สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

เครื่องควบคุมจานสายอากาศเพื่อติดตามดาวเทียมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

PC-BASED ANTENNA TRACKING CONTROLLER

T 019169

นายสุชิน จิตรายานนท์

MR. SUCHIN CHITRAYANONT

เลขหมู่
เลขทะเบียน 19169
วัน, เดือน, ปี 11 ส.ย. 2536

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2535

ISBN 974-8158-43-8

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PC-BASED ANTENNA TRACKING CONTROLLER

MR. SUCHIN CHITRAYANONT

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENTS FOR THE DEGREE

MASTER OF ENGINEERING IN TELECOMMUNICATION ENGINEERING

GRADUATE SCHOOL

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

1992

ISBN 974-8158-43-8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	เครื่องควบคุมจานสายอากาศเพื่อติดตามดาวเทียมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์
นักศึกษา	นายสุชิน จิตรายานนท์
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ. ณรงค์ เหมกรณ์
ระดับการศึกษา	วิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคม
ภาควิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	2535

บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นรายงานผลการวิจัยและพัฒนา ในการออกแบบและติดตั้งใช้งาน ของเครื่องควบคุมจานสายอากาศเพื่อติดตามดาวเทียม โดยใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ร่วมกับโปรแกรมที่เหมาะสม เครื่องควบคุมนี้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์เป็นตัวควบคุมจานสายอากาศที่ใช้ในสถานีฯ ดาวเทียม โดยจะมีการควบคุมการขับเคลื่อนและเฝ้าดูการทำงานในระยะไกลเพื่อที่จะขับเคลื่อนระบบจานสายอากาศ ให้ชี้ตรงไปยังดาวเทียมหรือทิศทางอื่น ด้วยมือปรับหรืออย่างอัตโนมัติ

เครื่องควบคุมการติดตามของจานสายอากาศ จะแก้ไขการชี้ตรงไปยังดาวเทียมตลอดเวลา โดยใน AUTO-MODE จะทำการกวาดหาตำแหน่งเพื่อให้สัญญาณที่รับได้มีค่าสูงสุด ส่วนใน PROGRAM-MODE หรือ MANUAL-MODE การกำหนดตำแหน่งของมุมจะได้จากค่าของมุม Azimuth และ Elevation ที่คำนวณได้ที่ค่าเวลาต่างๆ จากการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำให้ Algorithm ที่ใช้ในการ Track สามารถแก้ไขได้ง่ายโดยการแก้ไขโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และยังเป็นการลดต้นทุนเครื่อง และสามารถนำไปใช้ได้อย่างกว้างขวางกับระบบขับเคลื่อนจานสายอากาศชนิดอื่นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	**PC-BASED ANTENNA TRACKING CONTROLLER**
Student	**Mr. Suchin Chitrayanont**
Thesis Advisor	**Assoc. Prof. Narong Hemmakorn**
Level of Study	**Master of Engineering in Telecommunication Engineering**
Department	**Telecommunication Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**
Year	**1992**

Electrical

ABSTRACT

This paper reports results of a research and development on the design and implementation of an Antenna Tracking Controller using a microcomputer and appropriate software. The PC-Based Antenna Tracking Controller is a microcomputer based controller for antennas in satellite earth station service. The unit provides drive control and remote monitoring functions to drive the antenna system towards or away from the satellite, either manually or automatically.

The Antenna Tracking Controller corrects the antenna pointing from time to time by scanning the pointing to maximise received signal in AUTO-MODE. Positioning is obtained by using calculated azimuth and elevation angles at specific times in PROGRAM-MODE or MANUAL-MODE. By using microcomputer, the tracking algorithm can be changed easily by editing the computer program thus, reducing the cost and adding versatillity for other antenna drive systems.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดีก็เพราะได้รับความเมตตาจาก รองศาสตราจารย์ ณรงค์ เหมกรณ์ ที่ได้ให้ความกรุณาแนะนำแก่ผู้วิจัยตลอดมา ผู้วิจัยรู้สึกซาบซึ้ง และขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบพระคุณ ดร. ปรีดิ เหตระกูล ผู้อำนวยการฯ คุณประสิทธ์ ไม้หอม ผู้ช่วยผู้อำนวยการฯ กองโทรคมนาคมทางดาวเทียม การสื่อสารแห่งประเทศไทย คุณมังกร บุญชื่น หัวหน้าสถานีดาวเทียมศรีราชา ที่ให้การสนับสนุนและคำแนะนำ แก่ผู้วิจัยอย่างดีเยี่ยมตลอดมา และขอขอบคุณ เจ้าหน้าที่แผนกควบคุมจานสายอากาศ สถานีฯดาวเทียมศรีราชา เจ้าหน้าที่ฯ ที่ทำการติดตั้งและบำรุงรักษา กองโทรคมนาคมทางดาวเทียม ที่ได้ให้ความช่วยเหลือเป็นอย่างดีในการทดลองติดตั้งใช้งาน และติดตามผล

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยฯ ขอขอบพระคุณ การสื่อสารแห่งประเทศไทยที่ได้ให้โอกาสในการทำวิจัยครั้งนี้

สุชิน จิตรายานนท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญภาพ.....VII

บทที่

1. บทนำ.....1
2. วงโคจรดาวเทียมแบบไต่ระดับ (INCLINED ORBIT).....2
3. ส่วนประกอบของ PC-Based Antenna Tracking Controller.....3
   - 3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์.....3
   - 3.2 การ์ด DM-P013 สำหรับวัดสัญญาณมิลลิโวลท์พร้อมด้วย 12 bit A/D CONVERTER..3
   - 3.3 การ์ด DM-P027,OPTICALLY S.S.R OUTPUT สำหรับสัญญาณไฟสลับภาระต่ำ.....11
   - 3.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์.....17
4. สัญญาณอินพุท สำหรับอุปกรณ์ควบคุม.....18
   - 4.1 การใช้สัญญาณอินพุท จาก เครื่องรับสัญญาณบีคอน (BEACON RECEIVER).....19
   - 4.2 การใช้สัญญาณอินพุท จาก สัญญาณนำร่อง(PILOT) ของระบบ SCPC.....19
   - 4.3 การใช้สัญญาณอินพุท จาก เครื่องมือทดสอบ(TEST EQUIPMENT).....19
5. การเชื่อมต่อ (Interface) ระหว่างเครื่องควบคุมกับระบบขับเคลื่อนของจานสายอากาศ..21
6. การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์.....25
   - 6.1 การใช้ข้อมูล 11 พารามิเตอร์.....25
   - 6.2 การคำนวณหาค่าตำแหน่งของดาวเทียมที่ค่าเวลาต่างๆจากค่าพารามิเตอร์.....26
   - 6.3 การคำนวณหาค่าพิกัดของสถานีฯดาวเทียม.....27
   - 6.4 การคำนวณหาค่ามุมชี้ตรงไปยังดาวเทียม(Pointing Angle)ของสถานีฯภาคพื้นดิน..27
   - 6.5 การแก้ไขมุมชี้ตรงจากสถานีฯไปยังดาวเทียมเนื่องจากการหักเหของชั้นบรรยากาศ...28
   - 6.6 การคำนวณค่ามุมชี้ผิดพลาด(Mis-Pointing Angle)ของจานสายอากาศ.....29
7. การทำงานและการทดลองในโหมดต่างๆ.....30
   - 7.1 การทำงานและการทดลองในโหมด AUTO TRACK.....30
     - 7.1.1 การทำงาน.....30
     - 7.1.2 การคำนวณหาค่าเวลาพัก(REST TIME).....35
     - 7.1.3 ผลการทดลอง.....39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2 การทำงานและการทดลองในโหมด PROGRAM TRACK.....42
7.2.1 การทำงาน.....42
7.2.2 การทดลองและผลการทดลอง.....49
7.3 การทำงานและการทดลองในโหมด MANUAL TRACK.....50
7.3.1 การทำงาน.....50
7.3.2 การทดลองแลผลการทดลอง.....52
7.4 การทำงานและการทดลองในโหมด STANDBY.....52
7.4.1 การทำงาน.....52
7.4.2 การทดลองและผลการทดลอง.....53
8. การแสดงการทำงานในหน้าที่ต่างๆ และ สัญญาณเตือน(ALARM) บนจอภาพ.....54
8.1 ส่วนการแสดงโหมดการทำงาน.....54
8.2 ส่วนการแสดงค่าสัญญาณอินพุท.....54
8.3 ส่วนการแสดงสัญญาณเตือน(ALARM).....54
8.4 ส่วนแสดงทิศทางของการควบคุมการหมุนของจานฯ.....55
8.5 ส่วนแสดงปุ่มฟังค์ชั่น(FUNCTION KEY) ที่ใช้ในการควบคุม.....55
8.6 ส่วนแสดงค่าพารามิเตอร์.....56
8.7 ส่วนแสดงวันที่และเวลา.....56
9. การติดตั้งใช้งานจริง.....58
9.1 การติดตั้งใช้งานที่สถานีฯแม่ข่าย(MASTER).....58
9.2 การติดตั้งใช้งานที่สถานีฯ ลูกข่าย.....58
10. สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ.....60
10.1 ความแม่นยำในการติดตามดาวเทียม.....60
10.2 ความน่าเชื่อถือของเครื่องควบคุมฯ.....60
10.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัยฯ.....61
11. เอกสารฯอ้างอิง.....62
12. ภาคผนวก โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเครื่องควบคุม.....63
13. ประวัติผู้เขียน.....101

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

3.1 แสดงการกำหนดขาสัญญาณอินพุทและคอนเนคเตอร์ชนิด DB-37.....8
3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง บิทข้อมูล, LED และ รีเลย์.....15
7.1 แสดงค่าผิดพลาดในการชี้ดาวเทียมที่ยอมรับได้ สำหรับจานสายอากาศมาตราฐานต่างๆ.88

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงวงโคจรแบบเสมือนคงที่และรูปเลข 8 ที่มองจากจุดตรงหัวบนพื้นโลก.....2
3.1 บล๊อคไดอะแกรม แสดงภาคต่างๆภายในการ์ด DM-P013.....4
3.2 แสดงภาคมัลติเพล็คและภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง.....5
3.3 แสดงวงจรแปลงระหัสแอดเดรส.....5
3.4 แสดงการ์ดอินพุท DM-P013.....7
3.5 แสดงโฟล์ชาร์ทของการวัดสัญญาณอินพุทของการ์ด DM-P013.....9
3.6 แสดงวงจรเทียบเคียงของโซลิดสเตทรีเลย์.....12
3.7 แสดงวงจรของการ์ด DM-P027.....13
3.8 แสดงการ์ดเอาท์พุท DM-P027.....15
3.9 โฟล์ชาร์ทแสดงการทำงานของการ์ด DM-P027.....17
4.1 แสดงการใช้สัญญาณกระแสตรงจากเครื่องรับสัญญาณบีคอน.....20
4.2 แสดงการใช้สัญญาณกระแสตรงจากเครื่องรับสัญญาณชี้นำของระบบ SCPC.....20
4.3 แสดงการใช้สัญญาณกระแสตรงจากเครื่องวิเคราะห์สเป็คตรัมหรือเครื่องวัดกำลัง.....20
5.1 แสดงการต่อระบบเพื่อใช้งาน.....21
5.2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุมฯกับระบบควบคุมเดิม.....21
5.3 แสดงเครื่องควบคุมจานฯด้วยไมโครคอมพิวเตอร์.....22
5.4 แสดงเครื่องควบคุมจานฯด้วยไมโครคอมพิวเตอร์กับระบบควบคุมฯเดิม.....22
5.5 แสดงด้านหลังของเครื่องควบคุมจานฯ.....23
5.6 แสดงจานสายอากาศที่สถานีฯแม่ข่ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เมตร.....23
5.7 แสดงมอเตอร์และสกรูแจ๊ค(SCREWJACK)ที่ใช้ขับเคลื่อนจานฯ.....24
6.1 รูปแสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้คำนวณ.....29
7.1.1 แสดงโฟล์ชาร์ทของการทำงานในโหมด AUTO TRACK.....31
7.1.2 แสดงระดับ เทรสโฮล ที่เครื่องควบคุมเริ่มทำการติดตามฯ.....32
7.1.3 แสดงระดับสัญญาณเทียบกับมุมที่ตำแหน่งต่างๆจากแกนหลักของจานสายอากาศ.....33
7.1.4 แสดงค่าความแตกต่างของจุดที่ทำการวัดสัญญาณ.....33
7.1.5 แสดงผลการคำนวณค่ามุมซ้าย-ขวา/ก้ม-เงยเทียบกับเวลาขั้นละ 1 ชั่วโมงใน 1 วัน.36
7.1.6 แสดงผลการคำนวณค่ามุมซ้าย-ขวา/ก้ม-เงยเทียบกับเวลาขั้นละ 1 นาทีใน 1 ชั่วโมง37
7.1.7 แสดงการเปรียบเทียบผลเมื่อไม่มีการติดตามฯและเมื่อมีการติดตามฯ.....39
7.1.8 แสดงผลการทดสอบการติดตามดาวเทียมโดยมีค่าเวลาพัก 8 นาที.....42
7.2.1 แสดงโฟล์ชาร์ทของการทำงานในโหมด PROGRAM TRACK.....43
7.2.2 ตัวอย่างข้อมูล 11 พารามิเตอร์ที่ได้รับจากองค์การ INTELSAT.....44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.2.3 แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณตำแหน่งดาวเทียมและค่ามุมของจานสายอากาศ....46
7.2.4 แสดงผลที่ได้จากการคำนวณในโปรแกรมรูปที่ 7.2.3.....47
7.2.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณบีคอนเมื่อติดตามดาวเทียมด้วยวิธี PROGRAM TRACK.....48
7.3.1 แสดงโฟล์ชาร์ทของการทำงานในโหมด MANUAL.....51
7.4.1 แสดงโฟล์ชาร์ทของการทำงานในโหมด STANDBY.....53
8.1 ส่วนแสดงโหมดการทำงาน.....54
8.2 ส่วนแสดงค่าสัญญาณอินพุท.....54
8.3 ส่วนแสดงสัญญาณเตือน(ALARM).....55
8.4 ส่วนแสดงทิศทางการหมุนของจานฯ.....55
8.6 ส่วนแสดงค่าพารามิเตอร์.....56
8.7 ส่วนแสดงวันที่และเวลา.....56
8.8 รูปแสดงหน้าจอของชุดควบคุมการขับเคลื่อนจานสายอากาศ.....57
9.1 แสดงรายชื่อสถานีฯลูกข่าย,ผู้ผลิต,ขนาดจานฯ,ค่าหน่วงเวลาและสัญญาณอินพุทที่ใช้.....59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

บทที่ 1
บทนำ

ในระบบสื่อสารผ่านดาวเทียม เครื่องควบคุมการขับเคลื่อนจานสายอากาศชนิดแคสซีเกรน (Cassegrain)เพื่อติดตามดาวเทียม เป็นอุปกรณ์ที่มีความจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งเมื่อวงโคจรของดาวเทียมอยู่ในสภาพไม่คงที่เนื่องจากอายุการใช้งานของดาวเทียม โดยจะทำหน้าที่บังคับจานสายอากาศให้ติดตามดาวเทียมเพื่อรักษาสภาพการติดต่อสื่อสารให้สามารถดำเนินไปได้อย่างต่อเนื่องแต่เป็นอุปกรณ์ที่มีราคาสูงมาก ส่วนเครื่องคอมพิวเตอร์ PC นั้นปัจจุบันได้มีการใช้กันอย่างแพร่หลายพร้อมทั้งยังมีอุปกรณ์สำหรับเชื่อมต่อ PC กับอุปกรณ์ภายนอก(Interface card) ให้เลือกใช้อย่างมากมาย และราคาก็ไม่สูงมาก ฉนั้นในการนำเอาคอมพิวเตอร์มาประยุกต์ใช้งานในการควบคุมดังกล่าวจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายได้มากและยังสามารถเปลี่ยนแปลง วิธีการที่ใช้ในการติดตามดาวเทียม ให้เหมาะสมกับขนาดของจานสายอากาศ ชนิดของระบบขับเคลื่อน และชนิดของสัญญาณเข้า(Input) ที่ใช้ในการติดตามดาวเทียมได้ตามต้องการ ด้วยการแก้ไขโปรแกรมคอมพิวเตอร์ เช่นจานฯที่มีเส้นผ่านศูนย์กลางขนาดใหญ่ 30 เมตร จะมีขนาดความกว้างของลำคลื่นของสายอากาศที่แคบมาก(0.1องศา) และในกรณีที่วงโคจรของดาวเทียมที่มีการเปลี่ยนแปลงในแนว เหนือ-ใต้(Inclined Orbit) จำเป็นต้องใช้วิธีการติดตามดาวเทียมแบบที่เรียกว่าการไต่เนินเขา[1]เพื่อหาจุดสูงสุดของสัญญาณ ส่วนในจานฯที่มีขนาดเล็กเช่น 9-11 เมตร ซึ่งมีขนาดของลำคลื่นกว้าง(0.6องศา)หรือในกรณีที่วงโคจรเปรียบเสมือนคงที่(Geostationary Orbit) จะใช้วิธีการติดตามดาวเทียมชนิดติกรอบสี่เหลี่ยม3 ครั้ง[4]เพื่อหาจุดสูงสุดของสัญญาณ ส่วนในระบบขับเคลื่อนของจานฯที่ใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อนผ่านระบบเฟืองรูปทรงกลม หรือเฟืองขับชนิดตัวหนอน หรือใช้ระบบสายพานรวมทั้งระบบหยุดจานฯ ในสิ่งเหล่านี้ โปรแกรมที่เขียนขึ้นจะเป็นส่วนกำหนดวิธีการติดตามดาวเทียม, ค่าหน่วงเวลารอการหมุนเนื่องจากระยะห่างของฟันเฟืองในการหมุนกลับทิศทาง, การพิจารณาสภาพการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเข้า ก่อนการหมุน/ขณะหมุน และหลังการหมุนของจานฯ, ค่าเวลาพักรอในการติดตามดาวเทียมในครั้งต่อไป ตรวจสภาพสัญญาณเตือนต่างๆเช่นระดับสัญญาณเข้าต่ำ/สูงเกินค่าที่กำหนด, ระดับสัญญาณเข้าเมื่อเทียบกับระดับเทสโอล, ตำแหน่งการหมุนของจานฯ สูง/ต่ำสุด และซ้าย/ขวาสุดเป็นต้น

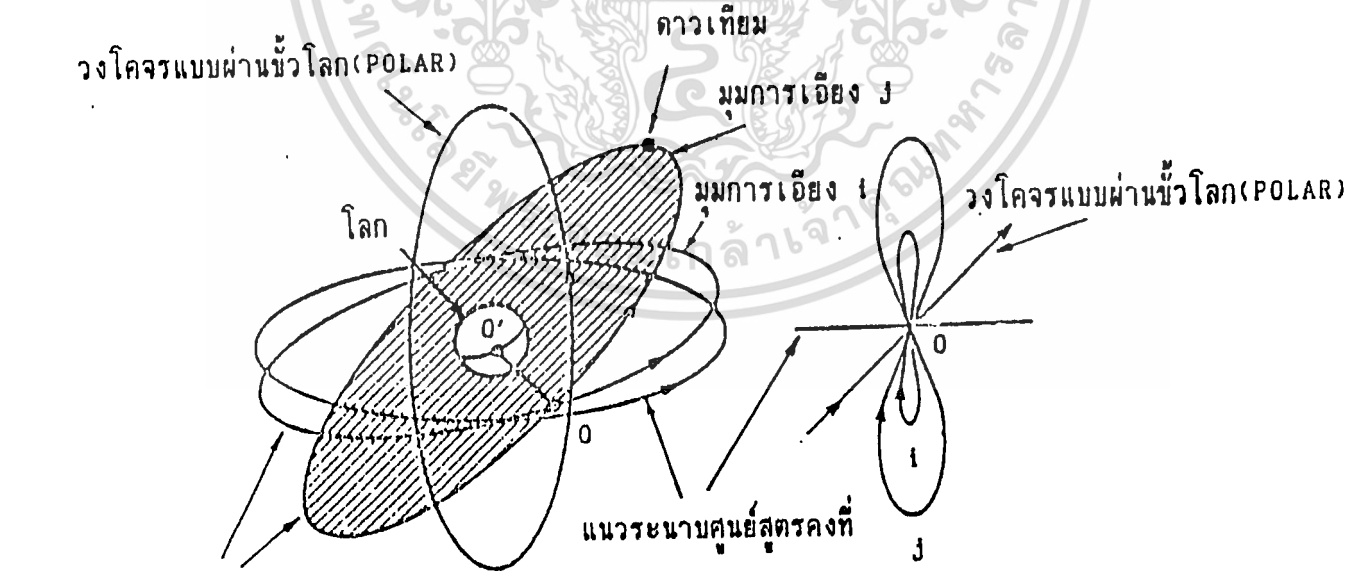
จุดประสงค์ในการทำงานของเครื่องควบคุมฯ ก็คือการพยายามควบคุมด้วยการปรับทิศทางของจานฯเพื่อรักษาระดับสัญญาณเข้า ของเครื่องควบคุมมิให้ลดต่ำลงจนทำให้คุณภาพของสัญญาณโทรคมนาคม (สัญญาณภาพ,เสียงหรือข้อมูล) ตกลงต่ำกว่าค่าที่ยอมรับได้[2] โดยมีโหมดการทำงานที่เลือกได้คือโหมดอัตโนมัติ โหมดโปรแกรม โหมดแมนวล และโหมดสแตนบาย

ผลลัพธ์จากการทดลองก็เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่วางไว้ โดยไม่มีการขาดช่วงของการติดต่อสื่อสารฯอันเนื่องมาจากความผิดผลาดในการติดตามดาวเทียมเลย และมีค่าความแม่นยำในย่านที่ยอมรับได้[2] ในตลอดช่วงเวลาการทดลอง 1 เดือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงโคจรดาวเทียมแบบไต่ระดับ (INCLINED ORBIT) [3]

ตามปกติวงโคจรของดาวเทียมที่ใช้งานทางด้านการสื่อสารฯ จะเคลื่อนที่หมุนรอบโลก ด้วยความเร็วและทิศทางเดียวกับการหมุนของโลก จึงเสมือนกับว่าดาวเทียมนั้นลอยอยู่นิ่ง เมื่อเทียบกับจุดๆหนึ่งบนโลก แต่เนื่องจากตัวดาวเทียมเองจะถูกควบคุมจากสถานีฯควบคุมบนพื้นโลกให้อยู่ในตำแหน่งเสมือนอยู่นิ่งดังกล่าว ด้วยการบังคับเครื่องไอพ่นให้ขับเคลื่อนตัวดาวเทียมไปในทิศทางที่ต้องการ ซึ่งจะใช้ก๊าซไฮดราซีน(HYDRAZINE) เป็นเชื้อเพลิง ก๊าซนี้มีจำกัด ฉนั้นเมื่อเชื้อเพลิงใกล้หมด ก็จะต้องส่งดาวเทียมดวงใหม่ขึ้นไปแทนที่ แต่ในบางกรณีอาจไม่สามารถส่งดาวเทียมดวงใหม่ขึ้นไปแทนได้ทัน ก็จำเป็นที่จะต้องยืดอายุการใช้งานดาวเทียมดวงนั้นออกไปอีก ซึ่งทำได้โดยการหยุดการควบคุมดาวเทียมในทิศทางเหนือ-ใต้ ซึ่งเป็นส่วนการควบคุมที่สิ้นเปลืองเชื้อเพลิงมากกว่า แต่จะควบคุมเฉพาะ ทิศทางตะวันออก-ตะวันตก ซึ่งเปลืองเชื้อเพลิงน้อยกว่าเท่านั้น ผลที่ตามมาก็คือ ที่ตำแหน่งใดๆบนโลกจะมองเห็นการเคลื่อนที่ของดาวเทียมเป็นเหมือนรูปเลข 8 โดยที่มุมของการไต่ระดับจะค่อยๆเพิ่มขึ้นด้วยอัตรา 0.7 ถึง 0.9 องศาต่อปี ซึ่งโดยปกติค่ามุมจะคลาดเคลื่อนไปจากค่ามุมปกติในระหว่าง 0.1 ถึง 2 องศา ส่วนตำแหน่งในทิศตะวันออกและตะวันตกตะรักษาให้อยู่ในช่วง +/-0.1 องศา ดังนั้นจานสายอากาศของสถานีฯภาคพื้นดินก็จำเป็นที่จะต้องติดตามการเคลื่อนที่ของดาวเทียมนั้นเพื่อการติดต่อสื่อสารที่ต่อเนื่อง



รูปที่ 2.1 แสดงวงโคจรแบบเสมือนคงที่และรูปเลข 8 ที่มองจากจุดตรงหัวบนพื้นโลก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ส่วนประกอบของ PC-BASED ANTENNA TRACKING CONTROLLER

3.1 เครื่องคอมพิวเตอร์

เป็นเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้งานได้เหมือนคอมพิวเตอร์ของ ไอบีเอ็มพีซี ทั่วๆไปโดยมีซีพียูเบอร์ตั้งแต่ 8088 ขึ้นไป มีช่อง(Slot)สำหรับเพิ่มเติม การ์ดภายนอกเพื่อใช้เพิ่มประสิทธิภาพของคอมพิวเตอร์อย่างน้อย 2 ช่อง

3.2 การ์ด DM-P013 สำหรับวัดสัญญาณมิลลิโวลท์ พร้อมด้วย 12 bit A/D Converter

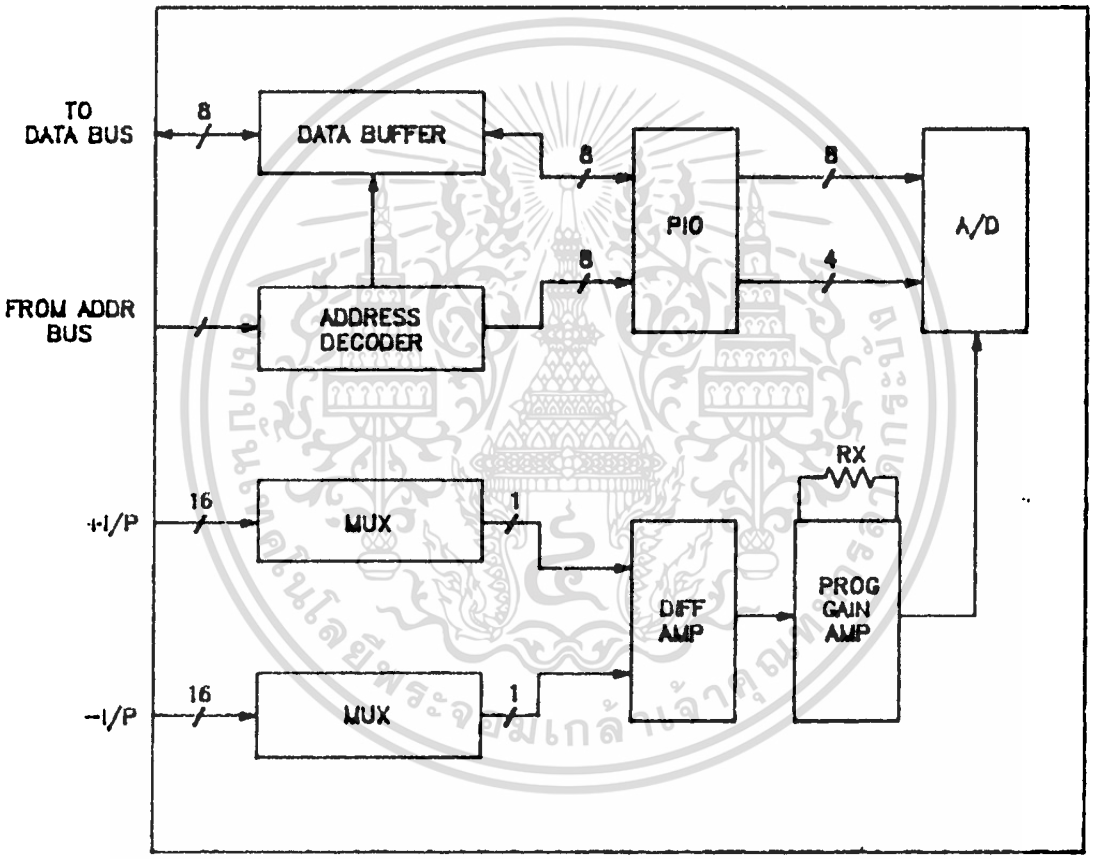
การ์ด DM-P013 เป็นอุปกรณ์สำหรับใช้ร่วมกับคอมพิวเตอร์พีซี เพื่อทำการวัดสภาพสัญญาณแรงดันขนาดต่ำเป็นมิลลิโวลท์ โดยมีภาคการแปลงสัญญาณอะนาล็อคเป็นดิจิตอล ขนาด 12 บิท มีจำนวนอินพุท16 ชุดเป็นชนิดขยายสัญญาณความแตกต่าง โดยจะสามารถแปลงสัญญาณอะนาล็อคที่อยู่ในช่วง -4.096 V ถึง +4.096 V. ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลโดยผ่านภาคแปลงสัญญาณอะนาล็อคเป็นดิจิตอลขนาด 12 bit และเมื่อนำมาใช้กับคอมพิวเตอร์พีซี ก็จะสามารถใช้วัดสัญญาณอะนาล็อคจากภายนอกได้ โดยการวัดตลอดทั้ง 16 อินพุท และในการติดต่อกับหน่วยควบคุม ซีพียู(CPU)โดยผ่านไอซี 8255 ซีพียูก็จะสามารถเลือกช่องสัญญาณอินพุทที่ต้องการโดยการเขียนโปรแกรมควบคุม

คุณลักษณะทั่วไป

- มี 16 อินพุท เป็นชนิด ดิเฟอเรนเชี่ยน อินพุท เพื่อป้องกันการรบกวนจากสายดินของระบบไฟในเครื่องคอมพิวเตอร์
- ประกอบด้วยภาค แปลงสัญญาณอะนาล็อคเป็นดิจิตอล ขนาด 12 บิท
- ความเร็วในการอ่านสัญญาณอินพุท 1/30 วินาทีต่อครั้ง
- สามารถเลือกกำหนด แอดเดรสของพอร์ทได้
- สามารถใช้พร้อมๆกันหลายๆการ์ด ในคอมพิวเตอร์เครื่องเดียวกันได้
- ความแม่นยำของสัญญาณอินพุท: 1 มิลลิโวลท์
- ย่านแรงดันแตกต่างสูงสุดระหว่างอินพุทที่ยอมรับได้: <= 6.2 โวลท์
- แรงดันอินพุทเต็มสเกล
    1. 40.96 mV.
    2. 409.6 mV.
    3. 4.096 V.
- ย่านอัตราขยาย
    1. 100
    2. 10
    3. 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- แอดเดรสของอินพุท/เอาท์พุท: 300H - 3FFH
- ในแต่ละการ์ดต้องการ 4 แอดเดรส
- การเชื่อมต่อ: สายแอดเดรส,สายข้อมูล และสายควบคุมเป็นสัญญาณชนิด TTL
- กำลังไฟฟ้าที่ต้องการ: +/- 5 Vdc., 200 mA.
  +/-12 Vdc., 200 mA.

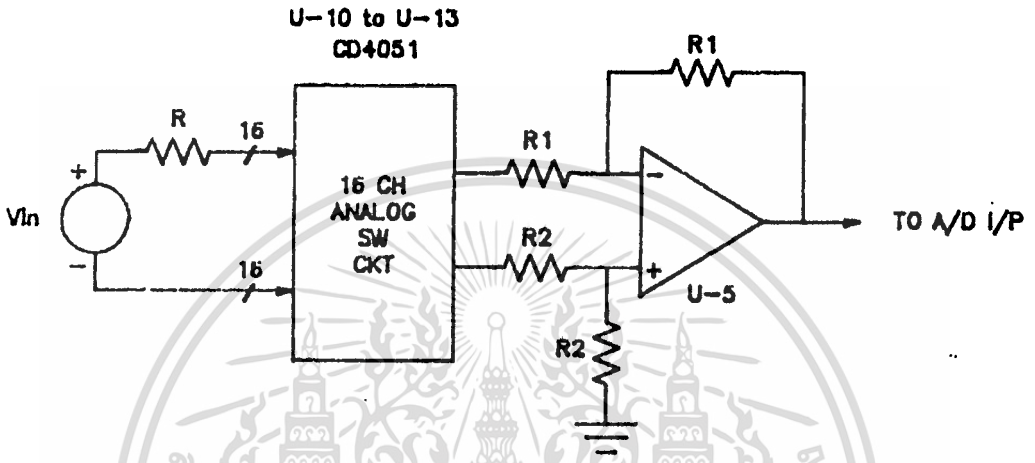


รูปที่ 3.1 บล๊อคไดอะแกรม แสดงภาคต่างๆภายในการ์ด DM-P013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

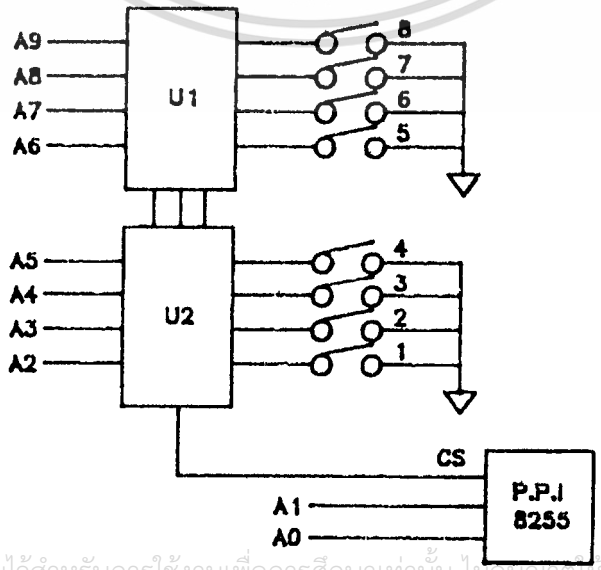
หลักการทำงานของวงจร

การเลือกช่องสัญญาณอะนาล็อค 16 ช่องนั้น ทำได้โดยผ่าน ไอซี CD4051(ANALOG MUX)จำนวน 4 ตัว เมื่อช่องสัญญาณอยู่ในสภาพเปิด(ON) ที่อุณหภูมิต่ำกว่า 25 องศาเซลเซียส ค่า Vcc = 6.2 V., Vee = -6.2 V. จะได้ค่าความต้านทาน 120 โอห์ม ส่วนเมื่อช่องสัญญาณอยู่ในสภาวะปิด(OFF) จะมีค่ากระแสรั่วไหลน้อยกว่า 15 nA. เราสามารถต่อแหล่งสัญญาณที่ต้องการวัดได้โดยตรง แต่ต้องไม่เกิน 6.2 V. มิฉนั้นไอซีนี้จะเสียหายได้



รูปที่ 3.2 แสดงภาคมัลติเพล็ค และ ภาคขยายสัญญาณความแตกต่าง

แรงดันของสัญญาณอินพุท แต่ละบิทของสัญญาณอินพุทสามารถปรับได้ โดยการปรับค่าอัตราการขยาย (GAIN) ของ U5 โดยการกำหนดค่า R10 คือเมื่อ R10 มีค่าเท่ากับ 1 Kohm +/-1% ก็จะได้ค่าแรงดัน 1 mV/bit หรือเมื่อ R10 = 10 Kohm +/-1% ก็จะได้ค่าแรงดัน 0.1 mV/bit ในที่นี้เราได้กำหนดค่าอัตราการขยายไว้ที่ 1 mV/bit



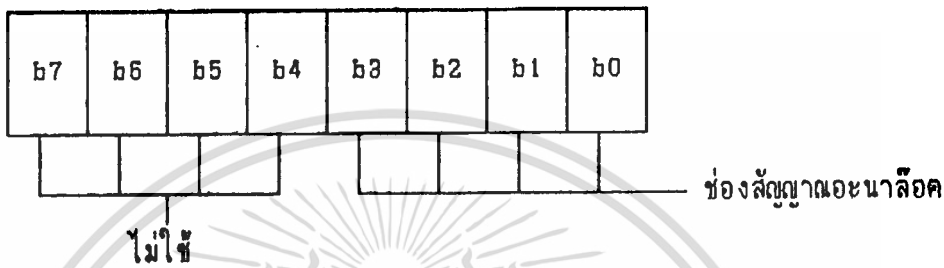
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.3 แสดงวงจรแปลงระหัสแอดเดรส

การ์ด DM-P013 สามารถกำหนด 2 แอดเดรส ต่อเนื่องกันได้ที่ 300H - 3FFH ในการแปลงรหัสแอดเดรส จะประกอบด้วยตัวเปรียบเทียบดิจิตอล(U1 และ U2) และส่วน ดิปสวิทช์ โดยที่ตำแหน่งของแอดเดรสจะถูกกำหนดด้วย ดิปสวิทช์ เมื่อค่า แอดเดรสที่ขา A2 - A9 ตรงกับตำแหน่งที่ ดิปสวิทช์ตั้งไว้ ก็จะส่งสัญญาณ เลือกชิป,CS(Chip Select) เพื่อส่งไปควบคุมไอซี 8255 ให้ทำงาน

ภาคแปลงสัญญาณอะนาล็อคเป็นดิจิตอลจะต่อกับ ซีพียู โดยผ่านทางไอซี 8255 โดยจะมี 3 พอร์ท (A,B และ C) โดยหน้าที่ของแต่ละพอร์ทแสดงได้ดังต่อไปนี้

1. พอร์ท A: แอดเดรส (3X0H), พอร์ทเอาท์พุท



2. พอร์ท B: แอดเดรส (3X1H), พอร์ทอินพุท

ขณะเมื่อ พอร์ท C มีค่า b4 = "0" ดังนั้น ค่า b0 - b7 ในพอร์ท B ก็คือข้อมูลที่ถูกแปลง ในส่วนของไบท์ในออเดอร์ต่ำ (Low Order) และเมื่อ พอร์ท C มีค่า b5 = "0" ดังนั้นค่า b0 -b4 ในพอร์ท B ก็คือข้อมูลที่ถูกแปลงในส่วนของไบท์ในออเดอร์สูง (High Order) โดยบิท 6 จะเป็นบิทแสดงสถานะการเกิดโอเวอร์โฟล(Overflow) และ b7 แสดงสถานะของขั้ว (บวก/ลบ)

3. พอร์ท C: แอดเดรส (3X2H) เป็นพอร์ทเอาท์พุทสำหรับใช้ควบคุมการแปลงสถานะอะนาล็อคเป็นดิจิตอล

4. พอร์ทควบคุมของ 8255: แอดเดรส (3X3H) เป็นพอร์ทคำสั่ง

ตัวแปลงสัญญาณอะนาล็อคเป็นดิจิตอล,7109 ในโหมดการควบคุมทำหน้าที่ดังนี้

- กำหนดให้สัญญาณ R/H อยู่ในสภาวะโลจิก "1"
- ตรวจสอบสภาพของบิทที่แสดงสภาวะที่เปลี่ยนจาก "0"เป็น"1"
- ถ้าบิทสภาวะเปลี่ยนจากสัญญาณ"ต่ำ"ไป"สูง" ก็กำหนดให้สัญญาณ R/H เป็นสัญญาณ"ต่ำ"(Low)
- ให้สัญญาณ LBEN เป็นสัญญาณ "ต่ำ" แล้วอ่านข้อมูลจากไบท์ต่ำ (DB0 - DB7)
- ให้สัญญาณ HBEN เป็นสัญญาณ "ต่ำ" แล้วอ่านข้อมูลไบท์สูง (DB8 - DB11)

การกำหนดแอดเดรส

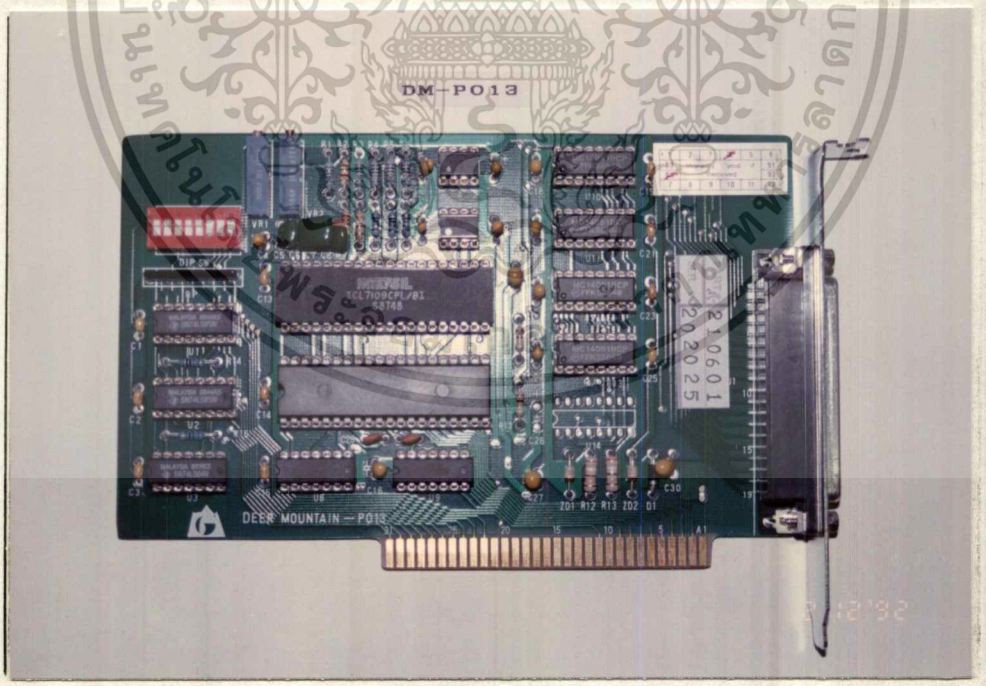
ย่านของแอดเดรสที่กำหนดได้คือ 300H - 3FFH สายสัญญาณแอดเดรส A2-A9 จะสอดคล้อง

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ

กับ ตำแหน่งของดิปสวิทช์ที่ตั้งไว้ เมื่อกำหนดให้ดิปสวิทช์ อยู่ตำแหน่ง "ปิด" จะสอดคล้องกับสายแอดเดรส ในสภาวะโลจิก "1" และเมื่ออยู่ในตำแหน่งเปิด ก็จะสอดคล้องกับโลจิก "0"

การ์ด DM-P013, ค่าแอดเดรสของพอร์ทอินพุท จะกำหนดไว้ที่ 0380H - 0383H ดังนั้นจึงตั้งดิปสวิทช์ได้เป็นดังนี้

แอดเดรส	A9	A8	A7	A6	A5	A4	A3	A2
ดิปสวิทช์	8	7	6	5	4	3	2	1
380H	1	1	1	0	0	0	0	0



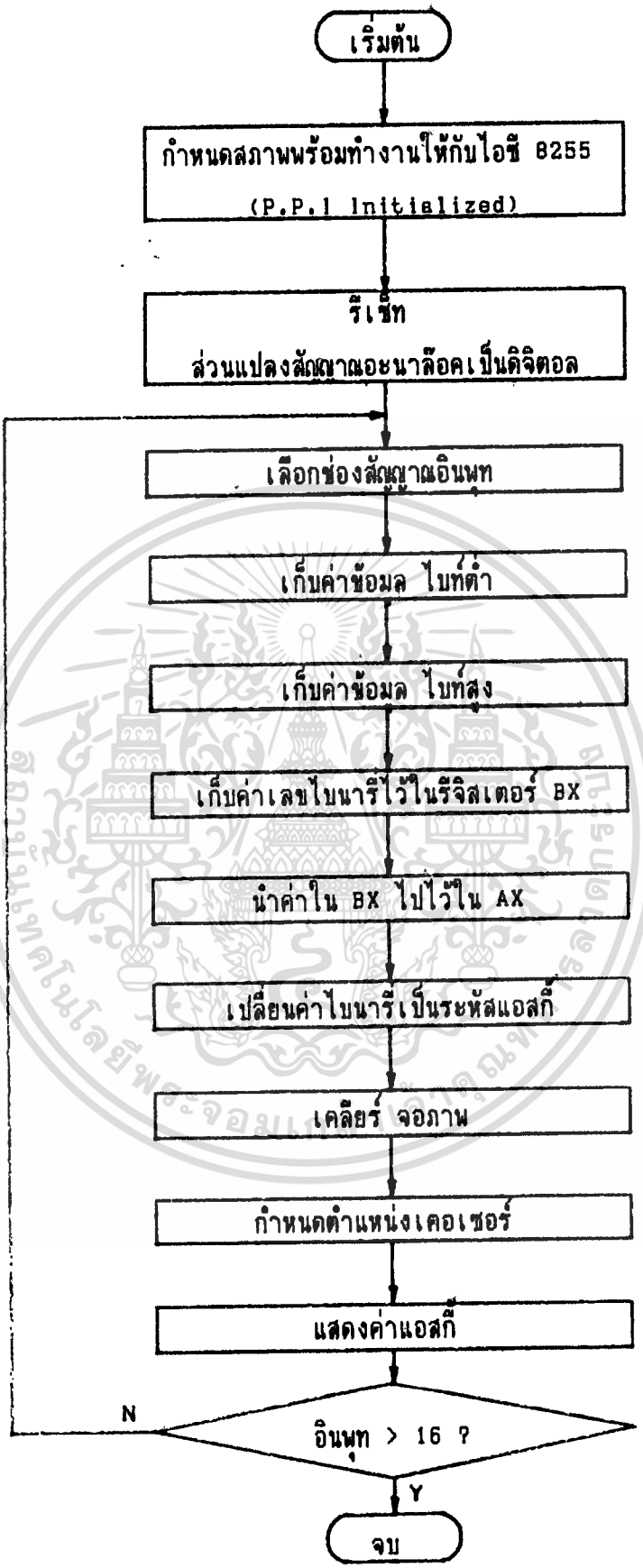
รูปที่ 3.4 แสดงการ์ดอินพุท DM-P013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.1 แสดงการกำหนดขาสัญญาณอินพุทและ คอนเนคเตอร์ชนิด DB-37

หมายเลข	ทิศทางสัญญาณ	ชื่อสัญญาณ
1	เข้า	CH0 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
3	เข้า	CH1 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
5	เข้า	CH2 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
7	เข้า	CH3 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
9	เข้า	CH4 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
11	เข้า	CH5 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
13	เข้า	CH6 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
15	เข้า	CH7 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
17	เข้า	CH8 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
19	เข้า	CH9 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
21	เข้า	CH10 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
23	เข้า	CH11 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
25	เข้า	CH12 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
27	เข้า	CH13 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
29	เข้า	CH14 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
31	เข้า	CH15 อะนาล็อคอินพุท ขั้วบวก
2	เข้า	CH0 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
4	เข้า	CH1 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
6	เข้า	CH2 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
8	เข้า	CH3 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
10	เข้า	CH4 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
12	เข้า	CH5 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
14	เข้า	CH6 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
16	เข้า	CH7 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
18	เข้า	CH8 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
20	เข้า	CH9 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
22	เข้า	CH10 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
24	เข้า	CH11 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
26	เข้า	CH12 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
28	เข้า	CH13 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
30	เข้า	CH14 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ
32	เข้า	CH15 อะนาล็อคอินพุท ขั้วลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 แสดงโฟลชาร์ท ของการวัดสัญญาณอินพุทของการ์ด DM-P013

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรม เทอร์โบปาสคาลสำหรับการวัดสัญญาณอินพุทของการ์ด DM-P013 แสดงได้ดังต่อไปนี้

```
Procedure Portin(inp:byte;Var BT: Integer);
Const  Out1 = $383;
       Out2 = $380;
       Out3 = $381;
       Out4 = $382;
Var    AL,BL,BH,AI    : Integer;
       AR : Real;
Begin
       Port[Out1]  := $83;
       Port[Out4]  := $30;
       Port[Out2]  := inp;
       Port[Out4]  := $70;
Repeat
      AL := Port[Out4];
      AR := AL/2;
      AI := Trunc(AL/2);
Until AR > AI;
Repeat
      AL := Port[Out4];
      AR := AL/2;
      AI := Trunc(AL/2);
Until AR = AI;
      Port[Out4]  := $30;
      Port[Out4]  := $20;
      BL  := Port[Out3];
      Port[Out4]  := $30;
      Port[Out4]  := $10;
      BH  := Port[Out3];
      Port[Out4]  := $30;
if (BH >= 128) Then BH := BH - 128;
if (BH >= 64) AND (BH < 128) Then BH := BH - 64;
if (BH >= 32) AND (BH < 64) Then BH := BH - 32;
if (BH > 15) AND (BH < 32) Then BH := BH - 16;
BT := (BH * 255) + BL;
end;

Procedure INP(level:Integer);
Var  CNT : Integer;
begin
      CNT := Trunc(level/100);
      writeln('Sig Level : ',level:5,' mV.');
end;

Procedure Readinput;
Const  total : Boolean = False;
Var   co,BBT : integer;
begin
      co := 0;
repeat
      co := co + 1;
      PortIN(co,BBT);
      INP(BBT);
if co = 16 then total := true
until total;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การ์ด DM-P027, OPTICALLY S.S.R OUTPUT สำหรับสัญญาณไฟสลับภาระต่ำ

การ์ด DM-P027 ถูกออกแบบให้ใช้ร่วมกับ คอมพิวเตอร์พีซี เพื่อควบคุมภาระที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ โดยมี โซลิดสเตทรีเลย์(ไตรแอค) ที่ถูกควบคุมด้วยไดโอดเปล่งแสง โดยภาระที่จะควบคุมได้ เช่น มอเตอร์ขนาดเล็ก ภายในจะมีวงจรสวิทชิ่งแบบตัดศูนย์(Zero Cross)ซึ่งจะลดหรือกำจัดปัญหาเรื่อง สัญญาณรบกวน EMF/RFI

คุณลักษณะทั่วไป

- ใช้ควบคุม เอาท์พุทที่เป็นกระแสสลับชนิดภาระต่ำ
- กำหนดพอร์ทแอดเดรสได้
- ย่านของแอดเดรส : 028H - 72F7H
- การเลือกแอดเดรสของ อินพุท/เอาท์พุท: สามารถเลือกได้ถึง 512 ไบท์
- การเชื่อมต่อสัญญาณแอดเดรส,ข้อมูลและควบคุมเป็นสัญญาณชนิด TTL
- สามารถใช้พร้อมๆกันหลายๆการ์ดในเครื่องคอมพิวเตอร์เดียวกันได้
- จำนวนพอร์ท: 2 พอร์ท โดยมี โซลิดสเตทรีเลย์ 16 ชุดซึ่งควบคุมด้วยแสงจากไดโอด
- สามารถควบคุมเอาท์พุทได้ 8 จุดต่อ 1 พอร์ท
- ขนาดของเวิร์ด(Word): 8 บิท (1 บิทต่อ 1 รีเลย์)
- กำลังไฟฟ้า: +/-5 Vdc +/-5% ที่ค่ากระแสสูงสุด 700 mA.

อัตราทนได้สูงสุด (ที่อุณหภูมิ 25 องศา)

พารามิเตอร์	รุ่น	แรงดัน	หน่วย
แรงดันภาระ	2601	600	pk VAC.
กระแสภาระ	PD,PS	1	A.
กระแสภาระ,peak(20 msec)		30	A.
กระแสภาระ,peak(1 sec)		10	A.
กระแสควบคุม,ต่อเนื่อง		50	mA.
กระแสควบคุม,กลับทาง		2	mA.
แรงดันควบคุม,กลับทาง		10	V.

คุณลักษณะทางไฟฟ้า

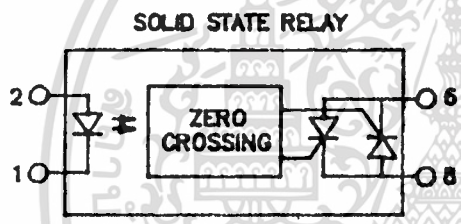
อินพุท (ควบคุม)	ต่ำสุด	ปกติ	สูงสุด	หน่วย
กระแสที่ใช้ในการควบคุมการทำงาน	-	7	10	mA.
แรงดันตกคร่อมอินพุท (@10mA.)	0.9	1.2	1.5	V.
แรงดันตกคร่อมไดโอดเปล่งแสง	0.8	-	-	V.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าความสามารถในการแยกอินพุท/เอาท์พุท	2500	-	-	V.
ค่าคาปาซิแตนซ์ อินพุท/เอาท์พุท	-	-	3	pF.

เอาท์พุท (ภาระ)

กระแสภาระ	0.005	-	-	A.
เวลา เปิด/ปิด	-	-	0.5	AC cycle
แรงดันตกคร่อมในสภาวะ "เปิด"	-	-	1.2	V.
dv/dt	600	-	-	V/μS.
กระแสรั่วไหลในสภาวะ "ปิด"	-	-	1	mA.



การต่อใช้งาน	รุ่น PD	PS
+Control	16	2
-Control	1	1
Load	8	6
Load	10	8

รูปที่ 3.6 แสดงวงจรเทียบเคียงของโซลิดสเตทรีเลย์

การทำงานของวงจร

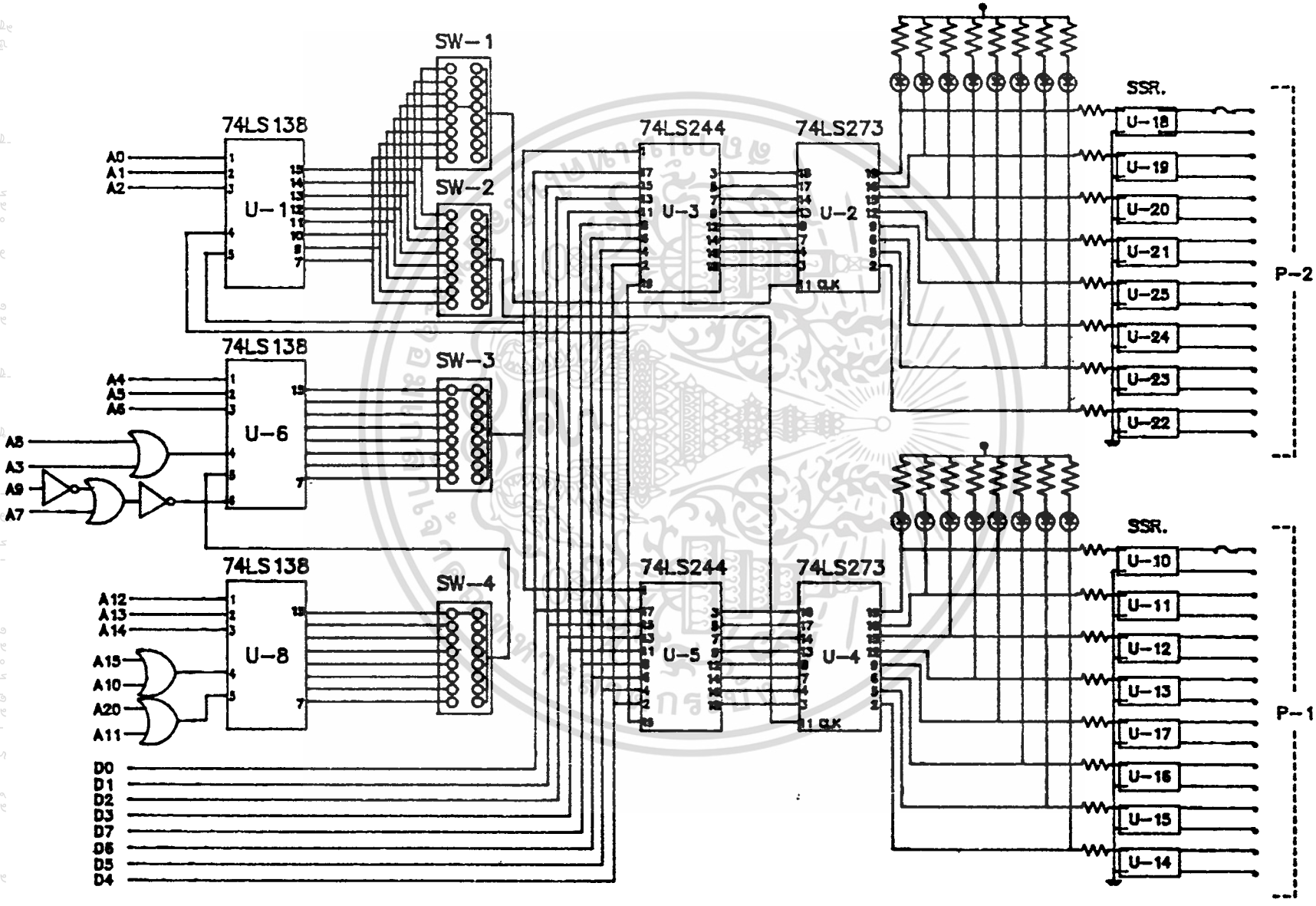
การเลือกแอดเดรส

การ์ด DM-P027 ใช้ไอซี 74LS138 จำนวน 3 ตัว(U1,U6,U8)ทำหน้าที่เป็นตัวแปลรหัสของแอดเดรส ทำการเลือกแอดเดรสสำหรับพอร์ทของโซลิดสเตทรีเลย์ สัญญาณที่ถูกถอดรหัสจะถูกทำให้ค้างอยู่ที่เอาท์พุท และการกำหนดตำแหน่งแอดเดรสทำได้โดยการกำหนดตำแหน่งของดิปสวิทช์SW1,SW2,SW3 และ SW4

การควบคุมเอาท์พุทของโซลิดสเตทรีเลย์

U1,U6 และ U8 และดิปสวิทช์ จะเลือกแอดเดรสโดยสัญญาณเอาท์พุท PE1,PE2 ซึ่งจะใช้เป็นสัญญาณนาฬิกาให้กับ U2 และ U4 สัญญาณนาฬิกาจะกระตุ้นไอซี 74LS273 โดยจะมีการส่งถ่ายข้อมูลจาก D0-D7 ไปยังเอาท์พุทของไอซี 74LS273 ผ่าน U3,U5 (74LS244) ได้เอาท์พุทส่งไปยังU10-U17,U18 -U25 เมื่อบิทใดบิทหนึ่งของ D0-D7 เป็นค่าสูง(High) รีเลย์ก็จะอยู่ในสภาพ ON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงวงจรของการ์ด DM-P027

การกำหนดแอดเดรส

- แอดเดรสที่ การเลือกตัวเลขแรก

SW4							
1	2	3	4	5	6	7	8
0XXX	1XXX	2XXX	3XXX	4XXX	5XXX	6XXX	7XXX

- แอดเดรสที่ ตัวเลขที่สองจะต้องเป็น "2" เสมอ
- แอดเดรสที่ การเลือกตัวเลขที่สาม

SW3							
1	2	3	4	5	6	7	8
XX8X	XX9X	XXAX	XXBX	XXCX	XXDX	XXEX	XXFX

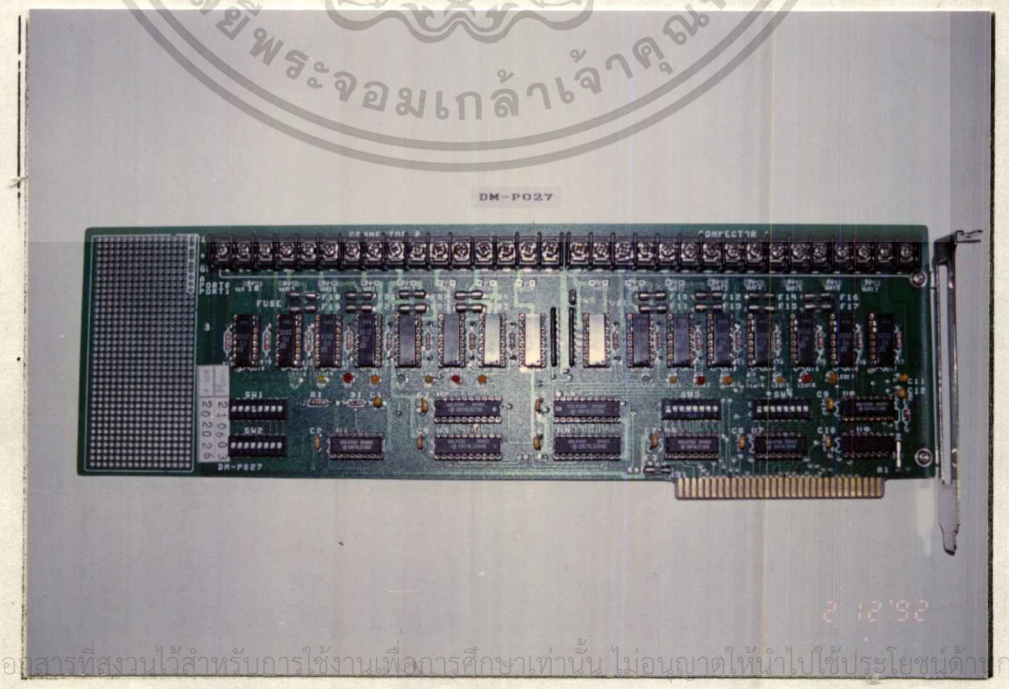
- แอดเดรสที่ การเลือกตัวเลขที่สี่

SW2(SW1)							
1	2	3	4	5	6	7	8
XXX0	XXX1	XXX2	XXX3	XXX4	XXX5	XXX6	XXX7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.2 แสดงความสัมพันธ์ระหว่าง บิทข้อมูล, LED และ รีเลย์

DATA	BIT	LED	S.S.R
PORT1	D0	LED10	U10
	D1	LED11	U11
	D2	LED12	U12
	D3	LED13	U13
	D4	LED14	U14
	D5	LED15	U15
	D6	LED16	U16
	D7	LED17	U17
PORT2	D0	LED18	U18
	D1	LED19	U19
	D2	LED20	U20
	D3	LED21	U21
	D4	LED22	U22
	D5	LED23	U23
	D6	LED24	U24
	D7	LED25	U25



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.8 แสดงการ์ดเอาท์พุท DM-P027

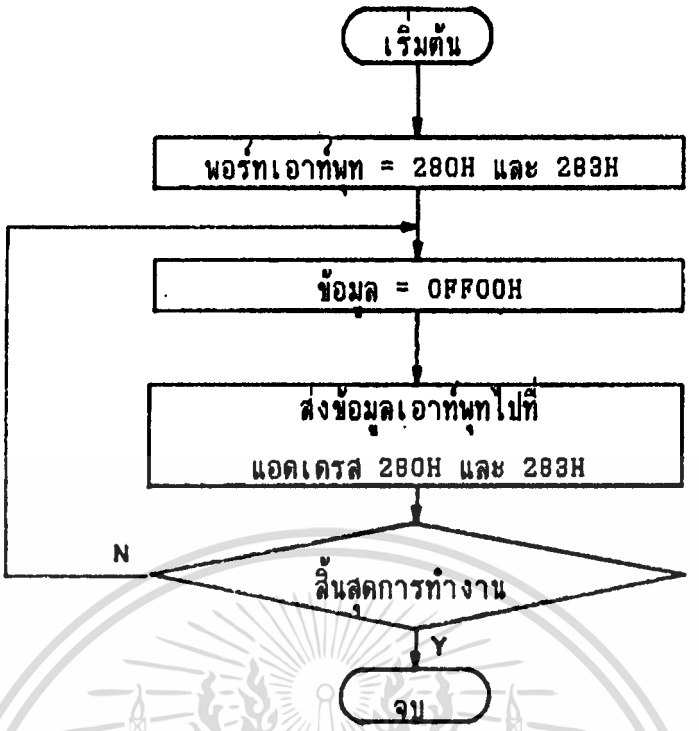
โปรแกรม เทอร์โบปาสคาลแสดงการควบคุมการ์ดเอาท์พุท DM-P027 แสดงดังต่อไปนี้

```
Procedure Channel(U:byte);
Const  OutP1 = $280;
Var    C : Integer;
Begin
     IF U = 1 Then
       begin  c := 254;
         Port[OutP1]  := C;
       end;
     IF U = 2 Then
       begin  c := 253;
       Port[OutP1]  := C;
       end;
     IF U = 3 Then
       begin  c := 251;
       Port[OutP1]  := C;
       end;
     IF U = 4 Then
       begin  c := 247;
       Port[OutP1]  := C;
       end;
     IF U = 5 Then
       begin  c := 239;
       Port[OutP1]  := C;
       end;
     IF U = 6 Then
       begin  c := 223;
       Port[OutP1]  := C;
       end;
     IF U = 7 Then
       begin  c := 191;
       Port[OutP1]  := C;
       end;
     IF U = 8 Then
       begin  c := 127;
       Port[OutP1]  := C;
       end;
     IF U = 0 Then
       begin  c := 255;
       Port[OutP1]  := C;
       end;
END;

Procedure writeO/P
Const  Finish : Boolean = False;
Var  C : Integer;
Begin
       C := 0;
     Repeat
       C := C + 1;
       Channel(C);
       Delay(3000);
       IF C = 16 Then Finish := True;
     Until Finish;
       Channel(0);
End;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 3.9 โฟลชาร์ทแสดงการทำงานของการ์ด DM-P027

3.4 โปรแกรมคอมพิวเตอร์

โปรแกรมที่ใช้ในชุดควบคุมการขับเคลื่อนจานสายอากาศด้วยคอมพิวเตอร์เพื่อติดตามดาวเทียมนี้เขียนขึ้นด้วยภาษา TURBO PASCAL V.4 ซึ่งสะดวกในการใช้ควบคุมส่วน ฮาร์ทแวร์(Hardware) ได้ดี และทำการ แปลให้เป็น EXE File และนำไปใส่ใน AUTOEXEC.BAT FILE ซึ่งทำให้สามารถ ทำงานได้ทันทีที่เริ่มเปิดเครื่อง โปรแกรมที่เขียนขึ้นจะแสดงค่าที่จำเป็นต่างๆทางจอภาพเช่น ค่ามุมซ้าย/ขวาค่ามุมก้ม/เงย, โหมดในการใช้งานต่างๆ, สถานะการทำงาน,ปุ่มฟังก์ชั่น(FUNCTION)ใช้งาน และสัญญาณเตือนต่างๆส่วนการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆทำได้โดยผ่านทางแท่นกด(KEYBOARD) โปรแกรมที่เขียนขึ้นในทุกโหมดของการทำงานได้แสดงไว้ในภาคผนวก

19169

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

สัญญาณอินพุท สำหรับอุปกรณ์ควบคุม

สัญญาณอินพุท เป็นสัญญาณที่จะนำมาป้อนให้กับการ์ดแปลงสัญญาณอนาล็อคเป็นดิจิตอล(DM-P028) ของชุดอุปกรณ์ควบคุมการขับเคลื่อนจานสายอากาศ จะต้องเป็นสัญญาณที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างสอดคล้องกับรูปแสดงระดับสัญญาณเมื่อเทียบกับค่ามุมต่างๆจากแนวแกนหลักของจานฯ(Antenna Pattern) เมื่อหมุนเข้าหาหรือออกจากตัวดาวเทียม และจะต้องเป็นแรงดันกระแสตรงอยู่ในย่าน-4 ถึง+4 โวลท์ ซึ่งสามารถนำมาจากจุดต่างๆในระบบสื่อสารผ่านดาวเทียมชนิดต่างๆเช่น

4.1 การใช้สัญญาณอินพุท จาก เครื่องรับสัญญาณบีคอน (BEACON RECEIVER)

จานสายอากาศจะรับสัญญาณบีคอน ซึ่งส่งมาจากดาวเทียม ในกรณีดาวเทียมอินเทลแซท 5A ในย่านความถี่ C-Bandจะมี 2 สัญญาณคือบีคอน 1 ความถี่ 3947.5MHz และบีคอน 2 ความถี่3952.5MHz โดยสัญญาณทั้งสองจะถูกขยายที่ภาคขยายสัญญาณรบกวนต่ำ(LNA) ซึ่งก็จะขยายสัญญาณที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารฯด้วย จากนั้นที่อุปกรณ์แปลงสัญญาณบีคอน(BEACON DOWN CONVERTER) จะทำการฟิลเตอร์เลือกเอาเฉพาะสัญญาณบีคอน 1 หรือ 2 ให้เป็นสัญญาณความถี่ในย่าน IF เพื่อส่งต่อให้เครื่องรับสัญญาณบีคอน ซึ่งที่ภาคนี้จะทำการแปลงระดับสัญญาณที่เลือกไว้ ให้เป็นสัญญาณไฟกระแสตรง ปกติจะอยู่ในย่าน 0 ถึง 1 โวลท์ และสัญญาณไฟตรงนี้สามารถนำมาป้อนให้กับอินพุทของเครื่องควบคุมฯ ได้โดยตรงหรืออาจผ่านวงจรขยายเพื่อให้ได้ระดับที่เหมาะสมกับความต้องการของการ์ดอินพุท สัญญาณไฟตรงที่ได้นี้จะค่อนข้างนิ่ง เนื่องจากฟิลเตอร์ในตัวแปลงสัญญาณบีคอนจะเลือกเฉพาะส่วนสัญญาณบีคอนเท่านั้นที่นำมาทำสัญญาณไฟตรง

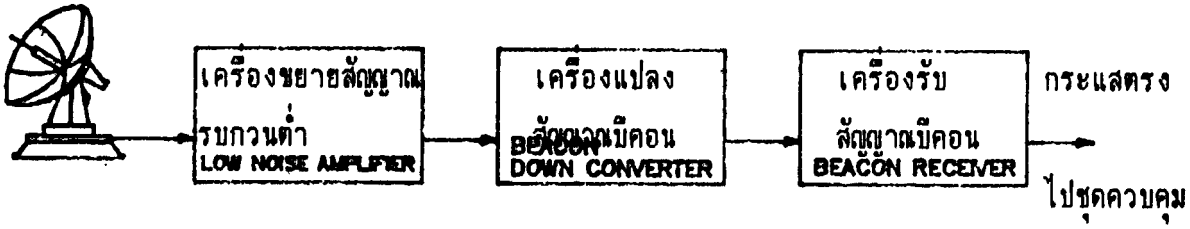
4.2 การใช้สัญญาณอินพุทจากสัญญาณนำร่อง(PILOT)ของระบบ SCPC

จากจานสายอากาศและเครื่องขยายสัญญาณรบกวนต่ำ จะทำหน้าที่เหมือนในข้อ 4.1ส่วนอุปกรณ์แปลงสัญญาณ RFเป็นIF(DOWN CONVERTER) จะแปลงสัญญาณสื่อสารในระบบ SCPC ทั้งหมด ซึ่งรวมถึงส่วนของสัญญาณนำร่อง(PILOT) สำหรับระบบ SCPC ด้วย ใน COMMON UNIT จะมีอุปกรณ์ DEMODULATOR เพื่อถอดสัญญาณ IF ออกเหลือเฉพาะช่องสัญญาณใช้งานเพื่อติดต่อสื่อสารฯ และที่ COMMON UNIT นี้จะมีภาคหนึ่งทำหน้าที่แปลงระดับสัญญาณนำร่องให้เป็นไฟกระแสตรงที่ผกผันตามการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณนำร่อง ซึ่งจะอยู่ในย่าน 0-1 โวลท์ เราจึงสามารถนำสัญญาณไฟตรงจากจุดนี้ไปใช้เป็นสัญญาณอินพุทของชุดควบคุมได้ สัญญาณจากจุดนี้จะไม่นิ่งเท่าวิธีแรก เพราะเนื่องจากสัญญาณนำร่องจะถูกส่งสถานีฯแม่ข่าย(MASTER)ผ่านดาวเทียมมายังสถานีฯลูกข่ายผิดกับวิธีแรกที่ส่งตรงจากดาวเทียม

4.3 การใช้สัญญาณอินพุทจากเครื่องมือทดสอบ(TEST EQUIPMENT)

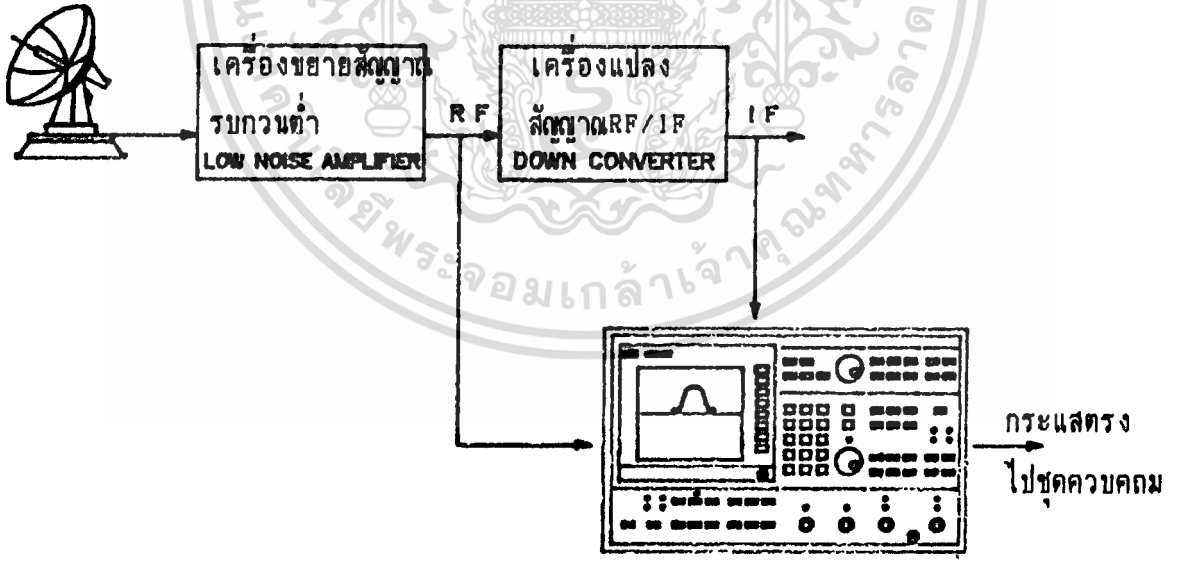
ตัวอย่างเครื่องมือทดสอบเช่นเครื่องวิเคราะห์สเป็คตรัม (SPECTRUM ANALYZER) หรือเครื่องวัดกำลัง(POWER METER) ซึ่งตามปกติเครื่องมือดังกล่าวจะมีจุดให้สัญญาณไฟตรง ซึ่งแปรผันตามสัญญาณอินพุทของตัวเอง เพื่อนำไปใช้ประโยชน์เช่นการเขียนรูปด้วย PLOTTER หรือ X-Y RECORDER เราสามารถนำเครื่องมือเหล่านี้ทำการวัดที่จุดเอาท์พุทของ LNA หรือเอาท์พุทของตัวแปลงสัญญาณRFเป็น IF ก็ได้ในกรณีที่ใช้เครื่องวิเคราะห์สเป็คตรัม เมื่อทำการวัดสัญญาณแล้วควรปรับการ SPAN ของความถี่ให้ขยายออกเป็นเส้นตรงเพื่อให้ได้สัญญาณไฟตรงที่ค่อนข้างนิ่ง ส่วนกรณีที่ใช้เครื่องวัดกำลังควรผ่านอุปกรณ์อุปกรณ์แบนพาสฟิลเตอร์ เพื่อเลือกเฉพาะความถี่ที่ต้องการนำมาแปลงเป็นสัญญาณไฟตรงที่ค่อนข้างนิ่งเพื่อใช้ติดตามดาวเทียม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 แสดงการใช้สัญญาณกระแสตรง จากเครื่องรับสัญญาณบีคอน

รูปที่ 4.2 แสดงการใช้สัญญาณกระแสตรง จากเครื่องรับสัญญาณขึ้นำของระบบ SCPC

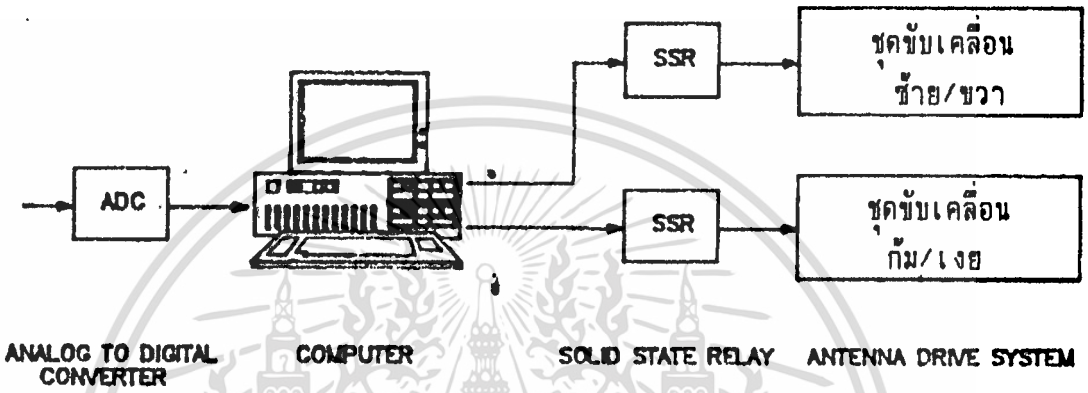


รูปที่ 4.3 การแสดงการใช้สัญญาณกระแสไฟตรงจากเครื่องวิเคราะห์สเป็คตรัมหรือเครื่องวัดกำลัง

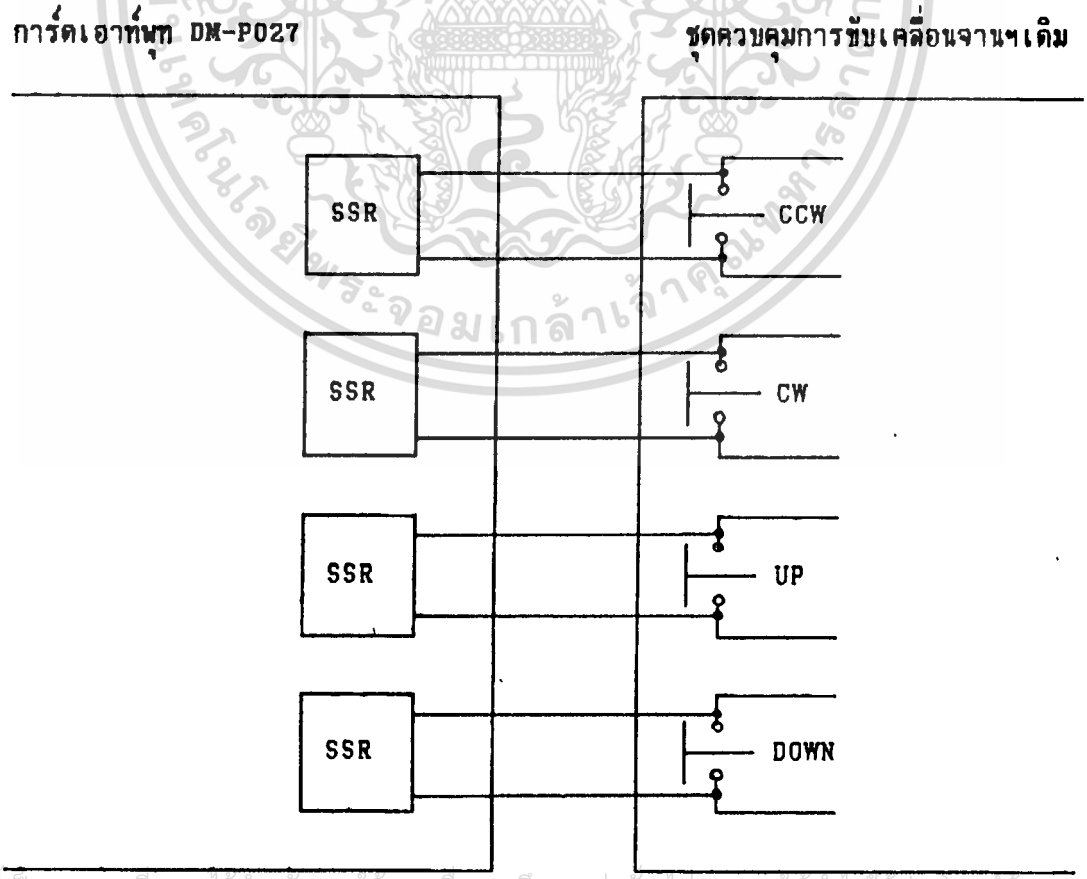
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเชื่อมต่อ(INTERFACE)ระหว่างเครื่องควบคุมกับระบบขับเคลื่อนของจานสายอากาศ

การเชื่อมต่อ ชุดควบคุมฯเข้ากับระบบควบคุมการขับเคลื่อนจานฯที่มีอยู่เดิม แสดงในรูปที่ 5.1 การเชื่อมต่อนี้ ชนิดของรีเลย์ที่ใช้จะขึ้นอยู่กับระบบไฟของชุดควบคุมฯเดิม ถ้าภาระเป็นไฟกระแสสลับกระแสต่ำก็สามารถใช้ SSR ควบคุมได้เลย แต่ถ้าเป็นไฟกระแสตรงก็อาจใช้ SCR หรือใช้รีเลย์ชนิดกล (MECHANICAL RELAY)ก็ได้ แต่ต้องมีการป้องกันการเกิดการประกายไฟของหน้าสัมผัสเช่น การต่อคอนเดนเซอร์คร่อมหน้าสัมผัสของรีเลย์ดังกล่าว เพื่อมิให้ไปรบกวนสัญญาณส่วนอื่นๆได้ ส่วนการเชื่อมต่อระหว่างการ์ดเอาท์พุทของชุดควบคุมกับ ชุดควบคุมของเดิมนั้นแสดงในรูปที่ 5.2

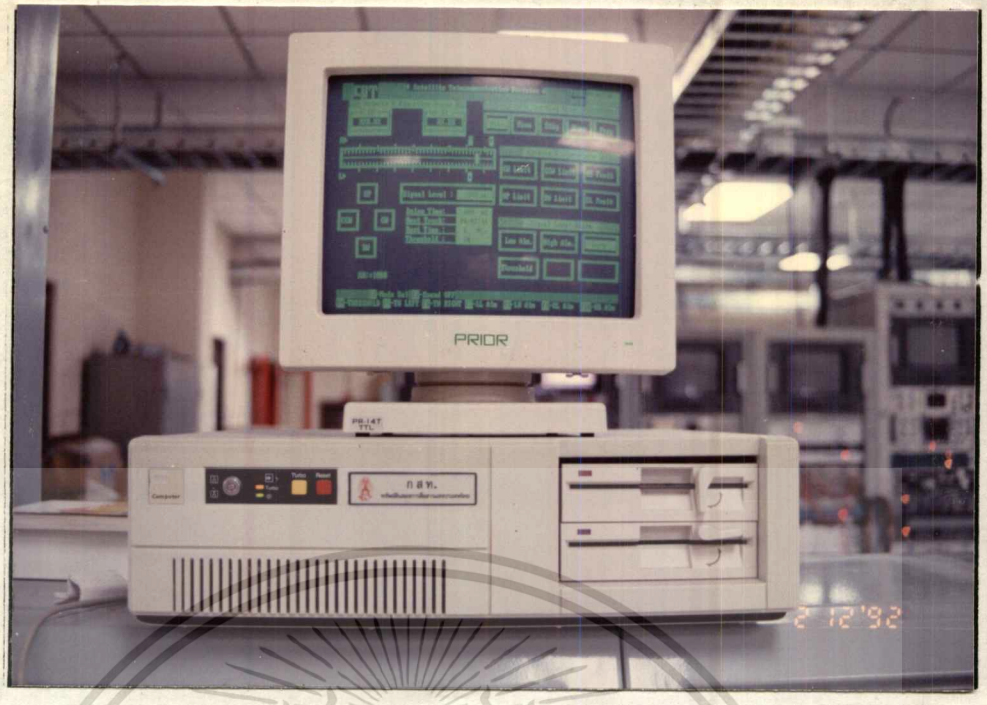


รูปที่ 5.1 แสดงการต่อระบบเพื่อใช้งาน

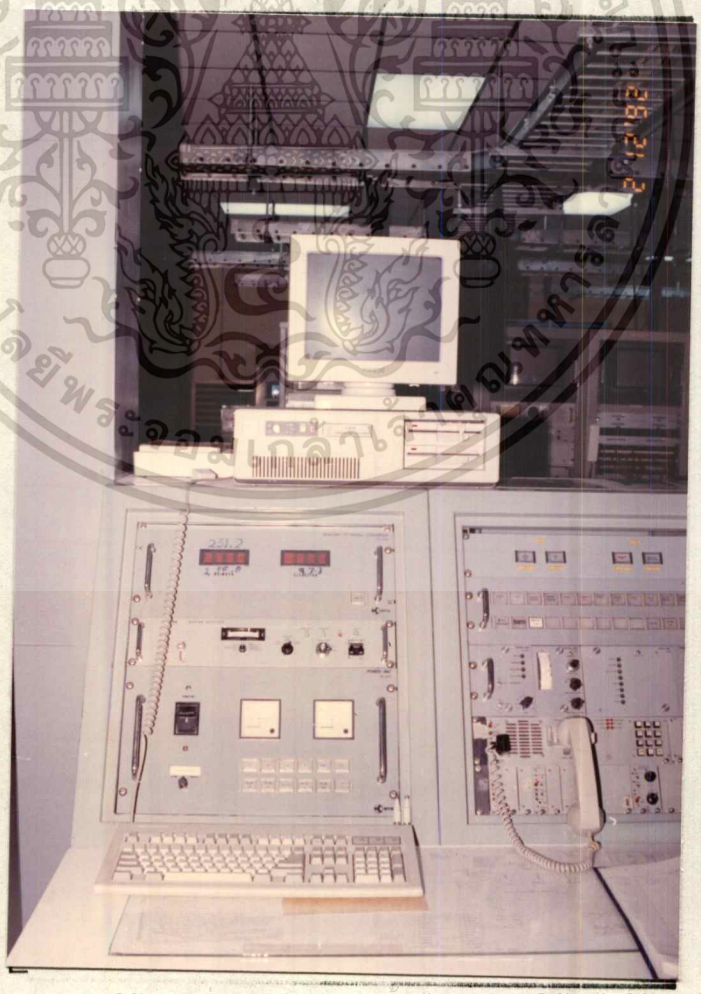


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.2 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างชุดควบคุมฯกับระบบควบคุมเดิม

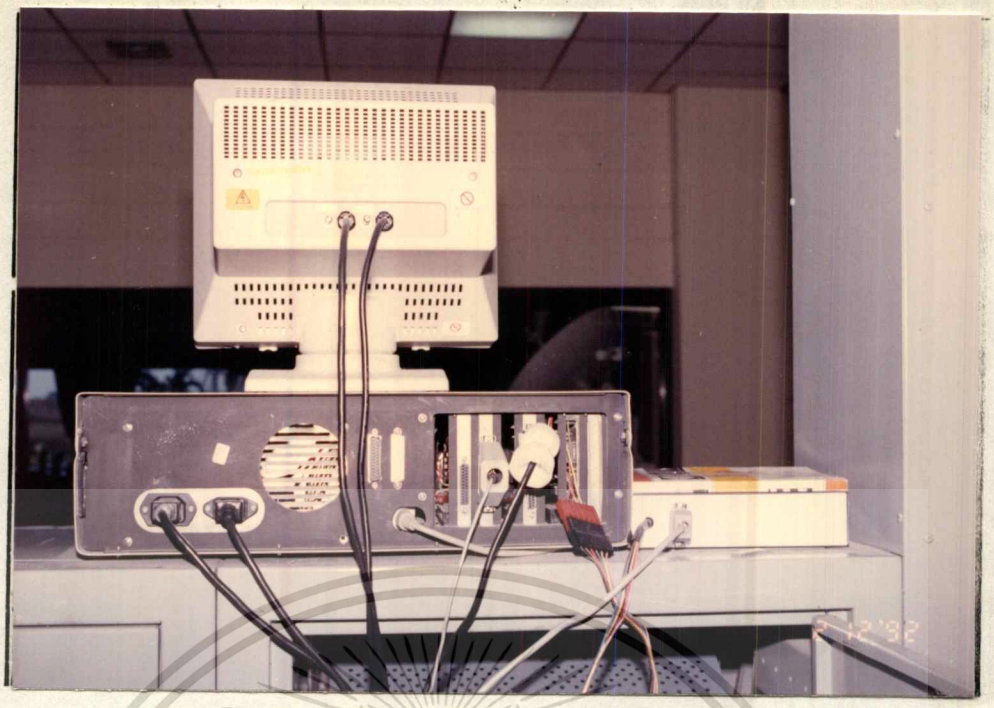


รูปที่ 5.3 แสดงเครื่องควบคุมจานฯด้วยไมโครคอมพิวเตอร์

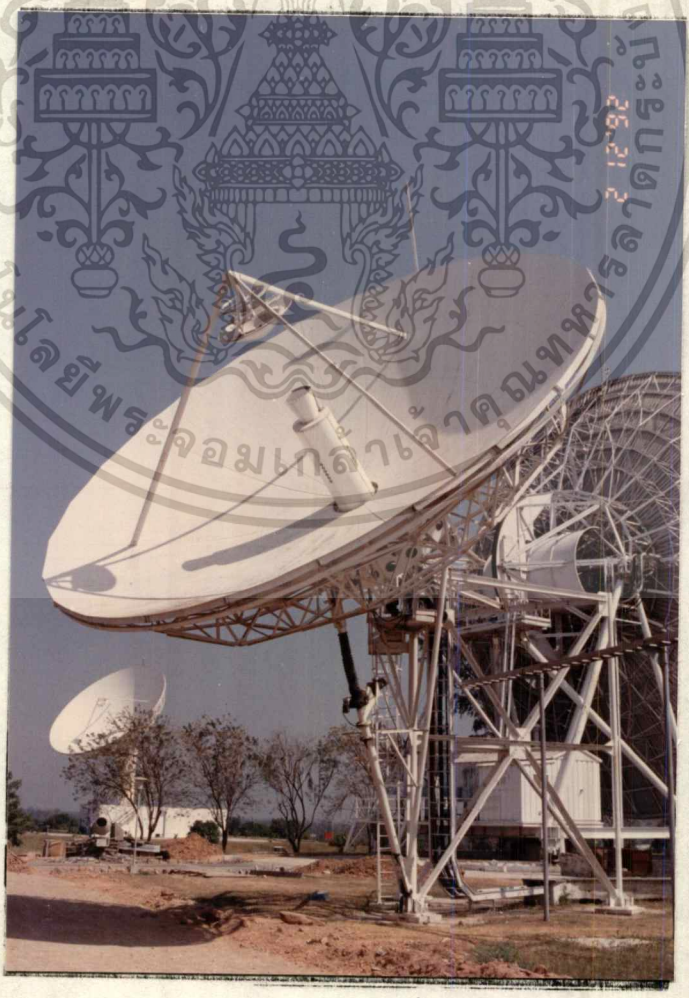


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 5.4 แสดงเครื่องควบคุมจานฯด้วยไมโครคอมพิวเตอร์กับระบบควบคุมฯเดิม

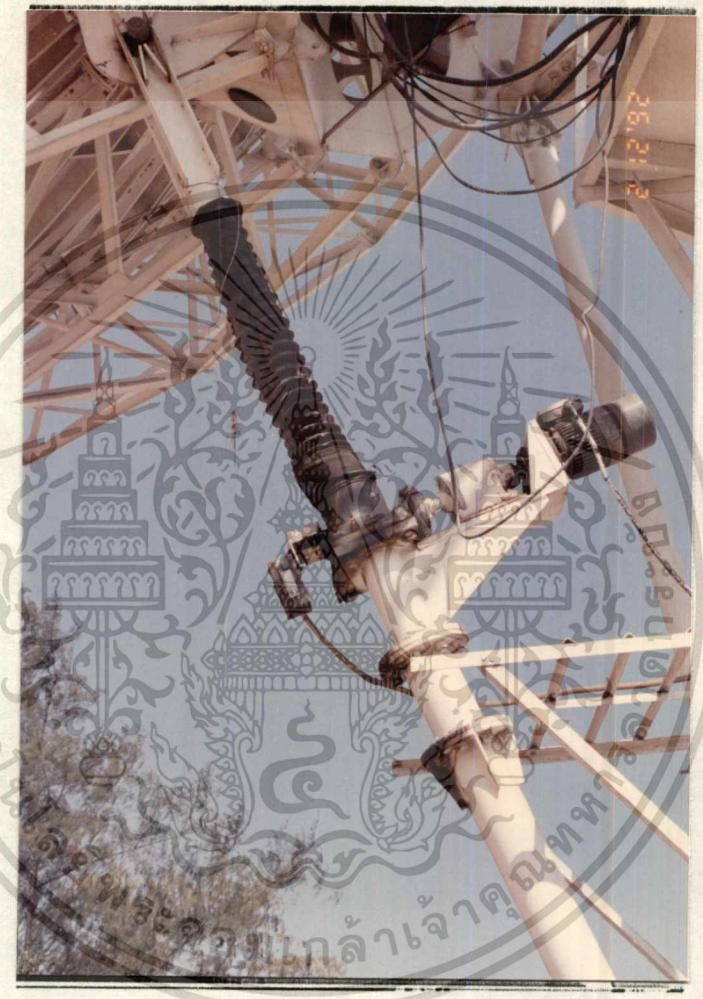


รูปที่ 5.5 แสดงด้านหลังของเครื่องควบคุมจานฯ



รูปที่ 5.6 แสดงจานสายอากาศที่สถานีฯแม่ข่ายขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เมตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น รวมทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.7 แสดงมอเตอร์และสกรูแจ็ค(SCREWJACK)ที่ใช้ขับเคลื่อนจานฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การคำนวณหาค่าพารามิเตอร์

6.1 การใช้ข้อมูล 11 พารามิเตอร์ [3]

หลังจากที่ ศูนย์ควบคุมดาวเทียมขององค์การอินเทลแซท ได้รับแจ้งข้อมูลเกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของดาวเทียมดวงที่ใช้งานอยู่ โดยข้อมูลนี้จะถูกส่งจากสถานีฯ TTC&M (Tracking, Telemetry, Control and Monitoring) ซึ่งเป็นสถานีฯที่ทำหน้าที่ควบคุมและเฝ้าดู(Monitor) สภาพการทำงานและการเคลื่อนที่ของดาวเทียมอยู่ตลอดเวลา จากข้อมูลดังกล่าวศูนย์ฯ ก็จะคำนวณค่า 11 พารามิเตอร์ที่จะใช้สำหรับดาวเทียมดวงนั้นๆ และจะระบุช่วงเวลาที่สามารถใช้ผลนั้นด้วย ศูนย์จะส่งค่าพารามิเตอร์มายังสถานีฯภาคพื้นดินต่างๆโดยทาง เทเล็กซ์(ESC,Engineering Service Circuit) หรือสถานีฯอาจต่อสายตรงจากชุดควบคุมการขับเคลื่อนจานสายอากาศ ผ่านอุปกรณ์โมเด็ม ผ่านสายโทรศัพท์เข้าสู่คอมพิวเตอร์ของศูนย์ปฏิบัติการฯขององค์การอินเทลแซท เพื่อรับข้อมูลดังกล่าวอย่างอัตโนมัติ เมื่อได้รับข้อมูล 11 พารามิเตอร์ แล้วชุดควบคุมฯก็จะทำการคำนวณหาค่าตำแหน่ง ของดาวเทียม และค่ามุมซ้าย-ขวา และ ก้ม-เงย แล้วทำการติดตามฯดาวเทียมตามวิธีการที่กำหนดไว้

ในกรณีที่มีค่าผลกระทบจากการหักเหของชั้นบรรยากาศเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ค่ามุมที่คำนวณได้จะต้องมีการปรับค่าให้เหมาะสมด้วย ขั้นตอนในการคำนวณที่กล่าวมาแล้วนั้นจะถูกคำนวณซ้ำๆกันหลายครั้งโดยเปลี่ยนค่าเวลา เพื่อที่จะให้ได้ตารางที่แสดงค่ามุมในการชี้ดาวเทียมเทียบกับเวลาโดยลำดับ ค่า 11 พารามิเตอร์ นี้จะสามารถใช้ได้ในช่วงเวลา 7 วัน จากวันที่เริ่มต้นที่ระบุในข้อมูลฯ

ค่าต่อไปนี้คือค่า พารามิเตอร์ 11 ตัว ที่จะนำไปใช้ใน วิธีการติดตามฯดาวเทียม

	ปริมาณ(QUANTITY)	สัญลักษณ์	หน่วย
1.	ตำแหน่งเส้นแวงเฉลี่ย(ทิศตะวันออกจากเมืองกรีนิช) Mean Longitude (East of Greenwich)	L0	องศา
2.	อัตราการลอยตัว Drift Rate	L1	องศา/วัน
3.	อัตราเร่งของการลอยตัว Drift Acceleration	L2	องศา/วัน/วัน
4.	ขนาดความสูงในการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเส้นแวง Longitude Oscillation-amplitude	Lc	องศา
5.	และอัตราการเปลี่ยนแปลง ในเทอมของ COSINE and rate of change, COS term	Lc1	องศา/วัน
6.	ขนาดความสูงในการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเส้นแวง Longitude Oscillation-amplitude	Ls	องศา
7.	และอัตราการเปลี่ยนแปลง ในเทอมของ SINE and rate of change, SIN term	Ls1	องศา/วัน

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8.	ขนาดความสูงในการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเส้นรุ้ง Latitude Oscillation-amplitude	lc	องศา
9.	และอัตราการเปลี่ยนแปลง ในเทอมของ COSINE and rate of change, COS term	lc1	องศา/วัน
10.	ขนาดความสูงในการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งเส้นรุ้ง Latitude Oscillation-amplitude	ls	องศา
11.	และอัตราการเปลี่ยนแปลง ในเทอมของ SINE and rate of change, SIN term	ls1	องศา/วัน

นอกเหนือจากข้อมูล 11 พารามิเตอร์ แล้วจะยังมีข้อมูลที่ถูกส่งมาพร้อมกันได้แก่

1. ชื่อ และ ตำแหน่ง ดาวเทียม
2. จุดกึ่งกลางปกติ ของตำแหน่งดาวเทียมภายในกรอบสี่เหลี่ยมที่ดาวเทียมจะอยู่
3. ค่าเวลาเริ่มต้นที่ใช้ค่าจากผลการทำนาย (Epoch Time)
4. ค่าตำแหน่งของดาวเทียมที่คาดการณ์ไว้ หลังจาก 170 ชั่วโมงของค่าเวลาเริ่มต้นฯ

และข้อมูลในส่วนสุดท้ายก็คือค่าตำแหน่งของดาวเทียมโดยประมาณ ซึ่งในวิธีการตรวจสอบจะใช้ค่านี้ในการตรวจสอบการรับข้อมูล 11 พารามิเตอร์ (Check sum)ว่าถูกต้องหรือไม่ โดยมีการคำนวณค่าที่เวลาเริ่มต้น + 170 ชั่วโมง แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่รับได้จาก ศูนย์ ถ้าได้ผลเหมือนกันก็แสดงว่าข้อมูลที่ได้รับนั้นถูกต้อง

6.2 การคำนวณหาค่าตำแหน่งของดาวเทียมที่ค่าเวลาต่างๆ จากค่า 11 พารามิเตอร์

สมการที่ใช้ในการทำนายตำแหน่งของดาวเทียม ที่ค่าเวลาใดๆ "t" (วัน) จากจุดเริ่มต้นของช่วงเวลาการทำนาย (Epoch Time) แสดงได้ดังนี้

ตำแหน่งเส้นแวงตะวันออกของดาวเทียม(SATELLITE EAST LONGITUDE): L,

$$L = L0 + L1t + L2t^2 + (Lc + Lc1t)\,COS(Wt) + (Ls + Ls1t)\,SIN(Wt) + (K/2)(lc^2 - ls^2)\,SIN(2Wt) - K\,lc\,ls\,COS(2Wt)$$

ตำแหน่งเส้นรุ้งของดาวเทียม(SATELLITE GEOCENTRIC LATITUDE): l,

$$l = (lc + lc1t)\,COS(Wt) + (ls + ls1t)\,SIN(Wt)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รัศมีของวงโคจรดาวเทียม(SATELLITE RADIUS): r,

$$r = rg\,(1 - (2L1/3(W-L1)))\,[1 + KLc\ SIN(Wt) - KLs\ COS(Wt)]$$

โดยที่ W, rg, K และ t ในสูตรคือ

$W = L1 + 360.98564$ deg/day

$rg = 42{,}164.57$ Km.

$K = Pi/360$

t = เวลา หน่วยเป็นวัน

6.3 การคำนวณค่าพิกัดของสถานีฯดาวเทียม

สมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าตำแหน่งของดาวเทียม โดยจะเปรียบเทียบกับระยะห่างจากโลก การเคลื่อนที่ของดาวเทียมเมื่อเทียบกับโลก และตำแหน่งของสถานีฯภาคพื้นดิน ในการบอกตำแหน่งของสถานีฯโดยทั่วไปจะอยู่ในรูปของเส้นรุ้ง, เส้นแวง และ ความสูงจากแนวระนาบวงรีอ้างอิง(Reference Ellipsoid)องค์การอินเทลแซทได้ใช้มาตราฐานของ IAU-1977 เป็นแนวระนาบอ้างอิง โดยระบุว่ารัศมีของโลกคือ 6378.140 กม. ค่าคงที่ของความเรียบนี้เป็นตัวแสดงว่า รัศมีของโลกในแนวเหนือ-ใต้น้อยกว่ารัศมีในแนวศูนย์สูตรอยู่ 1 ส่วนใน 298.257 ส่วน

ตำแหน่งของสถานีฯที่คำนวณได้จะอยู่ในรูปของระยะทางรัศมีจากแกนการหมุนของโลก, Rs และระยะของแนวแกนที่อยู่เหนือแนวระนาบเส้นศูนย์สูตรของโลก, Rz

กำหนดค่าต่างๆที่ใช้ในการคำนวณดังนี้

f = ค่าคงที่ความเรียบของแนวระนาบรูปวงรีของโลก (1/298.257)

reg = รัศมีในแนวเส้นศูนย์สูตร ของแนวระนาบรูปวงรีของโลก (6378.140 กม.)

ϕ sta = ตำแหน่งเส้นรุ้งของสถานีฯ

h = ความสูงของตำแหน่งสถานีฯที่อยู่เหนือแนวระนาบวงรี

$$R = reg / \sqrt{[1-f(2-f)(SIN(\phi\ sta)^2)]}$$

$$Rs = (R + h)\ COS(\phi\ sta)$$

$$Rz = [\ R\ (1-f)^2 + h\ ]\ SIN(\phi\ sta)$$

6.4 การคำนวณหาค่ามุมชี้ตรงไปยังดาวเทียม(Pointing Angle)ของสถานีฯภาคพื้นดิน

ด้วยการกำหนดตำแหน่งของดาวเทียม ที่ตำแหน่งเวลาต่างๆ โดยปรับเทียบกับเวลามาตราฐานของกรีนิช(Greenwich), ตำแหน่งดาวเทียมเทียบกับตำแหน่งสถานีฯ ก็จะสามารถคำนวณหาค่ามุมชี้ตรงไปยังดาวเทียมได้

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$\Delta R = r_{satellite} - r_{station}$$

$$\Delta rx = R \cos(\phi_{sat}) \cos(\theta_{sat} - \theta_{sta}) - Rs$$

$$\Delta ry = R \cos(\phi_{sat}) \sin(\theta_{sat} - \theta_{sta})$$

$$\Delta rz = R \sin(\phi_{sat}) - Rz$$

โดยที่ ϕ_{sat} = ตำแหน่งเส้นรุ้งของดาวเทียม

θ_{sat} = ตำแหน่งเส้นแวงของดาวเทียม

θ_{sta} = ตำแหน่งเส้นแวงของสถานีฯ มาทางตะวันออกของเมืองกรีนิช

Rs = รัศมีของสถานีฯจากแนวแกนหมุนของโลก

Rz = รัศมีแนวแกนของสถานีฯเหนือแนวระนาบศูนย์สูตรของโลก

$r_{SATELLITE}$ = รัศมีของตำแหน่งดาวเทียม

$r_{STATION}$ = รัศมีของตำแหน่งสถานีฯ

การคำนวณหาค่ามุม ซ้าย-ขวา หรือ ก้ม-เงย ทำได้ดังนี้

$$\Delta r_{north} = -\Delta rx \sin(\phi_{sta}) + \Delta rz \cos(\phi_{sta})$$

$$\Delta r_{zenith} = \Delta rx \cos(\phi_{sta}) + \Delta rz \sin(\phi_{sta})$$

Δr_{north} = ความแตกต่างของรัศมี r ในทิศเหนือตำแหน่งเส้นศูนย์สูตร

Δr_{zenith} = ความแตกต่างของรัศมี r จากจุดตรงศีรษะ

ตำแหน่งมุมซ้าย-ขวา ของสถานีฯ (Earth Station Azimuth Angle), Az

$$Az = \arctan(\Delta ry / \Delta r_{north})$$

ตำแหน่งมุมก้ม-เงย ของสถานีฯ (Earth Station Elevation Angle), EL

$$EL_{geometric} = \arctan(\Delta r_{zenith} / \sqrt{[\Delta r_{north}^2 + \Delta ry^2]})$$

6.5 การแก้ไขค่ามุมชี้ตรงจากสถานีฯไปยังดาวเทียมเนื่องจากการหักเหของชั้นบรรยากาศ

หลักการจะเหมือนกับคลื่นวิทยุเมื่อผ่านชั้นบรรยากาศ โดยทิศทางของคลื่นจะเปลี่ยนไปเนื่องจากค่าการหักเหในชั้นบรรยากาศ

กรณี ค่ามุม $EL_{geometric} > 10.2$ deg.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$EL_{observed} = EL_{geometric} + 0.01617 \cot(EL_{geometric})$$

กรณี ค่ามุม ELgeometric < 10.2 deg.

$$EL_{observed} = EL_{geometric} + a0 + a1x + a2x^2 + a3x^3 + a4x^4$$

โดยที่ ELobserved = ค่ามุม EL ที่ปรากฏ

ELgeometric = ค่ามุม EL ทางเรขาคณิต

$x = EL_{geometric} + 0.589$ deg.

$a0 = 0.58804392$

$a1 = -0.17941557$

$a2 = 0.29906946 * 10^{-1}$

$a3 = -0.25187400 * 10^{-2}$

$a4 = 0.82622101 * 10^{-4}$

6.6 การคำนวณค่ามุมชี้ผิดพลาด (MIS-POINTING ANGLE) ของจานสายอากาศ [4]

เราสามารถคำนวณค่ามุมชี้ผิดพลาด , δ ได้จากสูตรต่อไปนี้

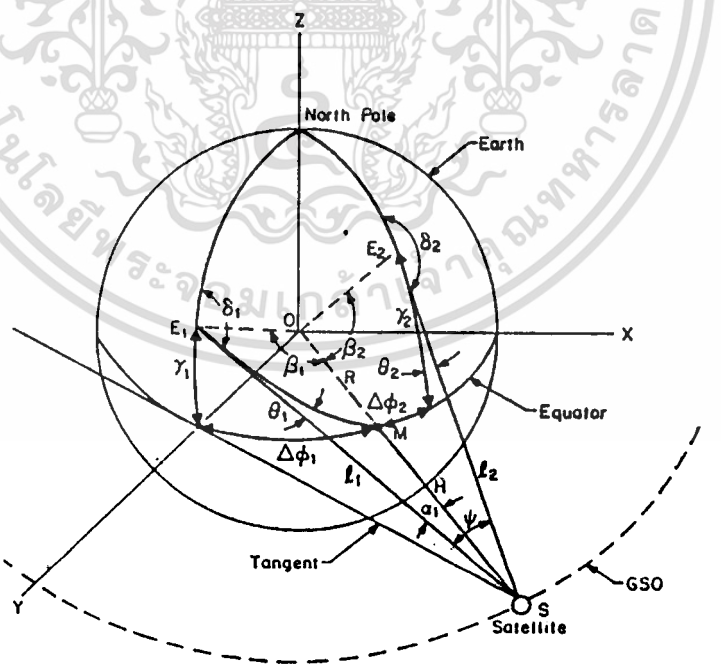
$$\delta = \sqrt{[(El_a - El_s)^2 + ((h_a - h_s).COS\ El_a)^2]}$$

โดยที่ h_a = มุมซ้าย-ขวา ของจานสายอากาศ

h_s = มุมซ้าย-ขวา สำหรับตำแหน่งดาวเทียมที่แท้จริงเมื่อมองจากสถานีฯ

El_a = มุมก้ม-เงย ของจานสายอากาศ

El_s = มุมก้ม-เงย สำหรับตำแหน่งดาวเทียมที่แท้จริงเมื่อมองจากสถานีฯ



รูปที่ 6.1 รูปแสดงค่าพารามิเตอร์ที่ใช้ในการคำนวณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

การทำงานและการทดลองในโหมดต่างๆ

7.1 การทำงานและการทดลองในโหมด AUTO TRACK

7.1.1 การทำงาน

ในโหมดการทำงานแบบ ติดตามอัตโนมัติ นั้น เครื่องควบคุมจานสายอากาศ จะต้องทำการขับเคลื่อนจานสายอากาศให้เคลื่อนที่ทั้งในแนว ซ้าย-ขวา (Azimuth) และแนว ก้ม-เงย (Elevation) เพื่อให้จานสายอากาศชี้ตรงไปยังดาวเทียมที่ต้องการให้ใกล้เคียงที่สุดเท่าที่จะทำได้ เพื่อให้ได้การรับสัญญาณ บีคอน(Beacon) จากดาวเทียมที่สูงที่สุด การควบคุมการขับเคลื่อนในแต่ละครั้งนั้น จะมีการตรวจวัดระดับสัญญาณ บีคอน ซึ่งเป็นสัญญาณที่ดาวเทียมส่งลงมายังสถานีภาคพื้นดินเพื่อใช้ในการติดตามดาวเทียม การตรวจวัดนี้จะเป็นไปอย่างต่อเนื่อง และจะนำค่าที่ได้นี้มาพิจารณาถึงทิศทางในการหมุนครั้งต่อไปของจานสานอากาศ โดยผู้ใช้สามารถกำหนดเวลาในการทำงานและค่า พารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับจานสายอากาศและระบบขับเคลื่อนที่กล่าวไว้ในส่วนบทนำได้ตามความเหมาะสม นอกเหนือจากการใช้ระดับสัญญาณ บีคอน ในการติดตามดาวเทียม เรายังสามารถใช้สัญญาณอื่นๆ ที่มีคุณสมบัติแปรผันโดยตรงกับการเปลี่ยนแปลงที่จุดต่างๆในรูปแสดงระดับสัญญาณของจานฯ ได้กล่าวไว้แล้วในบทที่ 4

โฟล์ชาร์ท(Flowchart)แสดงการทำงานของการควบคุมจานสายอากาศในโหมด ติดตามอย่างอัตโนมัติ แสดงอยู่ในรูปที่ 7.1.1

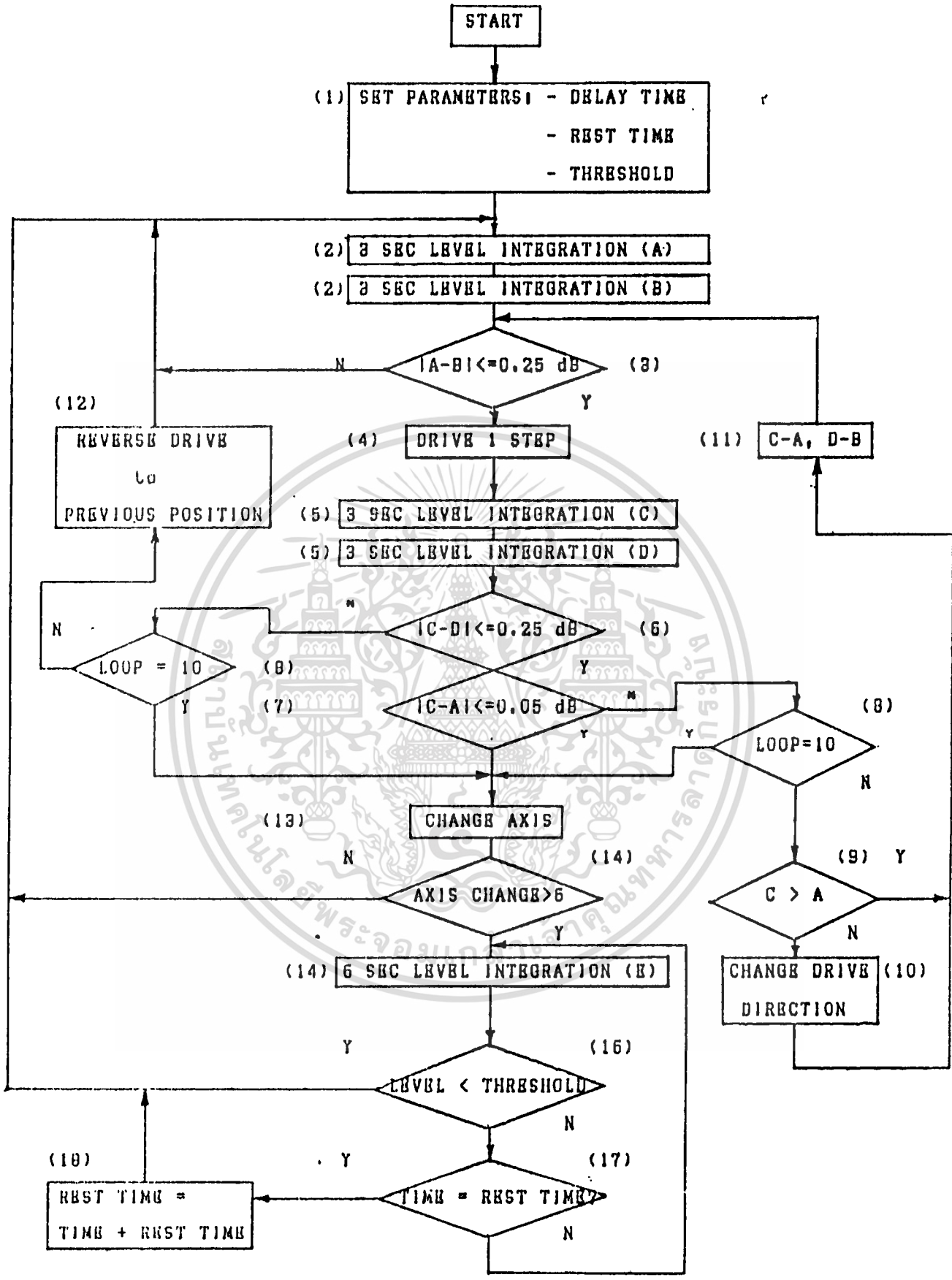
อธิบายการทำงานตาม โฟล์ชาร์ท ในรูปที่ 7.1.1 ได้ดังต่อไปนี้

(1). เป็นการ กำหนดค่า พารามิเตอร์ ต่างๆที่จำเป็นในการติดตามดาวเทียม

เวลาหน่วง(Delay Time) - เนื่องจากจานสายอากาศ ที่ใช้ในการรับสัญญาณจากดาวเทียมแต่ละชนิดมีความเร็วในการตอบสนองต่อสัญญาณควบคุมเพื่อขับเคลื่อนตัวจานต่างกัน ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของระบบขับเคลื่อนและน้ำหนักของตัวจานด้วย จึงจำเป็นต้องมีการกำหนด ค่าการหน่วงเวลาที่เหมาะสมในการหมุนของแต่ละแกน ซึ่งค่าเหล่านี้ ได้จากการคำนวณหรือทดลองกับจานฯที่ใช้งานจริง (โดยปกติจะมีค่าอยู่ระหว่าง 100 ถึง 2000 mSec)

เวลาพัก(Rest Time) - เป็นค่าช่วงเวลาที่เราต้องการให้ เครื่องควบคุมจานสายอากาศทำการติดตามฯ การกำหนดค่า เวลาพักนี้จะขึ้นอยู่กับ ความเร็วของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของดาวเทียมอันเนื่องมาจาก การเปลี่ยนแปลงมุมของแนวระนาบของวงโคจรอันเนื่องจากอายุการใช้งานตัวดาวเทียม คือถ้าวงโคจรดังกล่าวมีค่ามุมของแนวระนาบสูงก็จะต้องตั้งค่า เวลาพักให้มีค่าน้อยคือมีการติดตามฯ บ่อยครั้ง และตรงกันข้ามถ้าการเปลี่ยนแปลงมุมของแนวระนาบต่ำหรือดาวเทียมอยู่ในตำแหน่งที่เสมือนคงที่ เราก็อาจกำหนดค่าเวลาพัก นี้ไว้ที่เวลานานขึ้นได้

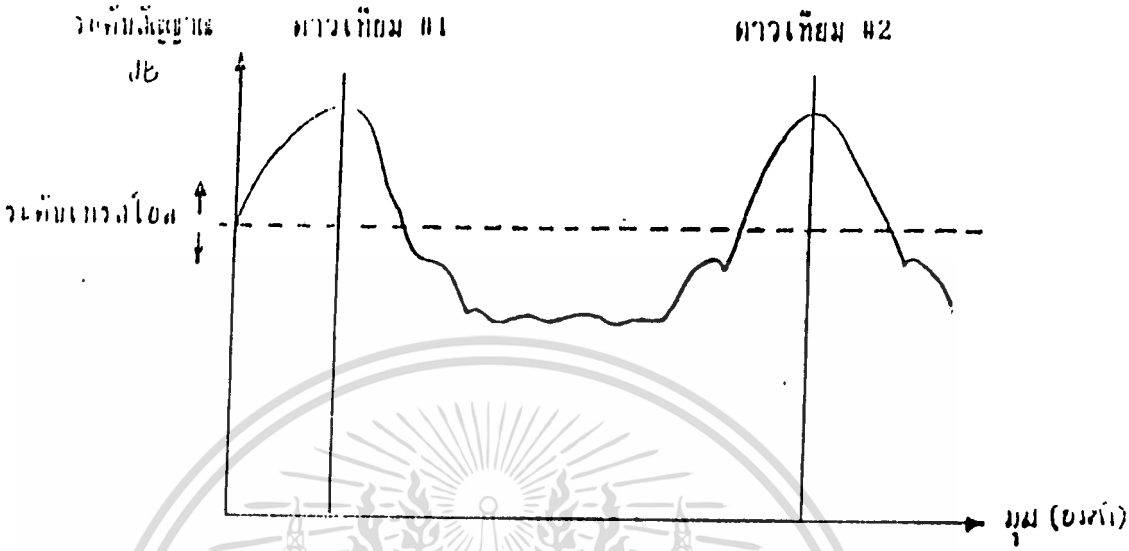
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.1.1 แสดงโฟล์ชาร์ทของการทำงานในโหมด AUTO TRACK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระดับเทรสโฮล(Threshold Level) - เป็นค่าที่กำหนดเพื่อให้เครื่องควบคุมจานสายอากาศเริ่มติดตามฯ ทันทีที่ค่าระดับสัญญาณเข้าของเครื่องควบคุมลดลงจนถึงระดับที่กำหนด โดยไม่ต้องรอเวลา จนถึงเวลานัก ที่ตั้งไว้ ดังแสดงในรูปที่ 7.1.2



รูปที่ 7.1.2 แสดงระดับ เทรสโฮล ที่เครื่องควบคุมเริ่มทำการติดตามฯ

(2). ทำการวัดค่าระดับสัญญาณเข้า เพื่อตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณเข้า ที่จะถูกนำมาเพื่อใช้ในการพิจารณาการติดตามฯ โดยจะทำการวัดภายในช่วงเวลา 3 วินาทีแล้วหาค่าเฉลี่ยเพื่อเก็บไว้ในค่าตัวแปร A และ B ตามลำดับ

(3). เปรียบเทียบหาค่าผลต่าง(A-B)ที่ได้ ถ้าได้ผลลัพท์มากกว่า 0.025 dB ก็จะทำการวัดใหม่โดยกลับไปยัง (1) ใหม่ (ค่า 0.025 dB นี้จะสัมพันธ์กับค่า แรงดันกระแสตรงที่ป้อนให้แก่ ขาสัญญาณเข้าของการ์ดอะนาล็อคทูดิจิตอล(Analog to Digital)โดยสร้างเป็นตารางความสัมพันธ์ของค่าทั้งสอง) แต่ถ้าน้อยกว่า ก็จะไปยัง (4).

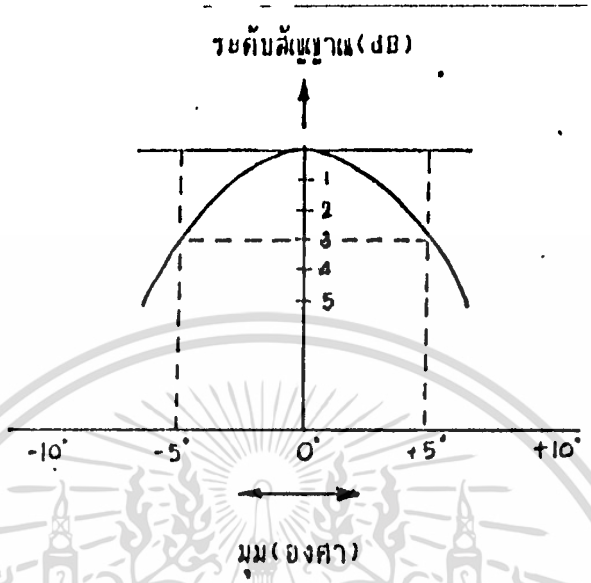
(4). ทำการ ติดตามฯโดยการขับเคลื่อนจานสายอากาศ โดยเริ่มจากทิศทางทวนเข็มนาฬิกา (CCW) ไป 1 ลำดับขั้น ซึ่งทิศทางนี้เราสามารถกำหนดก่อนหลังได้ตามความเหมาะสม ส่วนค่าลำดับขั้นนั้นจะกำหนดเป็นค่ามุมที่เบี่ยงเบนไปจากแกนหลักของรูปแสดงระดับสัญญาณเทียบกับมุมที่ตำแหน่งต่างๆจากแนวแกนหลักของจานสายอากาศ โดยจะมีค่า อยู่ระหว่าง 1/10 ถึง 1/20 องศา ซึ่งจะขึ้นอยู่กับขนาดของจานสายอากาศ ดังแสดงในรูป 7.1.3

(5). วัดค่าระดับสัญญาณเข้า หลังจากเคลื่อนจานไปแล้ว 1 ลำดับขั้น

(6). เปรียบเทียบค่าที่วัดได้ทั้ง 2 ครั้งใน (5) ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าหรือเท่ากับ 0.25 dB ก็จะไป (8) เพื่อตรวจนับจำนวนครั้งการวนรอบ(Loop) และไป (12) เพื่อทำการหมุนจาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

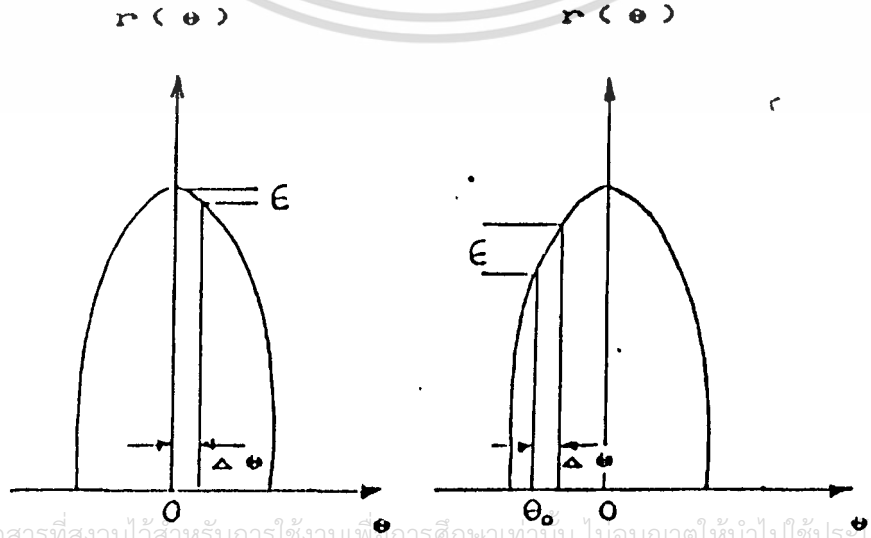
สายอากาศกลับทางกับทิศทางเข้ามา (4) ซึ่งในกรณีนี้จะหมุนในทิศตามเข็มนาฬิกา(CW) เพื่อกลับสู่ตำแหน่งเดิม และเริ่มต้นการติดตามฯ ใหม่ที่ (2) แต่ถ้าค่าที่ได้จาก(5) น้อยกว่า 0.25 dB ก็จะไปทำงานยัง (7).



รูปที่ 7.1.3 แสดงระดับสัญญาณเทียบกับมุมที่ตำแหน่งต่างๆจากแกนหลักของจานสายอากาศ

(7). เปรียบเทียบค่าระดับสัญญาณเข้าก่อนการหมุนกับหลังการหมุน ถ้าได้ค่าผลต่างมากกว่า 0.05dB ก็จะไปยัง (13).

(8). ตรวจนับการวนรอบ ไม่ให้เกิน 10 ครั้ง ถ้าเกินก็จะไปยัง (13) เพื่อเปลี่ยนแกนการหมุน (จากการหมุนทางแนว ซ้าย-ขวา เป็น แนว ก้ม-เงย หรือกลับกัน แต่ถ้าไม่เกิน 10 ครั้งก็จะไปยัง (9).



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.1.4 แสดงค่าความแตกต่างของจุดที่ทำการวัดสัญญาณ

$r_{(\theta)}$ - สัญญาณที่รับได้

θ - ค่ามุมจากแกนกลางของ Pattern

$\triangle\theta$ - ค่าความแตกต่างของมุม

ϵ - ค่าการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณ

(9). เปรียบเทียบระดับสัญญาณเข้า ก่อนการหมุนกับหลังการหมุน ถ้าหมุนแล้วได้ค่าสัญญาณเข้าสูงขึ้นก็จะไปยัง(11) แต่ถ้าได้ค่าต่ำกว่าก่อนการหมุนก็จะไป(10)ก่อนเพื่อเปลี่ยนทิศทางการหมุนแล้วจึงไป (11).

(10). เปลี่ยนทิศทางการหมุนจาก ทิศทวนเข็มนาฬิกาเป็นตามเข็มนาฬิกา หรือสลับกัน หรือเปลี่ยนจากทิศทาง ก้ม เป็น เงย หรือสลับกัน

(11). นำค่าระดับสัญญาณเข้า หลังการหมุน(C)และ (D) ไปเก็บไว้ใน (A) และ (B)ตามลำดับเพื่อใช้เปรียบเทียบใน (7) ต่อไป

(12). กลับทิศทางการหมุนของจานสายอากาศ เพื่อกลับสู่ตำแหน่งเดิมก่อนการหมุน

(13). เปลี่ยนแกนการหมุนจาก แกน ซ้าย-ขวา เป็น แกน ก้ม-เงย หรือกลับกัน

(14). ตรวจสอบการเปลี่ยนแกนว่าครบ 6 ครั้งหรือไม่ ถ้ายังไม่ครบให้ไปเริ่มต้นใหม่ที่ (2) ถ้าครบ 6 ครั้งก็จะไปยัง (15).

(15). ทำการวัดค่าเฉลี่ยของ สัญญาณเข้า ภายในช่วงเวลา 6 วินาที แล้วไปยัง (16).

(16). เปรียบเทียบค่าที่วัดได้กับค่า เทรสโฮล ซึ่งได้กำหนดไว้ใน (1) ถ้าค่าสัญญาณเข้า ที่วัดได้มีค่าน้อยกว่าหรือเท่ากับค่า เทรสโฮล ก็กลับไปที่ (2) แต่ถ้ามากกว่าก็ไปยัง (17).

(17). ตรวจสอบเวลาปัจจุบันเพื่อเปรียบเทียบกับเวลาพัก ที่กำหนดไว้ใน (1) ถ้ายังไม่ถึงเวลาติดตามฯ ครั้งต่อไปก็จะวนกลับไปยัง (14) อยู่ตลอดเวลา และเมื่อถึงเวลาตามที่กำหนด ไว้ในค่าเวลาพัก ก็จะไปยัง (18).

(18). บวกค่า เวลาพัก เข้ากับค่าเวลาปัจจุบัน เพื่อกำหนดเป็นค่าเวลาสำหรับการติดตาม ครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1.2 การคำนวณค่าเวลาพัก (REST TIME)

ในการคำนวณค่าเวลาพัก เราจะใช้ข้อมูลดังนี้ ตำแหน่งดาวเทียมปกติอยู่ที่ 57 องศาจะวันออก โดยกำหนดค่าการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณบีคอนได้ไม่เกิน 0.5 dB ตำแหน่งของสถานีฯศรีราชาอยู่ที่ เส้นรุ้ง 13.100556 องศาเหนือ เส้นแวงที่ 100.936389 องศาตะวันออกและอยู่สูงจากระดับน้ำทะเล 54 เมตร และมีค่า 11 พารามิเตอร์ดังนี้

L0 (LMO)	=	57.02030
L1 (LM1)	=	-.14400E-01
L2 (LM2)	=	.62000E-03
Lc (LONC)	=	-.32600E-01
Lc1(LONC1)	=	.70000E-03
Ls (LONS)	=	-.29100E-01
Ls1(LONS1)	=	-.60000E-03
lc (LATC)	=	.19760E+00
lc1(LATC1)	=	-.90000E-03
ls (LATS)	=	-.15544E+01
ls1(LATS1)	=	-.36000E-02

ทำการคำนวณจากสมการในข้อ 6.2 ถึง 6.5 จะได้ผลในรูปที่ 7.1.5 และ 7.1.6ซึ่งแสดงค่าตำแหน่งมุมซ้าย-ขวา, มุมก้ม-เงย, ตำแหน่งเส้นรุ้งและเส้นแวงของดาวเทียม ที่วันที่และเวลาต่างๆทุกๆชั่วโมงในหนึ่งวันสำหรับรูปที่ 7.1.5 ส่วนรูปที่ 7.1.6 แสดงเทียบกับเวลาทุกๆนาทีภายใน หนึ่งชั่วโมง

จากรูปที่ 7.1.5 ให้สังเกตุตำแหน่งเส้นรุ้งของดาวเทียม ในจุดที่มีการเปลี่ยนแปลงเครื่องหมายจาก + ไป - หรือกลับกัน ซึ่งจะเกิดขึ้น 2 ครั้งใน 1 วัน หมายถึงการโคจรของดาวเทียมผ่านจากจุดเหนือไปใต้หรือกลับกันโดยผ่านแนวเส้นศูนย์สูตร(เครื่องหมายของตำแหน่งเส้นรุ้งจะเปลี่ยน) การเปลี่ยนแปลงที่จุดดังกล่าว ดาวเทียมจะมีการเคลื่อนที่เร็วกว่าจุดอื่นในวงโคจร ฉนั้นเราจึงนำจุดนี้มาใช้พิจารณาหาค่าเวลาพัก(REST TIME)เพื่อรอเวลาในการติดตามดาวเทียมในแต่ละครั้ง ในรูปที่ 7.1.5 จุดนี้จะอยู่ที่ เวลาระหว่าง 0 ชั่วโมง กับ 1 ชั่วโมง และระหว่าง จุด 12 ชั่วโมง กับ 13 ชั่วโมง ในที่นี่เราจะพิจารณา จุดแรก ดังนั้นเราจึงขยายเวลาในระหว่างชั่วโมงนั้นเป็นช่วงละ 1 นาทีเพื่อดูรายละเอียดของมุมต่างๆที่เปลี่ยนไปในช่วงนั้น จากนั้นเราจะพิจารณาที่ค่าเวลาระหว่างนาทีที่ 28 กับ 36 โดยนำค่ามุมซ้าย-ขวาและก้ม-เงย ที่นาทีที่ 28 คือ 256.795 และ 37.671 ส่วนที่นาทีที่ 36 คือ 256.723 และ 37.650 ตามลำดับ นำไปแทนค่าในสมการในข้อ 6.6 โดย

ha	=	256.795
hs	=	256.723
ELa	=	37.671
ELs	=	37.650

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SIRACHA EARTH STATION DESIGNATOR
13.100556 EARTH STATION NORTH LATITUDE (DEGREES)
100.936389 EARTH STATION EAST LONGITUDE (DEGREES)
.054000 EARTH STATION HEIGHT ABOVE IAU-1977 ELLIPSOID (KM)

60.00 TIME INTERVAL BETWEEN AZ/EL POINTS (MINUTES)
1.0 DURATION OF POINTING INFORMATION GENERATION (DAYS)

57.00 CENTER OF BOX 2.50 LONGITUDE BOX 2.50 LATITUDE BOX

EPHEMERIS VALUES

LM0	=	57.02030	57.0203000
LM1	=	-.14400E-01	-.0144000
LM2	=	.62000E-03	.0006200
LONC	=	-.32600E-01	-.0326000
LONC1	=	.70000E-03	.0007000
LONS	=	-.29100E-01	-.0291000
LONS1	=	-.60000E-03	-.0006000
LATC	=	.19760E+00	.1976000
LATC1	=	-.90000E-03	-.0009000
LATS	=	-.15544E+01	-1.5544000
LATS1	=	-.36000E-02	-.0036000

EPOC DATE 4/ 4/92 OF EPHEMERIS (DAY/MONTH/YEAR)
EPOC TIME 0: 0: 0 OF EPHEMERIS (HOUR:MINUTES:SECONDS)

PREDICTED SATELLITE POSITION AT 4170 HOURS = 56.898 -.795
CALCULATED SATELLITE POSITION AT 4170 HOURS = 56.898 -.795

ELAPSED HOURS	YR:	MO:	DA:	HR:	MN:	SC	AZ (DEG)	EL (DEG)	SAT LONG (DEG)	SAT LAT (DEG)	
.0	92:	4:	4:	0:	0:	0	257.048	37.744	56.9904	-.1976	**
1.0	92:	4:	4:	1:	0:	0	256.500	37.587	56.9778	-.2126	**
2.0	92:	4:	4:	2:	0:	0	255.988	37.435	56.9687	-.6003	**
3.0	92:	4:	4:	3:	0:	0	255.523	37.302	56.9645	-.9624	**
4.0	92:	4:	4:	4:	0:	0	255.144	37.197	56.9661	-1.2506	**
5.0	92:	4:	4:	5:	0:	0	254.875	37.128	56.9733	-1.4532	**
6.0	92:	4:	4:	6:	0:	0	254.735	37.101	56.9850	-1.5561	**
7.0	92:	4:	4:	7:	0:	0	254.733	37.117	56.9994	-1.5525	**
8.0	92:	4:	4:	8:	0:	0	254.870	37.173	57.0143	-1.4424	**
9.0	92:	4:	4:	9:	0:	0	255.137	37.265	57.0278	-1.2334	**
10.0	92:	4:	4:	10:	0:	0	255.518	37.384	57.0383	-.9399	**
11.0	92:	4:	4:	11:	0:	0	255.988	37.521	57.0451	-.5819	**
12.0	92:	4:	4:	12:	0:	0	256.514	37.667	57.0483	-.1840	**
13.0	92:	4:	4:	13:	0:	0	257.061	37.812	57.0485	.2267	**
14.0	92:	4:	4:	14:	0:	0	257.590	37.947	57.0470	.6219	**
15.0	92:	4:	4:	15:	0:	0	258.064	38.064	57.0447	.9745	**
16.0	92:	4:	4:	16:	0:	0	258.450	38.157	57.0422	1.2604	**
17.0	92:	4:	4:	17:	0:	0	258.721	38.220	57.0396	1.4599	**
18.0	92:	4:	4:	18:	0:	0	258.857	38.250	57.0366	1.5595	**
19.0	92:	4:	4:	19:	0:	0	258.849	38.243	57.0322	1.5521	**
20.0	92:	4:	4:	20:	0:	0	258.698	38.199	57.0256	1.4384	**
21.0	92:	4:	4:	21:	0:	0	258.415	38.120	57.0163	1.2261	**
22.0	92:	4:	4:	22:	0:	0	258.021	38.009	57.0044	.9297	**
23.0	92:	4:	4:	23:	0:	0	257.544	37.873	56.9906	.5695	**
24.0	92:	4:	5:	0:	0:	0	257.017	37.720	56.9764	.1703	**

รูปที่7.1.5แสดงผลการคำนวณค่ามุมซ้าย-ขวา/ก้ม-เงยเทียบกับเวลาขั้นละ 1 ชั่วโมง ใน 1 วัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELAPSED HOURS	YR	MO	DA	HR	MN	SC	AZ(DEG)	EL(DEG)	SAT LONG (DEG)	SAT LAT (DEG)	
.0	92	4	4	0	0	0	257.048	37.744	56.9904	.1976	**
.0	92	4	4	0	1	0	257.039	37.742	56.9902	.1908	**
.0	92	4	4	0	2	0	257.030	37.739	56.9899	.1840	**
.1	92	4	4	0	3	0	257.021	37.736	56.9897	.1772	**
.1	92	4	4	0	4	0	257.012	37.734	56.9895	.1704	**
.1	92	4	4	0	5	0	257.003	37.731	56.9892	.1635	**
.1	92	4	4	0	6	0	256.994	37.729	56.9890	.1567	**
.1	92	4	4	0	7	0	256.985	37.726	56.9888	.1499	**
.1	92	4	4	0	8	0	256.976	37.723	56.9886	.1431	**
.2	92	4	4	0	9	0	256.967	37.721	56.9884	.1363	**
.2	92	4	4	0	10	0	256.959	37.718	56.9881	.1294	**
.2	92	4	4	0	11	0	256.949	37.715	56.9879	.1226	**
.2	92	4	4	0	12	0	256.940	37.713	56.9877	.1157	**
.2	92	4	4	0	13	0	256.931	37.710	56.9875	.1089	**
.2	92	4	4	0	14	0	256.922	37.708	56.9872	.1021	**
.3	92	4	4	0	15	0	256.913	37.705	56.9870	.0952	**
.3	92	4	4	0	16	0	256.904	37.702	56.9868	.0884	**
.3	92	4	4	0	17	0	256.895	37.700	56.9866	.0815	**
.3	92	4	4	0	18	0	256.886	37.697	56.9864	.0747	**
.3	92	4	4	0	19	0	256.877	37.694	56.9861	.0678	**
.3	92	4	4	0	20	0	256.868	37.692	56.9859	.0610	**
.4	92	4	4	0	21	0	256.859	37.689	56.9857	.0541	**
.4	92	4	4	0	22	0	256.849	37.687	56.9855	.0473	**
.4	92	4	4	0	23	0	256.840	37.684	56.9853	.0404	**
.4	92	4	4	0	24	0	256.831	37.681	56.9851	.0336	**
.4	92	4	4	0	25	0	256.822	37.679	56.9848	.0267	**
.4	92	4	4	0	26	0	256.813	37.676	56.9846	.0199	**
.5	92	4	4	0	27	0	256.804	37.673	56.9844	.0130	**
.5	92	4	4	0	28	0	256.795	37.671	56.9842	+ .0062	**
.5	92	4	4	0	29	0	256.786	37.668	56.9840	− −.0007	**
.5	92	4	4	0	30	0	256.777	37.666	56.9838	−.0076	**
.5	92	4	4	0	31	0	256.768	37.663	56.9836	−.0144	**
.5	92	4	4	0	32	0	256.759	37.660	56.9834	−.0213	**
.5	92	4	4	0	33	0	256.750	37.658	56.9832	−.0281	**
.6	92	4	4	0	34	0	256.741	37.655	56.9829	−.0350	**
.6	92	4	4	0	35	0	256.732	37.652	56.9827	−.0418	**
.6	92	4	4	0	36	0	256.723	37.650	56.9825	−.0487	**
.6	92	4	4	0	37	0	256.714	37.647	56.9823	−.0555	**
.6	92	4	4	0	38	0	256.705	37.644	56.9821	−.0624	**
.7	92	4	4	0	39	0	256.696	37.642	56.9819	−.0693	**
.7	92	4	4	0	40	0	256.687	37.639	56.9817	−.0761	**
.7	92	4	4	0	41	0	256.678	37.637	56.9815	−.0829	**
.7	92	4	4	0	42	0	256.669	37.634	56.9813	−.0898	**
.7	92	4	4	0	43	0	256.660	37.631	56.9811	−.0966	**
.7	92	4	4	0	44	0	256.651	37.629	56.9809	−.1035	**
.8	92	4	4	0	45	0	256.642	37.626	56.9807	−.1103	**
.8	92	4	4	0	46	0	256.633	37.623	56.9805	−.1172	**
.8	92	4	4	0	47	0	256.624	37.621	56.9803	−.1240	**
.8	92	4	4	0	48	0	256.615	37.618	56.9801	−.1308	**
.8	92	4	4	0	49	0	256.606	37.616	56.9799	−.1377	**
.8	92	4	4	0	50	0	256.597	37.613	56.9797	−.1445	**
.9	92	4	4	0	51	0	256.588	37.610	56.9795	−.1513	**
.9	92	4	4	0	52	0	256.579	37.608	56.9793	−.1581	**
.9	92	4	4	0	53	0	256.570	37.605	56.9791	−.1650	**
.9	92	4	4	0	54	0	256.561	37.602	56.9789	−.1718	**
.9	92	4	4	0	55	0	256.552	37.600	56.9788	−.1786	**
.9	92	4	4	0	56	0	256.543	37.597	56.9786	−.1854	**
1.0	92	4	4	0	57	0	256.534	37.595	56.9784	−.1922	**
1.0	92	4	4	0	58	0	256.525	37.592	56.9782	−.1990	**
1.0	92	4	4	0	59	0	256.517	37.589	56.9780	−.2058	**

รูปที่ 7.1.6 แสดงผลการคำนวณค่ามุมซ้าย-ขวา/ขึ้น-เงยเทียบกับเวลาขึ้นละ 1 นาที ใน 1 ชั่วโมง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

คำนวณค่าผิดผลาดในการชี้มุม ϑ ได้เท่ากับ 0.075 องศา

จากนั้นนำค่า ϑ นี้ไปเปรียบเทียบกับค่ามาตราฐานในตารางที่7.1เมื่อใช้จานขนาด 9 เมตร ซึ่งก็คือค่า 0.079 องศา จะเห็นได้ว่าค่าที่คำนวณได้นั้นมีค่าต่ำกว่าค่าที่ยอมรับได้เล็กน้อย ซึ่งก็จะสรุปได้ว่าถ้าต้องการให้มีการรักษาระดับสัญญาณบีคอน ไม่ให้ต่ำกว่า 0.5 dB ก็จะต้องค่าเวลาพักในการติดตามดาวเทียมไว้ที่ เวลา 36 - 28 = 8 นาทีเป็นอย่างสูง

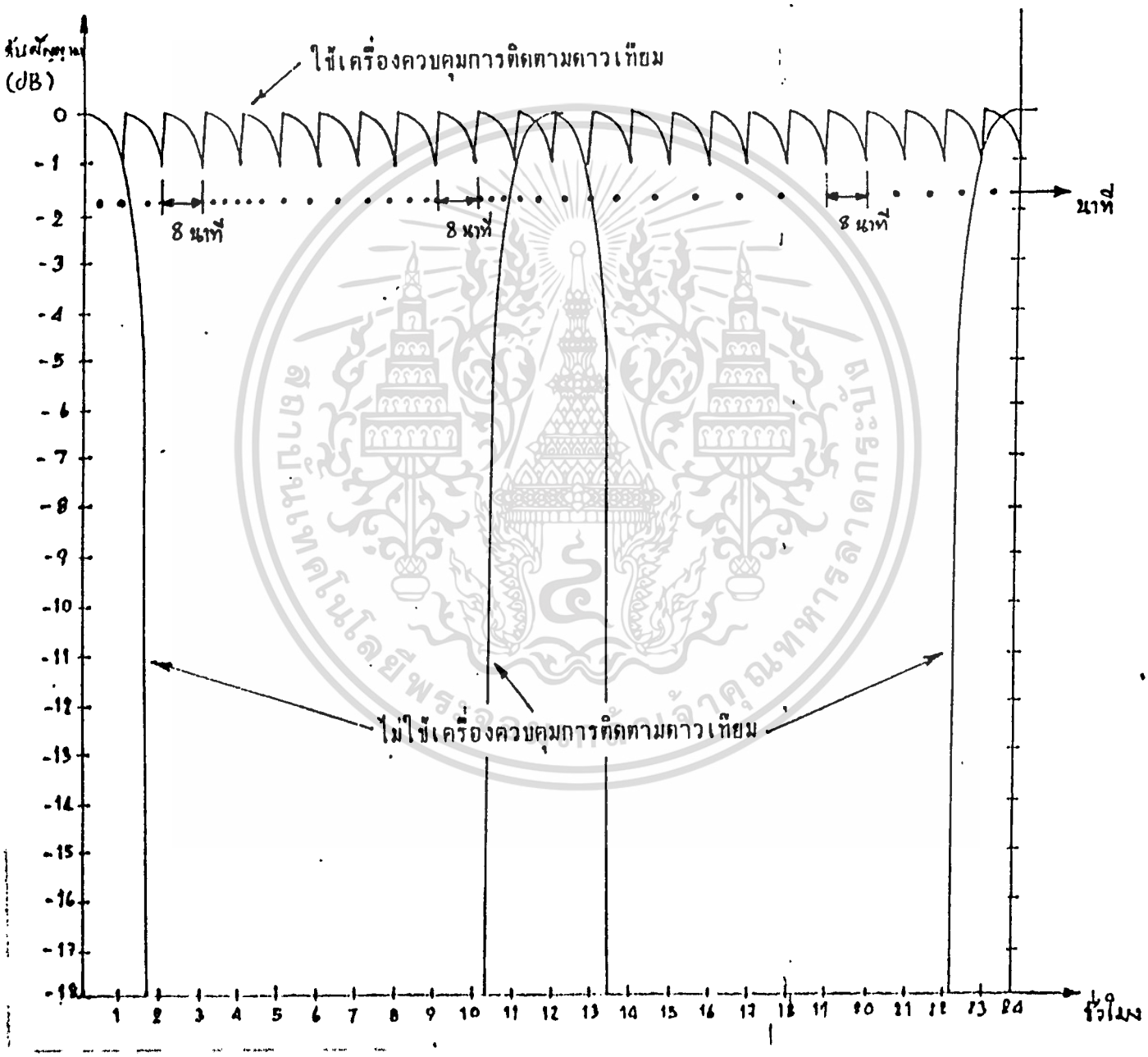
ตารางที่ 7.1 แสดงค่าผิดผลาดในการชี้ดาวเทียมที่ยอมรับได้ สำหรับจานสายอากาศมาตราฐานต่างๆ

มาตราฐานจานสายอากาศ	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)	ความคงที่ของสัญญาณ (dB)	ค่าการชี้ดาวเทียมผิดผลาดสูงสุด (องศา)
C [7]	13	0.5	0.024
E3 [8]	8	0.5	0.039
A [5]	17	0.5	0.042
B (D2) [6]	11	0.5	0.065
F3 [9]	9	0.5	0.079 (ใช้เปรียบเทียบ)
E2 [8]	5.5	1.5	0.096
E1 [8]	3.5	1.5	0.15
F2 [9]	7	1.5	0.176
F1 (D1) [9]	5	1.5	0.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7.1.3 ผลการทดลอง

ส่วนในรูปที่ 7.1.7 แสดงการเปรียบเทียบระดับสัญญาณบีคอน ที่รับได้จากดาวเทียม ระหว่างกรณีที่ไม่มีการควบคุมจานฯเพื่อติดตามดาวเทียม กับกรณีใช้เครื่องควบคุมการติดตามดาวเทียม

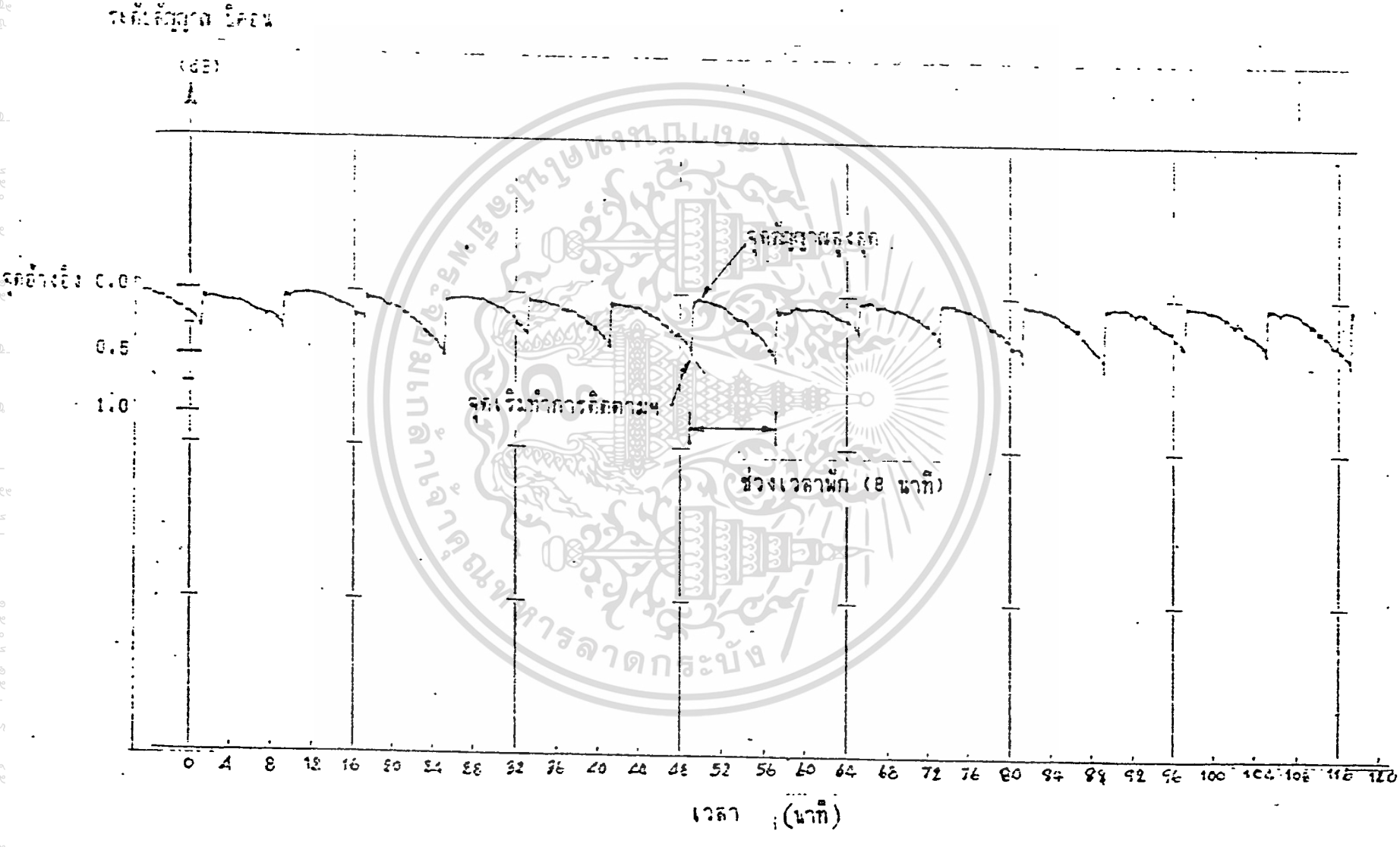


รูปที่ 7.1.7 แสดงการเปรียบเทียบผลเมื่อไม่มีการติดตามฯ และเมื่อมีการติดตามฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองควบคุมจานสายอากาศมาตราฐาน ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 9 เมตร ซึ่งใช้งานติดต่อกับดาวเทียม INTELSAT V (F-7) ที่ลอยอยู่ที่ตำแหน่งเส้นแวง 57 องศา โดยกำหนดค่าเวลาพัก = 8 นาที ได้ผลตามรูปที่ 7.1.8 ซึ่งแสดงผลจากการใช้เครื่องควบคุมจานฯ โดยแกนแนวตั้งแสดงระดับสัญญาณที่รับได้มีหน่วย dB จากจุดอ้างอิง(Reference Point) ส่วนแกนแนวนอนแสดงเวลาในการบันทึกมีหน่วยเป็นนาที ในภาพนี้แสดงไว้เพียง 2 ชั่วโมง จากจุดสูงสุดของสัญญาณซึ่งใช้เป็นจุดอ้างอิง เมื่อเวลาผ่านไประดับสัญญาณจะค่อยๆลดลงโดยในช่วงประมาณ 8 นาทีจะลดลงไม่เกิน 0.5 dB และเมื่อถึงเวลาพักที่กำหนดไว้(8 นาที) เครื่องฯก็จะเริ่มควบคุมจานฯให้เข้าสู่จุดที่รับสัญญาณได้สูงสุด โดยทำตามขั้นตอนที่ระบุไว้ในโฟลชาร์ทรูปที่ 7.1.1 ก็จะทำให้สัญญาณกลับสูงขึ้นจนถึงระดับอ้างอิง หลังจากนั้นก็จะรอจนถึงเวลาพักในครั้งต่อไป โดยจะทำงานในลักษณะนี้ไปเรื่อยๆ ในกรณีที่ต้องการให้ผลลัพธ์ที่เป็นสัญญาณบีคอนมีการเปลี่ยนแปลงน้อยคือสัญญาณค่อนข้างคงที่ เช่นในกรณีที่จานฯใช้งานกับระบบสื่อสารชนิดดิจิตอลซึ่งคำนึงถึงค่าอัตราผิดผลาดของบิท(Bit Error Rate)ข้อมูลมาก ก็สามารถทำได้โดยการลดระยะเวลาพักลงก็จะมีการทำงานติดตามดาวเทียมบ่อยครั้งขึ้น เพื่อรักษาระดับสัญญาณไม่ให้ตกลงไปมากกว่าที่ต้องการ ส่วนในกรณีที่ใช้ระบบสื่อสารแบบอนาล็อค เราอาจยอมให้สัญญาณลดลงได้ไม่เกิน 2 dB ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระบบที่ใช้และความต้องการของผู้ใช้ แต่ต้องคำนึงถึงอายุการใช้งานของมอเตอร์ชุดขับเคลื่อนที่จะต้องทำงานบ่อยขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.1-8 แสดงผลการฝึกการยิงตามตารางเทียบโดยมีช่วงเวลาพัก 8 นาที

7.2 การทำงานและการทดลองในโหมด PROGRAM TRACK

7.2.1 การทำงาน

ในโหมดการทำงานแบบ PROGRAM TRACK เครื่องควบคุมจานสายอากาศ จะทำหน้าที่ควบคุมการหมุนของจานฯทั้งทิศทาง ซ้าย/ขวา และ ก้ม/เงย ให้ไปยังตำแหน่งค่ามุม AZ และ EL ที่ค่าเวลาต่างๆคำนวณได้จากการใช้ค่า 11 พารามิเตอร์(จากบทที่ 6) โดยต้องมีการป้อนค่าพารามิเตอร์เหล่านี้ทุกๆ 7 วัน

โฟล์ชาร์ทของการทำงานในโหมด PROGRAM TRACK แสดงในรูปที่ 7.2.1 อธิบายการทำงานได้ตามลำดับต่อไปนี้

(1). ใส่ข้อมูลที่จำเป็น(Data Entry)
- วัน เดือน ปี, ชม. นาที วินาที
- ค่า 11 พารามิเตอร์
- ค่าตำแหน่งของดาวเทียมทั้งแนวเส้นรุ้ง/เส้นแวง ที่ได้จากการทำนายเมื่อเวลา 170 ชั่วโมงหลังจากค่าเวลาที่เริ่มนำมาคำนวณ
- ค่าเวลาพัก(Rest Time)

(2). นำค่า 11 พารามิเตอร์มาคำนวณหาค่ามุมชี้ตรงไปยังดาวเทียม AZและEL ของจานสายอากาศ

(3). สร้างตารางแสดงค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่า AZ และ EL กับค่าเวลา

(4). อ่านค่า AZ และ EL จากตาราง

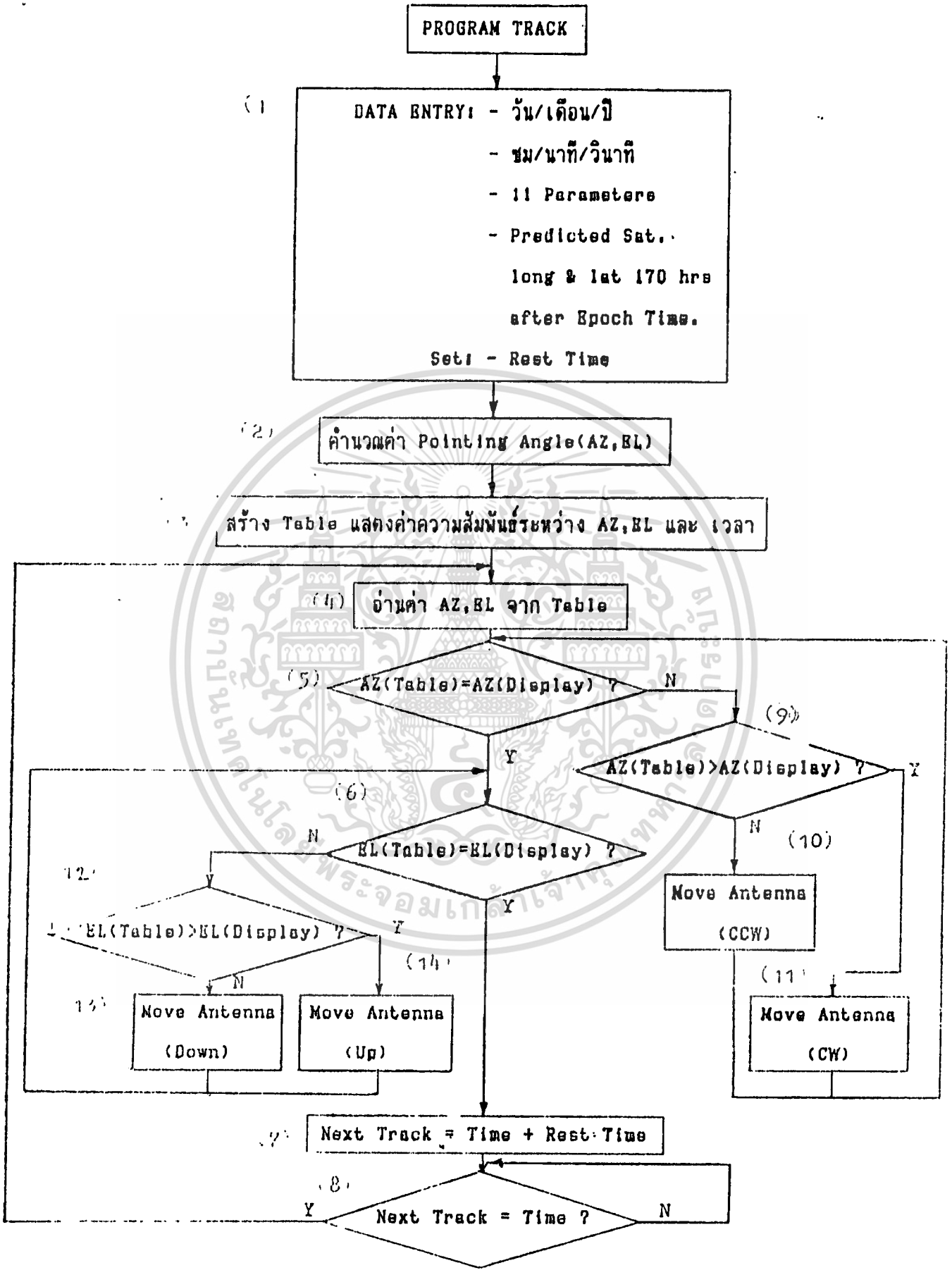
(5). เปรียบเทียบค่า AZ ปัจจุบันกับค่าจากการคำนวณ ถ้าไม่ตรงกันก็ไปทำงานที่(9) ถ้าตรงกันก็ไปทำที่ (6)

(6). เปรียบเทียบค่า EL ปัจจุบันกับค่าจากการคำนวณ ถ้าไม่ตรงก็ไปทำงานที่ (12) ถ้าตรงก็ไปทำงานที่ (7)

(7). บวกค่าเวลาปัจจุบันกับค่าเวลาพักที่ตั้งไว้ใน(1) จากนั้นไปทำงานที่ (8)

(8). เปรียบเทียบเวลาปัจจุบันกับค่าเวลาการทำงาน ถ้าถึงเวลาทำงานก็ไปที่ (4) ถ้ายังไม่ถึงก็ทำการวนรอจนถึงเวลาทำงานครั้งต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.2.1 แสดงโฟล์ชาร์ทของ การทำงานในโหมด PROGRAM TRACK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DE 053
3551 19:38 15/05/92
✠
SI RACHA.
ZCZC 001798-E-15/1918UTC MAY92 SRA-023-
ROUTINE
FROM: INTELSAT WASHINGTON DC

TO: ALL STATIONS OPERATING AT 57.0 DEG EAST

BT

SUBJECT: ELEVEN PARAMETER EPHEMERIS FOR INTELSAT V(F-07)/ 57.0 DEG E

EARTH STATIONS PLEASE ON-PASS TO YOUR ADMINISTRATION

WEEKLY 11-PARAMETER DATA 920517

THE 11 PARAMETER EPHEMERIS AND EPOCH PREDICTING THE SPACECRAFT MOTION ARE PROVIDED BELOW.

PLEASE ENTER THIS DATA INTO THE EPHEM.DAT FILE

YEAR	MONTH	DAY	HOUR	MINUTE	SECOND
92	05	17	00	00	00

THE EPHEMERIS VALUES ARE:

LM0	LM1	LM2
DEG. E	DEG/DAY	DEG/DAY/DAY
57.0035	0.0098	0.000334

LONC	LONC1	LONS	LONS1
DEG. E	DEG/DAY	DEG. E	DEG/DAY
-0.0395 (MINUS)	0.0011	-0.0372 (MINUS)	-0.0010 (MINUS)

LATC	LATC1	LATS	LATS1
DEG. N	DEG/DAY	DEG. N	DEG/DAY
-1.0045 (MINUS)	-0.0017 (MINUS)	-1.3421 (MINUS)	-0.0027 (MINUS)

THE NOMINAL ORBITAL LOCATION FOR THIS SATELLITE IS 57.0 DEG. E

THE PREDICTED SATELLITE LONGITUDE AND LATITUDE AT 170 HOURS AFTER EPOCH ARE 57.0311 DEG. E. AND -1.6315 DEG. N.

BEST REGARDS
MANAGER IOC

รูปที่ 7.2.2 ตัวอย่างข้อมูล 11 พารามิเตอร์ที่ได้รับจากองค์การ INTELSAT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
100 CLS
140 STALON = (100.936389#)          :'STATION LONGITUDE (DEG)
150 STALAT = (13.100556#)           :'STATION LATITUDE  (DEG)
160  H     = .054                   :'STATION HEIGHT    (KM)
200 '-----11 PARAMETERS-----*
300 LM0     = 57.0035
310 LM1     =  .0098
320 LM2     =  .000334
330 LONC    = -.0395
340 LONC1   =  .0011
350 LONS    = -.0372
360 LONS1   = -.001
370 LATC    =-1.0045
380 LATC1   =-.0017
390 LATS    = -1.3421
400 LATS1   = -.0027
410 ' ----------
500 A  = .58804392#
510 A1= -.17941557#
520 A2= .029906946#
530 A3= -.00251874#
540 A4= .000083522101#
600 PI = 3.1415926536#
610 DTR = PI/180
620 RRATE = 360.98564#
720 SINLAT = SIN(STALAT*DTR)
730 COSLAT = COS(STALAT*DTR)
860 RG = 42164.57
870 K = 3.1416/360
880 RAD = (3.1416/180)
890  W = (LM1 + 360.98564#) * DTR
900 REC = 6378.14
910 F = 1/298.257
920 '------------
925 LPRINT "Hours:"
930 FOR C = 0 TO 24
940 T = C/24
950 ANG = (RRATE-LM1)*T*DTR
960 SL = SIN(ANG)
970 CL = COS(ANG)
1000 SATLAT = (LATC + (LATC1 * T))* CL + (LATS+(LATS1 * T))* SL
2000 SATLON = LM0+LM1*(T)+LM2*(T^2) + (LONC+LONC1*(T))*CL+(LONS+LONS1*(T))*S
(K/2)*((LATC^2)-(LATS^2))*SIN(2*W*T) - K*LATC*LATS*COS(2*W*T)
2010 PRINT TAB(3) ;C;
2020 PRINT TAB(9)"SLAT:";
2030 PRINT USING"##.#####";SATLAT;
2040 PRINT TAB(24)"SLON:";
2050 PRINT USING"###.#####";SATLON;
3060 LPRINT TAB(3) ;C;
3070 LPRINT TAB(9)"SLAT:";
3080 LPRINT USING"##.#####";SATLAT;
3090 LPRINT TAB(24)"SLON:";
3100 LPRINT USING"###.#####";SATLON;
3190 R = RG *(1 -2*LM1/3/RRATE)*(1+PI/360*(LONC*SL - LONS*CL))
3200 RD = REC / SQR(1-F*(2-F)*SINLAT*SINLAT)
3300 RA = (RD + H)*COSLAT
3400 RZZ = (RD*((1-F)^2)+H)*SINLAT
3500 RX = R * COS(SATLAT*DTR) *COS((SATLON-STALON)*DTR) - RA
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
2600 RY = R * COS(SATLAT*DTR) *SIN((SATLON-STALON)*DTR)
2700 RZ = R * SIN(SATLAT*DTR) - RZZ
3000 RNORTH = RZ*COS(STALAT*DTR) - RX*SIN(STALAT*DTR)
3100 RZEN   = RX*COS(STALAT*DTR) + RZ*SIN(STALAT*DTR)
3110 IF RY<0 THEN SIG1=1 ELSE SIG1=0
3115 IF RNORTH<0 THEN SIG2=2 ELSE SIG2=0
3120 SIGN = SIG1 + SIG2
3130 IF SIGN = 0 THEN AZ = ATN(RY/RNORTH)/DTR
3135 IF SIGN = 1 THEN AZ = ATN(RY/RNORTH)/DTR+360
3140 IF SIGN = 2 THEN AZ = ATN(RY/RNORTH)/DTR+180
3145 IF SIGN = 3 THEN AZ = ATN(RY/RNORTH)/DTR+180
3300 EL = ATN(RZEN/SQR((RNORTH^2) + (RY^2)))/DTR
3320 IF EL < 10.2 THEN 3350
3330 EL=EL+.01617*1/TAN(EL*DTR)
3335 GOTO 3500
3350 XX=EL+.589
3355 EL=EL+A1+A1*XX+A2*(XX^2)+A3*(XX^3)+A4*(XX^4)
3500 REM
4500 PRINT TAB(40)"AZ=";
4510 PRINT USING "###.###";AZ;
4520 PRINT TAB(53) ;"EL=";
4530 PRINT USING "##.###";EL
4600 LPRINT TAB(40)"AZ=";
4610 LPRINT USING "###.###";AZ;
4620 LPRINT TAB(53) ;"EL=";
4630 LPRINT USING "##.###";EL
5000 NEXT C
```

รูปที่ 7.2.3แสดงโปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณตำแหน่งดาวเทียมและค่ามุมของจานสายอากาศ

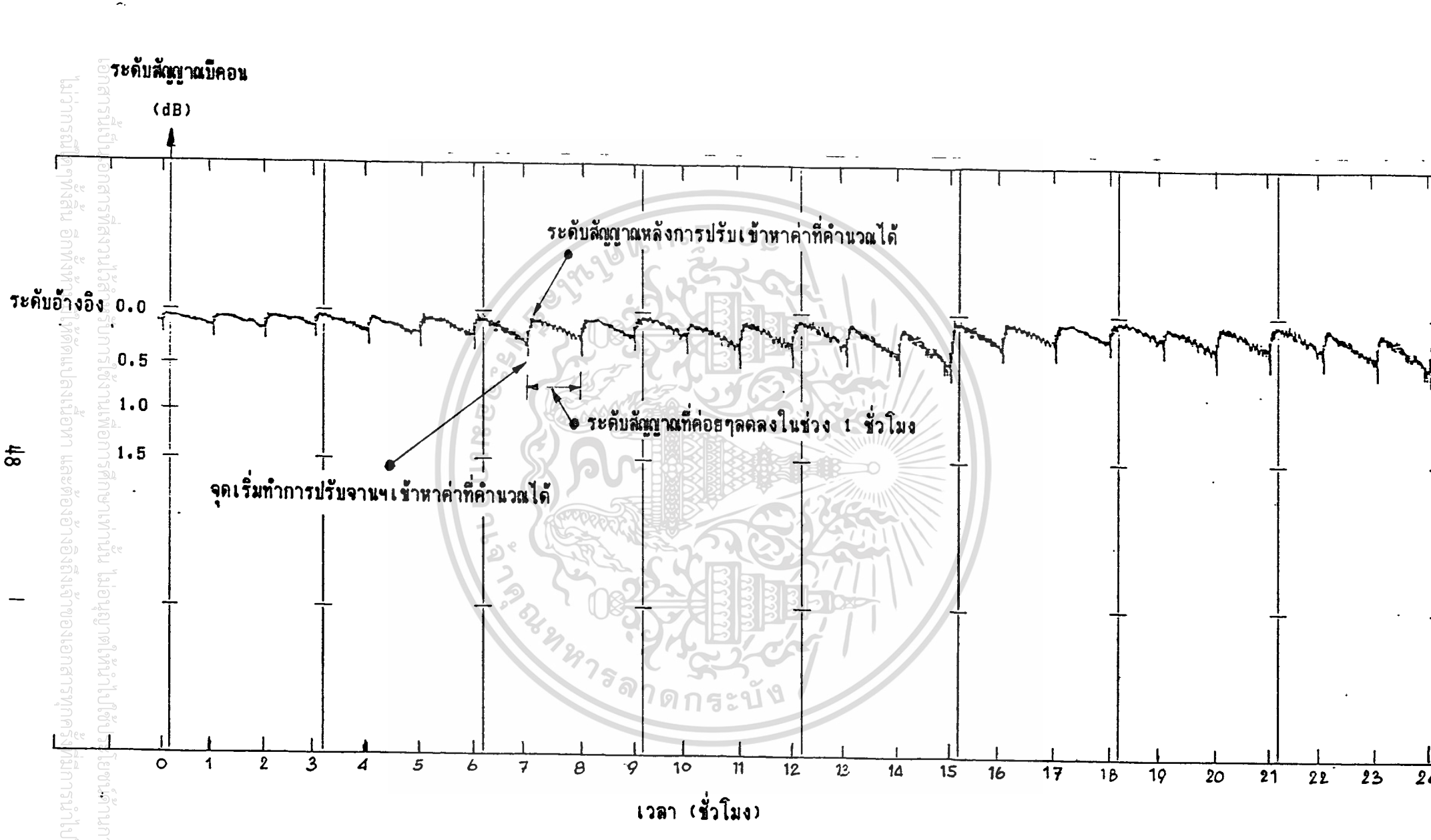
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Hours:

0	SLAT:-1.0045	SLON: 56.9522	AZ=255.473	EL=37.276
1	SLAT:-1.3185	SLON: 56.9442	AZ=255.065	EL=37.151
2	SLAT:-1.5422	SLON: 56.9427	AZ=254.773	EL=37.065
3	SLAT:-1.6602	SLON: 56.9471	AZ=254.617	EL=37.024
4	SLAT:-1.6645	SLON: 56.9561	AZ=254.607	EL=37.031
5	SLAT:-1.5547	SLON: 56.9679	AZ=254.745	EL=37.084
6	SLAT:-1.3384	SLON: 56.9805	AZ=255.022	EL=37.177
7	SLAT:-1.0303	SLON: 56.9924	AZ=255.421	EL=37.303
8	SLAT:-0.6516	SLON: 57.0030	AZ=255.915	EL=37.451
9	SLAT:-0.2282	SLON: 57.0119	AZ=256.472	EL=37.612
10	SLAT: 0.2110	SLON: 57.0200	AZ=257.052	EL=37.774
11	SLAT: 0.6357	SLON: 57.0278	AZ=257.617	EL=37.928
12	SLAT: 1.0170	SLON: 57.0359	AZ=258.125	EL=38.066
13	SLAT: 1.3286	SLON: 57.0446	AZ=258.541	EL=38.179
14	SLAT: 1.5492	SLON: 57.0533	AZ=258.836	EL=38.261
15	SLAT: 1.6637	SLON: 57.0607	AZ=258.988	EL=38.307
16	SLAT: 1.6643	SLON: 57.0654	AZ=258.987	EL=38.312
17	SLAT: 1.5507	SLON: 57.0656	AZ=258.833	EL=38.277
18	SLAT: 1.3309	SLON: 57.0603	AZ=258.538	EL=38.200
19	SLAT: 1.0199	SLON: 57.0494	AZ=258.123	EL=38.087
20	SLAT: 0.6389	SLON: 57.0334	AZ=257.618	EL=37.942
21	SLAT: 0.2140	SLON: 57.0143	AZ=257.059	EL=37.776
22	SLAT:-0.2255	SLON: 56.9944	AZ=256.483	EL=37.601
23	SLAT:-0.6497	SLON: 56.9764	AZ=255.930	EL=37.431
24	SLAT:-1.0294	SLON: 56.9627	AZ=255.436	EL=37.278

รูปที่ 7.2.4แสดงผลที่ได้จากการคำนวณในโปรแกรมรูปที่ ๓.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7.2.5 แสดงการเปลี่ยนแปลงของระดับสัญญาณบีคอนเมื่อติดตามดาวเทียมด้วยวิธี Program Track

(9). เปรียบเทียบค่า AZ จากตารางกับค่า AZ ค่าปัจจุบัน ถ้า AZ จากตารางมีค่ามากกว่าก็ไปทำงานที่ (11) ถ้าน้อยกว่าก็ไปทำที่ (10)

(10). ขับเคลื่อนจานสายอากาศไปในทิศทวนเข็มนาฬิกา(CCW)แล้วไปเปรียบเทียบค่ามุมที่(5)

(11). ขับเคลื่อนจานสายอากาศไปในทิศตามเข็มนาฬิกา(CW)แล้วไปเปรียบเทียบค่ามุมที่(5)

(12). เปรียบเทียบค่า EL จากตารางกับ EL ค่าปัจจุบันถ้าค่า EL จากตารางมีค่ามากกว่า ก็ไปทำงานที่(14) ถ้าน้อยกว่าก็ทำงานที่(13)

(13). ขับเคลื่อนจานสายอากาศในทิศทาง ก้ม(DOWN) และไปเปรียบเทียบค่ามุมที่ (6)

(14). ขับเคลื่อนจานสายอากาศในทิศทาง เงย(UP) และไปเปรียบเทียบค่ามุมที่ (6)

7.2.2 การทดลองและผลการทดลอง

จุดประสงค์ในการทดลองก็คือต้องการดูผลของระดับสัญญาณบีคอนหรือสัญญาณสื่อสารฯ(เสียง,ข้อมูลหรือภาพ)เมื่อมีการปรับทิศทางของจานสายอากาศไปยังค่าตำแหน่งที่ได้จากการคำนวณที่เวลาทุกๆชั่วโมงภายใน 1 วัน โดยสังเกตุระดับสัญญาณดังกล่าวให้ลดลงไม่ต่ำกว่า 0.5 dB จากระดับอ้างอิง ซึ่งผลที่ได้แสดงไว้ในรูปที่ 7.2.5. ส่วนการต่อระบบควบคุมคอมพิวเตอร์เข้ากับชุดขับเคลื่อนของจานสายอากาศแสดงในรูปที่ 7.2.4. และตัวอย่างข้อมูล 11 พารามิเตอร์ที่ได้รับจากองค์การ INTELSAT แสดงในรูปที่ 7.2.2.

การทดลองเริ่มจากการป้อนข้อมูล 11 พารามิเตอร์ ให้กับคอมพิวเตอร์ จากนั้นคอมพิวเตอร์ ก็จะทำงานตามโปรแกรม ALGORITHM ที่สร้างไว้ โดยการคำนวณหาค่าตำแหน่งเส้นรุ้งและเส้นแวง ของดาวเทียม และค่ามุมก้ม-เงย กับมุมซ้าย-ขวาของจานสายอากาศที่ค่าเวลาตามที่กำหนดไว้จากนั้นเมื่อถึงเวลาที่กำหนดก็ทำการควบคุมจานฯให้ไปยังตำแหน่งค่ามุมที่คำนวณได้ (ในการควบคุมจานฯเราอาจทำได้ด้วยวิธีปรับด้วยแบบ Manual ตามเวลาที่กำหนดก็ได้) โปรแกรมที่ใช้ในการคำนวณเขียนด้วยภาษาเบสิคเพื่อแสดงเป็นตัวอย่างแสดงในรูป7.2.3 ผลการคำนวณแสดงในรูป7.2.4 ส่วนโปรแกรมที่ใช้คำนวณและควบคุมการหมุนของจานฯนั้นเขียนด้วยภาษาเทอร์โบปาสคาล V.4 (แสดงไว้ในภาคผนวกฯ)

ในการทดลองนี้ได้กำหนดช่วงเวลาไว้ 24ชั่วโมง โดยจะมีการคำนวณและปรับจานทุกๆ 1 ชั่วโมง ได้ผลแสดงในรูปที่7.2.5ซึ่งแสดงระดับสัญญาณบีคอนที่เปลี่ยนแปลงไปเนื่องจากการเคลื่อนที่ของดาวเทียม และจากการปรับจานฯเพื่อชี้ตรงไปยังดาวเทียม โดยแกนแนวนอนแสดงเวลา มีหน่วยเป็นชั่วโมง ส่วนแกนตั้งแสดงค่าระดับสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงจากระดับสัญญาณอ้างอิงมีหน่วยเป็น dB จะเห็นได้ว่าระดับจะลดลงเมื่อเวลาผ่านไป และเมื่อถึงเวลาที่กำหนดไว้(ทุกๆชั่วโมง)ระดับสัญญาณก็จะสูงขึ้นเข้าสู่ระดับอ้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิงจากการปรับจานฯไปยังค่ามุมที่คำนวณได้

แต่เนื่องจากอุปกรณ์อ่านค่ามุมทั้งซ้าย-ขวา และก้ม-เงย ของจานสายอากาศที่ใช้ในการทดลองนั้น มีค่าความละเอียดในการอ่านเพียงจุดทศนิยม 2 ตำแหน่ง ส่วนค่าที่ได้จากการคำนวณนั้นละเอียดถึงจุดทศนิยม 3 ตำแหน่ง จึงทำให้ระดับสัญญาณบีคอนในการทดลองบางจุดต่างจากระดับอ้างอิงเล็กน้อย

ในการนำไปใช้งานจริงนั้น ต้องคำนึงถึง ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของจานสายอากาศ ซึ่งจะทำให้ขนาดของความกว้างของลำคลื่นในการรับ/ส่งสัญญาณ(BEAMWIDTH) แตกต่างกันซึ่งมีผลให้การตกลงของระดับสัญญาณบีคอนเร็วหรือช้าแตกต่างกัน และยังต้องคำนึงถึงระดับสัญญาณสื่อสารฯที่ใช้งานให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้ รวมทั้งสภาพของวงโคจรของดาวเทียมที่ใช้งานว่ามีมุมของการไต่ระดับมากน้อยเพียงใด ถ้ามีมุมการไต่ระดับสูงก็จำเป็นที่จะต้องกำหนดช่วงเวลาในการปรับมุมให้ถี่ขึ้นเพื่อการรักษาคุณภาพของระดับสัญญาณและการติดต่อสื่อสารอย่างต่อเนื่อง

7.3 การทำงานและการทดลองในโหมด MANUAL

7.3.1 การทำงาน

การทำงานในโหมด MANUAL เครื่องควบคุมจะทำการขับเคลื่อนจานฯ ในทิศทางที่ผู้ใช้ต้องการ เช่น ก้ม/เงย/ตามเข็ม/ทวนเข็มนาฬิกา โดยการกดปุ่ม(Key)ลูกศรทั้ง 4 การทำงานแสดงไว้ในรูปที่ 7.3.1. ส่วนโปรแกรมแสดงไว้ในเอกสารแนบฯ

การทำงานตามโฟลชาร์ทในรูปที่ 7.3.1. อธิบายได้ดังนี้

เมื่อการทำงานอยู่ในโหมด Manual แล้ว

(1). ตรวจสอบการกดปุ่มลูกศร(ซ้าย-CCW,ขวา-CW,ขึ้น-UP,ลง-DOWN) ถ้ามีการกดปุ่มดังกล่าวก็ไปทำงานที่(2),(3),(4)หรือ(5) ถ้าไม่มีการกดก็ไปทำงานที่ (10)

(2). ตรวจสอบการกดปุ่มลูกศร ซ้าย(CCW) ถ้าใช่ก็ไปทำงานที่(6) ถ้าไม่ใช่ก็ไปทำงานที่(3)

(3). ตรวจสอบการกดปุ่มลูกศร ขวา(CW) ถ้าใช่ก็ไปทำงานที่(7) ถ้าไม่ใช่ก็ไปทำงานที่(4)

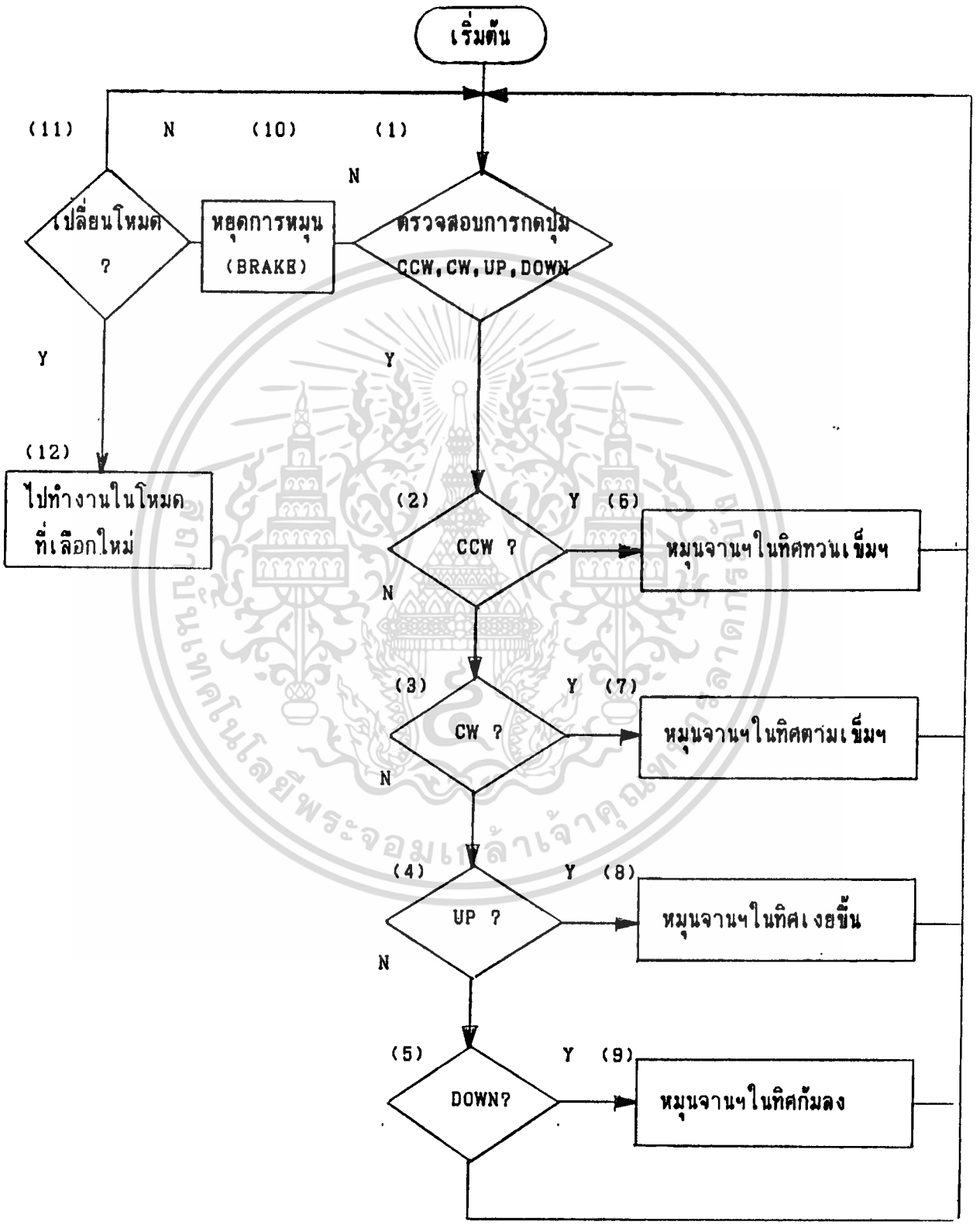
(4). ตรวจสอบการกดปุ่มลูกศร ขึ้น(UP) ถ้าใช่ก็ไปทำงานที่(8) ถ้าไม่ใช่ก็ไปทำงานที่(5)

(5). ตรวจสอบการกดปุ่มลูกศร ลง(DOWN) ถ้าใช่ก็ไปทำงานที่(9) ถ้าไม่ใช่ก็ไปทำงานที่(1)

(6). ขับเคลื่อนจานสายอากาศไปในทิศ ทวนเข็มนาฬิกา(CCW) จากนั้นไป (1)

(7). ขับเคลื่อนจานสายอากาศไปในทิศ ตามเข็มนาฬิกา(CW) จากนั้นไป (1)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 7.3.1 แสดงโฟลชาร์ทของการทำงานในโหมด MANUAL

(8). ขับเคลื่อนจานสายอากาศไปในทิศ เงย(UP) จากนั้นไป (1)

(9). ขับเคลื่อนจานสายอากาศไปในทิศ ก้ม(DOWN) จากนั้นไป (1)

(10). หยุดการหมุนของจานสายอากาศ ด้วยระบบเบรค(BRAKE)

(11). ตรวจสอบว่ามีการเปลี่ยนโหมดการทำงานหรือไม่ ถ้ามีก็หยุดการทำงานในโหมด MANUAL แล้วไปทำงานในโหมดที่เลือก ถ้าไม่มีก็ไปทำงานที่ (1)

7.3.2 การทดลอง

ในการทดลองนั้นทำได้โดยการเลือกโหมดการทำงานเป็นMANUAL แล้วทดลองกดปุ่มลูกศรทั้ง 4 โดยกดครั้งละปุ่ม แล้วตรวจสอบการแสดงผลของหลอด LED ที่การ์ดเอาท์พุท ซึ่งใช้แสดงข้อมูล ที่ได้รับจากการกดปุ่มควบคุมทิศและเป็นส่วนแสดงทิศทางการหมุนของจานสายอากาศด้วย

จากการทดลองให้ผลเป็นไปตามาต้องการ คือสามารถควบคุมการหมุนของจานฯ ได้จากการกดปุ่มลูกศรทั้ง 4 ดังกล่าวโดยมีการตอบสนองการกดได้อย่างถูกต้องทุกประการ

7.4 การทำงานในโหมด STANDBY

7.4.1 การทำงาน

การทำงานในโหมด STANDBY นี้ เป็นโหมดที่เลือกใช้ เมื่อไม่ต้องการให้ชุดควบคุมฯทำการบังคับการหมุนของจานฯ แต่จะอยู่ในสภาพเฝ้าดูผล(Monitor)การเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ ที่ใช้ในการติดตามดาวเทียมที่หน้าจอ และเมื่อต้องการทำการบำรุงรักษาระบบขับเคลื่อนของจานสายอากาศ การทำงานในโหมดนี้แสดงไว้ในโฟลชาร์ทรูปที่ 7.4.1

จากโฟลชาร์ทรูปที่ 7.4.1 อธิบายการทำงานได้ดังนี้

(1). ตรวจสอบการกดปุ่มเพื่อเปลี่ยนโหมดการทำงาน ถ้าไม่มีการเปลี่ยนโหมดก็จะ ทำการวนเพื่อตรวจสอบอยู่ตลอดเวลา ถ้ามีการกดปุ่มเพื่อเลือกโหมดทำงานก็จะไปทำงานที่(2)หรือ(3)หรือ(4)

(2). ตรวจสอบโหมดการทำงานที่ถูกเลือก ว่าเป็นโหมดอัตโนมัติหรือไม่ ถ้าใช่ก็ไปทำงานที่ (5) ถ้าไม่ใช่ก็ไปทำงานที่(3)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

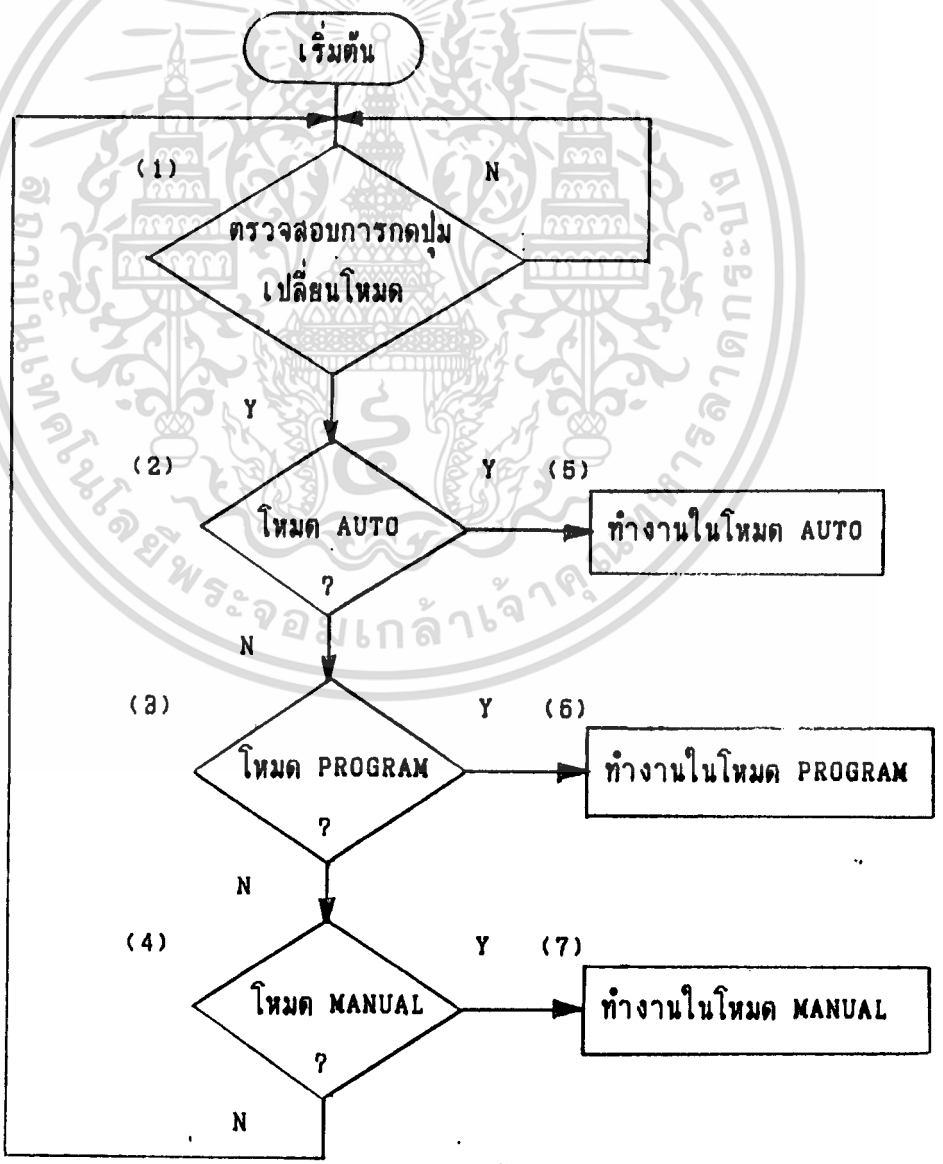
(3). ตรวจสอบโหมดการทำงานที่ถูกเลือก ว่าเป็นโหมดโปรแกรมหรือไม่ ถ้าใช่ก็ไปทำงานที่(6) ถ้าไม่ใช่ก็ไปทำงานที่(4)

(4). ตรวจสอบโหมดการทำงานที่ถูกเลือก ว่าเป็นโหมดแมนวลหรือไม่ ถ้าใช่ก็ไปทำงานที่ (7) ถ้าไม่ใช่ก็ไปเริ่มทำงานที่(1)ใหม่

7.4.2 การทดลองและผลการทดลอง

ในการทดลองการทำงานในโหมดนี้ก็เพียงแต่เลือก โหมดการทำงานเป็น STANDBY แล้วตรวจสอบที่การ์ดเอาท์พุทว่าLED อยู่ในสภาพปิดหมดคือไม่มีการควบคุมการหมุนของจานฯแล้วทดลองเลือกโหมดการทำงานอื่นๆว่าสามารถเข้าโหมดเหล่านั้นได้หรือไม่

จากการทดลองให้ผลเป็นไปตามที่กำหนดไว้



รูปที่ 7.4.1 แสดงโฟลชาร์ทของการทำงานในโหมด STANDBY

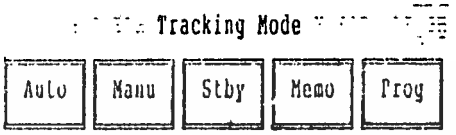
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 8

การแสดงการทำงานในหน้าที่ต่างๆและสัญญาณเตือน(ALARM)บนจอภาพ

8.1 ส่วนแสดงโหมดการทำงาน

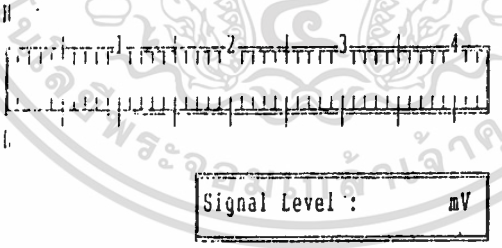
เป็นส่วนแสดงโหมดของการทำงานของเครื่องควบคุมซึ่งมีอยู่ 5 โหมดคือโหมดอัตโนมัติ(AUTO) โหมดแมนวล(MANUAL) โหมดสแตนบาย(STANDBY) โหมดเมมโมรี่(MEMORY)และโหมดโปรแกรม (PROGRAM) โดยโหมดที่จะถูกเลือกจะแสดงในรูปแถบอักษรกระพริบ และเมื่อเลือกโหมดใดอักษรนี้ก็จะหยุดกระพริบ และคงแสดงแถบตัวอักษรที่ตำแหน่งโหมดที่ถูกเลือกนั้น



รูปที่ 8.1 ส่วนแสดงโหมดการทำงาน

8.2 ส่วนแสดงค่าสัญญาณอินพุท

เป็นส่วนแสดงค่าระดับสัญญาณซึ่งแสดงทั้งในรูปอะนาล็อคคือเป็นรูปเข็มมิเตอร์และในรูปดิจิตอล ซึ่งแสดงด้วยตัวเลขระดับสัญญาณเป็นมิลลิโวลท์ โดยทั้งสองส่วนจะแสดงค่าสูงสุดได้ 4200 มิลลิโวลท์ ในส่วนที่แสดงเป็นอะนาล็อคมิเตอร์ จะมีตัวชี้สัญญาณเตือนเมื่อระดับสัญญาณต่ำหรือสูงกว่าที่เรากำหนด โดยที่ตัวชี้นี้จะสามารถเลื่อนตำแหน่งได้โดยการใช้ปุ่ม F-7 ถึง F-10 และยังมีส่วนชี้ระดับเทรสโฮลด์ด้วย ซึ่งแสดงด้วยตัวอักษร H ที่ขอบบนของมิเตอร์ด้านบน



รูปที่ 8.2 ส่วนแสดงค่าสัญญาณอินพุท

8.3 ส่วนการแสดงสัญญาณเตือน(ALARM)

เป็นส่วนแสดงสัญญาณเตือนเกี่ยวกับระบบการจำกัดการหมุน ของจานสายอากาศ ได้แก่

CW Limit - สัญญาณเตือนเมื่อการหมุนของจานฯในทิศตามเข็มนาฬิกาจนสุดการหมุนในทิศนั้น

CCW Limit - สัญญาณเตือนเมื่อการหมุนของจานฯในทิศทวนเข็มนาฬิกาจนสุดการหมุนในทิศนั้น

UP Limit - สัญญาณเตือนเมื่อการหมุนของจานฯในทิศก้มลงจนสุดการหมุนในทิศนั้น

DW Limit - สัญญาณเตือนเมื่อการหมุนของจานฯในทิศเงยขึ้นจนสุดการหมุนในทิศนั้น

AZ Fault - แสดงการผิดปกติในระบบขับเคลื่อนทางทิศซ้าย/ขวาเช่นมอเตอร์,ระบบเบรค ฯ

EL Fault - แสดงการผิดปกติในระบบขับเคลื่อนทางทิศก้ม/เงยเช่นมอเตอร์,ระบบเบรค ฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

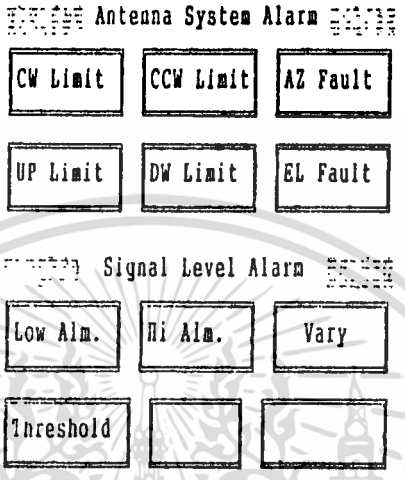
อีกส่วนหนึ่งเป็นส่วนแสดงสัญญาณเตือน เมื่อสภาพของสัญญาณอินพุทมีสภาพดังนี้

Low Alm - จะแสดงเมื่อสภาพอินพุทต่ำกว่าสุดสัญญาณเตือนด้านต่ำที่ตั้งไว้

Hi Alm - จะแสดงเมื่อสภาพอินพุทสูงกว่าสุดสัญญาณเตือนด้านสูงที่ตั้งไว้

Vary - จะแสดงเมื่อสัญญาณอินพุทมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าค่าที่กำหนดไว้ใน 1 วินาที

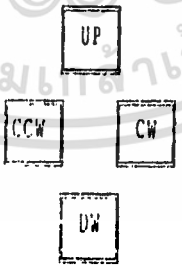
Threshold - จะแสดงเมื่อมีการทำงานแบบเทรสโฮล



รูปที่ 8.3 ส่วนแสดงสัญญาณเตือน (ALARM)

8.4 ส่วนแสดงทิศทางของการควบคุมการหมุนของจานฯ

เป็นส่วนแสดงทิศทางการหมุนของจานฯในทิศทาง ตามเข็ม(CW), ทวนเข็ม(CCW), เงย(UP) และก้ม(DW) โดยทิศทางที่กำลังหมุนจะแสดงในลักษณะแถบอักษรเหมือนกับหลอดติดสว่าง และดับเมื่อหยุดหมุน



รูปที่ 8.4 ส่วนแสดงทิศทางการหมุนของจานฯ

8.5 ส่วนแสดงปุ่มฟังค์ชั่น(FUNCTION KEY)ที่ใช้ในการควบคุม

ปุ่มฟังค์ชั่น F-1 ถึง F-10 ของแท่นกด(KEYBOARD) จะถูกใช้ทำหน้าที่ต่างๆดังนี้

ปุ่ม F1-Help - ใช้เมื่อผู้ใช้ต้องการคำอธิบายในการใช้งาน

F2-Mode Sel - ใช้เพื่อเลือกโหมดการทำงาน

F3-Sound OFF - ใช้เมื่อต้องการรับรู้การเตือนและปิดเสียงสัญญาณเตือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

F4-Threshold - ใช้เพื่อเปิด/ปิดการใช้เทรสโฮล

F5-TH LEFT - ใช้เพื่อเลื่อนตำแหน่งเทรสโฮลไปทางซ้าย

F6-TH RIGHT - ใช้เพื่อเลื่อนตำแหน่งเทรสโฮลไปทางขวา

F7-LL Alm - ใช้เพื่อเลื่อนตำแหน่งของจุดสัญญาณเตือนทางด้านต่ำไปทางซ้าย

F8-LR Alm - ใช้เพื่อเลื่อนตำแหน่งของจุดสัญญาณเตือนทางด้านต่ำไปทางขวา

F9-HL Alm - ใช้เพื่อเลื่อนตำแหน่งของจุดสัญญาณเตือนทางด้านสูงไปทางซ้าย

F10-HL Alm - ใช้เพื่อเลื่อนตำแหน่งของจุดสัญญาณเตือนทางด้านสูงไปทางขวา

8.6 ส่วนแสดงค่าพารามิเตอร์

ในโหมดการทำงานอัตโนมัติ(AUTO) จะมีการแสดงค่าเวลาการหน่วง ค่าเวลาในการทำงานครั้งต่อไป ค่าเวลาพัก และแสดงการเลือกใช้งาน(เปิด/ปิด)เทรสโฮล

```
Delay Time : 1200 mSec
Next Track : 23:25:30
Rest Time  : 15  Min.
Threshold  : OFF
```

รูปที่ 8.6 ส่วนแสดงค่าพารามิเตอร์

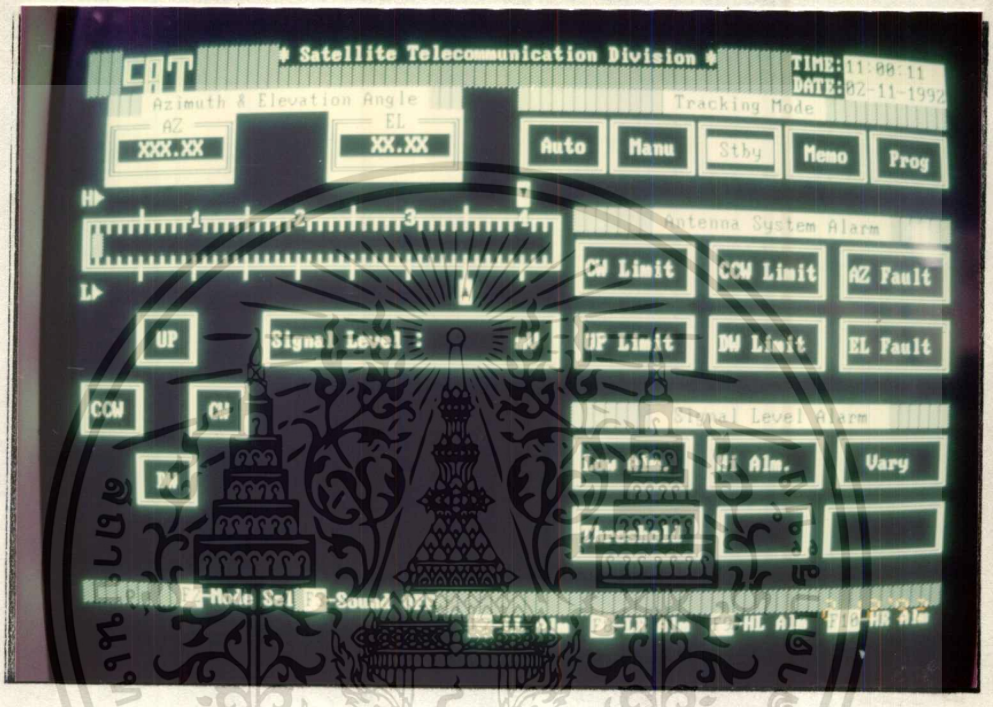
8.7 ส่วนแสดงวันที่และเวลา

เป็นส่วนที่แสดงวันที่และเวลาปัจจุบัน ซึ่งจะถูกนำไปใช้ในการเปรียบเทียบกับค่าเวลา ที่จะทำงานครั้งต่อไป(Next Track) เมื่อเวลาเท่ากันก็จะทำงานติดตามฯ(Track)

```
TIME:23:10:56
DATE:05-10-1991
```

รูปที่ 8.7 ส่วนแสดงวันที่และเวลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8.8 รูปแสดงหน้าจอของชุดควบคุมการขับเคลื่อนจานสายอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 9
การติดตั้งใช้งานจริง

9.1 การติดตั้งใช้งานที่สถานีฯแม่ข่าย(MASTER STATION)

ได้มีการติดตั้งและใช้งานเครื่องควบคุม ที่สถานีฯดาวเทียมศรีราชา เมื่อเดือนกันยายน 2534 จนถึงปัจจุบันธันวาคม 2535 โดยที่จานสายอากาศที่ใช้ทดลองจะทำหน้าที่เป็นสถานีฯแม่ข่ายของระบบการสื่อสารฯภายในประเทศของการสื่อสารฯแห่งประเทศไทย ซึ่งเป็นระบบ SCPC(Single Channel Per Carrier) เส้นผ่านศูนย์กลางของจานฯมีขนาด 11 เมตร ใช้ระบบขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ 3 เฟส ผ่านเฟืองตัวหนอน(SCREW JACK)ทั้งทิศทางซ้าย/ขวา และก้ม/เงย โดยจากการทดลองค่าหน่วงเวลาที่เหมาะสมจะอยู่ที่ค่าประมาณ 300-400 มิลลิวินาที โดยสัญญาณอินพุทได้จากสัญญาณไฟกระแสตรงจากเครื่องรับสัญญาณบีคอน มีระดับสัญญาณอยู่ระหว่าง 0-1 โวลท์ แล้วนำมาขยายเพื่อให้สูงขึ้นแต่ไม่เกิน 4 โวลท์ป้อนให้กับการ์ด PM-013 ส่วนการเชื่อมต่อกับระบบควบคุมเดิมได้แสดงไว้แล้วในบทที่ 6 เนื่องจากการติดตั้งที่สถานีฯแม่ข่ายนี้ มีระบบไฟฟ้าสำรองฉุกเฉิน(UPS)และเครื่องควบคุมฯก็ติดตั้งในห้องปรับอากาศ ทำให้เครื่องควบคุมฯทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

9.2 การติดตั้งใช้งานที่สถานีฯลูกข่าย

ได้มีการติดตั้งเครื่องควบคุมจานสายอากาศด้วยคอมพิวเตอร์นี้ขึ้น ที่สถานีฯลูกข่ายของระบบสื่อสารฯภายในประเทศ(ระบบ SCPC)ของการสื่อสารฯทั้งหมดจำนวน 29 สถานีฯเมื่อประมาณเดือนตุลาคม 2533 และใช้งานมาจนถึงประมาณปลายปี2534 ก็ได้ติดตั้งเครื่องควบคุมฯรุ่นใหม่ที่สั่งซื้อจากต่างประเทศ โดยมีอุปกรณ์ทั้งเครื่องรับสัญญาณบีคอน เครื่องควบคุม ตัวอ่านมุมอย่างละเอียด และใช้เครื่องควบคุมฯที่ได้สร้างขึ้นเป็นเครื่องสำรองในกรณีฉุกเฉิน

ในการติดตั้งที่สถานีฯลูกข่ายนี้ แบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่ม ตามบริษัทผู้ผลิต แสดงไว้ในรูปที่ 9.1 แต่ละชนิดจะใช้ค่าการหน่วงเวลาที่แตกต่างกัน ส่วนสัญญาณอินพุทจะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ที่มีในแต่ละสถานีฯนั้นๆ คือในสถานีฯที่ติดตั้งเครื่องวิเคราะห์สัญญาณโทรทัศน์ ก็จะใช้สัญญาณไฟตรงจากเครื่องวิเคราะห์นั้นเป็นสัญญาณอินพุท ส่วนสถานีฯที่ไม่มีเครื่องดังกล่าวเราก็จะใช้ไฟตรงจากสัญญาณนำร่อง(PILOT) ที่ถูกส่งจากสถานีฯแม่ข่าย ส่วนการเชื่อมต่อกับชุดควบคุมฯเดิมแสดงไว้ในบทที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานีฯดาวเทียม	ผู้ผลิต	เส้นผ่านศูนย์กลาง (เมตร)	ค่าเวลาหน่วง (มิลลิวินาที)	สัญญาณอินพุท
1. ขอนแก่น	GTE	9	2000	สัญญาณโทรทัศน์
2. ลำปาง	GTE	9	2000	สัญญาณโทรทัศน์
3. แพร่	GTE	6.1	500	สัญญาณนำร่อง
4. เชียงใหม่	GTE	9	2000	สัญญาณโทรทัศน์
5. พิษณุโลก	GTE	9	2000	สัญญาณโทรทัศน์
6. นครสวรรค์	GTE	9	2000	สัญญาณโทรทัศน์
7. สุราษฎธานี	GTE	9	2000	สัญญาณโทรทัศน์
8. นครศรีธรรมราช	GTE	9	2000	สัญญาณโทรทัศน์
9. หาดใหญ่	GTE	9	2000	สัญญาณโทรทัศน์
10. ภูเก็ต	GTE	9	2000	สัญญาณโทรทัศน์
11. กระบี่	GTE	9	2000	สัญญาณนำร่อง
12. ตรัง	GTE	9	2000	สัญญาณนำร่อง
13. ยะลา	GTE	9	2000	สัญญาณโทรทัศน์
14. นาราธิวาส	GTE	9	2000	สัญญาณนำร่อง
15. น่าน	NEC	9	1000	สัญญาณนำร่อง
16. สุรินทร์	NEC	9	1000	สัญญาณโทรทัศน์
17. สกลนคร	NEC	9	1000	สัญญาณโทรทัศน์
18. เชียงราย	NEC	9	1000	สัญญาณโทรทัศน์
19. จันทบุรี	NEC	9	1000	สัญญาณนำร่อง
20. อุดรธานี	NEC	9	1000	สัญญาณโทรทัศน์
21. เพชรบูรณ์	NEC	9	1000	สัญญาณโทรทัศน์
22. อุบลราชธานี	NEC	9	1000	สัญญาณนำร่อง
23. แพลทฟอร์ม	NEC	6.1	400	สัญญาณนำร่อง
24. ระยอง (TVRO)	VERTEX	9	200	สัญญาณโทรทัศน์
25. นครราชสีมา (TVRO)	VERTEX	9	200	สัญญาณโทรทัศน์
26. ตราด (TVRO)	VERTEX	9	200	สัญญาณโทรทัศน์
27. ชุมพร (TVRO)	VERTEX	9	200	สัญญาณโทรทัศน์
28. ปราจีนบุรี (TVRO)	VERTEX	9	200	สัญญาณโทรทัศน์
29. ประจวบคีรีขันธ์(TVRO)	VERTEX	9	200	สัญญาณโทรทัศน์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 9.1 แสดงรายชื่อสถานีฯลูกข่าย, ผู้ผลิต, ขนาดจานฯ, ค่าหน่วงเวลาและสัญญาณอินพุทที่ใช้

บทที่ 10
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

จากการวิจัยและทดลองสร้างเครื่องควบคุมจานสายอากาศ และเขียนโปรแกรมเพื่อติดตามดาวเทียมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์นี้ ให้ผลเป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้ คือได้เครื่องควบคุมที่มีราคาถูกกว่าเครื่องควบคุมจากต่างประเทศ โดยที่สามารถควบคุมจานฯให้ติดตามดาวเทียมเพื่อรักษาระดับของสัญญาณสื่อสารฯให้เป็นไปตามมาตราฐานที่องค์การอินเทลแซทกำหนด แต่เนื่องจากการกำหนดค่าพารามิเตอร์เพื่อใช้กับระบบขับเคลื่อนของจานฯซึ่งมีระบบการขับเคลื่อนที่แตกต่างกัน จำเป็นที่จะต้องเลือกค่าที่เหมาะสมโดยการทดลองซึ่งต้องใช้เวลาพอสมควร ก่อนที่จะได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับจานฯนั้นๆ

10.1 ความแม่นยำในการติดตามดาวเทียม

- คุณภาพของสัญญาณอินพุทที่เป็นไฟกระแสตรง ซึ่งเปลี่ยนแปลงอย่างสอดคล้องตามรูปแพทเทิร์นที่แสดงระดับเกน(GAIN)ของจานสายจะต้องนิ่ง คือมีการรบกวนของสัญญาณอื่นน้อยที่สุด ซึ่งวิธีที่ดีที่สุดก็คือการใช้สัญญาณไฟตรงจากเครื่องรับสัญญาณบีคอน สายสัญญาณอินพุทควรเป็นแบบลอยคือไม่ต่อร่วมกับสายดินของระบบไฟเลี้ยง และควรเป็นสายชีลเพื่อป้องกันสัญญาณรบกวนจากภายนอกด้วย

- ความละเอียดและความแม่นยำ ในการแปลงสัญญาณอินพุท จากอะนาล็อกเป็นดิจิตอลของการ์ดอินพุท ควรเลือกการ์ดแปลงสัญญาณอะนาล็อกเป็นดิจิตอลที่ใช้บิทข้อมูลตั้งแต่ 12 บิทขึ้นไป

- ความแม่นยำของสัญญาณนาฬิกาในเครื่องคอมพิวเตอร์ เมื่อใช้งานไปนานๆเวลาของเครื่องคอมพิวเตอร์จะช้ากว่าเวลาจริงซึ่งอาจทำให้ช่วงเวลาพักไม่ตรงกับความเป็นจริง และในโหมดโปรแกรม ก็จะได้ค่าที่คลาดเคลื่อนได้ วิธีแก้ไขทำได้โดยการใช้เครื่องกำเหนิดสัญญาณนาฬิการมาตราฐาน ต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ทางการ์ดเชื่อมต่อชนิด มาตราฐาน IEEE-488

- การกำหนดค่าพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ ระบบการขับเคลื่อนจานฯ ระบบเบรค ระบบการชดเชยการหมุนย้อนกลับทิศของจานฯ ซึ่งต้องใช้การทดลองหลายๆครั้งเพื่อหาค่าที่เหมาะสม

- พายุหรือลมที่มีความเร็วสูงปะทะหน้าจานฯ การบังคับการหมุนของจานในบางทิศทางอาจเกิดการต้านลมและทำให้ประสิทธิภาพของการทำงานลดลง คือสัญญาณที่ควบคุมอยู่จะจะมีระดับต่ำกว่าจุดสูงสุดที่ควรจะเป็น และถ้าลมแรงมากๆก็อาจทำให้เกิดการหลุดการติดตามดาวเทียม(LOSS TRACK)ได้ ในกรณีนี้ควรเปลี่ยนไปทำงานในโหมดโปรแกรมหรือเมมโมรี่แทนชั่วคราวขณะที่ลมแรง หรือเขียนโปรแกรมเพิ่มเติมให้ทำงานที่ละเอียดมากยิ่งขึ้น

- ความละเอียดของการแปลงระหัสและการแสดงค่ามุมของการหมุนของจานฯโดยเฉพาะอย่างยิ่งในโหมดโปรแกรมและเมมโมรี่ ฉนั้นควรเลือกอุปกรณ์ดังกล่าว ที่มีความละเอียดตั้งแต่จุดทศนิยมตั้งแต่สองตำแหน่งขึ้นไป

10.2 ความน่าเชื่อถือของเครื่องควบคุมฯ

- เครื่องคอมพิวเตอร์พีซี ควรมีระบบไฟสำรองฉุกเฉิน(UNINTERRUPTABLE POWER SUPPLY) ควรติดตั้งในห้องที่มีอุณหภูมิที่เหมาะสมสำหรับการทำงานอย่างต่อเนื่องนานๆ ควรมีระบบป้องกันการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รบกวนจากสัญญาณภายนอกและจากระบบไฟ

- รีเลย์ในส่วนที่ใช้เชื่อมต่อกับระบบควบคุมฯเดิม ควรใช้โซลิทสเตทรีเลย์เพื่อตัดปัญหาการเกิดประกายไฟในขณะทำงานเปิด/ปิด วงจร

10.3 ปัญหาและอุปสรรคในการทำวิจัยฯ

- ไม่มีจานฯสายอากาศที่สามารถใช้ทดลองได้อย่างอิสระโดยไม่ต้องระวังเรื่องที่จะรบกวนการทำงานของวงจรสื่อสารฯที่ใช้งานอยู่ตลอดเวลา

- ความละเอียดของอุปกรณ์อ่านค่ามุมที่ใช้ไม่ละเอียดพอ

- การติดตั้งตามสถานีฯลูกข่ายต่างๆ มีความแตกต่างของจานฯและระบบขับเคลื่อนซึ่งต้องใช้เวลาในการหาค่าเวลาหน่วงที่เหมาะสมที่สุดแต่มีเวลาให้กับแต่ละสถานีฯน้อย

- ระบบไฟฟ้าของสถานีฯลูกข่ายบางส่วน ไม่มีไฟสำรองฉุกเฉิน และระบบป้องกันการกระชากของระบบไฟฟ้า

- ความแม่นยำของสัญญาณนาฬิกา ภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สูงพอ

- สัญญาณที่นำมาใช้เป็นอินพุทของเครื่องควบคุมฯ ของสถานีฯลูกข่าย จะต่อจากเครื่องวิเคราะห์สัญญาณโทรทัศน์ซึ่งเป็นไฟกระแสตรงที่แปรตามระดับของสัญญาณโทรทัศน์ หรือต่อกับคอมมอนยูนิท ในระบบ SCPC ซึ่งเป็นไฟกระแสตรงที่แปรตามสัญญาณนำร่อง ที่รับจากสถานีฯแม่ข่ายโดยผ่านดาวเทียม ดังนั้นเมื่อเครื่องควบคุมที่สถานีฯลูกข่ายทำงานในช่วงขณะที่สถานีฯแม่ข่ายกำลังทำงานอยู่ด้วยก็จะทำให้ได้สัญญาณไม่สูงสุดเท่าที่ควรจะเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] NEC STAFF, "NEC ANTENNA SUBSYSTEM,OPERATION AND MAINTENANCE HANDBOOK FOR THAILAND SRA-V STD-A",VOLUME 1,BOOK 1,(JULY 1985).

[2] L. BUCHSBAUM, "POINTING LOSSES IN SINGLE-AXIS AND FIXED-MOUNT EARTH STATION ANTENNAS DUE TO SATELLITE MOVEMENT", INTERNATIONAL JOURNAL OF SATELLITE COMMUNICATIONS, VOL.4, 89-96 (1986).

[3] R. CHANG AND L. VEENSTRA, "INCLINED ORBIT SATELLITE OPERATION IN THE INTELSAT SYSTEM",INTELSAT, WASHINGTON DC., (MARCH 1989.).

[4] GTE STAFF, "SRA-3 ANTENNA CONTROLLER MANUAL", GTE CO.,LTD.,(1982).

[5] INTELSAT EARTH STATION STANDARD(IESS), IESS-201 REV.2, "STANDARD A - ANTENNA AND WIDEBAND RF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF EARTH STATIONS HAVING A G/T OF 35.0 dB/K(6 AND 4 GHz FREQUENCY BANDS)", 9 DECEMBER 1991.

[6] INTELSAT EARTH STATION STANDARD(IESS), IESS-202 REV.1, "STANDARD B - ANTENNA AND WIDEBAND RF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF EARTH STATIONS HAVING A G/T OF 31.7 dB/K(6 AND 4 GHz FREQUENCY BANDS)", 9 DECEMBER 1991.

[7] INTELSAT EARTH STATION STANDARD(IESS), IESS-203 REV.3, "STANDARD C - ANTENNA AND WIDEBAND RF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF EARTH STATIONS OPERATING IN THE 14/11 AND/OR 14/12 GHz FREQUENCY BANDS HAVING A G/T OF 37 dB/K", 9 DECEMBER 1991.

[8] INTELSAT EARTH STATION STANDARD(IESS), IESS-205 REV.2, "STANDARD E - ANTENNA AND WIDEBAND RF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF EARTH STATIONS ACCESSING THE INTELSAT SPACE SEGMENT HAVING G/T VALUES OF 25.0, 29.0, AND 34.0 dB/K(14/11 GHz AND 14/12 GHz)", 9 DECEMBER 1991.

[9] INTELSAT EARTH STATION STANDARD(IESS), IESS-206 REV.1, "STANDARD F - ANTENNA AND WIDEBAND RF PERFORMANCE CHARACTERISTICS OF EARTH STATIONS ACCESSING THE INTELSAT SPACE SEGMENT WITH G/T VALUES OF 22.7, 27.0, AND 29.0 dB/K(6 AND 4 GHz FREQUENCY BANDS)", 9 DECEMBER 1991.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก
โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับเครื่องควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Procedure Portin(inp:byte;Var BT: Integer);
Const  Out1 = $383;
       Out2 = $380;
       Out3 = $381;
       Out4 = $382;
Var     AL,BL,BH,AI    : Integer;
       AR : Real;
       Ch    : Char;
Begin
    Port[Out1]   := $83;
    Port[Out4]   := $30;
    Port[Out2]   := inp;
    Port[Out4]   := $70;
{   Repeat
    AL := Port[Out4];
    AR := AL/2;
    AI := Trunc(AL/2);
Until AR > AI;  }
Repeat
 AL := Port[Out4];
 AR := AL/2;
 AI := Trunc(AL/2);
Until AR =AI;
Port[Out4]   := $30;
Port[Out4]   := $20;
BL   := Port[Out3];
Port[Out4]   := $30;
Port[Out4]   := $10;
BH   := Port[Out3];
Port[Out4]   := $30;
if (BH >= 128) Then BH := BH - 128;
if (BH >= 64) AND (BH < 128) Then BH := BH - 64;
if (BH >= 32) AND (BH < 64) Then BH := BH - 32;
if (BH > 15) AND (BH < 32) Then BH := BH - 16;
BT := (BH * 255) + BL;
end;

Procedure Dial;
Var  cn,cm   : integer;
begin
    cursoroff;
    cn := 1; cm := 1;
    gotoxy(1,8); write(#201);
    gotoxy(1,10); write(#200);
    gotoxy(1,9); write(#186);
    gotoxy(44,8); write(#187);
    gotoxy(44,10); write(#188);
    gotoxy(44,9); write(#186);
repeat
    cn := cn + 1;
    gotoxy(cn,8); write(#209);
    gotoxy(cn,10); write(#207);
until cn = 43;
repeat
    cm := cm + 5;
    gotoxy(cm,8); write(#216);
    gotoxy(cm,10); write(#216);
until cm = 41;
    gotoxy(1,7);  write('H',#16);
    gotoxy(1,11); write('L',#16);
    gotoxy(11,8); write(#49);
    gotoxy(21,8); write(#50);
    gotoxy(31,8); write(#51);
    gotoxy(41,8); write(#52);
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Procedure Pointer(point:byte);
Var    st,ss  : string;
begin
   st := #219;
   ss := ('----------------------------------------');
   insert(st,ss,point);
   cursoroff;
   gotoxy(2,9);  write(ss);
end;

Procedure INP1(level:Integer);
Var  CNT : Integer;
begin
   CNT := Trunc(level/100);
   gotoxy(1,13); write('Sig Level : ',level:5,' mV.');
   Pointer(CNT);
end;

PROCEDURE INDICATOR(PIN:BYTE);
VAR BT,LEV : INTEGER;
BEGIN
   PortIN(PIN,BT);
   LEV := TRUNC(BT/100);
   SETATTR(REVERSELOW);
   gotoxy(34,13); write(' ',BT:5,' mV.');
   SETATTR(HIGHDISPLAY);
   Pointer(LEV);
END;

Procedure INP2(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP3(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP4(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP5(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP6(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP7(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP8(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP9(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP10(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP11(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP12(level:Integer);
begin
end;
Procedure INP13(level:Integer);
begin
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 begin
 end;
 Procedure INP15(level:Integer);
 begin
 end;
 Procedure INP16(level:Integer);
 begin
 end;

 Procedure Readinput;
 Const  total : Boolean = False;
 Var  co,BBT : integer;
 begin
    co := 0;
 repeat
    co := co + 1;
    PortIN(co,BBT);
    case co of
    1 : INP1(BBT);
    2 : INP2(BBT);
    3 : INP3(BBT);
    4 : INP4(BBT);
    5 : INP5(BBT);
    6 : INP6(BBT);
    7 : INP7(BBT);
    8 : INP8(BBT);
    9 : INP9(BBT);
    10 : INP10(BBT);
    11 : INP11(BBT);
    12 : INP12(BBT);
    13 : INP13(BBT);
    14 : INP14(BBT);
    15 : INP15(BBT);
    16 : INP16(BBT);
end;
if co = 16 then total := true
UNTIL total;
end;



{ track5   -------}

uses Dos,crt,screen,win;
{$I TPORT}
{$I menu5}
Const     R1 : Boolean = True;
          reversehigh  = $78;
          OutP1 = $280;
          OutP2 = $283;
Var
          R2,R3   : Boolean;
          CHno,mv :Char;
          grdriver,grmode,P1,P2 : integer;
          num : byte;
          ch : char;
          BBT,CNT,CM,CNz,co,cp,cq,cnn : Integer;
          ST1,ST2 : String;
Begin
   begin
   cnz := 255;
   Port[OutP1] := cnz;
   Port[OutP2] := cnz;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
RELAY := 5000;
NOSOUND;
cnn :=  0;
identifycrt;
clrscr;
initwin;
window(1,1,80,25);
setattr(lowdisplay);
repeat
cnn := cnn + 1;
gotoxy(cnn,2);  write(#176);
gotoxy(cnn,24); write(#176);
until cnn = 80;
gotoxy(11,1); write('',#176,#176,#176,#176,#176,#176,#176,#176);
gotoxy(59,1); write('',#176,#176,#176,#176,#176,#176,#176);
gotoxy(19,1); write('',#15,' Satellite Telecommunication Division ',#1

gotoxy(1,1); write('',#176,#176,#176,#201,#205,#201,#187,#213,#203,#18

gotoxy(1,2); write('',#176,#176,#176,#200,#205,#204,#185,#032,#186,#03


begin
cnn := 0;
repeat
cnn := cnn +1;
gotoxy(cnn,3); write('',#177);
until cnn =  80;
setattr(reverselow);
gotoxy(6,3);   write(' Azimuth & Elevation Angle ');
gotoxy(54,3);  write(' Tracking Mode ');
setattr(highdisplay);
gotoxy(1,3); write('  '); gotoxy(36,3); write('     ');
gotoxy(66,1);  write('TIME:');
gotoxy(66,2);  write('DATE:');
setattr(reversehigh);
gotoxy(3,4); write(#201); gotoxy(14,4); write(#187);
gotoxy(3,6); write(#200); gotoxy(14,6); write(#188);
gotoxy(4,4); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(4,6); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(3,5); write(#186); gotoxy(14,5); write(#186);
gotoxy(24,4); write(#201); gotoxy(35,4); write(#187);
gotoxy(24,6); write(#200); gotoxy(35,6); write(#188);
gotoxy(25,4);write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(25,6);write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(24,5);write(#186); gotoxy(35,5); write(#186);
gotoxy(7,4); write(' AZ ');  gotoxy(28,4); write(' EL ');
setattr(highdisplay);
gotoxy(5,5);  write(' XXX.XX ');
gotoxy(26,5); write('  XX.XX ');
gotoxy(41,4); write(#201); gotoxy(48,4); write(#187);
gotoxy(41,6); write(#200); gotoxy(48,6); write(#188);
gotoxy(42,4); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(42,6); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(41,5); write(#186); gotoxy(48,5); write(#186);
gotoxy(49,4); write(#201); gotoxy(56,4); write(#187);
gotoxy(49,6); write(#200); gotoxy(56,6); write(#188);
gotoxy(50,4); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(50,6); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(49,5); write(#186); gotoxy(56,5); write(#186);
gotoxy(57,4); write(#201); gotoxy(64,4); write(#187);
gotoxy(57,6); write(#200); gotoxy(64,6); write(#188);
gotoxy(58,4); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(58,6); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(57,5); write(#186); gotoxy(64,5); write(#186);
```

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
gotoxy(65,6); write(#200); gotoxy(72,6); write(#188);
gotoxy(66,4); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(66,6); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(65,5); write(#186); gotoxy(72,5); write(#186);
gotoxy(73,4); write(#201); gotoxy(80,4); write(#187);
gotoxy(73,6); write(#200); gotoxy(80,6); write(#188);
gotoxy(74,4); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(74,6); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(73,5); write(#186); gotoxy(80,5); write(#186);
gotoxy(43,5); write(' Auto');
gotoxy(51,5); write(' Manu');
gotoxy(59,5); write(' Stby');
gotoxy(67,5); write(' Memo');
gotoxy(75,5); write(' Prog');
gotoxy(46,8);  write('',#177,#177,#177,#177,#177,#177,#177,#177);
gotoxy(75,8);  write('',#177,#177,#177,#177,#177,#177,#177,#177);
gotoxy(46,16);  write('',#177,#177,#177,#177,#177,#177,#177,#177);
gotoxy(75,16);  write('',#177,#177,#177,#177,#177,#177,#177,#177);
setattr(reverselow);
gotoxy(53,8);  write(' Antenna System Alarm ');
gotoxy(53,16); write('  Signal Level Alarm  ');
setattr(highdisplay);
gotoxy(18,12); write(#201);
gotoxy(18,14); write(#200);
gotoxy(44,12); write(#187);
gotoxy(44,14); write(#188);
gotoxy(18,13); write(#186);
gotoxy(44,13); write(#186);
co := 18;
repeat
co := co + 1;
gotoxy(co,12); write(#205);
gotoxy(co,14); write(#205);
until co = 43;
gotoxy(19,13); write('Signal Level : ');
gotoxy(41,13); write('mV');
gotoxy(46,9); write(#201); gotoxy(56,9); write(#187);
gotoxy(46,11); write(#200); gotoxy(56,11); write(#188);
gotoxy(47,9);  write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(47,11); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(46,10); write(#186); gotoxy(56,10); write(#186);
gotoxy(47,10); write('CW Limit');
gotoxy(58,9); write(#201); gotoxy(68,9); write(#187);
gotoxy(58,11); write(#200); gotoxy(68,11); write(#188);
gotoxy(59,9);  write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(59,11); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(58,10); write(#186); gotoxy(68,10); write(#186);
gotoxy(59,10); write('CCW Limit');
gotoxy(70,9); write(#201); gotoxy(80,9); write(#187);
gotoxy(70,11); write(#200); gotoxy(80,11); write(#188);
gotoxy(71,9);  write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(71,11); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(70,10); write(#186); gotoxy(80,10); write(#186);
gotoxy(71,10); write('AZ Fault');
gotoxy(46,12); write(#201); gotoxy(56,12); write(#187);
gotoxy(46,14); write(#200); gotoxy(56,14); write(#188);
gotoxy(47,12);  write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(47,14); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(46,13); write(#186); gotoxy(56,13); write(#186);
gotoxy(47,13); write('UP Limit');
gotoxy(58,12); write(#201); gotoxy(68,12); write(#187);
gotoxy(58,14); write(#200); gotoxy(68,14); write(#188);
gotoxy(59,12);  write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(59,14); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(58,13); write(#186); gotoxy(68,13); write(#186);
```

```
gotoxy(70,12); write(#201); gotoxy(80,12); write(#187);
gotoxy(70,14); write(#200); gotoxy(80,14); write(#188);
gotoxy(71,12);  write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(71,14); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(70,13); write(#186); gotoxy(80,13); write(#186);
gotoxy(71,13); write('EL Fault');
gotoxy(46,17); write(#201); gotoxy(56,17); write(#187);
gotoxy(46,19); write(#200); gotoxy(56,19); write(#188);
gotoxy(47,17);  write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(47,19); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(46,18); write(#186); gotoxy(56,18); write(#186);
gotoxy(47,18); write('Low Alm.');
gotoxy(58,17); write(#201); gotoxy(68,17); write(#187);
gotoxy(58,19); write(#200); gotoxy(68,19); write(#188);
gotoxy(59,17);  write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(59,19); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(58,18); write(#186); gotoxy(68,18); write(#186);
gotoxy(59,18); write('Hi Alm.');
gotoxy(70,17); write(#201); gotoxy(80,17); write(#187);
gotoxy(70,19); write(#200); gotoxy(80,19); write(#188);
gotoxy(71,17); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(71,19); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(70,18); write(#186); gotoxy(80,18); write(#186);
gotoxy(72,18); write(' Vary ');
gotoxy(46,20); write(#201); gotoxy(57,20); write(#187);
gotoxy(46,22); write(#200); gotoxy(57,22); write(#188);
gotoxy(47,20); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205)

gotoxy(47,22); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205)

gotoxy(46,21); write(#186); gotoxy(57,21); write(#186);
gotoxy(47,21); write('Threshold');
gotoxy(59,20); write(#201); gotoxy(67,20); write(#187);
gotoxy(59,22); write(#200); gotoxy(67,22); write(#188);
gotoxy(60,20); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(60,22); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205);
gotoxy(59,21); write(#186); gotoxy(67,21); write(#186);
gotoxy(69,20); write(#201); gotoxy(80,20); write(#187);
gotoxy(69,22); write(#200); gotoxy(80,22); write(#188);
gotoxy(70,20);  write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205

gotoxy(70,22); write(#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205,#205)

gotoxy(69,21); write(#186); gotoxy(80,21); write(#186);
gotoxy(1,15); write(#201); gotoxy(6,15); write(#187);
gotoxy(1,17); write(#200); gotoxy(6,17); write(#188);
gotoxy(2,15); write(#205,#205,#205,#205);
gotoxy(2,17); write(#205,#205,#205,#205);
gotoxy(1,16); write(#186); gotoxy(6,16); write(#186);
gotoxy(2,16); write('CCW');
gotoxy(11,15); write(#201); gotoxy(16,15); write(#187);
gotoxy(11,17); write(#200); gotoxy(16,17); write(#188);
gotoxy(12,15); write(#205,#205,#205,#205);
gotoxy(12,17); write(#205,#205,#205,#205);
gotoxy(11,16); write(#186); gotoxy(16,16); write(#186);
gotoxy(13,16); write('CW');
gotoxy(6,12); write(#201); gotoxy(11,12); write(#187);
gotoxy(6,14); write(#200); gotoxy(11,14); write(#188);
gotoxy(7,12); write(#205,#205,#205,#205);
gotoxy(7,14); write(#205,#205,#205,#205);
gotoxy(6,13); write(#186); gotoxy(11,13); write(#186);
gotoxy(8,13); write('UP');
gotoxy(6,18); write(#201); gotoxy(11,18); write(#187);
gotoxy(6,20); write(#200); gotoxy(11,20); write(#188);
gotoxy(7,18); write(#205,#205,#205,#205);
```

ประโยชน์ด้านการค้า
ถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
gotoxy(6,19); write(#186); gotoxy(11,19); write(#186);
gotoxy(8,19); write('DW');
cursoroff;
DirectVideo := True;
CheckSnow := True;
Dial;
POSITION;
DoF2;
DOMODE3;
repeat
Readfunckey(key);
Testkey2(key);
until entrykey;          {Until entrykey = True by funct2}
cursoroff;
choiceactive(1,1);
repeat
   readfunckey(key);
   testkey2(key);                { Mode Select }  {     until finish;}
until finish;
end;
setattr(lowdisplay);
clrscr;
end.
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
{Program PulldownMenu}
{--MENU 5------------------}

{uses Dos,crt,screen,win;}

Var   Meas1,Meas2,Meas3,Dif1,Dif2,Dif3 : Integer; { for Measure;,StepTi
k;}
      Count2,Count3,Count4,count5,Direct: Integer; { for Measure;,StepT
ck;}
      A4,B4,A5,B5,A6,B6,A7,B7          : Integer; { for Measure;,StepTi
k;}
      Fin3,Fin4,Fin5,Fin6              : Boolean; { for Measure;,StepTi
k;}
      Funckey : boolean;
      pos,pos2,POS3,LAL,HAL,LAL2,HAL2,RELAY,XA,funct4,XDLY :integer;
      CZA,CZB,CZC,THTRACK,THAL2,TAL,TTRK,LASTAZ,CHKAZ,LASTEL,CHKEL : IN
GER;

Const Maxchoice =  1;
      Maxmenu   =  5;
revBlinkhigh = $F8;
Lowdisplay   = $07;
ReverseLow   = $70;
Return_key = #13;  Esc_key  = #27;
F1_key = #59;   F2_key = #60;
F3_key = #61;   F4_key = #62;
F5_key = #63;   F6_key = #64;
F7_key = #65;   F8_key = #66;
F9_key = #67;   F10_key = #68;
Home_key = #71;   Up_key = #72;
PgUp_key = #73;   Lt_key = #75;
Rt_key = #77;   End_key = #79;
Dn_key = #80;   PgDn_key = #81;
Ins_key = #82;   Del_key = #83;

Type  String10= string[10];
      String80= string[80];
      Structuremenu = record
                win  : array [1..4] of byte;
                col  : array [1..maxchoice] of byte;
                row  : array [1..maxchoice] of byte;
                msg  : array [1..maxchoice] of string80;
                lastchoice : byte;
              end;

Strucmenu = array [1..Maxmenu] of Structuremenu;
Functionmenu = record
               Col : array[1..7] of byte;
               Row : array[1..7] of byte;
               Msg : array[1..7] of string10;
             end;
Const  Menu : StrucMenu =(( win : (42,5,49,6);
                    Col : (42);
                    row : (5);
                    Msg : (' Auto ');
                  lastchoice:1),

                  ( win : (50,5,57,6);
                    Col : (50);
                    row : (5);
                    Msg : (' Manu ');
                  lastchoice:1),

                  ( win : (58,5,65,6);
                    Col : (58);
                    row : (5);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                    lastchoice:1),

                    ( win : (66,5,73,6);
                      Col : (66);
                      row : (5);
                      Msg : (' Memo ');
                    lastchoice:1),

                    ( win : (74,5,80,6);
                      Col : (74);
                      row : (5);
                      Msg : (' Prog ');
                    lastchoice:1));

{--Function Key message--}
{------------------------}
Const   Choicemenu   : array[1..Maxmenu] of 1..Maxchoice = (1,1,1,1,1)
        Statusmenu   : 1..Maxmenu = 3;
        Finish       : Boolean  = False;  {Run flag}
        EntryKey     : Boolean  = False;
Var     Key          :Char;

Procedure DisplayMainmenu;
Var  I:byte;
begin
      Textcolor(red);
      window(1,1,80,25);
      setattr(Highdisplay);
      for I:= 1 to maxmenu do
      with menu[I] do
begin
gotoxy(col[1],row[1]);
write(msg[1]);
end;
end;

Procedure ChoiceActive(old,New:byte);
begin
      with Menu[StatusMenu] do
begin
Setattr(Highdisplay);
gotoxy(col[old],row[old]);
write(Msg[old]);
setattr(revBlinkhigh);
gotoxy(col[new],row[new]);
write(msg[new]);
if new > 1 then
   begin
     gotoxy(21,16); write('                    ');
     gotoxy(21,17); write('                    ');
   end;
end;
end;

Procedure ChoiceEntry(New:byte);
begin
   with Menu[StatusMenu] do
  begin
setattr(reversehigh);
gotoxy(col[new],row[new]);
write(msg[new]);
end;
end;

Procedure MenuActive(New:byte);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
begin
   Displaymainmenu;
   setattr(reverselow);
   with menu[new] do
begin
gotoxy(col[1],row[1]);
write(msg[1]);
setwinattr(lowdisplay);
setboxattr(lowdisplay);
setcharattr(lowdisplay);
setboxstyle(single);
windowopen(win[1],win[2],win[3],win[4]);
for i:= 1 to lastchoice do
begin
   gotoxy(col[i],row[i]);
   write(msg[i]);
end;
end;
choiceactive(1,choicemenu[new]);
end;

Procedure moveup;
var  currentchoice :byte;
begin
   currentchoice := choicemenu[statusmenu];
   if currentchoice = 1 then
   choicemenu[statusmenu] := menu[statusmenu].lastchoice
   else
choicemenu[statusmenu] := currentchoice-1;
choiceactive(currentchoice,choicemenu[statusmenu]);
end;

Procedure movedown;
var currentchoice : byte;
begin
   currentchoice := choicemenu[statusmenu];
   if currentchoice = menu[statusmenu].lastchoice then
   choicemenu[statusmenu] := 1
   else
   choicemenu[statusmenu] := currentchoice+1;
   choiceactive(currentchoice,choicemenu[statusmenu]);
end;

Procedure MoveForward;
begin
   Windowclose;
   if statusmenu+1 > Maxmenu then
   statusmenu := 1
   else
   statusmenu := statusmenu + 1;
   menuactive(statusmenu);
end;

Procedure MoveBack;
begin
   Windowclose;
   if statusmenu = 1 then
   statusmenu := Maxmenu
else
statusmenu := statusmenu - 1;
menuactive(statusmenu);
end;

Procedure ReadFunckey(var key :char);
begin
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if key =#0 then
 begin
    Funckey  := true;
    key      := Readkey;
 end
 else
 Funckey  := false;
 end;

 Procedure Processfunction(num :byte);
 begin
 end;

 FUNCTION DATE :STRING;
 VAR  REGS :REGISTERS;
 MONTH,DAY,YEAR :STRING[4];
 BEGIN
    REGS.AH :=$2A;
    MSDOS(REGS);
    STR(REGS.DL:2,DAY);
    STR(REGS.DH:2,MONTH);
    STR(REGS.CX:4,YEAR);
    IF MONTH[1] =' ' THEN MONTH[1] := '0';
    IF DAY[1]   =' ' THEN DAY[1]   := '0';
    DATE :=DAY+ '-' +MONTH+ '-' +YEAR;
 END;
 PROCEDURE DATEDISP;
 BEGIN
    SETATTR(REVERSELOW);
    GOTOXY(71,2); WRITE('',DATE);
    SETATTR(HIGHDISPLAY);
 END;
 FUNCTION TIME :STRING;
 VAR  REGS :REGISTERS;
 HOUR,MINUTE,SEC :STRING[2];
 BEGIN
    REGS.AX :=$2C00;
    MSDOS(REGS);
    STR(REGS.CH:2,HOUR);
    STR(REGS.CL:2,MINUTE);
    STR(REGS.DH:2,SEC);
    IF HOUR[1]   =' ' THEN HOUR[1] := '0';
    IF MINUTE[1]   =' ' THEN MINUTE[1]   := '0';
    IF SEC[1]  =' ' THEN SEC[1] := '0';
    TIME :=HOUR+ ':' +MINUTE+ ':' +SEC+'   ';
 END;
 PROCEDURE TIMEDISP;
 BEGIN
    SETATTR(REVERSELOW);
    GOTOXY(71,1); WRITE('',TIME);
    SETATTR(HIGHDISPLAY);
 END;

 Procedure Measure(Var MEA3 : Integer);
 Var  CountER : Integer;
 FinMEA1,FinMEA2 : Boolean;
 MEA1,Max1,Min1 : integer;
 MEA2 : LongInt;
 Begin
    Counter := 0; MEA2 := 0;
    FinMEA1 := false;
    FinMEA2 := false;
 DATEDISP;
 TIMEDISP;
 begin
```

เอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    Max1 := MEA1; Min1 := MEA1;
 Repeat
    Counter := Counter + 1;
    PortIn(0,MEA1);
 if MEA1 > Max1 then Max1 := MEA1;
 if MEA1 < Min1 then Min1 := MEA1;
  MEA2 := MEA1 + MEA2;
 if counter =7 then FinMEA1 := true;      { 7 }
 until FinMEA1;
    MEA2 := MEA2 - Max1 - Min1; counter := counter - 2;
    MEA3 := Trunc(MEA2/Counter);
 end;
 end;

 Procedure Quit;
 begin
    setattr(highdisplay);
    cursoron;
    finish := true;
 end;

 Procedure Up(X:byte;Var Y:Integer);
 Var Z : integer;
 begin
    Z := 36;
    X := X + 2;
    if X > 60 then X := X - 60;
    gotoxy(36,17);  write('    ');
    gotoxy(Z,17);  write('',X,' ');
    Y := X;
 end;

 Procedure Down(X:byte;Var Y:Integer);
 Var Z : integer;
 begin
    Z := 36;
    X := X - 2;
    if X < 2 then X := X + 60;
    gotoxy(36,17);  write('    ');
    gotoxy(Z,17);  write('',X,' ');
    Y := X;
 end;
 Procedure Up1(X:byte);
 Var Y,Z : Integer;
 begin
    setattr(reverselow);
    Z := 36;
    gotoxy(36,17);  write('    ');
    gotoxy(Z,17); write('',X);
    setattr(lowdisplay);
 end;

 Procedure DoFF2;
 begin
    setattr(highdisplay);
    gotoxy(37,25); write('                                          ')
   Menuactive(statusmenu);
    ENTRYKEY := TRUE;
 end;
 PROCEDURE CLRFUNC;
 BEGIN
    SETATTR(HIGHDISPLAY);
    gotoxy(1,25); write('                                          ');
    gotoxy(37,25); write('                                          ')
 END;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
PROCEDURE UpFF3;
Var Z : integer;
begin
   Z := 36;
   XA := XA + 50;
   if XA > 3000 then XA := XA - 3000;
   IF XA < 100  THEN Z := 38; }
   gotoxy(36,15);  write('     ');
   gotoxy(Z,15);  write('',XA);
end;

Procedure DownFF3;
Var Z : integer;
begin
   Z := 36;
   XA := XA - 50;
   if XA < 50 then XA := XA + 3000;
   IF XA < 100 THEN Z := 38;  }
   gotoxy(36,15);  write('     ');
   gotoxy(Z,15);  write('',XA);
end;
Procedure Up1FF3;
Var Z : Integer;
begin
   setattr(reverselow);
   Z := 36;
   IF XA < 100 THEN Z := 38; }
   gotoxy(36,15);  write('     ');
   gotoxy(Z,15); write('',XA);
   setattr(lowdisplay);
end;

Procedure Testkey4(key:char;Var X:Integer);
var V,Y : integer;
begin
   entrykey := false;
   if Funckey then
begin
   if (key) = Up_Key then Up(X,Y);
   if (key) = Dn_Key then Down(X,Y);
   if (key) = Rt_Key then Up(X,Y);
   if (key) = Lt_Key then Down(X,Y);
   if((key)<>Up_Key)and((key)<>Dn_Key)and((key)<>Rt_Key)and((key)<>Lt
hen
begin entrykey := true; gotoxy(34,17); write('  ',X,' ');  end;
   IF (KEY) = F3_KEY THEN  Y := 0;
   if (key) = F2_key then Y := 0;
   if (key) = return_key then  entrykey := true;
   X := Y;
end
else
entrykey := true;
end;

Procedure TestkeyFF3(key:char);
var V,Y : integer;
begin
   entrykey := false;
   if Funckey then
begin
   if (key) = Up_Key then UpFF3;
   if (key) = Dn_Key then DownFF3;
   if (key) = Rt_Key then UpFF3;
   if (key) = Lt_Key then DownFF3;
   if((key)<>Up_Key)and((key)<>Dn_Key)and((key)<>Rt_Key)and((key)<>Lt
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 begin entrykey := true; gotoxy(34,15); write('   ',XA);  end;
    IF (KEY) = F3_KEY THEN  Y := 0;
    if (key) = F2_key then Y := 0;
    if (key) = return_key then  entrykey := true;
 end
 else
 entrykey := true;
 end;

 PROCEDURE CLRHELPMANU;
 BEGIN
    SETATTR(HIGHDISPLAY);
    GOTOXY(19,15); WRITE('                                    ');
    GOTOXY(19,16); WRITE('                                    ');
    GOTOXY(19,17); WRITE('                                    ');
    GOTOXY(19,18); WRITE('                                    ');
    GOTOXY(19,19); WRITE('                                    ');
    GOTOXY(19,20); WRITE('                                    ');
    GOTOXY(19,21); WRITE('                                    ');
 END;

 PROCEDURE HELPMANU;
 BEGIN
    CLRHELPMANU;
    SETATTR(REVERSEHIGH);
    GOTOXY(22,16); WRITE(' ===MOTOR CONTROL=== ');
    GOTOXY(22,17); WRITE(' -------------------- ');
    GOTOXY(22,18); WRITE(' CCW  =  Press ',#27,' KEY ');
    GOTOXY(22,19); WRITE('  CW  =  Press ',#26,' KEY ');
    GOTOXY(22,20); WRITE('  UP  =  Press ',#24,' KEY ');
    GOTOXY(22,21); WRITE('  DW  =  Press ',#25,' KEY ');
    SETATTR(HIGHDISPLAY);
 END;

 Procedure DoF1;
 begin
 ProcessFunction(1);
    CLRHELPMANU;
    SETATTR(REVERSEHIGH);
    GOTOXY(19,16); WRITE('=TRACKING MODE SELECTION=');
    GOTOXY(19,17); WRITE('-------------------------');
    GOTOXY(19,18); WRITE('  LEFT  =  Press ',#27,' KEY    ');
    GOTOXY(19,19); WRITE('  RIGHT =  Press ',#26,' KEY    ');
    GOTOXY(19,20); WRITE('                                ');
    GOTOXY(19,21); WRITE(' SELECTION = Press  ENTER');
    SETATTR(HIGHDISPLAY);
 end;

 Procedure DoF2;
 begin
    CLRHELPMANU;
    setattr(highdisplay);
    gotoxy(22,25);
    write('
    Menuactive(statusmenu);
    TIMEDISP;
    POS3 := POS;
    ENTRYKEY := TRUE;
 end;

 Procedure DoF3(Var X:Integer);
 begin
    X := 8;
    setattr(underlinelow);
    gotoxy(20,17);  write('Rest Time :  ');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    gotoxy(39,17);  write(' Min ');
    gotoxy(20,19); write('  Press ',#24,' , ',#25,' or Enter. ');
    setattr(Revblinklow);
    gotoxy(34,17);  write('  ',X,'  ');
    cursoroff;
Repeat
    ReadFunckey(key);
    Testkey4(key,X);
until entrykey;
Up1(X);
setattr(lowdisplay);
gotoxy(20,19); write('                              ');
setattr(reverselow);
end;

Procedure DoFF3;
begin
    XA := 400;
    setattr(Revblinklow);
    gotoxy(34,15);  write('  ',XA);
    cursoroff;
Repeat
ReadFunckey(key);
TestkeyFF3(key);
until entrykey;
Up1FF3;
setattr(lowdisplay);
gotoxy(20,19); write('                              ');
setattr(reverselow);
end;

Procedure DoF4;
begin
   Processfunction(4);
end;

Procedure DoF5;
begin
   Processfunction(5);
end;

Procedure DoF6;
begin
   Quit;
end;

Procedure DoF7;
begin
   Processfunction(7);
end;

Procedure DoF8;
begin
   Processfunction(8);
end;

Procedure domenu;
begin
end;

Procedure DoHelp;
begin
end;

PROCEDURE LAONOFF(AL,AM:BYTE);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if AL = 1 then
 begin setattr(revBLINKhigh);   SOUND(900);  end
 else begin setattr(highdisplay);
        IF THTRACK=0 THEN NOSOUND;  END;
IF AM = 1 THEN BEGIN SETATTR(REVERSEHIGH); END;
GOTOXY(47,18); WRITE(' Low Alm.');
gotoxy(1,1);
END;

PROCEDURE LOALARM(VAL :BYTE);
VAR A2,A3,AL : INTEGER;
BEGIN
   MEASURE(A2);
   A3 := TRUNC(A2/100);
   IF VAL >= A3 THEN BEGIN AL := 1;LAL := 1; END;
   IF VAL <  A3 THEN BEGIN AL := 0;LAL := 0; END;
   IF (LAL2 = 1)AND(AL = 1) THEN LAONOFF(0,1);
   IF (LAL2 = 1)AND(AL = 0) THEN LAONOFF(0,0);
   IF LAL2 = 0 THEN LAONOFF(AL,0);
END;

PROCEDURE LEFTLOW(pPOS:BYTE);
BEGIN
    SETATTR(HIGHDISPLAY);
    GOTOXY(3,11); WRITE('                                                    ');
    SETATTR(REVERSELOW);
    GOTOXY(pPOS,11); WRITE('',#30);
    SETATTR(HIGHDISPLAY);
    GOTOXY(pPOS+1,11); WRITE(' ');
END;

   PROCEDURE RIGHTLOW(qPOS:BYTE);
BEGIN
    SETATTR(HIGHDISPLAY);
    GOTOXY(3,11); WRITE('                                                    ');
    SETATTR(REVERSELOW);
    GOTOXY(qPOS,11); WRITE('',#30);
    SETATTR(HIGHDISPLAY);
    GOTOXY(qPOS-1,11); WRITE(' ');
END;

PROCEDURE HAONOFF(AL,AM:BYTE);
BEGIN
   if AL = 1 then
begin setattr(revBLINKhigh); SOUND(900);    end
else begin setattr(highdisplay);
        IF THTRACK = 0 THEN NOSOUND;  end;
        IF AM = 1 THEN BEGIN SETATTR(REVERSEHIGH); END;
GOTOXY(59,18); WRITE('High Alm.');
END;

PROCEDURE HIALARM(VAL :BYTE);
VAR A2,A3,AL : INTEGER;
BEGIN
   MEASURE(A2);
   A3 := TRUNC(A2/100);
   IF VAL <= A3 THEN BEGIN AL := 1;HAL := 1; END;
   IF VAL >  A3 THEN BEGIN AL := 0;HAL := 0; END;
   IF (HAL2 = 1)AND(AL = 1) THEN HAONOFF(0,1);
   IF (HAL2 = 1)AND(AL = 0) THEN HAONOFF(0,0);
   IF HAL2 = 0 THEN HAONOFF(AL,0);
END;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

```
PROCEDURE THONOFF(AL,AM:BYTE);
BEGIN
```

กรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
begin setattr(revBLINKhigh);   SOUND(900);  end
else begin setattr(highdisplay);
              if (HAL=0)AND(LAL=0) THEN NOSOUND;  END;
              IF AM = 1 THEN BEGIN SETATTR(REVERSEHIGH); END;
GOTOXY(47,21); WRITE('Threshold');
END;

PROCEDURE THALARM(VAL :BYTE);
VAR A2,A3,AL : INTEGER;
BEGIN
   IF FUNCT4 = 1 THEN
BEGIN
   MEASURE(A2);
   A3 := TRUNC(A2/100);
   IF VAL >= A3 THEN BEGIN AL := 1;TAL := 1; THTRACK := 1;END;
   IF VAL <  A3 THEN BEGIN AL := 0;TAL := 0; THTRACK := 0; CZC := 0;END

   IF (THAL2 = 1)AND(AL = 1) THEN THONOFF(0,1);
   IF (THAL2 = 1)AND(AL = 0) THEN THONOFF(0,0);
   IF THAL2 = 0 THEN THONOFF(AL,0);
END;
END;

PROCEDURE LEFTHI(pPOS2:BYTE);
BEGIN
   SETATTR(HIGHDISPLAY);
   if pPOS2 > (POS3 + 1) then
begin
   gotoxy(pPOS2+1,7); write(' ');
   gotoxy(pPOS2-1,7); write(' ');
end
else  gotoxy(pPOS2+1,7); write(' ');
   if (pPOS2 = POS3) OR (pPOS2 = POS3+1) THEN POS3 := POS;
   SETATTR(REVERSELOW);
   GOTOXY(pPOS2,7); WRITE('',#31);
   SETATTR(HIGHDISPLAY);
END;

PROCEDURE RIGHTHI(qPOS2:BYTE);
BEGIN
   SETATTR(HIGHDISPLAY);
   gotoxy(qPOS2+1,7); write(' ');
   gotoxy(qPOS2-1,7); write(' ');
   SETATTR(REVERSELOW);
   GOTOXY(qPOS2,7); WRITE('',#31);
   SETATTR(HIGHDISPLAY);
END;

PROCEDURE LEFTTH(pPOS3:BYTE);
BEGIN
   SETATTR(HIGHDISPLAY);
   if pPOS3 < (POS2 - 1) then
begin
   gotoxy(pPOS3+1,7); write(' ');
   gotoxy(pPOS3-1,7); write(' ');
end
else  gotoxy(pPOS3-1,7); write(' ');
SETATTR(REVERSELOW);
GOTOXY(pPOS3,7); WRITE('',#84);
SETATTR(HIGHDISPLAY);
END;

PROCEDURE RIGHTTH(qPOS3:BYTE);
BEGIN
   SETATTR(HIGHDISPLAY);
```

ลิขสิทธิ์เอกสารนี้เป็นของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    gotoxy(qPOS3+1,7); write(' ');
    gotoxy(qPOS3-1,7); write(' ');
 end
 else  gotoxy(qPOS3-1,7); write(' ');
 SETATTR(REVERSELOW);
 GOTOXY(qPOS3,7); WRITE('',#84);
 SETATTR(HIGHDISPLAY);
 END;

 PROCEDURE POSITION;
 BEGIN
    POS := 36; POS2 := 41;  POS3 := POS + 1;
 END;

 Procedure DrawCCW(no:byte);
 Var  co : integer;
 begin
    windowclose;
    if no = 1 then
 begin setattr(reversehigh); end
 else begin setattr(highdisplay); end;
    gotoxy(1,15); write(#201);
    gotoxy(1,17); write(#200);
    gotoxy(6,15); write(#187);
    gotoxy(6,17); write(#188);
    gotoxy(1,16); write(#186);
    gotoxy(6,16); write(#186);
    co := 1;
 repeat
    co := co + 1;
    gotoxy(co,15); write(#205);
    gotoxy(co,17); write(#205);
 until co = 5;
 gotoxy(2,16); write('CCW ');
 end;

 Procedure DrawCW(no:byte);
 Var  co : integer;
 begin
    windowclose;
    if no = 1 then
 begin setattr(reversehigh); end
 else begin setattr(highdisplay); end;
    gotoxy(11,15); write(#201);
    gotoxy(11,17); write(#200);
    gotoxy(16,15); write(#187);
    gotoxy(16,17); write(#188);
    gotoxy(11,16); write(#186);
    gotoxy(16,16); write(#186);
 co := 11;
 repeat
   co := co + 1;
   gotoxy(co,15); write(#205);
   gotoxy(co,17); write(#205);
 until co = 15;
 gotoxy(12,16); write(' CW ');
 end;

 Procedure DrawUP(no:byte);
 Var  co : integer;
 begin
    windowclose;
    if no = 1 then
 begin setattr(reversehigh); end
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    gotoxy(6,12); write(#201);
    gotoxy(6,14); write(#200);
    gotoxy(11,12); write(#187);
    gotoxy(11,14); write(#188);
    gotoxy(6,13); write(#186);
    gotoxy(11,13); write(#186);
    co := 6;
repeat
    co := co + 1;
    gotoxy(co,12); write(#205);
    gotoxy(co,14); write(#205);
until co = 10;
    gotoxy(7,13); write(' UP ');
end;

Procedure DrawDw(no:byte);
Var  co : integer;
begin
    windowclose;
    if no = 1 then
begin setattr(reversehigh); end
else begin setattr(highdisplay); end;
    gotoxy(6,18); write(#201);
    gotoxy(6,20); write(#200);
    gotoxy(11,18); write(#187);
    gotoxy(11,20); write(#188);
    gotoxy(6,19); write(#186);
    gotoxy(11,19); write(#186);
    co := 6;
repeat
    co := co + 1;
    gotoxy(co,18); write(#205);
gotoxy(co,20); write(#205);
until co = 10;
    gotoxy(7,19); write(' DW ');
end;

Procedure DoCCW2(U:BYTE);
const  OutP1 = $280;
       OutP2 = $283;
Var    C,CT : Integer;
Begin
    IF U = 1 THEN
BEGIN
    DrawCCW(1);
    C := 254;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END
ELSE  BEGIN
 DrawCCW(0);
 C := 255;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
 END;
end;

Procedure DoCW2(U:BYTE);
const  OutP1 = $280;
       OutP2 = $283;
Var    C,CT : Integer;
Begin
    IF U = 1 THEN
BEGIN
    DrawCW(1);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END
ELSE  BEGIN
   DrawCW(0);
   C := 255;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END;
end;

Procedure DoUp2(U:BYTE);
const  OutP1 = $280;
       OutP2 = $283;
Var    C,CT : Integer;
Ch : Char;
Begin
   IF U = 1 THEN
BEGIN
   DrawUP(1);
   C := 251;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END
ELSE  BEGIN
   DrawUP(0);
   C := 255;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END;
end;

Procedure DoDown2(U:BYTE);
const  OutP1 = $280;
       OutP2 = $283;
Var    C,CT : Integer;
Begin
   IF U = 1 THEN
BEGIN
   DrawDW(1);
   C := 247;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END
ELSE  BEGIN
   DrawDW(0);
   C := 255;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END;
end;

Procedure ccwup;
const  OutP1 = $280;
       OutP2 = $283;
Var    C    : Integer;
Begin
   DrawCCW(1);
   DrawUP(1);
   C := 250;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END;

Procedure ccwdw;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Var    C    : Integer;
Begin
   DrawCCW(1);
   DrawDW(1);
   C := 246;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END;

Procedure cwup;
const  OutP1 = $280;
       OutP2 = $283;
Var    C    : Integer;
Begin
   DrawCW(1);
   DrawUP(1);
   C := 249;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END;

Procedure cwdw;
const  OutP1 = $280;
       OutP2 = $283;
Var    C    : Integer;
Begin
   DrawCW(1);
   DrawDW(1);
   C := 245;
 Port[OutP1] := C;
 Port[OutP2] := C;
END;

PROCEDURE disfuncstby;
BEGIN
   setattr(reverselow);
   GOTOXY(1,24);  write('F1');
   GOTOXY(10,24); write('F2');
   GOTOXY(22,24); WRITE('F3');
   GOTOXY(37,25); write('F7');
   GOTOXY(48,25); write('F8');
   GOTOXY(59,25); write('F9');
   GOTOXY(70,25); write('F10');
   setattr(highdisplay);
   GOTOXY(3,24);  write('-Help');
   GOTOXY(12,24); write('-Mode Sel');
   GOTOXY(24,24); WRITE('-Sound OFF');
   GOTOXY(39,25); write('-LL Alm');
   GOTOXY(50,25); write('-LR Alm');
   GOTOXY(61,25); write('-HL Alm');
   GOTOXY(73,25); write('-HR Alm');
END;

Procedure Manual;
Var CT,C1,C2,C3,C4,CC1,CC2,CC3,CC4 : integer;
P1,P2,k1 : INTEGER;
CH : CHAR;
FIN : BOOLEAN;
begin
   windowclose;
C1 := 0; CT := 0; C2:=0; C3:=0; C4:=0; CC3:=0; CC4:=0;
CC1:=0; CC2:=0;   LAL2 := 0; HAL2 := 0;
   LEFTLOW(POS);
   LEFTHI(POS2);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ทำซ้ำ ดัดแปลง ทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   setACT(lowdisplay);
   Mem[$0040:$001f] := $00;
   FIN := FALSE;
Repeat
   CT := CT + 1;
   DELAY(10);
   IF CT = 10 THEN BEGIN INDICATOR(00); CT := 0; END;
   LOALARM(POS-1); HIALARM(POS2-1);
   Mem[$0040:$001A] := 30;
   Mem[$0040:$001C] := 30;
   if Mem[$0040:$001f] = $3C then
              BEGIN
                   DoCCW2(0);
                   DoCW2(0);
                   DoUP2(0);
                   DoDown2(0);
                   fin := true; DOF2;
                   CLRHELPMANU;
              end;
   if Mem[$0040:$001f] = $4B then
BEGIN
     IF CC4 = 0 THEN
       BEGIN
        CC3 := C3 + 1;
        DoCCW2(CC3);
        IF CC3 = 1 THEN C3 := -1;
        IF CC3 = 0 THEN C3 := 0;
        if (CC3 = 0)AND(CC1 = 1) THEN DOUP2(1);
        if (CC3 = 0)AND(CC2 = 1) THEN DODOWN2(1);
        Mem[$0040:$001f] := $00; END
     ELSE  Mem[$0040:$001f] := $00;
end;
if Mem[$0040:$001f] = $4D then
BEGIN
     IF CC3 = 0 THEN
       BEGIN
        CC4 := C4 + 1;
        DoCW2(CC4);
        IF CC4 = 1 THEN C4 := -1;
        IF CC4 = 0 THEN C4 := 0;
        if (CC4 = 0)AND(CC1 = 1) THEN DOUP2(1);
        if (CC4 = 0)AND(CC2 = 1) THEN DODOWN2(1);
        Mem[$0040:$001f] := $00; END
     ELSE  Mem[$0040:$001f] := $00;
end;
if Mem[$0040:$001f] = $48 then
  BEGIN
     IF CC2 = 0 THEN
       BEGIN
        CC1 := C1 + 1;
        DoUP2(CC1);
        IF CC1 = 1 THEN C1 := -1;
        IF CC1 = 0 THEN C1 := 0;
        if (CC1 = 0)AND(CC3 = 1) THEN DOCCW2(1);
        if (CC1 = 0)AND(CC4 = 1) THEN DOCW2(1);
        Mem[$0040:$001f] := $00; END
     ELSE  Mem[$0040:$001f] := $00;
  end;
if Mem[$0040:$001f] = $50 then
  BEGIN
     IF CC1 = 0 THEN
       BEGIN
        CC2 := C2 + 1;
        DoDOWN2(CC2);
        IF CC2 = 1 THEN C2 := -1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          IF CC2 = 0 THEN C2 := 0;
          if (CC2 = 0)AND(CC3 = 1) THEN DOCCW2(1);
          if (CC2 = 0)AND(CC4 = 1) THEN DOCW2(1);
          Mem[$0040:$001f] := $00; END
       ELSE  Mem[$0040:$001f] := $00;
    end;
  IF (CC3 = 1)AND(CC1 = 1) THEN CCWUP;
  IF (CC3 = 1)AND(CC2 = 1) THEN CCWDW;
  IF (CC4 = 1)AND(CC1 = 1) THEN CWUP;
  IF (CC4 = 1)AND(CC2 = 1) THEN CWDW;
  IF (CC3 = 1)OR(CC4 = 1) THEN SOUND(700);
  IF (CC1 = 1)OR(CC2 = 1) THEN SOUND(300);
  IF (CC1 = 1)AND(CC3 = 1) OR (CC1 = 1)AND(CC4 = 1) THEN SOUND(500);
  IF (CC2 = 1)AND(CC3 = 1) OR (CC2 = 1)AND(CC4 = 1) THEN SOUND(500);
  IF (LAL = 0)AND(HAL = 0) THEN BEGIN
  IF (CC1 = 0)AND(CC2 = 0)AND(CC3 = 0)AND(CC4 = 0) THEN NOSOUND;END;
  if Mem[$0040:$001f] = $41 then
    BEGIN
       POS := POS - 1;
       IF (POS>3)AND(POS<44) THEN LEFTLOW(POS);
       IF POS<=3 THEN POS := POS + 1;
       Mem[$0040:$001f] := $00;
    END;
 if Mem[$0040:$001f] = $42 then
    BEGIN
       POS := POS + 1;
       IF POS2 = (POS+1) THEN
            BEGIN POS:=POS-1;END;
       IF (POS<44)AND(POS>3) THEN RIGHTLOW(POS);
       IF POS>=44 THEN POS := POS - 1;
       Mem[$0040:$001f] := $00;
    END;
  if Mem[$0040:$001f] = $43 then
    BEGIN
       POS2 := POS2 - 1;
       IF (POS2 = (POS3+1))OR(POS2 = (POS+1)) THEN
            BEGIN POS2:=POS2+1;END;
       IF (POS2>3)AND(POS2<44) THEN LEFTHI(POS2);
       IF POS2<=3 THEN POS2 := POS2 + 1;
       Mem[$0040:$001f] := $00;
    END;
  if Mem[$0040:$001f] = $44 then
    BEGIN
       POS2 := POS2 + 1;
       IF (POS2>3)AND(POS2<44) THEN RIGHTHI(POS2);
       IF POS2>=44 THEN POS2 := POS2 - 1;
       Mem[$0040:$001f] := $00;
    END;
  if Mem[$0040:$001f] = $3D then
    BEGIN
        IF LAL = 1 THEN BEGIN LAL2 := 1; LOALARM(POS-1); END;
        IF HAL = 1 THEN BEGIN HAL2 := 1; HIALARM(POS2-1); END;
        Mem[$0040:$001f] := $00;
    END;
  IF LAL = 0 THEN LAL2 := 0;
  IF HAL = 0 THEN HAL2 := 0;
  if Mem[$0040:$001f] = $3B then
                    BEGIN
                        HELPMANU;
                        Mem[$0040:$001f] := $00;
                    END;
  until fin;
  end;
Procedure SWINGCHECK(Var TAA3 : Integer);
Var  CCou : Integer;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      FSWI : Boolean;
      AMVAL,MMax,MMin : integer;
Begin
   CCou := 0;
   FSWI := false;
begin
   PortIn(0,AMVAL);
   MMax := AMVAL; MMin := AMVAL;
Repeat
 TIMEDISP;
 CCou := CCou + 1;
 PortIn(0,AMVAL);
  if AMVAL > MMax then MMax := AMVAL;
  if AMVAL < MMin then MMin := AMVAL;
  DELAY(100);
 if CCou = 30 then FSWI := true;
until FSWI;
IF (TRUNC(MMAX-MMIN) >=50)OR(((MMAX+MMIN)/2>3000)) THEN TAA3 := 1
ELSE  TAA3 := 0;
end;
end;

PROCEDURE INDIC;
VAR  CO : INTEGER;
     FIN : BOOLEAN;
BEGIN
   CO := 0;
   FIN := FALSE;
REPEAT
   CO := CO + 1;
   TIMEDISP;
   INDICATOR(00);
   DELAY(200);
IF CO = 10 THEN FIN := TRUE;
UNTIL FIN;
END;

Procedure DoDrive(Direct:byte;  Var f:Integer);
Const  OutP1 = $280;
       OutP2 = $283;
Var    C,DA4,DRIAA4,JUM,xa2 : Integer;
findrive : Boolean;
Begin
   findrive := false; DRIAA4 := 0; f := 0;JUM:=0;
   XA2 := XA * 2;
   Mem[$0040:$001f] := $00;
   windowclose;
IF (TTRK=1)AND((DIRECT=1)OR(DIRECT=5))THEN BEGIN DIRECT:=2; JUM:=1;END;
IF (TTRK=1)AND((DIRECT=2)OR(DIRECT=6))AND(JUM=0)THEN DIRECT :=1;
IF (TTRK=0)AND((DIRECT=3)OR(DIRECT=7))THEN BEGIN DIRECT:=4; JUM:=1;END;
IF (TTRK=0)AND((DIRECT=4)OR(DIRECT=8))AND(JUM=0)THEN DIRECT :=3;
if (Direct = 1)  or (Direct = 5) then
begin
   DrawCCW(1);
   measure(DA4);
   DRIAA4 := DA4;
   C := 254;
   Port[OutP1] := C;
   Port[OutP2] := C;
   setattr(highdisplay);
   CHKAZ := 1;
   Delay(XA2);
REPEAT
DELAY(300);
measure(DA4);
if DA4 <= DRIAA4 then findrive := true;
```

เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 if DA4 > DRIAA4  then DRIAA4 := DA4;
 until findrive;
 DrawCCW(0);
    C := 255;
    Port[OutP1] := C;
    Port[OutP2] := C;
 end;
 if (Direct = 2) or (Direct = 6) then
 Begin
    DrawCW(1);
    measure(DA4);
    DRIAA4 := DA4;
    C := 253;
    Port[OutP1] := C;
    Port[OutP2] := C;
    setattr(highdisplay);
    CHKAZ := 2;
    Delay(XA2);
 REPEAT
    DELAY(300);
    measure(DA4);
    if DA4 <= DRIAA4 then findrive := true;
    if DA4 > DRIAA4     then DRIAA4 := DA4;
 until findrive;
    DrawCW(0);
    C := 255;
    Port[OutP1] := C;
    Port[OutP2] := C;
 end;
 if (Direct = 3) or (Direct = 7) then
 Begin
    DrawUp(1);
    measure(DA4);
    DRIAA4 := DA4;
    C := 251;
    Port[OutP1] := C;
    Port[OutP2] := C;
    setattr(highdisplay);
{ Delay(500);}          {  delay only UP }
    CHKEL := 3;
    Delay(XA2);
 REPEAT
    DELAY(300);
    measure(DA4);
    if DA4 <= DRIAA4 then findrive := true;
    if DA4 > DRIAA4  then DRIAA4 := DA4;
 until findrive;
    DrawUp(0);
    C := 255;
    Port[OutP1] := C;
    Port[OutP2] := C;
 end;
 if (Direct = 4) or (Direct = 8) then
 Begin
    DrawDW(1);
    measure(DA4);
    DRIAA4 := DA4;
    C := 247;
    Port[OutP1] := C;
    Port[OutP2] := C;
    setattr(highdisplay);
    CHKEL := 4;
    Delay(XA2);
 REPEAT
    DELAY(300);
    measure(DA4);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if DA4 > DRIAA4  then DRIAA4 := DA4;
  until findrive;
     DrawDW(0);
     C := 255;
     Port[OutP1] := C;
     Port[OutP2] := C;
  end;
  Mem[$0040:$001A] := 30;
  Mem[$0040:$001C] := 30;
  if Mem[$0040:$001f] = $3D then
    BEGIN
        IF LAL = 1 THEN BEGIN LAL2 := 1; LOALARM(POS-1); END;
        IF HAL = 1 THEN BEGIN HAL2 := 1; HIALARM(POS2-1); END;
        IF (FUNCT4 = 1) AND (TAL = 1) THEN
                BEGIN THAL2 := 1; THALARM(POS3-1); END;
        Mem[$0040:$001f] := $00;
    END;
  IF LAL = 0 THEN LAL2 := 0;
  IF HAL = 0 THEN HAL2 := 0;
  IF TAL = 0 THEN THAL2 := 0;
  end;

  Procedure StepTrack(Var f1 :integer);
  var  f,n : integer;
       finstep : Boolean;
  Begin
    setattr(revblinklow);
    gotoxy(8,16); write('**');
    n := 0;
  repeat
    Mem[$0040:$001A] := 30;
    Mem[$0040:$001C] := 30;
 if Mem[$0040:$001f] = $3D then
    BEGIN
        IF LAL = 1 THEN BEGIN LAL2 := 1; LOALARM(POS-1); END;
        IF HAL = 1 THEN BEGIN HAL2 := 1; HIALARM(POS2-1); END;
        IF (FUNCT4 = 1) AND (TAL = 1) THEN
              BEGIN THAL2 := 1; THALARM(POS3-1); END;
        Mem[$0040:$001f] := $00;
    END;
  IF LAL = 0 THEN LAL2 := 0;
  IF HAL = 0 THEN HAL2 := 0;
  IF TAL = 0 THEN THAL2 := 0;
  LOALARM(POS-1); HIALARM(POS2-1);
  IF FUNCT4 = 1 THEN THALARM(POS3-1);
  INDICATOR(00);
  f1 := 0; f := 0; finstep := false;
  n := n + 1;
  DoDrive(n,f);
  DELAY(2000);
  if f = 1 then finstep := true;
  if n = 8 then finstep := true;
  INDIC;
  until finstep;
  if f = 1 then f1 := 1;
  setattr(lowdisplay);
  gotoxy(8,16); write('  ');
  end;

  PROCEDURE SWDRIVE(SWD:BYTE);
  Const  OutP1 = $280;
         OutP2 = $283;
  Var    C : Integer;
  Begin
    if (SWD = 1) then
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
begin
   DrawCCW(1);
   INDICATOR(00);
   C := 254;
   Port[OutP1] := C;
   Port[OutP2] := C;
   DELAY(XA);
   GOTOXY(11,22); WRITE('     ');
   GOTOXY(7,22); WRITE('XA:=',XA);
   DrawCCW(0);
   INDICATOR(00);
   { NOSOUND;}
   C := 255;
   Port[OutP1] := C;
   Port[OutP2] := C;
   windowclose;
END;
if (SWD = 2) then
begin
   DrawCW(1);
   INDICATOR(00);
   C := 253;
   Port[OutP1] := C;
   Port[OutP2] := C;
   GOTOXY(11,22); WRITE('      ');
   GOTOXY(7,22); WRITE('XA:=',XA);
   DELAY(XA);
   DrawCW(0);
   INDICATOR(00);
   C := 255;
   Port[OutP1] := C;
   Port[OutP2] := C;
   windowclose;
END;
if (SWD = 3) then
begin
   DrawUP(1);
   INDICATOR(00);
    C := 251;
    Port[OutP1] := C;
    Port[OutP2] := C;
    DELAY(XA);
    GOTOXY(11,22); WRITE('      ');
    GOTOXY(7,22); WRITE('XA:=',XA);
    DrawUP(0);
    INDICATOR(00);
    C := 255;
    Port[OutP1] := C;
    Port[OutP2] := C;
    windowclose;
END;
if (SWD = 4) then
begin
   DrawDW(1);
   INDICATOR(00);
   C := 247;
   Port[OutP1] := C;
   Port[OutP2] := C;
   DELAY(XA);
   GOTOXY(11,22); WRITE('      ');
   GOTOXY(7,22); WRITE('XA:=',XA);
   DrawDW(0);
   INDICATOR(00);
   C := 255;
   Port[OutP1] := C;
   Port[OutP2] := C;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    windowclose;
END;
Mem[$0040:$001A] := 30;
Mem[$0040:$001C] := 30;
if Mem[$0040:$001f] = $3D then
  BEGIN
      IF LAL = 1 THEN BEGIN LAL2 := 1; LOALARM(POS-1); END;
      IF HAL = 1 THEN BEGIN HAL2 := 1; HIALARM(POS2-1); END;
      IF (FUNCT4 = 1) AND (TAL = 1) THEN
              BEGIN THAL2 := 1; THALARM(POS3-1); END;
      Mem[$0040:$001f] := $00;
  END;
IF LAL = 0 THEN LAL2 := 0;
IF HAL = 0 THEN HAL2 := 0;
IF TAL = 0 THEN THAL2 := 0;
END;

PROCEDURE MEASURE2(VAR XA6:INTEGER);
VAR   XA2,XC2 : INTEGER;
      XA1 : LONGINT;
      FINO1 : BOOLEAN;
BEGIN
XA1 := 0; XC2 := 0;
FINO1 := FALSE;
REPEAT
 INDICATOR(00);
 LOALARM(POS-1);
 HIALARM(POS2-1);
 IF FUNCT4 = 1 THEN THALARM(POS3-1);
 MEASURE(XA2);
 XA1 := XA1 + XA2;
 XC2 := XC2 + 1;
 TIMEDISP;
 DELAY(10);
 IF XC2 = 10 THEN FINO1 := TRUE;
UNTIL FINO1;
 XA6 := TRUNC(XA1/XC2);
END;

PROCEDURE SWINGTRACK(SWI:BYTE);
VAR  YA5,YA6,YC1,YX1,YX2,XK :INTEGER;
     FINO2,FINO3 : BOOLEAN;
BEGIN
   YA5:=0;YA6:=0; YC1 := 0;
   FINO2 := FALSE; FINO3 := FALSE;
   measure2(YA5);
   YA6 := YA5;
   IF SWI = 1 THEN
BEGIN  YX1 := 1; YX2 := 2; END;
   IF (SWI=1)AND(TTRK=1) THEN BEGIN YX1:=2; YX2:=1; END;
   IF SWI = 2 THEN
BEGIN  YX1 := 3; YX2 := 4; END;
if (SWI=2)AND(TTRK=0) THEN BEGIN YX1:=4 ;YX2:=3; END;
IF ((YX1=1)AND(LASTAZ=2))OR((YX1=2)AND(LASTAZ=1)) THEN XA := 1000;
IF ((YX1=1)AND(LASTAZ=1))OR((YX1=2)AND(LASTAZ=2)) THEN XA := XDLY;
IF ((YX1=3)AND(LASTEL=4))OR((YX1=4)AND(LASTEL=3)) THEN XA := 1000;
IF ((YX1=3)AND(LASTEL=3))OR((YX1=4)AND(LASTEL=4)) THEN XA := XDLY;
REPEAT
   TIMEDISP;
   INDICATOR(00);
   SWDRIVE(YX1);
   LOALARM(POS-1);
   HIALARM(POS2-1);
   IF FUNCT4 = 1 THEN THALARM(POS3-1);
   DELAY(2000);
   MEASURE2(YA5);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น ห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            BEGIN FINO2 := TRUE;
            XA := 1000;
             IF (YA6-YA5)>=60 THEN XA := XA * 2;
            SWDRIVE(YX2);
               IF (YX2=1)OR(YX2=2) THEN LASTAZ := YX2;
               IF (YX2=3)OR(YX2=4) THEN LASTEL := YX2;
            END;
    IF YA5 >  YA6 THEN BEGIN
                        XA := XDLY;YC1 := 1;
                        IF (YA5-YA6) <=30 THEN XA := TRUNC(XA*2/3);
                        YA6 := YA5;
                        END;
UNTIL FINO2;
IF YC1 = 0 THEN
BEGIN
 delay(2000);              { wait for ant stop }
 measure2(YA5);
 YA6 := YA5;
    REPEAT
      TIMEDISP;
      INDICATOR(00);
      XA := XDLY;
      SWDRIVE(YX2);
      LOALARM(POS-1);
      HIALARM(POS2-1);
      IF FUNCT4 = 1 THEN THALARM(POS3-1);
      DELAY(2000);
      MEASURE2(YA5);
       IF YA5 <= YA6 THEN
            BEGIN FINO3 := TRUE;
            XA := 1000;
              IF (YA6-YA5) >= 60 THEN XA := XA * 2;
            SWDRIVE(YX1);
              IF (YX1=1)OR(YX1=2) THEN LASTAZ := YX1
                ELSE LASTEL := YX1;
            END;
      IF YA5 >  YA6 THEN BEGIN
                        IF (YA5-YA6) <= 30 THEN XA:=TRUNC(XA*2/3);
                        YA6 := YA5;
                        END;
    UNTIL FINO3;
END;
END;

PROCEDURE VARYALARM(ALM:BYTE);
BEGIN
     if ALM = 1 then
begin setattr(reversehigh); end
else begin setattr(highdisplay); end;
GOTOXY(71,18); WRITE('  Vary    ');
END;

PROCEDURE disfuncauto;
BEGIN
   setattr(reverselow);
   GOTOXY(10,24); write('F2');
   GOTOXY(22,24); WRITE('F3');
   GOTOXY(37,25); write('F7');
   GOTOXY(48,25); write('F8');
   GOTOXY(59,25); write('F9');
   GOTOXY(70,25); write('F10');
   setattr(highdisplay);
   GOTOXY(12,24); write('-Mode Sel');
   GOTOXY(24,24); WRITE('-Sound OFF');
   GOTOXY(39,25); write('-LL Alm');
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    GOTOXY(61,25); write('-HL Alm');
    GOTOXY(73,25); write('-HR Alm');
END;

PROCEDURE STBY;   {********************* STANDBY ********************
VAR CT,k1 : integer;
    P1,P2 : INTEGER;
    fin : boolean;
BEGIN
   windowclose;
   CLRHELPMANU;
   LAL2 := 0; HAL2 := 0;
   disfuncstby;
   CT := 0;
   fin := false;
   LEFTLOW(POS);
   LEFTHI(POS2);
   THTRACK := 0;
   GOTOXY(1,24);  WRITE('',#176,#176,#176,#176,#176,#176,#176);
REPEAT
   CT := CT + 1;
   DELAY(10);
   IF CT = 5 THEN BEGIN INDICATOR(00); CT := 0; END;
   Mem[$0040:$001A] := 30;
   Mem[$0040:$001C] := 30;
   if Mem[$0040:$001f] = $3C then
BEGIN
     fin := true; DOF2; GOTOXY(1,24);
     SETATTR(REVERSELOW);
     WRITE('F1');
     SETATTR(HIGHDISPLAY);
     GOTOXY(3,24); WRITE('-Help');
end;
if Mem[$0040:$001f] = $41 then
BEGIN
     POS := POS - 1;
     IF (POS>3)AND(POS<44) THEN LEFTLOW(POS);
     IF POS<=3 THEN POS := POS + 1;
     Mem[$0040:$001f] := $00;
END;
if Mem[$0040:$001f] = $42 then
BEGIN
     POS := POS + 1;
     IF POS2 = (POS+1) THEN
          BEGIN POS:=POS-1;SOUND(1200);
          NOSOUND;
          END;

     IF (POS<44)AND(POS>3) THEN RIGHTLOW(POS);
     IF POS>=44 THEN POS := POS - 1;
     Mem[$0040:$001f] := $00;
END;
if Mem[$0040:$001f] = $43 then
BEGIN
     POS2 := POS2 - 1;
     IF POS2 = (POS+1) THEN
          BEGIN POS2:=POS2+1;SOUND(1200);
          NOSOUND;
          END;

     IF (POS2>3)AND(POS2<44) THEN LEFTHI(POS2);
     IF POS2<=3 THEN POS2 := POS2 + 1;
     Mem[$0040:$001f] := $00;
END;
if Mem[$0040:$001f] = $44 then
```

ลิขสิทธิ์เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      POS2 := POS2 + 1;
      IF (POS2>3)AND(POS2<44) THEN RIGHTHI(POS2);
      IF POS2>=44 THEN POS2 := POS2 - 1;
      Mem[$0040:$001f] := $00;
END;
if Mem[$0040:$001f] = $3D then
BEGIN
       NOSOUND;
       IF LAL = 1 THEN BEGIN LAL2 := 1; LOALARM(POS-1); END;
       IF HAL = 1 THEN BEGIN HAL2 := 1; HIALARM(POS2-1); END;
       Mem[$0040:$001f] := $00;
END;
IF LAL = 0 THEN LAL2 := 0;
IF HAL = 0 THEN HAL2 := 0;
LOALARM(POS-1); HIALARM(POS2-1);
until fin;
END;

PROCEDURE NOIP;
BEGIN
CHOICEENTRY(CHOICEMENU[3]);
STBY;
END;

Procedure Auto;     {****************** AUTO ********************}
Var  ch : char;
     h,m,s,f,s2 : word;
     trackFI : Boolean;
     FFIN    : Boolean;
     GFIN     : BOOLEAN;
     regs : registers;
     code : word;
     Resttime,SX,f2,C,LASTPEAK,addtime : Integer;
     hour,min,sec,h1,m1,s1,hh1,hh2     : INTEGER;
     VA1,VA2,VA3,VA5,CT,NOA,COA,cv1,cv2,cv3,cv4 : Integer;
     ho,mi,se :String[2];
     Time : String;
begin
windowclose;
VA1:=0; CT := 0; NOA :=0;  LAL2 := 0; HAL2 := 0;funct4 := 0;
trackFI := false;  CZA := 0; THTRACK := 0; CZB :=0; CZC :=0;
FFIN := false;
GFIN := FALSE;
CLRHELPMANU;
SETATTR(HIGHDISPLAY);
GOTOXY(1,24);  WRITE('',#176,#176,#176,#176,#176,#176,#176);
DISFUNCAUTO;
gotoxy(1,25); write('                              ');
gotoxy(22,25); write('
');
LEFTLOW(POS);
LEFTHI(POS2);
LOALARM(POS-1);
HIALARM(POS2-1);
MEASURE(VA1);            {  IF NO I/P SWITCH TO STBY }
IF VA1 < 200 THEN
begin
   NOA:=1;
   trackFI := true;
   FFIN    := true;
end;
setattr(reverselow);
gotoxy(20,19); write('  Press ',#24,' , ',#25,' or Enter. ');
gotoxy(38,15);write('   mS.');
setattr(underlinelow);
```

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
GOTOXY(20,15);  WRITE('Delay Time:    ');
GOTOXY(20,17);  WRITE('Rest Time :    ');
GOTOXY(20,18);  WRITE('Threshold :    ');
SETATTR(REVERSEHIGH);
GOTOXY(34,18);
if funct4 = 1 then BEGIN WRITE('  ON      '); END
              else write('  OFF     ');
SETATTR(HIGHDISPLAY);
DOFF3;
DOF3(SX);
XDLY := XA;
DISFUNCAUTO;
GOTOXY(44,25); WRITE('                                          ');
GOTOXY(1,25); WRITE('                                                ');
IF SX = 0 THEN
BEGIN
      GOTOXY(22,25); WRITE('              ');
      trackFI ;= true;
      FFIN    := true;
END
ELSE  Resttime := SX;
setattr(lowdisplay);
TTRK := 0;cv1:=0; cv2:=0; cv3:=0; cv4:=0;
Regs.Ax := $2c00;
MSDos(Regs);
hour := regs.CH;
min  := regs.CL;
sec  := regs.DH;
h1 := hour; m1 := min; s1 := sec;
IF ((h1>1)and(h1<13)) then cv1:= 1 else cv1:=0;
IF ((h1=1)AND(m1>30)) then cv2:= 1 else cv2:=0;
IF ((h1=13)AND(m1<30)) then cv3:=1 else cv3:=0;
cv4 := cv1 + cv2 + cv3;
if cv4 > 0 then TTRK:=1;
IF SX <> 0 THEN
BEGIN
  IF (NOA = 0) THEN  Steptrack(f2);        {------ STEPTRACK------}
  if f2 = 1 then
  begin
    trackFI := true;
    FFIN    := true;
  end;
END;
LASTPEAK := 0;
LASTAZ := CHKAZ;
LASTEL := CHKEL;
repeat
m1 := m1 + resttime ;
if m1 > 59 then
begin
 m1 := m1 - 60;
 h1 := h1 + 1;
end;
hh1 := h1;                    {   mid night  }
if h1 = 24 then  h1 := 00;
if h1 = 0  then hh1 := 24;
str (h1:2,ho);
str (m1:2,mi);
str (s1:2,se);
setattr(Reverselow);
gotoxy(34,16); write('         ');
if ho[1]  = ' ' then ho[1]  := '0';
if mi[1]  = ' ' then mi[1]  := '0';
if se[1]  = ' ' then se[1]  := '0';
Time := ho+ ':' +mi+ ':' +se;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  setattr(lowdisplay);
  VA1:=0; COA:=0;
  repeat
  addtime := 0;
  LOALARM(POS-1);
  HIALARM(POS2-1);
  THALARM(POS3-1);
  MEASURE(VA1);              {   IF NO I/P SWITCH TO STBY }
  IF VA1 < 200 THEN
  BEGIN
          CZC := 1;
          COA := COA + 1;
          IF COA >= 100 THEN
           begin
                NOA := 1;
              {  trackFI := true;
                 FFIN    := true;  }
           end;
   END;
  IF VA1 > 500 THEN COA := 0;
  DISFUNCauto;
  INDICATOR(00);
  TTRK :=0; cv1:=0; cv2:=0; cv3:=0; cv4:=0;
  Regs.Ax := $2c00;
  MSDos(Regs);
  hour := regs.CH;
  min  := regs.CL;
  sec  := regs.DH;
  h := hour; m := min; s := sec;
  hh2 := h;                  {  mid night  }
  if h = 24 then h := 0;
  if h = 0 then hh2 := 24;       {  mid night  }
  IF (HH2 >HH1) OR ((M>M1)AND(HH2>=HH1)) then   {-too long track--  }
            begin
            if (hh2-hh1) < 3 then trackFI := true; end;
  IF ((h1>1)and(h1<13)) then cv1:= 1 else cv1:=0;
  IF ((h1=1)AND(m1>30)) then cv2:= 1 else cv2:=0;
  IF ((h1=13)AND(m1<30)) then cv3:=1 else cv3:=0;
  cv4 := cv1 + cv2 + cv3;
  if cv4 > 0 then TTRK :=1;
  if (h1 = h) AND (m1 = m) AND (s1 = s) THEN CZC := 0;
  if (h1 = h) AND (m1 = m) AND (s1 = s) OR ((THTRACK = 1)AND(CZC=0)) then
  BEGIN
    CLRFUNC;
    C := 0;
  IF THTRACK = 1 THEN
           begin CZB := CZB + 1;
           h1 := h;m1 := m;s1 := s;end;
          { CZC := 1;}
  IF CZB > 3 THEN
           BEGIN
                CZB := 0;
                CZC := 1; TRACKFI := TRUE;
                THAL2 := 0;
                SOUND(900);END;
  IF THTRACK = 0 THEN BEGIN CZB := 0;CZC := 0; END;

  REPEAT                     { FIN5 }
       LOALARM(POS-1);
       HIALARM(POS2-1);
       THALARM(POS3-1);
  VA1 :=0;
{  MEASURE(VA1);  }          { IF NO I/P SWITCH TO STBY }
  INDICATOR(00);
  VA5 := 0;
```

ที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 IF VA5 = 1 THEN
 BEGIN
    VARYALARM(1);
    setattr(revblinklow);
    gotoxy(8,16); write('**');
    SETATTR(LOWDISPLAY);
  measure2(VA2);
  LASTPEAK := VA2;
    SWINGTRACK(1);
    delay(3000);
    SWINGTRACK(2);
    delay(3000);
    SWINGTRACK(1);
    delay(3000);
    SWINGTRACK(2);
    delay(1000);
    setattr(lowdisplay);
    gotoxy(8,16); write('  ');
END
ELSE BEGIN  VARYALARM(0); Steptrack(f2);  END;
{ KEEP LAST PEAK TO COMPARE NEW PEAK, IF NP < LP TRACK AGAIN }
measure2(VA2);
VA3 := VA2;
IF (LASTPEAK-15) <= VA3 THEN
BEGIN
 IF LASTPEAK <= VA3 THEN LASTPEAK := VA3;
 trackFI  := true;
 FFIN     := false;
 GFIN     := TRUE;
 if f2 = 1 then
  begin  trackFI := true;
         FFIN    := true;  END;
END
ELSE  BEGIN
    INDICATOR(00);
    GFIN := FALSE;
    C := C + 1;
    IF C = 3 THEN BEGIN
        IF (LASTPEAK-300) < VA3 THEN LASTPEAK := VA3;
       GFIN := TRUE; TRACKFI := TRUE; END;
    END;
UNTIL GFIN;      { REP 2 }
END;
Begin  {--------------}
Mem[$0040:$001A] := 30;
Mem[$0040:$001C] := 30;
if Mem[$0040:$001f] = $3C then
 begin
    trackFI := true; FFIN := true;
   CLRFUNC;
   VARYALARM(0);
 end;
if Mem[$0040:$001f] = $41 then
  BEGIN
     POS := POS - 1;
     IF (POS>3)AND(POS<44) THEN LEFTLOW(POS);
     IF POS<=3 THEN POS := POS + 1;
     Mem[$0040:$001f] := $00;
  END;
if Mem[$0040:$001f] = $42 then
  BEGIN
    POS := POS + 1;
    IF POS2 = (POS+1) THEN
      BEGIN POS:=POS-1;SOUND(1200);
      NOSOUND;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      IF (POS<44)AND(POS>3) THEN RIGHTLOW(POS);
      IF POS>=44 THEN POS := POS - 1;
      Mem[$0040:$001f] := $00;
  END;
if Mem[$0040:$001f] = $43 then
  BEGIN
   POS2 := POS2 - 1;
   IF (POS2 = (POS+1)) OR ((POS2 = (POS3+1))AND(FUNCT4=1)) THEN
      BEGIN POS2:=POS2+1;SOUND(1200); NOSOUND;END;
     IF (POS2>3)AND(POS2<44) THEN LEFTHI(POS2);
     IF POS2<=3 THEN POS2 := POS2 + 1;
     Mem[$0040:$001f] := $00;
  END;
if Mem[$0040:$001f] = $44 then
  BEGIN
    POS2 := POS2 + 1;
    IF (POS2>3)AND(POS2<44) THEN RIGHTHI(POS2);
    IF POS2>=44 THEN POS2 := POS2 - 1;
    Mem[$0040:$001f] := $00;
  END;
if Mem[$0040:$001f] = $3D then
  BEGIN   nosound;
      IF LAL = 1 THEN BEGIN LAL2 := 1; LOALARM(POS-1); END;
      IF HAL = 1 THEN BEGIN HAL2 := 1; HIALARM(POS2-1); END;
      IF TAL = 1 THEN BEGIN THAL2 := 1; THALARM(POS3-1); END;
      Mem[$0040:$001f] := $00;
  END;
IF LAL = 0 THEN LAL2 := 0;
IF HAL = 0 THEN HAL2 := 0;
IF TAL = 0 THEN THAL2 := 0;
LOALARM(POS-1); HIALARM(POS2-1); THALARM(POS3-1);
SETATTR(REVERSEHIGH);
GOTOXY(1,25);   WRITE('F4');
SETATTR(HIGHDISPLAY);
GOTOXY(3,25);   WRITE('-THRESHOLD');
if funct4 = 1 then
   begin   SETATTR(REVERSEHIGH);
           GOTOXY(14,25);   WRITE('F5');
           GOTOXY(25,25);   WRITE('F6');
           SETATTR(HIGHDISPLAY);
           GOTOXY(16,25);   WRITE('-TH LEFT');
           GOTOXY(27,25);   WRITE('-TH RIGHT');
   end;
END;
if Mem[$0040:$001f] = $3E then
   begin
     funct4 := funct4 + 1;
     if funct4 > 1 then funct4 := 0;
     if funct4 = 0 then begin gotoxy(pos3,7); WRITE(' ');end;
     if funct4 = 1 then
     begin
     IF POS2 <= POS3 THEN
       BEGIN
       GOTOXY(POS2,7); WRITE(' ');
       LEFTHI(POS2);POS3 := POS;END;
       SETATTR(REVERSEHIGH);
       GOTOXY(34,18); WRITE('  ON      ');
       gotoxy(pos3,7); WRITE('',#84);
       GOTOXY(14,25);   WRITE('F5');
       GOTOXY(25,25);   WRITE('F6');
       SETATTR(HIGHDISPLAY);
       GOTOXY(16,25);   WRITE('-TH LEFT');
       GOTOXY(27,25);   WRITE('-TH RIGHT');
       end ELSE
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Procedure Domode4;
begin
  ChoiceEntry(choicemenu[4]);
  Processmode(4);
  end;
Procedure Domode5;
begin
  ChoiceEntry(choicemenu[5]);
  Processmode(5);
end;
Procedure Domode;
begin
   case statusmenu of
     1 : Domode1;
     2 : Domode2;
     3 : Domode3;
     4 : Domode4;
     5 : Domode5;
     end;
end;

Procedure Testkey1(key:char);
begin
    Entrykey := False;
    if Funckey then
    case (key) of
    F1_key  : DoF1;
    F2_key  : DoF2;
    { F3_key  : DoF3;}
    F4_key  : DoF4;
    F5_key  : DoF5;
    F6_key  : DoF6;
    F7_key  : DoF7;
    F8_key  : DoF8;
end
else
if Entrykey = False then Readfunckey(key);
end;

Procedure Testkey2(key:char);
Var regs : registers;
begin
  entrykey := false;
  if Funckey then
  case (key) of
Lt_key  : MoveBack;
Rt_key  : MoveForward;
F1_key  : DoF1;
F2_key  : DoF2;
{F3_key : DoF3;}
F4_key  : DoF4;
F5_key  : DoF5;
F6_key  : DoF6;
F7_key  : DoF7;
F8_key  : DoF8;
end
else
if key = return_key then begin regs.AH:= $0c; Intr($21,regs);domode;end

if key = ESC_key then entrykey := true;
end;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อผู้เขียน	นายสุชิน จิตรายานนท์
วันเดือนปีเกิด	วันที่ 11 มิถุนายน 2500
สถานที่เกิด	กรุงเทพมหานครฯ
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสารฯ
สถานที่สำเร็จการศึกษา	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
ปีที่สำเร็จการศึกษา	2522
ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์	

-สุชิน จิตรายานนท์ และ ผศ.แรงค์ เหมกรณ์,
"การควบคุมจานสายอากาศเพื่อชี้ตรงดาวเทียมด้วยวิธี PROGRAM-TRACK"
วิศวกรรมสาร ปีที่ 45 เล่มที่ 8 สิงหาคม 2535, หน้า 53-56.

-Y. MORIYA, N. HEMMAKORN, T. PAUNGMA AND S. CHITRAYANONT,
"THE NEW SATELLITE PLANS AND RAINFALL INTENSITY CHARACTERISTIC IN THAILAND"
ITE TECHNICAL REPORT VOL.17 NO.18 PP 21-26 ROFT 93-21(FEB1993).

-สุชิน จิตรายานนท์ และ ผศ.แรงค์ เหมกรณ์,
"เครื่องควบคุมจานสายอากาศเพื่อติดตามดาวเทียมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์"
วิศวสารลาดกระบัง ปี 2536

ประสบการณ์การทำงาน	วิศวกร บริษัทไทยอิเลคโทรนิคอุตสาหกรรมจำกัด นิคมอุตสาหกรรมบางชัน กทม. เมื่อ พ.ศ.2523 ถึงพ.ศ.2525
อาชีพปัจจุบัน	วิศวกรระดับ 5 หัวหน้าแผนก TDMA/DSI สถานีฯดาวเทียมศรีราชา ชลบุรี การสื่อสารแห่งประเทศไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้