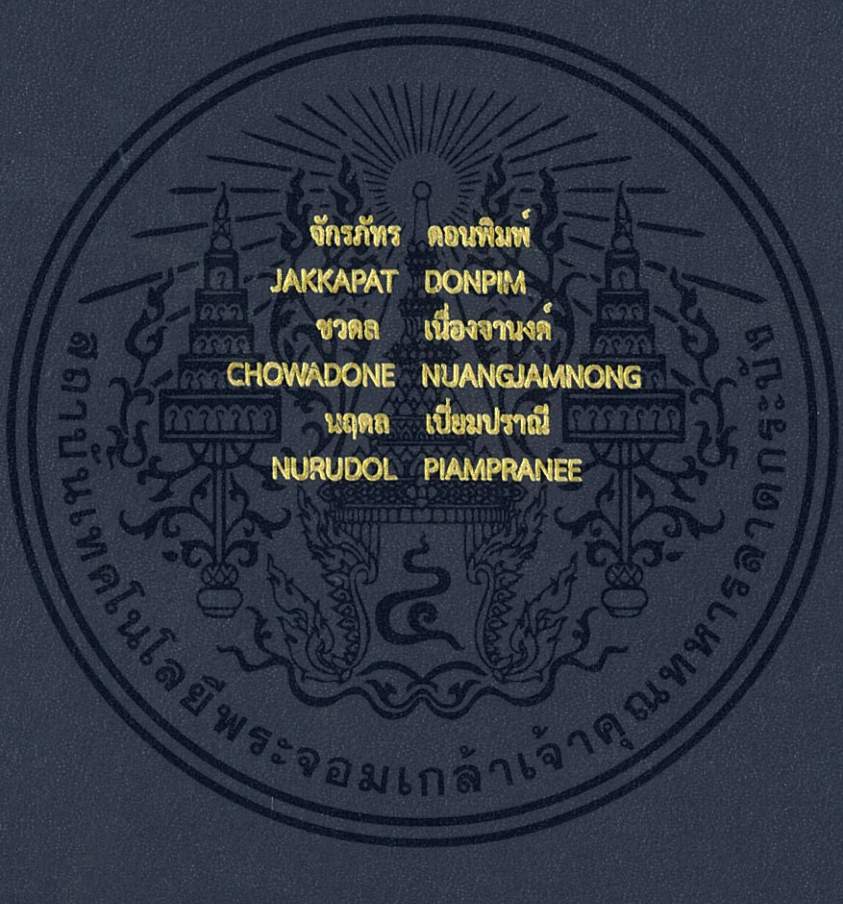
เครื่องวิเคราะห์การเดิน
Four Square Step Test

จักรภัทร ดอนพิมพ์
JAKKAPAT DONPIM
ชวดล เนื่องจามงค์
CHOWADONE NUANGJAMNONG
นฤดล เปี่ยมปราณี
NURUDOL PIAMPRANEE



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องวิเคราะห์การเดิน

Four Square Step Test

โดย

จักรภัทร ดอนพิมพ์

ชวดล เนื่องจำนงค์

นฤดล เปี่ยมปราณี

อาจารย์ที่ปรึกษา

ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

T143909

เลขหมู่ 143909
เลขทะเบียน
วัน.เดือน.ปี 04 มิ.ย. 2559

b.12810708
i.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2558

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์	ปีการศึกษา 2558
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะ	วิศวกรรมศาสตร์
	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
เรื่อง	Four Square Step Test
ผู้จัดทำ	นาย จักรภัทร ดอนพิมพ์ 55010147
	นาย ชวดล เนื่องจำนงค์ 55010253
	นาย นฤดล เปี่ยมปราณี 55010631

ปริญญานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

.....

ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง
อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	เครื่องวิเคราะห์การเดิน
นักศึกษา	นายจักรภัทร ดอนพิมพ์ รหัส 55010147
	นายชวดล เนื่องจำนงค์ รหัส 55010253
	นายนฤดล เปี่ยมปราณี รหัส 55010631
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
ปีการศึกษา	2558
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของปริญญานิพนธ์ คือ ศึกษาและออกแบบเครื่อง Four Square Step Test (FSST) สำหรับใช้ในการฟื้นฟูสมรรถภาพทางร่างกายของผู้สูงอายุ โดยให้ผู้สูงอายุปฏิบัติตามท่าและเวลาที่กำหนด เพื่อวิเคราะห์การทำงานของสมองและลักษณะการเดินของผู้สูงอายุ โครงงาน Four Square Step Test (FSST) ทำงานโดยการเหยียบไปบนแผ่นรองรับแรงตามท่าที่กำหนด จากนั้นส่งข้อมูลผ่านทางบลูทูธ เพื่อประมวลผลและแสดงกราฟแบบเรียลไทม์ด้วยโปรแกรม visual studio

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Four Square Step test (FSST)	
Student	Mr.Jakkapat Donpim	ID. 55010147
	Mr.Chowadone Nuangjamnong	ID.55010253
	Mr.Narudol Piampranee	ID. 55010631
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Electronics Engineering	
Year	2015	
Thesis Advisor	Dr.Thurdsak Leauhatong	

Abstract

The purpose of thesis is to study and design machine of Four Square Step Test (FSST) for using in physical rehabilitation of the elderly. Walking of elderly is follow the posture and the time limit to analyze brain function and 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 using visual studio to process and displaying a real-time graph.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์เรื่องเครื่องวิเคราะห์การเดินนี้สามารถสำเร็จลุล่วงโดยสมบูรณ์เพราะได้รับคำแนะนำและคำปรึกษาจากดร.เทอดศักดิ์ ลิ่วหาทอง ซึ่งท่านเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำปริญญานิพนธ์ในครั้งนี้ และ นักศึกษาปริญญาโท ที่คอยช่วยเหลือให้คำแนะนำต่างๆ ผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์ของท่านและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และนอกจากนี้ขอขอบพระคุณทุกท่านที่คอยให้ความช่วยเหลือตลอดจนความแนะนำต่างๆ เพื่อให้รายงานและโครงงานนี้ เสร็จสิ้นสมบูรณ์ ผู้จัดทำขอขอบพระคุณทุกท่านมาทางที่นี้ด้วย

จักรภัทร ดอนพิมพ์
ชวดล เนื่องจำนงค์
นฤดล เปี่ยมปราณี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญรูปภาพ V
สารบัญตาราง VI
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1
1.3 แผนผังขอบเขตของโครงงาน 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 ทฤษฎี 3
2.1 โหลดเซลล์ 3
2.2 วงจรบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง 5
2.3 วงจรขยาย 7
2.5 วงจรกรองความถี่ 8
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 10
2.6 การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล 11
2.8 บลูทูธ 12

บทที่ 3 วิธีดำเนินการ 14
3.1 การออกแบบวงจร 15

บทที่ 4 ผลการทดลอง 20
4.1 วิธีการทดลอง 20
4.2 ผลการทดลอง 22

บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์การทดลอง 24
5.1 สรุปผลการทดลอง 24
5.2 วิจารณ์การทดลอง 24
เอกสารอ้างอิง 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

1.1 แผนผังขอบเขตของโครงงาน 2
2.1 โหลดเซลล์แบบสเตนเกจ 3
2.2 สเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริจด์ 4
2.3 การแปลงสเตนเกจแบบฮาล์ฟบริจด์เป็นฟลูบริจด์ 4
2.4 รูปตัวอย่างบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง 5
2.5 วงจรบริดจ์ 6
2.6 Full bridge load cell configuration 6
2.7 instrument amplifier 7
2.8 วงจรภายใน Instrument amplifier 7
2.9 กราฟแสดงผลการตอบสนองต่ออัตราขยายเชิงความถี่ต่ำ 9
2.10 ตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์ 10
2.11 การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล 12
2.12 Bluetooth 13
3.1 Flow chart 14
3.2 Schematicของวงจร Microcontroller 15
3.3 Schematicของวงจรขยาย 16
3.4 ลาย PCB ของ Microcontroller 17
3.5 ลาย PCB ของ วงจรขยาย 18
3.6 แผ่นรองรับแรง 19
4.1 เดินเหยียบบนแผ่นรองรับแรงตามขั้นตอน 20
4.2 กราฟที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์เมื่อเราเดินเหยียบขึ้น-ลง 21
4.3 ผลการทดลองแผ่นรองรับแรงที่ 1 22
4.4 ผลการทดลองแผ่นรองรับแรงที่ 2 22
4.5 ผลการทดลองแผ่นรองรับแรงที่ 3 23
4.6 ผลการทดลองแผ่นรองรับแรงที่ 4 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า
2.1 อัตราขยายของ INA 128 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

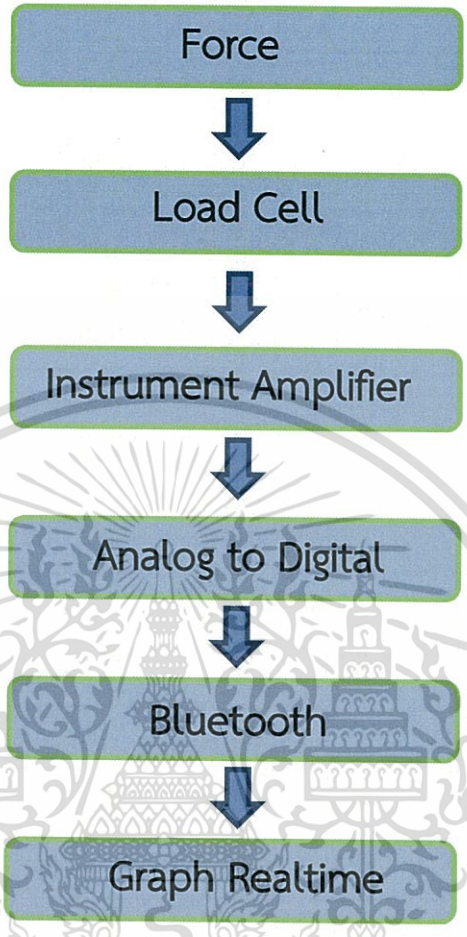
ในปัจจุบันมีความต้องการทางด้านการแพทย์เพิ่มขึ้น แต่บุคลากรทางด้านการแพทย์ยังมีไม่เพียงพอสำหรับผู้ป่วย จึงได้มีการนำเทคโนโลยีต่างๆเข้ามาเพื่อช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการดูแลให้ดียิ่งขึ้น และเนื่องจากในชีวิตประจำวันของคนเรา ต้องมีทั้งการเดิน การยืน การนั่ง การนอน ซึ่งคนเราก็จะมีกิจวัตรประจำวันในแต่ละตัวบุคคลที่แตกต่างกันไป ในตัวผู้ป่วยก็มีความหลากหลายของอาการเช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นการบาดเจ็บจากอุบัติเหตุซึ่งอาจจะกระทบกับแขน ขา ร่างกาย สมอง เป็นต้น ทำให้การกลับมาใช้ชีวิตปกติได้จำเป็นที่จะต้องผ่านกรรมวิธีในการรักษาอย่างถูกต้อง และเมื่อกล่าวถึงอาการบาดเจ็บที่ขาจากเหตุการณ์หรืออุบัติเหตุใดๆก็ตาม สิ่งที่ตามมาโดยส่วนมากก็คือ การที่ไม่สามารถยืน เดิน หรือวิ่งได้ตามปกติคนธรรมดาทั่วไป นอกจากจะต้องรักษาผ่านการทำกายภาพบำบัด ซึ่งกายภาพบำบัดคือการป้องกัน รักษา และจัดการกับการเคลื่อนไหวที่ผิดปกติของร่างกาย แต่เนื่องจากนักกายภาพบำบัดเพียงคนเดียวไม่สามารถดูแลและวิเคราะห์ข้อมูลทุกอย่างด้วยตัวคนเดียวได้ ทำให้มีการคิดค้นอุปกรณ์ต่างๆมากมายเพื่อช่วยลดภาระในการทำงาน ซึ่งทำให้เกิดเทคโนโลยีชนิดหนึ่งที่มีชื่อว่า Four square step test (FSST) ขึ้นมาเพื่อช่วยเหลือและพัฒนาทางด้านกายภาพบำบัด การวิจัยและพัฒนา Four square step test (FSST) ในโครงงานนี้จึงได้เน้นไปในเชิงของกายภาพบำบัด ซึ่งสามารถนำมาช่วยในการวิเคราะห์ข้อมูลและตรวจสอบกับผู้ป่วยที่มีปัญหาด้านการทรงตัวในการเดิน การยืน การวิ่ง อาจเป็นผู้พิการมาจากอุบัติเหตุ และเนื่องจาก Force Plate ที่เป็นตัวต้นแบบของโครงงานนี้เป็นเครื่องมือที่มีราคาสูง จึงมีแนวคิดในการออกแบบและสร้างตัวต้นแบบของ Four square step test (FSST) ขึ้นมาให้มีประสิทธิภาพในราคาต้นทุนที่ต่ำลง เพื่อให้สามารถนำไปใช้งานได้อย่างแพร่หลายมากขึ้นในด้านการวิจัย การทดลอง และการนำไปใช้งานเพื่อก่อให้เกิดประโยชน์สูงสุด

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 เพื่อศึกษากระบวนการทำงานของโหลดเซลล์
1.2.2 เข้าใจถึงกลไกของแผ่นรองรับแรง
1.2.3 อุปกรณ์ที่ศึกษาสามารถใช้งานได้จริง
1.2.4 เพื่อฝึกความรับผิดชอบต่องานที่ได้รับมอบหมาย
1.2.4 ฝึกการจัดการกับปัญหา
1.2.5 ฝึกการทำงานอย่างมีระบบแบบแผน
1.2.6 สามารถนำประสบการณ์ในการทำงานไปประยุกต์ใช้กับชีวิตจริงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 แผนผังขอบเขตของโครงงาน



รูปที่ 1.1 แผนผังขอบเขตของโครงงาน

ในกระบวนการทำงาน เริ่มจากการเดินผ่านโดยเหยียบที่แผ่นรองรับแรง จากนั้นค่าของแรงจะถูกส่งเข้าไปในโหลดเซลล์ แล้วโหลดเซลล์ได้เปลี่ยนค่าของน้ำหนักให้เป็นค่าของแรงดันไฟฟ้าที่มีหน่วยเป็นเพียงมิลลิโวลต์แล้วผ่านเข้าไปใน instrument amplifier เพื่อขยายแรงดันไฟฟ้าจนถึงหน่วยโวลต์ แล้วส่งข้อมูลไปยังบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อแปลงข้อมูล นำข้อมูลที่ได้รับการแปลงจากบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์นำมาพล็อตกราฟ โดยส่งข้อมูลจาก Bluetooth และนำมาพล็อตกราฟแบบเรียลไทม์ ซึ่งเราจะเห็นว่ากราฟที่พล็อตได้เป็นรูป M-curve ซึ่งเป็นรูปลักษณะการเดินปกติของคนทั่วไป โดยสามารถนำกราฟที่ได้จากการพล็อตไปวิเคราะห์ต่อไป

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 เข้าใจกระบวนการทำงานของโหลดเซลล์

1.4.2 เรียนรู้ถึงกลไกของแผ่นรองรับแรง

1.4.3 ศึกษาการเขียนโปรแกรมโดยใช้โปรแกรมVisual Studio

1.4.4 ฝึกการจัดการกับปัญหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี

หลักในการสร้างแผ่นรองรับแรงในเบื้องต้นนั้น เราควรจะศึกษาเกี่ยวกับหน้าที่ การทำงานของอุปกรณ์แต่ละชนิดที่จะสามารถนำมาสร้างแผ่นรองรับแรงได้ โดยอุปกรณ์ตัวแรกที่ต้องใช้ก็คือ เซนเซอร์รับน้ำหนักของวัตถุ หลักต่อไปคือพิจารณาถึงอุปกรณ์ที่ต้องนำมาขยายแรงดันที่ได้จากเซนเซอร์วัดน้ำหนักว่าต้องขยายแรงดันไปเป็นจำนวนเท่าไหร่ และสามารถแสดงกราฟที่เกิดจากการกดแรงลงไปบนแมคคานิค ซึ่งรายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละชนิดจะกล่าวในหัวข้อต่อไปนี้

2.1 โหลดเซลล์

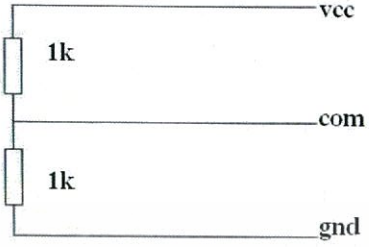
โหลดเซลล์ คือ เซนเซอร์ที่สามารถแปลงค่าแรงกด หรือแรงดึง เป็นสัญญาณทางไฟฟ้าได้ ในโครงงานนี้เราได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับโหลดเซลล์แบบสเตนเกจซึ่งมีหลักการในการเปลี่ยนแรงกดให้เป็นค่าศักดาทางไฟฟ้าโดย เมื่อมีน้ำหนักมากระทำ ความเครียดจะเปลี่ยนเป็นความต้านทานทางไฟฟ้าในสัดส่วนโดยตรงกับแรงที่มากระทำ ปกติแล้วมักจะใช้เกจวัดความเครียด 4 ตัว (วงจร Wheatstone Bridge Circuit) ในการวัดโดยเกจตัวต้านทานทั้งสี่จะเชื่อมต่อเข้าด้วยกันเพื่อใช้แปลงแรงที่กระทำกับตัวของมันไม่ว่าจะเป็นแรงกดหรือแรงดึงส่ง สัญญาณออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า โดยที่แรงดันไฟฟ้าที่ได้จะมีหน่วยเป็น mV/V

รูปที่ 2.1 โหลดเซลล์แบบสเตนเกจ

สเตรนเกจ คือตัวแปลงแบบเฉื่อยงาน ซึ่งทำหน้าที่แปลงแรงดึง แรงกดที่ภาษาทางกลศาสตร์เรียกว่า ความเครียด โดยที่ความเครียดได้มากระทำบนตัวอุปกรณ์ให้เป็นการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานทางไฟฟ้า สเตรนเกจจึงมีการนำไปประยุกต์ใช้งานอย่างกว้างขวาง เช่น การวัดน้ำหนัก ความดัน แรงเชิงกล และการเคลื่อนที่

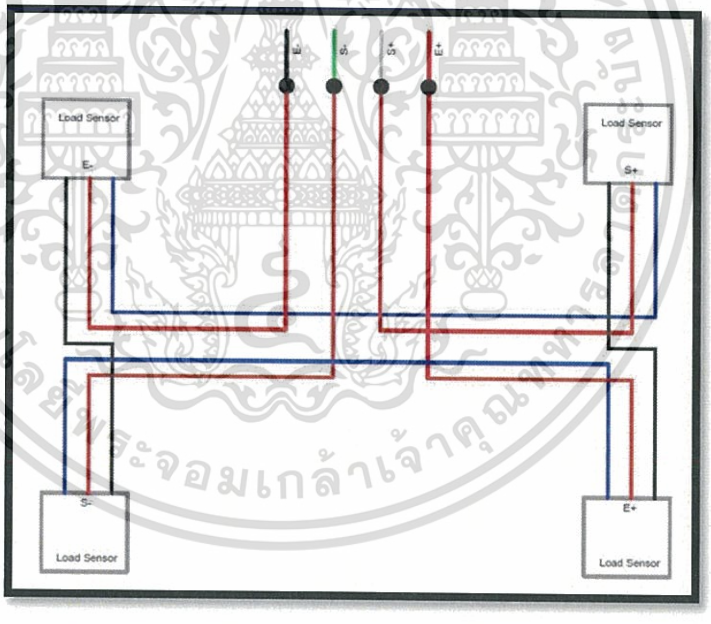
เอกสารนี้มีไว้เพื่อการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงงานนี้เราได้เลือกใช้โหลดเซลล์เตรนเกจแบบฮาล์ฟบริจด์เพราะว่า การใช้สเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริจด์ทั้งหมด 4 ตัว พร้อมกันสามารถกระจายแรงกดได้ดีกว่าการใช้แบบฟลูบริจด์ เพียงตัวเดียว



รูปที่ 2.2 สเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริจด์

โดยการใช้สเตรนเกจแบบฮาล์ฟบริจด์ไม่สามารถใช้เพียงตัวเดียวได้ จะทำงานได้ก็ต่อเมื่อใช้เป็นคู่เท่านั้น เพื่อประกอบเป็นแบบฟลูบริจด์เพื่อให้การทำงานเป็นไปอย่างราบรื่น



รูปที่ 2.3 การแปลงสเตนเกจแบบฮาล์ฟบริจด์เป็นฟลูบริจด์

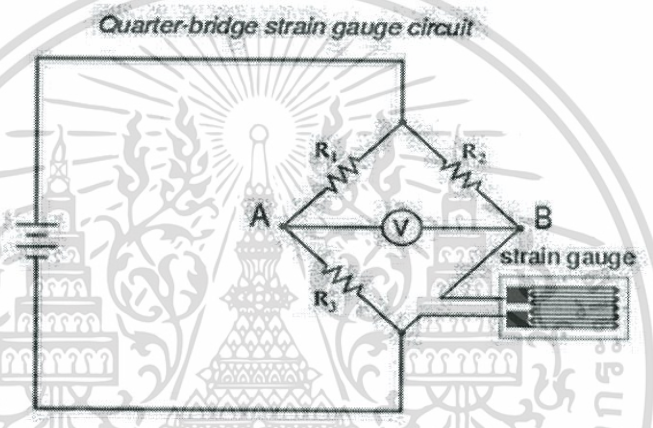
หมายความว่า ถ้าจ่ายแรงดัน 10 V ให้กับ Load cell ที่มี Spec. 2 mV/V ที่ Full load สมมุติว่าน้ำหนักเป็น 2,000 กิโลกรัม ดังนั้นเมื่อมีแรงกระทำต่อ Load cell ที่น้ำหนัก Full load สัญญาณที่จะได้ก็จะได้เท่ากับ 20 mV ซึ่งก็พอจะแจงคร่าวๆ คือ 0 Kg = 0 mV, 1000 Kg = 10 mV, 2000 Kg = 20 mV อุปกรณ์โหลดเซลล์แบบนี้ยังมีการเพิ่มความแม่นยำให้สูงขึ้นในขณะที่ราคาต่ำลง ตัวอย่างการใช้สเตรนเกจในทางวิศวกรรมชีวเวชส่วนใหญ่จะถูกนำมาใช้เป็นตัวตรวจวัดแรงต่างๆ เช่น ใช้เป็นเซนเซอร์ชั่งน้ำหนัก เซนเซอร์วัดแรงกดของฝ่าเท้า เซนเซอร์วัดความดันเลือด เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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) เป็นเครื่องมือที่ใช้วัดค่าความต้านทานในวงจรไฟฟ้ากระแสตรงซึ่งมีค่าความถูกต้องสูง ประเภทที่เราได้นำมาใช้ คือ วีทสโตนบริดจ์ (Wheatstone Bridge) โดยใช้ฮาล์ฟบริดจ์ 2 ตัวเพื่อประกอบเป็น ฟลูบริดจ์ 1 ตัว



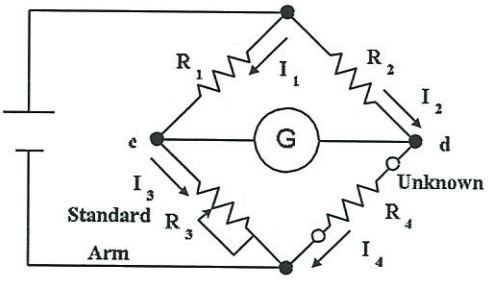
รูปที่ 2.4 รูปตัวอย่างบริดจ์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.2.1 วงจรวีทสโตนบริดจ์ (Wheatstone bridge circuit)

วงจรภายในเครื่องวัดชนิดนี้ ประกอบด้วย

1. ตัวต้านทานที่ต่อขนานกัน 2 สาขา แต่ละสาขาประกอบด้วยตัวต้านทาน 2 ตัวต่ออนุกรม
2. แหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง (E) ต่อขนานกับตัวต้านทานของวงจรทำหน้าที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้ไหลผ่านตัวต้านทานในวงจร
3. กัลป์วานอมิเตอร์ (G) ซึ่งต่อกับขั้วสายที่ขนานกัน ทำหน้าที่ตรวจจับ (detect) กระแสไฟฟ้าเพื่อบ่งบอกสภาพของวงจร ในกรณีที่วงจรบริดจ์สมดุลเข็มจะชี้ที่ศูนย์ แต่ถ้าไม่สมดุลเข็มจะเบี่ยงเบน (กัลป์วานอมิเตอร์เป็นเครื่องวัดที่มีความไวต่อกระแสไฟฟ้าสูงใช้วัดค่ากระแสไฟฟ้าจำนวนน้อยๆเป็น μA หรือบางครั้งใช้เป็นอุปกรณ์ตรวจจับกระแสไฟฟ้าเพื่อแสดงให้รู้ว่ามีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านวงจรหรือไม่)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 วงจรบริดจ์

วงจรบริดจ์โดยทั่วไป จะประกอบด้วยตัวต้านทาน 4 ตัว (กรณีบริดจ์แบบความต้านทาน) ดังรูปที่ 2.4 มีค่าความต้านทาน R_1 , R_2 , R_3 , R_4 ต่อเป็นวงจรบริดจ์ มีแหล่งจ่ายไฟต่อคร่อมแขนของบริดจ์ด้าน a, b และมีตัวตรวจจับกระแสต่อที่ปลายแขนบริดจ์ที่จุด c, d

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

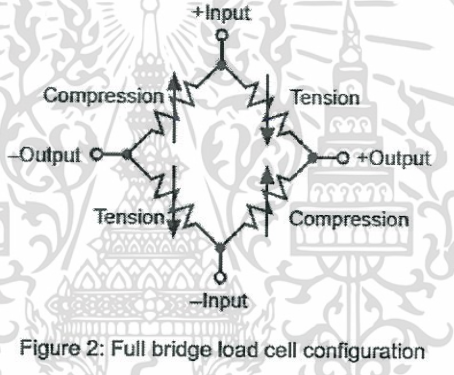


Figure 2: Full bridge load cell configuration

รูปที่ 2.6 Full bridge load cell configuration

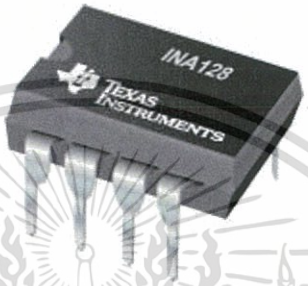
หลักการทำงาน คือ เมื่อเราป้อนแรงดันให้แก่วงจรบริดจ์ระหว่างขั้วอินพุตบวกและอินพุตลบในสภาวะที่ยังไม่มีแรงมากระทำหรือยังไม่มีน้ำหนักมากระทำต่อโหลดเซลล์ ค่าความต้านทานของสเตรนเกจภายในจะมีค่าเท่ากันทำให้วงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะสมดุล แรงดันเอาท์พุทที่ออกมาขั้วเอาท์พุทบวกและเอาท์พุทลบจะมีค่าเป็นศูนย์และเมื่อมีแรงมากระทำหรือมีน้ำหนักมากระทำต่อโหลดเซลล์ จะทำให้สเตรนเกจยืดออก หรืองอเข้าจะทำให้ค่าความต้านทานภายในสเตรนเกจของแต่ละตัวนั้นเปลี่ยนค่าไปทำให้วงจรบริดจ์อยู่ในสภาวะที่ไม่สมดุล ทำให้สามารถวัดแรงดันที่เอาท์พุทออกมาได้ ยิ่งมีน้ำหนักหรือวัตถุที่มากระทำต่อโหลดเซลล์มากเพียงใดก็จะทำให้ค่าความต้านทานของสเตรนเกจนั้นเปลี่ยนค่าไปมากขึ้นและยังทำให้แรงดันเอาท์พุทที่ได้จากวงจรบริดจ์นั้นมีค่าน้อยมาก จึงต้องอาศัยวงจรขยายสัญญาณเพื่อให้แรงดันเอาท์พุทนั้นมีค่าเพิ่มมากขึ้นเพื่อที่จะนำแรงดันที่ได้ไปประมวลผลในกระบวนการต่อไปโดยแรงดันเอาท์พุทภายในวงจรวีทสโตนบริดจ์จะเป็นไปตามสมการ

$$V_o = \left(\frac{R_3}{R_3+R_4} - \frac{R_2}{R_1+R_2}\right) \quad (2.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

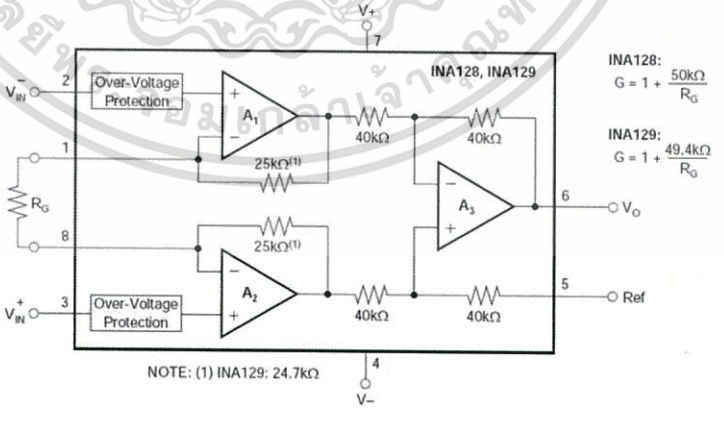
2.3 วงจรขยาย

วงจรขยาย เป็นอุปกรณ์หรือวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ช่วยเพิ่มขนาดหรือกำลังของสัญญาณ โดยการใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายไฟและการควบคุมสัญญาณเอาต์พุทให้มีรูปร่างเหมือนสัญญาณอินพุท แต่มีขนาดใหญ่กว่า โดยในโครงงานนี้ เราได้นำ Instrument Amplifier มาใช้งาน เนื่องจากสัญญาณที่ออกมาจากโหลดเซลเป็นสัญญานขนาดเล็กมีขนาดเป็น มิลลิโวลต์ เราจึงต้องใช้ op-amp ที่มีประสิทธิภาพในการทำการขยายสัญญานของวงจร และ INA128 ยังมีคุณสมบัติตัด offset ที่ดี ลดนอยส์ซึ่งมีผลต่อวงจร และยังสามารถใช้ไฟเลี้ยง 5โวลต์ ซึ่งตรงกับคุณสมบัติของวงจรของเรา



รูปที่ 2.7 instrument amplifier

เนื่องจากวงจรขยายสัญญาณแบบ Instrument Amplifier เป็นวงจรขยายอุปกรณ์วัดมาตรฐานที่นิยมใช้กันมากในระบบการวัดและระบบการควบคุม ทั้งนี้เนื่องจากเราต้องการขยายสัญญาณที่ได้รับมาจากตัวเซนเซอร์โหลดเซลล์ ซึ่งโหลดเซลล์ได้แปลงน้ำหนักที่ได้รับให้เป็นแรงดันไฟฟ้า แต่เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าน้อยมาก ทำให้ต้องใช้ตัวขยายสัญญาณอย่าง Instrument Amplifier มาช่วยในการขยายจากย่านแรงดันไฟฟ้าในหน่วยของมิลลิโวลต์ให้ขึ้นมาอยู่ในย่านของแรงดันไฟฟ้าในหน่วยของโวลต์เพื่อง่ายต่อการนำไปใช้งานในขั้นต่อไป



รูปที่ 2.8 วงจรภายใน Instrument amplifier

ในรูปที่ 2.7 เป็นภาพของวงจรออปแอมป์ซึ่งอยู่ภายในตัวของ Instrument Amplifier ซึ่งสามารถตัด Common-mode Voltage (สัญญาณที่เข้ามายังขั้วอินพุตพร้อมกันโดยที่มีทั้งเฟสที่ตรงกันและขนาดที่เท่ากัน)ออกได้มากกว่า Differential-Input Amplifier โดยออปแอมป์สองตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แรกในวงจรจะทำหน้าที่เป็นตัวบัฟเฟอร์ของสัญญาณอินพุตและทำการขยายสัญญาณเล็กน้อย ส่วนออปแอมป์ที่จะส่งสัญญาณออกจะทำการตัด Common-mode Voltage ออกอีกครั้งพร้อมทั้งขยายสัญญาณและส่งเอาต์พุตออกไปประยุกต์ใช้งาน โดยทั่วไปวงจร Instrument Amplifier มีขายรวมอยู่ในตัวเดียวแล้ว

ซึ่งในการทำโครงงานนี้ เราได้เลือกใช้ INA 128 ในการนำมาใช้งานโดยเราได้ใช้อัตราขยายตามสมการ

$$G = 1 + \frac{50k\Omega}{R_G} \qquad (2.2)$$

จากตารางที่ 2.1 อัตราขยายที่ใช้ในโครงงานเป็นไปตามสมการที่ (2.14) คือใช้ R_G ที่มีค่าเท่ากับ 200 โอห์ม เมื่อทำตามสมการที่ (2.14) ได้ผลลัพธ์เป็น อัตราขยายที่มีค่า 251.3 เท่า

	INA128	
DESIRED GAIN (V/V)	R_G (Ω)	NEAREST 1% R_G (Ω)
1	NC	NC
2	50.00k	49.9k
5	12.50k	12.4k
10	5.556k	5.62k
20	2.632k	2.61k
50	1.02k	1.02k
100	505.1	511
200	251.3	249
500	100.2	100
1000	50.05	49.9
2000	25.01	24.9
5000	10.00	10
10000	5.001	4.99

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงอัตราขยายของ INA 128

2.4 วงจรกรองความถี่ (Filter Circuit)

วงจรกรองความถี่หรือฟิลเตอร์ (Filter) คือวงจรไฟฟ้าที่ยอมให้สัญญาณไฟฟ้าที่ความถี่ใด ๆ ความถี่หนึ่งหรือช่วงความถี่ใดความถี่หนึ่งเท่านั้นผ่านไปได้ ส่วนความถี่อื่นหรือช่วงความถี่อื่น ๆ นอกเหนือจากที่กำหนดจะถูกลดทอนไปซึ่งจะเป็นช่วงความถี่ใดนั้นจะขึ้นอยู่กับการออกแบบวงจร

วงจรกรองความถี่มีด้วยกัน 2 แบบ คือ

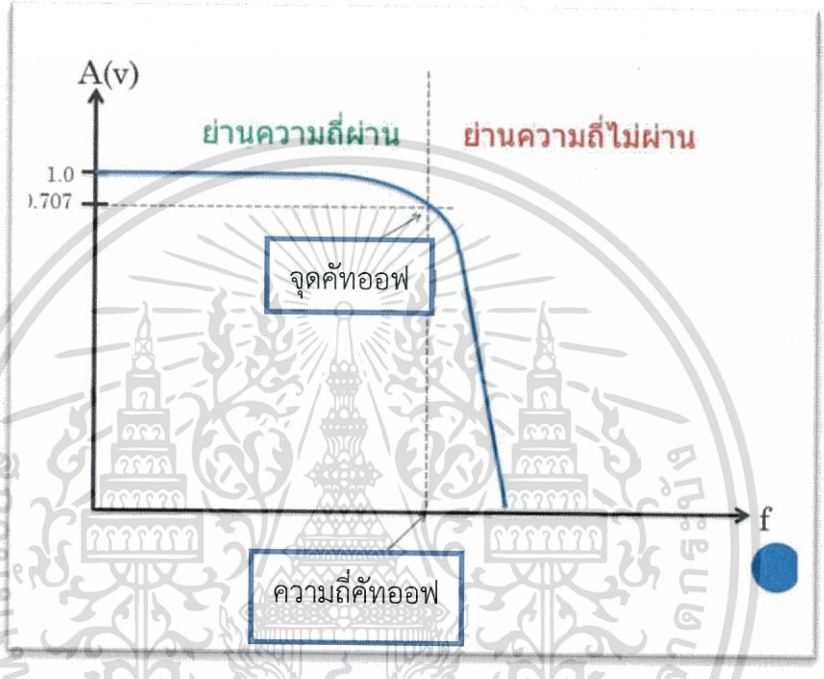
1.แบบ Passive คือวงจรที่ประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์แบบพาสซีฟ ซึ่งหมายถึงอุปกรณ์ที่สามารถทำงานได้โดยไม่ต้องมีการกระตุ้นด้วยไฟฟ้าเพื่อให้ทำงาน ซึ่งได้แก่อุปกรณ์ประเภท ตัวต้านทาน (R) ตัวเก็บประจุ (C) และ ขดลวดเหนี่ยวนำ (L)

2.แบบ Active คือ วงจรที่ประกอบขึ้นด้วยอุปกรณ์ที่ต้องการไฟฟ้า เพื่อกระตุ้นการทำงานของตัวอุปกรณ์ ซึ่งได้แก่อุปกรณ์ประเภท ทรานซิสเตอร์ หรือ ไอซี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 วงจรกรองสัญญาณความถี่ต่ำ (Low Pass Filter: LPF)

หมายถึง วงจรที่จะยอมให้สัญญาณความถี่ตั้งแต่ 0 Hz ถึงความถี่ที่กำหนดผ่านไปได้ ส่วนความถี่ตั้งแต่ที่กำหนดสูงขึ้นไปเรื่อย ๆ จะลดทอนไปตามลำดับ



รูปที่ 2.9 กราฟแสดงผลการตอบสนองต่ออัตราขยายเชิงความถี่ต่ำ

ในทางทฤษฎีวงจรกรองความถี่ต่ำจะยอมให้สัญญาณใดๆ ที่มีความถี่ตั้งแต่ 0 Hz จนถึงความถี่ที่กำหนดซึ่งเรียกว่า ความถี่คัทออฟ หรือ ความถี่ขอบเขต (Cutoff Frequency) ผ่านไปได้โดยไม่มีการลดทอนของสัญญาณ และถ้าความถี่ของสัญญาณเข้ามีค่าเกินที่กำหนดไว้ สัญญาณออกควรจะมีค่าเป็นศูนย์ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถจะทำเช่นนั้นได้ เนื่องจากการตอบสนองสัญญาณที่ความถี่ต่างๆ ของอุปกรณ์ประเภทพาสซีฟ จะเป็นแบบค่อยเป็นค่อยไปไม่เปลี่ยนแปลงทันทีทันใด ดังนั้น เมื่อสัญญาณมีความถี่สูงขึ้นวงจรจะลดสัญญาณลงไปเรื่อยๆ จนกระทั่งจะลดลงในอัตราคงที่ค่าหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการคำนวณวงจรกรองความถี่ต่ำ

สิ่งที่ต้องพิจารณาเป็นพิเศษสำหรับการออกแบบวงจรฟิลเตอร์ชนิดกรองความถี่ต่ำผ่าน ก็คือ ค่าความถี่คัทออฟ ω_c ที่ต้องการใช้งาน ซึ่งความถี่คัทออฟหาได้จากสมการ

$$\omega_c = \frac{1}{RC} = 2\pi f_c \tag{2.3}$$

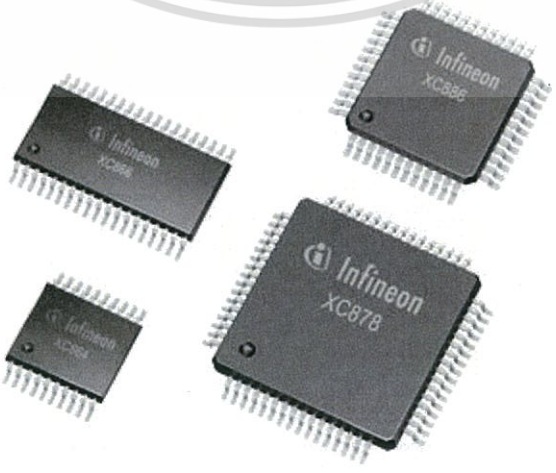
โดยที่

ω_C มีหน่วยเป็น เรเดียนต่อวินาที (rad/s)
f_C มีหน่วยเป็น เฮิรตซ์ (Hz)
R มีหน่วยเป็น โอห์ม (Ω)
C มีหน่วยเป็น ฟารัต (F)

2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

เป็นอุปกรณ์ไอซี (IC: Integrated Circuit) ที่สามารถโปรแกรมการทำงานได้ซับซ้อน สามารถรับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลเข้าไปทำการประมวลผลแล้วส่งผลลัพธ์ข้อมูลดิจิตอลออกมาเพื่อนำไปใช้งานตามที่ต้องการได้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ภายในชิพจะมีหน่วยความจำ , Port อยู่ในชิพเพียงตัวเดียวซึ่งอาจจะเรียกได้ว่าเป็นคอมพิวเตอร์ชิพเดี่ยว ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นไมโครโพรเซสเซอร์ชนิดหนึ่งเช่นเดียวกับหน่วยประมวลผลกลาง (CPU: Central Processing Unit) ที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ แต่ได้รับการพัฒนาแยกออกมาภายหลังเพื่อนำไปใช้ในวงจรทางด้านงานควบคุม คือ แทนที่ในการใช้งานจะต้องต่อวงจรภายนอกต่าง ๆ เพิ่มเติมเช่นเดียวกับไมโครโปรเซสเซอร์ ก็จะทำการรวมวงจรที่จำเป็น เช่น หน่วยความจำ, ส่วนอินพุท/เอาท์พุท บางส่วนเข้าไปในตัว ไอซีเดียวกัน และเพิ่มวงจรบางอย่างเข้าไปด้วยเพื่อให้มีความสามารถเหมาะสมกับการใช้ในงานควบคุม เช่น วงจรตั้งเวลา, วงจรการสื่อสารอนุกรม วงจรแปลงสัญญาณอนาลอคเป็นดิจิตอล เป็นต้น สรุปคือ Microcontroller = Microprocessor + Memory + I/O



รูปที่ 2.10 ตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์

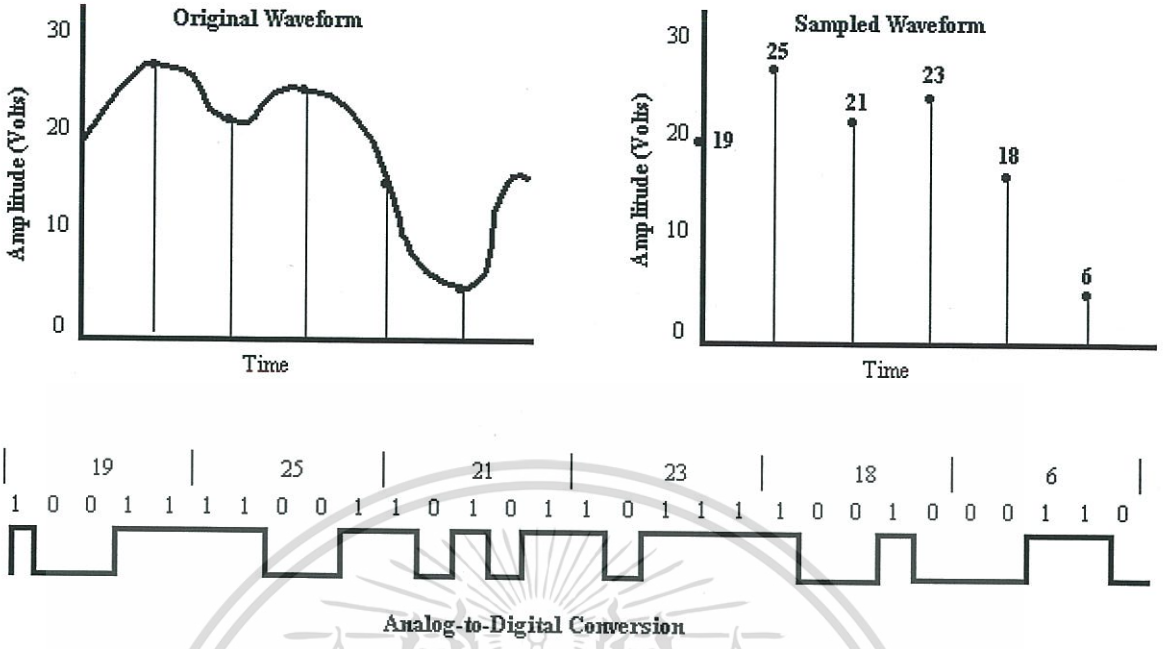
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายยี่ห้อ หลายตระกูล และหลายเบอร์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละเบอร์ก็จะมีโครงสร้างภายในและความสามารถในการทำงานที่แตกต่างกันทำให้สามารถหามาใช้กับงานแต่ละอย่างได้อย่างเหมาะสม

2.6 การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

สัญญาณที่ใช้ในอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ มี 2 ชนิด คือ สัญญาณอนาล็อก และสัญญาณดิจิตอล โดยสัญญาณอนาล็อกจะเป็นสัญญาณแบบต่อเนื่อง ที่ทุกๆค่าที่เปลี่ยนแปลงไปของระดับสัญญาณจะมีความหมาย การส่งสัญญาณแบบอนาล็อกจะถูกรบกวนให้มีการแปลความหมายผิดพลาดได้ง่ายกว่า เนื่องจากค่าทุกค่าถูกนำมาใช้งานนั่นเอง ซึ่งสัญญาณแบบอนาล็อกนี้จะเป็นสัญญาณที่สื่อกลางในการสื่อสารที่ส่วนมากใช้อยู่ จะใช้ในอุปกรณ์ทั่วๆ ไป และใช้ในการควบคุมแบบเก่า ในปัจจุบันมีไมโครโปรเซสเซอร์ และไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้ามาช่วยในการควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ มากมาย ซึ่งทำให้การควบคุมนั้นทำได้ง่าย และรวดเร็วยิ่งขึ้น แต่ในการควบคุมนั้น เราจำเป็นต้องใช้ สัญญาณดิจิตอล เป็นสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่องจะประกอบขึ้นจากระดับสัญญาณเพียง 2 ค่า คือสัญญาณ ระดับสูงสุดและสัญญาณระดับต่ำสุด ดังนั้นจะมีประสิทธิภาพและความน่าเชื่อถือสูงกว่าแบบอนาลอก เนื่องจากมีการใช้งานเพียง 2 ค่า นำมาตีความหมายเป็น on/off หรือ 1/0 เท่านั้น ซึ่งสัญญาณดิจิตอลนี้ จะเป็นสัญญาณที่คอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงานและติดต่อสื่อสารกันในการติดต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ แต่ในความเป็นจริงนั้น เราใช้สัญญาณอนาล็อกในการควบคุม ดังนั้นเราจึงจำเป็น ต้องมีการเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อก เป็นสัญญาณดิจิตอล แล้วจึงนำสัญญาณนั้นเข้ามาสู่ไมโครโปรเซสเซอร์ หรือไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อใช้ควบคุมระบบต่อไป แม้ว่าสัญญาณอนาล็อกนั้นมีความแน่นอน และแม่นยำสูง แต่สัญญาณอนาล็อกนั้นก็ควบคุมได้ยาก เนื่องจากในสภาพแวดล้อม มีสัญญาณรบกวนอยู่มาก และการที่จะทำให้การควบคุมแบบอนาล็อกมีความสามารถในการควบคุมเท่ากับการควบคุมแบบดิจิตอลนั้นทำได้ยาก เนื่องจากวงจรควบคุมแบบอนาล็อกจะต้องมีความซับซ้อนสูง อย่างไรก็ตาม สัญญาณดิจิตอลก็ไม่สามารถทดแทนความละเอียดของสัญญาณอนาล็อกได้อย่างสมบูรณ์ แต่ทำให้การควบคุมนั้นทำให้ง่าย และสะดวกยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

2.8 บลูทูธ

บลูทูธ คือ ระบบสื่อสารของอุปกรณ์อิเล็คโทรนิคแบบสองทาง ด้วยคลื่นวิทยุระยะสั้น (Short-Range Radio Links) โดยปราศจากการใช้สายเคเบิ้ล หรือ สายสัญญาณเชื่อมต่อ และไม่จำเป็นจะต้องใช้การเดินทางแบบเส้นตรงเหมือนกับอินฟราเรด ซึ่งถือว่าเพิ่มความสะดวกมากกว่าการเชื่อมต่อแบบอินฟราเรด ที่ใช้ในการเชื่อมต่อระหว่างโทรศัพท์มือถือ กับอุปกรณ์ ในโทรศัพท์เคลื่อนที่รุ่นก่อนๆ และในการวิจัย ไม่ได้มุ่งเฉพาะการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว แต่ยังศึกษาถึงการส่งข้อมูลที่เป็นเสียง เพื่อใช้สำหรับ Headset บนโทรศัพท์มือถือด้วย

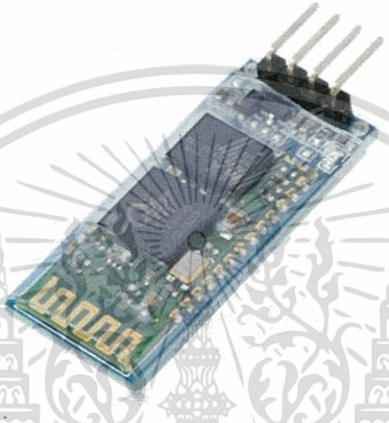
การทำงานของ Bluetooth?

Bluetooth จะใช้สัญญาณวิทยุความถี่สูง 2.4 GHz. (กิ๊กกะเฮิร์ซ) 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, แอพพลิเคชั่นต่างๆ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย ขอให้อยู่ในระยะที่กำหนดไว้เท่านั้น (ประมาณ 5-10 เมตร) นอกจากนี้ยังใช้พลังงานต่ำ กินไฟน้อย และสามารถใช้งานได้นาน โดยไม่ต้องนำไปชาร์จไฟบ่อยๆ ด้วยส่วนความสามารถการส่งถ่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

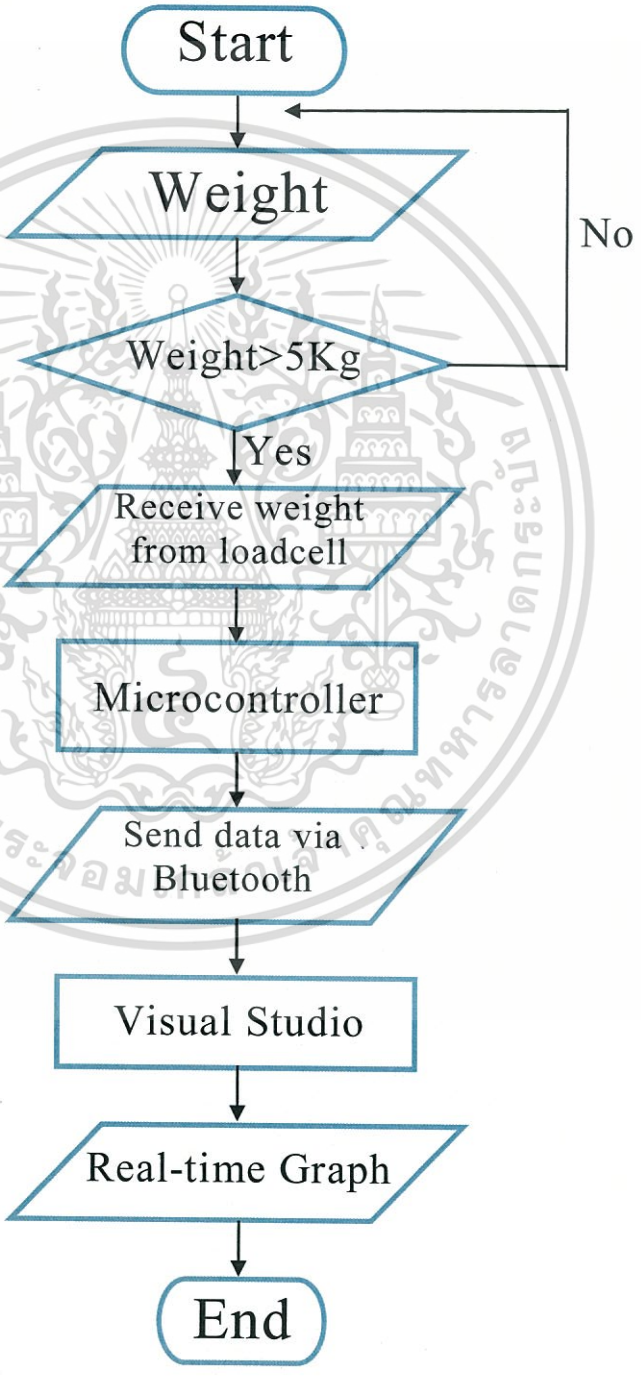


รูปที่ 2.12 Bluetooth

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
วิธีดำเนินการ

วิธีการดำเนินงานจำเป็นต้องมีการวางแผนโครงงานเพื่อให้ทราบถึงแนวทางและขั้นตอนในการปฏิบัติที่ถูกต้องภายในระยะเวลาที่กำหนด ดังนั้น เราควรเขียนแผนการแสดงขั้นตอนการดำเนินงานโดยสรุปได้ดังนี้

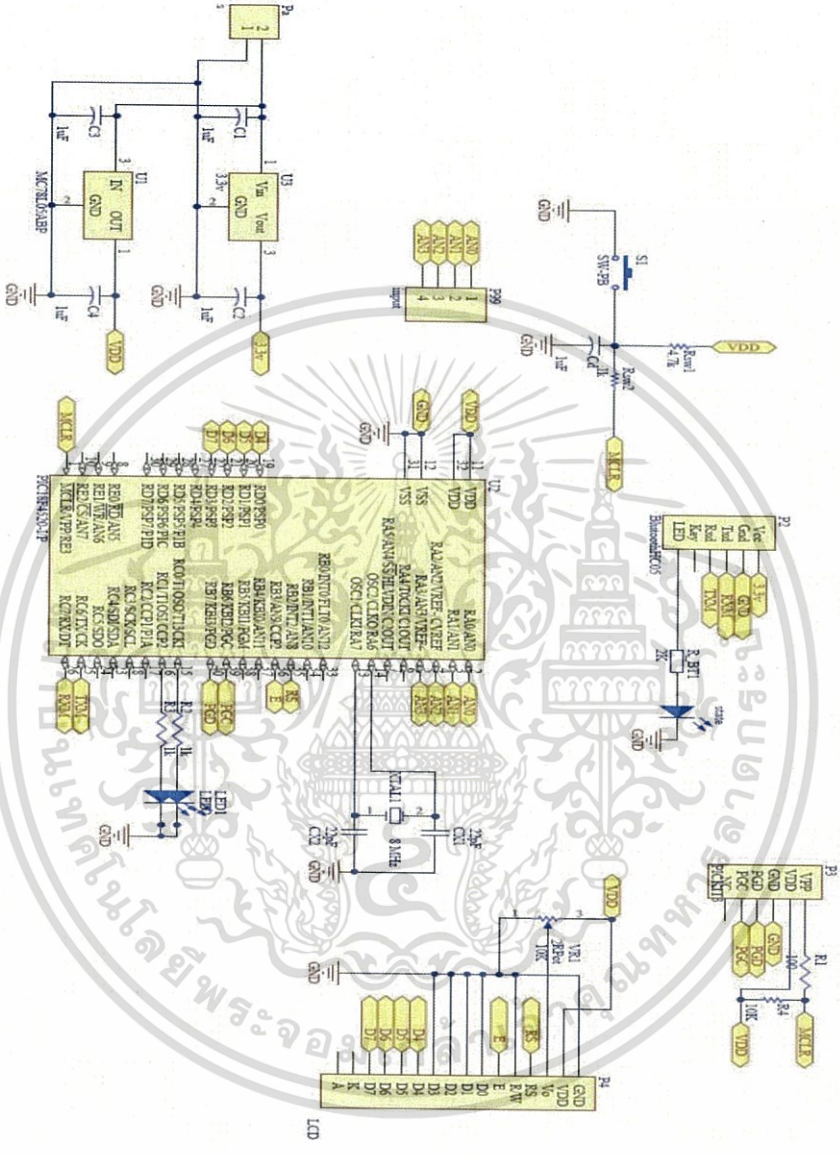


รูปที่ 3.1 Flow chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

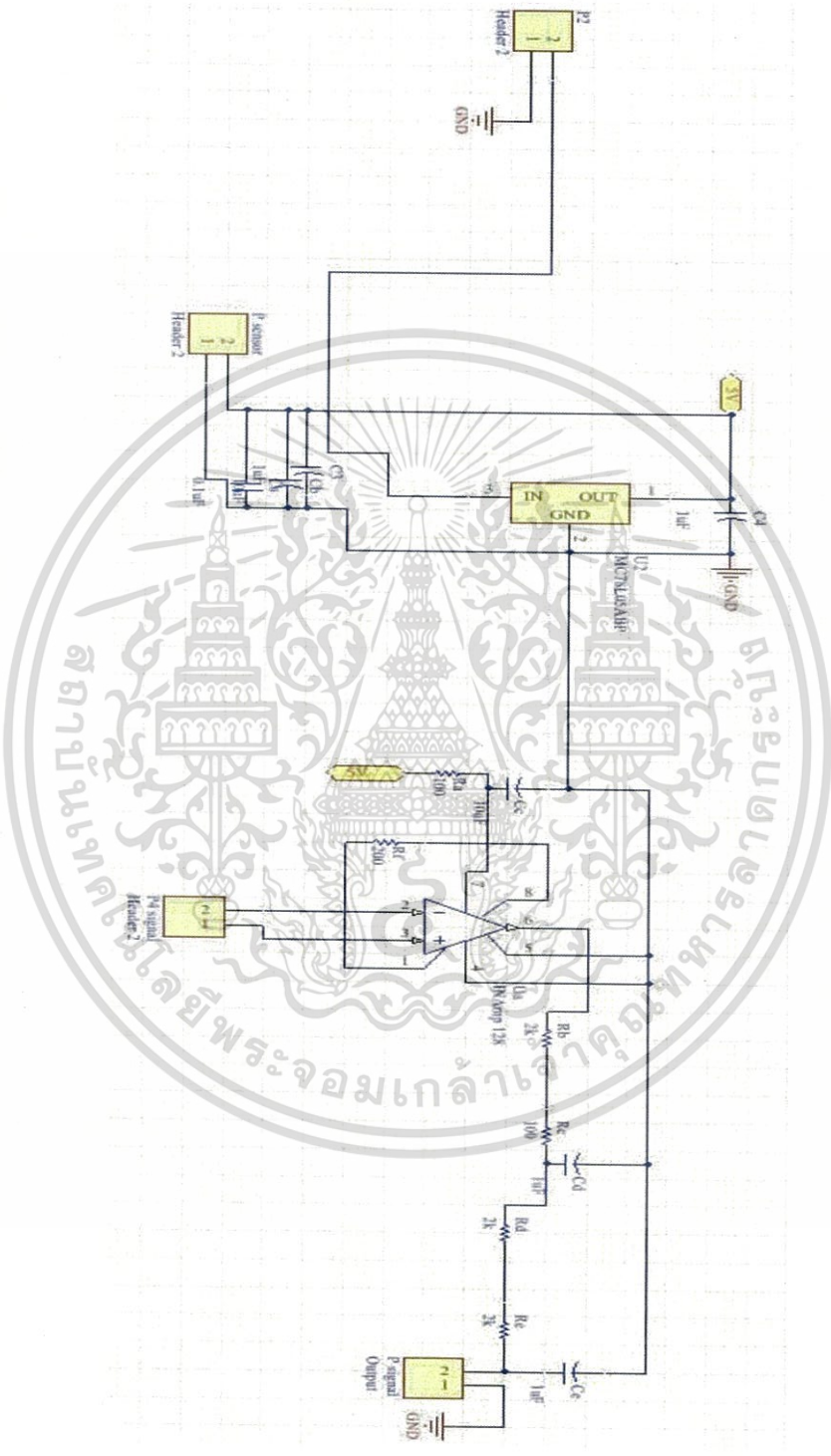
3.1 การออกแบบวงจร

ออกแบบสเคมิติคของวงจรที่คอยควบคุมการทำงาน



รูปที่ 3.2 Schematicของวงจร Microcontroller

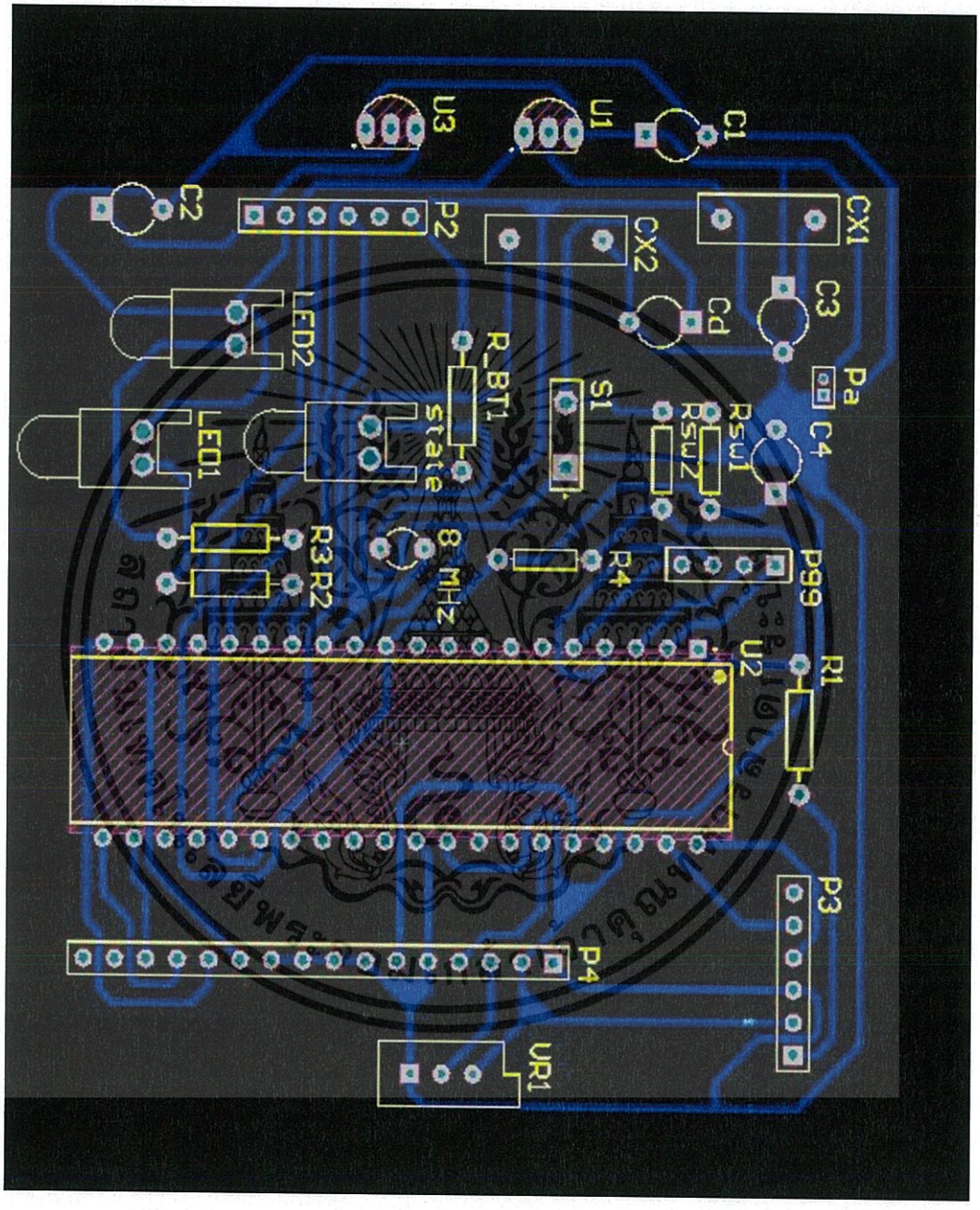
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 Schematic ของวงจรขยาย

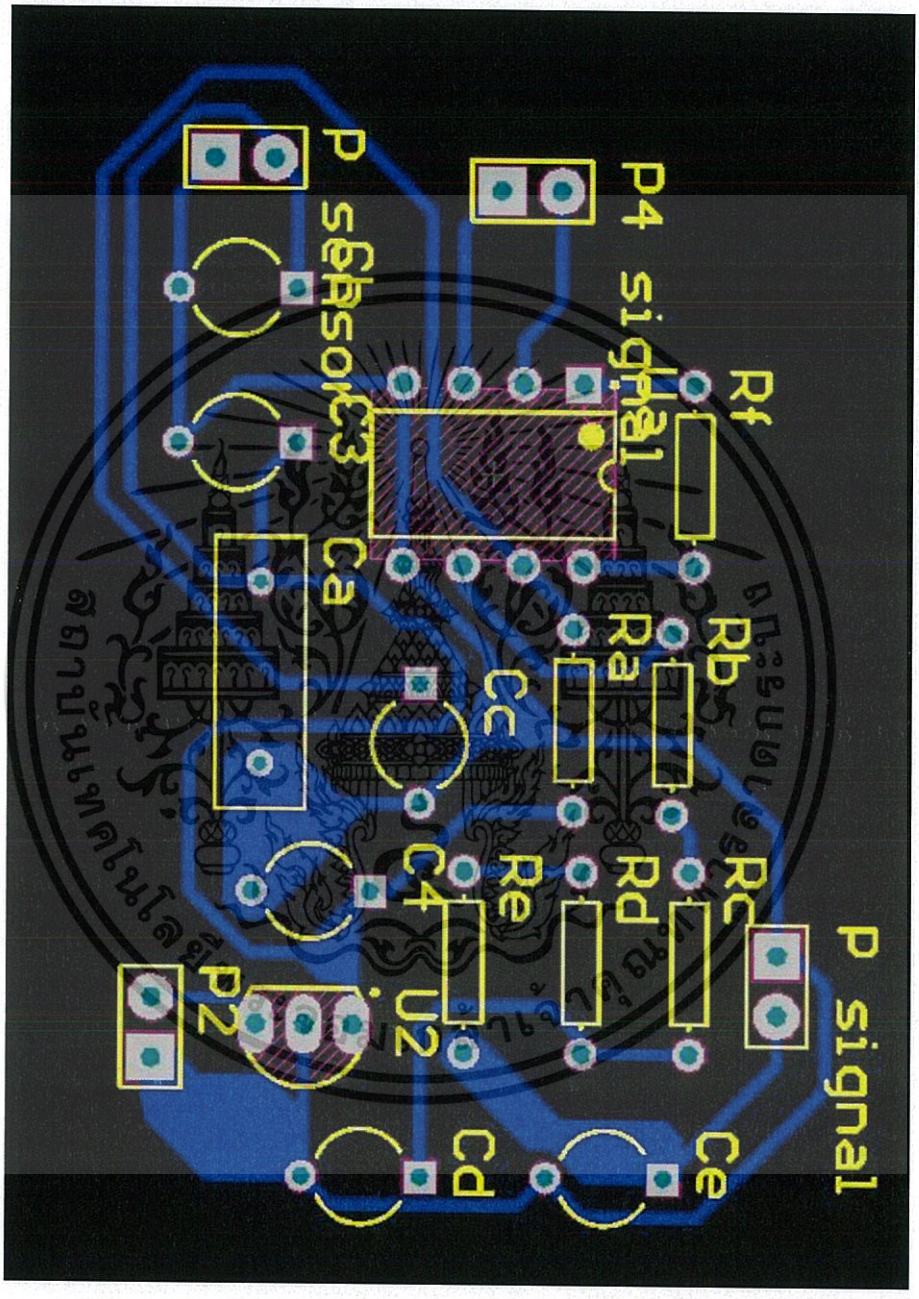
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.4 ลาย PCB ของ Microcontroller

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
143909



รูปที่ 3.5 ลาย PCB ของวงจรขยาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.6 แผ่นรองรับแรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

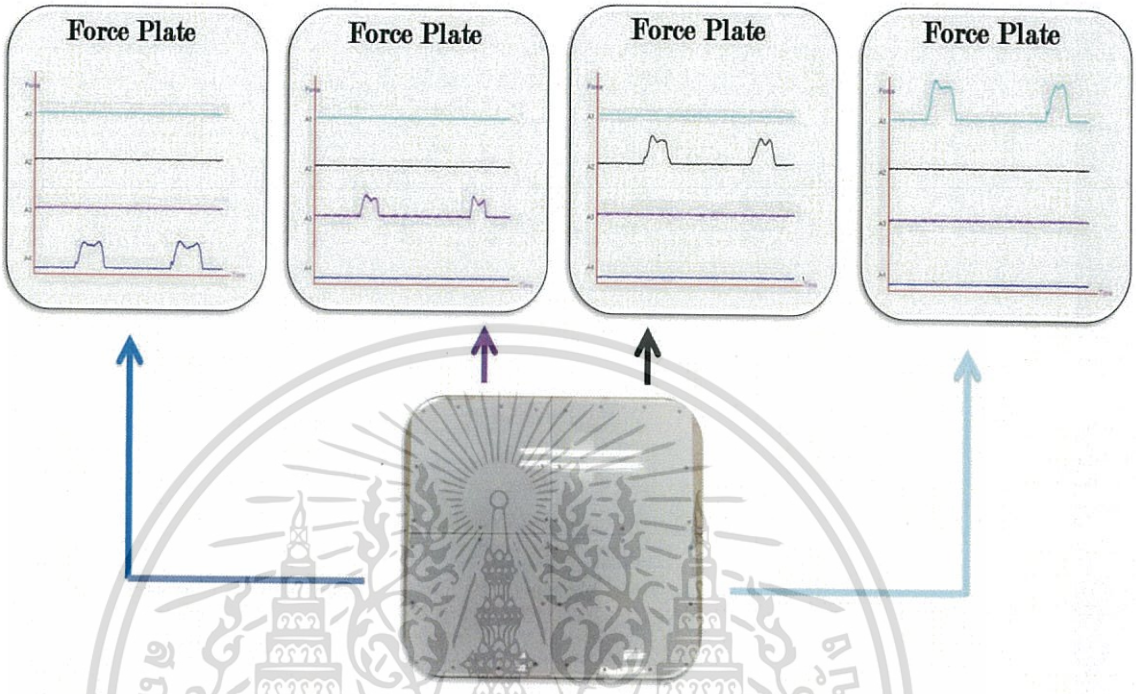
4.1 วิธีการทดลอง

1.เดินเหยียบบนแผ่นรองรับแรงตามขั้นตอนที่กำหนด

รูปที่ 4.1 เดินเหยียบบนแผ่นรองรับแรงตามขั้นตอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

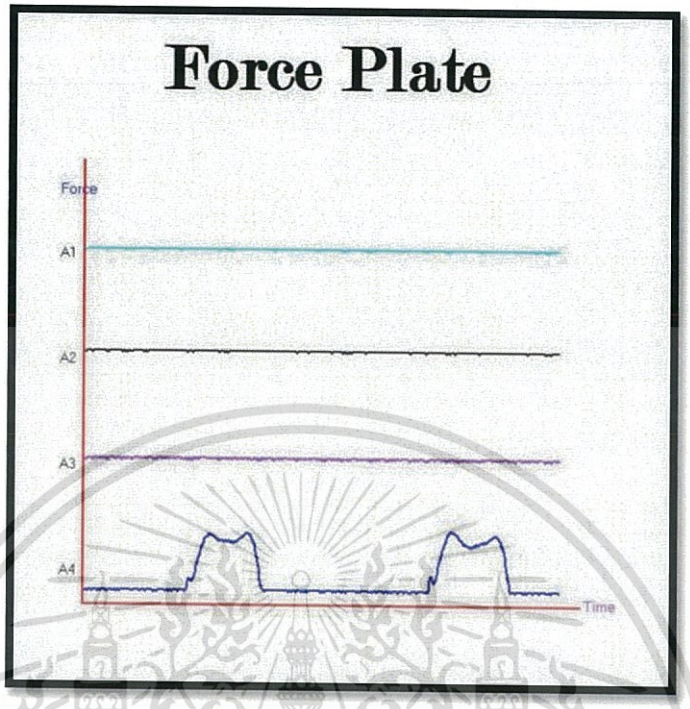
2.ดูกราฟที่เกิดขึ้นในคอมพิวเตอร์ผ่านโปรแกรม Visual C



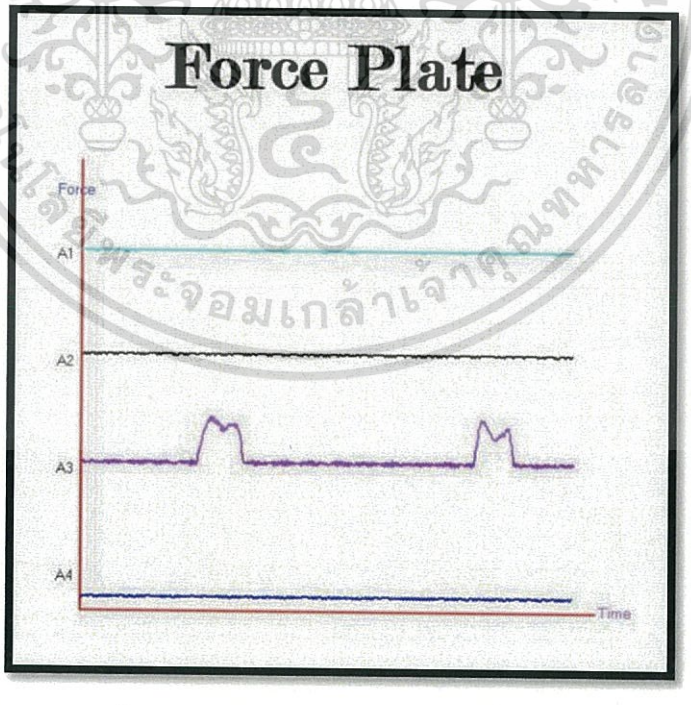
รูปที่ 4.2 กราฟที่แสดงบนจอคอมพิวเตอร์เมื่อเราเดินเหยียบขึ้น-ลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลอง

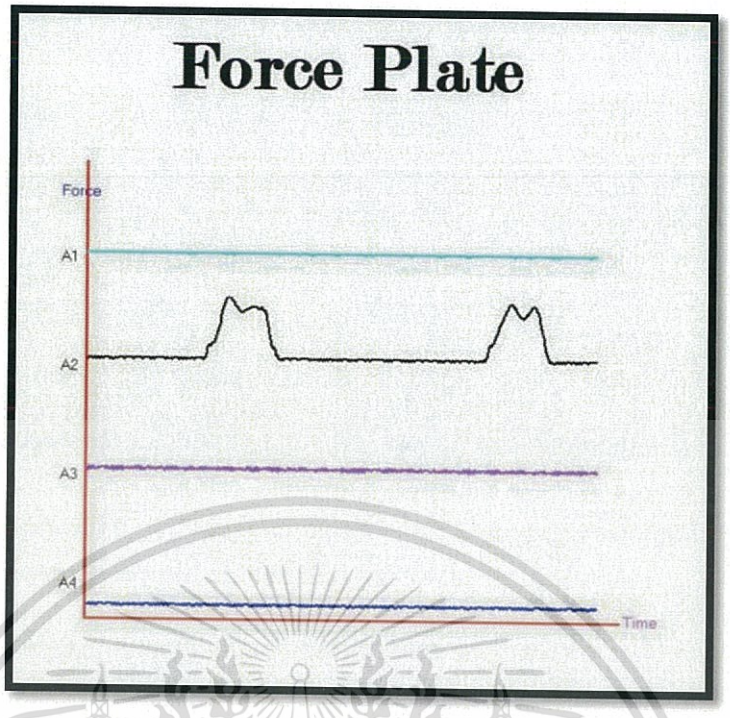


รูปที่ 4.3 ผลการทดลองแผ่นรองรับแรงที่ 1

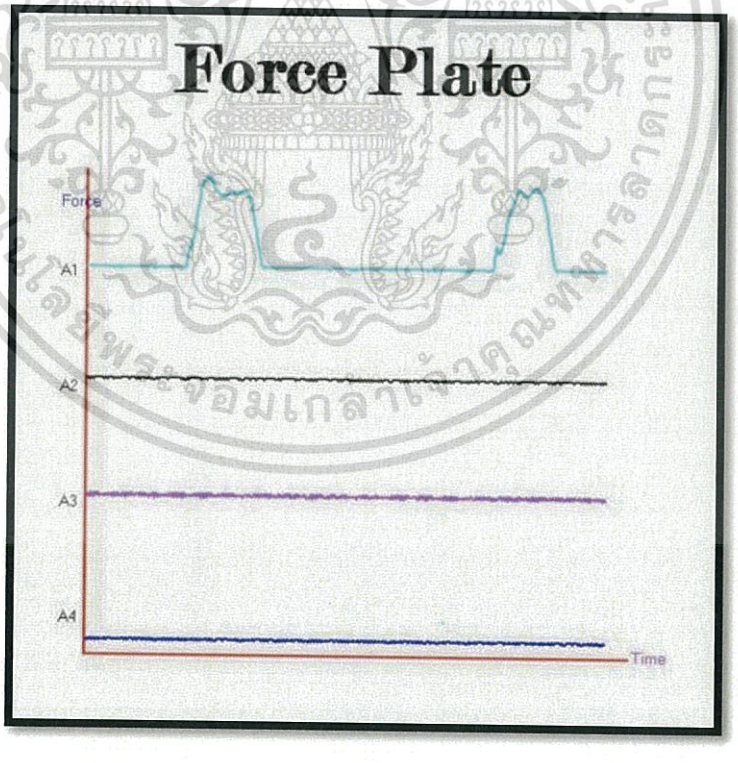


รูปที่ 4.4 ผลการทดลองแผ่นรองรับแรงที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 ผลการทดลองแผ่นรองรับแรงที่ 3



รูปที่ 4.6 ผลการทดลองแผ่นรองรับแรงที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปและวิจารณ์การทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

โครงงานเรื่องแผ่นรองรับแรงได้ทำการทดลองเพื่อศึกษากระบวนการทำงานของโหลดเซลล์ และเพื่อวิเคราะห์ข้อมูลของการเดิน โดยมีขั้นตอนการดำเนินการ คือ โหลดเซลล์รับค่าจากแรงที่กดลงมา ซึ่งโหลดเซลล์จะแปลงค่าน้ำหนักไปเป็นแรงดันไฟฟ้า แต่เป็นแรงดันไฟฟ้าที่มีค่าน้อยอยู่ในช่วงมิลลิโวลต์ ดังนั้น เราจึงได้นำวงจรของ instrument amplifier มาช่วยขยายแรงดันไฟฟ้าที่ออกมาจากโหลดเซลล์ให้อยู่ในช่วงของโวลต์ ต่อมาจึงนำค่าที่ได้มาจาก instrument amplifier ไปต่อเข้ากับบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ และสามารถทดลองได้อีกวิธีด้วยการให้ผู้ทดลองหลายคนเดินผ่านแผ่นรองรับแรง แล้วใช้โปรแกรม Visual Studio ในการประมวลผลและแสดงออกมาเป็นกราฟ Real Time นอกจากนั้นยังเก็บข้อมูลเป็นรายบุคคลได้เพื่อที่จะเก็บประวัติของบุคคลนั้น โดยนำกราฟและข้อมูลมาวิเคราะห์ทางการแพทย์ต่อไป

5.2 วิจารณ์การทดลอง

จากการทดลอง เราจะพบว่า สัญญาณที่ออกมาจากโหลดเซลล์มีขนาดเล็กมาก จึงทำให้ต้องเลือกออปแอมป์ที่เหมาะสม โดยในการทดลองครั้งแรก เราทำการทดลองโดยเลือกใช้ LM358 ทำให้ได้เอาต์พุตออกมามีความผิดพลาดมาก เราจึงได้เลือกใช้ INA128 ในการใช้งาน และอีกปัญหาที่พบเจอคือ กราฟที่ได้ออกมา มีความเสถียรที่ยังไม่เพียงพอต่อการนำมาวิเคราะห์ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] J. Rose and J. G. Gamble, Human Walking, 2nd ed. ~Williams and Wilkins, Baltimore, 1996, pp. 1–99.

[2] J. Nilsson and A. Thorstensson, ''Ground reaction forces at different speeds of human walking and running,'' Acta Physiol. Scand. 136, 217– 227 ~1989.

[3] T.S. Keller, A.M. Weisberger, J.L. Ray, S.S. Hasan, R.G. Shiavi, and D.M. Spengler, Relationship between vertical ground reaction force and speed during walking, slow jogging, and running, Clinical Biomechanics 11 (1996) 253.259.

[4] Hamill, J., Bates, B. T. and Knutzm, K. M. (1984) Ground reaction force symmetry during walking and running. Res. Q. Exercise Sport 55, 289-293.

[5] Blennerhassett, J. M. and Jayalath, V. M. (2008). "The Four Square Step Test is a feasible and valid clinical test of dynamic standing balance for use in ambulant people poststroke." Arch Phys Med Rehabil 89(11): 2156-2161.

[6] Dite, W. and Temple, V. A. (2002). "A clinical test of stepping and change of direction to identify multiple falling older adults." Arch Phys Med Rehabil 83(11): 1566-1571. .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้