



เครื่องจำแนกและนับเหรียญ

“Machine of Separation and Coin Counting”

โดย

นายไวยากรณ์ ชูสาย B5503025

นางสาวอรุณี ดีสูงเนิน B5519989

นางสาวชนิตา วรวงษ์ B5520039

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายงานนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาวิชา 527499 โครงการวิศวกรรมโทรคมนาคม
หลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม หลักสูตรปรับปรุง พ.ศ. 2554
สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ประจำภาคการศึกษาที่ 3 ปีการศึกษา 2558

หัวข้อโครงการ	เครื่องจำแนกและนับเหรียญ “Machine of Separation and Coin Counting”
ผู้ดำเนินงาน	นายไวยากรณ์ ชูสาย B5503025 นางสาวครุณี ดิสูงเนิน B5519989 นางสาวชนิตา วรวงษ์ B5520039
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ มีสวัสดิ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาคการศึกษา	3/2558

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันคนเราต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกมากขึ้น ซึ่งการใช้คนนับและจำแนกเหรียญจำนวนมาก อาจจะทำให้เกิดปัญหาในการนับที่ผิดพลาดและเสียเวลาได้ จากปัญหาดังนั้นที่กล่าวมา โครงการนี้จึงออกแบบเครื่องจำแนกประเภทเหรียญและนับเหรียญขึ้นมา เพื่อจำแนกเหรียญแต่ละชนิด โดยพิจารณาจากความกว้างของเหรียญที่แตกต่างกันและความลาดเอียงของพื้น และใช้เซ็นเซอร์ร่วมกับบอร์ด Sum32f4 Discovery ในการนับและประมวลผล แล้วแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD ทำให้มีความสะดวกสบาย ประหยัดเวลา และไม่เกิดการผิดพลาด

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

การศึกษาและจัดทำโครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคมประเภทสิ่งประดิษฐ์ เครื่องจำแนกและนับเหรียญ ในการจำแนกเหรียญแต่ละชนิด โดยพิจารณาจากความกว้างของเหรียญที่แตกต่างกันและความลาดเอียงของพื้น ซึ่งใช้เซนเซอร์แบบก้ำมูร่วมกับบอร์ด STM32F3 DISCOVERY ในการนับและประมวลผล แล้วแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD โครงงานเล่มนี้สำเร็จลงได้ ด้วยความกรุณาช่วยเหลือแนะนำอย่างดียิ่ง จากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ มีสวัสดิ์ ที่ให้คำแนะนำปรึกษาที่เป็นประโยชน์เกี่ยวกับปัญหาที่เกิดขึ้นและให้ข้อเสนอแนะต่างๆ ในการทำโครงงานตลอดจนการแก้ไขปัญหาข้อผิดพลาดต่างๆ มาโดยตลอดจนทำให้โครงงานเล่มนี้เสร็จสมบูรณ์ ผู้จัดทำโครงงานขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ นายธีระภัทร เจริญปฐ นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ ที่เป็นผู้ให้คำปรึกษาในด้าน บอร์ด STM32F3 DISCOVERY และเซนเซอร์ อีกทั้งยังคอยให้คำแนะนำ ในด้านการเขียนโปรแกรมอีกด้วย

ขอขอบคุณ นายจรัส สัตยमुख นักศึกษาปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ที่ให้คำปรึกษาแนะนำและการแก้ไขปัญหาในโครงงานครั้งนี้

นอกเหนือจากนี้ขอขอบคุณผู้มีส่วนร่วมทุกคน เพื่อนร่วมทำโครงงาน ที่คอยเป็นกำลังใจ และร่วมสนับสนุนด้วยดีเสมอมา

ผู้จัดทำคาดหวังว่า โครงงานวิศวกรรมโทรคมนาคม เรื่อง เครื่องจำแนกและนับเหรียญนี้ จะเป็นประโยชน์แก่ผู้สนใจทั่วไปได้ศึกษาและพัฒนาต่อไปได้ในอนาคต

คณะผู้จัดทำ

นายไวยากรณ์	ชูสาย
นางสาวศุภณีย์	ดีสูงเนิน
นางสาวชนิตา	วรวงษ์

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญรูป	ช
สารบัญตาราง	ณ
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตงาน	2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	4
1.6 แบบจำลองเครื่องคัดแยกและนับเหรียญ	4
1.7 แผนผังของการทำงาน	5
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	6
2.1 กล่าวนำ	6
2.2 ประวัติเหรียญกษาปณ์	6
2.2.1 ประเภทของเหรียญกษาปณ์ในปัจจุบัน	7
2.3 เซนเซอร์	10
2.3.1 เซนเซอร์แบบแสง	10
2.3.2 Photoelectric Infrared Count Sensor Module	10

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.4 บอร์ด Stm32f4 Discovery หรือ Waijung Board	11
2.4.1 จุดเด่นของ บอร์ด Stm32f4Discovery	11
2.4.2 ซอร์ฟแวร์ที่ใช้งาน	12
2.5 โปรแกรม MATLAB	13
2.5.1 ลักษณะเด่น ของโปรแกรม MATLAB	13
2.5.2 โครงสร้างของ MATLAB	13
2.5.3 Simulink	14
2.5.4 Blocksets	14
2.5.5 คอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับ โปรแกรม MATLAB	14
2.6 จอแสดงผล LCD	14
2.7 ตัวต้านทาน	15
2.7.1 ชนิดของตัวต้านทาน	16
2.8 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric motor)	19
2.9 สวิตช์ควบคุม	19
2.9.1 สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ (Tact switch)	19
2.9.2 สวิตช์แบบโยก (Toggle Switch)	19
2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	20
2.11 สรุป	21
บทที่ 3 การออกแบบและสร้างอุปกรณ์	22
3.1 กล่าวนำ	22
3.2 การออกแบบโครงสร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ	22
3.2.1 ชุดแยกขนาดเหรียญ	22

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
3.2.2 ชุดนับเหรียญ	29
3.3 การสร้างอุปกรณ์	30
3.3.1 ชุดแยกขนาดเหรียญ	31
3.3.2 ชุดเซนเซอร์สำหรับนับเหรียญ	35
3.3.3 ส่วนแสดงผล	39
3.3.4 เครื่องมือที่ใช้สร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ	42
3.4 สรุป	43
บทที่ 4 ผลการทดลอง	44
4.1 กล่าวนำ	44
4.2 การศึกษารูปแบบของถาดใส่เหรียญกษาปณ์	44
4.3 การศึกษาลิ้นชักสำหรับรองรับเหรียญ	47
4.4 การศึกษาโครงสร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ	49
4.5 ทดลองการจำแนกเหรียญ	50
4.6 ทดลองการนับเหรียญ	54
4.7 ทดลองการจับเวลา 30 วินาที	57
4.8 สรุปผลการทดลอง	59
บทที่ 5 บทสรุปของโครงการ	60
5.1 กล่าวสรุป	60
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงการ	61
5.3 ข้อเสนอแนะ	61

สารบัญ(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อไป	61
ประวัติผู้เขียน	62
เอกสารอ้างอิง	63
ภาคผนวก	64
ภาคผนวก ก (โปรแกรม MATLAB)	65



สารบัญรูป

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 1.1 การใช้คณับเหรียญ	1
รูปที่ 1.2 เครื่องคัดแยกและนับเหรียญที่ออกแบบ	4
รูปที่ 1.3 แผนผังของการทำงาน	5
รูปที่ 2.1 Photoelectric Infrared Count Sensor Module	11
รูปที่ 2.2 แสดงพอร์ตต่างๆของStm32f4Discovery หรือ Waijung board	12
รูปที่ 2.3 โปรแกรม Matlab R2009b	13
รูปที่ 2.4 จอแสดงผล LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ใช้ไฟ 5 โวลต์ ไฟ backlight สีฟ้า	16
รูปที่ 2.5 ตัวต้านทานแบบค่าคงที่และแบบปรับค่าได้	16
รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของตัวต้านทานแบบค่าคงที่	17
รูปที่ 2.7 แสดงแถบสีของตัวต้านทาน	17
รูปที่ 2.8 แสดงแถบสีของตัวต้านทานแบบ 5 แถบสี	18
รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้	20
รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของสวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ (Tact switch)	20
รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะของสวิตช์แบบโยก	20
รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของรางแยกเหรียญแต่ละประเภท	23
รูปที่ 3.2 เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก	24
รูปที่ 3.3 ลินชักสำหรับรองรับเหรียญ	28
รูปที่ 3.4 ลักษณะการวางของเซนเซอร์	29
รูปที่ 3.5 วงจรที่ใช้สำหรับชุดนับเหรียญ	30
รูปที่ 3.6 ชิ้นงานเครื่องจำแนกและนับเหรียญ	31
รูปที่ 3.7 รางแยกเหรียญ	32
รูปที่ 3.8 ถาดใส่เหรียญ	33

สารบัญรูป(ต่อ)

เรื่อง	หน้า
รูปที่ 3.9 ลื่นชักสำหรับรองรับเหรียญกษาปณ์	35
รูปที่ 3.10 โครงสร้างจากแผ่นอะคริลิก	36
รูปที่ 3.11 แผ่นกั้นเหรียญ	40
รูปที่ 3.12 อุปกรณ์ต้นแบบ	41
รูปที่ 3.13 เครื่องมือที่ใช้สร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ	43



สารบัญตาราง

เรื่อง	หน้า
ตารางที่ 1 แสดงลักษณะด้านหน้าและด้านหลังของเหรียญ	9
ตารางที่ 2 สรุปข้อมูลเหรียญกษาปณ์ในปัจจุบัน	10
ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะของการออกแบบภาคใต้เหรียญ	25
ตารางที่ 3.2 แสดงความกว้างและความยาวช่องของเหรียญแต่ละประเภท	32
ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ทำให้ภาคใต้เหรียญสั้น	33
ตารางที่ 3.4 แสดงรูปแบบเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับเหรียญ	36
ตารางที่ 3.5 แสดงลักษณะของการวางตำแหน่งเซนเซอร์	37
ตารางที่ 3.6 สายเชื่อมต่อ	41
ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะของภาคใต้เหรียญกษาปณ์	45
ตารางที่ 4.2 แสดงลักษณะการออกแบบลิ้นชักสำหรับรองรับเหรียญ	48
ตารางที่ 4.3 โครงสร้างของเครื่องจำแนกและนับเหรียญ	49
ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองในการจำแนกเหรียญแต่ละประเภท	50
ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองในการนับเหรียญแต่ละประเภท	52
ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองจำแนกและนับเหรียญภายใน 30 วินาที	54
ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองในการจำแนกเหรียญแต่ละประเภท	56
ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองในการนับเหรียญแต่ละประเภท	58

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันคนเราต้องการสิ่งอำนวยความสะดวกมากขึ้น ซึ่งการใช้คนนับและจำแนกเหรียญจำนวนมาก ดังรูปที่ 1.1 อาจทำให้เกิดปัญหาในการนับที่ผิดพลาดและเสียเวลาได้ จากปัญหาข้างต้นที่กล่าวมา โครงการนี้จึงออกแบบเครื่องจำแนกประเภทเหรียญและนับเหรียญขึ้นมา เพื่อจำแนกเหรียญแต่ละชนิดโดยพิจารณาจากขนาดของเหรียญที่แตกต่างกัน

โดยมีหลักการทำงาน คือ เมื่อเปิดสวิตช์ให้มอเตอร์ทำงาน ใ้เหรียญที่ถาดใส่เหรียญ ซึ่งเหรียญจะไหลไปตามความลาดเอียงของรางแยกเหรียญ เมื่อเหรียญลงช่องจะเคลื่อนไปผ่านเซนเซอร์ โดยโปรแกรม MATLAB จะประมวลผลค่าจากเซนเซอร์ และส่งค่าข้อมูลแสดงผลที่จอ LCD การรับค่าจะรับผ่านพอร์ตอินพุตของบอร์ด ซึ่งสามารถตั้งค่าได้จากการเขียนโปรแกรม เมื่อรับค่าจากเซนเซอร์ ส่วนประมวลผลจะทำการประมวลผล จากตำแหน่งของเซนเซอร์ว่ามีเซนเซอร์ที่ตำแหน่งใดดับบ้าง ซึ่งดับเนื่องจากมีเหรียญผ่านและเกิดการนับค่าของเหรียญนั้น จากนั้นจึงส่งข้อมูลการประมวลผลที่ได้ ที่มีทั้งข้อมูลบอกค่าของเหรียญ และรวมจำนวนเงินทั้งหมด แล้วแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD



รูปที่ 1.1 การใช้คนนับเหรียญ

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการจำแนกชนิดของเหรียญ
2. เพื่อศึกษาการทำงานของเซนเซอร์ Photoelectric Infrared Count Sensor Module
3. เพื่อศึกษาการทำงานของบอร์ด STM32F4 Discovery
4. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมสำหรับการอุปกรณ์ต่างๆภายในวงจรของระบบ
5. เพื่อศึกษาการประมวลผลออกทางหน้าจอ LCD

1.3 ขอบเขตงาน

1. การจำแนกประเภทของเหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท
2. ศึกษาการทำงานของเซนเซอร์ Photoelectric Infrared Count Sensor Module ในการนับเหรียญแต่ละช่อง
3. สามารถออกแบบและสร้างเครื่องจำแนกพร้อมนับเหรียญ
4. สามารถออกแบบวงจรเพื่อใช้งานภายในระบบนับเหรียญ
5. สามารถบอกจำนวนมูลค่าของแต่ละเหรียญและมูลค่ารวมทั้งหมดของเหรียญ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูล
2. เขียนโครงการและเสนอกับ อาจารย์ที่ปรึกษา
3. ออกแบบกลไกการจำแนกชนิดของเหรียญ
4. หาซื้ออุปกรณ์
5. ออกแบบกลไกการทำงานระบบเซนเซอร์ Photoelectric Infrared Count Sensor Module
6. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อระหว่างบอร์ด STM32F4 Discovery และตัวเซนเซอร์
7. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้ในการประมวลผล
8. สร้างชิ้นงานจากแผ่นอะคริลิก
9. สรุปผลการทดลองและเขียนรายงาน
10. เสนอโครงการ

ตารางการดำเนินงาน

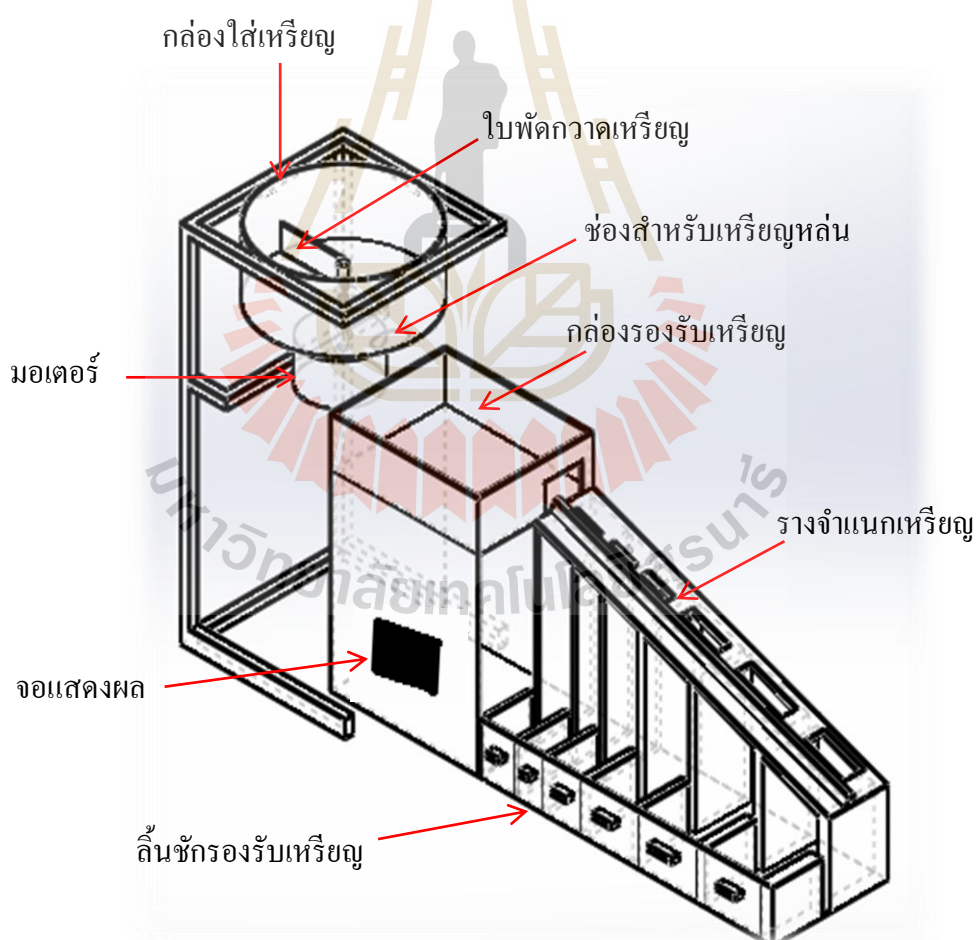
กิจกรรม	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.	ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.
1. ศึกษาค้นคว้าข้อมูล	↔						
2. เขียนโครงการและเสนอ กับ อาจารย์ที่ปรึกษา		↔					
3. ออกแบบกลไกการจำแนก ชนิดของเหรียญ		↔					
4. หาข้อมูลอุปกรณ์			↔				
5. ออกแบบกลไกการทำงาน ระบบเซ็นเซอร์กัมปู				↔			
6. ออกแบบวงจรเชื่อมต่อ ระหว่างบอร์ด STM32F4Discovery และตัวเซ็นเซอร์					↔		
7. เขียนโปรแกรมเพื่อใช้ใน การประมวลผล					↔		
8. สร้างชิ้นงานจากแผ่น อะคริลิก					↔		
9. สรุปผลการทดลองและ เขียนรายงาน						↔	
10. เสนอโครงการ							↔

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถใช้งานโปรแกรม MATLAB ในการประมวลผลได้
2. สามารถนำความรู้ทางทฤษฎีมาประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้
3. รู้จักวิเคราะห์แก้ไขปัญหาและพัฒนางาน
3. สามารถทำงานเป็นทีมได้

1.6 แบบจำลองเครื่องคัดแยกและนับเหรียญ

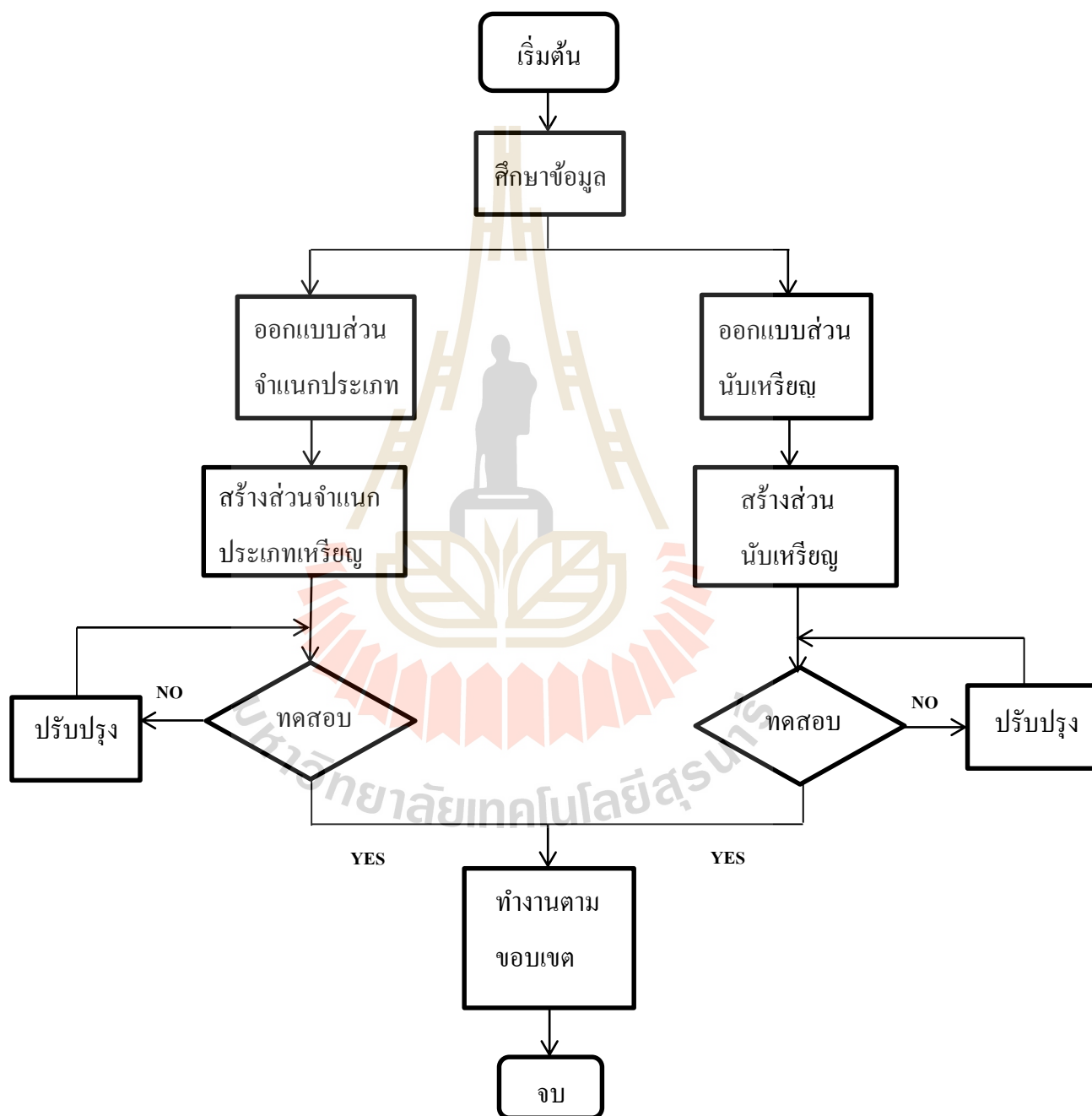
จากแบบจำลองเครื่องคัดแยกและนับเหรียญ มีส่วนประกอบดังแสดงในรูปที่ 1.2



รูปที่ 1.2 เครื่องคัดแยกและนับเหรียญที่ออกแบบ

1.7 แผนผังของการทำงาน

ในการจัดทำโครงการ ได้วางแผนขั้นตอนการทำงานดังแสดงในรูปที่ 1.3 เพื่อให้งานบรรลุตามวัตถุประสงค์



รูปที่ 1.3 แผนผังของการทำงาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับเครื่องจำแนกและนับเหรียญ ซึ่งได้รวบรวมแนวคิดทฤษฎีและหลักการต่างๆจากเอกสารดังต่อไปนี้ ประวัติเหรียญกษาปณ์ เซ็นเซอร์ บอร์ด Stm32f4Discovery หรือ Waijung Board โปรแกรม MATLAB จอแสดงผล LCD ตัวต้านทาน มอเตอร์ไฟฟ้า สวิตช์ควบคุม และ งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.2 ประวัติเหรียญกษาปณ์

ในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 4) การค้าระหว่างไทยกับต่างประเทศก็ได้ขยายตัวขึ้นอย่างรวดเร็ว พ่อค้าชาวต่างประเทศเข้ามาค้าขายมากขึ้นและได้นำเงินเหรียญของตนมาแลกกับเงินพดด้วงจากรัฐบาลไทยเพื่อนำไปซื้อสินค้าจากราษฎร แต่ด้วยเหตุที่เงินพดด้วงผลิตด้วยมือจึงทำให้มีปริมาณไม่เพียงพอกับความต้องการ ส่งผลให้เกิดความไม่สะดวกและการค้าของประเทศเสียประโยชน์ พระองค์จึงมีพระราชดำริที่จะเปลี่ยนรูปเงินตราของไทยจากเงินพดด้วงเป็นเงินเหรียญ ในปี พ.ศ. 2399 ได้ทดลองทำเหรียญรูปกลมแบนอย่างสากล โดยใช้ก้อนทูปดีโลหะให้เป็นแผ่นแบน แล้วตัดเป็นรูปเหรียญกลม ให้ได้ตามขนาดและน้ำหนัก แล้วใช้แม่ตราตีประทับ (HAND-HAMMERRING METHOD) แต่ผลิตได้ช้าและไม่เรียบร้อย นอกจากนี้ยังมีการใช้แม่ตราตีประทับกับเงินเหรียญต่างประเทศ เพื่อให้ราษฎรยอมรับ ในปี พ.ศ. 2400 พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว โปรดเกล้าฯ ให้คณะทูตไทยไปเจริญสัมพันธไมตรีกับสมเด็จพระนางเจ้าวิกตอเรียที่ประเทศอังกฤษ สมเด็จพระนางเจ้าวิกตอเรีย ได้จัดส่งเครื่องทำเหรียญเงินขนาดเล็กเข้ามาถวาย ทำงานด้วยแรงงานคนโดยใช้วิธีแรงอัดแบบ SCREW PRESS METHOD เป็นราชบรรณาการ พระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว จึงโปรดเกล้าฯ ให้จัดทำเหรียญกษาปณ์จากเครื่องจักรขึ้นเป็นครั้งแรก เรียกกันว่า “เหรียญเงินบรรณาการ” ในขณะเดียวกันคณะทูตก็ได้สั่งซื้อเครื่องจักรทำเงินชนิดแรงดันไอน้ำ จากบริษัท เทเลอร์ เข้ามาในปลายปี 2401 พระองค์จึงโปรดเกล้าฯ ให้สร้างโรงงานผลิตเหรียญกษาปณ์ขึ้นที่หน้าพระคลังมหาสมบัติ ในพระบรมมหาราชวัง คิดตั้งเครื่องใช้งานได้เมื่อ ปี พ.ศ. 2403 พระราชทานนามว่า โรงกระสาปณ์สิทธิการ ในสมัยนี้จึงถือว่ามี การใช้เหรียญกษาปณ์แบบสากลนิยมขึ้นเป็นครั้งแรก ต่อมาแม้ได้ประกาศให้ใช้เงินตราแบบเหรียญแล้วก็ตาม

ยังโปรดเกล้าฯ ให้ใช้เงินพดด้วงอยู่ เพียงแต่ไม่มีการผลิตเพิ่มเติม ได้ผลิตตามแจ้งที่แจ้งแก่กระทรวง พระคลังมหาสมบัติเมื่อ ปี พ.ศ. 2438 พบว่ามีเหรียญตราทองคำให้แลกอยู่ 6 ราคา ด้วยกัน คือ ราคา สองบาท หนึ่งบาท สองสลึง หนึ่งสลึง หนึ่งเฟื้อง และ สองไพ แต่ผลิตได้น้อยไม่พอแก่ ความต้องการ นอกจากนี้ยังมีเหรียญ หนึ่งตำลึง กึ่งตำลึง และกึ่งเฟื้อง แต่ไม่ได้นำออกใช้ จึงเป็น พระมหากษัตริย์ไทย พระองค์แรกที่ได้ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ปฏิรูปเงินตราไทย จากที่เคย ใช้เงินพดด้วง หรือเงินกลมที่ใช้มาแต่โบราณกาลให้มาใช้เงินเหรียญหรือเงินแบน แบบสากล

ในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระจุลจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว (รัชกาลที่ 5) ทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้ปรับปรุงมาตรา เงินตราไทย ที่ใช้อยู่ในขณะนั้น คือ ชั่ง ตำลึง บาท สลึง เฟื้อง เป็นระบบโดยใช้ หน่วยเป็นบาท และสตางค์ คือ 100 สตางค์ เป็น 1 บาท ตั้งแต่ พ.ศ. 2441 อันเป็นมาตราเงินตราไทย มาจนถึงปัจจุบัน และทรงพระกรุณาโปรดเกล้าฯ ให้นำพระบรมรูปของพระองค์ประทับลงบน เหรียญ ซึ่งนับเป็นครั้งแรกที่มีการนำพระบรมรูปของพระมหากษัตริย์ไทยประทับลงบนเหรียญ กษาปณ์

ในรัชสมัยพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดช (รัชกาลที่ 9) ได้มีการผลิตเหรียญ กษาปณ์ เริ่มจากเหรียญทองแดงและเหรียญดีบุกตราพระบรมรูป – ตราแผ่นดิน ใน พ.ศ. 2493 ผลิต เหรียญราคา 5 บาท ขึ้นเป็นครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2515 ผลิตเหรียญราคา 10 บาท ขึ้นเป็นครั้งแรก ในปี พ.ศ. 2531 และได้มีการผลิตเหรียญกษาปณ์หมุนเวียน และเหรียญกษาปณ์ที่ระลึก รวมทั้งมีการ พัฒนาจัดทำเหรียญที่ระลึก

2.2.1 ประเภทของเหรียญกษาปณ์ในปัจจุบัน

1. เหรียญกษาปณ์หมุนเวียน (Circulated coins) เป็นเหรียญกษาปณ์ที่ใช้หมุนเวียนกันอยู่ ทั่วไปในชีวิตประจำวัน มี 9 ชนิดราคา คือ 10 บาท 5 บาท 2 บาท 1 บาท 50 สตางค์ 25 สตางค์ 10 สตางค์ 5 สตางค์ และ 1 สตางค์ แต่ที่ใช้หมุนเวียนในระบบเศรษฐกิจมี 6 ชนิดราคา คือ 10 บาท 5 บาท 2 บาท 1 บาท 50 สตางค์ 25 สตางค์ ส่วนเหรียญชนิดราคา 10 สตางค์ 5 สตางค์ และ 1 สตางค์ มีใช้ในทางธนาคารเท่านั้น

ตารางที่ 1 แสดงลักษณะด้านหน้าและด้านหลังของเหรียญ

ชนิดเหรียญ	ด้านหน้า	ด้านหลัง
10 สตางค์		
5 สตางค์		
1 สตางค์		

ที่มา : [1]

2. เหรียญกษาปณ์ที่ระลึก (Commemorative coins) เป็นเหรียญกษาปณ์ที่ผลิตออกใช้ในวโรกาสและโอกาสที่สำคัญทางประวัติศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับสถาบันคือ ชาติ ศาสนา พระมหากษัตริย์ หรือเหตุการณ์ระหว่างประเทศ โดยจัดทำ 2 ประเภท คือ ขัดเงา และไม่ขัดเงา

ข้อแตกต่างระหว่างเหรียญกษาปณ์หมุนเวียนและเหรียญกษาปณ์ที่ระลึกก็คือการวางลวดลายด้านหน้าและด้านหลัง โคนเหรียญกษาปณ์หมุนเวียนจะวางลวดลายแบบ American Turning ซึ่งจะต้องพลิกดูลวดลายด้านหลังในแนวดิ่ง สำหรับเหรียญกษาปณ์ที่ระลึกได้จัดวางลวดลายแบบ European Turning ซึ่งจะต้องพลิกในแนวนอนเพื่อดูลวดลายด้านหลัง

3. เหรียญที่ระลึก (Medal) เป็นเหรียญที่ผลิตขึ้นเนื่องในวโรกาสและโอกาสที่สำคัญต่างๆ ซึ่งมีความแตกต่างจากเหรียญกษาปณ์ที่ระลึกตรงที่จะ ไม่มีราคาหน้าเหรียญ เนื่องจากมิใช่เงินตรา จึงไม่สามารถใช้ชำระหนี้ได้ตามกฎหมาย

ตารางที่ 2 สรุปข้อมูลเหรียญกษาปณ์ในปัจจุบัน

ชนิดเหรียญ	น้ำหนัก (กรัม)	เส้นผ่าน ศูนย์กลาง (มิลลิเมตร)	ส่วนประกอบ	ด้านหน้า	ด้านหลัง
25 สตางค์	1.9	16	เหล็กชุบทองแดง		
50 สตางค์	2.4	18	เหล็กชุบทองแดง		
1 บาท	3.0	20	เหล็กชุบนิกเกิล		
2 บาท	4.4	21.75	อะลูมิเนียมบรอนซ์		
5 บาท	7.5	24	คิวโปรนิกเกิล สอด้ไส้ทองแดง		
10 บาท	8.5	26	วงแหวน: คิวโปร นิกเกิล ตรงกลาง: อะลูมิเนียม บรอนซ์		

ที่มา : [2]

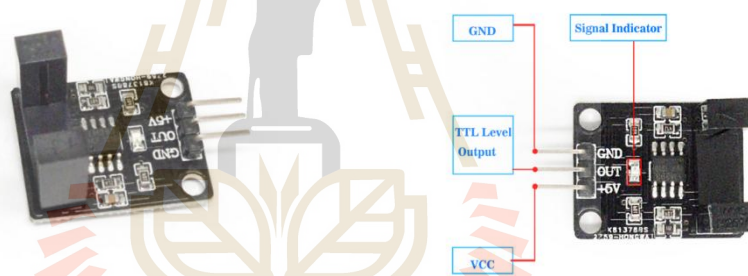
2.3 เซนเซอร์

เซนเซอร์ (Sensor) คือ อุปกรณ์ตรวจจับสัญญาณหรือปริมาณทางฟิสิกส์ต่างๆ เช่น อุณหภูมิ เสียง แสง การสัมผัส เป็นต้น

2.3.1 เซนเซอร์แบบแสง

เซ็นเซอร์แสงดังรูปที่ 2.1 จะมีลักษณะเป็นแสงที่จะทำหน้าที่ต่างๆ ให้กลายเป็นสัญญาณไฟฟ้า ที่ใช้จับตรวจสอบสิ่งต่างๆ มีลักษณะคล้ายกับตาของคนเรา โดยเซนเซอร์แสง จะนิยมนำมาใช้กับหุ่นยนต์ เพื่อพัฒนาเป็นการตรวจจับต่างๆ อุปกรณ์ที่ใช้ในทำเป็นตาของหุ่นยนต์ หรือนำมาพัฒนามาเป็นเลเซอร์แสง ก็คือ LDR ซึ่งจะทำหน้าที่ในการเปลี่ยนระดับความเข้มของแสงให้กลายเป็นค่าความต้านทานทางไฟฟ้า

2.3.2 Photoelectric Infrared Count Sensor Module



รูปที่ 2.1 Photoelectric Infrared Count Sensor Module [3]

Photoelectric Infrared Count Sensor Module หรือเรียกว่าเซ็นเซอร์ก้านปู ซึ่งเป็นชื่อเรียกตามลักษณะ และ โครงสร้างของตัวเซ็นเซอร์เอง เป็นแบบ Open Collector หลักการทำงานบอร์ดส่งไฟเลี้ยงไปที่เซนเซอร์ โดยเซนเซอร์จะส่งสัญญาณ Photo Electric ผ่านขาส่งไปถึงขาที่รับ ถ้าไฟแดงที่ Sensor ติดจะส่งค่าลอจิก 1 ถ้าไฟแดงดับจะส่งค่าลอจิก 0 จากแรงที่ส่งมาจะพบแรงดันมีค่าน้อยกว่า 5 โวลต์ จึงต้องปรับแรงดันให้มีค่าเท่ากับ 5 โวลต์ เพื่อให้มีค่าเท่ากับตัวแรงดันที่บอร์ดจะรับได้ โดยการต่อตัวต้านทานมีค่าเท่ากับ $10\text{ k}\Omega$ ต่อเข้ากับ +VCC ของบอร์ด เพื่อเป็นการปรับแรงดัน ให้มีค่าเท่ากับ 5 V การปรับแรงดันนี้เรียกว่า Pull Up

2.4 บอร์ด Stm32f4 Discovery หรือ Waijung Board



รูปที่ 2.2 แสดงพอร์ตต่างๆของStm32f4Discovery หรือ Waijung board [4]

Stm32f4Discovery หรือ Waijung Board เป็นชุดทดลองโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ STM32TM ARM 32-bits Cortex M4F processors บอร์ด Stm32f4 Discovery ดังรูปที่ 2.2 เป็นชุดทดลองทำงานร่วมกับ MATLAB Simulink ซึ่งStm32f4Discovery เป็นบอร์ดทดลองอิเล็กทรอนิกส์

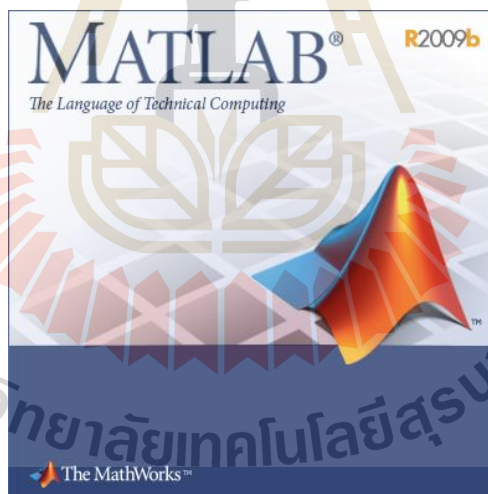
2.4.1 จุดเด่นของ บอร์ด Stm32f4Discovery

จุดเด่นของ บอร์ด Stm32f4Discovery คือการใช้งานที่ง่ายโดยเฉพาะด้านการเขียนโปรแกรม เนื่องจากการเขียนโปรแกรมแบบ Graphic Programming ผ่าน Simulink ซึ่งติดตั้งมาพร้อมกับ MATLAB ซึ่งเป็น Module หนึ่งที่อยู่ในโปรแกรม MATLAB ทำให้สามารถทำความเข้าใจการทำงานของโครงงานทั้งในส่วนการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ การติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์ อัลกอริทึม การเขียนโปรแกรม

2.4.2 ซอร์ฟแวร์ที่ใช้งาน

1. Waijung Blockset
2. Matlab 32-bits 2009a (version 7.8) หรือเวอร์ชันที่ใหม่กว่า
3. Simulink 2009 (version 7.3) หรือเวอร์ชันที่ใหม่กว่า
4. Real-Time Workshop 2009 (version 7.3) หรือเวอร์ชันที่ใหม่กว่า
5. Real-Time Workshop Embedded Coder 2009 (version 5.3) หรือเวอร์ชันที่ใหม่กว่า
6. RealView MDK for ARM version 4.0 หรือเวอร์ชันที่ใหม่กว่า
7. Microsoft Windows XP SP2 หรือเวอร์ชันที่ใหม่กว่า
8. Microsoft .Net Framework version 3.5 หรือเวอร์ชันที่ใหม่กว่า

2.5 โปรแกรม MATLAB



รูปที่ 2.3 โปรแกรม Mathlab R2009b [5]

MATLAB ย่อมาจาก matrix laboratory เป็นภาษาคอมพิวเตอร์ชั้นสูง (High-level Language) สำหรับการคำนวณทางเทคนิคที่ประกอบด้วยการคำนวณเชิงตัวเลข กราฟิกที่ซับซ้อน และการจำลองแบบเพื่อให้มองเห็นภาพงานได้ง่าย เดิมโปรแกรม MATLAB ดังรูปที่ 2.3 ได้เขียนขึ้นเพื่อใช้ในการคำนวณทาง matrix หรือเป็น matrix software

โปรแกรม MATLAB จะมีกล่องเครื่องมือที่ใช้ในการหาคำตอบเรียกว่า Toolbox โดยโปรแกรม MATLAB จะมี toolbox ในแต่ละสาขา เช่น การประมวลผลสัญญาณ (Signal processing toolbox) การประมวลผลภาพ (image processing toolbox) ระบบควบคุม (control system toolbox) และระบบอื่นๆ ที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหา โดยการประยุกต์ใช้งาน

2.5.1 ลักษณะเด่น ของโปรแกรม MATLAB

1. มีฟังก์ชันคณิตศาสตร์ในการคำนวณ ซึ่งสามารถสร้างฟังก์ชันขึ้นมาใช้งานได้เอง โดยฟังก์ชันที่สร้างขึ้น (M-File) จะมีนามสกุลเป็น .M
2. สามารถแก้ไขปัญหาทางด้านคณิตศาสตร์ที่มีความซับซ้อน และรวดเร็วกว่าโปรแกรมภาษาอื่นๆ เช่น C Fortran Basic เป็นต้น
3. มีโครงสร้างแบบจำลองเป็น Package ที่นำไปสร้างบล็อกไดอะแกรมเพื่อใช้ทดสอบ และประเมินผลระบบ Dynamic ก่อนนำไปใช้งานจริง
4. สามารถวิเคราะห์และตรวจสอบข้อมูลได้ง่ายและรวดเร็ว
5. สามารถนำไปใช้งานในด้านกราฟิก โดยการแสดงภาพตั้งแต่สองมิติ ภาพสามมิติในรูปแบบพื้นผิว ตลอดจนสามารถนำภาพมาต่อกัน และเก็บไว้เพื่อที่จะสร้างเป็นภาพเคลื่อนไหวได้

2.5.2 โครงสร้างของ MATLAB ประกอบด้วย 5 ส่วนใหญ่ คือ

1. ภาษาโปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมภาษาชั้นสูงที่ใช้ โครงสร้างข้อมูลอินพุตหรือเอาต์พุต ทำให้การเขียนโปรแกรมไม่ยุ่งยาก
2. สถาปัตยกรรมในการทำงานของ MATLAB จะมีกลุ่มของเครื่องมือสำหรับการทำงานของผู้ใช้โปรแกรมหรือโปรแกรมเมอร์
3. ฟังก์ชันในการคำนวณทางคณิตศาสตร์ จะมีไลบรารีทั่วไปที่ใช้ในการคำนวณ เช่น sine cosine และพีชคณิตเชิงซ้อน โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้เป็นฟังก์ชันหรือไลบรารีเพิ่มเติมขึ้นจากไลบรารีที่ใช้กัน ทำให้โปรแกรม MATLAB มีฟังก์ชันสำหรับใช้งานค่อนข้างมากและครอบคลุมในรายละเอียดของการคำนวณแบบต่างๆ

2.5.3 Simulink สามารถเชื่อมต่อข้อมูลกับ Matlab ได้โดยตรง ทำให้สามารถเชื่อมต่อกับซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ภายนอกได้ อีกทั้งยังใช้ในการจำลองแบบทางคณิตศาสตร์ด้วยรูปภาพสนับสนุนเครื่องมือสร้างแบบจำลอง การเขียนแบบ และเครื่องมือสำหรับวิเคราะห์ข้อมูล ซึ่งสามารถทำแบบจำลองด้วยรูปภาพ เพื่อแสดงถึงการออกแบบแนวความคิดของระบบ กล่าวคือ Simulink ติดต่อกับผู้ใช้ผ่านทางรูปภาพ หรือ GUI (Graphic User Interface) ในการสร้างไคอะแกรมของแบบจำลอง ซึ่งขณะที่กำลังเขียนแบบระบบอยู่ จะเห็นการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นได้ทันที ว่าจะไร ที่ไหน อย่างไร กับแบบจำลองของระบบ

2.5.4 Blocksets เป็นสิ่งที่เพิ่มเติมใน Simulink โดยจะเป็นไลบรารีของบล็อกสำหรับการประยุกต์เฉพาะ เช่น การติดต่อสื่อสาร (Communications) การประมวลผลข้อมูล (Signal processing) และระบบไฟฟ้ากำลัง (power systems)

โปรแกรม MATLAB มีหลาย version ซึ่ง MATLAB มีประสิทธิภาพและมีความสามารถในการประมวลผลที่เร็วขึ้น version ใหม่ที่ได้ทำการปรับปรุงใหม่ สามารถใช้งานได้บน Windows ทำให้มีความสะดวกในการใช้งาน

2.5.5 คอมพิวเตอร์ที่เหมาะสมสำหรับโปรแกรม MATLAB

เนื่องจากโปรแกรม MATLAB เป็นโปรแกรมที่ใช้สำหรับการคำนวณทางคณิตศาสตร์และกราฟิกที่ซับซ้อนดังนั้นจึงจำเป็นต้องใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ที่มีความเร็วสูง คอมพิวเตอร์พีซีที่เหมาะสมกับโปรแกรม MATLAB คือ มีซีพียูรุ่นเพนเทียมขึ้นไป แรมควรมีอย่างน้อย 32 เมกกะไบต์ ส่วนฮาร์ดดิสก์ควรมีเนื้อที่ว่างเกินกว่า 80 เมกกะไบต์ขึ้นไป

2.6 จอแสดงผล LCD

คำว่า LCD ย่อมาจากคำว่า Liquid Crystal Display ซึ่งเป็นจอที่ทำมาจากผลึกคริสตอลเหลว หลักการคือด้านหลังจอจะมีไฟส่องสว่าง หรือที่เรียกว่า Backlight อยู่ เมื่อมีการปล่อยกระแสไฟฟ้าเข้าไปกระตุ้นที่ผลึก ก็จะทำให้ผลึกโปร่งแสง ทำให้แสงที่มาจากไฟ Backlight แสดงขึ้นมานบนหน้าจอ ส่วนอื่นที่โดนผลึกปิดกั้นไว้ จะมีสีที่แตกต่างกันตามสีของผลึกคริสตอล เช่น สีเขียว หรือ สีฟ้า ทำให้เมื่อมองไปที่จอก็จะพบกับตัวหนังสือสีขาว แล้วพบกับพื้นหลังสีต่างๆกัน

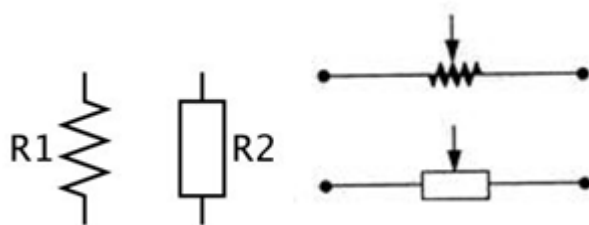


รูปที่ 2.4 จอแสดงผล LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด ใช้ไฟ 5 โวลต์ ไฟ backlight สีฟ้า [6]

จอ LCD ขนาด 20x4 ดังรูปที่ 2.4 หมายถึงใน 1 แถว มีตัวอักษร 20 ตัว และมีทั้งหมด 4 บรรทัด จอแสดงผล LCD ประกอบด้วยหน้าจอผลึกเหลวที่มีจุดภาพหรือ Pixel ขนาดเล็กและส่วนควบคุมการแสดงผล (LCD Controller) มีหน้าที่ควบคุมการทำงานของหน้าจอ เช่น ลบข้อความบนหน้าจอ เว้นบรรทัด ขึ้นบรรทัดใหม่และควบคุมการเปิดปิดของ Pixel เพื่อแสดงเป็นตัวอักษรหรือรูปภาพ

2.7 ตัวต้านทาน

ตัวต้านทาน (Resistor) ดังรูปที่ 2.5 เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยปรับความต้านทานให้กับวงจร เพื่อช่วยปรับให้กระแสไฟฟ้าพอเหมาะกับวงจรนั้น ๆ ตัวต้านทาน (Resistor) ในวงจรไฟฟ้าและวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ค่าความต้านทาน (resistance) มีหน่วยวัดเป็น โอห์ม (Ohm ใช้สัญลักษณ์ Ω)



รูปที่ 2.5 ตัวต้านทานแบบค่าคงที่และแบบปรับค่าได้ [7]

2.7.1 ชนิดของตัวต้านทาน

ตัวต้านทานที่ผลิตออกมาในปัจจุบันมีมากมายหลายชนิด ในกรณีที่แบ่งโดยยึดเอาค่าความต้านทานเป็นหลักจะแบ่งออกได้เป็น 3 ชนิดคือ

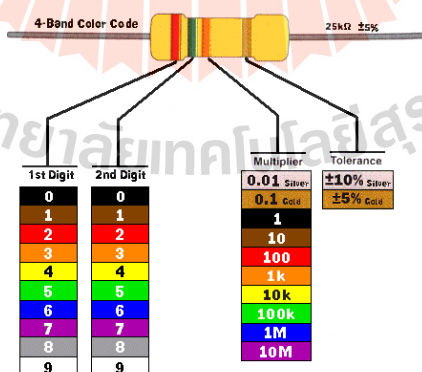
1. ตัวต้านทานแบบค่าคงที่ (Fixed Resistor)



รูปที่ 2.6 แสดงลักษณะของตัวต้านทานแบบค่าคงที่ [8]

เป็นตัวต้านทานที่มีค่าความต้านทานคงตัวดังรูปที่ 2.6 ทำจากผงคาร์บอนอัดแน่น เป็นรูปทรงกระบอกขนาดเล็กมีแถบสีคาดเพื่อบอกค่าความต้านทาน เขียนสัญลักษณ์แทนด้วย

การอ่านค่าความต้านทานแบบ 4 แถบสี ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงแถบสีของตัวต้านทาน [9]

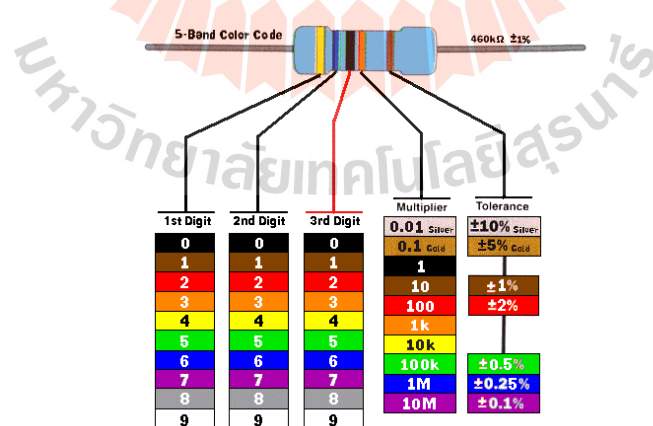
แถบที่1	จะเป็นตัวตั้ง หลักที่1
แถบที่2	จะเป็นตัวตั้ง หลักที่2
แถบที่3	จะเป็นตัวคูณ
แถบที่4	จะเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

ตัวอย่างที่ 1

แถบ	สี	ค่าที่ได้
1	แดง	2
2	ดำ	0
3	น้ำตาล	x10
4	ทอง	+ 5 %

ซึ่งค่าที่อ่านได้คือ 200 โอห์ม และมีค่าความผิดพลาด + 5 %

การอ่านค่าความต้านทานแบบ 5 แถบสี ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงแถบสีของตัวต้านทานแบบ 5 แถบสี [10]

วิธีการอ่านดังนี้

แถบที่1	จะเป็นตัวตั้ง หลักที่1
แถบที่2	จะเป็นตัวตั้ง หลักที่2
แถบที่3	จะเป็นตัวตั้ง หลักที่3
แถบที่4	จะเป็นตัวคูณ
แถบที่5	จะเป็นเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

ตัวอย่างที่ 2 แถบสี แดง ดำ น้ำตาล แดง แดง

แถบ	สี	ค่าที่ได้
1	แดง	2
2	ดำ	0
3	น้ำตาล	1
4	แดง	$\times 100$
5	แดง	$+ 2 \%$

ซึ่งค่าที่อ่านได้คือ 20100 โอห์ม หรือ 20.1 กิโลโอห์ม และมีค่าความผิดพลาด $+ 2 \%$

2. ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ (Adjustable Resistor) ดังรูปที่ 2.9 โครงสร้างของตัวต้านทานแบบนี้มีลักษณะคล้ายกับแบบไว้วาต์ แต่โดยส่วนใหญ่บริเวณลวดตัวนำ จะไม่เคลือบด้วยสารเซรามิกและมีช่องว่างทำให้มองเห็นเส้นลวดตัวนำ เพื่อทำการัดเข็มขัดค่อมตัวต้านทาน โดยจะมีขาปรับให้สัมผัสเข้ากับจุดใดจุดหนึ่ง บนเส้นลวดของความต้านทาน ส่วนใหญ่มีค่าความต้านทานต่ำ แต่อัตราทนกำลังวัตต์สูง เหมาะกับงาน ที่ต้องการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเสมอ

3. ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ (Variable Resistor) ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ (Variable Resistor) โครงสร้างภายในทำมาจากคาร์บอน เซรามิก หรือพลาสติกตัวนำ ใช้ในงานที่ต้องการเปลี่ยนค่าความต้านทานบ่อย ๆ เช่น ในเครื่องรับวิทยุ โทรทัศน์ เพื่อปรับลดหรือเพิ่มเสียง ปรับลดหรือเพิ่มแสงในวงจรหรี่ไฟ มีอยู่หลายแบบ ขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์ของการทำงาน เช่น โปเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer) แบบที่มีแกนหมุนเปลี่ยนค่าความต้านทาน



รูปที่ 2.9 แสดงลักษณะของตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ [11]

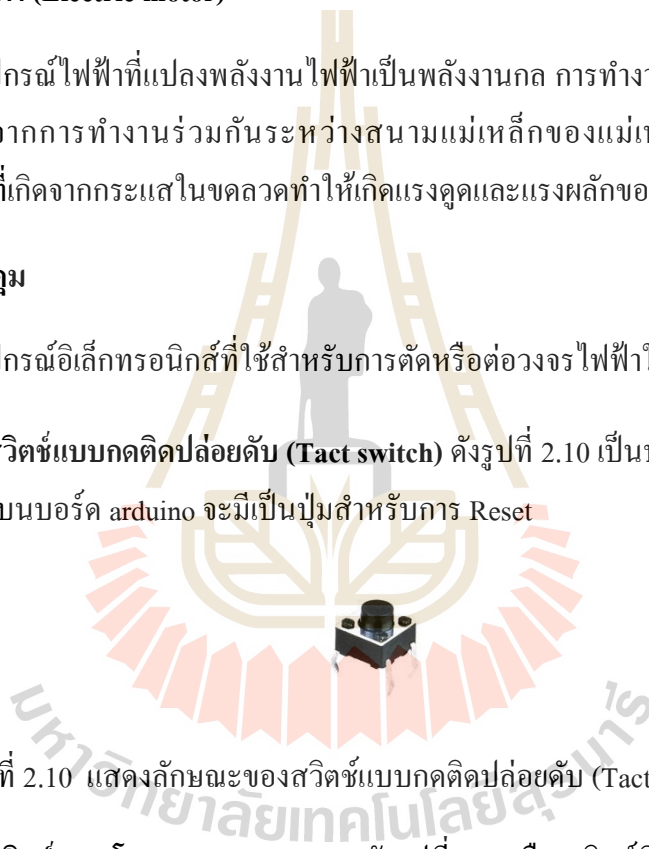
2.8 มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric motor)

เป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่แปลงพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล การทำงานปกติของมอเตอร์ไฟฟ้าส่วนใหญ่เกิดจากการทำงานร่วมกันระหว่างสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กในตัวมอเตอร์ และสนามแม่เหล็กที่เกิดจากกระแสในขดลวดทำให้เกิดแรงดูดและแรงผลักของสนามแม่เหล็กทั้งสอง

2.9 สวิตช์ควบคุม

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้สำหรับการตัดหรือต่อวงจรไฟฟ้าในส่วนต่างๆของวงจร

2.9.1 สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ (Tact switch) ดังรูปที่ 2.10 เป็นปุ่มกดพบได้บนแผงวงจรอิเล็กทรอนิกส์ บนบอร์ด arduino จะมีเป็นปุ่มสำหรับการ Reset



รูปที่ 2.10 แสดงลักษณะของสวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ (Tact switch) [12]

2.9.2 สวิตช์แบบโยก (Toggle Switch) ดังรูปที่ 2.11 คือ สวิตช์ที่ใช้ปิดเปิดวงจรด้วยการโยกขึ้น-ลง



รูปที่ 2.11 แสดงลักษณะของสวิตช์แบบโยก [13]

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ชาลี ศรีขำเมือง (2556) ได้ทำการศึกษาเรื่องเครื่องสาธิตการตรวจสอบและแยกเหรียญกษาปณ์ มีวัตถุประสงค์เนื่องจากสถานะเศรษฐกิจที่มีความเจริญก้าวหน้านี้เองจึงทำให้มีการสร้างงานสร้างอาชีพให้แก่ชุมชนต่าง ๆ ทั้งในตัวเมืองและชนบท ไม่ว่าจะเป็นสถานประกอบการรายใหญ่และรายย่อยล้วนแล้วแต่มีรายจ่ายและรายรับในวงเงินที่สูงมากในแต่ละวัน ในบางครั้งจึงเป็นปัญหาการตรวจเช็คจำนวนเงิน โดยเฉพาะเงินที่เป็นเหรียญที่มีเหรียญสิบ เหรียญห้า เหรียญบาท และเหรียญห้าสิบสตางค์ปนกันอยู่เป็นจำนวนมากทำให้ต้องเสียเวลาในการแยกเหรียญ การนับเหรียญและการนับจำนวนเงิน ดังนั้นจึงจึงควรมีการคิดค้นเครื่องที่จะอำนวยความสะดวกในการแยกเหรียญตรวจสอบเหรียญและนับเหรียญ เพื่อช่วยลดภาระและความยุ่งยากของสถานประกอบการที่มีวงเงินหมุนเวียนเป็นจำนวนมากได้ เครื่องสาธิตการตรวจสอบและแยกเหรียญมีการออกแบบขนาดของเครื่องประมาณ 100*60*150 เซนติเมตร ควบคุมการทำงานทั้งหมดด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PIC ควบคุมการแยกเหรียญด้วยมอเตอร์กระแสตรง สามารถแยกเหรียญได้ 4 ชนิด คือ เหรียญห้าสิบสตางค์ เหรียญบาท เหรียญห้าบาท และเหรียญสิบบาท ขั้นตอนการทดลองและทดสอบคือ ดูการทำงานของกลไกในชุดแยกเหรียญแต่ละส่วนและเก็บข้อมูล

อารีรัตน์ น้อยนาและคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาเรื่อง เครื่องแยกเหรียญ ขนาดเหรียญ 10 บาท 5 บาท 2 บาท 1 บาท มีวัตถุประสงค์เพื่อ ช่วยแบ่งเบาภาระในเรื่องการแยกเหรียญ ขนาดเหรียญ 10 บาท 5 บาท 2 บาท 1 บาท โดยสามารถนับเหรียญได้จำนวนมาก ต้นทุนการผลิต เครื่องแยกเหรียญ ในราคาที่ถูกลงกว่าเครื่องแยกเหรียญอัตโนมัติตามท้องตลาด ขั้นตอนการทดลอง คัดแยกเหรียญ ชนิดละ 15 เหรียญโดยใช้ปืน โตคัดแยกเหรียญ และมือเปล่า วิธีละ 30 วินาที พบว่า ในเวลา 30 วินาที การคัดแยกเหรียญโดยใช้มือเปล่าคัดแยกได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 14.33 เหรียญ คัดแยกโดยเครื่องแยกเหรียญได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 45 เหรียญ

ณิชนันท์ เหล่าเขตกิจ และคณะ (2557) ได้ทำการศึกษาเรื่องปืน โตคัดแยกเหรียญขนาดเหรียญ 10 บาท 5 บาท 1 บาท มีวัตถุประสงค์เพื่ออำนวยความสะดวกในการแยกเหรียญเร็วขึ้น และช่วยลดภาระและความยุ่งยากของสถานประกอบการที่มีวงเงินหมุนเวียนที่เป็นเหรียญจำนวนมากเพื่อประหยัดเวลาในการคัดแยกเหรียญ และลดต้นทุนในการผลิตเครื่องคัดแยกเหรียญ โดยสามารถนับเหรียญจำนวนมากได้อย่างถูกต้องและต้นทุนการผลิตมีราคาที่ถูกลงกว่าเครื่องคัดแยกเหรียญอัตโนมัติตามท้องตลาด ขั้นตอนการทดลองในเวลา 30 วินาที สามารถคัดแยกโดยใช้มือเปล่าได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 14.33 เหรียญ แต่การทดลองโดยใช้ปืน โตคัดแยกเหรียญ 30 วินาที สามารถคัดแยกได้มากกว่าโดยเฉลี่ย 5 เท่า

2.11 สรุป

จากทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้องดังกล่าว ได้แก่ ประวัติเหรียญกษาปณ์ เซ็นเซอร์บอร์ด Stm32f4Discovery หรือ Waijung Board โปรแกรม MATLAB จอแสดงผล LCD ตัวต้านทาน มอเตอร์ไฟฟ้า (Electric motor) สวิตช์ควบคุม และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง จึงได้ออกแบบและสร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญในบทที่ 3



บทที่ 3

การออกแบบและสร้างอุปกรณ์

3.1 กล่าวนำ

จากเนื้อหาในบทที่ 1 ได้กล่าวถึงความเป็นมาของโครงการ และบทที่ 2 เป็นทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาออกแบบและสร้างอุปกรณ์เครื่องจำแนกและนับเหรียญ ซึ่งโครงการนี้มีหน้าที่ 2 ส่วน คือ ส่วนแรก จำแนกประเภทของเหรียญ ได้แก่ เหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ส่วนที่สองจะนับมูลค่าของเหรียญพร้อมทั้งรวมทั้งหมดเป็นกี่ยบาท โครงการนี้จึงจำเป็นต้องออกแบบทั้ง 2 ส่วน ประกอบกัน ในส่วนแรก คือ การจำแนกเหรียญ จะพิจารณาช่องที่เหรียญหล่นลงไป ส่วนที่สอง เป็นการจำแนก ซึ่งใช้กลไกทางเซนเซอร์ทำงานร่วมกับไมโครโปรเซสเซอร์ เพื่อคำนวณเป็นมูลค่า

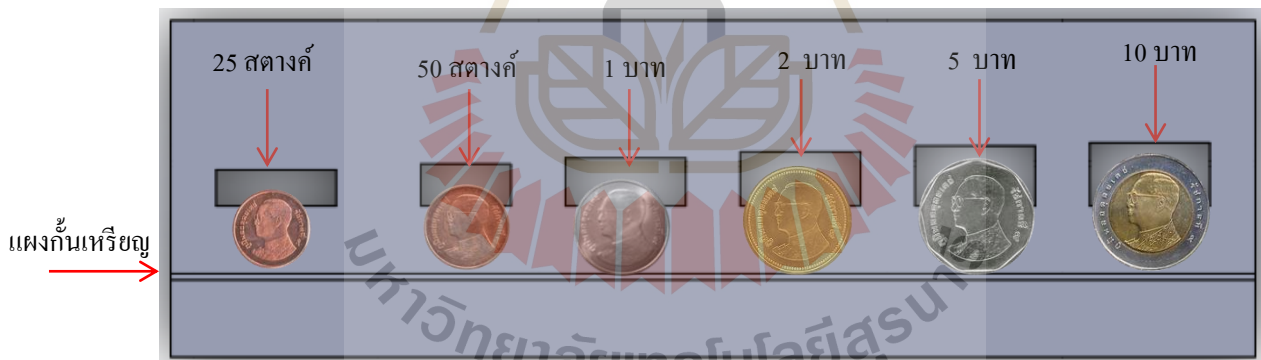
3.2 การออกแบบโครงสร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ

สำหรับการออกแบบเครื่องจำแนกและนับเหรียญ ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1.ชุดแยกเหรียญ 2.ชุดนับจำนวนเหรียญ และ 3.ส่วนแสดงผล

3.2.1 ชุดแยกขนาดเหรียญ จะประกอบด้วย ถาดสำหรับใส่เหรียญ รางสำหรับแยกเหรียญ และลิ้นชักสำหรับรองรับเหรียญแต่ละประเภท เมื่อนำเหรียญใส่ในถาดใส่เหรียญ เหรียญจะไหลมายังรางสำหรับแยกเหรียญ ซึ่งในรางจะมีช่องที่มีความกว้างที่แตกต่างกัน เพื่อให้เหรียญแต่ละประเภท ซึ่งมีขนาดที่แตกต่างกันหล่นลงไป ดังแสดงในรูป 3.1 จากนั้นเหรียญจะหล่นลงไปลิ้นชักสำหรับรองรับเหรียญ

1. ร่างสำหรับแยกเหรียญกษาปณ์แต่ละประเภท

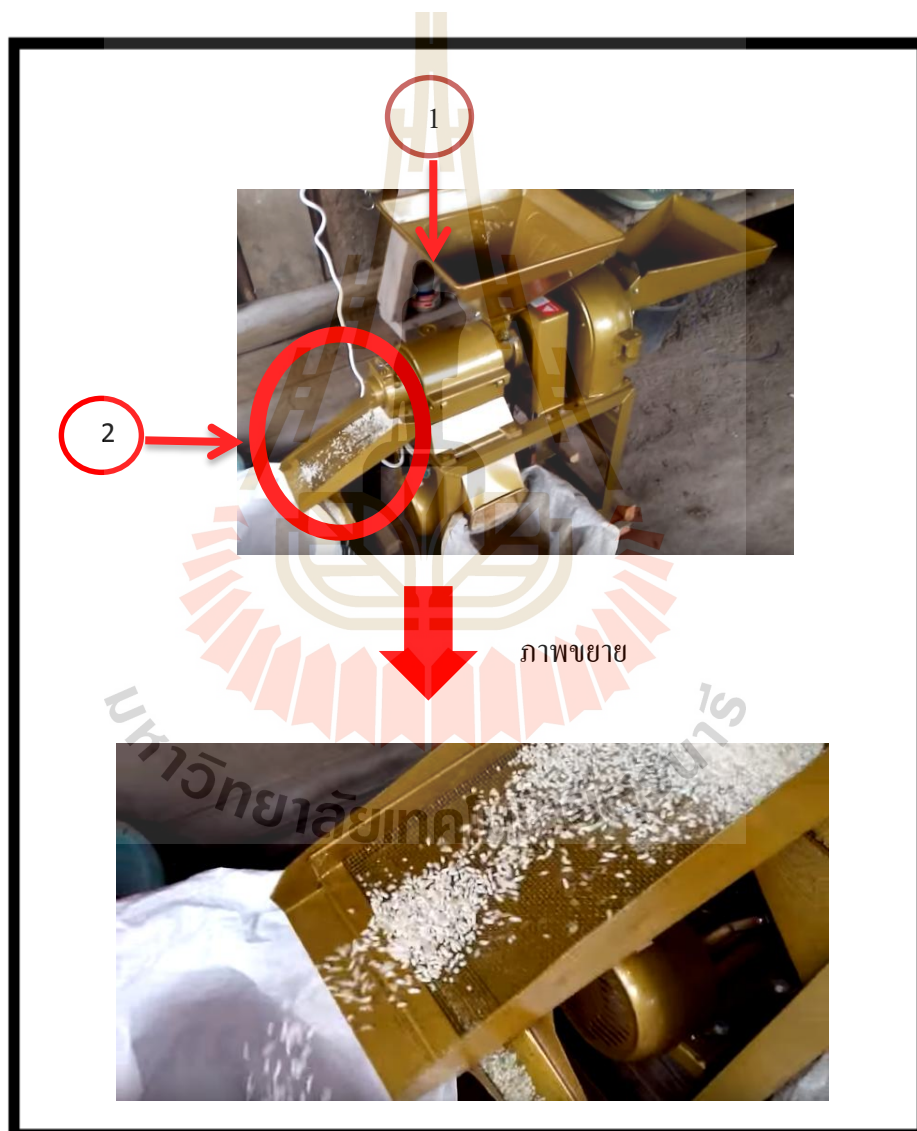
การที่จะคัดแยกเหรียญกษาปณ์ที่มีขนาดแตกต่างกัน ถ้าออกแบบให้มีช่องที่มีขนาดความกว้างเท่ากันทุกช่อง เหรียญทุกเหรียญก็จะหล่นไปรวมกันได้ ดังนั้นการออกแบบในลักษณะนี้ จึงไม่สามารถคัดแยกเหรียญได้ โครงการงานนี้จึงเลือกการออกแบบคัดแยกเหรียญ โดยการเจาะช่องให้มีความกว้างแตกต่างกัน ดังรูปที่ 3.1 การเจาะช่องเล็ก เพื่อไม่ให้เหรียญขนาดใหญ่หล่นลงไปได้ ส่วนการเจาะช่องใหญ่ เหรียญจะหล่นรวมกันทั้งเหรียญที่มีขนาดใหญ่และเหรียญขนาดเล็ก โครงการงานนี้จึงเรียงขนาดความกว้างของช่องเล็กไปยังช่องใหญ่ เมื่อเหรียญไหลลงมาถึงช่องแรกที่มีขนาดเล็กสุด เหรียญที่หล่นไปได้คือเหรียญ 25 สตางค์ ซึ่งเหรียญที่มีขนาดใหญ่กว่าจะไม่สามารถหล่นไปได้ เหรียญใหญ่จึงเคลื่อนต่อไปยังช่องถัดไป ถ้ายังหล่นลงช่องไม่ได้ ก็จะเคลื่อนที่ไปจนถึงช่องที่สามารถหล่นลงไปได้ ดังนั้นโครงการงานนี้ สามารถคัดแยกขนาดของเหรียญได้



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของรางแยกเหรียญแต่ละประเภท

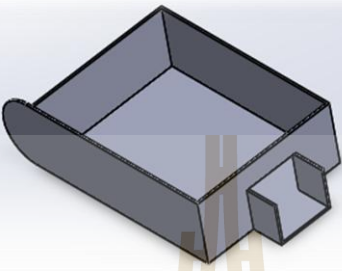
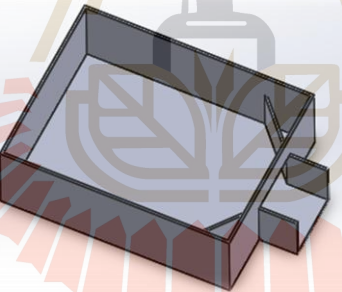
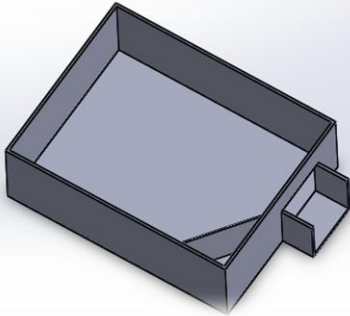
2. ถาดใส่เหรียญ

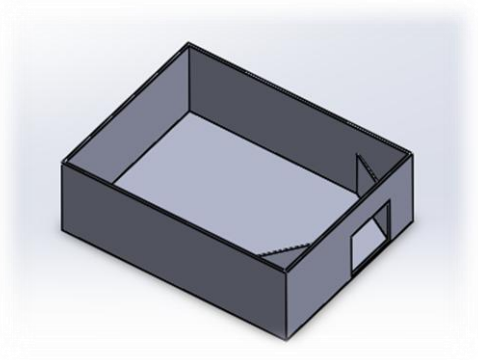
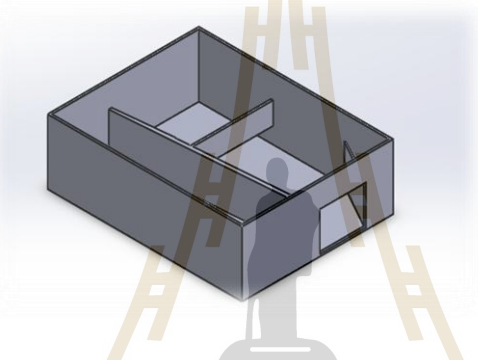
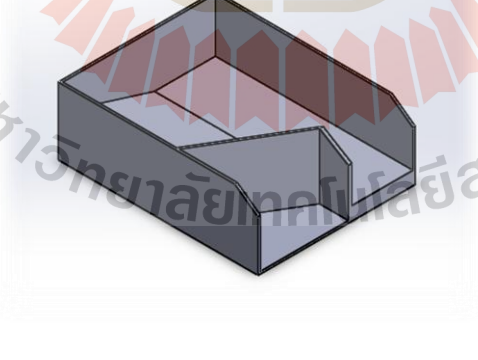
จากการสังเกตลักษณะของเครื่องสีข้าวขนาดเล็ก ดังรูปที่ 3.2 เมื่อใส่ข้าวเปลือก (ลูกศรหมายเลข 1) เครื่องจะกะเทาะเปลือกออกจากข้าวเปลือก แล้วจะได้เมล็ดข้าวออกมา (ลูกศรหมายเลข 2) จึงได้นำกลไกนี้มาทำถาดสำหรับใส่เหรียญ ดังแสดงในตารางที่ 3.1 โดยการออกแบบ ถาดใส่เหรียญทั้งหมด 9 รูปแบบ แล้วจึงเลือกแบบเหมาะสมที่สุด ซึ่งจะกล่าวถึงอีกครั้งในหัวข้อการ สร้างและการทดลองต่อไป

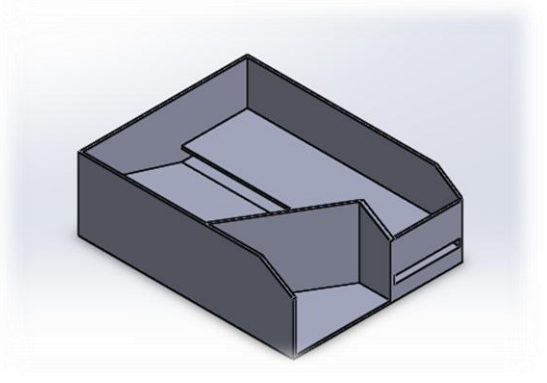
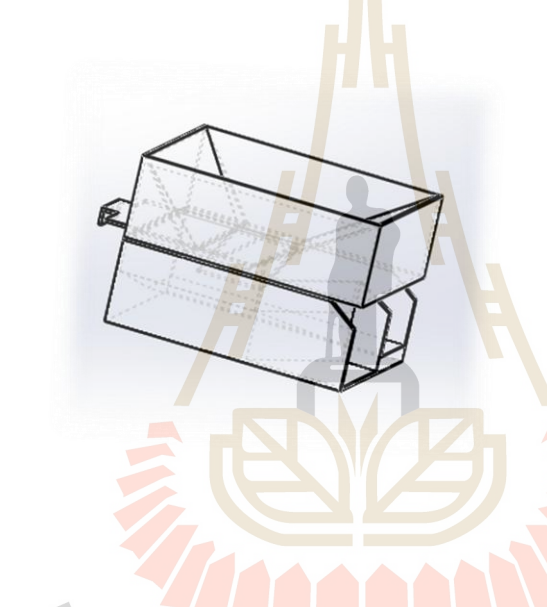


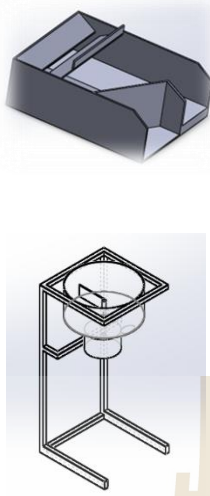
รูปที่ 3.2 เครื่องสีข้าวขนาดเล็ก [11]

ตารางที่ 3.1 แสดงลักษณะของการออกแบบภาควัสดุให้เรียนรู้

ลำดับ	รูปที่ออกแบบ	ลักษณะ
1		กล่องสี่เหลี่ยมจัตุรัส ด้านหน้าบริเวณกึ่งกลาง เจาะเป็นช่องสี่เหลี่ยม จัตุรัส และยื่นออกไป มี แผ่นกั้นทั้งสองข้าง ส่วน ด้านหลังยื่นออกไป สำหรับติดมอเตอร์
2		ลักษณะคล้ายกับแบบที่ 1 แต่ไม่มีแผ่นอะคริลิก สำหรับติดมอเตอร์ ด้านหลัง ส่วนมุม ด้านหน้าของกล่องติด แผ่นอะคริลิกขนาดเล็ก ลักษณะสี่เหลี่ยมจัตุรัส ทั้งสองมุม
3		ช่องด้านหน้า อยู่ฝั่งซ้าย และติดแผ่นอะคริลิกที่ มุมด้านขวาลักษณะยาว ถึงช่องด้านหน้า

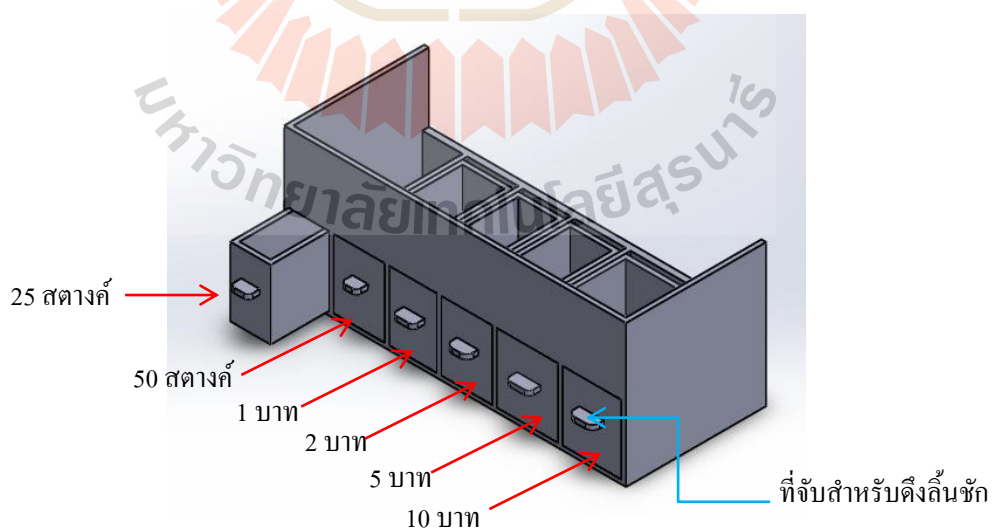
4		ด้านหน้ากล่อง ไม่มีแผ่น อะคริลิกยื่นออกไป ส่วน ที่มุมด้านหน้าทั้งสองข้าง ติดแผ่นอะคริลิกลักษณะ ยาวถึงช่องด้านหน้า
5		นำแผ่นสี่เหลี่ยมผืนผ้าติด ระนาบยาวกับกล่อง และ ติดกั้นกลางระหว่างแผ่น นั้นกับกล่องอีกแผ่น ส่วนมุมด้านซ้ายติดแผ่น อะคริลิกไว้
6		นำแผ่นอะคริลิกลักษณะ ด้านขวาสูงประมาณ ครึ่งหนึ่งของกล่องแล้ว ค่อยๆ ลดความสูงลง จนถึงด้านซ้ายของกล่อง

7		ลักษณะกล่องแบบที่ 6 แต่ติดแผ่นอะครีอิกรูป สี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาดเท่ากับ ตัวกล่องทางด้านซ้าย
8		ติดกระดาษใส่เหรียญเพิ่มอีก ด้านบน ขนาดเท่ากับ กระดาษใส่เหรียญด้านล่าง เมื่อใส่เหรียญลงไป เหรียญจะยังไม่ไหลลง ซึ่งข้างหลังจะเป็น เหมือนประตูดึงเปิดให้ เหรียญหล่นลงไปที่กระดาษ ใส่เหรียญด้านล่าง ส่วนกระดาษใส่เหรียญ ด้านล่างจะเหมือนกับ กระดาษใส่เหรียญแบบที่ 6

9		นำแบบที่ 6 มาติดแผ่น อะคริลิกรองรับเหรียญ จากกล่องใส่เหรียญ โดย ที่กล่องใส่เหรียญ ตรง กลางกล่องมีแกน มอเตอร์ติดใบพัด ใช้ กวาดเหรียญลงช่องไป ยังถาดใส่เหรียญ
---	---	--

3. ลื่นชักสำหรับรองรับเหรียญ

ลื่นชักออกแบบให้รองรับเหรียญ เมื่อเหรียญผ่านรางแยกเหรียญแล้ว โดยแบ่งช่องไว้สำหรับรองรับเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ซึ่งด้านหน้ากล่อง จะมีที่จับสำหรับดึงลื่นชักเข้าหรือออก ดังแสดงในรูปที่ 3.3

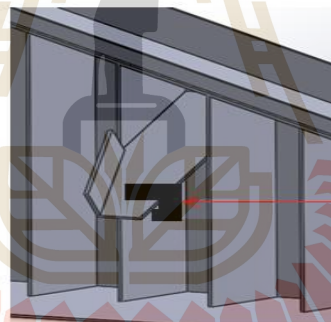


รูปที่ 3.3 ลื่นชักสำหรับรองรับเหรียญ

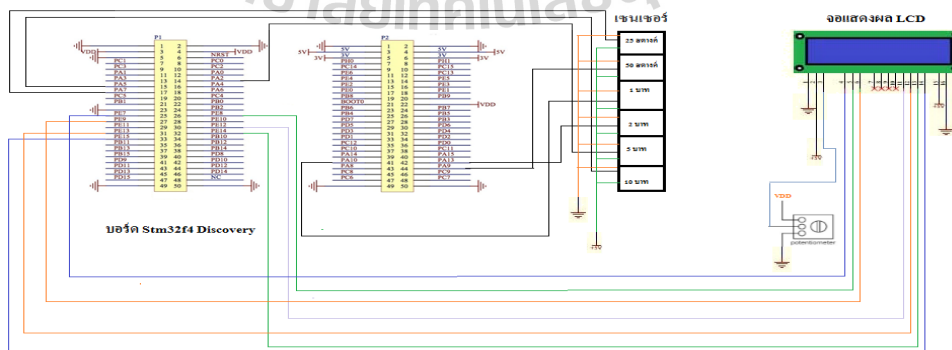
3.2.2 ชุดนับเหรียญ

ในชุดนี้จะประกอบด้วยเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับเหรียญ บอร์ด Stm32f4 Discovery จอแสดงผล LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด และโปรแกรม MATLAB เมื่อเหรียญหล่นจากช่อง จากนั้นเหรียญจะเคลื่อนผ่านเซนเซอร์ แล้วส่งค่าไปยังโปรแกรม MATLAB เพื่อประมวลผลและส่งค่าของเหรียญ และรวมมูลค่าของเหรียญทั้งหมด แสดงผลยังหน้าจอ LCD ดังรูปที่ 3.5 วงจรที่ใช้สำหรับชุดนับเหรียญ

เซนเซอร์ที่ใช้มีลักษณะคล้ายก้ามปู จะตรวจจับวัตถุเมื่อวัตถุเคลื่อนที่ผ่านตรงกลาง ดังนั้นจึงวางเซนเซอร์ไปทางด้านซ้าย เมื่อเหรียญเคลื่อนที่ในแนวนอน จึงจะผ่านเซนเซอร์ได้ ดังรูปที่ 3.4 แสดงลักษณะของการวางตำแหน่งเซนเซอร์ จะมีลักษณะเอียงเพื่อให้เหรียญเคลื่อนผ่านเซนเซอร์ได้ และหล่นลงไปในลิ้นชักสำหรับเก็บเหรียญ



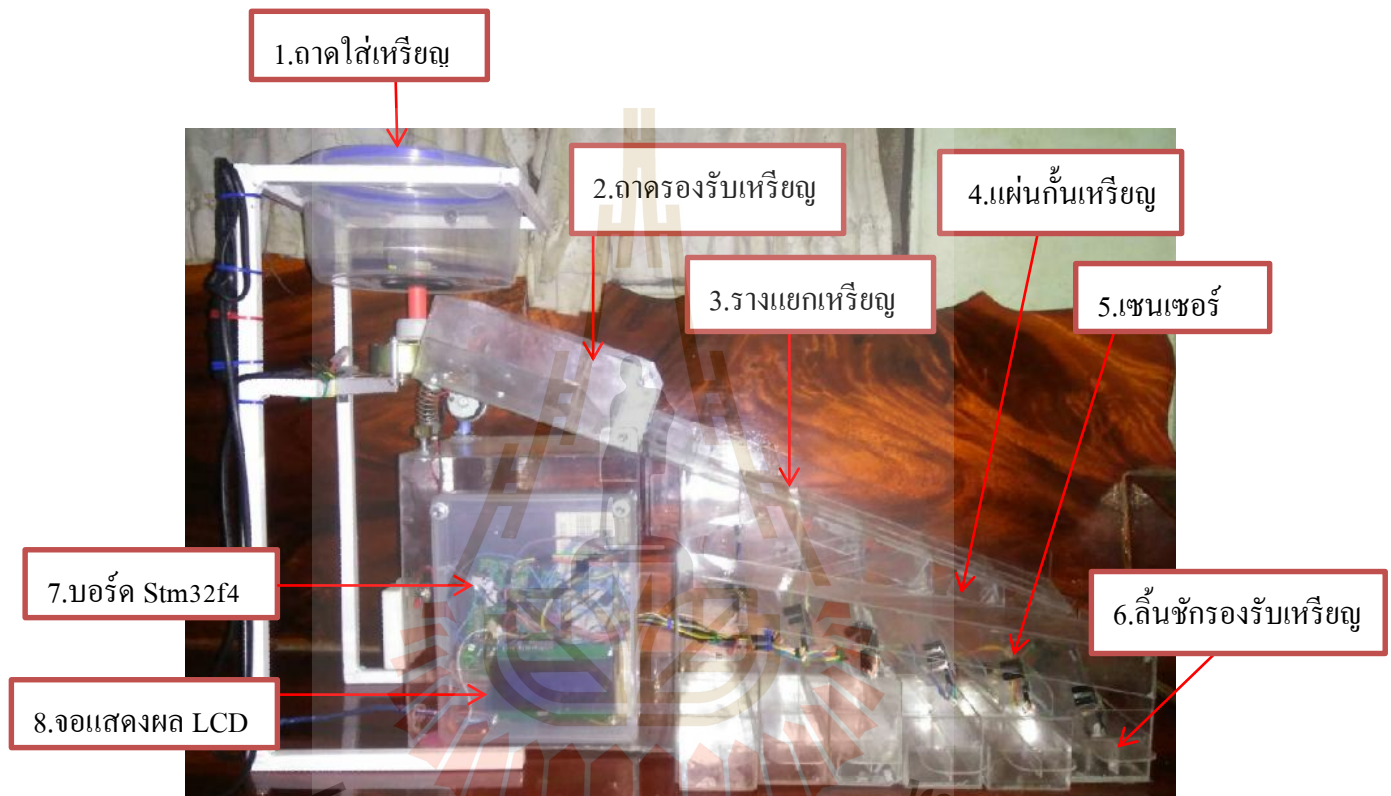
รูปที่ 3.4 ลักษณะการวางของเซนเซอร์



รูปที่ 3.5 วงจรที่ใช้สำหรับชุดนับเหรียญ

3.3 การสร้างอุปกรณ์

การสร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ ดังรูปที่ 3.6 ประกอบด้วย 3 ส่วนคือ 1.ชุดแยกเหรียญ และ 2.ชุดนับจำนวนเหรียญ 3.ส่วนแสดงผล และเครื่องมือสำหรับสร้างชิ้นงาน



รูปที่ 3.6 ชิ้นงานเครื่องจำแนกและนับเหรียญ

3.3.1 ชุดแยกขนาดเหรียญ จะประกอบด้วย รางสำหรับแยกเหรียญแต่ละประเภทและ ถาดสำหรับใส่เหรียญ เมื่อนำเหรียญใส่ในถาดใส่เหรียญ เหรียญจะไหลไปตามรางแยกเหรียญ ซึ่งในรางจะมีช่องทำให้เหรียญหล่น และช่องก็มีขนาดที่แตกต่างกัน เพื่อให้เหรียญแต่ละขนาดหล่น ลงไป ดังแสดงในรูป 3.7

1. รางสำหรับแยกเหรียญแต่ละประเภท

จากการออกแบบรางสำหรับแยกเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท จึงสร้างชิ้นงานดังแสดงในรูปที่ 3.7 ที่มีขนาดความกว้าง 6 เซนติเมตร ความยาว 38.44 เซนติเมตร และระยะห่างระหว่างช่องแยกเหรียญกับแผงกัน 0.6 เซนติเมตร ส่วนความกว้างและความยาวช่อง สำหรับให้เหรียญแต่ละประเภทหล่นลงไป ดังแสดงใน ตารางที่ 3.2 ซึ่งข้อมูลของเหรียญ แสดงข้อมูลดังตารางที่ 2 ในบทที่ 2



รูปที่ 3.7 รางแยกเหรียญ

ตารางที่ 3.2 แสดงความกว้างและความยาวช่องของเหรียญแต่ละประเภท

ประเภทของเหรียญ	ความกว้างของช่อง (เซนติเมตร)	ความยาวของช่อง (เซนติเมตร)
25 สตางค์	1.2	4
50 สตางค์	1.4	3
1 บาท	1.6	4
2 บาท	1.8	4
5 บาท	2	4
10 บาท	2.2	4

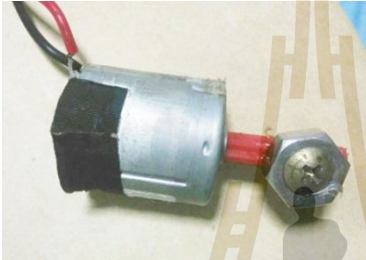
2. ถาดใส่เหรียญกษาปณ์

จากการออกแบบแบบถาดใส่เหรียญในหัวข้อ 3.2.1 จึงได้สร้างชิ้นงานถาดสำหรับใส่เหรียญขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 3.8 และมีอุปกรณ์ที่ทำให้ถาดใส่เหรียญสั้น ดังตารางที่ 3.3 เมื่อใส่เหรียญเข้าไปในกล่อง(หมายเลข 1) มอเตอร์จะหมุน ที่แกนมอเตอร์จะมีแผ่นพลาสติก ทำหน้าที่กวาดเหรียญให้ลงช่องที่เจาะไว้ ซึ่งเหรียญจะลงไปยังถาดด้านล่าง (หมายเลข 2) จากนั้นเหรียญจะไหลไปตามความลาดเอียงของรางแยกเหรียญต่อไป



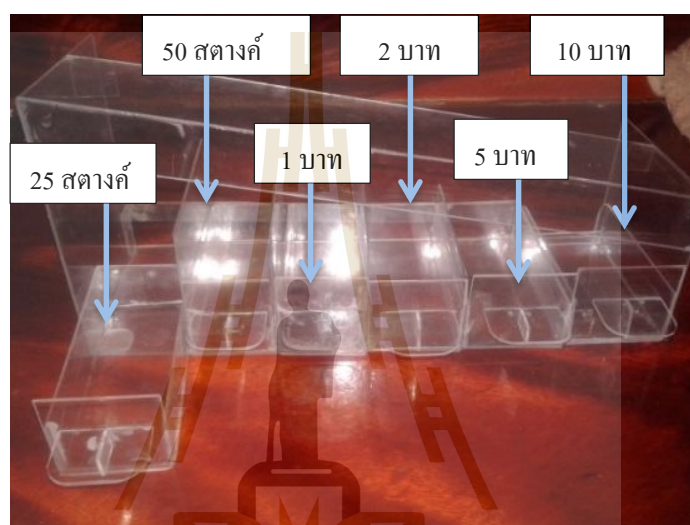
รูปที่ 3.8 ถาดใส่เหรียญ

ตารางที่ 3.3 อุปกรณ์ที่ทำให้ถาดใส่เหรียญสั้น

หมายเลข	รูปภาพ	อุปกรณ์
1		ถาดใส่ถ่าน AA 2 ก้อน เพื่อให้ถ่านจ่ายพลังงานไปยังมอเตอร์
2		มอเตอร์ MDH2B 80YA9Z02A ที่แกนมอเตอร์ติดน็อต ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1 เซนติเมตร
3		สปริง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร
4		สวิตช์แบบโยก

3. ลิ่นชักสำหรับรองรับเหรียญ

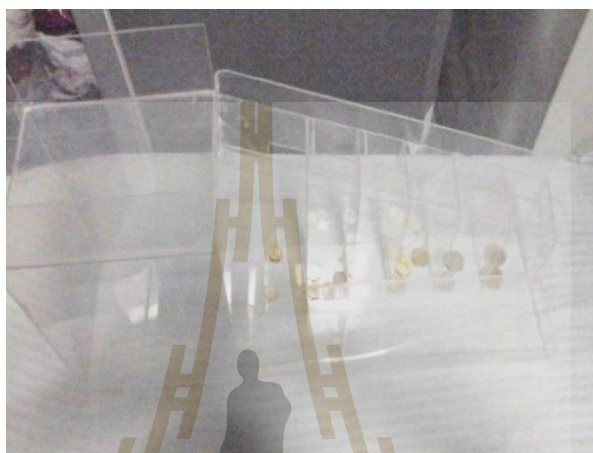
จากการออกแบบลิ่นชักในหัวข้อ 3.2.1 จึงได้สร้างชิ้นงานลิ่นชักสำหรับรองรับเหรียญขึ้นมา แสดงดังรูปที่ 3.9 โดยทำเป็นช่องลิ่นชัก สำหรับรองรับเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท



รูปที่ 3.9 ลิ่นชักสำหรับรองรับเหรียญกษาปณ์

4. โครงสร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ

โดยเริ่มทำโครงสร้างจากแผ่นที่มีความหนา 2 มิลลิเมตร ดังแสดงในรูปที่ 3.10 ซึ่งพบว่ามีความแข็งแรงและตัดง่าย ในการตัดแผ่นอะคริลิกนั้น จะเลือกใช้มีดสำหรับตัดแผ่นอะคริลิกโดยเฉพาะ



รูปที่ 3.10 โครงสร้างจากแผ่นอะคริลิก

3.3.2 ชุดเซนเซอร์สำหรับนับเหรียญ จะประกอบด้วยเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับเหรียญ แผ่นกั้นเหรียญเมื่อเหรียญหล่นจากช่อง และการวางตัวของเซนเซอร์ เมื่อเหรียญหล่นจากช่องเหรียญจะกระทบกับแผ่นกั้น เพื่อไม่ให้เหรียญเคลื่อนที่แนวตั้ง จากนั้นเหรียญจะเคลื่อนผ่านเซนเซอร์เพื่อนับค่าของเหรียญ

1. เซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับ

โดยเริ่มทำการทดลองเซนเซอร์ทั้ง 2 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 3.4 ซึ่งการใช้เซนเซอร์แบบที่ 1 พบว่า มีความยุ่งยากเมื่อนำไปติดกับตัวเครื่องจำแนกและนับเหรียญ เพราะต้องต่อตัวต้านทานเพิ่ม จึงทำการแก้ไข โดยเปลี่ยนมาใช้เซนเซอร์แบบที่ 2 ดังแสดงในตารางที่ 3.4

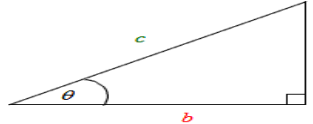
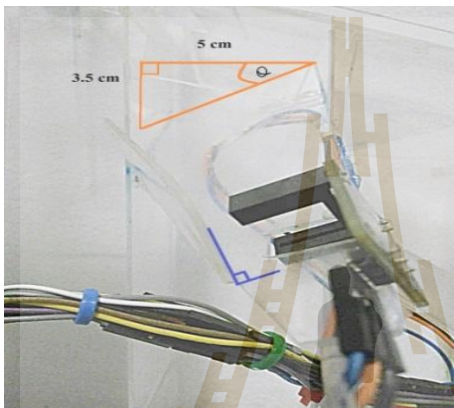
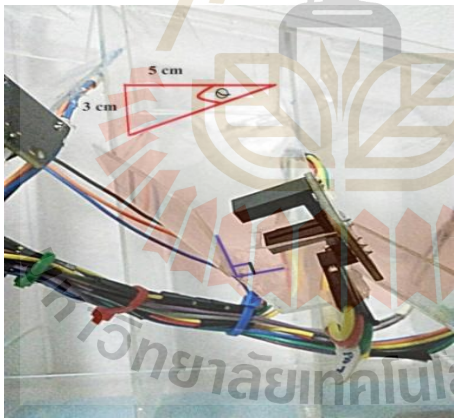
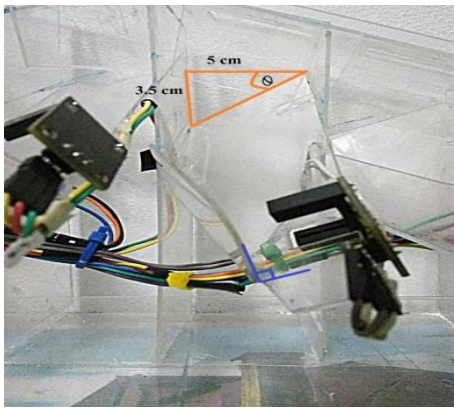
ตารางที่ 3.4 แสดงรูปแบบเซนเซอร์ที่ใช้ตรวจจับเหรียญ

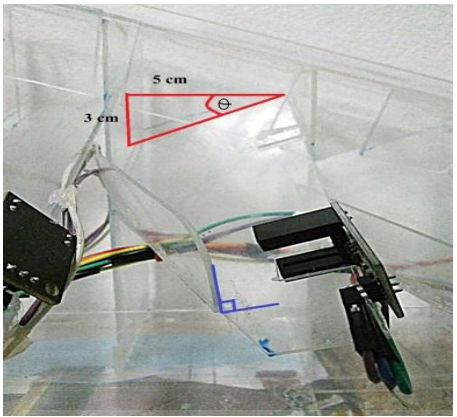
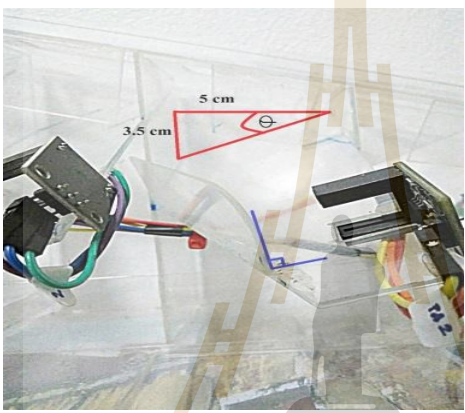
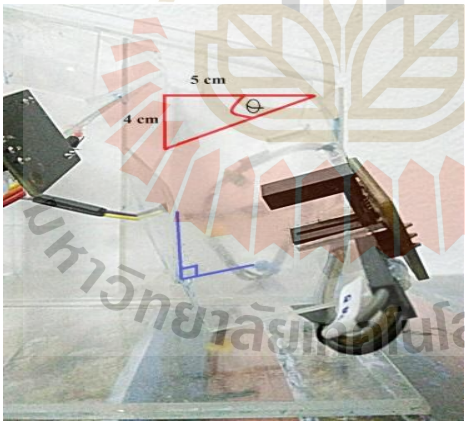
แบบ	รูปแบบ	อุปกรณ์
1		เซนเซอร์ OS25B10 มีความยุ่งยากต่อการใช้งาน เมื่อต่อเข้ากับตัวเครื่องจำแนกและนับเหรียญ
2		Photoelectric Infrared Count Sensor Module เป็นเซนเซอร์แสง เมื่อเหรียญผ่านจะดับ แล้วส่งค่าไปที่ระบบประมวลผล จึงเหมาะกับการใช้ในการตรวจจับเหรียญ

2. การวางตัวของเซนเซอร์

จากการออกแบบการวางของเซนเซอร์ เมื่อกำหนดให้มุมเอียงของเหรียญทุกประเภทเท่ากัน พบปัญหาคือ เหรียญบางประเภทเคลื่อนเป็นแนวตั้ง ไม่ผ่านเซนเซอร์ จึงทำการแก้ไขปัญหาดังกล่าว โดยทำการทดลองเอียงหามุม จึงได้มุมของเหรียญแต่ละประเภstdังตาราง 3.5

ตารางที่ 3.5 แสดงลักษณะของการวางตำแหน่งเซนเซอร์

ประเภท เหรียญ	รูปแบบ	มุมเอียง (องศา)
		 $\tan \theta = \frac{a}{b} \rightarrow \theta = \tan^{-1} \left(\frac{a}{b} \right)$
25 สตางค์		34.99
50 สตางค์		30.96
1 บาท		34.99

2 บาท		30.96
5 บาท		34.99
10 บาท		51.34

3. แผ่นกั้นเหรียญเมื่อเหรียญหล่นจากช่อง

แผ่นนี้ถูกสร้างสำหรับกั้นเหรียญ เพื่อไม่ให้เหรียญเคลื่อนที่แนวตั้ง เพราะเหรียญจะไม่สามารถผ่านเซนเซอร์ได้ จึงใส่แผ่นกั้นนี้ขึ้นมา เมื่อเหรียญหล่นกระทบ จะเคลื่อนที่แนวนอน ดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 แผ่นกั้นเหรียญ

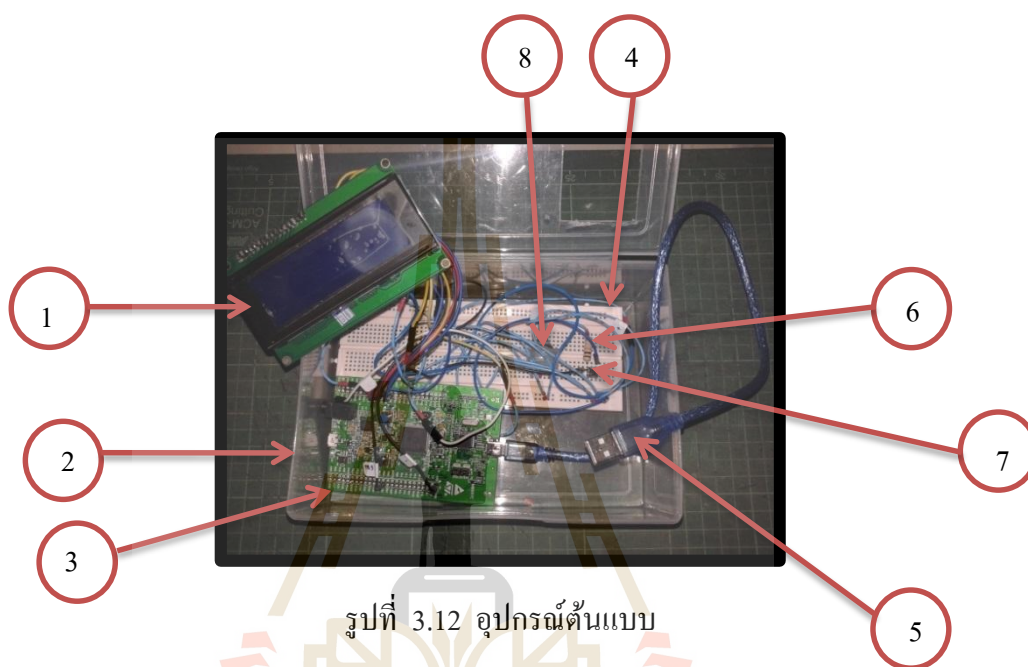
3.3.3 ส่วนแสดงผล

จากรูปที่ 3.12 แสดงอุปกรณ์ต้นแบบของส่วนแสดงผลของเครื่องจำแนกและนับเหรียญ ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์ต่างๆ 8 อย่าง ดังนี้

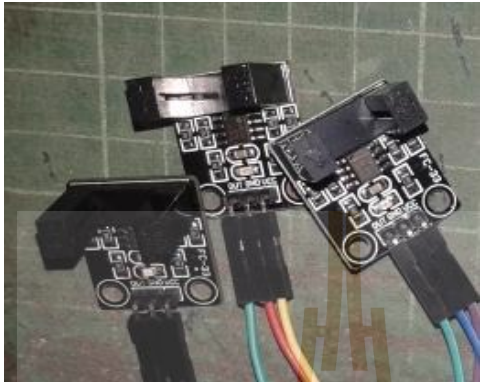
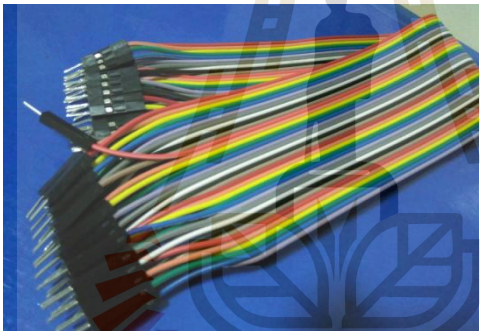
1. หน้าจอแสดงผล LCD ขนาด 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด
2. กล่องเก็บอุปกรณ์ขนาดกว้าง 15 เซนติเมตรยาว 19.5 เซนติเมตร ลึก 4.5 เซนติเมตร
3. บอร์ด Stm32f4 discovery หรือ WaijungBoard
4. BREADBOARD
5. สายเชื่อมต่อ USB
6. ตัวต้านทานขนาด $10k\Omega$
7. สวิตช์แบบกดติดปล่อยดับ

8. ตัวต้านทานแบบเปลี่ยนค่าได้ หรือ โปเทนชิโอมิเตอร์ (Potentiometer)

ส่วนสายเชื่อมต่อแสดงดังในตารางที่ 3

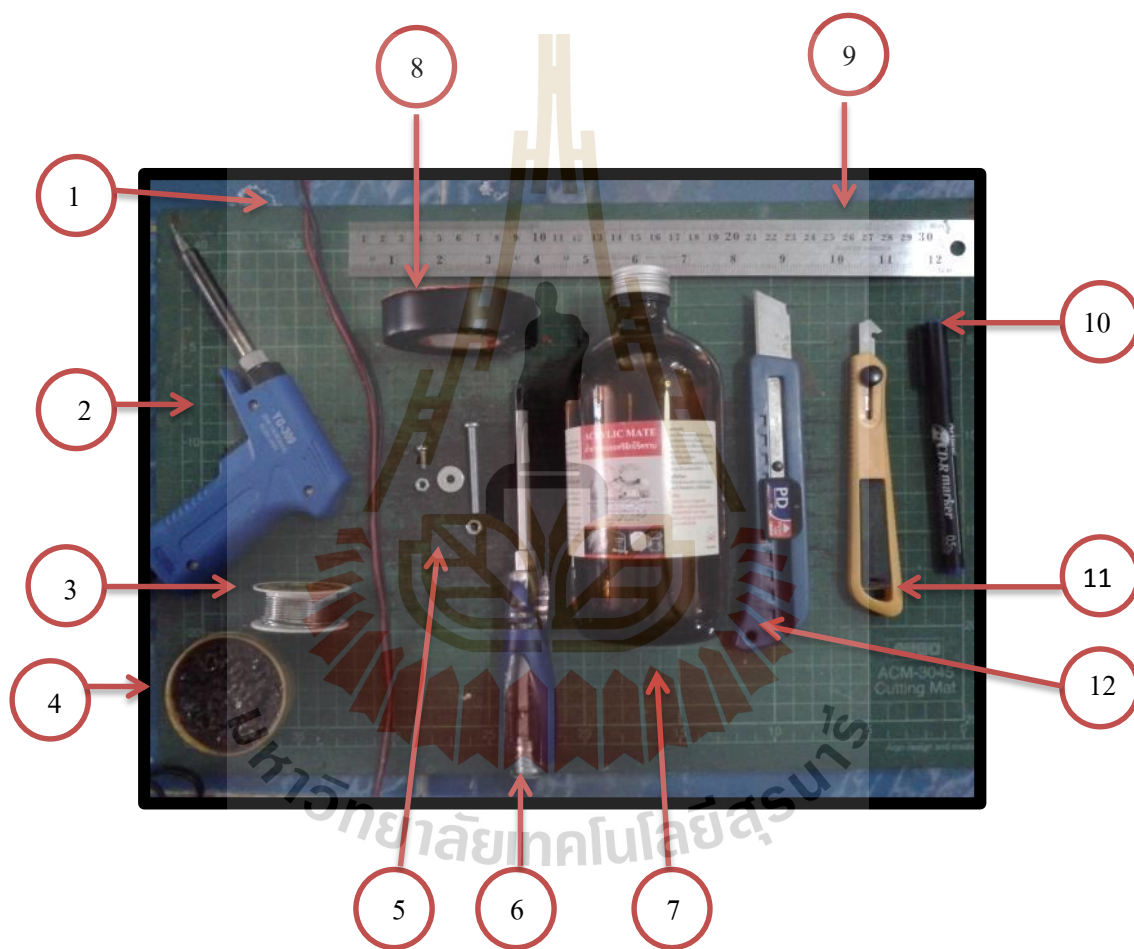


ตารางที่ 3.6 สายเชื่อมต่อ

ลำดับ	รูปภาพ	อุปกรณ์
1		Photoelectric Infrared Count Sensor Module หรือ เรียกอีกอย่างว่า เซนเซอร์ก้ามปู
2		สายไฟแบบตัวผู้ ตัวผู้
3		สายไฟแบบตัวเมีย ตัวเมีย
4		สายไฟแบบตัวผู้ ตัวเมีย

3.3.4 เครื่องมือที่ใช้สร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ

จากรูปที่ 3.13 แสดงเครื่องมือที่ใช้ทำเครื่องจำแนกและนับเหรียญ ซึ่งประกอบด้วย อุปกรณ์ต่างๆ 12 อย่าง ดังนี้ 1.สายไฟ 2.หัวแร้ง 3.ตะกั่วบัดกรี 4.ยางสน 5.น็อต วงแหวน 6.ไขควง 7.น้ำยาประสาน 8.เทปพันสายไฟ 9.ไม้บรรทัดเหล็ก 10.ปากกาเมจิก 11.มีดสำหรับตัดแผ่นอะคริลิก 12.มีดกัตเตอร์



รูปที่ 3.13 เครื่องมือที่ใช้สร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ

3.4 สรุป

จากการออกแบบและสร้าง เครื่องจำแนกและนับเหรียญ ประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนจำแนกเหรียญ และส่วนนับเหรียญ เมื่อใส่เหรียญในกล่อง มอเตอร์หมุนกวาดเหรียญให้เหรียญลงตามความลาดเอียงของรางแยก แล้วหล่นลงช่องผ่านเซนเซอร์เพื่อบันทึกเหรียญ แล้วแสดงผลออกทางหน้าจอ LCD และจะนำไปทดลองใช้งานในบทที่ 4



บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 กล่าวนำ

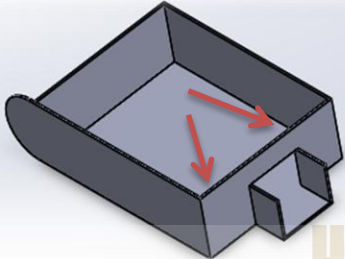
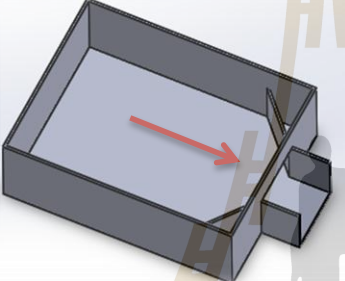
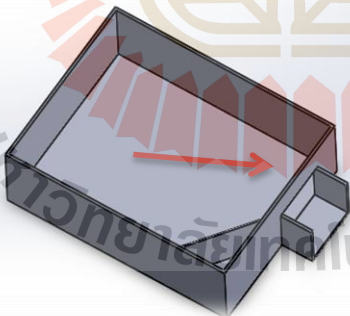
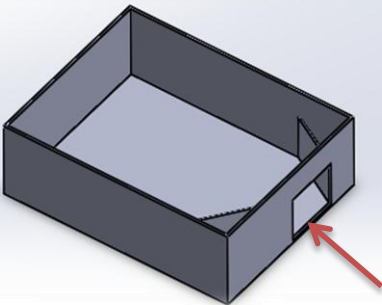
จากบทที่ 3 ได้ออกแบบและสร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ เพื่อที่จะนำมาใช้ให้เกิดประสิทธิภาพใช้งานได้จริงในบทนี้จึงต้องนำอุปกรณ์ต้นแบบมาทดลอง

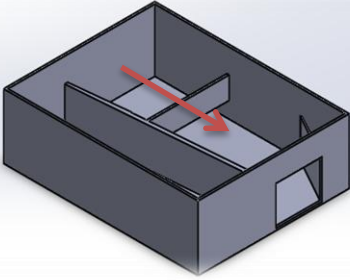
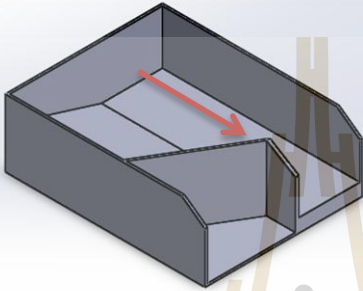
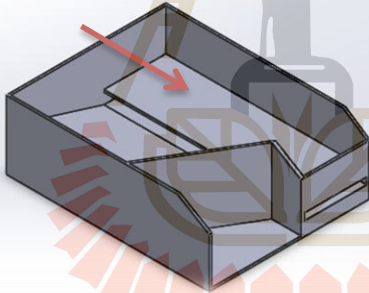
4.2 การศึกษารูปแบบของถาดใส่เหรียญขาปณ

จากการออกแบบถาดใส่เหรียญในหัวข้อ 3.2.1 จึงได้สร้างชิ้นงานถาดสำหรับใส่เหรียญขึ้นมา และพบปัญหาในแต่ละแบบ ดังตารางที่ 4.1 จึงได้ทำการแก้ไข และเลือกแบบที่เหมาะสมที่สุดคือ แบบที่ 9 โดยการทำถาดใส่เหรียญเพิ่มขึ้นมา เมื่อใส่เหรียญเข้าไปในถาด มอเตอร์จะหมุน ที่แกนมอเตอร์จะมีแผ่นพลาสติก ทำหน้าที่กวาดเหรียญให้ลงช่องที่เจาะไว้ จากนั้นเหรียญจะลงไปยังถาดด้านล่าง เหรียญก็ไหลไปตามรางแยกเหรียญต่อไป



ตารางที่ 4.1 แสดงลักษณะของถาดใส่เหรียญกษาปณ์

ลำดับ	รูปที่ออกแบบ	ปัญหา
1		เหรียญติดบริเวณมุม ด้านหน้าทั้งสองข้าง
2		เมื่อเหรียญเคลื่อนมาถึง บริเวณที่ถูกครี๊ เหรียญ จะวางเรียงกัน ทำให้ เหรียญไม่สามารถผ่าน ช่องออกมาได้
3		เหรียญติดที่มุมด้านซ้าย บริเวณที่ถูกครี๊
4		เหรียญจะวางเรียงกัน ทำ ให้เหรียญไม่สามารถ ผ่านช่องออกมาได้

5		เหรียญติดบริเวณที่ถูกรร ซี่ เหตุผลที่ใส่แผ่นนั้น เพื่อให้เหรียญค่อยๆ ทยอยออกมา
6		เหรียญเคลื่อนที่เร็ว เกินไป
7		เมื่อใส่เหรียญที่ด้านขวา ถ้าใส่เหรียญเยอะเกินไป เหรียญจะไปติดบริเวณที่ ถูกรรซี่
8		เมื่อใส่เหรียญทาง ด้านบนแล้วถึงตำแหน่ง ที่ถูกรรซี่ออก เหรียญจะ หล่นไปติดค้างตามดใส่ เหรียญหมายเลข 1 อีก ทั้งตามดใส่เหรียญที่เพิ่ม เข้าไปคือหมายเลข 2 นั้น ทำให้หนักเกินไป จึงสั้น ไม่แรงเมื่อเปิดมอเตอร์

9		เมื่อใส่เหรียญเข้าไปใน กล่อง หมายเลข 1 มอเตอร์จะหมุน ที่แกน มอเตอร์มีพลาสติก ทำ หน้าที่กวาดเหรียญให้ลง ช่องที่เจาะไว้ จากนั้น เหรียญจะลงไปยังถาด ด้านล่าง หมายเลข 2 เหรียญก็ไหลไปตามราง แยกเหรียญต่อไป
---	---	---

หมายเหตุ : ลูกศรแสดงทิศทางการไหลของเหรียญ

4.3 การศึกษาลิ้นชักสำหรับรองรับเหรียญ

โดยเริ่มทำการออกแบบลิ้นชักเป็น 2 ประเภท ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งการใช้ลิ้นชักในแบบที่ 1 พบว่า มีที่จับสำหรับดึงเพียงอันเดียว เมื่อเหรียญออกมา เหรียญจะรวมกัน จึงทำการแก้ไข โดยเปลี่ยนมาใช้ลิ้นชักแบบที่ 2 ซึ่งทำเป็นช่องลิ้นชักสำหรับเหรียญแต่ละประเภทดังแสดงในตารางที่ 4.2

ตารางที่ 4.2 แสดงลักษณะการออกแบบลิ้นชักสำหรับรองรับเหรียญ

แบบ	รูปแบบ	ลักษณะ
1		เป็นลิ้นชัก มีที่จับสำหรับดึงเพียงอันเดียว แบ่งช่องไว้ใส่สำหรับเหรียญแต่ละประเภท แต่เมื่อเทเหรียญออก เหรียญจะรวมกัน
2		ทำเป็นช่องลิ้นชัก สำหรับรองรับเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท

4.4 การศึกษาโครงสร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญ

โดยเริ่มทำการออกแบบโครงสร้างเครื่องจำแนกและนับเหรียญจากพลาสติกลูกฟูกซึ่งพบปัญหาคือ ไม่มีความแข็งแรง จึงแก้ไขโดยการเปลี่ยนมาใช้แผ่นอะคริลิก ขนาดความหนา 2 มิลลิเมตร ในการทำโครงสร้างดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 โครงสร้างของเครื่องจำแนกและนับเหรียญ

ลำดับ	รูปแบบ	ลักษณะ
1		โครงสร้างจากพลาสติกลูกฟูกไม่แข็งแรง
2		โครงสร้างจากแผ่นอะคริลิกได้พิจารณาแผ่นอะคริลิก 2 ประเภท คือ แผ่นที่มีความหนา 3 มิลลิเมตร กับ 2 มิลลิเมตร ซึ่งพบว่า แผ่นอะคริลิกที่ความหนา 2 มิลลิเมตร ตัดง่ายกว่าในการตัดแผ่นอะคริลิกนั้นจะเลือกใช้มีดสำหรับตัดแผ่นอะคริลิกโดยเฉพาะ

กรณีที่ 1 จำแนกเหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท

1.เตรียมเหรียญกษาปณ์แต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ

2.นำเหรียญกษาปณ์ทั้งหมด ใส่อุปกรณ์สำหรับเทใส่กล่องใส่เหรียญ

3.เปิดสวิตช์

4. เทหรียูกษาปณ์ลงในกล่องใส่เทหรีย

5.เมื่อแยกเหรียญเสร็จแล้ว บันทึกจำนวนเหรียญที่ลงตรงกับลิ้นชักสำหรับแยกเหรียญ

6.ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง

7.นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองในการจำแนกเห็บขูด 1

การทดลอง ครั้งที่	ลิ้นชักสำหรับแยกเหรียญ						รวม (เหรียญ)
	25 สตางค์	50 สตางค์	1 บาท	2 บาท	5 บาท	10 บาท	
1	10	10	10	10	10	10	60
2	9	10	9	10	10	10	58
3	10	10	10	10	10	10	60
4	10	10	10	10	10	10	60
5	10	9	10	10	10	10	59
6	10	10	10	10	10	10	60
7	9	10	10	10	10	10	59
8	10	10	10	10	10	10	60
9	10	10	10	10	10	10	60
10	10	10	10	10	10	10	60
เฉลี่ย							59.6
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด							0.66

ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ย โดยการนำจำนวนเหรียญทั้งหมดรวมกัน หาคด้วยจำนวนครั้ง
นั่นคือ ทั้งหมด 10 ครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ คือ 59.6 เหรียญ และคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดได้
จาก

$$\begin{aligned}\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} &= \left| \frac{(\text{ค่าจากการทดลอง} - \text{ค่าจริง})}{\text{ค่าจริง}} \right| \times 100 \\ &= \frac{(59.6 - 60)}{60} \times 100\end{aligned}$$

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า หากเทเหรียญใส่กล่องใส่เหรียญในปริมาณที่มากและเร็วเกินไป
พอเหรียญลงไปยังถาดใส่เหรียญ แล้วไหลไปตามรางแยกเหรียญ เหรียญที่มีขนาดเล็ก จะซ่อนอยู่
บนเหรียญที่มีขนาดใหญ่กว่า เหรียญที่มีขนาดเล็กจึงไปหล่นยังช่องของเหรียญที่มีขนาดใหญ่กว่า
จึงทำให้เกิดความผิดพลาด

จากตารางบันทึกผลการทดลอง การจำแนกเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 25 สตางค์
50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ รวมทั้งหมดเป็น 60 เหรียญ
ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยนำเหรียญทุกบาททั้งหมด ใส่อุปกรณ์สำหรับเทใส่กล่องใส่
เหรียญ แล้วเทเหรียญลงกล่องใส่เหรียญ เมื่อแยกเหรียญเสร็จแล้ว พบว่า เมื่อเฉลี่ยการจำแนกเหรียญ
แต่ละประเภท ได้ค่าเฉลี่ยคือ 59.6 มีค่าความผิดพลาด เท่ากับ 0.66 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งเหรียญที่มีความ
ผิดพลาดมากที่สุดคือ เหรียญ 25 สตางค์ เหรียญที่มีความผิดพลาดรองลงมาคือ เหรียญ 50 สตางค์
กับ เหรียญ 1 บาท ส่วนเหรียญ 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ไม่มีความผิดพลาด

กรณีที่ 2 จำแนกเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท

ขั้นตอนการทดลอง

1. เตรียมเหรียญกษาปณ์แต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ และนำเหรียญกษาปณ์ทั้งหมด ใส่อุปกรณ์สำหรับเทใส่กล่องใส่เหรียญ
2. เปิดสวิตช์
3. เทเหรียญกษาปณ์ลงในกล่องใส่เหรียญ
4. เมื่อแยกเหรียญเสร็จแล้ว บันทึกจำนวนเหรียญที่ลงตรงกับลิ้นชักสำหรับแยกเหรียญ
6. ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง
7. นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองในการจำแนกเหรียญ กรณีที่ 2

การทดลอง ครั้งที่	ลิ้นชักสำหรับแยกเหรียญ				รวม (เหรียญ)
	1 บาท	2 บาท	5 บาท	10 บาท	
1	10	10	10	10	40
2	10	10	10	10	40
3	10	10	10	10	40
4	10	10	10	10	40
5	10	10	10	10	40
6	10	10	10	10	40
7	10	10	10	10	40
8	10	10	10	10	40
9	10	10	10	10	40
10	10	10	10	10	40
เฉลี่ย					40
เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด					0

ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ย โดยการนำจำนวนเหรียญทั้งหมดรวมกัน หาดด้วยจำนวนครั้ง นั่นคือ ทั้งหมด 10 ครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ คือ 40 เหรียญ และคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดได้จาก

$$\frac{0}{40} \times 100 = 0\%$$

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = \frac{(\text{ค่าจากการทดลอง} - \text{ค่าจริง})}{\text{ค่าจริง}} \times 100$$

วิเคราะห์ผลการทดลอง

ในชีวิตประจำวัน ส่วนมากจะใช้เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท มากกว่าเหรียญ 25 สตางค์ กับ 50 สตางค์ จึงทำการทดลองจำแนกเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท จากการทดลองพบว่า การจำแนกเหรียญไม่มีความผิดพลาด จากตารางบันทึกผลการทดลอง การจำแนกเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ รวมทั้งหมดเป็น 40 เหรียญ ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยนำเหรียญกษาปณ์ทั้งหมด ใส่อุปกรณ์สำหรับเทใส่กล่องใส่เหรียญ แล้วเทเหรียญลงกล่องใส่เหรียญ เมื่อแยกเหรียญเสร็จแล้วพบว่าไม่มีความผิดพลาด

4.6 ทดลองการนับเหรียญ

กรณีที่ 1 การนับเหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท

ขั้นตอนการทดลอง

- 1.เตรียมเหรียญกษาปณ์แต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ รวมเป็นเงินทั้งหมด 187.5 บาท
- 2.นำเหรียญกษาปณ์ทั้งหมด ใส่อุปกรณ์สำหรับเทใส่กล่องใส่เหรียญ
- 3.เปิดสวิทช์
- 4.เทเหรียญกษาปณ์ลงในกล่องใส่เหรียญ
- 5.เมื่อแยกเหรียญเสร็จแล้ว บันทึกมูลค่าของเหรียญในลิ้นชักกับมูลค่าของเหรียญที่แสดงบนหน้าจอ LCD
- 6.ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง
- 7.นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองในการนับเหรียญแต่ละประเภท กรณีที่ 1

ทดลอง ครั้งที่	มูลค่าจำนวนเหรียญในลิ้นชัก (ค่าจริง)						มูลค่าจำนวนเหรียญที่แสดงบนจอ LCD						เปอร์เซ็นต์ ความ ผิดพลาด
	0.25	0.5	1	2	5	10	0.25	0.5	1	2	5	10	
1	2.5	5	10	20	50	100	2.5	4.5	10	20	50	90	5.6
2	2.5	5	10	20	50	100	2.5	5	10	20	50	100	0
3	2.5	5	10	20	50	100	2.5	5	10	20	50	100	0
4	2.25	5	10.25	20	50	100	2.25	5	11	20	45	100	2.27
5	2.5	5	10	20	50	100	2.5	5	10	20	50	100	0
6	2.5	5	9	20	50	100	2.5	5	9	22	50	100	0.53
7	2.5	5	10	20	50	100	2.5	5	10	20	50	100	0
8	2.5	5	10	20	50	100	2.5	5	10	20	50	100	0
9	2.5	5	10	20	50	100	2.5	5	10	20	50	100	0
10	2.5	5	10	20	50	100	2.5	5	10	20	50	100	0
เฉลี่ย													0.84

ในการคำนวณหาค่าเฉลี่ย โดยการนำจำนวนเหรียญทั้งหมดรวมกัน หารด้วยจำนวนครั้ง นั่นคือ
ทั้งหมด 10 ครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ คือ 40 เหรียญ และคำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดได้จาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = \frac{(\text{ค่าจากการทดลอง} - \text{ค่าจริง})}{\text{ค่าจริง}} \times 100$$

จากนั้น นำค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดทุกครั้งรวมกัน แล้วหารด้วยจำนวนครั้ง นั่นก็คือ 10 ครั้ง
ผลลัพธ์ที่ได้จะเป็นค่าเฉลี่ยความผิดพลาด

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า หากมูลค่าของเหรียญในลิ้นชัก มีมูลค่าตรงกับช่องที่หล่นลงไป
แต่เมื่อแสดงบนจอ LCD มีค่าไม่ตรง ซึ่งเกิดจากเหรียญไม่ผ่านเซนเซอร์ จึงไม่เกิดการนับ อีกทั้ง
หากเหรียญหล่นผิดช่อง เหรียญนั้นจะถูกคิดเป็นมูลค่าของช่องที่หล่นลงไป เมื่อแสดงบนจอ LCD
จึงเกิดความผิดพลาด

จากตารางบันทึกผลการศึกษานับเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ รวมเป็นเงินทั้งหมด 187.5 บาท โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 แบบ ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่า มูลค่าของเหรียญในลิ้นชักกับมูลค่าของเหรียญที่แสดงบนหน้าจอ LCD ความผิดพลาดเฉลี่ย 0.84 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมูลค่าของเหรียญในลิ้นชักกับมูลค่าของเหรียญที่แสดงบนหน้าจอ LCD ที่มีค่าตรงกันมีทั้งหมด 7 ครั้ง

กรณีที่ 2 การนับเหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท

ขั้นตอนการทดลอง

- 1.เตรียมเหรียญกษาปณ์แต่ละประเภท ได้แก่ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ รวมเป็นเงินทั้งหมด 180 บาท
- 2.นำเหรียญกษาปณ์ทั้งหมด ใส่อุปกรณ์สำหรับเทใส่กล่องใส่เหรียญ
- 3.เปิดสวิทช์
- 4.เทเหรียญกษาปณ์ลงในกล่องใส่เหรียญ
- 5.เมื่อแยกเหรียญเสร็จแล้ว บันทึกมูลค่าของเหรียญในลิ้นชักกับมูลค่าของเหรียญที่แสดงบนหน้าจอ LCD
- 6.ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง
- 7.นำผลการทดลองที่ได้มาวิเคราะห์หาเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด

ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองในการนับเหรียญแต่ละประเภท กรณีที่ 2

ทดลอง ครั้งที่	มูลค่าจำนวนเหรียญในลิ้นชัก (ค่าจริง)				มูลค่าจำนวนเหรียญที่แสดงบน จอ LCD				เปอร์เซ็นต์ ความผิดพลาด
	1	2	5	10	1	2	5	10	
1	10	20	50	100	10	20	50	90	5.6
2	10	20	50	100	10	20	50	100	0
3	10	20	50	100	9	20	50	100	0.5
4	10.25	20	50	100	11	18	45	100	1.11
5	10	20	50	100	10	20	50	100	0
6	9	20	50	100	9	22	50	100	0.53
7	10	20	50	100	10	20	50	100	0
8	10	20	50	100	10	20	50	100	0

9	10	20	50	100	10	20	50	100	0
10	10	20	50	100	10	20	50	100	0
เฉลี่ย									0.71

จากตารางที่ 4.7 คำนวณหาค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดได้จาก

$$\text{เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด} = \left| \frac{(\text{ค่าจากการทดลอง} - \text{ค่าจริง})}{\text{ค่าจริง}} \right| \times 100$$

และคำนวณหาค่าเฉลี่ย โดยการนำเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดทั้งหมดรวมกัน หาคด้วยจำนวนครั้ง นั่นคือ ทั้งหมด 10 ครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ คือ 0.71 เปอร์เซ็นต์

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า หากมูลค่าของเหรียญในลิ้นชัก มีมูลค่าตรงกับช่องที่หล่นลงไป แต่เมื่อแสดงบนจอ LCD มีค่าไม่ตรง ซึ่งเกิดจากเหรียญไม่ผ่านเซนเซอร์ จึงไม่เกิดการนับ อีกทั้ง หากเหรียญหล่นผิดช่อง เหรียญนั้นจะถูกคิดเป็นมูลค่าของช่องที่หล่นลงไป เมื่อแสดงบนจอ LCD จึงเกิดความผิดพลาด

จากตารางบันทึกผลการศึกษานับเหรียญแต่ละประเภท ได้แก่ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท ประเภทละ 10 เหรียญ รวมเป็นเงินทั้งหมด 180 บาท โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 2 แบบ ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง พบว่า มูลค่าของเหรียญในลิ้นชักกับมูลค่าของเหรียญที่แสดงบนหน้าจอ LCD ความผิดพลาดเฉลี่ย 0.71 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมูลค่าของเหรียญในลิ้นชักกับมูลค่าของเหรียญที่แสดงบนหน้าจอ LCD ที่มีค่าตรงกันมีทั้งหมด 7 ครั้ง

4.7 ศึกษาปริมาณเหรียญที่เครื่องจำแนกและนับเหรียญได้ในเวลา 30 วินาที

ขั้นตอนการทดลอง

1.เตรียมเหรียญกษาปณ์แต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท

2.นำเหรียญกษาปณ์ทั้งหมดใส่อุปกรณ์สำหรับเทใส่กล่องใส่เหรียญ แล้วเปิดสวิทช์

3.จับเวลา 30 วินาที

4.เทเหรียญกษาปณ์ลงในกล่องใส่เหรียญ

5.เมื่อหมดเวลา นับเหรียญกษาปณ์ทั้งหมดในลิ้นชัก

6.แบ่งการทดลองออกเป็น 3 แบบ คือ แบบแรกใส่เหรียญกษาปณ์ปริมาณทุกเหรียญเท่ากัน
แบบที่สองใส่ปริมาณเหรียญใหญ่ (เหรียญ 10 บาท 5 บาท 2 บาท) มากกว่าเหรียญเล็ก (1 บาท
50 สตางค์ 25 สตางค์) และแบบสุดท้ายใส่ปริมาณเหรียญเล็ก (1 บาท 50 สตางค์ 25 สตางค์)
มากกว่าเหรียญใหญ่ (10 บาท 5 บาท 2 บาท)

7.ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง

ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองจำแนกและนับเหรียญภายใน 30 วินาที

การทดลอง ครั้งที่	จำนวนเหรียญกษาปณ์ในลิ้นชัก		
	ปริมาณทุกเหรียญเท่ากัน	ปริมาณเหรียญใหญ่ มากกว่าเหรียญเล็ก	ปริมาณเหรียญเล็ก มากกว่าเหรียญใหญ่
1	35	37	32
2	30	30	28
3	32	33	32
4	37	36	30
5	32	34	33
6	34	32	31
7	31	35	32
8	27	33	35
9	33	36	33
10	30	31	29
เฉลี่ย	32.1	33.7	31.5

คำนวณหาค่าเฉลี่ย โดยการนำผลการทดลองทั้งหมดรวมกัน หาค่าด้วยจำนวนครั้ง นั่นคือ ทั้งหมด 10
ครั้ง ผลลัพธ์ที่ได้ดังตารางที่ 4.8

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทดลองพบว่า หากใส่ปริมาณเหรียญใหญ่มากกว่าเหรียญเล็ก ภายในระยะเวลา 30 วินาที จะจำแนกและนับได้มากกว่าปริมาณเหรียญเล็กมากกว่าเหรียญใหญ่ หากเหรียญเร็วเกินไป เหรียญเล็กจะซ้อนบนเหรียญใหญ่ มีผลทำให้เกิดความผิดพลาด จึงทยอยเหรียญช้าๆ

จากตารางบันทึกผลการศึกษาในเวลา 30 วินาที ทำการทดลองทั้งหมด 10 ครั้ง โดยแบ่งการทดลองออกเป็น 3 แบบ พบว่า การคัดแยกเหรียญในปริมาณทุกเหรียญเท่ากัน ได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 32 เหรียญ แบบที่สองใส่ปริมาณเหรียญใหญ่ (เหรียญ 10 บาท 5 บาท 2 บาท) มากกว่าเหรียญเล็ก (1 บาท 50 สตางค์ 25 สตางค์) ได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 33 เหรียญ และแบบสุดท้ายใส่ปริมาณเหรียญเล็ก (1 บาท 50 สตางค์ 25 สตางค์) มากกว่าเหรียญใหญ่ (10 บาท 5 บาท 2 บาท) ได้ค่าเฉลี่ย จำนวน 31 เหรียญ

4.8 สรุปผลการทดลอง

อุปกรณ์ต้นแบบ สามารถจำแนกและนับเหรียญ ในเวลา 30 วินาที ได้ 32 เหรียญ แต่ในชีวิตประจำวัน ส่วนใหญ่จะใช้เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท จึงทำการทดลองพบว่า เมื่อจำแนกเหรียญ ไม่มีความผิดพลาด ส่วนการนับมีค่าความผิดพลาด 0.71 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เกิดจากเหรียญไม่ผ่านเซนเซอร์ จึงไม่เกิดการนับ

บทที่ 5

บทสรุปของโครงการ

5.1 กล่าวสรุป

เนื้อหาในบทนี้ เป็นการกล่าวถึงบทสรุปของโครงการเครื่องจำแนกและนับเหรียญ จะประกอบไปด้วยปัญหาที่พบในขณะดำเนินงาน วิธีการแก้ไข ข้อเสนอแนะและวิธีการพัฒนาโครงการต่อไป

โครงการเครื่องจำแนกและนับเหรียญ มีส่วนประกอบหลัก แบ่งเป็นสามส่วน คือ ส่วนแรก ชุดแยกเหรียญ ส่วนที่สอง ชุดนับเหรียญ และส่วนสุดท้าย คือ ส่วนแสดงผลซึ่งโครงการชิ้นนี้มีหลักการทำงานคือ เตรียมเหรียญกษาปณ์แต่ละประเภท ได้แก่ เหรียญ 25 สตางค์ 50 สตางค์ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท จากนั้นนำเหรียญกษาปณ์ทั้งหมดใส่อุปกรณ์สำหรับเทใส่กล่องใส่เหรียญ เปิดสวิตช์ แล้วเทเหรียญกษาปณ์ลงในกล่องใส่เหรียญ เหรียญกษาปณ์ทั้งหมดจะหล่นในลิ้นชักสำหรับรองรับเหรียญ สังเกตที่หน้าจอแสดงผล ซึ่งบอกมูลค่าของเหรียญแต่ละเหรียญ พร้อมทั้งรวมผลลัพธ์ทั้งหมด

จากการจำแนกและนับเหรียญ ในเวลา 30 วินาที ได้ 32 เหรียญ แต่ในชีวิตประจำวันส่วนใหญ่จะใช้เหรียญ 1 บาท 2 บาท 5 บาท และ 10 บาท จึงทำการทดลองพบว่า เมื่อจำแนกเหรียญไม่มีความผิดพลาด ส่วนการนับมีค่าความผิดพลาด 0.71 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้เกิดจากเหรียญไม่ผ่านเซนเซอร์ จึงไม่เกิดการนับ

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงาน

ปัญหา

1. ค่า 0.25 กับ 0.5 ไม่แสดงผลที่หน้าจอ LCD
2. นับได้ครั้งละ 1 เหยี่ยว
3. เหยี่ยวไหลซ้อนกันและหล่นผิดช่อง
4. เหยี่ยวไม่ผ่านเซนเซอร์

แนวทางพัฒนา

1. ใช้ %.2f แทน %d
2. ทำกล่องใส่เหยี่ยว ที่แกนมอเตอร์ มีใบพัดกวาดเหยี่ยว
3. ทอยใส่เหยี่ยวช้าๆ
4. ใส่แผ่นกั้นเหยี่ยว

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. มอเตอร์ที่ใช้ในกล่องสำหรับกวาดเหยี่ยว ควรมีขนาดที่เหมาะสม เพื่อที่จะให้กวาดเหยี่ยวได้ทั้งหมด
2. ความลาดเอียงของรางคัดแยกเหยี่ยว เป็นส่วนสำคัญที่ทำให้เหยี่ยวหล่นลงไปในช่วงคัดแยกเหยี่ยว
3. ปรับเปลี่ยนตำแหน่งของเซนเซอร์และแผ่นกั้นเหยี่ยว ให้อยู่ในตำแหน่งที่เหยี่ยวสามารถผ่านได้ เพื่อให้เซนเซอร์จับเมื่อเหยี่ยวไหลผ่าน

5.4 แนวทางในการพัฒนาต่อไป

เครื่องจำแนกและนับเหยี่ยวนี้ สามารถนำไปพัฒนาจากปัญหาความผิดพลาดในการนับเหยี่ยว โดยการออกแบบและแก้ไขตำแหน่งเซนเซอร์ เพื่อให้เกิดประสิทธิภาพการใช้งานสูงสุด

ประวัติผู้เขียน



นายไวยากรณ์ ชูสาย เกิดเมื่อวันที่ 20 มกราคม พ.ศ.2537
 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลโนนดินแดง อำเภอโนนดินแดง
 จังหวัดบุรีรัมย์
 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนร่มเกล้า บุรีรัมย์
 อำเภอโนนดินแดง จังหวัดบุรีรัมย์ เมื่อปี พ.ศ. 2554
 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
 สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



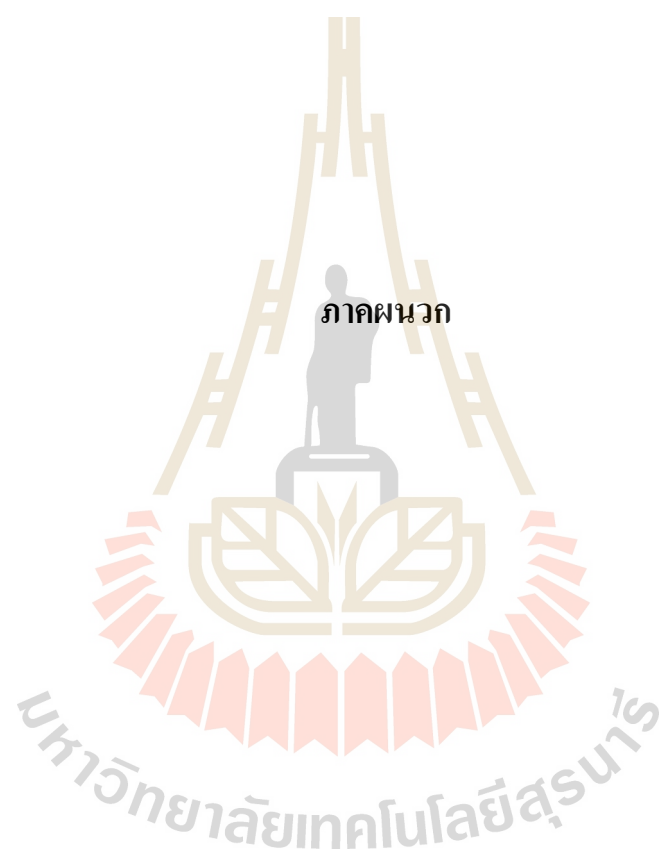
นางสาวดุริณี ดิสูงเนิน เกิดเมื่อวันที่ 9 ตุลาคม พ.ศ.2536
 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลโคราช อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา
 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนสูงเนิน
 อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2554
 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
 สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



นางสาวชนิตา วรวงษ์ เกิดเมื่อวันที่ 10 มิถุนายน พ.ศ.2536
 ภูมิลำเนาอยู่ที่ ตำบลมิตรภาพ อำเภอสีคิ้ว จังหวัดนครราชสีมา
 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมปลายจากโรงเรียนสูงเนิน
 อำเภอสูงเนิน จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2554
 ปัจจุบันเป็นนักศึกษาชั้นปีที่ 4 สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
 สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

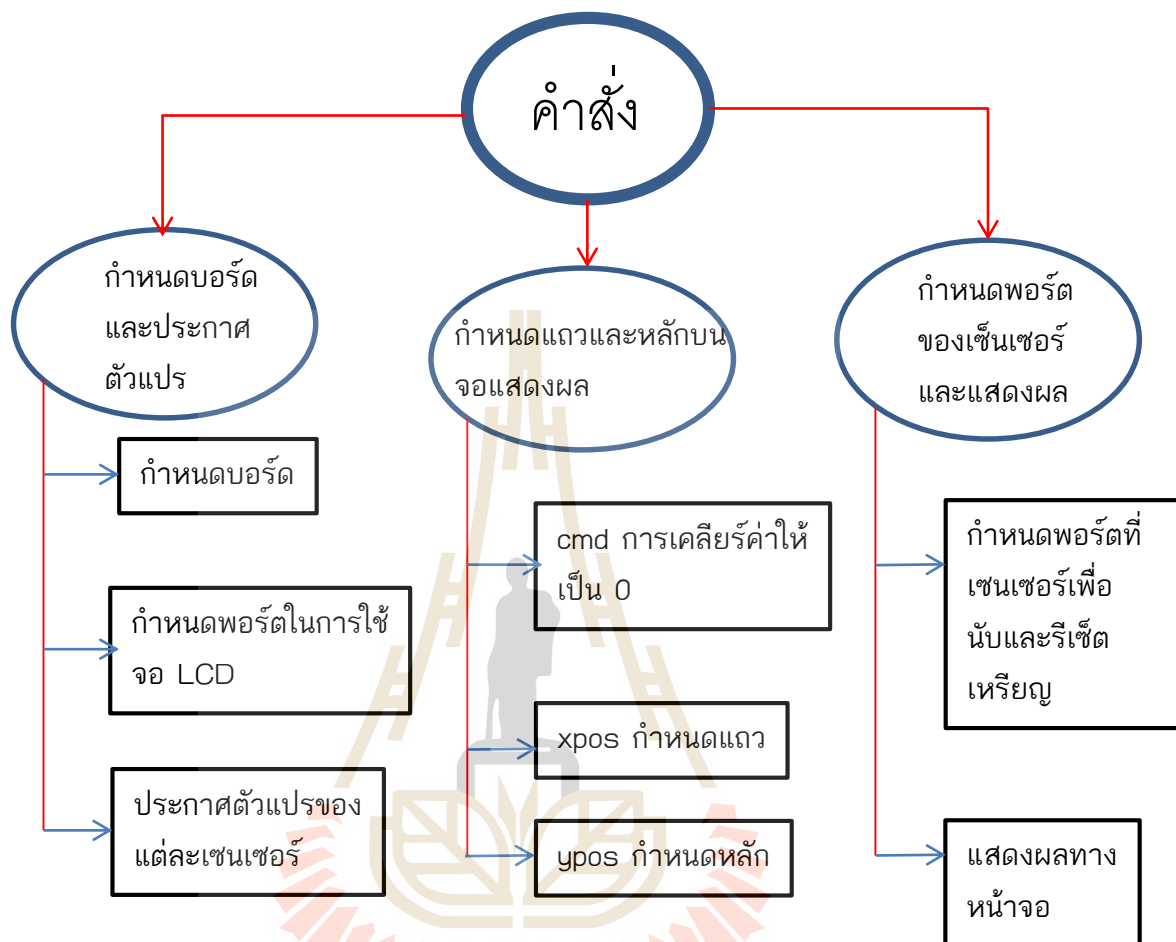
เอกสารอ้างอิง

- [1] http://www.treasury.go.th/ewt_news.php?nid=92
- [2] <https://th.wikipedia.org/wiki>
- [3] <http://th.aliexpress.com/item/10MM-Correlation-Photoelectric-Sensor-Infrared-Correlation-Count-Sensor-Module/32476836745.html>
- [4] <http://aimagin.com/blog/topics-waijung-stm32f4/?lang=th>
- [5] http://3.bp.blogspot.com/MA3h7iyq_8w/VJU66W_/s1600/mathworks_matlab_2009b.png
- [6] <http://www.arduinoall.com/product/468/20x4-character-2004-lcd-module-black-light-blue-5v-for-arduino>
- [7] http://www.evensaudio.com/resource/attach/2011-37/2011-09-18_11-44-44_0446228.png
- [8] http://www.tesla-institute.com/images/art_components_TESLA_Institute.jpg
- [9] <https://sites.google.com/site/velectronic1/resistor/colorcode>
- [10] <http://kpp.ac.th/elearning/elearning3/book-02.html>
- [11] <http://i00.i.aliimg.com/wsphoto/v1/546061478/free-shipping-6-6-Tact-tactile-switch-Rohs-compliant-height-4-3mm-free-shipping100-brand-new.jpg>
- [12] <http://www.vvgroup.co.th/switch/SW-103-S.jpg>
- [13] <https://www.youtube.com/watch?v=3J6VB2-HDoM>



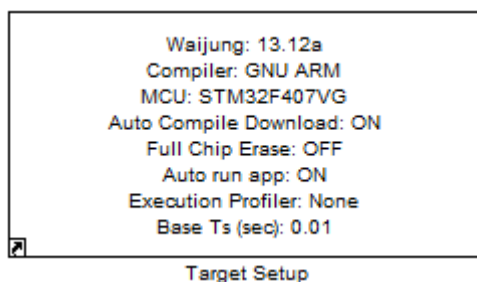
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก (แผนผังโปรแกรม MATLAB)

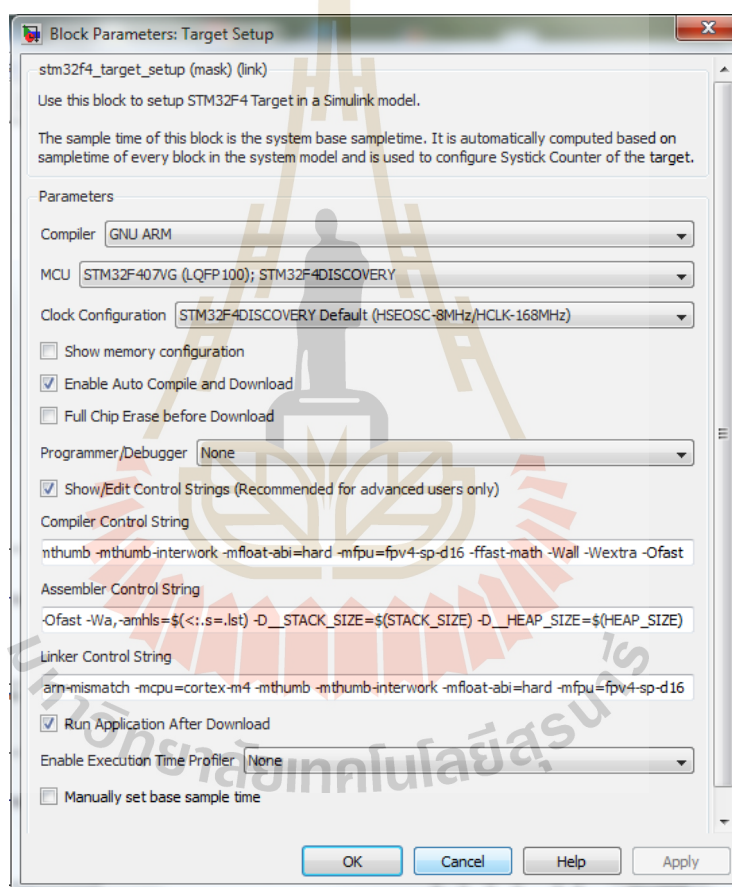


รูปที่ ก-1 แผนผังโปรแกรม MATLAB

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

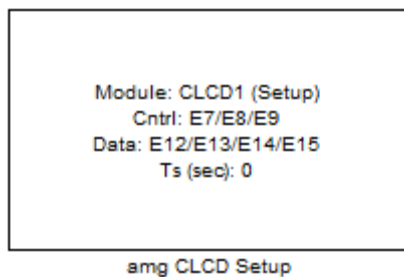


รูปที่ ก-2 บล็อก Target Setup



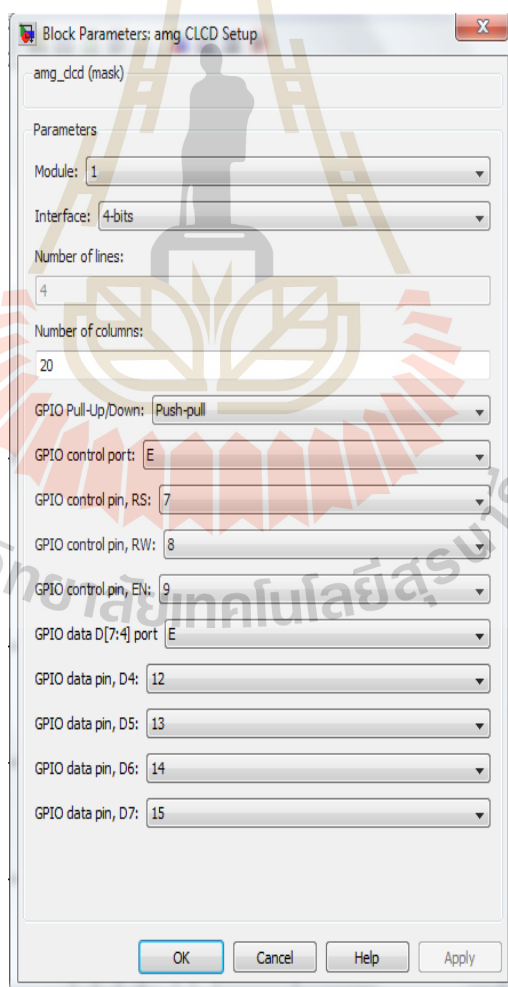
รูปที่ ก-3 กำหนดค่าในบล็อก Target Setup

Target Setup – เพื่อเป็นการกำหนดว่าเราใช้บอร์ด Waijung blockset 13.12a บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์STM32F4

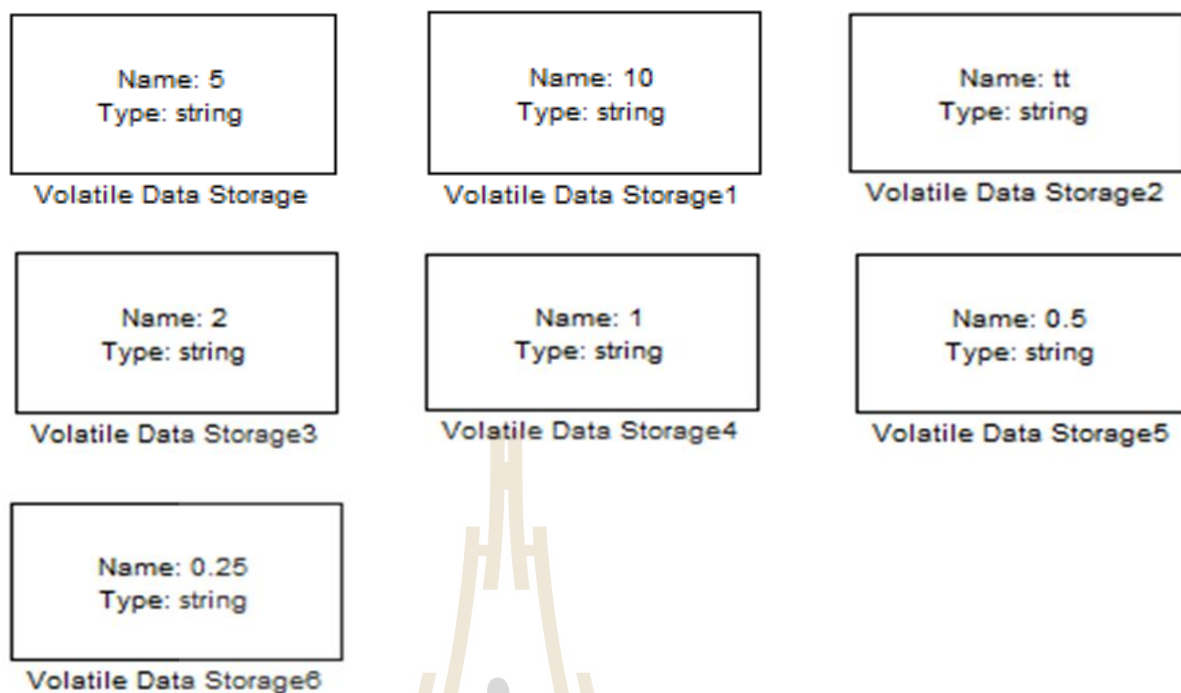


รูปที่ ก-4 บล็อก amg CLCD Setup

Character LCD Setup – เป็นการตั้งค่าใช้พอร์ตของบอร์ด Stm32f4Discovery เพื่อใช้ในการแสดงผลที่จอ LCD โดยกำหนดดังนี้



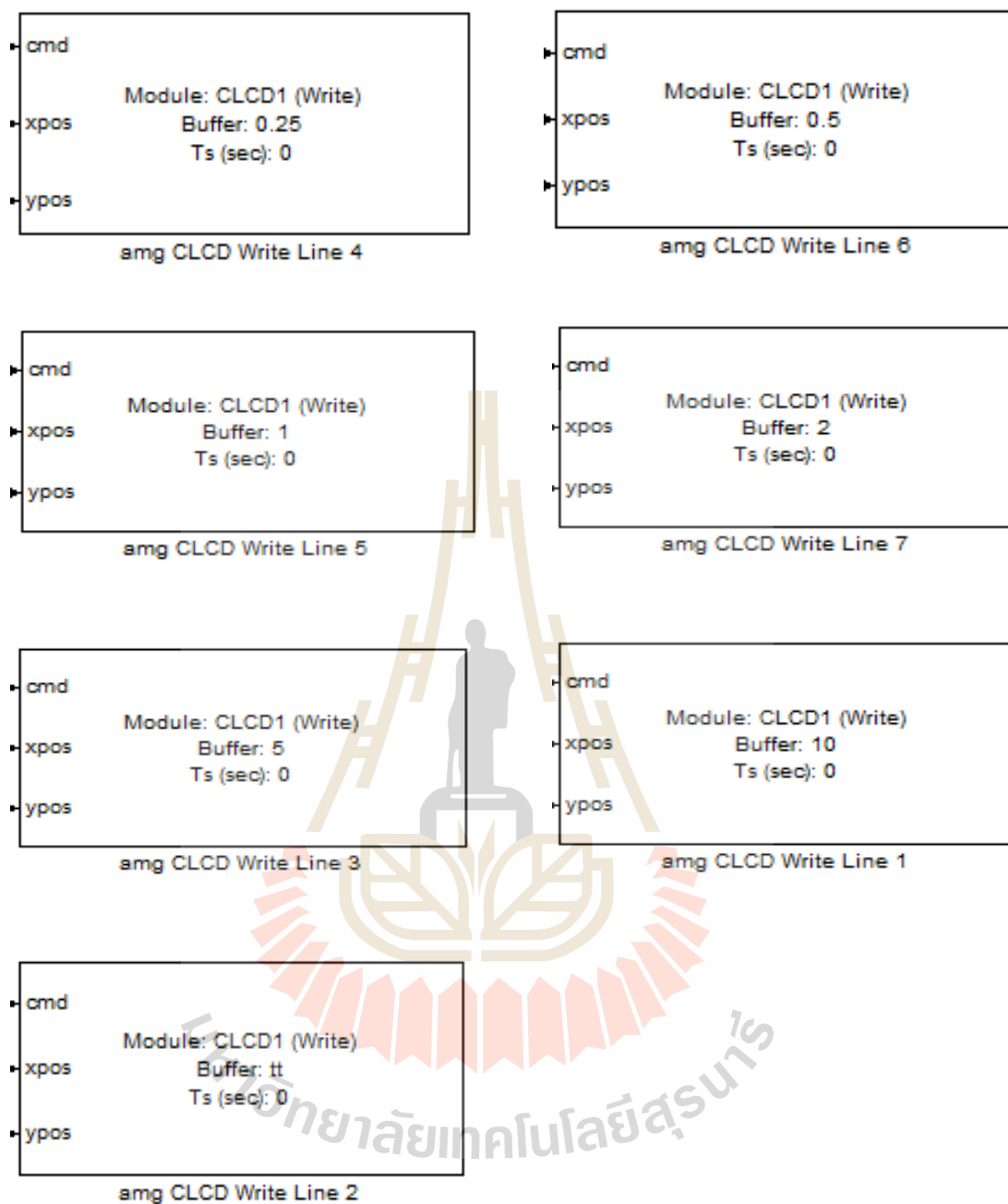
รูปที่ ก-5 กำหนดค่าเลือกพอร์ตที่จอแสดงผล



รูปที่ ก-6 บล็อก Volatile Data Storage

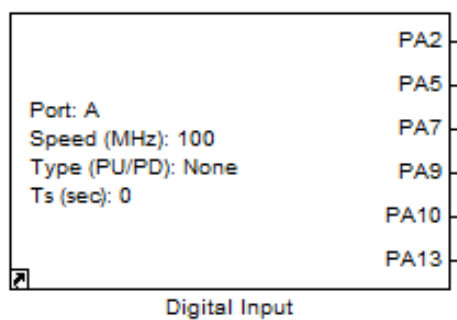
Volatile Data Storage – เป็นการประกาศค่าตัวแปรเพื่อเก็บค่าลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นตัวแปรชนิด(string) เพื่อนำไปแสดงผลที่จอ LCD

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



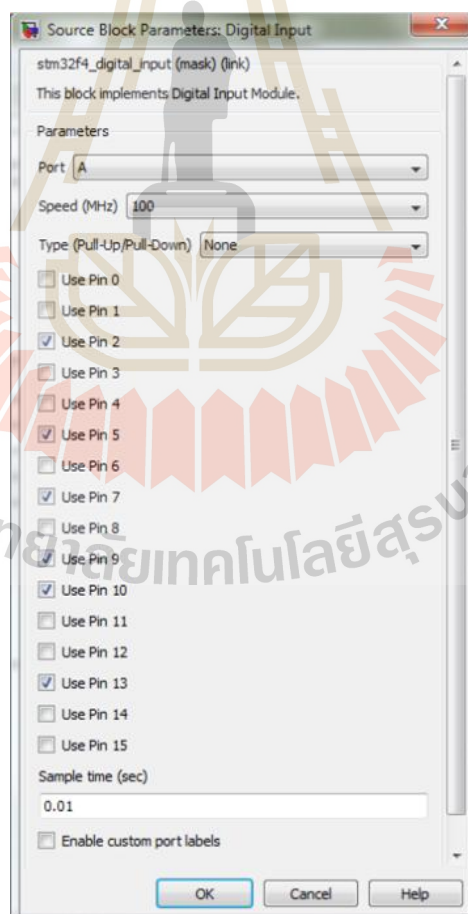
รูปที่ ก-7 บล็อก Character LCD Write

Character LCD Write เป็นการตั้งค่าการแสดงผลของจอ LCD ซึ่งที่พอร์ต cmd จะเป็นการตั้งให้เคลียร์ค่าก่อนแสดงผลถ้าเป็น 1 ให้เคลียร์ ถ้าเป็น 0 ไม่ต้องเคลียร์ ส่วนตรงพอร์ต xpos คือให้เริ่มต้นแสดงผลในตำแหน่งใดในแนวแกน x และ พอร์ต ypos คือ ให้เริ่มต้นแสดงผลในตำแหน่งใดในแนวแกน y

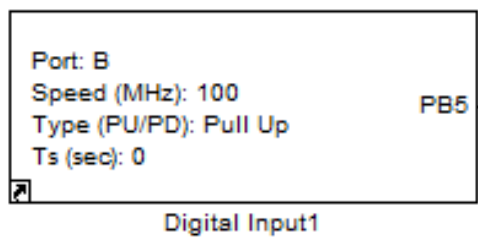


รูปที่ ก-8 บล็อก Digital Input

Digital Input – เป็นการกำหนดพอร์ตให้กับเซนเซอร์ เพื่อรับค่าจากเซนเซอร์ โดยมีการกำหนดพอร์ต ดังนี้

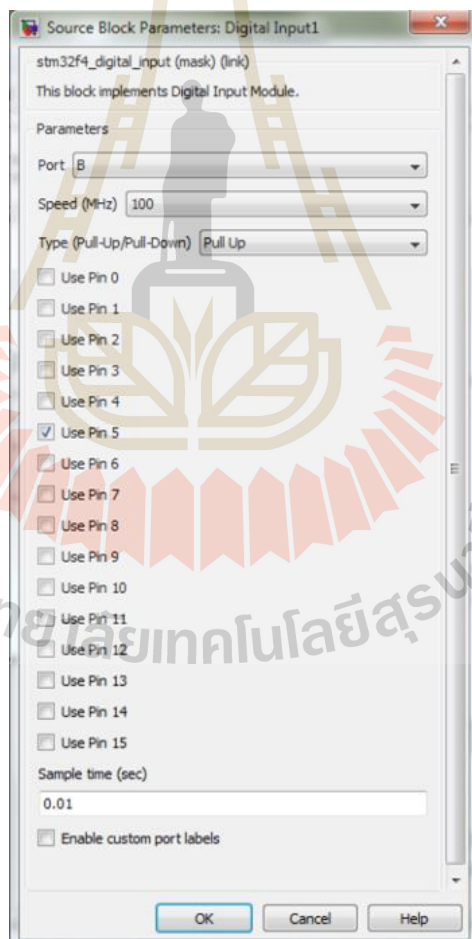


รูปที่ ก-9 กำหนดพอร์ตให้กับเซนเซอร์

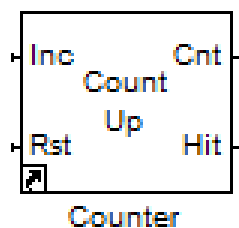


รูปที่ ก-10 บล็อก Digital Input1

Digital Input เป็นการกำหนดพอร์ตให้กับสวิตช์ เพื่อเป็นการรีเซ็ตค่า โดยมีการกำหนด พอร์ต PB5



รูปที่ ก-11 กำหนดพอร์ตสำหรับการรีเซ็ต



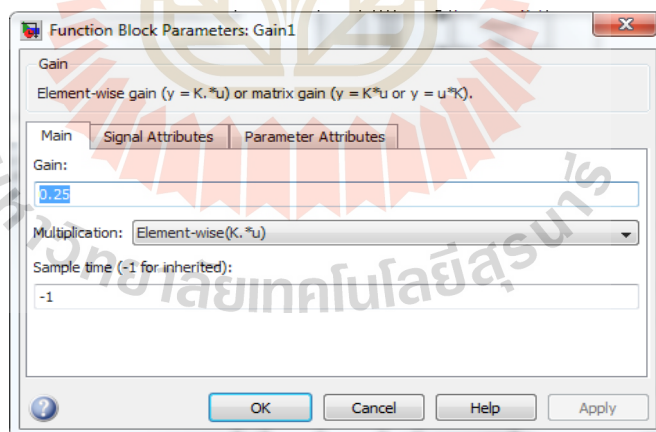
รูปที่ ก-12 บล็อก Counter

Counter – เป็นตัวนับค่าจากเซนเซอร์

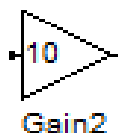


รูปที่ ก-13 บล็อก Gain1

Gain – เป็นตัวคูณ เมื่อค่าที่ได้จาก Counter ที่ตำแหน่งเซนเซอร์นั้น มีค่า 0.25 จึงคูณ 0.25

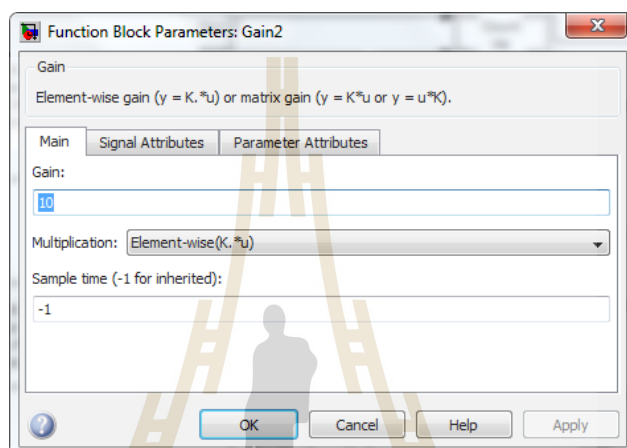


รูปที่ ก-14 กำหนดค่า Gain เป็น 0.25

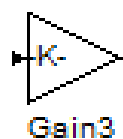


รูปที่ ก-15 บล็อก Gain2

Gain – เป็นตัวคูณ เมื่อค่าที่ได้จาก Counter ที่ตำแหน่งเซนเซอร์นั้น มีค่า 10 จึงคูณ 10

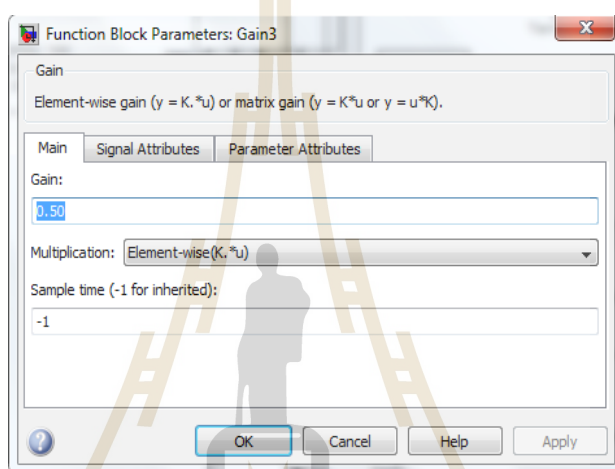


รูปที่ ก-16 กำหนดค่า Gain เป็น 10

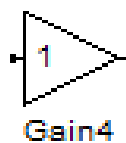


รูปที่ ก-17 บล็อก Gain3

Gain – เป็นตัวคูณ เมื่อค่าที่ได้จาก Counter ที่ตำแหน่งเซนเซอร์นั้น มีค่า 0.5 จึงคูณ 0.5

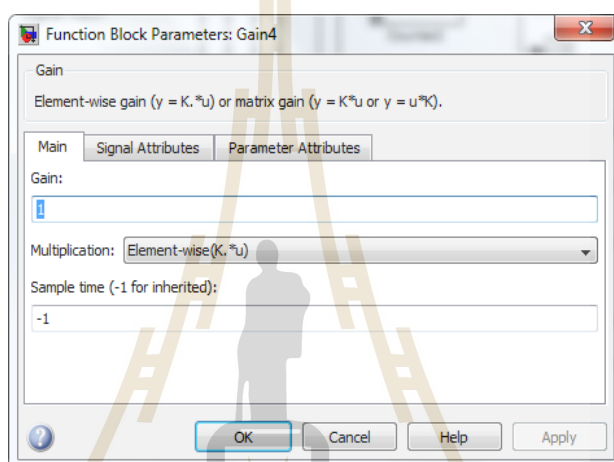


รูปที่ ก-18 กำหนดค่า Gain เป็น 0.50

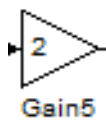


รูปที่ ก-19 บล็อก Gain4

Gain – เป็นตัวคูณ เมื่อค่าที่ได้จาก Counter ที่ตำแหน่งเซนเซอร์นั้น มีค่า 1 จึงคูณ 1

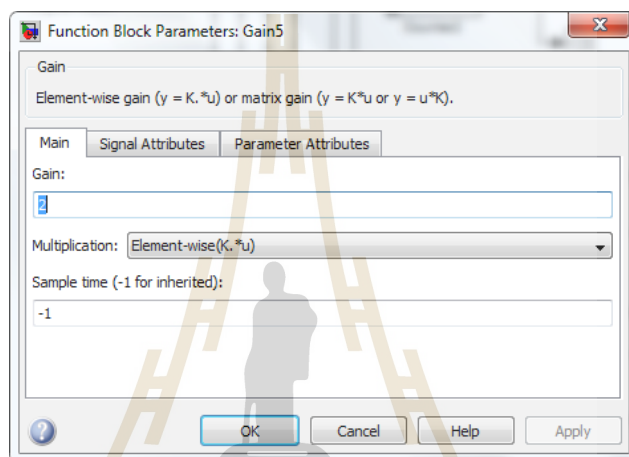


รูปที่ ก-20 กำหนดค่า Gain เป็น 1

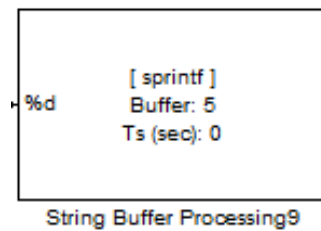


รูปที่ ก-21 บล็อก Gain5

Gain – เป็นตัวคูณ เมื่อค่าที่ได้จาก Counter ที่ตำแหน่งเซนเซอร์นั้น มีค่า 2 จึงคูณ 2

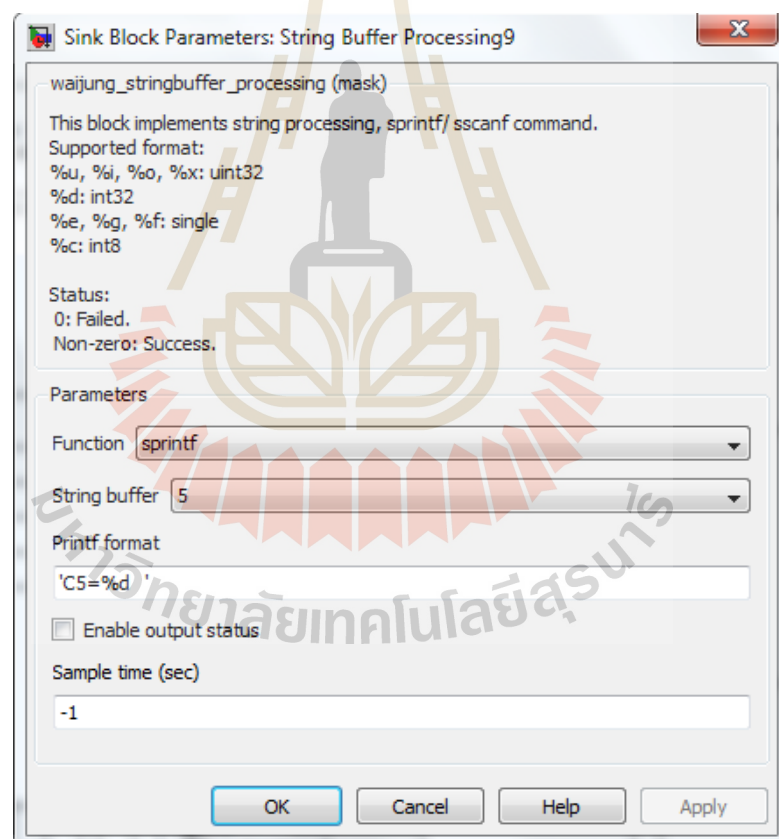


รูปที่ ก-22 กำหนดค่า Gain เป็น 2

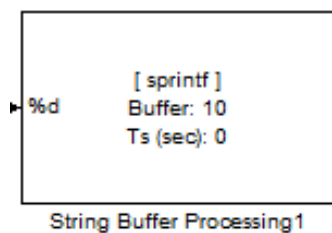


รูปที่ ก-23 บล็อก String Buffer

String Buffer – เป็นการนำค่าที่รับได้จากบล็อก Gain ไปแสดงผลบนหน้าจอ LCD โดยกำหนด การแสดงผลของเหรียญ 5 บาท บนหน้าจอ LCD ดังนี้

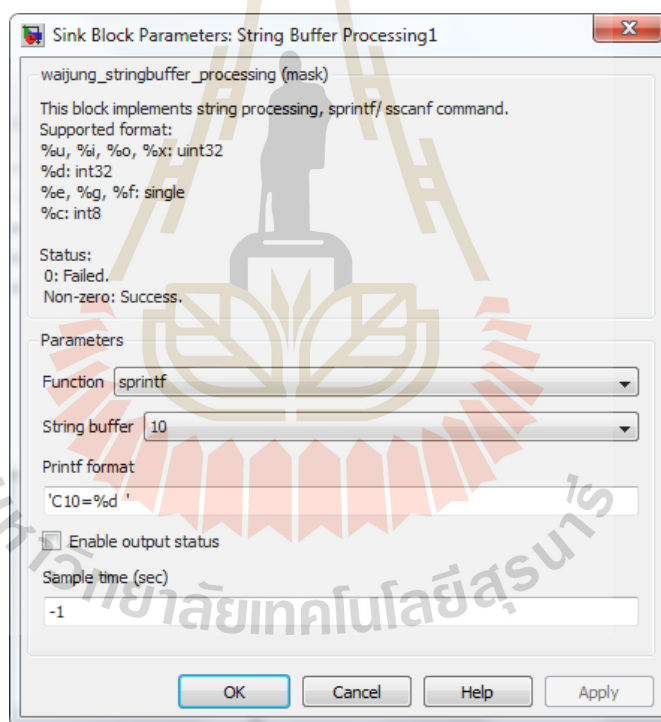


รูปที่ ก-24 กำหนดการแสดงผลของเหรียญ 5 บาท

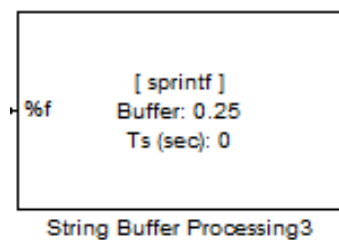


รูปที่ ก-25 String Buffer Processing1

String Buffer – เป็นการนำค่าที่รับได้จากบล็อก Gain ไปแสดงผลบนหน้าจอ LCD โดยกำหนดการแสดงผลของเหรียญ 10 บาท บนหน้าจอ LCD ดังนี้

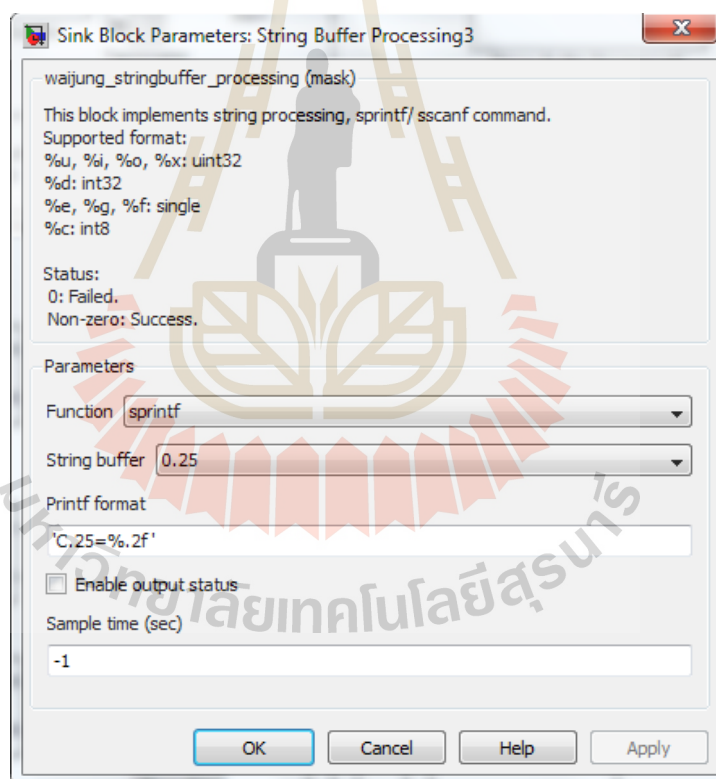


รูปที่ ก-26 กำหนดการแสดงผลของเหรียญ 10 บาท

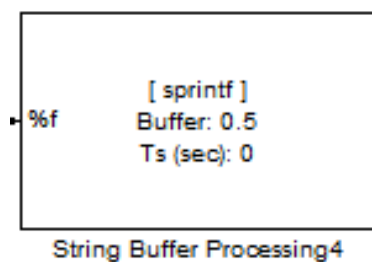


รูปที่ ก-27 บล็อก String Buffer Processing3

String Buffer – เป็นการนำค่าที่รับได้จาก บล็อก Gain ไปแสดงผลบนหน้าจอ LCD โดยกำหนดการแสดงผลของเหรียญ 25 สตางค์ บนหน้าจอ LCD ดังนี้

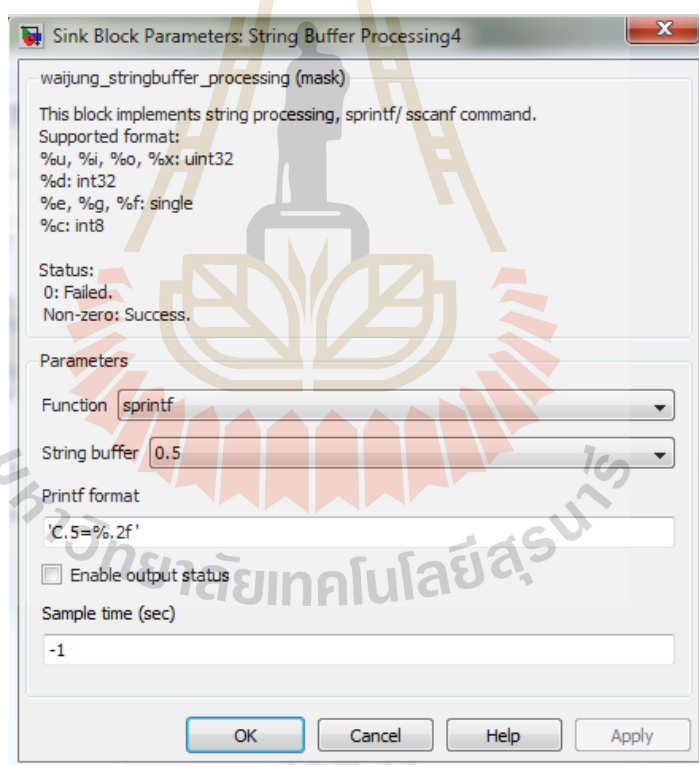


รูปที่ ก-28 กำหนดการแสดงผลของเหรียญ 25 สตางค์

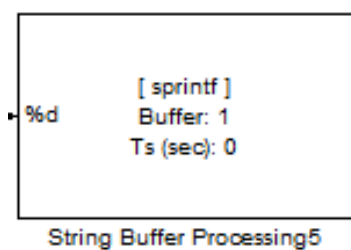


รูปที่ ก-29 บล็อก String Buffer Processing4

String Buffer – เป็นการนำค่าที่รับได้จาก Block Digital Input ไปแสดงผลบนหน้าจอ LCD โดยกำหนดการแสดงผลของเหรียญ 50 สตางค์ บนหน้าจอ LCD ดังนี้

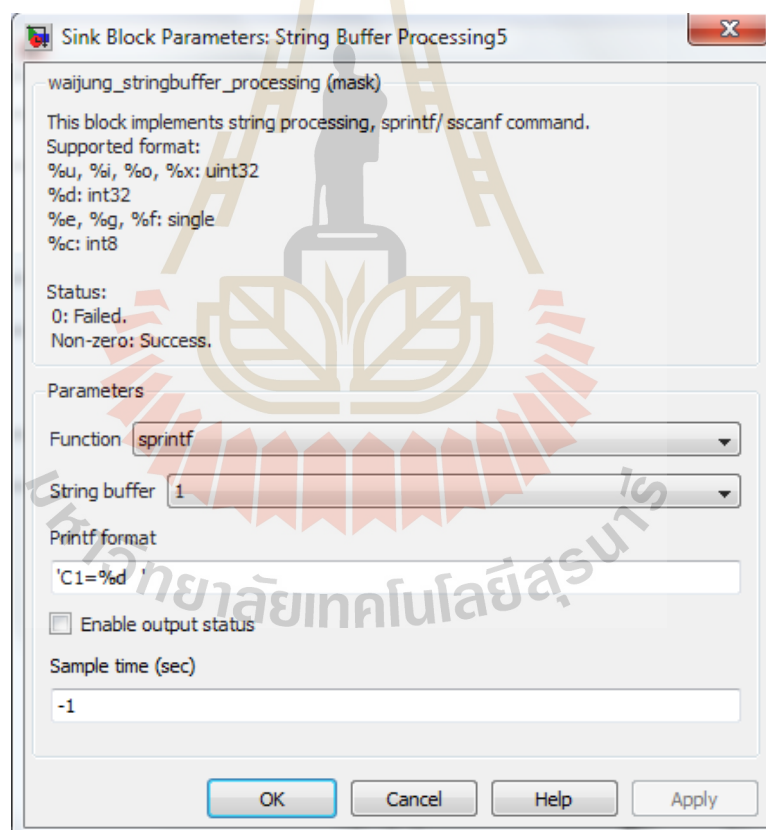


รูปที่ ก-30 กำหนดการแสดงผลของเหรียญ 50 สตางค์

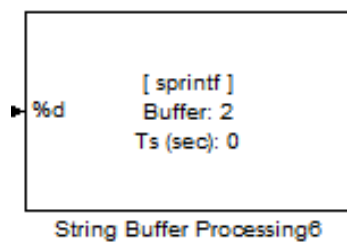


รูปที่ ก-31 บล็อก String Buffer Processing5

String Buffer – เป็นการนำค่าที่รับได้จาก Block Digital Input ไปแสดงผลบนหน้าจอ LCD โดยกำหนดการแสดงผลของเหรียญ 1 บาท บนหน้าจอ LCD ดังนี้

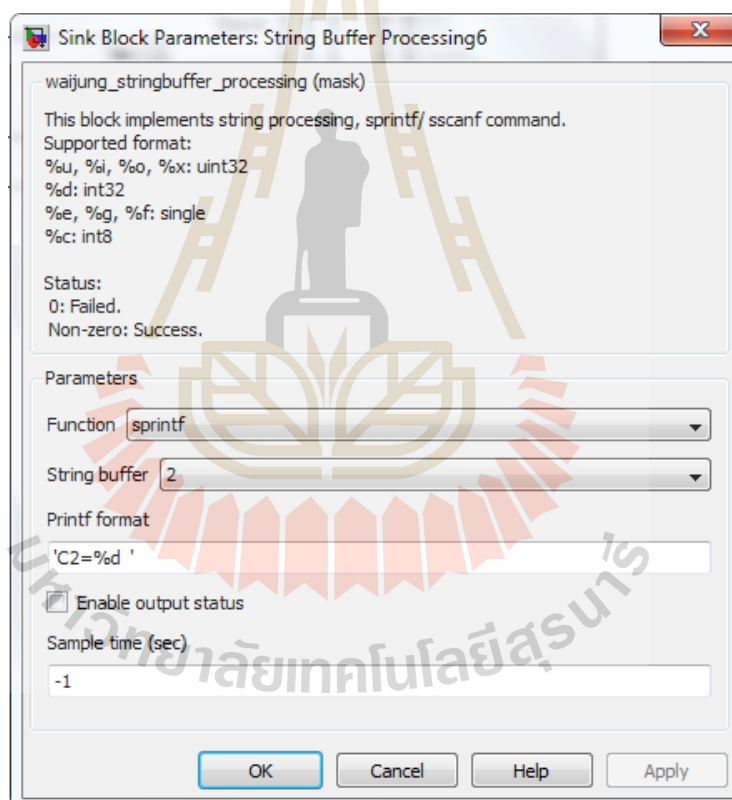


รูปที่ ก-32 กำหนดการแสดงผลของเหรียญ 1 บาท

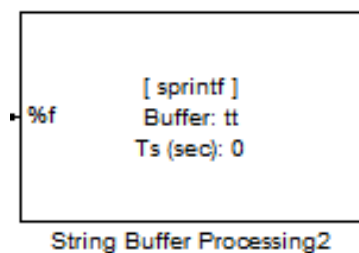


รูปที่ ก-33 บล็อก String Buffer Processing6

String Buffer – เป็นการนำค่าที่รับได้จาก Block Digital Input ไปแสดงผลบนหน้าจอ LCD โดยกำหนดการแสดงผลของเหรียญ 2 บาท บนหน้าจอ LCD ดังนี้



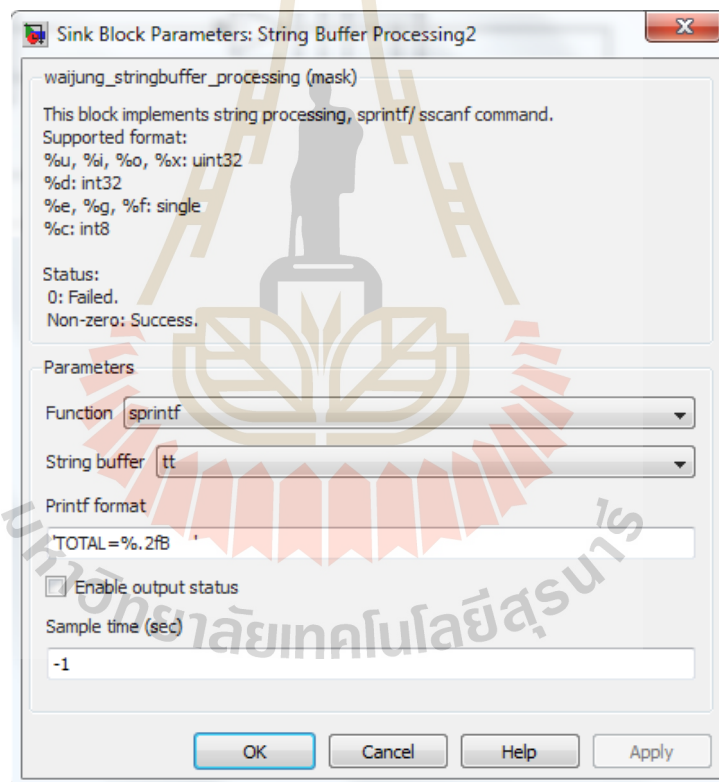
รูปที่ ก-34 กำหนดการแสดงผลของเหรียญ 2 บาท



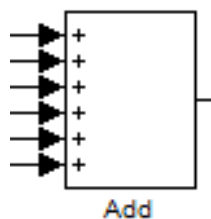
รูปที่ ก-35 บล็อก String Buffer Processing2

String Buffer – เป็นการนำค่าที่รับได้จาก Block Add ไปแสดงผลบนหน้าจอ LCD

โดยกำหนดการแสดงผลของผลรวมเหรียญทั้งหมด บนหน้าจอ LCD ดังนี้

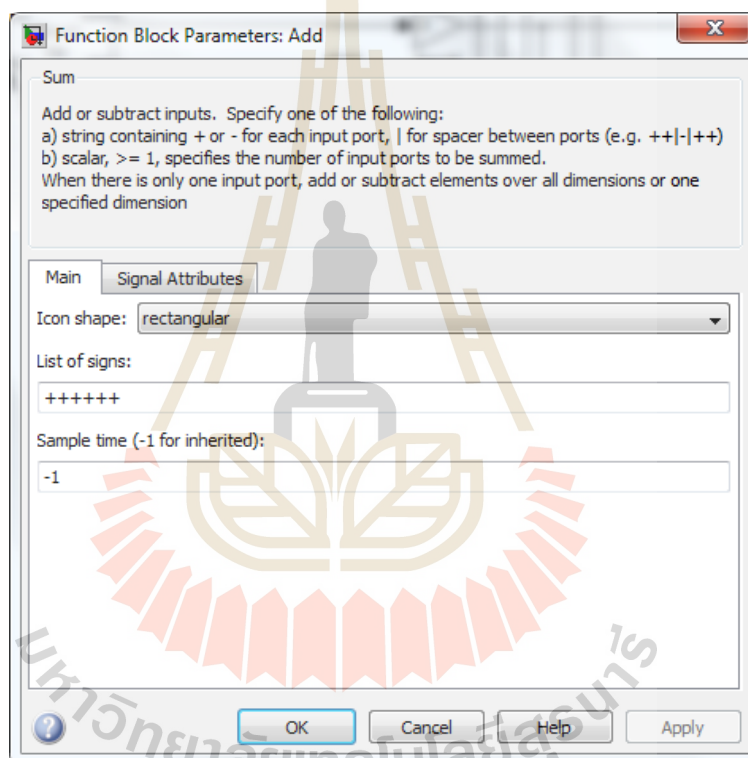


รูปที่ ก-36 กำหนดการแสดงผลรวมของเหรียญ



รูปที่ ก-37 บล็อก Add

Add – เป็นการนำค่าจาก Gain แต่ละอันมารวมกัน



รูปที่ ก-38 ผลรวมของเหรียญทั้งหมด