สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ชุดควบคุมอุณหภูมิ

TEMPERATURE CONTROLLER

โดย

นายปราโมทย์ อุดมบุษรา

นางสาวอริศรา พนมศิลป์

นายอาทิตย์ ชุมสาย ณ อยุธยา

วศ.
ว/4522
2550

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 82001
วัน,เดือน,ปี - 4 ก.ค. 2551

b 11904067
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2550

สาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ชุดควบคุมอุณหภูมิ

TEMPERATURE CONTROLLER

ผู้จัดทำ

1. นาย ปราโมทย์ อุดมบุษรา
2. นางสาว อริศรา พนมศิลป์
3. นาย อาทิตย์ ชุมสาย ณ อยุธยา

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(รศ.ดร.วันชัย ริ้วรุจา)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดควบคุมอุณหภูมิ

โดย

นายปราโมทย์ อุดมบุษรา รหัส 47012258

นางสาวอริศรา พนมศิลป์ รหัส 47012276

นายอาทิตย์ ชุมสาย ณ อยุธยา รหัส 47012277

อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.ดร. วันชัย ริ้วรุจา

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้นำเอาเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิได้ตามความต้องการ มีส่วนประกอบที่สำคัญหลายส่วน ทั้งส่วนควบคุมอัตโนมัติและส่วนแสดงผลส่วนควบคุมอัตโนมัติประกอบด้วย ส่วนตรวจจับอุณหภูมิ ซึ่งจะทำการวัดอุณหภูมิ และส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่ต้องการควบคุม ถ้าหากค่าที่วัดได้ไม่ตรงกับค่าที่ต้องการควบคุม จะสั่งการให้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิทำงาน เมื่ออุณหภูมิมีค่าตรงกับค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ อุปกรณ์ควบคุมจะหยุดทำงาน ส่วนแสดงผล มีการติดตั้งจอแสดงผลแบบ LCD เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิที่ต้องการ และค่าอุณหภูมิที่ทำการวัดได้ นอกจากนี้ยังมีกราฟแสดงผลการทดลองเพื่อง่ายต่อการเข้าใจอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TEMPERATURE CONTROLLER

By

Pramote Udombusara ID 47012258

Arissara Panomsin ID 47012276

Arthit Choomsai na ayuthaya ID 47012277

Advisor

Assoc.Prof. Dr. Vanchai Riewruja

Abstract

This project uses microcontroller technology for controlling temperature. There are two parts of the important component in this project. They consist of automatic control and display parts. The automatic control part composes the temperature detector which get the value of the temperature and send this value to microcontroller for evaluate the result. Microcontroller will compare between the measured value and the set point value. If the measured value do not match with the set point value, the instrument will be command to control the temperature, when the temperature have the value that required, the instrument will be stopped. In the display part, there is installation of the LCD display for indication set point value and measured value. Furthermore; there is graph for showing the result of experimental that be easy to understand.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีด้วยคำแนะนำและคำปรึกษาจาก รศ.ดร. วันชัย ริ้วรุจา อาจารย์ที่ปรึกษาและอาจารย์วรรณดี เพชรมณีล้ำค่า ที่กรุณาให้แนวคิดและคำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนตรวจแก้ไขข้อบกพร่อง ทำให้โครงการลุล่วงด้วยดี และขอขอบคุณอาจารย์และเพื่อน ๆ นักศึกษาสาขาวิศวกรรมแมคคาทรอนิกส์ทุกท่าน ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำ ตลอดจนให้การช่วยเหลือ ตั้งแต่เริ่มต้นจนเสร็จสมบูรณ์

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณบิดา มารดา และครอบครัวของคณะผู้จัดทำที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุก ๆเรื่อง ทำให้ข้าพเจ้าสามารถทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

นายปราโมทย์ อุดมบุษรา

นางสาวอริศรา พนมศิลป์

นายอาทิตย์ ชุมสาย ณ อยุธยา

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญรูปภาพ	VII
สารบัญตาราง	X
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ความเป็นมาและแรงจูงใจในการทำปริญญานิพนธ์	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน	2
1.3 แนวคิดและขอบเขตของโครงงาน	2
1.4 โครงสร้างเนื้อหาของโครงงาน	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	
2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบควบคุม	5
2.1.1 ตัวควบคุมแบบไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous Controller)	6
2.1.2 ตัวควบคุมแบบต่อเนื่อง (Continuous Controller)	8
2.1.2.1 การควบคุมแบบสัดส่วน (Proportional Control Action)	8
2.1.2.2 การควบคุมแบบอินทริกรัล (Integral Control Action)	10
2.1.2.3 การควบคุมแบบอนุพันธ์ (Derivative Control Active)	11
2.1.2.4 การควบคุมแบบพีไอ (Proportional and Integral Control Active)	12
2.1.2.5 การควบคุมแบบพีดี (Proportional and Derivative Control Active)	13
2.1.2.6 การควบคุมแบบพีไอดี (Proportional Integral and Derivative Control Active)	14
2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์	15
2.2.1 ไตรแอค (TRIAC)	15
2.2.1.1 การควบคุมกำลังไฟแบบเฟสทริกเกอร์	16
2.2.1.2 วงจรจุดชนวนเกตแบบควบคุมเฟส	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.2.2 คุณสมบัติของ TCA 785 Integrated Phase control	17
2.2.2.1 วงจรแรงดันอ้างอิง (Reference Voltage)	19
2.2.2.2 วงจรตรวจจับจุดตัดศูนย์ (Zero Crossing Detector)	19
2.2.2.3 วงจรสร้างสัญญาณลาดเอียง (Ramp Generator)	20
2.2.2.4 วงจรเปรียบเทียบ (Control Comparator Circuit)	21
2.2.2.5 การจุดชนวนเกตแบบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์	24
2.2.3 ตัวตรวจจับอุณหภูมิ DS18S20	27
2.3 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทลเลอร์กับ DS18S20	30
2.3.1 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับ DS18S20	30
2.3.2 ไทม์สล๊อตการอ่านและเขียนข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์ และ DS18S20	31
บทที่ 3 ขั้นตอนดำเนินการ	
3.1 การออกแบบวงจรส่วนต่าง ๆในชุดควบคุมอุณหภูมิ	33
3.1.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง	33
3.1.2 วงจรเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิที่ใช้ DS 1820	33
3.1.3 วงจรทริกและแยกโหลด	34
3.1.4 วงจรส่วนการแสดงผลออกทาง LCD Module	34
3.1.5 วงจรควบคุมการทำงาน	35
3.2 การออกแบบอุปกรณ์ ในชุดควบคุมอุณหภูมิ	36
3.2.1 ท่อทางเดินลมของระบบ	36
3.2.2 ขดลวดความร้อน	36
3.2.3 มอเตอร์พัดลม	37
3.2.4 ท่อลมรบกวนระบบและสายยางนำลม (ส่วนสำหรับก่อกวนระบบ)	38
3.3 โปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ	39
3.3.1 Flow chart แสดงการทำงานของโปรแกรม	39
3.3.2 อธิบายโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ผลการทดลองที่ยังไม่มีการควบคุม gap 41

4.1.1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส 41

4.1.2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 42

4.1.3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 43

4.2 ผลการทดลองที่มีการควบคุม gap แบบบังคับ 44

4.2.1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส 44

4.2.2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 45

4.2.3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 46

4.3 ผลการทดลองที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส 47

4.3.1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส 47

4.3.2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 48

4.3.3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 49

4.4 ผลการทดลองที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียส 50

4.4.1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส 50

4.4.2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 51

4.4.3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 52

บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง 53

5.2 ข้อเสนอแนะ 53

ภาคผนวก ก 55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่	หน้า
2.1 ระบบควบคุมแบบวงเปิด	5
2.2 ระบบควบคุมแบบวงปิด	6
2.3 (ก) แผนผังบล็อกของตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง หรือแบบ On-Off	7
2.3 (ข) ช่วง Differential Gap	
2.4 Differential Gap	8
2.5 การควบคุมแบบสัดส่วน	8
2.6 ผลตอบสนองของการควบคุมแบบสัดส่วน	9
2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรควบคุมกับอัตราการเปิดวาล์ว	10
2.8 แผนผังบล็อกของการควบคุมแบบอินทริกรัล	11
2.9 แสดงผลตอบสนองการควบคุมแบบอินทริกรัลจากสัญญาณขั้นบันได	11
2.10 แผนผังบล็อกของตัวควบคุมแบบอนุพันธ์	12
2.11 ผลตอบสนองสัญญาณแบบขั้นบันไดของกริยาควบคุมแบบอนุพันธ์	12
2.12 การควบคุมแบบพีไอ	13
2.13 การควบคุมแบบพีดี	14
2.14 ผลตอบสนองของการควบคุมแบบพีไอกับสัญญาณแบบขั้นบันได	14
2.15 ก. สัญลักษณ์ของไตรแอก	15
2.15 ข. การใช้งานพื้นฐาน	
2.16 แสดงกราฟลักษณะสมบัติของไตรแอค	16
2.17 แสดงวงจรการควบคุมวงจรหรี่ความสว่างของหลอดไฟ โดยการปรับมุมของสัญญาณทริกเกอร์	16
2.18 การเปลี่ยนแปลงค่าของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่โหลด	17
2.19 แผนภาพของ TCA 785	18
2.20 การต่อแหล่งจ่ายแรงดันให้กับ TCA 785 และแรงดันอ้างอิงภายใน	19
2.21 การสร้างสัญญาณลาดเอียงกับวงจรตรวจวัดจุดตัดศูนย์	20
2.22 การปรับค่ากระแส I_{cons} โดยการปรับความต้านทาน R_9	20
2.23 การเปรียบเทียบแรงดันควบคุมและแรงดันลาดเอียง	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่	หน้า
2.24 แผนภาพสัญญาณพัลส์ของ TCA 785	23
2.25 ลักษณะของสัญญาณจุดชนวนเกตแบบต่าง ๆ	26
2.26 การจัดขาของ DS18S20	27
2.27 โครงสร้างภายในของไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS18S20	27
2.28 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำความเร็วสูงของ DS18S20	28
2.29 วงจรการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับ DS18S20	30
2.30 ไทม์สล๊อตการรีเซตและการตอบสนอง	31
2.31 ไทม์สล๊อตการอ่านและเขียนข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์และ DS18S20	31
3.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ	33
3.2 วงจร Sensor DS 1820	33
3.3 วงจรทริกและแยกโหลด	34
3.4 วงจรส่วนการแสดงผลออกทางจอแสดงผล LCD	34
3.5 วงจรการทำงานหลัก	35
3.6 ท่อทางเดินลมของระบบ	36
3.7 ขดลวดความร้อน	37
3.8 มอเตอร์พัดลม	37
3.9 ท่อลมรบกวนระบบและสายยางนำลม (ส่วนสำหรับรบกวนระบบ)	38
3.10 แสดงการทำงานของFlow Chart	39
4.1 กราฟที่ยังไม่มีการควบคุม gap ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	41
4.2 กราฟที่ยังไม่มีการควบคุม gap ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	42
4.3 กราฟที่ยังไม่มีการควบคุม gap ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	43
4.4 กราฟที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	44
4.5 กราฟที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	45
4.6 กราฟที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส	46
4.7 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส	47
4.8 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส	48

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ **หน้า**

4.9 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 49
4.10 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส 50
4.11 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส 51
4.12 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2-1 ค่าเก็บประจุที่ต่อกับขา 12	23
2-2 ความกว้างของสัญญาณจุดชนวนแบบต่างๆ กับชนิดของโหลด	24
2-3 รหัสคำสั่งควบคุมอุณหภูมิการทำงานของ DS18S20	28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและแรงจูงใจในการทำปริญญานิพนธ์

ในการควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรมต่าง ๆ จะต้องใช้บุคลากรที่มีความรู้ความสามารถตลอดจนความเข้าใจเกี่ยวกับอุปกรณ์การวัดและการควบคุมชนิดต่าง ๆ เป็นอย่างมาก ในปัจจุบันเทคโนโลยีการวัดและการควบคุม ได้พัฒนาไปอย่างมากและรวดเร็ว เพื่อให้เกิดผลผลิตที่มีคุณภาพสูงและต้นทุนการผลิตที่ต่ำ เทคโนโลยีที่ใช้จะถูกนำเข้าจากต่างประเทศทั้งสิ้น เป็นผลให้การพัฒนาเทคโนโลยีขึ้นในประเทศเพื่อการทดแทนถูกละเลย นักศึกษาตลอดจนบุคลากรในภาคอุตสาหกรรมเป็นเพียงผู้ตามและผู้บริโภคเทคโนโลยีนำเข้าจากต่างประเทศ การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีทางด้านการวัดและการควบคุมจึงเป็นสิ่งจำเป็นอย่างมากที่จะเสริมสร้างและแรงกระตุ้นให้เกิดการพึ่งพาตนเอง การพัฒนาบุคลากรให้สามารถเข้าใจในด้านทฤษฎีและปฏิบัติเพื่อสร้างเทคโนโลยีขึ้นเองได้นั้น จะต้องอาศัยความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับเทคนิควิธีการวัดและควบคุมชนิดต่างๆ ในระบบควบคุมกระบวนการทางอุตสาหกรรม การเสริมสร้างความรู้ทางด้านทฤษฎีนั้นทางภาควิชาระบบควบคุมมีความพร้อมอยู่มาก เนื่องจากมีบุคคลากรที่มีความรู้ความสามารถอยู่มากมาย แต่ในทางตรงกันข้ามการศึกษาทางด้านปฏิบัติจะมีข้อจำกัดอยู่มาก อันเนื่องมาจากเครื่องมือที่ใช้มีราคาสูงมาก ตลอดจนเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นผลให้เครื่องมือที่มีอยู่ใช้งานได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ ในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นปัญหาหลักในการพัฒนาบุคลากรและเป็นปัญหาใหญ่ของระบบการเรียนการสอนในสาขานี้ในทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในการศึกษาทางด้านปฏิบัติจึงจำเป็นที่จะต้องมีชุดปฏิบัติการที่มีความคล่องตัวและเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่างๆที่สามารถรองรับและเสริมสร้างเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้ ทางภาคระบบควบคุมจึงได้ดำเนินการวิจัยและพัฒนาชุดปฏิบัติการการควบคุมอุณหภูมิ ซึ่งการควบคุมอุณหภูมิจะเป็นกระบวนการหลักกระบวนการหนึ่งที่มีความสำคัญมากในอุตสาหกรรม เช่น อุตสาหกรรมปิโตรเคมี อุตสาหกรรมการกลั่นน้ำมัน อุตสาหกรรมน้ำตาล อุตสาหกรรมยาง อุตสาหกรรมเครื่องดื่มและอุตสาหกรรมอาหาร เป็นต้น เพื่อใช้เป็นชุดปฏิบัติการเสริมสร้างความรู้และความเข้าใจ ตลอดจนก่อให้เกิดแนวความคิดทั้งทางด้านทฤษฎีและเทคโนโลยีการควบคุมใหม่ ๆ ขึ้น และเป็นการลดการนำเข้าชุดปฏิบัติการและเทคโนโลยีราคาแพงจากต่างประเทศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 วัตถุประสงค์ของการทำโครงงาน

- ศึกษาการทำงานของกระบวนการควบคุม
- ศึกษาการทำงานของชุดควบคุม
- เพื่อสร้างชุดทดลองการควบคุมอุณหภูมิ

1.3 แนวคิดและขอบเขตของโครงงาน

โครงงานชุดทดลองควบคุมอุณหภูมินี้ได้จัดทำขึ้นเนื่องมาจากทางคณะผู้จัดทำได้เล็งเห็นถึงปัญหาของทางภาควิชาฯ อันได้แก่ข้อจำกัดของการศึกษาทางภาคปฏิบัติอันเนื่องมาจากเครื่องมือที่ใช้มีราคาสูงมาก ตลอดจนเทคโนโลยีที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและเป็นการนำเข้าจากต่างประเทศ เป็นผลให้เครื่องมือที่มีอยู่ใช้งานได้อย่างไม่มีประสิทธิภาพ ในการรองรับการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นอย่างรวดเร็ว ซึ่งเป็นปัญหาหลักในการพัฒนาบุคลากรและเป็นปัญหาใหญ่ของระบบการเรียนการสอนในสาขานี้ในทุกหน่วยงานที่เกี่ยวข้อง ในการศึกษาทางด้านปฏิบัติจึงจำเป็นที่จะต้องมีชุดทดลองที่มีความคล่องตัวและเปลี่ยนแปลงองค์ประกอบต่างๆที่สามารถรองรับและเสริมสร้างเทคโนโลยีใหม่ ๆ ได้ จึงได้จัดทำโครงงานชิ้นนี้ขึ้นมา ซึ่งชุดทดลองควบคุมอุณหภูมินี้ มีส่วนประกอบที่สำคัญหลายส่วน ทั้งส่วนควบคุมอัตโนมัติและส่วนแสดงผล

ส่วนควบคุมอัตโนมัติประกอบด้วย ส่วนตรวจจับอุณหภูมิ ซึ่งจะทำการวัดอุณหภูมิและส่งค่าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์เพื่อประมวลผลเปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่าที่ต้องการควบคุม ถ้าหากค่าที่วัดได้ไม่ตรงกับค่าที่ต้องการควบคุม จะสั่งการให้อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิทำงาน เมื่ออุณหภูมิมีค่าตรงกับค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้ อุปกรณ์ควบคุมจะหยุดทำงาน

ส่วนแสดงผล มีการติดตั้งจอแสดงผลแบบ LCD เพื่อแสดงค่าอุณหภูมิที่ต้องการ และค่าอุณหภูมิที่ทำการวัดได้ นอกจากนี้ยังมีกราฟแสดงผลการทดลองเพื่อง่ายต่อการเข้าใจอีกด้วย

1.4 โครงสร้างเนื้อหาของโครงงาน

บทที่ 1 บทนำ กล่าวถึงความเป็นมาและแรงจูงใจในการทำโครงงานนี้ แนวคิดและขอบเขตโครงสร้างเนื้อหาโครงงานและประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการทำโครงงาน

บทที่ 2 กล่าวถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับโครงงานนี้

บทที่ 3 ขั้นตอนการดำเนินงาน การออกแบบและการสร้างระบบ

บทที่ 4 การทดลอง และผลการทัดลอง

บทที่ 5 สรุป วิจารณ์ผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- เกิดประสบการณ์การเรียนรู้ และเข้าใจ การทำงานหลักของชุดทดลองควบคุมอุณหภูมิ
- สามารถนำเทคโนโลยีไมโครคอนโทรลเลอร์มาประยุกต์ใช้กับชิ้นงาน
- ได้เรียนรู้ที่จะทำงานร่วมกันเป็นทีม และการบริหารเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการ

กล่าวนำ

โดยทั่วไปเป้าหมายของระบบควบคุมกระบวนการต่าง ๆ ในอุตสาหกรรม คือ การรักษาปริมาณทางฟิสิกส์ อันได้แก่ อุณหภูมิ (Temperature) แรงดัน (Pressure) ระดับ (Level) และอื่น ๆ ให้มีค่าใกล้เคียงกับค่าที่ต้องการมากที่สุด ซึ่งการควบคุมที่ดีย่อมเริ่มจาก การเลือกแบบควบคุมที่เหมาะสม บางโรงงานอาจใช้การควบคุมแบบง่าย ๆ ด้วยมือ (Manual Control) ซึ่งอาศัยพนักงาน (Operator) คอยทำหน้าที่ตรวจวัดและปรับแต่งการควบคุมให้ผลตอบสนองเป็นไปตามต้องการ จะเห็นได้ว่าการควบคุมแบบนี้จำเป็นต้องอาศัยประสบการณ์ และความชำนาญของพนักงานเป็นหลัก แต่ในความเป็นจริงแล้วมนุษย์หรือพนักงานไม่สามารถทำงานได้ดีเท่ากันตลอดเวลา จึงทำให้ประสิทธิภาพของการควบคุมลดลง ปัจจุบันโรงงานที่ต้องการการควบคุมที่มีความแม่นยำและประสิทธิภาพสูง จำเป็นต้องนำเครื่องควบคุมอัตโนมัติ (Automatic Control) มาใช้งานโดยเครื่องควบคุมอัตโนมัติจะทำหน้าที่หลักในการคำนวณหาสัญญาณควบคุมที่เหมาะสมตามกฎเกณฑ์การควบคุม (Control Law) ที่พนักงานได้กำหนดไว้ล่วงหน้า ซึ่งระบบควบคุมอัตโนมัติที่เราพบเห็นกันอยู่บ่อย ๆ ในโรงงานอุตสาหกรรมก็คือ ระบบควบคุมแบบป้อนกลับ (Feedback Control System) ระบบควบคุมแบบป้อนกลับโดยทั่วไปประกอบไปด้วยอุปกรณ์ 4 ส่วน คือ

ตัวควบคุม (Controller) เป็นเครื่องมือหรืออุปกรณ์ที่ใช้ในการสร้างสัญญาณควบคุมเพื่อทำหน้าที่ควบคุมให้ระบบหรือกระบวนการที่ต้องการควบคุมมีเอาท์พุต หรือผลตอบสนองเป็นไปตามต้องการ ตัวควบคุมมีหลายแบบ เช่นตัวควบคุมแบบ ON-OFF (ตัวควบคุมแบบสองตำแหน่ง) ตัวควบคุมแบบ Proportional (P) ตัวควบคุมแบบ Integral (I) ตัวควบคุมแบบ Derivative (D) หรือการใช้ตัวควบคุมหลาย ๆ แบบร่วมกัน เช่นตัวควบคุมแบบ PI ตัวควบคุมแบบ PD และตัวควบคุมแบบ PID เป็นต้น ซึ่งสัญญาณที่ออกจากตัวควบคุมคือตัวแปรปรับกระบวนการ

อุปกรณ์ควบคุมสุดท้าย (Final Control Element) หมายถึงอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ปรับสภาวะของกระบวนการ ด้วยการเปลี่ยนแปลงค่าตัวแปรปรับกระบวนการ ตามคำสั่งหรือสัญญาณควบคุมที่ได้รับจากตัวควบคุม อุปกรณ์ควบคุมสุดท้ายนั้นมีอยู่ด้วยกันหลากหลายเช่น วาล์วควบคุม (Control Valve) อินเวอร์เตอร์ (inverter) และตัวกระทำ (Actuator) เป็นต้น แต่ที่มักพบเห็นกันมากคือ วาล์วควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการ (Plant or Process) หมายถึง ระบบหรือกระบวนการทางฟิสิกส์ที่ต้องการควบคุมให้มีสถานะเป็นไปตามต้องการ เช่น การควบคุมระดับของเหลว กระบวนการเกี่ยวกับการควบคุมอุณหภูมิ เป็นต้น ซึ่งสถานะของกระบวนการแสดงด้วยตัวแปรกระบวนการ (Process Variable : pv)

อุปกรณ์การวัด (Measurement) หมายถึง อุปกรณ์จำพวก เซนเซอร์ (Sensor) ทรานดิวเซอร์ (Transducer) , หรืออุปกรณ์แปลง (Transmitter) หรือเครื่องวัดสัญญาณอื่น ๆ ในกระบวนการเพื่อนำสัญญาณที่ได้ไปใช้เป็นตัวแปรการควบคุม โดยสัญญาณขาออกของอุปกรณ์วัด โดยทั่วไปจะเป็นสัญญาณมาตราฐานทางอุตสาหกรรม เช่น สัญญาณกระแสไฟฟ้า 4-20 มิลลิแอมป์ (4 – 20 mAdc.) สัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 1 -5 โวลต์ (1 -5 Vdc.) หรือสัญญาณลมขนาด 3 – 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (3 – 15 psi หรือ 0.2 – 1.0 kg/cm2) เป็นต้น

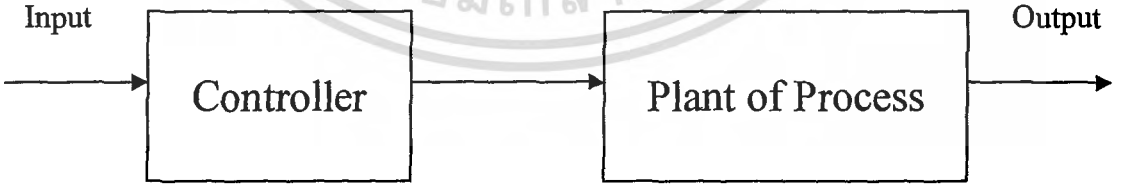
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับชุดควบคุมอุณหภูมิแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

- ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบควบคุม
- ทฤษฎีเกี่ยวกับด้านอิเล็กทรอนิกส์

2.1 ทฤษฎีเกี่ยวกับระบบควบคุม

ระบบควบคุมอาจจะแบ่งอย่างง่ายๆ ออกเป็น 2 แบบ คือ ระบบควบคุมแบบวงปิด (Closed loop) และระบบควบคุมแบบวงปิด (Open-loop)

ระบบควบคุมแบบวงปิดเป็นระบบที่เอาท์พุทของระบบจะไม่มีผลต่อการควบคุมเลย นั้นคือในกรณีของระบบควบคุมแบบวงปิดนั้น เอาท์พุทของระบบจะไม่ถูกวัดหรือถูกป้อนกลับเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับอินพุท รูปที่ 2.1 เป็นบล็อกไดอะแกรม (Block Diagram) แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทและเอาท์พุทของระบบควบคุมแบบวงเปิด

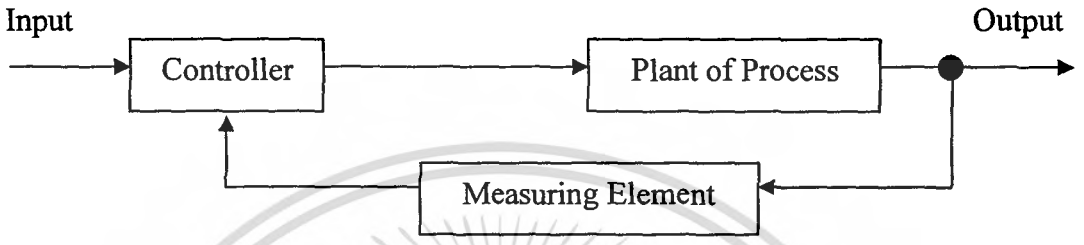


รูปที่ 2.1 ระบบควบคุมแบบวงเปิด

ระบบควบคุมแบบวงปิดเป็นระบบควบคุมแบบหนึ่งซึ่งสัญญาณเอาท์พุทจะมีผลโดยตรงต่อการควบคุม ดังนั้นระบบควบคุมแบบวงปิดก็คือระบบควบคุมแบบป้อนกลับนั่นเอง โดยที่สัญญาณค่าความคลาดเคลื่อน (Actuating Error Signal) ซึ่งเป็นสัญญาณความแตกต่างระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณอินพุทกับสัญญาณป้อนกลับ (Feedback Signal) จะถูกป้อนให้กับตัวควบคุม (Controller) เพื่อลดค่าความคลาดเคลื่อนให้น้อยลงและทำให้เอาท์พุทของระบบมีค่าเป้าหมายตามที่ต้องการ สัญญาณป้อนกลับนี้อาจเป็นสัญญาณเอาท์พุทโดยตรง หรือเป็นสัญญาณที่เป็นฟังก์ชันหรือเป็นค่าอนุพันธ์ของสัญญาณเอาท์พุทก็ได้ ดังรูปที่ 2.2 เป็นบล็อกไดอะแกรมที่แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทและเอาท์พุทของระบบควบคุมแบบวงจรปิด



รูปที่ 2.2 ระบบควบคุมแบบวงปิด

การควบคุมที่นิยมใช้ในกระบวนการได้แก่การควบคุมแบบป้อนกลับ ซึ่งเป็นการควบคุมด้วยมือ (manual) หรือแบบอัตโนมัติก็ได้ ตัวอย่างเช่นการควบคุมอุณหภูมิของน้ำในอ่างอาบน้ำผู้ควบคุมอาจใช้มือข้างหนึ่งจุ่มลงในอ่างน้ำเพื่อวัดอุณหภูมิน้ำดู และใช้มืออีกข้างปรับน้ำร้อนที่ไหลเข้าให้มากหรือน้อยเพื่อให้น้ำในอ่างมีคุณสมบัติตามที่ต้องการการควบคุมแบบนี้เรียกว่าการควบคุมแบบป้อนกลับแบบควบคุมด้วยมือ ถ้าผู้ควบคุมใช้เทอร์โมมิเตอร์ในการวัดอุณหภูมิแล้ว เขาก็จะสามารถควบคุมอุณหภูมิของน้ำในอ่างได้เที่ยงตรงมากขึ้น ซึ่งจะเห็นได้ว่าถ้าทำการวัดได้อย่างเที่ยงตรงแล้วสามารถทำให้ควบคุมได้ดีขึ้น สำหรับในกรณีของการควบคุมแบบป้อนกลับแบบอัตโนมัตินั้นต้องใช้อุปกรณ์ควบคุมด้วยเครื่องส่งสัญญาณ เพื่อไปทำการเปรียบเทียบกับค่าของอุณหภูมิของน้ำที่ต้องการ ตัวควบคุมก็จะสร้างสัญญาณควบคุมเพื่อไปควบคุมการเปิด-ปิดของวาล์วควบคุมที่ทำหน้าที่ควบคุมปริมาณของน้ำร้อนที่ไหลเข้าอ่างให้มากขึ้นหรือน้อยลงเพื่อให้น้ำมีอุณหภูมิที่ต้องการ

ตัวควบคุมอัตโนมัติที่ใช้งานอุตสาหกรรม แบ่งตามลักษณะการควบคุมออกได้เป็น 2 ประเภทใหญ่ ๆ ดังนี้

2.1.1 ตัวควบคุมแบบไม่ต่อเนื่อง (Discontinuous Controller)

เป็นตัวควบคุมที่สัญญาณระบบมีการเปลี่ยนแปลงตลอดเวลา โดยสามารถอธิบายได้ดังต่อไปนี้

การควบคุมแบบ 2 ตำแหน่งหรือการควบคุมแบบ ON-OFF

ในระบบการควบคุมแบบ 2 ตำแหน่งการควบคุมจะทำงานในตำแหน่งที่คงที่เพียง 2 ตำแหน่งเท่านั้น ในบางครั้งจึงมีชื่อเรียกว่าการควบคุมแบบ ON หรือ OFF การควบคุมแบบ 2

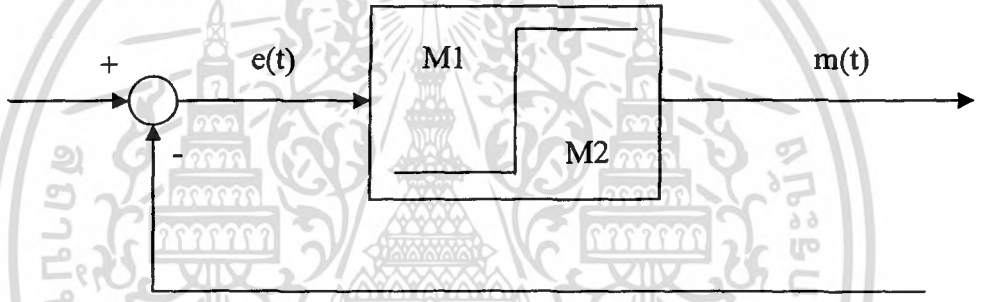
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งหรือแบบ ON-OFF นี้ จะเป็นการควบคุมแบบง่ายๆและราคาไม่แพงจึงนิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในงานควบคุมทางอุตสาหกรรม และในกรณีที่ผลจากการแกว่ง (Oscillate) นั้นเป็นที่ยอมรับได้กำหนดให้สัญญาณเอาท์พุทของตัวควบคุมเป็น m(t) และสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อนเป็น e(t) ฉะนั้นในการควบคุมแบบ 2 ตำแหน่งสัญญาณ m(t) จะมีค่าอยู่เพียงค่าสูงสุดและค่าต่ำสุดเท่านั้น โดยจะขึ้นอยู่กับว่าสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อนมีค่าเป็น + หรือ – นั้นคือ

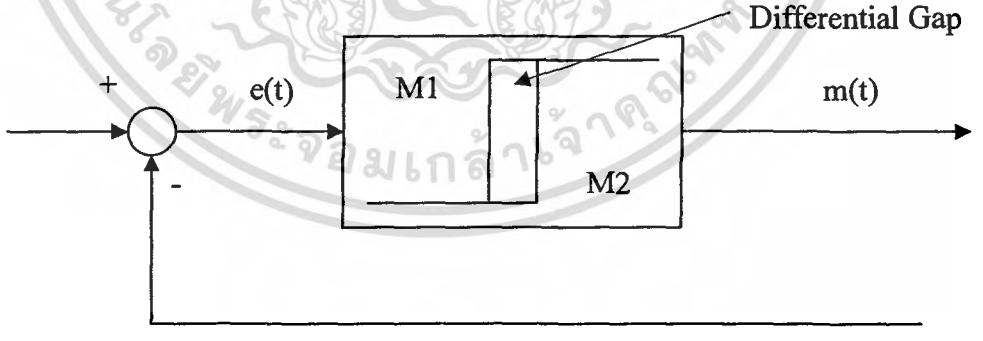
$m(t) = M1$ สำหรับ $e(t) > 0$:โดยที่ M1 และ M2 เป็นค่าคงที่

$m(t) = M2$ สำหรับ $e(t) < 0$

รูปที่ 2.3 (ก) แสดงถึงบล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง และสำหรับช่วงซึ่งสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อนเปลี่ยนแปลงไปก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงตำแหน่ง (Switching) ของการควบคุมนั้นเรียกว่า Differential Gap ดังแสดงในรูปที่ 2.3 (ข) ช่วง Differential Gap นี้บางครั้งเป็นการทำให้เกิดขึ้นเพื่อป้องกันการ ON-OFF บ่อยครั้งเกินไป

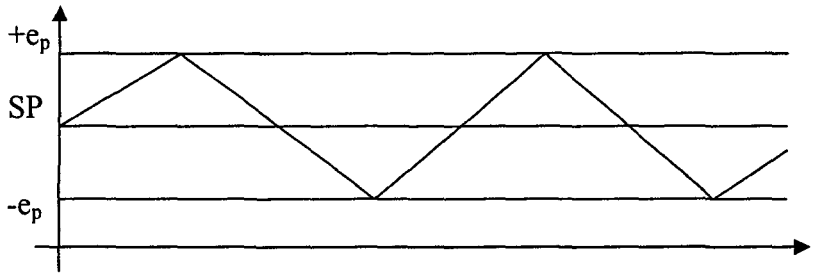


รูปที่ 2.3 (ก) แผนผังบล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบ 2 ตำแหน่ง หรือแบบ On-Off



รูปที่ 2.3 (ข) ช่วง Differential Gap

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 Differential gap

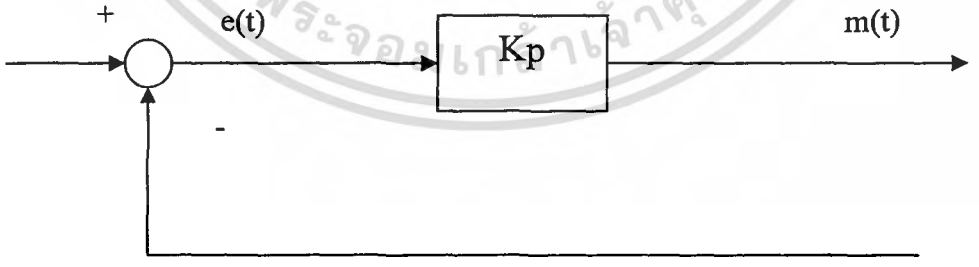
Differential gap คือ การควบคุมการ swing ของกราฟ ON-OFF โดยจะช่วยให้สามารถควบคุมค่าให้มีความใกล้เคียงกับค่าของ set point (SP) มากที่สุดเพื่อต้องการลดค่าความผิดพลาด โดยหลักการคือ เมื่อค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้มาถึงค่า set point แต่ยังไม่หยุดอยู่ที่ set point จะมีค่าความหน่วง (delay) สักระยะหนึ่งในการ OFF ดังนั้นเมื่อมาถึงค่าของ $+e_p$ ดังรูป ระบบจะทำการ OFF ขณะเดียวกันเมื่อระบบทำการ OFF จนมาถึงจุด set point ระบบจะทำการ ON ทันทีไม่ได้จะต้องมีการหน่วงเวลาสักระยะเพื่อทำการ ON จะมาถึงที่ $-e_p$ ระบบก็จะทำการ ON เป็นเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ โดยค่า $+e_p$,$-e_p$ เป็นค่าของ Differential gap

2.1.2 ตัวควบคุมแบบต่อเนื่อง (Continuous Controller)

เป็นตัวควบคุมโดยที่สัญญาณที่ออกมาจะมีลักษณะต่อเนื่องและยังสามารถควบคุมระบบได้ค่อนข้างดีกว่า ตัวควบคุมแบบไม่ต่อเนื่องโดยสามารถอธิบายได้ดังนี้

2.1.2.1 การควบคุมแบบสัดส่วน (Proportional Control Action)

เป็นปฏิกิริยาควบคุมซึ่งค่อนข้างจะสม่ำเสมอและเป็นเชิงเส้น ระหว่างการเปลี่ยนแปลงของอินพุทและเอาท์พุท สามารถแสดงความสัมพันธ์ในรูปแบบของแผนผังบล็อก ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.5 การควบคุมแบบสัดส่วน

ความสัมพันธ์ของสัญญาณควบคุม (เอาท์พุทของตัวควบคุม) m(t) กับสัญญาณค่าความคลาดเคลื่อน e(t) คือ

$$m(t) = K_p e(t)$$

หรือ

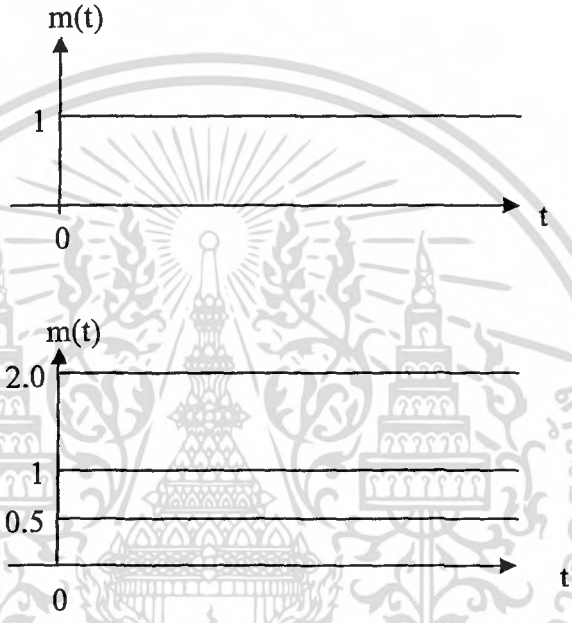
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p$$

$$\text{PB} = (\frac{1}{Kp}) \times 100\%$$

โดยที่ K_p จะอยู่ในเทอมของ Proportional Sensitivity หรืออัตราขยาย

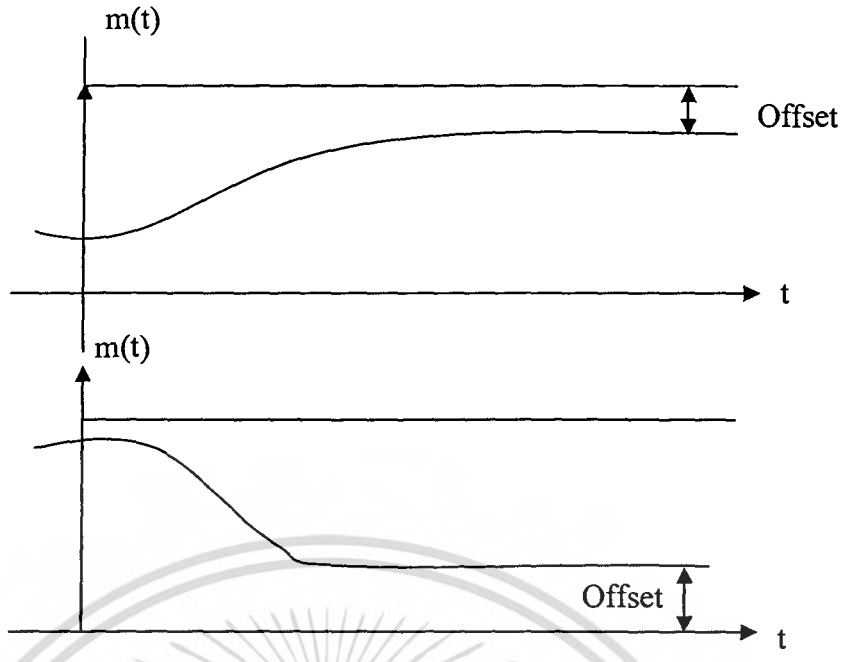
Proportional Band (PB) คือการเปลี่ยนแปลงของอินพุทเพื่อที่จะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของเอาท์พุทมากที่สุดในการควบคุมแบบสัดส่วน ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ผลตอบสนองของการควบคุมแบบสัดส่วน

การเกิด Offset เป็นคุณลักษณะของระบบควบคุมแบบสัดส่วน ทั้งนี้เนื่องจากการทำงานของระบบควบคุมแบบสัดส่วนนั้นไม่สามารถควบคุมระบบที่มี load เปลี่ยนแปลงได้ดีเท่าที่ควร และในกรณีที่ load คงที่แต่เปลี่ยนค่าของระดับ Set point ที่ควบคุมไปก็ เช่นเดียวกันจะเกิดมี Offset ก็คือค่าความแตกต่างของอินพุทและเอาท์พุทที่สภาวะคงที่เมื่อเป้าหมายคงที่นั่นเอง ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรควบคุมกับอัตราการเปิดวาล์ว

เราสามารถลดค่าการเกิด Offset ได้โดย

1. เพิ่มอัตราการขยายแบบสัดส่วน
2. เพิ่มค่าสัญญาณจัดการที่สภาวะเริ่มต้น (m_0) คือ $m_\gamma = (K_p * e) + m_0$
3. เปลี่ยนค่าเป้าหมาย

2.1.2.2 การควบคุมแบบอินทิกรัล (Integral Control Action)

เป็นการควบคุมซึ่งค่าเอาท์พุทเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าอินทิกรัลเชิงเวลาของอินพุทจะมีความสัมพันธ์ระหว่างเอาท์พุทของตัวควบคุม m(t) และค่าความคลาดเคลื่อน e(t) ดังนี้

$$\frac{dm(t)}{dt} = K_i\, e(t)$$

หรือ

$$m(t) = K_i \int_0^t e(t)dt$$

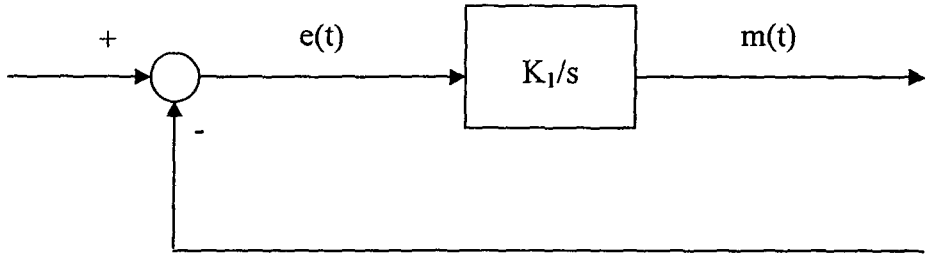
โดยที่ค่า K_I เป็นค่าคงที่ที่สามารถปรับค่าได้

ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) ของตัวควบคุมแบบอินทิกรัลคือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = \frac{K_I}{s}$$

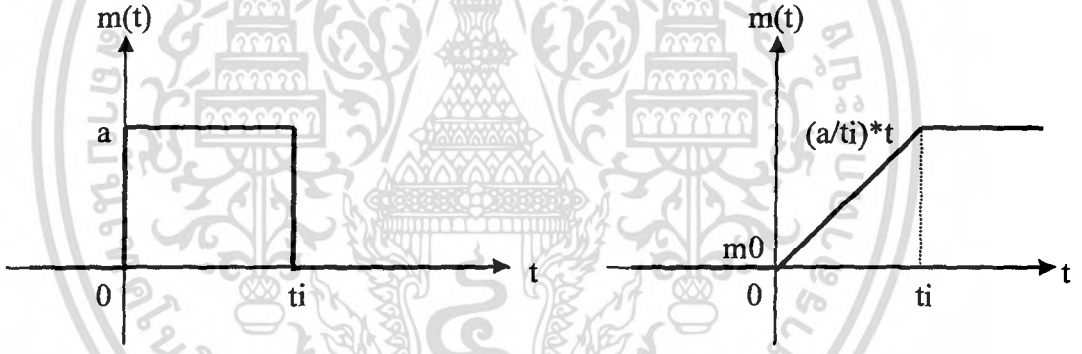
โดยสามารถแสดงในรูปของบล็อกไดอะแกรม ดังรูปที่ 2.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.8 บล็อกไดอะแกรมของการควบคุมแบบอินทริกรัล

ในการควบคุมแบบอินทริกรัลนั้นค่าเอาท์พุทของตัวควบคุม m(t) จะเปลี่ยนแปลงตามค่าความผิดพลาด e(t) ดังนั้นถ้าความผิดพลาดซึ่งได้เกิดขึ้นทำให้ระบบได้ค่าที่ผิดไป จากค่าที่ต้องการแล้ว อุปกรณ์ควบคุมจะจัดการกับค่าความผิดพลาดโดยเร็ว (โดยลดให้ค่า error นี้หมดไป) เมื่อตัวแปรควบคุมอยู่ที่ค่าเป้าหมายแล้วอุปกรณ์ควบคุมส่วนท้าย (Final element control) จะยังไม่ทำงาน ซึ่งแสดงให้เห็นว่าระบบอยู่ในสภาวะคงที่แล้วนั่นเอง ดังนั้นในการควบคุมแบบอินทริกรัลจะไม่ทำให้เกิดค่า Offset ขึ้นมา ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 แสดงผลตอบสนองการควบคุมแบบอินทริกรัลจากสัญญาณขั้นบันได

2.1.2.3 การควบคุมแบบอนุพันธ์ (Derivative Control Active)

เป็นการควบคุมที่ค่าเอาท์พุทเป็นสัดส่วนกับอัตราการเปลี่ยนแปลงของอินพุทโดยมีความสัมพันธ์ดังนี้

$$m(t) = K_D \times \frac{de(t)}{dt}$$

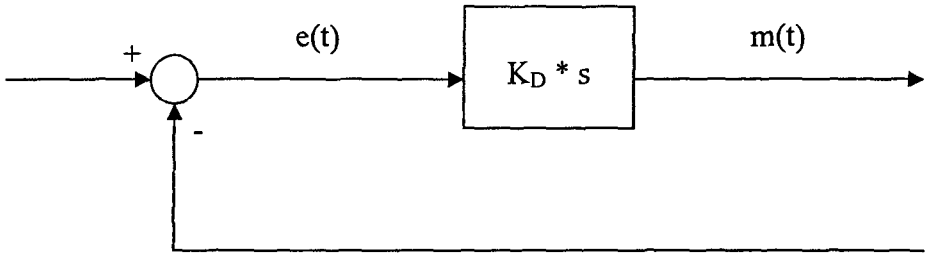
หรือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_D * s$$

โดยที่ K_D เป็นค่าคงที่ที่สามารถปรับค่าได้

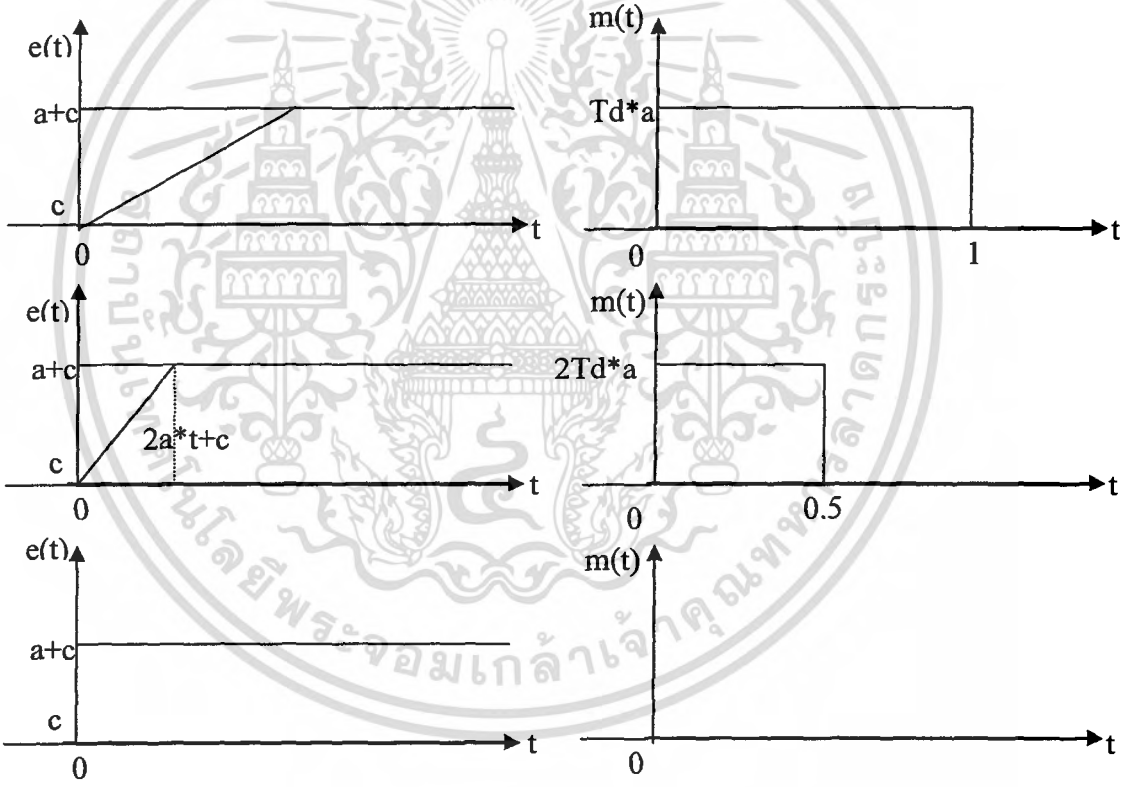
บล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบอนุพันธ์แสดงได้ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 บล็อกไดอะแกรมของตัวควบคุมแบบอนุพันธ์

เมื่อเพิ่มการควบคุมแบบอนุพันธ์ ไปในเครื่องควบคุมจะเป็นการบวกมุมนำในเครื่องควบคุมเพื่อชดเชยมุมตามในฟังก์ชั่นถ่ายโอนซึ่งขบวนการส่วนใหญ่จะมีค่ามุมเป็นแบบมุมตาม



รูปที่ 2.11 ผลตอบสนองสัญญาณแบบขั้นบันไดของกริยาควบคุมแบบอนุพันธ์

2.1.2.4 การควบคุมแบบพีไอ (Proportional and Integral Control Active)

เป็นการควบคุมที่ค่าเอาท์พุท เป็นสัดส่วนแบบเชิงเส้นกับผลรวมของค่าอินพุทและค่าอินทริกรัลเวลาของอินพุท โดยสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ตัวสมการต่อไปนี้

$$m(t) = \left[K_p e(t)\right] + \left[\frac{K_p}{T_i}\right] \int_0^t e(t)dt$$

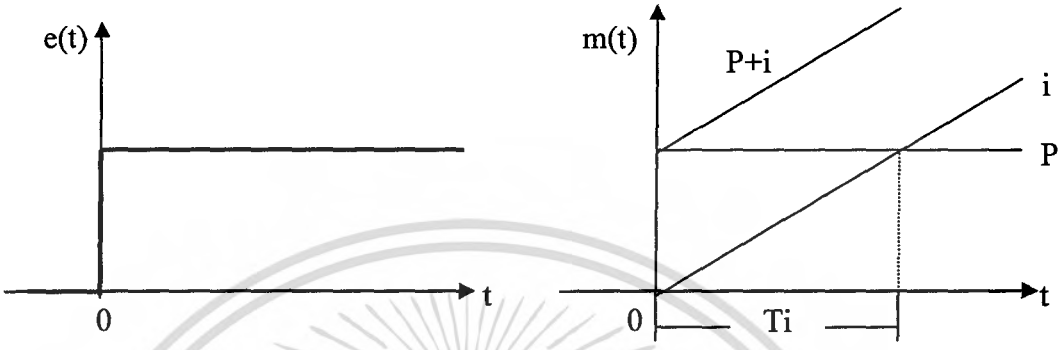
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p\left(1+\frac{1}{T_i s}\right)$$

โดยที่ K_p เป็นค่าของ Proportional Sensitivity หรืออัตราขยาย

T_i เป็นค่าของ Integral Time



รูปที่ 2.12 การควบคุมแบบพีไอ

ข้อดีของการควบคุมแบบพีไอคือตัวควบคุมอินทริกรัลจะกำจัด Offset ของตัวควบคุมแบบสัดส่วนให้หมดไป

2.1.2.5 การควบคุมแบบพีดี (Proportional and Derivative Control Active)

เป็นการควบคุมซึ่งเอาท์พุทเป็นสัดส่วนโดยตรงกับผลรวมของค่าอินพุทกับผลคูณคาบเวลากับอัตราการเปลี่ยนแปลงอินพุทแสดงดังรูปที่ 2.13 โดยสามารถแสดงด้วยสมการดังต่อไปนี้

$$m(t) = \left[K_p e(t)\right] + \left[K_p T_D \frac{de(t)}{dt}\right]$$

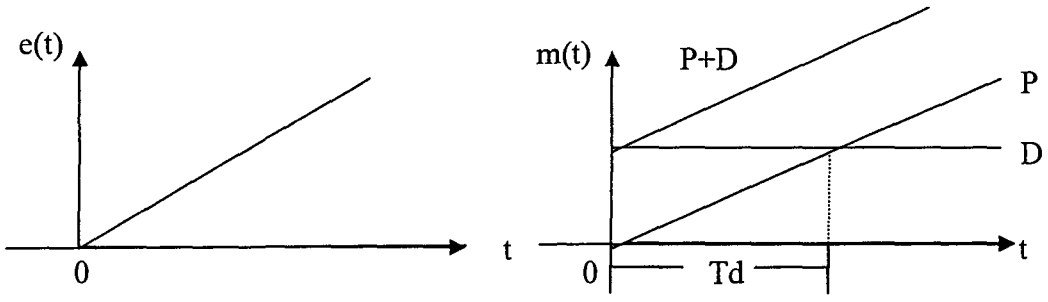
หรือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p\left(1+T_D s\right)$$

โดยที่ K_p เป็นค่าของ Proportional Sensitivity หรืออัตราขยาย

T_i เป็นค่าของ Derivative Time

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 การควบคุมแบบพีดี

ข้อดีของการควบคุมพีดีคือ เมื่อมีสัญญาณเข้าเป็นเชิงเส้น (Ramp) จะมีผลตอบสนองทางเวลาได้เปรียบกว่าการควบคุมแบบสัดส่วนเพียงอย่างเดียว

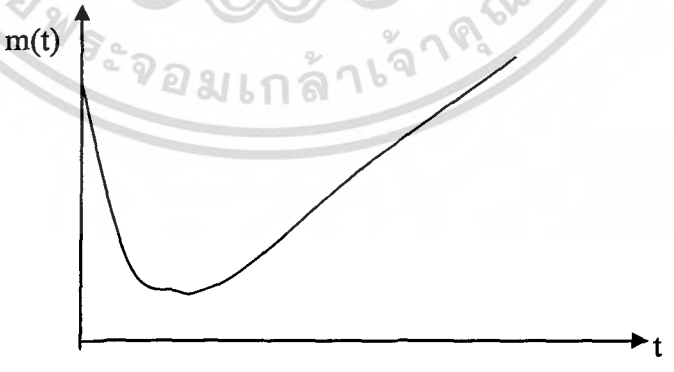
2.1.2.6 การควบคุมแบบพีไอดี (Proportional Integral and Derivative Control Active)

เป็นการควบคุมที่เอาค่าเอาท์พุทเป็นสัดส่วนกับค่าอินทริกรัลเชิงเวลาของอินพุท และค่าผลคูณของเวลากับอัตราการเปลี่ยนแปลงของอินพุทแสดงดังรูปที่ 2.14 โดยสามารถแสดงได้ตามสมการต่อไปนี้

$$m(t) = \left[K_p e(t)\right] + \left[K_p T_D \frac{de(t)}{dt}\right] + \left[\frac{K_p}{T_i}\right]\int_0^t e(t)dt$$

หรือ

$$\frac{M(s)}{E(s)} = K_p\left(1 + T_D s + \frac{1}{T_i s}\right)$$



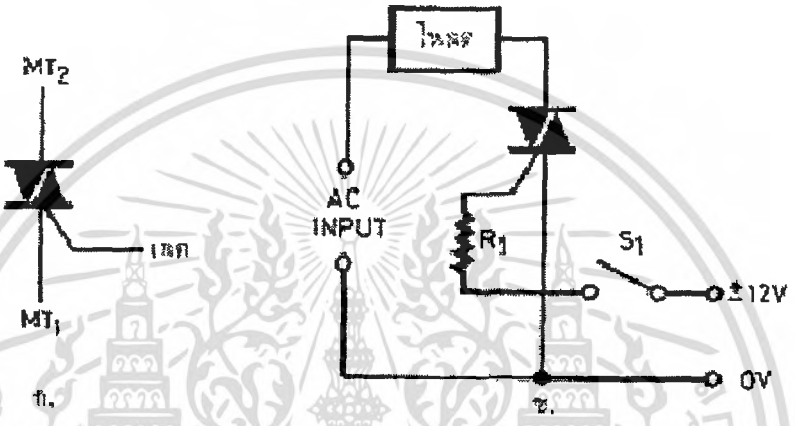
รูปที่ 2.14 ผลตอบสนองของการควบคุมแบบพีไอกับสัญญาณแบบขั้นบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 ทฤษฎีเกี่ยวกับอิเล็กทรอนิกส์

2.2.1 ไตรแอค (TRIAC)

ลักษณะโครงสร้างของไตรแอกนี้เหมือนกับการนำเอาเอสซีอาร์ 2 ตัวมาต่อขนานกันในลักษณะกลับขั้ว ส่วนขาเกตต่อร่วมเข้าด้วยกัน ดังนั้นไตรแอกจะทำหน้าที่เป็นตัวควบคุม ระบบไฟได้ทั้งแบบไฟตรง และไฟสลับ นั้นคือความสามารถในการนำกระแสได้ทั้งสองทิศทาง โดยการทริกที่เกตนั้นก็สามารถกระทำได้ทั้งสองทิศทางเช่นกัน



รูปที่ 2.15 ก. สัญลักษณ์ของไตรแอก ข. การใช้งานพื้นฐาน

คุณสมบัติพื้นฐานของไตรแอกซึ่งมีดังนี้

1. โดยปกติ ถ้าไม่มีสัญญาณทริกที่เกต ไตรแอกจะไม่ทำงานโดย จะมีลักษณะเหมือนกับสวิตช์ที่ถูกเปิดวงจร

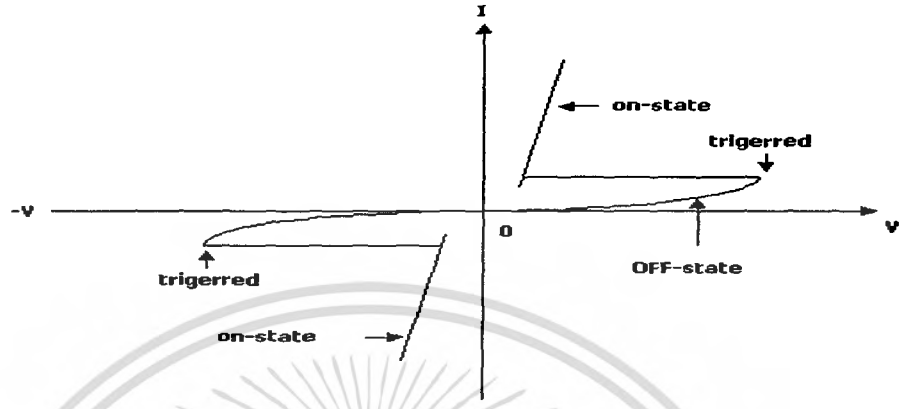
2. ถ้าในกรณีที่ MT2 และ MT1 ถูกป้อนด้วยแรงดันบวกและลบตามลำดับไตรแอกจะถูกกระตุ้นให้ทำงานได้โดยการป้อนสัญญาณพัลส์เพียงสั้น ๆ ที่เกตของมัน โดยจะมีแรงดันตกคร่อมตัวมัน มีค่าประมาณ 1 หรือ 2 โวลต์ เท่านั้น และก็เช่นกันคือเมื่อไตรแอกเริ่มทำงานแล้ว ก็จะสามารถคงสภาพการทำงานอยู่เช่นนั้นต่อไปเรื่อย ๆ ตราบเท่าที่ยังมีกระแสไหลผ่านตัวมันอย่างต่อเนื่อง

3. หลังจากที่ไตรแอกคงสภาพการทำงานอยู่นั้น ทางเดียวที่จะหยุดการทำงานลงได้ ก็โดยการลดปริมาณกระแสที่ไหลผ่านตัวมันลง ให้มีค่าต่ำกว่ากระแสโฮลดิ้งของมัน ในกรณีที่ใช้ไตรแอกในการจ่ายกระแส AC การหยุดทำงานจะเกิดขึ้นอย่างอัตโนมัติ เมื่อแรงดันของไฟสลับเข้าใกล้จุดตัดศูนย์ที่เกิดขึ้นทุกๆครึ่งคลื่นนั่นคือกระแสจะลดลงเป็นศูนย์

4. ไตรแอกถูกกระตุ้นให้ทำงานได้ ทั้งสัญญาณแบบบวกและลบที่ป้อนให้แก่ขาเกต โดยไม่คำนึงถึงขั้วที่ต่ออยู่ที่MT1และMT2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. ไตรแอกสามารถทนการกระชากของกระแสได้สูง เช่นโดยปกติสำหรับไตรแอกที่ทนกระแสปกติได้ 10 แอมแปร์ (rms) สามารถทนการกระชากของกระแสในช่วงหนึ่ง คาบเวลาของไฟ 60 เฮิรตซ์ได้สูงถึง 100 แอมแปร์ เป็นต้น

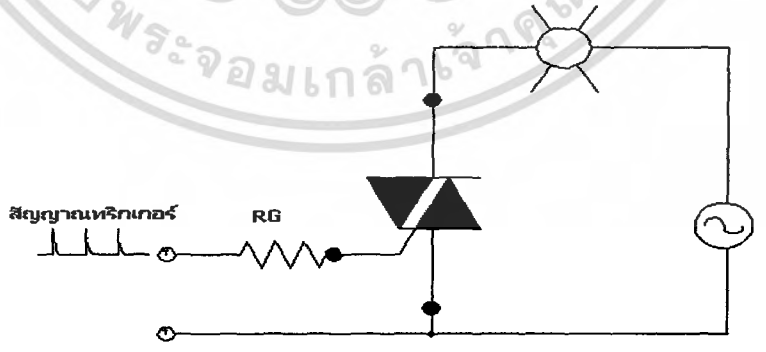


รูปที่2.16 กราฟลักษณะสมบัติของไตรแอค

การจุดชนวนเกตของไตรแอก สามารถแบ่งการจุดชนวนเกตได้ 3 แบบดังนี้

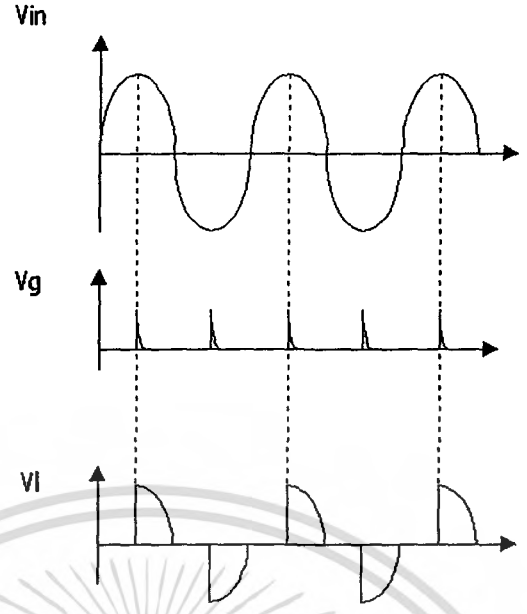
2.2.1.1 การควบคุมกำลังไฟแบบเฟสทริกเกอร์

จากตัวอย่างการใช้งานไตรแอคที่กล่าวมาตั้งแต่ต้นนี้เป็นการใช้งานในลักษณะเป็นสวิตช์เปิด / ปิด การจ่ายไฟให้แก่โหลดต่าง ๆ แต่ความจริงแล้ว การใช้งานสามารถขยายออกไปได้อีกมาก เช่นใช้เป็นวงจรควบคุมความสว่างของหลอดไฟหรือเป็นวงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์ เป็นต้น ซึ่งล้วนแล้วแต่เป็นการใช้งานควบคุมกำลังไฟที่จะจ่ายให้แก่โหลดในระบบที่เรียกว่าเฟส–ทริกเกอร์ โดยกำหนดได้จากตำแหน่งเวลาของการทริกที่ให้แก่ไตรแอค



รูปที่ 2.17 แสดงวงจรการควบคุมวงจรหรี่ความสว่างของหลอดไฟ
โดยการปรับมุมของสัญญาณทริกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.18 การเปลี่ยนแปลงค่าของกำลังไฟฟ้าที่ป้อนให้แก่โหลด

2.2.1.2วงจรจุดชนวนเกตแบบควบคุมเฟส

การควบคุมมุมจุดชนวนเกตเอสซีอาร์ หรือไทรแอก เป็นวิธีการควบคุมมุมจุดชวนวนเกตแบบเชิงเส้นซึ่งเป็นที่นิยมใช้ในงานอุตสาหกรรม เนื่องจากการทำงานของวงจรไม่มีผลกระทบจากอุณหภูมิ การใช้งานการออกแบบใช้วงจรรวม (Integrated Circuit) เฉพาะงานที่จัดทำเพื่อใช้ควบคุมมุมเฟสแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับโดยเฉพาะ จะทำให้ลดขั้นตอนการออกแบบวงจรและใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์น้อยลง รวมทั้งฟังก์ชั่นการทำงานที่ให้สมรรถนะการทำงานการควบคุมเป็นที่เชื่อถือได้

2.2.2 คุณสมบัติของ TCA 785 Integrated Phase control

TCA 785 Integrated Phase control เป็นวงจรรวมที่สร้างพัลส์จุดชนวนเกต เอสซีอาร์และไทรแอก (ซึ่งต่อไปนี้จะรวมเรียกว่าไทริสตอร์) โดยสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานดังต่อไปนี้

1. วงจรเรียงกระแส แบบควบคุมได้เต็มที่และครึ่งเดียว (Fully and Half Control) ทั้งแบบเฟสเดียวและสามเฟส

2. วงจรควบคุมมุมเฟสแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเฟสเดียวและสามเฟส

TCA 785 มีคุณสมบัติเด่นหลายประการ ดังนี้

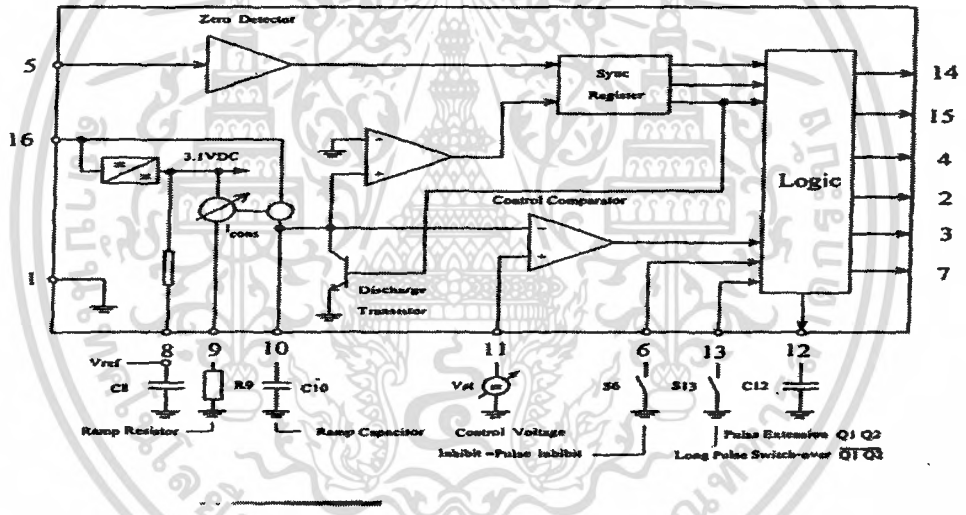
- สามารถจุดชนวนเกตไทริสเตอร์ได้อย่างน้อย 2 ตัว
- สามารถเลื่อนมุมจุดชนวนเกตได้ระหว่าง 0 ถึง 180 °
- ใช้กับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงในช่วง 8 – 18 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- กระแสภายในวงจรรวมใช้ประมาณ 4.5 mA ถึง 10 mA
- สามารถใช้งานได้ในช่วงอุณหภูมิ -25 ถึง 85 องศาเซลเซียส
- กระแสจุดชนวนเกต สามารถจ่ายได้ถึง 250 mA
- สัญญาณจุดชนวนเกต สามารถควบคุมได้โดยขา inhibit function
- ลักษณะของสัญญาณจุดชนวนเกต สามารถที่จะกำหนดเป็นแบบเดี่ยวและแบบต่อเนื่อง
- ใช้งานกับวงจร Zero Crossing
- ความถี่ใช้งาน 10-500 เฮิรตซ์

ความรู้พื้นฐานและหลักการทำงานของ TCA 785

แผนภาพกรอบของ TCA 785 แสดงในรูปที่ 2.19 แสดงเห็นโครงสร้างการทำงานของวงจร ซึ่งได้รวมวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่มีหน้าที่ต่าง ๆ ไว้ในตัวเลือกได้แก่



รูปที่ 2.19 แผนภาพของ TCA 785

1.วงจรแรงดันอ้างอิง (Reference Voltage)

2.วงจรตรวจจับจุดตัดศูนย์ (Zero Crossing Detector)

3.วงจรสร้างสัญญาณลาดเอียง (Ramp Generator)

4.วงจรเปรียบเทียบ (Control Comparator Circuit)

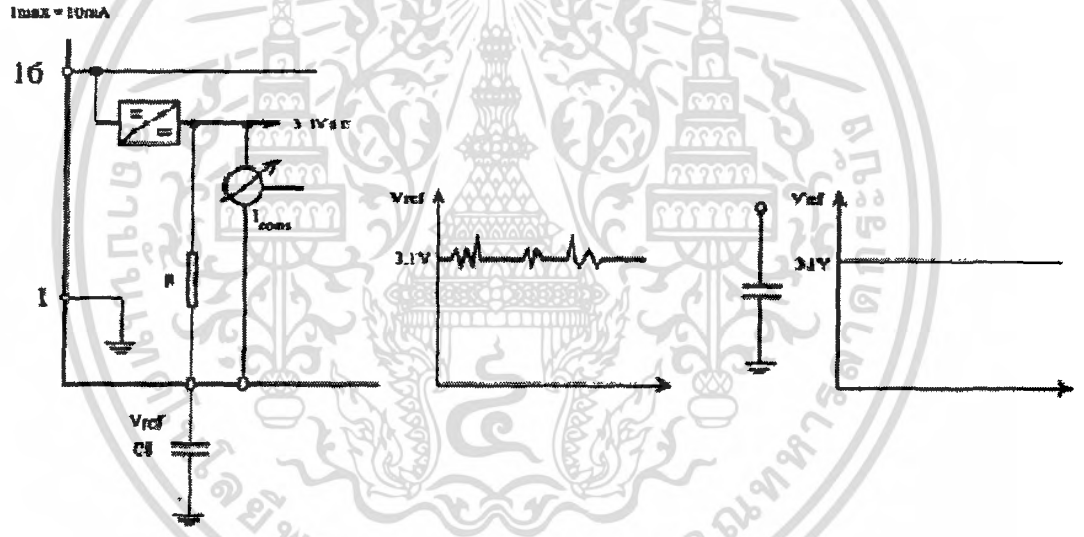
5.วงจรลอจิก (Logic Circuit)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 วงจรแรงดันอ้างอิง (Reference Voltage)

การทำงานของวงจรรวมจะไม่ขึ้นกับแหล่งจ่ายแรงดันจากภายนอกที่จ่ายเข้ามาซึ่งแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงภายนอกสามารถใช้ได้ในช่วง 8-18 โวลต์ โดยแรงดันบวกจะต่อเข้ากับขา 16 ($+V_{CC}$=15VDC) และแรงดันศูนย์จะต่อเข้ากับขา 1 (G=0VDC) ของวงจรรวม แรงดันอ้างอิงที่กำเนิดภายในวงจรรวมคือ V_{ref} =3.1 โวลต์ กระแสที่จ่ายให้วงจรรวมขณะที่ไม่มีโหลดจะใช้กระแสสูงสุด 10mA

ตัวเก็บประจุ C_8 จะต่อจากวงจรภายนอกเข้าที่ขา 8 ซึ่งเป็นขาเดียวกับแรงดันอ้างอิงและต่อกับกราวด์ ตัวเก็บประจุ C_8 จะเป็นตัวลดสัญญาณรบกวน (noise) ที่จะเกิดขึ้นในส่วนของแรงดันอ้างอิง ถ้าแรงดันอ้างอิงมีสัญญาณรบกวนเกิดขึ้นที่ความถี่สูง ๆ ส่วนที่เป็นสัญญาณรบกวนจะถูก C_8 จะทำการลัดวงจรลงกราวด์ ทำให้สัญญาณรบกวนหมดไป ดังรูปที่ 2.20

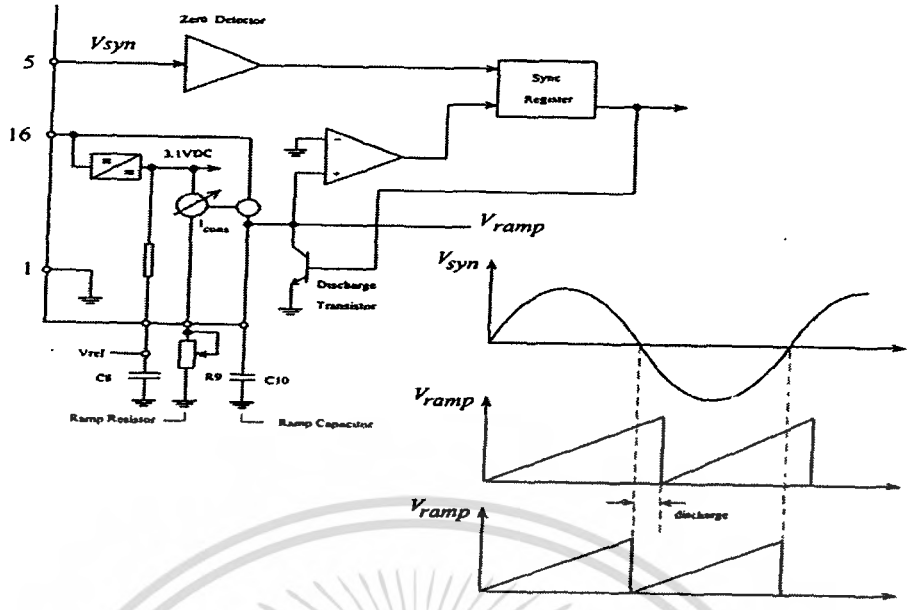


รูปที่ 2.20 การต่อแหล่งจ่ายแรงดันให้กับ TCA 785 และแรงดันอ้างอิงภายใน

2.2.2.2 วงจรตรวจจับจุดตัดศูนย์ (Zero Crossing Detector)

สัญญาณ Synchronization หรือ V_{syn} ต่อกับขา 5 โดยผ่านความต้านทานจำกัดกระแสและต่อลงกราวด์โดยผ่านไดโอดซึ่งจะต่อกลับกันอยู่ 2 ตัวทั้งนี้เพื่อให้ไดโอดไปจำกัดค่าแรงดันของ V_{syn} เพื่อให้มีค่าประมาณ 0.6 โวลต์ ในส่วนของวงจรตรวจจับจุดตัดศูนย์นั้นจะเป็นส่วนที่มีความไวสูงมากสามารถจะทำให้เกิดการ Synchronization ระหว่างสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ (แรงดันอินพุต) ดับสัญญาณจุดชนวนเกตไทริสเตอร์ นั่นคือแรงดันอินพุตต่อกับไทริสเตอร์จะตรงเฟสกับมุมจุดชนวนเกตพอดี สัญญาณที่ตรวจวัดจุดตัดศูนย์ได้จะนำไปสร้างสัญญาณลาดเอียงที่ตรงเฟสกับแรงดันอินพุต แสดงดังรูปที่ 2.21

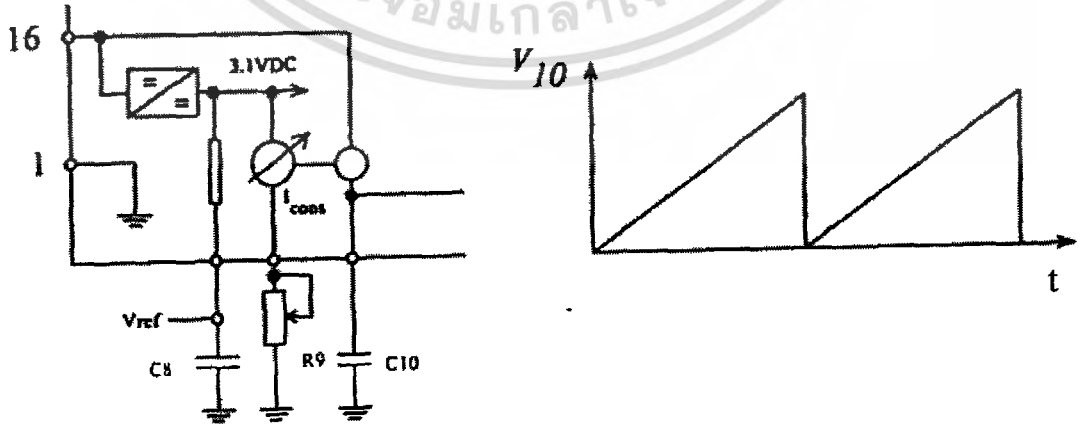
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.21 การสร้างสัญญาณลาดเอียงกับวงจรตรวจวัดจุดตัดศูนย์

2.2.2.3 วงจรสร้างสัญญาณลาดเอียง (Ramp Generator)

การสร้างสัญญาณลาดเอียงหรือฟันเลื่อย (Ramp or Saw tooth) ขึ้นมาเพื่อให้แรงดันลาดเอียงมีเฟสตรงกับแรงดันอินพุต และเป็นเชิงเส้นกับมุมเฟสของแรงดันอินพุต ส่วนอื่น ๆ ที่มีความสำคัญเช่นเดียวกันคือ ส่วนที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายกระแสคงที่ (Constant current source) จะทำหน้าที่สร้างกระแสคงที่ I_{cons} โดยกระแสส่วนนี้จะจ่ายให้กับตัวเก็บประจุ (C_{10}) ที่ต่อมาจากภายนอกเข้ากับขา 10 การเก็บประจุของ C_{10} หรือเรียกว่า Ramp capacitor : C_R ค่าของกระแสที่คงที่ให้กับ C_{10} นี้จะทำให้ C_{10} เกิดการเก็บประจุอย่างเป็นเชิงเส้น (Linear) กับเวลาทำให้สัญญาณแรงดันที่ตกคร่อม C_{10} เป็นสัญญาณเอียงหรือฟันเลื่อย



รูปที่ 2.22 การปรับค่ากระแส I_{cons} โดยการปรับความต้านทาน R_9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

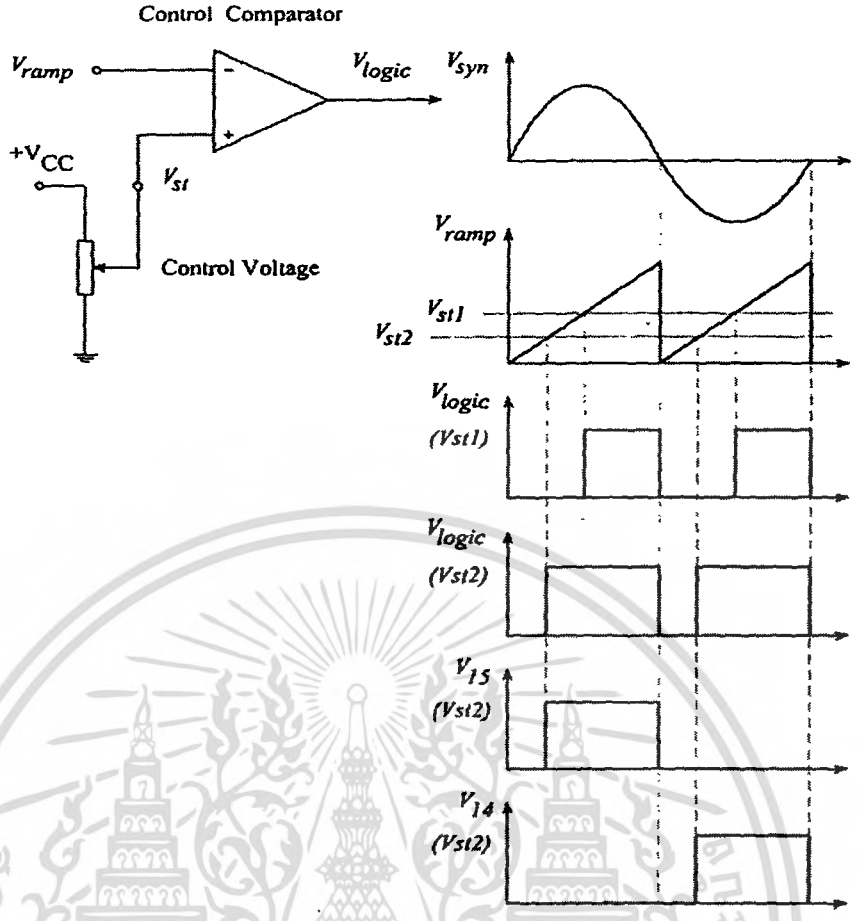
สัญญาณลาดเอียงจะสร้างวงจร RC Circuit คือ R_9 และ C_{10} ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดขนาดยอดคลื่นของสัญญาณลาดเอียงที่ V_{10} โดยสัญญาณลาดเอียงที่เกิดขึ้นนั้นจะมีการปรับ Zero Crossing ให้ตรงกับสัญญาณแรงดันอินพุต สัญญาณลาดเอียงที่กำเนิดจากการคายประจุของ C_{10} จะถูกนำไปจ่ายให้กับ Discharge transistor ที่อยู่ภายในวงจรรวมอีกครั้งหนึ่ง แสดงดังรูปที่ 2.22 ค่าของสัญญาณลาดเอียงจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับค่าของตัวเก็บประจุ C_{10} ที่เลือกใช้ โดยค่าของตัวเก็บประจุมีค่าระหว่าง 500pf-μf ส่วนค่าของกระแส I_{cons} สามารถที่จะทำการปรับค่าได้ โดยปรับความต้านทานที่ต่อจากภายนอกเข้าที่ขา 9 ค่าของ R_9 สามารถปรับค่าได้ในช่วง 300 กิโลโอห์ม R_9 เรียกว่า Ramp resistor : R_R

การทำงานในส่วนของ Discharge transistor จะทำหน้าที่คายประจุสัญญาณลาดเอียงที่กำเนิดเกินค่า Zero Crossing นั่นคือถ้าหากว่าแรงดันอินพุตนั้นเป็นศูนย์แล้วจะค่าของสัญญาณลาดเอียงจะเป็นศูนย์เนื่องจาก Synchronization register จะส่งสัญญาณไบแอสให้ Discharge transistor ทำงานจะทำให้แรงดันลาดเอียงตกเป็นศูนย์ตรงกับจุดที่แรงดันอินพุตเป็นศูนย์พอดี การคายประจุของทรายซิสเตอร์นั้น จะเห็นได้ว่าค่าแรงดันที่เกิดออกมาของ V_{10} จะไม่มีผลจากส่วนใดของวงจรรวม สัญญาณลาดเอียงที่เกิดขึ้นจะเป็นเชิงเส้นกับมุมเฟสของแรงดันอินพุต

2.2.2.4 วงจรเปรียบเทียบ (Control Comparator Circuit)

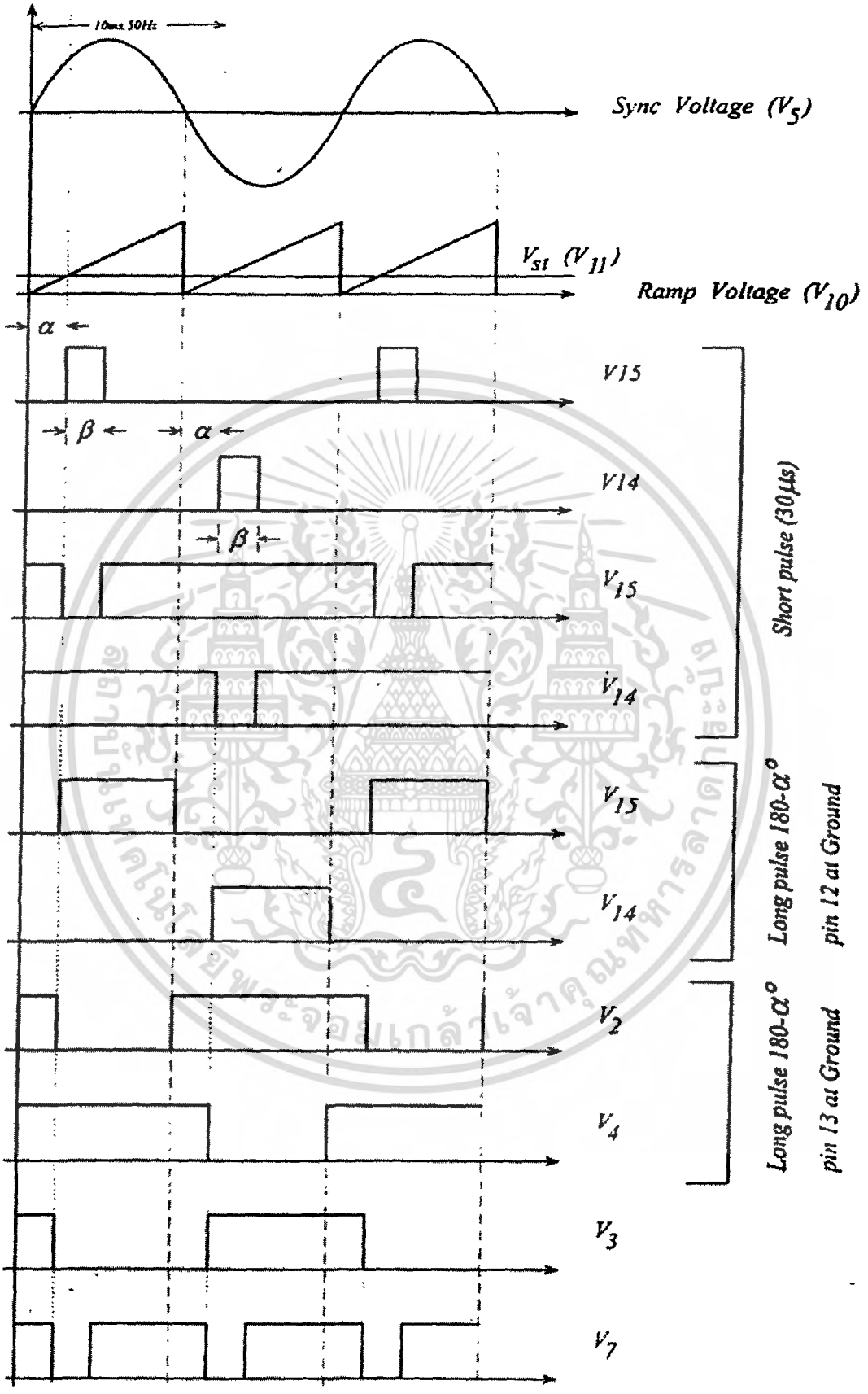
ในส่วนของการเปรียบเทียบสัญญาณนั้นจะเป็นการนำสัญญาณแรงดันลาดเอียง V_{10} หรือ V_{ramp} มาเปรียบเทียบกับสัญญาณแรงดันควบคุมจากภายนอก (แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง) โดยใช้หลักการของวงจรเปรียบเทียบ คือ และถ้าหากสัญญาณแรงดันควบคุม มีค่าต่ำกว่าสัญญาณลาดเอียง สัญญาณลอจิกที่ได้จะมีค่าเท่ากับ 15 โวลต์ หรือเป็นลอจิกหนึ่ง ถ้าแรงดันควบคุมมีค่าสูงกว่าแรงดันลาดเอียง สัญญาณลอจิกที่ได้จะเป็นลอจิกศูนย์ ดังนั้นถ้าค่ายอดของแรงดันลาดเอียงมีค่า 10 โวลต์ การควบคุมจุดชนวนเกต จะมีค่าเท่ากับ 18 องศาต่อ 1 โวลต์ ดังรูปที่ 2.23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.23 การเปรียบเทียบแรงดันควบคุมและแรงดันลาดเอียง
แผนภาพสัญญาณพัลส์ของ TCA 785

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.24 แผนภาพสัญญาณพัลส์ของ TCA 785 ที่จุดต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณที่นำมาใช้งานที่สำคัญคือ

1. ขา 11 เป็นสัญญาณแรงดันควบคุม (Control Voltage)

2. ขา 10 เป็นสัญญาณแรงดันลาดเอียง (Ramp Voltage) สามารถปรับค่ายอดจากค่าความต้านทานที่ขา 9

3. ขา 15 เป็นสัญญาณจุดชนวนเกตที่ มุม α°

4. ขา 14 ให้สัญญาณจุดชนวนที่เกตที่ มุม $\alpha + 180^{\circ}$

5. ขา 2 เป็นสัญญาณกลับ ของขา 15

6. ขา 4 เป็นสัญญาณกลับ ของขา 14

2.2.2.5 การจุดชนวนเกตแบบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

การจุดชนวนเกตแบบใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์นั้น สามารถทำได้โดยการใช้อุปกรณ์แยกไฟฟ้ากระแสตรงกับกระแสสลับ เป็นตัวช่วยจุดฉนวนเกตและใช้กระบวนการทางซอฟท์แวร์ ในการบังคับควบคุมการจุดชนวนเกต สัญญาณจุดชนวนเกตสามารถปรับให้ความกว้างของพัลส์ได้ตามจุดประสงค์ที่ใช้งาน เมื่อต่อขา 12 ลงกราวด์จะทำให้สัญญาณจุดชนวนเกตมีความกว้างเท่ากับ $\beta = 180-\alpha^{\circ}$ ถ้าต่อตัวเก็บประจุที่ขา 12 กับกราวด์จะทำให้ความกว้างของสัญญาณตามตารางที่ 6-1 ส่วนสัญญาณขา 2 และ 4 เมื่อต่อขา 13 ลงกราวด์จะทำให้ได้สัญญาณพัลส์ที่กว้างเต็มที่

ตารางที่ 2-1 ค่าเก็บประจุที่ต่อกับขา 12

C_{12} (pF)	0	150	220	330	680	1000
Pulse Width-β (μs)	30	93	137	205	422	620

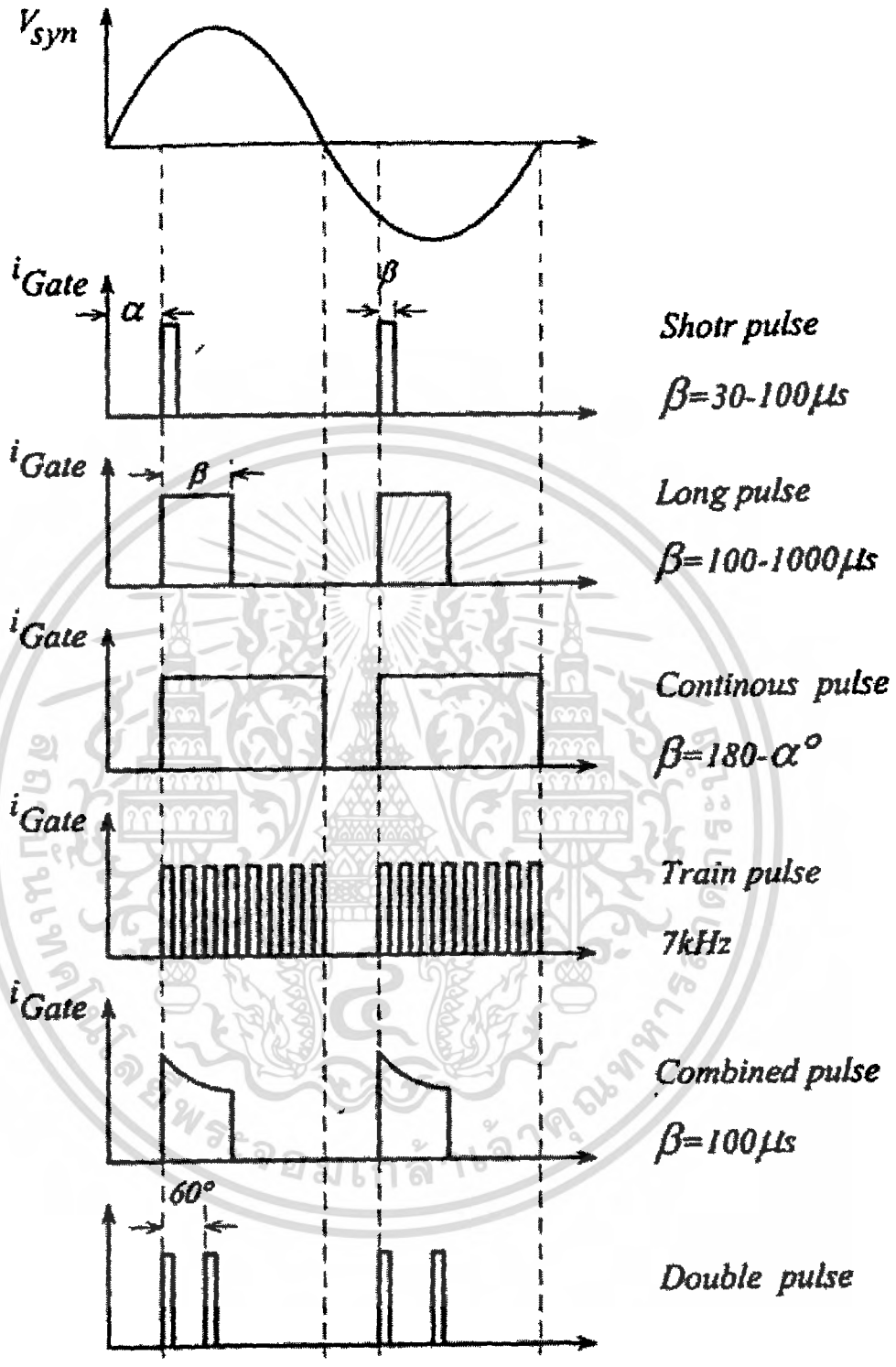
ความกว้างของสัญญาณจุดชนวนเกต จะต้องออกแบบให้เหมาะสมกับชนิดของโหลดในวงจร ซึ่งมีโหลดหลายชนิด ดังตารางที่ 2-2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-2 ความกว้างของสัญญาณจุดชนวนแบบต่างๆ กับชนิดของโหลด

Pulse type	Pulse Width-β	Load type
Short/single pulse	30 - 100 μs	Resistive load
Long pulse	100 μs – 1 ms	R-L load high current
Continuous pulse	180-α^{o}	High inductive load
Double pulse	30 - 100 μs	Three phase bridge
Train pulse	7kHz	R-L load, Three phase bridge
Combined pulse	100 μs – 1 ms	Series SCR, diG/dt = 1-3 μA/s

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.25 ลักษณะของสัญญาณจุดชนวนเกตแบบต่าง ๆ

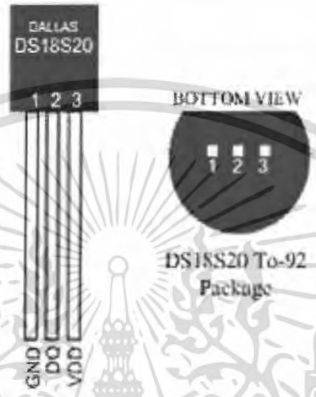
รูปที่ 2.15 แสดงสัญญาณจุดชนวนเกตแบบต่าง ๆ สัญญาณจุดชนวนเกตแบบดัมเบิลพัลส์ (Double Pulse) แบบต่อเนื่องความถี่สูง (Train Pulse) แบบ Combined pulse ต้องออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และใช้อุปกรณ์ภายนอกเพิ่มเติม เช่น หม้อแปลงพัลส์ (Pulse Transformer) วงจรสร้างความถี่สูง (7kHz) วงจรลอจิกเกต (เช่น AND Gate OR Gate) เป็นต้น

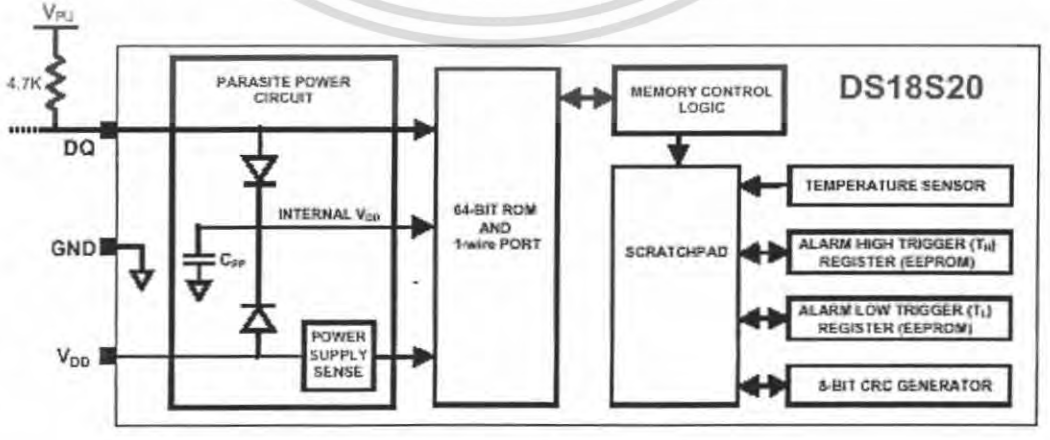
2.2.3 ตัวตรวจจับอุณหภูมิ DS18S20

DS18S20 เป็นไอซีตรวจจับอุณหภูมิ มีขาต่อใช้งาน 3 ขา คือ ขา DQ ซึ่งเป็นขาสำหรับรับส่งข้อมูล ขา VDD เป็นขาไฟเลี้ยง และขา GND เป็นขากราวน์ โครงสร้างภายในของไอซีตรวจจับอุณหภูมิแสดงดังรูปที่ 2.26



รูปที่ 2.26 การจัดขาของ DS18S20

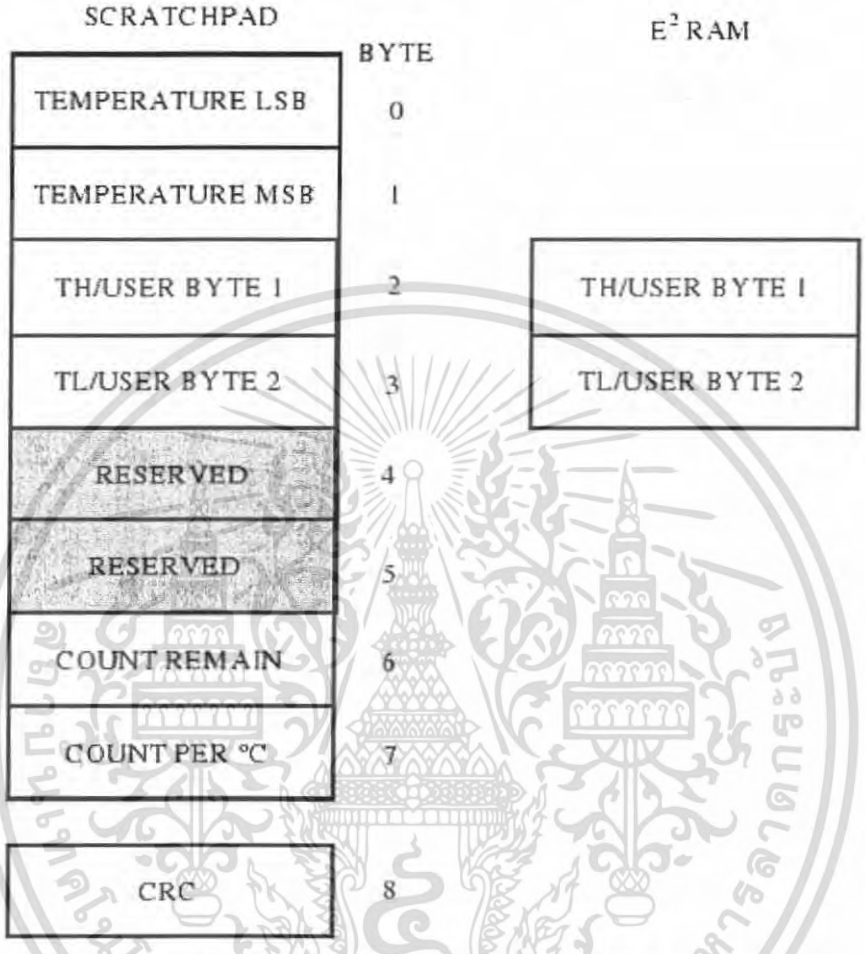
จากรูปที่ 2.26 DS18S20 จะมีขาข้อมูลเพียงเส้นเดียวเท่านั้น ดังนั้นการรับส่งข้อมูลจะใช้การติดต่อแบบระบบบัสหนึ่งสาย (1-Wire Serial Bus) ซึ่งระบบบัสสายหนึ่งนั้น สายสัญญาณจะเป็นแบบสองทิศทาง แต่ข้อมูลจะสามารถเดินทางได้ทิศทางเดียวในช่วงเวลาหนึ่งๆเท่านั้น โดยจะถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ข้อมูลควบคุม และข้อมูลใช้งานจะถูกส่งผ่านสายสัญญาณ DQ ในระหว่างการทำงานไมโครคอนโทรลเลอร์และ DS18S20 จะทำหน้าที่เป็นทั้งตัวรับและตัวส่งข้อมูล ซึ่งจะขึ้นอยู่กับเงื่อนไขการทำงานในเวลานั้น



รูปที่ 2.27 โครงสร้างภายในของไอซีตรวจจับอุณหภูมิ DS18S20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.27 ส่วนที่สำคัญที่สุดของ DS18S20 คือ ส่วนตรวจจับอุณหภูมิ และหน่วยความจำความเร็วสูงหรือสแครตช์แพด (Scratchpad) ซึ่งหน่วยความจำความเร็วสูงนี้จะมีขนาด 9 ไบต์ และมีการจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำดังรูปที่ 2.28



รูปที่ 2.28 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำความเร็วสูงของ DS18S20

จากรูปที่ 2.28 การจัดสรรพื้นที่หน่วยความจำความเร็วสูงของ DS18S20 ไบต์ 0 และไบต์ 1 จะทำหน้าที่เก็บค่าอุณหภูมิที่วัดได้ เมื่อนำข้อมูลทั้งสองมารวมกันจะเท่ากับข้อมูล 16 บิต ซึ่งถือว่ามีความละเอียดมากเมื่อนำมาปลงเป็นข้อมูลเลขฐานสิบเพื่อแสดงค่าอุณหภูมิจะสามารถแสดงความละเอียดอุณหภูมิได้ 0.5 องศาเซลเซียสหรือ 0.9 องศาฟาเรนไฮต์ และมีย่านวัดอุณหภูมิที่ -55 ถึง +125 องศาเซลเซียส หรือ -67 ถึง +257 องศาฟาเรนไฮต์ สำหรับไบต์ 2 และไบต์ 3 จะทำหน้าที่กำหนดค่าของอุณหภูมิที่วัดได้ โดยไบต์ 2 จะเป็นตัวกำหนดค่าอุณหภูมิสูงสุด และไบต์ 3 จะเป็นตัวกำหนดค่าอุณหภูมิต่ำสุด และนอกจากนี้ยังสามารถแจ้งเตือนเมื่อค่าอุณหภูมิสูงหรือต่ำกว่าที่กำหนดไว้

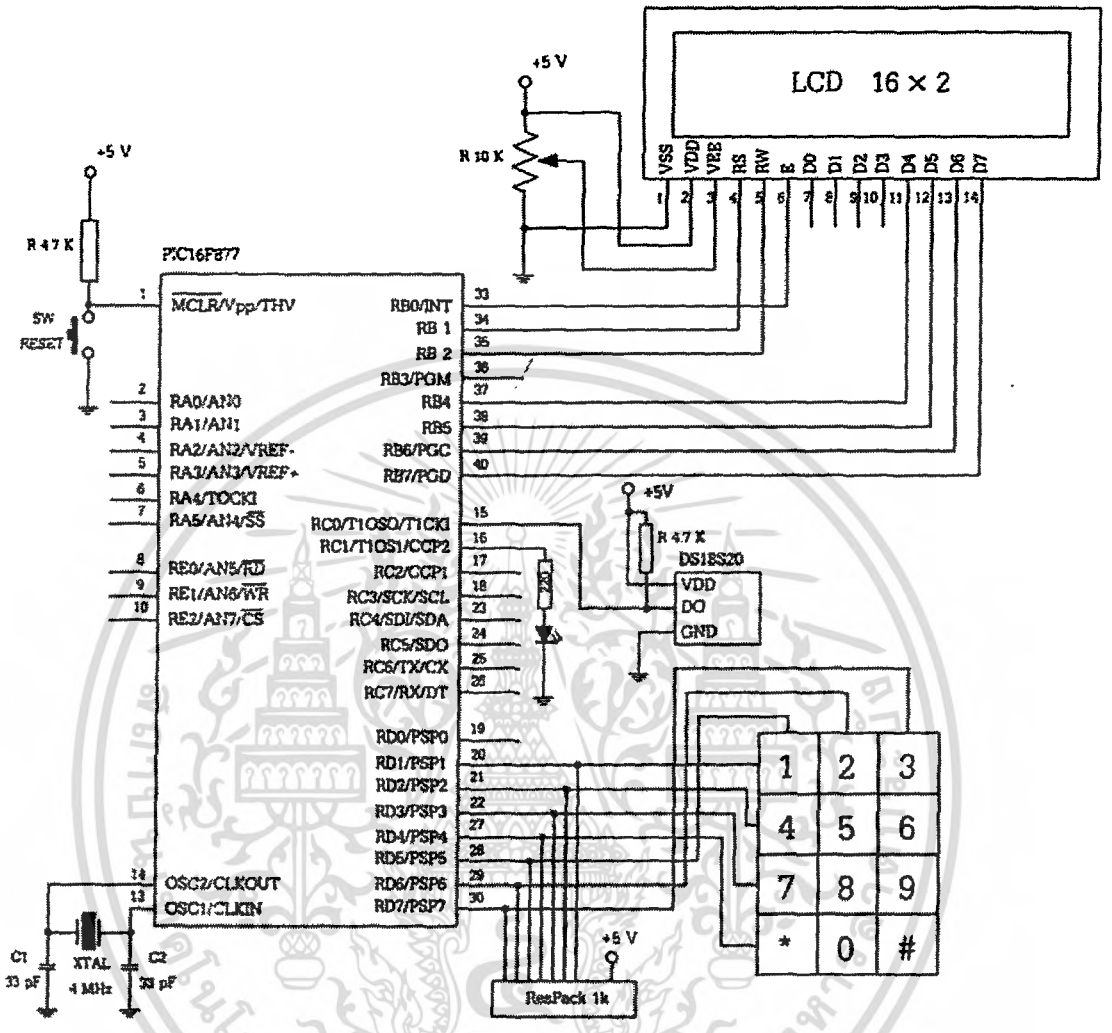
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2-3 รหัสคำสั่งควบคุมอุณหภูมิการทำงานของ DS18S20

รหัสคำสั่ง	ความหมาย
0CCH	ไม่ติดต่อกับหน่วยความจำหรือสคิปรอม (Skip ROM) DS18S20 มีสายสัญญาณเพียงสั้นเดียว จึงไม่จำเป็นต้องกำหนดแอดเดรส และไม่ต้องติดต่อกับหน่วยความจำเพื่ออ่านข้อมูล
44H	คำสั่งแปลงอุณหภูมิ โดยจะทำการแปลงอุณหภูมิที่วัดได้ให้เป็นข้อมูลดิจิตอลไปเก็บไว้ในหน่วยความจำความเร็วสูงหรือสแครตช์แพด
0BEH	คำสั่งอ่านข้อมูลจากสแครตช์แพด โดย DS18S20 จะทยอยส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิออกมาทั้ง 9 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 การเชื่อมต่อไมโครคอนโทลเลอร์กับ DS18S20



รูปที่ 2.29 วงจรการเชื่อมต่อไมโครคอนโทรลเลอร์กับ DS18S20

จากรูปที่ 2.28 การเชื่อมต่อ DS18S20 จะใช้ขาพอร์ตเพียง 1 ขาเท่านั้นคือขา DQ ต่อเข้ากับพอร์ต C ขา 0 นอกจากนี้เพื่อให้ทราบอุณหภูมิที่วัดได้จึงต้องทำการต่อจอแสดงผลแบบ LCD เพื่อแสดงผลอุณหภูมิเข้ากับพอร์ต B ของไมโครคอนโทรลเลอร์

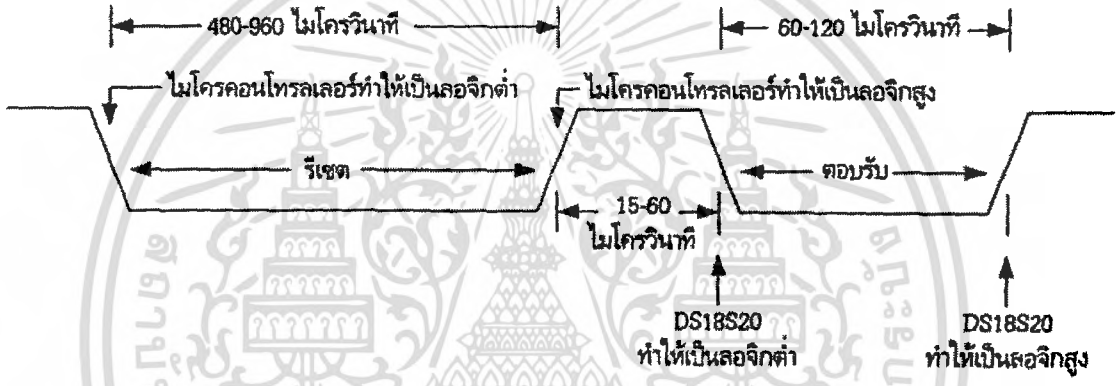
2.3.1 การเขียนโปรแกรมติดต่อกับ DS18S20

การเขียนโปรแกรมติดต่อกับ DS18S20 จะใช้ระบบการสื่อสารข้อมูลแบบหนึ่งสาย ซึ่งการสื่อสารแบบนี้จะใช้สายสัญญาณเพียง 1 เส้นเท่านั้น และไม่มีสายสัญญาณนาฬิกามาควบคุมจังหวะการรับส่งข้อมูล แต่จะมีช่วงเวลาหรือไทม์สล๊อตเท่านั้น (Time-Slot) ที่ถูกกำหนดไว้เป็นตัวควบคุมการทำงาน ซึ่งการรับและการส่งข้อมูลจะเกิดขึ้นในไทม์สล๊อตเท่านั้น ฟังก์ชันของไทม์สล๊อตสามารถกำหนดได้จากอุปกรณ์ 2 ส่วนคือ

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนที่ 1 กำหนดโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งมีทั้งหมด 4 ฟังก์ชั่น คือ ไทม์สล๊อตการรีเซต (Reset) การอ่านข้อมูล (Read Data) การเขียนข้อมูล "1" (Write 1) และ การเขียนข้อมูล "0" (Write 0) ไทม์สล๊อตการรีเซตใช้ในการติดต่อกับ DS18S20 ไทม์สล๊อตการอ่านข้อมูลใช้สำหรับการอ่านข้อมูลจาก DS18S20 และไทม์สล๊อตการเขียนข้อมูล "1" และ "0" ใช้สำหรับการเขียนข้อมูลเข้าไปยัง DS18S20

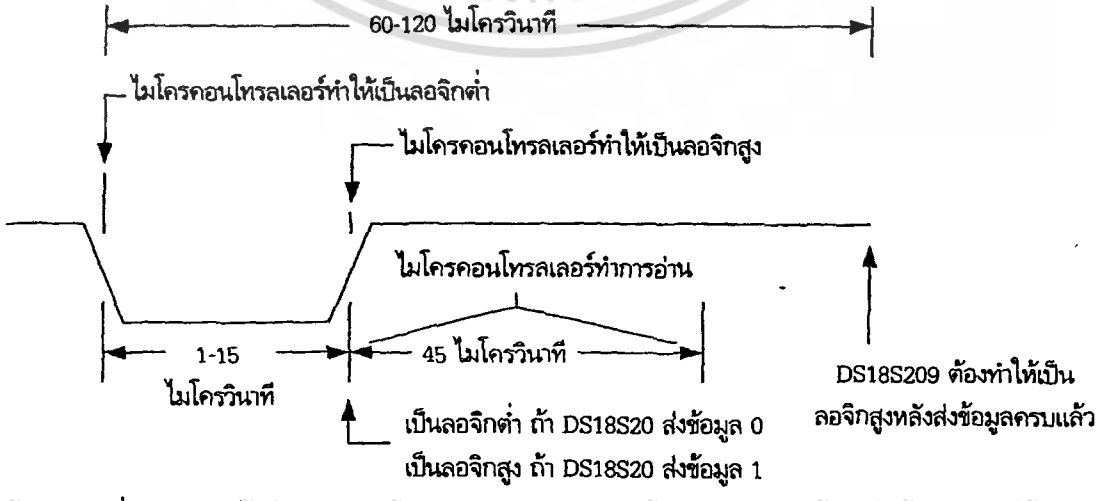
ส่วนที่ 2 กำหนดโดย DS18S20 ซึ่งมีทั้งหมด 3 ฟังก์ชั่นคือ ไทม์สล๊อตการตอบสนอง (Presence) การเขียนข้อมูล "1" และ การเขียนข้อมูล "0" โดยไทม์สล๊อตการตอบสนองใช้สำหรับการตอบสนองการติดต่อจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ไทม์สล๊อตการเขียนข้อมูล "1" และ "0" ใช้สำหรับส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งจะสัมพันธ์กับการอ่านข้อมูลไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 2.30 ไทม์สล๊อตการรีเซตและการตอบสนอง

จากรูปที่ 2.30 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณรีเซตไปยัง DS18S20 โดยการส่งลอจิก "0" เป็นเวลา 60-120 ไมโครวินาที หลังสัญญาณรีเซตประมาณ 15-60 ไมโครวินาที

2.3.2 ไทม์สล๊อตการอ่านและเขียนข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์และ DS18S20



รูปที่ 2.31 ไทม์สล๊อตการอ่านและเขียนข้อมูลของไมโครคอนโทรลเลอร์และ DS18S20

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2.31 ถ้าต้องการอ่านข้อมูลจาก DS18S20 ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณเป็นลอจิก “0” ออกมาประมาณ 1-15 ไมโครวินาที จากนั้นจะส่งลอจิก “1” เพื่อกลับมาอยู่ในสถานะเดิม DS18S20 จะส่งข้อมูลมายังไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยถ้าข้อมูลเป็น “0” จะส่งลอจิก “0” เป็นเวลา 45 ไมโครวินาที ถ้าข้อมูลลอจิกเป็น “1” ก็จะส่งลอจิก “1” เป็นเวลา 45 ไมโครวินาทีเช่นกัน ซึ่งรวมเวลาไทม์สล๊อตนี้ได้ประมาณ 60-120 ไมโครวินาที เช่นเดียวกับการเขียนข้อมูลของ DS18S20 ไทม์สล๊อตจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน คือ ถ้า DS18S20 อ่านไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะทำการเขียนนั้นเอง

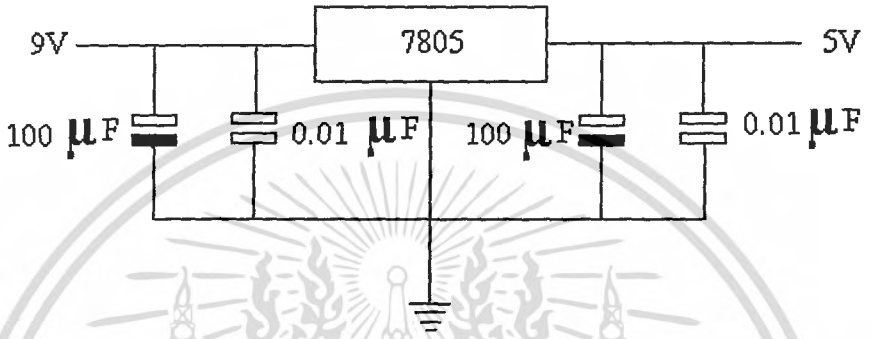
ถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์เขียนข้อมูล ไมโครคอนโทรลเลอร์จะส่งสัญญาณเป็นลอจิก “0” ออกมาประมาณ 1-15 ไมโครวินาที จากนั้นจะส่งลอจิก “1” เพื่อกลับมาอยู่ในสถานะเดิม แล้วทำการเขียนข้อมูลใหม่ได้ทันที โดยถ้าต้องการเขียนข้อมูลเป็น “0” จะส่งลอจิก “0” ไปยัง DS18S20 เป็นเวลา 45 ไมโครวินาที ถ้าเขียนข้อมูลเป็นลอจิก “1” ก็จะส่งลอจิก “1” ไปยัง DS18S20 เป็นเวลา 45 ไมโครวินาทีเช่นกัน ซึ่งรวมเวลาไทม์สล๊อตนี้ได้ประมาณ 60-120 ไมโครวินาที เช่นเดียวกับการเขียนข้อมูลของ DS18S20 ไทม์สล๊อตจะเกิดขึ้นในช่วงเวลาเดียวกัน คือ ถ้าไมโครคอนโทรลเลอร์เขียน DS18S20 ก็จะทำการอ่านนั้นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ขั้นตอนการดำเนินงาน

3.1 การออกแบบวงจรส่วนต่าง ๆในชุดควบคุมอุณหภูมิ

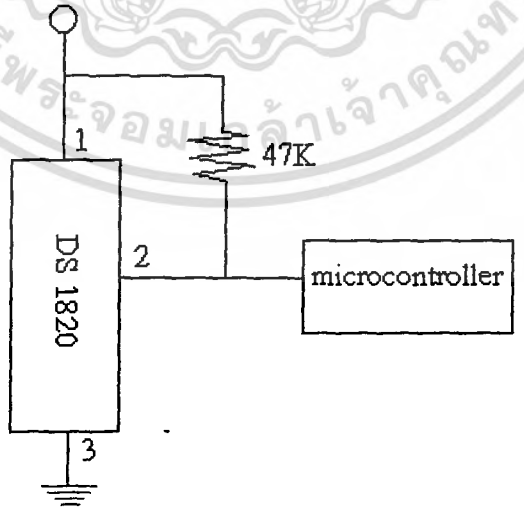
3.1.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง



รูปที่ 3.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ

วงจรจ่ายไฟกระแสตรง มีการรักษาระดับแรงดันคงที่ การออกแบบจะใช้ไอซีแบบ 3 ขา ประกอบด้วยขาอินพุท เอาท์พุท และขากราวนด์ ซึ่งตัวเลขที่บอกเบอร์ไอซีจะเป็นการบอกแรงดันเอาท์พุท โดยขั้นแรกของการออกแบบเพื่อใช้ในการวัดค่าอุณหภูมิ ระบบปิดเปิด (ON,OFF) ส่วนแหล่งจ่ายไฟกระแสตรงจึงใช้เพียงไอซีเบอร์ 7805 เท่านั้น

3.1.2 วงจรเซนเซอร์ตรวจจับอุณหภูมิที่ใช้ DS 1820



รูปที่ 3.2 วงจร Sensor DS 1820

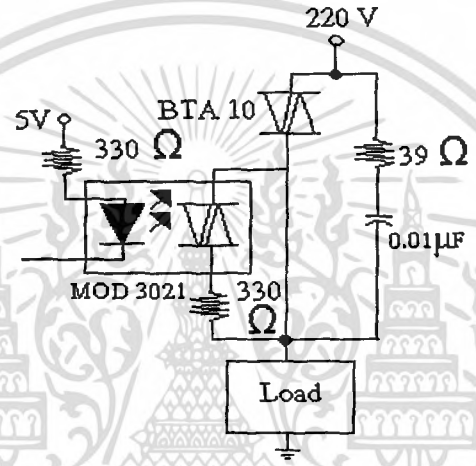
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- การทำงานของวงจรเซนเซอร์ การเขียนโปรแกรมติดต่อจากไมโครคอนโทรลเลอร์ เริ่มจากการส่งสัญญาณรีเซตและคำสั่งในการทำงาน คือ 0XCC เป็นการข้ามการติดต่อหน่วยความจำรอมของไอซี

- ต่อไปเป็นคำสั่งแปลงอุณหภูมิ ต้องใช้เวลาอย่างน้อย 200 มิลลิวินาทีเพื่อนำค่าที่แปลงมาเก็บไว้ในสแครตช์แพด ก่อนที่จะอ่านค่าอุณหภูมิมาใช้งานได้ โดยการส่งค่า 0X44 ให้กับบัส

- คำสั่งอ่านข้อมูลจากสแครตช์แพด เมื่อส่งคำสั่งอ่านค่าแล้ว DS 1820 จะส่งข้อมูลค่าอุณหภูมิกลับมาให้ทั้งหมด 9 ไบต์ โดยการใช้คำสั่ง 0XBE ให้กับบัส

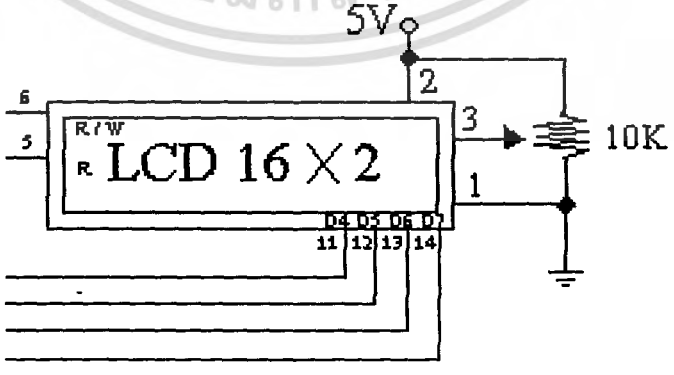
3.1.3 วงจรทริกและแยกโหลด



รูปที่ 3.3 วงจรทริกและแยกโหลด

เป็นส่วนที่แยกวงจร High voltage ออกจากวงจรควบคุมต่าง ๆ เพื่อป้องกันแรงดัน 220 Vac ไหลเข้าสู่วงจรส่วนอื่น ๆ

3.1.4 วงจรส่วนการแสดงผลออกทางจอแสดงผล LCD

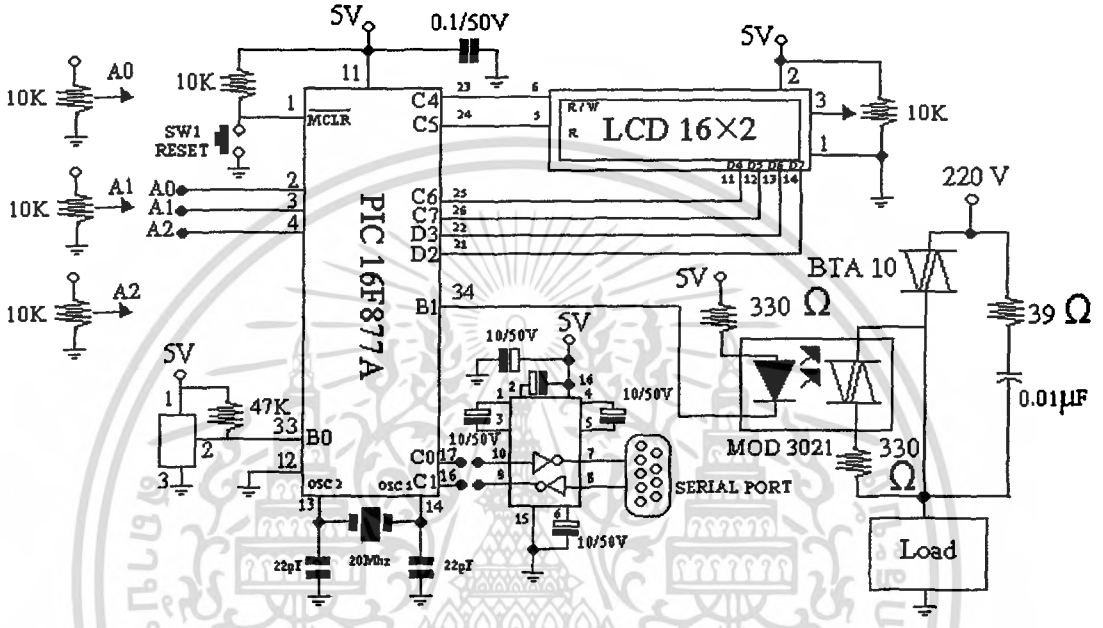


รูปที่ 3.4 วงจรส่วนการแสดงผลออกทางจอแสดงผล LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแสดงผลทำหน้าที่ในการแสดงผล ในขณะที่รับค่าจากภายนอกในกำหนดช่วงอุณหภูมิของท่อ การปรับความต้านทานในการตั้งค่าอุณหภูมิ เมื่อตั้งค่าอุณหภูมิได้ส่วนแสดงผลจะส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ที่อยู่บนส่วนควบคุมหลักเพื่อให้ ประมวลผลควบคุมอุปกรณ์ต่าง ๆ ตามค่าที่กำหนด แล้วส่งผลออกมาแสดงทางจอ LCD ซึ่งแสดงได้ดังรูป

3.1.5 วงจรควบคุมการทำงาน



รูปที่ 3.5 วงจรการทำงานหลัก

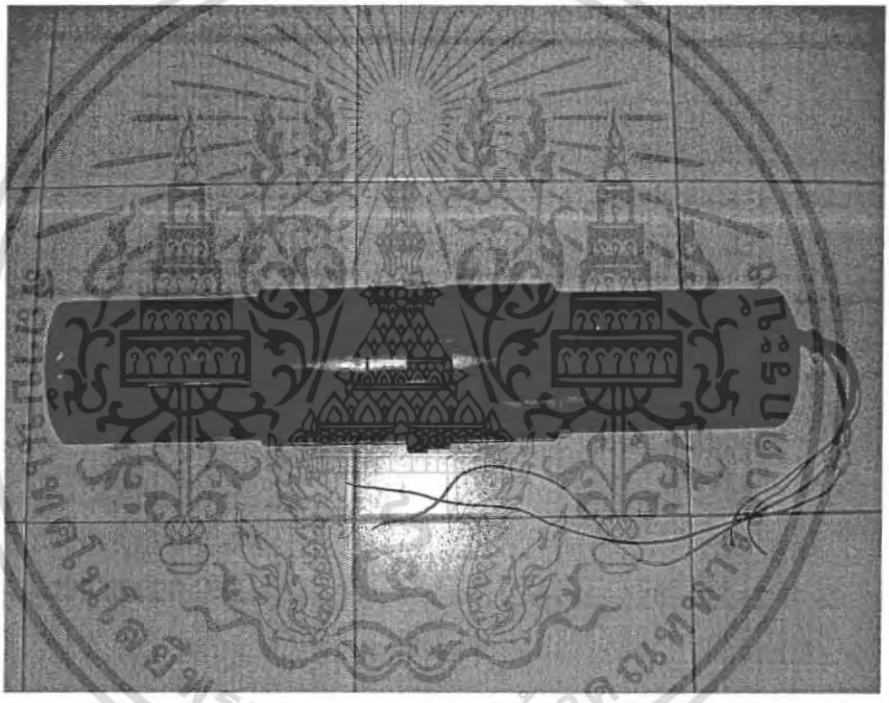
เป็นวงจรที่ควบคุมการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ มีไมโครคอนโทลเลอร์เป็นตัวประมวลผลควบคุมการทำงานทั้งหมด ประกอบด้วย 2 ส่วน ส่วนแรกเป็นส่วนที่ใช้ในการวัดและประมวลผลอุณหภูมิโดยใช้ DS 1820 ในการตรวจจับ ส่วนที่ 2 เป็นส่วนควบคุมการแสดงผลผ่านทาง LCD และควบคุมการทำงานทางเฟสของขดลวดความร้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบอุปกรณ์ในชุดควบคุมอุณหภูมิ

3.2.1 ท่อทางเดินลมของระบบ

โดยทำหน้าที่เปรียบเสมือนระบบทั้งหมด ต้องมีลักษณะแข็งแรงและทนต่อความร้อนสูงได้ ดังนั้นท่อทางเดินลมที่ใช้ นั้น ในที่นี้จะใช้ ท่อพีวีซี ขนาด 5 นิ้ว เนื่องจากมีคุณสมบัติข้างต้นเหมาะสมและยังสามารถป้องกันลมจาก อากาศภายนอกที่เข้ามารบกวน และมีขนาดที่ใหญ่พอที่จะสามารถบรรจุ ขดลวดความร้อนและติดตั้ง พัดลมดูดอากาศเข้าไปในท่อ โดยมีขนาด 2 ฟุต โดยแบ่งเป็น 1 ฟุต สำหรับติดตั้ง ขดลวดความร้อนและพัดลม และอีก 1 ฟุตที่เหลือเป็นที่สำหรับทางเดินลม เพื่อทดสอบระบบ

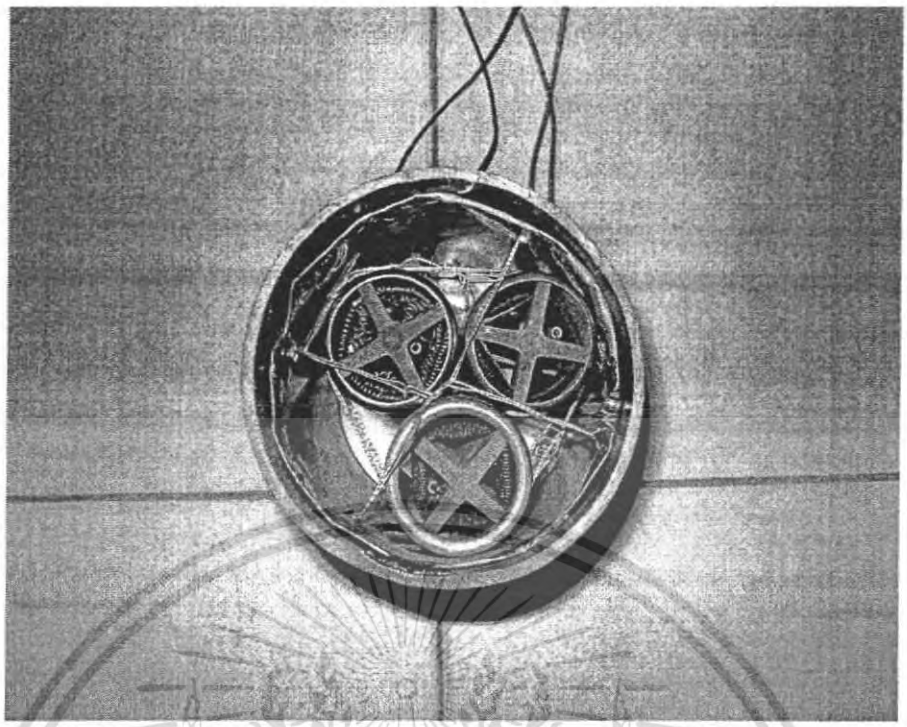


รูปที่ 3.6 ท่อทางเดินลมของระบบ

3.2.2 ขดลวดความร้อน

ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของระบบนี้เลยก็ว่าได้ โดยคุณสมบัติ หลักของขดลวดความร้อนนั้นต้องสามารถให้ความร้อนได้อย่างต่อเนื่อง และมีความร้อนที่ค่อนข้างคงที่ หรือสม่ำเสมอและที่สำคัญต้องสามารถเพิ่มความร้อนได้ในลักษณะเชิงเส้น โดยที่ขดลวดความร้อนที่ใช้ในอุปกรณ์ตัวนี้ได้ทำการเลือกขดลวดความร้อนของไดร์เป่าผมเพราะมีราคาที่ถูกและสามารถหาได้ง่ายกว่าขดลวดความ ร้อนแบบอื่น ๆ

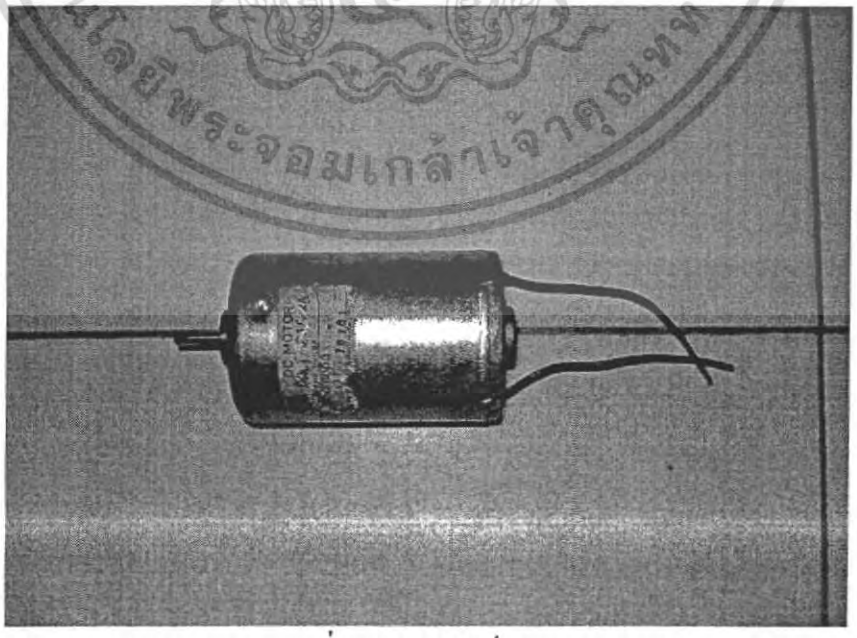
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 ขดลวดความร้อน

3.2.3 มอเตอร์พัดลม

มอเตอร์พัดลมทำหน้าที่ในการทำให้เกิดลมขึ้นภายในระบบไม่ว่าจะเป็นลมที่เกิดจากตัวระบบรวมถึงลมที่จะทำการรบกวนระบบ โดยเน้นที่มอเตอร์ DC ที่มีรอบสูง ๆ เนื่องจากมอเตอร์ DC นั้นในตัวที่มีรอบการทำงานที่สูง จะมีขนาดที่เล็กและราคาที่ถูกกว่า มอเตอร์ AC ซึ่งทำให้การทำงานเป็นไปอย่างง่ายดายและสะดวกมากยิ่งขึ้น

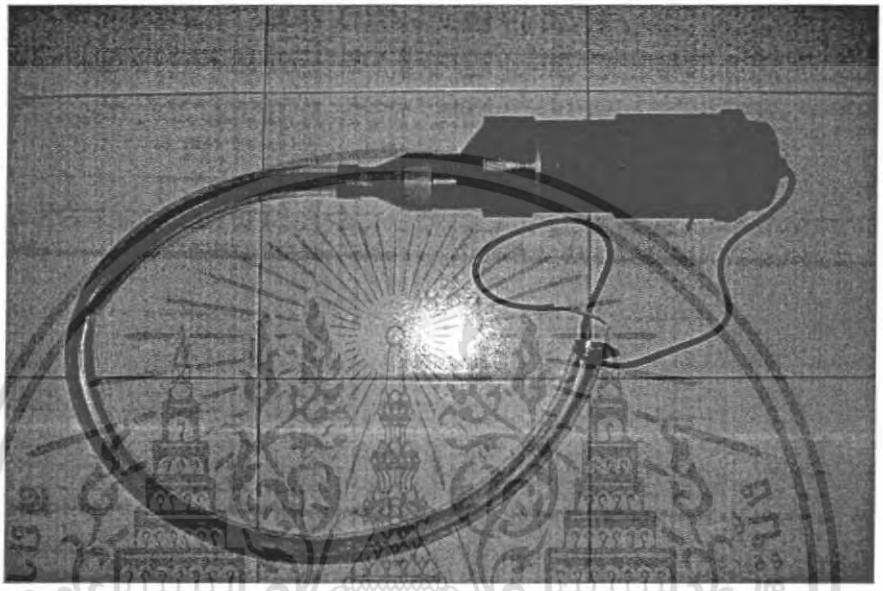


รูปที่ 3.8 มอเตอร์พัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.4 ท่อลมรบกวนระบบและสายยางนำลม (ส่วนสำหรับรบกวนระบบ)

ในท่อลมรบกวนระบบและสายยางนำลมนั้น ได้ใช้ท่าพีวีซีขนาดเล็กกว่า 5 นิ้ว ก็ได้ เพราะท่อตัวนี้ไม่เกี่ยวข้องกับระบบหลักมากเพียงแค่เป็นอุปกรณ์ ที่เพิ่มเติมเพื่อใช้ในงานทดสอบระบบเท่านั้น

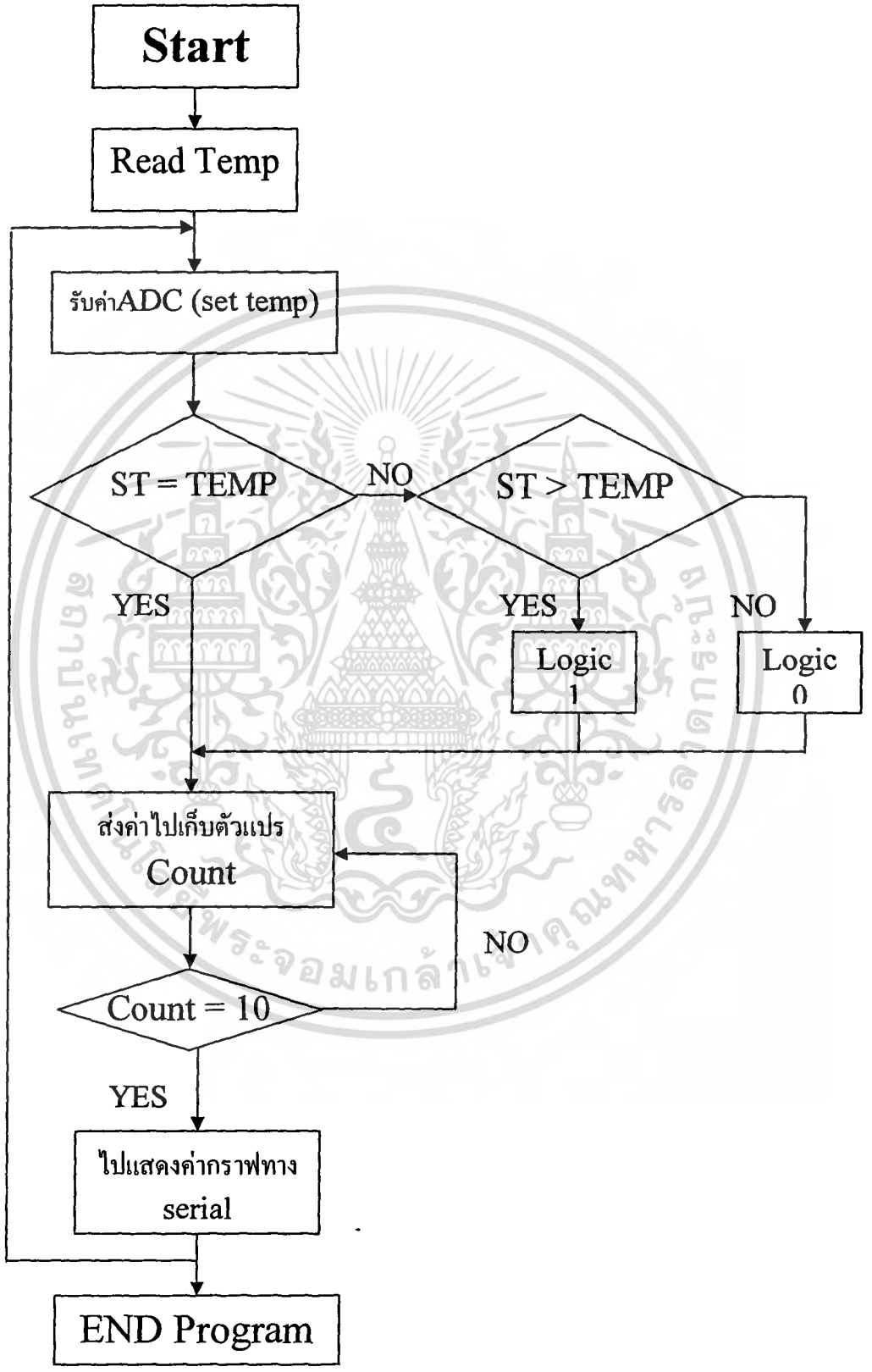


รูปที่ 3.9 ท่อลมรบกวนระบบและสายยางนำลม (ส่วนสำหรับรบกวนระบบ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 โปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ

3.3.1 Flow chart แสดงการทำงานของโปรแกรม



รูปที่ 3.10 แสดงการทำงานของFlow Chart

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 อธิบายโปรแกรมการทำงานของชุดควบคุมอุณหภูมิ

เริ่มจากรับค่า A/D เข้ามาเพื่อ ตั้งค่าอุณหภูมิจากนั้น ไมโครคอนโทรลเลอร์ จะทำการเปรียบเทียบค่าที่รับเข้ามา กับค่าอุณหภูมิขณะนั้น และจะดูว่าค่าที่รับเข้ามานั้น เท่ากันหรือไม่ ถ้าเท่ากันก็จะส่งไปเก็บยังตัวแปร Cout เพื่อนำตัวแปรนั้นไปส่งค่าสำหรับ พล็อตกราฟ แต่ถ้าไม่เท่ากันก็จะทำการดูว่าค่าที่ได้นั้น มากกว่า อุณหภูมิก็จะจ่ายลอจิก 1 ออกไป แต่ถ้า ต่ำกว่า อุณหภูมิก็จะจ่ายลอจิก 0 ออกไป จากนั้นก็ทำการนำค่าไป พล็อตกราฟต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

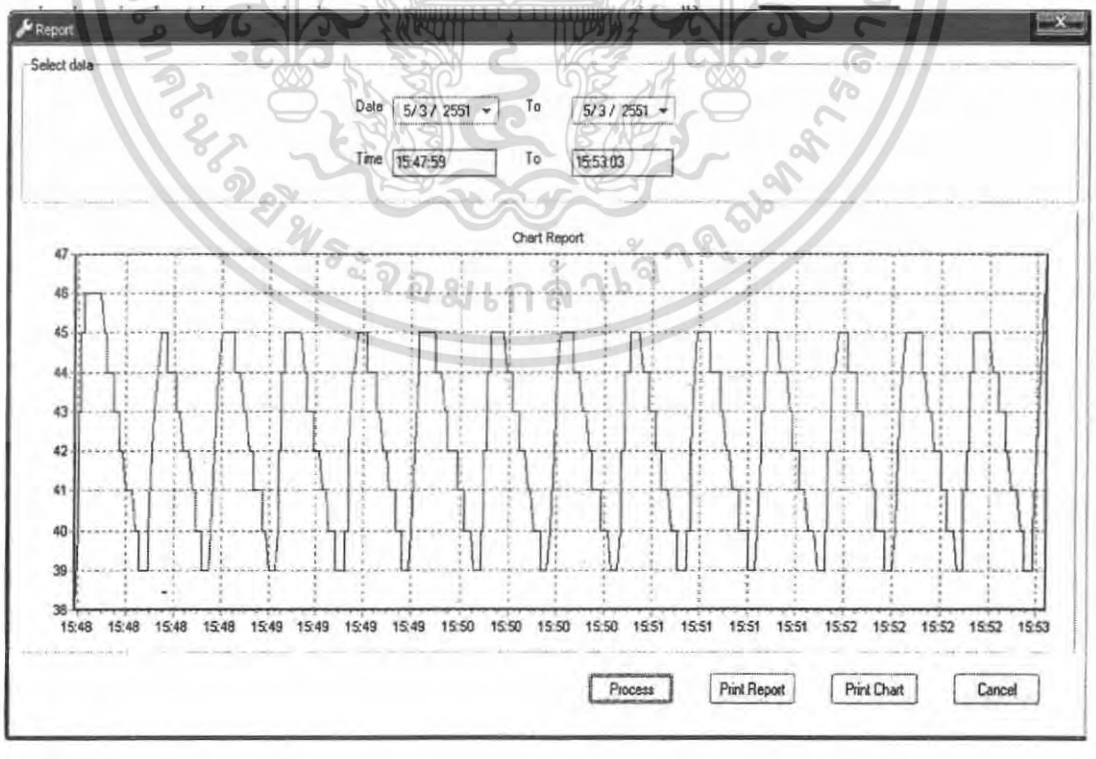
ในการทดลองครั้งนี้ ได้ทำการทดลองควบคุมอุณหภูมิแบบ ON-OFF โดยเป็นรูปแบบการควบคุมที่มีลักษณะกำหนดสภาวะการทำงาน 2 สภาวะคือ ตำแหน่ง ON และตำแหน่ง OFF โดยสามารถแบ่งการทดลองออกเป็น 4 รูปแบบดังนี้ คือ

- ผลการทดลองยังไม่มีการควบคุม gap
- ผลการทดลองที่มีการควบคุม gap แบบบังคับ
- ผลการทดลองที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส
- ผลการทดลองที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียส

4.1 ผลการทดลองที่ยังไม่มีการควบคุม gap

4.1.1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON – OFF

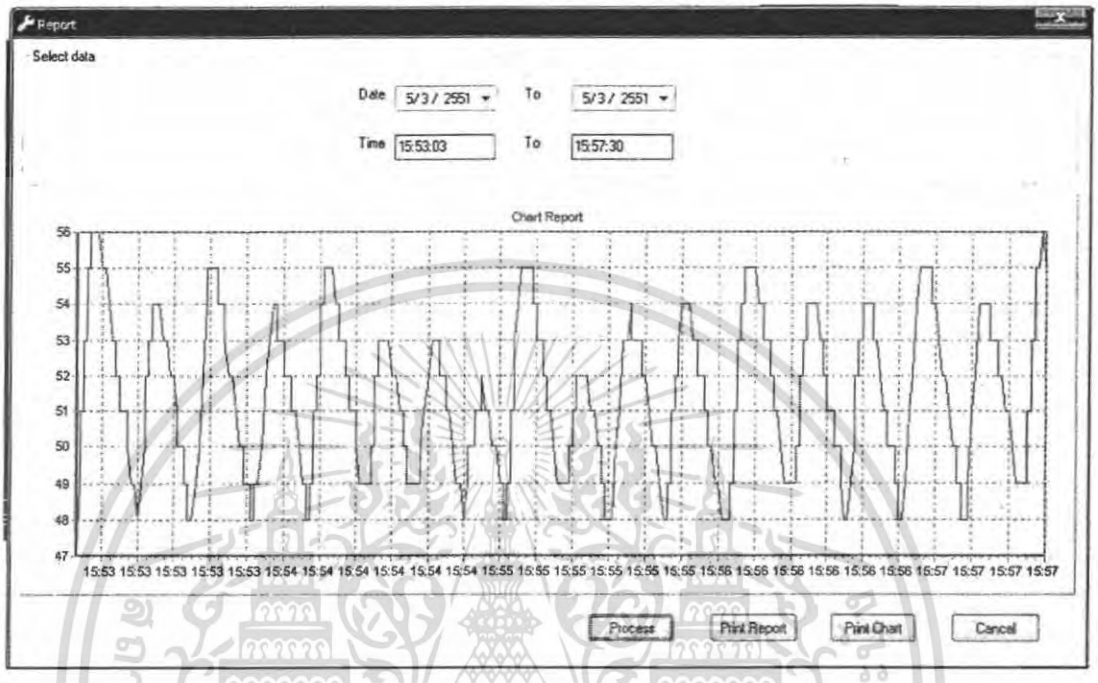


รูปที่ 4.1 กราฟที่ยังไม่มีการควบคุม gap ที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON - OFF

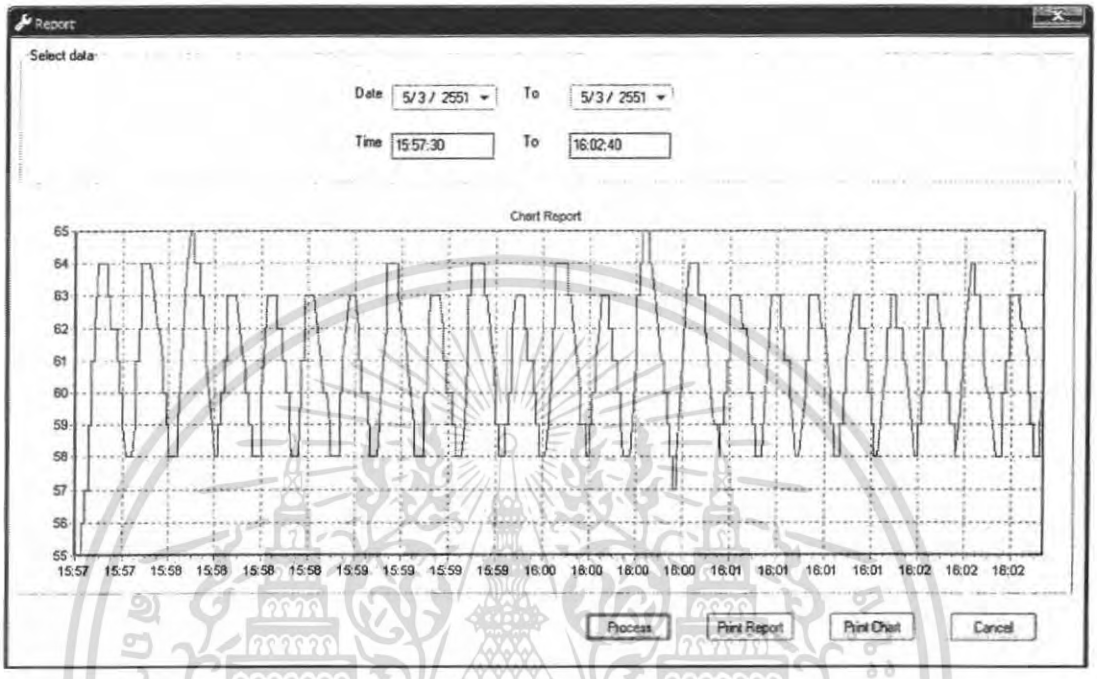


รูปที่ 4.2 กราฟที่ยังไม่มีการควบคุม gap ที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON – OFF



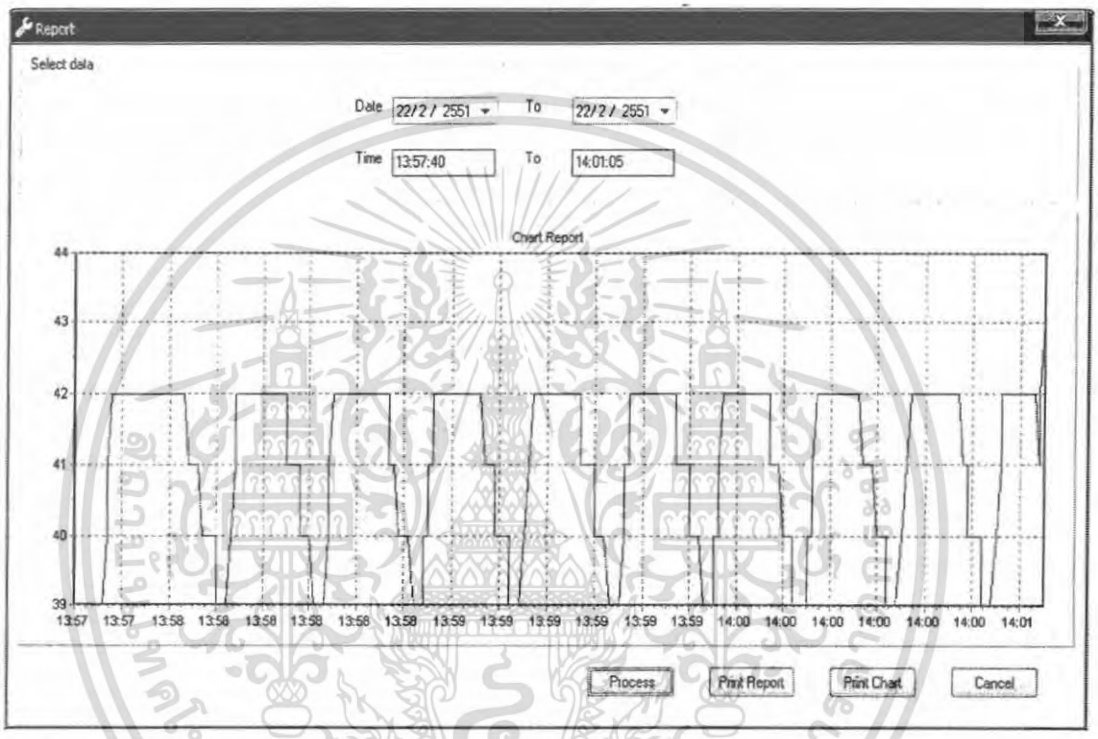
รูปที่ 4.3 กราฟที่ยังไม่มีการควบคุม gap ที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดลองที่มีการควบคุม gap แบบบังคับ

4.2.1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON-OFF แต่การแกว่งของกราฟนี้จะพบว่ามีการแกว่งอยู่ระหว่าง 39 – 42 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงของ Gap ตามที่ได้มีการกำหนดไว้

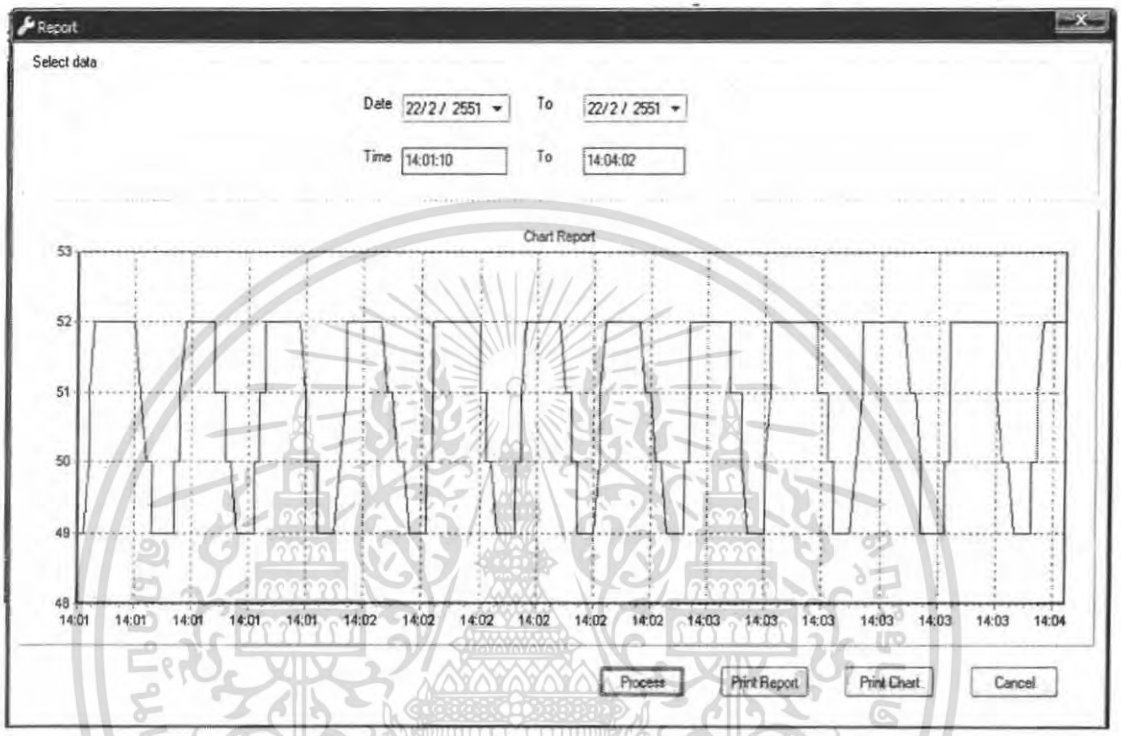


รูปที่ 4.4 กราฟที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON-OFF แต่การแกว่งของกราฟนี้จะพบว่ามีการแกว่งอยู่ระหว่าง 49 – 52 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงของ Gap ตามที่ได้มีการกำหนดไว้

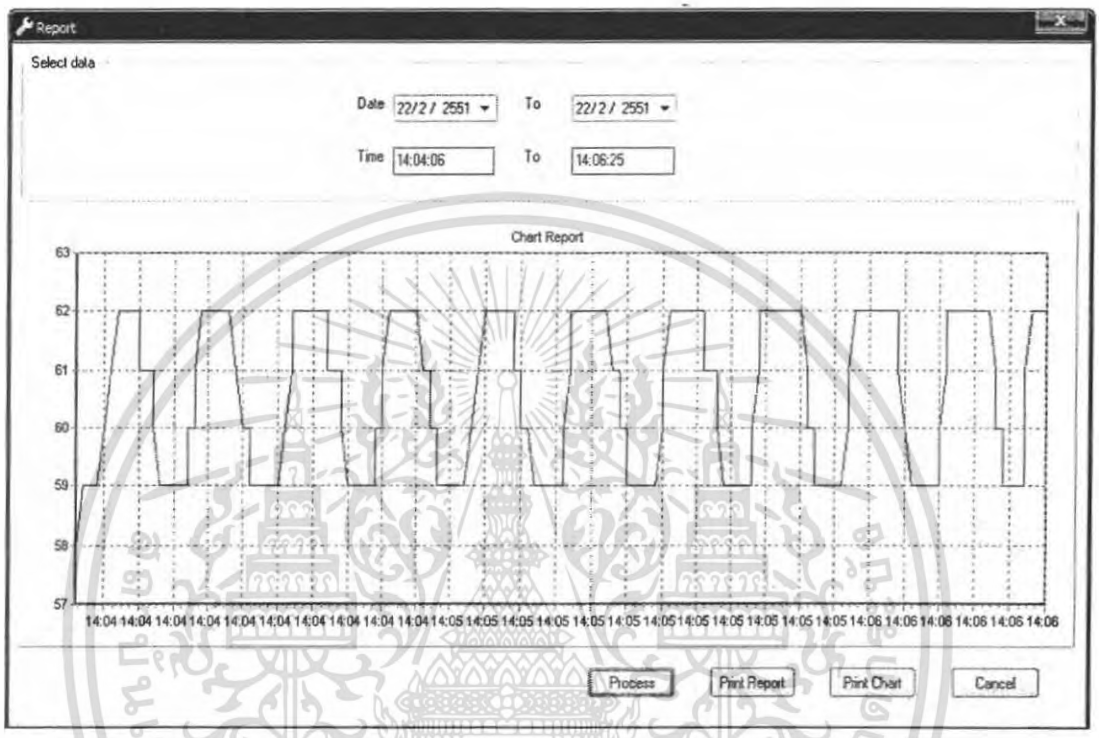


รูปที่ 4.5 กราฟที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON-OFF แต่การแกว่งของกราฟนี้จะพบว่ามีการแกว่งอยู่ระหว่าง 59 – 62 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงของ Gap ตามที่ได้มีการกำหนดไว้



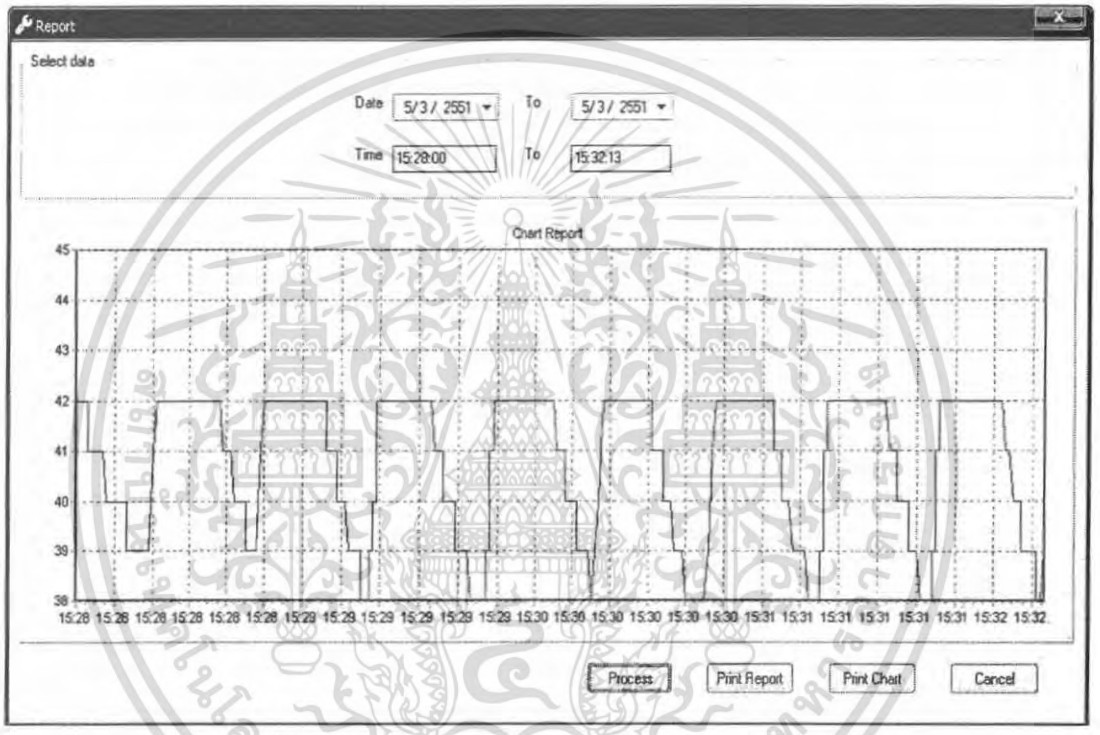
รูปที่ 4.6 กราฟที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส

4.3.1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON-OFF แต่การแกว่งของกราฟนี้จะพบว่ามีการแกว่งอยู่ระหว่าง 38 – 42 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงของ Gap ตามที่ได้มีการกำหนดไว้ คือให้มีการแกว่งได้ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส

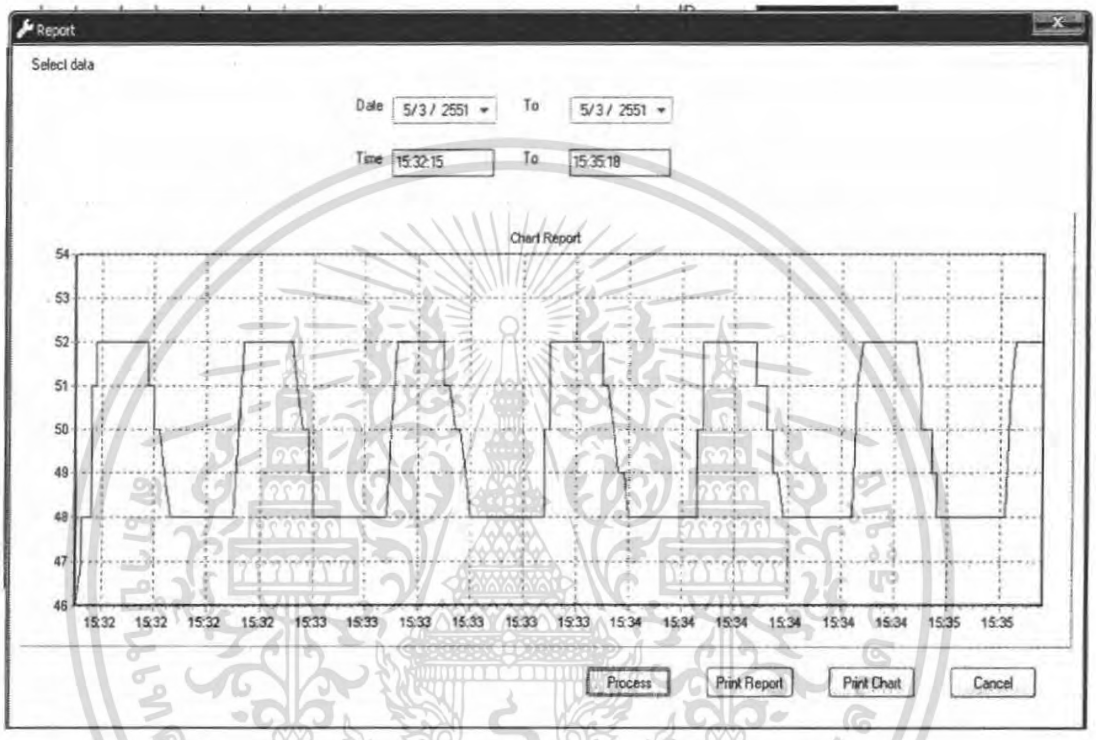


รูปที่ 4.7 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON-OFF แต่การแกว่งของกราฟนี้จะพบว่ามีการแกว่งอยู่ระหว่าง 48 – 52 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงของ Gap ตามที่ได้มีการกำหนดไว้ คือให้มีการแกว่งได้ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส

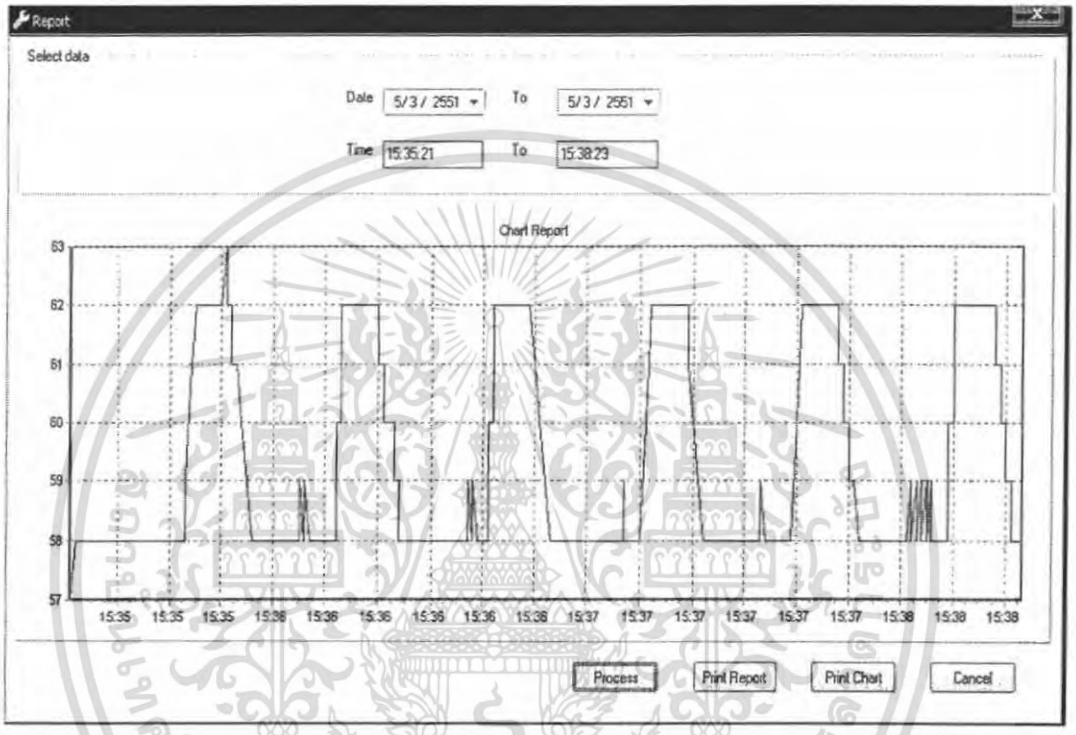


รูปที่ 4.8 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON-OFF แต่การแกว่งของกราฟนี้จะพบว่ามีการแกว่งอยู่ระหว่าง 58 – 62 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงของ Gap ตามที่ได้มีการกำหนดไว้ คือให้มีการแกว่งได้ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส



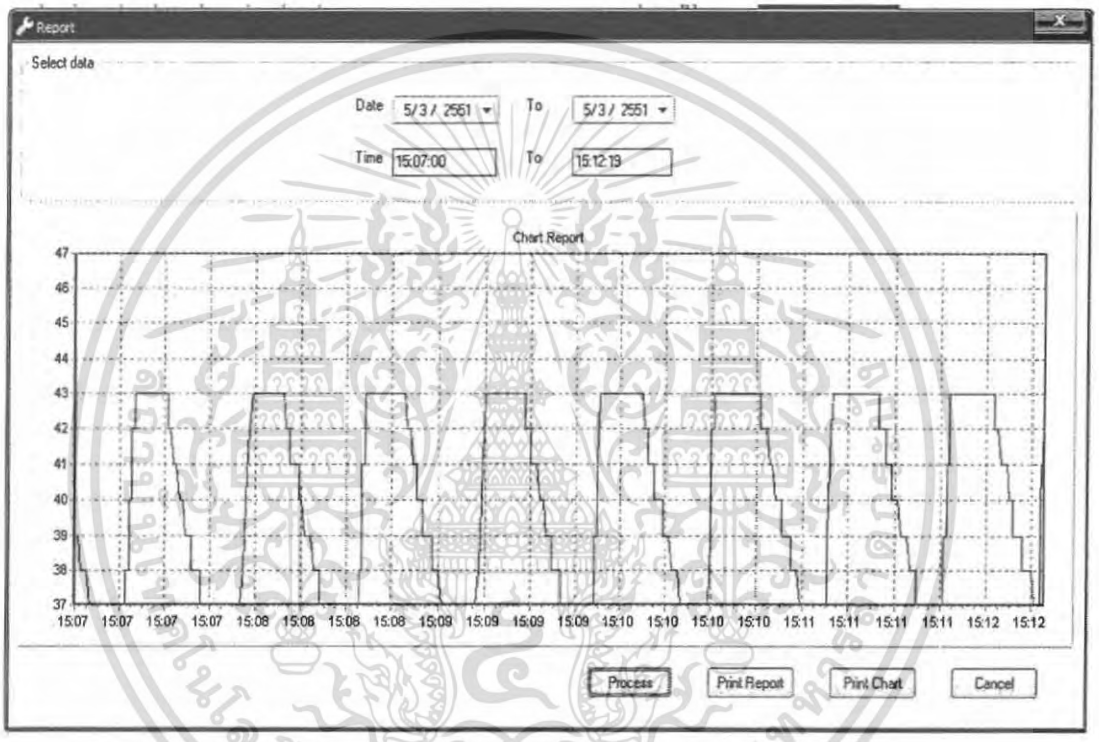
รูปที่ 4.9 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 2 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4 ผลการทดลองที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียส

4.4.1 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON-OFF แต่การแกว่งของกราฟนี้จะพบว่ามีการแกว่งอยู่ระหว่าง 37 – 43 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงของ Gap ตามที่ได้มีการกำหนดไว้ คือให้มีการแกว่งได้ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียส

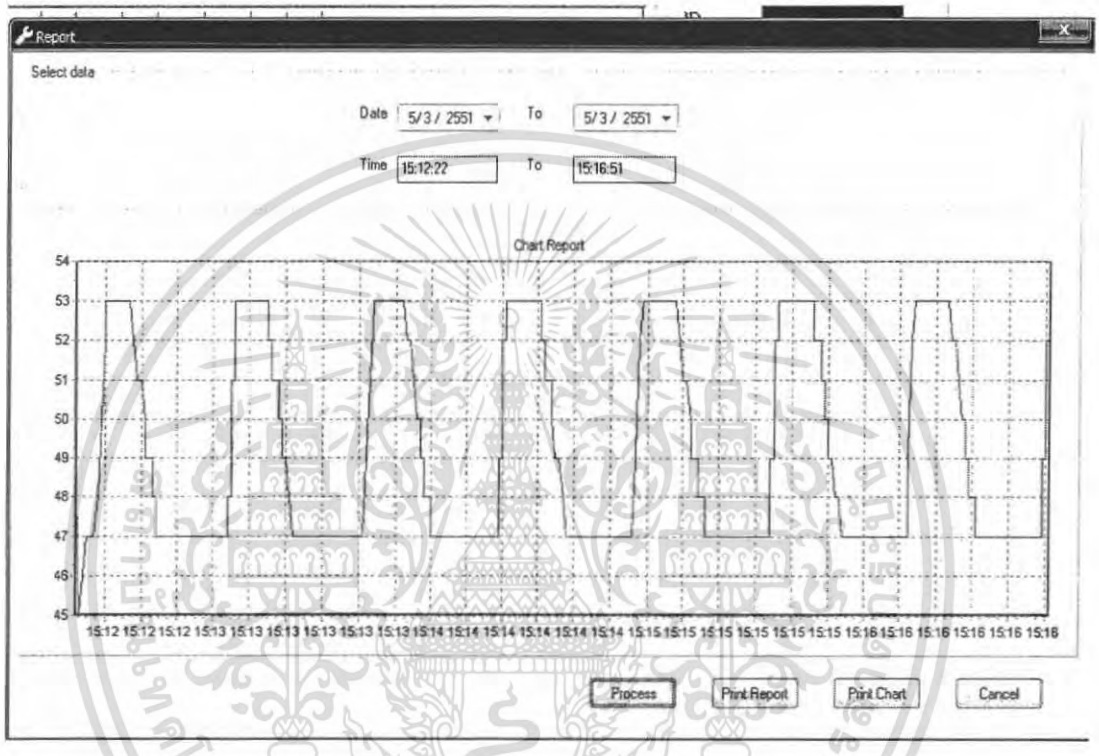


รูปที่ 4.10 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.2 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 50 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON-OFF แต่การแกว่งของกราฟนี้จะพบว่ามีการแกว่งอยู่ระหว่าง 47 – 53 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงของ Gap ตามที่ได้มีการกำหนดไว้ คือให้มีการแกว่งได้ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียส

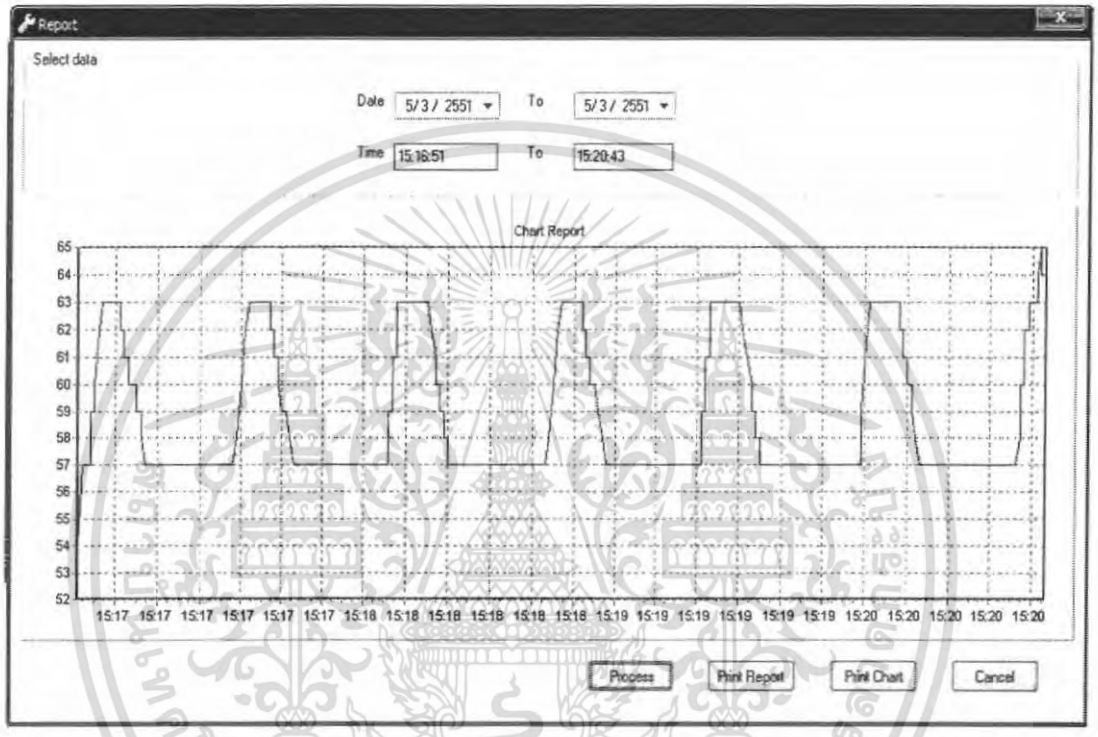


รูปที่ 4.11 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.4.3 ผลการทดลองที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

จากกราฟที่อุณหภูมิที่ 60 องศาเซลเซียส จะพบว่ากราฟมีการแกว่งซึ่งเป็นปกติของการควบคุมแบบ ON-OFF แต่การแกว่งของกราฟนี้จะพบว่ามีการแกว่งอยู่ระหว่าง 57 – 63 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นช่วงของ Gap ตามที่ได้มีการกำหนดไว้ คือให้มีการแกว่งได้ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียส



รูปที่ 4.12 กราฟที่มีการควบคุม gap ไม่เกิน 3 องศาเซลเซียสที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

โครงงานนี้เป็นชุดควบคุมอุณหภูมิ ที่ควบคุมอุณหภูมิในลักษณะ ON-OFF โดยใช้ PIC ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการควบคุม Differential Gap ให้สามารถเกิดค่าพุ่งเกิน (Overshoot) ได้ไม่เกินค่าที่เรากำหนด

โดยในการทดลองของโครงงานนี้นั้น เราได้ทำการควบคุม ON-OFF ที่อุณหภูมิต่าง ๆ และควบคุมช่วง gap ที่ค่าต่าง ๆที่เราตั้งไว้

- ในการทดลองที่ยังไม่มีการควบคุม gap พบว่ากราฟมีการแกว่งเลยจากจุด set point ไปค่อนข้างมาก

- ในการทดลองที่มีการควบคุม gap แบบบังคับ จะพบว่าการแกว่งของกราฟอุณหภูมิมีค่าค่อนข้างคงที่มากขึ้น และมีค่าความคลาดเคลื่อนจากอุณหภูมิที่เรากำหนดน้อยลง

- ในการทดลองที่มีการควบคุม gap แบบต่าง ๆ ผลการทดลองที่ได้ก็เหมือนกับการทดลองแบบบังคับ เพียงแต่ช่วงของ gap ก็เป็นไปตามช่วงที่เรากำหนด

ซึ่งจากการทดลองในโครงงานนี้ เหมาะสำหรับใช้ควบคุมอุณหภูมิ กับระบบที่มีลักษณะไม่เน้นตัวอุณหภูมิมากนัก เช่นเครื่องทำความร้อนในบ้านเรือน ที่ขอให้อุ่นในความพอเหมาะเพียงพอต่อความจำเป็น หากจะนำไปใช้ในอุตสาหกรรมก็จะเป็นลักษณะการเตรียมสารประกอบแต่ไม่ใช่ การรักษาสภาพของวัตถุดิบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

1. ในโครงงานนี้ได้ใช้ความร้อนจากขดลวดความร้อนจากไดเป่าผม ซึ่งมีราคาถูกและหาได้ง่าย แต่จริง ๆ แล้วในตัวขดลวดความร้อนแบบนี้ ต้องมีลมพัดผ่านมันอยู่ตลอดเวลาในขณะที่มันทำงานอยู่ ณ อุณหภูมิที่สูงขึ้นเรื่อย ๆ เพราะลมที่พัดจะเป็นการช่วยระบายความร้อนของขดลวดความร้อน มิฉะนั้น จะทำให้ขดลวดความร้อนนั้นขาดได้

2. ในส่วนของลมที่เข้ามารบกวนระบบ จากการทดลองนี้พบว่าการลมกวนระบบตัวนี้ทำให้ไม่สามารถมองเห็น การรบกวนระบบนั้นได้อย่างชัดเจน จึงขอเสนอแนะ หากมีการพัฒนาต่อไป ควรออกแบบการทำงานให้เป็นลักษณะดูดลมออกจากระบบจะดีกว่า

3. ในส่วนของ เซนเซอร์ วัดอุณหภูมินั้น ถ้าหากจะเป็นการนำไปประยุกต์การทำงานที่แท้จริงแล้วนั้น ควรเลือกเซนเซอร์ให้เป็น RTD และ Thermocouple นั้นจะมีความแม่นยำมากกว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์ DS 1820 ที่ถึงแม้จะมีการควบคุมที่ง่ายดายแต่ขาดความแม่นยำไปอย่างมากเมื่อเทียบกับเซนเซอร์วัดอุณหภูมิข้างต้นที่ได้กล่าวมาแล้ว

4. ในส่วนของมอเตอร์ขับลมนั้นควรหาวงจรขับมอเตอร์มาขับเพื่อเป็นการ ปลดปล่อยขีดความสามารถของมอเตอร์ออกมาได้อย่างเต็มที่

5. ในส่วนการขับเฟสทริกไตรแอก ควรใช้ลักษณะให้ใช้ขาไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีฟังก์ชันพิเศษ PWM มาลองขับซึ่งกลุ่มกระผมคิดว่าสามารถทำได้ลักษณะที่ดีกว่า TCA 785 และวงจรทริกข้างต้นที่ได้กล่าวไว้ และสามารถทำตัวควบคุมทางกระบวนการซอฟท์แวร์ ได้ง่ายดายกว่าวิธีที่ได้กล่าวข้างต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โปรแกรมควบคุมการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <16F877A.h>
#fuses HS,NOWDT,NOLVP,NOPROTECT
#use   delay (clock=12000000)
#include <touch.c>

//#define use_portd_lcd
//#include <lcd.c>

#use   fast_io(B)
#use   fast_io(D)
#define TX PIN_C0
#define RX PIN_C1
#use rs232(baud = 9600, xmit = TX, rcv = RX)

#define LCD_D4        PIN_C4
#define LCD_D5        PIN_C5
#define LCD_D6        PIN_C6
#define LCD_D7        PIN_C7
#define LCD_EN        PIN_D3
#define LCD_RS        PIN_D2

// misc display defines
#define LINE_1        0x00
#define LINE_2        0x40


//LCD commands
#define LCD_CMD_CLEAR       0x01   //Clear screen, home cursor, unshift display
#define LCD_CMD_HOME         0x02   //Home (move cursor to top/left character position),
unshift display
#define LCD_CMD_BLANK       0x08   //Blank the display (without clearing)
#define LCD_CMD_OFF         0x08   //display OFF
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#define LCD_CMD_ON_HIDDEN     0x0C   //display ON (with cursor hidden)
#define LCD_CMD_ON            0x0E   //display ON, cursor on, no blink

#define LCD_CMD_CUR_OFF       0x0C   //Make cursor invisible
#define LCD_CMD_CUR_UNDERLINE  0x0E  //Turn on visible underline cursor
#define LCD_CMD_CUR_BLINK     0x0F   //Turn on visible blinking-block cursor

#define LCD_CMD_BACKSPACE     0x10   //Move cursor one character left
#define LCD_CMD_FWDSPACE      0x14   //Move cursor one character right
#define LCD_CMD_SCROLL_LEFT   0x18   //Scroll display one character left (all lines)
#define LCD_CMD_SCROLL_RIGHT   0x1E   //Scroll display one character right (all lines)
//0x1C ???

#define LCD_CMD_SETCURPOS     0x80   //Set cursor position (DDRAM address)  80 + addr
#define LCD_CMD_SETCGPTR      0x40   //Set pointer in character-generator RAM (CG RAM
address)  40+ addr


// prototype statements
void LCD_Init ( void );
void LCD_SetPosition ( unsigned int cX );
void LCD_PutChar ( unsigned int cX );
void LCD_PutCmd ( unsigned int cX );
void LCD_PulseEnable ( void );
void LCD_SetData ( unsigned int cX );

int16 analog2,analog1,analog3;
int1 f2;
int8 num,num2,sett,setp,cout;
void ReadTemp_DS1820(void)
{
   byte i, buffer[9],temp;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   if (touch_present()) {        // get present (reset)              (2)
      touch_write_byte(0xCC);    // Skip ROM                         (3)
      touch_write_byte (0x44);   // Start Conversion
      delay_ms(200);             // delay 200 ms                     (4)
      touch_present();           // get present (reset)              (5)
      touch_write_byte(0xCC);    // Skip ROM                         (6)
      touch_write_byte (0xBE);   // Read Scratch Pad
      for(i=0; i<9;i++)          // read 9 bytes                     (7)
        buffer[i] = touch_read_byte();
   }
     temp= (buffer[1]<<4)|(buffer[0]>>4);
    //  if (buffer[1]&0xF0) temp= (-1)*temp;
    //  printf (lcd_putc,"\f\nTemp %d C",temp);
     num=buffer[1];
   num2= (buffer[0]-32);
}
int1 f4;

void led (void)
{
    if(f4==0){ output_high(PIN_D1);f4=1;}
                    else{output_low(PIN_D1);f4=0;}
}
void main(void)
{
   set_tris_b(0B00000001);
   set_tris_d(0B00000000);
  setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_8);
  setup_adc_ports(ALL_ANALOG);
   LCD_Init();
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
printf ( LCD_PutChar," Temp");          // display message
delay_ms (1000);

while (TRUE) {
        led();
        ReadTemp_DS1820();
        set_adc_channel( 0 );delay_us(5);analog1 = read_adc(); delay_us(1);
        set_adc_channel( 1 );delay_us(5);analog2 = read_adc(); delay_us(1);
        //set_adc_channel( 3 );delay_us(10);analog3 = read_adc(); delay_us(5);

       sett=analog1/2.5;
       setp=analog2/2.5;
       //setp=103-(analog2/2.5);
       if(sett>99){sett=99;}
       if(setp>99){setp=99;}
       //setp=analog3/2.5;
          //printf("\n#D0001W");print_dat(v);//printf("@");
          //printf("#A");print_dat(d2);//printf("@");
          //printf("#V");print_dat(d1); printf("@");
      printf("\n\r#W01 #T%d@",num2);

           LCD_SetPosition ( LINE_2 + 1 );
           printf ( LCD_PutChar, "%d C",num2);
           LCD_SetPosition ( LINE_2 + 6 );
           if(sett<10){ printf ( LCD_PutChar, "0%dST",sett);}else{  printf ( LCD_PutChar,
"%dST",sett);}

           LCD_SetPosition ( LINE_2 + 11 );
           if(setp<10){ printf ( LCD_PutChar, "0%dSP",setp);}else{  printf ( LCD_PutChar,
"%dSP",setp);}

           if(num2>=sett){
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                output_high(PIN_D0);
                output_high(PIN_B5);

            }else{if(setp==0){f2=0;}
                    if(f2==0){
                    output_low(PIN_D0);
                    output_low(PIN_B5);
                }else{output_high(PIN_D0);output_high(PIN_B5);}
                    }
        cout++;if(cout>setp){cout=0;f2=~f2;}
        LCD_SetPosition ( LINE_1 + 7 );
        printf ( LCD_PutChar, "RUN %d ",cout);

       }
}
//*****************************************************************************

void LCD_Init ( void )
  {
  LCD_SetData ( 0x00 );
  delay_ms ( 200 );     // wait enough time after Vdd rise
  output_low ( LCD_RS );
  LCD_SetData ( 0x03 );  // init with specific nibbles to start 4-bit mode
  LCD_PulseEnable();
  LCD_PulseEnable();
  LCD_PulseEnable();
  LCD_SetData ( 0x02 );  // set 4-bit interface
  LCD_PulseEnable();     // send dual nibbles hereafter, MSN first
  LCD_PutCmd ( 0x2C );   // function set (all lines, 5x7 characters)
  LCD_PutCmd ( 0x0C );   // display ON, cursor off, no blink
  LCD_PutCmd ( 0x01 );   // clear display
  LCD_PutCmd ( 0x06 );   // entry mode set, increment
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
}

void LCD_SetPosition ( unsigned int cX )
{
// this subroutine works specifically for 4-bit Port A
LCD_SetData ( swap ( cX ) | 0x08 );
LCD_PulseEnable();
LCD_SetData ( swap ( cX ) );
LCD_PulseEnable();
}

void LCD_PutChar ( unsigned int cX )
{
// this subroutine works specifically for 4-bit Port A
output_high ( LCD_RS );
LCD_SetData ( swap ( cX ) );    // send high nibble
LCD_PulseEnable();
LCD_SetData ( swap ( cX ) );    // send low nibble
LCD_PulseEnable();
output_low ( LCD_RS );
}

void LCD_PutCmd ( unsigned int cX )
{
// this subroutine works specifically for 4-bit Port A
LCD_SetData ( swap ( cX ) );    // send high nibble
LCD_PulseEnable();
LCD_SetData ( swap ( cX ) );    // send low nibble
LCD_PulseEnable();
}

void LCD_PulseEnable ( void )
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
    output_high ( LCD_EN );
    delay_us ( 10 );
    output_low ( LCD_EN );
    delay_ms ( 5 );
    }

void LCD_SetData ( unsigned int cX )
    {
    output_bit ( LCD_D4, cX & 0x01 );
    output_bit ( LCD_D5, cX & 0x02 );
    output_bit ( LCD_D6, cX & 0x04 );
    output_bit ( LCD_D7, cX & 0x08 );
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้