายไฟต่อคร่อมแขนของบริดจ์ด้าน a, b และมี ตัวตรวจจับกระแสต่อที่ปลายแขนบริดจ์ที่จุด c, d

วงจรบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนมากใช้ในการหาค่าความต้านทาน ให้ความถูกต้องในการวัดได้สูงถึง 0.1 ถึง 1 % ใช้วัดค่าความต้านทานระหว่าง 1Ω ถึง 1 MΩ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 รูปตัวอย่างวงจรวีทสโตนบริดจ์

หลักการทำงานของวงจรวีทสโตนบริดจ์นั้นคือ เมื่อเราป้อนแรงดันให้แก่วงจรบริดจ์ระหว่างขั้วอินพุตบวกและอินพุตลบ ใน สภาวะที่ยังไม่มีแรงมากระทำหรือยังไม่มีน้ำหนักมากระทำต่อโหลดเซลล์ ค่าความต้านทานของสเตรนเกจ ภายในจะมีค่าเท่ากันทำให้วงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล ในส่วนแรงดันเอาท์พุทที่ออกมาขั้วเอาท์พุทบวกและ เอาท์พุทลบจะมีค่าเป็นศูนย์และเมื่อมีแรงมากระทำหรือมีน้ำหนักมากระทำต่อโหลดเซลล์จะทำให้สเตรนเกจเกิดการยืดออกหรืองอเข้าจะทำให้ค่าความต้านทานภายในสเตรนเกจของแต่ละตัวนั้นเปลี่ยนค่าไปทำให้วงจรบริดจ์ อยู่ในสภาวะที่ไม่สมดุลและสามารถวัดแรงดันที่เอาท์พุทออกมาได้ ยิ่งมีน้ำหนักหรือวัตถุที่มากระทำต่อโหลดเซลล์มากเพียงใดก็จะทำให้ค่าความต้านทานของสเตรนเกจนั้นเปลี่ยนค่าไปมากขึ้นและยังทำให้แรงดัน เอาท์พุทที่ได้จากวงจรบริดจ์นั้นมีค่าน้อยมาก จึงต้องอาศัยวงจรขยายสัญญาณเพื่อให้แรงดันเอาท์พุทนั้นมีค่า เพิ่มมากขึ้นเพื่อที่จะนำแรงดันที่ได้ไปประมวลผลในกระบวนการต่อไปโดยแรงดันเอาท์พุทภายในวงจรวีทสโตน บริดจ์จะเป็นไปตามสมการ

$$V_o = \left(\frac{R_3}{R_3 + R_4} - \frac{R_2}{R_1 + R_2}\right) \qquad (2.3)$$

ค่าในสมการที่ 2.3 นั้นจะเป็นตัวแปรค่าความต้านทาน (R_1, R_2, R_3, R_4) และความต่างศักย์ (V_o)ที่ได้มาจากรูปที่ 2.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วงจรขยาย

วงจรขยายสัญญาณเป็นอุปกรณ์หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยเพิ่มขนาดหรือกำลังของสัญญาณโดยการใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายไฟและการควบคุมสัญญาณเอาต์พุตให้มีรูปร่างเหมือนสัญญาณอินพุทแต่มีขนาดใหญ่กว่า ในความหมายนี้ตัวขยายสัญญาณทำการกล้ำสัญญาณ (modulate) เอาต์พุตของแหล่งจ่ายไฟ

ตัวขยายอิเล็กทรอนิกส์มี 4 ประเภทพื้นฐานได้แก่ ตัวขยายแรงดัน, ตัวขยายกระแส, ตัวขยาย transconductance และตัวขยายtransresistance ความแตกต่างอยู่ที่สัญญาณเอาต์พุตจะแทนความหมายของสัญญาณอินพุทแบบเชิงเส้นหรือแบบเอ็กซ์โปเนนเชียลตัวขยายสัญญาณยังสามารถถูกแยกประเภทโดยการแทนที่ทางกายภาพในขบวนของสัญญาณด้วย

ในโครงงานนี้เราจะใช้วงจรขยายสัญญาณการวัดแบบปรับค่าได้ (Instrument Amplifier) มาใช้งาน เนื่องจากสัญญาณที่ออกมาจากโหลดเซลล์เป็นสัญญาณขนาดเล็กมากในหน่วยมิลลิโวลต์ ในโครงงานนี้เราใช้ Instrument Amplifier 128 เพราะเป็นออปแอมป์ที่มีคุณสมบัติในการตัด offset ที่ดี ทั้งยังช่วยในการลดสัญญาณรบกวนซึ่งจะมีผลต่อวงจรได้ โดยลักษณะของ INA 128 จะถูกแสดงดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.8 Instrument Amplifier 128

เนื่องจากวงจรขยายสัญญาณแบบ Instrument Amplifier เป็นวงจรขยายอุปกรณ์วัดมาตรฐานที่นิยมใช้กันมากในระบบการวัดและระบบการควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากเราต้องการขยายสัญญาณที่ได้รับมาจากตัวเซนเซอร์โหลดเซลล์ ซึ่งโหลดเซลล์ได้แปลงน้ำหนักที่ได้รับให้เป็นแรงดันไฟฟ้า แต่เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าค่อนข้างน้อยมาก ทำให้ต้องใช้ตัวขยายสัญญาณอย่าง Instrument Amplifier เข้ามาช่วยในการขยายจากย่านแรงดันไฟฟ้าในหน่วยของมิลลิโวลต์ให้ขึ้นมาอยู่ในย่านของแรงดันไฟฟ้าในหน่วยของโวลต์เพื่อง่ายต่อการนำไปใช้งานในขั้นต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรออปแอมป์ซึ่งอยู่ภายในตัวของ Instrument Amplifier นั้นจะสามารถตัดในส่วน Common-mode Voltage (สัญญาณที่เข้ามายังขั้วอินพุตพร้อมกันโดยที่มีทั้งเฟสที่ตรงกันและขนาดที่เท่ากัน) ออกได้มากกว่า Differential-Input Amplifier โดยออปแอมป์สองตัวแรกในวงจรจะทำหน้าที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ของสัญญาณอินพุตและทำการขยายสัญญาณเล็กน้อย ส่วนออปแอมป์ที่จะส่งสัญญาณออกจะทำการตัดสัญญาณ Common-mode Voltage ออกอีกครั้งพร้อมทั้งขยายสัญญาณและส่งเอาต์พุตออกไปประยุกต์ใช้งาน โดยทั่วไปวงจร Instrument Amplifier มีขายรวมอยู่ในตัวเดียวแล้ว

ซึ่งในการทำโครงงานนี้ เราได้เลือกใช้ INA 128 ในการนามาใช้งานโดยเราได้ใช้อัตราขยายตามสมการ

$$G = 1 + \frac{50\text{k}\Omega}{R_G} \qquad (2.4)$$

ซึ่งอัตราการขยายที่ใช้ในโครงงานนี้เป็นไปตามสมการด้านบน คือเราจะใช้ R_G ที่มีค่าเท่ากับ 200 โอห์ม และจะได้อัตราขยายออกมาตามสมการเป็น 251.3 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.1 วงจรกรองความถี่

วงจรกรองความถี่ (Filter) คือวงจรไฟฟ้าที่ยอมให้สัญญาไฟฟ้าที่ช่วงความถี่เฉพาะใดๆบางช่วงเท่านั้นที่ผ่านไปได้ ส่วนความถี่อื่นๆนอกเหนือจากที่กำหนดจะถูกลดทอนไป ซึ่งช่วงความถี่ที่กำหนดนั้นจะขึ้นอยู่กับการออกแบบวงจรความถี่

วงจรกรองความถี่นั้นมีอยู่ด้วยกัน 2 แบบคือ

1. แบบ Passive คือวงจรที่ประกอบขึ้นมาจากอุปกรณ์แบบพาสซีพ ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีการกระตุ้นด้วยไฟฟ้า ได้แก่ อุปกรณ์ประเภทตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ และขดลวดเหนี่ยวนำ
2. แบบ Active คือวงจรที่ประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์ที่ต้องการไฟฟ้าเพื่อกระตุ้นการทำงานของตัวอุปกรณ์ ซึ่งได้แก่ อุปกรณ์ประเภททรานซิสเตอร์ หรือ ไอซี

โดยทั่วไปแล้ววงจรกรองความถี่มีประโยชน์มากในงานอิเล็กทรอนิกส์และโทรคมนาคม ในด้านการกรองสัญญาณ เช่น การกรองสัญญาณรบกวน (Noise) การกรองสัญญาณฮาร์โมนิคต่างๆของคลื่นที่มีส่วนสำคัญออกมาดังเช่น คลื่นสี่เหลี่ยม คลื่นสามเหลี่ยม หรือใช้งานในด้านการกรองสัญญาณพาหะได้ ซึ่งเราสามารถจำแนะวงจรกรองความถี่ได้เป็น

1. วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน (Low Pass Filter: LPF)
2. วงจรกรองความถี่สูงผ่าน (High Pass Filter: HPF)
3. วงจรกรองแถบความถี่ผ่าน (Band Pass Filter)
4. วงจรกรองกำจัดแถบความถี่ผ่าน (Band Reject Filter)
5. วงจรกรองผ่านทุกความถี่ (All Pass Filter)

ซึ่งในโครงงานนี้เราจะใช้วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำผ่าน ที่จะยอมให้ความถี่ตั้งแต่ 0 Hz ถึงความถี่ที่กำหนดหรือที่เรียกว่า ความถี่คัทออฟ ผ่านไปได้ ส่วนความถี่ที่สูงกว่าที่กำหนดจะถูกลดทอนหายไปตามลำดับ ในทางทฤษฎีนั้นความถี่ที่เกินความถี่คัทออฟมาควรจะมีค่าเป็นศูนย์ แต่ในทางปฏิบัตินั้นในส่วนการตอบสนองสัญญาณที่ความถี่ต่างๆของอุปกรณ์พาสซีฟจะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปไม่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใด ดังนั้นเมื่อสัญญาณมีความถี่ที่สูงขึ้น วงจรจะลดสัญญาณลงไปเรื่อยๆจนกระทั่งลดลงในอัตราค่าคงที่หนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

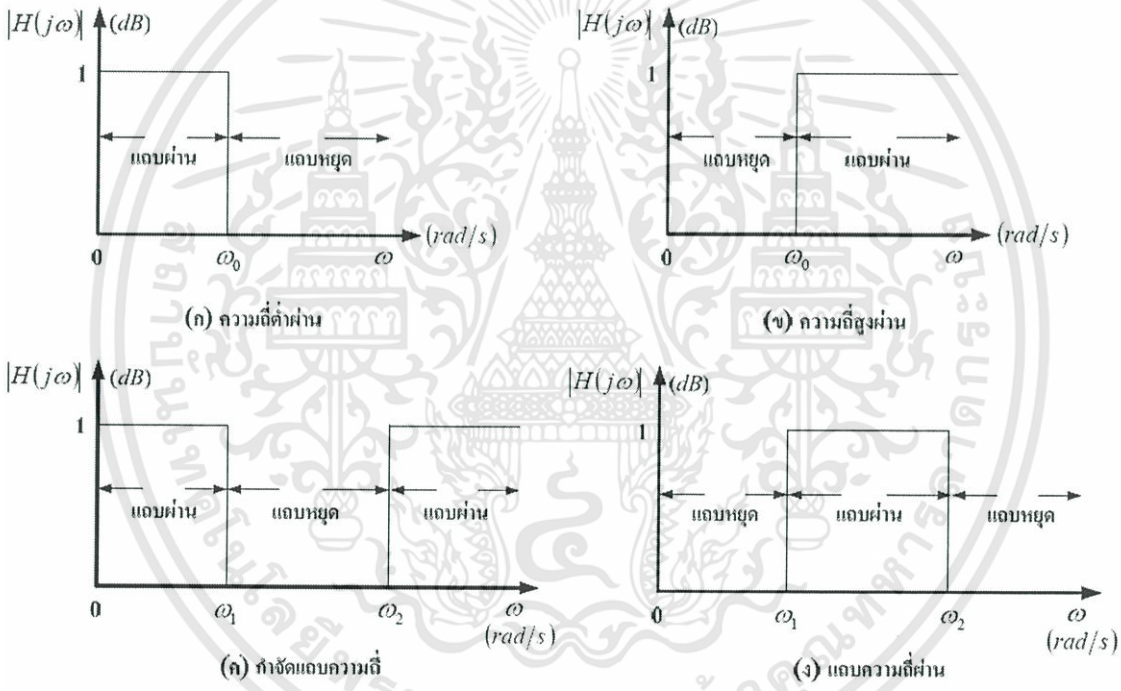
สมการการคำนวณในการออกแบบวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านจะมีดังนี้

$$\omega_c = \frac{1}{RC} \tag{2.5}$$

เมื่อ ω_c คือ ค่าความถี่คัตออฟ มีหน่วยเป็นเรเดียนต่อวินาที

R คือค่าความต้านทาน มีหน่วยเป็นโอห์ม

C คือค่าตัวเก็บประจุ มีหน่วยเป็นฟารัต



รูปที่ 2.10 ผลตอบสนองความถี่ทางอุดมคติของวงจรกรองความถี่

โดยเราจะแสดงลักษณะของกราฟการตอบสนองทางความถี่ในทางอุดมคติไว้ดังรูปที่ 2.10 ที่จะแสดงรูปแบบลักษณะของวงจรกรองความถี่ทั้ง 4 รูปแบบ ได้แก่ วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน วงจรกรองความถี่สูงผ่าน วงจรกำจัดแถบความถี่ และวงจรกรองแถบความถี่ผ่าน ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้เราจะเลือกวงจรกรองความถี่ต่ำผ่านในการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ขนาดเล็กซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอาซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ตเข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวบอร์ดเดียว

โครงสร้างทั่วไป

โครงสร้างโดยทั่วไป ของไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ หน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ คือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยง ข้อมูลก็จะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆ ไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลจะมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม
3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก ใช้ร่วมกันระหว่างพอร์ตอินพุต เพื่อรับสัญญาณ อาจจะด้วยการกดสวิตช์ เพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปพอร์ตเอาต์พุต เพื่อแสดงผลเช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น
4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) , บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)
5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้นส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในปริญญานิพนธ์นี้จะใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PIC ที่มีลักษณะแสดงอยู่ในรูปที่ 2.11 ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์อีกตระกูลหนึ่ง ย่อมาจากคำว่า Peripheral Interface Controller ซึ่งข้อดีของตระกูลนี้ก็คือพยายามรวมเอาทุกอย่างเอาไว้ในตัวของมันไม่ว่าจะเป็น PROGRAM MEMROY, RAM, EEPROM, SERIAL, I2C, PWM, A/D ฯลฯ โดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์เสริมจากภายนอก ส่วนภายในตัวของ PIC จะมีฟังก์ชันที่ใช้ในการประมวลผล รวมทั้งหน่วยความจำ ซึ่งทำให้มันใช้งานได้เหมือนกับ CPU

รูปที่ 2.11 PIC 18F4520

หน่วยความจำของPIC ในปัจจุบันได้พัฒนาจนทำให้ memory ของ PIC มีขนาดเป็นหลายสิบกิโลไบต์ และมีทีท่าว่าจะขยายได้ใหญ่ขึ้นเรื่อยๆ ในเรื่องของการนับขนาดของหน่วยความจำของ PIC จะนับไม่เหมือนปกติ โดยที่ หนึ่งคำสั่งของ PIC จะมีขนาด 14 bits ดังนั้นเราจะเรียกว่า 1 word ของ PIC จะมีขนาด 14 bits เช่น PIC16F84A ระบุว่ามีหน่วยความจำ 1 K (ซึ่งหมายถึง 1 Kword ถ้าคำนวณให้เป็นแบบ 1 byte = 8 bit จะได้ว่า 1x1,024x14=14,336 bits ดังนั้นก็คือ 14,336/(8 x 1,024) = 1.75K bytes นั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 Bluetooth

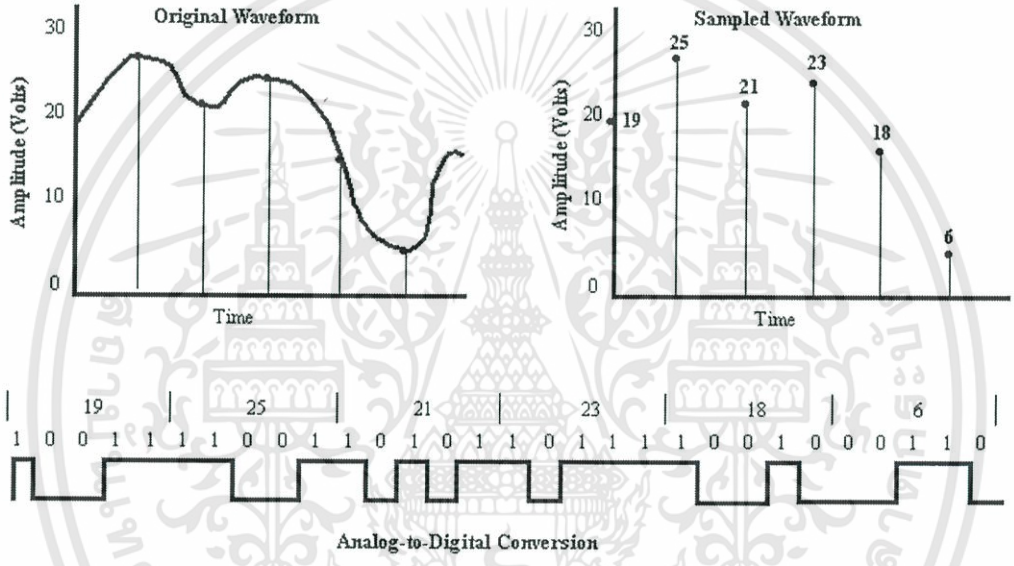
BLUETOOTH คือ ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์แบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น A(Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิ้ล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จำเป็นจะต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งถือว่าเพิ่มความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ เทคโนโลยี บลูทูธ มีราคาถูก ใช้พลังงานน้อย และใช้เทคโนโลยี short – range เป็นเทคโนโลยีของอินเตอร์เฟซทางคลื่นวิทยุ ตั้งอยู่บนพื้นฐานของการสื่อสารระยะใกล้ที่ปลอดภัยผ่านช่องสัญญาณความถี่ 2.4 GHz โดยที่ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อลดข้อจำกัดของการใช้สายเคเบิลในการเชื่อมโยงโดยมีความเร็วในการเชื่อมโยงสูงสุดที่ 1 mbps เทคโนโลยีการส่งคลื่นวิทยุของบลูทูธจะใช้การกระโดดเปลี่ยนความถี่ (Frequency hop) ระยะทำการของ Bluetooth จะอยู่ที่ 5-10 เมตร โดยมีระบบป้องกันโดยใช้การป้อนรหัสก่อนการเชื่อมต่อ และ ป้องกันการดักสัญญาณระหว่างสื่อสาร โดยระบบจะสลับช่องสัญญาณไปมา จะมีความสามารถในการเลือกเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ในการติดต่อเองอัตโนมัติ โดยที่ไม่จำเป็นต้องเรียงตามหมายเลขช่องทำให้การดักฟังหรือลักลอบขโมยข้อมูลทำได้ยากขึ้นโดยหลักการของบลูทูธจะถูกออกแบบมาเพื่อใช้กับอุปกรณ์ที่มีขนาดเล็ก เนื่องจากใช้การขนส่งข้อมูลในจำนวนที่ไม่มาก นอกจากนี้ยังใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย และสามารถใช้งานได้นาน โดยไม่ต้องนำไปชาร์จไฟบ่อยๆ

2.4.2 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

สัญญาณที่ใช้ในอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ มี 2 ชนิด คือ สัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิตอล โดยสัญญาณอนาล็อกจะเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่อง ในทุกๆค่าที่เปลี่ยนแปลงไปของระดับสัญญาณจะมีความหมายอยู่ การส่งสัญญาณแบบอนาล็อกจะถูกรบกวนทำให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่ายกว่า เนื่องจากค่าทุกค่าถูกเลือกมาใช้งานนั่นเอง ซึ่งสัญญาณแบบอนาล็อกนี้จะเป็นสัญญาณที่สื่อกลางในการสื่อสารที่ส่วนมากใช้อยู่จะใช้ในอุปกรณ์ทั่วๆไปและใช้ในการควบคุมแบบเก่า ในปัจจุบันมีไมโครโปรเซสเซอร์และไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาช่วยในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย ซึ่งทาให้การควบคุมนั้นทำได้ง่าย และรวดเร็วยิ่งขึ้น แต่ในการควบคุมนั้น เราจาเป็นต้องใช้ สัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องจะประกอบขึ้นจากระดับสัญญาณเพียง 2 ค่า คือสัญญาณระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด ดังนั้นจะมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบอนาลอก เนื่องจากมี การใช้งานเพียง 2 ค่า นำมาตีความหมายเป็น on/off หรือ 1/0 เท่านั้น ซึ่งสัญญาณดิจิตอลนี้จะเป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานและติดต่อสื่อสารกันในการติดต่อร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ในความเป็นจริงนั้นเราใช้สัญญาณอนาล็อกในการควบคุม ดังนั้นเราจึงจำเป็น ต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วจึงนำสัญญาณนั้นเข้ามาสู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ควบคุมระบบต่อไป แม้ว่าสัญญาณอนาล็อกนั้นมีความแน่นอน และแม่นยำสูง แต่สัญญาณอนาล็อกนั้นก็ควบคุมได้ยาก เนื่องจากในสภาพแวดล้อม มีสัญญาณรบกวนอยู่มาก และการที่จะทำให้การควบคุมแบบอนาล็อกมีความสามารถในการควบคุมเท่ากับการควบคุมแบบดิจิตอลนั้นทำได้ยาก เนื่องจากวงจรควบคุมแบบอนาล็อกจะต้องมีความซับซ้อนสูง อย่างไรก็ตาม สัญญาณดิจิตอลก็ไม่สามารถทดแทนความละเอียดของสัญญาณอนาล็อกได้อย่างสมบูรณ์ แต่ทำให้การควบคุมนั้นทำให้ง่าย และสะดวกยิ่งขึ้น โดยจะแสดงลักษณะของกราฟการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลดังรูปที่ 2.12



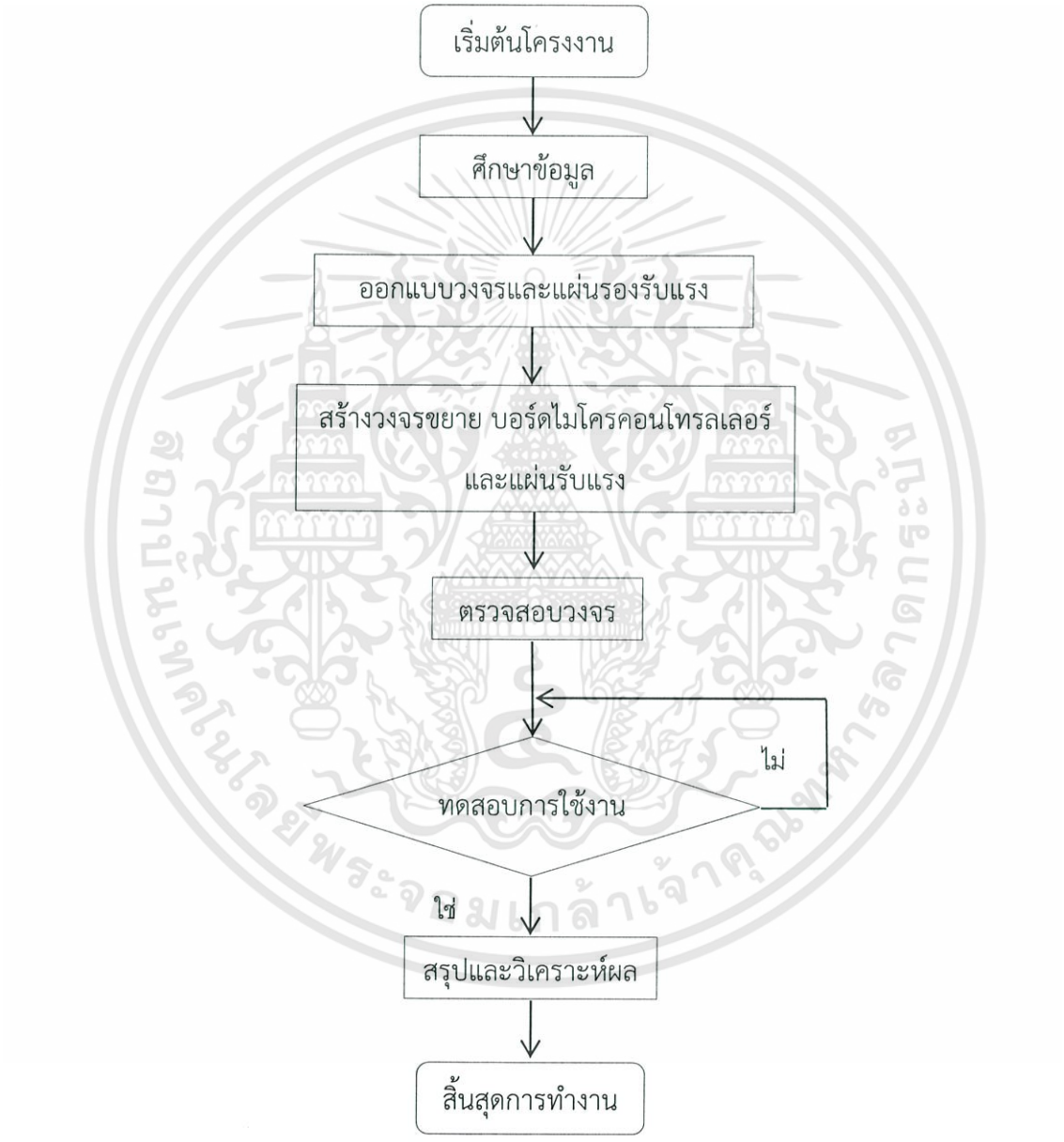
รูปที่ 2.12 การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การดำเนินงานและการออกแบบวงจร

ในการทำงานปริญญานิพนธ์เครื่องวัดน้ำหนักจากการเดินนั้นจะมีการวางแผนโครงงานเกี่ยวกับแนวทางการดำเนินงานให้ทันตามระยะเวลากำหนดดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังแสดงขั้นตอนการทำงาน

แผนผังด้านบนแสดงถึงแผนการดำเนินงานของปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องวัดน้ำหนักจากการเดินตั้งแต่เริ่มต้นจนสิ้นสุดการทำงาน

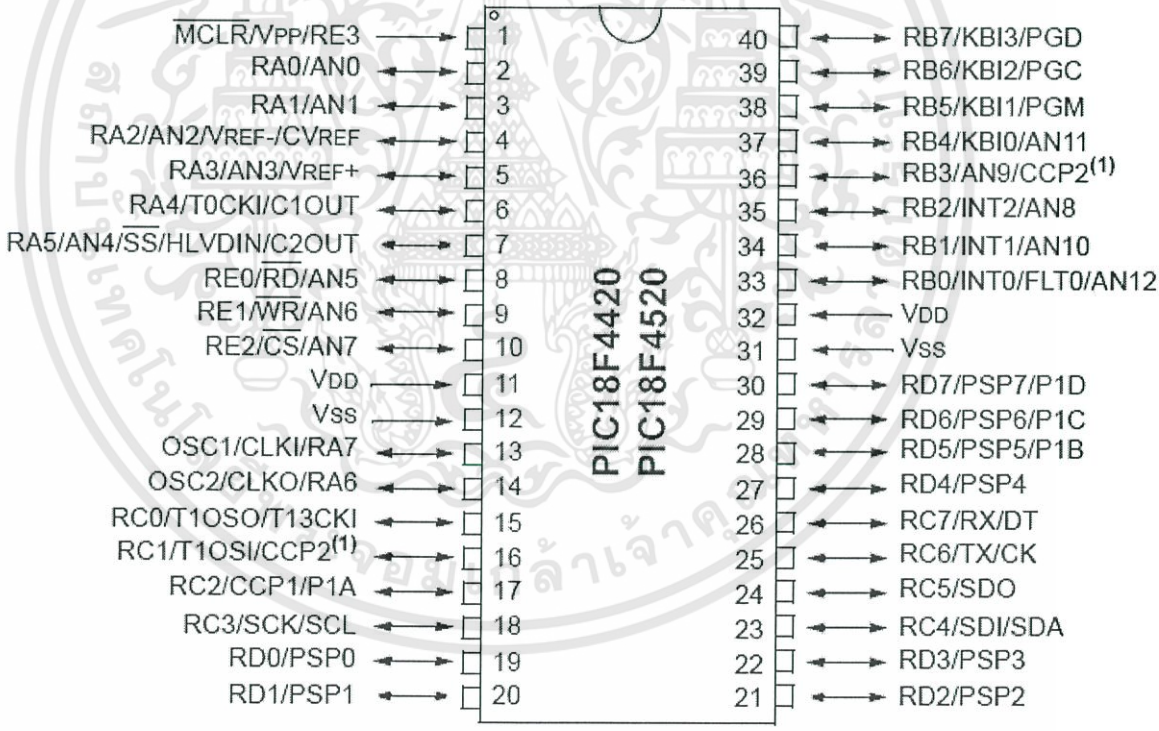
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ในส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะใช้ในส่วนการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอลภายในโครงงานนี้คือ PIC18F4520 ตามรูปที่ 2.10 ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้

คุณสมบัติของ PIC 18Fxxxx

- มีคำสั่งในภาษา assembly ถึง 77 คำสั่ง
- มีพอร์ต I/O , มี Timer มากกว่า 1 ตัว , Watch dog , I2C , USART , SPI , PWM , CAN
- มี A/D ขนาด 10 bits
- สามารถต่อกับ Program memory ภายนอกได้
- Program memory เป็นแบบ flash สามารถโปรแกรมใหม่ได้หลายครั้ง
- มี EEPROM ภายใน และสนับสนุน In Circuit Debugging (ICD)



- **รูปที่ 3.2** โครงสร้าง PIC 18F4520

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 Bluetooth Module

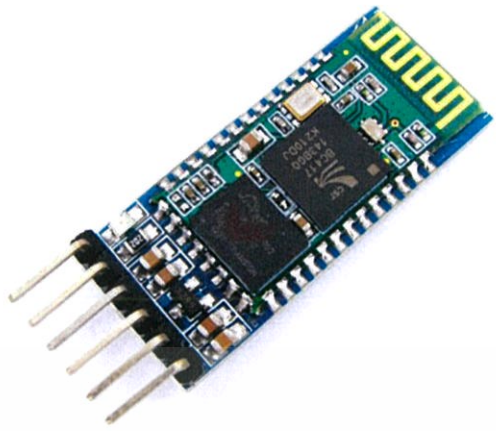
ในโครงงานนี้จะใช้ Bluetooth HC05 เป็นตัวส่งผ่านข้อมูลระหว่างบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์โดยจะแสดงรูปร่างของ module HC-05 ในรูปที่ 3.3

HC- 05 เป็นโมดูล Bluetooth ที่ใช้งานในการเชื่อมต่อกับสมาร์ทดีไวซ์ต่างๆ ให้สมาร์ทดีไวซ์สามารถสื่อสารกับไมโครคอนโทรเลอร์ (Arduino AVR PIC etc.) ได้ ผ่าน Serial port โมดูลรุ่น HC05 สามารถตั้งให้ใช้งานเป็นได้ทั้งโหมด Master (ให้อุปกรณ์อื่นมาเชื่อมต่อ) และโหมด Slave (เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่น) การตั้งค่าต่างๆ เช่น ชื่ออุปกรณ์ รหัสผ่าน ทำได้ผ่าน AT Command ซึ่งจะต้องมีการต่อขาพิเศษเพื่อให้โมดูลเข้าโหมดการตั้งค่า หรือกดปุ่มบนโมดูลค้างไว้

คุณสมบัติของโมดูลบลูทูธจะมีดังต่อไปนี้

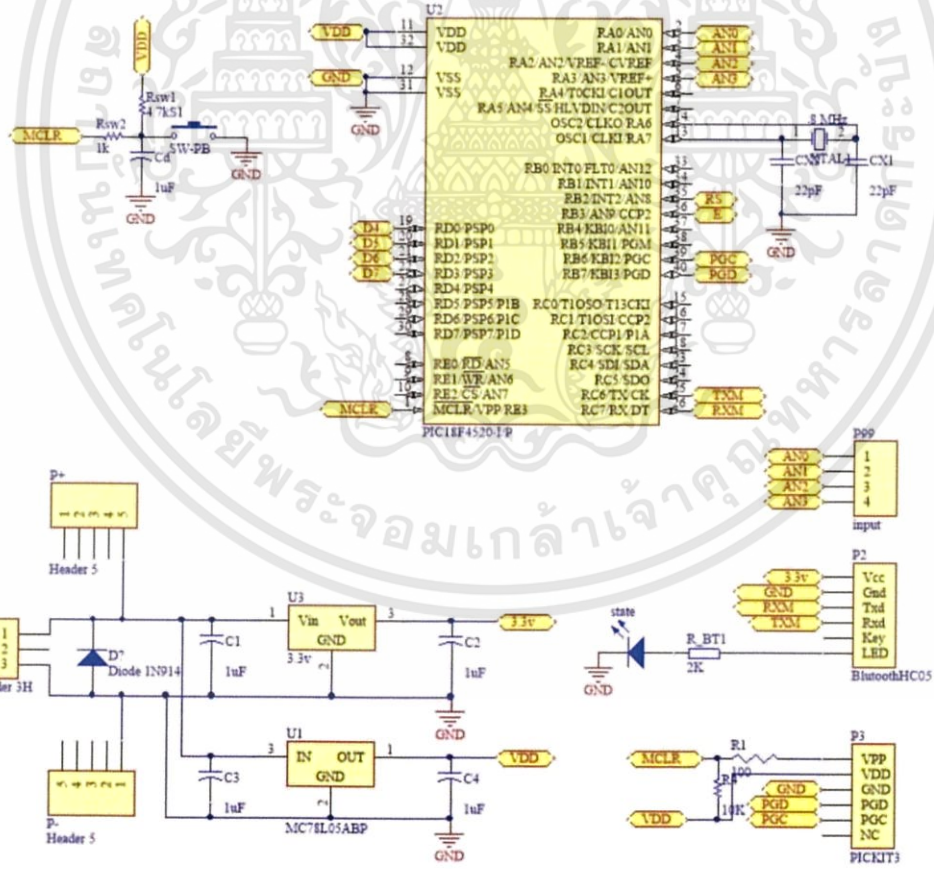
1. Typical -80 dBm sensitivity
2. Up to +4 dBm RF transmit power
3. Low Power 1.8 V Operation , 1.8 to 3.6 V I/O
4. PIO control
5. UART interface with programmable baud rate
6. With integrated antenna
7. With edge connector
8. Default Baud rate: 38400, Data bits: 8, Stop bits: 1, No parity
9. Data control has support baud rate: 9600, 19200, 3840, 57600, 115200, 230400, 460800

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



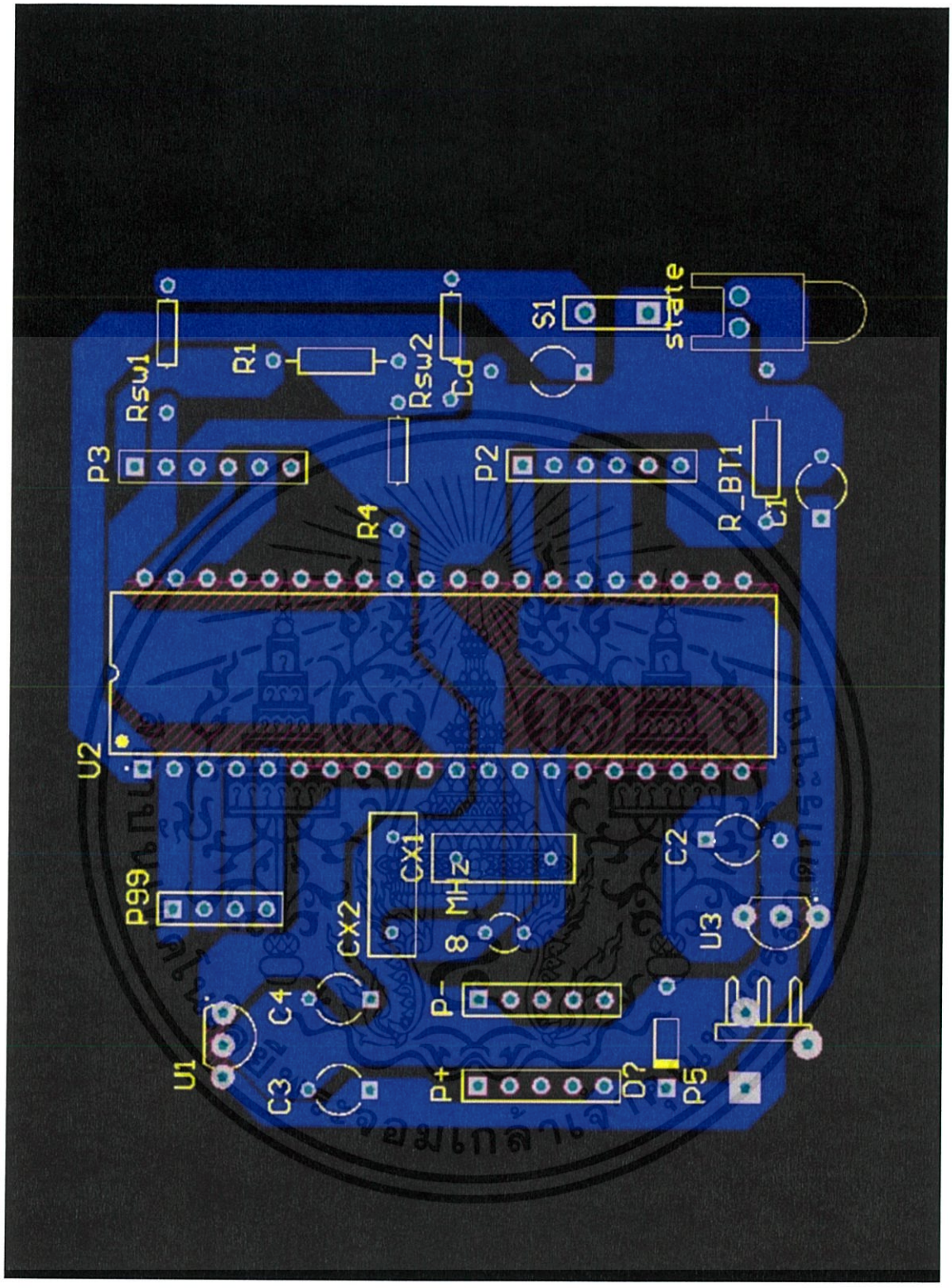
รูปที่ 3.3 Bluetooth HC – 05

การออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีโมดูลบลูทูธอยู่จะมี schematic และลาย PCB ดังรูปที่ 3.4 และ 3.5



รูปที่ 3.4 Schematic ของวงจร Microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ลาย PCB ของวงจร Microcontroller

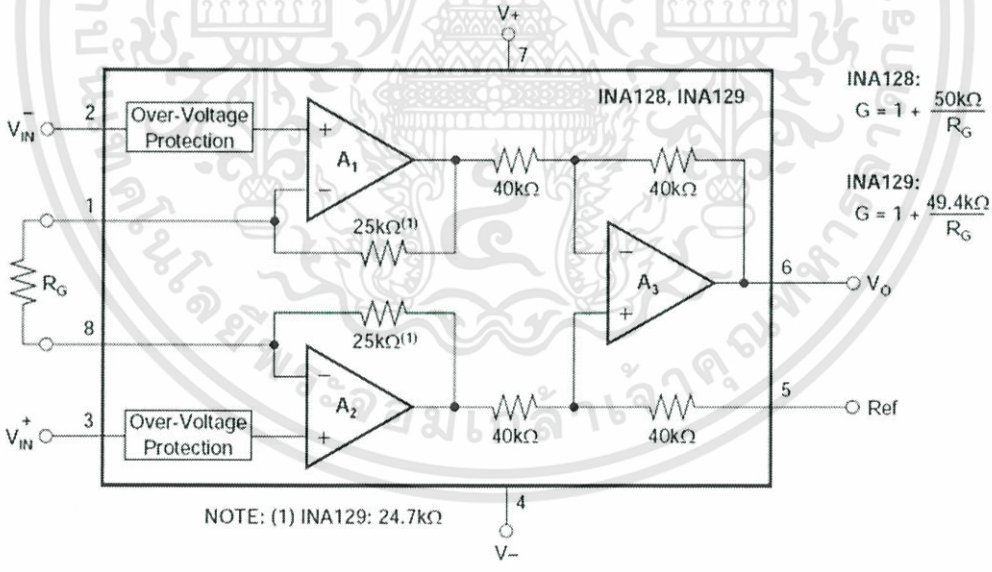
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 เซนเซอร์รับน้ำหนัก

เซนเซอร์รับน้ำหนักและแปลงแรงดันที่ใช้ในการออกแบบเครื่องวัดน้ำหนักจากการเดินจะเป็นโหลดเซลล์แบบสเตรนเกจ ที่สามารถรับน้ำหนักได้ 100 kg และมีค่าความไวอยู่ที่ 2.0 mV/V ซึ่งในที่นี้จะใช้ 4 ตัว เพื่อต่อแบบฟูลบริดจ์ จึงสามารถรองรับน้ำหนักได้มากที่สุดถึง 400 kg

3.4 วงจรขยาย

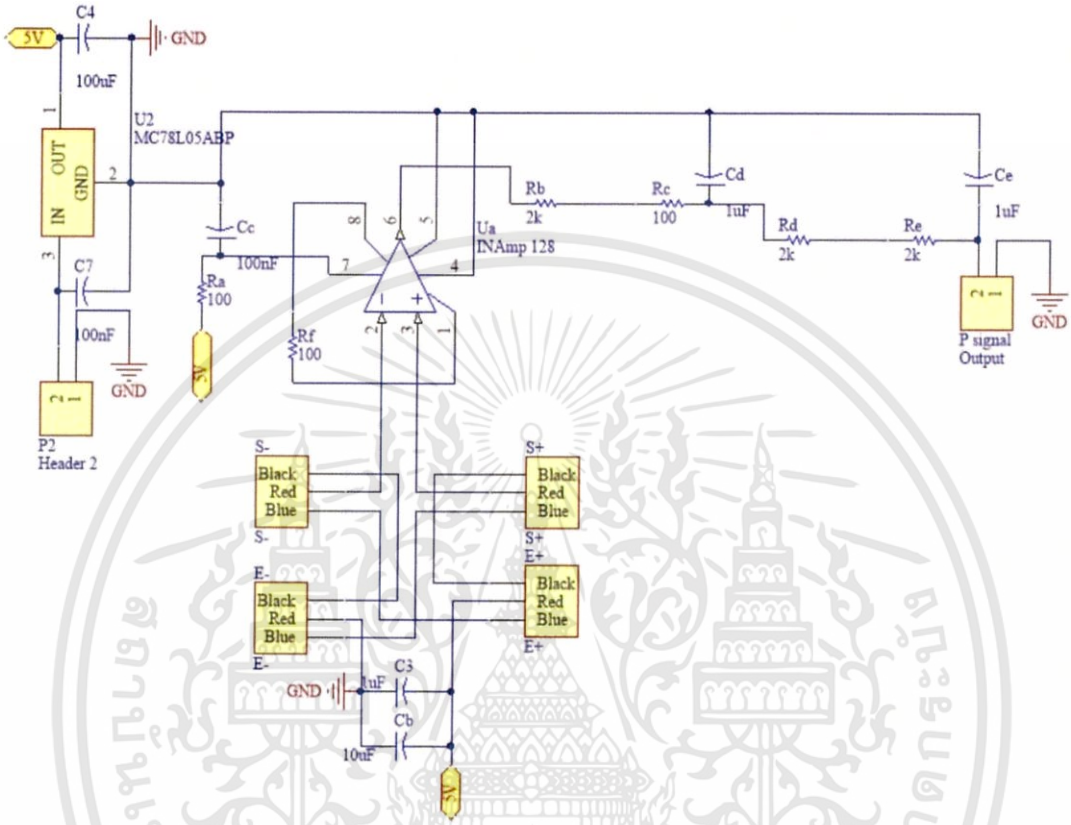
เนื่องจากแรงดันที่ออกมาจากโหลดเซลล์จะมีค่าน้อยมากเป็นหน่วยมิลลิโวลต์ เราจึงต้องใช้วงจรขยาย Instrument Amplifier เพื่อให้ได้แรงดันเอาท์พุตออกมามากพอ โดยเราจะใช้ INA128 ตามรูปที่ 2.7 เป็นตัวขยาย ซึ่งจากสเตรนเกจที่เราใช้ที่มีค่าความไวอยู่ที่ 2.0 mV/V มีไฟเลี้ยงอยู่ที่ 5 V และช่วงน้ำหนักที่เราจะรับมาเป็น Input จะอยู่ที่ประมาณ 100 kg แล้วคำนวณหาค่า output ที่ได้ออกมาจะอยู่ที่ 1 mV เราจึงใส่ค่า R external ไปเท่ากับ 200 โวลต์เพื่อที่จะได้กำลังขยายออกมาเท่ากับ 251.3 เท่า ซึ่งมีค่ามากพอที่จะขยายสัญญาณระดับมิลลิโวลต์ให้กลายเป็นสัญญาณในระดับโวลต์ได้ เพื่อนำสัญญาณนี้ไปใช้งานต่อไป



รูปที่ 3.6 วงจรภายใน Instrument Amplifier

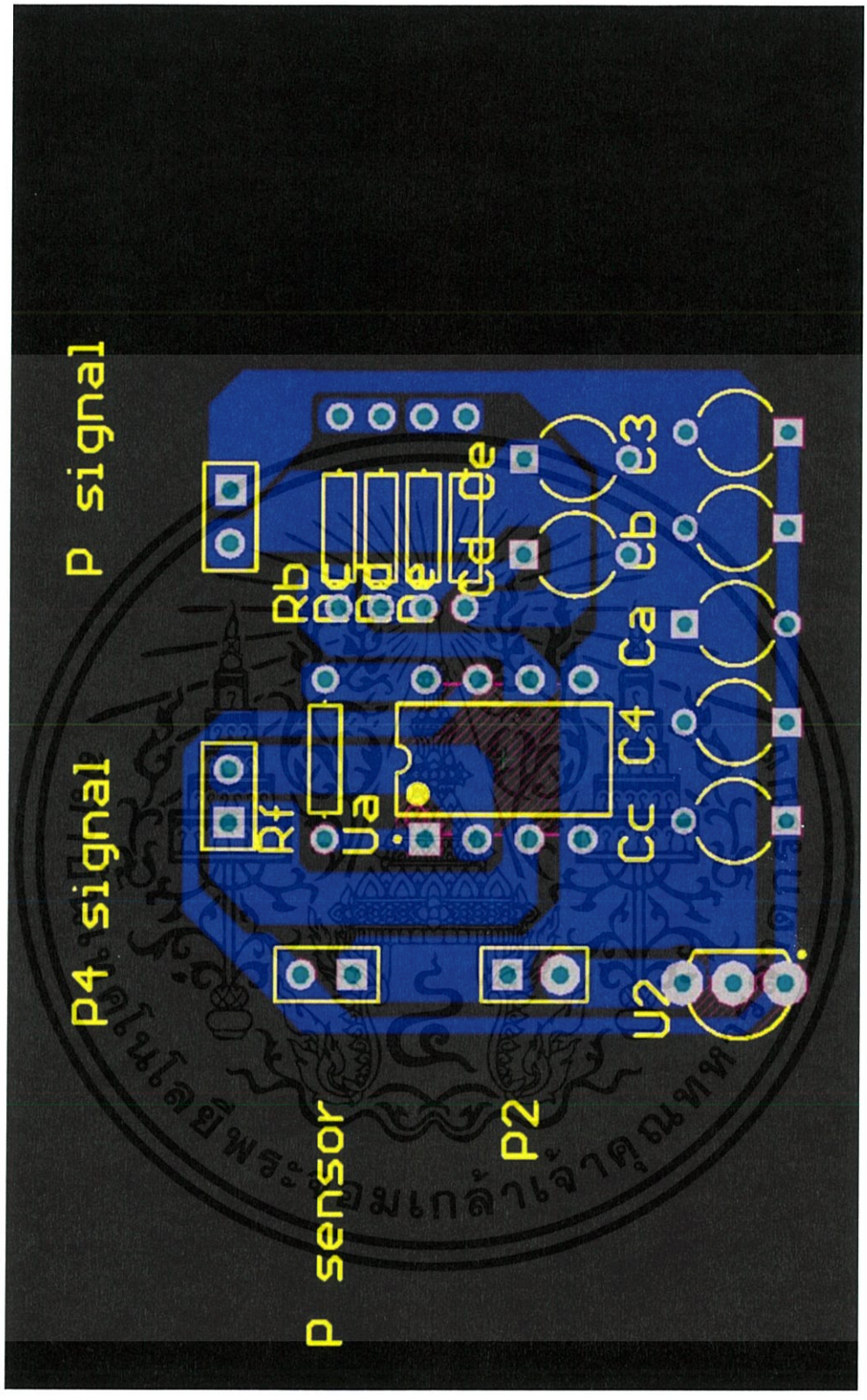
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบวงจรขยายสัญญาณจากเซนเซอร์โดยใช้ Instrument Amplifier จะมี Schematic และลาย PCB ดังรูปที่ 3.5 และ 3.6



รูปที่ 3.7 Schematic ของวงจร Instrument Amplifier

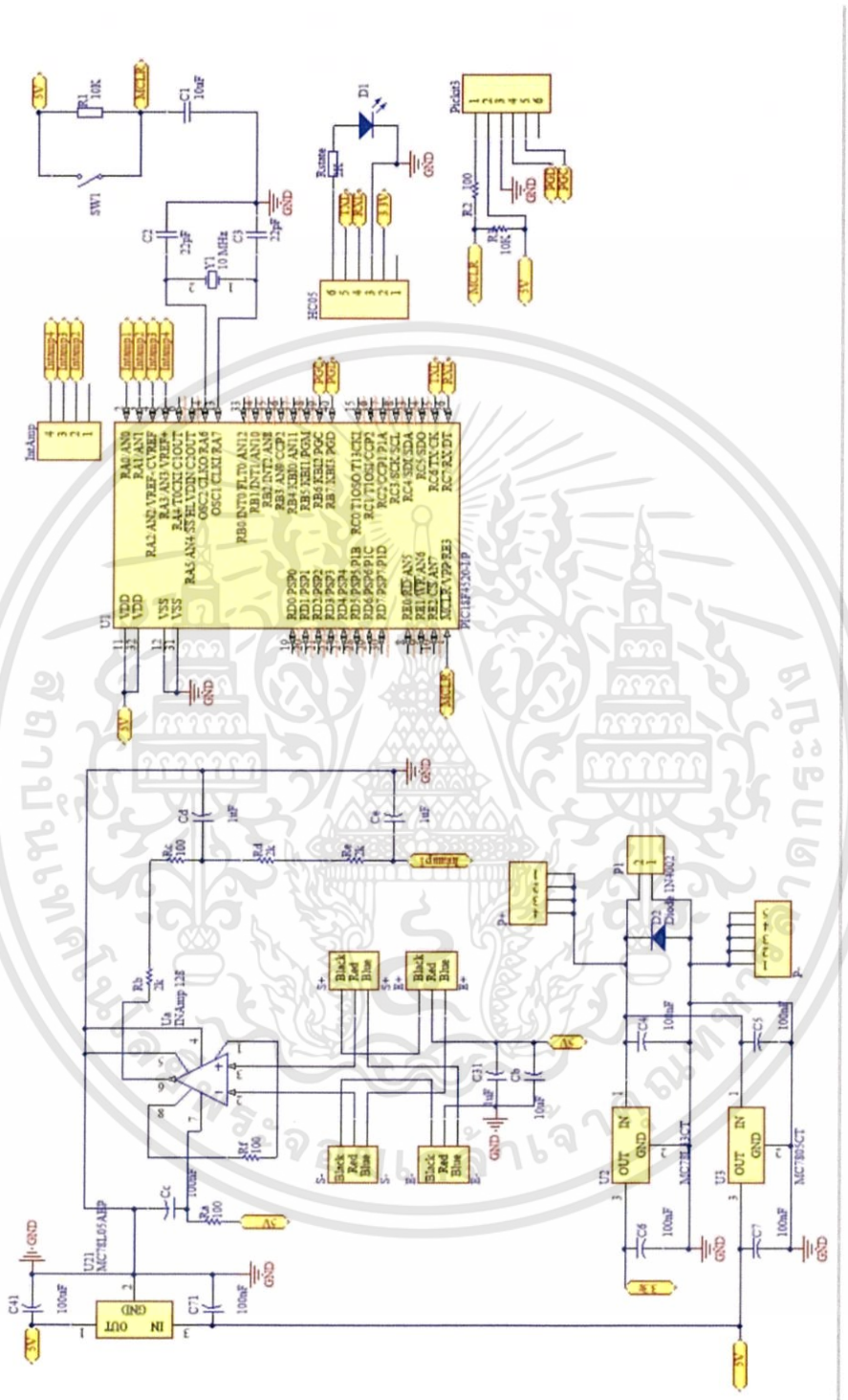
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 ลาย PCB ของวงจร Instrument Amplifier

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเราจะทำการเชื่อมต่อวงจร Instrument Amplifier จำนวน 4 บอร์ดเข้ากับ Microcontroller ดังรูป



รูปที่ 3.9 การเชื่อมต่อวงจร Microcontroller ร่วมกับ Instrument Amplifier

โดยในรูปเราจะแสดงให้เห็น Instrument Amplifier เพียงบอร์ดเดียว และจะทำการลดรูปวงจรที่เหลือโดยใช้ชื่อเรียกเป็น Intamp2, Intamp3 และ Intamp4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

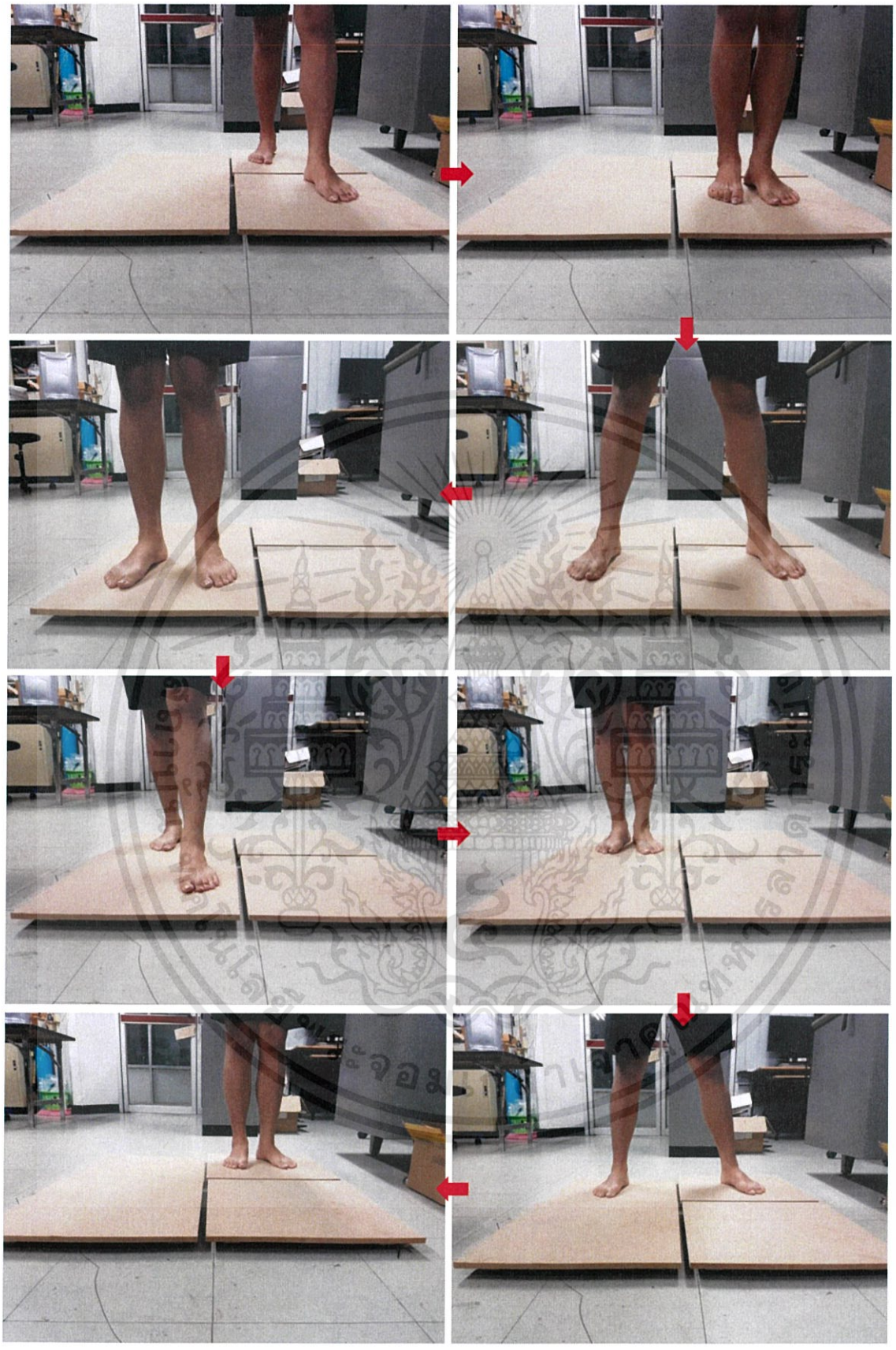
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 วิธีการทดลอง

จากการต่อวงจร Instrument Amplifier เข้ากับโหลดเซลล์ผลที่ได้คือ วงจร Instrument Amplifier ทำหน้าที่ขยายแรงดันของผลต่างจากอินพุทของโหลดเซลล์ตามปกติ และเมื่อทำการนำ Instrument Amplifier ไปเชื่อมต่อกับ Load cells และป้อนอินพุตเข้าไปเป็นแรงกด เราพบว่า Instrument Amplifier สามารถขยายสัญญาณได้ตามปกติ โดยจะทำการเดินบนแผ่นรับแรงตามขั้นตอนในรูปที่ 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

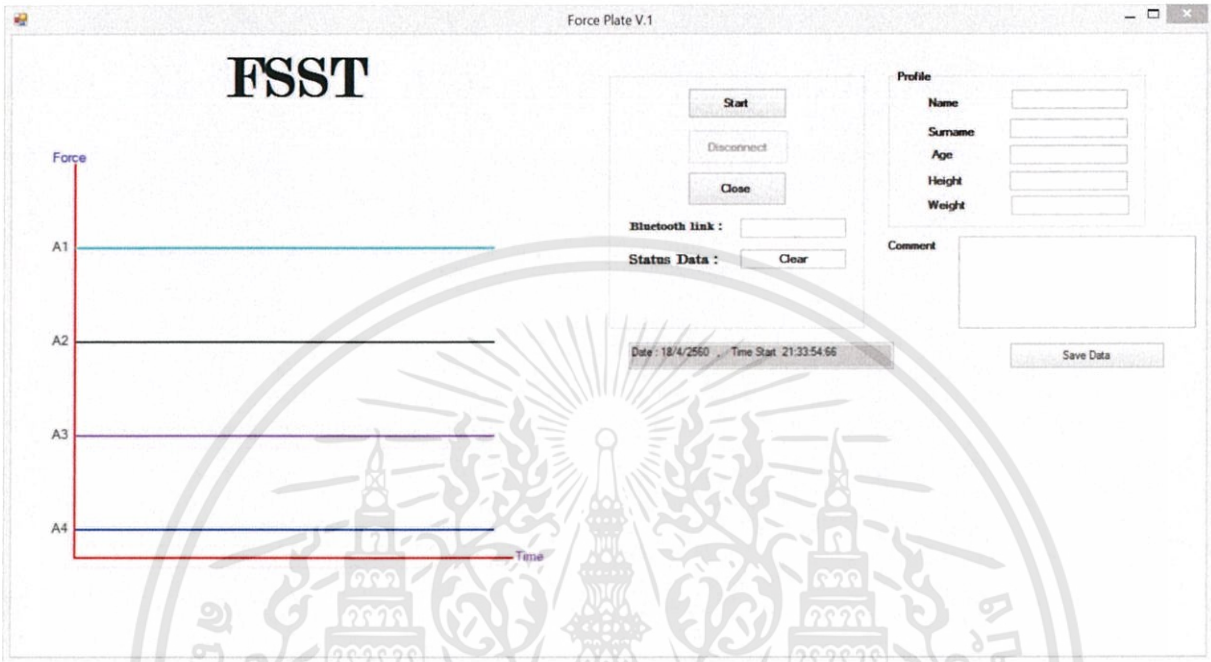


รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการเหยียบบนแผ่นรับแรงตามแบบ Four Square Step Test

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การแสดงผล

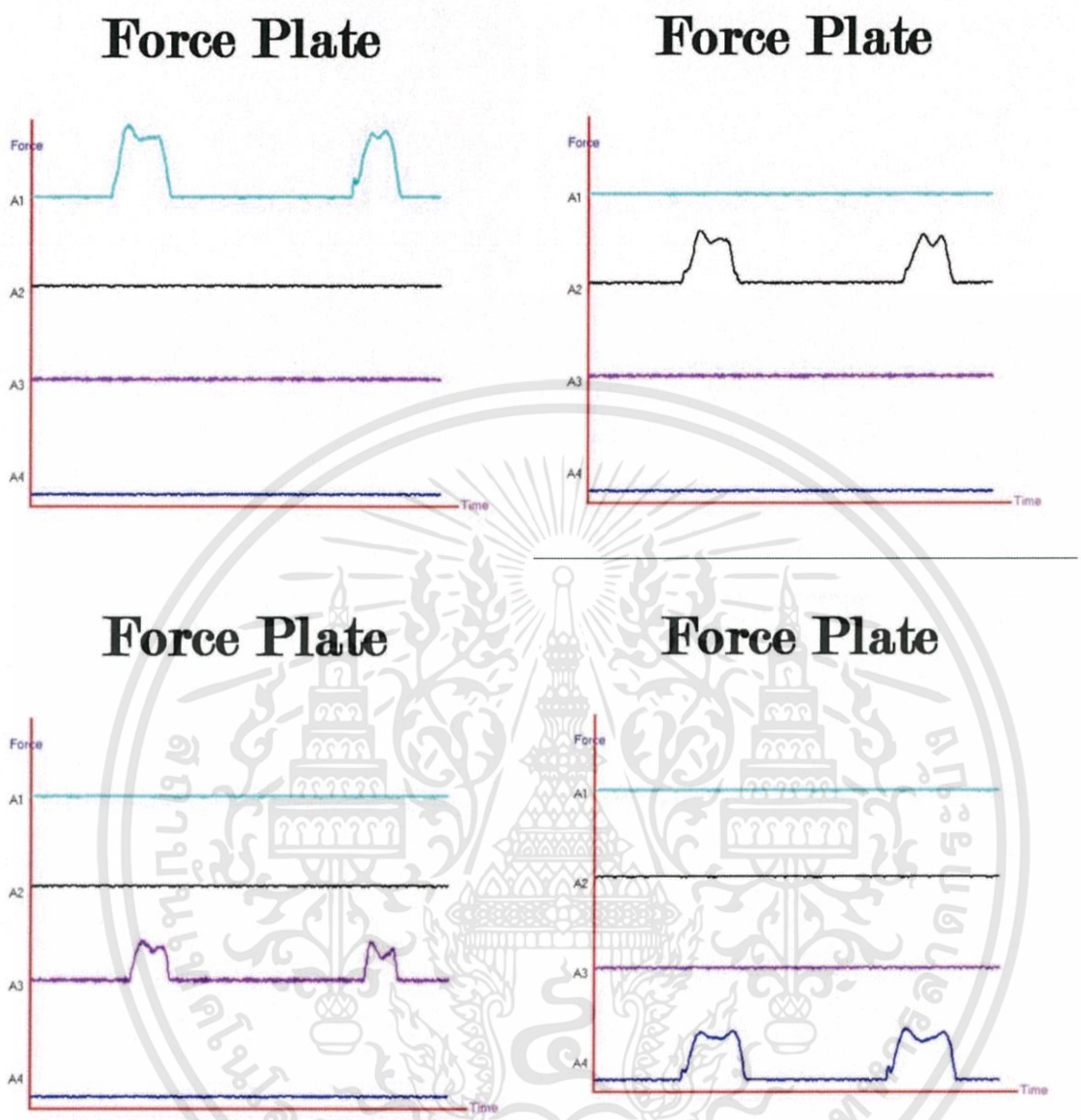
หลังจากทำการทดลองแล้ว แรงกดที่ได้รับจะถูกขยายและส่งผ่านเข้า microcontroller ก่อนจะถูกส่งผ่านบลูทูธเพื่อมาแสดงผลบน visual studio โดยจะมีอินเตอร์เฟสแสดงผลดังรูป



รูปที่ 4.2 หน้าต่างแสดงผลบน Visual Studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจะมีกราฟแสดงผลจากการเหยียบบนแผ่นรับแรงดังรูป



รูปที่ 4.3 การแสดงผลบน visual studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

สรุปผลการทดลอง

ปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องวัดน้ำหนักจากการเดินนั้นได้ทำขึ้นเพื่อทำการทดลองและศึกษากระบวนการทำงานของโหลดเซลล์เพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์การเดิน โดยจะมีระบบการทำงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วนสำคัญได้แก่ส่วนของเซนเซอร์รับน้ำหนัก ส่วนของวงจรขยาย และส่วนของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในการทดลองครั้งนี้เราสามารถได้ผลจากส่วนของเซนเซอร์รับน้ำหนักที่สามารถรับแรงจากภายนอกที่เข้ามาและนำไปขยายต่อในวงจรขยาย Instrument Amplifier ซึ่งจะได้เอาท์พุตออกมาเป็นสัญญาณขยายที่ใหญ่เพียงพอที่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถนำไปใช้งานเพื่อเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ด้วย Visual studio ได้และประมวลผลออกมาเป็นกราฟแบบ Real Time

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลอง เราจะพบว่าสัญญาณที่ออกมาจากโหลดเซลล์มีขนาดเล็กมากเกินกว่าจะนำไปใช้ได้ จึงจำเป็นต้องมีวงจรขยายที่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ เราได้มีการเลือกใช้ LM358 มาในตอนแรกและเกิดข้อผิดพลาด จึงได้เปลี่ยนเป็น INA 128 และพบความผิดพลาดน้อยลงกว่าเดิมพอสมควร แต่กราฟที่แสดงออกมาจากโปรแกรมยังไม่เสถียรเพียงพอที่จะนำไปวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] Dite, W. et al, *Arch Phys Med Rehabil.* 2002;83:1566–1571

[2] Whitney, S.L. et al, *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:99–104

[3] Blennerhassett, J.M. et al, *Phys Med Rehabil.* 2008;89:2156–2161

[4] Nilsagård, Y. et al, *Clin Rehabil.* 2009;23:259–269

[5] Wilken, J.M. et al, *J Am Acad Orthopaedic Surgeons.* 2012;20:S42–S47

[6] Dite, W. et al, *Arch Phys Med Rehabil.* 2007;88:109–114

[7] Heijnen, M. et al, *Exp Brain Res.* 2014;232:2131–2142

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้