สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การควบคุมความถี่แรงดันขาออก ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

Controlled frequency AC voltage

โดย

นายวริศนันท์ เพ็งถา

นายอนิรุทธิ์ เอี่ยมอาจิณ

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. จิรวัฒน์ ปานกลาง

วพ.
ว329ก
2550
เลขหมู่.....
82444
วัน,เดือน,ปี...11 ก.ค. 2551

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

b.11947295
I.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมความถี่แรงดันขาออก ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

Controlled frequency AC voltage

โดย

นายวริศนันท์ เพ็งถา 47010669

นายอนิรุทธิ์ เอี่ยมอาจิณ 47010926

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ. จิรวัฒน์ ปานกลาง

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2550

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การควบคุมความถี่ที่แรงดันขาออกของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

ผู้จัดทำ

1.นายวริศนันท์ เพ็งถา รหัส 47010669

2.นายอนิรุทธิ์ เอี่ยมอาจิณ รหัส 47010926

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.จิรวัฒน์ ปานกลาง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การควบคุมความถี่แรงดันขาออก ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

นาย วริศนันท์ เพ็งถา 47010669
นาย อนิรุทธิ์ เอี่ยมอาจิณ 47010926
อาจารย์ที่ปรึกษา อ. จิรวัฒน์ ปานกลาง
ปีการศึกษา 2550

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ เป็นโครงงานเกี่ยวข้องกับการควบคุมค่าความถี่ของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ถูกสร้างมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ที่มีขนาดกำลัง 900 watt ให้มีค่าคงที่ตลอดเวลาที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกดึงกระแสในพิกัดที่สามารถทนได้ โดยความถี่ที่ได้จากการถูกควบคุมนั้นสามารถที่จะเลือกโหมดไฟฟ้ากระแสสลับซึ่งจะนำมาควบคุมได้ 2 โหมด คือ โหมดไฟฟ้ากระแสสลับ 50 Hz และ 60 Hz จะทำให้ได้ความถี่ที่ถูกควบคุมแล้วซึ่งมีค่า 50 Hz และ 60 Hz คงที่ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Controlled frequency AC voltage

and absolute combustion from generator

Mr. Warissanunt Pengtha No. 47010669

Mr. Anirut Iamarejin No. 47010926

Assoc Prof. Jirawath Parnklang Advisor

Education Year 2007

Abstract

This project about a design to control frequency AC voltage which is generated from 900 watt generator always remains constant value. To able to choose 2 AC voltage modes for controlled voltage output are 50 Hz and 60 Hz which result to get 50 Hz and 60 Hz constant.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี โดยได้รับการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากบุคคลหลายๆ ฝ่าย ซึ่งผู้จัดทำต้องขอขอบพระคุณอย่างสูง กล่าวคือ บิดา มารดา ผู้ให้การสนับสนุนในทุกๆ ด้านรวมทั้งกำลังใจที่ให้มา ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ที่เอื้อเฟื้ออุปกรณ์ในการทำโครงงาน อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์จิรวัฒน์ ปานกลาง ผู้ให้คำแนะนำ กำลังใจ และคำปรึกษาต่างๆ ตลอดจนการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นในการทำโครงงานครั้งนี้ผ่านไปได้ด้วยดี อาจารย์ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ทุกๆ ท่านที่ได้อบรมสั่งสอน ให้มีความรู้เพิ่มมากขึ้น เพื่อนๆทุกคนที่ให้คำปรึกษาในทุกๆ ด้านในการทำโครงงานและเอื้อเฟื้อ อุปกรณ์ และเป็นกำลังใจให้เราตลอดมา

คณะผู้จัดทำ

นายวริศนันท์ เพ็งถา

นายอนิรุทธิ์ เอี่ยมอาจิณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	2
2.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	2
2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx	2
2.1.2 การจัดขาไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	4
2.2 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	8
2.2.1 รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์หรือ TCON (Timer/Counter Control Register)	8
2.2.2 รีจิสเตอร์เลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์หรือ TMOD (Timer/Counter Mode Control Register)	9
2.3 กระบวนการอินเตอร์รัปต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	10
2.3.1 รีจิสเตอร์เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์หรือ IE (Interrupt Enable register)	10
2.3.2 รีจิสเตอร์จัดลำดับความสำคัญการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์หรือIP (Interrupt Priority Register)	11
2.3.3 การอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0 และ 1	12
2.3.4 การอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม	12
2.4 LCD MODULE	12
2.4.1 ส่วนประกอบของ LCD MODULE	12
2.4.2 LCD MODULE ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด(LCD 16x2)	13
2.4.3 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่ LCD MODULE	14
2.4.4 จังหวะการทำงานของ LCD MODULE	14
2.5 คาร์บูเรเตอร์ (Carburator)	15
2.5.1 ทฤษฎีและหลักการทำงานของคาร์บูเรเตอร์	15
2.5.2 ประเภทของคาร์บูเรเตอร์	16
2.5.2.1 แบ่งตามทิศทางการดูด (Draught)	16
2.5.2.2 แบ่งตามชนิดของลูกเร่งคาร์บูเรเตอร์	17
2.5.3 ส่วนประกอบของคาร์บูเรเตอร์	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 วงจรภายในคาร์บูเรเตอร์ 19
2.5.4.1 วงจรลูกลอย 19
2.5.4.2 วงจรเดินเบา 20
2.5.4.3 วงจรเร่ง 21
2.5.4.4 วงจรโช้ค 22
2.6 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (STEPPER MOTOR) 23
2.6.1 ข้อดีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับ DC มอเตอร์ 23
2.6.2 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 23
2.6.2.1 วาริเอเบิลรีลักแต่นซ์ (Variable Reluctance : VR) 23
2.6.2.2 แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet : PM) 24
2.6.2.3 แบบผสม (Hybrid : HB) 25
2.6.3 การพันลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบ่งออกได้ 2 แบบ 26
2.6.4 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบ่งตามลักษณะสายที่ใช้ต่อกบวงจรขับแบ่งออกได้ 2 แบบ 27
2.6.4.1 แบบไบโพลา (Bipolar) 27
2.6.4.2 แบบยูนิโพลา (Unipolar) 28
2.6.5 วิธีการขับ(Driving)หรือวธการกระตุ้นเฟส (Phase Excitation) ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ 36
2.6.5.1 การกระตุ้นเฟสแบบ One phase excitation หรือ Wave หรือ Half Drive 36
2.6.5.2 การกระตุ้นเฟสแบบ Two phase excitation หรือ Full Step 37
2.6.5.3 การกระตุ้นเฟสแบบ One - Two phase excitation หรือ Half Step 38
บทที่ 3 วงจรที่ทำการทดลองและการออกแบบวงจร 41
3.1 วงจรรวมทั้งหมดของวงจร 41
3.2 ส่วนอินพุตของสัญญาณ 43
3.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์MCS51พ้อมด้วยจอLCD16×2 44
บทที่ 4 ผลการทดลอง 46
4.1 การวัดสัญญาณที่ก่อนขาเข้าและออกจากวงจรอินเวอร์เตอร์ 46
4.2 การจำลองการทำงานของโปรแกรมออกทางLCDที่ความถี่ต่าง ๆ 47
4.3 การทดลองวัดค่าความถี่ที่ออกมาจากฟังก์ชันเจนเนอร์เรเตอร์ 48
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง 53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
ภาคผนวก	54
บรรณานุกรม	63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูปที่ 2.1 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 3

รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
แบบแฟลชในอนุกรม AT89Cxx 3

รูปที่ 2.3 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
แบบแฟลชในอนุกรม AT89Sxx 4

รูปที่ 2.4 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51
ในอนุกรม AT89C5x 4

รูปที่ 2.5 รูปไดอะแกรมการทำงานของ LCD MODULE แบบอักขระ 13

รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของคาร์บูเรเตอร์ 15

รูปที่ 2.7 หลักการทำงานของคาร์บูเรเตอร์ 16

รูปที่ 2.8 ชนิดของลูกเร่งคาร์บูเรเตอร์ 17

รูปที่ 2.9 ลูกเร่งแบบลูกสูบ (Piston type หรือ Amal type) 17

รูปที่ 2.10 ลูกเร่งแบบลิ้นผีเสื้อ (Butterfly type หรือ Solex type) 18

รูปที่ 2.11 แสดงส่วนประกอบของคาร์บูเรเตอร์ 18

รูปที่ 2.12 แสดงวงจรลูกลอย 19

รูปที่ 2.13 แสดงวงจรเดินเบา 20

รูปที่ 2.14 แสดงการปรับส่วนผสมเดินเบา 20

รูปที่ 2.15 แสดงวงจรเร่ง 21

รูปที่ 2.16 แสดงการเปิดของเข็มเร่งเพื่อกำหนดปริมาณน้ำมัน 21

รูปที่ 2.17 แสดงวงจรโช้ค 22

รูปที่ 2.18 โครงสร้างสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดวาริเอเบิลรลักแต่นซ์และสัญญาลักษณ์ 24

รูปที่ 2.19 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต 25

รูปที่ 2.20 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริดขนาด 5 เฟส 26

รูปที่ 2.21 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์ 27

รูปที่ 2.22 สัญลักษณ์,โครงสร้างและวงจรขับที่ใช้กับมอเตอร์แบบไบโพลา 2 เฟส 27

รูปที่ 2.23 สัญลักษณ์,โครงสร้างและวงจรขับที่ใช้กับมอเตอร์แบบยูนิโพลา 2 เฟส 28

รูปที่ 2.24 สัญลักษณ์ ,โครงสร้างมอเตอร์2 เฟสที่พันลวดแบบไบฟิลาและแยกปลาย
ของแต่ละขดรูปที่ 2.25 สัญลักษณ์การต่อสายแบบต่างๆ 29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.25 สัญลักษณ์การต่อสายแบบต่างๆ 29
รูปที่ 2.26 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด 30
รูปที่ 2.27 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่สเตเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์
ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต 31
รูปที่ 2.28 โครงสร้างของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด 2 เฟส ที่มีจำนวนสเต็ปต่อรอบ
200 สเต็ป 32
รูปที่ 2.29 ตำแหน่งฟันของโรเตอร์และสเตเตอร์ในการหมุนของสเต็ปเปอรมอเตอร์
ชนิดไฮบริด 2เฟส 33
รูปที่ 2.30 วงจรเสมือนของขดลวดที่ต่อกับทรานซิสเตอร์ 34
รูปที่ 2.31 วงจรที่ใช้ไดโอดมากำจัด(Diode suppression) 35
รูปที่ 2.32 วงจรทีใช้ความต้านทานร่วมกับไดโอด(Diode + Resistance suppression) 35
รูปที่ 2.33 วงจรทีใช้ความซีเนอร์ไดโอดร่วมกับไดโอด(Diode + Zener diode suppression) 36
รูปที่ 3.1 แสดงวงจรโครงงานที่ได้จัดทำในเทอมนี้ทั้งหมด 41
รูปที่ 3.2 แสดงลำดับการทำงาน 42
รูปที่ 3.3 วงจรรับสัญญาณจากไฟ 220 Vrms จากเครื่องปั่นไฟ 43
รูปที่ 3.4 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์MCS51พ้อมด้วยจอLCD16×2 44
รูปที่ 3.5 ผังแสดงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ 45
รูปที่ 4.1 รูปสัญญาณไฟจากเตรื่องปั่นไฟก่อนและหลังเข้าเข้า
อินเวอร์เตอร์ 46
รูปที่ 4.2 รูปสัญญาณไฟบ้านก่อนและหลังจากเข้าอินเวอร์เตอร์ 46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ 7

ตารางที่ 2.2 แสดงลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์
เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบหนึ่งเฟส 19

ตารางที่ 2.3 แสดงลำดับการทำงานของขดลวดในแต่ละเฟสของมอเตอร์
เมื่อได้รับการกระตุ้นแบบ สองเฟส 20

ตารางที่ 2.4 การกระตุ้นเฟสแบบ One phase excitation 36

ตารางที่ 2.5 การกระตุ้นเฟสแบบ Two phase exidation 37

ตารางที่ 2.6 การกรุตุ้นเฟสแบบ One – Two phase exidation 38

ตารางที่ 4.1 แสดงค่าที่วัดได้ออก LCD จาก Generator 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ในปัจจุบันไฟฟ้าเป็นสิ่งที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิตมนุษย์เป็นอย่างมาก ซึ่งในการทำกิจวัตรประจำวันต่างๆ เราจำเป็นที่จะต้องเกี่ยวข้องกับการใช้ไฟฟ้าอยู่ตลอดเวลา ไม่ว่าจะอยู่ที่หนใดทุกคนก็ต้องการใช้ไฟฟ้าด้วยกับทั้งนั้น ถ้าขาดไฟฟ้าสักชั่วขณะก็จะเกิดผลเสียหายอย่างมากได้ เช่น ไม่มีไฟฟ้าส่องสว่างในตอนกลางคืน ไม่มีแอร์คอนดิชั่นในตอนที่อากาศร้อน ไม่มีคอมพิวเตอร์ใช้ในการทำงาน แต่นี้เป็นแค่ตัวอย่างเล็กน้อยที่บางทีก็อาจจะไม่สำคัญอะไรมาก แต่ถ้าเป็นเรื่องที่สำคัญที่มีผลกระทบอย่างหนัก เช่น ไม่มีไฟฟ้าใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม ไม่มีไฟฟ้าใช้ในสนามบิน หรือแม้แต่โรงพยาบาลก็สำคัญมาก ดังนั้นมนุษย์จึงได้ประดิษฐ์เครื่องกำเนิดไฟฟ้าหรือเครื่องปั่นไฟขึ้นมาเพื่อใช้ในยามที่ไฟฟ้าดับหรือขัดข้อง ซึ่งกระแสไฟฟ้าที่ผลิตออกมาได้นั้นเป็นไฟฟ้ากระแสสลับที่มีความถี่เท่ากับ 50 Hz เหมือนกับไฟฟ้าที่ใช้ตามบ้าน แต่ความถี่อาจจะไม่คงที่เท่ากับไฟบ้าน ซึ่งขนาดของกำลังไฟฟ้าที่ผลิตออกมาได้นั้นก็ขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ใช้แล้วแต่กันไป ความถี่ที่ไม่คงที่ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้านั้นอาจจะไม่มีผลกระทบอะไรมากนักกับผู้ใช้ทั่วไป แต่สำหรับผู้ที่ต้องการใช้ไฟฟ้าที่ความถี่คงที่นั้นย่อมมีผลกระทบอย่างแน่นอน เช่น โรงพยาบาลที่แพทย์ต้องการวัดสัญญาณคลื่นหัวใจ เป็นต้น

ดังนั้นในการจัดทำโครงงานครั้งนี้ เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการควบคุมค่าความถี่ของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ถูกสร้างมาจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าขนาดเล็ก ที่มีขนาด 850 watt ให้มีค่า 50 Hz คงที่ตลอดเวลาที่เครื่องกำเนิดไฟฟ้าถูกดึงกระแสในพิกัดที่สามารถจ่ายได้ ซึ่งความถี่ที่ถูกควบคุมแล้วจะถูกแสดงผลออกมาทางจอLCD ทำให้ผู้สังเกตรับทราบได้ว่า ขณะนี้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าจ่ายไฟที่มีความถี่เท่าไร และทำการควบคุมความถี่ให้มีค่าคงที่ 50 Hzแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

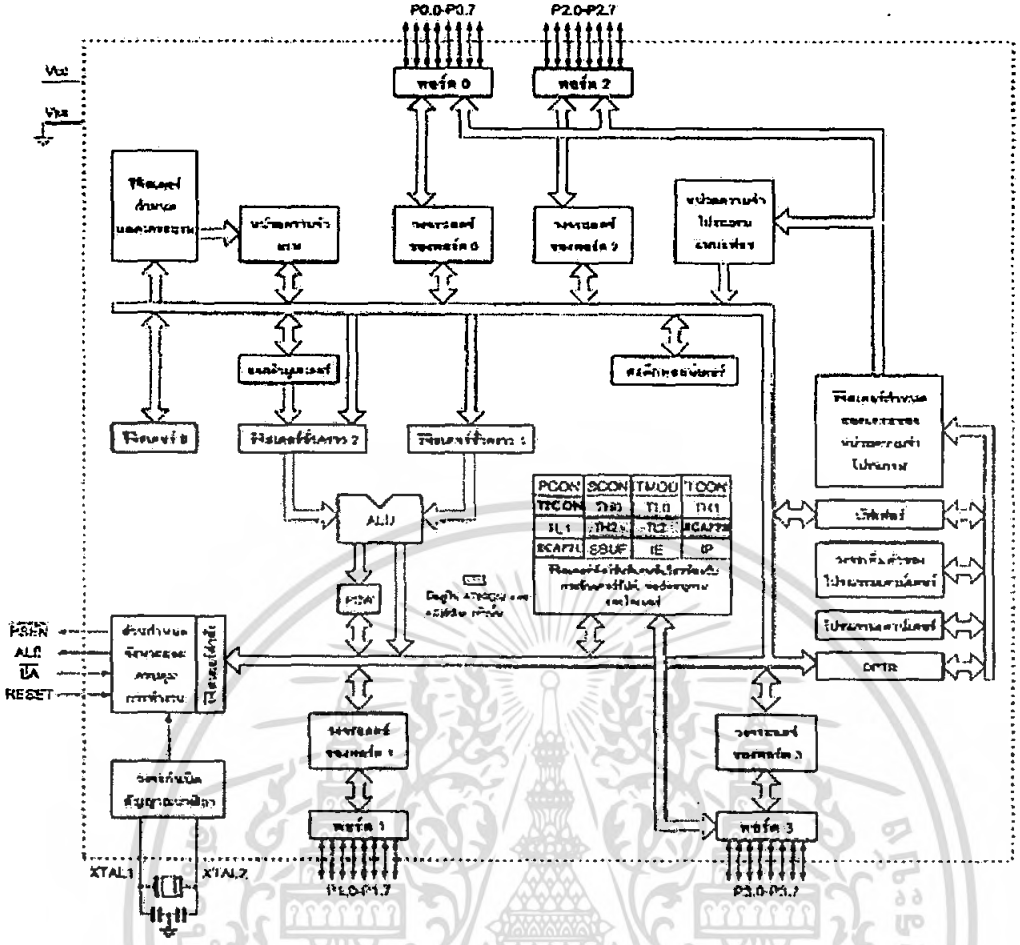
ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.1 โครงสร้างและสถาปัตยกรรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

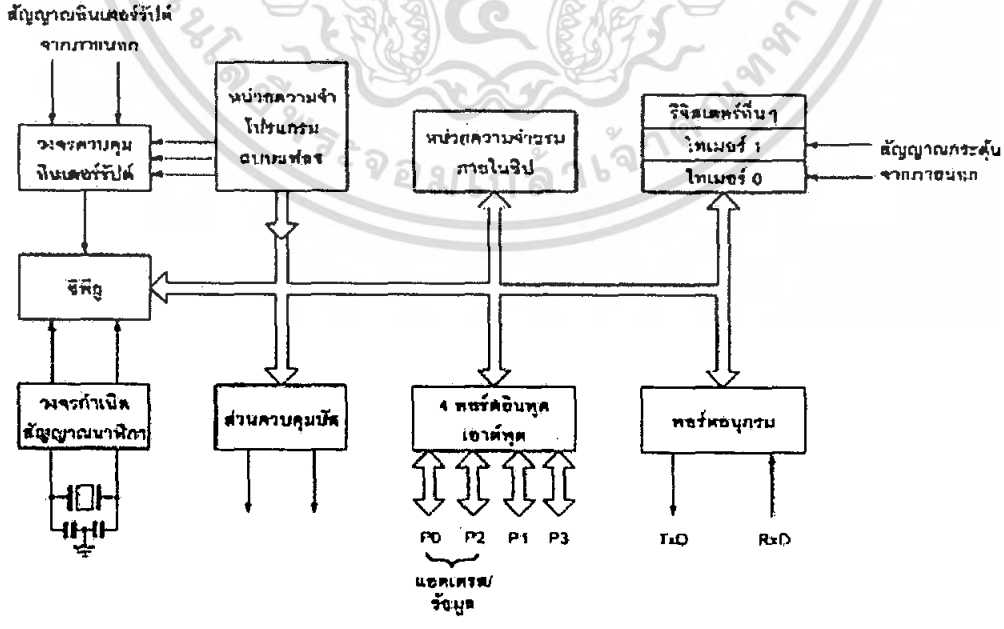
2.1.1 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ ตระกูล MCS-51 อนุกรม AT89xx

- เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ใช้ซีพียูขนาด 8 บิต
- ภายในมีหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบแฟลชสามารถลบและเขียนใหม่ได้พันครั้ง
- หน่วยความจำข้อมูลพื้นฐานเป็นหน่วยความจำแบบแรม
- ขาพอร์ตเป็นแบบสองทิศทาง สามารถใช้งานเป็นได้ทั้งอินพุตและเอาท์พุต
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบฟูลดูเพล็กซ์
- ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ขนาด 16 บิตอย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถรองรับแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ได้ 6 ประเภท
- สามารถขยายหน่วยความจำภายนอกเพิ่มเติมได้สูงสุด 64 กิโลไบต์
- มีวงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกาอยภายในชิป
- มีวงจรสื่อสารอนุกรมแบบ SPI สำหรับในอนุกรม AT89Sxx
- มีวอตช์ด็อกไทเมอร์ในตัว สำหรับในอนุกรม AT89Sxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

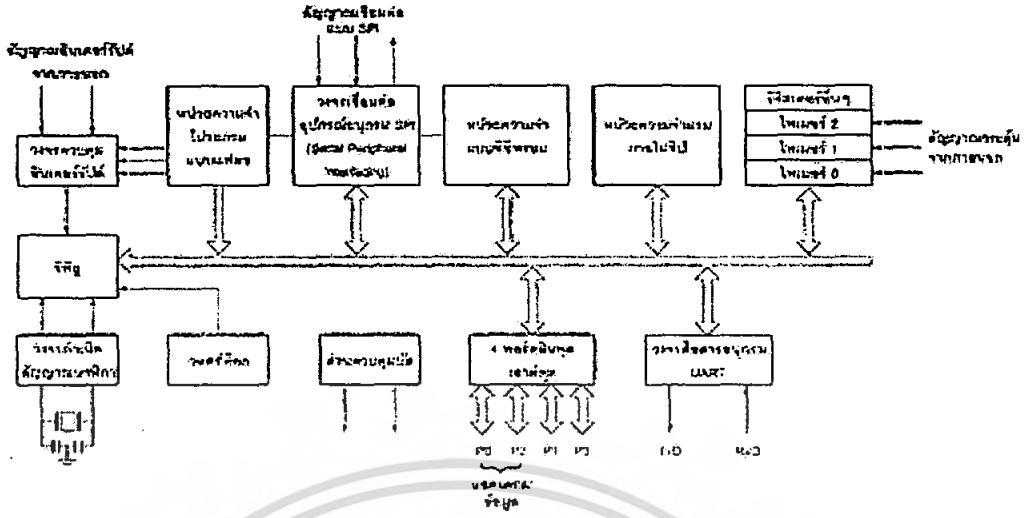


รูปที่ 2.1 รายละเอียดโครงสร้างหลักของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51



รูปที่ 2.2 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Cxx

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 โครงสร้างพื้นฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบแฟลชในอนุกรม AT89Sxx

2.1.2 การจัดขาไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ทุกเบอร์มีสถาปัตยกรรมและขาใช้งานพื้นฐานเหมือนกัน

รูปที่ 2.4 การจัดขามาตรฐานของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในอนุกรม AT89C5x

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ขา VCC ใช้สำหรับต่อไฟเลี้ยง +5 V

- ขา GND เป็นขากราวด์ ต่อลงกราวด์ของระบบ

- ขาพอร์ต 0 (P0.0-P0.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 0 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุต สามารถทำได้ โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสภาวะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้น ขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์ต่ำของหน่วยความจำภายนอก (A0-A7)และขาข้อมูล (D0-D7) โดยใช้กระบวนการมัลติเพลกซ์เข้าช่วย เพื่อสลับการทำงานเป็นได้ทั้งขา ติดต่อแอดเดรสและขาข้อมูล

ขาพอร์ต 1 (P1.0-P1.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ตใดเป็นอินพุต สามารถทำได้โดยการเขียน ข้อมูล "1"ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย นอกจากนั้นในอนุกรม AT89Sxx จะใช้ขา P1.0 เป็นขาอินพุตสำหรับนับค่าของไทเมอร์ 2 และ P1.1 เป็นขาอินพุตทริกเกอร์ของไทเมอร์ 2 ในขณะที่ขา P1.4 -P1.7 เป็นขาสำหรับเชื่อมต่อแบบ SPI เพื่อทำการโปรแกรมข้อมูล

ขาพอร์ต 2 (P2.0-P2.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ด 2 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้ โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสภานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้น ขาพอร์ตนี้ยังถูกใช้งานในการติดต่อกับขาแอดเดรสไบต์สูงของหน่วยความจำภายนอก

ขาพอร์ต 3 (P3.0-P3.7) มี 8 ขาแต่ละขาสามารถกำหนดให้เป็นได้ทั้งอินพุตและเอาต์พุต สำหรับใช้งานทั่วไป ถ้าหากต้องการกำหนดให้ขาพอร์ต 2 ขาใดขาหนึ่งเป็นอินพุตสามารถทำได้ โดยการเขียนข้อมูล "1" ไปยังแต่ละบิตของพอร์ตที่ต้องการติดต่อด้วย ส่งผลให้ขาพอร์ตนั้นมีสภานะปล่อยลอย (float) จึงมีอินพุตอิมพีแดนซ์สูงสามารถใช้งานเป็นขาพอร์ตอินพุตได้ นอกจากนั้น ขาพอร์ต 3 ยังเป็นขาที่มีหน้าที่การใช้งานพิเศษ ดังมีรายละเอียดขั้นตอนต่อไปนี้

P3.0 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขาRxD

P3.1 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับสงข้อมูลจากการสื่อสารแบบอนุกรม หรือขาTxD

P3.2 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 0 หรือขาINT0

P3.3 ใช้เป็นขาอินพุตรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขาINT1

P3.4 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณไทเมอร์จากภายนอกช่อง 0 หรือ T0

P3.5 ใช้เป็นขาอินพุตสำหรับรับสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกช่อง 1 หรือขา T1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

P3.6 ใช้เป็นขาสัญญาณ WR ในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

P3.7 ใช้เป็นขาสัญญาณ RDในกรณีที่ใช้เชื่อมต่อกับหน่วยความจำภายนอก

ขารีเซต (Reset) ใช้ในการรีเซตการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยการป้อนสัญญาณเพื่อรีเซตสถานะที่ขานี้ต้องอยู่ในระดับรีเซตอย่างน้อย 2 แมชชีนไซเกิล โดยที่วงจรกำเนิดสัญญาณนาฬิกายังคงทำงานต่อเนื่องไปอย่างปกติ

ขา ALE/PROG (Address Latch Enable/Program Pulse input) เป็นขาที่ใช้ในการควบคุมการแลตช์ของขาพอร์ต 0 เมื่อมีการใช้งานหน่วยความจำภายนอก นอกจากนั้นขานี้ยังใช้เป็น ขาสำหรับรับพัลส์ของการโปรแกรมสำหรับโปรแกรมข้อมูลลงในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ในรุ่นที่มหน่วยความจำโปรแกรมเป็นแบบอีพรอม

ขา PSEN (Program Store Enable) ขานี้ใช้ในการส่งสัญญาณเพื่อร้องขอติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ต้องการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ออกมาทขาน 2 ครั้งในแต่ละแมชชีนไซเกิล แต่ถ้าหาก ติดต่อกับหน่วยความจำข้อมูลภายนอก ขานจะไม่มีการส่งสัญญาณใดๆออกมา

ขา EA/Vpp (External Access Enable/Programming voltage input) ใช้สำหรับเลือกติดต่อหน่วยความจำโปรแกรมภายนอกหรือภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ถ้าหากขานี้เป็น “0” เป็นการเลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ติดต่อกับหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก แต่ถ้าหากขานี้เป็น “1” เลือกให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ติดต่อกับหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ นอกจากนี้ที่ขานี้ยังเป็นขาอินพุตสำหรับรับแรงดันไฟสูงสำหรับการโปรแกรมหน่วยความจำภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 แบบเฟลชต้องการแรงดันสำหรับการโปรแกรม +12 V

ขา XTAL1 และ XTAL2 เป็นขาสำหรับติดต่อคริสตอลเพื่อสร้างสัญญาณนาฬิกาในการกำหนดจังหวะการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เบอร์ของ ไมโครคอนโทรลเลอร์	หน่วยความจำ โปรแกรม	หน่วยความจำข้อมูล	จำนวนไทเมอร์/เคา เตอร์ 16 บิต
AT89C1051	แบบแฟลชขนาด 1 กิโลไบต์	แรม 64 ไบต์	1
AT89C2051	แบบแฟลชขนาด 2 กิโลไบต์	แรม 128 ไบต์	2
AT89C51	แบบแฟลชขนาด 4 กิโลไบต์	แรม 128 ไบต์	2
AT89C52	แบบแฟลชขนาด 8 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3
AT89C55	แบบแฟลชขนาด 20 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3
AT89S8252	แบบแฟลชขนาด 8 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3
AT89S53	แบบแฟลชขนาด 12 กิโลไบต์	แรม 256 ไบต์	3

ตารางที่ 2.1 รายละเอียดโดยสรุปบางส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.2.1 รีจิสเตอร์ควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์หรือ TCON

(Timer/CounterControl Register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดเดรสอยู่ที่ 88H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิตมีรายละเอียดการทำงานดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	TI 0

TF1 (Timer 1 overflow flag) : เซตด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อค่าของรีจิสเตอร์ Timer 1 เกิดการนับเกินหรือเกิดโอเวอร์โฟลว์ การเคลียร์บิตนี้ทำได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์เช่นกัน โดยบิตนี้ จะเคลียร์เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

TR1 (Timer 1 run control bit): ใช้ในการเปิดปิดการทำงานของไทเมอร์ 1(เอ็นเอเบิลหรือดิสเอเบิล) ทำการเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ ถ้าต้องการให้ไทเมอร์ 1 ทำงานต้องเซตบิตนี้ให้เป็น "1"

TF0 (Timer 0 overflow flag) : เซตด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์เมื่อค่าของรีจิสเตอร์ Timer 0 เกิดการนับเกินหรือเกิดโอเวอร์โฟลว์ การเคลียร์บิตนี้ทำได้ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์เช่นกัน โดยบิตนี้จะเคลียร์เมื่อมีการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

TR0(Timer 0 run control bit) : ใช้ในการเปิดปิดการทำงานของไทเมอร์ 0 (เอ็นเอเบิลหรือดิสเอเบิล) ทำการเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์ ถ้าต้องการให้ไทเมอร์ 0 ทำงานต้องเซตบิตนี้ให้เป็น "1"

IE1 (External Interrupt 1 edge flag) : บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์ สามารถเซตได้ ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อสามารถตรวจจับขอบขาของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก ที่ขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ 1 (INT1) ได้และจะทำการเคลียร์เมื่อมีการับรการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

IT1 (Interrupt 1 type control bit) : บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์โดยใช้ในการเลือก ลักษณะของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกที่ต้องการให้ทำการตอบสนอง สำหรับขาอินพุต อินเตอร์รัปต์ 1 (INT1) การเซตและเคลียร์ทำได้ด้วยกระบวนการซอฟ์ตแวร์
"0" เลือกขอบขาลงของสัญญาณ (falling edge) "1" เลือกระดับลอจิกต่ำ (low level triggered)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IE0 (External Interrupt 0 edge flag) : บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์ สามารถเซตได้ ด้วยกระบวนการทางฮาร์ดแวร์ เมื่อสามารถตรวจจับขอบขาของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอก ที่ขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ 0 (INT0) ได้และจะทำการเคลียร์เมื่อมการับรการอินเตอร์รัปต์เกิดขึ้น

IT0 (Interrupt 0 type control bit) : บิตนี้จะใช้ในกระบวนการอินเตอร์รัปต์โดยใช้ในการเลือก ลักษณะของสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากภายนอกที่ต้องการให้ทำการตอบสนอง สำหรับขาอินพุต อินเตอร์รัปต์ 0 (INT0) การเซตและเคลียร์ทำได้ด้วยกระบวนการซอฟต์แวร์

"0" เลือกขอบขาลงของสัญญาณ (falling edge)

"1" เลือกระดับลอจิกต่ำ (low level triggered)

2.2.2 รีจิสเตอร์เลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์หรือ TMOD (Timer/Counter Mode Control Register)

เป็นรีจิสเตอร์ขนาด 8 บิต มีแอดเดรสฮอท 89H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ SFR ไม่สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วน คอ 4 บิต ล่างใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์ 0 และ 4 บิต บนใช้ในการเลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์ 1 ดังนั้นในการอธิบายการทำงานจะขออธิบายเพียงส่วนเดียวดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิด 0
GATE	C/T	M1	M0	GATE	C/T	M1	M0
ไทเมอร์ 1				ไทเมอร์ 0			

Gate : ใช้เลือกลักษณะการควบคุมการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

"0" ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ จะทำงานเมื่อบิต TRxในรีจิสเตอร์TCONเป็น"1" เรียกการควบคุมแบบนี้ว่าการควบคุมทางซอฟต์แวร์

"1" ไทเมอร์/เคาน์เตอร์ จะทำงานเมื่อบิต TRxในรีจิสเตอร์TCONเป็น"1" และสถานะลอจิกที่ขาอินพุตอินเตอร์รัปต์ INT0 และ INT1 เป็น "1" เรียกการควบคุมแบบนี้ว่าการควบคุมทางฮาร์ดแวร์ C/T (Timer or Counter selector) : ใช้เลือกลักษณะการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

"0" เลือกให้ทำงานเป็นไทเมอร์ โดยที่จะใช้สัญญาณอินพุตจากสัญญาณนาฬิกาภายในของ ไมโครคอนโทรลเลอร์

"1" เลือกให้ทำงานเป็นเคาน์เตอร์ โดยรับสัญญาณอินพุตที่ขา T0 หรือ T1 M1, M0 (Mode selector bit) : ใช้เลือกโหมดการทำงานของไทเมอร์/เคาน์เตอร์

"00" เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 13 บิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

"01" เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 16 บิต

"10" เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ขนาด 8 บิตแบบตั้งค่าอัตโนมัติ

"11" สำหรับไทเมอร์ 0 เลือกให้ทำงานในโหมดไทเมอร์/เคาน์เตอร์แยกส่วน โดยแยกออกเป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 8 บิต 2 ตัว รีจิสเตอร์ TL0 จะได้รับการควบคุมการเปิดปิดจากบิต TR0 ในรีจิสเตอร์ TCON และรีจิสเตอร์ TH0 ซึ่งเป็นไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 8 บิต อีกตัวหนึ่ง จะได้รับการควบคุมจากบิต TR1 ในรีจิสเตอร์ TCON ในกรณีของไทเมอร์ 1 เป็นการสงให้ไ ทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 หยดทำงาน (ดิสเอเบิล)

2.3 กระบวนการอินเตอร์รัปต์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.3.1 รีจิสเตอร์เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์หรือ IE (Interrupt Enable register)

มีแอดเดรสอยู่ที่ A8H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษหรือ SFR มขนาด สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต ใช้ในการเอ็นเอเบิลการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ในแบบิตาง ๆ ม รายละเอียดการทำงานดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

EA(Global enable/disable interrupt) : ใช้เอ็นเอเบิลและดิสเอเบิลการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ทั้งหมด

"0" ดิสเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ นั้นคือ กำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ไม่ตอบสนองการอินเตอร์รัปต์

"1" เอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ นั้นคือ กำหนดให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ สามารถตอบสนองการอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดต่างๆ

ถ้าต้องการให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ ไม่วาจะแหล่งกำเนิดใด จะต้องเซตบิตนี้ก่อนเสมอสามรถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

ET2 (Timer 2 interrupt enable) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์อนเนื่องมาจากการโอ เวอร์โฟลวหรือการแคปเจอร์ในไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 2 จะมีเฉพาะในเบอร์ AT89C52 และในอนุกรม AT89Sxx เทานั้น บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

SM2 : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการสื่อสารในแบบมัลติโปรเซสเซอร์

ES (Serial port interrupt enable bit) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ อันเนื่องมากจากการรับหรือส่งข้อมูลทางพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเซต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ เคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

ET1 (Timer 1 interrupt enable) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ อันเนื่องมาจากการโอเวอร์โฟล์ว ในไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 บิตนี้ สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

EX1 (External interrupt 1 enable bit) :ใช้ในการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจากสัญญาณภายนอกทป้อนเข้ามายังขา INT1 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

ET0 (Timer 0 interrupt enable) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจากการโอ เวอร์โฟล์วในไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0 บิตนี้ สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

EX0 (External interrupt 1 enable bit) : ใช้ในการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจาก สัญญาณภายนอกที่ป้อนเข้ามายังขา INT0 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทาง ซอฟต์แวร์ สำหรับบิต 6 ของรีจิสเตอร์ IE ไม่มการใช้งาน ต้องกำหนดให้เป็น "0" เสมอ

2.3.2 รีจิสเตอร์จัดลำดับความสำคัญการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์หรือ IP (Interrupt PriorityRegister)

มีแอดเดรสอยที่ 0B8H ในพื้นที่ของรีจิสเตอร์ฟังก์ชั่นพิเศษหรือ SFR มีขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงได้ในระดับบิต ใช้ในการเลือกลำดับความสำคัญของการตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ว่า ต้องการให้ตอบสนองสัญญาณอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดใดเป็นลำดับก่อนหลัง ถ้าต้องการให้การอินเตอร์รัปต์จากแหล่งกำเนิดใดมความสำคัญสูงสุด ให้กำหนดที่บิตนั้นเป็น "1" ดังมีรายละเอียดของรีจิสเตอร์ IP ดังนี้

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
-	-	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

PT2 (Timer 2 interrupt priority bit) : ใช้ในการกำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์อัน เนื่องมาจากการโอเวอร์โฟล์ว หรือการแคปเจอร์ในไทเมอร์/เคาน์เตอร์2 จะมีเฉพาะใน MCS เบอร์ AT89C52 และในกลุ่ม AT89Sxx เท่านั้น บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทาง ซอฟต์แวร์

PS(Serial port interrupt priority bit) : ใช้ในการกำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อันเนื่องมากจากการรับหรือสงข้อมูล ทางพอร์ตอนุกรมภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

PT1(Timer 1 interrupt priority bit) : ใช้ในการกำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจากการโอเวอร์โฟล์ว ในไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 1 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการทางซอฟต์แวร์

PX1 (External interrupt 1 priority bit) : ใช้ในการกำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์อันเนื่องมาจากสัญญาณภายนอกทป้อนเข้ามายังขา INT1 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการ ทางซอฟต์แวร์

PT0 (Timer 0 interrupt priority bit) : ใช้ในการกำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์อัน เนื่องมาจากการโอเวอร์โฟล์ว ในไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการ ทางซอฟต์แวร์

PX0 (External interrupt 0 priority bit) : ใช้ในการกำหนดความสำคัญของการอินเตอร์รัปต์อัน เนื่องมาจากสัญญาณภายนอกทป้อนเข้ามายังขา INT0 บิตนี้สามารถเซตและเคลียร์ด้วยกระบวนการ ทางซอฟต์แวร์ สำหรับบิต 6 และ 7 ของรีจิสเตอร์ IP ไม่มีการใช้งาน ต้องกำหนดให้เป็น "0" เสมอ

2.3.3 การอินเตอร์รัปต์จากไทเมอร์/เคาน์เตอร์ 0 และ 1

แหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์นจัดเป็นแหล่งกำเนิดอินเดอร์รัปต์ภายในแบบหนึ่ง โดยใช้การเกิดโอเวอร์โฟล์ว จากการนับค่าในไทเมอร์/เคาน์เตอร์ ภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 เมื่อ ไทเมอร์ 0 เกิดการโอเวอร์โฟล์ว กจะทำการเซตบิต TF0ในรีจิสเตอร์ TCON และถ้าไทเมอร์ 1 เกิด โอเวอร์โฟล์ว บิต TF1 ในรีจิสเตอร์ TCON จะได้รับการเซตเช่นเดียวกัน ค่าแอดเดรสอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์ของการอินเตอร์รัปต์แบบนอยท 000BH สำหรับไทเมอร์ 0 และ 001BH สำหรับไทเมอร์ 1 อย่างไรก็ตามการอินเตอร์รัปต์แบบนี้จะเกิดขึ้นหรือมการตอบสนองก็ต่อเมื่อมีการเอ็นเอเบิลการอินเตอร์รัปต์ โดยการเซนบิต EA ,ET0 และ ET1ในรีจิสเตอร์ IE

2.3.4 การอินเตอร์รัปต์จากพอร์ตอนุกรม

แหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์นจัดเป็นแหล่งกำเนิดอินเตอร์รัปต์ภายในแบบหนึ่ง เมื่อวงจรพอร์ตอนุกรมสงหรือรับข้อมูลเสรจสมบูรณ์ก็จะกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัปต์ขึ้นโดยการเซตบิต RI ในกรณีรับข้อมูลและบิต TI ในกรณีสงข้อมูลบิต RI และ TI อยู่ในรีจิสเตอร์ SCON ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไปในบทที่ว่าด้วยเรื่องพอร์ตอนุกรมของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ค่าแอดเดรสอินเตอร์รัปต์เวกเตอร์ของการอินเตอร์รัปต์แบบนอย์ท 0023H การอินเตอร์รัปต์ในแบบนี้สามารถแทนได้ด้วยการออร์กันของบิต RI และ TI

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 LCD MODULE

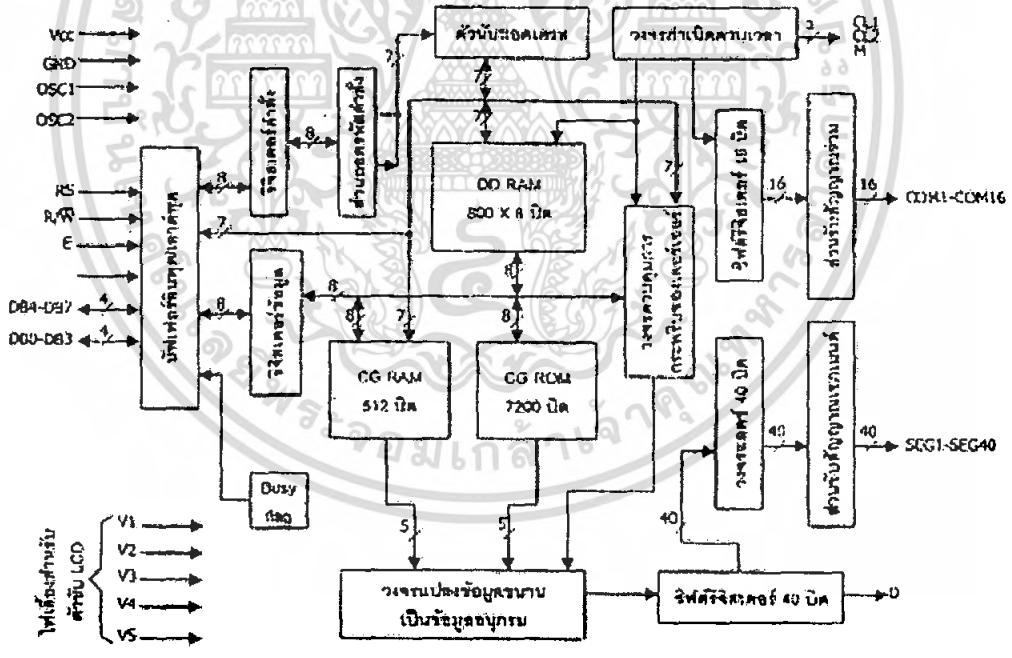
2.4.1 ส่วนประกอบของ LCD MODULE ประกอบด้วย 3 ส่วนหลัก

1. ตัวแสดงผล (display) ภายในเป็นผลึกเหลวทสามารถแสดงผลให้เห็นโดยอาศัยแสงจากภายนอก ดังนั้นจึงต้องมมมในการมองข้อมูลทแสดงผลบนจอ LCD

2. ตัวควบคุม (controller) เป็นตัวรับข้อมูลจากอุปกรณ์ภายนอกมาควบคุมการทำงานของโมดูล LCD เช่น ลบจอภาพแสดงตัวอักษร หรือเลื่อนเคอรเซอร์ เป็นต้น ตัวควบคุมนใช้ชิปควบคุมโดยเฉพาะชิปที่นิยมใช้คือ เบอร์HD44780และHD61830 โดยHD44780จะใช้ ควบคุม LCD แบบอักขระส่วนHD61830 ใช้ควบคุม LCD แบบกราฟิก

3. ตัวขับ(driver) เป็นตัวรับสัญญาณจากตัวควบคุมมาขับให้ตัวแสดงผลแสดงข้อมูลตามที่กำหนดชิปที่ใช้ทำหน้าที่เป็นตัวขับนี้ได้แก่ เบอร์HD44100H และ เบอร์ MSM5259

โครงสร้างภายในของตัวควบคุม LCD MODULE



รูปที่ 2.5 รูปไดอะแกรมการทำงานของ LCD MODULE แบบอักขระ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 LCD MODULE ขนาด 16 ตัวอักษร 2 บรรทัด(LCD 16x2)

โมดูล LCD ขนาด 16x2 มการใช้งานทั้งสิ้น 16 ขา การทำงานของแต่ละขามีดังนี้

Vss (ขา 1) : ต่อกราวด์

Vdd (ขา 2) : ต่อไฟเลี้ยง 5 โวลต์

Vo (ขา 3) : เป็นขาอินพุตรับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล

RS (ขา 4) : เป็นขาอินพุตใช้ในการแยกชนิดของข้อมูลที่ทำการประมวลผลในขณะนั้นว่าเป็นค่าสูงสำหรับรีจิสเตอร์ IR หรือเป็นข้อมูลสำหรับรีจิสเตอร์ DR โดยถ้าขานเป็น "0" ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นค่าสูง แต่ถ้าขานี้เป็น "1" ข้อมูลที่ส่งมาจะเป็นข้อมูลสำหรับการแสดงผล

R/W (ขา 5) : เป็นขาที่ใช้เลือกการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ โมดูล LCD ถ้าเป็น "0" เป็นการ กำหนดให้เขียนข้อมูล แต่ถ้าเป็น "1" จะเป็นการอ่านข้อมูล

E (ขา 6) : เป็นขาสำหรับรับสัญญาณ พัลส์เอ็นนาเบิลโมดูล LCD ให้ทำงาน

D0-D7 (ขา7-14) : เป็นขาที่ใช้เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่าง LCD กับอุปกรณ์ภายนอกขนาด 8 บิต

2.4.3 การเขียนคำสั่งและข้อมูลให้แก่ LCD MODULE

กำหนดโหมดการทำงานให้แก่โมดูล LCD ก่อนจากนั้นจึงคอยส่งข้อมูล (data) ที่ต้องการแสดงผล เนื่องจากบัสข้อมูลของโมดูล LCD มี 8 เส้นคือ D0-D7 และใช้เป็นทางผ่านของทั้งคำสั่งและข้อมูล ดังนั้นในการส่งคำสั่งและข้อมูลจึงต้องอาศัยการกำหนดสัญญาณลอจิกที่ขา RS ถ้าหากที่ขา RS ได้ลอจิก "0" หมายความว่า ข้อมูลทป้อนให้แก่โมดูล LCD ขณะนั้นเป็นคำสั่ง ในทางตรงข้าม หากขา RS ได้รับลอจิก "1" ข้อมูลทป้อนให้ขณะนั้นเป็นข้อมูลที่ใช้ในการแสดงผล

เมื่อต้องการเขียนหรืออ่านข้อมูลใน CGRAM และ DDRAM เริ่มต้นต้องกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน โดยใช้คำสั่งเลือกแอดเดรส จากนั้นกำหนดให้ขา RS เป็น "1" เพื่อแจ้งให้ตัวควบคุมภายในโมดูล LCD ทราบว่า ข้อมูลทปรากฏต่อไปนี้เป็นข้อมูลปกติไม่ใช้คำสั่งในกรณีที่ต้องการอ่านข้อมูลต้องกำหนดให้ขา R/W เป็น "1" ข้อมูลขนาด 8 บิต (หรือ 4 บิต) ก็จะปรากฏบนบิตข้อมูล โดยข้อมูลที่อ่านออกมาได้จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสของ CGRAM หรือ DDRAM ตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.4 จังหวะการทำงานของ LCD MODUL

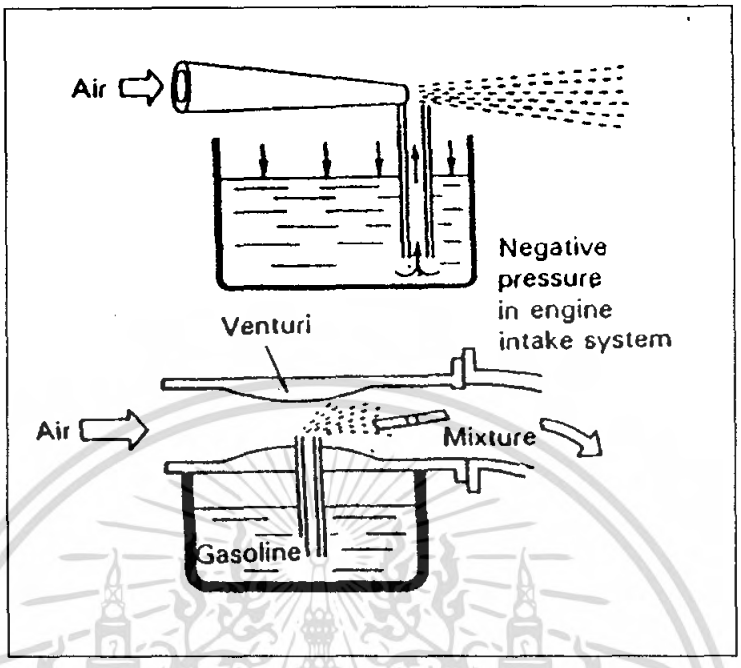
ในการติดต่อกับโมดูล LCD จะต้องมการหน่วงเวลาหลังจากททำการส่งรหัสคำส่งหรือข้อมูล เนื่องจากต้องรอให้คอนโทรลเลอร์ภายใน LCDโมดูล แปลความหมายของรหัสคำสั่งให้เรียบร้อยก่อนจากนั้นจึงจะรับข้อมูลหรือดำเนินการต่อไป ดังนั้นในการใช้งานโมดูล LCD ผู้เขียนโปรแกรมต้องมีโปรแกรมเพื่อหน่วงเวลารอให้โมดูล LCD พร้อมทำงานด้วย โดยเมื่อเริ่มจ่ายไฟให้แก่โมดูล LCD ต้องรอประมาณ 10 มิลลิวินาที เพื่อให้โมดูล LCD ทำการเตรียมความพร้อมหรืออินเชียล(initial)หลังจากนั้นกจะกำหนดลอจิก ให้แก่ขา RS ของโมดูล LCD แล้วต้องหน่วงเวลาอีกประมาณ 2 มิลลิวินาทีเพื่อให้คอนโทรลเลอร์ ในโมดูล LCD แปลความหมายของลอจิกที่ขา RS ว่าข้อมูลต่อไปที่จะได้รับนั้นเป็นรหัสคำสั่งหรือ เป็นข้อมูลที่ต้องการแสดงผล จากนั้นจะเป็นการส่งข้อมูลมารอที่บัสข้อมูล D0-D7 (กรณีทำงานใน โหมด 8 บิต) ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการส่งสัญญาณพัลส์ไปที่ขา E เพื่อเอ็นนาเบิลโมดูล LCD ให้รับ ข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไป โดยพัลส์ทป้อนเข้าที่ขา E ของโมดูล LCD ต้องเป็นพัลส์ขอบขาขึ้น จากนั้นทำการหน่วงเวลา 2 มิลลิวินาที เป็นรูพรุนทั้งด้านนอกและด้านในดังในรูปด้านล่างนี้ ตัวตรวจจับออกซิเจนจะถูกติดตั้งยึ้นเข้าไปใน ท่อไอเสียให้แผ่นแพลทินัม(+)ที่ฉาบอยู่ด้านนอกของเซรามิคได้ผสมกับแก๊สไอเสียส่วนแผ่น แพลทินัม(-)ทางด้านในของเซรามิคจะต่อกับบรรยากาศภายนอก สำหรับปลอกป้องกันจะเป็นท่อ โลหะหุ้มตัวเซรามิคที่มีช่องให้แก๊สไอเสียผ่านไปยังแพลทินัมและเซรามิคได้ปลอกนจะทำหน้าที่ ป้องกันของแข็งเล็กๆที่ปนอยู่ในแก๊ซไอเสียกระทบกับเซรามิค

2.5 คาร์บูเรเตอร์ (Carburator)

คาร์บูเรเตอร์หรือมักจะเรียกกันว่าคาบิว คือ ส่วนประกอบของเครื่องยนต์ที่มีความสำคัญมากอย่างหนึ่ง มีหน้าที่ทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงแตกตัวเป็นละอองฝอยเล็ก ๆ และผสมเข้ากับอากาศในอัตราส่วนที่เหมาะกับสภาพการทำงานของเครื่องยนต์ในขณะนั้น อัตราส่วนระหว่างน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศจะถูกควบคุมให้ได้อัตราส่วนที่ถูกต้องกับภาวะและความเร็วของเครื่องยนต์ อัตราส่วนทางทฤษฎีจะมีอัตราส่วนผสมระหว่างอากาศกับน้ำมันเชื้อเพลิงประมาณ1 : 15 หรือน้ำมันเชื้อเพลิง 1 กรัม ผสมกับอากาศ 15 กรัม ที่ความเร็วต่ำน้ำมันเชื้อเพลิงจะเข้าน้อย ส่วนที่ความเร็วสูงน้ำมันเชื้อเพลิงจะเพิ่มขึ้นตามอัตราส่วน ในการใช้งานเครื่องยนต์จริง อัตราส่วนผสมระหว่างน้ำมันกับอากาศจะหนากว่าทางทฤษฎี

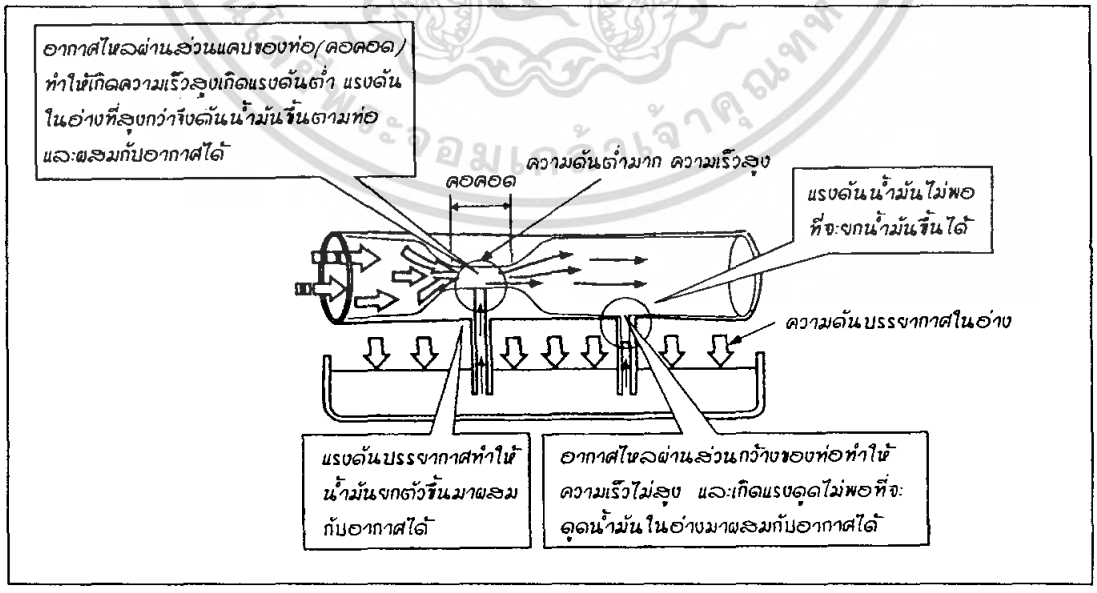
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 ทฤษฎีและหลักการทำงานของคาร์บูเรเตอร์



รูปที่ 2.6 หลักการทำงานของคาร์บูเรเตอร์

การทำงานของคาร์บูเรเตอร์มาจากหลักการพื้นฐานการเคลื่อนที่ของๆไหล หลักการที่สำคัญคือ เมื่ออากาศไหลผ่านท่อไปปะทะกับพื้นที่ ๆ มีเส้นผ่าศูนย์กลางเล็กกว่า ซึ่งเรียกว่า **คอคอด (Venturi)** จะทำให้ของไหลมีความเร็วเพิ่มขึ้นและทำให้ความดันบริเวณคอคอดลดลง เกิดเป็นแรงดูด



รูปที่ 2.7 หลักการทำงานของคาร์บูเรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าฉ้าดกระบัง

หลักการทำงานของคาร์บูเรเตอร์จะอาศัยจังหวะการดูดของลูกสูบ ในช่วงจังหวะการดูดช่วยทำให้อากาศไหลผ่านท่อไอดีและผ่าน นมหนู (Spray nozzle) ในช่องแคบขอคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งลักษณะเช่นนี้จะทำให้อากาศไหลผ่านเฉพาะส่วนปลายของนมหนู และอากาศจะพาให้น้ำมันเชื้อเพลิงไหลออกมาปะทะคลุกเคล้ากับอากาศ ทำให้เป็นละอองฝอยช่องแคบหรือคอคอดเป็นโครงสร้างหนึ่งอยู่ในบริเวณตอนกลางช่องของคาร์บูเรตเตอร์ซึ่งตอนกลางจะมีท่อจ่ายน้ำมัน หรือนมหนูตั้งอยู่ โครงสร้างนี้จะเป็นตัวการของการเกิดละอองฝอย เพราะว่าภายในช่องแคบของคาร์บูเรเตอร์ ขณะที่มีอากาศไหลผ่าน จะทำให้ความเร็วของอากาศเพิ่มขึ้น ในจุดนี้มากขึ้นกว่าบริเวณอื่น การเพิ่มความเร็วของการไหลของอากาศทำให้ท่อน้ำมันมีแรงต้านลดลงด้วยเหตุนี้จึงทำให้ความดัน บรรยากาศที่กดอยู่เหนือผิวน้ำมันในห้องเก็บเชื้อเพลิงเกิดแรงผลักดันให้น้ำมันไหลผ่านท่อเข้าสู่คาร์บูเรตเตอร์คลุกเคล้ากับอากาศและผ่านเข้าไปสู่กระบอกสูบ

2.5.2 ประเภทของคาร์บูเรเตอร์

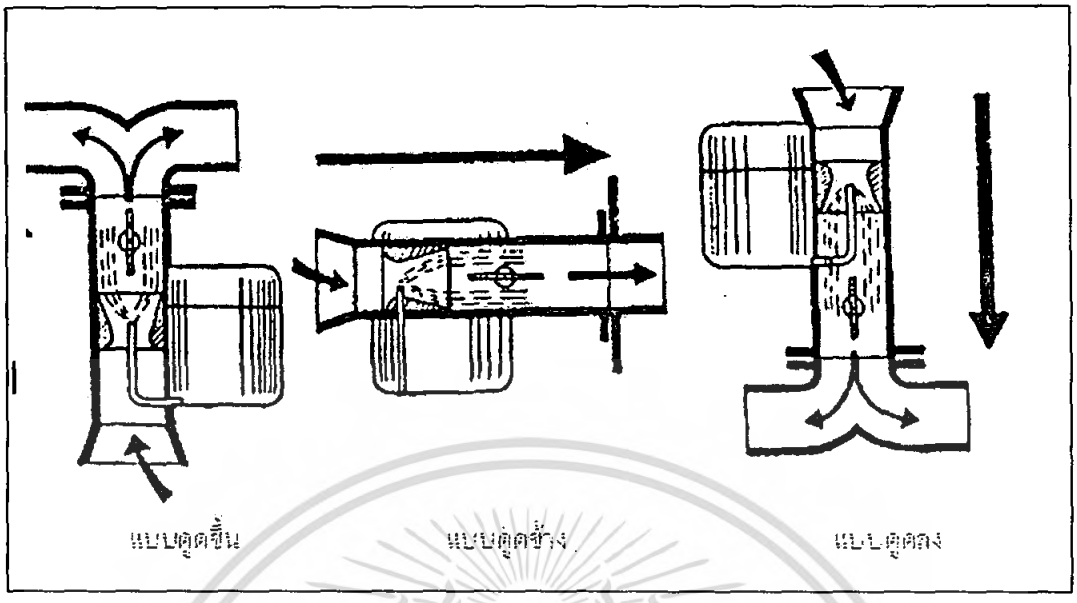
คาร์บูเรเตอร์ที่มีใช้ในปัจจุบันกับเครื่องยนต์ต่างๆมีหลายอย่างด้วยกันซึ่งแต่ละอย่างนั้นจะแตกต่างกันไปตามระบบกลไกและการทำงานภายในคาร์บูเรเตอร์ ซึ่งจะแบ่งออกเป็น

2.5.2.1 แบ่งตามทิศทางการดูด (Draught)

คาร์บูเรเตอร์ประเภทนี้ทำงานโดยอาศัยความเร็วของอากาศ ที่ไหลผ่านคอคอด ทำให้บริเวณปากปลายท่อจ่ายน้ำมันตรงบริเวณคอคอดเกิดเป็นสูญญากาศหรือมีความกดดันต่ำกว่าบรรยากาศ น้ำมันภายในห้องลูกลอยก็สามารถที่จะพุ่งออกมาที่ปลายท่อและถูกความเร็วของอากาศวิ่งปะทะทำให้แตกเป็นฝอย ซึ่งสามารถที่จะสรุปการดูดน้ำมันจากห้องลูกลอยของคาร์บูเรเตอร์ได้

82444

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



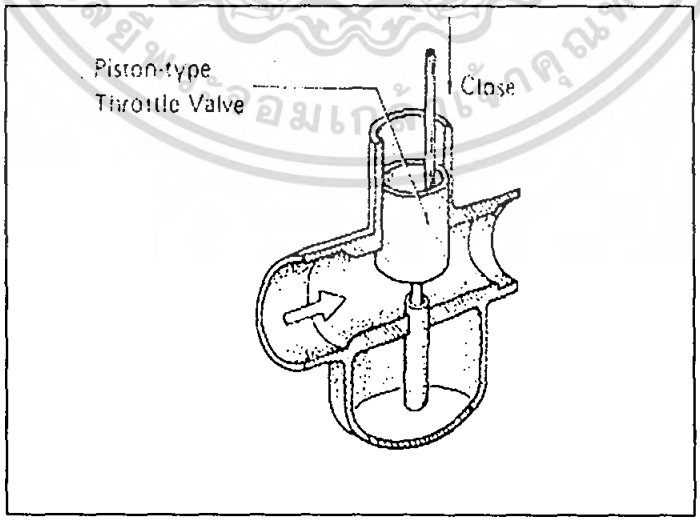
รูปที่ 2.8 ชนิดของลูกเร่งคาร์บูเรเตอร์

2.5.2. แบ่งตามชนิดของลูกเร่งคาร์บูเรเตอร์

ต้องอุปกรณ์สำหรับควบคุมจำนวนส่วนผสมที่จะป้อนให้เครื่องยนต์ได้ถูกต้องตามความเร็วรอบ และการทำงานของเครื่องยนต์ซึ่งกลไกที่จะใช้ควบคุมปริมาณของส่วนผสมน้ำมันและอากาศนั้น ๆ ได้แก่ ลูกเร่ง (Throttle valve) ซึ่งแบ่งออกได้ 2 แบบคือ

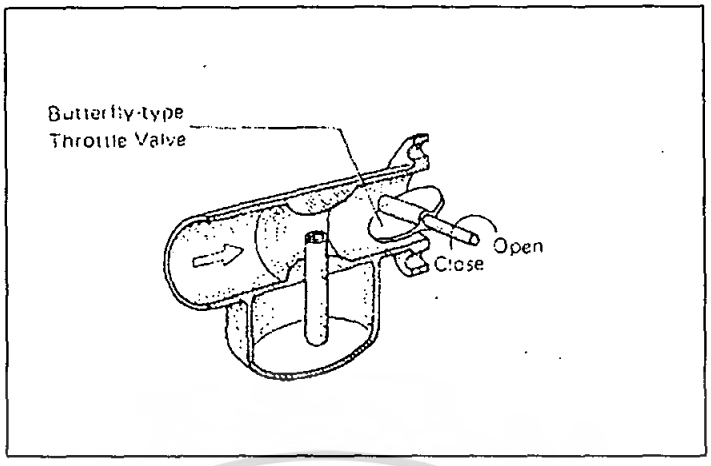
2.5.2.1 ลูกเร่งแบบลูกสูบ (Piston type หรือ Amal type)

2.5.2.2 ลูกเร่งแบบลิ้นผีเสื้อ (Butterfly type หรือ Solex type)



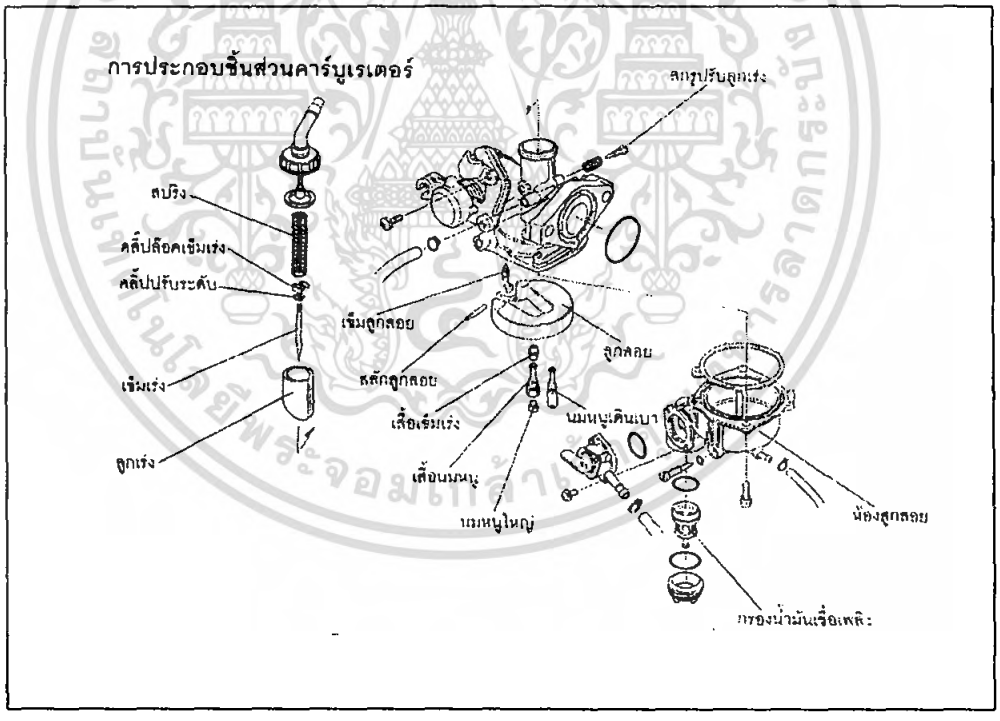
รูปที่ 2.9 ลูกเร่งแบบลูกสูบ (Piston type หรือ Amal type)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 ลูกเร่งแบบลิ้นผีเสื้อ (Butterfly type หรือ Solex type)

2.5.3 ส่วนประกอบของคาร์บูเรเตอร์



รูปที่ 2.11 แสดงส่วนประกอบของคาร์บูเรเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 วงจรภายในคาร์บูเรเตอร์

ภายในคาร์บูเรตเตอร์ จะต้องมีวงจรสำหรับควบคุมการปล่อยน้ำมันเชื้อเพลิง และอากาศในทุกจังหวะเร่ง (speed) ของเครื่องยนต์ ระบบการจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศตามความต้องการของเครื่องยนต์ ซึ่งประกอบด้วยวงจรต่อไปนี้

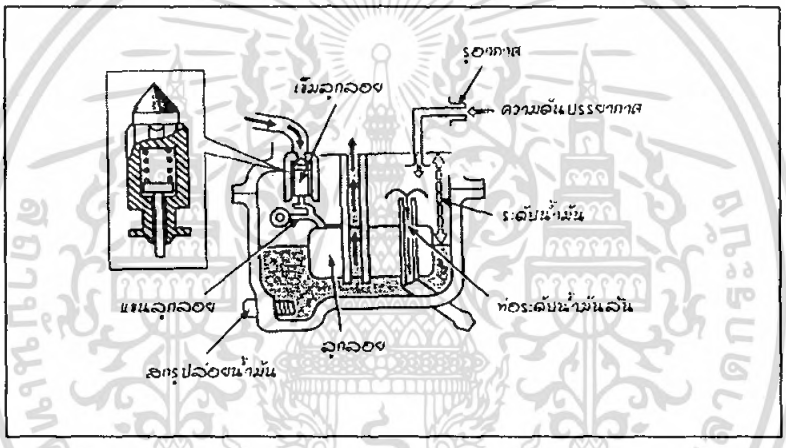
2.5.4.1 วงจรลูกลอย

2.5.4.2 วงจรสตาร์ท

2.5.4.3 วงจรเดินเบา

2.5.4.4 วงจรเร่ง

2.5.4.1 วงจรลูกลอย

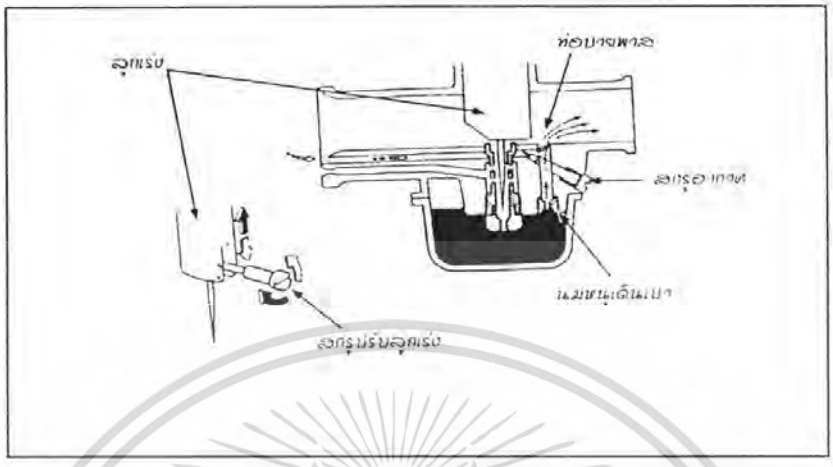


รูปที่ 2.12 แสดงวงจรลูกลอย

ห้องลูกลอยจะรักษาระดับน้ำมันให้คงที่ ดังนั้นเครื่องยนต์จึงได้รับส่วนผสมอากาศกับน้ำมันอย่างสม่ำเสมอ เมื่อน้ำมันถูกใช้ไป ระดับน้ำมันในห้องลูกลอยจะต่ำลง ลูกลอยก็จะตกลงด้วย จึงทำให้เข็มลูกลอยเปิดทำให้น้ำมันไหลเข้ามาเติมในห้องลูกลอย และทำให้ระดับลูกลอยยกขึ้นเข็มลูกลอยก็จะปิดช่องทางน้ำมันเข้า การทำงานจะเป็นอย่างนี้ตลอดอย่างต่อเนื่องเมื่อเครื่องยนต์ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

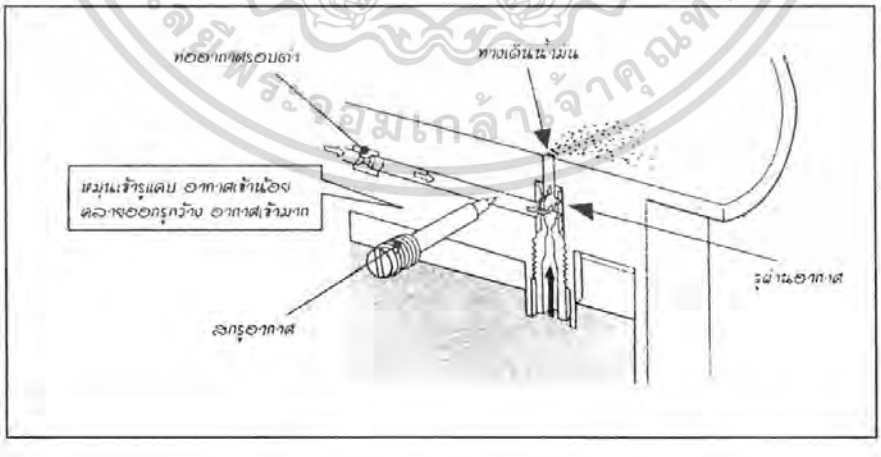
2.5.4.2 วงจรเดินเบา



รูปที่ 2.13 แสดงวงจรเดินเบา

วงจรเดินเบา หรือวงจรความเร็วต่ำจะทำงานในขณะที่ลูกเร่งอยู่ต่ำสุด หรือเปิดเล็กน้อย น้ำมันจะถูกกำหนดโดยนมหนูเดินเบา และผสมกับอากาศ ที่ไหลผ่านเข้ามาซึ่งถูกจำกัดปริมาณการไหลด้วยสกรูอากาศ หรือ สกรูปรับส่วนผสมเดินเบา ส่านสกรูปรับลูกเร่ง จะเป็นตัวกำหนดรอบเดินเบาของเครื่องยนต์

2.5.4.2.1 การปรับส่วนผสมเดินเบา

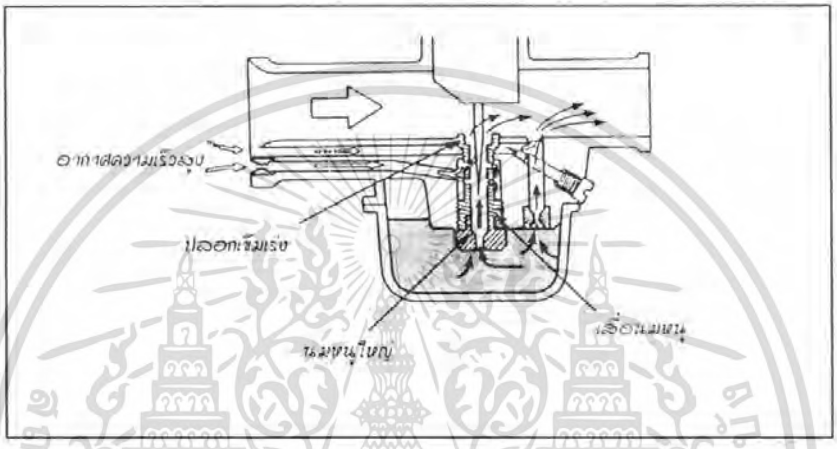


รูปที่ 2.14 แสดงการปรับส่วนผสมเดินเบา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับส่วนผสมเดิบเบาก็เพื่อต้องการให้คาร์บูเรเตอร์จ่ายส่วนผสมได้ถูกต้อง สกรูปรับอากาศอยู่ในวงจรเดินเบา ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณอากาศที่เข้ามาทางนมหนูอากาศหมุนสกรูอากาศเข้า เพื่อลดปริมาณอากาศที่จะเข้าไปผสมกับน้ำมัน ทำให้ส่วนผสมหนาคลายสกรูอากาศออก เพื่อเพิ่มปริมาณอากาศที่จะเข้าไปผสมกับน้ำมัน ทำให้ส่วนผสมบาง

2.5.4.3 วงจรเร่ง

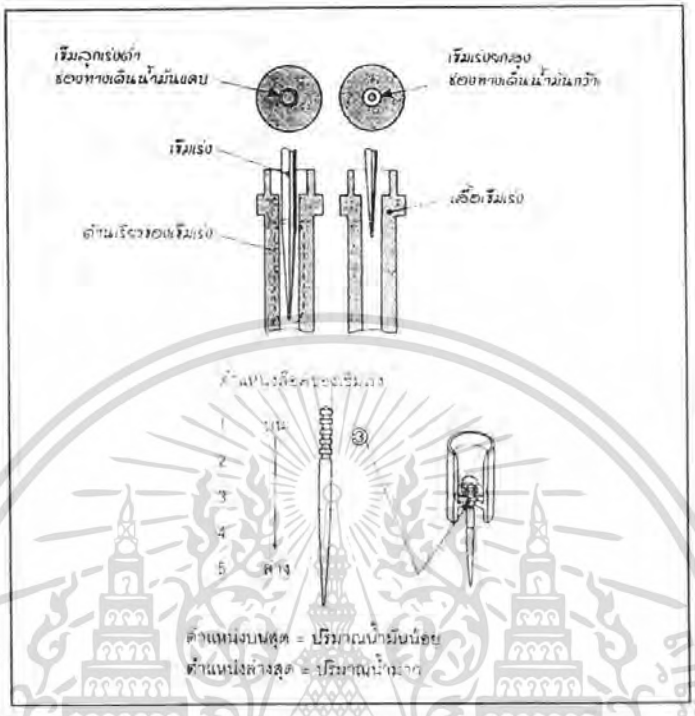


รูปที่ 2.15 แสดงวงจรเร่ง

วงจรเร่งหรือวงจรความเร็วสูง เมื่อลูกเร่งยกมากขึ้น ความเร็วของเครื่องยนต์จะมากขึ้น เพราะฉะนั้นความต้องการของส่วนผสมไอดีของเครื่องยนต์ก็จะมากขึ้นด้วย ดังนั้นคาบูเรเตอร์จึงต้องมีวงจรความเร็วสูงไว้ โดยกำหนดองศาการเปิดลูกเร่งออกเป็น 2 ตอน คือ ลูกเร่งเปิด 1/8 ,1/2 โดยอากาศจะไหลผ่านคาร์บูเรเตอร์ได้สะดวก และน้ำมันก็จะถูกดูดขึ้นทางช่องว่างระหว่างเข็มเร่งและปลอกเสื้อเข็มเร่ง โดยจะมีอากาศบางส่วนเข้าไปตามรูของเสื้อนมหนู เพื่อผสม น้ำมันเชื้อเพลิงกับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

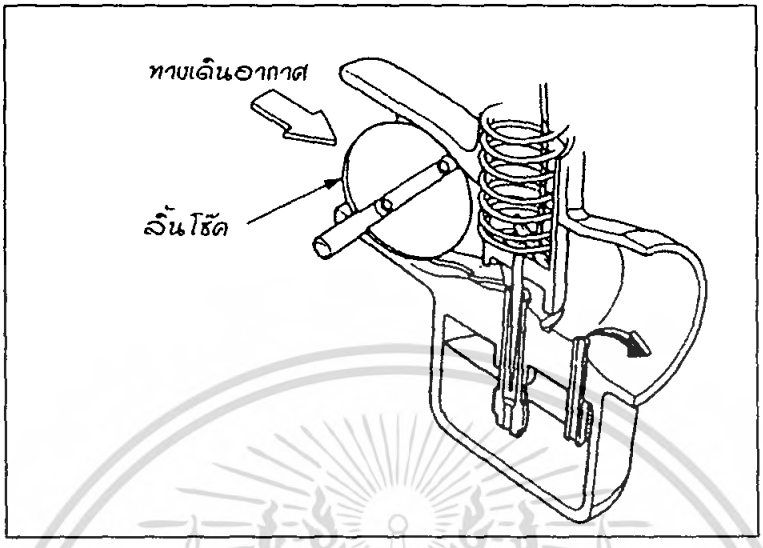
ลักษณะการเปิดของเข็มเร่งเพื่อกำหนดปริมาณน้ำมัน



รูปที่ 2.16 แสดงการเปิดของเข็มเร่งเพื่อกำหนดปริมาณน้ำมัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4.4 วงจรโช้ค



รูปที่ 2.17 แสดงวงจรโช้ค

ในช่วงแรกที่ทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ และเริ่มเดินเครื่องในขั้นต้น คาร์บูเรตเตอร์จะต้องปรับส่วนผสมของน้ำมันกับอากาศให้มาก คือ ส่วนผสมจะหนาขึ้น เป็นพิเศษ เพราว่าเครื่องยนต์ในช่วงเริ่มทำงานนั้นจะมีอุณหภูมิต่ำ ซึ่งจะทำให้น้ำมันเบนซินระเหยเป็นไอได้ช้า และทำให้เครื่องยนต์ไม่สามารถทำการเผาไหม้ได้อย่างปกติ การใช้โช้คเป็นการเร่งน้ำมันให้ได้จำนวนเพิ่มขึ้นเพื่อที่จะได้ไอระเหยเพิ่มมากขึ้น และเพียงพอในการเผาไหม้ ตำแหน่งของโช้คจะอยู่ด้านบนท่ออากาศ และจะมีส่วนสำหรับการบังคับปิด-เปิด ให้กับผู้ขับขี่ได้โดยตรงเมื่อต้องการใช้อีกด้วย

ส่วนผสมของเชื้อเพลิง

ในที่นี้จะอธิบายถึง อัตราส่วน ของน้ำมันในเครื่องยนต์ 4 จังหวะ ที่จะเรียกได้ว่า หนา-บางอย่างไร

อัตราส่วน ผสมหนา

อัตราส่วน ผสมหนา หมายถึง น้ำมันมีจำนวนมากกว่า จำนวนอากาศเช่น 12:1 หมายความว่า จำนวนของน้ำมันมี 12 ส่วนต่อ อากาศ 1 ส่วน

อัตราส่วน ผสมบาง

หมายถึง น้ำมันมีจำนวนน้อยกว่า อากาศ เช่น 15:1 หมายความว่าจำนวนของ อากาศมี 15 ส่วนต่อ น้ำมัน 1 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัตราส่วนโดยปกติ

ในขณะที่เครื่องยนต์ทำงานด้วยความเร็วปานกลางทั่วไปแล้วนั้น ส่วนผสมของเชื้อเพลิงจะอยู่ปริมาณ 14:1-16:1

2.6 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ (STEPPER MOTOR)

สเต็ปเปอร์มอเตอร์เป็นมอเตอร์ที่มีการหมุนเป็นสเต็ป (STEP) เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวด ที่พันอยู่บนสเตเตอร์ (stator) ในลักษณะเป็นพัลส์ (Pulse) ในกรณีที่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดขดนั้นของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ตลอดเวลาก็จะเกิดการหมุนเพียงหนึ่งสเตปเท่านั้นซึ่งต่างจาก DC มอเตอร์เมื่อจายกระแสไฟฟ้าให้ ก็จะหมุนตามจนกว่าจะหยุดจ่ายกระแสไฟฟ้าให้

2.6.1 ข้อดีของสเต็ปเปอร์มอเตอร์เมื่อเปรียบเทียบกับ DC มอเตอร์

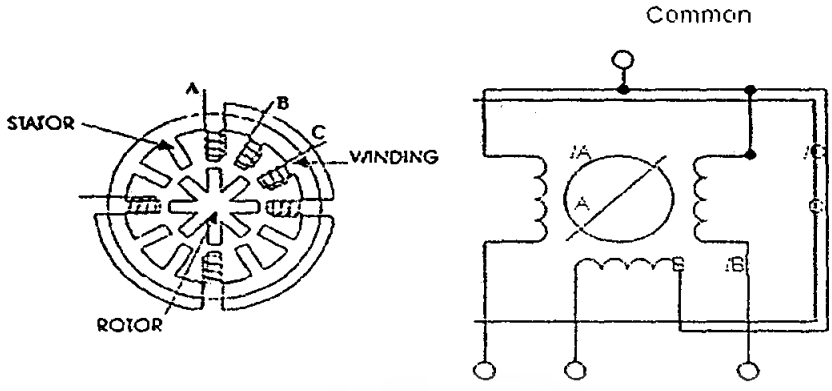
2.6.1.1 สามารถใช้ในงานควบคุมตำแหน่งในลักษณะ วงจรควบคุมแบบเปิด (Open Loop Control)ได้ โดยที่ไม่ ต้องการสัญญาณป้อนกลับ (Feedback signal) แต่อาศัยการนับจำนวนของพัลส์ที่ส่งไปควบคุมการหมุนแทน

2.6.1.2 ไม่มีส่วนของแปรงถ่านที่จะสึกหรอและไม่เกิดการสปาร์คที่แปรงถ่านซึ่งอาจก่อให้เกิดสัญญาณรบกวน

2.6.2 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

2.6.2.1. วาริเอเบิลรีลักแต่นซ์ (Variable Reluctance : VR) โรเตอร์(Rotor) ทำด้วยเหล็กอ่อนรูป ทรงกระบอกและทำเป็นลักษณะฟัน(teeth) สเตเตอร์(Stator)จะมีลวดพัน และจะทำเป็นลักษณะของฟันเช่นกัน เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดที่สเตเตอร์จะเกิดเป็นขั้วแม่เหล็กที่ฟันของสเตเตอร์และเหนี่ยวนำให้ฟันของโรเตอร์เกิดเป็นขั้วแม่เหล็กเหล็กที่มีขั้วตรงกันข้ามกับสเตเตอร์ทำให้ดึงดูดกันเกิดการหมุนของโรเตอร์ขึ้น มอเตอร์ชนิดนี้โดย ปกติจะมีขนาด 3 เฟส ในบางครั้งอาจพบ ถึง 4 เฟส มอเตอร์ชนิดนี้ถ้าไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวด บนสเตเตอร์ ตัวโรเตอร์จะไม่เกิดแรงดึงดูดกับสเตเตอร์ มอเตอร์ชนิดนี้ไม่นิยมนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมแต่ จะถูกนำไปใช้กับงานที่มีขนาดเล็ก เช่น Micro-positioning table เป็นต้น เพราะ ไม่มีสวนที่เป็นแม่เหล็กถาวร ดังนั้นในขณะไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดที่สเตเตอร์จึงไม่เกิดแรงดึงดูด วิธการขับ(Driving)หรือการกระตุ้นเฟส(Phase Excitation)จะทำดังนี้คือ ต่อปลายด้านcommon เขากับแหล่งจ่ายไฟขั้วบวก(+) แล้วทำการสวิทช์ให้ปลายด้าน A , B , C ต่อลงกราวด์(Ground)ตามลำดับทีละปลายแล้วทำเช่นนี้เรื่อยไป แต่ถ้าต้องการให้หมุนกลับก็สวิทช์ย้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

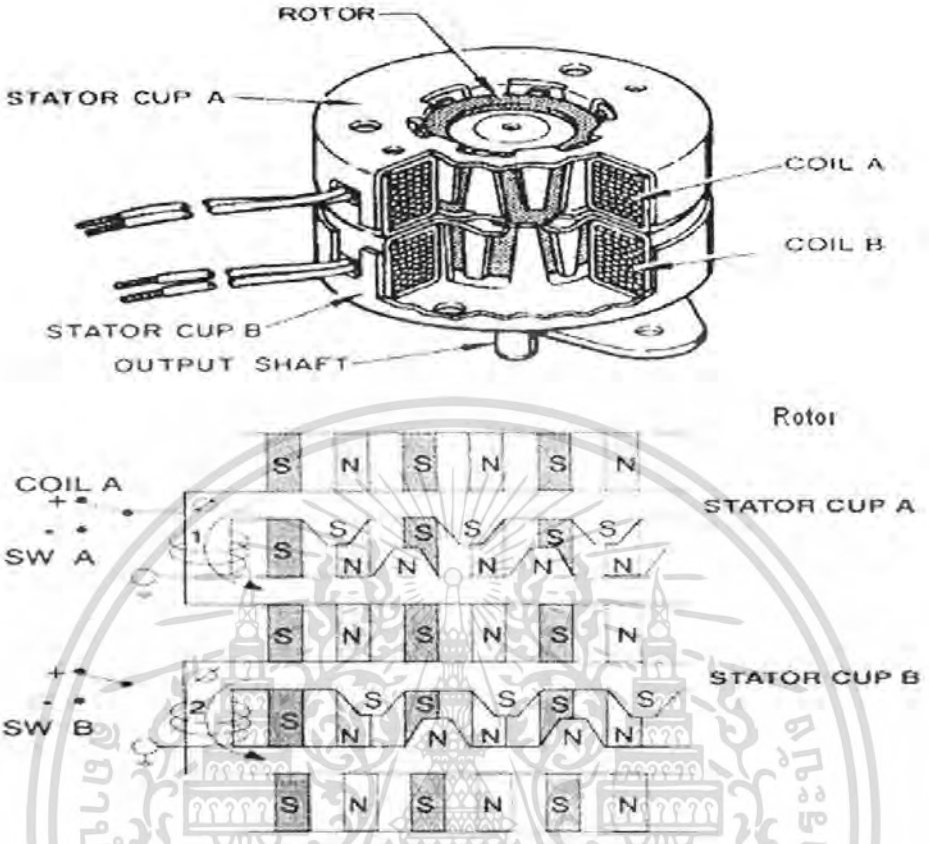


รูปที่ 2.18 โครงสร้างสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดวาริเอเบิลรลักแต่นซ์และสัญญาลักษณ์

2.6.2.2 แบบแม่เหล็กถาวร (Permanent Magnet : PM)

โรเตอร์(Rotor) ทำด้วยแม่เหล็กถาวรรูปทรงกระบอกเรียบ สเตเตอร์(Stator)จะมีขดลวดพันและก็จะทำเป็นฟัน เมื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดที่สเตเตอร์จะเกิดเป็นขั้วแม่เหล็กที่ฟันของสเตเตอร์และจะดึงดูดกับขั้วของแม่เหล็กถาวรที่โรเตอร์ ทำให้เกิดการหมุนของโรเตอร์ขึ้น มอเตอร์ชนิดนี้โดยจะมีตั้งแต่ขนาด 2 เฟสขึ้นไปมอเตอร์ชนิดนี้ไม่นิยมนำไปใช้ในงานอุตสาหกรรมแต่จะถูก นำไปใช้กับอุปกรณ์คอมพิวเตอร์เช่นตัวขับวงล้อที่ใช้หมุนเพื่อเลื่อนกระดาษของเครื่องพิมพ์เป็นต้น เพราะความเร็วต่ำ แรงบิดต่ำ และนอกจากนี้ด้วยโครงสร้างของมอเตอร์ชนิดนี้ทำให้มุมที่หมุนไปแต่ละสเต็ป(Step Angle)ไม่ละเอียดเช่น สเต็ปละ 3.6 ,7.5 , 15 ,18 องศาเป็นต้น มอเตอร์ชนิดนี้ถึงไม่จ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับขดลวดบนสเตเตอร์ (Stator) ตัวโรเตอร์จะเกิดแรงดึงดูดกับสเตเตอร์ซึ่งเกิดจากอำนาจของแม่เหล็กถาวรที่โรเตอร์ทำให้หมุนได้ยาก จำนวนขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์สามารถ นับได้จากจำนวนขั้วแม่เหล็กที่จะเกิดขึ้นจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดที่สเตเตอร์ชุดใดชุดหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

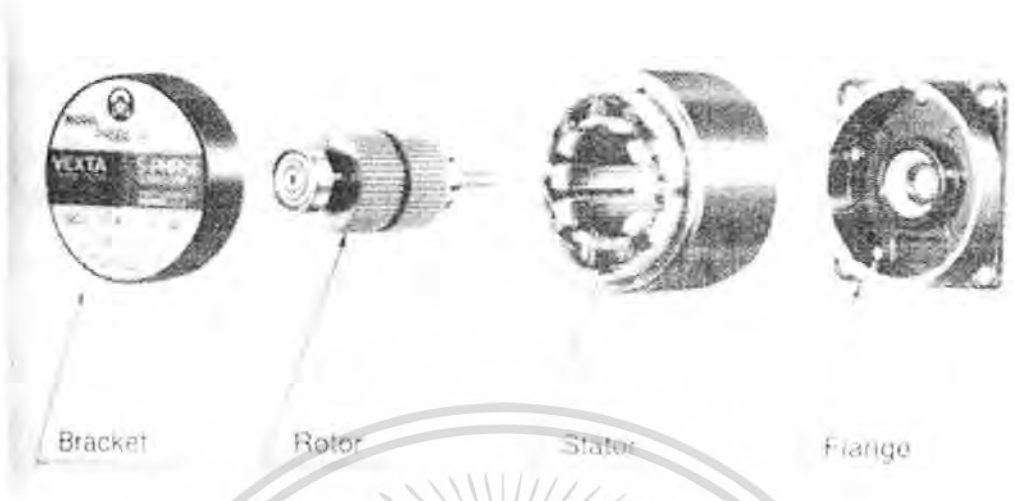


รูปที่ 2.19 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต

2.6.2.3 แบบผสม (Hybrid : HB)

ใช้หลักการทำงานของทั้งสองแบบมาออกแบบ โดยที่สเตเตอร์จะคล้ายกับแบบ VR ส่วนโรเตอร์จะคล้ายแบบPM แต่จะทำเป็นฟัน มอเตอร์แบบนี้นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรมเพราะแรงบิดสูง ความละเอียดของสเต็ปในการหมุนสูง , ความเร็วสูงกว่าสองแบบที่กล่าวมาแล้ว มอเตอร์ชนิดนี้โดยปกติจะมี ขนาด 2 เฟส ถึง 5 เฟส และมอเตอร์ชนิดนี้ได้มีการพัฒนาให้มีประสิทธิภาพเหนือกว่าเดิมไปอีกโดยให้ชื่อว่า"Enhanced Hybrid"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



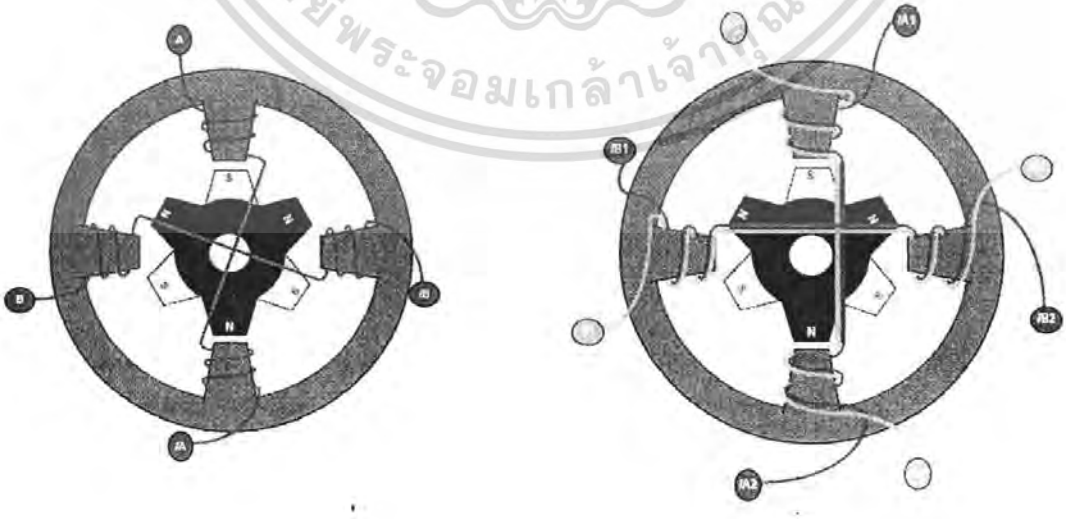
รูปที่ 2.20 สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริดขนาด 5 เฟส

เฟสของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ (Stepper Motor Phase) หมายถึง จำนวนขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ซึ่งแยกออกจาก กันอย่างอิสระ รูปที่ 2.1.8 แสดงตัวอย่างมอเตอร์ขนาด 3 เฟส ในกรณีของมอเตอร์แบบยูนิโพลา 2 เฟสนั้นมักฉกจะ เรียกเป็นมอเตอร์ขนาด 4 เฟสก็เพราะขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์แต่ละชุดจะมี 2 ขด จึงเข้าใจว่ามี 4 ขดลวด แต่ถ้าพิจารณากันจริงจะพบว่าขดลวดทั้งสองนั้นเป็นขดลวดขดเดี่ยวแต่มีจุดต่อตรงกลางขดเท่านั้นดังแสดงในรูปที่ 2.23

2.6.3 การพันลวดบนสเตเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบ่งออกได้ 2 แบบคือ

2.6.3.1 การพันแบบใช้ลวดเส้นเดี่ยว (Unifilar)

2.6.3.2 การพันแบบใช้ลวด 2 เส้นพันไปด้วยกัน (Bifilar)



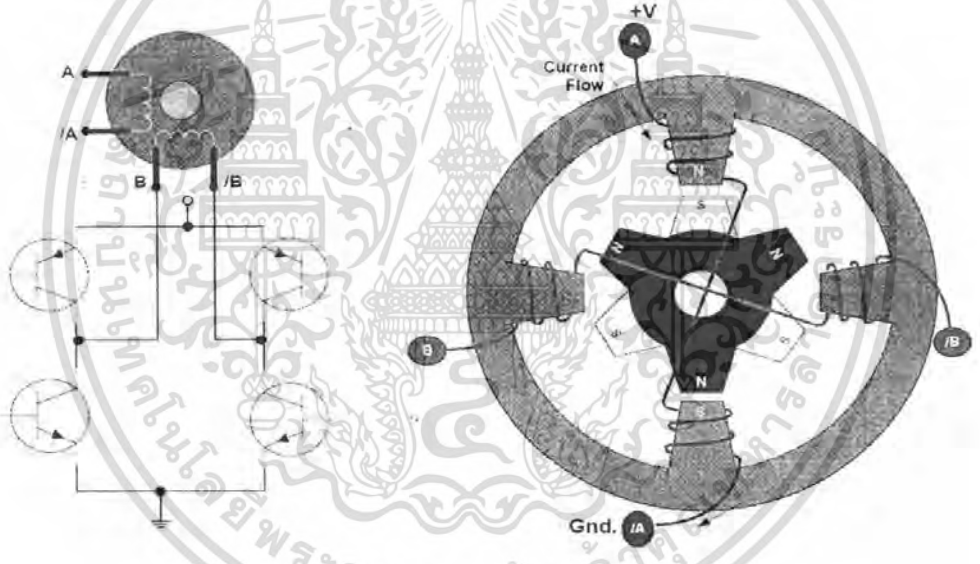
รูปที่ 2.21 ลักษณะการพันขดลวดบนสเตเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4 ชนิดของสเต็ปเปอร์มอเตอร์แบ่งตามลักษณะสายที่ใช้ต่อกบวงจรขับแบ่งออกได้ 2 แบบคือ

2.4.6.1 แบบไบโพลา (Bipolar)

ขดลวดที่สเตเตอร์แต่ละชุดจะไม่มีจุดรวม การต่อเข้ากับวงจรขับจะใช้ปลายทั้งสอง ด้านของขดลวดแต่ละชุด การทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟจากปลายด้านหนึ่งไปยัง ปลายอีกด้านหนึ่งของขดลวดและการเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ชุดเดียวกันนี้ก็ทำได้โดยสลับทิศทางการไหล ของกระแสไฟฟ้านั่นเอง ดงนั้นวงจรขับที่ใช้จึงจำเป็นต้องสามารถกลับทิศทางการไหลของกระแสได้ กรณีเป็น มอเตอร์ 2 เฟสจะมีสายที่ใช้ต่อขับกับวงจร 4 สาย



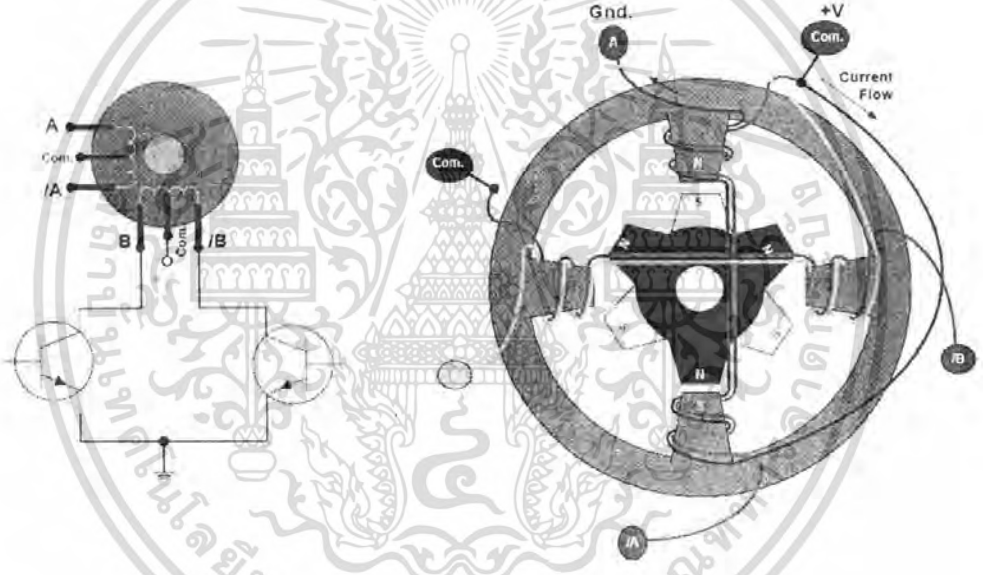
รูปที่ 2.22 สัญลักษณ์,โครงสร้างและวงจรขับที่ใช้กับมอเตอร์แบบไบโพลา 2 เฟส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.4.2 แบบยูนิโพลา (Unipolar)

ขดลวดที่สเตเตอร์แต่ละชุดจะมีจุดรวม การพันขดลวดจะพันในแบบ Bifilar การต่อเข้ากับวงจรขับจะใช้ปลายของขดลวดแต่ละด้านต่อเข้ากับวงจรขับและใช้จุดรวมต่อเข้ากับขั้วบวกของแหล่งจ่ายไฟ การทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟให้ไหลจากจุดร่วมลงกราวด์มาครบวงจรที่ปลายด้านหนึ่งของขดลวด การเปลี่ยนขั้วแม่เหล็กที่สเตเตอร์ชุดเดียวกันนี้ก็ทำได้โดยเปลี่ยนการจ่ายกระแสไฟฟ้าจากขดหนึ่งไปยังอีกขดหนึ่งของขดลวดที่พันอยู่บนสเตเตอร์ชุดเดียวกัน ดงนั้นวงจรขับจึงเป็นวงจรสวิทช์ เพื่อทำให้จ่ายกระแสไฟที่ผ่านขดลวดครบวงจรเท่านั้น

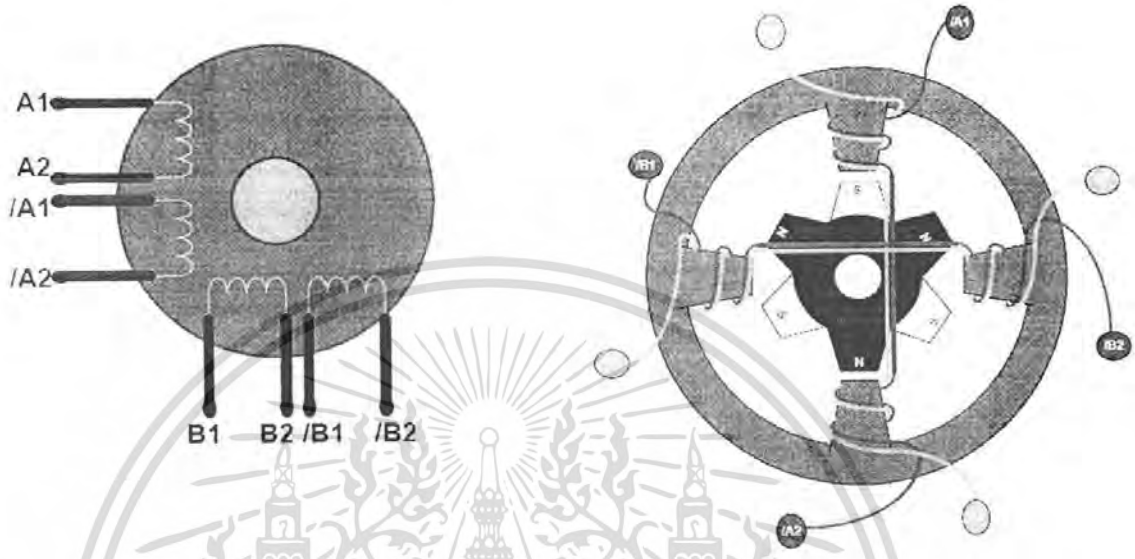
กรณีเป็นมอเตอร์ 2 เฟสจะมีสายที่ใช้ต่อขับกับวงจร 5 หรือ 6 สาย



รูปที่ 2.23 สัญลักษณ์,โครงสร้างและวงจรขับที่ใช้กับมอเตอร์แบบยูนิโพลา 2 เฟส

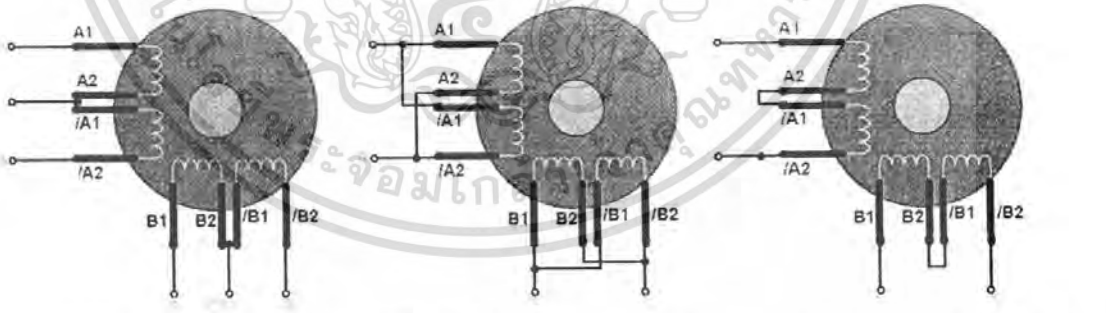
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ 2 เฟสที่มีการพันลวดแบบไบฟิลาและแยกปลายแต่ละขดออกจากกัน ดังนั้นสามารถเลือกต่อเป็น แบบต่างๆได้ดังนี้



รูปที่ 2.24 สัญลักษณ์ ,โครงสร้างมอเตอร์2 เฟสที่พันลวดแบบไบฟิลาและแยกปลายของแต่ละขด

ตัวอย่างการต่อสาย



(a) Unipolar Motor (b) Bipolar Motor (Parallel) (c) Bipolar Motor (Series)

รูปที่ 2.25 สัญลักษณ์การต่อสายแบบต่างๆ

มอเตอร์ที่ผลิตออกมาจำหน่ายและมีการพันลวดแบบไบฟิลาบางรุ่นให้ผู้ใช้เลือกต่อเองเป็นแบบต่างๆแต่บางรุ่นก็ต่อภายในมาให้เสร็จ

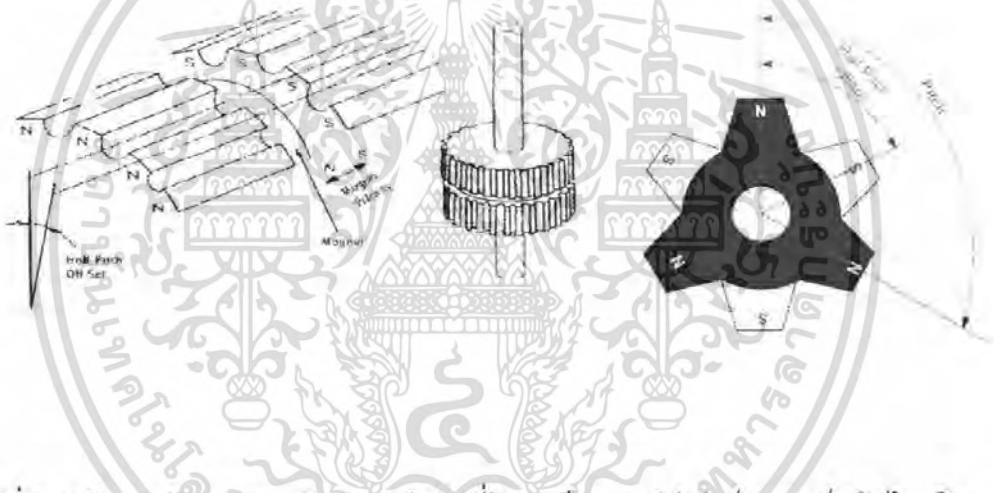
โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด

รูปที่ 2.26 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

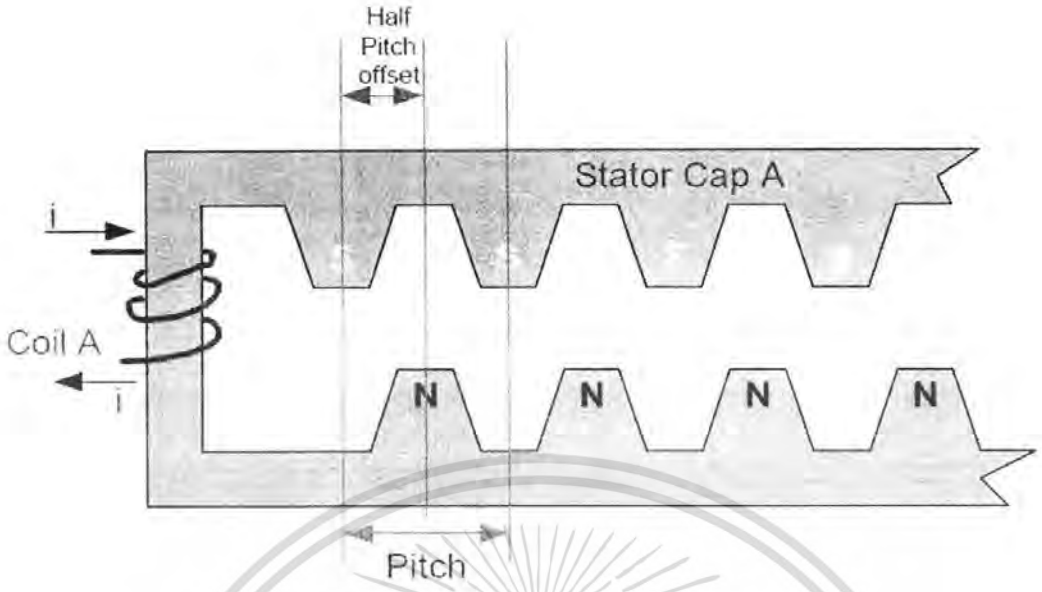
โครงสร้างของโรเตอร์จะประกอบด้วยแม่เหล็กถาวรรูปทรงกระบอกทำเป็นฟันแบ่งออกเป็น 2 ชั้น คือชั้นของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือ(North Pole : N)และชั้นของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้(South Pole : S) โดยการวางตำแหน่งฟัน ของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch)ของแมเหล็กถาวรขั้วเหนือ และการวางตำแหน่งฟันของ แม่เหล็กถาวรขั้วเหนือก็จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch)ของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้เช่นกัน

พิช (Pitch) หมายถึง ระยะห่างจากยอดฟันเฟืองหนึ่งไปยังยอดฟันเฟืองตัวถัดไป โดยการวัดจะวัดจากขอบไปยังขอบ
หรือจุดกึ่งกลางไปจุดกึ่งกลางก็ได้ พิชมีหน่วยเป็นองศา(มุม)หรอมีหน่วยเป็นมิลลเมตร,นิ้ว(ความยาว)



รูปที่ 2.26 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่โรเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.27 โครงสร้างและการจัดตำแหน่งฟันที่สเตเตอร์ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ต

สเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดเพอร์มาเนนต์แมกเน็ตตัวโรเตอร์เป็นรูปทรงกระบอกเรียบแต่ที่สเตเตอร์จะทำเป็นลักษณะของฟัน เพื่อทำให้เกิดขั้วแม่เหล็กเหนือและใต้โดยแบ่งออกเป็นสองชุด การวางตำแหน่งฟันของขั้วแม่เหล็กชุดใดๆ จะมีลักษณะดังนี้คือตำแหน่งฟันแม่เหล็กถาวรขั้วใต้จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch)ของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือและ การวางตำแหน่งฟันของแม่เหล็กถาวรขั้วเหนือก็จะอยู่ที่ตำแหน่งครึ่งพิช(Pitch)ของแม่เหล็กถาวรขั้วใต้เช่นกัน

วิธีคำนวณหาจำนวนสเต็ปต่อรอบ(Steps per revolution)มุมใน 1 สเต็ป (Step angle) และพิช(Pitch) Steps per revolution = $n \times m \times f$

กำหนดให้

n คือ จำนวนขั้วแม่เหล็กขั้วเหนือและขั้วใต้ทั้งหมดที่สเตเตอร์(นับจำนวนฟันทั้งหมด)

m คือ จำนวนของขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์(เลือกจากขั้วเดี่ยว)

f คือ ค่าคงที่ของวิธีขับหรอการกระตุ้นเฟสแบบต่างๆ

$$\text{Step angle} = 360°/\text{Steps per revolution}$$

$$\text{Pitch} = 360°/m$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้

m คือ จำนวนของขั้วแม่เหล็กที่โรเตอร์(เลือกจากขั้วเดี่ยว)

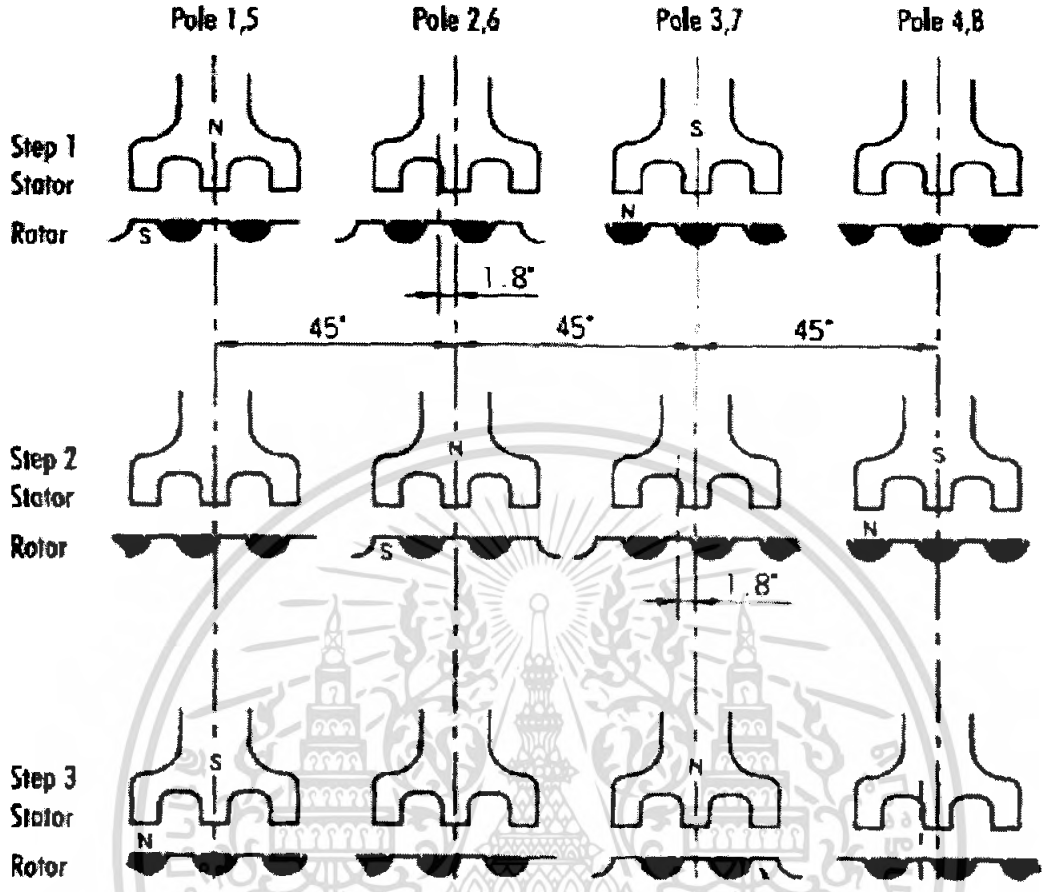
การเคลื่อนที่ของโรเตอร์จะเคลื่อนที่ไปครั้งละ ของพิช ดังนั้นสามารถคำนวณหาStep angle ได้อีกวิธีหนึ่งดังนี้

$$\text{Step angle} = \frac{1}{4}\text{Pitch}$$

ในการทำให้สเต็ปเปอร์มอเตอร์มีจำนวนสเต็ปต่อรอบมากๆทำโดยการการเพิ่มจำนวนขั้วแม่เหล็กเหนือและใต้ ที่โรเตอร์ให้มากขึ้น และที่ฟันของสเตเตอร์ที่ทำให้เกิดเป็นขั้วแม่เหล็ก (Pole) ก็จะทำเป็นฟันเล็กๆให้สัมพันธ์กับฟัน ที่โรเตอร์ แต่ถ้าไม่สามารถแก้ไขโครงสร้างได้วิธีการที่จะเพิ่มจำนวนสเต็ปต่อรอบทำได้โดยการเปลี่ยนวิธีขับหรือ การกระตุ้นเป็นแบบ one - two phase excitation หรืออาจเรียกว่าแบบ half step

รูปที่ 2.28 โครงสร้างของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ชนิดไฮบริด 2 เฟส ที่มีจำนวนสเต็ปต่อรอบ 200 สเต็ป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.29 ตำแหน่งฟันของโรเตอร์และสเตเตอร์ในการหมุน
ของสเต็ปเปอรมอเตอร์ชนิดไฮบริด 2เฟส

จากรูปที่ 11 และรปที่ 12 ในสเต็ปที่ 1 จะเป็นการกระตุ้นเฟส A ดังนั้นจะเป็นผลให้แม่เหล็กขั้วใต้ของโรเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตำแหน่งฟันที่เป็นแม่เหล็กขั้วเหนือของสเตเตอร์ขั้วหมายเลข 1และ 5 เกิดการดึงดูดกันในเวลา เดี่ยวกันแม่เหล็กขั้วเหนือของโรเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับฟันที่เป็นแม่เหล็กขั้วใต้ของสเตเตอร์ขั้วหมายเลข 3 และ 7 เกิดการดึงดูดกันเช่นกัน ที่ขั้วหมายเลข 2 , 6 ,4 และ 8 ฟันของสเตเตอร์จะทำมุมที่ห่างจากแม่เหล็กขั้วเหนือและใต้ของโรเตอร์เป็นมุม 1.8 องศา หรือ $\frac{1}{4}$ Pitch

ในสเต็ปที่ 2 จะเป็นการกระตุ้นเฟส B ดังนั้นจะเป็นผลให้แม่เหล็กขั้วใต้ของโรเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับตำแหน่งฟันที่เป็นแม่เหล็กขั้วเหนือของสเตเตอร์ขั้วหมายเลข 2 และ 6 เกิดการดึงดูดกันในเวลาเดี่ยวกันแม่เหล็กขั้วเหนือ ของโรเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่ตรงกับฟันที่เป็นแม่เหล็กขั้วใต้ของสเตเตอร์ขั้วหมายเลข 4 และ 8 เกิดการดึงดูดกันเช่น กัน ที่ขั้วหมายเลข 1 , 5 , 3 และ 7 ฟัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของสเตเตอร์จะทำมุมที่ห่างจากแม่เหล็กขั้วเหนือและใต้ของโรเตอร์ เป็นมุม1.8องศาหรือ $\frac{1}{4}$ Pitch ดังนั้นในสเต็ปที่ 2 โรเตอร์จึงหมุนไปอีก 1.8 องศาจากสเต็ปที่ 1

สรุปแล้วหมุนของโรเตอร์แต่ละครั้งเท่ากับ $\frac{1}{4}$ Pitch

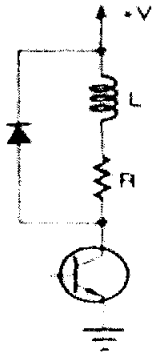
วิธีกำจัดแรงดันที่เกิดจากสนามแม่เหล็กยุบตัวตัดกับขดลวดในขณะทรานซิสเตอร์หยุดทำงาน (Back emf Voltage Suppression)

รูปที่ 2.30 วงจรเสมือนของขดลวดที่ต่อกับทรานซิสเตอร์

เมื่อ Transistor On จะทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดทำให้เกิดสนามแม่เหล็กรอบๆ ขดลวด เมื่อ Transistor Off จะทำให้ไม่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวดเป็นผลให้สนามแม่เหล็กยุบตัวตัดกับขดลวดทำให้ เกิดเป็นแรงดันมีค่าสูงกว่าแหล่งจ่ายในขณะหนึ่งเรียกแรงดันนี้ว่าBack ElectroMotive Force Voltage (Back EMF Voltage) ซึ่งแรงดันนี้จะมีค่าเกินกว่าBreakdown voltagc (Vce(max)) ของ transister เป็นผลให้ Transistor เสียหายได้ การป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับ Transistor เนื่องจาก Back EMF Voltage ทำได้ หลายวิธีด้วยกันดังนี้

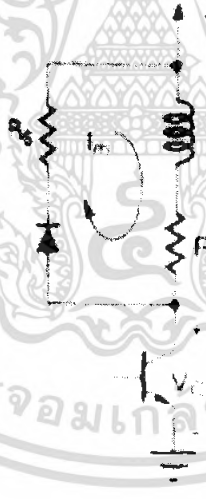
1. **ใช้ไดโอดมากำจัด (Diode suppression)** คือการนำไดโอดมาต่อขนานกับขดลวดนั้น ในขณะที่ทรานซิสเตอร์ on จะไม่มีกระแสไหลผ่านไดโอดเพราะเป็นการให้ไบอัสย้อนกลับแก่ไดโอด เมื่อทรานซิสเตอร์ off Back emf voltage ที่มีค่ามากกว่าแหล่งจ่ายจะถูกทำให้ลัดวงจรโดยกระแสจะไหลผ่านไดโอดและค่าความต้านทานของขดลวด เราเรียกไดโอดที่ทำหน้าที่นี้ว่าFlyback Diode หรือ Free wheeling diode

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.31 วงจรที่ใช้ไดโอดมากำจัด(Diode suppression)

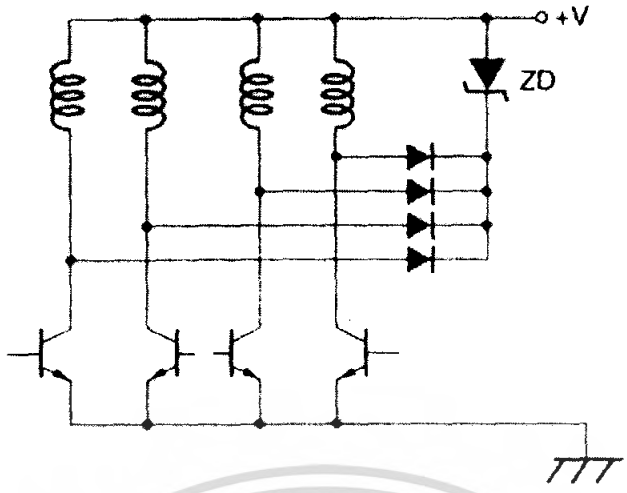
2. **ใช้ความต้านทานร่วมกับไดโอด (Diode + Resistance suppression)** คือ วิธีการนี้จะทำให้เวลาที่ใช้ในการ กำจัด Back emf voltage เร็วกว่าการการใช้ไดโอดเพียงอย่างเดี่ยว การหาค่าความต้านทานหาได้ดังนี้



รูปที่ 2.32 วงจรที่ใช้ความต้านทานร่วมกับไดโอด(Diode + Resistance suppression)

3. ใช้ความซีเนอร์ไดโอดร่วมกับไดโอด (Diode + Zener diode suppression) คือ วิธีการนี้จะทำให้เวลาที่ใช้ในการกำจัด Back emf voltage เร็วกว่าสองวิธีแรก การเลือก zener diode breakdown voltage เลือกให้มีคา เท่ากับ Vce(max) แรงดันที่ใช้กับสเต็ปเปอร์มอเตอร์(+V)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.33 วงจรที่ใช้ความซีเนอร์ไดโอดร่วมกับไดโอด(Diode + Zener diode suppression)

2.6.5 วิธีการขับ(Driving)หรือวธการกระตุ้นเฟส (Phase Excitation) ของสเต็ปเปอร์มอเตอร์

การกระตุ้นเฟสของสเต็ปเปอร์มอเตอร์ คือ การจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดที่สเตเตอร์ของแต่ละเฟสเพื่อทำให้ มอเตอร์หมุนนั่นเอง แบ่งออกเป็น 3 วิธีคือ

2.6.5.1 การกระตุ้นเฟสแบบOne phase excitation หรือWave หรือHalf Drive

การกระตุ้นเฟสแบบนี้ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยัง ขดลวดครั้งละหนึ่งขดบนสเตเตอร์ดังนี้

Step	Unipolar		Bipolar	
	Supply		Supply	
	+V	Gnd.	+V	Gnd.
1	Com.	A	A	/A
2	Com.	B	B	/B
3	Com.	/A	/A	A
4	Com.	/B	/B	B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5.2. การกระตุ้นเฟสแบบ Two phase excitation หรือ Full Step

การกระตุ้นเฟสแบบนี้ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดครั้งละสองขดที่อยู่ใกล้กันบนสเตเตอร์ดังนี้

Step	Unipolar		Bipolar	
	Supply		Supply	
	+V	Gnd.	+V	Gnd.
1	Com.	A , B	A , B	/A , /B
2	Com.	/A , B	/A , B	A , /B
3	Com.	/A , /B	/A , /B	A , B
4	Com.	A , /B	A , /B	/A , B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.5.3 การกระตุ้นเฟสแบบ One - Two phase excitation หรือ Half Step

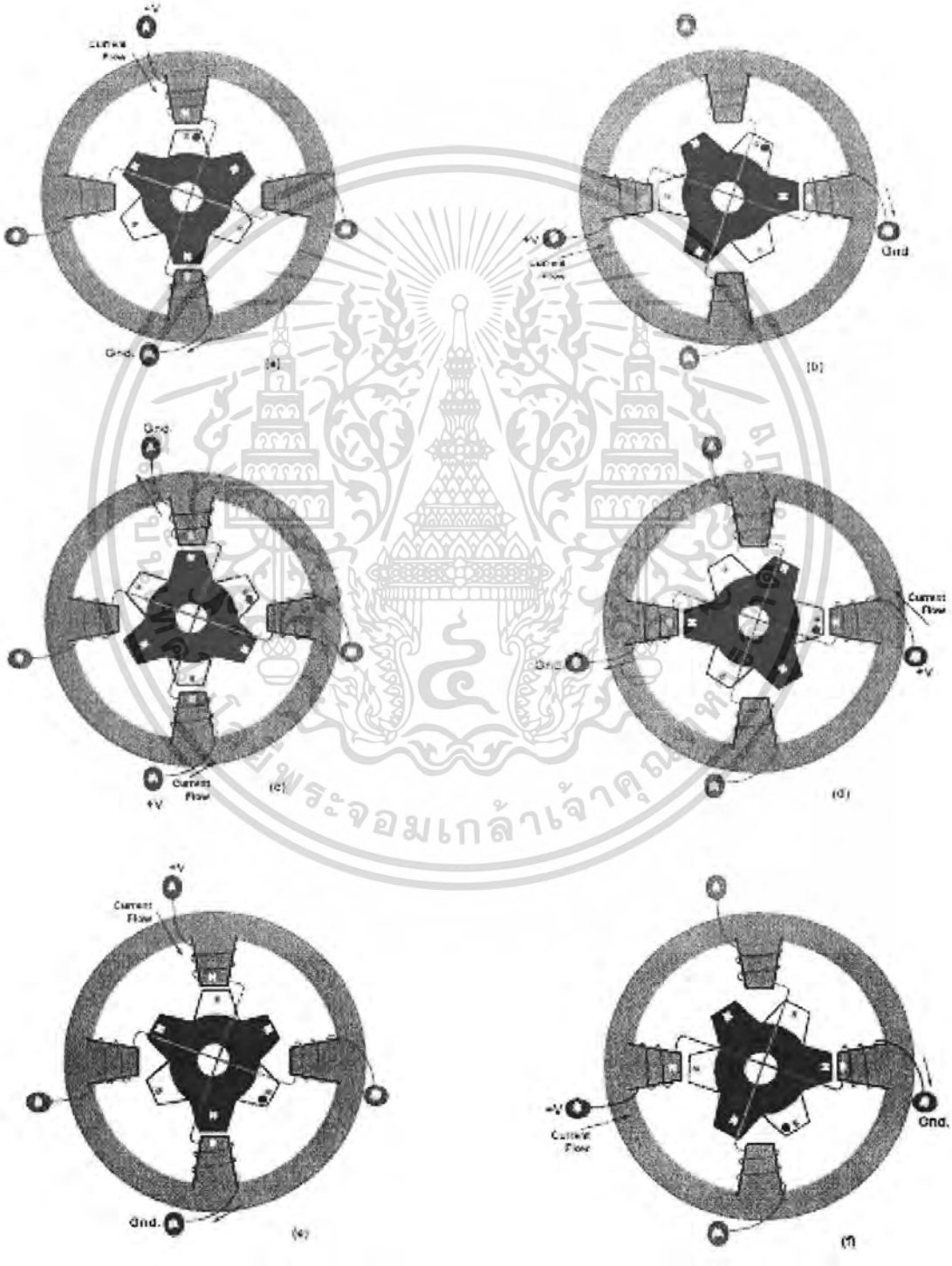
การกระตุ้นเฟสแบบนี้ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าไปยังขดลวดครั้งละสองขดที่อยู่ใกล้กันบนสเตเตอร์สลับกับการจ่ายกระแสไฟฟ้าครั้งละหนึ่งขดบนสเตเตอร์ ดังนี้

Step	Unipolar		Bipolar	
	Supply		Supply	
	+V	Gnd.	+V	Gnd.
1	Com.	A , B	A , B	/A , /B
2	Com.	B	B	/B
3	Com.	/A , B	/A , B	A , /B
4	Com.	/A	/A	A
5	Com.	/A , /B	/A , /B	A , B
6	Com.	/B	/B	B
7	Com.	A , /B	A , /B	/A , B
8	Com.	A	A	/A

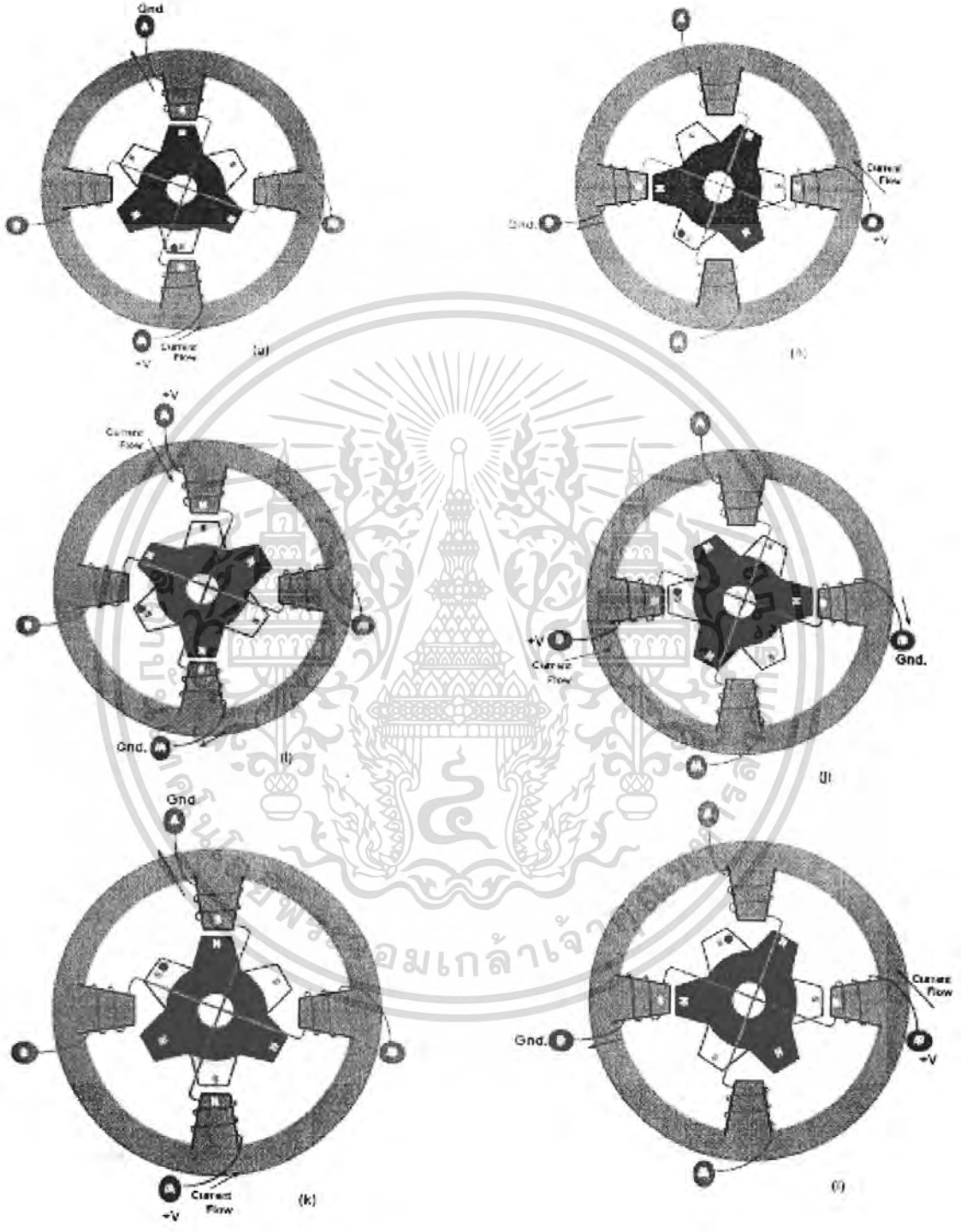
*หมายเหตุ ค่าคงที่ (f) ที่ใช้ในการคำนวณหา Step per Rev. วิธที่1และ 2 มีคาเท่ากับ 1 สวนวิธที่ 3 มีคาเท่ากับ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการหมุนและการกระตุ้นมอเตอร์แบบไบโพลา 2 เฟส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

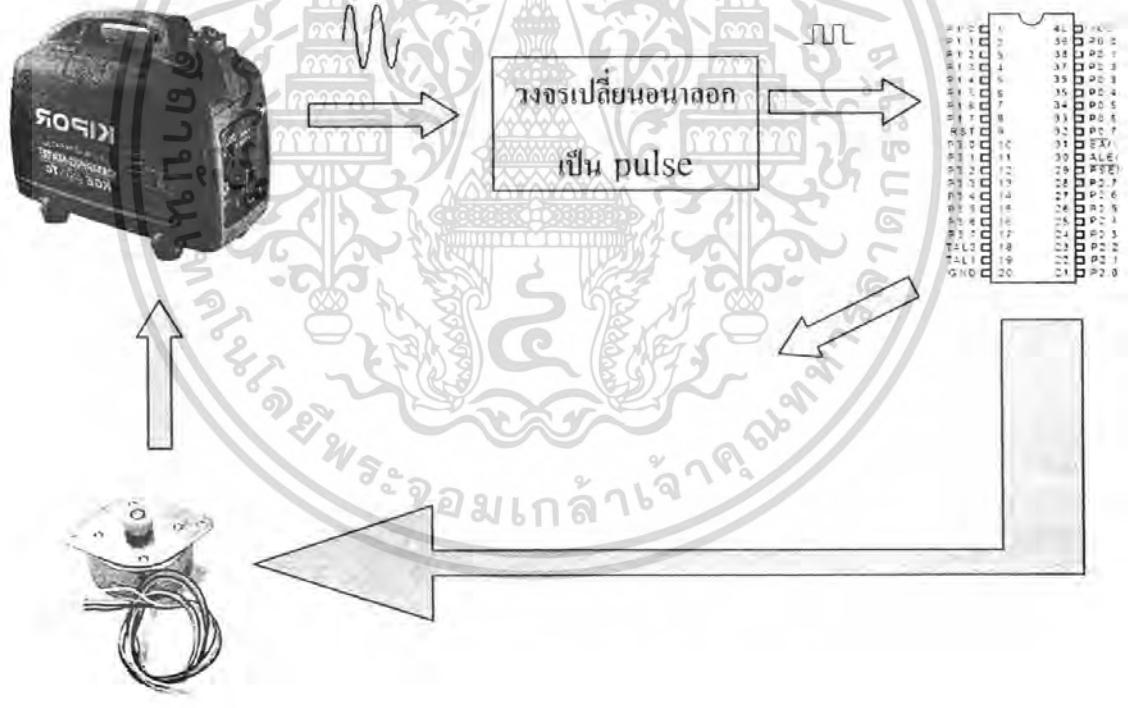
วงจรที่ทำการทดลองและการออกแบบวงจร

3.1 วงจรรวมทั้งหมดของวงจร

สำหรับในเทอมนี้เราจะทำวงจรเพื่อรับค่าสัญญาณจากกระแสไฟบ้านแล้ว เราต้องนำสัญญาณที่ได้ไปผ่านการคอนเวอร์เตอร์จากสัญญาณรูปซายไปเป็นสัญญาณรูปพัลส์ เพื่อที่จะนำสัญญาณที่ได้ไปเข้า mcs51 เพื่อประมวลผลสัญญาณที่ได้ และนำค่าที่ประมวลผลสัญญาณไปแสดงผลออกหน้าจอLCD

ซึ่งเราจะแบ่งพิจารณาเป็น 2 ส่วนคือ

- ส่วนอินพุตของสัญญาณ
- วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์MCS51พ้อมด้วยจอLCD16×2

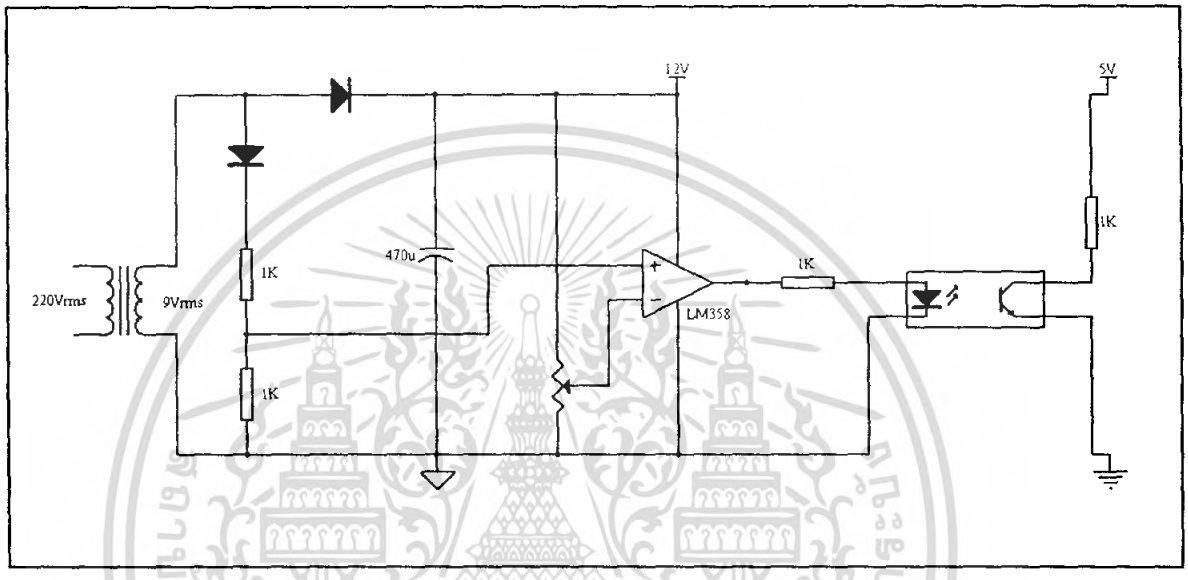


รูปที่ 3.1 แสดงวงจรโครงงานที่ได้จัดทำในเทอมนี้ทั้งหมด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 ส่วนอินพุตของสัญญาณ

สำหรับวงจรส่วนนี้เราจะรับแรงดันจากไฟบ้านเข้ามา จากนั้นเราจะนำความต้านทาน 50K กับ820 โอห์ม มาแบ่งแรงดันให้ลดลง แล้วจึงนำไปเข้าวงจร Comparator แล้วจะได้สัญญาณรูปพัลล์นำสัญญาณพัลล์ที่ได้มาเข้า Opto เพื่อแยก Ground อนาลอกกับดิจิตอล

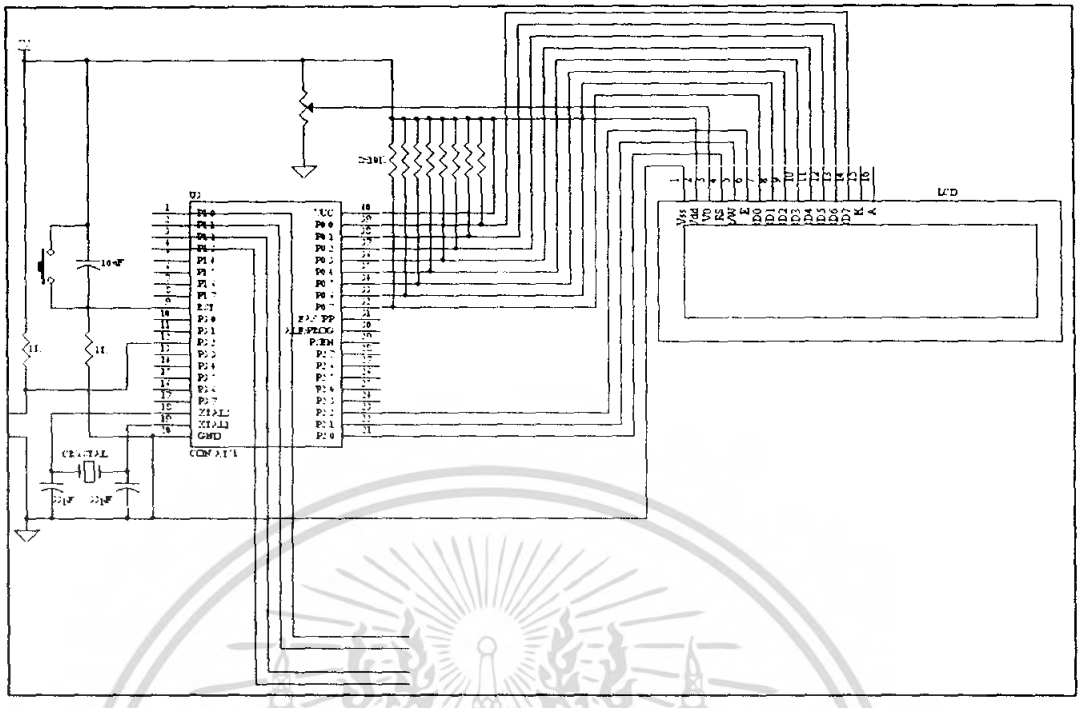


รูปที่ 3.3 วงจรรับสัญญาณจากไฟ 220 Vrms จากเครื่องปั่นไฟ

3.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์MCS51พ้อมด้วยจอLCD16×2

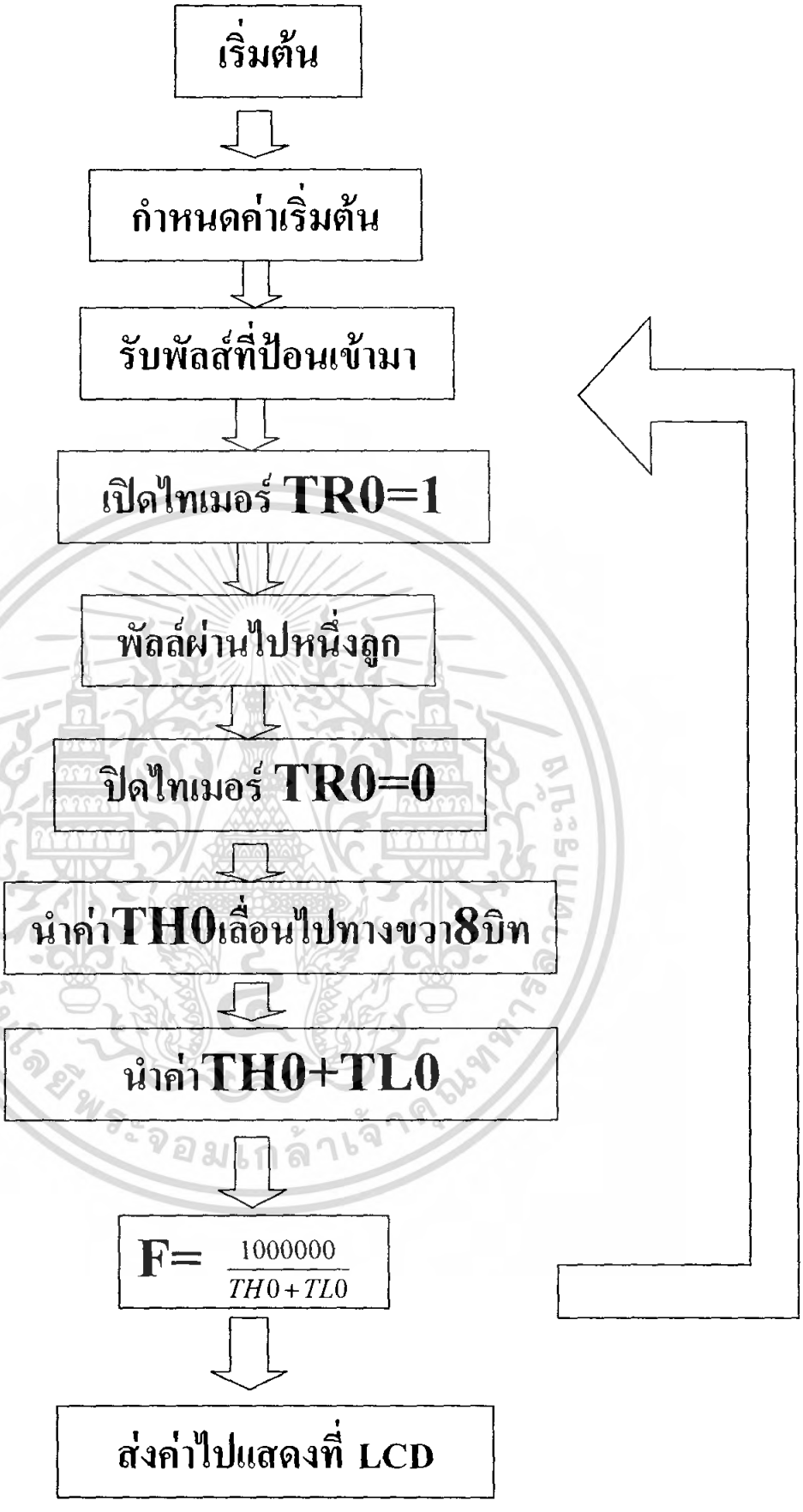
ส่วนนี้เป็นส่วนที่นำสัญญาณอินพุตจากส่วนแรกมาประมวลผล โดยจะใช้เคาน์เตอร์เพื่อรับสัญญาณพัลล์จากส่วนอินพุตทำการนับสัญญาณลูกคลื่นที่นับได้ในเวลาหนึ่งวินาทีก็จะคือความถี่นั้นเอง และเมื่อประมวลผลเสร็จแล้วก็จะนำค่าความถี่ที่วัดได้แสดงออกที่หน้าจอLCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์MCS51พ้อมด้วยจอLCD16×2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



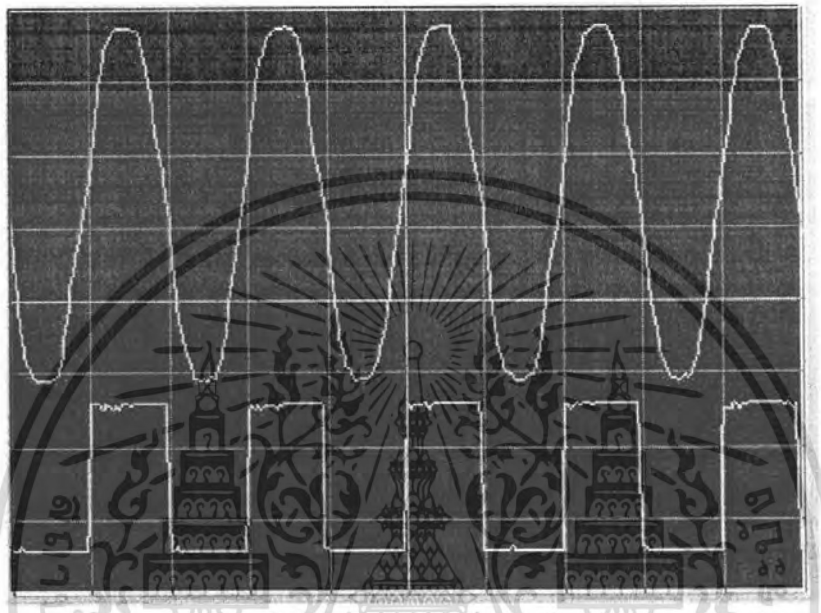
รูปที่ 3.5 ผังแสดงการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

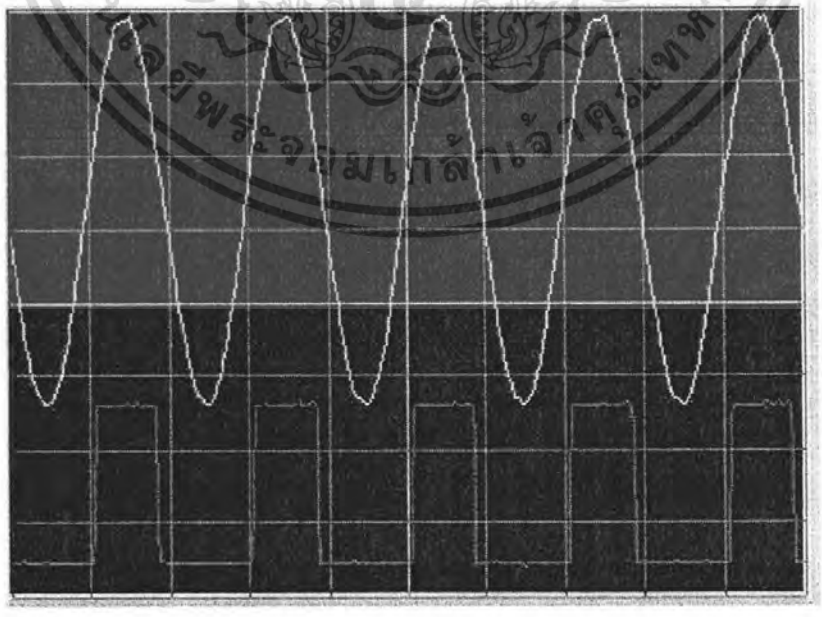
บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 การวัดสัญญาณที่ก่อนขาเข้าและออกจากวงจรอินเวอร์เตอร์



รูปที่ 4.01 รูปสัญญาณไฟจากเครื่องปั่นไฟก่อนและหลังเข้าเข้าอินเวอร์เตอร์

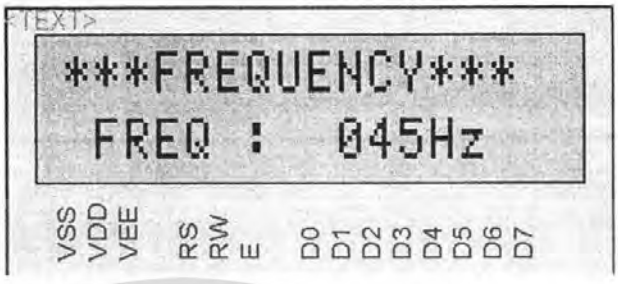


รูปที่ 4.02 รูปสัญญาณไฟบ้านก่อนและหลังจากเข้าอินเวอร์เตอร์

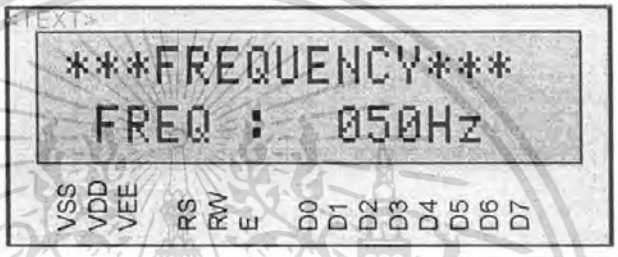
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การจำลองการทำงานของโปรแกรมออกทางLCDที่ความถี่ต่าง ๆ

ที่ความถี่ 45 Hz

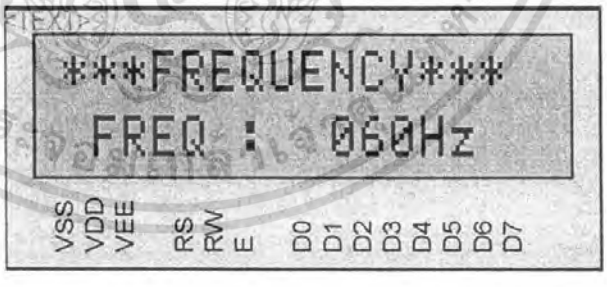


ที่ความถี่ 50 Hz

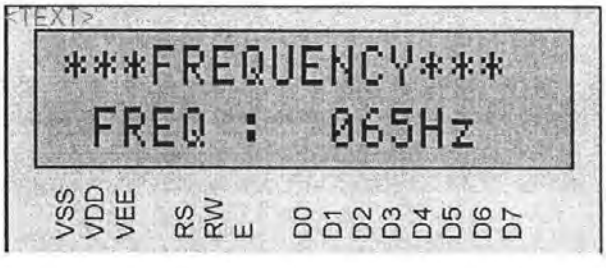


ที่ความถี่ 55 Hz

ที่ความถี่ 60 Hz

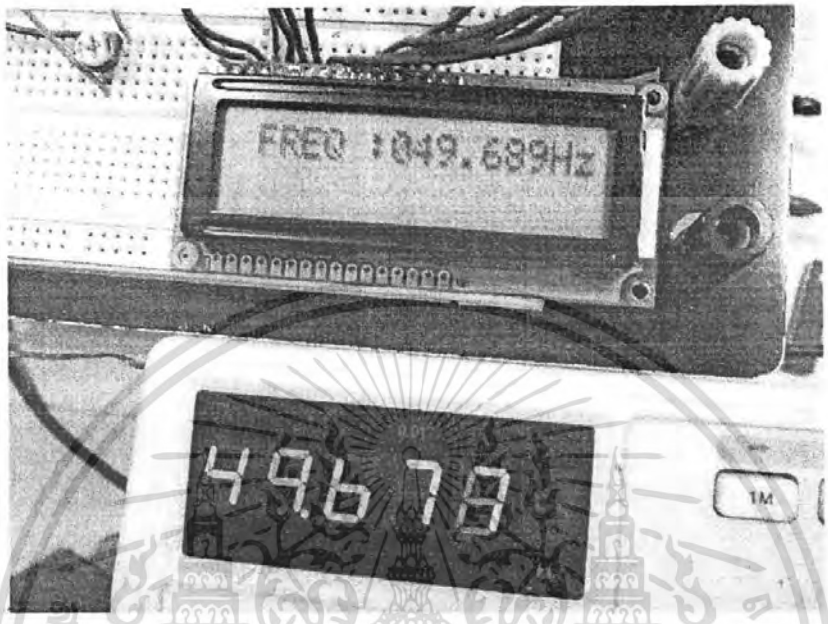


ที่ความถี่ 65 Hz



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลองวัดค่าความถี่ที่ออกมาจากฟังก์ชันเจนเนอร์เรเตอร์



ที่ความถี่ 49.678 Hz

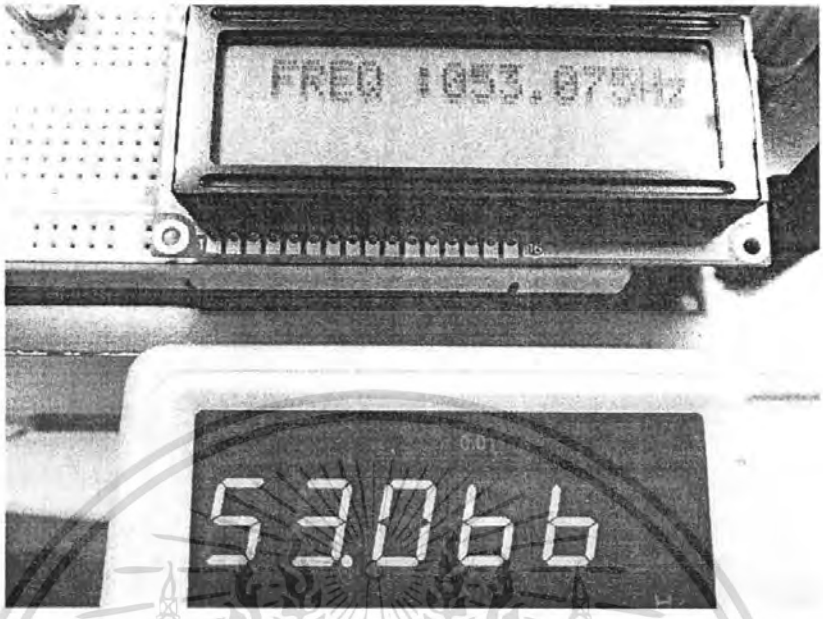
ที่ความถี่ 51.279 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความถี่ 51.336 Hz

ที่ความถี่ 52.015 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

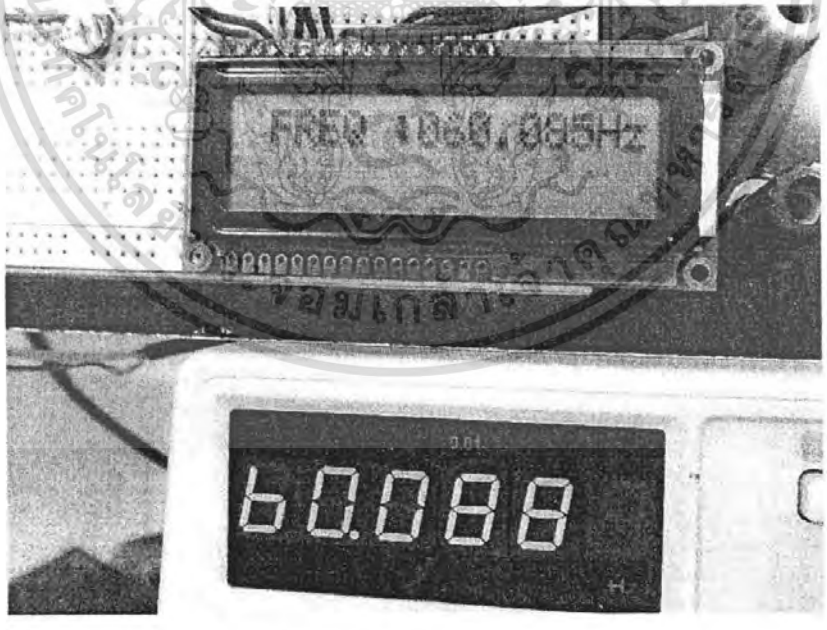


ที่ความถี่ 53.066 Hz

ที่ความถี่ 53.920 Hz

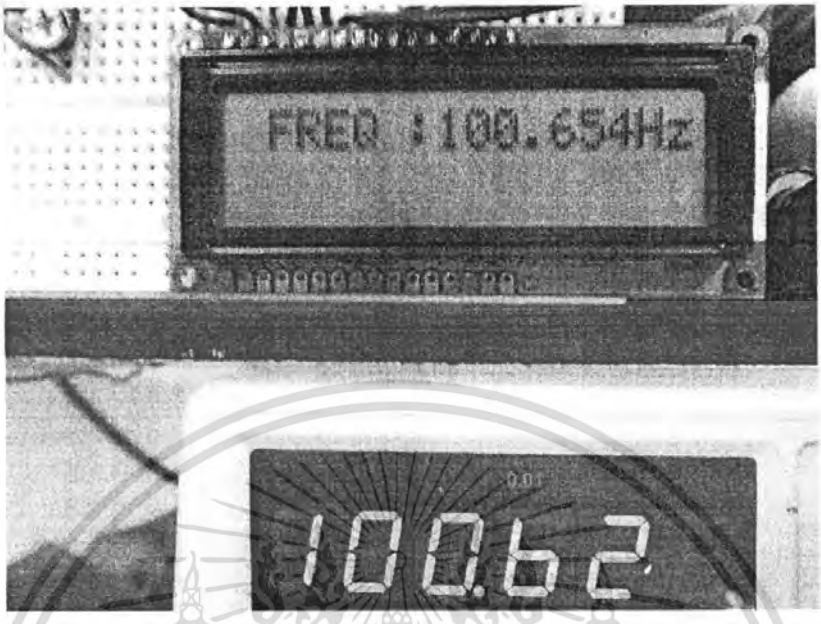
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ความถี่ 55.029 Hz



ที่ความถี่ 60.088 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ที่ความถี่ 100.62 Hz

ตารางที่ 4.01 แสดงค่าที่วัดได้ออกLCD จาก Generator ที่ความถี่ต่างๆ

ค่าจากฟังก์ชันเจนเนอเรเตอร์	ค่าที่วัดได้	ค่าความผิดพลาด
49.677 Hz	49.689 Hz	0.012
51.279 Hz	51.284 Hz	0.005
51.336 Hz	51.347 Hz	0.011
52.015 Hz	52.026 Hz	0.011
53.066 Hz	53.075 Hz	0.009
53.920 Hz	53.934 Hz	0.014
55.029 Hz	55.032 Hz	0.004
60.088 Hz	60.085 Hz	0.003
100.62 Hz	100.654 Hz	0.034

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่5

สรุปผลการทดลอง

5.1 สรุปและวิจารณ์

สำหรับโครงงานการควบคุมความถี่ขาออกนี้เป็นการควบคุมความถี่ของสัญญาณรูปซายน์ที่ออกจากเครื่องปั่นไฟให้ได้ความถี่ที่ค่อนข้างจะคงที่ โดยที่จะวัดความถี่สัญญาณจากเครื่องปั่นไฟเพื่อที่จะได้นำไปประมวลผลโดย MCS51 เบอร์ AT89C52 เพื่อที่จะไปควบคุมระบบความเร็วเครื่องเดินเบาแบบสเต็ปเปอร์มอเตอร์ซึ่งอยู่ในเครื่องปั่นไฟเพื่อเร่งเครื่องหรือเบาเครื่องเพื่อที่จะให้ได้ค่าความถี่ที่ค่อนข้างคงที่ ซึ่งจะทำให้ได้ดีกว่า

โดยสำหรับโครงงานนี้จะประกอบด้วยวงจรที่สำคัญอยู่ 2 ส่วนคือส่วนที่แปลงสัญญาณรูปซายน์ที่ออกจากเครื่องปั่นไฟเป็นสัญญาณรูปพัลส์ และส่วนที่เป็นส่วนประมวลผลส่วนที่วัดความถี่แล้วประมวลผลว่าสมควรที่จะเร่งเครื่องหรือเบาเครื่องต่อไป ซึ่งการทำเช่นนี้จะทำให้ได้ความถี่ที่ค่อนข้างจะเสถียรกว่าเนื่องจากมีการวัดความถี่ขาออกเพื่อป้อนกลับมาประมวลผลซึ่งจะดีกว่าแบบเดิมซึ่งไม่มีการป้อนกลับค่าความถี่กลับมาประมวลผลอีก

สำหรับการทดลองโดยเราจะทำการจับออสซิโลสโคปจับสัญญาณไฟบ้านและสัญญาณไฟที่ออกจะเครื่องปั่นไฟพบว่าสัญญาณที่ออกมาจากเครื่องปั่นไฟจะได้รูปซายน์ที่ค่อนข้างจะมี noise รบกวนอยู่ และเมื่อเรานำวงจรที่ใช้วัดความถี่มาทดลองวัดความถี่ที่ได้จาก Function Generator ที่วัดได้แตกต่างจากค่าที่มาจากหน้าปัด Function Generator น้อยมาก

5.2 ปัญหาและวิธีการแก้ไข

1. เนื่องจากการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ในโครงงานนี้ได้ใช้ภาษา C ในการเขียนซึ่งไม่เคยใช้มาก่อน จึงต้องใช้เวลานานในการศึกษาทำความเข้าใจหลักการเขียนโปรแกรม

2. เมื่อเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์แล้ว เกิดปัญหาเนื่องจากลำดับการทำงานไม่ดีพอ แก้ปัญหาโดยลำดับการทำงานใหม่

3. สำหรับส่วนเครื่องปั่นไฟเป็นอะไรที่ไม่เคยได้ศึกษามาก่อน อีกทั้งหนังสือที่เกี่ยวกับเครื่องปั่นไฟโดยตรงหายาก จึงต้องใช้เวลาในการศึกษาค้นคว้าและทำความเข้าใจค่อนข้างนาน

4. เนื่องด้วยวงจรนี้มีทั้งส่วนของสัญญาณที่เป็นทั้งอนาลอกและดิจิตอล ทำให้ส่วนที่เป็นอนาลอกมากวนส่วนที่เป็นดิจิตอลได้ จึงต้องออกแบบลายวงจรให้ดีและทำการลด noise จากวงจรอนาลอกให้มากที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

ดอนสัน ปงผาน , “ไมโครคอนโทรลเลอร์และการประยุกต์ใช้งาน2”,สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น),2549

ธียรชัย บุณยะกุล , “ทฤษฎีช่างเทคนิคยานยนต์ 4 เครื่องยนต์เบนซิน” , สมาคมส่งเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น) , 2542.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source code

```
#include<reg52.h>
#include <string.h>
long int freq;

sbit RS = P2^0 ;
sbit RW = P2^1 ;
sbit EN = P2^2 ;

unsigned int th=0,tl=0,sum=0,dat1=0,dat2=0,r,i;
int dat_motor[12] =
{0x01,0x02,0x04,0x08,0x01,0x02,0x04,0x08,0x01,0x02,0x04,0x08};
int dat_motor1[4] = {0x01,0x02,0x04,0x08};
int dat_motor2[4] = {0x08,0x04,0x02,0x01};

int pat1[6] = {0x08,0x04,0x02,0x01,0x01,0x02};
long int buff;
static bit status=0; // 0 if less than 50, 1 if more than 50
static int upstream=0;
static bit downstream=0;
static bit set=0 ;


void delay(unsigned int count)
{
        static bit lock=0;
        if(lock == 0)
        {
                lock = 1;
                TH1  = 0x9B;
                TL1  = 0x9B;
        }

        TR1 = 1;
        while(count--)
        {
                while(TF1 == 0);
                TF1 = 0;
        }
        TR1 = 0;
}

void pulse(void)
{
        EN = 1;
        delay(5);
        EN = 0;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

unsigned char read(void)
{
        unsigned char dat;
        EN = 1;
        dat = P0;
        EN = 0 ;
        return(dat);
}

unsigned char read_ac(void)
{
        unsigned char dat;
        RS = 0;
        RW = 1;
        dat = read()&0x7F;
        return(dat);
}

bit read_bf(void)
{
        unsigned char dat;
        RS = 0;
        RW = 1;
        dat = read()&0x80;

        if(dat==0x80)
        return(1);

        else
        return(0);
}

void wait(void)
{
        while(read_bf());
}

void write(unsigned char dat)
{
        P0 = dat ;
        pulse();
}

void write_command(unsigned char cmd)
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        RS = 0;
        RW = 0;
        write(cmd);
        wait();
}

void write_data(unsigned char dat)
{
        RS = 1;
        RW = 0;
        write(dat);
        wait();
}

void write_str (unsigned char *str)
{
        char i,count;
        count = strlen (str);
        for (i=0; i<count; i++)
        {
                write_data(str[i]);
        }
}

void write_int (long int value)
{
        write_data(((value%1000)/100)+0x30);
        write_data(((value%100)/10)+0x30);
        write_data((value%10)+0x30);
}

void write_decimal (long int numerator,unsigned int denominator)
{
        if(denominator != 0 )
        {
        dat1 = numerator/denominator ;
        buff = numerator%denominator ;
        dat2 = (1000*buff)/denominator;
        write_int(dat1);
        write_data('.');
        write_int(dat2);
        }
        else
        write_str("000.000");
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
void init(void)
{
        delay(150);

        RS = 0;
        RW = 0;
        EN = 0;
        P0|=0x3F;
        pulse();

        delay(41);

        pulse();

        delay(1);

        pulse();

        write_command(0x38);
        write_command(0x01);
        write_command(0x0c);
        write_command(0x06);
}
void start (void)
{
        unsigned int k;
                for(k=0;k<12;k++)
                {
                        P1 = dat_motor[k];
                        delay(1000);
                }
}
void backward(void)
{
        unsigned int k;
                for(k=0;k<4;k++)
                {
                        P1 = dat_motor2[k];
                        delay(100);
                }
}

void forward(void)
{
        unsigned int k;
                for(k=0;k<4;k++)
                {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                P1 = dat_motor[k];
                delay(100);
            }
}

void ExtInt0(void) interrupt 0
{
    if(set == 0)
    {
        TR0 = 1;
        set = ~set;
    }
    else
    {
        TR0 = 0;

        th = TH0;
        tl = TL0;
        th<<=8;
        sum = th|tl ;

        TH0 = 0x00;
        TL0 = 0x00;

        set = ~set;
    }
    upstream = upstream + 1;
}


void main(void)
{
        init();
        upstream = 0;
        downstream = 0;
        EX0 = 1;
        IT0 = 1;
        EA = 1;
        TMOD = 0x21;
        sum = 0;
      forward();
      forward();
        forward();
      forward();
        forward();
        forward();
        forward();
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//start();
while(1)
{
        freq=1000000%sum;
   write_command(0x80);
        write_str (" FREQ :");
        write_decimal(1000000,sum);
        write_str ("Hz");
        write_command(0x0c);

   forward(); forward();

        // Special Case ---------------------------------
        if( (upstream>=50) && (status==0) && (downstream==0))
        {
                forward(); forward();
                upstream = 0; downstream = 1;
        }

        // Normal Case ----------------------------------
        if(dat1<50)
        {
                //  Forward  if less than 49.6
                if( (dat2<=600) && (status==1))
                {
                        forward(); forward(); forward();
                        upstream = 0; downstream = 0;
                        status = 0;
                }
                //  Backward if more than 49.6
                else if( (dat2>600) && (status==0) )
                {
                        backward(); backward(); backward();
                        if(downstream == 1)
                        {
                                backward(); backward(); backward();
                                downstream = 0;
                        }
                        upstream = 0;
                        status = 1;
                }
        }
        //  Backward if more than 50
        if( (dat1>50) && (status==0) )
        {
                        backward(); backward(); backward();
                        if(downstream == 1)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                                {
                                        backward(); backward(); backward();
                                        downstream = 0;
                                }
                                upstream = 0;
                                status = 1;
                        }

                        backward();
                }
        }
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้