สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์

นายวรศักดิ์ คำชุ่ม
นางสาววราภรณ์ ถนอมสวย

โครงงานพิเศษนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์
คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2540

ปพ.
3 ธ.ค.
2540
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 31647
วัน, เดือน, ปี 19 พ.ย. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Sun Position Meter

Mr.Warasak Khamchum

Miss.Varaporn Thanomsuay

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

1997

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์
โดย	นายวรศักดิ์ คำชุ่ม
	นางสาววราภรณ์ ถนอมสวย
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชิต ศิริโชติ
	รองศาสตราจารย์สุรพล รักวิจัย

ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง อนุมัติให้นับโครงงานพิเศษฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรวิทยาศาสตรบัณฑิต

.....

(รองศาสตราจารย์สุรพล รักวิจัย)

หัวหน้าภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์

คณะกรรมการสอบโครงงานพิเศษ

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชิต ศิริโชติ)

ประธานกรรมการ

.....

(รองศาสตราจารย์สุรพล รักวิจัย)

กรรมการ

.....

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ศิริศักดิ์ เตชะทวีกุล)

กรรมการ

.....

(อาจารย์ธนาภรณ์ ลีลาวัฒนานนท์)

กรรมการ

ลิขสิทธิ์ของภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อโครงงานพิเศษ	เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์
โดย	นายวรศักดิ์ คำชุ่ม
	นางสาววราภรณ์ ถนอมสวย
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชิต ศิริโชติ
	รองศาสตราจารย์สุรพล รักวิจัย
ภาควิชา	ฟิสิกส์ประยุกต์
ปีการศึกษา	2540

บทคัดย่อ

โครงงานพิเศษนี้เป็นการพัฒนาอุปกรณ์การหาตำแหน่งดวงอาทิตย์ เรียกว่า เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ ซึ่งใช้วิธีการคำนวณจากสูตรมาตราฐาน โดยการใช้ ANT-32 บอร์ดไมโครคอนโทรเลอร์ เป็นตัวประมวลผลและเลือกใช้โปรแกรม BASIC 32 ในการทำงาน เครื่องจะรับค่าละติจูดและลองจิจูดทางสวิทช์คีย์ แล้วแสดงผลออกทาง LCD ตัวเครื่องสามารถคำนวณ 1) มุมอัลติจูด 2) มุมอซิมุธ 3) มุมเดคลิเนชัน 4) เวลาพระอาทิตย์ขึ้น 5) เวลาพระอาทิตย์ตก นอกจากนี้ผลการคำนวณสามารถส่งออกทาง PC โดยผ่านพอร์ท RS232 ส่วนผลจากการทดลองจากเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์สามารถตรวจสอบผลกับกรมอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Special Project Title	Sun Position Meter
Name	Mr.Warasak Khamchum
	Miss.Varaporn Thanmsuay
Special Project Adviser	Asst. Prof. Wichit Sirichote
	Assoc.Prof. Surapol Rakvejay
Department	Applied Physics
Academic Year	1997

Abstract

A device used for displaying the position of the sun, namely Sun Position Meter, has been developed. The underlying principle utilizes standard calculation method. The meter employs an embedded single board microcomputer, 8052 AH running the BASIC program. The latitude and longitude data can be easily entered through a simple keypad. Results of calculated by the meter are 1) Altitude, 2) Azimuth, 3) Declination, 4) Sun Rise, and 5) Sun Set. In addition, the results of calculation can be sent to a PC via a standard RS232 port. The meter has been preliminary tested with a data reported by the Meteorological Department.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานพิเศษนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี จากความอนุเคราะห์จากบุคคลหลายฝ่ายดังนี้

บิดา-มารดา	ผู้ให้ชีวิต ทุนการศึกษา กำลังใจ ช่วยอบรมสั่งสอนให้เป็นคนดี
ผู้ช่วยศาสตราจารย์วิชิต ศิริโชติ	ผู้ให้วิชาความรู้ คำแนะนำ หนังสือและอุปกรณ์ต่าง ๆ ในการทำโครงงานพิเศษ
รองศาสตราจารย์สุรพล รักวิจัย	ผู้ให้คำแนะนำทางด้านวิชาการ
รองศาสตราจารย์ยุทธ อัครมาศ ภาควิชาฟิสิกส์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย	ผู้เรียบเรียงหนังสือ "ฟิสิกส์ของระบบสุริยะ" สำหรับใช้เป็น แหล่งข้อมูลที่สำคัญ
คุณณรงค์ แสงแก้ว กรมอุตุนิยมวิทยา	ผู้ให้หนังสือคู่มือโปรแกรม BASIC-52 สถานที่ให้ข้อมูล เวลาดวงอาทิตย์ขึ้นและตก เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบการทดลอง
ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง	สถานที่ให้วิชาความรู้ต่างๆ และประสบการณ์ชีวิต

รวมทั้งเพื่อน ๆ และพี่น้องทุกคน ที่ให้ความช่วยเหลือและความบันเทิงต่าง ๆ

ท้ายสุดนี้ขอขอบคุณทุกๆ ท่านทั้งที่ได้กล่าวนามและไม่ได้กล่าวนามด้วยความจริงใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญเรื่อง	ง
สารบัญรูป	ฉ
สารบัญตาราง	ช
บทที่ 1 บทนำ	
1.1 ที่มาของโครงงานพิเศษ	1
1.2 วัตถุประสงค์	1
1.3 วิธีการดำเนินการ	1
1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ	2
1.5 ขอบข่ายการทำงาน	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	
2.1 ดวงอาทิตย์	3
2.1.1 ระบบสุริยะ	3
2.1.2 โครงสร้างดวงอาทิตย์	4
2.2 ตำแหน่งดวงอาทิตย์ในท้องฟ้า	5
2.3 ฤดูกาลและการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์	6
2.3.1 มุมเดคลิเนชัน	6
2.3.2 ฤดูกาล	7
2.3.3 การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในท้องฟ้า	8
2.4 ตัวอย่างการคำนวณตำแหน่งดวงอาทิตย์	13
บทที่ 3 การดำเนินการวิจัย	
3.1 เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์	17
3.1.1 ANT-32 EMBEDDED CONTROLLER	17
3.1.2 LCD MODULE	21
3.1.3 หน้าที่และส่วนประกอบของวงจรอื่น ๆ	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การทำงานของโปรแกรม 23

บทที่ 4 การทดลอง

4.1 ข้อมูลในการคำนวณหาตำแหน่งดวงอาทิตย์ 26

4.2 การเปรียบเทียบเวลาระหว่างเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์กับ ข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา 26

บทที่ 5 บทสรุป

5.1 สรุปและการประยุกต์ใช้งาน 28

5.2 แนวทางในการพัฒนาโครงงาน 28

ภาคผนวก ก ขั้นตอนการทำงาน

ภาคผนวก ข โปรแกรมการทำงาน

ภาคผนวก ค วงจรการทำงาน

เอกสารอ้างอิง

ประวัติผู้เขียน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

หน้า

รูป 2.1 แสดงโครงสร้างดวงอาทิตย์ 4

รูป 2.2 แสดงวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ในรอบปี 5

รูป 2.3 แสดงระนาบสุริยะวิถีกับระนาบศูนย์สูตร 7

รูป 2.4 แสดงการเปลี่ยนฤดูกาล แสดงภาพที่มองจากทางโคจรโดยแสงอาทิตย์เข้าทางขวามือ 8

รูป 2.5(ก) การเคลื่อนที่ของโลกที่อิควินอกซ์ แสดงเซนิทของจุด (23.5°N) ตอนเที่ยง 9

รูป 2.5(ข) การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ที่อิควินอกซ์ที่เส้นรุ้งต่าง ๆ กัน 9

รูป 2.5(ค) การเคลื่อนที่ของโลกที่โซลสติซส์ฤดูหนาว 10

รูป 2.5(ง) การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ที่เส้นรุ้งต่าง ๆ (21 ธันวาคม) 10

รูป 2.5(จ) การเคลื่อนที่ของโลกที่โซลสติซส์ฤดูร้อน 11

รูป 2.5(ฉ) การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ที่เส้นรุ้งต่าง กัน (21 มิถุนายน) 11

รูป 2.6 การเคลื่อนที่ปรากฏประจำของดวงอาทิตย์ที่เส้นรุ้ง φ°N
ในโซลสติซส์ฤดูร้อนและฤดูหนาวและที่อิควินอกซ์ 12

รูป 2.7 ภาพด้านข้างและด้านบนของการเคลื่อนที่ปรากฏ
ของดวงอาทิตย์สำหรับจุดสังเกตการณ์ที่เส้นรุ้ง φ°N 12

รูป 2.8 สมการของเวลาในรอบปี 13

รูป 2.9 มุมเซนิท อัลติจูด และอซิมุธ ที่สัมพันธ์กับพื้นราบระดับบนพื้นโลก 15

รูป 3.1 ไดอะแกรม Sun Position Meter 17

รูป 3.2 แสดงบอร์ดและตำแหน่งจัมพ์เปอร์ 20

รูป 3.3 แสดงขาสัญญาณและไดอะแกรมวงจรภายในของ LCD (16*4) 21

รูป 3.4 แสดงส่วนประกอบของวงจรต่าง ๆ 22

รูป 3.5 แผนผังแสดงลำดับการทำงานของเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ 23

รูป 3.6 แผนผังแสดงลำดับการทำงานของเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ (ต่อ) 24

รูป 3.7 เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ 25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

หน้า

ตาราง 4.1 ผลการทดลองการคำนวณหาตำแหน่งดวงอาทิตย์ 26

ตาราง 4.2 การเปรียบเทียบเวลา ระหว่างเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์กับ
ข้อมูลมาตราฐานจากกรมอุตุนิยมวิทยา 27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ที่มาของโครงงานพิเศษ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม และเป็นประเทศกำลังพัฒนา มีแนวโน้มต้องการใช้พลังงานเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว เป็นความต้องการพลังงานพื้นฐาน ได้แก่ ความร้อนและแสงสว่าง และความต้องการพลังงานในรูปกระแสไฟฟ้า ตลอดจนผลิตภัณฑ์น้ำมันปิโตรเลียม ซึ่งต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ ดังนั้นเราต้องการลดปริมาณการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงปิโตรเลียม ขณะเดียวกันก็ส่งเสริมการค้นคว้าวิจัยพลังงานทดแทนอื่น ๆ อย่างจริงจังและรีบด่วน ปัจจุบันพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานทดแทนที่สำคัญของมนุษย์ จึงมีการค้นคว้าหาวิธีการที่มีประสิทธิภาพมากที่สุดมาเปลี่ยนให้เป็นพลังงานกล พลังงานไฟฟ้า หรือพลังงานเคมี เพื่อใช้ให้เป็นประโยชน์ในด้านต่าง ๆ พลังงานแสงอาทิตย์มักอยู่ในลักษณะเจือจาง กระจัดกระจายและไม่แน่นอน การที่จะได้รับพลังงานจากการแผ่รังสีของดวงอาทิตย์ในแต่ละตำแหน่งจะได้ไม่เท่ากัน จึงต้องใช้เครื่องมือที่มีประสิทธิภาพในการดักจับพลังงานเหล่านี้ให้ได้มากที่สุดในแต่ละวัน ซึ่งปัจจุบันมีการใช้แผงเซลล์สุริยะ แต่เนื่องจากดวงอาทิตย์มีการเคลื่อนที่ตลอดเวลาการจะทำให้ได้พลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด ต้องทำให้แผงเซลล์สุริยะหมุนไปในตำแหน่งเดียวกับดวงอาทิตย์ แนวความคิดนี้ทำให้เกิดโครงงานนี้ขึ้นมา โดยโครงงานงานนี้เป็นการสร้างเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ เพื่อที่จะบอกให้เซลล์สุริยะหมุนไปในตำแหน่งที่ตรงกับดวงอาทิตย์ เพื่อจะได้รับพลังงานแสงอาทิตย์มากที่สุด โดยเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์จะใช้หลักการคำนวณตามสูตรมาตราฐาน

1.2 วัตถุประสงค์

ในการทำโครงงานเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์นี้มีวัตถุประสงค์คือ

1. เพื่อศึกษาผลกระทบที่มีต่อโลกเมื่อโลกโคจรรอบดวงอาทิตย์
2. เพื่อศึกษาการหาตำแหน่งดวงอาทิตย์
3. เพื่อศึกษาการคำนวณหาตำแหน่งดวงอาทิตย์จากเครื่องบอกและหาตำแหน่งดวงอาทิตย์ให้ถูกต้องตรงตามมาตราฐาน

1.3 วิธีการดำเนินการ

การดำเนินการในการสร้างเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ได้ทำตามขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบวงจรกำเนิดเสียง วงจรแหล่งจ่ายไฟ และการทำงานของ LCD
2. สร้างเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ เพื่อใช้ทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ประมวลผลโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของเครื่อง โดยใช้ BASIC 32
4. ปรับโปรแกรมให้มีการคำนวณตำแหน่งดวงอาทิตย์ถูกต้องตรงตามมาตราฐาน

1.4 ประโยชน์ที่ได้รับ

1. ทราบถึงทฤษฎีในการหาตำแหน่งดวงอาทิตย์
2. ทราบถึงทฤษฎีและหลักการโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์
3. ศึกษาหลักการทำงานของ ANT-32 บอร์ดไมโคร, LCD และอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสร้างเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์
4. สามารถนำไปต่อเข้ากับตัวควบคุมการหมุนของแผงเซลล์สุริยะ เพื่อบอกตำแหน่งการหมุนให้ตรงตามตำแหน่งดวงอาทิตย์

1.5 ขอบข่ายการทำงาน

เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์สามารถทำงานได้ โดยมีการใส่ค่าพิกัดเส้นรุ้ง, เส้นแวง วัน/เดือน/ปี และเวลา ที่ต้องการทราบตำแหน่งดวงอาทิตย์ทางสวิทช์คีย์ เครื่องจะมีโหมดให้เลือกการทำงานว่าต้องให้เครื่องทำงานเป็นแบบต่อเนื่องหรือไม่ต่อเนื่องสามารถเลือกได้ทางสวิทช์คีย์ ผลการคำนวณจะแสดงผลทาง LCD โดยจะแสดงค่ามุมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง และบอกเวลาพระอาทิตย์ขึ้นและตก และมีการทำงานเป็นนาฬิกาตลอดเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ดวงอาทิตย์

ดวงอาทิตย์เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานที่สำคัญที่แผ่รังสีออกมาสู่อวกาศและมาถึงโลก ธรรมชาติการกำเนิดพลังงานในดวงอาทิตย์ยังไม่เป็นที่ทราบกันอย่างแน่นอน จากการวัดปริมาณการแผ่รังสีพบว่าดวงอาทิตย์ประกอบด้วยไฮโดรเจนร้อยละ 80 และฮีเลียมร้อยละ 20 พลังงานของดวงอาทิตย์ที่แผ่ออกมารอบตัวนั้น เกิดจากปฏิกิริยาการรวมตัว (Fusion) ของไฮโดรเจน 4 ตัว ได้เป็นฮีเลียมขึ้น 1 ตัว ฮีเลียมที่ได้มีมวลน้อยกว่าผลรวมของมวลไฮโดรเจนทั้ง 4 ตัว มวลที่หายไปนั้นแปรสภาพเป็นพลังงานจำนวนมหาศาลให้ความร้อนและแสงสว่าง ดังนั้น ดวงอาทิตย์จึงเป็นกลุ่มก๊าซร้อนที่มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.39×10^{6} กิโลเมตร อยู่ห่างจากโลกเป็นระยะทางเฉลี่ย 149.6×10^{6} กิโลเมตร หรือ 1 AU (Astronomical Unit) ถ้าสังเกตจากโลก ดวงอาทิตย์หมุนรอบแกนตัวเองหนึ่งรอบใช้เวลาสี่สัปดาห์

พลังงานแสงอาทิตย์นับเป็นแหล่งพลังงานที่สำคัญและมีอยู่มากมาย เป็นพลังงานที่ได้มาเปล่าๆ เราเพียงแค่เสียค่าใช้จ่ายเฉพาะค่าอุปกรณ์ในการรวบรวมแสงอาทิตย์มาใช้งานเท่านั้น พลังงานแสงอาทิตย์ที่ตกกระทบโลกนี้มีปริมาณมากกว่าแหล่งพลังงานที่มีอยู่บนโลก (เช่นพลังงานนิวเคลียร์, พลังงานใต้พิภพ, พลังงานแรงโน้มถ่วง ฯลฯ) รวมกันถึง 5000 เท่า พลังงานส่วนนี้ 30% จะถูกสะท้อนกลับไปสู่ห้วงบรรยากาศ 47% ถูกเปลี่ยนเป็นความร้อนที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าและสะท้อนกลับไปสู่บรรยากาศ 22.5% ถูกใช้ไปในการระเหย และอีกประมาณ 0.5% ถูกเปลี่ยนเป็นพลังงานกลในรูปของลม คลื่น และถูกสะสมไว้ในพืชโดยการสังเคราะห์แสง

2.1.1 ระบบสุริยะ

ระบบสุริยะ ประกอบขึ้นด้วยดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ 9 ดวง คือ พุธ (Mercury) ศุกร์ (Venus) โลก (Earth) อังคาร (Mars) พฤหัส (Jupiter) เสาร์ (Saturn) มฤตยู (Uranus) เนปจูน (Neptune) และพลูโต (Pluto) นอกจากนี้ยังมีบริวารของดาวเคราะห์ ดาวเคราะห์น้อย อุกกาบาต ดาวหาง และเทหวัตถุ

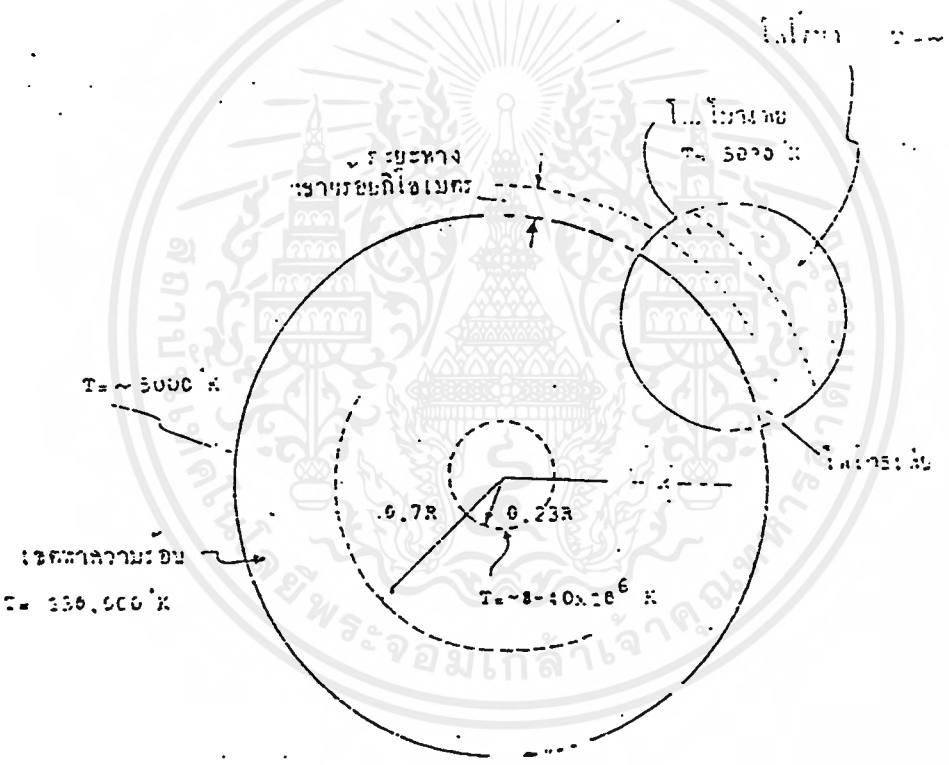
ดาวเคราะห์โคจรรอบดวงอาทิตย์ และหมุนรอบแกนของตัวเองไปด้วยในเวลาเดียวกัน การโคจรของดาวเคราะห์รอบดวงอาทิตย์นั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกันเป็นรูปวงรี ตำแหน่งที่ดาวเคราะห์อยู่ใกล้ดวงอาทิตย์มากที่สุดเรียกว่า เพอริเฮลิออน (Perihelion) และตำแหน่งที่ดาวเคราะห์อยู่ไกลดวงอาทิตย์มากที่สุด เรียกว่า อเฟลิออน (Aphelion) วงโคจรของดาวเคราะห์หลายดวงอยู่ในระนาบเดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กัน ยกเว้นวงโคจรของดาวพุธ ดาวพลูโต และดาวหาง ส่วนดวงจันทร์ หรือดาวบริวารของดาวเคราะห์เกือบทั้งหมดก็มีวงโคจรอยู่ในระนาบเดียวกับดาวเคราะห์ส่วนใหญ่ด้วย

2.1.2 โครงสร้างดวงอาทิตย์

จากการประมาณพบว่า ร้อยละ 90 ของพลังงานที่แผ่ออกมานั้น มาจากช่วงระยะ 0 ถึง 0.23 R (โดย R เป็นรัศมีของดวงอาทิตย์) ซึ่งประกอบด้วยมวลร้อยละ 40 ของมวลทั้งหมดของดวงอาทิตย์ ที่ระยะ 0.7 R จากศูนย์กลาง อุณหภูมิจะลดลงเหลือประมาณ 130,000 K และความหนาแน่นลดลงเหลือ 0.07 กรัม/ลบ.ซม. ที่บริเวณนี้จะมีพฤติกรรมแบบการพาความร้อน และเรียกระยะจาก 0.7 R ถึง 1.0 R ว่าเขตพาความร้อน (convection zone) ภายในเขตนี้ อุณหภูมิลดเหลือประมาณ 5000 K และมีความหนาแน่นประมาณ 10^{-8} กรัม/ลบ.ซม.



รูป 2.1 โครงสร้างดวงอาทิตย์

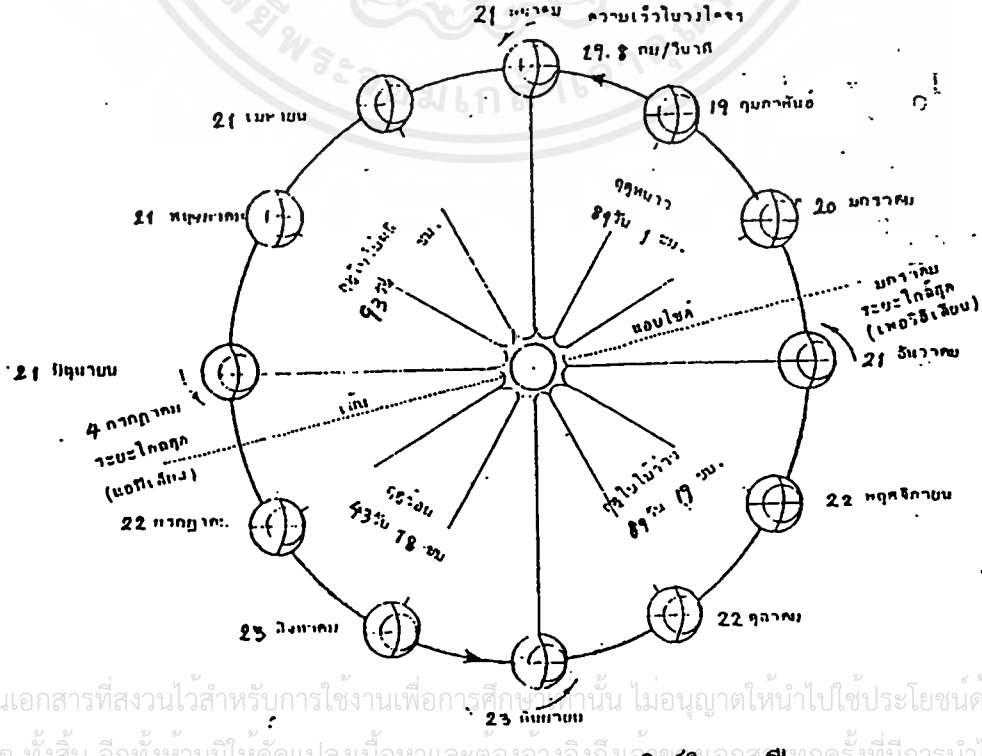
บริเวณพื้นผิวของดวงอาทิตย์นั้นประกอบด้วย กรานูล (granules) ซึ่งมีลักษณะเป็นลำ มีความยาวตั้งแต่ 1000 ถึง 3000 กิโลเมตร แต่ช่วงเวลาที่ปรากฏตัวอยู่นั้นสั้น ๆ ไม่กี่นาที กล่าวคือ เมื่อมันแผ่รังสีความร้อนแล้วมันจะไหลเวียนกลับลงไป เขตพาความร้อนชั้นบนสุดเรียกว่า โฟโตสเฟียร์ (Photosphere) รังสีแสงอาทิตย์ส่วนใหญ่มาจากเขตโฟโตสเฟียร์นี้ บริเวณที่ถัดขึ้นไปจากโฟโตสเฟียร์เป็นช่วงระยะ 10,000 กิโลเมตร เรียกว่า โครโมสเฟียร์ (Chromosphere) บรรยากาศชั้นนี้อุณหภูมิสูงกว่าชั้นโฟโตสเฟียร์ บรรยากาศชั้นนอกสุดของดวงอาทิตย์ เรียกว่า โคโรนา (Corona) ชั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้มีอุณหภูมิสูงมากประมาณหนึ่งล้านองศาเคลวิน แต่ให้แสงสว่างเพียงประมาณหนึ่งในล้านของความสว่างจากโฟโตสเฟีย จึงยากที่จะสำรวจได้โดยง่าย นอกจากจะสำรวจในขณะเกิดสุริยุปราคามืดมิด โครงสร้างของโคโรนาเป็นเส้นสายไหลออกไปจากดวงอาทิตย์ จากลักษณะดังกล่าวแสดงว่าดวงอาทิตย์มีอุณหภูมิไม่คงที่แน่นอน ในการคำนวณทั่วไปจึงให้พิจารณาถือว่า ดวงอาทิตย์เป็นวัตถุดำที่มีอุณหภูมิ 5762 K แม้ว่าจุดศูนย์กลางของดวงอาทิตย์จะมีอุณหภูมิสูงถึง 20 ล้านองศาเคลวิน ดวงอาทิตย์ส่งพลังงานออกมาในอัตรา 3.8×10^{23} กิโลวัตต์ แต่โลกเราได้รับพลังงานเพียงเล็กน้อย คือ 1.7×10^{14} กิโลวัตต์เท่านั้น

2.2 ตำแหน่งดวงอาทิตย์ในท้องฟ้า

โลกเคลื่อนที่รอบดวงอาทิตย์มีวงโคจรเป็นรูปวงรี ใช้เวลาหนึ่งปีต่อรอบ (ดังรูป 2.2) ขณะเดียวกันโลกหมุนรอบตัวเองจากทิศตะวันตกไปสู่ทิศตะวันออก จึงทำให้เราเห็นเป็นว่า ดาวมีการขึ้นจากทิศตะวันออกไปตกลับฟ้าทางทิศตะวันตกสวนทางกับการหมุนของโลก แกนหมุนของโลกทำมุมเอียงคงที่เท่ากัน 23.5 องศากับเส้นที่ตั้งฉากกับระนาบการโคจรตลอดเวลา ดังนั้นเมื่อขั้วเหนือหันเข้าใกล้ดวงอาทิตย์จึงเกิดฤดูร้อนในซีกโลกเหนือ และฤดูหนาวในซีกโลกใต้ ในทำนองเดียวกัน เมื่อขั้วใต้หันเข้าหาดวงอาทิตย์จะเกิดฤดูร้อนในซีกโลกใต้ และฤดูหนาวในซีกโลกเหนือ จากการหมุนรอบตัวเองของโลก ทำให้คนมองเห็นท้องฟ้ามีลักษณะต่างกันไปในแต่ละชั่วโมง และเนื่องจากโลกหมุนรอบดวงอาทิตย์ด้วยทำให้สังเกตเห็นดวงดาวอยู่ในตำแหน่งต่าง ๆ กัน ในช่วงเวลาหนึ่งปี ถ้ามองท้องฟ้าไปในทางทิศเหนือจะมองเห็นท้องฟ้าเคลื่อนที่รอบจุด ๆ หนึ่ง คือ ขั้วเหนือของท้องฟ้า ดาวที่อยู่ใกล้กับจุดนี้คือ ดาวเหนือ เป็นผลให้มองเห็นหมู่ดาวในทางทิศเหนือเคลื่อนที่เป็นวงกลมรอบดาวเหนือ



รูป 2.2 วงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ในรอบปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ฤดูกาลและการเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์

ในการศึกษาดาราศาสตร์มีการสมมุติทรงกลมท้องฟ้าขึ้นเพื่อใช้ประโยชน์ในการอธิบายและคำนวณข้อมูลทางดาราศาสตร์ ข้อกำหนดคุณสมบัติพื้นฐานของทรงกลมท้องฟ้ามีดังนี้

1) ให้ถือว่าทรงกลมท้องฟ้ามีรัศมีเป็นอนันต์ (Infinity)
2) ดังนั้นไม่ว่าผู้สังเกตการณ์จะไปอยู่ ณ ตำแหน่งใด จะเป็นตำบลใดบนพื้นผิวโลก หรือที่จุดใจกลางของโลกหรือในอวกาศภายนอกโลก เขาจะรู้สึกเสมือนว่าเขายังคงอยู่ที่จุดศูนย์กลางของทรงกลมท้องฟ้าเสมอ
3) ให้ถือว่าดาวเคราะห์ ดาวฤกษ์ ดวงอาทิตย์ และอื่น ๆ เป็นสิ่งที่ติดอยู่บนผิวภายในของทรงกลมท้องฟ้า สำหรับดวงจันทร์ ดวงอาทิตย์ ดาวเคราะห์ และดาวหางนั้นมีการเคลื่อนที่ไปบนผิวทรงกลม
4) ทรงกลมท้องฟ้าหมุนไปรอบแกนซึ่งผ่านจุดศูนย์กลางของทรงกลม ซึ่งเป็นตำแหน่งของผู้สังเกตการณ์ด้วยอัตราวันละรอบเป็นผลเนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลก ดังนั้นวัตถุท้องฟ้าต่าง ๆ จะปรากฏหมุนไปรอบผู้สังเกตการณ์บนโลกวันละรอบ เรียกปรากฏการณ์นี้ว่า การเคลื่อนที่ประจำวัน (Diurnal motion or Daily motion)
5) ผู้สังเกตการณ์ซึ่งอยู่คนละตำแหน่ง ถ้าชี้หรือเล็งไปยังดวงเดียวกัน แนวที่ชี้หรือเล็งนั้นจะเป็นเส้นตรงที่ขนานกัน ผลนี้สืบเนื่องมาจากข้อ 1) และหลักการเรขาคณิตที่ว่าเป็นเส้นตรงที่ขนานกันจะไปพบกันที่อนันต์

การโคจรรอบดวงอาทิตย์ของโลก และความเอียงของแกนหมุนของโลกกับระนาบการโคจรทำให้ตำแหน่งของดวงอาทิตย์ มีค่าเปลี่ยนไปตามฤดูกาล (seasonal variation) และตามวันเวลา (diurnal variation)

2.3.1 มุมเดคลิเนชัน

การแผ่รังสีนอกบรรยากาศโลกมีการเปลี่ยนแปลงมากเนื่องจากต่างฤดูกาลทางเดินของดวงอาทิตย์ที่ปรากฏในท้องฟ้าจะเปลี่ยนไป แกนหมุนของโลกทำมุมเอียง 23.45 องศากับแกนซึ่งตั้งฉากกับระนาบทางโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ (คือระนาบซึ่งดวงอาทิตย์ ปรากฏเคลื่อนที่ไปรอบโลก มีชื่อเรียกว่า ระนาบสุริยะวิถี (ecliptic plane) ระนาบเส้นศูนย์สูตร (equatorial plane) ของโลกจึงเอียงเป็นมุม 23.45 องศา กับระนาบสุริยะวิถี ดังรูป 2.3

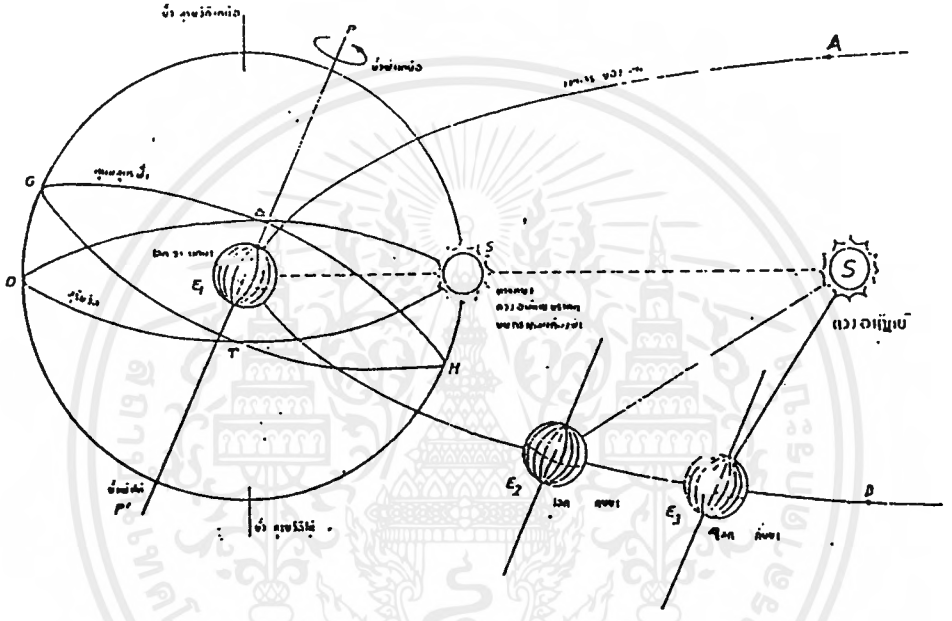
การเอียงปรากฏของแกนหมุนของโลกเข้าหาดวงอาทิตย์เทียบกับแกนตั้งฉากของระนาบสุริยะวิถีเป็นมุม δ เรียกว่ามุมเดคลิเนชัน (declination angle) มุมเดคลิเนชันนี้จะเปลี่ยนแปลงอยู่ระหว่าง +23.45 ถึง -23.45 องศา ในช่วง 1 รอบปี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สูตรเอมพิริกัลที่ใช้คำนวณมุมเดคลิเนชันคือ

$$\delta = 23.45^{\circ} \sin\left[\left(\frac{284+N}{365}\right)\times 360\right] \qquad (1)$$

N เป็นจำนวนวันในปี โดยนับ N = 1 เริ่มจาก 1 มกราคม (สำหรับเดือนกุมภาพันธ์มี 28 วัน ทุก ๆ 4 ปีจะมี 1 ปี ที่เดือนกุมภาพันธ์มี 29 วัน, leap year) สำหรับซีกโลกใต้ให้กลับเครื่องหมายของมุมเดคลิเนชัน



รูป 2.3 ระนาบสุริยะวิถีกับระนาบศูนย์สูตร

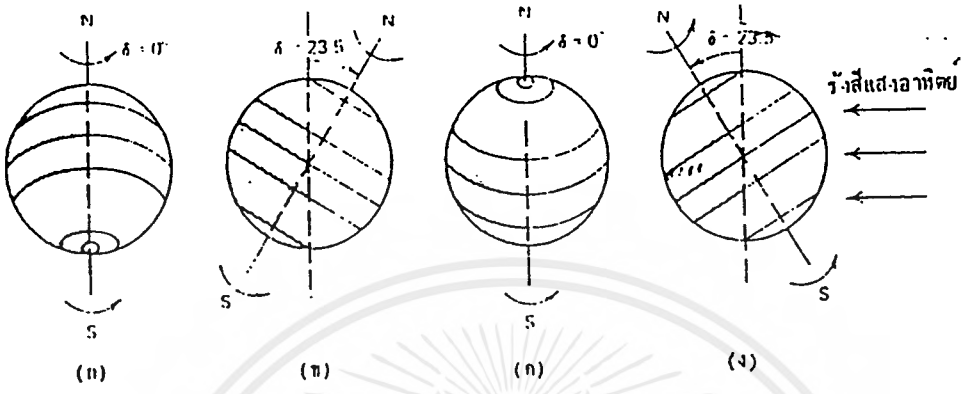
2.3.2 ฤดูกาล

ตำแหน่งและวงโคจรของโลกรอบดวงอาทิตย์ในรูป 2.2 ในรอบ 1 รอบปี ทำให้เกิดฤดูกาล 4 ฤดู กล่าวคือ ในวันที่ 21 มีนาคม และวันที่ 23 กันยายน แกนเอียงของโลกอยู่ในระนาบซึ่งตั้งฉากกับเส้นตรง ที่ลากจากดวงอาทิตย์จะปรากฏอยู่บนเส้นศูนย์สูตรของท้องฟ้า ในเมื่อโลกหมุนรอบตัวไป ดวงอาทิตย์จะปรากฏขึ้นอยู่เหนือขอบฟ้า 12 ชั่วโมง และใต้ขอบฟ้า 12 ชั่วโมง นั่นคือ กลางวันกับกลางคืนยาวเท่ากัน เรียกตำแหน่งทั้งสองว่า อีควินอกซ์ (equinoxes) ดังรูป 2.4 ก, ค

หลังจากวันที่ 21 มีนาคม โลกจะโคจรไปสู่ตำแหน่งที่หันขั้วเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์มากขึ้นเรื่อย ๆ จนถึงวันที่ 21 มิถุนายน โลกหันขั้วเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์มากที่สุด ซีกโลกด้านเหนือได้รับแสงเป็นเวลานานกลางวันยาวกว่ากลางคืน เฉพาะบริเวณตั้งแต่เส้นรุ้ง (latitude) ที่ 66.5° เหนือ ถึงขั้วโลกเหนือเป็นเวลากลางวัน 24 ชั่วโมง ขณะเดียวกันบริเวณตั้งแต่เส้นรุ้ง 66.5° ใต้ถึงขั้วโลกใต้จะเป็นกลางคืน 24 ชั่วโมง จุดนี้เรียกว่าโซลสติซส์ฤดูร้อน (summer solstice) ดังรูป 2.4 ข. โซนทั้งสองนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรียกว่าโซนอาร์คติค (arctic zone) ตรงกันข้ามคือที่ตำแหน่งของโลกวันที่ 21 ธันวาคม โลกหันขั้วเหนือออกจากดวงอาทิตย์มากที่สุด ดังนั้นซีกโลกเหนือจึงมีกลางวันสั้นกว่ากลางคืน จุดนี้เรียกว่าโซลสติซส์ฤดูหนาว (winter soltice) ดังรูป 2.4 ง. ดังที่กล่าวมาข้างต้นเป็นการกำหนดฤดูกาลของตำบลในซีกโลกเหนือ สำหรับซีกโลกใต้กำหนดตรงกันข้ามกับซีกโลกเหนือ



รูป 2.4 การเปลี่ยนฤดูกาล แสดงภาพที่มองจากทางโคจรโดยแสงอาทิตย์เข้าทางด้านขวามือ
(ก) อิควินอกซ์ฤดูใบไม้ผลิ (ข) โซลสติซส์ฤดูร้อน (ฤดูหนาวในขั้วโลกใต้)
(ค) อิควินอกซ์ฤดูใบไม้ร่วง (ง) โซลสติซส์ฤดูหนาว (ฤดูร้อนในขั้วโลกใต้)

ตำบลที่อยู่ระหว่างเส้นรุ้ง 23.5° เหนือและใต้ เรียกว่า โซนทอร์ริค (torrid zone) จะมีดวงอาทิตย์เที่ยงวันอยู่เหนือศีรษะ 2 ครั้งใน 1 ปี ส่วนโซนระหว่างอาร์คติคกับโซนทอร์ริคจะไม่มีดวงอาทิตย์เที่ยงวันเหนือศีรษะ

แฟคเตอร์ของฤดูกาลนี้มีผลกระทบต่อแผ่นรับแสงราบที่ติดตั้งตายตัว ในตอนเที่ยงวันดวงอาทิตย์จะเปลี่ยนมุมที่ทำกับแนวดิ่งเหนือศีรษะ 47 องศา (±23.5 องศา) จากฤดูร้อนถึงฤดูหนาว ดังนั้นตำบลที่อยู่สูงกว่าเส้นรุ้ง 40° เหนือในฤดูหนาวดวงอาทิตย์เที่ยงวันจะอยู่สูง 26.5 องศาจากแนวระดับ (90°-40°)-23.5°=26.5°

2.3.3 การเคลื่อนที่ของดวงอาทิตย์ในท้องฟ้า

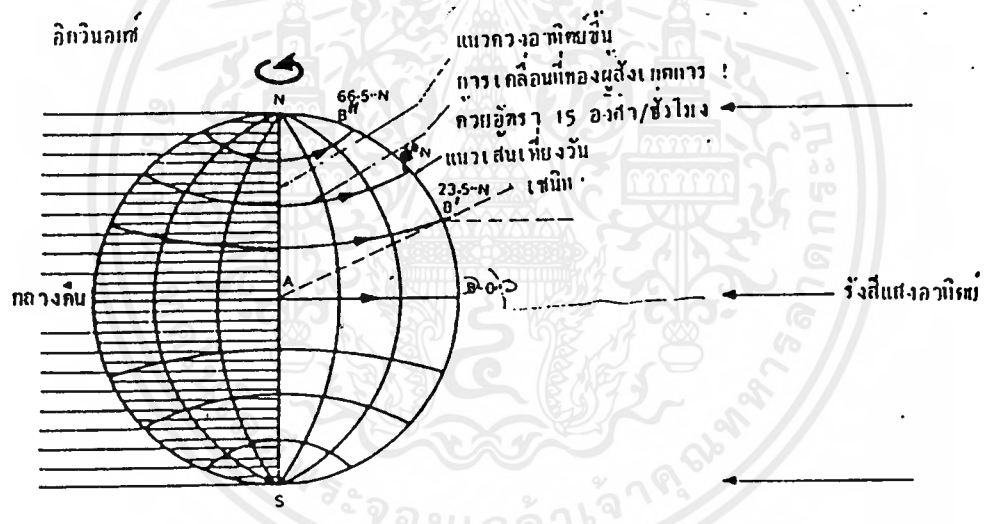
การหมุนที่แท้จริงประจำวันของโลก และการหมุนปรากฏของดวงอาทิตย์ที่อิควินอกซ์ โซลสติซส์ ฤดูหนาว และโซลสติซส์ฤดูร้อนสำหรับบริเวณเส้นศูนย์สูตร และที่ตำแหน่งบนเส้นรุ้ง 3 แห่งในซีกโลกเหนือ ดังรูป 2.5 ที่จุดอิควินอกซ์ทั้งสอง ระนาบของทางเดินที่ตำแหน่งหนึ่งบนโลกเคลื่อนไปในช่วงเวลามีแสงตอนกลางวันในรูป 2.5 (ก) จะตั้งฉากกับแกนหมุนของโลกและขนานกับแนวการแผ่รังสีดวงอาทิตย์ ทางเดินของดวงอาทิตย์ปรากฏในท้องฟ้าจะเป็นเส้นตรง ดวงอาทิตย์ขึ้นทางตะวันออกและตกทางทิศตะวันตก รูป 2.5 (ข) ดวงอาทิตย์เที่ยงวัน ณ จุดสังเกตการณ์อยู่สูงทำมุม 90° - มุมเส้นรุ้งกับระนาบระดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

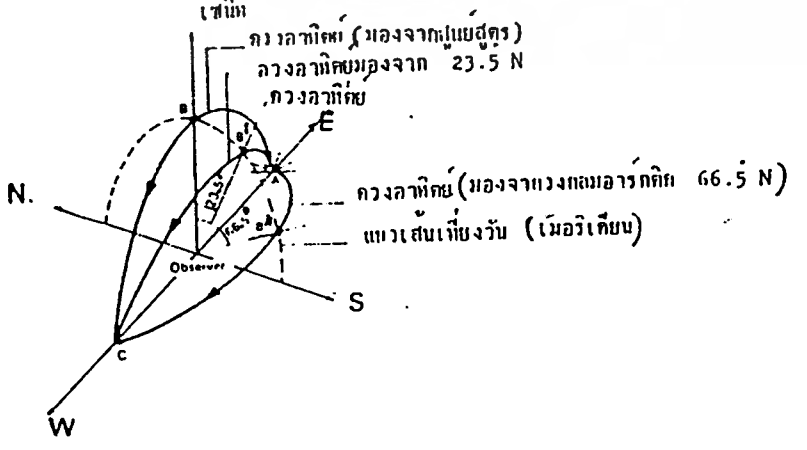
ที่โซลสติซส์ฤดูหนาว ระนาบทางเดินที่ตำแหน่งหนึ่งบนโลกเคลื่อนที่ไปในช่วงเวลากลางวันยังคงตั้งฉากกับแกนหมุนของโลกแต่ไม่ขนานกับทิศแนวการแผ่รังสีดวงอาทิตย์รูป 2.5 (ค) ทางเดินของดวงอาทิตย์ปรากฏในท้องฟ้าไม่เป็นเส้นตรงแต่กวาดเป็นส่วนโค้งของวงกลม ดวงอาทิตย์ขึ้นทางใต้ของทิศตะวันออกและตกทางใต้ของทิศตะวันตก รูป 2.5 (ง) กลางวันสั้นกว่า 12 ชั่วโมงในบริเวณเหนือเส้นศูนย์สูตร ดวงอาทิตย์เที่ยงวันอยู่สูงทำมุมกับแนวระดับเป็นมุม 90°- มุมเส้นรุ้ง-23.5° ณ โซลสติซส์ฤดูหนาว

ที่โซลสติซส์ฤดูร้อน (ครึ่งทรงกลมด้านใต้เป็นฤดูหนาว) การเคลื่อนตัวของโลกแสดงในรูป 2.5(จ) ลักษณะกลับกันกับในรูป 2.5 (ค) ดวงอาทิตย์จะขึ้นและตกค่อนไปทางเหนือของแนวทิศตะวันออกและทิศตะวันตกเป็นทางเดินวงกลมรูป 2.5 (ฉ) เหนือเส้นศูนย์สูตรกลางวันจะยาวกว่า 12 ชั่วโมง ดวงอาทิตย์เที่ยงวันอยู่สูงทำมุมกับแนวระดับเป็นมุม (90° - มุมเส้นรุ้ง + 23.5°)

ในรูป 2.6 แสดงเส้นทางเดินปรากฏของดวงอาทิตย์มีผู้สังเกตการณ์อยู่ที่มุมเส้นรุ้ง φ° เหนือ ความยาวของเส้นทางเดินดวงอาทิตย์ที่โซลสติซส์และอิควินอกซ์แสดงสัดส่วนความยาวของช่วงเวลากลางวันดังรูป 2.7

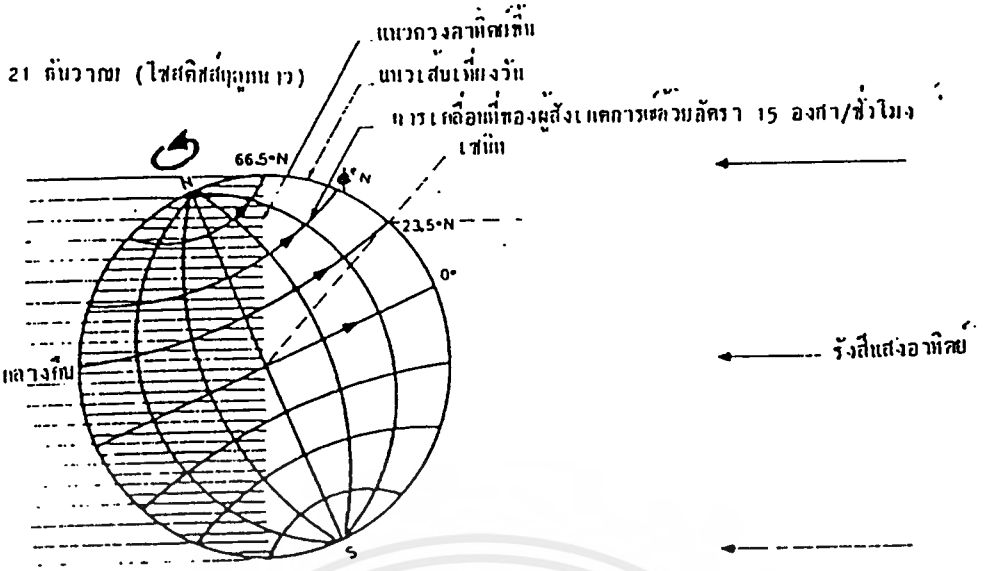


รูป 2.5 (ก) การเคลื่อนที่ของโลกที่อิควินอกซ์ แสดงเซนิทของจุด (23.5° N) ตอนเที่ยง

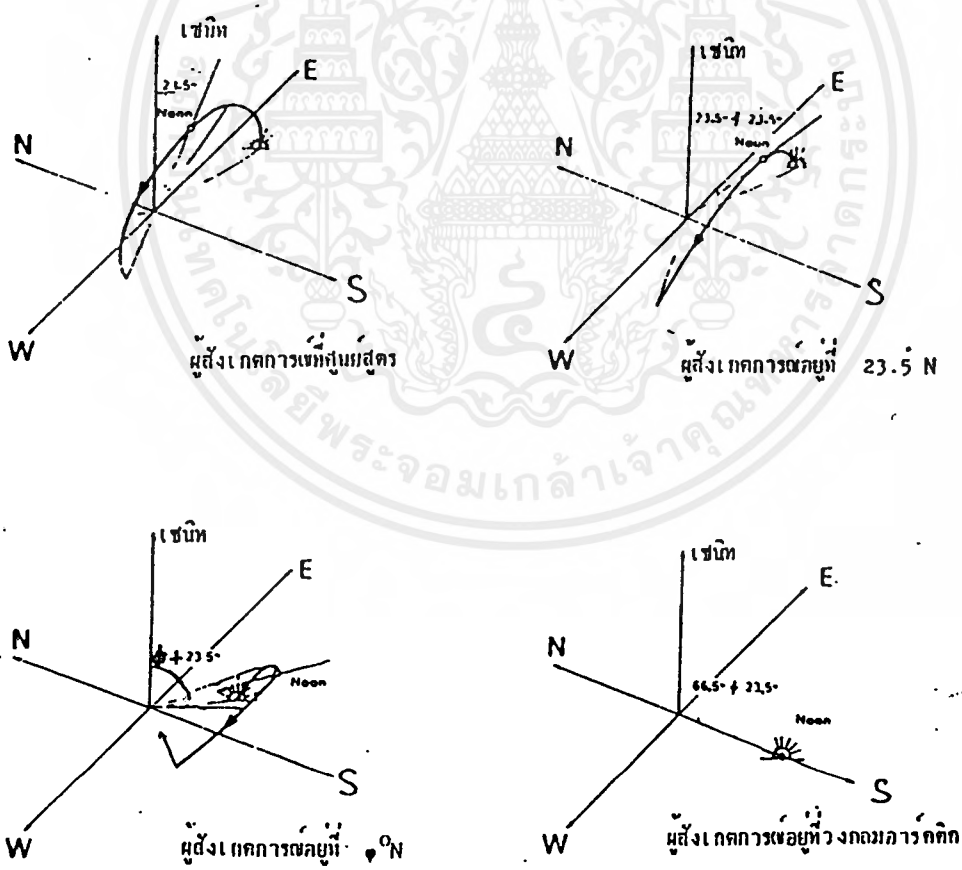


รูป 2.5 (ข) การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ที่อิควินอกซ์ที่เส้นรุ้งต่าง ๆ กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

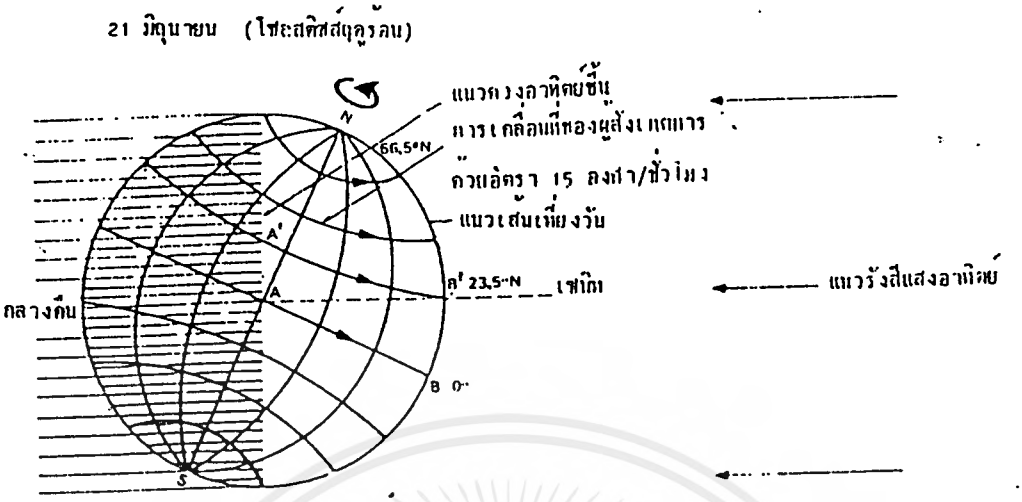


รูป 2.5 (ค) การเคลื่อนที่ของโลกที่โซลสติซส์ฤดูหนาว

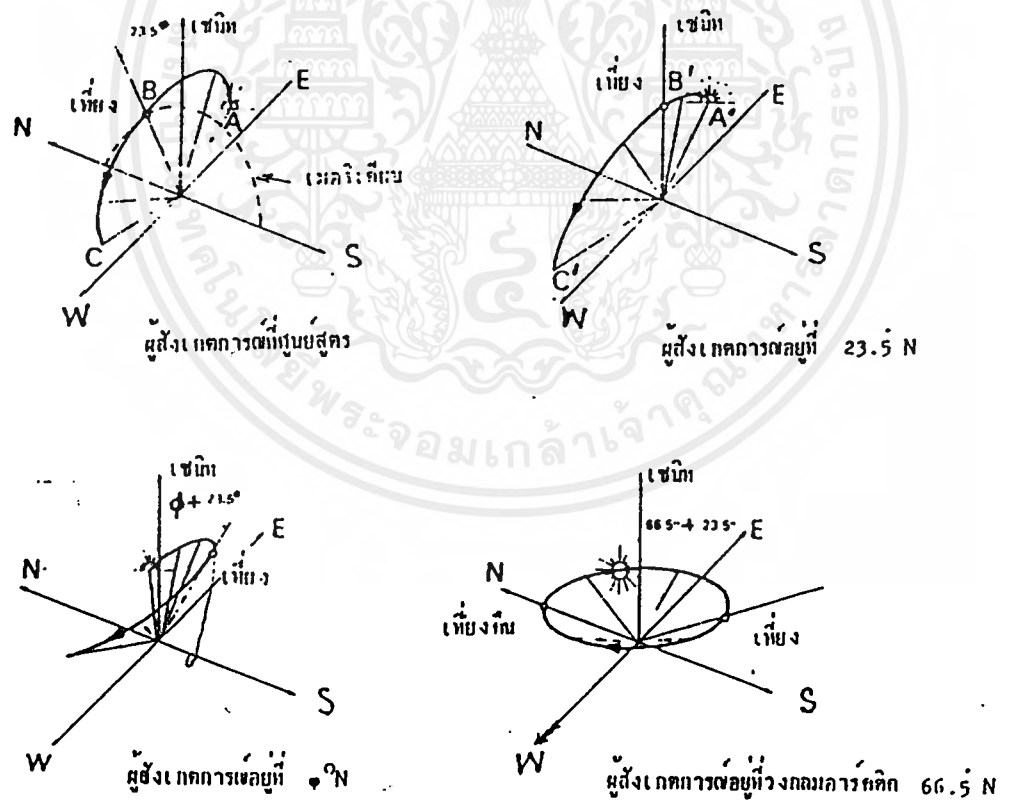


รูป 2.5 (ง) การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ที่เส้นรุ้งต่าง ๆ (21 ธันวาคม)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

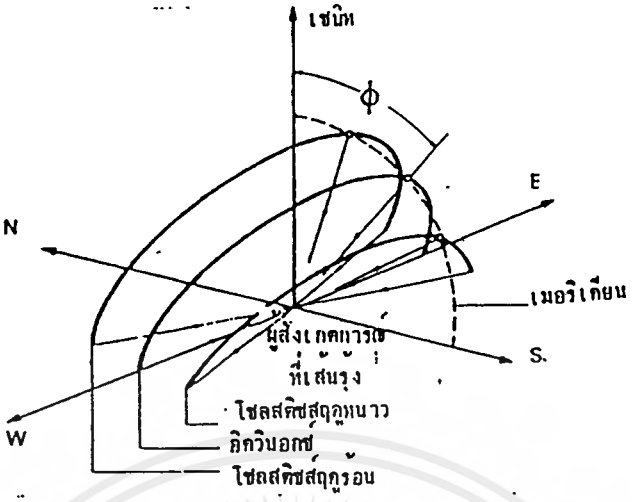


รูป 2.5 (จ) การเคลื่อนที่ของโลกที่โซลสติซส์ฤดูร้อน

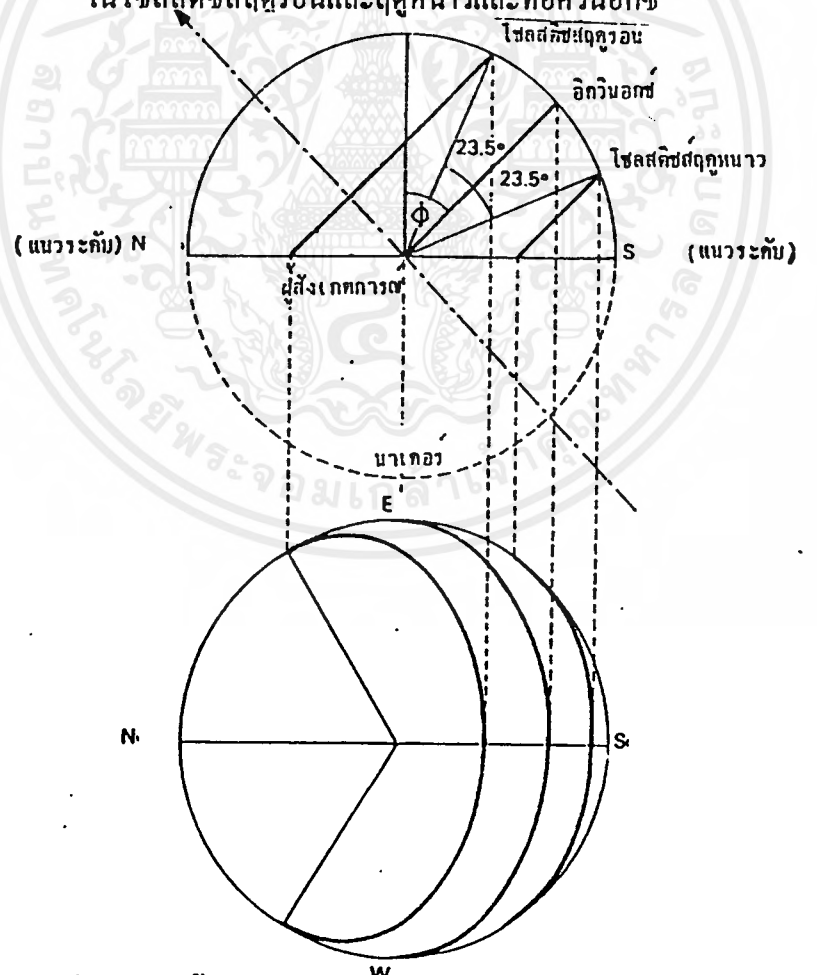


รูป 2.5 (ฉ) การเคลื่อนที่ปรากฏของดวงอาทิตย์ที่เส้นรุ้งต่าง ๆ กัน (21 มิถุนายน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.6 การเคลื่อนที่ปรากฏประจำวันของดวงอาทิตย์ที่เส้นรุ้ง φ° N
ในโซลสติซส์ฤดูร้อนและฤดูหนาวและที่อิควินอกซ์



รูป 2.7 ภาพด้านข้างและด้านบนของการเคลื่อนที่ปรากฏ
ของดวงอาทิตย์สำหรับจุดสังเกตการณ์ที่เส้นรุ้ง φ°N

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 ตัวอย่างการคำนวณตำแหน่งดวงอาทิตย์

ในการหามุมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง เราต้องทราบเวลาสุริยะคติเสียก่อน ซึ่งเวลาของวันนับว่าเป็นตัวแปรที่สำคัญมาก ดวงอาทิตย์ตอนเที่ยงวันเหนือศีรษะ เวลาสุริยะคติปรากฏ (apparent solar time, AST) จะเป็น 12 ชั่วโมง แต่เวลาท้องถิ่น (local clock time, LCT) จะต่างออกไป หรือสังเกตความแตกต่างระหว่างเวลาทั้งสองคือเวลาสุริยะเป็นเวลาที่วัดด้วยนาฬิกาแดด ส่วนเวลาท้องถิ่นคือเวลาที่ดูจากนาฬิกา เราจะใช้เวลาสุริยะสำหรับการคำนวณหามุมต่าง ๆ แต่เวลาที่ใช้ในข้อมูลพลังงานแสงอาทิตย์เป็นเวลาท้องถิ่นอ่านจากนาฬิกา ดังนั้นก่อนจะนำไปใช้ในการคำนวณจะต้องเปลี่ยนเวลาท้องถิ่นเป็นเวลาสุริยะเสียก่อน

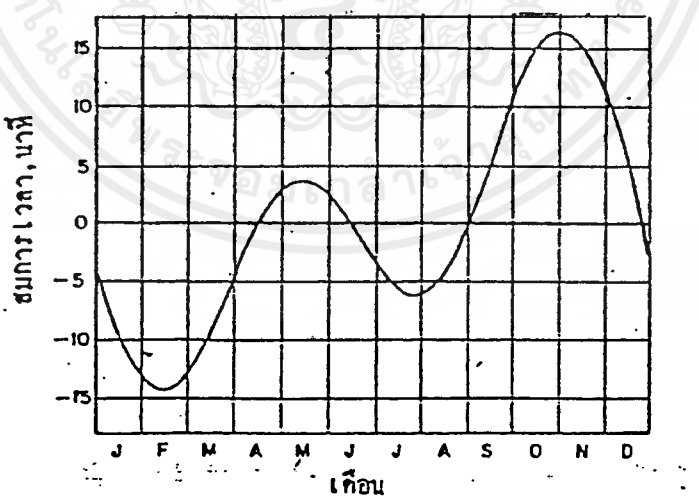
$$AST = LCT \mu TZ_w^E \pm \lambda_w^E + EQT/60 \qquad (2)$$

Tz คือเขตเวลา (time zone) เป็นตัวเลขกำหนดเขต ค่า Tz หาได้จากการเอาเส้นแวง (หน่วยองศา) ณ บริเวณที่ตั้งหารด้วย 15 ผลลัพธ์เป็นเบอร์เขตถ้าเศษน้อยกว่า 7.5° และ (ผลลัพธ์ +1) จะเป็นเบอร์เขตถ้าเศษมากกว่า 7.5° (+Tz สำหรับเส้นแวงตะวันตกและ -Tz สำหรับเส้นแวงตะวันออก)

λ เป็นเวลาที่ตำแหน่งเส้นแวงของที่ตั้ง λ หาได้จากการเอาเส้นแวง (หน่วยองศา) ณ จุดที่ตั้งหารด้วย 15 (+ λ สำหรับเส้นแวงตะวันออกและ -λ สำหรับเส้นแวงตะวันตก)

EQT เป็นสมการของเวลา (equation of time) (หน่วยนาที) เป็นค่าที่ใช้แก้ไขเวลาเนื่องจากความไม่เที่ยงตรงของวงโคจรของโลก ดังรูป 2.8

<u>หมายเหตุ</u> ทุก ๆ เทอมมีค่าเป็นชั่วโมง



รูป 2.8 สมการของเวลาในรอบปี

ซึ่งสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

$$E = 229.2(0.000075 + 0.001868\cos\beta - 0.03277\sin\beta - 0.014615\cos 2\beta - 0.04089\sin 2\beta \qquad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย

$$\beta = (N-1)\frac{360}{365} \qquad \text{(N เป็นจำนวนวัน)}$$

ต่อไปนี้จะใช้เวลาสุริยะคติในการหาอัลติจูดสุริยะ (solar altitude) และมุมอซิมุธ (azimuth) ของดวงอาทิตย์ จากรูป 2.9 แสดงมุมต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้อง

1) มุมชั่วโมง ω (hour angle) เป็นมุมของตำแหน่งของสถานที่ตั้งเบนไปจากดวงอาทิตย์เที่ยงวัน (solar noon) เนื่องจากการหมุนรอบตัวเองของโลก อาจแสดงค่า ω เป็นองศาโดยการคูณผลต่างของเวลาขณะนั้นเป็นชั่วโมงกับเวลาเที่ยง ด้วย 360/24

$$\omega = -15(12-t) \tag{4}$$

ω เป็นลบในช่วงเช้าก่อนเที่ยงวัน และ ω เป็นบวกในตอนบ่าย

2) มุมเซนิท θ_z (zenith angle) และอัลติจูดสุริยะ α (solar altitude) θ_z เป็นมุมระหว่างแนวดิ่งเหนือศีรษะจากเซนิทกระทำกับแนวรังสีตกกระทบจากดวงอาทิตย์ ณ จุดที่ตั้งบนพื้นราบแนวระดับ ส่วน α เป็นมุมประกอบ 90° ของ θ_z $\alpha = (90^\circ - \theta_z)$

$$\cos\theta_z = \sin\alpha = \cos\varphi\cos\delta\cos\omega + \sin\varphi\sin\delta \tag{5}$$

φ เป็นมุมเส้นรุ้ง (latitude) (ใช้ค่าบวกที่ซีกโลกเหนือ) δ เป็นมุมเดคลิเนชัน

3) อซิมุธสุริยะ ϕ (solar azimuth) เป็นมุมที่วัดระหว่างระนาบแนวดิ่งของรังสีตกกระทบกระทำกับแนวทิศใต้ (แนวทิศเหนือสำหรับซีกโลกใต้) ของระนาบเมอริเดียน ณ ตำแหน่งที่ตั้งบนพื้นราบแนวระดับ หน่วยเป็นองศา

$$\sin\phi = \frac{\cos\delta\sin\omega}{\cos\alpha} \tag{6}$$

ϕ เป็นลบในช่วงเช้าและบวกในช่วงบ่าย

<u>หมายเหตุ</u> ค่า ϕ ที่คำนวณได้มีได้ 2 ค่าคือ ϕ หรือ $\pm(180^\circ - |\phi|)$ เพราะ $\sin\phi = \sin(180^\circ - \phi)$ ถ้า ϕ เป็นมุมแหลม

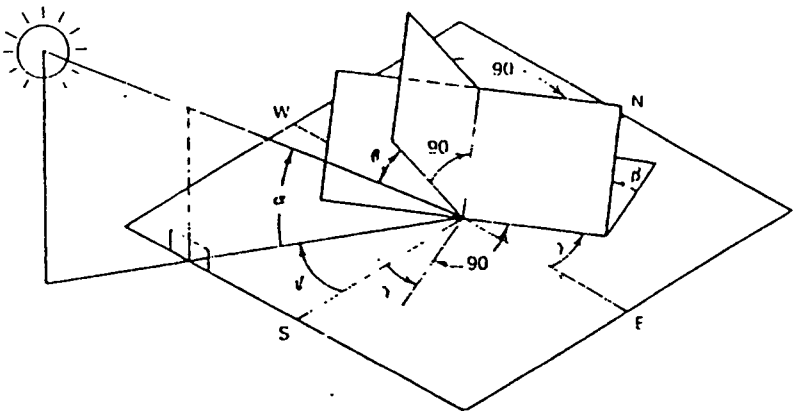
การเลือกค่า ϕ ที่ถูกต้องให้พิจารณาดังนี้

$|\phi| \geq 90^\circ$ เมื่ออัลติจูดสุริยะที่คำนวณจากสมการ (5) น้อยกว่าอัลติจูดสุริยะเมื่อมุมอซิมุธของดวงอาทิตย์เป็น $\pm 90^\circ$ ในสมการ (7)

$$\sin\alpha = \frac{\sin\delta}{\sin\varphi} \tag{7}$$

$|\sin\alpha| \geq 1$ ในเขตทรอปิค (tropic zone) คือ $|\varphi| < |\delta|$ ดวงอาทิตย์จะอยู่ในบริเวณทิศเหนือหรือทิศใต้ของท้องฟ้าตลอดวัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.9 มุมเซนิทสุริยะ อัลติจูด และอซิมุธ ที่สัมพันธ์กับพื้นราบระดับบนพื้นโลก

4) มุมชั่วโมงดวงอาทิตย์ขึ้นและตก ω_s หาจากสมการ (5) เมื่อ $\alpha = 0$

$$\cos\omega_s = -\tan\varphi\tan\delta \qquad (8)$$

ω_s เป็นลบสำหรับดวงอาทิตย์ขึ้นและเป็นบวกเมื่อดวงอาทิตย์ตก $\cos\omega_s > 1$ ในเขตอาร์คติคเมื่อไม่มีดวงอาทิตย์ขึ้นหรือตกเลย

สำหรับ ω_s หน่วยเป็นชั่วโมงต่างจากเวลาเที่ยง

ใช้ $$\omega_s = \pm\frac{24}{360}\times ar\cos(-\tan\varphi\tan\delta) \qquad (9)$$

ดังนั้น AST = $(12.00 \pm \omega_s)$ ชั่วโมง นำไปคำนวณหา LCT ของดวงอาทิตย์ขึ้นและตกได้

ตัวอย่าง ที่กรุงเทพ ฯ เป็นวันที่อากาศแจ่มใส เส้นแวง 100° 0′ ตะวันออก เส้นรุ้ง 14° N เวลาท้องถิ่นเป็น 16.30 น. วันที่ 27 มีนาคม (N = 86)

(ก) จงหาเวลาสุริยะ

(ข) จงหามุมเดคลิเนชัน อัลติจูด มุมอซิมุธของดวงอาทิตย์

(ค) จงหาเวลาสุริยะคติของดวงอาทิตย์ขึ้นและตกและความยาวของกลางวันในวันนี้ด้วย

(ก) เวลาท้องถิ่น LCT $= 16\frac{30}{60} = 16.5$ ชั่วโมง

EQT เดือนมีนาคม จากสมการ (3) = -6.57 นาที

$TZ^E = \frac{100}{15}$ = 6 เศษ 10° (คิด TZ^E = 7 ชั่วโมง)

$\lambda^E = \frac{100}{15} = 6.67$ ชั่วโมง

จากสมการ (2)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$AST = 16.5 - 7 + 6.67 + \frac{(-6.57)}{60}$$

$$= 16.061 \text{ ชั่วโมง}$$

หรือ $16 + (0.061 \times 60)$

$$= 16 \text{ นาฬิกา } 3.66 \text{ นาที}$$

เวลาสุริยะคติ $= 16{:}4 \text{ นาที}$

(ข) มุมชั่วโมง $\omega = -15(12 - 16.06) = -60.9^\circ$

$\varphi = 14^\circ$

จากสมการ (1) $\delta = 23.45^\circ \sin\left[\left(\frac{284+86}{365}\right) \times 360\right] = 2^\circ$

หาอัลติจูดจาก

$$\sin\alpha = \cos 14^\circ \cos(2^\circ)\cos(-60.9^\circ) + \sin 14^\circ \sin(2^\circ) = 0.48$$

$$\alpha = \arcsin(0.48) = 28.7^\circ$$

หาอซิมุธ

$$\sin\phi = \frac{\cos(2^\circ)\sin(-60.9^\circ)}{\cos 28.7} = -0.996$$

มุมอซิมุธ $\phi = \arcsin(-0.996) = -84.6, 95.6$

(ค) เวลาดวงอาทิตย์ขึ้นและตก

$$\omega_s = \frac{24}{360} ar\cos\left[-\tan 14^\circ \tan(2^\circ)\right]$$

$$\omega_s = \pm 6.03$$

ดวงอาทิตขึ้น $= 12 - 6.03 = 5.97$ ชั่วโมง หรือ 5 ชั่วโมง $+ 0.97 \times 60$ นาที

$= 5$ ชั่วโมง, 58 นาที $= 05{:}58$ เวลาสุริยะคติ , $= 06{:}24$ เวลาท้องถิ่น

ดวงอาทิตย์ตก $= 12 + 6.03 = 18.03$ ชั่วโมง หรือ 18 ชั่วโมง $+ 0.03 \times 60$ นาที

$= 18{:}02$ เวลาสุริยะคติ $= 18{:}28$ เวลาท้องถิ่น

ความยาวของกลางวัน $= 6.03 \times 2 = 12.06$ ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

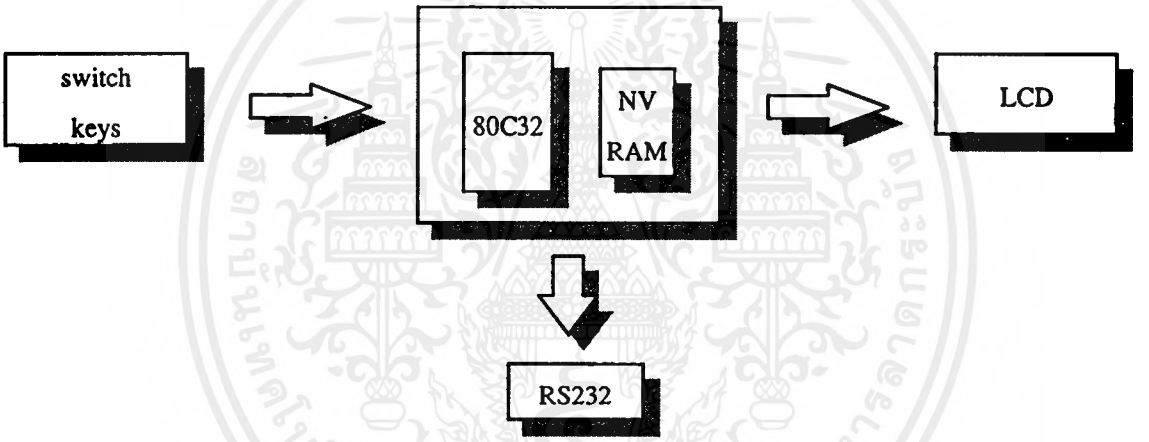
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3

การดำเนินการวิจัย

3.1 เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์

เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ ออกแบบโดยใช้หลักการคำนวณตามสูตรมาตราฐานในการหามุมต่าง ๆ โดยการใส่ค่าพิกัดของเส้นรุ้ง, เส้นแวง ,วัน/เดือน/ปี และเวลา ทางสวิทช์คีย์ เครื่องจะทำการประมวลผลโดยใช้ ANT-32 บอร์ดไมโครและแสดงผลออกทาง LCD ข้อมูลที่ได้สามารถส่งผ่านสาย RS 232 เพื่อนำข้อมูลที่ได้ไปควบคุมการหมุนของแผงเซลล์สุริยะ ดังรูป 3.1



รูป 3.1 ไดอะแกรม Sun Position Meter

3.1.1 ANT-32 EMBEDDED CONTROLLER

ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานกับระบบอัตโนมัติในระดับ 8 บิท ที่พบมากคือ ชิพไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 ของ INTEL ซึ่งประกอบด้วย CPU เบอร์ต่าง ๆ ได้แก่ 8031, 8051, 8032, 8052, 8751, 8752 และ 8052 AHBASIC

ANT-32 เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์นำไปใช้งานในลักษณะ EMBDDED CONTROLLER กล่าวคือ เป็นบอร์ดที่ถูกออกแบบมาเพื่องานควบคุมโดยเฉพาะ โดยถูกติดตั้งอยู่ในเครื่องมือ เครื่องจักร เครื่องใช้ไฟฟ้า รวมทั้งระบบอัตโนมัติต่าง ๆ บอร์ดนี้สามารถใช้กับ CPU เบอร์ดังที่กล่าวมาแล้วได้ทั้งสิ้น คุณสมบัติของบอร์ด ANT-32 มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

31647

- เป็นบอร์ดคอนโทรลเลอร์ใช้กับไมโครคอนโทรเลลอร์ในตระกูล MCS-51 (8031/8032) ใช้ CPU เบอร์ 80C32 ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 11.0592 MHz
- ใช้งานหน่วยความจำบนบอร์ดได้ 3 ตำแหน่งด้วยกัน คือ

U2 เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) ใช้กับ EPROM ขนาด 8-32Kbyte เบอร์ 2764, 27128 หรือ 27256

U3 เป็นหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) ใช้กับ RAM ขนาด 8KByte เบอร์ 6264 หรือ 32KByte เบอร์ 62256 สามารถแบคอัพข้อมูลได้โดยใช้แบตเตอรี่ลิเธี่ยม

U4 เป็นหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (PROGRAM AND DATA MEMORY) ใช้กับ EPROM, RAM หรือ EEPROM ขนาด 8-32 KByte โดยใช้ EPROM เบอร์ 2764, 27256 ใช้ RAM เบอร์ 6264, 62256 หรือ EEPROM เบอร์ 2864(A) , 28256(A)

- มีพอร์ต I/O เบอร์ 8255 จำนวน 2 ตัว (48 บิท) สำหรับต่อไปใช้งานภายนอก
- มีพอร์ต LCD สำหรับการต่อใช้งานกับ LCD แบบ DOT MATRIX
- มีวงจร SERIAL INTERFACE DRIVER RS232 ด้วยชิพเบอร์ MAX232 สำหรับการต่อเข้ากับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
- มีวงจร Watchdog Timer,Powerup/down Reset ด้วยชิพเบอร์ MAX691
- มีวงจร RTC (Real Time Clock) ใช้ชิพเบอร์ DS1202
- มีคอนเน็คเตอร์สำหรับ PORT 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์โดยเฉพาะ
- มีคอนเน็คเตอร์สำหรับ SYSTEM BUS ทำให้ขยายระบบได้ง่าย และสามารถใช้กับบอร์ดขยายต่างๆ ที่จะมีขึ้นในอนาคต
- สามารถเลือกเบอร์และชนิดหน่วยความจำ หรือกำหนดคุณสมบัติต่าง ๆ ของบอร์ดได้ด้วยจัมพ์เปอร์
- สามารถพัฒนาโปรแกรมได้ทั้ง ภาษาเบสิค และ แอสเซมบลี้ โดยใช้ซอท์ฟฟรอม BASIC32 และ REM31

การใช้งานบอร์ด ANT-32

ต้องมีการเขียนโปรแกรมควบคุมที่เรียกว่า มอนิเตอร์ โปรแกรมขึ้นมาโดยเฉพาะเพื่อทำให้งานที่ต้องการพัฒนาสำเร็จได้ ในขั้นตอนการพัฒนานี้มีโปรแกรมให้เลือก 2 ลักษณะด้วยกันคือ REM31 และ BASIC32 หลักการของทั้งสองโปรแกรมคือให้ผู้ใช้นำ EPROM ที่บรรจุโปรแกรมนี้ไปเสียบลงบนบอร์ด ANT-32 ที่ตำแหน่งหน่วยความจำ U2 (EPROM) แล้วทำการต่อสาย SERIAL PORT ระหว่างบอร์ด ANT-32 กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (PC,XT,AT,PS/2) จากนั้นที่เครื่อง PC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ใช้โปรแกรมสำหรับสื่อสารข้อมูลอนุกรม (ให้มาพร้อม REM31 และ BASIC32) ผู้ใช้จะสามารถติดต่อกับบอร์ด ANT-32 ได้ ตามลักษณะของโปรแกรมที่ใช้ดังนี้

REM31 (8031REMOTE MONITOR) ใช้พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาแอสเซมบลี้ด้วย REM31 ผู้ ใช้จะมีชุดคำสั่งในการพัฒนาโปรแกรมถึง 19 คำสั่ง ลักษณะคำสั่งจะคล้ายคลึงกับคำสั่ง DEBUG ของ DOS REM31 ใช้กับ CPU ได้ทั้งเบอร์ 8031 และ 8032

BASIC32 (8032 BASIC INTERPRETER) ใช้พัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาเบสิคกับ CPU 8032 ภาษาเบสิคคือตัวเดียวกับ BASIC-52 ของ INTELโดย BASIC32 นี้ยังได้เปลี่ยนแปลงและเพิ่มเติมคำสั่งใหม่เข้าไปเพื่อให้เหมาะกับบอร์ด ANT-32 ยิ่งขึ้น

การใช้งานบอร์ด ANT-32 ต้องเลือกขนาด,เบอร์ของหน่วยความจำและกำหนดคุณสมบัติต่างๆของบอร์ดให้ถูกต้องด้วยจัมพ์เปอร์ ซึ่งมีทั้งหมด 9 ชุดดังนี้

จัมพ์เปอร์ EA สำหรับเลือกใช้หน่วยความจำโปรแกรม PROGRAM MEMORY) ตำแหน่งแอดเดรสเริ่มต้น 0000H เป็น INT.(INTERNAL) หรือ EXT.(EXTERNAL)

จัมพ์เปอร์ RESET สำหรับ เลือกสัญญาณเซท CPU จากวงจร RC หรือ MAX691

จัมพ์เปอร์ U2 SIZE สำหรับเลือกขนาดหน่วยความจำโปรแกรม U2 (EPROM) เป็น 8KByte (6264) หรือ 32KByte (62256)

จัมพ์เปอร์ U3 SIZE สำหรับเลือกขนาดหน่วยคววมจำข้อมูล U3 (RAM) เป็น 8KByte (6264) หรือ 32KByte (62256)

จัมพ์เปอร์ U4 TYPE สำหรับเลือกชนิดหน่วยความจำ U4 เป็น EPROM (หน่วยความจำโปรแกรม) หรือ RAM (หน่วยความจำข้อมูล)

จัมพ์เปอร์ U4 SIZE สำหรับเลือกขนาดหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล U4 เป็น 8KByte (XX64) หรือ 32KByte (XX256)

จัมพ์เปอร์ BACKUP สำหรับเลือก ON/OFF การสำรองข้อมูล (MAX691) ของ U3

จัมพ์เปอร์ WD สำหรับเลือก EN. (ENABLE) / DIS. (DISABLE) วงจร WATCHDOG (MAX691)

จัมพ์เปอร์ PF สำหรับเลือก EN.(ENABLE) / DIS. (DISABLE) วงจร POWER FALL DETECTOR (MAX691)

จัมพ์เปอร์ BACKUP, WD และ PF จะใช้งานได้ก็ต่อเมื่อเสียบใช้งานชิพ MAX691 ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การปรับจัมพ์เปอร์เลือกหน่วยความจำ

ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล 8031(32) สามารถต่อกับหน่วยความจำภายนอกได้ถึง 128 KByte โดยแบ่งออกเป็นสองส่วนคือ 64 KByte เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) และอีก 64 KByte เป็นหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) ซึ่งหน่วยความจำทั้งสองส่วนนี้มีตำแหน่งแอดเดรสที่ 0000H - FFFFH เหมือนกัน แต่จะถูกแยกออกจากกันด้วยสัญญาณควบคุมที่ต่างกัน โดยสัญญาณ PSEN ใช้ควบคุมในการอ่านหน่วยความจำโปรแกรม (EPROM) สัญญาณ RD และ WR ใช้ควบคุมการอ่านและเขียนหน่วยความจำข้อมูลและพอร์ทอินพุท/เอาท์พุท และสำหรับการอ่านหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (PROGRAM AND DATA MEMORY)ใช้สัญญาณ GET ซึ่งสัญญาณนี้ได้จากการ AND สัญญาณ PSEN และ RD หน่วยความจำส่วนนี้สามารถใช้ได้กับ EPROM หรือ RAM

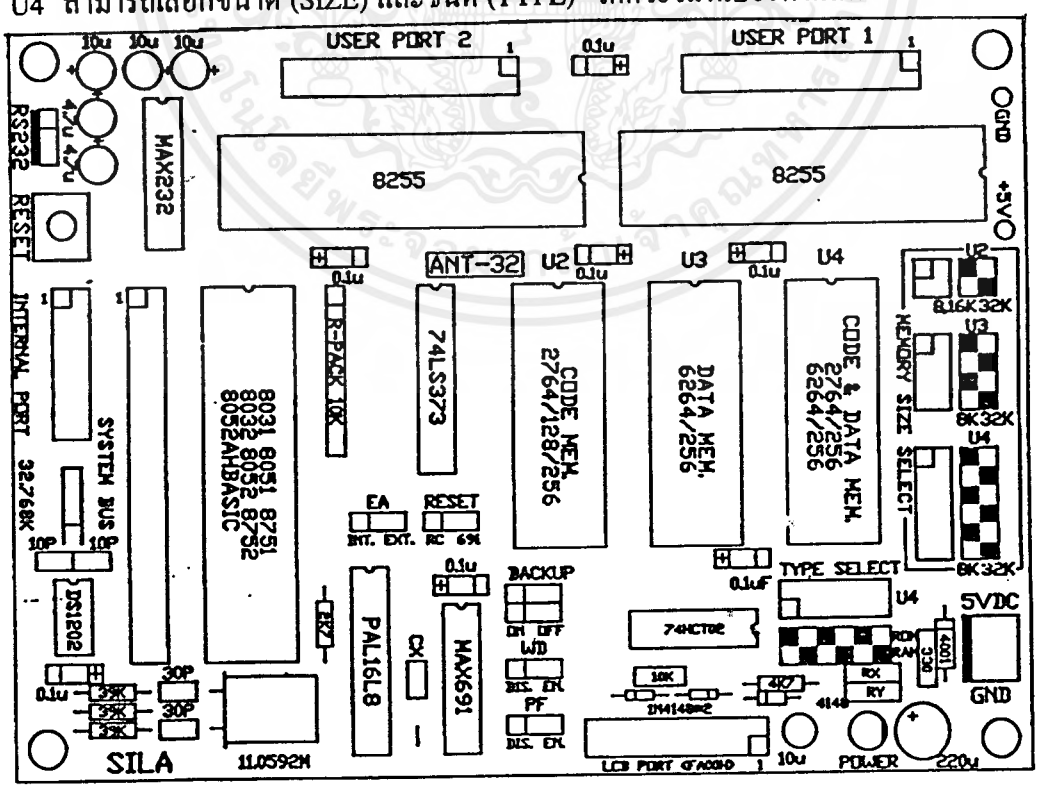
สำหรับบอร์ด ANT-32 ได้จัดหน่วยความจำออกเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

U2 เป็นหน่วยความจำโปรแกรม (PROGRAM MEMORY) แอดเดรส 0000H - 7FFFH

U3 เป็นหน่วยความจำข้อมูล (DATA MEMORY) แอดเดรส 0000H - 7FFFH

U4 เป็นหน่วยความจำโปรแกรมและข้อมูล (PROGRAM AND DATAMEMORY) แอดเดรส 8000H - F7FFH

ส่วนแอดเดรส F800H - FFFFH ใช้เป็นตำแหน่งของพอร์ทอินพุท/ เอาท์พุท หน่วยความจำ U2, U3 และ U4 สามารถเลือกขนาด (SIZE) และชนิด (TYPE) ได้ด้วยจัมพ์เปอร์ดังแสดงในภาคผนวก



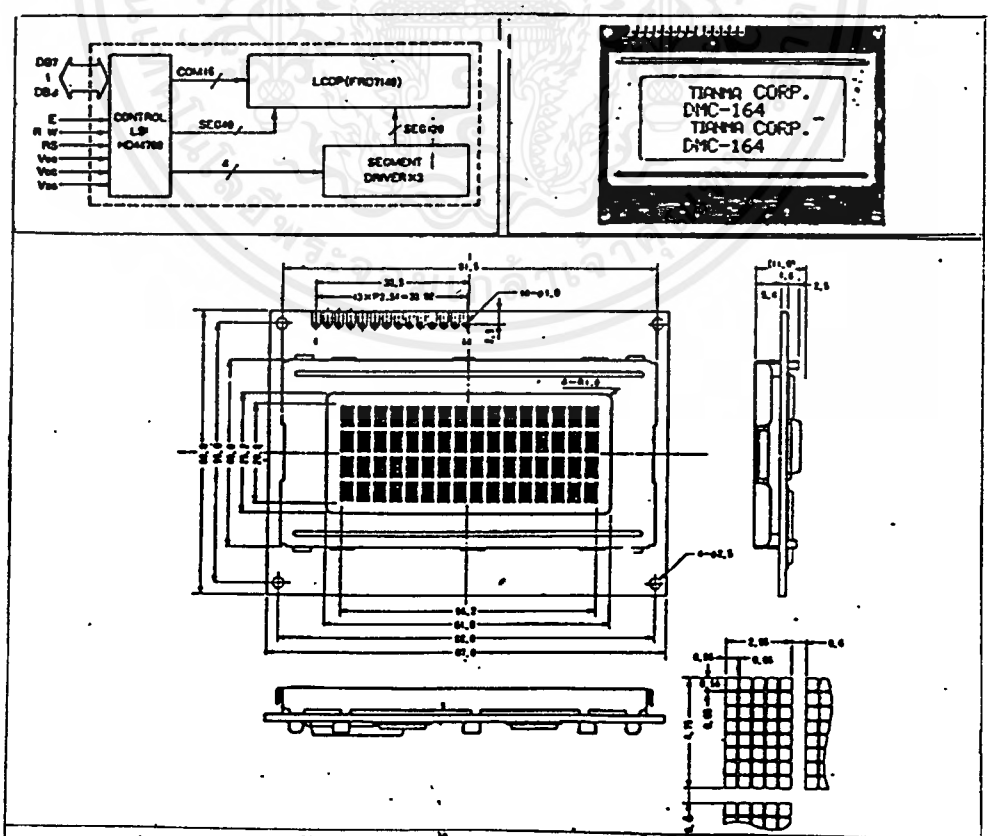
รูป 3.2 แสดงบอร์ดและตำแหน่งจัมพ์เปอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 LCD MODULE

LCD MODULE เป็นตัวแสดงผลในเครื่องมือเครื่องใช้ต่าง ๆ สามารถแสดงผลเป็นตัวเลขและตัวอักษร หรือแสดงเป็นกราฟฟิคได้ (เฉพาะรุ่น) มีวงจรควบคุมมาให้พร้อมด้วย สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครได้ง่ายและสะดวกสำหรับการเขียนโปรแกรม ชนิดที่ใช้เรียกว่า DOT MATRIX มีคุณสมบัติดังนี้

- มีให้เลือกหลายรุ่นตามการใช้งาน โดยมีจำนวนตัวอักษรและบรรทัดแตกต่างกันไป
- ตัวอักษรแสดงด้วย DOT MATRIX ขนาด 5*8 DOT
- สามารถต่อเข้ากับระบบไมโครได้ 2 ลักษณะ คือแบบ MEMORY MAP (20-PIN LCD BUS) และ แบบผ่าน 8255 PORT (26-PIN 8255 BUS) โดยกรณี 26-PIN 8255 BUS จะใช้แผ่น PCB (DMCAD) เป็นตัว ADAPTER ทำให้เป็น 8255 BUS อีกที
- การใช้งานง่ายและสะดวก ระบบไมโครเพียงแค่ส่งข้อมูลให้กับ LCD MODULE เท่านั้นข้อความก็จะปรากฏบนแผงแสดง และจะคงค้างไว้ตลอด ทำให้ไม่ต้องเสียเวลาหลักของระบบไมโคร
- มีคำสั่งพิเศษสำหรับอำนวยความสะดวกมากมาย เช่น CLEAR DISPLAY , HOME CURSOR , ON OFF CURSOR , BLINK CHARACTER และอื่น ๆ อีก
- สามารถแสดงผลเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษและตัวเลขได้ 160 ตัว และสัญญาลักษณ์พิเศษอีก 32 ตัว รวมทั้งสามารถกำหนดอักษรที่ออกแบบเองได้อีก 8 ตัว

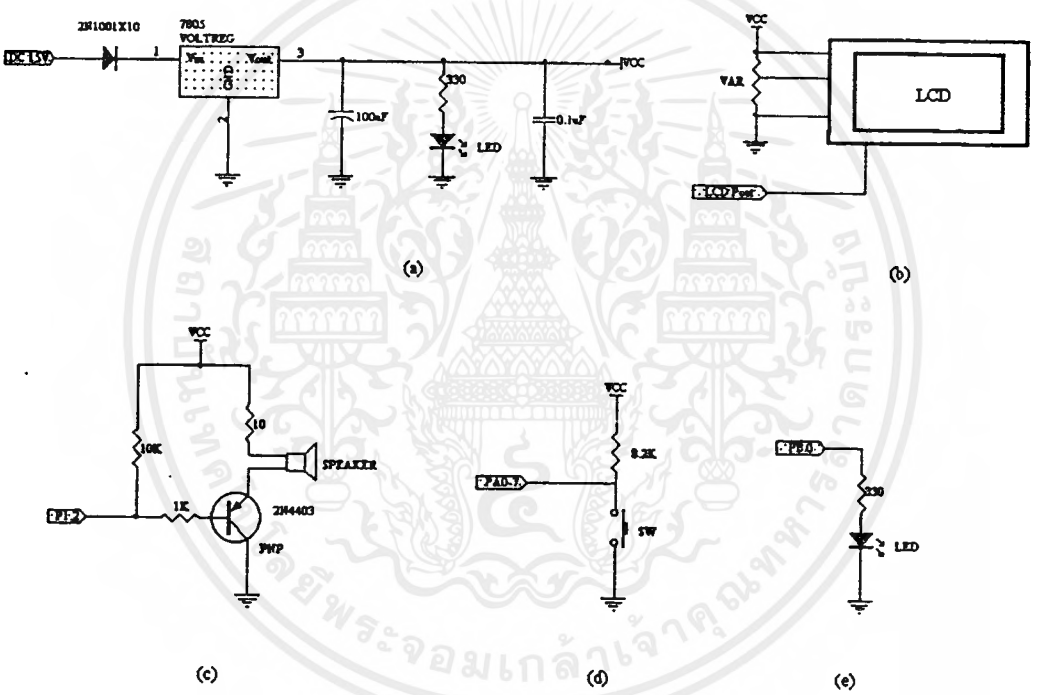


รูป 3.3 แสดงขาสัญญาณและไดอะแกรมวงจรภายในของ LCD (16*4)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 หน้าที่และส่วนประกอบของวงจรอื่น ๆ

- วงจรแหล่งจ่ายไฟ เป็นวงจรสำหรับจ่ายไฟให้กับบอร์ด ANT-32 และวงจรต่าง ๆ โดยจะได้เอาท์พุทเป็นไฟตรง 5 โวลต์ ดังรูป 3.4 (a)
- วงจรสัญญาณเสียง เป็นวงจรใช้กำเนิดเสียงโดยสัญญาณที่ได้รับ เป็นสัญญาณความถี่ซึ่งกำหนดจากโปรแกรมได้ สัญญาณที่รับเข้ามาจะรับจาก P1.2 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ 80C32 ดังรูป 3.4(c)
- วงจร LED เป็นวงจรเพื่อบอกให้ทราบ เมื่อมีการคำนวณโดยจะรับสัญญาณจาก PB.0 ดังรูป 3.4(e)
- วงจรสวิทช์คีย์ เป็นวงจรสำหรับรับข้อมูลในคำสั่งต่าง ๆ โดยส่งค่าเข้าทาง PA ดังรูป 3.4(d)

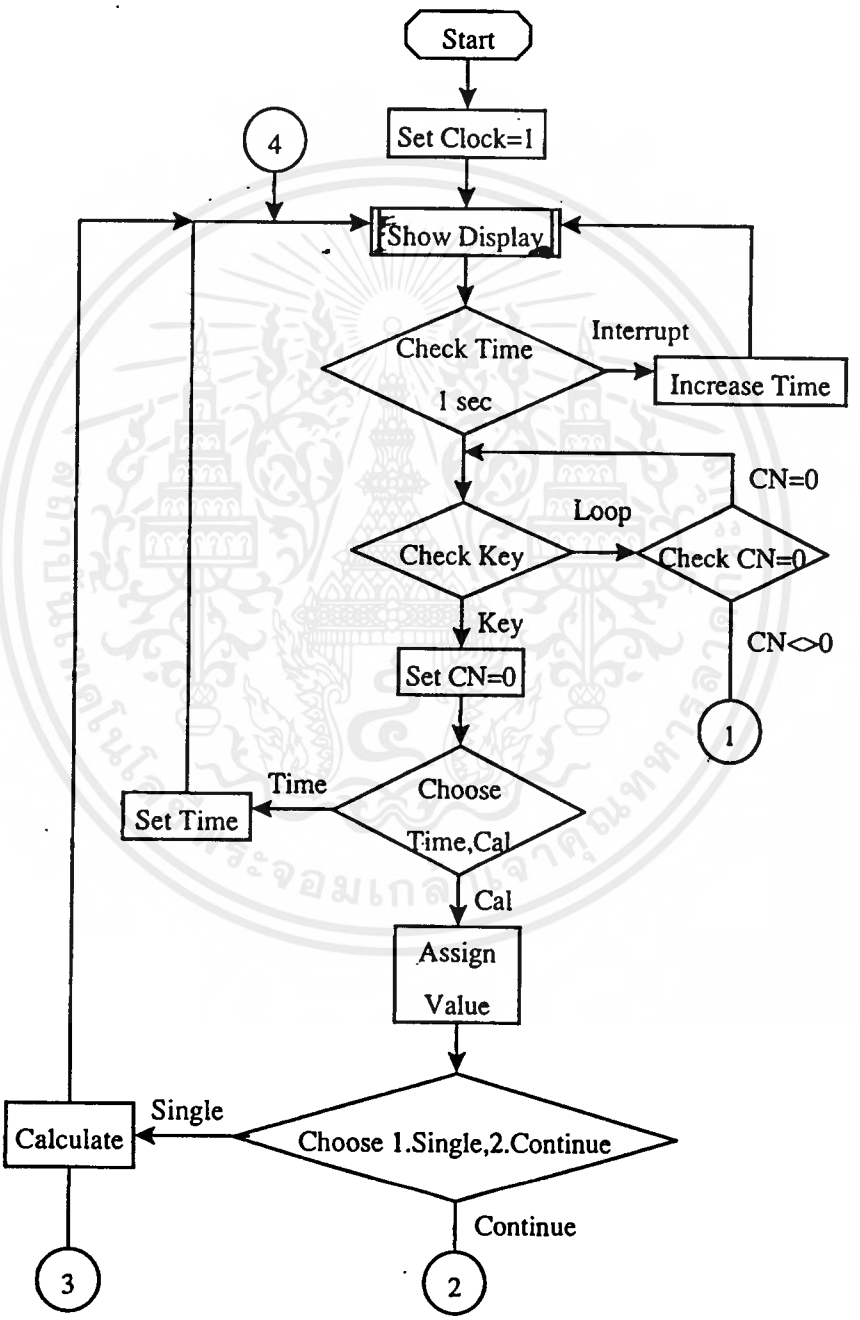


รูป 3.4 แสดงส่วนประกอบของวงจรต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

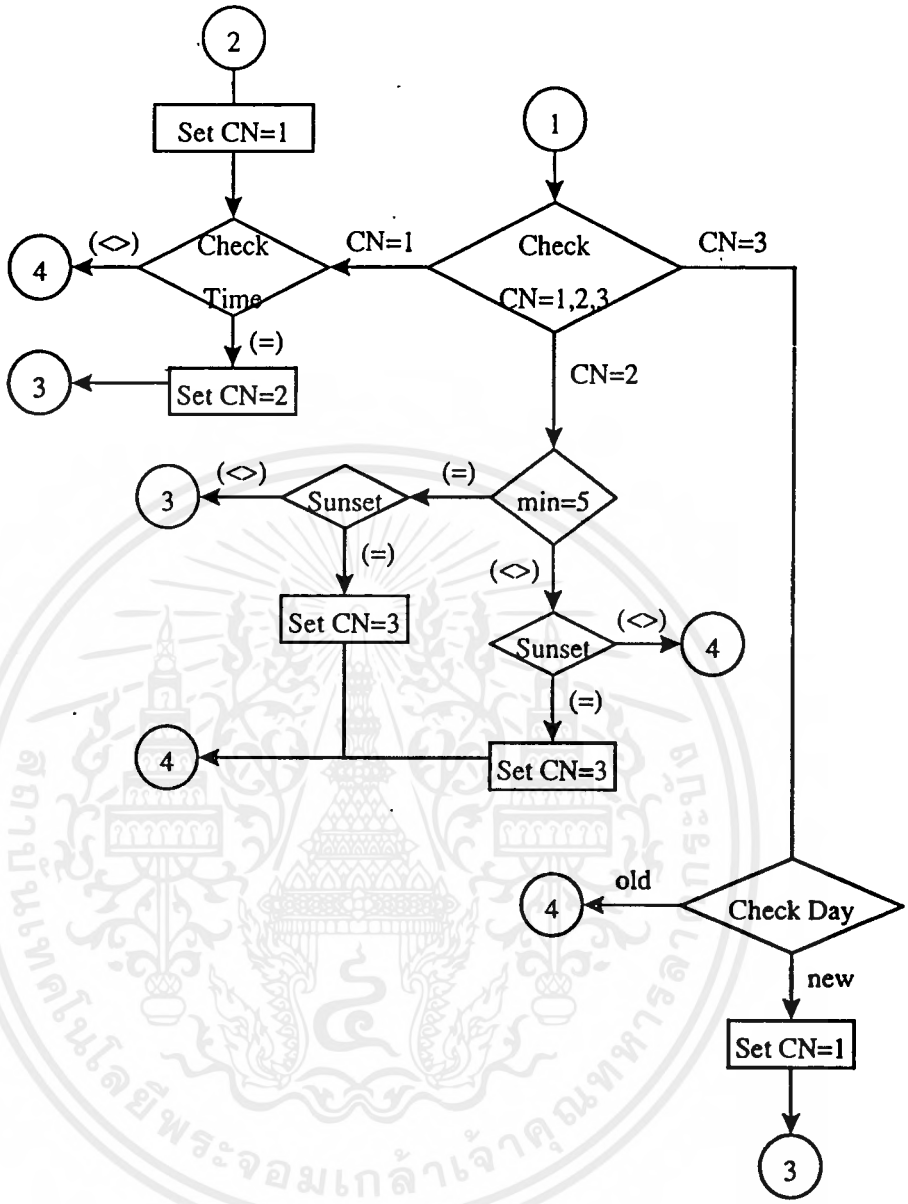
3.2 การทำงานของโปรแกรม

ลักษณะการทำงานของโปรแกรม ดังรูป 3.5 เมื่อมีการกดคีย์ โปรแกรมจะกระโดดไปในส่วนการเลือกโหมดการคำนวณ และการตั้งเวลา เมื่อเลือกโหมดการตั้งเวลาเราสามารถกำหนดค่าเวลาตามต้องการโดยการกดคีย์ และเมื่อเลือกโหมดการคำนวณเราสามารถกำหนดค่าพิกัดเส้นรุ้ง เส้นแวง และเวลาเริ่มต้น จากข้างต้นสามารถเลือกได้ทั้งแบบต่อเนื่องและไม่ต่อเนื่อง



รูป 3.5 แผนผังแสดงลำดับการทำงานของเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.6 แผนผังแสดงลำดับการทำงานของเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 3.7 เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง

4.1 ข้อมูลในการคำนวณหาตำแหน่งดวงอาทิตย์

ในโครงงานพิเศษนี้ได้มีการทดลองคำนวณหาตำแหน่งดวงอาทิตย์ ณ กรุงเทพมหานครซึ่งมีค่าพิกัดที่เส้นรุ้ง 13° N ที่ เส้นแวง 100° E ในวันที่ 15 เวลา 12.00 น. ผลที่ได้มีดังนี้

เดือน	มุมอัลติจูด (องศา)	มุมอซิมุธ (องศา)
มกราคม	54.0	-11.0
กุมภาพันธ์	61.0	-17.0
มีนาคม	72.0	-24.0
เมษายน	82.0	-141.0
พฤษภาคม	82.0	-152.0
มิถุนายน	80.0	-154.0
กรกฎาคม	80.0	-143.0
สิงหาคม	82.0	-133.0
กันยายน	80.0	-157.0
ตุลาคม	67.0	-3.0
พฤศจิกายน	57.0	-1.0
ธันวาคม	53.0	-5.0

ตาราง 4.1 ผลการทดลองคำนวณหาตำแหน่งดวงอาทิตย์

4.2 การเปรียบเทียบเวลาระหว่าง เครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ กับข้อมูลจากกรมอุตุนิยมวิทยา

ในโครงงานพิเศษนี้ได้ทดลองเปรียบเทียบเวลาดวงอาทิตย์ขึ้นและดวงอาทิตย์ตกของกรุงเทพมหานคร จากการสอบถามข้อมูลมาตราฐานจาก กรมอุตุนิยมวิทยากับการคำนวณโดยเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ ซึ่งมีหน่วยเป็น ชั่วโมง ดังแสดงในตาราง 4.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จำนวนวัน	วัน/เดือน	(δ)	เวลาดวงอาทิตย์ขึ้น/ตก จากการทดลอง		เวลาดวงอาทิตย์ขึ้น/ตก จากกรมอุตุ	
5	5 -Jan	-22.6	6.44	18.04	6.42	18.03
20	20-Jan	-20.3	6.46	18.14	6.45	18.12
36	5-Feb	-16.4	6.37	18.30	6.44	18.19
51	20-Feb	-11.5	6.42	18.26	6.39	18.24
64	5-Mar	-6.7	6.36	18.28	6.32	18.27
79	20-Mar	-0.8	6.28	18.28	6.22	18.28
95	5-Apr	5.5	6.19	18.27	6.11	18.30
110	20-Apr	11.2	6.11	18.27	6.02	18.31
125	5-May	16.1	6.05	18.29	5.55	18.34
140	20-May	19.9	6.00	18.32	5.50	18.38
156	5-Jun	22.5	5.58	18.38	5.49	18.43
171	20-Jun	23.4	6.01	18.41	5.51	18.47
186	5-Jul	22.7	6.04	18.44	5.55	18.49
201	20-Jul	20.6	6.10	18.42	5.59	18.49
217	5-Aug	16.8	6.14	18.38	6.03	18.44
232	20-Aug	12.1	6.15	18.32	6.05	18.37
248	5-Sep	6.1	6.15	18.23	6.06	18.26
263	20-Sep	0.2	6.13	18.13	6.06	18.16
278	5-Oct	-5.7	6.12	18.04	6.07	18.05
293	20-Oct	-11.4	6.12	17.56	6.09	17.56
309	5-Nov	-16.5	6.10	17.52	6.13	17.49
324	20-Nov	-20.2	6.22	17.50	6.19	17.47
339	5-Dec	-22.5	6.31	17.50	6.27	17..49
354	20-Dec	-23.4	6.34	17.57	6.35	17.54

ตาราง 4.2 การเปรียบเทียบเวลา ระหว่างเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์กับ ข้อมูลมาตราฐานจากกรมอุตุนิยมวิทยา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุปและการประยุกต์ใช้งาน

จากผลการเปรียบเทียบข้อมูลที่ได้จากการคำนวณโดยใช้เครื่องเทียบกับผลที่ได้จากการสอบถามกรมอุตุนิยมวิทยาโดยข้อมูลที่สอบถามมาประกอบด้วย 1.เวลาดวงอาทิตย์ขึ้น 2. เวลาดวงอาทิตย์ตกของวันที่ 5 และ 20 ของทุกเดือน มีความคลาดเคลื่อนเฉลี่ยประมาณ 6.00 นาที

มุมที่ใช้ในการอ้างอิงตำแหน่งประกอบด้วย 2 มุม

1. มุมอัลติจูด (α) คือ มุมที่เทียบกับแนวระนาบของผิวโลก
2. มุมอซิมุธ (φ) เป็นมุมที่เทียบกับแนวทิศใต้

ส่วนมุมที่ 3 คือ มุมเดคลิเนชัน (δ) คือมุมที่บองให้ทราบว่าขณะนั้นโลกทำมุมเท่าใด เมื่อเทียบกับขณะที่ตั้งฉากกับดวงอาทิตย์ จะมีค่าอยู่ระหว่าง $+23.4^{\circ}$ถึง -23.45° ถ้าเป็นลบแสดงว่าหันขั้วใต้เข้าหาดวงอาทิตย์ แต่ถ้าเป็นบวกจะหันขั้วเหนือเข้าหาดวงอาทิตย์

โครงงานพิเศษเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ เป็นโครงงานที่จัดทำขึ้นเพื่อใช้ในการวัดตำแหน่งดวงอาทิตย์ ซึ่งสามารถนำข้อมูลที่ได้จากการทดลอง จะบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ บอกเวลาดวงอาทิตย์ขึ้นและตก ทำให้ทราบความยาวตลอดวันได้ สามารถวิจัยด้านอุตุนิยมวิทยา

ลักษณะและการประยุกต์ใช้งานของเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์ สามารถนำไปเป็นส่วนประกอบในเครื่องบอกตำแหน่งการหมุนของแผงเซลสุริยะ

5.2 แนวทางในการพัฒนาโครงงาน

1. จัดทำเครื่องให้มีความคงทน เหมาะกับทุกสถานะการทำงาน
2. เพิ่มประสิทธภาพในการคำนวณให้มีความแม่นยำมากขึ้น
3. เพิ่มประสิทธิภาพในการแสดงผล เพื่อความชัดเจนของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก.
ขั้นตอนการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทำงานของเครื่องบอกตำแหน่งดวงอาทิตย์

1. เมื่อจ่ายไฟเลี้ยงให้กับเครื่อง หลอด LED สีแดงจะสว่างและจอ LCD จะแสดงข้อความดังต่อไปนี้

:SUN'S POSITION:	
Date	00/00/0000
Time	00:00:00
-> TIME	CAL

2.โหมดการตั้งเวลาปัจจุบัน

ถ้าต้องการตั้ง วัน/เดือน/ปี และเวลาขณะปัจจุบัน สามารถทำให้โดยกดคีย์ต่าง ๆ โดยความหมายของคีย์จะเป็นดังนี้

ขึ้น คือ ปุ่มที่ใช้ในการเพิ่มตัวเลขทีละ 1

ลง คือ ปุ่มที่ใช้ในการลดตัวเลขทีละ 1

ขวา คือ ปุ่ม ที่ใช้ในการเลื่อน เคอเซอร์ หรือ ลูกศร ไปทางขวา

ซ้าย คือ ปุ่ม ที่ใช้ในการเลื่อน เคอเซอร์ หรือ ลูกศร ไปทางซ้าย

Enter คือ ปุ่มที่ใช้สำหรับรับข้อมูลที่กำหนดเสร็จแล้ว

เมื่อได้ วัน/เดือน/ปี และ เวลาที่ต้องการแล้วกด Enter เครื่องจะทำการ Set ให้เวลาเริ่มทำงาน และ เคอเซอร์จะหายไป แต่ถ้าต้องการจะตั้งเวลาใหม่อีกครั้ง สามารถทำได้โดยเลื่อนลูกศรไปที่ตำแหน่ง TIME แล้วกด Enter จากนั้นจะปรากฏเคอเซอร์ที่ตำแหน่งบนซ้ายแล้วจึงสามารถตั้งเวลาใหม่ได้โดยใช้วิธีข้างต้น

3. โหมดการกำหนดค่า ละติจูด,ลองจิจูด และ เวลา

เมื่อต้องการทราบตำแหน่งดวงอาทิตย์สามารถทำได้โดยการกดปุ่มเลื่อนลูกศรมาตำแหน่ง CAL แล้วกดปุ่ม Enter เครื่องจะเข้าโหมดการตั้งค่าฯ โดยจอ LCD จะแสดงค่าดังนี้

LAT.	$00^{o}00'$	N
LOG	$000^{o}00'$	E
Date	00/00/0000	
Time	00:00	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นจึงกำหนดข้อมูลดังนี้

LAT คือ ละติจูดจะมีค่าอยู่ในช่วง $0^{\circ} < LAT < 90^{\circ}$ ถ้ามีเส้นศูนย์สูตรให้ใช้ตัวอักษร N แต่ถ้าอยู่ได้เส้นศูนย์สูตรให้เปลี่ยนเป็นตัวอักศร S โดยการกดปุ่มขึ้น,ลง ที่ตำแหน่งตัวอักษร

LOG คือ ลองจิจูดมีค่าอยู่ในช่วง $0^{\circ} < LOG < 180^{\circ}$ ถ้าอยู่ทางด้านตะวันออกของเส้นแบ่งมาตรฐาน ณ เมือง กรีนิช จะใช้ตัวอักษร E แต่ถ้าอยู่ทางด้านตะวันตกจะใช้ตัวอักษร W

Date คือ วัน,เดือน,ปี ที่ต้องการทราบตำแหน่ง

Time คือ เวลาที่ต้องการทราบ

หลังจากนั้นกดปุ่ม Enter

4.โหมดการเลือก Single หรือ Continue

หลังจากกด Enter แล้ว จอจะแสดงข้อความ

-> 1. Single
2. Continue

เป็นส่วนของการเลือกให้เครื่องคำนวณแบบครั้งเดียวหรือแบบต่อเนื่อง

-แบบครั้งเดียว เมื่อกำหนดค่าเครื่องจะคำนวณครั้งเดียวหลังจากนั้นจะกลับไปโหมด 1

-แบบต่อเนื่อง เมื่อกำหนดค่าเลือกแบบ Continue กด Enter เครื่องจะกลับไปโหมด 1 และรอให้เวลาปัจจุบันตรงกับเวลาที่กำหนดเมื่อตรงกันก็จะทำการคำนวณแล้วกลับไปโหมด 1 อีกครั้ง แล้วรอจนกว่าจะครบ 5 นาที จึงเริ่มคำนวณเป็นเช่นนี้ทุกๆ 5 นาที จนกว่าจะถึงเวลาดวงอาทิตย์ตก เครื่องจึงหยุดทำงาน แต่จะทำการตรวจสอบว่าขึ้นวันใหม่คือเวลา 00:00 จะคำนวณ 1 ครั้งเพื่อทราบเวลาดวงอาทิตย์ขึ้น และจะรอจนกว่าจะถึงเวลาดวงอาทิตย์ขึ้นจึงเริ่มคำนวณทุกๆ 5 นาทีเหมือนเดิน อีกครั้งจนกว่าจะมีการป้อนข้อมูลใหม่

5.โหมดการแสดงผล

เมื่อเครื่องเริ่มคำนวณจอจะปรากฏข้อความดังนี้

Please
Wait

และจะมี LED สีเขียวกระพริบเพื่อแสดงให้ทราบว่ากำลังมีการคำนวณ หลังจากที่คำนวณเสร็จจะปรากฏข้อความแสดงผลข้อมูลดังตัวอย่างต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Date 10/01/1998
SR 06:42*SS 18.11
DC-22.0° AD41.0°
AZ -47.0 Ti 10:00

จอภาพจะแสดงผลประมาณ 1 นาที หลังจากนั้นจะกลับไปโหมด 1 เหมือนเดิม นอกจาก นี้ยังมีการส่งข้อมูลออกทาง RS 232 เพื่อส่งข้อมูลไปยัง Computer หรือ แผงเซลล์สุริยะเพื่อกำหนดให้แผงหันไปยังตำแหน่งดวงอาทิตย์ที่ถูกต้อง

หมายเหตุ ถ้ามีการคำนวณแบบต่อเนื่องที่หน้าจอโหมด 1 มุมล่างขวาสุดจะมี (*) กระพริบเพื่อบองให้ทราบว่ามีการทำงานโหมดต่อเนื่องอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
โปรแกรมการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
100 REM ************************ SUN'S POSITION.BAS ************************
110 REM ********************************************************************
120 C1=0FA00H : C2=0FA01H :  REM "ASSIGN CONTROL LCD"
130 C3=0FA02H : C4=0FA03H
140 N6=30H : N5=30H : N4=30H : N3=30H : N2=30H : N1=30H
150 N8=30H : N7=30H : N10=30H : N9=30H :  REM " DATE,MONTH"
160 N14=30H : N13=30H : N12=30H : N11=30H :  REM " YEAR "
170 PB=0F801H
180 CT=0F803H
190 XBY(CT)=080H
200 REM ------------------------------------------------------------------
210 TIME=0 :  CLOCK 1 :  ONTIME 1,300
220 PAGE=2
230 M1=0C5H : M2=85H : SN=0 : CN=0 : B10=1
240 GOSUB 2830
250 REM ********************** " RUN TIME " ************************
260 LOOP=0
270 DO  :  GOSUB 2280
280 WHILE LOOP<1 :  GOTO 250
290 REM ************************** " SUB N1 " **************************
300 TIME=0 : A=TIME
310 REM: ------------------------ ASSING ----------------------------
320 IF CN<>0 THEN  GOTO 330 ELSE  GOTO 380
330 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 380 ELSE  GOTO 340
340 IF B10=1 THEN  GOTO 350 ELSE  GOTO 360
350 XBY(C1)=0DFH : XBY(C3)=0A5H : B10=2 :  GOTO 380
360 XBY(C1)=0DFH : XBY(C3)=2AH : B10=1 :  GOTO 380
370 REM ----------------------------------------------------------------
380 REM
390 N1=N1+01H
400 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 420 ELSE  GOTO 410
410 XBY(C1)=09CH : XBY(C3)=N1
420 IF N1=3AH THEN  GOTO 430 ELSE  GOTO 2260
430 N1=30H
440 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 470 ELSE  GOTO 450
450 XBY(C1)=09CH : XBY(C3)=30H
460 REM **************************" N2" ********************************
470 N2=N2+01H
480 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 500 ELSE  GOTO 490
490 XBY(C1)=09BH : XBY(C3)=N2
500 IF N2=36H THEN  GOTO 510 ELSE  GOTO 2260
510 REM **************************" N3 " ********************************
520 N2=30H
530 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 550 ELSE  GOTO 540
540 XBY(C1)=09BH : XBY(C3)=30H
550 N3=N3+01H
560 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 580 ELSE  GOTO 570
570 XBY(C1)=099H : XBY(C3)=N3
580 IF N3=3AH THEN  GOTO 590 ELSE  GOTO 2260
590 REM ************************** " N4 " ********************************
600 N3=30H
610 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 630 ELSE  GOTO 620
620 XBY(C1)=099H : XBY(C3)=30H
630 N4=N4+01H
640 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 660 ELSE  GOTO 650
650 XBY(C1)=098H : XBY(C3)=N4
660 IF N4=36H THEN  GOTO 670 ELSE  GOTO 2260
670 REM **************************" N5 " ********************************
680 N4=30H
690 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 710 ELSE  GOTO 700
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
700 XBY(C1)=098H : XBY(C3)=30H
710 N5=N5+01H
720 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 740 ELSE  GOTO 730
730 XBY(C1)=096H : XBY(C3)=N5
740 IF N6=32H THEN  GOTO 750 ELSE  GOTO 760
750 IF N5=34H THEN  GOTO 780 ELSE  GOTO 2260
760 IF N5=3AH THEN  GOTO 780 ELSE  GOTO 2260
770 REM ************************ " N6 " ********************************
780 N5=30H
790 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 810 ELSE  GOTO 800
800 XBY(C1)=096H : XBY(C3)=30H
810 N6=N6+01H
820 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 840 ELSE  GOTO 830
830 XBY(C1)=095H : XBY(C3)=N6
840 IF N6=33H THEN  GOTO 850 ELSE  GOTO 2260
850 N6=30H
860 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 880 ELSE  GOTO 870
870 XBY(C1)=095H : XBY(C3)=30H
880 REM ****************************** SET DATE ******************************
890 NA9=N9-30H : NA10=N10-30H : NA14=N14-30H : NA13=N13-30H : NA12=N12-30H
900 NA11=N11-30H
910 NB14=NA14*1000 : NB13=NA13*100 : NB12=NA12*10 : NB11=NA11*1
920 Y0=NB14+NB13+NB12+NB11
930 YA0=Y0-2000
940 Y1=ABS(YA0) : YA1=Y1/4
950 Y2=INT(YA1) : YB2=YA1-Y2
960 YC2=(YB2*4)
970 NB10=NA10*10 : NB9=NA9*1
980 M0=NB10+NB9
990 REM ************************************************************************
1000 IF M0=01 THEN  GOTO 1590
1010 IF M0=02 THEN  GOTO 1020 ELSE  GOTO 1030
1020 IF YC1=0 THEN  GOTO 1290 ELSE  GOTO 1140
1030 IF M0=03 THEN  GOTO 1590
1040 IF M0=04 THEN  GOTO 1440
1050 IF M0=05 THEN  GOTO 1590
1060 IF M0=06 THEN  GOTO 1440
1070 IF M0=07 THEN  GOTO 1590
1080 IF M0=08 THEN  GOTO 1590
1090 IF M0=09 THEN  GOTO 1440
1100 IF M0=10 THEN  GOTO 1590
1110 IF M0=11 THEN  GOTO 1440
1120 IF M0=12 THEN  GOTO 1590
1130 REM
1140 REM ****************************** DAY=28 ******************************
1150 N7=N7+01H
1160 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1180 ELSE  GOTO 1170
1170 XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=N7
1180 IF N8=32H THEN  GOTO 1190 ELSE  GOTO 1200
1190 IF N7=39H THEN  GOTO 1220 ELSE  GOTO 2260
1200 IF N7=3AH THEN  GOTO 1210 ELSE  GOTO 2260
1210 N7=30H :  GOTO 1240
1220 N7=31H :  GOTO 1240
1230 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1250 ELSE  GOTO 1240
1240 XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=N7
1250 N8=N8+01H
1260 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1280 ELSE  GOTO 1270
1270 XBY(C1)=0C5H : XBY(C3)=N8
1280 IF N8=33H THEN  GOTO 1740 ELSE  GOTO 2260
1290 REM ****************************** DAY=29 ******************************
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1300 N7=N7+01H
1310 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1330 ELSE  GOTO 1320
1320 XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=N7
1330 IF N8=32H THEN  GOTO 1340 ELSE  GOTO 1350
1340 IF N7=3AH THEN  GOTO 1370 ELSE  GOTO 2260
1350 IF N7=3AH THEN  GOTO 1360 ELSE  GOTO 2260
1360 N7=30H :  GOTO 1390
1370 N7=31H :  GOTO 1390
1380 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1400 ELSE  GOTO 1390
1390 XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=N7
1400 N8=N8+01H
1410 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1430 ELSE  GOTO 1420
1420 XBY(C1)=0C5H : XBY(C3)=N8
1430 IF N8=33H THEN  GOTO 1740 ELSE  GOTO 2260
1440 REM ****************************** DAY=30 ********************************
1450 N7=N7+01H
1460 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1480 ELSE  GOTO 1470
1470 XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=N7
1480 IF N8=33H THEN  GOTO 1490 ELSE  GOTO 1500
1490 IF N7=31H THEN  GOTO 1520 ELSE  GOTO 2260
1500 IF N7=3AH THEN  GOTO 1510 ELSE  GOTO 2260
1510 N7=30H :  GOTO 1540
1520 N7=31H :  GOTO 1540
1530 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1550 ELSE  GOTO 1540
1540 XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=N7
1550 N8=N8+01H
1560 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1580 ELSE  GOTO 1570
1570 XBY(C1)=0C5H : XBY(C3)=N8
1580 IF N8=34H THEN  GOTO 1740 ELSE  GOTO 2260
1590 REM ****************************** DAY=31 ********************************
1600 N7=N7+01H
1610 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1630 ELSE  GOTO 1620
1620 XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=N7
1630 IF N8=33H THEN  GOTO 1640 ELSE  GOTO 1650
1640 IF N7=32H THEN  GOTO 1670 ELSE  GOTO 2260
1650 IF N7=3AH THEN  GOTO 1660 ELSE  GOTO 2260
1660 N7=30H :  GOTO 1690
1670 N7=31H :  GOTO 1690
1680 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1700 ELSE  GOTO 1690
1690 XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=N7
1700 N8=N8+01H
1710 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1730 ELSE  GOTO 1720
1720 XBY(C1)=0C5H : XBY(C3)=N8
1730 IF N8=34H THEN  GOTO 1740 ELSE  GOTO 2260
1740 REM ************************************************************************
1750 N8=30H
1760 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1780 ELSE  GOTO 1770
1770 XBY(C1)=0C5H : XBY(C3)=N8
1780 REM ************************************************************************
1790 N9=N9+01H
1800 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1820 ELSE  GOTO 1810
1810 XBY(C1)=0C9H : XBY(C3)=N9
1820 IF N10=31H THEN  GOTO 1830 ELSE  GOTO 1840
1830 IF N9=33H THEN  GOTO 1860 ELSE  GOTO 2260
1840 IF N9=3AH THEN  GOTO 1850 ELSE  GOTO 2260
1850 N9=30H :  GOTO 1880
1860 N9=31H :  GOTO 1880
1870 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1890 ELSE  GOTO 1880
1880 XBY(C1)=0C9H : XBY(C3)=N9
1890 N10=N10+01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
1900 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1920 ELSE  GOTO 1910
1910 XBY(C1)=0C8H : XBY(C3)=N10
1920 IF N10=32H THEN  GOTO 1930 ELSE  GOTO 2260
1930 REM ************************************************************
1940 N10=30H
1950 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 1970 ELSE  GOTO 1960
1960 XBY(C1)=0C8H : XBY(C3)=N10
1970 REM ********************************* YEAR ***************************
1980 N11=N11+01H
1990 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 2010 ELSE  GOTO 2000
2000 XBY(C1)=0CEH : XBY(C3)=N11
2010 IF N11=3AH THEN  GOTO 2020 ELSE  GOTO 2260
2020 N11=30H
2030 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 2050 ELSE  GOTO 2040
2040 XBY(C1)=0CEH : XBY(C3)=30H
2050 N12=N12+01H
2060 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 2080 ELSE  GOTO 2070
2070 XBY(C1)=0CDH : XBY(C3)=N12
2080 IF N12=3AH THEN  GOTO 2090 ELSE  GOTO 2260
2090 N12=30H
2100 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 2120 ELSE  GOTO 2110
2110 XBY(C1)=0CDH : XBY(C3)=30H
2120 N13=N13+01H
2130 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 2150 ELSE  GOTO 2140
2140 XBY(C1)=0CCH : XBY(C3)=N13
2150 IF N13=3AH THEN  GOTO 2160 ELSE  GOTO 2260
2160 N13=30H
2170 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 2190 ELSE  GOTO 2180
2180 XBY(C1)=0CCH : XBY(C3)=30H
2190 N14=N14+01H
2200 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 2220 ELSE  GOTO 2210
2210 XBY(C1)=0CBH : XBY(C3)=N14
2220 IF N14=3AH THEN  GOTO 2230 ELSE  GOTO 2260
2230 N14=30H
2240 IF PAGE<>1 THEN  GOTO 2260 ELSE  GOTO 2250
2250 XBY(C1)=0CBH : XBY(C3)=30H
2260 ONTIME A+1,300
2270 RETI
2280 REM ************************* SCAN KEY ********************************
2290 REM ************************************************************
2300 PA=0F800H : CT=0F803H
2310 XBY(CT)=090H
2320 KEY=XBY(PA)
2330 KEY1=KEY
2340 IF KEY=0FEH THEN  GOTO 2350 ELSE  GOTO 2390
2350 IF KEY1=KEY2 THEN  GOTO 2630 ELSE  GOTO 2360
2360 IF PAGE=1 THEN  GOSUB 3220
2370 IF PAGE=2 THEN  GOSUB 3310
2380 IF PAGE=3 THEN  GOSUB 4180
2390 IF KEY=0FDH THEN  GOTO 2400 ELSE  GOTO 2440
2400 IF KEY1=KEY2 THEN  GOTO 2630 ELSE  GOTO 2410
2410 IF PAGE=1 THEN  GOSUB 3180
2420 IF PAGE=2 THEN  GOSUB 3410
2430 IF PAGE=3 THEN  GOSUB 4330
2440 IF KEY=0FBH THEN  GOTO 2450 ELSE  GOTO 2500
2450 IF KEY1=KEY2 THEN  GOTO 2630 ELSE  GOTO 2460
2460 IF PAGE=1 THEN  GOTO 2630
2470 IF PAGE=2 THEN  GOSUB 3510
2480 IF PAGE=3 THEN  GOSUB 4480
2490 IF PAGE=4 THEN  GOSUB 8750
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2500 IF KEY=0F7H THEN  GOTO 2510 ELSE  GOTO 2560
2510 IF KEY1=KEY2 THEN  GOTO 2630 ELSE  GOTO 2520
2520 IF PAGE=1 THEN  GOTO 2630
2530 IF PAGE=2 THEN  GOSUB 3510
2540 IF PAGE=3 THEN  GOSUB 4480
2550 IF PAGE=4 THEN  GOSUB 8790
2560 IF KEY=0EFH THEN  GOTO 2570 ELSE  GOTO 2630
2570 IF KEY1=KEY2 THEN  GOTO 2630 ELSE  GOTO 2580
2580 IF PAGE=1 THEN  GOSUB 3260 :  GOTO 2630
2590 IF PAGE=2 THEN  GOSUB 3700
2600 IF PAGE=3 THEN  GOSUB 4660 :  GOSUB 8560 :  GOTO 2630
2610 IF PAGE=4 THEN  GOSUB 8830
2620 REM
2630 REM
2640 IF N3<>MIN THEN MIN=N3 :  GOTO 2650 ELSE MIN=N3 :  GOTO 2680
2650 IF CN=1 THEN  GOSUB 8870 :  GOTO 2680 ELSE  GOTO 2660
2660 IF CN=2 THEN  GOSUB 9100 :  GOTO 2680 ELSE  GOTO 2670
2670 IF CN=3 THEN  GOSUB 9190
2680 KEY2=KEY1
2690 RETURN
2700 REM ************************ SOUND ************************************
2710 PWM 500,500,50
2720 RETURN
2730 REM ********************************************************************
2740 FOR I=1 TO 2
2750 PWM 500,500,50
2760 PWM 25,25,50
2770 NEXT I
2780 RETURN
2790 GOSUB 2800
2800 REM ************************ PAGE 1 ***********************************
2810 PAGE=1
2820 M2=85H
2830 XBY(C1)=3CH : XBY(C1)=0DH :  REM "ASSIGN FUNCTION"
2840 XBY(C1)=01H :  REM "CLEAR SCREEN"
2850 REM PRINT LCD "*SUN'S POSITION*"
2860 XBY(C1)=80H : XBY(C3)=3AH : XBY(C1)=81H : XBY(C3)=53H
2870 XBY(C1)=82H : XBY(C3)=55H : XBY(C1)=83H : XBY(C3)=4EH
2880 XBY(C1)=84H : XBY(C3)=27H : XBY(C1)=85H : XBY(C3)=53H
2890 XBY(C1)=87H : XBY(C3)=50H : XBY(C1)=88H : XBY(C3)=4FH
2900 XBY(C1)=89H : XBY(C3)=53H : XBY(C1)=8AH : XBY(C3)=49H
2910 XBY(C1)=8BH : XBY(C3)=54H : XBY(C1)=8CH : XBY(C3)=49H
2920 XBY(C1)=8DH : XBY(C3)=4FH : XBY(C1)=8EH : XBY(C3)=4EH
2930 XBY(C1)=8FH : XBY(C3)=3AH
2940 REM PRINT LCD " DATE 00/00/0000,TIME 00:00:00 "
2950 XBY(C1)=0C0H : XBY(C3)=44H : XBY(C1)=0C1H : XBY(C3)=61H
2960 XBY(C1)=0C2H : XBY(C3)=74H : XBY(C1)=0C3H : XBY(C3)=65H
2970 XBY(C1)=0C5H : XBY(C3)=N8 : XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=N7
2980 XBY(C1)=0C7H : XBY(C3)=2FH : XBY(C1)=0C8H : XBY(C3)=N10
2990 XBY(C1)=0C9H : XBY(C3)=N9 : XBY(C1)=0CAH : XBY(C3)=2FH
3000 XBY(C1)=0CBH : XBY(C3)=N14 : XBY(C1)=0CCH : XBY(C3)=N13
3010 XBY(C1)=0CDH : XBY(C3)=N12 : XBY(C1)=0CEH : XBY(C3)=N11
3020 REM
3030 XBY(C1)=90H : XBY(C3)=54H : XBY(C1)=91H : XBY(C3)=69H
3040 XBY(C1)=92H : XBY(C3)=6DH : XBY(C1)=93H : XBY(C3)=65H
3050 XBY(C1)=95H : XBY(C3)=N6 : XBY(C1)=96H : XBY(C3)=N5
3060 XBY(C1)=97H : XBY(C3)=3AH : XBY(C1)=98H : XBY(C3)=N4
3070 XBY(C1)=99H : XBY(C3)=N3 : XBY(C1)=9AH : XBY(C3)=3AH
3080 XBY(C1)=9BH : XBY(C3)=N2 : XBY(C1)=9CH : XBY(C3)=N1
3090 REM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
3100 REM PRINT LCD "  TIME, CAL "
3110 XBY(C1)=0D1H : XBY(C3)=7EH : XBY(C1)=0D2H : XBY(C3)=54H
3120 XBY(C1)=0D3H : XBY(C3)=49H : XBY(C1)=0D4H : XBY(C3)=4DH
3130 XBY(C1)=0D5H : XBY(C3)=45H : XBY(C1)=0DBH : XBY(C3)=43H
3140 XBY(C1)=0DCH : XBY(C3)=41H : XBY(C1)=0DDH : XBY(C3)=4CH
3150 IF PAGE=1 THEN XBY(C1)=0CH : CHECK=N7-30H : MIN=N3 ELSE XBY(C1)=M1
3160 RETURN
3170 REM ************************" CHOOSE CAL,TIME ,PAGE=1" ***************
3180 GOSUB 2710 :  REM ---------"LIFT"-----------
3190 XBY(C1)=0D1H : XBY(C3)=0FEH
3200 XBY(C1)=0DAH : XBY(C3)=07EH
3210 RETURN
3220 GOSUB 2710 :  REM ---------"RIGHT"----------
3230 XBY(C1)=0D1H : XBY(C3)=07EH
3240 XBY(C1)=0DAH : XBY(C3)=0FEH
3250 RETURN
3260 GOSUB 2730 :  REM ---------"ENTER"----------
3270 XBY(C1)=0DAH
3280 IF XBY(C4)=07EH THEN V=1 : SN=0 : CN=0 :  GOSUB 3770 ELSE  GOTO 220
3290 RETURN
3300 REM ************************* CHOOSE KEY ,PAGE=2 *********************
3310 REM ************************* "KEY=0FEH, MOVE LEFT " ************
3320 GOSUB 2710
3330 IF M1=0C5H THEN  GOTO 3400
3340 IF M1=0C8H THEN M1=M1-02H : XBY(C1)=M1 :  GOTO 3400
3350 IF M1=0CBH THEN M1=M1-02H : XBY(C1)=M1 :  GOTO 3400
3360 IF M1=095H THEN M1=0CEH : XBY(C1)=M1 :  GOTO 3400
3370 IF M1=098H THEN M1=M1-02H : XBY(C1)=M1 :  GOTO 3400
3380 IF M1=09BH THEN M1=M1-02H : XBY(C1)=M1 :  GOTO 3400
3390 M1=M1-01H : XBY(C1)=M1
3400 RETURN
3410 REM ************************ KEY=0FDH,MOVE RIGHT ************************
3420 GOSUB 2710
3430 IF M1=09CH THEN  GOTO 3500
3440 IF M1=0C6H THEN M1=M1+02H : XBY(C1)=M1 :  GOTO 3500
3450 IF M1=0C9H THEN M1=M1+02H : XBY(C1)=M1 :  GOTO 3500
3460 IF M1=0CEH THEN M1=95H : XBY(C1)=M1 :  GOTO 3500
3470 IF M1=096H THEN M1=M1+02H : XBY(C1)=M1 :  GOTO 3500
3480 IF M1=099H THEN M1=M1+02H : XBY(C1)=M1 :  GOTO 3500
3490 M1=M1+01H : XBY(C1)=M1
3500 RETURN
3510 REM ***********************"UP,DOWN NUMBER" ***************************
3520 GOSUB 2710
3530 XBY(C1)=M1 : NUM=XBY(C4)
3540 REM ************************ INC ********************************
3550 IF KEY=0FBH THEN NUM=NUM-01H :  GOTO 3570 ELSE  GOTO 3560
3560 IF KEY=0F7H THEN NUM=NUM+01H :  GOTO 3570
3570 IF NUM=2FH THEN NUM=39H ELSE  GOTO 3580
3580 IF NUM=3AH THEN NUM=30H ELSE  GOTO 3590
3590 XBY(C1)=M1 : XBY(C3)=NUM : XBY(C1)=M1
3600 RETURN
3610 REM ////////////////////// ASSING N!=NUM ////////////////////////////////
3620 XBY(C1)=09CH : N1=XBY(C4) : XBY(C1)=09BH : N2=XBY(C4)
3630 XBY(C1)=099H : N3=XBY(C4) : XBY(C1)=098H : N4=XBY(C4)
3640 XBY(C1)=096H : N5=XBY(C4) : XBY(C1)=095H : N6=XBY(C4)
3650 XBY(C1)=0C6H : N7=XBY(C4) : XBY(C1)=0C5H : N8=XBY(C4)
3660 XBY(C1)=0C9H : N9=XBY(C4) : XBY(C1)=0C8H : N10=XBY(C4)
3670 XBY(C1)=0CEH : N11=XBY(C4) : XBY(C1)=0CDH : N12=XBY(C4)
3680 XBY(C1)=0CCH : N13=XBY(C4) : XBY(C1)=0CBH : N14=XBY(C4)
3690 RETURN
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
3700 REM **********************"ENTER, PAGE=2"*****************************
3710 CN=0
3720 GOSUB 2730
3730 GOSUB 3610
3740 N1=30H : N2=30H
3750 GOSUB 2800
3760 RETURN
3770 REM ************************"CAL, PAGE=3" ******************************
3780 G1=30H : G2=30H : G3=30H : G4=30H : G5=4EH : G6=30H : G7=30H
3790 G8=30H : G9=30H : G10=30H : G11=45H : G12=30H : G13=30H : G14=30H
3800 G15=30H : G16=30H : G17=30H : G18=30H : G19=30H : F20=30H
3810 F21=30H : F22=30H : F23=30H
3820 REM ------------------------------------------------------------------
3830 PAGE=3
3840 XBY(C1)=3CH : XBY(C1)=0DH :  REM "ASSIGN FUNCTION"
3850 XBY(C1)=01H :  REM "CLEAR SCREEN"
3860 REM PRINT LCD "LAT 00.00 N,S"
3870 XBY(C1)=80H : XBY(C3)=4CH : XBY(C1)=81H : XBY(C3)=41H
3880 XBY(C1)=82H : XBY(C3)=54H : XBY(C1)=83H : XBY(C3)=2EH
3890 XBY(C1)=85H : XBY(C3)=G1 : XBY(C1)=86H : XBY(C3)=G2
3900 XBY(C1)=87H : XBY(C3)=0DFH : XBY(C1)=88H : XBY(C3)=G3
3910 XBY(C1)=89H : XBY(C3)=G4 : XBY(C1)=8AH : XBY(C3)=27H
3920 XBY(C1)=8DH : XBY(C3)=G5
3930 REM PRINT LCD " LOG 000.00 E,W "
3940 XBY(C1)=0C0H : XBY(C3)=4CH : XBY(C1)=0C1H : XBY(C3)=4FH
3950 XBY(C1)=0C2H : XBY(C3)=47H : XBY(C1)=0C3H : XBY(C3)=2EH
3960 XBY(C1)=0C5H : XBY(C3)=G6
3970 XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=G7 : XBY(C1)=0C7H : XBY(C3)=G8
3980 XBY(C1)=0C8H : XBY(C3)=0DFH : XBY(C1)=0C9H : XBY(C3)=G9
3990 XBY(C1)=0CAH : XBY(C3)=G10 : XBY(C1)=0CBH : XBY(C3)=27H
4000 XBY(C1)=0CDH : XBY(C3)=G11
4010 REM PRINT LCD " DATE 00/00/0000,TIME 00:00:00 "
4020 XBY(C1)=090H : XBY(C3)=44H : XBY(C1)=091H : XBY(C3)=61H
4030 XBY(C1)=092H : XBY(C3)=74H : XBY(C1)=093H : XBY(C3)=65H
4040 XBY(C1)=095H : XBY(C3)=G12 : XBY(C1)=096H : XBY(C3)=G13
4050 XBY(C1)=097H : XBY(C3)=2FH : XBY(C1)=098H : XBY(C3)=G14
4060 XBY(C1)=099H : XBY(C3)=G15 : XBY(C1)=09AH : XBY(C3)=2FH
4070 XBY(C1)=09BH : XBY(C3)=G16 : XBY(C1)=09CH : XBY(C3)=G17
4080 XBY(C1)=09DH : XBY(C3)=G18 : XBY(C1)=09EH : XBY(C3)=G19
4090 REM
4100 XBY(C1)=0D0H : XBY(C3)=54H : XBY(C1)=0D1H : XBY(C3)=69H
4110 XBY(C1)=0D2H : XBY(C3)=6DH : XBY(C1)=0D3H : XBY(C3)=65H
4120 XBY(C1)=0D5H : XBY(C3)=F20 : XBY(C1)=0D6H : XBY(C3)=F21
4130 XBY(C1)=0D7H : XBY(C3)=3AH : XBY(C1)=0D8H : XBY(C3)=F22
4140 XBY(C1)=0D9H : XBY(C3)=F23
4150 XBY(C1)=M2
4160 RETURN
4170 REM ************************** CHOOSE KEY ,PAGE=3 **********************
4180 REM ************************** "KEY=0FEH, MOVE LEFT " ******************
4190 GOSUB 2710
4200 IF M2=85H THEN  GOTO 3400
4210 IF M2=88H THEN M2=M2-02H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4320
4220 IF M2=8DH THEN M2=M2-04H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4320
4230 IF M2=0C5H THEN M2=8DH : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4320
4240 IF M2=0C9H THEN M2=M2-02H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4320
4250 IF M2=0CDH THEN M2=M2-03H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4320
4260 IF M2=95H THEN M2=0CDH : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4320
4270 IF M2=98H THEN M2=M2-02H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4320
4280 IF M2=09BH THEN M2=M2-02H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4320
4290 IF M2=0D5H THEN M2=09EH : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4320
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
4300 IF M2=0D8H THEN M2=M2-02H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4320
4310 M2=M2-01H : XBY(C1)=M2
4320 RETURN
4330 REM ************************ "KEY=0FDH, MOVE RIGHT " ************
4340 GOSUB 2710
4350 IF M2=0D9H THEN  GOTO 3400
4360 IF M2=86H THEN M2=M2+02H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4470
4370 IF M2=89H THEN M2=M2+04H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4470
4380 IF M2=8DH THEN M2=0C5H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4470
4390 IF M2=0C7H THEN M2=M2+02H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4470
4400 IF M2=0CAH THEN M2=M2+03H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4470
4410 IF M2=0CDH THEN M2=95H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4470
4420 IF M2=96H THEN M2=M2+02H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4470
4430 IF M2=099H THEN M2=M2+02H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4470
4440 IF M2=09EH THEN M2=0D5H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4470
4450 IF M2=0D6H THEN M2=M2+02H : XBY(C1)=M2 :  GOTO 4470
4460 M2=M2+01H : XBY(C1)=M2
4470 RETURN
4480 REM ************************" INC,PAGE=3 " ****************************
4490 GOSUB 2710
4500 XBY(C1)=M2 : NUM1=XBY(C4)
4510 REM ------------------------------------------------------------
4520 IF KEY=0FBH THEN GOTO 4530 ELSE  GOTO 4550
4530 IF M2=8DH THEN NUM1=53H :  GOTO 4620 ELSE  GOTO 4540
4540 IF M2=0CDH THEN NUM1=57H :  GOTO 4620 ELSE  GOTO 4550
4550 IF KEY=0F7H THEN  GOTO 4560 ELSE  GOTO 4580
4560 IF M2=8DH THEN NUM1=4EH :  GOTO 4620 ELSE  GOTO 4570
4570 IF M2=0CDH THEN NUM1=45H :  GOTO 4620 ELSE  GOTO 4580
4580 IF KEY=0FBH THEN NUM1=NUM1-01H :  GOTO 4600 ELSE  GOTO 4590
4590 IF KEY=0F7H THEN NUM1=NUM1+01H :  GOTO 4600
4600 IF NUM1=2FH THEN NUM1=39H ELSE  GOTO 4610
4610 IF NUM1=3AH THEN NUM1=30H ELSE  GOTO 4620
4620 XBY(C1)=M2 : XBY(C3)=NUM1 : XBY(C1)=M2
4630 RETURN
4640 REM ------------------------------------------------------------
4650 GOSUB 2730 :  GOSUB 4660
4660 REM////////////////////// CALCULATE ////////////////////////////
4670 REM
4680 XBY(C1)=85H : G1=XBY(C4) : XBY(C1)=86H : G2=XBY(C4)
4690 XBY(C1)=88H : G3=XBY(C4) : XBY(C1)=89H : G4=XBY(C4)
4700 XBY(C1)=8DH : G5=XBY(C4) : XBY(C1)=0C5H : G6=XBY(C4)
4710 XBY(C1)=0C6H : G7=XBY(C4) : XBY(C1)=0C7H : G8=XBY(C4)
4720 XBY(C1)=0C9H : G9=XBY(C4) : XBY(C1)=0CAH : G10=XBY(C4)
4730 XBY(C1)=0CDH : G11=XBY(C4) : XBY(C1)=95H : G12=XBY(C4)
4740 XBY(C1)=96H : G13=XBY(C4) : XBY(C1)=98H : G14=XBY(C4)
4750 XBY(C1)=99H : G15=XBY(C4) : XBY(C1)=9BH : G16=XBY(C4)
4760 XBY(C1)=9CH : G17=XBY(C4) : XBY(C1)=9DH : G18=XBY(C4)
4770 XBY(C1)=9EH : G19=XBY(C4) : XBY(C1)=0D5H : F20=XBY(C4)
4780 XBY(C1)=0D6H : F21=XBY(C4) : XBY(C1)=0D8H : F22=XBY(C4)
4790 XBY(C1)=0D9H : F23=XBY(C4)
4800 RETURN
4810 REM ----------------------" PLEASE WAIT "-----------------------
4820 REM PRINT LCD " PLEASE "
4830 XBY(C1)=3CH : XBY(C1)=0DH :  REM "ASSIGN FUNCTION"
4840 XBY(C1)=01H
4850 XBY(C1)=0C5H : XBY(C3)=50H : XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=4CH
4860 XBY(C1)=0C7H : XBY(C3)=45H : XBY(C1)=0C8H : XBY(C3)=41H
4870 XBY(C1)=0C9H : XBY(C3)=53H : XBY(C1)=0CAH : XBY(C3)=45H
4880 REM PRINT LCD " WAIT "
4890 XBY(C1)=096H : XBY(C3)=57H : XBY(C1)=097H : XBY(C3)=41H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
4900 XBY(C1)=098H : XBY(C3)=49H : XBY(C1)=099H : XBY(C3)=54H
4910 XBY(C1)=0CH
4920 REM ************************************************************
4930 IF CN<>0 THEN  GOTO 4940 ELSE  GOTO 4990
4940 J1=G1-30H : J2=G2-30H : J3=G3-30H : J4=G4-30H : J6=G6-30H : J7=G7-30H
4950 J8=G8-30H:J9=G9-30H:J10=G10-30H:J12=N8-30H:J13=N7-30H:J14=N10-30H
4960 J15=N9-30H:J16=N14-30H:J17=N13-30H:J18=N12-30H:J19=N11-30H:K20=N6-30H
4970 K21=N5-30H : K22=N4-30H : K23=N3-30H
4980 GOTO 5030
4990 J1=G1-30H : J2=G2-30H : J3=G3-30H : J4=G4-30H : J6=G6-30H : J7=G7-30H
5000 J8=G8-30H:J9=G9-30H:J10=G10-30H:J12=G12-30H:J13=G13-30H:J14=G14-30H
5010 J15=G15-30H:J16=G16-30H:J17=G17-30H:J18=G18-30H:J19=G19-30H:K20=F20-30H
5020 K21=F21-30H : K22=F22-30H : K23=F23-30H
5030 REM -------------------- CHANGE FROM /60 TO /100 --------------------
5040 IF CN<>0 THEN  GOTO 5050 ELSE  GOTO 5060
5050 O1=N6-30H : O2=N5-30H : O3=N4-30H : O4=N3-30H :  GOTO 5070
5060 O1=K20 : O2=K21 : O3=K22 : O4=K23
5070 REM ------------------------ TIME ----------------------------------
5080 XBY(PB)=01H
5090 LT=(J3*10)+(J4)
5100 LT=(LT/60)
5110 LT=(J1*10)+(J2)+(LT)
5120 XBY(PB)=00H
5130 REM ------------------------------------------------------------------
5140 LG=(J9*10)+(J10)
5150 LG=(LG/60)
5160 LG=(J6*100)+(J7*10)+(J8)+(LG)
5170 IF G11=57H THEN LG=LG*(-1)
5180 XBY(PB)=01H
5190 REM ------------------------------------------------------------------
5200 TI=(K22*10)+(K23)
5210 TI=TI/60
5220 TI=(K20*10)+(K21)+(TI)
5230 XBY(PB)=00H
5240 REM --------------------------- TZ,LC -------------------------------
5250 TZ=LG/15 : TZ1=INT(TZ)
5260 TZ2=TZ-TZ1
5270 IF TZ2>=.5 THEN TZ3=TZ1+1 ELSE TZ3=TZ1
5280 IF G11=45H THEN TZ3=TZ3*(-1)
5290 LC=TZ
5300 IF G11=57H THEN LC=LC*(-1)
5310 XBY(PB)=01H
5320 GOSUB 5530
5330 B=(DA1-1)*(360/365)
5340 B1=(B*PI)/180 : B2=((B*2)*PI)/180
5350 B3=0.000075+(0.001868*COS(B1))-(0.032077*SIN(B1))
5360 EQU=(B3-(0.014615*COS(B2))-(0.04089*SIN(B2)))*229.2
5370 EQU=EQU/60
5380 XBY(PB)=00H
5390 AST=TI+TZ3+LC+EQU
5400 AST1=INT(AST)
5410 AST2=(AST-AST1)*100
5420 AST3=INT(AST2)
5430 AST4=AST2-AST3
5440 IF AST4>=.5 THEN AST5=AST3+1 ELSE AST5=AST3
5450 AST5=AST5/100 : AST6=AST5+AST1
5460 XBY(PB)=01H
5470 REM ------------------------ ANGLE -------------------------------
5480 W=(-15)*(12-AST6)
5490 REM
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
5500 IF G5=53H THEN LT=LT*(-1)
5510 GOTO 5910
5520 XBY(PB)=00H
5530 REM ********************** CHECK DAY ********************************
5540 DA=(J12*10)+J13
5550 MO=(J14*10)+J15
5560 YE=(J16*1000)+(J17*100)+(J18*10)+J19
5570 YE1=YE-2000
5580 YE2=ABS(YE1) : YE3=YE2/4
5590 YE4=INT(YE3) : YE5=YE3-YE4
5600 YE6=(YE5*4)
5610 XBY(PB)=01H
5620 REM ************************************************************************
5630 XBY(PB)=01H
5640 IF MO=1 THEN DA1=DA :  GOTO 5880
5650 IF MO=2 THEN  GOTO 5660 ELSE  GOTO 5670
5660 IF YE6=0 THEN DA1=DA+31 :  GOTO 5880 ELSE DA1=DA+31 :  GOTO 5880
5670 IF MO=3 THEN  GOTO 5680 ELSE  GOTO 5690
5680 IF YE6=0 THEN DA1=DA+60 :  GOTO 5880 ELSE DA1=DA+59 :  GOTO 5880
5690 IF MO=4 THEN  GOTO 5700 ELSE  GOTO 5710
5700 IF YE6=0 THEN DA1=DA+91 :  GOTO 5880 ELSE DA1=DA+90 :  GOTO 5880
5710 IF MO=5 THEN  GOTO 5720 ELSE  GOTO 5730
5720 IF YE6=0 THEN DA1=DA+121 :  GOTO 5880 ELSE DA1=DA+120 :  GOTO 5880
5730 IF MO=6 THEN  GOTO 5740 ELSE  GOTO 5750
5740 IF YE6=0 THEN DA1=DA+152 :  GOTO 5880 ELSE DA1=DA+151 :  GOTO 5880
5750 IF MO=7 THEN  GOTO 5760 ELSE  GOTO 5770
5760 IF YE6=0 THEN DA1=DA+182 :  GOTO 5880 ELSE DA1=DA+181 :  GOTO 5880
5770 IF MO=8 THEN  GOTO 5780 ELSE  GOTO 5790
5780 IF YE6=0 THEN DA1=DA+213 :  GOTO 5880 ELSE DA1=DA+212 :  GOTO 5880
5790 IF MO=9 THEN  GOTO 5800 ELSE  GOTO 5810
5800 IF YE6=0 THEN DA1=DA+244 :  GOTO 5880 ELSE DA1=DA+243 :  GOTO 5880
5810 IF MO=10 THEN  GOTO 5820 ELSE  GOTO 5830
5820 IF YE6=0 THEN DA1=DA+274 :  GOTO 5880 ELSE DA1=DA+273 :  GOTO 5880
5830 IF MO=11 THEN  GOTO 5840 ELSE  GOTO 5850
5840 IF YE6=0 THEN DA1=DA+305 :  GOTO 5880 ELSE DA1=DA+304 :  GOTO 5880
5850 IF MO=12 THEN  GOTO 5860
5860 IF YE6=0 THEN DA1=DA+335 ELSE DA1=DA+334
5870 XBY(PB)=00H
5880 REM
5890 RETURN
5900 XBY(PB)=01H
5910 IF YE6=0 THEN DA2=366 ELSE DA2=365
5920 AS=284+DA1
5930 AS1=AS/DA2
5940 AS2=AS1*360
5950 AS3=(AS2*PI)/180
5960 AS4=SIN(AS3)
5970 DT=23.45*AS4 :  REM "---- DECLITION ----"
5980 EQ=DT
5990 XBY(PB)=00H
6000 LT=(LT*PI)/180
6010 DT=(DT*PI)/180
6020 W=(W*PI)/180
6030 SA=COS(LT)*COS(DT)*COS(W)+SIN(LT)*SIN(DT) :  REM "SOLAR ALTITUDE"
6040 SO=SA
6050 GOSUB 6480
6060 AGA=AG : SW=AGA
6070 XBY(PB)=01H
6080 AGA=(AGA*PI)/180
6090 FI=(COS(DT)*SIN(W))/COS(AGA)
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6100 REM
6110 SO=FI
6120 GOSUB 6480
6130 FIA=AG
6140 XBY(PB)=00H
6150 IF FIA<0 THEN FIB=(FIA+180)*(-1) ELSE FIB=(FIA-180)*(-1)
6160 SB=SIN(DT)/SIN(LT)
6170 REM
6180 B5=ABS(SB)
6190 IF B5>1 THEN  GOTO 6240
6200 SO=SB
6210 GOSUB 6480
6220 SBA=AG
6230 IF AGA<SBA THEN FIC=FIB :  GOTO 6250 ELSE FIC=FIA :  GOTO 6250
6240 IF DT<0 THEN FIC=FIA ELSE FIC=FIB
6250 XBY(PB)=01H
6260 WS=(-TAN(LT)*TAN(DT))
6270 SO=WS
6280 GOSUB 6480
6290 WSA=AG
6300 WSA=90-WSA
6310 WSB=WSA*(24/360)
6320 WSB=ABS(WSB)
6330 UP=12-WSB
6340 DW=12+WSB
6350 XBY(PB)=00H
6360 UP=UP*100
6362 UP=INT(UP) : UPC=UP/100 : UPD=INT(UPC) : UPE=UPC-UPD
6364 UPE=UPE*100
6380 UPF=INT(UPE)
6400 UPG=UPE-UPF
6410 IF UPG>=.5 THEN UPF=UPF+1
6412 UPF=UPF/100 : UP=UPD+UPF
6416 XBY(PB)=01H
6418 DW=DW*100
6420 DW=INT(DW) : DWC=DW/100 : DWD=INT(DWC) : DWE=DWC-DWD
6460 DWE=DWE*100
6462 DWF=INT(DWE)
6464 DWG=DWE-DWF
6466 IF DWG>=.5 THEN DWF=DWF+1
6468 DWF=DWF/100 : DW=DWD+DWF
6472 XBY(PB)=00H
6474 GOTO 6730
6480 REM ------------------------ ARCSIN() -------------------------------
6490 XBY(PB)=01H
6500 SO1=SO*100
6510 SO2=INT(SO1)
6520 SO3=ABS(SO2)
6530 IF SO3>=98 THEN AG=80 :  GOTO 6620
6540 IF SO3>=93 THEN AG=70 :  GOTO 6620
6550 IF SO3>=86 THEN AG=60 :  GOTO 6620
6560 IF SO3>=76 THEN AG=50 :  GOTO 6620
6570 IF SO3>=64 THEN AG=40 :  GOTO 6620
6580 IF SO3>=50 THEN AG=30 :  GOTO 6620
6590 IF SO3>=34 THEN AG=20 :  GOTO 6620
6600 IF SO3>=17 THEN AG=10 :  GOTO 6620
6610 IF SO3>=0 THEN AG=0 :  GOTO 6620
6620 DO
6630 AG1=SIN((AG*PI)/180)
6640 AG=AG+.1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
6650 AG2=AG1*100
6660 AG3=INT(AG2)
6670 UNTIL AG3=SO3
6680 AG=INT(AG)
6690 IF SO<0 THEN AG=AG*(-1)
6700 XBY(PB)=00H
6710 RETURN
6720 REM ////////////////////////////////////////////////////////////
6730 XBY(PB)=01H
6740 TZ3=(-1)*TZ3 : LC=(-1)*LC : EQU=(-1)*EQU
6750 UP7=UP+TZ3+LC+EQU
6760 DW7=DW+TZ3+LC+EQU
6770 UP1=INT(UP7) : UP2=UP7-UP1
6780 UP2=(UP2*60)/100
6790 UP3=UP1+UP2
6800 DW1=INT(DW7) : DW2=DW7-DW1
6810 DW2=(DW2*60)/100
6820 XBY(PB)=00H
6830 DW3=DW1+DW2
6840 UP4=UP3*100
6850 DW4=DW3*100
6860 UP5=INT(UP4)
6870 DW5=INT(DW4)
6880 UP6=UP4-UP5
6890 IF UP6>=.5 THEN UP5=UP5+1
6900 UP5=UP5/100
6910 DW6=DW4-DW5
6920 IF DW6>=.5 THEN DW5=DW5+1
6930 DW5=DW5/100
6940 XBY(PB)=01H
6950 REM ////////////////////" SHOW DISPLAY "////////////////////////////
6960 H1=SW
6970 SW=ABS(SW)
6980 SW3=SW
6990 H2=FIC
7000 FIC=ABS(FIC)
7010 FI3=FIC
7020 H3=EQ
7030 EQ=ABS(EQ)
7040 XT3=EQ
7050 XBY(PB)=00H
7060 REM ------------------------------------------------------------
7070 SW3=SW3*100
7080 SW4=SW3/1000 : SW4=INT(SW4) : QA1=SW4 : SW4=SW4*1000
7090 SW5=SW3-SW4
7100 SW6=SW5/100 : SW6=INT(SW6) : QA2=SW6 : SW6=SW6*100
7110 SW7=SW5-SW6
7120 SW8=SW7/10 : SW8=INT(SW8) : QA3=SW8 : SW8=SW8*10
7130 SW9=SW7-SW8 : QA4=SW9
7140 IF FIC>99 THEN  GOTO 7150 ELSE  GOTO 7260
7150 FI3=FI3*100
7160 FI4=FI3/10000 : FI4=INT(FI4) : QA5=FI4 : FI4=FI4*10000
7170 FI5=FI3-FI4
7180 FI6=FI5/1000 : FI6=INT(FI6) : QA6=FI6 : FI6=FI6*1000
7190 FI7=FI5-FI6
7200 FI8=FI7/100 : FI8=INT(FI8) : QA7=FI8 : FI8=FI8*100
7210 FI9=FI7-FI8
7220 VF1=FI9/10 : VF1=INT(VF1) : QA8=VF1 : VF1=VF1*10
7230 VF2=FI9-VF1 : QA9=VF2
7240 XBY(PB)=01H
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
7250 GOTO 7330
7260 FI3=FI3*100
7270 FI4=FI3/1000 : FI4=INT(FI4) : QA5=FI4 : FI4=FI4*1000
7280 FI5=FI3-FI4
7290 FI6=FI5/100 : FI6=INT(FI6) : QA6=FI6 : FI6=FI6*100
7300 FI7=FI5-FI6
7310 FI8=FI7/10 : FI8=INT(FI8) : QA7=FI8 : FI8=FI8*10
7320 FI9=FI7-FI8 : QA8=FI9
7330 PP3=UP5
7340 PP3=PP3*100
7350 PP4=PP3/1000 : PP4=INT(PP4) : ZA1=PP4 : PP4=PP4*1000
7360 PP5=PP3-PP4
7370 PP6=PP5/100 : PP6=INT(PP6) : ZA2=PP6 : PP6=PP6*100
7380 PP7=PP5-PP6
7390 PP8=PP7/10 : PP8=INT(PP8) : ZA3=PP8 : PP8=PP8*10
7400 PP9=PP7-PP8 : ZA4=PP9
7410 PO3=DW5
7420 XBY(PB)=00H
7430 PO3=PO3*100
7440 PO4=PO3/1000 : PO4=INT(PO4) : ZA5=PO4 : PO4=PO4*1000
7450 PO5=PO3-PO4
7460 PO6=PO5/100 : PO6=INT(PO6) : ZA6=PO6 : PO6=PO6*100
7470 PO7=PO5-PO6
7480 PO8=PO7/10 : PO8=INT(PO8) : ZA7=PO8 : PO8=PO8*10
7490 PO9=PO7-PO8 : ZA8=PO9
7500 XT3=XT3*100
7510 XT4=XT3/1000 : XT4=INT(XT4) : CA1=XT4 : XT4=XT4*1000
7520 XT5=XT3-XT4
7530 XT6=XT5/100 : XT6=INT(XT6) : CA2=XT6 : XT6=XT6*100
7540 XT7=XT5-XT6
7550 XT8=XT7/10 : XT8=INT(XT8) : CA3=XT8 : XT8=XT8*10
7560 XT9=XT7-XT8 : CA4=XT9
7570 XBY(PB)=01H
7580 REM
7590 IF H1<0 THEN VF3=2DH ELSE VF3=0FEH
7600 IF H2<0 THEN VF4=2DH ELSE VF4=0FEH
7610 IF H3<0 THEN VF5=2DH ELSE VF5=0FEH
7620 REM ////////////////////////// LED ////////////////////////////////
7630 FOR B=1 TO 3
7640 XBY(PB)=01H
7650 FOR C=1 TO 15
7660 NEXT C
7670 XBY(PB)=00H
7680 FOR C=1 TO 15
7690 NEXT C
7700 NEXT B
7710 REM ////////////////// DATA RS232 ////////////////////////////
7720 XBY(PB)=00H
7730 IH1=(J12*10)+J13
7740 IH2=(J14*10)+J15
7750 IH3=(J16*1000)+(J17*100)+(J18*10)+J19
7760 IH4=(CA1*10)+CA2
7770 IF H3<0 THEN IH4=IH4*(-1)
7780 IH5=(CA3*10)+CA4 : IH5=INT(IH5)
7790 IH6=(QA1*10)+QA2
7800 XBY(PB)=01H
7810 IF H1<0 THEN IH6=(-1)*IH6
7820 IH7=(QA3*10)+QA4
7830 IF FIC>99 THEN  GOTO 7840 ELSE  GOTO 7890
7840 E1=(QA5*100)+(QA6*10)+QA7
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
7850 IF H2<0 THEN E1=E1*(-1)
7860 E2=(QA8*10)+QA9
7870 GOTO 7920
7880 XBY(PB)=00H
7890 E1=(QA5*10)+QA6
7900 IF H2<0 THEN E1=E1*(-1)
7910 E2=(QA7*10)+QA8
7920 TIM1=O1*10+O2
7930 TIM2=O3*10+O4
7940 PRINT "################################"
7950 PRINT "      -- SUN'S POSITION --"
7960 PRINT "DATE",IH1,"MONTH",IH2,"YEAR",IH3
7970 PRINT "LOCALTIME",TIM1,":",TIM2
7980 PRINT "SUNRISE",UP5,"SUNSET",DW5
7990 PRINT "ALTITUDE =",IH6,".",IH7
8000 PRINT "AZIMUTH  =",E1,".",E2
8010 PRINT "DECLINATION =",IH4,".",IH5
8020 PRINT "################################"
8030 REM ////////////////////////////////////////////////////////
8040 XBY(PB)=01H
8050 XBY(C1)=01H
8060 REM PRINT LCD "DATE"
8070 XBY(C1)=80H : XBY(C3)=44H : XBY(C1)=81H : XBY(C3)=41H
8080 XBY(C1)=82H : XBY(C3)=54H : XBY(C1)=83H : XBY(C3)=45H
8090 XBY(C1)=85H : XBY(C3)=J12+30H : XBY(C1)=86H : XBY(C3)=J13+30H
8100 XBY(C1)=87H : XBY(C3)=2FH : XBY(C1)=88H : XBY(C3)=J14+30H
8110 XBY(C1)=89H : XBY(C3)=J15+30H : XBY(C1)=8AH : XBY(C3)=2FH
8120 XBY(C1)=8BH : XBY(C3)=J16+30H : XBY(C1)=8CH : XBY(C3)=J17+30H
8130 XBY(C1)=8DH : XBY(C3)=J18+30H : XBY(C1)=8EH : XBY(C3)=J19+30H
8140 REM PRINT LCD " SUNRISE,SUNSET"
8150 XBY(C1)=0C0H : XBY(C3)=53H : XBY(C1)=0C1H : XBY(C3)=52H
8160 XBY(C1)=0C2H : XBY(C3)=ZA1+30H : XBY(C1)=0C3H : XBY(C3)=ZA2+30H
8170 XBY(C1)=0C4H : XBY(C3)=3AH : XBY(C1)=0C5H : XBY(C3)=ZA3+30H
8180 XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=ZA4+30H:XBY(C1)=0C7H:XBY(C3)=2AH
8190 XBY(C1)=0C8H : XBY(C3)=53H : XBY(C1)=0C9H : XBY(C3)=53H
8200 XBY(C1)=0CAH : XBY(C3)=ZA5+30H : XBY(C1)=0CBH : XBY(C3)=ZA6+30H
8210 XBY(C1)=0CCH : XBY(C3)=3AH
8220 XBY(C1)=0CDH : XBY(C3)=ZA7+30H : XBY(C1)=0CEH : XBY(C3)=ZA8+30H
8230 REM PEINT LCD " DEC,ALT "
8240 XBY(C1)=90H : XBY(C3)=44H : XBY(C1)=91H : XBY(C3)=43H
8250 XBY(C1)=92H : XBY(C3)=VF5 : XBY(C1)=93H : XBY(C3)=CA1+30H
8260 XBY(C1)=94H : XBY(C3)=CA2+30H : XBY(C1)=95H : XBY(C3)=2EH
8270 XBY(C1)=96H : XBY(C3)=CA3+30H : XBY(C1)=97H : XBY(C3)=0DFH
8280 XBY(C1)=98H : XBY(C3)=41H : XBY(C1)=99H : XBY(C3)=44H
8290 XBY(C1)=9AH : XBY(C3)=VF3 : XBY(C1)=9BH : XBY(C3)=QA1+30H
8300 XBY(C1)=9CH : XBY(C3)=QA2+30H : XBY(C1)=9DH : XBY(C3)=2EH
8310 XBY(C1)=9EH : XBY(C3)=QA3+30H : XBY(C1)=9FH : XBY(C3)=0DFH
8320 REM PRINT LCD "AZ ="
8330 XBY(C1)=0D0H : XBY(C3)=41H : XBY(C1)=0D1H : XBY(C3)=5AH
8340 XBY(C1)=0D2H : XBY(C3)=VF4
8350 IF FIC>99 THEN  GOTO 8360 ELSE  GOTO 8400
8360 XBY(C1)=0D3H : XBY(C3)=QA5+30H : XBY(C1)=0D4H : XBY(C3)=QA6+30H
8370 XBY(C1)=0D5H : XBY(C3)=QA7+30H : XBY(C1)=0D6H : XBY(C3)=2EH
8380 XBY(C1)=0D7H : XBY(C3)=QA8+30H : XBY(C1)=0D8H : XBY(C3)=0DFH
8390 GOTO 8430
8400 XBY(C1)=0D3H : XBY(C3)=QA5+30H : XBY(C1)=0D4H : XBY(C3)=QA6+30H
8410 XBY(C1)=0D5H : XBY(C3)=2EH : XBY(C1)=0D6H : XBY(C3)=QA7+30H
8420 XBY(C1)=0D7H : XBY(C3)=0DFH
8430 XBY(C1)=0D9H : XBY(C3)=54H : XBY(C1)=0DBH : XBY(C3)=O1+30H
8440 XBY(C1)=0DCH : XBY(C3)=O2+30H : XBY(C1)=0DDH : XBY(C3)=3AH
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
8450 XBY(C1)=0DEH : XBY(C3)=O3+30H : XBY(C1)=0DFH : XBY(C3)=O4+30H
8460 XBY(C1)=0DAH : XBY(C3)=69H
8470 XBY(C1)=0CH : XBY(PB)=00H
8480 FOR Y=1 TO 3000
8490 NEXT Y
8500 REM  ------------------------------------------------------
8510 XBY(PB)=01H
8520 FOR I=1 TO 100
8530 NEXT I
8540 GOSUB 2800
8550 RETURN
8560 REM ############################################################
8570 PAGE=4
8580 GOSUB 2730
8590 REM PRINT LCD "1.SINGLE,2.CONTINUE"
8600 XBY(C1)=01H
8610 XBY(C1)=0C3H : XBY(C3)=7EH : XBY(C1)=0C4H : XBY(C3)=31H
8620 XBY(C1)=0C5H : XBY(C3)=2EH : XBY(C1)=0C6H : XBY(C3)=53H
8630 XBY(C1)=0C7H : XBY(C3)=69H : XBY(C1)=0C8H : XBY(C3)=6EH
8640 XBY(C1)=0C9H : XBY(C3)=67H : XBY(C1)=0CAH : XBY(C3)=6CH
8650 XBY(C1)=0CBH : XBY(C3)=65H
8660 REM
8670 XBY(C1)=094H : XBY(C3)=32H : XBY(C1)=095H : XBY(C3)=2EH
8680 XBY(C1)=096H : XBY(C3)=43H : XBY(C1)=097H : XBY(C3)=6FH
8690 XBY(C1)=098H : XBY(C3)=6EH : XBY(C1)=099H : XBY(C3)=74H
8700 XBY(C1)=09AH : XBY(C3)=69H : XBY(C1)=09BH : XBY(C3)=6EH
8710 XBY(C1)=09CH : XBY(C3)=75H : XBY(C1)=09DH : XBY(C3)=65H
8720 XBY(C1)=0CH
8730 RETURN
8740 REM ************" CHOOSE SINGLE,CONTINUE ,PAGE=4" ************
8750 GOSUB 2710 :  REM ---------"DOWN"-----------
8760 XBY(C1)=093H : XBY(C3)=07EH
8770 XBY(C1)=0C3H : XBY(C3)=0FEH
8780 RETURN
8790 GOSUB 2710 :  REM ---------"UP"-----------
8800 XBY(C1)=0C3H : XBY(C3)=07EH
8810 XBY(C1)=093H : XBY(C3)=0FEH
8820 RETURN
8830 GOSUB 2730 :  REM ---------"ENTER"-----------
8840 XBY(C1)=0C3H
8850 IF XBY(C4)=07EH THEN  GOSUB 4810 ELSE  GOSUB 8870
8860 RETURN
8870 REM ////////////////// " 2.CONTINUE "//////////////////////////
8880 REM
8890 REM
8900 CN=1
8910 IF N3=F23 THEN F23=N3 :  GOTO 8920 ELSE  GOTO 9030
8920 IF N4=F22 THEN F22=N4 :  GOTO 8930 ELSE  GOTO 9030
8930 IF N5=F21 THEN F21=N5 :  GOTO 8940 ELSE  GOTO 9030
8940 IF N6=F20 THEN F20=N6 :  GOTO 8950 ELSE  GOTO 9030
8950 IF N7=G13 THEN G13=N7 :  GOTO 8960 ELSE  GOTO 9030
8960 IF N8=G12 THEN G12=N8 :  GOTO 8970 ELSE  GOTO 9030
8970 IF N9=G15 THEN G15=N9 :  GOTO 8980 ELSE  GOTO 9030
8980 IF N10=G14 THEN G14=N10 :  GOTO 8990 ELSE  GOTO 9030
8990 IF N11=G19 THEN G19=N11 :  GOTO 9000 ELSE  GOTO 9030
9000 IF N12=G18 THEN G18=N12 :  GOTO 9010 ELSE  GOTO 9030
9010 IF N13=G17 THEN G17=N13 :  GOTO 9020 ELSE  GOTO 9030
9020 IF N14=G16 THEN G16=N14 :  GOTO 9060
9030 IF SN=1 THEN  GOTO 9080 ELSE  GOTO 9040
9040 SN=1
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

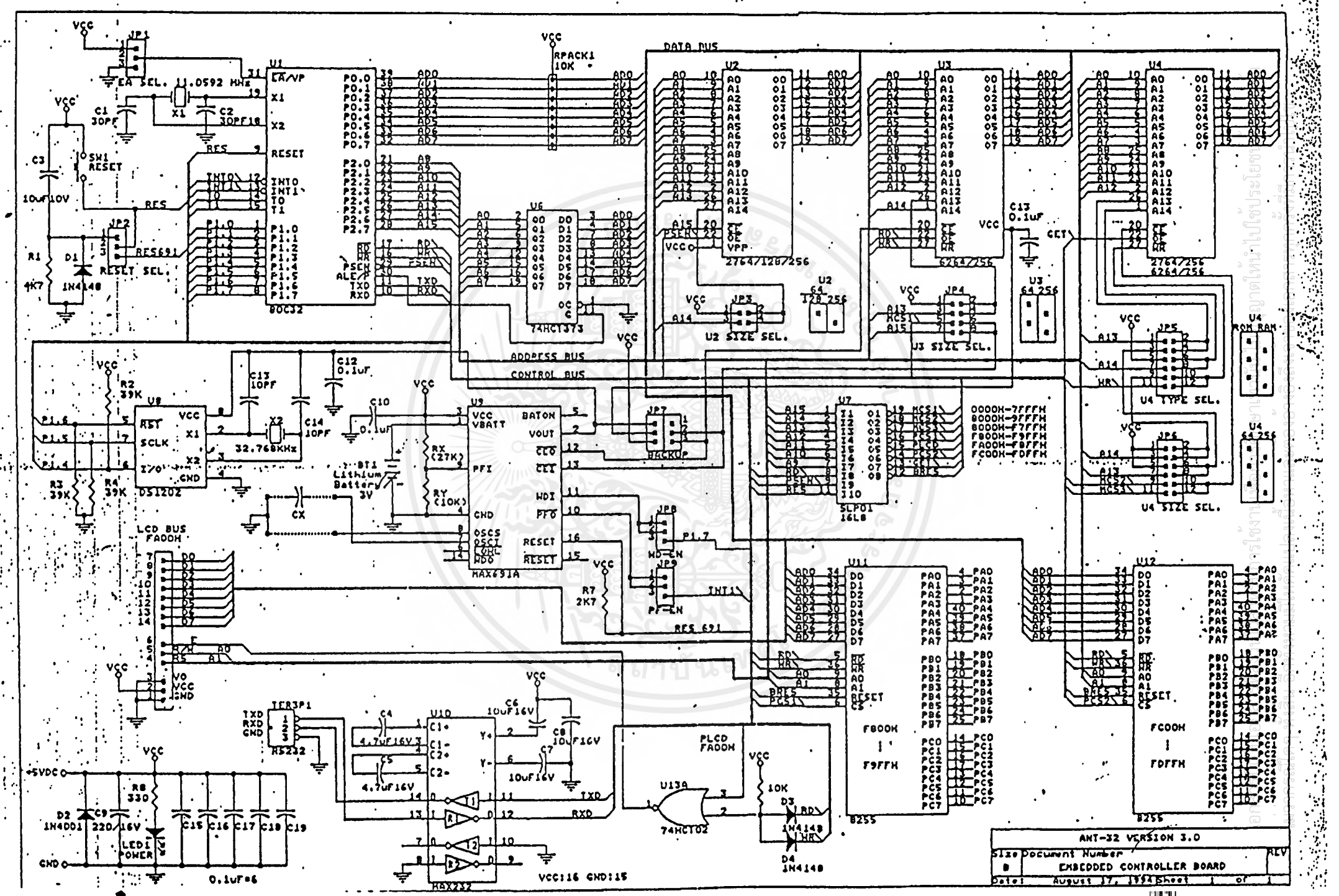
```
9050 GOSUB 2800 :  GOTO 9080
9060 PAGE=2 : CN=2 : V=1
9070 IF CN=0 THEN  GOTO 9080 ELSE  GOSUB 4810
9080 RETURN
9090 REM ------------------------------------------------------------------
9100 IF N6=ZA5+30H THEN  GOTO 9110 ELSE  GOTO 9140
9110 IF N5=ZA6+30H THEN  GOTO 9120 ELSE  GOTO 9140
9120 IF N4=ZA7+30H THEN  GOTO 9130 ELSE  GOTO 9140
9130 IF N3=ZA8+30H THEN  GOSUB 9170 :  GOTO 9160 ELSE  GOTO 9140
9140 IF V=5 THEN PAGE=2 : V=1 :  GOTO 9150 ELSE V=V+1 :  GOTO 9160
9150 IF CN=0 THEN  GOTO 9160 ELSE  GOSUB 4810
9160 RETURN
9170 REM ------------------------------------------------------------------
9180 CN=3
9190 IF B8=1 THEN  GOTO 9230 ELSE  GOTO 9200
9200 IF CHECK=N7-30H THEN CHECK=N7-30H :  GOTO 9300 ELSE  GOTO 9210
9210 PAGE=2 : B8=1 :  GOSUB 4810
9220 REM
9230 IF N6=ZA1+30H THEN  GOTO 9240 ELSE  GOTO 9300
9240 IF N5=ZA2+30H THEN  GOTO 9250 ELSE  GOTO 9300
9250 IF N4=ZA3+30H THEN  GOTO 9260 ELSE  GOTO 9300
9260 IF N3=ZA4+30H THEN  GOTO 9270 ELSE  GOTO 9300
9270 CN=2 : V=1 : B8=0
9280 PAGE=2
9290 IF CN=0 THEN  GOTO 9300 ELSE  GOSUB 4810
9300 RETURN
9310 REM //////////////////////////////////////////////////////////////////
9320 END
```

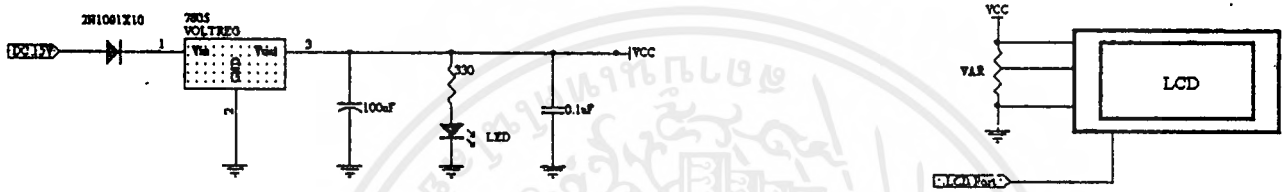
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.

วงจรการทำงาน

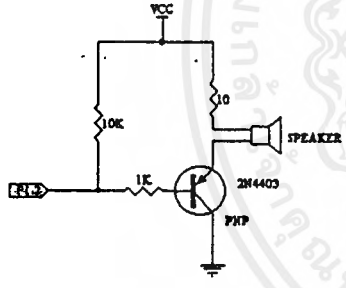
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


DATA BUS
ADDRESS BUS
CONTROL BUS
EA SEL.
11.0592 MHz
RESET SEL.
U2 SIZE SEL.
U3 SIZE SEL.
U4 TYPE SEL.
U4 SIZE SEL.
LCD BUS
F400H
PLCD
F600H
0000H-7FFFH
8000H-9FFFH
A000H-BFFFH
C000H-DFFFH
E000H-FFFFH
ANT-32 VERSION 3.0
EMBEDDED CONTROLLER BOARD
August 17, 1994



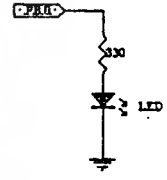
(a)

(b)



(c)

(d)



(e)

Title		
Size: B	Number	Revision
Date: 26-Mar-1998	Sheet of	
File: A:\POM.SCH	Drawn By:	

เอกสารอ้างอิง

1. ยุทธ อัครมาศ, ฟิสิกส์ของระบบสุริยะ, ภาควิชาฟิสิกส์, คณะวิทยาศาสตร์,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
2. ธงชัย ศิริประยุกต์, พลังงานแสงแดด, ภาควิชาวิทยาศาสตร์, คณะครุศาสตร์ อุตสาหกรรมและ วิทยาศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตพระนครเหนือ.
2. Donald Rapp, Solar Energy, pp.19-37, Englewood Cliffs, Prentice-Hall, 1981.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

นายวรศักดิ์ คำชุ่ม เกิดวันที่ 30 กันยายน พ.ศ. 2517 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนอัมพวันวิทยาลัย ในปี พ.ศ. 2536 และได้ศึกษาต่อที่ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2541

นางสาววราภรณ์ ถนอมสวย เกิดวันที่ 16 พฤศจิกายน พ.ศ. 2518 สำเร็จการศึกษาระดับมัธยมศึกษาตอนปลายจากโรงเรียนคณะราษฎร์บำรุงปทุมธานี ในปี พ.ศ. 2537 และได้ศึกษาต่อที่ภาควิชาฟิสิกส์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง สำเร็จการศึกษาในปี พ.ศ. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้