สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบสร้างอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วสำหรับคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบหนึ่งเฟส

A DESIGN AND CONSTRUCTION OF SPEED CONTROLLED INVERTER FOR SINGLE PHASE AIR-CONDITION COMPRESSOR

W 978 ก
T 058535

ไพบูลย์ ธานินทร์สุรัตน์
PAIBOON TANINSURAT

วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2547

QW
W 978 ก
2547
ฉ.1

ISBN 974-15-1086-1

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 58535
วัน,เดือน,ปี 25 ส.ค. 2549
b 11492609
i.....

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A DESIGN AND CONSTRUCTION OF SPEED CONTROLLED INVERTER FOR SINGLE PHASE AIR-CONDITION COMPRESSOR

PAIBOON TANINSURAT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRONIC ENGINEERING
SCHOOL OF GRADUATE STUDIES
KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2004

ISBN 974-15-1086-1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2004

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การออกแบบสร้างอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วสำหรับคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบหนึ่งเฟส
นักศึกษา	นาย ไพบูลย์ ธานินทร์สุรัตน์
รหัสประจำตัว	42061307
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
พ.ศ.	2547
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	ผศ.พลผดุง ผดุงกุล

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ นำเสนอการออกแบบอินเวอร์เตอร์สำหรับควบคุมมอเตอร์คอมเพรสเซอร์หนึ่งเฟส เพื่อให้สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ในการปรับระดับอุณหภูมิของห้อง ที่เหมาะสมในแต่ละสภาวะการทำงานได้ ซึ่งจะช่วยลดพลังงานสิ้นเปลืองที่ไม่จำเป็น นอกจากนี้ยังมีเทคนิกการทำซอร์ฟสตาร์ท (softstart) เพื่อลดพลังงานสิ้นเปลืองในขณะคอมเพรสเซอร์เริ่มทำงาน การควบคุมดังกล่าวนี้มีพื้นฐานจาก การออกแบบการควบคุมการสวิตช์ IGBT ให้รูปคลื่นของแรงดันที่ขด Run และขด Start ของมอเตอร์อินดักชั่น มีเฟสต่างกัน 90 องศา ด้วยเทคนิกแบบควบคุมเวกเตอร์(Vector Control)วงจรควบคุมรูปแบบการสวิตช์ถูกประยุกต์ใช้ด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ P89C51RD2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	A Design and Construction of Speed Controlled Inverter for Single Phase Air-Condition Compressor
Student	Mr.Paiboon Taninsurat
Student ID.	42061307
Degree	Master of Engineering
Programme	Electronic Engineering
Year	2004
Thesis Advisor	Asst. Prof. Polphadung Phadungkul

ABSTRACT

This thesis presents the designing of inverter for controlling speed of single-phase motor. For such an applications, the motor-speed can be finely adjusted in room temperature level. This results in energy saving. In addition, the soft-start technique is used to reduce the consumed energy during the operation of starting compressor. The vector-control technique is exploited to control the switching of IGBT. This causes 90 degrees phase difference in voltage waveforms between motor-coils. The patterns of switching are selected and controlled by using the micro-controller.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VIII

สารบัญภาพ IX

บทที่ 1 บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 1

1.3 สมมติฐานของการศึกษา 1

1.4 ขอบเขตการวิจัย 2

บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 มอ เตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว 3

2.2 ทฤษฎีสนามแม่เหล็กขวาง 3

2.3 คาปาซิเตอร์สตาร์ตและรันมอ เตอร์ 5

2.4 คาปาซิเตอรันมอร์เตอร์ชนิดค่าเดียว 5

2.5 การเฉลี่ยเฉพาะที่ในการควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบ PWM 7

2.6 อินเวอร์เตอร์ 3 เฟส 9

2.7 หลักการของการควบคุมทางเวคเตอร์ 12

2.8 ระบบเครื่องปรับอากาศ 13

2.8.1 ระบบเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์แบบเปิดปิด 13

2.8.2 ระบบเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์โดยใช้อินเวอร์เตอร์ 15

2.8.3 หลักการของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชั่นวาล์ว 18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบ

3.1 การออกแบบสัญญาณควบคุมมอเตอร์ 19

3.2 การออกแบบหา Modulation Index และมุม 21

3.2.1 การคำนวณ Modulation Index และความต่างเฟสของขดสตาร์ทและขดรันที่ความถี่ 50 Hz....21

3.2.2 การคำนวณ Modulation Index และความต่างเฟสของขดสตาร์ทและขดรันที่ความถี่อื่นๆ....22

3.3 การออกแบบสัญญาณการควบคุมสวิทช์ 23

3.4 การออกแบบวงจรภาคขับสวิทช์ IGBT 24

3.5 การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณ PWM ที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ 25

3.6 การออกแบบวงจรทวีแรงดัน 25

3.7 การออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิ 26

3.8 การออกแบบวงจรตรวจสอบแรงดันไฟตกไฟเกิน 28

3.9 การออกแบบวงจรแสดงผล 29

3.10 การออกแบบวงจรขับรีเลย์ 29

3.11 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน 30

3.12 วงจรรวมส่วนควบคุมและสร้างสัญญาณ PWM 31

บทที่ 4 การออกแบบโปรแกรม

4.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบ 33

4.1.1 ส่วนสร้างสัญญาณ PWM 33

4.1.2 ส่วนควบคุม 34

4.2 โครงสร้างโปรแกรม 34

4.2.1 โปรแกรมการคำนวณหาความกว้างของสัญญาณ PWM และการบีบอัดข้อมูล 34

4.2.2 โปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM 35

4.2.3 โปรแกรมควบคุมการทำงาน 36

4.3 ข้อมูลรีโมทคอนโทรล 41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

บทที่ 5 ผลการทดลอง

5.1 สัญญาณที่จุดต่างๆ 45

5.2 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าและกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิด 58

5.2.1 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิด.....58

5.2.2 ผลการวัดกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิด.....60

5.2.3 ผลการวัดกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ทของเครื่องปรับอากาศ ระบบเปิดปิด.....62

5.3 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าและกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ 64

5.3.1 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ 64

5.3.2 ผลการวัดกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์.....65

5.3.3 ผลการวัดกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ทของเครื่องปรับอากาศ ระบบอินเวอร์เตอร์.....69

5.3.4 ผลการวัดกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขด START และขด RUN ขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์.....70

5.3.5 ผลการคำนวณประสิทธิภาพของวงจรอินเวอร์เตอร์ที่ความถี่ต่างๆ 75

5.3.6 การเปรียบเทียบกำลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ระบบเปิดปิดและระบบอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้น 75

5.3.7 Power factor ของระบบอินเวอร์เตอร์ 76

5.3.8 ผลการวัดอุณหภูมิที่ช่องลมออกของเครื่องปรับอากาศแบบเปิดปิดและแบบอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้น 76

บทที่ 6 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

6.1 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

เอกสารอ้างอิง 79

ภาคผนวก

ภาคผนวก ก. วงจรสมบูรณ์ของระบบ 80

ภาคผนวก ข. โปรแกรมของระบบ 83

ประวัติผู้เขียน 105

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ . **หน้า**

2.1 อัตราส่วนระหว่างค่า RMS ของฮาร์มอนิกกับ V_s ของแรงดันสายของอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส 11

3.1 ตารางการออกแบบค่า Modulation Index และความต่างเฟสของความถี่ต่างๆ.....23

3.2 สภาวะเอาท์พุทของวงจรตรวจสอบไฟตกไฟเกิน 28

3.3 ตรางรางผลตอบสนองความถี่ 30

4.1 ตารางผลต่างเวลา 43

5.1 แรงดันที่ขด Start และขด Run 55

5.2 พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเทียบกับความถี่.....64

5.3 ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์.....75

5.4 การเปรียบเทียบกำลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ระบบเปิดปิดและระบบอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้น.....75

5.5 Power factor ของระบบอินเวอร์เตอร์ 76

5.6 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของทั้ง 2 ระบบ 77

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 แสดงทิศทางของการเกิดของกระแสไฟฟ้าและเส้นแรงแม่เหล็กในโรเตอร์ของมอร์เตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว 4

2.2 แสดงรูปคลื่นของกระแสไฟฟ้าที่สเตเตอร์และโรเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ 4

2.3 ตำแหน่งการวางขดลวดของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว 5

2.4 แสดงวงจรของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิดค่าเดียว 6

2.5 แสดงคุณลักษณะระหว่างแรงบิดกับเปอร์เซนต์ความเร็วของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิดค่าเดียว 6

2.6 แสดงวงจรการกลับทิศทางการหมุนของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิดค่าเดียว 7

2.7 การใช้เทคนิก PWM กับวงจรทอนระดับ 9

2.8 วงจรและรูปคลื่นของอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบ PWM 10

2.9 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสของอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส แสดงช่วงพลังงานไม่ไหลสู่โหลด 12

2.10 โครงสร้างมอเตอร์และเวคเตอร์แรงดันระหว่างขด Run กับขด Start 12

2.11 โครงสร้างสวิทช์ 3 เฟส 13

2.12 เวคเตอร์แสดงแรงดันการควบคุมมอเตอร์ 13

2.13 วงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบเปิดปิด 14

2.14 การควบคุมอุณหภูมิห้องของระบบอินเวอร์เตอร์ 15

2.15 หลักการของระบบอินเวอร์เตอร์ 16

2.16 การสร้างไฟ AC 3 เฟสโดยการสวิทช์ซิ่ง 17

2.17 หลักการทำงานของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชั่นวาล์ว 18

3.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบอินเวอร์เตอร์ 19

3.2 วงจรพีดับเบิ้ลยูเอ็มอินเวอร์เตอร์ 20

3.3 รูปคลื่นพีดับเบิ้ลยูเอ็ม 21

3.4 เวคเตอร์การหา Modulation Index 21

3.5 เวคเตอร์การหามุม 22

3.6 สัญญาณ PWM ควบคุมสวิทช์ 24

3.7 วงจรภาคขับสวิทช์ IGBT 24

3.8 วงจรสร้างสัญญาณ PWM ที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ 25

3.9 วงจรเร็คติไฟเออร์และทวีแรงดัน 26

3.10 วงจรวัดอุณหภูมิ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.11 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเทียบกับอุณหภูมิ 27

3.12 วงจรตรวจสอบไฟตกไฟเกิน 28

3.13 วงจรแสดงผล 29

3.14 วงจรขับรีเลย์ 29

3.15 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน 30

3.16 ผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน 30

3.17 วงจรส่วนควบคุม 31

3.18 วงจรสร้างสัญญาณ PWM 32

4.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบ 33

4.2 โฟล์ชาร์ตการคำนวณหาความกว้างของสัญญาณ PWM และการบีบอัดข้อมูล 35

4.3 โฟล์ชาร์ตส่วนโปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM 36

4.4 ก โฟล์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม 37

4.4 ข โฟล์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม 38

4.4 ค โฟล์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม 39

4.4 ง โฟล์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม 40

4.5 ความกว้างของสัญญาณและข้อมูลของรีโมทคอนโทรล 41

5.1 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ P0.0(CH1) และ P0.1(CH2) 45

5.1 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ P0.0(CH1) และ P0.1(CH2) 45

5.2 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ P0.2(CH1) และ P0.3(CH2) 46

5.2 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ P0.2(CH1) และ P0.3(CH2) 46

5.3 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ P0.4(CH1) และ P0.5(CH2) 46

5.3 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ P0.4(CH1) และ P0.5(CH2) 47

5.4 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q2U(CH2) 47

5.4 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q2U(CH2) 47

5.5 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1V(CH1) และ Q2V(CH2) 48

5.5 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1V(CH1) และ Q2V(CH2) 48

5.6 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1W(CH1) และ Q2W(CH2) 48

5.6 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1W(CH1) และ Q2W(CH2) 49

5.7 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time ที่ขาเกทของ Q1U(CH1) และ Q2U(CH2) 49

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

5.8 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time ที่ขาเกทของ Q1V(CH1) และ Q2V(CH2) 49

5.9 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time ที่ขาเกทของ Q1W(CH1) และ Q2W(CH2) 50

5.10 ก รูปสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q2U(CH2) 50

5.10 ข รูปขยายสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q2U(CH2) 50

5.11 ก รูปสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1V(CH1) และ Q2V(CH2) 51

5.11 ข รูปขยายสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1V(CH1) และ Q2V(CH2) 51

5.12 ก รูปสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1W(CH1) และ Q2W(CH2) 51

5.12 ข รูปขยายสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1W(CH1) และ Q2W(CH2) 52

5.13 ก รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 50 Hz 52

5.13 ข รูปแรงดัน Fundamental ที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 50 Hz 52

5.14 ก รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 45 Hz 53

5.14 ข รูปแรงดัน Fundamental ที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 45 Hz 53

5.15 ก รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 40 Hz 53

5.15 ข รูปแรงดัน Fundamental ที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 40 Hz 54

5.16 ก รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 35 Hz 54

5.16 ข รูปแรงดัน Fundamental ที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 35 Hz 54

5.17 ก รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 30 Hz 55

5.17 ข รูปแรงดัน Fundamental ที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 30 Hz 55

5.18 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 50 Hz 56

5.19 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 45 Hz 56

5.20 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 40 Hz 56

5.21 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 35 Hz 57

5.22 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 30 Hz 57

5.23 สัญญาณรบกวน 57

5.24 สัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) (10mV/A) 58

5.25 สัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) ช่วงสตาร์ท(10mV/A) 58

5.26 สัญญาณกระแสรวมช่วงสตาร์ท(10mV/A) 59

5.27 สัญญาณกระแสรวมช่วงสภาวะคงตัว(10mV/A) 59

5.28 สัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

5.29 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(10mV/A)(วัดครั้งที่ 1).....60

5.30 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(10mV/A)(วัดครั้งที่ 2).....60

5.31 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(10mV/A)(วัดครั้งที่ 3).....61

5.32 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(10mV/A)(วัดครั้งที่ 4).....61

5.33 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(10mV/A)(วัดครั้งที่ 5).....61

5.34 แรงดัน(CH1)และกระแส(CH2)ขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ท(วัดครั้งที่ 1).....62

5.35 แรงดัน(CH1)และกระแส(CH2)ขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ท(วัดครั้งที่ 2).....62

5.36 แรงดัน(CH1)และกระแส(CH2)ขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ท(วัดครั้งที่ 3).....63

5.37 แรงดัน(CH1)และกระแส(CH2)ขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ท(วัดครั้งที่ 4).....63

5.38 แรงดัน(CH1)และกระแส(CH2)ขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ท(วัดครั้งที่ 5).....63

5.39 อัตราพลังงานไฟฟ้าอินพุทเทียบกับความถี่ 64

5.40 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=30Hz(RUN)(วัดครั้งที่ 1).....65

5.41 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=30Hz(RUN)(วัดครั้งที่ 2).....65

5.42 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=35Hz(RUN)(วัดครั้งที่ 1).....66

5.43 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=35Hz(RUN)(วัดครั้งที่ 2).....66

5.44 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=40Hz(RUN)(วัดครั้งที่ 1).....66

5.45 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=40Hz(RUN)(วัดครั้งที่ 2).....67

5.46 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=45Hz(RUN)(วัดครั้งที่ 1).....67

5.47 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=45Hz(RUN)(วัดครั้งที่ 2).....68

5.48 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=50Hz(RUN)(วัดครั้งที่ 1).....68

5.49 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=50Hz(RUN)(วัดครั้งที่ 2).....68

5.50 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=30Hz(START).....69

5.51 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=30Hz(START).....69

5.52 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดรัน(100mV/A) f=30Hz.....70

5.53 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดสตาร์ท(100mV/A) f=30Hz.....70

5.54 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดรัน(100mV/A) f=35Hz.....71

5.55 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดสตาร์ท(100mV/A) f=35Hz.....71

5.56 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดรัน(100mV/A) f=40Hz.....72

5.57 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดสตาร์ท(100mV/A) f=40Hz.....72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

5.58 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดรัน(100mV/A) f=45Hz.....73
5.59 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดสตาร์ท(100mV/A) f=45Hz.....73
5.60 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดรัน(100mV/A) f=50Hz.....74
5.61 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดสตาร์ท(100mV/A) f=50Hz.....74
5.62 กราฟการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิดและระบบอินเวอร์เตอร์.....76

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

เนื่องจากมีการผลิตและใช้งานเครื่องปรับอากาศกันอย่างแพร่หลายสำหรับประเทศที่มีอากาศร้อน ในประเทศไทยเครื่องปรับอากาศส่วนใหญ่ที่ใช้งานทั่วไปมักจะเป็นเครื่องปรับอากาศแบบประกอบตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งในระบบคอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศเหล่านี้ มีส่วนประกอบที่สำคัญคืออินดักชั่นมอเตอร์แบบเฟสเดียว โดยมีการควบคุมเป็นแบบ ปิด/เปิด ตามอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ การทำงานในลักษณะเช่นนี้จะทำให้ระบบต้องจ่ายกระแสไฟฟ้าสูงในขณะที่มอเตอร์เริ่มทำงานในแต่ละครั้งทำให้มีการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า และไม่สามารถควบคุมการทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ดังนั้นโครงการนี้จึงได้นำเสนอการออกแบบสร้างชุดควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์ เพื่อลดอัตราการสิ้นเปลืองของพลังงานไฟฟ้า

1.2 ความมุ่งหมาย และวัตถุประสงค์ของการศึกษา

จากปัญหาที่กล่าวข้างต้นจะเห็นว่าการทำงานของเครื่องปรับอากาศแบบ ปิด/เปิด มีความสูญเสียพลังงานบางส่วนในสภาวะเริ่มต้น เนื่องจากกระแสเฉลี่ยในช่วงเริ่มต้นมีขนาดสูงกว่าสภาวะปกติ อีกทั้งการทำงานแบบเปิด/ปิดยังไม่สามารถควบคุมอุณหภูมิให้อยู่ที่จุดตั้งได้อย่างเหมาะสมเท่าเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์ ซึ่งการตัดต่อทำให้เกิดการแกว่งของอุณหภูมิ นับเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานของประเทศโดยส่วนรวมอย่างเปล่าประโยชน์ และเมื่อใช้วิธีควบคุมแบบอินเวอร์เตอร์เพื่อลดการแกว่งตัวของอุณหภูมิและผลจากการทำซอร์ฟสตาร์ทจึงมีความเป็นไปได้ที่จะช่วยลดค่าใช้จ่ายลงมากกว่า

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

เครื่องปรับอากาศที่อาศัยหลักการอินเวอร์เตอร์ ที่มีจำหน่ายอยู่ในปัจจุบัน นี้จะมีโครงสร้างของระบบมีการเปลี่ยนไปจากระบบเดิมโดยสิ้นเชิง โดยระบบส่วนใหญ่ถูกออกแบบบนโครงสร้างของตัวประมวลผลเชิงดิจิตอล (Digital Signal Processing) และควบคุมแบบ 3 เฟส ทำให้มีวงจรเชื่อมต่อรอบนอกที่ซับซ้อนขึ้นเป็นเหตุให้เครื่องปรับอากาศประเภทนี้ ไม่สามารถใช้ชิ้นส่วนอะไหล่ทั่วไปมาทดแทนได้โดยง่าย ราคาและการบำรุงรักษาจึงค่อนข้างสูง ดังนั้นแนวคิดเพื่อการออกแบบอินเวอร์เตอร์ 1 เฟสสำหรับเครื่องปรับอากาศโดยมีพื้นฐานอยู่บนตัวควบคุมแบบไมโครคอนโทรลเลอร์จึงมีความจำเป็นมากเพื่อรองรับเครื่องที่ผลิตใหม่บนพื้นฐานเดิม และสามารถติดตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อปรับปรุงเครื่องปรับอากาศเดิมซึ่งมีใช้อยู่เป็นจำนวนมาก เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของคอมเพรสเซอร์และประหยัดพลังงานไฟฟ้าของประเทศ

1.4 ขอบเขตการวิจัย

สำหรับรายละเอียดของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะมีดังต่อไปนี้

บทที่ 2 จะกล่าวถึงมอเตอร์เหนี่ยวนำ 1 เฟส ทฤษฎีสนามแม่เหล็กขวาง ชนิดของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิดค่าเดียว การควบคุมอินเวอร์แบบ PWM และการควบคุมแบบเวคเตอร์

บทที่ 3 จะกล่าวถึงการออกแบบวงจรที่ใช้ในระบบ ซึ่งจะประกอบไปด้วย การออกแบบสัญญาณควบคุมมอเตอร์ การหา Modulation Index และมุม การออกแบบสัญญาณควบคุมสวิทช์ การออกแบบภาคขับสวิทช์ IGBT การออกแบบสร้างสัญญาณ PWM ที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ การออกแบบวงจรทวีแรงดัน การออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิ การออกแบบวงจรไฟตกไฟเกิน การออกแบบวงจรแสดงผล

บทที่ 4 เป็นการอธิบายการออกแบบโปรแกรมและโฟล์ชาร์ต ซึ่งจะประกอบด้วยโปรแกรมการคำนวณหาความกว้างของสัญญาณ PWM และการบีบอัดข้อมูล โปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM โปรแกรมควบคุมการทำงาน และการส่งข้อมูลของรีโมทคอนโทรล

บทที่ 5 เป็นผลการทดลองที่ได้จากการทดสอบอินเวอร์เตอร์

บทที่ 6 เป็นสรุปการวิจัย และข้อเสนอแนะที่เกิดขึ้นจากการทดลอง นอกจากนี้ในภาคผนวก ก. จะเป็นรายละเอียดของวงจรทั้งหมด ภาคผนวก ข. จะเป็นรายละเอียดของโปรแกรมที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

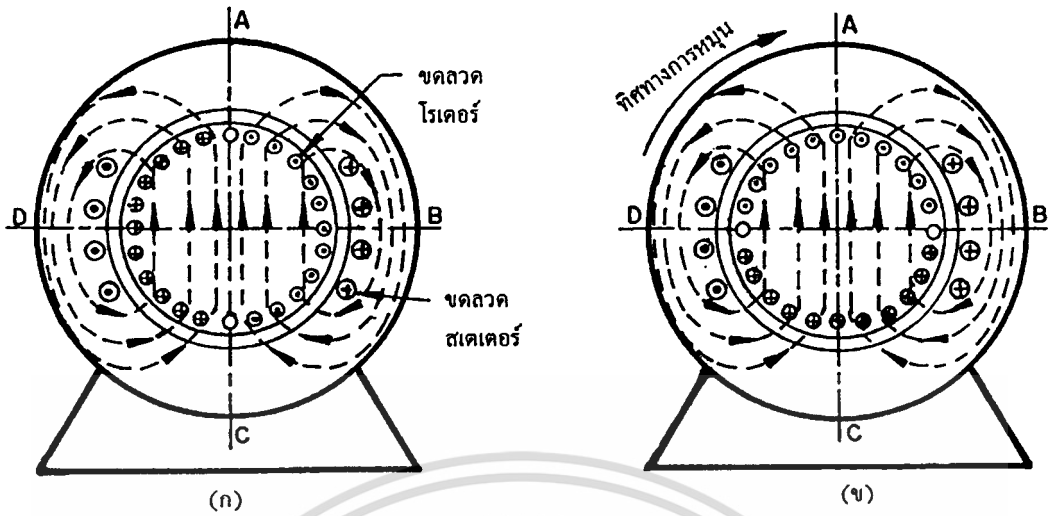
2.1 มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวนี้มีโครงสร้างคล้ายกับมอเตอร์ 3 เฟส ซึ่งจะแตกต่างกันก็ตรงที่สเตเตอร์นั้นมีการพันขดลวดเป็นแบบเฟสเดียว และต่อเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว ดังนั้นสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่สเตเตอร์จึงไม่ใช้สนามแม่เหล็กที่หมุนด้วยความเร็วซิงโครนัสเหมือนกับในมอเตอร์ 2 เฟส หรือ 3 เฟสที่ได้รับแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 2 เฟสหรือ 3 เฟส จึงเป็นเหตุให้สนามแม่เหล็กที่เกิดการกลับไปกลับมาอยู่ที่สเตเตอร์นั้นไม่สามารถทำให้มอเตอร์เกิดแรงบิด และหมุนขึ้นได้ในขณะที่โรเตอร์นั้นยังหยุดอยู่ นั่นคือมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวจึงไม่สามารถเริ่มหมุนด้วยตัวเองได้ จะหมุนได้ก็ต่อเมื่อโรเตอร์ถูกทำให้หมุนด้วยกรรมวิธีใดวิธีหนึ่ง ซึ่งหมายถึงต้องทำให้เริ่มหมุนด้วยมือหรืออุปกรณ์อื่นๆ ก่อน ซึ่งเมื่อถูกช่วยให้หมุนไปทิศทางใดทิศทางหนึ่งก่อนแล้ว จะทำให้เกิดแรงบิดและอัตราเร่งขึ้นในโรเตอร์นั้นจนกระทั่งได้ความเร็วเต็มพิกัดของมัน

2.2 ทฤษฎีสนามแม่เหล็กขวาง

จากรูปที่ 2.1(ก) ถ้าโรเตอร์อยู่ในสนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นเนื่องจากไฟฟ้ากระแสสลับ จะทำให้เกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้นในโรเตอร์โดยปฏิกิริยาเช่นเดียวกับหม้อแปลงไฟฟ้า ทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลในโรเตอร์และเกิดสนามแม่เหล็กในโรเตอร์นั้น สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากการเหนี่ยวนำนี้จะมีทิศทางตรงกันข้ามกับสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์และมีค่าเท่ากัน ผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นที่โรเตอร์คือโรเตอร์จะไม่หมุน เนื่องจากการหักล้างกันระหว่างสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์กับโรเตอร์ ดังนั้นจึงไม่เกิดการหมุน หรือไม่เกิดแรงบิดเริ่มหมุนขึ้นในมอร์เตอร์ แต่แรงบิดจะเกิดขึ้นในโรเตอร์และโรเตอร์หมุนได้ โดยการที่ตัวนำในโรเตอร์ตัดกับสนามแม่เหล็กจึงเกิดแรงดันไฟฟ้าเหนี่ยวนำขึ้น กระแสจะไหลวนเวียนอยู่ในแท่งตัวนำในโรเตอร์ ถ้าตัวนำที่โรเตอร์ถูกทำให้หมุนไปจากตำแหน่ง A ไปยังตำแหน่ง B ทำมุมฉากกับตำแหน่งเดิม ตัวนำโรเตอร์จะเกิดการตัดกับสนามแม่เหล็กที่สเตเตอร์ดังแสดงในรูปที่ 2.1(ข) ในขณะเดียวกันสนามแม่เหล็กก็จะแยกออกเป็น 2 ระบบคือต่างเฟสกันอยู่ 90 องศา และมีกระแสไฟฟ้าในสเตเตอร์และโรเตอร์ก็จะต่างเฟสกันด้วย แต่ถึงอย่างไรก็ตามในความเป็นจริงแล้วกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์จะต่างเฟสกับกระแสไฟฟ้าที่สเตเตอร์ เพราะว่าที่โรเตอร์นั้นความถี่เปลี่ยนไป ซึ่งความถี่ของกระแสไฟฟ้าที่โรเตอร์จะขึ้นอยู่กับความเร็วรอบของโรเตอร์ ผลลัพธ์ที่ได้ของเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองนี้แสดงได้ดังรูปที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 แสดงทิศทางของการเกิดของกระแสไฟฟ้าและเส้นแรงแม่เหล็กในโรเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว

รูปที่ 2.2 แสดงรูปคลื่นของกระแสไฟฟ้าที่สเตเตอร์และโรเตอร์ของมอเตอร์เหนี่ยวนำ

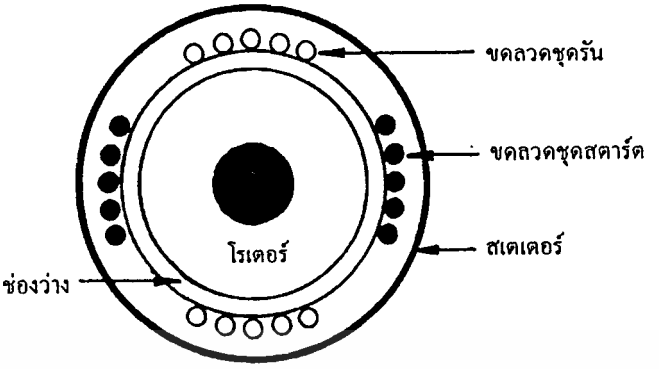
มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว เป็นมอเตอร์ชนิดทำงานโดยอาศัยแหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียว ซึ่งสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ

ก. เครื่องกลชนิดกรงกระรอก ได้แก่ สปลิตเฟสมอเตอร์ คาปาซิเตอร์มอเตอร์ และเชดเดดโพลมอเตอร์

ข. เครื่องกลชนิดโรเตอร์พันขดลวด ได้แก่ ซีรีส์มอเตอร์ และรีพัลชั่นมอเตอร์

มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวจะประกอบด้วยขดลวด 2 ชุดคือ ขดลวดชุดสตาร์ตหรือขดลวดช่วย(Starting Winding or Auxilliary Winding) และขดลวดชุดรันหรือขดลวดหลัก(Runing Winding or Main Winding) ขดลวดทั้งสองวางทำมุมกัน 90 องศาทางไฟฟ้า และต่อคร่อมเข้ากับแหล่งจ่ายไฟฟ้าเฟสเดียว ลักษณะตำแหน่งของขดลวดแสดงได้ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 ตำแหน่งการวางขดลวดของมอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียว

มอเตอร์เหนี่ยวนำเฟสเดียวนี้ อาศัยความต่างเฟสระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดทั้งสองบนสเตเตอร์ที่วางทำมุมกัน 90 องศา ดังนั้นมอร์เตอร์จะมีคุณสมบัติหรืออาการเช่นเดียวกับมอเตอร์ 2 เฟส กระแสไฟฟ้าที่ไหลในขดลวดทั้งสองจะทำให้เกิดสนามแม่เหล็กหมุน จึงทำให้มอเตอร์สามารถเริ่มหมุนด้วยตัวเองได้

2.3 คาปาซิเตอร์สตาร์ตและรันมอเตอร์ (Capacitor Start and Run Motor)

มอเตอร์ชนิดนี้เหมือนกันกับคาปาซิเตอร์สตาร์ตมอเตอร์ โดยจะมีคาปาซิเตอร์ต่ออนุกรมอยู่กับขดลวดชุดสตาร์ตตลอดเวลา ข้อดีของการที่ต่อคาปาซิเตอร์ไว้อย่างถาวรนี้เพื่อ

ก. เป็นการปรับหรือช่วยให้มอเตอร์ทำงานเกินกว่าโหลดปกติ

ข. เกิดเพาเวอร์แฟกเตอร์ที่สูงกว่า

ค. เกิดประสิทธิภาพที่สูงกว่า

ง. ขณะที่มอเตอร์หมุนอยู่จะเงียบ

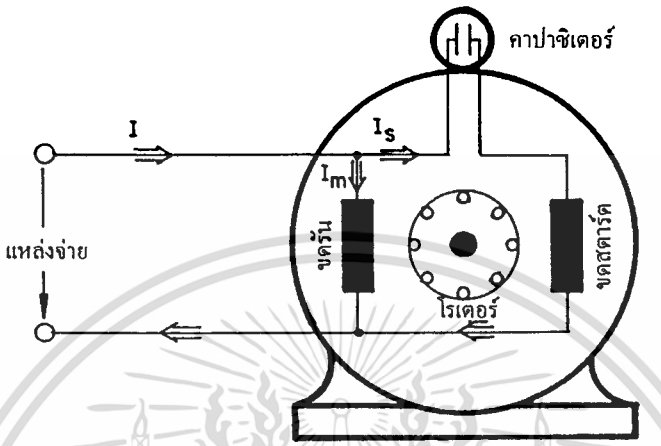
บางครั้งมอเตอร์ที่ใช้คาปาซิเตอร์ทั้งสตาร์ตและรันในตัวเดียวกันนี้เรียกว่าคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิดค่าเดียว (Single Value Capacitor Run Motor) แต่ในบางครั้งอาจใช้คาปาซิเตอร์ 2 ตัวโดยขณะสตาร์ตใช้คาปาซิเตอร์ที่มีความจุสูงเวลาที่หมุนปกติใช้คาปาซิเตอร์ที่มีความจุต่ำ เรียกว่าคาปาซิเตอร์มอเตอร์ชนิด 2 ค่า (Two Value Capacitor Run Motor)

2.4 คาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิดค่าเดียว

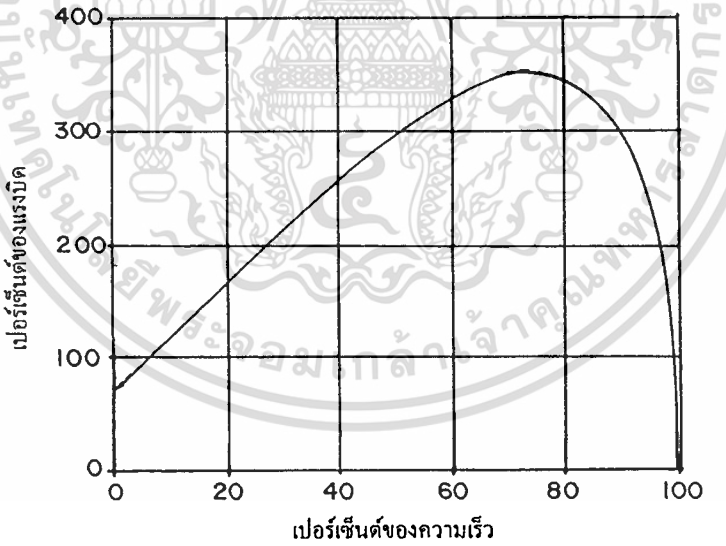
มอเตอร์ชนิดนี้จะมีขดรันและขดสตาร์ตอย่างละชุด โดยขดลวดชุดสตาร์ตจะมีคาปาซิเตอร์ต่ออนุกรมอยู่ดังแสดงในรูปที่ 2.4 คาปาซิเตอร์จะต่ออยู่กับวงจรขดลวดชุดสตาร์ตตลอดเวลา และจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่มีสวิตช์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์ คาปาซิเตอร์นี้จะทำหน้าที่ทั้งสตาร์ทและรันต่อเนื่องกันไป ขนาดของความจุของคาปาซิเตอร์ที่ใช้จะมีค่าประมาณ 2-20 ไมโครฟารัด ซึ่งเป็นแบบน้ำมัน (Oil) หรือแบบกระดาษ(Paper) คุณลักษณะของมอเตอร์ แสดงดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.4 แสดงวงจรของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิดค่าเดียว

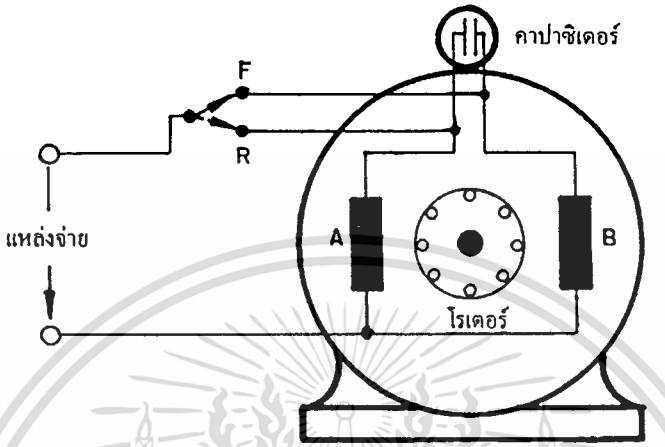


รูปที่ 2.5 แสดงคุณลักษณะระหว่างแรงบิดกับเปอร์เซนต์ความเร็วของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิดค่าเดียว

คาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิดค่าเดียวนี้สามารถที่จะทำให้กลับทางหมุนได้ง่าย ด้วยการใช้สวิทช์จากภายนอก แต่ขดรันและขดสตาร์ตจะต้องพันด้วยลวดขนาดเดียวกัน โดยมันจะผลัดกันทำหน้าที่เป็นขดรันและขดสตาร์ต เมื่อต้องการให้หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาก็ปรับสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง F ขด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลวดชุด B จะทำหน้าที่เป็นขดรัน ส่วนขด A จะทำหน้าที่เป็นขดสตาร์ต แต่ถ้าต้องการให้หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาก็ปรับสวิทช์ไปที่ตำแหน่ง R ขดลวดชุด A จะทำหน้าที่เป็นขดรัน และขดลวด B จะทำหน้าที่เป็นขดสตาร์ต ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงวงจรการกลับทิศทางการหมุนของคาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนนิดค่าเดียว

2.5 การเฉลี่ยเฉพาะที่ในการควบคุมอินเวอร์เตอร์แบบ PWM[1]

แรงดันออก V_o ของวงจรทอนระดับสามารถแปรได้ระหว่างค่า 0 ถึงค่า V_s เมื่อวัฏจักรงาน D แปรค่าระหว่าง 0 ถึง 1 ถ้าเราให้ D เป็นฟังก์ชันของเวลา d(t) โดยที่ d(t) แปรค่าอย่างช้าๆ เมื่อเทียบกับคาบของการสวิทช์ เมื่อเป็นเช่นนี้เราสามารถสังเคราะห์แรงดันออก V_o ซึ่งค่าเฉลี่ยจะเป็นฟังก์ชั่นของเวลาและมีค่าเท่ากับ $d(t)V_s$ เวลาในการเฉลี่ย V_o จะต้องนานเมื่อเทียบกับคาบการสวิทช์ T แต่จะต้องสั้นเมื่อเทียบกับคาบของ d(t) การเฉลี่ยเช่นนี้หมายถึงการเฉลี่ยเฉพาะที่(local averaging) และจะใช้สัญญลักษณ์ $\overline{V}_o(t)$ ส่วนสัญญลักษณ์ $\langle V_o \rangle$ หมายถึงค่าเฉลี่ยจริงซึ่งเป็นค่าคงตัว กล่าวอีกนัยหนึ่ง ค่าเฉลี่ยเฉพาะที่ได้จากการกรองด้วยวงจรผ่านต่ำ โดยตัดความถี่สูงออกเหลือไว้แต่ความถี่ต่ำๆ เช่น องค์ประกอบหลักมูล ส่วนค่าเฉลี่ยได้จากการกรองทุกความถี่ออกเหลือไว้แต่องค์ประกอบไฟตรง

สำหรับวงจรทอนระดับในรูที่ 2.7(n) ถ้าเราให้วัฏจักรงาน d(t) เป็นฟังก์ชันไซน์ เราจะได้แรงดันออกที่เป็นองค์ประกอบไฟตรงบวกกับไซน์ดังนี้

ถ้า $d(t) = 0.5 + m_a \sin\omega_a t$

$$V_o(t) = 0.5V_s + m_a V_s \sin\omega_a t \quad ; m_a \leq 0.5 \qquad (2.1)$$

m_a คือ amplitude modulation

ω_a คือ frequency modulation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

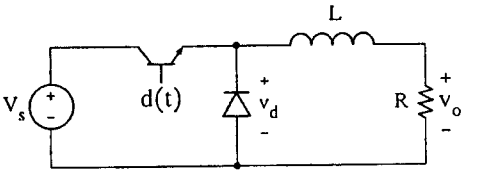
โดยมีเงื่อนไขดังนี้

$$T << \frac{L}{R} << \frac{2\pi}{\omega_a} \qquad (2.2)$$

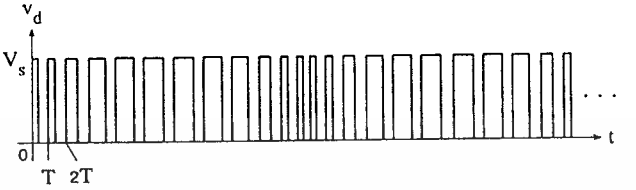
แรงดัน V_d เป็นพัลส์ความถี่ 1 /T แต่มีความกว้างพัลส์ที่ไม่คงตัว เราเรียกรูปคลื่นที่วัฏจักรงานเป็นฟังก์ชันของเวลาว่ารูปคลื่น PWM ค่าเฉลี่ยเฉพาะที่ของรูปคลื่น PWM หรือ $\overline{V}_d$ จะเป็นฟังก์ชันของเวลา ถ้าเราทำการกรอง V_d ด้วยวงจรกรองผ่านต่ำ L และ R ซึ่งพารามิเตอร์เป็นไปตามเงื่อนไขที่ (2.2) ความถี่การสวิทช์จะถูกกรองออกไปแต่ความถี่ ω_a ไม่ถูกลดทอน ในรูปที่ 2.7(ข) V_o คือค่าเฉลี่ยเฉพาะที่ของรูปคลื่น PWM เนื่องจาก d(t) เป็นฟังก์ชันไซน์ ค่าเฉลี่ยเฉพาะที่ของรูปคลื่น PWM จึงเป็นรูปไซน์ แต่ d(t) อาจเป็นฟังก์ชันของเวลาใดๆ (ที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่ (2.2)) $V_o(t)$ ก็จะเป็นฟังก์ชันที่เหมือนกับ d(t)

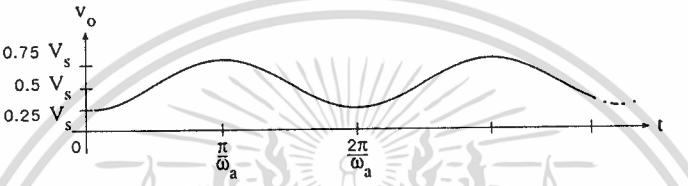
อย่างไรก็ดี แรงดันออก V_o ของวงจรทอนระดับยังมีองค์ประกอบไฟตรงผสมอยู่ (ดูสมการที่ (2.1) และรูปที่ 2.7 (ข)) วิธีกำจัดองค์ประกอบไฟตรงวิธีหนึ่งคือการต่อวงจรทอนระดับ 2 วงจร โดยที่สัญญาณมอดูเลตของวงจรทั้งสองมีเฟสต่างกัน 180^o (ดูรูปที่ 2.7 (ค)) เมื่อนำสัญญาณด้านออกมาลบกับ แรงดันไฟตรงก็จะหักล้างกันไปเหลือแต่แรงดันไฟสลับ อย่างไรก็ดี เนื่องจากกระแสด้านออก i_o เป็นกระแสสลับวงจรทอนระดับที่ใช้จะต้องเป็นชนิดที่พลังงานไหลได้ 2 ทิศทาง กล่าวคือ แต่ละวงจรใช้สวิทช์ไวงานที่กระแสไหลได้ 2 ทางจำนวน 2 ตัวถ้าให้สัญญาณมอดูเลตเป็นฟังก์ชันใดๆ แต่องค์ประกอบความถี่สูงสุดยังเป็นไปตามเงื่อนไขที่ (2.2) แรงดันด้านออกจะเป็นฟังก์ชันเดียวกับสัญญาณมอดูเลตเพียงแต่จ่ายกำลังได้มากขึ้น ในแง่นี้วงจรทำหน้าที่เป็นวงจรขยายกำลังแบบวีธีสวิทช์(switchmode power amplifier)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

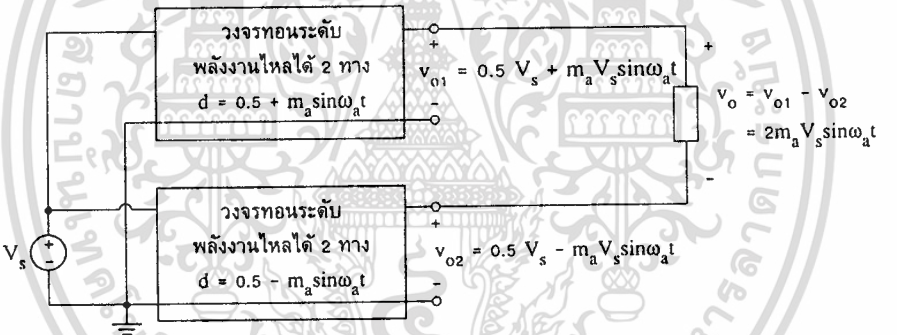


(ก) วงจร





(ข) รูปคลื่น : $\bar{v}_d = v_o$ (ถ้า $T << L/R << 2\pi/\omega_a$)



(ค) การต่อวงจรทอนระดับ 2 วงจร เพื่อกำจัดองค์ประกอบไฟตรง

รูปที่ 2.7 การใช้เทคนิก PWM กับวงจรทอนระดับ

2.6 อินเวอร์เตอร์ 3 เฟส

2.6.1 วงจรและรูปคลื่น

อินเวอร์เตอร์ 3 เฟสเหมาะสำหรับกรณีที่กำลังมีค่าสูง วงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแสดงอยู่ในรูปที่ 2.8 (ก)

เทคนิค PWM ใช้ได้กับวงจรอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส ไม่ว่าจะเป็นเทคนิคไซน์ตัดสามเหลี่ยม เทคนิคการกำจัดฮาร์มอนิกต่ำ หรือการควบคุมรูปคลื่นของกระแส รูปที่ 2.8(ข) แสดงหลักการของเทคนิคไซน์ตัดสามเหลี่ยม เรามีรูปสามเหลี่ยม V_T ซึ่งมีความถี่เท่ากับความถี่การสวิทช์ และมีสัญญาณอ้างอิงรูปไซน์ 3 สัญญาณคือ V_{rA} , V_{rB} และ V_{rC} ซึ่งมีมุมเฟสต่างกัน 120^o จุดตัดระหว่าง V_T กับ V_{rA} (V_{rB} และ V_{rC}) กำหนดการตัดต่อวงจรของสวิทช์ Q_1 Q_4 (Q_3 Q_6 และ Q_5 Q_2 ตามลำดับ)

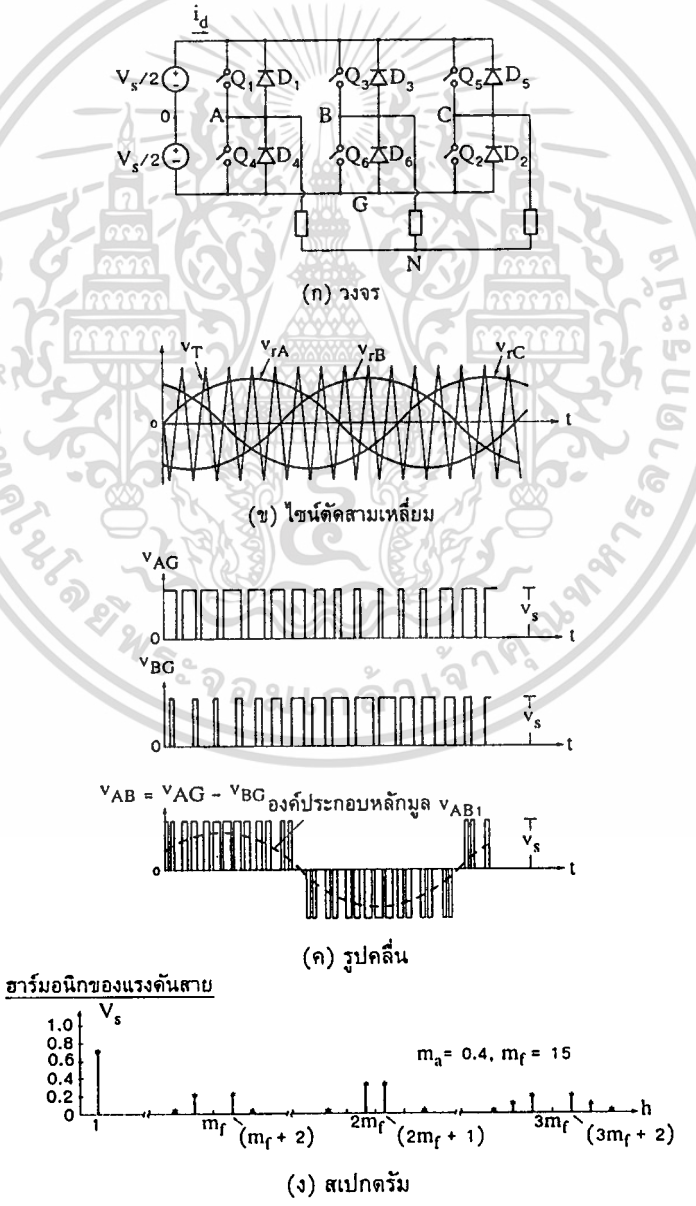
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปคลื่นของแรงดัน V_{AG} , V_{BG} (G คือสายลบของแหล่งแรงดันไฟตรง) และ V_{AB} แสดงอยู่ในรูปที่ 2.8 (ค) สังเกตได้ว่าองค์ประกอบหลักมูลของ V_{AG} หรือ V_{AG1} มีแอมพลิจูดเท่ากับในสมการที่(2.3) (V_{AG} ต่างกับ V_{AO} เพียงค่าแรงดันไฟตรง $V_S/2$)

$$V_{AG1} = m_a V_S \qquad ; m_a \leq 0.5 \qquad (2.3)$$

แรงดันสาย V_{AB} มีองค์ประกอบหลักมูลเท่ากับ V_{AB1} แอมพลิจูดของ V_{AB1} เท่ากับ $\sqrt{3}$ ของแอมพลิจูดของ V_{AG1} เนื่องจาก V_{AG} และ V_{BG} มีเฟสต่างกัน 120^o และ V_{AB1} มีเฟสล้าหลัง V_{AG1} อยู่ 30^o (ดูรูปที่ 2.8(ค)) ดังนั้น

$$V_{AB1} = \sqrt{3}\, m_a V_S \qquad ; m_a \leq 0.5 \qquad (2.4)$$



รูปที่ 2.8 วงจรและรูปคลื่นของอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสแบบ PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรานิยมเลือกอัตราการมอดูเลตความถี่ m_f เป็นเลขคี่และพหุคูณของ 3 และให้ความลาดชันของ V_T และ V_r ณ จุดที่แรงดันทั้งสองมีค่าเป็นศูนย์มีเครื่องหมายตรงกันข้ามกัน(ดูรูปที่ 2.8 (ข)) ในกรณีเช่นนี้ถ้า $m_a \leq 0.5$ สเปกตรัมของ V_{AB} จะเป็นดังแสดงในรูปที่2.8(ง) สังเกตได้ว่าฮาร์มอนิกต่ำสุดเกิดขึ้นที่ความถี่ $(m_f \pm 2k)f_a$ ตารางที่ 1 แสดงฮาร์มอนิกของแรงดันสายของอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส สำหรับอินเวอร์เตอร์ 3 เฟสเราอาจให้วงจรทำงานถึงในย่านการมอดูเลตเกิน เพื่อให้ได้แรงดันด้านออกที่มีค่าสูงขึ้น ส่วนข้อเสียที่เนื่องมาแต่ฮาร์มอนิกที่เพิ่มขึ้นมักจะพอยอมรับได้

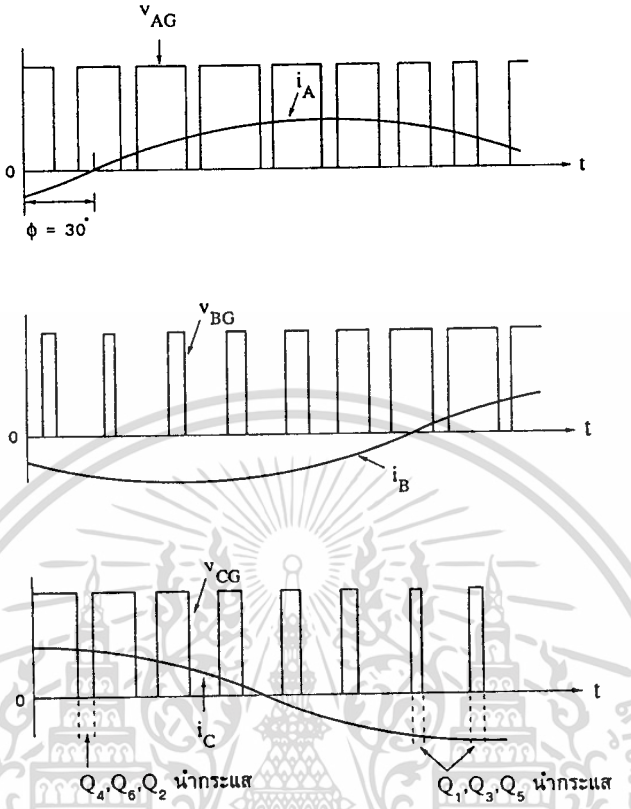
ถ้าโหลดมีลักษณะเหนี่ยวนำโดยมีค่าคงตัวเวลาที่เป็นไปตามเงื่อนไขที่ (2.2) กระแสโหลดจะเป็นรูปไซน์โดยใกล้เคียง ทิศทางของกระแสโหลดเป็นตัวกำหนดการนำกระแสของไดโอด เช่น กรณีที่เฟสของโหลดเท่ากับ 30° (ล้าหลัง) รูปคลื่นจะเป็นดังแสดงในรูปที่ 2.9 จะสังเกตได้ว่าในช่วงเวลาที่ $i_C > 0$ และ $V_{CG} = 0$ (Q_2 หรือ D_2 นำกระแส) แต่ทิศทางของ i_C แสดงว่า D_2 นำกระแส (ดูรูปที่2.8 (ก))

เมื่อพิจารณารูปคลื่นในรูปที่ 2.9 จะสังเกตได้ว่า ในบางช่วงเวลาดังแสดงในรูปล่าง สวิทช์จะต่อกิ่งทั้งสามของโหลดเข้ากับขั้วลบของแหล่งจ่าย V_S (เช่น เมื่อ Q_4 , Q_6 , D_2 นำกระแส) และบางช่วงเวลาสวิตช์จะต่อกิ่งทั้งสามของโหลดเข้ากับขั้วบวกของแหล่ง V_S (เช่น เมื่อ Q_1 , Q_3 , D_6 นำกระแส) ในช่วงเวลาเช่นนี้ กระแสด้านเข้าของอินเวอร์เตอร์ (i_d ในรูปที่ 2.8(ก)) มีค่าเป็นศูนย์ หมายความว่าพลังงานไม่ไหลจากแหล่งสู่โหลด การควบคุมความยาวนานของช่วงเวลาเหล่านี้ก็คือ การควบคุมพลังงานที่จ่ายให้แก่โหลดหรือควบคุมค่าองค์ประกอบหลักมูลของแรงดันด้านออกนั่นเอง

ตารางที่ 2.1 อัตราส่วนระหว่างค่า RMS ของฮาร์มอนิกกับ V_S ของแรงดันสายของอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส

h	m_a	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
1		0.122	0.245	0.367	0.490	0.612
$m_f \pm 2$		0.010	0.037	0.080	0.135	0.195
$m_f \pm 4$					0.005	0.011
$2m_f \pm 1$		0.116	0.200	0.227	0.192	0.111
$2m_f \pm 5$					0.008	0.020
$3m_f \pm 2$		0.027	0.085	0.124	0.108	0.038
$3m_f \pm 4$			0.007	0.029	0.064	0.096
$4m_f \pm 1$		0.100	0.096	0.005	0.064	0.042
$4m_f \pm 5$				0.021	0.051	0.073
$4m_f \pm 7$					0.010	0.030

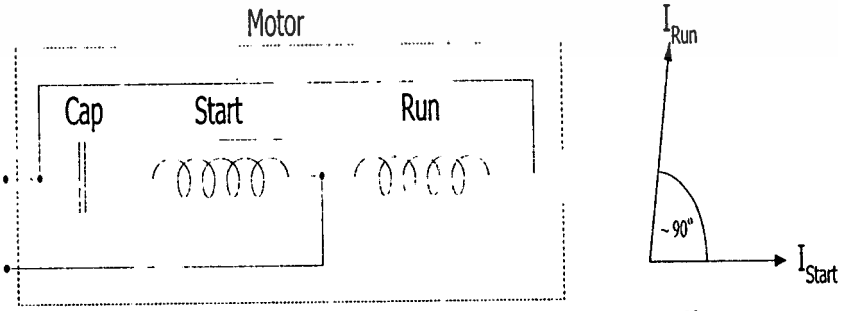
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 รูปคลื่นของแรงดันและกระแสของอินเวอร์เตอร์ 3 เฟส แสดงช่วงพลังงานไม่ไหลสู่โหลด

2.7 หลักการของการควบคุมทางเวคเตอร์

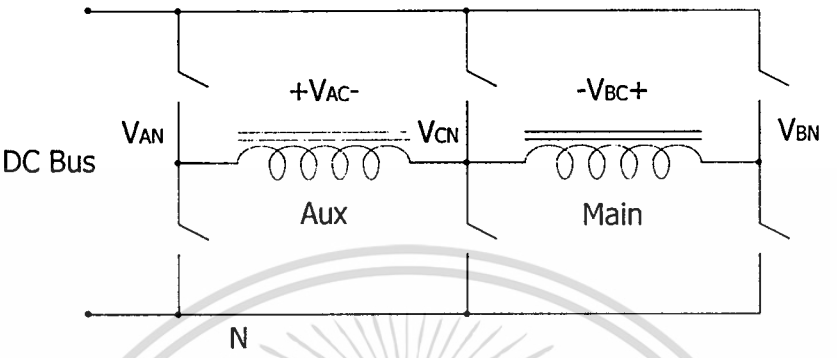
เนื่องจากมอเตอร์อินดัคชั่นแบบคาปาซิเตอร์มอเตอร์ จะมีชุดขดลวด 2 ชุด คือ ขดหลัก(Main , Run) ขดช่วย(Auxilary , Start) ดังรูปที่ 2 โดยมีตัวเก็บประจุต่อร่วมกับขด Start เพื่อให้เกิดมุมของกระแสระหว่างขดลวดทั้งสอง(θ) เพื่อให้เกิดแรงบิดในการขับเคลื่อนมอเตอร์



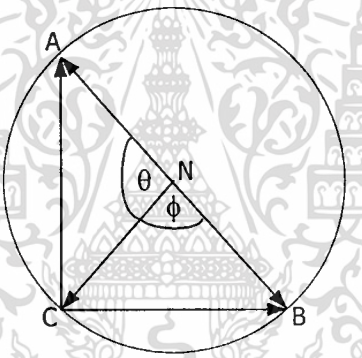
รูปที่ 2.10 โครงสร้างมอเตอร์และเวคเตอร์แรงดันระหว่างขด Run กับขด Start

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ในการควบคุม เราจะออกแบบให้มอเตอร์มีแรงบิดสูงสุดโดยให้มุมระหว่างทั้งสองขดมีขนาด 90° โดยใช้โครงสร้างของสวิทช์ 3 เฟส เพื่อสร้างแรงดัน 2 ชุด ดังกล่าวโดยไม่ต้องดัดแปลงโครงสร้างของมอเตอร์เดิมดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 โครงสร้างสวิทช์ 3 เฟส



รูปที่ 2.12 เวคเตอร์แสดงแรงดันการควบคุมมอเตอร์

จากรูปที่ 2.12 ขนาดของ V_{AC} และ V_{BC} จะได้จากการวัดแล้วนำมาทำมุมกัน 90° ต่อมาเราทำการสร้างเวคเตอร์ V_{AN} , V_{BN} และ V_{CN} โดยที่จุด N จะอยู่กึ่งกลางระหว่าง A กับ B จากนั้นเราทำการปรับมุม θ เพื่อให้ได้ ผลลัพธ์ของมุมระหว่าง V_{AC} และ V_{BC} ยังมีค่า 90° ซึ่ง V_{AN} , V_{BN} และ V_{CN} จะเป็นแรงดันที่ถูกสร้างขึ้นมาจากการมอดูเลชั่นเพื่อไปจ่ายให้กับมอเตอร์ 1 เฟส

2.8 ระบบเครื่องปรับอากาศ

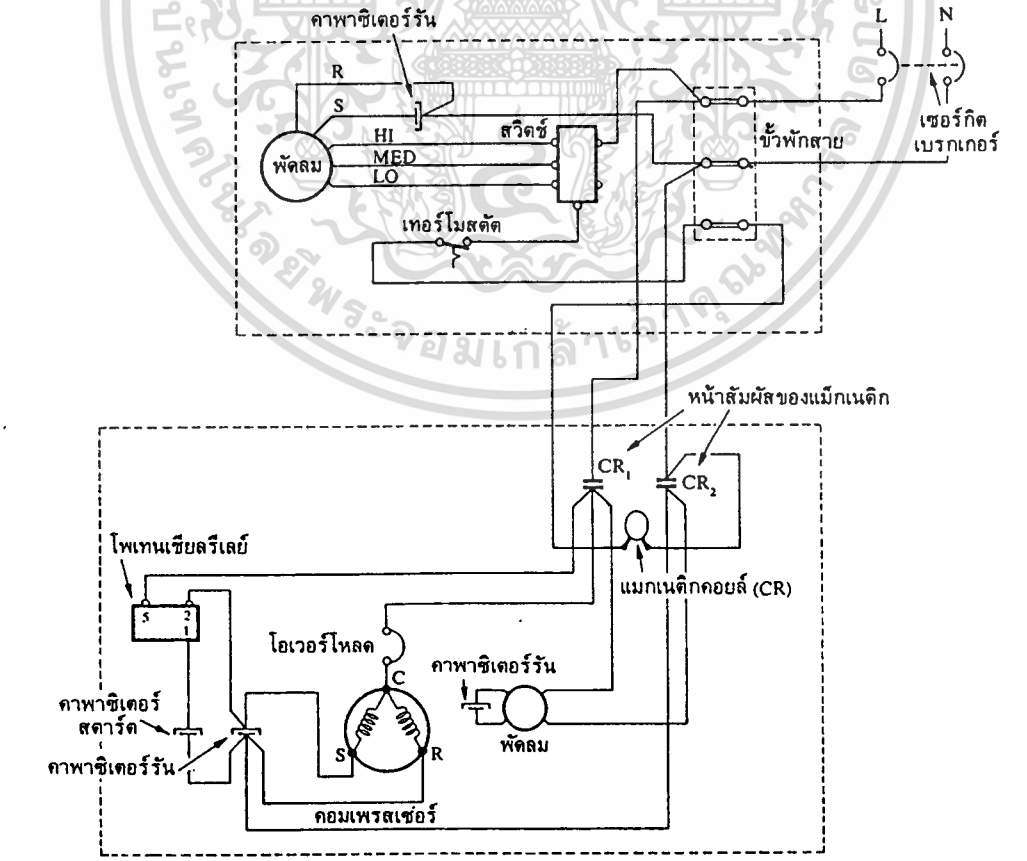
2.8.1 ระบบเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมการทำงานซองคอมเพรสเซอร์แบบเปิดปิด

วงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะแยกวงจรไฟฟ้าออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของชุดคอยล์เย็น และส่วนของชุดคอนเดนซิ่งยูนิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของวงจรไฟฟ้าชุดคอยล์เย็น จะประกอบด้วยขั้วพักสาย และซีเลกเตอร์สวิตช์ ซึ่งจะต่อเข้ากับมอเตอร์พัดลมที่ความเร็วรอบช้า ปานกลาง และความเร็วสูง มอเตอร์พัดลมนี้จะทำหน้าที่ดูดเป่าอากาศจากภายในห้อง ผ่านคอยล์เย็น และมีเทอร์โมสตัตซึ่งจะคอยควบคุมการทำงานของชุดคอนเดนซิ่งยูนิตอีกทีหนึ่ง

วงจรไฟฟ้าของชุดคอนเดนซิ่งยูนิต จะประกอบด้วยแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และมอเตอร์พัดลมระบายความร้อนคอนเดนเซอร์ วงจรไฟควบคุมจากเทอร์โมสตัตจะจ่ายเข้าไปที่คอยล์ของแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ ทำให้หน้าสัมผัสต่อ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์และมอเตอร์พัดลมระบายคอนเดนเซอร์จะทำงานพร้อมกัน และเมื่ออุณหภูมิของอากาศภายในห้องลดลงถึงจุดที่ปรับตั้งไว้ หน้าสัมผัสของเทอร์โมสตัตจะแยกออกจากกัน ตัดไฟที่มาจ่ายให้คอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ทำให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกัน หยุดการทำงานของอุปกรณ์ทางชุดคอนเดนซิ่งยูนิตทั้งหมด แต่ในขณะเดียวกันมอเตอร์พัดลมของชุดคอยล์เย็นจะยังคงทำงานตามปกติอยู่จนกว่าอุณหภูมิของอากาศภายในห้องสูงขึ้น จนทำให้หน้าสัมผัสของเทอร์โมสตัตต่ออีกครั้งหนึ่ง ก็จะมีไฟจ่ายเข้าไปที่คอยล์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ อุปกรณ์ทางชุดคอนเดนซิ่งก็จะเริ่มทำงานใหม่



รูปที่ 2.13 วงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบเปิดปิด

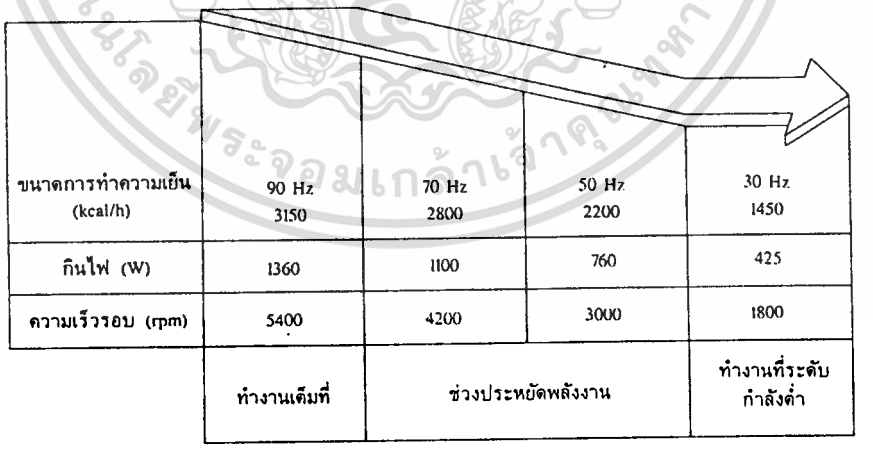
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.2 ระบบเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์โดยใช้อินเวอร์เตอร์

เครื่องปรับอากาศรุ่นใหม่ๆ ในปัจจุบันได้นำเอาระบบอินเวอร์เตอร์(inverter) มาใช้เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและลดค่าไฟฟ้าลง โดยนำเอาความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์และไมโครคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบเครื่องปรับอากาศ ให้ทำงานได้โดยอัตโนมัติและมีประสิทธิภาพสูงที่สุด ควบคุมการทำความเย็นโดยปรับอุณหภูมิภายในห้องให้คงที่มากที่สุด ตลอดจนควบคุมความชื้นสัมพัทธ์ของอากาศภายในห้อง ให้อยู่ในค่าที่ร่างกายกำลังสบาย

ระบบอินเวอร์เตอร์จะมีไมโครคอมพิวเตอร์ตรวจสอบอุณหภูมิภายในและภายนอก แล้วเลือกการทำงานเองว่าจะต้องทำความเย็นหรือกำจัดความชื้นให้แก่อากาศภายในห้อง ส่วนการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องจะทำโดยการเปลี่ยนค่าความถี่ของไฟฟ้าที่ป้อนให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ก็จะลดลงด้วย

ขณะที่ระบบเริ่มทำความเย็น เครื่องปรับอากาศจะทำงานเต็มที่ (Full Power) ด้วยการทำงานที่ความถี่ 90 เฮิรซ์ ซึ่งจะทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์สูงถึง 5,400 รอบ/นาที ระบบให้ผลความเย็น 3,150 กิโลแคลอรี/ชั่วโมง (11,340 บีทียู/ชั่วโมง) ทำให้อากาศภายในห้องเย็นลงอย่างรวดเร็วและเมื่ออุณหภูมิของห้องลดลงใกล้กับระดับอุณหภูมิที่ปรับตั้งไว้ ความถี่ของไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะลดลงเรื่อยๆ อันเป็นการทำงานอยู่ที่ระดับกำลังต่ำ ซึ่งจะให้ความถี่ไฟฟ้าแค่ 30 เฮิรตซ์ กินไฟเพียง 425 วัตต์



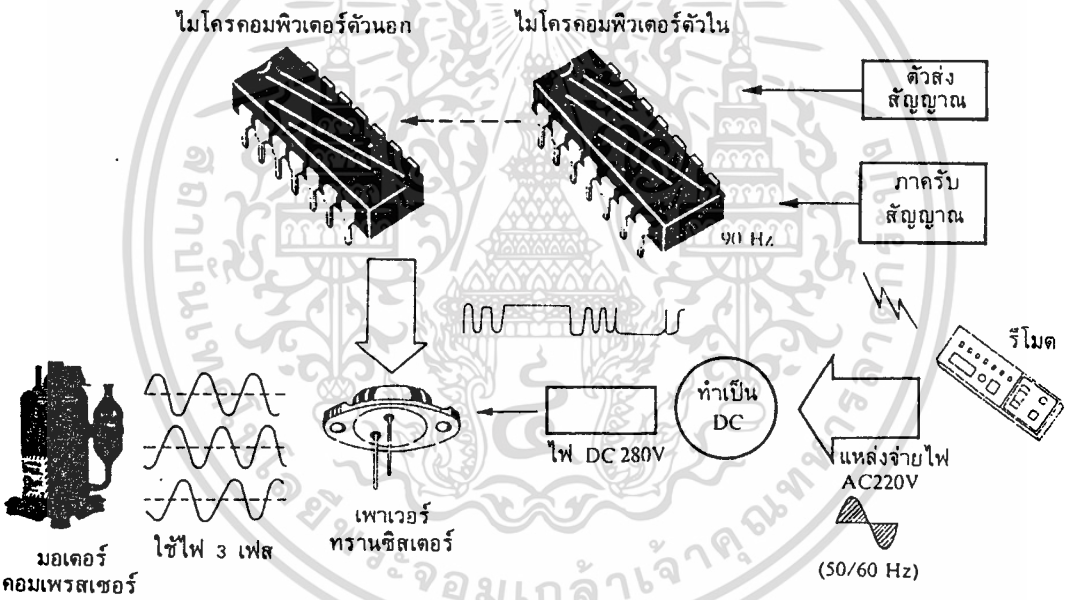
รูปที่ 2.14 การควบคุมอุณหภูมิห้องของระบบอินเวอร์เตอร์

การควบคุมอุณหภูมิโดยวิธีนี้ นอกจากจะเป็นการประหยัดไฟฟ้าแล้ว อุณหภูมิของอากาศภายในห้องก็เกือบจะคงที่ตามที่ปรับตั้งไว้ เพราะมอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะทำงานอยู่ตลอดเวลาด้วยความเร็วรอบที่ช้าลง ซึ่งต่างจากระบบที่ใช้เทอร์โมสตัดเป็นตัวควบคุมหยุดการทำงานของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ เมื่ออุณหภูมิของอากาศภายในห้องลดต่ำลงถึงเกณฑ์ปรับตั้งไว้ และมีช่วงอุณหภูมิพักเครื่องซึ่งจะมีค่าอุณหภูมิแตกต่างกันอยู่บ้างระหว่างจุดที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์หยุดการทำงานและจุดที่เริ่มการทำงาน

หลักการทำงานของระบบอินเวอร์เตอร์ จากรูปที่ 2.15 ไฟฟ้าจากแหล่งจ่ายไฟเป็น AC 3 เฟส มีความถี่อยู่ในช่วง 30 –90 เฮิรตซ์ โดยไมโครคอมพิวเตอร์เป็นผู้ส่งสัญญาณที่ป้อนเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ตัวภายในห้องจะรับจากการปรับตั้งโปรแกรมรีโมตคอนโทรลผ่านเข้าทางภาครับสัญญาณของไมโครคอมพิวเตอร์ตัวในส่วนหนึ่ง และสัญญาณอีกส่วนหนึ่งรับจากตัวส่งสัญญาณเทอร์มิสเตอร์(Themister Sensor) ซึ่งเป็นตัวควบคุมอุณหภูมิของอากาศภายในห้อง ไมโครคอมพิวเตอร์ตัวในจะสั่งการต่อไปยังไมโครคอมพิวเตอร์ตัวนอก ให้ควบคุมการผลิตไฟ AC 3เฟสของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ ที่ความถี่ต่างๆกัน เพื่อให้ขับเคลื่อนมอเตอร์คอมเพรสเซอร์อีกทีหนึ่ง



รูปที่ 2.15 หลักการของระบบอินเวอร์เตอร์

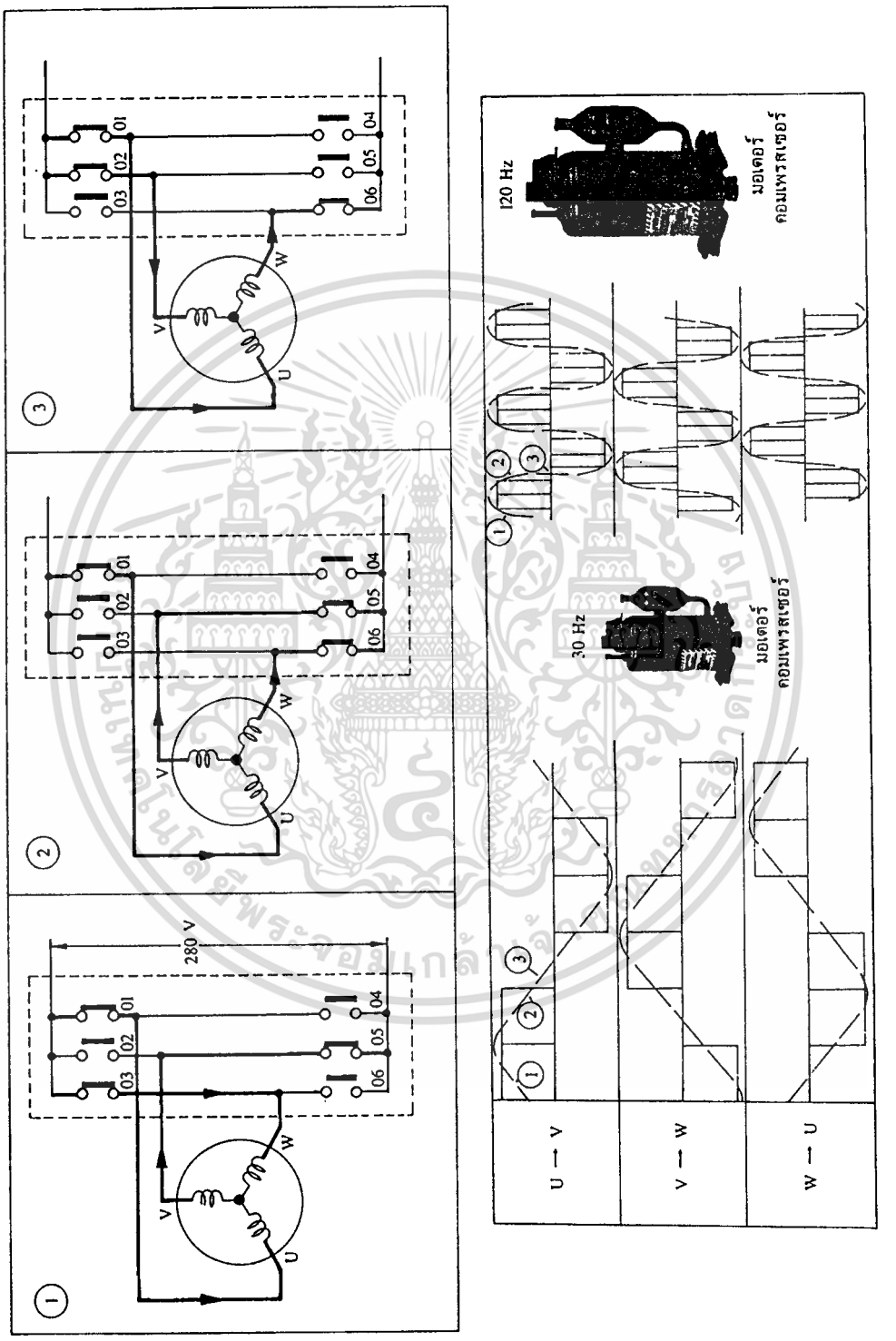
มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์นี้จะเป็นมอเตอร์ไฟ AC 3 เฟสโดยมีเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์เป็นตัวผลิตไฟ AC 3 เฟสจากไฟ DC 280 โวลต์ เพื่อป้อนให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์อีกทีหนึ่ง การผลิตไฟ AC 3 เฟสของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์นี้ จะใช้หลักของสวิตชิ่งตามรูปที่ 2.16 และค่าความถี่ที่เกิดขึ้นจะเป็น 30 เฮิรตซ์หรือ 90 เฮิรตซ์ ก็ขึ้นอยู่กับการสั่งการของไมโครคอมพิวเตอร์ตามโปรแกรมที่ตั้งไว้

ในขณะที่ความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ลดลง การดูดอัดน้ำยาของคอมเพรสเซอร์ในระบบก็น้อยลงด้วย เท่ากับเป็นการลดขนาดการทำความเย็นของเครื่องลง ดังนั้นเครื่องปรับอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบอินเวอร์เตอร์นี้จึงไม่สามารถใช้เทอร์โมสแตติกเอกซ์แพนชันวาล์วธรรมดาได้ แต่ต้องใช้เทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชันวาล์วแทน



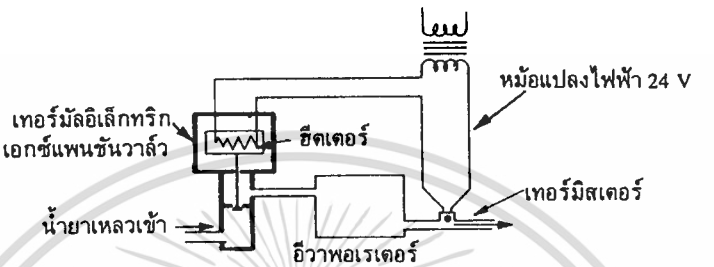
รูปที่ 2.16 การสร้างไฟ AC 3 เฟสโดยการสวิทช์ชิ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

58535

2.8.3 **หลักการของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชันวาล์ว**

เทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชันวาล์วมีหลักการควบคุมลิ้นปรับอัตราการไหลของน้ำยาอย่างง่ายๆ ด้วยการปรับเปลี่ยนค่าแรงดังไฟฟ้า ดังรูปที่ 20.29 ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านเข้าฮีตเตอร์เพิ่มขึ้น ลิ้นของเอกซ์แพนชันวาล์วจะเปิดกว้างขึ้น ทำให้การไหลของน้ำยามากขึ้น ในทางตรงกันข้าม ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านเข้าฮีตเตอร์ลดลง ลิ้นของเอกซ์แพนชันวาล์วจะปิดแคบลง เป็นการลดการไหลของน้ำยาด้วย



รูปที่ 2.17 หลักการทำงานของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชั่นวาล์ว

การเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงจะทำได้โดยเทอร์มิสเตอร์หรือตัวรับสัมผัสทั้งอุณหภูมิแรงดัน และปริมาณการไหลของน้ำยา การทำงานของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอ็กซ์แพนชันวาล์วสามารถเปลี่ยนการควบคุมจากเทอร์มิสเตอร์อันหนึ่งไปยังเทอร์มิสเตอร์อื่น ตามแต่ไมโครคอมพิวเตอร์จะสั่งการเลือกควบคุมจากเทอร์มิสเตอร์ใด

เมื่อลิ้นของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชันวาล์วถูกใช้ให้ควบคุมอุณหภูมิซูเปอร์ฮีตของน้ำยาที่ท่อซักชั่น เพื่อรับสัมผัสอุณหภูมิซูเปอร์ฮีตของน้ำยาโดยตรง เทอร์มิสเตอร์จะต้องเป็นอนุกรมอยู่กับฮีตเตอร์ เมื่ออุณหภูมิของน้ำยาที่ท่อซักชั่นเปลี่ยนแปลง ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จะเปลี่ยนแปลงตาม ทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าฮีตเตอร์เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามค่าความเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิซูเปอร์ฮีตของน้ำยา ซึ่งจะทำให้ลิ้นของเทอร์มันอิเล็กทริกเอกซ์แพนชันวาล์วเปิดกว้างหรือปิดแคบได้ การติดตั้งตำแหน่งเทอร์มิสเตอร์ที่ท่อซักชั่น สามารถเลื่อนตำแหน่งควบคุมได้โดยการติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ให้มากเกินกว่าหนึ่งตัวและกำหนดเลือกใช้ค่าการรับสัมผัสจากตัวใดก็ได้ หรือสามารถเปลี่ยนแปลงค่าการปรับอัตราการไหลของน้ำยาให้เหมาะกับขนาดเครื่องทำความเย็นที่เปลี่ยนแปลงได้นั่นเอง นอกจากนี้ตำแหน่งติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ยังสามารถใช้ควบคุมระดับน้ำยาเหลวในแอกคิวมูเลเตอร์ด้วยการควบคุมน้ำยาในสถานะแก๊สที่ถูกดูดกลับเข้ายังคอมเพรสเซอร์อีกด้วย

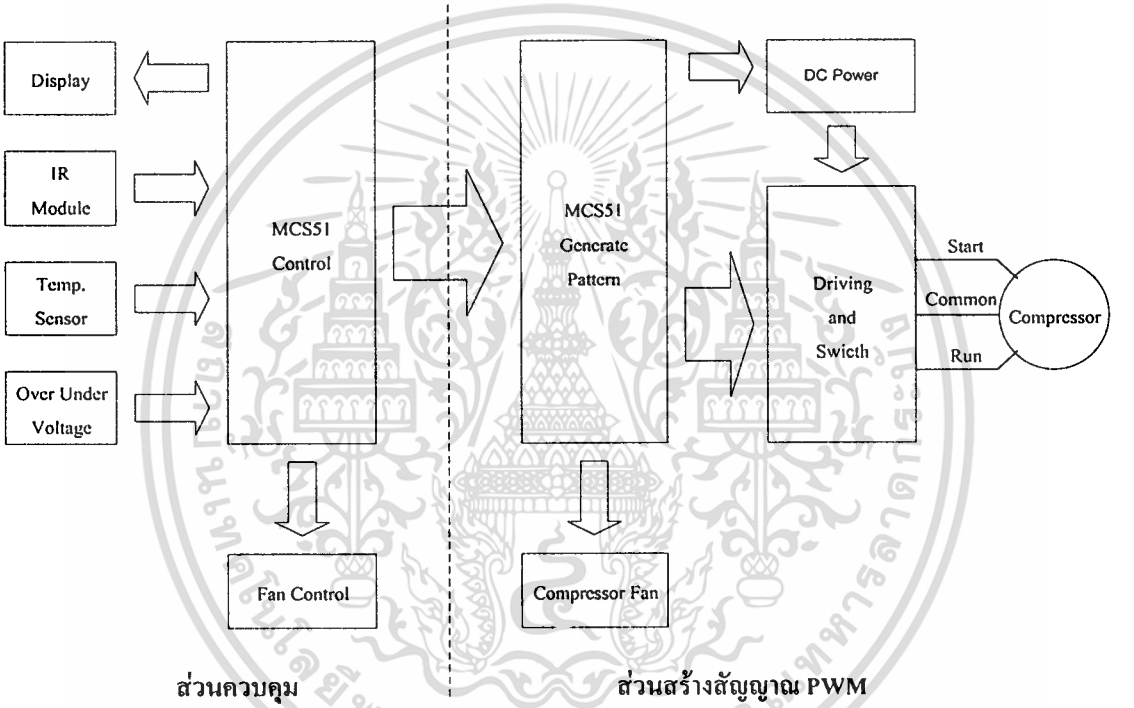
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการทำงานและการออกแบบ

โครงสร้างของฮาร์ดแวร์ประกอบไปด้วย 2 ส่วนใหญ่ๆคือ

- ส่วนวงจรสร้างสัญญาณ PWM
- ส่วนวงจรควบคุมที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์

มีบล็อคไดอะแกรมดังรูปที่

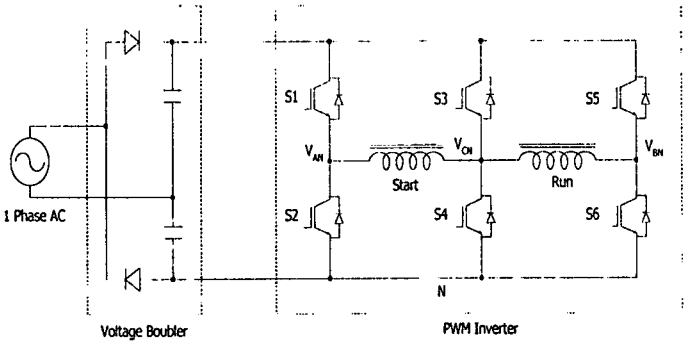


รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบอินเวอร์เตอร์

3.1 การออกแบบสัญญาณควบคุมมอเตอร์

โครงสร้างของพีดับเบิ้ลยูเอ็มอินเวอร์เตอร์ โดยโครงสร้างของอินเวอร์เตอร์จะประกอบด้วยวงจรคอนเวอร์เตอร์ โดยทั่วไปนิยมใช้ไดโอดเร็กติไฟเออร์เป็นวงจรเปลี่ยนแรงดันไฟสลับเป็นแรงดันไฟตรง ป้อนให้กับพีดับเบิ้ลยูเอ็มอินเวอร์เตอร์เพื่อขับมอเตอร์ 1 เฟส ดังรูปที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 วงจรพีดับเบิ้ลยูเอ็มอินเวอร์เตอร์

ในการม็อดดูเลทที่ $m_a \leq 1.0$ องค์ประกอบของความถี่มูลฐานที่แรงดันเอาท์พุทจะเปลี่ยนแปลงเป็นเชิงเส้นกับอัตราส่วนการม็อดดูเลท(m_a) จากรูปที่ 3.3 ค่าสูงสุดขององค์ประกอบความถี่มูลฐานในกึ่งหนึ่งของแรงดันมูลฐานคือ

$$V_{AN} = 0.5V_S + m_a \frac{V_S}{2}\sin(\omega_a t) \tag{3.1}$$

$$V_{BN} = 0.5V_S + m_a \frac{V_S}{2}\sin(\omega_a t + 180) \tag{3.2}$$

$$V_{CN} = 0.5V_S + m_a \frac{V_S}{2}\sin(\omega_a t + \theta) \tag{3.3}$$

ดังนั้น แรงดันที่ขด Run จะเกิดจากการลบกันระหว่าง V_{AN} กับ V_{CN} ซึ่งมีเฟสต่างกัน 90°

$$V_{AC} = V_{AN} - V_{CN} \tag{3.4}$$

$$V_{AC} = 0.5V_S + m_a \frac{V_S}{2}\sin(\omega_a t) - 0.5V_S - m_a \frac{V_S}{2}\sin(\omega_a t + \theta) \tag{3.5}$$

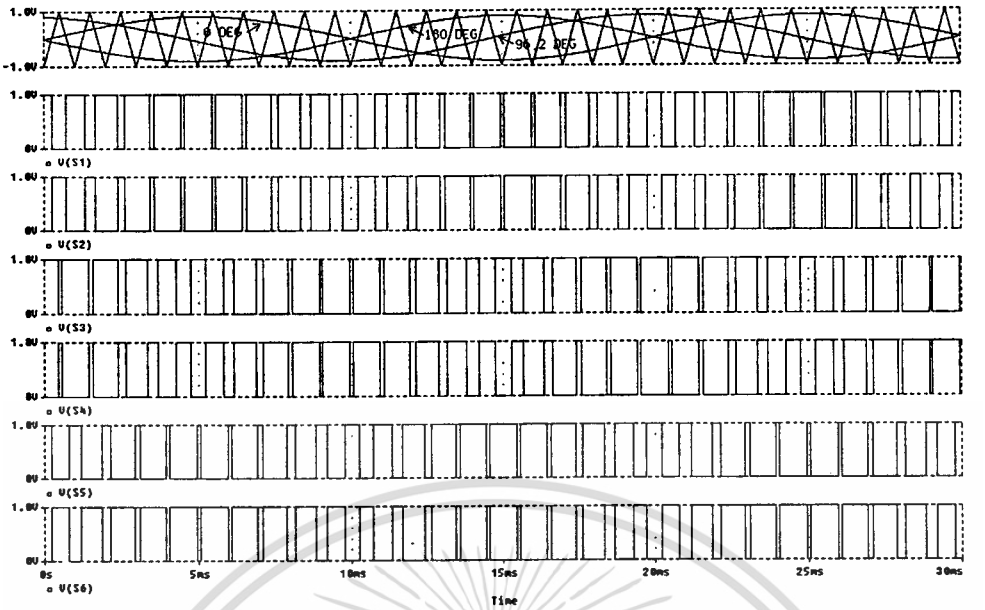
$$V_{AC} = m_a \frac{V_S}{2}\sqrt{2 - 2\cos(-\theta)}\sin\left(\omega_a t + \frac{\theta}{2} - 90\right) \tag{3.6}$$

และจะได้

$$V_{BC} = V_{BN} - V_{CN} \tag{3.7}$$

$$V_{BC} = m_a \frac{V_S}{2}\sqrt{2 - 2\cos(\theta - 180)}\sin\left(\omega_a t + \frac{\theta + 180}{2} - 90\right) \tag{3.8}$$

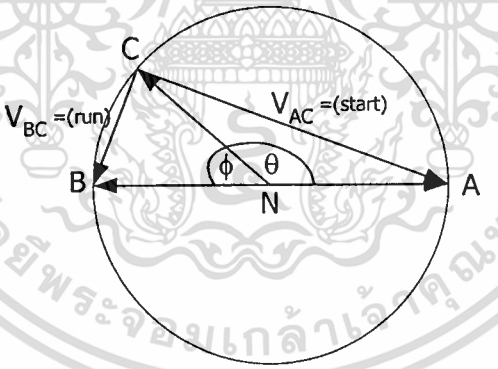
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 รูปคลื่นพีดับเบิ้ลยูเอ็ม

3.2 การออกแบบหา Modulation Index และ มุม

โดยการวัดแรงดันที่ขดสตาร์ตและขดรันที่มอเตอร์แล้วนำมาสร้างเวคเตอร์ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 เวคเตอร์การหา Modulation Index

3.2.1 การคำนวณ Modulation Index และ ความต่างเฟสของขดสตาร์ทและขดรันที่ความถี่ 50 Hz

วัด V_{AC} = 255 Vrms (แรงดันขดสตาร์ท)

V_{BC} = 229 Vrms (แรงดันขดรัน)

$$V_{AB} = \sqrt{229^2 + 255^2}$$

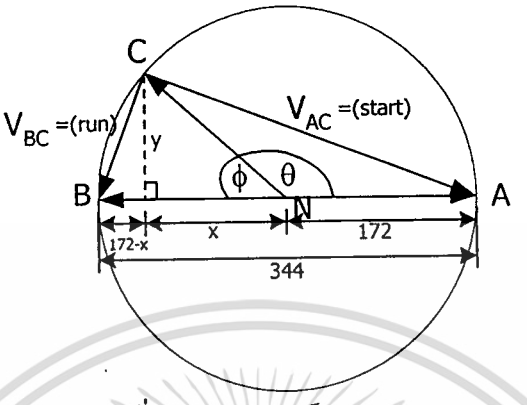
$$= 344 \text{ Vrms}$$

$V_{AN} = V_{BN} = V_{CN} = 344/2 = 172$ Vrms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$\therefore$ $Vp = 172x\sqrt{2} = 243.3\ V$

Modulation Index = 243.3*100/310 = 78.5 %



รูปที่ 3.5 เวคเตอร์การหามุม

$$y^2 + (172 - x)^2 = 229^2 \quad (3.9)$$

$$y^2 + (x + 172)^2 = 255^2 \quad (3.10)$$

หา x จากสมการ (3.9) และ (3.10)

$$x = \frac{255^2 - 229^2}{2(344)} \quad (3.11)$$

$$= 18.3$$

$$y = \sqrt{229^2 - (172 - 18.3)^2}$$

$$= 169.76$$

หามุม θ

$$\phi = \tan^{-1}\frac{169.76}{18.3} \quad (3.12)$$

$$= 83.8^{\circ}$$

$$\theta = 180 - 83.8 = 96.2^{\circ}$$

3.2.2 การคำนวณ Modulation Index และ ความต่างเฟสของขดสตาร์ทและขดรันที่ความถี่อื่น ๆ

เนื่องจากเมื่อมีการปรับค่าความถี่ที่ให้แก่มอเตอร์จะมีผลทำให้ค่าอิมพีแดนซ์ของขดสตาร์ทและขดรันมีการเปลี่ยนแปลง สำหรับในกรณีที่ไม่มีการเปลี่ยนค่า Modulation Index จะเป็นเหตุทำให้กระแสที่จ่ายให้แก่มอเตอร์เปลี่ยนไป ตัวอย่างเช่น ถ้าเราลดความถี่ลงเหลือ 30 Hz จะทำให้อิมพีแดนซ์ของขดสตาร์ทและขดรันลดลง เป็นอัตราส่วน 3 ต่อ 5 เท่าหากไม่ทำการลดค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Modulation Index ลงจะทำให้ค่ากระแสที่ไหลผ่านมอเตอร์ จะเพิ่มขึ้นในอัตราส่วน 5 ต่อ 3 เมื่อเปรียบเทียบกับกระแสที่ 50 Hz จะทำให้มอเตอร์เกิดความเสียหายได้

ดังนั้นในการออกแบบค่า Modulation Index สำหรับความถี่อื่นๆ จะต้องลดลงตามอัตราส่วนของความถี่ที่ให้กับมอเตอร์นั้น เปรียบเทียบกับความถี่ 50 Hz เช่น

ที่ความถี่ 30 Hz

อัตราส่วนของความถี่เป็น 3/5

ดังนั้น ค่า Modulation Index ที่ใช้มีค่าเท่ากับ 78.5*3/5 = 47.1 % แต่ในการใช้งานจริงนั้นได้มีการชดเชยค่า Modulation Index เพิ่มขึ้นอีก 3.5% เนื่องจากค่าของ Dead time และการตัดพัลซ์ขนาดเล็กออกไปในการเขียนโปรแกรม ดังนั้นค่า Modulation Index ที่ใช้จริงจะเป็นดังตารางที่ 3.1 ส่วนค่าความต่างเฟสระหว่างขดสตาร์ทและขดรันยังมีค่าคงเดิมเหมือนกับที่ความถี่ 50 Hz

ตารางที่ 3.1 ตารางการออกแบบค่า Modulation Index และความต่างเฟสของความถี่ต่างๆ

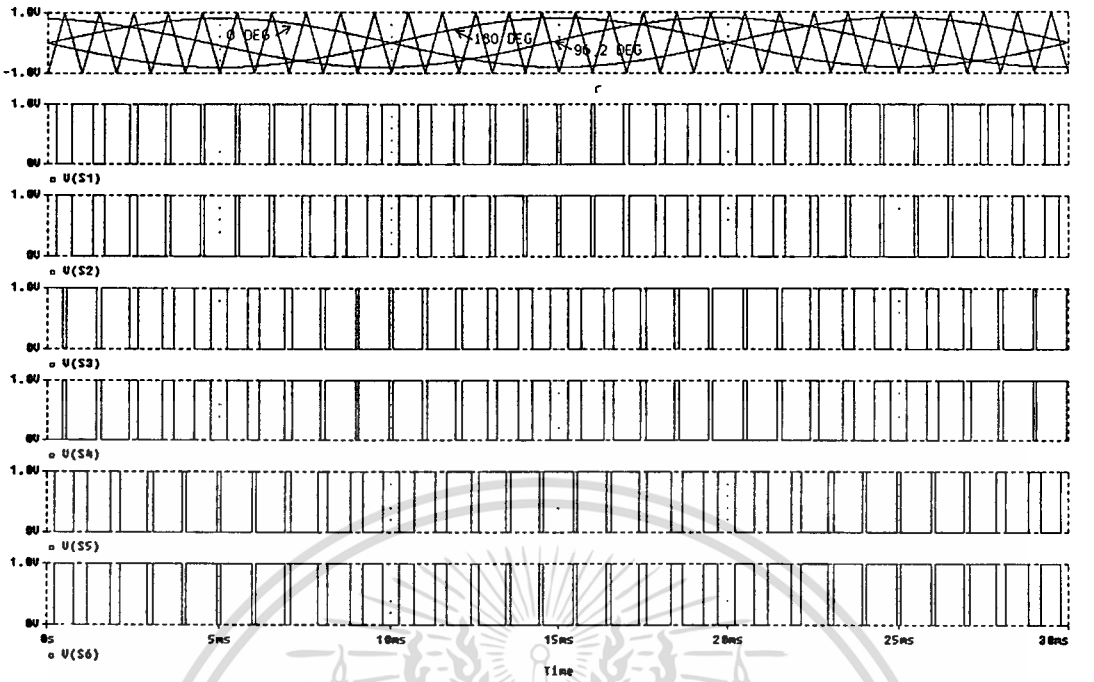
ความถี่ (Hz)	Modulation Index (ก่อนชดเชย)	Modulation Index (ชดเชย 3.5 %)	ความต่างเฟส (องศา)
50	78.50	81.2	96.2
45	70.65	73.1	96.2
40	62.80	65.0	96.2
35	54.95	56.9	96.2
30	47.10	48.7	96.2

หมายเหตุ การชดเชย 3.5 % ได้จากการทดลอง

3.3 การออกแบบสัญญาณการควบคุมสวิทช์

การสร้างสัญญาณ PWM ควบคุมสวิทช์จะใช้เทคนิคไซน์ตัดกับสามเหลี่ยม ซึ่งเรามีสัญญาณรูปสามเหลี่ยมที่มีความถี่เท่ากับความถี่การสวิทช์และมีสัญญาณอ้างอิงรูปไซน์ 3 สัญญาณซึ่งมีมุมเฟสต่างกัน 0^{o} , 96.2^{o} และ 180^{o} ตามลำดับ จุดตัดระหว่างสัญญาณไซน์กับสามเหลี่ยมจะเป็นตัวกำหนดการตัดต่อของวงจรสวิทช์ ดังรูปที่ 3.5 โดยที่ Modulation Index และมุมเฟส ได้มาจากการคำนวณในหัวข้อ 3.2 ข้างบน ซึ่งเราจะนำรูปสัญญาณที่ได้ไปสร้างเป็นตารางข้อมูลเก็บในหน่วยความจำของไมโครโพรเซสเซอร์ เพื่อใช้ในการสร้างสัญญาณในการขับ IGBT

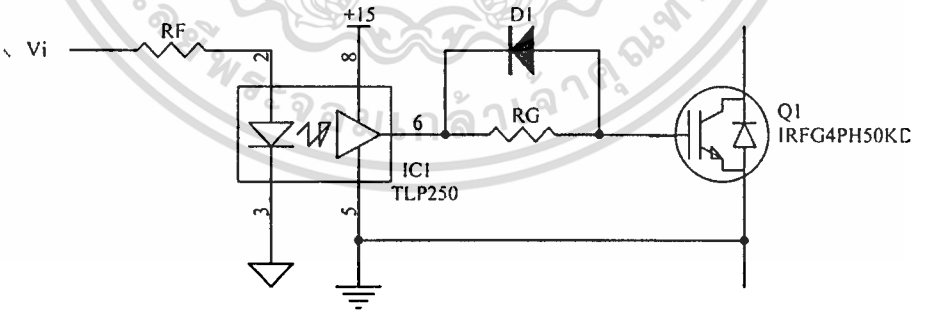
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 สัญญาณ PWM ควบคุมสวิทช์

3.4 การออกแบบวงจรภาคขับสวิทช์ IGBT

วงจรขับสวิทช์ IGBT จะใช้ Opto Isolate เบอร์ TLP250 เพื่อแยกแรงดันไฟต่ำกับแรงดันไฟสูงออกจากกัน โดย RG จะใช้ค่าอยู่ระหว่าง 10 Ω ถึง 100 Ω เพื่อป้องกันการเกิดการแกว่งของสัญญาณที่ IGBT ในที่นี้จะลือกใช้ค่า RG = 10 Ω



รูปที่ 3.7 วงจรภาคขับสวิทช์ IGBT

การออกแบบ RF กำหนดให้กระแสที่ไหลผ่านคือ I_F มีค่าเท่ากับ 10 mA , V_F = 1.6 Vโดยที่ Vi = 5 V

จะได้ว่า $$RF = \frac{Vi - V_F}{I_F} \qquad (3.13)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

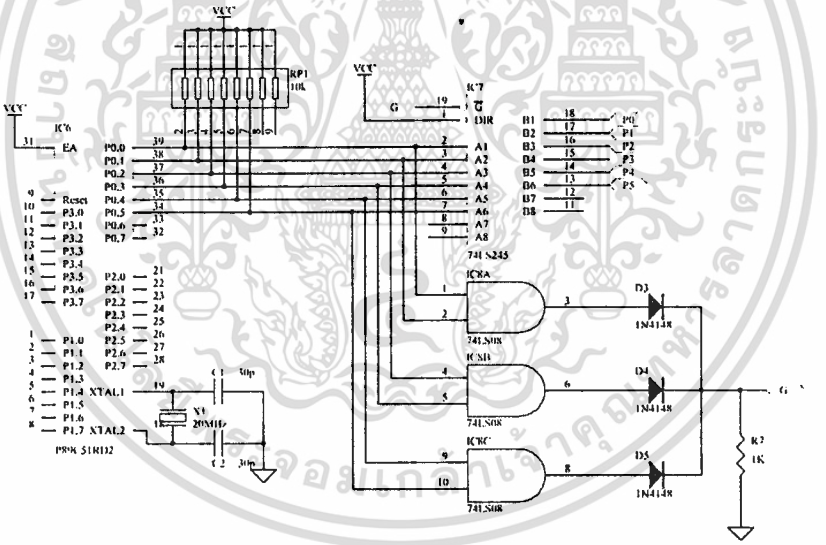
$$= \frac{5V - 1.6V}{10mA}$$

$$= 340\ \Omega$$

เลือกใช้ค่า 360 Ω ซึ่งจะได้กระแสประมาณ 9.4 mA วงจรยังสามารถทำงานได้

3.5 การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณ PWM ที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์

ไมโครโพรเซสเซอร์ทำหน้าที่สร้างสัญญาณ PWM โดยการเปิดตารางในหน่วยความจำที่เก็บไว้ แล้วส่งผ่านวงจรบัฟเฟอร์(74245) ต่อไปขับวงจร Opto isolate อีกที ส่วนแอนด์เกทต่อไว้เพื่อป้องกันในกรณีที่ไมโครโพรเซสเซอร์หยุดทำงานแล้วสถาวะที่พอร์ทเป็น 1 ทั้งคู่ จะส่งสัญญาณไปที่ IC74LS245 ให้หยุดทำงาน (เพราะถ้าเอาท์พุทเป็น 1 ทั้งคู่จะทำให้สวิทช์ในกิ่งเดียวกันทั้ง 2 ตัวทำงาน เกิดการลัดวงจรขึ้นทำใหสวิทช์เสียหาย) ซึ่งในไมโครโพรเซสเซอร์ตาราง PWM ไว้ 5 ตารางความถี่หลักมูลคือ 30Hz, 35Hz, 40Hz, 45Hz, 50Hz,

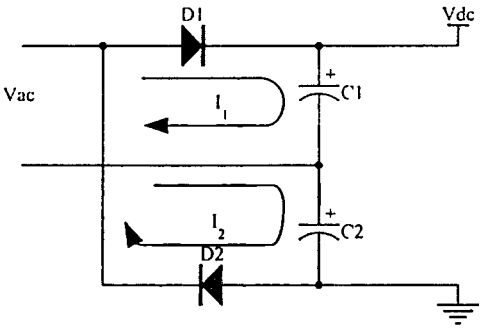


รูปที่ 3.8 วงจรสร้างสัญญาณ PWM ที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์

3.6 การออกแบบวงจรทวีแรงดัน

จากรูปที่ 3.9 จะเป็นวงจรเร็กติไฟเออร์และทวีแรงดันในตัว โดยที่ ถ้าแรงดัน Vac เป็นช่วงบวกไดโอด D1 ทำงาน(ON) D2 ไม่ทำงาน(OFF) จะมีกระแส I_1 ไหลไปเก็บประจุที่ C1 ทำให้มีแรงดันตกคร่อมเท่ากับ V_{C1} ต่อมาเมื่อแรงดัน Vac เป็นช่วงลบไดโอด D2 ทำงาน(ON) D1 ไม่ทำงาน(OFF) จะมีกระแส I_2 ไหลไปเก็บประจุที่ C2 ทำให้มีแรงดันตกคร่อมเท่ากับ V_{C2} ถ้า V_{C1} = V_{C2} = Vac แรงดันที่ตกคร่อมระหว่างตัวเก็บประจุทั้ง 2 ตัวจะเท่ากับ 2Vac และเป็นไฟกระแสตรง

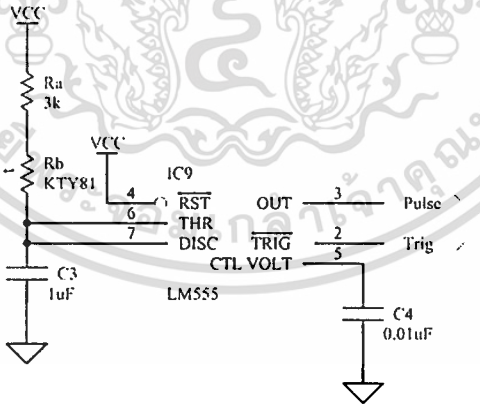
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 วงจรเร็กติไฟเออร์และทวีแรงดัน

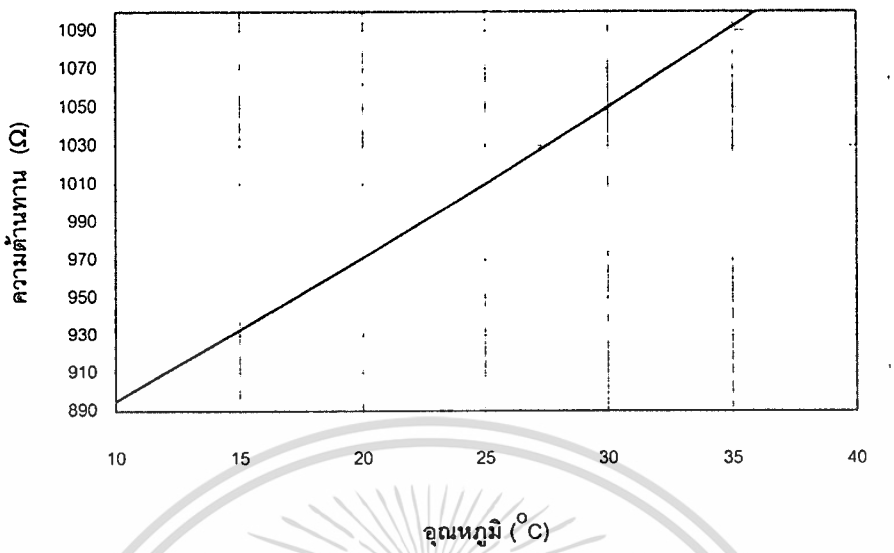
3.7 การออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิ

วงจรวัดอุณหภูมิใช้ไอซีเบอร์ LM555 ต่อเป็นวงจรโมโนสเตเบิ้ล ดังรูปที่ 3.10 โดยใช้การทริกที่ขา 2 ของไอซี ซึ่งจะได้สัญญาณพัลส์ออกมาที่ขา 3 และให้ไมโครโพรเซสเซอร์วัดความกว้างของสัญญาณพัลส์และนำค่าที่ได้ไปประมวลผลค่าอุณหภูมิออกมา โดยที่เซ็นเซอร์วัดอุณหภูมิใช้เบอร์ KTY81 (เป็น PTC=Positive Temperature Coefficient เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นความต้านทานก็จะเพิ่มขึ้น)ของบริษัท ฟิลิฟส์ ซึ่งช่วงอุณหภูมิที่ใช้(ช่วงอุณหภูมิใช้งานของเครื่องปรับอากาศคือ 15^{o}C – 35^{o}C)งานค่าอัตราการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานค่อนข้างจะเป็นเชิงเส้นมากดังรูปที่ 3.11 ซึ่งความกว้างของสัญญาณพัลส์หาได้จากสมการ (3.14)



รูปที่ 3.10 วงจรวัดอุณหภูมิ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงความต้านทานเทียบกับอุณหภูมิ

$$t = 1.1(Ra+Rb)C \qquad (3.14)$$

โดยที่

$C = 1\ uF$

$Ra = 3\ k\Omega$

$Rb_{min} = 933\ \Omega$ ที่ $15^{o}C$

$Rb_{max} = 1092\ \Omega$ ที่ $35^{o}C$

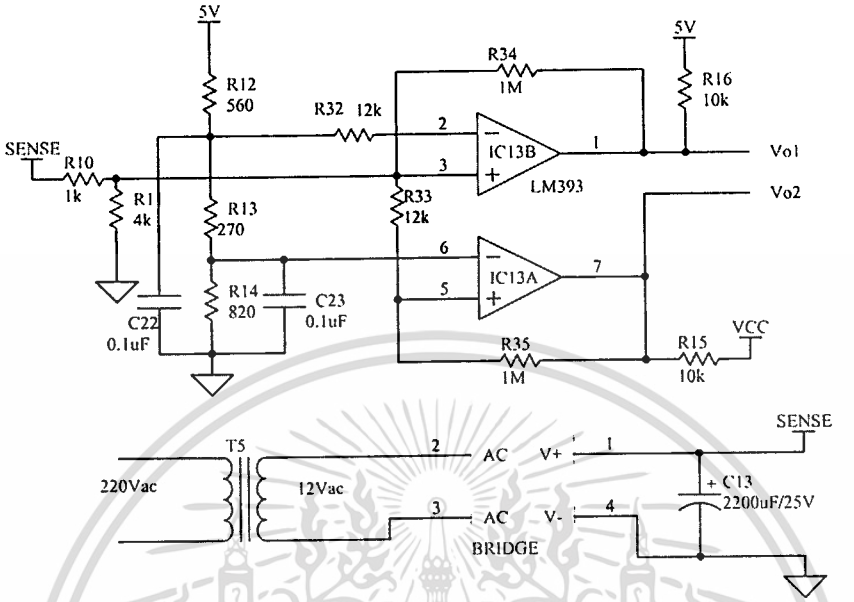
จากสมการ(9)

$$t_{min} = 1.1(3k+933)(1uF)$$
$$= 43.263\ mS$$

$$t_{max} = 1.1(3k+1092)(1uF)$$
$$= 45.012\ mS$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.8 การออกแบบวงจรตรวจสอบแรงดันไฟตกไฟเกิน



รูปที่ 3.12 วงจรตรวจสอบไฟตกไฟเกิน

จากรูปที่ 3.12 วงจรตรวจสอบไฟตกไฟเกินจะใช้หม้อแปลงทำการลดระดับแรงดันลงมาที่ 12V และผ่านวงจรเร็คติไฟเออร์ให้เป็นไฟตรงแล้วทำการเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่ตั้งไว้ โดยให้ไฟตกอยู่ที่ 180Vac ไฟเกินอยู่ที่ 240Vac โดยการเปรียบเทียบระดับแรงดันจะใช้วงจรออปแอมป์ 2 ตัว ให้ตัวหนึ่งตรวจสอบไฟตกอีกตัวตรวจสอบไฟเกิน แล้วนำเอาท์พุทที่ได้ไปต่อกับไมโครโพรเซสเซอร์ ซึ่งเอาท์พุทที่ได้จะบอกสภาวะของแรงดันไฟฟ้าดังตารางที่ 3.2

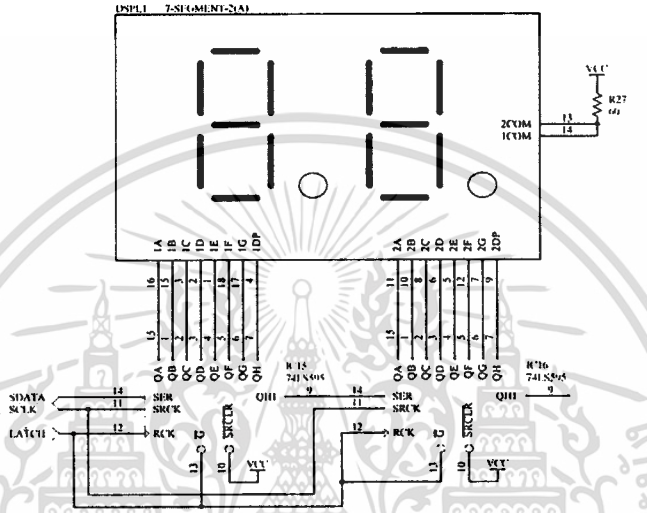
ตารางที่ 3.2 สภาวะเอาท์พุทของวงจรตรวจสอบไฟตกไฟเกิน

Vo1	Vo2	สถานะ
0	0	ไฟตก
0	1	ปกติ
1	1	ไฟเกิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.9 การออกแบบวงจรแสดงผล

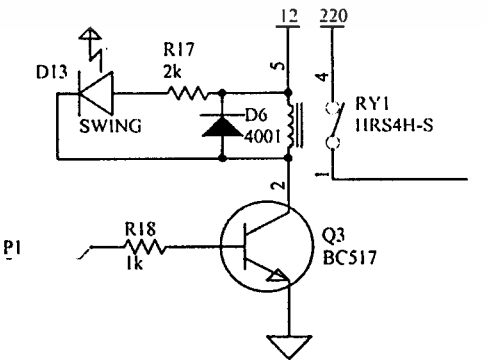
วงจรแสดงผลจะใช้ 7-Segment แบบ Common anode ในการแสดงค่าของอุณหภูมิ โดยจะใช้ไอซีเบอร์ 74HC595 ในการขับ 7-Segment ดังรูปที่ 3.11 ซึ่งจะเห็นว่าจะใช้สายสัญญาณเพียงแค่สามเส้นเท่านั้น ทำให้ประหยัดพอร์ทของไมโครโพรเซสเซอร์ โดยการส่งข้อมูลจะเป็นการส่งแบบอนุกรม แล้วให้เอาท์พุทเป็นแบบขนานไปขับ LED ของ 7-Segment



รูปที่ 3.13 วงจรแสดงผล

3.10 การออกแบบวงจรขับรีเลย์

วงจรขับรีเลย์จะใช้เป็นวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์พัดลมและควบคุมการจ่ายไฟให้กับชุดสวิทช์ IGBT ที่ใช้ในการขับมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ 1 เฟส โดยจะใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC517 ในการขับรีเลย์ดังรูปที่ 3.14

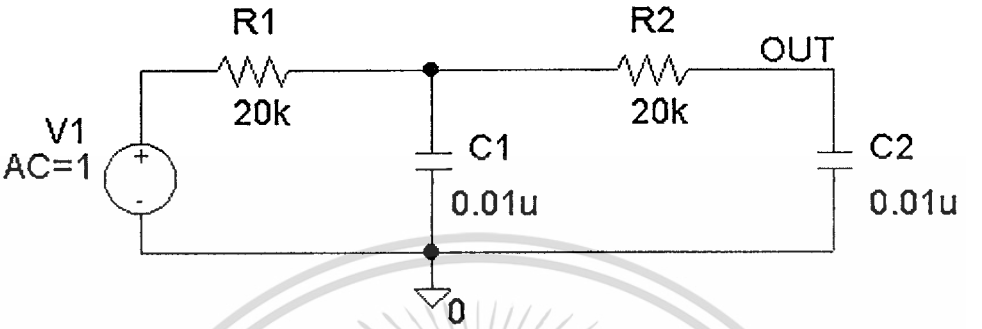


รูปที่ 3.14 วงจรขับรีเลย์

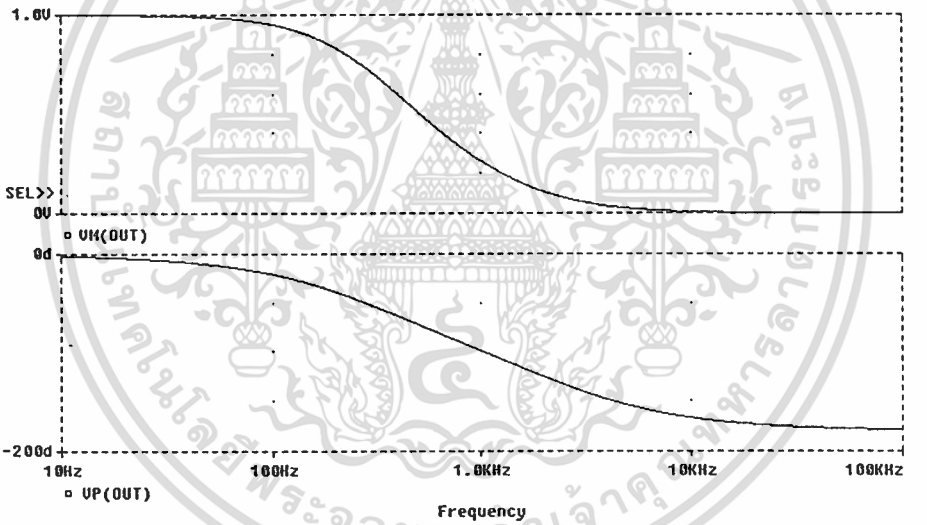
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.11 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

วงจรกรองความถี่ต่ำผ่านจะใช้ในการวัดแรงดันที่ขด Start และขด Run ที่คอมเพรสเซอร์ โดยจะกรองความถี่สูงทิ้งไปให้เหลือแต่ความถี่หลักมูลมีวงจรดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 วงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน



รูปที่ 3.16 ผลตอบสนองความถี่ของวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน

ความถี่ตัดของวงจรกรองอยู่ที่ 298 Hz

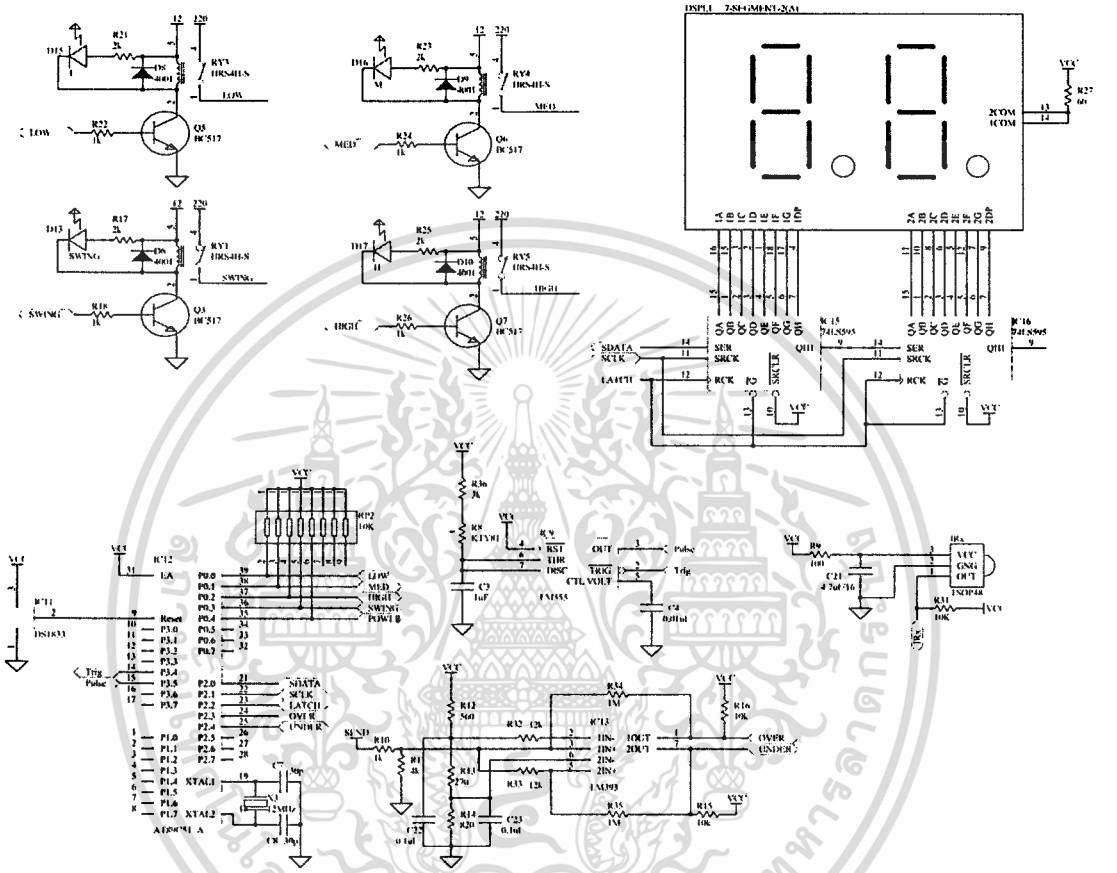
ตารางที่ 3.3 ตรารางผลตอบสนองความถี่(Vin = 1Vp)

ความถี่	แรงดันเอาท์พุท (mV)	ความต่างเฟส (องศา)
30	994	-6.522
35	993	-7.549
40	991	-8.659
45	988	-9.679
50	986	-10.723

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

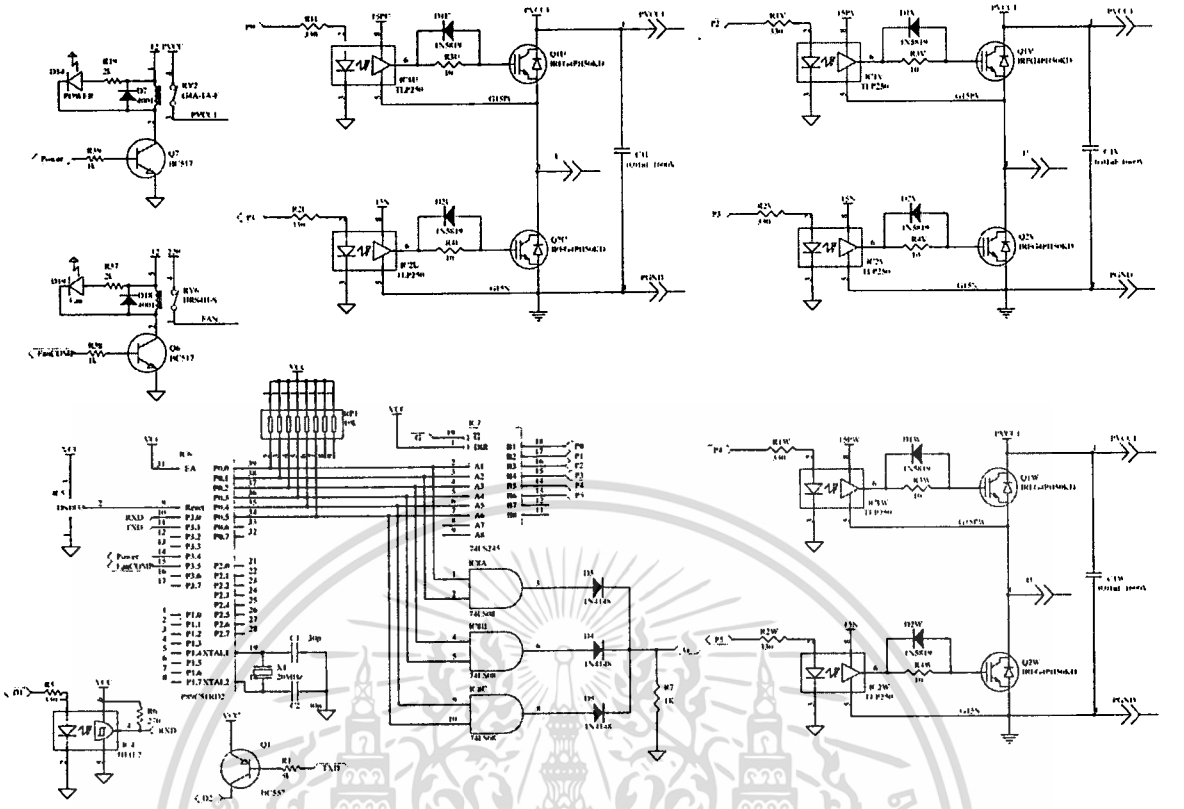
3.12 วงจรรวมส่วนควบคุมและสร้างสัญญาณ PWM

รูปข้างล่างเป็นการนำวงจรที่ออกแบบไว้มารวมกัน โดยแบ่งเป็น 2 วงจร คือ วงจรส่วนควบคุมกับวงจรสร้างสัญญาณ PWM ดังแสดงในรูปที่ 3.17 และรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.17 วงจรส่วนควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



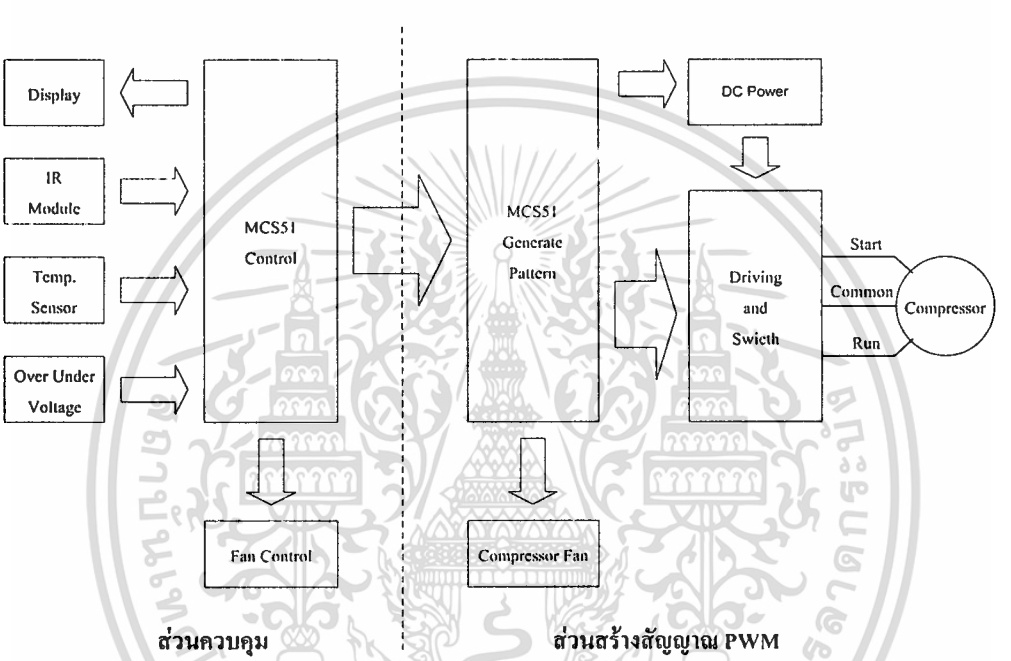
รูปที่ 3.18 วงจรสร้างสัญญาณ PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การออกแบบโปรแกรม

4.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบ

จากรูปที่ 4.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบจะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ส่วนสร้างสัญญาณ PWM และส่วนควบคุม



รูปที่ 4.1 บล็อคไดอะแกรมของระบบ

4.1.1 ส่วนสร้างสัญญาณ PWM

จะทำหน้าที่ส่งสัญญาณ PWM ไปที่วงจรขับ IGBT เพื่อขยายขนาดแรงดันและกำลังให้มากพอที่จะจ่ายให้กับคอมเพรสเซอร์ โดยส่วนนี้จะใช้ไมโครโพรเซสเซอร์ในการเก็บตารางข้อมูลรูปแบบสัญญาณ PWM ไว้ในหน่วยความจำ ซึ่งจะมีอยู่ 5 ความถี่หลักมูล(30Hz, 35Hz, 40Hz, 45Hz, 50Hz) โดยไมโครโพรเซสเซอร์จะรับคำสั่งมาจากส่วนควบคุมว่าจะให้ส่งสัญญาณ PWM ที่ความถี่หลักมูลใดอีกที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 **ส่วนควบคุม**

จะทำหน้าที่รับข้อมูลคำสั่งจากรีโมทคอนโทรล, วัดอุณหภูมิ, แสดงผล, ตรวจสอบระดับแรงดันไฟฟ้า, ปรับระดับความแรงของพัดลม และส่งคำสั่งไปควบคุมส่วนวงจรสร้างสัญญาณ PWM โดยจะทำการประมวลผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิห้อง โดยจะปรับระดับของพัดลมควบคู่กันไป

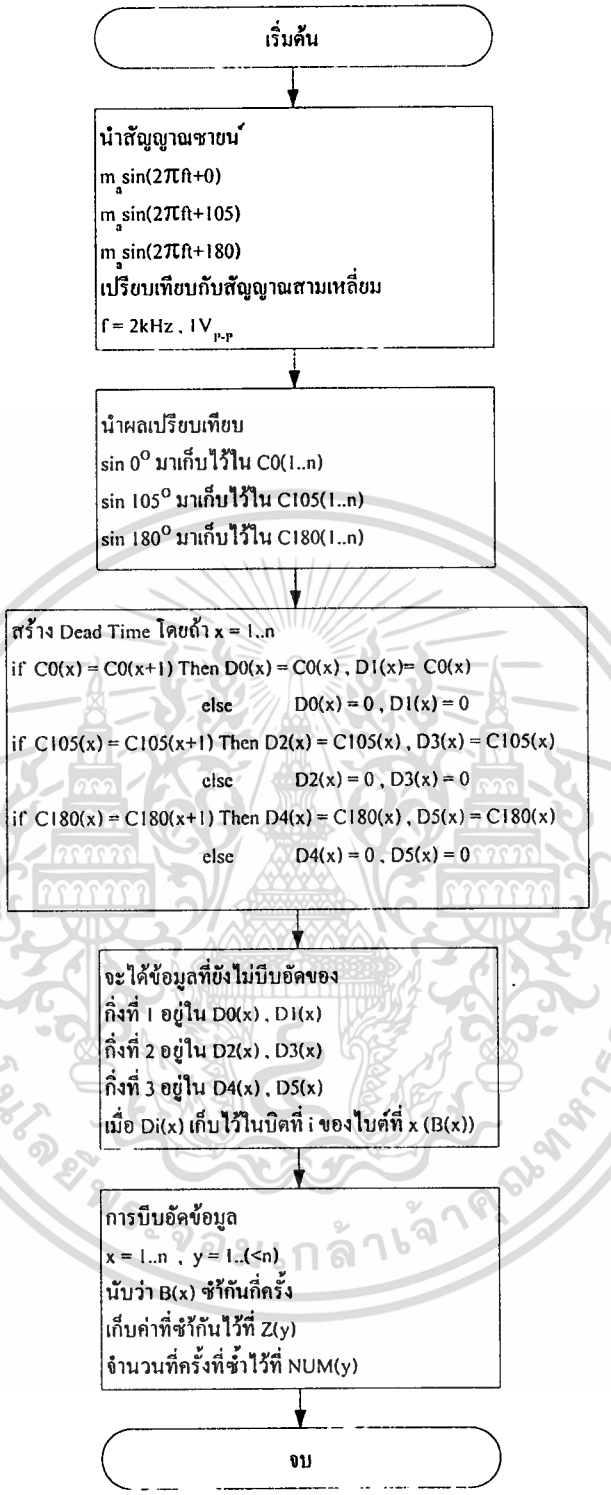
4.2 โครงสร้างโปรแกรม

โปรแกรมจะถูกแบ่งเป็น 3 ส่วน คือ โปรแกรมการคำนวณหาความกว้างของสัญญาณ PWM และการบีบอัดข้อมูล, โปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM, โปรแกรมควบคุมการทำงาน ดังจะกล่าวต่อไป

4.2.1 **โปรแกรมการคำนวณหาความกว้างของสัญญาณ PWM และการบีบอัดข้อมูล**

ในโปรแกรมส่วนนี้จะเป็นการคำนวณหาความกว้างของสัญญาณ PWM โดยการนำสัญญาณซายน์ที่มีความถี่ต่างๆ(30Hz, 35Hz, 40Hz, 45Hz, 50Hz) มาทำการมอดูเลชั่นกับสัญญาณสามเหลี่ยมความถี่ 2kHz โดยในหนึ่งความถี่จะมีสัญญาณ PWM อยู่ 3 ชุด โดยมีเฟสต่างกัน(0 องศา, 96.2 องศา, 180 องศา) แล้วนำสัญญาณ PWM ที่ได้มาสร้าง Dead time จากนั้นนำข้อมูลความกว้างของพัลส์มาสร้างเป็นตาราง และบีบอัดข้อมูลโดยการเก็บข้อมูลและค่าที่ซ้ำกันของข้อมูล ซึ่งเราจะได้ตารางของข้อมูลสัญญาณ PWM มา ดังในรูปที่ 4.2 เพื่อนำไปใช้ในส่วนของโปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM และในส่วนนี้จะใช้โปรแกรม Visual Basic ในการคำนวณและบันทึกเป็นไฟล์เพื่อโปรแกรมลงบนไมโครโพรเซสเซอร์ตัวสร้าง PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

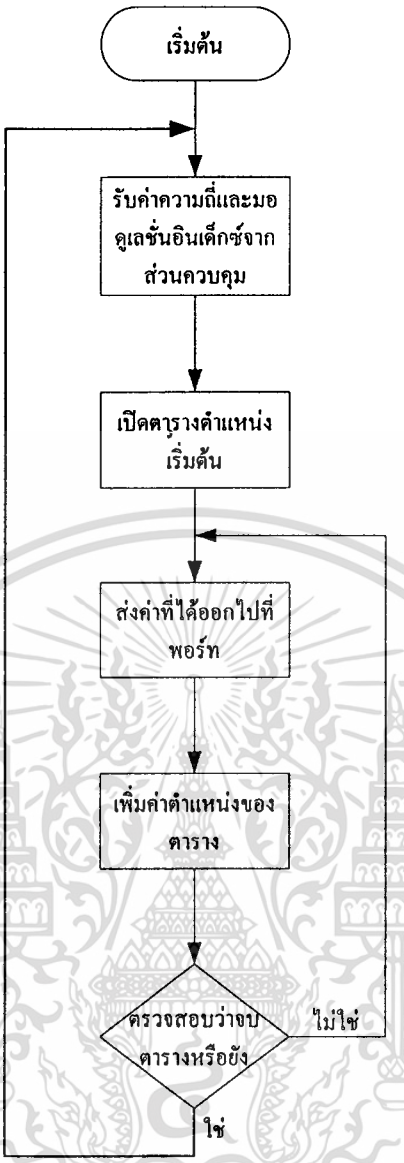


รูปที่ 4.2 โฟล์ชาร์ตการคำนวณหาความกว้างของสัญญาณ PWM และการบีบอัดข้อมูล

4.2.2 โปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM (ในส่วน uP ตัวสร้าง PWM)

ในส่วนนี้ไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่สร้างสัญญาณ PWM ไปขับสวิตช์ IGBT โดยจะรับค่าความถี่และมอดูเลชั่นอินเด็กซ์จากส่วนควบคุมแล้วนำค่าที่ได้ไปเปิดตารางและส่งค่าออกไปที่พอร์ท เพื่อขับ IGBT ดังรูปที่ 4.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

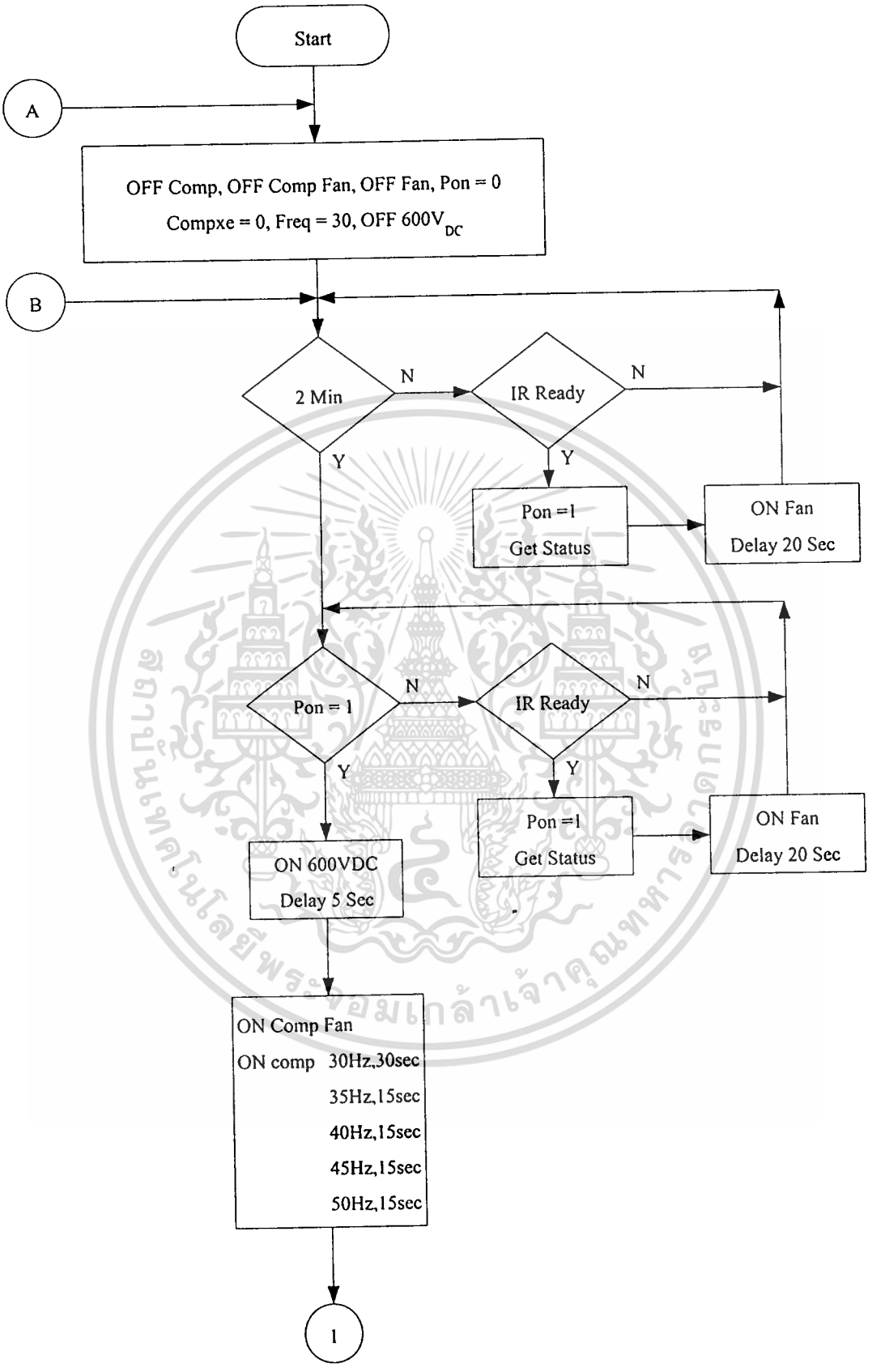


รูปที่ 4.3 โฟล์ชาร์ตส่วนโปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM

4.2.3 โปรแกรมควบคุมการทำงาน (ในส่วน uP ตัวควบคุมหลัก)

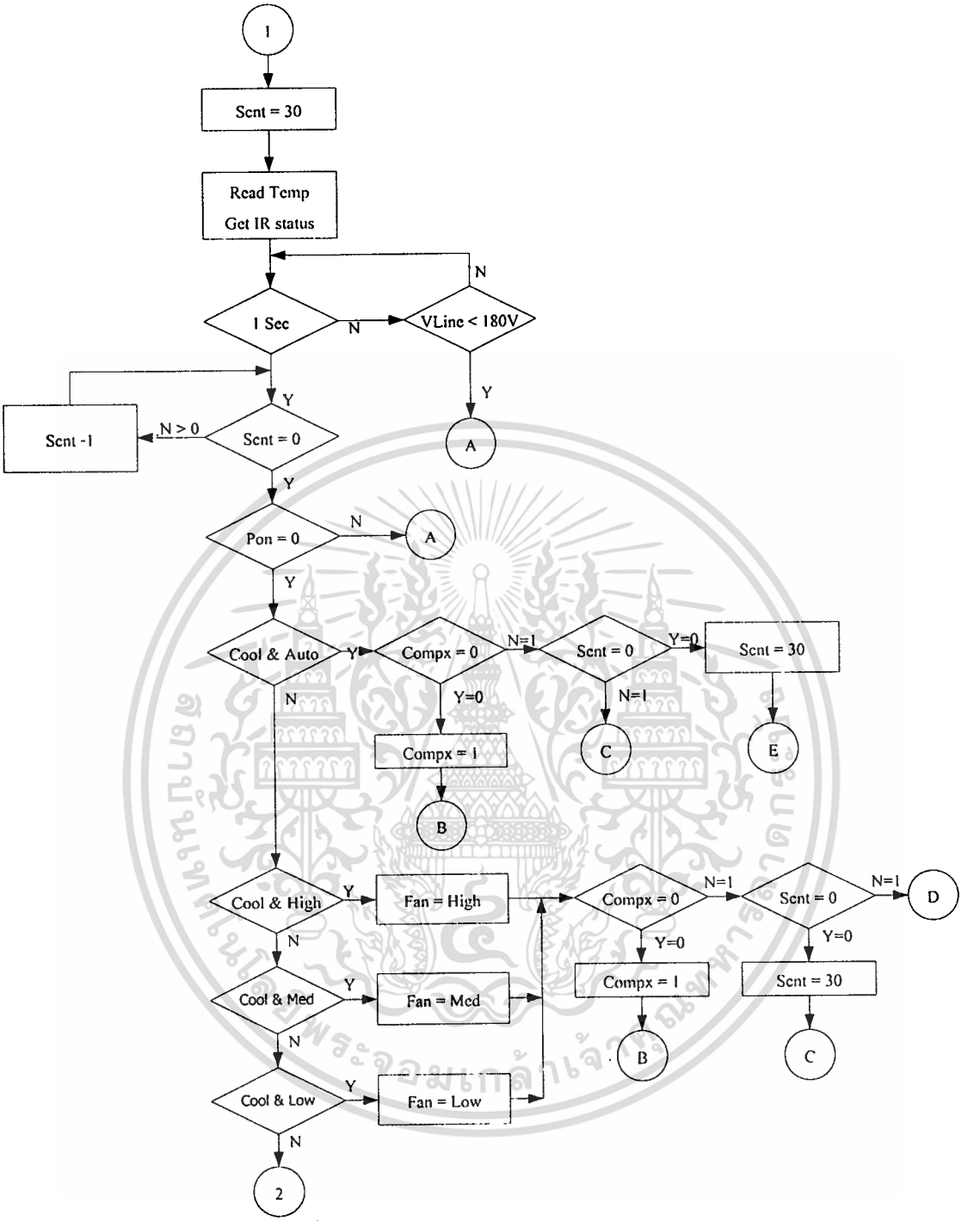
โปรแกรมส่วนนี้ควบคุมการจ่ายไฟให้กับ IGBT และจะทำหน้าที่รับข้อมูลคำสั่งจากรีโมทคอนโทรล, วัดอุณหภูมิ, แสดงผล, ตรวจสอบระดับแรงดันไฟฟ้า, ปรับระดับความแรงของพัดลม และส่งคำสั่งไปควบคุมส่วนวงจรสร้างสัญญาณ PWM ให้เปลี่ยนความถี่ในการขับคอมเพรสเซอร์ โดยจะทำการประมวลผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิห้องกับอุณหภูมิที่ตั้งไว้ โดยจะปรับระดับของพัดลมควบคู่กันไป และรักษาระดับอุณหภูมิของห้องให้ใกล้เคียงกับค่าที่ตั้งไว้ ดังรูปที่ 4.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



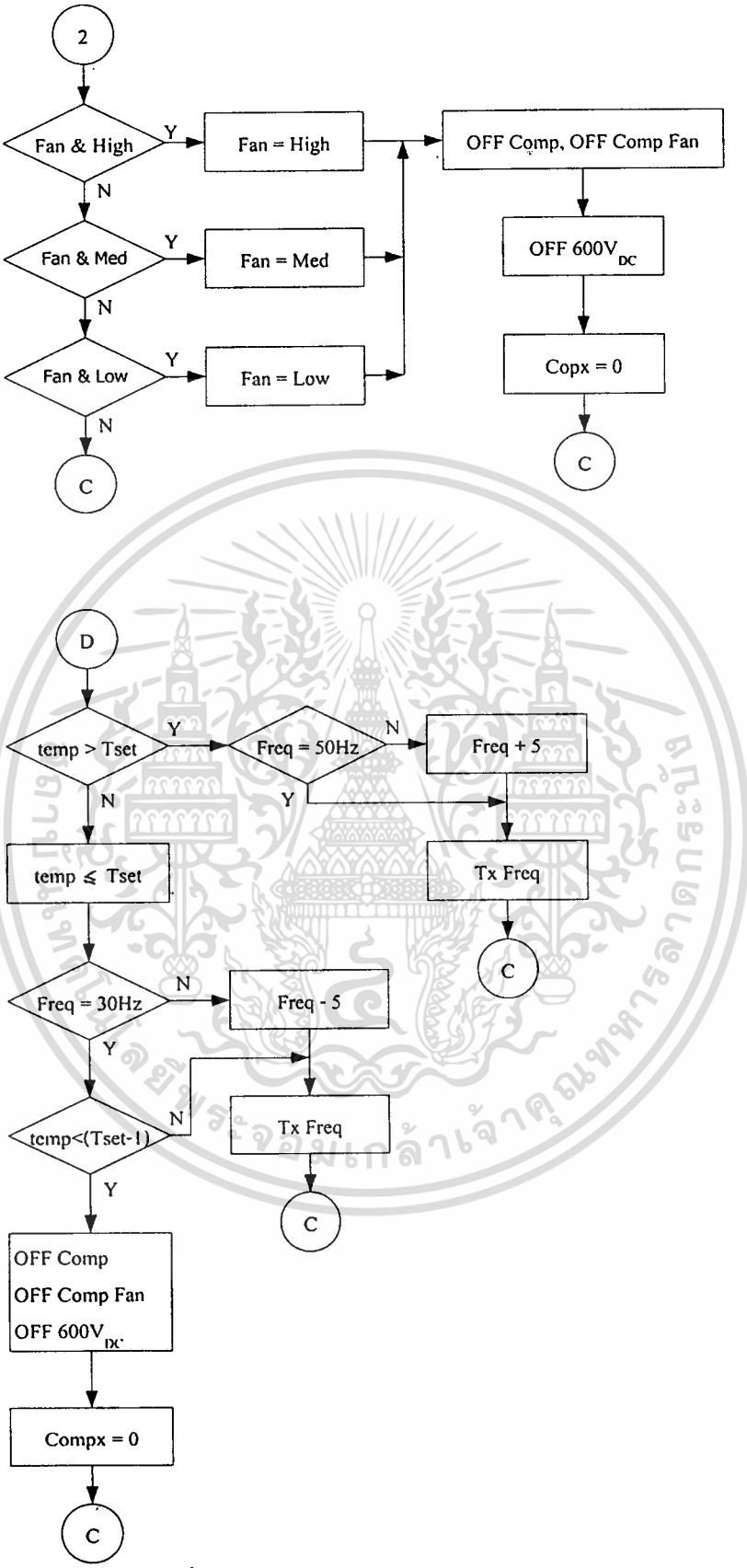
รูปที่ 4.4 ก โฟล์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



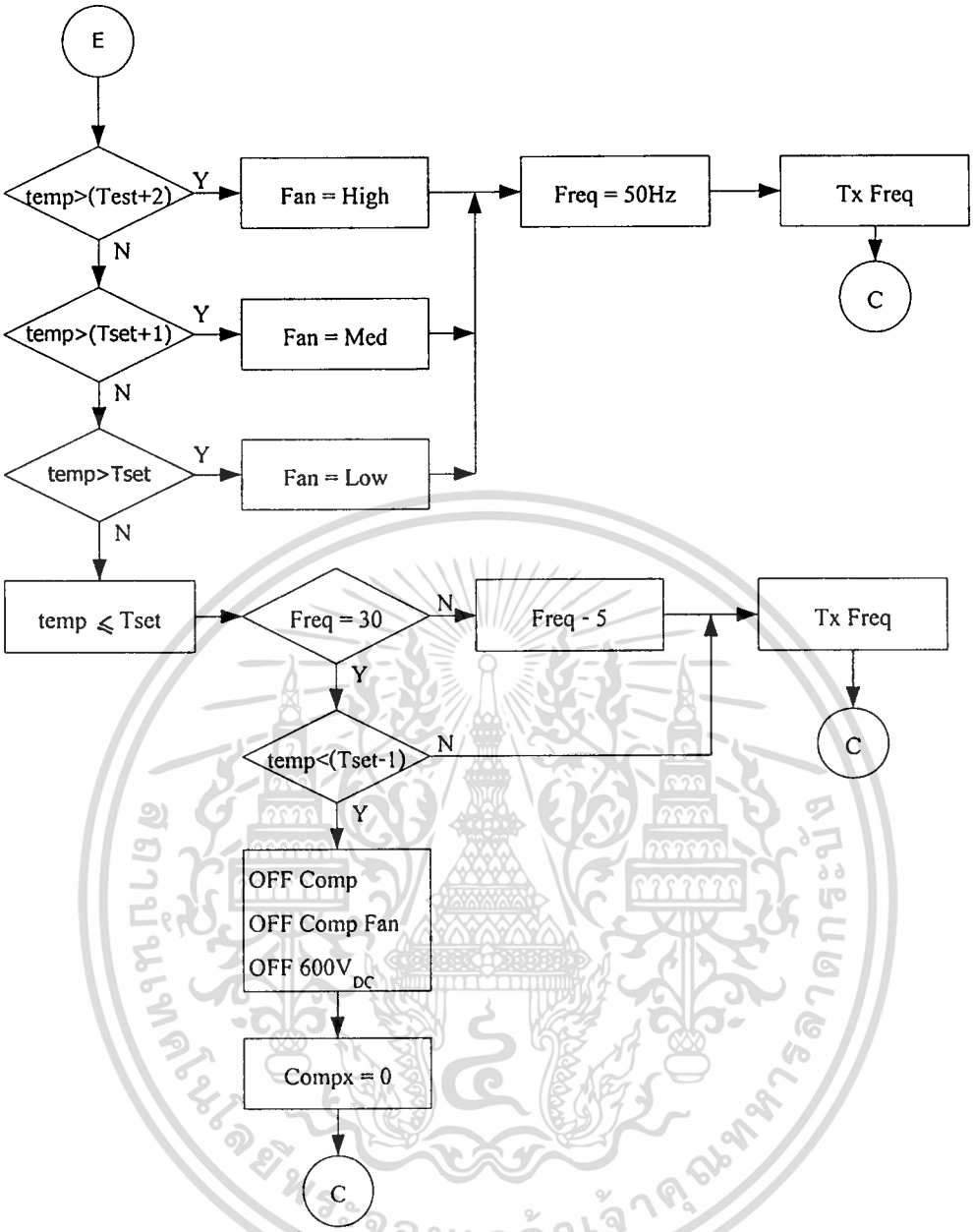
รูปที่ 4.4 ข โฟล์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ค โฟล์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

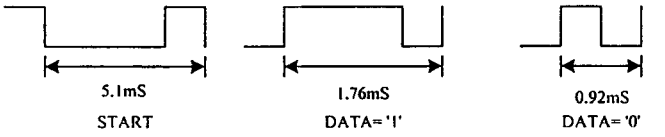


รูปที่ 4.4 ง โฟล์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม

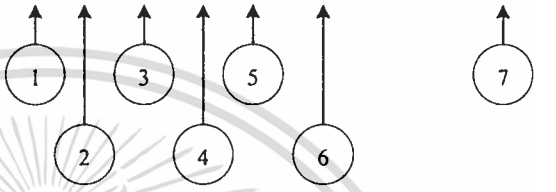
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ข้อมูลรีโมทคอนโทรล

รีโมทคอนโทรลที่ใช้เป็นของมิตซูบิชิ เมื่อกดปุ่มที่ตัวรีโมทคอนโทรลจะมีการส่งข้อมูลออกมา 14 ไบท์ โดยมี ความกว้างของสัญญาณและข้อมูล ดังรูปที่ 4.5



ข้อมูลที่ส่งออกมา = DC 34 D9 FE FF XX XX XX XX XX XX FF FF XX



รูปที่ 4.5 ความกว้างของสัญญาณและข้อมูลของรีโมทคอนโทรล

4.3.1 หมายเลข 1 จะเป็นข้อมูล Power ON, OFF

Power OFF	ข้อมูลจะเป็น	DFh
Power ON และ Start ON	ข้อมูลจะเป็น	CBh
Power ON และ Stop ON	ข้อมูลจะเป็น	D3h
Power ON และ Start ON และ Stop ON	ข้อมูลจะเป็น	C3h
Power ON และ Start OFF และ Stop OFF	ข้อมูลจะเป็น	DBh

4.3.2 หมายเลข 2 จะเป็นข้อมูล MODE การทำงาน

I FEED	ข้อมูลจะเป็น	F7h
COOL	ข้อมูลจะเป็น	FCh
DRY	ข้อมูลจะเป็น	FDh
HEAT	ข้อมูลจะเป็น	FEh

4.3.3 หมายเลข 3 จะเป็นข้อมูล อุณหภูมิ

16 องศา	ข้อมูลจะเป็น	70h
17 องศา	ข้อมูลจะเป็น	71h
18 องศา	ข้อมูลจะเป็น	72h
19 องศา	ข้อมูลจะเป็น	73h
20 องศา	ข้อมูลจะเป็น	74h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

21 องศา	ข้อมูลจะเป็น	75h
22 องศา	ข้อมูลจะเป็น	76h
23 องศา	ข้อมูลจะเป็น	77h
24 องศา	ข้อมูลจะเป็น	78h
25 องศา	ข้อมูลจะเป็น	79h
26 องศา	ข้อมูลจะเป็น	7Ah
27 องศา	ข้อมูลจะเป็น	7Bh
28 องศา	ข้อมูลจะเป็น	7Ch
29 องศา	ข้อมูลจะเป็น	7Dh
30 องศา	ข้อมูลจะเป็น	7Eh
31 องศา	ข้อมูลจะเป็น	7Fh

4.3.4 **หมายเลข 4 จะเป็นข้อมูล** FAN , VANE , SWING

FAN(ปรับระดับความแรงของพัดลม)

AUTO	ข้อมูลจะเป็น	FFh
LOW	ข้อมูลจะเป็น	FDh
MED	ข้อมูลจะเป็น	FCh
HIGH	ข้อมูลจะเป็น	FAh

VANE(ปรับทิศทางลม)

AUTO	ข้อมูลจะเป็น	FFh
1'st	ข้อมูลจะเป็น	F7h
2'st	ข้อมูลจะเป็น	EFh
3'st	ข้อมูลจะเป็น	E7h
4'st	ข้อมูลจะเป็น	DFh
5'st	ข้อมูลจะเป็น	D7h

SWING

ON	ข้อมูลจะเป็น	C7h
OFF	ข้อมูลจะเป็น	FFh

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.5 หมายเลข 5 และ 6 จะเป็นข้อมูล การตั้งเวลาเปิดปิดเครื่อง

โดยจะส่งเป็นผลต่างของเวลา ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางผลต่างเวลา

(ชั่วโมง)	นาที					
	00	10	20	30	40	50
0	6Fh	FEh	FDh	FCh	FBh	FAh
1	F9h	F8h	F7h	F6h	F5h	F4h
2	F3h	F2h	F1h	F0h	EFh	EEh
3	EDh	ECh	EBh	EAh	E9h	E8h
4	E7h	E6h	E5h	E4h	E3h	E2h
5	E1h	E0h	DFh	DEh	DDh	DCh
6	DBh	Dah	D9h	D8h	D7h	D6h
7	D5h	D4h	D3h	D2h	D1h	D0h
8	CFh	CEh	CDh	CCh	CBh	CAh
9	C9h	C8h	C7h	C6h	C5h	C4h
10	C3h	C2h	C1h	C0h	BFh	BEh
11	BDh	BCh	BBh	BAh	B9h	B8h
12	B7h	B6h	B5h	B4h	B3h	B2h
13	B1h	B0h	AFh	AEh	ADh	ACh
14	ABh	AAh	A9h	A8h	A7h	A6h
15	A5h	A4h	A3h	A2h	A1h	A0h
16	9Fh	9Eh	9Dh	9Ch	9Bh	9Ah
17	99h	98h	97h	96h	95h	94h
18	93h	92h	91h	90h	8Fh	8Eh
19	8Dh	8Ch	8Bh	8Ah	89h	88h
20	87h	86h	85h	84h	83h	82h
21	81h	80h	7Fh	7Eh	7Dh	7Ch
22	7Bh	7Ah	79h	78h	77h	76h
23	75h	74h	73h	72h	71h	70h

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างเช่น

ที่หน้าจอเวลา PM 7:00 ถ้าต้องให้เปิดเครื่องเวลา PM 8:00 (ผลต่าง 1 ชั่วโมง)และปิดเครื่องเวลา AM 9:00 (ผลต่าง 14 ชั่วโมง)ข้อมูลการเปิดเครื่องจะเป็น F9h และข้อมูลการปิดเครื่องจะเป็น ABh

4.3.6 **หมายเลข 7 จะเป็นข้อมูล** Checksum

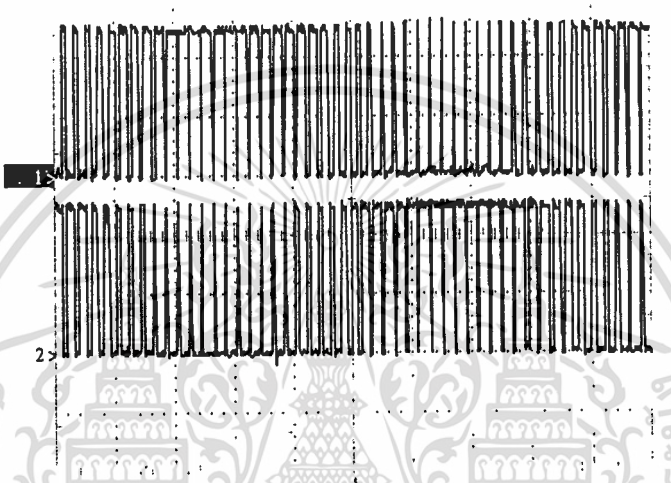
โดยการนำข้อมูลทั้ง 13 ไบท์มาบวกกัน แล้วบวกด้วยค่าคงที่ 0Ch เพื่อใช้ตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

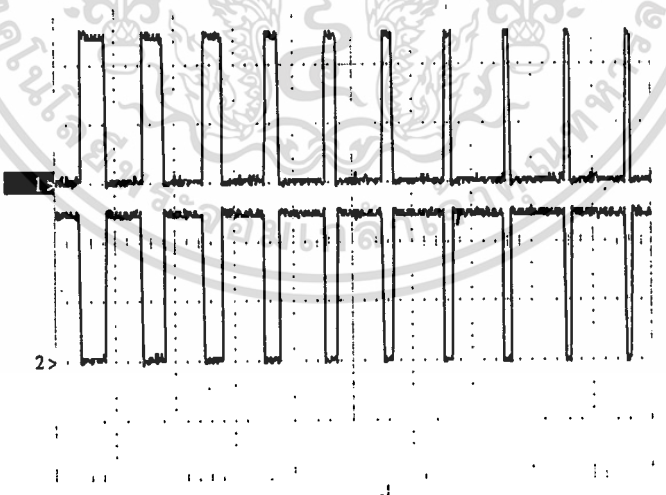
บทที่ 5
ผลการทดลอง

5.1 สัญญาณที่จุดต่างๆ

ในรูปที่ 5.1 – 5.3 จะเป็นการวัดสัญญาณที่พอร์ทของไมโครโพรเซสเซอร์ เพื่อดูความถูกต้องของสัญญาณ PWM โดยจุดวัดจะวัดที่ ขา34 – ขา39 ของP89C51RD2ดูที่รูปที่ ก.2 ที่ภาคผนวก



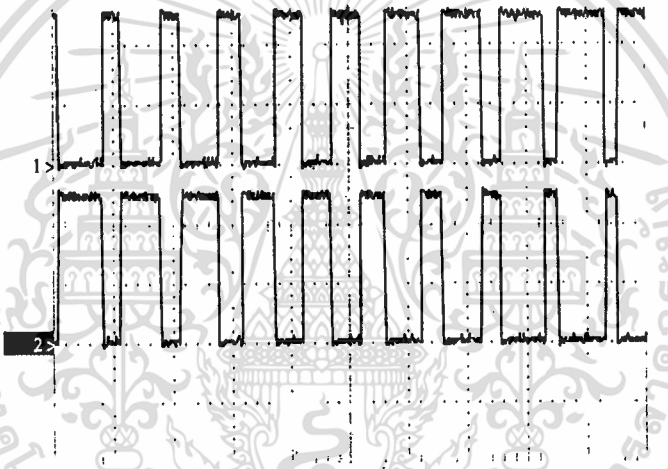
รูปที่ 5.1 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ P0.0(CH1) และ P0.1(CH2)



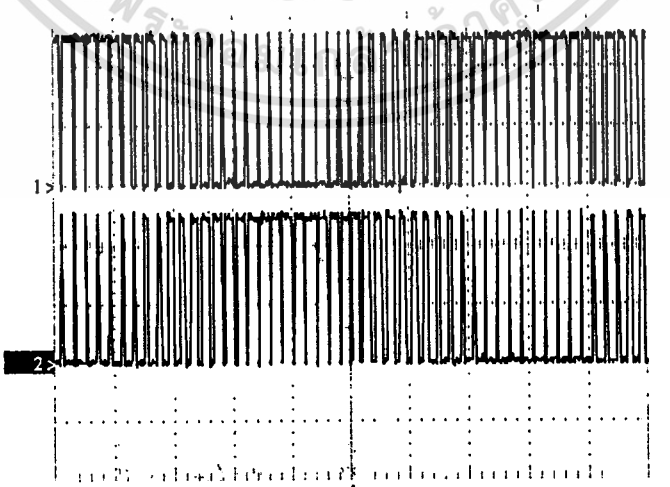
รูปที่ 5.1 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ P0.0(CH1) และ P0.1(CH2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.2 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ P0.2(CH1) และ P0.3(CH2)

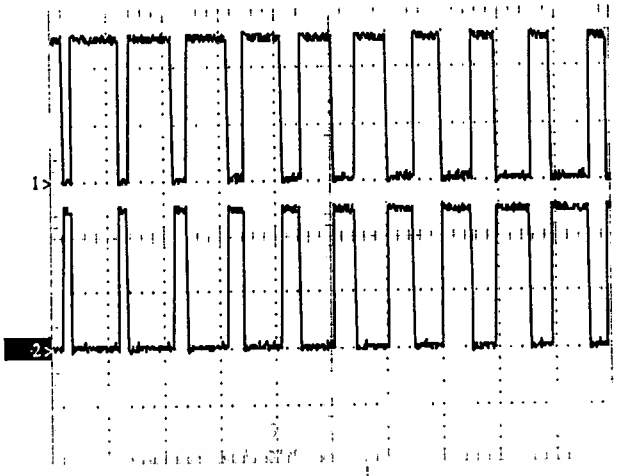


รูปที่ 5.2 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ P0.2(CH1) และ P0.3(CH2)



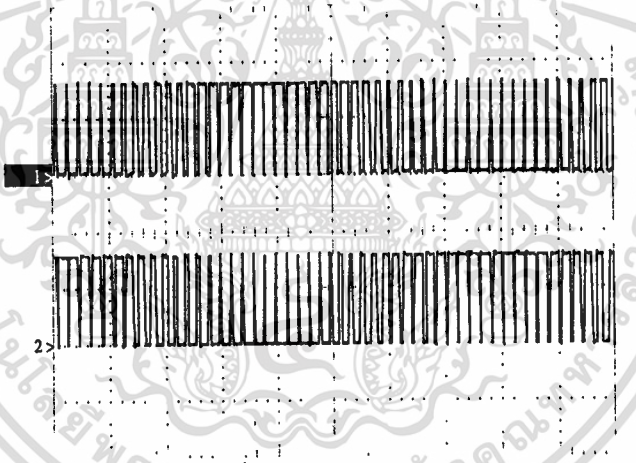
รูปที่ 5.3 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ P0.4(CH1) และ P0.5(CH2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

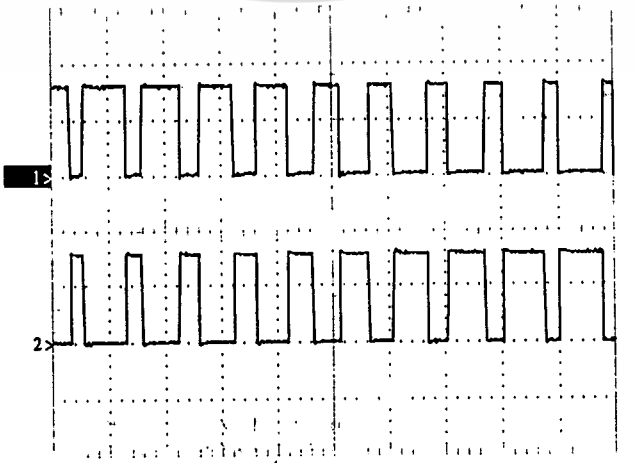


รูปที่ 5.3 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ P0.4(CH1) และ P0.5(CH2)

ในรูปที่ 5.4-5.6 เป็นการวัดสัญญาณที่ขาเกทของ IGBT เพื่อดูความถูกต้องของสัญญาณ โดยวัดที่ขาเกทของ IGBT แต่ละกิ่งเป็นคู่เพื่อเปรียบเทียบกัน โดยระดับสัญญาณจะเป็นตรงข้ามกัน

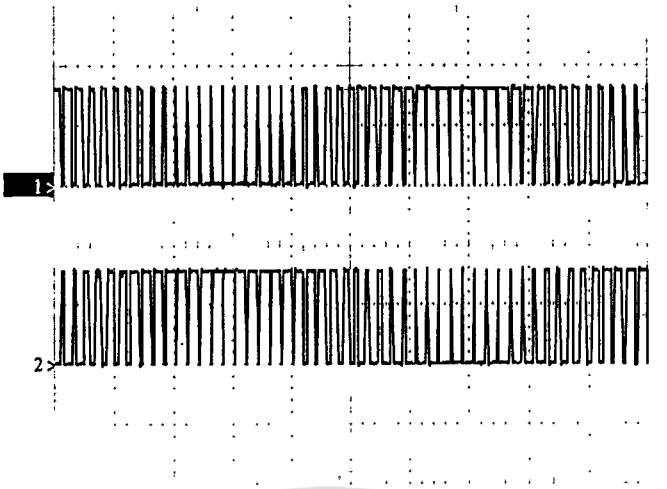


รูปที่ 5.4 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q2U(CH2)

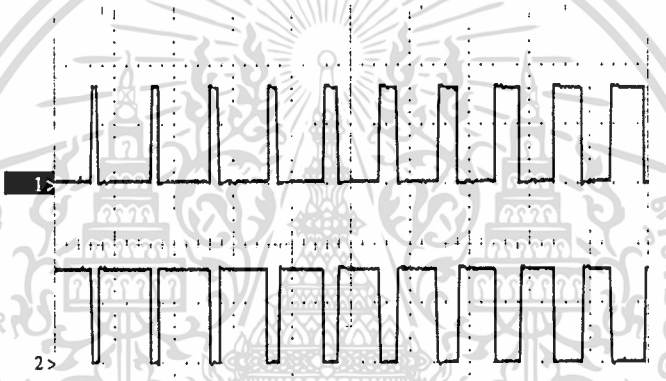


รูปที่ 5.4 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q2U(CH2)

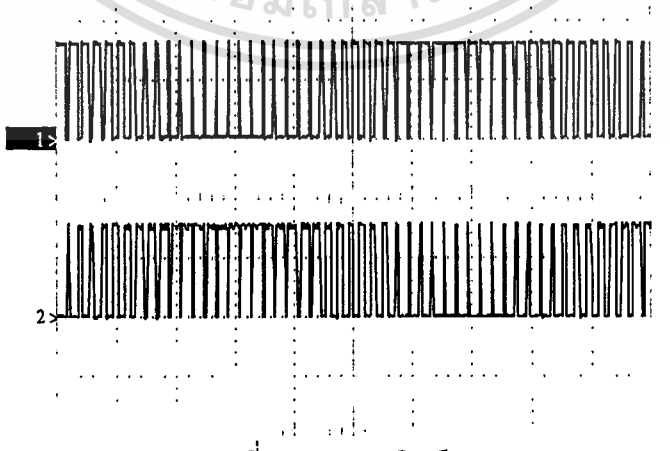
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1V(CH1) และ Q2V(CH2)

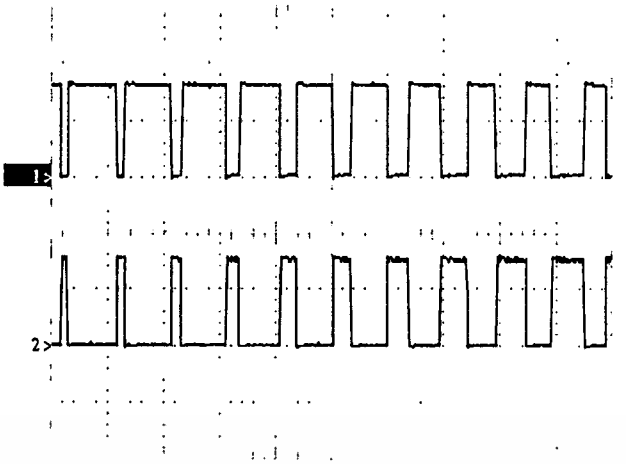


รูปที่ 5.5 ข รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1V(CH1) และ Q2V(CH2)



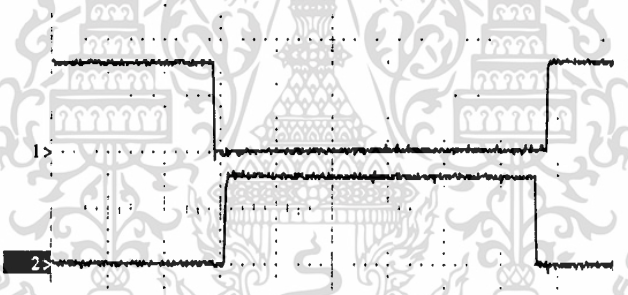
รูปที่ 5.6 ก รูปสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1W(CH1) และ Q2W(CH2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

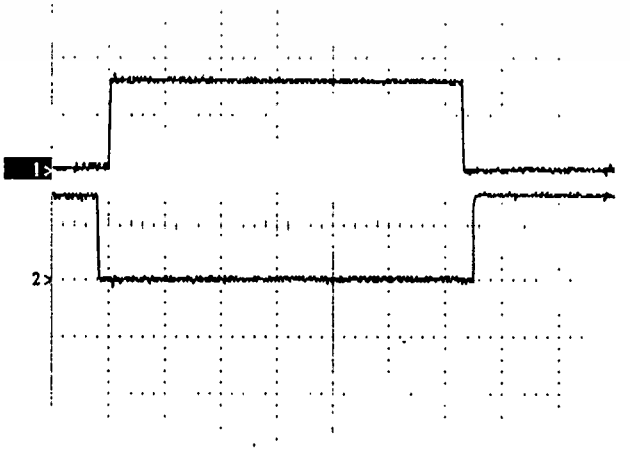


รูปที่ 5.6 **ข** รูปขยายสัญญาณ PWM ที่ขาเกทของสวิตช์ Q1W(CH1) และ Q2W(CH2)

ในรูปที่ 5.7-5.9 เป็นการวัดที่ขาเกทของ IGBT แล้วทำการขยายดู Dead time ว่ามีช่วงเวลาเป็นไปตามที่กำหนดหรือไม่ ซึ่งถ้า Dead time ไม่มากพอจะทำให้เกิดการลัดวงจรของ IGBT จะทำให้ IGBT เสียหายได้

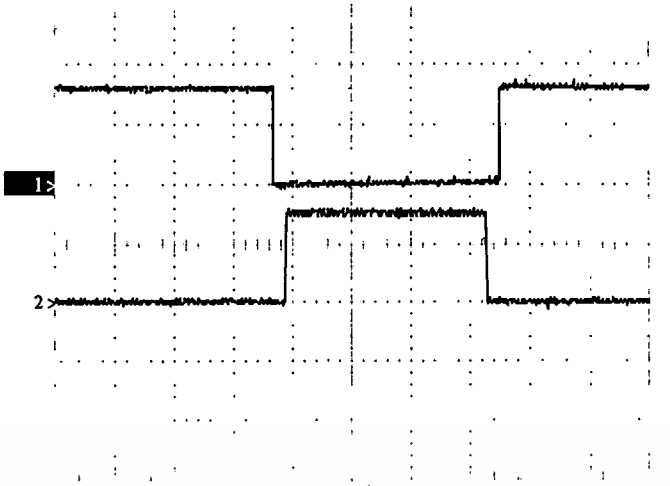


รูปที่ 5.7 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time ที่ขาเกทของ Q1U(CH1) และ Q2U(CH2)



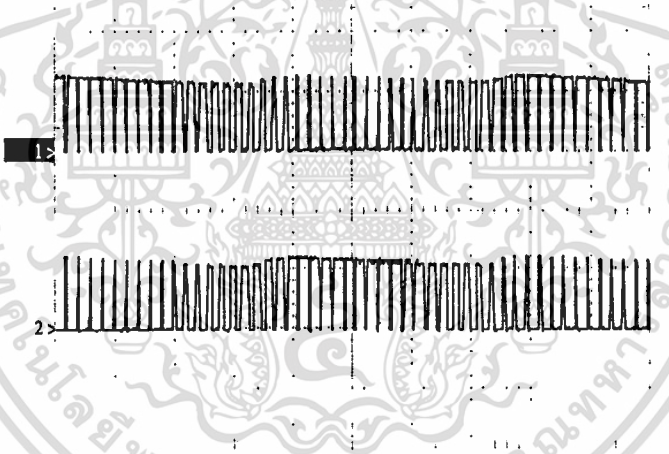
รูปที่ 5.8 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time ที่ขาเกทของ Q1V(CH1) และ Q2V(CH2)

เอกสารนี้ [illegible] ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

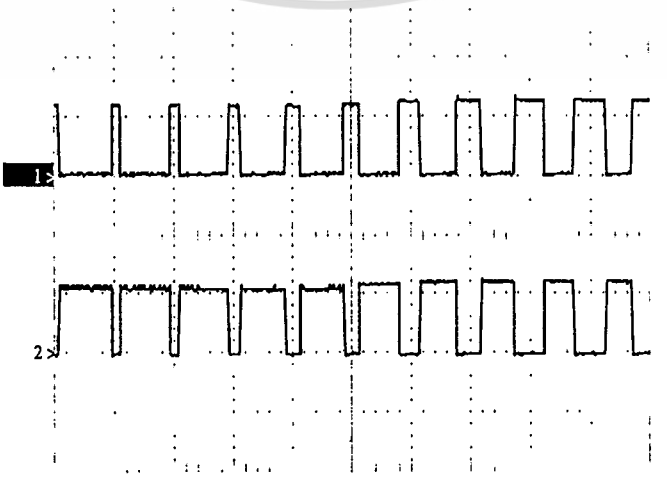


รูปที่ 5.9 รูปขยายสัญญาณแสดง Dead time ที่ขาเกทของ Q1W(CH1) และ Q2W(CH2)

ในรูปที่ 5.10-5.12 เป็นการวัดสัญญาณที่ขา C,E ของสวิตช์ IGBT เพื่อดูความถูกต้องของสัญญาณ โดยวัดที่ขา C,E ของ IGBT แต่ละกิ่งดังรูปที่ ก.2 ในภาคผนวก

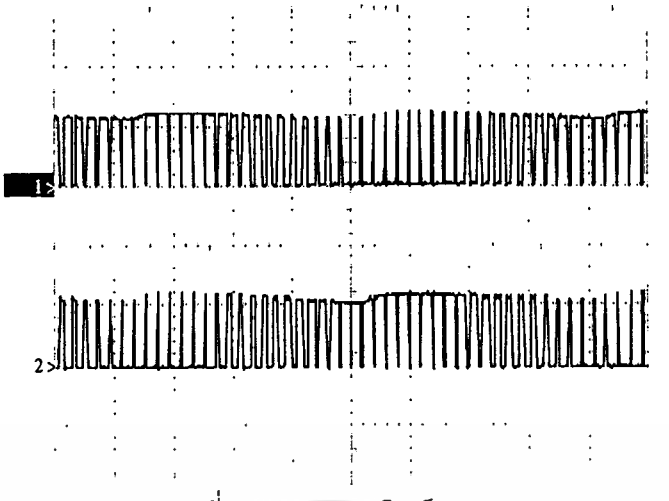


รูปที่ 5.10 ก รูปสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q2U(CH2)

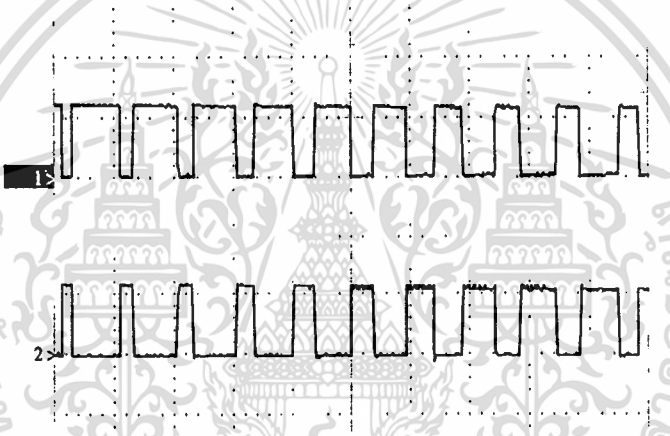


รูปที่ 5.10 ข รูปขยายสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1U(CH1) และ Q2U(CH2)

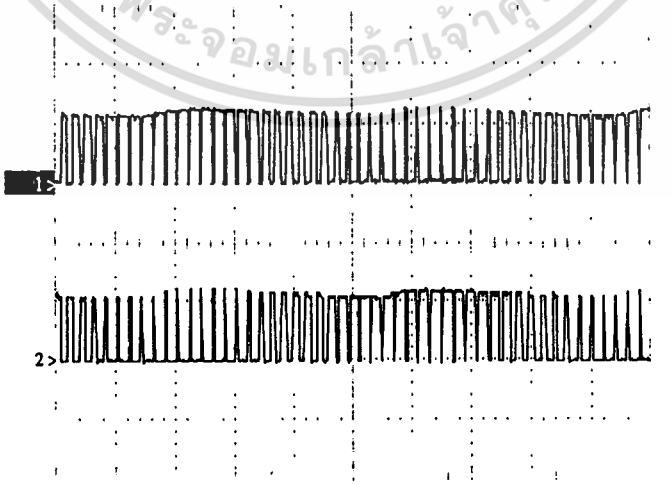
เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาที่ได้รับการคุ้มครองตามกฎหมายลิขสิทธิ์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.11 ก รูปสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1V(CH1) และ Q2V(CH2)

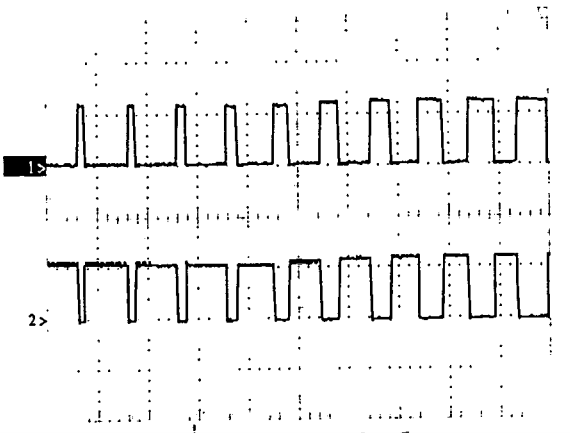


รูปที่ 5.11 ข รูปขยายสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1V(CH1) และ Q2V(CH2)



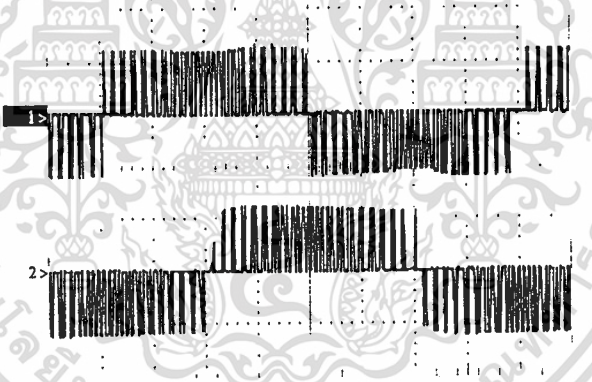
รูปที่ 5.12 ก รูปสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1W(CH1) และ Q2W(CH2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

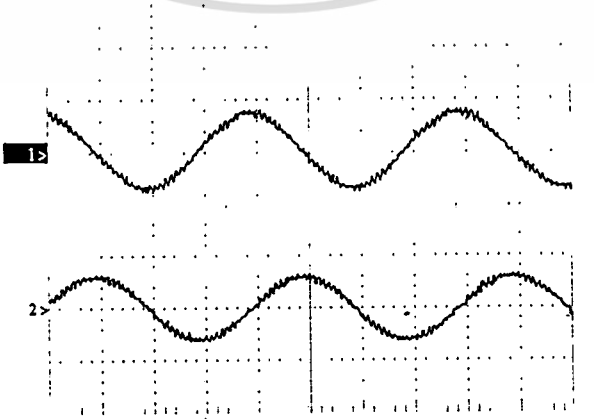


รูปที่ 5.12 ข รูปขยายสัญญาณที่ขา C, E ของสวิตช์ Q1W(CH1) และ Q2W(CH2)

ในรูปที่ 5.13(ก)-5.17(ก) เป็นการวัดสัญญาณแรงดันที่ขด Start และขด Run ที่ความถี่ต่างๆ เพื่อดูการเลื่อนเฟสของแรงดันทั้งสองขด โดยทำการวัดคร่อมขด Start และขด Run ของคอมเพรสเซอร์ ส่วนในรูปที่ 5.13(ข)-5.17(ข) เป็นรูปสัญญาณแรงดัน Fundamental ที่ขด Start และขด Run ของคอมเพรสเซอร์โดยสัญญาณที่วัดได้จะผ่านวงจรกรองความถี่สูงก่อน

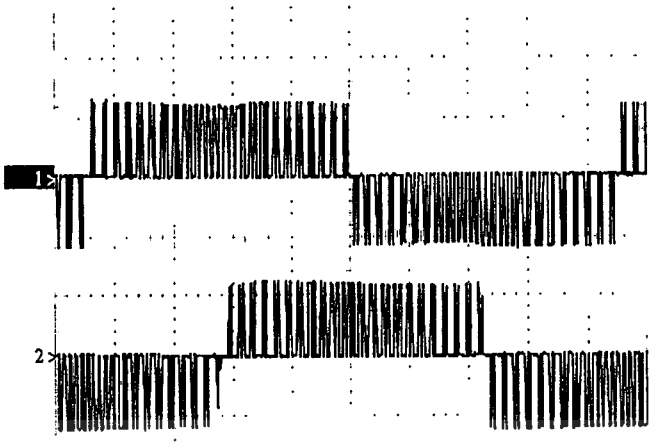


รูปที่ 5.13 ก รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 50 Hz

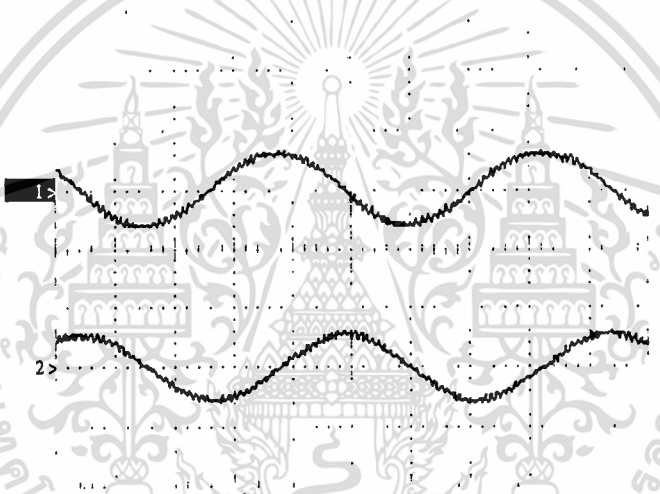


รูปที่ 5.13 ข รูปแรงดัน Fundamental ที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 50 Hz
(วัดผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่สูง)

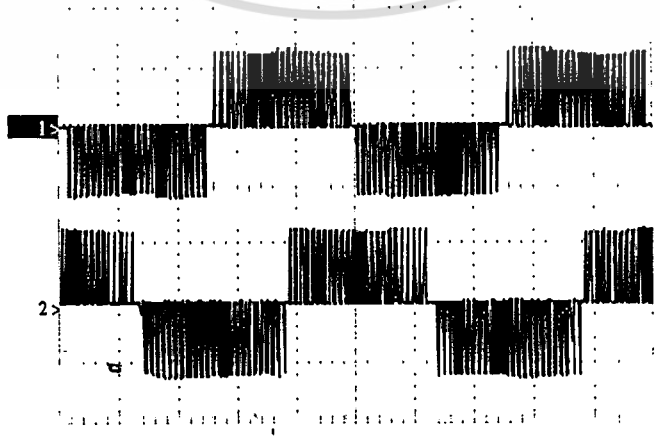
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.14 ก รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 45 Hz

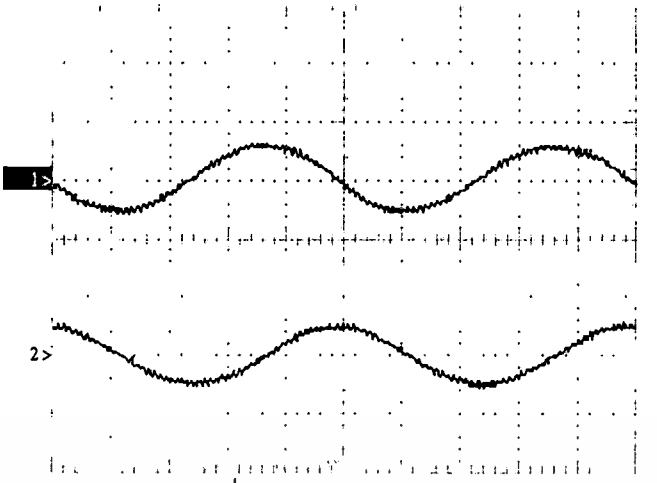


รูปที่ 5.14 ข รูปแรงดัน Fundamental ที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 45 Hz
(วัดผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่สูง)

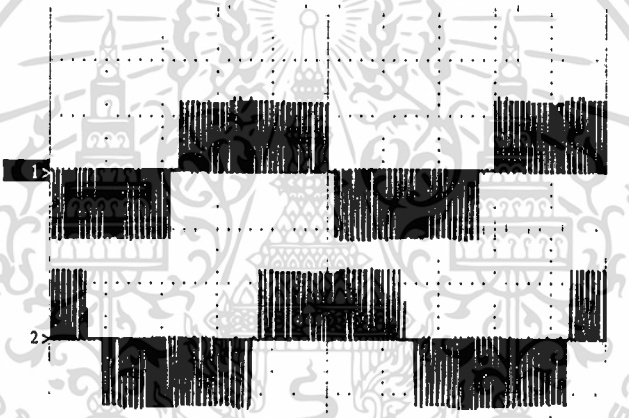


รูปที่ 5.15 ก รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 40 Hz

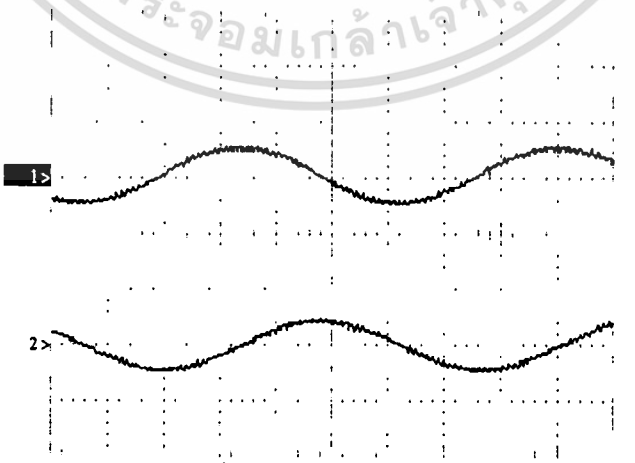
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.15 ข รูปแรงดัน Fundamental ที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 40 Hz
(วัดผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่สูง)

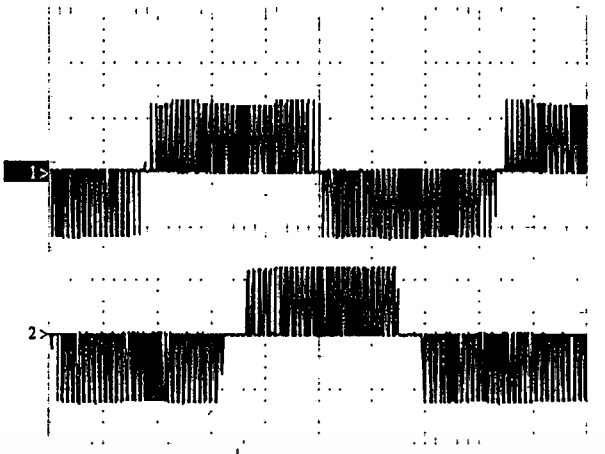


รูปที่ 5.16 ก รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 35 Hz

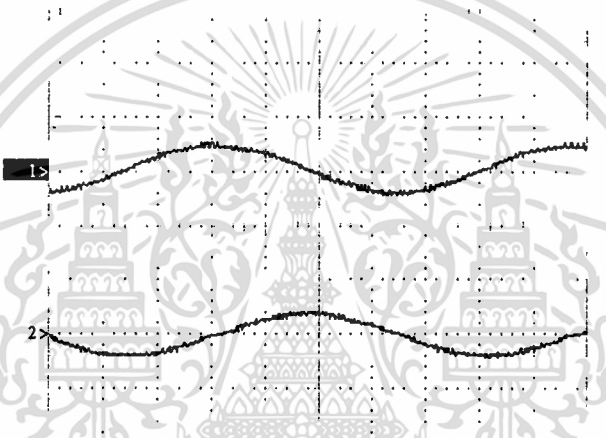


รูปที่ 5.16 ข รูปแรงดัน Fundamental ที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 35 Hz
(วัดผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่สูง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.17 ก รูปสัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 30 Hz



รูปที่ 5.17 ข รูปแรงดัน Fundamental ที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 30 Hz
(วัดผ่านวงจรกรองสัญญาณความถี่สูง)

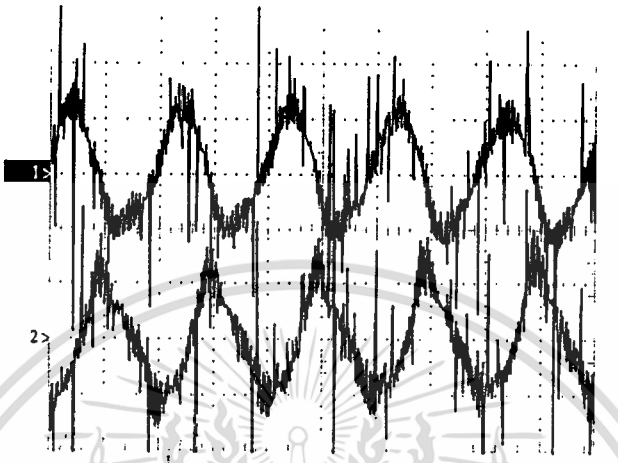
ตารางที่ 5.1 แรงดันที่ขด Start และขด Run

ความถี่ (Hz)	คำนวณ		วัด		
	Start (Vrms)	Run (Vrms)	Start (Vrms)	Run (Vrms)	แหล่งจ่ายไฟกระแสตรง(V)
30	153	137.4	154.8	137.7	591
35	178.5	160.3	179.4	157.56	587
40	204	183.2	200	179.47	580
45	229.5	206.1	224.6	197.2	573
50	255	229	245.12	222.2	564

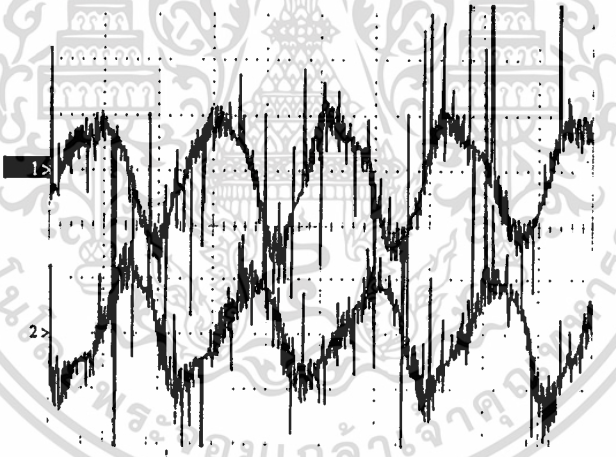
หมายเหตุ คำนวณตาม Modulation Index และการเลื่อนเฟสตามตารางที่ 3.1 และค่าที่วัดได้ทำการชดเชยผลที่ลดลงเนื่องจากวงจรความถี่สูงเรียบร้อยแล้วตามตารางที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

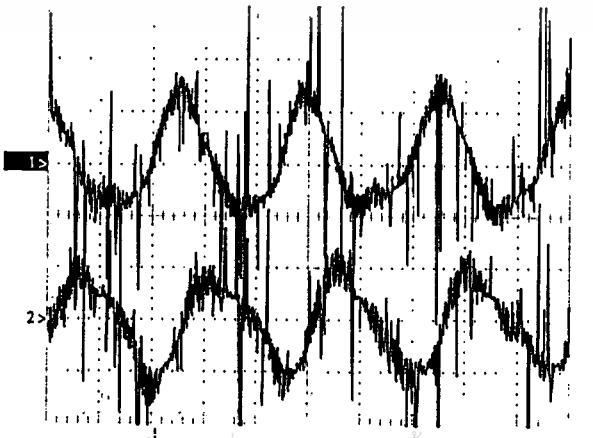
ในรูปที่ 5.18-5.22 เป็นการใช้ Current probe ในการวัดดูสัญญาณกระแสที่ขด Start และขด Run ของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งสัญญาณกระแสจะเป็นรูปซายน์แต่จะมีสัญญาณรบกวนปนอยู่ เนื่องจากสัญญาณจากการสวิตช์รบกวนเข้ามาทาง Current probe



รูปที่ 5.18 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 50 Hz(10mV/A)

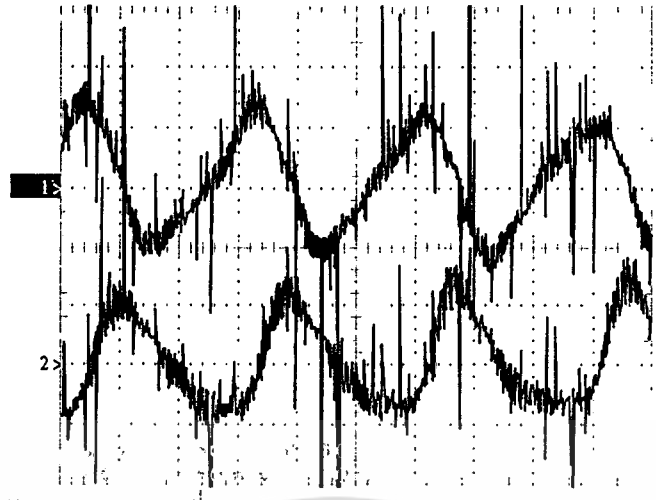


รูปที่ 5.19 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 45 Hz(10mV/A)

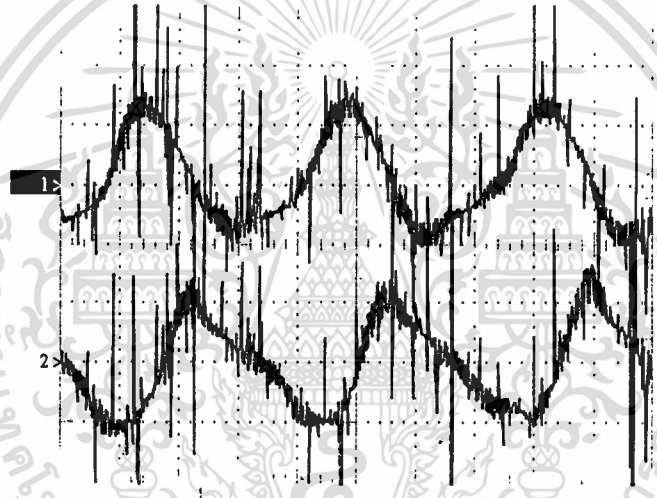


รูปที่ 5.20 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 40 Hz(10mV/A)

เอกสารนี้ ... ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

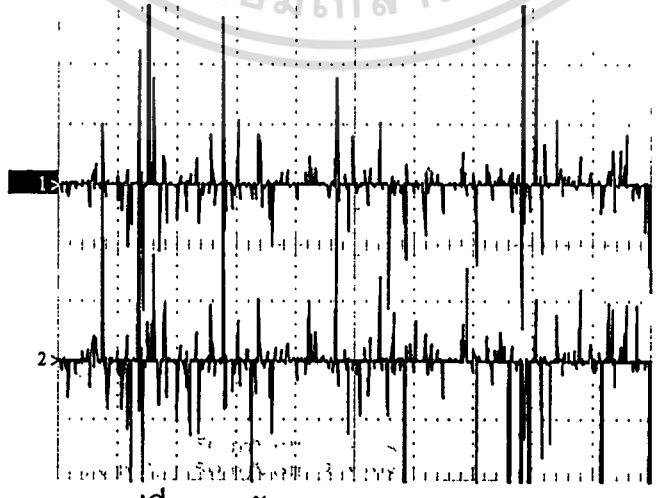


รูปที่ 5.21 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 35 Hz(10mV/A)



รูปที่ 5.22 รูปสัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) f = 30 Hz(10mV/A)

ในรูปที่ 5.23 แสดงรูปสัญญาณรบกวนที่ Current probe ในขณะที่ไม่ได้วัดสัญญาณ



รูปที่ 5.23 สัญญาณรบกวน(10mV/A)

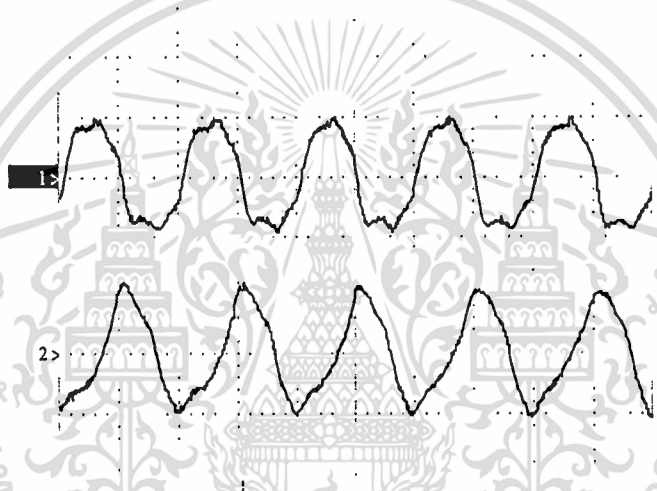
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าและกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิด

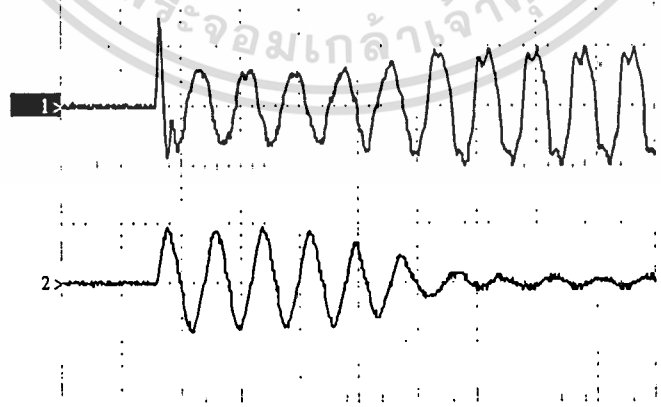
5.2.1 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิด

ขนาดของเครื่องปรับอากาศ 1200 บีทียู (คอมเพรสเซอร์รุ่น RH207VHAT) พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเท่ากับ 1.4 kW*hr (วัดโดยใช้ kW.hr มิเตอร์)ในกรณีที่ให้คอมเพรสเซอร์ทำงานต่อเนื่องในเวลา 1 ชั่วโมง

ในรูปที่ 5.24-5.28 เป็นการวัดแรงดันและกระแสที่ขด Start และขด Run ของคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิด เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงของกระแสในช่วงสภาวะเริ่มทำงานและในสภาวะคงตัว

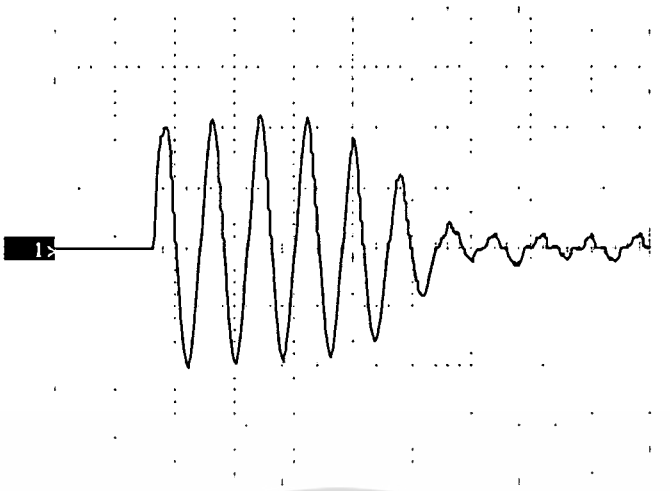


รูปที่ 5.24 สัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) (10mV/A)

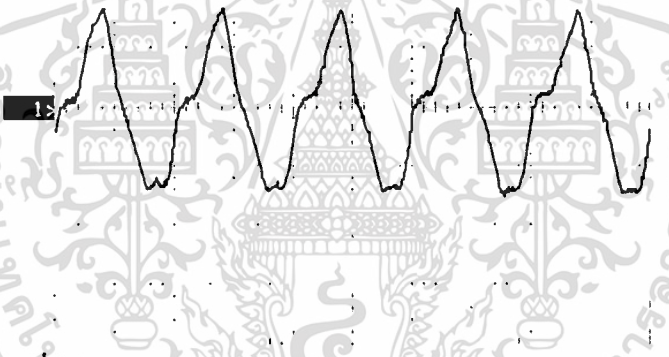


รูปที่ 5.25 สัญญาณกระแสที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2) ช่วงสตาร์ท(10mV/A)

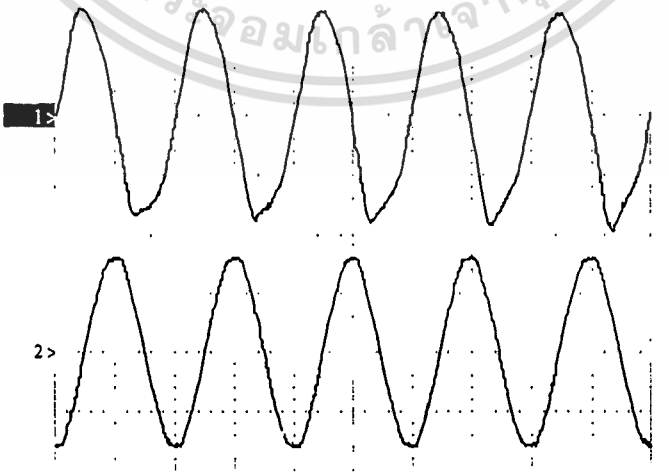
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.26 สัญญาณกระแสรวมช่วงสตาร์ท(10mV/A)



รูปที่ 5.27 สัญญาณกระแสรวมช่วงสภาวะคงตัว(10mV/A)



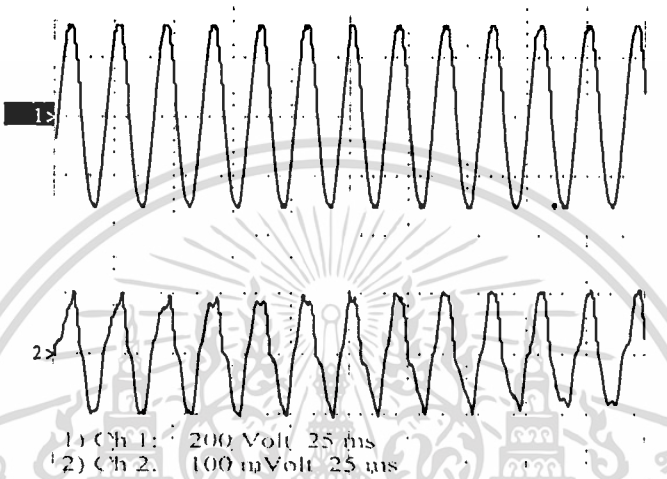
รูปที่ 5.28 สัญญาณแรงดันที่ขด Start(CH1) และขด Run(CH2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

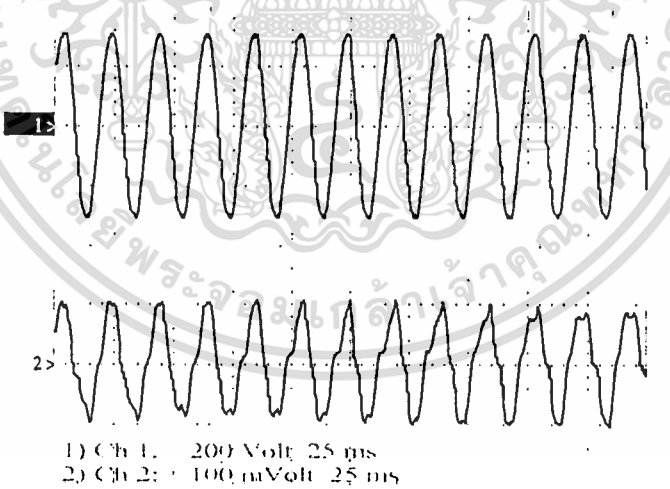
5.2.2 ผลการวัดกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่คอมเพรสเซอร์ของเครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิด

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานเท่ากับ 1354.62 วัตต์ (โดยทำการเฉลี่ยจากรูปที่ 5.29 – 5.33)

ในรูปที่ 5.29-5.33 เป็นการวัดแรงดันและกระแสที่คอมเพรสเซอร์ขณะทำงาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาหาค่ากำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย

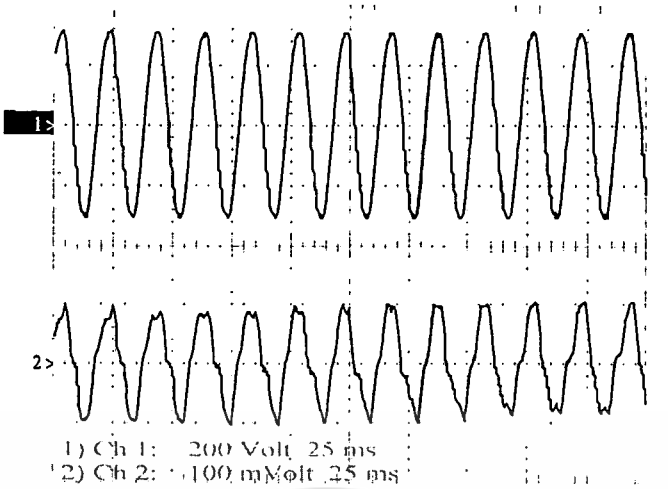


รูปที่ 5.29 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(10mV/A) (วัดครั้งที่ 1)

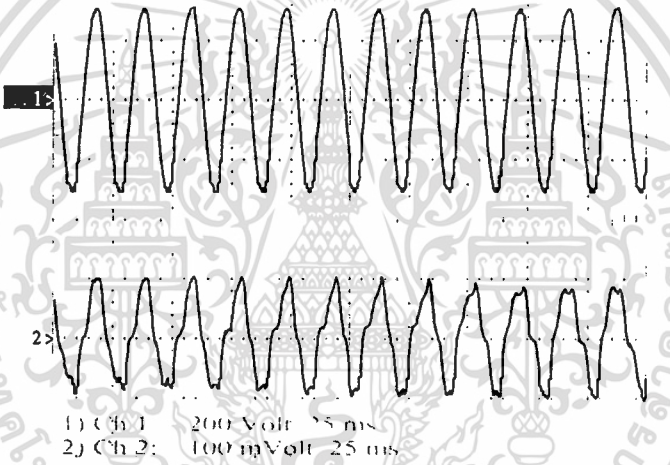


รูปที่ 5.30 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(10mV/A) (วัดครั้งที่ 2)

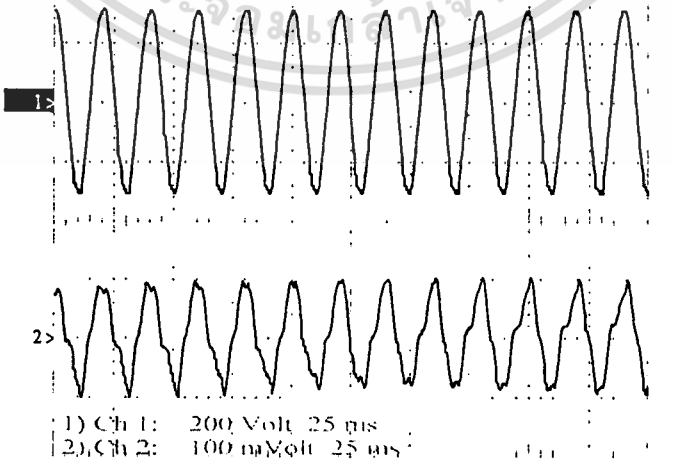
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.31 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(10mV/A) (วัดครั้งที่ 3)



รูปที่ 5.32 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(10mV/A) (วัดครั้งที่ 4)



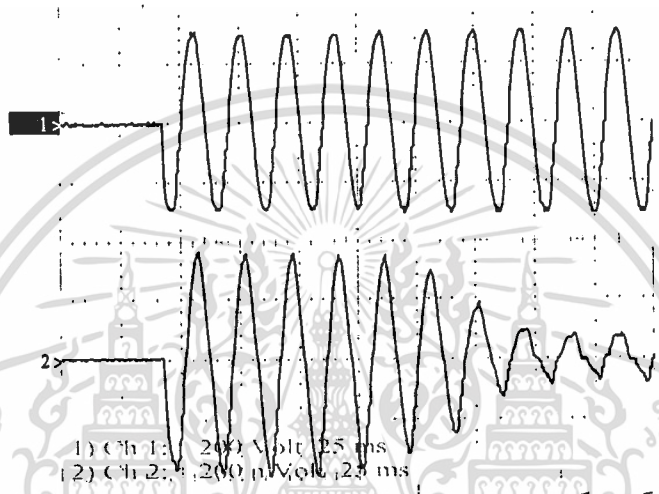
รูปที่ 5.33 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(10mV/A) (วัดครั้งที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

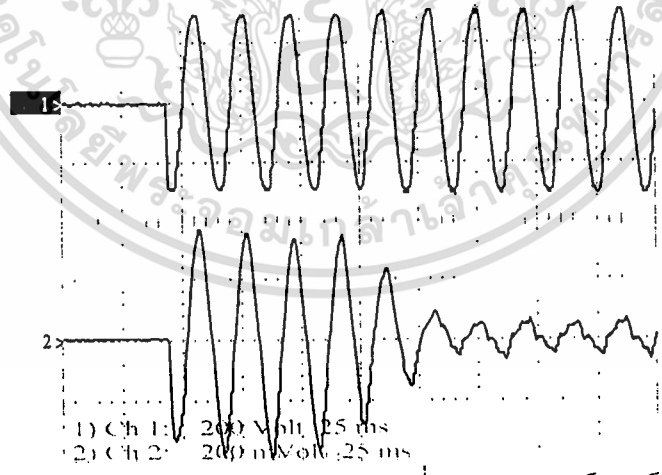
5.2.3 ผลการวัดกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยในขณะที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานของเครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิด

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ทเท่ากับ 3761.96 วัตต์ (โดยวัดที่ขั่วไฟ 220 V ที่จ่ายให้แก่คอมเพรสเซอร์และทำการเฉลี่ยค่ากำลังงานจากรูปที่ 5.34 – 5.38 ในช่วง 8 ลูกคลื่น)

ในรูปที่ 5.34-5.38 เป็นการวัดแรงดันและกระแสที่คอมเพรสเซอร์ในขระที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงาน เพื่อนำข้อมูลที่ได้มาทำการหาค่ากำลังงานเฉลี่ยขณะเริ่มทำงาน

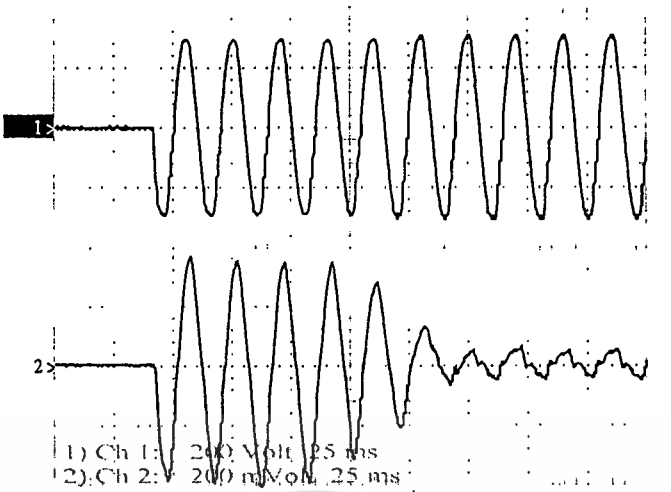


รูปที่ 5.34 แรงดัน(CH1)และกระแส(CH2)ขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ท (วัดครั้งที่ 1)

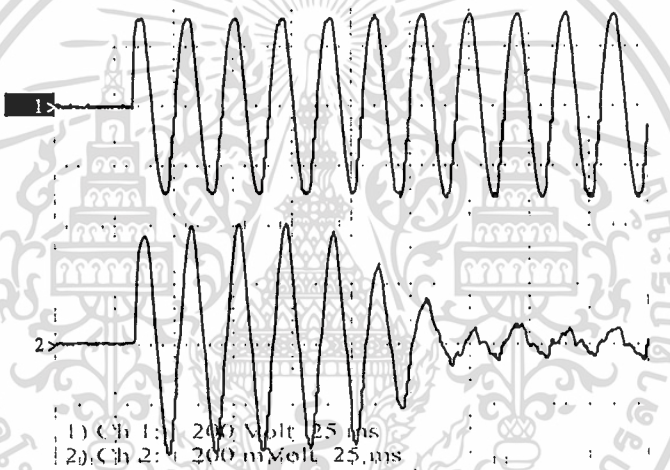


รูปที่ 5.35 แรงดัน(CH1)และกระแส(CH2)ขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ท(วัดครั้งที่ 2)

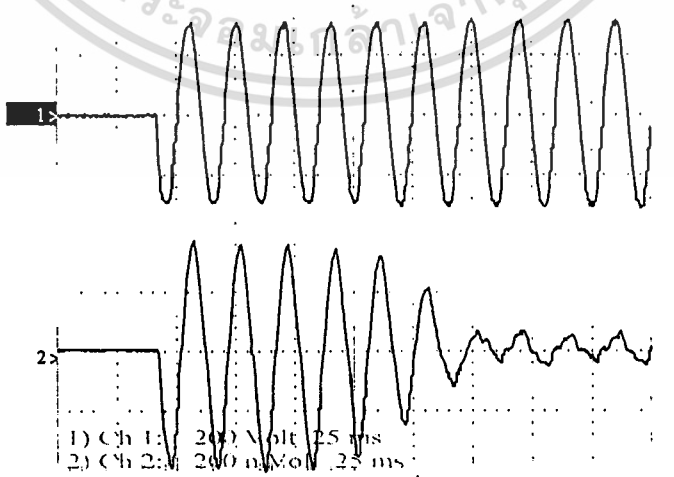
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.36 แรงดัน(CH1)และกระแส(CH2)ขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ท(วัดครั้งที่ 3)



รูปที่ 5.37 แรงดัน(CH1)และกระแส(CH2)ขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ท(วัดครั้งที่ 4)



รูปที่ 5.38 แรงดัน(CH1)และกระแส(CH2)ขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ท(วัดครั้งที่ 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าและกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์

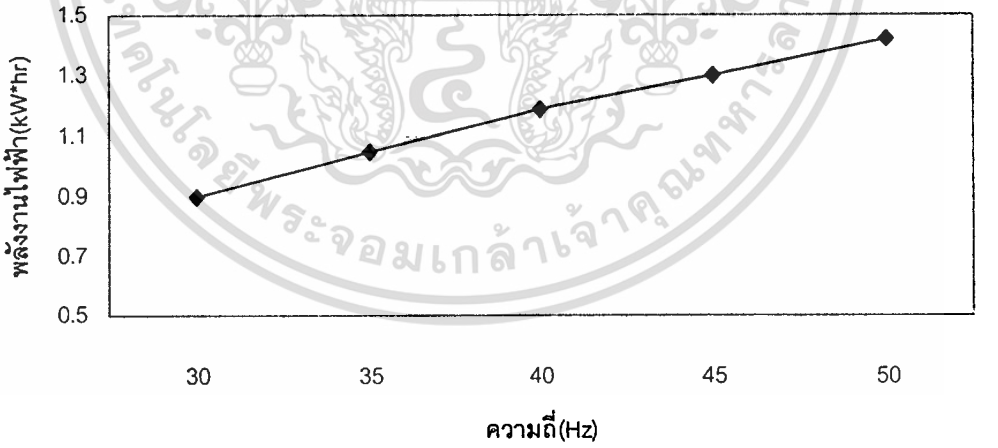
5.3.1 ผลการวัดพลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์

ขนาดของเครื่องปรับอากาศ 12000 บีทียู (คอมเพรสเซอร์รุ่น RH207VHAT) พลังงานไฟฟ้าแสดงในตารางที่ 5.2 (วัดโดยใช้ kW.hr มิเตอร์)ในกรณีที่ให้คอมเพรสเซอร์ทำงานต่อเนื่องในเวลา 1 ชั่วโมง

ตารางที่ 5.2 พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยเทียบกับความถี่

ความถี่ (Hz)	พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ย (kW*hr)
50	1.50
45	1.30
40	1.19
35	1.05
30	0.9

หมายเหตุ จากหัวข้อ 5.2.1 พลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยใน 1 ชั่วโมง ของคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิดมีค่าเท่ากับ 1.40 kW*hr

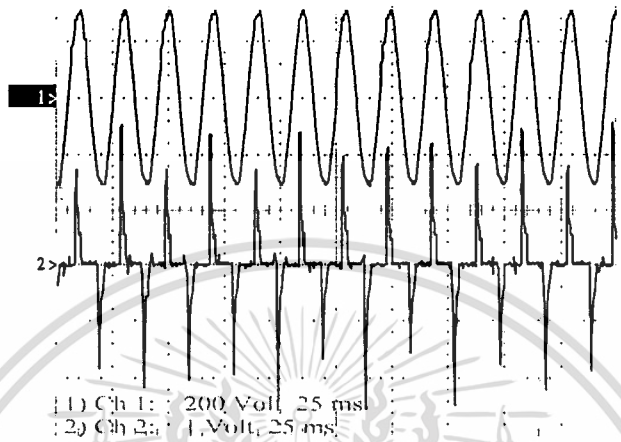


รูปที่ 5.39 อัตราพลังงานไฟฟ้าอินพุทเทียบกับความถี่

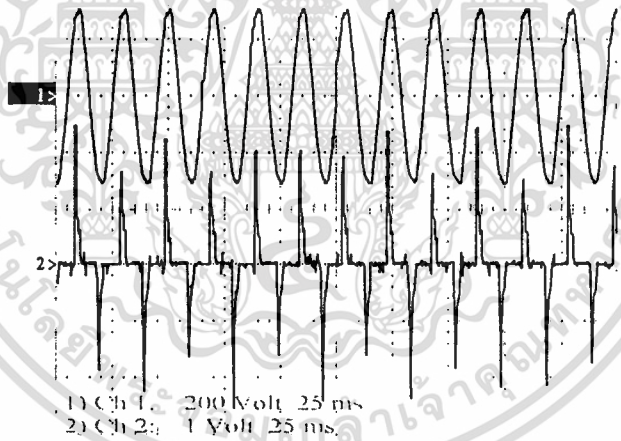
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.2 ผลการวัดกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 30 Hz เท่ากับ 738.29 วัตต์(โดยวัดที่ขั้วไฟ 220 V ที่จ่ายให้แก่วงจรอินเวอร์เตอร์และทำการเฉลี่ยค่ากำลังงานจากรูปที่ 5.40 – 5.41)



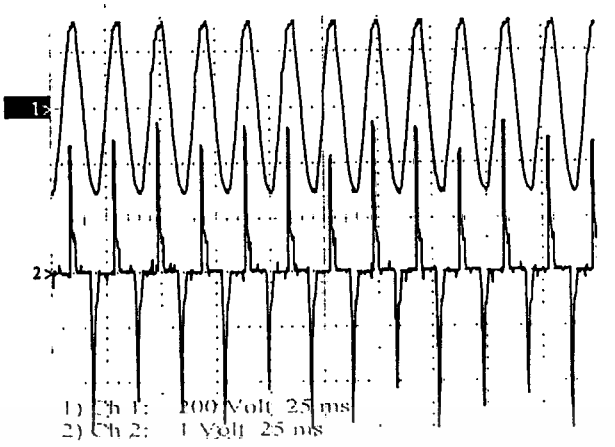
รูปที่ 5.40 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=30Hz(วัดครั้งที่ 1)



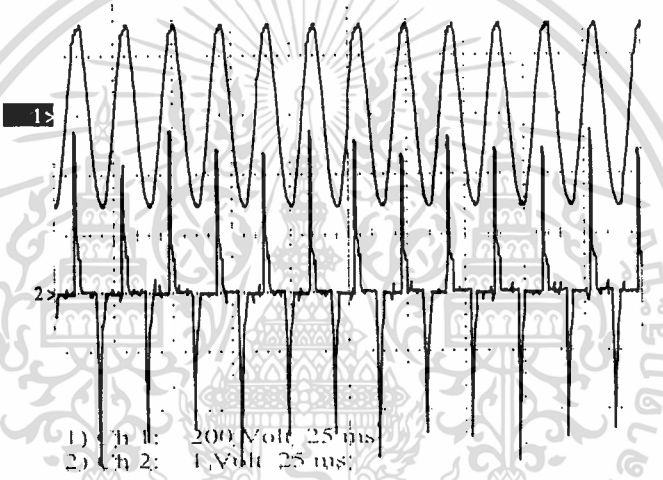
รูปที่ 5.41 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=30Hz(วัดครั้งที่ 2)

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 35 Hz เท่ากับ 921.38 วัตต์ (โดยวัดที่ขั้วไฟ 220 V ที่จ่ายให้แก่วงจรอินเวอร์เตอร์และทำการเฉลี่ยค่ากำลังงานจากรูปที่ 5.42 – 5.43)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

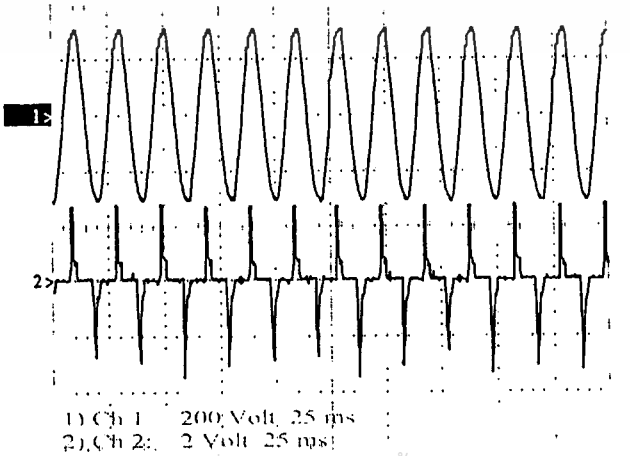


รูปที่ 5.42 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=35Hz(วัดครั้งที่ 1)



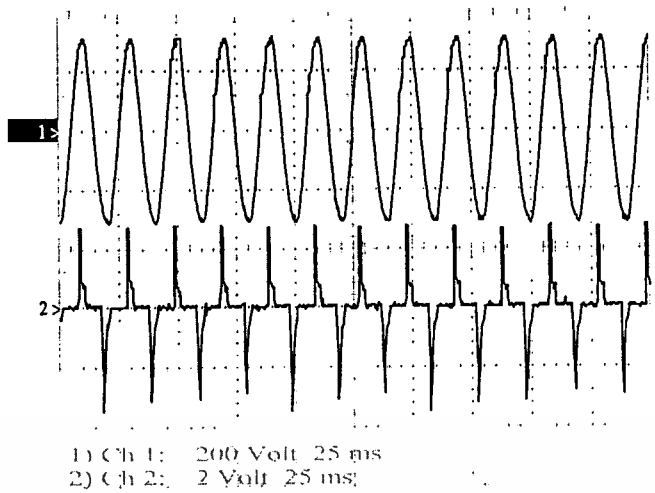
รูปที่ 5.43 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=35Hz(วัดครั้งที่ 2)

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 40 Hz เท่ากับ 1109.05 วัตต์ (โดยวัดที่ขั้วไฟ 220 V ที่จ่ายให้แก่วงจรอินเวอร์เตอร์และทำการเฉลี่ยค่ากำลังงานจากรูปที่ 5.44 – 5.45)



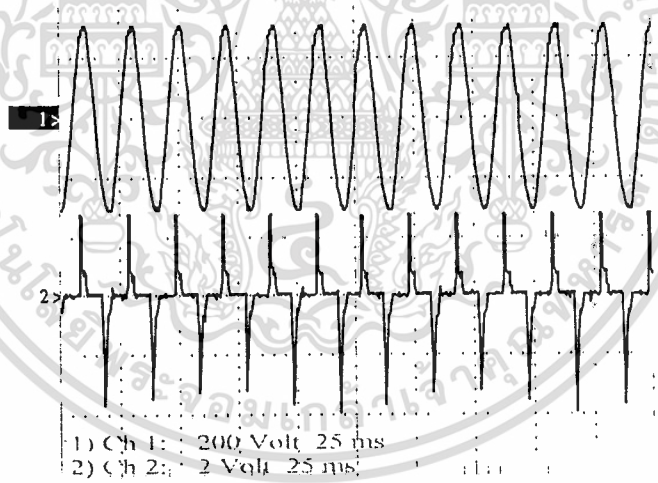
รูปที่ 5.44 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=40Hz(วัดครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



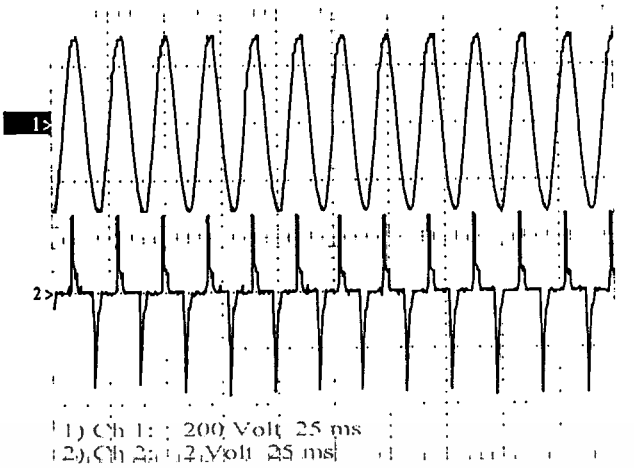
รูปที่ 5.45 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=40Hz(วัดครั้งที่ 2)

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 45 Hz เท่ากับ 1238.53 วัตต์ (โดยวัดที่ขั้วไฟ 220 V ที่จ่ายให้แก่วงจรอินเวอร์เตอร์และทำการเฉลี่ยค่ากำลังงานจากรูปที่ 5.46 – 5.47)



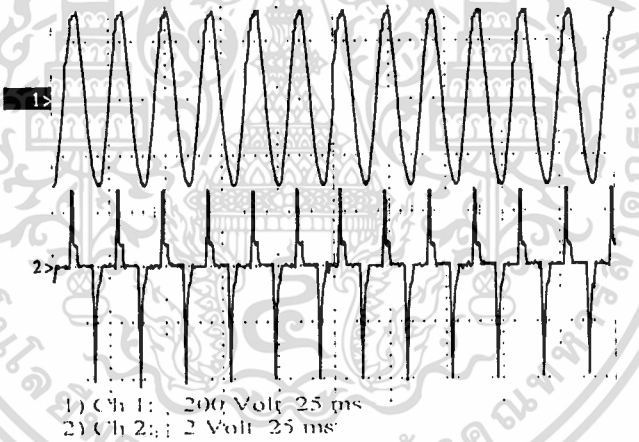
รูปที่ 5.46 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=45Hz(วัดครั้งที่ 1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

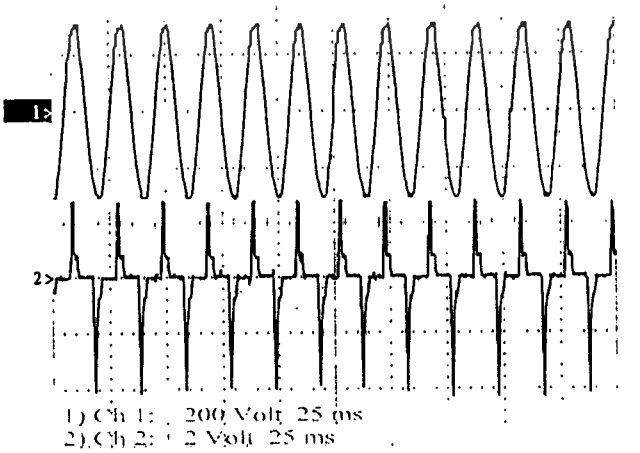


รูปที่ 5.47 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=45Hz(วัดครั้งที่ 2)

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 50 Hz เท่ากับ 1433.98 วัตต์ (โดยวัดที่ขั้วไฟ 220 V ที่จ่ายให้แก่วงจรอินเวอร์เตอร์และทำการเฉลี่ยค่ากำลังงานจากรูปที่ 5.48 – 5.49)



รูปที่ 5.48 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=50Hz(วัดครั้งที่ 1)

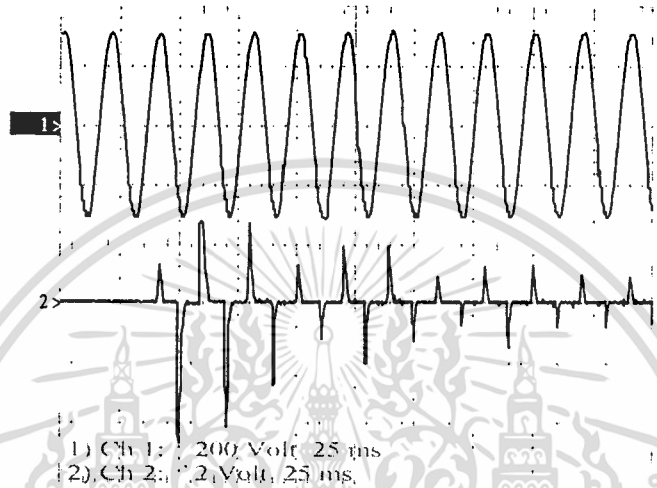


รูปที่ 5.49 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=50H(วัดครั้งที่ 2)

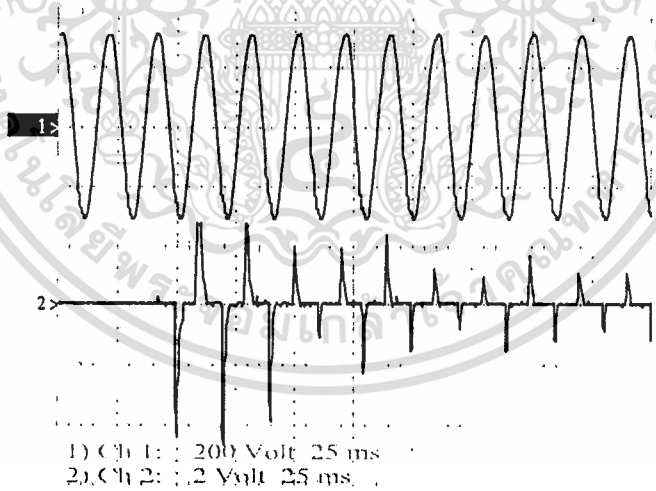
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.3 ผลการวัดกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยในขณะที่คอมเพรสเซอร์เริ่มทำงานของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยขณะที่คอมเพรสเซอร์สตาร์ทความถี่ 30Hz เท่ากับ 902.71 วัตต์ (โดยวัดที่ขั้วไฟ 220 V ที่จ่ายให้แก่วงจรอินเวอร์เตอร์และทำการเฉลี่ยค่ากำลังงานจากรูปที่ 5.50 – 5.51 ในช่วง 8 ลูกคลื่น)



รูปที่ 5.50 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=30Hz(START)

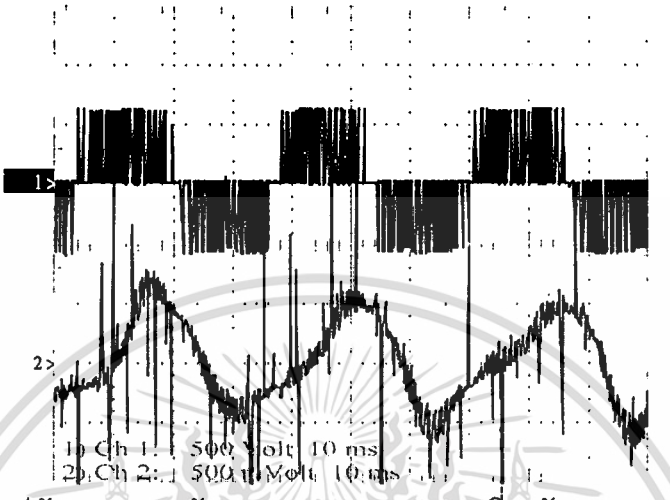


รูปที่ 5.51 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)(100mV/A) f=30Hz(START)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

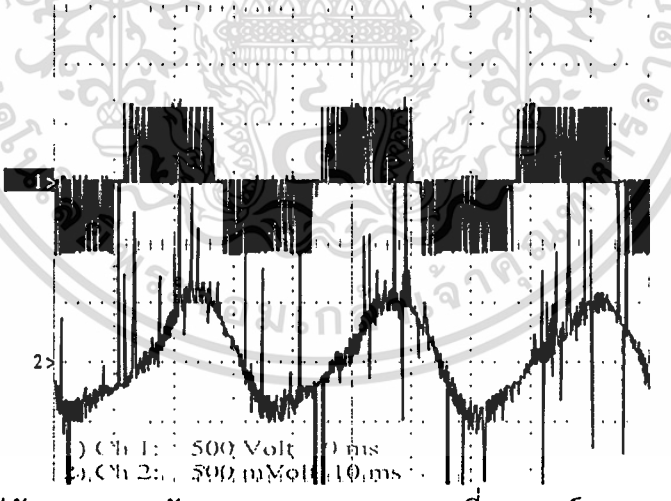
5.3.4 ผลการวัดกำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขด START และขด RUN ขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขดรันขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 30 Hz เท่ากับ 245.52 วัตต์ (โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง)



รูปที่ 5.52 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดรัน(100mV/A) f=30Hz

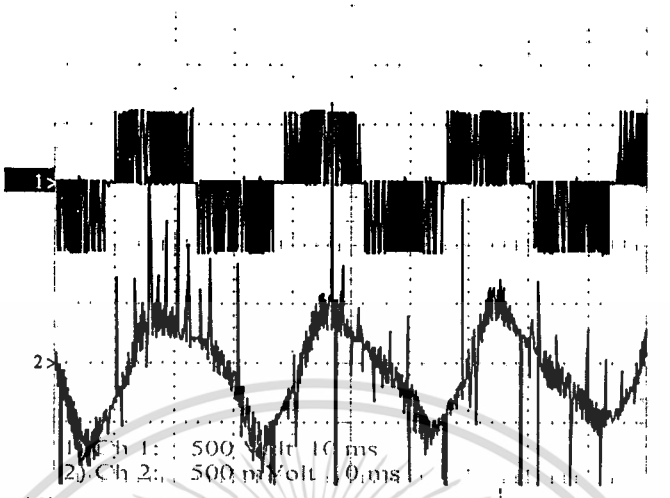
กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขดสตาร์ทขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 30 Hz เท่ากับ 387.42 วัตต์ (โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง)



รูปที่ 5.53 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดสตาร์ท(100mV/A) f=30Hz

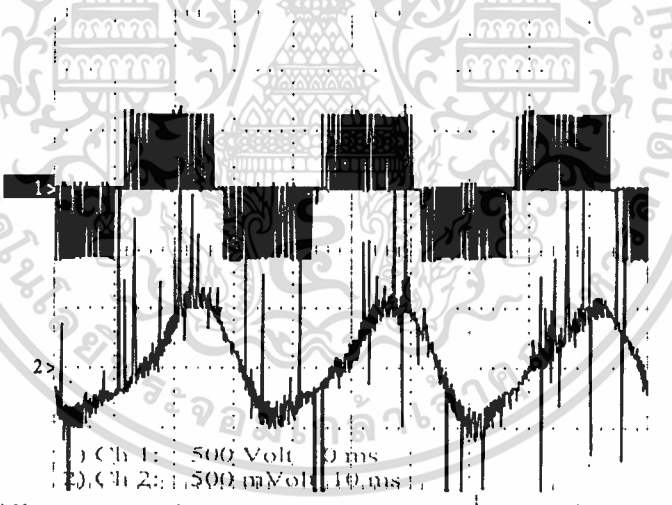
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขดรันขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 35 Hz เท่ากับ 289.97 วัตต์ (โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง)



รูปที่ 5.54 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดรัน(100mV/A) f=35Hz

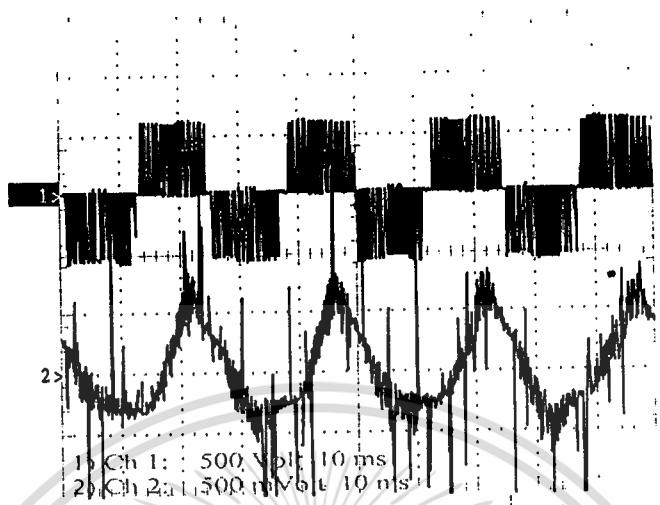
กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขดสตาร์ทขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 35 Hz เท่ากับ 463.52 วัตต์ (โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง)



รูปที่ 5.55 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดสตาร์ท(100mV/A) f=35Hz

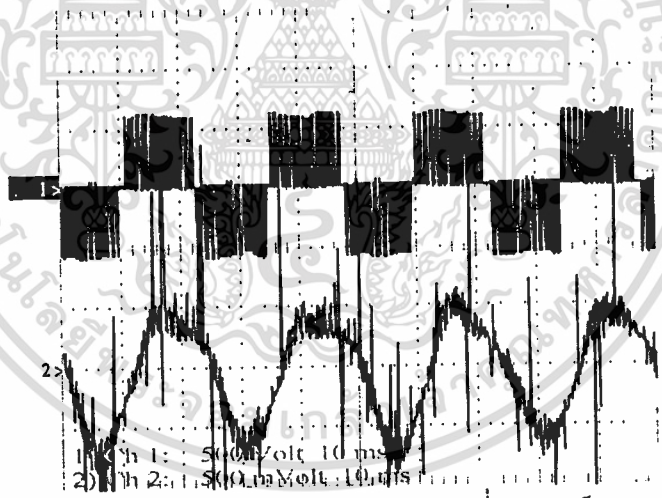
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขดรันขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 40 Hz เท่ากับ 371.20 วัตต์ (โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง)



รูปที่ 5.56 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดรัน(100mV/A) f=40Hz

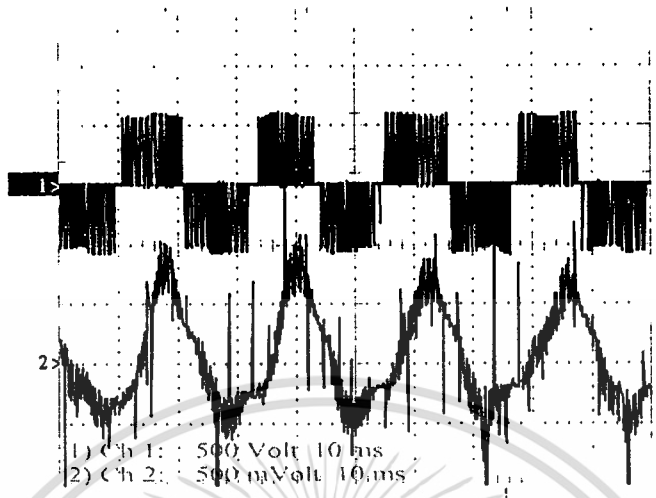
กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขดสตาร์ทขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 40 Hz เท่ากับ 553.96 วัตต์ (โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง)



รูปที่ 5.57 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดสตาร์ท(100mV/A) f=40Hz

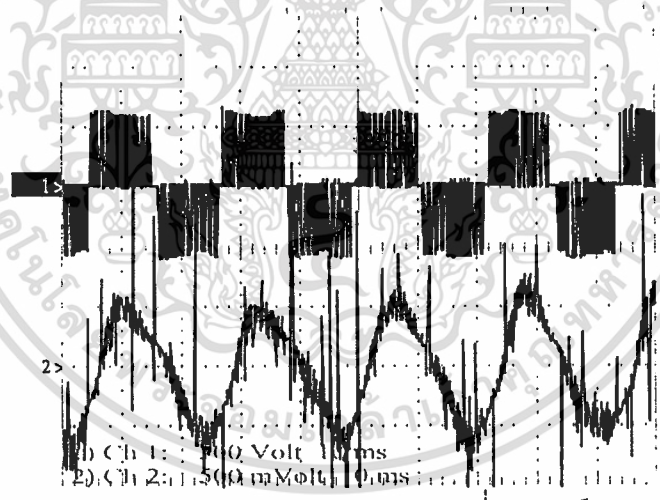
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขดรันขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 45 Hz เท่ากับ 470.54 วัตต์ (โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง)



รูปที่ 5.58 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดรัน(100mV/A) f=45Hz

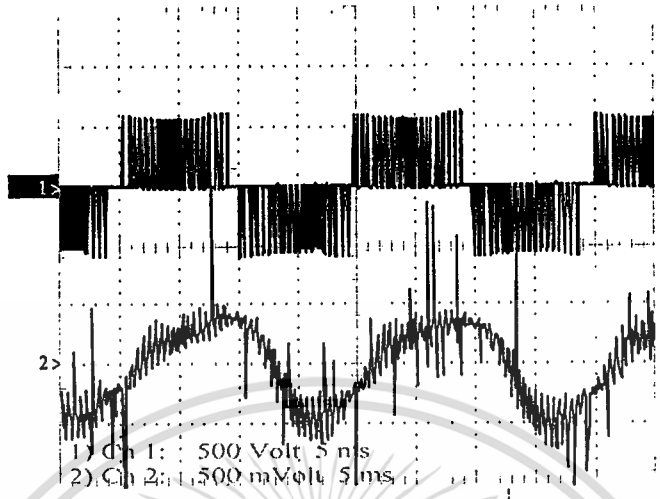
กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขดสตาร์ทขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 45 Hz เท่ากับ 610.17 วัตต์ (โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง)



รูปที่ 5.59 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดสตาร์ท(100mV/A) f=45Hz

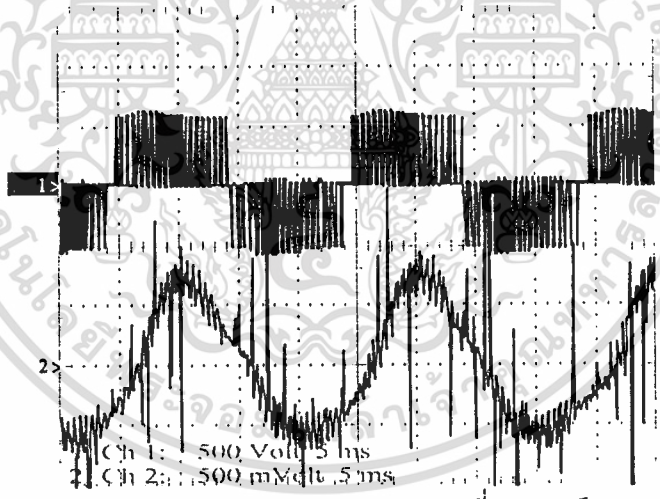
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขดรันขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 50 Hz เท่ากับ 561.18 วัตต์ (โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง)



รูปที่ 5.60 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดรัน(100mV/A) f=50Hz

กำลังงานไฟฟ้าเฉลี่ยที่ขดสตาร์ทขณะที่คอมเพรสเซอร์ทำงานความถี่ 50 Hz เท่ากับ 713.60 วัตต์ (โดยทำการทดลอง 5 ครั้ง)



รูปที่ 5.61 รูปสัญญาณแรงดัน(CH1)และกระแส(Ch2)ที่ขดสตาร์ท(100mV/A) f=50Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.5 ผลการคำนวณประสิทธิภาพของวงจรอินเวอร์เตอร์ที่ความถี่ต่าง ๆ

ในตารางที่ 5.3 จะเป็นการแสดงประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์ โดยการนำผลการวัดกำลังงานเฉลี่ยของเอาท์พุทกับอินพุทมาหาประสิทธิภาพของแต่ละความถี่

ตารางที่ 5.3 ประสิทธิภาพของเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์

ความถี่ (Hz)	Pin (W)	Pout (W)	Pin-Pout (W)	ประสิทธิภาพ Pout/Pin
50	1433.98	1274.79	159.20	0.889
45	1238.54	1080.72	157.82	0.873
40	1109.06	925.18	183.88	0.834
35	921.38	753.50	167.88	0.818
30	738.30	632.93	105.36	0.857

5.3.6 การเปรียบเทียบกำลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ระบบเปิดปิดและระบบอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้น

ตารางที่ 5.4 การเปรียบเทียบกำลังงานไฟฟ้าของคอมเพรสเซอร์ระบบเปิดปิดและระบบอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้น

Pin (W) (อินเวอร์เตอร์)	Pin (W) (คอมเพรสเซอร์ระบบเปิดปิด)
(50Hz) 1433.98	1354.62
(45Hz) 1238.54	
(40Hz) 1109.06	
(35Hz) 921.38	
(30Hz) 738.30	

Pin (W) (ขณะเริ่มทำงานของอินเวอร์เตอร์)	Pin (W) (ขณะเริ่มทำงานของคอมเพรสเซอร์ระบบเปิดปิด)
(30Hz) 902.71	3761.96

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

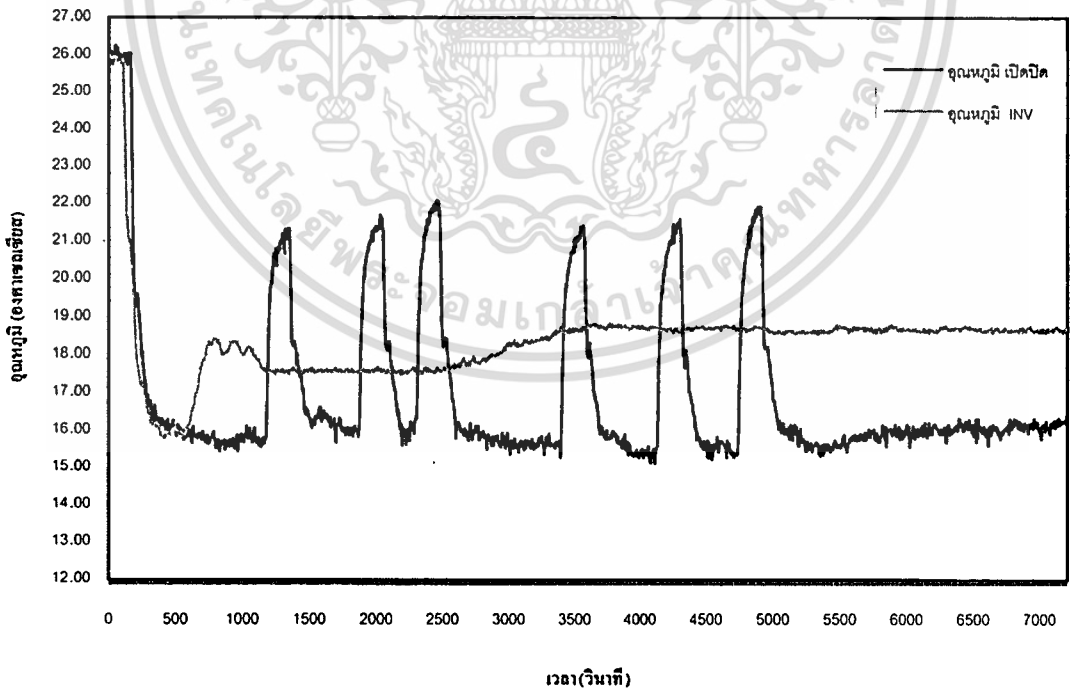
5.3.7 Power factor ของระบบอินเวอร์เตอร์

ตารางที่ 5.5 Power factor ของระบบอินเวอร์เตอร์

ความถี่ (f) (Hz)	PF (รวม)	Displcement Power Factor	Distortion Power Factor	Voltage THD	Current THD
30	0.544	97.8 %	55.6 %	3.68 %	124.53 %
35	0.560	97.1 %	57.7 %	3.81 %	126.52 %
40	0.605	96.4 %	62.8 %	3.72 %	125.50 %
45	0.574	95.8 %	59.9 %	3.78 %	123.13 %
50	0.593	94.5 %	62.8 %	3.79 %	119.83 %

5.3.8 ผลการวัดอุณหภูมิที่ช่องลมออกของเครื่องปรับอากาศแบบเปิดปิดและแบบอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้น

ส่วนในรูปที่ 5.62 แสดงการเปรียบเทียบการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศแบบเปิดปิดและแบบอินเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้นโดยวัดที่ช่องลมออกของเครื่องปรับอากาศโดยแกน Y เป็นอุณหภูมิ แกน X เป็นเวลา(วินาที)



รูปที่ 5.62 กราฟการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิดและระบบอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 เปรียบเทียบการใช้พลังงานไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศทั้ง 2 ระบบ

	ระบบเปิด-ปิด	ระบบอินเวอร์เตอร์ 1	ระบบอินเวอร์เตอร์ 2	ระบบอินเวอร์เตอร์ 3	ระบบอินเวอร์เตอร์ 4	ระบบอินเวอร์เตอร์ 5
อุณหภูมินอกห้อง(°C)	31	31	31	31	31	31
อุณหภูมิในห้อง (°C)	26.5	27	26.5	27	27	26.5
อุณหภูมิช่องลมออกของเครื่องปรับอากาศ (°C)	26	26	26	26	26	26
ชุดควบคุมอุณหภูมิตั้งไว้ที่ (°C)	26	26	26	26	26	26
ใช้เวลาในการวัด (ชั่วโมง)	2	2	2	2	2	2
เลขที่ kW*hr เริ่ม มิเตอร์ หยุด	152.53 154.95	191.74 193.76	193.79 195.80	196.02 198.04	198.13 200.21	200.32 202.37
ใช้พลังงานไฟฟ้าไป (kW*hr)	2.42	2.02	2.01	2.02	2.08	2.05

(หมายเหตุ ค่าพลังงานไฟฟ้าที่วัดได้เป็นค่าพลังงานไฟฟ้ารวมของระบบเครื่องปรับอากาศทั้งระบบ)

จะเห็นได้ว่าระบบอินเวอร์เตอร์จะประหยัดกว่าประมาณ 0.384 kW*hr คิดเป็น 15.87 เปอร์เซนต์ในเวลา 2 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากรูปที่ 5.18 – 5.22 เป็นการวัดกระแสที่ขดสตาร์ทและขดรันของระบบอินเวอร์เตอร์ จะพบว่ามีสัญญาณรบกวนที่เกิดจากสายไฟที่ต่อไปที่คอมเพรสเซอร์เข้ามาที่ Current probe ซึ่งทำให้สัญญาณที่วัดได้มีสัญญาณรบกวนปนออกมาด้วย และอีกปัญหาที่พบคือการออกแบบลายวงจรพิมพ์(PCB)ไม่ควรวางวงจรควบคุมไว้ใกล้กับส่วนของไฟแรงดันสูงเพราะจะทำให้วงจรควบคุมทำงานผิดพลาดได้ เนื่องจากสัญญาณรบกวนที่เกิดจากการสวิทช์ที่ไฟแรงดันสูง และเมื่อมีการลดความถี่ลงมาที่ 30 Hz จะทำให้เกิดเสียงการไหลของน้ำยาในชุดอีวาพอเรเตอร์(คอล์ยเย็น) เนื่องจากวาล์วชุดควบคุมการไหลของน้ำยาจะเป็นแบบที่มีขนาดคงที่ ซึ่งในเครื่องปรับอากาศที่เป็นระบบอินเวอร์เตอร์จริงๆจะใช้วาล์วแบบเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชั่นวาล์วโดยควบคุมลิ้นปรับอัตราการไหลของน้ำยาได้ ในส่วนของหม้อแปลง Isolation ที่ใช้ทำเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรขับสวิทช์ในแต่ละขดของหม้อแปลงจะต้องขั้นด้วยฉนวนที่ทนแรงดันพังทลายได้อย่างน้อย 1000 V

จากการทดสอบอินเวอร์เตอร์สำหรับควบคุมคอมเพรสเซอร์หนึ่งเฟส เราสามารถปรับเปลี่ยนความถี่ที่ใช้ขับคอมเพรสเซอร์ได้ ซึ่งจะมีผลต่อความเร็วรอบของคอมเพรสเซอร์โดยตรง ดังนั้นเราจึงสามารถปรับระดับบีทียูของเครื่องปรับอากาศได้ ถ้าดูจากรูปที่ 5.39 จะเห็นว่าพลังงานเฉลี่ยจะลดลงตามความถี่ โดยถ้าลดความถี่ลงมาที่ 30 Hz จะทำให้ประหยัดพลังงานประมาณ 30 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมคอมเพรสเซอร์ระบบเปิดปิด และจากหัวข้อ 5.2.3 จะเห็นว่ากระแสในช่วงสตาร์ทของเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมคอมเพรสเซอร์ระบบเปิดปิดซึ่งจะมีกระแสช่วงแรกของการเริ่มทำงานสูงมากถึง 3.716 กิโลวัตต์ ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานในช่วงสตาร์ท ถ้าเราใช้การสตาร์ทคอมเพรสเซอร์โดยการปรับความถี่ไปที่ 30 Hz(จากหัวข้อ5 3.3) ก็จะทำให้กระแสในช่วงสตาร์ทลดลงเหลือ 902 วัตต์ ซึ่งเป็นการ soft start คอมเพรสเซอร์ จากตารางที่ 5.3 จะเห็นได้ว่าระบบอินเวอร์เตอร์จะมีประสิทธิภาพมากกว่า 80 เปอร์เซนต์และจากตารางที่ 5.4 จะเห็นได้ว่าถ้าเราลดความถี่ลงกำลังงานไฟฟ้าก็จะลดลงด้วย ซึ่งถ้าเราให้คอมเพรสเซอร์ทำงานที่ความถี่ 30 Hz ก็จะประหยัดพลังงานไฟฟ้ามากกว่า

ในรูปที่ 5.62 แสดงกราฟเปรียบเทียบการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศระบบเปิดปิดและระบบอินเวอร์เตอร์ จะเห็นว่าการควบคุมอุณหภูมิของระบบอินเวอร์เตอร์จะคงที่กว่าระบบเปิดปิดมาก

สรุปโดยรวมจากผลของการทดลองทั้งหมดจะเห็นได้ว่าเครื่องปรับอากาศที่ใช้อินเวอร์เตอร์ควบคุมนั้นมีประสิทธิภาพดีกว่าแบบเปิดปิดเดิม และสามารถควบคุมอุณหภูมิได้คงที่กว่าแบบเดิมมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] โคทม. อารียา. 2544. **อิเล็กทรอนิกส์กำลัง2.** กรุงเทพมหานคร : ปริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน)

[2] Muhammad H. Rashid. **Power Electronics.** Second Editions. : Prentice Hall

[3] Mohan. and Undeland. and Robbins. **Power Electronics.** : John Wiley & Son

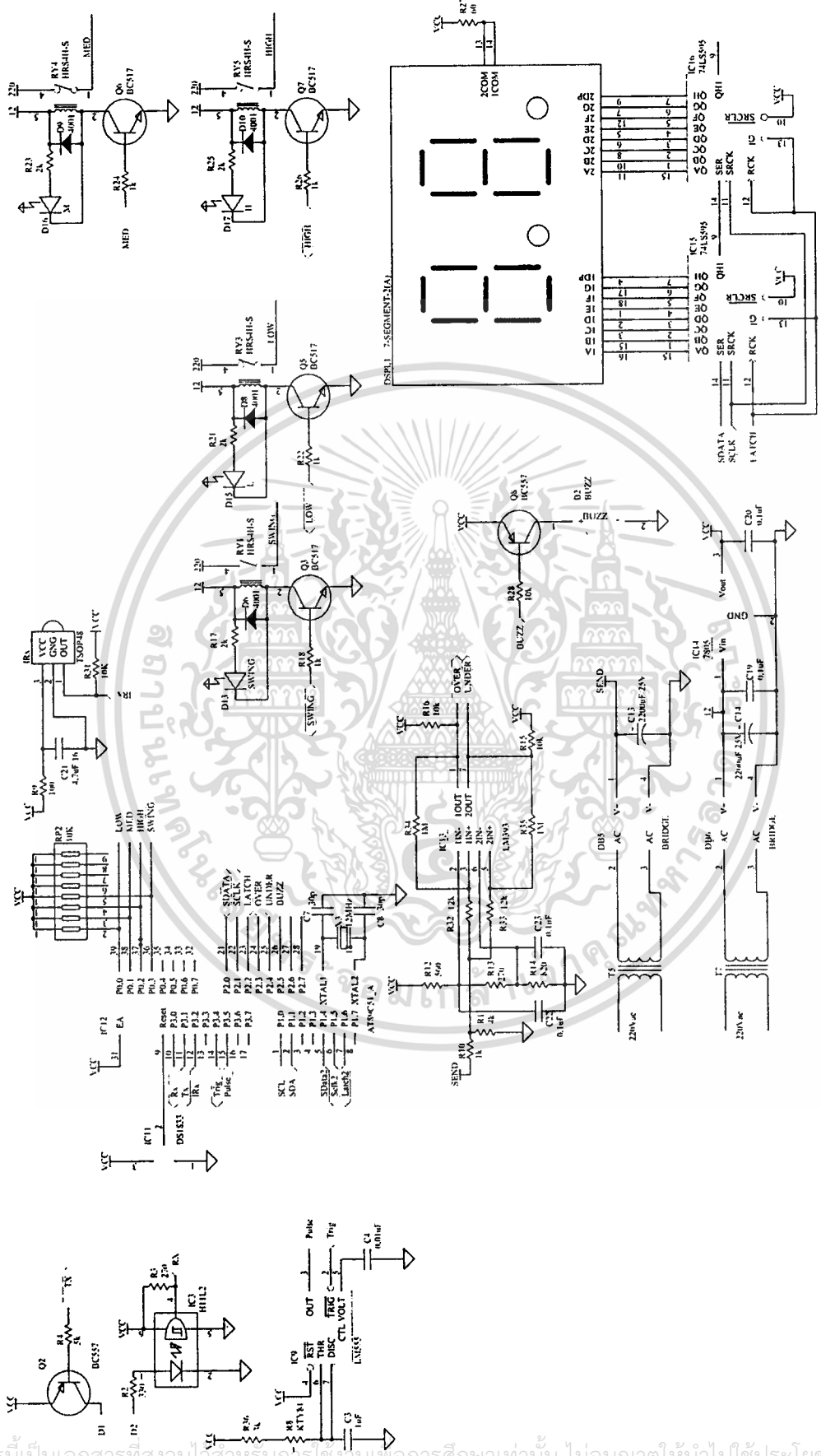
[4] Timothy L. Skvarenina. 2001. **The Power Electronics Handbook.** : CRC PRESS

[5] N. Mohan. and T. M. Undeland. and W. P. Robbins. 1995. Power Electronics: Converters, Application, andDesign. second edition. : Jonh Wiley&Sons. Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

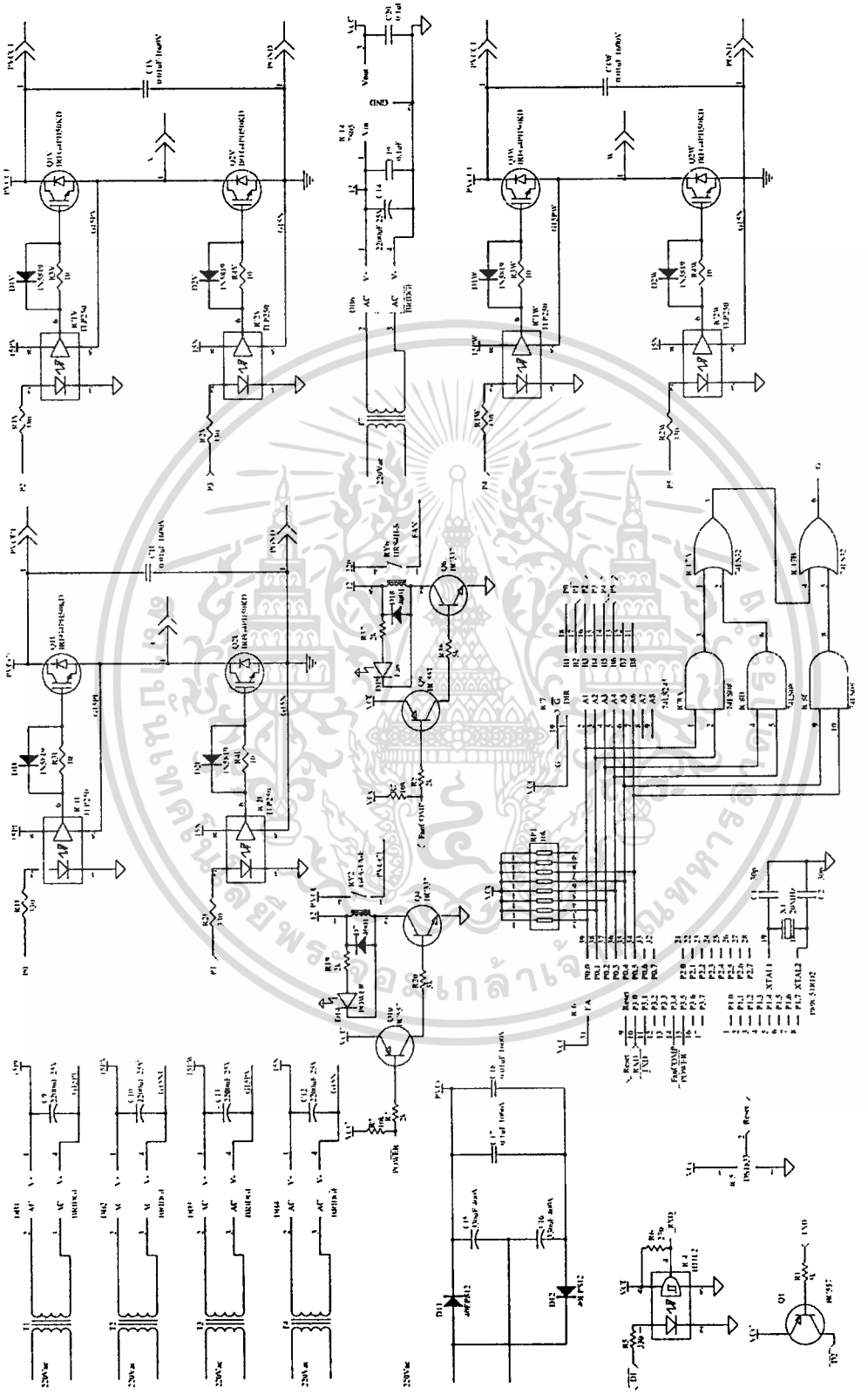
ภาคผนวก ก.
วงจรสมบูณ์ของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 วงจรชุดควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.2 วงจรชุดสร้างสัญญาณ PWM ที่ใช้ไมโครโพรเซสเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
โปรแกรมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

********** โปรแกรมชุดควบคุม **********

```
;---------------------------------------
;DEFINE.ASM
;for 89C8051RD2 @ 18.432MHz  0.3255usec/mach.
;---------------------------------------
          CPU       "8051.TBL"
          HOF       "INT8"
;---------------------------------------
;declare variable=======================
;---------------------------------------
;register address--
r0:       equ       00h
r1:       equ       01h
r2:       equ       02h
r3:       equ       03h
r4:       equ       04h
r5:       equ       05h
r6:       equ       06h
r7:       equ       07h

p0:       equ       80h       ;port
p1:       equ       90h
p2:       equ       0a0h
P3:         equ         0b0h

sp:       equ       81h       ;stag pointer
dph:      equ       83h       ;dptr
dpl:      equ       82h

tcon:     equ       88h       ;timer
tmod:     equ       89h
th1:      equ       8dh
tl1:      equ       8bh
th0:      equ       8ch
tl0:      equ       8ah
scon:     equ       98h       ;serial
sbuf:     equ       99h

ie:       equ       0a8h      ;interrupt
ip:       equ       0b8h

psw:      equ       0d0h      ;programe status word
acc:      equ       0e0h
b:        equ       0f0h

;bit address-----------------
;Port
p00:        equ         80h
p01:        equ         81h
p02:        equ         82h
p03:        equ         83h
p04:        equ         84h
p05:        equ         85h
p06:        equ         86h
p07:        equ         87h

p10:        equ         90h
p11:        equ         91h
p12:        equ         92h
p13:        equ         93h
p14:        equ         94h
p15:        equ         95h
p16:        equ         96h
p17:        equ         97h

p20:        equ         0a0h
p21:        equ         0a1h
p22:        equ         0a2h
p23:        equ         0a3h
p24:        equ         0a4h
p25:        equ         0a5h
p26:        equ         0a6h
p27:        equ         0a7h

p30:        equ         0b0h
p31:        equ         0b1h
p32:        equ         0b2h
p33:        equ         0b3h
p34:        equ         0b4h
p35:        equ         0b5h
p36:        equ         0b6h
p37:        equ         0b7h

rxpin:      equ         0b0h
txpin:      equ         0b1h
e0pin:      equ         0b2h
e1pin:      equ         0b3h
t0pin:      equ         0b4h
t1pin:      equ         0b5h
wrpin:      equ         0b6h
rdpin:      equ         0b7h

;NBA = not bit addressable
;use = alway use

;tmod(NBA): Gate1 C/-T M1 M0, Gate0 C/-T M1 M0

;tcon: tf1 tr1 tf0 tr0, ie1 it1 ie0 it0
tf1:      equ       8fh
tr1:      equ       8eh ;use
tf0:      equ       8dh
tr0:      equ       8ch ;use
ie1:      equ       8bh
it1:      equ       8ah ;use
ie0:      equ       89h
it0:      equ       88h ;use

;ie: ea - - es, et1 ex1 et0 ex0
ea:       equ       0afh            ;use
es:       equ       0ach
et1:      equ       0abh
ex1:      equ       0aah
et0:      equ       0a9h
ex0:      equ       0a8h

;ip: - - - ps, pt1 px1 pt0 px0
ps:       equ       0bch
pt1:      equ       0bbh
px1:      equ       0bah
pt0:      equ       0b9h
px0:      equ       0b8h

;pcon(NBA): smod - - -, gf1 gf0 pd idl

;@ 11.059MHz                      smod       TH1
;Baud rate:  1200    0            0e8h
;Baud rate:  2400    0            0f4h
;Baud rate:  9600    0            0fdh
;Baud rate: 19200    1            0fdh
;@ 12MHz                          smod       TH1
;Baud rate:  1200    0            0e6h
;Baud rate:  2400    0            0f3h
;Baud rate:  9600    1            0f9h

;scon: sm0 sm1 sm2 ren, tb8 rb8 ti ri
sm0:      equ       9fh
sm1:      equ       9eh
sm2:      equ       9dh
ren:      equ       9ch ;use
tb8:      equ       9bh
rb8:      equ       9ah
ti:       equ       99h ;use
ri:       equ       98h ;use

;for 89c52
t2con:      equ         0c8h        ;default=0x00
t2mod:      equ         0c9h
rcap2l:     equ         0cah
rcap2h:     equ         0cbh
tl2:        equ         0cch
th2:        equ         0cdh
;---------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        cpu "8051.tbl"
        hof "int8"
          incl "DEFINE.ASM"

        org     0000h
        ljmp start
;-----------------------------------------
; k1.asm ---------------------------------
;-----------------------------------------
;interrupt vector=============================
;-----------------------------------------
        org     0003h           ;ext interrupt 0
        ljmp ex0isr
          org       000bh           ;timer 0
          ljmp tf0isr
        org     0013h           ;ext interrupt 1
        ljmp ex1isr
          org       001bh           ;timer 1
          ljmp tf1isr
        org     0023h           ;serial
        ljmp serisr
          org       002bh               ;timer 2
          ljmp tf2isr
;-----------------------------------------
;Declare variable=============================
;-----------------------------------------
        ;Internal bit variable(RAM bit)-----
                ;IR
ir_st_fg: equ   00h             ;20.0 h
ir_ready: equ   01h             ;20.1 h
compx:    equ       02h                   ;20.2 h
pon:      equ       03h                   ;20.3 h

        ;Internal byte variable(RAM byte)---
                ;IR
ir_count: equ   30h             ;address
ir_buf: equ     31h             ;address

ir_data0: equ   10h             ;address(head)
ir_data1: equ   11h             ;address(head)
ir_data2: equ   12h             ;address(head)
ir_data3: equ   13h             ;address(head)
ir_data4: equ   14h             ;address(head)
ir_data5: equ   15h             ;address(Pon/off)
ir_data6: equ   16h             ;address(Mode)

ir_data7: equ   17h             ;address(Temp)
ir_data8: equ   18h             ;address(Fan)
ir_data9: equ   19h             ;address(Stop)
ir_dataa: equ   1ah             ;address(Start)
ir_datab: equ   1bh             ;address(x)
ir_datac: equ   1ch             ;address(x)
ir_datad: equ   1dh             ;address(chksum)

freq:     equ       1eh                   ;address
scnt:     equ       1fh                   ;address
tset:     equ       21h                   ;address
tstart:   equ       22h                   ;address
tstop:    equ       23h                   ;address
mode:     equ       24h                   ;address
tcnt0:    equ       25h                   ;address
tcnt1:    equ       26h                   ;address
temp:     equ       27h                   ;address

        ;External--------------------------
;Relay
reylow:   equ       80h       ;p0.0     relay low fan
reymid:   equ       81h       ;p0.1     relay midle
fan
reyhi:    equ       82h       ;p0.2     relay high
fan
reyswg:   equ       83h       ;p0.3     relay swing
fan
reypow:   equ       84h       ;p0.4     relay Power
on/off
;p0.5-p0.7          reserve

;p1.0-p1.3          reserve
sdat2:    equ       94h       ;p1.4     serial data 2
sclk2:    equ       95h       ;p1.5     serial clk 2
slat2:    equ       96h       ;p1.6     serial latch
2
;p1.7               reserve

sdat:     equ       0a0h      ;p2.0     serial data
sclk:     equ       0a1h      ;p2.1     serial clk
slat:     equ       0a2h      ;p2.2     serial latch
vover:    equ       0a3h      ;p2.3     input over
voltage
vunder:   equ       0a4h      ;p2.4     input under
voltage
buz:    equ     0a5h    ;p2.5   buzzer active '0'
;p2.6-p2.7          reserve

;p3.0               rx        ;from PWM generater
;p3.1               tx        ;to PWM generater
;p3.2               IR rx     ;Ex0
;p3.3     reserve
trig:     equ       0b4h      ;p3.4     trig 555
tcnt:     equ       0b5h      ;p3.5     count pulse
from 555
;p3.6-p3.7          reserve
```

```
;-----------------------------------------
;Declare Constant=============================
;-----------------------------------------
st_max_h: equ   17h             ;6000
st_max_l: equ   70h
st_min_h: equ   0fh             ;4000
st_min_l: equ   0a0h
d0_max_h: equ   09h             ;2500
d0_max_l: equ   0c4h
d1_max_h: equ   05h             ;1300
d1_max_l: equ   14h
d1_min_h: equ   02h             ;600
d1_min_l: equ   58h

;mode
; 10h = cool & low
; 11h = cool & med
; 12h = cool & high
; 13h = cool & auto
; 20h = heat & low
; 21h = heat & med
; 22h = heat & high
;-----------------------------------------
;interrupt service routine==================
;-----------------------------------------
        org     0030h
;Interrupt 0 service routine
ex0isr:   push acc
        push r2
        push r3
          push b
          push dph
          push dpl
;-----------------------
        clr tr0                 ;stop timer 1
        mov r2,th0              ;timer high
        mov r3,tl0              ;timer low
        mov th0,#0            ;reset timer 1 value
        mov tl0,#0
        setb tr0              ;start timer 1
        jb ir_st_fg,int0_2
;-----------------
        clr c                   ;check start ***
        mov a,r3
        subb a,#st_min_l        ;start min.
        mov a,r2
        subb a,#st_min_h
        jc int0_1               ;lower start

        clr c                   ;greater
        mov a,r3
        subb a,#st_max_l        ;start max.
        mov a,r2
        subb a,#st_max_h
        jnc int0_1              ;greater start
        setb ir_st_fg
        mov ir_count,#0
        ljmp int0_q             ;start bit
int0_1: ljmp int0_qx            ;no start bit
;-----------------
int0_2: clr c                   ;check logic 1/0 ***
        mov a,r3
        subb a,#d0_max_l        ;"0" max.
        mov a,r2
        subb a,#d0_max_h
        jc int0_3               ;lower
        ljmp int0_qx            ;greater "1"

int0_3: clr c
        mov a,r3
        subb a,#d1_max_l        ;"1" max.
        mov a,r2
        subb a,#d1_max_h
        jc int0_4               ;lower
        clr c                           ;greater
(c=0)
        ljmp int0_6

int0_4: clr c
        mov a,r3
        subb a,#d1_min_l        ;"1" min.
        mov a,r2
        subb a,#d1_min_h
        jnc int0_5              ;greater
        ljmp int0_qx            ;lower

int0_5: setb c                          ;(c=1)
int0_6: mov a,ir_buf
        rrc a                           ;rotate right
carry
        mov ir_buf,a                    ;ir data byte
        inc ir_count                    ;count bit
        mov a,ir_count
;-----------------
int0_d0: cjne a,#8,int0_d1    ;data byte 0
        mov ir_data0,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_d1: cjne a,#16,int0_d2   ;data byte 1
        mov ir_data1,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_d2: cjne a,#24,int0_d3     ;data byte 2
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        mov ir_data2,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_d3: cjne a,#32,int0_d4     ;data byte 3
        mov ir_data3,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_d4: cjne a,#40,int0_d5     ;data byte 4
        mov ir_data4,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_d5: cjne a,#48,int0_d6     ;data byte 5
        mov ir_data5,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_d6: cjne a,#56,int0_d7     ;data byte 6
        mov ir_data6,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_d7: cjne a,#64,int0_d8     ;data byte 7
        mov ir_data7,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_d8: cjne a,#72,int0_d9     ;data byte 8
        mov ir_data8,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_d9: cjne a,#80,int0_da     ;data byte 9
        mov ir_data9,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_da: cjne a,#88,int0_db     ;data byte 10
        mov ir_dataa,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_db: cjne a,#96,int0_dc     ;data byte 11
        mov ir_datab,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_dc: cjne a,#104,int0_dd  ;data byte 12
        mov ir_datac,ir_buf
        ljmp int0_q

int0_dd: cjne a,#112,int0_q   ;data byte 13
        mov ir_datad,ir_buf
        setb ir_ready                ;receive
ready flag
;-----------------
          mov a,ir_data7             ;show temp.
data
          clr c
          subb a,#60h
          mov b,#10
          div ab
          mov r3,a
          mov a,b
          mov dptr,#TAB7
          movc a,@a+dptr
          mov r2,#8
int0_7l: rrc a                    ;LSB 1'st
          mov sdat,c              ;data
          setb sclk          ;clk
          clr sclk
          djnz r2,int0_7l

          mov a,r3
          mov dptr,#TAB7
          movc a,@a+dptr
          mov r2,#8
int0_7h: rrc a                    ;LSB 1'st
          mov sdat,c              ;data
          setb sclk          ;clk
          clr sclk
          djnz r2,int0_7h

          setb slat          ;latch
          clr slat
;-----------------
int0_qx: clr ir_st_fg          ;restart flag
        mov ir_count,#0
int0_q: pop dpl
          pop dph
          pop b
          pop r3
        pop r2
        pop acc
          reti
;-------------------------------------
;Timer 0 service routine
;used with Ex0 to receive IR code
tf0isr: reti
;-------------------------------------
;Interrupt 1 service routine
;reserve
exlisr: reti
;-------------------------------------
;Timer 1 service routine
;used to generate Baud rate for serial
;and timer for temperature converter
tf1isr: reti
;-------------------------------------
;Serial service routine
;reserve
serisr: reti
;-------------------------------------
;Timer 2 service routine
;used to start/stop set Timer
tf2isr: push acc
          djnz tcnt0,tf2out
          mov tcnt0,#200
          djnz tcnt1,tf2out
          mov tcnt0,#200
          mov tcnt1,#120

tf2s:     mov a,tstart
          cjne a,#0ffh,tf2s1
          ljmp tf2p
tf2s1:    cjne a,#0feh,tf2s2
          setb pon             ;start
tf2s2:    inc tstart

tf2p:     mov a,tstop
          cjne a,#0ffh,tf2p1
          ljmp tf2out
tf2p1:    cjne a,#0feh,tf2p2
          clr pon                      ;stop
tf2p2:    inc tstop

tf2out:   pop acc
          reti
;-----------------------------------------
;main program=============================
;-----------------------------------------
; 89c52 @ 12MHz
; Initial All routine
;-----------------------------------------
        org     0200h
start:  lcall del200m
              ;initial
        mov sp,#50h
        mov ie,#10110001b       ;a - t2 s t1 x1 t0 x0
        mov ip,#00000001b       ;Ex0
        mov tmod,#11h           ;timer1 m1,timer0 m1
        setb it0                ;EX0 falling edge
        setb buz                ;off buzzer
              ;initial IR
        mov ir_count,#0
        mov ir_buf,#0
        mov th0,#0
        mov tl0,#0
          clr ir_st_fg
          clr ir_ready
                    ;initial 7 segment tset
          clr sclk
          clr slat
                    ;initial 7 segment test
          clr sclk2
          clr slat2
                    ;initial read temp.
          setb trig
          setb tcnt
                    ;initial tf2isr
          mov tcnt0,#200            ;25m*200=5s
          mov tcnt1,#120
          ;5s*120=600s=10min
          mov rcap2h,#3ch           ;25ms
          mov rcap2l,#0b0h    ;24MHz 12clk
          mov t2mod,#00h            ;16bit auto
reload
          mov t2con,#04h            ;start T2
;-----------------------------------------
;+++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;-----------------------------------------
xa:       clr compx           ;off
          clr pon                   ;off
          mov freq,#50              ;start 30Hz-
>50Hz
          lcall fanoff
          mov a,#5            ;off fan,pwm
          lcall send
          lcall del1
          mov a,#100                ;off DC
          lcall send
;---------------------------
xb:       mov r0,#120
xb1:      lcall del1
          djnz r0,xb2
          ljmp xb3
xb2:      jnb ir_ready,xb1
          lcall getstat             ;ir status
          ljmp xb1
xb3:      jb pon,xb4
          jnb ir_ready,xb3
          lcall getstat             ;ir status
          ljmp xb3

xb4:      mov a,#200                ;on DC
          lcall send
          lcall del5
          mov a,#30           ;pwm30
          lcall send
          lcall del30

          mov a,freq
          cjne a,#50,xb41
          mov a,#35           ;pwm35
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          lcall send
          lcall del15
          mov a,#40           ;pwm40
          lcall send
          lcall del15
          mov a,#45           ;pwm45
          lcall send
          lcall del15
          mov a,#50           ;pwm50
          lcall send
          lcall del15

xb41:     mov scnt,#30                ;every 30s
;---------------------------
xc:       lcall rdtemp                ;temp
          lcall getstat               ;ir status
          lcall shtmpfre              ;show
temp&freq

          jb vunder,xc1               ;vunder=1=
normal Vlt.
          ljmp xa                     ;vunder=0=
under Vlt.
xc1:      lcall del1
          mov a,scnt
          cjne a,#0,xc2
          ljmp xc3
xc2:      dec scnt
xc3:      jb pon,xc4
          ljmp xa

xc4:      mov a,mode
;---------------------------
xmca:     cjne a,#13h,xmca00  ;cool&auto
          ljmp xmca0
xmca00:   ljmp xmch
xmca0:    jb compx,xmca1
          setb compx
          ljmp xb
xmca1:    mov a,scnt
          cjne a,#0,xmca2
          ljmp xmca3
xmca2:    ljmp xc
xmca3:    mov scnt,#30                ;every 30s
;---------------------------
          mov r0,tset                 ;temp>=tset+3
          inc r0
          inc r0
          inc r0
          mov a,temp
          clr c
          subb a,r0
          jc xmca4
          lcall fanhi
          ljmp xmca51

xmca4:    mov r0,tset                 ;temp>=tset+2

          inc r0
          inc r0
          mov a,temp
          clr c
          subb a,r0
          jc xmca5
          lcall fanmid
          ljmp xmca51

xmca5:    mov r0,tset                 ;temp>=tset+1
          inc r0
          mov a,temp
          clr c
          subb a,r0
          jc xmca6
          lcall fanlow
xmca51:   mov freq,#50
          mov a,freq
          lcall send
          ljmp xc

xmca6:    mov a,freq                  ;temp<=tset
          cjne a,#30,xmca7
          mov r0,tset
          dec r0
          mov a,temp
          clr c
          subb a,r0
          jnc xmca8
          ljmp xmca9

xmca7:    mov a,freq
          clr c
          subb a,#5
          mov freq,a
xmca8:    mov a,freq
          lcall send
          ljmp xc
xmca9:    mov a,#5            ;off fan,pwm
          lcall send
          lcall del1
          mov a,#100                  ;off DC
          lcall send
          clr compx
          ljmp xc

;---------------------------
xmch:     cjne a,#12h,xmcm    ;cool&high
          lcall fanhi
          ljmp xmcl0
xmcm:     cjne a,#11h,xmcl    ;cool&mid
          lcall fanmid
          ljmp xmcl0
xmcl:     cjne a,#10h,xmcl00  ;cool&low
          lcall fanlow
          ljmp xmcl0

xmcl00:   ljmp xmhh
xmcl0:    jb compx,xmcl1
          setb compx
          ljmp xb
xmcl1:    mov a,scnt
          cjne a,#0,xmcl2
          ljmp xmcl3
xmcl2:    ljmp xc
xmcl3:    mov scnt,#30                ;every 30s
;---------------------------
          mov r0,tset
          inc r0
          mov a,temp
          clr c
          subb a,r0
          jc xmcl6
          mov a,freq
          cjne a,#50,xmcl4
          ljmp xmcl5
xmcl4:    mov a,freq
          add a,#5
          mov freq,a
xmcl5:    mov a,freq
          lcall send
          ljmp xc

xmcl6:    mov a,freq
          cjne a,#30,xmcl7
          mov r0,tset
          dec r0
          mov a,temp
          clr c
          subb a,r0
          jnc xmcl8
          ljmp xmcl9

xmcl7:    mov a,freq
          clr c
          subb a,#5
          mov freq,a
xmcl8:    mov a,freq
          lcall send
          ljmp xc

xmcl9:    mov a,#5            ;off fan,pwm
          lcall send
          lcall del1
          mov a,#100                  ;off DC
          lcall send
          clr compx
          ljmp xc
;---------------------------
xmhh:     cjne a,#22h,xmhm    ;heat&high
          lcall fanhi
          ljmp xmhl0
xmhm:     cjne a,#21h,xmhl    ;heat&mid
          lcall fanmid
          ljmp xmhl0
xmhl:     cjne a,#20h,xmhl00  ;heat&low
          lcall fanlow
          ljmp xmhl0

xmhl00:   ljmp xc
xmhl0:    mov a,#5            ;off pwm
          lcall send
          lcall del1
          mov a,#100                  ;off DC
          lcall send
          clr compx
          ljmp xc
;---------------------------

;-----------------------------------------
;function routine=========================
;-----------------------------------------
fanhi:    setb reyhi                  ;on
          clr reymid                  ;off
          clr reylow                  ;off
          ret
;-----------------------------------------
fanmid:   clr reyhi           ;off
          setb reymid                 ;on
          clr reylow                  ;off
          ret
;-----------------------------------------
fanlow:   clr reyhi           ;off
          clr reymid                  ;off
          setb reylow                 ;on
          ret
;-----------------------------------------
fanoff:   clr reyhi           ;off
          clr reymid                  ;off
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        clr reylow                  ;off
        ret
;-----------------------------------------
;out:    pon, tstart, tstop, mode, tset
getout:  ret
;-----------------
getstat: jnb ir_ready,getout
        clr ir_ready
gponoff: mov a,ir_data5             ;ponoff
gp0:     cjne a,#0dfh,gp1s1p0
        clr pon                     ;off
        ljmp gmode

gp1s1p0: cjne a,#0cbh,gp1s0p1
        setb pon            ;on
        mov tcnt0,#200
        mov tcnt1,#120
        mov tstart,ir_dataa
        mov tstop,#0ffh
        ljmp gmode

gp1s0p1: cjne a,#0d3h,gp1s1p1
        setb pon            ;on
        mov tcnt0,#200
        mov tcnt1,#120
        mov tstart,#0ffh
        mov tstop,ir_data9
        ljmp gmode

gp1s1p1: cjne a,#0c3h,gp1s0p0
        setb pon            ;on
        mov tcnt0,#200
        mov tcnt1,#120
        mov tstart,ir_dataa
        mov tstop,ir_data9
        ljmp gmode

gp1s0p0: cjne a,#0dbh,gmode
        setb pon            ;on
        mov tstart,#0ffh
        mov tstop,#0ffh
        ljmp gmode

gmode:   mov a,ir_data6             ;mode
gcool:   cjne a,#0fch,gheat
        mov a,ir_data8              ;fan
gcl:     cjne a,#0fdh,gcm
        mov mode,#10h               ;cool&low
        ljmp gtset
gcm:     cjne a,#0fch,gch
        mov mode,#11h               ;cool&med
        ljmp gtset
gch:     cjne a,#0fah,gcauto
        mov mode,#12h               ;cool&high
        ljmp gtset
gcauto:  cjne a,#0ffh,gtset
        mov mode,#13h               ;cool&auto
        ljmp gtset

gheat:   cjne a,#0feh,gtset
        mov a,ir_data8              ;fan
ghl:     cjne a,#0fdh,ghm
        mov mode,#20h               ;heat&low
        ljmp gtset
ghm:     cjne a,#0fch,ghh
        mov mode,#21h               ;heat&med
        ljmp gtset
ghh:     cjne a,#0fah,gtset
        mov mode,#22h               ;heat&high
        ljmp gtset

gtset:   mov a,ir_data7             ;temp set
        clr c
        subb a,#60h
        mov tset,a                  ;16-31
        ret
;-----------------------------------------
; Temperature routine ++++++++++++++++++++
;-----------------------------------------
;out:    a( 16-31 )
rdtemp:  clr trig           ;negative edge
        mov th1,#0                  ;T1=0x0000
        mov tl1,#0
        setb tr1            ;start T1
        setb trig
        jb tcnt,$           ;while(1)
        clr tr1                     ;stop T1

        clr c
        mov a,tl1
        subb a,#1ah
        mov b,#10
        div ab
        add a,#16           ;16-31
        mov temp,a                  ;save temp
        ret
;-----------------------------------------
;7 Segments (temp,freq) routine ++++++++++++
;-----------------------------------------
;show temp & freq
;in:     temp, freq
shtmpfre:
        mov a,freq                  ;show freq
        mov b,#10
        div ab
        push acc
        mov a,b
        mov dptr,#TAB7
        movc a,@a+dptr
        lcall shift72               ;_x
        pop acc
        mov dptr,#TAB7
        movc a,@a+dptr
        lcall shift72               ;x_

        mov a,temp                  ;show temp
        mov b,#10
        div ab
        push acc
        mov a,b
        mov dptr,#TAB7
        movc a,@a+dptr
        lcall shift72               ;_x
        pop acc
        mov dptr,#TAB7
        movc a,@a+dptr
        lcall shift72               ;x_

        setb slat2                  ;latch
        clr slat2
        ret
;-----------------------------------------
;in:     a
shift72: mov r2,#8
shf12:   rrc a                      ;LSB 1'st
        mov sdat2,c                 ;data
        setb sclk2                  ;clk
        clr sclk2
        djnz r2,shf12
        ret
;-----------------------------------------
;SERIAL routine ++++++++++++++++++++++++++++
;-----------------------------------------
;serial initial xtal=12MHz/12clk
;in:     acc
send:    mov scon,#52h          ;serial mode1
        mov tmod,#21h          ;timer1 mode2,timer0
mode1
        mov pcon,#00h          ;smod=0
        mov th1,#250                ;5k baud(256-
6)
        setb tr1           ;start tr1
        lcall del10m

        jnb ti,$           ;tx data
        clr ti
        mov sbuf,a

        lcall del10m
        mov tmod,#11h               ;timer1
mode1,timer0 mode1
        clr tr1                     ;stop tr1
        ret
;-----------------------------------------
;out=a
recv:   jnb ri,$
        clr ri
        mov a,sbuf
        ret
;-----------------------------------------
;General routine ++++++++++++++++++++++++++++
;-----------------------------------------
;alert high voice
buzz:   mov r4,#80h
buz1:   cpl buz
        lcall del100u
        djnz r4,buz1
        ret
;----------------------------
;delay 30 sec
del30:   mov r4,#30
de301:   lcall del1
         djnz r4,de301
        ret
;----------------------------
;delay 15 sec
del15:   mov r4,#15
de151:   lcall del1
         djnz r4,de151
        ret
;----------------------------
;delay 5 sec
del5:   mov r4,#5
de51:    lcall del1
         djnz r4,de51
        ret
;----------------------------
;delay 1 sec
del1:   mov r7,#10
del1:   mov r6,#200             ;100,000*10=1,000,000
del2:   mov r5,#250             ;500*200=100,000
        djnz r5,$               ;2*250=500
        djnz r6,del2
        djnz r7,del1
        ret
;----------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;delay 200m sec
del200m: mov r7,#2
de200m1: mov r6,#200
         ;100,000*2=200,000
de200m2: mov r5,#250
          ;500*200=100,000
         djnz r5,$              ;2*250=500
         djnz r6,de200m2
         djnz r7,de200m1
         ret
;----------------------------
;delay 50m sec
del50m: mov r7,#100
de50m1: mov r6,#250             ;500*100=50,000
         djnz r6,$              ;2*250=500
         djnz r7,de50m1
         ret
;----------------------------
;delay 10m sec
del10m: mov r7,#20
de10m1: mov r6,#250             ;500*20=10,000
         djnz r6,$              ;2*250=500
         djnz r7,de10m1
         ret
;----------------------------
;delay 5m sec
del5m:   mov r7,#10
de5m1:   mov r6,#250            ;500*10=5,000
         djnz r6,$              ;2*250=500
         djnz r7,de5m1
         ret
;----------------------------
;delay 1m sec
del1m:   mov r7,#2
de1m1:   mov r6,#250            ;500*2=1,000
         djnz r6,$              ;2*250=500
         djnz r7,de1m1
         ret
;----------------------------
;delay 100u sec for buzz
del100u: mov r7,#50
         djnz r7,$              ;2*50=100
         ret
;-----------------------------------------
;program data area=========================
;-----------------------------------------
;               0 , 1 , 2 , 3 , 4
;                 5 , 6 , 7 , 8 , 9
TAB7:     dfb       03h,9fh,25h,0dh,99h,
          dfb       49h,41h,1fh,01h,09h
;-----------------------------------------
;IR code ==================================
;-----------------------------------------
;  0xdc  0x34  0xd9  0xfe  0xff  Pon   Mode
;  Temp  Fan   Stop  Start 0xff  0xff  Chksum
;-----------------------------------------
;Pon/off
;P off                                  = 0xdf
;P on & Start on                = 0xcb
;P on & Stop on                 = 0xd3
;P on & Start on & Stop on      = 0xc3
;P on & Start off & Stop off    = 0xdb
;-----------------------------------------
;Mode
;I feel                 = 0xf7
;Cool                   = 0xfc
;Dry                    = 0xfd
;Heat                   = 0xfe
;-----------------------------------------
;Fan Mode
;auto                   = 0xff
;1'st                   = 0xfd
;2'nd                   = 0xfc
;3'rd                   = 0xfa
;-----------------------------------------
;Vane Mode
;auto                   = 0xff
;1'st                   = 0xf7
;2'nd                   = 0xef
;3'rd                   = 0xe7
;4'th                   = 0xdf
;5'th                   = 0xd7
;-----------------  ------------------------
;swing
;on                     = 0xc7
;off                    = 0xff
;-----------------------------------------
;IR temp code
;16o = 0x70                     24o = 0x78
;17o = 0x71                     25o = 0x79
;18o = 0x72                     26o = 0x7a
;19o = 0x73                     27o = 0x7b
;20o = 0x74                     28o = 0x7c
;21o = 0x75                     29o = 0x7d
;22o = 0x76                     30o = 0x7e
;23o = 0x77                     31o = 0x7f
;-----------------------------------------
;IR delta timer start/stop
;          00    10    20    30    40    50
; 0 :     0x6f  0xfe  0xfd  0xfc  0xfb  0xfa
; 1 :     0xf9  0xf8  0xf7  0xf6  0xf5  0xf4
; 2 :     0xf3  0xf2  0xf1  0xf0  0xef  0xee
; 3 :     0xed  0xec  0xeb  0xea  0xe9  0xe8
; 4 :     0xe7  0xe6  0xe5  0xe4  0xe3  0xe2
; 5 :     0xe1  0xe0  0xdf  0xde  0xdd  0xdc
; 6 :     0xdb  0xda  0xd9  0xd8  0xd7  0xd6
; 7 :     0xd5  0xd4  0xd3  0xd2  0xd1  0xd0
; 8 :     0xcf  0xce  0xcd  0xcc  0xcb  0xca
; 9 :     0xc9  0xc8  0xc7  0xc6  0xc5  0xc4
;10 :     0xc3  0xc2  0xc1  0xc0  0xbf  0xbe
;11 :     0xbd  0xbc  0xbb  0xba  0xb9  0xb8
;12 :     0xb7  0xb6  0xb5  0xb4  0xb3  0xb2
;13 :     0xb1  0xb0  0xaf  0xae  0xad  0xac
;14 :     0xab  0xaa  0xa9  0xa8  0xa7  0xa6
;15 :     0xa5  0xa4  0xa3  0xa2  0xa1  0xa0
;16 :     0x9f  0x9e  0x9d  0x9c  0x9b  0x9a
;17 :     0x99  0x98  0x97  0x96  0x95  0x94
;18 :     0x93  0x92  0x91  0x90  0x8f  0x8e
;19 :     0x8d  0x8c  0x8b  0x8a  0x89  0x88
;20 :     0x87  0x86  0x85  0x84  0x83  0x82
;21 :     0x81  0x80  0x7f  0x7e  0x7d  0x7c
;22 :     0x7b  0x7a  0x79  0x78  0x77  0x76
;23 :     0x75  0x74  0x73  0x72  0x71  0x70
;-----------------------------------------
;chksum = 0x0c + sum(dat(0-12))
;-----------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

********** โปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM **********

```
;---------------------------------------
;DEFINE.ASM
;for 89C8051RD2 @ 18.432MHz  0.3255usec/mach.
;---------------------------------------
          CPU       "8051.TBL"
          HOF       "INT8"
;---------------------------------------
;declare variable**********************
;---------------------------------------
;register address--
r0:       equ       00h
r1:       equ       01h
r2:       equ       02h
r3:       equ       03h
r4:       equ       04h
r5:       equ       05h
r6:       equ       06h
r7:       equ       07h

p0:       equ       80h       ;port
p1:       equ       90h
p2:       equ       0a0h
P3:       equ       0b0h

sp:       equ       81h       ;stag pointer
dph:      equ       83h       ;dptr
dpl:      equ       82h

tcon:     equ       88h       ;timer
tmod:     equ       89h
th1:      equ       8dh
tl1:      equ       8bh
th0:      equ       8ch
tl0:      equ       8ah
scon:     equ       98h       ;serial
sbuf:     equ       99h

ie:       equ       0a8h      ;interrupt
ip:       equ       0b8h

psw:      equ       0d0h      ;programe status word
acc:      equ       0e0h
b:        equ       0f0h

;bit address----------------
;Port
p00:        equ         80h
p01:        equ         81h
p02:        equ         82h
p03:        equ         83h
p04:        equ         84h
p05:        equ         85h
p06:        equ         86h
p07:        equ         87h

p10:        equ         90h
p11:        equ         91h
p12:        equ         92h
p13:        equ         93h
p14:        equ         94h
p15:        equ         95h
p16:        equ         96h
p17:        equ         97h

p20:        equ         0a0h
p21:        equ         0a1h
p22:        equ         0a2h
p23:        equ         0a3h
p24:        equ         0a4h
p25:        equ         0a5h
p26:        equ         0a6h
p27:        equ         0a7h

p30:        equ         0b0h
p31:        equ         0b1h
p32:        equ         0b2h
p33:        equ         0b3h
p34:        equ         0b4h
p35:        equ         0b5h
p36:        equ         0b6h
p37:        equ         0b7h

rxpin:      equ         0b0h
txpin:      equ         0b1h
e0pin:      equ         0b2h
e1pin:      equ         0b3h
t0pin:      equ         0b4h
t1pin:      equ         0b5h
wrpin:      equ         0b6h
rdpin:      equ         0b7h

;NBA = not bit addressable
;use = alway use

;tmod(NBA): Gate1 C/-T M1 M0, Gate0 C/-T M1 M0

;tcon: tf1 tr1 tf0 tr0, ie1 it1 ie0 it0
tf1:      equ       8fh
tr1:      equ       8eh ;use
tf0:      equ       8dh
tr0:      equ       8ch ;use
ie1:      equ       8bh
it1:      equ       8ah ;use
ie0:      equ       89h
it0:      equ       88h ;use

;ie: ea - - es, et1 ex1 et0 ex0
ea:       equ       0afh          ;use
es:       equ       0ach
et1:      equ       0abh
ex1:      equ       0aah
et0:      equ       0a9h
ex0:      equ       0a8h

;ip: - - - ps, pt1 px1 pt0 px0
ps:       equ       0bch
pt1:      equ       0bbh
px1:      equ       0bah
pt0:      equ       0b9h
px0:      equ       0b8h

;pcon(NBA): smod - - -, gf1 gf0 pd idl

;@ 11.059MHz                    smod      TH1
;Baud rate:  1200    0          0e8h
;Baud rate:  2400    0          0f4h
;Baud rate:  9600    0          0fdh
;Baud rate: 19200    1          0fdh
;@ 12MHz              smod       TH1
;Baud rate:  1200    0          0e6h
;Baud rate:  2400    0          0f3h
;Baud rate:  9600    1          0f9h

;scon: sm0 sm1 sm2 ren, tb8 rb8 ti ri
sm0:      equ       9fh
sm1:      equ       9eh
sm2:      equ       9dh
ren:      equ       9ch ;use
tb8:      equ       9bh
rb8:      equ       9ah
ti:       equ       99h ;use
ri:       equ       98h ;use

;---------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        cpu         "8051.tbl"
        hof         "int8"
          incl      "DEFINE.asm"
          incl      "pwm50.asm"
          incl      "pwm45.asm"
          incl      "pwm40.asm"
          incl      "pwm35.asm"
          incl      "pwm30.asm"
;-----------------------------------------
;n1.asm ==================================
;-----------------------------------------
        org     0000h
        ljmp        start
;-----------------------------------------
;interrupt vector ========================
;-----------------------------------------
        org         0003h           ;ext interrupt 0
        ljmp        ex0isr
        org         000bh           ;timer 0
        ljmp        tf0isr
        org         0013h           ;ext interrupt 1
        ljmp        ex1isr
        org         001bh           ;timer 1
        ljmp        tf1isr
        org         0023h           ;serial
        ljmp        serisr
;-----------------------------------------
;Declare Port ============================
;-----------------------------------------
ryfan:      equ         0b4h        ;p3.4 active'0'
rypow:      equ         0b5h        ;p3.5 active'0'
;-----------------------------------------
;Declare variable ========================
;-----------------------------------------
old:        equ         10h
;-----------------------------------------
;Declare Constant ========================
;-----------------------------------------
END50:      equ         0c6h
END45:      equ         0cbh
END40:      equ         0d0h
END35:      equ         0d6h
END30:      equ         0ddh

; Rx data
;  50       = pwm50                 on pwm on fan
;  45       = pwm45                 on pwm on fan
;  40       = pwm40                 on pwm on fan
;  35       = pwm35                 on pwm on fan
;  30       = pwm30                 on pwm on fan
;   5       =                       off pwm off fan
; 200       = on 600 Vdc
; 100       = off 600 Vdc
;-----------------------------------------
;interrupt service routine ===============
;-----------------------------------------
        org     0030h
ex0isr: reti
;---------------------------------
tf0isr: reti
;---------------------------------
ex1isr: reti
;---------------------------------
tf1isr:   reti
;---------------------------------
serisr: reti
;-----------------------------------------
;main program=============================
;-----------------------------------------
        org     0050h
                ;initial 89c51rd2 at 20MHz
start:    mov SP,#30h
        mov IE,#10000000b       ;a - - s t1 x1 t0 x0
        mov IP,#00000000b       ;a - - s t1 x1 t0 x0
                ;initial serial
          mov P0,#00h                   ;off pwm
          setb ryfan                    ;off fan
          setb rypow                    ;off DC
          mov old,#5                    ;off pwm, fan
          lcall serini                  ;serial 5k
;-------------------------------------------------
ss:       jnb ri,ss1
          clr ri                ;receive rxtx
          mov a,sbuf
          mov old,a
ss1:      mov a,old             ;pwm table
;=================================================
x50:      cjne a,#50,x45        ;on pwm50Hz
          clr rypow             ;on DC
          clr ryfan             ;on fan
          mov dptr,#TAB50                   ;2 <4>
x501:     clr a                             ;1 (1)
          movc a,@a+dptr                    ;2 (3)
          jnb 0e7h,x503                     ;2 (5) <5>
;-----------------------------
          mov P0,a              ;1      <6>
          clr a                 ;1      <7>
          inc dptr              ;2      <9>
          movc a,@a+dptr        ;2      <11>
          clr c                 ;1      <12>
          rrc a                 ;1      <13>
          jnc x502              ;2      <15>
          nop                   ;1          (16)
x502:     djnz acc,$            ;2      <2N>(2N)
          inc dptr              ;2      <17>(18)
          mov a,dph             ;1      <18>(19)
          cjne a,#END50,x501    ;2      <20>(21)
;------------------
          ljmp ss               ;2 <2>
;-----------------------------
x503:     mov P0,a              ;1 (6)
          inc dptr              ;2 (8)
          mov a,dph             ;1 (9)
          nop                   ;1 (10)
          nop                   ;1 (11)
          nop                   ;1 (12)
          nop                   ;1 (13)
          nop                   ;1 (14)
          cjne a,#END50,x501    ;2 (16)
;------------------
          ljmp ss                           ;2 <2>
;=================================================
x45:      cjne a,#45,x40        ;on pwm45Hz
          clr rypow             ;on DC
          clr ryfan             ;on fan
          mov dptr,#TAB45       ;2 <4>
x451:     clr a                 ;1 (1)
          movc a,@a+dptr        ;2 (3)
          jnb 0e7h,x453         ;2 (5) <5>
;-----------------------------
          mov P0,a              ;1      <6>
          clr a                 ;1      <7>
          inc dptr              ;2      <9>
          movc a,@a+dptr        ;2      <11>
          clr c                 ;1      <12>
          rrc a                 ;1      <13>
          jnc x452              ;2      <15>
          nop                   ;1          (16)
x452:     djnz acc,$            ;2      <2N>(2N)
          inc dptr              ;2      <17>(18)
          mov a,dph             ;1      <18>(19)
          cjne a,#END45,x451    ;2      <20>(21)
;------------------
          ljmp ss               ;2 <2>
;-----------------------------
x453:     mov P0,a              ;1 (6)
          inc dptr              ;2 (8)
          mov a,dph             ;1 (9)
          nop                   ;1 (10)
          nop                   ;1 (11)
          nop                   ;1 (12)
          nop                   ;1 (13)
          nop                   ;1 (14)
          cjne a,#END45,x451    ;2 (16)
;------------------
          ljmp ss               ;2 <2>
;=================================================
x40:      cjne a,#40,x35        ;on pwm40Hz
          clr rypow             ;on DC
          clr ryfan             ;on fan
          mov dptr,#TAB40       ;2 <4>
x401:     clr a                 ;1 (1)
          movc a,@a+dptr        ;2 (3)
          jnb 0e7h,x403         ;2 (5) <5>
;-----------------------------
          mov P0,a              ;1      <6>
          clr a                 ;1      <7>
          inc dptr              ;2      <9>
          movc a,@a+dptr        ;2      <11>
          clr c                 ;1      <12>
          rrc a                 ;1      <13>
          jnc x402              ;2      <15>
          nop                   ;1          (16)
x402:     djnz acc,$            ;2      <2N>(2N)
          inc dptr              ;2      <17>(18)
          mov a,dph             ;1      <18>(19)
          cjne a,#END40,x401    ;2      <20>(21)
;------------------
          ljmp ss               ;2 <2>
;-----------------------------
x403:     mov P0,a              ;1 (6)
          inc dptr              ;2 (8)
          mov a,dph             ;1 (9)
          nop                   ;1 (10)
          nop                   ;1 (11)
          nop                   ;1 (12)
          nop                   ;1 (13)
          nop                   ;1 (14)
          cjne a,#END40,x401    ;2 (16)
;------------------
          ljmp ss               ;2 <2>
;=================================================
x35:      cjne a,#35,x30        ;on pwm35Hz
          clr rypow             ;on DC
          clr ryfan             ;on fan
          mov dptr,#TAB35       ;2 <4>
x351:     clr a                 ;1 (1)
          movc a,@a+dptr        ;2 (3)
          jnb 0e7h,x353         ;2 (5) <5>
;-----------------------------
          mov P0,a              ;1      <6>
          clr a                 ;1      <7>
          inc dptr              ;2      <9>
          movc a,@a+dptr        ;2      <11>
          clr c                 ;1      <12>
          rrc a                 ;1      <13>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          jnc x352              ;2     <15>
          nop                   ;1          (16)
x352:     djnz acc,$            ;2     <2N>(2N)
          inc dptr              ;2     <17>(18)
          mov a,dph             ;1     <18>(19)
          cjne a,#END35,x351    ;2     <20>(21)
;-----------------
          ljmp ss               ;2 <2>
;---------------------------
x353:     mov P0,a              ;1 (6)
          inc dptr              ;2 (8)
          mov a,dph             ;1 (9)
          nop                   ;1 (10)
          nop                   ;1 (11)
          nop                   ;1 (12)
          nop                   ;1 (13)
          nop                   ;1 (14)
          cjne a,#END35,x351    ;2 (16)
;-----------------
          ljmp ss               ;2 <2>
;*********************************************
x30:      cjne a,#30,x00        ;on pwm30Hz
          clr rypow             ;on DC
          clr ryfan             ;on fan
          mov dptr,#TAB30       ;2 <4>
x301:     clr a                 ;1 (1)
          movc a,@a+dptr        ;2 (3)
          jnb 0e7h,x303         ;2 (5) <5>
;---------------------------
          mov P0,a              ;1     <6>
          clr a                 ;1     <7>
          inc dptr              ;2     <9>
          movc a,@a+dptr        ;2     <11>
          clr c                 ;1     <12>
          rrc a                 ;1     <13>
          jnc x302              ;2     <15>
          nop                   ;1          (16)
x302:     djnz acc,$            ;2     <2N>(2N)
          inc dptr              ;2     <17>(18)
          mov a,dph             ;1     <18>(19)
          cjne a,#END30,x301    ;2     <20>(21)
;-----------------
          ljmp ss               ;2 <2>
;---------------------------
x303:     mov P0,a              ;1 (6)
          inc dptr              ;2 (8)
          mov a,dph             ;1 (9)
          nop                   ;1 (10)
          nop                   ;1 (11)
          nop                   ;1 (12)
          nop                   ;1 (13)
          nop                   ;1 (14)
          cjne a,#END30,x301    ;2 (16)
;-----------------
          ljmp ss               ;2 <2>
;*********************************************
x00:      cjne a,#5,xondc
          mov P0,#00h           ;off pwm
          setb ryfan            ;off fan
          ljmp ss
;*********************************************
xondc:    cjne a,#200,xoffdc
          clr rypow             ;on DC
          ljmp ss
;*********************************************
xoffdc:   cjne a,#100,xout
          setb rypow            ;off DC
          ljmp ss
;*********************************************
xout:     ljmp ss
;*********************************************
;Routine ++++++++++++++++++++++++++++++++++++++++
;*********************************************
;-------------------------------------------
;SERIAL routine ++++++++++++++++++++++++++++
;-------------------------------------------
;serial initial xtal=20MHz /6clk
serini: mov scon,#52h           ;serial mode1
        mov tmod,#21h           ;timer1 mode2,timer0
mode1
        mov pcon,#00h           ;smod=0
        mov th1,#236            ;5k baud(256-20)
        setb tr1
        ret
;-----------------
;in=a
send:   jnb ti,$
        clr ti
        mov sbuf,a
        ret
;-----------------
;out=a
recv:   jnb ri,$
        clr ri
        mov a,sbuf
        ret
;-------------------------------------------
;-------------------------------------------
;delay 200ms
del200m: mov r7,#4              ;100k*4=400k
de200m1: mov r6,#200            ;500*200=100k
de200m2: mov r5,#249            ;2*250=500
         djnz r5,$
         djnz r6,de200m2
         djnz r7,de200m1
;-------------------------------------------
;-------------------------------------------
;                range     long                  m
;PWM50 (c6h)(c20bh-c600h)(03f5h)( 1,013 Byte)=0.83=
;PWM45 (cbh)(c698h-cb00h)(0468h)( 1,128 Byte)=0.74=
;PWM40 (d0h)(cb15h-d000h)(04ebh)( 1,259 Byte)=0.66=
;PWM35 (d6h)(d070h-d600h)(0590h)( 1,424 Byte)=0.58=
;PWM30 (ddh)(d6adh-dd00h)(0653h)( 1,619 Byte)=0.50=
;         dead time = 4.8us @ 2kHz
;-------------------------------------------
;-------------------------------------------
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------
----
; 0c20bh - 0c600h (1013) ---------------------------
-----
;-------------------------------------------------
----
        org 0c20bh
TAB50:
; N =  1  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,9Ch,05h,24h,0A6h,0DCh,0A6h,3Ch
,
        DFB
        22h,0AAh,6Ch,22h,0A6h,0DCh,0A6h,1Ch,24h,0A5
h,
        DFB       2Ch,05h,95h,0DCh,95h,5Ch,
; N =  2  NUM = 24
        DFB
        95h,0DCh,95h,5Ch,05h,0A5h,6Ch,24h,0A6h,0DCh
,
        DFB
        22h,0AAh,8Ch,22h,0A6h,0CCh,24h,0A5h,9Ch,05h
,
        DFB       95h,0DCh,95h,1Ch,
; N =  3  NUM = 24
        DFB
        95h,0DCh,95h,2Ch,05h,0A5h,0CCh,24h,0A6h,9Ch
,
        DFB
        22h,0AAh,0BCh,22h,0A6h,7Ch,24h,0A5h,0DCh,0A
5h,
        DFB       0Ch,05h,95h,0DCh,
; N =  4  NUM = 27
        DFB
        95h,0DCh,15h,05h,0A5h,0DCh,0A5h,3Ch,24h,0A6
h,
        DFB
        4Ch,22h,0AAh,0DCh,0AAh,0Ch,22h,0A6h,2Ch,24h
,
        DFB       0A5h,0DCh,0A5h,6Ch,05h,95h,0ACh,
; N =  5  NUM = 22
        DFB
        95h,0BCh,05h,0A5h,0DCh,0A5h,9Ch,24h,26h,22h
,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,4Ch,20h,0A5h,0DCh,0A5h,0CCh,
05h,
        DFB       95h,7Ch,
; N =  6  NUM = 26
        DFB
        95h,9Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,0ACh,21h,0A9h,1C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,28h,0A9h,2Ch,21h,0A5
h,
        DFB       0DCh,0A5h,0BCh,05h,95h,5Ch,
; N =  7  NUM = 24
        DFB
        95h,7Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,9Ch,21h,0A9h,6Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0CCh,28h,0A9h,7Ch,21h,0A5h,0DCh,0A
5h,
        DFB       0ACh,05h,95h,3Ch,
; N =  8  NUM = 24
        DFB
        95h,5Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,8Ch,21h,0A9h,0AC
h,
        DFB
        28h,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0CCh,21h,0A5h,0DCh,0A
5h,
        DFB       8Ch,05h,95h,2Ch,
; N =  9  NUM = 27
        DFB
        95h,4Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,6Ch,21h,0A9h,0DC
h,
        DFB
        29h,28h,0AAh,7Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,1Ch,21h
,
        DFB       0A5h,0DCh,0A5h,6Ch,05h,95h,1Ch,
; N =  10 NUM = 28
        DFB
        95h,3Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,4Ch,21h,0A9h,0DC
h,
        DFB
        0A9h,3Ch,28h,0AAh,6Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,5C
h,
        DFB
        21h,0A5h,0DCh,0A5h,2Ch,05h,95h,1Ch,
; N =  11 NUM = 27
        DFB
        95h,3Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,1Ch,21h,0A9h,0DC
h,
        DFB
        0A9h,6Ch,28h,0AAh,6Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,8C
h,
        DFB       21h,0A5h,0DCh,25h,05h,95h,1Ch,
; N =  12 NUM = 24
        DFB
        95h,3Ch,05h,0A5h,0CCh,21h,0A9h,0DCh,0A9h,0A
Ch,
        DFB
        28h,0AAh,7Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,0BCh,21h,0A
5h,
        DFB       9Ch,05h,95h,2Ch,
; N =  13 NUM = 24
        DFB
        95h,4Ch,05h,0A5h,8Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,0CC
h,
        DFB
        28h,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,0DCh,21h,0A
5h,
        DFB       5Ch,05h,95h,3Ch,
; N =  14 NUM = 26
        DFB
        95h,5Ch,05h,0A5h,4Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,0DC
h,
        DFB
        28h,0AAh,0CCh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,0DCh,0A9h,
0Ch,
        DFB       21h,0A5h,0Ch,05h,95h,5Ch,
; N =  15 NUM = 25
        DFB
        95h,7Ch,05h,0A5h,0Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,0DC
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,0
DCh,
        DFB       29h,09h,11h,95h,6Ch,
; N =  16 NUM = 24
        DFB
        95h,8Ch,11h,09h,0A9h,0DCh,0A9h,0CCh,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,6Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,9Ch,09h,99
h,
        DFB       2Ch,11h,95h,4Ch,
; N =  17 NUM = 26
        DFB
        95h,6Ch,11h,99h,3Ch,09h,0A9h,0DCh,0A9h,6Ch,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0CCh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,
3Ch,
        DFB       09h,99h,7Ch,11h,95h,2Ch,
; N =  18 NUM = 26
        DFB
        95h,4Ch,11h,99h,8Ch,09h,0A9h,0DCh,0A9h,0Ch,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,28h,0A9h,0
CCh,
        DFB       09h,99h,0BCh,11h,95h,1Ch,
; N =  19 NUM = 25
        DFB
        95h,3Ch,11h,99h,0CCh,09h,0A9h,9Ch,28h,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,6Ch,09h,99
h,
        DFB       0DCh,19h,11h,95h,1Ch,
; N =  20 NUM = 28
        DFB
        95h,3Ch,11h,99h,0DCh,99h,1Ch,09h,0A9h,2Ch,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,
28h,
        DFB       09h,99h,0DCh,99h,3Ch,11h,95h,1Ch,
; N =  21 NUM = 28
        DFB
        95h,3Ch,11h,99h,0DCh,99h,3Ch,18h,0Ah,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,0Ah,9Ah,2
Ch,
        DFB       18h,99h,0DCh,99h,0Ch,11h,95h,2Ch,
; N =  22 NUM = 24
        DFB
        95h,4Ch,11h,99h,0DCh,18h,9Ah,6Ch,0Ah,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,9Ch,18h,99h
,
        DFB       0ACh,11h,95h,3Ch,
; N =  23 NUM = 26
        DFB
        95h,5Ch,11h,99h,9Ch,18h,9Ah,0CCh,0Ah,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,0C
h,
        DFB       18h,99h,6Ch,11h,95h,4Ch,
; N =  24 NUM = 26
        DFB
        95h,7Ch,11h,99h,4Ch,18h,9Ah,0DCh,9Ah,3Ch,
        DFB
        0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,0CCh,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,6C
h,
        DFB       18h,99h,1Ch,11h,95h,6Ch,
; N =  25 NUM = 24
        DFB
        95h,9Ch,11h,19h,18h,9Ah,0DCh,9Ah,9Ch,0Ah,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,6Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,0ACh,12
h,
        DFB       16h,14h,95h,7Ch,
; N =  26 NUM = 25
        DFB
        95h,9Ch,14h,16h,12h,9Ah,0DCh,9Ah,0CCh,0Ah,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            DFB
            0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,0ACh,12
h,
            DFB         96h,3Ch,14h,95h,5Ch,
; N =  27 NUM = 24
            DFB
            95h,7Ch,14h,96h,4Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,0BCh,
            DFB
            0Ah,0AAh,0CCh,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,9Ch,12h,96h,
            DFB         8Ch,14h,95h,3Ch,
; N =  28 NUM = 24
            DFB
            95h,5Ch,14h,96h,9Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,9Ch,
            DFB
            0Ah,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,8Ch,12h,96h,
            DFB         0CCh,14h,95h,2Ch,
; N =  29 NUM = 27
            DFB
            95h,4Ch,14h,96h,0DCh,16h,12h,9Ah,0DCh,9Ah,
            DFB
            6Ch,0Ah,0AAh,7Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,5Ch,12h,
            DFB         96h,0DCh,96h,2Ch,14h,95h,1Ch,
; N =  30 NUM = 28
            DFB
            95h,3Ch,14h,96h,0DCh,96h,3Ch,12h,9Ah,0DCh,
            DFB
            9Ah,4Ch,0Ah,0AAh,6Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,2Ch,
            DFB         12h,96h,0DCh,96h,5Ch,14h,95h,1Ch,
; N =  31 NUM = 27
            DFB
            95h,3Ch,14h,96h,0DCh,96h,7Ch,12h,9Ah,0DCh,
            DFB
            9Ah,0Ch,0Ah,0AAh,6Ch,0Ah,9Ah,0DCh,1Ah,12h,
            DFB         96h,0DCh,96h,8Ch,14h,95h,1Ch,
; N =  32 NUM = 24
            DFB
            95h,3Ch,14h,96h,0DCh,96h,0ACh,12h,9Ah,0CCh,
            DFB
            0Ah,0AAh,7Ch,0Ah,9Ah,0ACh,12h,96h,0DCh,96h,
            DFB         0ACh,14h,95h,2Ch,
; N =  33 NUM = 24
            DFB
            95h,4Ch,14h,96h,0DCh,96h,0CCh,12h,9Ah,8Ch,
            DFB
            0Ah,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,6Ch,12h,96h,0DCh,96h,
            DFB         0CCh,14h,95h,3Ch,
; N =  34 NUM = 25
            DFB
            95h,5Ch,14h,96h,0DCh,96h,0DCh,16h,12h,9Ah,
            DFB
            3Ch,0Ah,0AAh,0CCh,0Ah,9Ah,2Ch,12h,96h,0DCh,
            DFB         96h,0DCh,14h,95h,5Ch,
; N =  35 NUM = 24
            DFB
            95h,7Ch,14h,96h,0DCh,96h,0DCh,96h,0Ch,12h,
            DFB
            0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,0Ah,12h,96h,0DCh,96h
,
            DFB         0DCh,14h,95h,7Ch,
; N =  36 NUM = 25
            DFB
            95h,9Ch,14h,96h,0DCh,96h,0CCh,06h,0A6h,0Ch,
            DFB
            22h,0AAh,0DCh,2Ah,22h,0A6h,1Ch,06h,96h,0DCh
,
            DFB         96h,9Ch,14h,95h,9Ch,
; N =  37 NUM = 24
            DFB
            95h,0CCh,14h,96h,0DCh,96h,6Ch,06h,0A6h,5Ch,
            DFB
            22h,0AAh,0ACh,22h,0A6h,6Ch,06h,96h,0DCh,96h
,
            DFB         3Ch,14h,95h,0CCh,
; N =  38 NUM = 26
            DFB
            95h,0DCh,95h,0Ch,14h,96h,0DCh,96h,0Ch,06h,
            DFB
            0A6h,9Ch,22h,0AAh,8Ch,22h,0A6h,0ACh,06h,96h
,
            DFB         0CCh,14h,95h,0DCh,95h,0Ch,
; N =  39 NUM = 25
            DFB
            95h,0DCh,95h,3Ch,14h,96h,9Ch,06h,0A6h,0DCh,
            DFB
            22h,0AAh,6Ch,22h,0A6h,0DCh,26h,06h,96h,6Ch,
            DFB         14h,95h,0DCh,95h,3Ch,
; N =  40 NUM = 26
            DFB
            95h,0DCh,95h,7Ch,14h,96h,2Ch,06h,0A6h,0DCh,
            DFB
            0A6h,1Ch,22h,0AAh,6Ch,22h,0A6h,0DCh,0A6h,3C
h,
            DFB         06h,14h,95h,0DCh,95h,7Ch,
;-------------------------------------------------
----
;-------------------------------------------------
----
; Total Number: 3F5h: ( 1013) Byte
;-------------------------------------------------
----
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------
----
; 0c698h - 0cb00h (1128) ---------------------------
-----
;-------------------------------------------------
----
        org 0c698h
TAB45:
; N =  1  NUM = 25
        DFB
        95h,0DCh,95h,9Ch,05h,24h,0A6h,0DCh,0A6h,0Ch
,
        DFB
        22h,0AAh,0CCh,22h,0A6h,0DCh,26h,24h,0A5h,1C
h,
        DFB     05h,95h,0DCh,95h,5Ch,
; N =  2  NUM = 24
        DFB
        95h,0DCh,95h,6Ch,05h,0A5h,4Ch,24h,0A6h,0CCh
,
        DFB
        22h,0AAh,0CCh,22h,0A6h,0BCh,24h,0A5h,6Ch,05
h,
        DFB     95h,0DCh,95h,3Ch,
; N =  3  NUM = 25
        DFB
        95h,0DCh,95h,4Ch,05h,0A5h,9Ch,24h,0A6h,8Ch,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,2Ah,22h,0A6h,7Ch,24h,0A5h,0CC
h,
        DFB     05h,95h,0DCh,95h,0Ch,
; N =  4  NUM = 27
        DFB
        95h,0DCh,95h,1Ch,05h,0A5h,0DCh,25h,24h,0A6h
,
        DFB
        5Ch,22h,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,22h,0A6h,3Ch,24h
,
        DFB     0A5h,0DCh,0A5h,1Ch,05h,95h,0DCh,
; N =  5  NUM = 27
        DFB
        95h,0DCh,15h,05h,0A5h,0DCh,0A5h,3Ch,24h,0A6
h,
        DFB
        1Ch,22h,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,22h,0A6h,0Ch,24h
,
        DFB     0A5h,0DCh,0A5h,6Ch,05h,95h,0ACh,
; N =  6  NUM = 22
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,0DCh,0A5h,7Ch,21h,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,7Ch,28h,21h,0A5h,0DCh,0A5h,9Ch,05
h,
        DFB     95h,8Ch,
; N =  7  NUM = 26
        DFB
        95h,0ACh,05h,0A5h,0DCh,0A5h,7Ch,21h,0A9h,1C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,4Ch,28h,0A9h,3Ch,21h,0A5
h,
        DFB     0DCh,0A5h,7Ch,05h,95h,7Ch,
; N =  8  NUM = 26
        DFB
        95h,8Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,7Ch,21h,0A9h,5Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,28h,0A9h,6Ch,21h,0A5
h,
        DFB     0DCh,0A5h,7Ch,05h,95h,5Ch,
; N =  9  NUM = 25
        DFB
        95h,7Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,5Ch,21h,0A9h,9Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,2Ah,28h,0A9h,0ACh,21h,0A5h,0D
Ch,
        DFB     0A5h,5Ch,05h,95h,4Ch,
; N =  10 NUM = 24
        DFB
        95h,6Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,4Ch,21h,0A9h,0CC
h,
        DFB
        28h,0AAh,0CCh,28h,0A9h,0DCh,21h,0A5h,0DCh,0
A5h,
        DFB     3Ch,05h,95h,4Ch,
; N =  11 NUM = 28
        DFB
        95h,6Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,1Ch,21h,0A9h,0DC
h,
        DFB
        0A9h,1Ch,28h,0AAh,0ACh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,2
Ch,
        DFB
        21h,0A5h,0DCh,0A5h,1Ch,05h,95h,3Ch,
; N =  12 NUM = 26
        DFB
        95h,5Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,0Ch,21h,0A9h,0DC
h,
        DFB
        0A9h,3Ch,28h,0AAh,0ACh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,5
Ch,
        DFB     21h,0A5h,0DCh,05h,95h,3Ch,
; N =  13 NUM = 24
        DFB
        95h,5Ch,05h,0A5h,0CCh,21h,0A9h,0DCh,0A9h,5C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0CCh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,7Ch,21h,0A
5h,
        DFB     9Ch,05h,95h,4Ch,
; N =  14 NUM = 24
        DFB
        95h,6Ch,05h,0A5h,8Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,8Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0CCh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,9Ch,21h,0A
5h,
        DFB     6Ch,05h,95h,5Ch,
; N =  15 NUM = 25
        DFB
        95h,7Ch,05h,0A5h,5Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,9Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,2Ah,28h,0A9h,0DCh,0A9h,0ACh,2
1h,
        DFB     0A5h,3Ch,05h,95h,6Ch,
; N =  16 NUM = 25
        DFB
        95h,8Ch,05h,0A5h,2Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,0AC
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,0
BCh,
        DFB     21h,25h,05h,95h,7Ch,
; N =  17 NUM = 22
        DFB
        95h,0ACh,05h,21h,0A9h,0DCh,0A9h,0ACh,28h,0A
Ah,
        DFB
        0DCh,0AAh,5Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,0ACh,09h,1
1h,
        DFB     95h,8Ch,
; N =  18 NUM = 25
        DFB
        95h,9Ch,11h,19h,09h,0A9h,0DCh,0A9h,8Ch,28h,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,6Ch,0
9h,
        DFB     99h,2Ch,11h,95h,6Ch,
; N =  19 NUM = 27
        DFB
        95h,8Ch,11h,99h,3Ch,09h,0A9h,0DCh,0A9h,3Ch,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,2Ah,28h,0A9h,0DCh,0
A9h,
        DFB     1Ch,09h,99h,5Ch,11h,95h,5Ch,
; N =  20 NUM = 25
        DFB
        95h,7Ch,11h,99h,6Ch,09h,0A9h,0DCh,29h,28h,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,28h,0A9h,0CCh,
09h,
        DFB     99h,8Ch,11h,95h,4Ch,
; N =  21 NUM = 24
        DFB
        95h,6Ch,11h,99h,9Ch,09h,0A9h,9Ch,28h,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,6Ch,09h,99
h,
        DFB     0CCh,11h,95h,3Ch,
; N =  22 NUM = 26
        DFB
        95h,5Ch,11h,99h,0DCh,09h,0A9h,4Ch,28h,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,28h,0A9h,1Ch,09h,9
9h,
        DFB     0DCh,99h,0Ch,11h,95h,3Ch,
; N =  23 NUM = 26
        DFB
        95h,5Ch,11h,99h,0DCh,99h,1Ch,09h,28h,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,0Ah,18h,9
9h,
        DFB     0DCh,99h,0Ch,11h,95h,4Ch,
; N =  24 NUM = 25
        DFB
        95h,6Ch,11h,99h,0DCh,19h,18h,9Ah,1Ch,0Ah,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0Ah,9Ah,4Ch,1
8h,
        DFB     99h,0CCh,11h,95h,4Ch,
; N =  25 NUM = 24
        DFB
        95h,6Ch,11h,99h,0BCh,18h,9Ah,6Ch,0Ah,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,9Ch,18h,99h
,
        DFB     8Ch,11h,95h,5Ch,
; N =  26 NUM = 25
        DFB
        95h,7Ch,11h,99h,7Ch,18h,9Ah,0CCh,0Ah,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,0Ah,9Ah,0DCh,1Ah,18
h,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DFB     99h,5Ch,11h,95h,6Ch,
; N =  27 NUM = 27
                DFB
                95h,9Ch,11h,99h,3Ch,18h,9Ah,0DCh,9Ah,1Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,2Ah,0Ah,9Ah,0DCh,9A
h,
                DFB     3Ch,18h,99h,1Ch,11h,95h,8Ch,
; N =  28 NUM = 24
                DFB
                95h,0ACh,11h,99h,0Ch,18h,9Ah,0DCh,9Ah,6Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,7Ch
,
                DFB     12h,14h,95h,9Ch,
; N =  29 NUM = 24
                DFB
                95h,0BCh,14h,12h,9Ah,0DCh,9Ah,9Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,5Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,7Ch,12h,96h,
                DFB     1Ch,14h,95h,8Ch,
; N =  30 NUM = 26
                DFB
                95h,9Ch,14h,96h,3Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,7Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,7Ch
,
                DFB     12h,96h,5Ch,14h,95h,6Ch,
; N =  31 NUM = 25
                DFB
                95h,8Ch,14h,96h,6Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,7Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,2Ah,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,5Ch,12h,
                DFB     96h,9Ch,14h,95h,5Ch,
; N =  32 NUM = 24
                DFB
                95h,7Ch,14h,96h,0ACh,12h,9Ah,0DCh,9Ah,5Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0CCh,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,4Ch,12h,96h,
                DFB     0CCh,14h,95h,4Ch,
; N =  33 NUM = 26
                DFB
                95h,6Ch,14h,96h,0DCh,12h,9Ah,0DCh,9Ah,3Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0CCh,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,1Ch,12h,96h,
                DFB     0DCh,96h,1Ch,14h,95h,3Ch,
; N =  34 NUM = 28
                DFB
                95h,5Ch,14h,96h,0DCh,96h,2Ch,12h,9Ah,0DCh,
                DFB
                9Ah,1Ch,0Ah,0AAh,0ACh,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,0Ch,
                DFB     12h,96h,0DCh,96h,3Ch,14h,95h,3Ch,
; N =  35 NUM = 24
                DFB
                95h,5Ch,14h,96h,0DCh,96h,5Ch,12h,9Ah,0DCh,
                DFB
                0Ah,0AAh,0ACh,0Ah,9Ah,0CCh,12h,96h,0DCh,96h
,
                DFB     5Ch,14h,95h,4Ch,
; N =  36 NUM = 24
                DFB
                95h,6Ch,14h,96h,0DCh,96h,7Ch,12h,9Ah,9Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0CCh,0Ah,9Ah,8Ch,12h,96h,0DCh,96h,
                DFB     8Ch,14h,95h,4Ch,
; N =  37 NUM = 25
                DFB
                95h,6Ch,14h,96h,0DCh,96h,9Ch,12h,9Ah,6Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,2Ah,0Ah,9Ah,5Ch,12h,96h,0DCh,
                DFB     96h,9Ch,14h,95h,5Ch,
; N =  38 NUM = 26
                DFB
                95h,7Ch,14h,96h,0DCh,96h,0ACh,12h,9Ah,3Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,0Ah,9Ah,2Ch,12h,96h,
                DFB     0DCh,96h,0ACh,14h,95h,6Ch,
; N =  39 NUM = 23
                DFB
                95h,9Ch,14h,96h,0DCh,96h,0BCh,12h,1Ah,0Ah,
                DFB
                0AAh,0DCh,0AAh,4Ch,0Ah,12h,96h,0DCh,96h,0AC
h,
                DFB     14h,95h,8Ch,
; N =  40 NUM = 23
                DFB
                95h,0ACh,14h,96h,0DCh,96h,0ACh,06h,22h,0AAh
,
                DFB
                0DCh,0AAh,4Ch,22h,26h,06h,96h,0DCh,96h,8Ch,
                DFB     14h,95h,0ACh,
; N =  41 NUM = 26
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,0DCh,96h,6Ch,06h,0A6h,2Ch,
                DFB
                22h,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,22h,0A6h,3Ch,06h,96h
,
                DFB     0DCh,96h,3Ch,14h,95h,0CCh,
; N =  42 NUM = 27
                DFB
                95h,0DCh,95h,0Ch,14h,96h,0DCh,96h,1Ch,06h,
                DFB
                0A6h,5Ch,22h,0AAh,0DCh,2Ah,22h,0A6h,6Ch,06h
,
                DFB     96h,0DCh,16h,14h,95h,0DCh,15h,
; N =  43 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,95h,2Ch,14h,96h,0CCh,06h,0A6h,8Ch,
                DFB
                22h,0AAh,0CCh,22h,0A6h,9Ch,06h,96h,9Ch,14h,
                DFB     95h,0DCh,95h,2Ch,
; N =  44 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,95h,5Ch,14h,96h,6Ch,06h,0A6h,0CCh,
                DFB
                22h,0AAh,0ACh,22h,0A6h,0DCh,06h,96h,4Ch,14h
,
                DFB     95h,0DCh,95h,4Ch,
; N =  45 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,95h,7Ch,14h,96h,1Ch,06h,0A6h,0DCh,
                DFB
                0A6h,0Ch,22h,0AAh,0ACh,22h,0A6h,0DCh,0A6h,1
Ch,
                DFB     06h,14h,95h,0DCh,95h,7Ch,
;-------------------------------------------------
----
;-------------------------------------------------
----
; Total Number: 468h: ( 1128) Byte
;-------------------------------------------------
----
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------
----
; 0cb15h - 0d000h (1259) ----------------------------
-----
;-------------------------------------------------
----
        org 0cb15h
TAB40:
; N =  1  NUM = 24
        DFB
        95h,0DCh,95h,9Ch,05h,24h,0A6h,0DCh,22h,0AAh
,
        DFB
        0DCh,0AAh,1Ch,22h,0A6h,0CCh,24h,0A5h,0Ch,05
h,
        DFB     95h,0DCh,95h,6Ch,
; N =  2  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,7Ch,05h,0A5h,2Ch,24h,0A6h,0BCh
,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,22h,0A6h,0ACh,24h,0A
5h,
        DFB     4Ch,05h,95h,0DCh,95h,4Ch,
; N =  3  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,5Ch,05h,0A5h,6Ch,24h,0A6h,8Ch,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,22h,0A6h,7Ch,24h,0A5
h,
        DFB     8Ch,05h,95h,0DCh,95h,2Ch,
; N =  4  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,3Ch,05h,0A5h,0ACh,24h,0A6h,5Ch
,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,22h,0A6h,4Ch,24h,0A5
h,
        DFB     0CCh,05h,95h,0DCh,95h,0Ch,
; N =  5  NUM = 27
        DFB
        95h,0DCh,95h,1Ch,05h,0A5h,0DCh,25h,24h,0A6h
,
        DFB
        2Ch,22h,0AAh,0DCh,0AAh,7Ch,22h,0A6h,1Ch,24h
,
        DFB     0A5h,0DCh,0A5h,1Ch,05h,95h,0DCh,
; N =  6  NUM = 23
        DFB
        95h,0DCh,15h,05h,0A5h,0DCh,0A5h,3Ch,24h,26h
,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,0ACh,20h,0A5h,0DCh,0A5h,
5Ch,
        DFB     05h,95h,0BCh,
; N =  7  NUM = 24
        DFB
        95h,0DCh,05h,0A5h,0DCh,0A5h,4Ch,21h,29h,28h
,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,28h,29h,21h,0A5h,0DCh,0A
5h,
        DFB     6Ch,05h,95h,9Ch,
; N =  8  NUM = 26
        DFB
        95h,0BCh,05h,0A5h,0DCh,0A5h,4Ch,21h,0A9h,2C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,6Ch,28h,0A9h,3Ch,21h,0A5
h,
        DFB     0DCh,0A5h,5Ch,05h,95h,8Ch,
; N =  9  NUM = 26
        DFB
        95h,0ACh,05h,0A5h,0DCh,0A5h,4Ch,21h,0A9h,4C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,4Ch,28h,0A9h,6Ch,21h,0A5
h,
        DFB     0DCh,0A5h,4Ch,05h,95h,7Ch,
; N =  10 NUM = 26
        DFB
        95h,9Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,3Ch,21h,0A9h,7Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,28h,0A9h,9Ch,21h,0A5
h,
        DFB     0DCh,0A5h,3Ch,05h,95h,6Ch,
; N =  11 NUM = 26
        DFB
        95h,8Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,1Ch,21h,0A9h,0BC
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,28h,0A9h,0BCh,21h,0A
5h,
        DFB     0DCh,0A5h,1Ch,05h,95h,6Ch,
; N =  12 NUM = 26
        DFB
        95h,8Ch,05h,0A5h,0DCh,25h,21h,0A9h,0DCh,29h
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,2Ah,28h,0A9h,0DCh,0A9h,0Ch,21
h,
        DFB     0A5h,0DCh,25h,05h,95h,5Ch,
; N =  13 NUM = 25
        DFB
        95h,7Ch,05h,0A5h,0DCh,21h,0A9h,0DCh,0A9h,1C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,2Ah,28h,0A9h,0DCh,0A9h,2Ch,21
h,
        DFB     0A5h,0CCh,05h,95h,5Ch,
; N =  14 NUM = 25
        DFB
        95h,7Ch,05h,0A5h,0BCh,21h,0A9h,0DCh,0A9h,3C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,2Ah,28h,0A9h,0DCh,0A9h,4Ch,21
h,
        DFB     0A5h,9Ch,05h,95h,6Ch,
; N =  15 NUM = 26
        DFB
        95h,8Ch,05h,0A5h,8Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,4Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,5
Ch,
        DFB     21h,0A5h,7Ch,05h,95h,6Ch,
; N =  16 NUM = 26
        DFB
        95h,8Ch,05h,0A5h,6Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,6Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,6
Ch,
        DFB     21h,0A5h,4Ch,05h,95h,7Ch,
; N =  17 NUM = 26
        DFB
        95h,9Ch,05h,0A5h,3Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,7Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,4Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,7
Ch,
        DFB     21h,0A5h,1Ch,05h,95h,8Ch,
; N =  18 NUM = 24
        DFB
        95h,0ACh,05h,0A5h,1Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,7C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,6Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,8
Ch,
        DFB     21h,05h,95h,9Ch,
; N =  19 NUM = 23
        DFB
        95h,0BCh,05h,21h,0A9h,0DCh,0A9h,7Ch,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,6Ch,09h,19
h,
        DFB     11h,95h,9Ch,
; N =  20 NUM = 25
        DFB
        95h,0BCh,11h,19h,09h,0A9h,0DCh,0A9h,5Ch,28h
,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,0CCh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,3Ch,
09h,
        DFB     99h,1Ch,11h,95h,8Ch,
; N =  21 NUM = 27
        DFB
        95h,0ACh,11h,99h,2Ch,09h,0A9h,0DCh,0A9h,1Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,28h,0A9h,0
DCh,
        DFB     29h,09h,99h,4Ch,11h,95h,7Ch,
; N =  22 NUM = 24
        DFB
        95h,9Ch,11h,99h,5Ch,09h,0A9h,0CCh,28h,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,28h,0A9h,0ACh,09h,9
9h,
        DFB     7Ch,11h,95h,6Ch,
; N =  23 NUM = 24
        DFB
        95h,8Ch,11h,99h,8Ch,09h,0A9h,8Ch,28h,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,6Ch,09h,99
h,
        DFB     9Ch,11h,95h,6Ch,
; N =  24 NUM = 24
        DFB
        95h,7Ch,11h,99h,0BCh,09h,0A9h,4Ch,28h,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,28h,0A9h,2Ch,09h,9
9h,
        DFB     0CCh,11h,95h,5Ch,
; N =  25 NUM = 25
        DFB
        95h,7Ch,11h,99h,0DCh,09h,0A9h,0Ch,28h,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,28h,09h,9
9h,
        DFB     0DCh,19h,11h,95h,5Ch,
; N =  26 NUM = 25
        DFB
        95h,7Ch,11h,99h,0DCh,19h,18h,0Ah,0AAh,0DCh,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DFB
                0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,0Ah,9Ah,0Ch,18
h,
                DFB     99h,0CCh,11h,95h,6Ch,
; N =  27 NUM = 24
                DFB
                95h,8Ch,11h,99h,0BCh,18h,9Ah,2Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0Ah,9Ah,4Ch,18h,99
h,
                DFB     0ACh,11h,95h,6Ch,
; N =  28 NUM = 24
                DFB
                95h,8Ch,11h,99h,9Ch,18h,9Ah,6Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,8Ch,18h,99h
,
                DFB     7Ch,11h,95h,7Ch,
; N =  29 NUM = 24
                DFB
                95h,9Ch,11h,99h,6Ch,18h,9Ah,0ACh,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,0Ah,9Ah,0CCh,18h,99
h,
                DFB     4Ch,11h,95h,8Ch,
; N =  30 NUM = 27
                DFB
                95h,0BCh,11h,99h,2Ch,18h,9Ah,0DCh,1Ah,0Ah,
                DFB
                0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9
Ah,
                DFB     1Ch,18h,99h,0Ch,11h,95h,0ACh,
; N =  31 NUM = 22
                DFB
                95h,0CCh,11h,19h,18h,9Ah,0DCh,9Ah,3Ch,0Ah,
                DFB
                0AAh,0DCh,0AAh,0CCh,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,5Ch,10
h,
                DFB     95h,0BCh,
; N =  32 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,14h,12h,9Ah,0DCh,9Ah,5Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,4Ch,12h,96h,
                DFB     1Ch,14h,95h,9Ch,
; N =  33 NUM = 26
                DFB
                95h,0BCh,14h,96h,1Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,5Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,6Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,4Ch
,
                DFB     12h,96h,4Ch,14h,95h,8Ch,
; N =  34 NUM = 26
                DFB
                95h,0ACh,14h,96h,4Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,4Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,4Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,4Ch
,
                DFB     12h,96h,6Ch,14h,95h,7Ch,
; N =  35 NUM = 26
                DFB
                95h,9Ch,14h,96h,7Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,3Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,3Ch
,
                DFB     12h,96h,9Ch,14h,95h,6Ch,
; N =  36 NUM = 26
                DFB
                95h,8Ch,14h,96h,0ACh,12h,9Ah,0DCh,9Ah,2Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,0Ch
,
                DFB     12h,96h,0CCh,14h,95h,6Ch,
; N =  37 NUM = 26
                DFB
                95h,8Ch,14h,96h,0DCh,12h,9Ah,0DCh,9Ah,0Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,2Ah,0Ah,9Ah,0DCh,1Ah,12h,96h,
                DFB     0DCh,96h,0Ch,14h,95h,5Ch,
; N =  38 NUM = 25
                DFB
                95h,7Ch,14h,96h,0DCh,96h,1Ch,12h,9Ah,0DCh,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,2Ah,0Ah,9Ah,0CCh,12h,96h,0DCh
,
                DFB     96h,2Ch,14h,95h,5Ch,
; N =  39 NUM = 25
                DFB
                95h,7Ch,14h,96h,0DCh,96h,3Ch,12h,9Ah,0BCh,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,2Ah,0Ah,9Ah,0ACh,12h,96h,0DCh
,
                DFB     96h,3Ch,14h,95h,6Ch,
; N =  40 NUM = 26
                DFB
                95h,8Ch,14h,96h,0DCh,96h,4Ch,12h,9Ah,8Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,0Ah,9Ah,7Ch,12h,96h,
                DFB     0DCh,96h,5Ch,14h,95h,6Ch,
; N =  41 NUM = 26
                DFB
                95h,8Ch,14h,96h,0DCh,96h,6Ch,12h,9Ah,6Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,0Ah,9Ah,4Ch,12h,96h,
                DFB     0DCh,96h,6Ch,14h,95h,7Ch,
; N =  42 NUM = 26
                DFB
                95h,9Ch,14h,96h,0DCh,96h,7Ch,12h,9Ah,3Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,4Ch,0Ah,9Ah,1Ch,12h,96h,
                DFB     0DCh,96h,7Ch,14h,95h,8Ch,
; N =  43 NUM = 25
                DFB
                95h,0ACh,14h,96h,0DCh,96h,8Ch,12h,9Ah,0Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,6Ch,0Ah,1Ah,12h,96h,0DCh
,
                DFB     96h,7Ch,14h,95h,9Ch,
; N =  44 NUM = 21
                DFB
                95h,0BCh,14h,96h,0DCh,96h,8Ch,02h,0AAh,0DCh
,
                DFB
                0AAh,8Ch,22h,06h,96h,0DCh,96h,6Ch,14h,95h,
                DFB     0BCh,
; N =  45 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,14h,96h,0DCh,96h,5Ch,06h,0A6h,0Ch,
                DFB
                22h,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,22h,0A6h,1Ch,06h,96h
,
                DFB     0DCh,96h,3Ch,14h,95h,0CCh,
; N =  46 NUM = 28
                DFB
                95h,0DCh,95h,0Ch,14h,96h,0DCh,96h,1Ch,06h,
                DFB
                0A6h,3Ch,22h,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,22h,0A6h,4C
h,
                DFB
                06h,96h,0DCh,16h,14h,95h,0DCh,15h,
; N =  47 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,95h,2Ch,14h,96h,0CCh,06h,0A6h,6Ch,
                DFB
                22h,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,22h,0A6h,7Ch,06h,96h
,
                DFB     0ACh,14h,95h,0DCh,95h,1Ch,
; N =  48 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,95h,4Ch,14h,96h,8Ch,06h,0A6h,8Ch,
                DFB
                22h,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,22h,0A6h,9Ch,06h,96h
,
                DFB     6Ch,14h,95h,0DCh,95h,3Ch,
; N =  49 NUM = 25
                DFB
                95h,0DCh,95h,6Ch,14h,96h,4Ch,06h,0A6h,0BCh,
                DFB
                22h,0AAh,0DCh,2Ah,22h,0A6h,0CCh,06h,96h,2Ch
,
                DFB     14h,95h,0DCh,95h,5Ch,
; N =  50 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,95h,8Ch,14h,96h,0Ch,06h,0A6h,0DCh,
                DFB
                22h,0AAh,0DCh,2Ah,22h,0A6h,0DCh,26h,06h,14h
,
                DFB     95h,0DCh,95h,7Ch,
;-----------------------------------------------------
----
;-----------------------------------------------------
----
; Total Number: 4EBh: ( 1259) Byte
;-----------------------------------------------------
---
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------
----
; 0d070h - 0d600h (1424) ---------------------------
-----
;-------------------------------------------------
----
        org 0d070h
TAB35:
; N =  1  NUM = 24
        DFB
        95h,0DCh,95h,9Ch,05h,24h,0A6h,0BCh,22h,0AAh
,
        DFB
        0DCh,0AAh,5Ch,22h,0A6h,0ACh,24h,0A5h,0Ch,05
h,
        DFB     95h,0DCh,95h,6Ch,
; N =  2  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,7Ch,05h,0A5h,2Ch,24h,0A6h,9Ch,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,22h,0A6h,9Ch,24h,0A5
h,
        DFB     2Ch,05h,95h,0DCh,95h,5Ch,
; N =  3  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,6Ch,05h,0A5h,4Ch,24h,0A6h,8Ch,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,6Ch,22h,0A6h,6Ch,24h,0A5
h,
        DFB     6Ch,05h,95h,0DCh,95h,3Ch,
; N =  4  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,4Ch,05h,0A5h,8Ch,24h,0A6h,5Ch,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,7Ch,22h,0A6h,5Ch,24h,0A5
h,
        DFB     9Ch,05h,95h,0DCh,95h,1Ch,
; N =  5  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,3Ch,05h,0A5h,0ACh,24h,0A6h,3Ch
,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,22h,0A6h,2Ch,24h,0A5
h,
        DFB     0CCh,05h,95h,0DCh,95h,0Ch,
; N =  6  NUM = 27
        DFB
        95h,0DCh,95h,1Ch,05h,0A5h,0DCh,25h,24h,0A6h
,
        DFB
        0Ch,22h,0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,22h,0A6h,0Ch,24
h,
        DFB     0A5h,0DCh,0A5h,0Ch,05h,95h,0DCh,
; N =  7  NUM = 23
        DFB
        95h,0DCh,95h,0Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,1Ch,24h
,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,20h,0A5h,0DCh,0A5h,
3Ch,
        DFB     05h,95h,0CCh,
; N =  8  NUM = 25
        DFB
        95h,0DCh,15h,05h,0A5h,0DCh,0A5h,2Ch,21h,28h
,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,0CCh,28h,0A9h,0Ch,21h,0A5h,0
DCh,
        DFB     0A5h,2Ch,05h,95h,0BCh,
; N =  9  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,05h,0A5h,0DCh,0A5h,1Ch,21h,0A9h,2C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,2Ch,21h,0A5
h,
        DFB     0DCh,0A5h,2Ch,05h,95h,0ACh,
; N =  10 NUM = 26
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,0DCh,0A5h,1Ch,21h,0A9h,3C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,8Ch,28h,0A9h,5Ch,21h,0A5
h,
        DFB     0DCh,0A5h,1Ch,05h,95h,9Ch,
; N =  11 NUM = 26
        DFB
        95h,0BCh,05h,0A5h,0DCh,0A5h,0Ch,21h,0A9h,6C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,7Ch,28h,0A9h,6Ch,21h,0A5
h,
        DFB     0DCh,0A5h,1Ch,05h,95h,8Ch,
; N =  12 NUM = 25
        DFB
        95h,0ACh,05h,0A5h,0DCh,0A5h,0Ch,21h,0A9h,8C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,28h,0A9h,9Ch,21h,0A5
h,
        DFB     0DCh,25h,05h,95h,8Ch,
; N =  13 NUM = 22
        DFB
        95h,0ACh,05h,0A5h,0DCh,21h,0A9h,0ACh,28h,0A
Ah,
        DFB
        0DCh,0AAh,5Ch,28h,0A9h,0BCh,21h,0A5h,0CCh,0
5h,
        DFB     95h,8Ch,
; N =  14 NUM = 22
        DFB
        95h,0ACh,05h,0A5h,0CCh,21h,0A9h,0CCh,28h,0A
Ah,
        DFB
        0DCh,0AAh,3Ch,28h,0A9h,0DCh,21h,0A5h,0CCh,0
5h,
        DFB     95h,7Ch,
; N =  15 NUM = 25
        DFB
        95h,9Ch,05h,0A5h,0BCh,21h,0A9h,0DCh,29h,28h
,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,0Ch,2
1h,
        DFB     0A5h,0ACh,05h,95h,7Ch,
; N =  16 NUM = 26
        DFB
        95h,9Ch,05h,0A5h,9Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,0Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,1
Ch,
        DFB     21h,0A5h,7Ch,05h,95h,8Ch,
; N =  17 NUM = 26
        DFB
        95h,0ACh,05h,0A5h,7Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,1C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,2
Ch,
        DFB     21h,0A5h,6Ch,05h,95h,8Ch,
; N =  18 NUM = 26
        DFB
        95h,0ACh,05h,0A5h,5Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,3C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,4
Ch,
        DFB     21h,0A5h,3Ch,05h,95h,9Ch,
; N =  19 NUM = 26
        DFB
        95h,0BCh,05h,0A5h,3Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,3C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,7Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,4
Ch,
        DFB     21h,0A5h,2Ch,05h,95h,9Ch,
; N =  20 NUM = 26
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,0Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,4C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,4
Ch,
        DFB     21h,0A5h,0Ch,05h,95h,0ACh,
; N =  21 NUM = 22
        DFB
        95h,0CCh,05h,25h,21h,0A9h,0DCh,0A9h,4Ch,28h
,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,5Ch,
01h,
        DFB     95h,0BCh,
; N =  22 NUM = 23
        DFB
        95h,0DCh,11h,09h,0A9h,0DCh,0A9h,3Ch,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,3Ch,09h,1
9h,
        DFB     11h,95h,0ACh,
; N =  23 NUM = 28
        DFB
        95h,0CCh,11h,99h,0Ch,09h,0A9h,0DCh,0A9h,1Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0Ch,28h,0A9h,0
DCh,
        DFB     0A9h,0Ch,09h,99h,2Ch,11h,95h,9Ch,
; N =  24 NUM = 25
        DFB
        95h,0BCh,11h,99h,2Ch,09h,0A9h,0DCh,29h,28h,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,28h,0A9h,0CCh,
09h,
        DFB     99h,3Ch,11h,95h,9Ch,
; N =  25 NUM = 24
        DFB
        95h,0ACh,11h,99h,5Ch,09h,0A9h,0ACh,28h,0AAh
,
        DFB
        0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,6Ch,28h,0A9h,9Ch,09h,99
h,
        DFB     6Ch,11h,95h,8Ch,
; N =  26 NUM = 24
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DFB
                95h,0ACh,11h,99h,6Ch,09h,0A9h,8Ch,28h,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,6Ch,09h,99
h,
                DFB         7Ch,11h,95h,8Ch,
; N =  27 NUM = 24
                DFB
                95h,0ACh,11h,99h,8Ch,09h,0A9h,4Ch,28h,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,28h,0A9h,2Ch,09h,9
9h,
                DFB         0ACh,11h,95h,7Ch,
; N =  28 NUM = 26
                DFB
                95h,9Ch,11h,99h,0ACh,09h,0A9h,2Ch,28h,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0Ch,28h,0A9h,
0Ch,
                DFB         09h,99h,0BCh,11h,95h,7Ch,
; N =  29 NUM = 22
                DFB
                95h,9Ch,11h,99h,0CCh,09h,28h,0AAh,0DCh,0AAh
,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,0Ah,18h,99h,0BCh,11
h,
                DFB         95h,8Ch,
; N =  30 NUM = 26
                DFB
                95h,0ACh,11h,99h,0ACh,18h,9Ah,0Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0Ch,0Ah,9Ah,2
Ch,
                DFB         18h,99h,9Ch,11h,95h,8Ch,
; N =  31 NUM = 24
                DFB
                95h,0ACh,11h,99h,9Ch,18h,9Ah,2Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0Ah,9Ah,4Ch,18h,99
h,
                DFB         8Ch,11h,95h,8Ch,
; N =  32 NUM = 24
                DFB
                95h,0BCh,11h,99h,6Ch,18h,9Ah,6Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,8Ch,18h,99h
,
                DFB         5Ch,11h,95h,9Ch,
; N =  33 NUM = 24
                DFB
                95h,0BCh,11h,99h,5Ch,18h,9Ah,9Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,6Ch,0Ah,9Ah,0ACh,18h,99
h,
                DFB         3Ch,11h,95h,0ACh,
; N =  34 NUM = 25
                DFB
                95h,0CCh,11h,99h,2Ch,18h,9Ah,0CCh,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,0Ah,9Ah,0DCh,1Ah,18
h,
                DFB         99h,0Ch,11h,95h,0BCh,
; N =  35 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,11h,99h,0Ch,18h,9Ah,0DCh,9Ah,0Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0Ch,0Ah,9Ah,0D
Ch,
                DFB         9Ah,1Ch,18h,11h,95h,0CCh,
; N =  36 NUM = 22
                DFB
                95h,0DCh,15h,10h,9Ah,0DCh,9Ah,3Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,2Ch,12h,14h
,
                DFB         95h,0CCh,
; N =  37 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,14h,96h,0Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,2Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,1C
h,
                DFB         12h,96h,2Ch,14h,95h,0ACh,
; N =  38 NUM = 26
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,2Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,2Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,1Ch
,
                DFB         12h,96h,3Ch,14h,95h,0ACh,
; N =  39 NUM = 26
                DFB
                95h,0BCh,14h,96h,5Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,1Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,7Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,0Ch
,
                DFB         12h,96h,6Ch,14h,95h,9Ch,
; N =  40 NUM = 26
                DFB
                95h,0BCh,14h,96h,6Ch,12h,9Ah,0DCh,9Ah,1Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,0Ch
,
                DFB         12h,96h,8Ch,14h,95h,8Ch,
; N =  41 NUM = 23
                DFB
                95h,0ACh,14h,96h,9Ch,12h,9Ah,0DCh,1Ah,0Ah,
                DFB
                0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,0Ah,9Ah,0DCh,12h,96h,0AC
h,
                DFB         14h,95h,8Ch,
; N =  42 NUM = 22
                DFB
                95h,0ACh,14h,96h,0BCh,12h,9Ah,0CCh,0Ah,0AAh
,
                DFB
                0DCh,0AAh,5Ch,0Ah,9Ah,0CCh,12h,96h,0CCh,14h
,
                DFB         95h,7Ch,
; N =  43 NUM = 23
                DFB
                95h,9Ch,14h,96h,0DCh,12h,9Ah,0CCh,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,3Ch,0Ah,9Ah,0BCh,12h,96h,0DCh,16h
,
                DFB         14h,95h,7Ch,
; N =  44 NUM = 26
                DFB
                95h,9Ch,14h,96h,0DCh,96h,0Ch,12h,9Ah,0ACh,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,0Ah,9Ah,9Ch,12h,96h,
                DFB         0DCh,96h,0Ch,14h,95h,8Ch,
; N =  45 NUM = 26
                DFB
                95h,0ACh,14h,96h,0DCh,96h,1Ch,12h,9Ah,7Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,0Ah,9Ah,7Ch,12h,96h,
                DFB         0DCh,96h,1Ch,14h,95h,8Ch,
; N =  46 NUM = 26
                DFB
                95h,0ACh,14h,96h,0DCh,96h,2Ch,12h,9Ah,6Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,0Ah,9Ah,5Ch,12h,96h,
                DFB         0DCh,96h,3Ch,14h,95h,8Ch,
; N =  47 NUM = 26
                DFB
                95h,0ACh,14h,96h,0DCh,96h,4Ch,12h,9Ah,3Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,7Ch,0Ah,9Ah,3Ch,12h,96h,
                DFB         0DCh,96h,3Ch,14h,95h,9Ch,
; N =  48 NUM = 26
                DFB
                95h,0BCh,14h,96h,0DCh,96h,4Ch,12h,9Ah,2Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,8Ch,0Ah,9Ah,0Ch,12h,96h,
                DFB         0DCh,96h,4Ch,14h,95h,0ACh,
; N =  49 NUM = 25
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,0DCh,96h,4Ch,12h,9Ah,0Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,1Ah,12h,96h,0DCh
,
                DFB         96h,4Ch,14h,95h,0BCh,
; N =  50 NUM = 21
                DFB
                95h,0DCh,14h,96h,0DCh,96h,5Ch,02h,0AAh,0DCh
,
                DFB
                0AAh,0BCh,22h,06h,96h,0DCh,96h,3Ch,14h,95h,
                DFB         0CCh,
; N =  51 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,15h,14h,96h,0DCh,96h,3Ch,06h,26h,
                DFB
                22h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,22h,0A6h,0Ch,06h,96h
,
                DFB         0DCh,96h,1Ch,14h,95h,0DCh,
; N =  52 NUM = 28
                DFB
                95h,0DCh,95h,0Ch,14h,96h,0DCh,96h,0Ch,06h,
                DFB
                0A6h,2Ch,22h,0AAh,0DCh,0AAh,7Ch,22h,0A6h,2C
h,
                DFB
                06h,96h,0DCh,16h,14h,95h,0DCh,15h,
; N =  53 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,95h,2Ch,14h,96h,0CCh,06h,0A6h,3Ch,
                DFB
                22h,0AAh,0DCh,0AAh,6Ch,22h,0A6h,5Ch,06h,96h
,
                DFB         0ACh,14h,95h,0DCh,95h,1Ch,
; N =  54 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,95h,3Ch,14h,96h,9Ch,06h,0A6h,6Ch,
                DFB
                22h,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,22h,0A6h,6Ch,06h,96h
,
                DFB         8Ch,14h,95h,0DCh,95h,2Ch,
; N =  55 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,95h,5Ch,14h,96h,6Ch,06h,0A6h,7Ch,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          DFB
          22h,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,22h,0A6h,8Ch,06h,96h
,
          DFB       4Ch,14h,95h,0DCh,95h,4Ch,
; N =  56 NUM = 26
          DFB
          95h,0DCh,95h,7Ch,14h,96h,2Ch,06h,0A6h,0ACh,
          DFB
          22h,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,22h,0A6h,0ACh,06h,96
h,
          DFB       2Ch,14h,95h,0DCh,95h,5Ch,
; N =  57 NUM = 24
          DFB
          95h,0DCh,95h,8Ch,14h,96h,0Ch,06h,0A6h,0BCh,
          DFB
          22h,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,22h,0A6h,0CCh,06h,14
h,
          DFB       95h,0DCh,95h,7Ch,
;-------------------------------------------------
----
;-------------------------------------------------
----
; Total Number: 590h: ( 1424) Byte
;-------------------------------------------------
----
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
;-------------------------------------------------------------------
; 0d6adh - 0dd00h (1619) ---------------------------------------------
;-------------------------------------------------------------------
        org 0d6adh
TAB30:
; N =  1  NUM = 22
        DFB
        95h,0DCh,95h,9Ch,05h,24h,0A6h,9Ch,22h,0AAh,
        DFB
        0DCh,0AAh,9Ch,22h,0A6h,9Ch,24h,05h,95h,0DCh
,
        DFB         95h,7Ch,
; N =  2  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,8Ch,05h,0A5h,0Ch,24h,0A6h,8Ch,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,22h,0A6h,7Ch,24h,0A5
h,
        DFB         2Ch,05h,95h,0DCh,95h,5Ch,
; N =  3  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,7Ch,05h,0A5h,2Ch,24h,0A6h,7Ch,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,22h,0A6h,6Ch,24h,0A5
h,
        DFB         4Ch,05h,95h,0DCh,95h,4Ch,
; N =  4  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,6Ch,05h,0A5h,4Ch,24h,0A6h,5Ch,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,22h,0A6h,4Ch,24h,0A
5h,
        DFB         6Ch,05h,95h,0DCh,95h,3Ch,
; N =  5  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,5Ch,05h,0A5h,7Ch,24h,0A6h,3Ch,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,22h,0A6h,3Ch,24h,0A
5h,
        DFB         8Ch,05h,95h,0DCh,95h,2Ch,
; N =  6  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,3Ch,05h,0A5h,0ACh,24h,0A6h,1Ch
,
        DFB
        22h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,22h,0A6h,1Ch,24h,0A
5h,
        DFB         0ACh,05h,95h,0DCh,95h,1Ch,
; N =  7  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,2Ch,05h,0A5h,0CCh,24h,26h,22h,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0Ch,22h,26h,24h,0A
5h,
        DFB         0CCh,05h,95h,0DCh,95h,0Ch,
; N =  8  NUM = 24
        DFB
        95h,0DCh,95h,1Ch,05h,0A5h,0DCh,25h,24h,22h,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,20h,0A5h,0DCh,
25h,
        DFB         05h,95h,0DCh,15h,
; N =  9  NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,0Ch,05h,0A5h,0DCh,0A5h,0Ch,21h
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0Ch,28h,29h,21
h,
        DFB         0A5h,0DCh,25h,05h,95h,0DCh,
; N =  10 NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,95h,0Ch,05h,0A5h,0DCh,25h,21h,29h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,2Ah,28h,0A9h,1Ch,21
h,
        DFB         0A5h,0DCh,25h,05h,95h,0CCh,
; N =  11 NUM = 25
        DFB
        95h,0DCh,15h,05h,0A5h,0DCh,25h,21h,0A9h,1Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,28h,0A9h,2Ch,21h,0A
5h,
        DFB         0DCh,25h,05h,95h,0BCh,
; N =  12 NUM = 23
        DFB
        95h,0DCh,05h,0A5h,0DCh,25h,21h,0A9h,3Ch,28h
,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,28h,0A9h,4Ch,21h,0A5h,0
DCh,
        DFB         05h,95h,0BCh,
; N =  13 NUM = 22
        DFB
        95h,0DCh,05h,0A5h,0DCh,21h,0A9h,4Ch,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,0ACh,28h,0A9h,6Ch,21h,0A5h,0DCh,0
5h,
        DFB         95h,0ACh,
; N =  14 NUM = 22
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,0CCh,21h,0A9h,7Ch,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,7Ch,21h,0A5h,0CCh,05
h,
        DFB         95h,0ACh,
; N =  15 NUM = 22
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,0BCh,21h,0A9h,8Ch,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,8Ch,21h,0A5h,0BCh,05
h,
        DFB         95h,0ACh,
; N =  16 NUM = 22
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,0ACh,21h,0A9h,9Ch,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0ACh,21h,0A5h,9Ch,05
h,
        DFB         95h,0ACh,
; N =  17 NUM = 22
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,9Ch,21h,0A9h,0ACh,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0BCh,21h,0A5h,8Ch,05
h,
        DFB         95h,0ACh,
; N =  18 NUM = 22
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,8Ch,21h,0A9h,0BCh,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0CCh,21h,0A5h,7Ch,05
h,
        DFB         95h,0ACh,
; N =  19 NUM = 22
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,6Ch,21h,0A9h,0DCh,28h,0AA
h,
        DFB
        0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0DCh,21h,0A5h,6Ch,05
h,
        DFB         95h,0ACh,
; N =  20 NUM = 24
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,5Ch,21h,0A9h,0DCh,29h,28h
,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0DCh,29h,21h,0A
5h,
        DFB         5Ch,05h,95h,0ACh,
; N =  21 NUM = 26
        DFB
        95h,0CCh,05h,0A5h,4Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,0C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,28h,0A9h,0DCh,0A9h,1
Ch,
        DFB         21h,0A5h,3Ch,05h,95h,0ACh,
; N =  22 NUM = 26
        DFB
        95h,0DCh,05h,0A5h,2Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,0C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,
1Ch,
        DFB         21h,0A5h,1Ch,05h,95h,0BCh,
; N =  23 NUM = 25
        DFB
        95h,0DCh,05h,0A5h,1Ch,21h,0A9h,0DCh,0A9h,1C
h,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,
2Ch,
        DFB         21h,25h,05h,95h,0CCh,
; N =  24 NUM = 24
        DFB
        95h,0DCh,15h,05h,25h,21h,0A9h,0DCh,0A9h,1Ch
,
        DFB
        28h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,28h,0A9h,0DCh,0A9h,
2Ch,
        DFB         21h,05h,95h,0CCh,
; N =  25 NUM = 24
        DFB
        95h,0DCh,95h,0Ch,01h,0A9h,0DCh,0A9h,1Ch,28h
,
        DFB
        0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0Ch,28h,0A9h,0DCh,
0A9h,
        DFB         1Ch,01h,95h,0DCh,
; N =  26 NUM = 25
        DFB
        95h,0DCh,15h,11h,09h,0A9h,0DCh,0A9h,1Ch,28h
,
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                DFB
                0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,28h,0A9h,0DCh,
29h,
                DFB             09h,19h,11h,95h,0CCh,
; N =  27 NUM = 25
                DFB
                95h,0DCh,15h,11h,19h,09h,0A9h,0DCh,29h,28h,
                DFB
                0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,28h,0A9h,0CCh,
09h,
                DFB             99h,1Ch,11h,95h,0BCh,
; N =  28 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,11h,99h,1Ch,09h,0A9h,0CCh,28h,0AAh
,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,28h,0A9h,0ACh,09h,9
9h,
                DFB             2Ch,11h,95h,0BCh,
; N =  29 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,11h,99h,2Ch,09h,0A9h,0ACh,28h,0AAh
,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,7Ch,28h,0A9h,8Ch,09h,99
h,
                DFB             4Ch,11h,95h,0ACh,
; N =  30 NUM = 24
                DFB
                95h,0CCh,11h,99h,4Ch,09h,0A9h,7Ch,28h,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0ACh,28h,0A9h,6Ch,09h,9
9h,
                DFB             5Ch,11h,95h,0ACh,
; N =  31 NUM = 24
                DFB
                95h,0CCh,11h,99h,6Ch,09h,0A9h,4Ch,28h,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0CCh,28h,0A9h,4Ch,09h,9
9h,
                DFB             6Ch,11h,95h,0ACh,
; N =  32 NUM = 25
                DFB
                95h,0CCh,11h,99h,7Ch,09h,0A9h,2Ch,28h,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,2Ah,28h,0A9h,2Ch,0
9h,
                DFB             99h,7Ch,11h,95h,0ACh,
; N =  33 NUM = 24
                DFB
                95h,0CCh,11h,99h,8Ch,09h,0A9h,0Ch,28h,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,28h,09h,9
9h,
                DFB             9Ch,11h,95h,0ACh,
; N =  34 NUM = 22
                DFB
                95h,0CCh,11h,99h,9Ch,09h,28h,0AAh,0DCh,0AAh
,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,0Ah,18h,99h,9Ch,11h
,
                DFB             95h,0ACh,
; N =  35 NUM = 24
                DFB
                95h,0CCh,11h,99h,9Ch,18h,0Ah,0AAh,0DCh,0AAh
,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,2Ch,0Ah,9Ah,0Ch,18h,99h
,
                DFB             8Ch,11h,95h,0ACh,
; N =  36 NUM = 25
                DFB
                95h,0CCh,11h,99h,7Ch,18h,9Ah,2Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,2Ah,0Ah,9Ah,2Ch,18
h,
                DFB             99h,7Ch,11h,95h,0ACh,
; N =  37 NUM = 24
                DFB
                95h,0CCh,11h,99h,6Ch,18h,9Ah,4Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0CCh,0Ah,9Ah,4Ch,18h,99
h,
                DFB             5Ch,11h,95h,0BCh,
; N =  38 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,11h,99h,4Ch,18h,9Ah,6Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0ACh,0Ah,9Ah,7Ch,18h,99
h,
                DFB             3Ch,11h,95h,0BCh,
; N =  39 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,11h,99h,3Ch,18h,9Ah,8Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,7Ch,0Ah,9Ah,0ACh,18h,99
h,
                DFB             1Ch,11h,95h,0CCh,
; N =  40 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,15h,11h,99h,1Ch,18h,9Ah,0ACh,0Ah,
                DFB
                0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,5Ch,0Ah,9Ah,0CCh,1
8h,
                DFB             19h,11h,95h,0DCh,
; N =  41 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,95h,0Ch,11h,19h,18h,9Ah,0CCh,0Ah,
                DFB
                0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,3Ch,0Ah,9Ah,0DCh,1
Ah,
                DFB             18h,11h,95h,0DCh,
; N =  42 NUM = 24
                DFB
                95h,0DCh,95h,1Ch,10h,9Ah,0DCh,1Ah,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,1Ch,0Ah,9Ah,0DCh,9Ah,0C
h,
                DFB             12h,14h,95h,0DCh,
; N =  43 NUM = 26
                DFB
                95h,0DCh,95h,0Ch,14h,16h,12h,9Ah,0DCh,1Ah,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0AAh,0Ch,0Ah,9Ah,0D
Ch,
                DFB             1Ah,12h,16h,14h,95h,0DCh,
; N =  44 NUM = 25
                DFB
                95h,0DCh,15h,14h,96h,1Ch,12h,9Ah,0DCh,1Ah,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0Ah,9Ah,0DCh,1Ah,12
h,
                DFB             96h,1Ch,14h,95h,0CCh,
; N =  45 NUM = 25
                DFB
                95h,0DCh,15h,14h,96h,2Ch,12h,9Ah,0DCh,1Ah,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,0Ah,9Ah,0DCh,1Ah,12
h,
                DFB             96h,3Ch,14h,95h,0BCh,
; N =  46 NUM = 22
                DFB
                95h,0DCh,14h,96h,4Ch,12h,9Ah,0DCh,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,0BCh,0Ah,9Ah,0DCh,12h,96h,4Ch,14h
,
                DFB             95h,0BCh,
; N =  47 NUM = 22
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,6Ch,12h,9Ah,0DCh,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,0CCh,12h,96h,7Ch,14h,
                DFB             95h,0ACh,
; N =  48 NUM = 22
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,7Ch,12h,9Ah,0CCh,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,0BCh,12h,96h,8Ch,14h,
                DFB             95h,0ACh,
; N =  49 NUM = 22
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,8Ch,12h,9Ah,0BCh,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,0ACh,12h,96h,9Ch,14h,
                DFB             95h,0ACh,
; N =  50 NUM = 22
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,0ACh,12h,9Ah,9Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,9Ch,12h,96h,0ACh,14h,
                DFB             95h,0ACh,
; N =  51 NUM = 22
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,0BCh,12h,9Ah,8Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,8Ch,12h,96h,0BCh,14h,
                DFB             95h,0ACh,
; N =  52 NUM = 22
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,0CCh,12h,9Ah,7Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,6Ch,12h,96h,0DCh,14h,
                DFB             95h,0ACh,
; N =  53 NUM = 23
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,0DCh,12h,9Ah,6Ch,0Ah,0AAh,
                DFB
                0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,5Ch,12h,96h,0DCh,16h,
                DFB             14h,95h,0ACh,
; N =  54 NUM = 25
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,0DCh,16h,12h,9Ah,5Ch,0Ah,
                DFB
                0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,0Ah,9Ah,4Ch,12h,96h,0DCh
,
                DFB             96h,0Ch,14h,95h,0ACh,
; N =  55 NUM = 26
                DFB
                95h,0CCh,14h,96h,0DCh,96h,1Ch,12h,9Ah,3Ch,
                DFB
                0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,0ACh,0Ah,9Ah,2Ch,12h,96h
,
                DFB             0DCh,96h,0Ch,14h,95h,0BCh,
; N =  56 NUM = 26
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          DFB
          95h,0DCh,14h,96h,0DCh,96h,1Ch,12h,9Ah,1Ch,
          DFB
          0Ah,0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,0Ah,9Ah,1Ch,12h,96h
,
          DFB       0DCh,96h,1Ch,14h,95h,0BCh,
; N =  57 NUM = 24
          DFB
          95h,0DCh,14h,96h,0DCh,96h,2Ch,12h,1Ah,0Ah,
          DFB
          0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,0Ah,1Ah,12h,96h,0DCh,96
h,
          DFB       1Ch,14h,95h,0CCh,
; N =  58 NUM = 23
          DFB
          95h,0DCh,15h,14h,96h,0DCh,96h,2Ch,12h,0Ah,
          DFB
          0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,2Ah,02h,96h,0DCh,96h,1C
h,
          DFB       14h,95h,0DCh,
; N =  59 NUM = 24
          DFB
          95h,0DCh,95h,0Ch,14h,96h,0DCh,96h,1Ch,02h,
          DFB
          0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,2Ah,22h,06h,96h,0DCh,96
h,
          DFB       1Ch,14h,95h,0DCh,
; N =  60 NUM = 25
          DFB
          95h,0DCh,95h,1Ch,14h,96h,0DCh,16h,06h,26h,
          DFB
          22h,0AAh,0DCh,0AAh,0DCh,22h,26h,06h,96h,0DC
h,
          DFB       16h,14h,95h,0DCh,15h,
; N =  61 NUM = 26
          DFB
          95h,0DCh,95h,2Ch,14h,96h,0CCh,06h,0A6h,1Ch,
          DFB
          22h,0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,22h,0A6h,1Ch,06h,96
h,
          DFB       0CCh,14h,95h,0DCh,95h,0Ch,
; N =  62 NUM = 26
          DFB
          95h,0DCh,95h,3Ch,14h,96h,0ACh,06h,0A6h,2Ch,
          DFB
          22h,0AAh,0DCh,0AAh,0BCh,22h,0A6h,2Ch,06h,96
h,
          DFB       0ACh,14h,95h,0DCh,95h,1Ch,
; N =  63 NUM = 26
          DFB
          95h,0DCh,95h,4Ch,14h,96h,8Ch,06h,0A6h,4Ch,
          DFB
          22h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,22h,0A6h,4Ch,06h,96h
,
          DFB       7Ch,14h,95h,0DCh,95h,3Ch,
; N =  64 NUM = 26
          DFB
          95h,0DCh,95h,5Ch,14h,96h,6Ch,06h,0A6h,5Ch,
          DFB
          22h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,22h,0A6h,6Ch,06h,96h
,
          DFB       4Ch,14h,95h,0DCh,95h,4Ch,
; N =  65 NUM = 26
          DFB
          95h,0DCh,95h,6Ch,14h,96h,4Ch,06h,0A6h,6Ch,
          DFB
          22h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,22h,0A6h,7Ch,06h,96h
,
          DFB       2Ch,14h,95h,0DCh,95h,5Ch,
; N =  66 NUM = 26
          DFB
          95h,0DCh,95h,7Ch,14h,96h,2Ch,06h,0A6h,7Ch,
          DFB
          22h,0AAh,0DCh,0AAh,9Ch,22h,0A6h,8Ch,06h,96h
,
          DFB       0Ch,14h,95h,0DCh,95h,6Ch,
; N =  67 NUM = 22
          DFB
          95h,0DCh,95h,9Ch,14h,06h,0A6h,9Ch,22h,0AAh,
          DFB
          0DCh,0AAh,9Ch,22h,0A6h,9Ch,06h,14h,95h,0DCh
,
          DFB       95h,7Ch,
;-------------------------------------------------
  --
;-------------------------------------------------
----
; Total Number: 653h: ( 1619) Byte
;-------------------------------------------------
----
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นาย ไพบูลย์ ธานินทร์สุรัตน์ เกิดเมื่อวันที่ 25 ธันวาคม พ.ศ. 2512 ที่จังหวัดขอนแก่น สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรีวิศวกรรมศาสตร์ สาขาอิเล็กทรอนิกส์ จากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปีการศึกษา 2536 และเข้าทำงานเป็นอาจารย์ประจำมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร ในปี พ.ศ. 2537 จนถึงปัจจุบัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้