เครื่องพิมพ์สามมิติสามหัวพิมพ์

HYBRID MULTI EXTRUDER 3D PRINTER

ณัฐพล ปจันทบุตร

ภาณุวัฒน์ บุญเจริญสมบัติ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เครื่องพิมพ์สามมิติสามหัวพิมพ์

HYBRID MULTI EXTRUDER 3D PRINTER

ณัฐพล ปจันทบุตร

ภาณุวัฒน์ บุญเจริญสมบัติ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2561

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HYBRID MULTI EXTRUDER 3D PRINTER

NATTAPON PARJANTABUT

PANUWAT BOONCHAROENSOMBUT

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN MECHATRONICS ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADAMIC YEAR 2018

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2561

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องพิมพ์สามมิติสามหัวพิมพ์

HYBRID MULTI EXTRUDER 3D PRINTER

ผู้จัดทำ นายณัฐพล ปจันทบุตร 58010413

นายภาณุวัฒน์ บุญเจริญสมบัติ 58010962

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องพิมพ์สามมิติสามหัวพิมพ์

โดย

นายณัฐพล ปจันทบุตร 58010413

นายภาณุวัฒน์ บุญเจริญสมบัติ 58010962

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์

ผู้ช่วยศาสตราจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา

ปีการศึกษา 2561

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอการสร้างเครื่องจักรคือ เครื่องพิมพ์สามมิติจำนวนสามหัวพิมพ์ เนื่องจากปัจจุบันการใช้เครื่องพิมพ์สามมิติแพร่หลายมากขึ้น และใช้ในงานต่างๆ ให้เกิดประโยชน์มากมาย แต่เครื่องพิมพ์สามมิติตามท้องตลาดนั้นมีจุดบกพร่องหลายจุด เช่น การคลอนขณะทำงาน การพิมพ์ที่ไม่ได้ตามแบบ เป็นต้น ทำให้ทางผู้จัดทำต้องการที่จะทำเครื่องพิมพ์สามมิติมาเพื่อตอบสนองการใช้งาน อีกทั้งยังเพิ่มให้เป็นเครื่องพิมพ์สามมิติแบบสามหัวพิมพ์ โดยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างเครื่องพิมพ์สามมิติที่มีประสิทธิภาพ โดยลดการคลอนและมีการทำงานที่ดี และมีการใช้สามหัวพิมพ์เพื่อเพิ่มความสะดวกในการใช้งาน และเพื่อศึกษาการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ผ่านการสั่งงานด้วยคำสั่งจีโค้ด (G-Code) เมื่อผู้จัดทำได้สร้างเครื่องพิมพ์สามมิติสามหัวพิมพ์ ได้ทดลองใช้เครื่องพิมพ์สามมิติสามหัวพิมพ์ ในครั้งแรกพบว่าชิ้นงานที่ได้นั้นมีลักษณะตรงตามแบบทุกประการ แต่เมื่อสังเกตดีๆ จะพบว่าที่พื้นผิวของชิ้นงานเกิดลายที่ไม่อยู่ในแบบ ผู้จัดทำจึงหาที่มาและหาวิธีแก้ปัญหา โดยในขั้นต้นแก้ปัญหาโดยลดความเร็วของเครื่องพิมพ์สามมิติทำให้พื้นผิวไม่มีลายเหมือนครั้งก่อนหน้า และยังแก้ปัญหาด้วยการเปลี่ยนไดร์ฟเวอร์เพราะมีข้อสันนิษฐานว่ามีการส่งสัญญาณไปยังมอเตอร์ได้ไม่ลื่นไหล พบว่าพื้นผิวไม่มีลายทำให้ชิ้นงานเป็นไปตามแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HYBRID MULTI EXTRUDER 3D PRINTER

By

Mr.Nattapon Parjantabut 58010413

Mr.Panuwat Booncharoensombut 58010962

Advisors

Asst.Prof.Dr. Kongsak Anuntahirunrat

Asst.Prof. Thepjit Cheypoca

Academic Year 2018

ABSTRACT

This thesis proposes the creation of a machine, which is a hybrid multi extruder 3D printer, with 3 print heads. Currently, the use of 3D printers is more widespread and used in various applications for many benefits. But the 3D printer in the market has many flaws. The printing that is not according to the type etc. for example, makes the producer want to make a better 3D printer and add it to a 3D 3 extruder printer for ease of use. With the aim of creating a powerful 3D printer that reduces vibration and has good performance and uses 3 print heads to increase ease of use and to study the operation of the step motor through the order Work with the G-Code.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ดำเนินการสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.คงศักดิ์ อนันตหิรัญรัตน์ และผู้ช่วยศาสตราจารย์เทพจิตร์ เชยโภคา ซึ่งได้ให้ข้อคิดเห็นและคำแนะนำต่างๆ อันเป็นประโยชน์อย่างยิ่งในการดำเนินงาน อีกทั้งยังช่วยแก้ปัญหาต่างๆ ที่เกิดขึ้นด้วย

ขอขอบพระคุณคณะอาจารย์และเจ้าหน้าที่ภาควิชาวิศวกรรมการวัดและควบคุม รวมถึงเพื่อนพี่น้องสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้ความช่วยเหลือและให้คำแนะนำที่ดีมาโดยตลอด

สุดท้ายนี้ คณะผู้จัดทำขอกราบขอบพระคุณผู้ปกครองและครอบครัว ซึ่งให้การสนับสนุนในด้านต่างๆ และคอยเป็นกำลังใจมาโดยตลอดจนสำเร็จการศึกษา คณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งเป็นอย่างยิ่งสำหรับทุกความช่วยเหลือ และขอขอบคุณทุกท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องมา ณ ที่นี้ด้วย

ผู้จัดทำ

ณัฐพล ปจันทบุตร

ภาณุวัฒน์ บุญเจริญสมบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูป	VI
สารบัญตาราง	VII
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์	1
1.3 ขอบเขตการศึกษา	1
1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์	1
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 แผนการดำเนินโครงงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 สเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)	3
2.1.1 หลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์	3
2.2 สเต็ปมอเตอร์ไดรฟ์ (Step Motor Drive)	4
2.3 แผ่นความร้อนและหัวพิมพ์สามมิติ	5
2.3.1 การควบคุมอุณหภูมิ	6
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)	6
2.4.1 คุณสมบัติและการใช้งาน Smoothie Board 5xc	6
บทที่ 3 การออกแบบ การประกอบ และการเขียนโปรแกรม	
3.1 การออกแบบ	7
3.1.1 การออกแบบโครงสร้าง	7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.2 การออกแบบการพิมพ์สามมิติ	9
3.2 การประกอบและตั้งค่า	9
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	
4.1 การทดลองการพิมพ์สามมิติ	15
บทที่ 5 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง	
5.1 สรุปผลการทดลอง	16
5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข	16
5.2.1 ปัญหาที่พบ	16
5.2.2 แนวทางแก้ไข	16
5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา	16
เอกสารอ้างอิง	17
ภาคผนวก	18
ภาคผนวก ก โปรแกรมสั่งงานและรับข้อมูล	19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพโครงสร้างสเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)	3
2.2 การทำงานของสเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)	3
2.3 การต่อวงจรสเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)	4
2.4 แผงผังการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ไดรฟ์	4
2.5 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบควบคุมแบบการป้อนกลับ	5
2.6 โครงสร้างภายนอกของ Smoothie Board 5xc	6
3.1 การออกแบบโครงสร้างตัวเครื่อง	7
3.2 หัวพิมพ์และหัวตัดเคลื่อนที่ในแกน X-Y	8
3.3 การติดตั้งรางสไลด์	8
3.4 การติดตั้งสายพาน	8
3.5 แผ่นอลูมิเนียมที่ออกแบบ	9
3.6 นำแผ่นอลูมิเนียมไปตัด	9
3.7 แผ่นอลูมิเนียมที่ตัดแล้ว	10
3.8 การประกอบโครงสร้างรางสไลด์	10
3.9 การประกอบโครงสร้าง	11
3.10 การประกอบเพื่อเสริมความแข็งแรงโครงสร้าง	11
3.11 การประกอบเพื่อเสริมความแข็งแรงโครงสร้าง	12
3.12 การประกอบอุปกรณ์ต่างๆ และเดินสาย	12
3.13 การประกอบอุปกรณ์ต่างๆ และเดินสาย	13
3.14 ตัวอย่างแผงวงจรที่ประกอบ	13
3.15 ตัวอย่างแผงวงจรที่จะประกอบบนเครื่อง	14
3.16 ตัวอย่างการประกอบวงจรและเดินสายไฟ	14
4.1 ผลการทดลองพิมพ์สามมิติ	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินโครงงาน	2
4.1 ตารางแสดงผลการทดลอง	15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญของปริญญานิพนธ์

ระบบอุตสาหกรรมในปัจจุบันนั้นเครื่องพิมพ์สามมิติมีการใช้งานอย่างแพร่หลาย ในระบบอุตสาหกรรมในการขึ้นรูปต้นแบบ แต่เนื่องจากการนำเข้าจากต่างประเทศทำให้เครื่องจักรนั้นมีราคาสูง จึงเล็งเห็นความสำคัญในการประยุกต์เครื่องจักรให้ทำงานได้มีประสิทธิภาพ และมีราคาที่คุ้มค่าและสามารถนำไปปรับใช้ได้กับงานที่ผู้ศึกษาด้วยตนเองตามต้องการ

1.2 วัตถุประสงค์ในการทำปริญญานิพนธ์

1. เพื่อสร้างเครื่องพิมพ์สามมิติสามหัวพิมพ์
2. เพื่อศึกษาการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ผ่านการสั่งงานด้วยคำสั่งจีโค้ด (G-code)

1.3 ขอบเขตการศึกษา

1. สามารถอออกแบบเครื่องจักรขนาดเล็กที่สามารถทำการพิมพ์สามมิติ
2. สามารถใช้คำสั่งจีโค้ด (G-code) ในการสั่งงานการพิมพ์สามมิติ

1.4 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

เนื้อหาที่จะกล่าวในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ประกอบด้วย

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึง วัตถุประสงค์ ขั้นตอนการศึกษา ขอบเขตการศึกษา และการจัดทำโครงงาน พร้อมทั้งรายละเอียดของปริญญานิพนธ์ในแต่ละบท

บทที่ 2 ทฤษฎีและความรู้ที่เกี่ยวข้องกับหลักการ ทฤษฎีระบบควบคุม หลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ แผ่นความร้อน หัวพิมพ์สามมิติ และไมโครคอนโทรลเลอร์

บทที่ 3 หลักการออกแบบโครงสร้างของเครื่อง การประกอบ และการเขียนโปรแกรม

บทที่ 4 การทดลอง แสดงผลการทดสอบของเครื่อง

บทที่ 5 บทวิจารณ์และสรุปผลการดำเนินการ ปัญหาที่เกิดขึ้น และแนวทางการปรับปรุง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. เข้าใจการออกแบบโครงสร้างเครื่องพิมพ์สามมิติ
2. เข้าใจระบบวงจรและการทำงานของเครื่องพิมพ์สามมิติ
3. ได้ใช้ความคิดในการทำโครงงงาน เพื่อเป็นการฝึกให้มีการทำงานเป็นระบบ
4. เข้าใจการเขียนโปรแกรมแก้ไขคำสั่งการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้าแบบสเต็ปมเตอร์

1.6 แผนการดำเนินโครงงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินโครงงานระหว่างเดือนสิงหาคม 2561 ถึงเดือนเมษายน 2562

ขั้นตอนการดำเนินงาน	2561					2562			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1. ศึกษาข้อมูลและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง									
2. ศึกษาการทำงานเครื่องพิมพ์สามมิติ									
3. ศึกษาการทำงานเครื่องตัดเลเซอร์									
4. ออกแบบโครงสร้างตัวเครื่อง									
5. สั่งซื้ออุปกรณ์สำหรับทำโครงงาน									
6. ศึกษาการเขียนโปรแกรม									
7. ประกอบชิ้นส่วน									
8. เขียนโปรแกรมและทดสอบระบบ									
9. ตรวจสอบและแก้ไขปัญหา									
10.สรุปผลการดำเนินงาน									

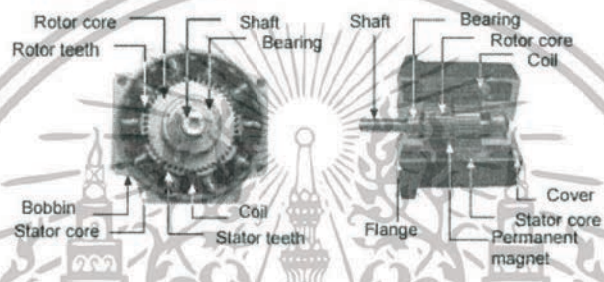
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

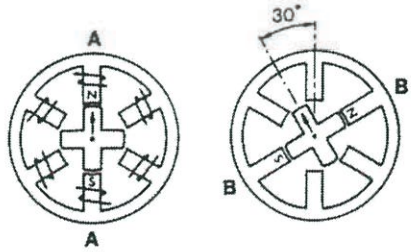
2.1 สเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)

สเต็ปมอเตอร์ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งเป็นส่วนที่หมุนหรือเคลื่อนที่ได้และสเตเตอร์ (Stator) เป็นส่วนที่อยู่กับที่ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ โดยสเตเตอร์ (Stator) ของสเต็ปมอเตอร์ เป็นส่วนซึ่งมีขดลวดพันล้อมอยู่บนแกนเหล็ก ดังรูปที่ 2.1



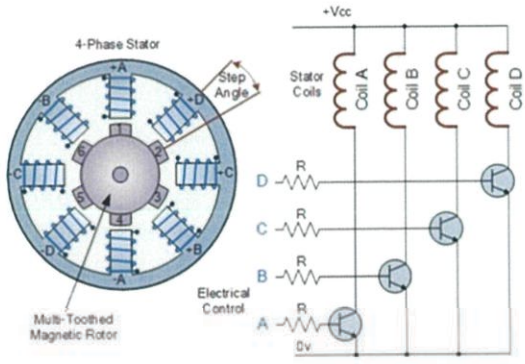
รูปที่ 2.1 ภาพโครงสร้างสเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)

2.1.1 **หลักการทำงานของสเต็ปมอเตอร์** เมื่อจ่ายไฟเข้าที่ขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ที่ขดที่ตำแหน่ง A ก่อน ทำให้เกิดอำนาจแม่เหล็กขึ้นที่ตำแหน่ง A และผลักให้โรเตอร์ (Rotor) เกิดการเคลื่อนที่ การเคลื่อนที่นี้เรียกว่ามันเคลื่อนที่ 1 สเต็ป (Step) เมื่อเคลื่อนที่ไปแล้ว ขั้นตอนต่อไปคือ หยุดจ่ายไฟเข้าที่ขดลวด A แต่ไปจ่ายไฟขดลวด B จะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นที่บริเวณ B บนสเตเตอร์ (Stator) จะเกิดสนามแม่เหล็กผลักโรเตอร์ (Rotor) ให้เคลื่อนที่ต่อไปได้ทำแบบนี้ซ้ำไปเรื่อยๆ จนมอเตอร์เคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งที่ต้องการ ดังรูปที่ 2.2 และรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.2 การทำงานของสเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 การต่อวงจรสเต็ปมอเตอร์ (Step Motor)

2.2 สเต็ปมอเตอร์ไดรฟ์ (Step Motor Drive)

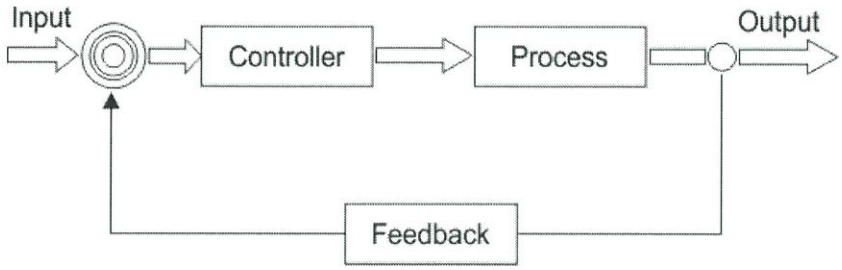
สเต็ปมอเตอร์ไดรฟ์เป็นอุปกรณ์ขับสเต็ปมอเตอร์ ให้สามารถเคลื่อนที่ไปยังตำแหน่งต่างๆ ที่ต้องการได้ โดยสเต็ปมอเตอร์ไดรฟ์จะทำงานร่วมกับตัวแหล่งจ่ายสัญญาณความถี่ (Controller) ด้วยการเปลี่ยนสัญญาณความถี่ (Signal Pulse) ให้เป็นการจ่ายไฟไปยังสเตเตอร์ (Stator) ที่ตำแหน่งต่างกันของสเต็ปมอเตอร์ ดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 แผงผังการทำงานของสเต็ปมอเตอร์ไดรฟ์

2.3 แผ่นความร้อนและหัวพิมพ์สามมิติ

แผ่นความร้อนและหัวพิมพ์สามมิติเป็นอุปกรณ์ที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานความร้อน ทำงานด้วยระบบควบคุมแบบการป้อนกลับ (Feedback Control) โดยกระบวนการควบคุมแบบนี้ เป็นการควบคุมแบบมาตรฐานที่ใช้ในระบบอุตสาหกรรม เนื่องจากสามารถจัดการกับสัญญาณรบกวน และควบคุมระบบให้เข้าสู่ค่าที่ตั้งไว้ เนื่องจากมีเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับสัญญาณต่างๆ ที่เกิดขึ้นได้ ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 แผนภาพแสดงการทำงานของระบบควบคุมแบบการป้อนกลับ

จากรูปที่ 2.5 วงจรควบคุมอุณหภูมิมีกระบวนการดังนี้

1. คอนโทรลเลอร์ (Controller) ส่วนที่ทำหน้าที่ในการควบคุมการทำงาน รับสัญญาณอินพุต เมื่อรับสัญญาณมาแล้วก็จะทำการประมวลผลสัญญาณที่ได้เทียบกับค่ากำหนด (Set Value) ผลต่างที่ได้ก็จะผ่านกระบวนการทางคณิตศาสตร์ เพื่อสั่งให้สัญญาณเอาต์พุตออกไปยัง Actuator เพื่อควบคุม Process อีกครั้ง

2. กระบวนการ (Process) ส่วนที่ทำหน้าที่วัดและควบคุมอุณหภูมิ เพื่อให้ได้ตามที่ต้องการ กระบวนแต่ละแบบจะมีเวลาที่ผลตอบสนอง (Time Response) ที่ไม่เท่ากัน เช่น การควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์จะตอบสนองต่อเวลาได้เร็วกว่าการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งปัจจัยเหล่านี้จะใช้รูปแบบการควบคุมที่แตกต่างกัน ทำให้ค่าพารามิเตอร์ในมีการควบคุมของอุปกรณ์ที่แตกต่างกัน

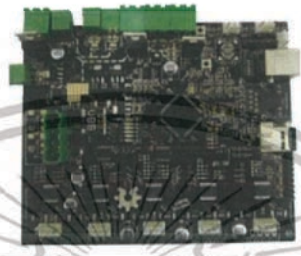
3. การป้อนกลับ (Feedback) เป็นส่วนของการตรวจวัดค่าภายในกระบวนการ เพื่อส่งกลับไปคอนโทรลเลอร์ประมวลผล เพื่อให้ระบบมีความเที่ยงตรง และตอบสนองต่อการเปลี่ยนแปลงได้อย่างรวดเร็ว เพื่อให้ค่าที่ควบคุมกระบวนการที่มีความเที่ยงตรงมากที่สุด

2.3.1 การควบคุมอุณหภูมิ การควบคุมอุณหภูมินั้นมีการใช้ระบบควบคุมพีไอดี (PID) ระบบควบคุมพีไอดีเป็นระบบควบคุมแบบป้อนกลับที่ใช้กันอย่างกว้างขวาง ซึ่งค่าที่นำไปใช้ในการคำนวณเป็นค่าความผิดพลาดที่หามาจากความแตกต่างของตัวแปรในกระบวนการ และค่าที่ต้องการตัวควบคุมจะพยายามลดค่าผิดพลาดให้เหลือน้อยที่สุด ด้วยการปรับค่าสัญญาณขาเข้าของกระบวนการ ค่าตัวแปรของพีไอดี (PID) ที่ใช้จะปรับเปลี่ยนตามธรรมชาติของระบบ วิธีคำนวณของพีไอดี (PID) ขึ้นอยู่กับสามตัวแปรคือ ค่าสัดส่วน, ปริพันธ์ และอนุพันธ์ ค่าสัดส่วนกำหนดจากผลของความผิดพลาดในปัจจุบัน, ค่าปริพันธ์กำหนดจากผลบนพื้นฐานของผลรวมความผิดพลาดที่ซึ่งพึ่งผ่านพ้นไป, และค่าอนุพันธ์กำหนดจากผลบนพื้นฐานของอัตราการเปลี่ยนแปลงของค่าความผิดพลาด น้ำหนักที่เกิดจากการรวมกันของทั้งสามนี้จะใช้ในการปรับกระบวนการ โดยการปรับค่าคงที่ในพีไอดี (PID) ตัวควบคุมสามารถปรับรูปแบบการควบคุมให้เหมาะกับที่กระบวนการต้องการได้ การตอบสนองของตัวควบคุมจะอยู่ในรูปของการไหวตัวของตัวควบคุม จนถึงค่าความผิดพลาด ค่าโอเวอร์ชูต (Overshoots) และค่าแกว่งของระบบ (Oscillation)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

2.4.1 คุณสมบัติและการใช้งาน Smoothie Board 5xc Smoothie Board 5xc v1 เป็น Microcontroller Board ที่ใช้ LPC1769 เป็น MCU หลักที่รวบรวมอุปกรณ์สนับสนุนการทำงานของ CPU ประกอบด้วยสเต็ปมอเตอร์ไดฟ์ A5984 จำนวน 5 อันรองรับการเชื่อมต่อ Ethernet และ USB สามารถควบคุม Thermistors และ Mosfets ในการควบคุมพัดลมและอุณหภูมิ การเชื่อมต่อ SD Card ในการเก็บและสำรองข้อมูล G-code ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 โครงสร้างภายนอกของ Smoothie Board 5xc

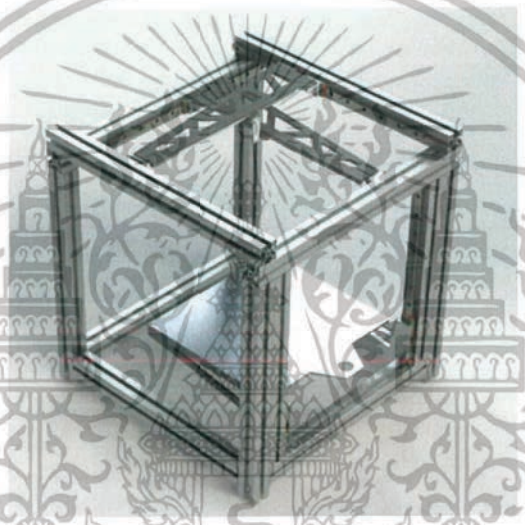
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบ การประกอบ และการเขียนโปรแกรม

3.1 การออกแบบ

3.1.1 การออกแบบโครงสร้าง จากการศึกษาโครสร้างของเครื่องพิมพ์สามมิติ ทำให้ทราบถึงปัญหาความไม่แข็งแรงของการทำโครงสร้าง โครงสร้างใหม่จึงถึงออกแบบโดยคำนึงถึงความแข็งแรงของโครงสร้างเป็นหลัก เนื่องจากเป็นปัจจัยสำคัญ ที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานความเที่ยงตรงของเครื่อง ดังรูปที่ 3.1

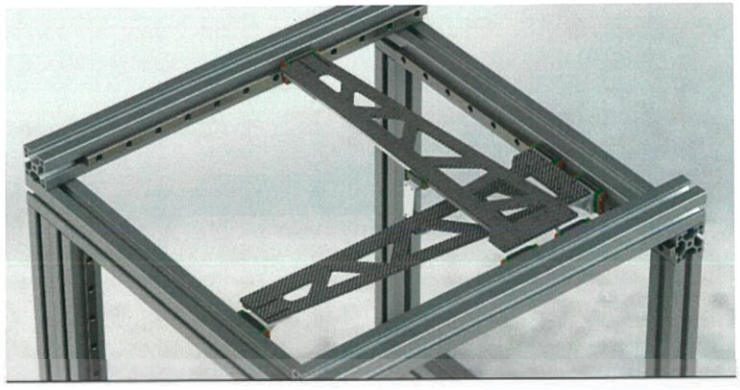


รูปที่ 3.1 การออกแบบโครงสร้างตัวเครื่อง

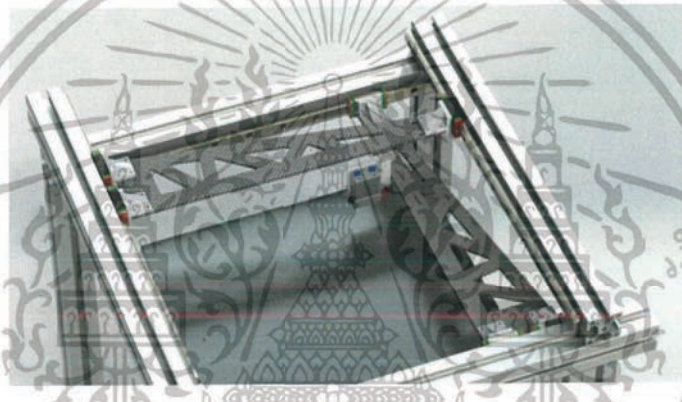
การใช้อลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminium Profile) หรืออลูมิเนียมเฟรม (Aluminium Frame) เนื่องจากมีความแข็งแรง ง่ายต่อการประกอบ และมีราคาไม่สูงจนเกินไป หากเทียบกับแผ่นอลูมิเนียม รางบนอลูมิเนียมโปรไฟล์ถูกออกแบบ ให้มีความแข็งแรงสำหรับขันน๊อตในการยึดโครงสร้าง และการติดตั้งอุปกรณ์ภายใน

รางสไลด์เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาสูง ถูกนำมาลดปัญหาความคลาดเคลื่อนจากการใช้สายพานเพียงอย่างเดียว ที่ทำให้เกิดความผิดพลาดจากความตึง-ความหย่อนของสายพาน การเคลื่อนที่ของหัวพิมพ์และหัวตัดจะสามารถเคลื่อนที่ไปได้ในแกน X - Y และพื้นโต๊ะจะสามารถขยับขึ้นลงได้ในแกน Z ดังรูปที่ 3.2 ถึงรูปที่ 3.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 หัวพิมพ์และหัวตัดเคลื่อนที่ในแกน X-Y



รูปที่ 3.3 การติดตั้งรางสไลด์

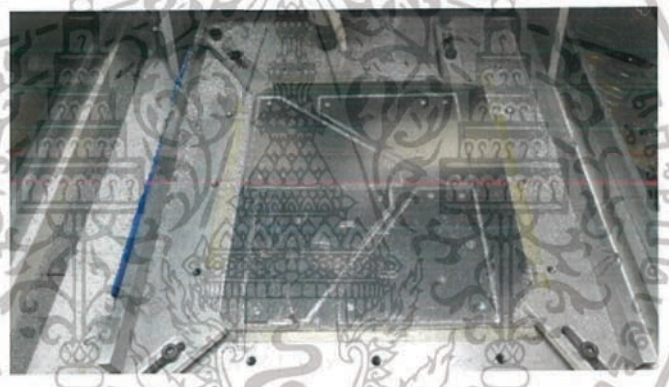
รูปที่ 3.4 การติดตั้งสายพาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบการพิมพ์สามมิติ จากการศึกษาการทำงานของระบบของเครื่องพิมพ์สามมิติ จึงออกแบบการพิมพ์สามมิติโดยจะใช้สามหัวพิมพ์ โดยหลักการทำงานจะมีหนึ่งหัวพิมพ์ที่เป็นหัวพิมพ์หลัก และอีกสองหัวพิมพ์เป็นหัวพิมพ์เสริม กล่าวคือ เมื่อจะใช้งานหัวพิมพ์สองและสามหัวพิมพ์หลัก จะเคลื่อนที่ไปหยิบหัวพิมพ์ตัวนั้นมาและพาหัวพิมพ์เสริมไปทำงาน ซึ่งการทำงานรูปแบบนี้จะให้ลดจำนวนอุปกรณ์ที่ต้องใช้ จึงทำให้ลดค่าใช้จ่ายไปได้อีกทั้งยังง่ายต่อการซ่อมแซมและดูแลอีกด้วย

3.2 การประกอบและตั้งค่า

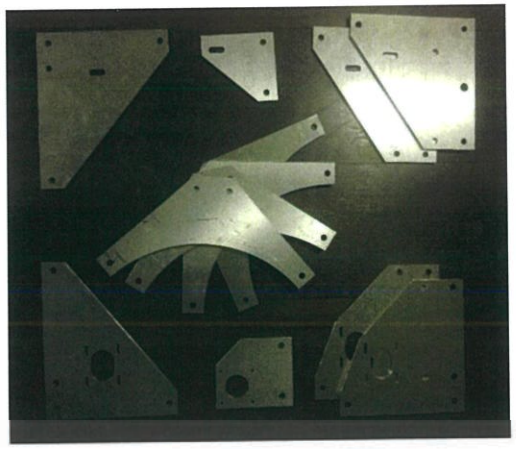
เริ่มจากการเตรียมชิ้นส่วนต่างๆ ตามที่ออกแบบโครงสร้าง โดยจากการออกแบบใช้อลูมิเนียมโปรไฟล์ (Aluminium Profile) หรืออลูมิเนียมเฟรม (Aluminium Frame) ดังนั้นจึงต้องตัดให้ได้ชิ้นส่วนงานตามที่ต้องการใช้ ดังรูปที่ 3.5 ถึงรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.5 แผ่นอลูมิเนียมที่ออกแบบ

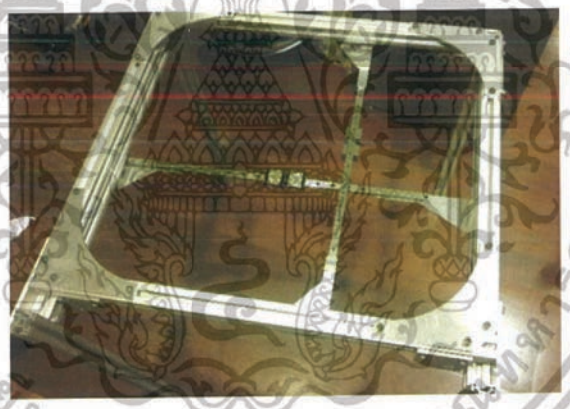
รูปที่ 3.6 นำแผ่นอลูมิเนียมไปตัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แผ่นอลูมิเนียมที่ตัดแล้ว

เมื่อได้แผ่นอลูมิเนียมครบแล้วจึงทำการประกอบโครงสร้างของเครื่องพิมพ์สามมิติ โดยเริ่มประกอบจากด้านบนก่อน เนื่องจากมีความซับซ้อนกว่า ซึ่งจะใช้แผ่นอลูมิเนียมที่ออกแบบมาเสริมความแข็งแรงของโครงสร้าง ดังรูปที่ 3.8 และรูปที่ 3.9

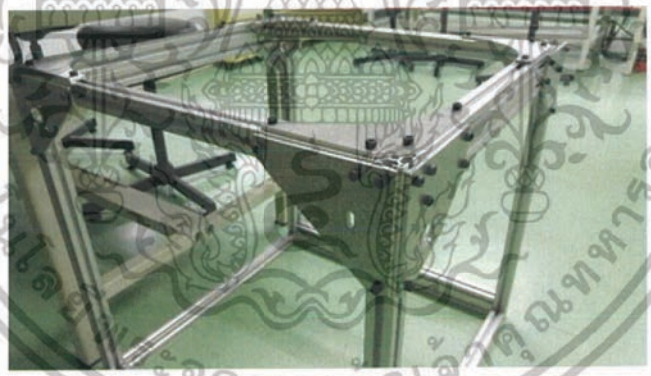


รูปที่ 3.8 การประกอบโครงสร้างรางสไลด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.9 การประกอบโครงสร้าง

เมื่อได้โครงรางสไลด์ด้านบนแล้วต่อไป จึงประกอบโครงสร้างของเครื่องพิมพ์เพื่อเพิ่มความแข็งแรง โดยการประกอบฐานและชิ้นส่วนเชื่อมต่อตามมุมต่างๆ เสริมความแข็งแรงของโครงสร้าง ดังรูปที่ 3.10 และรูปที่ 3.11

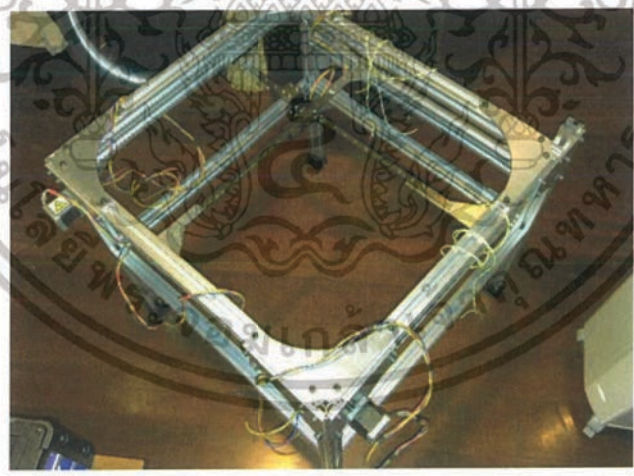


รูปที่ 3.10 การประกอบเพื่อเสริมความแข็งแรงโครงสร้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

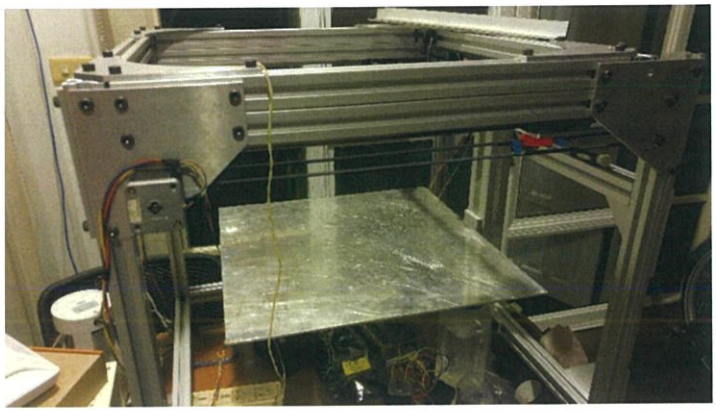
รูปที่ 3.11 การประกอบเพื่อเสริมความแข็งแรงโครงสร้าง

หลังจากประกอบโครงสร้างสำเร็จต่อไปคือ การประกอบอุปกรณ์ต่างๆ เช่น หัวพิมพ์ ฐานและอื่นๆ โดยแต่ละส่วนจะต้องมีการใช้ความรู้และการติดตั้งต่างๆ กันไป ต้องติดตั้งอุปกรณ์และเดินไปด้วย เมื่อใช้งานสายจะได้ไม่ไปรบกวนการทำงานของเครื่องพิมพ์ ดังรูปที่ 3.12 และรูปที่ 3.13



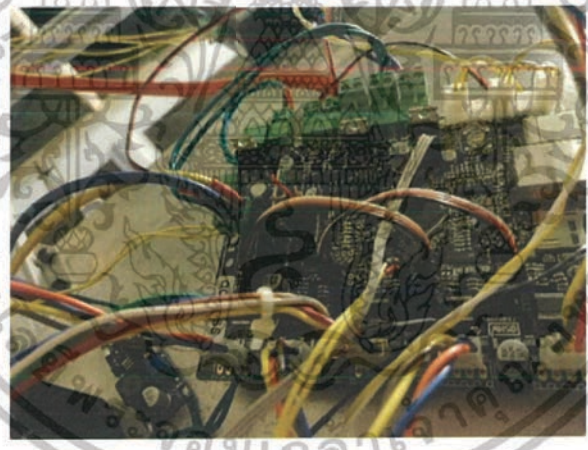
รูปที่ 3.12 การประกอบอุปกรณ์ต่างๆ และเดินสาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



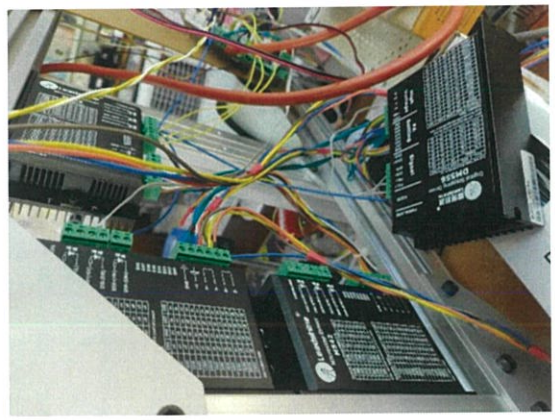
รูปที่ 3.13 การประกอบอุปกรณ์ต่างๆ และเดินสาย

เมื่อทำการประกอบโครงสร้างของเครื่องพิมพ์สามมิติแล้ว จึงทำในส่วนของแผงวงจรต่อ โดยแต่ละแผงวงจรมีหน้าที่แตกต่างกันของอุปกรณ์แตกต่างกัน จึงต้องหาตำแหน่งวางที่เหมาะสมและเดินสายไฟอย่างเป็นระเบียบ ซึ่งการเดินสายไฟเป็นระเบียบจะทำให้การทำงานต่อไปง่ายขึ้น ดังรูปที่ 3.14 ถึงรูปที่ 3.16

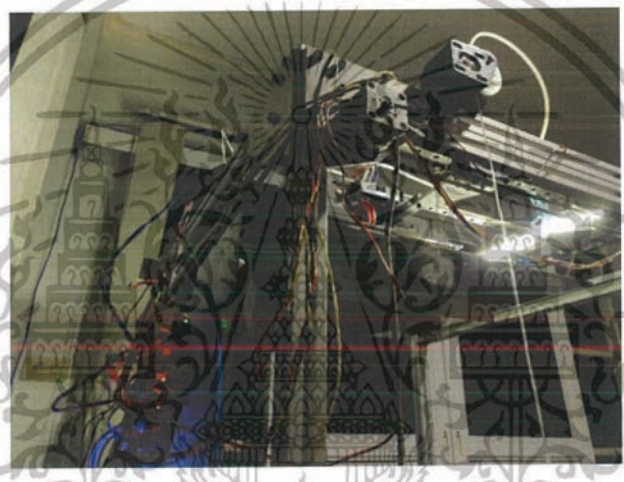


รูปที่ 3.14 ตัวอย่างแผงวงจรที่จะประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.15 ตัวอย่างแผงวงจรที่จะประกอบบนเครื่อง



รูปที่ 3.16 ตัวอย่างการประกอบแผงวงจรและเดินสายไฟ

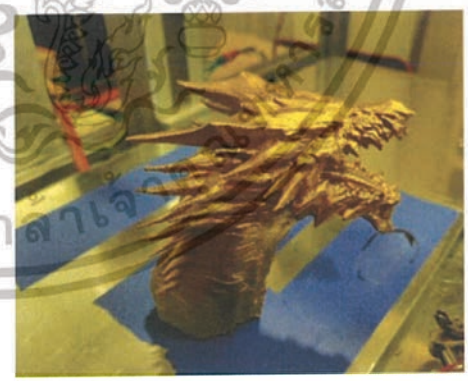
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองการพิมพ์สามมิติ

เพื่อศึกษาการพิมพ์สามมิติโดยสั่งการทำงานระบบทั้งหมด เพื่อพิมพ์ชิ้นงานให้ได้ตามลักษณะที่ต้องการ โดยกำหนดรูปแบบชิ้นงานให้มีความซับซ้อน เพื่อทดสอบความแม่นยำของเครื่องพิมพ์สามมิติว่าใช้งานได้มีประสิทธิภาพ ดังรูปที่ 4.1

ชิ้นงานที่ออกแบบ	ผลการทดลอง
	

รูปที่ 4.1 ผลการทดลองพิมพ์สามมิติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองการสร้างเครื่องพิมพ์สามมิติจำนวนสามหัวพิมพ์ และทดลองการพิมพ์สามมิติ พบว่าการพิมพ์ชิ้นงานสามมิติเป็นไปได้ตามที่คาดหวังกล่าวคือ ได้ชิ้นงานตามที่ออกแบบโดยชิ้นงานมีขนาดและลักษณะตามที่กำหนด โดยได้ทดลองทั้งหมดสองชิ้นงาน ในชิ้นงานแรกเป็นชิ้นงานที่ใช้ทดสอบความแม่นยำในการพิมพ์ว่ามีแกน ขนาดและรายละเอียดตามแบบหรือไม่ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่าชิ้นงานออกมาตรงตามแบบทุกประการ จากนั้นชิ้นงานที่ 2 ใช้ทดสอบความละเอียดของชิ้นงาน โดยสังเกตจากต้นแบบมีความละเอียดสูงมาก ซึ่งเมื่อสั่งพิมพ์ชิ้นงานพบว่าได้ชิ้นงานตามที่ออกแบบแทบทุกประการ มีรายละเอียดที่ครบถ้วน แกนของชิ้นงานตรงแต่หากสังเกตที่เนื้อชิ้นงานจะพบว่ามีเส้นลายที่ไม่มีในแบบปรากฏขึ้นมา โดยเส้นลายนั้นมีลักษณะเป็นลูกคลื่นคล้ายกับว่าการทำงานของบางอุปกรณ์ไม่ราบรื่น

5.2 ปัญหาที่พบและแนวทางแก้ไข

5.2.1 ปัญหาที่พบ

จากการทดลองพิมพ์ชิ้นงานจากเครื่องพิมพ์สามมิติพบว่า เมื่อพิมพ์ชิ้นงานที่มีความละเอียดสูงจะพบเส้นลายที่ไม่มีในแบบ

5.2.2 แนวทางแก้ไข

พบว่าปัญหาน่าจะมาจากมอเตอร์ที่ทำงานได้ไม่ราบรื่นจึงควรเปลี่ยนมอเตอร์ เพื่อให้การทำงานเป็นไปได้อย่างถูกต้อง

5.3 ข้อเสนอแนะและแนวทางพัฒนา

เนื่องจากเครื่องพิมพ์สามมิตินี้มีหลักการคล้ายกับเครื่องตัดเลเซอร์ ต่อไปอาจมีการประยุกต์นำเครื่องตัดเลเซอร์มารวมกับเครื่องพิมพ์สามมิติเพื่อความหลากหลาย และสะดวกในการทำงานมากขึ้นในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] **"Step motor."** [Online]. Available:
https://www.factomart.com/th/factomartblog/principle-of-stepping-motor/. 2018.

[2] **"Smoothie board."** [Online]. Available:
http://smoothieware.org/smoothieboard. 2018.

[3] **"Hot end."** [Online]. Available:
https://e3d-online.com/v6. 2018.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โปรแกรมสั่งงานและรับข้อมูล

```
// Get date and time using a DS1307, DS1337 or DS1340 RTC connected via I2C
#include <Wire.h>
#include <SPI.h> // not used here, but needed to prevent a RTClib compile error
#include "RTClib.h"
int sp;
 RTC_DS1307 RTC; // Uncommnt this line if you are using the DS1307 chip or only use
the basic functions of DS1337, DS1340, Chronodot (DS3231)

int over;
int mode = 1;
int nextpage = 0;
int baht;
int weight;
float Cw;
float spwg;

#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
int SERVO;
// Set the LCD address to 0x27 or 0x3F for a 16 chars and 2 line display

LiquidCrystal_I2Clcd(0x3F,20,4);
//=============================================================
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <Keypad.h>
const byte ROWS = 4; //four rows
const byte COLS = 4; //three columns

char keys[ROWS][COLS] = {
{'1', '2', '3', 'A'},
{'4', '5', '6', 'B'},
{'7', '8', '9', 'C'},
{'*', '0', '#', 'D'}
};
byte rowPins[ROWS] = {9, 8, 7, 6};
byte colPins[COLS] = {5, 4, 3, 2};
Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );

//=============================================================

#include "HX711.h"

// HX711.DOUT- pin #A1
// HX711.PD_SCK- pin #A0
HX711 scale(A1, A0);// parameter "gain" is ommited; the default value 128 is used by the
library
void setup () {
 Serial.begin(57600); // Set serial port speed
Wire.begin(); // Start the I2C
RTC.begin(); // Init RTC
lcd.begin();
pinMode(11,OUTPUT);
pinMode(12,OUTPUT);
digitalWrite(11,HIGH);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
digitalWrite(12,HIGH);
//myservo.attach(10);
pinMode(13, OUTPUT);
digitalWrite(13, HIGH);
// myservo.write(90);
// delay(1000);
// myservo.write(0);
lcd.setCursor(4, 1);
lcd.print("Loading....");

//=========================================================

Serial.println("HX711 Demo");
pinMode(10, INPUT);
Serial.println("Before setting up the scale:");
Serial.print("read: \t\t");
Serial.println(scale.read());
// print a raw reading from the ADC
Serial.print("read average: \t\t");
Serial.println(scale.read_average(20));
// print the average of 20 readings from the ADC
Serial.print("get value: \t\t");
Serial.println(scale.get_value(5));
// print the average of 5 readings from the ADC minus the tare weight (not set yet)
Serial.print("get units: \t\t");
Serial.println(scale.get_units(5), 1);
// print the average of 5 readings from the ADC
minus tare weight (not set) divided
// by the SCALE parameter (not set yet)
scale.set_scale(2280.f);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
// this value is obtained by calibrating the scale with known weights; see the README for
details
scale.tare();
// reset the scale to 0
Serial.println("After setting up the scale:");
Serial.print("read: \t\t");
Serial.println(scale.read());
// print a raw reading from the ADC
Serial.print("read average: \t\t");
Serial.println(scale.read_average(20));
// print the average of 20 readings from the ADC Serial.print("get value: \t\t");
Serial.println(scale.get_value(5));
// print the average of 5 readings from the ADC minus the tare weight, set with tare()
Serial.print("get units: \t\t");
Serial.println(scale.get_units(5), 1);
// print the average of 5 readings from the ADC minus tare weight, divided
// by the SCALE parameter set with set_scale
Serial.println("Readings:");
// myservo.attach(10);
// Turn on the blacklight and print a message. lcd.backlight();
//delay(1000);
//digitalWrite(10,1);
lcd.clear(); }
void loop ()
{
 // myservo.write(0);
// delay(1000);
// myservo.write(90);
// delay(1000);
// myservo.write(180);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//delay(1000);
//================================================================
==== DateTime now = RTC.now(); // Read the time and date from the DS1340
Serial.print(now.year(), DEC);
Serial.print('/');
Serial.print(now.month(), DEC);
Serial.print('/');
Serial.print(now.day(), DEC);
Serial.print(' ');
Serial.print(now.hour(), DEC);
Serial.print(':');
Serial.print(now.minute(), DEC);
Serial.print(':');
Serial.print(now.second(), DEC);
Serial.println();
delay(250);
char key = keypad.getKey();
if (key != NO_KEY) {
Serial.print (" ");
Serial.println(key);
if ( key == '*' )
{
mode = 2; }
if ( key == '*' )
{
 mode = 2; }
if ( key == '1' && mode == 2 )
 {
 sp += 10; delay(50); }
if ( key == '4' && mode == 2 )
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{
 sp += 10; delay(50); }
if ( key == 'A' && mode == 2 ) { SERVO = 1; }
if ( sp <= 0 ) { sp = 0; } }
// key //=====================================================
if ( mode == 1 && nextpage == 0)
{
lcd.setCursor(6, 0);
lcd.print("Welcome");
Serial.println ("111");
DateTime now = RTC.now();
lcd.setCursor(5, 1);
lcd.print(String (now.day(), DEC) + "/" + String(now.month(), DEC) + "/" + String (now.year(),
DEC) ); lcd.setCursor(6, 2); lcd.print(String (now.hour(), DEC) + ":" + String(now.minute(), DEC)
+ ":" + String (now.second(), DEC) + " " );
//nextpage = 1;
// lcd.setCursor(0, 1);
// lcd.print("Money :");
lcd.setCursor(9, 3);
lcd.print(String (baht) + " Baht");
 }
if ( mode == 2 && nextpage == 0)
{
Serial.println(" C L E A R " );
lcd.clear(); delay(20);
nextpage = 2; } //-----------------------------------------------------
if ( mode == 2 && nextpage == 2)
{
Serial.println ("222");
//=============== LOADCELL===================
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Serial.print("one reading:\t");
Serial.print(scale.get_units(), 1);
Serial.print("\t| average:\t");
Serial.println(scale.get_units(10), 1); Cw = scale.get_units(10), 1;
Serial.println(" " + String(Cw)); Cw = map(Cw, 0.0, 20.0, 0.0, 10.0);
Serial.println(" " + String(Cw)); scale.power_down();
// put the ADC in sleep mode // delay(500); scale.power_up();
 //=============== LOADCELL===================
lcd.setCursor(1, 0);
lcd.print("Choose Food Price");
lcd.setCursor(0, 1);
lcd.print("Money :");
lcd.setCursor(9, 1);
lcd.print(String (baht) + " Baht");
//----------------------spwg = (baht * 150.00) / 10;
lcd.setCursor(0, 2);
lcd.print("Weight :");
lcd.setCursor(9, 2);
lcd.print(spwg);
//--------------------------
lcd.setCursor(0, 3);
lcd.print("Weight :");
lcd.setCursor(9, 3);
lcd.print(String (Cw) + " ");
//================================================
//spwg = (sp * 150.00) / 10;
//====================
if ( SERVO == 1 )
{
Serial.println(" waiting..... ");
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
if ( Cw < spwg && over==0 )
{
Serial.println(" !!!!!!!!!!!!!!!!!! M O T O R !!!!!!!!!!!!!!!!!!! ");
digitalWrite(11, LOW);
digitalWrite(12, HIGH);
digitalWrite(13, LOW);
delay(4000);
digitalWrite(11, HIGH);
digitalWrite(12, HIGH);
digitalWrite(13, HIGH); over=1;
Serial.println(" !!!!!!!!!!!!!!!!! Waiting... food down !!!!!!!!!!!!!!!! "); }
if ( Cw >= spwg && over==1 )
{
Serial.println("!!!!!!!!!!!!!!!!! Full !!!!!!!!!!!!!!!!! ");
Serial.println(" !!!!!!!!!!!!!!!! M O T O R - CLOSE ");
digitalWrite(11, HIGH);
digitalWrite(12, LOW);
digitalWrite(13, LOW);
delay(4000);
digitalWrite(11, HIGH);
digitalWrite(12, HIGH);
digitalWrite(13, HIGH);
Serial.println("!!!!!!!!!!!!!!!!! Waiting... food down !!!!!!!!!!!!!!!! ");
 delay(2000);
lcd.clear();
nextpage = 0;
mode = 1; baht = 0;
over=0;
//myservo.write(0); // delay(1000); } }
//=================== }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//mode2
//------------------------------------------------------------
if ( digitalRead(10) == LOW )
{
baht += 10;
Serial.println(" " + String(baht));
Serial.println("!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!!");
// weight = baht * 150; }
spwg =0; }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้