การแสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล

REMOTE ENERGY CONSUMPTION MONITORING

นายชัชวาลย์ โพธิ์ศรี รหัส 46363156

นายโกสินทร์ นิลเต่า รหัส 46363529

ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
วันที่รับ 25 มี.ค. 2553
เลขทะเบียน i 5000439
เลขเรียกหนังสือ ปร.
มหาวิทยาลัยนเรศวร ว358ก
2549

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีการศึกษา 2549

ใบรับรองโครงงานวิศวกรรม

หัวข้อโครงงาน	การแสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายชัชวาลย์	โพธิ์ศรี	รหัสนิสิต 46363156
	นายโกสินทร์	นิลเต่า	รหัสนิสิต 46363529
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมยศ	เกียรติวนิชวิไล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2549		

.....

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร อนุมัติให้โครงงานฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

คณะกรรมการสอบโครงงานวิศวกรรม

.....ประธานกรรมการ

(ดร.สมยศ เกียรติวนิชวิไล)

.....กรรมการ

(ดร.ชัยรัตน์ พินทอง)

.....กรรมการ

(ดร.สมพร เรืองสินชัยวานิช)

หัวข้อโครงงาน	การแสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล		
ผู้ดำเนินโครงงาน	นายชัชวาลย์	โพธิ์ศรี	รหัสนิสิต 46363156
	นายโกสินทร์	นิลเต่า	รหัสนิสิต 46363529
อาจารย์ที่ปรึกษา	ดร.สมยศ	เกียรติวนิชวิไล	
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า		
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์		
ปีการศึกษา	2549		

.....

บทคัดย่อ

โครงงานนี้พัฒนาอุปกรณ์ที่จะช่วยให้เห็นถึงผลของการประหยัดไฟฟ้าได้ชัดเจนยิ่งขึ้น อุปกรณ์ที่พัฒนาขึ้น เรียกว่า เครื่องแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกล ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแสดงผลการใช้ไฟฟ้าบนเครื่องรับแบบไร้สาย ซึ่งจะทำให้สามารถเห็นปริมาณการใช้ไฟฟ้าในขณะนั้นได้อย่างสะดวก

ผลที่ได้จากโครงงานนี้ คือ อุปกรณ์ที่สามารถแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในรูปแบบดิจิตอลบนเครื่องรับแบบไร้สาย ซึ่งสามารถแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าทั้งในปัจจุบันและอดีตได้ ทำให้ผู้ใช้สามารถทราบถึงผลการดำเนินมาตราการการประหยัดพลังงานได้

Project Title	Remote Energy Consumption Monitoring
Name	Mr.Chatchawan Posri ID.46363156
	Mr.Kosin Nintao ID.46363529
Project Advisor	Dr. Somyot Kaitwanidvilai
Major	Electrical Engineering
Department	Electrical and Computer Engineering
Academic Year	2006

.....

ABSTRACT

This project develops a display device that enhance and clarify the display of the quantity of energy used by users. Developed equipment is called as "Wireless energy display equipment" which able to show the quantity of energy used from first day to the present time.

This developed wireless equipment can show the energy used in form of digital format in both present and history. This helps user to know the result of activities in energy saving of user.

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานการแสดงผลการใช้พลังงานระยะไกลนี้ นอกจากจะต้องลงแรงกาย แรงใจ และความรู้เท่าที่มีอยู่จนสุดความสามารถแล้ว แต่ถ้าขาดบุคคลต่อไปนี้ โครงงานนี้คงจะไม่ประสบความสำเร็จลุล่วงอย่างที่เป็นอยู่ ผู้จัดทำจึงใคร่ขอขอบคุณสำหรับทุก ๆ สิ่งที่บิดา มารดา และครอบครัวมีให้เสมอมา ขอขอบคุณอาจารย์สมยศ เกียรติวนิชวิไล อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานเป็นอย่างสูง ที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษาตลอดจนให้ความช่วยเหลือในด้านต่างๆ ขอขอบคุณ Ukit และทีมงานจากบริษัท Micro Reserch ที่ได้มีส่วนช่วยจนโครงงานนี้สำเร็จลงได้ ขอขอบคุณเพื่อน ๆ สำหรับกำลังใจและความช่วยเหลือให้โครงงานนี้สำเร็จลงได้

คณะผู้จัดทำโครงงาน

สารบัญ

หน้า

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

บทที่ 1 บทนำ
1.1 ที่มาและความสำคัญ 1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน 1
1.3 ขอบข่ายของโครงงาน 2
1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน 2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ 4
1.6 งบประมาณที่ใช้ 4

บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง
2.1 หลักการทำงาน 5
2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 5
2.2.1 kiloWatt-Hour Meter 6
2.2.2 LDR หรือ ตัวต้านทานไวแสง 14
2.2.3 คลื่นวิทยุ 16
2.2.4 Microcontroller ตระกูล MCS-51 22

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานโครงงานวิศวกรรม
3.1 การสร้างส่วนส่งข้อมูล 37
3.2 การสร้างส่วนรับข้อมูล 41

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การหาเวลาอ้างอิงที่เหมาะสม 46

4.2 ทดสอบการเก็บและเรียกดูค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เคยใช้ไป 47

4.3 ทดสอบระยะทางที่อุปกรณ์สามารถรับสัญญาณได้ 48

บทที่ 5 สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง 50

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางการพัฒนา 50

5.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน 50

มหาวิทยาลัยนเรศวร

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงแผนการดำเนินงาน 3
ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความถี่และความยาวคลื่นของคลื่นในย่านความถี่ต่างๆ 2
ตารางที่ 2.2 หน้าที่พิเศษของขาต่างๆ ของ Port 3 23
ตารางที่ 2.3 รีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นTimer 28
ตารางที่ 2.4 รีจิสเตอร์ TMOD (Timer Mode) 29
ตารางที่ 2.5 การใช้ Timer โหมดต่างๆ 29
ตารางที่ 2.6 ความหมายแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ TCON (Timer Control) 31
ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความถูกต้องของการแสดงพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้า 100 Watt 46
ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความถูกต้องของการแสดงพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้า 300 Watt 47
ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความถูกต้องของการแสดงพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้า 500 Watt 47
ตารางที่ 4.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่บันทึกไว้จากการสังเกตุการใช้ไฟฟ้า 500 Watt 1 ชั่วโมง 48
ตารางที่ 4.5 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แสดงผลเมื่อเรียกดูในวันถัดไป 48

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 1.1 ภาพรวมของระบบการทำงานของ เครื่องแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกล 2
รูปที่ 2.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกล 5
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ 6
รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ 7
รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำแบบ 1 เฟส 8
รูปที่ 2.5 วงจรการทำงานของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ 9
รูปที่ 2.6 หลักการของเครื่องปรับเฟส 10
รูปที่ 2.7 หลักการของเครื่องปรับเฟสขณะโหลดมาก 11
รูปที่ 2.8 หลักการของเครื่องปรับเฟสขณะโหลดน้อย 12
รูปที่ 2.9 การต่อเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบ 1 เฟส 13
รูปที่ 2.10 การต่อเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบ 3 เฟส 13
รูปที่ 2.11 LDR ตัวต้านทานไวแสง 14
รูปที่ 2.12 โครงสร้าง LDR 14
รูปที่ 2.13 ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในของ LDR 15
รูปที่ 2.14 หลักการใช้ LDR ในวงจรปิดเปิดสวิตซ์ 16
รูปที่ 2.15 ภาคตัดขวางของลูกคลื่น 17
รูปที่ 2.16 คลื่นวิทยุกระจายออกจากสายอากาศ 18
รูปที่ 2.17 ระบบสื่อสารพื้นฐาน 19
รูปที่ 2.18 โครงสร้างของคลื่นวิทยุ 22
รูปที่ 2.19 การจัดขาของ MCS-51 24
รูปที่ 2.20 หน่วยความจำโปรแกรมของ MCS-51 25
รูปที่ 2.21 หน่วยความจำข้อมูลของ MCS-51 25
รูปที่ 2.22รีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นTimer 28
รูปที่ 2.23ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่เข้าขา 31
รูปที่ 2.24 ส่วนประกอบของการสื่อสารข้อมูล 32
รูปที่ 2.25 การส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel) 33
รูปที่ 2.26 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม 34

หน้า

รูปที่ 2.27 รูปแบบอักขระสำหรับการส่งสัญญาณแบบอะซิงโครนัส 35
รูปที่ 2 .28 ตัวอย่างรูปแบบการส่งสัญญาณแบบอะซิงโครนัส 36
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของส่วนส่งข้อมูล 37
รูปที่ 3.2 (ก) ส่วนของการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า 38
รูปที่ 3.2 (ข) วงจรของอุปกรณ์จำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า 38
รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ในการนับรอบการเคลื่อนที่ของจานหมุน 39
รูปที่ 3.4 ส่วนของการส่งข้อมูลทางคลื่นวิทยุ 40
รูปที่ 3.5 ส่วนรับข้อมูล 41
รูปที่ 3.6 (ก) วงจรรับสัญญาณ 42
รูปที่ 3.6 (ข) วงจรรับสัญญาณ 42
รูปที่ 3.7 Microcontroller 43
รูปที่ 3.8 การแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า 44
รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงหลักการทำงานของโปรแกรม 45

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญ

เนื่องจากในปัจจุบัน ได้มีการรณรงค์เรื่องการประหยัดไฟ เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายของตนเองและเป็นการช่วยชาติ ซึ่งการใช้พลังงานไฟฟ้านับวันจะมีปริมาณการใช้ที่มากขึ้นทุกวัน จึงมีความจำเป็นที่จะต้องมีการควบคุมการใช้พลังงานไฟฟ้า ให้เป็นไปอย่างประหยัดและมีประโยชน์สูงสุด ซึ่งถ้าเราสามารถรู้ได้ว่าปริมาณไฟฟ้าที่ใช้ภายในบ้าน มีการใช้ไปเท่าใดแล้ว ทำให้เราสามารถวางแผนในการใช้พลังงานไฟฟ้า เพื่อควบคุมรายจ่ายในการใช้พลังงานไฟฟ้าได้

โครงงานนี้ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญในข้อนี้ จึงได้สร้างอุปกรณ์ที่จะช่วยให้เห็นถึงผลของการประหยัดไฟฟ้าได้ชัดเจนยิ่งขึ้น อุปกรณ์ดังกล่าวคือ เครื่องแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกล ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่สามารถแสดงผลการใช้ไฟฟ้าบนเครื่องรับแบบไร้สาย ซึ่งจะทำให้เราสามารถเห็นปริมาณการใช้ไฟฟ้าในขณะนั้นได้อย่างสะดวก ทำให้เราสามารถวางแผนในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าและเป็นการช่วยสร้างจิตสำนึกในการประหยัดไฟฟ้า

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เนื่องจากในปัจจุบันการแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าในบ้านเรือนจะแสดงผลด้วยการหมุนของจานหมุนที่เครื่อง Kilo-Watt-Hour Meter ซึ่งจะติดตั้งอยู่บริเวณสายเมนที่เข้ามายังที่พักอาศัย ซึ่งไม่สะดวกต่อการสังเกตปริมาณการใช้ไฟฟ้า

โครงงานนี้จึงได้คิดสร้างอุปกรณ์ที่จะทำให้สามารถสังเกตปริมาณการใช้ไฟฟ้าได้สะดวกยิ่งขึ้น โดยอุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกลนี้ จะต้องสามารถแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้าออกมาในรูปของตัวเลขซึ่งสามารถอ่านค่าได้ง่าย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถเปรียบเทียบค่าใช้จ่ายของการใช้ไฟฟ้าได้อย่างชัดเจน เพื่อเป็นการสร้างจิตสำนึกในการประหยัดไฟฟ้าให้กับผู้ใช้

วัตถุประสงค์ของการศึกษาและทำโครงงานนี้ มีดังนี้

1. เพื่อให้สามารถออกแบบและสร้างอุปกรณ์แสดงค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นตัวควบคุมการทำงาน และสามารถแสดงผลการทำงานออกมาทางจอ LED ได้
2. เพื่อศึกษาการรับส่งข้อมูลแบบไร้สายด้วยอุปกรณ์ RF ซึ่งเป็นการส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุเป็นพาหะได้
3. เพื่อศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีลงบนไมโครคอนโทรลเลอร์

1.3 ขอบข่ายของโครงงาน

1. สร้างอุปกรณ์แสดงผลปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกลจากการใช้ไฟฟ้าในบ้านเรือน โดยอุปกรณ์ดังกล่าวสามารถแสดงปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าออกมาบนหน้าจอ LED ในหน่วย
Unit สามารถแสดงค่ารวมการใช้พลังงานไฟฟ้าที่ใช้ไปในชั่วโมงนี้ ของวันนี้ และสามารถเรียกดูค่ารวมทุกๆ 15 นาที ในชั่วโมงนี้ ของเมื่อวานได้

2. สร้างระบบ การรับ-ส่งข้อมูลด้วยวิธีการแบบไร้สายโดยใช้คลื่นวิทยุ เพื่อส่งข้อมูลการใช้ไฟฟ้าให้แก่เครื่องแสดงผลในระยะไกล

ลักษณะของการทำงานของอุปกรณ์มีดังนี้

1. วัดปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าโดยใช้ Kilo-Watt-Hour Meter
3. ส่งข้อมูลการใช้พลังงานไฟฟ้าทางชุดส่งข้อมูล (RF Transmitter Module)
4. รับข้อมูลด้วยชุดรับข้อมูล (RF Receiver Module)
5. นำข้อมูลที่ได้มาประมวลผล แสดงค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์

รูปที่ 1.1 ภาพรวมของระบบการทำงานของ เครื่องแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกล

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาเรื่องต่างๆ ดังนี้
   - ศึกษาหลักการการทำงานของ Kilo-Watt-Hour Meter
   - ศึกษาการรับ-ส่งข้อมูลระยะไกลโดยใช้อุปกรณ์ RF
   - ศึกษาการเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีลงบนไมโครคอนคอนโทรลเลอร์
2. ออกแบบส่วนส่งข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย
   - Kilo-Watt-Hour Meter
   - อุปกรณ์ส่งข้อมูล (RF Transmitter Module)
3. ออกแบบส่วนรับและแสดงผลข้อมูล ซึ่งประกอบด้วย
   - อุปกรณ์รับข้อมูล (RF Receiver Module)
   - ไมโครคอนโทรลเลอร์
4. สร้างอุปกรณ์ส่วนส่งข้อมูล

5. ทดสอบแก้ไขปรับปรุงอุปกรณ์ส่วนส่งข้อมูล
6. สร้างอุปกรณ์ส่วนรับข้อมูล
7. ทดสอบแก้ไขปรับปรุงอุปกรณ์ส่วนรับข้อมูล
8. สรุปผลการทดลอง

กิจกรรม	ระยะเวลาการดำเนินงาน(เดือน)					ผู้รับผิดชอบ/ผู้ปฏิบัติ (โปรดระบุชื่อ)	สถานที่ในการดำเนินงานวิจัย
	1	2	3-4	5-6	7		
ศึกษาเรื่องต่างๆ						ดร. สมยศ เกียรติวนิชวิไล นายโกสินทร์ นิลเต่า นายชัชวาลย์ โพธิ์ศรี	ศึกษาที่ภาควิชาฯ
ออกแบบส่วนส่งข้อมูล						ดร. สมยศ เกียรติวนิชวิไล นายโกสินทร์ นิลเต่า นายชัชวาลย์ โพธิ์ศรี	ศึกษาที่ภาควิชาฯ
ออกแบบส่วนรับข้อมูล						ดร. สมยศ เกียรติวนิชวิไล นายโกสินทร์ นิลเต่า นายชัชวาลย์ โพธิ์ศรี	ศึกษาที่ภาควิชาฯ
สร้างอุปกรณ์ส่วนส่งข้อมูล						ดร. สมยศ เกียรติวนิชวิไล นายโกสินทร์ นิลเต่า นายชัชวาลย์ โพธิ์ศรี	ศึกษาที่ภาควิชาฯ
ทดสอบแก้ไขอุปกรณ์ส่วนส่งข้อมูล						ดร. สมยศ เกียรติวนิชวิไล นายโกสินทร์ นิลเต่า นายชัชวาลย์ โพธิ์ศรี	ศึกษาที่ภาควิชาฯ
สร้างอุปกรณ์ส่วนรับข้อมูล						ดร. สมยศ เกียรติวนิชวิไล นายโกสินทร์ นิลเต่า นายชัชวาลย์ โพธิ์ศรี	ศึกษาที่ภาควิชาฯ
ทดสอบแก้ไขอุปกรณ์ส่วนรับข้อมูล						ดร. สมยศ เกียรติวนิชวิไล นายโกสินทร์ นิลเต่า นายชัชวาลย์ โพธิ์ศรี	ศึกษาที่ภาควิชาฯ
สรุปผลการทดลอง						ดร. สมยศ เกียรติวนิชวิไล นายโกสินทร์ นิลเต่า นายชัชวาลย์ โพธิ์ศรี	ศึกษาที่ภาควิชาฯ

ตารางที่ 1.1 ตารางแสดงแผนการดำเนินงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถสร้างอุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล เพื่อช่วยให้เกิดจิตสำนึกในการประหยัดพลังงานไฟฟ้าได้
2. มีความรู้ความเข้าใจเกี่ยวกับ
   - หลักการการทำงานของ Kilo-Watt-Hour Meter
   - การรับ-ส่งข้อมูลระยะไกลโดยใช้อุปกรณ์ RF
   - การเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีลงบนไมโครคอนคอนโทรลเลอร์

1.6 งบประมาณที่ใช้

ค่าวัสดุและอุปกรณ์ 2,000 บาท
ค่าใช้จ่ายอื่นๆ 1,000 บาท
รวมค่าใช้จ่าย 3,000 บาท
โดยประมาณรายจ่ายแบบคร่าวๆ

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 หลักการทำงาน

เครื่องแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกล เป็นอุปกรณ์ที่สามารถอ่านค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าบนเครื่องรับแบบพกพาเพื่อให้สะดวกต่อการสังเกต และควบคุมการใช้ไฟฟ้าในที่อยู่อาศัย เพื่อเป็นการลดค่าใช้จ่ายของตนเองและเป็นการช่วยชาติประหยัดไฟฟ้าด้วย โดยมีลักษณะการทำงานดังนี้

เครื่องแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกลแบ่งออกเป็น 2 ส่วนคือส่วนที่ทำการวัดค่าและส่งค่าโดยใช้คลื่นวิทยุ ส่วนที่ 2 คือส่วนที่ใช้อ่านค่าการใช้ไฟฟ้าเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการใช้ไฟฟ้าของตนเอง

ลักษณะการทำงานของเครื่องแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกล แสดงตามรูปที่ 2.1

รูปที่ 2.1 ลักษณะการทำงานของเครื่องแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกล

1. ทำการวัดค่าปริมาณการใช้ไฟฟ้าจาก Kilo-Watt Hour Meter โดยวัดค่าที่จานหมุนของ Kilo-Watt Hour Meter หมุนครบครึ่งรอบ โดยใช้ LDR ช่วยในการนับรอบ
2. ส่งข้อมูลการหมุนครบครึ่งรอบ ของ Kilo-Watt Hour Meter มาตามคลื่นวิทยุ
3. รับข้อมูลการหมุนครบครึ่งรอบ ของ Kilo-Watt Hour Meter
4. ใช้บอร์ด Microcontroler ตระกูล MCS-51 ในการแสดงปริมาณการใช้ไฟฟ้า

2.2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้ มีดังนี้

1. Kilo-Watt Hour Meter
2. LDR หรือ ตัวต้านทานไวแสง
3. การรับส่งข้อมูลทางคลื่นวิทยุ
4. Microcontroller ตระกูล MCS-51

2.2.1 Kilo-Watt Hour Meter

เครื่องวัดงานไฟฟ้าเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า เป็นเครื่องมือวัดปริมาณงานทางไฟฟ้าหรือพลังงานไฟฟ้า มีชื่อเรียกว่า Kilo-Watt Hour Meter นั่นคือวัดค่าของกำลังไฟฟ้าในช่วงเวลาที่กำหนด มีหน่วยของการวัดคือ ยูนิต (Unit) โดยที่ 1 ยูนิต = 1 P.t เมื่อ P คือวัตต์ และ t คือชั่วโมง เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ามีหลายชนิดเนื่องจากมีโครงสร้างภายใน และหลักการทำงานที่แตกต่างกัน เช่น เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบอิเล็กโตรไลติก ใช้วัดพลังงานไฟฟ้าในวงจรไฟฟ้าแบบกระแสตรงเท่านั้น และเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบมอเตอร์ ซึ่งแบ่งออกเป็น 3 ชนิด คือ แบบเมอร์คิวร์มิเตอร์ วัดได้เฉพาะงานไฟฟ้ากระแสตรงเท่านั้น แบบเหนี่ยวนำ วัดได้เฉพาะวงจรไฟฟ้าแบบสลับเท่านั้น และสุดท้ายแบบคอมมิวเตเตอร์มอเตอร์ วัดงานไฟฟ้าได้ทั้งแบบวงจรไฟฟ้ากระแสตรงและวงจรไฟฟ้ากระแสสลับ สำหรับเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าที่นิยมใช้เพื่อวัดปริมาณการใช้ไฟฟ้า ของผู้ซื้อไฟฟ้าจากระบบจำหน่ายไฟฟ้าของการไฟฟ้านครหลวง และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคของประเทศไทยนั้น จะใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

ซึ่งในโครงงานนี้มีความเกี่ยวข้องเฉพาะกับเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ จึงยกมากล่าวเฉพาะในส่วนของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำเท่านั้น

เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ จัดเป็นเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้กันแพร่หลายมาก เครื่องวัดชนิดนี้มีอุปกรณ์ขับเคลื่อนที่มีหลักการเช่นเดียวกันกับในวัตต์มิเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ ซึ่งเป็นการเปลี่ยนปริมาณไฟฟ้าให้เป็นค่าที่วัดได้ โดยอาศัยจานหมุนที่กำหนดเป็นปฏิภาคกับพลังงาน และติดเฟืองทดแบบตัวหนอนเข้ากับแกนหมุนของจาน เพื่อให้ไปหมุนเข็มชี้หรือตัวเลข เพื่อแสดงผลปริมาณของพลังงานที่วัดออกมาเป็นกิโลวัตต์/ชั่วโมง

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

ส่วนประกอบของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

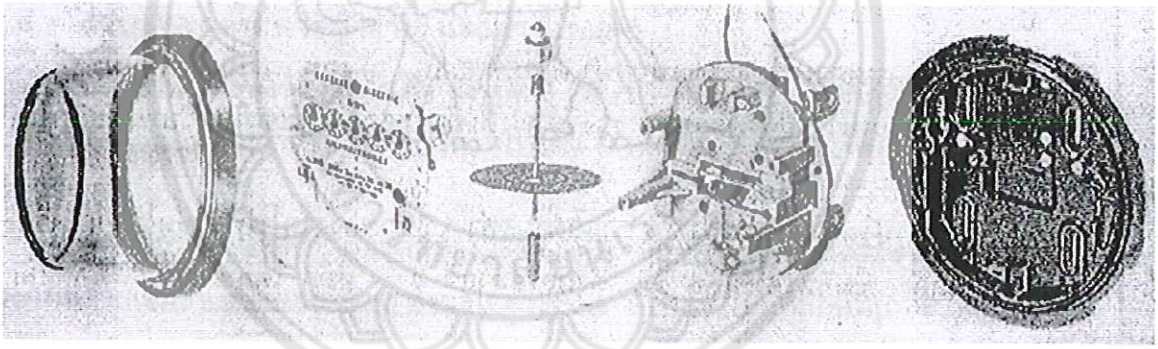
1. ฝาครอบหน้า เป็นฝาครอบเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า ทำด้วยกระจกใสหรือพลาสติกใสที่ทนความร้อนได้สูง และกันน้ำได้

2. ชุดบอกปริมาณพลังงานไฟฟ้า คือชุดแสดงผลค่า kWh ของพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้จากเครื่องมือวัดอาจแสดงผลด้วยเข็มชี้หรือตัวเลข ซึ่งแสดงผลได้ตั้งแต่ 4-6 หลัก โดยหลักต่ำสุด คือ หลัก-หน่วย

3. จานหมุนเพลา และแบริ่ง จานหมุนจะยึดติดกับเพลาซึ่งด้านบนยึดด้วยตัวรองรับแม่เหล็กและด้านล่างยึดด้วยแบริ่ง จานหมุนจะหมุนไปตามสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากชุดแม่เหล็กและมีเฟืองต่อจากเพลาไปหมุนชุดบอกปริมาณงานไฟฟ้าเพื่อแสดงผลค่า kWh ที่วัดได้

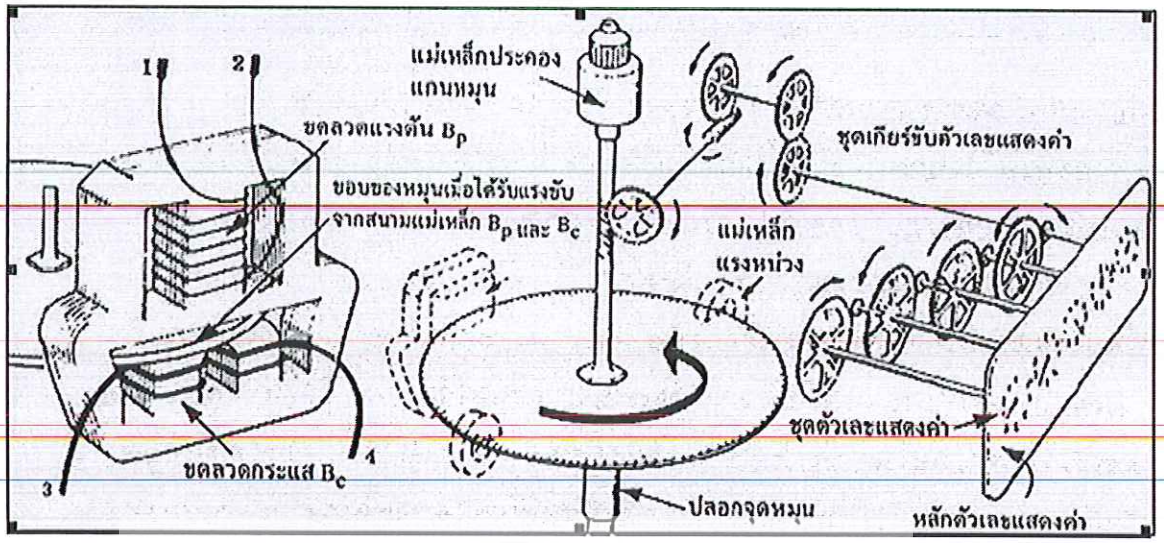
4. ชุดแม่เหล็ก เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าจะมีแม่เหล็กไฟฟ้า 2 ชุด เกิดจากขดลวดกระแสไฟฟ้า 1 ชุด และขดลวดแรงดันไฟฟ้า 1 ชุด ดังนั้นสนามแม่เหล็กที่เกิดเพื่อบังคับให้จานหมุนนั้นหมุนไปได้ จะเป็นผลจากค่าแรงดันและกระแสโหลดที่ผ่านขดลวดทั้งสองโดยตรง

5. ฝาครอบหลัง เป็นฝาครอบเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าทำด้วยวัสดุพลาสติกหรือเอบีเอส โดยจะต้องเป็นฉนวนที่ดี กันน้ำได้ และทนแรงดันไฟฟ้าได้สูง



ฝาครอบหน้า | ชุดบอกปริมาณพลังงานไฟฟ้า | จานหมุนเพลาและแบริ่ง | ชุดแม่เหล็ก | ฝาครอบหลัง

รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ



รูปที่ 2.4 โครงสร้างภายในของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำแบบ 1 เฟส

หลักการทำงานของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

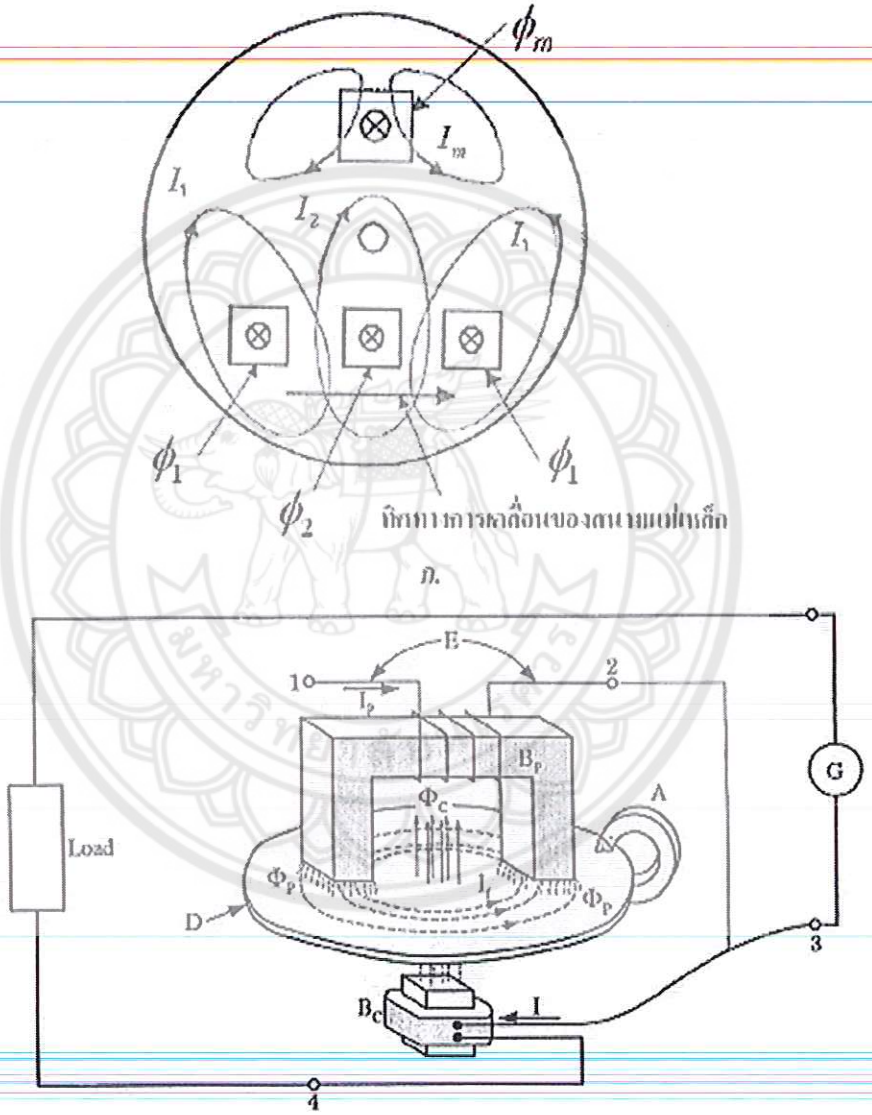
เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าชนิดเหนี่ยวนำ เป็นเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ากระแสสลับ ที่ใช้กันอย่าง

แพร่หลายมาก เครื่องวัดชนิดนี้มีอุปกรณ์ขับเคลื่อน ที่มีหลักการเช่นเดียวกันกับในวัตต์มิเตอร์ชนิดเหนี่ยวนำ ดังแสดงรูปที่ 2.5 ก ซึ่งมี C_p เป็นแกนเหล็กสำหรับแรงดัน W_p เป็นขดลวดสำหรับแรงดัน C_c เป็นแกนหล็กสำหรับกระแส และ W_c เป็นขดลวดสำหรับกระแส กระแส I ที่ไหลผ่าน W_c จะทำให้เกิดฟลักซ์แม่เหล็ก $\varphi_1 W_p$ มีจำนวนรอบมากพอที่จะถือได้ว่าเป็นอินดัคแตนซ์บริสุทธิ์ กระแส I_p ที่ไหลผ่าน W_p จึงล้าหลังแรงดันที่ V ที่โหลดอยู่ 90 องศา และทำให้เกิด ฟลักซ์แม่เหล็ก φ_2 ซึ่งความสัมพันธ์เหล่านี้แสดงไว้เป็นปฏิภาคกับกำลังที่โหลดขึ้นแก่จานหมุนอลูมิเนียม D สมมุติว่าจานหมุน D หมุน โดยแรงบิดขับนี้ด้วยอัตราเร็วของการหมุน n จานหมุน D จะหมุนตัดฟลักซ์แม่เหล็ก φ_m ของแม่เหล็กถาวรและมีกระแส I เกิดขึ้นในเนื้อจานบริเวณนั้นอย่างเป็นปฏิภาคกับ $n\varphi_m$ ขณะเดียวกัน กระแสวนเวียนนี้ก็ตัดฟลักซ์ φ_m ด้วยจึงเกิดแรงบิดหน่วง T_d ขึ้นแก่จาน D โดยเป็นปฏิภาคกับ $n\varphi_m$ ถ้าหากว่า T_D และ T_d ได้ดุลกันเราจะได้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$k_d VI\cos\phi = k_m n\phi_m^{\,2}$$

$$n = \frac{k_d VI\cos\phi}{k_m \phi_m^{\,2}}$$

ซึ่งแสดงว่าอัตราเร็วของการหมุนของจาน D เป็นปฏิภาคกับกำลังที่โหลด VI cosφ ดังนั้น จำนวนรอบ n ที่จานหมุนไปในช่วงเวลาที่กำหนดช่วงหนึ่ง จึงเป็นปฏิภาคกับพลังงานที่ต้องการวัดใน
ช่วงเวลานั้น โดยการติดเฟืองแบบตัวหนอน (Worm Gear) เข้ากับแกนหมุนของจาน เพื่อให้ไปหมุนเข็มชี้หรือล้อตัวเลข [1], [2]



รูปที่ 2.5 วงจรการทำงานของเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ

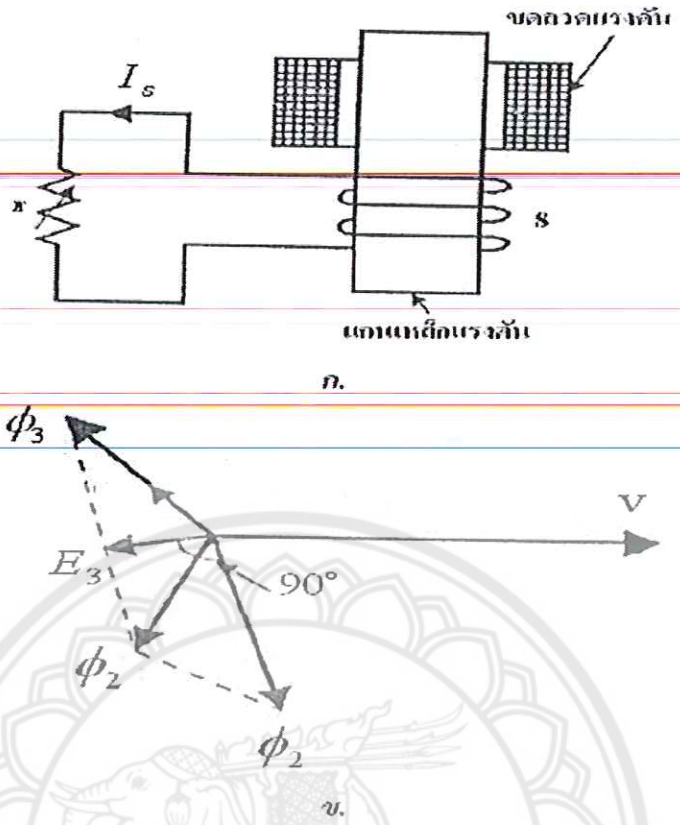
พิจารณาจาก รูปที่ 2.5ข วงจรการต่อเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้ากับโหลด โดยต่อขดลวดแรงดันไฟฟ้าขั้วที่ 1-2 ขนานกับโหลดเพื่อวัดแรงดันคร่อมโหลดเป็นผลให้เส้นแรงแม่เหล็กส่วน

แรก (φ_p) แปรผันโดยตรงกับแรงดันคร่อมโหลด และต่อขดลวดกระแสไฟฟ้าขั้วที่ 3-4 อนุกรมกับโหลดเป็นผลให้เกิดเส้นแรงแม่เหล็กส่วนที่สอง (φ_c) แปรผันโดยตรงกับกระแสผ่านโหลด และเมื่อ φ_p และ φ_c ผ่านจานหมุนจะทำให้เกิดกระแสไหลวน (I_f) ไหลอยู่บนจานหมุน ทำให้เกิดทอร์กหมุนจานไปในทิศทางเดียวกันกับกระแสไหลวน ซึ่งความเร็วของจานหมุนขึ้นอยู่กับผลคูณของแรงดันโหลดและกระแสโหลดอย่างไรก็ตามหากความเร็วของจานหมุนเร็วกว่าปกติสามารถบังคับให้ช้าลงได้โดยใช้แม่เหล็กถาวรที่ใช้เบรก (Breaking Magnet) คือแม่เหล็ก A ในรูปที่ 2.5ข

ความคลาดเคลื่อนและการชดเชย

เครื่องปรับเฟส

เพื่อที่จะให้แรงบิดขับที่เกิดแก่จานหมุน เป็นปฏิภาคกำลังของโหลด จำเป็นจะต้องทำให้ φ_2ล้าหลัง V อยู่ 90 องศา แต่ในทางปฏิบัติ มุมระหว่างเฟสนี้จะน้อยกว่า 90 องศาเสมอ เนื่องจากมีความต้านทานและการสูญเสียกำลังในเหล็กของขดลวดสำหรับแรงดันW_p เพื่อชดเชยความคลาดเคลื่อนนี้ จึงต้องมีเครื่องปรับเฟส ประกอบอยู่กับแกนเหล็กสำหรับแรงดัน เครื่องปรับเฟสนี้ประกอบด้วยขดลวด S ซึ่งพันไว้หลายๆ รอบบนแกนสำหรับแรงดันแล้วต่อปลายทั้งสองเข้ากับความต้านทาน r ดังแสดงในรูปที่ 2.5ก ในรูปจะเห็นว่ามีกระแส I_s ไหลเนื่องจากฟลักซ์ φ_2 (ซึ่งเป็นฟลักซ์ก่อนที่จะมีการปรับเฟส) ทำให้เกิดฟลักซ์ φ_s ขึ้น ซึ่งเมื่อรวมกับ φ_2 แล้วจะได้ผลรวมเป็น φ'_2 ที่สามารถปรับให้ล้าหลัง V เป็นมุม 90 องศาได้ [1], [2]

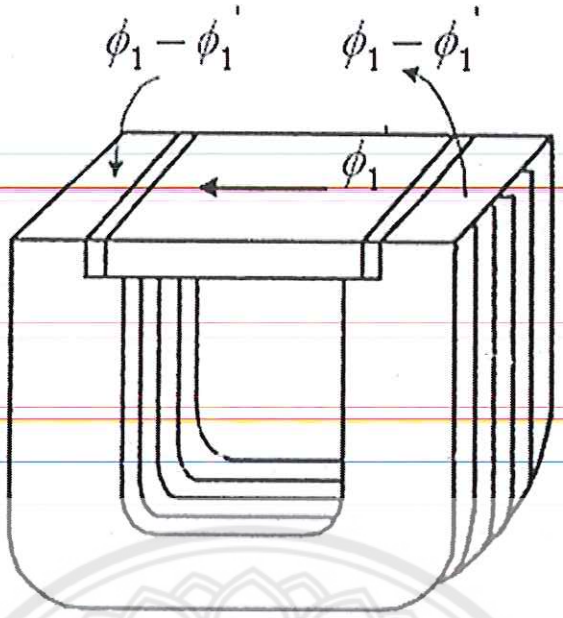


รูปที่ 2.6 หลักการของเครื่องปรับเฟส

เครื่องปรับขณะโหลดมาก

ในขณะที่จานหมุน นอกจากมันจะตัด φ_m แล้วยังตัด φ_1 และ φ_2 อีกด้วยซึ่งจะทำให้เกิดแรงบิด $k_1 n\varphi_1^2$ และ $k_2 n\varphi_2^2$ ตามลำดับ แรงบิดเหล่านี้เกิดขึ้นในทิศทางที่ต้านอาการหมุนของจาน ซึ่งมีผลทำให้มีความคลาดเคลื่อนในทางลบเพิ่มขึ้น เมื่อเพิ่มค่า φ_1 หรือ φ_2 ในระบบไฟฟ้ากำลังที่เราใช้เครื่องวัดพลังงานไฟฟ้านี้อยู่ แรงดันคร่อมโหลดมักจะมีค่าเกือบคงที่ ซึ่งทำให้ 2φ มีค่าเกือบคงที่ด้วย กระแสที่ไหลผ่านโหลดจะเปลี่ยนแปลงได้มากทำให้ φ_1 เปลี่ยนไปมาก ดังนั้นในกรณีที่มีโหลดมากๆ จะเกิดความคลาดเคลื่อนในทางลบขึ้นเนื่องจาก $k_1 n\varphi_1^2$

เพื่อที่จะลดความคลาดเคลื่อนนี้ จึงต้องทำให้ φ_1 มีค่าน้อย φ_2 มีค่ามาก และ n มีค่าน้อย นอกจากนั้นยังต้องมีชันท์แม่เหล็กประกอบไว้ในแกนสำหรับกระแสอีกด้วย ดังแสดงในรูปที่ 2.7



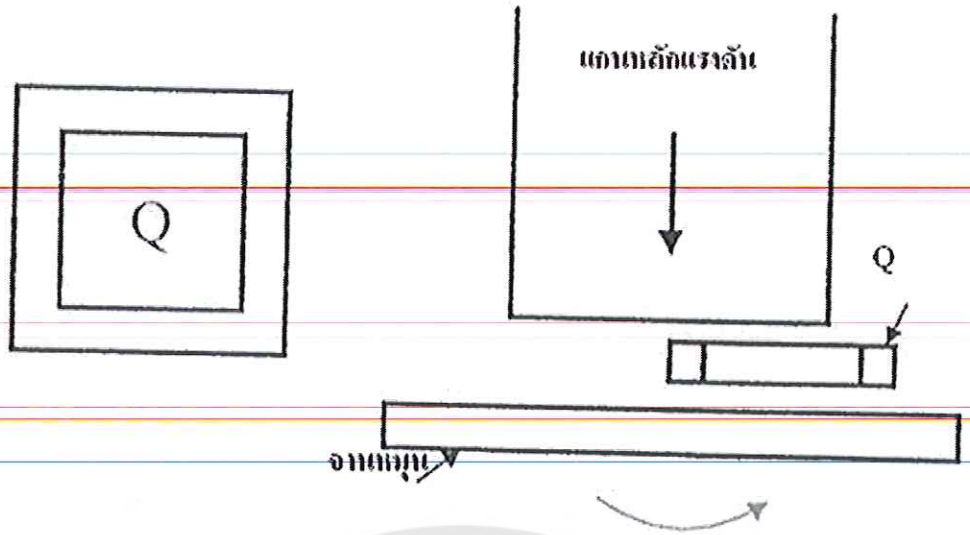
รูปที่ 2.7 หลักการของเครื่องปรับเฟสขณะโหลดมาก

เมื่อกระแสโหลด I หรืออีกนัยหนึ่ง φ_1 มีค่าน้อย ชันท์แม่เหล็กจะยอมให้ฟลักซ์ φ_1' ซึ่งเป็นเศษส่วนของ φ_1 ไหลผ่าน ดังนั้นฟลักซ์อีกนัยหนึ่งซึ่งเกิดจากขดลวดสำหรับกระแสที่ตัดกับจาน D จะลดลงจาก φ_1 เป็น φ_1- φ_1' อย่างไรก็ตามเมื่อ I เพิ่มขึ้น φ_1' จะเพิ่มขึ้นเป็น φ_{1m}' และแล้วชันท์แม่เหล็กก็จะถึงจุดอิ่มตัว และไม่ยอมให้ฟลักซ์ผ่านเพิ่มได้อีก ด้วยเหตุนี้ที่โหลดมากๆ ฟลักซ์แม่เหล็กอันเนื่องมาจากกระแสโหลดที่ตัดกับจานหมุน หรืออีกนัยหนึ่งหมายถึงแรงบิดขับ จะเพิ่มขึ้นมากกว่าการเป็นปฏิภาคกับ I ซึ่งเป็นการชดเชยความคลาดเคลื่อนในขณะที่โหลดมากๆ [1], [2]

เครื่องปรับขณะโหลดน้อย

ในขณะที่จานหมุน D หมุนแรงบิดอันเนื่องจากความฝืดจะเกิดขึ้น และมีผลทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนในการลบ ความคลาดเคลื่อนนี้มีความสำคัญที่โหลดเบาๆ คือที่กระแสโหลดมีค่าน้อย เพื่อ

ชดเชยความคลาดเคลื่อนนี้ จึงต้องติดเครื่องปรับขณะโหลดน้อย ดังแสดงในรูปที่ 2.8 ที่แสดงในรูปเป็นห่วงทองแดงลดวงจร ที่ใส่ไว้ในระหว่างแกนแรงดันกับจานหมุน ในตำแหน่งที่เยื้องออกไปตามทิศทางของการหมุนเล็กน้อย



รูปที่ 2.8 หลักการของเครื่องปรับเฟสขณะโหลดน้อย

โดยการทำเช่นนี้ ฟลักซ์เนื่องจากแรงดัน φ_2 ส่วนที่ผ่านห่วงลัดวงจรลงไป จะล้าหลังส่วนที่ไม่ผ่านห่วงดังนั้นจะเกิดปรากฏการณ์เหมือนกับว่า ขั้วแม่เหล็กของแกนแรงดันได้เคลื่อนตัวไปตามทางที่จานหมุนและมีผลทำให้เกิดแรงบิดขึ้นในทิศทางตามอาการหมุนของจาน โดยการปรับตำแหน่งของห่วงลัดวงจรนี้ให้พอเหมาะ เราก็จะสามารถลบล้างแรงบิดอันเนื่องมาจากความฝืดนั้นได้ [1], [2]

เครื่องปรับแรงเลื่อนไถล

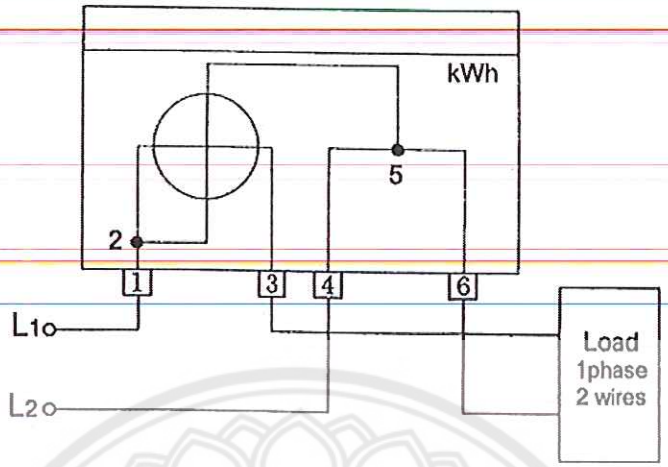
เมื่อติดตั้งเครื่องปรับขณะโหลดน้อยเข้าไปแล้ว จานอาจจะเกิดอาการหมุนในขณะที่ไม่มีโหลด

โดยมีแต่แรงดันที่ขดลวดแรงดันเพียงอย่างเดียว ปรากฏการณ์เช่นนี้เรียกว่า การเลื่อนไถล และเพื่อป้องกันอาการนี้เขาจึงเจาะรูเอาไว้บนจานหมุน เมื่อรูนี้หมุนมาอยู่อยู่ภายใต้แกนแรงดัน ทางไหลบางส่วนของกระแสวนเวียนจะถูกตัดขาดซึ่งทำให้แรงบิดในขณะโหลดน้อยลดลงไปที่นี้ จึงทำให้จานหยุดหมุนที่ตำแหน่งนี้ [1], [2]

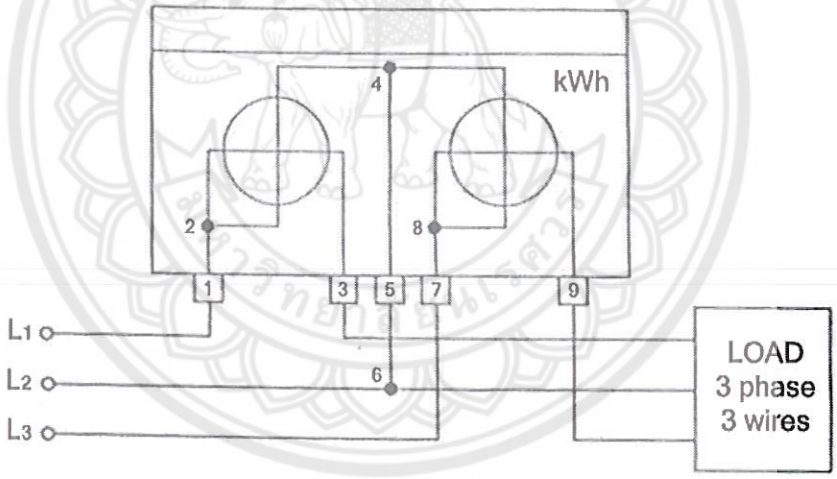
การต่อเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า

การต่อเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า 1 เฟส และ 3 เฟส มีวจรการต่อเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าที่แตกต่างกันดังนี้ กล่าวคือ เครื่องวัดงานไฟฟ้า 1 เฟส สองสายจะมีจานหมุนสำหรับขับชุดบอกปริมาณไฟฟ้าเพียงจานเดียว ต่อวงจรดังรูปที่ 2.9 และเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 3

เฟส 3 สาย จะมีจานหมุนสำหรับชุดบอกปริมาณไฟฟ้าสองจาน ต่อวงจรสำหรับการวัดดังรูปที่ 2.10 และเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย จะมีจานหมุนชุดบอกปริมาณไฟฟ้าสามชุด

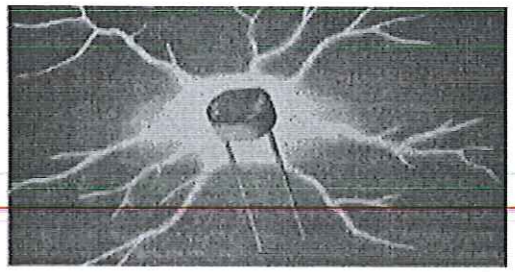


รูปที่ 2.9 การต่อเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบ 1 เฟส



รูปที่ 2.10 การต่อเครื่องวัดพลังงานไฟฟ้าแบบ 3 เฟส

2.2.2 LDR หรือ ตัวต้านทานไวแสง



รูปที่ 2.11 LDR ตัวต้านทานไวแสง

ในอุปกรณ์อิเลกทรอนิกส์ประเภทไวต่อแสง หรือ เปลี่ยนแปลงการทำงานของตัวมันเอง ตามปริมาณของแสง มีอยู่หลายอย่าง เช่น LDR (light dependent resistor) โฟโตโวลตาอิกเซล (photovoltaic cell) ซึ่งจ่ายแรงดันออกมา ได้เมื่อได้รับแสง , โฟโต้ไดโอด (photodiode) โฟโต้-ทรานซิสเตอร์ (phototransistor) ไปจนถึงเอสซีอาร์ ที่ทำงานด้วยแสง (LASCR - light activated sillicon controlled rectifier) ซึ่งใช้หลักการของสารกึ่งตัวนำทั้งนั้น อุปกรณ์ประเภทที่มีโครงสร้าง และ ลักษณะการทำงานง่ายที่สุดก็คือ LDR เพราะไม่ได้ใช้หลักการของรอยต่อ พี - เอ็น เหมือนกันแบบอื่นๆ

โครงสร้าง

ตัว LDR มีชื่อเรียกกันอีกหลายชื่อ เช่น โฟโต้คอนดักตีฟเซล (photoconductive cell) หรือ ตัวต้านทาน ไวแสง, (LSR - light sensitive resistor) ส่วนใหญ่จะทำด้วยสารแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) หรือไม่ก็แคดเมียมซีนิไนด์ (CdSe) ซึ่งทั้งสองตัวนี้ก็เป็นสารประเภทกึ่งตัวนำ เอามาฉาบลงบนแผ่นเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองแล้วต่อขาจากสารที่ฉาบ ไว้ออกมา

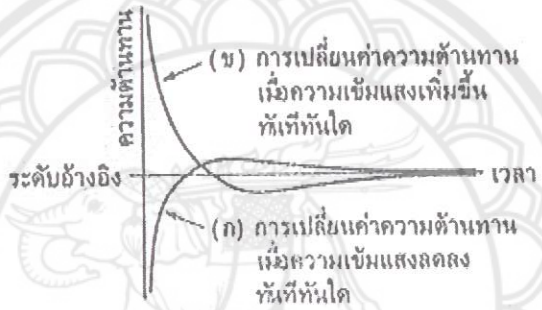
รูปที่ 2.12 โครงสร้าง LDR

โครงสร้างของ LDR แสดงในรูปที่ 2.12 ส่วนที่ขดเป็นแนวเล็กๆสีดำทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสง และ แนวสีดำนั้นจะแบ่งพื้นที่ออกเป็น 2 ข้าง ซึ่งถ้าดูของจริงจะเห็นว่าสีที่เหมือนสีทองนั้น เป็นตัวนำไฟฟ้าที่ทำหน้าที่สัมผัสกับตัวต้านทานไวแสง เป็นที่สำหรับต่อขาออกมา

ภายนอก หรือ เรียกว่าอิเล็กโทรด ที่เหลือก็จะเป็นฐานเซรามิก และ อุปกรณ์ สำหรับห่อหุ้มมัน ซึ่งมีได้หลายแบบ

ผลตอบสนองทางไฟฟ้า

อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของ LDR ในขณะที่ไม่มีแสง กับขณะที่มีแสง อาจจะเป็นได้ตั้งแต่ 100 เท่า 1,000 เท่า หรือ 10,000 เท่า แล้วแต่รุ่น แต่โดยทั่วไปแล้วค่าความต้านทานในขณะที่ไม่มีแสงจะอยู่ในช่วง ประมาณ 0.5 MW ขึ้นไป ในที่มืดสนิทอาจขึ้นไปได้มากกว่า 2 MW และ ในขณะที่มีแสงจะเป็นประมาณ 10 - 20kW ลง ไป อาจจะเหลือเพียงไม่กี่โอห์ม หรือไม่ถึงโอห์มก็ได้ ทนแรงดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 100 V และ กำลังสูญเสีย อย่างต่ำประมาณ 50 mW

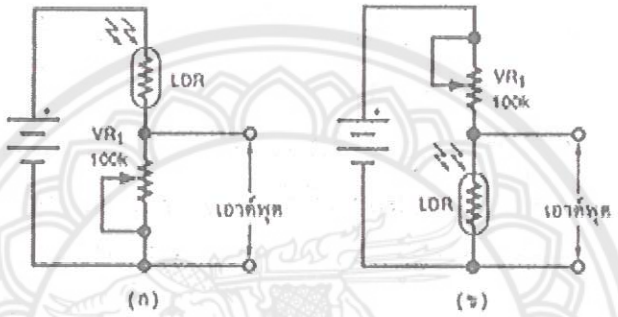


รูปที่ 2.13 ผลของการเปลี่ยนความเข้มแสงในของ LDR

นอกจากคุณสมบัติต่างๆ เหล่านี้แล้วยังมีลักษณะที่สำคัญ คือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากความ เข้มแสง เปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน ซึ่งจะดูตัวอย่างได้ในรูปที่ 2.13 ถ้า LDR ได้รับแสงที่มีความเข้มสูงดังเส้น (ก) ความต้านทานจะมีค่า ต่ำ และ ในทันทีที่ความเข้มของแสงถูกลดลงหลือเพียงระดับอ้างอิง ความต้านทานก็จะค่อยๆ เพิ่มขึ้นไปจนถึงค่าความต้านทานในระดับอ้างอิง แต่แทนที่จะไปหยุดอยู่ระดับอ้างอิง ค่าความตานทานกลับเพิ่มเลยขึ้นไปอีกแล้วจึงจะลดลงมาอยู่ในระดับอ้างอิง และ ในทำนองเดียวกันถ้า เก็บ LDRไว้ในที่ความเข้มแสงน้อยๆ แล้วเปลี่ยนความเข้มเป็นระดับ อ้างอิงทันที ดังในรูป (ข) ความต้านทานก็จะลด เลยต่ำลงมาจากระดับอ้างอิงแล้วจึงขึ้นไปใหม่ ยิ่งความเข้มของแสงเท่ากัน LDR แบบแคดเมียมซีนิไนด์ จะใช้เวลา ในการเข้าสู่สภาวะที่ควรจะเป็นน้อยกว่า แบบ แคดเมียมซัลไฟต์ แต่ก็จะวิ่งเลยไปไกลกว่า และ อีกอย่างหนึ่ง ความเร็วในการเปลี่ยนระดับความต้านทานจากค่าหนึ่งไปอีกค่าหนึ่งช้ามาก ซึ่งจะอยู่ในช่วงของมิลลิวินาที หรือ บางครั้งก็เป็นวินาที จึงทำให้ LDR ใช้ได้ กับงานความถี่ต่ำๆ เท่านั้น

สวิตซ์ทำงานด้วยแสง

การใช้ LDR ทำงานในวงจรปิด-เปิดสวิตซ์ ใช้ลักษณะที่สำคัญ 2 ประการ คือ มีแสงกับ ไม่มีแสง โดยทั่วไปจะใช้ LDR มาต่ออนุกรมกับตัวต้านทานตัวหนึ่ง แล้วต่อเป็นวงจรแบ่งแรงดันออกมาตามรูปที่ 2.14 อย่างในรูป (ก) จะทำงานดังนี้ คือ ถ้ามีแสงสว่าง LDR จะมีความต้านทานต่ำ ทำให้แรงดันส่วนใหญ่มาตกคร่อม R 1 เสียหมด แรงดันเอาต์พุต จึงสูงเกือบเท่า แรงดันไฟเลี้ยง และ ถ้าไม่มี แสง LDR จะมีความต้านทานสูง แรงดันส่วนใหญ่จะ ไปตกที่ LDR แรงดันเอาต์พุต จึงเกือบเป็น 0 โวลต์



รูปที่ 2.14 หลักการใช้ LDR ในวงจรปิดเปิดสวิตซ์

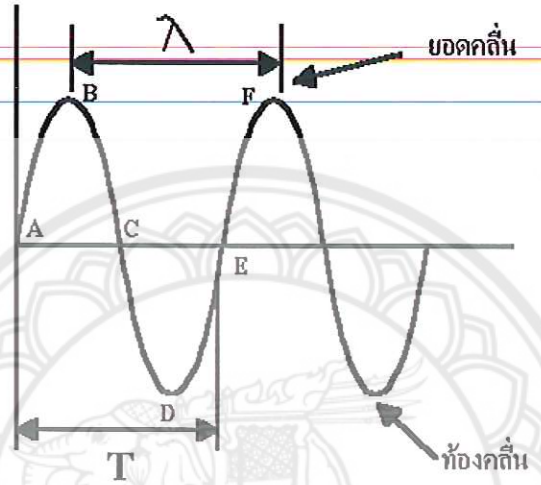
ในรูปที่ 2.14 (ข) วงจรจะทำงาน ในทางตรงข้าม เพียงแต่สลับที่ระหว่าง LDR กับ R 1 เวลามีแสงสว่าง เอาต์พุตก็จะเกือบ เป็น 0 โวลต์ เวลาไม่มีแสงสว่างเอาต์พุตก็เกือบเท่าแรงดันไฟเลี้ยงจะเห็นได้ว่ากลับกับกรณีแรก

2.2.3 คลื่นวิทยุ

คลื่นวิทยุ (RADIO FREQUENCY : RF) ได้มีการค้นพบทางทฤษฎีโดย JAMES CLERK MAXWELL ใน ค.ศ. 1864 กล่าวไว้ว่า คลื่นวิทยุ คือ คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า ซึ่งมีความเร็วเท่ากับความเร็วของแสง คือ $3*10^8$ เมตร/วินาที ต่อมาในปี ค.ศ. 1877 HEINRICH HERTZ ได้ทำการทดลอง และพิสูจน์ให้ เห็นว่าคลื่นวิทยุมีจริง หลังจากนั้นก็ได้มีการศึกษาค้นคว้าเกี่ยวกับคลื่นวิทยุและการกระจายคลื่นวิทยุให้ก้าวหน้าต่อไปในปัจจุบัน

ลักษณะการเกิดคลื่น

หากโยนก้อนหินลงไปในน้ำ ทันทีที่ก้อนหินกระทบผิวน้ำจะเกิดลูกคลื่นของน้ำกระจายไปโดยรอบเป็นวงกลม สังเกตเห็นว่ารูปคลื่นกระจายกว้างออกไปเรื่อย ๆ แต่ผิวน้ำนั้นเพียงกระเพื่อมขึ้นลงเท่านั้น ดังนั้นกล่าวได้ว่า การเดินทางของคลื่นเป็นการเดินทางของพลังงานชนิดหนึ่ง ซึ่งถ้าสังเกตผิวน้ำที่กระเพื่อมขึ้นลง จะเห็นว่ามีลักษณะเป็นลอนคล้ายลอนของสังกะสีหลังคาบ้าน หากดูทางภาคตัดขวางจะมีลักษณะเป็นคลื่นซายน์ (SINE WAVE) ดังรูปที่ 2.15



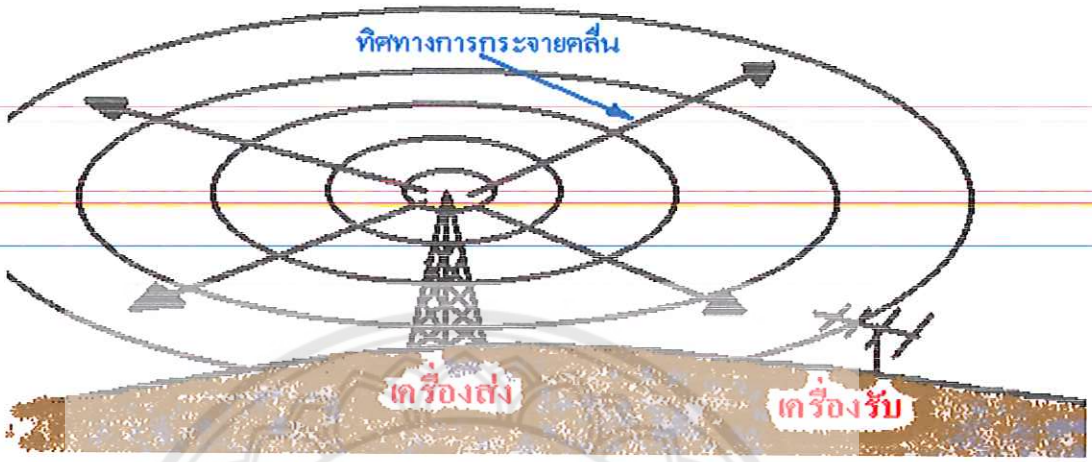
รูปที่ 2.15 ภาคตัดขวางของลูกคลื่น

จุดสูงสุดของคลื่นเรียกว่า ยอดคลื่น และจุดต่ำสุดของคลื่นเรียกว่า ท้องคลื่น ลูกคลื่นแต่ละลูกคลื่นจะแสดงการเปลี่ยนแปลงทางกายภาพครบหนึ่งรอบพอดี จากรูปที่ 2.15 การเปลี่ยนแปลงจาก A ถึง E คือ A B C D E จะแทนคลื่น 1 ลูก หลังจากนั้นจะเริ่มรอบใหม่หรือคลื่นลูกใหม่ต่อไป

ถ้าเราปักไม้ไว้ในน้ำแล้วคอยสังเกตดูลูกคลื่นที่ผ่านไม้นั้น จำนวนลูกคลื่นที่ผ่านจุดใดจุดหนึ่งกำหนดต่อวินาที เราเรียกว่า ความถี่ ซึ่งหมายถึง จำนวนรอบของการเปลี่ยนแปลงต่อวินาที (CYCLE PERSECOND) ในปัจจุบันเรียกว่า เฮริตซ์ (HERTZ)

การวัดระยะห่างระหว่างยอดคลื่นของคลื่นแต่ละลูก ค่าที่ได้เรียกว่า ความยาวคลื่น (WAVELENGTH) ใช้สัญลักษณ์ λ มีหน่วยเป็นเมตร ระยะเวลาที่คลื่นใช้ไปในการเดินทางเป็นระยะทาง 1 ความยาวคลื่น เรียกว่า คาบ (PERIOD) ใช้แทนด้วยตัวอักษร T มีหน่วยเป็นวินาที

คลื่นวิทยุก็มีความคล้ายคลึงกันกับคลื่นในน้ำ คลื่นจะเกิดได้จะต้องมีแหล่งกำเนิด ในกรณีของคลื่นในน้ำนั้นเกิดจากการโยนก้อนหินกระทบผิวน้ำ แต่คลื่นวิทยุนั้น เกิดจากการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าในอากาศ ซึ่งจะเกิดคลื่นวิทยุกระจายออกไปรอบ ๆ สายอากาศ ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 คลื่นวิทยุกระจายออกจากสายอากาศ

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าต่าง ๆ ของคลื่นวิทยุ คือ

$C = \lambda f$

หรือ $\lambda = C / f$

และ $f = 1 / T$

โดย C = ความเร็วแสง $3 * 10^8$ เมตรต่อวินาที

f = ความถี่

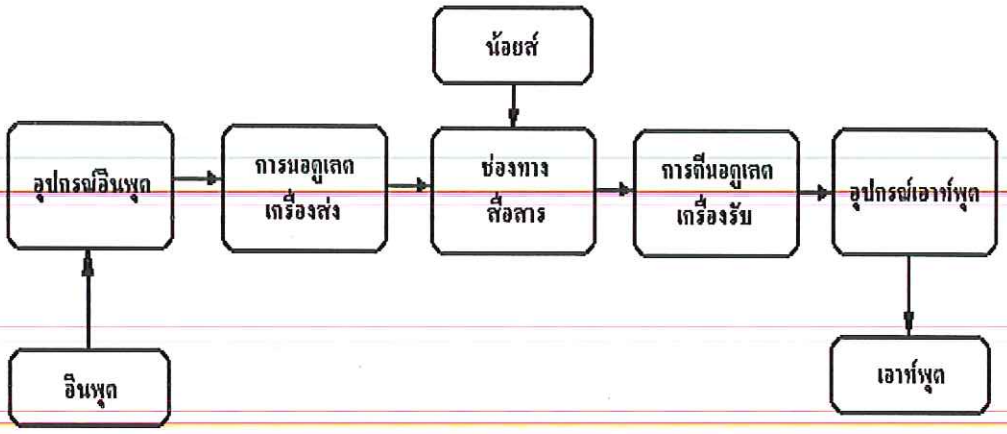
λ = ความยาวคลื่น

T = คาบ

ระบบสื่อสาร

ในระบบสื่อสารไม่ว่าจะเป็นระบบใดก็ตาม แผนผังพื้นฐานมักเหมือนกับรูปที่ 2.17 ซึ่งระบบสื่อสาร โดยพื้นฐานประกอบด้วย อุปกรณ์อินพุท (input device) เครื่องส่ง ช่องทางสื่อสาร (communication channel) หรือแชนแนล ซึ่งมักจะมีนอยส์มารบกวนเครื่องรับ และอุปกรณ์เอาต์พุต

(output device)



รูปที่ 2.17 ระบบสื่อสารพื้นฐาน

1) อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุต

ความจริงอุปกรณ์อินพุตก็คือ อุปกรณ์ที่แปลงข่าวสารเป็นสัญญาณไฟฟ้า ส่วนอุปกรณ์เอาต์พุตก็คือ อุปกรณ์ที่แปลงสัญญาณไฟฟ้ากลับมาเป็นข่าวสารนั่นเอง มีชื่อเรียกแตกต่างกันออกไปแล้วแต่การใช้งาน เช่น ในระบบวิทยุกระจายเสียง อุปกรณ์อินพุตอาจเป็นไมโครโฟน และอุปกรณ์เอาต์พุตจะเป็นลำโพง สำหรับไมโครโฟนทำหน้าที่แปลงคลื่นเสียงเป็นสัญญาณไฟฟ้า และส่วนลำโพงทำหน้าที่แปลงสัญญาณไฟฟ้ากลับเป็นคลื่นเสียง

ในทำนองเดียวกัน ในระบบแพร่ภาพทางโทรทัศน์ อุปกรณ์อินพุตก็คือกล้องถ่ายโทรทัศน์ ซึ่งเปลี่ยนพลังงานแสง (จากภาพ) ไปเป็นสัญญาณไฟฟ้า และอุปกรณ์เอาต์พุตก็คือหลอดภาพโทรทัศน์ซึ่งเปลี่ยนสัญญาณไฟฟ้ากลับคืนเป็นพลังงานแสง

อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตของระบบสื่อสารยังมีอีกมากมาย เช่น คันเคาะโทรเลข เครื่องโทรพิมพ์ เครื่องโทรสาร เครื่องโทรมาตร (telemetry) ฯลฯ อุปกรณ์อินพุตและเอาต์พุตจะต่อเข้ากับเครื่องส่งและเครื่องรับเสมอ

ข่าวสารที่รับหรือส่งระหว่างกัน แบ่งออกเป็น 3 พวกใหญ่ๆ คือ

- เสียงหรือออดิโอ (audio) ได้แก่ เสียงพูดในระบบโทรศัพท์ เสียงพูด เสียงเพลง หรือเสียงดนตรี ซึ่งต้องการคุณภาพเสียงดีในระบบวิทยุกระจายเสียง

- ภาพ (picture) ได้แก่ ภาพนิ่งในระบบโทรสาร (facsimile) และระบบส่งภาพระยะไกล(telephoto) ภาพยนต์ในระบบโทรทัศน์

- ข้อมูล (data) ส่วนใหญ่ส่งมาเป็นรหัสให้แก่ เครื่องยนต์ เครื่องจักร เครื่องคอมพิวเตอร์ ฯลฯ ได้แก่ ข้อมูลและคำสั่งในระบบโทรมาตร ตัวอักษรในระบบโทรพิมพ์ หรือโทรเลข ข้อมูลคอมพิวเตอร์ในระบบสื่อสารคอมพิวเตอร์

2) เครื่องส่ง

เครื่องส่งทำหน้าที่รับสัญญาณไฟฟ้าจากอุปกรณ์อินพุต แล้วทำการมอดูเลตลงบนคลื่นพาหะความถี่สูง เครื่องส่งประกอบด้วยแหล่งกำเนิดสัญญาณความถี่สูง (เรียกว่า ออสซิลเลเตอร์) กับมอดู-เลต เครื่องส่งส่วนใหญ่มักมีภาคขยายอีกเพื่อให้สัญญาณที่ส่งออกอากาศมีกำลังแรง ทำให้สื่อสารกันได้ไกลขึ้น

3)ช่องทางสื่อสาร

ช่องทางสื่อสาร ในที่นี้ ได้แก่ บรรยากาศ อวกาศว่าง (free space) หรือสาย ฯลฯ แต่ในที่นี้เราจะกล่าวถึงเฉพาะระบบวิทยุเท่านั้น ช่องทางสื่อสารของระบบวิทยุอาศัยการแผ่คลื่นวิทยุออกไป โดยผ่านบรรยากาศซึ่งเป็นตัวกลาง (medium) ซึ่งคลื่นเดินทางจากเครื่องส่งผ่านไปยังเครื่องรับ

4) ความถี่และความยาวคลื่น

เรานิยมแบ่งคลื่นวิทยุออกเป็นย่านความถี่ต่าง ๆ โดยมีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hertz) ในประวัติศาสตร์การวิทยุ เราแบ่งคลื่นวิทยุตามความยาวคลื่น (Wavelengh) ความสัมพันธ์ระหว่างความถี่และความยาวคลื่นเป็นไปตามสูตรดังนี้

λ คือ ความยาวคลื่นมีหน่วยเป็นเมตร

V คือ ความเร็วของคลื่นวิทยุในอากาศ เท่ากับความเร็วของแสง = $3 * 10^8$ เมตรต่อวินาที

f คือ ความถี่มีหน่วยเป็นเฮิรตซ์ (Hz)

ย่านความถี่	ความถี่	ความยาวคลื่น
Very Low Frequency (VLF)	ต่ำกว่า 30 kHz	ยาวกว่า 10 km
Low Frequency(LF)	30-300 kHz	10-1 km
Medium Frequency(MF)	300-3000 kHz	1000-100 m
High Frequency (HF	3-30 MHz	100-10 m
Very High Frequency (VHF)	30-300 MHz	10-1 m
Ultra High Frequency (UHF)	300-3000 MHz	100-10 cm
Super High Frequency (SHF)	3-30 GHz	10-1 cm
Extremely High Frequency (EHF)	30-300 GHz	10-1 mm

ตารางที่ 2.1 ตารางแสดงความถี่และความยาวคลื่นของคลื่นในย่านความถี่ต่างๆ

5) นอยส์ (noise)

เป็นสัญญาณที่เข้ามาแทรกแซงหรือรบกวน (interfere) นอยส์ที่รับเข้ามาได้ แบ่งออกได้ 4 ประเภท คือ

- นอยส์บรรยากาศ (atmospheric noise)

เกิดขึ้นจากความแปรปรวนของบรรยากาศที่ห่อหุ้มโลก เช่น ฟ้าแลบ ฟ้าผ่า ก่อให้เกิดคลื่นวิทยุแผ่กระจายออกไปรอบโลก นอยส์บรรยากาศเกิดขึ้นอยู่ตลอดเวลา แม้จะไม่มีพายุฝนฟ้าคะนองก็ตาม

-นอยส์จากอวกาศ (spacenoise)

เกิดจากดวงอาทิตย์และดวงดาวนับล้าน ๆ ดวงในจักรวาล ดวงอาทิตย์เป็นวัตถุที่มีขนาดมหึมาและมีความร้อนสูงถึง 6,000 องศาเซลเซียสที่ผิวดวงอาทิตย์ ฉะนั้น ดวงอาทิตย์จะแผ่พลังงานออกมามีสเปกตรัมความถี่กว้างมาก พลังงานนี้ปรากฏออกเป็นนอยส์คงที่ อย่างไรก็ตามที่ผิวดวงอาทิตย์ยังมีความแปรปรวนอื่น ๆ อีก เช่น จุดบนดวงอาทิตย์ (sun spot) การลุกโชติช่วง (solar flare) ซึ่งก่อให้ เกิดนอยส์เพิ่มขึ้นอีก นอกจากนี้ดวงอาทิตย์บางดวงที่ไกลออกไปจากระบบสุริยจักรวาลก็มีคุณสมบัติเหมือนดวงอาทิตย์ คือ มีความร้อนสูงและสามารถกำเนิดนอยส์มายังโลกได้

- นอยส์ที่เกิดขึ้นจากสิ่งประดิษฐ์ที่มนุษย์สร้างขึ้น (man-made noise)

ได้แก่ นอยส์จากมอเตอร์ไฟฟ้าเช่น พัดลม ที่เป่าผม เครื่องดูดฝุ่น นอกจากนี้ก็ยังมีนอยส์จากระบบจุดระเบิดของรถยนต์ การรั่วของสายไฟแรงสูง หลอดไฟฟลูออเรสเซนต์ ฯลฯ

-นอยส์ภายในตัวอุปกรณ์ในเครื่องรับ (internal noise)

แยกเป็น 2 ประเภท คือนอยส์อุณหภูมิ (thermal noise) และช็อตนอยส์(shot noise) นอยส์อุณหภูมิเกิดจากการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอนในตัวอุปกรณ์ บางครั้งเรียกว่า จอห์นสันนอยส์ (Johnson noise) ส่วนช็อตนอยส์เกิดขึ้นในอุปกรณ์แอกตีฟ (active device) ทุกชนิด เนื่องจากการรวมตัวของอิเล็กตรอนกับโฮล (hole) เช่น ในทรานซิสเตอร์ ซึ่งไม่ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิ

6) เครื่องรับ

เมื่อรับสัญญาณจากเครื่องรับ สัญญาณจะมีกำลังอ่อนลงและยังมีนอยส์เข้ามาแทรกแซงสัญญาณที่ต้องการจะรับอีกด้วย ดังนั้นการรับสัญญาณอ่อน ๆ เช่นนี้ เครื่องรับจึงต้องมีความสามารถพิเศษในการเลือกรับและขยายเอาเฉพาะสัญญาณความถี่ที่ต้องการ พร้อมทั้งต้องมีกรรมวิธีในการกำจัดนอยส์หรือต่อสู้เอาชนะนอยส์ที่รบกวน สัญญาณที่รับได้จะผ่านการดีมอด

เพื่อแปลงสัญญาณข่าวสารที่ เข้ามอดูเลตกลับมา กรรมวิธีนี้ค่อนข้างสลับซับซ้อนพอสมควร

การกระจายคลื่นวิทยุ

เมื่อมีกระแสไฟฟ้าสลับไหลผ่านลวดตัวนำ จะก่อให้เกิดสนามไฟฟ้าขึ้นรอบ ๆ ลวดตัวนำนั้น สนามไฟฟ้านี้จะเพิ่มความเข้มสูงขึ้น แล้วค่อย ๆ ลดลงและสลับทิศทางในที่สุด สลับกันไปเรื่อย ๆตามกระแสไฟฟ้าที่ไหลสลับเข้าในลวดตัวนำ ขณะเดียวกันสนามแม่เหล็กก็จะเกิดขึ้นรอบ ๆ ลวดตัวนำในลักษณะเดียวกับสนามไฟฟ้า ในกรณีแหล่งกำเนิดไฟฟ้ากระแสสลับ คือ เครื่องส่งวิทยุ ซึ่งต่อกำลังงานไปยังลวดตัวนำที่เรียกว่าสายอากาศ โดยอาศัยสายส่ง กระแสไฟฟ้าสลับซึ่งไหลในสายอากาศ จะสร้างสนามแม่เหล็กและสนามไฟฟ้า ดังนั้นคลื่นวิทยุที่กระจายออกจากสายอากาศจะประกอบด้วยสนามไฟฟ้าซึ่งเขียนแทนด้วย E และสนามแม่เหล็กซึ่งเขียนแทนด้วย H

รูปที่ 2.18 โครงสร้างของคลื่นวิทยุ

2.2.4 Microcontroller ตระกูล MCS-51

การจัดการขาของ MCS-51 มีการจัดการขาต่างๆ ดังต่อไปนี้

Vcc : สำหรับแหล่งจ่ายไฟฟ้า (+5V)

GND : สำหรับต่อกราวด์

P0 : เป็นขาพอร์ต 0 ของ MCS-51 ที่มีขนาด 8 บิต ชนิดสองทิศทาง ซึ่งแต่ละบิตสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุตสำหรับใช้งานทั่วไปหากต้องการให้เป็นอินพุตสามารถทำได้ โดยการเขียนข้อมูล “1” ไปยังบิตนั้น โดยแต่ละบิตเมื่อเป็นเอาต์พุตจะสามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์ TTL แบบ LS ได้ 8 ตัว และยังเป็นขาให้สัญญาณ Multiplex ระหว่างสัญญาณข้อมูลกับสัญญาณ Address 8 บิตแรกในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายนอก

P1 : เป็นขาพอร์ต 1 ของ MCS-51 ที่มีขนาด 8 บิต ชนิดสองทิศทางแบบQuasi Bidirectional

ซึ่งแต่ละบิตสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต สำหรับใช้งานทั่วไปหากต้องการให้เป็น
อินพุต สามารถทำได้โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังบิตนั้น และสามารถต่อพ่วงกับอุปกรณ์ LS TTL ได้ 4ตัว

P2 : เป็นขาพอร์ต 2 ของ MCS-51 ที่มีขนาด 8 บิต ชนิดสองทิศทางแบบ Quasi Bidirectional
เช่นเดียวกับพอร์ต 1 นอกจากนี้พอร์ต 2 นี้ยังทำหน้าที่ให้สัญญาณ Address 8 บิตบน ในกรณีที่ใช้หน่วยความจำภายนอก ในกรณีอ้าง Address หน่วยความจำขนาด 16 บิต ดังนั้นขณะที่ใช้หน่วยความจำ
ภายนอก จะต้องไม่มีการเขียนข้อมูลใดๆ ไปที่พอร์ต 2 จะทำให้เกิดความผิดพลาดในการทำงานได้

P3 : เป็นขาพอร์ต 2 ของ MCS-51 ที่มีขนาด 8 บิต ชนิดสองทิศทางแบบ Quasi Bidirectional
เช่นเดียวกับพอร์ต 1 และ พอร์ต 2 แต่พอร์ต 3 นี้จะมีหน้าที่พิเศษดังตารางต่อไปนี้

ขาพอร์ต	หน้าที่พิเศษ
P3.0	RxD (สำหรับรับข้อมูลแบบอนุกรม)
P3.1	TxD (สำหรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม)
P3.2	INT0 (ขาอินเตอร์รัพท์ภายนอก 0)
P3.3	INT1 (ขาอินเตอร์รัพท์ภายนอก 1)
P3.4	T0 (ขาอินพุตของ Timer 0)
P3.5	T1 (ขาอินพุตของ Timer 1)
P3.6	WR (สำหรับสัญญาณเขียนหน่วยความจำข้อมูลภายนอก)
P3.7	RD (สำหรับสัญญาณอ่านหน่วยความจำข้อมูลภายนอก)

ตารางที่ 2.2 หน้าที่พิเศษของขาต่างๆ ของ Port 3

ดังนั้น เมื่อมีการใช้สัญญาณดังกล่าว จึงไม่ควรเขียนข้อมูลไปที่พอร์ต 3 จะทำให้การทำงานของ
MCS-51 ผิดพลาดได้

RST : เป็นขาสำหรับรีเซตการทำงานของ MCS-51 โดยการให้ลอจิกหนึ่งเป็นเวลาอย่างน้อย 2Machine Cycle

ALE : เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลทช์ (Latch) ของขา พอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก

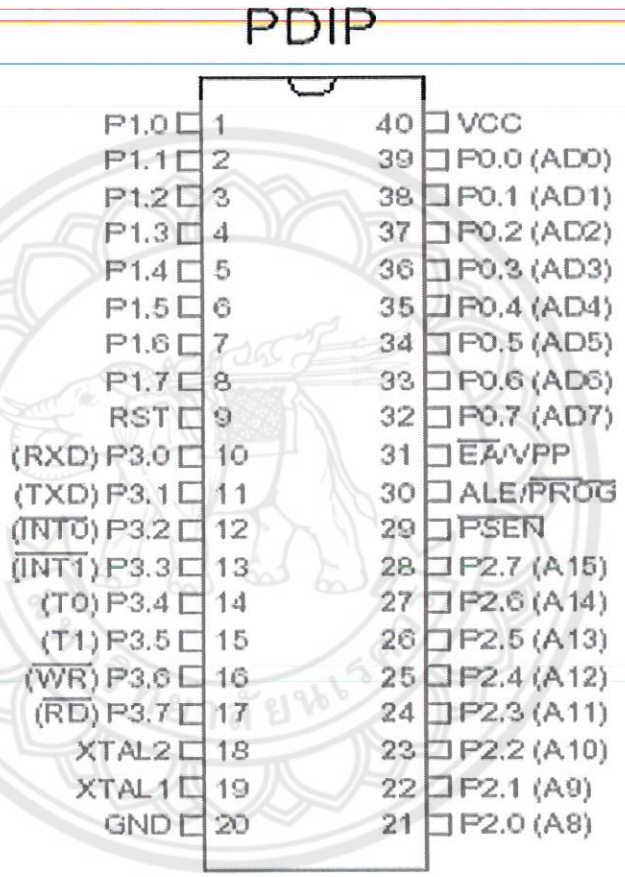
ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร
15000439

PSEN : เป็นขาสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก

EA : เป็นขาใช้สำหรับเลือกการติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือภายในไมโครคอนโทรลเลอร์โดยที่ให้ลอจิก 0 จะอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก และลอจิก 1 จะอ่านหน่วยความจำโปรแกรมภายใน

XTAL1 : เป็นขาเข้าของวงจรกำเนิดความถี่อ้างอิงภายในของ MCS-51

XTAL2 : เป็นขาออกของวงจรกำเนิดความถี่อ้างอิงภายในของ MCS-51



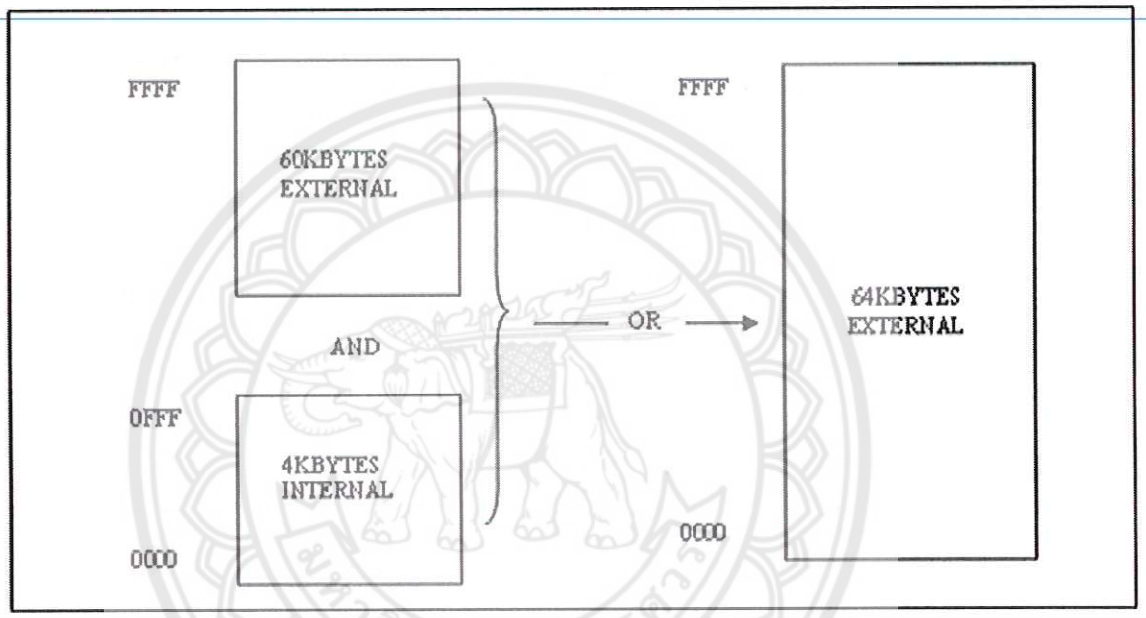
รูปที่ 2.19 การจัดขาของ MCS-51

โครงสร้างหน่วยความจำของ MCS-51

ดังที่กล่าวมาแล้ว MCS-51 จะแบ่งหน่วยความจำออกเป็นสองส่วน ได้แก่ หน่วยความจำสำหรับ

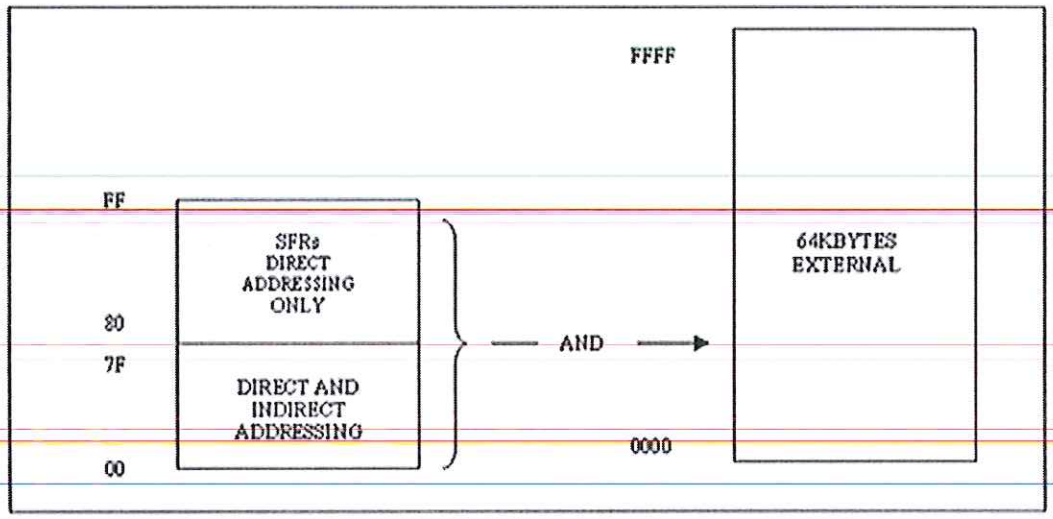
โปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล โดยมีขนาดของแต่ละส่วนเท่ากับ 64 กิโลไบต์ ในส่วนของหน่วยความจำโปรแกรมจะเป็นส่วนหน่วยความจำสำหรับอ่านอย่างเดียว โดยที่ MCS-51 จะใช้สัญญาณPSEN ในการอ่านเท่านั้น แต่หน่วยความความจำข้อมูลของ MCS-51 จะสามารถอ่านและเขียนได้โดยใช้สัญญาณ RD และ WR ตามลำดับ แต่อย่างไรก็ตาม ผู้ใช้สามารถรวม

หน่วยความจำโปรแกรมและหน่วยความจำข้อมูลเข้าด้วยกันได้ โดยนำสัญญาณ RD และ PSEN มาต่อเข้าวงจร AND GATE สำหรับสร้างสัญญาณในการอ่านหน่วยความจำ นอกจากนี้หน่วยความจำโปรแกรมยังแบ่งออกเป็นภายนอกและภายในของ MCS-51 ดังแสดงในรูปที่ 2.20 และ รูปที่ 2.21 โดยรูปที่ 2.20 แสดงหน่วยความจำโปรแกรมในกรณีที่เลือกใช้หน่วยความจำภายนอกและภายในในด้านซ้ายมือเป็นส่วนหนึ่งของหน่วยความจำโปรแกรมภายในที่มีขนาด 4 กิโลไบต์ของ MCS-51 ส่วนที่เหลือจะเป็นหน่วยความจำภายนอก ส่วนด้านขวามือแสดงหน่วยความจำโปรแกรมเมื่อเลือกให้ติดต่อหน่วยความจำภายนอกทั้งหมด



รูปที่ 2.20 หน่วยความจำโปรแกรมของ MCS-51

หน่วยความจำข้อมูลของ MCS-51 สามารถแบ่งออกเป็นภายนอกและภายในโดย
หน่วยความจำ
ภายนอกซึ่งมีขนาด 64 กิโลไบต์ ส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายในของ MCS-51 แบ่งออกเป็นสองส่วน
ได้แก่ ส่วนของหน่วยความจำข้อมูลที่สามารถอ้างอิงแบบโดยตรง (Direct) และ แบบอ้อม (Indirect) ซึ่งมีขนาด 128 ไบต์ กับหน่วยความจำที่อ้างอิงได้เฉพาะแบบโดยตรง หรือในส่วนนี้จะเรียกอีกแบบหนึ่งว่า
SFR (Special Function Register) โดยจะแบ่งกล่าวได้ดังนี้



รูปที่ 2.21 หน่วยความจำข้อมูลของ MCS-51

ในส่วนหน่วยความจำข้อมูลภายในที่อ้างอิงแบบ Direct และแบบ Indirect นั้นจะสามารถแบ่ง
ออกได้ 3 ส่วน มีรายละเอียดดังนี้

- ส่วนที่ 1 เรียกว่า Register Banks 0-3 ซึ่งอยู่ที่ตำแหน่งความจำข้อมูลภายใน ตั้งแต่ 00H ถึง 1FH จำนวน 32 ไบต์ โดยจะแบ่งออกเป็นชุดๆละ 8 ไบต์จำนวน 4 ชุด ซึ่งแต่ละชุดจะมีชื่อเรียกเป็น R0 ถึง R7 จะเป็น Register ที่ใช้งาน โดยเมื่อ MCS-51 ถูกรีเซต Register Bank 0 จะถูกเลือกใช้

- ส่วนที่ 2 เรียกว่า Bit Addressable Area ซึ่งมีขนาด 16 ไบต์ที่ตำแหน่งหน่วยความจำข้อมูล 20H ถึง 2FH ในส่วนนี้สามารถทีจะอ้างอิงข้อมูลได้เป็นระดับบิตถึง 128 บิต โดยการอ้างอิงตำแหน่งโดยตรงในลักษณะบิต ตั้งแต่ตำแหน่ง 00H ถึง 7FH

- ส่วนที่ 3 เรียกว่า Scratch Pad Area จะอยู่ที่ตำแหน่งตั้งแต่ 30H ถึง 7FH ซึ่งเป็นบริเวณหน่วยความจำข้อมูลภายในอเนกประสงค์ที่ผู้ใช้สามารถใช้ได้โดยตรงนอกจากนี้ยังสามารถใช้หน่วยความจำข้อมูลบริเวณนี้สำหรับการเก็บข้อมูลแบบ Stack ได้ด้วย

ในส่วนของหน่วยความจำข้อมูลภายในที่ใช้อ้างอิงแบบ Direct เพียงอย่างเดียวหรือที่เรียกว่า SFRซึ่งเป็นส่วนสำหรบเก็บหรือกำหนดการทำงานภายในของ MCS-51 ในส่วนของบริเวณนี้จะมีขนาด 128ไบต์แต่ในการใช้งานนั้นใช้ได้เฉพาะตำแหน่งที่กำหนดและจะมีหน้าที่ดังนี้

ACC : เป็น Accumulator ซึ่งเป็น Register สำหรับการประมวลผลทางคณิตศาสตร์และลอจิกโดยผู้ใช้สามารถอ้างอิงได้ในรูปแบบของไบต์หรือระดับบิตได้

B : เป็น Register พิเศษสำหรับใช้กับคำสั่งในการคูณหรือหาร นอกจากนี้ยังใช้เป็น Registerสำหรับเก็บพักข้อมูลได้

PSW : เป็น Register Status Word หรือ แฟลก(Flag) จะแสดงสถานะการทำงานของ MCS-51

SP : เป็น Register ชี้หน่วยความจำข้อมูลภายในสำหรับการเก็บแบบ Stack

DPTR : เป็น Register ขนาด 16 บิต โดยแบ่งเป็น 8 บิตบนและ 8 บิตล่าง ให้สำหรับชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำข้อมูลภายนอก หรือสำหรับการอ่านตารางข้อมูลของหน่วยความจำโปรแกรม

P0 : เป็น Register สำหรับพอร์ต 0 ของ MCS-51

P1 : เป็น Register สำหรับพอร์ต 1 ของ MCS-51

P2 : เป็น Register สำหรับพอร์ต 2 ของ MCS-51

P3 : เป็น Register สำหรับพอร์ต 3 ของ MCS-51

IP : เป็น Register สำหรับกำหนดลำดับความสำคัญของการอินเตอร์รัพท์ของ MCS-51

IE : เป็น Register สำหรับกำหนดการรับหรือไม่รับการอินเตอร์รัพท์ของ MCS-51

TMOD : เป็น Register สำหรับควบคุมหน้าที่ของ Timer/Counter ของ MCS-51

TCON : เป็น Register สำหรับควบคุมการทำงานของ Timer/Counter ของ MCS-51

T2CON : เป็น Register สำหรับควบคุมการทำงานของ Timer/Counter2 ของ 8052

TH0 : เป็น Register สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter0 8บิตบน

TL0 : เป็น Register สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter0 8บิตล่าง

TH1 : เป็น Register สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter1 8บิตบน

TL1 : เป็น Register สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter1 8บิตล่าง

TH2 : เป็น Register สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter2 8บิตบนของ 8052

TL2 : เป็น Register สำหรับเก็บข้อมูลของ Timer/Counter2 8บิตล่างของ 8052

RCAP2H : เป็น Capture Register ของ Timer/Counter2 8บิตบนของ 8052

SCON : เป็น Register สำหรับควบคุมการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมของ MCS-51

SBUF : เป็น Register สำหรับเก็บข้อมูลที่ได้จากการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมของ MCS-51

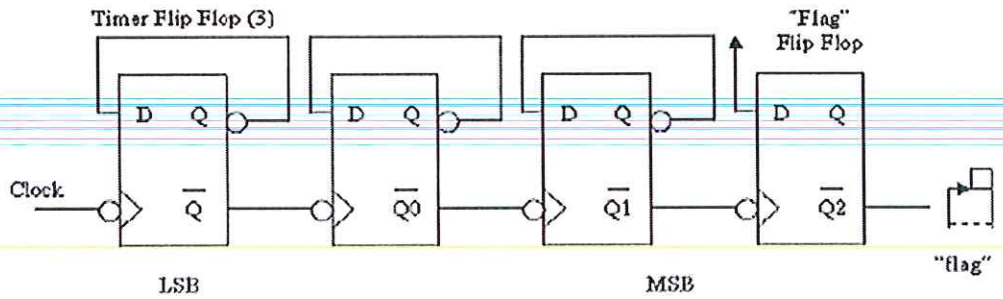
PCON : เป็น Register สำหรับควบคุมการทำงานของ MCS-51 ด้านเกี่ยวกับการใช้กำลังไฟฟ้าในส่วนของ Register SFR นี้สามารถที่จะอ้างอิงในระดับบิตได้โดยตำแหน่งการอ้างอิงระดับบิต

TIMER

ตัว Timer อาจพิจารณาได้ง่ายๆว่าเป็นตัว Flip-Flop มาต่อเรียงกันโดยมี clock เป็นอินพุต สำหรับเอาต์พุตที่ออกมาจาก Flip-Flopแต่ละตัวจะถูกหารด้วย 2 พิจารณาการต่อ Flip-Flopตามรูปที่ 2-13 ถ้าใส่clock เข้าไปใน Flip-Flop ตัวแรก ความถี่ของ clock ที่ออกจากเอาต์พุตตัวแรกจะถูกหารด้วย 2 และเอาต์พุตนี้จะต่อกับ Flip-Flop ตัวที่ 2 และสัญญาณที่ออกมาจะถูกหารด้วย 2 อีก ดังนั้น ถ้ามี Flip-Flop ต่ออยู่ n stages จะหารสัญญาณนาฬิกาได้ 2 กำลัง n ถ้าให้เอาต์พุต stage สุดท้ายของ Timer เป็น OverflowFlip-Flop หรือ Flag และจะให้เอาต์พุตออกมาเมื่อการนับเป็น Overflow เช่น ถ้าเป็นตัวนับแบบ 16 บิต (มีFlip-Flopต่ออยู่ 16 ตัว) วงจรจะนับตั้งแต่ 000H ถึง FFFH เมื่อ Flip-Flopเปลี่ยนจาก FFFH เป็น 000H จะให้บิต Overflow ออกมา

พิจารณารูป 2.22 (ก) เป็น 3-Bit Timer โดย Flip-Flopแต่ละตัวจะนำขา Q มาต่อกับ D ซึ่งอาจ
เรียกว่าเป็นการใช้ Flip-Flopแบบ Divide-by-two Mode โดยความถี่ของสัญญาณที่ได้จาก Flip-Flop แต่ละตัวจะมีค่าหารสองจากสัญญาณนาฬิกาที่เข้ามา เมื่อนับไปถึงค่า 111 (หรือ Q2=1, Q1=1, Q0=1) และ
เปลี่ยนกลับมาเป็น 000 จะให้บิต Flag ออกมา ดังรูป 2.22(ข)

ใน MCS-51 จะมีตัวจับเวลาอยู่ภายในChip ถ้าเป็นเบอร์ MCS-51 จะมี 2 ตัวคือ Timer 0 และ
Timer 1 แต่ถ้าเป็นเบอร์ 8052 จะมีเพิ่มอีกหนึ่งตัวคือ Timer 2 Registerต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการใช้ Timer
แสดงดังในตารางที่ 2.3 ซึ่งจะเห็นว่ามีRegister บางตัวสามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้ด้วย นอกจากนี้ตัวTimer สามารถใช้เป็นตัวนับ (Counter)ได้อีกด้วย โดยการโปรแกรมในRegister TMOD



รูปที่ 2.22รีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นTimer

รีจิสเตอร์	หน้าที่	ตำแหน่ง	สามารถอ้างอิงตำแหน่งบิต
TCON	Control	88H	Yes
TMOD	Mode	89H	No
TL0	Timer 0 Low-byte	8AH	No
TL1	Timer 1 Low-byte	8BH	No
TH0	Timer 0 High-byte	8CH	No
TH1	Timer 1 High-byte	8DH	No
T2CON*	Timer 2 Control	C8H	Yes
RCAP2L*	Timer 2 Low-byte Capture	CAH	No
RCAP2H*	Timer 2 High-byte Capture	CBH	No
TL2*	Timer 2 Low-byte	CCH	No
TH2*	Timer 2 High-byte	CDH	No

* มีในเบอร์ 8032/8052

ตารางที่ 2.3 รีจิสเตอร์ที่ใช้เป็นTimer

Timer Mode Register (TMOD)

ตัวรีจิสเตอร์ TMOD เป็นรีจิสเตอร์ควบคุม Timer จะแบ่งออกเป็น 2 กลุ่มๆละ 4 บิต โดย 4 บิต
บนจะเป็นการควบคุม Timer 1 ส่วน 4 บิตล่างจะเป็นการควบคุม Timer 0 ความหมายของแต่ละบิต ดูใน
ตารางที่ 2.4 ซึ่งตัวรีจิสเตอร์นี้เป็นตัวเลือกการทำงานว่าจะให้ตัว Time/Counter ทำงานในโหมดใด และ
เป็น Timer หรือ Counter รีจิสเตอร์ TCON ไม่สามารถจะโปรแกรมเข้าไปในระดับบิตได้ (Not Bit Addressable) ซึ่งการใช้งานมักจะโปรแกรมไปครั้งเดียวในตำแหน่งเริ่มต้นของโปรแกรม

บิต	ชื่อ	Timer	ความหมาย
7	GATE	1	GATE bit ถ้าบิตนี้เซต วงจรจะทำงานเมื่อ INT1เป็น High
A	C/T	1	เป็นบิตเลือก Counter / Timer 1 = ใช้เป็น Counter

			0 = ใช้เป็น Timer
5	M1	1	Mode bit 1
4	M0	1	Mode bit 0
3	GATE	0	บิต Gate ของ Timer 0
2	C/T	0	บิตเลือก Counter / Timer ของ Timer 0
1	M1	0	Timer 0 M1 bit
0	M0	0	Timer 0 M0 bit

ตารางที่ 2.4 รีจิสเตอร์ TMOD (Timer Mode)

M1	M0	Mode	ความหมาย
0	0	0	ใช้เป็น Timer แบบ 13-bit (8084 Mode)
0	1	1	ใช้เป็น Timer แบบ 16-bit
1	0	2	ใช้เป็น Timer แบบ 8-bit Auto-reload Mode
1	1	3	Split Timer Mode : แยก Timer 0 ออกเป็น Timer 8 บิต สองตัวคือ TL0 และ TH0 โดยไม่ใช้ Timer1

ตารางที่ 2.5 การใช้ Timer โหมดต่างๆ

Timer Control Register (TCON)

รีจิสเตอร์ TCON เป็นรีจิสเตอร์ที่บอกสถานะและควบคุมบิต Timer0 และ Timer1 ซึ่งดูได้จากตารางที่ 2.6 รีจิสเตอร์นี้สามารถเข้าถึงข้อมูลระดับบิตได้

บิต	ชื่อ	ตำแหน่งบิต	ความหมาย
TCON.7	TF1	8FH	บิตแฟลกแสดงการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer1 จะ Set โดย Hardware และ Clear โดย Software
TCON.6	TR1	8EH	บิตควบคุมการปิด-เปิด Timer1 Set และ Clear โดย Software
TCON.5	TF0	8DH	แฟลกแสดงการโอเวอร์โฟลว์ของ Timer0

TCON.4	TR0	8CH	บิตควบคุมการปิด-เปิด Timer0
TCON.3	IE1	8BH	บิตแฟลกแสดงการอินเทอร์รัพท์จาก INT1 จะ Set โดย Hardware และสามารถ Clear ได้ด้วย Software
TCON.2	IT1	8AH	บิตเลือกชนิดของสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากอินเทอร์รัพท์ ภายนอก INT1 สามารถ Set และ Clear ได้ด้วย Software
TCON.1	IE0	89H	บิตแฟลกแสดงการอินเทอร์รัพท์
TCON.0	IT0	88H	บิตเลือกชนิดของสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากอินเทอร์รัพท์ ภายนอก INT0

ตารางที่ 2.6 ความหมายแต่ละบิตของรีจิสเตอร์ TCON (Timer Control)

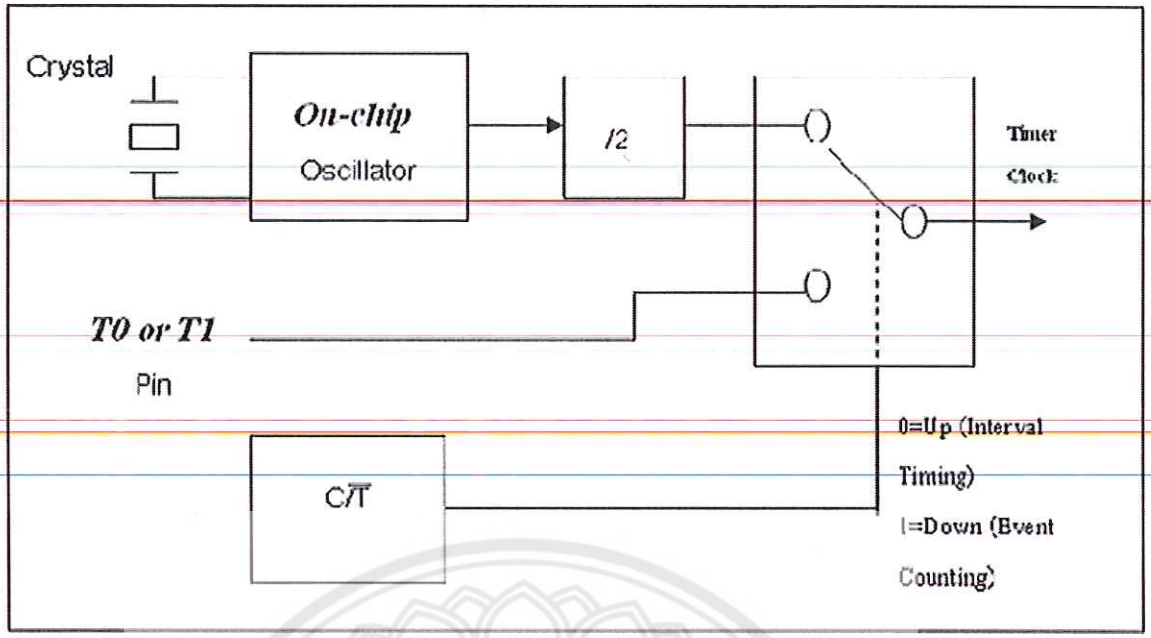
Clocking Source

การใช้ Timer นี้สามารถใช้ได้ 2 หน้าที่ คือ เป็นตัวจับเวลา (Timer) และเป็นตัวนับ (Counter) ซึ่งสามารถโปรแกรมได้โดยการเซตหรือรีเซตบิต C/T ในรีจิสเตอร์ TMOD

การใช้เป็นตัวจับเวลา (Timer)

ถ้าบิต C/T ใน TMOD เป็น ลอจิก "0" จะเป็นการเลือกให้ Timer นำ Clock มาจากวงจร Oscillator ในชิพ ซึ่งสัญญาณนาฬิกาจะเข้ามาทุกๆ Machine Cycle หรืออาจกล่าวได้ว่าค่าใน THx และ

TLx จะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยอัตราการนับแต่ละครั้งใช้เวลาเท่ากับ 1/12 ของความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่ใช้บนชิพ ดังแสดงในรูปข้างล่าง ถ้า MCS-51 ใช้สัญญาณนาฬิกา 12 MHz การนับจะมีความถี่เท่ากับ1MHz



รูปที่ 2.23ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาที่เข้าขา

การใช้เป็นตัวนับ (Counter)

ถ้าบิต C/T เป็น "1" ตัว Timer จะนำ Clock มาจากภายนอกโดยใช้ขา P3.4 หรือ T0 เป็นขา InputClock ให้กับ Timer0 และใช้ขา P3.5 หรือ T1 เป็น Input Clock ให้กับ Timer1 หรือ อาจมองว่าถ้าจะให้นับอะไรสัญญาณที่จะนับให้ต่อกับขา T0 กับ T1 ในการใช้เป็น Counter สัญญาณที่เข้ามามีการ

เปลี่ยนแปลงจาก "1" เป็น "0" จะทำให้วงจรนับ TLx มีค่าเพิ่มขึ้น 1 ภายใน MCS-51 นี้จะตรวจสอบขา

อินพุต T0 และ T1 ในช่วงเวลาเฟส 2 ของ State 5 (S5P2) ถ้าพบว่ามีค่าเป็น "1" ต่อมาในอีกหนึ่ง MachineCycle ที่เฟส 2 ของ State 5 (S5P2) ลอจิกอินพุตเปลี่ยนเป็น "0" จะทำให้ค่าใน Timer เพิ่มขึ้น 1 ดังนั้น จะเห็นว่าการนับ 1 ครั้งจะต้องใช้เวลา 2 Machine Cycles ดังนั้นความถี่สูงสุดที่จะให้ Timer ทำงานเป็นCounter นับได้ จะมีค่ามากที่สุด 500 KHz ถ้า MCS-51 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 12 MHz [3], [4],[6]

หลักการสื่อสารข้อมูล (Data Communication)

การสื่อสารข้อมูล คือ ขบวนการของการใช้ร่วมหรือแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารที่ถูกแปลงรหัส

ระหว่างอุปกรณ์สองตัวหรือมากกว่านั้น การสื่อสารข้อมูลตัวส่งและตัวรับเป็นอุปกรณ์หรือเครื่องและ
ข้อมูลข่าวสารที่ถูกแปลงรหัส หมายถึง ข้อมูลข่าวสารที่ถูกส่งผ่านไปในลักษณะของการส่งผ่านข้อมูล
แบบอนุกรม ของสัญญาณไฟฟ้า ผ่านตัวกลางที่ใช้ในการส่งข้อมูล เช่น เมื่อเจ้าหน้าที่คอมพิวเตอร์กดปุ่ม
อักษรบนแป้นพิมพ์ อนุกรมทางไฟฟ้าก็จะถูกส่งออกไปยังคอมพิวเตอร์และคอมพิวเตอร์จะแปลงข้อมูล
ข่าวสารกลับมา

รูปที่ 2.24ส่วนประกอบของการสื่อสารข้อมูล

ส่วนประกอบของการสื่อสารข้อมูลประกอบด้วย

1. DTE (Data Terminal Equipment) เป็นอุปกรณ์ต้นทางหรือปลาทางข้อมูล ทำหน้าที่รับหรือส่งข้อมูล โดยอีกนัยหนึ่งคือผู้ใช้ข้อมูล เช่น คอมพิวเตอร์ แป้นพิมพ์ จอภาพ เครื่องพิมพ์ เครื่องเทอร์มินอลเป็นต้น

2. DCE (Data Communication Equipment) เป็นอุปกรณ์การสื่อสารข้อมูล ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อ และควบคุมการส่งผ่านข้อมูลระหว่างตัว DTE ทั้งสองตัว ผ่านตัวกลางในการสื่อสารหรือช่อง
ผ่านสัญญาณ เช่น โมเด็ม มัลติเพล็กเซอร์ เป็นต้น

3. Medium เป็นตัวกลางที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลหรืออาจจะเรียกว่า ช่องสัญญาณสื่อสาร เช่น
ดาต้าลิงค์เน็ตเวอร์ค สายโคแอ็กเชียล ไฟเบอร์ออฟติก และช่องสัญญาณดาวเทียม เป็นต้น

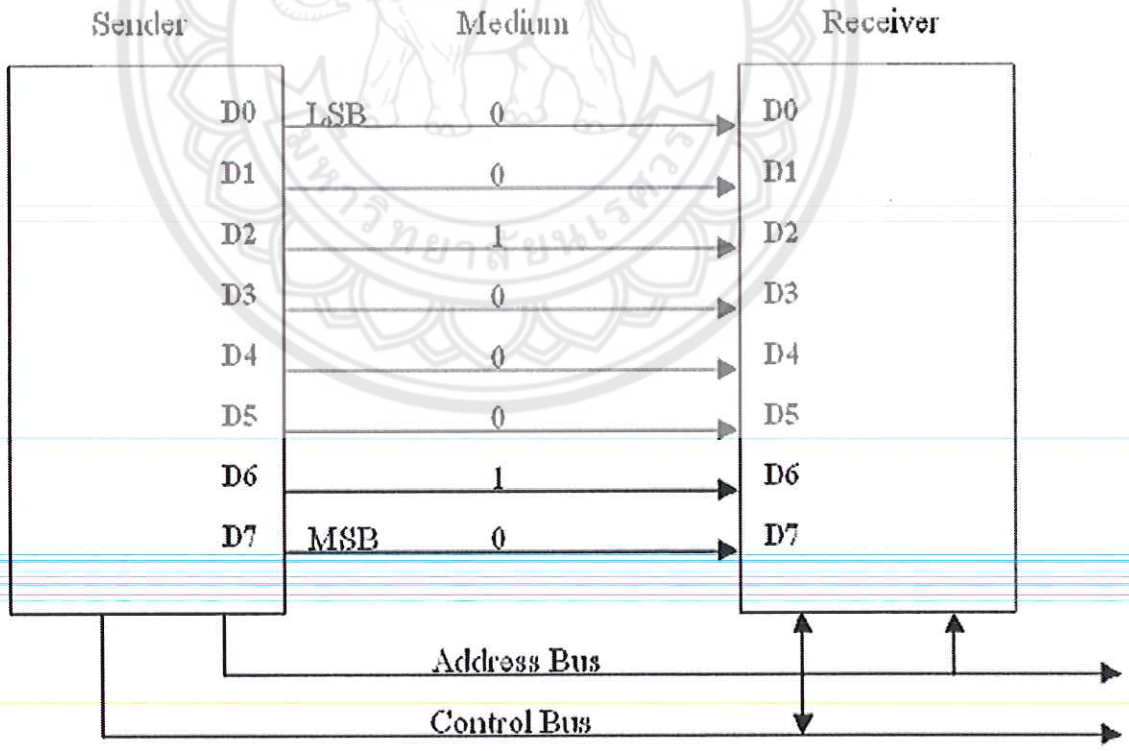
เทคนิคการส่งผ่านข้อมูล

ในการส่งผ่านข้อมูล สามารถแบ่งลักษณะของการส่งผ่านข้อมูลได้เป็น 2 แบบ คือการส่งผ่าน
ข้อมูลแบบขนาน (Parallel) และ การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (Serial) การส่งผ่านข้อมูลโดยใช้สายคู่

เดียว เป็นการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม และการส่งผ่านข้อมูล โดยใช้สายหลายคู่สายเป็นการส่งผ่าน

ข้อมูลแบบขนาน ในการส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม ข้อมูลไบนารีจะถูกส่งออกไปครั้งละ 1 บิทที่เวลาหนึ่งส่วนในการส่งข้อมูลแบบขนาน ข้อมูลแต่ละบิทจะมีสายส่งเฉพาะ และทุกบิทของข้อมูลที่แต่ละสายส่ง จะถูกส่งออกไปในเวลาเดียวกัน ดังแสดงในรูปที่ 2.22 แสดงตัวอย่างของการส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน ข้อมูลแต่ละบิทจะมีสายส่งเฉพาะ และทุกบิทของข้อมูลที่แต่ละสายส่ง จะถูกส่งออกในเวลาเดียวกันการส่งผ่านข้อมูลแบบขนานย่อมเร็วกว่าการส่งข้อมูลแบบอนุกรม เพราะว่าทุกบิทถูกส่งออกไปพร้อมกัน ดังนั้นในการส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน จะถูกนำมาใช้สำหรับการทำงานภายในคอมพิวเตอร์ เช่นในการส่งข้อมูลระหว่าง ซีพียู กับหน่วยความจำ หรือระหว่างซีพียูและชิฟอินพุตเอาท์พุต เป็นต้น

อย่างไรก็ตามการใช้สายหลายๆ เส้น ทำให้สับสน ราคาสูงและรับสัญญาณรบกวนได้ง่าย ถ้านำการส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน มาใช้กับการส่งผ่านข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ หรือคอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบนอก เช่น คอมพิวเตอร์กับเครื่องพิมพ์



รูปที่ 2.25 การส่งข้อมูลแบบขนาน (Parallel)

แม้ว่าในบางระบบจะใช้การส่งผ่านข้อมูลแบบขนาน สำหรับการส่งผ่านข้อมูลไปยังอุปกรณ์

ภายนอก แต่ส่วนใหญ่จะใช้การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งมีชิฟอินพุตเอาต์พุต ทำการแปลงข้อมูลแบบขนานจากซีพียู เพื่อเป็นข้อมูลแบบอนุกรม ก่อนที่จะส่งข้อมูลออกไป และชิฟอินพุตเอาท์พุตเหล่านี้

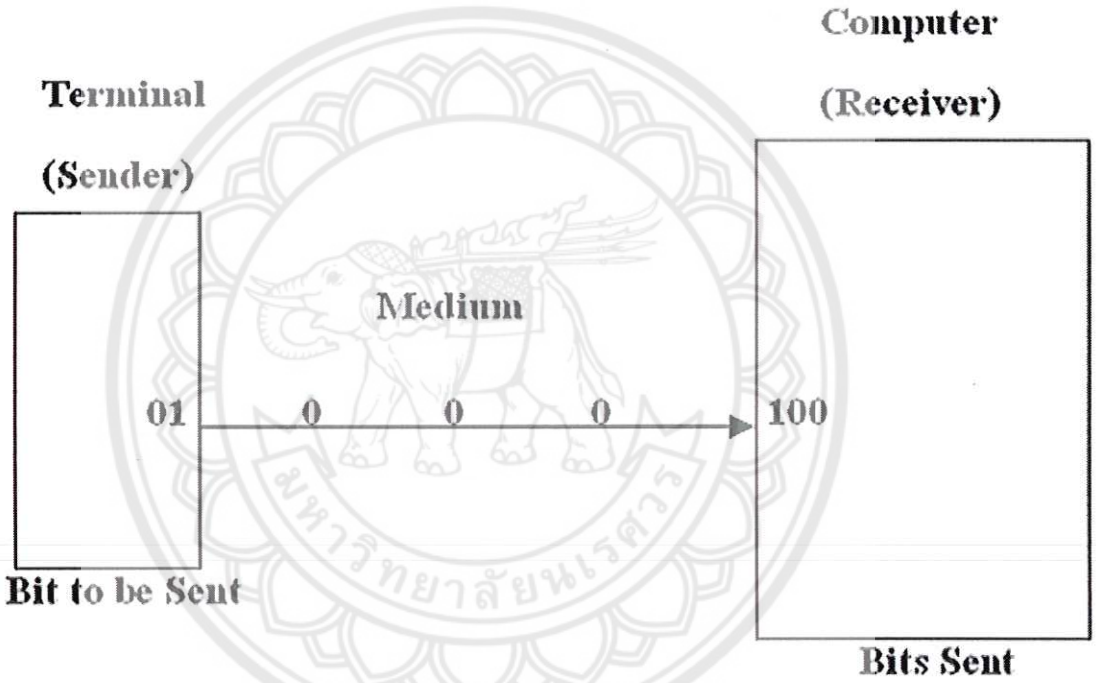
สามารถรับข้อมูลแบบอนุกรม และแปลงกลับมาเป็นแบบขนานเพื่อให้สามารถอ่านได้โดย ซีพียู

หรือ

หน่วยความจำได้ง่าย เพราะว่าในการสื่อสารข้อมูลจะเกิดขึ้นระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์

หรือ

คอมพิวเตอร์กับอุปกรณ์รอบนอก



รูปที่ 2.26 การส่งข้อมูลแบบอนุกรม

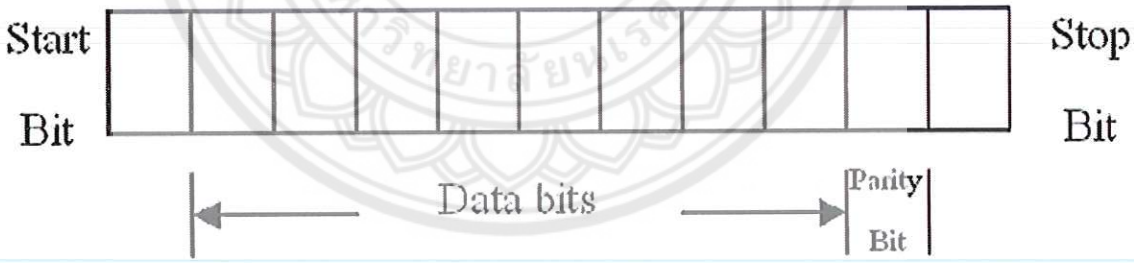
การส่งผ่านข้อมูลแบบอนุกรม (Serial Communication)

การส่งผ่านสัญญาณแบบอนุกรมแบ่งออกเป็น 2 วิธี คือ การส่งสัญญาณแบบ อะซิงโครนัส (Asynchronous Transmission) และการส่งสัญญาณแบบ ซิงโครนัส (Synchronous Transmission) เพื่อทำให้ตัวส่งและตัวรับสามารถทำงานได้สอดคล้องกันทั้งคู่ จึงจะต้องใช้วิธีการส่งสัญญาณแบบเดียวกัน คือตัวรับต้องสามารถตรวจจับการเริ่มต้นและการสิ้นสุดของอักขระ (Character) 1 ตัวได้ สำหรับการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส ส่วนในแบบซิงโครนัสจะดูที่บล็อคของการเริ่มต้น และการสิ้นสุดของอักขระ

การส่งสัญญาณแบบอะซิงโครนัส

คำว่า "อะซิงโครนัส" หมายความว่า ที่เวลาหนึ่งอักขระ 1 ตัวสามารถส่งออกไปได้ การส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส จะใช้กับการส่งข้อมูลที่มีความเร็วต่ำ (น้อยกว่า 19,200 bps) และการใช้กับอุปกรณ์ราคาไม่แพงนัก เช่น เครื่องพิมพ์และพล็อตเตอร์ จึงมีผลทำให้การส่งข้อมูลแบบนี้เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมสูงเพราะออกแบบวงจรง่ายและสามารถลดต้นทุนในการผลิต วิธีนี้ยังทำให้มีการต่อเนื่องของข้อมูลไม่ตายตัวคือ เวลาระหว่างอักขระไม่จำเป็นต้องเท่าเทียมกัน เปรียบเทียบได้กับการพิมพ์หนังสือเวลาระหว่างการกดแป้นพิมพ์ของอักขระแต่ละตัวไม่จำเป็นต้องเท่ากัน
เนื่องมาจากคำที่กำลังพิมพ์ ตำแหน่งของอักขระรูปแบบอักขระของการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส แสดงในรูปที่ 2.24

แสดงรูปแบบของการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส จะเห็นว่าในการส่งอักขระข้อมูลจะประกอบด้วย ส่วนด้วยกันคือ บิทเริ่มต้น (Start bit) บิทข้อมูล (Data bit) บิทตรวจสอบความถูกต้อง (Parity bit) และบิทหยุด (Stop bit) (ซึ่งอาจจะมีได้ 1, 1.5 หรือ 2 บิท) แม้ว่าบิทตรวจสอบความถูกต้อง
อาจจะมีหรือไม่ก็ได้แต่โดยทั่วไปจะใช้บิทตรวจสอบความถูกต้องนี้
แม้ว่าการส่งสัญญาณแบบอะซิงโครนัส จะง่ายต่อการออกแบบสร้างและใช้งานแต่เป็นวิธีการส่งข้อมูลที่ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ เนื่องจากในการส่งข้อมูลแต่ละอักขระอย่างน้อยที่สุดประกอบด้วย
บิท
เริ่มต้น 1 บิท และบิทหยุด 1บิท



รูปที่ 2.27 รูปแบบอักขระสำหรับการส่งสัญญาณแบบอะซิงโครนัส

การส่งสัญญาณแบบซิงโครนัส

ไม่ต้องการบิทเริ่มต้นและบิทหยุดให้แก่แต่ละอักขระของเฟรม โดยการส่งข้อมูลแต่ละครั้งจะส่งข้อมูลออกเป็นบล็อกใหญ่ๆ เพื่อที่จะให้เข้าจังหวะกับสัญญาณนาฬิกาของตัวรับ ในการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส จะมีตัวรับรู้ถึงการเริ่มต้นเฟรมใหม่ของข้อมูล และบิทภายในเฟรมแต่ละบิท ดังแสดงในรูป 2.28แสดง รูปแบบของซิงโครนัสทั้ง 2 แบบที่แตกต่างกัน คือแบบCharacter-Oriented Frame และแบบ Bit-Oriented Frameเฟรมแรกของการส่งข้อมูลแบบ Character-Oriented Frame จะเริ่มต้นด้วยตัวอักขระพิเศษหนึ่งตัวหรือมากกว่านั้น เรียกว่า Synchronization (SYN)

Character อักขระ SYN จะมีรูปแบบทางไบนารี่ที่เป็นเอกลักษณ์หรือเฉพาะอักขระ SYN จะตามด้วยข่าวสารควบคุม (Control Information) ข้อมูลอักขระควบคุม และสุดท้ายคืออักขระตรวจสอบความผิดพลาดส่วนแบบ Bit-Oriented นั้นเฟรมหนึ่งจะประกอบด้วยรูปแบบบิทพิเศษที่ตอนเริ่มต้นและสิ้นสุดของเฟรม รูปแบบนี้ประกอบด้วยความยาว 8 บิท ซึ่งเรียกเรียกว่า แฟล็ก (Flags) แฟล็กเริ่มต้นของเฟรมและสิ้นสุดของเฟรมนั้นจะมีค่าเหมือนกันคือ "01111110" แสดงในรูปที่ 2.28 (ข) ซึ่งได้แสดงแฟล็กเริ่มต้น (Opening Flag) แล้วตามด้วยข้อมูลแสดงที่อยู่ (Address Information), ข้อมูลควบคุม (Control Information), ข้อมูลตรวจสอบข้อผิดพลาด (Checking Information) และสุดท้ายคือแฟล็ก สิ้นสุด (EndingFlag) [1], [7]

SYN	SYN	Control Information	Data	Control Character	Error checking Characters

ก. Character Oriented

ข.

Beginning Flag 01111110	Address Field	Control Field	Information Field	Error checking Characters	Ending Flag 01111110

ข. Bit Oriented

รูปที่ 2 .28ตัวอย่างรูปแบบการส่งสัญญาณแบบอะซิงโครนัส

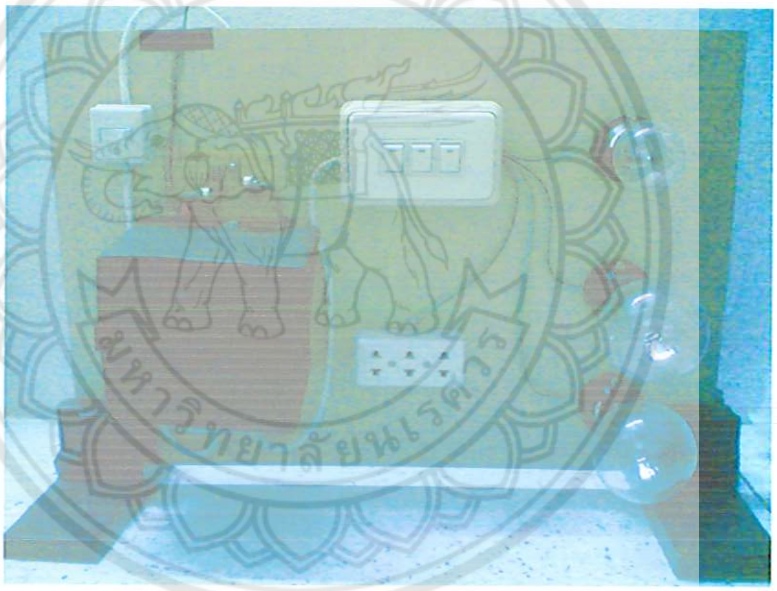
บทที่ 3
วิธีการดำเนินงานโครงงานวิศวกรรม

ในบทนี้จะกล่าวถึงขั้นตอนในการออกแบบและสร้าง เครื่องแสดงการใช้พลังงานไฟฟ้าระยะไกล ซึ่งประกอบด้วยส่วนหลักๆ 2 ส่วน คือ ส่วนส่งข้อมูล และส่วนรับข้อมูล

3.1 การสร้างส่วนส่งข้อมูล

ส่วนส่งข้อมูล ดังรูปที่ 3.1 จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ สามส่วน คือ

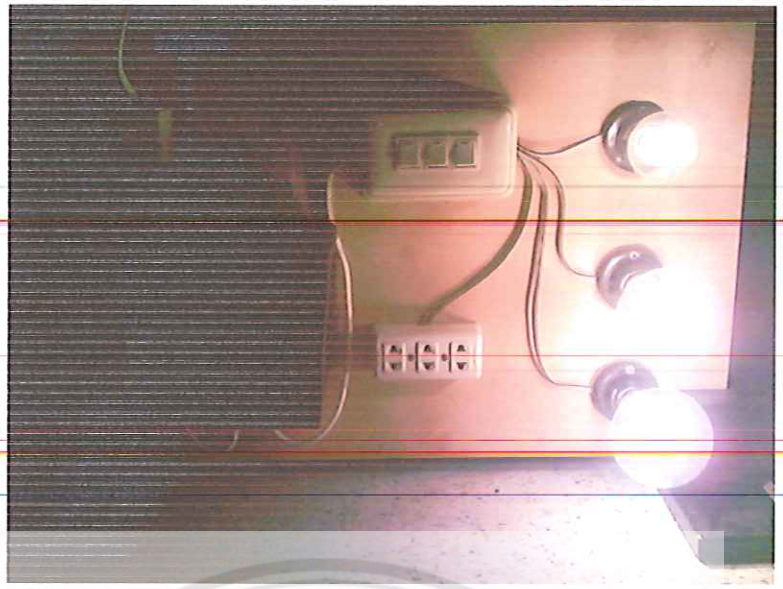
- ส่วนของการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า
- ส่วนของอุปกรณ์ในการนับรอบการเคลื่อนที่ของจานหมุนของ Watt-Hour Meter
- ส่วนของการส่งข้อมูลทางคลื่นวิทยุ



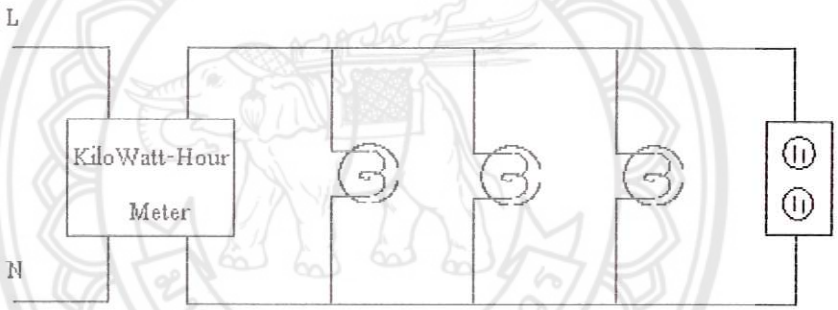
รูปที่ 3.1 ภาพรวมของส่วนส่งข้อมูล

ส่วนของการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า

เป็นอุปกรณ์ที่ทำการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า ดังภาพที่ 3.2 ก โดยใช้หลอดไส้เป็นโหลด ส่วนในภาพที่ 3.2 ข นั้น เป็นวงจรของอุปกรณ์จำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า

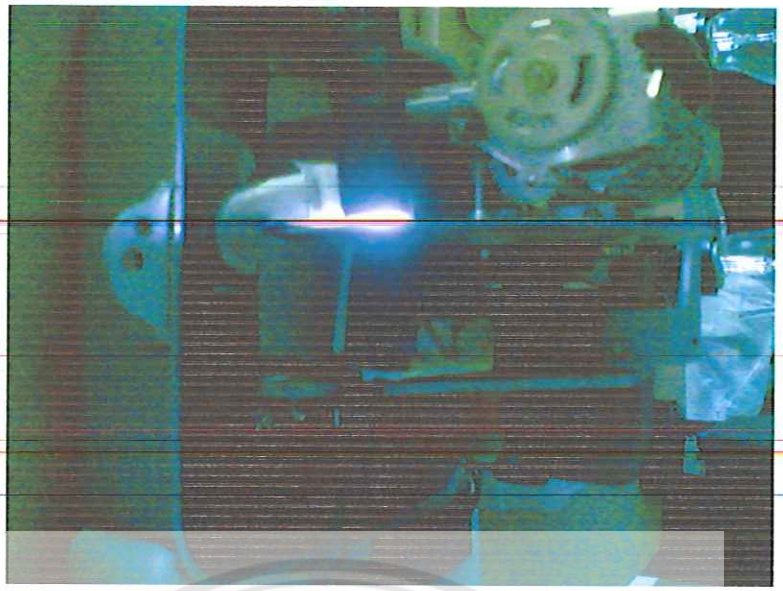


รูปที่ 3.2 ก ส่วนของการจำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 3.2 ข วงจรของอุปกรณ์จำลองการใช้พลังงานไฟฟ้า

ส่วนของอุปกรณ์ในการนับรอบการเคลื่อนที่ของจานหมุนของ Watt-Hour Meter ในโครงงานนี้ได้ใช้ LDR และหลอดไฟ LED มาต่อวงจรเป็นสวิทซ์ที่ทำงานด้วยแสง เพื่อใช้ในการนับรอบของการเคลื่อนที่ของจานหมุนของ KiloWatt-Hour Meter ดังแสดงในรูปที่ 3.3



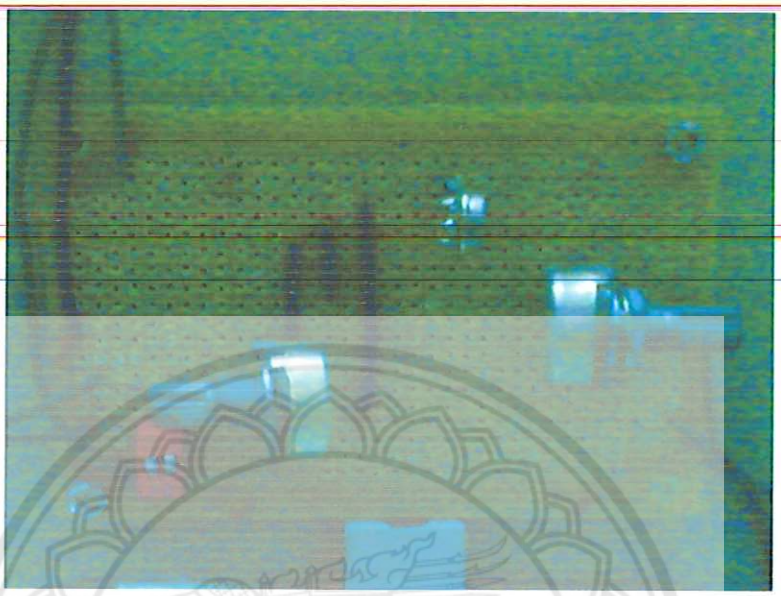
ก.

ข.

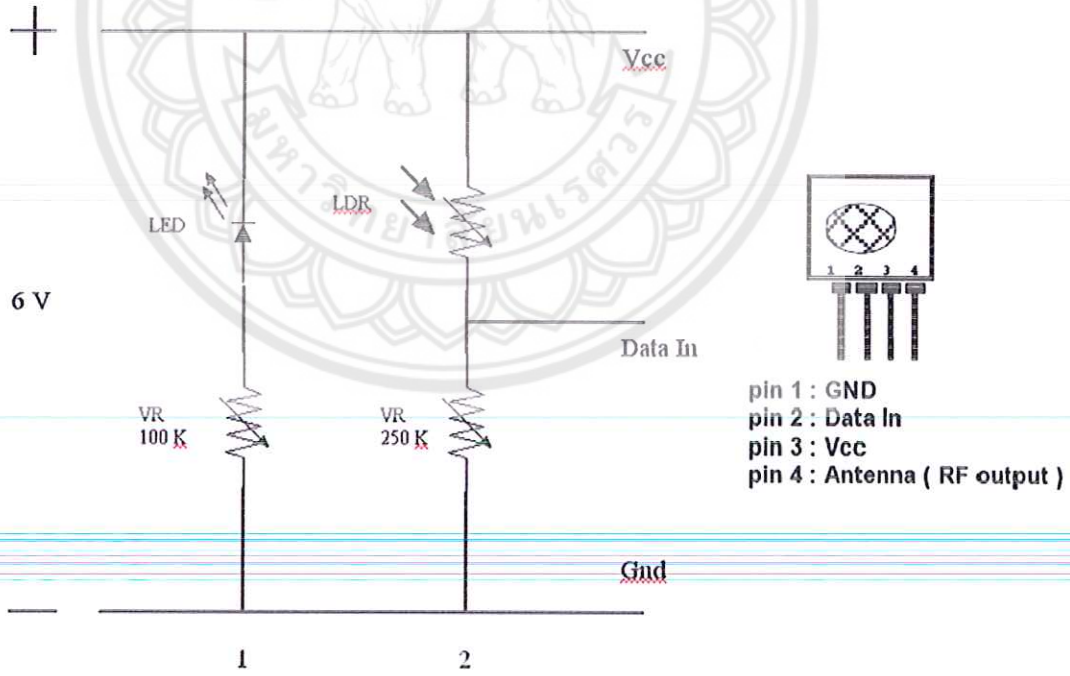
รูปที่ 3.3 อุปกรณ์ในการนับรอบการเคลื่อนที่ของจานหมุน
รูป ก. รูปแสดงการติดตั้ง LDR และ LED เพื่อใช้เป็นสวิทซ์ทำงานด้วยแสง
รูป ข. เป็นรูปของรูบนจานของ KiloWatt-Hour Meter ซึ่งใช้ให้แสงผ่าน
ซึ่งมี 2 รู ทำให้ หนึ่งรอบของการหมุน จะมีการส่งสัญญาณไป 2 ครั้ง

ส่วนของการส่งข้อมูลทางคลื่นวิทยุ

เป็นวงจรซึ่งต่อกับ Rf Transmitter เพื่อส่งสัญญาณของการครบครึ่งรอบการหมุนไปยังส่วนรับข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 3.4



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.4 ส่วนของการส่งข้อมูลทางคลื่นวิทยุ

รูป ก. รูปแผงวงจรที่ใช้เป็นส่วนส่งข้อมูล

รูป ข. เป็นวงจรของส่วนส่งข้อมูลทางคลื่นวิทยุ

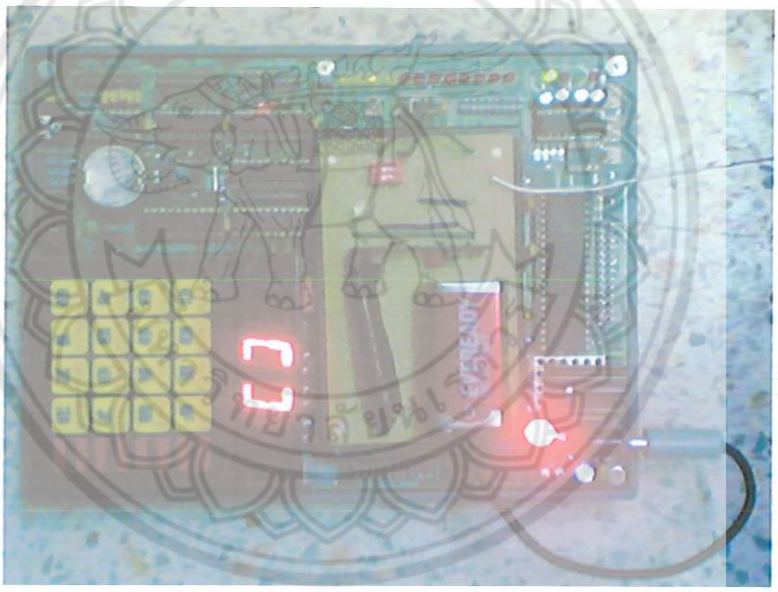
Line 1 เป็น line ของ LED และ VR ซึ่งใช้ในการปรับความสว่าง

Line 2 เป็น line ของ LDR และ VR ซึ่งเมื่อ LDR ไม่ได้รับแสง แรงดันที่ออกไปทางขา Data In จะมีค่าเป็น 0 V และเมื่อ LDR ได้รับแสง แรงดันที่ออกไปทางขา Data In จะมีค่าเป็น 5 V ทำให้มีการส่งสัญญาณพัลส์ไปยังอุปกรณ์ส่งข้อมูลทางคลื่นวิทยุ

3.2 การสร้างส่วนรับข้อมูล

ส่วนรับข้อมูล ดังรูปที่ 3.5 จะประกอบด้วยส่วนต่างๆ สองส่วน คือ

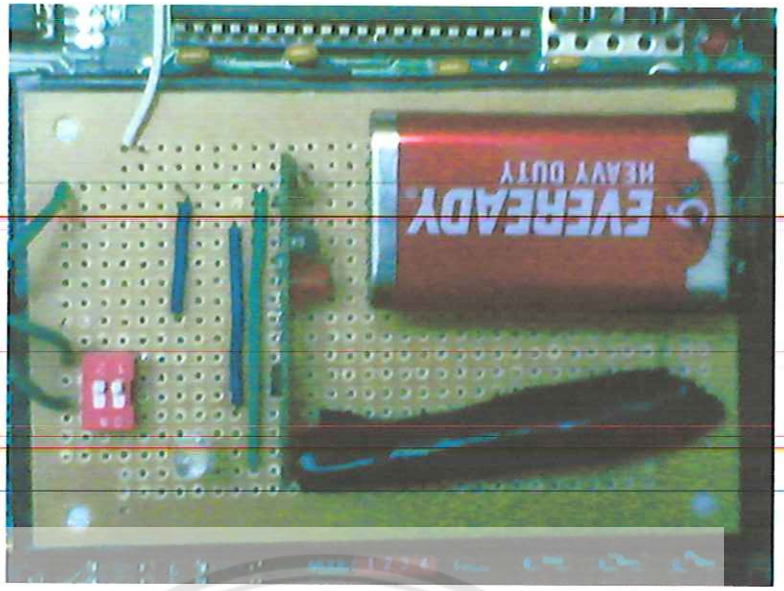
- วงจรรับสัญญาณ
- Microcontroller



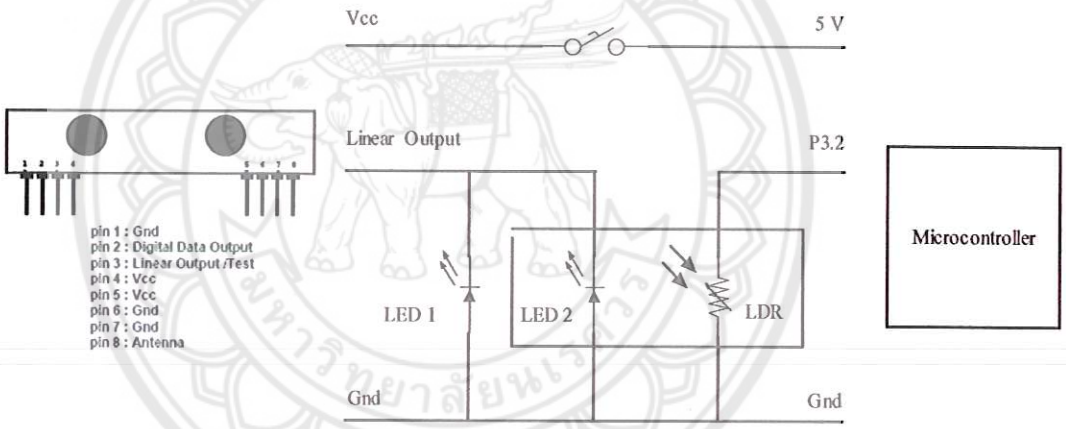
รูปที่ 3.5 ส่วนรับข้อมูล

วงจรรับสัญญาณ

เป็นส่วนของการรับสัญญาณการหมุนครบครึ่งรอบของจานหมุนของ KiloWatt-Hour Meter แล้วส่งสัญญาณไปที่ Microcontroller เพื่อให้เกิดการ Interrupt



รูปที่ 3.6 (ก) วงจรรับสัญญาณ

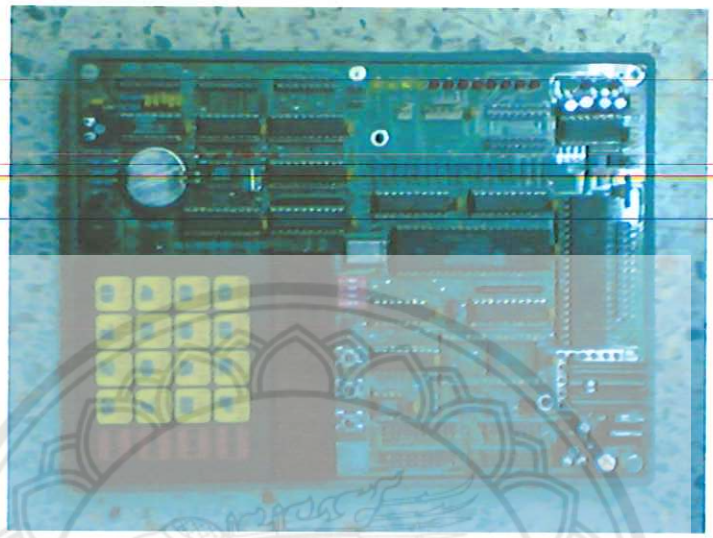


รูปที่ 3.6 (ข) วงจรรับสัญญาณ

จากรูปที่ 3.6 สัญญาณ Output ที่รับมาจาก Rf Transmitter จะเป็นสัญญาณ Linear จากทางขา Linear Output ซึ่งเมื่อมี Input เข้ามา ขา Linear Output จะมีแรงดันประมาณ 2 V เป็นเวลาประมาณ 0.5 S ซึ่งเมื่อนำมาต่อกับ LED จะทำให้ LED สว่างเป็นเวลาประมาณ 0.5 S โดยหลอดไฟ LED 1 มีไว้เพื่อแสดงว่ามี Input เข้ามา ส่วนหลอดไฟ LED 2 มีไว้เพื่อ ส่องแสงให้ LDR เพราะว่าเมื่อ LDR ได้รับแสงจะทำให้ตัวมันมีความต้านทานลดลงจนเกือบเป็นศูนย์ ทำให้ขา P3.2 ถูกต่อลง Gnd ซึ่งจะทำให้ Microcontroller เกิดการ Interrupt

Microcontroller

Microcontroller จะทำหน้าที่รับสัญญาณการหมุนครบครึ่งรอบของจานหมุนของ KiloWatt-Hour Meter แล้วปรับค่าเพื่อแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าออกทาง 7 Segment



รูปที่ 3.7 Microcontroller

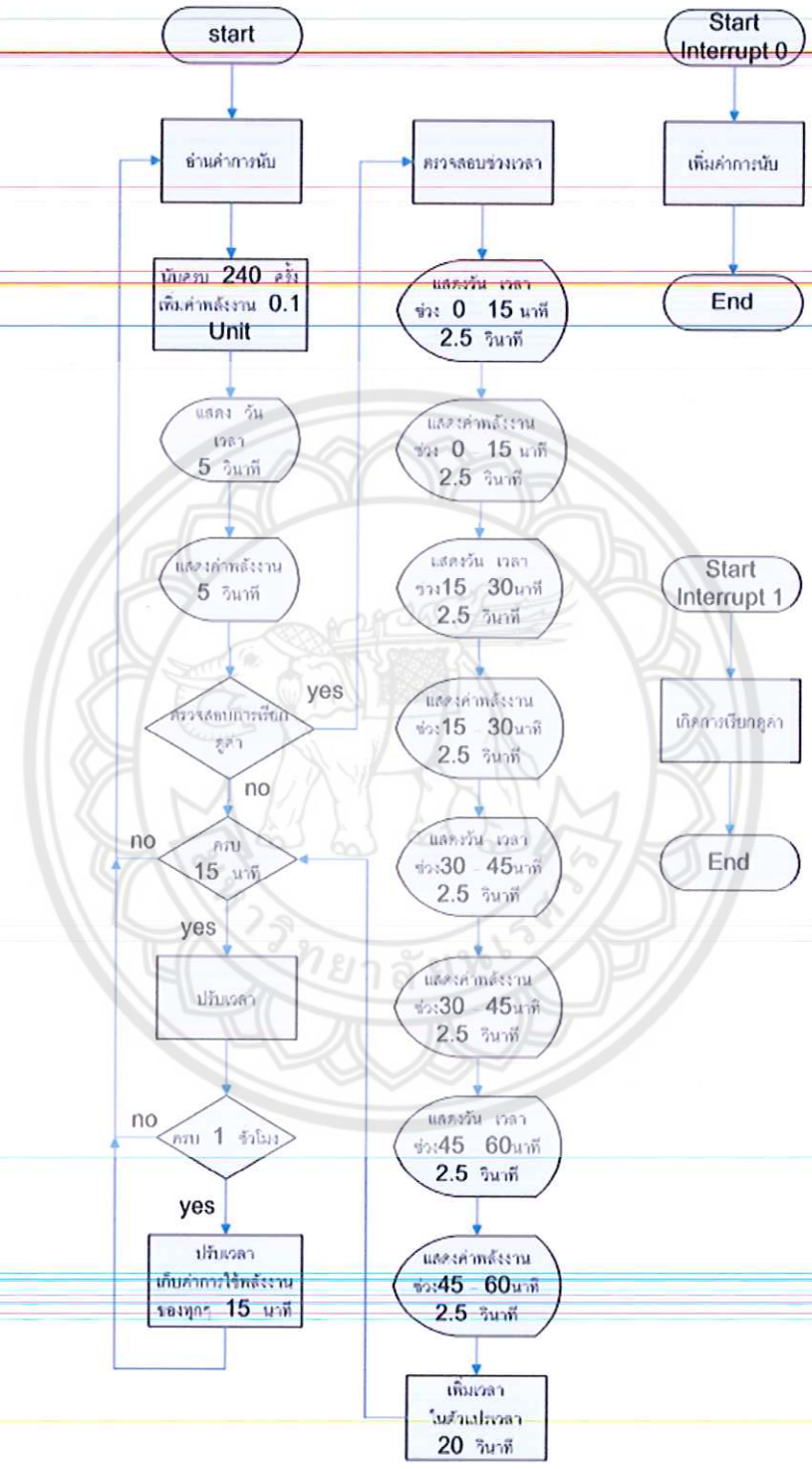
โดยในโครงงานนี้ได้เลือกใช้ บอร์ด Start C51 ของ SILA ในการทดลอง

รูปที่ 3.8 การแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

โดยจะแสดงผลออกมาเป็น X . X Unit ดังนั้นค่าการใช้พลังงานสูงสุดที่สามารถแสดงผลได้ถูกต้องคือ 9.9 Unit

- การเขียนโปรแกรมลง Microcontroller

หลักการเขียนโปรแกรมลง Microcontroller แสดงในภาพที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แผนภาพแสดงหลักการทำงานของโปรแกรม

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นส่วนของขั้นตอนในการทดลองและผลของการทดลอง ซึ่งก็คือการตรวจสอบอุปกรณ์ว่าสามารถทำงานได้ตามผลที่คาดไว้หรือไม่ โดยจะแบ่งการทดลองเป็นสามส่วน คือ

4.1 การทดสอบความถูกต้องของการแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้า

ในส่วนนี้จะเป็นการทดสอบความถูกต้องของการแสดงผลการใช้พลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล

โดยขั้นตอนในการทดลองคือใช้กำลังไฟฟ้า 100 300 และ 500 Watt ค่าละ 3 ชั่วโมงตามลำดับ แล้วสังเกตค่าพลังงานไฟฟ้าของทุกๆชั่วโมง ซึ่งค่าที่ถูกต้อง คือ 0.1 0.3 และ 0.5 ตามลำดับ

ผลการทดสอบความถูกต้องของการใช้พลังงานไฟฟ้า
การทดสอบอุปกรณ์มีขั้นตอน และผลการทดสอบ ดังนี้

- ทดสอบความถูกต้องของการแสดงพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้า 100 Watt
ผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.1

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Watt)	เวลา (ชั่วโมง)	การแสดงผล (Unit)
100	1	0.1
100	2	0.1
100	3	0.1

ตารางที่ 4.1 ผลการทดสอบความถูกต้องของการแสดงพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้า 100 Watt

- ทดสอบความถูกต้องของการแสดงพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้า 300 Watt
ผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.2

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Watt)	เวลา (ชั่วโมง)	การแสดงผล (Unit)
300	1	0.2
300	2	0.3
300	3	0.3

ตารางที่ 4.2 ผลการทดสอบความถูกต้องของการแสดงพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้า 300 Watt

- ทดสอบความถูกต้องของการแสดงพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้า 500 Watt

ผลการทดลองได้ดังตารางที่ 4.3

ปริมาณการใช้ไฟฟ้า (Watt)	เวลา (ชั่วโมง)	การแสดงผล (Unit)
500	1	0.4
500	2	0.5
500	3	0.4

ตารางที่ 4.3 ผลการทดสอบความถูกต้องของการแสดงพลังงานไฟฟ้าโดยใช้ไฟฟ้า 500 Watt

4.2 ทดสอบการเก็บและเรียกดูค่าการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เคยใช้ไป

ในส่วนนี้เป็นการทดลองความถูกต้องในการเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้า และการแสดงค่าเมื่อเกิดการเรียกดูค่า

ในส่วนของการทดสอบความถูกต้องของการเก็บค่าการใช้พลังงานไฟฟ้านั้น ทำการทดลองโดยการทดลองใช้ไฟฟ้า 500 Watt ในเวลา 08.00 - 09.00 แล้วสังเกตและบันทึกค่าที่ถูกเก็บไว้ในทุกๆ 15 นาที แล้วทดลองเรียกดูค่าที่ถูกเก็บไว้ในช่วงเวลา 08.00 - 09.00 ของวันถัดไป

ผลการทดสอบความถูกต้องของการเก็บและเรียกดูค่าพลังงานไฟฟ้า

- ค่าพลังงานไฟฟ้าที่บันทึกไว้จากการสังเกตุแสดงดังตารางที่ 4.4

ช่วงเวลา	ค่าที่สังเกตได้ (Unit)
08.00 - 08.15	0.0
08.15 - 08.30	0.2
08.30 - 08.45	0.3
08.45 - 09.00	0.4

ตารางที่ 4.4 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่บันทึกไว้จากการสังเกตุการใช้ไฟฟ้า 500 Watt 1 ชั่วโมง

- ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แสดงเมื่อเรียกดูในช่วงเวลา 08.00 - 09.00 ของวันถัดไปแสดงดังตารางที่ 4.5

ช่วงเวลา	ค่าที่แสดงผล (Unit)
08.00 - 08.15	0.0
08.15 - 08.30	0.2
08.30 - 08.45	0.3
08.45 - 09.00	0.4

ตารางที่ 4.5 ค่าพลังงานไฟฟ้าที่แสดงผลเมื่อเรียกดูในวันถัดไป

4.3 ทดสอบระยะทางที่อุปกรณ์สามารถรับสัญญาณได้

ในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดสอบเรื่องระยะทางว่า อุปกรณ์สามารถทำงานได้ไกลที่สุดแค่ไหน โดยขั้นตอนในการทดลองคือ

- แบบที่ 1 ไม่มีสิ่งกีดขวาง

ทำการทดลองโดยเปิดใช้กำลังไฟฟ้า 500 Watt เพื่อให้เกิดการส่งสัญญาณถี่ที่สุด แล้วเดินออกห่างจากจุดส่งสัญญาณไปเรื่อยๆจนอุปกรณ์รับไม่สามารถรับสัญญาณได้ แล้ววัดผล

- แบบที่ 2 มีสิ่งกีดขวง

ทำการทดลองแบบเดียวกับแบบที่ 1 แต่นำจุดส่งสัญญาณไปไว้ในห้อง

ผลการทดสอบระยะทางที่อุปกรณ์สามารถรับสัญญาณได้

แบบที่ 1

- **ครั้งที่ 1 6 เมตร**
- **ครั้งที่ 2 6 เมตร**
- **ครั้งที่ 3 6 เมตร**

แบบที่ 2

- **ครั้งที่ 1 ไม่สามารถรับสัญญาณได้**
- ครั้งที่ 2 ไม่สามารถรับสัญญาณได้
- ครั้งที่ 3 ไม่สามารถรับสัญญาณได้

มหาวิทยาลัยนเรศวร

บทที่ 5
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. การแสดงผลพลังงานไฟฟ้าของอุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล ยังไม่ถูกต้องมากนัก

2. การเก็บค่าและแสดงผลค่าพลังงานไฟฟ้าที่เคยใช้ไป สามารถแสดงผลได้อย่างถูกต้อง

3. ระยะในการรับสัญญาณ อุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกลไม่สามารถที่จะรับสัญญาณได้ไกลมากนัก ซึ่งน่าจะเกิดจากอุปกรณ์รับและส่งสัญญาณทางคลื่นวิทยุ มีประสิทธิภาพไม่ดีเท่าที่ควร โดยเฉพาะเมื่อมีสิ่งกีดขวาง อุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกลจะไม่สามารถรับสัญญาณได้ หรือ อาจเกิดจากแหล่งจ่ายไฟที่นำมาจ่ายให้กับวงจรส่งสัญญาณยังมีประสิทธิภาพไม่ดีพอ

4. อุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกลยังไม่สามารถแสดงค่าได้ละเอียดมากนัก เนื่องจากสามารถแสดงค่าได้ในระดับ x . x Unit เท่านั้น

5.2 ข้อเสนอแนะและแนวทางในการพัฒนา

1. การอ่านค่าการหมุนของจานหมุนของ KiloWatt-hour Meter โดยใช้ LED และ LDR เป็นวิธีที่อาจจะเกิดความผลพลาดในการจับรอบได้ง่าย ดังนั้นจึงควรทำอุปกรณ์นับรอบที่เชื่อถือได้มากกว่านี้

เช่น ทำการสร้างอุปกรณ์ที่มีหลักการทำงานเหมือน KiloWatt-hour Meter โดยใช้จานหมุนที่มีรูหลายรู หรือมีซี่เป็นฟันเฟืองเพื่อให้เกิดสัญญาณการหมุนมากขึ้น เพื่อลดความผลพลาดจากการอ่านรอบ แล้วใช้ เซ็นเซอร์แสงในการตรวจนับ

2. ทำส่วนของการเก็บข้อมูลไว้ที่ส่วนส่งข้อมูล เพื่อป้องกันความผิดพลาดจากการส่งสัญญาณทางคลื่นวิทยุ

3. อุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกลไม่สามารถรับสัญญาณได้ไกล ดังนั้นจึงควรเลือกอุปกรณ์ในการรับ-ส่งสัญญาณวิทยุ หรือ แหล่งจ่ายไฟ ที่มีคุณภาพมากกว่านี้

5.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากโครงงาน

1. ใช้อุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล เพื่อเปรียบเทียบปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าในขณะนั้น กับปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เคยใช้ไปในช่วงเวลาเดียวกันของเมื่อวาน

2. ใช้อุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล เพื่อตรวจสอบว่า การใช้เครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ เป็นเวลา 1 ชั่วโมง จะเสียพลังงานไฟฟ้าไปเท่าใด

3. ใช้อุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล เพื่อตรวจสอบว่า ปริมาณพลังงานไฟฟ้าลดลงเท่าใดหลังจากที่ได้มีการลดปริมาณการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าลงในชั่วโมงถัดไป

4. ใช้อุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล เพื่อตรวจสอบความเสื่อมสภาพของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีผลต่อการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น เช่น ทดลองเปิดเครื่องปรับอากาศเพียงเครื่องเดียว เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วบันทึกค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าไว้ แล้วทดลองแบบเดิมในอีก 1 ปีถัดไป ถ้าค่าปริมาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้น แสดงว่าเครื่องปรับอากาศเครื่องนั้นเสื่อมสภาพและทำให้กินไฟมากขึ้น

5. ใช้อุปกรณ์แสดงผลการใช้พลังงานระยะไกล เพื่อทดสอบความประหยัดที่เกิดจากการปรับเปลี่ยนพฤติกรรมการใช้เครื่องใช้ไฟฟ้าบางอย่าง เช่น การปรับอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ การปรับอุณภูมิของเครื่องทำน้ำอุ่น

เอกสารอ้างอิง

[1] รศ.ธีรวัฒน์ ประกอบผล. ภาษาแอสเซมบลี สำหรับ MCS-51. กรุงเทพมหานคร : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) . 2547

[2] ระบบไมโครโปรเซสเซอร์ [Online] Available : Http://www.rmutl.ac.th/suchart/04-213-206/04213206.php

[3] MCS-51 online ห้องปฏิบัติการ Microcontrollers ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม วิศวะ พระจอมเกล้าฯ ลาดกระบัง [Online] : Http://webserv.kmitl.ac.th/~mcs51/index1.html

ประวัติผู้เขียนโครงงาน

ชื่อ นาย ชัชวาลย์ โพธิ์ศรี

ภูมิลำเนา 47 ม.2 ต.แสนตอ อ.น้ำปาด จ.อุตรดิตถ์ 53110

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนน้ำปาดชนูปถัมภ์
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : tyu_zaa@hotmail.com

ชื่อ นาย โกสินทร์ นิลเต่า

ภูมิลำเนา 194/1 ม.3 ต.ปลักแรด อ.บางระกำ จ.พิษณุโลก 65140

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจากโรงเรียนพิษณุโลกพิทยาคม
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรีชั้นปีที่ 4

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail : yo_kosin@hotmail.com