ระบบควบคุมแขนกลด้วยสัญญาณกระแสประสาท

BIONIC ARM CONTROL SYSTEM USING NERVE SIGNAL

ชนสิทธิ์ ศรีประเสริฐ

นภาพร ศรีสมบัติ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2563

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

BIONIC ARM CONTROL SYSTEM USING NERVE SIGNAL

CHANASIT SRIPRASERT

NAPAPORN SRISOMBUT

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2020

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ปริญญานิพนธ์ปี 2563

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบควบคุมแขนกลด้วยสัญญาณกระแสประสาท

BIONIC ARM CONTROL SYSTEM USING NERVE SIGNAL

ผู้จัดทำ นายชนสิทธิ์ ศรีประเสริฐ 60010186

นางสาวนภาพร ศรีสมบัติ 60010501

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ชื่อรองศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ บุญลักษณานุสรณ์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use. Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ระบบควบคุมแขนกลด้วยสัญญาณกระแสประสาท

โดย

นายชนสิทธิ์ ศรีประเสริฐ 60010186

นางสาวนภาพร ศรีสมบัติ 60010501

อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ชนินทร์ บุญลักษณานุสรณ์

ปีการศึกษา 2563

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ศึกษาทฤษฎีและออกแบบสร้างแขนกลรวมถึงอุปกรณ์ควบคุมแขนกลด้วยสัญญาณกระแสประสาท จัดทำขึ้นเพื่อพัฒนาเทคโนโลยีแขนกลให้มีศักยภาพมากขึ้น รวมไปถึงความหลากหลายในการใช้งานทั้งทางด้านอุตสาหกรรม ทางด้านการแพทย์ และทางทหาร เพื่อลดความเสี่ยงที่เกิดจากความผิดพลาดทางด้านต่างๆ ที่อาจเกิดขึ้นจากมนุษย์ ซึ่งก่อให้เกิดอันตรายได้ คณะผู้จัดทำจึงทำงานวิจัยนี้ที่นำเสนอแขนกลที่สามารถบังคับได้ด้วยวงจรควบคุม โดยวงจรควบคุมนี้ประกอบด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino Bord ในการรับและส่งสัญญาณ จากเซนเซอร์ EMG ตัวเซนเซอร์ EMG นี้รับสัญญาณจากกระแสประสาทจากกล้ามเนื้อที่ควบคุมนิ้วมือ จากนั้น Arduino Board จะส่งสัญญาณไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ควบคุมเซอโวมอเตอร์ เพื่อนำค่าที่ได้จากเซนเซอร์ EMG ไปขับเซอโวมอเตอร์ เพื่อควบคุมการขยับของนิ้วมือแขนกล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

BIONIC ARM CONTROL SYSTEM USING NERVE SIGNAL

By

Mr. Chanasit Sriprasert 60010186

Mrs. Napaporn Srisombut 60010501

Advisor

Assoc. Prof Chanin Boonlaksananusorn

Academic Year 2020

ABSTRACT

This thesis presents research and construction design of robotic arm and controller using nerve signal. The purpose is mechanical arm technology development and variety of applications such as medical, industrial, military, etc. for reduce the risk of human error in various ways which could be dangerous. The robotic arm can be controlled by controller's circuit. The controller's circuit consist of microcontroller (Arduino) to receive and transmit signals from sensors from EMG sensor. The EMG sensor receive nerve signal from muscles that control fingers. Then, Arduino Board will transmit signal to microcontroller which control servo motor to control the servo motor and to control the movement of fingers of the arm.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความช่วยเหลืออย่างดียิ่งจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน รองศาสตราจารย์ ดร. ชนินทร์ บุญลักษณานุสรณ์ ประธานหลักสูตรสาขาวิชาแมคคาทรอนิกส์ รวมถึงเจ้าหน้าที่ คณาจารย์ และคณะผู้บริหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ได้กรุณาให้คำปรึกษา และให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ในการปรับปรุงแก้ไขโครงงานตลอดเวลาที่ผ่านมา คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งและขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณพี่ๆ และเพื่อนๆ ทุกคน โดยเฉพาะ นายสุขภวิชณ์ เตชะกมลสุข ที่สนับสนุนอุปกรณ์และให้คำปรึกษา ขอขอบพระคุณครอบครัว ญาติๆ ที่คอยสนับสนุนการทำงาน ให้ความช่วยเหลืออื่นๆ ที่เป็นประโยชน์ต่อโครงงาน และคอยให้กำลังใจมาตลอด

การศึกษาค้นคว้าปริญญานิพนธ์ครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี และความดีและความดีอันเกิดจากการศึกษาค้นคว้า ครั้งนี้ คณะผู้จัดทำขอมอบแด่ บิดา มารดา อาจารย์ และผู้มีพระคุณทุกท่าน คณะผู้จัดทำมีความซาบซึ้งใน ความกรุณาอันดียิ่งจากทุกท่านที่ได้กล่าวนามมา จึงขอขอบพระคุณทุกท่าน และหากผิดพลาดประการใดขอ อภัยไว้ ณ โอกาสนี้

คณะผู้จัดทำ

นายชนสิทธิ์ ศรีประเสริฐ

นางสาวนภาพร ศรีสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน	1
1.4 แผนการดำเนินงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการทำงานที่เกี่ยวข้อง	3
1. เซอโวมอเตอร์ (Servo Motor)	3
2. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์	5
2.2 ภาษาที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์	6
2.3 หน้าที่ส่วนต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์	7
2.4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino	8
2.3 เซนเซอร์	10
บทที่ 3 หลักการการออกแบบ	15
3.1 ภาพรวมการออกแบบ	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2 การออกแบบโครงสร้างของ Bionic arm 15

3.3 การประกอบชิ้นส่วนที่ออกแบบ 20

3.4 วงจรการทำงาน 21

3.5 แผนผังการทำงาน 22

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 23

4.1 บอร์ดขยายสัญญาณจากกล้ามเนื้อ 23

4.2 ส่วนควบคุมแขนกล 26

4.3 วิเคราะห์การทดลอง 27

4.4 การทดลองส่วนควบคุม 32

เอกสารอ้างอิง 33

ประวัติผู้เขียน 35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญรูปภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 Block Diagram การทำงานของเซอโวมอเตอร์	3
2.2 เซอโวมอเตอร์ (Servo Motor)	4
2.3 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์	5
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino R3	9
2.5 Sensor Shield	9
2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ต่อกับ Shield	9
2.7 ตำแหน่งการแปะแผ่น Electrode	11
2.8 Instrumentation Amplifier	12
2.9 วงจรส่วน Amplification	13
2.10 วงจรส่วน Inverting	13
2.11 วงจรส่วน Filtering	13
2.12 วงจรส่วน Rectifier	14
2.13 วงจรส่วน Smoothing	14
3.1 การออกแบบนิ้วครั้งที่ 1 ด้านหน้า	16
3.2 การออกแบบนิ้วครั้งที่ 1 ด้านข้าง	16
3.3 การออกแบบนิ้วครั้งที่ 2 ด้านหน้า	17
3.4 การออกแบบนิ้วครั้งที่ 2 ด้านข้าง	17
3.5 ออกแบบฝ่ามือครั้งที่ 1	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.6 รูปรวมการออกแบบฝ่ามือครั้งที่ 2 19

3.7 ออกแบบท่อนแขน 19

3.8 ออกแบบคานตรึงมอเตอร์ 20

3.9 งานออกแบบที่ประกอบทุกชิ้นส่วน 20

3.10 แผนภาพการต่อวงจร EMG sensor 21

4.1 EMG sensor 23

4.2 แผ่นอิเล็กโทรด จำนวน 3 แผ่น 24

4.3 ค่าที่รับเซนเซอร์ EMG ขณะกล้ามเนื้อ 24

4.4 ค่าที่รับจากเซนเซอร์ EMG ขณะกล้ามเนื้อหดตัว 25

4.5 การต่อส่วนควบคุมแขนกล 26

4.6 EMG sensor 27

4.7 การต่อ EMG sensor 27

4.8 รูปสัญญาณขณะกล้ามเนื้อคลายตัว 28

4.9 รูปสัญญาณขณะกล้ามเนื้อหดเกร็ง 28

4.10 EMG sensor บอร์ดที่ 2 29

4.11 รูปสัญญาณ EMG บอร์ดที่ 2 29

4.12 multimeter ขณะวัดค่า 30

4.13 การต่อ multimeter 30

4.14 แผนผังวงจร EMG 31

4.15 แผนภาพวงจรภายใน IC INA106 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

จากผลสำรวจของสำนักงานสถิติแห่งชาติ ปี 2560 คนไทยจำนวนทั้งหมด 67 ล้านคน มีคนพิการ 3.7 ล้านคน คิดเป็นร้อยละ 5.5 ของประชากรทั้งหมดส่วนใหญ่ ต่อมา ร้อยละ 49.65 หรือ 1.83 ล้านคน เป็นคนพิการทางการเคลื่อนไหว และมีคนพิการรายใหม่เพิ่มขึ้น กว่า 3,500 ราย ซึ่งมีแนวโน้มที่จะเพิ่มขึ้น ทั้งจากโรคเรื้อรัง อุบัติเหตุและสูงวัย คณะผู้จัดทำเล็งเห็นความสำคัญของแขนเทียมซึ่งถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์สำคัญยิ่งสำหรับคนพิการ เพื่อใช้ทดแทนในการประกอบกิจวัตรประจำวัน โดยแขนเทียมที่คณะผู้จัดทำได้ทำขึ้นนั้นทำงานโดยใช้สัญญาณประสาทที่ควบคุมระบบกล้ามเนื้อมาควบคุมการทำงานของแขนกลเพื่อการเคลื่อนไหวที่สะดวกและสมจริงมากขึ้น ดังนั้นคณะผู้จัดทำจึงมีความประสงค์ในการจัดทำโครงงานนี้ขึ้นมา

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษาการทำงานของเซนเซอร์ EMG
2. ศึกษาการเขียนโค้ดคำสั่งในการขยับของนิ้วมือของแขนกล
3. ออกแบบและจำลองการทำงานของมือของแขนกล

1.3 ขอบเขตและข้อกำหนดของโครงงาน

1. นิ้วมือของแขนกลสามารถขยับได้ตามการกำและแบมือของคน
2. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของแขนกลโดยใช้โปรแกรมภาษาที่มีพื้นฐานจากภาษาซีของ Arduino

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4 แผนการดำเนินงาน

1. กำหนดหัวข้อการศึกษา และวัตถุประสงค์ เพื่อตั้งขอบเขตการดำเนินงาน และวางแผนการดำเนินงานในขั้นต่างๆ

2. ศึกษาหาข้อมูลอ้างอิงเพื่อใช้ในการออกแบบตัวแขนกลและระบบควบคุม ให้ตรงกับวัตถุประสงค์ของโครงงาน

3. ออกแบบ Block Diagram เพื่อควบคุมการทำงานของนิ้วมือของแขนกล

4. ออกแบบและปรับปรุงตัวแขนกลโดยใช้โปรแกรม SOLIDWORKS

5. หาซื้อและทดสอบเซนเซอร์ EMG

6. เขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของนิ้วมือของแขนกล

7. ทดสอบการทำงานของแขนกลและปรับปรุงแก้ไข

8. รวบรวมข้อมูลและสรุปผลการทดลอง

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

สามารถออกแบบแขนกลได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของโครงงานและตอบสนองต่อการใช้งานของผู้ใช้ได้ สามารถเขียนโปรแกรมที่สามารถควบคุมแขนกลได้อย่างเสถียรและแม่นยำและสามารถนำโครงงานไปพัฒนาต่อยอดเพื่อแก้ไขปัญหาในด้านต่างๆได้ รวมถึงฝึกทักษะการทำงานร่วมกับผู้อื่น การมีวินัย และการวางแผนอย่างเป็นระบบ เพื่อให้ได้ตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

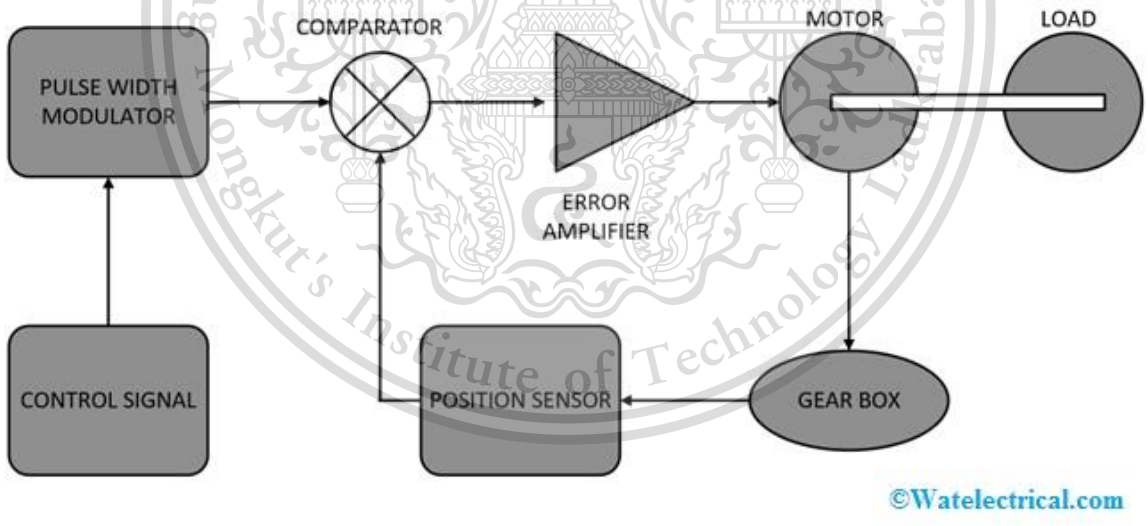
บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการทำงานที่เกี่ยวข้อง

1. เซอโวมอเตอร์ (Servo Motor)

Servo ในทางวิศวกรรมเป็นการควบคุมการขับเคลื่อน (servomechanism) นั่นคือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์สำหรับควบคุมมอเตอร์หรือระบบขับเคลื่อนต่าง ๆ ด้วยการตรวจสอบสัญญาณจากระบบขับเคลื่อนและปรับค่าให้ถูกต้องตามที่กำหนดไว้อย่างต่อเนื่อง โดยปกติระบบ servo จะตรวจสอบข้อผิดพลาดจากสัญญาณตอบกลับเช่น ตำแหน่งทางกล ความเร็วหรือค่าผิดพลาดอื่น ๆ เช่น ข้อผิดพลาดจากระบบหน้าต่างของรถยนต์อาจไม่ได้รวมอยู่ในระบบขับเคลื่อน (none servomechanism) หรือระบบควบคุมเรือซึ่งใช้การควบคุมแบบปิด (close-loop feedback) ถือว่าอยู่ในระบบขับเคลื่อนได้

Servo Motor เป็นอุปกรณ์ที่ผู้ใช้งานสามารถ ควบคุมความเร็ว (Speed Control), แรงบิดของมอเตอร์ (Torque Control) และ ระยะทางในการเคลื่อนที่(หมุน) (Position Control) ของตัวมอเตอร์ได้ ในโครงงานนี้จะใช้ DC Servo Motor โดยจะมีองค์ประกอบดังนี้



รูปที่ 2.1 Block Diagram การทำงานของเซอโวมอเตอร์ (Servo Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. มอเตอร์ (Motor) จะเป็นมอเตอร์ DC ธรรมดา แบบ Separately Excited

2. โหลด (Load) สิ่งที่เชื่อมต่อกับเพลาของมอเตอร์ ในโครงงานนี้คือเส้นเอ็นที่ยึดกับนิ้วมือของ แขนกล

3. ชุดเกียร์ (Gear Box) เป็นตัวแปลงทางกลที่แปลงขาออก (Output) ของมอเตอร์ให้เป็น ตำแหน่ง, ความเร่ง และ ความเร็ว ขึ้นอยู่กับการตั้งค่า

4. เซนเซอร์วัดตำแหน่ง (Position Sensor) ทำหน้าที่รับรู้ตำแหน่งของโรเตอร์ (Rotor) แล้วป้อนข้อมูลให้อุปกรณ์เปรียบเทียบ (Comparator)

5. อุปกรณ์เปรียบเทียบ (Comparator) ทำหน้าที่เปรียบเทียบขาออก (Output) ของเซนเซอร์วัดตำแหน่ง (Position Sensor) กับ จุดอ้างอิง เพื่อหาสัญญาณที่แตกต่างกัน (Error Signal) แล้วป้อนให้กับอุปกรณ์ขยาย (Amplifier) หากมอเตอร์ทำงานตามที่การควบคุม ค่า Error Signal จะเป็นศูนย์ ชุดเกียร์ (Gear Box), เซนเซอร์วัดตำแหน่ง (Position Sensor) และ อุปกรณ์เปรียบเทียบ (Comparator) ทำให้การทำงานของเซอโวมอเตอร์เป็นระบบวนลูปแบบปิด (Closed - loop System)

6. อุปกรณ์ขยาย (Amplifier) ทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่แตกต่างกัน (Error Signal) จากอุปกรณ์เปรียบเทียบ (Comparator) เพื่อป้อนให้กับตัวมอเตอร์ (Motor)

7. สัญญาณควบคุมและอุปกรณ์การกล้ำแอมพลิจูดของพัลส์ (Control Signal and Pulse Width Modulator) สัญญาณควบคุมจะเข้าสู่ขาเข้า (Input) ของอุปกรณ์การกล้ำแอมพลิจูดของพัลส์ที่ทำหน้าที่ปรับค่าขาเข้า (Input) ของมอเตอร์ (ค่าแรงดันหรือ field excitation) สำหรับการควบคุมแบบแม่นยำ

ตัวอย่างภาพ เซอโวมอเตอร์ (Servo Motor) ที่ใช้งาน

รูปที่ 2.2 เซอโวมอเตอร์ (Servo Motor)

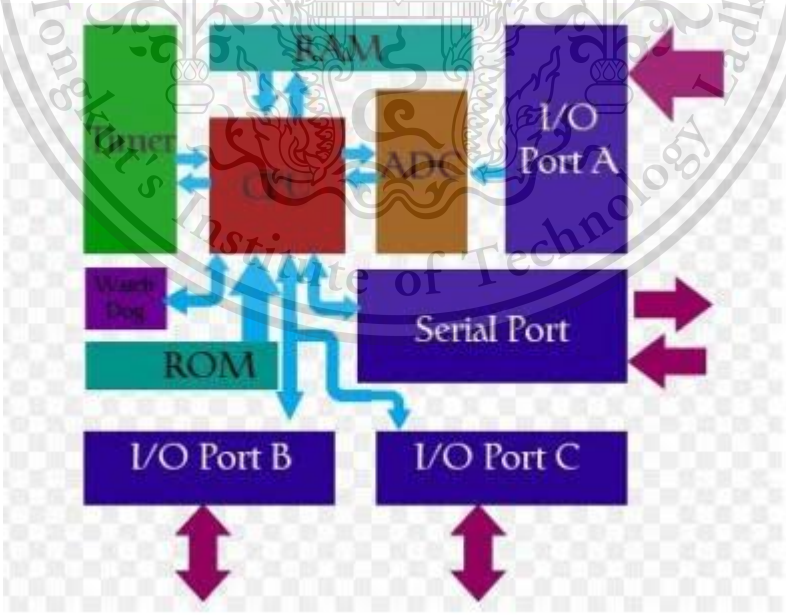
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2. บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์

2.1 ความรู้เกี่ยวกับไมโครคอนโทรลเลอร์เบื่องต้น

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller หรือ μC, uC, MCU) คือ อุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก ซึ่งบรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ โดยในไมโครคอนโทรลเลอร์ได้รวมเอา ซีพียู หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวเดียวกัน

หากแปลความหมายไมโครคอนโทรลเลอร์แบบตรงตัวก็คือ ระบบคอนโทรลขนาดเล็กเรียกอีกอย่างหนึ่งคือเป็นระบบคอมพิวเตอร์ขนาดเล็ก ที่สามารถนามาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย โดยผ่านการออกแบบวงจรให้เหมาะกับงานต่างๆ และยังสามารถโปรแกรมคำสั่งเพื่อควบคุมขา Input / Output เพื่อสั่งงานให้ไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ได้อีกด้วย ซึ่งก็นับว่าเป็นระบบที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ทั้งทางด้าน Digital และ Analog ยกตัวอย่างเช่น ระบบสัญญาณตอบรับอัตโนมัติ, ระบบบัตรคิว, ระบบตอกบัตรพนักงาน และอื่นๆ โดยเฉพาะ ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ในยุคปัจจุบันนั้นสามารถทำการเชื่อต่อกับระบบ Network ของคอมพิวเตอร์ทั่วไปได้อีกด้วย ดังนั้นการสั่งงานจึงไม่ใช่แค่หน้าแผงวงจร แต่อาจจะเป็นการสั่งงานระยะไกลเครือข่ายอินเตอร์เน็ตก็ได้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.2 ภาษาที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์

ภาษาที่ใช้กับไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น จะแตกต่างกันขึ้นอยู่กับไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละตระกูล แต่ภาษาที่ใช้โดยทั่วไป สามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ดังนี้

1. ภาษาเครื่อง

ภาษาเครื่อง (Machine Language) เป็นภาษาที่อยู่ในรูปแบบของรหัสเลขฐานสอง ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถเข้าใจภาษานี้ได้ทันที โดยไม่ต้องผ่านกระบวนการแปล แต่เป็นภาษาที่ยากต่อการเรียนรู้ เพราะอยู่ในรูปแบบของเลขฐานสอง และผู้ใช้ต้องมีความรู้เกี่ยวกับฮาร์ดแวร์เป็นอย่างดี แต่ข้อดีของภาษานี้ คือ มีขนาดเล็ก ทำงานได้รวดเร็ว และสามารถติดต่อกับฮาร์ดแวร์ได้โดยตรง

2. ภาษา Assembly

ภาษา Assembly สร้างขึ้นมาเพื่อให้การเขียนโปรแกรมง่ายขึ้น ภาษา assembly ใช้คำในภาษาอังกฤษแทนรหัสเลขฐานสอง ในภาษาเครื่อง ดังนั้นในการใช้งาน จะต้องผ่านการแปลจากภาษา Assembly เป็นภาษาเครื่องก่อน ตัวแปลภาษา เรียกว่า Assembler โปรแกรมที่เขียนโดยภาษา assembly จะทำงานเร็วและมีขนาดเล็ก เพราะว่ามันสามารถเข้าถึง Hardware ได้โดยตรงเช่นเดียวกับภาษาเครื่อง แต่ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับวิธีการเขียนของผู้เขียนด้วย

3. Interpreters

interpreter คือ ภาษาระดับสูงซึ่งใกล้เคียงกับภาษาของมนุษย์ โดยจะฝังตัวอยู่ในหน่วยความจำ และทำหน้าที่อ่านคำสั่งจากโปรแกรมขึ้นมาทีละคำสั่ง ทำการแปลเป็นภาษาเครื่อง แล้วปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ ตัวอย่างของ interpreter ที่รู้จักกันดีคือ ภาษา BASIC ข้อเสียของ interpreter คือ ทำงานได้ช้า เนื่องจากต้องแปลคำสั่งทีละคำสั่ง

4. Compilers

compiler คือ ภาษาระดับสูงซึ่งทำหน้าที่แปลโปรแกรมที่เขียนขึ้นมาทั้งหมดให้เป็นภาษาเครื่อง จากนั้นจึงนำเอาโปรแกรมที่แปลเสร็จแล้วเข้าไปเก็บในหน่วยความจำ หลังจากนั้นจึงสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ปฏิบัติตามคำสั่งนั้นๆ ทำให้การทำงานได้เร็วขึ้น ตัวอย่างเช่น ภาษา C เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3 หน้าที่ส่วนต่างๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์

โครงสร้างโดยทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถแบ่งออกมาได้เป็น 5 ส่วนใหญ่ๆ ดังต่อไปนี้

1. หน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู (CPU : Central Processing Unit)

2. หน่วยความจำ (Memory) สามารถแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือหน่วยความจำที่มีไว้สำหรับเก็บโปรแกรมหลัก (Program Memory) เช่น Flash Memory ลักษณะการทำงานของหน่วยความจำนี้ เป็นหน่วยความจำที่อ่าน-เขียนได้ด้วยไฟฟ้า เปรียบเสมือนฮาร์ดดิสก์ของเครื่องคอมพิวเตอร์ตั้งโต๊ะ นั่นคือข้อมูลใดๆ ที่ถูกเก็บไว้ในนี้จะไม่สูญหายไปแม้ไม่มีไฟเลี้ยง อีกส่วนหนึ่งคือหน่วยความจำข้อมูล (Data Memory) ใช้เป็นเหมือนกับกระดาษทดในการคำนวณของซีพียู และเป็นที่พักข้อมูลชั่วคราวขณะทำงาน แต่หากไม่มีไฟเลี้ยงในการทำงานข้อมูลจะหายไปคล้ายกับหน่วยความจำแรม (RAM) ในเครื่องคอมพิวเตอร์ทั่วๆไป แต่สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์สมัยใหม่ หน่วยความจำข้อมูลมีทั้งที่เป็นหน่วยความจำแรม ซึ่งข้อมูลจะหายไปเมื่อไม่มีไฟเลี้ยง และเป็นอีอีพรอม (EEPROM : Erasable Electrically Read-Only Memory) ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้แม้ไม่มีไฟเลี้ยงก็ตาม ในอดีตเป็นหน่วยความจำโปรแกรมแบบ EPROM หน่วยความจำที่ลบด้วยแสง

3. ส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอก หรือพอร์ต (Port) มี 2 ลักษณะคือ พอร์ตอินพุต (Input Port) และพอร์ตส่งสัญญาณหรือพอร์ตเอาต์พุต (Output Port) ส่วนนี้จะใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอก ถือว่าเป็นส่วนที่สำคัญมาก พอร์ตอินพุตรับสัญญาณเพื่อนำไปประมวลผลและส่งไปแสดงผลที่พอร์ตเอาต์พุต เช่น การติดสว่างของหลอดไฟ เป็นต้น

4. ช่องทางเดินของสัญญาณ หรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่างซีพียู หน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณจำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดย แบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus) บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม (Control Bus)

5. วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกา นับเป็นส่วนประกอบที่สำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง เนื่องจากการทำงานที่เกิดขึ้นในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ จะขึ้นอยู่กับการกำหนดจังหวะ หากสัญญาณนาฬิกามีความถี่สูง จังหวะการทำงานก็จะสามารถทำได้ถี่ขึ้น ส่งผลให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวนั้น มีความเร็วในการประมวลผลสูงตามไปด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การเขียนโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ภาษาซี ถือว่าเป็นภาษาระดับกลางที่ใช้กันมาก ไมโครคอนโทรลเลอร์มีหลายตระกูลที่ได้รับความนิยมและมีพัฒนาการจนถึงปัจจุบัน ในโครงงานนี้คณะผู้จัดทำจะกล่าวไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ใช้ นั่นคือ Arduino

2.4 บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino

Arduino เป็นภาษาอิตาลี โดยเป็นชื่อโครงการพัฒนาไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ในรูปแบบ Open Source คือวิธีการในการออกแบบ พัฒนา และแจกจ่ายสำหรับต้นฉบับของสินค้าหรือความรู้ โดยเฉพาะซอฟต์แวร์ โดย Open Source ถูกพิจารณาว่าเป็นทั้งรูปแบบหนึ่งในการออกแบบและแผนการในการดำเนินการ Open Source เปิดโอกาสให้บุคคลอื่นนำเอาระบบนั้นไปพัฒนาได้ต่อไป เป็นการพัฒนาจาก Wiring ซึ่งเป็น Open Source โครงการเดิมของ AVR โดยโครงการ Wiring ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR เบอร์ ATmega128 ซึ่งมีข้อจำกัดหลายด้าน เช่น เป็นชิปที่มีตัวโครงแบบ SMD ทำให้นำมาใช้งานได้ยาก เนื่องจากตัวไมโครคอนโทรลเลอร์มีขนาดเล็กเกินไป ทำให้ไม่สะดวกในการต่อใช้งานจริง มีขาอินพุต (Input) และเอาท์พุต (Output) จำนวนมากเกินไป หรือตัวบอร์ดมีขนาดใหญ่เกินไป ทำให้ไม่เหมาะสมสำหรับผู้ที่เริ่มต้นเรียนรู้ด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วยเหตุผลข้างต้นจึงทำให้ไม่ได้รับความนิยม ระยะต่อมาทีมงาน Arduino จึงได้นำโครงการ Wiring มาพัฒนาใหม่โดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AVR ขนาดเล็ก คือ ATMega8 และ ATMega168 ทำให้ได้รับความนิยมจนถึงปัจจุบันนี้

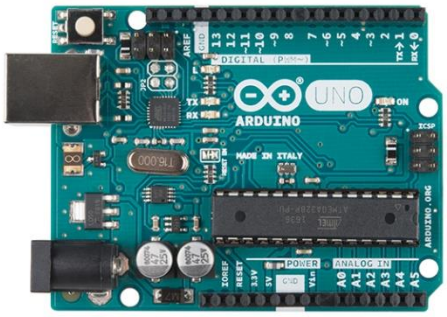
ในโครงการนี้ คณะผู้จัดทำใช้ Arduino R3

Arduino R3

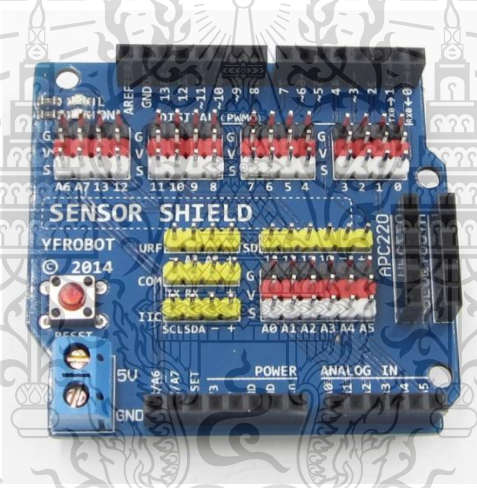
คำว่า Uno เป็นภาษาอิตาลี ซึ่งแปลว่าหนึ่ง เป็นบอร์ด Arduino รุ่นแรกที่ผลิตออกมา มีขนาดประมาณ 68.6 x 53.4 mm. เป็นบอร์ดมาตรฐานที่นิยมใช้งานมากที่สุด เนื่องจากมีขนาดที่เหมาะสำหรับการเริ่มต้นเรียนรู้ Arduino และมี Shields ให้เลือกใช้งานได้มากกว่าบอร์ด Arduino รุ่นอื่นๆ ที่ออกแบบมาเฉพาะมากกว่า โดยบอร์ด Arduino Uno ได้มีการพัฒนาเรื่อยมา ตั้งแต่ R2 R3 และรุ่นย่อยที่เปลี่ยนชิปไอซีเป็นแบบ SMD เป็นบอร์ด Arduino ที่ได้รับความนิยมมากที่สุด เนื่องจากราคาไม่แพง และส่วนใหญ่ Project และ Library ต่างๆ ที่พัฒนาขึ้นมา Support จะอ้างอิงกับบอร์ดนี้เป็นหลัก ข้อดีอีกอย่างคือกรณีที่ MCU เสีย ผู้ใช้งานสามารถซื้อมาเปลี่ยนเองได้ง่าย Arduino Uno R3 มี MCU ที่เป็น Package DIP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

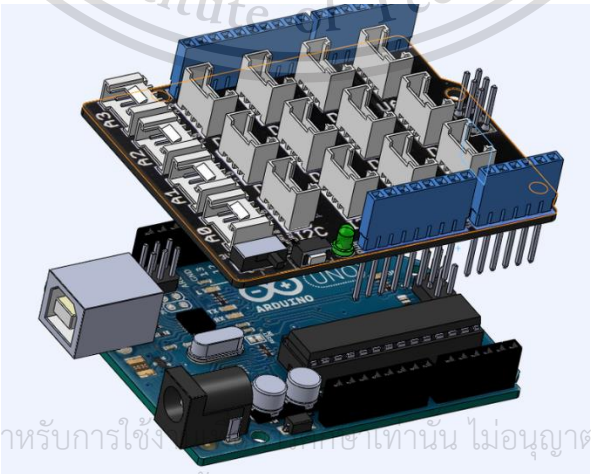
ตัวอย่างภาพไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino



รูปที่ 2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino R3



รูปที่ 2.5 Sensor Shield



รูปที่ 2.6 ไมโครคอนโทรลเลอร์ Arduino ต่อกับ Shield

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2.3 เซนเซอร์

เซนเซอร์ (Sensor) คือ ชุดอุปกรณ์ วงจร หรือ ระบบ ที่ทำหน้าที่ตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติหรือลักษณะของสิ่งต่างๆ โดยรอบวัตถุเป้าหมาย และนำข้อมูลจำนวนมหาศาล (Big Data) ที่ได้จากการตรวจวัด เข้าสู่กระบวนการแจกแจง และวิเคราะห์พฤติกรรมของการเปลี่ยนแปลง ประมวลผลเป็นองค์ความรู้และปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ให้มนุษย์สามารถนำองค์ความรู้มาใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพลดขั้นตอนของกระบวนการทำงาน

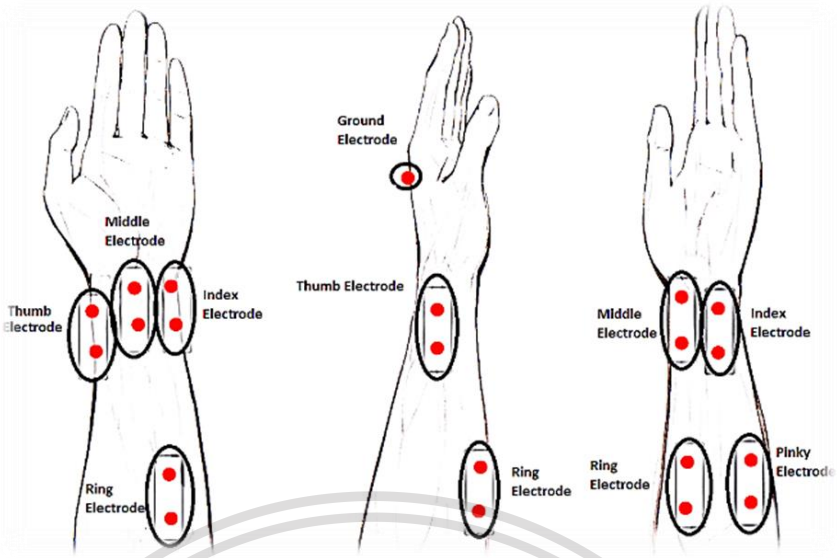
สำหรับโครงงานนี้ เซนเซอร์ที่ใช้มีเพียง EMG Sensor

1. หลักการทำงานของ EMG Sensor

Electromyography (EMG) จะทำการวัดการตอบสนองของกล้ามเนื้อหรือค่าทางไฟฟ้าที่ตอบสนองต่อการกระตุ้นจากระบบประสาทที่มีที่มาจากสมอง เมื่อสมองสั่งการให้กล้ามเนื้อหดเกร็งหรือคลายตัว จะเกิดความต่างศักย์ที่แตกต่างกัน โดยกล้ามเนื้อหดเกร็งจะมีค่าความต่างศักย์มากกว่าค่าความต่างศักย์ของกล้ามเนื้อขณะคลายตัว การใช้งาน EMG Sensor จะเริ่มจากวัดค่าทางไฟฟ้าจากในกล้ามเนื้อโดยใช้เข็มวัดเสียบเข้าไปที่กล้ามเนื้อ หรือใช้แผ่น Electrode แปะบนผิวหนังบริเวณกล้ามเนื้อที่ต้องการวัด จากนั้นจะนำค่าที่ได้ไปทำการดัดแปลงและขยายเพื่อนำไปวิเคราะห์หรือประยุกต์ใช้งานโดยใช้วงจร ในทางการแพทย์ EMG ใช้ในการตรวจหาความผิดปกติของกล้ามเนื้อโดยใช้เข็มเสียบเข้าไปวัดกล้ามเนื้อที่ต้องการวัด เนื่องจาก การใช้เข็มรับค่าได้แม่นยำกว่าการแปะแผ่น Electrode บนผิวหนัง

สำหรับโครงงานนี้จะใช้แผ่น Electrode ในการทำงาน โดยจะทำการวัดสัญญาณทางบวกและทางลบจากแต่ละกล้ามเนื้อที่ควบคุมนิ้วแต่ละนิ้ว โดยจะใช้แผ่น Electrode 2 แผ่นในการวัดค่าสัญญาณ และอีก 1 แผ่น เป็นแผ่นสำหรับจุดอ้างอิงทางไฟฟ้าหรือกราวด์ (Ground) โดยจะสามารถแปะจุดใดก็ได้ที่ไม่ใช่กล้ามเนื้อที่ต้องการจะวัด

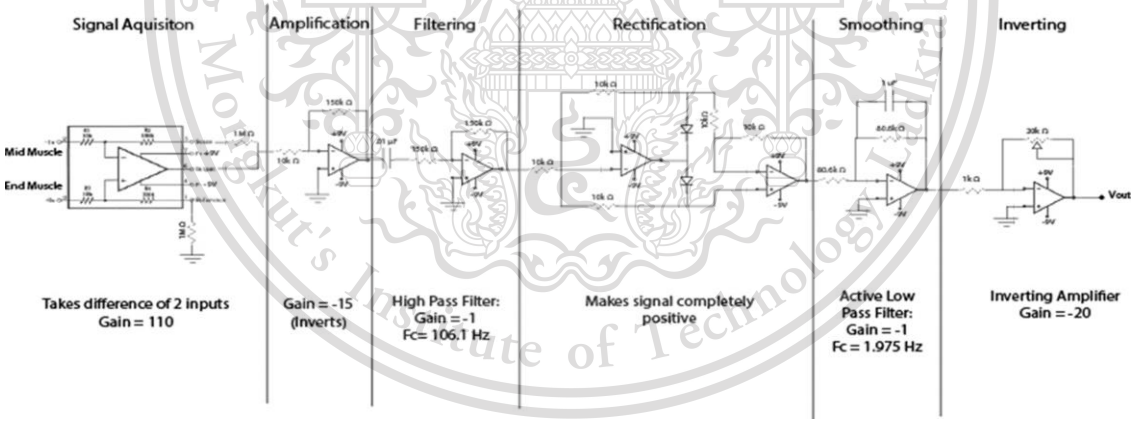
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 2.7 ตำแหน่งการแปะแผ่น Electrode

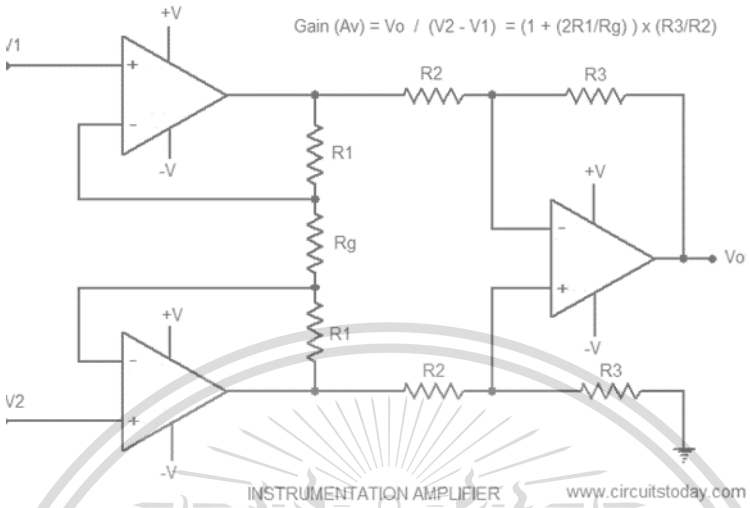
2. วงจรขยายสัญญาณของ EMG Sensor

วงจรขยายสัญญาณของ EMG Sensor แบ่งการทำงานออกเป็น 6 ส่วน ดังภาพต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1. Signal Acquisition



รูปที่ 2.8 Instrumentation Amplifier

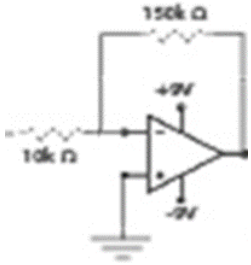
เนื่องจากสัญญาณที่ต้องการรับหรือสัญญาณจากกล้ามเนื้อมีค่าที่น้อยมาก จึงใช้วงจร Instrumentation Amplifier เพื่อขยายสัญญาณและรับค่าเข้ามา

วงจร Instrumentation Amplifier คือ การต่อวงจร Non-inverting Amplifier เข้ากับวงจร Differential Amplifier เพื่อขยายสัญญาณ EMG ที่ได้รับจากกล้ามเนื้อ โดยข้อดีของวงจรนี้คือสามารถปรับ Rg หรือค่า Gain ได้ และเป็น High Input Impedance โดยให้ค่า Gain = 110

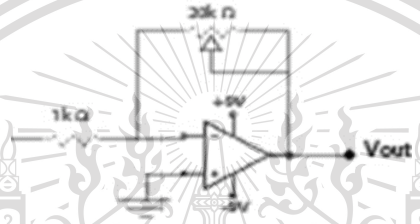
2. Amplification และ Inverting

ในส่วนนี้จะใช้วงจร Inverting Amplifier ขยายสัญญาณเพิ่มเติมจาก Instrumentation Amplifier ในส่วน Signal Acquisition และเป็นตัวปรับสัญญาณให้เป็นบวกอีกครั้งหลังสัญญาณผ่าน low pass filter ในส่วน Smoothing โดยในแต่ละส่วนจะใช้ค่า Gain ต่างกัน ในส่วน Amplification จะใช้ค่า Gain = -15 และส่วน Inverting จะใช้ค่า Gain = -20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



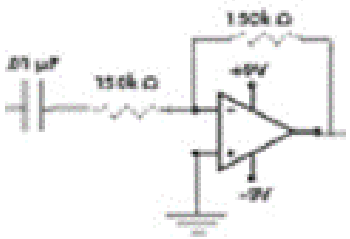
รูปที่ 2.9 วงจรส่วน Amplification



รูปที่ 2.10 วงจรส่วน Inverting

3. Filtering

ใช้วงจร High Pass Filter ในการกรองสัญญาณ DC Offset ที่เกิดขึ้น ทำให้กราฟที่ได้มีค่าเริ่มต้นที่ค่าศูนย์ โดยวงจรมีค่า Gain = -1 และ ใช้ความถี่เกิน 100 Hz เนื่องจากเป็นตวามถี่ของสัญญาณที่ต้องการวัด

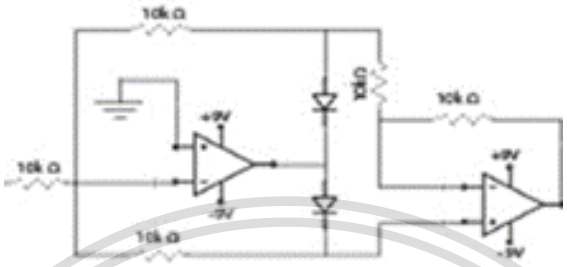


รูปที่ 2.11 วงจรส่วน Filtering

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4. Rectifier

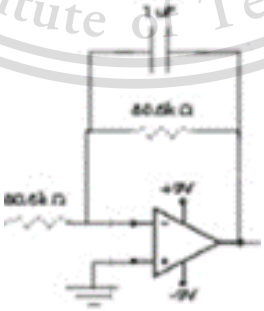
ใช้วงจร Full Wave Rectifier ในการทำให้สัญญาณทั้งหมดมีค่าเป็นบวก



รูปที่ 2.12 วงจรส่วน Rectifier

5. Smoothing

ใช้วงจร Low Pass Filter เพื่อกรอง noise ที่เกิดขึ้นจากภายนอกร่างกาย เช่นสนามไฟฟ้าจากหม้อแปลงหรือเสาไฟ เป็นต้น และภายในร่างกาย เช่น สัญญาณจากระบบประสาทที่ควบคุมการทำงานของกล้ามเนื้อหัวใจ เป็นต้น โดยในวงจรใช้ค่า Gain = -1 และ ค่าความถี่ประมาณ 1 Hz



รูปที่ 2.13 วงจรส่วน Smoothing

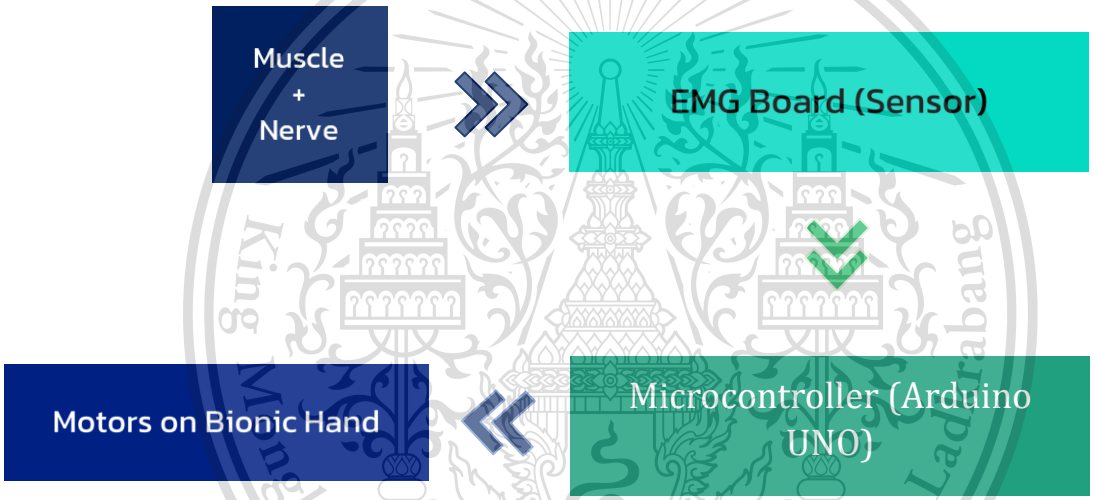
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 3

หลักการการออกแบบ

3.1 ภาพรวมการออกแบบ

ภาพรวมการออกแบบ การออกแบบจะแบ่งได้เป็น 2 ส่วน คือ การออกแบบโครงสร้างและการออกแบบรูปแบบการประมวลผล โดยการออกแบบทั้งหมดจะต้องสามารถให้ผู้ใช้สั่งการแขนกลด้วยการรับค่าสัญญาณจากกล้ามเนื้อ จะมีระบบดังบล็อกไดอะแกรมนี้



จากบล็อกไดอะแกรมจะเห็นได้ว่าเมื่อเซนเซอร์รับค่าสัญญาณมาจากกล้ามเนื้อจะทำการขยายสัญญาณและส่งไปประมวลผลที่ Microcontroller เมื่อประมวลผลเสร็จมอเตอร์จะหมุนไปตามองศาที่กำหนดทำให้เส้นเอ็นทำการดึงนิ้วเกิดการหักงอของนิ้วในแต่ละส่วน

3.2 การออกแบบโครงสร้างของ Bionic arm

ภาพรวมของการออกแบบโครงสร้างมือต้องออกแบบให้มีสรีระใกล้เคียงกับมือจริงให้มากที่สุดและสามารถใช้งานได้ ดังนั้นจึงออกแบบให้มีทั้งหมด 15 ข้อต่อจำแนกเป็น 1 นิ้ว 3 ข้อต่อ จำนวน 4 นิ้ว นิ้วโป้งจำนวน 2 ข้อต่อ และฝ่ามืออีก 1 ข้อต่อ เพื่อการกำมือและแบมือ และในส่วนกำมือนั้นจะออกแบบให้เส้นเอ็นเป็นส่วนที่ทำการดึงให้เกิดการกำมือและใช้สปริงดึงกลับเมื่อต้องการให้คลายมือ เส้นเอ็นนั้นจะขึงมาจากรอกที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ต่อเข้ากับมอเตอร์ที่ควบคุมการดึงเส้นเอ็น พร้อมทั้งออกแบบท่อนแขนให้สามารถจัดส่วนของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เข้าไปได้ โดยโปรแกรมที่ใช้ออกแบบคือ SOLIDWORK

การออกแบบโครงสร้างแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

3.2.1 การออกแบบนิ้วมือ

การออกแบบนิ้วมือได้ทำการออกแบบรูปหลายแบบและได้ทำการปรับเปลี่ยนตามความเหมาะสม การออกแบบในครั้งแรกเป็นไป ดังรูปที่ 3.1 และ รูปที่ 3.2

ออกแบบครั้งที่ 1

รูปที่ 3.1 การออกแบบนิ้วครั้งที่ 1 ด้านหน้า

รูปที่ 3.2 การออกแบบนิ้วครั้งที่ 1 ด้านข้าง

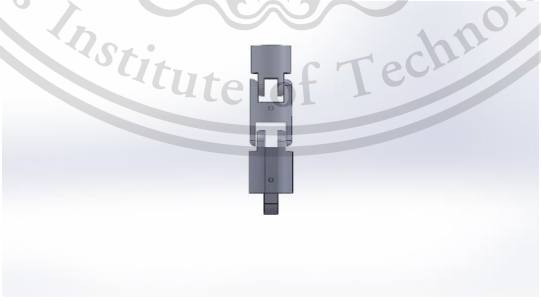
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

การแก้แบบเนื่องจากนิ้วมือมีขนาดไม่สมส่วน จึงได้ทำการปรับลดขนาดนิ้วมือ ทว่าแบบข้างต้นหลังจากปรับลดขนาดนิ้วมือได้มีปัญหาในการต่อเข้ากับสปริง ดังนั้นจึงได้ทำการเปลี่ยนแบบรอบที่สองเพื่อให้ได้ประสิทธิภาพการทำงาน

การออกแบบครั้งที่ 2

การออกแบบครั้งที่ 2 ได้ทำการแก้แบบจากรูปทรงนิ้วที่ค่อนข้างกลมรีให้เป็นนิ้วทรงกลมเนื่องจากทำให้สะดวกต่อการพิมพ์เครื่องพิมพ์ 3 มิติ อีกทั้งยังเพิ่มช่องใส่สปริงเพื่อสามารถขันสกรูเข้าไปได้ ดังรูปที่ 3.3 และ รูปที่ 3.4

รูปที่ 3.3 การออกแบบนิ้วครั้งที่ 2 ด้านหน้า



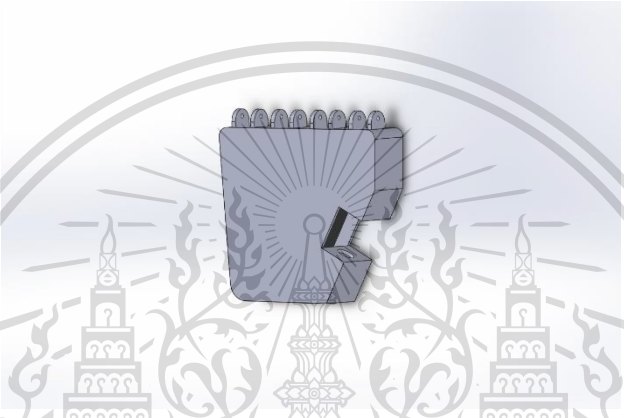
รูปที่ 3.4 การออกแบบนิ้วครั้งที่ 2 ด้านข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.2 การออกแบบฝ่ามือ

การออกแบบฝ่ามือนั้นจะออกแบบให้เชื่อมต่อกับนิ้วทั้ง 5 และมีลักษณะโค้งเว้าสำหรับข้อต่อตรงฝ่ามือ สำหรับการกำมือภายด้านในจะออกแบบให้มีช่องแยกเส้นเอ็นในแต่ละเส้น

การออกแบบครั้งที่ 1



รูปที่ 3.5 ออกแบบฝ่ามือครั้งที่ 1

การออกแบบฝ่ามือในครั้งแรกมีขนาดใหญ่และรูปทรงเหลี่ยมทำให้รูปร่างไม่สมส่วน และเมื่อประกอบเข้ากับส่วนของนิ้วจะทำให้กำมือได้ไม่สุด จึงได้ทำการออกแบบในครั้งที่สอง ดังรูปที่ 3.6

การออกแบบครั้งที่ 2

การออกแบบในครั้งที่สองได้ปรับให้ฝ่ามือมีรูปทรงโค้งมนมากขึ้น ปรับขนาดให้เล็กลงเพื่อให้ใกล้เคียงกับฝ่ามือของมนุษย์ อีกทั้งยังออกแบบให้ข้อต่อยื่นสูงขึ้นมาเพื่อเลี่ยงการขัดของนิ้ว ปรับให้ช่องด้านล่างมีลักษณะโค้งเว้าเพื่อลดการใส่ Support ขณะพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ 3 มิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 3.6 รูปรวมการออกแบบฝ่ามือครั้งที่ 2

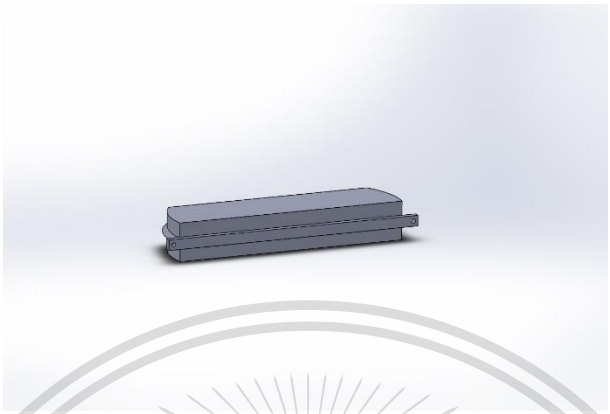
3.2.3 การออกแบบท่อนแขน

การออกแบบท่อนแขนต้องคำนึงถึงการบรรจุอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เนื่องจากโครงงานที่สร้างเป็นตัวทดลองจึงไม่ได้ออกแบบให้มีการสวมใส่แขนของผู้ป่วยและออกแบบให้มีช่องเพื่อให้สามารถดูแผงวงจรได้ด้านหลังจะทำการตัดเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อใส่มอเตอร์ดังรูปที่ 3.7

รูปที่ 3.7 ออกแบบท่อนแขน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

โดย คานที่นำมาตรึงมอเตอร์นั้นจะทำการแยกออกจากตัวท่อนแขนเพื่อสะดวกต่อการใส่และถอดมอเตอร์



รูปที่ 3.8 ออกแบบคานตรึงมอเตอร์

3.3 การประกอบชิ้นส่วนที่ออกแบบ

เมื่อออกแบบชิ้นส่วนต่างๆ เสร็จสิ้นแล้ว จากนั้นจะทำการพิมพ์เครื่องพิมพ์ 3 มิติแล้วทำการประกอบขึ้นมาดังรูปที่ 3.9

รูปที่ 3.9 งานออกแบบที่ประกอบทุกชิ้นส่วน

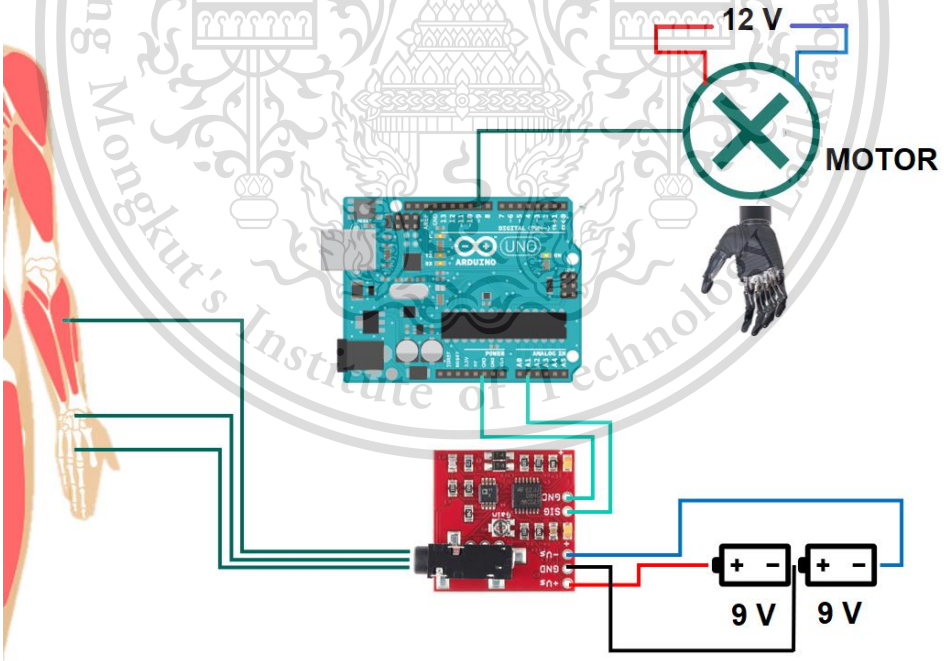
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.4 วงจรการทำงาน

วงจรที่ควบคุม Bionic arm ประกอบด้วย

1. EMG sensor
2. Arduino Uno
3. มอเตอร์
4. สายไฟ
5. Adaptor 12 V
6. ถ่าน 9 V จำนวน 2 ก้อน

การต่อวงจรเริ่มจากการวัดค่าความต่างศักย์ที่กล้ามเนื้อโดยใช้ EMG sensor ขยายค่าความต่างศักย์ จากนั้นจะส่งสัญญาณไปที่ Arduino Uno จากนั้น Arduino ประมวลตาม Code ที่สั่งการและมอเตอร์จะหมุนไปตามองศาที่ตั้งไว้แหล่งไฟฟ้าที่จำหน่ายให้เซนเซอร์คือถ่ายขนาด 9 โวลต์ 2 ก้อน ทำการต่ออนุกรมกัน และแหล่งจ่ายไฟของมอเตอร์ คือ Adaptor ต่อกับไฟบ้าน 12 V ดังรูปที่ 3.10

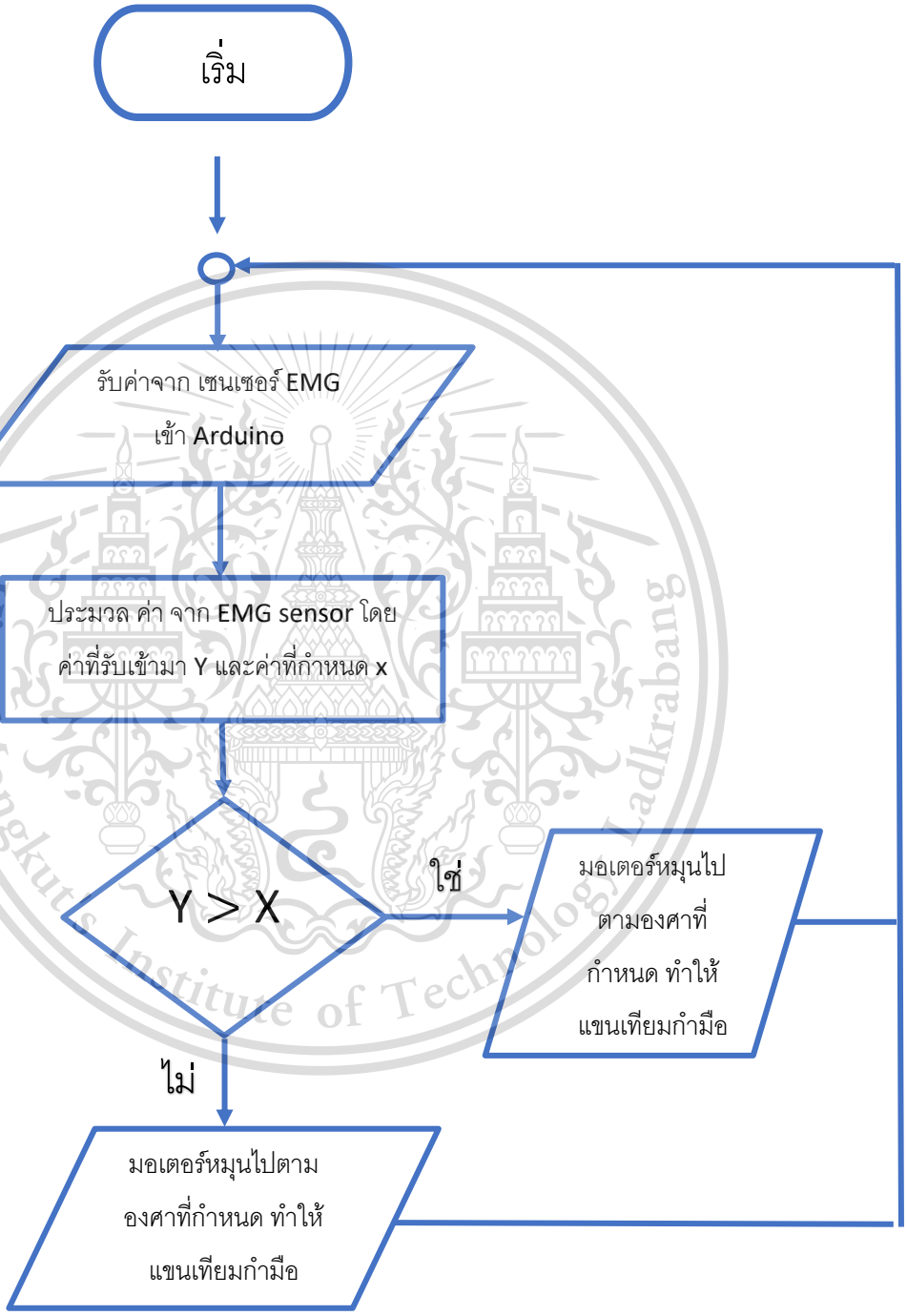


รูปที่ 3.10 แผนภาพการต่อวงจร EMG sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.5 แผนผังการทำงาน

แผนผังการทำงานจะอธิบายการทำงานของ Bionic arm เป็นขั้นตอนทั้งหมดในการทำงานของตัวโปรแกรมควบคุม Bionic arm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

บทนี้จะกล่าวถึงผลการทดลอง การทำงานของบอร์ดทดลองขับเคลื่อนของแขนกล แต่เนื่องด้วยสถานการณ์ปัจจุบันที่มีเชื้อไวรัสโควิด-19 ระบาด ทำให้การทดลองไม่ได้บรรลุตามเป้าหมาย โดยรายละเอียดการทดลองมีดังนี้

4.1 บอร์ดขยายสัญญาณจากกล้ามเนื้อ

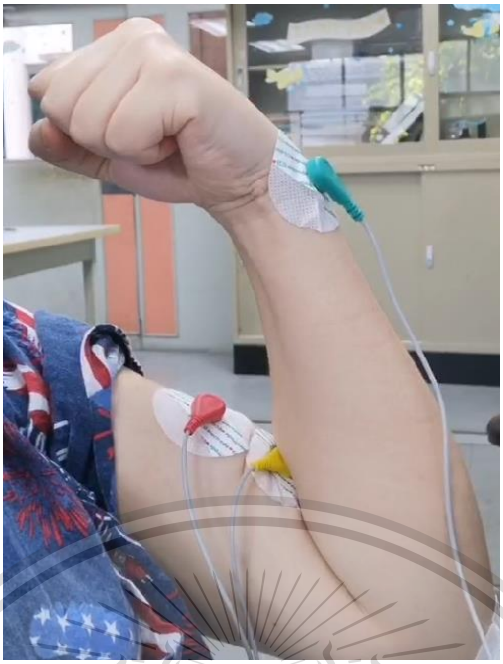
บอร์ดขยายสัญญาณกล้ามเนื้อหรือเซนเซอร์ EMG ดังรูปที่ 4.1 และ รูป 4.2 จะสามารถทำงานได้เมื่อจ่ายไฟเลี้ยง 9 V ทั้งด้านบวกและด้านลบ และ กราวด์ของบอร์ด บอร์ดจะเชื่อมต่อกับแผ่นอิเล็กโทรดจำนวน 3 แผ่นสำหรับตรวจจับกล้ามเนื้อที่ต้องการวัดคลื่นไฟฟ้า นั่นคือ แผ่นแรกไว้จับด้านบวกสามารถติดแผ่นไว้ด้านบน แผ่นที่สองไว้จับด้านลบสามารถติดแผ่นเลื่อนลงมาด้านล่าง และแผ่นใส่สุดท้ายคือกราวด์สำหรับติดส่วนที่ไม่มีกล้ามเนื้อ เมื่อบอร์ดขยายสัญญาณจะส่งสัญญาณไปที่บอร์ด Arduino Uno เพื่อประมวลผลต่อไป

4.1.1 ส่วนประกอบของบอร์ดขยายสัญญาณ

1. เซนเซอร์ EMG
2. แผ่นอิเล็กโทรด
3. ถ่าน 9V จำนวน 2 ก้อน

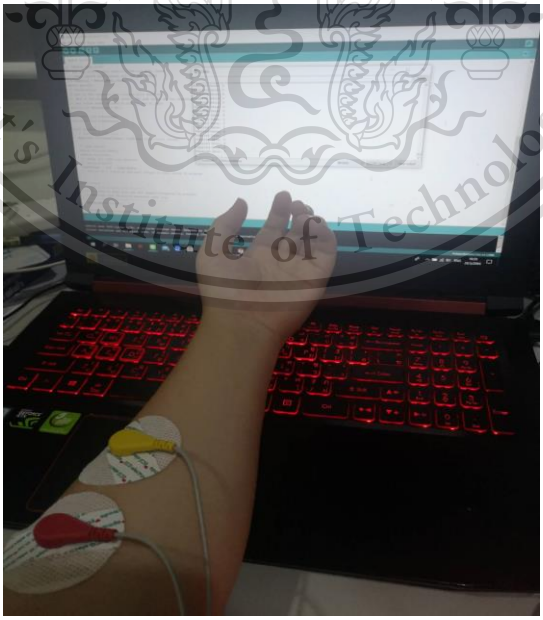
รูปที่ 4.1 EMG sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



รูปที่ 4.2 แผ่นอิเล็กโทรด จำนวน 3 แผ่น

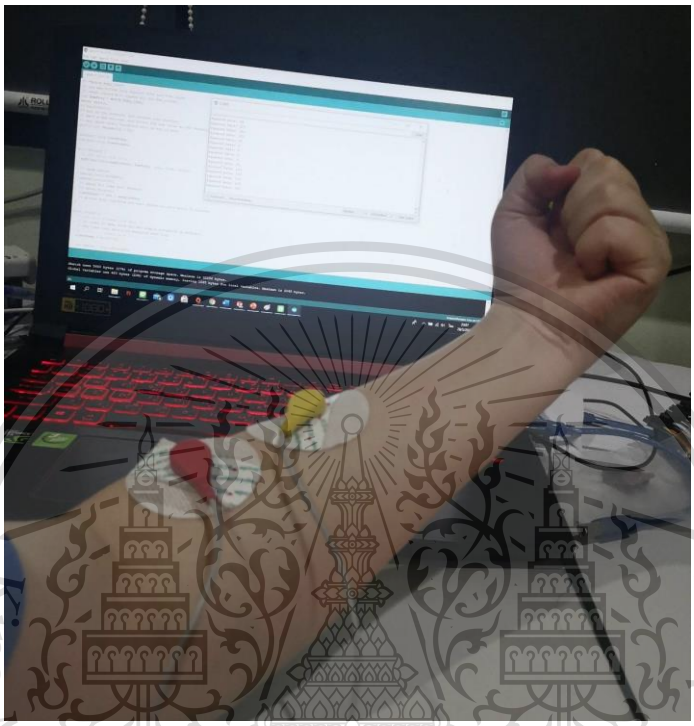
เมื่อทำการวัดค่าโดยต่อแผ่นอิเล็กโทรดเข้ากับเซนเซอร์ EMG และส่งสัญญาณออกไปที่ Arduino จะได้ค่าตามรูปที่ 4.3 และ รูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 ค่าที่รับเซนเซอร์ EMG ขณะกล้ามเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากรูปที่ 4.3 ขณะกล้ามเนื้อคลายตัวจะเห็นได้ว่าค่าที่รับมาจากเซนเซอร์นั้นเป็นศูนย์ เนื่องจากเมื่อกล้ามเนื้อคลายตัวสมองส่งสัญญาณประสาทที่ทำให้ความต่างศักย์มีค่าลดลงจนเทียบเท่ากับศูนย์



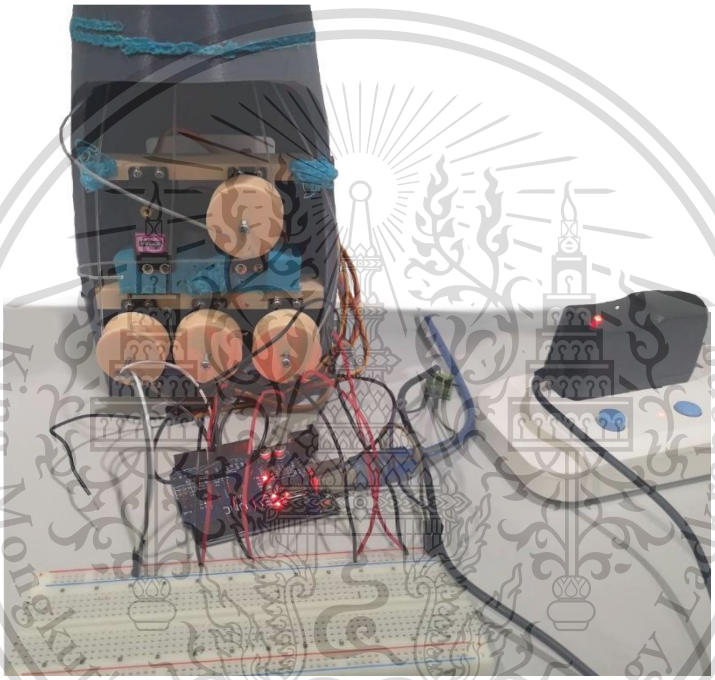
รูปที่ 4.4 ค่าที่รับจากเซนเซอร์ EMG ขณะกล้ามเนื้อหดตัว

จากรูปที่ 4.4 การแสดงค่าที่รับมาจากเซนเซอร์ EMG ขณะกล้ามเนื้อเกร็งตัว เนื่องจากเมื่อเราจะเกร็งกล้ามเนื้อสมองจะส่งสัญญาณประสาทไปสั่งการกล้ามเนื้อทำให้ค่าความต่างศักย์มีค่าสูงขึ้น ดังรูปที่ 4.4 ที่มีค่าสัญญาณมากขึ้นเมื่อคลายกล้ามเนื้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 ส่วนควบคุมแขนกล

บอร์ดควบคุมแขนกล ดังรูปที่ 4.5 บอร์ดควบคุมจะต่อจากบอร์ดเซนเซอร์เข้ามาประมวลผลที่บอร์ด Arduino เมื่อประมวลตามโค้ดที่เขียนไว้จากนั้น จะส่งคำสั่งไปที่มอเตอร์ให้หมุนตามองศาที่กำหนด มอเตอร์ Mg996r ไม่สามารถใช้ไฟจากบอร์ด Arduino ขับได้ ดังนั้นจึงต้องต่อไฟเข้ากับหม้อแปลง 12 V ที่ต่อเข้ากับไฟบ้านและต่อจากหม้อแปลงเข้า Vin Arduino เพื่อบังคับองศาของมอเตอร์



รูปที่ 4.5 การต่อส่วนควบคุมแขนกล

4.2.1 ส่วนประกอบของส่วนควบคุม

1. บอร์ด Arduino Uno
2. breadboard
3. มอเตอร์ MG996r
4. Adaptor 12V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

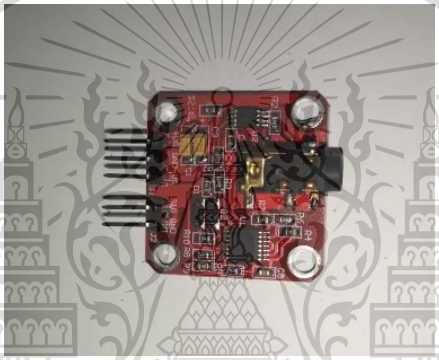
4.3 วิเคราะห์การทดลอง

4.3.1 การทดลองเซนเซอร์

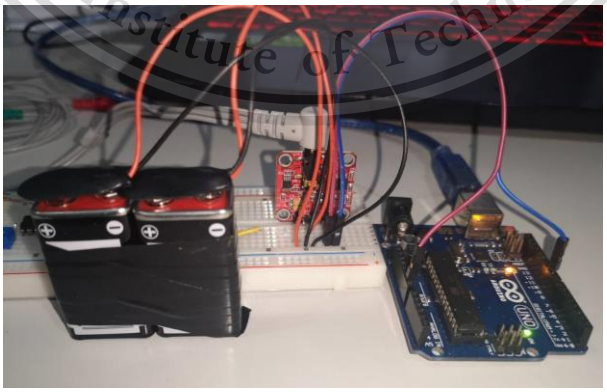
ในส่วนวิเคราะห์การทดลองผลการทดลอง ในส่วนแรกจะทำการทดลองเซนเซอร์ EMG ซึ่งได้ทำการทดลองเซนเซอร์ ทั้งหมด 2 บอร์ด

1. บอร์ดที่ 1

ดังรูปที่ 4.6 สามารถทำงานได้โดยจ่ายไฟ +- 9 V และส่งสัญญาณออกที่ช่อง SIG อีกช่องจะส่งสัญญาณ GND เพื่อเปรียบเทียบสัญญาณกับ GND ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.6 EMG sensor

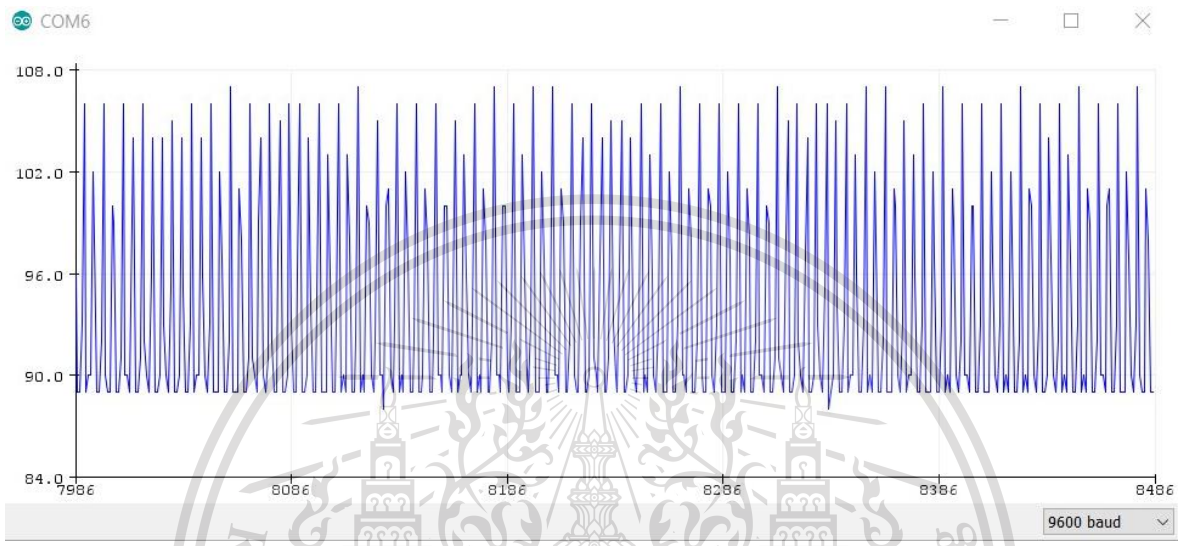


รูปที่ 4.7 การต่อ EMG sensor

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

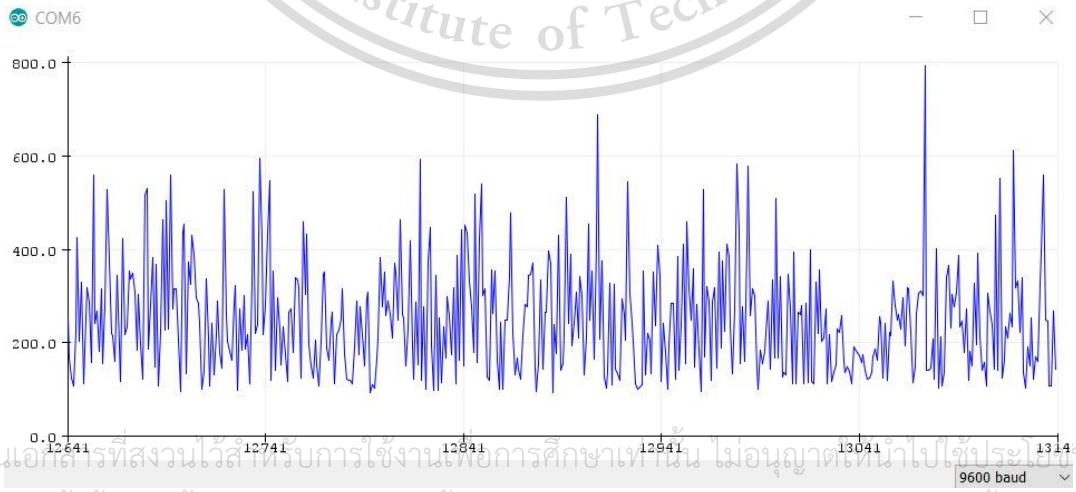
ผลการทดลอง

เมื่อคลายกล้ามเนื้อสัญญาณที่รับเข้ามาจาก EMG sensor จะถูกแปลงจาก mV เข้ามาอยู่ในช่วง (0-1024) ของสัญญาณอนาล็อก จากรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าสัญญาณสูงสุดขณะคลายตัวอยู่ที่ 108



รูปที่ 4.8 รูปสัญญาณขณะกล้ามเนื้อคลายตัว

เมื่อกล้ามเนื้อเกร็งตัวค่าสัญญาณเพิ่มขึ้นจุดสูงสุดคือ 800 ทำให้เห็นได้ว่าเมื่อหดเกร็งกล้ามเนื้อจะทำให้ค่าความต่างศักย์มากขึ้น ดังรูปที่ 4.9

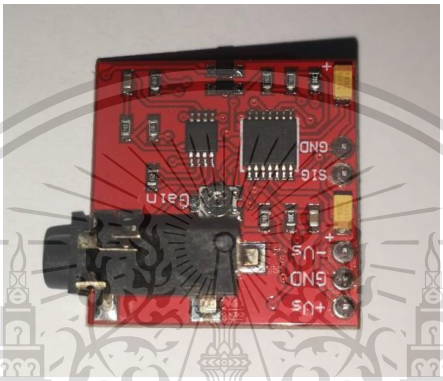


รูปที่ 4.9 รูปสัญญาณขณะกล้ามเนื้อหดเกร็ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

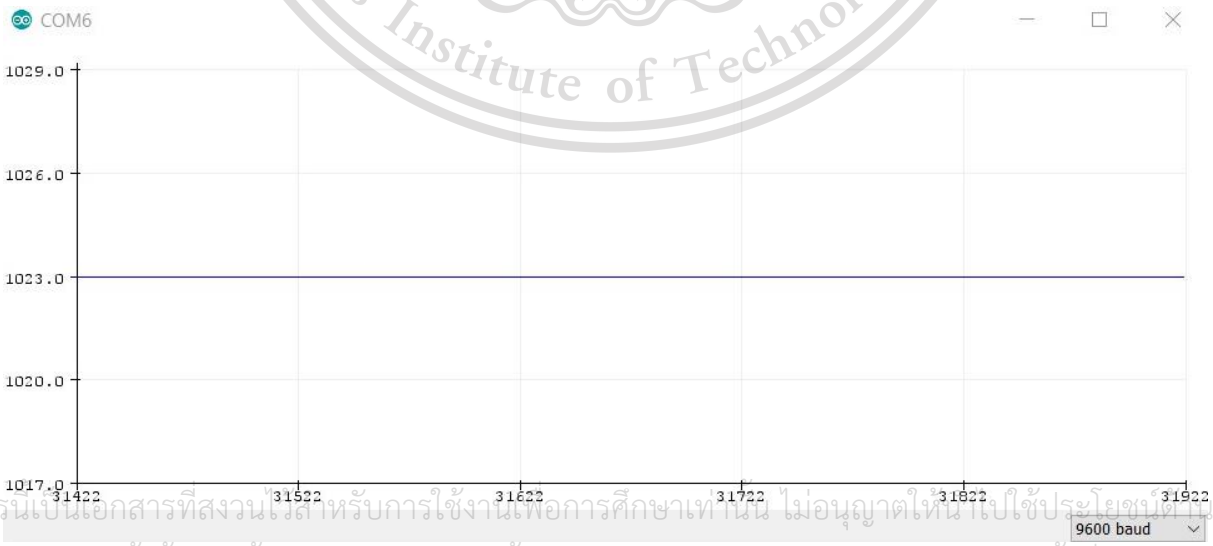
2. บอร์ดที่ 2

การต่อบอร์ดที่ 2 นั้นใช้การต่อแบบเดียวกับกับบอร์ดที่ 1 ดังรูปที่ 4.10 และได้ผลออกมาดังรูปที่ 4.11 จากรูปที่ 4.11 จะเห็นได้ว่าค่าของสัญญาณมีค่าในระดับสูงสุดคือ 1023 ไม่ว่าจะในกรณีที่กล้ามเนื้อคลายตัวหรือหดเกร็ง จากนั้นจึงทำการนำ multimeter มาวัดค่าความต่างศักย์ ดังรูปที่ 4.12 และรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.10 EMG sensor บอร์ดที่ 2

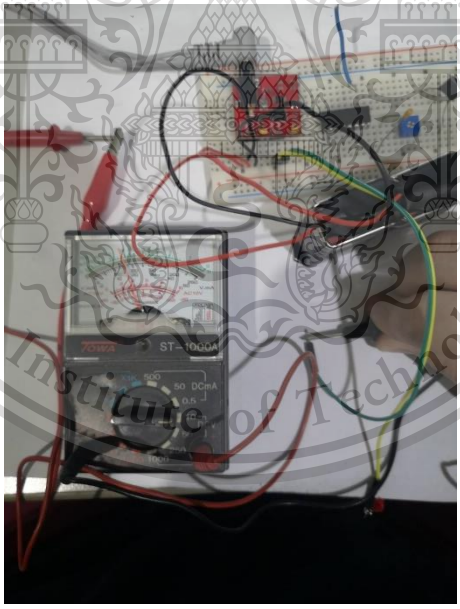
ผลการทดลอง



รูปที่ 4.11 รูปสัญญาณ EMG บอร์ดที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

รูปที่ 4.12 multimeter ขณะวัดค่า

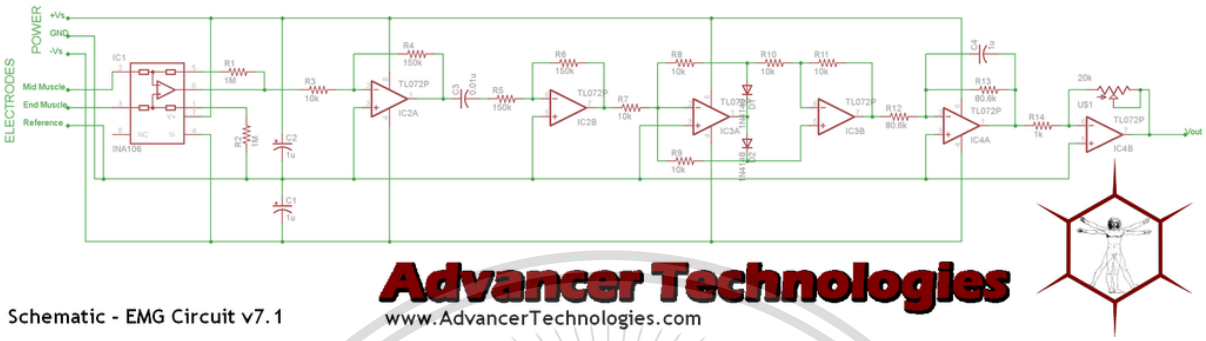


รูปที่ 4.13 การต่อ multimeter

เมื่อใช้ multimeter วัดดังรูปที่ 4.12 และ รูปที่ 4.13 จะเห็นได้ว่า multimeter วัดได้ 18 V ซึ่งเป็นค่าเดียวกับที่จ่ายไฟฟ้าเพื่อทำงานเซนเซอร์

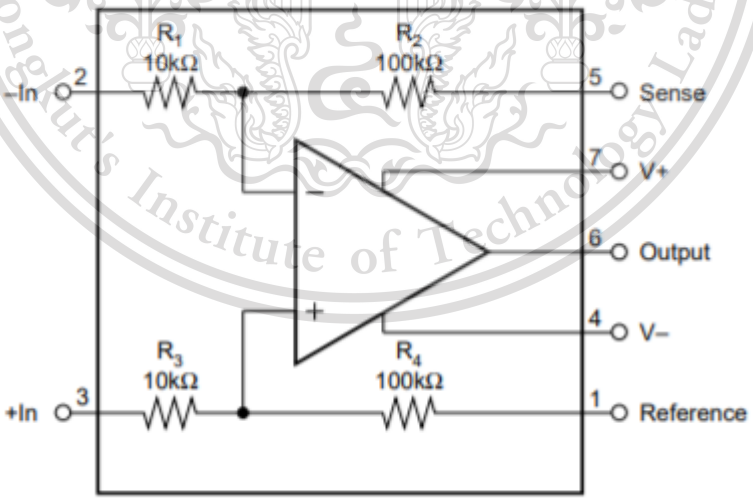
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ดังนั้น ผู้จัดทำจึงได้ทำการหาจุดชำรุดที่เกิดขึ้น โดยดูจากแผนผังวงจร ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 แผนผังวงจร EMG

จากรูปที่ 4.14 จุดที่คาดว่าจะชำรุดคือ IC INA106 ซึ่งเป็นตัวทำหน้าที่ขยายสัญญาณที่รับมาดังนั้น จึงดูแผนภาพวงจรภายใน IC เพื่อความเข้าใจ ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 แผนภาพวงจรภายใน IC INA106

จากรูป 4.15 คาดว่าอาจจะเกิดการชำรุดที่ op-amp ภายใน IC INA106 จึงทำให้ output ของ IC เป็นไฟฟ้าที่เลี้ยง OP amp

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.4 การทดลองส่วนควบคุม

การทดลองควบคุมมอเตอร์เพื่อทดสอบการทำงานของเส้นเอ็นและการดีดกลับของสปริงโดยเมื่อทดลองได้มีปัญหาการดึงของมอเตอร์ ตัวรอกเกิดการเสียดสีกับเฟืองมอเตอร์ทำให้การดึงไม่สามารถดึงเส้นเอ็นได้ อีกทั้งสปริงยังมีความยาวไม่เท่ากันทำให้เมื่อแก้ไขแล้วยังต้องปรับองศาของมอเตอร์เพิ่มขึ้นอีก

เนื่องจากสถานการณ์ในปัจจุบันเชื้อไวรัสโควิด-19 ระบาดในไทย ทำให้รัฐบาลมีมาตรการที่ส่งผลให้มีการปิดมหาลัย ทำให้ไม่สามารถเข้ามหาลัยเพื่อทำงานต่อได้ โครงงานจึงทำการยุติถึงเพียงแค่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง

[1] ธราวุฒิ เกริกกุลธร, ปฏิภาณ ธรรมะบุญรักษ์ & ภูวดล จงกลแพทย์, “แขนกลควบคุมด้วยแขนมนุษย์”, **ปริญญานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต**, สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2560

[2] Muhammad Zahak Jamal, “Signal Acquisition Using Surface EMG and Circuit Design Considerations for Robotic Prosthesis”, **[Online]**, **Available**, https://www.intechopen.com/books/computational-intelligence-in-electromyography-analysis-a-perspective-on-current-applications-and-future-challenges/signal-acquisition-using-surface-emg-and-circuit-design-considerations-for-robotic-prosthesis

[3] Johns Hopkins Medicine, “Electromyography (EMG)”, **[Online]**, **Available**, https://www.hopkinsmedicine.org/health/treatment-tests-and-therapies/electromyography-emg#:~:text=Electromyography%20(EMG)%20measures%20muscle%20response,to%20help%20detect%20neuromuscular%20abnormalities.&text=As%20the%20muscle%20is%20contracted,are%20activated%2C%20producing%20action%20potentials.

[4] Advancer Technologies, “DIY Muscle Sensor / EMG Circuit for a Microcontroller”, **[Online]**, **Available**, https://www.instructables.com/Muscle-EMG-Sensor-for-a-Microcontroller/

[5] Electronics Tutorials, “Full Wave Rectifier”, **[Online]**, **Available**, https://www.electronics-tutorials.ws/diode/diode_6.html

[6] Mr.Digital ในกองระบบและบริหารข้อมูลเชิงยุทธศาสตร์การอุดมศึกษา วิทยาศาสตร์ วิจัยและนวัตกรรม, “เทคโนโลยีเซนเซอร์ (Sensor Technology)”, **[Online]**, **Available**, https://www.ops.go.th/main/index.php/knowledge-base/article-pr/1520-sensor

[7] CHABA RESEARCH, “Microcontrollers”, **[Online]**, **Available**, https://arduinothing.blogspot.com/2016/04/microcontrollers.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

เอกสารอ้างอิง (ต่อ)

[8] บริษัท แสงชัยมิเตอร์ จำกัด, “Servo Motor คืออะไร ???”, **[Online]**, **Available**, https://www.sangchaimeter.com/support_detail/servo-motor#:~:text=Servo%20Motor%20%E0%B9%80%E0%B8%9B%E0%B9%87%E0%B8%99%E0%B8%AD%E0%B8%B8%E0%B8%9B%E0%B8%81%E0%B8%A3%E0%B8%93%E0%B9%8C%E0%B8%97%E0%B8%B5%E0%B9%88,%E0%B8%A1%E0%B8%B5%E0%B8%84%E0%B8%A7%E0%B8%B2%E0%B8%A1%E0%B9%81%E0%B8%A1%E0%B9%88%E0%B8%99%E0%B8%A2%E0%B9%8D%E0%B8%B2%E0%B8%AA%E0%B8%B9%E0%B8%87

[9] สยามออโตเมชั่น, “Servo Motor คืออะไร?”, **[Online]**, **Available**, http://www.siam-automation.com/article/7/servo-motor-%E0%B8%84%E0%B8%B7%E0%B8%AD%E0%B8%AD%E0%B8%B0%E0%B9%84%E0%B8%A3

[10] ครูทันพงษ์ ภู่รักษ์, “เอกสารประกอบการสอนวิชาไมโครคอนโทรลเลอร์เบื้องต้น”, **[Online]**, **Available**, http://www.sbt.ac.th/new/sites/default/files/TNP_Unit_1.pdf

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัติผู้เขียน

นายชนสิทธิ์ ศรีประเสริฐ

เกิดวันที่ : 28 พฤศจิกายน พ.ศ. 2538

ที่อยู่ : 13 หมู่ 4 ถ.รักษ์นรกิจ ต.ตลาดไชยา อ.ไชยา จ.สุราษฎร์ธานี 84110

โทรศัพท์ : 083-521-0718

อีเมล์ : 60010186@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

2555-2557 โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา

สายการเรียน วิทยาศาสตร์-ประยุกต์

2561-2564 สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิศวกรรมการวัดคุมและการควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ประวัติผู้เขียน

นางสาวนภาพร ศรีสมบัติ

เกิดวันที่ : 17 มีนาคม พ.ศ. 2542

ที่อยู่ : 346/3 ถนน เฉลิมพระเกียรติ ร.9 แขวง ประเวศ เขตประเวศ 10250

โทรศัพท์ : 063-383-1771

อีเมล์ : 60010501@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

2554 - 2560 โรงเรียนพรตพิทยพยัต

สายการเรียน วิทยาศาสตร์ - คณิตศาสตร์

2560 – 2564 สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ ภาควิศวกรรมการวัดคุมและการควบคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.