

ไซลาร์เซฟเวอร์



โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 47286
วัน เดือน ปี 27 ส.ย. 2546

.b.....
.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
แม้ว่าใครจะดูว่า หักส่วน อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOLAR SERVER



A Special Project Submitted in Partial Fulfillment of the
Requirement for the Degree of Bachelor of Science
Department of Applied Physics
Faculty of Science
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษเรื่อง Solar Server

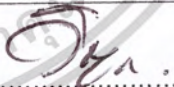
นักศึกษา นายณัฐ เหล่าวณิชยพงษ์
นายเดีว อภัยราช
นายสิริชัย เขียวรัตน์กุล

ภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์
สาขาวิชา ฟิสิกส์ประยุกต์

อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.วิชิต ศิริโชติ

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
อนุมัติให้โครงการพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการตรวจสอบ	ลายมือชื่อ
ประธานกรรมการ อ.ธนภรณ์ ลีลาวัฒน์นานนท์	
กรรมการ รศ.วิชิต ศิริโชติ	
กรรมการ อ.บดีนทร์ ดำรงค์ศักดิ์	
กรรมการ อ.สุรศักดิ์ พิพัฒน์ศาสตร์	


.....
(ผู้ช่วยคณบดีฝ่ายวิชาการ เศษิตศิริระ)

หัวหน้าภาควิชา

ลิขสิทธิ์ของภาควิชา คณะวิทยาศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงการพิเศษ ไชลาร์เซิร์ฟเวอร์

นักศึกษา นายณัฐสิทธิ์ เหล่าวณิชย์พงษ์
 นายเดี๋ยว อภัยราช
 นายสิริชัย เขียวรัตน์กุล

ภาควิชา ฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์

สาขาวิชา ฟิสิกส์ประยุกต์

ปีการศึกษา 2545

อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์วิจิต ศรีโชติ

บทคัดย่อ

ระบบไชลาร์เซิร์ฟเวอร์ได้พัฒนาเพื่อใช้เก็บข้อมูลความเร็วลมและความคลุมมูมเฉียงของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ ระบบจะประกอบด้วยสถานีเซิร์ฟเวอร์และบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์อีก สองบอร์ด ดีนุกซ์เซิร์ฟเวอร์มีเรียลไทม์บัฟเฟอร์ ทำหน้าที่เก็บข้อมูลความเร็วลมและส่งคำสั่งให้หมุนมุมไปที่บอร์ดที่ใช้ควบคุมมอเตอร์ มาตรฐานการส่งข้อมูลระหว่างเซิร์ฟเวอร์และบอร์ดจะเป็นแบบ RS 485 เราได้พัฒนา cgi ที่ใช้ perl บนสถานีเซิร์ฟเวอร์ให้ทำหน้าที่เป็นฐานข้อมูลเว็บ ได้ทดสอบ จาวาสคริปต์โดยใช้อินเทอร์เน็ตเบราว์เซอร์ ผลที่ได้สามารถอัปเดตค่าอัตโนมัติโดยไม่ต้องกดปุ่มรีโหลดบนโคเนนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title Solar Server
Name Mr. Nut Laowanichpong
 Mr. Deaw Apheraj
 Mr. Sirichai Theirrattanakul
Department Applied Physics
Program Applied Physics
Academic Year 2545
Special Project Advisor Assoc.Prof. Wichit Sirichote

ABSTRACT

A system used for gathering weather information and controlling the tilt angle of PV array has been developed. The system consists of a linux server and two dedicated microcontroller boards. The linux server has the real-time buffer hardware that collects wind speed and sends the tilt angle command to the motor control board. Data transaction between server and microcontroller boards was RS485 standard. We have developed the cgi using perl on the linux server to provide web-based interfacing. We have tested the java script using Internet browser. The result can be updated automatically without the need of pressing reload button on the client.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากได้รับความเมตตากรุณาเป็นอย่างยิ่งจาก รศ.วิจิต ศิริโชติ อาจารย์ประจำภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญานิพนธ์ ซึ่งให้คำปรึกษาและแนะนำแนวทางการดำเนินการวิจัยเป็นอย่างดี รวมทั้งอนุเคราะห์จัดหาอุปกรณ์และงบประมาณในการดำเนินการวิจัย ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นที่สุดและขอกราบขอบพระคุณท่านเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ พี่ๆ นักศึกษาปริญญาโท ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่ให้คำแนะนำรวมทั้งความรู้ต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับการวิจัยชั้นนี้

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา พี่น้อง เพื่อนๆ รวมทั้งบุคคลที่มีความปรารถนาดีมอบให้ข้าพเจ้าทุกท่านที่คอยให้กำลังใจและแนะนำแนวทางที่ดีในชีวิตแก่ข้าพเจ้าตลอดมา



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญ	ง
สารบัญตาราง	ฉ
สารบัญรูป	ช
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมา,ที่มาของปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 ขอบเขตของงานวิจัย	2
1.4 วิธีดำเนินการโดยย่อและประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	3
2.1 ส่วน Server	4
2.1.1 Linux	4
2.1.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม	6
2.1.3 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-485	9
2.2 ส่วนของเครื่องวัดความเร็วลม	13
2.3 ส่วนการคอนโทรลระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์	16
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	20
3.1 วิธีการดำเนินงานและรวบรวมข้อมูลต่างๆ	20
3.1.1 ส่วนของเครื่องวัดความเร็วลม	20
3.1.2 ส่วนของเครื่องแม่ข่าย	22
3.1.3 ส่วนของเซลล์แสงอาทิตย์	25
บทที่ 4 ผลการวิจัยและวิจารณ์	28
4.1 ผลจากส่วนเซิร์ฟเวอร์	28
4.2 ผลจากส่วนชุดควบคุมมอเตอร์	31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.3 ผลจากส่วนชุดวัดความเร็วลม	32
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	34
5.1 สรุปผลการทดลอง	34
5.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ	35
เอกสารอ้างอิง	36
ภาคผนวก	37



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 1 เปรียบเทียบมาตรฐาน RS-485 และ RS-422	10
ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณสมบัติมาตรฐานของพอร์ตอนุกรมแบบต่างๆ	11
ตารางที่ 3 แสดงค่ามุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ที่ทำต่อระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์ ในแต่ละวันตลอดทั้งปีบริเวณกรุงเทพฯ	25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1 แสดงส่วนการทำงานโดยรวมของระบบ Solar Server	3
รูปที่ 2 แสดงรูปแบบอย่างง่ายของข้อมูลอนุกรม	7
รูปที่ 3 แสดงรูปคอนเน็กเตอร์	9
รูปที่ 4 แสดงเครื่องวัดความเร็วลมแบบ 4-cup anemometer	13
รูปที่ 5 แสดงการทำงานของเครื่องวัดความเร็วลมเมื่อมีอากาศผ่านเข้ามาด้วยความเร็ว	14
รูปที่ 6 แสดง The earth's seasons	16
รูปที่ 7 แสดง Solar Declination	16
รูปที่ 8 แสดง Solar Declination variation during the year.	17
รูปที่ 9 แสดง ทฤษฎี Same-side	18
รูปที่ 10 แสดง Case 1	18
รูปที่ 11 แสดง Case 2	19
รูปที่ 12 แสดง Case 3	19
รูปที่ 13 โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของเครื่องวัดความเร็วลม	20
รูปที่ 14 รูปแสดงวงจรรับ-ส่งค่าความเร็วลมโดยต่อเข้ากับ weather station	21
รูปที่ 15 โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของserver ที่ต่อเข้ากับชุดควบคุมมอเตอร์ และชุดวัดความเร็วลม	22
รูปที่ 16 วงจรรวมของระบบการเชื่อมต่อ	23
รูปที่ 17 แสดงวงจรเชื่อมต่อบอร์ดEvb52กับServer	23
รูปที่ 18 แสดงระบบของRS-485	24
รูปที่ 19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของความเข้มแสงสูงสุดในแต่ละวันในรอบปี	26
รูปที่ 20 แสดงวงจรควบคุมการหมุนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์	27
รูปที่ 21 รูปแสดงข้อมูลที่เข้าไปที่เซฟเวอร์	28
รูปที่ 22 รูปแสดงชุดมอเตอร์ที่เซฟเวอร์สั่งงานไปควบคุม	29
รูปที่ 23 แสดงขาและตารางการส่งค่าของ chip 75176	29
รูปที่ 24 แสดงชุดมอเตอร์สำหรับปรับมุมแผงเซลล์แสงอาทิตย์	31
รูปที่ 25 แสดงแผงเซลล์แสงอาทิตย์จำลองและชุดมอเตอร์ควบคุม	31
รูปที่ 26 แสดงสถานีวัดความเร็วลมที่ติดตั้งกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์	32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 27 แสดงวงจรที่ใช้ในระบบวัดความเร็วลม	32
รูปที่ 28 แสดงข้อมูลที่ได้จากระบบวัดความเร็วลมที่ส่งมายังเครื่องแม่ข่ายทุกๆ 1 นาที	33
รูปที่ 29 แสดงรูปวงจรมีการรับข้อมูลจาก weather station แล้วส่งข้อมูลที่ได้ไปที่เซิร์ฟเวอร์	34



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมา, ที่มาของปัญหา และแนวทางการแก้ปัญหา

พลังงานไฟฟ้าที่ใช้อยู่ในปัจจุบันถูกผลิตจากถ่านหิน, น้ำมัน และก๊าซธรรมชาติ ซึ่งเป็นพลังงานที่สามารถมีวันหมด เราจำเป็นต้องหาพลังงานแหล่งใหม่มาทดแทน เช่น พลังงานหมุนเวียน (renewable energy) ตามธรรมชาติ ซึ่งได้แก่ พลังงานแสงอาทิตย์, พลังงานน้ำ, พลังงานลม, พลังงานความร้อนจากใต้พิภพ เป็นต้น โดยพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานที่ได้รับความนิยมมากที่สุดในการนำมาผ่านกระบวนการแปรรูปให้เป็นพลังงานไฟฟ้า ซึ่งใช้เซลล์แสงอาทิตย์ซึ่งเป็นกระบวนการที่สะอาดและเริ่มสามารถนำมาเป็นพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ในพื้นที่ชนบทที่ไฟฟ้ายังไม่ถึง (stand alone) หรือนำมาเชื่อมต่อเข้ากับระบบไฟของการไฟฟ้า (grid connected)

เซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตพลังงานออกมาจะขึ้นอยู่กับปัจจัยต่างๆ ได้แก่ พื้นที่หน้าตัด, ชนิดของสารที่นำมาใช้สร้างเซลล์แสงอาทิตย์, ความเข้มของแสง, อุณหภูมิ, ความยาวคลื่น, และมุมที่ตกกระทบของแสง ซึ่งในแต่ละวันของปีจะมีค่ามุมที่ตกกระทบของแสงแตกต่างกันไป ถ้าเราต้องการที่จะทำให้เซลล์แสงอาทิตย์ผลิตพลังงานออกมาให้ได้ค่ามากที่สุดจะต้องปรับให้ระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์ตั้งฉากกับแนวรังสีตกกระทบของดวงอาทิตย์ในแนวทิศเหนือ-ใต้ เราจำเป็นต้องมีชุดควบคุมการหมุนของมอเตอร์ที่ใช้ควบคุมมุมของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ โดยเราจะใช้ระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ และมีสถานีไว้เพื่อตรวจสอบสถานะต่างๆของเซลล์แสงอาทิตย์

ในปัจจุบันการควบคุมติดต่อสื่อสารเราสามารถควบคุมจากระยะไกลได้ เช่น ควบคุมผ่านทางอินเทอร์เน็ต หรือ ผ่านทางเครือข่าย ซึ่งระบบทั้งหมดจะถูกควบคุมด้วยเครื่องแม่ข่าย (server) ซึ่งมีหน้าที่ควบคุมและติดต่อสื่อสารผ่านเครือข่าย เพื่อให้ผู้ใช้สามารถรับรู้ข้อมูลและสื่อสารผ่านทางระบบเครือข่ายได้

1.2 วัตถุประสงค์

- เพื่อออกแบบและสร้างระบบการควบคุมมุมของระบบแผงเซลล์แสงอาทิตย์
- เพื่อศึกษาและสร้างระบบเครื่องวัดความเร็วลม (Anemometer)
- เพื่อควบคุมและดูแลระบบของแผงเซลล์แสงอาทิตย์และเครื่องวัดความเร็วลมผ่านทางระบบเครือข่าย

ระบบเครือข่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

การตั้งระบบในการติดต่อสื่อสารในการวัดผลของเซลล์แสงอาทิตย์ โดยผ่านทางเครือข่าย รวมถึงการควบคุมการหมุนของแผงเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละวันในทิศเหนือ-ใต้ ให้ทำมุมให้ตั้งฉากกับแสงของดวงอาทิตย์ และเก็บค่าต่างๆที่เกี่ยวกับเซลล์แสงอาทิตย์ รวมถึงการเก็บค่าความเร็วลมจากเครื่องวัดความเร็วลม (Cup-anemometer) โดยผ่านการติดต่อทาง interface กับ server

1.4 วิธีดำเนินการโดยย่อและประโยชน์ที่ได้รับจากการทำ

1. ศึกษาเซลล์แสงอาทิตย์, เครื่องวัดความเร็วลม และระบบของเครื่องแม่ข่าย
2. ศึกษาและสร้างระบบควบคุมการหมุนของมอเตอร์และติดตั้งมอเตอร์เข้ากับแผงเซลล์แสงอาทิตย์
3. ศึกษาส่วนประกอบของเครื่องวัดความเร็วลมที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป
4. ออกแบบและสร้างระบบของเครื่องวัดความเร็วลม
5. ออกแบบระบบการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องแม่ข่ายกับชุดควบคุมการหมุนของมอเตอร์และเครื่องวัดความเร็วลม
6. ศึกษาและติดตั้งเครื่องแม่ข่ายกับระบบเชื่อมต่อกับเครือข่ายให้สามารถควบคุมและรับข้อมูลผ่านทางอินเทอร์เน็ตได้

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทำให้เซลล์แสงอาทิตย์สามารถผลิตพลังงานได้มากกว่าการที่ไม่การควบคุมระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์
2. เข้าใจหลักการและวิธีการสร้างของเครื่องวัดความเร็วลมที่มีใช้กันอยู่ทั่วไป
3. เข้าใจหลักการและวิธีการทำงานของระบบเครื่องแม่ข่าย

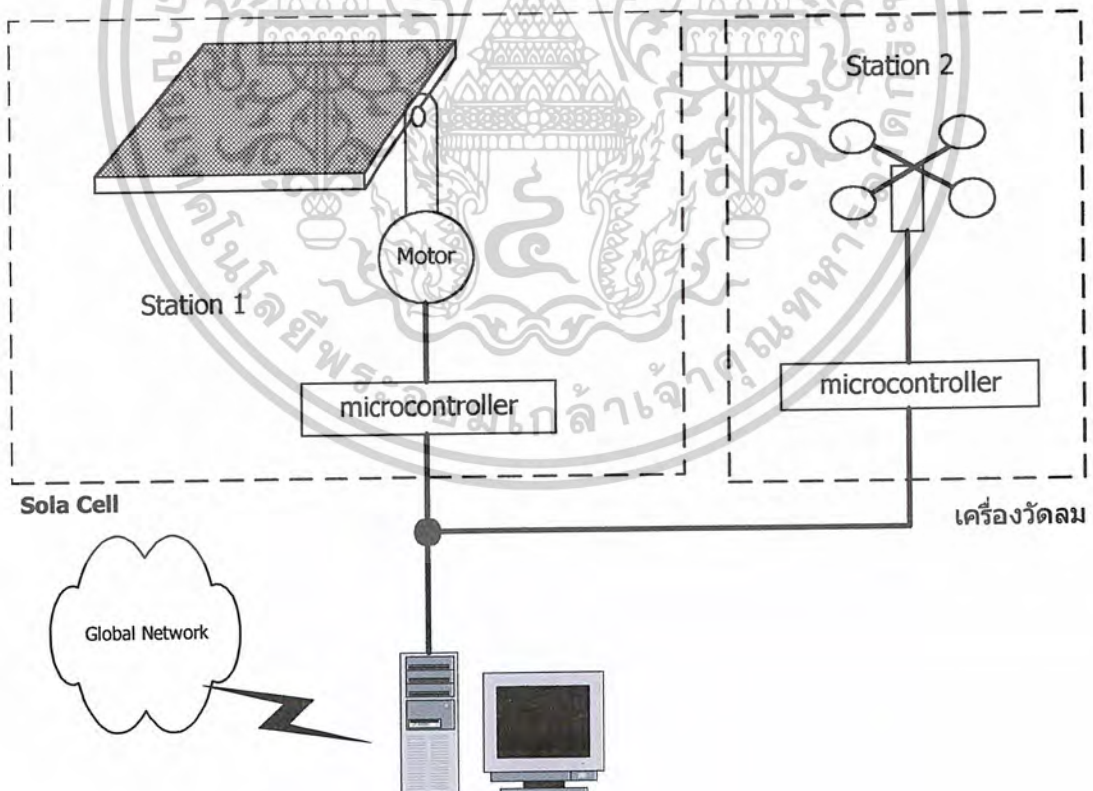
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

บทนำ

เราสร้าง Solar server ขึ้นมาเพื่อควบคุมมุมของระนาบเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีมุมตั้งฉากกับแสงอาทิตย์ เพื่อให้ได้พลังงานมากที่สุดในแต่ละวัน โดยเราจะหมุนมุมหนึ่งครั้งต่อวันในแนวทิศเหนือ-ใต้ เนื่องจากในแต่ละวันแสงอาทิตย์จะทำมุมต่อพื้นโลกไม่เท่ากัน และเพื่อศึกษาสภาพอากาศบริเวณที่ตั้งของเซลล์แสงอาทิตย์ เช่น ความเร็วลม, ทิศทางลม, อุณหภูมิ และความชื้นแสง เป็นต้น แต่ในโครงการนี้เราสนใจศึกษาวัดความเร็วและทิศทาง ในปัจจุบันมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเร็วลมอยู่แล้ว คือ anemometer ซึ่งมีอยู่หลายรูปแบบ เราจึงศึกษาเพื่อสร้าง anemometer ขึ้นมาใช้เองโดยจะส่งข้อมูลกับไปที่ server โดย server จะทำหน้าที่ในการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ที่คุมระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์โดยผ่านทางพอร์ตสื่อสารซึ่งเชื่อมต่อกับไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน้าที่ควบคุมมอเตอร์โดยตรง และส่งค่าที่ได้ออกไปแสดงบน internet จากข้างต้นเราสามารถที่จะแบ่งออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ๆด้วยกัน โดยแสดงได้จากรูป



รูปที่ 1 แสดงส่วนการทำงานโดยรวมของระบบ Solar Server

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1 ส่วน Server

ในโครงการนี้เราใช้ web server ซึ่งก็คือ เครื่องคอมพิวเตอร์ที่รันโปรเซส httpd ซึ่งเป็นโปรเซสที่จะให้บริการข้อมูลเว็บเพจ เมื่อมีการร้องขอจากเว็บไคลเอนต์ต่างๆ (เช่น Netscape หรือ internet explorer) มีหน้าที่นำข้อมูลไปแสดงออกทางอินเทอร์เน็ตโดยผ่าน Apache ซึ่งมีอยู่บน Linux คือ โปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ Apache เป็นโปรแกรมที่กำลังทวีการใช่งานมากขึ้น เนื่องจากเป็นโปรแกรมที่สามารถจะรันได้หลายแพลตฟอร์ม และลักษณะการใช้งานที่หลากหลายมากกว่า โดย Apache เป็นโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ที่มีรากฐานจากโปรแกรมเว็บเซิร์ฟเวอร์ Mosaic แต่ได้มีการเพิ่มเติมโค้ดเข้าไป โปรแกรมสามารถจะดาวน์โหลดได้ที่เซิร์ฟเวอร์ FTP ของ Linux

2.1.1 Linux

ลินุกซ์เป็นระบบปฏิบัติการที่สามารถทำงานในรูปแบบ Multitasking, multi-user โดยมีระบบการทำงานคล้ายระบบยูนิกซ์ (UNIX Clone) ลินุกซ์ได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้ สามารถบน PC (Intel CPU Platform) โดยการนำลักษณะข้อดีของระบบยูนิกซ์ ที่ทำงานได้บนเวิร์คสเตชันที่มีประสิทธิภาพในการประมวลผลสูงให้มาทำงานบน PC หัวใจของลินุกซ์

เคอร์เนลของลินุกซ์เป็นส่วนสำคัญในการทำงานของลินุกซ์ มีหน้าที่สำคัญคือ การจัดการกับโปรเซสและการจัดการกับไฟล์ รวมทั้งการจัดการกับอุปกรณ์ต่างๆ เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ในการบริหารรวมทั้งควบคุมระบบทั้งหมด เริ่มแรกได้ถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับ CPU Intel 80386 protect mode ซึ่งเป็นการนำเอาระบบ multitasking มาใช้งานเป็นครั้งแรกบน CPU ของ Intel (80386 ได้ถูกออกแบบมาให้ทำงานบนระบบ multitasking) ซึ่ง ลินุกซ์สามารถนำคำสั่งของ CPU ที่ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาสำหรับระบบ multitasking มาใช้งานได้เป็นอย่างดี (CPU Instruction set)

Linux เป็นซอฟต์แวร์ฟรีและมีการพัฒนาแอปพลิเคชันบนลินุกซ์ มีคอมไพเลอร์, ดีบั๊กเกอร์ รวมทั้งชุด ต่างๆ หลายชนิดที่ทำงานบนลินุกซ์เช่น C, C++, Fortran, Pascal, Lisp, Ada, BASIC และ Smalltalks ซอฟต์แวร์เหล่านี้ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาตามโครงการ GNU (Gnu's not UNIX) ของ Free Software Foundation ซึ่งปรกติแล้วแพ็คเกจที่วางขาย จะมีซอฟต์แวร์ของ GNU รวมอยู่ด้วย เช่น แพ็คเกจต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น เท็กซ์โปรเซสซิง ยูทิลิตี้ที่ทำหน้าที่ทางด้านงานพิมพ์

ยังสามารถเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายเริ่มแรกโปรโตคอล TCP/IP ได้ถูกพัฒนาขึ้นมาเพื่อใช้งานกับระบบเน็ตเวิร์คของยูนิกซ์ ซึ่งใช้งานกันอย่างกว้างขวางในการเชื่อมกันของเครือข่ายอินเทอร์เน็ต เมื่อต้องเชื่อมต่อเครื่องคอมพิวเตอร์เข้ากับเครือข่ายอินเทอร์เน็ตจะต้องใช้โปรโตคอลนี้ หรือเมื่อต้องเชื่อมต่อกับระบบยูนิกซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบเน็ตเวิร์คบนลินุกซ์ถือได้ว่าเป็นมีความสมบูรณ์ต่อการใช้งานในเชิงการค้าได้ เช่น สามารถที่จะเชื่อมต่อเป็นเครือข่ายผ่านระบบแลนทั่วไป หรือ การเชื่อมต่อในระบบวีโมทเทอร์มินัลผ่านโมเด็มก็ได้

ลินุกซ์สนับสนุนการใช้งานโปรโตคอล TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) อย่างเต็มรูปแบบ

โปรโตคอล TCP/IP เป็น โปรโตคอลเน็ตเวิร์คในระบบเปิด คือข้อมูลทางเทคนิคทุกอย่างในโปรโตคอลนี้ได้มีการพิมพ์เผยแพร่กันอย่างเปิดเผย บริษัทหรือผู้ผลิตสามารถที่จะเซ็ตอัปโปรโตคอลบนซอฟต์แวร์หรือ ฮาร์ดแวร์ก็ได้ ซึ่งทำให้โปรโตคอลนี้มีการใช้งานกันอย่างกว้างขวาง หลักการของ TCP/IP คือ ไม่ว่าจะเป็นระบบปฏิบัติการอะไรก็ตามแล้วแต่ หรือจะเป็นฮาร์ดแวร์แพลตฟอร์มอะไรก็ได้ สามารถที่จะติดต่อกันได้

ลิขสิทธิ์ของลินุกซ์

เนื่องจากลินุกซ์เป็น Free software แพ็คเก็ตของลินุกซ์จะประกอบไปด้วย source code ที่คุณสามารถจะพัฒนาระบบต่อไปได้ด้วยตนเอง แต่ไม่ได้หมายความว่าไม่มีลิขสิทธิ์ ลินุกซ์ที่ได้รับการพัฒนาโดยบริษัทต่างๆ จะมีลิขสิทธิ์ปกป้องต้นฉบับไว้ แต่ถ้าดัดแปลงหรือแก้ไขลักษณะบางอย่างเพิ่มเติมจึงจะถือเป็นลิขสิทธิ์ของผู้พัฒนา (GNU General Public License)

เนื่องจากลินุกซ์เป็นซอฟต์แวร์ที่ได้รับการพัฒนามาโดยโปรแกรมเมอร์เป็นจำนวนมากบริษัทที่เป็นเจ้าของลิขสิทธิ์หรือให้บริการจะไม่มีการรับประกันต่อความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นเช่น ถ้าระบบลบข้อมูลด้านบัญชี ซึ่งถือได้ว่าเป็นการเสี่ยงในการที่จะนำลินุกซ์มาใช้งาน แต่ลินุกซ์ก็ได้พิสูจน์แล้วจากระยะเวลาการใช้งานอันยาวนาน ยังไม่พบว่ามีปัญหาที่ร้ายแรงเกิดขึ้นแต่ประการใด สำหรับธุรกิจที่ต้องการใช้งานระบบที่มีการรับประกันพร้อมกับการให้บริการหลังการขายก็ควรจะใช้ระบบยูนิกซ์ ซึ่งจะได้รับการสนับสนุนจากผู้ให้บริการได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตาม ตามข้อกำหนดของ GNU GPL แล้ว ระบบ ปฏิบัติการลินุกซ์เป็น free software คุณสามารถที่จะขายได้(ถ้ามีคนต้องการซื้อ) หรือ อาจจะดัดแปลงได้บางอย่างก็ได้ แต่ไม่สามารถประกาศเป็นเจ้าของลิขสิทธิ์ลินุกซ์ได้ (ซอร์สโค้ดหรือ อื่นๆ) อีกข้อกำหนดหนึ่งใน GNU GPL ก็คือ ถ้าคุณจำหน่ายระบบปฏิบัติการลินุกซ์แล้ว จะต้องรวมsource code เข้าไปด้วยเพื่อให้ผู้ใช้งานคนอื่นสามารถที่จะพัฒนาต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

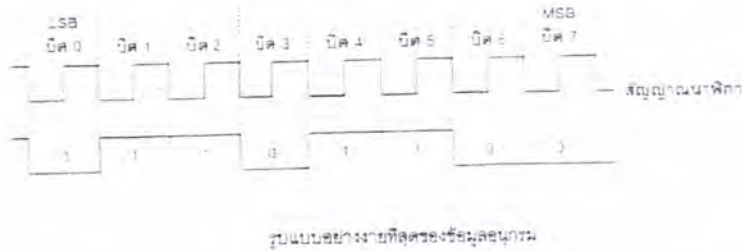
2.1.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับพอร์ตอนุกรม

Solar server หรือ web server ที่เราสร้างนี้ยังมีหน้าที่ควบคุม 2 ระบบที่เหลือ คือ ควบคุมระบบควบคุมระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์ และระบบการวัดเครื่องวัดความเร็วลม โดยผ่านทางพอร์ตที่มีอยู่ใน PC ซึ่งอาจจะเป็น DB9 หรือ DB25 โดยควบคุมผ่าน Device driver ที่ใช้โปรแกรมภาษา C เป็นตัวควบคุม ซึ่งมี Library ที่ยอมให้ root ซึ่งเป็นผู้ใช้งานที่มีสิทธิ์สูงสุดในการควบคุมระบบสามารถเข้าถึง hardware ในส่วนของ port ได้

ในการเคลื่อนย้ายข้อมูลทางคอมพิวเตอร์ไปยังอุปกรณ์ต่อพ่วงอื่นๆ หรือคอมพิวเตอร์ด้วยกันมีทางเลือกอยู่ 2 ทาง นั่นคือการรับส่งข้อมูลแบบขนานและการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม การรับส่งข้อมูลแบบขนาน จะเป็นการรับส่งข้อมูลคราวละ 4 ถึง 8 บิต ในเวลาเดียวกัน ซึ่งจะทำให้การรับส่งข้อมูลทำได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งก็หมายความว่าจำนวนของสายที่ใช้ในการการส่งจะต้องมีเท่ากับจำนวนของบิตที่จะใช้ส่ง นอกจากนี้ยังรวมถึงสายที่ใช้สำหรับการควบคุมและการตรวจสอบ การรับส่งข้อมูลด้วย ซึ่งอาจจะต้องใช้สายเป็นการจำนวนมากเป็น 2 เท่า ของจำนวนบิตที่จะส่งได้ ซึ่งจะเป็นปัญหาในเรื่องราคาสายที่ใช้ในการเชื่อมต่อแบบขนานมีราคาแพง

ในขณะที่การรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมเป็นการส่งข้อมูลครั้งละ 1 บิต แต่ก็สามารถส่งข้อมูลที่ละหลายๆบิตได้ หากแต่ต้องมีการตกลงกันระหว่างตัวรับกับตัวส่ง จะรับส่งข้อมูลคราวละกี่บิตตัวรับจะต้องรับข้อมูลให้ครบทุกบิตเสียก่อนจึงจะทำการประมวลผล ส่งผลให้การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมมีความเร็วต่ำกว่าแบบขนาน ในด้านจำนวนของสายสัญญาณการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมจะใช้จำนวนสายน้อยกว่ามาก อย่างน้อยที่สุดใช้ 2-3 เส้นเท่านั้น แต่อัตราเร็วในการส่งต่ำกว่าแบบขนาน

การสื่อสารแบบอนุกรมอาจแบ่งได้เป็น 2 แบบคือการสื่อสารแบบอนุกรมซิงโครนัส และการสื่อสารแบบอนุกรมอะซิงโครนัส การสื่อสารแบบซิงโครนัสจะมีสัญญาณนาฬิกาพร้อมอยู่กับการรับสัญญาณและการส่งสัญญาณด้วย ตัวอย่างการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสก็คือ คีย์บอร์ดของเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งสายส่งหนึ่งจะเป็นสัญญาณนาฬิกา ส่วนสายอีกเส้นหนึ่งจะเป็นสายส่งข้อมูล ดังนั้นการติดต่อกันแบบซิงโครนัสจึงต้องใช้สายต่อกันอย่างน้อย 3 เส้น คือ สัญญาณนาฬิกา ข้อมูล และกราวด์



รูปที่ 2 แสดงรูปแบบอย่างง่ายของข้อมูลอนุกรม

การสื่อสารข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือการรับและส่งข้อมูลไปในสายโดยไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณนาฬิกาที่ร่วมด้วยเหมือนกับการรับส่งข้อมูลแบบซิงโครนัส แต่จะกำหนดค่าสัญญาณนาฬิกาทั้งภาครับและภาคส่งให้มีค่าเท่ากัน ซึ่งเรียกสัญญาณนาฬิกาที่ใช้กำหนดค่าให้ภาครับและภาคส่งนี้ว่า อัตราการถ่ายเทข้อมูล หรือ บอดเรต (Baudrate) มีหน่วยเป็นบิตต่อวินาที (bit per second: bps)

รูปแบบข้อมูลที่ใช้ในการรับส่งแบบอะซิงโครนัส ประกอบด้วย 4 ส่วนคือ

1. บิตเริ่มต้น (Start Bit) ซึ่งจะมีขนาด 1 บิต
2. บิตข้อมูลแบบอนุกรมจะมีขนาด 5, 6, 7 หรือ 8 บิต
3. บิตตรวจสอบพาริตี (Parity Bit) จะมีขนาด 1 บิตหรือไม่
4. บิตปิดท้าย (Stop Bit) จะมีขนาด 1, 1.5 หรือ 2 บิต

รูปที่ 3.12 แสดงรูปแบบข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส ขา DATA จะมีสถานะ ลอจิก "1" ซึ่งจะเรียกสถานะนี้ว่าสถานะหยุดรอ (Waiting Stage) การเริ่มต้นส่งข้อมูลจะเริ่มจากการให้ขา DATA มีลอจิก "0" ด้วยช่วงระยะเวลา 1 บิต ซึ่งจะเรียกบิตนี้ว่าบิตเริ่มต้น จากนั้นบิตข้อมูลจะถูกส่งออกไป โดยเริ่มจากบิตที่มีนัยสำคัญต่ำสุด (LSB) ก่อน ซึ่งข้อมูลในไบต์ที่จะส่งอาจจะมีจำนวนบิต 5, 6, 7 หรือ 8 บิตก็ได้ จากนั้นก็ตามด้วยบิตพาริตี เพื่อใช้ตรวจสอบความผิดพลาดในการส่งข้อมูล บิตสุดท้ายที่จะส่งคือบิตปิดท้าย ซึ่งจะให้ขา DATA มีสถานะเป็น ลอจิก 1 อีกครั้งด้วยระยะเวลาอย่างน้อย 1 บิต 1.5 บิต หรือ 2 บิต ซึ่งเป็นการแสดงว่าสิ้นสุดข้อมูลแล้ว

อุปกรณ์พิเศษได้รับการออกแบบมาสำหรับการรับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส เรียกว่า Universal Asynchronous Receiver / Transmitter หรือ UART อัตราความเร็วในการรับและส่งข้อมูลของการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสคือค่าบอดเรต ซึ่งก็คือจำนวนบิตต่อวินาทีที่ใช้ในการรับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่งข้อมูลบอดเรตมาตรฐาน ที่ใช้สำหรับพอร์ตอนุกรม RS-232 ได้แก่ 110, 150, 300, 600, 1200, 2400, 4800, 9600 และ 19200 บิตต่อวินาที และมีค่ามากขึ้นตามเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ซึ่ง การรับส่งแบบอนุกรมโดยไม่ผ่านโมเด็มอาจจะกำหนดค่าบอดเรตได้สูงถึง 115200 บิตต่อวินาที เนื่องจากบอดเรต คือจำนวนบิตของข้อมูลที่สามารถถ่ายทอดได้ภายใน 1 วินาที ยกตัวอย่าง ข้อมูลแบบอนุกรมถูกส่งในลักษณะ 8 บิต ไม่มีการตรวจสอบพาริตี มีบิตเริ่มต้น 1 บิต และบิตปิดท้าย 1 บิต ความยาวของข้อมูลที่รับส่งนี้เท่ากับ 10 บิต ถ้าใช้บอดเรตในการส่งข้อมูลเท่ากับ 9600 บิต ต่อวินาที ก็จะสามารถรับส่งข้อมูลด้วยความเร็ว 960 ไบต์ต่อวินาที และถ้ามีการใช้พาริตีความเร็ว ในการรับส่งจะเป็น 872 ไบต์ต่อวินาที

คอมพิวเตอร์ในรุ่น AT เกือบทั้งหมดจะใช้ UART เบอร์ 16450 และ 16550 ส่วนคอมพิวเตอร์ในรุ่น XT ใช้ UART เบอร์ 8250 UART ซีพเหล่านี้มีระดับเป็นแบบที่ทีแอล (0 และ +5 V) แต่เพื่อให้มีแรงดันตามมาตรฐาน RS - 232 และเพื่อให้การรับส่งข้อมูลสามารถทำได้ระยะทางไกลมากขึ้น ระดับแรงดันที่ทีแอลจะถูกแปลงเป็นระดับแรงดันที่สูงขึ้น โดย ลอจิก "0" มีระดับแรงดัน +3 V ถึง +12 V ในขณะที่ ลอจิก "1" มีระดับแรงดัน -3 V จนถึง -12 V

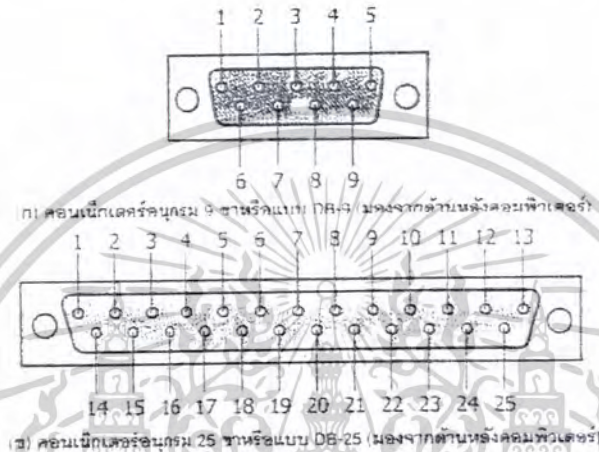
มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232

มาตรฐานการเชื่อมต่อแบบอนุกรม RS-232 เป็นมาตรฐานอุตสาหกรรมที่ออกแบบมา เพื่อใช้ในการส่งข้อมูลอนุกรมแบบอะซิงโครนัส 2 ทิศทาง โดยมาตรฐาน RS-232 ในอดีตนั้นถูก ออกแบบมาเพื่อการส่งผ่านข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังโมเด็มเพียงอย่างเดียว เพื่อที่จะนำข้อมูล จากโมเด็มนั้นสื่อสารผ่านสายโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์ อีกชุดซึ่งอยู่ไกลกัน โดยคณะกรรมการที่ เรียกว่า สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Electronic Industries Association: EIA) ได้วาง มาตรฐานที่มีชื่อเรียกกันว่า EIA RS-232 มาตรฐานนี้ในระยะแรกจะใช้คอนเน็กเตอร์เป็นแบบ DB-25 โดยกำหนดความยาวสูงสุดของสายสัญญาณไว้ที่ 50 ฟุต มีสัญญาณตั้งแต่ -3 ถึง -12 V แสดงว่ามีข้อมูล (Mark) และ +3 ถึง +12 V แสดงว่าเป็นช่องว่าง (Space)

มาตรฐาน RS-232 ได้กำหนดรูปแบบอุปกรณ์เชื่อมต่อข้อมูล (Data Terminal Equipment: DTE) กับวงจรข้อมูลปลายทาง (Data Circuit Terminating: DCE) ไว้ว่าอุปกรณ์ DTE จะต้องเป็นอุปกรณ์ที่มีการประมวลผลในตัวเช่น ไมโครคอนโทรลเลอร์ หรือ ไมโคร คอมพิวเตอร์ ซึ่งมีความสามารถในการสร้างบิตข้อมูลแบบอนุกรม ส่วนประกอบ DCE จะทำหน้าที่ เป็นเพียงตัวรับข้อมูลที่ส่งมาจาก DTE เท่านั้น โดยการรับส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ทั้งสอง จะ กระทำผ่านมาตรฐาน RS-232

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อแตกต่างของอุปกรณ์ DTE และ อุปกรณ์ DCE อย่างหนึ่งที่เราเห็นชัดก็คือ คอนเน็กเตอร์ของ DTE จะเป็นตัวเมีย ซึ่งพอร์ตอนุกรมของคอมพิวเตอร์ ที่ใช้กันอยู่ทั่วไปจะเป็นแบบ DTE ส่วนคอนเน็กเตอร์ที่อยู่ที่ไม่เต็มจะเป็นแบบ DCE สำหรับการใช้งานบนคอมพิวเตอร์ พอร์ตอนุกรม RS-232 มักถูกใช้เชื่อมต่อกับโมเด็ม หรือเมาส์



รูปที่ 3 แสดงรูปคอนเน็กเตอร์

โดยสามารถรับส่งข้อมูลได้ที่ความยาวของสายสัญญาณสูงสุดถึง 20 ฟุต คอนเน็กเตอร์สำหรับ RS-232 และการเชื่อมต่อมาตรฐานการเชื่อมต่อแบบ RS-232 จะใช้คอนเน็กแบบ DB-25 ตัวผู้หรือ DB-9 ตัวผู้ ซึ่งคอนเน็กเตอร์แบบ DB-25 จะมีขาต่อใช้งานเพียง 9 เส้น เช่นเดียวกับคอนเน็กเตอร์แบบ DB-9 เนื่องจากขาอื่นๆ ที่เคยใช้ในอดีต ปัจจุบันมีการใช้งานไม่มากนัก จึงถูกยกเลิกไป

2.1.3 มาตรฐานพอร์ตอนุกรมแบบ RS-485

นอกจาก RS232 แล้วยังมีมาตรฐาน RS123, RS422, RS423 และ RS485 อีก เราสนใจใช้ RS485 เนื่องจากสามารถมีตัวรับได้มากกว่า 1 ตัว สามารถรับส่งสัญญาณได้ไกล และมีความเร็วสูงกว่า RS232 โดย RS485 จะใช้ address ที่ตัวส่งๆไปจะไม่รับข้อมูลใดๆ ทำให้ RS485 สามารถมีได้ถึง 32 ตัวส่งและ 32 ตัวรับ แต่จะเป็นการสื่อสารแบบ half-duplex คือจะส่งหรือรับได้เพียงอย่างเดียว ณ เวลาเดียวกันจะเหมาะในการใช้ติดต่อในระบบของ Solar server ซึ่งมี 3 ส่วนใหญ่ๆมากกว่า RS232 และ RS232 สามารถติดต่อได้เพียง 1 ตัวส่งและ 1 ตัวรับเท่านั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS - 485 (EIA / TIA - 485)พื้นฐานระบบการส่งผ่านข้อมูล

RS - 485 half duplex และ RS - 422 full duplex ทั้ง2ชนิดเป็นมาตรฐานการส่งข้อมูลของพอร์ตอนุกรม โดย มาตรฐาน RS - 485 ถูกพัฒนาอย่างร่วมกันโดยสองค้าขายสมาคม: สมาคมอุตสาหกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (EIA) และสมาคมอุตสาหกรรมการติดต่อสื่อสาร (TIA). ทั้งหมดที่ติดป้ายมาตรฐานของมันกับคำเสริมหน้า " RS " (recommend standard). วิศวกรจำนวนมากมายดำเนินต่อไปเพื่อใช้การตั้งนี้, แต่ EIA / TIA ได้แทนที่ " RS " อย่างเป็นทางการเพื่อจะช่วยเหลือแห่งกำเนิดของมาตรฐานของมัน. วันนี้, การขยายต่างๆของ RS - 485 มาตรฐานถูกนำไปประยุกต์ใช้ อย่างหลากหลายมากมาย

มาตรฐาน RS - 485 และ RS - 422 มีความคล้ายคลึงกันมาก, และมักทำให้สับสน. ตารางข้างล่างนี้จะแสดงถึงข้อเปรียบเทียบของ RS - 485 และ RS - 422

ตารางที่ 1 เปรียบเทียบมาตรฐาน RS-485 และ RS-422

	RS-422	RS-485
Mode of operation	Differential	Differential
Allowed no. of Tx and Rx	1 Tx, 10 Rx	32 Tx 32 Rx
Maximum cable length	4000ft length	4000ft length
Maximum data rate	10Mbps	10Mbps
Minimum driver output range	2V	1.5V
Maximum driver output range	5V	5V
Maximum driver short-circuit current	150mA	250mA
Tx load impedance	100	54
Rx input sensitivity	200mV	200mV
Maximum Rx input resistance	4k	12K
Rx input voltage range	7V	-7V to +12V
Rx logic high	>200mV	>200mV
Rx logic low	<200mV	<200mV

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RS-485 เป็นการส่งผ่านข้อมูลแบบ 2 ทาง half duplex ในมาตรฐาน EIA/TIA เท่านั้นที่จะมีตัวรับมากกว่า 1 ตัว โดยใช้สายสัญญาณจากตัวส่งเส้นเดียวกัน ส่วน EIA/TIA-422 เป็นการส่งผ่านข้อมูลทางเดียว โดยมีตัวรับมากกว่า 1 ตัว. EIA/TIA-485 นั้นถูกพัฒนาจาก EIA/TIA-422 ทำให้ไม่สามารถใช้ EIA/TIA-422 แทนในระบบของ EIA/TIA-485 ได้ แต่สามารถใช้ EIA/TIA-485 แทนในระบบของ EIA/TIA-422 ได้

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบคุณสมบัติมาตรฐานของพอร์ตอนุกรมแบบต่างๆ

SPECIFICATIONS		RS232	RS423	RS422	RS485
Mode of Operation		SINGLE -ENDED	SINGLE -ENDED	DIFFEREN TIAL	DIFFEREN TIAL
Total Number of Drivers and Receivers on One Line (One driver active at a time for RS485 networks)		1 DRIVER 1 RECVR	1 DRIVER 10 RECVR	1 DRIVER 10 RECVR	32 DRIVER 32 RECVR
Maximum Cable Length		50 FT.	4000 FT.	4000 FT.	4000 FT.
Maximum Data Rate (40ft. – 4000ft. for RS422/RS485)		20kb/s	100kb/s	10Mb/s- 100Kb/s	10Mb/s- 100Kb/s
Maximum Driver Output Voltage		+/-25V	+/-6V	-0.25V to +6V	-7V to +12V
Driver Output Signal Level (Loaded Min.)	Loaded	+/-5V to +/-15V	+/-3.6V	+/-2.0V	+/-1.5V
Driver Output Signal Level (Unloaded Max)	Unloaded	+/-25V	+/-6V	+/-6V	+/-6V
Driver Load Impedance (Ohms)		3k to 7k	>=450	100	54
Max. Driver Current in High Z State	Power On	N/A	N/A	N/A	+/-100uA
Max. Driver Current in High Z State	Power Off	+/-6mA @ +/-2v	+/-100uA	+/-100uA	+/-100uA
Slew Rate (Max.)		30V/uS	Adjustable	N/A	N/A
Receiver Input Voltage Range		+/-15V	+/-12V	-10V to +10V	-7V to +12V
Receiver Input Sensitivity		+/-3V	+/-200mV	+/-200mV	+/-200mV
Receiver Input Resistance (Ohms), (1 Standard Load for RS485)		3k to 7k	4k min.	4k min.	>=12k

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่พอร์ตอนุกรมของ PC เป็นมาตรฐาน RS232 จึงต้องทำการแปลงจาก RS232 ให้เป็น RS485 ซึ่งจะทำให้สามารถควบคุมตัวรับได้มากกว่า 1 ตัว คุณสมบัติของ RS232, RS423, RS422 และ RS485 จะแสดงในตารางข้างล่างนี้

UART

UART มาจากคำว่า Universal Asynchronous Receiver Transmitter ซึ่งหมายถึง อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่รับและส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสนั่นเอง สำหรับการสื่อสารอนุกรมบน คอมพิวเตอร์ แล้ว UART ถือว่าเป็นหัวใจสำคัญของการสื่อสารแบบอนุกรม หน้าที่หลักของ UART คือทำหน้าที่แปลงข้อมูลที่อยู่ในแบบขนานจากคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปแบบของแบบอะซิงโครนัส แล้วส่งออกไป และทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนุกรมแบบอะซิงโครนัสที่ป้อนเข้ามายัง UART ให้เป็นแบบขนานก่อนที่จะส่งเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ซึ่งนอกจาก UART จะส่งข้อมูลไปยังคอมพิวเตอร์ แล้ว ยังแจ้งข้อมูลอื่นๆ ให้คอมพิวเตอร์รับทราบด้วยเช่น อัตราเร็วในการรับส่งข้อมูล (บอดเรต) รูปแบบการส่งข้อมูล ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างการถ่ายถอดข้อมูล (ผิดพลาดจากพาริตี, เฟรม ข้อมูล, โอเวอร์รัน) เป็นต้น

ภายใน UART จะมีส่วนของวงจรถอดเรตแบบโปรแกรมได้ (Programmable Baudrate Generator) โดยการกำหนดค่าตัวหารให้กับสัญญาณนาฬิกาของ UART โดยตัวหารนี้มีขนาด 16 บิต ดังนั้นจึงสามารถกำหนดตัวหารอยู่ในช่วง 1-65,535 UART สามารถรับส่งข้อมูลได้ทั้งแบบ ฮาล์ฟดูเพล็กซ์ (Half Duplex) และฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) โดยการส่งแบบฮาล์ฟดูเพล็กซ์เป็นการส่งแบบทิศทางเดียว ส่วนการส่งแบบฟูลดูเพล็กซ์นั้นสามารถรับและส่งได้ในคราวเดียวกัน

2.2 ส่วนของเครื่องวัดความเร็วลม

จากความต้องการที่จะศึกษาสภาพอากาศบริเวณของเซลล์แสงอาทิตย์ ในส่วนของความเร็วลมเราจะทำการศึกษาถึงทฤษฎีของเครื่องวัดความเร็วลมที่ใช้กันทั่วไปก่อนก็คือตัว Anemometer

ทฤษฎีเครื่องวัดความเร็วลม

Anemometer เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดความเร็วของของไหลของอากาศ เราสามารถพบเห็น anemometer มาหลายชนิด ตัวอย่างเช่น pitot-tube จะใช้การวัดความเร็วจากกระลอกคลื่นที่ผ่านเข้าไปในแทงทรงกระบอก, hot-wire anemometer จะนำเข้ามาใช้ในการตรวจจับความเร็วลมที่เปลี่ยนแปลงไม่คงที่ที่เกิดมาจากการไหลของอากาศที่แปรปรวน แต่เราจะเน้นไปที่ anemometer แบบการหมุนของ cup anemometer โดยจะเป็นเครื่องมือที่พบได้บ่อยในการนำมาใช้ในการวัดความเร็วลม โดยจะประกอบด้วย cup 3 หรือ 4 ถ้วยตรงบริเวณปลายของแกนในแนวราบที่หมุนด้วยแรงเสียดทานน้อยกับแกนกลางของ anemometer

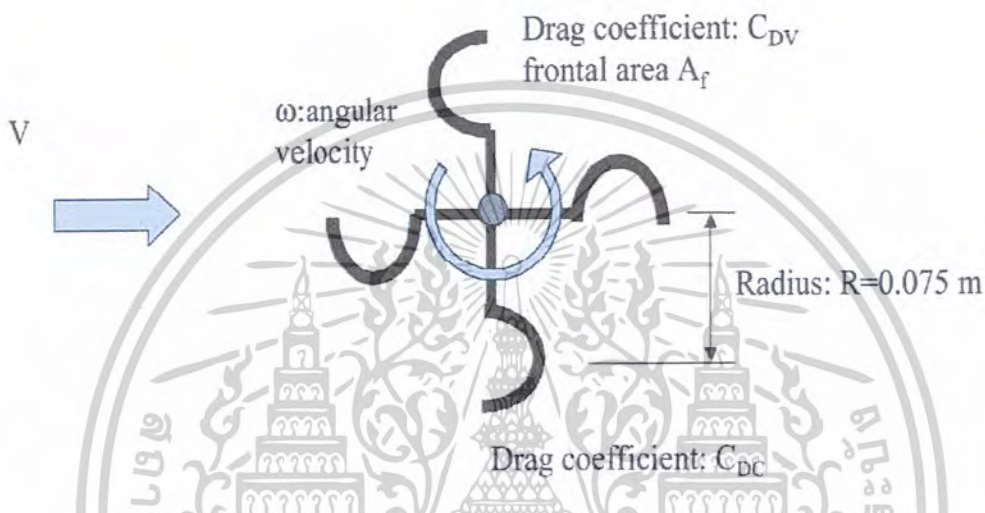


รูปที่ 4 แสดงเครื่องวัดความเร็วลมแบบ 4-cup anemometer

โดย Cup-anemometer แบบ 3 ถ้วยกับ 4 ถ้วย จะแตกต่างกันตรงที่ cup-anemometer แบบ 3 ถ้วย จะมีมุมรับลมมากกว่า cup-anemometer แบบ 4 ถ้วย ทำให้ cup-anemometer แบบ 3 ถ้วยรับลมที่มีความเร็วต่างๆได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย Anemometer จะมีการหมุนในกรณีที่มีการไหลของอากาศ ซึ่งบริเวณผิวส่วนเว้าของถ้วยจะมีค่าความต้านทานอากาศมากกว่าบริเวณผิวโค้งนูนของถ้วย ดังนั้นจะทำให้เครื่องวัดความเร็วลมเกิดการเสียสมดุลย์ทางโมเมนตัมด้วยการค่าที่เกี่ยวข้องกับแกนกลางและแรงการหมุนของถ้วย ภายใต้การไหลของอากาศที่คงที่จะทำให้ความเร็วในการหมุนของเครื่องวัดความเร็วลมสัมพันธ์กับความเร็วของอากาศ โดยมีค่าเท่ากับ $V = f(\omega)$



รูปที่ 5 แสดงการทำงานของเครื่องวัดความเร็วลมเมื่อมีอากาศผ่านเข้ามาด้วยความเร็ว V

ถ้าให้เครื่องวัดความเร็วลมมี 2 ถ้วยเมื่อมีการไหลของอากาศเข้ามาสัมผัสกับที่ผิวของถ้วยแล้วเกิดการเสียสมดุลย์ทางโมเมนตัม โดยเราจะไม่คิดแรงเสียดทานของแรงหมุนจะได้

a) วัดทอร์กเนื่องจากการเสียสมดุลย์ของโมเมนตัมที่กระทำที่แกนกลางของการหมุนที่ความเร็วในการหมุนของเครื่องวัดความเร็วลมจะได้ ω

b) ในกรณีการหมุนคงที่จะทำให้ทอร์กจะมีค่าเท่ากับศูนย์ วัดค่าความเร็วลม V โดยความสัมพันธ์ของความเร็วในการหมุน (ω), รัศมีของแกนหมุน (R), และสัมประสิทธิ์ของอัตราการผลิตการหมุน ($\alpha = C_{DC}/C_{DV}$)

โดยความเร็วในการหมุนของเครื่องวัดความเร็วแบบ cup จะมีความสอดคล้องกับความเร็วมดดังนี้

-ความเร็วในการหมุนของเครื่องวัดความเร็วลม ($\omega = 2\pi f_s$) จะวัดโดยใช้เครื่อง electronic stroboscope ถ้าคาบของความถี่ที่แกว่ง (f_s) ของ stobe จะเข้ากับความถี่ในการหมุนของเครื่องวัดความเร็วลม ($f_s = Nf_r$, โดย N จะเป็นจำนวนเท่าของความถี่ของการหมุน)

จากทฤษฎีข้างต้นของเครื่องวัดความเร็วลมเราสามารถที่จะเอาข้อมูลของ Cup-anemometer ซึ่งอยู่ในรูปของความถี่ส่งผ่านเข้าไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยไมโครคอนโทรลเลอร์ของเราจะเป็นตัวแปลงข้อมูลให้อยู่ในรูปของความเร็วลมได้โดยเขียนโปรแกรมคำนวณค่าความเร็วลมจากทฤษฎีข้างต้น โดยเราจะวัดค่าความเร็วลมประมาณทุกๆ 5 นาที แล้วส่งข้อมูลที่ไมโครคอนโทรลเลอร์แปลงได้ผ่านพอร์ตไปยัง RS485 แล้วผ่านเข้าไปยัง server



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ส่วนการคอนโทรลระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์

เนื่องจากในโครงการนี้เราต้องการให้เซลล์แสงอาทิตย์มีกำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าสูงสุด ดังนั้นเราจะศึกษา Solar declination เพื่อที่จะหมุมระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์ให้มีกำลังผลิตสูงสุด

Solar Declination

ระนาบการหมุนของแกนโลกเอียง 23.5 องศาจากระนาบของวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ โดยจะเอียงแบบนี้ตลอดทั้งปี ทำให้เกิดฤดูกาลขณะที่ซีกโลกเหนือและซีกโลกใต้หันหน้าเข้าและออกจากดวงอาทิตย์



รูปที่ 6 แสดง The earth's seasons

จุดที่กำหนดให้ในวงโคจรของโลก ดวงอาทิตย์จะปรากฏข้างบนโดยตรงที่ Latitude โดยเป็นแนวจาก 23.5 องศาเหนือ ถึง 23.5 องศาใต้ ความลาดเอียงของดวงอาทิตย์ (Declination of the sun) เป็นมุมที่เหมือนกับ Latitude

รูปที่ 7 แสดง Solar Declination

Solar Declination นี้จะแปรผันแบบ Sinusoidal ตลอดทั้งปี จุดที่มี Solar Declination มากที่สุด ซีกโลกเหนือจะเป็นหน้าร้อน และซีกโลกใต้จะเป็นหน้าหนาว และในทำนองเดียวกัน สำหรับจุดที่มี Solar Declination ทางใต้มีค่ามากที่สุด, ฤดูใบไม้ผลิและฤดูใบไม้ร่วง Solar Declination ของดวงอาทิตย์จะเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 แสดง Solar Declination variation during the year.

Solar Declination สามารถหาได้จากสมการ

$$\delta = 23.45 * \sin [360 / 365 * (284 + \text{day of year})]$$

(angular measurements are in degrees)

โดยสมการนี้มาจาก

Day angle:

$$\tau_d = \frac{2\pi(J-1)}{365} \text{ radians}$$

Solar declination :

$$\delta_s = 0.006918 - 0.399912 \cos \tau_d + 0.070257 \sin \tau_d - 0.006758 \cos 2\tau_d + 0.000907 \sin 2\tau_d - 0.002697 \cos 3\tau_d + 0.001480 \sin 3\tau_d \text{ radians}$$

คำศัพท์ต่างๆต่อไปนี้และทฤษฎี Same-side Theorem มีความสำคัญในการที่จะคำนวณ

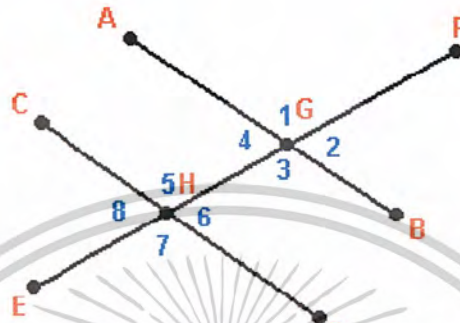
หา Solar Declination และแนวทางการตกกระทบของรังสีของดวงอาทิตย์ที่ผิวโลก

1. Horizon (เส้นขอบฟ้า) เป็นแนวราบขนานกับพื้นดินนับจากจุดที่ผู้สังเกตยืนอยู่แผ่ออกไปเรื่อยๆ ไม่สิ้นสุด
2. Altitude (A) คือมุมของดวงอาทิตย์เหนือเส้นขอบฟ้า(Horizon) ซึ่งอยู่เหนือเส้นขอบฟ้า(Horizon) ทั้งเหนือและใต้
3. Zenith (Z) คือ แนวทางการตกกระทบของรังสีของดวงอาทิตย์ที่ผิวโลก มีค่าเท่ากับ 90-A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Declination (D) เป็นเส้นรุ้ง ที่ซึ่งดวงอาทิตย์จะปรากฏข้างบนโดยตรงที่ Latitude โดยเป็นแนว จาก 23.5 องศาเหนือ ถึง 23.5 องศาใต้
5. Latitude (L) เป็นตำแหน่งที่ผู้สังเกตอยู่

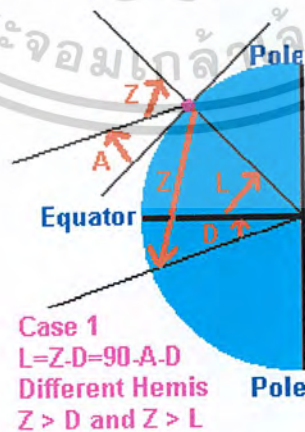


รูปที่ 9 แสดง ทฤษฎี Same-side

จากรูป 6 เส้นตรง AB และเส้นตรง CD ขนานกันและตัดกับเส้นตรง EF ที่จุด G และ H ตามลำดับ ทำให้เกิดชุดของมุมที่เหมือนกัน 2 ชุดคือ 1,3,5 และ 7 กับ 2,4,6 และ 8 ด้วยเหตุที่มุมที่อยู่ตรงข้ามกัน(เช่น 1 กับ 3) เท่ากัน และ มุมที่อยู่ทางด้านเดียวกันของเส้นขนาน (เช่น 3 กับ 7) เท่ากัน

โดยการหา Solar Declination และแนวทางการตกกระทบของรังสีของดวงอาทิตย์ที่ผิวโลก สามารถหาได้โดยแบ่งเป็น 3 กรณีดังนี้

กรณีที่ 1 Declination ของดวงอาทิตย์ และผู้สังเกตอยู่คนละซีกโลก

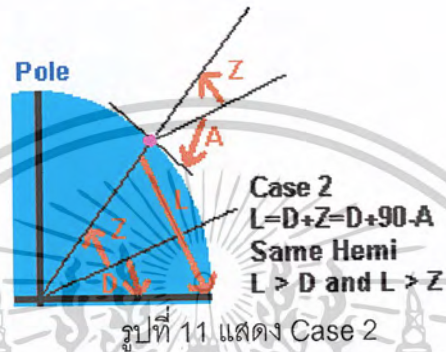


รูปที่ 10 แสดง Case 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

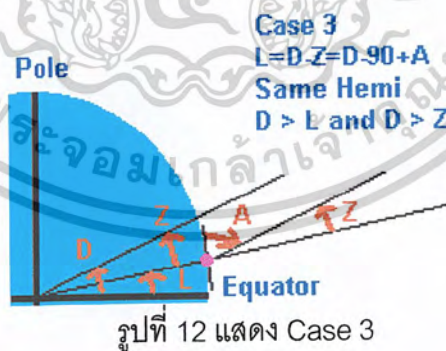
- Z เป็นผลรวมของ D และ L (จาก SS (Same-side) Theorem)
- เพราะฉะนั้น Z จะมีค่ามากกว่า D และ L

กรณีที่ 2 Declination ของดวงอาทิตย์และผู้สังเกตอยู่ที่ซีกโลกเดียวกัน และผู้สังเกตอยู่ห่างกับเส้นศูนย์สูตรมากกว่า Declination ของดวงอาทิตย์



- L เป็นผลรวมของ D และ Z (จาก SS (Same-side) Theorem)
- เพราะฉะนั้น L จะมีค่ามากกว่า D และ Z

กรณีที่ 3 Declination ของดวงอาทิตย์และผู้สังเกตอยู่ที่ซีกโลกเดียวกัน และผู้สังเกตอยู่ใกล้กับเส้นศูนย์สูตรมากกว่า Declination ของดวงอาทิตย์



- D เป็นผลรวมของ L และ Z (จาก SS (Same-side) Theorem)
- เพราะฉะนั้น D จะมีค่ามากกว่า L และ Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

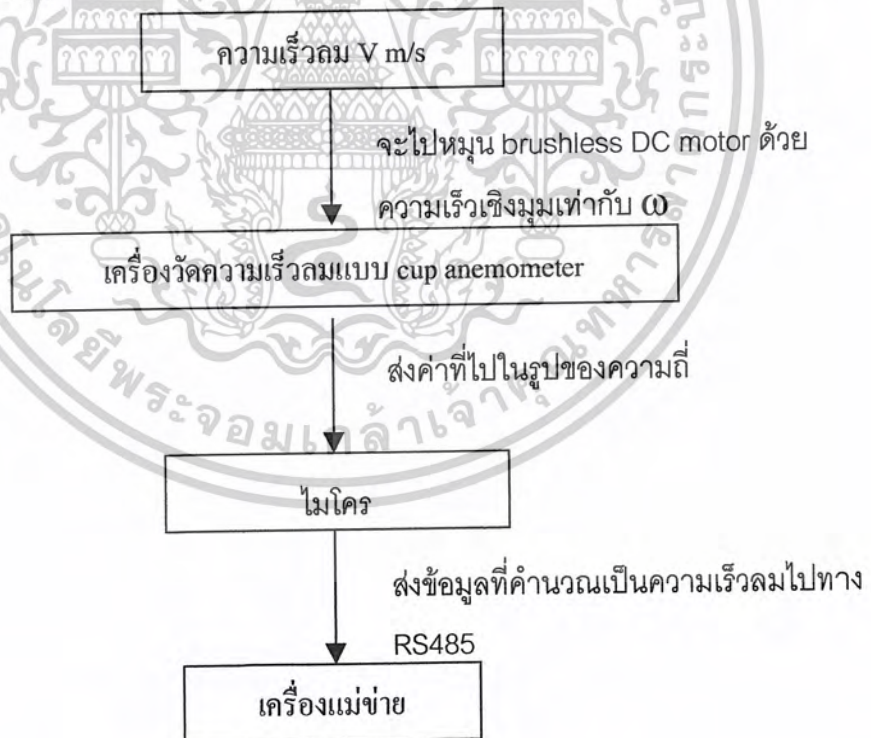
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 วิธีการดำเนินงานและรวบรวมข้อมูลต่างๆ

3.1.1 ส่วนของเครื่องวัดความเร็วลม

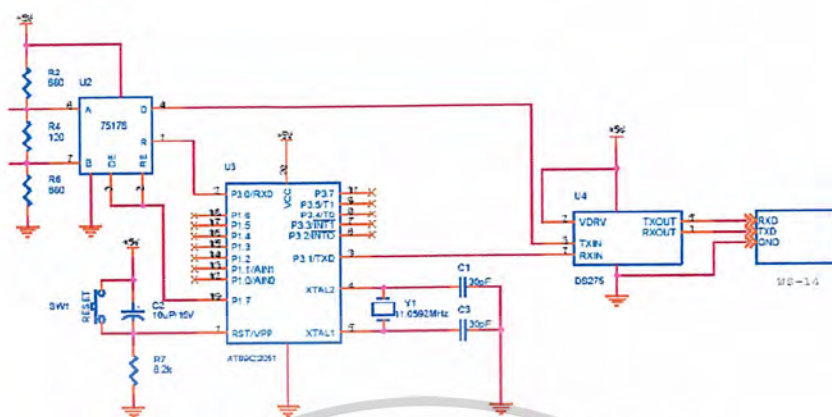
ส่วนการทำงานของฮาร์ดแวร์ของเครื่องวัดความเร็วลม

เมื่อมีลมซึ่งมีความเร็วลม V ผ่านเครื่องวัดความเร็วลมจะทำให้แกนของเครื่องวัดที่เป็นถ้วยหมุนด้วยความเร็วเชิงมุม ω จะทำให้ bearing ซึ่งเป็นตัวแกนที่ต่อกับแกนหมุนของถ้วยหมุนตาม เมื่อมีการหมุนของ bearing จะทำให้เกิดความถี่ออกมา เราจะนำความถี่ที่ได้จากการหมุนด้วยความเร็วลมต่างๆ นำมาใช้ในการแสดงค่าความเร็วลมที่วัด โดยจะผ่านเข้าไปในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นส่วนในการประมวลผล โดยให้ความถี่ที่เราวัดได้ผ่านเข้าทางอินเทอร์รัพท์เพื่อจะไปวัดความถี่ที่เราได้แปลงเป็นหน่วยความเร็วลมจากโปรแกรมที่เราเขียนแล้วอัดไว้ผ่านในไมโครคอนโทรลเลอร์ และส่งผ่านข้อมูลไปยังเครื่องแม่ข่ายโดยใช้การติดต่อผ่าน RS485 โดยแสดงขั้นตอนต่างๆในโฟลชาร์ท



รูปที่ 13 โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของเครื่องวัดความเร็วลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



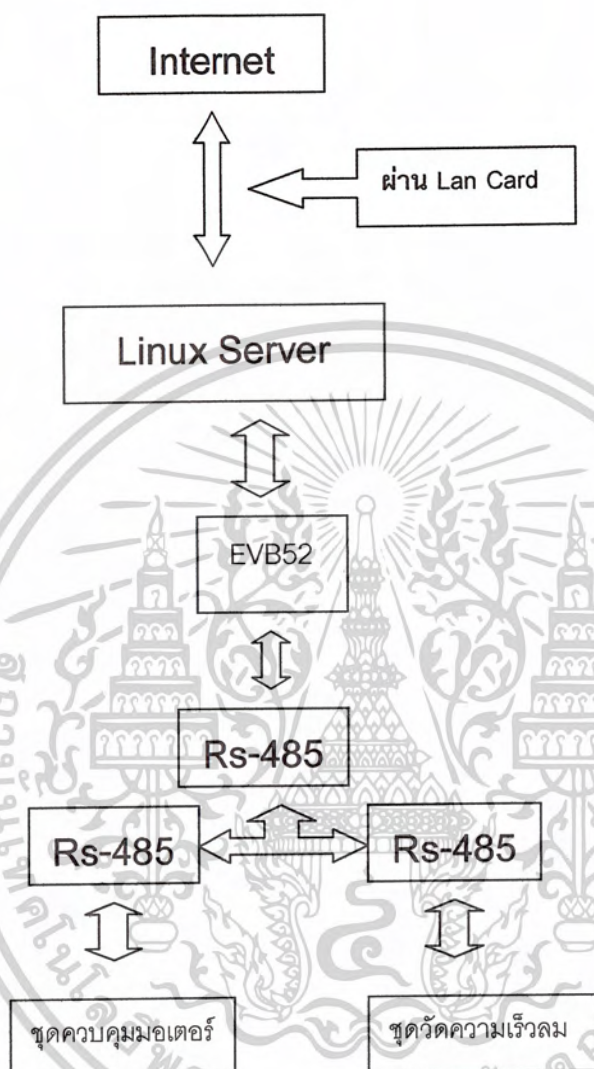
รูป 14 รูปแสดงวงจรรับ-ส่งค่าความเร็วลมโดยต่อเข้ากับ Weather station

จากรูปวงจรด้านบน จะมีหลักการทำงานโดยเริ่มจากการส่งการจาก Server สั่งให้ส่งข้อมูลกลับมาโดยส่งสัญญาณมาทาง RS232 ทางสาย RXD ส่งมาให้ microcontroller ที่ทำหน้าที่เป็นตัวควบคุมการส่งการรับ-ส่งข้อมูล โดยรับสัญญาณที่มาจาก server ทาง port RXD จากนั้น microcontroller ก็จะเริ่มการทำงานจะส่งสัญญาณไปบอก Weather Station ซึ่งเป็นตัวอ่านข้อมูลต่างๆ (ความเร็วลม) ให้ส่งข้อมูลไปที่ server โดยผ่าน port TXD ไปยัง DS275 และส่งต่อไปที่ Weather Station14 เมื่อ Weather Station ได้รับการส่งการจาก microcontroller แล้วก็จะส่งข้อมูลที่วัดได้ในขณะนั้นไปให้ server โดยออกทางสาย TXD ไปที่ RS485 แล้วก็จะส่งต่อไปยัง server ต่อไป

ในส่วนของ Program ในการส่งการ

เนื่องจากที่ WS14 จะมีโปรแกรมที่เรียกใช้ได้จากการกด keyboard เราจะเรียกใช้จาก program ได้เราจะต้องส่งรหัส ASCII ที่มีค่าเดียวกับการกดข้อมูล

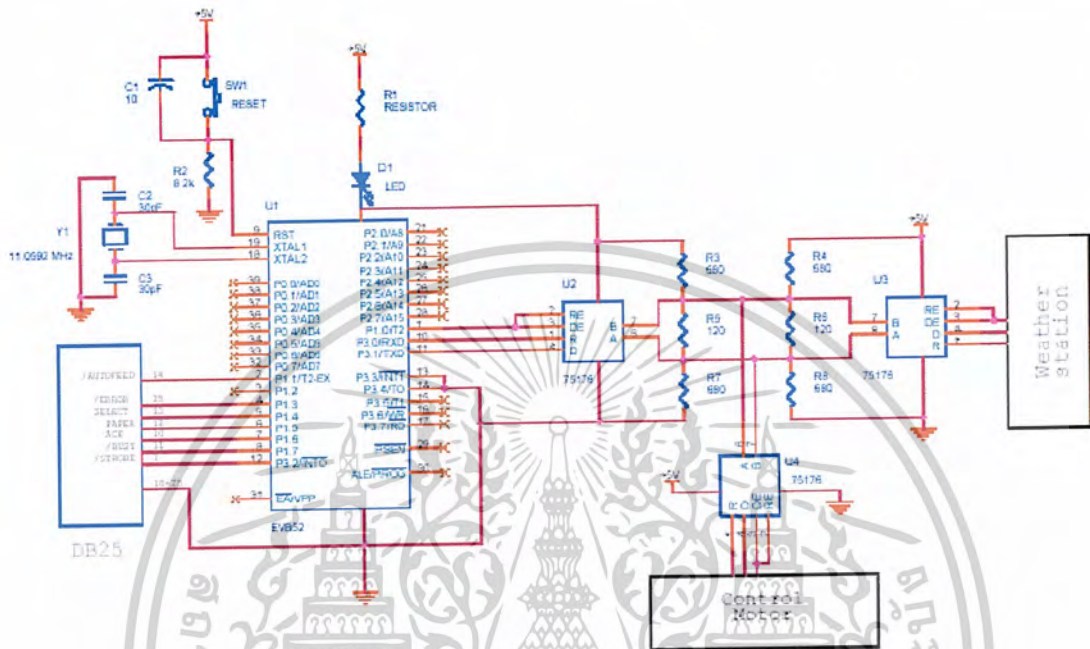
3.1.2 ส่วนของเครื่องแม่ข่าย



รูป15 โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของserver ที่ต่อเข้ากับชุดควบคุมมอเตอร์และชุดวัดความเร็วลม

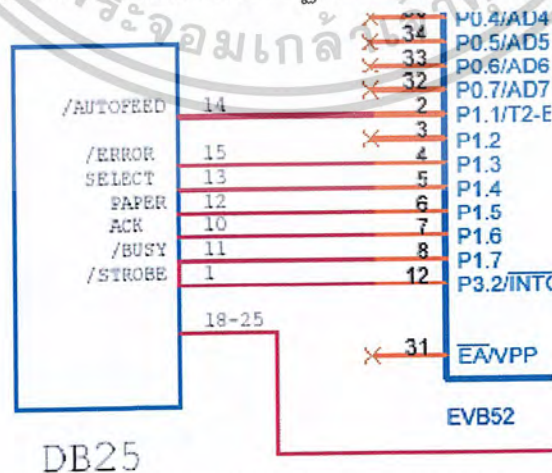
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วน Solar server ดังที่กล่าวมา นอกจากจะทำหน้าที่เป็น web server แล้วยังทำหน้าที่ติดต่อไปยัง Anemometer และ motor ผ่านทาง port ขนาน



รูปที่ 16 วงจรรวมของระบบการเชื่อมต่อ

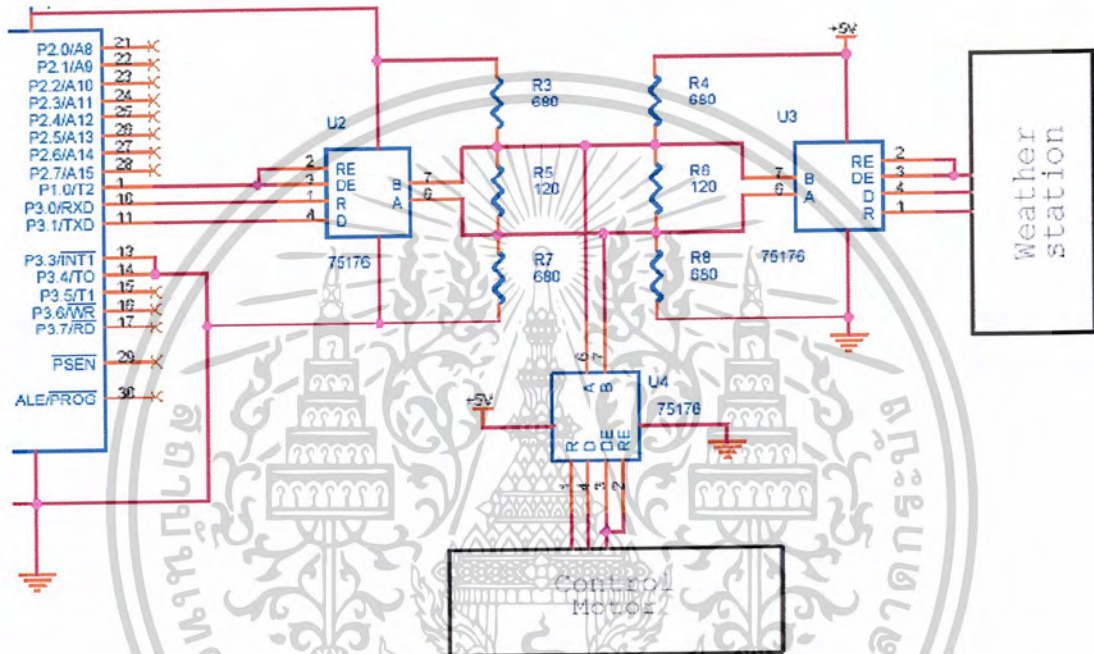
เป็นการส่งข้อมูลที่ละ 4 bit หรือที่ละ nibble เข้าไปยัง port ขนานโดยดึง busy ลง 0 เสร็จแล้วส่ง data ไปออกแล้วส่ง strobe เพื่อบอกว่ารับเสร็จแล้วซึ่งเอาใช้ Board EVB52 เป็น buffer ข้อมูลที่มาจาก motor และ anemometer ซึ่งทั้ง 2 ตัวนี้ก็จะส่งกันตามมาตรฐานพอร์ตอนุกรมหรือ RS232 แต่เนื่องจาก RS232 ส่งได้ไม่ไกลจึงแปลงเป็นมาตรฐาน RS485 ส่งออกไป 2 สายดังรูป



รูปที่ 17 แสดงวงจรเชื่อมต่อบอร์ดEvb52กับServer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งเราใช้ chip 75176 โดยมีขา control การส่ง 2 ขา เรา short กันทำให้ mode ส่งเมื่อ logic 1 และ mode รับ เมื่อ logic 0 โดยมีตัวส่ง 1 ตัว และตัวอื่นเป็นตัวรับ ถ้าไม่ใช่ address ของตัวเองก็จะไม่สนใจ ส่วนตัวที่ address ตรงก็จะส่งข้อมูลกลับมา data ทั้งหมดเข้าสู่ com จะถูกเขียนลง Text file และใช้ cgi นำขึ้นไปแสดงผล เมื่อได้รับการร้องขอ



รูปที่ 18 แสดงระบบของRS-485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 ส่วนของเซลล์แสงอาทิตย์

-ศึกษาวิธีการหาและคำนวณมุมที่ตกกระทบของแสงอาทิตย์ที่ทำต่อระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละวันตลอดทั้งปีบริเวณกรุงเทพฯ โดยค่าที่ได้แสดงได้โดยตารางข้างล่างนี้ ตารางที่ 3 แสดงค่ามุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ที่ทำต่อระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละวันตลอดทั้งปีบริเวณกรุงเทพฯ

Date	Jan	Feb	Mar	April	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
1	38S	32S	23S	10S	0	7N	8N	2N	7S	19S	30S	37S
2	37S	32S	22S	10S	0	7N	8N	2N	7S	19S	30S	37S
3	37S	31S	22S	10S	0	7N	8N	2N	8S	20S	31S	37S
4	37S	31S	22S	9S	0	7N	7N	2N	8S	20S	31S	37S
5	37S	31S	21S	9S	1N	7N	7N	1N	8S	20S	31S	37S
6	37S	31S	21S	8S	1N	7N	7N	1N	9S	21S	31S	37S
7	37S	30S	20S	8S	1N	7N	7N	1N	9S	21S	32S	37S
8	37S	30S	20S	8S	2N	7N	7N	0	10S	22S	32S	37S
9	37S	30S	20S	7S	2N	7N	7N	0	10S	22S	32S	38S
10	37S	29S	19S	7S	2N	8N	7N	0	10S	22S	33S	38S
11	36S	29S	19S	7S	2N	8N	7N	0	11S	23S	33S	38S
12	36S	29S	18S	6S	3N	8N	6N	0	11S	23S	33S	38S
13	36S	28S	18S	6S	3N	8N	6N	0	12S	23S	33S	38S
14	36S	28S	18S	5S	3N	8N	6N	0	12S	24S	34S	38S
15	36S	28S	17S	5S	3N	8N	6N	1S	12S	24S	34S	38S
16	36S	27S	17S	5S	4N	8N	6N	1S	13S	25S	34S	38S
17	35S	27S	16S	4S	4N	8N	6N	1S	13S	25S	34S	38S
18	35S	27S	16S	4S	4N	8N	6N	2S	14S	25S	34S	38S
19	35S	26S	16S	4S	4N	8N	5N	2S	14S	26S	35S	38S
20	35S	26S	15S	3S	5N	8N	5N	2S	14S	26S	35S	38S

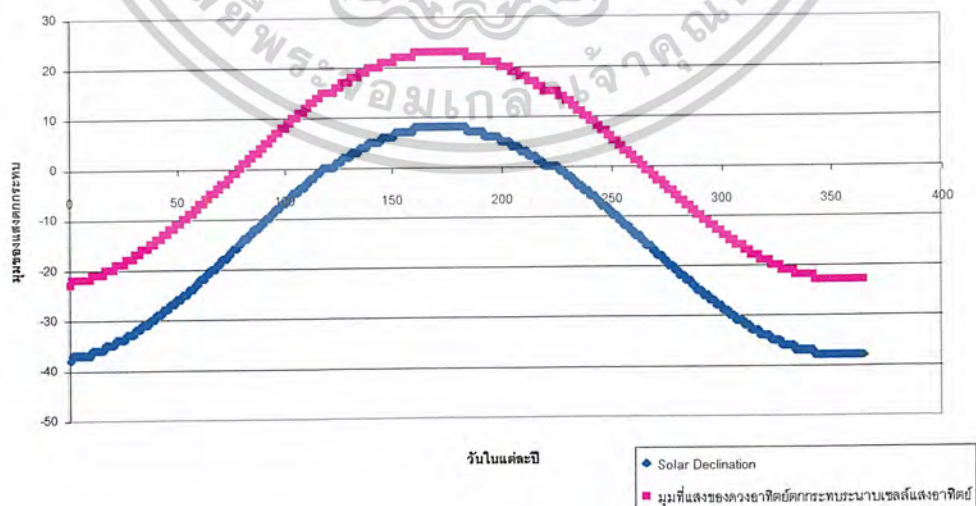
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3 ต่อ) แสดงค่ามุมตกกระทบของแสงอาทิตย์ที่ทำต่อระนาบของเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละวันตลอดทั้งปีบริเวณกรุงเทพฯ

Date	Jan	Feb	Mar	April	May	Jun	July	Aug	Sep	Oct	Nov	Dec
21	35S	26S	15S	3S	5N	8N	5N	3S	15S	26S	35S	38S
22	34S	25S	14S	2S	5N	8N	5N	3S	15S	27S	35S	38S
23	34S	25S	14S	2S	5N	8N	5N	4S	16S	27S	35S	38S
24	34S	25S	14S	2S	5N	8N	4N	4S	16S	27S	36S	38S
25	34S	24S	13S	1S	5N	8N	4N	4S	16S	28S	36S	38S
26	34S	24S	13S	1S	6N	8N	4N	5S	17S	28S	36S	38S
27	33S	24S	12S	1S	6N	8N	4N	5S	17S	28S	36S	38S
28	33S	23S	12S	0	6N	8N	3N	5S	18S	29S	36S	38S
29	33S	-	12S	0	6N	8N	3N	6S	18S	29S	36S	38S
30	33S	-	11S	0	6N	8N	3N	6S	18S	29S	37S	38S
31	32S	-	11S	-	6N	-	3N	6S	-	30S	-	38S
Ave	35.35 S	27.78 S	16.80 S	4.9S	3.38N	7.7N	5.64N	1.58S	12.6S	24.45S	33.66S	37.74S

*หมายเหตุ S = south, N = north

กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่ามุมของแสงตกกระทบที่ทำต่อระนาบและ Solar Declination ในแต่ละวันตลอดทั้งปี



รูป 19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ของมุมตกกระทบและความเข้มแสงสูงสุดในแต่ละวันในรอบปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

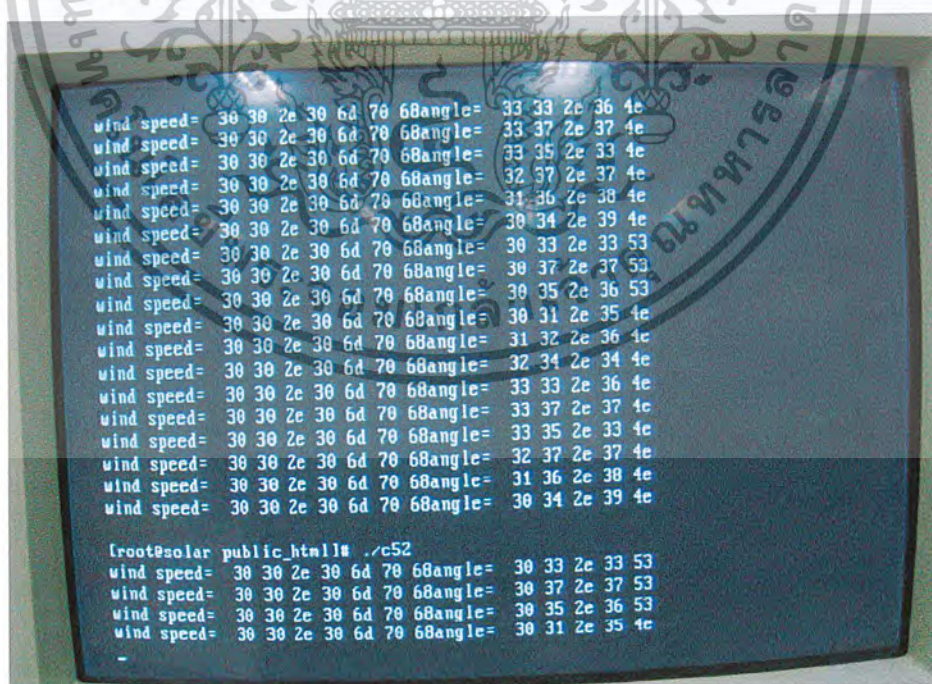
บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์

โซลาร์เซิร์ฟเวอร์จะมีส่วนประกอบอยู่ 3 ส่วนด้วยกัน ได้แก่ ส่วนเซิร์ฟเวอร์, ส่วนชุดควบคุมมอเตอร์ และส่วนชุดวัดความเร็วลม ซึ่งส่วนชุดควบคุมมอเตอร์ และส่วนชุดวัดความเร็วลมจะส่งข้อมูลมาที่ส่วนเซิร์ฟเวอร์ ซึ่งข้อมูลจาก ชุดควบคุมมอเตอร์และชุดวัดความเร็วลมจะรับส่งข้อมูลผ่าน บอร์ดEV52เพื่อกรองข้อมูลและส่งผ่านเข้าLinuxทางพอร์ตขนานเก็บเข้าเป็นไฟล์ข้อมูล หลังจากนั้น Apacheจะทำหน้าที่เปิดไฟล์ข้อมูลนั้นเพื่อนำไปแสดงผล เมื่อมีการเรียกหาข้อมูลผ่านทาง network และreloadค่าใหม่ทุกๆ30วินาที จากการแทรกJAVA Scribe

4.1 ผลจากส่วนเซิร์ฟเวอร์

ในส่วนเซิร์ฟเวอร์นี้ได้มีการเชื่อมต่อสื่อสารอยู่ 2 แบบ คือ ทางพอร์ตขนาน และพอร์ตอนุกรม ในทางพอร์ตอนุกรมจะรับส่งข้อมูลทาง RS232 แล้วแปลงผ่าน RS485 ซึ่งเป็น half-duplex โดยใช้ chip เบอร์ 75176เพื่อให้รับ-ส่งข้อมูลได้ไกลขึ้น และรับส่งได้ทีละหลายๆตัว ซึ่งจะมีข้อมูลจากส่วนชุดวัดความเร็วลมเข้ามายังบอร์ด EVB-52 ได้ผลดังรูปข้างล่าง รูปที่ 20 รูปหน้าจอ มอนิเตอร์ที่แสดงข้อมูลจากชุดวัดความเร็วลมและหลังจากกรองข้อมูลจะส่งข้อมูลต่อเข้าส่วนเซิร์ฟเวอร์ผ่านทางพอร์ตขนานได้ข้อมูลดังรูปข้างล่าง



รูป 21 รูปแสดงข้อมูลที่เข้าไปยังเซิร์ฟเวอร์

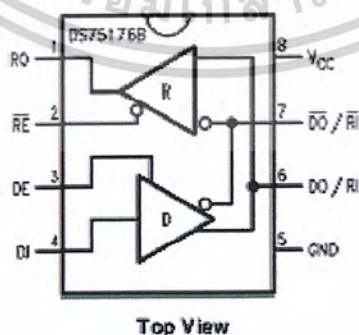
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนั้นยังมีการส่งข้อมูลไปยังมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์หมุนไปยังมุมที่ต้องการ โดยผ่านทาง RS232 แล้วแปลงผ่าน RS485 เช่นเดียวกันกับชุดวัดความเร็วลม



รูป 22 รูปแสดงชุดมอเตอร์ที่เซิร์ฟเวอร์สั่งงานไปควบคุม

ในระบบการส่งผ่านตามมาตรฐาน RS-485 นั้นจะใช้สายเพียง 2 สายซึ่งเราทำการ ขีดขนา RE กับ DE เข้าด้วยกันเพื่อให้เป็นขาควบคุม โดย เมื่อส่งลอจิก "0" จะเป็น Mode รับ ส่วน เมื่อส่งลอจิก "1" เป็น mode ส่ง ขา A, B เป็น data bus ที่ใช้ในการส่งรับข้อมูลระหว่าง chip 75176 โดยจะใส่ R ไว้เพื่อเป็น load ให้ drive ขา RO ต่อเข้ากับ RXD ขา DI เพื่อรับข้อมูลต่อเข้ากับ TXD เพื่อส่งข้อมูลซึ่งจะเห็นได้ดังรูป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Function Tables

DS75176B Transmitting

Inputs			Line Condition	Outputs	
RE	DE	DI		DO	DO
X	1	1	No Fault	0	1
X	1	0	No Fault	1	0
X	0	X	X	Z	Z
X	1	X	Fault	Z	Z

DS75176B Receiving

Inputs			Outputs
RE	DE	RI-RI	RO
0	0	$\geq +0.2V$	1
0	0	$\leq -0.2V$	0
0	0	Inputs Open**	1
1	0	X	Z

X — Don't care condition

Z — High impedance state

Fault — Improper line conditions causing excessive power dissipation in the driver, such as shorts or bus contention situations

**This is a fail safe condition

รูป 23 แสดงขาและตารางการส่งค่าของ chip 75176

เนื่องจากเราใช้ระบบแบบระบบบัส การส่งข้อมูลเข้าไปในระบบจะทำให้ทุกตัวยกเว้นคนส่งได้รับข้อมูลด้วยทำให้ต้องมีการกำหนดตำแหน่งของตนเองเพื่อให้รู้ว่าข้อมูลที่ได้รับเป็นของใคร เพื่อให้ทำงานต่อไป

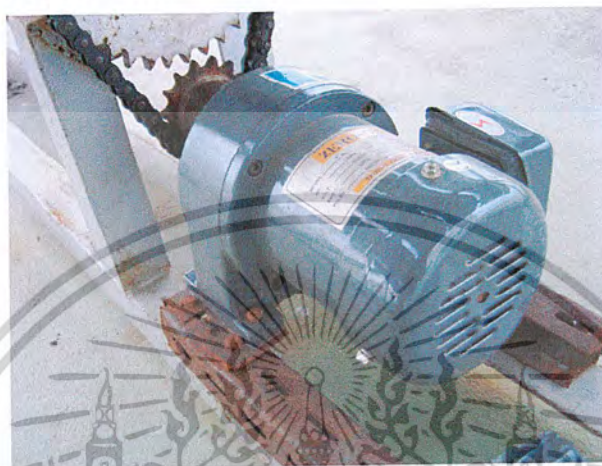
#XXXXXXXXXX

นี่คือตัวอย่างข้อมูลที่ใส่ส่งโดยจะทำการตรวจสอบหาเครื่องหมาย#เป็นจุดเริ่มต้นจากนั้นไบต์ต่อไปเป็นตำแหน่งที่แสดงเป้าหมายของข้อมูล ว่าใครเป็นคนรับ ส่วนสถานะที่ไม่ใช่เป้าหมายจะไม่ตอบสนองคำสั่งไบต์ที่3ของชุดวัดความเร็วลมเป็นไบต์คำสั่งไว้ส่งอ่านข้อมูลแต่สำหรับชุดที่ควบคุมมอเตอร์จะให้ไบต์ที่3-5ส่วนไบต์ที่เหลือไม่ได้ใช้แต่ใส่ไว้เพื่อพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

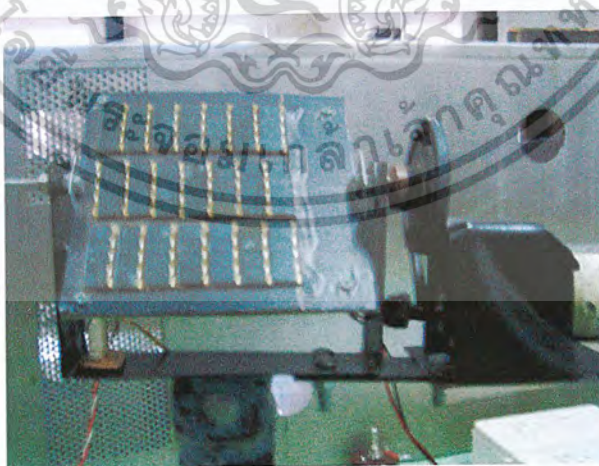
4.2 ผลจากส่วนชุดควบคุมมอเตอร์

ในชุดการควบคุมมอเตอร์ทำการรับข้อมูลจากเซิร์ฟเวอร์ผ่าน RS485 โดยเซิร์ฟเวอร์สามารถควบคุมการทำงานของวงจรควบคุมมอเตอร์ได้โดยตรง ซึ่งเราสามารถควบคุมได้ทั้งมอเตอร์ AC 3 เฟส และมอเตอร์ DC



รูป 24 แสดงชุดมอเตอร์สำหรับปรับมุมแผงเซลล์แสงอาทิตย์

วงจรควบคุมจะทำการรอรับข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายแล้วทำการตรวจสอบข้อมูลที่ได้รับมาว่าถูกต้องหรือไม่ ถ้าหากไม่ถูกต้องก็จะไม่มีการตอบสนองใดๆ แต่ถ้าเป็นข้อมูลที่ถูกต้องแล้ววงจรควบคุมก็จะมีการสั่งงานให้มอเตอร์ทำงานตามที่ได้กำหนดไว้ ซึ่งเราได้ทดลองกับแบบจำลองแผงเซลล์แสงอาทิตย์ตั้งรูปข้างล่าง โดยใช้มอเตอร์ DC ในการควบคุมการหมุน โดยเราทำการทดลองเพื่อทดสอบการรับข้อมูลและการสั่งงานของวงจรควบคุมมอเตอร์เท่านั้น

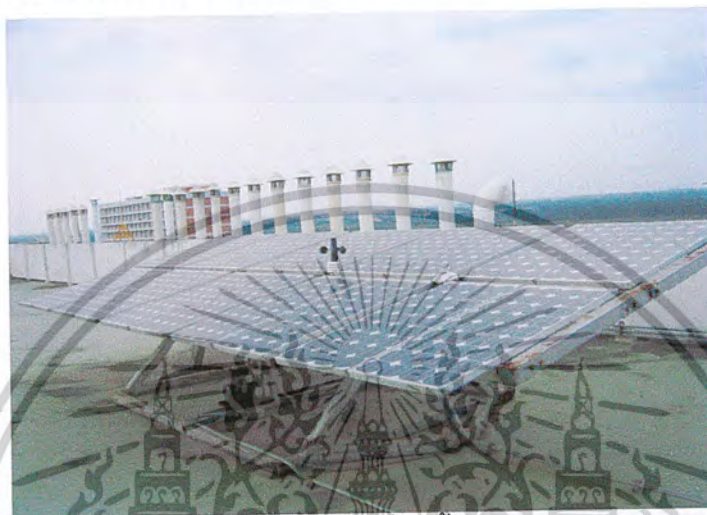


รูป 25 แสดงแผงเซลล์แสงอาทิตย์จำลองและชุดมอเตอร์ควบคุม

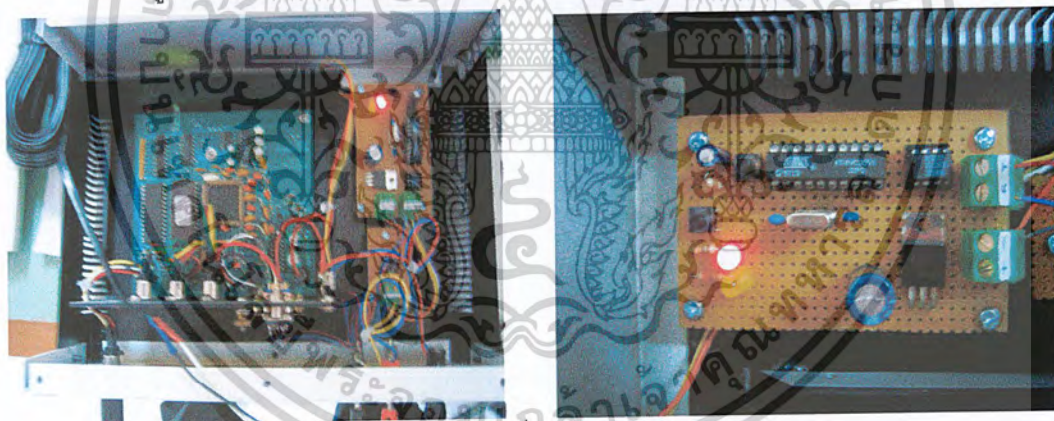
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลจากส่วนชุดวัดความเร็วลม

ในส่วนชุดวัดความเร็วลมได้ทำการเชื่อมต่อ Weather station เข้ากับเซิร์ฟเวอร์ โดยใช้ microcontroller ซึ่งเราจะใช้เป็นตัวควบคุมการส่ง-รับข้อมูลที่ได้จาก weather station ที่ได้จากการส่งผ่านมาทาง RS232 ไปยังเซิร์ฟเวอร์โดยผ่านทาง RS485



รูป 26 แสดงสถานีวัดความเร็วลมที่ติดตั้งกับแผงเซลล์แสงอาทิตย์



รูป 27 แสดงวงจรที่ใช้ในระบบวัดความเร็วลม

ในส่วนการทำงานของระบบวัดความเร็วลม จะเริ่มทำการส่งข้อมูลความเร็วลมได้ก็ต่อเมื่อมีคำสั่งที่สั่งการมาจากเครื่องแม่ข่าย ซึ่งจะส่งคำสั่งมายังส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์ของระบบวัดความเร็วลมโดยผ่านมาทางพอร์ตอนุกรม RS 485 ซึ่งในส่วนไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ในการควบคุมการสั่งการให้ส่งข้อมูลความเร็วลมที่วัดได้จาก anemometer ส่งไปยังเครื่องแม่ข่าย ผ่านกลับไปทางพอร์ตอนุกรม RS 485 จะมีการส่งคำสั่งมาสั่งการให้ระบบวัดความเร็วลมส่งข้อมูลทุกๆ 1 นาที ซึ่งจะได้ผลตามรูปข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 28 แสดงข้อมูลที่ได้จากระบบวัดความเร็วลมที่ส่งมายังเครื่องแม่ข่ายทุกๆ 1 นาที



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

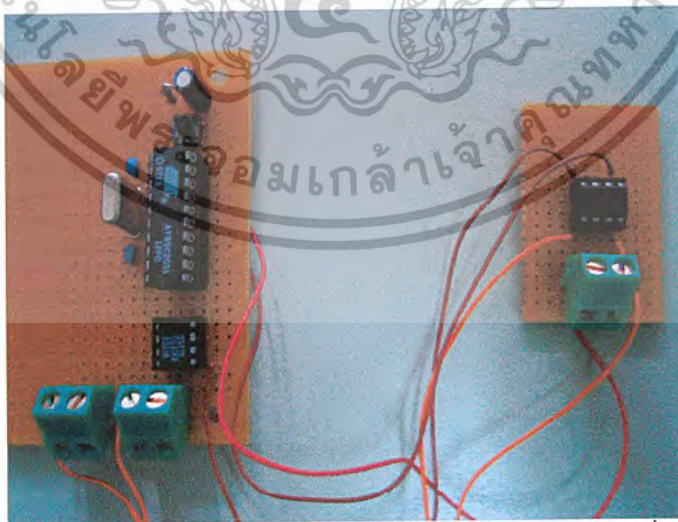
บทที่ 5

สรุปและข้อเสนอแนะ

ในบทนี้เป็นการสรุปผลการทดลองที่ทำอุปกรณ์โซลาร์เซิร์ฟเวอร์ เพื่อการรวบรวมข้อมูล ความเร็วลม และการเพิ่มประสิทธิภาพของเซลล์แสงอาทิตย์โดยการหันให้เซลล์แสงอาทิตย์หันตั้งฉากกับแสงจากดวงอาทิตย์ ซึ่งมีการศึกษาและออกแบบระบบการควบคุมมอเตอร์, ระบบการวัด ความเร็วลม, ระบบการเชื่อมต่อเพื่อสื่อสารข้อมูล และระบบเซิร์ฟเวอร์เพื่อนำผลออกแสดง โดยจะกล่าวถึงผลการทดสอบของระบบรวม รวมทั้งปัญหาที่ทำการแก้ไข

5.1 สรุปผลการทดลอง

1. ส่วนระบบวัดความเร็วลมที่ออกแบบสร้างระบบและศึกษาในโครงการนี้ประกอบด้วย anemometer และชุดควบคุมการสื่อสาร ซึ่ง Anemometer ที่ใช้นี้จะเป็น anemometer แบบ cup-anemometer ที่ทำจาก plastic ที่เบาเพื่อให้สามารถใช้กับลมที่มีความเร็วหน่อยๆได้ และในส่วนของวงจรที่ใช้เชื่อมต่อกันระหว่างเซิร์ฟเวอร์กับ weather station นั้นจะทำงานโดยใช้ microcontroller เป็นตัวควบคุมโดยรับสัญญาณให้ส่งข้อมูลที่ได้จาก weather station กลับที่เซิร์ฟเวอร์ และยังทำหน้าที่เป็นตัวส่งการให้อ่านข้อมูลจาก weather station ได้และยังสามารถนำไปเชื่อมต่อกับระบบอื่นๆได้ ซึ่งเราไม่ต้องมาเก็บข้อมูลที่ได้ตลอดเวลา และยังสามารถที่จะดูข้อมูลจากระยะไกลได้จากระบบเครือข่ายได้ โดยการสื่อสารผ่านทางพอร์ตอนุกรม RS 485 ซึ่งจะมากกว่าการสื่อสารผ่านทางพอร์ต RS 232



รูป 29 แสดงรูปวงจรในการรับข้อมูลจาก Weather station แล้วส่งข้อมูลที่ไปที่เซิร์ฟเวอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ส่วนชุดควบคุมมอเตอร์ เราสามารถที่จะได้กำลังการผลิตกระแสไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์มากขึ้น ซึ่งเราสามารถควบคุมจากการหมุนแผงเซลล์แสงอาทิตย์ได้จากระยะไกล ผ่านระบบเครือข่ายได้ มีความสะดวกในการใช้งานและเราสามารถดูตำแหน่งของแผงโซลาร์เซลล์ได้จากอินเทอร์เน็ตได้

3. ส่วนของเครื่องแม่ข่าย เครื่องแม่ข่ายที่เราใช้เป็นระบบปฏิบัติการ Linux Redhat version 6.2 เนื่องจากเป็นระบบปฏิบัติการที่แจกฟรี สามารถปรับปรุง source code ที่ให้มาได้ และเหมาะสมที่จะเป็นเครื่องแม่ข่ายได้เนื่องจากมีความเสถียรภาพสูง และมีโปรแกรมสนับสนุนการทำเครื่องแม่ข่ายอยู่แล้ว นอกจากนี้ยังมีหน้าที่ดึงข้อมูลจากบอร์ด EVB-52 ที่ทำหน้าที่เป็น buffer เก็บข้อมูลผ่านทางพอร์ตขนาน ซึ่งเราจะรับข้อมูลที่ละ nibble (ทีละ 4 bits) และสามารถแสดงผลออกทางอินเทอร์เน็ตได้

5.2 ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ

จากการสร้างและศึกษาโซลาร์เซฟเวอร์ในงานวิจัยนี้พบว่ามีปัญหาบางประการที่ควรได้รับการปรับปรุงต่อไปได้แก่

1. ระบบปฏิบัติการ Linux ในงานวิจัยนี้จะพบว่าการส่งถ่ายข้อมูลระบบ EVB-52 กับเครื่องแม่ข่ายจะมีความล่าช้าเนื่องจากระบบปฏิบัติการ Linux ที่ลงไม่ใช่ Realtime Linux ทำให้เมื่อมีการทำงานอื่นจะทำให้การสื่อสารช้าลง เพราะ Linux จะหันไปทำงานอื่นก่อนจึงแนะนำให้ปรับปรุงให้นำ Realtime Linux มาใช้ปรับปรุงต่อไป

2. ในการสร้าง Anemometer ในงานวิจัยนี้จะพบว่าการทำให้ anemometer เบาลเพื่อจะสามารถรับความเร็วลมน้อยๆได้เราไม่สามารถที่จะทำได้เนื่องจากมีราคาแพงในการทำ ทำให้เราต้องใช้ weather station ที่มี anemometer ที่มีประสิทธิภาพมาใช้แทนก่อน เราควรที่จะปรับปรุงให้ cup ของ anemometer มีความเบาเพื่อที่จะได้ไม่หนักจนแรงลมพัดไม่ได้

3. ในการควบคุมการหมุนของมอเตอร์ ซึ่งในแต่ละวันของแต่ละเดือนความแตกต่างของมุมที่เปลี่ยนไปในแต่ละวันน้อยมาก ทำให้เมื่อหมุนเปลี่ยนทุกวันพบว่าการเปลี่ยนแปลงน้อยมาก ทำให้ไม่คุ้มกับพลังงานที่เราจะได้เพิ่ม ดังนั้นเราจึงควรที่จะหมุนเพียงเดือนละ 1 ครั้งเพื่อเป็นการประหยัดพลังงานที่สูญเสียไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] Declination of the sun, "<http://vortex.plymouth.edu/sun/sun4a.html/>".
- [2] วรวิทย์ เทียงธรรม และสันติ ศรีลาศักดิ์, ฐัจฉลีนุรักษ์, บริษัท ออฟเซท เพรส จำกัด
- [3] Jeremy Elson ,PARAPIN: A Parallel Port Pin Programming Library for Linux,"<http://www.circlemud.org/jelson/software/parapin/>".
- [4] The RS-232 Standard,
["http://www.camiresearch.com/Data Com Basics/RS232 standard.html"](http://www.camiresearch.com/Data Com Basics/RS232 standard.html).
- [5] cup anemometer
["http://www.eng.fsu.edu/~shih/eml3016/lecture-notes/cup%20anemometer.pdf"](http://www.eng.fsu.edu/~shih/eml3016/lecture-notes/cup%20anemometer.pdf)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Source code

โปรแกรม main ที่อัปเดตบนบอร์ด EVB-52

```
#include <8051reg.h>
#include <8051io.h>
#include <8051bit.h>
#include <8051int.h>

unsigned char data,c,i,count;
char buffer[240],buffer1[20],buffer2[20],buffer3[20],buffer4[20],buffer5[20],buffer6
[20],buffer7[20],buffer8[20],buffer9[20],buffer10[20],buffer11[20],buffer12[20];
char buffers[240],buffers1[20],buffers2[20],buffers3[20],buffers4[20],buffers5
[20],buffers6[20],buffers7[20],buffers8[20],buffers9[20],buffers10[20],buffers11
[20],buffers12[20];
unsigned char sec,min,hour;
unsigned char day,month;
unsigned char tick;
unsigned int year;
char tbuffer[2];
char tbuffers[4];
char angle[] =
{0x33,0x35,0x2e,0x33,0x4e,0x32,0x37,0x2e,0x37,0x4e,0x31,0x36,0x2e,0x38,0x4e
,0x30,0x34,0x2e,0x39,0x4e,0x30,0x33,0x2e,0x33,0x53,0x30,0x37,0x2e,0x37,0x53,0x30,0
x35,0x2e,0x36,0x53
,0x30,0x31,0x2e,0x35,0x4e,0x31,0x32,0x2e,0x36,0x4e,0x32,0x34,0x2e,0x34,0x4e
,0x33,0x33,0x2e,0x36,0x4e,0x33,0x37,0x2e,0x37,0x4e};

INTERRUPT(_TF2_) timer2_interrupt()
{
    clrbit(T2CON.7)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

tick++;
if(tick > 99)
{
    tick = 0;
    clock();
    // send_time();
}
}

clock()
{
    sec++;
    if(sec > 59)
    {
        sec = 0;
        min++;
        if(min > 59)
        {
            min = 0;
            hour++;
            if(hour > 23)
            {
                hour = 0;
                date();
            }
        }
    }
}
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

date()
{
    day++;
    if(month == 1)
    {
        if(day > 30)
        {
            day = 1;
            month++;
        }
    }
    if(month == 2)
    {
        if(day > 27)
        {
            day = 1;
            month++;
        }
    }
    if(month == 3)
    {
        if(day > 30)
        {
            day = 1;
            month++;
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(month == 4)
{
    if(day > 29)
    {
        day = 1;
        month++;
    }
}

```

```

if(month == 5)
{
    if(day > 30)
    {
        day = 1;
        month++;
    }
}

```

```

if(month == 6)
{
    if(day > 29)
    {
        day = 1;
        month++;
    }
}

```

```

if(month == 7)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

if(day > 30)
{
    day = 1;
    month++;
}
}

```

```

if(month == 8)
{
    if(day > 30)
    {
        day = 1;
        month++;
    }
}

```

```

if(month == 9)
{
    if(day > 29)
    {
        day = 1;
        month++;
    }
}

```

```

if(month == 10)
{
    if(day > 30)
    {

```

```

        day = 1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        month++;
    }
}

if(month == 11)
{
    if(day > 29)
    {
        day = 1;
        month++;
    }
}

if(month == 12)
{
    if(day > 30)
    {
        day = month = 1;
        year++;
    }
}
}

send_time()
{
    printf("\rTime:%02d:%02d:%02d %02d/%02d/%04d",hour,min,sec,day,month,year);

}

main()

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    tick = 0;
        count = 0;

    sec = 0;
    min = 0;
    hour = 10;
    day = 27;
    month = 3;
    year = 2003;

    RCAP2L = 0x00;
    RCAP2H = 0xdc;
    setbit(T2CON.2)
    setbit(IE.5)

    data = 0x00;
    clrbit(P1.7);
while(1)
{
    if((sec == 0) || (sec == 30))
    {
        //motor();
        ane();
    }

    if((sec == 15) || (sec == 45))
    {
        motor();
        // ane();
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
motor()
{
    setbit(P3.3);
    delay(10);
    printf("#1r00500000");
    delay(2000);

```

```

}
ane()
{

```

```

    setbit(P3.3);
    delay(100);
    printf("#0r00000000");
    /* program recive data from rs232 */
    clrbit(P3.3);
    //printf("#1s00000000");
    //printf("Enter data");
    getstr(buffer1,20);
    getstr(buffer2,20);
    getstr(buffer3,20);
    getstr(buffer4,20);
    getstr(buffer5,20);
    getstr(buffer6,20);
    getstr(buffer7,20);
    getstr(buffer8,20);
    getstr(buffer9,20);
    getstr(buffer10,20);
    getstr(buffer11,20);
    getstr(buffer12,20);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

getstr(buffer1,20);
    getstr(buffer2,20);
    getstr(buffer3,20);
    getstr(buffer4,20);
    getstr(buffer5,20);
    getstr(buffer6,20);
    getstr(buffer7,20);
    getstr(buffer8,20);
    getstr(buffer9,20);
    getstr(buffer10,20);
    getstr(buffer11,20);
    getstr(buffer12,20);
    setbit(P3.3);
    for(i=0;i<20;i++)
    {
        buffer[i]=buffer1[i];
        buffer[i+20]=buffer2[i];
        buffer[i+40]=buffer3[i];
        buffer[i+60]=buffer4[i];
        buffer[i+80]=buffer5[i];
        buffer[i+100]=buffer6[i];
        buffer[i+120]=buffer7[i];
        buffer[i+140]=buffer8[i];
        buffer[i+160]=buffer9[i];
        buffer[i+180]=buffer10[i];
        buffer[i+200]=buffer11[i];
        buffer[i+220]=buffer12[i];
    }

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

}
for(i=0;i<20;i++)

{
    buffers[i]=buffers1[i];
    buffers[i+20]=buffers2[i];
    buffers[i+40]=buffers3[i];
    buffers[i+60]=buffers4[i];
    buffers[i+80]=buffers5[i];
    buffers[i+100]=buffers6[i];
    buffers[i+120]=buffers7[i];
    buffers[i+140]=buffers8[i];
    buffers[i+160]=buffers9[i];
    buffers[i+180]=buffers10[i];
    buffers[i+200]=buffers11[i];
    buffers[i+220]=buffers12[i];
}

/* program sent data to linux */

for(c=0;c<=6;c++)
{
    data = buffers[c+80];

i = data >> 1;
    i |= 0x07;
    P1 = i;
    //printf("\n%08b",P1);

setbit(P1.7);

delay(10);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

clrbit(P1.7);

//delay(200);
while((P3&0x04)==0x00);

i = data << 3;
i |= 0x07;
i &= 0x7f;
P1 = i;
//printf("\n%08b",P1);
//delay(200);

setbit(P1.7);
delay(10);
clrbit(P1.7);
//delay(200);
while((P3&0x04)==0x00);

delay(50);
//data++;
}

if(count>11)
{
    count = 0;
}

for(c=0;c<=4;c++)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        data = angle[(count*5)+c];
i = data >> 1;
    i |= 0x07;
    P1 = i;
    //printf("\n%08b",P1);

```

```

setbit(P1.7);
    delay(10);
    clrbit(P1.7);

```

```

//delay(200);
    while((P3&0x04)==0x00);

```

```

    i = data << 3;
    i |= 0x07;
    i &= 0x7f;
    P1 = i;
    //printf("\n%08b",P1);

```

```

//delay(200);

```

```

    setbit(P1.7);
    delay(10);

```

```

    clrbit(P1.7);

```

```

//delay(200);

```

```

    while((P3&0x04)==0x00);

```

```

    delay(50);

```

```

    //data++;

```

```

}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
count++;  
  
delay(2000);  
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่รันบน Linux

```
/*
    Compile with 'gcc -o2 -o c52 c52.c'
    output file will be c52
*/
```

```
#include <stdio.h>
#include <unistd.h>
#include <asm/io.h>
```

```
#define baseport 0x378 /*LPT1*/
```

```
FILE *fp;
int temp;
//unsigned char count;
unsigned char old,new,check,strobe;
unsigned char buffer[8],buffer1[5];

// write to file only if new data is being updated
```

```
write_to_file()
{
    fp = fopen("text.txt","w");
    fprintf(fp,"data = %s\n",buffer);
        fprintf(fp,"data = %s\n",buffer1);
    fclose(fp);
}
```

```
main()
```

```
{
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

char i;
strobe = 0x0ff;
for(;;)
{
//      count = 0;
      buffer[8] =0x00;
      for(i=0;i<7;i++)
      {
          recivedata();
          buffer[i] = old;
      }
      printf("wind speed= ");
      for(i=0;i<7;i++)
      {
          printf(" %02x",buffer[i]);
      }

      for(i=0;i<5;i++)
      {
          recivedata();
          buffer1[i] = old;
      }

      printf("angle= ");
      for(i=0;i<5;i++)
      {
          printf(" %02x",buffer1[i]);
      }

      printf("\n");

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        write_to_file();
    }
}
recivedata()
{
    if(ioperm(baseport,3,1))
    {
        perror("ioperm");
        exit(1);
    }
do
    {
        check = inb(baseport+1);
    }
    while((check&0x80) == 0x80);

    new = inb(baseport+1);
    strobe ^= 0x01;
    outb(strobe,baseport+2);
    usleep(1000);    // sleep 10ms
    strobe ^= 0x01;

    old = new << 1;
    old &= 0xf0;

    usleep(10000);

    new = inb(baseport+1);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

strobe ^= 0x01;

outb(strobe,baseport+2);

usleep(1000);

strobe ^= 0x01;

new = new >> 3;

new &= 0x0f;

old |= new;

if(ioperm(baseport,3,0))
{
perror("ioperm");
exit(1);
}
}

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่อัดลงบน chip 89c2051 ที่อยู่ในระบบวัดความเร็วลม

```
#include <8051io.h>
#include <8051reg.h>
#include <8051bit.h>
register char buffer[20],i,c;
main()
{
    serinit(9600);
    while(1)
    {
        clrbit(P1.7)
        while(getch()!='#');
        if( getch()=='0')
        {
            if( getch()=='r')
            {
                delay(2000);
                setbit(P1.7)
                clrbit(P1.6)
                putch('2');
                delay(1000);
                putch(0x1b);
                delay(2000);
                setbit(P1.6)
            }
        }
    }
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมที่อัลดบนชิพ 89c2051 ของส่วนควบคุมมอเตอร์ในการหมุนแวงเซลล์แสงอาทิตย์ในแต่ละเดือน

```
#include "c:\mc\8051io.h"
```

```
#include "c:\mc\8051reg.h"
```

```
#include "c:\mc\8051bit.h"
```

```
register unsigned char buffer[2],buffer2[1],c;
```

```
register unsigned int time,i;
```

```
main()
```

```
{
```

```
serinit(9600);
```

```
  c = 0;
```

```
  while(1)
```

```
  {
```

```
    //putstr("\nBegin\n");
```

```
    receive_data();
```

```
  }
```

```
}
```

```
delay_time()
```

```
{
```

```
  for(i=0;i<time;i++)
```

```
  {
```

```
    sec();
```

```
  }
```

```
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

sec()
{
    delay(300);
}

```

```

receive_data()
{
    clrbit(P3.7)
    //putstr("\nEnter on time\n");
    while(getch()!='#');
    if(getch() == '1')
    {
        check();
        c++;
        if(c>12)
        {
            c = 0;
        }
        rotate();
    }
}

```

```

check()
{
    P1 = 0x5f;
    delay(4000);
    P1 = 0x0f;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

rotate()
{
    if(c == 1)
    {
        P1 = 0x9f;

        time = 3;

        delay_time();

        P1 = 0x0ff;
    }
    if(c == 2)
    {
        P1 = 0x9f;

        time = 4;

        delay_time();

        P1 = 0x0ff;
    }
    if(c == 3)
    {
        P1 = 0x9f;

        time = 5;

        delay_time();
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    P1 = 0x0ff;
}
if(c == 4)
{
    P1 = 0x9f;

    time = 7;

    delay_time();

    P1 = 0x0ff;
}
if(c == 5)
{
    P1 = 0x9f;

    time = 8;

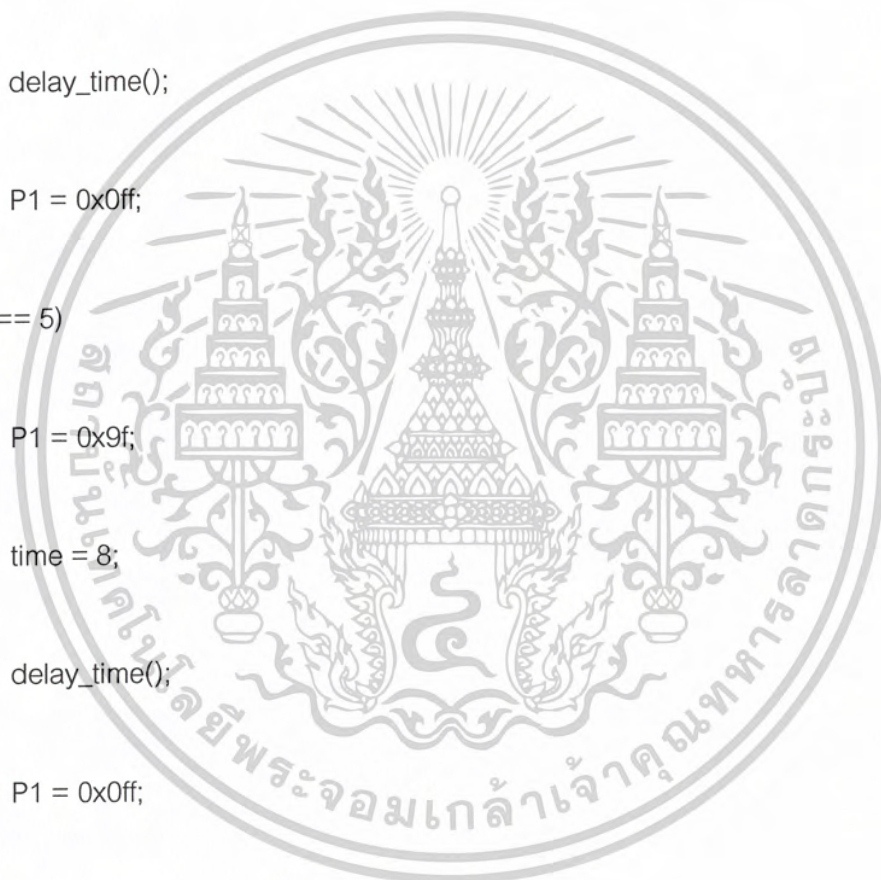
    delay_time();

    P1 = 0x0ff;
}
if(c == 6)
{
    P1 = 0x9f;

    time = 9;

    delay_time();

```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    P1 = 0x0ff;
}
if(c == 7)
{
    P1 = 0x9f;

    time = 8;

    delay_time();

    P1 = 0x0ff;
}
if(c == 8)
{
    P1 = 0x9f;

    time = 7;

    delay_time();

    P1 = 0x0ff;
}
if(c == 9)
{
    P1 = 0x9f;

    time = 6;

    delay_time();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    P1 = 0x0ff;
}
if(c == 10)
{
    P1 = 0x9f;

    time = 5;

    delay_time();

    P1 = 0x0ff;
}
if(c == 11)
{
    P1 = 0x9f;

    time = 4;

    delay_time();

    P1 = 0x0ff;
}
if(c == 12)
{
    P1 = 0x9f;

    time = 3;

    delay_time();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
P1 = 0x0ff;
```

```
}
```

```
}
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25
4N37

4N26
H11A1

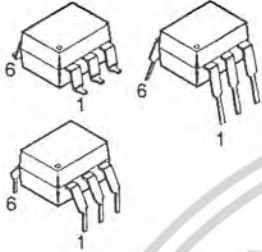
4N27
H11A2

4N28
H11A3

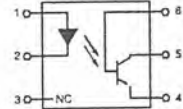
4N35
H11A4

4N36
H11A5

WHITE PACKAGE (-M SUFFIX)

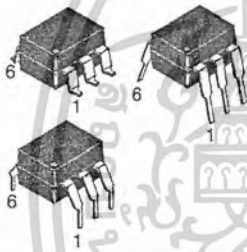


SCHEMATIC



PIN 1, ANODE
2, CATHODE
3, NO CONNECTION
4, EMITTER
5, COLLECTOR
6, BASE

BLACK PACKAGE (NO -M SUFFIX)



DESCRIPTION

The general purpose optocouplers consist of a gallium arsenide infrared emitting diode driving a silicon phototransistor in a 6-pin dual in-line package.

FEATURES

- Also available in white package by specifying -M suffix, eg. 4N25-M
- UL recognized (File # E90700)
- VDE recognized (File # 94766)
 - Add option V for white package (e.g., 4N25V-M)
 - Add option 300 for black package (e.g., 4N25.300)

APPLICATIONS

- Power supply regulators
- Digital logic inputs
- Microprocessor inputs

GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise specified)

Parameter	Symbol	Value	Units
TOTAL DEVICE			
Storage Temperature	T_{STG}	-55 to +150	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	T_{OPR}	-55 to +100	$^\circ\text{C}$
Lead Solder Temperature	T_{SOL}	260 for 10 sec	$^\circ\text{C}$
Total Device Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	250 3.3 (non-M), 2.94 (-M)	mW
EMITTER			
DC/Average Forward Input Current	I_F	100 (non-M), 60 (-M)	mA
Reverse Input Voltage	V_R	6	V
Forward Current - Peak (300 μs , 2% Duty Cycle)	$I_F(pk)$	3	A
LED Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	150 (non-M), 120 (-M) 2.0 (non-M), 1.41 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$
DETECTOR			
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	30	V
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	70	V
Emitter-Collector Voltage	V_{ECO}	7	V
Detector Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	150 2.0 (non-M), 1.76 (-M)	mW mW/ $^\circ\text{C}$

GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise specified)

INDIVIDUAL COMPONENT CHARACTERISTICS

Parameter	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Unit
EMITTER						
Input Forward Voltage	(I _F = 10 mA)	V _F		1.18	1.50	V
Reverse Leakage Current	(V _R = 6.0 V)	I _R		0.001	10	μA
DETECTOR						
Collector-Emitter Breakdown Voltage	(I _C = 1.0 mA, I _F = 0)	BV _{CEO}	30	100		V
Collector-Base Breakdown Voltage	(I _C = 100 μA, I _F = 0)	BV _{CBO}	70	120		V
Emitter-Collector Breakdown Voltage	(I _E = 100 μA, I _F = 0)	BV _{ECO}	7	10		V
Collector-Emitter Dark Current	(V _{CE} = 10 V, I _F = 0)	I _{CEO}		1	50	nA
Collector-Base Dark Current	(V _{CB} = 10 V)	I _{CBO}			20	nA
Capacitance	(V _{CE} = 0 V, f = 1 MHz)	C _{CE}		8		pF

ISOLATION CHARACTERISTICS

Characteristic	Test Conditions	Symbol	Min	Typ*	Max	Units
Input-Output Isolation Voltage	(Non '-M', Black Package) (f = 60 Hz, t = 1 min)	V _{ISO}	5300			Vac(rms)
	('-'M', White Package) (f = 60 Hz, t = 1 sec)		7500			Vac(pk)
Isolation Resistance	(V _{I-O} = 500 VDC)	R _{ISO}	10 ¹¹			Ω
Isolation Capacitance	(V _{I-O} = &, f = 1 MHz)	C _{ISO}		0.5		pF
	('-'M' White Package)			0.2	2	pF

Note

* Typical values at T_A = 25°C

GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPLEDERS

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

TRANSFER CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.)

DC Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit			
Current Transfer Ratio, Collector to Emitter	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 10 \text{ V})$	CTR	4N35 4N36 4N37	100			%			
			H11A1	50						
			H11A5	30						
	4N25 4N26 H11A2 H11A3		20							
	4N27 4N28 H11A4		10							
	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 10 \text{ V}, T_A = -55^\circ\text{C})$		4N35 4N36 4N37	40						
	$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CE} = 10 \text{ V}, T_A = +100^\circ\text{C})$		4N35 4N36 4N37	40						
	Collector-Emitter Saturation Voltage		$(I_C = 2 \text{ mA}, I_F = 50 \text{ mA})$	$V_{CE(SAT)}$	4N25 4N26 4N27 4N28				0.5	V
					4N35 4N36 4N37				0.3	
$(I_C = 0.5 \text{ mA}, I_F = 10 \text{ mA})$		H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5				0.4				
AC Characteristic		$(I_F = 10 \text{ mA}, V_{CC} = 10 \text{ V}, R_L = 100\Omega)$ (Fig.20)	T_{ON}		4N25 4N26 4N27 4N28 H11A1 H11A2 H11A3 H11A4 H11A5		2		μs	
					4N35 4N36 4N37		2	10	μs	

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

TRANSFER CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ Unless otherwise specified.) (Continued)

AC Characteristic	Test Conditions	Symbol	Device	Min	Typ*	Max	Unit	
Turn-off Time	($I_F = 10 \text{ mA}$, $V_{CC} = 10 \text{ V}$, $R_L = 100\Omega$) (Fig.20)	T_{OFF}	4N25		2		μs	
	4N26							
			4N27					
			4N28					
			H11A1					
			H11A2					
			H11A3					
			H11A4					
			H11A5					
	($I_C = 2 \text{ mA}$, $V_{CC} = 10 \text{ V}$, $R_L = 100\Omega$) (Fig.20)		4N35		2	10		
			4N36					
			4N37					

* Typical values at $T_A = 25^\circ\text{C}$

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

TYPICAL PERFORMANCE CURVES

Fig. 1 LED Forward Voltage vs. Forward Current (Black Package)

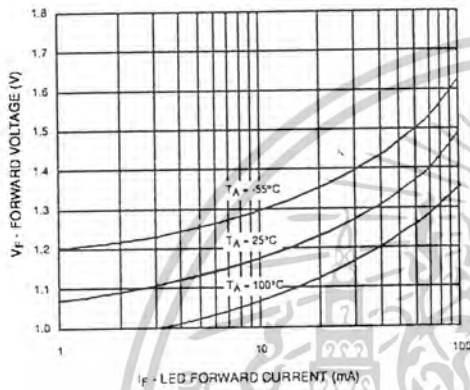


Fig. 2 LED Forward Voltage vs. Forward Current (White Package)

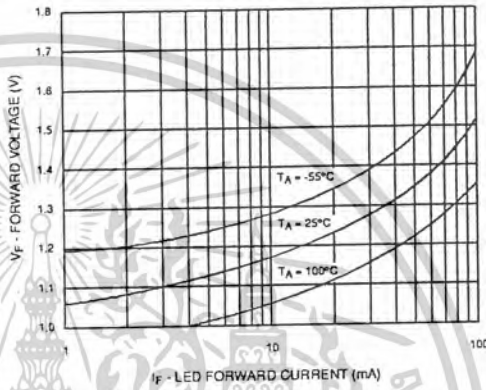


Fig. 3 Normalized CTR vs. Forward Current (Black Package)

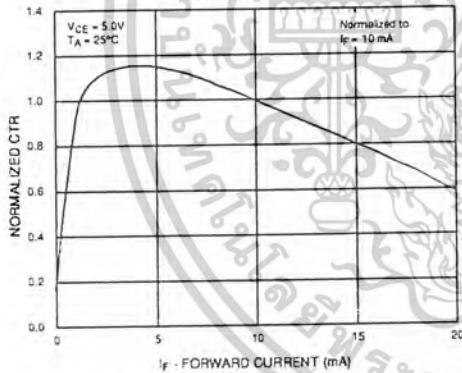


Fig. 4 Normalized CTR vs. Forward Current (White Package)

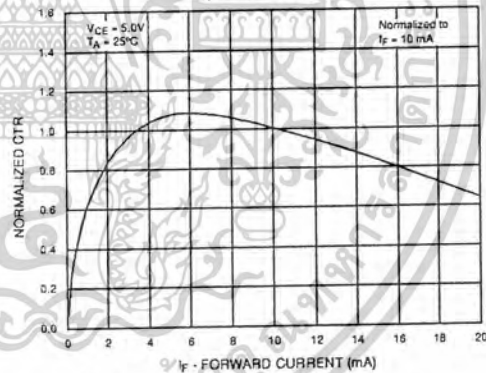


Fig. 5 Normalized CTR vs. Ambient Temperature (Black Package)

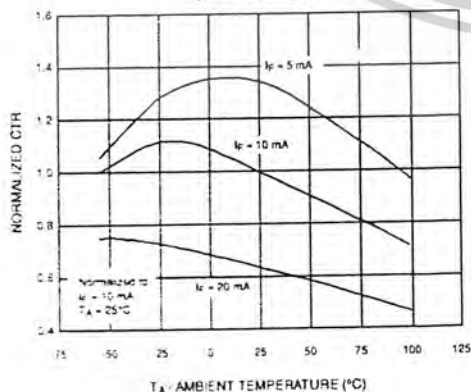
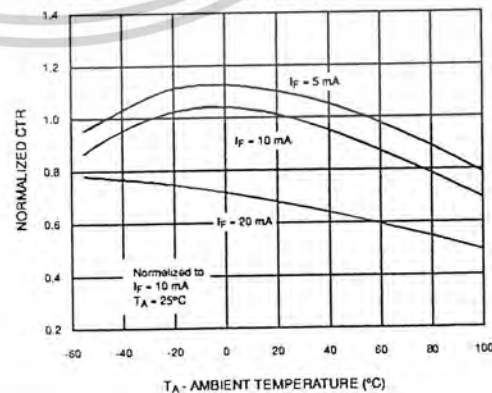


Fig. 6 Normalized CTR vs. Ambient Temperature (White Package)



4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

Fig. 7 CTR vs. RBE (Unsaturated)
(Black Package)

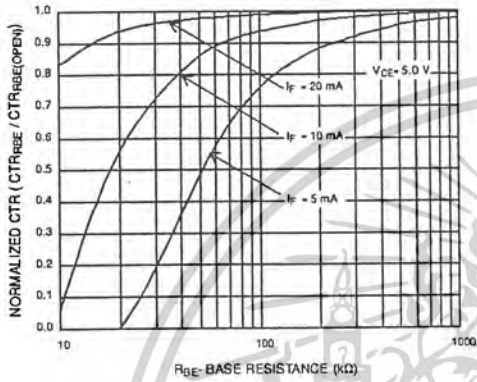


Fig. 8 CTR vs. RBE (Unsaturated)
(White Package)

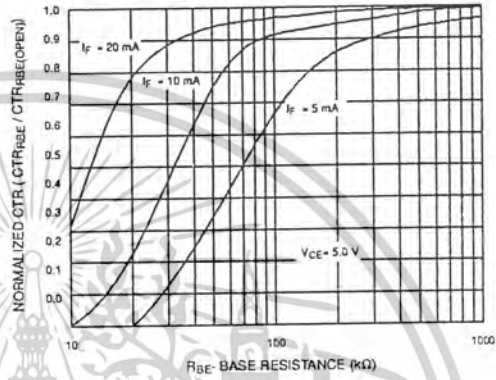


Fig. 9 CTR vs. RBE (Saturated)
(Black Package)

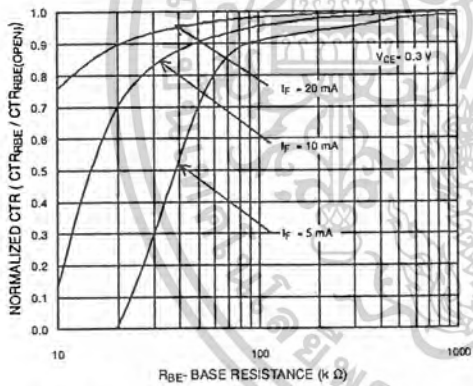


Fig. 10 CTR vs. RBE (Saturated)
(White Package)

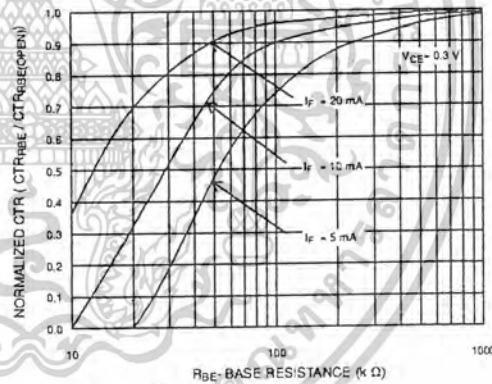


Fig. 11 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current
(Black Package)

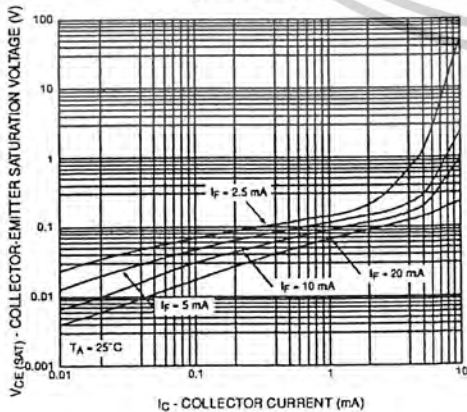
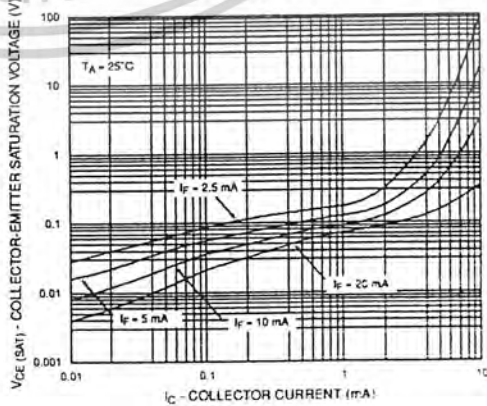


Fig. 12 Collector-Emitter Saturation Voltage vs. Collector Current
(White Package)



4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

Fig. 13 Switching Speed vs. Load Resistor
(Black Package)

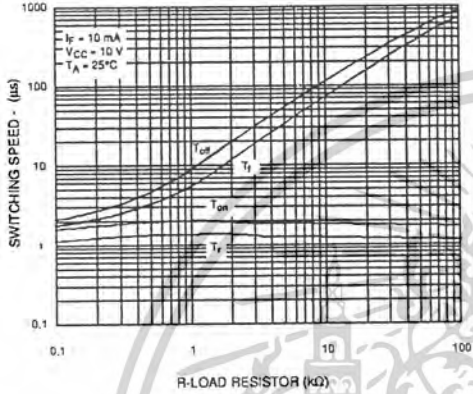


Fig. 14 Switching Speed vs. Load Resistor
(White Package)

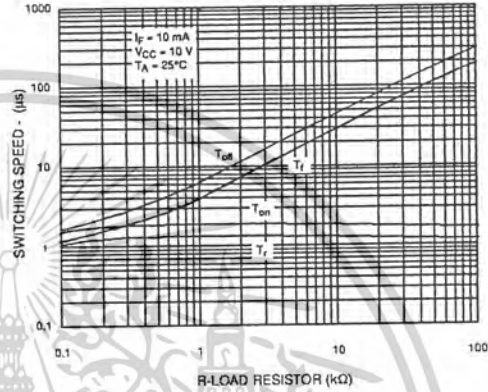


Fig. 15 Normalized t_{on} vs. R_{BE}
(Black Package)

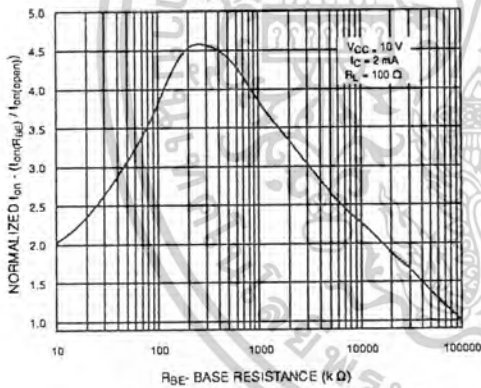


Fig. 16 Normalized t_{on} vs. R_{BE}
(White Package)

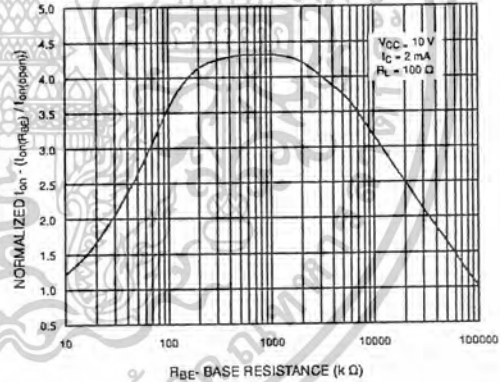


Fig. 17 Normalized t_{off} vs. R_{BE}
(Black Package)

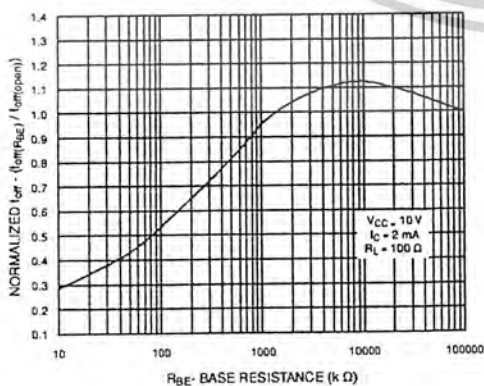
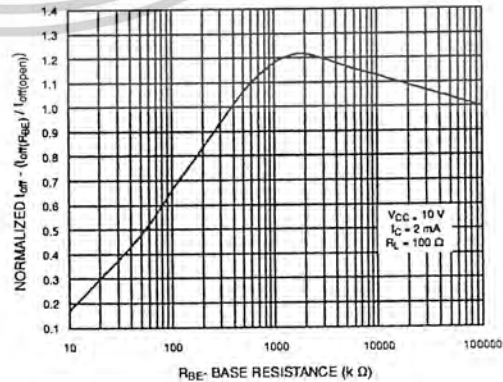


Fig. 18 Normalized t_{off} vs. R_{BE}
(White Package)



4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

4N36
H11A5

Fig. 19 Dark Current vs. Ambient Temperature

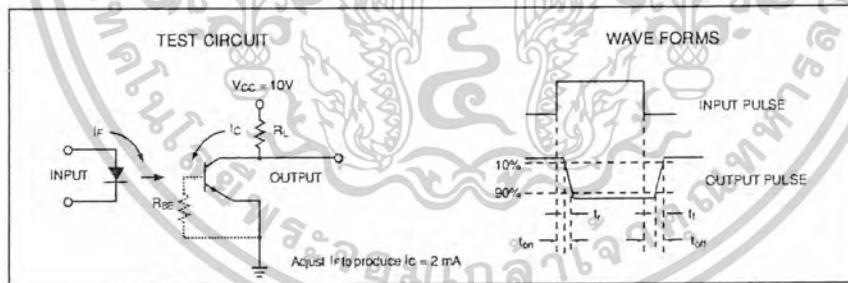
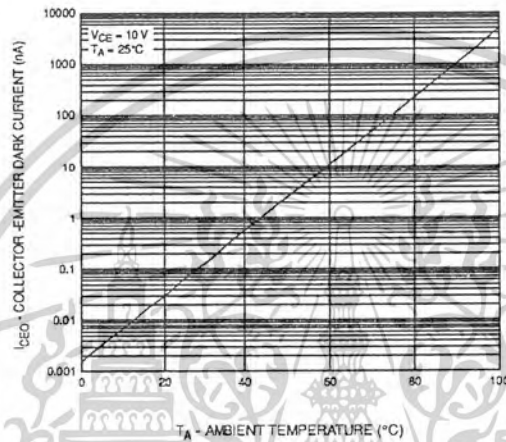


Figure 20. Switching Time Test Circuit and Waveforms

GENERAL PURPOSE 6-PIN PHOTOTRANSISTOR OPTOCOUPPLERS

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

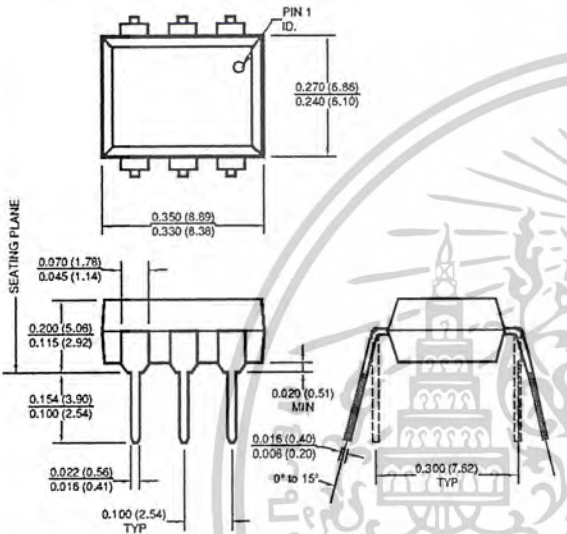
4N28
H11A3

4N35
H11A4

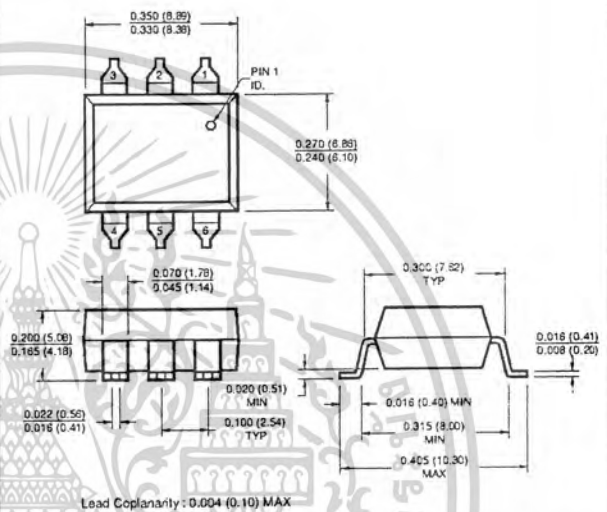
4N36
H11A5

Black Package (No -M Suffix)

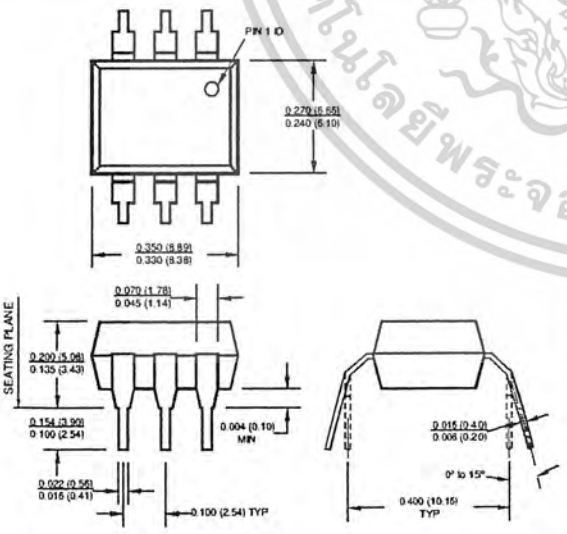
Package Dimensions (Through Hole)



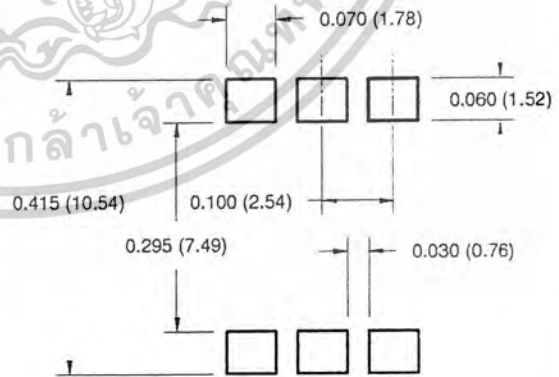
Package Dimensions (Surface Mount)



Package Dimensions (0.4" Lead Spacing)



Recommended Pad Layout for Surface Mount Leadform



NOTE

All dimensions are in inches (millimeters)

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

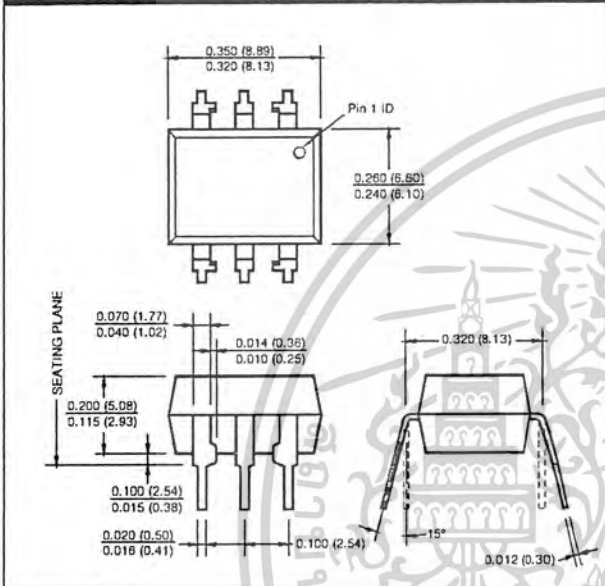
4N28
H11A3

4N35
H11A4

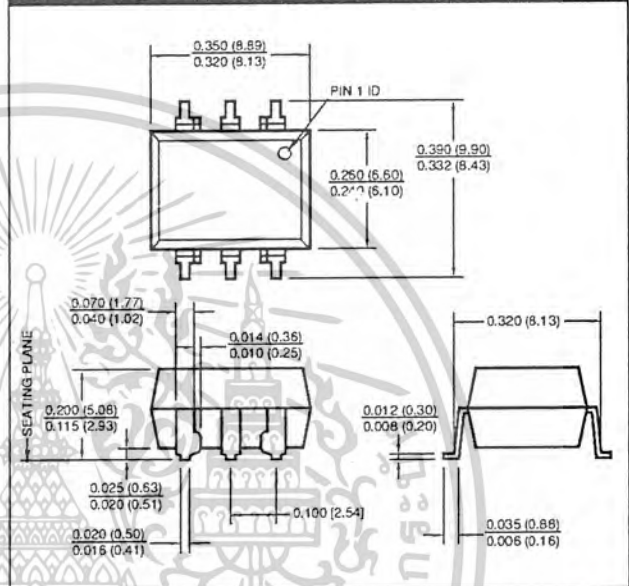
4N36
H11A5

White Package (-M Suffix)

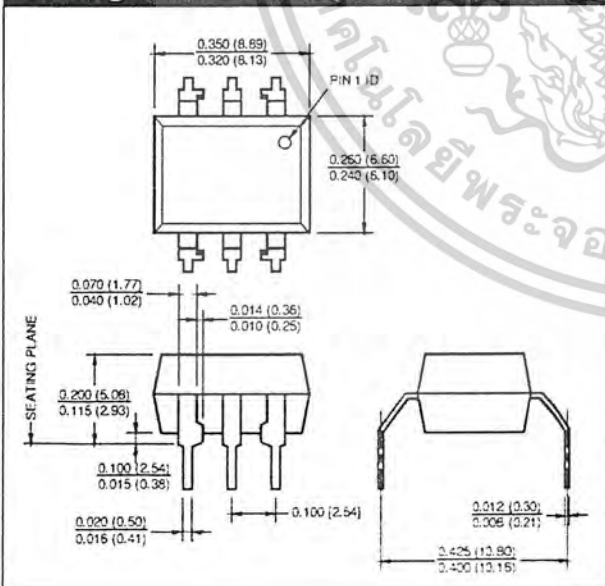
Package Dimensions (Through Hole)



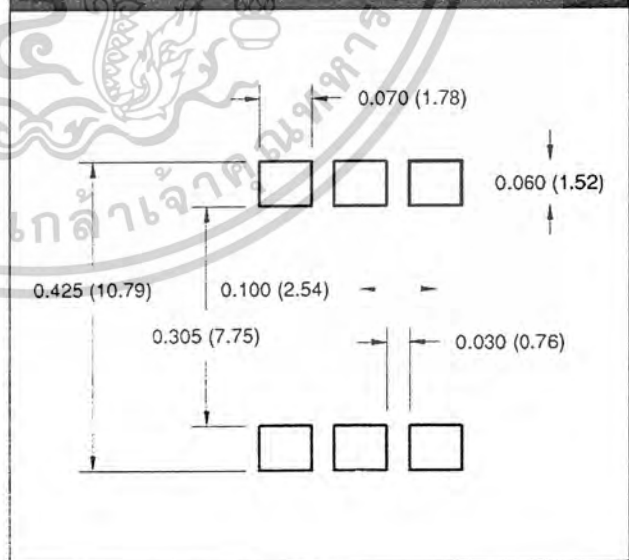
Package Dimensions (Surface Mount)



Package Dimensions (0.4" Lead Spacing)



Recommended Pad Layout for Surface Mount Leadform



NOTE
All dimensions are in inches (millimeters)

4N25
4N37

4N26
H11A1

4N27
H11A2

4N28
H11A3

4N35
H11A4

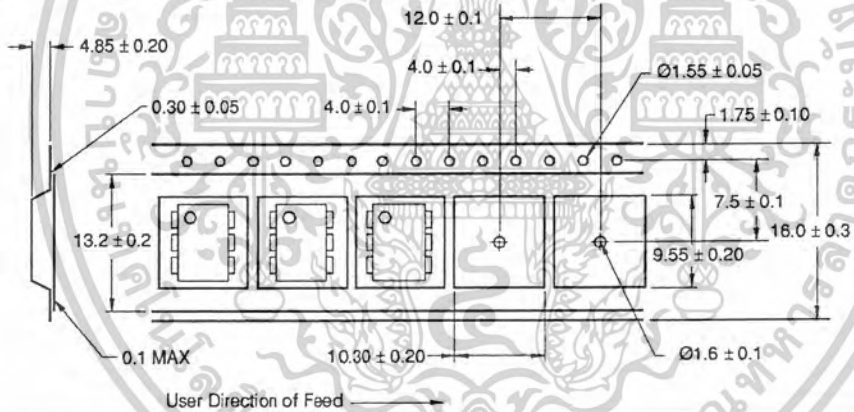
4N36
H11A5

ORDERING INFORMATION

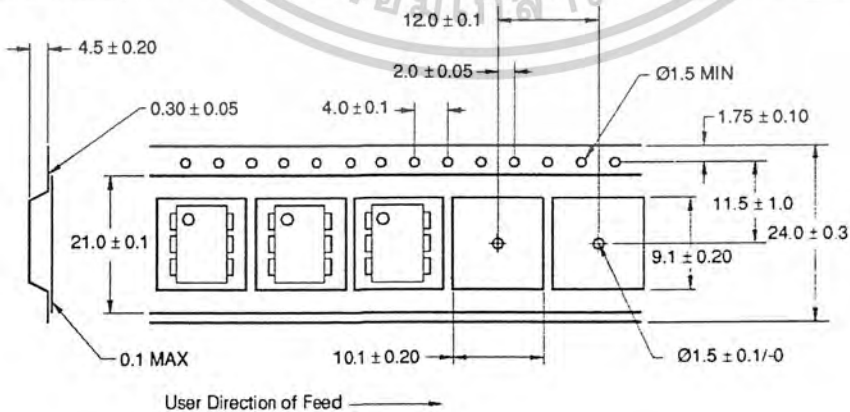
Order Entry Identifier

Black Package (No Suffix)	White Package (-M Suffix)	Option
.S	S	Surface Mount Lead Bend
.SD	SR2	Surface Mount; Tape and reel
.W	T	0.4" Lead Spacing
.300	V	VDE 0884
.300W	TV	VDE 0884, 0.4" Lead Spacing
.3S	SV	VDE 0884, Surface Mount
.3SD	SR2V	VDE 0884, Surface Mount, Tape & Reel

QT Carrier Tape Specifications (Black Package, No Suffix)



QT Carrier Tape Specifications (White Package, -M Suffix)



**4N25
4N37**

**4N26
H11A1**

**4N27
H11A2**

**4N28
H11A3**

**4N35
H11A4**

**4N36
H11A5**

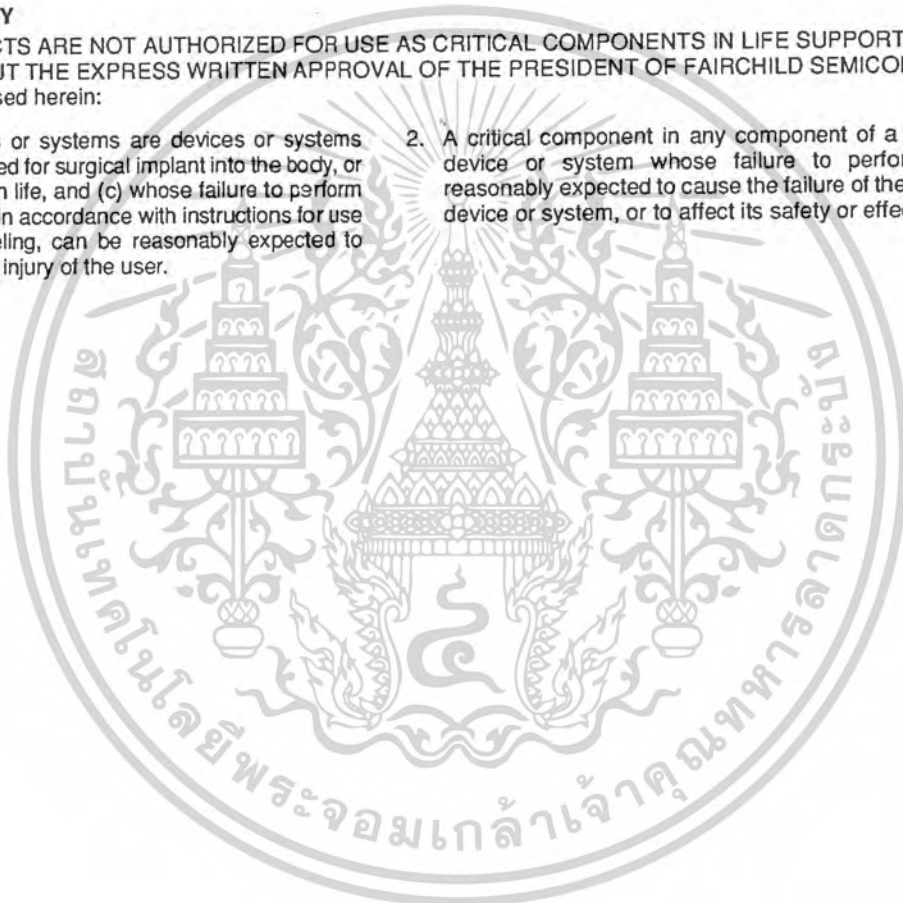
DISCLAIMER

FAIRCHILD SEMICONDUCTOR RESERVES THE RIGHT TO MAKE CHANGES WITHOUT FURTHER NOTICE TO ANY PRODUCTS HEREIN TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN. FAIRCHILD DOES NOT ASSUME ANY LIABILITY ARISING OUT OF THE APPLICATION OR USE OF ANY PRODUCT OR CIRCUIT DESCRIBED HEREIN; NEITHER DOES IT CONVEY ANY LICENSE UNDER ITS PATENT RIGHTS, NOR THE RIGHTS OF OTHERS.

LIFE SUPPORT POLICY

FAIRCHILD'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF FAIRCHILD SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and (c) whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury of the user.
2. A critical component in any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



Features

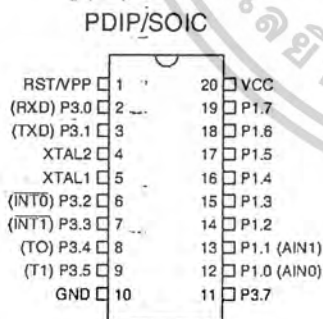
- Compatible with MCS-51™ Products
- 2K Bytes of Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- 2.7V to 6V Operating Range
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Two-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 15 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial UART Channel
- Direct LED Drive Outputs
- On-chip Analog Comparator
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

The AT89C2051 is a low-voltage, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 2K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C2051 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

The AT89C2051 provides the following standard features: 2K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 15 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, a precision analog comparator, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C2051 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The power-down mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Configuration



8-bit Microcontroller with 2K Bytes Flash

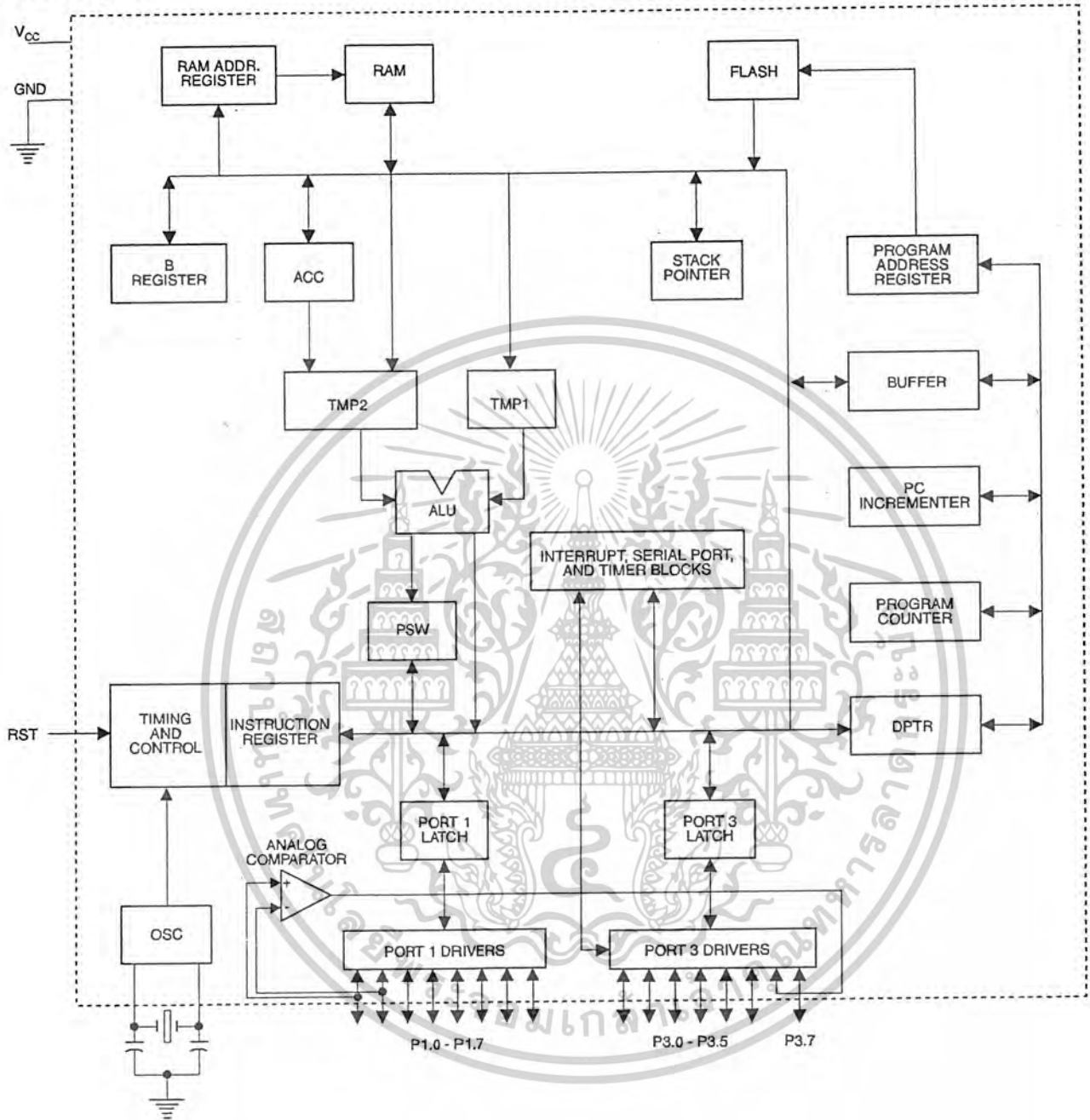
AT89C2051

Rev. 0368E-02/00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block Diagram



AT89C2051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port. Port pins P1.2 to P1.7 provide internal pullups. P1.0 and P1.1 require external pullups. P1.0 and P1.1 also serve as the positive input (AIN0) and the negative input (AIN1), respectively, of the on-chip precision analog comparator. The Port 1 output buffers can sink 20 mA and can drive LED displays directly. When 1s are written to Port 1 pins, they can be used as inputs. When pins P1.2 to P1.7 are used as inputs and are externally pulled low, they will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives code data during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 pins P3.0 to P3.5, P3.7 are seven bi-directional I/O pins with internal pullups. P3.6 is hard-wired as an input to the output of the on-chip comparator and is not accessible as a general purpose I/O pin. The Port 3 output buffers can sink 20 mA. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C2051 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	$\overline{INT0}$ (external interrupt 0)
P3.3	$\overline{INT1}$ (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. All I/O pins are reset to 1s as soon as RST goes high. Holding the RST pin high for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

Each machine cycle takes 12 oscillator or clock cycles.

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

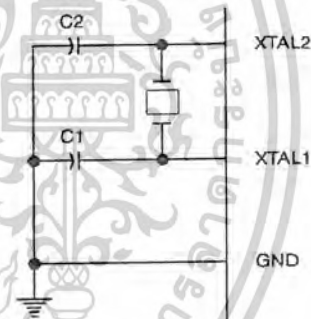
XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

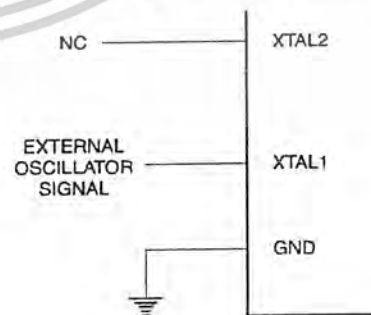
XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Figure 1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF ± 10 pF for Crystals
= 40 pF ± 10 pF for Ceramic Resonators

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Special Function Registers

A map of the on-chip memory area called the Special Function Register (SFR) space is shown in the table below.

Note that not all of the addresses are occupied, and unoccupied addresses may not be implemented on the chip. Read accesses to these addresses will in general return

random data, and write accesses will have an indeterminate effect.

User software should not write 1s to these unlisted locations, since they may be used in future products to invoke new features. In that case, the reset or inactive values of the new bits will always be 0.

Table 1. AT89C2051 SFR Map and Reset Values

0F8H								0FFH
0F0H	B 00000000							0F7H
0E8H								0EFH
0E0H	ACC 00000000							0E7H
0D8H								0DFH
0D0H	PSW 00000000							0D7H
0C8H								0CFH
0C0H								0C7H
0B8H	IP XXX00000							0BFH
0B0H	P3 11111111							0B7H
0A8H	IE 0XX00000							0AFH
0A0H								0A7H
98H	SCON 00000000	SBUF XXXXXXXX						9FH
90H	P1 11111111							97H
88H	TCON 00000000	TMOD 00000000	TL0 00000000	TL1 00000000	TH0 00000000	TH1 00000000		8FH
80H		SP 00000111	DPL 00000000	DPH 00000000			PCON 0XXX0000	87H

AT89C2051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Restrictions on Certain Instructions

The AT89C2051 and is an economical and cost-effective member of Atmel's growing family of microcontrollers. It contains 2K bytes of flash program memory. It is fully compatible with the MCS-51 architecture, and can be programmed using the MCS-51 instruction set. However, there are a few considerations one must keep in mind when utilizing certain instructions to program this device.

All the instructions related to jumping or branching should be restricted such that the destination address falls within the physical program memory space of the device, which is 2K for the AT89C2051. This should be the responsibility of the software programmer. For example, LJMP 7E0H would be a valid instruction for the AT89C2051 (with 2K of memory), whereas LJMP 900H would not.

1. Branching instructions:

LCALL, LJMP, ACALL, AJMP, SJMP, JMP @A+DPTR

These unconditional branching instructions will execute correctly as long as the programmer keeps in mind that the destination branching address must fall within the physical boundaries of the program memory size (locations 00H to 7FFH for the 89C2051). Violating the physical space limits may cause unknown program behavior.

CJNE [...], DJNZ [...], JB, JNB, JC, JNC, JBC, JZ, JNZ With these conditional branching instructions the same rule above applies. Again, violating the memory boundaries may cause erratic execution.

For applications involving interrupts the normal interrupt service routine address locations of the 80C51 family architecture have been preserved.

2. MOVX-related instructions, Data Memory:

The AT89C2051 contains 128 bytes of internal data memory. Thus, in the AT89C2051 the stack depth is limited to 128 bytes, the amount of available RAM. External DATA memory access is not supported in this device, nor is external PROGRAM memory execution. Therefore, no MOVX [...] instructions should be included in the program.

A typical 80C51 assembler will still assemble instructions, even if they are written in violation of the restrictions mentioned above. It is the responsibility of the controller user to know the physical features and limitations of the device being used and adjust the instructions used correspondingly.

Program Memory Lock Bits

On the chip are two lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below:

Lock Bit Protection Modes⁽¹⁾

Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	
1	U	U	No program lock features.
2	P	U	Further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	Same as mode 2, also verify is disabled.

Note: 1. The Lock Bits can only be erased with the Chip Erase operation.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

P1.0 and P1.1 should be set to "0" if no external pullups are used, or set to "1" if external pullups are used.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Power-down Mode

In the power down mode the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Registers retain their values until the power down mode is terminated. The only exit from power down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

P1.0 and P1.1 should be set to "0" if no external pullups are used, or set to "1" if external pullups are used.



Programming The Flash

The AT89C2051 is shipped with the 2K bytes of on-chip PEROM code memory array in the erased state (i.e., contents = FFH) and ready to be programmed. The code memory array is programmed one byte at a time. *Once the array is programmed, to re-program any non-blank byte, the entire memory array needs to be erased electrically.*

Internal Address Counter: The AT89C2051 contains an internal PEROM address counter which is always reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by applying a positive going pulse to pin XTAL1.

Programming Algorithm: To program the AT89C2051, the following sequence is recommended.

1. Power-up sequence:
Apply power between V_{CC} and GND pins
Set RST and XTAL1 to GND
2. Set pin RST to "H"
Set pin P3.2 to "H"
3. Apply the appropriate combination of "H" or "L" logic levels to pins P3.3, P3.4, P3.5, P3.7 to select one of the programming operations shown in the PEROM Programming Modes table.
- To Program and Verify the Array:
4. Apply data for Code byte at location 000H to P1.0 to P1.7.
5. Raise RST to 12V to enable programming.
6. Pulse P3.2 once to program a byte in the PEROM array or the lock bits. The byte-write cycle is self-timed and typically takes 1.2 ms.
7. To verify the programmed data, lower RST from 12V to logic "H" level and set pins P3.3 to P3.7 to the appropriate levels. Output data can be read at the port P1 pins.
8. To program a byte at the next address location, pulse XTAL1 pin once to advance the internal address counter. Apply new data to the port P1 pins.
9. Repeat steps 5 through 8, changing data and advancing the address counter for the entire 2K bytes array or until the end of the object file is reached.
10. Power-off sequence:
set XTAL1 to "L"
set RST to "L"
Turn V_{CC} power off

Data Polling: The AT89C2051 features Data Polling to indicate the end of a write cycle. During a write cycle, an attempted read of the last byte written will result in the complement of the written data on P1.7. Once the write cycle has been completed, true data is valid on all outputs, and

the next cycle may begin. Data Polling may begin any time after a write cycle has been initiated.

Ready/Busy: The Progress of byte programming can also be monitored by the RDY/BSY output signal. Pin P3.1 is pulled low after P3.2 goes High during programming to indicate BUSY. P3.1 is pulled High again when programming is done to indicate READY.

Program Verify: If lock bits LB1 and LB2 have not been programmed code data can be read back via the data lines for verification:

1. Reset the internal address counter to 000H by bringing RST from "L" to "H".
2. Apply the appropriate control signals for Read Code data and read the output data at the port P1 pins.
3. Pulse pin XTAL1 once to advance the internal address counter.
4. Read the next code data byte at the port P1 pins.
5. Repeat steps 3 and 4 until the entire array is read.

The lock bits cannot be verified directly. Verification of the lock bits is achieved by observing that their features are enabled.

Chip Erase: The entire PEROM array (2K bytes) and the two Lock Bits are erased electrically by using the proper combination of control signals and by holding P3.2 low for 10 ms. The code array is written with all "1"s in the Chip Erase operation and must be executed before any non-blank memory byte can be re-programmed.

Reading the Signature Bytes: The signature bytes are read by the same procedure as a normal verification of locations 000H, 001H, and 002H, except that P3.5 and P3.7 must be pulled to a logic low. The values returned are as follows.

(000H) = 1EH indicates manufactured by Atmel

(001H) = 21H indicates 89C2051

Programming Interface

Every code byte in the Flash array can be written and the entire array can be erased by using the appropriate combination of control signals. The write operation cycle is self-timed and once initiated, will automatically time itself to completion.

All major programming vendors offer worldwide support for the Atmel microcontroller series. Please contact your local programming vendor for the appropriate software revision.

Flash Programming Modes

Mode		RST/VPP	P3.2/ $\overline{\text{PROG}}$	P3.3	P3.4	P3.5	P3.7
Write Code Data ⁽¹⁾⁽³⁾		12V		L	H	H	H
Read Code Data ⁽¹⁾		H	H	L	L	H	H
Write Lock	Bit - 1	12V		H	H	H	H
	Bit - 2	12V		H	H	L	L
Chip Erase		12V	(2)	H	L	L	L
Read Signature Byte		H	H	L	L	L	L

- Notes:
1. The internal PEROM address counter is reset to 000H on the rising edge of RST and is advanced by a positive pulse at XTAL 1 pin.
 2. Chip Erase requires a 10 ms $\overline{\text{PROG}}$ pulse.
 3. P3.1 is pulled Low during programming to indicate RDY/BSY.

Figure 3. Programming the Flash Memory

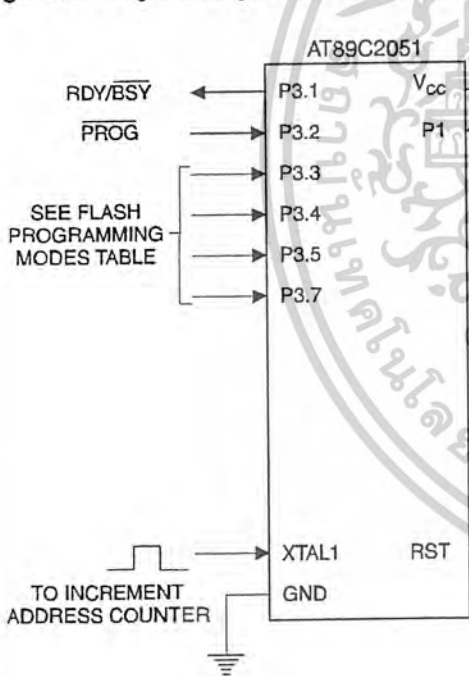
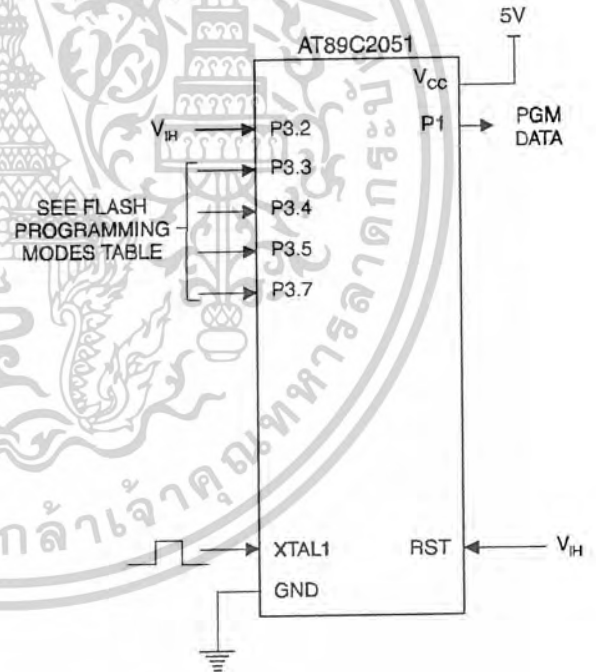


Figure 4. Verifying the Flash Memory



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

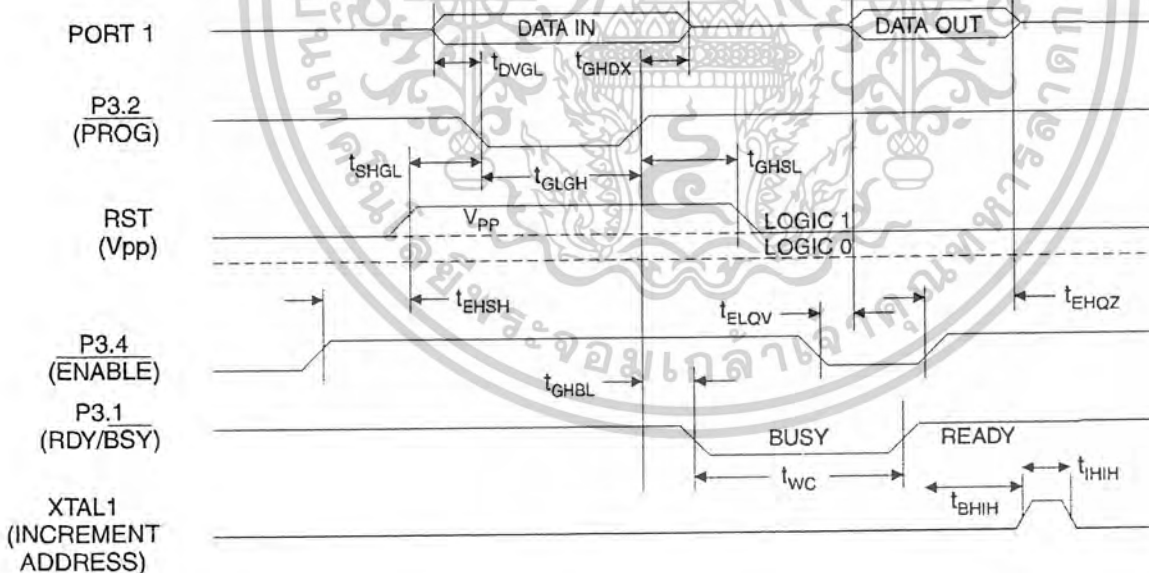
Flash Programming and Verification Characteristics

$T_A = 0^\circ\text{C to } 70^\circ\text{C}$, $V_{CC} = 5.0 \pm 10\%$

Symbol	Parameter	Min	Max	Units
V_{PP}	Programming Enable Voltage	11.5	12.5	V
I_{PP}	Programming Enable Current		250	μA
t_{DVGL}	Data Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	1.0		μs
t_{GHDX}	Data Hold after $\overline{\text{PROG}}$	1.0		μs
t_{EHS}	P3.4 ($\overline{\text{ENABLE}}$) High to V_{PP}	1.0		μs
t_{SHGL}	V_{PP} Setup to $\overline{\text{PROG}}$ Low	10		μs
t_{GHSL}	V_{PP} Hold after $\overline{\text{PROG}}$	10		μs
t_{GLGH}	$\overline{\text{PROG}}$ Width	1	110	μs
t_{ELQV}	$\overline{\text{ENABLE}}$ Low to Data Valid		1.0	μs
t_{EHQZ}	Data Float after $\overline{\text{ENABLE}}$	0	1.0	μs
t_{GHBL}	$\overline{\text{PROG}}$ High to $\overline{\text{BUSY}}$ Low		50	ns
t_{WC}	Byte Write Cycle Time		2.0	ms
t_{BHIH}	$\text{RDY}/\overline{\text{BSY}}$ to Increment Clock Delay	1.0		μs
t_{HIL}	Increment Clock High	200		ns

Note: 1. Only used in 12-volt programming mode.

Flash Programming and Verification Waveforms



Absolute Maximum Ratings*

Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Voltage on Any Pin with Respect to Ground	-1.0V to +7.0V
Maximum Operating Voltage	6.6V
DC Output Current.....	25.0 mA

*NOTICE: Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

DC Characteristics

T_A = -40°C to 85°C, V_{CC} = 2.0V to 6.0V (unless otherwise noted)

Symbol	Parameter	Condition	Min	Max	Units
V _{IL}	Input Low-voltage		-0.5	0.2 V _{CC} - 0.1	V
V _{IH}	Input High-voltage	(Except XTAL1, RST)	0.2 V _{CC} + 0.9	V _{CC} + 0.5	V
V _{IH1}	Input High-voltage	(XTAL1, RST)	0.7 V _{CC}	V _{CC} + 0.5	V
V _{OL}	Output Low-voltage ⁽¹⁾ (Ports 1, 3)	I _{OL} = 20 mA, V _{CC} = 5V I _{OL} = 10 mA, V _{CC} = 2.7V		0.5	V
V _{OH}	Output High-voltage (Ports 1, 3)	I _{OH} = -80 μA, V _{CC} = 5V ± 10%	2.4		V
		I _{OH} = -30 μA	0.75 V _{CC}		V
		I _{OH} = -12 μA	0.9 V _{CC}		V
I _{IL}	Logical 0 Input Current (Ports 1, 3)	V _{IN} = 0.45V		-50	μA
I _{TL}	Logical 1 to 0 Transition Current (Ports 1, 3)	V _{IN} = 2V, V _{CC} = 5V ± 10%		-750	μA
I _{I1}	Input Leakage Current (Port P1.0, P1.1)	0 < V _{IN} < V _{CC}		±10	μA
V _{OS}	Comparator Input Offset Voltage	V _{CC} = 5V		20	mV
V _{CM}	Comparator Input Common Mode Voltage		0	V _{CC}	V
RRST	Reset Pull-down Resistor		50	300	KΩ
C _{IO}	Pin Capacitance	Test Freq. = 1 MHz, T _A = 25°C		10	pF
I _{CC}	Power Supply Current	Active Mode, 12 MHz, V _{CC} = 6V/3V		15/5.5	mA
		Idle Mode, 12 MHz, V _{CC} = 6V/3V P1.0 & P1.1 = 0V or V _{CC}		5/1	mA
	Power-down Mode ⁽²⁾	V _{CC} = 6V P1.0 & P1.1 = 0V or V _{CC}		100	μA
		V _{CC} = 3V P1.0 & P1.1 = 0V or V _{CC}		20	μA

Notes: 1. Under steady state (non-transient) conditions, I_{OL} must be externally limited as follows:

Maximum I_{OL} per port pin: 20 mA

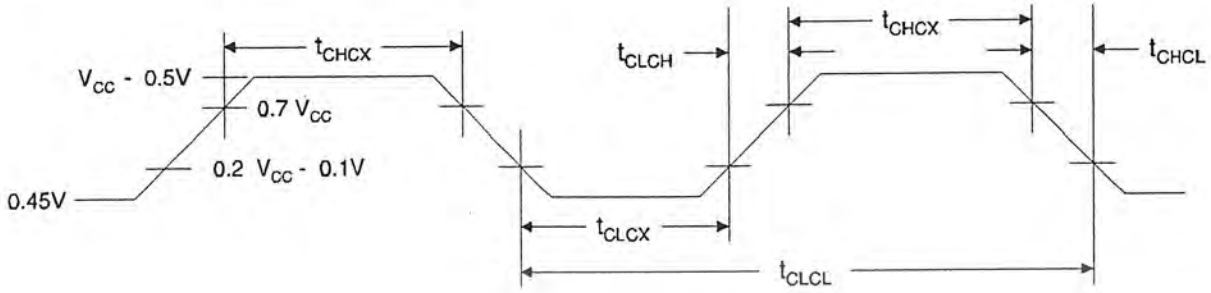
Maximum total I_{OL} for all output pins: 80 mA

If I_{OL} exceeds the test condition, V_{OL} may exceed the related specification. Pins are not guaranteed to sink current greater than the listed test conditions.

2. Minimum V_{CC} for Power-down is 2V.



External Clock Drive Waveforms



External Clock Drive

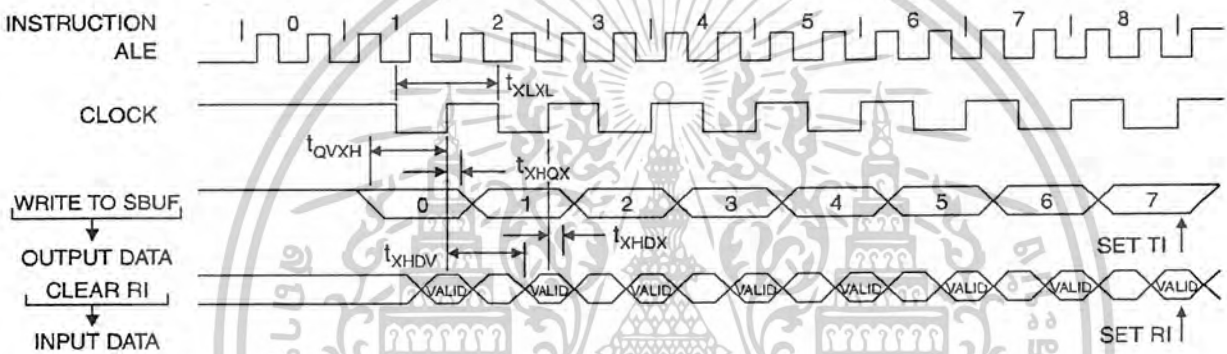
Symbol	Parameter	$V_{CC} = 2.7V \text{ to } 6.0V$		$V_{CC} = 4.0V \text{ to } 6.0V$		Units
		Min	Max	Min	Max	
$1/t_{CLL}$	Oscillator Frequency	0	12	0	24	MHz
t_{CLL}	Clock Period	83.3		41.6		ns
t_{CHCX}	High Time	30		15		ns
t_{CLCX}	Low Time	30		15		ns
t_{CLCH}	Rise Time		20		20	ns
t_{CHCL}	Fall Time		20		20	ns

Serial Port Timing: Shift Register Mode Test Conditions

$V_{CC} = 5.0V \pm 20\%$; Load Capacitance = 80 pF

Symbol	Parameter	12 MHz Osc		Variable Oscillator		Units
		Min	Max	Min	Max	
t_{XLXL}	Serial Port Clock Cycle Time	1.0		$12t_{CLCL}$		μs
t_{QVXH}	Output Data Setup to Clock Rising Edge	700		$10t_{CLCL}-133$		ns
t_{XHGX}	Output Data Hold after Clock Rising Edge	50		$2t_{CLCL}-117$		ns
t_{XHDX}	Input Data Hold after Clock Rising Edge	0		0		ns
t_{XHDX}	Clock Rising Edge to Input Data Valid		700		$10t_{CLCL}-133$	ns

Shift Register Mode Timing Waveforms



AC Testing Input/Output Waveforms⁽¹⁾

Float Waveforms⁽¹⁾

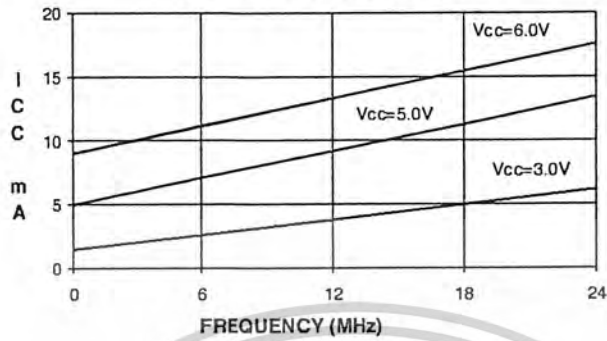


Note: 1. AC Inputs during testing are driven at $V_{CC} - 0.5V$ for a logic 1 and $0.45V$ for a logic 0. Timing measurements are made at V_{IH} min. for a logic 1 and V_{IL} max. for a logic 0.

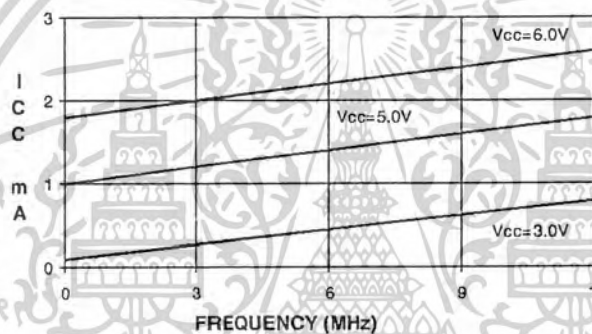
Note: 1. For timing purposes, a port pin is no longer floating when a 100 mV change from load voltage occurs. A port pin begins to float when 100 mV change from the loaded V_{OH}/V_{OL} level occurs.



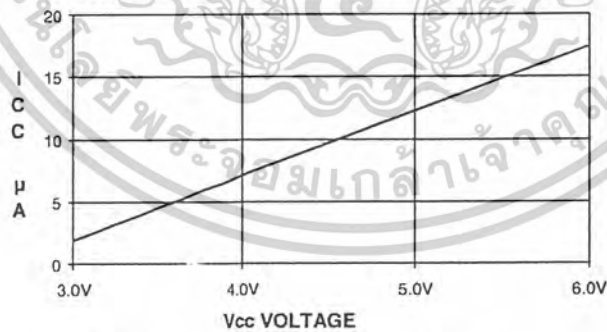
AT89C2051
TYPICAL I_{CC} - ACTIVE (85°C)



AT89C2051
TYPICAL I_{CC} - IDLE (85°C)



AT89C2051
TYPICAL I_{CC} vs. VOLTAGE - POWER DOWN (85°C)



- Notes:
1. XTAL1 tied to GND for I_{CC} (power-down)
 2. P.1.0 and P1.1 = V_{CC} or GND
 3. Lock bits programmed

AT89C2051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ordering Information

Speed (MHz)	Power Supply	Ordering Code	Package	Operation Range
12	2.7V to 6.0V	AT89C2051-12PC AT89C2051-12SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C2051-12PI AT89C2051-12SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)
24	4.0V to 6.0V	AT89C2051-24PC AT89C2051-24SC	20P3 20S	Commercial (0°C to 70°C)
		AT89C2051-24PI AT89C2051-24SI	20P3 20S	Industrial (-40°C to 85°C)



Package Type

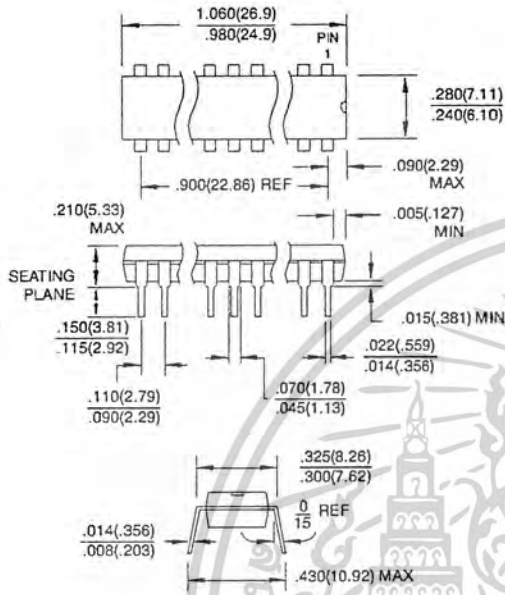
20P3	20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual In-line Package (PDIP)
20S	20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)



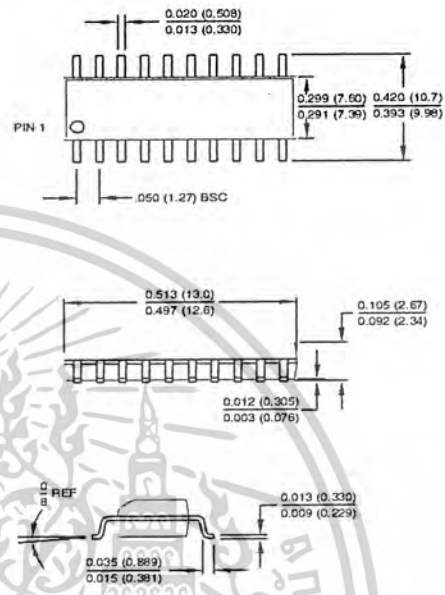
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Packaging Information

20P3, 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Dual Inline Package (PDIP)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)
 JEDEC STANDARD MS-001 AD



20S, 20-lead, 0.300" Wide, Plastic Gull Wing Small Outline (SOIC)
 Dimensions in Inches and (Millimeters)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Atmel Headquarters

Corporate Headquarters

2325 Orchard Parkway
San Jose, CA 95131
TEL (408) 441-0311
FAX (408) 487-2600

Europe

Atmel U.K., Ltd.
Coliseum Business Centre
Riverside Way
Camberley, Surrey GU15 3YL
England
TEL (44) 1276-686-677
FAX (44) 1276-686-697

Asia

Atmel Asia, Ltd.
Room 1219
Chinachem Golden Plaza
77 Mody Road Tsimhatsui
East Kowloon
Hong Kong
TEL (852) 2721-9778
FAX (852) 2722-1369

Japan

Atmel Japan K.K.
9F, Tonetsu Shinkawa Bldg.
1-24-8 Shinkawa
Chuo-ku, Tokyo 104-0033
Japan
TEL (81) 3-3523-3551
FAX (81) 3-3523-7581

Atmel Operations

Atmel Colorado Springs

1150 E. Cheyenne Mtn. Blvd.
Colorado Springs, CO 80906
TEL (719) 576-3300
FAX (719) 540-1759

Atmel Rousset

Zone Industrielle
13106 Rousset Cedex
France
TEL (33) 4-4253-6000
FAX (33) 4-4253-6001

Fax-on-Demand

North America:
1-(800) 292-8635
International:
1-(408) 441-0732

e-mail

literature@atmel.com

Web Site

<http://www.atmel.com>

BBS

1-(408) 436-4309

© Atmel Corporation 2000.

Atmel Corporation makes no warranty for the use of its products, other than those expressly contained in the Company's standard warranty which is detailed in Atmel's Terms and Conditions located on the Company's web site. The Company assumes no responsibility for any errors which may appear in this document, reserves the right to change devices or specifications detailed herein at any time without notice, and does not make any commitment to update the information contained herein. No licenses to patents or other intellectual property of Atmel are granted by the Company in connection with the sale of Atmel products, expressly or by implication. Atmel's products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems.

Marks bearing ® and/or ™ are registered trademarks and trademarks of Atmel Corporation.

Terms and product names in this document may be trademarks of others.

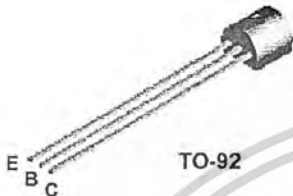


Printed on recycled paper.

0368E-02/00xM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BC337-16
BC337-25



NPN General Purpose Amplifier

This device is designed for use as general purpose amplifiers and switches requiring collector currents to 500 mA. Sourced from Process 12. See TN3019A for characteristics.

Absolute Maximum Ratings* TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value	Units
V _{CEO}	Collector-Emitter Voltage	45	V
V _{CES}	Collector-Base Voltage	50	V
V _{EBO}	Emitter-Base Voltage	5.0	V
I _C	Collector Current - Continuous	1.0	A
T _J , T _{stg}	Operating and Storage Junction Temperature Range	-55 to +150	°C

*These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

NOTES:

- 1) These ratings are based on a maximum junction temperature of 150 degrees C.
- 2) These are steady state limits. The factory should be consulted on applications involving pulsed or low duty cycle operations.

Thermal Characteristics TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Characteristic	Max	Units
		BC337-16 / BC337-25	
P _D	Total Device Dissipation Derate above 25°C	625	mW
		5.0	mW/°C
R _{θJC}	Thermal Resistance, Junction to Case	83.3	°C/W
R _{θJA}	Thermal Resistance, Junction to Ambient	200	°C/W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NPN General Purpose Amplifier

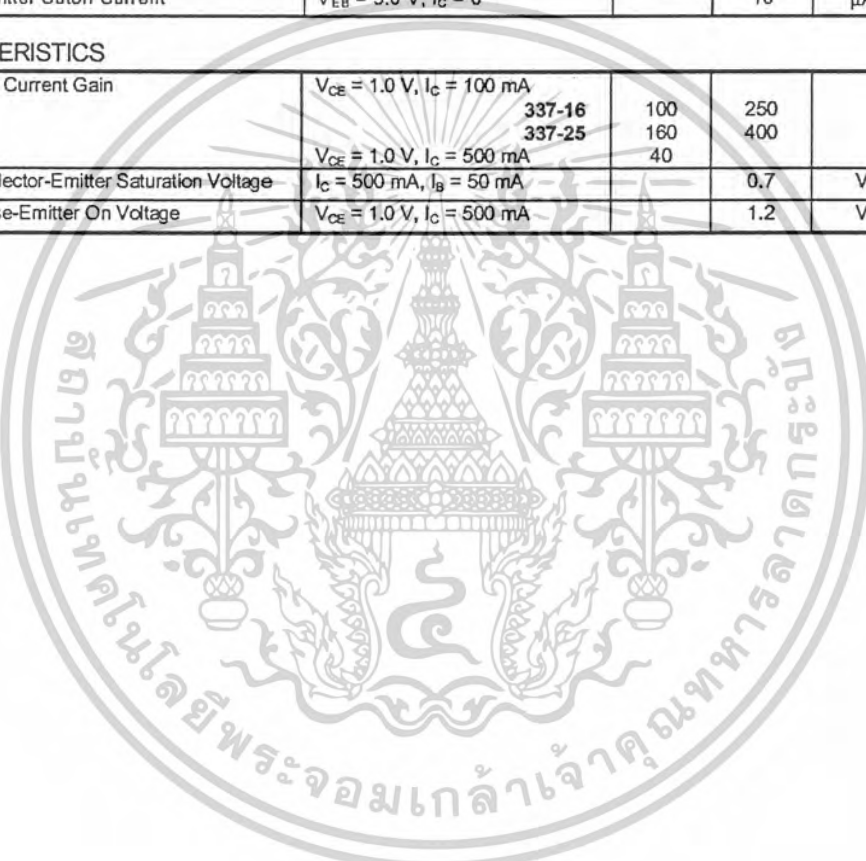
(continued)

Electrical Characteristics

TA = 25°C unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min	Max	Units
OFF CHARACTERISTICS					
V _{(BR)CEO}	Collector-Emitter Breakdown Voltage	I _C = 10 mA, I _B = 0	45		V
V _{(BR)CES}	Collector-Base Breakdown Voltage	I _C = 100 μA, I _E = 0	50		V
V _{(BR)EBO}	Emitter-Base Breakdown Voltage	I _E = 100 μA, I _C = 0	5.0		V
I _{CBO}	Collector Cutoff Current	V _{CB} = 20 V, I _E = 0, T _A = +25 °C V _{CB} = 20 V, I _E = 0, T _A = +150 °C		100 5.0	nA μA
I _{EBO}	Emitter Cutoff Current	V _{EB} = 5.0 V, I _C = 0		10	μA
ON CHARACTERISTICS					
h _{FE}	DC Current Gain	V _{CE} = 1.0 V, I _C = 100 mA 337-16 337-25	100 160 40	250 400	
V _{CE(sat)}	Collector-Emitter Saturation Voltage	I _C = 500 mA, I _B = 50 mA		0.7	V
V _{BE(on)}	Base-Emitter On Voltage	V _{CE} = 1.0 V, I _C = 500 mA		1.2	V

BC337-16 / BC337-25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DS75176B/DS75176BT Multipoint RS-485/RS-422 Transceivers

General Description

The DS75176B is a high speed differential TRI-STATE® bus/line transceiver designed to meet the requirements of EIA standard RS485 with extended common mode range (+12V to -7V), for multipoint data transmission. In addition, it is compatible with RS-422.

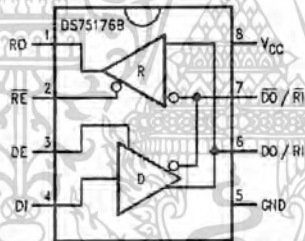
The driver and receiver outputs feature TRI-STATE capability, for the driver outputs over the entire common mode range of +12V to -7V. Bus contention or fault situations that cause excessive power dissipation within the device are handled by a thermal shutdown circuit, which forces the driver outputs into the high impedance state.

DC specifications are guaranteed over the 0 to 70°C temperature and 4.75V to 5.25V supply voltage range.

Features

- Meets EIA standard RS485 for multipoint bus transmission and is compatible with RS-422.
- Small Outline (SO) Package option available for minimum board space.
- 22 ns driver propagation delays.
- Single +5V supply.
- -7V to +12V bus common mode range permits $\pm 7V$ ground difference between devices on the bus.
- Thermal shutdown protection.
- High impedance to bus with driver in TRI-STATE or with power off, over the entire common mode range allows the unused devices on the bus to be powered down.
- Pin out compatible with DS3695/A and SN75176A/B.
- Combined impedance of a driver output and receiver input is less than one RS485 unit load, allowing up to 32 transceivers on the bus.
- 70 mV typical receiver hysteresis.

Connection and Logic Diagram



Top View

Order Number DS75176BN, DS75176BTN, DS75176BM or DS75176BTM
See NS Package Number N08E or M08A

TRI-STATE® is a registered trademark of National Semiconductor Corp.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 1)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/ Distributors for availability and specifications.

Supply Voltage, V_{CC}	7V
Control Input Voltages	7V
Driver Input Voltage	7V
Driver Output Voltages	+15V/ -10V
Receiver Input Voltages (DS75176B)	+15V/ -10V
Receiver Output Voltage	5.5V
Continuous Power Dissipation @ 25°C	
for M Package	675 mW (Note 5)
for N Package	900 mW (Note 4)
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 4 seconds)	260°C

Recommended Operating Conditions

	Min	Max	Units
Supply Voltage, V_{CC}	4.75	5.25	V
Voltage at Any Bus Terminal (Separate or Common Mode)	-7	+12	V
Operating Free Air Temperature T_A			
DS75176B	0	+70	°C
DS75176BT	-40	+85	°C
Differential Input Voltage, VID (Note 6)	-12	+12	V

Electrical Characteristics (Notes 2, 3)

0°C ≤ T_A ≤ 70°C, 4.75V < V_{CC} < 5.25V unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units	
V_{OD1}	Differential Driver Output Voltage (Unloaded)	$I_O = 0$			5	V	
V_{OD2}	Differential Driver Output Voltage (with Load)	(Figure 1)					
		$R = 50\Omega$; (RS-422) (Note 7)	2			V	
		$R = 27\Omega$; (RS-485)	1.5			V	
ΔV_{OD}	Change in Magnitude of Driver Differential Output Voltage For Complementary Output States				0.2	V	
V_{OC}	Driver Common Mode Output Voltage	(Figure 1)			3.0	V	
$\Delta V_{OC} $	Change in Magnitude of Driver Common Mode Output Voltage For Complementary Output States				0.2	V	
V_{IH}	Input High Voltage	DI, DE, RE, E		2		V	
V_{IL}	Input Low Voltage					0.8	
V_{CL}	Input Clamp Voltage		$I_{IN} = -18 \text{ mA}$			-1.5	
I_{IL}	Input Low Current		$V_{IL} = 0.4 \text{ V}$			-200	μA
I_{IH}	Input High Current		$V_{IH} = 2.4 \text{ V}$			20	μA
I_{IN}	Input Current	DO/RI, DO/RI $V_{CC} = 0 \text{ V}$ or 5.25V $DE = 0 \text{ V}$	$V_{IN} = 12 \text{ V}$			+1.0	mA
			$V_{IN} = -7 \text{ V}$			-0.8	mA
V_{TH}	Differential Input Threshold Voltage for Receiver	$-7 \text{ V} \leq V_{CM} \leq +12 \text{ V}$	-0.2		+0.2	V	
ΔV_{TH}	Receiver Input Hysteresis	$V_{CM} = 0 \text{ V}$		70		mV	
V_{OH}	Receiver Output High Voltage	$I_{OH} = -400 \mu\text{A}$	2.7			V	
V_{OL}	Output Low Voltage	RO $I_{OL} = 16 \text{ mA}$ (Note 7)			0.5	V	
I_{OZR}	OFF-State (High Impedance) Output Current at Receiver	$V_{CC} = \text{Max}$ $0.4 \text{ V} \leq V_O \leq 2.4 \text{ V}$			±20	μA	
R_{IN}	Receiver Input Resistance	$-7 \text{ V} \leq V_{CM} \leq +12 \text{ V}$	12			$\text{k}\Omega$	
I_{CC}	Supply Current	No Load (Note 7)	Driver Outputs Enabled			55	mA
			Driver Outputs Disabled			35	mA
I_{OSD}	Driver Short-Circuit Output Current	$V_O = -7 \text{ V}$ (Note 7)				-250	mA
		$V_O = +12 \text{ V}$ (Note 7)				+250	mA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Notes 2, 3) (Continued)

$0^{\circ}\text{C} \leq T_A \leq 70^{\circ}\text{C}$, $4.75\text{V} < V_{\text{CC}} < 5.25\text{V}$ unless otherwise specified

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
I_{OSR}	Receiver Short-Circuit Output Current	$V_{\text{O}} = 0\text{V}$	-15		-85	mA

Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. They are not meant to imply that the device should be operated at these limits. The tables of "Electrical Characteristics" provide conditions for actual device operation.

Note 2: All currents into device pins are positive; all currents out of device pins are negative. All voltages are referenced to device ground unless otherwise specified.

Note 3: All typicals are given for $V_{\text{CC}} = 5\text{V}$ and $T_A = 25^{\circ}\text{C}$.

Note 4: Derate linearly at $5.56\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$ to 650 mW at 70°C .

Note 5: Derate linearly $6.11\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$ to 400 mW at 70°C .

Note 6: Differential - Input/Output bus voltage is measured at the noninverting terminal A with respect to the inverting terminal B.

Note 7: All worst case parameters for which note 7 is applied, must be increased by 10% for DS75176BT. The other parameters remain valid for $-40^{\circ}\text{C} < T_A < +85^{\circ}\text{C}$.

Switching Characteristics

$V_{\text{CC}} = 5.0\text{V}$, $T_A = 25^{\circ}\text{C}$

Symbol	Parameter	Conditions	Min	Typ	Max	Units
t_{PLH}	Driver Input to Output	$R_{\text{LDIFF}} = 60\Omega$		12	22	ns
t_{PHL}	Driver Input to Output	$C_{\text{L1}} = C_{\text{L2}} = 100\text{ pF}$		17	22	ns
t_{r}	Driver Rise Time	$R_{\text{LDIFF}} = 60\Omega$			18	ns
t_{f}	Driver Fall Time	$C_{\text{L1}} = C_{\text{L2}} = 100\text{ pF}$ (Figure 3 and Figure 5)			18	ns
t_{ZH}	Driver Enable to Output High	$C_{\text{L}} = 100\text{ pF}$ (Figure 4 and Figure 6) S1 Open		29	100	ns
t_{ZL}	Driver Enable to Output Low	$C_{\text{L}} = 100\text{ pF}$ (Figure 4 and Figure 6) S2 Open		31	60	ns
t_{LZ}	Driver Disable Time from Low	$C_{\text{L}} = 15\text{ pF}$ (Figure 4 and Figure 6) S2 Open		13	30	ns
t_{HZ}	Driver Disable Time from High	$C_{\text{L}} = 15\text{ pF}$ (Figure 4 and Figure 6) S1 Open		19	200	ns
t_{PLH}	Receiver Input to Output	$C_{\text{L}} = 15\text{ pF}$ (Figure 2 and Figure 7)		30	37	ns
t_{PHL}	Receiver Input to Output	S1 and S2 Closed		32	37	ns
t_{ZL}	Receiver Enable to Output Low	$C_{\text{L}} = 15\text{ pF}$ (Figure 2 and Figure 8) S2 Open		15	20	ns
t_{ZH}	Receiver Enable to Output High	$C_{\text{L}} = 15\text{ pF}$ (Figure 2 and Figure 8) S1 Open		11	20	ns
t_{LZ}	Receiver Disable from Low	$C_{\text{L}} = 15\text{ pF}$ (Figure 2 and Figure 8) S2 Open		28	32	ns
t_{HZ}	Receiver Disable from High	$C_{\text{L}} = 15\text{ pF}$ (Figure 2 and Figure 8) S1 Open		13	35	ns

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AC Test Circuits

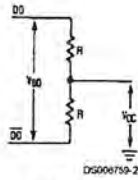
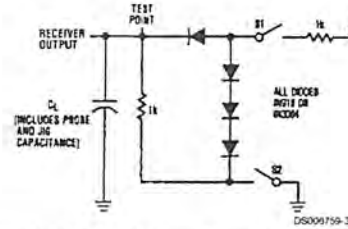


FIGURE 1.



Note: S1 and S2 of load circuit are closed except as otherwise mentioned

FIGURE 2.

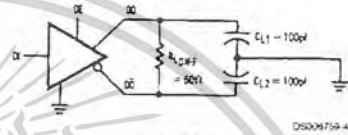
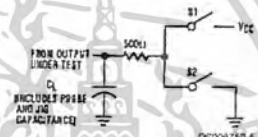


FIGURE 3.



Note: Unless otherwise specified the switches are closed.

FIGURE 4.

Switching Time Waveforms

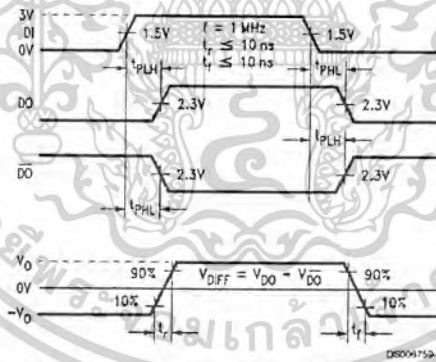


FIGURE 5. Driver Propagation Delays and Transition Times

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Switching Time Waveforms (Continued)

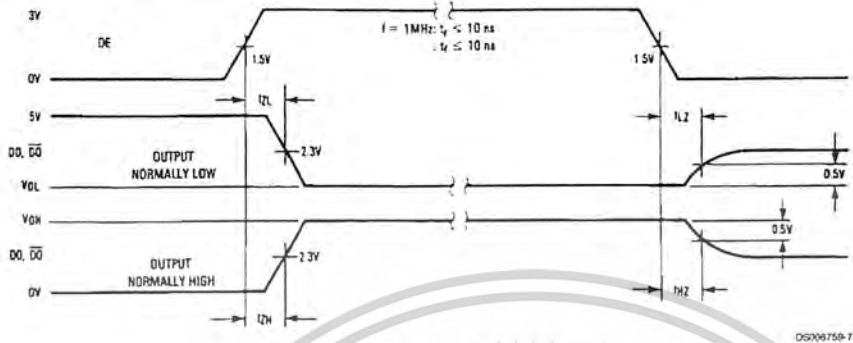


FIGURE 6. Driver Enable and Disable Times



Note: Differential input voltage may be realized by grounding R1 and pulsing R0 between +2.5V and -2.5V

FIGURE 7. Receiver Propagation Delays

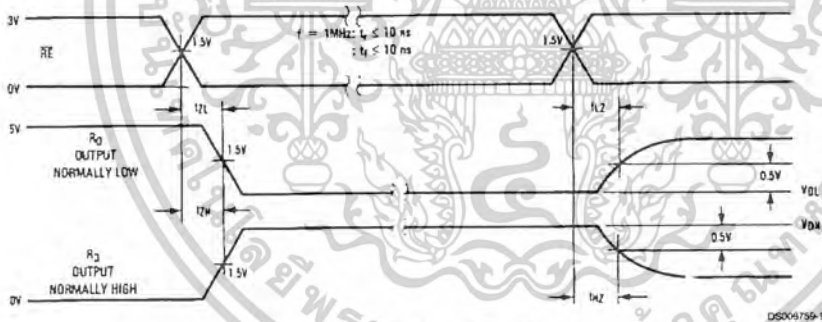


FIGURE 8. Receiver Enable and Disable Times

Function Tables

DS75176B Transmitting

Inputs			Line Condition	Outputs	
RE	DE	DI		DO	DO
X	1	1	No Fault	0	1
X	1	0	No Fault	1	0
X	0	X	X	Z	Z
X	1	X	Fault	Z	Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Function Tables (Continued)

DS75176B Receiving

Inputs			Outputs
RE	DE	RI-RI	RO
0	0	$\geq +0.2V$	1
0	0	$\leq -0.2V$	0
0	0	Inputs Open**	1
1	0	X	Z

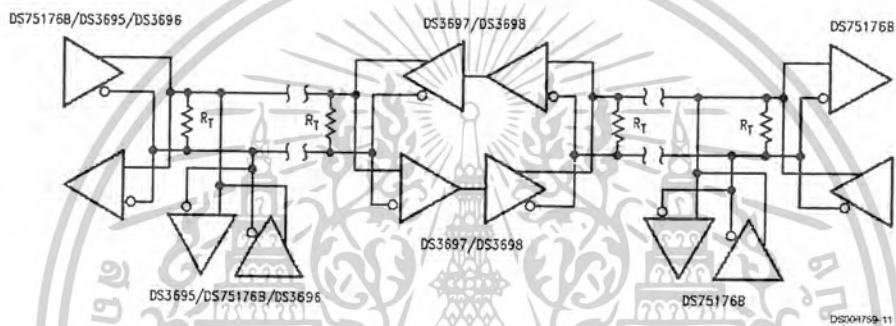
X — Don't care condition

Z — High impedance state

Fault — Improper line conditions causing excessive power dissipation in the driver, such as shorts or bus contention situations

**This is a fail safe condition

Typical Application



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LIFE SUPPORT POLICY

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.



National Semiconductor Corporation
Americas
Tel: 1-800-272-9959
Fax: 1-800-737-7018
Email: support@nsc.com

www.national.com

National Semiconductor Europe
Fax: +49 (0) 1 80-530 85 86
Email: europe.support@nsc.com
Deutsch Tel: +49 (0) 1 80-530 85 85
English Tel: +49 (0) 1 80-532 78 32
Français Tel: +49 (0) 1 80-532 93 58
Italiano Tel: +49 (0) 1 80-534 16 80

National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group
Tel: 65-2544466
Fax: 65-2504466
Email: sea.support@nsc.com

National Semiconductor Japan Ltd.
Tel: 81-3-5639-7563
Fax: 81-3-5639-7507

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้