ระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบินสำหรับการบริหารการบิน

PILOT FLIGHT PERFORMANCE ANALYSIS SYSTEM FOR AIRLINE MANAGEMENT

นายเกียรติศักดิ์ ก้อนสีลา

KIATTISAK KONSEELA

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2566

KMITL-2023-EN-M-029-102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PILOT FLIGHT PERFORMANCE ANALYSIS SYSTEM FOR AIRLINE MANAGEMENT

KIATTISAK KONSEELA

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF ENGINEERING IN TELECOMMUNICATIONS ENGINEERING

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

2023

KMITL-2023-EN-M-029-102

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2023

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบินสำหรับการบริหารการบิน
นักศึกษา	นายเกียรติศักดิ์ ก้อนสีลา
รหัสนักศึกษา	59601140
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมโทรคมนาคม
พ.ศ.	2566
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พิเชฐ ม่วงนวล

บทคัดย่อ

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอการพัฒนาระบบการวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบินสำหรับบริหารการบิน โดยนำข้อมูลการบินจากเครื่องบิน มาทำการถอดรหัสเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง แล้วนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้มาแสดงผลและวิเคราะห์ตรวจสอบผลการปฏิบัติการบินของนักบิน โดยแสดงผลเครื่องมือวัด การจำลองการบิน และทำการตรวจสอบแบบละเอียดโดยการนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปสร้างทริกเกอร์ตรวจสอบตามเงื่อนไขของเหตุการณ์ที่ต้องการตรวจสอบ แล้วนำผลลัพธ์ทั้งหมดหลังจากทำการตรวจสอบตามเงื่อนไขมาแสดงในรูปกราฟเพื่อหาข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานทางการบินของนักบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Flight data analysis system for pilot monitoring for airline management
Student	Mr. Kiattisak Konseela
Student ID.	59601140
Degree	Master of Engineering
Program	Telecommunications Engineering
Year	2023
Thesis Advisor	Asst. Prof. Dr. Phichet Moungnoul

ABSTRACT

This thesis presents the development of a pilot flight performance analysis system for flight management. The system will used flight data from aircraft, decoded to find the relevant parameters. Then the parameters had been display and analyze to check the pilot's flight performance, show the measurement display add flight simulation. Furthemore, to make trigger system by used the parameters to show defective case. Finally, display all result after conditional check to find the pilot's flight performance with graph.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจาก ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล ซึ่งเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้ารู้สึกซาบซึ้งในความอนุเคราะห์จากท่านอาจารย์และขอขอบพระคุณเป็นอย่างสูงที่ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้ประสบการณ์ที่ดี

ขอกราบพระคุณคณาจารย์ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

ขอขอบคุณเพื่อนร่วมชั้นเรียน ในภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ทุกคนที่ให้คำแนะนำต่าง ๆ และคอยให้กำลังใจเสมอมา

ขอขอบคุณบัณฑิตศึกษาและบัณฑิตวิทยาลัย คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ความช่วยเหลือในเรื่องต่าง ๆ ด้วยมิตรไมตรี

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา พี่ชาย และครอบครัวของข้าพเจ้าที่เป็นกำลังใจ และให้การสนับสนุนในทุกเรื่อง ช่วยให้สามารถทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมาจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

เกียรติศักดิ์ ก้อนสีลา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II
กิตติกรรมประกาศ III
สารบัญ IV
สารบัญตาราง IX
สารบัญรูป XII
บทที่ 1 บทนำ 1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา 3
1.3 สมมติฐานของการศึกษา 3
1.4 ขอบเขตการวิจัย 3
1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน 3
1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ 4
1.7 การจัดโครงสร้างของเนื้อหาในวิทยานิพนธ์ 4

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 5
2.1 กล่าวนำ 5
2.2 องค์ประกอบของการบิน 5
2.2.1 ส่วนประกอบของเครื่องบิน 5
2.2.2 การควบคุมทิศทางการเคลื่อนที่การบิน 6
2.2.3 แรงพื้นฐานของการบิน 7
2.2.4 เสถียรภาพของการบิน 8
2.2.5 เครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบิน 9
2.3 สนามบิน 12
2.3.1 Controlled and Uncontrolled airport 12
2.3.2 Runway layout 13
2.3.3 Runway elevation 14
2.3.4 Active runway 14
2.3.5 Runway close 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.3.6 Taxiways 14
2.3.7 Airport signs 16
2.3.8 Airspace 16
2.4 เทคโนโลยีการบันทึกข้อมูลบนเครื่องบิน 17
2.4.1 อุปกรณ์บันทึกข้อมูลการบิน 17
2.4.2 คุณสมบัติ 17
2.4.3 ประเภทของกล่องบันทึกข้อมูลการบิน 18
2.5 การสื่อสารข้อมูลภายในเครื่องบิน 20
2.5.1 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล 21
2.5.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับลอจิกแบบดิจิทัล 22
2.5.3 การจัดรูปแบบข้อความและคำ 23
2.6 ข้อมูลและการถอดรหัส 28
2.6.1 ข้อมูลดิบ 28
2.6.2 การถอดรหัสข้อมูล 28
2.7 ข้อมูลพารามิเตอร์ใช้ในการถอดรหัส 30
2.7.1 CAS 30
2.7.2 VERTICAL SPEED (SAARU) 31
2.7.3 MAGNETIC HEADING 31
2.7.4 FLAP ANGLE 32
2.7.5 FLAP POSITION 32
2.7.6 SLATS POSN 33
2.7.7 AIR GND ON GND 33
2.7.8 GMT 34
2.7.9 RADIO ALTITUDE LEFT 34
2.7.10 RADIO ALTITUDE CENTER 35
2.7.11 RADIO ALTITUDE RIGHT 35
2.7.12 PITCH ALTITUDE 36
2.7.13 ROLL ALTITUDE 36
2.7.14 LATITUDE ACQ 37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7.15 LONGITUDE ACQ 37
2.7.16 ALTITUDE 1013 (SAARU) 38
2.7.17 GPS ALTITUDE 38
2.7.18 GROUND SPEED 4 39
2.7.19 GROUND SPEED (SAARU) 39
2.7.20 GPS GROUND SPEED 40
2.7.21 CAP WHL 1 POSN 40
2.7.22 CAP WHL 2 POSN 41
2.7.23 CAP WHL 3 POSN 41
2.7.24 GEAR SELECT DOWN 42
2.7.25 GEAR SELECT UP 42
2.7.26 FLIGHT NUM 43
2.7.27 RUD LWR POSN 43
2.7.28 RUD MDD POSN 44
2.7.29 RUD UPR POSN 44
2.7.30 RUD POSN 45
2.7.31 RUD TRIM POSN 45
2.7.32 SPOILER 1 – 14 PCU POS 46
2.7.33 MLG TRUCK TILT RT 47
2.7.34 MLG TRUCK TILT LT 47
2.7.35 N1 LEFT 48
2.7.36 N1 RIGHT 48
2.7.37 N2 LEFT 49
2.7.38 N2 RIGHT 49
2.7.39 FLIGHT PHASE ACQ 50
2.7.40 DATE 50
2.7.41 LATERAL ACCEL 51
2.7.42 LON ACCEL 51
2.7.43 VERTICAL ACCEL 52

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

2.7.44 ELEVATOR POSN PFC 52
2.7.45 PARKING BRAKE HANDLE 1 53
2.7.46 PARKING BRAKE HANDLE 2 53
2.7.47 PARKING BRAKE HANDLE 3 54
2.7.48 AIL POSN INBD LT 54
2.7.49 AIL POSN OTBD LT 55
2.7.50 AIL POSN INBD RT 55
2.7.51 AIL POSN OTBD RT 56
2.7.52 TRA IN FORWARD 1 56
2.7.53 TRA IN FORWARD 2 57
2.7.54 FMF ALTITUDE 57
2.7.55 TCAS 58
2.7.56 VERTICAL SPEED 58
2.7.57 TAS 59
2.7.58 MACH 59
2.8 ข้อมูลค่ามาตรฐานในการควบคุมของเครื่อง 60
2.8.1 เกี่ยวกับการบินขึ้น (Takeoff) 60
2.8.2 เกี่ยวกับการลงจอด (Landing) 61
2.8.3 ค่าการร่อนลงในการลงจอด (Vertical Acceleration) 62

บทที่ 3 การออกแบบระบบและการทำงาน 65
3.1 กล่าวนำ 65
3.2 โครงสร้างของระบบ 65
3.3 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบิน 66
3.3.1 การทำงานในส่วนแรก 67
3.3.2 การทำงานส่วนที่สอง 70
3.4 การออกแบบการแสดงเครื่องมือวัดพื้นฐาน 91
3.4.1 โครงสร้างโปรแกรม 91
3.4.2 หน้าต่างโปรแกรม 92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.5 การออกแบบการแสดงภาพจำลองการบิน 94
3.5.1 ขั้นตอนโดยรวม 94
3.5.2 การรีแมปค่าในพารามิเตอร์เพื่อรองรับการ Simulation 96
3.5.3 การแปลงไฟล์ .CSV เป็นไฟล์ .TXT 97
3.5.4 การเขียนข้อมูลให้ตรงกับรูปการจำลองการบิน 97
3.6 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมสร้างทริกเกอร์ 98
3.6.1 การออกแบบส่วนในการสร้างทริกเกอร์ 98
3.6.2 การออกแบบส่วนในการรวมทริกเกอร์ 105
3.7 การออกแบบการทำงานโปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ 106

บทที่ 4 ผลการทดลอง 107
4.1 ผลการทดสอบโปรแกรมถอดรหัสข้อมูลบันทึกการบินเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ 107
4.2 ผลการทดสอบโปรแกรมนำข้อมูลพารามิเตอร์แสดงผลเครื่องวัดพื้นฐาน 111
4.3 ผลการทดสอบโปรแกรมนำข้อมูลพารามิเตอร์แสดงภาพจำลองการบิน 112
4.4 ผลการทดสอบโปรแกรมสร้างทริกเกอร์ 120
4.4.1 ส่วนในการสร้างทริกเกอร์ 121
4.4.2 ส่วนในการรวมทริกเกอร์ 124
4.5 ผลทดสอบโปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ 126
4.5.1 แสดงผลการวิเคราะห์ของค่า Flap angle แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out 127
4.5.2 แสดงผลการวิเคราะห์ของค่า Flap angle ที่กาง 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 องศา ในช่วงทำการเอาเครื่องบินลง 128
4.5.3 แสดงผลการวิเคราะห์ของค่า Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground 129

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 130
บรรณานุกรม 131
ภาคผนวก 133
ภาคผนวก ก. ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ 134
ประวัติผู้เขียน 135

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAS 30
2.2 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL SPEED (SAARU) 31
2.3 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MAGNETIC HEADING 31
2.4 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLAP ANGLE 32
2.5 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLAP POSITION 32
2.6 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SLATS POSN 33
2.7 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIR GND ON GND 33
2.8 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GMT 34
2.9 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE LEFT 34
2.10 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE CENTER 35
2.11 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE RIGHT 35
2.12 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PITCH ALTITUDE 36
2.13 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ROLL ALTITUDE 36
2.14 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LATITUDE ACQ 37
2.15 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LONGITUDE ACQ 37
2.16 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ALTITUDE 1013 (SAARU) 38
2.17 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GPS ALTITUDE 38
2.18 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GROUND SPEED 4 39
2.19 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GROUND SPEED (SAARU) 39
2.20 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GPS GROUND SPEED 40
2.21 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 1 POSN 40
2.22 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 2 POSN 41
2.23 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 3 POSN 41
2.24 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GEAR SELECT DOWN 42
2.25 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GEAR SELECT UP 42
2.26 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLIGHT NUM 43
2.27 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD LWR POSN 43
2.28 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD MDD POSN 44
2.29 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD UPR POSN 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า
2.30 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD POSN 45
2.31 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD TRIM POSN 45
2.32 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SPOILER 1 – 14 PCU POS 46
2.33 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MLG TRUCK TILT RT 47
2.34 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MLG TRUCK TILT LT 47
2.35 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N1 LEFT 48
2.36 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N1 RIGHT 48
2.37 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N2 LEFT 49
2.38 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N2 RIGHT 49
2.39 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLIGHT PHASE ACQ 50
2.40 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ DATE 50
2.41 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LATERAL ACCEL 51
2.42 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LON ACCEL 51
2.43 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL ACCEL 52
2.44 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ELEVATOR POSN PFC 52
2.45 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 1 53
2.46 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 2 53
2.47 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 3 54
2.48 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN INBD LT 54
2.49 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN OTBD LT 55
2.50 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN INBD RT 55
2.51 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN OTBD RT 56
2.52 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TRA IN FORWARD 1 56
2.53 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TRA IN FORWARD 2 57
2.54 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FMF ALTITUDE 57
2.55 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TCAS 58
2.56 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL SPEED 58
2.57 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TAS 59
2.58 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MACH 59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่ หน้า
2.59 ตารางแสดงค่าความเร็วในการบินขึ้น (Takeoff) 60
2.60 ตารางแสดงค่าองศา Flap การบินขึ้น (Takeoff) 61
2.61 ตารางแสดงค่าความเร็วในการกางล้อ 61
2.62 ตารางแสดงค่าองศา Flap การบินลง (Landing) 62
2.63 ตารางแสดงค่าองศา Flap เมื่อต้องการปรับเปลี่ยนมุมใหม่เทียบกับความเร็ว 62
2.64 ตารางแสดงค่าการร่อนลงในการลงจอด (Vertical Acceleration) 63

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	ส่วนประกอบหลักของเครื่องบิน	5
2.2	แกนของการหมุนหรือแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องบิน	6
2.3	แรงพื้นฐาน 4 แรง ที่กระทำกับเครื่องบิน	7
2.4	Static stability	8
2.5	Dynamic stability	9
2.6	Airspeed Indicator	10
2.7	Vertical speed Indicator	10
2.8	Attitude Indicator	11
2.9	Turn Coordinator	11
2.10	Heading Indicator	12
2.11	Altitude	12
2.12	ทางวิ่งหมายเลข 27	13
2.13	ทางวิ่งมากกว่าหนึ่งทางวิ่ง ในทิศทางเดียวกัน	14
2.14	ทางวิ่งแบบ basic	15
2.15	Nonprecision Instrument	15
2.16	Precision Instrument	15
2.17	Displaced threshold และ Stopways	16
2.18	ตำแหน่งที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ และกล่องดำภายในเครื่องบิน	17
2.19	ส่วนประกอบภายในกล่องดำ	18
2.20	เครื่องบันทึกเสียงในห้องนักบิน (The Cockpit Voice Recorder – CVR)	18
2.21	เครื่องบันทึกข้อมูลการบิน (The Flight Data Recorder – FDR)	19
2.22	Quick access recorder (QAR)	19
2.23	รูปแบบการบันทึกข้อมูล	20
2.24	รูปแบบการแปลงข้อมูล	21
2.25	ระดับแรงดันไฟฟ้า	21
2.26	ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีสัญญาณรบกวน	22
2.27	ระดับแรงดันไฟฟ้าที่มีสัญญาณรบกวน	22
2.28	รหัสเลขบิตที่บอกถึงแหล่งที่มา หรือปลายทาง	24
2.29	รหัสเลขบิตบอกสถานะ SSM	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
2.30	รหัสเลขบิตของ BCD Numeric SSM	25
2.31	สถานะรหัสเลขบิตที่ 30 และ 31 ของ BNR	26
2.32	สถานะรหัสเลขบิตที่ 29 ของ BNR	26
2.33	สถานะรหัสเลขบิตที่ 11 ของ BNR	27
2.34	สถานะรหัสเลขบิตแบบ discrete	28
2.35	รูปแบบข้อมูลดิบ	29
2.36	โครงสร้างของข้อมูลดิบ	29
2.37	ตาราง ISO No. 5	30
3.1	แผนผังการทำงานรวมของระบบ	65
3.2	รูปแบบข้อมูลภายในไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน	67
3.3	แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนแรก	69
3.4	กระบวนการเปิดไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน	71
3.5	กระบวนการถอดคำจากข้อมูลบันทึกการบิน	72
3.6	กระบวนการถอดคาพารามิเตอรจากขอมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 1	73
3.7	กระบวนการถอดคาพารามิเตอรจากขอมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 2	74
3.8	กระบวนการถอดคาพารามิเตอรจากขอมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 3	75
3.9	กระบวนการถอดคาพารามิเตอรจากขอมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 4	76
3.10	กระบวนการบันทึกไฟลของคาพารามิเตอร์	77
3.11	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบทั่วไป	78
3.12	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี sign bit	79
3.13	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี discrete 2 ตัว	80
3.14	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี discrete 4 ตัว	81
3.15	กระบวนการถอดค่าของ discrete ที่ 1-5	83
3.16	กระบวนการถอดค่าของ discrete ที่ 6-12	84
3.17	กระบวนการถอดค่าของ discrete ที่ 13-16	85
3.18	กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นชั่วโมง	86
3.19	กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นนาที	86
3.20	กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นวินาที	86
3.21	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบเป็นวันที่	87

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

3.22 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้ตาราง ISO No.5 88
3.23 กระบวนการถอดค่าคำที่ 1 89
3.24 กระบวนการถอดค่าคำที่ 2 89
3.25 กระบวนการรวมคำที่ 1 และคำที่ 2 เข้าด้วยกัน 90
3.26 แผนผังโครงสร้างโปรแกรมเครื่องมือวัดพื้นฐาน 92
3.27 แผนผังหน้าต่างเครื่องมือวัดพื้นฐาน 93
3.28 แผนผังขั้นตอนโดยรวมการแสดงภาพจำลองการบิน 95
3.29 แผนผังการทำงานรีแมปค่าในพารามิเตอร์ 96
3.30 แผนผังการแปลงไฟล์ .CSV เป็นไฟล์ .TXT 97
3.31 แผนผังการเขียนข้อมูลให้ตรงกับรูปการจำลองการบิน 98
3.32 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนในการสร้างทริกเกอร์ 98
3.33 แผนผังการทำงานของโปรแกรมรวมพารามิเตอร์ 99
3.34 แผนผังการทำงานในส่วนของการเข้าเงื่อนไขการสร้างทริกเกอร์ 99
3.35 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขตรวจจับสถานะที่มีการเริ่มกาง Flap angle ครั้งแรกขณะที่เครื่องบินทำการออกจากสนามบิน (Taxi-out) 100
3.36 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 1 องศา 101
3.37 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 5 องศา 101
3.38 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 10 องศา 102
3.39 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 15 องศา 102
3.40 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 20 องศา 103
3.41 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 30 องศา 103
3.42 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขการตรวจจับค่าความเร็วสูง ขณะที่เครื่องบินทำการลงจอด (Landing) 104
3.43 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขการตรวจจับสถานะของ Vertical accel เครื่องบินมีสถานะเป็นภาคพื้นดิน (Ground) 104
3.44 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนในการรวมทริกเกอร์ 105
3.45 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนแสดงผลการวิเคราะห์ 106
4.1 ขั้นตอนการใส่ชื่อไฟล์ และที่อยู่ของไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน 107
4.2 ขั้นตอนการเลือกโมดูล 108

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.3	ขั้นตอนการใส่ข้อมูลของพารามิเตอร์	108
4.4	ไฟล์ .csv ของค่าพารามิเตอร์	109
4.5	แสดงค่าต้องการหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป	109
4.6	แสดงค่าไม่ต้องการหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป	109
4.7	แสดงค่าไม่ต้องการออกจากโปรแกรม	110
4.8	แสดงค่าต้องการออกจากโปรแกรม	110
4.9	โฟลเดอร์ที่จัดเก็บของค่าพารามิเตอร์	110
4.10	ไฟล์ .csv ที่จัดเก็บค่าพารามิเตอร์	111
4.11	ค่าของพารามิเตอร์ CAS	111
4.12	หน้าต่างแสดงผลเครื่องมือวัดพื้นฐาน	112
4.13	ค่าพารามิเตอร์ที่ผ่านการรีแมปแล้วมารวมเป็นไฟล์เดียวกัน	113
4.14	ไฟล์ .TXT โดยเขียนข้อมูล .TXT ให้ตรงกับรูปแบบ FS Recorder	113
4.15	โปรแกรม FS Recorder Converter	114
4.16	หน้าต่างโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X	114
4.17	หน้าแรกของโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X	115
4.18	วิธีเลือกไฟล์ .FRC ที่สร้างไว้นำมาแสดงภาพจำลองการบิน	116
4.19	ภาพจำลองการบินแสดงเครื่องบินบน Runway	116
4.20	วิธีเปิดหน้าต่าง Control Window และ Data Window	117
4.21	หน้าต่าง Control Window และ Data Window	117
4.22	การ Takeoff ของเครื่องบิน เช็คการเก็บล้อ (Gear)	118
4.23	มุมมองจากห้องนักบิน	118
4.24	เครื่องบิน Landing	119
4.25	เครื่องบินเคลื่อนที่เข้า Taxi	119
4.26	โปรแกรมการสร้างทริกเกอร์	120
4.27	ขั้นตอนการรวมพารามิเตอร์ต่าง ๆ	121
4.28	ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Flap angle แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out	122
4.29	ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Flap angle ที่กาง 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 องศา ช่วงเอาเครื่องลง	122
4.30	ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Vertical speed สูงเกินในช่วง Landing	123

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.31 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground 123

4.32 ไฟล์ทริกเกอร์ที่สร้างออกมาได้จากพารามิเตอร์ทั้ง 18 ค่า 124

4.33 ข้อมูลทริกเกอร์ภายในไฟล์ All_Trigger.csv 124

4.34 ขั้นตอนการรวมทริกเกอร์ที่ได้จากไฟล์ Raw data หลาย ๆ ไฟล์ 125

4.35 ไฟล์รวมทริกเกอร์ของทั้ง 22 ไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน 125

4.36 ข้อมูลรวมทริกเกอร์ภายในไฟล์ All_Trigger.csv 126

4.37 แสดงผลการวิเคราะห์ 126

4.38 Flap angle แรกที่กางออก 5 องศา แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out ปกติ 127

4.39 Flap angle แรกที่กางออก 15 องศา แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out ปกติ 127

4.40 Flap angle กางแบบปกติ 128

4.41 Flap angle กางไม่ถึง 30 องศา 129

4.42 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่า Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground 129

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัจจุบันการเดินทางโดยใช้เครื่องบิน เป็นการเดินทางที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากความรวดเร็ว สะดวกสบาย และมีความปลอดภัยสูง หากเทียบกับการเดินทางในรูปแบบอื่น หากจะพิจารณาถึงเรื่องความปลอดภัยในการเดินทางโดยใช้เครื่องบินนั้น สายการบินจะทำการตรวจสอบ 3 ส่วนหลัก ๆ คือ นักบิน เครื่องบิน และเจ้าหน้าที่ภาคพื้น

ความรับผิดชอบในส่วนความปลอดภัยของการเดินทางด้วยเครื่องบิน เป็นหน้าที่ของสายการบิน และองค์กรที่เกี่ยวข้องกับความปลอดภัยในการเดินทาง ต้องตรวจสอบความปลอดภัยให้กับผู้โดยสาร โดยมีการตรวจประเมินสมรรถนะของเครื่องบิน การทำงานของเจ้าหน้าที่ภาคพื้น และการปฏิบัติการบินอย่างละเอียด เพื่อระวังความเสี่ยงต่อเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น

ได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดลำดับของความสำคัญในการป้องกันความปลอดภัย เพื่อเข้าถึงประเด็นปัญหาในการแก้ไขและป้องกันความปลอดภัย ซึ่งกุญแจสำคัญที่จะทำให้การทำการบินมีประสิทธิภาพ และปลอดภัยมากที่สุด การตรวจสอบประสิทธิภาพของนักบิน โดยถูกจัดให้เป็นส่วนที่สำคัญที่สุด เนื่องด้วยเหตุผลว่าตัวนักบินนั้นเป็นผู้ควบคุมหรือดำเนินการปฏิบัติการบิน หากมีความผิดพลาดในส่วนนี้จะสร้างผลกระทบโดยตรงกับการบิน ความบกพร่องที่จะส่งผลต่อประสิทธิภาพของนักบินนั้นอาจมีสาเหตุเบื้องต้นมาจากการทำงาน หรือชั่วโมงการบินที่มากจนเกินไปเกิดสภาวะเหนื่อยล้า หรือนักบินมีอายุมากขึ้นสภาพร่างกายไม่เอื้ออำนวย แม้กระทั้งความประมาทในการปฏิบัติตามขั้นตอนความปลอดภัย ซึ่งอาจส่งผลกระทบได้ทั้งสิ้น [1]

เพื่อเป็นการป้องกันความปลอดภัยองค์กรเกี่ยวกับการบิน จึงได้จัดทำรายการตรวจสอบรายการต่าง ๆ (Checklists) ขึ้นมา เพื่อตรวจสอบในห้องนักบิน และอุปกรณ์ส่วนต่าง ๆ ที่มีความสำคัญ เพื่อเพิ่มการป้องกันความล้มเหลว ซึ่งการตรวจสอบสำหรับการป้องกันนั้นได้ระบุไว้มีสองประการด้วยกันคือ ข้อผิดพลาดของอุปกรณ์ และข้อผิดพลาดของนักบิน นอกจากนี้ก็ยังมีปัญหาเกี่ยวกับการใช้รายการตรวจสอบ เพื่อตรวจสอบอุปกรณ์และนักบิน ส่งผลให้มีการเกิดอุบัติเหตุทางการบินมากพอสมควร จึงได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการใช้งานการตรวจสอบรายการของนักบินควบคู่ไปด้วย เพื่อปิดช่องโหว่ของความผิดพลาดที่จะเกิดขึ้น [2]

ต่อมามีการศึกษาเกี่ยวกับ การตรวจสอบพฤติกรรมของนักบิน ด้วยสายตาของลูกเรือที่ปฏิบัติงานร่วมกับนักบิน ซึ่งจะสังเกตสภาพแวดล้อมของเครื่องบินขณะทำการบิน ในกรณีที่นักบินมีการปฏิบัติงานผิดพลาดหรือขาดสติไปชั่วขณะจากความเครียดที่รับแรงกดดัน หรือปัญหาทางด้านสุขภาพ เพื่อที่ลูกเรือจะสามารถแจ้งเตือนไปยังห้องนักบินเพื่อเรียกสติ หรือให้ความช่วยเหลือได้ทันท่วงทีกรณีที่มีปัญหาเกี่ยวกับสุขภาพ [3]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และต่อมาได้มีการวิจัยเกี่ยวเพิ่มประสิทธิภาพให้กับนักบิน เพื่อรองรับสถานการณ์อันอยากลำบากที่จะทำให้เกิดความเครียด หรือความเหนื่อยล้าของนักบิน ในการจำลองการทดสอบจากสภาพแวดล้อมต่าง ๆ ที่อาจมีส่วนกระทบกับการบิน เช่น การบินระยะยาว โดยได้มีการทดสอบด้านอุปกรณ์ และการทำงานของนักบิน ให้มีการทำงานหลายลักษณะที่แตกต่างกัน และทำการเก็บผลลัพธ์ของสภาวะการทำงานต่าง ๆ ที่ก่อให้เกิดการเพิ่มประสิทธิภาพให้กับนักบิน เพื่อจะนำไปพัฒนาท่าทางของการทำงาน และนำไปสร้างแบบจำลองทางสรีรวิทยาของนักบิน แล้วรวบรวมข้อมูลไปใช้ในการปรับปรุงประสิทธิภาพของการปฏิบัติการบิน โดยการส่งต่อข้อมูลให้กับผู้เชี่ยวชาญเพื่อใช้ในการออกแบบเครื่องบิน ให้รองรับกับการทำงานจริง และนำไปสู่การสร้างมาตรฐานในการผลิตเครื่องบิน [4]

ในด้านการจัดการข้อมูลจากบทความของคณะกรรมาธิการยุโรป การอำนวยการในการเคลื่อนย้ายและการขนส่งทั่วไป มีข้อสรุปหลักสำหรับการบินทั่วไป (General Aviation : GA) ว่าปริมาณของข้อมูลของผลการปฏิบัติงานการบินที่มีอยู่นั้น ยังไม่เพียงพอที่จะนำไปพัฒนาเพื่อหาสถิติและหาข้อสรุปเกี่ยวกับกิจกรรมหรือแนวปฏิบัติ เพื่อใช้ในการจัดการในองค์กรการบิน ซึ่งบางข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุบัติเหตุ หรือแม้กระทั้งข้อผิดพลาดในเหตุการณ์ต่าง ๆ หากการเก็บข้อมูลผิดพลาด อาจส่งผลให้ข้อมูลที่น่าสนใจที่จะนำมาใช้วิเคราะห์ในการแก้ไขปัญหา และการป้องกันขาดหายไป จึงมีความจำเป็นต้องสร้างฐานข้อมูลเพื่อใช้เก็บข้อมูล และควรให้มีการอนุญาตให้นำข้อมูลไปใช้อย่างต่อเนื่อง เพื่อส่งเสริมความปลอดภัย และแก้ไขความเสี่ยงด้านความปลอดภัย อย่างเป็นระบบระเบียบผลักดันให้มีการทำแผนงานเพื่อนำไปใช้ปรับปรุงความปลอดภัยในการปฏิบัติงานในอนาคต [5]

ต่อมาได้มีการวิจัยในการสร้างอุปกรณ์ซึ่งเป็นเครื่องมือที่นำขึ้นไปติดตั้งไว้บนเครื่องบิน เพื่อถอดรหัสค่าพารามิเตอร์บางส่วน แต่ไม่ได้นำผลมาแสดงประสิทธิภาพในการทำการประเมินเกี่ยวกับการปฏิบัติการบิน ซึ่งมีข้อจำกัดเนื่องจากพารามิเตอร์ที่ได้ยังไม่ครอบคลุม [6] และมีการให้ความเห็นเพิ่มเติมโดยคณะกรรมการความปลอดภัยการขนส่งแห่งชาติ (National Transportation Safety Board : NTSB) และองค์การการบินพลเรือนระหว่างประเทศ (International Civil Aviation Organization : ICAO) ระบุว่ามีปัจจัยหลายอย่างที่เอื้อต่อการทำให้เกิดเหตุการณ์เกี่ยวกับการบิน มีปัจจัยหนึ่งที่ถือได้ว่าเป็นหัวข้อหลักได้แก่ “การดำเนินการของแต่ละองค์กรที่ทำการบินที่ไม่เน้นการติดตามประเมินผล” เพื่อตรวจสอบความถี่ของข้อผิดพลาดที่เกิดของนักบินหลังจาการทำการบิน เพื่อนำไปสู่การแก้ไข และป้องกันสาเหตุที่เป็นปัจจัยสนับสนุนทำให้เกิดอุบัติเหตุขึ้นได้

จากข้อมูลข้างต้นที่ได้ทำการศึกษามุ่งเน้นไปยังการป้องกันอุบัติเหตุโดยตรวจสอบการปฏิบัติงานของนักบิน มีความต้องการจะเก็บข้อมูลในส่วนนี้ จึงได้มีแนวคิดที่จะศึกษาจากการนำเอาข้อมูลบันทึกการบิน มาทำการวิเคราะห์ถอดค่าพารามิเตอร์จาก QAR (Quick access recorder) ซึ่งทำงานคู่ขนาดไปกับการบันทึกข้อมูลไปยัง FDR (Flight Data Recorder) โดยรับอินพุตจากหน่วยรวบรวมข้อมูล FDAU (Flight Data Acquisition Unit) ที่รับพารามิเตอร์แบบอนาล็อกและดิจิทัลมาจากเซ็นเซอร์ทั่วเครื่องบิน ข้อมูลบันทึกการบินใน QAR ได้ถูกออกแบบมาเพื่อให้เข้าถึงได้ง่ายและรวดเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการเข้าถึงข้อมูลดิบนำข้อมูลมาผ่านกระบวนการของระบบ ที่ได้พัฒนาขึ้นเพื่อใช้ในการตรวจสอบวิเคราะห์หาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินของนักบิน และส่งต่อข้อมูลไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบทำการประเมินผลการปฏิบัติงานของนักบิน เพื่อลดความเสี่ยงในการปฏิบัติการบินของนักบิน และเป็นประโยชน์สำหรับสายการบินหรือองค์กรทางการบิน

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

1.2.1 ศึกษาความบกพร่องในการทำการบิน

1.2.2 พัฒนาระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบิน ของนักบินสำหรับการบริหารการบิน

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

การออกแบบระบบมีจุดมุ่งหมายวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน ซึ่งการปฏิบัติการบินของนักบินนั้นเป็นปัจจัยหลักที่ส่งผลต่อความปลอดภัย เนื่องจากความผิดพลาดของมนุษย์ (Human Error) เกิดขึ้นได้บ่อยครั้ง มีสาเหตุมาจากปัจจัยหลายอย่าง เนื่องจากเป็นผู้ควบคุมการบินและการดำเนินการต่าง ๆ เกี่ยวกับเครื่องบินโดยตรง

ดังนั้นหากนำข้อมูลบันทึกการบินของผู้ปฏิบัติการบิน และค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาทำการถอดรหัสเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ นำมาวิเคราะห์และแสดงผลการตรวจสอบการปฏิบัติงานการบินของนักบิน นอกจากนี้ยังนำมาประกอบใช้ในการให้คะแนนหรือประเมินทักษะในการบิน เพื่อปรับปรุงแก้ไขให้ทันท่วงที ก็จะทำให้สายการบินยกระดับความปลอดภัยขึ้น

1.4 ขอบเขตการวิจัย

1.4.1 นำข้อมูลดิบที่บันทึกได้ในระหว่างทำการบินมาทำการถอดรหัสเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

1.4.2 นำข้อมูลค่าพารามิเตอร์มาแสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบิน จากพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่กำหนด

1.4.3 นำข้อมูลค่าพารามิเตอร์มาสร้างภาพจำลองการบินเพื่อแสดงผล และวิเคราะห์การปฏิบัติการบิน

1.4.4 นำข้อมูลค่าพารามิเตอร์มาสร้างทริกเกอร์ เพื่อนำมาหาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบิน

1.5 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1.5.1 นำข้อมูลบันทึกการบินออกมาทำการถอดรหัสหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ

1.5.2 นำค่าพารามิเตอร์ถอดรหัสแล้วมาแสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบิน

1.5.3 นำค่าพารามิเตอร์ที่ถอดรหัสแล้วมารีแมปค่า และสร้างภาพจำลองการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5.4 นำค่าพารามิเตอร์ที่ถอดรหัสแล้ว มาจัดทำทริกเกอร์เพื่อมาวิเคราะห์หาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบิน

1.5.5 ทดสอบการทำงานพร้อมปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ และรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำรูปเล่มเพื่อการนำเสนอ

1.6 ประโยชน์ที่ได้รับจากโครงการ

ระบบนี้สร้างขึ้นเพื่อนำไปเพื่อใช้สำหรับประเมินผลนักบิน ในการทำการบินเพื่อให้นักบินจะได้รับรู้ถึงผลการปฏิบัติการบินของตัวเอง เพื่อให้เกิดระมัดระวังในการปฏิบัติการบินมากขึ้น และนำผลไปใช้ในการประเมินการให้คะแนนของสายการบิน เพื่อสร้างความเชื่อมั่นในด้านความปลอดภัยให้กับสายการบิน

1.7 การจัดโครงสร้างของเนื้อหาในวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้แบ่งเนื้อหาออกเป็น 5 บท ดังนี้ คือ

บทที่ 1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

บทที่ 2 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวข้อง

บทที่ 3 ระเบียบวิธีการวิจัย

บทที่ 4 ผลการจำลองและการวิเคราะห์

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

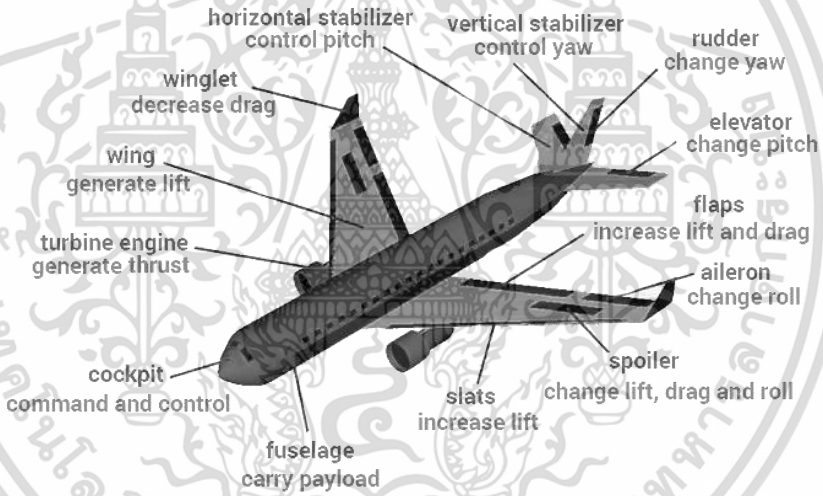
2.1 กล่าวนำ

บทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีพื้นฐานต่าง ๆ ขององค์ประกอบเกี่ยวกับเครื่องบิน หลักการเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องในการหาค่าพารามิเตอร์ และเครื่องมือที่ใช้สำหรับการพัฒนาระบบมีรายละเอียดดังนี้

2.2 องค์ประกอบของการบิน

2.2.1 ส่วนประกอบของเครื่องบิน

ส่วนประกอบหลักของเครื่องบิน ดังรูปที่ 2.1 มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องบิน [7]

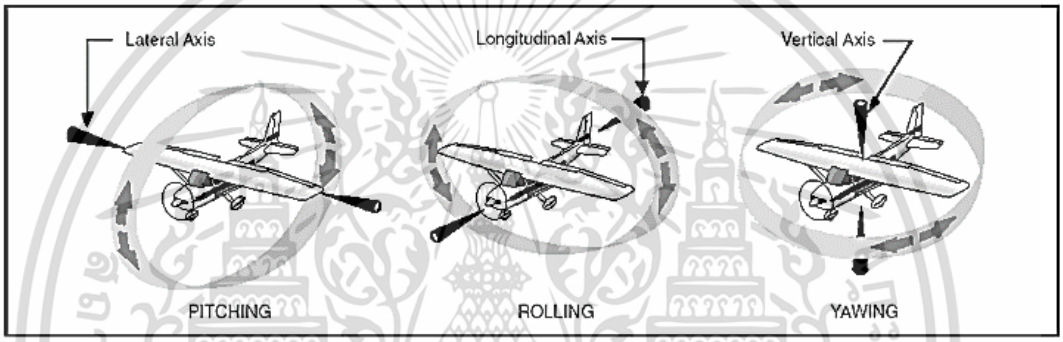
- Fuselage : ลำตัวของเครื่องบิน
- Cockpit : ห้องปฏิบัติการการบิน หรือห้องนักบิน
- Wings : ปีกข้างซ้าย เรียกว่า “Port” และข้างขวา เรียกว่า “Starboard”
- Jet Engine : เครื่องยนต์ไอพ่น
- Empennage : พวงหางทั้งหมดเครื่องบิน ทั้ง แพนหางระดับและชายกระโดงหาง
- Horizontal Stabilizer : แพนหางระดับ
- Vertical Stabilizer: ชายหลังกระโดงหาง (Fin)
- Rudder : หางเสือ ใช้บังคับทิศทางให้เครื่องบินหันหัวซ้าย – ขวา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- Elevators : (ส่วนควบคุมแนวระดับ) ใช้บังคับหัวเครื่องบินให้ก้ม-เงย (Pitch)
- Flaps : อุปกรณ์เพิ่มแรงยกให้กับปีก
- Ailerons : (ปีกเล็กแก้เอียง) ใช้บังคับให้เครื่องบินเอียงซ้าย-ขวา (Roll, Bank)
- Spoilers/Air brake : อุปกรณ์ช่วยตัดแรงยกหรือลดความเร็วในการบิน
- Slats : อุปกรณ์ช่วยในการตัดลมวน เมื่อเครื่องบินทำการในย่านความเร็วต่ำ

2.2.2 การความคุมทิศทางการเคลื่อนที่การบิน

การคุมทิศทางการเคลื่อนที่ให้ลำตัวเครื่องบินเป็นแกนของการหมุน ดังรูปที่ 2.2 การเคลื่อนไหวของเครื่องบินนั้นมี 3 แกน ดังนี้



รูปที่ 2.2 แกนของการหมุนหรือแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องบิน [8]

1. Longitudinal การเคลื่อนไหว หรือการหมุนที่จุดนี้เรียกว่า โรล (Roll) การทำให้เกิดการหมุนรอบแกนทำโดย ปีกเล็กแก้เอียง (Ailerons) ใช้บังคับให้เครื่องบินเอียงซ้าย-ขวา เป็นตัวสร้างความแตกต่างระหว่าง แรงยก (Lift) ของปีกเครื่องบินทั้งสองข้างเกิด Lift ที่ไม่เท่ากัน จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการหมุนของแกนนี้ และทำให้เครื่องบินเอียงไปทางใดทางหนึ่งตามที่บังคับ Ailerons ทำให้เกิด Lift ที่แตกต่าง อาการนี้เรียกว่า Roll เช่น ต้องการเอียงเครื่องไปทางซ้าย สามารถทำได้โดยการสร้าง Lift ที่ปีกด้านขวาให้มีมากกว่าทางด้านซ้าย ก็จะเกิดการหมุนของแกนนี้ทำให้เครื่องบินเอียงไปทางซ้าย เป็นต้น

2. Lateral การเคลื่อนไหว หรือหมุนรอบแกนนี้เรียกว่า ฟิทช์ (Pitch) เกิดจากผลของการกระทำที่ อีเลเวเตอร์ (Elevator) เมื่อเกิดการหมุนของแกนนี้จะทำให้หัวเครื่องบินยกขึ้น (Pitch Up) หรือกดลง (Pitch Down) เป็นผลให้เครื่องบินไต่ระดับขึ้นหรือลดระดับลง

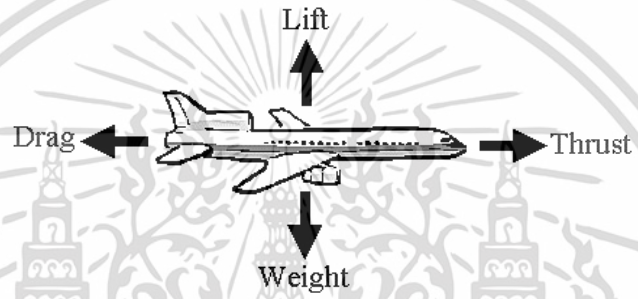
3. Vertical การเคลื่อนไหวหรือการหมุนรอบแกนนี้เรียกว่า ยอว์ (Yaw) เป็นผลมาจากรัดเดอร์ (Rudder) เมื่อมีการหมุนของแกนนี้จะทำให้หัวเครื่องบินหันไปทางซ้ายหรือขวา การควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะมาจากการใช้ Pedal Rudder โดยใช้เท้าถีบซ้ายหรือขวาเพื่อบังคับ Rudder ของเครื่องบินอีกทีหนึ่ง [9]

2.2.3 แรงพื้นฐานของการบิน

หลักการของอากาศพลศาสตร์เรียกว่า แรงพื้นฐาน 4 แรง ที่กระทำกับเครื่องบิน ดังรูปที่ 2.3 ประกอบด้วย แรงขับ (Thrust), แรงยก (Lift), แรงต้าน (Drag), และ แรงโน้มถ่วงจากน้ำหนัก (Weight) หรือแรงโน้มถ่วง ซึ่งทั้ง 4 แรง เป็นแรงที่นักบินต้องควบคุมให้สมดุลตลอดระยะเวลาที่ทำการบิน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 2.3 แรงพื้นฐาน 4 แรง ที่กระทำกับเครื่องบิน [10]

1. แรงขับ (Thrust) เป็นแรงที่มีทิศพุ่งไปด้านหน้าของเครื่องบินซึ่งเกิดจากการทำงานและการหมุนของ Powerplant (เครื่องยนต์ Gas Turbine) หรือ Propeller (ใบพัด) ของเครื่องบิน แรงนี้ทำให้เครื่องบินสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ เป็นแรงที่มีทิศตรงข้ามกับแรงต้าน (Drag) แรงนี้จะขนานกับลำตัวของเครื่องบิน โดยเครื่องบินจะเริ่มเคลื่อนตัวถ้าแรงขับ (Thrust) มีค่าเท่ากันกับแรงต้าน (Drag) และถ้าต้องการให้เครื่องบินเคลื่อนตัวไปข้างหน้าด้วยความเร็วคงที่ก็ต้องควบคุมให้แรงขับและแรงต้านมีค่าเท่ากันตลอด แต่ถ้าต้องการลดความเร็วในขณะทำการบินก็จะต้องลดกำลังของเครื่องยนต์ลงเพื่อให้แรงต้าน (Drag) มีค่ามากกว่าแรงขับ (Thrust)

2. แรงยก (Lift) เป็นแรงที่ทำให้เครื่องบินสามารถลอยได้ในอากาศทั้ง ๆ ที่มีน้ำหนักหลายสิบตัน มีทิศตรงข้ามกับแรงของน้ำหนัก ซึ่งเป็นแรงที่เกิดจากคุณสมบัติทางด้านอากาศพลศาสตร์ของปีก โดยปกติแล้วแรงนี้จะกระทำกับใต้ท้องของปีกในลักษณะการดันขึ้น

3. แรงต้าน (Drag) เป็นแรงหน่วงที่มีทิศชี้ไปทางด้านหลังของเครื่องบิน (ตรงข้ามกับแรงขับ Thrust) โดยแรงต้านเกิดจากการปั่นป่วนของกระแสอากาศที่ไหลผ่านเครื่องบิน เช่น อากาศที่ไหลผ่านปีก ลำตัว หรือส่วนใดก็ตามที่มีการยื่นออกมาจากลำตัวของเครื่องบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. แรงโน้มถ่วงจากน้ำหนัก (Weight) เกิดจากการรวมกันของน้ำหนักต่าง ๆ ที่อยู่กับเครื่องบิน เช่น น้ำหนักจากตัวโครงสร้างของเครื่องบิน, น้ำหนักจากเชื้อเพลิง, น้ำหนักของเครื่องยนต์, น้ำหนักของลูกเรือ ,สัมภาระ และผู้โดยสาร เป็นแรงที่มีทิศชี้ลง พื้นโลก (ตรงข้ามกับแรงยก Lift) เพราะเป็นแรงที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกนั่นเอง [10]

2.2.4 เสถียรภาพ

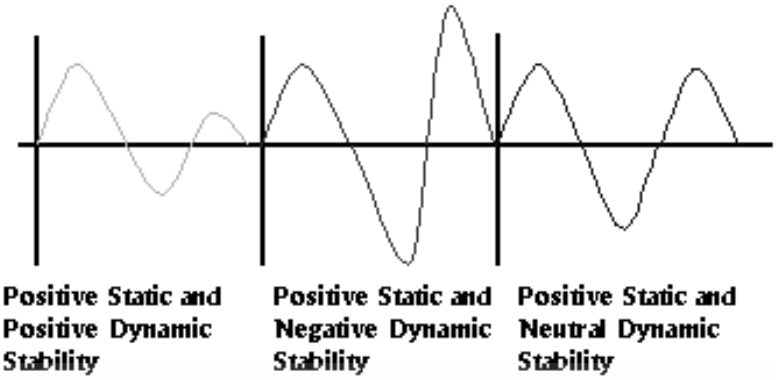
สเถียรภาพ (Stability) จะกล่าวถึง ความสเถียรภาพในลักษณะต่าง ๆ ของเครื่องบินที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้การควบคุมเครื่องบินเป็นไปตามที่นักบินต้องการ โดยสเถียรภาพของเครื่องบินแต่ละแบบมีลักษณะที่แตกต่างกัน ตามประเภทของการนำเอาเครื่องบินไปใช้งาน [10] ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1. Static stability คือ สเถียรภาพเริ่มต้น ของความตึงวัตถุ เมื่อมีการพยายามที่ให้วัตถุนั้นเปลี่ยนตำแหน่งไป เช่น เมื่อทำการบิน ด้วย positive static stability เมื่อเลี้ยวเครื่องบิน เครื่องบินก็จะกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิมของมัน หรือการทำการเลี้ยว แล้วเครื่องบินมีการเพิ่มการเลี้ยวมากขึ้น เรียกว่า negative static stability ถ้าหากเลี้ยวเครื่องบินแล้ว เครื่องบินก็ยังคงรักษาตำแหน่งเดินของการเลี้ยวเอาไว้ เรียกว่า neutral static stability ดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 Static stability [10]

2. Dynamic stability เป็นการอธิบายในเรื่องของเวลาที่ใช้ ซึ่งมีผลต่อการกระทำของเครื่องบินกับ static stability ในแบบต่าง ๆ สมมุติว่า กำลังบินอยู่ แล้วทำการเลี้ยว เครื่องบินจะกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิม โดยใช้ระยะเวลาหนึ่งโดยเริ่มมีการลดอาการเอียงของเครื่องลงเรื่อย ๆ เรียกว่า positive dynamic stability ส่วนการที่มีการเลี้ยวแล้ว อาการเอียงยังคงมีการเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ หากเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่เท่ากัน จะเห็นว่ามีการเอียงที่เพิ่มมากขึ้นเรียกว่า negative dynamic stability ส่วนการที่มีการเลี้ยวแล้วยังคงรักษาอากาศ เลี้ยวไว้ที่มุมเดิมอยู่บนแกนเวลาที่เท่ากัน จะเห็นว่า มีการเอียงที่เท่าเดิมตลอดเวลา เรียกว่า neutral dynamic stability ดังรูปที่ 2.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.5 Dynamic stability [10]

3. Longitudinal stability หมายถึงเสถียรภาพของเครื่องบินบนแกน lateral หรือการเคลื่อนไหวทางด้าน pitch โดยความเสถียรภาพนี้เมื่อยกหัวเครื่องบินขึ้น หรือกดหัวเครื่องบินลง จะต้องมีความนิ่ง ไม่มีการเคลื่อนไหว มากไปกว่าที่ต้องการ หรือมีแรงต้าน จนกระทั่งทำให้เกิดอันตรายได้

4. Lateral stability หมายถึงความมีเสถียรภาพ ของเครื่องบินบนแกน Longitudinal ถ้าหาก ปีกด้านหนึ่งเอียงต่ำกว่าปีกอีกด้านหนึ่ง ในทิศทางตรงกันข้ามของปีกอีกด้านหนึ่งนี้ ปีกเล็กแก้เอียง (Ailerons) ช่วยให้ปีกนั้นกลับมาสู่สภาพเดิม คือให้ปีกกลับมาทำมุมเท่ากัน โดยหากเมื่อปีกมีระดับไม่เท่ากันก็จะเกิดแรงต้าน ของ lateral หรือ roll เครื่องบินส่วนใหญ่จะออกแบบปีกให้มีลักษณะของปีกเป็นแบบ ยกมุมของปีกขึ้น ทางด้านแนวนอน

5. Directional stability หมายถึงความมีเสถียรภาพ ของเครื่องบินรอบแกน vertical โดยในขณะทำการบินก็คล้ายกับเครื่องดูทิศทางลม (มีลักษณะเป็นรูปลูกศร แล้วมัก จะมีรูปไก่ อยู่ด้านบน ส่วนด้านล่างจะมี ตัวอักษร N, S, E, W อยู่ด้านล่าง เพื่อบอกทิศทางลมโดยดูจากปลายลูกศร) สามารถเปรียบเครื่องบินได้กับเครื่องดูทิศทางลมนี้ โดยจุดหมุนของเครื่องบินเปรียบได้กับจุดหมุนบนเส้นสมมุติของเครื่องบินในขณะที่หัวเครื่องบินหันไปยังทิศทางต่าง ๆ โดยเกิดจาก หางเสือของเครื่องบิน (vertical fin) ซึ่งคล้ายกับหางของลูกศร ของเครื่องดูทิศทางลม

2.2.4 เครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบิน

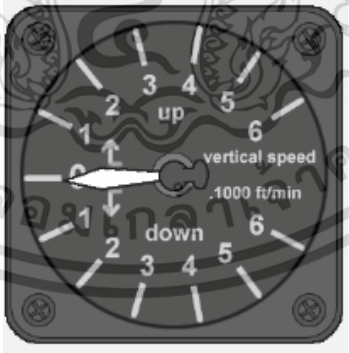
เครื่องมือวัดพื้นฐาน เป็นเครื่องวัดที่มีการทำงาน โดยอาศัยหลักการในเรื่องความแตกต่างระหว่างความกดอากาศ (pressure) เพื่อใช้ในการแสดงความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านเครื่องบิน ทำให้ทราบความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านเครื่องบินได้ นอกจากนี้ยังสามารถบอกถึงอัตราการไต่ (climb) อัตราการร่อน หรือ ลดระดับ (descent) และความสูง (altitude) ของเครื่องบินในขณะนั้น ๆ ได้ มีรายละเอียดดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. Airspeed Indicator บอกอัตราเร็วของลมที่ผ่านเครื่องบิน ซึ่งก็จะมีค่าเท่ากับความเร็วของเครื่องบินที่เดินทางผ่านอากาศ โดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงความกดอากาศในการทำงาน สรุปก็คือ เมื่อเครื่องบินทำการบินด้วยความเร็วที่สูงขึ้น ระบบกลไกจะไปขยับเข็มให้แสดงความเร็วที่สูงขึ้นเช่นกัน ดังรูปที่ 2.6

รูปที่ 2.6 Airspeed Indicator [11]

2. Vertical speed Indicator ทำงานโดยอาศัยความต่างระหว่างความกดอากาศของบรรยากาศกับความกดอากาศในตัวเครื่องวัด ปกติเมื่อเครื่องบิน บินระดับจะยังไม่มีความต่างเท่าไร่นัก แต่เมื่อเครื่องบินเริ่มไต่ขึ้นความกดอากาศโดยรอบจะลดลงมากกว่าความกดอากาศในตัวเครื่องวัด แผ่นไดอะแฟรมของเครื่องวัดก็จะขยายตัวออก กลไกที่ต่ออยู่กับเข็มชี้แล้วแสดงค่าออกมาให้ทราบถึงท่าทางของเครื่องว่าขณะนี้กำลังอยู่ท่าไต่ (climbs) หรือร่อน (ลดระดับ descend) ดังรูปที่ 2.7

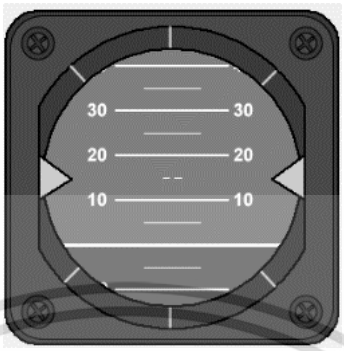


รูปที่ 2.7 Vertical speed Indicator [11]

3. Attitude Indicator เครื่องวัดนี้จะใช้พลังงานจากเครื่องยนต์แสดงการเคลื่อนไหวด้าน pitching และ rolling บนแกน lateral และ longitudinal ซึ่งจะแสดงท่าทางของเครื่องบิน โดยภายในจะมีขอบฟ้าจำลองที่ใช้แทนขอบฟ้าจริง เพื่อให้ใช้แสดงในกรณีที่ต้องบิน ในขณะที่มีหมอก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หรือเวลากลางคืนที่ไม่สามารถมองเห็นขอบฟ้าจริง และภายในเครื่องวัดจะแสดงมุมของ pitch และมุมของ bank ในการใช้งาน ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 Attitude Indicator [11]

4. Turn Coordinator เป็นเครื่องวัดที่ใช้พลังงานจากไฟฟ้า โดยเครื่องวัดนี้จะรับรู้การเคลื่อนไหวทางด้าน yaw และ roll ที่เกี่ยวกับแกน vertical และ longitudinal ภายใน Turn Coordinator นี้จะประกอบไปด้วย เครื่องบินเล็ก (miniature airplane) เพื่อใช้แสดง อัตราการเลี้ยว (rate of turn) และ ลูกบอลแสดงการเอียง (inclinometer) เพื่อแสดง coordinated ในขณะทำการบิน ดังรูปที่ 2.9

รูปที่ 2.9 Turn Coordinator [11]

5. Heading Indicator เครื่องวัดนี้บางครั้งเรียกว่า Directional Gyro (DG) เป็นเครื่องวัด ที่อาศัยการหมุนโดยใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ รับรู้การเคลื่อนไหว ทางด้าน yaw ของเครื่องบิน ในแกน vertical ค่าที่แสดงโดย heading indicator จะแสดงมุมต่าง ๆ 360 องศา โดยค่าที่ได้นี้จะเป็นค่าที่บอกถึงทิศที่หัวเครื่องบินอยู่ ตัวเลขที่แสดงอยู่บน heading indicator นี้ จะแสดงโดยการตัดเลข ศูนย์ออก เช่น เลข 6 หมายถึง 60 องศา หรือ 12 หมายถึง 120 องศา ดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.10 Heading Indicator [11]

6. Altitude เป็นเครื่องวัดที่ใช้วัดความสูงของวัตถุเมื่อเทียบกับ จุดอ้างอิงอันใดอันหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็นพื้นผิวโลก ระดับน้ำทะเล หรือบางสิ่งบางอย่าง ดังรูปที่ 2.11

รูปที่ 2.11 Altitude [11]

2.3 สนามบิน

ในส่วนนี้จะกล่าวถึงคำศัพท์ของสนามบิน และแนวความคิด ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการในสนามบิน ทราบถึงวิธีการเพื่อการตัดสินใจ ใช้ทางวิ่งที่ถูกต้อง การปฏิบัติในการบนทาง taxi และ บนทางวิ่ง ชนิดของไฟ ที่ใช้อยู่ในสนามบิน เป็นต้น

2.3.1 Controlled and Uncontrolled airport

ผู้ควบคุมการจราจรทางอากาศ (Air traffic controllers) จะทำการควบคุม ให้คำแนะนำการจราจรทางอากาศ จากหอควบคุมที่อยู่ในสนามบิน ที่สนามบินที่ไม่มีการควบคุม นักบินจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการตัดสินใจ ที่จะใช้ทางวิ่งเอง และจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่สนามบินนั้น ๆ กำหนดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

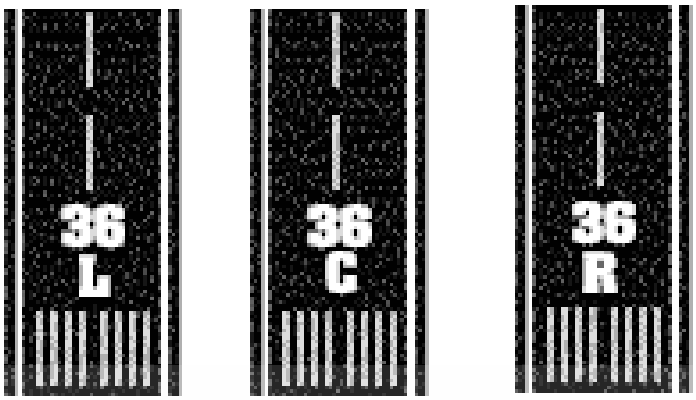
2.3.2 Runway layout

เนื่องจากการวิ่งขึ้น หรือการร่อนลงสนาม มีผลโดยตรงกับทิศทางของลม และเนื่องจากทางวิ่งนั้น ไม่สามารถหันไปตามที่ทางต่าง ๆ ที่ลมพัดมาได้ ดังนั้นการที่จะใช้ ทางวิ่ง ใดในการวิ่งขึ้น หรือร่อนลง จะต้องให้ความสำคัญกับทิศทางของลม โดยเฉพาะสนามบินที่มีทางวิ่งเดียว จะต้องดูจากทิศทางที่ลมพัดมา หากเป็นสนามบินที่มีทางวิ่งมากกว่าหนึ่งทางวิ่ง ก็ยังคงต้องอาศัยทิศทางของลม แต่ยังสามารถเลือกทางวิ่งที่ดีที่สุดได้ โดยเลือกใช้ทางวิ่งในทิศทางที่ลมพัดมา โดยการดูจากเครื่องแสดงทิศทางลมหมายเลขที่อยู่บนทางวิ่ง ซึ่งใช้เป็นหมายเลขของทางวิ่งนั้น จะมาจากทิศของ แม่เหล็ก ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะในการบินนั้นจะบินตามทิศของแม่เหล็ก โดยตัวเลขนั้นจะใช้อ้างอิงกับทิศเหนือของแม่เหล็ก ตัวเลขของทางวิ่งนั้นจะอยู่ในช่วงประมาณ 10 องศา ดังนั้นหากทางวิ่งอยู่ในทิศ 268 องศา ซึ่งอยู่ใกล้เคียงกับทิศ 270 องศา และในการกำหนดหมายเลขในกับทางวิ่ง จะตัด เลข 0 ท้ายออก ดังนั้นทางวิ่งนี้จะเป็นทางวิ่ง 27 ดังรูปที่ 2.12

รูปที่ 2.12 หมายเลข 27 ในกับทางวิ่ง [12]

ในสนามบิน ที่มีทางวิ่งมากกว่าหนึ่งทางวิ่ง ในทิศทางเดียวกัน จะมีการกำหนดตำแหน่งของทางโดยการใช้ตัวอักษร L สำหรับ ทางวิ่งทางด้านซ้าย ตัวอักษร R สำหรับทางวิ่งด้านขวา และในกรณีที่มีทางวิ่ง 3 ทางวิ่ง ในทิศทางเดียวกัน ทางวิ่งที่อยู่ตรงกลาง จะใช้ตัวอักษรตัว C เช่น มีทางวิ่งในทิศ 360 อยู่ขนาน กัน 3 ทางวิ่ง ทางวิ่งด้านซ้าย จะกำหนดเป็น 36L ทางวิ่งตรงกลาง จะกำหนดเป็น 36C และทางวิ่งทางด้าน ขวา จะกำหนดเป็น 36R ดังรูป 2.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.13 ทางวิ่งมากกว่าหนึ่งทางวิ่ง ในทิศทางเดียวกัน [12]

2.3.3 Runway elevation

เป็นความสูงของพื้นที่ของทางวิ่งเหนือระดับน้ำทะเล (MSL) โดยนักบินจะต้องปรับ Altimeter ตามที่ได้รับจากข่าวอากาศ หรือได้จากหอควบคุม เพื่อให้ Altimeter แสดงค่าความสูงของ สนามบินนั้นอย่างถูกต้อง

2.3.4 Active runway

หมายถึง ทางวิ่งที่จะใช้งาน เมื่อต้องการจะวิ่งขึ้น หรือร่อนลง ที่ทางวิ่งใด (ตัดสินจากทิศทางลม ในกรณีที่ไม่มีหอควบคุม หรือมีหอควบคุมหอจะเป็นผู้กำหนด)

2.3.5 Runway close

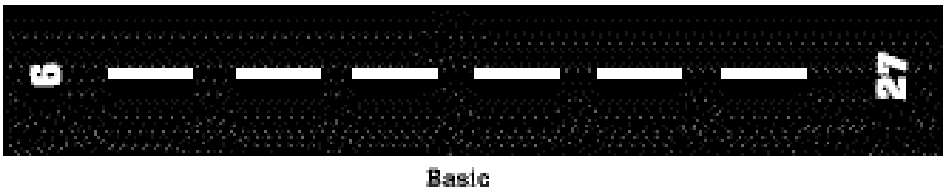
หมายถึง ทางวิ่งที่ ปิด หรือยกเลิกการใช้งาน อาจจะเกิดจากมีการซ่อมแซมทางวิ่ง และทางวิ่งที่ปิดนี้ จะทำเครื่องหมาย X ไว้ที่ทางวิ่งนั้น

2.3.6 Taxiways

Taxiways เป็นเส้นทางที่เชื่อมต่อระหว่างทางวิ่งกับที่จอดเครื่องบิน หรือโรงเก็บเครื่องบิน โดย Taxiway นี้แสดงโดยการขีดเส้นสีเหลือง อยู่กลางของทาง ยาวต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถึงปลายทาง เช่น โรงเก็บหลุมจอดเครื่อง ส่วนด้านที่เชื่อมต่อกับทางวิ่งจะมีเส้นสีขาวสองเส้น และเส้นปะสองเส้นขวางเส้นทางของ Taxiway ก่อนที่จะเข้าถึงทางวิ่ง โดยมีระยะห่างจากเส้นกลางของทางวิ่งประมาณ 125-250 ฟุต เส้นนี้เรียกว่า Hold line บางสนามบินที่มีการใช้ระบบ Instrument Landing System (ILS) จะมีเส้น hold line อยู่สองเส้น โดยเส้นหลังจะมีป้ายเครื่องหมาย ILS บอกไว้เพื่อให้เครื่องที่จะเข้ามา ตั้งตัว (lineup) บนทางวิ่งหยุดรอที่เส้น hold line เส้นนี้ เพื่อป้องกันการรบกวนการทำงานของระบบ ILS ที่อาจจะเกิดจากเครื่องบินที่หยุดรอที่เส้น hold line ที่อยู่ใกล้กับทางวิ่ง เพื่อความปลอดภัยเครื่องบินทุกลำที่จะเข้าไปตั้งตัวในทางวิ่ง จะต้องหยุดก่อนที่จะถึงเส้นนี้ก่อนเสมอ และทำการมอง (look out) ออกไปเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีเครื่องลำอื่นอยู่บริเวณที่จะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

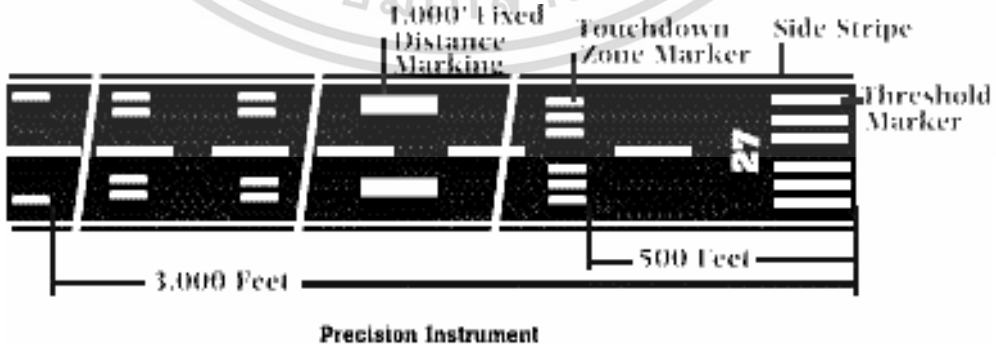
เกิดอัตรายได้ สำหรับการบินด้วยกฎของ VFR (Visual Flight Rules) สามารถใช้ทางวิ่งแบบ basic ซึ่งทางวิ่งแบบนี้ จะมีเพียงหมายเลขของทางวิ่งและเส้นประอยู่ที่กลางทางวิ่งเท่านั้น ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 ทางวิ่งแบบ basic [12]

สำหรับการบินด้วยกฎของ IFR (Instrument Flight Rules) ซึ่งอาจจะเกิดจากสภาพอากาศไม่ทัศนวิสัยไม่ดีนัก สามารถนำเครื่องร่อนลงได้ กับทางวิ่งที่มีเครื่องช่วย โดยสามารถวิ่งขึ้นหรือร่อนลงกับทางวิ่งชนิด Nonprecision Instrument ดังรูปที่ 2.15 ซึ่งมีความละเอียดน้อย โดยมีเครื่องหมาย Threshold ได้ หรือจะนำเครื่องวิ่งขึ้นหรือร่อนลงกับทางวิ่งแบบ Precision Instrument ก็ได้ ดังรูปที่ 2.16 โดยเครื่องมือต้องมีความละเอียดสูงและบนทางวิ่งก็จะมีการเพิ่มการแสดง เครื่องหมายต่าง ๆ เช่น Touchdown Zone ,Fix distance

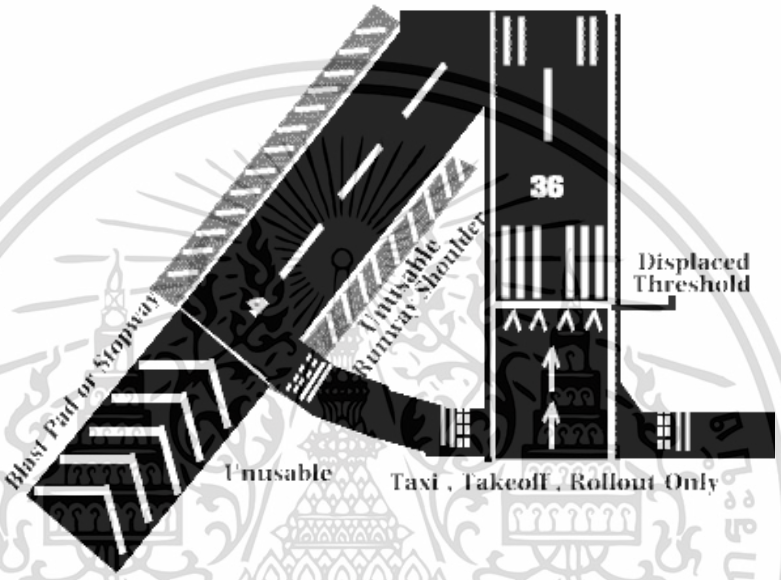
รูปที่ 2.15 Nonprecision Instrument [12]



รูปที่ 2.16 Precision Instrument [12]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Displaced threshold เป็น threshold ที่อยู่ลึกเข้าไป แทนที่จะอยู่ที่ปลายทางวิ่ง จะเรียกว่า displaced threshold มีไว้เพื่อป้องให้ไม่ให้เครื่องที่ทำการร่อนลงอยู่สูงกว่าสิ่งกีดขวาง ที่อยู่บริเวณหัวทางวิ่ง และบริเวณที่อยู่ก่อนเส้นนี้จะใช้สำหรับตั้งตัววิ่งขึ้น หรือ taxi เท่านั้น และ Stopway เป็นพื้นที่ ขาออกยาวออกไปจากทางวิ่ง โดยมีความกว้างเท่ากับทางวิ่ง ใช้สำหรับในกรณีที่เครื่องร่อนลงด้านตรงกันข้ามแล้วไม่สามารถหยุดเครื่องได้ทัน ทำให้เลยมาถึงบริเวณนี้ Blast Pads เป็นพื้นที่เดียวกับ Stopway แต่จะใช้สำหรับวิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 Displaced threshold และ Stopways [12]

2.3.7 Airport signs

ในสนามบินใหญ่ หรือที่มีการจราจรคับคั่ง มีเส้นทาง taxi หลายเส้นทาง มีที่จอดเครื่องบินหลายแห่ง มีทางวิ่งหลายทางวิ่ง เพื่อให้สนามบินเหล่านี้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ที่พื้นจึงได้มีการกำหนดป้ายเครื่องหมายเพื่อบอกทิศทาง หรือเส้นทางในการ taxi ให้ง่ายต่อการปฏิบัติและเพื่อความปลอดภัยขึ้น สำหรับการบินระหว่างประเทศนั้น จะถูกกำหนดโดย ICAO (International Civil Aviation Organization)

2.3.8 Airspace

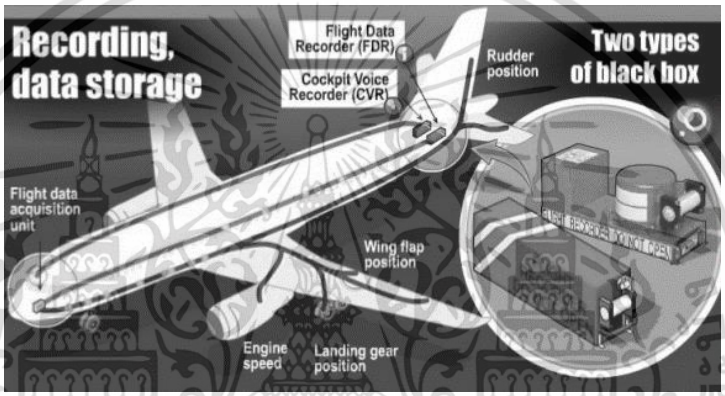
การจัดแบ่งพื้นที่ในอากาศออกเป็นส่วนต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ จึงต้องทราบว่าในแต่ละพื้นที่จะทำการบินเข้าไปนั้น มีข้อกำหนดอย่างเพื่อการปฏิบัติให้ถูกต้อง และเกิดความปลอดภัย ในการใช้พื้นที่ทั้งในอากาศและเมื่ออยู่ที่พื้นดินก็ตาม โดยการจัดแบ่งนี้เป็นการจัดแบ่งพื้นที่ที่ใช้ใน อเมริกา ส่วนในประเทศอื่น ๆ นั้นก็มีการจัดแบ่งเช่นกัน แต่จะเป็นการแบ่งตามข้อกำหนดของ ICAO

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 เทคโนโลยีการบันทึกข้อมูลบนเครื่องบิน

2.4.1 อุปกรณ์บันทึกข้อมูลการบิน

อุปกรณ์บันทึกข้อมูลการบิน คือกล่องที่บรรจุข้อมูลที่สำคัญที่ช่วยในการลำดับแหตุการณ์ต่าง ๆ เกี่ยวกับการบิน หรือแม้กระทั่งเสียงของห้องนักบินในขณะที่ทำการบิน จะมีการเก็บค่าเป็นค่าของตัวแปรต่าง ๆ เช่น เพดานบิน ความเร็ว ความเร็วลม เสียงสนทนาของนักบิน เสียงสัญญาณเตือนภัย เสียงเครื่องยนต์ เป็นต้น และเรียกกันเป็นที่รู้จักคือ กล่องดำ แต่จริง ๆ แล้วมีลักษณะเป็นกล่องสีส้ม เพื่อให้มองเห็นง่ายเวลาค้นหายามเครื่องเกิดอุบัติเหตุ [15] โดยข้อมูลจะถูกจัดเก็บมาจากเซนเซอร์ที่ถูกติดตั้งไว้แต่ละตำแหน่ง ดังรูปที่ 2.18

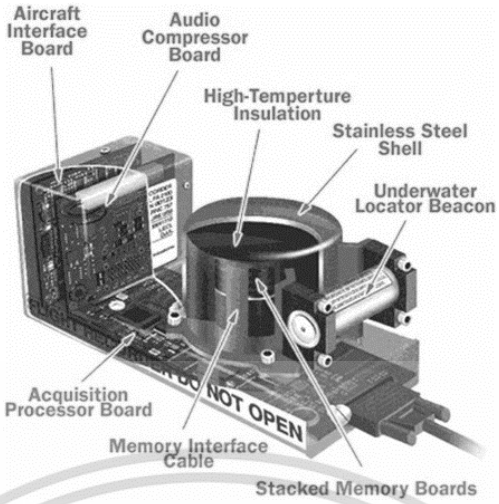


รูปที่ 2.18 ตำแหน่งที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ และกล่องดำภายในเครื่องบิน [14]

2.4.2 คุณสมบัติ

เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นกับเครื่องบิน อุปกรณ์บันทึกข้อมูล จะมีเครื่องระบุตำแหน่งเพื่อการค้นหาใต้น้ำ เรียกว่า "Underwater Locator Beacon (ULB)" ดังรูปที่ 2.19 เพื่อใช้ในกรณีที่เครื่องบินเกิดอุบัติเหตุเหนือน้ำ และตกลงไปในน้ำ อุปกรณ์ที่เรียกว่า "pinger" จะส่งคลื่นเสียงความถี่ 37.5 กิโลเฮิรตซ์ เพื่อแจ้งตำแหน่งไปยังอุปกรณ์ค้นหาสัญญาณที่เรียกว่า "Pinger Locator System (PLS)" อุปกรณ์นี้สามารถส่งสัญญาณได้จากความลึกมากถึง 14,000 ฟุตและส่งสัญญาณได้นานถึง 30 วันเลยทีเดียว และอีกสิ่งที่ทำให้กล่องดำอยู่รอดจากอุบัติเหตุได้ คือ "Crash-Survivable Memory Units (CSMUs)" ซึ่งห่อหุ้มอุปกรณ์บันทึกข้อมูลไว้อย่างดี มีความทนทานต่อความร้อนสูง ทนการกระแทกอย่างรุนแรง และทนต่อแรงกดดันได้มหาศาล ในสภาวะที่เครื่องบินเกิดอุบัติเหตุตกกระแทกพื้น การระเบิด หรือมหาสมุทร

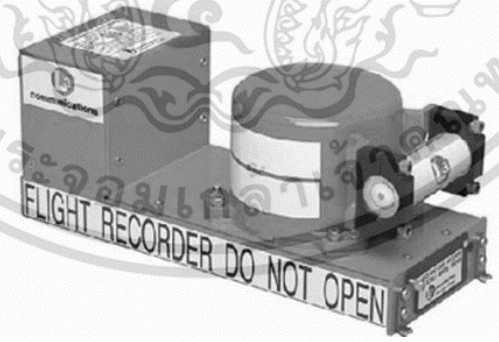
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.19 ส่วนประกอบภายในกล่องดำ [15]

2.4.3 ประเภทของกล่องบันทึกข้อมูลการบิน

1. Cockpit Voice Recorder (CVR) เครื่อง CVR จะบันทึกเสียงพูดของนักบิน รวมทั้งเสียงอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องนักบินโดยรับเสียงจากไมโครโฟนของนักบิน และไมโครโฟนที่ติดตั้งไว้ในแผงอุปกรณ์ด้านบนระหว่างนักบินทั้งสองเสียงที่เกิดขึ้นในห้องนักบินทั้งหมด เช่น เสียงเครื่องยนต์ สัญญาณเตือน เสียงการเคลื่อนไหวของฐานล้อ เสียงการกดหรือว่าปลดสวิตช์ต่าง ๆ เสียงการโต้ตอบการจราจรทางอากาศ การแจ้งข่าวอากาศ และการสนทนาระหว่างนักบินกับพนักงานภาคพื้นหรือลูกเรือ จะถูกบันทึกไว้เพื่อประโยชน์ในการสอบสวน



รูปที่ 2.20 เครื่องบันทึกเสียงในห้องนักบิน (The Cockpit Voice Recorder – CVR) [16]

2. Flight Data Recorder (FDR) เครื่อง FDR จะบันทึกสภาวะต่าง ๆ ในระหว่างปฏิบัติการบินตามกฎระเบียบสำหรับเครื่องบินรุ่นใหม่ ๆ ในรูปแบบดิจิทัล และจะต้องมีการตรวจบันทึกข้อมูลที่สำคัญอย่างน้อย 11 ถึง 29 ประเภท ตามขนาดเครื่องบิน เช่น เวลา ระยะสูง ความเร็ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศทาง และท่าทางของเครื่องบิน นอกจากนี้ FDR บางเครื่องสามารถบันทึกสถานะต่าง ๆ ได้อีกมากกว่า 700 ลักษณะ ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการสอบสวน

รูปที่ 2.21 เครื่องบันทึกข้อมูลการบิน (The Flight Data Recorder – FDR) [16]

รายการที่ถูกตรวจบันทึกพื้นฐานได้แก่ เวลา ความสูง ความเร็ว อัตราเร่งตามแนวดิ่ง ทิศทาง ตำแหน่งคันบังคับและอุปกรณ์บังคับการบินอื่น ๆ ตำแหน่งของแพนหางระดับ อัตราการไหลของเชื้อเพลิงด้วยข้อมูลที่อ่านได้จาก FDR จะทำให้คณะผู้สอบสวนอุบัติเหตุสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวของการบินได้ ซึ่งทำให้เจ้าหน้าที่สอบสวนสามารถมองเห็นภาพท่าทางเครื่องบิน ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัด การใช้เครื่องยนต์ และ ลักษณะอาการต่าง ๆ ของการบิน ภาพเคลื่อนไหวนี้ทำให้คณะผู้สอบสวน ทราบเหตุการณ์สุดท้ายของการบินก่อนเกิดอุบัติเหตุ

3. Quick access recorder (QAR) เป็นเครื่องบันทึกข้อมูลการบินที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้เข้าถึงได้ง่ายและรวดเร็วในการเข้าถึงข้อมูลด้วยวิธีการ เช่น USB หรือเครือข่ายมือถือในการเชื่อมต่อ และการใช้แบบการ์ดหน่วยความจำ โดยทั่วไปแล้วสายการบินจะใช้ QAR เพื่อปรับปรุงความปลอดภัยของเที่ยวบินและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานโดยปกติจะอยู่ในขอบเขตของแผนประกันคุณภาพการปฏิบัติการของเที่ยวบิน เช่นเดียวกับเครื่องบันทึกข้อมูลการบิน (FDR)

รูปที่ 2.22 Quick access recorder (QAR) [16]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

QAR จะได้รับอินพุตจากหน่วยจัดเก็บข้อมูลการบินที่รับพารามิเตอร์แบบอนาล็อกและดิจิทัลมาจากเซ็นเซอร์ในเครื่องบินที่เรียกว่า Flight Data Acquisition Unit (FDAU) ซึ่งมีการบันทึกมากกว่า 2,000 พารามิเตอร์เกี่ยวกับเครื่องบิน ดังรูปที่ 2.23 QAR จะมีอัตราการบรรจุข้อมูล และอ่านเขียนข้อมูลที่สูงกว่า FDR ทั้งนี้ QAR ไม่ได้ออกแบบมาเพื่อความอยู่รอดของอุบัติเหตุเนื่องจากวัสดุที่ออกแบบมาจะไม่คงทนแข็งแรงเท่ากับ FDR แต่อย่างไรก็ตามบางครั้งที่เกิดอุบัติเหตุทางการบิน หาก QAR ยังเหลือรอดให้ใช้งานได้ จะเป็นแหล่งที่ให้ข้อมูลมากกว่าที่ FDR บันทึกไว้ ทำให้ง่ายต่อการสอบสวนถึงสาเหตุของเหตุการณ์ได้ง่ายขึ้น

รูปที่ 2.23 รูปแบบการบันทึกข้อมูล [17]

2.5 การสื่อสารข้อมูลภายในเครื่องบิน

คณะกรรมการวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของสายการบิน (Airlines Electronic Engineering Committee : AEEC) สร้างข้อกำหนดของการสื่อสารข้อมูล และมาตรฐานของอุตสาหกรรมการขนส่งทางอากาศ ซึ่งทำเป็นเอกสาร และเผยแพร่โดย บริษัท วิทยุการบิน จำกัด (Aeronautical Radio, Incorporated : ARINC) ที่เผยแพร่ตั้งแต่ปี 1949 เอกสารเหล่านี้ เรียกว่า ARINC 419, ARINC 429, ARINC 453 และ ARINC 629 อธิบายระบบสื่อสารข้อมูลที่ใช้เป็นหลักในเครื่องบินขนส่งเชิงพาณิชย์ เครื่องบิน และทางทหารทั่วไป ปัจจุบันยังใช้ระบบข้อมูลเหล่านี้

ข้อกำหนด ARINC 429 ออกเอกสารเรื่อง “ระบบการถ่ายโอนข้อมูลดิจิทัล (Digital Information Transfer System : DITS)” ถูกตีพิมพ์ครั้งแรกในปี 2520 [18] และนับเป็นมาตรฐาน ARINC ที่สายการบินใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดชื่อของมาตรฐานสายการบินนี้ได้รับเลือกเพื่อไม่ให้อธิบายว่าเป็น“ บัสข้อมูล” แม้ว่า ARINC 429 เป็นยานพาหนะสำหรับการถ่ายโอนข้อมูล แต่มันไม่เหมาะกับคำจำกัดความปกติของบัสข้อมูล บัสข้อมูลทั่วไปสามารถทำการถ่ายโอนข้อมูลแบบหลาย

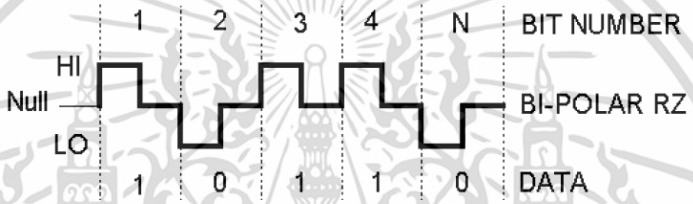
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทิศทางระหว่างหลายจุดผ่านสายเส้นเดียว ARINC 429 มีการไหลของข้อมูลแบบทางเดียวที่เรียบง่าย จำกัดความสามารถนี้ไว้อย่างมาก ด้วยต้นทุนที่ต่ำ และความสมบูรณ์ของการติดตั้งได้ให้ระบบสายการบินแสดงบริการที่ยอดเยี่ยมมานานกว่าสองทศวรรษ ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

2.5.1 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล

1. การเชื่อมต่ออุปกรณ์ ตัวส่งสัญญาณเดี่ยวเชื่อมต่อกับตัวรับข้อมูลสูงสุด 20 ตัวผ่านสายคู่บิดเกลียวแบบป้องกันสัญญาณรบกวนโดยมีการต่อสายดินที่ปลายทั้งสองและที่จุดพักต่าง ๆ ตามความยาวของสายเคเบิล ส่วนที่ป้องกันจะถูกเก็บไว้ให้สั้นที่สุด

2. การแปลงข้อมูล ใช้การแปลงแบบ Return-To-Zero (RZ) ระดับแรงดันไฟฟ้าถูกใช้สำหรับรูปแบบการมอดูเลตนี้



รูปที่ 2.24 รูปแบบการแปลงข้อมูล [19]

3. ระดับแรงดัน แรงดันไฟฟ้าขาออกที่แตกต่างกันระหว่าง สถานีเอาต์พุตของเครื่องส่งที่ไม่มีโหลดอธิบายไว้ในตารางต่อไปนี้

	HI(V)	NULL(V)	LO(V)
Line A to Line B	+10 ± 1.0	0 ± 0.5	−10 ± 1.0
Line A to Ground	5 ± 0.5	0 ± 0.25	−5 ± 0.5
Line B to Ground	−5 ± 0.5	0 ± 0.25	+5 ± 0.5

รูปที่ 2.25 ระดับแรงดันไฟฟ้า [19]

แรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันที่เครื่องรับเห็นจะขึ้นอยู่กับความยาวของลวดโหลดสตับ ฯลฯ โดยไม่มีสัญญาณรบกวนบนสายสัญญาณแรงดันไฟฟ้าเล็กน้อยที่ขั้วรับสัญญาณ (A และ B) จะเป็นดังรูปที่ 2.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

HI	+7.25V to +11V
NULL	+0.5V to −0.5V
LO	−7.25V to −11V

รูปที่ 2.26 ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีสัญญาณรบกวน [19]

ในการติดตั้งในทางปฏิบัติที่ได้รับผลกระทบจากเสียงรบกวน ฯลฯ ช่วงแรงดันไฟฟ้าต่อไปนี้เป็นเรื่องปกติทั่วทั้งอินพุตของเครื่องรับ (A และ B)

HI	+6.5V to +13V
NULL	+2.5V to −2.5V
LO	−6.5V to −13V

รูปที่ 2.27 ระดับแรงดันไฟฟ้าที่มีสัญญาณรบกวน [19]

ไม่ได้กำหนดแรงดันไฟฟ้าจากสายถึงพื้น ผู้รับคาดว่าจะทนต่อได้โดยไม่เกิดความเสียหายจากแรงดันไฟฟ้าคงที่ที่ 30 VAC rms ที่ใช้กับสถานี A และ B หรือ – 29, +29 VDC ที่ใช้ระหว่างสถานี A หรือ B และภาคพื้นดิน

2.5.2 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับลอจิกแบบดิจิทัล

1. ข้อมูลตัวเลข (Numeric data) ARINC 429 รองรับข้อมูลตัวเลขที่เข้ารหัสในสองภาษาดิจิทัล (a) BNR ที่แสดงในรูปแบบเศษส่วนสองส่วนและ (b) BCD ต่อชุดย่อยตัวเลขของตัวอักษร ISO No. 5 รายการข้อมูลที่เข้ารหัสในทั้งสองภาษาที่ได้รับมอบหมาย ที่อยู่เฉพาะสำหรับแต่ละรายการ

2. ข้อมูลไม่ต่อเนื่อง (Discrete data) ARINC 429 สามารถรองรับข้อมูล discrete ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลคำที่ไม่ได้ใช้หรือในคำที่เฉพาะเจาะจง กฎในการกำหนดบิตในคำข้อมูลตัวเลขที่ไม่ต่อเนื่องคือการเริ่มต้นด้วยบิตที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของคำและเพื่อดำเนินการต่อไปยังบิตที่สำคัญที่สุดที่มีอยู่ในคำ

3. ข้อมูลการบำรุงรักษา (Maintenance data) คำทั่วไปในการบำรุงรักษาจะได้รับการกำหนดป้ายกำกับตามลำดับ เช่นเดียวกับฉลากสำหรับคำทั่วไปที่ไม่ต่อเนื่อง ป้ายกำกับค่าฐานแปดต่ำสุดที่กำหนดให้กับคำบำรุงรักษาจะถูกใช้เมื่อส่งคำซ่อมบำรุงเพียงคำเดียว เมื่อมีมากกว่าหนึ่งคำที่ถูกส่งฉลากค่าฐานแปดต่ำสุดจะใช้ก่อนและป้ายกำกับอื่น ๆ ที่ใช้ตามลำดับจนกว่าข้อความจะเสร็จ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมบูรณ์ คำบำรุงรักษาวัตถุประสงค์ทั่วไปอาจมีข้อมูล discrete BCD หรือ BNR เป็นตัวเลข ไม่มีข้อความตัวอักษร ISO No. 5 คำบำรุงรักษาวัตถุประสงค์ทั่วไป

2.5.3 การจัดรูปแบบข้อความและคำ

1. ทิศทางการไหลของข้อมูลเอาต์พุตข้อมูลขององค์ประกอบระบบจะถูกส่งจากพอร์ตที่กำหนดซึ่งพอร์ตรับขององค์ประกอบระบบอื่น ๆ ที่ต้องการข้อมูลนั้นจะเชื่อมต่อ ไม่ว่าในกรณีใดข้อมูลจะไหลเข้าสู่พอร์ตที่กำหนดไว้สำหรับการส่ง บัสข้อมูลแยกต่างหาก (สายคู่ที่บิดและป้องกัน) ใช้สำหรับแต่ละทิศทางเมื่อข้อมูลจำเป็นต้องไหลทั้งสองทางระหว่างองค์ประกอบระบบสองระบบ

2. องค์ประกอบข้อมูลองค์ประกอบข้อมูลพื้นฐาน คือคำดิจิทัลที่มี 32 บิต มีกลุ่ม แอป-พลิเคชัน 5 กลุ่มสำหรับคำดังกล่าวข้อมูล BNR, ข้อมูล BCD, ข้อมูล discrete, ข้อมูลการบำรุงรักษา (ทั่วไป) และรับทราบ, ตัวอักษร ISO No. 5 และข้อมูลการบำรุงรักษา (ISO No. 5)

3. ตัวระบุข้อมูลประเภทของข้อมูลที่มีอยู่ในคำจะถูกระบุโดยฉลากหกตัวอักษร อักขระสามตัวแรกคืออักขระฐานแปดที่เข้ารหัสเป็นเลขฐานสองในแปดบิตแรกของคำ แปดบิตจะระบุข้อมูลที่อยู่ในคำศัพท์ตัวเลขตัวเลข BNR และ BCD (เช่นระยะ DME อุณหภูมิอากาศคงที่ ฯลฯ) และระบุแอปพลิเคชันคำสำหรับข้อมูล discrete การบำรุงรักษาและ AIM อักขระสามตัวสุดท้ายของป้ายกำกับอักขระหกตัวคืออักขระเลขฐานสิบหกที่ใช้เพื่อระบุถึงแหล่งที่มาของบัส ARINC 429 โดยแต่ละ 3 ตัวในอักขระฐานสิบหกระบุองค์ประกอบของระบบที่มีพอร์ต DITS หนึ่งพอร์ตหรือมากกว่า รหัสอักขระสามตัวแต่ละตัว (และกล่องดำ) อาจมีป้ายกำกับแปดบิตถึง 255 บิต รหัสนี้ใช้เพื่อการดูแลเพื่อแยกความแตกต่างระหว่างพารามิเตอร์ที่มีเหมือนการกำหนดป้ายกำกับ มีการกำหนดฉลาก Octal 377 เพื่อจุดประสงค์ในการระบุองค์ประกอบของระบบด้วยไฟฟ้า รหัสจะปรากฏในตัวเลขที่สำคัญน้อยที่สุดสามหลักของ 377 คำในรูปแบบ BCD Word

4. ตัวระบุแหล่งที่มา/ตัวระบุปลายทาง ตัวเลขบิตที่ 9 และ 10 ของคำข้อมูลตัวเลขใช้สำหรับฟังก์ชันการระบุแหล่งข้อมูล/ปลายทาง ฟังก์ชันตัวระบุต้นทาง/ปลายทางอาจค้นหา แอปพลิ-เคชัน เมื่อต้องระบุคำเฉพาะไปยังระบบเฉพาะของการติดตั้งระบบหลายระบบหรือเมื่อระบบต้นทางของการติดตั้งระบบหลายระบบจำเป็นต้องจดจำได้จากเนื้อหาของคำ เมื่อมีการใช้อุปกรณ์ต้นทางจะเข้ารหัสหมายเลขการติดตั้งเครื่องบินเป็นบิต 9 และ 10 ดังรูปที่ 2.28 อุปกรณ์จะรับรู้คำที่มีรหัสหมายเลขการติดตั้งของตัวเองและคำที่มีรหัส “00” เท่ากับ “ทุกสาย”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Bit No.		Installation No.
10	9	See text
0	0	
0	1	1
1	0	2
1	1	3

รูปที่ 2.28 รหัสเลขบิตที่บอกถึงแหล่งที่มา หรือปลายทาง [19]

5. SSM (Sign/Status Matrix) ในทุกกรณี SSM ใช้ 30 และ 31 บิตสำหรับคำข้อมูล BNR แบบ SSM ยังมี 29 บิต ใช้รายงานสภาพอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (ข้อบกพร่อง/ปกติ) โหมดการทำงาน (การทดสอบการทำงาน) หรือความถูกต้องของเนื้อหาคำข้อมูล (ตรวจสอบ/ไม่มีข้อมูลที่คำนวณ) คำจำกัดความต่อไปนี้ใช้

- Invalid Data ถูกกำหนดให้เป็นข้อมูลใด ๆ ที่สร้างขึ้นโดยระบบต้นทางซึ่งมีลักษณะพื้นฐานคือไม่สามารถถ่ายทอดข้อมูลที่เชื่อถือได้สำหรับประสิทธิภาพที่เหมาะสมของระบบผู้ใช้ ที่นั่นเป็นข้อมูลที่ไม่ถูกต้องสองประเภทคือ “ No Computed Data” และ “ Failure Warning”

- No Computed Data เป็นกรณีเฉพาะของความไม่สอดคล้องของข้อมูลที่ระบบต้นทางไม่สามารถคำนวณข้อมูลที่เชื่อถือได้ด้วยเหตุผลอื่นนอกเหนือจากความล้มเหลวของระบบ การไม่สามารถคำนวณข้อมูลที่เชื่อถือได้นี้เกิดจากชุดของเหตุการณ์หรือเงื่อนไขที่แน่นอนซึ่งมีการกำหนดขอบเขตที่ไม่ซ้ำกันในลักษณะของระบบ

- Failure Warning เป็นกรณีพิเศษของความไม่ชัดเจนของข้อมูลที่ระบบตรวจสอบตรวจพบความล้มเหลวอย่างน้อยหนึ่งรายการ ความล้มเหลวเหล่านี้มีลักษณะเฉพาะโดยขอบเขตที่กำหนดไว้ในลักษณะของระบบ

Failure Warning	Priority 1
No Computed Data	Priority 2
Functional Test	Priority 3
Normal Operation	Priority 4

รูปที่ 2.29 รหัสเลขบิตบอกสถานะ SSM [19]

แต่ละคำชนิดข้อมูลมีการใช้งานที่เป็นเอกลักษณ์ของแบบ SSM รูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้อธิบายไว้ในส่วนต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวเลข BCD เมื่อตรวจพบความล้มเหลวภายในระบบซึ่งจะทำให้คำหนึ่งคำหรือมากกว่านั้นส่งออกโดยปกติโดยระบบนั้นไม่น่าเชื่อถือระบบจะหยุดส่งคำหรือคำที่ได้รับผลกระทบบนบัสข้อมูล

ระบบ avionic บางระบบสามารถตรวจจับสภาพความผิดปกติซึ่งมีความแม่นยำน้อยกว่าปกติในระบบเหล่านี้เมื่อตรวจพบความผิดปกติในลักษณะนี้ (ตัวอย่างเช่นการสูญเสียเซ็นเซอร์บางส่วนซึ่งส่งผลให้ความแม่นยำลดลง) ตัวเลข BCD ที่ไม่น่าเชื่อถือแต่ละตัวจะถูกเข้ารหัส “ 1111” เมื่อส่งผ่านบัสข้อมูล สำหรับอุปกรณ์ที่มีจอแสดงผลรหัส “1111” ควรได้รับการยอมรับว่าเป็นตัวแทนของตัวเลขที่ไม่ถูกต้อง และ “ ขีด (dash)” หรือสัญลักษณ์ที่เทียบเท่านั้นโดยปกติจะแสดงแทนตำแหน่งที่ไม่ถูกต้อง

เครื่องหมาย (บวก/ลบ, ทิศเหนือ/ทิศใต้, ฯลฯ) ของข้อมูลตัวเลข BCD จะถูกเข้ารหัสเป็นบิต 30 และ 31 ของคำดังแสดงในรูปที่ 2.30 ข้อมูลตัวเลข BCD 30 และ 31 บิตเป็น “ ศูนย์ (zero)” ในกรณีที่ไม่จำเป็นต้องมีสัญญาณ

รหัส “No Computed Data” จะถูกประกาศในคำที่เป็นตัวเลข BCD ที่ได้รับผลกระทบเมื่อระบบต้นทางไม่สามารถคำนวณข้อมูลที่เชื่อถือได้ด้วยเหตุผลอื่นที่ไม่ใช่ความล้มเหลวของระบบ เมื่อรหัส “Functional Test” ปรากฏในบิต 30 และ 31 ของคำข้อมูลอินพุตคำสั่งจะถูกตีความว่าเป็นคำสั่งเพื่อดำเนินการทดสอบการทำงาน

BCD Numeric Sign/Status Matrix

Bit No		
31	30	Function
0	0	Plus, North, East, Right, To, Above
0	1	No Computed Data
1	0	Functional Test
1	1	Minus, South, West, Left, From, Below

รูปที่ 2.30 รหัสเลขบิตของ BCD Numeric SSM [19]

- ข้อมูลตัวเลข BNR สถานะของฮาร์ดแวร์เครื่องส่งถูกเข้ารหัสในแบบเมทริกซ์สถานะ (หมายเลขบิต 30 และ 31) ของคำศัพท์ตัวเลขตัวเลข BNR ดังแสดงในรูปที่ 2.31 ระบบต้นทางจะประกาศความล้มเหลวที่ตรวจพบซึ่งทำให้คำหนึ่งคำหรือมากกว่านั้นโดยปกติเอาต์พุตนั้นไม่น่าเชื่อถือโดยการตั้งค่าหมายเลขบิต 30 และ 31 ในคำที่ได้รับผลกระทบให้เป็นรหัส 'คำเตือนความล้มเหลว' ที่กำหนดในตารางด้านล่าง . คำที่มีรหัสนี้จะถูกส่งไปยังบัสข้อมูลอย่างต่อเนื่องในช่วงที่เกิดความล้มเหลว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัส “No Computed Data” ถูกประกาศในคำตัวเลข BNR ที่ได้รับผลกระทบเมื่อระบบต้นทางไม่สามารถคำนวณข้อมูลที่เชื่อถือได้ด้วยเหตุผลอื่นที่ไม่ใช่ความล้มเหลวของระบบ เมื่อรหัส Test ‘ทดสอบการทำงานฟังก์ชันปรากฏขึ้นเป็นเอาต์พุตระบบมันจะตีความว่าเป็นคำแนะนำว่าข้อมูลในคำว่าเป็นผลมาจากการดำเนินการทดสอบการทำงาน การทดสอบการใช้งานจะสร้างตัวบ่งชี้ที่ 1/8 ของค่าเต็มจำนวนบวกเว้นแต่จะระบุไว้เป็นอย่างอื่นในลักษณะของอุปกรณ์ ARINC

หากในระหว่างการดำเนินการทดสอบการทำงานระบบต้นทางตรวจพบความล้มเหลวทำให้หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคำโดยปกติเอาต์พุตโดยระบบนั้นไม่น่าเชื่อถือมันจะเปลี่ยนสถานะของบิต 30 และ 31 ในคำที่ได้รับผลกระทบเช่น “Functional Test” จะถูกแทนที่ด้วยการประกาศ “ Failure Warning”

Status Matrix

Bit No		
31	30	Function
0	0	Failure Warning
0	1	No Computed Data
1	0	Functional Test
1	1	Normal Operation

รูปที่ 2.31 สถานะรหัสเลขบิตที่ 30 และ 31 ของ BNR [19]

เครื่องหมาย (บวกลบทิศเหนือทิศใต้และอื่น ๆ) ของคำศัพท์ตัวเลขตัวเลข BNR จะถูกเข้ารหัสในแบบ Sign Matrix (บิต 29) ดังรูปที่ 2.32 บิต 29 คือ “ศูนย์ (zero)” เมื่อไม่ต้องการเครื่องหมาย

Status Matrix

Bit No.	
29	Function
0	Plus, North, East, Right, To, Above
1	Minus, South, West, Left, From, Below

รูปที่ 2.32 สถานะรหัสเลขบิตที่ 29 ของ BNR [19]

บางระบบสามารถตรวจจับสภาพความผิดปกติซึ่งมีความแม่นยำน้อยกว่าปกติ ในระบบเหล่านี้เมื่อตรวจพบความผิดปกติในลักษณะนี้ (ตัวอย่างเช่น การสูญเสียเซ็นเซอร์บางส่วนส่งผลให้ความ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม่นยำลดลง) อุปกรณ์จะรายงานว่า “ปกติ” สำหรับเมทริกซ์สถานะสัญญาณต่อไปในขณะที่แสดงประสิทธิภาพที่ลดลงด้วยการเข้ารหัสบิต 11 ดังต่อไปนี้

Accuracy Status

Bit No. 11	Function
0	Nominal Accuracy
1	Degraded Accuracy

รูปที่ 2.33 สถานะรหัสเลขบิตที่ 11 ของ BNR [19]

นี่หมายความว่าความถูกต้องที่ลดระดับลงสามารถเขียนได้ในคำ BNR ไม่เกิน 17 บิตของข้อมูล

- Discrete data ระบบต้นทางจะประกาศความล้มเหลวที่ตรวจพบซึ่งอาจทำให้คำหนึ่งคำหรือมากกว่านั้นตามปกติส่งออกโดยระบบนั้นไม่น่าเชื่อถือ มีการกำหนดสามวิธี

วิธีแรกคือการตั้งค่าบิต 30 และ 31 ในคำที่ได้รับผลกระทบกับรหัส “Failure Warning” กำหนดไว้ในตารางด้านล่าง คำที่มีรหัส “Failure Warning” จะยังคงส่งมอบไปยังบัสข้อมูลในระหว่างที่สภาพการทำงานล้มเหลว

เมื่อใช้วิธีที่สองอุปกรณ์อาจหยุดส่งคำหรือคำที่ได้รับผลกระทบบนบัสข้อมูล วิธีนี้ใช้เมื่อการแสดงผลหรือการใช้ข้อมูล discrete โดยระบบไม่พึงประสงค์

วิธีที่สามนำไปใช้กับคำข้อมูลที่กำหนดไว้ซึ่งมีข้อมูลความล้มเหลวภายในเขตข้อมูล สำหรับการใช้งานเหล่านี้ลักษณะของอุปกรณ์ ARINC ที่เกี่ยวข้องจะระบุการรายงาน SSM ที่เหมาะสม ผู้ออกแบบถูกกระตุ้นไม่ให้ผสมผสานการทำงานและข้อมูล BITE ในคำเดียวกัน

รหัส “No Computed Data” จะถูกประกาศในคำที่ไม่ต่อเนื่องของข้อมูลที่ได้รับผลกระทบเมื่อระบบต้นทางไม่สามารถคำนวณข้อมูลที่เชื่อถือได้ด้วยเหตุผลอื่นนอกเหนือจากความล้มเหลวของระบบ เมื่อรหัส “Functional Test” ปรากฏเป็นผลลัพธ์ของระบบจะถูกตีความเป็นคำแนะนำว่าข้อมูลในเนื้อหาคำที่ไม่ต่อเนื่องเป็นผลลัพธ์ของการดำเนินการทดสอบการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Discrete Data Words

Bit No.		
31	30	Function
0	0	Verified Data, Normal Operation
0	1	No Computed Data
1	0	Functional Test
1	1	Failure Warning

รูปที่ 2.34 สถานะรหัสเลขบิตแบบ discrete [19]

2.6 ข้อมูลและการถอดรหัส

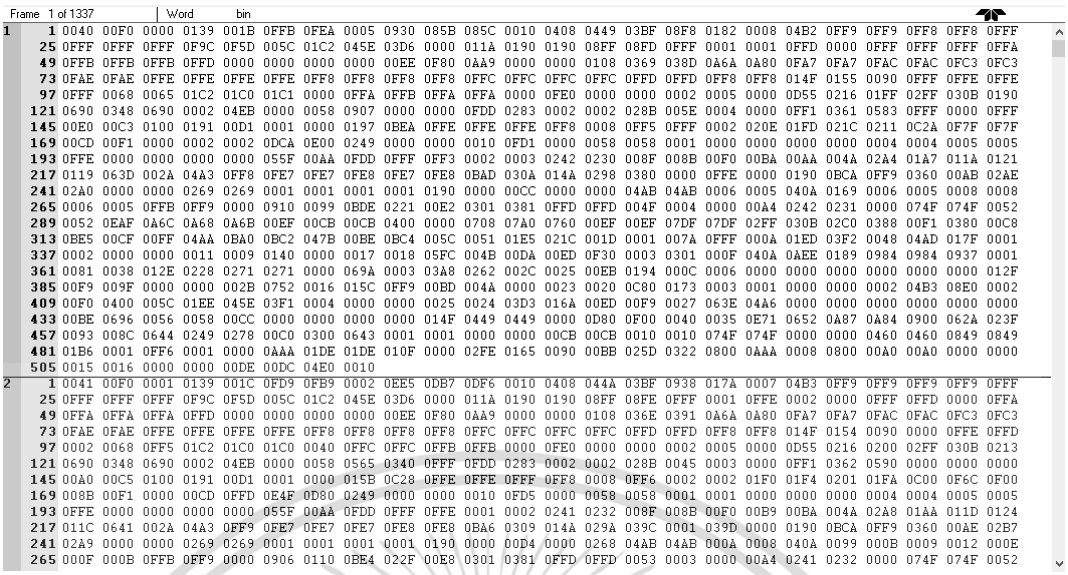
2.6.1 ข้อมูลดิบ

ข้อมูลดิบ คือ ข้อมูลบันทึกค่าของเซนเซอร์ (Sensors) ตามจุดต่าง ๆ บนเครื่องบินที่เกิดจากการบังคับของนักบิน โดยข้อมูลที่บันทึกนั้นจะแยกตามค่าพารามิเตอร์แต่ละประเภทของข้อมูล และมีการเข้ารหัส การเก็บข้อมูลจะมีรูปแบบเป็นไบต์ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บในหน่วย 1 เฟรม/วินาที แต่ละเฟรมแบ่งเป็นเฟรมละ 4 ซับเฟรม (Subframe) โดยแต่ละซับเฟรมมีคำทั้งหมด 512 คำ (1 คำ = 2 ไบต์)

2.6.2 การถอดรหัสข้อมูล

ในการแปลงข้อมูลดิบ เป็นการนำข้อมูลดิบที่ได้จากหน่วยความจำบนตัวเครื่องบิน ดังรูปที่ 2.35 ข้อมูลที่ได้มาจะอยู่ในรูปของ ไบต์ คือ เลขฐานสองจำนวน 8 หลัก โดยข้อมูลทุก ๆ 2 ไบต์ จะเท่ากับ 1 word ซึ่งข้อมูลดิบจะมีโครงสร้างดังนี้ 1 เฟรม จะเท่ากับ 4 ซับเฟรม และใน 1 ซับเฟรม จะเท่ากับ 512 words และในทุก ๆ ข้อมูลดิบจะมี heading อยู่ 512 words แรกเสมอ ดังรูปที่ 2.36 จากนั้นนำข้อมูลดิบเข้าสู่โปรแกรมการแปลงข้อมูลให้ออกมาเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้อง ตามคู่มือการถอดค่าพารามิเตอร์ ด้วยการกำหนด Word number, Subframe, Source Bit, Bit Length, Coefficient, Discrete และ Sign bit ตามพารามิเตอร์ที่ต้องการถอดรหัส

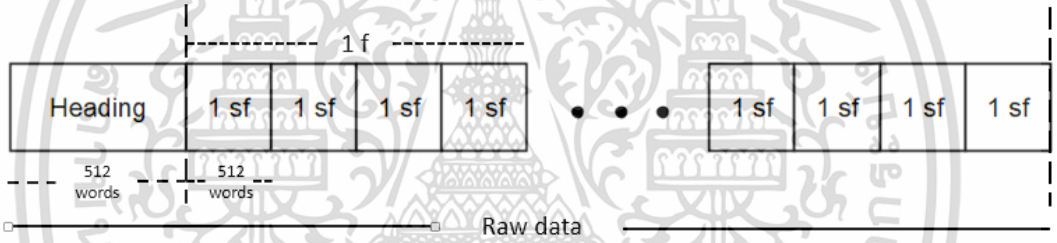
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Frame 1 of 1337 | Word bin

1	1	0040	00F0	0000	0139	001B	0FFB	0FEA	0005	0930	085B	085C	0010	0408	0449	03BF	08F8	0182	0008	04B2	0FF9	0FF9	0FF8	0FF8	0FFF
	25	0FFF	0FFF	0FFF	0F9C	0F5D	005C	01C2	045E	03D6	0000	011A	0190	0190	08FF	08FD	0FFF	0001	0001	0FFD	0000	0FFF	0FFF	0FFF	0FFA
	49	0FFB	0FFB	0FFB	0FFD	0000	0000	0000	0000	00EE	0F80	0AA9	0000	0000	0108	0369	038D	0A6A	0A80	0FA7	0FA7	0FAC	0FAC	0FC3	0FC3
	73	0FAE	0FAE	0FFE	0FFE	0FFE	0FFE	0FF8	0FF8	0FF8	0FF8	0FFC	0FFC	0FFC	0FFC	0FFD	0FFD	0FF8	0FF8	014F	0155	0090	0FFF	0FFE	0FFE
	97	0FFF	0068	0065	01C2	01C0	01C1	0000	0FFA	0FFB	0FFA	0FFA	0000	0FE0	0000	0000	0002	0005	0000	0D55	0216	01FF	02FF	030B	0190
	121	0690	0348	0690	0002	04EB	0000	0058	0907	0000	0000	0FDD	0283	0002	0002	028B	005E	0004	0000	0FF1	0361	0583	0FFF	0000	0FFF
	145	00E0	00C3	0100	0191	00D1	0001	0000	0197	0BEA	0FFE	0FFE	0FFE	0FF8	0008	0FF5	0FFF	0002	020E	01FD	021C	0211	0C2A	0F7F	0F7F
	169	00CD	00F1	0000	0002	0002	0DCA	0E00	0249	0000	0000	0010	0FD1	0000	0058	0058	0001	0000	0000	0000	0000	0004	0004	0005	0005
	193	0FFE	0000	0000	0000	0000	055F	00AA	0FDD	0FFF	0FF3	0002	0003	0242	0230	008F	008B	00F0	00BA	00AA	004A	02A4	01A7	011A	0121
	217	0119	063D	002A	04A3	0FF8	0FE7	0FE7	0FE8	0FE7	0FE8	0BAD	030A	014A	0298	0380	0000	0FFE	0000	0190	0BCA	0FF9	0360	00AB	02AE
	241	02A0	0000	0000	0269	0269	0001	0001	0001	0001	0190	0000	00CC	0000	0000	04AB	04AB	0006	0005	040A	0169	0006	0005	0008	0008
	265	0006	0005	0FFB	0FF9	0000	0910	0099	0BDE	0221	00E2	0301	0381	0FFD	0FFD	004F	0004	0000	00A4	0242	0231	0000	074F	074F	0052
	289	0052	0EAF	0A6C	0A68	0A6B	00EF	00CB	00CB	0400	0000	0708	07A0	0760	00EF	00EF	07DF	07DF	02FF	030B	02C0	0388	00F1	0380	00C8
	313	0BE5	00CF	00FF	04AA	0BA0	0BC2	047B	00BE	0BC4	005C	0051	01E5	021C	001D	0001	007A	0FFF	000A	01ED	03F2	0048	04AD	017F	0001
	337	0002	0000	0000	0011	0009	0140	0000	0017	0018	05FC	004B	00DA	00ED	0F30	0003	0301	000F	040A	0AEE	0189	0984	0984	0937	0001
	361	0081	0038	012E	0228	0271	0271	0000	069A	0003	03A8	0262	002C	0025	00EB	0194	000C	0006	0000	0000	0000	0000	0000	0000	012F
	385	00F9	009F	0000	0000	002B	0752	0016	015C	0FF9	00BD	004A	0000	0023	0020	0C80	0173	0003	0001	0000	0000	0002	04B3	08E0	0002
	409	00F0	0400	005C	01EE	045E	03F1	0004	0000	0000	0025	0024	03D3	016A	00ED	00F9	0027	063E	04A6	0000	0000	0000	0000	0000	0000
	433	00BE	0696	0056	0058	00CC	0000	0000	0000	0000	014F	0449	0449	0000	0D80	0F00	0040	0035	0E71	0652	0A87	0A84	0900	062A	023F
	457	0093	008C	0644	0249	0278	00C0	0300	0643	0001	0001	0000	0000	00CB	00CB	0010	0010	074F	074F	0000	0000	0460	0460	0849	0849
	481	01B6	0001	0FF6	0001	0000	0AAA	01DE	01DE	010F	0000	02FE	0165	0090	00BB	025D	0322	0800	0AAA	0008	0800	00A0	00A0	0000	0000
	505	0015	0016	0000	0000	00DE	00DC	04E0	0010																
2	1	0041	00F0	0001	0139	001C	0FD9	0FB9	0002	0EE5	0DB7	0DF6	0010	0408	044A	03BF	0938	017A	0007	04B3	0FF9	0FF9	0FF9	0FF9	0FFF
	25	0FFF	0FFF	0FFF	0F9C	0F5D	005C	01C2	045E	03D6	0000	011A	0190	0190	08FF	08FE	0FFF	0001	0FFE	0002	0000	0FFF	0FFD	0000	0FFA
	49	0FFA	0FFA	0FFA	0FFD	0000	0000	0000	0000	00EE	0F80	0AA9	0000	0000	0108	036E	0391	0A6A	0A80	0FA7	0FA7	0FAC	0FAC	0FC3	0FC3
	73	0FAE	0FAE	0FFE	0FFE	0FFE	0FFE	0FF8	0FF8	0FF8	0FF8	0FFC	0FFC	0FFC	0FFC	0FFD	0FFD	0FF8	0FF8	014F	0154	0090	0000	0FFE	0FFD
	97	0002	0068	0FF5	01C2	01C0	01C0	0040	0FFC	0FFC	0FFB	0FFB	0000	0FE0	0000	0000	0002	0005	0000	0D55	0216	0200	02FF	030B	0213
	121	0690	0348	0690	0002	04EB	0000	0058	0565	0340	0FFF	0FDD	0283	0002	0002	028B	0045	0003	0000	0FF1	0362	0590	0000	0000	0000
	145	00A0	00C5	0100	0191	00D1	0001	0000	015B	0C28	0FFE	0FFE	0FFF	0FF8	0008	0FF6	0002	0002	01F0	01F4	0201	01FA	0C00	0F6C	0F00
	169	008B	00F1	0000	00CD	0FFD	0E4F	0D80	0249	0000	0000	0010	0FD5	0000	0058	0058	0001	0001	0000	0000	0000	0004	0004	0005	0005
	193	0FFE	0000	0000	0000	0000	055F	00AA	0FDD	0FFF	0FFE	0001	0002	0241	0232	008F	008B	00F0	00B9	00BA	004A	02A8	01AA	011D	0124
	217	011C	0641	002A	04A3	0FF9	0FE7	0FE7	0FE7	0FE8	0FE8	0BA6	0309	014A	029A	039C	0001	039D	0000	0190	0BCA	0FF9	0360	00AE	02B7
	241	02A9	0000	0000	0269	0269	0001	0001	0001	0001	0190	0000	00D4	0000	0268	04AB	04AB	000A	0008	040A	0099	000B	0009	0012	000E
	265	000F	000B	0FFB	0FF9	0000	0906	0110	0BE4	022F	00E8	0301	0381	0FFD	0FFD	0053	0003	0000	00A4	0241	0232	0000	074F	074F	0052

รูปที่ 2.35 รูปแบบข้อมูลดิบ



รูปที่ 2.36 โครงสร้างของข้อมูลดิบ

นำข้อมูลดิบที่ได้มาทำการตัดส่วนหัวของไฟล์ออกไปก่อน และทำการถอดค่าโดยกระทำทีละ 1 word วิธีการถอด word ให้เป็นค่าพารามิเตอร์มีอยู่หลายวิธี ดังนี้

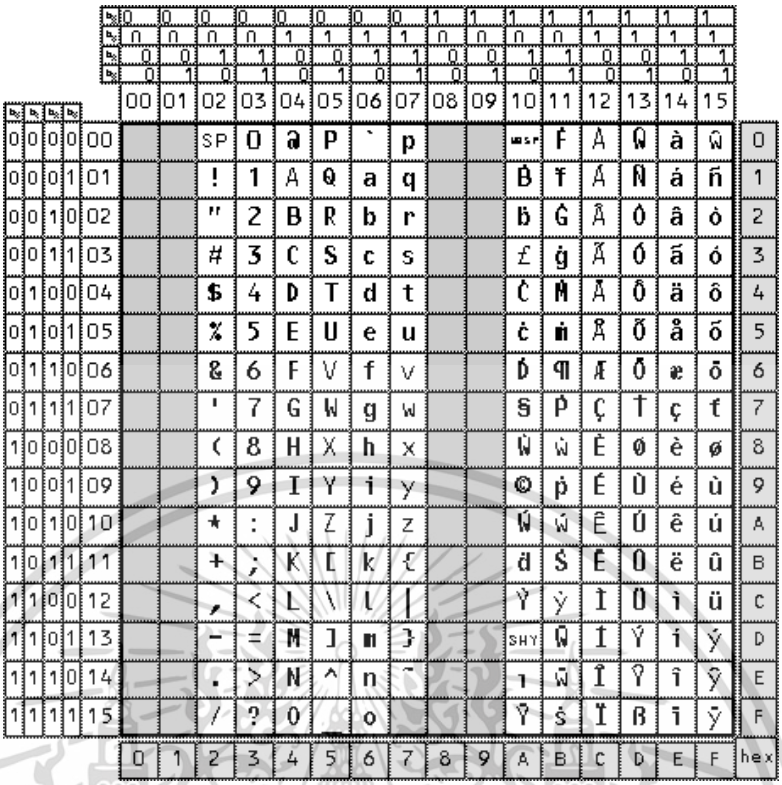
1. การถอดรหัสข้อมูลแบบทั่วไป การถอดค่าแบบทั่วไปเป็นการถอดค่าแบบ binary บิต แปลงเป็น decimal บิต

2. การถอดรหัสข้อมูลแบบมีเครื่องหมาย การถอดค่าแบบมีเครื่องหมายบอกสถานะเป็นบวก หรือลบของค่านั้นใช้วิธีการถอดแบบ 2's complement ในการถอดบิต

3. การถอดรหัสข้อมูลแบบ discrete การถอดค่าแบบ discrete จะใช้บิตเพียง 0 และ1 ในการถอดรหัสว่าค่านี้มีสถานะเป็นอย่างไร

4. การถอดรหัสข้อมูลแบบ ISO No. 5 การถอดค่าพารามิเตอร์ใช้ตารางมาตรฐาน ISO No. 5 ดังรูปที่ 2.37

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.37 ตาราง ISO No. 5 [20]

2.7 ข้อมูลพารามิเตอร์ใช้ในการถอดรหัส

2.7.1 CAS

CAS (Calibrated Airspeed) คือ ค่าความเร็วลมที่มีการปรับค่าความเที่ยงตรงแล้ว ตามอุณหภูมิความกดอากาศ ตำแหน่ง มุม ท่าทางต่าง ๆ ขณะที่ทำการวัดมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAS

NAME	CAS
WORD	2
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.125
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.2 VERTICAL SPEED

VERTICAL SPEED คือ อัตราการร่อน หรือการไต่ระดับที่คำนวณตามหน่วยอ้างอิงข้อมูลอากาศชั้นทุติยภูมิ SAARU (Secondary Attitude Air Reference Unit) มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.2

ตารางที่ 2.2 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL SPEED

NAME	VERTICAL SPEED
WORD	329
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	TURE
COEFF 0	8
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.3 MAGNETIC HEADING

MAGNETIC HEADING คือ ทิศทางของสนามแม่เหล็กโลกมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MAGNETIC HEADING

NAME	MAGNETIC HEADING
WORD	19
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.087890618
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.4 FLAP ANGLE

FLAP ANGLE คือ มุมของแฟลบที่ได้ทำการกางออก เพื่อทำหน้าที่เพิ่มแรงยกให้กับเครื่องบินในตอนบินขึ้นหรือร่อนลงมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.4

ตารางที่ 2.4 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLAP ANGLE

NAME	FLAP ANGLE
WORD	126
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.0078125
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.5 FLAP POSITION

Flap Position คือ ตำแหน่งที่แฟลบได้ทำการกางออก เพื่อทำหน้าที่เพิ่มแรงยกให้กับเครื่องบินในตอนบินขึ้นหรือร่อนลงมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLAP POSITION

NAME	FLAP POSITION
WORD	127
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.125
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.6 SLATS POSN

SLATS POSN (Slats Position) คือ ตำแหน่งที่สเลทได้ทำการกางออก เพื่อทำหน้าที่เพิ่มแรงยกให้กับเครื่องบินในตอนบินขึ้นหรือร่อนลงมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.6

ตารางที่ 2.6 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SLATS POSN

NAME	SLATS POSN
WORD	464
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.125
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.7 AIR GND ON GND

AIR GND ON GND (Air Ground On Ground) คือ การบอกสถานะของเครื่องบินว่าอยู่บนภาคพื้นดิน หรือในอากาศมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.7

ตารางที่ 2.7 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIR GND ON GND

NAME	AIR GND ON GND	
WORD	448	
BIT SOURCE	7	
BIT LENGHT	1	
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	FALSE	
COEFF 0	1	
COEFF 1	0	
DISCRETE	0 = INAIR	1 = ONGND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.8 GMT

GMT (Greenwich Mean Time) คือ เวลามาตรฐานกรีนิชเป็นค่าเวลาที่คำนวณจากค่าเฉลี่ยเวลาที่ดวงอาทิตย์ข้ามผ่านเส้นเมริเดียนปฐม และอยู่ในตำแหน่งสูงสุดตอนเที่ยงวันในรอบหนึ่งปี มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.8

ตารางที่ 2.8 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GMT

NAME	GMT		
WORD	14	15	15
BIT SOURCE	8	7	7
BIT LENGHT	5	6	6
RATE	4		
SUBFRAME	ALL		
BIT SIGNED	FALSE		
COEFF 0	1		
COEFF 1	0		
DISCRETE	-		

2.7.9 RADIO ALTITUDE LEFT

RADIO ALTITUDE LEFT คือ ค่าระยะทาง หรือความสูงที่ได้จากการคำนวณค่าระยะทางจากการส่งคลื่นวิทยุทางด้านซ้ายของเครื่องบินออกไปกระทบเข้ากับวัตถุแล้วมีคลื่นวิทยุสะท้อนกลับมา มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.9

ตารางที่ 2.9 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE LEFT

NAME	RADIO ALTITUDE LEFT	
WORD	52	136
BIT SOURCE	1	8
BIT LENGHT	12	4
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.25	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.10 RADIO ALTITUDE CENTER

RADIO ALTITUDE CENTER คือ ค่าระยะทาง หรือความสูงที่ได้จากการคำนวณค่าระยะทางจากการส่งคลื่นวิทยุตรงส่วนกลางของเครื่องบินออกไปกระทบเข้ากับวัตถุแล้วมีคลื่นวิทยุสะท้อนกลับมามีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.10

ตารางที่ 2.10 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE CENTER

NAME	RADIO ALTITUDE CENTER	
WORD	137	277
BIT SOURCE	8	1
BIT LENGHT	4	12
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.25	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

2.7.11 RADIO ALTITUDE RIGHT

RADIO ALTITUDE RIGHT คือ ค่าระยะทาง หรือความสูงที่ได้จากการคำนวณค่าระยะทางจากการส่งคลื่นวิทยุทางด้านขวาของเครื่องบินออกไปกระทบเข้ากับวัตถุแล้วมีคลื่นวิทยุสะท้อนกลับมามีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.11

ตารางที่ 2.11 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE RIGHT

NAME	RADIO ALTITUDE RIGHT	
WORD	168	278
BIT SOURCE	8	1
BIT LENGHT	4	12
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.25	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.12 PITCH ALTITUDE

PITCH ALTITUDE คือ มุมขึ้นลงในแนวตั้งของส่วนหัวเครื่องบินมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.12

ตารางที่ 2.12 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PITCH ALTITUDE

NAME	PITCH ALTITUDE
WORD	267
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	TURE
COEFF 0	0.043945309
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.13 ROLL ALTITUDE

ROLL ALTITUDE คือ มุมซ้ายขวาในการเอียงตัวของส่วนหัวเครื่องบินมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.13

ตารางที่ 2.13 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ROLL ALTITUDE

NAME	ROLL ALTITUDE	
WORD	53	54
BIT SOURCE	1	1
BIT LENGHT	12	12
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.087890618	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.14 LATITUDE ACQ

LATITUDE ACQ คือค่าที่ได้ใช้บอกตำแหน่งเป็นพิกัด ละติจูด (latitude) บนแผนที่มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.14

ตารางที่ 2.14 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LATITUDE ACQ

NAME	LATITUDE ACQ	
WORD	30	31
BIT SOURCE	1	3
BIT LENGHT	12	9
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.000171661	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

2.7.15 LONGITUDE ACQ

LONGITUDE ACQ คือค่าที่ได้ใช้บอกตำแหน่งเป็นพิกัด ลองจิจูด (longitude) บนแผนที่หรือเดิมเรียกว่า เส้นแวง มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.15

ตารางที่ 2.15 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LONGITUDE ACQ

NAME	LONGITUDE ACQ	
WORD	32	33
BIT SOURCE	1	3
BIT LENGHT	12	9
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.000171661	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.16 ALTITUDE 1013 (SAARU)

ALTITUDE 1013 (SAARU) คือค่าความสูงจากระดับพื้นดิน เพื่อที่จะอ่านและบินระดับความสูงได้ค่าอ้างอิงความดันมาตรฐานที่ 1013 Hpa มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.16

ตารางที่ 2.16 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ALTITUDE 1013 (SAARU)

NAME	ALTITUDE 1013 (SAARU)	
WORD	134	135
BIT SOURCE	1	6
BIT LENGHT	12	6
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	FALSE	
COEFF 0	1	1
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

2.7.17 GPS ALTITUDE

GPS ALTITUDE (Global Positioning System Altitude) คือ ค่าความสูงที่ถูกวัดได้จากดาวเทียมมีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.17

ตารางที่ 2.17 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GPS ALTITUDE

NAME	GPS ALTITUDE	
WORD	322	434
BIT SOURCE	1	3
BIT LENGHT	12	9
RATE	1	4
SUBFRAME	4	ALL
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.125	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.18 GROUND SPEED 4

GROUND SPEED 4 คือ ค่าความเร็วภาคพื้นดิน มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.18

ตารางที่ 2.18 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GROUND SPEED 4

NAME	GROUND SPEED 4
WORD	18
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.25
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.19 GROUND SPEED (SAARU)

GROUND SPEED (SAARU) คือ ค่าความเร็วภาคพื้นดินที่มีการคำนวณแบบ Secondary Attitude Air Reference Unit มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.19

ตารางที่ 2.19 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GROUND SPEED (SAARU)

NAME	GROUND SPEED (SAARU)
WORD	209
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.25
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.20 GPS GROUND SPEED

GPS GROUND SPEED (Global Positioning System Ground Speed) คือ ค่าความเร็วภาคพื้นดินที่ถูกวัดได้จากดาวเทียม มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.20

ตารางที่ 2.20 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GPS GROUND SPEED

NAME	GPS GROUND SPEED
WORD	330
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.25
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.21 CAP WHL 1 POSN

CAP WHL 1 POSN (Cap Wheel 1 Position) คือ ตำแหน่งของล้อที่ 1 มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.21

ตารางที่ 2.21 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 1 POSN

NAME	CAP WHL 1 POSN				
WORD	79	80	81	82	157
BIT SOURCE	1				
BIT LENGHT	12				
RATE	4				
SUBFRAME	ALL				
BIT SIGNED	TURE				
COEFF 0	0.001044922				
COEFF 1	0				
DISCRETE	-				

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.22 CAP WHL 2 POSN

CAP WHL 2 POSN (Cap Wheel 2 Position) ตำแหน่งของล้อที่ 2 มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.22

ตารางที่ 2.22 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 2 POSN

NAME	CAP WHL 2 POSN
WORD	158
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	TURE
COEFF 0	0.001044922
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.23 CAP WHL 3 POSN

CAP WHL 3 POSN (Cap Wheel 3 Position) คือ ตำแหน่งของล้อที่ 3 มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.23

ตารางที่ 2.23 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 3 POSN

NAME	CAP WHL 3 POSN
WORD	159
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	TURE
COEFF 0	0.001044922
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.24 GEAR SELECT DOWN

GEAR SELECT DOWN คือ แสดงถึงสถานะของการเก็บล้อ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.24

ตารางที่ 2.24 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GEAR SELECT DOWN

NAME	GEAR SELECT DOWN	
WORD	59	
BIT SOURCE	4	
BIT LENGHT	1	
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	FALSE	
COEFF 0	1	
COEFF 1	0	
DISCRETE	0 = NT DOWN	1 = DOWN

2.7.25 GEAR SELECT UP

GEAR SELECT UP คือ แสดงถึงสถานะของการใช้งานล้อ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.25

ตารางที่ 2.25 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GEAR SELECT UP

NAME	GEAR SELECT UP	
WORD	59	
BIT SOURCE	3	
BIT LENGHT	1	
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	FALSE	
COEFF 0	1	
COEFF 1	0	
DISCRETE	0 = NT UP	1 = UP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.26 FLIGHT NUM

FLIGHT NUM (Flight Number) คือ รหัสเที่ยวบินซึ่งประกอบไปด้วยรหัสของสายการบิน และเลขเที่ยวบิน มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.26

ตารางที่ 2.26 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLIGHT NUM

NAME	FLIGHT NUM							
WORD	453	454	454	454	455	455	455	455
BIT SOURCE	6							
BIT LENGHT	12							
RATE	1	1	1	1	1	1	1	1
SUBFRAME	4	1	2	3	1	2	3	4
BIT SIGNED	FALSE							
COEFF 0	1							
COEFF 1	0							
DISCRETE	(Use ISO No. 5 table)							

2.7.27 RUD LWR POSN

RUD LWR POSN (Rudder Lower Position) คือ ตำแหน่งหางเสือล่าง มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.27

ตารางที่ 2.27 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD LWR POSN

NAME	RUD LWR POSN
WORD	98
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	2
SUBFRAME	1 ,3
BIT SIGNED	TURE
COEFF 0	0.001044922
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.28 RUD MDD POSN

RUDDER MIDDLE POSITION คือ ตำแหน่งหางเสือกลาง มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.28

ตารางที่ 2.28 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD MDD POSN

NAME	RUD MDD POSN
WORD	98
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	2
SUBFRAME	2 ,4
BIT SIGNED	TURE
COEFF 0	0.001044922
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.29 RUD UPR POSN

RUD UPR POSN (Rudder Upper Position) คือ ตำแหน่งหางเสือบน มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.29

ตารางที่ 2.29 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD UPR POSN

NAME	RUD UPR POSN
WORD	99
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	2
SUBFRAME	1 ,3
BIT SIGNED	TURE
COEFF 0	0.001044922
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.30 RUD POSN

RUD POSN (Rudder Position) คือ ตำแหน่งหางเสือของเครื่องบิน มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.31

ตารางที่ 2.30 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD POSN

NAME	RUD POSN
WORD	167
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	2
SUBFRAME	1 ,3
BIT SIGNED	TURE
COEFF 0	0.001953125
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.31 RUD TRIM POSN

RUD TRIM POSN (Rudder Trim Position) คือ ตำแหน่งหางเสือของเครื่องบินที่ถูกปรับแต่งค่า มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.31

ตารางที่ 2.31 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD TRIM POSN

NAME	RUD TRIM POSN
WORD	360
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	TURE
COEFF 0	0.015625
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.32 SPOILER 1 – 14 PCU POS

SPOILER 1 – 14 PCU POS (Spoiler 1 – 14 pcu Position) คือ ค่าในการยกของสปอยเลอร์ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.32

ตารางที่ 2.32 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SPOILER 1 – 14 PCU POS

NAME	SPOILER 1 PCU POS	SPOILER 2 PCU POS	SPOILER 3 PCU POS	SPOILER 4 PCU POS	SPOILER 5 PCU POS	SPOILER 6 PCU POS	SPOILER 7 PCU POS
WORD	291	292	292	65	291	293	293
BIT SOURCE	1						
BIT LENGHT	12						
RATE	1	1	1	4	1	1	1
SUBFRAME	1	3	4	ALL	4	3	1
BIT SIGNED	TURE						
COEFF 0	0.002163086	0.002163086	0.00216309	0.00216309	0.00216309	0.00167188	0.00167188
COEFF 1	0						
DISCRETE	-						

ตารางที่ 2.32 (ต่อ) ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SPOILER 1 – 14 PCU POS

NAME	SPOILER 8 PCU POS	SPOILER 9 PCU POS	SPOILER 10 PCU POS	SPOILER 11 PCU POS	SPOILER 12 PCU POS	SPOILER 13 PCU POS	SPOILER 14 PCU POS
WORD	293	293	292	66	291	291	292
BIT SOURCE	1						
BIT LENGHT	12						
RATE	1	1	1	4	1	1	1
SUBFRAME	4	2	1	ALL	2	3	2
BIT SIGNED	TURE						
COEFF 0	0.001671875	0.001671875	0.00216309	0.00216309	0.00216309	0.00216309	0.00216309
COEFF 1	0						
DISCRETE	-						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.33 MLG TRUCK TILT RT

MLG TRUCK TILT RT (Main Landing Gear Truck Tilt Right) คือ ความเอียงของตำแหน่งเกียร์ลงจอดหลักทางด้านขวา มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.33

ตารางที่ 2.33 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MLG TRUCK TILT RT

NAME	MLG TRUCK TILT RT			
WORD	113			
BIT SOURCE	3			
BIT LENGHT	2			
RATE	4			
SUBFRAME	ALL			
BIT SIGNED	FALSE			
COEFF 0	1			
COEFF 1	0			
DISCRETE	00 = INVLD00	01 = NOT-TILT	10 = TILT	11 = INVLD03

2.7.34 MLG TRUCK TILT LT

MLG TRUCK TILT LT (Main Landing Gear Truck Tilt Left) คือ ความเอียงของตำแหน่งเกียร์ลงจอดหลักทางด้านซ้าย มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.34

ตารางที่ 2.34 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MLG TRUCK TILT LT

NAME	MLG TRUCK TILT LT			
WORD	59			
BIT SOURCE	1			
BIT LENGHT	2			
RATE	4			
SUBFRAME	ALL			
BIT SIGNED	FALSE			
COEFF 0	1			
COEFF 1	0			
DISCRETE	00 = INVLD00	01 = NOT-TILT	10 = TILT	11 = INVLD03

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.35 N1 LEFT

N1 LEFT คือ ค่าความเร็วของพัดลมในเครื่องยนต์ฝั่งซ้าย มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.35

ตารางที่ 2.35 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N1 LEFT

NAME	N1 LEFT
WORD	244
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.03125
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.36 N1 RIGHT

N1 RIGHT คือ ค่าความเร็วของพัดลมในเครื่องยนต์ฝั่งขวา มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.36

ตารางที่ 2.36 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N1 RIGHT

NAME	N1 RIGHT
WORD	245
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.03125
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.37 N2 LEFT

N2 LEFT คือ ค่าความเร็วของการหมุนแกนกลางในเครื่องยนต์ฝั่งซ้าย มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.37

ตารางที่ 2.37 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N2 LEFT

NAME	N2 LEFT
WORD	38
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.03125
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.38 N2 RIGHT

N1 LEFT คือ ค่าความเร็วของการหมุนแกนกลางในเครื่องยนต์ขวา มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.38

ตารางที่ 2.38 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N2 RIGHT

NAME	N2 RIGHT
WORD	39
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.03125
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.39 FLIGHT PHASE ACQ

FLIGHT PHASE ACQ คือ ค่าที่บงบอกถึงสถานะการทำการบินในแต่ละช่วงเวลานั้น ๆ มีรายละเอียด ดังตารางที่ 2.39

ตารางที่ 2.39 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLIGHT PHASE ACQ

NAME	WORD	BIT SOURCE	BIT LENGHT	RATE	SUBFRAME	BIT SIGNED	COEFF 0	COEFF 1	DISCRETE
FLIGHT PHASE ACQ	115	9	4	4	ALL	FALSE	1	0	1=POWER-ON 2=ENG-STRT 3=TAXI-OUT 4=T/O-ROLL 5=INIT-CLMB 6=CLIMB 7=CRUISE 8=DESCENT 9=APPROACH 10=GO-AROUND 11=FLARE 12=ROLLOUT 13=TAXI-IN 14=ENG-SHUT-DN 15=MAINTENANCE

2.7.40 DATE

DATE คือ ค่าของ วัน เดือน ปี ที่ทำการบิน รายละเอียด ดังตารางที่ 2.40

ตารางที่ 2.40 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ DATE

NAME	DATE		
WORD	120	120	120
BIT SOURCE	1	7	5
BIT LENGHT	6	5	8
RATE	1	1	1
SUBFRAME	2	2	1
BIT SIGNED	FALSE		
COEFF 0	1		
COEFF 1	0		
DISCRETE	-		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.41 LATERAL ACCEL

LATERAL ACCEL (Lateral Acceleration) คือ ค่าความเร่งของเครื่องบินตามแนวขวาง รายละเอียด ดังตารางที่ 2.41

ตารางที่ 2.41 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LATERAL ACCEL

NAME	LATERAL ACCEL			
WORD	94	95	96	97
BIT SOURCE	1	1	1	1
BIT LENGHT	12	12	12	12
RATE	4			
SUBFRAME	ALL			
BIT SIGNED	TURE			
COEFF 0	0.03125			
COEFF 1	0			
DISCRETE	-			

2.7.42 LON ACCEL

LON ACCEL (Longitude Acceleration) คือ ค่าความเร่งของเครื่องบินตามแนวพื้น รายละเอียด ดังตารางที่ 2.42

ตารางที่ 2.42 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LON ACCEL

NAME	LON ACCEL			
WORD	104	105	106	107
BIT SOURCE	1	1	1	1
BIT LENGHT	12	12	12	12
RATE	4			
SUBFRAME	ALL			
BIT SIGNED	TURE			
COEFF 0	0.03125			
COEFF 1	0			
DISCRETE	-			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.43 VERTICAL ACCEL

VERTICAL ACCEL (Vertical Acceleration) คือ ค่าความเร่งของเครื่องบินในแนวตั้ง รายละเอียด ดังตารางที่ 2.43

ตารางที่ 2.43 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL ACCEL

NAME	VERTICAL ACCEL									
WORD	161	47	46	45	44	43	42	41	40	160
BIT SOURCE	1									
BIT LENGHT	12									
RATE	4									
SUBFRAME	ALL									
BIT SIGNED	TURE									
COEFF 0	0.03125									
COEFF 1	1									
DISCRETE	-									

2.7.44 ELEVATOR POSN PFC

ELEVATOR POSN PFC (Elevator Position PFC) คือ ค่าตำแหน่งส่วนควบคุมแนวระดับบังคับหัวเครื่องบินให้ก้มหรือเงย รายละเอียด ดังตารางที่ 2.44

ตารางที่ 2.44 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ELEVATOR POSN PFC

NAME	ELEVATOR POSN PFC
WORD	408
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	TURE
COEFF 0	0.03125
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.45 PARKING BRAKE HANDLE 1

PARKING BRAKE HANDLE 1 คือ แสดงถึงการใช้คันโยกเบรกที่ 1 ในการขับเครื่องบิน รายละเอียด ดังตารางที่ 2.45

ตารางที่ 2.45 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 1

NAME	PARKING BRAKE HANDLE 1
WORD	463
BIT SOURCE	7
BIT LENGHT	1
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	1
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.46 PARKING BRAKE HANDLE 2

PARKING BRAKE HANDLE 2 คือ แสดงถึงการใช้คันโยกเบรกที่ 2 ในการขับเครื่องบิน รายละเอียด ดังตารางที่ 2.46

ตารางที่ 2.46 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 2

NAME	PARKING BRAKE HANDLE 2
WORD	463
BIT SOURCE	6
BIT LENGHT	1
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	1
COEFF 1	0
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.47 PARKING BRAKE HANDLE 3

PARKING BRAKE HANDLE 3 คือ แสดงถึงการใช้คันโยกเบรกที่ 3 ในการขับเครื่องบิน รายละเอียด ดังตารางที่ 2.47

ตารางที่ 2.47 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 3

NAME	PARKING BRAKE HANDLE 3
WORD	463
BIT SOURCE	5
BIT LENGHT	1
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	1
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.48 AIL POSN INBD LT

AIL POSN INBD LT (Ailerons Position Inbound Left) คือ ตำแหน่งปีกเล็กแก้เอียง ด้านในซ้าย รายละเอียด ดังตารางที่ 2.48

ตารางที่ 2.48 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN INBD LT

NAME	AIL POSN INBD LT	
WORD	68	67
BIT SOURCE	1	1
BIT LENGHT	12	12
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.001108887	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.49 AIL POSN OTBD LT

AIL POSN OTBD LT (Ailerons Position Outbound Left) คือ ตำแหน่งปีกเล็กแก้เอียง ด้านนอกซ้าย รายละเอียด ดังตารางที่ 2.49

ตารางที่ 2.49 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN OTBD LT

NAME	AIL POSN OTBD LT	
WORD	70	69
BIT SOURCE	1	1
BIT LENGHT	12	12
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.001108887	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

2.7.50 AIL POSN INBD RT

AIL POSN INBD RT (Ailerons Position Inbound Right) คือ ตำแหน่งปีกเล็กแก้เอียง ด้านในขวา รายละเอียด ดังตารางที่ 2.50

ตารางที่ 2.50 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN INBD RT

NAME	AIL POSN INBD RT	
WORD	72	71
BIT SOURCE	1	1
BIT LENGHT	12	12
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.001108887	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.51 AIL POSN OTBD RT

AIL POSN OTBD RT (Ailerons Position Outbound Right) คือ ตำแหน่งปีกเล็กแก้เอียงด้านนอกขวา รายละเอียด ดังตารางที่ 2.51

ตารางที่ 2.51 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN OTBD RT

NAME	AIL POSN OTBD RT	
WORD	74	73
BIT SOURCE	1	1
BIT LENGHT	12	12
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.001108887	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

2.7.52 TRA IN FORWARD 1

TRA IN FORWARD 2 คือ ข้อมูลการเคลื่อนที่ค่าที่ 1 รายละเอียด ดังตารางที่ 2.52

ตารางที่ 2.52 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TRA IN FORWARD 1

NAME	TRA IN FORWARD 1	
WORD	118	306
BIT SOURCE	1	1
BIT LENGHT	12	12
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.043945309	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.53 TRA IN FORWARD 2

TRA IN FORWARD 2 คือ ข้อมูลการเคลื่อนที่ค่าที่ 2 รายละเอียด ดังตารางที่ 2.53

ตารางที่ 2.53 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TRA IN FORWARD 2

NAME	TRA IN FORWARD 2	
WORD	119	307
BIT SOURCE	1	1
BIT LENGHT	12	12
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.043945309	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

2.7.54 FMF ALTITUDE

FMF ALTITUDE (FREE MOLECULAR FLOW ALTITUDE) คือ ค่าความยาว หรือความสูงที่ขึ้นอยู่กับระบบการไหลของโมเลกุลอิสระ รายละเอียด ดังตารางที่ 2.54

ตารางที่ 2.54 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FMF ALTITUDE

NAME	FMF ALTITUDE	
WORD	124	125
BIT SOURCE	1	1
BIT LENGHT	12	12
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	TURE	
COEFF 0	0.043945309	
COEFF 1	0	
DISCRETE	-	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.55 TCAS

TCAS (TRAFFIC COLLISION AVOIDANCE SYSTEM) คือ ระบบที่คอยบอกนักบินว่า มีเครื่องบินอยู่ตรงไหนบ้าง และจะเตือนนักบินหากมีเครื่องบินเข้ามาใกล้หรือมีแนวโน้มที่จะเกิดการเฉี่ยวชนกันได้ รายละเอียด ดังตารางที่ 2.55

ตารางที่ 2.55 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TCAS

NAME	TCAS	
WORD	463	
BIT SOURCE	8	
BIT LENGHT	1	
RATE	4	
SUBFRAME	ALL	
BIT SIGNED	FALSE	
COEFF 0	1	
COEFF 1	0	
DISCRETE	0 = NORMAL	1 = FAILURE

2.7.56 VERTICAL SPEED

VERTICAL SPEED คือ ค่าการเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศ เป็นตัววัดความเร็วในแนวตั้งว่าเครื่องบินจะเปลี่ยนความสูงด้วยความเร็วเท่าไรที่เครื่องบินไต่ขึ้น หรือดำลงโดยส่วนใหญ่จะบอกเป็นหน่วย ฟุต/นาที รายละเอียด ดังตารางที่ 2.56

ตารางที่ 2.56 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL SPEED

NAME	VERTICAL SPEED			
WORD	27	26	25	24
BIT SOURCE	1	1	1	1
BIT LENGHT	12	12	12	12
RATE	4			
SUBFRAME	ALL			
BIT SIGNED	TURE			
COEFF 0	8			
COEFF 1	0			
DISCRETE	-			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.7.57 TAS

TAS (TRUE AIRSPEED) คือ ค่าความเร็วของอากาศ ที่ถูกต้องหลังจากการแก้ไขผลกระทบต่าง ๆ รายละเอียด ดังตารางที่ 2.57

ตารางที่ 2.57 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TAS

NAME	TAS
WORD	312
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.25
COEFF 1	0
DISCRETE	-

2.7.58 MACH

MACH คือ ความเร็วที่ได้จากการเดินทางเทียบกับความเร็วเสียง ในหน่วยกิโลเมตร/ชั่วโมง รายละเอียด ดังตารางที่ 2.58

ตารางที่ 2.58 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MACH

NAME	MACH
WORD	463
BIT SOURCE	1
BIT LENGHT	12
RATE	4
SUBFRAME	ALL
BIT SIGNED	FALSE
COEFF 0	0.00025
COEFF 1	0
UNIT	REG
DISCRETE	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.8 ข้อมูลค่ามาตรฐานในการควบคุมของเครื่อง

ข้อมูลค่ามาตฐานเกี่ยวกับเครื่องบินจะเป็นข้อมูลเฉพาะเครื่องบินแต่ละรุ่นที่นักบินทำการบิน ซึ่งหากทำการวิเคราะผลการปฏิบัติงานของนักบินต้องรู้ค่ามาตรฐานในการควบคุมของเครื่องก่อน โดยข้อมูลที่ทำการวิเคราะห์ในระบบนี้จะเป็นของเครื่อง Boeing 747-400 ใช้เป็นตัวกำหนดการวิเคราะห์ผลในการปฏิบัติการบิน โดยนำค่าที่จำเป็นต่อการวิเคราะห์เท่านั้น ดังรายละเอียดต่อไปนี้

2.8.1 เกี่ยวกับการบินขึ้น (Takeoff)

โดยค่านี้จะเป็นค่าที่กำหนดความเร็วในการบินขึ้น โดยจะใช้เป็นข้อมมูลในการกำหนดค่าของอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการบิน โดยจะคำนึงถึง ระยะทางรันเวย์ ความเร็ว โดยจะมีการกำหนดมุมในการกาง Flap สร้างแรงยกเพื่อช่วยในการ Takeoff โดยค่ามาตรฐาน ดังแสดงในตาราง ที่ 2.59 และ 2.60

ตารางที่ 2.59 ตารางแสดงค่าความเร็วในการบินขึ้น (Takeoff)

	Min control speeds (V_{MC}) -1 engin inoperative	IAS (Kt)	Ind Mach	Ref
TAKEOFF	• On ground (V_{MCG})	126		Table 2.66 beloe
	• Airborne (V_{MCA})	120		
	V_1, critical engine failure speed			Table 2.66 beloe
	V_R, rotation speed			
	V_2, takeoff safety speed			
	Max tire speeds (groung speed)	204		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.60 ตารางแสดงค่าองศา Flap การบินขึ้น (Takeoff)

		FLAP 10				FLAP 20							
	TOW-->	V_1	V_R	V_2	Cl. att.	V_1	V_R	V_2	Cl. att.	$V_{Fl\ 10}$	$V_{Fl\ 5}$	$V_{Fl\ 1}$	$V_{Fl\ 0}$
Takeoff Speed	≤250	126	129	150	19	126	126	144	18	165	185	205	225
	260	126	132	153	19	126	126	146	17	168	188	208	228
	270	126	138	155	18	126	130	149	17	171	191	211	231
	280	126	139	158	18	126	134	152	16	174	194	214	234
	290	129	143	161	18	126	138	155	16	177	197	217	237
	300	133	147	164	17	128	141	158	15	180	200	20	240
	310	136	150	166	17	131	145	160	15	183	203	223	243
	320	139	154	169	16	134	148	163	14	185	205	225	245
	330	142	157	172	16	137	151	166	14	188	208	228	248
	340	145	160	175	16	140	155	169	14	191	211	231	251
	350	148	164	177	15	143	158	171	14	194	214	234	254
	360	151	167	180	15	146	161	174	13	196	216	236	256
	370	154	170	183	15	149	164	176	13	199	219	239	259
	380	156	173	185	15	151	167	178	13	202	222	242	262
	390	158	175	187	15	153	169	180	13	204	224	244	264
	395	159	176	188	15	154	170	181	13	205	225	245	265

2.8.2 เกี่ยวกับการลงจอด

โดยค่านี้จะใช้อ้างอิง การความคุมการกางล้อลงจอดของเครื่องตามความเร็ว ดังตารางที่ 2.61 ค่ากาง Flap ตามมุมองศาที่กำหนดในการบินลงให้สอดคล้องกับความเร็ว ดังตารางที่ 2.62 และหากต้องการเปลี่ยนมุม Flap ไปมุมองศาอื่นจะต้องดูค่ากำหนด ดังตารางที่ 2.63

ตารางที่ 2.61 ตารางแสดงค่าความเร็วในการกางล้อ

	Maximun landing gear speeds	IAS (Knot)	Ind Mach
LANDING	• Retraction	270	0.82
	• Extension and fligh with landing gear door open	270	0.82
	• Extended	320	0.82
	* Above speed limits valid for any gear		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.62 ตารางแสดงค่าองศา Flap การบินลง (Landing)

	Max speed for flap extension and th flaps extended to :	**IAS (Knot)**
LANDING	• Position 1	280
	• Position 5	260
	• Position 10	240
	• Position 20	230
	• Position 25	205
	• Position 30	180
	*** Caution: Do not extend flaps above FL 200.**	

ตารางที่ 2.63 ตารางแสดงค่าองศา Flap เมื่อต้องการปรับเปลี่ยนมุมใหม่เทียบกับความเร็ว

	Flap load rellef speed	**IAS (Knot)**
LANDING	• Between flaps 30 and 25	appr 170
	• Between flaps 25 and 30	appr 200
	*** Caution: When using primary electric drive flap extension from 25 to30, IAS must not exceed 160 knots during the extension cycle**	

2.8.3 ค่าการร่อนลงในการลงจอด (Vertical Acceleration)

ค่านี้มีไว้เพื่อเป็นเกณฑ์ที่สามารถใช้เพื่อช่วยในการพิจารณาว่ามีการลงจอดหนักหรือไม่ จะเกิดขึ้นเมื่อมาการจอดผิดพลาด หรือกรณีที่สนามบินเปียกชื้น เพื่อเริ่มการตรวจสอบการบำรุงรักษาตามเงื่อนไข ดังตารางที่ 2.64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.64 ตารางแสดงค่าการร่อนลงในการลงจอด (Vertical Acceleration)

	Vertical Acceleration Thresholds		
	Airplane model	Net vertical CG load factor	
		8 samples per sec	16 samples per sec
LANDING	737 (all)	2.1	2.2
	747 (all)	1.7	1.8
	757 (all)	1.8	1.9
	767-200/300	1.8	1.9
	767-400	1.9	2
	777	1.9	2.1
	* Note : Similar data for Douglas-designed models, such as the MD-11 and 717, will be released in the aircraft maintrnance manuals in early 2001.		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

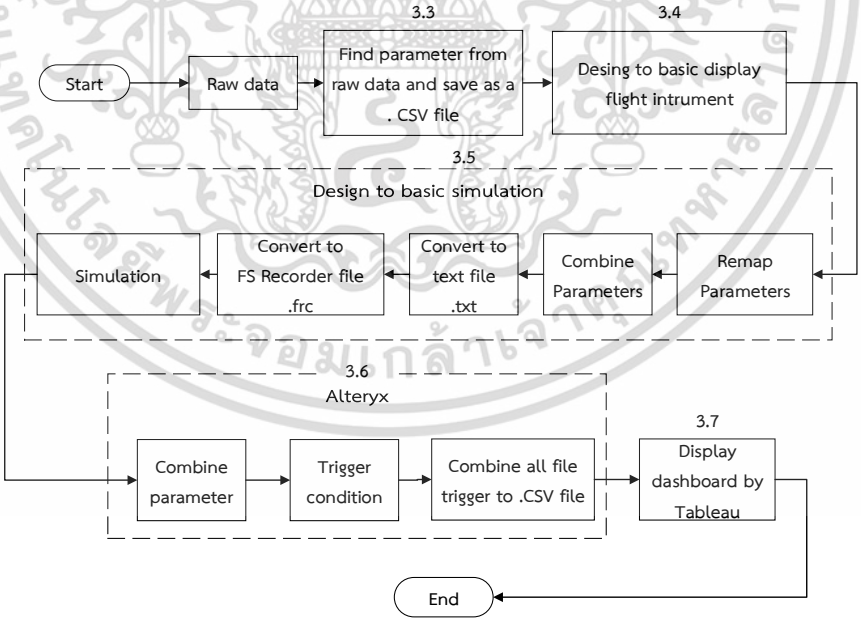
บทที่ 3
การออกแบบระบบและการทำงาน

3.1 กล่าวนำ

ในบทนี้กล่าวถึงการออกแบบโปรแกรมและการทำงาน ระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบินสำหรับการบริหารการบิน ขั้นตอนแรกเริ่มจากการนำข้อมูลดิบที่บันทึกได้ในระหว่างทำการบินจากหน่วยความจำ QAR มาถอดรหัส ให้เป็นค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ต้องการ จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้อง ไปทำการแสดงผลในรูปแบบ เครื่องมือวัดพื้นฐานและภาพจำลองของเครื่องบิน และส่วนต่อมาโปรแกรมจะทำการนำข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาทำการสร้างทริกเกอร์เพื่อหาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบิน โดยการกำหนดเงื่อนไข และส่วนสุดท้ายเมื่อได้ทริกเกอร์ออกมาแล้วโปรแกรมจะทำการแสดงผลออกมาในรูปแบบ dashboard เพื่อสามารถวิเคราะห์ ตรวจสอบและหาข้อบกพร่องของทั้งเครื่องบินและผู้ปฏิบัติการบิน และความถี่ในการเกิดข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินของนักบิน ได้อย่างเห็นภาพชัดเจนมากขึ้น

3.2 โครงสร้างของระบบ

โครงสร้างระบบดังรูปที่ 3.1 มีรายละเอียดดังนี้



รูปที่ 3.1 แผนผังการทำงานรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นำเอาข้อมูลดิบจาก QAR ของเครื่องบินเพื่อนำข้อมูลมาแสดงผล เครื่องมือวัดพื้นฐาน ภาพจำลองการบิน และชุดวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินนั้น จะมีการออกแบบขั้นตอนสำหรับการสร้างระบบนี้แบ่งเป็น 5 ขั้นตอน ได้แก่

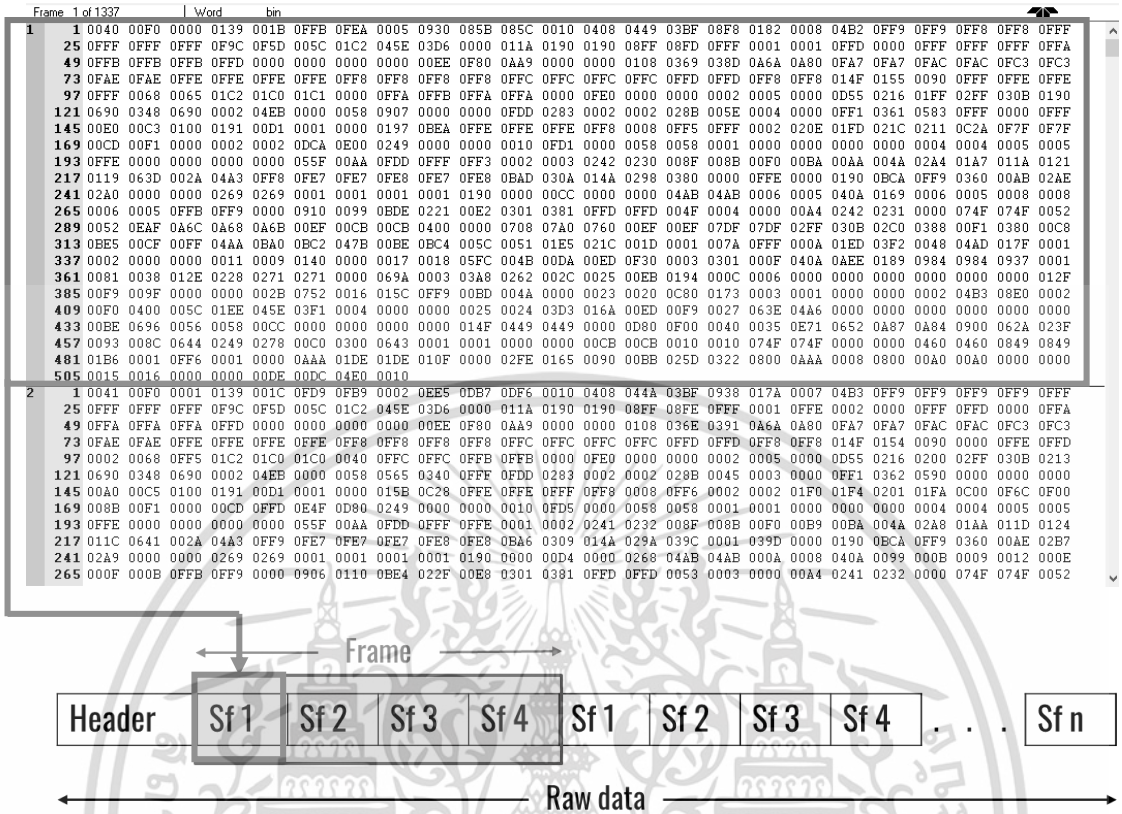
- การออกแบบการทำงานของโปรแกรมถอดรหัสข้อมูลบันทึกการบิน ในระหว่างทำการบินให้เป็นค่าพารามิเตอร์
- การออกแบบเพื่อแสดงค่าต่าง ๆ ของเครื่องมือวัด
- การออกแบบเพื่อแสดงภาพจำลองการบิน
- การออกแบบชุดวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบิน
- การออกแบบการแสดงผลของการวิเคราะห์

มีภาพรวมการทำงานของระบบ การทำงานเริ่มจากการนำไฟล์ข้อมูลดิบมาผ่านโปรแกรมถอดรหัสหาค่าพารามิเตอร์ ได้ไฟล์พารามิเตอร์ออกมาเป็นไฟล์ .CSV โดย 1 ไฟล์มีค่าเท่ากับ 1 พารามิเตอร์ จากนั้นนำไฟล์พารามิเตอร์ที่ถอดรหัสเกี่ยวข้องกับการแสดงเครื่องมือวัด มาป้อนผ่านโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเพื่อแสดงหน้าต่างเครื่องมือวัด จากนั้นนำไฟล์พารามิเตอร์ที่ถอดรหัสที่เกี่ยวข้องกับการจำลองการบิน ไปรีแมปค่าให้ได้ค่าพารามิเตอร์ใหม่ที่สอดคล้องกับโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X สำหรับแสดงภาพจำลองการบิน และทำการจำลองการบิน ส่วนของการวิเคราะข้อมูลการปฏิบัติการบินนั้น จะนำไฟล์พารามิเตอร์ที่ถอดรหัสที่ต้องการวิเคราะห์ ส่งเข้าไปยังโปรแกรม Alteryx ซึ่งโปรแกรมมีการทำงานเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูล โดยทำการรวมข้อมูลของแต่ละไฟล์พารามิเตอร์มารวมเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะทำการสร้างทริกเกอร์ไปทริกตามเงื่อนไข ตามรูปแบบเหตุการณ์หรือลักษณะที่ต้องการค้นหา ในแต่ละเงื่อนไขบันทึกลงไฟล์ trigger.csv ของแต่ละไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินมารวมกันพร้อมทั้งเรียงวันที่ เพื่อเตรียมข้อมูลไปสู่การแสดงผล และสุดท้ายนำทริกเกอร์ที่ได้มาทั้งหมดมาแสดงนบ Dashboard ในโปรแกรม Tableau เพื่อมาใช้ทำการวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน ร่วมกับการแสดงผลเครื่องมือวัดพื้นฐานและภาพจำลองการบินดังกล่าว

3.3 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบิน

ในการออกแบบโปรแกรมถอดรหัสข้อมูลบันทึกการบิน เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ โดยนำไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินจาก QAR (Quick Access Recorder) ที่อยู่ในเครื่องบิน ซึ่งมีรูปแบบข้อมูลดังรูปที่ 3.2 มีการแบ่งจัดเก็บข้อมูลเป็นเฟรม ๆ ใน 1 ไฟล์จะมีกี่เฟรมก็ได้ แต่ใน 1 เฟรมประกอบด้วย 4 ซับเฟรม และใน 1 ซับเฟรมจะมีจำนวนคำ (word) ทั้งหมด 512 คำ แต่ละคำจะมีขนาดเท่ากับ 16 บิต แต่จะใช้เพียง 12 บิต อีก 4 บิตที่มีค่านัยสำคัญสูงสุด (Most Significaint Bit : MSB)เป็นบิตที่ไม่ถูกใช้ในการถอดรหัสข้อมูล จะทำการถอดหาค่าพารามิเตอร์ได้ด้วยโปรแกรมที่ใช้ภาษา Python ในการพัฒนามีการแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 รูปแบบข้อมูลภายในไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน

3.3.1 การทำงานในส่วนแรก

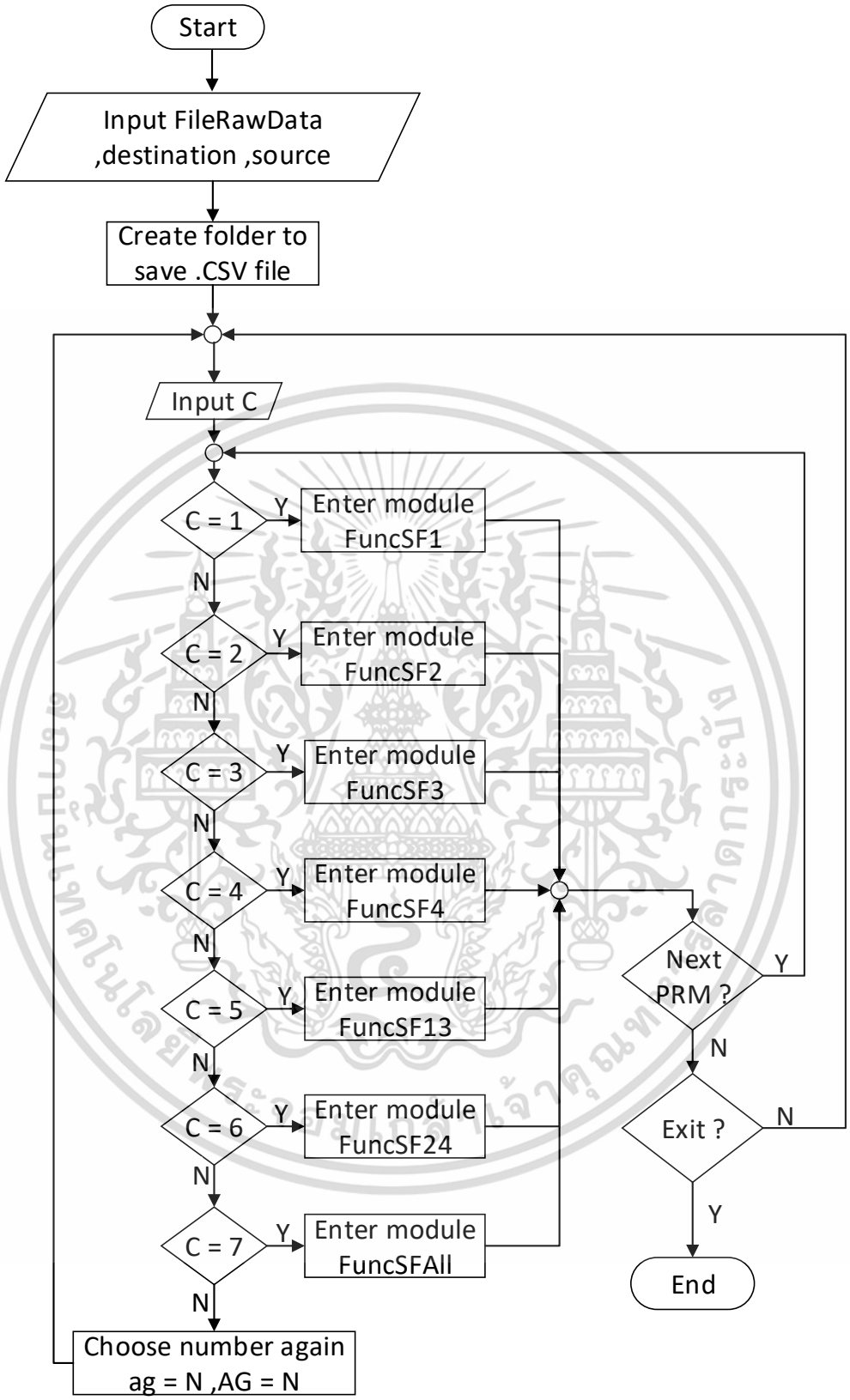
ส่วนของ main.py เป็นส่วนหลักในการทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.3 เมื่อเริ่มการทำงานโปรแกรมจะเริ่มจากการให้ผู้ใช้งาน ใส่ชื่อไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน ที่อยู่ของไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน และที่อยู่ที่ต้องการจะเก็บไฟล์ .csv จากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้างโฟลเดอร์ที่จะเก็บไฟล์พารามิเตอร์ และโปรแกรม จะให้ผู้ใช้งานเลือกว่า ต้องการหาอ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ กี่ซับเฟรมในโปรแกรมกำหนดไว้ 7 รูปแบบ ในลักษณะของโมดูลฟังก์ชัน ดังนี้

1) อ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรมที่ 1 (FuncSF1.py)
2) อ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรมที่ 2 (FuncSF2.py)
3) อ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรมที่ 3 (FuncSF3.py)
4) อ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรมที่ 4 (FuncSF4.py)
5) อ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรมที่ 1, 3 (FuncSF13.py)
6) อ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรมที่ 2, 4 (FuncSF24.py)
7) อ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรม (FuncSFAll.py)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าหากเลือกไม่ตรงกับ 7 รูปแบบที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานทำการเลือกใหม่ หากเลือกรูปแบบถูกต้องแล้ว ทำงานในโมดูลฟังก์ชัน จะได้ผลลัพธ์ไฟล์พารามิเตอร์ที่เป็นไฟล์ .csv ออกมา โปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานเลือกว่าต้องการจะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปไหม หากต้องการโปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานใส่ข้อมูลของพารามิเตอร์ตัวต่อไปที่ต้องการหา โดยทำงานอยู่ในโมดูลฟังก์ชันเดียวกับการหาค่าพารามิเตอร์ก่อนหน้านี้ แต่ถ้าไม่ต้องการโปรแกรมจะถามผู้ใช้งานต่อว่าต้องการจะออกจากโปรแกรมหรือไม่ หากต้องการโปรแกรมก็จะจบการทำงานทันที แต่ถ้าไม่ออกจากโปรแกรมต้องการค้นหาต่อไป โปรแกรมก็จะทำการวนลูปกลับไปถามผู้ใช้งานว่าต้องการจะทำรูปแบบไหนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนแรก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

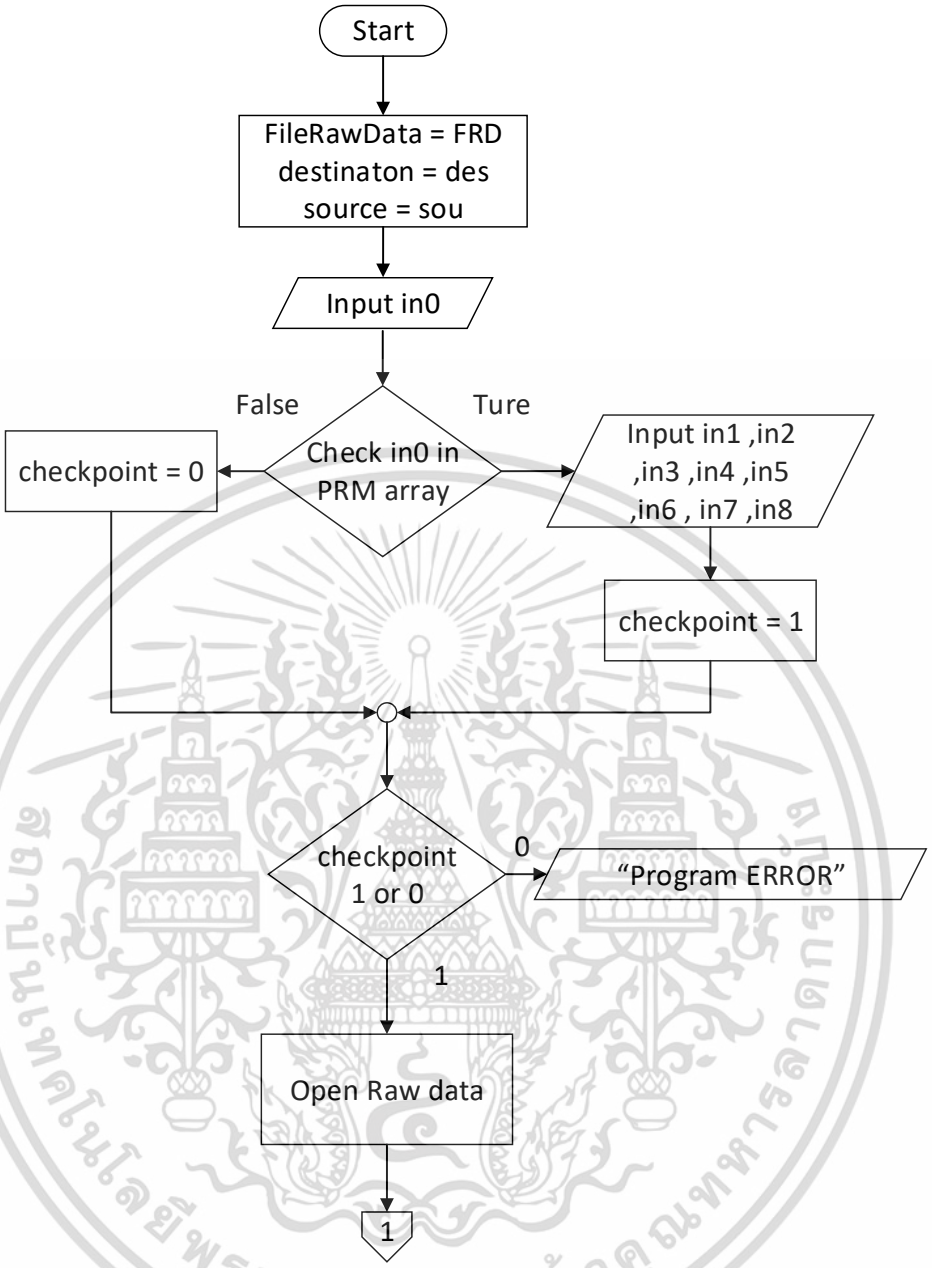
3.3.2 การทำงานส่วนที่สอง

โปรแกรมส่วนของโมดูลฟังก์ชันเช่นการเลือกรูปแบบการทำงานในส่วนแรกที่อธิบายก่อนหน้านี้ ในส่วนนี้จะอธิบายการทำงานของรูปแบบที่ 7 (หัวข้อ 3.3.1 การทำงานในส่วนแรก) คือโมดูลฟังก์ชันที่กระทำในทุก ๆ ซับเฟรม (FuncSFAll.py) ของโปรแกรม เริ่มต้นจากการให้ผู้ใช้งานใส่ชื่อของพารามิเตอร์ที่ต้องการจะหาจากไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน หากชื่อของพารามิเตอร์ที่ใส่เข้ามาแล้วไม่มีในโปรแกรมโปรแกรมจะแสดงข้อความขึ้นมาว่า “Program ERROR” แต่ถ้าชื่อพารามิเตอร์ที่ใส่เข้ามีในโปรแกรม โปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานใส่ข้อมูลเพิ่มเติมว่าจะหาคำที่เท่าไร การถอดรหัสเริ่มที่บิตไหนและถึงบิตไหน คูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เท่าไร มีค่า discrete ไหม ต่อมาโปรแกรมจะทำการเปิดไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินดังรูปที่ 3.4 เมื่อโปรแกรมทำการเปิดไฟล์ขึ้นมาโปรแกรมก็ทำการอ่าน และนับเฟรมทั้งหมดที่มีอยู่ในไฟล์นั้น ๆ แล้วก็ทำการตัดในส่วนหัวของข้อมูล (header) ออก จากนั้นเปิดไฟล์ .csv เพื่อที่จะเก็บค่าของพารามิเตอร์ที่ได้หลังจากที่โปรแกรมทำงานเสร็จดังรูปที่ 3.5 โดยโปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูลทุก ๆ สองไบต์แล้วแปลงออกมาได้ 1 คำ แล้วนำไปเก็บในอาเรย์จนครบ 512 คำ จากนั้นก็จะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลของอาเรย์นี้อยู่ในซับเฟรมไหนตรงกับวิธีการอ่านซับเฟรมที่ทำการเลือกไหม โดยใน 1 เฟรมจะค่าเท่ากับ 4 ซับเฟรม คือ ซับเฟรมที่ 1 ดังรูปที่ 3.6 ซับเฟรมที่ 2 ดังรูปที่ 3.7 ซับเฟรมที่ 3 ดังรูปที่ 3.8 และซับเฟรมที่ 4 ดังรูปที่ 3.9 เมื่อเข้าสู่การทำงานแต่ละซับเฟรมแล้วโปรแกรมก็จะทำการตรวจสอบว่าพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นใช้วิธีการถอดค่าออกมาแบบไหน โดยมีอยู่ทั้งหมด 9 รูปแบบ ดังนี้

1) ถอดแบบเลขฐานสองไปเป็นเลขฐานสิบทั่วไป
2) ถอดแบบมี sign bit (ติดเครื่องหมาย +, -)
3) ถอดแบบมี discrete 2 ตัว
4) ถอดแบบมี discrete 4 ตัว
5) ถอดแบบมี discrete 16 ตัว
6) ถอดออกมาเป็น GMT (ชั่วโมง:นาที:วินาที)
7) ถอดออกมาเป็นวันที่
8) ถอดโดยใช้ตาราง ISO No. 5
9) ถอดแบบโดยใช้ 2 คำมารวมกันได้ 1 ค่า

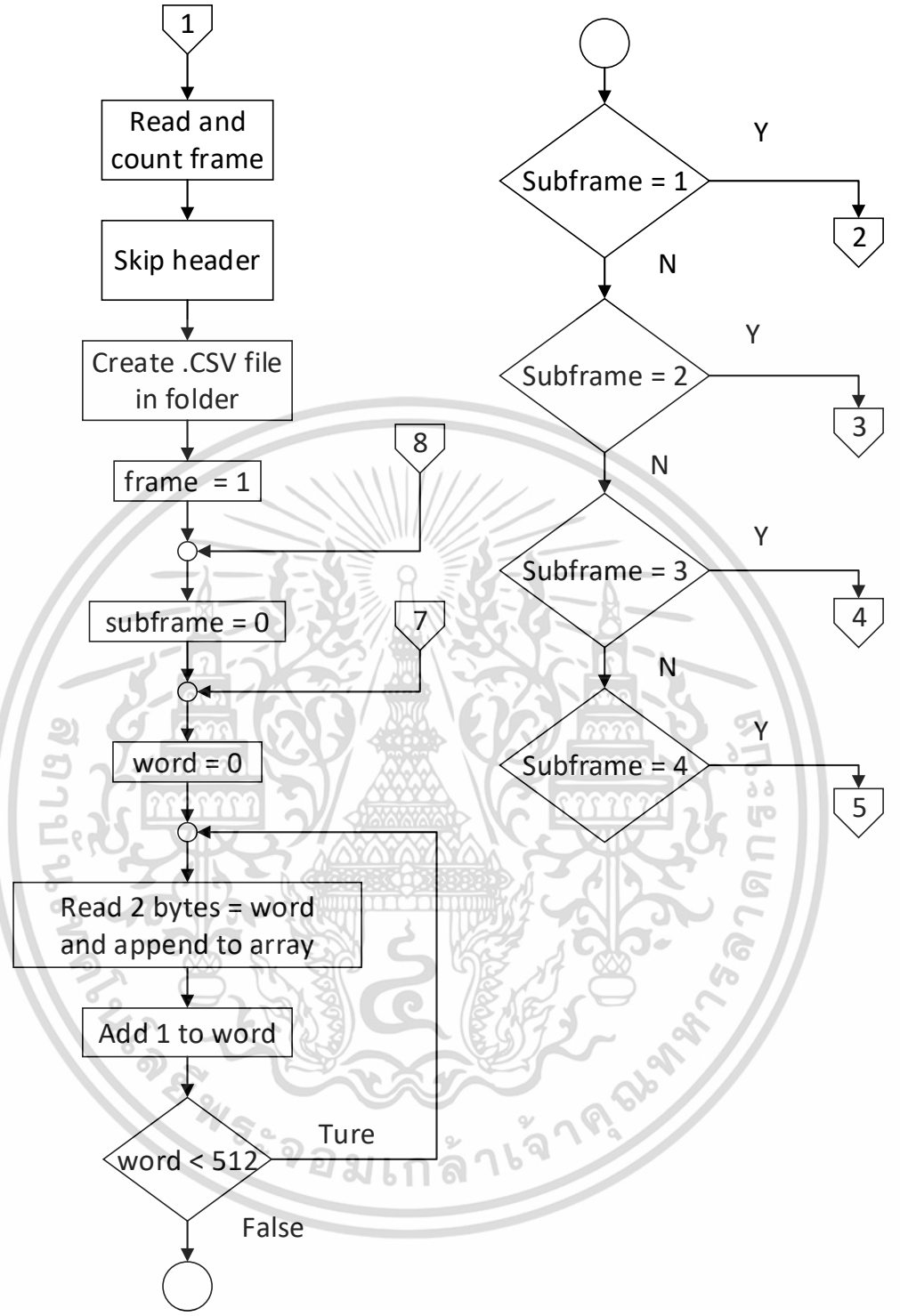
หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการแบบเดิมทำงานไปจนครบทุกเฟรมในไฟล์ตามที่ได้ทำการนับเอาไว้ และทำการบันทึกไฟล์ .csv ของพารามิเตอร์นั้น ๆ ดังรูปที่ 3.10 ถือว่าเป็นอันเสร็จสิ้นการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



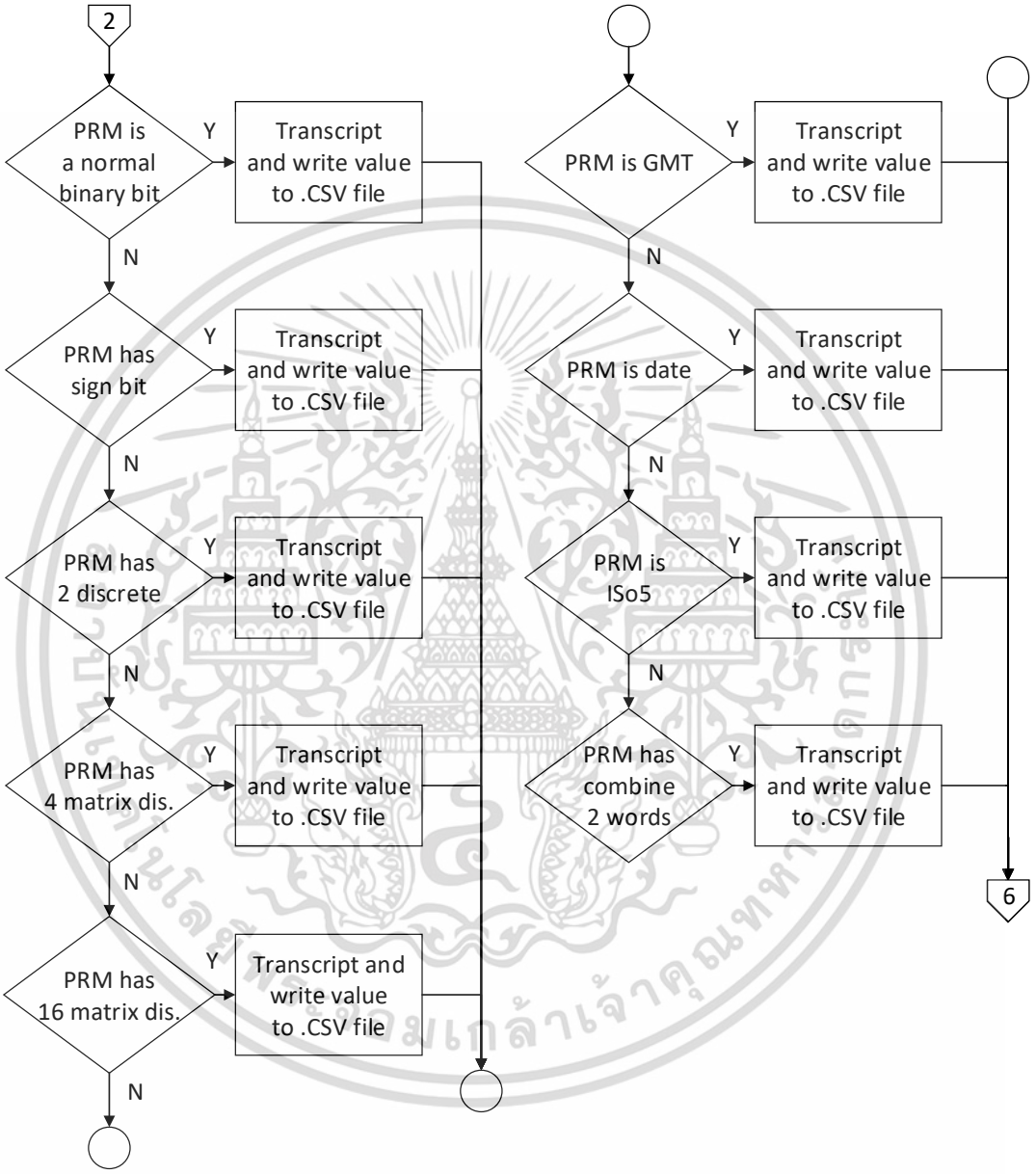
รูปที่ 3.4 กระบวนการเปิดไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



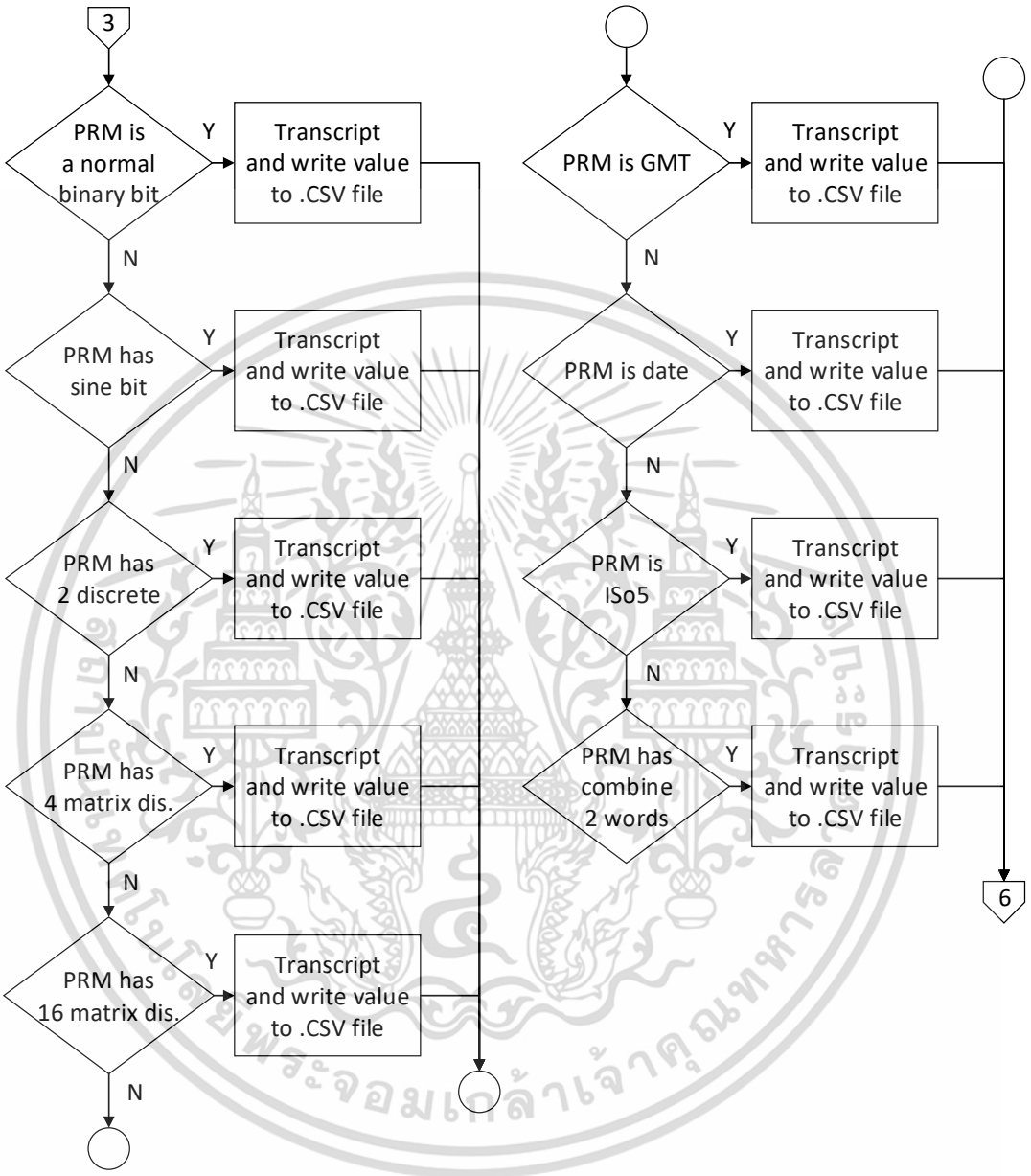
รูปที่ 3.5 กระบวนการถอดคำจากข้อมูลบันทึกการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



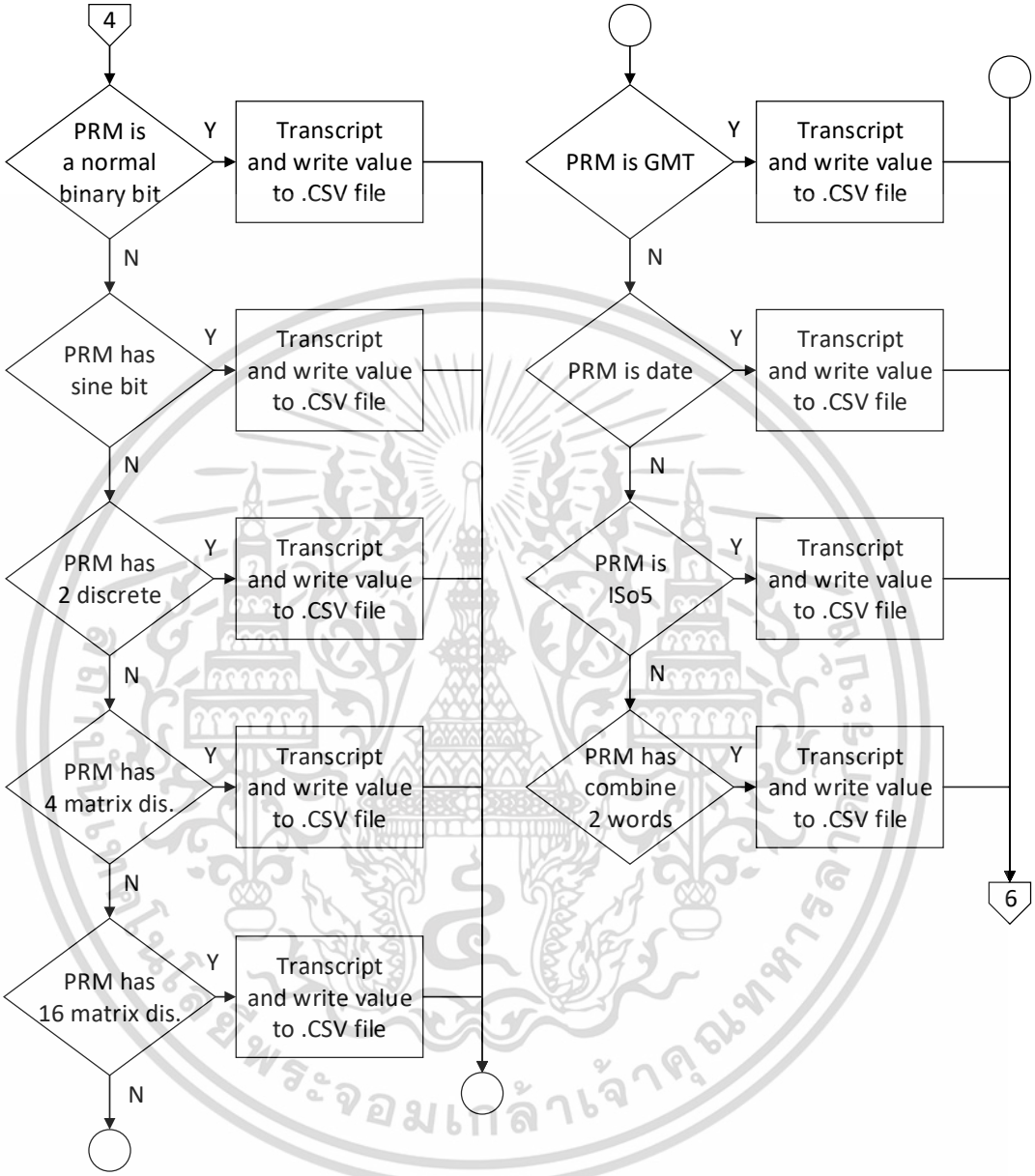
รูปที่ 3.6 กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



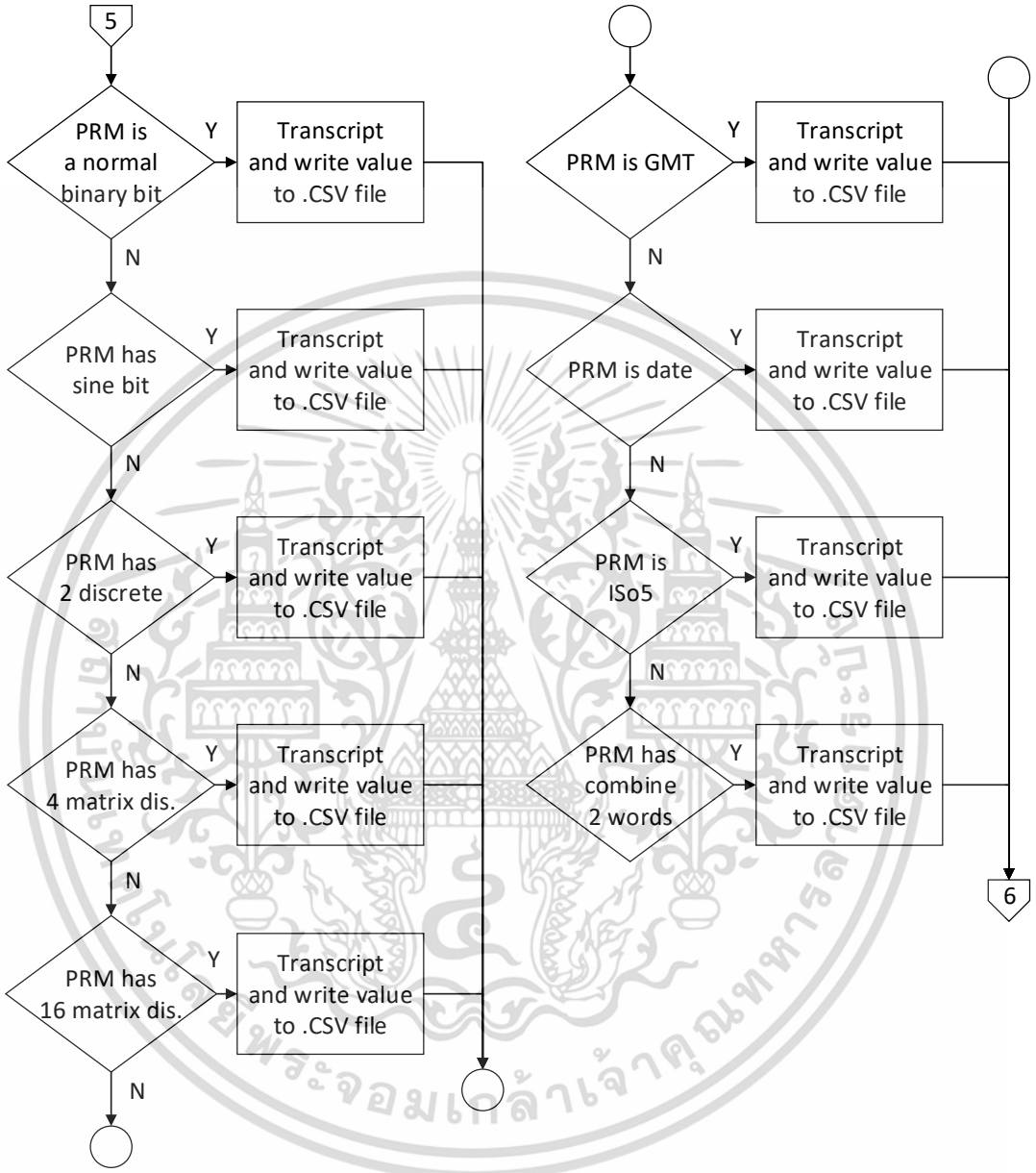
รูปที่ 3.7 กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



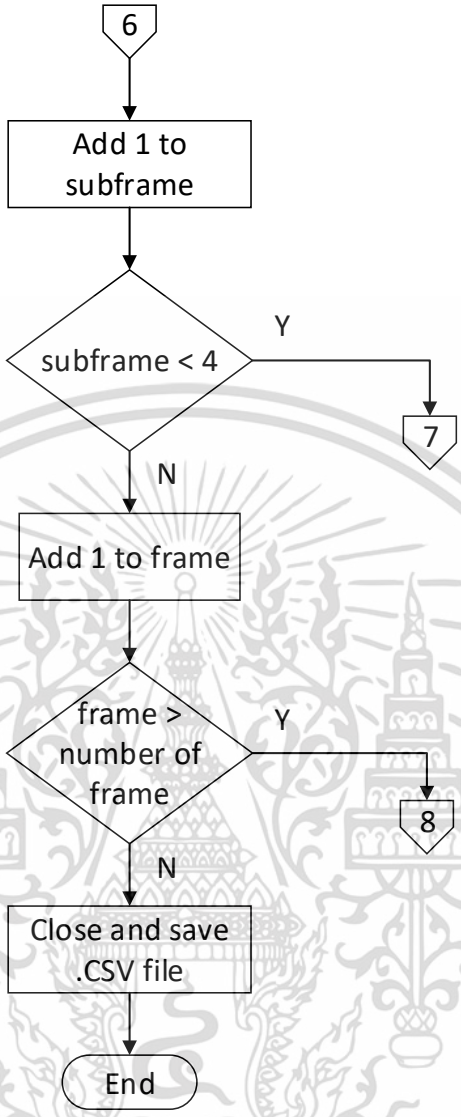
รูปที่ 3.8 กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

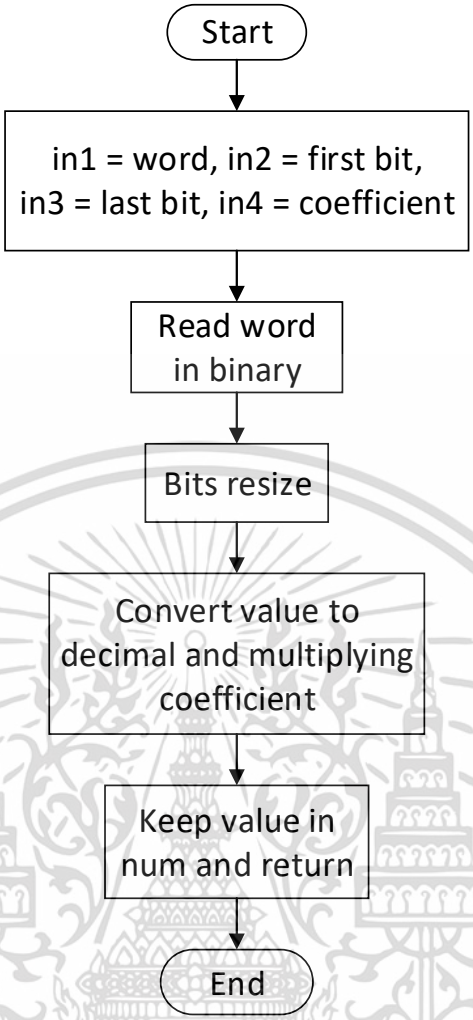


รูปที่ 3.10 กระบวนการบันทึกไฟล์ของค่าพารามิเตอร์

วิธีการถอดค่าพารามิเตอร์ทั้ง 9 วิธี ดังนี้

1. วิธีการถอดแบบทั่วไป จะเริ่มจากการนำคำ (word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจากนั้นแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์ แล้วเก็บค่าที่มีทศนิยมอย่างน้อย 3 ตำแหน่งไว้ในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป ดังรูปที่ 3.11

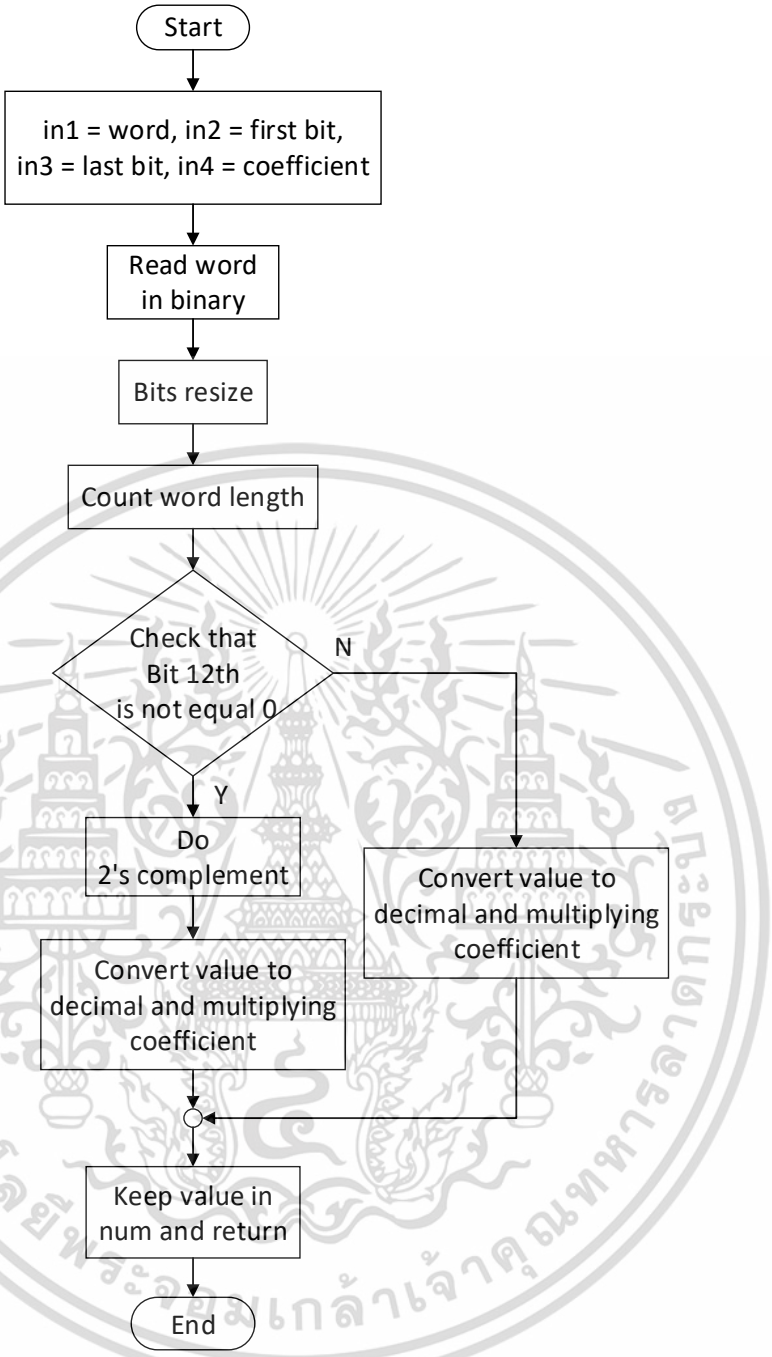
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบทั่วไป

2. วิธีการถอดแบบมี sign บิต คือการถอดค่าออกมาแบบสนใจเครื่องหมาย เริ่มจากการนำคำ (word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจากนั้นทำการนับจำนวนบิต และตรวจสอบบิตที่ 12 จะแบ่งออกเป็น 2 กรณี ดังนี้ ถ้าบิตที่ 12 มีค่าเป็น 0 ทำการแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์ และถ้าบิตที่ 12 มีค่าเป็น 1 ทำการแปลงค่าแบบ 2's complement แล้วจากนั้นก็ทำการแปลงบิตให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์ แล้วเก็บค่าที่มีทศนิยมอย่างน้อย 3 ตำแหน่งไว้ในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป ดังรูปที่ 3.12

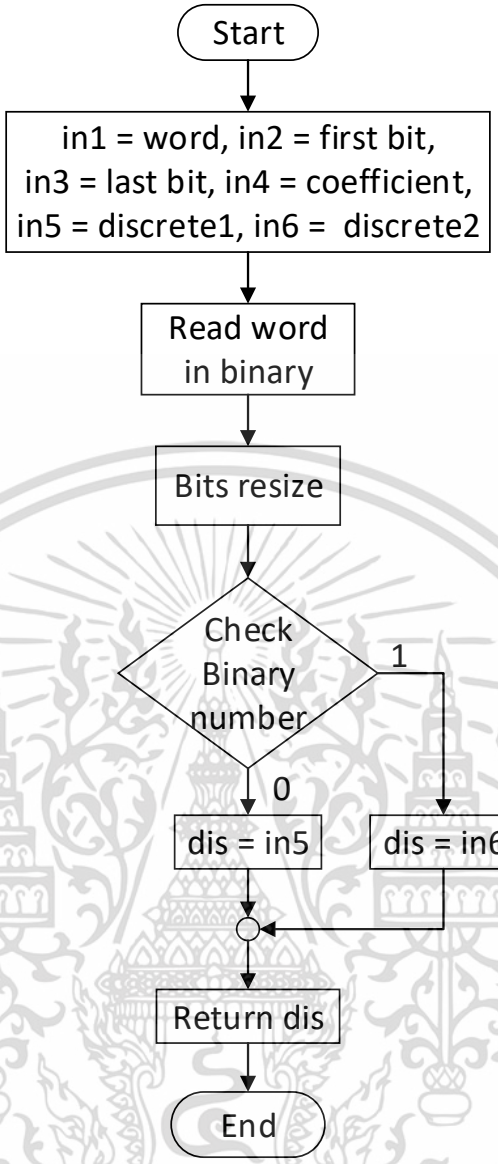
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี sign bit

3. วิธีการถอดแบบมี discrete 2 ตัว เริ่มจากอ่านคำเป็นแบบเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจนเหลือแค่ 1 บิต ต่อมาทำการตรวจสอบค่าบิตซึ่งมีอยู่ 2 กรณี ดังนี้ ถ้าบิตมีค่าเป็น 0 จะเท่ากับ discrete ที่ 1 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น และถ้าบิตมีค่าเป็น 1 จะเท่ากับ discrete ที่ 2 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้นจากนั้นก็ทำการส่งคืนค่า discrete ออกไป ดังรูปที่ 3.13

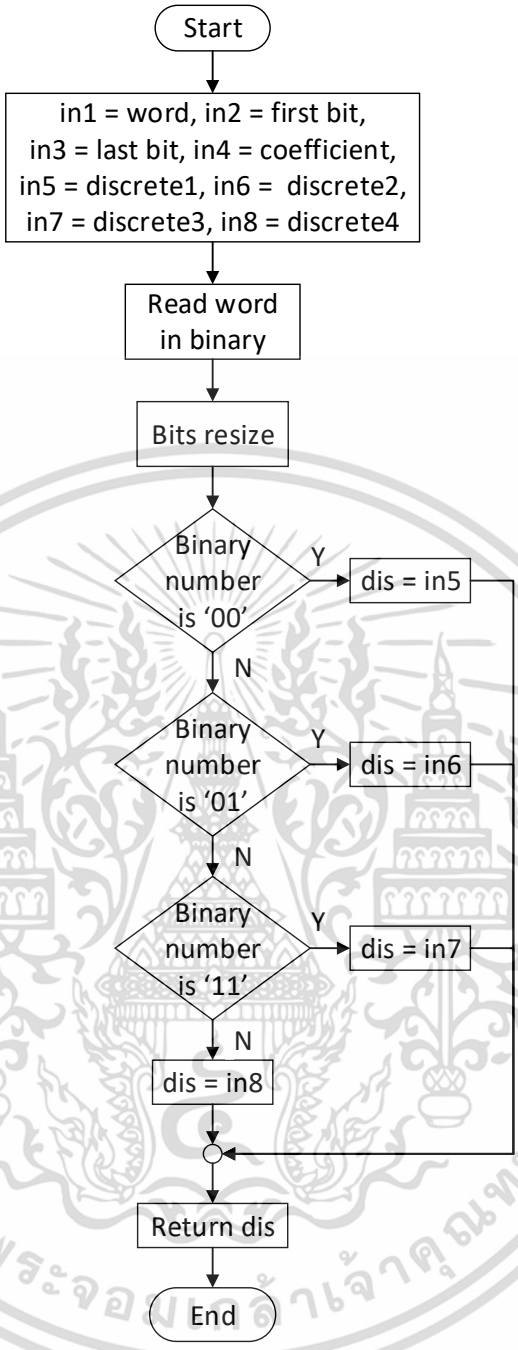
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี discrete 2 ตัว

4. วิธีการถอดแบบมี discrete 4 ตัว เริ่มจากอ่านคำเป็นแบบเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจนเหลือเพียง 2 บิต ต่อมาทำการตรวจสอบค่าบิตซึ่งมีอยู่ 4 กรณี ดังนี้ ถ้าบิตมีค่าเป็น 00 จะเท่ากับ discrete ที่ 1 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น ถ้าบิตมีค่าเป็น 01 จะเท่ากับ discrete ที่ 2 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น ถ้าบิตมีค่าเป็น 11 จะเท่ากับ discrete ที่ 3 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น และถ้าบิตมีค่าเป็น 10 จะเท่ากับ discrete ที่ 4 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้นจากนั้นก็ทำการส่งคืนค่า discrete ออกไป ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



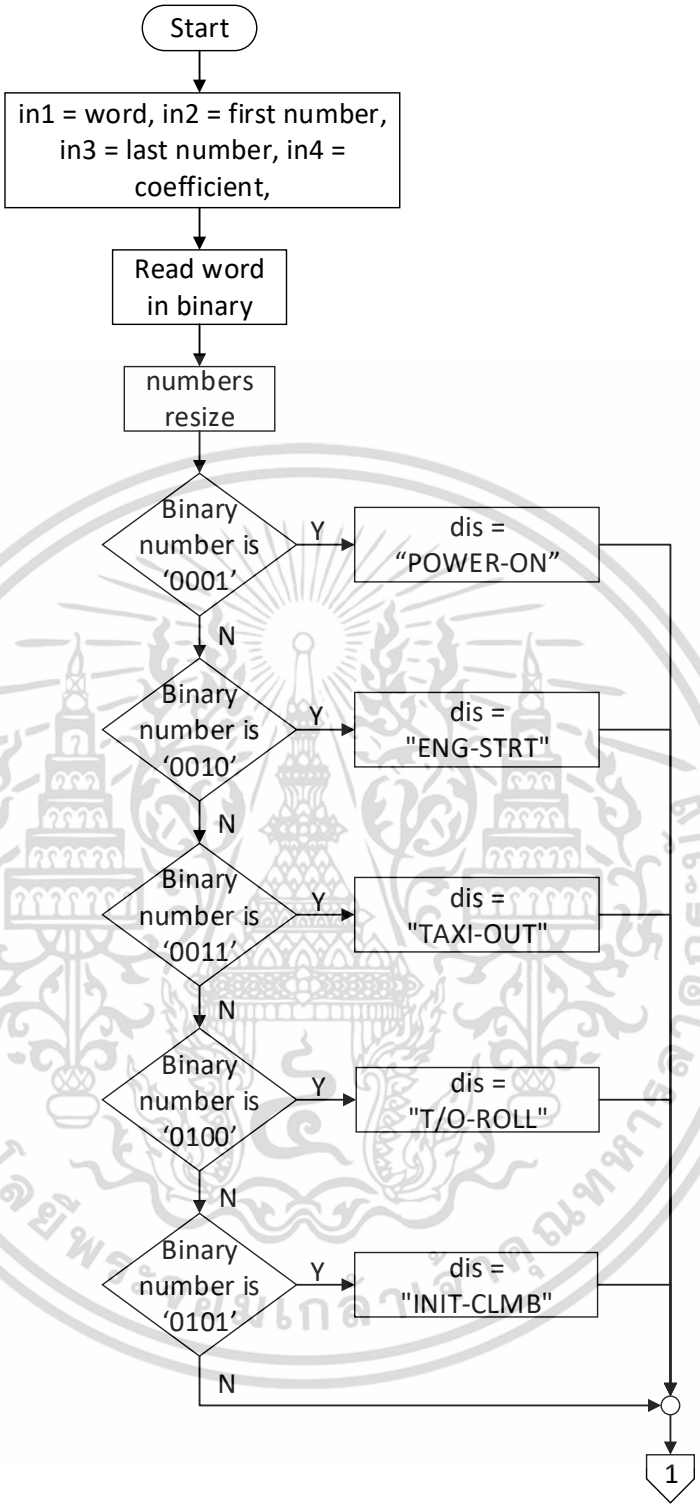
รูปที่ 3.14 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี discrete 4 ตัว

5. วิธีการถอดแบบมี discrete 16 ตัว เริ่มจากอ่านคำเป็นแบบเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจนเหลือเพียง 2 บิต ต่อมาทำการตรวจสอบค่าบิตซึ่งมีอยู่ 16 กรณี ดังนี้ ถ้าบิตมีค่าเป็น 0000 จะได้ discrete เท่ากับ “DEFAULT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0001 จะได้ discrete เท่ากับ “POWER-ON” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0010 จะได้ discrete เท่ากับ “ENG-STRT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0011 จะได้ discrete เท่ากับ “TAXI-OUT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0100 จะได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

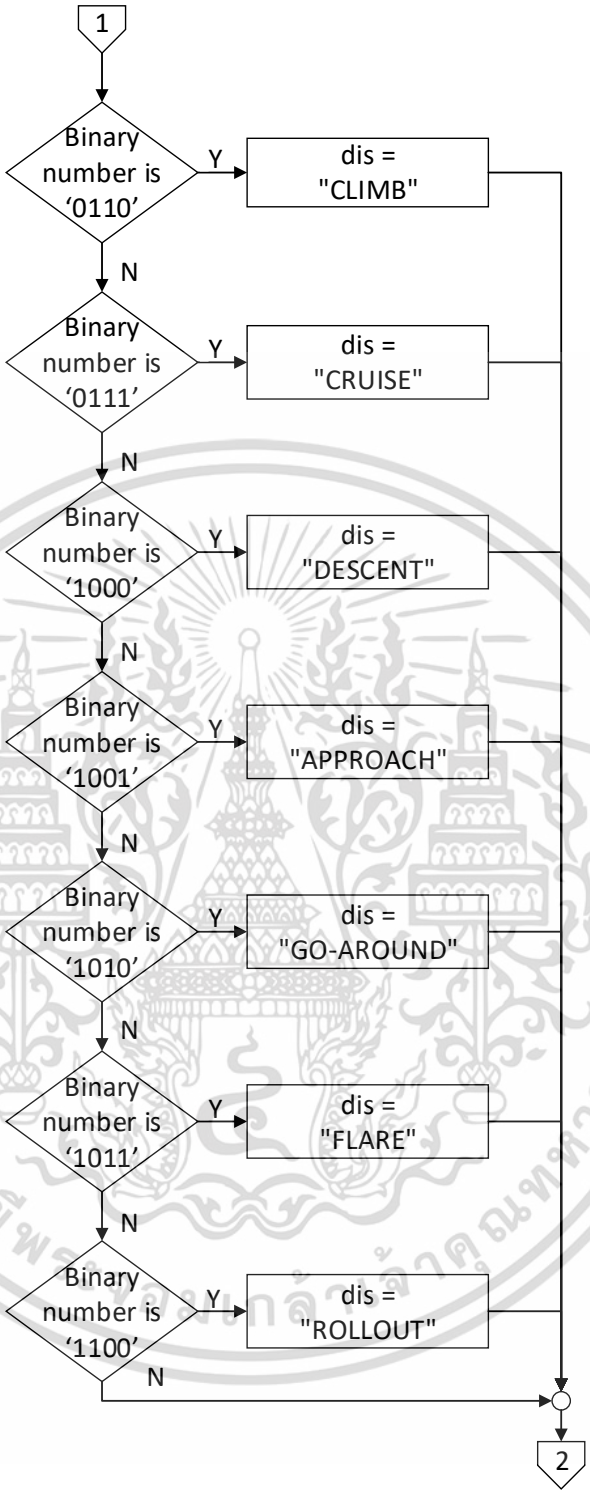
discrete เท่ากับ “T/O-ROLL” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0101 จะได้ discrete เท่ากับ “INIT-CLMB” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0110 จะได้ discrete เท่ากับ “CLMB” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0111 จะได้ discrete เท่ากับ “CRUISE” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1000 จะได้ discrete เท่ากับ “DESCENT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1001 จะได้ discrete เท่ากับ “APPROACH” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1010 จะได้ discrete เท่ากับ “GO-AROUND” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1011 จะได้ discrete เท่ากับ “FLARE” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1100 จะได้ discrete เท่ากับ “ROLLOUT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1101 จะได้ discrete เท่ากับ “TAXI-IN” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1110 จะได้ discrete เท่ากับ “ENG-SHUT-DN” และถ้าบิตมีค่าเป็น 1111 จะได้ discrete เท่ากับ “MAINTENANCE” จากนั้นก็ทำการส่งคืนค่า discrete ออกไป แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี discrete 16 ตัว ดังรูปที่ 3.15, 3.16 และ 3.17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



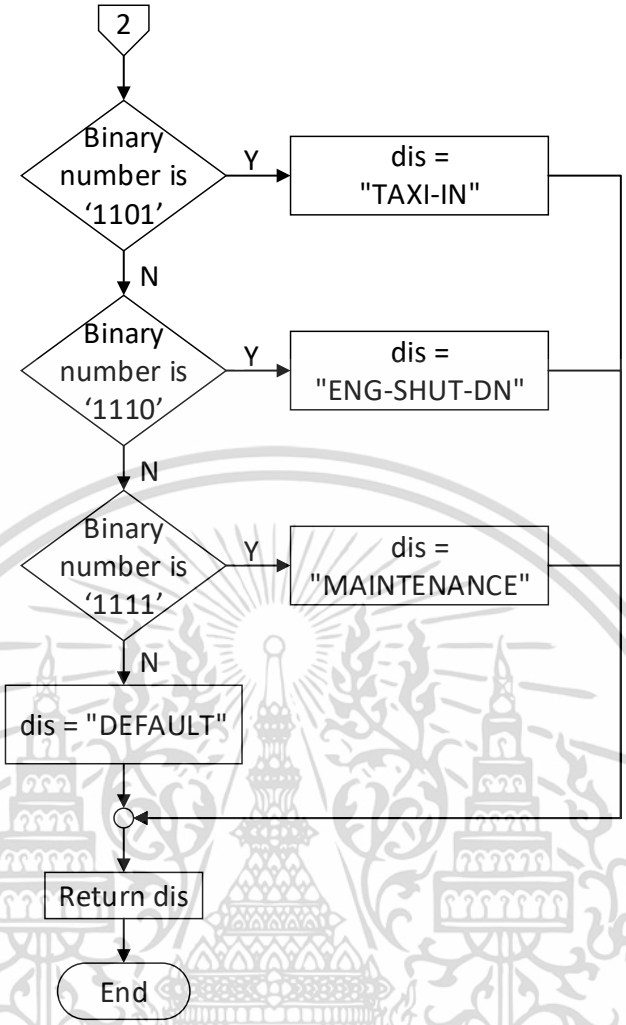
รูปที่ 3.15 กระบวนการถอดค่าของ discrete ที่ 1-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.16 กระบวนการถอดค่าของ discrete ที่ 6-12

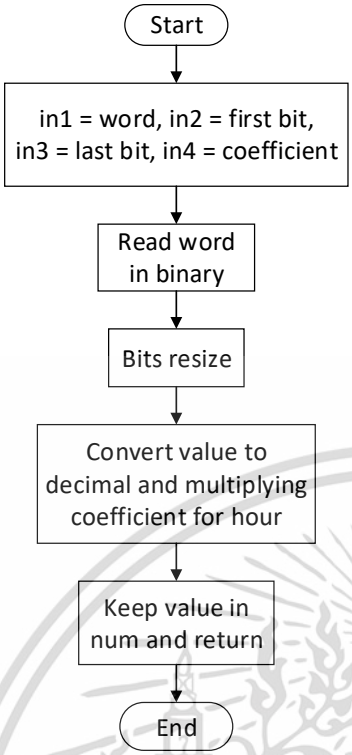
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



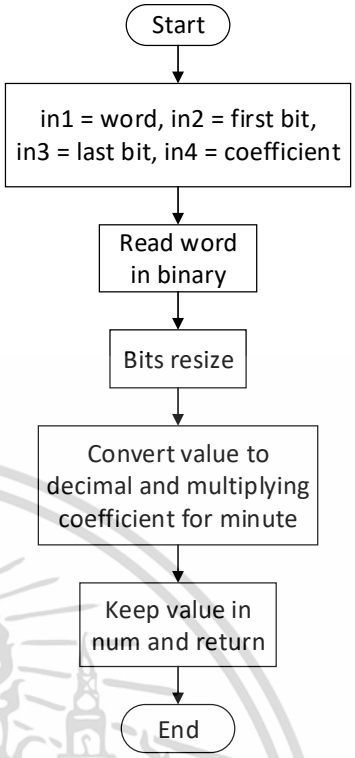
รูปที่ 3.17 กระบวนการถอดค่าของ discrete ที่ 13-16

6. วิธีการถอดแบบเป็น GMT (ชั่วโมง:นาที:วินาที) เริ่มจากการนำคำ (word) ที่มีค่าเป็นชั่วโมงมาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสอง จากนั้นแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์เก็บค่าลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไปดังรูปที่ 3.18 แล้วทำแบบนี้อีกครั้งกับคำ (word) ที่มีค่าเป็นนาที ดังรูปที่ 3.19 และคำ (word) ที่มีค่าเป็นวินาที ดังรูปที่ 3.20

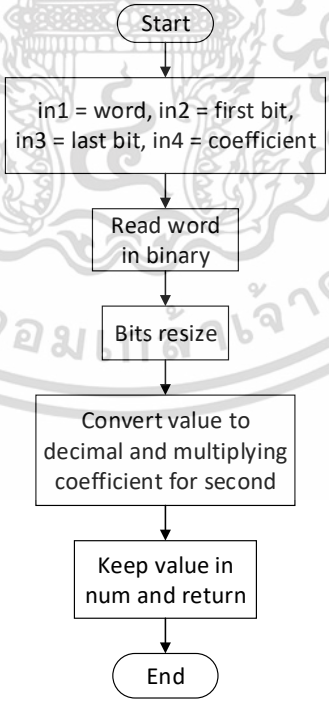
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.18 กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นชั่วโมง



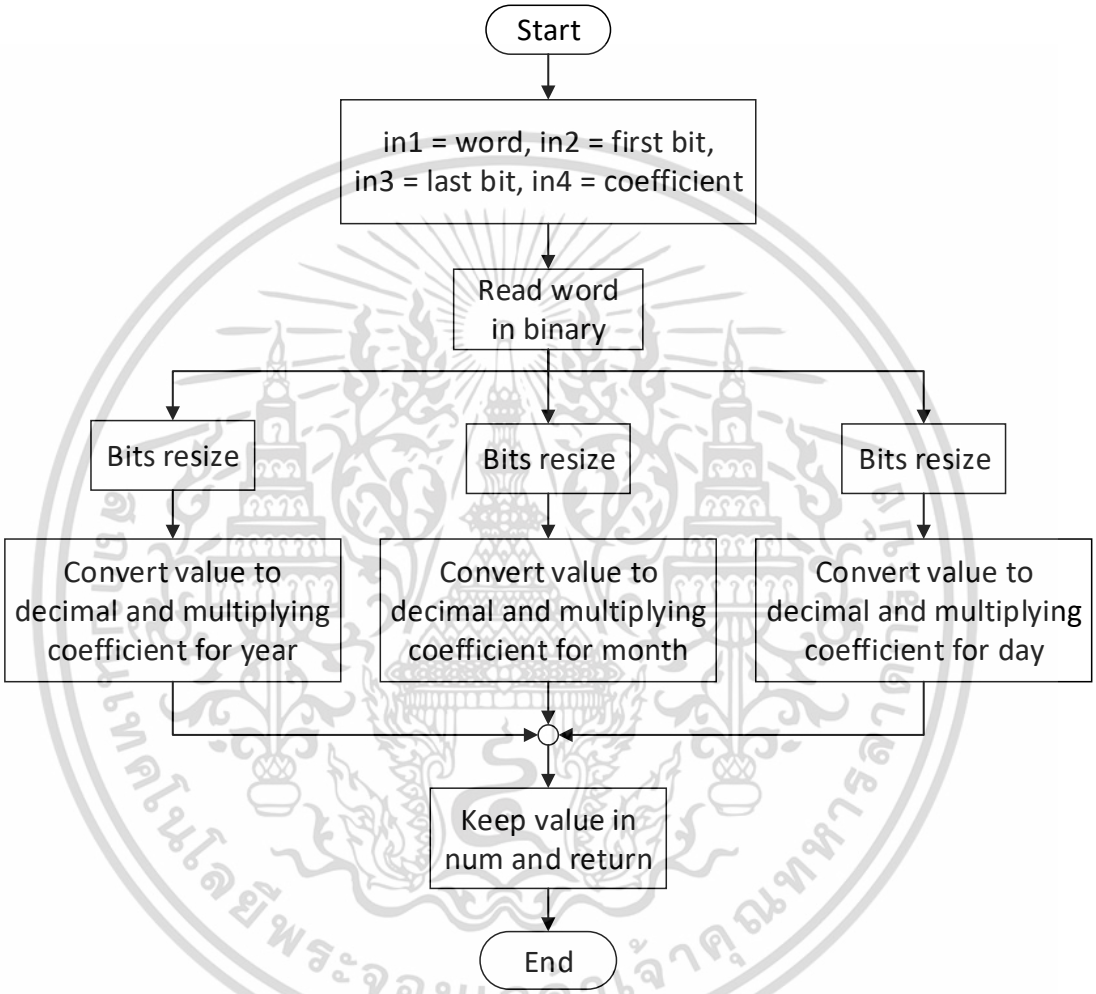
รูปที่ 3.19 กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นนาที



รูปที่ 3.20 กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นวินาที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

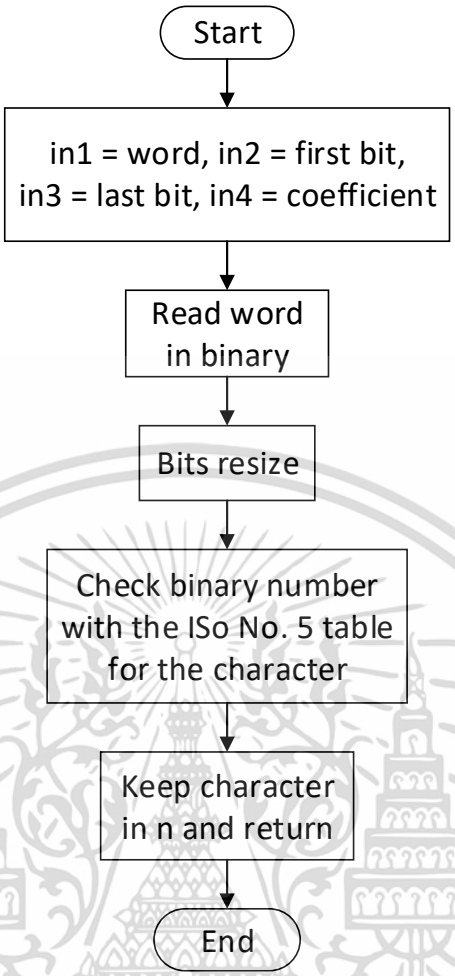
7. วิธีการถอดแบบเป็นวันที่ เริ่มจากการนำคำ (word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจากนั้นแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์ของทั้ง 3 ค่า คือ ปี เดือน และวัน แล้วทำการเก็บค่าที่ได้ลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบเป็นวันที่

8. วิธีการถอดแบบใช้ตาราง ISO No. 5 เริ่มจากการนำคำ (word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองแล้วทำการแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นตัวอักษรโดยใช้การเปรียบเทียบชุดเลขกับตาราง ISO No. 5 จากนั้นทำการเก็บค่าที่ได้ลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป ดังรูปที่ 3.22

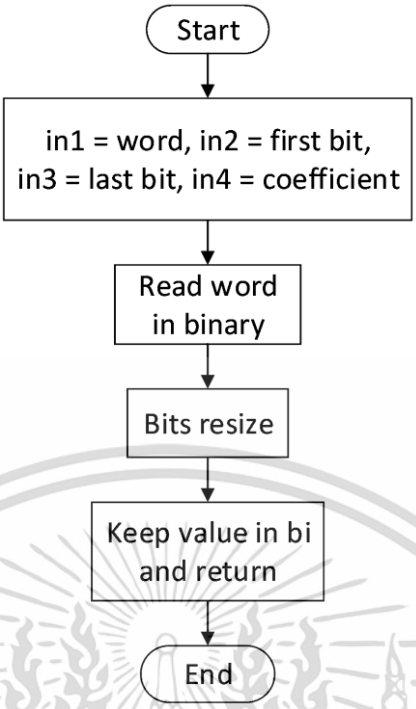
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



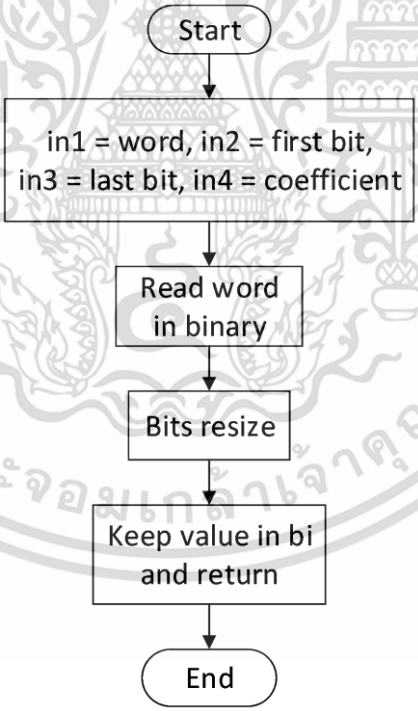
รูปที่ 3.22 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้ตาราง ISO No. 5

9. วิธีการถอดแบบใช้การนำ 2 คำมารวมกันได้ 1 ค่า เริ่มจากการนำคำ (word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองโดยทำทั้งหมด 2 คำ จากนั้นทำการคืนค่าออกมา เพื่อไปทำการรวมคำทั้ง 2 คำ และในการรวมคำจะมีการเปรียบเทียบบิตที่มีความสำคัญมาก กับบิตที่มีความสำคัญน้อยเมื่อเปรียบเทียบเสร็จก็ทำการรวมคำเข้าด้วยกัน แล้วทำการถอดค่าแบบคิดเครื่องหมายเมื่อถอดค่าจากนั้นทำการเก็บค่าที่ได้ลงในตัวแปรและทำการคืนค่าออกไป โดยแผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้การนำ 2 คำมารวมกันได้ 1 ค่า ดังรูปที่ 3.23, 3.24 และ 3.25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

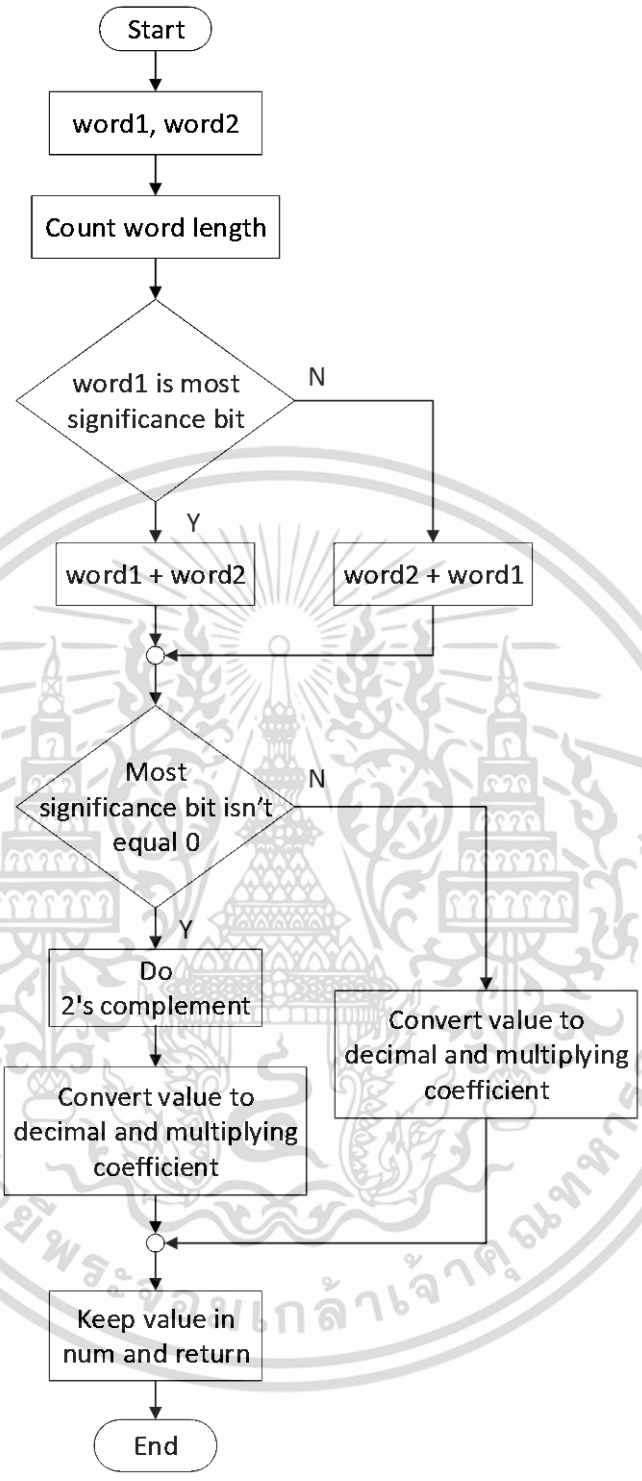


รูปที่ 3.23 กระบวนการถอดค่าคำที่ 1



รูปที่ 3.24 กระบวนการถอดค่าคำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.25 กระบวนการรวมคำที่ 1 และคำที่ 2 เข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

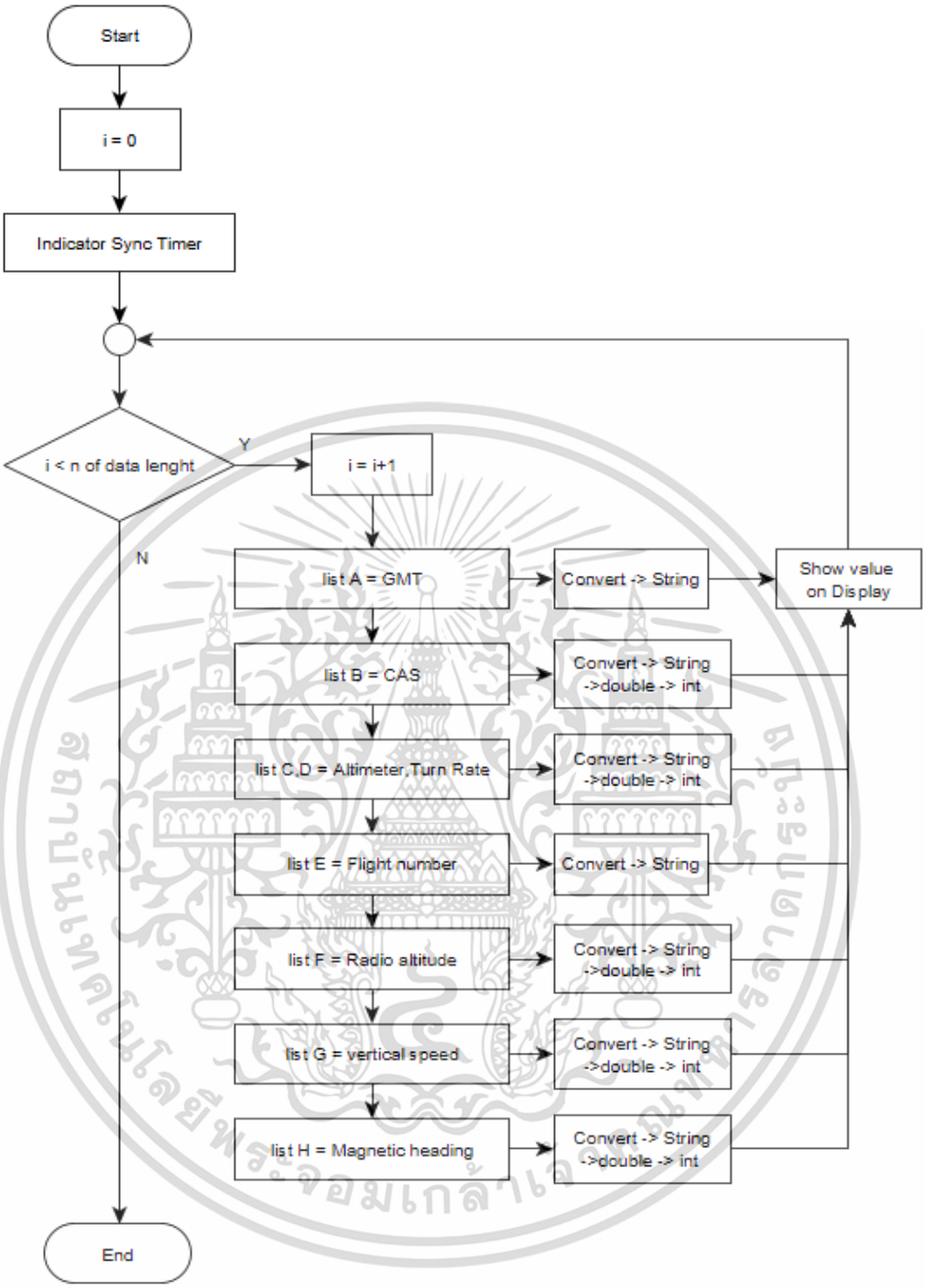
3.4 การออกแบบการแสดงเครื่องมือวัดพื้นฐาน

3.4.1 โครงสร้างโปรแกรม

จะนำข้อมูลดิบที่ถอดเป็นค่าพารามิเตอร์มาแล้วมาแสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐานทั้ง 8 พารามิเตอร์ ได้แก่ GMT, Flight number, CAS ,Altimeter, Turn rate, Radio altitude, Vertical speed และ Magnetic heading โดย GMT และ Flight number จะแสดงข้อมูลเป็นข้อความ ส่วน Flight number, CAS, Altimeter, Turn rate, Radio altitude, Vertical speed และ Magnetic heading จะแสดงบนหน้าปัดของเครื่องบินให้เห็นภาพได้อย่างชัดเจน โดยขั้นตอนการทำงานจะเริ่มจากการนำค่าพารามิเตอร์ทั้ง 8 ค่า มาเขียนโปรแกรมภาษา C# โดยตรง ซึ่งโปรแกรมจะมีการกำหนดค่า Timer สำหรับตั้งเวลาให้หน้าปัดของเครื่องบินทั้ง 6 ชนิด ทำงานพร้อมกันเมื่อเริ่มการทำงานของโปรแกรม โดยขั้นตอนการทำงานเป็นไปดังนี้

1. กำหนดให้ค่า i = 0
2. เข้าฟังก์ชัน Indicator Sync Timer
3. เช็คค่า i < n of data length ถ้า “Y” จะกำหนดให้ i = i+1 และทำการกำหนดค่าตัวแปรพารามิเตอร์ทั้ง 8 ค่า ได้แก่ GMT ,CAS ,Altimeter ,Turn rate ,Flight number ,Radio altitude ,Vertical speed และ Magnetic heading
4. จากนั้นจะทำการแปลงค่าตัวแปรพารามิเตอร์ ให้อยู่ในรูปแบบ string, double และ int ตามรูปแบบของตัวแปรพารามิเตอร์ที่กำหนด
5. ค่าจะถูกนำไปแสดงผลบน Display โดย 1 ค่าจะแสดงผลพร้อมกัน 8 พารามิเตอร์ตาม clock ของ Timer ถ้า “N” จะจบการทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



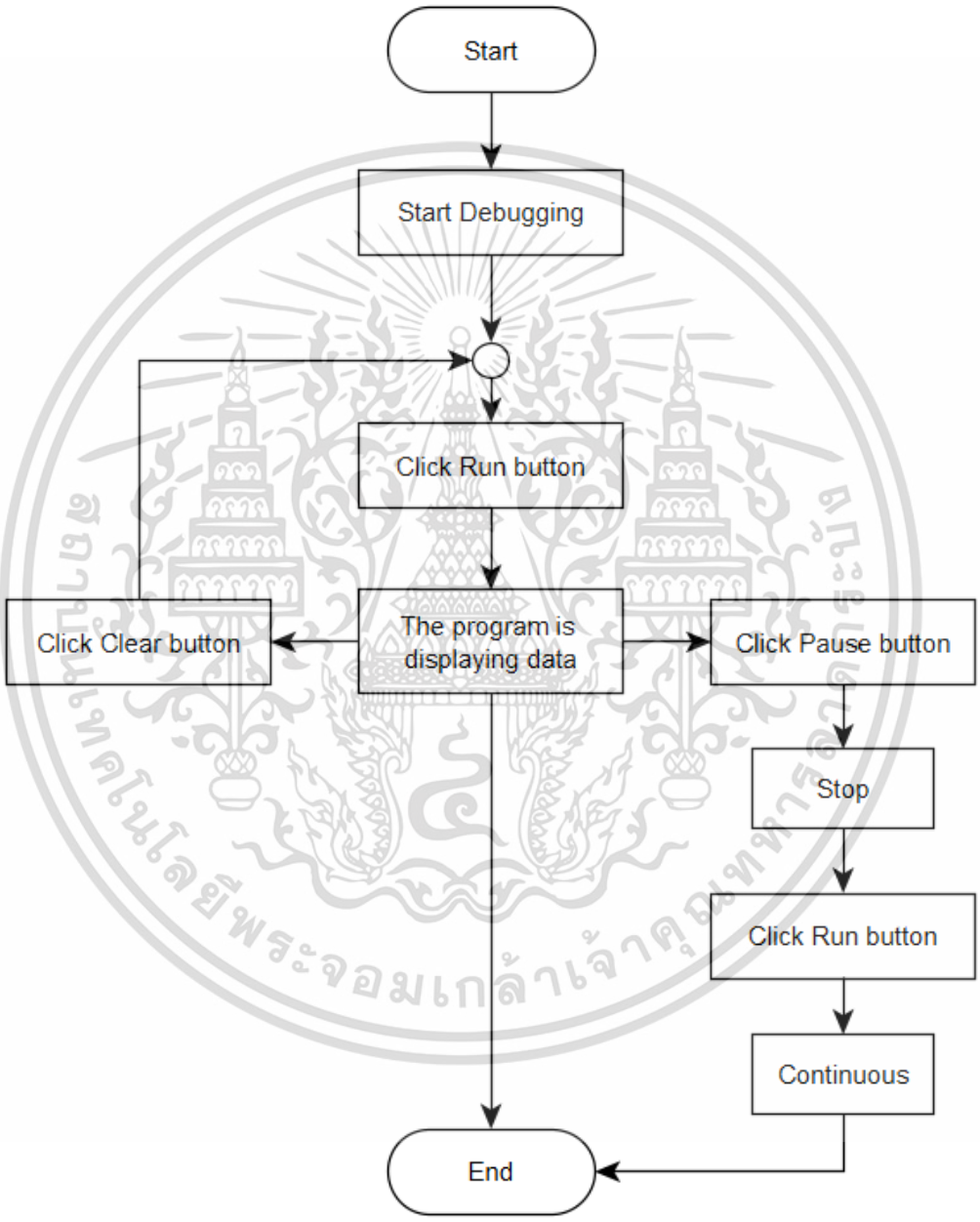
รูปที่ 3.26 แผนผังโครงสร้างโปรแกรมเครื่องมือวัดพื้นฐาน

3.4.2 หน้าต่างโปรแกรม

เมื่อทำการเริ่มโปรแกรมแล้ว บนหน้าต่างโปรแกรมจะมีปุ่มกดอยู่ 3 ปุ่ม ได้แก่ ปุ่ม Run ปุ่ม Pause และ ปุ่ม Clear ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม Run บนหน้าต่างเพื่อทำการแสดงข้อมูลพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บนอุปกรณ์เครื่องมือวัดพื้นฐาน เมื่อโปรแกรมรันอยู่ หากกดปุ่ม Pause ข้อมูลจะหยุดทันที และถ้ากดปุ่ม Run อีกครั้ง หน้าต่างจะแสดงผลข้อมูลต่อเนื่องจากก่อนหน้านี้ต่อไปเรื่อย ๆ แต่ถ้าหากกดปุ่ม Clear ข้อมูลจะถูกรีเซ็ตกลับไปเป็นค่าเริ่มต้นใหม่ก่อนแสดงผล และถ้ากดปุ่ม Run จะแสดงผลข้อมูลพารามิเตอร์ใหม่อีกครั้ง แสดงดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 แผนผังหน้าต่างเครื่องมือวัดพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

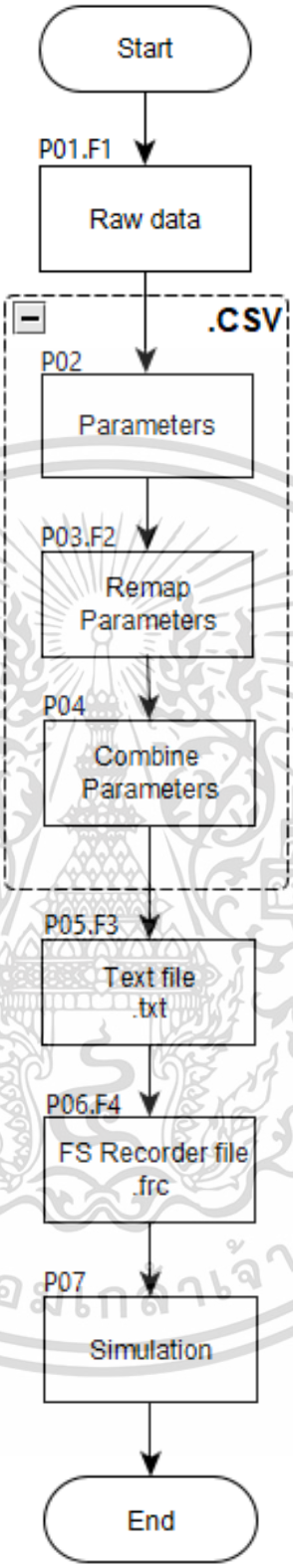
3.5 การออกแบบการแสดงภาพจำลองการบิน

3.5.1 ขั้นตอนโดยรวม

1. P01.F1 อ่านไฟล์จากข้อมูลดิบเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ต้องการ ตามการออกแบบโปรแกรมการแปลงข้อมูลดิบเป็นค่าพารามิเตอร์ที่กล่าวไปแล้วข้างต้น (ในส่วน 3.3.1 และ 3.3.2การออกแบบการทำงานของโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบิน)
2. P02 เลือกค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 13 พารามิเตอร์ ที่ต้องใช้ในการจำลอง
3. P03.F2 ทำการรีแมปค่าในพารามิเตอร์ให้ได้ค่าที่ถูกต้องเพื่อรองรับการจำลอง
4. P04 นำค่าที่ถูกต้องที่ได้มารวมกันเป็นไฟล์เดียว
5. P05.F3 แปลงไฟล์ .CSV เป็นไฟล์ .TXT
6. P06.F4 เขียนข้อมูล .TXT ให้ตรงกับรูปแบบ FS Recorder แล้วจึงทำการแปลงไฟล์ .TXT เป็นไฟล์ .FRC
7. P07 นำไฟล์ .FRC ไป Run บนโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X

แผนผังขั้นตอนโดยรวมการแสดงภาพจำลองการบินแสดงดังรูปที่ 3.28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



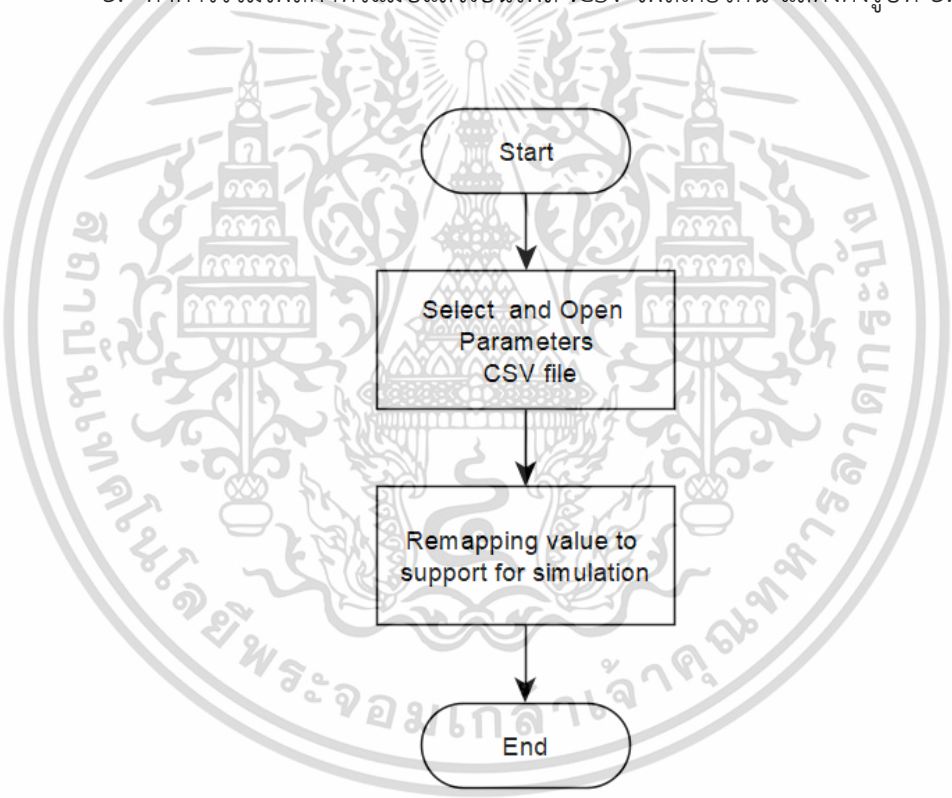
รูปที่ 3.28 แผนผังขั้นตอนโดยรวมการแสดงภาพจำลองการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 การรีแมปค่าในพารามิเตอร์เพื่อรองรับการ Simulation

จากขั้นตอนโดยรวมที่ได้กล่าวมา (P03.F2) จะทำการเลือกไฟล์พารามิเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรมการภาพจำลองการบิน ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 13 พารามิเตอร์ ได้แก่ Timestamp , Latitude ,Longitude ,Altitude ,Pitch ,Bank ,On ground ,Flaps ,Gear ,Park brake ,IAS ,TAS และ Mach จากนั้นจะทำการแปลงค่าของพารามิเตอร์ให้มีความสัมพันธ์รองรับกับค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X และสุดท้ายทำการรวบรวมออกมาเป็นไฟล์ .CSV โดยขั้นตอนการทำงานเป็นดังนี้

1. เลือกไฟล์และเปิดไฟล์พารามิเตอร์ที่จำเป็น สำหรับการจำลอง
2. หาความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้มาจากการแปลงข้อมูลดิบมารีแมปให้ได้ค่าที่ถูกต้องเพื่อรองรับกับโปรแกรมในการจำลอง
3. ทำการรวมไฟล์ค่าที่รีแมปแล้วเป็นไฟล์ .CSV ไฟล์เดียวกัน แสดงดังรูปที่ 3.29



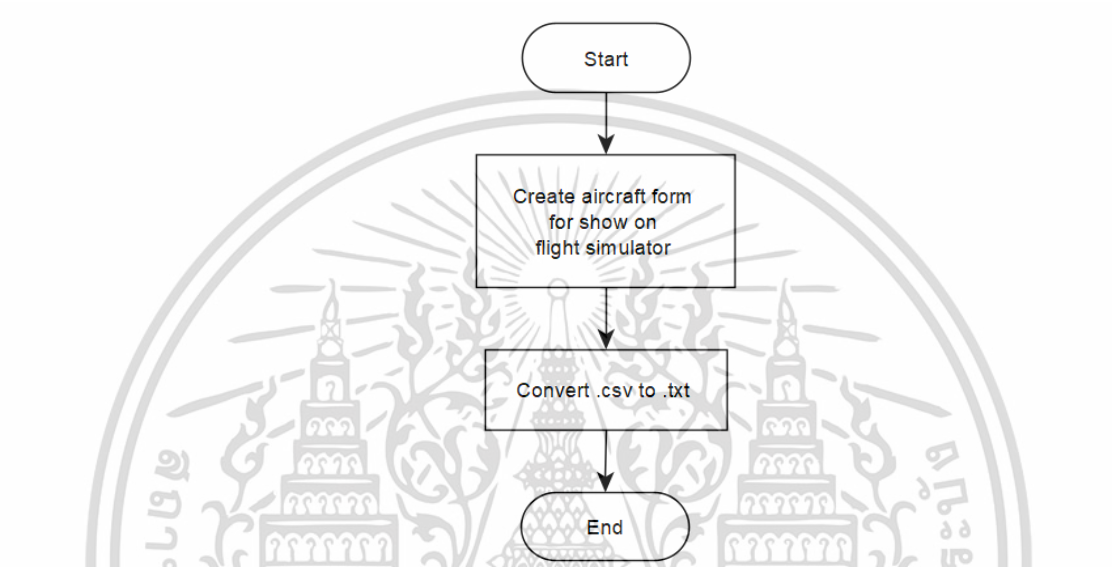
รูปที่ 3.29 แผนผังการทำงานรีแมปค่าในพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.3 การแปลงไฟล์ .CSV เป็นไฟล์ .TXT

การสร้างฟอร์มการบิน และนำไฟล์ข้อมูลพารามิเตอร์ .CSV ที่รวบรวมไว้แล้วมาเป็นข้อมูลเดียวกัน จากนั้นจึงทำการแปลงไฟล์ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ .TXT ขั้นตอนการทำงานเป็นไปดังนี้

1. สร้างแบบฟอร์มการบินให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ .TXT
2. แปลงไฟล์พารามิเตอร์ ที่รวมกันจากไฟล์ .CSV เป็นไฟล์ .TXT แสดงดังรูปที่ 3.30



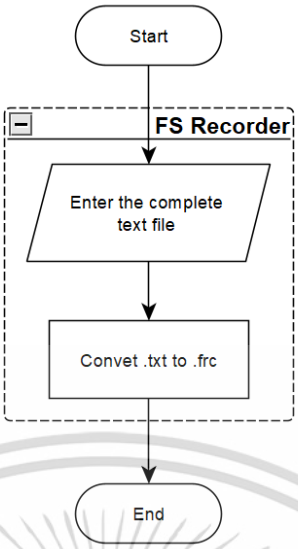
รูปที่ 3.30 แผนผังการแปลงไฟล์ .CSV เป็นไฟล์ .TXT

3.5.4 การเขียนข้อมูลให้ตรงกับรูปการจำลองการบิน

การเขียนข้อมูลของไฟล์ให้ตรงกับรูปแบบ ของโปรแกรมจำลองการบิน มีขั้นตอนการทำงานเป็นดังนี้

1. เขียนข้อมูล .TXT ให้ตรงกับรูปแบบ FS Recorder แล้วจึงทำการแปลงไฟล์ .TXT เป็นไฟล์ .FRC
2. นำไฟล์สมบูรณ์ในรูปแบบ .FRC ไป Run ในโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X เพื่อดูภาพจำลองการบิน และสามารถนำไปวิเคราะห์การปฏิบัติการบินได้ แสดงดังรูปที่ 3.31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

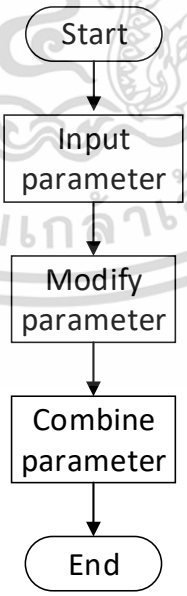


รูปที่ 3.31 แผนผังการเขียนข้อมูลให้ตรงกับรูปการจำลองการบิน

3.6 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมสร้างทริกเกอร์

3.6.1 การออกแบบส่วนในการสร้างทริกเกอร์

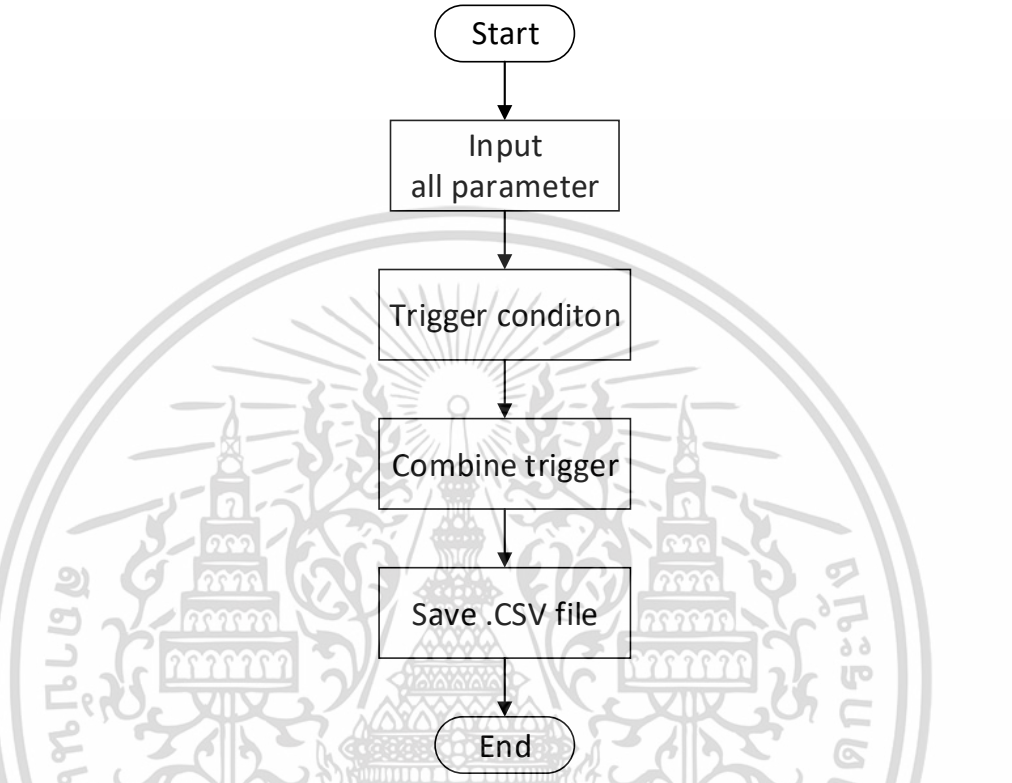
ทริกเกอร์ในระบบนี้ หมายถึงเหตุการณ์ที่อยู่ในข้อมูลบันทึกการบินที่ต้องการตรวจจับออกมาเพื่อทำการตรวจสอบข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินของนักบิน ขั้นตอนแรกจะทำการเตรียมข้อมูลเริ่มต้นจากการนำข้อมูลจากไฟล์พารามิเตอร์ที่เป็นไฟล์ .csv เข้ามาทำการเลือกชนิดของข้อมูล แล้วทำการรวมข้อมูลของแต่ละพารามิเตอร์เข้าด้วยกัน



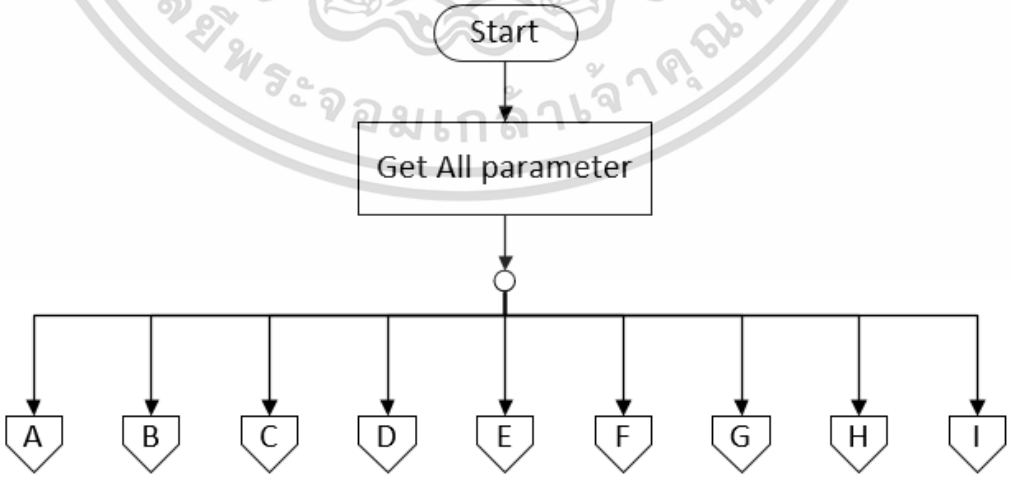
รูปที่ 3.32 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนในการสร้างทริกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนต่อมาจะทำการสร้างทริกเกอร์ในโปรแกรม โดยเริ่มจากการนำเอาข้อมูลที่ทำการรวมพารามิเตอร์เข้าด้วยกันแล้วมาทำการสร้างทริกเกอร์แต่ละเงื่อนไขออกมาบันทึกลงไฟล์ .csv ดังรูปที่ 3.33 และการทำงานในส่วนของการเข้าเงื่อนไขการสร้างทริกเกอร์ ดังรูปที่ 3.34 โดยเงื่อนไขในการสร้างทริกเกอร์ทั้ง 4 ดังนี้



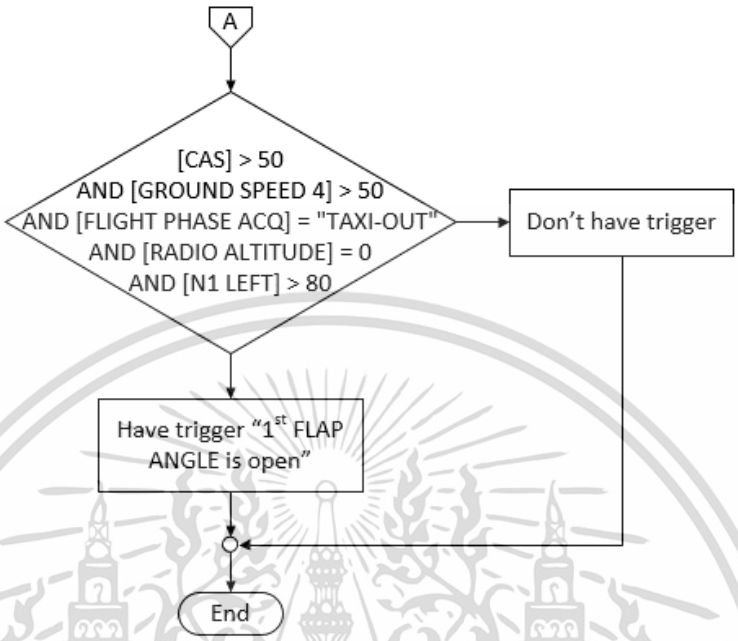
รูปที่ 3.33 แผนผังการทำงานของโปรแกรมรวมพารามิเตอร์



รูปที่ 3.34 แผนผังการทำงานในส่วนของการเข้าเงื่อนไขการสร้างทริกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เงื่อนไขที่ทำการตรวจจับสถานะที่มีการเริ่มกาง Flap angle ครั้งแรกในขณะที่เครื่องบินทำการออกจากสนามบิน (Taxi-out) ดังรูปที่ 3.35

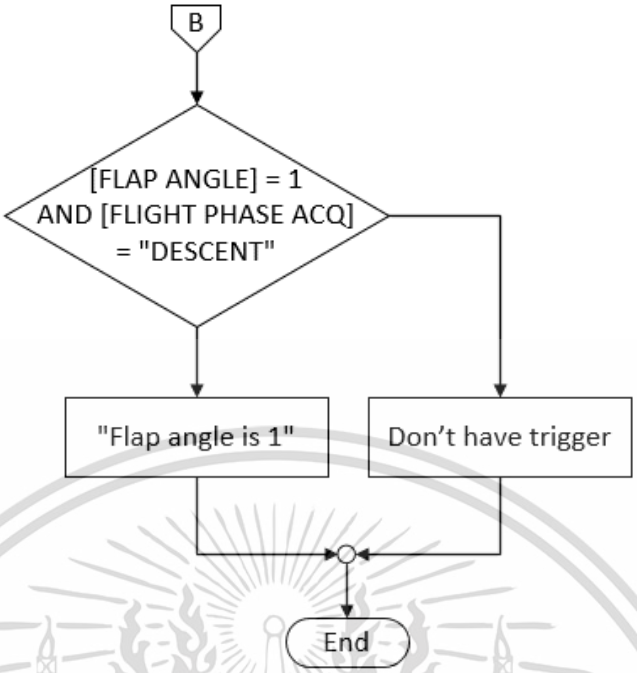


รูปที่ 3.35 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขตรวจจับสถานะที่มีการเริ่มกาง Flap angle ครั้งแรกขณะที่เครื่องบินทำการออกจากสนามบิน (Taxi-out)

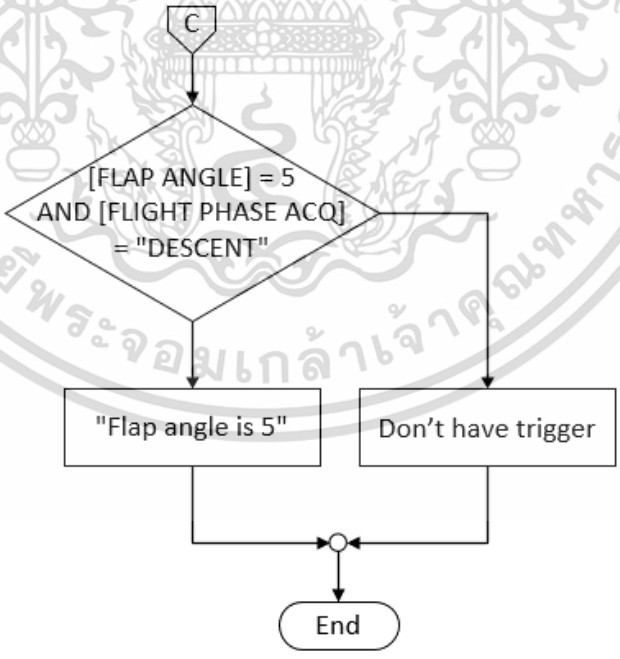
2. เงื่อนไขที่ทำการตรวจจับสถานะของการกาง Flap angle ที่มุมต่าง ๆ ขณะที่เครื่องบินทำการนำเครื่องลง (Descent) โดยมีค่าที่ Flap angle ดังนี้

- Flap angle กางที่มุม 1 องศา ดังรูปที่ 3.36
- Flap angle กางที่มุม 5 องศา ดังรูปที่ 3.37
- Flap angle กางที่มุม 10 องศา ดังรูปที่ 3.38
- Flap angle กางที่มุม 15 องศา ดังรูปที่ 3.39
- Flap angle กางที่มุม 20 องศา ดังรูปที่ 3.40
- Flap angle กางที่มุม 30 องศา ดังรูปที่ 3.41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

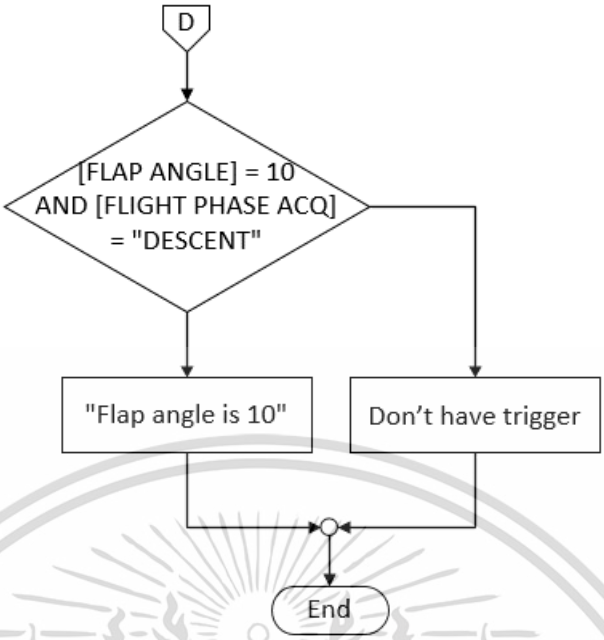


รูปที่ 3.36 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 1 องศา

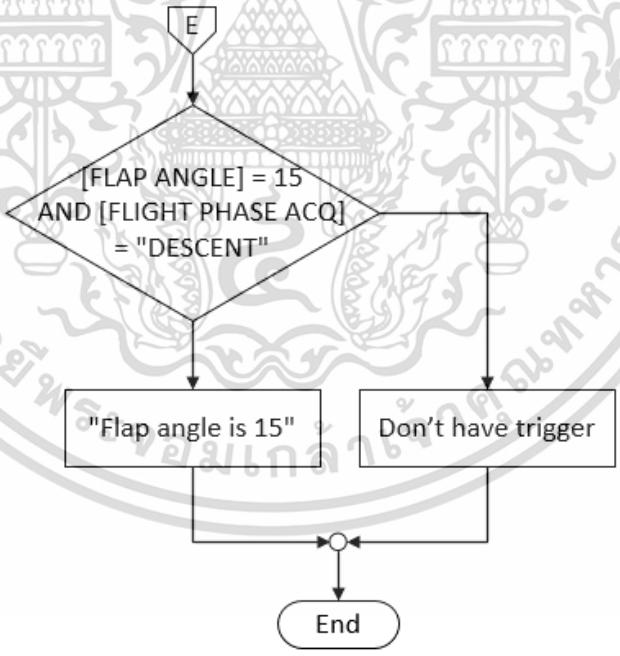


รูปที่ 3.37 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 5 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

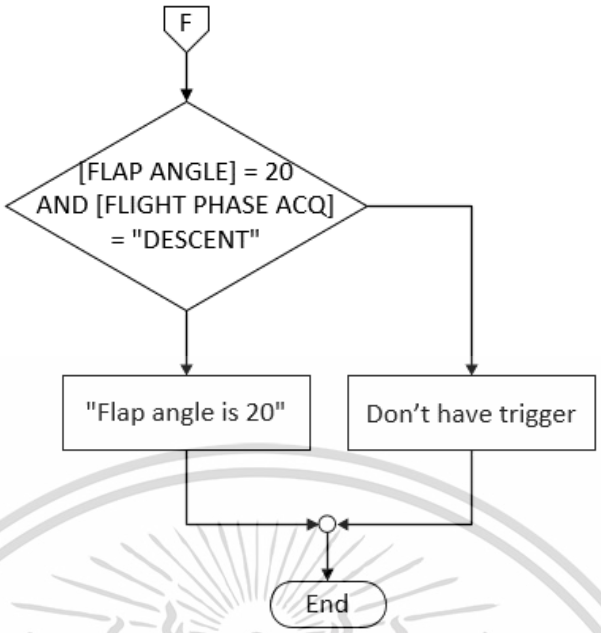


รูปที่ 3.38 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 10 องศา

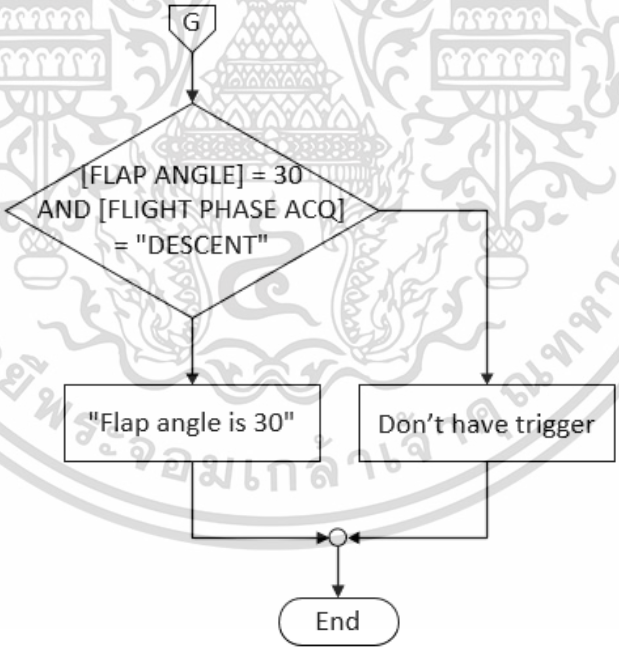


รูปที่ 3.39 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 15 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



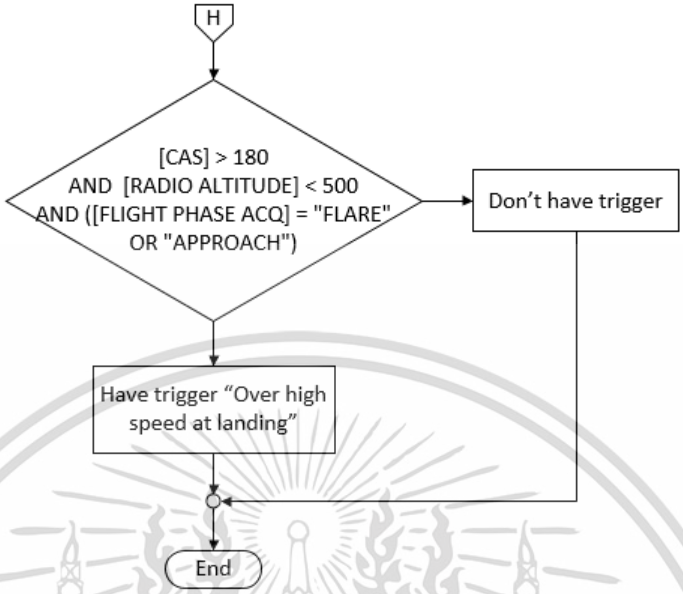
รูปที่ 3.40 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 20 องศา



รูปที่ 3.41 กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 30 องศา

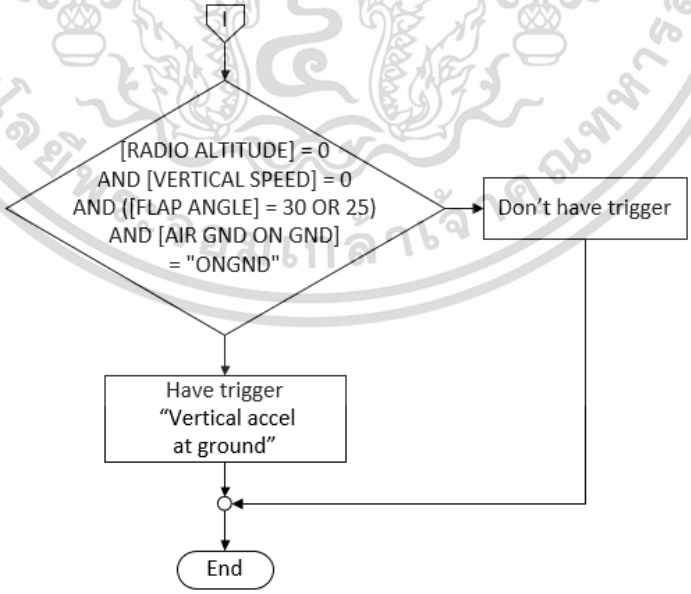
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เงื่อนไขที่ทำการตรวจจับค่าความเร็วสูง ขณะที่เครื่องบินทำการลงจอด (Landing) ดังแสดงในรูปที่ 3.42



รูปที่ 3.42 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขการตรวจจับค่าความเร็วสูง ขณะที่เครื่องบินทำการลงจอด (Landing)

4. เงื่อนไขที่ทำการตรวจจับสถานะของ Vertical accel ขณะที่เครื่องบินมีสถานะเป็นภาคพื้นดิน (Ground) แสดงในรูปที่ 3.43

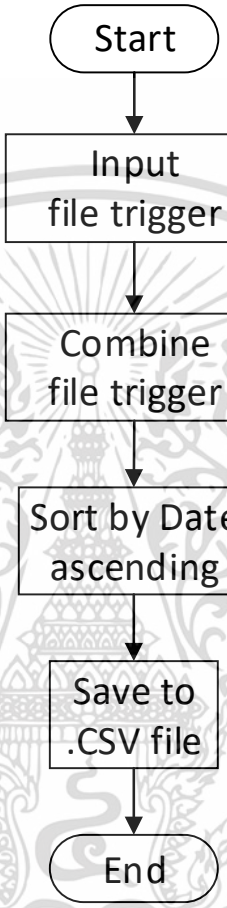


รูปที่ 3.43 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขการตรวจจับสถานะของ Vertical accel ขณะที่เครื่องบินมีสถานะเป็นภาคพื้นดิน (Ground)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2 การออกแบบส่วนในการรวมทริกเกอร์

ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการที่ได้ไฟล์ trigger.csv ของแต่ละไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน ออกมาแล้ว จากนั้นก็ทำการรวมทริกเกอร์ทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นไฟล์เดียวเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป แสดงในรูปที่ 3.44

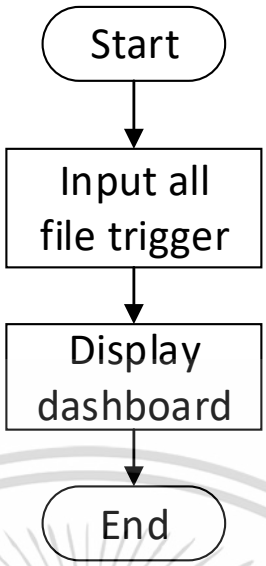


รูปที่ 3.44 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนในการรวมทริกเกอร์

3.7 การออกแบบการทำงานโปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์

ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการที่ได้ไฟล์รวมทริกเกอร์ของแต่ละไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน มาแล้วก็นำมาเข้าโปรแกรม Tableau ให้แสดงข้อมูลออกมาในรูปแบบ dashboard เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์ข้อมูล แสดงในรูปที่ 3.45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.45 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนแสดงผลการวิเคราะห์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบินเพื่อหาค่าพารามิเตอร์

ผลการทดสอบโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบินเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ได้ทำการถอดค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 30 พารามิเตอร์ ดังนี้ VERTICAL SPEED, VERTICAL ACCEL, CAS, TAS, DATE, ELEVATOR POSN PFC, FLAP ANGLE, FLIGHT NUM, FLIGHT PHASE ACQ, FMF ALTITUDE, GEAR SELECT DOWN, GEAR SELECT UP, GMT, GROUND SPEED 4, LATITUDE ACQ, LONGITUDE ACQ, MACH, MAGNETIC HEADING, MLG TRUCK TILT LT, MLG TRUCK TILT RT, N1 LEFT, PARKING BRAKE HANDLE 1, PITCH ALTITUDE, RADIO ALTITUDE CENTER, ROLL ALTITUDE, RUD TRIM POSN, SPOILER 1 PCU POS, AIR GND ON GND, AIL POSN OTBD LT และ TRA IN FORWARD 2 โดยผู้ใช้งานมีการเข้าใช้โปรแกรม main.py เพื่อเริ่มการทำงาน ในขั้นแรก ดังรูปที่ 4.1 โปรแกรมจะทำการให้ผู้ใช้งานใส่ชื่อไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินที่ต้องการจะถอดค่า ที่อยู่ของไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน และที่อยู่ของไฟล์ค่าพารามิเตอร์ทำการถอดได้ออกมา จากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้างโฟลเดอร์ตามชื่อไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินขึ้นมาเพื่อเอาไว้เก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เมื่อทำการถอดค่าสำเร็จ

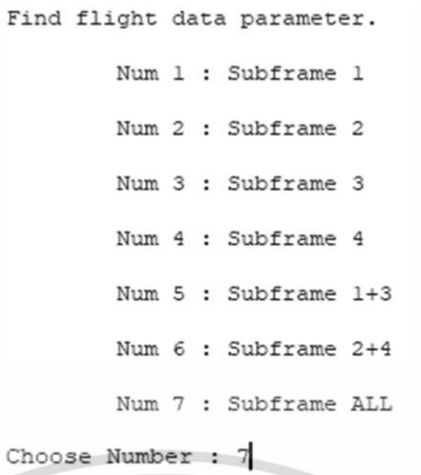
```
Welcome to the programe

File Name(ex. 19081302.TKV) : 19081302.TKV
File folder(ex. C:/Users/NB/Desktop/pytHon/Module/ver2/OLD) : C:/Users/NB/Deskto
p/pytHon/Module/ver2/OLD
Destination folder (ex. C:/Users/NB/Desktop/pytHon/Module) : C:/Users/NB/Desktop
/pytHon/Module
```

รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการใส่ชื่อไฟล์ และที่อยู่ของไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน

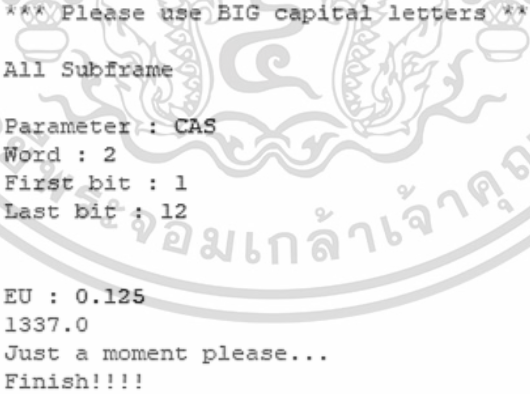
ขั้นต่อไปโปรแกรมจะทำการการให้ผู้ใช้งานเลือกว่าจะทำการถอดค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ กี่ซับเฟรม โดยมีทั้งหมด 7 กรณีให้เลือก ดังรูปที่ 4.2 ถ้าผู้ใช้งานเลือกหมายเลข 7 โปรแกรมจะทำการเข้าโมดูล FuncSFAll.py เพื่อที่จะทำการถอดค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



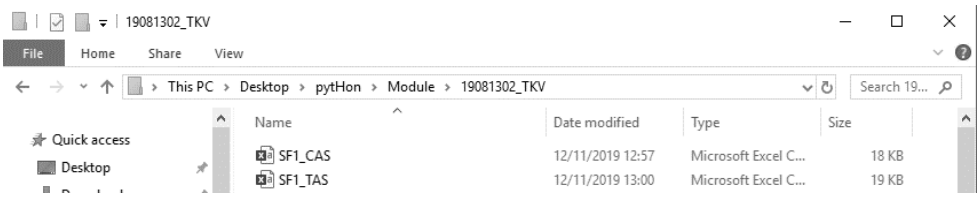
รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการเลือกโมดูล

เมื่อโปรแกรมเข้าโมดูลแล้ว โปรแกรมจะทำการถามรายละเอียดของตัวพารามิเตอร์แต่ละตัว โดยจะถามเกี่ยวกับชื่อของพารามิเตอร์ ลำดับของพารามิเตอร์ในซับเฟรม บิทแรกในการหาค่าพารามิเตอร์ บิทสุดท้ายในการหาค่าพารามิเตอร์ กับค่าสัมประสิทธิ์ของการคูณ หากใส่ข้อมูลครบถ้วน ดังรูปที่ 4.3 โปรแกรมจะบอกจำนวนเฟรมทั้งหมดของข้อมูลบันทึกการบิน และรอโปรแกรมทำงานจนเสร็จแล้วขึ้นข้อความว่า “Finish!!!” ก็จะได้ไฟล์ .csv ของค่าพารามิเตอร์ออกมา ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการใส่ข้อมูลของพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 ไฟล์ .csv ของค่าพารามิเตอร์

เมื่อโปรแกรมเสร็จสิ้นการถอดค่าพารามิเตอร์แรก จากนั้นโปรแกรมจะถามว่าผู้ใช้งานต้องการหาพารามิเตอร์ตัวต่อไปหรือไม่ โดยมีอยู่ 2 กรณี คือ กรณีแรกเมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปผู้ใช้งานกรอก Y เข้าไป ดังรูปที่ 4.5 โปรแกรมก็จะถามพารามิเตอร์ตัวต่อไปอีกครั้ง กรณีที่สองเมื่อผู้ใช้งานไม่ต้องการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปผู้ใช้งานกรอก N เข้าไป ดังรูปที่ 4.6 โปรแกรมก็จะถามผู้ใช้งานว่าต้องการจะออกจากโปรแกรมนี้หรือไม่

```
Do you want to find the next parameter? (Y/N): Y
All Subframe
Parameter :
```

รูปที่ 4.5 ต้องการหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป

```
Do you want to find the next parameter? (Y/N): N
Do you want to EXIT? (Y/N):
```

รูปที่ 4.6 ไม่ต้องการหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป

จากกรณีที่สองเมื่อผู้ใช้งานไม่ต้องการหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปแล้ว โปรแกรมก็จะถามผู้ใช้งานว่าต้องการจะออกจากโปรแกรมนี้หรือไม่ แบ่งได้เป็นอีก 2 กรณี คือ กรณีแรกเมื่อผู้ใช้งานยังไม่ต้องการที่จะออกจากโปรแกรมผู้ใช้งานกรอก N เข้าไป ดังรูปที่ 4.7 โปรแกรมจะทำการถามการทำงานที่ทุก ๆ กี่ซับเฟรมใหม่อีกครั้ง และกรณีที่สองเมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะออกจากโปรแกรมผู้ใช้งานกรอก Y เข้าไป ดังรูปที่ 4.8 โปรแกรมก็จะจบการทำงานลงทันที

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Do you want to find the next parameter? (Y/N): N

Do you want to EXIT? (Y/N): N
        Num 1 : Subframe 1

        Num 2 : Subframe 2

        Num 3 : Subframe 3

        Num 4 : Subframe 4

        Num 5 : Subframe 1+3

        Num 6 : Subframe 2+4

        Num 7 : Subframe ALL

Choose Number :
```

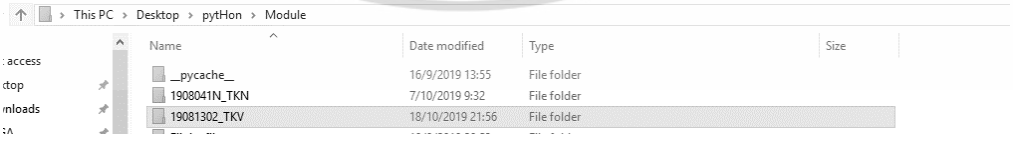
รูปที่ 4.7 ไม่ต้องการออกจากโปรแกรม

```
Do you want to EXIT? (Y/N): Y

The END
>>>
```

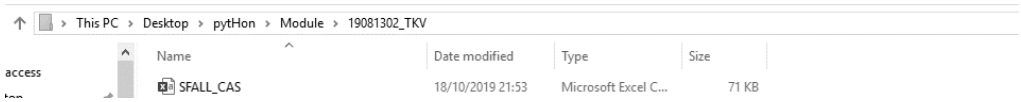
รูปที่ 4.8 ต้องการออกจากโปรแกรม

เมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จสิ้น ก็จะได้ไฟล์ที่ถอดค่าพารามิเตอร์ออกมาบันทึกไว้ในโฟลเดอร์ โดยภายในไฟล์ .csv ของแต่ละพารามิเตอร์ ดังรูปที่ 4.9, 4.10 จากการถอดค่าพารามิเตอร์ CAS ได้ค่าจำนวนของข้อมูล (Num) กับค่าของค่าพารามิเตอร์ CAS ที่ทำการถอดค่าออกมาได้จากข้อมูลบันทึกการบิน และข้อมูลที่ทำการถอดออกมาได้นั้นก็มีทศนิยมมากสุดที่ 3 ตำแหน่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางบริษัทกำหนดไว้ ดังรูปที่ 4.11

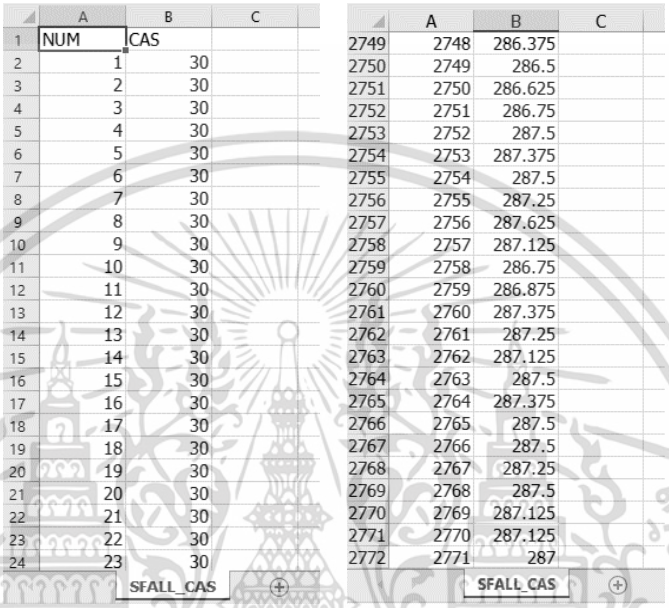


รูปที่ 4.9 โฟลเดอร์ที่จัดเก็บของค่าพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.10 ไฟล์ .csv ที่จัดเก็บค่าพารามิเตอร์



	A	B	C
1	NUM	CAS	
2	1	30	
3	2	30	
4	3	30	
5	4	30	
6	5	30	
7	6	30	
8	7	30	
9	8	30	
10	9	30	
11	10	30	
12	11	30	
13	12	30	
14	13	30	
15	14	30	
16	15	30	
17	16	30	
18	17	30	
19	18	30	
20	19	30	
21	20	30	
22	21	30	
23	22	30	
24	23	30	

SFALL_CAS

	A	B	C
2749	2748	286.375	
2750	2749	286.5	
2751	2750	286.625	
2752	2751	286.75	
2753	2752	287.5	
2754	2753	287.375	
2755	2754	287.5	
2756	2755	287.25	
2757	2756	287.625	
2758	2757	287.125	
2759	2758	286.75	
2760	2759	286.875	
2761	2760	287.375	
2762	2761	287.25	
2763	2762	287.125	
2764	2763	287.5	
2765	2764	287.375	
2766	2765	287.5	
2767	2766	287.5	
2768	2767	287.25	
2769	2768	287.5	
2770	2769	287.125	
2771	2770	287.125	
2772	2771	287	

SFALL_CAS

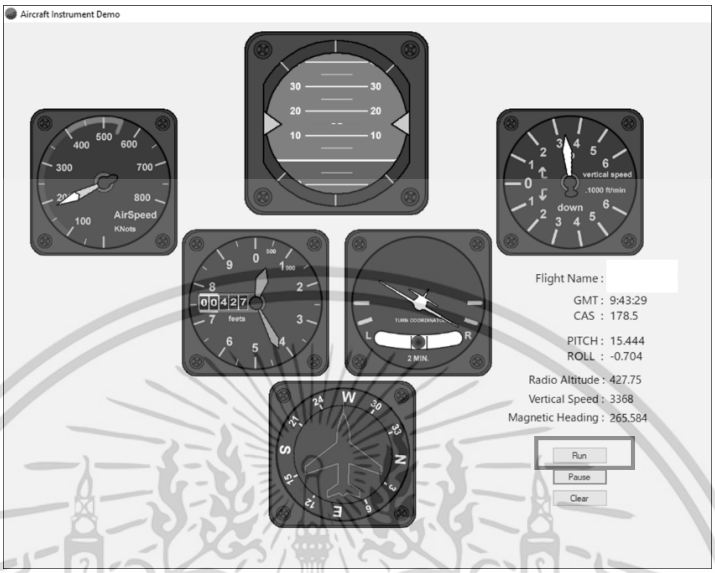
รูปที่ 4.11 ค่าของพารามิเตอร์ CAS

4.2 ผลการทดสอบโปรแกรมนำข้อมูลพารามิเตอร์แสดงผลเครื่องวัดพื้นฐาน

ผลลัพธ์ของหน้าต่างแสดงผลเครื่องวัดพื้นฐาน โดยเมื่อทำการกดปุ่ม Run ในกรอบสีแดงแล้ว หน้าปัดต่าง ๆ ทั้ง 6 แบบ และข้อความทางด้านขวา จะแสดงผลของข้อมูลพารามิเตอร์ที่ป้อนเข้าไปพร้อมกัน ได้แก่ 1. CAS (Calibrated Airspeed) คือ ค่าความเร็วลมที่มีการปรับค่าความเที่ยงตรงแล้ว ตามอุณหภูมิความกดอากาศ ตำแหน่ง มุม ท่าทางต่าง ๆ ขณะที่ทำการวัด 2. Vertical Speed คือ อัตราการร่อน หรือการไต่ระดับที่คำนวณแบบ Secondary Attitude Air Reference Unit 3. Magnetic Heading คือ ทิศทางของสนามแม่เหล็กโลก 4. Radio Altitude Center คือ ค่าระยะทาง หรือความสูงที่ได้จากการคำนวณค่าระยะทางจากการส่งคลื่นวิทยุตรงส่วนกลางของเครื่องบินออกไปกระทบเข้ากับวัตถุแล้วมีคลื่นวิทยุสะท้อนกลับมา 5. Pitch Altitude คือ มุมขึ้นลงในแนวตั้งของส่วนหัวเครื่องบิน 6. Roll Altitude คือ มุมซ้ายขวาในการเอียงตัวของส่วนหัวเครื่องบิน 7. Greenwich Mean Time (GMT) คือ เวลามาตรฐานกรีนิชเป็นค่าเวลาที่คำนวณจากค่าเฉลี่ยเวลาที่ดวงอาทิตย์ข้ามผ่านเส้นเมริเดียนปฐม และอยู่ในตำแหน่งสูงสุดตอนเที่ยงวันในรอบหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปี และ 8. Flight Number คือ รหัสเที่ยวบินซึ่งประกอบไปด้วยรหัสของสายการบิน และเลขเที่ยวบิน ดังรูปที่ 4.12



รูปที่ 4.12 หน้าต่างแสดงผลเครื่องมือวัดพื้นฐาน

จากค่าพารามิเตอร์ที่แสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐาน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถพิจารณาค่าที่ได้จากเครื่องบินได้โดยตรงว่า ลักษณะการทำงานของเครื่องมือวัดเป็นอย่างไร

4.3 ผลการทดสอบโปรแกรมนำข้อมูลพารามิเตอร์แสดงภาพจำลองการบิน

ผลการทดสอบโปรแกรมนำข้อมูลพารามิเตอร์แสดงภาพจำลองการบิน โดยเริ่มจากอ่านไฟล์จากข้อมูลดิบเพื่อทำถอดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ต้องการจากนั้นทำการเลือกค่าพารามิเตอร์ ที่ต้องใช้ในการ Simulator และทำการรีแมป ค่าในพารามิเตอร์ให้ได้ค่าที่ถูกต้องสำหรับรองรับการ Simulator และนำค่าที่ถูกต้องที่ได้มารวมกันเป็นไฟล์เดียว ดังรูปที่ 4.13 และแปลงจากไฟล์ .CSV เป็นไฟล์ .TXT โดยเขียนข้อมูล .TXT ให้ตรงกับรูปแบบ FS Recorder ดังรูปที่ 4.14 แล้วจึงทำการแปลงไฟล์ .TXT เป็นไฟล์ .FRC ผ่านโปรแกรม FS Recorder Converter ดังรูปที่ 4.15 สุดท้ายนำไฟล์ .FRC ที่ได้ไป Run บนโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X แสดงดังรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

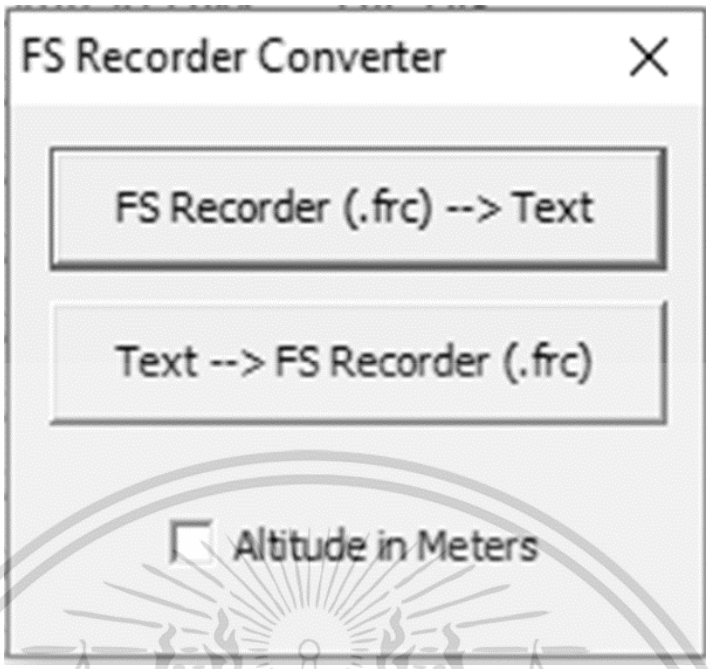
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	timestamp	latitude	longitude	altitude	pitch	bank	heading	onground	flaps	gear	parkbrake	IAS	TAS	mach
2	1	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.645	1	0	1	0	50	50	0.1
3	2	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.732	1	0	1	0	50	50	0.1
4	3	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.645	1	0	1	0	50	50	0.1
5	4	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.645	1	0	1	0	50	50	0.1
6	5	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.645	1	0	1	0	50	50	0.1
7	6	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
8	7	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
9	8	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
10	9	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
11	10	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
12	11	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
13	12	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
14	13	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
15	14	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
16	15	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
17	16	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
18	17	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
19	18	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
20	19	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
21	20	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
22	21	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
23	22	8.105146	98.30356	83	-0.264	-0.088	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
24	23	8.105146	98.30356	84	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
25	24	8.105146	98.30356	84	-0.22	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
26	25	8.105146	98.30356	84	-0.22	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1

รูปที่ 4.13 ค่าพารามิเตอร์ที่ผ่านการรีแมปแล้วมารวมเป็นไฟล์เดียวกัน

```
// Track 1
#Aircraft: "Boeing 747-400"
#TailNumber: "FN1412"
#StaticCGtoGround: 10.00000
#Data: timestamp      latitude      longitude     altitude      pitch         bank          heading       onground      velocityX     velocityY     velocityZ     flaps gear
      1.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264    0.000   105.645   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
      2.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.732   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
      3.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.645   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
      4.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.645   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
      5.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.645   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
      6.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
      7.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
      8.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
      9.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     10.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     11.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     12.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264    0.000   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     13.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     14.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     15.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     16.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     17.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     18.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     19.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.220    0.000   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     20.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264    0.000   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     21.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264    0.000   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     22.0000    8.10514577600   98.30355992100   83.000   -0.264   -0.088   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     23.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.264    0.000   105.557   1   0.00000   1.00000   0.00000   0   1
     24.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.220    0.000   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     25.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.220    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     26.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.264    0.000   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     27.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.264    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     28.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.264    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     29.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.220    0.000   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     30.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.220    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     31.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.264   -0.088   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     32.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.264   -0.088   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     33.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.264    0.000   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     34.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.264    0.000   105.469   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
     35.0000    8.10514577600   98.30355992100   84.000   -0.264   -0.088   105.557   1   0.00000   0.00000   0.00000   0   1
```

รูปที่ 4.14 ไฟล์ .TXT โดยเขียนข้อมูล .TXT ให้ตรงกับรูปแบบ FS Recorder

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 โปรแกรม FS Recorder Converter

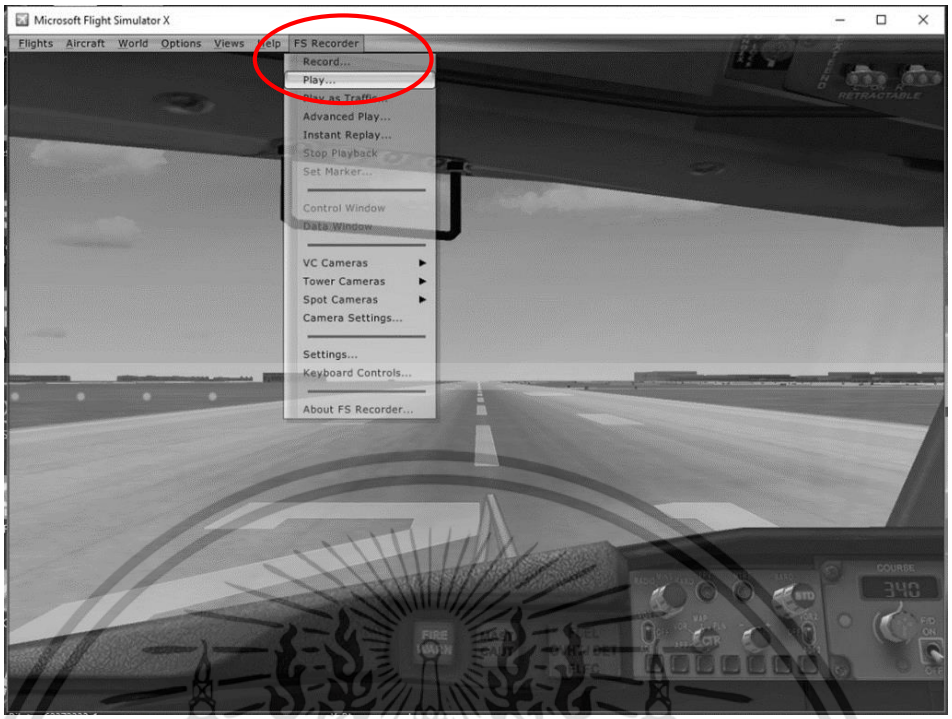
รูปที่ 4.16 หน้าต่างโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

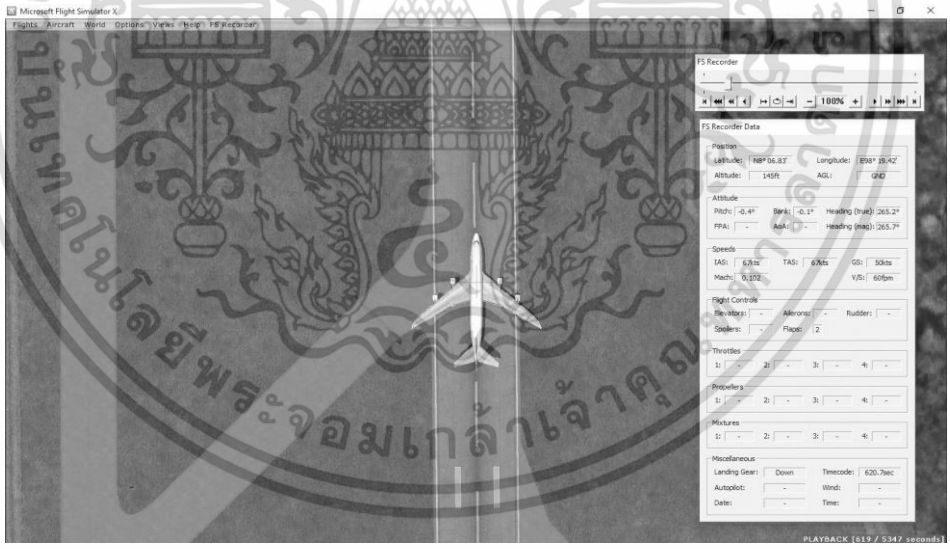
โดยเมื่อทำการเข้าโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X เพื่อทำการเปิดไฟล์ .frc ที่เราได้แปลงมาเรียบร้อยแล้ว จะเริ่มจากหน้าแรกของโปรแกรมให้กดปุ่ม FLY NOW! ในวงกลมสีแดง แสดงดังรูปที่ 4.17 จากนั้นทำการเลือก FS Recorder แล้วคลิกที่ Play ในวงกลมสีแดง แสดงดังรูปที่ 4.18 หลังจากนั้นจะทำการเลือกไฟล์ที่ต้องการดูภาพจำลองการบิน แสดงดังรูปที่ 4.19 เราสามารถเลือกหน้าต่าง ที่เอาไว้สำหรับการดูค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่แสดงผลและรีเพล์ความเร็วได้ตามที่ต้องการ ด้วยการคลิกที่แท็บ Control Window และ Data Window ในวงกลมสีแดง แสดงดังรูปที่ 4.20 ซึ่งหน้าต่าง Control Window และ Data Window แสดงดังรูปที่ 4.21 สามารถเปิดควบคู่ไปกับการแสดงภาพจำลองการบินได้ โดยภาพจำลองการบินดังกล่าว สามารถดูวีถีการขับเครื่องบินของนักบินได้เสมือนจริง เช่น การ Takeoff ของเครื่องบิน ว่ามีการเก็บล้อ (Gear) ที่ถูกต้องหรือไม่ แสดงดังรูปที่ 4.22 ดูมุมมองการเลี้ยวจากห้องนักบิน แสดงดังรูปที่ 4.23 การ Landing เครื่องบิน แสดงดังรูปที่ 4.24 และการเข้าจอดเครื่องบินบน Taxi แสดงดังรูปที่ 4.25

รูปที่ 4.17 หน้าแรกของโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

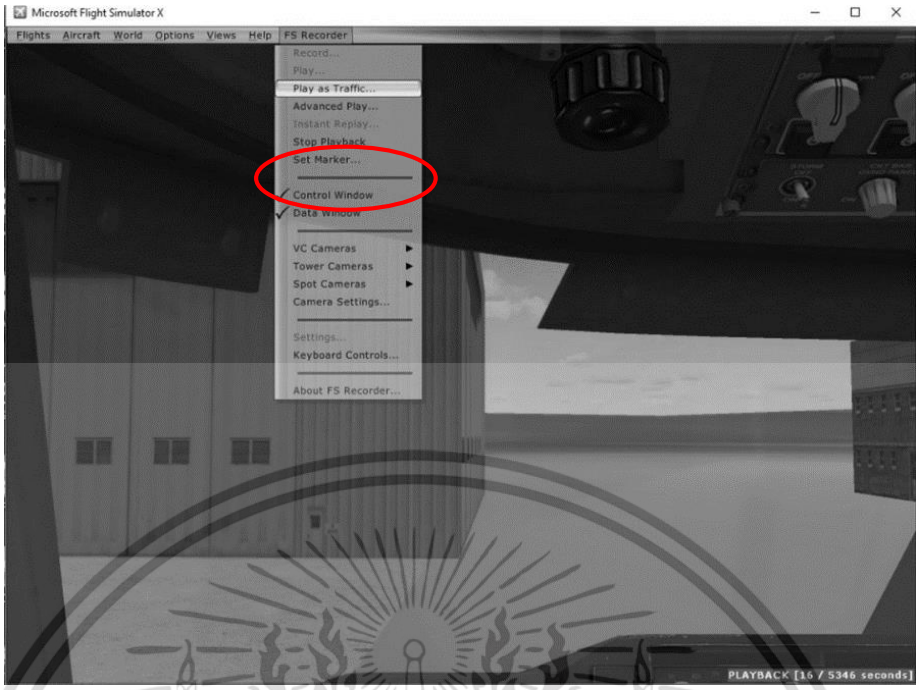


รูปที่ 4.18 วิธีเลือกไฟล์ .FRC ที่สร้างไว้นำมาแสดงภาพจำลองการบิน

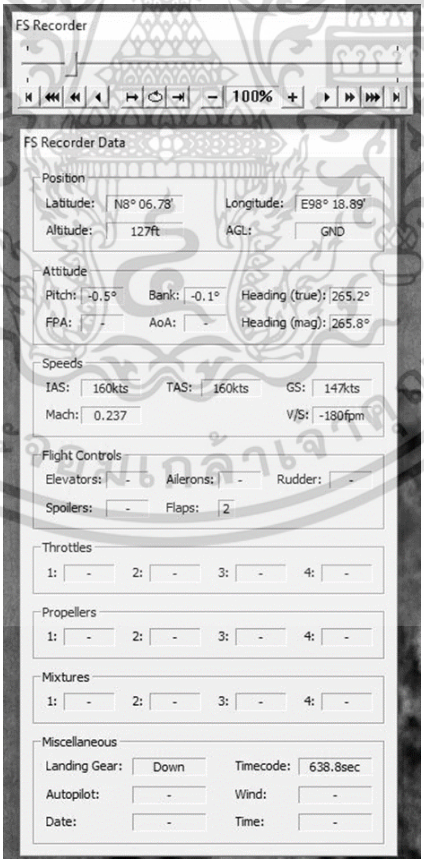


รูปที่ 4.19 ภาพจำลองการบินแสดงเครื่องบินบน Runway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

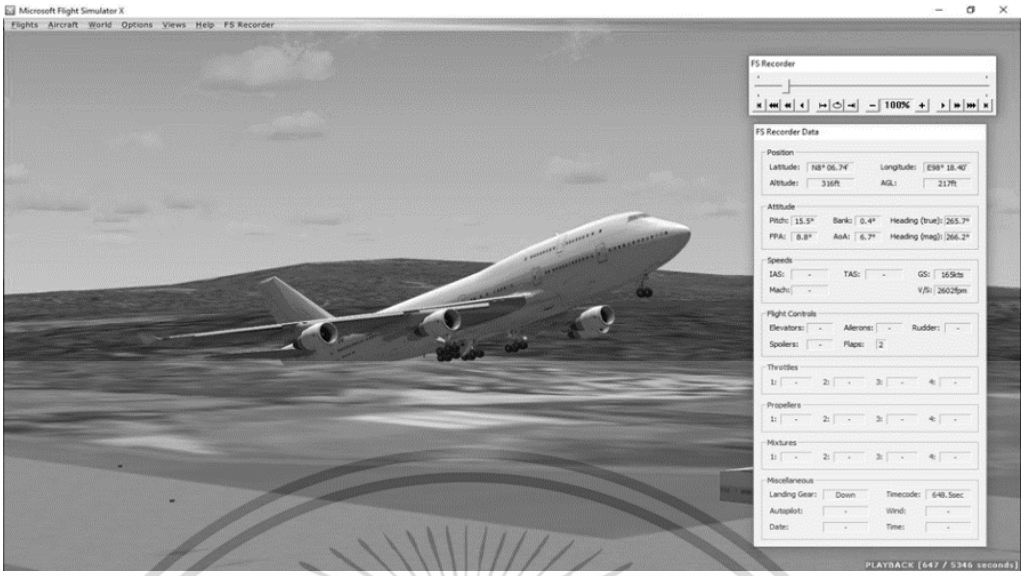


รูปที่ 4.20 วิธีเปิดหน้าต่าง Control Window และ Data Window



รูปที่ 4.21 หน้าต่าง Control Window และ Data Window

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

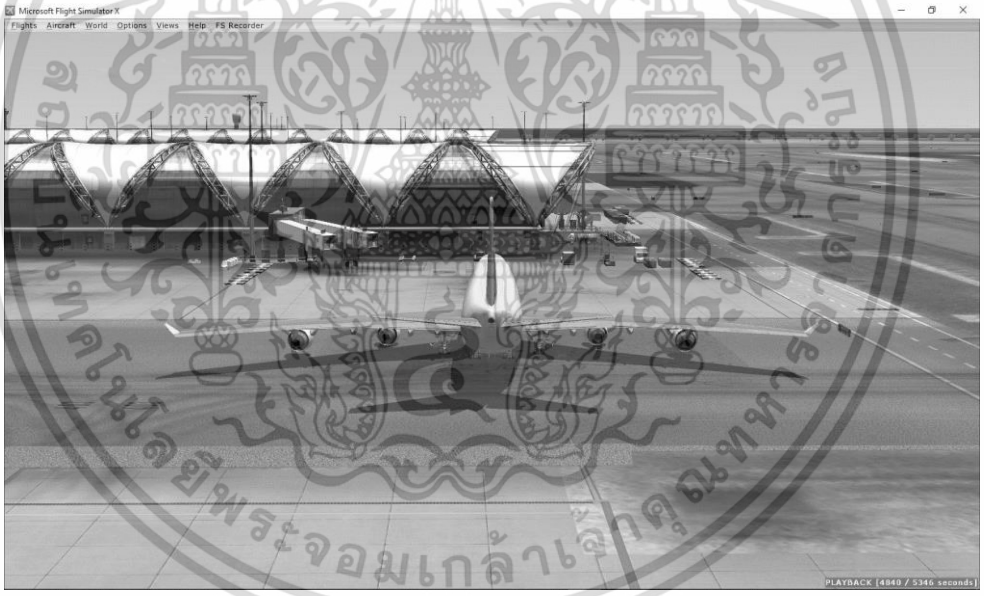


รูปที่ 4.22 การ Takeoff ของเครื่องบิน เช็คการเก็บล้อ (Gear)

รูปที่ 4.23 มุมมองจากห้องนักบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.24 เครื่องบิน Landing



รูปที่ 4.25 เครื่องบินเคลื่อนที่เข้า Taxi

จากภาพจำลองการบินที่แสดงผลให้เห็นนั้น ผู้ใช้งานสามารถเลือกไฟล์ข้อมูลดิบของรอบเที่ยวบินอื่น ๆ ที่มีมาพิจารณาและวิเคราะห์ตัวเครื่องบินเพื่อการบริหารจัดการได้ เช่น การเคลื่อนที่บนพื้น การกาง,เก็บ ปีก (Flaps) ในเวลาที่เหมาะสม การเก็บ,เปิดล้อ (Gear) ขณะ Take off

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Landing ตำแหน่งละติจูดและลองติจูดของเครื่องบินขณะที่ปฏิบัติการบินอยู่ เป็นต้น ซึ่งการมองภาพจำลองการบินจะทำให้เห็นภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้น ตัวอย่างการพิจารณาเครื่องบินจากภาพจำลองการบินดังนี้

1. การกางและเก็บปีก (Flap) เป็นส่วนประกอบที่อยู่บริเวณปลายของปีก มีหน้าที่สำคัญ 2 อย่าง นั่นคือ สร้างแรงยกเพื่อช่วยในการ Takeoff และช่วยลดความเร็วของเครื่องบินในขณะทำการ Landing โดยการสร้าง Drag force หรือก็คือแรงต้านซึ่งจะส่งผลให้ความเร็วของเครื่องบินลดลง โดยส่วนมากแล้วนักบินจะใช้ Flap ในช่วง Landing เป็นส่วนใหญ่ และจะไม่สามารถสั่งให้ Flap กางได้หากความเร็วของเครื่องบินสูงเกินกำหนดเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดขึ้นกับตัวเครื่องบิน

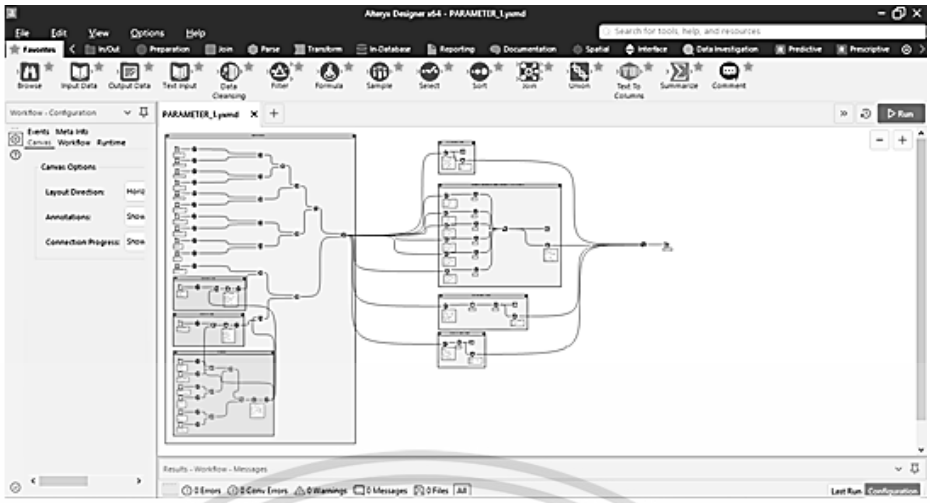
2. การเบรก (Brake) ช่วยเลี้ยวในพื้นที่จำกัดบนพื้น ดังนั้นถ้าต้องการลดความเร็วจะต้องเหยียบเบรกทั้งสองข้างในน้ำหนักที่เท่ากัน จึงจะทำให้เครื่องบินลดความเร็วลงในลักษณะที่เครื่องยังอยู่ในสภาพตรงในทิศทาง หรืออยู่บน ทางวิ่ง ไม่เลี้ยวไปในทิศทางใดทางหนึ่ง

3. การแลนดิง เกียร์ (Landing gear) สำหรับการเปิดและเก็บล้อ ทำหน้าที่ช่วยรับแรงกระแทกในขณะร่อนลง และช่วยรองรับเครื่องบินในขณะที่อยู่บนพื้นดิน ควรเปิดและเก็บในเวลาที่เหมาะสมกับการทำงาน เพื่อไม่ให้มีผลกระทบกับการบิน

4.4 ผลการทดสอบโปรแกรมสร้างทริกเกอร์

ผลการทดสอบโปรแกรมสร้างทริกเกอร์ จะได้มาจากเมื่อผู้ใช้งานได้ทำการถอดเอาค่าพารามิเตอร์ออกมาในรูปแบบไฟล์ .csv แล้วนำมาเข้าสู่ขั้นตอนการทำงานในโปรแกรม Alteryx ดังรูปที่ 4.26 โดยการทดสอบโปรแกรมสร้างทริกเกอร์ จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้

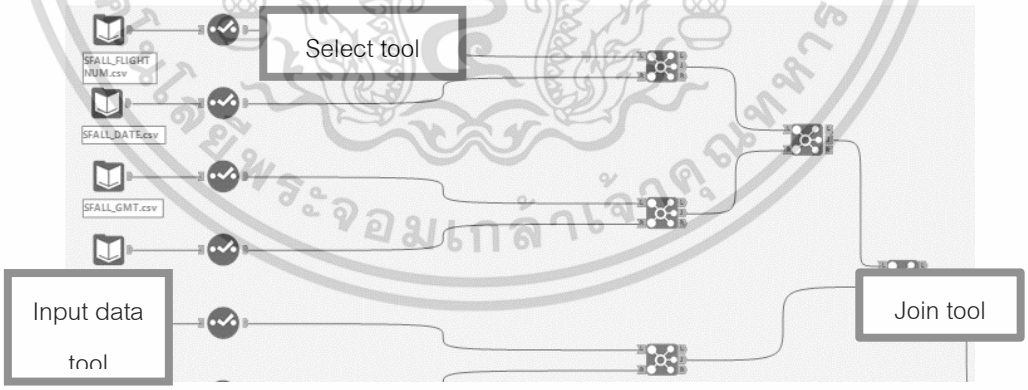
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.26 โปรแกรมการสร้างทริกเกอร์

4.4.1 ส่วนในการสร้างทริกเกอร์

ในส่วนนี้โปรแกรมจะทำการนำเอาไฟล์ข้อมูลของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาทำการรวมเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 4.27 เริ่มต้นจากนำไฟล์ของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เข้ามาในโปรแกรม โดยใช้ Input data tool จากนั้นทำการเลือกชนิดของข้อมูลใน Select tool เช่น int float string เป็นต้น แล้วเมื่อทำการเลือกชนิดของข้อมูลเสร็จโปรแกรมทำการรวมค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ด้วย Join tool

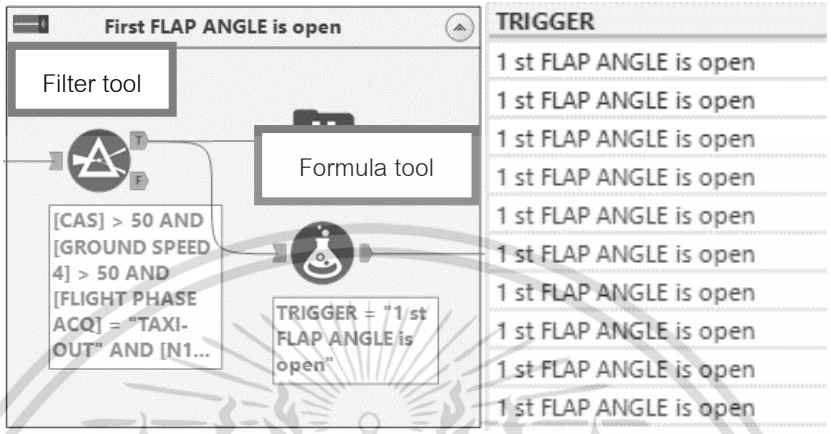


รูปที่ 4.27 ขั้นตอนการรวมพารามิเตอร์ต่าง ๆ

จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนที่ค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เข้าเงื่อนไขในการสร้างทริกเกอร์ โดยมีเงื่อนไขทั้งหมด 4 เงื่อนไข ดังนี้

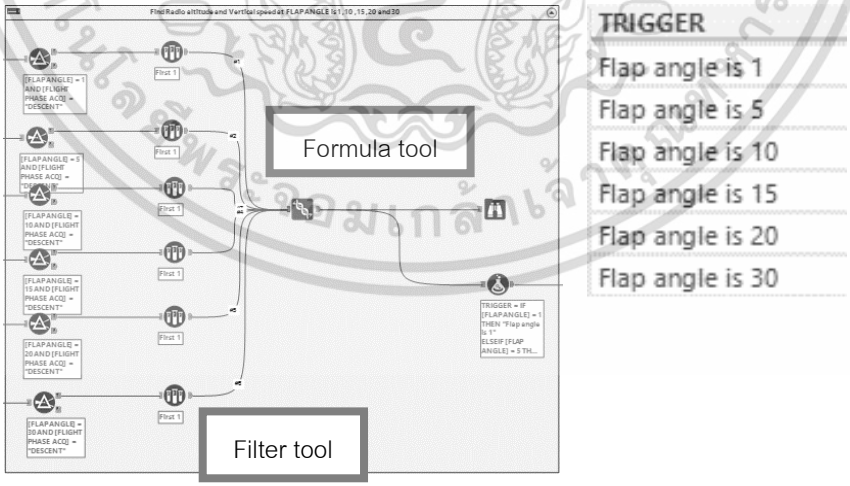
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. เงื่อนไขที่ 1 เมื่อผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบหาค่า Flap angle แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out ของเครื่องบินจะได้ทริกเกอร์ “1st FLAP ANGLE is open” ออกมา ดังรูปที่ 4.28 โดยนำค่าที่ทำการรวมค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาเข้าเงื่อนไขใน Filter tool



รูปที่ 4.28 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Flap angle แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out

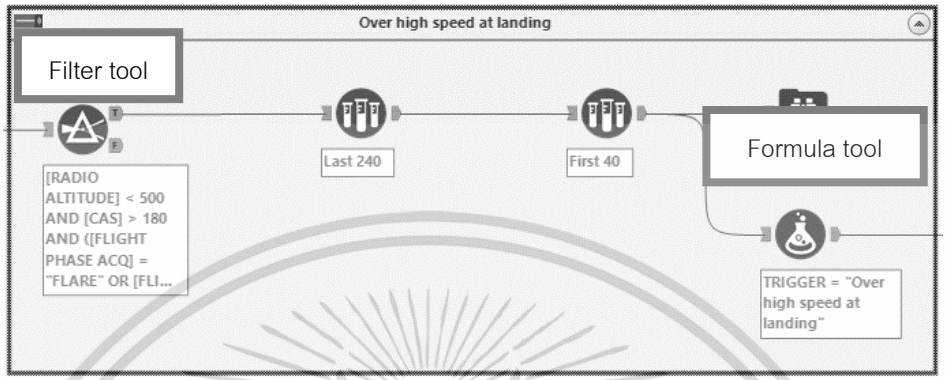
2. เงื่อนไขที่ 2 เมื่อผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบหาค่า Radio altitude กับค่า Vertical speed ที่ Flap angle กาง 1 ,10 ,15 ,20 ,และ 30 องศา ช่วงเอาเครื่องลงจะได้ทริกเกอร์ “FLAP ANGLE is 1, 5, 10, 15, 20, 30” ออกมา ดังรูปที่ 4.29 โดยนำค่าที่ทำการรวมค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาเข้าเงื่อนไขตามแต่ละ Filter tool



รูปที่ 4.29 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Flap angle ที่กาง 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 องศา ช่วงเอาเครื่องลง

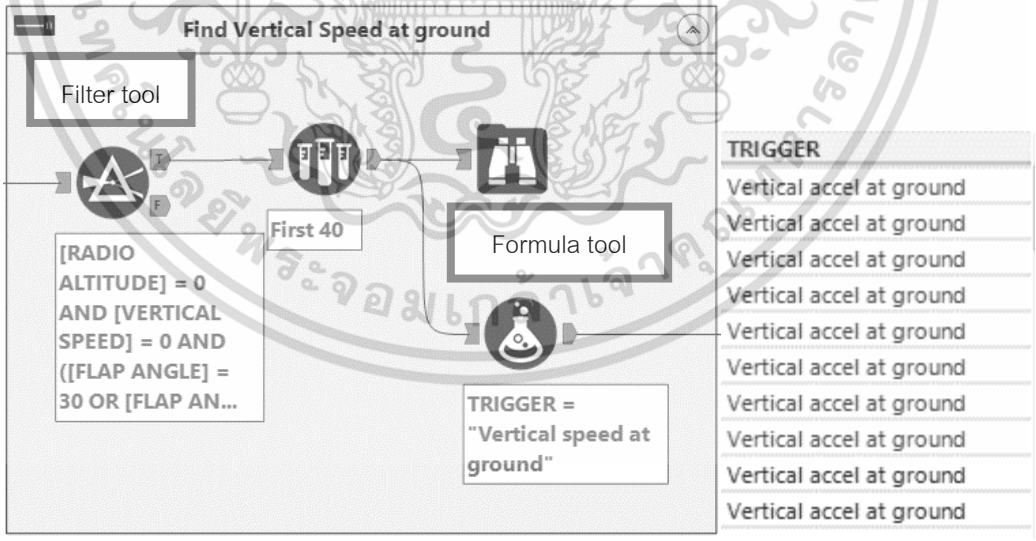
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. เงื่อนไขที่ 3 เมื่อผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบหาค่า Vertical speed สูงเกินในช่วง Landing ดังรูปที่ 4.30 โดยนำค่าที่ทำการรวมค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาเข้าเงื่อนไขใน Filter tool



รูปที่ 4.30 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Vertical speed สูงเกินในช่วง Landing

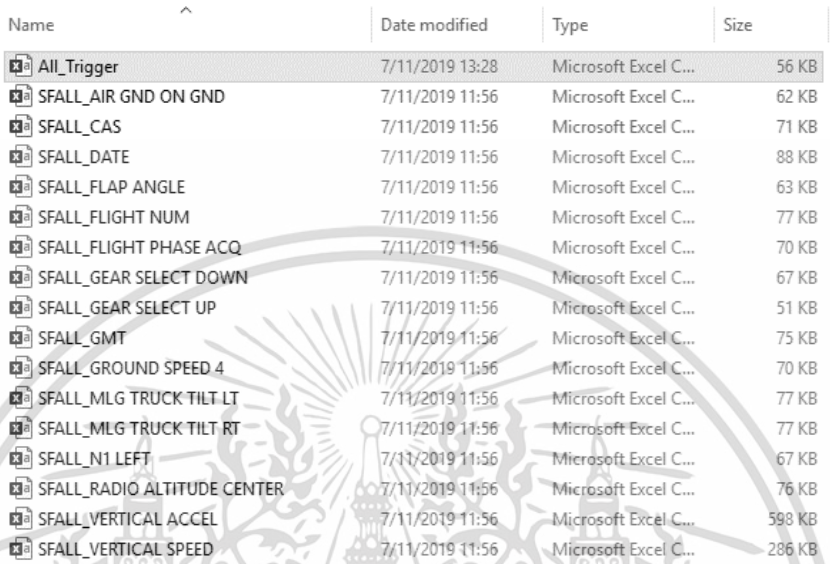
4. เงื่อนไขที่ 4 เมื่อผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบหาค่า Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground ดังรูปที่ 4.31 โดยนำค่าที่ทำการรวมค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาเข้าเงื่อนไขใน Filter tool



รูปที่ 4.31 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground

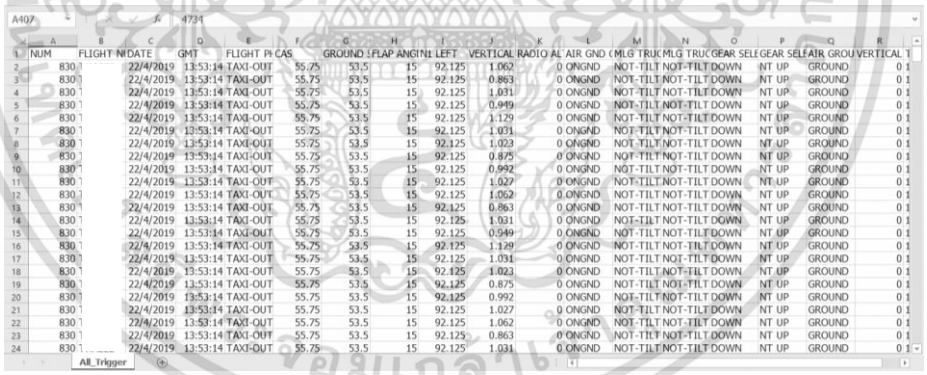
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากสร้างทริกเกอร์เสร็จก็นำทริกเกอร์แต่ละตัวมารวมเข้าด้วยกัน แล้วบันทึกเป็นไฟล์ .csv ดังรูปที่ 4.32 จะได้ไฟล์ All_Trigger.csv ออกมาโดยที่ภายในไฟล์จะมีค่าของพารามิเตอร์ทั้งหมด 18 ค่าที่ผ่านการตรวจสอบในการเข้าเงื่อนไขมาแล้ว ดังรูปที่ 4.33



Name	Date modified	Type	Size
All_Trigger	7/11/2019 13:28	Microsoft Excel C...	56 KB
SFALL_AIR GND ON GND	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	62 KB
SFALL_CAS	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	71 KB
SFALL_DATE	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	88 KB
SFALL_FLAP ANGLE	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	63 KB
SFALL_FLIGHT NUM	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	77 KB
SFALL_FLIGHT PHASE ACQ	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	70 KB
SFALL_GEAR SELECT DOWN	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	67 KB
SFALL_GEAR SELECT UP	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	51 KB
SFALL_GMT	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	75 KB
SFALL_GROUND SPEED 4	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	70 KB
SFALL_MLG TRUCK TILT LT	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	77 KB
SFALL_MLG TRUCK TILT RT	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	77 KB
SFALL_N1 LEFT	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	67 KB
SFALL_RADIO ALTITUDE CENTER	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	76 KB
SFALL_VERTICAL ACCEL	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	598 KB
SFALL_VERTICAL SPEED	7/11/2019 11:56	Microsoft Excel C...	286 KB

รูปที่ 4.32 ไฟล์ทริกเกอร์ที่สร้างออกมาได้จากพารามิเตอร์ทั้ง 18 ค่า



NUM	FLIGHT N	DATE	GMT	FLIGHT PH	CAS	GROUND S	FLAP ANGL	N1 LEFT	VERTICAL	RADIO AL	AIR GND (	MLG TRUC	MLG TRUC	GEAR SELE	GEAR SELE	AIR GROU	VERTICAL T
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.062	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	0.863	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.031	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	0.949	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.129	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.031	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.023	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	0.875	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	0.992	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.027	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.062	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	0.863	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.031	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	0.949	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.129	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.031	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.023	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	0.875	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	0.992	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.027	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.062	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	0.863	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1
830	1	22/4/2019	13:53:14	TAXI-OUT	55.75	53.5	15	92.125	1.031	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0 1

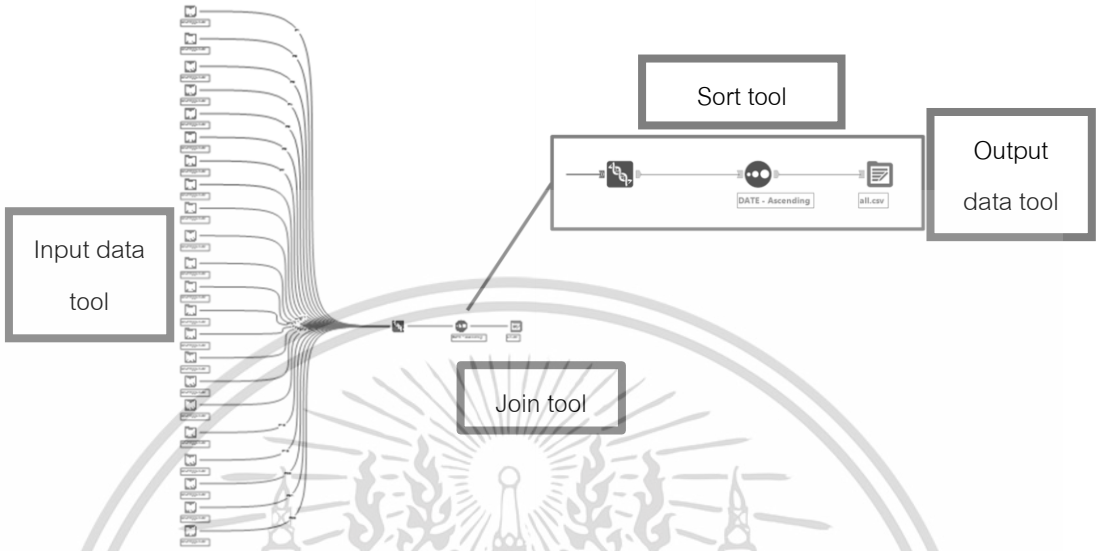
รูปที่ 4.33 ข้อมูลทริกเกอร์ภายในไฟล์ All_Trigger.csv

4.4.2 ส่วนในการรวมทริกเกอร์

ในส่วนของการรวมทริกเกอร์ หลังจากที่ทำการการสร้างทริกเกอร์ของทุกไฟล์แล้ว ต่อมาก็จะทำการรวมทริกเกอร์ที่ได้มาของแต่ละไฟล์เข้าด้วยกัน พร้อมทั้งเรียงข้อมูลตามวันที่จากน้อยไปมากแล้วบันทึกลงไฟล์ .csv ดังรูปที่ 4.34 โดยจะได้นำไฟล์ All_Trigger.csv ของ 22 ไฟล์ ที่ได้จากการนำค่าพารามิเตอร์ทั้ง 18 ค่าไปเข้าเงื่อนไข มารวมกันเป็นข้อมูลชุดเดียว โดยใช้ Join tool จากนั้นทำการ

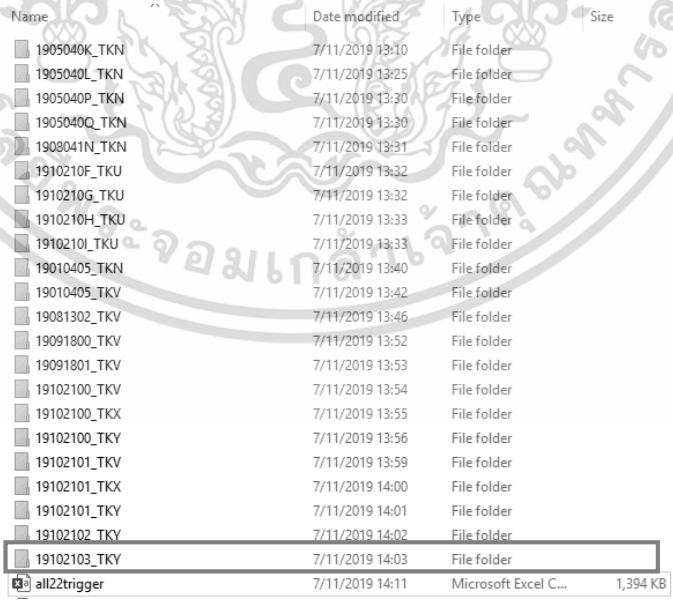
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ใช้ Sort tool เรียงข้อมูลตามวันที่จากน้อยไปมาก แล้วได้ผลลัพธ์ ออกมาเป็นข้อมูลของทริกเกอร์ทั้ง 22 ไฟล์ ในรูปแบบไฟล์ .csv



รูปที่ 4.34 ขั้นตอนการรวมทริกเกอร์ที่ได้จากไฟล์ Raw data หลาย ๆ ไฟล์

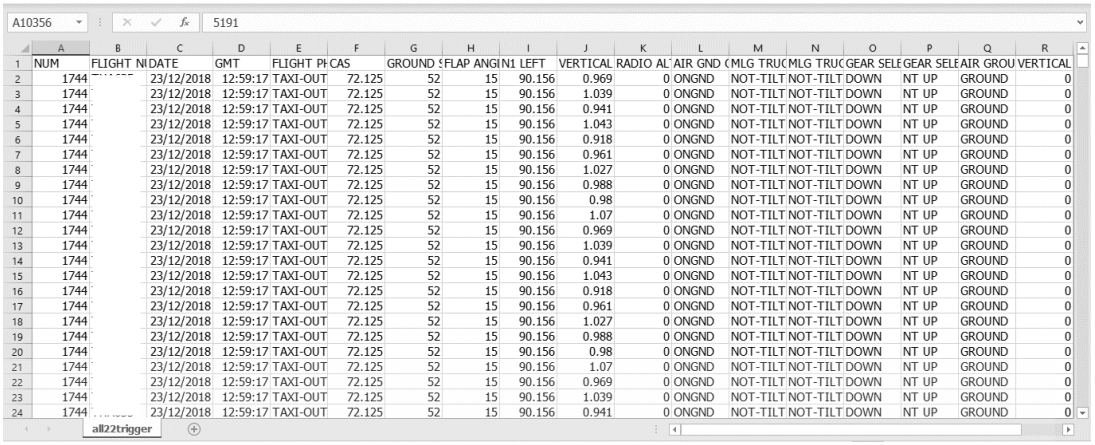
ผลการทดสอบโปรแกรมสร้างทริกเกอร์จะได้ ดังรูปที่ 4.35 คือมีไฟล์ .csv ที่มีข้อมูลทริกเกอร์ที่เข้ากับเงื่อนไขทั้งหมดของทุกไฟล์ออกมา และมีข้อมูลภายในดังแสดงในรูปที่ 4.36



Name	Date modified	Type	Size
1905040K_TKN	7/11/2019 13:10	File folder	
1905040L_TKN	7/11/2019 13:25	File folder	
1905040P_TKN	7/11/2019 13:30	File folder	
1905040Q_TKN	7/11/2019 13:30	File folder	
1908041N_TKN	7/11/2019 13:31	File folder	
1910210F_TKU	7/11/2019 13:32	File folder	
1910210G_TKU	7/11/2019 13:32	File folder	
1910210H_TKU	7/11/2019 13:33	File folder	
1910210I_TKU	7/11/2019 13:33	File folder	
19010405_TKN	7/11/2019 13:40	File folder	
19010405_TKV	7/11/2019 13:42	File folder	
19081302_TKV	7/11/2019 13:46	File folder	
19091800_TKV	7/11/2019 13:52	File folder	
19091801_TKV	7/11/2019 13:53	File folder	
19102100_TKV	7/11/2019 13:54	File folder	
19102100_TKX	7/11/2019 13:55	File folder	
19102100_TKY	7/11/2019 13:56	File folder	
19102101_TKV	7/11/2019 13:59	File folder	
19102101_TKX	7/11/2019 14:00	File folder	
19102101_TKY	7/11/2019 14:01	File folder	
19102102_TKY	7/11/2019 14:02	File folder	
19102103_TKY	7/11/2019 14:03	File folder	
all22trigger	7/11/2019 14:11	Microsoft Excel C...	1,394 KB

รูปที่ 4.35 ไฟล์รวมทริกเกอร์ของทั้ง 22 ไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

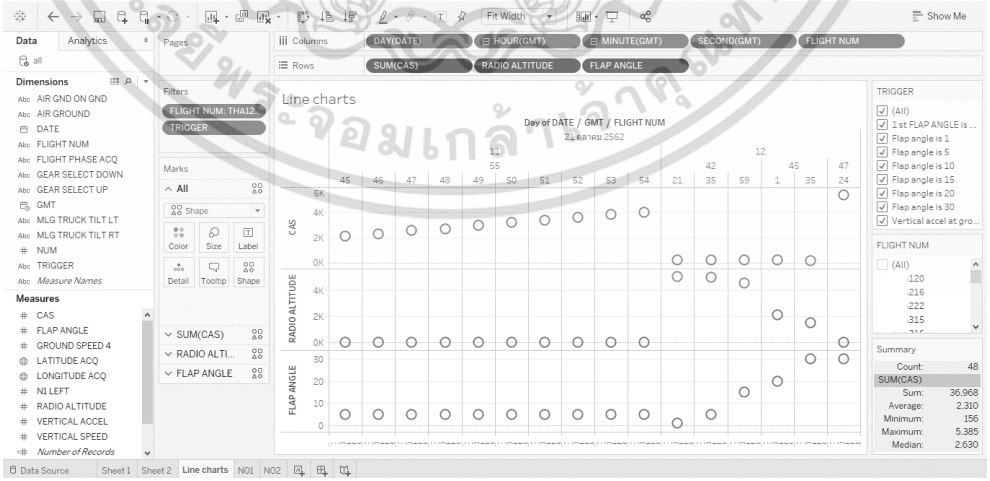


NUM	FLIGHT NI	DATE	GMT	FLIGHT PH	CAS	GROUND S	FLAP ANGL	N1 LEFT	VERTICAL	RADIO AL	AIR GND	MLG TRUC	MLG TRUC	GEAR SELE	GEAR SELE	AIR GROU	VERTICAL
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.969	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	1.039	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.941	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	1.043	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.918	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.961	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	1.027	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.988	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.98	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	1.07	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.969	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	1.039	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.941	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	1.043	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.918	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.961	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	1.027	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.988	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.98	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	1.07	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.969	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	1.039	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744		23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.941	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0

รูปที่ 4.36 ข้อมูลทริกเกอร์ภายในไฟล์ all22trigger.csv

4.5 ผลทดสอบโปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์

ผลการทดสอบโปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ เมื่อผู้ใช้งานได้ทำการสร้างทริกเกอร์ ได้มาจากไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินหลาย ๆ ไฟล์แล้ว ก็นำเอาข้อมูลรวมของทริกเกอร์มาแสดงผลเป็นกราฟ ดังรูปที่ 4.37 เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานทำการการวิเคราะห์การปฏิบัติการบินของนักบินได้สะดวก และง่ายยิ่งขึ้นจากตัวอย่างข้อมูลการปฏิบัติการบินทั้ง 22 ไฟล์นี้จะแสดงถึงการตรวจจับข้อบกพร่องของนักบินในช่วงที่ทำการออกตัว (Take off) กับช่วงที่ทำการลงจอด (Landing) ของเครื่องบินซึ่งเป็นข้อมูลที่มีระยะเวลาอยู่ในช่วงตั้งแต่วันที่ 23 ธันวาคม 2561 ถึง 22 เมษายน 2562 จะพบว่าไม่มีการทำการบินด้วยความเร็วที่เกินกำหนดในขณะที่ทำการลงจอดลงพื้น และมีบางข้อมูลการปฏิบัติการบินที่มีการกาง Flap angle ที่ไม่ถึง 30 องศาซึ่งอาจจะทำให้เครื่องบินเกิดความเสียหายได้

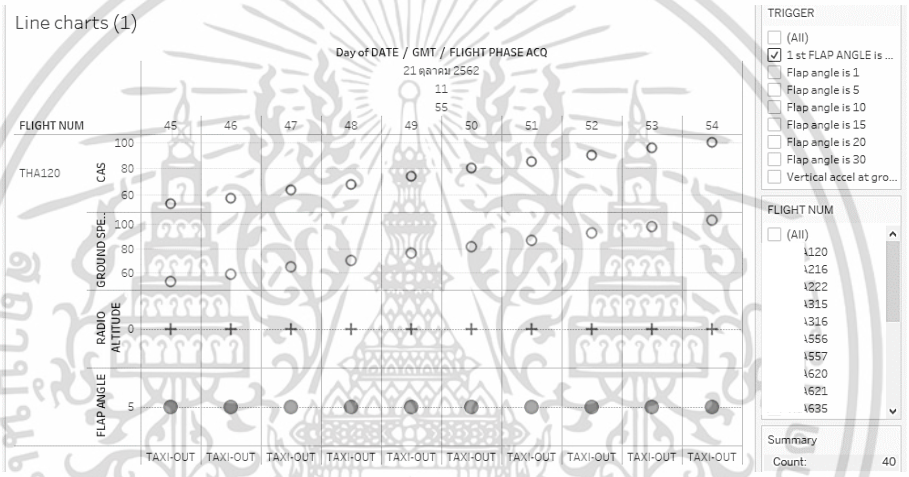


รูปที่ 4.37 แสดงผลการวิเคราะห์

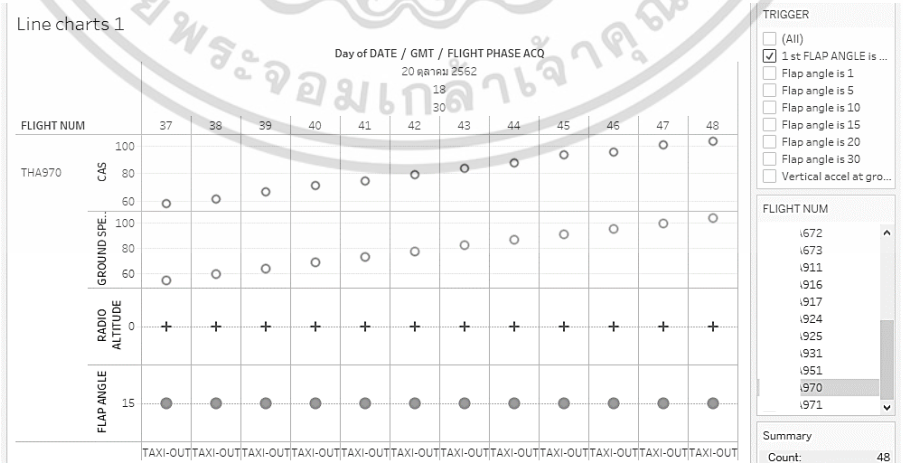
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5.1 แสดงผลการวิเคราะห์ของค่า Flap angle แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out

โดยที่มีคอลัมน์เป็น DATE, GMT, FLIGHT PHASE ACQ และมีแถวเป็น CAS, GROUND SPEED 4, RADIO ALTITUDE, FLAP ANGLE จะพบว่าในการกาง Flap angle ที่ 5 องศา ดังรูปที่ 4.38 เป็นการเริ่มกางแบบปกติเมื่อเครื่องบินจะทำการออกตัว (Take off) ด้วยความเร็วจนกระทั้งเครื่องบินสามารถยกตัวได้ถือเป็นสภาวะปกติ และการกาง Flap angle ที่มีค่าการเริ่มต้นกางที่ 15 องศา ดังรูปที่ 4.39 ก็ถือว่าเป็นการเริ่มกางแบบปกติ ซึ่งอาจจะมีเหตุปัจจัยด้านน้ำหนักบนเครื่องบินมาเกี่ยวข้องทำให้ต้องใช้แรงยกตัวเครื่องบินเพิ่มขึ้นในการทำการออกตัว (Take off) ส่วนในสภาวะที่ไม่ปกติ คือเมื่อเราไม่กาง Flap angle ก่อนจะทำการออกตัว (Take off) บนเครื่องจะมีการแจ้งเตือน (Warning) ว่า “Configuration”



รูปที่ 4.38 Flap angle แรกที่กางออก 5 องศา แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out ปกติ



รูปที่ 4.39 Flap angle แรกที่กางออก 15 องศา แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out ปกติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

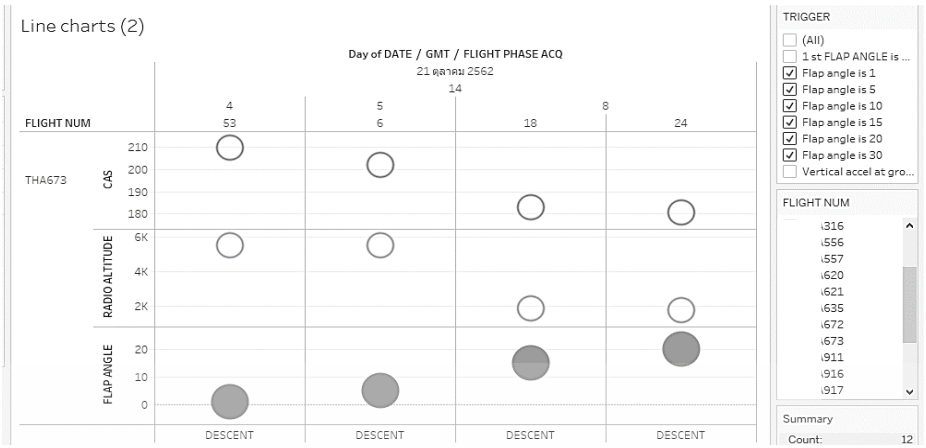
4.5.2 แสดงผลการวิเคราะห์ของค่า Flap angle ที่กาง 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 องศา ในช่วงทำการเอาเครื่องบินลง

โดยที่คอลัมน์ DATE, GMT, FLIGHT PHASE ACQ และมีแถวเป็น CAS, RADIO ALTITUDE, FLAP ANGLE จะพบว่าความสำคัญของ Flap คือช่วยเพิ่มพื้นที่ปีกเครื่องบินเพื่อเพิ่มแรงยกขณะที่ความเร็วเริ่มต่ำลง การกาง Flap จึงจะต้องคำนึงถึงระดับความสูง ความเร็ว และน้ำหนักของเครื่องบิน ความสำคัญในการกาง Flap angle ที่ 30 องศา เพราะเมื่อเครื่องบินใกล้สู่พื้นดิน ความเร็วร่อนจะต่ำกว่า 200 Knots ทำให้ไม่มีแรงยก จำเป็นต้องใช้ Flap angle ที่ 30 องศา เพื่อให้เกิดแรงยกมากที่สุด และหากเมื่อความเร็วต่ำกว่า 200 Knots ถ้าไม่ใช้ Flap angle ที่ 30 องศา เครื่องบินอาจเสียแรงยกที่ให้เครื่องบินเสียการทรงตัวในอากาศได้

ผลเสียของการกาง Flap จะเกิดผลเสียเมื่อความเร็วเกิน 200 Knots จะทำให้เครื่องบินเกิดแรงต้านสูงทำให้กินน้ำมัน และ ทำให้ตัว Flap Surface แตกหรือฉีกขาดได้ ผลการวิเคราะห์ดังแสดงในรูปที่ 4.40 และ 4.41

รูปที่ 4.40 Flap angle กางแบบปกติ

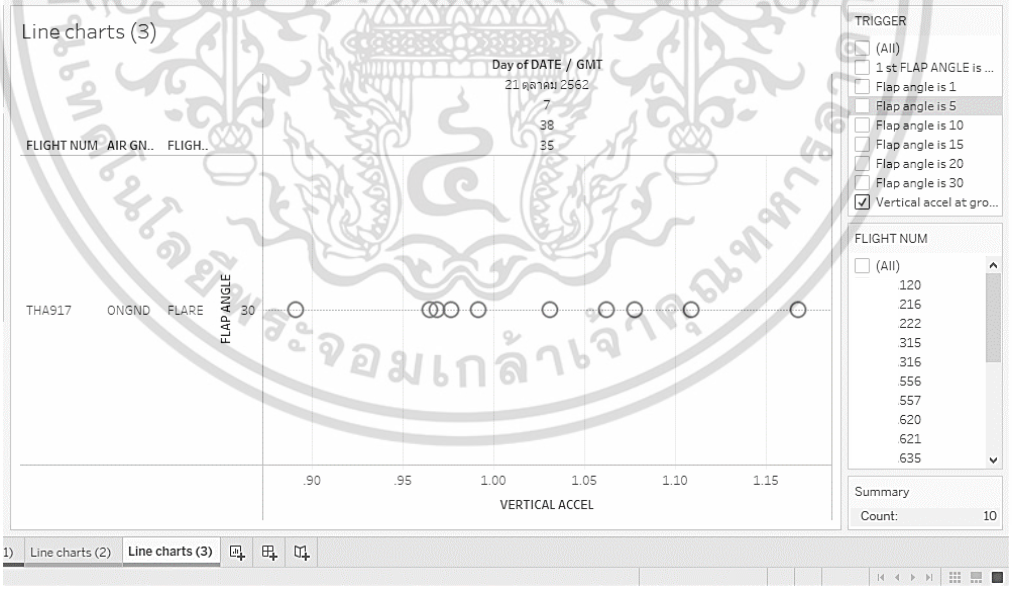
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.41 Flap angle กางไม่ถึง 30 องศา

4.5.3 แสดงผลการวิเคราะห์ของค่า Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground

การทำ Vertical acceleration trigger ก็เพื่อหาว่าการร่อนลงโดยใช้ความเร็วสูงในการลงจอดหรือการพยายามนำเครื่องลงแตะพื้นเร็วเกินไป จะทำให้เกิดแรงกระแทกรุนแรง ซึ่งจะเกิดขึ้นเมื่อมีค่า Vertical acceleration สูงกว่า 2 G (G = Gravity 9.81) โดย ดังรูปที่ 4.42 คือสภาวะการร่อนลงจอดแบบปกติ เครื่องบินจะเกิดค่า Vertical Acceleration ช่วงประมาณ 1 – 1.2G



รูปที่ 4.42 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่า Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้นำเสนอระบบ ระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบินสำหรับการบริหารการบิน ซึ่งใช้ข้อมูลจริงจากเครื่องบินที่ทำการปฏิบัติการในสายการบิน มาทำการถอดรหัสนำไปแสดงแสดงผลเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบิน ภาพจำลองการบิน และสร้างทริกเกอร์หาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินของนักบิน และนำไปตรวจสอบในการประเมินการให้คะแนนการปฏิบัติงานของนักบิน เพื่อสนับสนุนการป้องกันความปลอดภัย และสามารถทำรายงานการวิเคราะห์การบินให้กับนักบินได้อย่างสะดวก และรวดเร็วยิ่งขึ้น

ทดสอบระบบทำงานตามขั้นตอน ผลการทดสอบเป็นไปตามลำดับการทำงานของระบบแสดงเครื่องมือวัดได้ดี จำลองการบินได้ดี และหาค่าบกพร่องของการปฏิบัติการบินได้ตามค่าพารามิเตอร์ที่ถอดรหัสออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1] Thomas Cook Airlines. Thomson Airways. and Virgin Atlantic Airways. **Monitoring Matters Guidance on the Development of Pilot Monitoring Skills.** 2nd ed. West Sussex : Civil Aviation Authority. 2013.

[2] Dismukes, R. and Berman, B. **Checklists and Monitoring in the Cockpit: Why Crucial Defenses Sometimes Fail**. Moffett Field, California : National Aeronautics and Space Administration Ames Research Center. 2010.

[3] Frédéric, D. et. al. "Pilot Flying and Pilot Monitoring's Aircraft State." **The International Journal of Aerospace Psychology**., vol. 27, no 10, 2017. pp. 15-28

[4] Gabriel M., Constantin R., And Ioana E. "Pilots' Performances Optimizing in Complex Simulated Environment: Contribution of Longitudinal Component of Virtual Flight." **IEEE International Conference on E-Health and Bioengineering.,** vol.4, November 2013

[5] European Commission Dg Mobility And Transport. **Statistical Data, Data Analysis And Recommendation On Collection Of Data In The Field Of General Aviation In Europe**, n.p. December 2015

[6] Rantanen E. et. al. "Derivation Of Pilot Performance Measures From Flight Data Recorder Information" **International Symposium on Aviation Psychology.,** vol11, March 2001

[7] Lingo Thailand, **"คำศัพท์เกี่ยวกับตัวเครื่องบิน Airplane Vocabulary."** [Online]. Available : http://lingolanguage.blogspot.com/2014/04/airplane-vocabulary .html. 2566.

[8] รังสฤษฎ์ รังสรรค์. "**Aeromedical transportation.**" [Online]. Available : https://ergoldbook.blogspot.com/2015/07/aeromedical-transportation-bcat-22.html. 2566.

[9] flyingfish. "**Where Does The Term Black Box Come From?.**" [Online]. Available : https://flyingwithfish.boardingarea.com/2010/02/10/reader-mail-where-does-the-term-black-box-come-from. 2566.

[10] Kittiyakorn Kavepon, "**สเถียรภาพ (Stability).**" [Online]. Available : https://kavepon33mtts.tripod.com/html/GroundSchool/PinStability.htm. 2566.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม (ต่อ)

[11] Chootair. “**Avionic Instrument Controls,**” [Online]. Available : https://www .codeproject.com/Articles/27411/C-Avionic-Instrument-Controls. 2566.

[12] Academia. “**TFCtext10 Thai Introduction.**” [Online]. Available : https://www.academia.edu/15135596/TFCtext10_Thai_Introduction. 2566.

[13] P.Phanh. “**10 เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับกล่องดำ Black Box ในเครื่องบิน.**” [Online]. Available : https://teen.mthai.com/variety/69224.html. 2566.

[14] sator4u_team. “**ชำแหละ “กล่องดำ” อุปกรณ์บอกเหตุก่อนเครื่องบินตก.**” [Online]. Available : https://www.sator4u.com/paper/1731. 2566.

[15] Aviation, “**Black Box.**” [Online]. Available : http://aviationknowledge.wikidot. com/aviation:black-box. 2566.

[16] กมลวรรณ. “**กล่องดำคืออะไร แล้วทำไมจึงสำคัญกับเครื่องบิน.**” [Online]. Available : https://tonkit360.com/76308. 2566.

[17] Ostroumov Ivan, “**Flight Data Recorders.**” [Online]. Available : https://avionics .sciary.com/flight_data_recorders. 2566.

[18] Aviation Committees “**License Agreement.**” [Online]. Available : https:// aviation-ia.saeitc.com/standards/arinc429p1-19-429p1-19- digital-information-transfer-system-dits-part-1-functional-description-electrical-interfaces-label-assignments-word-formats. 2566.

[19] Daniel, M. **ARINC 429.** n.p. CRC Press LLC. 2566.

[20] Michael Everson. “**Mailing Lists Paramitor.**” [Online]. Available : http://www .evertype.com/standards/iso8859/8859-14.html. 2566.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

[1] เกียรติศักดิ์ ก้อนสีลา และคณะ. “ระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบินสำหรับการบริหารการบิน” **การประชุมทางวิชาการ ECTI-CARD 2023 ครั้งที่ 15.** ประจวบคีรีขันธ์, ประเทศไทย, หน้า 102-105. 2566.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ–นามสกุล นายเกียรติศักดิ์ ก้อนสีลา

วัน เดือน ปีเกิด 12 สิงหาคม 2530

ที่อยู่ปัจจุบัน 39/471 หมู่ 11 หมู่บ้านปรีชา ถ.หนามแดง-บางพลี ต.บางแก้ว อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540

ประวัติการศึกษา พ.ศ. 2553 อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา

พ.ศ. 2562 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ผลงานทางวิชาการ ระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบินสำหรับการบริหารการบิน (Flight data analysis system for pilot monitoring for airline management) ซึ่งจัดแสดงในงาน ประชุมวิชาการระดับชาติ งานวิจัยและพัฒนาเชิงประยุกต์ ครั้งที่ 15 (ECTI-CARD 2023) ณ Hua Hin Grand Hotel & Plaza

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้