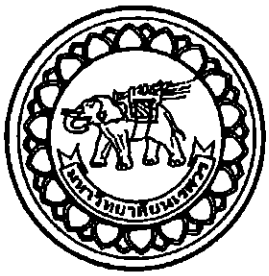


เครื่องวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า

CAPACITANCE METER

นายขวัญชัย ศรีวิชัย รหัส 45380007
นายสุขเกษม เพียรนา รหัส 45380136

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 29 มิ.ย. 2553
เลขทะเบียน 14941900
เลขเรียกหนังสือ วส.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ข 262 ค
2550

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
ปีการศึกษา 2550

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน **เครื่องวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า**

ผู้ดำเนินโครงงาน นายขวัญชัย ศรีวิชัย รหัส 45380007

นายสุขเกษม เพียรนา รหัส 45380136

อาจารย์ที่ปรึกษา ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

ปีการศึกษา 2550

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธาน

(ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห)

.....กรรมการ

(ดร.ชัยรัตน์ พินทอง)

.....กรรมการ

(อาจารย์ปิยคนัย ภาชนะพรรณ์)

หัวข้อโครงงาน	เครื่องวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายขวัญชัย ศรีวิชัย รหัส 45380007
	นายสุขเกษม เพียรนา รหัส 45380136
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2550

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้เป็นการศึกษาหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) และการพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีและvisual basic ในการใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) ควบคุมการทำงานของตัวเก็บประจุไฟฟ้าเพื่อที่จะนำมาหาค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าให้แสดงผลออกมาทางหน้าจอคอมพิวเตอร์

ผลที่ได้จากการทำโครงงานนี้ คือ รู้หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) การนำไปประยุกต์ใช้หาค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าได้และสามารถนำไปประยุกต์ใช้การควบคุมในรูปแบบอื่นๆได้

Project Title	CAPACITANCE METER		
Name	Mr.Kwanchai	Sriwichai	ID. 45380007
	Mr. Sukkasem	Peanna	ID. 45380136
Project Advisor	Dr. Akkharaparn	Wongkhunghae	
Major	Electrical Engineering		
Department	Electrical and Computer Engineering		
Academic Year	2007		

ABSTRACT

This project is to study about how Micro Controller (MCS-51) works and how to develop the program by using Assembly and Visual Basic computer program in using Micro Controller (MCS-51) control the capacitor for calculate the capacitive reactance and present out on the monitor screen.

The result of this project is to know how Micro Controller (MCS-51) works, how to adapt it to calculate the capacitive reactance of the capacitor and adapt it to use in control other things.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับตัวเก็บประจุไฟฟ้าและหลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) จึงได้จัดทำโครงงานเรื่องเครื่องวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS-51) ซึ่งจะไม่มีทางสำเร็จไปได้ด้วยดีถ้าไม่ได้รับความช่วยเหลืออีกทั้งได้รับคำแนะนำรวมทั้งข้อคิดเห็นต่างๆ อันเป็นประโยชน์ในการทำโครงงานนี้จาก ดร.อัครพันธ์ วงศ์กังแห อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

ขอขอบคุณอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์ทุกๆ ท่านที่ให้ความรู้ตลอดการเรียนที่ผ่านมาและเพื่อนๆ ที่คอยให้ความช่วยเหลือในทุกๆ ด้าน รวมทั้งคณะวิศวกรรมศาสตร์ที่ให้ความเอื้อเฟื้อเครื่องมือและอุปกรณ์ในการทำโครงงานครั้งนี้

และที่สำคัญขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้เลี้ยงดูและอบรมสั่งสอนแก่คณะผู้จัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ทุกคนมีจนถึงวันนี้ได้

คณะผู้จัดทำโครงงาน
นายขวัญชัย ศรีวิชัย
นายสุขเกษม เพียรนา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข
กิตติกรรมประกาศ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูป ..... ช

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน 1
1.2 วัตถุประสงค์วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน 1
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 2
1.6 งบประมาณที่ใช้ 3

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎี
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ 4
2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 4
2.3 คุณสมบัติสำคัญของ MCS-51 5
2.4 การเก็บและคายประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ 6
2.5 ไอซี 555 8
2.6 การใช้งานไอซี TIMER 9
2.7 วงจรโมโนสเตเบิล Monostable Multivibator 11
2.8 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ 13

บทที่ 3 การออกแบบวงจรและสร้างอุปกรณ์วัดค่าความจุไฟฟ้า
3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน 16
3.2 หลักการทำงาน 16
3.3 วงจรและหลักการทำงานของ Power Supply 19

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 หน่วยความจำของ 89C51RD2 และการโปรแกรม..... 20
3.5 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม RS-232..... 22
3.6 โปรแกรมควบคุมการทำงาน (Visual Basic 6.0)..... 23
3.7 อุปกรณ์วัดค่าความจุไฟฟ้า..... 24

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง
4.1 การทดลองวัดค่าความจุไฟฟ้า..... 26
4.2 โปรแกรมคำนวณและแสดงผลบนคอมพิวเตอร์..... 27
4.3 ทดสอบการวัดหาค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า..... 28
4.4. ผลการทดลอง..... 28

บทที่ 5 สรุปผลของโครงงาน
5.1 สรุปผลของโครงงาน..... 32
5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างทำโครงงาน..... 32
5.3 แนวทางในการพัฒนา..... 32

ภาคผนวก..... 33
เอกสารอ้างอิง..... 45
ประวัติผู้จัดทำโครงงาน..... 46

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2

2.1 แสดงรายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 5

2.2 แสดงหน้าที่ของขาไอซี 555 10

2.3 แสดงคุณสมบัติของ NAND gate 10

2.4 แสดงคุณสมบัติของวงจร Flip-Flop 11

4.1 แสดงผลค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า ที่ได้จากสูตร 29

4.2 แสดงผลค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า ที่ได้จากการทดลอง 30

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	แสดงวงจร RC	6
2.2	แสดงการประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุไฟฟ้า	7
2.3	แสดงการคายประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุไฟฟ้า	8
2.4	แสดงรูปส่วนประกอบของไอซีเบอร์ 555 และตำแหน่งขา	9
2.5	แสดงวงจร Monostable Multivibator	11
2.6	แสดงภาพตัวต้านทานแบบค่าคงที่	13
2.7	แสดงภาพตัวเก็บประจุ	14
2.8	แสดงภาพไดโอด	15
2.9	แสดงภาพทรานซิสเตอร์	15
3.1	แสดงการทำงานของเครื่องวัดค่าความจุไฟฟ้า	16
3.2	แสดงรูปสัญญาณการทำงานแบบโมโนสเตเบิลไวเบรเตอร์	17
3.3	แสดงวงจรภายในเครื่องวัดความจุไฟฟ้า	18
3.4	แสดงวงจร Power Supply	19
3.5	การจัดหน่วยหน่วยความจำของ 89C51RD2	20
3.6	โปรแกรม WinISP	21
3.7	แสดงการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์	22
3.8	แสดงตำแหน่งขาของไอซี DS275 และการต่อใช้งาน	23
3.9	การทำงานของโปรแกรม Visual Basic 6.0	23
3.10	แสดงอุปกรณ์วัดค่าความจุไฟฟ้าทั้งหมด	24
3.11	แสดงโครงสร้างภายในบอร์ด	25
4.1	แสดงการต่อตัวเก็บประจุไฟฟ้าเพื่อทำการทดสอง	26
4.2	แสดงการรันโปรแกรมหาค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้า	27
4.3	แสดงกราฟค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า ที่ได้จากการทดลอง	31

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของโครงงาน

ความก้าวหน้าทางอิเล็กทรอนิกส์ มีบทบาทในการอำนวยความสะดวกในชีวิตประจำวันอย่างมาก ดังนั้นในปัจจุบันจึงมีอุปกรณ์หรือเครื่องมือที่ทันสมัยต่างๆมากมายที่ผลิตออกมาเพื่อตอบสนองความต้องการหรือความสะดวกสบายของมนุษย์ แต่ก่อนจะได้มาซึ่งอุปกรณ์หรือเครื่องมือเหล่านั้น ข้างในจะต้องประกอบไปด้วยอุปกรณ์ชิ้นเล็กๆ ทางอิเล็กทรอนิกส์ อาทิ เช่น ตัวต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ และตัวต้านทานเป็นต้น นำมาประกอบกัน โดยต้องใช้ความรู้ความสามารถทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ด้านวิศวกรรมไฟฟ้าคิด คำนวณ ออกแบบ ว่าต้องใช้อุปกรณ์เหล่านี้ขนาดเท่าใดมาประกอบ ที่จะได้มาซึ่งเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่จะอำนวยความสะดวกและทันสมัยนั้นหนึ่งขึ้นมา

โดยในที่นี้จะกล่าวถึง ตัวเก็บประจุ จึงนำมาซึ่งโครงงานนี้ ได้ศึกษาเกี่ยวกับการหาค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า โดยการนำเอาอุปกรณ์ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ชนิดหนึ่งคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ (MCS51) และคอมพิวเตอร์ช่วยในการวัดหาค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1.2.1 เพื่อศึกษาและออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น

1.2.2 เพื่อฝึกให้มีพัฒนาการทางด้านวิเคราะห์ ออกแบบ วิจัย และระเบียบวิธีคิดแบบวิศวกรรมศาสตร์

1.2.3 เพื่อจัดสร้างอุปกรณ์วัดหาค่าทางกายภาพให้แสดงผลโดยอัตโนมัติ

1.2.4 เพื่อศึกษาการรับส่งข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์

1.2.5 เพื่อออกแบบอุปกรณ์เก็บข้อมูลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวรับ-ส่งข้อมูล ให้กับคอมพิวเตอร์และสามารถแสดงผลการทำงานต่างๆ

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1.3.1 ศึกษาทฤษฎีเกี่ยวกับสิ่งเหล่านี้

- หลักการทำงานของตัวเก็บประจุ
- การเขียนโปรแกรม เพื่อใช้ควบคุมการทำงานของ ฮาร์ดแวร์
- หลักการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3.2 เขียนโปรแกรมเพื่อใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการทำงานฮาร์ดแวร์

1.3.3 ทดสอบหลักการใช้งานและสรุปผลใช้ทำงาน

1.3.4 สรุปผลและนำเสนอ

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 ขั้นตอนการดำเนินงาน

หัวข้องาน	พ.ศ. 2550 เม.ย.	พ.ศ. 2550 พ.ค.	พ.ศ. 2550 มิ.ย.	พ.ศ. 2550 ก.ค.	พ.ศ. 2550 ส.ค.	พ.ศ. 2550 ก.ย.	พ.ศ. 2550 ต.ค.
1. ศึกษาค้นคว้า ตัวเก็บประจุ ไมโครคอนโทรลเลอร์ การเชื่อมต่ออุปกรณ์ Visual Basic	←	—	→				
2. ออกแบบวงจรและสร้างอุปกรณ์วัดค่าความจุไฟฟ้า			←	—	→		
3. เขียนโปรแกรมแสดงผลเพื่อนำมาวิเคราะห์ผลที่ได้จากการเก็บข้อมูล				←	—	→	
4. ทดสอบและแก้ไขโปรแกรม				←	—	—	→
5. สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง						←	— →

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 มีความรู้ความเข้าใจการอออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์

1.5.2 มีความรู้ความเข้าใจการวิเคราะห์และวิธีคิดแบบวิศวกรรมศาสตร์

1.5.3 มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ Visual Basic

1.5.4 มีความรู้ความเข้าใจในด้านฮาร์ดแวร์และซอฟท์แวร์การทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

1.5.5 นิสิต นักศึกษา หรือผู้ที่สนใจนำไปใช้สถานที่ต่างๆได้

1.5.6 สามารถนำไปประยุกต์ใช้หาค่าข้อมูลอื่นได้

1.6 งบประมาณที่ใช้

1.6.1 ค่าหนังสือประกอบการทำโครงงาน	เป็นเงิน	500 บาท
1.6.1 ค่าปริ้นงาน	เป็นเงิน	500 บาท
1.6.1 ค่าใช้จ่ายอื่นๆ	เป็นเงิน	2,000 บาท
รวมเป็นเงิน		3,000 บาท
		(สามพันบาทถ้วน)

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎี

2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Micro Controller) คือ อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่รวบรวมฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ไว้ภายในตัวของมันเอง โดยมีโครงสร้างใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์ คือ ภายในประกอบด้วยหน่วยรับข้อมูลและโปรแกรม หน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยแสดงผล ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้มีความสมบูรณ์ในตัวของมันเอง ทำให้มีขนาดเล็ก และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับตัวมัน ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน โดยไมโครคอนโทรลเลอร์แต่ละตัวมีส่วนประกอบหลักๆ ดังนี้

1. หน่วยประมวลผลกลาง CPU (Central Processing Unit)
2. หน่วยความจำ (Memory Unit)
   - RAM (Random Access Memory)
   - EPROM/PROM/ROM (Erasable Programmable Read Only Memory)
3. หน่วยรับและแสดงผลข้อมูล I/O (Input/Output) - serial and parallel
4. Timers
5. Interrupt Controller

นอกจากนี้ยังมีส่วนประกอบอื่นๆ เช่น Analog to Digital Convertor, Pluse Width Modulator ฯลฯ ซึ่งขึ้นกับจุดประสงค์ในการใช้งาน

ในการใช้งานสามารถนำไปควบคุมงานต่างๆ ได้ด้วยชิปเดียว เพียงป้อนสัญญาณไฟเลี้ยงและตัวกำเนิดความถี่ก็สามารถทำงานได้ซึ่งแตกต่างกับไมโครโปรเซสเซอร์ที่ต้องมีการสร้างส่วนต่ออินพุตและเอาต์พุตเพิ่มเติมทำให้งานมีความยุ่งยากซับซ้อน ซึ่งไม่เหมาะกับงานควบคุมขนาดเล็ก ตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้แก่ ซีพียูตระกูล ARM และตระกูล MCS-51 หน่วยความจำ (Memory)

2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ถูกผลิตขึ้นในปี 1980 โดยเบอร์ 8051 เป็นเบอร์แรกที่ผลิตออกมา ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูลนี้มีด้วยกันหลายเบอร์ขึ้นกับโครงสร้างภายใน บางเบอร์มีหน่วยความจำภายในเป็นแบบ ROM บางเบอร์เป็นแบบ EPROM บางเบอร์มี RAM ภายใน 128 ไบต์ เป็นต้น

2.3 คุณสมบัติสำคัญของ MCS-51

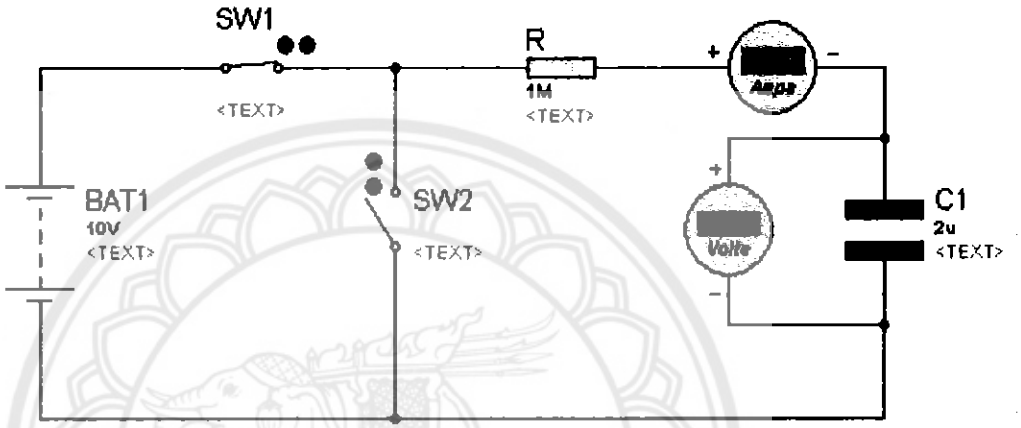
- ซีพียู 8 บิต
- สามารถประมวลผลแบบบิตได้
- อ้างหน่วยความจำภายนอกสำหรับเก็บโปรแกรมได้ 64 กิโลไบต์
- อ้างหน่วยความจำภายนอกสำหรับเก็บข้อมูลได้ 64 กิโลไบต์
- หน่วยความจำภายใน (ROM) สำหรับเก็บโปรแกรม 4 กิโลไบต์
- หน่วยความจำภายใน (RAM) สำหรับเก็บข้อมูล 128 กิโลไบต์
- สามารถอินเทอร์รัปต์ได้ 5 แหล่ง
- มี Timer 16 บิต 2 ตัว
- พอร์ทควบคุมการสื่อสารอนุกรมที่สามารถรับส่งข้อมูลแบบ Full Duplex ความเร็วสูง
- มีพอร์ทขนาน (พอร์ท I/O) ขนาด 8 บิต 4 พอร์ท
- มีวงจรออสซิลเลเตอร์และวงจรนาฬิกาบนชิป

ไมโครคอนโทรลเลอร์	หน่วยความจำภายใน (internal memory)		ตั้งเวลา/นับเวลา (time/counter)	สัญญาณอินเทอร์รัปต์จากภายนอก
	หน่วยความจำภายในแบบ EPROM , EEPROM	ข้อมูล RAM		
AT89C1051	1 kb × 8	64 × 8 bit	2 × 16 bit	6
AT89C2051	2 kb × 8	128 × 8 bit	2 × 16 bit	6
AT89C4051	4 kb × 8	128 × 8 bit	2 × 16 bit	6
AT89C51	4 kb × 8	128 × 8 bit	2 × 16 bit	6
AT89C52	8 kb × 8	256 × 8 bit	3 × 16 bit	8
AT89S52	8 kb × 8	256 × 8 bit	3 × 16 bit	8
AT89C55	20 kb × 8	256 × 8 bit	3 × 16 bit	8
AT89S8252	8 KB × 8 (2 kb EEPROM)	256 × 8 bit	3 × 16 bit	9
AT89S53	12 kb × 8	256 × 8 bit	3 × 16 bit	9

ตารางที่ 2.1 แสดงรายละเอียดของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51

2.4 การเก็บและคายประจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุ

ตัวเก็บประจุ เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่รู้จักทั่วไปว่าสามารถเก็บประจุได้ ในวงจรไฟฟ้าและวงจรส่วนใหญ่มักจะประกอบด้วยตัวเก็บประจุด้วยเสมอ ซึ่งตัวเก็บประจุนี้ทำหน้าที่เก็บและคาย(Charge and Discharge) ประจุไฟฟ้าในวงจร บางทีเรียกว่า คาปาซิเตอร์ ใช้สัญลักษณ์ย่อว่า C มีหน่วยเป็น ฟารัด (F)



รูปที่ 2.1 แสดงวงจร RC

การเก็บประจุ

พิจารณาจากวงจรรูปที่ 2.1 ซึ่งประกอบด้วยเครื่องกำเนิดแรงดันไฟฟ้าซึ่งมีแรงเคลื่อนไฟฟ้า E ความต้านทาน(R) และตัวเก็บประจุ(C) ต่อกันอย่างอนุกรม เมื่อสับสวิทช์ SW1 ณ เวลา t ใดๆ ค่าประจุไฟฟ้าบนตัวเก็บประจุจะมีสมการเป็น

$$Q = Q_0(1^{-e-t/RC})$$

เมื่อ Q เป็นตัวเก็บประจุไฟฟ้าบนตัวเก็บประจุ ณ เวลาใดๆ

$Q_0 = EC$ เป็นค่าประจุสูงสุดบนตัวเก็บประจุ

และถ้า $t = RC$ จะได้

$$Q = 0.63Q_0$$

จากสมการแสดงให้เห็นว่าค่า RC (ค่าคงที่ของเวลาของวงจร RC) เป็นเวลาที่ตัวเก็บประจุไฟฟ้าใช้ในการเก็บประจุได้ถึง 63% ของค่าสูงสุด

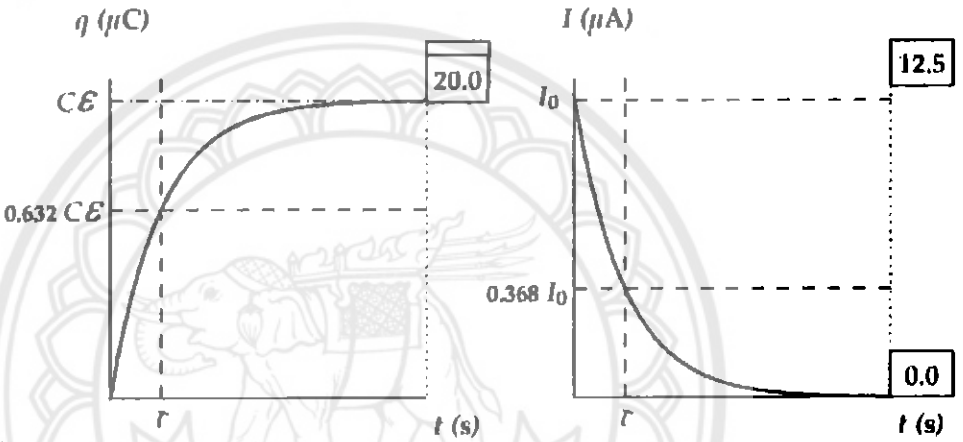
สำหรับกระแส(I) ที่ไหลในวงจรคือ

$$I = \frac{E}{R} e^{-t/RC}$$

ส่วนความต่างศักย์ไฟฟ้าตัวเก็บประจุ C คือ V_C

$$V_C = Ee^{-t/RC}$$

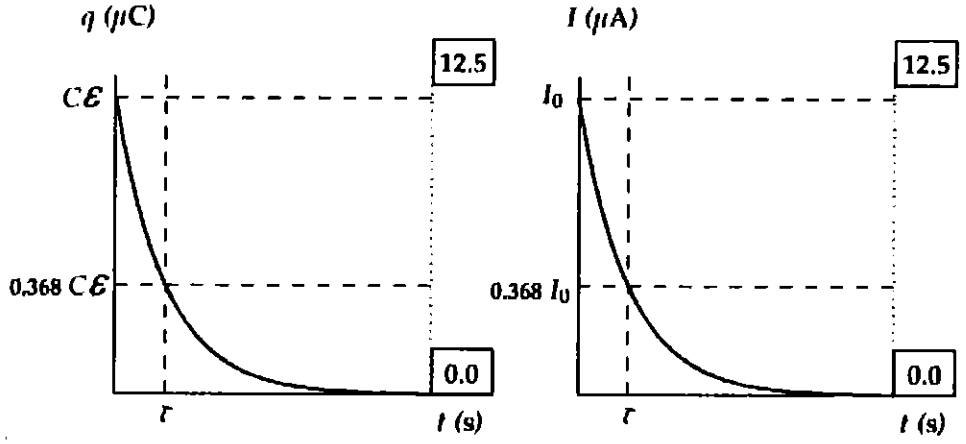
จากรูปที่ 2.1 เมื่อกำหนดให้แรงเคลื่อนไฟฟ้า E=10V ความต้านทาน(R=1MΩ) และตัวเก็บประจุ(C=1uF) เมื่อสับสวิทช์ S ณ เวลา t ใดๆ ค่าประจุไฟฟ้าบนตัวเก็บประจุจะค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุด และกระแสก็จะลดลงดังรูปที่ 2.2 เมื่อ $\tau = RC = T$



รูปที่ 2.2 แสดงการประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุไฟฟ้า

การคายประจุ

พิจารณาจากวงจรรูปที่ 2.1 ถ้าปลดสวิทช์ SW1 และสับสวิทช์ SW2 หลังจากตัวเก็บประจุมีค่าสูงสุด(Q_0) ตัวเก็บประจุก็จะคายประจุ จะเห็นว่าเมื่อเวลาผ่านไปนานๆ กระแสจะลดลงเป็นศูนย์ อาจกล่าวได้ว่าค่าคงที่ของวงจร RC คือช่วงเวลาที่ทำให้กระแสสูงสุดในวงจรลดเหลือ 37 % ของค่าเดิม



รูปที่ 2.3 แสดงการคายประจุไฟฟ้าในตัวเก็บประจุไฟฟ้า

2.5 ไอซี 555

ไอซี 555 เป็นวงจรรวม หรือวงจรเบ็ดเสร็จ ที่เรียกกันทั่วไปว่า ชิป ที่รู้จักกันดีในบรรดานักอิเล็กทรอนิกส์ ไอซีตัวนี้ได้รับการออกแบบ และประดิษฐ์โดยนักออกแบบชิปที่มีชื่อเสียง ชื่อนั่นคือ นายฮันส์ อาร์ คาเมนซินด์ (Hans R. Camenzind) โดยเริ่มออกแบบเมื่อ พ.ศ. 2513 และแนะนำผลิตภัณฑ์ในปีถัดมา โดยบริษัทซิกเนติกส์ คอร์ปอเรชัน (Signetics Corporation) มีหมายเลขรุ่น SE555/NE555 และเรียกชื่อว่า "The IC Time Machine" มีการใช้อย่างกว้างขวาง ทั้งนี้เพราะสามารถใช้งานง่าย ราคาถูก มีเสถียรภาพที่ดี ในปัจจุบันนี้ บริษัทซัมซุงของเกาหลี สามารถผลิตได้ปีละกว่า 1 พันล้านตัว (ข้อมูล พ.ศ. 2546)

ไอซีไทเมอร์ 555 นับเป็นวงจรรวมที่สามารถใช้งานได้หลากหลายและเป็นที่นิยมมากที่สุดตัวหนึ่งเท่าที่เคยผลิตมา ภายในตัวประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ 23 ตัว, ไดโอด 2 ตัว และรีซิสเตอร์อีก 16 ตัว เรียงกันบนชิปซิลิกอนแผ่นเดียว โดยติดตั้งในตัวถัง 8 ขา แบบมินิ DIP (dual-in-line package) นอกจากนี้ยังมีการผลิตไอซี 556 ซึ่งเป็น DIP แบบ 14 ขา โดยอาศัยการรวมไอซี 555 จำนวน 2 ตัวบนชิปตัวเดียว ขณะที่ 558 เป็นไอซีอีกตัวหนึ่งที่พัฒนาขึ้นจาก 555 เป็น DIP แบบ 16 ขา (quad) โดยรวมเอา 555 จำนวน 4 ตัว (โดยมีการปรับแต่งเล็กน้อย) มาไว้บนชิปตัวเดียว (DIS และ THR มีการเชื่อมต่อกันภายใน ส่วน TR นั้นมีค่าความไวที่ขอบแทนที่จะเป็นความไวทั้งระดับ) นอกจากนี้ยังมีรุ่นกำลังต่ำพิเศษ (ultra-low power) ของไอซี 555 นั่นคือ เบอร์ 7555 สำหรับไอซี 7555 นี้จะมีการเดินสายที่แตกต่างไปเล็กน้อย ทั้งยังมีการใช้กำลังไฟที่น้อยกว่า และอุปกรณ์ภายนอกน้อยกว่าด้วย

โหมดการทำงานมี 3 โหมด ดังนี้

1. โมโนสเตเบิล (Monostable) ในโหมดนี้ การทำงานของ 555 จะเป็นแบบซิงเกิ้ลช็อต หรือวันช็อต (one-shot)โดยการสร้างสัญญาณครั้งเดียว ประยุกต์การใช้งานสำหรับการนับเวลา การตรวจสอบพัลส์ สวิตช์สัมผัส ฯลฯ

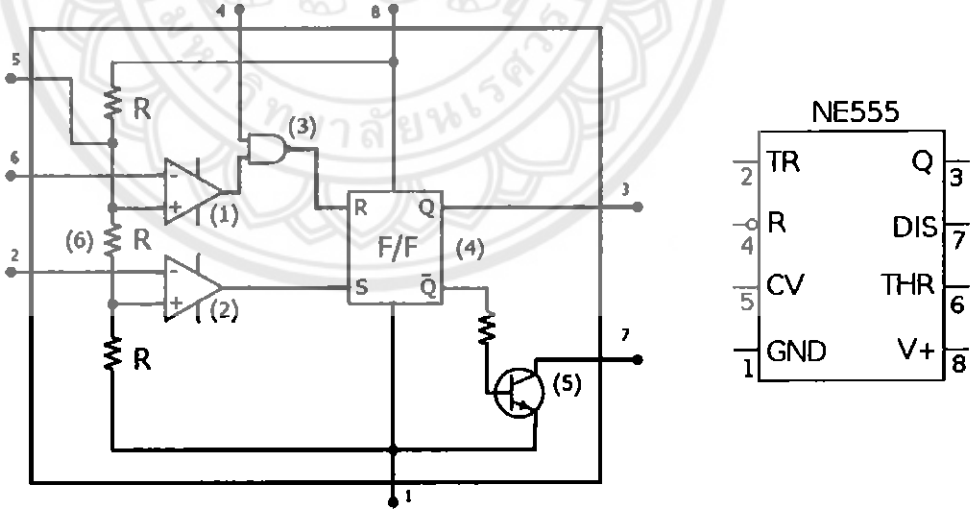
2. อะสเตเบิล (Astable) ในโหมดนี้ การทำงานจะเป็นออสซิลเลเตอร์ การใช้งาน ได้แก่ ทำไฟกระพริบ, กำเนิดพัลส์, กำเนิดเสียง, เตือนภัย ฯลฯ

3.ไบสเตเบิล (Bistable) ในโหมดนี้ ไอซี 555 สามารถทำงานเป็นฟลิปฟลอป (flip-flop) ถ้าไม่ต่อขา DIS และไม่ใช้คาปาซิเตอร์ ใช้เป็นสวิตช์ bouncefree latched switches เป็นต้น

2.6 การใช้งานไอซี TIMER

IC เบอร์ 555 เป็นไอซี ที่นิยมใช้กันมากในการนำไปสร้างสัญญาณรูปคลื่นแบบต่างๆ เช่น สัญญาณ SquareWave , สัญญาณพัลส์ สัญญาณ ramp และวงจรตั้งเวลา ไอซีเบอร์ 555 เป็นอุปกรณ์วงจรรวมที่มีอุปกรณ์อิเล็คทรอนิคส์อื่นๆ อยู่ภายใน และมีส่วนที่ต้องต่อภายนอกเพื่อควบคุมการทำงาน และใช้งานเป็นลักษณะต่างๆ ซึ่งง่ายต่อการออกแบบ และง่ายในการสร้างสัญญาณพัลซ์ความถี่ต่างๆ อีกทั้งสามารถเข้าใจการทำงานได้ง่าย

ส่วนประกอบของไอซีเบอร์ 555



รูปที่ 2.4 ส่วนประกอบของไอซีเบอร์ 555 และตำแหน่งขา

ขา	ชื่อ	หน้าที่
1	GND	กราวด์ หรือ คอมมอนส์
2	TR	พัลส์สั้นกระตุ้นทริกเกอร์เพื่อเริ่มนับเวลา
3	Q	ช่วงการนับเวลา เอาต์พุตจะอยู่ที่+V_{cc}
4	R	ช่วงเวลานับ อาจหยุดโดยการใช้พัลส์รีเซ็ต
5	CV	แรงดันควบคุมยอมให้เข้าถึงตัวหารแรงดันภายใน (2/3 VCC)
6	THR	เทรสโฮลด์ที่จุดช่วงเวลานับ
7	DIS	เชื่อมต่อกับคาปาซิเตอร์ตัวหนึ่ง ซึ่งเวลาคายประจุของมันจะมีผลต่อช่วงเวลาการนับ
8	V+,V_{cc}	แรงดันจ่ายไฟบวก ซึ่งต้องอยู่ในช่วง +5 ถึง + 15 V

ตารางที่ 2.2 แสดงหน้าที่ของขาไอซี 555

หน้าที่ส่วนต่างๆ ของไอซีเบอร์ 555

(1), (2) คือวงจร Comparator เป็นตัวที่ทำหน้าที่เปรียบเทียบสัญญาณ input ทั้ง 2 ขา ถ้าศักดาไฟฟ้าที่ขั้วบวกมากกว่าศักดาที่ขั้วลบ Output จะมีค่า Logic "1" เท่ากับ V_{cc} ถ้าศักดาที่ขั้วบวกน้อยกว่าขั้วลบ Output จะมีค่า Logic "0" เท่ากับศูนย์โวลท์ (0. Volt.)

(3) คือวงจร Nand gate มีคุณสมบัติว่า ถ้า input ทั้งสองขา เป็น Logic "1" Output จะมีค่าเป็น Logic "0"แต่ถ้า input ขาใดขาหนึ่งเป็น Logic "0" ก็จะทำให้ Output จะมีค่าเป็น Logic "1" ทันที

Input 1	Input 2	Output
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

ตารางที่ 2.3 แสดงคุณสมบัติของ NAND gate

(4) เป็นวงจร Flip-Flop แบบ RS – F/F มีคุณสมบัติดังนี้

Q และ $\overline{Q}$ จะตรงข้ามกันเสมอ คือ ถ้า Q = "1" , $\overline{Q}$ = "0" และ Q = "0" , $\overline{Q}$ = "1"

R	S	Q	$\overline{Q}$
0	0	Q เดิม	$\overline{Q}$ เดิม
0	1	1	0
1	0	0	1
1	1	ไม่ใช้	ไม่ใช้

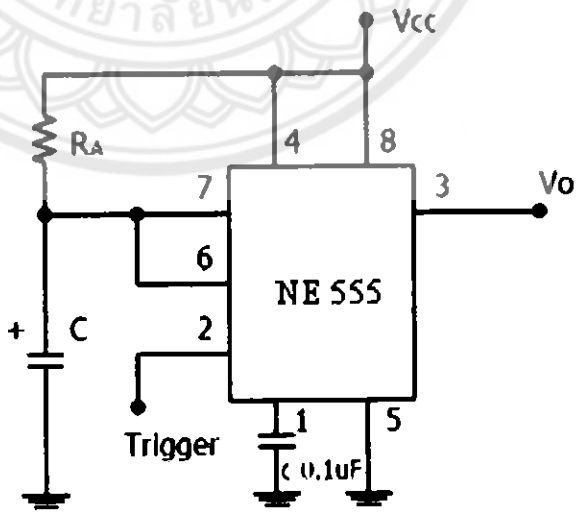
ตารางที่ 2.4 แสดงคุณสมบัติของวงจร Flip-Flop

(5) เป็นวงจร Transistor ที่ทำหน้าที่ Switching ถ้า $\overline{Q}$ เป็น logic "1" Transistor จะทำงาน "ON" นั่นคือ จะ Short วงจร ระหว่างขา 7 และ 1 ถ้า $\overline{Q}$ เป็น logic "0" จะ Open ขา 7 และ 1 ของไอซีเบอร์ 555

(6) เป็นตัวต้านทาน 3 ตัว ที่มีขนาดความต้านทานเท่ากันทั้ง 3 ตัว มีหน้าที่แบ่งแรงดัน V_{cc} ออกเป็น 3 ส่วนเท่าๆกัน ตกคร่อม R แต่ละตัว มีค่าเท่ากับ $\frac{V_{cc}}{3}$ ค่า R นี้จะมีขนาดความต้านทานเป็น K โอห์ม

2.7 วงจรโมโนสเตเบิล Monostable Multivibator

คือ วงจรที่สร้างสัญญาณพัลซ์ขึ้นมา 1 ลูกหลังจากมีการทริก (กระตุ้น)ให้วงจรเกิดสัญญาณ มีความกว้างที่สามารถกำหนดได้ด้วยค่า RC



รูปที่ 2.5 แสดงวงจร Monostable Multivibator

หลักการทำงาน

ขณะที่ไม่มีสัญญาณ Trig ที่ขา 2 $V_{trig} = V_{CC}$ แรงดันคร่อมคาปาซิสเตอร์จะเป็นศูนย์ เพราะว่า V_{CC} จะมีกระแสไหลผ่าน R_A ผ่าน Tr ลงกราวด์ ได้ $V_0 = 0$

เมื่อมีสัญญาณ trig ที่ขา 2 คือ $V_{trig} = 0$ Tr ภายในจะ "Off" V_{CC} จะทำการเก็บประจุ (Charge C) จนกระทั่งเกิดแรงดันตกคร่อมคาปาซิสเตอร์ ประมาณ $\frac{2}{3}V_{CC}$ คาปาซิสเตอร์จะคายประจุผ่าน Tr ขณะที่คาปาซิสเตอร์คายประจุ output จะเป็น logic "1" ได้ $V_0 = V_{CC}$

แบ่งช่วงการทำงานเป็น 4 ช่วง

ช่วงที่ 1 ขณะที่ $V_{trig} = V_{CC}$ Comparator (2) ตัวล่างจะทำให้ output เป็น "0" (ขาลบมีศักดามากกว่าขาบวก)Comparator (1) ตัวบนจะทำให้ output เป็น "1" เพราะว่าขา 6 ต่อกับขา 7 ผ่าน Tr ลง GND ทำให้ Tr "ON" ได้output ของ NAND gate เป็น "0" เพราะ input ทั้งคู่เป็น "1" ดังนั้น R = 0 , S = 0 จะทำให้ Q และ $\overline{Q}$ ไม่เปลี่ยนแปลง คือ Q = "0" , $\overline{Q}$ = "1" ถ้า $\overline{Q}$ = "1" Tr จะ "ON" คาปาซิสเตอร์จะไม่มีการเก็บประจุ เนื่องจากกระแสจาก V_{CC} จะไหลผ่าน R และ Tr ลง GND

ช่วงที่ 2 ขณะที่ trig ด้วย $V_{trig} = 0V$ output ของ Comparato(2) ตัวล่างจะเปลี่ยนจาก "0" เป็น "1" ส่วนOutput ตัว Comparator(1) ตัวบน ยังคงเหมือนเดิม ดังนั้นที่วงจร F/F ขา R = "0" , S = "1" จะเป็นการ Set F/Fได้ Q = "1" และ $\overline{Q}$ ="0" เมื่อ $\overline{Q}$ ="0" ทำให้ Tr เกิดการ "Off" ส่งผลให้คาปาซิสเตอร์จะทำการเก็บประจุ

ช่วงที่ 3 เมื่อสัญญาณ trig กลับเป็น V_{CC} อีกครั้ง Output ของ comparator (2) ตัวล่างจะเปลี่ยนจาก "1" เป็น "0"ทำให้ output ของ comparator ที่ส่งไปให้วงจร F/F ไม่เปลี่ยนแปลง

ช่วงที่ 4 เมื่อคาปาซิสเตอร์ทำการเก็บประจุจนกระทั่ง V_C มีค่าเท่ากับ $\frac{2}{3}V_{CC}$ หรือมากกว่านั้น ส่งผลให้ Output ของ comparator(1) ตัวบน เปลี่ยนจาก "1" เป็น "0" ทำให้ Output ของ NAND gate = "1" ที่วงจร F/F ขา R= "1" และ S = "0" ดังนั้น Q = "0" , $\overline{Q}$ = "1" ทำให้ Tr "ON" อีกครั้ง คาปาซิสเตอร์ จะทำการคายประจุออกผ่าน Tr ลง GND กลับสู่สภาพเดิม

วงจร Monostable Multivibator นี้สามารถสร้างสัญญาณพัลส์ขึ้นมาจำนวน 1 ลูก หลังจากมีการ trig ที่ขา2 โดยความกว้างพัลส์ขึ้นอยู่กับค่า R_A และ C

สมการในการ charge ประจุของ Capacitor จาก 0 ถึง $\frac{2}{3}V_{CC}$ คือ

$$V_C(t) = V_{CC}(1 - e^{-t/RC})$$

$$\frac{2}{3}V_{CC} = V_{CC}(1 - e^{-t/RC})$$

$$e^{-t/RC} = \frac{1}{3}$$

$$\frac{-t}{R_AC} = In\frac{1}{3}$$

$$= -1.1$$

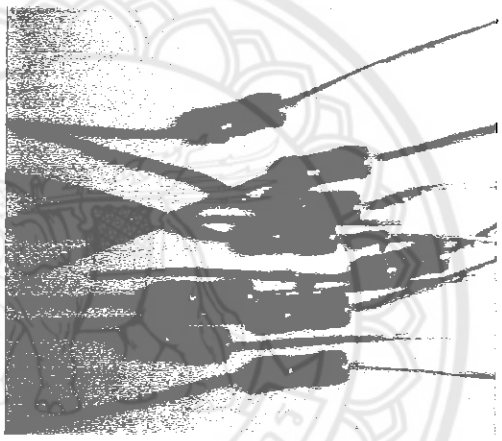
$$t = 1.1R_AC$$

$$T = 1.1R_AC$$

2.8 อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์

2.8.1 ตัวต้านทาน (Resistors)

เป็นอุปกรณ์ที่มีมากมาย แตกต่างกันทั้งขนาดและรูปร่าง แต่ทำหน้าที่อย่างเดียวกันคือ จำกัดกระแส (Limit Current) โดยถ้าค่าความต้านทานน้อยกระแสไหลผ่านมาก ค่าความต้านทานมากกระแสไหลผ่านน้อย เมื่อกระแสไหลผ่านก็จะเกิดความร้อน ถ้าความร้อนมากๆจะทำให้ค่าความต้านทานจะยิ่งลดลง และตัวต้านทานแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ แบบค่าคงที่และแบบที่ปรับค่าได้



รูปที่ 2.6 แสดงภาพตัวต้านทานแบบค่าคงที่

1. แบบค่าคงที่ เป็นแบบที่ไม่สามารถปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ การเลือกใช้ควรเลือกให้ถูกขนาดที่เหมาะสมกับงานด้วย เพื่อความประหยัด ควรคำนึงถึงกำลังไฟที่จะทนได้ซึ่งมีหน่วยเป็นวัตต์ (W)

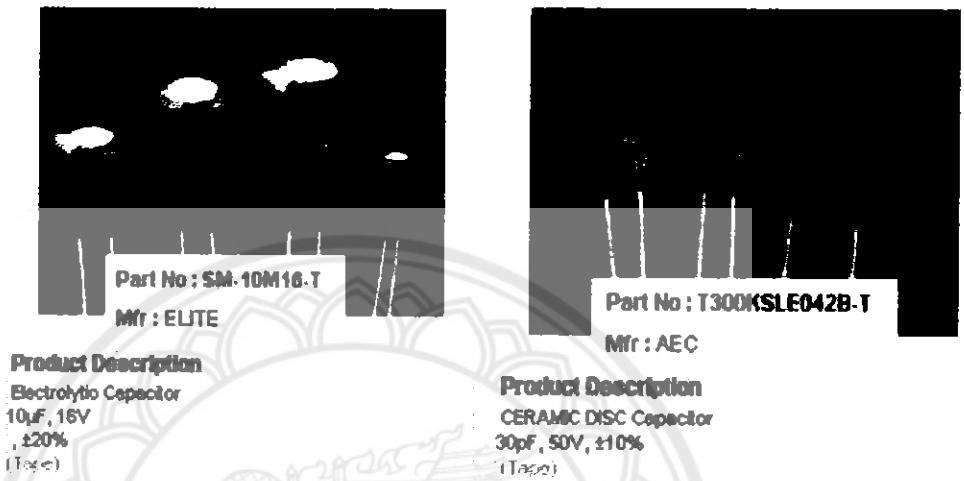
2. แบบปรับค่าได้ เป็นตัวต้านทานที่ปรับเปลี่ยนค่าความต้านทานได้ตามต้องการ มีหลายแบบเช่น ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบเกือกม้าและตัวต้านทานปรับค่าได้แบบมีแกนปรับ

2.8.2 ตัวเก็บประจุ (C)

เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความสำคัญ ใช้ประโยชน์ได้หลายอย่างเช่น ทำไฟให้เรียบ กรองความถี่ และเชื่อมโยงสัญญาณ เป็นต้น ตัวเก็บประจุมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าดังนี้

1. เมื่อจ่ายไฟฟ้ากระแสตรงเข้ากับตัวเก็บประจุแล้วปลดไฟออก มันจะเก็บค่าไฟที่ได้ไว้ระยะ เวลาหนึ่งก่อนจึงค่อยๆ ลดลงจนเป็น 0 มีหน่วยเป็นฟารัด (F)

2. เมื่อเริ่มป้อนไฟกระแสตรง ค่าความต้านทานเป็น 0 แต่เมื่อเวลาผ่านไปค่าความต้านทานจะเพิ่มขึ้น ค่าแรงดันก็เพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนเท่ากับแรงดันที่ป้อนเข้ามา ซึ่งจะช้าหรือเร็วขึ้นอยู่กับค่าความจุ



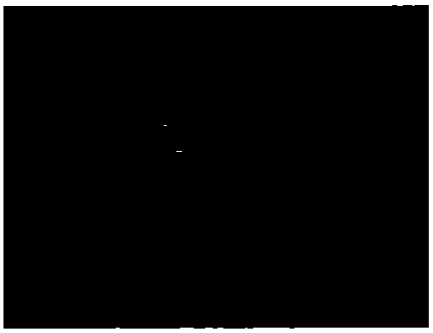
รูปที่ 2.7 แสดงภาพตัวเก็บประจุ

2.8.3 ไดโอด (D)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการกำหนดทิศทางการไหลของกระแสไฟฟ้า ส่วนใหญ่ใช้ในการป้องกันแรงดันไหลย้อนกลับ และใช้เรียงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นกระแสตรง (Rectify)

คุณสมบัติของไดโอดจะยอมให้แรงดันไฟฟ้าไหลผ่านมันได้ถ้าป้อนขั้วตรงกันคือ ถ้าป้อนไฟขั้วบวกผ่านเข้าไดโอด ตรงกับขาแอโนด (A) ไฟจะผ่านได้เรียกว่า ไบอัสตรง แต่ถ้าให้ขั้วบวกไหลผ่านขาคาโทด (K) ไฟจะผ่านไม่ได้เรียกว่า ไบอัสกลับ

การใช้งานไดโอด ต้องคำนึงถึงลักษณะงาน คุณสมบัติของไดโอดและอัตราทนแรงดันและกระแสของไดโอดของแต่ละเบอร์ เช่น ไดโอดเบอร์ 1N4001 ทนกระแส 1A แรงดัน 50 V, 1N4004 ทนกระแส 1A แรงดัน 400V และ 1N5402 ทนกระแส 3A แรงดัน 200V



รูปที่ 2.8 แสดงภาพไดโอด

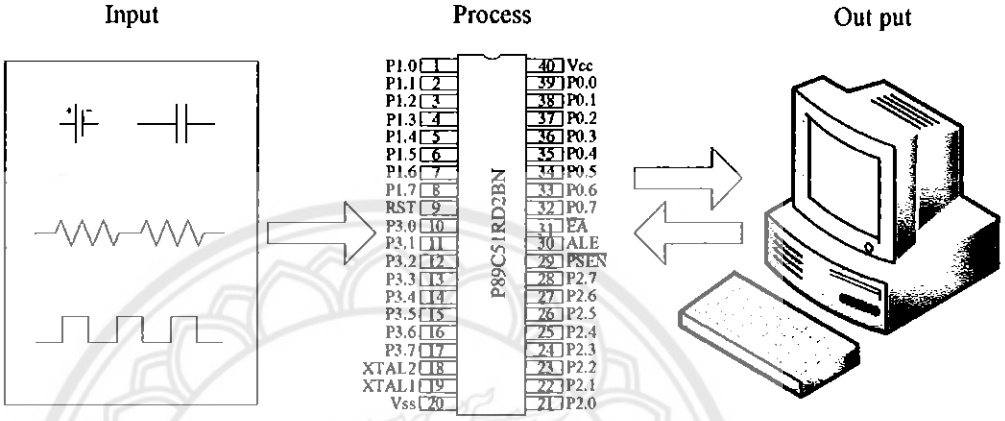
2.8.4 ทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีสารกึ่งตัวนำ P และ N มาต่อรวมกัน 3 ชิ้น มี 2 ชนิดคือแบบ NPN ใช้กับไฟบวกและ PNP ใช้กับไฟลบ ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้า มีหลายขนาดตั้งแต่ไม่ถึงวัตต์ไปจนถึง 250 วัตต์ซึ่งต้องยึดกับ Sink เพื่อระบายความร้อน

รูปที่ 2.9 แสดงภาพทรานซิสเตอร์

บทที่ 3
การออกแบบวงจรและสร้างอุปกรณ์วัดค่าความจุไฟฟ้า

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน



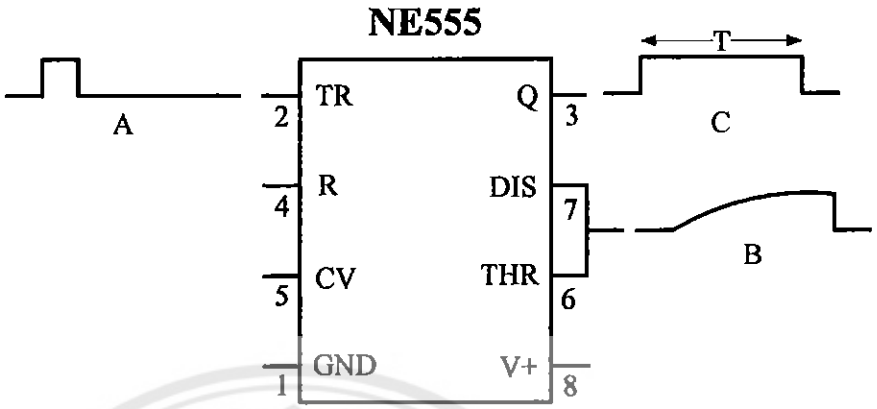
รูปที่ 3.1 แสดงการทำงานของเครื่องวัดค่าความจุไฟฟ้า

3.2 หลักการทำงาน

จากรูปที่ 3.3 แสดงวงจรการทำงานของ CAPACITANCE METER เริ่มจากการสื่อสารกันทางพอร์ตอนุกรม (RS 232) โดยมีคำสั่งให้ทำการเปิดพอร์ตอนุกรมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์ทำการสื่อสารกันในที่นี้จะมี IC DS275 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่มีหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลจะคอยปรับระดับแรงดันระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์กับคอมพิวเตอร์สื่อสารกันได้ได้ดีขึ้น เมื่อทำการเปิดพอร์ตอนุกรมเสร็จแล้วจากนั้นก็จะทำการกำหนดย่านการวัดเริ่มต้นและค่า R ที่จะนำคำนวณโดยให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวปรับเปลี่ยนย่าน ย่านเริ่มต้นการทำงานก็คือ ย่านการวัดค่าตัวเก็บประจุที่มีหน่วยเป็น(uF)ซึ่งเป็นการทำงานโดยให้เปิดย่านการวัดที่ 1 คือจะทำให้พอร์ต P1.2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์เป็น 0 จะทำให้ทรานซิสเตอร์ Q4 ทำงานเพียงตัวเดียวและค่า R ที่จะนำไปเป็นตัวกำหนดคาบเวลาของวงจรไมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ก็จะเป็นตัวต้านทาน RS2

จากนั้นเมื่อเราใส่ตัวเก็บประจุเข้าไป แล้วสั่งเริ่มวัดค่าของตัวเก็บประจุจากคอมพิวเตอร์ไปสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์กับ IC 555 ทำการสร้างพัลส์สัญญาณโดยการทำงานก็จะเป็นไปตามกระบวนการของไมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งสัญญาณทริกดังที่แสดงในรูปที่ 3.2 A ไปทริกที่ขา 2 ของ IC 555 ก็จะทำให้เกิดรูปสัญญาณดังรูปที่ 3.2 B คือรูป

สัญญาณแสดงระยะเวลาการชาร์ตประจุของตัวเก็บประจุขึ้นที่ขา 7 และ 6 ซึ่งเป็นขาที่ใช้ต่อวัดค่าการเก็บประจุของตัวเก็บประจุ IC 555 ก็จะทำการสร้างพัลส์ออกมาลักษณะดังรูป 3.2 C

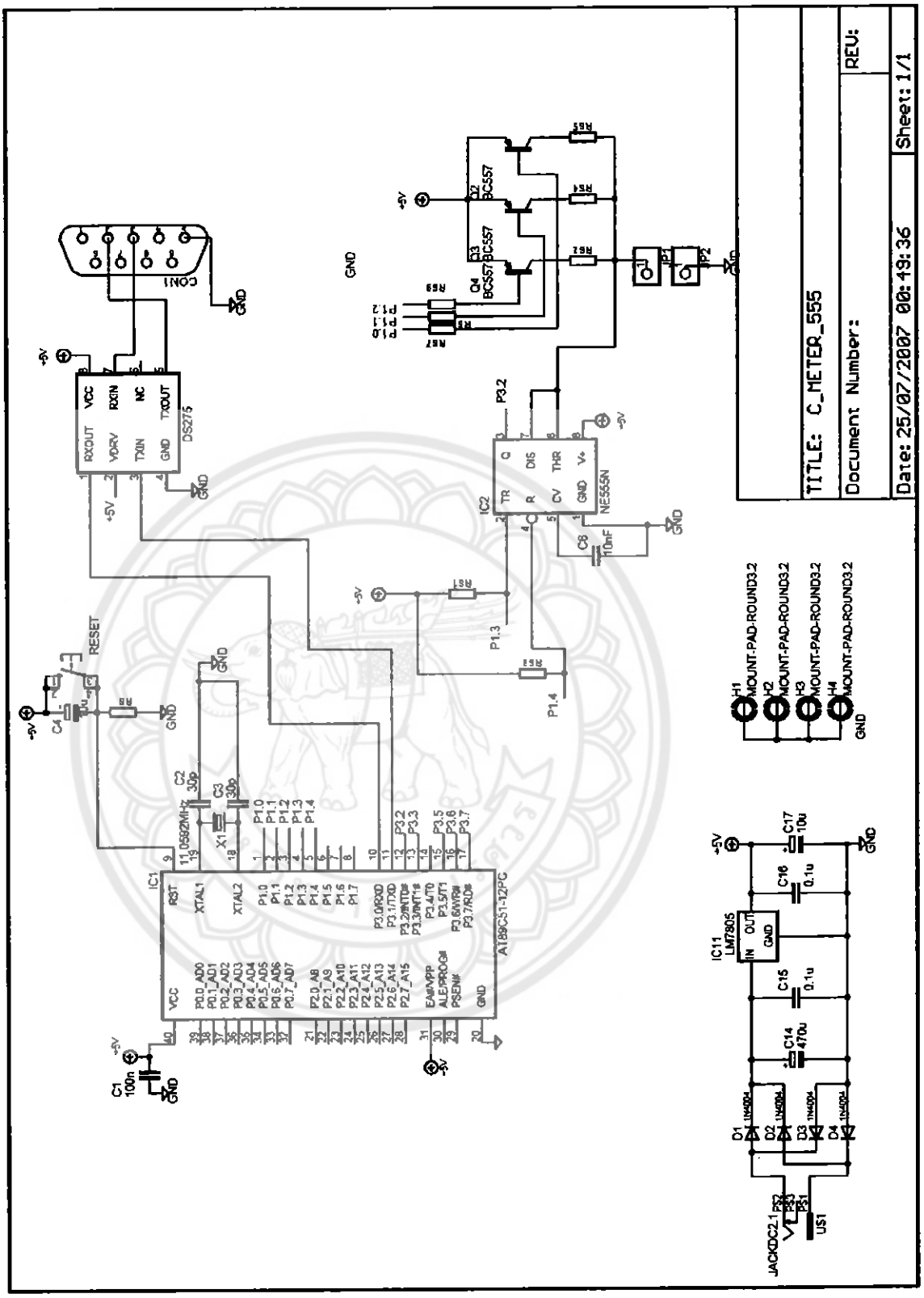


รูปที่ 3.2 แสดงรูปสัญญาณการทำงานแบบโมโนสเตเบิลไวเบรเตอร์

เมื่อ IC555 ทำการสร้างพัลส์สัญญาณเอาต์พุตที่ได้จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.2 C ออกมาที่ขา 3 เอาต์พุตที่ได้ดังกล่าวสามารถกำหนดได้โดยค่า C ที่เราทำการวัดค่า ดังนั้นคาบเวลา (T) ที่ได้ออกมาจะสามารถนับได้ตามค่าความจุของตัวเก็บประจุ ถ้าหากค่าความจุไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงค่าของคาบเวลา (T) ก็จะเปลี่ยนแปลงด้วย ตามสูตร T=1.1RC โดยจะให้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวนับคาบเวลาดังกล่าวแล้วทำการส่งต่อให้โปรแกรมของคอมพิวเตอร์ทำการคำนวณ

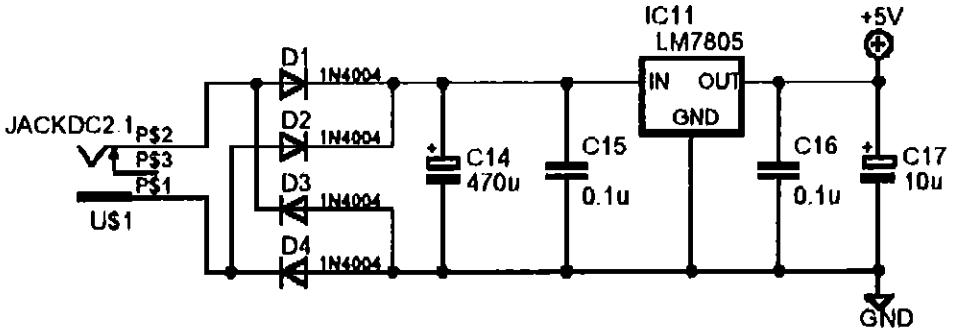
เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ส่งค่าที่นับได้มายังโปรแกรมของคอมพิวเตอร์ โปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบว่าค่าที่นับได้เหมาะสมกับย่านที่ตั้งไว้หรือไม่ (ค่าต่ำกว่าย่านที่ตั้งไว้) การเลือกย่านการวัดของวงจรจะทำโดยอัตโนมัติ คือ ถ้าต่ำไปก็จะทำการเปลี่ยนย่านการวัดให้ต่ำลงมาจาก (uF) เป็น (nF) ซึ่งก็จะทำให้ค่าย่านเปลี่ยน พอไมโครคอนโทรลเลอร์รับค่า ย่าน อันใหม่ได้ก็จะทำการเปลี่ยนย่านโดยการ Off ทรานซิสเตอร์ตัวเดิม แล้ว On ทรานซิสเตอร์ในย่านใหม่แทน ซึ่งก็จะทำให้ค่า R ที่กำหนดคาบเวลาเปลี่ยนไปตามวงจร คือ จะทำให้เกิดการ On ทรานซิสเตอร์ Q3 และค่า R ที่จะนำไปเป็นตัวกำหนดคาบเวลาของวงจรโมโนสเตเบิลมัลติไวเบรเตอร์ก็จะเป็นตัวต้านทาน RS4

จากนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการนับ และส่งค่าที่นับได้ให้กับคอมพิวเตอร์ พอโปรแกรมตรวจสอบแล้วว่าอยู่ในย่านที่เหมาะสมก็จะนำค่าที่นับได้ไปคำนวณตามสูตร C=T/1.1R ซึ่ง T ก็คือเวลาที่ไมโครคอนโทรลเลอร์นับได้ในช่วงการเกิดสัญญาณ และ R ก็คือค่า R ที่ใช้กำหนดคาบเวลานั่นเอง จากนั้นก็นำค่าที่ได้จากการคำนวณแสดงผลออกมาทางหน้าจอของโปรแกรมของคอมพิวเตอร์เป็นอันสิ้นสุดการวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรภายในเครื่องวัดค่าความจุไฟฟ้า

3.3 วงจรและหลักการทำงานของ Power Supply



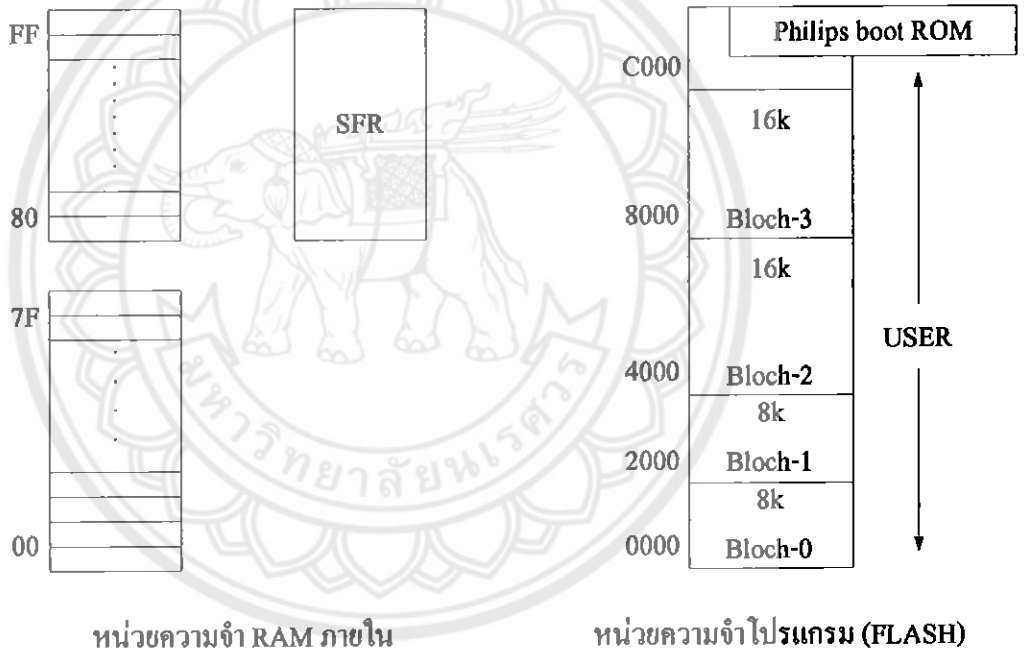
รูปที่ 3.4 แสดงวงจร Power Supply

การทำงานของวงจร เริ่มจากการจ่ายไฟให้กับวงจรทั้งหมดเข้าที่ JACKDC2.1 โดยใช้แหล่งจ่ายไฟแบบ DC หรือ AC ที่มีแรงดันไฟขนาด 12 โวลต์ ไดโอด D1-D4 (1N4004) ต่อเป็นวงจรบริดจ์ จุดประสงค์เพื่อจะให้เอนกประสงค์กับการต่อขั้วไฟ DC จากอแดปเตอร์ที่อาจจะเป็นแบบขั้วไฟบวกอยู่ด้านนอกขั้วไฟลบอยู่ด้านใน หรือขั้วไฟลบอยู่ด้านนอกขั้วไฟบวกอยู่ด้านใน ก็สามารถใช้งานได้ หรือบางครั้งอาจจะใช้แหล่งจ่ายไฟ AC จากหม้อแปลงโดยตรง ที่มีขนาดประมาณ 12 โวลต์เอซี โดยไดโอดที่ต่อวงจรบริดจ์จะทำหน้าที่เป็นวงจรเรกติไฟเออร์ โดยเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) ให้เป็น ไฟฟ้ากระแสตรง (DC) และกลับขั้วไฟให้ถูกต้อง

ตัวเก็บประจุ C14 และ C15 จะทำหน้าที่กรองแรงดันหรือฟิลเตอร์ (Filter) เพราะในการเปลี่ยนแรงดันไฟกระแสสลับให้เป็นแรงดันไฟกระแสตรง จะยังมีการกระเพื่อมของแรงดันไฟตรงที่เราเรียกว่าริปเปิล (Ripple) ดังนั้นเราจึงใช้ตัวเก็บประจุเพื่อลดค่าแรงดันริปเปิลลงไป โดยการเก็บค่าประจุไว้เมื่อช่วงแรงดันสูง และจะจ่ายประจุให้กับโหลดเมื่อมีการกระเพื่อมทางด้านต่ำดังนั้นโหลดจะได้แรงดันที่ราบเรียบขึ้น IC11 เป็นไอซีเร็กกูเรเตอร์ (Regulate) ขนาด 5 โวลต์ ซึ่งจะทำหน้าที่รักษาระดับของแรงไฟให้มีค่าคงที่ 5 โวลต์ ตัวเก็บประจุ C16 จะทำหน้าที่กรองแรงดัน ที่ออกมาจากเอาต์พุตของ IC11 ส่วน C17 ทำหน้าที่กรองสัญญาณความถี่สูงทิ้งไป ซึ่งอาจจะเกิดจากอุปกรณ์วงจรภายในของไอซี ในการต่อใช้งานจะต่อระหว่างขาไฟเลี้ยงของไอซี กับขากราวด์ โดยต่อให้ใกล้กับขาไอซีให้มากที่สุด

3.4 หน่วยความจำของ 89C51RD2 และการโปรแกรม

ไมโครคอนโทรลเลอร์ 89C51RD2 ของบริษัท Philips มีหน่วยความจำหลักๆ อยู่ 3 ส่วนคือ หน่วยความจำโปรแกรม (program memory) ขนาด 64 กิโลไบต์ หน่วยความจำข้อมูล (data memory) ขนาด 1 กิโลไบต์ โดยโปรแกรมที่อยู่ในบูตรอมนี้จะใช้ในการติดต่อแบบ ISP โดยมีแอดเดรสอยู่ที่ตำแหน่ง FC00H-FFFFH ทำให้สามารถโปรแกรมใช้งานได้จริงๆ 63 กิโลไบต์ สำหรับหน่วยความจำโปรแกรมนั้นได้แบ่งออกเป็นบล็อกๆ ดังรูปที่ 3.4 ซึ่งผู้ใช้สามารถเลือกโปรแกรมหรือลบข้อมูลในบล็อกใดๆ ได้ สำหรับหน่วยความจำข้อมูลขนาด 1กิโลไบต์นั้นจะมีการแบ่งออกเป็นหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลทั่วไปขนาด 128 ไบต์ตั้งแต่แอดเดรส 00H-7FH หน่วยความจำที่เป็นพื้นที่ของรีจีสเตอร์ฟังชั่นพิเศษขนาด 128 ไบต์ตั้งแต่แอดเดรส 80H-FFH และหน่วยความจำแรมเพิ่มเติม(Expanded RAM) อีก 768 ไบต์



รูปที่ 3.5 การจัดหน่วยหน่วยความจำของ 89C51RD2

สำหรับการโปรแกรมให้กับ 89C51RD2 นั้นสามารถกระทำผ่านนั้นสามารถกระทำผ่านทางโปรแกรม WinISP ของบริษัท Philips ที่ทำงานภายใต้ระบบปฏิบัติการวินโดว์ได้ โปรแกรมจะติดต่อกับชิปผ่านทางพอร์ตอนุกรมของเครื่องคอมพิวเตอร์ PC และพอร์ตอนุกรมของชิป โดยโปรแกรมนี้สามารถลบข้อมูลบนชิป และใช้ดาวน์โหลดไฟล์ .HEX ลงบนตัวชิปได้ เมื่อเรียก

โปรแกรม WinISP ขึ้นมาจะเห็นหน้าตาของโปรแกรมเป็นดังรูป 3.5 เมื่อเรียกโปรแกรมขึ้นมาจะต้องตั้งค่าต่างๆ ดังนี้

1. เลือกชิปเป็นเบอร์ 89C51RD2
2. เลือกพอร์ตสื่อสารอนุกรมให้ตรงกับพอร์ตที่ใช้งานจริง (พอร์ต COM1 หรือ COM2)
3. ใส่ค่าความถี่ของ OSC ที่ใช้ เช่นถ้าใช้สัญญาณนาฬิกา 11.0592 MHz ก็ให้ใส่ค่า 11 ลงไป
4. ตั้งค่า Vector เป็น C0 และค่า Status เป็น 00

สำหรับคำสั่งต่างๆ ของโปรแกรมเป็นดังนี้

Load File ใช้สำหรับโหลดไฟล์ .HEX มาเก็บในหน่วยความจำเพื่อเตรียมโปรแกรมลงบนชิป โดยเมื่อโหลดไฟล์เข้ามาแล้วค่าตำแหน่ง Start และ End จะเป็นไปตามข้อมูลของไฟล์นั้นๆ

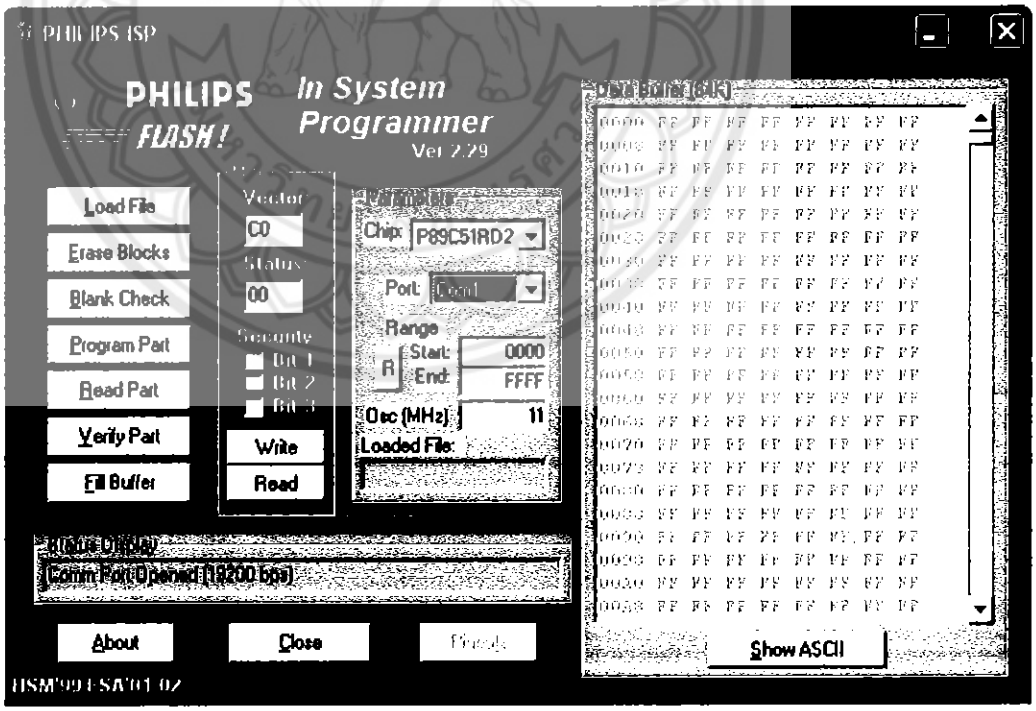
Erase Blocks ใช้ลบข้อมูลที่อยู่ในชิป โดยสามารถใช้เมาส์เลือกบล็อกที่ต้องการลบได้

Blank Check ใช้ตรวจสอบค่า Blank หรือค่า FFH ตามตำแหน่ง Start ถึงตำแหน่ง End

Program Part ใช้อ่านข้อมูลจากชิปมาเก็บในหน่วยความจำบัฟเฟอร์

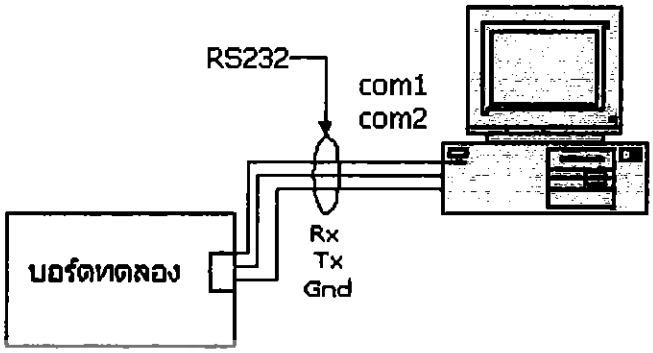
Verify Part ใช้เปรียบเทียบข้อมูลที่อยู่ในชิปกับข้อมูลที่อยู่ในหน่วยความจำ

Fill Buffer ใช้สำหรับใส่ค่าข้อมูลใดๆ ลงใน Data Buffer ตามตำแหน่ง Start ถึง End



รูปที่ 3.6 โปรแกรม WinISP

3.5 การเชื่อมต่อพอร์ตอนุกรม RS-232

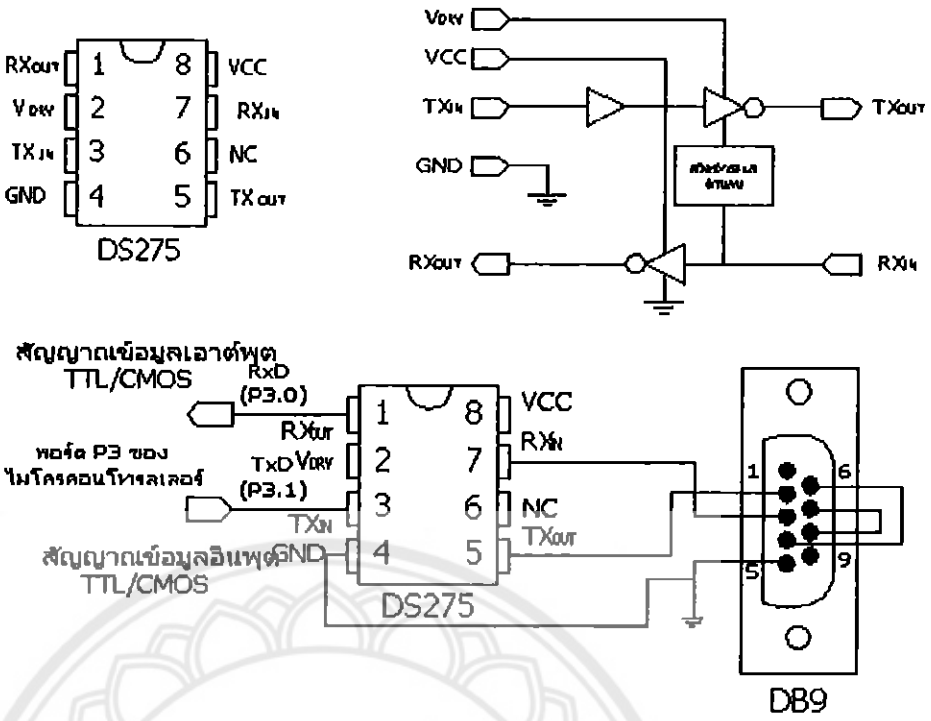


รูปที่ 3.7 แสดงการเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์

ไอซี DS275

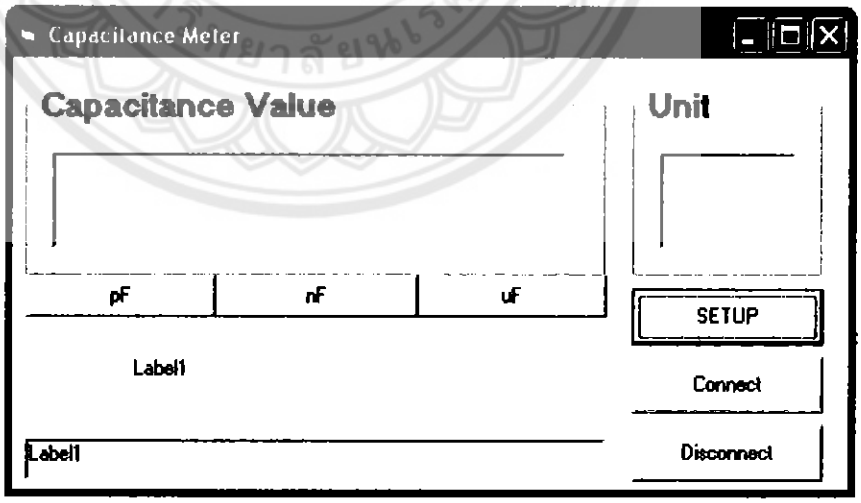
RXOUT (ขา 1) :ขารับสัญญาณเอาต์พุตด้านส่ง RS-232
VDRV (ขา 2) :ขารับแรงดัน +V ของด้านส่ง
TXIN (ขา 3) :ขารับสัญญาณอินพุตด้านส่ง RS-232
GND (ขา 4) :กราวด์
TXOUT (ขา 5) :สัญญาณเอาต์พุตของด้านรับ RS-232
NC (ขา 6) : ไม่ใช้งาน
RXIN (ขา 7) :ขารับสัญญาณอินพุตด้านรับRS-232
VCC (ขา 8) :ขารับไฟเลี้ยง +5 โวลต์

ไอซี DS275 ใช้ไอซีเพียงตัวเดียว ที่ทำหน้าที่รับ-ส่งข้อมูลได้และใช้อุปกรณ์ร่วมน้อยชิ้น มีคุณสมบัติโดยใช้กำลังงานจากแหล่งจ่ายต่ำในการรับ-ส่ง ผ่านพอร์ตอนุกรม ระดับสัญญาณในการส่งอยู่ในช่วง +5 ถึง +12 โวลต์



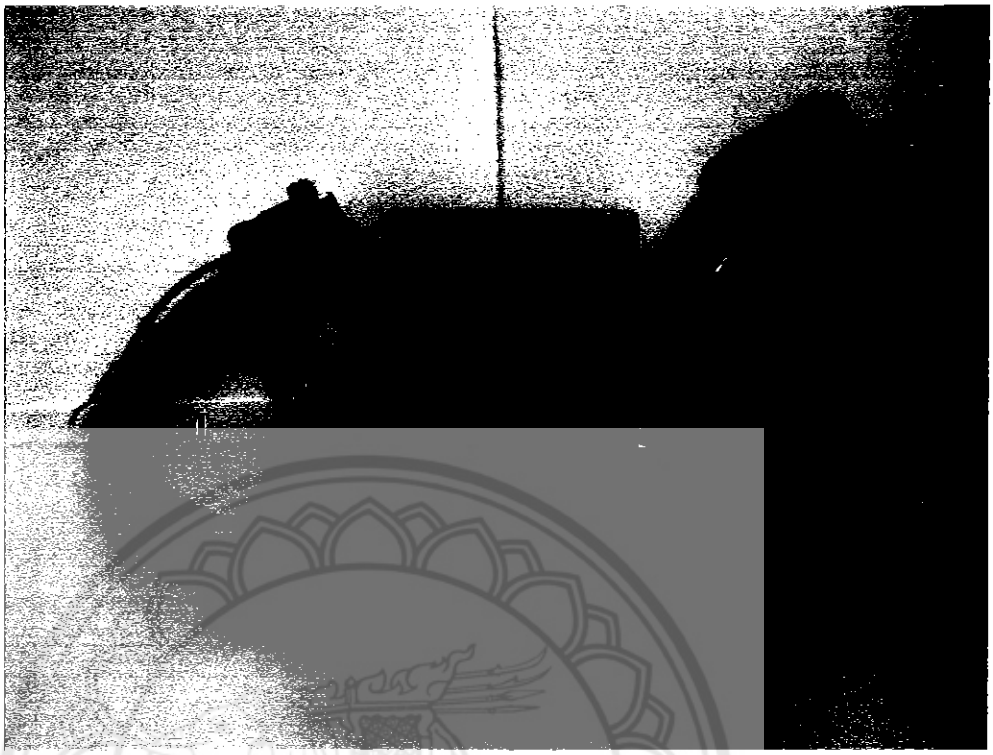
รูปที่ 3.8 แสดงตำแหน่งขาของไอซี DS275 และการต่อใช้งาน

3.6 โปรแกรมควบคุมการทำงาน (Visual Basic 6.0)



รูปที่ 3.9 การทำงานของโปรแกรม Visual Basic 6.0

3.7 อุปกรณ์วัดค่าความจุไฟฟ้า



รูปที่ 3.10 แสดงอุปกรณ์วัดค่าความจุไฟฟ้าทั้งหมด

จากรูปที่ 3.10 แสดงอุปกรณ์วัดค่าความจุไฟฟ้าดังนี้

หมายเลข 1 เป็นสายคาต้าสำหรับเชื่อมต่อระหว่างบอร์ดกับคอมพิวเตอร์ทางพอร์ตอนุกรม (Com 1 , Com 2)

หมายเลข 2 เป็นตัวบอร์ดที่ใช้วัดค่าความจุไฟฟ้า

หมายเลข 3 เป็นแหล่งจ่ายไฟฟ้า AC ADAPTOR 12 V.

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

149419 50

รูปที่ 3.11 แสดงโครงสร้างภายในบอร์ด

ฝร.
ว262ค
2550

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองวัดค่าความจุไฟฟ้า

การต่อวงจรทั้งหมดของเครื่องวัดนั้นจะต้องคำนึงถึงส่วนประกอบต่างๆ ว่าอยู่ในรูปที่สามารถเข้ากันได้หรือเปล่า เช่น สัญญาณที่ออกจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่จะต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์จะต้องเป็นข้อมูลอนุกรม มีอัตราความเร็วในการส่งข้อมูล (Buad Rate) ตรงกับอัตราความเร็วที่โปรแกรมในการคำนวณกำหนดไว้ และยังต้องคำนึงถึงมาตรฐานแรงดันที่ Port RS-232 กำหนดไว้ เพื่อที่จะได้สามารถส่งข้อมูลได้อย่างไม่ผิดพลาด

4.1.1 เตรียมตัวเก็บประจุไฟฟ้าและอุปกรณ์วัดค่าความจุไฟฟ้า

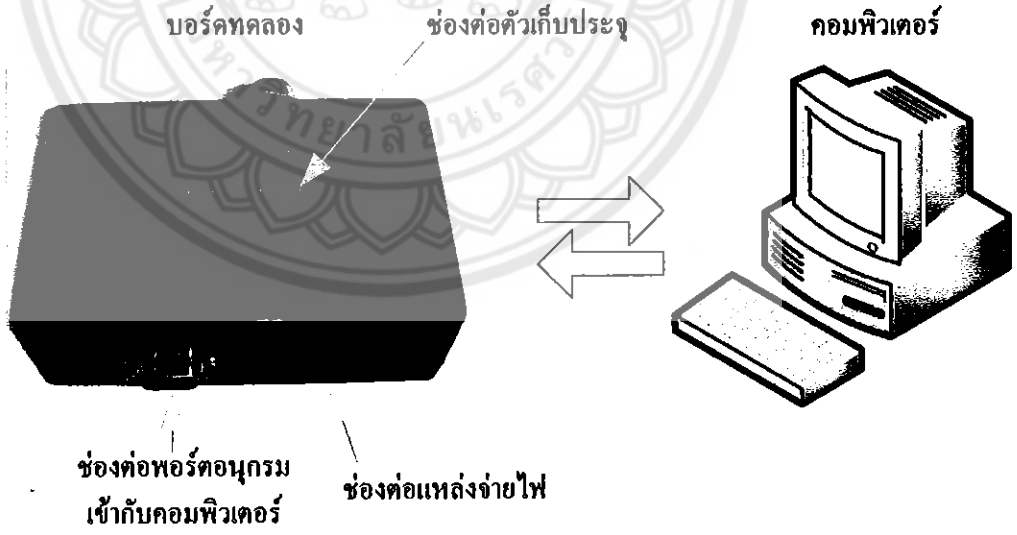
4.1.2 ต่อ AC ADAPTOR 12 V. เข้ากับบอร์ด

4.1.3 ต่อสายคาต้าจากบอร์ดเข้ากับคอมพิวเตอร์ Com 1

4.1.4 ต่อตัวเก็บประจุลงบนบอร์ด

4.1.5 ตรวจสอบความเรียบร้อยของจุดเชื่อมต่อก่อนการทดลอง

4.1.6 รันโปรแกรม Visual Basic เพื่อทำการทดลอง



รูปที่ 4.1 แสดงการต่อตัวเก็บประจุไฟฟ้าเพื่อทำการทดสอง

4.2 โปรแกรมคำนวณและแสดงผลบนคอมพิวเตอร์

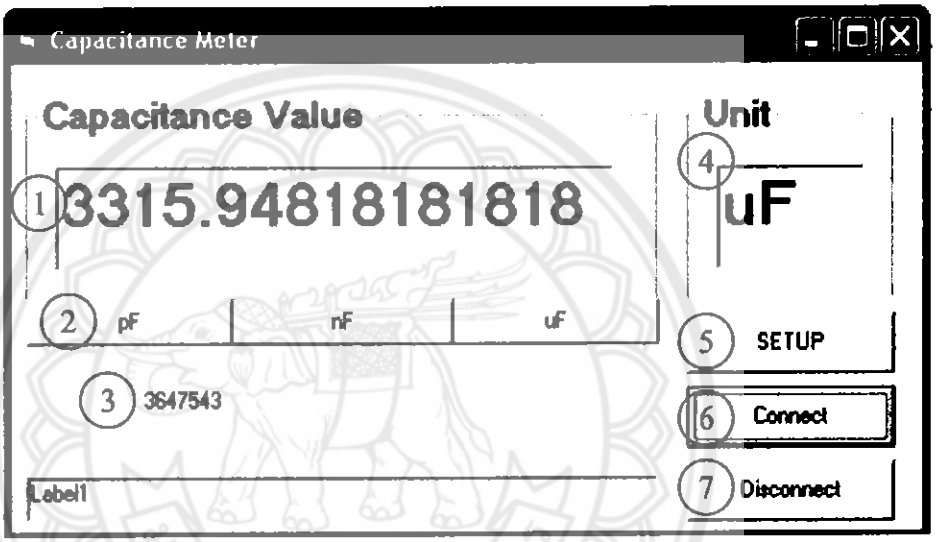
เป็นโปรแกรมที่รับค่ามาจากพอร์ต แล้วนำค่าที่ได้มาวิเคราะห์และคำนวณแล้วแสดงผลในรูปแบบข้อมูลตัวเลข โดยใช้โปรแกรม Visual Basic 6 เป็นตัวสร้างโปรแกรมดังกล่าว

4.2.1 ติดตั้งโปรแกรม Visual Basic 6

4.2.2 เปิดโปรแกรม Visual Basic 6

4.2.3 เปิดโปรแกรมที่ที่จะนำมาคำนวณและแสดงผลบนคอมพิวเตอร์

4.2.4 ทำการรันโปรแกรมจะได้ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 แสดงการรันโปรแกรมหาค่าตัวเก็บประจุไฟฟ้า

จากรูปที่ 4.2 เป็นการรันโปรแกรมหาค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า

หมายเลข 1 แสดงค่าความจุไฟฟ้าที่วัดได้

หมายเลข 2 ปุ่มเลือกย่านการวัดของโปรแกรม

หมายเลข 3 แสดงค่า T ที่โปรแกรมนำไปคำนวณ

หมายเลข 4 แสดงหน่วยของค่าความจุไฟฟ้า

หมายเลข 5 ปุ่ม SETUP ตั้งค่าโปรแกรม

หมายเลข 6 ปุ่ม Connect เริ่มวัดค่าความจุไฟฟ้า

หมายเลข 7 ปุ่ม Disconnect หยุดวัดค่า

4.3 ทดสอบการวัดหาค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า

4.3.1 ทดลองวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าตัวที่มีค่าความจุไฟฟ้ามากก่อน แล้วค่อยลดลงมาเรื่อย ๆ

4.3.2 ทดลองวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าตัวที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าต่างกัน

4.3.3 ทดลองวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าตัวที่มีค่าเท่ากันหลาย ๆ ตัว เพื่อเปรียบเทียบกัน

4.3.4 ทดลองวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าโดยการสลับขั้วตัวเก็บประจุ

4.3.5 ออกแบบตารางและบันทึกผลการทดลอง

4.4. ผลการทดลอง

ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุจะได้จากสูตรการคำนวณหาคาบเวลา

จาก $T = 1.1 \times RC$

ดังนั้น $C = \frac{T}{1.1 \times R}$

โดย T คือค่าคาบเวลา (us)

R คือค่าตัวต้านทาน (Ω)

C คือค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า (uF)

4.4.1 ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า ที่ได้จากสูตร $C = \frac{T}{1.1 \times R}$

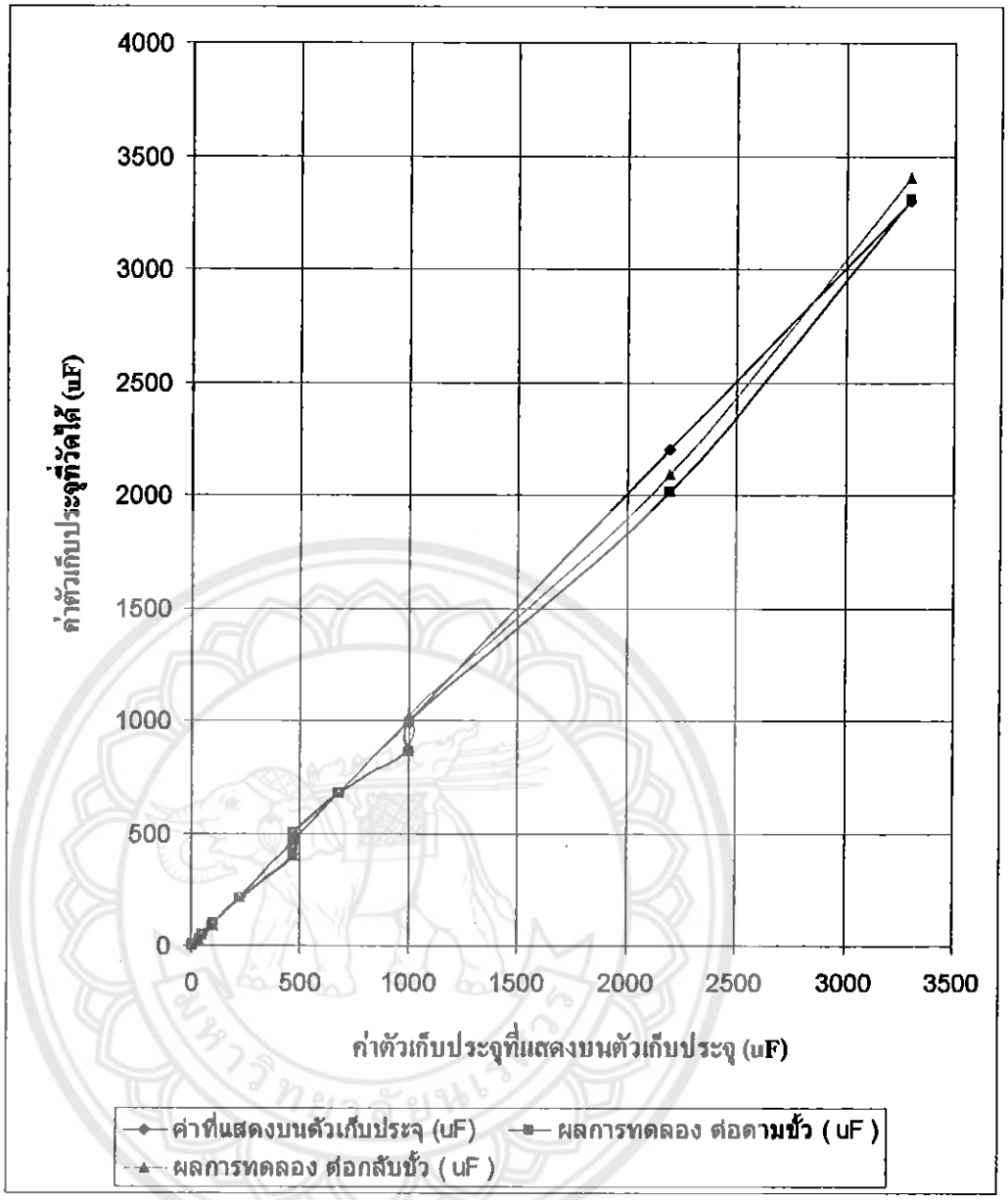
ตัวเก็บประจุ (uF)	ตัวต้านทาน (Ohm)	คาบเวลา (T) (us)
0.000001	495,000,000	544.5
0.00001	495,000,000	5445
0.000033	495,000,000	17968.5
0.0001	495,000,000	54450
0.001	495,000,000	544500
0.001	100000000	110000
0.01	100000000	1100000
0.1	100000000	11000000
1	100000000	110000000
1	1000	1100
10	1000	11000
20	1000	22000
47	1000	51700
68	1000	74800
100	1000	110000
220	1000	242000
470	1000	517000
680	1000	748000
1000	1000	1100000
2200	1000	2420000
3300	1000	3630000

ตารางที่ 4.1 แสดงผลค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า ที่ได้จากสูตร

4.4.1 ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า ที่ได้จากการทดลอง

ตัวเก็บประจุ (uF)	แรงดันที่แสดงอยู่บนตัวเก็บประจุ (V)	ผลการทดลอง	
		ต่อตามขั้ว (uF)	ต่อกลับขั้ว (uF)
3300	16	3308.8882	3405.7264
2200	16	2017.4718	2092.2318
1000	16	996.07718	1018.9118
1000	35	862.5118	877.8009
1000	35	860.4563	995.9845
680	25	675.49	681.6009
470	160	504.25	506.7
470	16	469.289	476.4627
470	16	423.85	429.13
470	25	394.53	400.37
220	16	212.377	213.93
100	16	95.15	96.0027
100	16	87.4909	87.65
47	16	45.2	45.5
47	25	46.055	46.7
33	160	30.0554	30.07
10	160	8.97	8.98
10	50	9.164	9.186
10	50	9.62	9.63
10	250	8.66	8.68
2.2	50	1.94	1.95
1	16	0.8281	0.83
0.22	50	0.1973	0.1973

ตารางที่ 4.2 แสดงผลค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า ที่ได้จากการทดลอง



รูปที่ 4.3 แสดงกราฟค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้า ที่ได้จากการทดลอง

บทที่ 5
สรุปผลของโครงงาน

5.1 สรุปผลของโครงงาน

จากการทดลองการควบคุมการทำงานวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ คอมพิวเตอร์กับไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถทำงานร่วมกันที่จะวัดค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าได้ และสามารถวัดหาค่าในระดับย่าน uF ได้ตรงกว่าค่าในระดับย่าน pF และ nF

5.1.1 ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าตัวที่มีค่าความจุไฟฟ้าน้อย ๆ ประมาณ 220 uF ลงมาค่าความจุไฟฟ้าที่ได้จะมีค่าใกล้เคียงกับค่าที่บอกบนตัวเก็บประจุ

5.1.2 ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าตัวที่มีค่าแรงดันไฟฟ้าต่างกันค่าที่วัดได้มีค่าไม่เท่ากัน

5.1.3 ค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าตัวที่มีค่าเท่ากันแต่ค่าที่ได้ไม่เท่ากันอาจเป็นเพราะความสามารถในการเก็บประจุไฟฟ้าบางตัวเสื่อมไป

5.1.3 การสลับขั้วตัวของตัวเก็บประจุไฟฟ้ามีผลต่อค่าความจุไฟฟ้าโดยการสลับขั้วจะมีค่าความจุไฟฟ้าใกล้เคียงค่าตามจริงกว่าการต่อตามขั้ว

จะเห็นว่าสามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์ไปประยุกต์ใช้ควบคุมการวัดหาค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าได้

5.2 ปัญหาที่เกิดขึ้นในระหว่างทำโครงงาน

5.2.1 ปัญหาในการปรับปรุงแก้ไขในการออกแบบวงจรและการโปรแกรม

5.2.2 อุปกรณ์ทำงานผิดพลาดบ้างบางครั้ง เนื่องจากการติดตั้งอุปกรณ์ระบบไม่สามารถทำงานร่วมกันได้

5.3 แนวทางในการพัฒนา

5.3.1 พัฒนาโครงสร้างวงจรเพื่อง่ายต่อการแก้ไข

5.3.2 พัฒนาโปรแกรมในด้านการควบคุมการวัดหาค่าความจุไฟฟ้าของตัวเก็บประจุไฟฟ้าด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น เพื่อเพิ่มความทันสมัย

5.3.3 พัฒนาอุปกรณ์อินพุตเพื่อลดความผิดพลาดให้น้อยลง

5.3.4 พัฒนาอุปกรณ์แสดงผล เช่น การใช้ 7-Segment แสดงผลแทนคอมพิวเตอร์

ภาคผนวก

ก. โปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 (P89C51RD2)

```
;-------------------------------------------------------------------------------
;  ส่วนของการกำหนดค่าที่จะนำมาใช้งาน
;-------------------------------------------------------------------------------
        INPUT       BIT     P3.2
        RANGE1      BIT     P1.2
        RANGE2      BIT     P1.1
        RANGE3      BIT     P1.0
        TRIG        BIT     P1.3
        RESET       BIT     P3.7
        DATA_H      EQU     33H
        DATA_L      EQU     34H
        DATA_M      EQU     35H
        DATA_Hex    EQU     36H
        N0_SNL      EQU     21H
        ONES        EQU     37H
        TENS        EQU     38H
        HUNDERDS    EQU     39H
;-------------------------------------------------------------------------------
; ส่วนของการอินเตอร์รัพท์
;-------------------------------------------------------------------------------
        ORG     0000H                   ; เริ่มต้นที่แอดเดรส 0000H
        AJMP    INITIAL             ; ให้กระโดดไปที่ INITIAL
        ORG     0003H                   ; อินเตอร์รัพท์จากภายนอก(EX0)
        LJMP    STOP_COUNT              ; ให้กระโดดไปที่ STOP_COUNT
        ORG     000BH                   ; อินเตอร์รัพท์จากแฟลก(TF0)
        LJMP    FLAG                    ; ให้กระโดดไปที่ FLAG
```

```
;-------------------------------------------------------------------------------
; ส่วนของการกำหนดค่าเริ่มต้นในการทำงาน
;-------------------------------------------------------------------------------
INITIAL: MOV     DATA_H,#00H    ; ให้ DATA_H = 00H
         MOV     DATA_L,#00H          ; ให้ DATA_L = 00H
         MOV     TMOD,#01H            ; ให้เป็น TIMER แบบ 16 บิต
         MOV     IE,#83H              ; กำหนดการใช้งานอินเตอร์รัพท์
         MOV     IP,#03H              ; กำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัพท์
         CLR     RANGE1         ; เปิดใช้งานย่านการวัดที่ 1 (RANGE1)
         SETB    RANGE2         ; ปิดใช้งานย่านการวัดที่ 2 (RANGE2)
         SETB    RANGE3         ; ปิดใช้งานย่านการวัดที่ 2 (RANGE2)
         CLR     RESET                ; ทำการ RESET วงจร MONO STABLE
         SETB    RESET                ; ปิดการ RESET วงจร MONO STABLE
;-------------------------------------------------------------------------------
; ส่วนของโปรแกรมหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์
;-------------------------------------------------------------------------------
MAIN:    LCALL   SERIAL_IN            ; กระโดดไปทำงานที่ SERIAL_IN ก่อน
         MOV     TMOD,#01H            ; ให้เป็น TIMER แบบ 16 บิต
         MOV     IE,#83H              ; กำหนดการใช้งานอินเตอร์รัพท์
         MOV     IP,#03H        ; กำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัพท์
         AJMP    MAIN2          ; กระโดดไปที่ MAIN2

NO_SN:   DJNZ    R1,WAIT              ; ลด R1 ถ้าไม่เท่ากับ 0 กระโดดไป WAIT
         LJMP    INITIAL              ; กระโดดไปทำที่ INITIAL

MAIN2:   MOV     TH0,#00H             ; ให้ TH0 = 00H
         MOV     TL0,#00H             ; ให้ TL0 = 00H
         MOV     R1,#20H              ; ให้ R1  = 20H
         CLR     TRIG                 ; ทำการทริกให้ MONO STABLE ทำงาน
         SETB    TRIG                 ; ให้สัญญาณเป็น 1
WAIT:    JNB     INPUT,NO_SN ; ถ้า INPUT = 0 ให้กระโดดไปที่ NO_SN
         SETB    TR0                  ; ให้ TIMER0 ทำงาน
```

```
        JNB     IE0,$               ; ถ้า FLAG IE0 = 0 ให้กระโดดอยู่กับที่
        CLR     IE0                 ; ให้ FLAG IE0 = 0

        MOV     DATA_HEX,DATA_M ; เอาข้อมูลใน DATA_M ไปไว้DATA_HEX
        LCALL   Hex2BCD             ; กระโดดไปทำที่ Hex2BCD
        LCALL   SEND_DATA           ; กระโดดไปทำที่ SEND_DATA

        MOV     DATA_HEX,TH0        ; เอาข้อมูลใน TH0 ไปไว้ที่ DATA_HEX
        LCALL   Hex2BCD             ; กระโดดไปทำที่ Hex2BCD
        LCALL   SEND_DATA           ; กระโดดไปทำที่ SEND_DATA

        MOV     DATA_HEX,TL0        ; เอาข้อมูลใน TL0 ไปไว้ที่ DATA_HEX
        LCALL   Hex2BCD             ; กระโดดไปทำที่ Hex2BCD
        LCALL   SEND_DATA           ; กระโดดไปทำที่ SEND_DATA

        LCALL   DELAY_100ms ; หน่วงเวลา 100 ms
        MOV     DATA_H,#00H ; ให้ DATA_H = 0
        MOV     DATA_L,#00H ; ให้ DATA_L = 0
        MOV     DATA_M,#00H         ; ให้ DATA_M = 0
        LJMP    MAIN                ; กระโดดไปที่ MAIN

;-------------------------------------------------------------------------------
; ส่วนของการทำงานหลังจากอินเตอร์รัพท์จากภายนอก(EX0)
;-------------------------------------------------------------------------------
STOP_COUNT:  CLR    TR0         ; หยุดการทำงานของ TIMER0
        CLR     TF0             ; ให้ FLAG TIMER0 = 0
        SETB    IE0             ; ให้ FLAG EXTERNAL0 = 0
        RETI                ; ออกจากการอินเตอร์รัพท์
```

```
;-------------------------------------------------------------------------------
; ส่วนของการทำงานหลังจากอินเตอร์รัพท์จาก TIMER0
;-------------------------------------------------------------------------------
FLAG:   INC         DATA_M      ; เพิ่มข้อมูลใน DATA_M ขึ้น 1 ค่า
        CLR         TF0         ; ให้ FLAG TIMER0 = 0
        RETI                    ; ออกจากการอินเตอร์รัพท์
;-------------------------------------------------------------------------------
; ส่วนของ HEX DATA TO BCD
;-------------------------------------------------------------------------------
Hex2BCD: MOV    R1,DATA_HEX     ; เอาข้อมูลใน DATA_HEXไปไว้ที่ R1
        MOV  R2,#00             ; ให้ R2 = 00
        MOV  R3,#00             ; ให้ R3 = 00
        MOV  R4,#00             ; ให้ R4 = 00
        MOV  B,#10              ; ให้ B = 10
        MOV  A,R1               ; เอาข้อมูลใน R1 ไปไว้ที่ A
        DIV  AB                 ; เอา A ตั้ง หารด้วย B (ได้ค่าเต็มที่ A เศษที่ B)
        MOV  R2,B               ; เอาค่าที่อยู่ใน B (เศษที่ได้จากการหาร) ไปไว้ที่ R2
        MOV  B,#10              ; ให้ B = 10
        DIV  AB                 ; เอา A ตั้ง หารด้วย B (ได้ค่าเต็มที่ A เศษที่ B)
        MOV  R3,B               ; เอาค่าที่อยู่ใน B (เศษที่ได้จากการหาร) ไปไว้ที่ R3
        MOV  R4,A               ; เอาค่าที่อยู่ใน A ไปไว้ที่ R4

        MOV  A,R2               ; เอาข้อมูลใน R2 ไปไว้ที่ A
        ADD  A,#30H ; นำค่าที่ A ไป ADD กับ 30H ผลลัพธ์ที่ได้เก็บใน A
        MOV  ONES,A             ; นำค่าที่ A ไปเก็บไว้ที่ ONES
        MOV  A,R3               ; เอาข้อมูลใน R3 ไปไว้ที่ A
        ADD  A,#30H ; นำค่าที่ A ไป ADD กับ 30H ผลลัพธ์ที่ได้เก็บใน A
        MOV  TENS,A             ; นำค่าที่ A ไปเก็บไว้ที่ TENS
        MOV  A,R4               ; เอาข้อมูลใน R4 ไปไว้ที่ A
        ADD  A,#30H ; นำค่าที่ A ไป ADD กับ 30H ผลลัพธ์ที่ได้เก็บใน A
        MOV  HUNDERDS,A ; นำค่าที่ A ไปเก็บไว้ที่ HUNDERDS
        RET                     ; ออกจาก Hex2BCD กลับไปที่ตำแหน่งเดิม
```

```
;-------------------------------------------------------------------------------
; ส่วนของการส่งข้อมูลไปยังพอร์ตอนุกรม
;-------------------------------------------------------------------------------
SEND_DATA:  MOV  PCON,#00000000B
            MOV  SCON,#0E0H          ; พอร์ตอนุกรมโหมด 1
            MOV  TMOD,#20H           ; ใช้ TIMER 1 โหมด 2
            MOV  TL1,#0FDH           ; กำหนด BOADRATE = 9600
            MOV  TH1,#0FDH           ; กำหนด BOADRATE = 9600
            SETB TR1                 ; ให้ TIMER1 ทำงาน
            MOV  SBUF,HUNDERDS       ; ส่งข้อมูลใน HUNDERDS ไปที่ SBUF
            JNB  TI,$                ; วนส่งข้อมูลใน SBUFไปยังพอร์ตจนครบ
            CLR  TI                  ; ให้ TI = 0

            MOV  SBUF,TENS           ; ส่งข้อมูลใน TENS ไปที่ SBUF
                                     JNB  TI,$          ; วน
ส่งข้อมูลใน SBUFไปยังพอร์ตจนครบ
                                     CLR  TI            ; ให้ TI = 0

            MOV  SBUF,ONES           ; ส่งข้อมูลใน ONES ไปที่ SBUF
            JNB  TI,$                ; วนส่งข้อมูลใน SBUFไปยังพอร์ตจนครบ
            CLR  TI                  ; ให้ TI = 0
            RET                      ; ออกจาก SEND_DATA
;-------------------------------------------------------------------------------
; ส่วนของการรอรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมเพื่อกำหนดย่านการวัด
;-------------------------------------------------------------------------------
SERIAL_IN:  MOV  PCON,#00000000B ;
            MOV  SCON,#0E0H      ; พอร์ตอนุกรมโหมด 1
            MOV  TMOD,#20H       ; ใช้ TIMER 1 โหมด 2
            MOV  TL1,#0FDH       ; กำหนด BOADRATE = 9600
            MOV  TH1,#0FDH       ; กำหนด BOADRATE = 9600
            SETB TR1             ; ให้ TIMER1 ทำงาน
```

```
                JNB     RI,$            ; รอรับข้อมูลจากพอร์ตอนุกรม
                CLR     RI              ; ให้ RI = 0
                MOV     A,SBUF          ; เอาข้อมูลใน SBUF ไปไว้ที่ A
                CJNE    A,#41H,RA2      ; ถ้า A ไม่เท่ากับ 41H ('A') ให้ไปทำที่ RA2
                SETB    RANGE3          ; ปิดย่านการวัดที่ 3
                SETB    RANGE2          ; ปิดย่านการวัดที่ 2
                CLR     RANGE1          ; เปิดย่านการวัดที่ 1
                AJMP    RA_EX           ; กระโดดไปที่ RA_EX
RA2:            CJNE    A,#42H,RA3      ; ถ้า A ไม่เท่ากับ 42H ('B') ให้ไปทำที่ RA3
                SETB    RANGE1          ; ปิดย่านการวัดที่ 1
                SETB    RANGE3          ; ปิดย่านการวัดที่ 3
                CLR     RANGE2          ; เปิดย่านการวัดที่ 2
                AJMP    RA_EX           ; กระโดดไปที่ RA_EX

RA3:            CJNE    A,#43H,RA_EX ; ถ้า A ไม่เท่ากับ 43H ('C') ให้ไปทำที่ RA_EX
                SETB    RANGE1          ; ปิดย่านการวัดที่ 1
                SETB    RANGE2          ; ปิดย่านการวัดที่ 2
                CLR     RANGE3          ; เปิดย่านการวัดที่ 3
RA_EX:          RET                             ; ออกจาก SERIAL_IN
;-------------------------------------------------------------------------------
; ส่วนของการหน่วงเวลา 100 ms
;-------------------------------------------------------------------------------
DELAY_100ms:    MOV     7,#100          ; Do 100 times
DELAY_100ms_1:  MOV     6,#0E6H         ; Each loop = 1 ms
DELAY_100ms_2:  NOP
                NOP
                DJNZ    R6,DELAY_100ms_2
                DJNZ    R7,DELAY_100ms_1
                RET
;-------------------------------------------------------------------------------
END
;-------------------------------------------------------------------------------
```

ข. โปรแกรมคำนวณและแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ (Visual Basic 6)

```
Option Explicit
Dim data As String
Dim byte_01 As String
Dim byte_02 As String
Dim byte_03 As String
Dim byte_sum As String
Dim Capacitance As String

Dim datadb As String
Dim range As String
Dim buf_range As Double
Dim R_multi As Double
Dim div_unit As Double
Dim dataRx As Variant

Private Sub cmdquit_Click()
If MsgBox("Are you sure you want to Close Program?", vbYesNo, "Confirm Close Program") =
vbYes Then
End
End If
End Sub

Private Sub Command1_Click()
If MSComm1.PortOpen = True Then

MSComm1.PortOpen = False
End If
End Sub
```

```
Private Sub Command2_Click()
range = "A"
R_multi = 1000
End Sub

Private Sub Command3_Click()
range = "B"
R_multi = 10000000
End Sub

Private Sub Command4_Click()
range = "C"
R_multi = 495000000
End Sub

Private Sub Connect_Click()
If MSComm1.PortOpen = False Then
MSComm1.PortOpen = True
Timer1.Enabled = True
range = "A"
R_multi = 1000

End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
Dim CommPort As String, Handshaking As String, Settings As String
On Error Resume Next
```

```
    Settings = GetSetting(App.Title, "Properties", "Settings", "")
    If Settings <> "" Then
       MSComm1.Settings = Settings
       If Err Then
          MsgBox Error$, 48
          Exit Sub
       End If
    End If
    CommPort = GetSetting(App.Title, "Properties", "CommPort", "")
    If CommPort <> "" Then MSComm1.CommPort = CommPort
       Handshaking = GetSetting(App.Title, "Properties", "Handshaking", "")
    If Handshaking <> "" Then
       MSComm1.Handshaking = Handshaking
       If Err Then
          MsgBox Error$, 48
          Exit Sub
       End If
    End If

On Error GoTo 0

'MSComm1.CommPort = 1
'MSComm1.Settings = "9600,n,8,1"
'MSComm1.RThreshold = 1
'MSComm1.PortOpen = True


End Sub

Private Sub PRO_Click()
frmProperties.Show
End Sub
```

```
Private Sub Timer1_Timer()
If MSComm1.PortOpen = True Then

MSComm1.Output = range

dataRx = MSComm1.Input
data = Left(dataRx, 9)
If data <> "" Then

  byte_01 = Mid(data, 1, 3)
  byte_02 = Mid(data, 4, 3)
  byte_03 = Mid(data, 7, 3)
  byte_sum = (byte_01 * (2 ^ 16)) + (byte_02 * (2 ^ 8)) + byte_03
  Capacitance = (byte_sum / (1.1 * R_multi))
If byte_sum < 100 Then
txtreaddata.Text = "00.00"
Else

Select Case range
Case "A"
txtreaddata.Text = Capacitance
txtunit.Text = "uF"
Case "B"
txtreaddata.Text = Capacitance * 1000
txtunit.Text = "nF"
Case "C"
txtreaddata.Text = Capacitance * 1000000
txtunit.Text = "pF"
End Select
```

```
Label1.Caption = byte_sum
End If

End If

End If

End Sub
```

เอกสารอ้างอิง

[1] รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล , ภาษาแอสเซมบลีสำหรับ MCS-51 , พิมพ์ครั้งที่ 2 , กรุงเทพฯ , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) , 2547

[2] รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล , การประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ , กรุงเทพฯ , สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

[3] พร้อมเลิศ หล่อวิจิตร , Advanced Visual Basic ฉบับ Object & Component , กรุงเทพฯ , โปรวิชั่น , 2548

[4] รศ.ดร.สุชาย ธนวเสถียร , Fundamental of Visual Basic 6.0 Structured Programming , กรุงเทพฯ , SUM Publishing Department , 2542

[5] อดุลย์ กัลยาแก้ว , อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์และวงจร , นนทบุรี , เจริญรุ่งเรืองการพิมพ์ , 2546

[6] http://www.silaresearch.com

[7] http://www.datasheetcatalog.com

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นายขวัญชัย ศรีวิชัย

ภูมิลำเนา 58 ม.2 ต.ปง อ.ปง จ.พะเยา 56140

ประวัติการศึกษา

- ประถมศึกษาจากโรงเรียนบ้านค่าไพบูลย์
- มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนปงรัชดาภิเษก
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 6 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : kw_sr@hotmail.com

ชื่อ นายสุขเกษม เพียรนา

ภูมิลำเนา 143 ม.7 ต.บ้านต๋ำ อ.เมือง จ. พะเยา 56000

ประวัติการศึกษา

- ประถมศึกษา จากโรงเรียนประชาบำรุง
- มัธยมศึกษาตอนปลาย จากโรงเรียนพะเยาพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 6 สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : sukkasem_d@hotmail.com