สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ผ้าใบบังแดดอัตโนมัติ

AUTOMATIC AWNING

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน.....83084
วัน,เดือน,ปี.....- 5 ส.ค. 2551

b.11964108
i.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมการวัดคุม

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2550

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AUTOMATIC AWNING

)L

A THESIS SUBMITED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

BACHELOR OF ENGINEERING IN INSTRUMENTATION ENGINEERING

DEPARTMENT OF INSTRUMENTATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2007

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองปริญญานิพนธ์

.....

หัวข้อปริญญานิพนธ์ ผ้าใบบังแดดอัตโนมัติ

AUTMATIC AWNING

นักศึกษาผู้จัดทำ นางสาวประไพ อ่ำหงษ์ **รหัสนักศึกษา** 47010426

นางสาวเพ็ญศิริ พิพัฒนะบงกล **รหัสนักศึกษา** 47010541

ปริญญา

สาขาวิชา

ปีการศึกษ

อาจ	
รศ.ประสิท	
ผศ.ดร.อัมา	

ภาควิชารับรองแล้ว

(รศ.ประภาษ อุดคกิมาพันธุ์)

หัวหน้าภาควิชาวิศวกรรมการวัดคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์	ผ้าใบบังแดดอัตโนมัติ		
	Automatic Awning		
นักศึกษาผู้จัดทำ	นางสาวประไพ อ่ำหงษ์	**รหัสนักศึกษา**	47010426
	นางสาวเพ็ญศิริ พิพัฒนะมงคล	**รหัสนักศึกษา**	47010541
อาจารย์ที่ปรึกษา	รศ.ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์		
	ผศ.ดร.อัมพวัน จุลเสรีวงศ์		
ปีการศึกษา	2550		

บทคัดย่อ

วั โนมัติ ที่สร้างจาก
แผ่นพลาส กยึดขอบด้านหนึ่ง
ด้วยแกนา แดดที่ออกแบบนี้
จะขึ้นอยู่ก นิดในการควบคุม
ผ้าใบบังแ สำหรับการทำงาน
แบบควบ รงดันอินพุทของ
ไมโครคอ ทานไวแสงแทน
จากผลกา ต้องและให้ความ
น่าเชื่อถือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Automatic Awning
Authors	Miss Prapai Umhong
	Miss Pensiri Pipattanamongkol
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Prasit Julsereewong
	Asst.Prof.Dr.Amphawan Julsereewong
Year	2007

ABSTRACT

The goal of this article is to present the automatic awning. The plastic sheet with 150cm. wide 300 an illustrative case study. The oller for rolling up or rolling ided into 2 modes, which are iable resistance is applied to nce (LDR) is used instead of ılts show that the proposed

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีนั้นต้องขอกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ประสิทธิ์ จุลเสรีวงศ์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อัมพวัน จุลเสรีวงศ์ ที่ได้ให้คำแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา

ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ประภาษ อุดคกิมาพันธุ์ อาจารย์กฤษณ์ เสมอพิทักษ์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ อุปกรณ์และเครื่องมือต่าง ๆ คอยให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์และให้ความช่วยเหลือในการแก้ไขข้อผิดพลาดของงานตลอดมา

ขอขอบคุณอาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมวัดคุมทุกท่านที่ให้คำปรึกษาแนะนำอันเป็นประโยชน์ และเพื่อน ๆ ที่คอยให้คำปรึกษาและกำลังใจในการทำปริญญานินพนธ์ฉบับนี้

ขอขอบคุณ[illegible]นใจในการศึกษาและจัดทำ[illegible]ทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ขึ้น

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VIII

สารบัญภาพ.....IX

บทที่ 1 บ.....1

1. 1

1. 1

1. 1

1. 1

1. 2

บทที่ 2 ท.....3

2. 3

2. 4

.....4

.....4

และระบบควบคุมแบบ Open-loop.....5

2.2.4 ตัวควบคุมแบบ Proportional.....5

2.3 หลักการทำงานของตัวต้านทานไวแสง.....6

2.3.1 ลักษณะทั่วไป.....6

2.3.2 การทำงานของ LDR.....7

2.3.3 สมบัติทางแสง.....7

2.3.4 ผลตอบสนองทางไฟฟ้า.....9

2.4 หลักการของไมโครคอนโทรลเลอร์.....10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.4.1 บทนำ.....10

2.4.2 ความหมายของไมโครคอนโทรลเลอร์.....10

2.4.2.1 ส่วนประมวลผล.....10

2.4.2.2 ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล.....10

2.4.2.3 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณทางไฟฟ้า.....11

2.4.2.4 ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา.....11

.....11

.....11

.....12

.....12

.....14

2. 16

.....16

.....17

2. 17

.....17

.....17

.....17

.....18

.....18

2.7 พื้นฐานภาษาซี.....18

2.7.1 รูปแบบโครงสร้างของภาษาซี.....18

2.7.2 การกำหนดตัวแปร.....19

2.7.2.1 ชนิดของตัวแปร.....20

2.7.2.2 ชื่อของตัวแปร.....20

2.7.3 การประมวลผลการทำงาน.....21

2.7.3.1 การกำหนดค่า.....21

2.7.3.2 การคำนวณทางคณิตศาสตร์.....21

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7.3.3 การตรวจสอบเงื่อนไข.....22

2.7.3.4 การกระทำทางลอจิก.....22

2.7.4 การทำงานแบบมีเงื่อนไข.....23

2.7.4.1 คำสั่ง if...else.....23

2.7.4.2 คำสั่ง switch.....24

2.7.5 การทำงานแบบวนรอบ.....24

.....25

.....25

.....25

2. 26

.....26

.....27

.....28

.....28

.....28

.....28

.....29

2. 29

2. 30

บทที่ 3 วิธีการดำเนินงาน.....32

3.1 แนวคิดในการออกแบบโครงสร้างของผ้าใบบังแดดอัตโนมัติ.....32

3.1.1 ส่วนของผ้าใบและแกนของผ้าใบ.....33

3.2.2 ส่วนของมอเตอร์และแบริ่ง.....33

3.1.3 ส่วนของสัญญาณอินพุทป้อนกลับ.....33

3.2 แนวคิดในการควบคุมการทำงานของผ้าใบบังแดดอัตโนมัติ.....35

3.3 การออกแบบส่วนของสัญญาณอินพุท.....36

3.3.1 การออกแบบส่วนอินพุทของระบบควบคุมโดยผู้ใช้ (Manual).....36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.3.2 การออกแบบส่วนอินพุทของระบบควบคุมอัตโนมัติ (Auto).....37

3.4 การออกแบบส่วนอินพุทป้อนกลับ.....38

3.5 การออกแบบส่วนของคอนโทรลเลอร์.....38

3.5.1 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F872.....38

3.5.2 การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ส่วนคอนโทรลเลอร์.....44

3.5.3 วงจรภาคจ่ายไฟ.....46

.....48

บทที่ 4 กา **49**

4.1 49

.....49

.....51

บทที่ 5 สรุ **55**

5.1 55

5.2 55

5.3 55

บรรณานุกร **56**

ภาคผนวก.....**57**

ภาคผนวก ก.....58

ภาคผนวก ข.....64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ **หน้า**

2.1 ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง LDR แบบแคดเมียมซัลไฟด์กับ LDR แบบแคดเมียมซิลิไนด์....8
2.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F872....13
2.3 สัญลักษณ์การกำหนดค่า....21
2.4 สัญลักษณ์การคำนวณทางคณิตศาสตร์....21
2.5 สัญลักษณ์การตรวจสอบเงื่อนไข....22
2.6 สัญลั....22
3.1 ผลกา....39
4.1 ผลกา....49
4.2 ผลกา....52
4.3 ผลกา....52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ **หน้า**

2.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมของระบบการทำงานของผ้าใบกันแดดอัตโนมัติ.....3

2.2 ระบบควบคุมแบบ Closed-loop.....4

2.3 ระบบควบคุมแบบ Open-loop.....4

2.4 ลักษณะทั่วไปของ LDR.....6

2.5 โครงสร้างของ LDR.....6

2.6 ลักษณะการต่อ LDR กับตัวต้านทานในวงจรแบ่งแรงดัน.....7

2.7 กราฟ[illegible]ไวของตาคน.....8

2.8 ผลขอ[illegible].....9

2.9 ตัวอย่า[illegible].....12

2.10 ตัวอ[illegible].....13

2.11 ตำแห[illegible].....14

2.12 ลักษ[illegible].....26

2.13 ขั้วแ[illegible].....27

2.14 ลักษ[illegible].....27

2.15 ลักษ[illegible].....29

2.16 ลักษ[illegible].....30

2.17 โครง[illegible].....31

3.1 โครงส[illegible].....32

3.2 ลักษณ[illegible].....33

3.3 ลักษณ[illegible].....34

3.4 ผ้าใบบังแดดที่ใช้เป็นกรณีศึกษา.....34

3.5 บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมของระบบการทำงานของผ้าใบกันแดดอัตโนมัติ.....35

3.6 วงจรส่วนอินพุทของระบบควบคุมโดยผู้ใช้และระบบควบคุมอัตโนมัติ.....36

3.7 วงจรส่วนอินพุทป้อนกลับ.....38

3.8 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงกับค่าความต้านทานของ LDR.....40

3.9 แผนภาพการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์.....40

3.10 ช่วงขยายของค่า setpoint.....42

3.11 วงจรอิเล็กทรอนิกส์ส่วนคอนโทรลเลอร์.....45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ **หน้า**

3.12 วงจรรวมของผ้าใบบังแดดอัตโนมัติ....46
3.13 วงจรภาคจ่ายไฟส่วนเลี้ยงวงจรและส่วนขับมอเตอร์....47
3.14 ลายแผ่นปริ้นท์ (PCB) ของวงจรทั้งหมด....48
4.1 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินพุท (V_{in1}) กับค่าอินพุทป้อนกลับ ($V_{feedback}$)
จากผลการทดลอง....51
4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินพุท (V_{in2}) กับค่าอินพุทป้อนกลับ ($V_{feedback}$)
จากผล 53
4.3 ความ 54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปริญญานิพนธ์

เนื่องจากในปัจจุบันนี้ผู้คนต้องการความสะดวกสบายมากขึ้น จึงได้คิดค้นอุปกรณ์ที่สามารถควบคุมการทำงานของสิ่งของ เครื่องใช้ต่าง ๆ ขึ้น ซึ่งการควบคุมนั้นก็สามารถทำได้หลายวิธีแล้วแต่การทำงานของเครื่องใช้นั้น ๆ

การควบคุมมอเตอร์นั้นก็ถูกใช้กันอย่างแพร่หลายกับอุปกรณ์ เครื่องมือที่มีการขับเคลื่อน ซึ่งผ้าใบกันแดดอัตโนมัติก็เป็นอปกรณ์ชนิดหนึ่งที่ต้องใช้การควบคมมอเตอร์ เพื่อใช้ในการเปิด/ปิด ผ้าใบ และ เป็นตัวตรวจจับ ความเข้มข) สามารถนำมาใช้ ในชีวิตจริง

1.2 วัตถุ

ปร ใช้หลักการทำงาน ของตัวต้าน สามารถทำงานได้ แบบอัตโน ถ้ามีความเข้มแสง น้อยลง ผ้าใ

1.3 ขอบเ

ปร งผ้าใบบังแดด ออกแบบวง นโทรลเลอร์ PIC เพื่อใช้ในการควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

เริ่มต้นจากการออกแบบรูปแบบโครงสร้างของผ้าใบกันแดด การเลือกใช้มอเตอร์และวงจรขับมอเตอร์ ทำการศึกษาการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ โปรแกรมที่ใช้ในการออกแบบ เช่น โปรแกรม Solid Work Protel และโปรแกรม CCS ซึ่งเป็นตัวคอมไพเลอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ PIC 16F872 เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 รายละเอียดของปริญญานิพนธ์

ในปริญญานิพนธ์นี้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท และภาคผนวก 2 ภาค โดยแต่ละบทมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

บทที่ 1 เป็นบทนำซึ่งจะกล่าวถึง ความเป็นมา วัตุประสงค์ ขอบเขตของปริญญานิพนธ์ ขั้นตอนการศึกษา และรายละเอียดในแต่ละของปริญญานิพนธ์

บทที่ 2 กล่าวถึง ทฤษฎีต่าง ๆ ที่นำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบผ้าใบบังแดดอัตโนมัติที่นำเสนอในปริญญานิพนธ์นี้ ซึ่งได้แก่ หลักการของการควบคุม หลักการทำงานของตัวต้านทานไวแสง หลักการของไมโครคอนโทรลเลอร์ การเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง อุปกรณ์ขับกระแสมอเตอร์ และหลักการของตัวต้านทานปรับค่าได้ชนิดเชิงเส้น

บท อัตโนมัติ

บท ของผ้าใบบังแดด

ว่ามีความถู

บท

ภา

ภา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีเบื้องต้น

2.1 บทนำ

ในการควบคุมการทำงานของผ้าใบบังแดดอัตโนมัตินั้นเป็นการรวมองค์ประกอบหลาย ๆ องค์ประกอบเข้าด้วยกัน อันได้แก่ หลักการของการควบคุมแบบ Proportional หลักการทำงานของเซนเซอร์ หลักการของคอนโทรลเลอร์ หลักการของมอเตอร์กระแสตรง หลักการของอุปกรณ์ขับมอเตอร์ หลักการของอุปกรณ์ป้อนกลับ เป็นต้น ซึ่งขั้นตอนการทำงานจะแสดงได้ดังภาพที่ 2.1

ภาพที่ 2 แดดอัตโนมัติ

จา รวม ซึ่งในการที่
ผ้าใบบังแ และทฤษฎีต่าง ๆ
ของแต่ละส่

1.

2. หลักการทำงานของเซนเซอร์ ซึ่งเป็นเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจวัดความเข้มของแสง ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้เลือกใช้ตัวต้านทานไวแสง (LDR)

3. หลักการของคอนโทรลเลอร์ ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ *PIC 16F872*

4. หลักการทำงานของมอเตอร์กระแสตรง

5. หลักการของอุปกรณ์ขับมอเตอร์กระแสตรง ซึ่งในปริญญานิพนธ์นี้เลือกใช้ไอซี *L298N*

6. หลักการของอุปกรณ์ป้อนกลับ ในส่วนนี้เป็นส่วนที่ใช้ในการควบคุมการเคลื่อนที่ขึ้น/ลงของผ้าใบ ซึ่งใช้สัญญาณแรงดันอินพุทป้อนกลับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

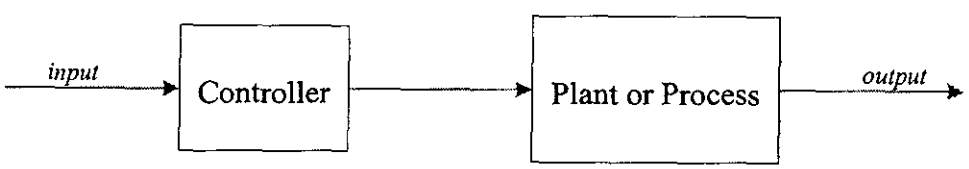
2.2 หลักการของการควบคุม

ระบบควบคุมจะแบ่งอย่างง่าย ๆ ออกเป็นสองแบบคือ ระบบควบคุมแบบ Closed-loop และระบบควบคุมแบบ Open-loop

2.2.1 ระบบควบคุมแบบ Closed-loop

ระบบควบคุมแบบ Closed-loop เป็นระบบควบคุมแบบหนึ่ง ซึ่งสัญญาณเอาท์พุทจะมีผลโดยตรงต่อการควบคุม ดังนั้นระบบควบคุมแบบ *Closed-loop* ก็คือระบบควบคุมป้อนกลับนั่นเอง สัญญาณค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ซึ่งเป็นสัญญาณแตกต่างระหว่างสัญญาณอินพุทกับสัญญาณป้อนกลับจะถูกป้อนให้กับตัวควบคุมเพื่อที่จะลดค่าความคลาดเคลื่อนให้น้อยลง และทำให้เอาท์พุทของระบบมีค่าตามที่ต้องการ สัญญาณป้อนกลับนี้อาจจะเป็นสัญญาณแ เรือเป็นค่าอนุพันธ์ของสัญญ

2.



ภาพที่ 2.3 ระบบควบคุมแบบ Open-loop

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบควบคุมแบบ Open-loop เป็นระบบควบคุมที่เอาท์พุทของระบบจะไม่มีผลต่อการควบคุมเลย นั่นคือในกรณีของระบบควบคุมแบบ Open-loop นั้น เอาท์พุทของระบบจะไม่ถูกวัดหรือถูกป้อนกลับเพื่อนำมาเปรียบเทียบกับอินพุท ระบบควบคุมที่ทำงานตามเวลาที่กำหนดไว้จะเป็นระบบการควบคุมแบบ Open-loop

2.2.3 ข้อเปรียบเทียบระหว่างระบบควบคุมแบบ Closed-loop และระบบควบคุมแบบ Open-loop

ข้อดีของระบบควบคุมแบบ Closed-loop อย่างหนึ่งคือ การใช้วิธีการป้อนกลับนำเอาสัญญาณเอาท์พุทมาเทียบกับสัญญาณอินพุทที่ต้องการ ดังนั้นจึงสามารถจะกำจัดหรือลดผลของ Disturbance จากภายนอกหรือผลของ Disturbance จากภายในที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงค่าพารามิ[illegible]องใช้อุปกรณ์ที่มีความเที่ยง[illegible]จะไม่เป็นเช่นนี้ กล่าวคือ [illegible]ำจัด Disturbance นั้นทิ้งไปเ[illegible]มเที่ยงตรงสูง

2.2

สำ[illegible]ุทของตัวควบคุมจะแปรผัน[illegible]ากขึ้น ค่าเอาท์พุทของตัวคว[illegible]ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุ[illegible]เขียนสมการได้ดังสมการที่[illegible])

เมื่อ $m_$

K_p = อัตราขยายของตัวควบคุมแบบ Proportional

$\overline{m}$ = ค่าเอาท์พุทของตัวควบคุมที่ค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับศูนย์

ตัวควบคุมแบบ Proportional บางตัวอาจจะใช้ค่า Proportional Band (PB)แทนการใช้ค่า K_p ซึ่ง PB คือ ช่วงของค่าคลาดเคลื่อนระหว่างที่เอาท์พุทของตัวควบคุมมีค่า 0-100 % ดังสมการที่ 2.2 ซึ่งการควบคุมแบบนี้มีจุดอ่อนก็คือการเกิด Offset

$$PB = \frac{100\%}{K_p} \qquad (2.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 หลักการทำงานของตัวต้านทานไวแสง

2.3.1 ลักษณะทั่วไป

ภาพที่ 2.4 ลักษณะทั่วไปของ LDR

LI โฟโต้คอนดักทีฟ
เซลล์ (Pho ve Resistor) ซึ่ง
ส่วนมาก ดเมียมซิลีไนด์
หรือแคดเม็ เจากสารที่ฉาบไว้
ออกมา

ภาพที่ 2.5 โครงสร้างของ LDR

รูปร่างของ LDR จะแสดงในภาพที่ 2.5 ส่วนที่ขดเป็นแนวเล็ก ๆ สีดำเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานไวแสง เป็นที่สำหรับต่อขาออกมาภายนอกหรือเรียกว่า อิเล็กโทรด ที่เหลือก็จะเป็นฐานเซรามิกและอุปกรณ์สำหรับห่อหุ้มตัว LDR ซึ่งมีได้หลายแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2 การทำงานของ LDR

การทำงานของ LDR นั้นก็คือ เวลามีแสงมาตกกระทบลงไปก็จะถ่ายทอดพลังงานให้กับสารที่ฉาบอยู่ ทำให้เกิดโฮลกับอิเล็กตรอนวิ่งกันพล่าน การที่มีโฮลกับอิเล็กตรอนอิสระนี้มากก็เท่ากับความต้านทานลดลงนั่นเอง ยิ่งความเข้มของแสงที่ตกกระทบมากเท่าไร ความต้านทานจะยิ่งลดลงมากเท่านั้น ดังนั้นจึงทำให้เมื่อไม่มีแสงมาตกกระทบค่าความต้านทานภายในจะสูงมาก แต่เมื่อมีแสงมาตกกระทบ ค่าความต้านทานภายในจะต่ำและอยู่ในสภาพความนำทางไฟฟ้า

จากภาพที่ 2.6 จะเห็นถึงลักษณะการต่อ LDR เข้ากับตัวต้านทาน ซึ่งในการต่อจะมี 2 แบบ คือ ต่อแบบภาพที่ 2.6 (ก) จะวัดค่าแรงดันเอาท์พุทตกคร่อมตัว LDR โดยแรงดันเอาท์พุทที่วัดได้นั้นจะมีค่าลดลงเมื่อมีแสงมาตกกระทบ LDR ส่วนการต่อแบบภาพที่ 2.6 (ข) จะวัดแรงดันเอาท์พุทตกคร่อมตัวต้านทาน โดยแรงดันเอาท์พุทจะเพิ่มขึ้นเมื่อมีแสงมาตกกระทบ LDR

Vout

Ω

อมีแสง

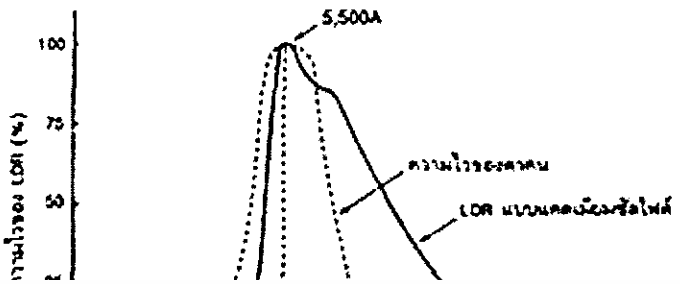
น

2.3

จากภาพที่ 2.7 ในส่วนที่ว่าแสงตกกระทบนั้น มิใช่ว่าจะเป็นแสงอะไรก็ได้ เฉพาะแสงในช่วงความยาวคลื่นประมาณ 4,000 อังสตรอม (1 อังสตรอม เท่ากับ 10^{-10} เมตร) ถึงประมาณ 10,000 อังสตรอมเท่านั้นที่จะใช้ได้ (สายตาคนจะเห็นได้ ในช่วงประมาณ 4,000 อังสตรอม ถึง 7,000 อังสตรอม) ซึ่งคิดแล้วก็เป็นช่วงคลื่นเพียงแคบ ๆ เมื่อเทียบกับการทำงานของอุปกรณ์ไวแสงประเภทอื่น ๆ แต่ถึงอย่างไรแสงในช่วงคลื่นนี้ก็มีอยู่ในแสงอาทิตย์ แสงจากหลอดไฟแบบไส้ และแสงจากหลอดฟลูออเรสเซนต์ด้วย หรือถ้าจะคิดถึงความยาวคลื่นที่ LDR จะตอบสนองไวที่สุดแล้วก็มีอยู่หลายความยาวคลื่น โดยทั่วไป LDR ที่ทำจากแคดเมียมซัลไฟด์จะไวต่อแสงที่มีความยาวคลื่นในช่วง 5,000 กว่า อังสตรอม ซึ่งเราจะเห็นเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีเขียวไปจนถึงสีเหลือง สำหรับบางตัวแล้ว ความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของมันใกล้เคียงกับความยาวคลื่นที่ไวที่สุดของตาคนมาก (ตาคนไวต่อความยาวคลื่นประมาณ 5,550 อังสตรอม) จึงมักจะใช้ทำเป็นเครื่องวัดแสงในกล้องถ่ายรูป ถ้า LDR ทำจากแคดเมียมซีลิไนด์ก็จะไวต่อความยาวคลื่นในช่วง 7,000 กว่าอังสตรอม ซึ่งไปอยู่ในช่วงอินฟราเรดแล้ว



ภาพ เทียบกับ

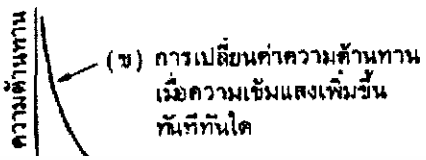
ตารางที่ 2.1 ตารางเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่าง LDR แบบแคดเมียมซัลไฟด์กับ LDR แบบแคดเมียมซิลิไนด์

ชนิดของตัวต้านทานไวแสง	LDR แบบแคดเมียมซัลไฟด์	LDR แบบแคดเมียมซิลิไนด์
สารกึ่งตัวนำ	แคดเมียมซัลไฟด์ CdS	แคดเมียมซิลิไนด์ CdSi
ความไวต่อแสง	ที่ความยาวคลื่นในช่วง 5,000 อังสตรอม	ที่ความยาวคลื่นในช่วง 7,000 อังสตรอม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4 ผลตอบสนองทางไฟฟ้า

อัตราส่วนระหว่างความต้านทานของ LDR ในขณะที่ไม่มีแสงกับขณะที่มีแสง อาจจะเป็นไปได้ตั้งแต่ 100 เท่า 1,000 เท่า หรือ 10,000 เท่า แล้วแต่รุ่น แต่โดยทั่วไปแล้วค่าความต้านทานในขณะที่ไม่มีแสงจะอยู่ในช่วงประมาณ 0.5 MΩ ขึ้นไป ในที่มืดสนิทอาจขึ้นไปได้มากกว่า 2MΩ และในขณะที่มีแสงจะเป็นประมาณ 10 - 20kΩ ลงไป อาจจะเหลือเพียงไม่กี่โอห์มหรือไม่ถึงโอห์มก็ได้ ทนแรงดันสูงสุดได้ไม่ต่ำกว่า 100 V และกำลังสูญเสียอย่างต่ำประมาณ 50 mW



R

นอ คือ ปรากฏการณ์
ที่เกิดขึ้นจา ที่ 2.8 ถ้า LDR
ได้รับแสงข์ วามเข้มของแสง
ถูกลดลงเห ความต้านทานที่
มันควรจะเ เพิ่มเลยขึ้นไปอีก
แล้วจึงจะล มเข้มแสงน้อย ๆ
แล้วเปลี่ยน ทานจะลดลงเลย
ต่ำลงมาจากระดับเดิมของแสงใหม่ ของความเข้มแสงที่ตก LDR แบบแคดเมียมซิลิไนด์ จะใช้เวลาในการเข้าสู่สภาวะที่มันควรจะเป็นน้อยกว่าแบบแคดเมียมซัลไฟต์ แต่ก็จะวิ่งเลยไปไกลกว่าด้วย และอีกอย่างหนึ่งความเร็วในการเปลี่ยนแปลงระดับความต้านทานจากค่าหนึ่งไปอีกค่าหนึ่งช้ามาก ซึ่งจะอยู่ในช่วง 10^{-3} วินาที จึงทำให้ LDR ใช้ได้กับงานความถี่ต่ำ ๆ เท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 หลักการของไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4.1 บทนำ

ในชีวิตประจำวันเราจะพบไมโครคอนโทรลเลอร์บ่อยมากแต่ตัวไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกซ่อนตัวอยู่ในเครื่องใช้ไฟฟ้าต่าง ๆ เช่น เตาไมโครเวฟ เครื่องซักผ้า เครื่องเล่น MP3 และอื่น ๆ อีกมากมาย สาเหตุที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ถูกนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายก็เพราะว่าเราสามารถนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาทำงานแทนวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเดิมในการที่จะออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อใช้ในงานควบคุมก็จะต้องเริ่มต้นออกแบบตามขั้นตอนการออกแบบ แต่ถ้าเราต้องการเปลี่ยนแปลงการทำงานก็จะต้องเปลี่ยนขั้นตอนการออกแบบใหม่ทำให้เราต้องสร้างวงจรใหม่ด้วย แต่ถ้าหากนำไมโครคอนโทรลเลอร์มาใช้งาน เราสามารถเปลี่ยนแปลง

การทำงาน รคอนโทรลเลอร์

ทำให้มีควา ก

น ในปัจจุบันยังมี

ความสาม การเชื่อมต่อกับ

เครื่องคอมพ งคอมพิวเตอร์ได้

2.4 พิวเตอร์ขนาดเล็ก

ไม ที่มีความสามารถ

ที่ใช้ควบคุ นใหญ่ดังนี้คือ

ในการทำงา

เทางคณิตศาสตร์ หรือการตัดสนเจแบบมเงอนเข ซงจะมการทางานทซบซอน เดยลาดบ ในการทำงานของส่วนประมวลผลจะขึ้นอยู่กับการจัดลำดับคำสั่งในการทำงาน ซึ่งจะบรรจุอยู่ในส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล

2.4.2.2 ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล

ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล (Memory Unit) คือส่วนที่ทำหน้าที่เก็บข้อมูล โดยเราจะแบ่งชนิดของพื้นที่เก็บข้อมูลเป็น 2 แบบคือ แบบชั่วคราว (RAM : Random Access Memory) และแบบกึ่งถาวร (EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory) ซึ่งพื้นที่เก็บข้อมูลแบบชั่วคราวนี้จะเป็นข้อมูลที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้อยู่ตลอด และถูกใช้เป็นข้อมูลในการเก็บ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าตัวแปรในการคำนวณ โดยข้อมูลประเภทนี้จะสูญหายเมื่อเราหยุดจ่ายไฟเลี้ยงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูลแบบกึ่งถาวรจะเป็นข้อมูลที่ใช้เก็บโปรแกรมคำสั่งการทำงาน ซึ่งข้อมูลประเภทนี้เราสามารถเปลี่ยนแปลงได้แต่ต้องใช้กรรมวิธีพิเศษ แต่ข้อมูลจะไม่สูญหายแม้ว่าเราจะหยุดจ่ายไฟเลี้ยงให้ไมโครคอนโทรลเลอร์แล้วก็ตาม

2.4.2.3 ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณทางไฟฟ้า

ส่วนเชื่อมต่อสัญญาณทางไฟฟ้า (Interface Unit) จะทำหน้าที่ติดต่อสัญญาณระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีอยู่ 2 แบบคือ อินพุทและเอาท์พุทแบบดิจิตอลโดยจะรับ/ส่งข้อมูลด้วยสัญญาณทางดิจิตอล และอินพุทและเอาท์พุทแบบอนาลอกที่มีการรับ/ส่งสัญญาณแบบสัญญาณทางอนาลอก ซึ่งในการรับ/ส่งสัญญาณของอนาลอกจะมีอยู่ในไมโครคอน

กาโดยใช้วงจร
ที่เชื่อมต่อ r circuit) ซึ่งมี
อุปกรณ์หลั (Execute time)
ของส่วนปร รลเลอร์
ส่งข้อมูลดิจิตอล
แบบอนุกร มถี่ในส่วนของ
ตัวตั้งเวลา (

ทำงานในกรณีที่
ไมโครคอน ...สะดวกอย่างมาก
ในการเขียนโปรแกรมเพื่อรองรับการทำงานลักษณะนี้

2.4.3 ประเภทของไมโครคอนโทรลเลอร์

เราสามารถแบ่งประเภทของไมโครคอนโทรลเลอร์ตามลักษณะการทำงานด้านการประมวลผลได้ 2 ประเภท คือ ประเภท RISC และประเภท CISC ซึ่งแต่ละประเภทจะมีการทำงานและโครงสร้างภายในที่แตกต่างกันดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.3.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ RISC

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ RISC (Reduced Instruction Set Computer) เป็นไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีโครงสร้างการทำงานที่มีจำนวนชุดคำสั่งน้อย และแต่ละคำสั่งจะทำงานแบบง่าย ๆ แต่ความเร็วในการทำงานแต่ละคำสั่งจะสูงมากซึ่งถือเป็นข้อเด่น แต่มีข้อด้อย คือ ชุดคำสั่งจะทำงานอย่างง่าย ๆ เช่น คำสั่งในการคำนวณจะมีเพียงคำสั่ง บวก และลบ ตัวอย่างของไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC ของบริษัทไมโครชิพ (Microchip) เป็นต้น

รชิพ

Set Computer)

เป็นไมโคร

C ซึ่งแต่ละคำสั่ง

จะสามารถ

โปรแกรมคำสั่ง

คูณค่า 10

ISC เราจะใช้

การวนคำสั่

ถทำเสร็จภายใน

คำสั่งเดียว

บเทียบกันพบว่า

ข้อดีของไม

กว่า แต่ข้อด้อย

คือความเร็ว

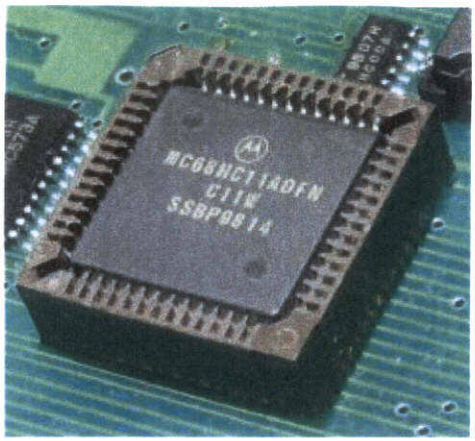
กว่า เมื่อเทียบกับ

ความเร็วใน

ตัวอย่างของ

ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ CISC คือ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 68HC ของบริษัทโมโตโรล่า (Motorola) เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.10 ตัวอย่างไมโครคอนโทรลเลอร์แบบ CISC ของบริษัทโมโตโรล่า

ูล PIC ของ

บริษัทไมโ ตให้ใช้เพียงพอ

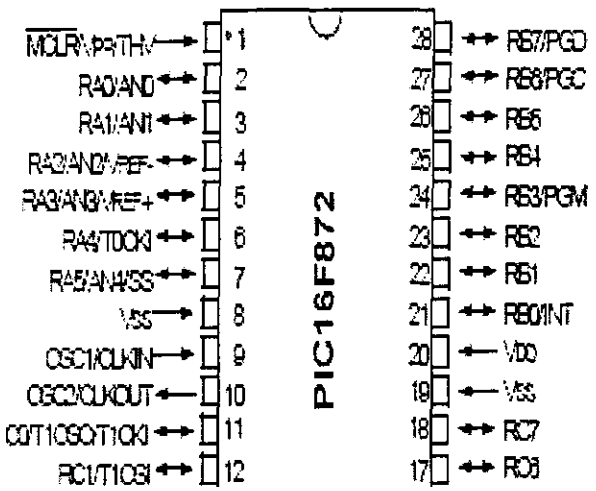
กับการใช้ง

ตารางที่ 2.2

ควา	
หน่ว	
หน่ว	
หน่ว	
จำน	
จำน	หน่วย A/D 22 บิต
จำนวนไทเมอร์/เคาน์เตอร์	3
โมดูลแคปเจอร์เปรียบเทียบ PWM	2
ส่วนสื่อสารข้อมูลอนุกรม	SPI I^2C
วงจร ADC 10 บิต	5 ช่อง
จำนวนคำสั่ง	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIP, SOIC, SSOP



F872

2.4

ใน มีขาสัญญาณที่ใช้

ติดต่ออินพุ

- ๆ

- ๆ

- ๆ

ขาสัญญาณ นี้

1. ัญญาณใช้ติดต่อ

อินพุท/เอาท สัญญาณอนาลอก

เป็นสัญญาณดิจิตอล) ด้วย

RA0/AN0 - ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต
- ขาสัญญาณอินพุท สำหรับ ADC ช่อง 0

RA1/AN1 - ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต
- ขาสัญญาณอินพุท สำหรับ ADC ช่อง 1

RA2/AN2/REF- - ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต
- ขาสัญญาณอินพุท สำหรับ ADC ช่อง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RA3/AN3/REF+ - ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต
- ขาสัญญาณอินพุท สำหรับ ADC ช่อง 3

RA4/TOCK1 - ขาสัญญาณนาฬิกา Input Timer 0
- ขาสัญญาณเอาท์พุท เปรียบเทียบ ADC ช่อง 1

RA5/AN4/SS - ขาสัญญาณอินพุท สำหรับ ADC ช่อง 4
- ขาสัญญาณ Slave Select สื่อสารพอร์ตอนุกรมแบบ Synchronize
- ขาสัญญาณเอาท์พุท เปรียบเทียบ ADC ช่อง 2

2. พอร์ต B RB0_RB5 มีขาสัญญาณจำนวน 7 ขา ภายในมีวงจรพูลอัพ (R-Pull-Up) ใช้ติดต่ออิ ...ร์รับจากภายนอก ด้วย

RE ...ภายนอก

RE

RE

RE

RE

3. ...ที่ติดต่อสัญญาณ ได้หลายรูป

RC

- ขาสัญญาณเอาท์พุท วงจรออสซิลเลเตอร์ของ Timer1
- ขาสัญญาณอินพุทของสัญญาณ Clock Timer1

RC1/T1OSI - ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต
- ขาสัญญาณเอาท์พุท วงจรออสซิลเลเตอร์ของ Timer1

RC2/CCP1 - ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต
- ขาสัญญาณเอาท์พุท วงจรเปรียบเทียบสัญญาณของโมดูล CCP1
- ขาสัญญาณเอาท์พุท PWM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RC3/SCK/SCL	- ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต
	- ขาสัญญาณนาฬิกาของวงจร SPI (SCK)
	- ขาสัญญาณนาฬิกาของระบบบัส I^2C (SCL)
RC4/SDI/SDA	- ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต
	- ขาสัญญาณ Input/Serial Data ของวงจร SPI (SDI)
	- ขาสัญญาณ Data ของระบบบัส I^2C (SDA)
RC5/SDO	- ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต
	- ขาสัญญาณ Input/Serial Data ของวงจร SPI (SDI)
RC6	- ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต
RC7	- ขาสัญญาณติดต่อ อินพุท/เอาท์พุทพอร์ต

4.

M(0

ıg Voltage)

OS ฌนาฬิกา

OS ฌนาฬิกา

V_{D}

V_{S}

2.5 Softw

ใน รมแปลงภาษาซี

และโปรแก' ์งนี้

2.5.1 โปรแกรมแปลงภาษาซี

โปรแกรมแปลงภาษาซี (Software C Compiler) ที่เราใช้จะเป็นโปรแกรมที่มีตัวแปลงภาษาซีที่มีชื่อว่า CCS C Compiler พัฒนาโดยบริษัท Custom Computer Service ใช้พัฒนางานด้านไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC โดยสามารถใช้งานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 12 14 และ 16 บิต เมื่อเขียนภาษาซีกับซอฟต์แวร์ CCS C Compiler ชุดคำสั่งของภาษาจะถูกแปลคำสั่งภาษาที่เครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเรียกว่า ภาษาเครื่อง (Machine Language) โดยตัวแปลภาษาจะนำ Source Code ที่เราได้บันทึกเอาไว้แล้ว มาทำการตรวจสอบความถูกต้องของภาษา ก่อนนำไปใช้งานกับไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การเขียนโปรแกรมบน Windows โดยใช้โปรแกรม CCS C Compiler นั้น ทำได้ง่ายมาก และไม่ซับซ้อนโดยโปรแกรมจะมีฟังก์ชันมาพร้อมกับ Compiler ทำให้การเขียนโปรแกรมสะดวกและรวดเร็ว

2.5.2 โปรแกรมบันทึกข้อมูลบนไมโครคอนโทรลเลอร์

โปรแกรมที่สำคัญอีกโปรแกรมหนึ่งที่จำเป็นคือโปรแกรมบันทึกข้อมูลบนไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยเราจะใช้โปรแกรม EPICWin ซึ่งโปรแกรมนี้จะทำหน้าที่ในการโปรแกรมข้อมูลไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC การทำงานของโปรแกรมจะทำได้ง่ายและไม่ซับซ้อน โดยโปรแกรมจะมีฟังก์ชันมาพร้อมกับโปรแกรมและสามารถเลือก Device ของไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC ได้หลายเบอร์ทำให้สะดวกและรวดเร็วในการทำงาน

2.6 ความ

2.

ใน และเงื่อนไขใน

การเขียน รเขียนโปรแกรม

การทำงาน เหมาะสมกับงาน

ตัวอย่างขอ

ากฐานการทำงาน

ของไมโค ที่ข้อมูลภายใน

ตัวไมโครค งาน ซึ่งหากเราจะทำความเข้าใจในภาษานี้เราจำเป็นต้องเข้าใจถึงโครงสร้างภายใน และข้อมูลชุดคำสั่งจากโรงงานผู้ผลิตด้วย แต่เรามีเครื่องมือที่ทำให้เราแปลงจากภาษาที่เราใช้เป็นภาษาเครื่องได้นั้นคือภาษาแอสเซมบลีซึ่งจะอธิบายถัดไป

2.6.1.2 ภาษาแอสเซมบลี

ภาษาแอสเซมบลี (Assembly Language) เป็นภาษาที่มีระดับสูงกว่าภาษาเครื่อง โดยเราจะใช้ในการเขียนโปรแกรมเพื่อหลีกเลี่ยงการเขียนรหัสภาษาเครื่อง หมายความว่าในการเขียนโปรแกรมเราจะมีคำสั่งที่คล้ายกับภาษาของมนุษย์ในการโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
83084

ไมโครคอนโทรลเลอร์ให้ทำงานตามขั้นตอน ซึ่งตัวโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีจะทำหน้าที่แปลงภาษาที่มนุษย์เขียนเป็นภาษาเครื่องทำให้มีความสะดวกมากขึ้น

2.6.1.3 ภาษาเบสิก

ภาษาเบสิก (BASIC Language) เป็นภาษาที่มีระดับสูงกว่าภาษาแอสเซมบลี เนื่องจากการเขียนโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลีนั้นผู้เขียนจำเป็นต้องมีความรู้การทำงานภายในของตัวไมโครคอนโทรลเลอร์อยู่บ้าง ทำให้ผู้จะพัฒนาโปรแกรมต้องมาศึกษาการทำงานภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ก่อนซึ่งต้องอาศัยเวลา และพื้นฐานความรู้ ดังนั้นภาษาเบสิกจึงเป็นทางเลือกเพื่ออำนวยความสะดวกในการเขียนโปรแกรม เพราะเป็นภาษาที่ง่ายมากเหมาะกับผู้ที่จะเริ่มต้น แต่ข้อด้อยสำหรับภาษาเบสิก คือความเร็วในการทำงานของโปรแกรมค่อนข้างช้าและไม่ยืดหยุ่นในการทำง ระบบควบคุมด้วยไมโครคอ าเบสิกแต่ภาษาซี มีลักษณะ จกว่าภาษาเบสิก อีกทั้งเรา โทรลเลอร์ได้เลย ทำให้โปร โปรแกรมจำเป็น ต้องมีความ จา ยนโปรแกรมกัน อย่างแพร่ เสนใจก็สามารถ ศึกษาหาข้ เขียนโปรแกรม บนไมโคร กรมด้วยภาษาซี แบบโครงส

2.7 พื้นฐานภาษาซี

ภาษาซีเป็นตัวเลือกที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรม สำหรับการใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ในปัจจุบันไม่ว่าจะตระกูล MCS-51 86HC11 และไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล PIC จากไมโครชิพ

2.7.1 รูปแบบโครงสร้างของภาษาซี

การทำงานของคำสั่งภายในโปรแกรมจะมีการทำงานในลักษณะเรียงลำดับทีละบรรทัดจากบรรทัดบนลงมาบรรทัดล่าง ซึ่งโครงสร้างของโปรแกรมจะประกอบด้วยการทำงานอยู่ 2 ส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คือ ส่วนที่ 1 คือส่วนของโปรแกรมหลัก (Main Code Programming) และส่วนที่ 2 คือ โปรแกรมย่อยหรือฟังก์ชัน (Function Code Programming)

โดยหน้าที่แล้วโปรแกรมหลักจะเป็นตัวระบุขั้นตอนการทำงานหลัก และในโปรแกรมหลักจะมีการเรียกใช้โปรแกรมย่อยหรือฟังก์ชัน โดยโปรแกรมย่อยหรือฟังก์ชันจะเป็นขั้นตอนการทำงานที่มักจะถูกเรียกใช้บ่อย ๆ เช่น ฟังก์ชันการหน่วงเวลา หรือฟังก์ชันการคำนวณ ซึ่งถ้าเรานำโค้ดจากโปรแกรมย่อยไปบันทึกในส่วนโปรแกรหลักจะทำให้ขนาดของโปรแกรมหลักมีขนาดใหญ่ตามจำนวนการเรียกใช้การทำงานของโปรแกรมย่อย

ในการเขียนโปรแกรมหลักนั้นจะมีโครงสร้างของการเขียนที่ชัดเจนคือเมื่อโปรแกรมจะทำงานฟังก์ชั่นพิเศษที่มีชื่อว่าฟังก์ชั่น main ซึ่งโปรแกรมจะถูกเขียนไว้ในเครื่องหมายปีกกาเปิด ({) และปีกกาปิด (}) โดยมีลำดับขั้นการทำงานของโปรแกรมแบบบนลงล่าง นอกจากนี้เรายังสามารถที่จะเรียกการ โครงสร้างเหมือน ฟังก์ชั่น ma ด ({) โดยมีลำดับ ขั้นตอนกา เกรมย่อยจะเขียน แยกออกมา

รู

งายปีกกาเปิด ({) และปีกกา ซึ่งในช่วงต้นของ โปรแกรม คมาจะเป็นคำสั่ง ในการทำง ซเซมิโคลอน (;) ในการปิด ลังเครื่องหมายนี้ ประโยคหรื านของโปรแกรม สังเกตจากต ดังนี้

```
statements; // comment 2
}
```

2.7.2 การกำหนดตัวแปร

เราสามารถกำหนดค่าตัวแปร (Declaration) ในภาษาซีได้ไม่ยากโดยพิมพ์รูปแบบคำสั่งบรรทัดในตำแหน่งของการกำหนดตัวแปรดังนี้

```
Variable_type  variable_name;
```

โดย Variable_type คือ ชนิดของตัวแปร และ variable_name คือ ชื่อของตัวแปร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2.1 ชนิดของตัวแปร

ชนิดตัวแปร Variable_type ที่ใช้ในภาษาซีจะมีอยู่ด้วยกันหลายแบบแต่ที่เราจะใช้ในการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์จะมีตัวแปรที่ใช้งานคือ bit char unsigned char int unsigned int และ float ซึ่งแต่ละชนิดจะมีช่วงของตัวแปรที่แตกต่างกันดังนี้

bit เป็นตัวแปรขนาด 1 บิต มีช่วงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรได้ 2 ค่า คือ 0 และ 1

char เป็นตัวแปรขนาด 8 บิต มีช่วงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรได้ 256 ค่า คือ -128 ถึง 127

unsigned char เป็นตัวแปรขนาด 8 บิต มีช่วงการเปลี่ยนแปลงของตัวแปรได้ 256 ค่า คือ 0 ถึง 256

int ...แปรได้ 65536 ค่า

uns ...ปรได้ 65536 ค่า

floa ...ม มีช่วงการ

...31 ตัวอักษร

และต้องไม่เ...

				volatile
				while
				_Bool
char	exteam	register	switch	_Complex
const	float	restrict	typedef	_Imaginary
continue	for	return	union	
default	goto	short	unsigned	
do	if	singned	void	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3 การประมวลผลการทำงาน

เมื่อเราสามารถกำหนดตัวแปรได้แล้ว จากนั้นก็มาทำความเข้าใจในส่วนของการประมวลผลการทำงาน โดยตัวแปรที่กำหนดไว้สามารถกำหนดค่า และคำนวณทางคณิตศาสตร์ได้ ซึ่งจะมีสัญลักษณ์การกำหนดค่าและการคำนวณทางคณิตศาสตร์ดังนี้

2.7.3.1 การกำหนดค่า

เราสามารถกำหนดค่าตัวแปรได้ง่ายดายโดยใช้สัญลักษณ์ตามตารางที่ 2.3 ดังนี้

ตารางที่ 2.3 สัญลักษณ์การกำหนดค่า

สัญลักษณ์	ความหมาย	ตัวอย่าง	ผลลัพธ์
=			ำกับ 3
(การคำนว			x (x = x+3)

) 30 แล้วเก็บค่าลง

ตารางที่ 2.4 ดังนี้

ตารางที่ 2.

สัญลักษ			ผล์
+	การบวก	x+y	ผลรวมของ x และ y
-	การลบ	x-y	ผลต่างของ x และ y
*	การคูณ	x*y	ผลคูณของ x และ y
/	การหาร	x/y	นำ x หารด้วย y
+ (ตัวแปร)	กำหนดเป็นจำนวนเต็มบวก	+x	เป็นจำนวนเต็มบวก
- (ตัวแปร)	กำหนดเป็นจำนวนเต็มลบ	-x	เป็นจำนวนเต็มลบ
++	เพิ่มค่าขึ้น 1 จำนวน	x++	เพิ่มค่า x ขึ้น 1 จำนวน (x = x+1)
- -	ลดค่าขึ้น 1 จำนวน	x- -	ลดค่า x ลง 1 จำนวน (x = x-1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.3.3 การตรวจสอบเงื่อนไข

เราสามารถตรวจสอบเงื่อนไขกับตัวแปรได้โดยใช้สัญลักษณ์ตามตารางที่ 2.5 ดังนี้

ตารางที่ 2.5 สัญลักษณ์การตรวจสอบเงื่อนไข

สัญลักษณ์	ความหมาย	ตัวอย่าง	ผลลัพธ์เงื่อนไขเป็น 1 (จริง) หรือ 0 (เท็จ)
<	น้อยกว่า	x<y	เป็น 1 ถ้า x น้อยกว่า y
<=	น้อยกว่าหรือเท่ากับ	x<=y	เป็น 1 ถ้า x น้อยกว่าหรือเท่ากับ y
>	มากกว่า	x>y	เป็น 1 ถ้า x มากกว่า y
>=	มากกว่าหรือเท่ากับ	x>=y	เป็น 1 ถ้า x มากกว่าหรือเท่ากับ y
==	เท่ากันกับ	x==y	เป็น 1 ถ้า x เท่ากับ y
!=			

มีค่า 30

เงื่อนไขในคำสั่ง
1 ซึ่งตัวอย่างนี้
ป็นเท็จ

พุทเป็นสัญญาณ
ยต่อการทำงาน

แบบดิจิตอ
แบบดิจิตอ

ตารางที่ 2.6 สัญลักษณ์การกระทำทางลอจิก

สัญลักษณ์	ความหมาย	ตัวอย่าง	ผลลัพธ์เงื่อนไขเป็น 1 (จริง) หรือ 0 (เท็จ)
&	การกระทำแบบแอนด์(AND)	x&y	นำค่า x มาทำการแอนด์กับ y
|	การกระทำแบบออร์(OR)	x|y	นำค่า x มาทำการออร์กับ y
&&	เงื่อนไขแบบแอนด์(AND)	x&&y	เป็น 1 ถ้าทั้ง x และ y ไม่เท่ากับ 0
||	เงื่อนไขแบบออร์(OR)	x||y	เป็น 1 ถ้ามี x หรือ y เท่ากับ 1
!	การกระทำแบบน็อต(NOT)	x!y	เป็น 1 ถ้า x เป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการกระทำทางลอจิกของตัวแปร

x=1;	หมายความว่า กำหนดให้ค่าตัวแปร x มีค่า 1
y=1;	หมายความว่า กำหนดให้ค่าตัวแปร y มีค่า 1
if(x&y)	
{...statement1...}	หมายความว่า statement1 จะทำงานเมื่อเงื่อนไขในคำสั่ง if () ภายในวงเล็บเป็นจริง หรือเป็น 1 ซึ่งตัวอย่างนี้ statement1 จะทำงานเพราะ x&y เป็นจริง

2.7.4 การทำงานแบบมีเงื่อนไข

คำสั่งการทำงานแบบมีเงื่อนไขเป็นคำสั่งที่สำคัญเพราะเป็นคำสั่งที่กำหนดทิศทางลำดับ

การทำงาน งสร้างของคำสั่ง

โดยคำสั่งแ e ซึ่งมีโครงสร้าง

ของคำสั่งดั

ก็จะเข้าไปทำงาน

ในส่วนของ ement ไปทำงาน

ในลำดับถัด

อนไข ถ้าเป็นจริง

ก็จะเข้าไป งานในส่วนของ

Statement2

รูปแบบการใช้งาน

If (expression) Statement;

else statement;

3. if condition then Statement1 else if condition2 else Statement2 ในรูปแบบนี้จะตรวจสอบเงื่อนไขที่ 1 ก่อน ถ้าเป็นจริงก็จะเข้าไปทำงานในส่วนของ Statement2 แต่ถ้าเงื่อนไขเป็นเท็จก็จะข้ามการทำงานในส่วนของ Statement2 ไปทำงานในลำดับถัดไปของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบการใช้งาน

If (expression) Statement ;

elseif (expression) Statement;

2.7.4.2 คำสั่ง switch

คำสั่ง switch จะเป็นคำสั่งที่ใช้ตรวจสอบค่า (expression) กับเงื่อนไข (condition) ซึ่งสามารถตรวจสอบเงื่อนไขได้หลายเงื่อนไขโดยจะทำการตรวจสอบทีละเงื่อนไขถ้าตรงกับที่กำหนดค่าคงที่ที่อยู่หลังคำสั่ง case ลำดับการทำงานของโปรแกรมจะทำงานในคำสั่ง (Statements) ที่อยู่ถัดไปจากเครื่องหมายโคลอน (:) ไปเรื่อย ๆ จนเจอคำสั่งเบรก (Break) โปรแกรมจะกระโดดการทำงานไปยังส่วนสุดท้ายของคำสั่งคือเครื่องหมายปีกกาปิด (}) ในการตรวจสอบเงื่อนไขนั้น โปรแกรมจ แต่ถ้าไม่ตรงกับ เงื่อนไขทุก าสั่ง (Statements) ที่อยู่หลังคำ ดการทำงานไปยัง ส่วนสุดท้า ช้คำสั่งเบรกก็ได้ ถ้าเงื่อนไข

}

2.7.5 การทำงานแบบวนรอบ

คำสั่งการทำงานแบบวนรอบเป็นคำสั่งที่จำเป็นเพราะเป็นคำสั่งที่กำหนดทิศทางการวนรอบทำงานของโปรแกรม โดยการเขียนคำสั่งประเภทนี้จำเป็นต้องเข้าใจโครงสร้างของคำสั่ง ซึ่งคำสั่งแบบวนรอบนี้จะมี 3 คำสั่งคือ คำสั่ง while loops do loops และคำสั่ง for loops โดยมีโครงสร้างของคำสั่งดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.5.1 คำสั่ง while loops

การทำงานของคำสั่งจะเริ่มต้นตรวจสอบเงื่อนไขในคำสั่ง while ว่าเป็นจริงหรือไม่ ถ้าเป็นจริงจะทำคำสั่งที่อยู่ในลูป while() และจะทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะเป็นเท็จ จากนั้นจึงจะหลุดจากคำสั่ง while loops

รูปแบบการใช้งาน

```
While (expression) statement;
หรือ
While (expression)        {
        Statement1;
        Statement2;
```

s คือ จะเป็นคำสั่ง
ให้ลำดับกา มายปีกกาปิด (})
เมื่อเงื่อนไข เท็จ แต่จะต่างกัน
ที่การตรวจ

เล้วในส่วนของ
การวนรอบ ..... essionz เป็นส่วน
เปรียบเทียบเงื่อนไข และ expression3 เป็นส่วนเพิ่มเติมหรือลดค่าข้อมูล

รูปแบบการใช้งาน

```
For(expression1;expression2;expression3) statement;
หรือ
For(expression1;expression2;expression3){
        Statement;
        Statement2;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้าจะทำการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motor) นั้นจะใช้ในงานในด้านการขับเคลื่อนในแบบต่าง ๆ ที่มีอัตราเร็วไม่สูงมากนัก เนื่องจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงนั้นมีแรงบิดเริ่มต้นที่สูง (starting torque) สามารถควบคุมอัตราเร็วได้ค่อนข้างง่าย แต่ข้อเสียคือมีโครงสร้างที่ค่อนข้างซับซ้อนมาก จึงไม่เหมาะที่จะใช้ในงานที่มีอัตราเร็วค่อนข้างสูงมาก ๆ

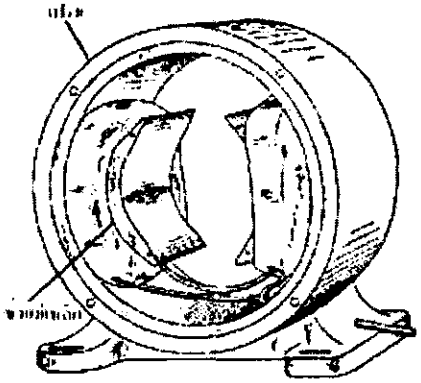
2.8.1 ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์

ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง แสดงได้ดังภาพที่ 2.12 จะประกอบด้วย 2 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนที่อยู่กับที่และส่วนที่เคลื่อนที่

1. เฟ ที่เป็นเส้นทางเดิน
ของสนามแ
ขั้ ฟรมและขดลวด
สนามแม่เห ะแสจากภายนอก
และสร้างส

ภาพที่ 2.12 ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 2.13 ขั้วแม่เหล็กและขดลวดแม่เหล็กที่ยึดติดกับเฟรม

2.

ส่ว mature Winding)

ที่พันอยู่บน ดอยู่ที่ปลายของ

ขดลวดอาร์ม

ซึ่ง งถ่านคาร์บอน

(Carbon Br มเจอร์ ทำให้เกิด

การสร้างส ไหล็กที่เกิดจาก

ขดลวดแม่เห

ภาพที่ 2.14 ลักษณะโรเตอร์ของมอเตอร์กระแสตรง

2.8.2 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

เมื่อมีกระแสไหลผ่านเข้าไปในมอเตอร์กระแสจะแบ่งออกไป 2 ทาง คือ ส่วนที่หนึ่งจะผ่านเข้าไปที่ขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นและอีกส่วนหนึ่งจะผ่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แปรงถ่านคาร์บอนและผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์ ทำให้เกิดสนามแม่เหล็กขึ้นเช่นกัน ซึ่งทั้งสองสนามจะเกิดขึ้นขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็กแล้วจะไม่มีการตัดกัน จะมีแต่การหักล้างและการเสริมกัน ซึ่งทำให้เกิดแรงบิดในอาร์เมเจอร์ ทำให้อาร์เมเจอร์หมุน ซึ่งในการหมุนนั้นจะเป็นไปตามกฎมือซ้ายของเฟลมมิ่ง (Fleming's left hand rule)

2.8.3 รายละเอียดพื้นฐานของมอเตอร์

รายละเอียดพื้นฐานของมอเตอร์ที่จะนำมาพิจารณาเลือกใช้กับงานต่าง ๆ ที่จะกล่าวถึงมีอยู่ 4 อย่าง คือ แรงดันไฟฟ้า (voltage) การไหลของกระแส (current dawn) ความเร็ว (speed) แรงบิด (torque)

มบัติของมอเตอร์
แต่ละตัวที่ รับมอเตอร์ไฟฟ้า
กระแสตรง ไฟฟ้ากระแสสลับ
จะใช้ไฟกร ราเร็วและแรงบิด
ของมอเตอ ด้วย

แสจากแหล่งจ่าย
ในกรณีที่ม รณีที่มีการใช้งาน
ต่อกับโหล เป็นเพราะถ้าหาก
กระแสไม่ เสไฟฟ้าที่จ่ายให้
กับมอเตอ ยกระแสไฟฟ้า
ให้กับมอเต

2.8.3.3 อัตราเร็ว

ส่วนใหญ่มอเตอร์กระแสตรงจะมีอัตราเร็วปกติที่ 4000-7000 รอบต่อนาที ซึ่งอัตราเร็วของมอเตอร์สามารถลดลงหรือเพิ่มขึ้นได้ตามความต้องการของผู้ใช้ ถ้าหากต้องการใช้งานที่ต้องการความเร็วมากก็ต้องเลือกมอเตอร์ที่มีอัตราเร็วสูง เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8.3.4 แรงบิด

เป็นแรงที่มอเตอร์กระทำกับโหลดในการพิจารณาเลือกใช้มอเตอร์นั้นถ้าหากมีแรงบิดน้อยจะใช้งานได้กับโหลดที่ไม่หนักมาก แต่ถ้ามีแรงบิดมากสามารถใช้งานกับโหลดที่มีน้ำหนักมากได้

ในการพิจารณาเลือกใช้งานมอเตอร์จึงจำเป็นต้องรู้ข้อมูลพื้นฐานของมอเตอร์เพื่อที่จะเป็นข้อพิจารณาในการเลือกใช้งานต่อไป

2.9 อุปกรณ์ขับกระแสมอเตอร์

ในส่วนของอุปกรณ์ขับกระแสมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จะใช้ไอซีเบอร์ L298N ที่มีลักษณะและโครงสร้างภายในของตัวไอซีแสดงในภาพที่ 2.15 โดย L298N เป็นไอซีที่ถูกออกแบบให้มีลักษณะการทำงาน 2 ชุด จะใช้งานชุดเดียว หรือ 2 ชุด พร้อมกันก็ได้ สามารถขับกระแสสูงถึง 2 แอมป์ และแรงดันตั้งแต่ 5 ถึง 46 โวลต์ เป็นไอซีที่ถูกออกแบบให้ขับโหลดที่เป็นตัวเหนี่ยวนำต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์รีเลย์ โซลีนอยด์ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง และสเตปปิ้งมอเตอร์

ในส่วนอินพุททั้งหมด (In1-In4) จะถูกควบคุมด้วยแรงดันระดับลอจิก (TTL) แต่ละเอาท์พุท (OUT) จะถูกขับด้วยวงจรที่เป็นคาร์ลิงตัน โดยในแต่ละส่วนของส่วน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

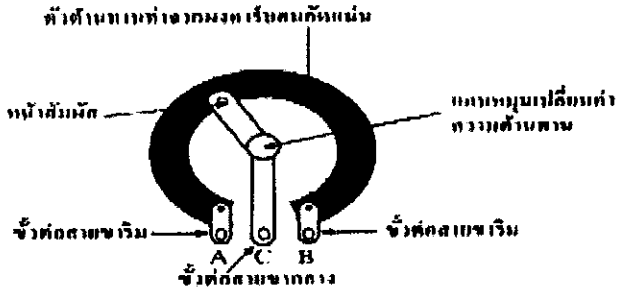
เอาท์พุท (OUT) จะถูกควบคุมด้วยขา Enable (EN) กล่าวคือ เอาท์พุท OUT1 และ OUT2 จะควบคุมโดยขา EnA(ขา 6) และเอาท์พุท OUT3 และ OUT4 จะควบคุมโดยขา EnB (ขา 11) โดยที่ EnA และ EnB นี้จะทำงาน (ON) เมื่อระดับแรงดันสูง และจะไม่ทำงาน (OFF) เมื่อระดับแรงดันมีค่าต่ำ ส่วนรายละเอียดเพิ่มเติมสามารถดูได้จากคู่มือไอซีในภาคผนวก ข

2.10 หลักการของตัวต้านทานปรับค่าได้ชนิดเชิงเส้น

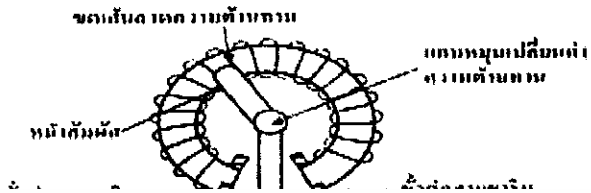
ตัวต้านทานปรับค่าได้ชนิดเชิงเส้น เป็นตัวต้านทานที่สามารถปรับเปลี่ยนความต้านทานได้ตลอดเวลาที่ต้องการ ตั้งแต่ค่าความต้านทานต่ำสุด ไปจนถึงความต้านทานสูงสุดของตัวมันเองได้อย่างต่อเนื่อง โดยการใช้แกนหมุนหรือเลื่อนแกน ดังนั้นจึงมีโครงสร้างเป็นรูปโค้งเกือบเป็นวงกลม (แบบแกนหมน) ดังภาพที่ 2.17 หรืออาจเป็นแท่งยาว (แบบเลื่อนแกน) ดังภาพที่ 2.16 มีขาออกม ใช้เป็นตัวต้นทาน ชนิดปรับ คือแบบคาร์บอน และแบบไ 17

le)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) แบบการจับคน

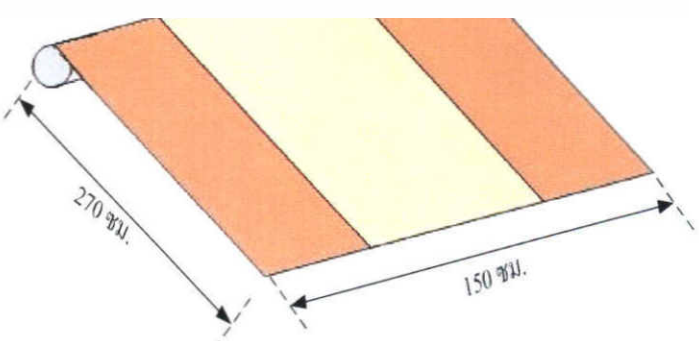


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การออกแบบผ้าใบบังแดดอัตโนมัติ

3.1 แนวคิดในการออกแบบโครงสร้างของผ้าใบบังแดดอัตโนมัติ

แนวคิดในการออกแบบโครงสร้างนั้นมาจากผ้าใบบังแดดที่มีขายอยู่ทั่วไป โดยจะนำมาดัดแปลงโดยเปลี่ยนจากการหมุนเชือกเพื่อหมุนแกนของผ้าใบมาเป็นการใช้มอเตอร์ในการหมุนแกนของผ้าใบแทน จากแนวคิดนี้จึงได้ทำการออกแบบโครงสร้างของผ้าใบบังแดดขึ้นต้องการโครงสร้างที่ผู้จัดทำสามารถทำขึ้นเองได้ และมีค่าใช้จ่ายน้อยที่สุดในการจัดทำโดยจะแบ่งการอ



(ข) ผืนผ้าใบบังแดด

ภาพที่ 3.1 โครงสร้างของผ้าใบบังแดดที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 ส่วนของผ้าใบและแกนของผ้าใบ

ในปริญญานิพนธ์นี้จะเลือกใช้ผ้าพลาสติกขนาดกว้าง 150 เซนติเมตร ยาว 300 เซนติเมตร มาใช้แทนผ้าใบ เนื่องจากราคาของผ้าใบนั้นมีราคาแพง ซึ่งผ้าพลาสติกนี้ก็จะมีให้เลือกหลายลาย สามารถหาซื้อได้ง่ายและราคาถูก ในการเลือกนั้นก็จะเลือกผ้าพลาสติกที่ไม่บางจนเกินไป ส่วนแกนของผ้าใบนั้นจะเลือกใช้อลูมิเนียมในการทำเนื่องจากอลูมิเนียมมีน้ำหนักเบาและไม่เป็นสนิม แต่อลูมิเนียมเป็นวัสดุที่อ่อนตัวอาจจะทำให้เกิดการคดงอได้ ถ้าเป็นชิ้นงานที่จะใช้จริงอาจจะต้องมีการเปลี่ยนเป็นวัสดุอื่น เช่น เหล็ก เพื่อความคงทนต่อการใช้งาน ในการใช้งานจริงนั้นจะกำหนดความยาวของผ้าใบไว้ที่ระยะ 0 – 270 เซนติเมตร โดยจะมีลักษณะดังภาพที่ 3.1 (ข)

3

ใ ...ร์ 1:80 แรงบิดสูง

โครงสร้า ...ได้เลือกใช้แบริ่ง

ขนาดเส้น

ภาพที่ 3.2 ลักษณะของมอเตอร์ที่ใช้ในปริญญานิพนธ์นี้

3.1.3 ส่วนของสัญญาณอินพุทป้อนกลับ

ในส่วนนี้จะใช้ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ชนิดเชิงเส้น มีค่าความต้านทานเท่ากับ 45 kΩ ซึ่งจะติดตั้งโดย นำอลูมิเนียมตันขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 32 มิลลิเมตร เจาะรูทะลุตรงกลางขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร เพื่อร้อยสกรูขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร ยาว 80 มิลลิเมตร จากนั้นนำแผ่นอลูมิเนียมขนาดกว้าง 80 มิลลิเมตร ยาว 120 มิลลิเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2 แผ่นมาประกบกับน๊อตหกเหลี่ยมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร แล้วสวมเข้าไปในสกรู โดยที่ขอบของแผ่นอลูมิเนียมนั้นจะยึดติดกับก้านปรับค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่าได้แบบแถบเลื่อน และนำอุปกรณ์นี้ไปยึดติดกับแกนของผ้าใบโดยนำอลูมิเนียมตันใส่เข้าไปในแกนผ้าใบแล้วขันสกรู 4 ตัว อัดเอาไว้ ซึ่งลักษณะการติดตั้งจะเป็นไปตามภาพที่ 3.3 ซึ่งเมื่อนำอุปกรณ์และชิ้นส่วนต่าง ๆ มาประกอบเข้าด้วยกันจะมีลักษณะดังภาพที่ 3.4

ภาพที่ 3.4 ผ้าใบบังแดดที่ใช้เป็นกรณีศึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 แนวคิดในการควบคุมการทำงานของผ้าใบบังแดดอัตโนมัติ

เมื่อทำการออกแบบโครงสร้างของผ้าใบบังแดดแล้ว จึงทำการออกแบบระบบการควบคุมของผ้าใบบังแดด แนวคิดในการออกแบบนี้ต้องการผ้าใบบังแดดที่สามารถทำงานอัตโนมัติและทำงานตามความต้องการของผู้ใช้ ในส่วนของระบบที่ทำงานตามความต้องการของผู้ใช้นั้น จะใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้เพื่อปรับระดับ (ขึ้น/ลง) ของผ้าใบบังแดด ซึ่งแนวคิดในการทำส่วนของระบบที่ทำงานตามความต้องการของผู้ใช้นั้นเกิดจากความต้องการที่จะดัดแปลงผ้าใบบังแดดทั่วไปที่ต้องใช้มือดึงเชือกเพื่อปรับระดับของผ้าใบนั้นเป็นการให้ผู้ใช้ปรับค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่าได้แทนเพื่อปรับระดับของผ้าใบบังแดด เมื่อค่าความต้านทานเพิ่มขึ้น ค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานจะเพิ่มขึ้นตามซึ่งจะทำให้ผ้าใบเคลื่อนที่ลง แต่ถ้าค่าความต้านทานลดลง ค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานจะลดลงตาม

ซึ่งจะทำใ ...ต้านทานไวแสง

หรือ LDR ...จับความเข้มแสง

เมื่อค่าควา ...งต้านทานภายใน

ตัวต้านทา ...งที่มาตกกระทบ

ที่ตัวต้านท ...เพิ่มขึ้นจะทำให้

ผ้าใบเคลื่อ ...องผ้าใบบังแดดนี้

และสามาร

ภาพที่ 3.5 *บล็อกไดอะแกรมแสดงภาพรวมของระบบการทำงานของผ้าใบกันแดดอัตโนมัติ*

จากภาพที่ 3.5 นี้เป็นบล็อกไดอะแกรมของระบบการทำงานของผ้าใบกันแดดอัตโนมัติ ซึ่งประกอบด้วย ส่วนสัญญาณอินพุท ส่วนของคอนโทรลเลอร์ ส่วนของมอเตอร์ และส่วนของสัญญาณป้อนกลับ โดยแบ่งการออกแบบออกเป็นส่วน ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบส่วนของสัญญาณอินพุท

จากแนวคิดที่ต้องการให้ระบบการทำงานของผ้าใบบังแดดอัตโนมัตินั้น มีการทำงาน 2 ระบบคือ ระบบควบคุมโดยผู้ใช้ และระบบควบคุมอัตโนมัติ จึงทำการออกแบบทั้งสองระบบ ในส่วนของระบบควบคุมโดยผู้ใช้นั้นจะเลือกใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้เป็นตัวปรับค่าสัญญาณอินพุท ส่วนของระบบควบคุมอัตโนมัตินั้นจะเลือกใช้ตัวต้านทานไวแสงเป็นเซนเซอร์ในการตรวจจับความเข้มแสง เมื่อทำการเลือกอุปกรณ์ที่จะใช้ได้แล้วนั้น จึงทำการออกแบบวงจรไฟฟ้าของสัญญาณอินพุททั้งสองระบบ ดังแสดงในภาพที่ 3.6 ซึ่งขั้นตอนในการทำแบ่งออกเป็น 2 ส่วนดังนี้

A

ภา วัตโนมัติ

3.3.1 การออกแบบส่วนอินพุทของระบบควบคุมโดยผู้ใช้ (Manual)

ส่วนนี้ใช้ตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ 0.5 kΩ ปรับค่าตามผู้ใช้โดยไม่ขึ้นกับความเข้มของแสง เมื่อค่าความต้านทานมีการเปลี่ยนแปลง จะทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะใช้หลักการของวงจรแบ่งแรงดัน สมการของแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานปรับค่าได้ (V_{in1}) คือ

$$V_{in1} = \frac{V_{5V} \bullet R_{VAR}}{R_{VAR}} \qquad (3.1)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะได้ $V_{in1} = V_{in}$ ในกรณีที่เลือกทำงานในโหมด Manual

เมื่อ V_{in1} คือ แรงดันเอาท์พุทตกคร่อมตัวต้านทาน 0.5 kΩ มีหน่วยเป็นโวลต์

V_{5V} คือ แรงดันจากแหล่งจ่ายไฟ มีหน่วยเป็นโวลต์

R_{VAR} คือ ค่าความต้านทานของตัวต้านทานปรับค่าได้ มีหน่วยเป็น โวลต์

V_{in} คือ แรงดันอินพุทของไมโครคอนโทรลเลอร์ มีหน่วยเป็น โวลต์

3.3.2 การออกแบบส่วนอินพุทของระบบควบคุมอัตโนมัติ (Auto)

ส่วนนี้ใช้ตัวต้านทานไวแสง (LDR) 1 ตัว และตัวต้านทาน 10 kΩ นำมาต่ออนุกรมกัน และวัดแรงดันเอาท์พุทตกคร่อมตัวต้านทาน 10 kΩ โดยตัวต้านทานไวแสงจะปรับ ค่าความต้ มากขึ้นจะทำให้ ค่าความต้า ซึ่งจะใช้หลักการ ของวงจรแ

(3.2)

จะได้ หมด Auto

เมื่อ V_{in} ยเป็นโวลต์

V_S

R_1 ่วยเป็น โอห์ม

V_{in} น โวลต์

ต่อมาได้นำแรงดันเอาท์พุทของทั้งสองระบบมาเชื่อมต่อกัน โดยใช้สวิตช์ S_1 มาต่อเพื่อเลือกระบบการทำงานว่าจะเป็นระบบควบคุมโดยผู้ใช้ (Manual) หรือระบบควบคุมอัตโนมัติ (Auto) ซึ่งจะเป็นสัญญาณอินพุทให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์ จากวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในภาพที่ 3.7 จะนำโปรแกรม Protel 99-SE มาใช้ ซึ่งเป็นโปรแกรมสำหรับออกแบบวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์และสร้างแผ่น PCB (Print Circuit Broad) ขึ้นมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4 การออกแบบส่วนอินพุทป้อนกลับ

ในส่วนนี้ใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้แบบแถบเลื่อนชนิดเชิงเส้น ซึ่งจะเป็นตัวที่ควบคุมการหมุนของมอเตอร์เพื่อควบคุมตำแหน่งของผ้าใบ โดยต่อเข้าไว้อีกด้านหนึ่งของแกนผ้าใบดังแสดงในภาพที่ 3.3 ดังนั้นถ้าผ้าใบมีการเคลื่อนที่ขึ้นหรือลง ค่าความต้านทานจะมีการเปลี่ยนแปลงตามซึ่งมีการทำงานคือ เมื่อผ้าใบเคลื่อนที่ลงตัวต้านทานแบบแถบเลื่อนจะมีค่าความต้านทานเพิ่มขึ้น ทำให้ค่าแรงดันอินพุทป้อนกลับ ($V_{feedback}$) มีค่าสูงขึ้น แต่ถ้าผ้าใบเคลื่อนที่ขึ้นตัวต้านทานแบบแถบเลื่อนจะมีค่าความต้านทานลดลง ทำให้ค่าแรงดัน ($V_{feedback}$) มีค่าลดลงด้วยโดยมีวงจรดังภาพที่ 3.7

3.5 การออ

การ รคอนโทรลเลอร์ *PIC 16F872 และการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของส่วนคอนโทรลเลอร์ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้*

3.5.1 ขั้นตอนการเขียนโปรแกรมบนไมโครคอนโทรลเลอร์ PIC 16F872

ก่อนทำการออกแบบโปรแกรมนั้นได้ทำการเก็บข้อมูลของค่าความเข้มแสงที่มีผลต่อค่าความต้านทานของตัวต้านทานไวแสง (LDR) ซึ่งมีผลดังตารางที่ 3.1

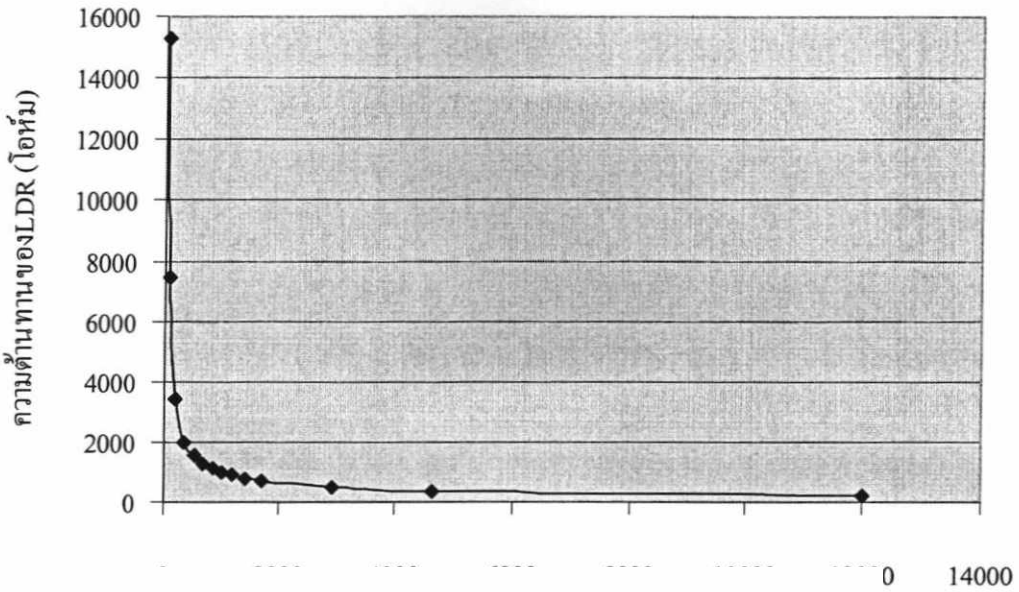
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 ผลการเก็บข้อมูลของค่าความเข้มแสงที่มีผลต่อค่าความต้านทานของ LDR

เวลา (น.)	ความเข้มแสง (Lux)	ความต้านทานของ LDR (kΩ)
06.36	23	15.3
06.43	62	7.45
06.53	170	3.39
07.02	334	2.02
07.10	504	1.536
07.17	680	1.267
07.24	835	1.116
		009
		003
		810
		619
		465
		300

จาก 07.31 น. วัดค่า
ความเข้มแ เสงมีค่าเท่ากับ
1.009 กิโลโ 388 ลักซ์ จะได้
ค่าความต้า งจะเห็นได้ว่า
เมื่อค่าความเ ง ผลที่เกิดขึ้นนี้
จะเป็นไปต ากตารางที่ 3.1
มาพล็อตกราฟจะได้ผลดังภาพที่ 3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพ LDR

จากภ ความต้านทาน
ของตัวต้านท านทานไวแสง
(LDR) ซึ่งจะน

จากที่ จึงได้เลือกใช้
PIC 16F872 ซึ่ แปลงสัญญาณ
อินพุทที่เป็นสั

ในส่ วของการเขียน
คำสั่งต่าง ๆ ก กรม EPICWin
ไว้ในบทก่อนหน้านแล้ว

ในการออกแบบโปรแกรมเบื้องต้น ระบบการทำงานจะเป็นการควบคุมแบบ Open-loop ไม่มีสัญญาณป้อนกลับ ซึ่งขั้นตอนการทำงานของแนวคิดเดิมคือมีการกำหนดระดับในการทำงานของผ้าใบบังแดดไว้ 9 ระดับในช่วง 0 - 270 เซนติเมตร โดยแบ่งระยะการเคลื่อนที่ขึ้น/ลงของผ้าใบในแต่ละระดับไว้ 30 เซนติเมตร ทั้งระบบควบคุมโดยผู้ใช้และระบบควบคุมอัตโนมัติ ซึ่งเมื่อทำการทดสอบฟังก์ชันการใช้งานจริงนั้น ไม่สามารถทำได้ตามต้องการ เพราะเกิดปัญหาขึ้น คือระดับการขึ้น/ลงของผ้านั้นไม่มีความแน่นอน บางครั้งขึ้นแค่ 20 เซนติเมตร หรือลงแค่ 25 เซนติเมตร จึงเป็นสาเหตุให้ต้องทำการออกแบบระบบการทำงานใหม่

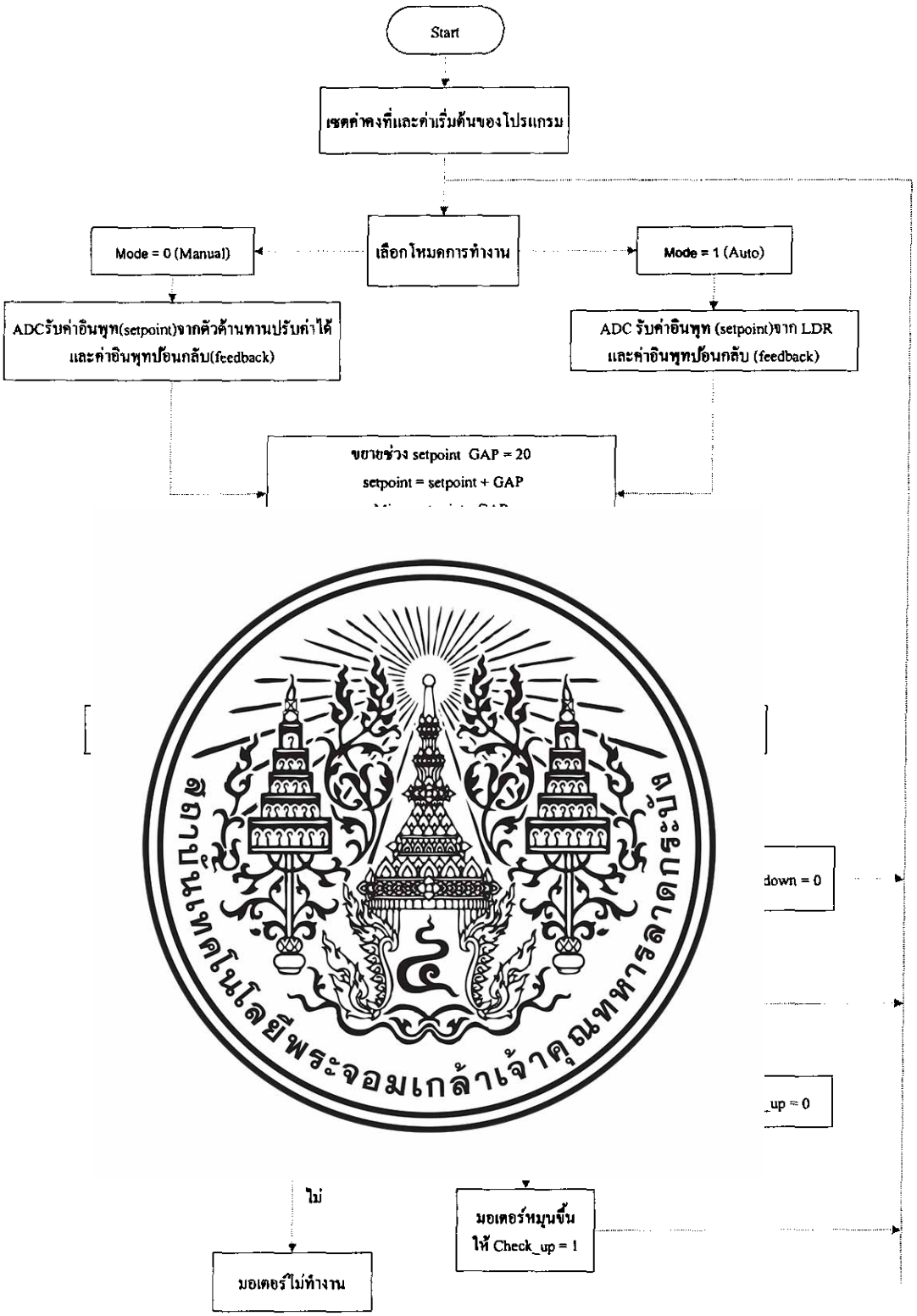
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการปรับปรุงระบบการทำงานใหม่ได้มีการเพิ่มสัญญาณอินพุทป้อนกลับ เพื่อทำให้เป็นระบบควบคุมแบบ Closed-loop โดยจะนำค่าของสัญญาณอินพุทมาทำการเปรียบเทียบกับสัญญาณอินพุทป้อนกลับ ซึ่งแนวคิดในการออกแบบโปรแกรมคือ เมื่อค่าแรงดันไฟฟ้าอินพุท (V_{in}) เปลี่ยนแปลงทั้งจากการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของตัวต้านทานแบบปรับค่าได้ และการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของตัว LDR เมื่อความเข้มแสงเปลี่ยนแปลงไปจะทำให้มอเตอร์หมุนโดยทิศทางการหมุนของมอเตอร์นั้นก็ขึ้นอยู่กับค่าแรงดันไฟฟ้า ถ้าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้น มอเตอร์ก็จะหมุนทำให้ผ้าใบเคลื่อนที่ลง โดยในขณะที่มอเตอร์กำลังหมุนนั้น อีกด้านหนึ่งของแกนผ้าใบที่ถูกยึดติดกับตัวต้านทานปรับค่าได้แบบแถบเลื่อนก็จะเลื่อนตามการหมุนของมอเตอร์ ทำให้ได้ค่าแรงดันไฟฟ้าอินพุทป้อนกลับ ซึ่งแรงดันไฟฟ้าอินพุทป้อนกลับนี้ก็จะเพิ่มขึ้นตามการหมุนของมอเตอร์ จนกระทั่งแรงดันไฟฟ้าอินพุทมีค่าเท่ากับแรงดันไฟฟ้า

อินพุทป้อ ...อเตอร์ก็จะหมุน
กลับทางท์ ...งตามจนกระทั่ง
มีค่าเท่ากับ ...งนำมาออกแบบ
โปรแกรมไ

สำ ...รม และภาษาที่ใช้
ในการเขียน ...กก
จา ...สัญญาณอินพุท
และทำกา ...เอาท์พุตออกมา
โดยเริ่มทำง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 3.9 แผนภาพการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่หนึ่ง ไมโครคอนโทรลเลอร์จะกำหนดค่าคงที่และค่าเริ่มต้นของโปรแกรม โดยให้

setpoint คือ ค่าแรงดันอินพุท (V_{in})ที่รับจากระบบควบคุมตามผู้ใช้และระบบอัตโนมัติ

feedback คือ ค่าแรงดันอินพุทป้อนกลับที่รับจากตัวต้านทานปรับค่าได้แบบแถบเลื่อน

GAP คือ ค่าที่ขยายค่า setpoint มีค่าเท่ากับ 20 (เลขฐานสอง) หรือประมาณ 0.1 โวลต์

Error คือ ค่าความแตกต่างระหว่างค่า setpoint กับค่า feedback

Check_down และ Check_up เป็นตัวตรวจสอบการหมุนของมอเตอร์

ค่า

ค่า

ค่า

ขั้น ...างระบบควบคุม

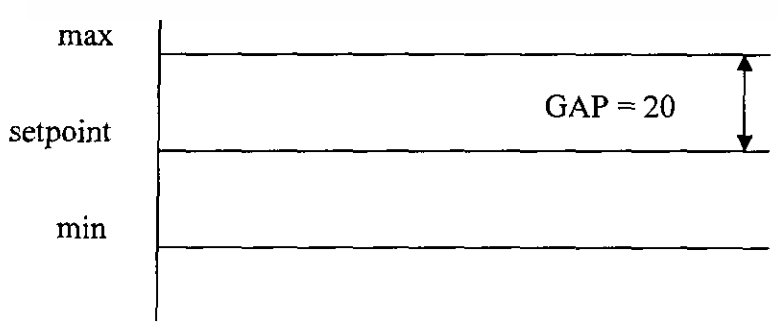
โดยผู้ใช้ ห... ...ทนระบบควบคุม

โดยผู้ใช้แล

ขั้น ...และค่า *feedback*

เข้าในโมดู...

ขั้น



ภาพที่ 3.10 ช่วงขยายของค่า setpoint

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนที่ห้าจะทำการตรวจสอบค่าของ setpoint ว่ามากกว่าค่าของ feedback หรือไม่

- ถ้าค่า setpoint > feedback ให้ Error = setpoint – feedback

- ถ้าค่า setpoint < feedback ให้ Error = feedback - setpoint

ขั้นตอนที่หกจะทำการตรวจสอบค่า feedback < min หรือ feedback > min ดังนี้

- กรณีที่หนึ่ง ถ้า feedback < min ให้ตรวจสอบต่อว่า ค่า Error < 10 หรือไม่ ถ้าใช่ให้ output1 (RB7/ขา 28) เป็นลอจิก 1 และ output2 (RB6/ขา 27) เป็นลอจิก 0 จะทำให้มอเตอร์หมุน และกำหนดให้ค่า Check_down เป็น 1 แต่ถ้า Error ไม่น้อยกว่า 10 กำหนดให้ Check_down เป็น 0 และกลับไปทำขั้นตอนที่สามใหม่

- กรณีที่สอง ถ้า feedback > min ให้ตรวจสอบต่อว่า ค่า Error > 10 หรือไม่ ถ้าใช่ให้ output1 (RB7/ขา 28) เป็นลอจิก 0 และ output2 (RB6/ขา 27) เป็นลอจิก 1 จะทำให้มอเตอร์หม ว่า 10 กำหนดให้ Check_up 28) เป็นลอจิก 0 และ outpu

3.

อุ

1.

2.

3.

4.

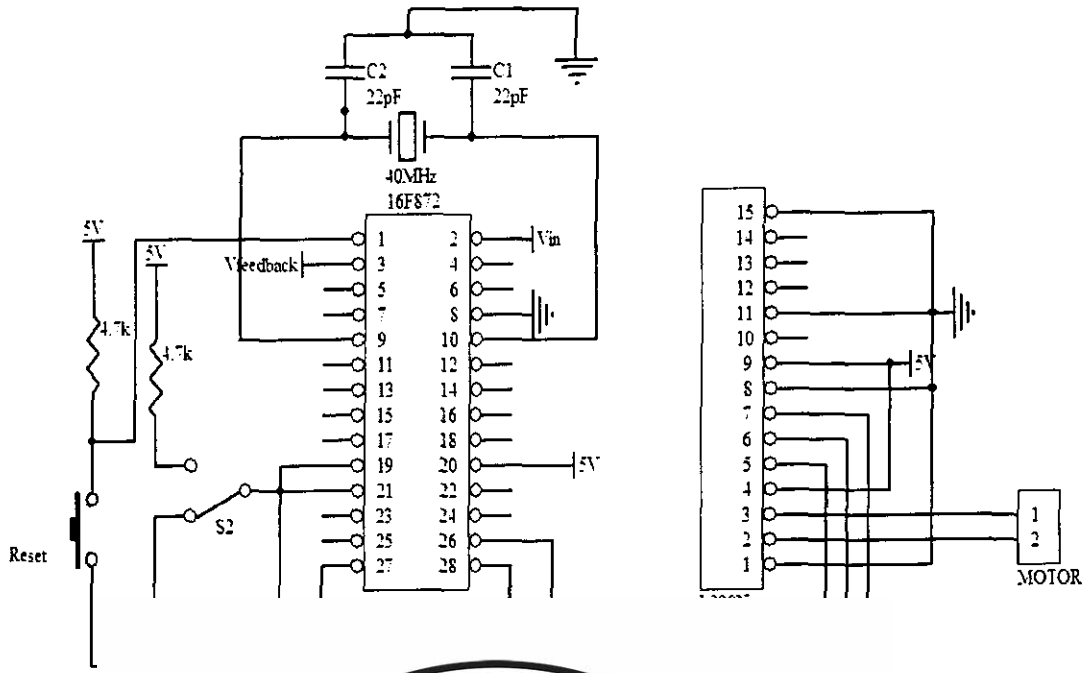
5.

6.

7.

8. มอเตอร์กระแสตรง 24VDC 1 ตัว

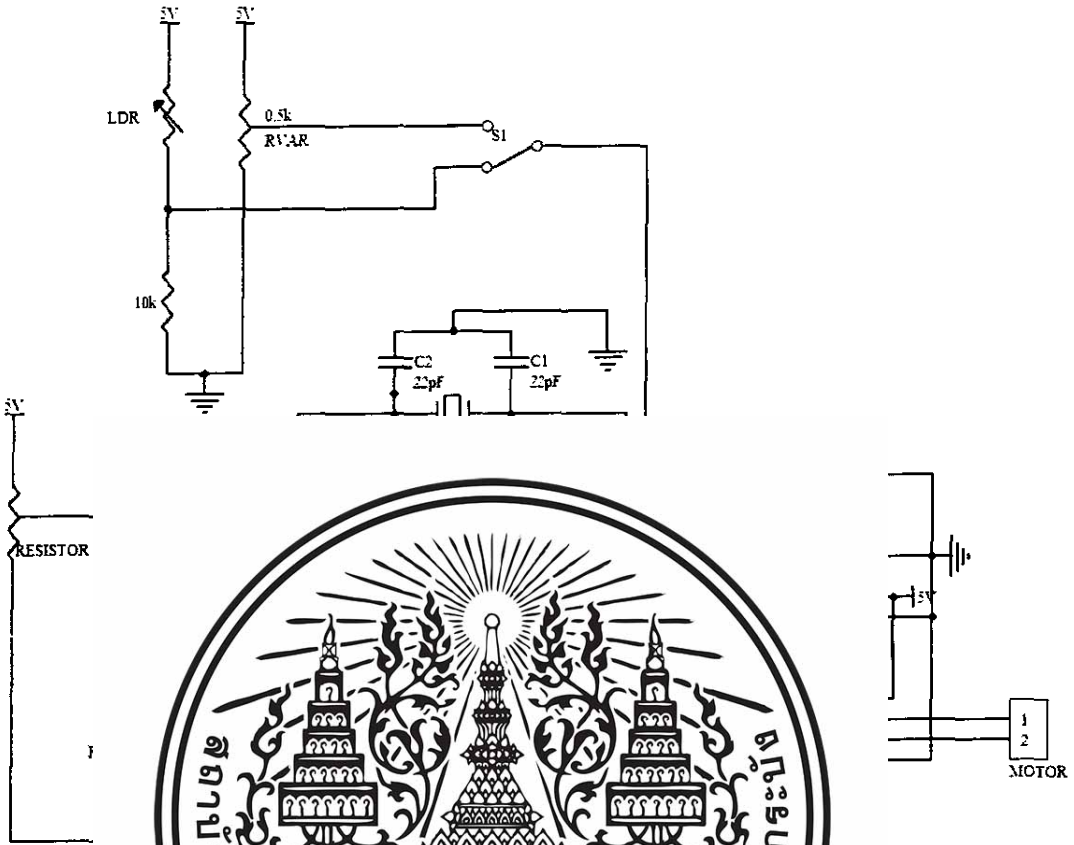
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จา งดันไฟฟ้าในรูป
สัญญาณอ าป้อนกลับมาเข้า
ขา RA1 (การโปรแกรมไว้
และเนื่องจา เละระบบควบคุม
อัตโนมัติ ซึ่ สวิทช์อีกหนึ่งตัว
ต่อเข้า ขา เลอร์ และเมื่อ
ทำการปร นดิจิตอลไปเข้า
ไอซี L298 ติในการกำหนด
ความเร็วข งจากจุดประสงค์
ที่ใช้เพื่อต้องการให้มอเตอร์หมุนกลับทิศทางเท่านั้น จึงต้องกำหนดให้ ขา EnA(ขา 6) เป็นลอจิก 1 หรือจ่าย 5V เข้าไป สำหรับขา In1 (ขา 5) กับ In2 (ขา 7) เป็นอินพุทที่ใช้ในการขับมอเตอร์จะรับค่ามาจากขา28และขา27 ของ PIC 16F872 ตามลำดับ โดยที่เมื่อให้ขา In1 เป็น 1 และขา In2 เป็น 0 จะทำให้มอเตอร์หมุนไปทิศทางใดทิศทางหนึ่ง และเมื่อให้ขา In1 เป็น 0 และขา In2 เป็น 1 ก็จะทำให้มอเตอร์หมุนกลับทางจากทิศทางเดิม ขา OUT1 (ขา 2) กับ OUT2 (ขา 3) ต่อคร่อมเข้ากับมอเตอร์ สำหรับ Vs ต่อไฟ 5V ไว้สำหรับขับมอเตอร์ และ Vss ต่อไฟ 5V เป็นไฟเลี้ยงให้กับไอซี L298N และขา 8 ขา senseA (ขา 1) ขา senseB (ขา 15) และ EnB (ขา 11) ต่อลง ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต่อจากนั้นจะนำวงอิเล็กทรอนิกส์ทั้งหมดที่ประกอบด้วย วงจรส่วนอินพุท วงจรอินพุทป้อนกลับ วงจรส่วนคอนโทรลเลอร์มาต่อเข้าด้วยกัน จะได้วงจรรวมดังภาพที่ 3.12



3.5

เมื่อ ...คอนโทรลเลอร์

เรียบร้อยแล้ ...ดดังนี้

อุปกรณ์ที่ใช้

1. Transformer 220VAC/18VAC	2 ตัว
2. ไดโอด 1N4002	10 ตัว
3. ไอซี 7805	2 ตัว
4. ตัวเก็บประจุ 1000/50	2 ตัว
5. ตัวเก็บประจุ 100/50	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรภาคจ่ายไฟนี้จะแยกออกเป็นสองส่วน คือ

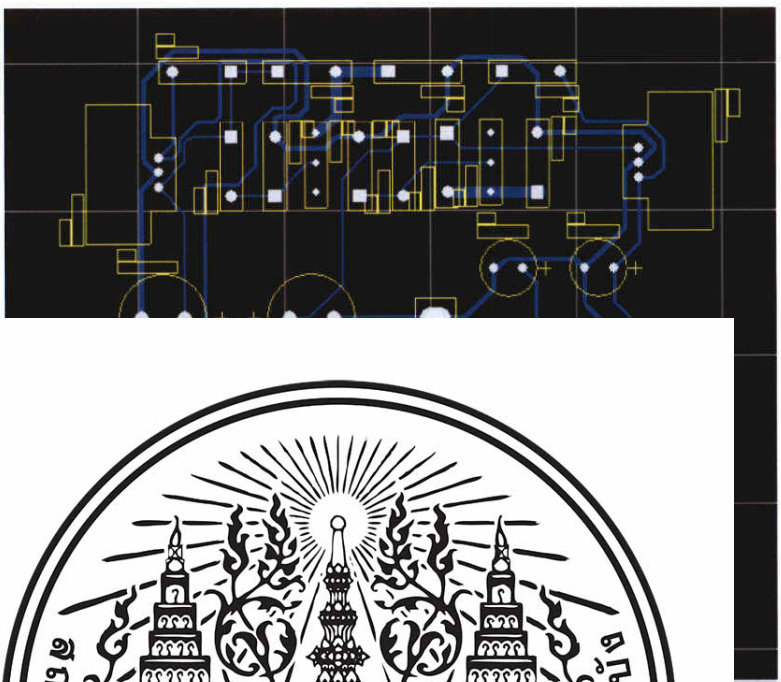
1. แหล่งจ่ายวงจร
2. ส่วนขับมอเตอร์

ซึ่งทั้งสองส่วนนี้จะมีโครงสร้างและหลักการทำงานของวงจรที่เหมือนกันทุกประการ โดยจะต้องทำวงจรนี้ขึ้นมา 2 วงจรในแผ่น PCB สาเหตุที่ต้องมีการแยกแหล่งจ่ายของวงจรกับส่วนขับมอเตอร์ออกจากกัน เนื่องจากในการสตาร์ทของมอเตอร์นั้นจะมีการดึงกระแส ทำให้กระแสไม่พอสำหรับวงจร จะทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ไม่สามารถทำงานต่อได้ ซึ่งการทำงานของวงจรภาคจ่ายไฟนี้จะใช้สัญญาณแรงดัน 220 Vac ที่จ่ายให้แก่หม้อแปลงไฟฟ้า (Transformer) และค่าแรงดัน 220 Vac นี้จะถูกลดระดับแรงดันลงเหลือประมาณ 18Vac ก่อนเข้าวงจรเรียงกระแส (Rectifier) เพื่อทำการเปลี่ยนให้เป็นไฟกระแสตรงแล้วผ่านไอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.4 การสร้างแผ่นปริ้นท์ PCB

จากวงจรอิเล็กทอรนิกส์รวมทั้งหมดที่ประกอบด้วย ส่วนของสัญญาณอินพุท ส่วนคอนโทรลเลอร์ และวงจรภาคจ่ายไฟ จะนำไปสร้างลายแผ่นปริ้นท์เพื่อทำแผ่น PCB จะได้ดังภาพที่ 3.14



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดลองการใช้งาน

เมื่อทำการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของมอเตอร์ จึงได้ทำการทดลองใช้งาน เพื่อดูว่าความสัมพันธ์ของค่าอินพุทและค่าอินพุทป้อนกลับนั้นเป็นไปตามสมการที่กำหนดหรือไม่ และทดสอบฟังก์ชันการใช้งานว่าสามารถใช้งานได้จริงหรือไม่ โดยจะแบ่งออกเป็นสองระบบ คือ ระบบควบคุมโดยผู้ใช้ และระบบควบคุมอัตโนมัติ

4.1

ใน ...ันโดยการหมุน
ตัวต้านทาน ...ปรับค่าได้กลับ
อีกทางหนึ่ง ...วบคุมการหมุน
ของมอเตอร์ ...รเคลื่อนที่ขึ้น/ลง
ของผ้าใบเป็

ตารางที่ 4.1

V_{in1} (setpoint) (Volts)					ความยาวของผ้าใบ (cm)
0	0.150	0	3.49	3.59	247.9
0.428	0.477	30.4	3.00	3.12	213.2
0.973	1.048	69.1	2.705	2.83	192.2
1.567	1.653	111.3	2.509	2.664	178.3
1.897	1.980	134.8	2.112	2.257	150.0
2.290	2.380	162.7	1.788	1.940	127.2
2.713	2.776	192.8	1.286	1.428	91.5
3.226	3.290	229.2	0.793	0.93	56.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

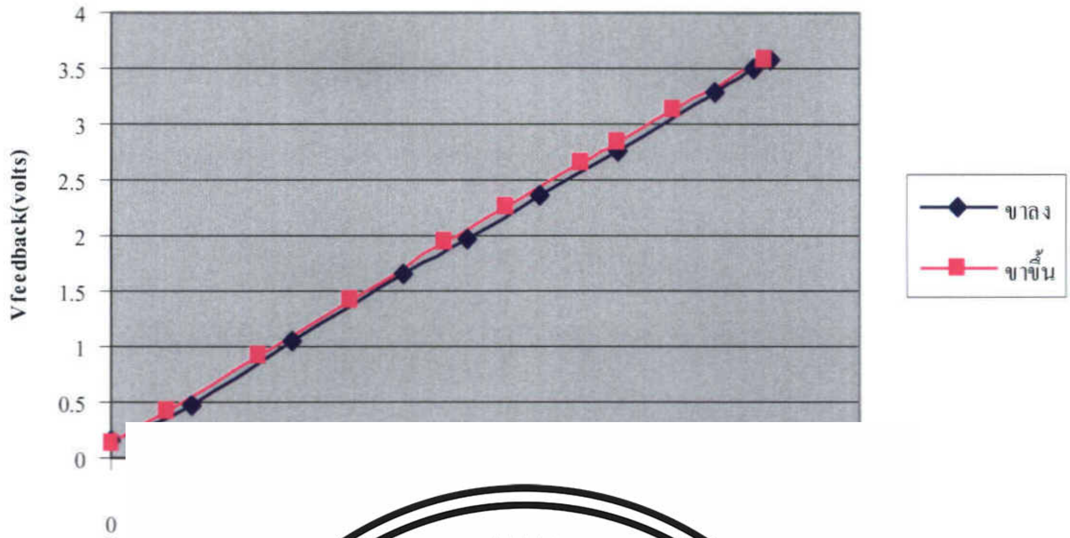
ตารางที่ 4.1 (ต่อ)

ระบบควบคุมโดยผู้ใช้					
ขาลง			ขาขึ้น		
V_{in1} (setpoint) (Volts)	$V_{feedback}$ (Volts)	ความยาวของผ้าใบ (cm)	V_{in1} (setpoint) (Volts)	$V_{feedback}$ (Volts)	ความยาวของผ้าใบ (cm)
3.44	3.49	244.4	0.295	0.414	21.1
3.53	3.59	250.8	0	0.126	0

จาก มีค่าใกล้เคียงกับ
ค่าอินพุท (ค่าอินพุท (V_{in1})
เพิ่มขึ้น มอ อินพุทป้อนกลับ
($V_{feedback}$) ลับกันนั้นเมื่อ
ค่าอินพุท (มอเตอร์จะหยุดก็
ต่อเมื่อค่าอิ (V_{in1}) จะเป็นไป
ตามคำสั่งกา บตัวต้านทานไป
จะทำให้ค่า บจะเคลื่อนที่ลง
จนกระทั่งค ุน ซึ่งทำการวัด
ความยาวข อินพุทป้อนกลับ
($V_{feedback}$) ม

จาก $_{in1}$) กับค่าอินพุท
ป้อนกลับ (ิ่มขึ้น ค่าอินพุท
ป้อนกลับ (ลดลง ค่าอินพุท
ป้อนกลับ ($V_{feedback}$) ก็จะลดลงตาม ซึ่งสอดคล้องตามหลักการควบคุมที่ได้ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.1 ...) จากผลการ

4. ...

ก ... บคุมอัตโนมัติโดย

ใช้แสงจาก ... งแสงซึ่งจะทำให้

ค่าของอิน ... อินพุทป้อนกลับ

$(V_{feedback})$

จ ... ตัว LDR จะลดลง

ซึ่งทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมอยู่ LDR (V_{in2}) นั้นมีค่าเพิ่มขึ้น มอเตอร์จะหมุนซึ่งจะทำให้ผ้าใบเคลื่อนที่ลง และจะทำให้ค่าแรงดันอินพุทป้อนกลับ $(V_{feedback})$ มีค่าเพิ่มขึ้นตามจนมีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงดันอินพุท (V_{in2}) ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน ตัวอย่างเช่น เมื่อความเข้มแสงมีค่าเท่ากับ 648 ลักซ์ ค่าความต้านทานของตัวต้านทานไวแสง (LDR) จะมีค่าเท่ากับ 1.117 โอห์ม ทำให้ค่าแรงดันอินพุท (V_{in2}) มีค่าเท่ากับ 2.362 โวล์ท มอเตอร์จะหมุนผ้าใบจะเคลื่อนที่ลง จนกระทั่งค่าอินพุทป้อนกลับมีค่าเป็น 2.442โวล์ท จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน ซึ่งทำการวัดความยาวของผ้าใบได้เท่ากับ 167.8 เซนติเมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองของระบบควบคุมอัตโนมัติ (ขาลง)

การควบคุมแบบอัตโนมัติ (ขาลง)				
ความเข้มแสง (LUX)	**ความต้านทานที่ตัวLDR (kΩ)**	**V_{in2} (setpoint) (Volts)**	**$V_{feedback}$ (Volts)**	**ความยาวของผ้าใบ (cm)**
80	21.42	0.223	0.298	15.8
208	5.88	0.726	0.764	51.6
355	2.11	1.608	1.678	114.3
521	1.367	2.112	2.151	150.1
648	1.117	2.362	2.442	167.8
1000	0.786	2.799	2.887	198.6
1420				220.3
2040				240.5
2920				255.4
3850				267.0

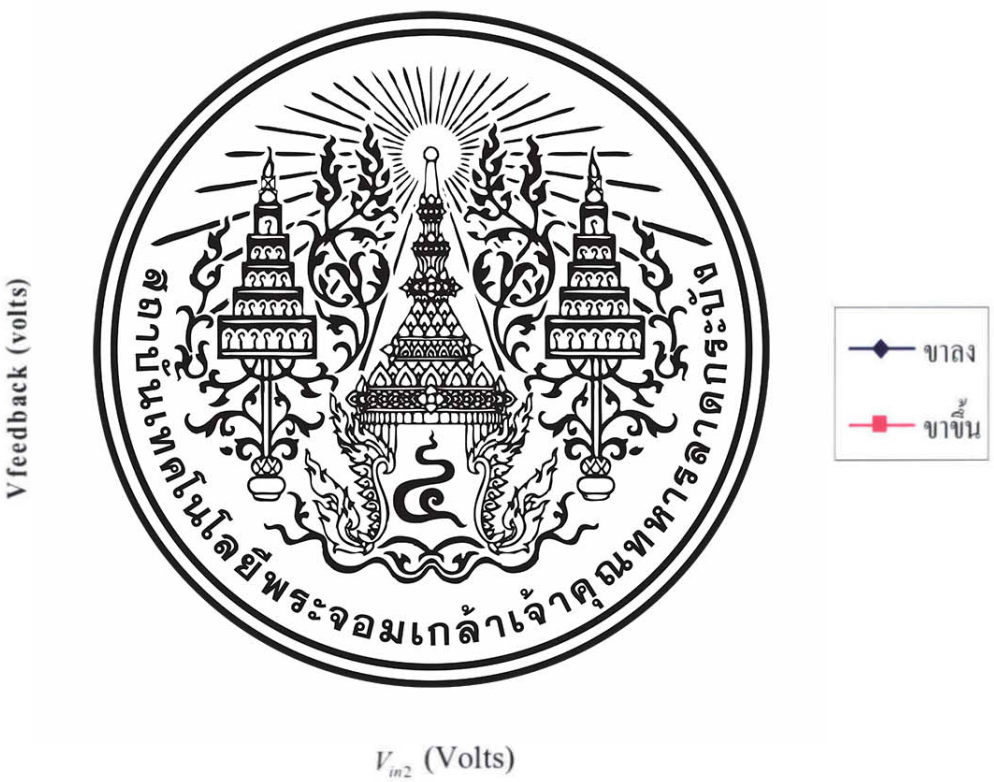
ตารางที่ 4.3

ความเข้ม (LUX				**ความยาวของผ้าใบ (cm)**
3860				267.0
2670				252.3
1860				235.7
1220				213.2
850	0.883	2.656	2.732	188.8
620	1.152	2.323	2.458	164.9
480	1.481	2.015	2.150	143.0
267	3.303	1.162	1.296	82.8
105	21.12	0.226	0.345	16.1
0	37.46	0.130	0.154	9.2

ธนานุเคราะห์โดยพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4.3 จะเห็นว่าเมื่อความเข้มแสงลดลง ค่าความต้านทานของตัว LDR จะเพิ่มขึ้น ซึ่งทำให้ค่าแรงดันตกคร่อมตัวต้านทานที่ต่ออนุกรมอยู่ LDR (V_{in2}) นั้นมีค่าลดลง ซึ่งจะทำให้ผ้าใบเคลื่อนที่ลง และจะทำให้ค่าแรงดันอินพุทป้อนกลับ ($V_{feedback}$) มีค่าลดลงตาม จนมีค่าใกล้เคียงกับค่าแรงดันอินพุท (V_{in2}) ซึ่งจะทำให้มอเตอร์หยุดหมุนเช่นกัน ตัวอย่างเช่น เมื่อความเข้มแสงมีค่าเท่ากับ 620 ลักซ์ ค่าความต้านทานของตัวต้านทานไวแสง (LDR) จะมีค่าเท่ากับ 1.152 โอห์ม ทำให้ค่าแรงดันอินพุท (V_{in2}) มีค่าเท่ากับ 2.323 โวล์ท มอเตอร์จะหมุนผ้าใบจะเคลื่อนที่ขึ้น จนกระทั่งค่าอินพุทป้อนกลับมีค่าเป็น 2.458 โวล์ท จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน ซึ่งทำการวัดความยาวของผ้าใบได้เท่ากับ 164.9 เซนติเมตร เมื่อนำค่าอินพุท (V_{in2}) กับค่าอินพุทป้อนกลับ ($V_{feedback}$) ที่ได้ทั้งขาลงและขาขึ้นมาพล็อตกราฟได้ดังภาพที่ 4.2



ภาพที่ 4.2 ความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินพุท (V_{in2}) กับค่าอินพุทป้อนกลับ ($V_{feedback}$) จากผลการทดลอง

จากภาพที่ 4.2 แสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าอินพุท (V_{in2}) กับค่าอินพุทป้อนกลับ ($V_{feedback}$) จะเป็นเชิงเส้น คือเมื่อค่าอินพุท (V_{in2}) มีค่าเพิ่มขึ้น ค่าอินพุทป้อนกลับ ($V_{feedback}$) ก็จะเพิ่มตาม และในทางกลับกันเมื่อค่าอินพุท (V_{in2}) มีค่าลดลง ค่าอินพุทป้อนกลับ ($V_{feedback}$) ก็จะลดลงตาม จะเป็นไปตามคำสั่งการทำงานที่โปรแกรมไว้บนไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และเมื่อนำค่าความเข้มแสงและค่าอินพุท(V_{in2}) จากการตารางที่ 4.2 และตารางที่ 4.3 มาพล็อตกราฟจะได้ผลดังภาพที่ 4.3

จากภาพที่ 4.3 จะเห็นว่าเมื่อค่าความเข้มแสงเพิ่มขึ้น ค่าอินพุท (V_{in2}) จะเพิ่มขึ้นตาม แต่ลักษณะของเส้นกราฟนั้นจะไม่เป็นเส้นตรง ซึ่งไปเป็นไปตามคุณลักษณะของตัวต้านทานไวแสง (LDR)

ความสัมพันธ์ระหว่างค่าความเข้มแสงกับค่าอินพุท(V_{in2})

ภาพที่ การทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการทดลอง ปัญหาและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองทั้งระบบควบคุมโดยผู้ใช้และระบบควบคุมอัตโนมัตินั้น เมื่อค่าอินพุทมีการเปลี่ยนแปลงจะทำให้มอเตอร์หมุน ผ้าใบก็จะเคลื่อนที่ตามโดยทิศทางการหมุนของมอเตอร์นั้นก็ขึ้นอยู่กับการเปลี่ยนแปลงของอินพุท และการที่มอเตอร์จะหยุดหมุนได้นั้นก็ขึ้นอยู่กับค่าของอินพุทป้อนกลับ ในขณะที่มอเตอร์หมุนไปจนกระทั่งค่าอินพุทป้อนกลับมีค่าถึงจุด ๆ หนึ่งก็จะทำให้มอเตอร์หยุดหมุน

แล ตามความต้องการ
ของผู้ใช้ว่า งอินพุทในระบบ
ควบคุมอัต มากขึ้นก็จะทำให้
ผ้าใบเคลื่อ ที่ขึ้น

5.2 ปัญห

1. ง ซึ่งโปรแกรมที่
เคยออกแบ และลงได้เท่ากัน
จึงทำให้ต้อ

2. มกันของวงจร
และตัวมอเ ไม่พอจ่ายให้กับ
ไมโครคอน

3.

5.3 ข้อเสนอแนะ

1. ทำการออกแบบโปรแกรมใหม่ที่สามารถทำให้ระบบมีเสถียรภาพมากกว่าเดิม
2. ทำการออกแบบวงจรโดยแยกแหล่งจ่ายไฟของวงจรกับมอเตอร์ออกจากกัน
3. ปรับปรุงโครงสร้างให้มีความเหมาะสมและแข็งแรงมากกว่าเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] อับดุลรอเซะ ดอเฉาะ , “ ม่านบังแดดอัตโนมัติ ” ,ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[2] ผศ.วิศรุต ศรีรัตน, “อุปกรณ์ตรวจจับ – ส่งสัญญาณการแปลงสภาวะสัญญาณ”, ภาควิศวกรรมการวัดคุม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[3] ผศ.ศุภชัย สุรินทร์วงศ์, “มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง”,สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น), 2541

[4] นายไวภพ วัฒนะ, “การขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ 4 ควอดแดรนท์ ควบคุมโดยไมโครคอน[illegible]เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

[5] ธนาวุฒ[illegible]R ฉบับที่ 14 จาก www.elect

[6] รศ.ด[illegible]มศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี[illegible]

[7] ทีมงา[illegible]ยภาษาซี”,Smart Learing

[8] เดชฤทธ์[illegible]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โปรแกรมที่เขียนบนไมโครคอนโทรลเลอร์

```
#include <16F872.h>
#device ADC=10
#use delay(clock=4000000,RESTART_WDT)
#fuses XT,WDT,NOPROTECT,NOPUT,NOBROWNOUT

#byte port_b = (
#bit output1 = p
#bit output2 = p
#bit enable = po
#bit mode = port

#define Offset1_
#define Offset2_
#int_TIMER0

//////////////////////
void TIMER0_is
{restart_wdt(); }

//////////////////////////////////////////ส่วนของโปรแกรมหลัก//////////////////////////////////
void main()
{
  int16 Buffer;
  float feedback,error,min,max,setpoint,Offset1,Offset2,gap;
  char Check_Up,Check_Down;
  port_b_pullups(TRUE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
output1 = 0;
output2 = 0;
setup_adc_ports(0000);
setup_adc(ADC_CLOCK_DIV_8);
setup_spi(FALSE);
setup_counters(RTCC_INTERNAL,RTCC_DIV_32);
setup_timer_1(T1_DISABLED);
setup_timer_2(T2_DISABLED,0,1);
enable_interrupts(INT_TIMER0);
enable_interru

set_tris_a(0xF
set_tris_b(0x0
enable = 1;

while(1)
  {
      delay_m
//////////////////////
       if ( mo
      {
```

```
            setpoint = Buffer;
            set_adc_channel(1);
            Buffer = read_adc();
            feedback = Buffer;

            gap = 20;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 setpoint = setpoint + gap;
min = setpoint - gap;
max = setpoint + gap;

if ( setpoint > feedback )
{
error = setpoint - feedback;
 }
else
```

```
        }
}
else if ( (feedback > max) || (Check_Down == 1) )
{
        if ( error > 10 )
        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                output1 = 0;
                output2 = 1;
                Check_Down = 1;
                }
                else
                {
                Check_Down = 0;
                }
            }
```

```
        }
        else
////////////////////////
        {
                Buffer = read_adc();
                feedback = Buffer;

                gap = 20;
                setpoint = setpoint + gap;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
min = setpoint - gap;
max = setpoint + gap;

if ( setpoint > feedback )
{
error = setpoint - feedback;
}
else
{
```

```
        }
}
else if ( (feedback > max) || (Check_Down == 1) )
{
        if ( error > 10 )
        {
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                output1 = 0;
                output2 = 1;
                Check_Down = 1;
                }
                else
                {
                Check_Down = 0;
                }
            }
        }
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข
ข้อมูลของไอซีที่ใช้ในปริญญานิพนธ์

1. PIC 16F872 (ไมโครคอนโทรลเลอร์)
2. L298N (อุปกรณ์ขับมอเตอร์)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MICROCHIP

PIC16F872

28-Pin, 8-Bit CMOS FLASH Microcontroller

Devices Included in this Data Sheet:

- PIC16F872

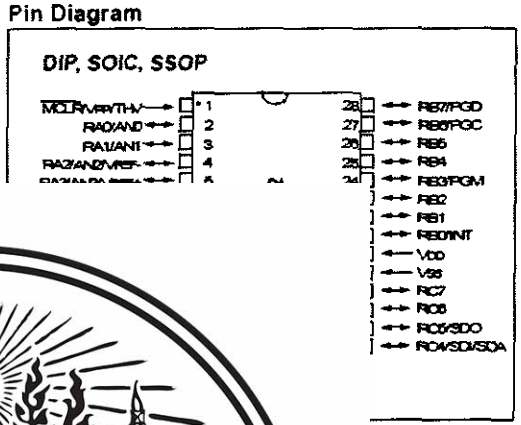
Microcontroller Core Features:

- High-performance RISC CPU
- Only 35 single word instructions to learn
- All single cycle
  branches whic
- Operating spe

- 2K x 14 words
  128 x 8 bytes
  64 x 8 bytes of
- Pinout compat
- Interrupt capal
- Eight level dee
- Direct, indirect
- Power-on Res
- Power-up Time
  Timer (OST)
- Watchdog Tim
  oscillator for re
- Programmable
- Power saving S
- Selectable osc
- Low-power, hig
  technology
- Fully static des
- In-Circuit Seria
  pins
- Single 5V In-Ci
- In-Circuit Debu
- Processor reac
- Wide operating
- High Sink/Source Current: 25 mA
- Commercial and Industrial temperature ranges
- Low-power consumption:
  - < 2 mA typical @ 5V, 4 MHz
  - 20 µA typical @ 3V, 32 kHz
  - < 1 µA typical standby current

Pin Diagram

DIP, SOIC, SSOP



prescaler
caler,
external

period

e
12.5 ns
is 200 ns

converter
PI™ (Master

n-out Reset

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16F872

Key Features PICmicro™ Mid-Range Reference Manual (DS33023)	PIC16F872
Operating Frequency	DC - 20 MHz
Resets (and Delays)	POR, BOR (PWRT, OST)
FLASH Program Memory (14-bit words)	2K
Data Memory (bytes)	128
EEPROM Data Memory	64
Interrupts	10
I/O Ports	
Timers	
Capture/Compar	
Serial Communic	
10-bit Analog-to-	
Instruction Set	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

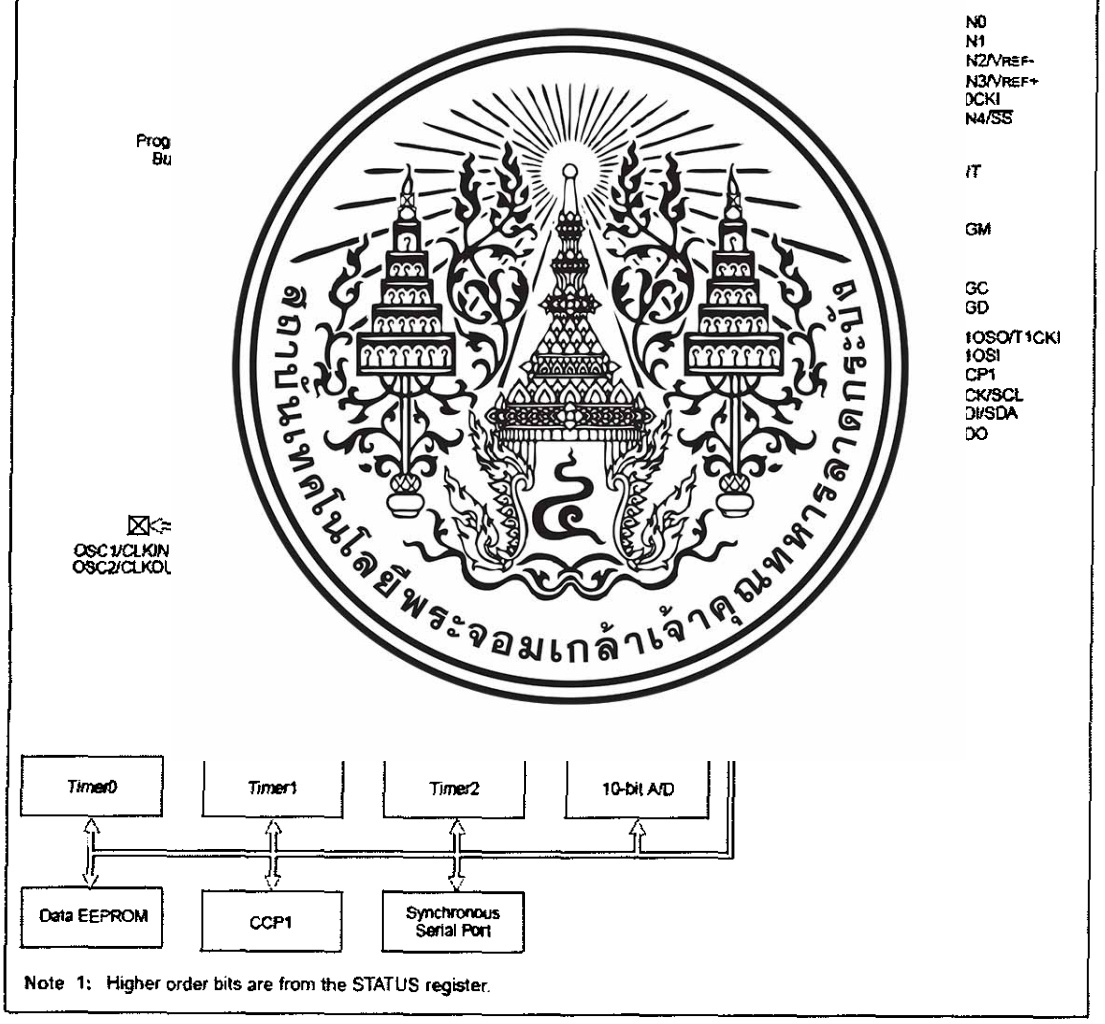
1.0 DEVICE OVERVIEW

This document contains device-specific information. Additional information may be found in the PICmicro™ Mid-Range Reference Manual, (DS33023), which may be obtained from your local Microchip Sales Representative or downloaded from the Microchip website. The Reference Manual should be considered a complementary document to this data sheet, and is highly recommended reading for a better understanding of the device architecture and operation of the peripheral modules.

This data sheet covers the PIC16F872 device. The PIC16F872 is a 28-pin device and its block diagram is shown in Figure 1-1.

FIGURE 1-1: PIC16F872 BLOCK DIAGRAM

Device	Program FLASH	Data Memory	Data EEPROM
PIC16F872	2K	128 Bytes	64 Bytes



Note 1: Higher order bits are from the STATUS register.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIC16F872

TABLE 1-1: PIC16F872 PINOUT DESCRIPTION

Pin Name	DIP Pin#	SOIC Pin#	I/O/P Type	Buffer Type	*Description*
OSC1/CLKIN	9	9	I	ST/CMOS(3)	Oscillator crystal input/external clock source input.
OSC2/CLKOUT	10	10	O	—	Oscillator crystal output. Connects to crystal or resonator in crystal oscillator mode. In RC mode, the OSC2 pin outputs CLKOUT, which has 1/4 the frequency of OSC1 and denotes the instruction cycle rate.
$\overline{MCLR}$/VPP/THV	1	1	I/P	ST	Master clear (reset) input or programming voltage input or high voltage test mode control. This pin is an active low reset to the device.
					PORTA is a bi-directional I/O port.
RA0/AN0	2	2	I/O	TTL	RA0 can also be analog input0.
RA1/AN1					
RA2/AN2/VREF-					analog reference
RA3/AN3/VREF+					analog reference
RA4/T0CKI					'0 module. Output
RA5/$\overline{SS}$/AN4					select for the
					e software s.
RB0/INT					
RB1					
RB2					
RB3/PGM					ng input.
RB4					
RB5					
RB6/PGC					ger pin. Serial
RB7/PGD					ger pin. Serial
RC0/T1OSO/T1CKI					it or Timer1 clock
RC1/T1OSI					
RC2/CCP1					e1 output/PWM1
RC3/SCK/SCL					k input/output for
RC4/SDI/SDA					) or data I/O (I^2C mode).
RC5/SDO	16	16	I/O	ST	RC5 can also be the SPI Data Out (*SPI* mode).
RC6	17	17	I/O	ST	
RC7	18	18	I/O	ST	
Vss	8, 19	8, 19	P	—	Ground reference for logic and I/O pins.
VDD	20	20	P	—	Positive supply for logic and I/O pins.

Legend: I = input O = output I/O = input/output P = power
— = Not used TTL = TTL input ST = Schmitt Trigger input

Note 1: *This buffer is a Schmitt Trigger input when configured as the external interrupt or LVP.*
2: This buffer is a Schmitt Trigger input when used in serial programming mode.
3: This buffer is a Schmitt Trigger input when configured in RC oscillator mode and a CMOS input otherwise.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.0 ANALOG-TO-DIGITAL CONVERTER (A/D) MODULE

The Analog-to-Digital (A/D) Converter module has five inputs.

The analog input charges a sample and hold capacitor. The output of the sample and hold capacitor is the input into the converter. The converter then generates a digital result of this analog level via successive approximation. The A/D conversion of the analog input signal results in a corresponding 10-bit digital number. The A/D module has high and low voltage reference input that is software selectable to some combination of VDD, VSS, RA2 or RA3.

The A/D conver
to operate whi
operate in SLEI
the A/D's intern

The A/D module has four registers. These registers are:

- A/D Result High Register (ADRESH)
- A/D Result Low Register (ADRESL)
- A/D Control Register0 (ADCON0)
- A/D Control Register1 (ADCON1)

The ADCON0 register, shown in Register 10-1, controls the operation of the A/D module. The ADCON1 register, shown in Register 10-2, configures the functions of the port pins. The port pins can be configured as analog inputs (RA3 can also be the voltage reference) or as digital I/O.

Additional information on using the A/D module can be
MCU Family Ref-

REGISTER 1(

R/W-0	R/
ADCS1	AD

bit7

bit 7-6: ADC
00 =
01 =
10 =
11 =

bit 5-3: CHS
000
001
010
011
100

bit 2: GO/
If AD
1 = A
0 = A
is co

bit 1: Unir

bit 0: **ADON**: A/D On bit
1 = A/D converter module is operating
0 = A/D converter module is shutoff and consumes no operating current

le bit
bit
emented bit,
'0'
POR reset

D conversion

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REGISTER 10-2: ADCON1 REGISTER (ADDRESS 9Fh)

U-0	U-0	R/W-0	U-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0	R/W-0
ADFM	—	—	—	PCFG3	PCFG2	PCFG1	PCFG0
bit7							bit0

R = Readable bit
W = Writable bit
U = Unimplemented bit, read as '0'
- n = Value at POR reset

bit 7: **ADFM:** *A/D Result format select*
1 = Right Justified. 6 most significant bits of ADRESH are read as '0'.
0 = Left Justified. 6 least significant bits of ADRESL are read as '0'.

bit 6-4: **Unimplemented:** Read as '0'

bit 3-0: **PCFG<3:0>**: A/D Port Configuration Control bits

PCFG<3:0>
0000
0001
0010
0011
0100
0101
011x
1000
1001
1010
1011
1100
1101
1110
1111

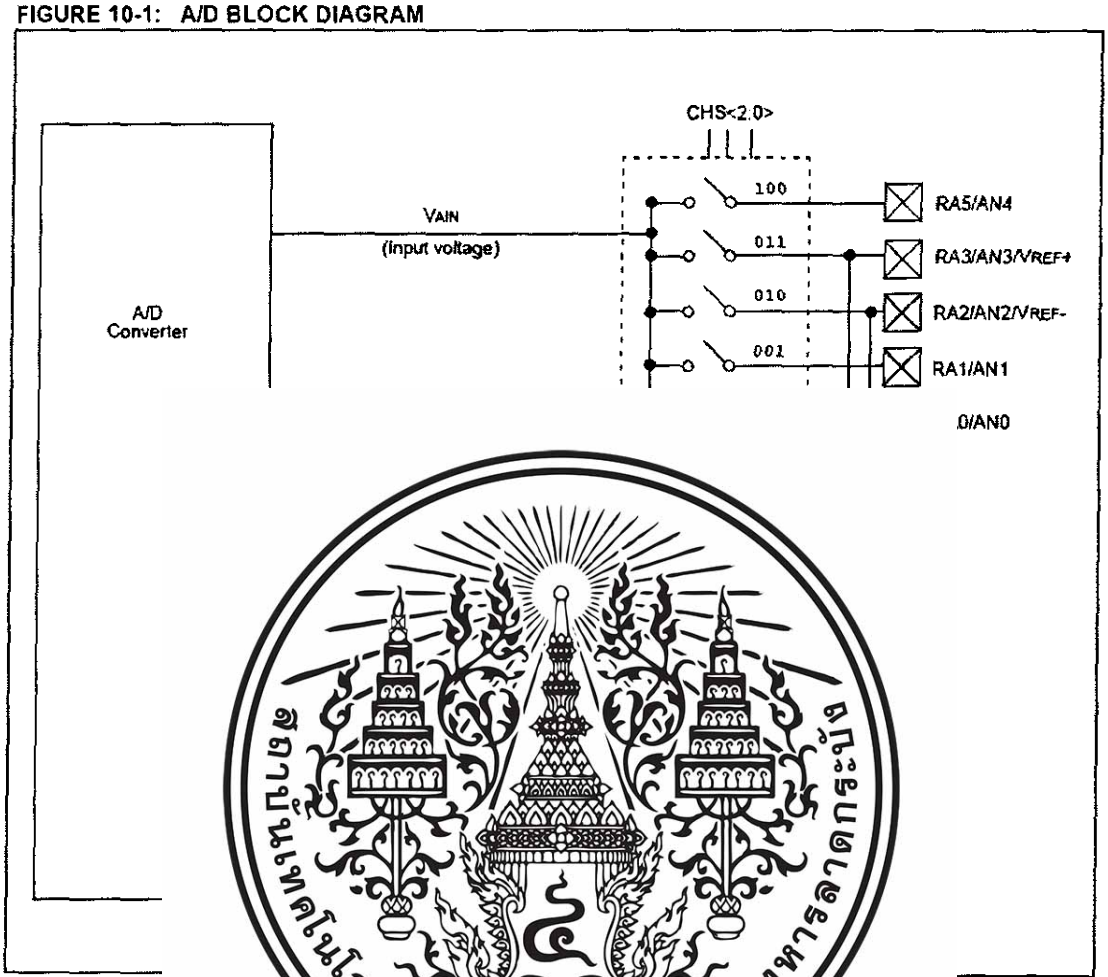
A = Analog in
D = Digital I/C

Note 1: T

g channels

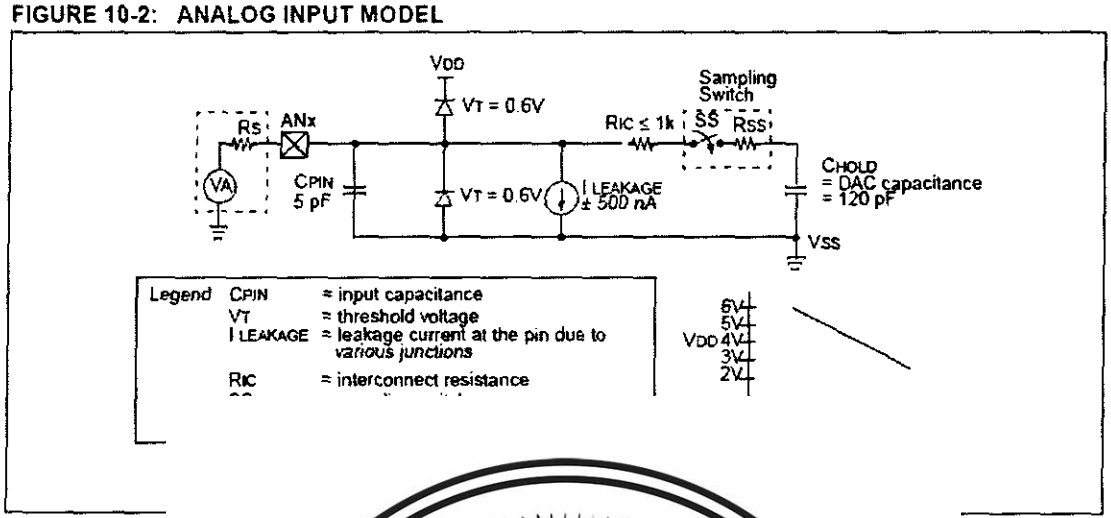
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 10-1: A/D BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 10-2: ANALOG INPUT MODEL

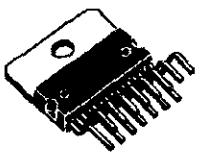


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

L298

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- OPERATING SUPPLY VOLTAGE UP TO 46 V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4 A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5 V (HIGH NOISE IMMUNITY)



erSO20

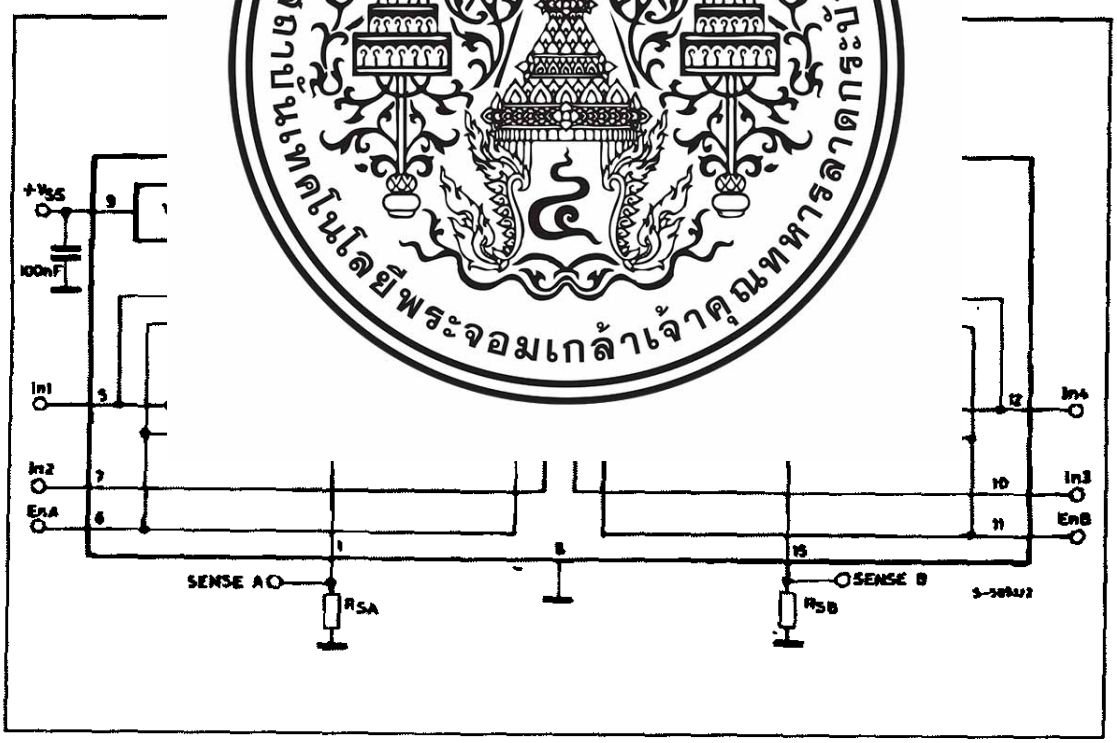
DESCRIPTION

The L298 is an
lead Multiwatt
high voltage, h
signed to acce
inductive loads
stepping motor
enable or disab
put signals. Th
each bridge ar
sponding exter

ltiwatt Vert.)
ultiwatt Horiz.)
erSO20)

r. An additional
ogic works at a

BLOCK DIAG

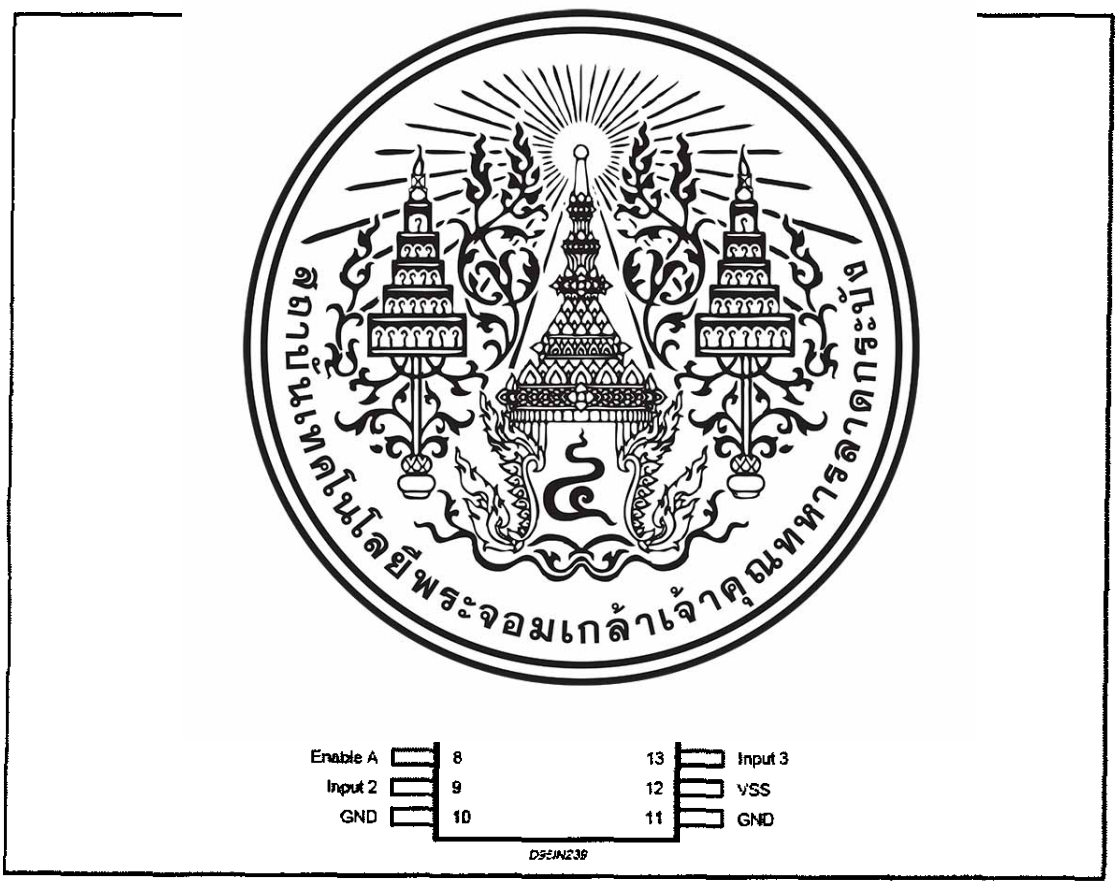


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V_i, V_{en}	Input and Enable Voltage	–0.3 to 7	V
I_O	Peak Output Current (each Channel) – Non Repetitive (t = 100µs) –Repetitive (80% on –20% off; t_{on} = 10ms) –DC Operation	 3 2.5 2	 A A A
V_{sens}	Sensing Voltage	–1 to 2.3	V
P_{tot}	Total Power Dissipation (T_{case} = 75°C)	25	W
T_{op}	Junction Operating Temperature	–25 to 130	°C
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	–40 to 150	°C

PIN CONNECT



THERMAL DATA

Symbol	Parameter		PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{th\ j\text{-}case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max.	–	3	°C/W
$R_{th\ j\text{-}amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	13 (*)	35	°C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้