สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การออกแบบสร้างอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วสำหรับคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบหนึ่งเฟส

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

T119169

นาย ธนชัย เอื้อเศรษฐวัฒนา
นางสาวธนาภรณ์ เกศกะงาม
นางสาวธัญญธร จันทรเฉิด

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 119169
วัน,เดือน,ปี 7 S.A. 2554

b.....
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบสร้างอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วสำหรับคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบหนึ่งเฟส

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

นาย ธนชัย	เอื้อเศรษฐวัฒนา	รหัส 50010599
นางสาวธนาภรณ์	เกศกะงาม	รหัส 50010651
นางสาวธัญญธร	จันทรเฉิด	รหัส 50010673

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.พลผดุง ผดุงกุล

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2553

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Mr. Thanachai Uasetwattana

Miss Tanaporn Keskangam

Miss Thanyatorn Chantaracherd

THIS THESIS IS SUBMITTED IN PARTAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN ELECTRONICS ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

ACADEMIC YEAR 2010

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2553

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การออกแบบสร้างอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วสำหรับคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบหนึ่งเฟส

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

ผู้จัดทำ

นาย	ธนชัย	เอื้อเศรษฐวัฒนา	รหัส 50010599	ชั้นปีที่ 4C
นางสาว	ธนาภรณ์	เกศกะงาม	รหัส 50010651	ชั้นปีที่ 4C
นางสาว	ธัญญธร	จันทรเฉิด	รหัส 50010673	ชั้นปีที่ 4C

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ. พลผดุง ผดุงกุล

รายงานฉบับนี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว

ลงชื่อ.....

(ผศ. พลผดุง ผดุงกุล)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบสร้างอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วสำหรับคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบหนึ่งเฟส

นาย ธนชัย เอื้อเศรษฐวัฒนา รหัส 50010599
น.ส. ธนาภรณ์ เกศกะงาม รหัส 50010651
น.ส. ธัญญธร จันทรเฉิด รหัส 50010673
ผศ. พลผดุง ผดุงกุล อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2553

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์นี้ เป็นการปรับเปลี่ยนระบบการทำงานของคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศจากระบบเดิมให้เป็นระบบอินเวอร์เตอร์หนึ่งเฟส โดยใช้คอมเพรสเซอร์ตัวเดิมในการควบคุมความเร็วของคอมเพรสเซอร์ หลักการทำงานจะแบ่งเป็นสองส่วน คือ ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นส่วนประมวลผลที่หนึ่ง ทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งานเช่นการเปิด-ปิด, วัดอุณหภูมิห้อง, รับค่าอุณหภูมิจากรีโมท, ฯลฯ โดยรับข้อมูลผ่านชุดควบคุมอินฟาเรด แล้วส่งข้อมูลไปยังส่วนประมวลผลที่สองซึ่งเป็นส่วนควบคุมความเร็วคอมเพรสเซอร์ ด้วยวิธีเปลี่ยนความถี่และขนาดของศักดาไฟฟ้ากระแสสลับ โดยอาศัยหลักการของPWM (Pulse Width Modulation) และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ประเภท dsPIC ในการสร้างสัญญาณ PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

Mr. Thanachai Uasetwattana ID. 50010599
Miss Tanaporn Keskangam ID. 50010651
Miss Thanyatorn Chantaracherd ID. 50010673
Assist. Prof. Polphadung Phadungkul Advisor
Education Year 2010

Abstract

This thesis is about the modification of air conditioning compressor system from the original one into single phase inverter system by using the same compressor to control compressor speed. The system consists of two parts. The first part is using microcontroller as the first process to receive command from the user through the infrared remote control such as on-off, room temperature etc. Then the data will be sent to the second part. The second process using microcontroller dsPIC is to control speed of compressor by adjust frequency and voltage magnitude of AC supply by using the principles of PWM (Pulse Width Modulation).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ในปัจจุบันนี้อากาศในประเทศไทยค่อนข้างร้อน ผู้คนจึงหันมาพึ่งเครื่องทำความเย็นกันมากขึ้น ทำให้เครื่องปรับอากาศมีบทบาทอย่างมากและเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ทางกลุ่มจึงเลือกที่จะศึกษาการทำงานและโครงสร้างพื้นฐานของเครื่องปรับอากาศแบบอินเวอร์เตอร์

ในส่วนของรายงานฉบับนี้ มีการรวบรวมโครงสร้างพื้นฐาน ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง หลักการทำงาน และการประมวลผล

สุดท้ายนี้คณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่ารายงานฉบับนี้จะให้ประโยชน์แก่นักเรียน นักศึกษา และผู้ที่สนใจ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	i
ABSTRACT	ii
คำนำ	iii
สารบัญ	iv
สารบัญรูปภาพ ตาราง และกราฟ	vii
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขั้นตอนการทำงาน	1
1.4 ขอบเขตของโครงงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.6 ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นและการแก้ไข	2
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)	3
2.2 หลักการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ	4
2.2.1) ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบการทำการความเย็น (Refrigeration Cycle)	4
2.2.2) ระบบการทำความเย็นคือระบบอัดไอ (Vapor-Compression Cycle)	5
2.3 สัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation)	6
2.4 อินเวอร์เตอร์ (Inverter)	7
2.4.1) ความหมายของอินเวอร์เตอร์	7
2.4.2) ระบบอินเวอร์เตอร์	7
2.4.3) ข้อดี /ข้อเสีย ของระบบอินเวอร์เตอร์ (ในระบบเครื่องปรับอากาศ)	8
2.5 มอเตอร์ (Motor)	8
2.5.1) โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องจักรกลไฟฟ้า	8
2.5.2) ประเภทของมอเตอร์	9
2.5.3) มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์ (Capacitor motor)	9
2.6 คุณลักษณะของมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์ (Capacitor start motor)	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7 หลักการของการควบคุมทางเวคเตอร์ 11
2.8 ระบบเครื่องปรับอากาศ 11
2.8.1) ระบบเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมการทำงาน ของคอมเพรสเซอร์แบบเปิด-ปิด 11
2.8.2) ระบบเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมการทำงาน ของคอมเพรสเซอร์โดยใช้อินเวอร์เตอร์ 12
2.8.3) หลักการของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนซันวาล์ว 13
2.9 วงจรเรียงกระแสแรงดันสองเท่าชนิดเฟสเดียว (Full wave voltage doubler) 14
บทที่ 3 หลักการทำงานและการออกแบบ 16
3.1 โครงสร้างโดยรวม 16
3.2 หลักการทำงาน 16
3.2.1) วงจรควบคุม 16
3.2.2) วงจรสร้างสัญญาณ PWM 16
3.3 ส่วนวงจรควบคุม 17
3.3.1) วงจรรับข้อมูลจากรีโมท 17
3.3.2) การออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิ 17
3.3.3) การออกแบบวงจรขับรีเลย์ 18
3.4 วงจร Current Loop 18
3.5 ส่วนวงจรสร้างสัญญาณ PWM 19
3.5.1) วงจร Protection 19
3.5.2) วงจรเรียงกระแสแบบแรงดันสองเท่าชนิดเฟสเดียว 19
3.5.3) วงจรภาคขับสวิทช์ 20
3.5.4) วงจร อินเวอร์เตอร์ 20
บทที่ 4 การออกแบบโปรแกรม 21
4.1 ส่วนควบคุม 21
4.2 ส่วนสร้างสัญญาณ PWM 24
4.2.1) การอ้างอิงไลบรารี ของคำสั่งที่ใช้ใน ภาษา ซี 24
4.2.2) การใช้งาน module MCPWM 24
4.2.3) Input / Output 24
4.2.4) การคำนวณค่า ดิวตี้ไซเคิล ของสัญญาณ PWM 24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.5) การคำนวณค่าเวลาที่ไว้ กำหนดในตัว Module PWM ของ dsPIC 25
4.2.6) ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม 26
บทที่ 5 ผลการทดลอง 28
5.1 ผลการทดลองในส่วนการควบคุม 28
5.2 ผลการทดลองส่วนการสร้างสัญญาณ PWM 32
5.2.1) สัญญาณที่ขาออกของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC 32
5.2.2) เปรียบเทียบสัญญาณกิ่งเดียวกัน ที่เอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC 36
5.2.3) เปรียบเทียบสัญญาณต่างกิ่งกัน ที่ขาออกของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC 38
5.2.4) การวัดสัญญาณ Dead Time ของ PWM 39
5.2.5) วัดสัญญาณที่อินพุทของOpto-Isolator 40
5.2.6) วัดสัญญาณที่ขาเกทของ IGBT 44
5.2.7) สัญญาณที่ขดรัน หลังผ่านวงจรกรองความถี่ ที่ Cut off 300 Hz ช่วงความถี่ 21-50 Hz 48
5.2.8) เปรียบเทียบสัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ ที่ Cut off 300 Hz ระหว่าง ขดสตาร์ท กับ ขดรัน ที่ช่วงความถี่ 21-50 Hz 51
5.2.9) สัญญาณที่ขดสตาร์ท และ รัน โดยไม่ผ่านวงจรกรองความถี่ ที่ช่วงความถี่ 21-50 Hz 52
บทที่ 6 สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง 54
ภาคผนวก 56
กิตติกรรมประกาศ 70
หนังสืออ้างอิง 71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ และตาราง

บทที่ 2

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์แบบต่าง ๆ

รูปที่ 2.2 โครงสร้างของการทำความเย็น

รูปที่ 2.3 แสดงถึงการดึงดูดความร้อนเพื่อการกลายเป็นไอและการระบายความร้อนเพื่อการกลั่นตัวของของเหลว

รูปที่ 2.4 เปรียบเทียบสัญญาณไฟกระแสตรง กับ สัญญาณสามเหลี่ยม

รูปที่ 2.5 เปรียบเทียบสัญญาณไซน์ตัดกับสามเหลี่ยม

รูปที่ 2.6 PWM ที่ความถี่คงที่

รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างการแปลงไฟ DC เป็น AC

รูปที่ 2.8 ส่วนของ Stator

รูปที่ 2.9 ส่วนของ Rotor

รูปที่ 2.10 แสดงวงจรคาปาซิเตอร์สตาร์ทและ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการสวิทช์กับ เปอร์เซ็นต์แรงบิต

รูปที่ 2.11 โครงสร้างมอเตอร์และเวคเตอร์แรงดันระหว่างขด Run กับขด Start

รูปที่ 2.12 โครงสร้างอินเวอร์เตอร์แสดง ขด Run และ ขด Start

รูปที่ 2.13 วงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบเปิด-ปิด

รูปที่ 2.14 แสดงกราฟแสดงความแตกต่างของการทำงานระหว่างเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาและแบบอินเวอร์เตอร์

รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชั่นวาล์ว

รูปที่ 2.16 วงจรเรียงกระแสแรงดันสองเท่าชนิดเฟสเดียว

รูปที่ 2.17 การทำงานของวงจร Full - wave voltage doubler circuit

บทที่ 3

รูปที่ 3.1 Block diagram หลักการทำงานของระบบ

รูปที่ 3.2 วงจรรับข้อมูลจากรีโมท

รูปที่ 3.3 วงจรวัดอุณหภูมิ

รูปที่ 3.4 วงจรขับรีเลย์

รูปที่ 3.5 วงจร Current Loop

รูปที่ 3.6 วงจร Protection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.7 วงจรเรียงกระแสแรงดันสองเท่าเฟสเดียว
รูปที่ 3.8 วงจรขับสวิทซ์
รูปที่ 3.9 วงจรอินเวอร์เตอร์
บทที่ 4
รูปที่ 4.1 (ก) โฟลว์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม
รูปที่ 4.1 (ข) โฟลว์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม
รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณ Input
รูปที่ 4.3 (ก) โฟลว์ชาร์ตในส่วนโปรแกรมสร้าง PWM
รูปที่ 4.3 (ข) โฟลว์ชาร์ตในส่วนโปรแกรมสร้าง PWM ที่ f=21Hz
รูปที่ 4.4 โฟลว์ชาร์ตการอินเทอร์รัปในตัวของ Module
ตารางที่ 4.1 แสดงการค่าโหมดการทำงาน
บทที่ 5
รูปที่ 5.1 แสดงผลการทดลองในส่วนของการควบคุม
รูปที่ 5.2 วงจรส่วนการสร้างสัญญาณ PWM
รูปที่ 5.3 วงจรในส่วนอินเวอร์เตอร์
รูปที่ 5.4 (ก) แสดงภาพสัญญาณ PWM1 High (dsPIC ขา 38)
รูปที่ 5.4 (ข) แสงภาพขยายของสัญญาณ PWM1 High (dsPIC ขา 38)
รูปที่ 5.4 (ค) แสดงภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM1 High (dsPIC ขา 38)
รูปที่ 5.5 (ก) แสดงภาพสัญญาณ PWM 1 Low (dsPIC ขา 37)
รูปที่ 5.5 (ข) แสดงภาพขยายของสัญญาณ PWM 1 Low (dsPIC ขา 37)
รูปที่ 5.5 (ค) แสดงภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 1 Low (dsPIC ขา 37)
รูปที่ 5.6 (ก) แสดงภาพสัญญาณ PWM 2 High (dsPIC ขา 36)
รูปที่ 5.6 (ข) แสดงภาพขยายของสัญญาณ PWM 2 High (dsPIC ขา 36)
รูปที่ 5.6 (ค) แสดงภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 2 High (dsPIC ขา 36)
รูปที่ 5.7 (ก) แสดงภาพสัญญาณ PWM 2 Low (dsPIC ขา 35)
รูปที่ 5.7 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM 2 Low (dsPIC ขา 35)
รูปที่ 5.7 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 2 Low (dsPIC ขา 35)
รูปที่ 5.8 (ก) สัญญาณ PWM 1 High-Low (dsPIC ขา 38 กับ ขา 37)
รูปที่ 5.8 (ข) แสดงภาพขยายของสัญญาณ PWM 1 High-Low (dsPIC ขา 38 กับ ขา 37)
รูปที่ 5.8 (ค) แสดงภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 1 High-Low (dsPIC ขา 38 กับ ขา 37)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.9 (ก) แสดงภาพสัญญาณ PWM 2 High - Low (dsPIC ขา 36 กับ ขา 35)
รูปที่ 5.9 (ข) แสดงภาพขยายของสัญญาณ PWM 2 High - Low (dsPIC ขา 36 กับ ขา 35)
รูปที่ 5.9 (ค) แสดงภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 2 High - Low (dsPIC ขา 36 กับ ขา 35)
รูปที่ 5.10 สัญญาณเปรียบเทียบระหว่าง PWM 1 High และ PWM 2 High (dsPIC ขา 38 กับ 36)
รูปที่ 5.11 สัญญาณเปรียบเทียบระหว่าง PWM 1 Low และ PWM 2 Low (dsPIC ขา 37 กับ 35)
รูปที่ 5.12 (ก) แสดงภาพสัญญาณ Dead Time ของสัญญาณ PWM
รูปที่ 5.12 (ข) แสดงภาพขยายสัญญาณ Dead Time ของสัญญาณ PWM
รูปที่ 5.13 (ก) ภาพสัญญาณ PWM1 High ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.13 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM1 High ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.13 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM1 High ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.14 (ก) ภาพสัญญาณ PWM1 Low ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.14 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM1 Low ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.14 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM1 Low ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.15 (ก) ภาพสัญญาณ PWM2 High ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.15 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM2 High ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.15 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM2 High ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.16 (ก) ภาพสัญญาณ PWM2 Low ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.16 (ข) ภาพขยายสัญญาณ PWM2 Low ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.16 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM2 Low ที่ Opto-Isolator
รูปที่ 5.17 (ก) ภาพสัญญาณ PWM1 High ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.17 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM1 High ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.17 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM1 High ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.18 (ก) ภาพสัญญาณ PWM1 Low ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.18 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM1 Low ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.18 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM1 Low ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.19 (ก) ภาพสัญญาณ PWM 2 High ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.19 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM 2 High ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.19 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 2 High ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.20 (ก) ภาพสัญญาณ PWM2 Low ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.20 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM2 Low ที่ขา Gate ของ IGBT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.20 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM2 Low ที่ขา Gate ของ IGBT
รูปที่ 5.21 สัญญาณไซน์ หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 21 Hz
รูปที่ 5.22 สัญญาณไซน์ หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 25 Hz
รูปที่ 5.23 สัญญาณไซน์ หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 30 Hz
รูปที่ 5.24 สัญญาณไซน์ หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 35 Hz
รูปที่ 5.25 สัญญาณไซน์ หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 40 Hz
รูปที่ 5.26 สัญญาณไซน์ หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 45 Hz
รูปที่ 5.27 สัญญาณไซน์ หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 50 Hz
รูปที่ 5.28 สัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ ที่ขดสตาร์ท เทียบกับ ขดรัน ที่ความถี่ 21 Hz
รูปที่ 5.29 สัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ ที่ขดสตาร์ท เทียบกับ ขดรัน ที่ความถี่ 30 Hz
รูปที่ 5.30 สัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ ที่ขดสตาร์ท เทียบกับ ขดรัน ที่ความถี่ 40 Hz
รูปที่ 5.31 สัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ ที่ขดสตาร์ท เทียบกับ ขดรัน ที่ความถี่ 50 Hz
รูปที่ 5.32 (ก) สัญญาณที่ขดสตาร์ท และขดรัน ไม่ผ่าน filter ที่ความถี่ 21 Hz
รูปที่ 5.32 (ข) ภาพขยายของสัญญาณขดสตาร์ท และขดรัน ไม่ผ่าน filter ความถี่ 21 Hz
รูปที่ 5.33 (ก) สัญญาณ ขดสตาร์ท และ ขดรัน ไม่ผ่าน filter ที่ความถี่ 50 Hz
รูปที่ 5.33 (ข) ภาพขยายของสัญญาณขดสตาร์ท และขดรัน ไม่ผ่าน filter ความถี่ 50 Hz
ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทำงานความเร็วของพัดลม
ภาคผนวก
ก. ส่วนควบคุมด้าน Top Layer
ข. ส่วนควบคุมด้าน Bottom Layer
ค. อุปกรณ์ในส่วนควบคุม
ง. ส่วนการสร้าง PWM ด้าน Top Layer
จ. ส่วนการสร้าง PWM ด้าน Bottom Layer
ฉ. อุปกรณ์ในส่วนการสร้าง PWM
ช. ส่วนอินเวอร์เตอร์ ด้าน Bottom Layer
ซ. ส่วนอินเวอร์เตอร์ ด้าน Top Layer
ฌ. อุปกรณ์ในส่วนอินเวอร์เตอร์
ญ. วงจรในส่วนของการควบคุม
ฎ. วงจรในส่วนการสร้าง PWM
ฏ. วงจรในส่วนอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ฐ. ส่วนควบคุม

ฑ. ส่วนการสร้างสัญญาณ PWM

ฒ. ส่วนอินเวอร์เตอร์ ควบคุมการสวิทต์ของ IGBT

ณ. อุปกรณ์รวม

ด. มอเตอร์แบบไม่มีโหลด

ต. เครื่องจ่ายไฟกระแสสลับแบบปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1) ความเป็นมาของโครงงาน

ในประเทศไทยมีอากาศค่อนข้างร้อน ผู้คนส่วนใหญ่จึงหันมาพึ่งเครื่องอำนวยความสะดวกที่ให้ความเย็น ทำให้เครื่องปรับอากาศมีบทบาทอย่างมากและเป็นที่นิยมกันอย่างแพร่หลาย ซึ่งในสมัยก่อนเครื่องปรับอากาศได้ถูกออกแบบการทำงานของคอมเพรสเซอร์ ซึ่งควบคุมด้วยอินดักชั่นมอเตอร์แบบเฟสเดียวที่จะสั่งให้คอมเพรสเซอร์ตัดหรือต่อการทำงาน ทำให้ช่วงการควบคุมอุณหภูมิค่อนข้างกว้าง อีกทั้ง การตัดหรือต่อของคอมเพรสเซอร์เกิดการกระชากของไฟ ทำให้ระบบจ่ายกระแสสูงเมื่อมอเตอร์เริ่มทำงาน ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองพลังงานไฟฟ้า ดังนั้นในโครงงานนี้จึงนำเสนอสร้างชุดควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ด้วยอินเวอร์เตอร์เฟสเดียว ที่ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์โดยการปรับรอบของคอมเพรสเซอร์ ทำให้การควบคุมอุณหภูมิสม่ำเสมอขึ้น และไม่เกิดไฟกระชาก เพื่อลดอัตราการสิ้นเปลืองของพลังงานไฟฟ้า

1.2) วัตถุประสงค์

- เพื่อศึกษาโครงสร้างของอินเวอร์เตอร์ , การทำงานพื้นฐานเครื่องปรับอากาศ อีกทั้งยังสามารถนำความรู้ทางทฤษฎีไปประยุกต์ใช้ในทางปฏิบัติได้
- เพื่อศึกษาการออกแบบโครงสร้างของเครื่องปรับอากาศ
- เพื่อศึกษาโปรแกรม เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของระบบ

1.3) ขั้นตอนการทำงาน

ในส่วนการควบคุม

1. ศึกษาหลักการทำงานโครงสร้างและการทำงานโดยรวมของเครื่องปรับอากาศ
2. ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานในส่วนการควบคุม
3. เขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน
4. ทดลองโปรแกรมในการควบคุมการทำงาน
4. ทำในส่วน Hardware ของวงจรควบคุม
5. ทำการทดลองและแก้ไขให้ตรงตามจุดประสงค์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนการสร้างสัญญาณ PWM

1. ศึกษาหลักการทำงานโดยรวมของเครื่องปรับอากาศ
2. ศึกษาโปรแกรมที่ใช้ในการควบคุมการทำงานในส่วนการสร้างสัญญาณ PWM
3. เขียนโปรแกรมสร้างสัญญาณ PWM
4. ทดลองโปรแกรมในการทำงานกับมอเตอร์แบบไม่มีโหลด
5. ทดลองวงจรการทำงานกับมอเตอร์ในคอมเพรสเซอร์

1.4) ขอบเขตของโครงงาน

ขอบเขตของโครงงานนี้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ส่วนคือในส่วนแรกจะเป็นส่วนควบคุม ซึ่งในส่วนนี้จะทำหน้าที่รับคำสั่งจากผู้ใช้งานโดยรับข้อมูลจากรีโมท, รับอุณหภูมิห้องแล้วส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อประมวลผลหลังจากทำการประมวลผลแล้วได้ส่งข้อมูลไปยังส่วนที่สอง ในส่วนที่สองนี้เป็นการสร้างสัญญาณ PWM เพื่อไปควบคุมความเร็วคอมเพรสเซอร์ เมื่อรับข้อมูลมาจากส่วนแรกแล้วทำการปรับเปลี่ยนความถี่ และใช้หลักการของ PWM สร้างสัญญาณพัลส์เพื่อนำไปควบคุมความเร็วของคอมเพรสเซอร์

1.5) ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงหลักการทำงานของเครื่องปรับอากาศ
2. ฝึกทักษะในการเขียนโปรแกรม
3. ได้รับความรู้และทักษะในการทำงาน
4. สามารถนำไปใช้งานได้จริง
5. ได้รู้จักการทำงานร่วมกันและสร้างสามัคคีในหมู่คณะ

1.6) ปัญหาและอุปสรรคที่เกิดขึ้นและการแก้ไข

1. ความไม่ระมัดระวังในขณะทำการทดลอง ทำให้อุปกรณ์เกิดความเสียหาย ควรระมัดระวังในการทำงานให้มากยิ่งขึ้น

2. ต้องทำการศึกษาโปรแกรมและภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรม ใหม่ทั้งหมดทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน ควรศึกษาโปรแกรมไว้ก่อนการทำงานจริง

3. อุปกรณ์บางตัว นั้นไม่สามารถ จำลองการทำงานด้วยโปรแกรมจำลองการทำงานได้ จึงต้องต่อวงจรจริงภายนอกในการทดลองทำให้เกิดความล่าช้าในการทำงาน

4. เครื่องมือวัดที่มีอยู่ไม่เพียงพอต่อการทำงาน ทำให้เกิดความยากลำบากในการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
หลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

เครื่องปรับอากาศในระบบอินเวอร์เตอร์ คือนำเทคโนโลยี การผันแปรของพลังงานมาควบคุมปริมาณการใช้กระแสไฟฟ้า อย่างคุ้มค่าซึ่งใน ระบบเครื่องปรับอากาศทั่วไป คอมเพรสเซอร์จะทำหน้าที่เป็นหัวใจหลัก จะเริ่มต้นและหยุดการทำงานเป็นช่วง ๆ โดยการเริ่มต้นการทำงานของคอมเพรสเซอร์ในแต่ละครั้งจะสิ้นเปลืองกระแสไฟฟ้าอย่างมาก

ถ้าเป็นระบบอินเวอร์เตอร์ จะมีจุดเด่นที่เหนือกว่าเครื่องปรับอากาศทั่วไป คือ คอมเพรสเซอร์จะไม่มีการตัดต่อการทำงานระหว่างที่ทำงานอยู่ แต่จะเป็นการควบคุมกระแสไฟฟ้าให้เหมาะสมกับรอบของการทำงานนั้น ๆ (ถ้าอากาศจากภายในห้องเริ่มร้อนระบบจะเพิ่มกระแสไฟทำให้คอมเพรสเซอร์หมุนเร็วยิ่งขึ้น และถ้าอากาศในห้องเย็นลงคอมเพรสเซอร์ก็จะหมุนช้าลง)

2.1) ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller)

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) หมายถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ ที่คนโดยส่วนใหญ่คุ้นเคย กล่าวคือภายใน ไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้รวมเอา ซีพียู, หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกันและยังสามารถป้อนชุดคำสั่งให้สามารถทำงานได้อย่างอัตโนมัติ ด้วยรูปแบบการเขียนโปรแกรมภาษาต่างๆ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ มีด้วยกันหลายประเภทแบ่งตามสถาปัตยกรรม (การผลิตและกระบวนการทำงานระบบการประมวลผล) ที่มีใช้ในปัจจุบัน เช่น PIC, MCS51, AVR, ARM7, ARM9, Basic Stamp, PSOC, Z80 ฯลฯ

MCU ในตระกูล PIC ถ้าแบ่งออกตามชนิดของ PROGRAM MEMORY แบ่งได้ 3 แบบคือ

- OTP เป็น Chip ที่มีราคาถูกที่สุด ในสามประเภท สาเหตุก็มาจากว่า Chip แบบ OTP จะสามารถทำการโปรแกรมได้แค่ครั้งเดียวเท่านั้น หลักจาก Chip ได้ถูกโปรแกรมไปแล้วจะไม่สามารถโปรแกรมเข้าไปใหม่ได้อีก ดังนั้น Chip ประเภทนี้จะนิยมใช้หลังจากได้พัฒนาโปรแกรมจนกระทั่งจุดบกพร่องต่างๆ ในโปรแกรม ไม่มีอีกแล้ว เพราะจะมีต้นทุนต่ำเมื่อเทียบตัว Memory ประเภทอื่น จะมีตัวอักษร C แสดงบนตัว Chip เช่น 16C84, 16C74

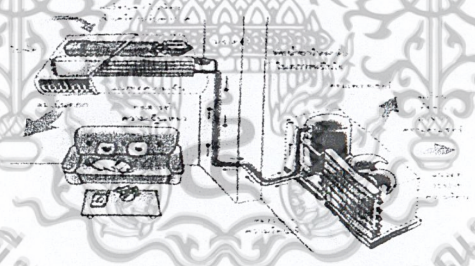
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- EPROM เป็น chip ที่มี program memory ที่เมื่อเขียนโปรแกรมเข้าไปแล้วสามารถโปรแกรมใหม่ด้วยการลบโปรแกรมเดิมโดยให้แสง Ultra Violet (UV) ส่องผ่านเข้าไปยัง Chip ประมาณ 5-10 นาที ดังนั้นที่ด้านบนของ Chip จะมีกรอบกระจกเพื่อให้แสดงแสง สามารถส่องผ่านเข้าไปในตัว Chip ได้ แต่ก็มีจำนวนครั้งในการลบโปรแกรมเช่นกัน เมื่อลบโปรแกรมด้วยแสง UV มากๆ เข้าก็จะเกิดอาการค้าน คือโปรแกรมไม่เข้านั่นเอง จะมีตัวอักษร JW หรือว่าดูเอาว่ามีกรอบกระจกอยู่บน Chip หรือไม่

-EEPROM / Flash เป็น Chip ที่ออกมาไม่กี่ปีนี้เอง ส่วนของ Program Memory สามารถอ่านหรือเขียนด้วยสัญญาณทางไฟฟ้า ใช้เวลาในการ ลบข้อมูลไม่กี่วินาที และสามารถลบ และเขียนใหม่ได้หลายพันครั้ง ทำให้เป็นที่นิยมที่สุดใน 3 ประเภท มีตัวอักษร F เป็นตัวบอก เช่น 16F84, 16F877

รูปที่ 2.1 ตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์แบบต่าง ๆ

2.2) หลักการทำความเย็นของเครื่องปรับอากาศ



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของการทำความเย็น

2.2.1) ส่วนประกอบที่สำคัญของระบบการทำการความเย็น (Refrigeration Cycle) มีดังนี้

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ของเครื่องปรับอากาศ ทำหน้าที่ขับเคลื่อนสารทำ ความเย็นหรือน้ำยา (Refrigerant) ในระบบ โดยทำให้สารทำความเย็นมีอุณหภูมิ และความดันสูงขึ้น
2. คอยล์ร้อน (Condenser) ทำหน้าที่ระบายความร้อนของสารทำความเย็น
3. คอยล์เย็น (Evaporator) ทำหน้าที่ดูดซับความร้อนภายในห้องมาสู่สารทำความเย็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อุปกรณ์ลดความดัน (Throttling Device) ทำหน้าที่ลดความดันและอุณหภูมิของสาร ทำความเย็น โดยทั่วไปจะใช้เป็น แค็ปพิลลารี่ทิ้วบ์ (Capillary tube) หรือ เอ็กสแปนชั่นวาล์ว (Expansion Valve)

2.2.2) ระบบการทำความเย็นคือระบบอัดไอ (Vapor-Compression Cycle)

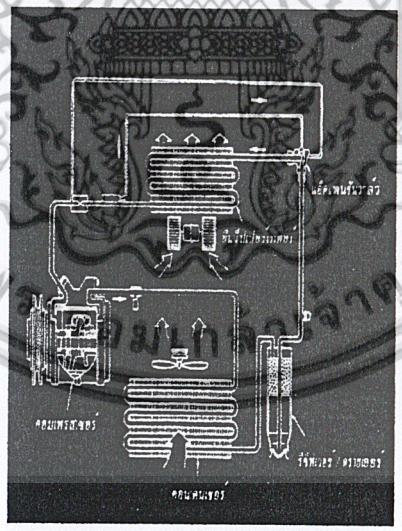
มีหลักการทำงานง่ายๆคือ การทำให้สารทำความเย็น (น้ำยา) ไหลวนไปตามระบบ โดยผ่านส่วนประกอบหลักทั้ง 4 อย่างต่อเนื่องเป็น วัฏจักรการทำความเย็น (Refrigeration Cycle) มีกระบวนการดังนี้

1. เริ่มต้นโดยคอมเพรสเซอร์ทำหน้าที่ดูดและอัดสารทำความเย็นเพื่อเพิ่มความดันและอุณหภูมิของน้ำยา แล้วส่งต่อเข้าคอยล์ร้อน

2. น้ำยาจะไหลวนผ่านแผงคอยล์ร้อนโดยมีพัดลมเป่าเพื่อช่วยระบายความร้อน ทำให้น้ำยาจะที่ออกจากคอยล์ร้อนมีอุณหภูมิลดลง (ความดันคงที่) จากนั้นจะถูกส่งต่อให้อุปกรณ์ลดความดัน

3. น้ำยาที่ไหลผ่านอุปกรณ์ลดความดันจะมีความดันและอุณหภูมิที่ต่ำมาก แล้วไหลเข้าสู่คอยล์เย็น (หรือที่นิยมเรียกกันว่า การฉีดน้ำยา)

4. จากนั้นน้ำยาจะไหลวนผ่านแผงคอยล์เย็นโดยมีพัดลมเป่าเพื่อช่วยดูดซับความร้อนจากภายในห้อง เพื่อทำให้อุณหภูมิห้องลดลง ซึ่งทำให้น้ำยาที่ออกจากคอยล์เย็นมีอุณหภูมิที่สูงขึ้น (ความดันคงที่) จากนั้นจะถูกส่งกลับเข้าคอมเพรสเซอร์เพื่อทำการหมุนเวียนน้ำยาต่อไป



รูปที่ 2.3 แสดงถึงการดึงดูดความร้อนเพื่อการกลายเป็นไอ
และการระบายความร้อนเพื่อการกลั่นตัวของของเหลว

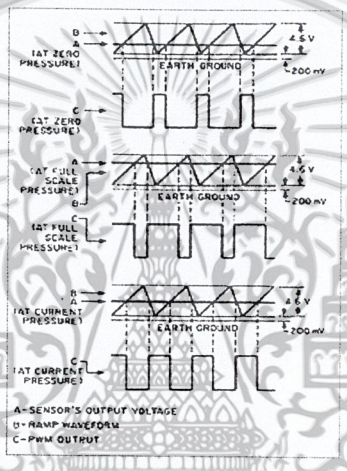
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3) สัญญาณ PWM (Pulse Width Modulation)

หลักการสร้างสัญญาณ PWM คือ การปรับความกว้างของพัลส์โดยการนำเอาสองสัญญาณมาเปรียบเทียบกัน และสองสัญญาณที่ว่านี้ก็คือสัญญาณ"สามเหลี่ยม" กับสัญญาณที่ต้องการเพื่อปรับความกว้างของพัลส์

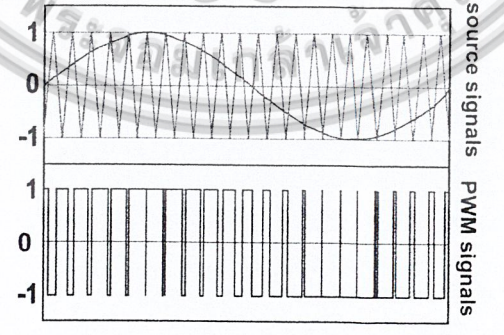
PWM เป็นการควบคุมแบบ Digital ที่มีการนำมาใช้กันมาก โดยส่วนมากเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานและสามารถควบคุม Output ได้

ถ้านำสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงมาเปรียบเทียบกับสัญญาณสามเหลี่ยม เราก็จะได้สัญญาณพัลส์ที่มีความกว้างคงที่นั้นเองดังรูป



รูปที่ 2.4 เปรียบเทียบสัญญาณไฟกระแสตรง กับ สัญญาณสามเหลี่ยม

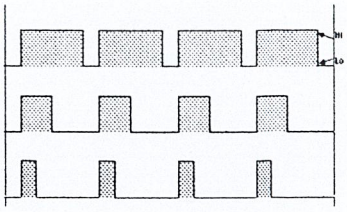
ถ้าไม่ใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง (คงที่ตลอดเวลา) แต่เป็นสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงอยู่ตลอดเวลา ทำให้ความกว้างของพัลส์เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย



รูปที่ 2.5 เปรียบเทียบสัญญาณไซน์ตัดกับสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานแบบ PWM มีหลักการทำงาน คือ กำหนดความถี่ให้คงที่ แต่ความกว้างของลูกคลื่น Pulse ไม่คงที่



รูปที่ 2.6 PWM ที่ความถี่คงที่

2.4) อินเวอร์เตอร์ (Inverter)

2.4.1) ความหมายของอินเวอร์เตอร์

อินเวอร์เตอร์ คือ คอนเวอร์เตอร์ชนิดหนึ่ง ซึ่งคอนเวอร์เตอร์ก็คือวงจรกลับสัญญาณหรือแปลงระบบสัญญาณ จากระบบหนึ่งเป็นอีกระบบหนึ่ง

คอนเวอร์เตอร์ มีด้วยกัน 4 ชนิดคือ

1.AC to DC converter (Rectifier)

2.DC to AC converter (Inverter)

3.AC to AC converter

4.DC to DC Converter

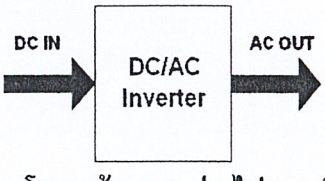
อินเวอร์เตอร์ คือ ส่วนหรือระบบที่ทำหน้าที่แปลงกลับสัญญาณ จากไฟฟ้ากระแสตรง(DC) เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ (AC) โดยการปรับเปลี่ยน ความถี่หรือ ดิวตี้ไซเคิล (คาบวัฏจักรของสัญญาณ) หรืออื่นๆ อินเวอร์เตอร์ถูกนำมาใช้ในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่างๆไม่ว่าจะเป็นเครื่องปรับอากาศ ตู้เย็น ฯลฯ เพื่อลดการสูญเสียกำลังงานที่สูง

2.4.2) ระบบอินเวอร์เตอร์

1.อินเวอร์เตอร์ระบบปรับเปลี่ยนความถี่ไฟฟ้า (ใช้มากในการปรับความเร็วมอเตอร์ เอซี)

2.อินเวอร์เตอร์ระบบปรับเปลี่ยนดิวตี้ไซเคิล (ใช้มากในเครื่องเชื่อมและUPS)

3.อินเวอร์เตอร์ระบบปรับเปลี่ยนแรงดัน



รูปที่ 2.7 แสดงโครงสร้างการแปลงไฟ DC เป็น AC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3) ข้อดี /ข้อเสีย ของระบบอินเวอร์เตอร์ (ในระบบเครื่องปรับอากาศ)

ข้อดี

- ประหยัดค่าไฟฟ้า.ในกรณีเปิดใช้อย่างต่อเนื่อง
- เสียงคอมเพรสเซอร์ขณะทำงานเงียบมาก

ข้อเสีย

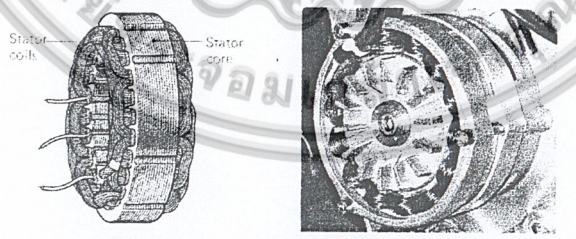
- ความเย็นเครื่องปรับอากาศไม่เย็นฉ่ำ แต่จะเย็นแบบสบาย ถ้าต้องการให้เย็นฉ่ำต้องปรับอุณหภูมิต่ำลงมากกว่าเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดา
- ราคาแพง เมื่อเทียบกับเครื่องปรับอากาศแบบปกติ
- ค่าใช้จ่ายในการซ่อมบำรุงสูง

2.5) มอเตอร์ (Motor)

มอเตอร์ไฟฟ้า หมายถึง เครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ใช้สำหรับเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล เพื่อไปขับเคลื่อนอุปกรณ์ต่างๆ เช่น พัดลม ปั๊ม เครื่องปรับอากาศหรือใช้ในโรงงานเพื่อควบคุมเครื่องจักรกลต่างๆ ในโรงงาน มอเตอร์ไฟฟ้ามีทั้งใช้พลังงานไฟฟ้ากระแสสลับและพลังงานไฟฟ้ากระแสตรง

2.5.1) โครงสร้างพื้นฐานของเครื่องจักรกลไฟฟ้า มี 2 ส่วนหลักคือ

1.ส่วนหยุดนิ่ง (Stator) ส่วนนี้จะไม่มีการเคลื่อนที่ เป็นโครงสร้างแม่เหล็กที่มีขดลวดอยู่ภายใน ทำด้วยเหล็กแผ่นลามิเนท โครงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กเหนียว ขดลวดที่พันไว้ในร่องของ สเตเตอร์มีสองชุด คือขดลวดช่วย (Auxiliary winding) หรือขดสตาร์ท(Starting winding) และขดลวดหลัก(Main winding) หรือขดรัน (Running winding)

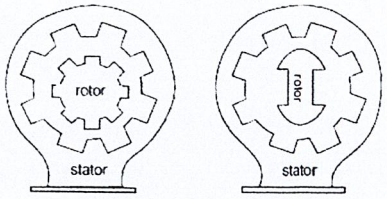


รูปที่ 2.8 ส่วนของ Stator

2. ส่วนหมุน (Rotor) ส่วนนี้จะเคลื่อนที่ได้เป็นอิสระและมักจะอยู่ภายในเครื่องจักรกลที่มีขดลวดฝังหรือพันอยู่ในร่องภายในโครงสร้างโรเตอร์ทำด้วยเหล็กแผ่นบาง ๆ อัดซ้อนกัน มีร่องไปทางยาวซึ่งจะมีแท่งทองแดงหรือแท่งอลูมิเนียมฝังอยู่โดยรอบ ปลายของแท่งทองแดงหรือแท่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อลูมิเนียมจะเชื่อมติดกัน ด้วยวงแหวนซึ่งมีลักษณะคล้ายกรงกระรอก จึงเรียกโรเตอร์ลักษณะนี้ว่า โรเตอร์กรงกระรอก (Squirrel cage rotor)



โรเตอร์ทรงกระบอก โรเตอร์ชิ้วยื่น

รูปที่ 2.9 ส่วนของ Rotor

2.5.2) ประเภทของมอเตอร์ มี 2 ประเภท

1. มอเตอร์กระแสตรง (DC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้ไฟฟ้ากระแสตรงผ่านเข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์เพื่อทำให้เกิดการดูดและผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าที่เกิดจากขดลวดมอเตอร์จึงหมุนได้

มอเตอร์กระแสตรง แบ่งได้อีก 3 แบบคือ แบบอนุกรม (Series Motor), แบบอนุขนาน (Shunt Motor) และแบบผสม (Compound Motor)

2. มอเตอร์กระแสสลับ (AC Motor) เป็นมอเตอร์ที่ต้องใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับ โดยใช้หลักการดูดและผลักกันของแม่เหล็กถาวรกับแม่เหล็กไฟฟ้าจากขดลวดมาทำให้เกิดการหมุนของมอเตอร์ ขณะที่มอเตอร์กำลังหมุนจะเกิดการเหนี่ยวนำไฟฟ้าขึ้นทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าซ้อนขึ้นภายในขดลวด แต่มีทิศทางการไหลสวนทางกับกระแสไฟฟ้าที่มาจากแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าเดิม ทำให้ขดลวดของมอเตอร์ไม่ร้อนจนเกิดไฟไหม้ได้

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับแบ่งออกเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ คือ

- **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส** แบ่งได้หลายประเภท คือ Split-Phase motor, Capacitor motor, Repulsion-type motor, Universal motor, Shaded-pole motor
- **มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 3 เฟส** แบ่งได้ 2 ประเภท คือ Synchronous motor, Asynchronous motor

ในที่นี้จะกล่าวถึงมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับชนิด 1 เฟส ประเภท Capacitor motor

2.5.3) มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์ (Capacitor motor) แบ่งได้ 3 แบบ คือ

- มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท (Capacitor-start Induction Motor)
- มอเตอร์แบบเปอร์มาเนนท์-สปลิตคาปาซิเตอร์ (Permanent-split capacitor motor)
- มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สองค่า (Two-value capacitor motor)

ในที่นี้จะกล่าวถึง มอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์สตาร์ท (Capacitor-start Induction Motor)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6) คุณลักษณะของมอเตอร์แบบคาปาซิเตอร์ (Capacitor start motor)

- คล้ายมอเตอร์แบบแยกเฟส แต่ขดสตาร์ทต่ออนุกรมกับคาปาซิเตอร์ ซึ่งมีขนาดใหญ่กว่ามอเตอร์แบบแยกเฟส และพันจำนวนรอบมากขึ้นกว่าขดลวดชุดรัน

- แรงบิดขณะสตาร์ทสูงกว่ามอเตอร์แบบแยกเฟสเพราะคาปาซิเตอร์ทำให้กระแสของขดสตาร์ท (Auxiliary winding)นำหน้ากระแสของขดรัน (Main winding)

- คาปาซิเตอร์ที่ใช้เป็นชนิดอิเล็กทรอไลต์ (Electrolytic capacitor)

- มีขนาด 0.37-7.5 กิโลวัตต์ (10 แรงม้า) ใช้กับงาน เครื่องทำความเย็น

ข้อดีของการที่ต่อคาปาซิเตอร์ไว้อย่างถาวรนี้เพื่อ

- เป็นการปรับหรือช่วยให้มอเตอร์ทำงานเกินกว่าโหลดปกติ
- เกิดเพาเวอร์แฟกเตอร์ที่สูงกว่า
- เปิดประสิทธิภาพที่สูงกว่า
- ขณะที่มอเตอร์หมุนอยู่จะเงียบ

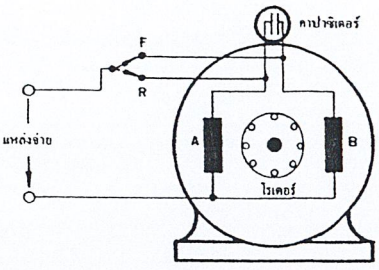
รูปที่ 2.10 แสดงวงจรคาปาซิเตอร์สตาร์ท

และ กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วในการสวิทต์กับ เปอร์เซ็นต์แรงบิต

คาปาซิเตอร์จะต่ออยู่กับวงจรขดลวดชุดสตาร์ทตลอดเวลา และจะไม่มีสวิตซ์แรงเหวี่ยงหนีศูนย์ คาปาซิเตอร์นี้จะทำหน้าที่ทั้งสตาร์ทและรันต่อเนื่องกันไป

คาปาซิเตอร์รันมอเตอร์ชนิดค่าเดียวนี้สามารถที่จะทำให้กลับทางหมุนได้ง่าย ด้วยการใช้สวิทช์จากภายนอก แต่ขดรันและขดสตาร์ทจะต้องพันด้วยลวดขนาดเดียวกัน โดยมันจะผลัดกันทำหน้าที่เป็นขดรันและขดสตาร์ท เมื่อต้องการให้หมุนในทิศทางตามเข็มนาฬิกาก็ปรับสวิทซ์ที่ตำแหน่ง F ขดลวดชุด B จะทำหน้าที่เป็นขดรัน ส่วนขด A จะทำหน้าที่เป็นขดสตาร์ท แต่ถ้าต้องการให้หมุนในทิศทางทวนเข็มนาฬิกาก็ปรับสวิทซ์ไปที่ตำแหน่ง R ขดลวดชุด A จะทำหน้าที่เป็นขดรัน และขดลวด B จะทำหน้าที่เป็นขดสตาร์ท

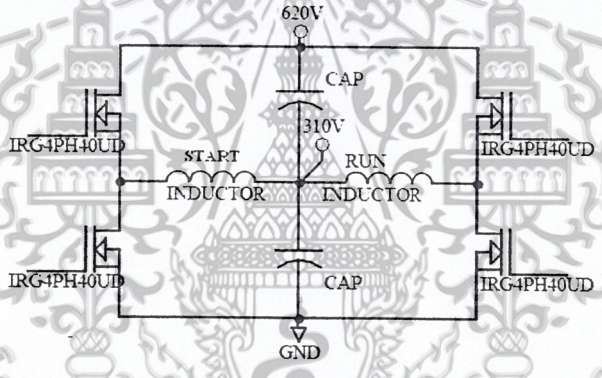
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.11 โครงสร้างมอเตอร์และเวคเตอร์แรงดันระหว่างขด Run กับขด Start

2.7) หลักการของการควบคุมทางเวคเตอร์

เนื่องจากมอเตอร์อินดัคชั่นแบบคาปาซิเตอร์มอเตอร์ จะมีชุดขดลวด 2 ชุด คือ ขดหลัก และ ขดช่วย โดยมีตัวเก็บประจุต่อร่วมกับขด Start เพื่อให้เกิดมุมของกระแสระหว่างขดลวดทั้งสอง เพื่อให้เกิดแรงบิดในการขับเคลื่อนมอเตอร์ แต่ในการควบคุม เราจะออกแบบให้มอเตอร์มีแรงบิดสูงสุด โดยให้มุมระหว่างทั้งสองขดมีขนาด 90 องศา



รูปที่ 2.12 โครงสร้างอินเวอร์เตอร์แสดง ขด Run และ ขด Start

2.8) ระบบเครื่องปรับอากาศ

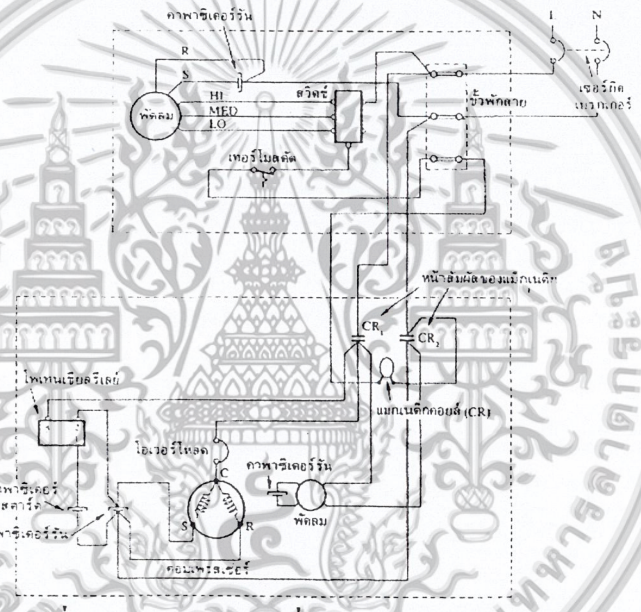
2.8.1) ระบบเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมการทำงานของกอมเพรสเซอร์แบบเปิด-ปิด

วงจรไฟฟ้าของเครื่องปรับอากาศแบบแยกส่วนจะแยกวงจรไฟฟ้าออกเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนของชุดคอยส์เย็น และส่วนของชุดคอนเดนซิ่งยูนิต

ในส่วนของวงจรไฟฟ้าชุดคอยส์เย็น จะประกอบด้วยขั้วพักสาย และซีเลกเตอร์สวิตซ์ ซึ่งจะต่อเข้ากับมอเตอร์พัดลมที่ความเร็วรอบช้า ปานกลาง และความเร็วสูง มอเตอร์พัดลมนี้จะทำหน้าที่ดูดเป่าอากาศจากภายในห้อง ผ่านคอยส์เย็น และมีเทอร์โมสตัตซึ่งจะคอยควบคุมการทำงานของชุดคอนเดนซิ่งยูนิตอีกทีหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรไฟฟ้าของชุดคอนเดนซิ่งยูนิต จะประกอบด้วยแม็กเนติกคอนแทกเตอร์ มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ และมอเตอร์พัดลมระบายความร้อนคอนเดนเซอร์ วงจรไฟควบคุมจากเทอร์โมและมอเตอร์พัดลมระบายคอนเดนเซอร์จะทำงานพร้อมกัน และเมื่ออุณหภูมิของอากาศภายในห้องลดลงถึงจุดที่ปรับตั้งไว้ หน้าสัมผัสของเทอร์โมสตัตจะแยกออกจากกัน ตัดไฟที่มาจ่ายให้คอยส์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ ทำให้หน้าสัมผัสแยกออกจากกัน หยุดการทำงานของอุปกรณ์ทางชุดคอนเดนซิ่งยูนิตทั้งหมด แต่ในขณะเดียวกันมอเตอร์พัดลมของชุดคอยส์เย็นจะยังคงทำงานตามปกติอยู่ จนกว่าอุณหภูมิของอากาศภายในห้องสูงขึ้น จนทำให้หน้าสัมผัสของเทอร์โมสตัตต่ออีกครั้งหนึ่ง ก็จะมีไฟจ่ายเข้าไปที่คอยส์ของแมกเนติกคอนแทกเตอร์ อุปกรณ์ทางชุดคอนเดนซิ่งก็จะเริ่มทำงานใหม่



รูปที่ 2.13 วงจรควบคุมเครื่องปรับอากาศแบบ เปิด-ปิด

2.8.2) ระบบเครื่องปรับอากาศที่ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์โดยใช้อินเวอร์เตอร์

ระบบอินเวอร์เตอร์จะมีไมโครคอมพิวเตอร์ตรวจสอบอุณหภูมิภายในและภายนอก แล้วเลือกการทำงานเองว่าจะต้องทำความเย็นให้แก่อากาศภายในห้อง ส่วนการควบคุมอุณหภูมิภายในห้องจะทำโดยการเปลี่ยนค่าความถี่ของไฟฟ้าที่ป้อนให้มอเตอร์คอมเพรสเซอร์ก็จะลดลงด้วย

ขณะที่ระบบเริ่มทำความเย็น เครื่องปรับอากาศจะทำงานเต็มที่ จะทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์สูง ทำให้อากาศภายในห้องเย็นลงอย่างรวดเร็วและเมื่ออุณหภูมิของห้องลดลงใกล้กับระดับอุณหภูมิที่ปรับตั้งไว้ ความถี่ไฟฟ้าที่ป้อนเข้ามอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะลดลงเรื่อย ๆ อันเป็นการทำงานอยู่ที่ระดับกำลังต่ำ การควบคุมอุณหภูมิโดยวิธีนี้ นอกจากจะเป็นการประหยัดไฟฟ้าแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

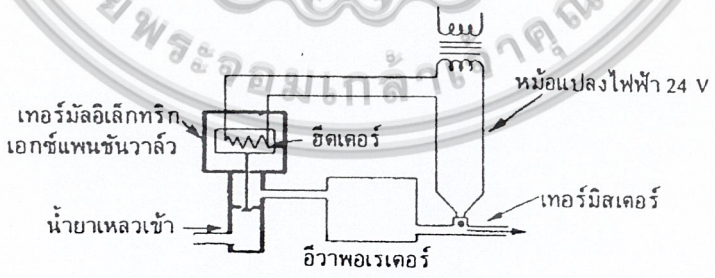
อุณหภูมิของอากาศในห้องก็เกือบจะคงที่ตามที่ปรับตั้งไว้ เพราะมอเตอร์คอมเพรสเซอร์จะทำงานอยู่ตลอดเวลาด้วยความเร็วรอบที่ช้าลง ซึ่งต่างจากระบบที่ใช้เทอร์โมสตัดเป็นตัวควบคุมหยุดการทำงานของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ เมื่ออุณหภูมิของอากาศภายในห้องลดต่ำลงถึงเกณฑ์ปรับตั้งไว้ และมีช่วงอุณหภูมิพักเครื่องซึ่งจะมีค่าอุณหภูมิแตกต่างกันอยู่บ้างระหว่างจุดที่มอเตอร์คอมเพรสเซอร์หยุดการทำงานและจุดที่เริ่มการทำงาน

ในขณะที่ความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ลดลง การดูดอัดน้ำยาของคอมเพรสเซอร์ในระบบก็น้อยลงด้วย เท่ากับเป็นการลดการทำความเย็นของเครื่องลง ดังนั้นเครื่องปรับอากาศระบบอินเวอร์เตอร์นี้จึงไม่สามารถใช้เทอร์โมสแตติกเอกซ์แพนชันวาล์วธรรมดาได้ แต่ต้องใช้เทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชันวาล์วแทน

รูปที่ 2.14 แสดงกราฟแสดงความแตกต่างของการทำงาน
ระหว่างเครื่องปรับอากาศแบบธรรมดาและแบบอินเวอร์เตอร์

2.8.3) หลักการของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชันวาล์ว

เทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชันวาล์วมีหลักการควบคุมลิ้นปรับอัตราการไหลของน้ำยาอย่างง่าย ๆ ด้วยการปรับเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้า ถ้าแรงดันไฟฟ้าที่ผ่านเข้าฮีตเตอร์ลดลง ลิ้นของเอกซ์แพนชันวาล์วจะปิดแคบลง เป็นการลดการไหลของน้ำยาด้วย



รูปที่ 2.15 หลักการทำงานของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชั่นวาล์ว

การเปลี่ยนค่าแรงดันไฟฟ้าให้เพิ่มขึ้นหรือลดลงจะทำได้โดยเทอร์มิสเตอร์หรือตัวรับสัมผัสทั้งอุณหภูมิแรงดัน และปริมาณการไหลของน้ำยา การทำงานของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอ็กซ์แพนชันวาล์ว

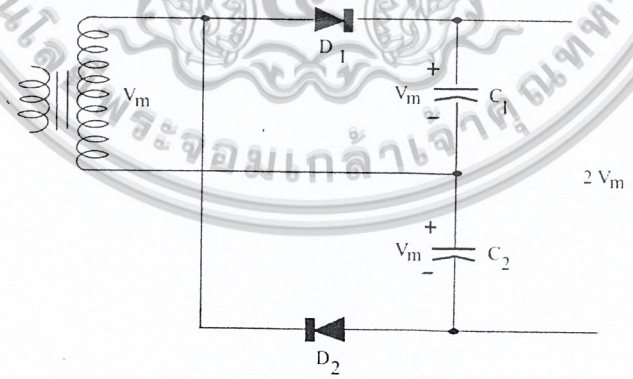
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถเปลี่ยนการควบคุมจากเทอร์มิสเตอร์อันหนึ่งไปยังเทอร์มิสเตอร์ตัวอื่น ตามแต่ไมโครคอมพิวเตอร์จะสั่งการเลือกควบคุมจากเทอร์มิสเตอร์ใด

เมื่อลิ้นของเทอร์มัลอิเล็กทริกเอกซ์แพนชันวาล์วถูกใช้ให้ควบคุมอุณหภูมิซูเปอร์ฮีตของน้ำยาที่ท่อซักชั่น เพื่อรับสัมผัสอุณหภูมิซูเปอร์ฮีตของน้ำยาโดยตรง เทอร์มิสเตอร์จะต้องเป็นอนุกรมอยู่กับฮีตเตอร์ เมื่ออุณหภูมิของน้ำยาที่ท่อซักชั่นเปลี่ยนแปลง ค่าความต้านทานของเทอร์มิสเตอร์จะเปลี่ยนแปลงตาม ทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ป้อนเข้าฮีตเตอร์เพิ่มขึ้นหรือลดลงตามค่าความเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิซูเปอร์ฮีตของน้ำยา ซึ่งจะทำให้ลิ้นของเทอร์มันอิเล็กทริกเอกซ์แพนชันวาล์วเปิดกว้างหรือปิดแคบได้ การติดตั้งตำแหน่งเทอร์มิสเตอร์ที่ท่อซักชั่น สามารถเลื่อนตำแหน่งควบคุมได้โดยการติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ให้มากเกินกว่าหนึ่งตัวและกำหนดเลือกใช้ค่าการรับสัมผัสจากตัวใดก็ได้ หรือสามารถเปลี่ยนแปลงค่าการปรับอัตราการไหลของน้ำยาให้เหมาะกับขนาดเครื่องทำความเย็นที่เปลี่ยนแปลงได้นั่นเอง นอกจากนี้ตำแหน่งติดตั้งเทอร์มิสเตอร์ยังสามรถใช้ควบคุมระดับน้ำยาเหลวในแอกคิวมูเลเตอร์ด้วยการควบคุมน้ำยาในสถานะแก๊สที่ถูกดูดกลับเข้ายังคอมเพรสเซอร์อีกด้วย

2.9) วงจรเรียงกระแสแรงดันสองเท่าชนิดเฟสเดียว (Full wave voltage doubler)

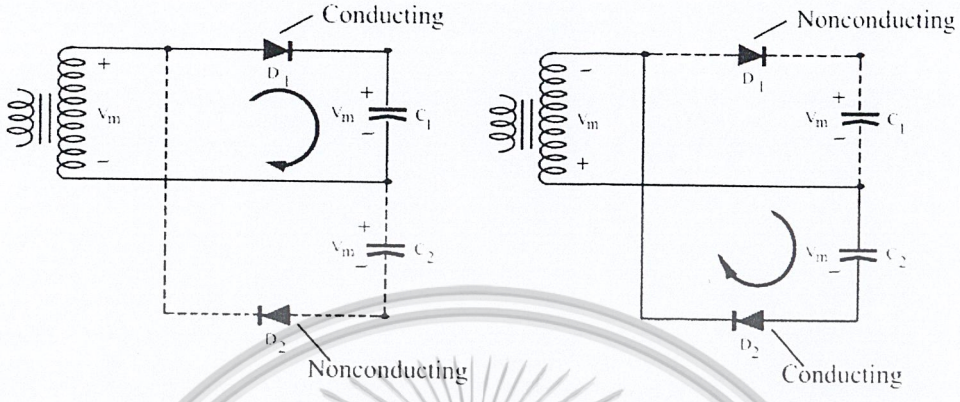
วงจรเรียงกระแสส่วนใหญ่ขนาดของแรงดันในสายกำลังมักจะมีขนาดเพียงพอต่อการสร้างไฟตรงทางด้านขาออก ที่สำคัญกว่านั้นเครื่องมือบางประเภทเราอาจต้องการให้สามารถใช้งานได้ที่แรงดันของแหล่งจ่ายสองระดับ ดังนั้นเราจึงนำวงจรเรียงกระแสแบบแรงดันสองเท่า มาใช้งานเพื่อหลีกเลี่ยงการใช้หม้อแปลงเปลี่ยนระดับแรงดัน



รูปที่ 2.16 วงจรเรียงกระแสแรงดันสองเท่าชนิดเฟสเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.16 ผลการทำงานจะได้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่า 2 V_m ที่ด้านเอาท์พุต โดยมีหลักการทำงานดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 การทำงานของวงจร Full - wave voltage doubler circuit

จากรูปที่ 2.17 ด้านซ้าย ในขณะที่ด้านบนของขดลวดทุติยภูมิเป็นบวก (+) จะทำให้ไดโอด D1 ได้รับแรงดันไบแอสไปหน้า ไดโอด D1 จึงทำงานและมีผลให้ตัวเก็บประจุ C1 จะเก็บประจุไว้มีค่าเท่ากับ V_m ในขณะที่ไดโอด D2 จะหยุดทำงาน ในครึ่งไซเกิลลบ (Negative half-cycle)

ต่อมาตามรูปที่ 2.17 ด้านขวา เมื่อด้านบนของขดลวดทุติยภูมิเป็นลบ (-) จะทำให้ไดโอด D1 ได้รับแรงดันไบแอสย้อนกลับ ไดโอด D1 จึงหยุดทำงาน แต่ขณะนี้ไดโอด D2 ได้รับแรงดันไบแอสไปหน้าไดโอด D2 จึงทำงานและมีผลให้ตัวเก็บประจุ C2 จะเก็บประจุไว้มีค่าเท่ากับ V_m ดังนั้นเมื่อนำรวมค่าแรงดันไฟฟ้าที่ตัวเก็บประจุ C1 และตัวเก็บประจุ C2 เป็นแรงดันไฟฟ้าเอาท์พุต จึงมีค่าเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่มีค่าเท่ากับ 2 V_m พร้อมจ่ายให้กับโหลด (Load) ต่อไป

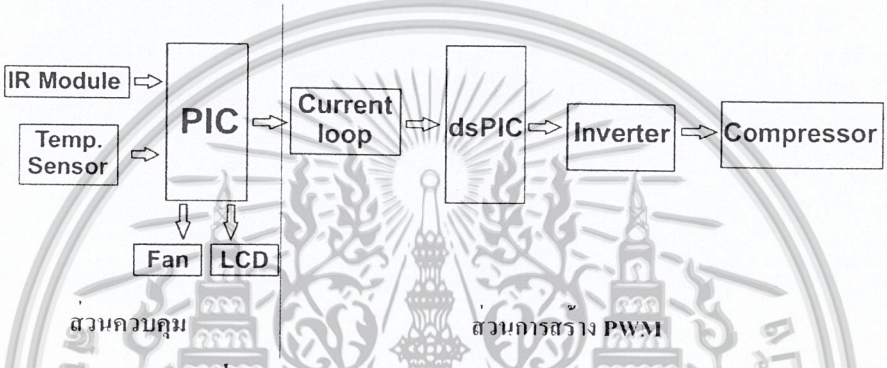
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
หลักการทำงานและการออกแบบ

3.1) โครงสร้างโดยรวม

จะประกอบด้วย 2 ส่วนใหญ่ ๆ คือ

- ส่วนวงจรควบคุม
- ส่วนวงจรสร้างสัญญาณ PWM



รูปที่ 3.1 Block diagram หลักการทำงานของระบบ

3.2) หลักการทำงาน

3.2.1) วงจรควบคุม

ในส่วนวงจรควบคุมจะทำหน้าที่รับข้อมูลคำสั่งจากรีโมทคอนโทรลและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิห้อง โดยนำข้อมูลที่ได้จากรีโมทมาถอดรหัสสัญญาณว่าผู้ใช้ต้องการอุณหภูมิเท่าไหร่ โหมดการทำงานอย่างไร แล้วนำมาประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC แสดงผลอุณหภูมิรีโมท อุณหภูมิห้อง และโหมดการทำงานผ่านจอ LCD และในโปรแกรมยังทำการเปรียบเทียบค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ในรีโมทกับค่าอุณหภูมิห้อง เพื่อส่งค่าคำสั่งเพิ่ม ลด และหยุด ไปยังส่วนการสร้าง PWM (dsPIC) โดยส่งผ่านวงจร Current loop เพื่อสั่งให้ส่วนการสร้าง PWM ทำการเพิ่มความถี่ ลดความถี่ หรือปิดการทำงานของมอเตอร์

3.2.2) วงจรสร้างสัญญาณ PWM

ส่วนของวงจรการสร้างสัญญาณ PWM นี้ ทำหน้าที่รับค่าความถี่ที่มีการเปลี่ยนแปลงเนื่องจากการเปรียบเทียบอุณหภูมิจาก PIC เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC โดยใช้การส่งสัญญาณแบบ Current loop เพื่อทำการสร้างสัญญาณ PWM โดยในการสร้างสัญญาณ PWM นั้นใช้ค่าความถี่ไซน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

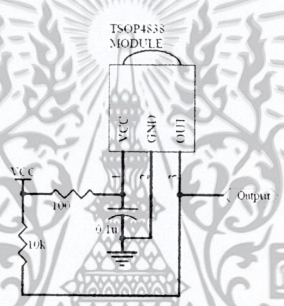
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ในช่วงตั้งแต่ 21Hz-50Hz และใช้สัญญาณสามเหลี่ยมที่มีความถี่ขนาด 10kHz (ใช้หลักการ การสร้าง สัญญาณ PWM) หลังจากนั้นนำสัญญาณ PWM นี้ไปควบคุมวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ แล้วนำไฟฟ้ากระแสสลับไปใช้ในการขับมอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟสซึ่งอยู่ภายในคอมเพรสเซอร์ทำให้มอเตอร์หมุนด้วยความถี่ไซน์ในช่วง 21Hz-50Hz

3.3) ส่วนวงจรควบคุม

3.3.1) วงจรรับข้อมูลจากรีโมท

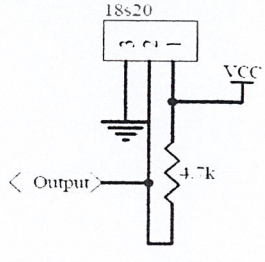
Photo module เป็นอุปกรณ์ที่ใช้แยกคลื่นพาหะ 38 kHz ของ Remote control แล้วจะได้สัญญาณ Digital ไปใช้งาน โดยการตรวจจับสัญญาณจากการSampling สัญญาณ หรือ ดูได้จาก Oscilloscope



รูปที่ 3.2 วงจรรับข้อมูลจากรีโมท

3.3.2) การออกแบบวงจรวัดอุณหภูมิ

ใช้เซนเซอร์วัดอุณหภูมิเบอร์ DS18S20 ซึ่งมีระบบการสื่อสารข้อมูลอนุกรมแบบหนึ่งสาย ใช้จำนวนสายสัญญาณเพียง 1 เส้นเท่านั้น ส่วนค่าของข้อมูลจะพิจารณาจากลักษณะของรูปสัญญาณที่ปรากฏบนสายสัญญาณในแต่ละช่องของเวลาซึ่งเรียกว่า ไทม์สล็อต (Time Slot) รูปแบบการถ่ายทอด ข้อมูลจะเป็นแบบอะซิงโครนัสในระดับบิต DS18S20 ใช้ได้ในระยะไกลและมีความแม่นยำของค่าที่วัดได้มีระดับความผิดพลาดที่ 0.5 องศา วัดอุณหภูมิแบบดิจิตอล สามารถวัดอุณหภูมิเป็นหน่วยองศา C ในช่วง -55C ถึง 125 C

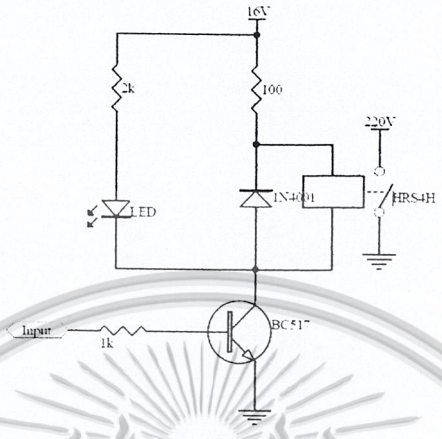


รูปที่ 3.3 วงจรวัดอุณหภูมิ

119169
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

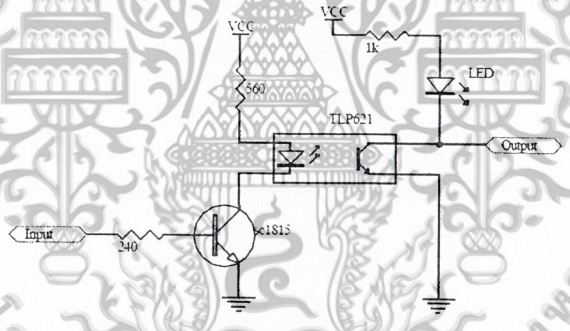
3.3.3) การออกแบบวงจรขับรีเลย์

วงจรนี้ใช้ในการควบคุมการทำงานของมอเตอร์พัดลม โดยจะใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC517 ในการขับรีเลย์



รูปที่ 3.4 วงจรขับรีเลย์

3.4) วงจร Current Loop



รูปที่ 3.5 วงจร Current Loop

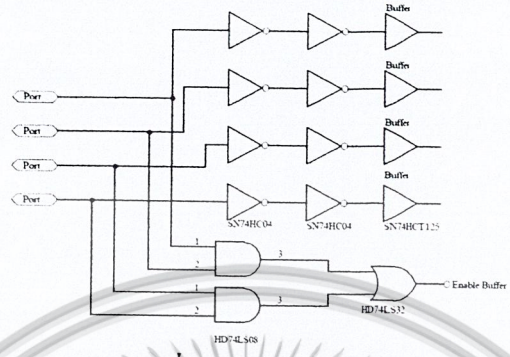
เป็นวงจรในการส่งสัญญาณจากไมโครโพรเซสเซอร์ไปยังส่วนวงจร PWM จะทำงานดังนี้คือ เมื่อ Input มีค่าเป็น High จะมีการส่งกระแสจากทรานซิสเตอร์ไปที่ Opto-Isolator เมื่อ Opto-Isolator มีแรงดันตกคร่อม 1.2 V ก็จะทำให้ LED ใน Opto-Isolator ทำงาน จะมีผลให้ทรานซิสเตอร์ที่อยู่ใน Opto-Isolator ทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5) ส่วนวงจรสร้างสัญญาณ PWM

3.5.1) วงจร Protection

เป็นวงจรที่ใช้ตรวจสอบการทำงานของ สัญญาณ PWM หลังเอาท์พุทของ dsPIC

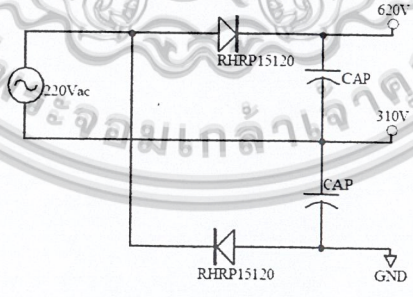


รูปที่ 3.6 วงจร Protection

จากรูป ใช้ AND Gate ในการตรวจสอบสถานะของสัญญาณ โดยการทำงานของสัญญาณ PWM 1 ขา High และ Low จะสลับกันทำงาน คนละช่วงเวลา โดยจะต้องไม่ทับซ้อนกันและ PWM 2 ก็ใช้หลักการเดียวกัน โดย AND Gate จะเป็นตัวตรวจสอบการทำงานของสัญญาณ และ ส่งไปยัง OR Gate ถ้า OR Gate ทำงานเป็น Low ทำให้บัฟเฟอร์ทำงาน ถ้าเป็นเช่นนี้วงจรจะส่งสัญญาณต่อไป แต่ถ้า OR Gate ทำงานเป็น High บัฟเฟอร์จะไม่ทำงาน ทำให้วงจรไม่มีสัญญาณที่ทางออก ซึ่งเป็นการป้องกันการลัดวงจรของสัญญาณ

ในส่วนของ NOT Gate นั้นจะเป็นเรื่องของ Delay time ทำให้สัญญาณเกิดการหน่วงเพื่อให้มีการตรวจสอบสัญญาณว่าถูกต้องหรือไม่ ก่อนที่จะส่งสัญญาณไปยังส่วนต่อไป

3.5.2) วงจรเรียงกระแสแบบแรงดันสองเท่าชนิดเฟสเดียว



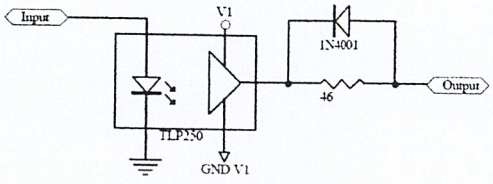
รูปที่ 3.7 วงจรเรียงกระแสแรงดันสองเท่าเฟสเดียว

เป็นวงจรเพิ่มแรงดันเป็นสองเท่า โดยจากรูป เมื่อแรงดัน V_{ac} เป็นช่วงบวกไดโอดตัวบน จะทำงานส่วน ไดโอดตัวล่าง จะไม่ทำงาน เกิดกระแส I ไหลไปเก็บประจุที่ C ตัวบน เมื่อแรงดัน V_{ac}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นช่วงลบไดโอดตัวล่าง จะทำงาน ส่วน ไดโอดตัวบน จะไม่ทำงาน จะมีกระแส I ไหลไปเก็บประจุที่ C ตัวล่าง จะเห็นได้ว่า แรงดันที่ตกคร่อม ตัวเก็บประจุทั้งสอง จะมีค่าเท่ากับ $2V_{dc}$

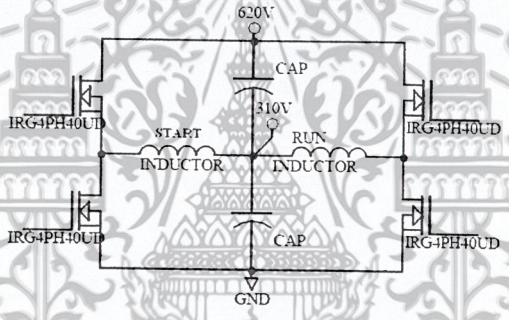
3.5.3) วงจรภาคขับสวิทซ์



รูปที่ 3.8 วงจรขับสวิทซ์

ใช้ Opto Isolate เบอร์ TLP250 ควบคุมการทำงานของ IGBT โดย Opto Isolate ทั้งสี่ตัวได้แยกกราวและไฟเลี้ยงออกจากกันโดยสิ้นเชิง ส่วนตัวต้านทานที่ขา G นั้นใส่ไว้เพื่อลดการ Shoot ของสัญญาณ และที่ต้องมีไดโอดคร่อม ก็เพราะ ลดค่า Time constant ของ C ที่ขาเกท และ R ลง

3.5.4) วงจร อินเวอร์เตอร์



รูปที่ 3.9 วงจรอินเวอร์เตอร์

ในส่วนของวงจรนี้ จะใช้การต่อ IGBT แบบ Half-Bridge Inverter เพื่อควบคุมมอเตอร์หนึ่งเฟส ซึ่งจะเห็นว่ามี IGBT ในวงจร ทั้งหมด 4 ตัว และถูกแบ่งเป็น สองกิ่ง ซึ่งสองกิ่งนี้จะทำงานแยกกันโดยสิ้นเชิง และ ในการสวิทซ์ นั้น ตัวบนและตัวล่างจะทำงานสลับกันเสมอ ซึ่งจะไม่มีทางทำงานพร้อมกันเด็ดขาด และถ้าเปรียบเทียบ การสวิทซ์ของทั้งสองกิ่งนั้นจะพบว่า ทั้งสองกิ่งสวิทซ์ต่างกันเป็นมุม 90 องศาเสมอ โดยกิ่งที่ต่ออยู่กับ ขดสตาร์ท จะมีมุมเฟส นำ ขดรัน อยู่ตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

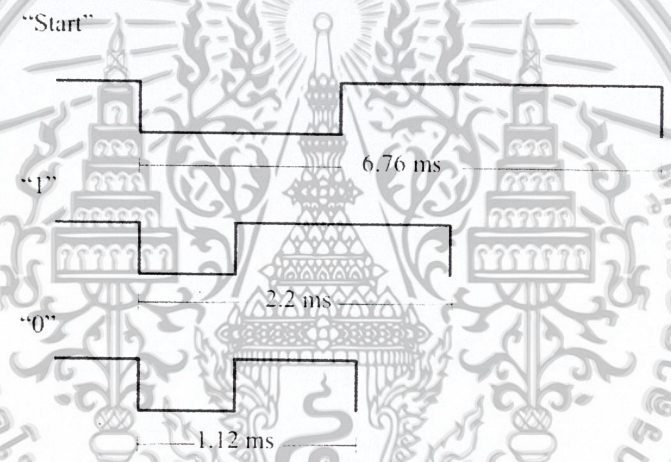
บทที่ 4
การออกแบบโปรแกรม

การออกแบบโปรแกรมแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนควบคุม และ ส่วนสร้างสัญญาณ PWM

4.1) ส่วนควบคุม

โปรแกรมส่วนนี้จะทำหน้าที่รับข้อมูลคำสั่งต่างๆ เช่น เปิด/ปิด อุณหภูมิ โหมดการทำงาน ความแรงพัดลม จากรีโมทคอนโทรล แสดงผลผ่านจอแอลซีดี(LCD) และส่งคำสั่งไปควบคุมส่วนวงจรสร้างสัญญาณ PWM ให้เพิ่มและลดความถี่ในการขับคอมเพรสเซอร์ โดยจะประมวลผลที่ได้จากการวัดอุณหภูมิห้องเทียบกับอุณหภูมิที่ตั้งไว้

ในการคำนวณเวลาในการนับ Code Remote



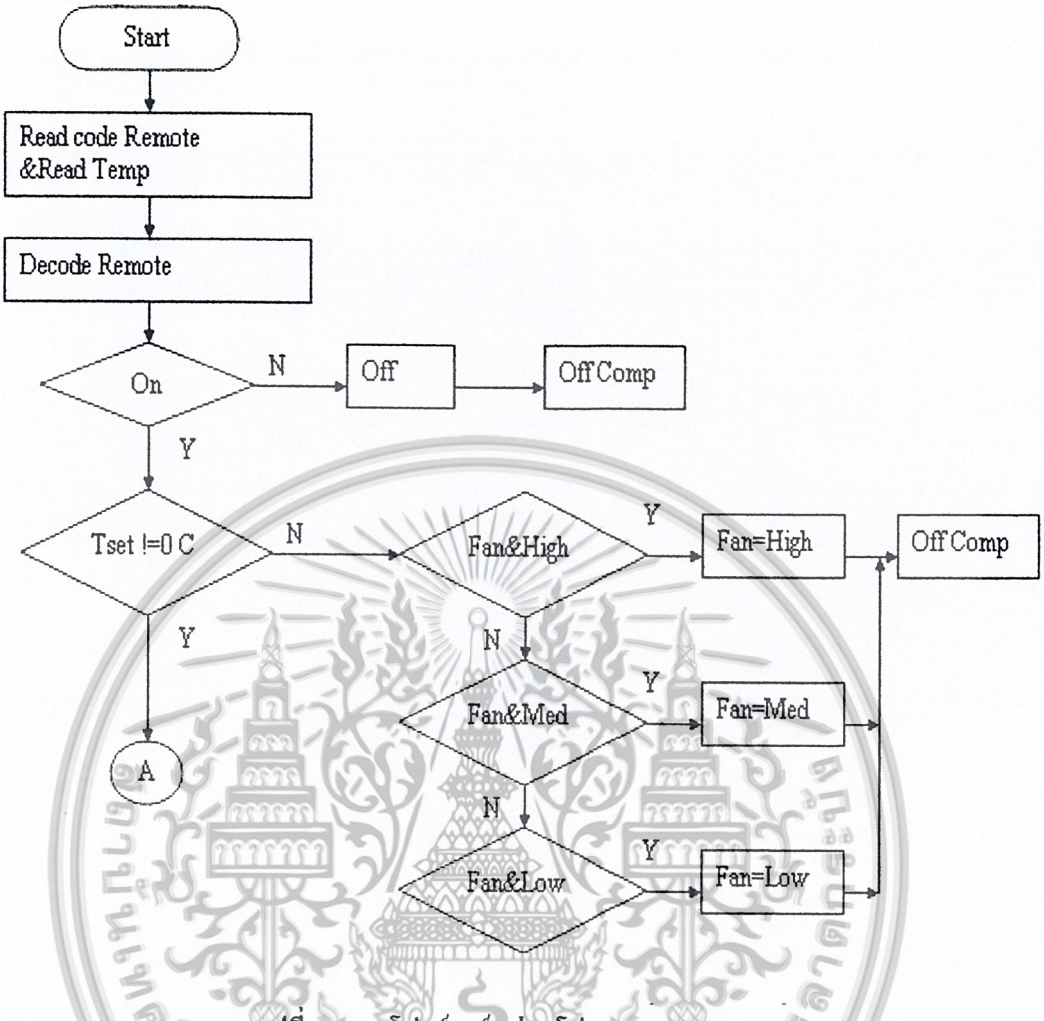
$$t = \frac{1}{f \times 4 \times 128}; f = 12MHz$$

$$t = 42.67us$$

ตารางที่ 4.1 แสดงการค่าโหมดการทำงาน

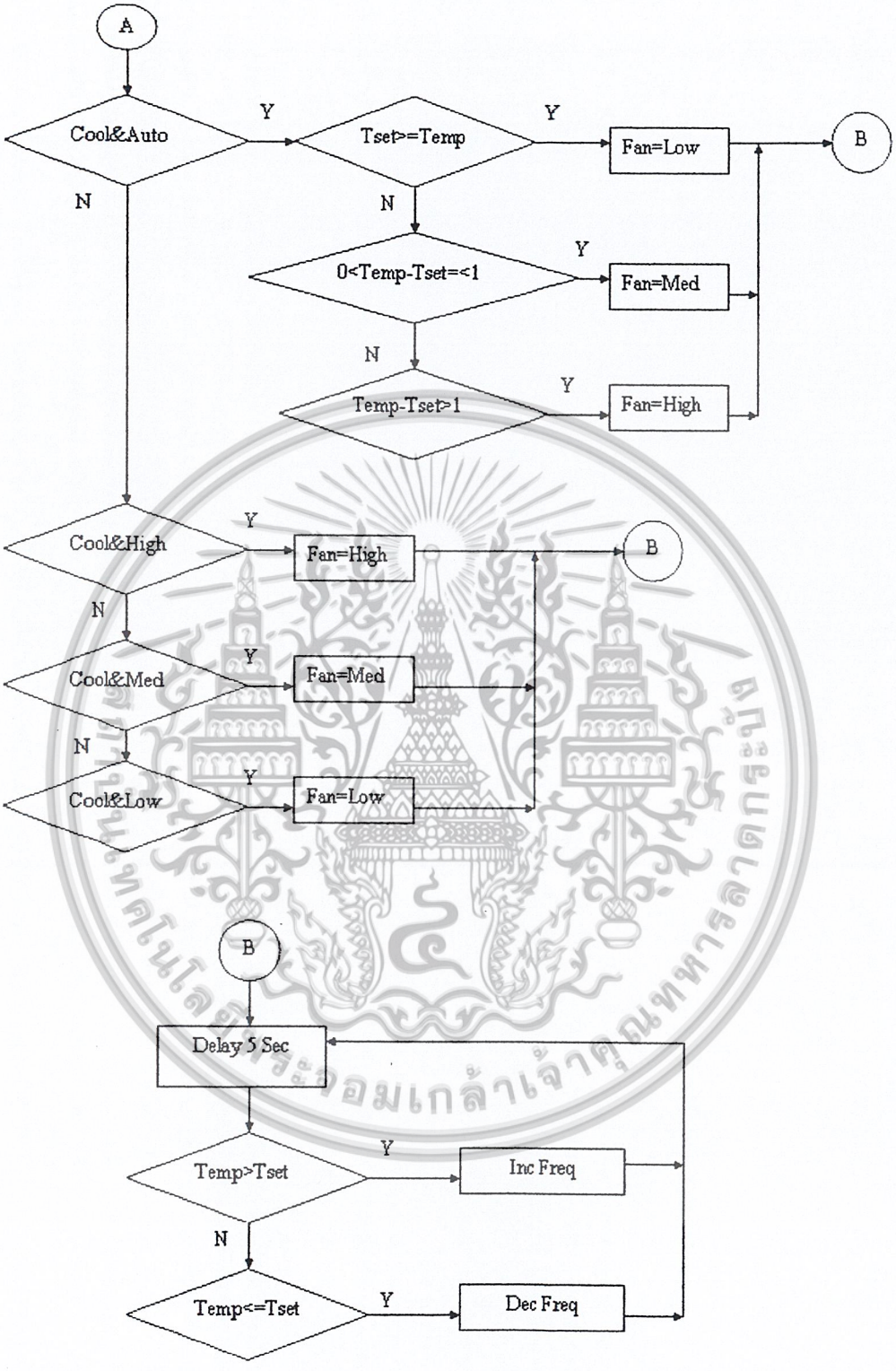
mode	T(us)	T/t (ครั้ง)	+Error(200us)	-Error(200us)	Average
Start	6760	158.43	163.11	153.74	-
1	2200	51.56	56.25	46.87	38.9
0	1120	26.25	30.94	21.56	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 (ก) โฟลว์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 4.1 (ข) โฟลว์ชาร์ตส่วนโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2) ส่วนสร้างสัญญาณ PWM

4.2.1) การอ้างอิงไลบรารี ของคำสั่งที่ใช้ใน ภาษา ซี

ในการเขียนโปรแกรมให้ทำงานได้นั้นจำเป็นจะต้องใช้ชุดคำสั่งต่างๆ โดยชุดคำสั่งนั้นได้ถูกแบ่งแยกตามชนิดและรวมไว้ให้เป็น ไลบรารี ในภาษาซี ในส่วนของโปรแกรมนี้จะให้ ไลบรารี ที่ชื่อว่า #include <p30F4011.h> , #include <ports.h> , #include <stdio.h> , #include <math.h> และ #include <pwm.h>

4.2.2) การใช้งาน Module MCPWM

ในส่วนของโปรแกรมนั้นจะใช้ module ในตัว dsPIC ที่ชื่อว่า MCPWM ในการสร้างสัญญาณ PWM ของโปรแกรม และจะใช้คำสั่งต่างๆ ดังนี้ SetMCPWMDeadTimeGeneration , ConfigIntMCPWM , SetMCPWMFaultA , OpenMCPWM และ SetDCMCPWM

4.2.3) Input / Output

ในส่วนของการสร้างสัญญาณ PWM นี้จะได้รับสัญญาณ Input มาจากส่วนควบคุม โดยสัญญาณที่ส่งมาจะมีทั้งหมด 5 เส้น โดยมี สัญญาณข้อมูล 4 เส้น และอีก 1 เส้น เป็นสัญญาณอินเทอร์รัป ดังรูป

รูปที่ 4.2 แสดงสัญญาณ input

จากรูปจะเห็นได้ว่าเมื่อมี อินเทอร์รัป ครั้งแรก ข้อมูลที่ได้ จะเป็น 1101 และเมื่อมี อินเทอร์รัป ครั้งที่ สอง ข้อมูลที่ได้จะเป็น 1110

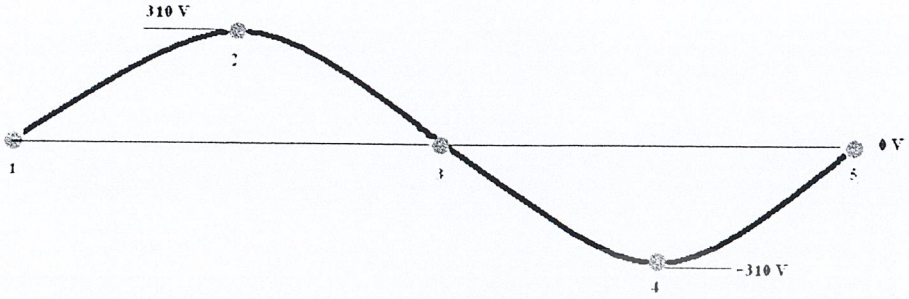
4.2.4) การคำนวณค่า ดิวตี้ไซเคิล ของสัญญาณ PWM

ในการคำนวณค่า ดิวตี้ไซเคิลนั้น จะใช้สมการ

$$Duty = 0.5 + \frac{V_{\sin}}{2V_{Peak}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการจะเห็นได้ว่า ค่าของดิวตี้ไซเคิล จะมีค่าตั้งแต่ 0.0 ถึง 1.0 เท่านั้น



จากกราฟ จะเห็นได้ว่า

ที่จุด 1 Vsin จะเท่ากับ 0V ดังนั้น ค่าดิวตี้ไซเคิล จะเท่ากับ 0.5

ที่จุด 2 Vsin จะเท่ากับ 310V ดังนั้น ค่าดิวตี้ไซเคิล จะเท่ากับ 1.0

ที่จุด 3 Vsin จะเท่ากับ 0V ดังนั้น ค่าดิวตี้ไซเคิล จะเท่ากับ 0.5

ที่จุด 4 Vsin จะเท่ากับ -310V ดังนั้น ค่าดิวตี้ไซเคิล จะเท่ากับ 0.0

ที่จุด 5 Vsin จะเท่ากับ 0V ดังนั้น ค่าดิวตี้ไซเคิล จะเท่ากับ 0.5

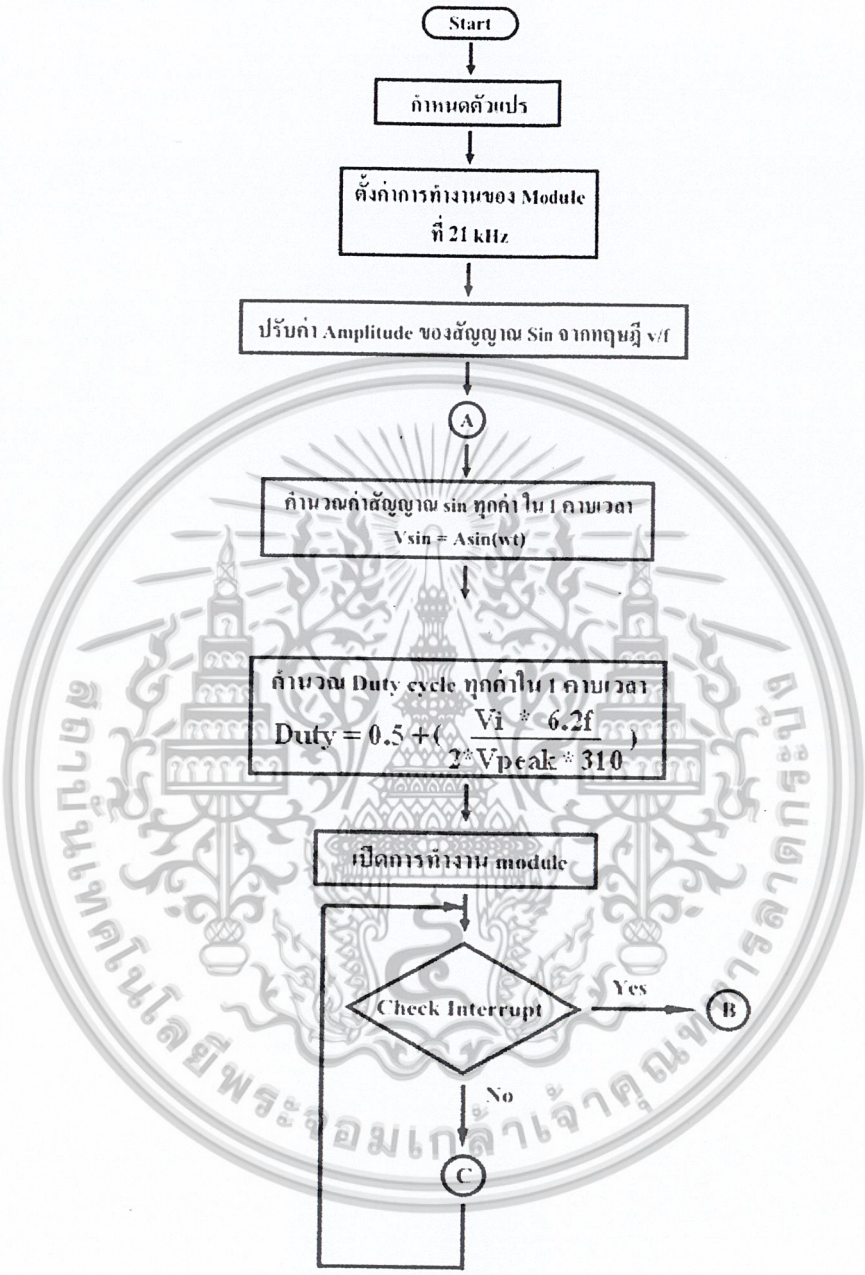
4.2.5) การคำนวณค่าเวลาที่ไว้ กำหนดในตัว Module PWM ของ dsPIC

จากทฤษฎี $\frac{V}{f} = K$ ดังนั้นจะได้ว่า $\frac{310}{50} = K = 6.2$ ซึ่งค่า K = 6.2 นี้จะเป็นอัตราส่วนที่ทำให้ แรงบิดมีค่าสูงสุด ที่ความถี่นั้นๆ ดังนั้นในการคำนวณจึงใช้สมการดังนี้

$$duty = 0.5 + \left(\frac{V_i}{2 \times V_{peak}} \times \frac{6.2f}{310}\right)$$

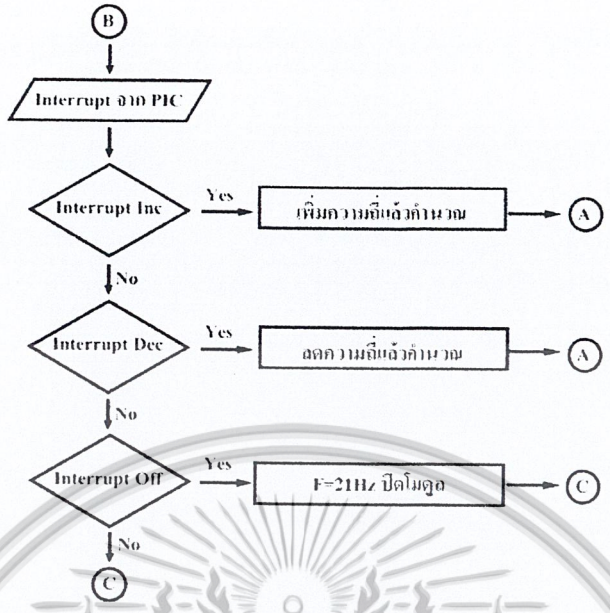
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.6) ขั้นตอนการทำงานของโปรแกรม

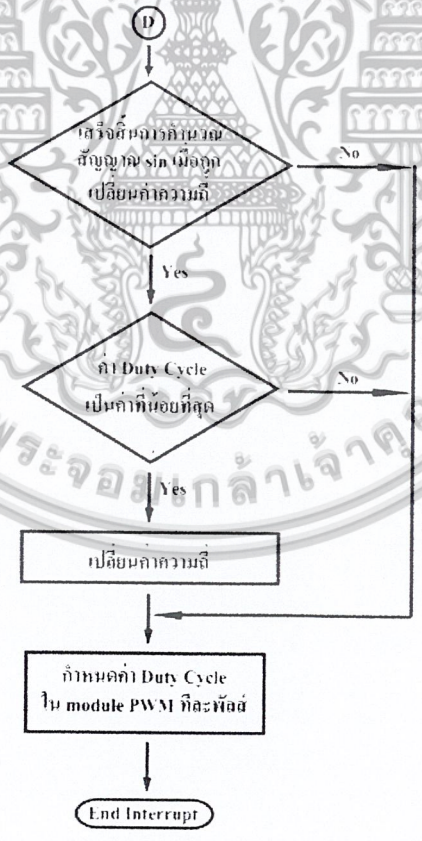


รูปที่ 4.3 (ก) โฟลว์ชาร์ตในส่วนโปรแกรมสร้าง PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.3 (ข) โฟลว์ชาร์ตในส่วนโปรแกรมสร้าง PWM ที่ f=21Hz



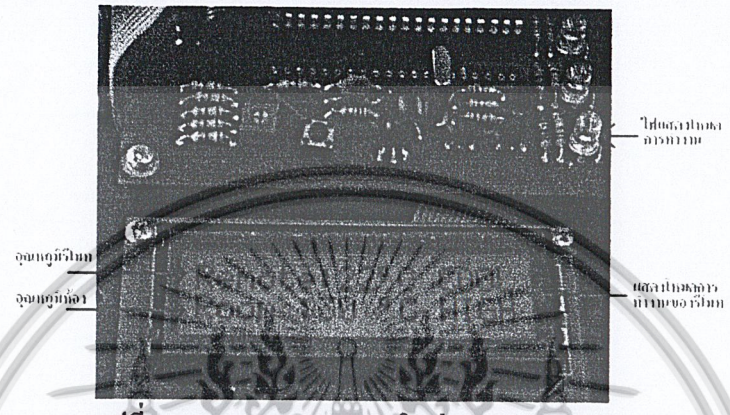
รูปที่ 4.4 โฟลว์ชาร์ตการอินเทอร์รัปในตัวของ Module

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

5.1) ผลการทดลองในส่วนการควบคุม



รูปที่ 5.1 แสดงผลการทดลองในส่วนของการควบคุม

ตารางที่ 5.1 แสดงผลการทำงานความเร็วของพัดลม

Set ค่า อุณหภูมิรีโมท ที่ 28 องศา

อุณหภูมิห้อง (องศา)	LED	โหมด
27	ขาว	Low
28	ขาว	Low
29	เขียว	Medium
30	แดง	High
31	แดง	High

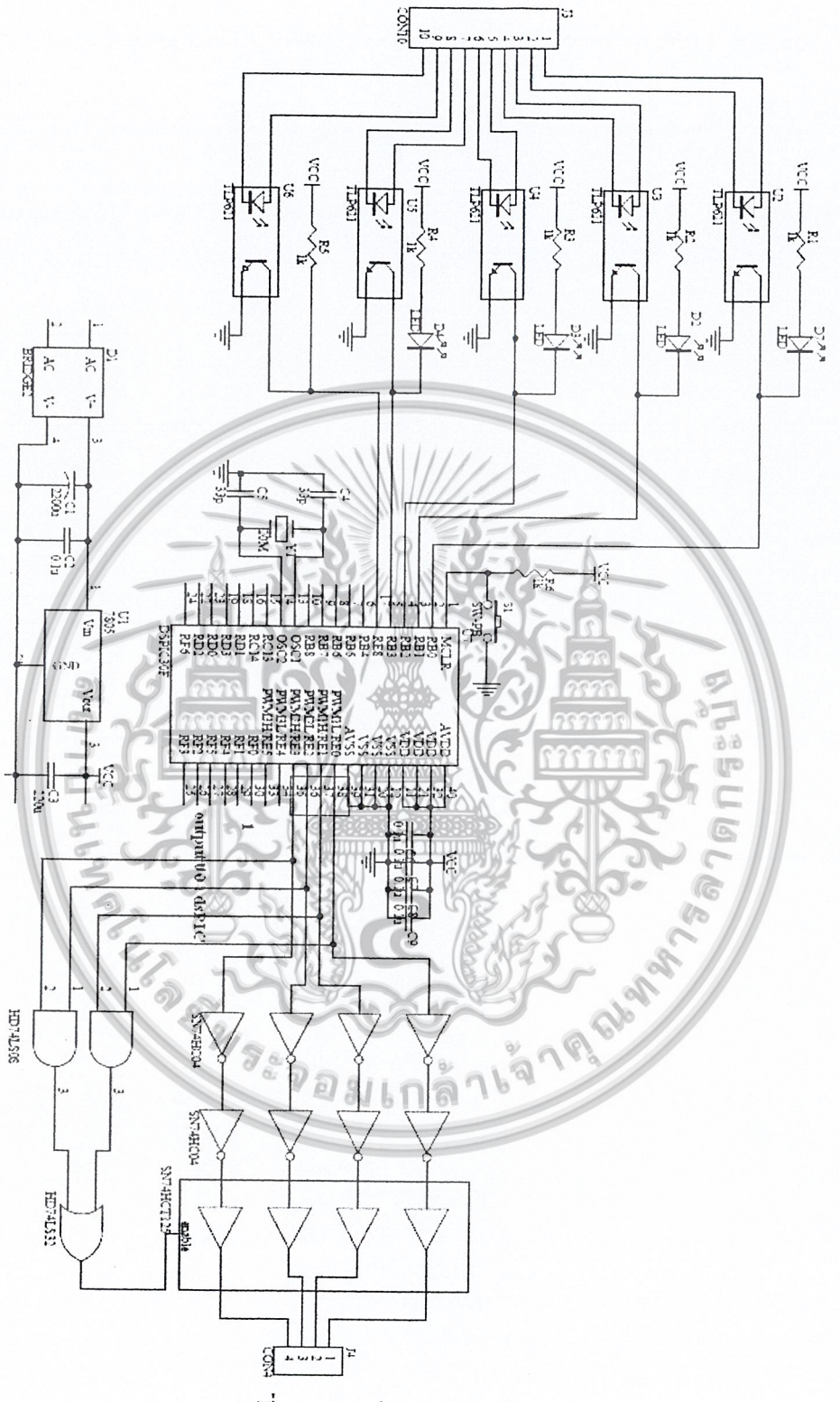
ซึ่งจากตาราง สามารถสรุปได้ว่า ค่าอุณหภูมิห้องเป็นตัวกำหนดโหมดการทำงานของพัดลมที่ความแรงต่าง ๆ โดยกำหนดค่าของรีโมทคงที่ จะได้ว่า

เมื่ออุณหภูมิห้องน้อยกว่าหรือเท่ากับอุณหภูมิรีโมท พัดลมจะทำงานในโหมด Low

เมื่ออุณหภูมิมากกว่าอุณหภูมิห้องอยู่ 1 องศา พัดลมจะทำงานในโหมด Medium

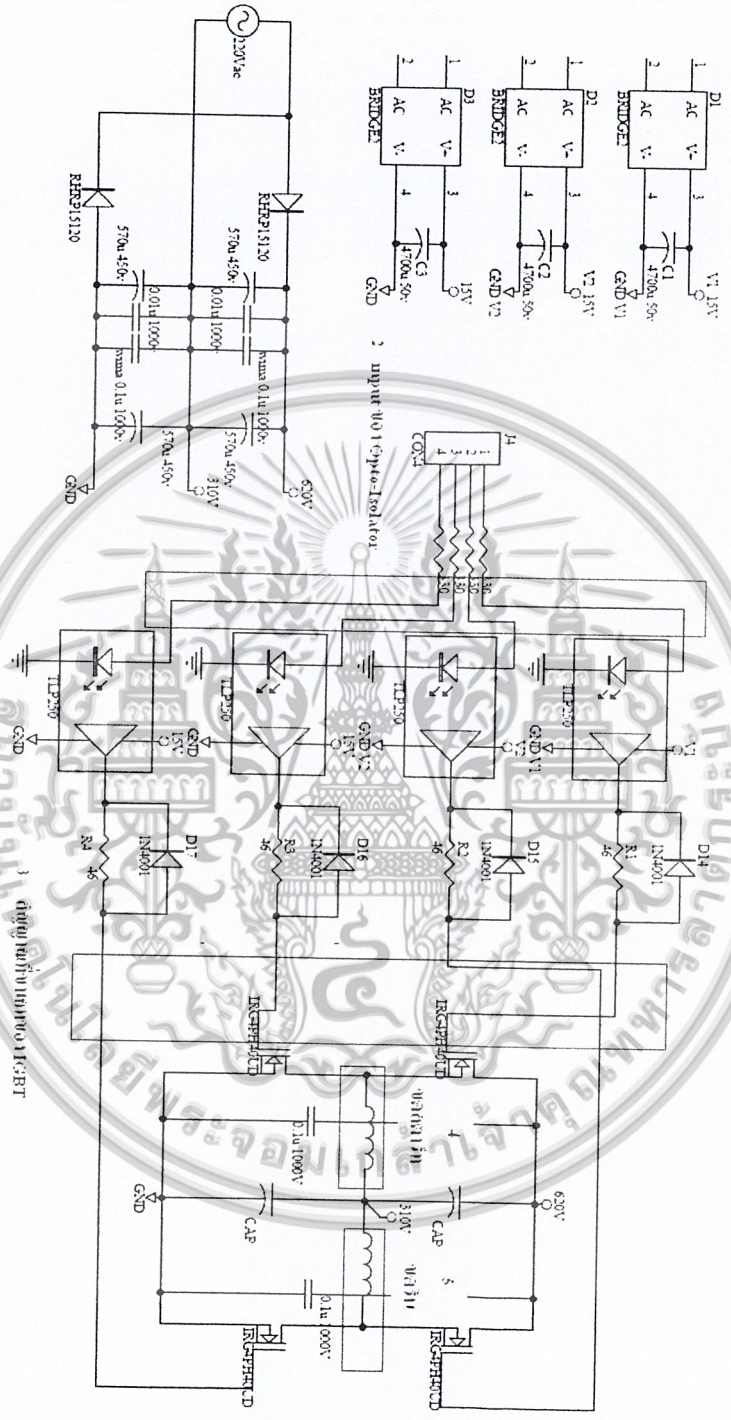
เมื่ออุณหภูมิมากกว่าอุณหภูมิห้องอยู่ 2 องศา พัดลมจะทำงานในโหมด High

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.2 วงจรส่วนการสร้างสัญญาณ PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.3 วงจรในส่วนอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

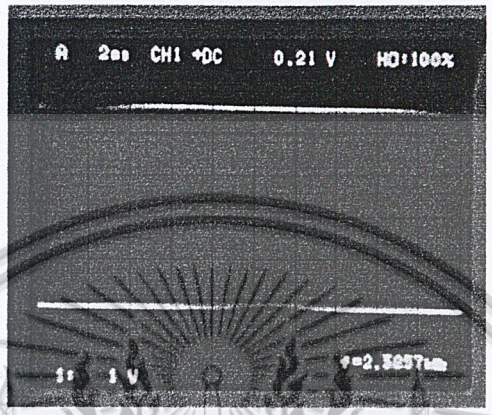
ในส่วนการสร้างสัญญาณ PWM นั้นได้รับข้อมูลจากตัวควบคุมเพื่อสั่งการให้ dsPIC สร้างสัญญาณ PWM ที่ความถี่ค่าต่าง ๆ โดยสร้างสัญญาณ PWM 1 High (ขา 38) , PWM 1 Low (ขา 37) และ PWM 2 High (ขา 36) , PWM 2 Low (ขา 35) *(หมายเลข 1 ของรูปที่ 5.2 และภาพสัญญาณรูปที่ 5.4-5.7)* สัญญาณที่ออกมาจากขาของ dsPIC จะเป็นพัลส์ (รูปที่ 5.4-5.7) เมื่อวัดเปรียบเทียบสัญญาณ PWM High-Low ที่กิ่งเดียวกัน รูปสัญญาณที่ได้จะทำงานตรงข้ามกัน (สัญญาณรูปที่ 5.8-5.9) และเมื่อวัดการเปรียบเทียบสัญญาณ High-High และ Low-Low ที่ต่างกิ่งกัน เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณ PWM โดยสัญญาณที่ออกมาจะต่างเฟสกันอยู่ 90 องศา (รูปที่ 5.10-5.11) แล้วทำการส่งข้อมูลต่อไปยังส่วน Opto-Isolator โดยสัญญาณที่อินพุทของ Opto-Isolator จะเป็นพัลส์ PWM โดยมีค่า Voltage เท่ากับค่า Voltage ที่คร่อมไดโอดภายใน Opto-Isolator *(หมายเลข 2 ของรูปที่ 5.3 สัญญาณรูปที่ 5.13-5.16)* แล้วส่งสัญญาณต่อไปยังขาเกทของ IGBT เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณที่ออกมาจาก Opto-Isolator แล้วนำไปควบคุมการสวิทซ์ของ IGBT *(หมายเลข 3 ของรูปที่ 5.3 รูปที่ 5.17-5.20)* เมื่อทำการวัดสัญญาณที่ขด Start *(หมายเลข 4 รูปที่ 5.3 สัญญาณรูปที่ 5.21-5.27)* และขด Run *(หมายเลข 5 รูปที่ 5.3)* โดยผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน สัญญาณที่ได้เป็นรูป Sin ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 21-50 Hz *(สัญญาณรูปที่ 5.28)* และเมื่อวัดสัญญาณโดยไม่ผ่านวงจรกรองความถี่สัญญาณจะเป็นพัลส์ ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบสัญญาณที่ขดสตาร์ทและขดรัน *(สัญญาณรูปที่ 5.29-5.33)* โดยสัญญาณที่ขดสตาร์ทจะมีเฟสนำขดรัน 90 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2) ผลการทดลองส่วนการสร้างสัญญาณ PWM

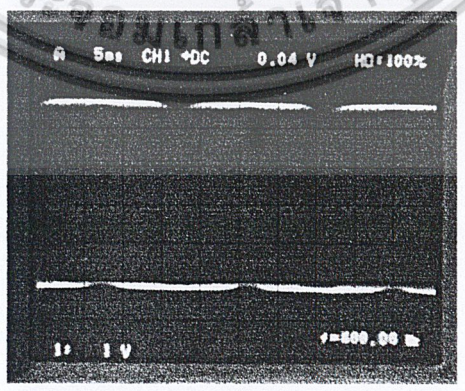
5.2.1) สัญญาณที่ขาออกของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC

รูปที่ 5.4-5.7 แสดงรูปสัญญาณ PWM ที่ขาออกของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC เพื่อเป็นการตรวจสอบรูปสัญญาณ PWM โดยการวัดที่ขา 35-38 ของ DSPIC30F จากรูปที่ 5.2



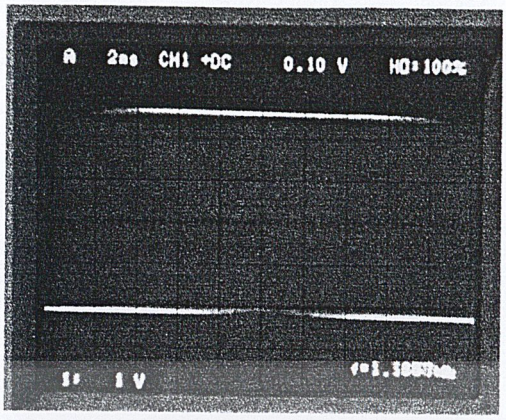
รูปที่ 5.4 (ก) แสดงภาพสัญญาณ PWM1 High (dsPIC ขา 38)

รูปที่ 5.4 (ข) แสงภาพขยายของสัญญาณ PWM1 High (dsPIC ขา 38)

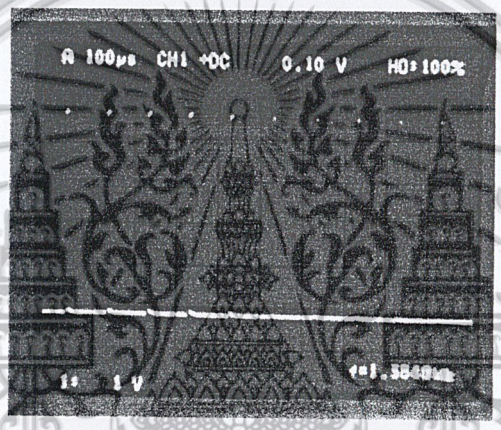


รูปที่ 5.4 (ค) แสดงภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM1 High (dsPIC ขา 38)

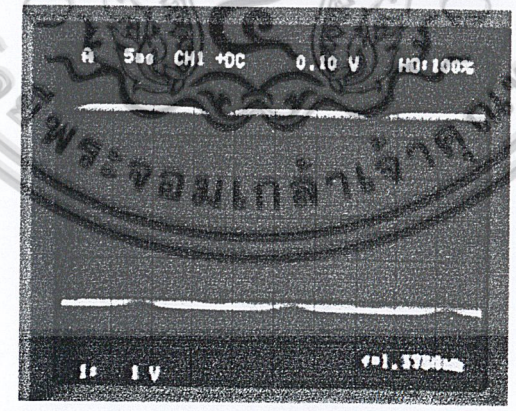
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.5 (ก) แสดงภาพสัญญาณ PWM 1 Low(dsPIC ขา 37)

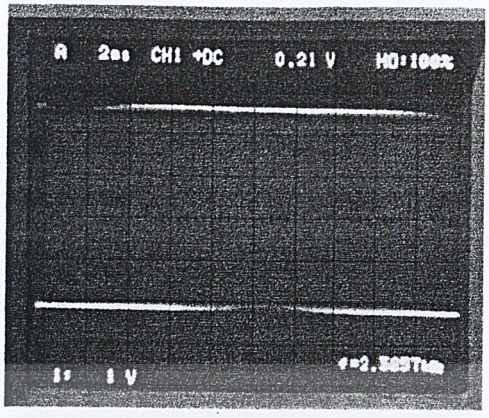


รูปที่ 5.5 (ข) แสดงภาพขยายของสัญญาณ PWM 1 Low (dsPIC ขา 37)

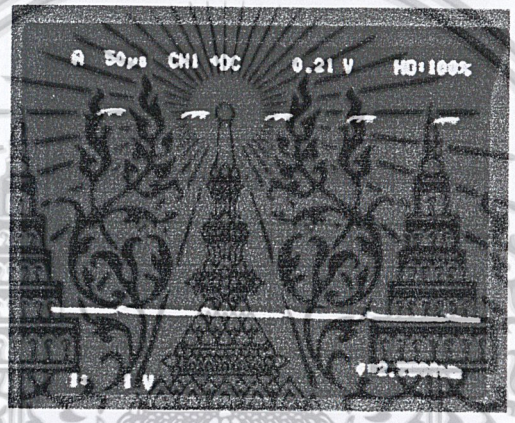


รูปที่ 5.5 (ค) แสดงภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 1 Low (dsPIC ขา 37)

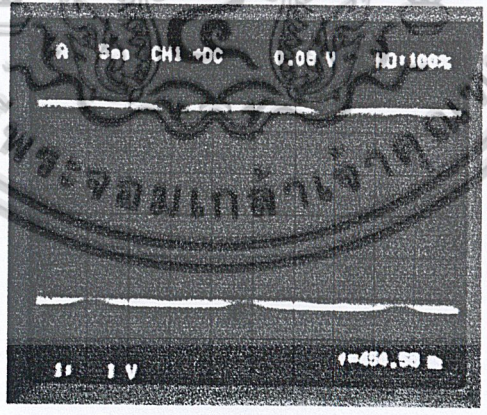
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 (ก) แสดงภาพสัญญาณ PWM 2 High (dsPIC ขา 36)

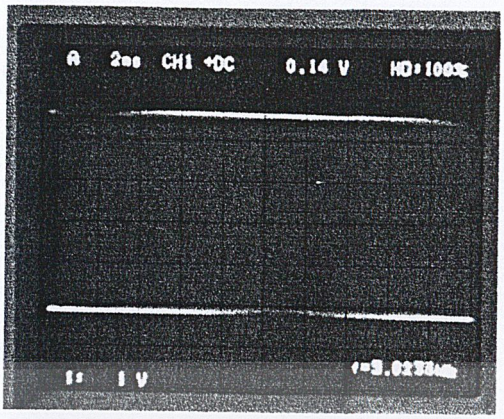


รูปที่ 5.6 (ข) แสดงภาพขยายของสัญญาณ PWM 2 High (dsPIC ขา 36)

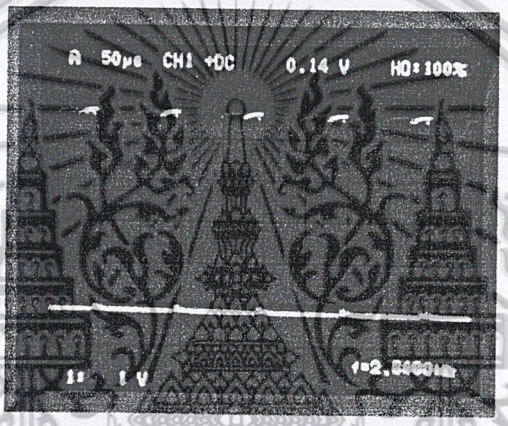


รูปที่ 5.6 (ค) แสดงภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 2 High (dsPIC ขา 36)

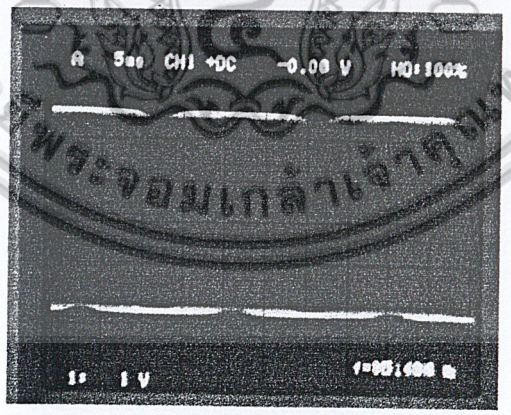
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 (ก) แสดงภาพสัญญาณ PWM 2 Low (dsPIC ขา 35)



รูปที่ 5.7 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM 2 Low (dsPIC ขา 35)

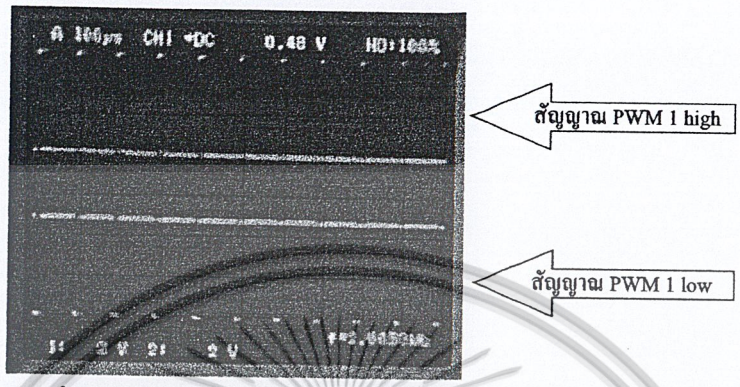


รูปที่ 5.7 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 2 Low (dsPIC ขา 35)

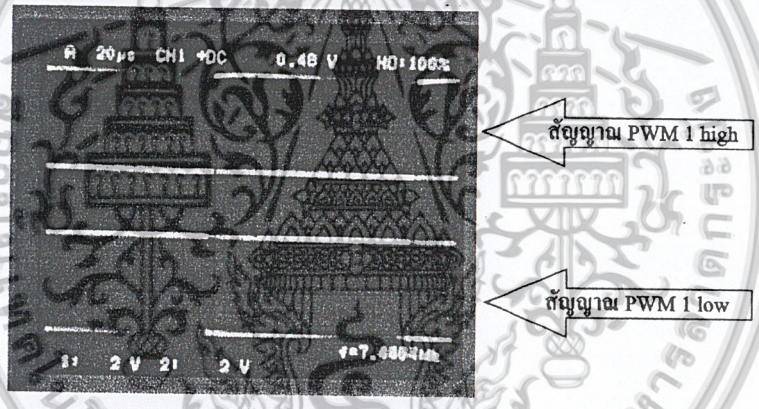
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.2) เปรียบเทียบสัญญาณกิ่งเดียวกัน ที่เอาท์พุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC

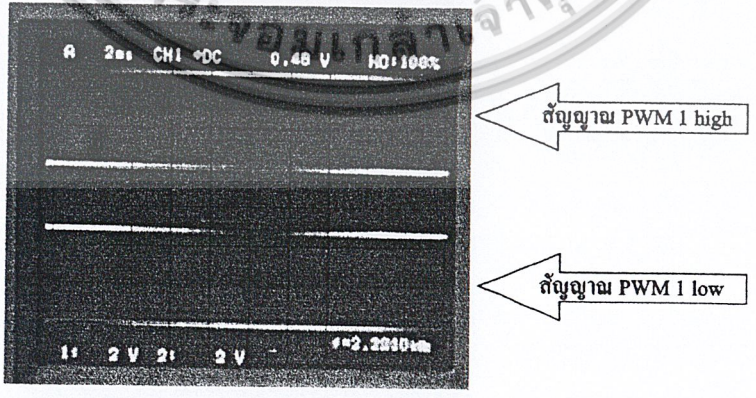
รูปที่ 5.8-5.9 เป็นการเปรียบเทียบสัญญาณ PWM High-Low ที่กิ่งเดียวกัน เพื่อเปรียบเทียบสัญญาณ โดยรูปสัญญาณจะทำงานตรงข้ามกัน



รูปที่ 5.8 (ก) สัญญาณ PWM 1 High-Low (dsPIC ขา 38 กับ ขา 37)

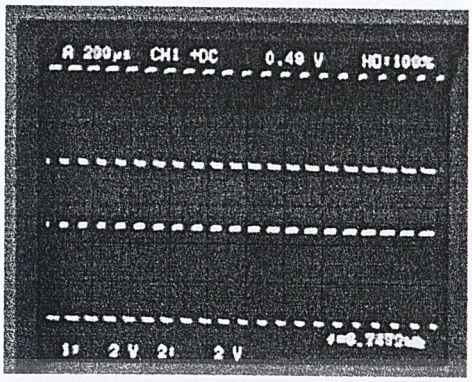


รูปที่ 5.8 (ข) แสดงภาพขยายของสัญญาณ PWM 1 High-Low (dsPIC ขา 38 กับ ขา 37)

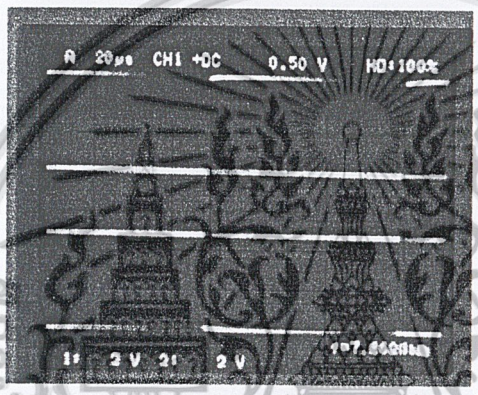


รูปที่ 5.8 (ค) แสดงภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 1 High-Low (dsPIC ขา 38 กับ ขา 37)

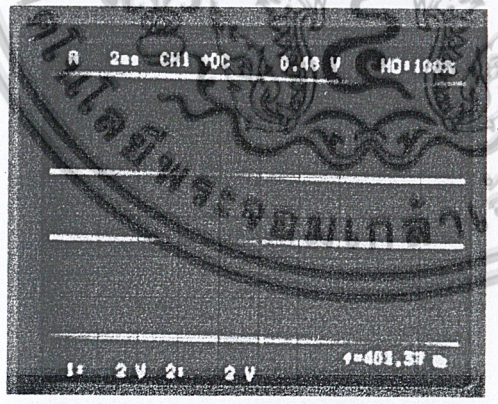
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.9 (ก) แสดงภาพสัญญาณ PWM 2 High - Low (dsPIC ขา 36 กับ ขา 35)



รูปที่ 5.9 (ข) แสดงภาพขยายของสัญญาณ PWM 2 High - Low (dsPIC ขา 36 กับ ขา 35)

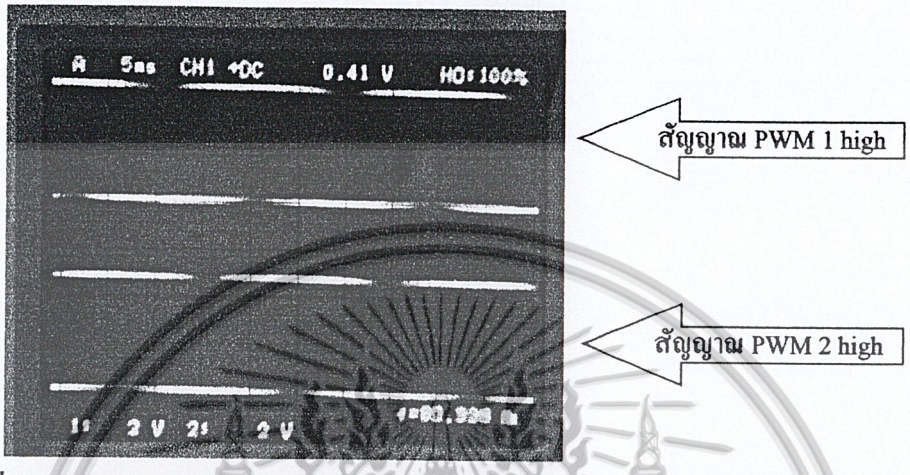


รูปที่ 5.9 (ค) แสดงภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 2 High - Low (dsPIC ขา 36 กับ ขา 35)

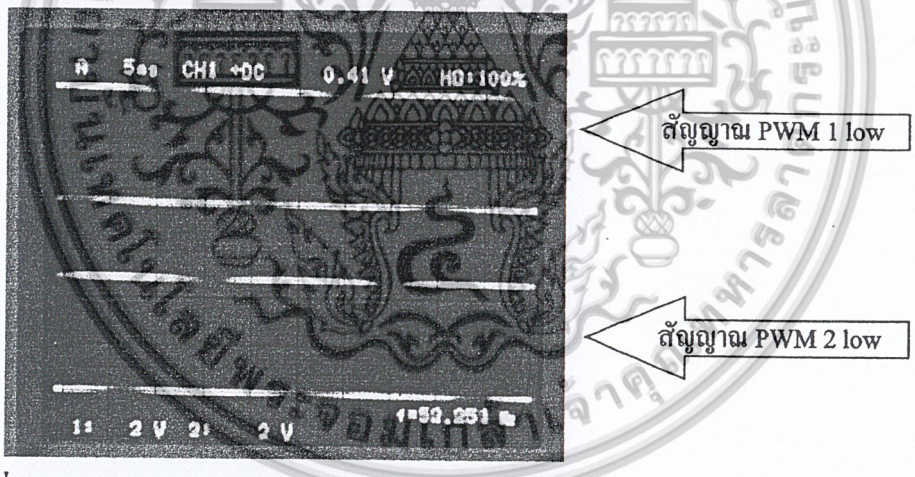
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.3) เปรียบเทียบสัญญาณต่างกิ่งกัน ที่ขาออกของไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC

รูปที่ 5.10-5.11 เป็นการเปรียบเทียบสัญญาณ High-High และ Low-Low ที่ต่างกิ่งกัน เพื่อเป็นการตรวจสอบสัญญาณ PWM โดยสัญญาณ PWM ที่ออกมาจะมีการต่างเฟส 90 องศา



รูปที่ 5.10 สัญญาณเปรียบเทียบระหว่าง PWM 1 High และ PWM 2 High (dsPIC ขา 38 กับ 36)

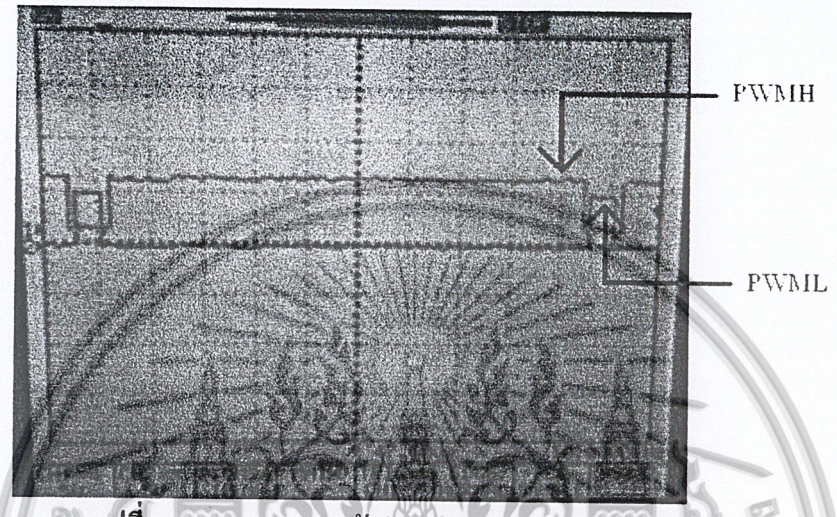


รูปที่ 5.11 สัญญาณเปรียบเทียบระหว่าง PWM 1 Low และ PWM 2 Low (dsPIC ขา 37 กับ 35)

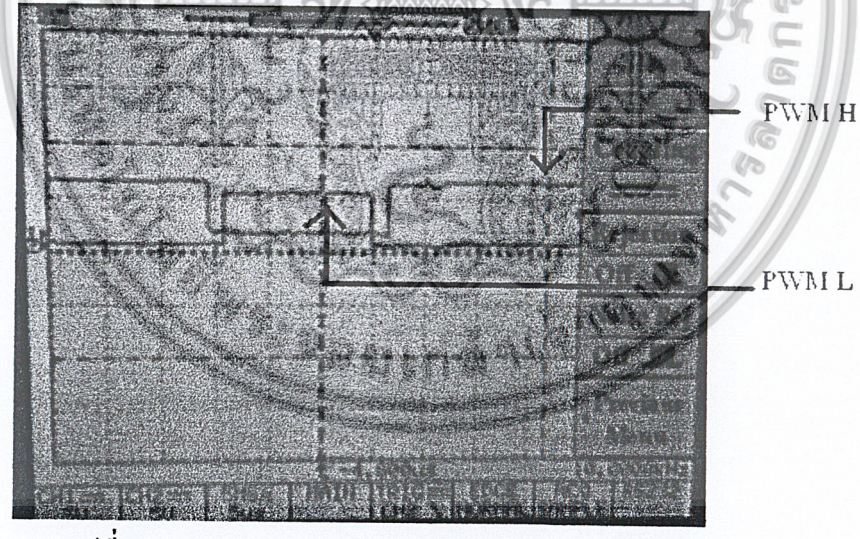
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.4) การวัดสัญญาณ Dead Time ของ PWM

รูปที่ 5.12 เป็นการวัดสัญญาณ Dead Time ว่าช่วงเวลาเป็นตามที่กำหนดหรือไม่ ถ้า Dead Time ไม่มากพอจะทำให้เกิดการลัดวงจรของ IGBT ทำให้เกิดความเสียหายได้ ในที่นี้กำหนดให้ Dead Time มีค่า 2 us



รูปที่ 5.12 (ก) แสดงภาพสัญญาณ Dead time ของสัญญาณ PWM

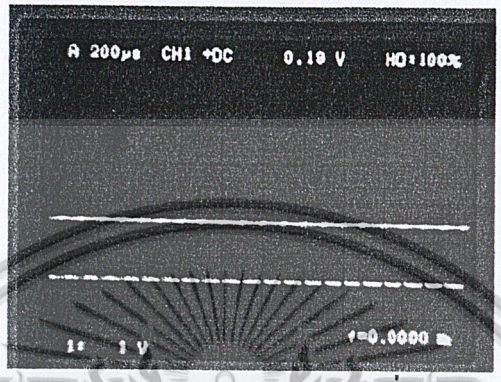


รูปที่ 5.12 (ข) แสดงภาพขยายสัญญาณ Dead time ของสัญญาณ PWM

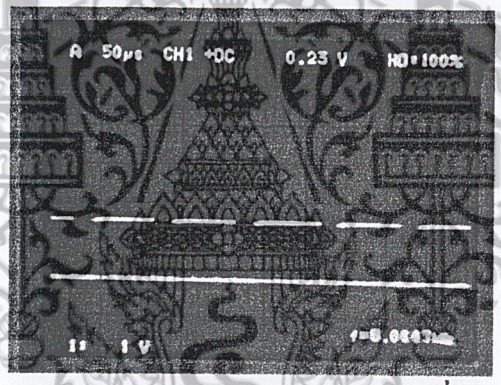
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.5) วัดสัญญาณที่อินพุทของOpto-Isolator

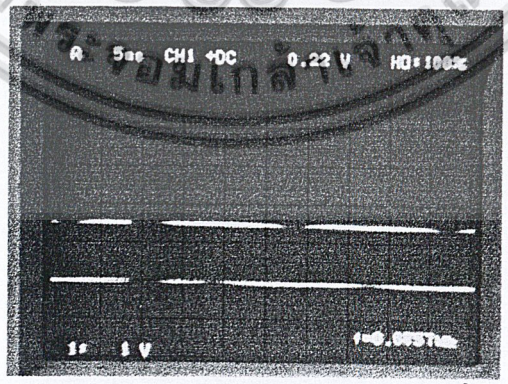
รูปที่ 5.13-5.16 เป็นการวัดสัญญาณ PWMที่อินพุทของ Opto-Isolator เพื่อเป็นการตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณที่ได้รับ โดยสัญญาณที่ออกมามีค่า Voltage เท่ากับค่า Voltage ที่คร่อมไดโอดภายใน Opto-Isolator



รูปที่ 5.13 (ก) ภาพสัญญาณ PWM1 High ที่ Opto-Isolator

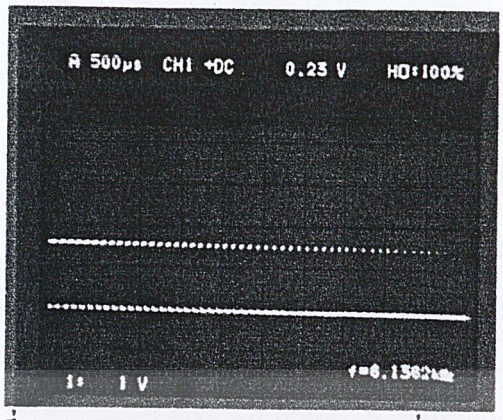


รูปที่ 5.13 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM1 High ที่ Opto-Isolator

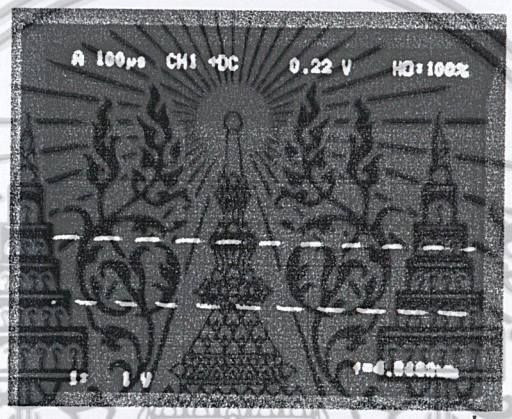


รูปที่ 5.13 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM1 High ที่ Opto-Isolator

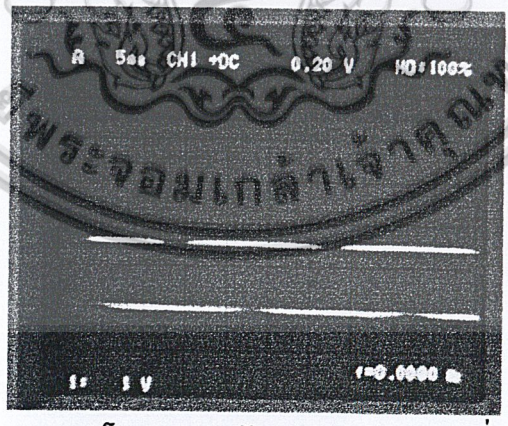
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.14 (ก) ภาพสัญญาณ PWM1 Low ที่ Opto-Isolator

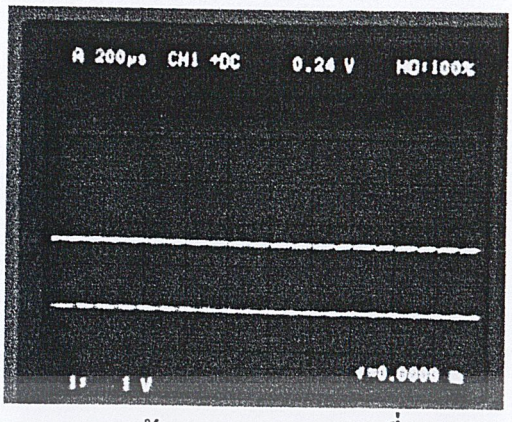


รูปที่ 5.14 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM1 Low ที่ Opto-Isolator

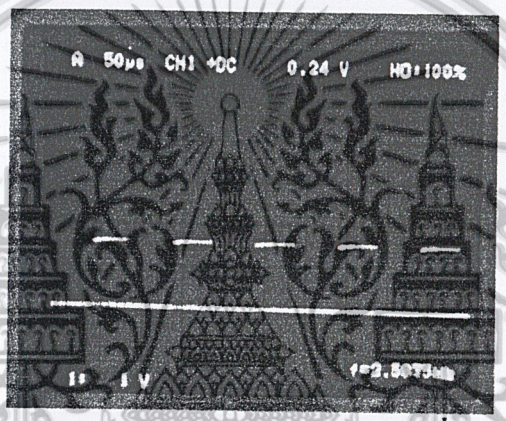


รูปที่ 5.14 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM1 Low ที่ Opto-Isolator

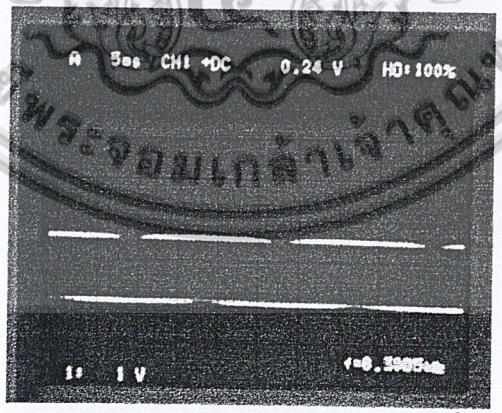
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.15 (ก) ภาพสัญญาณ PWM2 High ที่ Opto-Isolator

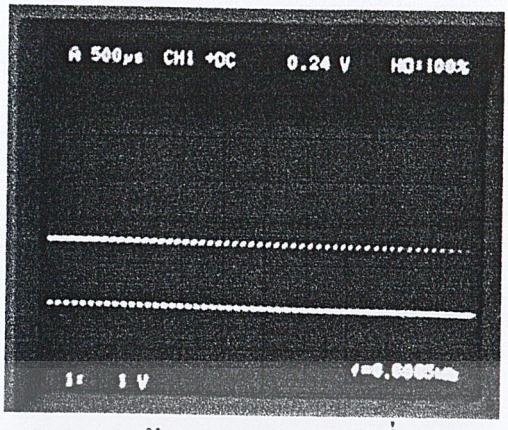


รูปที่ 5.15 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM2 High ที่ Opto-Isolator

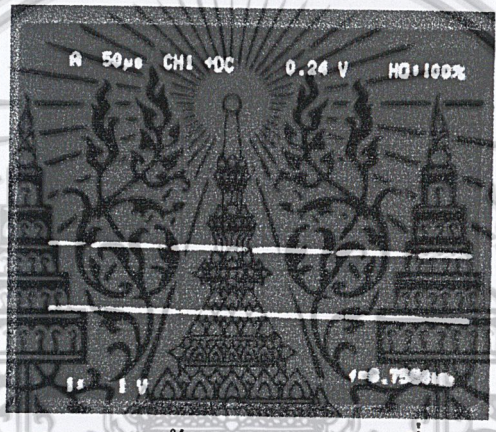


รูปที่ 5.15 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM2 High ที่ Opto-Isolator

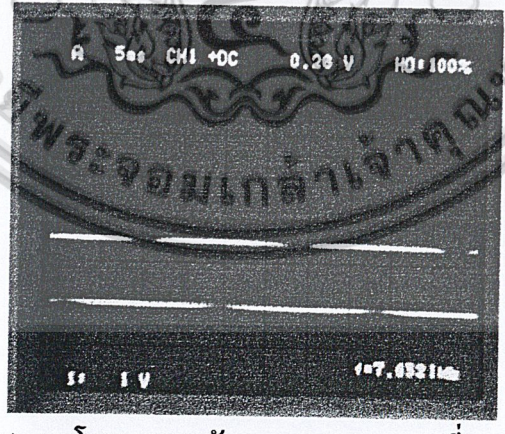
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.16 (ก) ภาพสัญญาณ PWM2 Low ที่ Opto-Isolator



รูปที่ 5.16 (ข) ภาพขยายสัญญาณ PWM2 Low ที่ Opto-Isolator

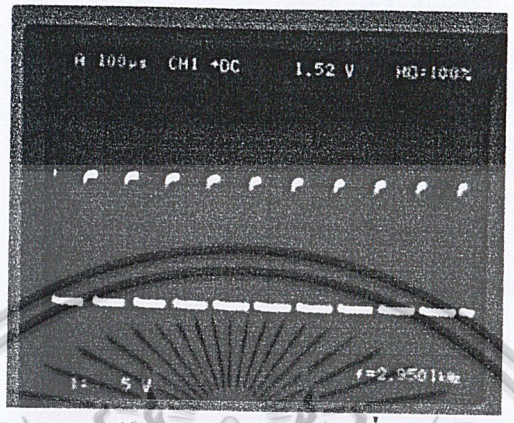


รูปที่ 5.16 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM2 Low ที่ Opto-Isolator

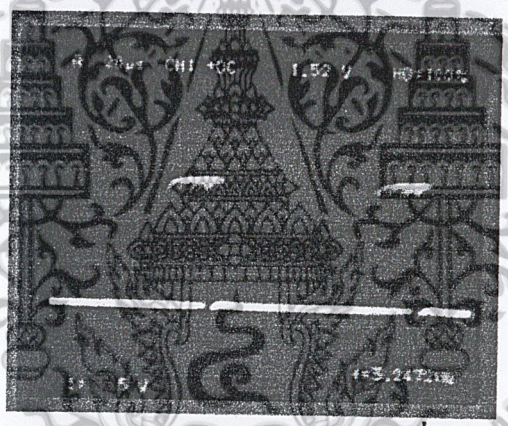
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.6) วัดสัญญาณที่ขาเกทของ IGBT

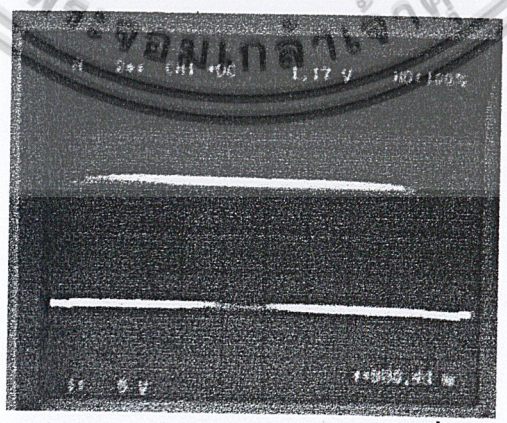
รูปที่ 5.17-5.20 เป็นการวัดสัญญาณที่ขาเกทของ IGBT เพื่อตรวจสอบความถูกต้องของสัญญาณที่ออกมา จาก Opto-Isolator



รูปที่ 5.17 (ก) ภาพสัญญาณ PWM1 High ที่ขา Gate ของ IGBT

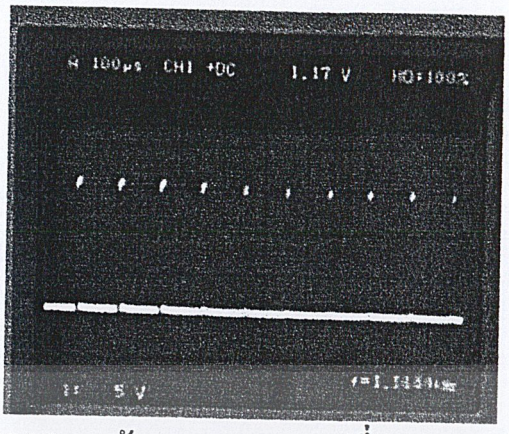


รูปที่ 5.17 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM1 High ที่ขา Gate ของ IGBT

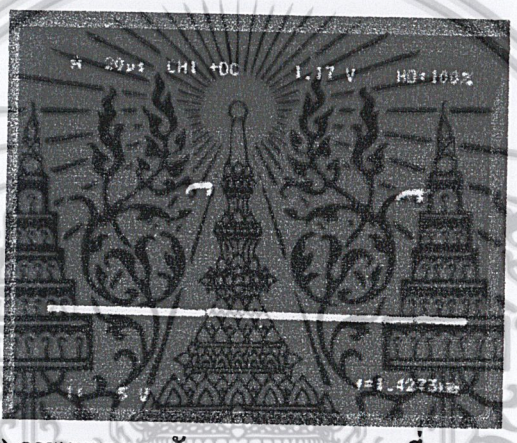


รูปที่ 5.17 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM1 High ที่ขา Gate ของ IGBT

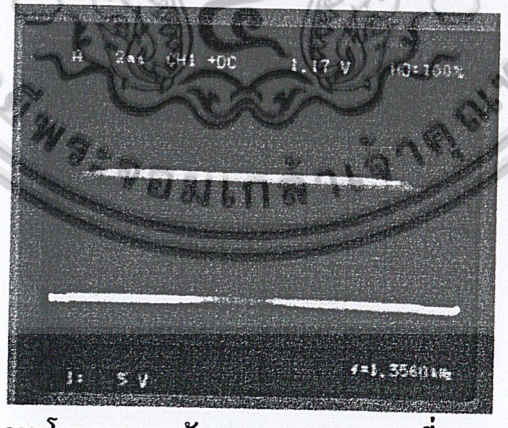
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.18 (ก) ภาพสัญญาณ PWM1 Low ที่ขา Gate ของ IGBT

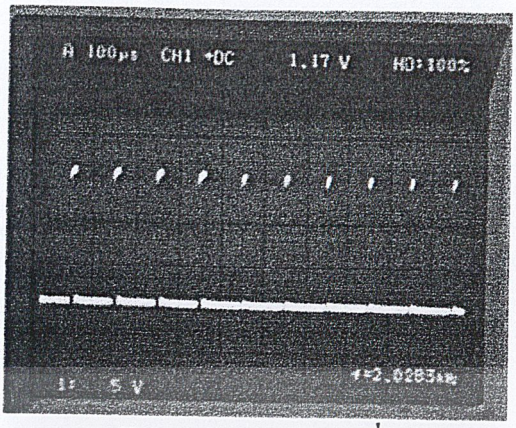


รูปที่ 5.18 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM1 Low ที่ขา Gate ของ IGBT

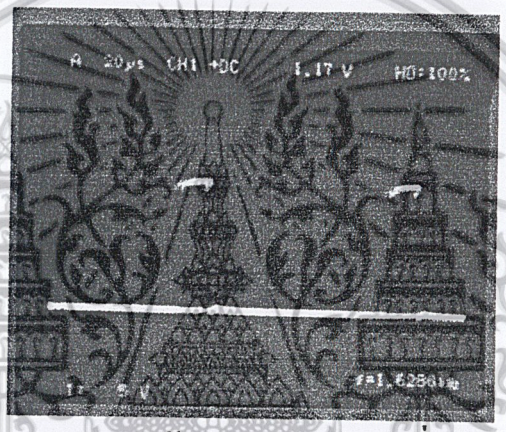


รูปที่ 5.18 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM1 Low ที่ขา Gate ของ IGBT

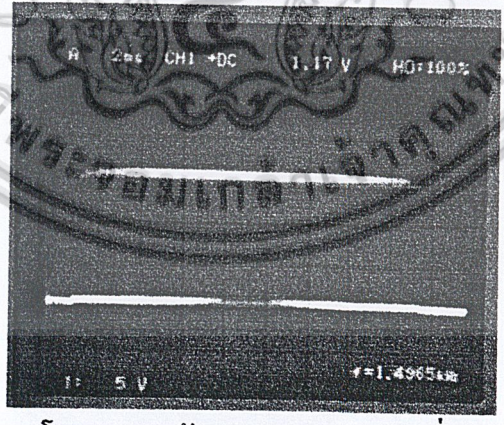
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.19 (ก) ภาพสัญญาณ PWM 2 High ที่ขา Gate ของ IGBT

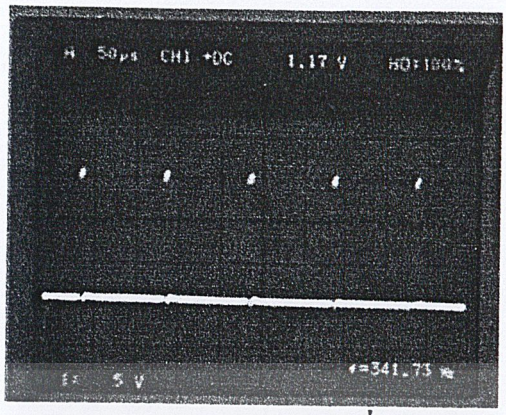


รูปที่ 5.19 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM 2 High ที่ขา Gate ของ IGBT



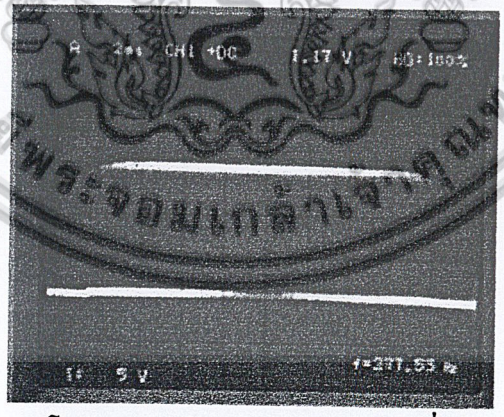
รูปที่ 5.19 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM 2 High ที่ขา Gate ของ IGBT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.20 (ก) ภาพสัญญาณ PWM2 Low ที่ขา Gate ของ IGBT

รูปที่ 5.20 (ข) ภาพขยายของสัญญาณ PWM2 Low ที่ขา Gate ของ IGBT

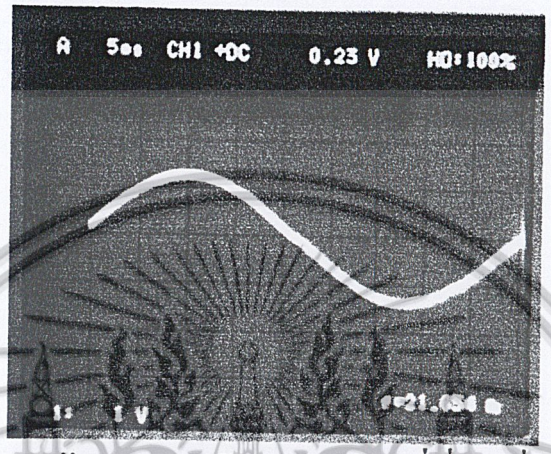


รูปที่ 5.20 (ค) ภาพโดยรวมของสัญญาณ PWM2 Low ที่ขา Gate ของ IGBT

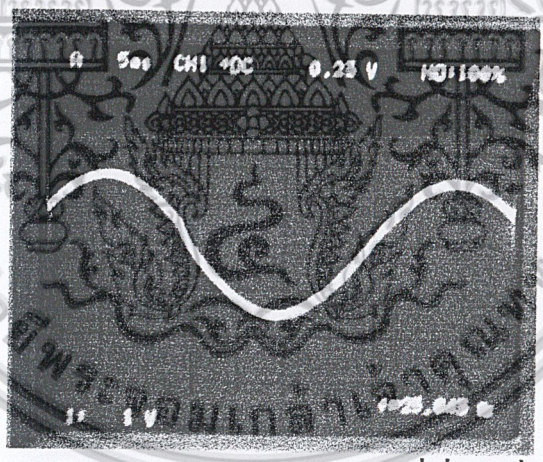
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.7) สัญญาณที่ขดรัน หลังผ่านวงจรกรองความถี่ต่ำผ่าน ที่ความถี่ Cut off 300 Hz ช่วงความถี่ 21-50 Hz

รูปที่ 5.21-5.27 เป็นการวัดสัญญาณที่ขดรัน โดยผ่านวงจรกรองความถี่ สัญญาณที่ได้เป็น รูป Sin ที่ความถี่ค่าต่าง ๆ ตั้งแต่ 21-50 Hz

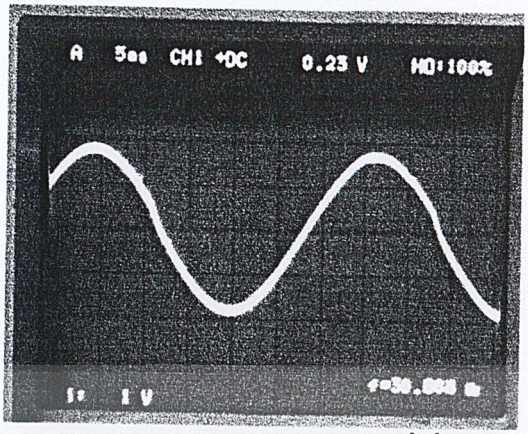


รูปที่ 5.21 สัญญาณ Sin หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 21 Hz

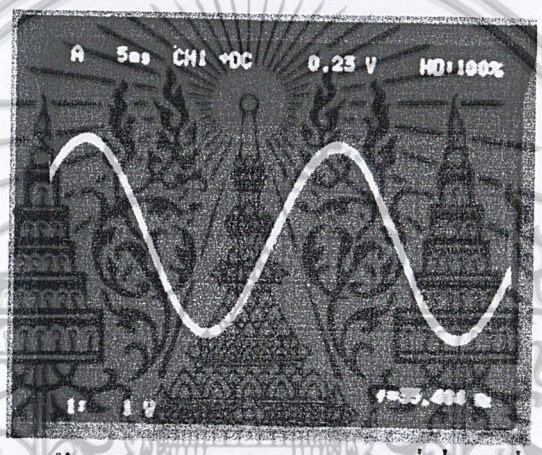


รูปที่ 5.22 สัญญาณ Sin หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 25 Hz

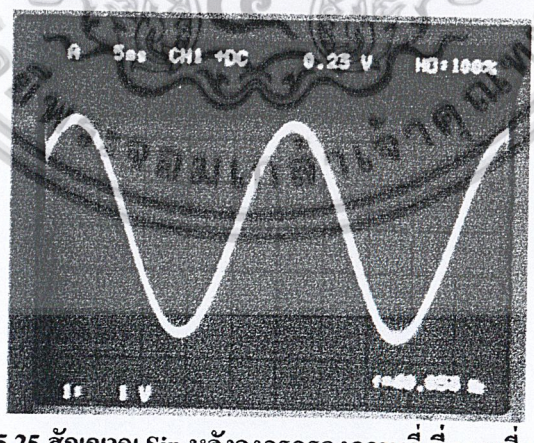
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.23 สัญญาณ Sin หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 30 Hz

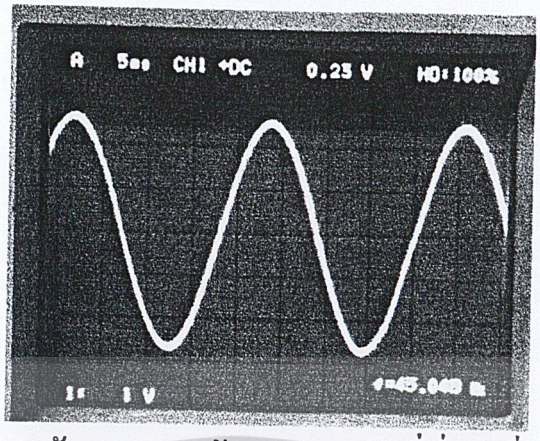


รูปที่ 5.24 สัญญาณ Sin หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 35 Hz

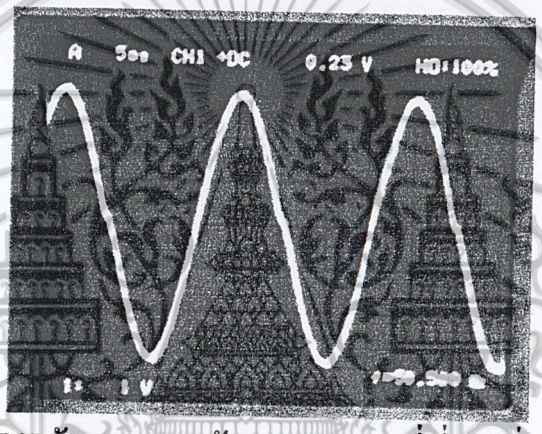


รูปที่ 5.25 สัญญาณ Sin หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 40 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.26 สัญญาณ Sin หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 45 Hz

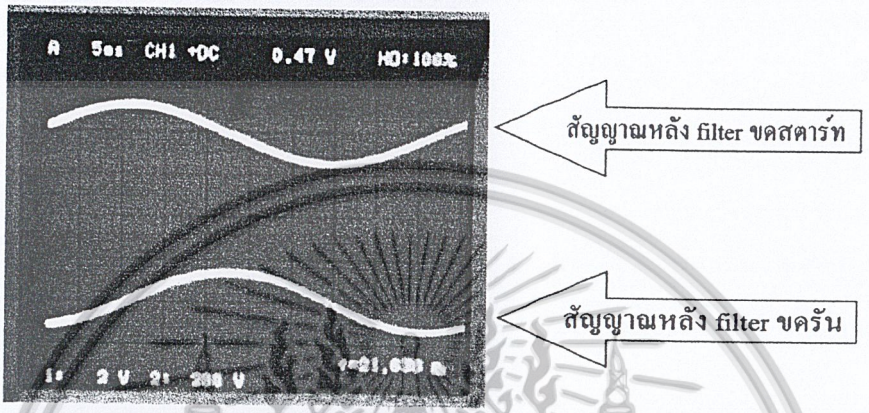


รูปที่ 5.27 สัญญาณ Sin หลังวงจรกรองความถี่ ที่ความถี่ 50 Hz

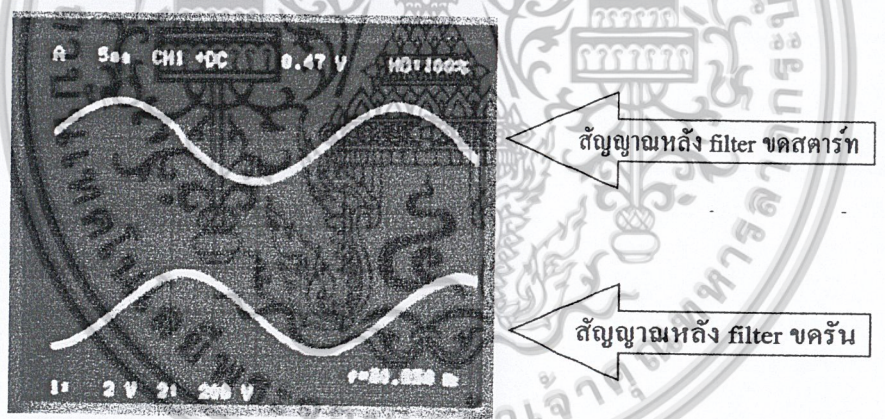
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2.8) เปรียบเทียบสัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ ที่ Cut off 300 Hz ระหว่าง ขดสตาร์ท กับ ขดรัน ที่ช่วงความถี่ 21-50 Hz

รูปที่ 5.28-5.31 เป็นรูปสัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ซึ่งเป็นการเปรียบเทียบสัญญาณที่ขดสตาร์ทและขดรัน โดยสัญญาณที่ขดสตาร์ทจะมีเฟสนำขดรัน 90 องศา

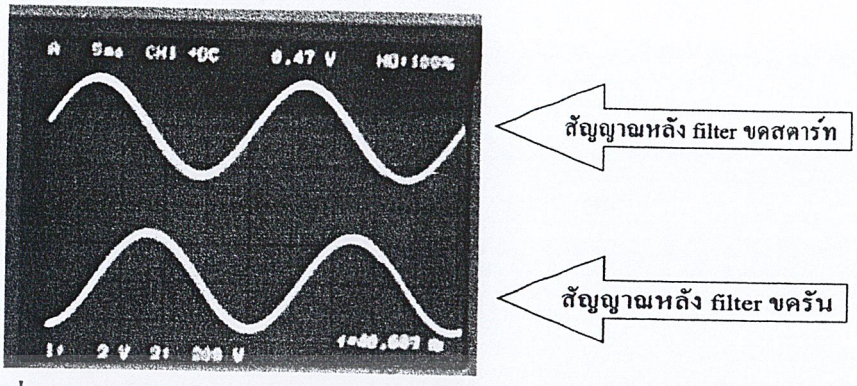


รูปที่ 5.28 สัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ ที่ขดสตาร์ท เทียบกับ ขดรัน ที่ความถี่ 21 Hz

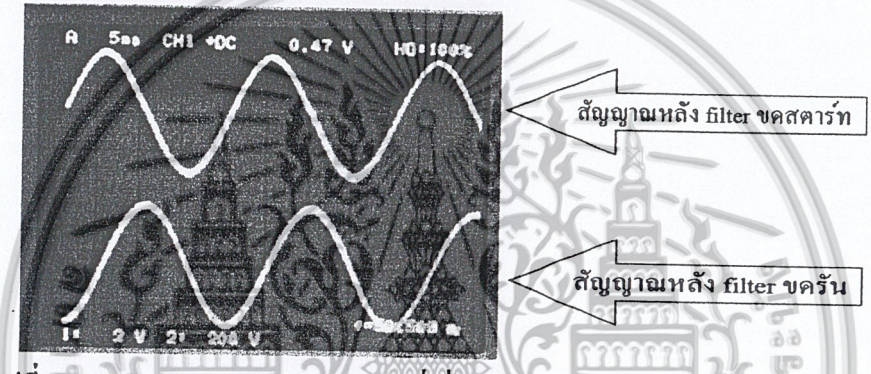


รูปที่ 5.29 สัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ ที่ขดสตาร์ท เทียบกับ ขดรัน ที่ความถี่ 30 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



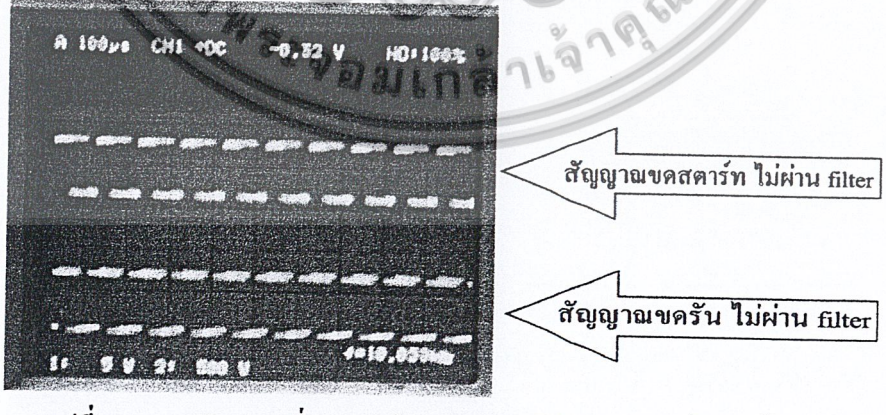
รูปที่ 5.30 สัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ ที่ขดสตาร์ท เทียบกับ ขดรัน ที่ความถี่ 40 Hz



รูปที่ 5.31 สัญญาณหลังวงจรกรองความถี่ ที่ขดสตาร์ท เทียบกับ ขดรัน ที่ความถี่ 50 Hz

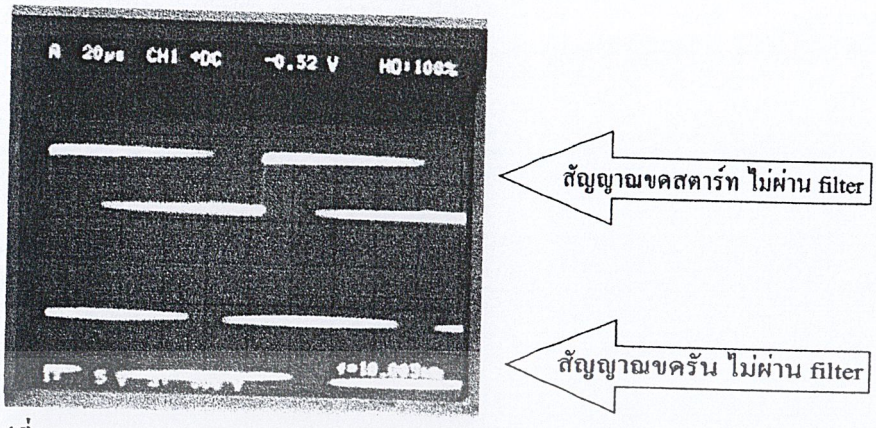
5.2.9) สัญญาณที่ขดสตาร์ท และ รัน โดยไม่ผ่านวงจรกรองความถี่ ที่ช่วงความถี่ 21-50 Hz

รูปที่ 5.32-5.33 เป็นการเปรียบเทียบสัญญาณที่ขดสตาร์ทและขดรัน โดยไม่ผ่านวงจรกรองความถี่สัญญาณที่ได้จะเป็นพัลส์ ซึ่งขดสตาร์ทจะมีเฟสนำขดรัน 90 องศา

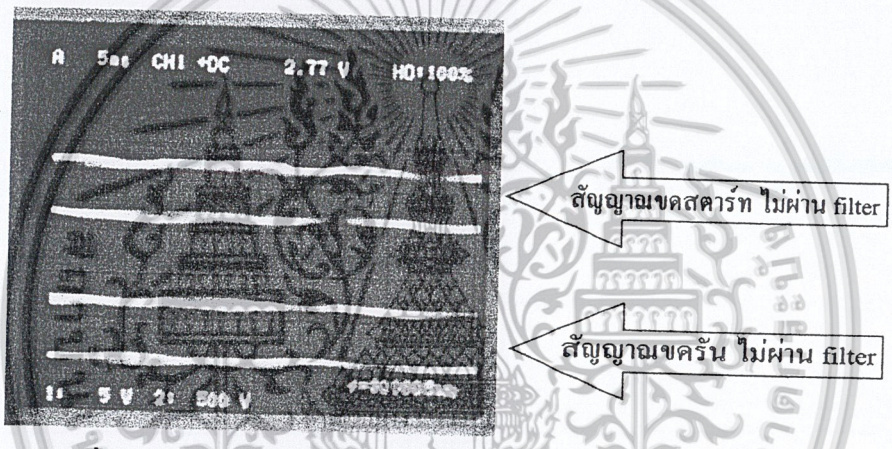


รูปที่ 5.32 (ก) สัญญาณที่ขดสตาร์ท และขดรัน ไม่ผ่าน filter ที่ความถี่ 21 Hz

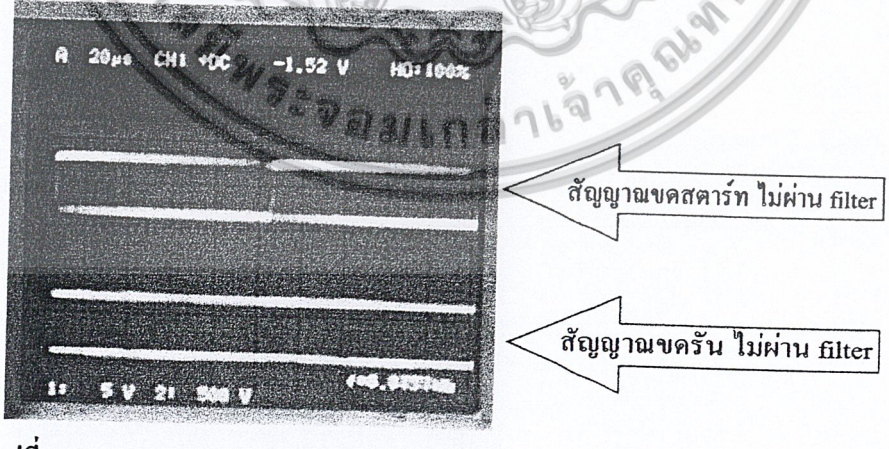
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.32 (ข) ภาพขยายของสัญญาณขดสตาร์ท และขดรัน ไม่ผ่าน filter ความถี่ 21 Hz



รูปที่ 5.33 (ก) สัญญาณ ขดสตาร์ท และ ขดรัน ไม่ผ่าน filter ที่ความถี่ 50 Hz



รูปที่ 5.33 (ข) ภาพขยายของสัญญาณขดสตาร์ท และขดรัน ไม่ผ่าน filter ความถี่ 50 Hz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

โครงงานฉบับนี้ เป็นการศึกษาการทำงานของเครื่องปรับอากาศโดยใช้อินเวอร์เตอร์หนึ่งเฟสควบคุมความเร็วคอมเพรสเซอร์ จะแบ่งเป็นสองส่วนใหญ่ ๆ คือในส่วนแรกจะเป็นวงจรควบคุม และในส่วนที่สองจะเป็นการสร้างสัญญาณ PWM เพื่อควบคุมความเร็วของคอมเพรสเซอร์

โดยในส่วนของการควบคุมสามารถรับค่าที่ได้จากรีโมทคอนโทรล, รับค่าจากตัววัดอุณหภูมิ, แสดงค่าอุณหภูมิห้องและค่าที่ตั้งจากรีโมทผ่านทาง LCD, เปรียบเทียบอุณหภูมิที่ตั้งไว้ในรีโมทกับค่าอุณหภูมิห้อง เพื่อส่งคำสั่งเพิ่ม, ลด และหยุด ไปยังส่วนการสร้าง PWM

ซึ่งในส่วนการสร้างสัญญาณ PWM จะรับข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลง(จากการเปรียบเทียบอุณหภูมิ) โดยการส่งสัญญาณแบบ Current loop เข้าสู่ไมโครคอนโทรลเลอร์ dsPIC เพื่อสร้างสัญญาณ PWM โดยในการสร้างสัญญาณ PWM นั้นใช้ค่าความถี่ไซน์ในช่วงตั้งแต่ 21Hz-50Hz และใช้สัญญาณสามเหลี่ยมที่มีความถี่ขนาด 10kHz (ใช้หลักการการสร้างสัญญาณ PWM) แล้วทำการตรวจสอบสัญญาณที่ออกมาจาก dsPIC แล้วนำสัญญาณ PWM ไปควบคุมวงจรอินเวอร์เตอร์เพื่อเปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ แล้วนำไฟฟ้ากระแสสลับไปใช้ในการขับมอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟสซึ่งอยู่ภายในคอมเพรสเซอร์ทำให้มอเตอร์หมุนด้วยความถี่ไซน์ในช่วง 21Hz-50Hz

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากการทดลองเห็นได้ว่าวงจรอินเวอร์เตอร์สามารถทดลองได้กับมอเตอร์ที่ไม่มีโหลด แต่เมื่อทดลองกับคอมเพรสเซอร์ขนาด 18,000 BTU (ประมาณ 2 kW) ได้เกิดการลัดวงจรที่ IGBT ทั้งนี้เนื่องจากมีการกระชากกระแสทำให้ IGBT ไม่สามารถทนกระแสได้ (ในที่นี้ใช้ IGBT ที่ทนโวลต์ได้ 1200 V 21 A ขณะ Forward bias และ ไดโอดที่คร่อมภายใน IGBT สามารถทนกระแสได้ 8 A ขณะ Reward bias)

ข้อเสนอแนะ

จากการวิจารณ์ผลการทดลองควรเลือกใช้ IGBT ที่สามารถทนกระแสได้มากกว่านี้ทั้งด้าน Forward bias และ Reward bias เพื่อป้องกันการลัดวงจรตอนเปิดการทำงาน เนื่องจากในตอน

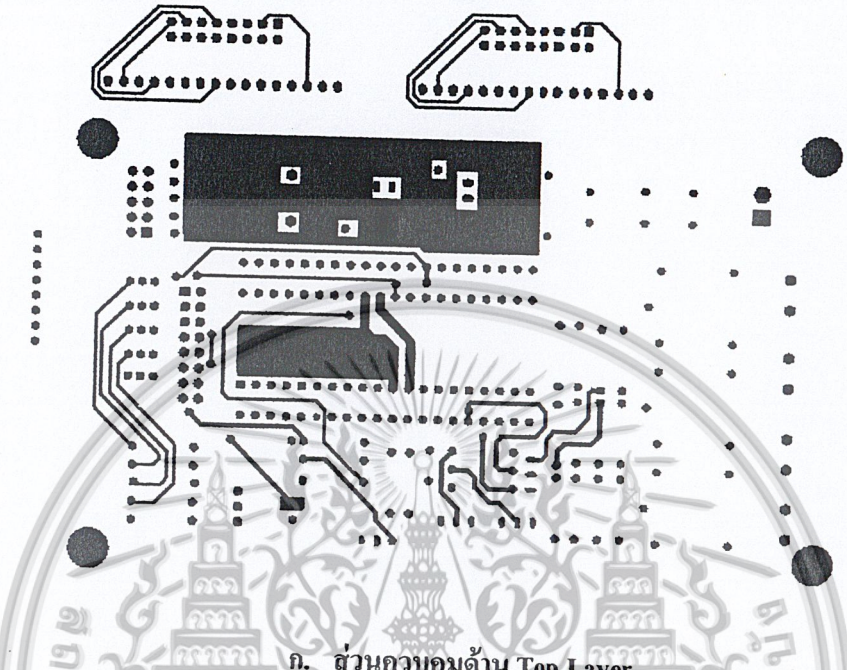
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เริ่มทำงานนั้นคอมเพรสเซอร์ จะมีการดึงกระแสสูงมาก (Starting current) ในการออกแบบควรเผื่อค่าความทนกระแสของ IGBT ไว้ ประมาณ 2-3 เท่า ของ กระแสที่ใช้จริง

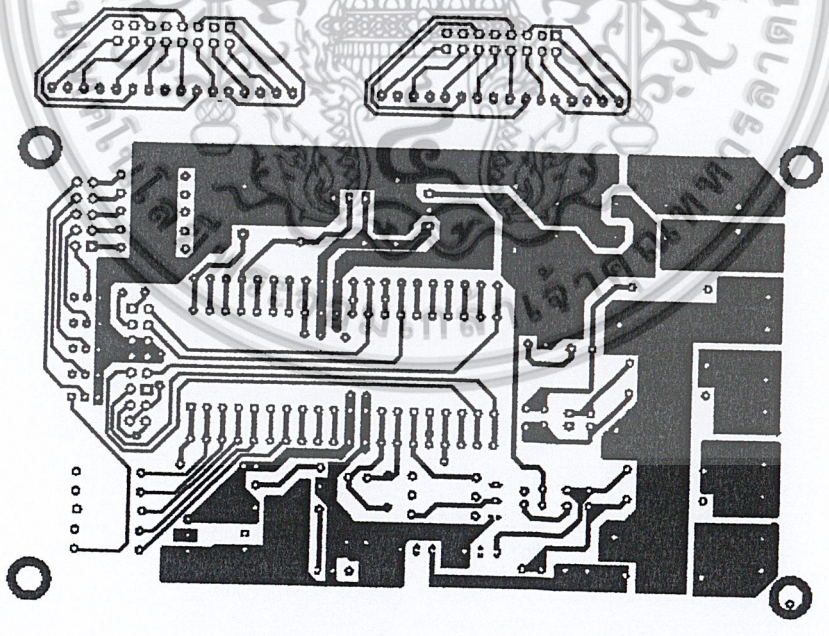
ในการทำลายวงจร ควรวาดลายที่มีแรงดันไฟสูง ออกห่างจากไมโครคอนโทรลเลอร์เนื่องจากในลายที่มีแรงดันไฟสูง จะเกิดสัญญาณรบกวน ซึ่งสัญญาณเหล่านี้อาจไปกวนไมโครคอนโทรลเลอร์ทำให้สัญญาณที่ออกมาผิดเพี้ยน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

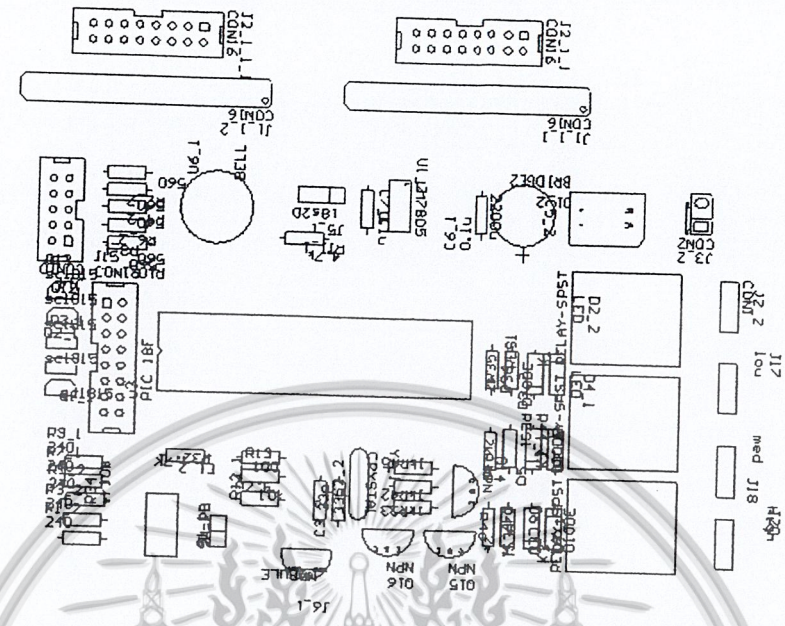


ก. ส่วนควบคุมด้าน Top Layer

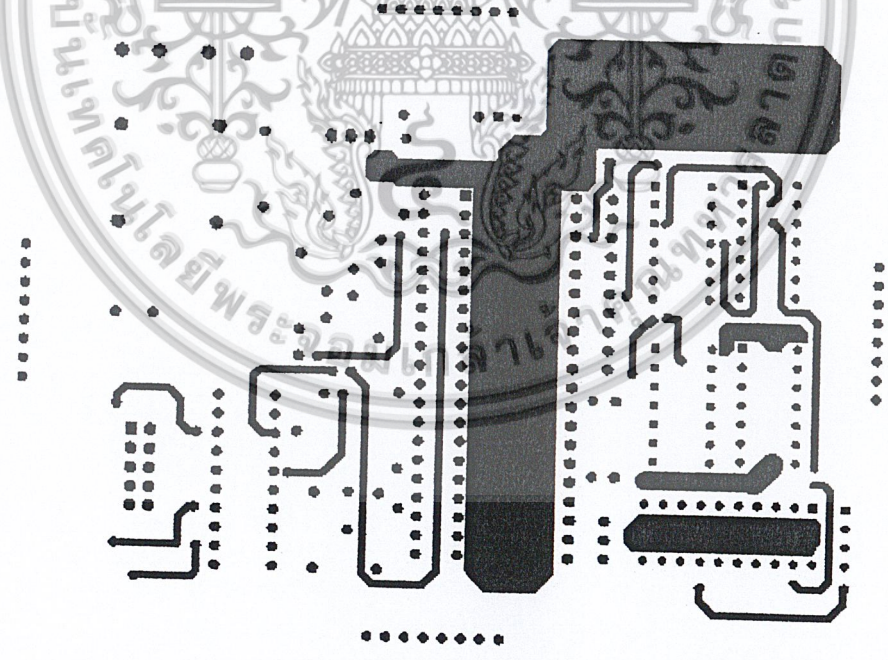


ข. ส่วนควบคุมด้าน Bottom Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

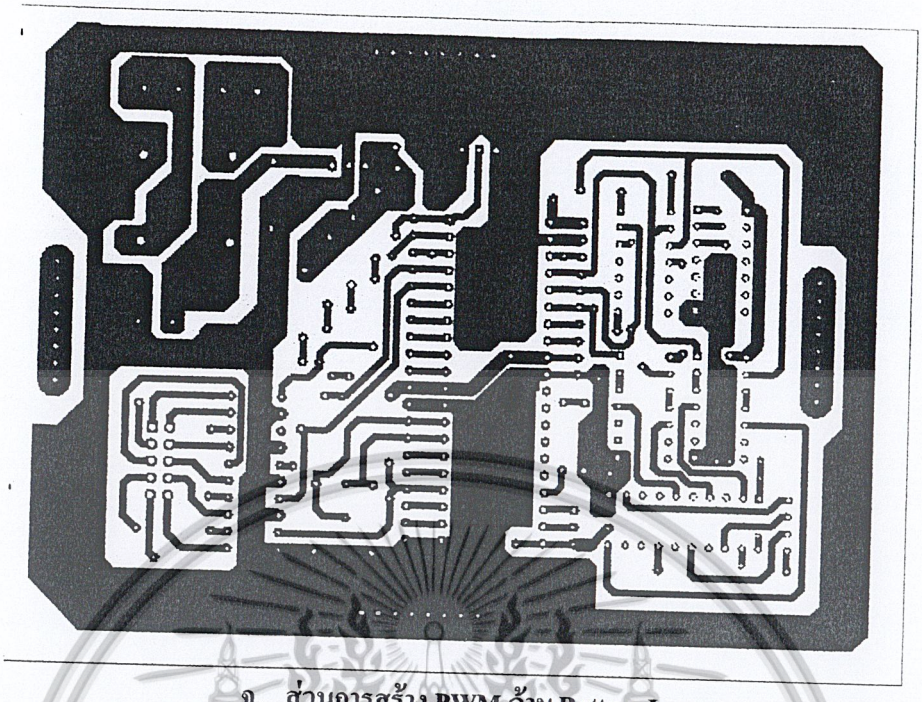


ค. อุปกรณ์ในส่วนควบคุม

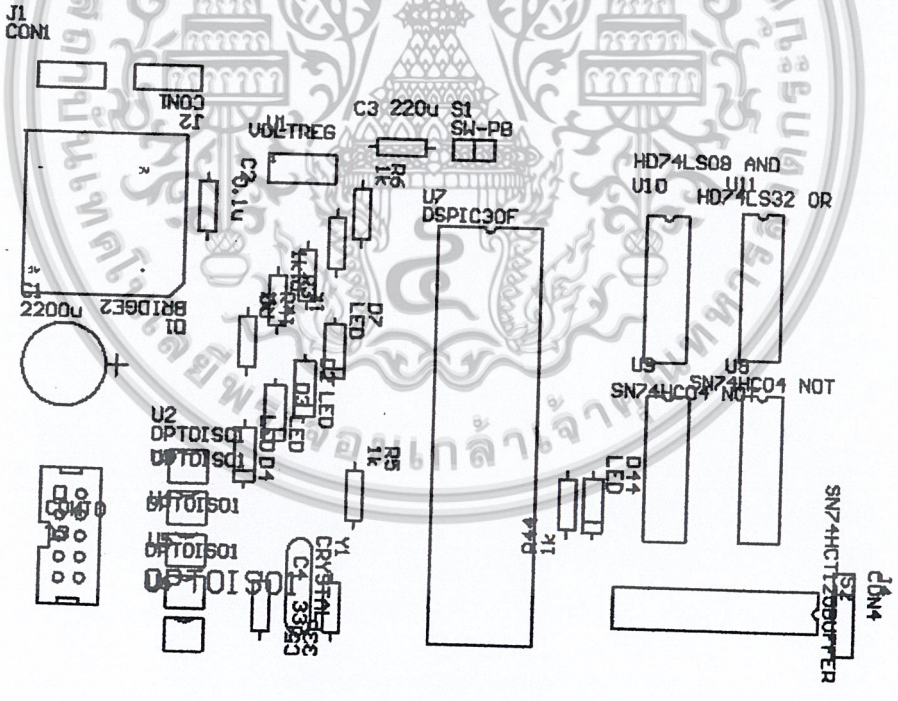


ง. ส่วนการสร้าง PWM ด้าน Top Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

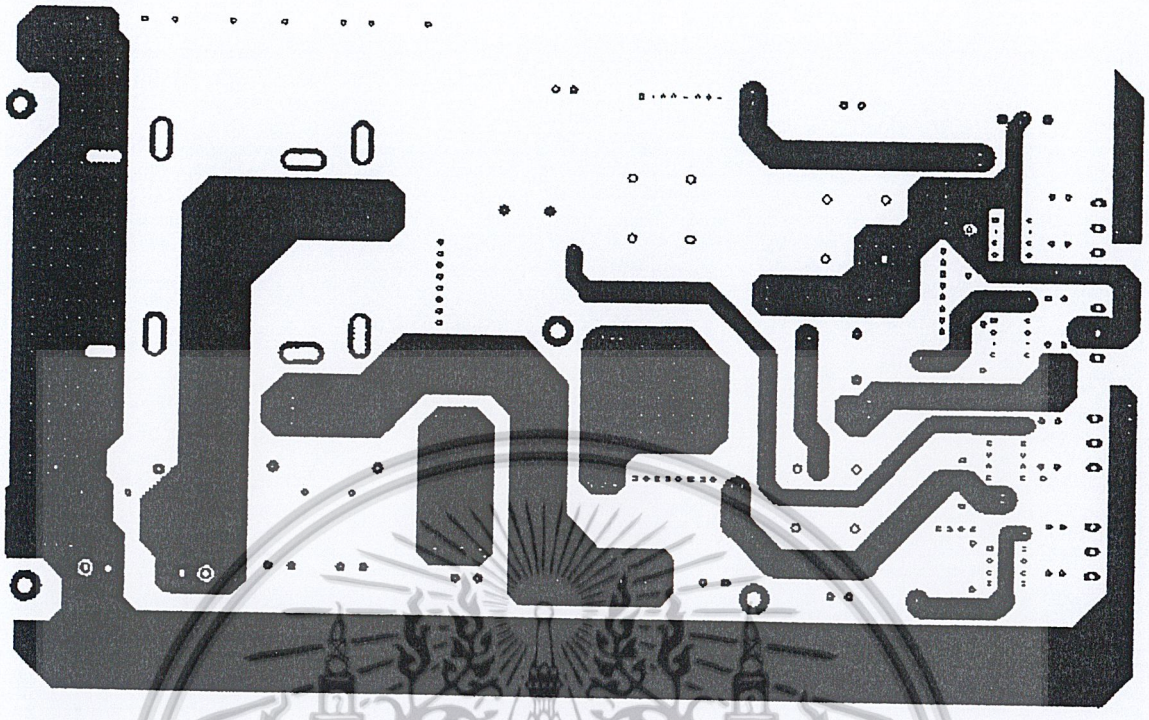


จ. ส่วนการสร้าง PWM ด้าน Bottom Layer

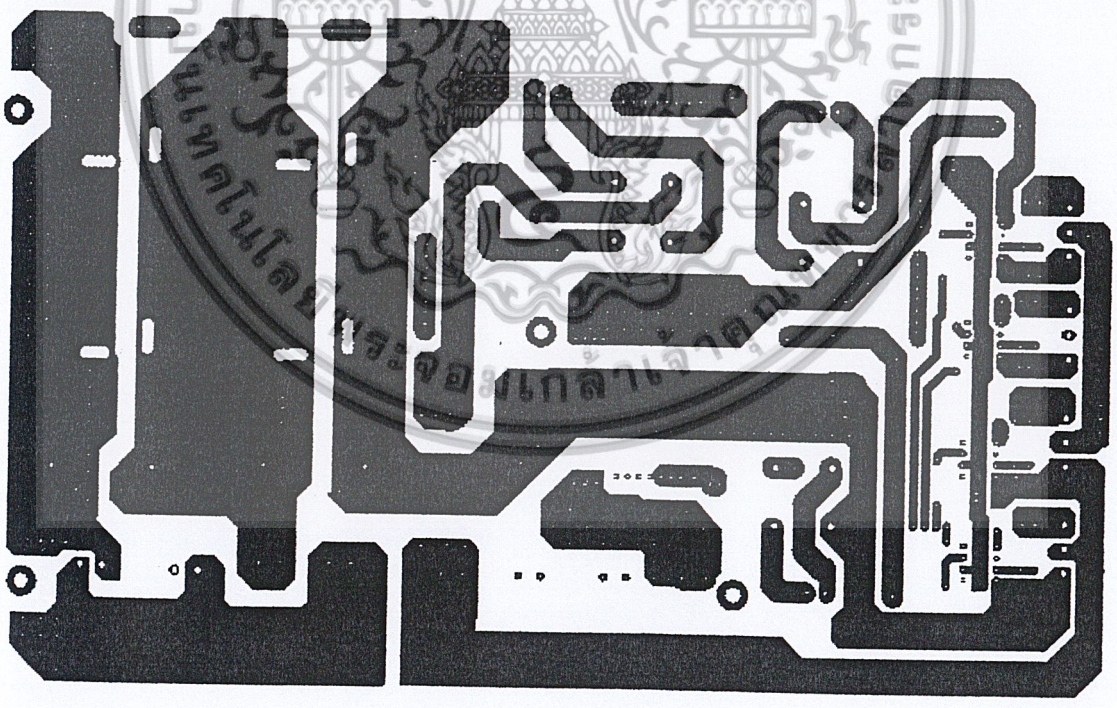


ฉ. อุปกรณ์ในส่วนการสร้าง PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

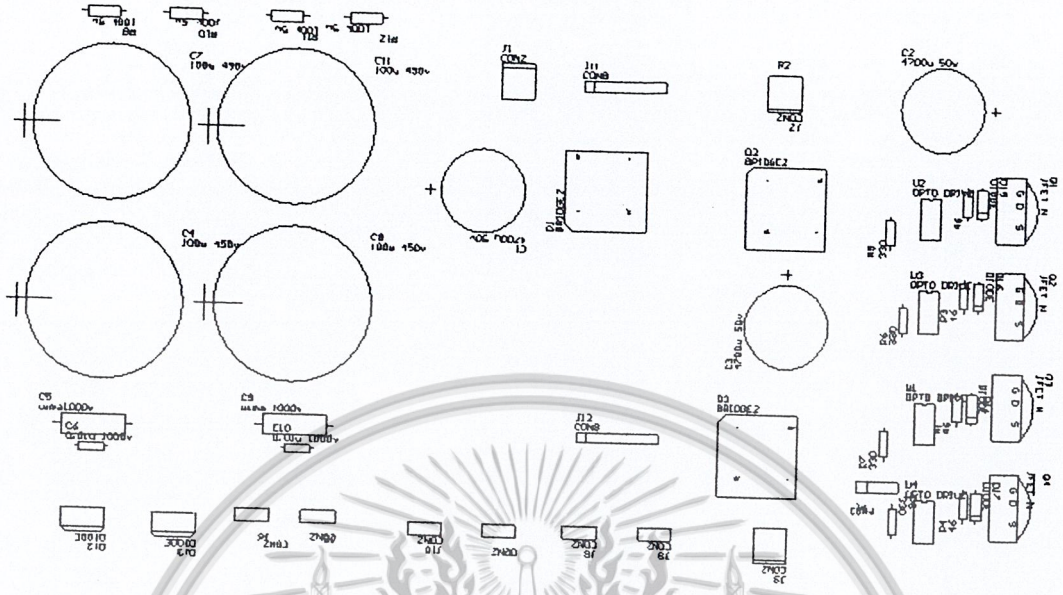


ช. ส่วนอินเวอร์เตอร์ ด้าน Top Layer



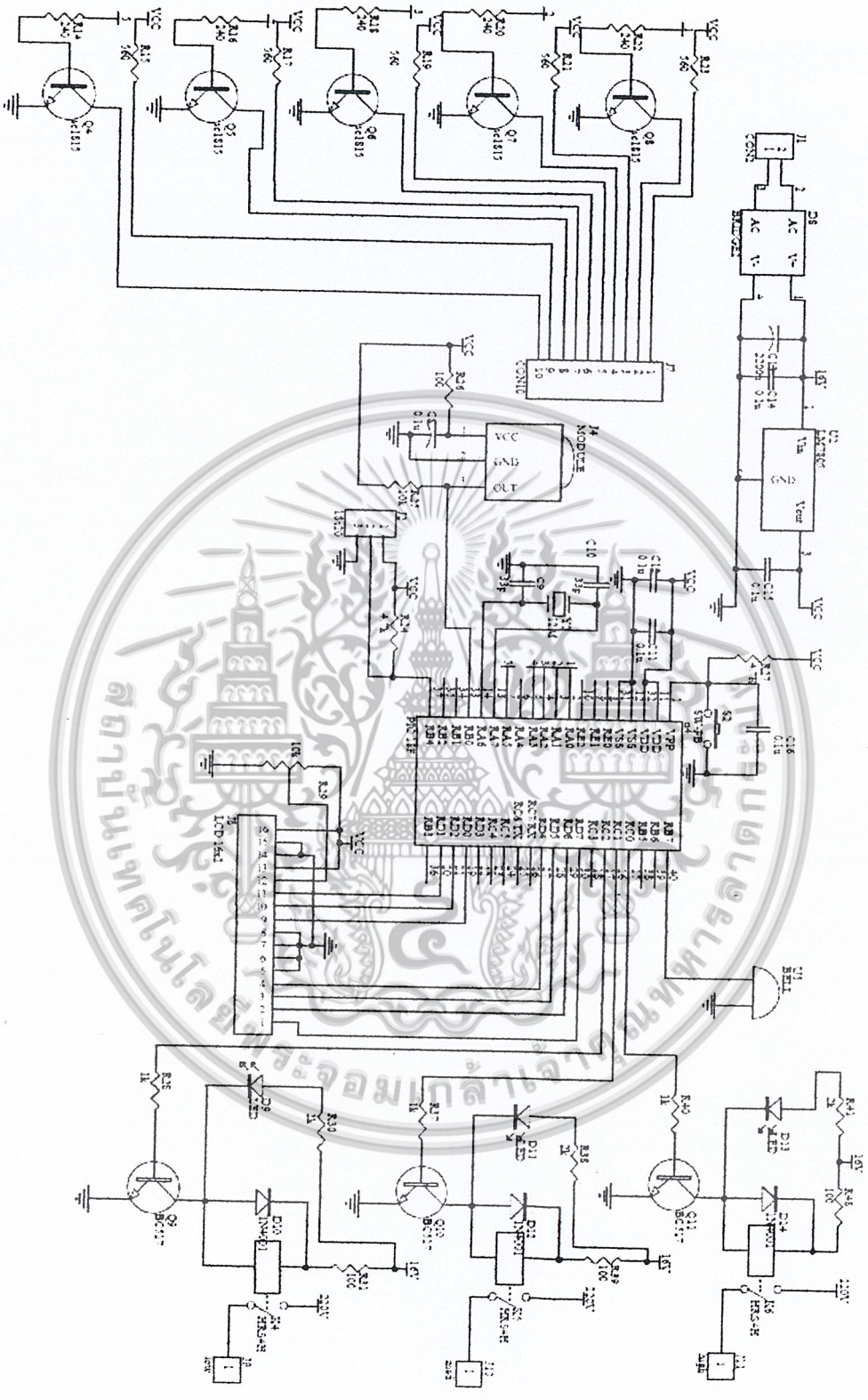
ซ. ส่วนอินเวอร์เตอร์ ด้าน Bottom Layer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



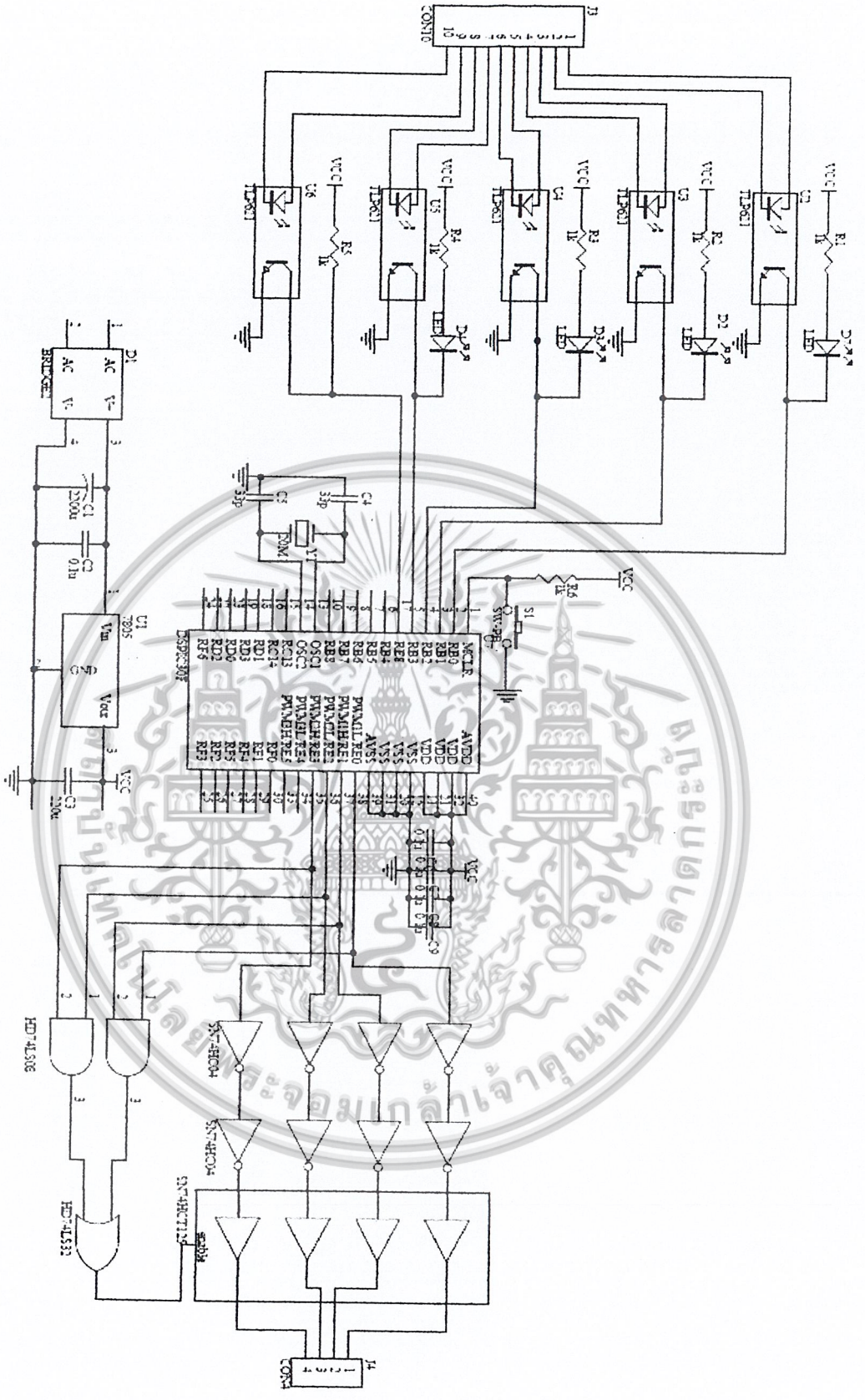
ฌ. อุปกรณ์ในส่วนอินเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



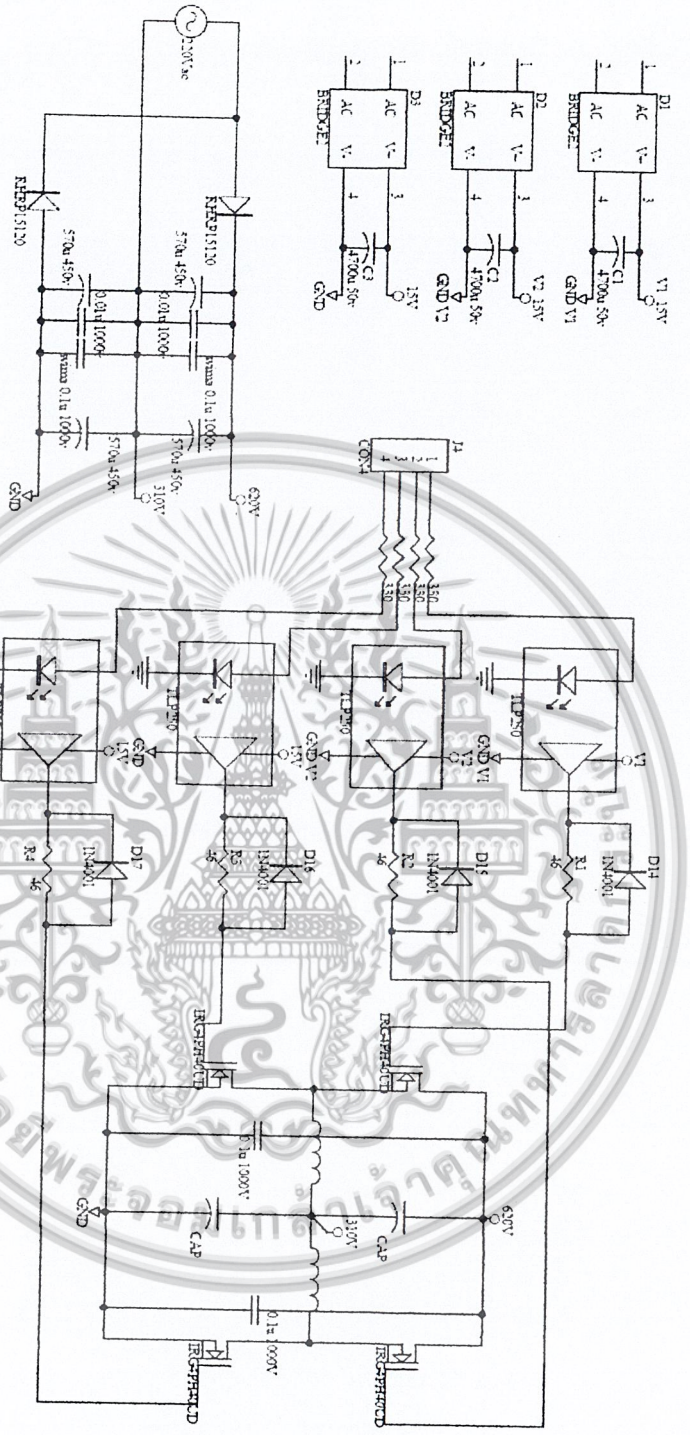
ญ. วงจรในส่วนของการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



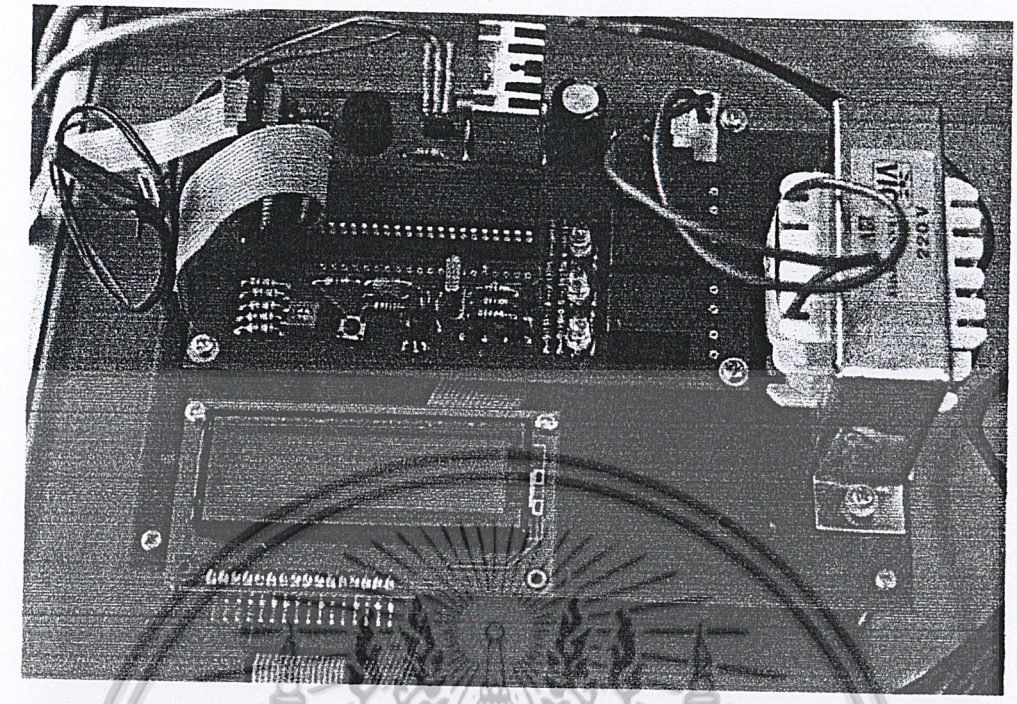
ฎ. วงจรในส่วนการสร้าง PWM

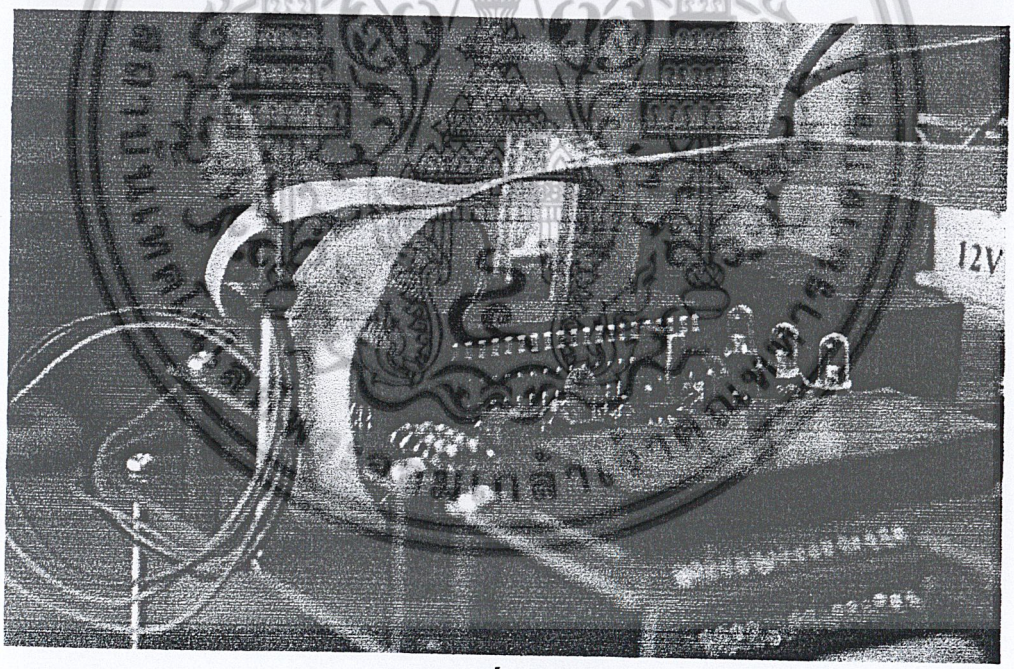
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ฎ. วงจรในส่วนอินเวอร์เตอร์

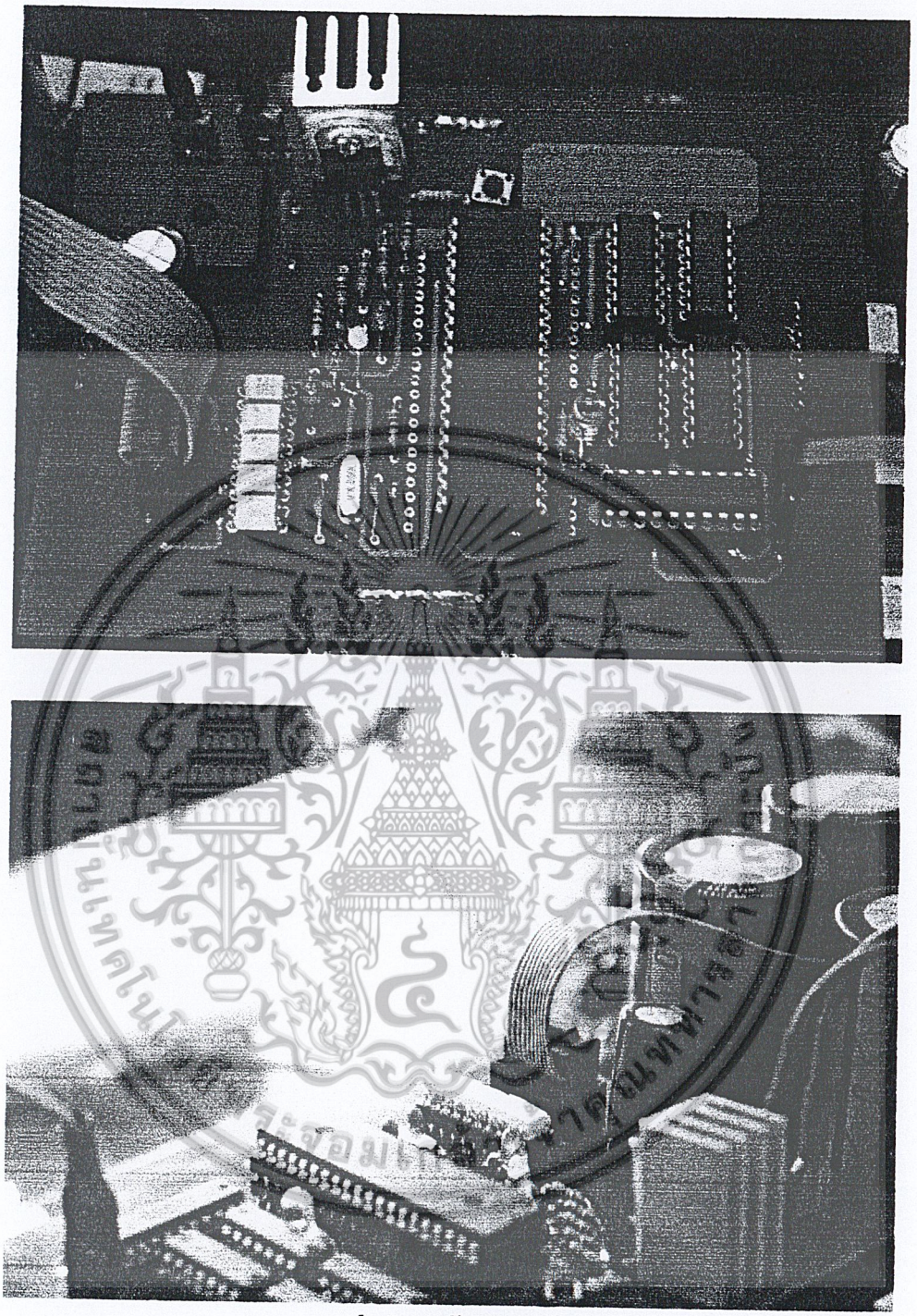
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





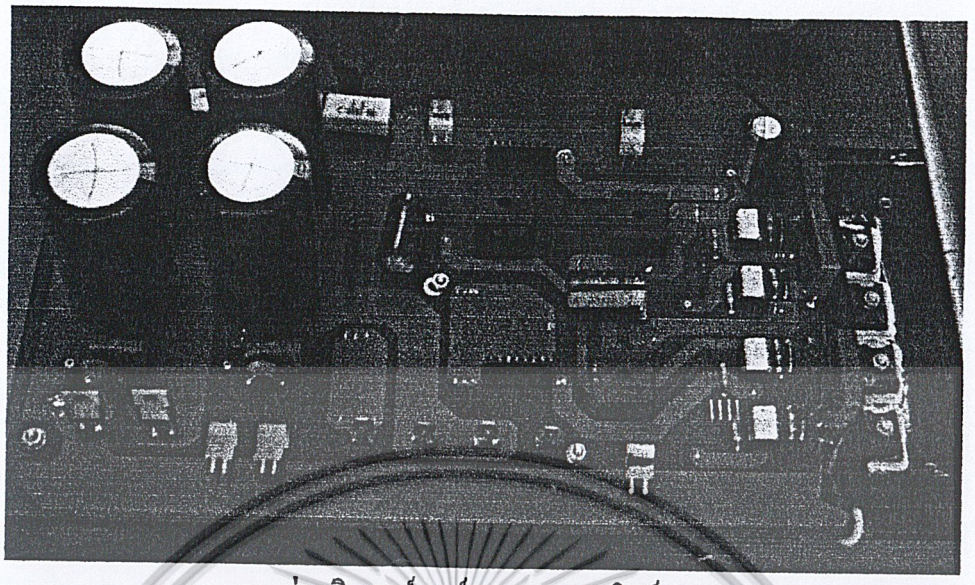
ฐ. ส่วนควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

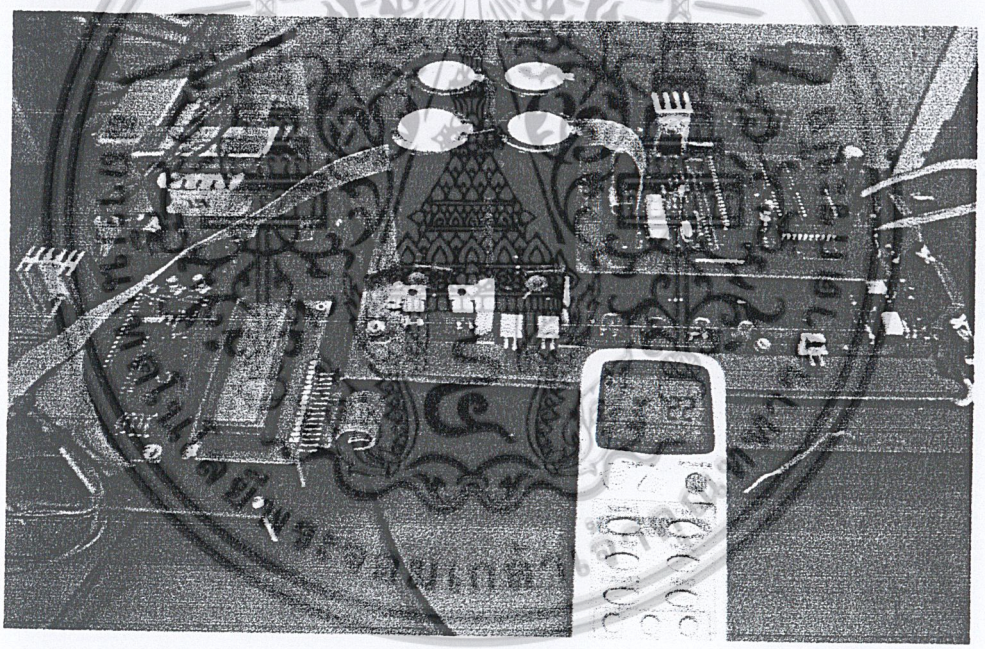


ฑ. ส่วนการสร้างสัญญาณ PWM

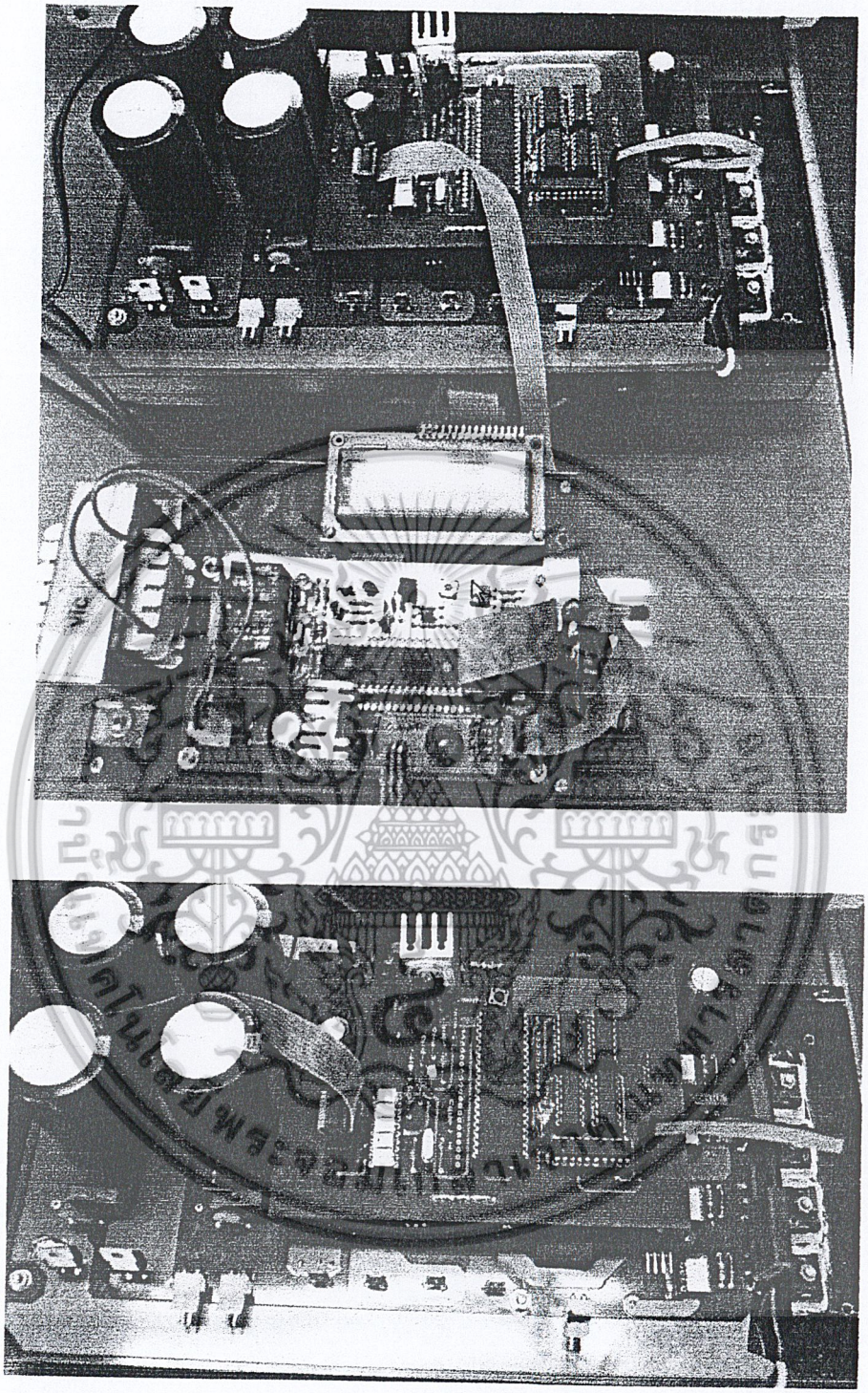
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



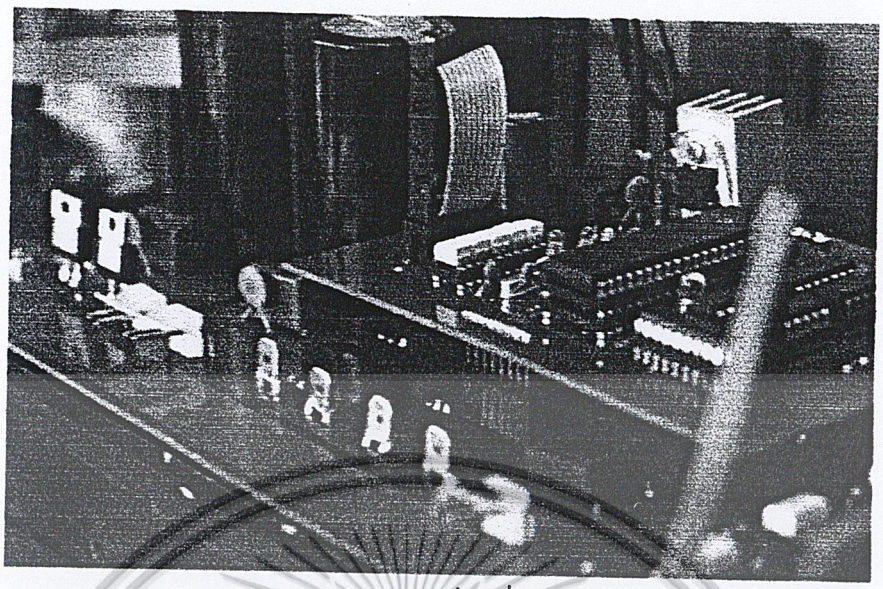
ฌ. ส่วนอินเวอร์เตอร์ ควบคุมการสวิทต์ของ IGBT



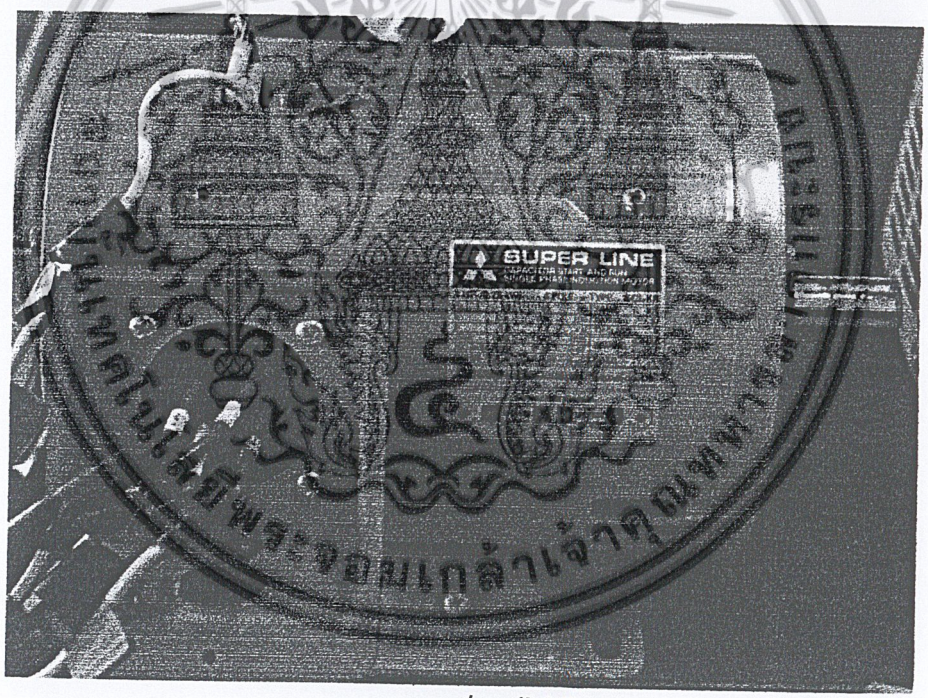
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

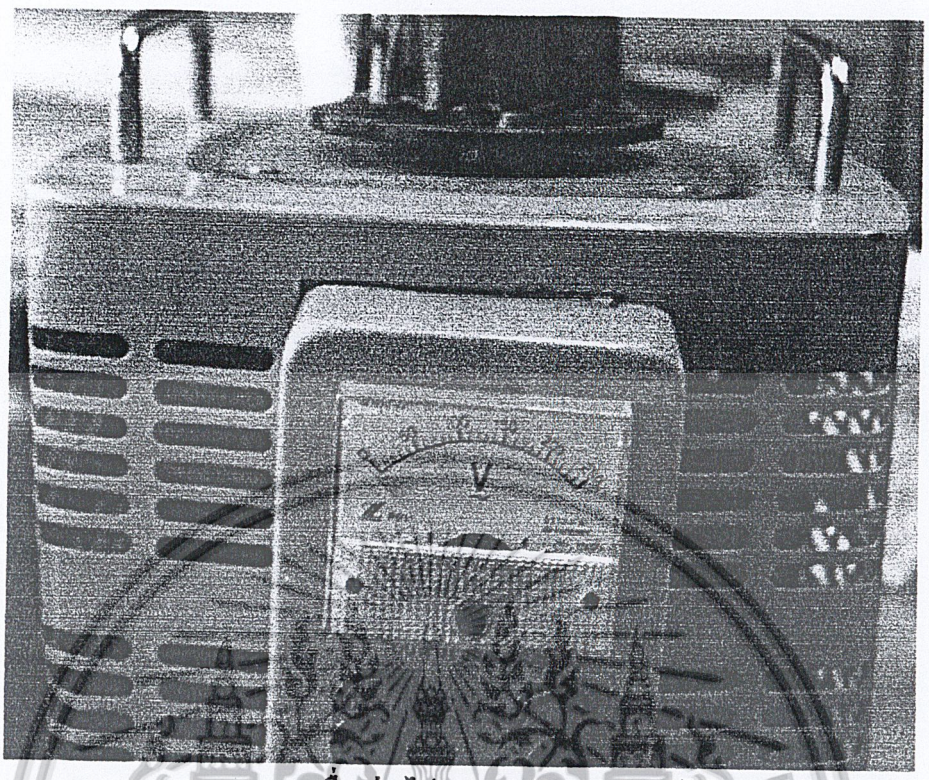


ณ. อุปกรณ์รวม



ด. มอเตอร์แบบไม่มีโหลด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ต. เครื่องจ่ายไฟกระแสสลับแบบปรับค่าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

รายงานและโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ พลผดุง ผดุงกุล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาในการทำรายงาน และโครงงาน ที่ได้ให้คำแนะนำปรึกษา และให้ข้อคิดเห็นในการทำโครงงาน จึงขอขอบคุณอาจารย์ที่กรุณาสละเวลาพร้อมทั้งให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และขอขอบคุณ อาจารย์เฉลิมพันธ์ หวังวัฒนา สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ในการทำงาน

นอกจากนี้ขอขอบคุณ เพื่อนๆ พี่ๆ อาจารย์และบุคคลที่เกี่ยวข้อง ทุก ๆ ท่านที่ให้ความช่วยเหลือ ให้คำแนะนำต่าง ๆ จนรายงานและโครงงานนี้ สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ผู้จัดทำจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง มา ณ โอกาสนี้

.....

(นาย ธนชัย เอื้อเศรษฐวัฒนา)

.....

(นางสาว ธนาภรณ์ เกศกะงาม)

.....

(นางสาว ธัญญธร จันทรเฉิด)

ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

นิติยา จันทร์เรือง ศุทธวีร์ ไกรฤกษ์ นันทปรีชา ขจรกุล, "ไซน์นูซอยด์อินเวอร์เตอร์ 3 เฟส สำหรับควบคุมความเร็วมอเตอร์ (SINUSOIDAL SIGNAL INVERTER THREE PHASE FOR CONTROLLING SLPEED OF INDUCTION MOTOR)", 2552

ประจิน พลังสันติกุล , "dsPIC30F Programming กับ MPLAB C คอมไพเลอร์", บริษัท แอฟซอฟต์ เทค จำกัด, กรุงเทพมหานคร, 2551

ไพบูลย์ ธานินทร์สุรัตน์, "การออกแบบสร้างอินเวอร์เตอร์ควบคุมความเร็วสำหรับคอมเพรสเซอร์เครื่องปรับอากาศแบบหนึ่งเฟส", กรุงเทพฯ, 2547

รศ.ดร.โคทม อารียา, "อิเล็กทรอนิกส์กำลัง 2", บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด (มหาชน), บางนา กรุงเทพฯ , 2544

David E.Johnson & Johnny R.Johnson &John L.Hilburn, "ELECTRIC CIRCUIT ANALYSIS" , 2nd , New Jersey, 1989

cptd.chandra.ac.th/rawin/digital/chap9.ppt

http://forum.nanosofttech.com/index.php?topic=292.0

http://kikkokjung.multiply.com/journal/item/8 -

heep://netra.lpru.ac.th/~suchada/files/3_4.ppt

http://siriporn.elec-cm.com/pdf-ac/ac_09.pdf

http://www.electoday.com

http://www.roboac.com/%E0%B9%80%E0%B8%A3%E0%B8%B4%E0%B9%88%E0%B8%A1%E0%B8%95%E0%B9%89%E0%B8%99%E0%B8%81%E0%B8%B1%E0%B8%9A-mplab-c30.htm

http://www.sptc.ac.th/prapruet/devicesweb/books/book_10.htm

http://www.thaieasyelec.com/basic-electronics/how-to-use-ccs-mplab.html

http://www.thaimicrotron.com/CCS-628/Timer/PWM_1.htm

http://www.thaimicrotron.com/PIC/SERVO/SERVO_SW.htm

www.hs8jyx.com/html/filter_circuit.html

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้