การออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญ ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

DESIGN AND CONSTRUCTION OF FAST BATTERY CHARGER WITH COIN SENSOR CONTROLLED BY MICROCONTROLLER

นายปาณัสม์ ยั่งยืนสุข
นายพงศธร แก้วกระแสสินธ์
นายชัชพล พิมพ์ใหม่

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสยาม
พุทธศักราช 2564

การออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

Design and Construction of Fast Battery Charger with Coin Sensor Controlled by Microcontroller

นายปาณัสม์ ยั่งยืนสุข
นายพงศธร แก้วกระแสสินธ์
นายชัชพล พิมพ์ใหม่

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยสยาม
พุทธศักราช 2564

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.... ประธานกรรมการสอบปริญญานิพนธ์
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร)

.... กรรมการ
(อาจารย์สันติสุข สว่างกล้า)

.... กรรมการ
(ดร.วินัย ศิลารวม)

....
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ นาราษฎร์) (ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยงยุทธ นาราษฎร์)
หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์

หัวข้อโครงงาน การออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็ว ด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์
หน่วยกิต 5 หน่วยกิต
โดย นายปาณัสม์ ยั่งยืนสุข รหัส 6103200009
นายพงศธร แก้วกระแสสินธ์ รหัส 6103200013
นายชัชพล พิมพ์ใหม่ รหัส 6103200014
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร
ระดับการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
คณะ วิศวกรรมศาสตร์
พุทธศักราช 2564

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้นำเสนอ การออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการประจุแบตเตอรี่ใช้แหล่งจ่ายกระแสคงที่ ทำให้การประจุแบตเตอรี่เป็นไปอย่างรวดเร็ว และสามารถกำหนดเวลาในการประจุแบตเตอรี่ได้ ทำให้เกิดความปลอดภัย เริ่มการทำงานด้วยการหยอดเหรียญ เลือกค่ากระแสคงที่ของการประจุแบตเตอรี่ได้ 4 ค่า คือ 2, 3, 4 และ 5 แอมป์ เวลาในการประจุแบตเตอรี่ขึ้นอยู่กับการหยอดเหรียญ (10 นาที/10 บาท) แสดงผลเวลาในการประจุด้วยตัวแสดงผล 7 ส่วน การทำงานทั้งหมดถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ เครื่องประจุแบตเตอรี่ที่นำเสนอได้ถูกสร้างขึ้นและทำการทดสอบหาค่าผิดพลาดของเวลาและกระแสประจุ ผลการทดสอบเวลาในการประจุไม่มีค่าผิดพลาด ส่วนกระแสประจุมีค่าผิดพลาดไม่เกิน ± 50 มิลลิแอมป์ แสดงให้เห็นถึงการทำงานที่น่าพอใจของเครื่องนี้

คำสำคัญ : เครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็ว, ไมโครคอนโทรลเลอร์, แหล่งจ่ายกระแสคงที่

Title	Design and Construction of a Fast Battery Charger with Coin Sensor,Controlled by a Microcontroller
Credit	5 Units
By	Mr. Panut Youngyeansuk 6103200009
	Mr. Pongsatorn Keawkarsensin 6103200013
	Mr. Chatchaphon Phimmai 6103200014
Advisor	Asst. Prof. Vyapote Supabowornsathian
Degree	Bachelor of Engineering
Major	Electrical Engineering
Faculty	Engineering
Year	2021

Abstract

This thesis presented the design and construction of a fast battery charger with coin sensor,controlled by a microcontroller. A constant current source was used for rapid charging and the system could set time slots for safe charging. This fast battery charger was started by coin sensor. The settings of the constant charging current were 2, 3, 4 and 5 A. The time of charging was according to coin sensor (10 Min/ 10 Baht) and displayed by 7 segment displays. All operations were controlled by a microcontroller. The fast battery charger was constructed and tested the errors of time and charging. The time for charging had no errors and the charging hed errors between ± 50 mA. The units performance demonstrated to be satisfactory.

Keywords : Fast Battery Charger, Microcontroller, Constant Current Source

Approved By

กิตติกรรมประกาศ
(Acknowledgement)

โครงงานทางวิศวกรรมและการทำปริญญานิพนธ์ การออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีปัญหามากมายในหลาย ๆ ด้าน ไม่ว่าจะเป็นการศึกษาข้อมูลที่เกี่ยวกับการออกแบบวงจร การเขียนโปรแกรม และทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง แต่ปัญหาต่าง ๆ ก็สามารถบรรลุผลไปได้ด้วยดี ทั้งนี้เนื่องมาจากคณะผู้จัดทำได้รับการเสนอแนะ และอนุเคราะห์ช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ไวยพจน์ ศุภบวรเสถียร รวมทั้งคณาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ได้ให้คำแนะนำข้อคิดเห็นตลอดจนให้คำปรึกษาแก่คณะผู้จัดทำมาโดยตลอด ทางคณะผู้จัดทำรู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากอาจารย์ทุกท่านที่ได้ให้ความรู้แก่ผู้จัดทำ พร้อมทั้งให้กำลังใจและคำปรึกษาที่ดี ซึ่งมีผลทำให้ปริญญานิพนธ์นี้ จัดทำขึ้นเป็นไปอย่างมีลำดับขั้นตอนตามวัตถุประสงค์และขอบเขตที่ตั้งไว้ทุกประการ

ดังนั้นคณะผู้จัดทำใคร่ขอขอบคุณบุคคลที่ได้กล่าวมาข้างต้น และบุคคลอื่นที่ไม่ได้กล่าวนาม ที่ให้การอนุเคราะห์ช่วยเหลือในด้านต่าง ๆ จนสามารถบรรลุวัตถุประสงค์ตามต้องการ

ปาณัสม์ ยั่งยืนสุข
พงศธร แก้วกระแสสินธ์
ชัชพล พิมพ์ใหม่

สารบัญ

	หน้า
คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
บทคัดย่อ	ค
Abstract	ง
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ที่มาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน	2
1.5 ผังเวลาในการดำเนินงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	3
2.2 การตรวจจับด้วยเครื่องหยอดเหรียญ	10
2.3 การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก (DAC)	11
2.4 การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (ADC)	12
2.5 การออกแบบวงจรการเชื่อมต่อกับตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน	14
บทที่ 3 การออกแบบและดำเนินการสร้าง	16
3.1 บล็อกไดอะแกรมรวมของโครงงานที่นำเสนอ	16
3.2 การออกแบบวงจรรวมของโครงงานที่นำเสนอ	18
3.3 แผนผังการทำงาน (Flow Chart)	21
บทที่ 4 การทดลองและผล	23
4.1 อุปกรณ์ในการทดลอง	23
4.2 การทดลองใช้งานเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์	23
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	27
5.1 สรุปผลของโครงงาน	27
5.2 ปัญหาที่พบในการทำโครงงาน	27
5.3 วิธีแก้ไขและข้อเสนอแนะ	27
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก	30
ประวัติผู้จัดทำ	37

สารบัญรูป

รูปที่	**หน้า**
2.1 การจัดขาของ MCS-51(เบอร์ AT89S52)	4
2.2 วงจรการเชื่อมต่อกับ IC DAC (MC1408)	11
2.3 วงจรการเชื่อมต่อกับ IC ADC0804	13
2.4 วงจรการเชื่อมต่อกับ 7 Segments Display	14
3.1 บล็อกไดอะแกรมรวมของโครงงานที่นำเสนอ	16
3.2 โครงสร้างของโครงงานที่นำเสนอ	17
3.3 วงจรตัวควบคุม MCS-51 (Megawin 82G516)	18
3.4 วงจร Switches & LED (4 x 4)	18
3.5 วงจรแสดงผลที่ 7 Segments Display 2 หลัก	19
3.6 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก (DAC)	19
3.7 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (ADC)	20
3.8 วงจรแหล่งจ่ายกระแสคงที่ (Constant Current Source)	20
3.9 วงจรตรวจจับกระแส (Current Sensor)	20
3.10 แผนผังการทำงาน	21
4.1 เครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์	23
4.2 ค่าเวลาเมื่อกระแสประจุแบตเตอรี่ผ่านไป 1 นาที	24
4.3 ค่าเวลาเมื่อกระแสประจุแบตเตอรี่ผ่านไป 5 นาที	24
4.4 ค่าเวลาเมื่อกระแสประจุแบตเตอรี่ผ่านไป 10 นาที	25
4.5 ค่าเวลาเมื่อกระแสประจุแบตเตอรี่ผ่านไป 40 นาที	25

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

1.1 ผังเวลาในการดำเนินงาน 2

2.1 สัญลักษณ์และคำสั่งของ MCS-51 5

2.2 การคำนวณค่าสัญญาณเอาต์พุตแบบอนาล็อกเมื่ออินพุตเป็นสัญญาณดิจิตอล 12

2.3 การคำนวณค่าสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิตอลเมื่ออินพุตเป็นสัญญาณอนาล็อก 13

2.4 ตารางความจริง ของ IC 7447 15

4.1 สรุปผลการทดลองการเลือกค่าเวลาและกระแสประจุใด ๆ 26

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของโครงงาน

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารแบบไร้สายผ่านทางระบบอินเตอร์เน็ตและโทรศัพท์มือถือเป็นไปอย่างแพร่หลายทั่วโลก โทรศัพท์มือถือนับเป็นสิ่งจำเป็นในชีวิตประจำวันของทุกคนไปแล้ว และอุปกรณ์ที่จำเป็นที่ตามมาคือเครื่องประจุแบตเตอรี่ ซึ่งปัจจุบันมีขายอยู่ทั่วไปทั้งแบบมีคุณภาพและไม่มีคุณภาพ จนมีข่าวให้ได้รับทราบเกี่ยวกับอุบัติเหตุไฟไหม้ที่เกิดจากการประจุแบตเตอรี่ทิ้งไว้ข้ามคืนหรือเป็นเวลานาน ๆ ด้วยเหตุแห่งความจำเป็นที่ทุกครัวเรือนต้องใช้เครื่องประจุแบตเตอรี่และต้องการให้เกิดความปลอดภัยในชีวิตและทรัพย์สิน หรือมีเหตุฉุกเฉินที่ต้องใช้เครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วเช่นอยู่ในห้างสรรพสินค้า ทางคณะผู้จัดทำจึงได้เกิดแนวความคิดในการออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการประจุแบตเตอรี่ใช้แหล่งจ่ายกระแสคงที่ ทำให้การประจุเป็นไปอย่างรวดเร็ว ซึ่งปัจจุบันใช้การประจุแบตเตอรี่แบบจ่ายกระแสไม่คงที่ทำให้ใช้เวลาในการประจุนานกว่า นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดเวลาในการประจุแบตเตอรี่ได้ ทำให้เกิดความปลอดภัยในการใช้งาน เครื่องประจุแบตเตอรี่นี้ถูกออกแบบมาโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อความสะดวก รวดเร็วเมื่อต้องการประจุแบตเตอรี่แล้วไม่ได้นำเครื่องประจุแบตเตอรี่มาจึงใช้การหยอดเหรียญเป็นค่าบริการ และมีความปลอดภัยในการประจุแบตเตอรี่

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2.2 เพื่อนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้งาน

1.2.3 เพื่อฝึกการทำงานเป็นหมู่คณะ

1.2.4 เพื่อนำชิ้นงานนี้ไปประยุกต์ใช้ได้จริง

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ใช้ Microcontroller MCS-51 เป็นตัวควบคุม

1.3.2 ใช้พลังงานจากไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V

1.3.3 กำหนดค่ากระแสคงที่ของการประจุแบตเตอรี่ด้วยการเลือกค่าจากสวิตช์ได้ 4 ค่า คือ 2, 3, 4 และ 5 A

1.3.4 การกำหนดค่าเวลาในการประจุแบตเตอรี่ขึ้นอยู่กับการหยอดเหรียญ 10 บาท (10 นาที/10 บาท)

1.3.5 แสดงผลเวลาในการประจุด้วยตัวแสดงผล 7 ส่วน 2 หลัก

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1.4.1 ได้เครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.2 ได้เครื่องต้นแบบเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

1.4.3 ได้พัฒนาทักษะการออกแบบวงจร / การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลี้

1.4.4 ได้ทักษะการทำงานร่วมเป็นหมู่คณะ

1.5 ผังเวลาในการดำเนินงาน เป็นไปตามตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ผังเวลาในการดำเนินงาน

ที่	หัวข้องาน	2563-2564											
		ก.ค.	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.	พ.ค.	มิ.ย.
1	เสนอหัวข้อโครงงาน												
2	ศึกษาทฤษฎีและหลักการ												
3	ดำเนินการสร้าง												
4	ทดลองและบันทึกผล												
5	ปรับปรุงแก้ไขโครงงาน												
6	สรุปและวิจารณ์												
7	ทำปริญญานิพนธ์												

ตามแผนงาน ตามงานจริง

บทที่ 2
การทบทวนเอกสารและวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ได้จัดให้มีส่วนประกอบภายใน เพื่ออำนวยความสะดวกแก่ผู้ใช้ เช่น ไทม์เมอร์/เคาเตอร์ พอร์ตอนุกรม (Serial port) และสำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์บางตัวอาจมีส่วนอื่นเพิ่มเติมเข้ามาอีก เช่นเบอร์ AT80C515, AT80C535 มีวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Analog to Digital Converter)

2.1.1 คุณสมบัติทั่วไปของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

เนื่องจากคุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละเบอร์นั้นจะมีความแตกต่างกันในรายละเอียด ในที่นี้จะขออ้างถึงเบอร์ AT89S52 ของบริษัท Atmel ซึ่งเป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต มีคุณสมบัติคือ

-มีหน่วยความจำแบบแฟลช (Flash Memory) ขนาด 8 กิโลไบท์

-โปรแกรมผ่านพอร์ตอนุกรมมาตรฐาน SPI (SPI Serial Interface)

-สามารถโปรแกรมและลบซ้ำได้นับ 1000 ครั้ง

-มีหน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 2 กิโลไบต์

-สามารถโปรแกรมและลบซ้ำได้นับ 1000 ครั้ง

-ใช้แหล่งจ่ายไฟกระแสตรงขนาด 5 โวลต์ (ทำงานในช่วง 4-6 โวลต์)

-ทำงานด้วยสัญญาณนาฬิกาตั้งแต่ 0-24 MHz

-สามารถป้องกันหน่วยความจำได้ 3 ระดับ

-มีหน่วยความจำข้อมูล (RAM) ขนาด 256 ไบต์

-มี 32 บิตอิสระสามารถเข้าถึงระดับบิตได้

-มีไทเมอร์/ เคาเตอร์ขนาด 16-bit ทั้งหมด 2 ตัว

-รองรับอินเตอร์รัปต์ได้ 8 แหล่ง

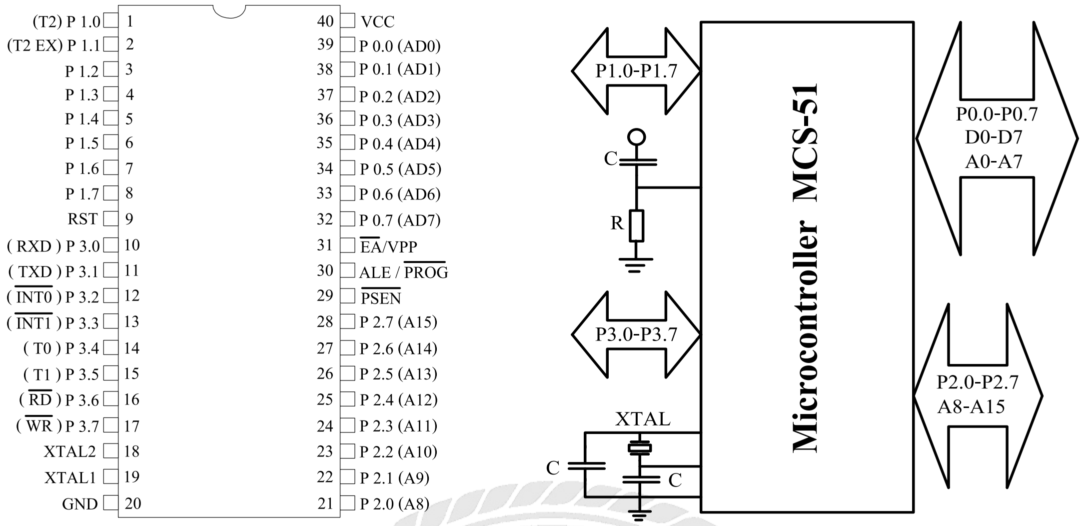
-สามารถสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมได้ด้วย UART Channel

-มีโหมดการทำงานแบบ Low Power Idle และ Power Down เพื่อประหยัดพลังงาน

-มี Watchdog Timer เพื่อให้การทำงานของระบบสามารถ Reset ได้อัตโนมัติ

2.1.2 สถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 (เบอร์ AT89S52)

การจัดเรียงขาของ MCS-51(เบอร์ AT89S52) เป็นไปตามรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 การจัดขาของ MCS-51(เบอร์ AT89S52)

- VCC ต่อไฟเลี้ยง (Supply Voltage 5 V)
- GND ต่อกราวด์ (Ground)
- Port 0 (P0.0-P0.7) เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 8 บิตสามารถทำงานได้ 2 หน้าที่คือเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไป และใช้เป็นพอร์ตสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกคือรับส่งข้อมูล และกำหนดแอดเดรสไบต์ต่ำ (A0-A7)
- Port 1 (P1.0-P1.7) เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อความต้านทาน (Pull-up Resistant) ไว้ภายใน ทำหน้าที่เป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไป นอกจากนี้ยังใช้งานเป็นขาอินพุตเอาต์พุตของไทเมอร์ 2
- Port 2 (P2.0-P2.7) เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 8 บิต มีการต่อความต้านทาน (Pull-up Resistant) ไว้ภายใน สามารถทำงานได้ 2 หน้าที่คือเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไป และใช้เป็นพอร์ตสำหรับติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกคือรับส่งข้อมูล และกำหนด แอดเดรสไบต์สูง (A8-A15)
- Port 3 (P3.0-P3.7) เป็นพอร์ต 2 ทิศทางขนาด 8 บิตและ มีการต่อความต้านทาน (Pull-up Resistant) ไว้ภายใน ทำหน้าที่คือเป็นพอร์ตอินพุตเอาต์พุตทั่วไป ยังใช้งานเป็นสัญญาณควบคุมการติดต่อกับหน่วยความจำ การอินเตอร์รัปต์ และอื่นๆ
- RST เป็นขาอินพุตที่ใช้รับสัญญาณสำหรับรีเซ็ตซีพียู ซีพียูจะถูกรีเซ็ตเมื่อขานี้เป็นลอจิก “1” นาน 2 แมชินไซเคิล หรือ 24 ไซเคิลของสัญญาณนาฬิกา
- ALE/PROG ทำหน้าที่เป็นขาเอาต์พุตเมื่อซีพียูต้องการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกจะทำการส่งสัญญาณพัลส์ออกมาที่ขานี้เพื่อทำการแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก และขานี้จะเป็นอินพุตเมื่ออยู่ในระหว่างโปรแกรมแฟลช

- PSEN เป็นขาเอาต์พุตใช้ในการติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกคือเมื่อซีพียูทำการประมวลผลกับหน่วยความจำภายนอกขานี้จะแอคทีฟสองครั้ง
- EA/VPP เป็นขาเอาต์พุตและต้องการลอจิก “0” เพื่อยอมให้ซีพียูสามารถเข้าถึงหน่วยความจำภายนอกได้ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่ง 0000H ถึง FFFFH นอกจากนี้แล้วขานี้ยังใช้รับไฟ 12 โวลต์ เพื่อใช้ในระหว่างที่ทำการโปรแกรมแฟลช
- XTAL1 เป็นขาอินพุตของวงจรออสซิลเลเตอร์แอมปลิไฟเออร์ และยังเป็นอินพุตของวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาภายใน
- XTAL2 เป็นขาเอาต์พุตของวงจรออสซิลเลเตอร์แอมปลิไฟเออร์

2.1.3 สัญลักษณ์และคำสั่งของ MCS-51 เป็นไปตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์และคำสั่งของ MCS-51

สัญลักษณ์	**ความหมาย**
Rn	หมายถึง รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0-R7 ที่ถูกเลือกใช้ในขณะนั้น
@Ri	หมายถึง รีจิสเตอร์ใช้งานทั่วไป R0 หรือ R1 ที่เข้าถึงข้อมูลได้โดยอ้อม
direct	หมายถึง ข้อมูลขนาด 8 บิต ที่ใช้กำหนดค่าตำแหน่งหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายใน ประกอบด้วยหน่วยความจำเก็บข้อมูลทั่วไป ตำแหน่ง 0-127 และ หน่วยความจำ เก็บข้อมูลที่ใช้เป็นรีจิสเตอร์ใช้งานเฉพาะตำแหน่ง 128-255
bit	หมายถึง ค่าตำแหน่งของบิตข้อมูลในหน่วยความจำที่เข้าถึงในระดับบิต
#data	หมายถึง ข้อมูลขนาด 8 บิตที่กำหนดในคำสั่ง
#data16	หมายถึง ข้อมูลขนาด 16 บิตที่กำหนดในคำสั่ง
rel	หมายถึง ค่าตำแหน่งหน่วยความจำขนาด 8 บิต ที่คิดแบบมีเครื่องหมายในคำสั่ง SJMP และการกระโดดแบบมีเงื่อนไขทุกคำสั่ง
addr11	หมายถึง ค่าตำแหน่งหน่วยความจำขนาด 11 บิต ใช้เป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำปลายทาง (ภายในขอบเขต 2048 ตำแหน่ง) ในคำสั่ง AJMP และ ACALL

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์และคำสั่งของ MCS-51 (ต่อ)

คำสั่ง	**ความหมาย**
addr11	หมายถึง ค่าตำแหน่งหน่วยความจำขนาด 11 บิต ใช้เป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำปลายทาง (ภายในขอบเขต 2048 ตำแหน่ง) ในคำสั่ง AJMP และ ACALL
addr16	หมายถึง ค่าตำแหน่งหน่วยความจำขนาด 16 บิต ใช้เป็นค่าตำแหน่งหน่วยความจำปลายทาง (ภายในขอบเขต 65536 ตำแหน่ง) ในคำสั่ง LJMP และ LCALL
MOV A,Rn	ย้ายข้อมูลจาก Rn ไป A
MOV A,direct	ย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำ direct ไป A
MOV A,@Ri	ย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำที่เก็บอยู่ในตำแหน่ง Ri ไป A
MOV A,#data	ย้ายค่าคงที่ 8 บิตไปเก็บที่ A
MOV Rn,A	ย้ายข้อมูลจาก A ไป Rn
MOV Rn,direct	ย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำ direct ไป Rn
MOV direct,A	ย้ายข้อมูลจาก A ไปยังหน่วยความจำ direct
MOV direct,Rn	ย้ายข้อมูลจาก Rn ไปยังหน่วยความจำ direct
MOV direct,direct	ย้ายข้อมูลระหว่างหน่วยความจำภายใน
MOV direct,@Ri	ย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำที่เก็บอยู่ในตำแหน่ง Ri ไปยังหน่วยความจำ direct
MOV direct,#data	ย้ายค่าคงที่ 8 บิต ไปยังหน่วยความจำ direct
MOV @Ri,A	ย้ายข้อมูลใน A ไปยังหน่วยความจำ Ri
MOV @Ri,direct	ย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำ direct ไปยังหน่วยความจำ Ri
MOV @Ri,#data	ย้ายค่าคงที่ 8 บิต ไปยังหน่วยความจำ Ri
MOV DPTR,#data16	ย้ายค่าคงที่ 16 บิต ไปยัง DPTR
MOVC A,@A+DPTR	ย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลที่สัมพัทธ์กับ DPTR ไปยัง A
MOVC A,@A+PC	ย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำข้อมูลที่สัมพัทธ์กับ PC ไปยัง A
MOVX A,@Ri	ย้ายข้อมูลจากหน่วยอินพุตที่เก็บอยู่ในตำแหน่ง Ri ไปยัง A
MOVX A,@DPTR	ย้ายข้อมูลจากหน่วยความจำที่เก็บอยู่ในตำแหน่ง DPTR ไปยัง A
MOVX @Ri,A	ย้ายข้อมูลที่เก็บอยู่ใน A ไปยังหน่วยเอาต์พุตตำแหน่ง Ri
MOVX @DPTR,A	ย้ายข้อมูลที่เก็บอยู่ใน A ไปยังหน่วยความจำตำแหน่ง DPTR
MOV C,bit	ย้ายค่า bit ไปยัง Carry flag
MOV bit,C	ย้ายค่าแฟล็ก Carry ไปยัง bit
JNC rel	กระโดด ถ้าค่าแฟล็ก Carry เป็น 0
JC rel	กระโดด ถ้าค่าแฟล็ก Carry เป็น 1
JB bit,rel	กระโดด ถ้าค่า bit เป็น 1

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์และคำสั่งของ MCS-51 (ต่อ)

คำสั่ง	**ความหมาย**
JNB bit,rel	กระโดด ถ้าค่า bit เป็น 0
JBC bit,rel	กระโดด ถ้าค่า bit เป็น 1 และเปลี่ยนค่า bit เป็น 0
JZ rel	กระโดดไปยังตำแหน่งที่สัมพัทธ์กับตำแหน่งปัจจุบัน ถ้าหากค่า A เป็นค่า 00H
JNZ rel	กระโดดไปยังตำแหน่งที่สัมพัทธ์กับตำแหน่งปัจจุบัน ถ้าหากค่า A ไม่เป็นค่า 00H
CJNE A,direct,rel	เปรียบเทียบค่า A กับหน่วยความจำ direct และกระโดดไปยังตำแหน่งที่สัมพัทธ์กับตำแหน่งปัจจุบัน ถ้าค่าไม่เท่ากัน
CJNE A,#data,rel	เปรียบเทียบค่า A กับค่าคงที่ และกระโดดไปยังตำแหน่งที่สัมพัทธ์กับตำแหน่งปัจจุบัน ถ้าค่าไม่เท่ากัน
CJNE Rn,#data,rel	เปรียบเทียบค่า Rn กับค่าคงที่ และกระโดดไปยังตำแหน่งที่สัมพัทธ์กับตำแหน่งปัจจุบัน ถ้าค่าไม่เท่ากัน
CJNE @Ri,#data,rel	เปรียบเทียบค่าใน Ri กับค่าคงที่ และกระโดดไปยังตำแหน่งที่สัมพัทธ์กับตำแหน่งปัจจุบัน ถ้าค่าไม่เท่ากัน
DJNZ Rn,rel	ลดค่าใน Rn และกระโดดไปยังตำแหน่งที่สัมพัทธ์กับตำแหน่งปัจจุบัน ถ้าค่าไม่เป็น 0
DJNZ direct,rel	ลดค่าในหน่วยความจำ direct และกระโดดไปยังตำแหน่งสัมพัทธ์กับตำแหน่งปัจจุบัน ถ้าค่าไม่เป็น 0
SJMP rel	กระโดดไปยังตำแหน่งสัมพัทธ์กับตำแหน่งปัจจุบัน
AJMP addr11	กระโดดไปยังตำแหน่งจากค่าแอดเดรส 11 บิต
LJMP addr16	กระโดดไปยังตำแหน่งจากค่าแอดเดรส 16 บิต

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์และคำสั่งของ MCS-51 (ต่อ)

คำสั่ง	**ความหมาย**
AJMP addr11	กระโดดไปยังตำแหน่งจากค่าแอดเดรส 11 บิต
LJMP addr16	กระโดดไปยังตำแหน่งจากค่าแอดเดรส 16 บิต
JMP @A+DPTR	กระโดดไปยังตำแหน่งที่สัมพัทธ์กับ A+DPTR
ACALL addr11	ไปทำโปรแกรมย่อยจากค่าแอดเดรส 11 บิต
LCALL addr16	ไปทำโปรแกรมย่อยจากค่าแอดเดรส 16 บิต
RET	สิ้นสุดการทำโปรแกรมย่อย แล้วกลับไปยังตำแหน่งถัดไปที่กระโดดมา
RETI	สิ้นสุดการทำโปรแกรมย่อย อินเตอร์รัปท์
INC A	เพิ่มค่าใน A
INC Rn	เพิ่มค่าใน Rn
INC direct	เพิ่มค่าในหน่วยความจำ Direct
INC @Ri	เพิ่มค่าในหน่วยความจำที่ตำแหน่ง Ri
INC DPTR	เพิ่มค่าใน DPTR
DEC A	ลดค่าใน A
DEC Rn	ลดค่าใน Rn
DEC direct	ลดค่าในหน่วยความจำ Direct
DEC @Ri	ลดค่าในหน่วยความจำที่เก็บอยู่ใน Ri
DEC DPTR	ลดค่าใน DPTR
MUL AB	คูณ A กับ B แล้วเก็บค่าใน BA
DIV AB	หาร A กับ B แล้วเก็บค่าใน A เก็บเศษใน B
DA A	ทำ Decimal adjust ค่าใน A
ADD A,Rn	บวกค่า Rn กับ A
ADD A,direct	บวกค่าในหน่วยความจำDirect กับ A เก็บผลลัพธ์ใน A
ADD A,@Ri	บวกค่าในหน่วยความจำตำแหน่ง Ri กับ A เก็บผลลัพธ์ใน A
ADD A,#data	บวกค่าคงที่ 8 บิต กับ A เก็บผลลัพธ์ใน A
ADDC A,Rn	บวกค่า Rn กับ A พร้อมแฟล็ก Carry เก็บผลลัพธ์ใน A
ADDC A,direct	บวกค่าในหน่วยความจำDirect กับA พร้อมแฟล็ก Carry เก็บผลลัพธ์ใน A

ตารางที่ 2.1 สัญลักษณ์และคำสั่งของ MCS-51 (ต่อ)

คำสั่ง	**ความหมาย**
ADDC A,@Ri	บวกค่าในหน่วยความจำตำแหน่ง Ri กับ A พร้อมแฟล็ก Carry เก็บผลลัพธ์ใน A
ADDC A,#data	บวกค่าคงที่ 8 บิต กับ A พร้อมแฟล็ก Carry เก็บผลลัพธ์ใน A
SUBB A,Rn	ลบค่า Rn กับ A พร้อมแฟล็ก Borrow เก็บผลลัพธ์ใน A
SUBB A,direct	ลบค่าในหน่วยความจำ Direct กับ A พร้อมแฟล็ก Borrow เก็บผลลัพธ์ใน A
SUBB A,@Ri	ลบค่าในหน่วยความจำที่เก็บอยู่ใน Ri กับ A พร้อมแฟล็ก Borrow เก็บผลลัพธ์ใน A
SUBB A,#data	ลบค่าคงที่ 8 บิต กับ A พร้อมแฟล็ก Borrow เก็บผลลัพธ์ใน A
CLR A	ทำค่าใน A ให้เป็นศูนย์
CPL A	กลับค่าบิตใน A เป็นตรงข้ามทุกบิต
RL A	หมุนบิตใน A ไปทางซ้าย 1 บิตและบิต 0 เป็นค่าจากบิต 7
RLC A	หมุนบิตใน A ไปทางซ้าย 1 บิตและค่าจากบิต 7 นำไปเก็บในแฟล็ก Carry และบิตที่อยู่ในแฟล็ก Carry ไปเป็นบิตที่ 0
RR A	หมุนบิตใน A ไปทางขวา 1 บิตและบิต 7 เป็นค่าจากบิต 0
RRC A	หมุนบิตใน A ไปทางขวา 1 บิตและค่าจากบิต 0 นำไปเก็บในแฟล็ก Carry และบิตที่อยู่ในแฟล็ก Carry ไปเป็นบิตที่ 7
SWAP A	สลับค่าสี่บิตซ้ายกับสี่บิตขวาภายใน A
PUSH direct	ย้ายข้อมูลหน่วยความจำ direct ไปเก็บยัง Stack
POP direct	ย้ายข้อมูลจาก Stack ไปยังหน่วยความจำ direct
CLR C	ทำค่าแฟล็ก Carry ให้เป็น 0
CLR bit	ทำค่า bit ให้เป็น 0
SETB C	ทำค่าแฟล็ก Carry ให้เป็น 1
SETB bit	ทำค่า bit ให้เป็น 1
CPL C	กลับค่าแฟล็ก Carry ให้เป็นตรงข้าม
CPL bit	กลับค่า bit ให้เป็นตรงข้าม
ORL C,bit	OR ค่า bit กับแฟล็ก Carry เก็บผลลัพธ์ใน C
ORL C,/bit	OR ค่า not bit กับแฟล็ก Carry เก็บผลลัพธ์ใน C
ANL C,bit	AND ค่า bit กับแฟล็ก Carry เก็บผลลัพธ์ใน C
ANL C,/bit	AND ค่า not bit กับแฟล็ก Carry เก็บผลลัพธ์ใน C

2.2 การตรวจจับด้วยเครื่องหยอดเหรียญ

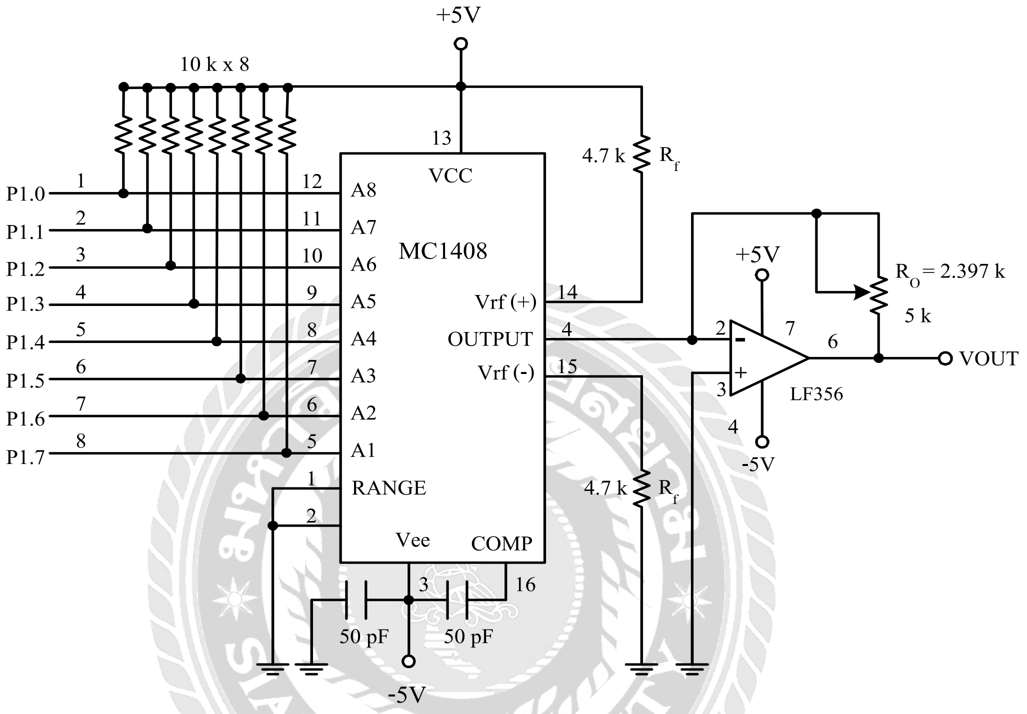
เราอาจจะซื้อสินค้าและใช้บริการนานาชนิดด้วย การหยอดเหรียญ เช่น ใช้โทรศัพท์ ซื้อตั๋วรถไฟ ซื้อเครื่องดื่มและของว่างหรือเล่นตู้พนันแบบคันโยก ก่อนที่เครื่องหยอดเหรียญจะให้สิ่งของหรือบริการแก่เรา เครื่องจะสำรวจ และทดสอบเหรียญอย่างถี่ถ้วนด้วยวิธีต่าง ๆ และจะไม่ยอมรับเหรียญที่มีค่าไม่ตรงกับที่กำหนด เช่น เหรียญต่างประเทศ เหรียญปลอมหรือแขวนใส่ตะปูควง เงินเหรียญทุกชนิดในโลกจะมีลักษณะเฉพาะตัว มีเส้นผ่าศูนย์กลาง ความหนา และน้ำหนักต่างกันไป และองค์ประกอบทางเคมีก็ยังต่างกันอีกด้วย เครื่องหยอดเหรียญจะตรวจสอบคุณสมบัติเหล่านี้ และต่อเมื่อเหรียญไหลไปตามช่องทางที่ถูกต้องในเครื่องเท่านั้น จึงจะไปกระตุ้นให้กลไกของเครื่องทำงานได้ ถึงจะมีเพี้ยนแปรไปหลายแบบ แต่เครื่องหยอดเหรียญโดยทั่วไปจะทำงานตามหลัก ต่อไปนี้คือ เริ่มแรกช่องหยอดเหรียญจะตรวจสอบโดยไม่ยอมให้เหรียญที่กว้าง หนา หรือคิดเงินเกินไปผ่านเข้าไปในช่องได้ เหรียญที่ผ่านเข้าไปได้ อาจผ่านเครื่องตรวจอีกว่ามีรูตรงกลางหรือไม่ (เครื่องจะจับ ได้ถ้าหยอดห่วงเข้าไป) ถ้าเป็นเหรียญก็จะตกลงไปที่คานกระดกที่ถ่วงน้ำหนักไว้พอดี ถ้าเหรียญหนักพอคานจะกระดกลงทำให้มันกลิ้งไปที่รางวิ่ง ถ้าเบาไปคานไม่กระดก มันจะตกสู่ช่องคายเหรียญคืน เหรียญที่เครื่องรับไว้ ณ จุดนี้จะกลิ้งตามคานวิ่งไปผ่านแม่เหล็ก ขณะผ่านสนามแม่เหล็กก็จะเกิดกระแสไฟฟ้าขึ้นในเหรียญเล็กน้อยทำให้วิ่งช้าลง ปริมาณของกระแสไฟฟ้านี้ ขึ้นอยู่กับส่วนประกอบของเหรียญ เนื่องจากโลหะที่ต่างกันจะตอบสนองพลังของแม่เหล็กต่างกันถ้าเหรียญนั้นมีส่วนประกอบที่ถูกต้อง มันก็จะชะลอความเร็วลงพอเหมาะทำให้ตกจากรางวิ่งลงไปในทิศทางที่ไม่กระทบกับคานเบี่ยง ซึ่งเป็นเครื่องกีดขวาง แต่จะไปกระทบคานแยกเหรียญ ซึ่งอยู่ต่ำลงมาในมุมตกกระทบอันเหมาะสม ส่งเหรียญให้ลงสู่ช่อง "ยอมรับ" ส่วนเหรียญที่หนักไปและที่ได้รับผลกระทบจากพลังแม่เหล็กน้อยเกินไปจะตกไปกระทบคานเบี่ยง แล้วกระดอนไปอีกด้าน ของคานแยกไหลลงสู่ช่องคายเหรียญคืน

เครื่องหยอดเหรียญรุ่นล่าสุดใช้เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบความเป็นตัวนำไฟฟ้าของเหรียญว่า ยอมให้กระแสไฟฟ้าผ่านได้มากน้อยเพียงใด เหรียญที่ผ่านการทดสอบในขั้นนี้จะเข้าไปในช่องหนึ่งแล้วกลิ้งตามทางลาดที่อยู่ระหว่างแม่เหล็กสองชิ้น ความเร็วของเหรียญขณะผ่านแม่เหล็กออกมาจะขึ้นอยู่กับส่วนประกอบทางโลหะของมัน อุปกรณ์ที่ใช้วัดความเร็วของเหรียญนั้นประกอบด้วย ไดโอดเปล่งแสงและเครื่องวัดแสง ถ้าวัดความเร็วได้ค่าตรงกับที่อยู่ในความจำของเครื่องช่องก็จะเปิดรับเหรียญนั้น ถ้าไม่ตรงกัน เครื่องก็จะคายเหรียญออกมา บางเครื่องอาจตั้งโปรแกรมให้ตรวจเหรียญได้ถึง 8 ชนิด

เครื่องหยอดเหรียญยังอาจตั้งโปรแกรมให้ทอนเงินได้ด้วย ระบบตรวจสอบจะระบุค่าของเหรียญในขณะที่มันกลิ้งผ่านไป เมื่อเหรียญไปสุดทางแล้ว ไมโครชิปก็จะปล่อยเงินทอนที่ถูกต้องจากที่เตรียมไว้ในตู้ ล้วนเป็นเหรียญที่มีค่าน้อยกว่าเหรียญที่หยอดาไป

2.3 การแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก (DAC : Digital to Analog Converter)

วงจรแปลงกลุ่มของสัญญาณดิจิตอลให้เป็นปริมาณของแรงดันหรือกระแสนั้น จะใช้วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอกหรือเขียนย่อว่า DAC จากรูปที่ 2.2 ใช้พอร์ต P1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นอินพุตของ IC DAC เบอร์ MC 1408 โดยที่ไอซีเบอร์ MC 1408 เป็นตัวแปลงสัญญาณดิจิตอล 8 บิต (00H-FFH) ให้เป็นกระแส แล้วใช้ออปแอมป์เบอร์ LF356 แปลงกระแสที่ได้เป็นแรงดันที่มีค่าอยู่ในช่วง 0-2.55 V (Vref = 2.55 V) โดยการแปลงค่าจากสัญญาณดิจิตอลไปเป็นสัญญาณอนาลอกจะเป็นสมการเชิงเส้น



รูปที่ 2.2 วงจรการเชื่อมต่อกับ IC DAC (MC1408)

การคำนวณหาค่าแรงดันเอาต์พุตใช้สูตรดังนี้

$$V_o = \frac{V_{cc}}{R_f} \times R_o \times D_o \qquad \text{สมการที่ 2.1}$$

เมื่อ V_{cc} คือไฟเลี้ยงวงจรมีค่าเป็น 5 V

R_f คือตัวต้านทานที่ต่ออยู่ระหว่างขา 13 และ 14 ของไอซี MC 1408

R_o คือตัวต้านทานป้อนกลับของออปแอมป์ และ D_o คือค่าข้อมูล (Data)ขนาด 8 บิต

ตัวอย่าง เมื่อป้อนสัญญาณดิจิตอลให้กับวงจรตามรูปที่มีค่าเป็น 10101010 (P1=AAH) ค่าความต้านทาน $R_f = 4.7k\Omega, R_o = 2.397k\Omega$, V_{cc} = 5 V จงคำนวณหาค่าแรงดันเอาต์พุต

วิธีทำ จากสมการของแรงดันเอาต์พุต จะได้

$$V_o = \frac{V_{cc}}{R_f} \times R_o \times (\frac{D7}{2} + \frac{D6}{4} + \frac{D5}{8} + \frac{D4}{16} + \frac{D3}{32} + \frac{D2}{64} + \frac{D1}{128} + \frac{D0}{256})$$
$$= \frac{5}{4.7} \times 2.397 \times (\frac{1}{2} + \frac{0}{4} + \frac{1}{8} + \frac{0}{16} + \frac{1}{32} + \frac{0}{64} + \frac{1}{128} + \frac{0}{256})$$
$$= 2.55 \times 0.66405$$
$$= 1.6933V$$

หลักการคำนวณโดยวิธีง่าย ๆ ในการหาค่าสัญญาณเอาต์พุตแบบอนาลอกขณะที่มีสัญญาณอินพุตเป็นดิจิตอลใด ๆ ตามตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 การคำนวณค่าสัญญาณเอาต์พุตแบบอนาล็อกเมื่ออินพุตเป็นสัญญาณดิจิตอล

อินพุตแบบดิจิตอล	อินพุตที่เป็นเลขฐาน10	เอาต์พุตแบบอนาลอก
00H	0	0 V
FFH	255	2.55 V (V_{ref})
AAH	170	1.70 V
64H	100	1 V

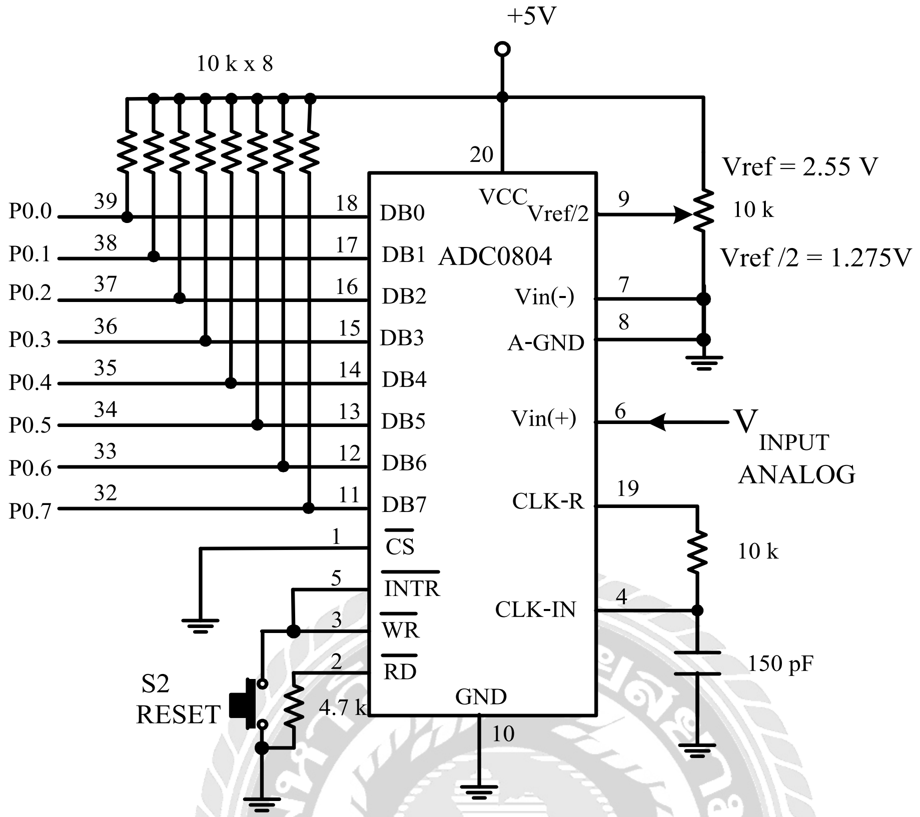
สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$V_{out} = \frac{V_{ref} \times Decimal \quad Input}{255} \qquad \text{สมการที่ 2.2}$$

เมื่อ Decimal Input คืออินพุตที่เป็นเลขฐานสิบ ถ้าแรงดันอ้างอิง $V_{ref} = 2.55$ V แต่ละ Step ของสัญญาณอินพุตจะเท่ากับ 0.01 V

2.4 การแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (ADC : Analog to Digital Converter)

การแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอลเขียนย่อว่า ADC เป็นการเปลี่ยนสัญญาณที่เป็นอนาลอกได้แก่สัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างต่อเนื่อง เช่นระดับของแรงดัน หรือปริมาณกระแสไฟฟ้าให้กลายเป็นสัญญาณดิจิตอลที่อยู่ในรูปเลขฐานสองคือ 0 และ 1 เป็นฟังก์ชันที่ไม่ขึ้นกับเวลา จากรูปที่ 2.3 วงจรแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล ใช้ IC เบอร์ ADC0804 ต่อกับพอร์ต P0 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตัวต้านทาน (10 k) และตัวเก็บประจุ (150 pF) เป็นตัวสร้างสัญญาณ Clock ใช้กำหนดเวลาในการแปลงสัญญาณจากอนาลอกเป็นดิจิตอล ไอซีเบอร์ ADC0804 มีเอาต์พุต 8 บิต (00H-FFH) โดยรับสัญญาณอินพุตที่มีแรงดันอยู่ในช่วง 0-2.55 V (Vref) โดยการปรับแรงดันที่ขา 9ให้ได้ Vref/2 = 1.275 V การแปลงค่าสัญญาณอนาลอกไปเป็นสัญญาณดิจิตอลจะเป็นสมการเชิงเส้น เมื่อ ADC เกิดขัดข้องหรือไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ จะต้องทำการรีเซตไอซีทุกครั้ง



รูปที่ 2.3 วงจรการเชื่อมต่อกับ IC ADC0804

หลักการคำนวณโดยวิธีง่าย ๆ ในการหาค่าสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิตอลขณะที่มีอินพุตเป็นสัญญาณอนาลอกใด ๆ ตามตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 การคำนวณค่าสัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิตอลเมื่ออินพุตเป็นสัญญาณอนาล็อก

อินพุตแบบอนาลอก	อินพุต ×100	เอาต์พุตแบบดิจิตอล	
		ฐาน 10	ฐาน 16
0 V	0	0	00H
2.55 V (V_{ref})	255	255	FFH
0.25 V	25	25	19H
0.50 V	50	50	32H
1.00 V	100	100	64H
1.25 V	125	125	7DH

สูตรที่ใช้ในการคำนวณ

$$Digital\ \ Output\ \ (Decimal\ ) = \frac{255 \times V_{input}}{V_{ref}}$$ สมการที่ 2.3

เมื่อ Digital Output (Decimal) คือเอาต์พุตแบบดิจิตอลที่อยู่ในรูปของเลขฐานสิบ

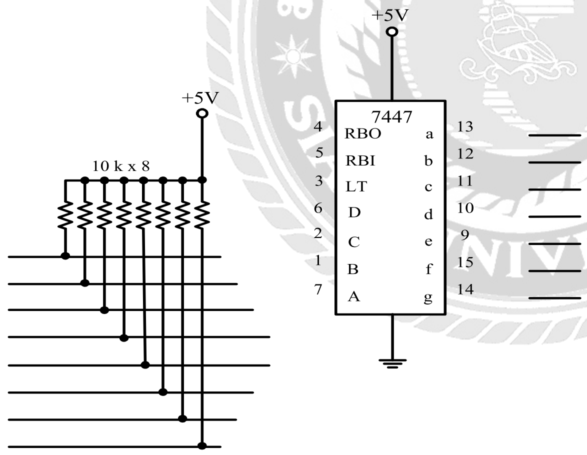
V_{input} คือแรงดันอินพุตที่เป็นสัญญาณอนาลอก (V)

V_{ref} คือแรงดันอ้างอิงมีค่าเป็น 2.55 V

2.5 การออกแบบวงจรการเชื่อมต่อกับตัวแสดงผลแบบ 7 ส่วน (7 Segments Display)

7 Segments Display เป็นตัวแสดงผลออกมาเป็นตัวเลข ภายในประกอบด้วย LED จำนวน 8 ดวงเป็น Segment (a, b, c, d, e, f, g) และจุดทศนิยม (dp) LED แต่ละดวงจะต่อร่วมกันอยู่ 1 ขา คือขาอาโทดหรือขาคาโนดร่วม จึงแบ่งประเภทของ 7 Segments Display ตามลักษณะการต่อขาภายในร่วมกัน ดังนี้

1) แบบคาโทดร่วม (Common Cathode)
2) แบบอาโนดร่วม (Common Anode)



รูปที่ 2.4 วงจรการเชื่อมต่อกับ 7 Segments Display

จากรูปที่ 2.4 7 Segments Display 2 หลัก เชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์โดยใช้สัญญาณอินพุตแยกกันชุดละ 4 บิต ต่อเข้ากับ IC 7447 จำนวน 2 ตัว จึงทำให้แสดงผลได้พร้อมกันทั้ง 2 หลักในเวลาเดียวกัน 7 Segments แบบ Direct Display ที่ใช้เป็นแบบอาโนดร่วม (Common

Anode) ถ้าเป็นแบบคาโทดร่วมต้องใช้งานร่วมกับ IC 7448 ซึ่งแบบอาโนดร่วมจะนิยมใช้มากกว่า เพราะ 7 Segments Display จะสว่างมากกว่าเนื่องจากกระแสไหลจากแหล่งจ่ายไปลงกราวด์ที่ IC 7447 ถ้าใช้ IC 7448 กระแสจะไหลจาก IC ไปลงกราวด์ที่แหล่งจ่าย ทำให้มีกระแสไหลผ่าน 7 Segments Display ได้น้อยกว่า และ IC 7447 ราคาถูกกว่า IC 7448

การแสดงผลของ 7 Segments Display ขึ้นอยู่กับสัญญาณที่ป้อนเข้ามาทางขาอินพุตของ IC 7447 ซึ่งย่านการใช้งานอยู่ในช่วงสัญญาณอินพุต (DCBA) มีค่าตั้งแต่ 0000 จนถึง 1001 โดยจะแสดงค่าเป็นเลข 0–9 ตามลำดับ โดยความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตเป็นไปตามตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางความจริง ของ IC 7447

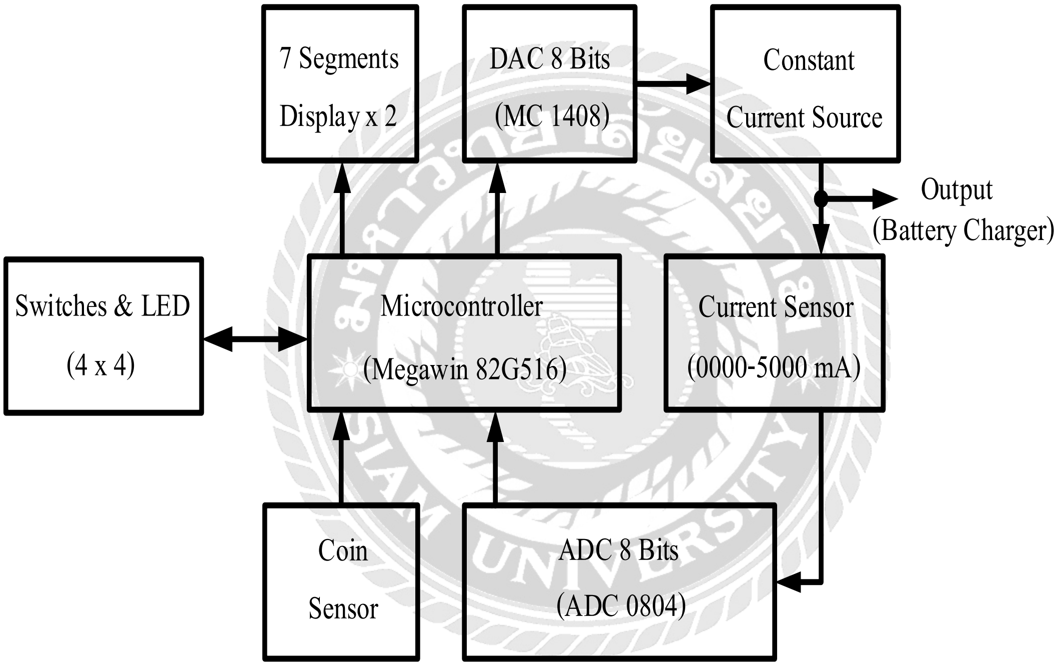
INPUT				OUTPUT
D	C	B	A	DISPLAY
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	⊏
1	0	1	1	⊐
1	1	0	0	⊔
1	1	0	1	⊑
1	1	1	0	⊢
1	1	1	1	ดับหมด

บทที่ 3
การออกแบบและดำเนินการสร้าง

ในการออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะกล่าวไว้ในบทนี้ โดยเริ่มต้นด้วยการเขียนบล็อกไดอะแกรมรวมและโครงสร้างการออกแบบวงจรรวม และแผนผังการทำงาน (Flow Chart) ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.1 บล็อกไดอะแกรมรวมของโครงงานที่นำเสนอ

การออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีบล็อกไดอะแกรมรวมแสดงดังรูปที่ 3.1 และมีโครงสร้างแสดงดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมรวมของโครงงานที่นำเสนอ

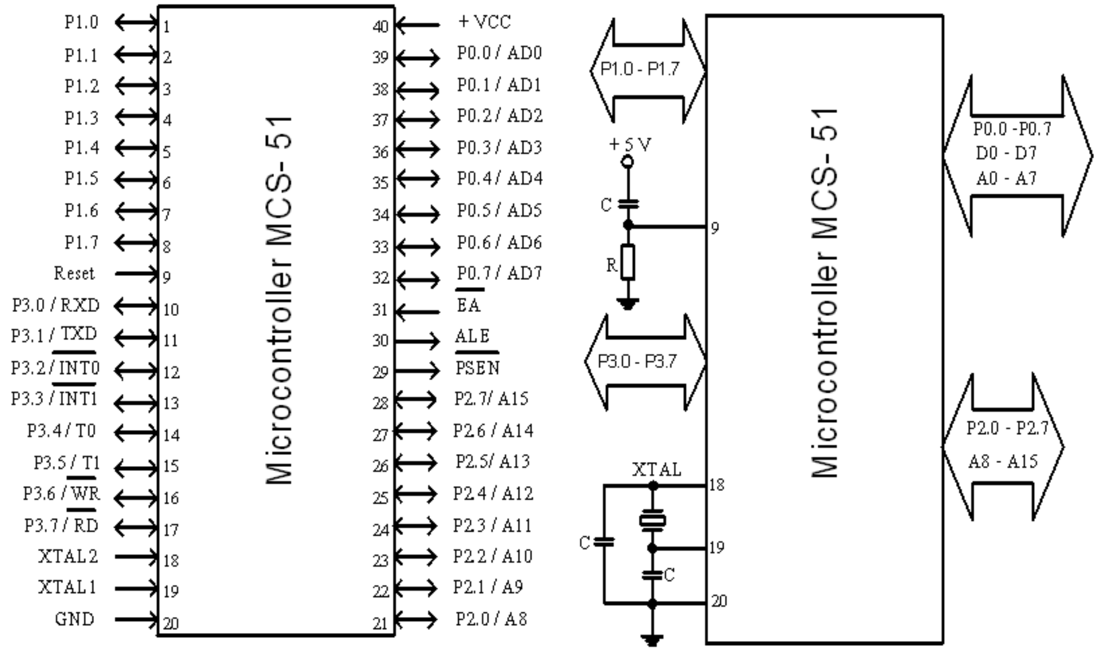
หลักการทำงาน เมื่อเริ่มการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์จะสั่งงานให้ LED x 4 (2, 3, 4, 5 A) ดับทั้งหมด การแสดงผลที่ 7 Segments Display 2 หลักเป็นค่า 00 และส่ง Data 00H ไปออกที่ DAC เพื่อให้กระแส Output เป็น 0 A แล้วรอรับการหยอดเหรียญ 10 บาทจาก Coin Sensor เมื่อมีการหยอดเหรียญทุก ๆ 10 บาทการแสดงผลที่ 7 Segments Display 2 หลักจะเพิ่มค่าทีละ 10 หลังจากนั้นจะรอรับการกดสวิตซ์ทั้ง 4 ตัว (2, 3, 4, 5 A) เพื่อเลือกค่ากระแสการประจุแบตเตอรี่ เมื่อเลือกค่าใด LED ค่านั้นจะสว่างและ

จ่ายค่ากระแสนั้นไปประจุแบตเตอรี่ โดยผ่านทางวงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นอนาล็อก (DAC) วงจรจ่ายกระแสคงที่ (Constant Current Source) และวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล (ADC) เพื่อให้ได้ค่ากระแสคงที่ในการประจุแบตเตอรี่ตามค่าที่เลือกไว้ เมื่อเวลาการประจุผ่านไปทุก ๆ 1 นาที การแสดงผลที่ 7 Segments Display 2 หลักจะลดลง 1 จนกว่าจะเป็น 00 จึงหยุดการจ่ายกระแสในการประจุ ในขณะที่มีการประจุสามารถหยอดเหรียญเพื่อเพิ่มเวลาในการประจุได้

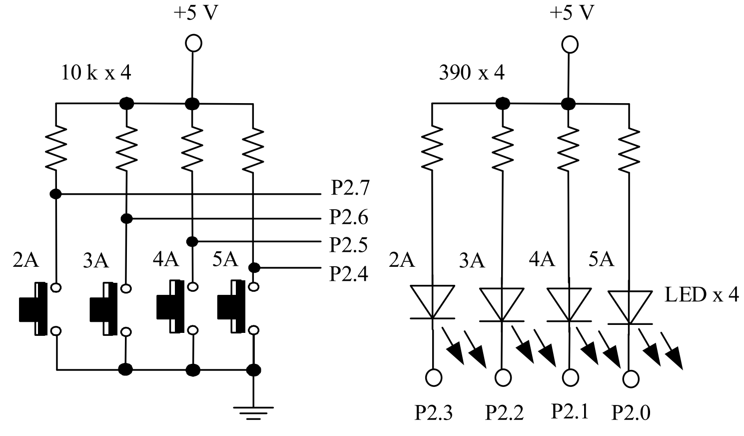
รูปที่ 3.2 โครงสร้างของโครงงานที่นำเสนอ

3.2 การออกแบบวงจรรวมของโครงงานที่นำเสนอ

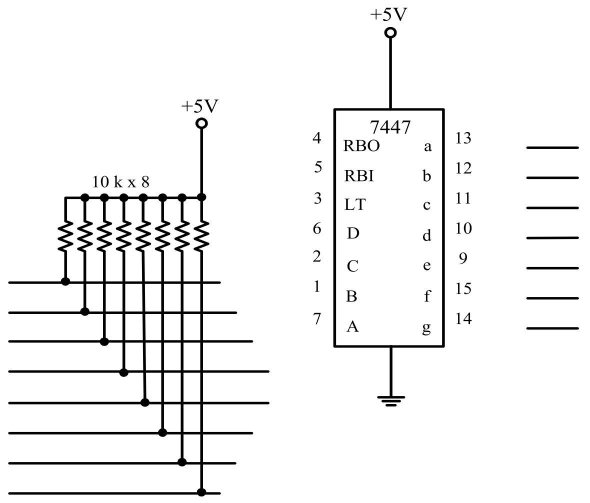
การออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ประกอบไปด้วยวงจรตัวควบคุมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 (Megawin 82G516) วงจร Switches & LED (4 x 4) วงจรแสดงผลที่ 7 Segments Display 2 หลัก วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก (DAC) วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (ADC) วงจรแหล่งจ่ายกระแสคงที่ (Constant Current Source) และวงจรตรวจจับกระแส (Current Sensor) ดังรูปที่ 3.3-3.9



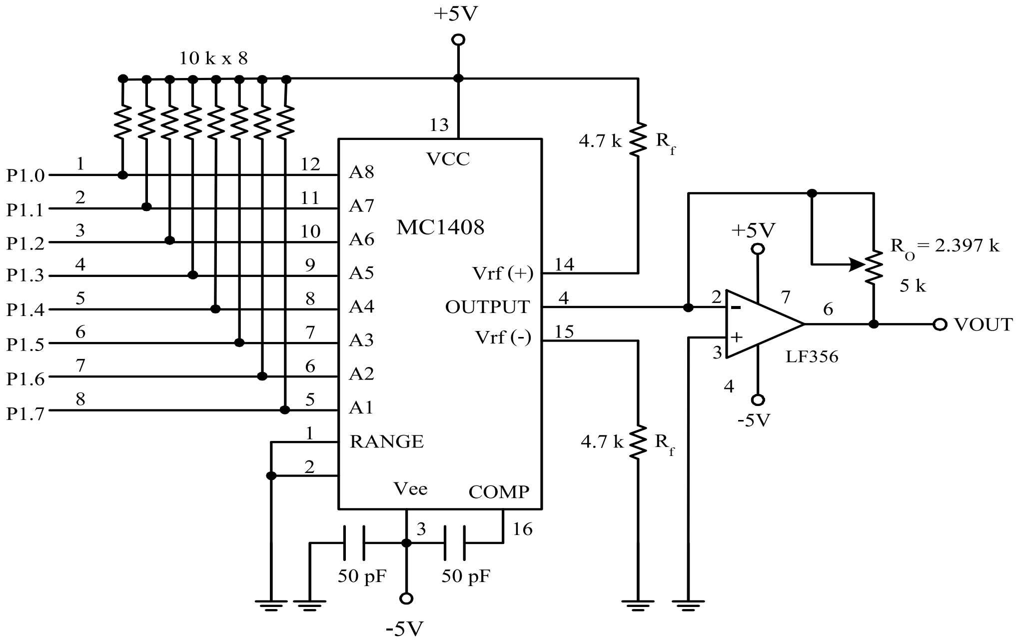
รูปที่ 3.3 วงจรตัวควบคุม MCS-51 (Megawin 82G516)



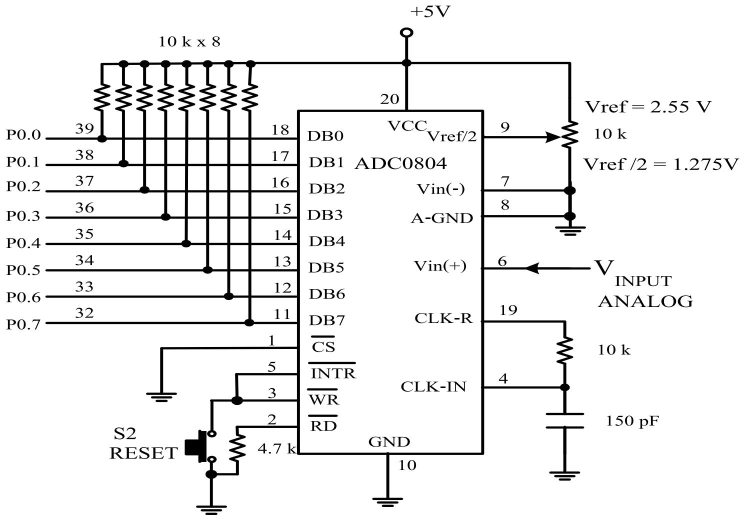
รูปที่ 3.4 วงจร Switches & LED (4 x 4)



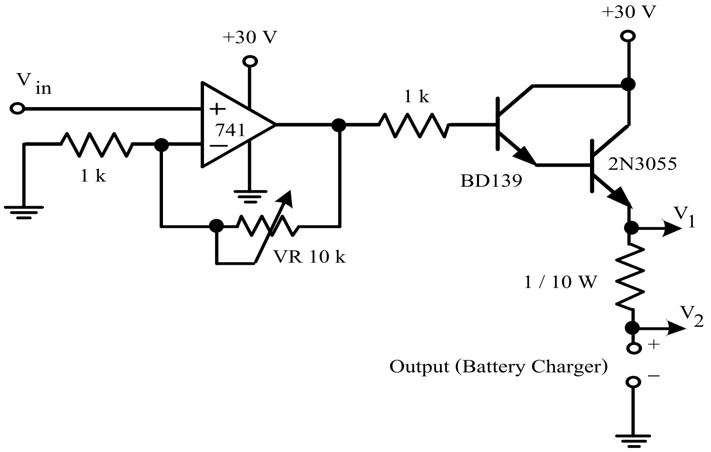
รูปที่ 3.5 วงจรแสดงผลที่ 7 Segments Display 2 หลัก



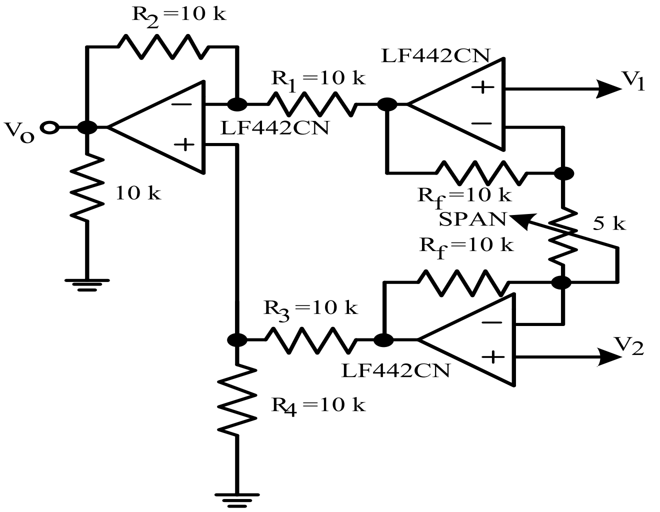
รูปที่ 3.6 วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาล็อก (DAC)



รูปที่ 3.7 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล (ADC)



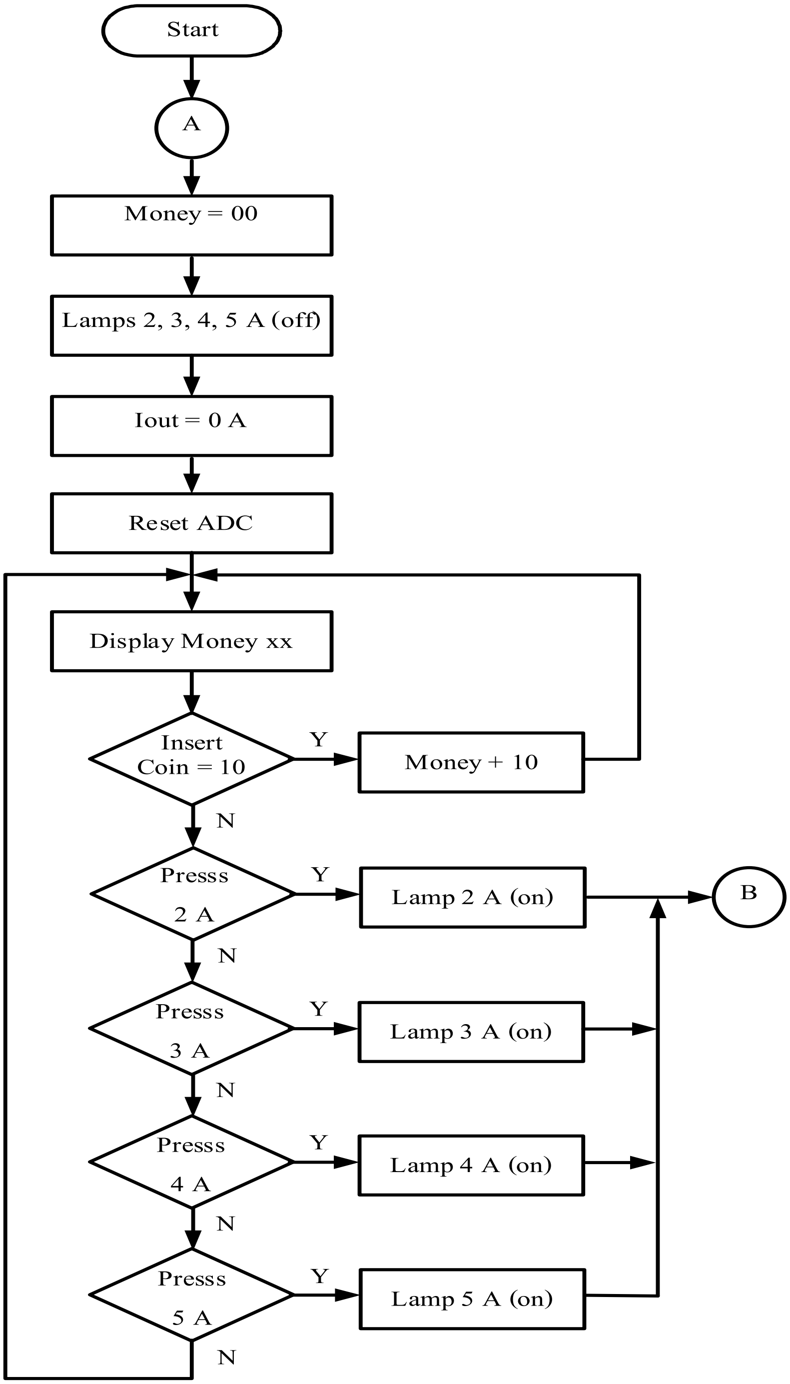
รูปที่ 3.8 วงจรแหล่งจ่ายกระแสคงที่ (Constant Current Source)



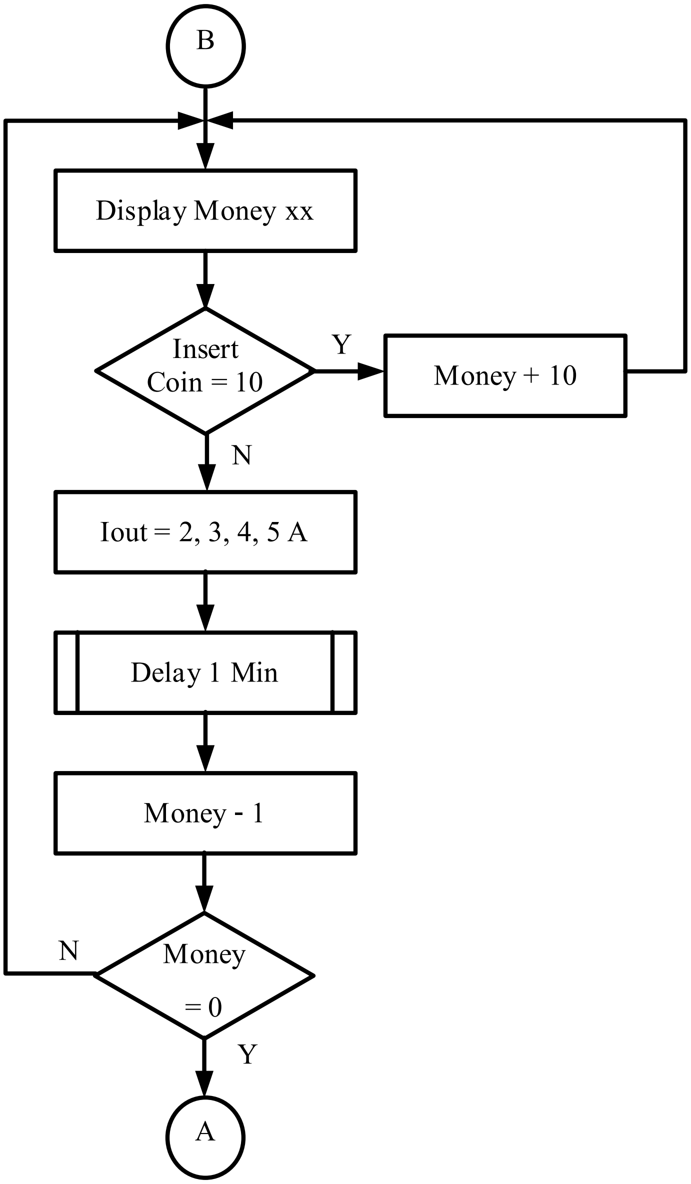
รูปที่ 3.9 วงจรตรวจจับกระแส (Current Sensor)

3.3 แผนผังการทำงาน (Flow Chart)

การออกแบบโปรแกรมจัดระบบงานของเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ มีแผนผังการทำงาน (Flow Chart) ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 แผนผังการทำงาน



รูปที่ 3.10 แผนผังการทำงาน (ต่อ)

บทที่ 4
การทดลองและผล

การทดลองและผลการทดลองการทำงานของเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ จะกล่าวถึงอุปกรณ์ในการทดลองและผลการทดลองใช้งานเครื่องประจุแบตเตอรี่นี้

4.1 อุปกรณ์ในการทดลอง

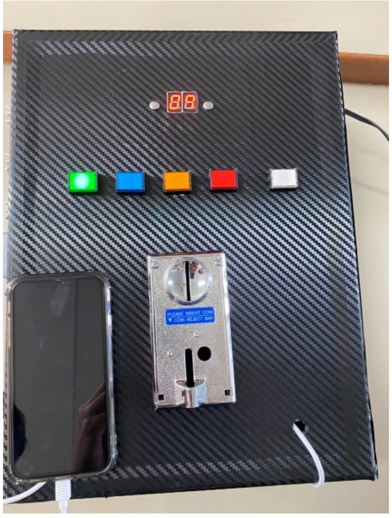
ได้แก่เครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ เป็นไปตามรูปที่ 4.1

รูปที่ 4.1 เครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

4.2 การทดลองใช้งานเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

การทดลองการทำงานของเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ แบ่งการทดลองออกเป็น 4 การทดลองคือ 1. การหยอดเหรียญ 10 บาทจำนวน 1 เหรียญและเลือกกระแสประจุ 2 A 2. การหยอดเหรียญ 10 บาทจำนวน 2 เหรียญและเลือกกระแสประจุ 3 A 3. การหยอดเหรียญ 10 บาทจำนวน 3 เหรียญและเลือกกระแสประจุ 4 A และ 4. การหยอดเหรียญ 10 บาทจำนวน 4 เหรียญและเลือกกระแสประจุ 5 A

4.2.1 ผลการทดลองหยอดเหรียญ 10 บาทจำนวน 1 เหรียญและเลือกกระแสประจุ 2 A จะเกิดการประจุแบตเตอรี่ที่กระแสคงที่ 2 A ± 50 mA และเมื่อเวลาการประจุผ่านไปทุก ๆ 1 นาที การแสดงผลที่ 7 Segments Display 2 หลักจะลดลง 1 จนกว่าจะเป็น 00 จึงหยุดการจ่ายกระแสประจุ ตัวอย่างผลการทดลองเมื่อเวลาการประจุผ่านไป 1 นาทีแสดงดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ค่าเวลาเมื่อกระแสประจุแบตเตอรี่ผ่านไป 1 นาที

4.2.2 ผลการทดลองหยอดเหรียญ 10 บาทจำนวน 2 เหรียญและเลือกกระแสประจุ 3 A จะเกิดการประจุแบตเตอรี่ที่กระแสคงที่ 3 A ± 50 mA และเมื่อเวลาการประจุผ่านไปทุก ๆ 1 นาที การแสดงผลที่ 7 Segments Display 2 หลักจะลดลง 1 จนกว่าจะเป็น 00 จึงหยุดการจ่ายกระแสประจุ ตัวอย่างผลการทดลองเมื่อเวลาการประจุผ่านไป 5 นาทีแสดงดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 ค่าเวลาเมื่อกระแสประจุแบตเตอรี่ผ่านไป 5 นาที

4.2.3 ผลการทดลองหยอดเหรียญ 10 บาทจำนวน 3 เหรียญและเลือกกระแสประจุ 4 A จะเกิดการประจุแบตเตอรี่ที่กระแสคงที่ 4 A ± 50 mA และเมื่อเวลาการประจุผ่านไปทุก ๆ 1 นาที การแสดงผลที่ 7 Segments Display 2 หลักจะลดลง 1 จนกว่าจะเป็น 00 จึงหยุดการจ่ายกระแสประจุ ตัวอย่างผลการทดลองเมื่อเวลาการประจุผ่านไป 10 นาทีแสดงดังรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 ค่าเวลาเมื่อกระแสประจุแบตเตอรี่ผ่านไป 10 นาที

4.2.4 ผลการทดลองหยอดเหรียญ 10 บาทจำนวน 4 เหรียญและเลือกกระแสประจุ 5 A จะเกิดการประจุแบตเตอรี่ที่กระแสคงที่ 5 A ± 50 mA และเมื่อเวลาการประจุผ่านไปทุก ๆ 1 นาที การแสดงผลที่ 7 Segments Display 2 หลักจะลดลง 1 จนกว่าจะเป็น 00 จึงหยุดการจ่ายกระแสประจุ ตัวอย่างผลการทดลองเมื่อเวลาการประจุผ่านไป 40 นาทีแสดงดังรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 ค่าเวลาเมื่อกระแสประจุแบตเตอรี่ผ่านไป 40 นาที

ในทุกการทดลองขณะที่มีการประจุแบตเตอรี่สามารถหยอดเหรียญเพื่อเพิ่มเวลาในการประจุได้ ถ้าต้องการเริ่มต้นโปรแกรมใหม่ให้กดสวิตช์ Reset จากการทดลองเปลี่ยนแปลงค่าเวลาจากการหยอดเหรียญและการเลือกค่ากระแสในการประจุแบตเตอรี่ให้เป็นค่าใด ๆ แล้วทำการทดลองสามารถสรุปผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 สรุปผลการทดลองการเลือกค่าเวลาและกระแสประจุใด ๆ

Selected Time [min]	Selected Current [mA]	Real Time [min]	Real Current [mA]	Absolute Error (Real-Selected)	
				[min]	[mA]
10	2000	10	2018	0	18
20	2000	20	2019	0	19
30	2000	30	2018	0	18
40	2000	40	2020	0	20
50	3000	50	3023	0	23
60	3000	60	3025	0	25
70	3000	70	3026	0	26
80	3000	80	3024	0	24
90	4000	90	4035	0	35
10	4000	10	4037	0	37
20	4000	20	4036	0	36
30	4000	30	4037	0	37
40	5000	40	5048	0	48
50	5000	50	5046	0	46
60	5000	60	5047	0	47
70	5000	70	5048	0	48

บทที่ 5
สรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลของโครงงาน

จากผลการทดลองการทำงานของเครื่องประจุแบตเตอรี่ที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นนี้ พบว่าเป็นไปตามขอบเขตและวัตถุประสงค์ที่ทางคณะผู้จัดทำคาดหวังไว้ คือ สามารถเลือกค่าและควบคุมปริมาณกระแสและเวลาในการประจุแบตเตอรี่ได้ตามที่ต้องการโดยเวลาไม่มีข้อผิดพลาด ส่วนปริมาณกระแสประจุมีข้อผิดพลาดไม่เกิน ± 50 mA สรุปได้ว่าเครื่องประจุแบตเตอรี่ที่ทางคณะผู้จัดทำได้ออกแบบและสร้างขึ้นมานี้สามารถทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ นำไปใช้งานได้จริงในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดความสะดวก รวดเร็วและมีความปลอดภัยในการประจุแบตเตอรี่ นอกจากนี้ยังสามารถใช้เป็นเครื่องต้นแบบเพื่อพัฒนาต่อยอดในเรื่องการประจุแบตเตอรี่แบบกระแสคงที่ได้อีกด้วย

5.2 ปัญหาที่พบในการทำโครงงาน

5.2.1 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นอุปกรณ์ที่เปราะบาง เสียง่าย

5.2.2 สัญญาณที่ได้จากวงจรควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์มีสัญญาณรบกวน

5.2.3 การต่อสายในวงจรค่อนข้างเยอะทำให้เวลาตรวจเช็คค่อนข้างใช้เวลามาก

5.2.4 ความร้อนสะสมภายในตัวเครื่อง

5.2.5 การออกแบบวงจรและการเขียนโปรแกรม

5.3 วิธีแก้ไขและข้อเสนอแนะ

วิธีการแก้ไข

5.3.1 ต้องมีความระมัดระวังในการทำงานมากขึ้น

5.3.2 ใช้วงจรกรองสัญญาณรบกวนเพื่อลดค่าสัญญาณรบกวน

5.3.3 ก่อนจะทดลองแต่ละครั้งต้องเช็คการต่อสายให้เรียบร้อย หรือควรทำเป็นแผ่นปริ้นเพื่อลดการเกิดสายหลุดหรือสัญญาณรบกวน

5.3.4 ทำการติดตั้งพัดลมเพื่อให้เกิดการระบายความร้อน และเจาะรูเพื่อให้เกิดการถ่ายเทอากาศภายในตัวเครื่องจ่ายไฟนี้ทำให้ความร้อนของเครื่องนั้นลดลง เพื่อลดความเสียหายของอุปกรณ์ภายในได้

5.3.5 หาความรู้เพิ่มเติมและปรึกษากับอาจารย์ที่ปรึกษา

ข้อเสนอแนะ

จากการที่คณะผู้จัดทำได้ออกแบบและสร้างเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นเครื่องต้นแบบขึ้นมานี้ จึงได้เกิดแนวคิดหลากหลายในการพัฒนาต่อยอดจัดทำเครื่องประจุไฟที่ควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ดังนี้คือ

5.3.6 ออกแบบวงจรให้สามารถใช้ในการประจุไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

5.3.7 เพิ่มหรือลดจำนวนกระแสไฟฟ้าที่สามารถเลือกได้

5.3.8 สามารถตรวจจับกระแสที่ประจุแบตเตอรี่อยู่นั้นว่าเต็มแล้วหรือยังเพื่อการตัดการประจุก่อนที่เวลาในการประจุจะหมด

5.3.9 มีการจัดทำให้รองรับการชาร์จโทรศัพท์ได้หลายรุ่นเพื่อรองรับความต้องการของผู้ใช้งาน

บรรณานุกรม

การควบคุมหลอดแสดงผล LED 7-Segment. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก http://engineeringkowlege.blogspot.com/2013/03/led-7-segment-micro-controller-pic-pic.html.

การแปลงข้อมูลดิจิตอลให้เป็นสัญญาณอนาล็อก. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก https://www.cpe.ku.ac.th/~yuen/204471/conversion/dac/.

ตู้หยอดเหรียญทำงานได้อย่างไร. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก https://guru.sanook.com/8828/.

ไมโครคอนโทรลเลอร์. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก http://www.silaresearch.com.

วงจรแปลงสัญญาณดิจิตอลเป็นสัญญาณอนาลอก. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก http://narong.ece.engr.tu.ac.th/ei444/document/16_adc_avr.pdf.

วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล. (ม.ป.ป.). เข้าถึงได้จาก http://www.datasheet4u.com.

มหาวิทยาลัยสยาม SIAM UNIVERSITY

ภาคผนวก

มหาวิทยาลัยสยาม
SIAM UNIVERSITY

โปรแกรมภาษาแอสเซมบลี้ของเครื่องประจุแบตเตอรี่อย่างรวดเร็วด้วยการหยอดเหรียญควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์

```
                        ORG     0000H
LAMP2       BIT     P0.3
LAMP3       BIT     P0.2
LAMP4       BIT     P0.1
LAMP5       BIT     P0.0
SW2         BIT     P0.7
SW3         BIT     P0.6
SW4         BIT     P0.5
SW5         BIT     P0.4
COIN        BIT     P1.6
RESETAC     BIT     P1.7
DAC         EQU     P3
ADC         EQU     P2
MONEY10     EQU     20H
MONEY100    EQU     21H
IOUT        EQU     22H

START: MOV  MONEY10,#00H
            MOV     MONEY100,#00H
            SETB    LAMP2
            SETB    LAMP3
            SETB    LAMP4
            SETB    LAMP5
            MOV     IOUT,#00H
            MOV     DAC,#00H
            CLR     RESETAC
LP1:        CALL    DISPLAY
            JNB     COIN,INSERTCOIN
            JNB     SW2,CKCHARGE2
            JNB     SW3,CKCHARGE3
            JNB     SW4,CKCHARGE4
            JNB     SW5,CKCHARGE5
            JMP     LP1
```

```
CKCHARGE2:  MOV   A,MONEY10
            JNZ   CHARGE2
            MOV   A,MONEY100
            JNZ   CHARGE2
            JMP   LP1

CKCHARGE3:  MOV   A,MONEY10
            JNZ   CHARGE3
            MOV   A,MONEY100
            JNZ   CHARGE3
            JMP   LP1

CKCHARGE4:  MOV   A,MONEY10
            JNZ   CHARGE4
            MOV   A,MONEY100
            JNZ   CHARGE4
            JMP   LP1

CKCHARGE5:  MOV   A,MONEY10
            JNZ   CHARGE5
            MOV   A,MONEY100
            JNZ   CHARGE5
            JMP   LP1

INSERTCOIN: CALL  DL100MS
            MOV   A,MONEY10
            ADD   A,#10H
            DA    A
            MOV   MONEY10,A
            JNC   LP1
            MOV   A,MONEY100
            ADD   A,#01H
            DA    A
            MOV   MONEY100,A
            JMP   LP1
```

```
CHARGE2:    CLR     LAMP2
            MOV     IOUT,#102
            MOV     B,#102
            JMP     CONTROL

CHARGE3:    CLR     LAMP3
            MOV     IOUT,#153
            MOV     B,#153
            JMP     CONTROL

CHARGE4:    CLR     LAMP4
            MOV     IOUT,#204
            MOV     B,#204
            JMP     CONTROL

CHARGE5:    CLR     LAMP5
            MOV     IOUT,#255
            MOV     B,#255

CONTROL:    CALL    DL1M_DP_C_I
            MOV     A,MONEY10
            ADD     A,#99H
            DA      A
            MOV     MONEY10,A
            JNZ     CONTROL
            MOV     A,MONEY100
            JZ      START1
            MOV     A,MONEY100
            ADD     A,#99H
            DA      A
            MOV     MONEY100,A
            JMP     CONTROL

START1:     JMP     START
```

```
DL1M_DP_C_I: CALL   DELAY1MIN
             RET

DELAY1MIN:   MOV    60H,#60
DL1MIN:      CALL   DELAY1S
             DJNZ   60H,DL1MIN
             RET

DELAY1S:     MOV    61H,#100
DL1S:        CALL   DELAY10MS
             DJNZ   61H,DL1S
             RET

DELAY10MS:   CALL   DISPLAY
             JNB    COIN,INSERTCOIN1
             MOV    DAC,B
             CALL   DL1MS
             MOV    A,ADC
             CALL   DL1MS
             CLR    C
             SUBB   A,IOUT
             JZ     LOOP1
             CJNE   A,#01H,LOOP2
LOOP1:       RET
LOOP2:       CJNE   A,#0FFH,LOOP3
             RET
LOOP3:       JC     LPINC
             MOV    A,B
             JZ     LOOP1
             DEC    B
             RET
LPINC:       MOV    A,B
             CJNE   A,#0FFH,LOOP4
             RET
LOOP4:       INC    B
             RET
```

```
INSERTCOIN1:  CALL   DL100MS
              MOV    A,MONEY10
              ADD    A,#10H
              DA     A
              MOV    MONEY10,A
              JNC    DELAY10MS
              MOV    A,MONEY100
              ADD    A,#01H
              DA     A
              MOV    MONEY100,A
              JMP    DELAY10MS

DL1MS:        MOV    56H,#3
DL1MS2:       MOV    57H,#150
DL1MS1:       DJNZ   57H,DL1MS1
                DJNZ         56H,DL1MS2
              RET

DL4MS:        MOV    56H,#12
DL4MS2:       MOV    57H,#150
DL4MS1:       DJNZ   57H,DL4MS1
              DJNZ   56H,DL4MS2
              RET

DL100MS:      MOV    56H,#179
DL100MS2:     MOV    57H,#255
DL100MS1:     DJNZ   57H,DL100MS1
              DJNZ   56H,DL100MS2
              RET
```

```
DISPLAY:    MOV     A,MONEY10
            CLR     P1.4
            SETB    P1.5
            RRC     A
            MOV     P1.0,C
            RRC     A
            MOV     P1.1,C
            RRC     A
            MOV     P1.2,C
            RRC     A
            MOV     P1.3,C
            CALL    DL4MS
            MOV     A,MONEY10
            CLR     P1.5
            SETB    P1.4
            RLC     A
            MOV     P1.3,C
            RLC     A
            MOV     P1.2,C
            RLC     A
            MOV     P1.1,C
            RLC     A
            MOV     P1.0,C
            CALL    DL4MS
            RET

            END
```

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ – นามสกุล นาย ปาณัสม์ ยั่งยืนสุข
รหัส 6103200009
เกิด 26 มีนาคม 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน 66/219 ซอย บางแวก 79
แขวง คลองวาง เขต ภาษีเจริญ
กรุงเทพมหานคร 10160
โทรศัพท์ 096-030-4804
ประวัติการศึกษา พ.ศ 2559- 2560
ประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง
วิทยาลัยสยาม
พ.ศ 2561 – ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับ
ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ชื่อ – นามสกุล นาย ชัชพล พิมพ์ใหม่
รหัส 6103200014
เกิด 19 กุมภาพันธ์ 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน 12 CK อพาร์ทเม้นท์ ซ.เพชรเกษม 26
เขตภาษีเจริญ
กรุงเทพมหานคร 10160
โทรศัพท์ 0969306357
ประวัติการศึกษา พ.ศ 2559- 2560
ประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง
วิทยาลัยสยาม
พ.ศ 2561 – ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับ
ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม

ชื่อ – นามสกุล	นาย พงศธร แก้สกระแสสินธ์
รหัส	6103200013
เกิด	22 กุมภาพันธ์ 2541
ที่อยู่ปัจจุบัน	1152 ต.ตลาด อ.พระประแดง จ.สมุทรปราการ 10130
โทรศัพท์	088-953-3600
ประวัติการศึกษา	พ.ศ 2559- 2560 ประกาศนียบัตร วิชาชีพชั้นสูง วิทยาลัยสยาม พ.ศ 2561 – ปัจจุบัน กำลังศึกษาในระดับ ปริญญาตรี สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม