รายงานสหกิจศึกษาฉบับสมบูรณ์

ระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน

Flight data analysis system for pilot monitoring

นางสาวสุธีธิดา จันทคราม

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงงานสหกิจศึกษา ระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน
ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวสุธีธิดา จันทคราม
คณะ วิศวกรรมศาสตร์ **ภาควิชา** วิศวกรรมโทรคมนาคม
ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล
ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายดุษฎี ภูกองไชย และ นายชัยรัตน์ ศรีวิลาศ
สถานประกอบการ บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

โครงงานนี้ได้นำเสนอการออกแบบและพัฒนาระบบการวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน ของกองติดตามและตรวจสอบการปฏิบัติการบินของบริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) เป็นระบบที่นำเอาข้อมูลการบินจากอากาศยาน มาทำการถอดรหัสเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการบิน เช่น Calibrated Airspeed, Greenwich Mean Time, Magnetic Heading, Radio Altitude, Vertical Speed และ Flight Number จากนั้นก็นำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปสร้างทริกเกอร์ที่แสดงถึงเหตุการณ์ที่ต้องการตรวจสอบการปฏิบัติงานการบินของนักบิน และนำทริกเกอร์ทั้งหมดที่ทำการตรวจจับได้มาแสดงในรูปแบบกราฟ เพื่อหาข้อบกพร่องในการปฏิบัติงานทางการบินของนักบิน

คำสำคัญ : การวิเคราะห์ข้อมูล, การปฏิบัติการบิน, ทริกเกอร์, พารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Cooperative Title: Flight data analysis system for pilot monitoring
Student intern name: Miss Sutheethida Jantakram
Faculty: Engineering **Department:** Telecommunication Engineering
Advisor name: Asst. Prof. Dr. Phichet Moungnoul
Mentor name: Mr. Dusadee Pookongchai and Mr. Chairat Sriwirat
Company: Thai Airways International Public Company Limited

ABSTRACT

This project presents the design and develop a system for Flight data analysis system for pilot monitoring in flight data monitoring program department of Thai Airways International Public Company Limited. It is a system that brings flight data from aircraft to retrieve parameters related to flight operations such as Calibrated Airspeed, Greenwich Mean Time, Magnetic Heading, Radio Altitude, Vertical Speed, and Flight Number. Then use the parameters to create a trigger that represents the event that needs to be detected the pilot's flight and bring all of triggers that have been detected to display in graph to find flight flaws of the pilot.

Keywords: Data analysis, Flight operations, Trigger, Parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงาน “ระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน” ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศกรรมศาสตร์เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาจัดโครงการสหกิจศึกษา โครงงานนี้ไม่อาจสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีหากขาดการสนับสนุนจากหลาย ๆ ฝ่าย ดังนี้

ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล ซึ่งเป็นอาจารย์นิเทศผู้ที่ได้ให้คำปรึกษา แนวคิด และชี้แนะแนวทางในการทำงาน คอยสนับสนุนช่วยเหลือเมื่อมีปัญหาตลอดการทำโครงการนี้ คุณดุษฎี ภูกองไชย และคุณชัยรัตน์ ศรีวิลาศ กองติดตามและตรวจสอบการปฏิบัติการบินที่คอยให้คำปรึกษา ช่วยแนะนำแนวทางในการแก้ปัญหา รวมทั้งคอยสนับสนุนอุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน สถานที่ ตลอดระยะเวลาในการดำเนินงาน

ขอขอบคุณ พี่ ๆ และเพื่อน ๆ ภายในบริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) ทุกคนที่คอยให้ความช่วยเหลือ ให้คำปรึกษาในเรื่องต่าง ๆ และให้ความรู้เพิ่มเติมที่เป็นประโยชน์ต่อผู้จัดทำ

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยส่งเสริมและสนับสนุนทางด้านปัจจัยในการทำโครงงาน และคอยให้กำลังใจในการทำโครงการสหกิจศึกษานี้ ดังนี้

นางสาวสุธีธิดา จันทคราม
ผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	**1**
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 วิธีการดำเนินงานโครงงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	**4**
2.1 องค์ประกอบของเครื่องบิน	4
2.2 เทคโนโลยีการบันทึกข้อมูลบนเครื่องบิน	7
2.3 ARINC	11
2.4 พารามิเตอร์ที่ได้จากการถอดรหัสข้อมูล	18
2.5 ข้อมูลพารามิเตอร์	20
2.6 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน	43
บทที่ 3 การออกแบบและการจัดทำโครงงาน	**50**
3.1 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบินเพื่อหาค่าพารามิเตอร์	51
3.2 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมสร้างทริกเกอร์	74
3.3 การออกแบบการทำงานโปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์	82
3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	82
3.5 การจัดเก็บผลการทดลอง	83

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 ผลการทดลอง **84**

4.1 ผลการทดสอบโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบินเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ 84

4.2 ผลการทดสอบโปรแกรมสร้างทริกเกอร์ 87

4.3 ผลทดสอบโปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ 93

บทที่ 5 สรุปผลและข้อเสนอแนะ **98**

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน 98

5.2 ประโยชน์ของโครงงาน 98

5.3 ข้อเสนอแนะ 98

บรรณานุกรม **99**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน	2
ตารางที่ 2.1 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAS	21
ตารางที่ 2.2 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL SPEED (SAARU)	21
ตารางที่ 2.3 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MAGNETIC HEADING	21
ตารางที่ 2.4 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLAP ANGLE	22
ตารางที่ 2.5 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLAP POSITION	22
ตารางที่ 2.6 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SLATS SNS L POSN	22
ตารางที่ 2.7 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SLATS SNS R POSN	23
ตารางที่ 2.8 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SLATS POSN	23
ตารางที่ 2.9 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIR GND ON GND	23
ตารางที่ 2.10 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GMT	24
ตารางที่ 2.11 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE LEFT	24
ตารางที่ 2.12 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE CENTER	24
ตารางที่ 2.13 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE RIGHT	25
ตารางที่ 2.14 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PITCH ALTITUDE	25
ตารางที่ 2.15 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ROLL ALTITUDE	25
ตารางที่ 2.16 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LATITUDE ACQ	26
ตารางที่ 2.17 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LONGITUDE ACQ	26
ตารางที่ 2.18 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ALTITUDE 1013 (SAARU)	26
ตารางที่ 2.19 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GPS ALTITUDE	26
ตารางที่ 2.20 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GROUND SPEED 4	27
ตารางที่ 2.21 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GROUND SPEED (SAARU)	27
ตารางที่ 2.22 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GPS GROUND SPEED	27
ตารางที่ 2.23 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SPDBRAKE LEVER POSN	28
ตารางที่ 2.24 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 1 POSN	28
ตารางที่ 2.25 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 2 POSN	28
ตารางที่ 2.26 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 3 POSN	29
ตารางที่ 2.27 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ F/O WHL 1 POSN	29
ตารางที่ 2.28 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ F/O WHL 2 POSN	29

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.29 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ F/O WHL 3 POSN	30
ตารางที่ 2.30 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GEAR SELECT DOWN	30
ตารางที่ 2.31 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GEAR SELECT UP	30
ตารางที่ 2.32 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLIGHT NUM	31
ตารางที่ 2.33 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD LWR POSN	31
ตารางที่ 2.34 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD MDD POSN	31
ตารางที่ 2.35 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD UPR POSN	32
ตารางที่ 2.36 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD POSN	32
ตารางที่ 2.37 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD TRIM POSN	32
ตารางที่ 2.38 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SPOILER 1 – 14 PCU POS	33
ตารางที่ 2.39 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MLG TRUCK TILT RT	34
ตารางที่ 2.40 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MLG TRUCK TILT LT	34
ตารางที่ 2.41 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N1 LEFT	35
ตารางที่ 2.42 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N1 RIGHT	35
ตารางที่ 2.43 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N2 LEFT	35
ตารางที่ 2.44 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N2 RIGHT	36
ตารางที่ 2.45 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLIGHT PHASE ACQ	36
ตารางที่ 2.46 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ DATE	37
ตารางที่ 2.47 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LATERAL ACCEL	37
ตารางที่ 2.48 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LON ACCEL	37
ตารางที่ 2.49 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL ACCEL	38
ตารางที่ 2.50 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ELEVATOR POSN PFC	38
ตารางที่ 2.51 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 1	38
ตารางที่ 2.52 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 2	39
ตารางที่ 2.53 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 3	39
ตารางที่ 2.54 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN INBD LT	39
ตารางที่ 2.55 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN OTBD LT	40
ตารางที่ 2.56 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN INBD RT	40
ตารางที่ 2.57 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN OTBD RT	40
ตารางที่ 2.58 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TRA IN FORWARD 1	41

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง (ต่อ)

ตารางที่	หน้า
ตารางที่ 2.59 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TRA IN FORWARD 2	41
ตารางที่ 2.60 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FMF ALTITUDE	41
ตารางที่ 2.61 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TCAS	42
ตารางที่ 2.62 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL SPEED	42
ตารางที่ 2.63 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TAS	42
ตารางที่ 2.64 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MACH	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน	3
รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องบิน [13]	4
รูปที่ 2.2 เครื่องบันทึกเสียงในห้องนักบิน (The Cockpit Voice Recorder – CVR) [2]	7
รูปที่ 2.3 เครื่องบันทึกข้อมูลการบิน (The Flight Data Recorder – FDR) [2]	8
รูปที่ 2.4 ตำแหน่งที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ และกล่องดำภายในเครื่องบิน	8
รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบภายในกล่องดำ [2]	9
รูปที่ 2.6 Quick access recorder (QAR)	10
รูปที่ 2.7 รูปแบบการบันทึกข้อมูล	10
รูปที่ 2.8 รูปแบบการแปลงข้อมูล [1]	11
รูปที่ 2.9 ระดับแรงดันไฟฟ้า [1]	12
รูปที่ 2.10 ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีสัญญาณรบกวน [1]	12
รูปที่ 2.11 ระดับแรงดันไฟฟ้าที่มีสัญญาณรบกวน [1]	12
รูปที่ 2.12 รหัสเลขบิตที่บอกถึงแหล่งที่มา หรือปลายทาง [1]	14
รูปที่ 2.13 รหัสเลขบิตบอกสถานะ SSM [1]	15
รูปที่ 2.14 รหัสเลขบิตของ BCD Numeric SSM [1]	16
รูปที่ 2.15 สถานะรหัสเลขบิตที่ 30 และ 31 ของ BNR [1]	17
รูปที่ 2.16 สถานะรหัสเลขบิตที่ 29 ของ BNR [1]	17
รูปที่ 2.17 สถานะรหัสเลขบิตที่ 11 ของ BNR [1]	17
รูปที่ 2.18 สถานะรหัสเลขบิตแบบ Discrete [1]	18
รูปที่ 2.19 โครงสร้างของข้อมูลบันทึการบิน	19
รูปที่ 2.20 ตาราง ISO No. 5	20
รูปที่ 2.21 โปรแกรมภาษา Python	44
รูปที่ 2.22 โปรแกรม Alteryx	45
รูปที่ 2.23 รูปแบบของโปรแกรม Alteryx	46
รูปที่ 2.24 โครงสร้างของโปรแกรม Alteryx	47
รูปที่ 2.25 เครื่องมือจากหมวดหมู่รายการโปรดของโปรแกรม Alteryx	47
รูปที่ 2.26 โปรแกรม Tableau	48
รูปที่ 2.27 รูปแบบ Dashboard	49
รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน	50
รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 3.3 รูปแบบข้อมูลภายในไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน	51
รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วน PO1	53
รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนโมดูลฟังก์ชันที่ทำทุก ๆ ซับเฟรม	61
รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบทั่วไป	62
รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Sign bit	63
รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Discrete 2 ตัว	64
รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Discrete 4 ตัว	65
รูปที่ 3.10 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Discrete 16 ตัว	68
รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบเป็น GMT	69
รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบเป็นวันที่	70
รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้ตาราง ISO No. 5	71
รูปที่ 3.14 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้การนำ 2 คำมารวมกันได้ 1 ค่า	73
รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วน PO2	74
รูปที่ 3.16 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วน PO3	75
รูปที่ 3.17 แผนผังการทำงานในส่วนของการเข้าเงื่อนไขการสร้างทริกเกอร์	75
รูปที่ 3.18 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขตรวจจับสถานะที่มีการเริ่มกาง Flap angle ครั้งแรกขณะที่เครื่องบินทำการออกจากสนามบิน (Taxi-out)	76
รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขการตรวจจับสถานะของการกาง Flap angle ที่มุมต่าง ๆ ขณะที่เครื่องบินทำการนำเครื่องลง (Descent)	79
รูปที่ 3.20 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขการตรวจจับค่าความเร็วสูงขณะที่เครื่องบินทำการลงจอด (Landing)	80
รูปที่ 3.21 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขการตรวจจับสถานะของ Vertical accel ขณะที่เครื่องบินมีสถานะเป็นภาคพื้นดิน (Ground)	80
รูปที่ 3.22 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วน PO4	81
รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วน PO5	82
รูปที่ 3.24 โน๊ตบุ๊ค dell	82
รูปที่ 4.1 ขั้นตอนการใส่ชื่อไฟล์ และที่อยู่ของไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน	84
รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการเลือกโมดูล	85
รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการใส่ข้อมูลของพารามิเตอร์	85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
รูปที่ 4.4 ไฟล์ .csv ของค่าพารามิเตอร์	85
รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการถามว่าต้องการหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปหรือไม่	86
รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการถามว่าต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่	87
รูปที่ 4.7 ข้อมูลของพารามิเตอร์ที่ได้ออกมา	87
รูปที่ 4.8 โปรแกรมการสร้างทริกเกอร์	88
รูปที่ 4.9 ขั้นตอนการรวมพารามิเตอร์ต่าง ๆ	88
รูปที่ 4.10 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Flap angle แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out	89
รูปที่ 4.11 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Flap angle ที่กาง 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 องศา ช่วงเอาเครื่องลง	89
รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Vertical speed สูงเกินในช่วง Landing	90
รูปที่ 4.13 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground	90
รูปที่ 4.14 ไฟล์ .csv ที่ได้มาจากการสร้างทริกเกอร์	91
รูปที่ 4.15 ขั้นตอนการรวมทริกเกอร์ที่ได้จากไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินหลาย ๆ ไฟล์	92
รูปที่ 4.16 ไฟล์ .csv ที่ได้มาจากการรวมทริกเกอร์ของทุกไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน	93
รูปที่ 4.17 ขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์	93
รูปที่ 4.18 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่า Flap angle แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out	94
รูปที่ 4.19 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่า Flap angle ที่กาง 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 องศา	95
รูปที่ 4.20 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่า Vertical speed สูงเกินในช่วง Landing	96
รูปที่ 4.21 ฟิลเตอร์ที่แสดงประเภทของทริกเกอร์	97
รูปที่ 4.22 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่า Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

ปัจจุบันการเดินทางโดยใช้อากาศยาน เป็นการเดินทางที่ได้รับความนิยมเพิ่มมากขึ้น เนื่องมาจากเป็นการเดินทางที่มีความรวดเร็ว สะดวกสบาย และมีความปลอดภัย หากจะพิจารณาถึงเรื่องความปลอดภัยในการเดินทางโดยใช้อากาศยานนั้น สายการบินจะทำการตรวจสอบจาก 3 ส่วนหลัก ๆ คือ นักบิน เครื่องบิน และเจ้าหน้าที่ภาคพื้น โดยส่วนความปลอดภัยที่เกิดจากนักบินทางสายการบินสามารถทำการตรวจสอบการปฏิบัติการบินท่ผ่านมา จากข้อมูลบันทึกการบินของแต่ละไฟล์ท ยกตัวอย่างเช่นเหตุการณ์ที่เครื่องบินของเครื่องบินแอร์บัส A310-300 ของสายการบินแอโรฟลอต เที่ยวบินที่ 593 เดินทางจากกรุงมอสโควไปยังฮ่องกง จากการสอบสวน และการตรวจสอบข้อมูลบันทึกการบินพบว่า เครื่องบินลำนี้สมบูรณ์ดี ไม่มีปัญหาทางเทคนิค แต่ความผิดทั้งหมดมาจากกัปตันที่วันนั้นท่านได้พาลูก ๆ เข้าไปในห้องนักบิน และมีการให้ลูกลองจับคันบังคับเครื่องบินเล่นซึ่งในข้อมูลได้บันทึกไว้ว่า ช่วงก่อนเกิดเหตุการณ์เครื่องบินอยู่ในโหมด Autopilot แต่เมื่อลูกของกัปตันเล่นคันบังคับแรงเกินจนไปปลดปุ่มล็อคจึงทำให้ไปปิดการทำงานของโหมด Autopilot และด้วยความประมาทของนักบินจึงไม่ได้สังเกตเห็นว่าเครื่องเริ่มเอียงลดระดับความสูงลงเรื่อย ๆ จนเสียการควบคุมทำให้เครื่องบินชนเข้ากับไหล่เขา Kuznetsk Alatau เสียชีวิตยกลำ

โดยทาง บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) ได้คำนึงถึงความปลอดภัยในการเดินทาง จึงได้มีแนวคิดที่ว่าจะนำเอาข้อมูลบันทึกการบิน มาทำการวิเคราะห์ โดยมีการพัฒนาโปรแกรมในการตรวจสอบเพื่อหาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินของนักบิน และทำการประเมินผล เพื่อลดความเสี่ยง ดังนั้นจึงมีแนวคิดในการพัฒนา ระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบินขึ้น เพื่อให้ระบบสามารถตรวจจับข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินของนักบินได้อย่างสะดวก รวดเร็ว และง่ายต่อการประเมินการปฏิบัติงานของนักบิน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1) เพื่อออกแบบระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน
2) เพื่อศึกษาข้อมูลบันทึกการบิน
3) เพื่อนำข้อมูลบันทึกการบินมาใช้วิเคราะห์การปฏิบัติการบินของนักบิน
4) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยให้กับระบบการปฏิบัติการบินของนักบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1) สามารถนำข้อมูลบันทึกการบินมาทำการถอดหาค่าพารามิเตอร์ได้อย่างถูกต้อง

2) สามารถนำข้อมูลบันทึกการบินมาใช้วิเคราะห์การปฏิบัติการบินของนักบินได้

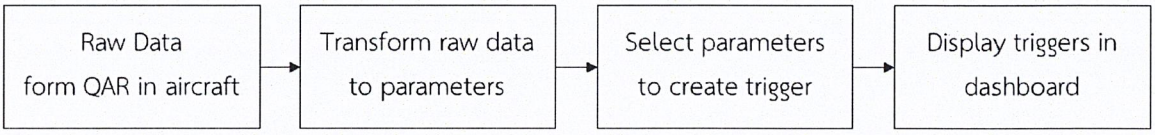
3) สามารถสร้างทริกเกอร์เพื่อนำมาหาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินแบบพื้นฐานได้

1.4 วิธีการดำเนินงานโครงงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับที่	รายละเอียด	ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562			
		เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1	ศึกษาภาษา Python และศึกษาการนำข้อมูลบันทึกการบินออกมาทำการหาค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ พร้อมบันทึกค่าเป็นไฟล์ .csv	←	→		
2	ศึกษาการทำงานของโปรแกรม Alteryx และโปรแกรม Tableau		←	→	
3	นำผลวิเคราะห์มาจัดทำทริกเกอร์เพื่อมาหาสาเหตุข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบิน			←	→
4	ทดสอบการทำงานพร้อมปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์ และรวบรวมข้อมูลเพื่อจัดทำรูปเล่มเพื่อการนำเสนอ				← →

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1) สามารถออกแบบระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบินได้

2) ได้รับความรู้ และทักษะการประยุกต์ใช้งานข้อมูลบันทึกการบิน ในการออกแบบระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน

3) สามารถนำข้อมูลบันทึกการบินมาถอดรหัสข้อมูลหาค่าพารามิเตอร์ไปใช้วิเคราะห์การปฏิบัติการบินของนักบินได้

4) สามารถทำการหาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินของนักบิน เพื่อลดความเสี่ยงได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

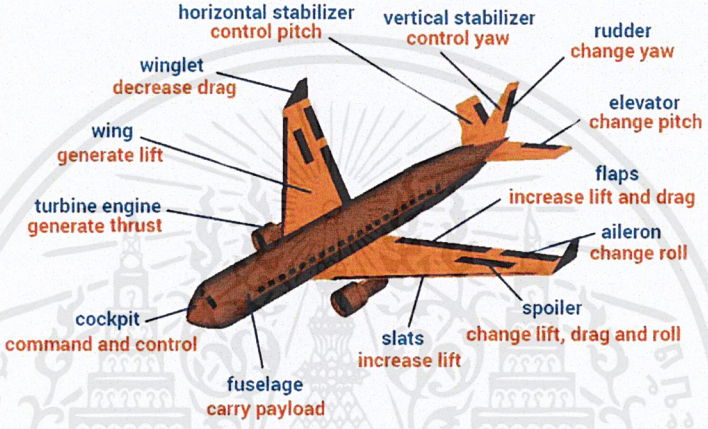
บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 องค์ประกอบของเครื่องบิน

2.1.1 ส่วนประกอบของเครื่องบิน

ส่วนประกอบหลัก ๆ ของเครื่องบิน ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องบิน [13]

1) Cockpit: ห้องปฏิบัติการการบิน หรือห้องนักบิน

2) Jet Engine: เครื่องยนต์ไอพ่น

3) Wings: ปีก โดยข้างซ้าย เรียกว่า “Port” และข้างขวา เรียกว่า “Starboard”

4) Horizontal Stabilizer: แพนหางระดับ

5) Vertical Stabilizer: ชายหลังกระโดงหาง (Fin)

6) Rudder: หางเสือ ใช้บังคับทิศทางให้เครื่องบินหันหัวซ้าย - ขวา

7) Elevators: (ส่วนควบคุมแนวระดับ) ใช้บังคับหัวเครื่องบินให้ก้ม-เงย (Pitch)

8) Flaps: อุปกรณ์เพิ่มแรงยกให้กับปีก

9) Ailerons: (ปีกเล็กแก้เอียง) ใช้บังคับให้เครื่องบินเอียงซ้าย-ขวา (Roll, Bank)

10) Spoilers/Air brake: อุปกรณ์ช่วยตัดแรงยกหรือลดความเร็วในการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

11) Slats: อุปกรณ์ช่วยในการตัดลมวน เมื่อเครื่องบินในย่านความเร็วต่ำ และสร้าง Slot

12) Fuselage: ลำตัวของเครื่องบิน

13) Empennage: พวงหางทั้งหมดเครื่องบิน ทั้ง แพนหางระดับและชายกระโดงหาง

2.1.2 ลำตัว (Fuselage)

ลำตัวเครื่องบินประกอบไปด้วย ห้องนักบิน (Cockpit), ที่นั่ง, ส่วนบังคับการบินต่าง ๆ และที่ใส่สัมภาระในเครื่องบินบางแบบ หรือที่นั่งผู้โดยสาร เป็นต้น

2.1.3 ห้องนักบิน (Cockpit)

ห้องนักบินที่ติดตั้งระบบเครื่องวัดประกอบการบินแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Glass Cockpit) นั้นมีที่มาจากการพัฒนาเครื่องวัดประกอบการบินแบบ Analog ซึ่งเป็นเข็มวัดมาเป็นการแสดงผลแบบ Digital ซึ่งใช้หน้าจอในการแสดงผล การแสดงผลหน้าจอเป็นที่มาของคำว่า Glass Cockpit หมายถึงกระจกหน้าจอการแสดงผล เช่น LCD หรือ CRT

2.1.4 ปีก (Wing)

เมื่อมีอากาศไหลผ่านปีกของเครื่องบิน จะทำให้เกิดแรงยกเรียกว่า ลิฟ (Lift) ที่ช่วยทำให้เครื่องบินลอยได้ ปีกเครื่องบินนั้นในบางแบบจะติดตั้งอยู่ด้านบนของตัวเครื่องบิน บางแบบก็ติดตั้งอยู่กลางลำตัว หรือบางแบบอาจติดตั้งอยู่ใต้ลำตัวเครื่อง ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเครื่องบิน ในการที่จะทำให้เครื่องบินสามารถควบคุม ได้ตามต้องการนั้นที่ปีกของเครื่องบินจะมีแผ่นบังคับอยู่สองชนิดที่ด้านหลังของปีกทั้งสองข้าง เรียกว่า แอเลอร์รอน (Ailerons) และ แฟลป (Flap) แอเลอร์รอน จะติดตั้งอยู่ด้านหลังของปีกทั้งสองข้างโดยมีความยาวเริ่มจากจุดกึ่งกลางของปีกด้านในไปจนถึงปลายด้านนอกของปีก การทำงานของแอเลอร์รอนทั้งสองข้างจะทำงานในทิศทางตรงกันข้าม เช่น ถ้าแอเลอร์รอนที่ปีกด้านซ้ายเลื่อนไปในทิศทางยกขึ้น แอเลอร์รอนที่ปีกด้านขวาก็จะเลื่อนไปในทิศทางยกลง แฟลปจะติดตั้งอยู่ด้านหลังของปีกทั้งสองข้าง โดยมีความยาวเริ่มจุดกึ่งกลางของปีกไปยังด้านในจนกระทั่งถึงลำตัวเครื่องบิน การทำงานของแฟลปทั้งสองข้างจะทำงานในทิศทางเดียวกัน เช่น เมื่อเลื่อนขึ้นก็จะเลื่อนขึ้นพร้อมกันทั้งสองข้าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.5 ชุดพวงหาง (Empennage)

ชุดพวงหางประกอบไปด้วย เวอร์ติคัล สแตบิไลเซอร์ (Vertical stabilizer) หรือ หางสือ (Fin) และ ฮอร์ริแซนทอล สแตบิไลเซอร์ (Horizontal stabilizer) ทั้งสองชุดนี้จะช่วยให้สามารถบังคับ เครื่องบินให้บินในระดับ และทิศทางที่ต้องการไปในอากาศได้ รัดเดอร์ (Rudder) คือแผ่นพื้นบังคับที่ติดตั้งอยู่ที่ส่วนท้ายของ เวอร์ติคัล สแตบิไลเซอร์ ใช้ในการบังคับให้หัวเครื่องบิน ไปในทิศทางซ้าย หรือ ขวา ในการใช้งานจริงนั้น รัดเดอร์นี้จะต้องทำงานร่วมกับ แอเลอร์รอน เพื่อบังคับให้เครื่องบินเลี้ยว (Turn) จะได้กล่าวรายละเอียดต่อไป อีเลเวเตอร์ (Elevator) คือแผ่นพื้นบังคับที่ติดตั้งอยู่ที่ส่วนท้ายของ ฮอร์ริแซนทอล สแตบิไลเซอร์ ใช้ในการควบคุมการยกหัวขึ้น หรือลง เพื่อให้ไปยังความสูงที่ต้องการได้ เครื่องบินส่วนใหญ่จะมี แผ่นบังคับเล็กๆติดตั้งอยู่ที่ปลายของอีเลเวเตอร์ เรียกว่า ทริม แทป (Trim tab) ทริม แทป มีหน้านี้ช่วยให้แรงน้อยลงในการควบคุม เครื่องให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ สำหรับการใช้งาน

2.1.6 แลนดิงเกียร์ (Landing gear)

แลนดิงเกียร์ ทำหน้าที่ช่วยรับแรงกระแทกในขณะร่อนลง และช่วยรองรับเครื่องบินในขณะที่อยู่บนพื้นดิน จะประกอบไปด้วย ล้อสามล้อด้วยกัน โดยมีสองล้อหลัก (Main wheels) จะติดตั้งด้านข้างของลำตัวเครื่องบินด้านละล้อ อีกล้อหนึ่งจะมีการติดตั้ง อยู่สองตำแหน่ง คือ ถ้าติดตั้งอยู่ด้านท้ายของเครื่องบินจะเรียกว่า ล้อหาง เครื่องบินที่ติดตั้งล้อตำแหน่งนี้เรียกว่า คอนเวชันแนล แลนดิงเกียร์ (Conventional landing gear) ส่วนมากแล้วเครื่องที่ติดตั้งล้อที่ตำแหน่งนี้จะเป็นเครื่องบินรุ่นเก่า แต่ปัจจุบันนี้การติดตั้งล้อที่ตำแหน่งนี้ไม่นิยม เพราะการบังคับเครื่องบินในขณะอยู่ที่พื้นทำได้ยาก ดังนั้นในปัจจุบันได้นำเอาล้อที่สามนี้มาติดตั้งที่ด้านหน้าของเครื่องบิน เรียกล้อชนิดนี้ว่า โนสวิล (Nosewheel) ขณะอยู่ที่พื้น การบังคับที่รัดเดอร์จะมากระทำที่ล้อหัวนี้ในการเลี้ยวไปยังทิศทางที่ต้องการ สามารถแบ่งชนิดของ แลนดิงเกียร์แบบสามล้อนี้ได้เป็นสองประเภท คือ แบบติดตั้งตายตัว (Fixed gear) กับแบบที่พับเก็บได้ (Retractable gear) ซึ่งจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการบินขึ้น

2.1.7 ชุดเครื่องยนต์ (Powerplant)

ในเครื่องบินขนาดเล็ก ชุดเครื่องยนต์จะประกอบไปด้วย เครื่องยนต์ (Engine) และใบพัด (Propeller) โดยเครื่องยนต์นั้นมีหน้าที่หลักคือ ให้พลังงานในการหมุนใบพัด นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ให้กำหนดพลังงานไฟฟ้า ให้กำเนิดต้นกำลังดูด เพื่อใช้ในเครื่องมือวัด (Flight instruments) ในการบินบางตัว ในเครื่องยนต์เดียว สำหรับเครื่องบิน (Single-engine) จะให้แหล่งความร้อนสำหรับนักบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และผู้โดยสารด้วย ฉนวนกันไฟ (Firewall) เป็นแผ่นที่ติดตั้งอยู่ระหว่างห้องนักบินกับเครื่องยนต์ เพื่อป้องกันความร้อนจากเครื่องยนต์ [13]

2.2 เทคโนโลยีการบันทึกข้อมูลบนเครื่องบิน

2.2.1 กล่องดำ

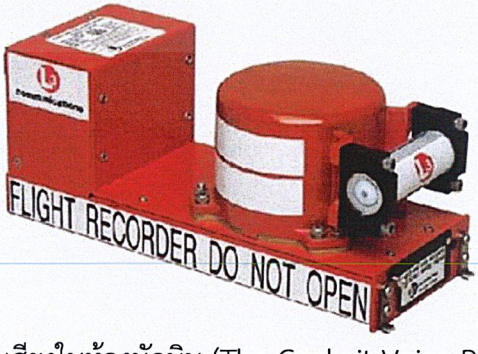
2.2.1.1 ที่มาและความสำคัญ

กล่องดำ คือกล่องที่บรรจุอุปกรณ์ที่สำคัญที่ช่วยในการลำดับแหตุการณ์ของอุบัติเหตุทางการบิน มีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ Flight Data Recorder (FDR) เป็นแบบที่บันทึกรูปแบบการบินในขณะที่ทำการบินเป็นค่าของตัวแปรต่าง ๆ เช่น เพดานบิน ความเร็ว ความเร็วลม เป็นต้น และ Cockpit Voice Recorder (CVR) เป็นแบบที่บันทึกเสียงและสัญญาณวิทยุภายในห้องนักบิน เช่น เสียงสนทนาของนักบิน เสียงสัญญาณเตือนภัย เสียงเครื่องยนต์ เป็นต้น และจริง ๆ แล้วกล่องดำก็มีลักษณะเป็นกล่องสีส้ม เพื่อให้มองเห็นง่ายเวลาค้นหายามเครื่องเกิดอุบัติเหตุ [2]

2.2.1.2 ประเภทของกล่องบันทึกข้อมูลการบิน

1) Cockpit Voice Recorder (CVR)

เครื่อง CVR จะบันทึกเสียงพูดของนักบิน รวมทั้งเสียงอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องนักบินโดยรับเสียงจากไมโครโฟนของนักบิน และไมโครโฟนที่ติดตั้งไว้ในแผงอุปกรณ์ด้านบนระหว่างนักบินทั้งสอง เสียงที่เกิดขึ้นในห้องนักบินทั้งหมด เช่น เสียงเครื่องยนต์ สัญญาณเตือน เสียงการเคลื่อนไหวของฐานล้อ เสียงการกดหรือว่าปลดสวิตช์ต่าง ๆ เสียงการโต้ตอบการจราจรทางอากาศ การแจ้งข่าวอากาศ และการสนทนาระหว่างนักบินกับพนักงานภาคพื้นหรือลูกเรือ จะถูกบันทึกไว้เพื่อประโยชน์ในการสอบสวน



รูปที่ 2.2 เครื่องบันทึกเสียงในห้องนักบิน (The Cockpit Voice Recorder – CVR) [2]

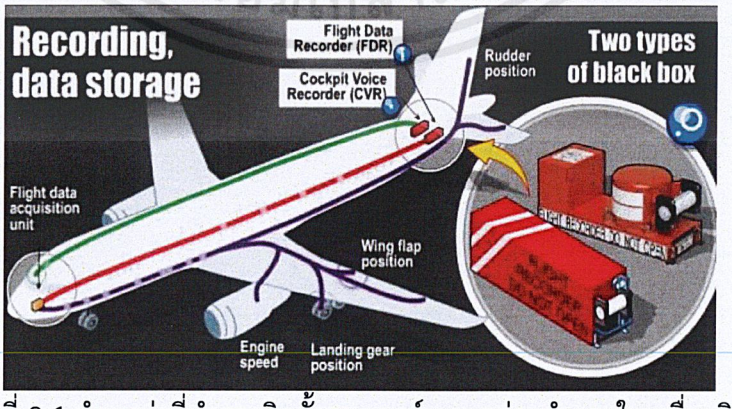
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2) Flight Data Recorder (FDR)

เครื่อง FDR จะบันทึกสภาวะต่าง ๆ ในระหว่างปฏิบัติการบินตามกฎระเบียบสำหรับอากาศยานรุ่นใหม่ ๆ ในรูปแบบดิจิตอล และจะต้องมีการตรวจบันทึกข้อมูลที่สำคัญอย่างน้อย 11 ถึง 29 ประเภท ตามขนาดเครื่องบิน เช่น เวลา ระยะสูง ความเร็ว ทิศทาง และท่าทางของเครื่องบิน นอกจากนี้ FDR บางเครื่องสามารถบันทึกสถานะต่าง ๆ ได้อีกมากกว่า 700 ลักษณะ ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการสอบสวน

รูปที่ 2.3 เครื่องบันทึกข้อมูลการบิน (The Flight Data Recorder – FDR) [2]

รายการที่ถูกตรวจบันทึกพื้นฐานได้แก่ เวลา ความสูง ความเร็ว อัตราเร่งตามแนวดิ่ง ทิศทาง ตำแหน่งคันบังคับและอุปกรณ์บังคับการบินอื่น ๆ ตำแหน่งของแพนหางระดับ อัตราการไหลของเชื้อเพลิงด้วยข้อมูลที่อ่านได้จาก FDR จะทำให้คณะผู้สอบสวนอุบัติเหตุสามารถสร้างภาพเคลื่อนไหวของการบินได้ ซึ่งทำให้เจ้าหน้าที่สอบสวนสามารถมองเห็นภาพท่าทางเครื่องบิน ค่าที่อ่านได้จากเครื่องวัด การใช้เครื่องยนต์ และ ลักษณะอาการต่าง ๆ ของการบิน ภาพเคลื่อนไหวนี้ทำให้คณะผู้สอบสวน ทราบเหตุการณ์สุดท้ายของการบินก่อนเกิดอุบัติเหตุ โดยข้อมูลจะถูกจัดเก็บมาจากเซนเซอร์ที่ถูกติดตั้งไว้แต่ละตำแหน่ง ดังรูปที่ 2.3



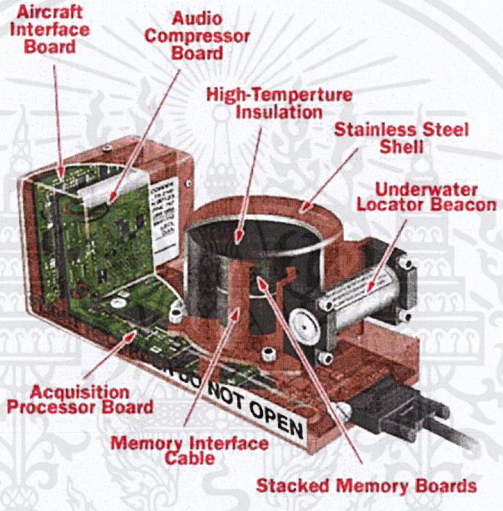
รูปที่ 2.4 ตำแหน่งที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ และกล่องดำภายในเครื่องบิน

(ที่มา : http://hot.muslimthaipost.com/news/29478)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.1.1.3 คุณสมบัติ

เมื่อเกิดอุบัติเหตุขึ้นกับอากาศยาน กล่องดำทั้ง 2 แบบจะมีเครื่องระบุตำแหน่งเพื่อการค้นหาใต้น้ำ เรียกว่า "Underwater Locator Beacon (ULB)" อยู่ด้วย ดังรูปที่ 2.4 เพื่อใช้สำหรับในกรณีที่เครื่องบินเกิดอุบัติเหตุเหนือน้ำ 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)" ซึ่งห่อหุ้มอุปกรณ์บันทึกข้อมูล ไว้อย่างดี มีความทนทานต่อความร้อนสูง ทนการกระแทกอย่างรุนแรง และทนต่อแรงกดดันได้มหาศาล ในสภาวะที่เครื่องบินเกิดอุบัติเหตุตกกระแทกพื้น การระเบิด หรือมหาสมุทร

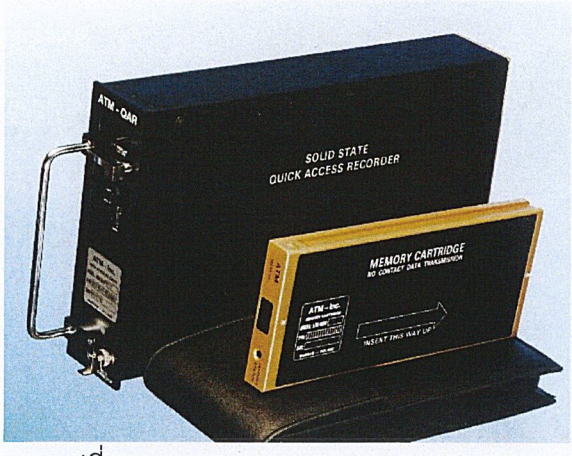


รูปที่ 2.5 ส่วนประกอบภายในกล่องดำ [2]

2.2.2 Quick access recorder (QAR)

QAR เป็น เครื่องบันทึกการบินที่ถูกออกแบบมาเพื่อให้เข้าถึงได้ง่ายและรวดเร็วในการข้อมูลการบินดิบ ด้วยวิธีการเช่น USB หรือเครือข่ายมือถือในการเชื่อมต่อ และการใช้แบบการ์ดหน่วยความจำ โดยทั่วไปแล้วสายการบินจะใช้ QAR เพื่อปรับปรุงความปลอดภัยของเที่ยวบินและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงานโดยปกติจะอยู่ในขอบเขตของแผนประกันคุณภาพการปฏิบัติการของเที่ยวบิน เช่นเดียวกับเครื่องบันทึกข้อมูลการบิน (FDR)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

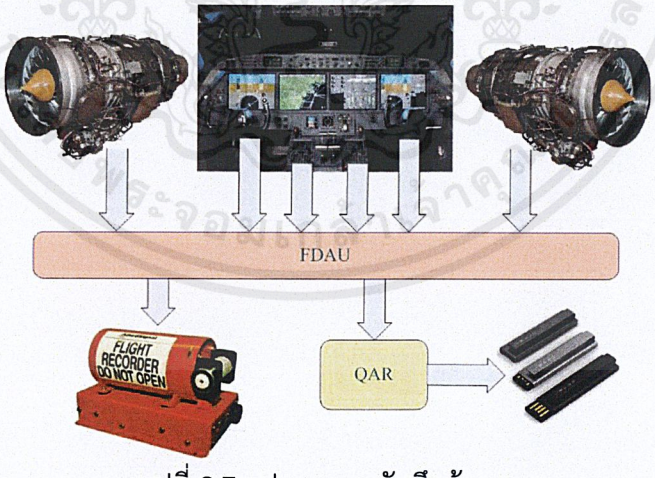


รูปที่ 2.6 Quick access recorder (QAR)

(ที่มา : https://www.atmavio.pl/en/aviation/products/qar/)

2.2.2.1 การบันทึกข้อมูล

QAR จะได้รับอินพุตจากหน่วยจัดเก็บข้อมูลการบิน (FDAU) บันทึกมากกว่า 2,000 พารามิเตอร์การบิน ดังรูปที่ 2.6 QAR ยังสามารถสุ่มตัวอย่างข้อมูลในอัตราที่สูงกว่า FDR และในบางกรณีเป็นระยะเวลานานขึ้น ซึ่งแตกต่างจาก FDR และ QAR มักจะไม่จำเป็นโดยการบินพลเรือนแห่งชาติในเที่ยวบินเชิงพาณิชย์และไม่ได้ออกแบบมาเพื่อความอยู่รอดของอุบัติเหตุ อย่างไรก็ตามเรื่องนี้ QAR บางแห่งรอดชีวิตจากอุบัติเหตุและให้ข้อมูลที่มีค่าเกินกว่าที่ FDR บันทึกไว้



รูปที่ 2.7 รูปแบบการบันทึกข้อมูล

(ที่มา : https://avionics.sciary.com/flight_data_recorders)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 ARINC

ข้อกำหนดของ ARINC 419, 429 และ 629 และ Project Paper 453 เป็นเอกสารที่จัดทำโดยคณะกรรมการวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ของสายการบิน (AEEC) และเผยแพร่โดย Aeronautical Radio, Inc. ซึ่งเป็นหนึ่งใน 300 มาตรฐาน avionics ของอุตสาหกรรมการขนส่งทางอากาศที่เผยแพร่ตั้งแต่ปี 1949 เอกสารเหล่านี้ เรียกว่า ARINC 419, ARINC 429, ARINC 453 และ ARINC 629 อธิบายระบบสื่อสารข้อมูลที่ใช้เป็นหลักในเครื่องบินขนส่งเชิงพาณิชย์ เครื่องบิน และทางทหารทั่วไปจำนวน จำกัด ยังใช้ระบบข้อมูลเหล่านี้ ความแตกต่างระหว่างระบบอธิบายไว้ในรายละเอียดในส่วนต่อมา

2.3.1 ARINC 429

ข้อกำหนด ARINC 429 “ระบบการถ่ายโอนข้อมูลดิจิตอล (DITS)” ถูกตีพิมพ์ครั้งแรกในปี 2520 และนับเป็นมาตรฐาน ARINC ที่สายการบินใช้กันอย่างแพร่หลายมากที่สุดชื่อของมาตรฐานสายการบินนี้ได้รับเลือกเพื่อไม่ให้อธิบายว่าเป็น“ บัสข้อมูล” แม้ว่า ARINC 429 เป็นยานพาหนะสำหรับการถ่ายโอนข้อมูล แต่มันไม่เหมาะกับคำจำกัดความปกติของบัสข้อมูล บัสข้อมูลทั่วไปสามารถทำการถ่ายโอนข้อมูลแบบหลายทิศทางระหว่างหลายจุดผ่านสายเส้นเดียว ARINC 429 มีการไหลของข้อมูลแบบทางเดียวที่เรียบง่ายจำกัดความสามารถนี้ไว้อย่างมาก แต่ด้วยต้นทุนที่ต่ำ และความสมบูรณ์ของการติดตั้งได้ให้ระบบสายการบินแสดงบริการที่ยอดเยี่ยมมานานกว่าสองทศวรรษ

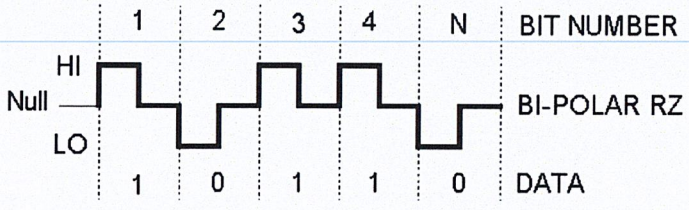
2.3.2 มาตรฐานการสื่อสารข้อมูล

2.3.2.1 การเชื่อมต่ออุปกรณ์

ตัวส่งสัญญาณเดี่ยวเชื่อมต่อกับตัวรับข้อมูลสูงสุด 20 ตัวผ่านสายคู่บิดเกลียวแบบป้องกันสัญญาณรบกวนโดยมีการต่อสายดินที่ปลายทั้งสองและที่จุดพักต่าง ๆ ตามความยาวของสายเคเบิล ส่วนที่ป้องกันจะถูกเก็บไว้ให้สั้นที่สุด

2.3.2.2 การแปลงข้อมูล

ใช้การแปลงแบบ Return-To-Zero (RZ) ระดับแรงดันไฟฟ้าถูกใช้สำหรับรูปแบบการมอดูเลตนี้



รูปที่ 2.8 รูปแบบการแปลงข้อมูล [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.2.3 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 2.9 ระดับแรงดันไฟฟ้า [1]

แรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันที่เครื่องรับเห็นจะขึ้นอยู่กับความยาวของลวด โหลด สตับ ฯลฯ โดยไม่มีสัญญาณรบกวนบนสายสัญญาณแรงดันไฟฟ้าเล็กน้อยที่ขั้วรับสัญญาณ (A และ B) จะเป็น

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

รูปที่ 2.10 ระดับแรงดันไฟฟ้าที่ไม่มีสัญญาณรบกวน [1]

ในการติดตั้งในทางปฏิบัติที่ได้รับผลกระทบจากเสียงรบกวน ฯลฯ ช่วงแรงดันไฟฟ้าต่อไปนี้จะเป็นเรื่องปกติทั่วทั้งอินพุตของเครื่องรับ (A และ B)

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

รูปที่ 2.11 ระดับแรงดันไฟฟ้าที่มีสัญญาณรบกวน [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

2.3.3 องค์ประกอบที่เกี่ยวข้องกับลอจิกแบบดิจิทัล

2.3.3.1 ข้อมูลตัวเลข (Numeric data)

ARINC 429 รองรับข้อมูลตัวเลขที่เข้ารหัสในสองภาษาดิจิตอล (a) BNR ที่แสดงในรูปแบบเศษส่วนสองส่วนและ (b) BCD ต่อชุดย่อยตัวเลขของตัวอักษร ISO No. 5 รายการข้อมูลที่เข้ารหัสในทั้งสองภาษาได้รับมอบหมาย ที่อยู่เฉพาะสำหรับแต่ละรายการ

2.3.3.2 ข้อมูลไม่ต่อเนื่อง (Discrete data)

ARINC 429 ยังสามารถรองรับข้อมูล Discrete ไม่ว่าจะเป็นข้อมูลคำที่ไม่ได้ใช้หรือในคำที่เฉพาะเจาะจง กฎในการกำหนดบิตในคำข้อมูลตัวเลขที่ไม่ต่อเนื่องคือการเริ่มต้นด้วยบิตที่มีนัยสำคัญน้อยที่สุดของคำและเพื่อดำเนินการต่อไปยังบิตที่สำคัญที่สุดที่มีอยู่ในคำ

2.3.3.3 ข้อมูลการบำรุงรักษา (Maintenance data)

คำทั่วไปในการบำรุงรักษาจะได้รับการกำหนดป้ายกำกับตามลำดับเช่นเดียวกับฉลากสำหรับคำทั่วไปที่ไม่ต่อเนื่อง ป้ายกำกับค่าฐานแปดต่ำสุดที่กำหนดให้กับคำบำรุงรักษาจะถูกใช้เมื่อส่งคำซ่อมบำรุงเพียงคำเดียว เมื่อมีมากกว่าหนึ่งคำที่ถูกส่งฉลากค่าฐานแปดต่ำสุดจะใช้ก่อนและป้ายกำกับอื่น ๆ ที่ใช้ตามลำดับจนกว่าข้อความจะเสร็จสมบูรณ์ คำบำรุงรักษาวัตถุประสงค์ทั่วไปอาจมีข้อมูล Discrete BCD หรือ BNR เป็นตัวเลข ไม่มีข้อความตัวอักษร ISO No. 5 คำบำรุงรักษาวัตถุประสงค์ทั่วไป

2.3.4 การจัดรูปแบบข้อความและคำ

2.3.4.1 ทิศทางการไหลของข้อมูล

เอาต์พุตข้อมูลขององค์ประกอบระบบจะถูกส่งจากพอร์ตที่กำหนดซึ่งพอร์ตรับขององค์ประกอบระบบอื่น ๆ ที่ต้องการข้อมูลนั้นจะเชื่อมต่อ ไม่ว่าในกรณีใดข้อมูลจะไหลเข้าสู่พอร์ตที่กำหนดไว้สำหรับการส่ง บัสข้อมูลแยกต่างหาก (สายคู่ที่บิดและป้องกัน) ใช้สำหรับแต่ละทิศทางเมื่อข้อมูลจำเป็นต้องไหลทั้งสองทางระหว่างองค์ประกอบระบบสองระบบ

2.3.4.2 องค์ประกอบข้อมูล

องค์ประกอบข้อมูลพื้นฐาน คือคำดิจิตอลที่มี 32 บิต มีกลุ่มแอปพลิเคชัน 5 กลุ่มสำหรับคำดังกล่าวข้อมูล BNR, ข้อมูล BCD, ข้อมูล Discrete, ข้อมูลการบำรุงรักษา (ทั่วไป) และรับทราบ, ตัวอักษร ISO No. 5 และข้อมูลการบำรุงรักษา (ISO No. 5)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.3 ตัวระบุข้อมูล

ประเภทของข้อมูลที่มีอยู่ในคำจะถูกระบุโดยฉลากหกตัวอักษร อักขระสามตัวแรกคืออักขระฐานแปดที่เข้ารหัสเป็นเลขฐานสองในแปดบิตแรกของคำ แปดบิตจะระบุข้อมูลที่อยู่ในคำศัพท์ตัวเลข ตัวเลข 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 การส่งคำตัวระบุอุปกรณ์บนรถบัสจะอนุญาตให้ผู้รับที่ติดอยู่กับรถบัสรับรู้แหล่งที่มาของข้อมูล DITS เนื่องจากการส่งคำระบุอุปกรณ์เป็นตัวเลือกผู้รับไม่ควรขึ้นอยู่กับคำนั้นสำหรับการดำเนินการที่ถูกต้อง

2.3.4.4 ตัวระบุแหล่งที่มา/ตัวระบุปลายทาง

ตัวเลขบิตที่ 9 และ 10 ของคำข้อมูลตัวเลขใช้สำหรับฟังก์ชันการระบุแหล่งข้อมูล/ปลายทาง ฟังก์ชันตัวระบุต้นทาง/ปลายทางอาจค้นหาแอปพลิเคชันเมื่อต้องระบุคำเฉพาะไปยังระบบเฉพาะของการติดตั้งระบบหลายระบบหรือเมื่อระบบต้นทางของการติดตั้งระบบหลายระบบจำเป็นต้องจดจำได้จากเนื้อหาของคำ เมื่อมีการใช้อุปกรณ์ต้นทางจะเข้ารหัสหมายเลขการติดตั้งเครื่องบินเป็นบิต 9 และ 10 ดังรูปที่ 2.11 อุปกรณ์จะรับรู้คำที่มีรหัสหมายเลขการติดตั้งของตัวเองและคำที่มีรหัส “00” เท่ากับ “ทุกสาย”

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

รูปที่ 2.12 รหัสเลขบิตที่บอกถึงแหล่งที่มา หรือปลายทาง [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3.4.5 Sign/Status Matrix (SSM)

ส่วนนี้อธิบายการเข้ารหัสของแบบ Sign/Status Matrix (SSM) ในทุกกรณีแบบ SSM ใช้บิต 30 และ 31 สำหรับคำข้อมูล BNR แบบ SSM ยังมีบิต 29 แบบ SSM ใช้เพื่อรายงานสภาพอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์ (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 2.13 รหัสเลขบิตบอกสถานะ SSM [1]

แต่ละคำชนิดข้อมูลมีการใช้งานที่เป็นเอกลักษณ์ของแบบ SSM รูปแบบต่าง ๆ เหล่านี้อธิบายไว้ในส่วนต่อไปนี้

1) ตัวเลข BCD

เมื่อตรวจพบความล้มเหลวภายในระบบซึ่งจะทำให้คำหนึ่งคำหรือมากกว่านั้นส่งออกโดยปกติโดยระบบนั้นไม่น่าเชื่อถือระบบจะหยุดส่งคำหรือคำที่ได้รับผลกระทบบนบัสข้อมูล

ระบบ avionic บางระบบสามารถตรวจจับสภาพความผิดปกติซึ่งมีความแม่นยำน้อยกว่าปกติ ในระบบเหล่านี้เมื่อตรวจพบความผิดปกติในลักษณะนี้ (ตัวอย่างเช่นการสูญเสียเซ็นเซอร์บางส่วนซึ่งส่งผลให้ความแม่นยำลดลง) ตัวเลข BCD ที่ไม่น่าเชื่อถือแต่ละตัวจะถูกเข้ารหัส “ 1111”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อส่งผ่านบัสข้อมูล สำหรับอุปกรณ์ที่มีจอแสดงผลรหัส “1111” ควรได้รับการยอมรับว่าเป็นตัวแทนของตัวเลขที่ไม่ถูกต้อง และ “ ขีด (dash)” หรือสัญลักษณ์ที่เทียบเท่านั้นโดยปกติจะแสดงแทนตำแหน่งที่ไม่ถูกต้อง

เครื่องหมาย (บวก/ลบ, ทิศเหนือ/ทิศใต้, ฯลฯ) ของข้อมูลตัวเลข BCD จะถูกเข้ารหัสเป็นบิต 30 และ 31 ของคำดังที่แสดงในตารางด้านล่าง 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 2.14 รหัสเลขบิตของ BCD Numeric SSM [1]

2) ข้อมูลตัวเลข BNR

สถานะของฮาร์ดแวร์เครื่องส่งถูกเข้ารหัสในแบบเมทริกซ์สถานะ (หมายเลขบิต 30 และ 31) ของคำศัพท์ตัวเลขตัวเลข BNR ดังที่แสดงในตารางด้านล่าง

ระบบต้นทางจะประกาศความล้มเหลวที่ตรวจพบซึ่งทำให้คำหนึ่งคำหรือมากกว่านั้นโดยปกติเอาต์พุตนั้นไม่น่าเชื่อถือโดยการตั้งค่าหมายเลขบิต 30 และ 31 ในคำที่ได้รับผลกระทบให้เป็นรหัส 'คำเตือนความล้มเหลว' ที่กำหนดในตารางด้านล่าง . คำที่มีรหัสนี้จะถูกส่งไปยังบัสข้อมูลอย่างต่อเนื่องในช่วงที่เกิดความล้มเหลว

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หากในระหว่างการดำเนินการทดสอบการทำงานระบบต้นทางตรวจพบความล้มเหลวซึ่งทำให้หนึ่งหรือมากกว่าหนึ่งคำโดยปกติเอาต์พุตโดยระบบนั้นไม่น่าเชื่อถือมันจะเปลี่ยนสถานะของบิต 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 2.15 สถานะรหัสเลขบิตที่ 30 และ 31 ของ BNR [1]

เครื่องหมาย (บวกลบทิศเหนือทิศใต้และอื่น ๆ) ของคำศัพท์ตัวเลขตัวเลข BNR จะถูกเข้ารหัสในแบบ Sign Matrix (บิต 29) ดังรูปที่ 2.15 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 2.16 สถานะรหัสเลขบิตที่ 29 ของ BNR [1]

ระบบ avionic บางระบบสามารถตรวจจับสภาพความผิดปกติซึ่งมีความแม่นยำน้อยกว่าปกติ ในระบบเหล่านี้เมื่อตรวจพบความผิดปกติในลักษณะนี้ (ตัวอย่างเช่นการสูญเสียเซ็นเซอร์บางส่วนซึ่งส่งผลให้ความแม่นยำลดลง) อุปกรณ์จะรายงานว่า “ปกติ” สำหรับเมทริกซ์สถานะสัญญาณต่อไปในขณะที่แสดงประสิทธิภาพที่ลดลงด้วยการเข้ารหัสบิต 11 ดังต่อไปนี้

Accuracy Status

Bit No.	
11	Function
0	Nominal Accuracy
1	Degraded Accuracy

รูปที่ 2.17 สถานะรหัสเลขบิตที่ 11 ของ BNR [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี่หมายความว่าความถูกต้องที่ลดระดับลงสามารถเขียนได้ในคำ BNR ไม่เกิน 17 บิตของข้อมูล

3) 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

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

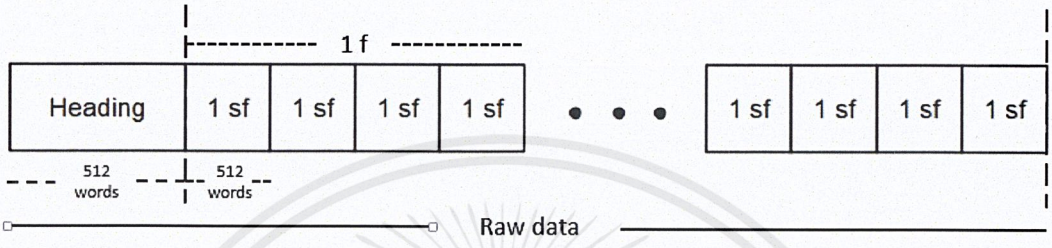
รูปที่ 2.18 สถานะรหัสเลขบิตแบบ Discrete [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4 พารามิเตอร์ที่ได้จากการถอดรหัสข้อมูล

2.4.1 ข้อมูลบันทึกการบิน (Raw data)

ข้อมูลบันทึกการบิน คือ ข้อมูลบันทึกการปฏิบัติการบินที่ได้มาจากอากาศยานมีรูปแบบข้อมูลเป็นไบต์ ข้อมูลจะถูกจัดเก็บในหน่วย 1 เฟรม/วินาที แต่ละเฟรมแบ่งเป็นเฟรมละ 4 ซับเฟรม (Subframe) โดยแต่ละซับเฟรมมีคำทั้งหมด 512 คำ (1 คำ = 2 ไบต์)



รูปที่ 2.19 โครงสร้างของข้อมูลบันทึกการบิน

2.4.2 การถอดรหัสข้อมูล

นำข้อมูลบันทึกการบินที่ได้มาทำการตัดส่วนหัวของไฟล์ออกไปก่อน และทำการถอดค่าโดยกระทำทีละ 1 คำ วิธีการถอดคำให้เป็นค่าพารามิเตอร์มีอยู่หลายวิธี ดังนี้

2.4.2.1 การถอดรหัสข้อมูลแบบทั่วไป

การถอดค่าแบบทั่วไปเป็นการถอดค่าแบบ binary bit แปลงเป็น decimal bit

2.4.2.2 การถอดรหัสข้อมูลแบบมีเครื่องหมาย

การถอดค่าแบบมีเครื่องหมายบอกสถานะเป็นบวก หรือลบของค่านั้นใช้วิธีการถอดแบบ 2's complement ในการถอดบิต

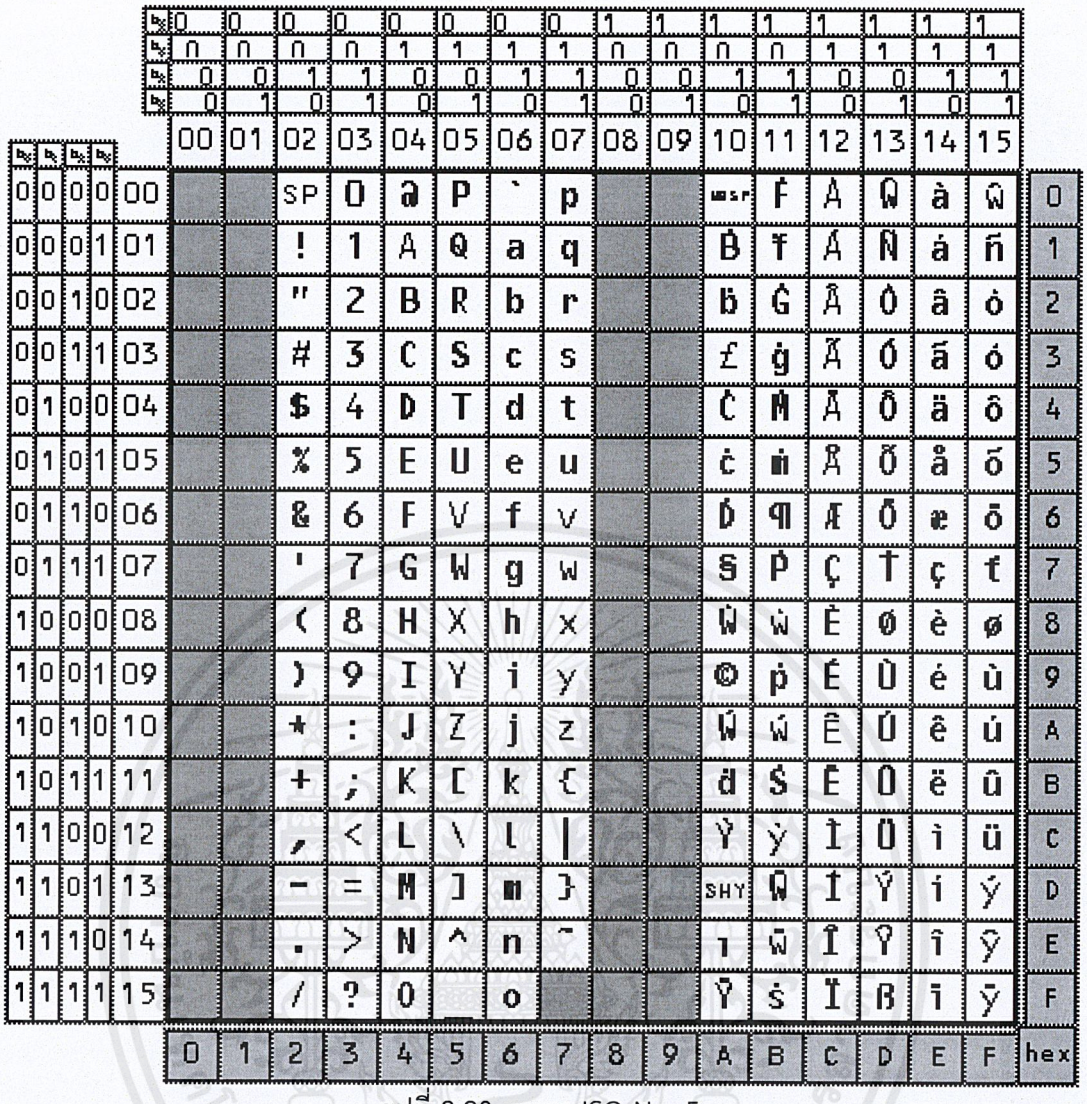
2.4.2.3 การถอดรหัสข้อมูลแบบ Discrete

การถอดค่าแบบ Discrete จะใช้บิตเพียง 0 และ1 ในการถอดรหัสว่าค่านี้มีสถานะเป็นอย่างไร

2.4.2.4 การถอดรหัสข้อมูลแบบ ISO No. 5

การถอดค่าพารามิเตอร์ใช้ตารางมาตรฐาน ISO No. 5 ดังรูปที่ 2.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.20 ตาราง ISO No. 5

(ที่มา : http://www.evertype.com/standards/iso8859/8859-14.html)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ข้อมูลพารามิเตอร์

2.5.1 CAS

Calibrated Airspeed (CAS) คือ ค่าความเร็วลมที่มีการปรับค่าความเที่ยงตรงแล้ว ตามอุณหภูมิความกดอากาศ ตำแหน่ง มุม ท่าทางต่าง ๆ ขณะที่ทำการวัด

ตารางที่ 2.1 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAS

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

2.5.2 VERTICAL SPEED (SAARU)

Vertical Speed คือ อัตราการร่อน หรือการไต่ระดับที่คำนวณแบบ Secondary Attitude Air Reference Unit

ตารางที่ 2.2 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL SPEED (SAARU)

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

2.5.3 MAGNETIC HEADING

Magnetic Heading คือ ทิศทางของสนามแม่เหล็กโลก

ตารางที่ 2.3 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MAGNETIC HEADING

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.4 FLAP ANGLE

Flap Angle คือ มุมของเฟลบที่ได้ทำการกางออก เพื่อทำหน้าที่เพิ่มแรงยกให้กับเครื่องบินในตอนบินขึ้นหรือร่อนลง

ตารางที่ 2.4 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLAP ANGLE

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

2.5.5 FLAP POSITION

Flap Position คือ ตำแหน่งที่เฟลบได้ทำการกางออก เพื่อทำหน้าที่เพิ่มแรงยกให้กับเครื่องบินในตอนบินขึ้นหรือร่อนลง

ตารางที่ 2.5 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLAP POSITION

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

2.5.6 SLATS SNS L POSN

ตารางที่ 2.6 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SLATS SNS L POSN

NAME	WORD	BIT SOURCE	BIT LENGHT	RATE	SUBFRAME	BIT SIGNED	COEFF 0	COEFF 1	DISCRETE
SLATS SNS L POSN	288	1	12	4	ALL	FALSE	0.125	0	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.7 SLATS SNS R POSN

ตารางที่ 2.7 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SLATS SNS R POSN

NAME	WORD	BIT SOURCE	BIT LENGHT	RATE	SUBFRAME	BIT SIGNED	COEFF 0	COEFF 1	DISCRETE
SLATS SNS R POSN	289	1	12	4	ALL	FALSE	0.125	0	-

2.5.8 SLATS POSN

Slats Position คือ ตำแหน่งที่สเลทได้ทำการกางออก เพื่อทำหน้าที่เพิ่มแรงยกให้กับเครื่องบินในตอนบินขึ้นหรือร่อนลง

ตารางที่ 2.8 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SLATS POSN

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

2.5.9 AIR GND ON GND

Air Ground On Ground คือ การบอกสถานะของเครื่องบินว่าอยู่บนภาคพื้นดิน หรือในอากาศ

ตารางที่ 2.9 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIR GND ON GND

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.10 GMT

Greenwich Mean Time (GMT) คือ เวลามาตรฐานกรีนิชเป็นค่าเวลาที่คำนวณจากค่าเฉลี่ยเวลาที่ดวงอาทิตย์ข้ามผ่านเส้นเมริเดียนปฐม และอยู่ในตำแหน่งสูงสุดตอนเที่ยงวันในรอบหนึ่งปี

ตารางที่ 2.10 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GMT

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

2.5.11 RADIO ALTITUDE LEFT

Radio Altitude Left คือ ค่าระยะทาง หรือความสูงที่ได้จากการคำนวณค่าระยะทางจากการส่งคลื่นวิทยุทางด้านซ้ายของเครื่องบินออกไปกระทบเข้ากับวัตถุแล้วมีคลื่นวิทยุสะท้อนกลับมา

ตารางที่ 2.11 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE LEFT

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

2.5.12 RADIO ALTITUDE CENTER

Radio Altitude Center คือ ค่าระยะทาง หรือความสูงที่ได้จากการคำนวณค่าระยะทางจากการส่งคลื่นวิทยุตรงส่วนกลางของเครื่องบินออกไปกระทบเข้ากับวัตถุแล้วมีคลื่นวิทยุสะท้อนกลับมา

ตารางที่ 2.12 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE CENTER

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.13 RADIO ALTITUDE RIGHT

Radio Altitude Right คือ ค่าระยะทาง หรือความสูงที่ได้จากการคำนวณค่าระยะทางจากการส่งคลื่นวิทยุทางด้านขวาของเครื่องบินออกไปกระทบเข้ากับวัตถุแล้วมีคลื่นวิทยุสะท้อนกลับมา

ตารางที่ 2.13 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RADIO ALTITUDE RIGHT

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

2.5.14 PITCH ALTITUDE

Pitch Altitude คือ มุมขึ้นลงในแนวตั้งของส่วนหัวเครื่องบิน

ตารางที่ 2.14 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PITCH ALTITUDE

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

2.5.15 ROLL ALTITUDE

Roll Altitude คือ มุมซ้ายขวาในการเอียงตัวของส่วนหัวเครื่องบิน

ตารางที่ 2.15 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ROLL ALTITUDE

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.16 LATITUDE ACQ

ตารางที่ 2.16 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LATITUDE ACQ

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

2.5.17 LONGITUDE ACQ

ตารางที่ 2.17 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LONGITUDE ACQ

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

2.5.18 ALTITUDE 1013 (SAARU)

ตารางที่ 2.18 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ALTITUDE 1013 (SAARU)

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

2.5.19 GPS ALTITUDE

Global Positioning System Altitude คือ ค่าความสูงที่ถูกวัดได้จากดาวเทียม

ตารางที่ 2.19 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GPS ALTITUDE

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.20 GROUND SPEED 4

Ground Speed 4 คือ ค่าความเร็วภาคพื้นดิน

ตารางที่ 2.20 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GROUND SPEED 4

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

2.5.21 GROUND SPEED (SAARU)

Ground Speed (SAARU) คือ ค่าความเร็วภาคพื้นดินที่มีการคำนวณแบบ Secondary Attitude Air Reference Unit

ตารางที่ 2.21 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GROUND SPEED (SAARU)

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

2.5.22 GPS GROUND SPEED

Global Positioning System Ground Speed คือ ค่าความเร็วภาคพื้นดินที่ถูกวัดได้จากดาวเทียม

ตารางที่ 2.22 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GPS GROUND SPEED

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.23 SPDBRAKE LEVER POSN

ตารางที่ 2.23 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SPDBRAKE LEVER POSN

NAME	WORD	BIT SOURCE	BIT LENGHT	RATE	SUBFRAME	BIT SIGNED	COEFF 0	COEFF 1	DISCRETE
SPDBRAKE LEVER POSN	55	1	12	4	ALL	FALSE	0.03125	0	-
	56	1	12						

2.5.24 CAP WHL 1 POSN

Cap Wheel 1 Position คือ ตำแหน่งของล้อที่ 1

ตารางที่ 2.24 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 1 POSN

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

2.5.25 CAP WHL 2 POSN

Cap Wheel 2 Position ตำแหน่งของล้อที่ 2

ตารางที่ 2.25 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 2 POSN

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.26 CAP WHL 3 POSN

Cap Wheel 3 Position คือ ตำแหน่งของล้อที่ 3

ตารางที่ 2.26 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ CAP WHL 3 POSN

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

2.5.27 F/O WHL 1 POSN

ตารางที่ 2.27 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ F/O WHL 1 POSN

NAME	WORD	BIT SOURCE	BIT LENGHT	RATE	SUBFRAME	BIT SIGNED	COEFF 0	COEFF 1	DISCRETE
FO WHL 1 POSN	189 190	1	12	4	ALL	TURE	0.001044922	0	-

2.5.28 F/O WHL 2 POSN

ตารางที่ 2.28 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ F/O WHL 2 POSN

NAME	WORD	BIT SOURCE	BIT LENGHT	RATE	SUBFRAME	BIT SIGNED	COEFF 0	COEFF 1	DISCRETE
FO WHL 2 POSN	191 192	1	12	4	ALL	TURE	0.001044922	0	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.29 F/O WHL 3 POSN

ตารางที่ 2.29 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ F/O WHL 3 POSN

NAME	WORD	BIT SOURCE	BIT LENGHT	RATE	SUBFRAME	BIT SIGNED	COEFF 0	COEFF 1	DISCRETE
FO WHL 3 POSN	193	1	12	4	ALL	TURE	0.001044922	0	-

2.5.30 GEAR SELECT DOWN

Gear Select Down คือ แสดงถึงสถานะของการเก็บล้อ

ตารางที่ 2.30 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GEAR SELECT DOWN

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

2.5.31 GEAR SELECT UP

Gear Select Up คือ แสดงถึงสถานะของการใช้งานล้อ

ตารางที่ 2.31 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ GEAR SELECT UP

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.32 FLIGHT NUM

Flight Number คือ รหัสเที่ยวบินซึ่งประกอบไปด้วยรหัสของสายการบิน และเลขเที่ยวบิน

ตารางที่ 2.32 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FLIGHT NUM

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

2.5.33 RUD LWR POSN

Rudder Lower Position คือ ตำแหน่งหางเสือล่าง

ตารางที่ 2.33 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD LWR POSN

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

2.5.34 RUD MDD POSN

Rudder Middle Position คือ ตำแหน่งหางเสือกลาง

ตารางที่ 2.34 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD MDD POSN

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.35 RUD UPR POSN

Rudder Upper Position คือ ตำแหน่งหางเสือบน

ตารางที่ 2.35 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD UPR POSN

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

2.5.36 RUD POSN

Rudder Position คือ ตำแหน่งหางเสือของเครื่องบิน

ตารางที่ 2.36 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD POSN

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

2.5.37 RUD TRIM POSN

Rudder Trim Position คือ ตำแหน่งหางเสือของเครื่องบินที่ถูกปรับแต่งค่า

ตารางที่ 2.37 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ RUD TRIM POSN

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.38 SPOILER 1 – 14 PCU POS

Spoiler 1 – 14 PCU Position คือ ค่าในการยกของสปอยเลอร์

ตารางที่ 2.38 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ SPOILER 1 – 14 PCU POS

NAME	WORD	BIT SOURCE	BIT LENGHT	RATE	SUBFRAME	BIT SIGNED	COEFF 0	COEFF 1	DISCRETE
SPOILER 1 PCU POS	291	1	12	1	1	TURE	0.002163086	0	-
SPOILER 2 PCU POS	292			1	3		0.002163086		
SPOILER 3 PCU POS	292			1	4		0.002163086		
SPOILER 4 PCU POS	65			4	ALL		0.002163086		
SPOILER 5 PCU POS	291			1	4		0.002163086		
SPOILER 6 PCU POS	293			1	3		0.001671875		
SPOILER 7 PCU POS	293			1	1		0.001671875		
SPOILER 8 PCU POS	293			1	4		0.001671875		
SPOILER 9 PCU POS	293			1	2		0.001671875		
SPOILER 10 PCU POS	292			1	1		0.002163086		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SPOILER 11 PCU POS	66			4	ALL		0.002163086		
SPOILER 12 PCU POS	291			1	2		0.002163086		
SPOILER 13 PCU POS	291			1	3		0.002163086		
SPOILER 14 PCU POS	292			1	2		0.002163086		

2.5.39 MLG TRUCK TILT RT

ตารางที่ 2.39 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MLG TRUCK TILT RT

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

2.5.40 MLG TRUCK TILT LT

ตารางที่ 2.40 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MLG TRUCK TILT LT

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.41 N1 LEFT

N1 Left คือ ค่าความเร็วของพัดลมในเครื่องยนต์ฝั่งซ้าย

ตารางที่ 2.41 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N1 LEFT

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

2.5.42 N1 RIGHT

N1 Right คือ ค่าความเร็วของพัดลมในเครื่องยนต์ฝั่งขวา

ตารางที่ 2.42 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N1 RIGHT

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

2.5.43 N2 LEFT

N2 Left คือ ค่าความเร็วของการหมุนแกนกลางในเครื่องยนต์ฝั่งซ้าย

ตารางที่ 2.43 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N2 LEFT

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.44 N2 RIGHT

N1 Left คือ ค่าความเร็วของการหมุนแกนกลางในเครื่องยนต์ขวา

ตารางที่ 2.44 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ N2 RIGHT

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

2.5.45 FLIGHT PHASE ACQ

Flight Phase ACQ คือ ค่าที่บงบอกถึงสถานะการทำการบินในแต่ละช่วงเวลานั้น ๆ

ตารางที่ 2.45 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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.46 DATE

Date คือ ค่าของวัน เดือน ปีที่มีการทำการบิน

ตารางที่ 2.46 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ DATE

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

2.5.47 LATERAL ACCEL

Lateral acceleration คือ ค่าความเร่งของเครื่องบินตามแนวขวาง

ตารางที่ 2.47 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LATERAL ACCEL

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

2.5.48 LON ACCEL

Longitude Acceleration คือ ค่าความเร่งของเครื่องบินตามแนวพื้น

ตารางที่ 2.48 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ LON ACCEL

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.49 VERTICAL ACCEL

Vertical Acceleration คือ ค่าความเร่งของเครื่องบินในแนวตั้ง

ตารางที่ 2.49 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL ACCEL

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

2.5.50 ELEVATOR POSN PFC

ตารางที่ 2.50 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ ELEVATOR POSN PFC

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

2.5.51 PARKING BRAKE HANDLE 1

Parking Brake Handle 1 คือ แสดงถึงการใช้คันโยกเบรกที่ 1 ในการขับเครื่องบิน

ตารางที่ 2.51 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 1

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.52 PARKING BRAKE HANDLE 2

Parking Brake Handle 2 คือ แสดงถึงการใช้คันโยกเบรกที่ 2 ในการขับเครื่องบิน

ตารางที่ 2.52 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 2

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

2.5.53 PARKING BRAKE HANDLE 3

Parking Brake Handle 3 คือ แสดงถึงการใช้คันโยกเบรกที่ 3 ในการขับเครื่องบิน

ตารางที่ 2.53 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ PARKING BRAKE HANDLE 3

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

2.5.54 AIL POSN INBD LT

ตารางที่ 2.54 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN INBD LT

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.55 AIL POSN OTBD LT

ตารางที่ 2.55 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN OTBD LT

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

2.5.56 AIL POSN INBD RT

ตารางที่ 2.56 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN INBD RT

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

2.5.57 AIL POSN OTBD RT

ตารางที่ 2.57 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ AIL POSN OTBD RT

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.58 TRA IN FORWARD 1

ตารางที่ 2.58 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TRA IN FORWARD 1

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

2.5.59 TRA IN FORWARD 2

ตารางที่ 2.59 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TRA IN FORWARD 2

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

2.5.60 FMF ALTITUDE

Free Molecular Flow Altitude (FMF Altitude) คือ ค่าความยาว หรือความสูงที่ขึ้นอยู่กับระบบการไหลของโมเลกุลอิสระ

ตารางที่ 2.60 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ FMF ALTITUDE

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.61 TCAS

Traffic Collision Avoidance System (TCAS) คือ ระบบที่คอยบอกนักบินว่า มีอากาศยานอยู่ตรงไหนบ้าง และจะเตือนนักบินหากมีอากาศยานเข้ามาใกล้หรือมีแนวโน้มที่จะเกิดการเฉี่ยวชนกันได้

ตารางที่ 2.61 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TCAS

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

2.5.62 VERTICAL SPEED

Vertical Speed คือ ค่าการเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศ เป็นตัววัดความเร็วในแนวตั้ง ว่าเครื่องบินจะเปลี่ยนความสูงด้วยความเร็วเท่าไรที่เครื่องบินไต่ขึ้น หรือดำลงโดยส่วนใหญ่จะบอกเป็นหน่วย ฟุต/นาที

ตารางที่ 2.62 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ VERTICAL SPEED

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

2.5.63 TAS

True Airspeed (TAS) คือ ค่าความเร็วของอากาศ ที่ถูกต้องหลังจากการแก้ไขผลกระทบต่างๆ

ตารางที่ 2.63 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ TAS

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.64 MACH

Mach คือ ความเร็วที่ได้จากการเดินทางเทียบกับความเร็วเสียง ในหน่วยกิโลเมตร/ชั่วโมง

ตารางที่ 2.64 ตารางข้อมูลของพารามิเตอร์ MACH

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

2.6 โปรแกรมที่ใช้ในการพัฒนาระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน

2.6.1 Python

Python คือชื่อภาษาที่ใช้ในการเขียนโปรแกรมภาษาหนึ่ง ซึ่งถูกพัฒนาขึ้นมาโดยไม่ยึดติดกับแพลตฟอร์ม กล่าวคือสามารถรันภาษา Python ได้ทั้งบนระบบ Unix, Linux, Windows NT, Windows 2000, Windows XP หรือแม้แต่ระบบ FreeBSD อีกอย่างหนึ่ง

ภาษาตัว นี้เป็น Open Source เหมือนอย่าง PHP ทำให้ทุกคนสามารถที่จะนำ Python มาพัฒนาโปรแกรมของเราได้ฟรีๆโดยไม่ต้องเสียค่าใช้จ่าย และความเป็น Open Source ทำให้มีคนเข้ามาช่วยกันพัฒนาให้ Python มีความสามารถสูงขึ้น และใช้งานได้ครบคุมกับทุกลักษณะงาน

ไวยากรณ์ของภาษา Python ภาษา Python นั้นถูกพัฒนาขึ้นมาโดยมีความตั้งใจว่าจะให้เป็นภาษาที่อ่านง่าย มันถูกออกแบบมาให้มีโครงสร้างที่มองเห็นได้โดยไม่ซับซ้อน โดยมักจะใช้คำในภาษาอังกฤษในขณะที่ภาษาอื่นใช้เครื่องหมายวรรคตอน นอกจากนี้ Python มีข้อยกเว้นของโครงสร้างทางภาษาน้อยกว่าภาษา C และ Pascal Python Interpreter Python interpreter นั้นเป็นตัวแปรภาษาของภาษา Python เพื่อให้สามารถรันโค้ด Python ได้ ซึ่งได้มากับไลบรารี่มาตรฐานที่สามารถใช้งานได้ฟรี เป็นโปรแกรมแบบ source และ binary สำหรับแพลตฟอร์มที่ได้รับความนิยม นอกจากนี้ Interpreter ยังสนับสนุนการเขียนโปรแกรมกับ Interactive shell ซึ่งเป็นการเขียนโค้ดของภาษา Python ลงไปและเห็นผลลัพธ์การทำงานของคำสั่งได้ในทันที

Python Interpreter นั้นยังสามารถนำเพิ่มความสามารถกับฟังก์ชันใหม่ที่ถูกพัฒนามาจากภาษา C และ C++ Python นั้นเหมาะสำหรับเป็นภาษาในการสร้าง Extension และแอพพลิเคชันที่ปรับแต่งได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.21 โปรแกรมภาษา Python

(ที่มา : https://python3.wannaphong.com/2017/09/python.html)

2.6.1.1 คุณลักษณะเด่นของภาษา Python

1. สนับสนุนแนวแบบคิดออปเจกต์โอเรียนเทด หรือ OOP (Object Oriented Programming)

2. เป็น Open Source

3. โค้ดที่เขียนด้วย Python สามารถนำไปรันบนระบบปฏิบัติการได้หลากหลาย

4. สนับสนุนเทคโนโลยี COM ของ Ms-windows

5. Python รวมมาตรฐานการอินเตอร์เฟส Tkinter ซึ่งสนับสนุนบนระบบ X windows, Ms-windows และ Macintosh การใช้คำสั่ง Tkinter API ช่วยให้โปรแกรมเมอร์ไม่ต้องแก้ไขโค้ดเมื่อนำไปรันบนระบบปฏิบัติการอื่น ๆ

6. เป็น Dynamic typing คือ สามารถเปลี่ยนชนิดข้อมูลได้ง่ายและสะดวก

7. มี Buil-in Object Types คือ โครงสร้างของข้อมูลที่สามารถใช้ได้ใน Python ประกอบด้วย ลิสต์, ดิกชันนารี, สตริง ที่ง่ายต่อการใช้งานและมีประสิทธิภาพสูง

8. มีเครื่องมือต่าง ๆ มากมาย เช่น การประมวลผลเท็กซ์ไฟล์ การเรียงข้อมูล การเชื่อมต่อสตริง การตรวจสอบเงื่อนไขของข้อความ การแทนคำ เป็นต้น

9. มีมอดูลสำหรับจัดการ Regular Expresion

10. มีมอดูลที่สร้างขึ้นจากนักพัฒนาสนับสนุนมากมาย ได้แก่ COM, Image, CORBA, ORBs, XML เป็นต้น

11. จัดการหน่วยความจำอย่างอัตโนมัติ สามารถจักการพื้นที่หน่วยความจำที่ไม่ต่อเนื่องให้ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ

12. อนุญาตให้ฝังชุดคำสั่งของ Python เอาไว้ภายในโค้ดภาษา C/C++ ได้

13. อนุญาตให้โปรแกรมเมอร์สร้าง Dynamic Link Libray (DLL) เพื่อใช้ร่วมกับ Python

14. มีมอดูลสนับสนุนเกี่ยวกับเน็ตเวิร์ก โปรเซส เธรด regular, expression, xml, GUI และอื่น ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

15. ประกอบด้วยมอดูลสำหรับสร้าง Internet Script และติดต่อกับอินเทอร์เน็ตผ่าน Sockets, และทำหน้าที่เป็น CGI Script ตลอดจนใช้งานคำสั่ง FTP ,Glopher ,XML และอื่น ๆ อีกมาก

16. สามารถประมาลผลทางด้านวิยาศาสตร์และวิศวกรรมศาสตร์ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

17. มีฟังก์ชันสนับสนุนฐานข้อมูล เช่น MySQL, Sybase, Oracle , Informix, ODBC และอื่น ๆ

18. มีไลบรารีสนับสนุนด้านการสร้างภาพกราฟฟิก เช่น ทำภาพเบลอ หรือภาพชัด หรือเขียนข้อความบนภาพ ตลอดจนบันถึกไฟล์ในรูปแบบต่าง ๆ ได้อย่างสะดวกและมีประสิทธิภาพ

19. มีไลบรารีสนับสนุนด้านปัญญาประดิษฐ์

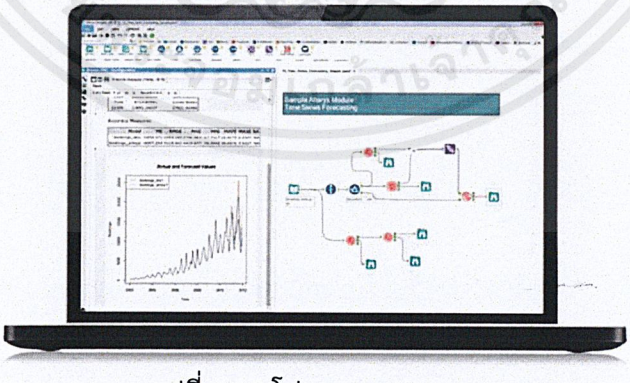
20. มีไลบรารีสำหรับสร้างเอกสาร PDF โดยไม่ต้องติดตั้ง Acrobat Writer

21. มีไลบรารีสำหรับสร้าง Shockwaves Flash (SWF) โดยไม่ต้องติดตั้ง Macromedia Flash [4]

2.6.2 โปรแกรม Alteryx

2.6.2.1 ที่มาของ Alteryx

Alteryx คือบริษัทซอฟต์แวร์สัญชาติอเมริกันที่มีต้นกำเนิดในเมือง Irvine รัฐแคลิฟอร์เนีย ซอฟต์แวร์ Alteryx ที่เปิดตัวขึ้นในครั้งแรกในปี 2006 นั้นเป็นผลสำเร็จจากการพัฒนาซอฟต์แวร์ตั้งแต่การก่อตั้งในปี 1997 ปัจจุบัน Alteryx เติบโตอย่างต่อเนื่องจนมีพาร์ทเนอร์กว่า 150 รายทั่วโลก และเป็นผู้ให้บริการแพลตฟอร์มวิเคราะห์ข้อมูลของแบรนด์ดังๆหลายแบรนด์ เช่น Ford McDonald's และ Western Union



รูปที่ 2.22 โปรแกรม Alteryx

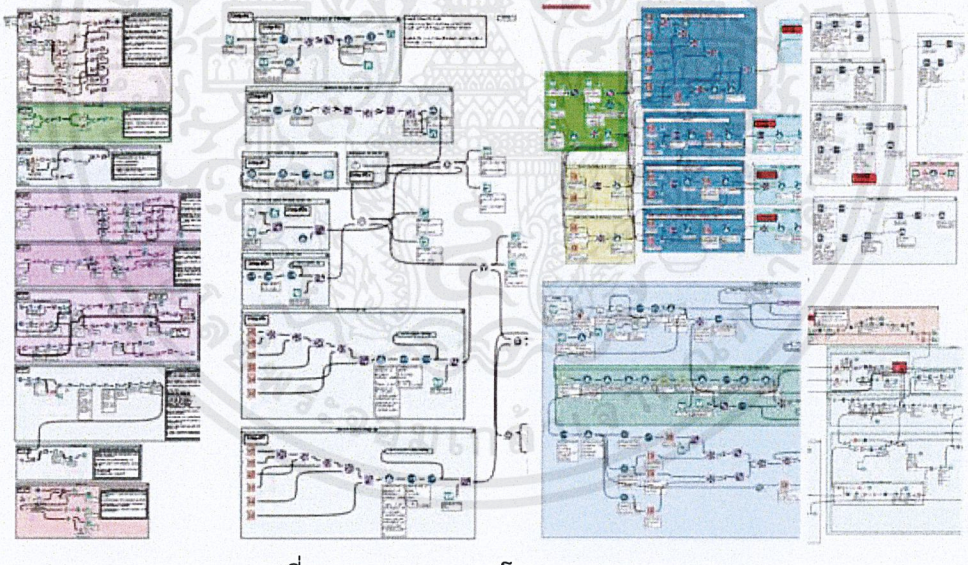
(ที่มา : https://www.alteryx.com/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.2 รูปแบบการทำงาน

Alteryx เป็นโซลูชันด้านการจัดการข้อมูลแบบครบวงจรที่มีทั้งเครื่องมือในการเตรียมข้อมูล (Data Preparation), การผสานรวมข้อมูล (Data Blending) ไปจนถึงการวิเคราะห์ข้อมูล (Data Analytics) และการวิเคราะห์เชิงทำนาย (Predictive Analytics) โดยชื่อเสียงของ Alteryx นั้นโดดเด่นมากทางด้านการทำ Data Preparation และ Data Blending มาอย่างยาวนาน

เครื่องมือการจัดการเตรียมข้อมูลของ Alteryx นั้นมีลักษณะเป็นการวาด Diagram เพื่อจัดการกับข้อมูลด้วยฟังก์ชัน ต่าง ๆ ตั้งแต่การตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูล, การจัดเรียงรูปแบบของข้อมูล, การตัดหรือคัดเลือกข้อมูลเฉพาะส่วนที่ต้องการ, การรวมข้อมูลจากหลายแหล่ง, การส่งข้อมูลออกไปยังเครื่องมือวิเคราะห์ข้อมูลอื่น ๆ หรือแม้แต่การวิเคราะห์ข้อมูลด้วย Alteryx เองก็สามารถทำได้เช่นกัน ในขณะที่เครื่องมือของ Alteryx เองก็มีความยืดหยุ่นและใช้งานง่าย ทำให้หากมีการเปลี่ยนแปลงของ Data Source, การเพิ่ม Data Source, การเปลี่ยน Format ของข้อมูลที่จะนำมาใช้งาน หรือการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ก็ตามที่เกิดขึ้นกับข้อมูล ทีมงาน ก็ไม่ต้องวุ่นวายกับการแก้ไข Script ด้วยตัวเองอีก แต่ใช้เครื่องมือ GUI ที่ค่อนข้างสำเร็จรูปของ Alteryx ในการแก้ไขได้เลยง่ายต่อผู้ใช้งาน



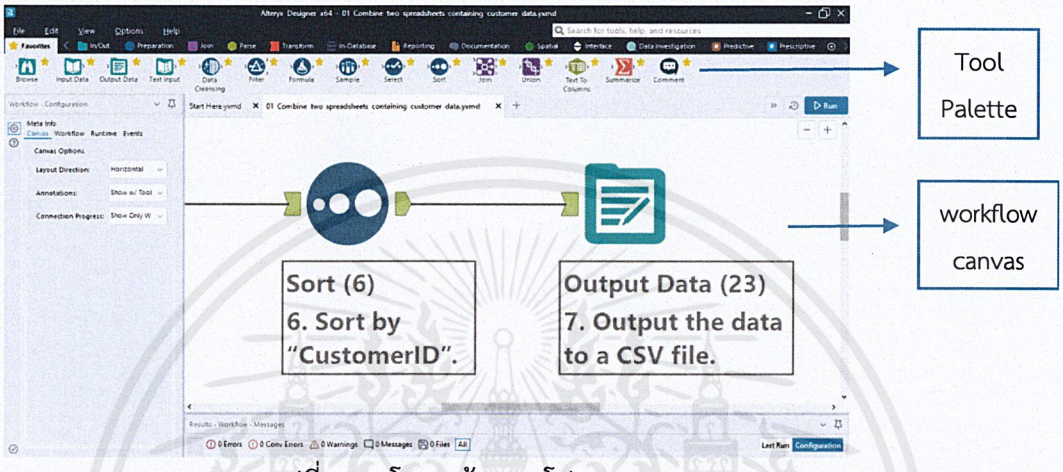
รูปที่ 2.23 รูปแบบของโปรแกรม Alteryx

(ที่มา : https://www.alteryx.com/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.2.3 Alteryx Tools

เครื่องมือแต่ละตัวภายใน Alteryx มีฟังก์ชันเฉพาะ เครื่องมือที่กำหนดค่าจะทำขึ้นเป็น Workflow คลิก และลากเครื่องมือจาก ธool Palette ลงใน Workflow Canvas เพื่อเริ่มสร้าง Workflow เครื่องมือเชื่อมโยงกันด้วยการคลิกหมุดเอาต์พุต และลากเส้นไปเชื่อมต่อที่หมุดอินพุตของเครื่องมือ



รูปที่ 2.24 โครงสร้างของโปรแกรม Alteryx

ยกตัวอย่างเครื่องมือจากหมวดหมู่รายการโปรด (Favorites) รวมถึงเครื่องมือทั่วไปที่ใช้ในการสร้าง Workflow คุณสามารถเพิ่มเครื่องมือลงในรายการโปรดได้โดยคลิกที่ดาวสีเทาที่ด้านบนขวาของไอคอนเครื่องมือบน Tool Palette เครื่องมือที่ชื่นชอบจะถูกระบุโดยดาวสีเหลืองดังรูปที่ 2.23

รูปที่ 2.25 เครื่องมือจากหมวดหมู่รายการโปรดของโปรแกรม Alteryx

1. Browse : เครื่องมือ Browse นำเสนอมุมมองที่สมบูรณ์ของข้อมูลพื้นฐานภายใน Alteryx Workflow Browse สามารถแสดงผลผ่านเครื่องมือ Browse เพื่อดูข้อมูลที่เกิดขึ้นที่ใดก็ได้ภายในกระแสงาน

2. Filter : เครื่องมือ Filter จะคัดกรองข้อมูลในไฟล์ของคุณเพื่อให้ตรงกับเกณฑ์ที่ระบุ เครื่องมือสร้างเอาต์พุตสองเอาต์พุตคือ True และ False True เป็นตำแหน่งที่ข้อมูลตรงกับเกณฑ์ที่ระบุ False เป็นตำแหน่งที่ข้อมูลไม่ตรงกับเกณฑ์ที่ระบุ

3. Formula : เครื่องมือ Formula เป็นตัวประมวลผลที่ทรงพลังของข้อมูลและสูตร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Input Data : เครื่องมือป้อนข้อมูลสามารถเป็นจุดเริ่มต้นสำหรับโครงการใด ๆ ใน Alteryx ทุกโครงการต้องมีอินพุตและเอาต์พุต เครื่องมือป้อนข้อมูลจะเปิดแหล่งข้อมูลที่จะใช้ในการวิเคราะห์ เครื่องมือป้อนข้อมูลจะอ่านข้อมูลจากรูปแบบไฟล์ต่อไปนี้: CSV, MDB, DBF, XLS, MID/MIF, SHP, TAB, GEO, SZ, YXDB, SDF, FLAT, OleDB, Oracle Spatial

5. Join : เครื่องมือ Join รวมสองอินพุตโดยยึดตามสามัญสำนึกระหว่างสองตาราง ฟังก์ชันมันเหมือนกับการเข้าร่วม SQL แต่ให้ตัวเลือกในการสร้าง 3 ผลลัพธ์ที่เกิดจากการเข้าร่วม

6. Output Data : เครื่องมือเอาต์พุตจะใช้เมื่อใดก็ตามที่ผลลัพธ์จะต้องถูกส่งออกไปยังไฟล์จากการวิเคราะห์

2.6.3 โปรแกรม Tableau

2.6.3.1 ที่มาของ Tableau

Tableau เป็นซอฟต์แวร์สำหรับทำ Data Visualization ที่ได้รับความนิยมอันดับต้นของโลก Gartner ได้จัดให้ Tableau อยู่ใน Magic Quadrant for Analytics and Business Intelligence Platform โดยได้คะแนนอยู่ในกลุ่มของผู้นำ (Leader) และมีคะแนน Ability to Execute สูงที่สุด

Tableau ในมุมมองด้าน BI (Business Intelligence) นั้น Tableau มีความโดดเด่นในการนำเสนอข้อมูลผ่าน Dashboard ที่สวยงามและมีประสิทธิภาพ โดยให้นิยามตัวเองว่าเป็น Modern BI ที่ส่งเสริมการทำ Self Service BI ให้สำเร็จได้

Tableau ในมุมมองด้าน Analytics นั้น Tableau มีความโดดเด่นในการทำ Descriptive-Analytics และ Diagnostic Analytics ถ้าหากต้องการทำ Analytics ในระดับที่สูงขึ้นก็สามารถเชื่อมต่อกับภาษา R หรือ Python ได้ [9]

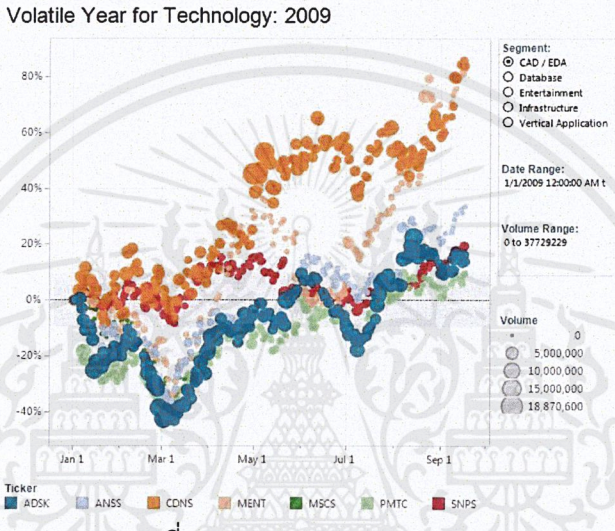
รูปที่ 2.26 โปรแกรม Tableau

(ที่มา : https://www.tableau.com/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.3.2 รูปแบบการทำงาน

Tableau Business Intelligence (BI) Software คือซอฟต์แวร์เพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลอันหลากหลายเป็น Software ในระดับต้นๆของโลกที่ทำเรื่อง Data Visualization สามารถนำข้อมูลออกมาเป็น Chart แบบต่าง ๆ ได้อย่างง่ายดายรวมถึงการนำหลาย Chart มาสร้างเป็น Dashboard และ Story Teller ก็ได้เช่นกัน รองรับการเข้าถึงข้อมูลจากหลายฐานข้อมูล และ สามารถนำข้อมูลจากฐานข้อมูลในองค์กรนั้นมาใช้งาน เช่น Excel, Access, Firebird 2.0, IBM DB2, MS SQL, Oracle, MySQL เป็นต้น [10]



รูปที่ 2.27 รูปแบบ Dashboard

(ที่มา : https://stelligence.com/tableau/)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

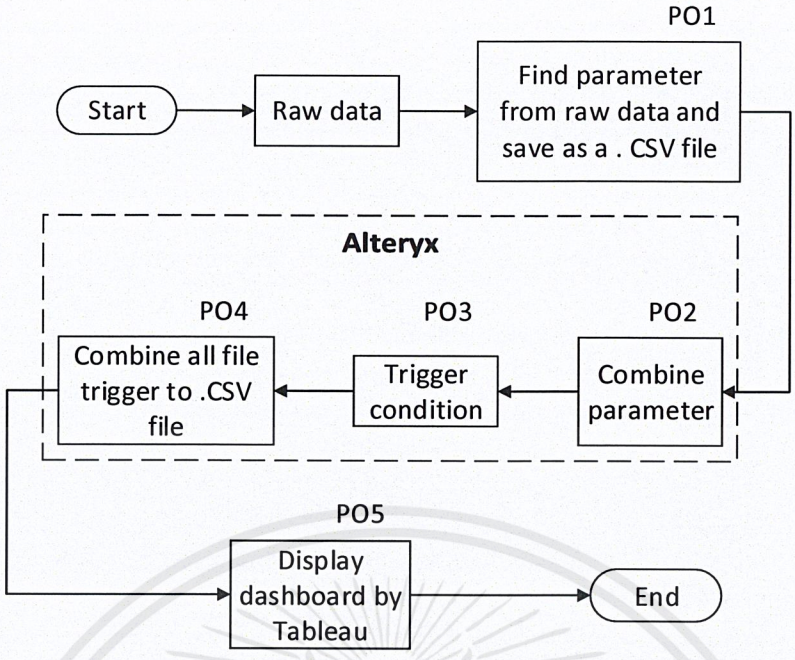
การออกแบบและการจัดทำโครงงาน

โครงงานนี้ได้ทำการออกแบบโปรแกรมโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อสามารสร้างทริกเกอร์ในการหาข้อบกพร่องที่ได้มาจากข้อมูลการปฏิบัติการบินของนักบินที่ผ่านมา ซึ่งโปรมแกรมจะทำการคัดเลือกข้อมูลที่มีค่าระดับเกินมาตรฐานที่กำหนดไว้ออกมา โดยโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ดังรูปที่ 3.1 ส่วนแรกจะทำการถอดค่าพารามิเตอร์ออกมาจากข้อมูลบันทึกการบิน ที่ได้จากอากาศยาน ส่วนต่อมาโปรแกรมจะทำการนำข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาทำการสร้างทริกเกอร์หาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบิน ซึ่งอยู่ในรูปแบบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่อยู่ในเงื่อนไข และส่วนสุดท้ายเมื่อได้ทริกเกอร์ออกมาแล้วโปรแกรมจะทำการแสดงผลออกมาในรูปแบบ Dashboard ที่บ่งบอกถึงความถี่ในการเกิดข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินของนักบิน

รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน

ขั้นตอนการทำงานดังรูปที่ 3.2 เริ่มจากการนำไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน (Raw data) มาทำการถอดรหัสหาค่าพารามิเตอร์ โดยใช้โปรแกรม Python ในการเปิดไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินอ่านข้อมูล และถอดรหัสหาค่าพารามิเตอร์จนได้ออกมาในรูปแบบไฟล์ .csv โดย 1 ไฟล์มีค่าเท่ากับ 1 พารามิเตอร์ จากนั้นนำไฟล์พารามิเตอร์ที่ถอดออกมาได้มาเข้าโปรแกรม Alteryx ซึ่งโปรแกรมมีการทำงานเกี่ยวกับการวิเคราะห์ข้อมูลที่ทางบริษัทเลือกใช้ในการสร้างทริเกอร์ โดยทำการรวมข้อมูลของแต่ละไฟล์พารามิเตอร์เข้าด้วยกัน เพื่อที่จะทำการสร้างทริกเกอร์ซึ่งก็คือรูปแบบเหตุการณ์ที่ต้องการจะหา ในแต่ละเงื่อนไขออกมาบันทึกลงไฟล์ trigger.csv ของแต่ละไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินมารวมกันพร้อมทั้งเรียงวันที่ เพื่อเตรียมข้อมูลไปสู่การแสดงผล และสุดท้ายนำทริกเกอร์ที่ได้มาทั้งหมดมาแสดงเป็น Dashboard ในโปรแกรม Tableau เพื่อมาใช้ทำการวิเคราะห์ต่อไป

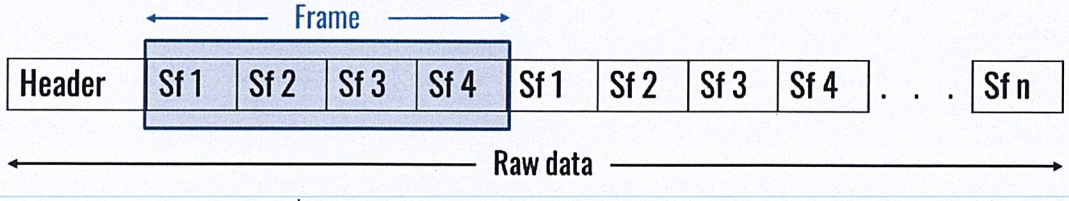
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน

3.1 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบินเพื่อหาค่าพารามิเตอร์

ในการออกแบบโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบิน เพื่อหาค่าพารามิเตอร์ โดยนำไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินจาก QAR (Quick Access Recorder) ที่อยู่ในเครื่องบิน ซึ่งมีรูปแบบข้อมูลเป็นดังรูปที่ 3.3 มีการแบ่งจัดเก็บข้อมูลเป็นเฟรม ๆ ใน 1 ไฟล์จะมีกี่เฟรมก็ได้ แต่ใน 1 เฟรมประกอบด้วย 4 ซับเฟรม และใน 1 ซับเฟรมจะมีจำนวนคำ (Word) ทั้งหมด 512 คำ แต่ละคำ (Word) จะมีขนาดเท่ากับ 16 บิต แต่จะใช้เพียง 12 บิต อีก 4 บิตที่มีค่านัยสำคัญสูงสุด (Most Significaint Bit : MSB) เป็นบิตที่ไม่ถูกใช้ในการถอดรหัสข้อมูล โดยจะทำการถอดหาค่าพารามิเตอร์ได้ด้วยโปรแกรมส่วน PO1 ที่ใช้ภาษา Python ในการพัฒนามีการแบ่งการทำงานออกเป็นสองส่วน ดังนี้



รูปที่ 3.3 รูปแบบข้อมูลภายในไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.1 PO1 ในส่วนแรก

คือส่วนของ main.py เป็นส่วนหลักในการทำงานของโปรแกรม ดังรูปที่ 3.4 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)

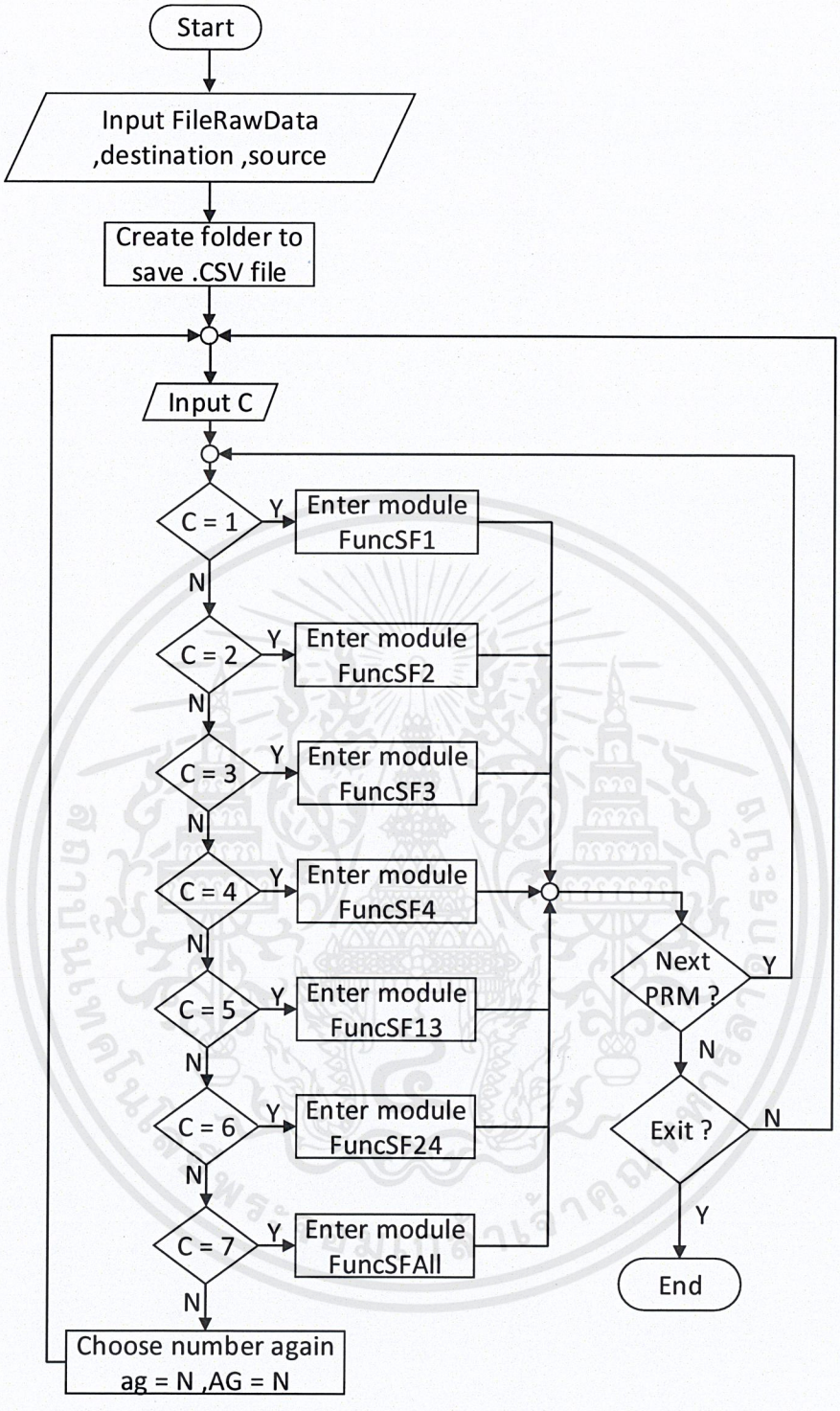
5) อ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรมที่ 1, 3 (FuncSF13.py)

6) อ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรมที่ 2, 4 (FuncSF24.py)

7) อ่านค่าพารามิเตอร์ที่ทุก ๆ ซับเฟรม (FuncSFAll.py)

ถ้าหากเลือกไม่ตรงกับ 7 รูปแบบที่กำหนดไว้ โปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานทำการเลือกใหม่ หากเลือกรูปแบบถูกต้องแล้ว ทำงานในโมดูลฟังก์ชัน จะได้ผลลัพท์ไฟล์พารามิเตอร์ที่เป็นไฟล์ .csv ออกมา โปรแกรมจะทำการให้ผู้ใช้งานเลือกว่าต้องการจะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปไหม หากต้องการโปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานใส่ข้อมูลของพารามิเตอร์ตัวต่อไปที่ต้องการหา โดยทำงานอยู่ในโมดูลฟังก์ชันเดียวกับการหาค่าพารามิเตอร์ก่อนหน้านี้ แต่ถ้าไม่ต้องการโปรแกรมจะถามผู้ใช้งานต่อว่าต้องการจะออกจากโปรแกรมหรือไม่ หากต้องการโปรแกรมก็จะจบการทำงานทันที แต่ถ้าไม่โปรแกรมจะทำการกลับไปถามผู้ใช้งานว่าต้องการจะทำรูปแบบไหนต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วน PO1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

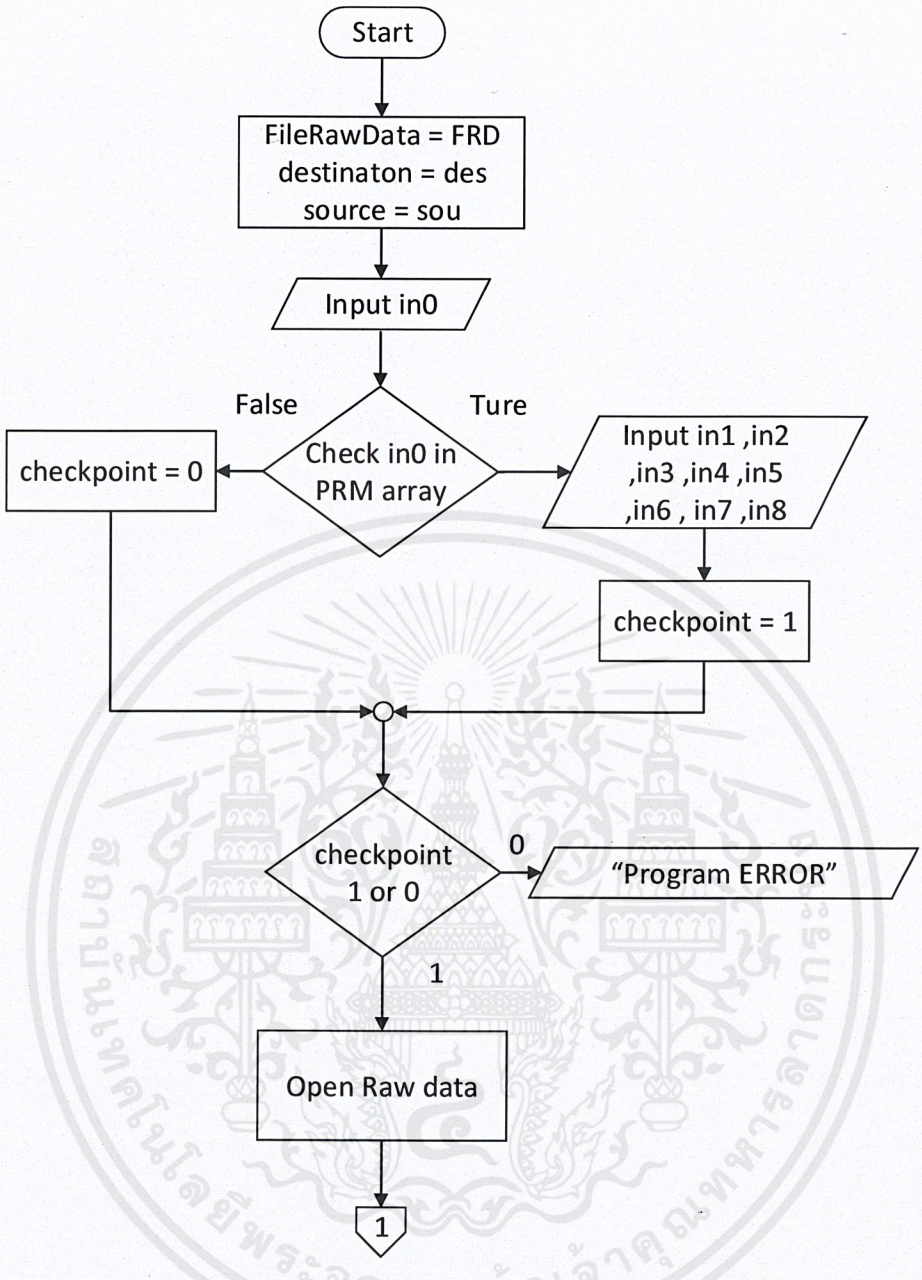
3.1.2 PO1 ส่วนที่สอง

คือโปรแกรมส่วนของโมดูลฟังก์ชันที่ได้มาจากการเลือกรูปแบบเฟรมทั้ง 7 รูปแบบที่กำหนดไว้ ในส่วนนี้จะทำการอธิบายการทำงานของรูปแบบที่ 7 คือโมดูลฟังก์ชันที่กระทำในทุก ๆ ซับเฟรม (FuncSFAll.py) ของโปรแกรม เริ่มต้นจากการให้ผู้ใช้งานใส่ชื่อของพารามิเตอร์ที่ต้องการจะหาจากไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน หากชื่อของพารามิเตอร์ที่ใส่เข้ามาแล้วไม่มีในโปรแกรมโปรแกรมจะแสดงข้อความขึ้นมาว่า “Program ERROR” แต่ถ้าชื่อของพารามิเตอร์ที่ใส่เข้ามีในโปรแกรม โปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานใส่ข้อมูลเพิ่มเติมว่าจะหาคำ (Word) ที่เท่าไร การถอดรหัสเริ่มที่บิตไหน และถึงบิตไหน คูณด้วยค่าสัมประสิทธิ์เท่าไร มีค่า Discrete ไหม ต่อมาโปรแกรมจะทำการเปิดไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินดังรูปที่ 3.5 (ก) เมื่อโปรแกรมทำการเปิดไฟล์ขึ้นมาโปรแกรมก็ทำการอ่าน และนับเฟรมทั้งหมดที่มีอยู่ในไฟล์นั้น ๆ แล้วก็ทำการตัดในส่วนหัวของข้อมูล (Header) ออก จากนั้นเปิดไฟล์ .csv เพื่อที่จะเก็บค่าของพารามิเตอร์ที่ได้หลังจากที่โปรแกรมทำงานเสร็จดังรูปที่ 3.5 (ข) โดยโปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูลทุก ๆ สองไบต์แล้วแปลงออกมาได้ 1 คำ (Word) แล้วนำไปเก็บในอาเรย์จนครบ 512 คำ (Word) จากนั้นก็จะทำการตรวจสอบว่าข้อมูลของอาเรย์นี้อยู่ในซับเฟรมไหนตรงกับวิธีการอ่านซับเฟรมที่ทำการเลือกไหม โดยใน 1 เฟรมจะค่าเท่ากับ 4 ซับเฟรม คือ ซับเฟรมที่ 1 ดังรูปที่ 3.5 (ค) ซับเฟรมที่ 2 ดังรูปที่ 3.5 (ง) ซับเฟรมที่ 3 ดังรูปที่ 3.5 (จ) และซับเฟรมที่ 4 ดังรูปที่ 3.5 (ฉ) 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

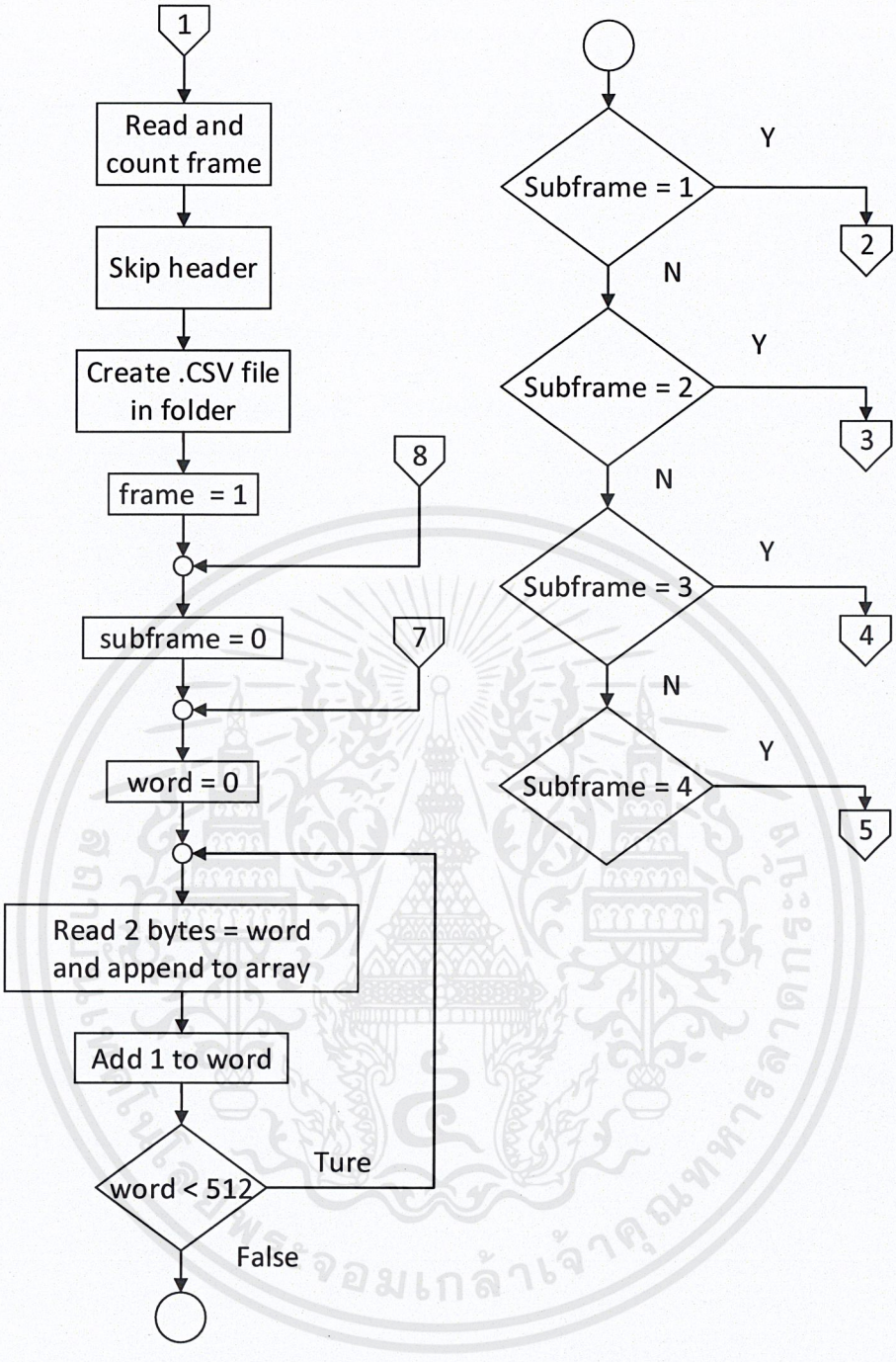
หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการแบบเดิมทำงานไปจนครบทุกเฟรมในไฟล์ตามที่ได้ทำการนับเอาไว้ และทำการบันทึกไฟล์ .csv ของพารามิเตอร์นั้น ๆ ดังรูปที่ 3.5 (ช) ถือว่าเป็นอันเสร็จสิ้นการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



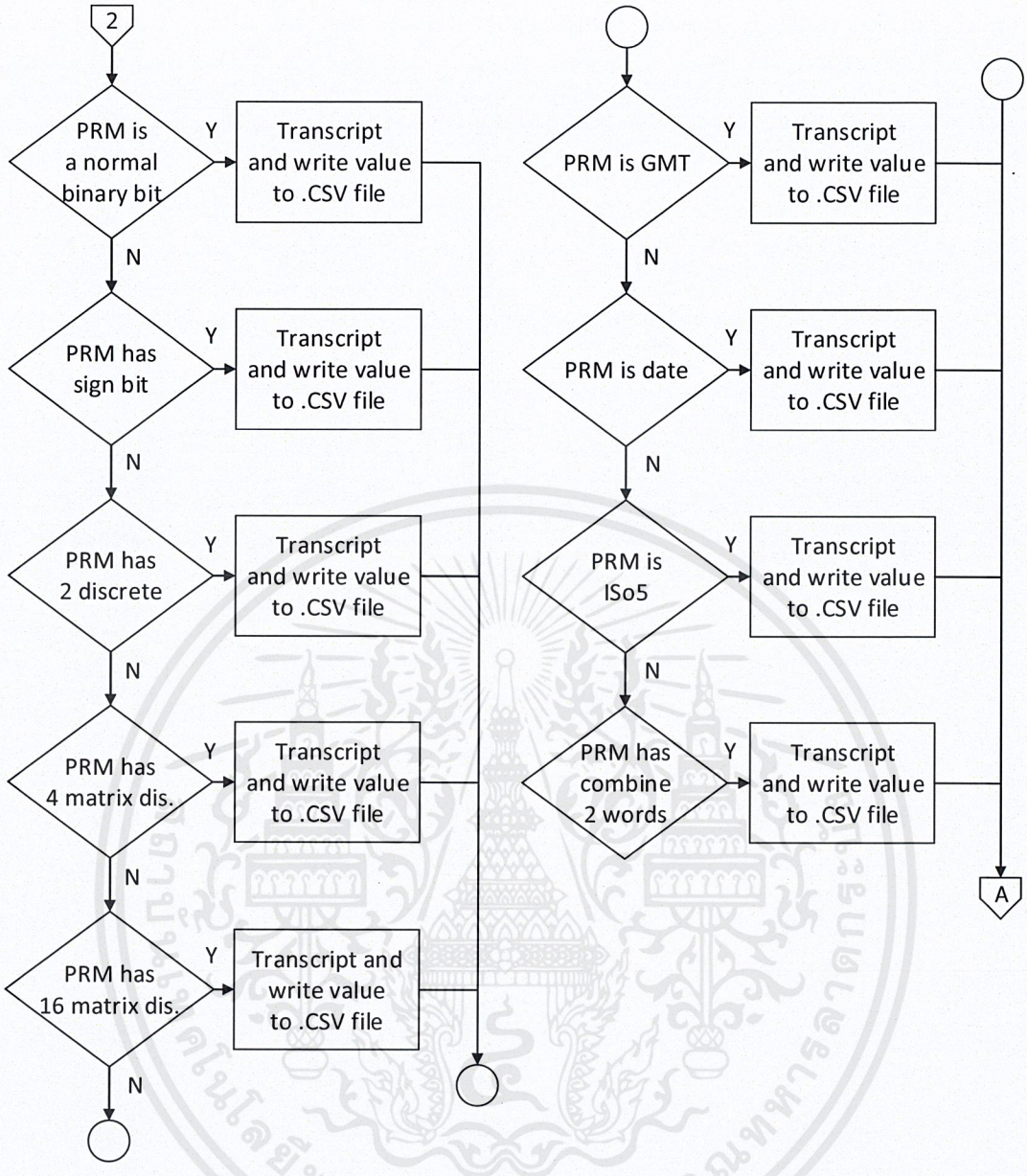
(ก) กระบวนการเปิดไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



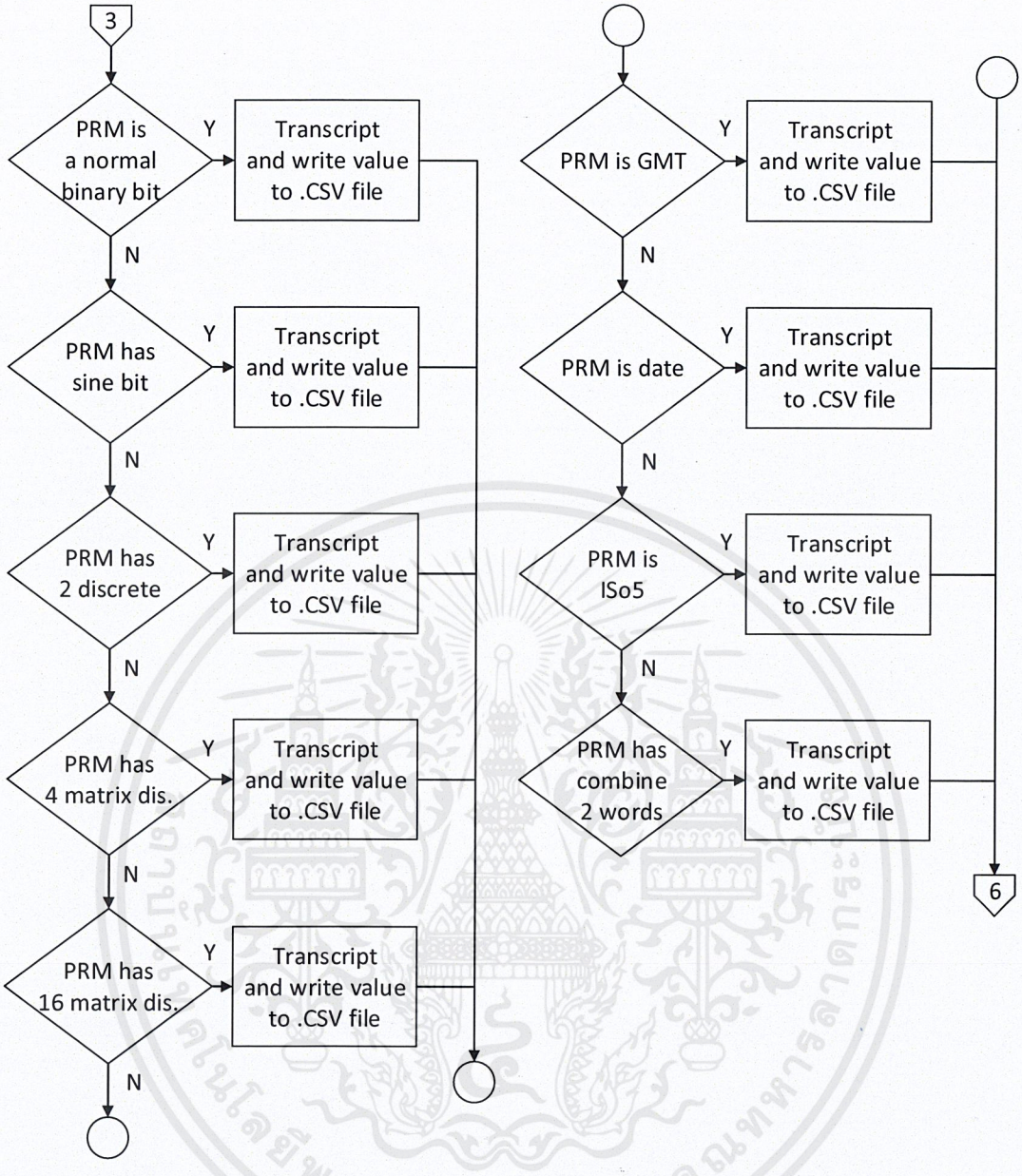
(ข) กระบวนการถอดคำจากข้อมูลบันทึกการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



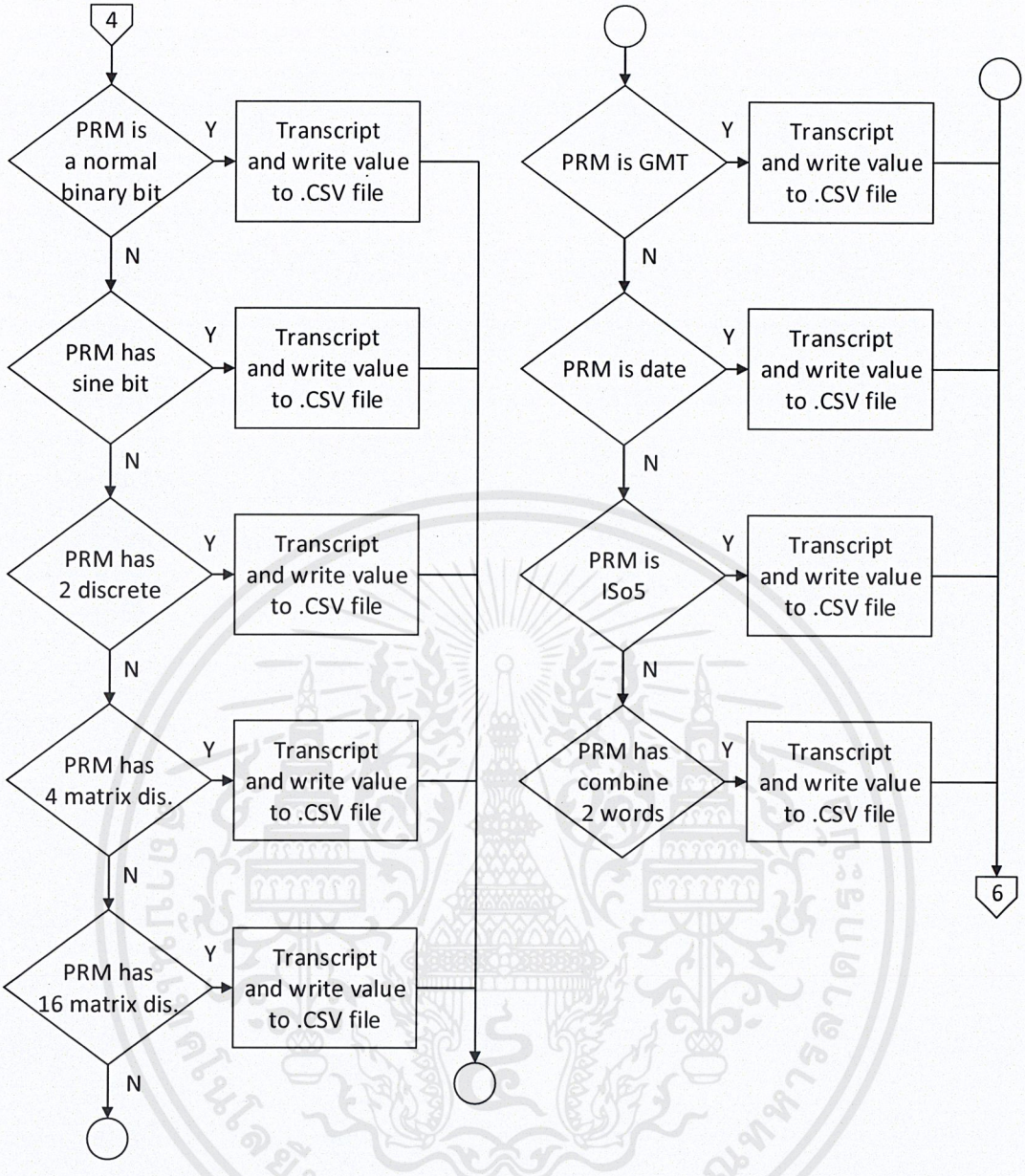
(ค) กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



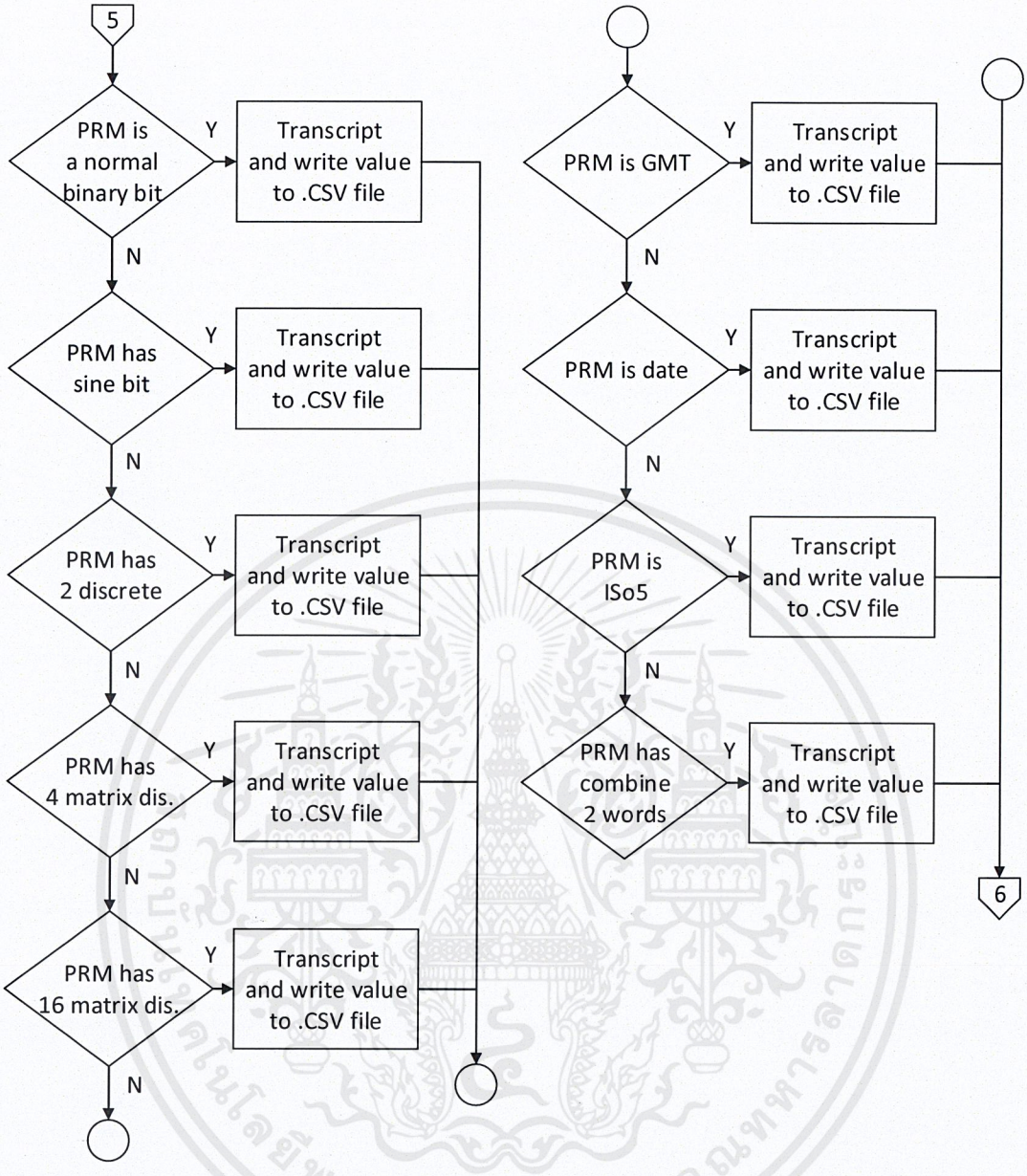
(ง) กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



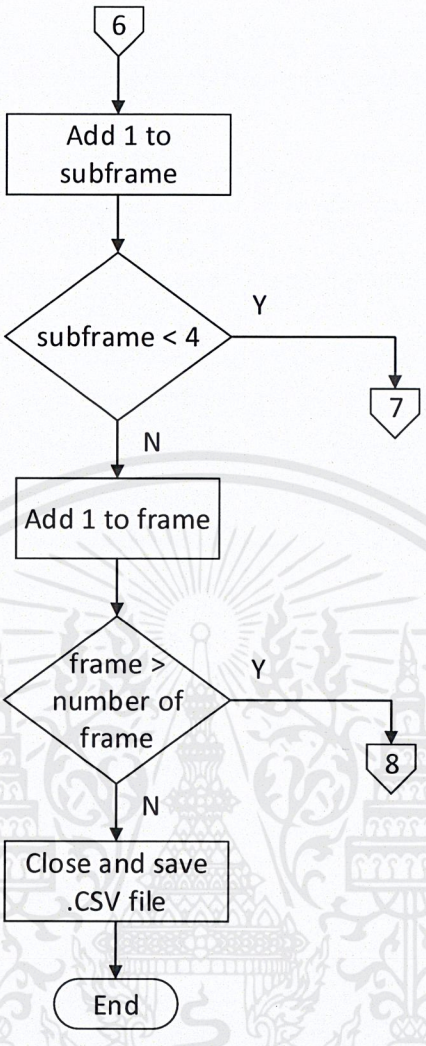
(จ) กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ฉ) กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลบันทึกการบิน ณ ซับเฟรมที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



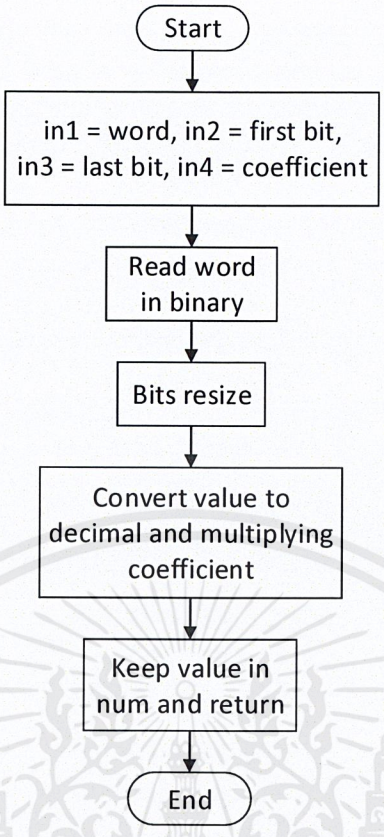
(ช) กระบวนการบันทึกไฟล์ของค่าพารามิเตอร์

รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วนโมดูลฟังก์ชันที่ทำทุก ๆ ซับเฟรม

วิธีการถอดค่าพารามิเตอร์ทั้ง 9 วิธี ดังนี้

1) วิธีการถอดแบบทั่วไป จะเริ่มจากการนำคำ (Word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจากนั้นแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์ แล้วเก็บค่าที่มีทศนิยมอย่างน้อย 3 ตำแหน่งไว้ในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป ดังรูปที่ 3.6

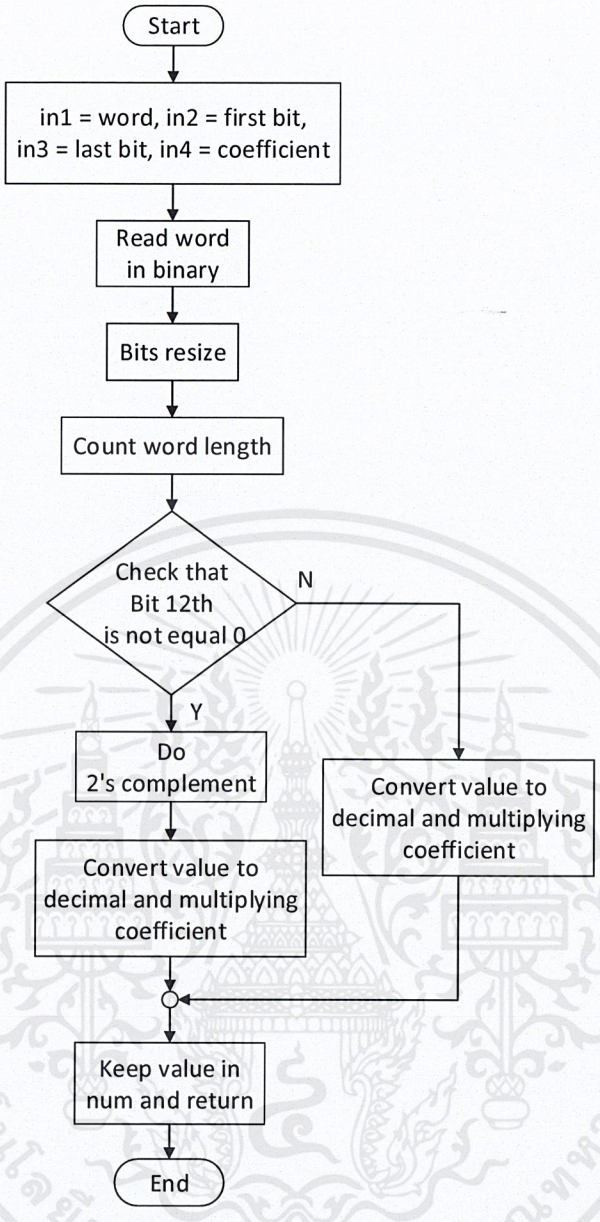
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบทั่วไป

2) วิธีการถอดแบบมี Sign bit 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 3.7

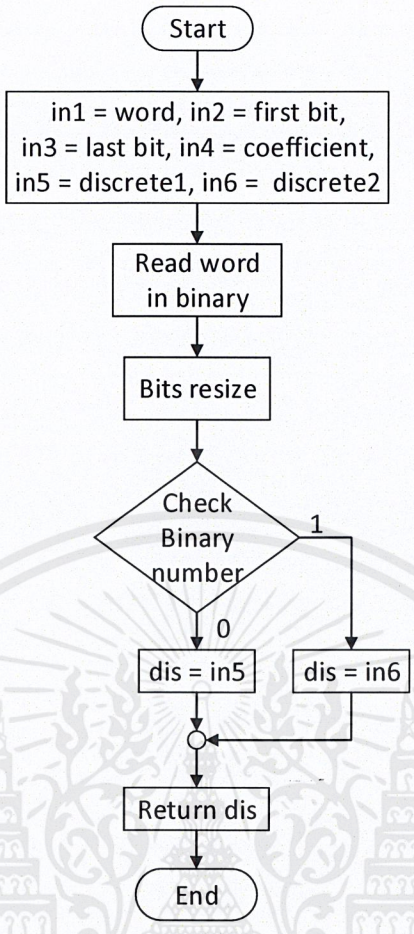
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Sign bit

3) วิธีการถอดแบบมี Discrete 2 ตัว เริ่มจากอ่านคำ (Word) เป็นแบบเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจนเหลือแค่ 1 บิต ต่อมาทำการตรวจสอบค่าบิตซึ่งมีอยู่ 2 กรณี ดังนี้ ถ้าบิตมีค่าเป็น 0 จะเท่ากับ Discrete ที่ 1 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น และถ้าบิตมีค่าเป็น 1 จะเท่ากับ Discrete ที่ 2 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้นจากนั้นก็ทำการส่งคืนค่า Discrete ออกไป ดังรูปที่ 3.8

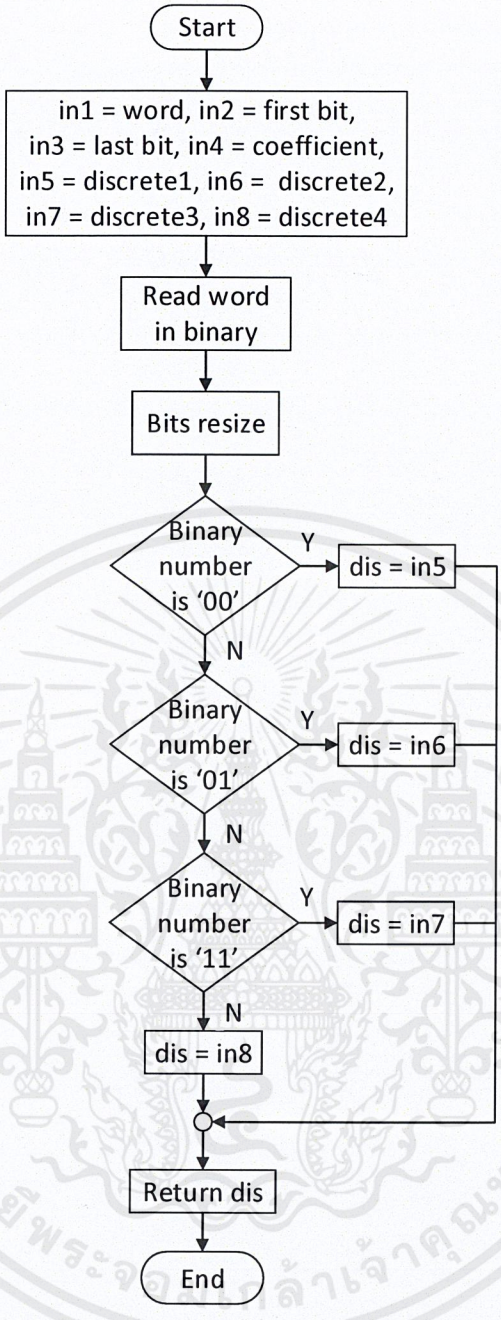
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Discrete 2 ตัว

4) วิธีการถอดแบบมี Discrete 4 ตัว เริ่มจากอ่านคำ (Word) เป็นแบบเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก 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 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

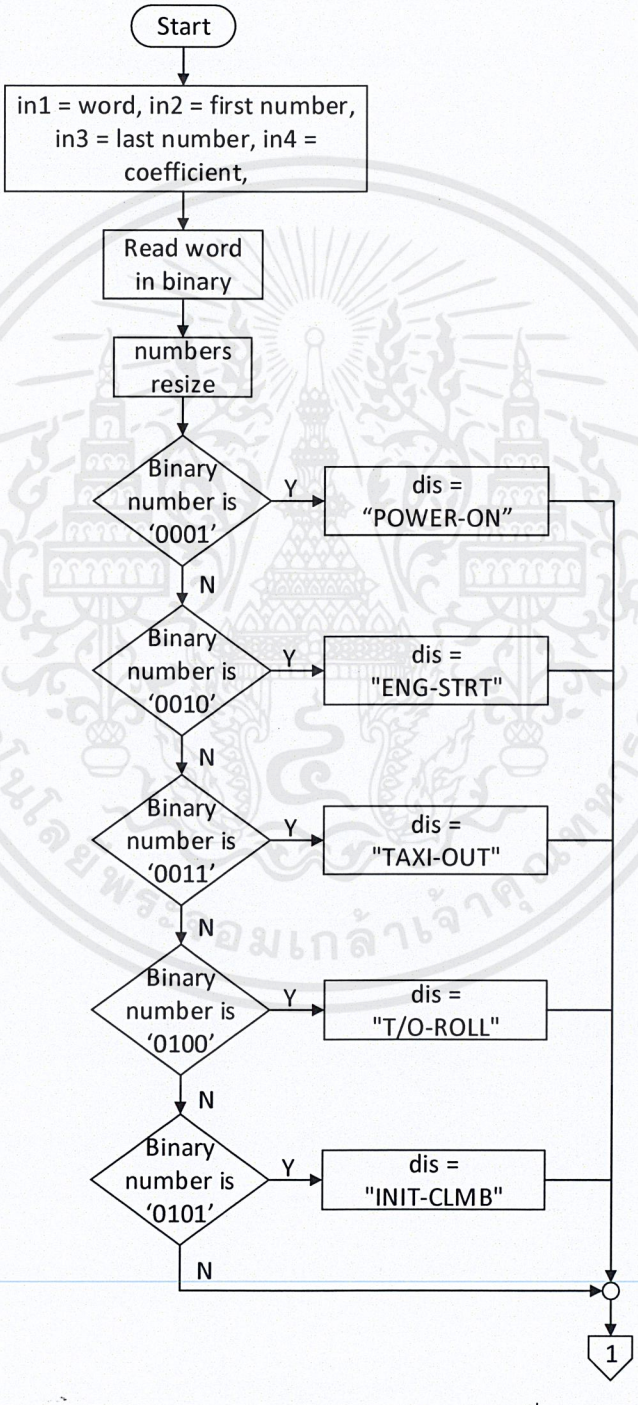


รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Discrete 4 ตัว

5) วิธีการถอดแบบมี Discrete 16 ตัว เริ่มจากอ่านคำ (Word) เป็นแบบเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจนเหลือเพียง 2 บิต ต่อมาทำการตรวจสอบค่าบิตซึ่งมีอยู่ 16 กรณี ดังนี้ ถ้าบิตมีค่าเป็น 0000 จะได้ dis เท่ากับ “DEFAULT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0001 จะได้ dis เท่ากับ “POWER-ON” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0010 จะได้ dis เท่ากับ “ENG-STRT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0011 จะได้ dis เท่ากับ “TAXI-OUT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0100 จะได้ dis เท่ากับ “T/O-ROLL” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0101 จะได้ dis เท่ากับ “INIT-CLMB” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0110 จะได้ dis เท่ากับ “CLMB” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0111 จะได้ dis เท่ากับ “CRUISE” ถ้าบิตมีค่า

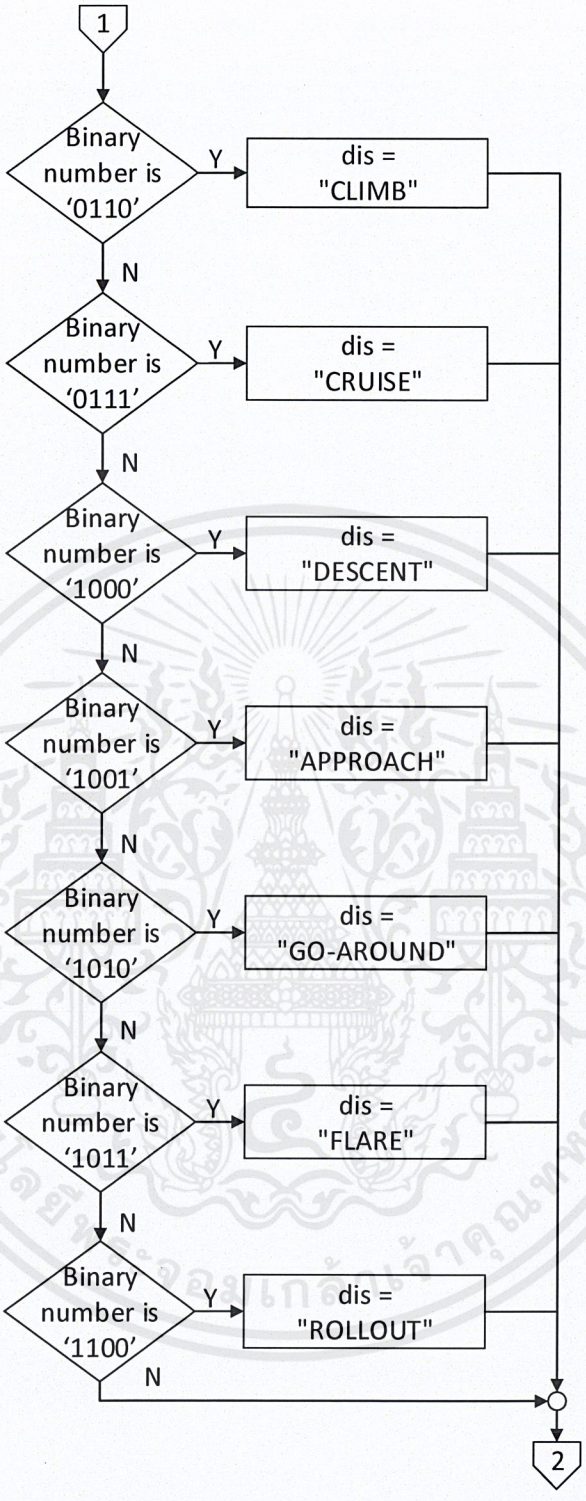
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็น 1000 จะได้ dis เท่ากับ “DESCENT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1001 จะได้ dis เท่ากับ “APPROACH” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1010 จะได้ dis เท่ากับ “GO-AROUND” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1011 จะได้ dis เท่ากับ “FLARE” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1100 จะได้ dis เท่ากับ “ROLLOUT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1101 จะได้ dis เท่ากับ “TAXI-IN” ถ้าบิตมีค่าเป็น 1110 จะได้ dis เท่ากับ “ENG-SHUT-DN” และถ้าบิตมีค่าเป็น 1111 จะได้ dis เท่ากับ “MAINTENANCE” จากนั้นก็ทำการส่งคืนค่า Discrete ออกไป ดังรูปที่ 3.10



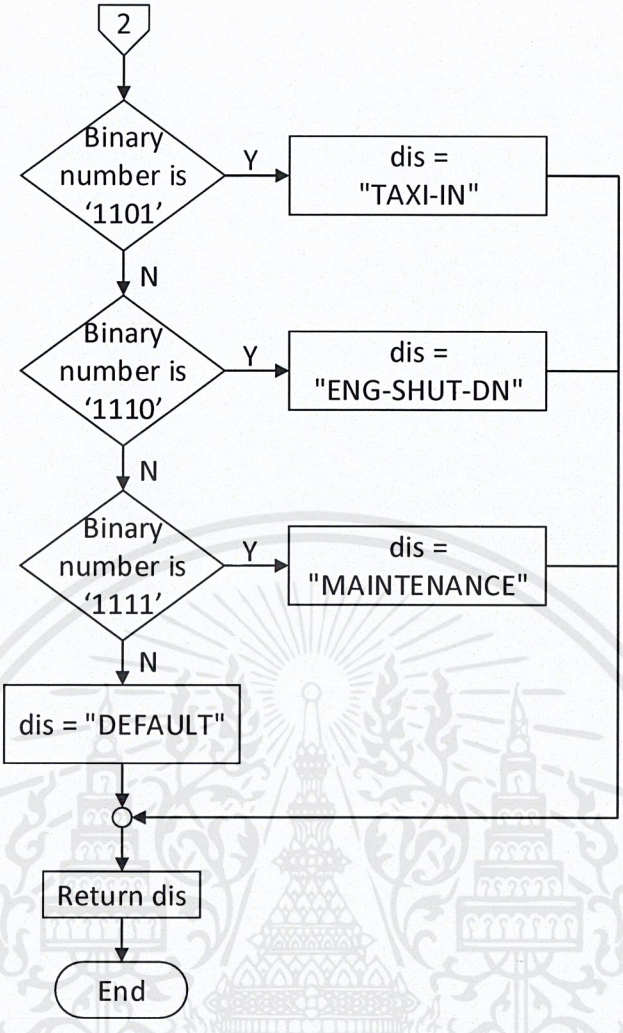
(ก) กระบวนการถอดค่าของ Discrete ที่ 1-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) กระบวนการถอดค่าของ Discrete ที่ 6-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

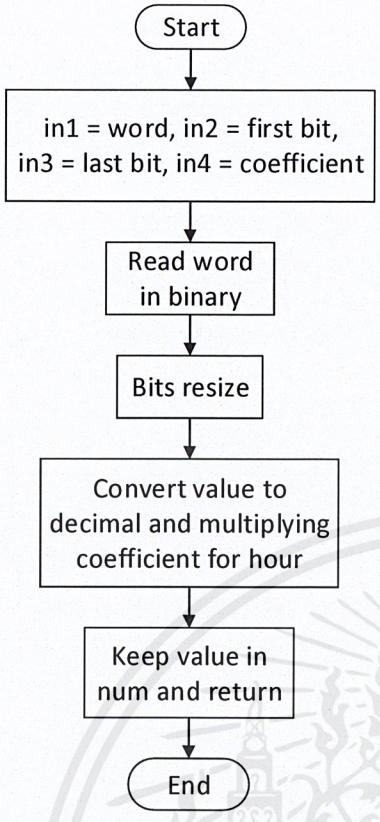


(ค) กระบวนการถอดค่าของ Discrete ที่ 13-16

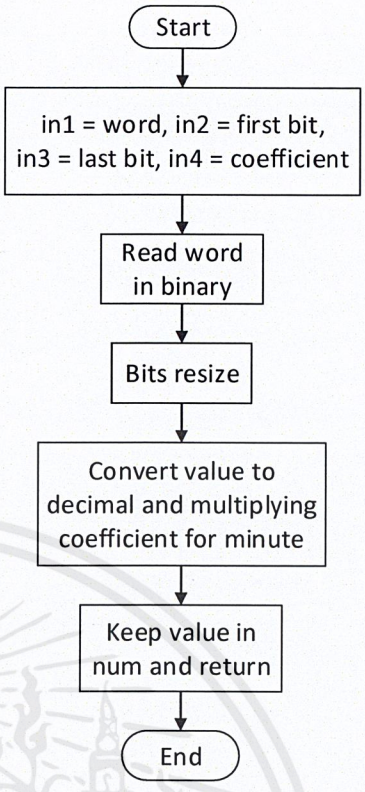
รูปที่ 3.10 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Discrete 16 ตัว

6) วิธีการถอดแบบเป็น GMT (ชั่วโมง:นาที:วินาที) เริ่มจากการนำคำ (Word) ที่มีค่าเป็นชั่วโมงมาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจากนั้นแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์เก็บค่าลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป แล้วทำแบบนี้อีกครั้งกับคำ (Word) ที่มีค่าเป็นนาที และคำ (Word) ที่มีค่าเป็นวินาที ดังรูปที่ 3.11

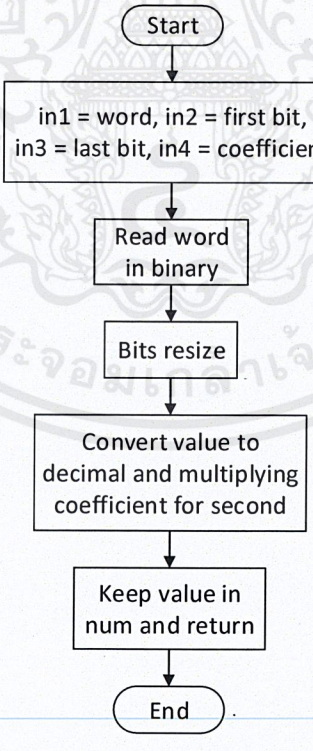
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นชั่วโมง



(ข) กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นชั่วโมง

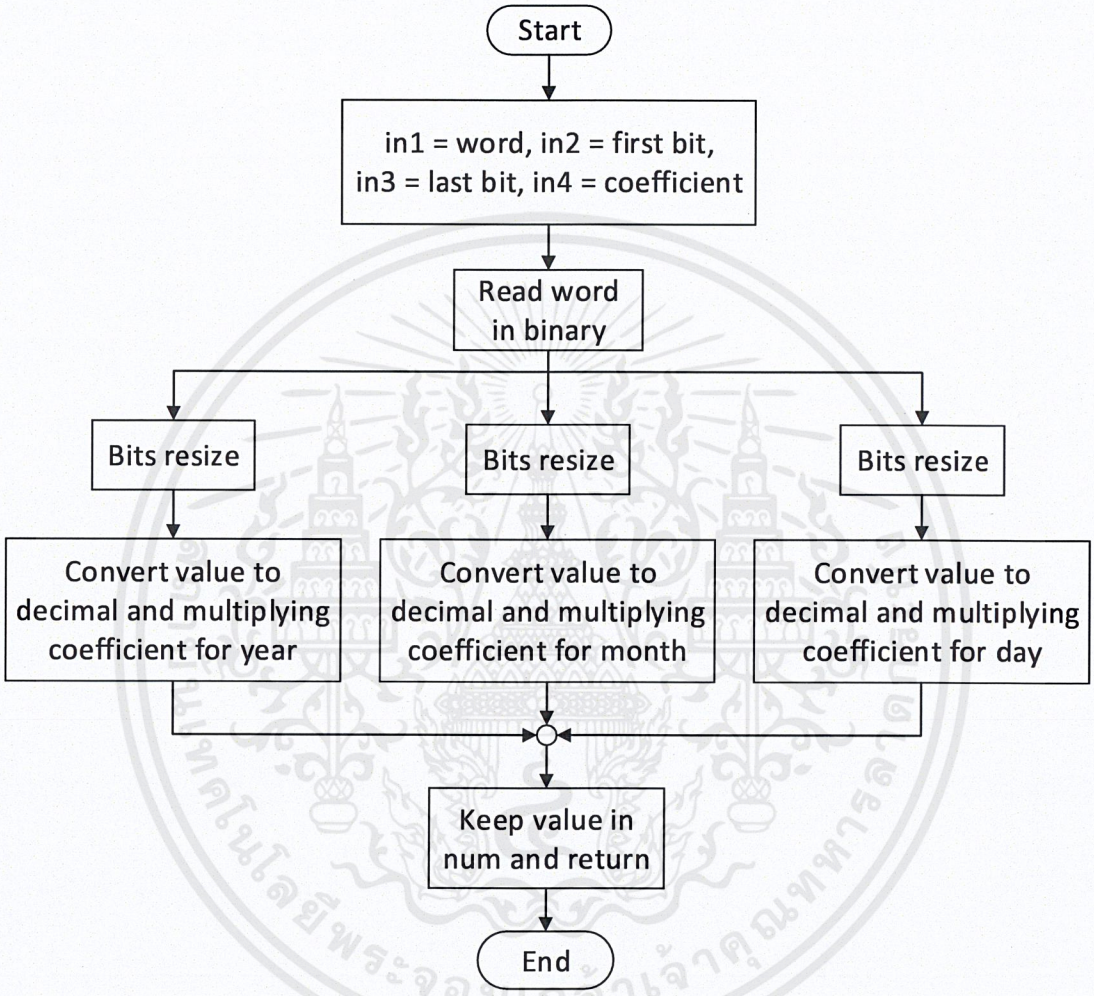


(ค) กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นวินาที

รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบเป็น GMT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

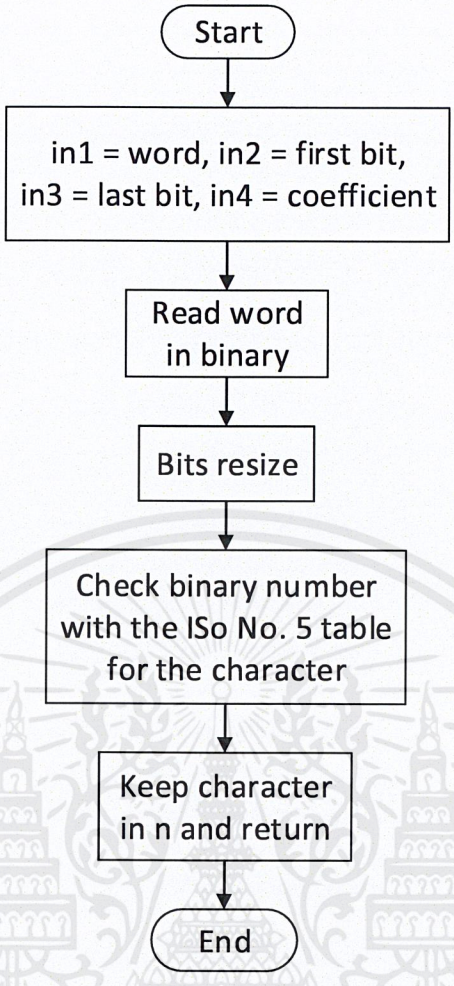
7) วิธีการถอดแบบเป็นวันที่ เริ่มจากการนำคำ (Word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจากนั้นแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์ของทั้ง 3 ค่า คือ ปี เดือน และวัน แล้วทำการเก็บค่าที่ได้ลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป ดังรูปที่ 3.12



รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบเป็นวันที่

8) วิธีการถอดแบบใช้ตาราง ISO No. 5 เริ่มจากการนำคำ (Word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองแล้วทำการแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นตัวอักษรโดยใช้การเปรียบเทียบชุดเลขกับตาราง ISO No. 5 จากนั้นทำการเก็บค่าที่ได้ลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป ดังรูปที่ 3.13

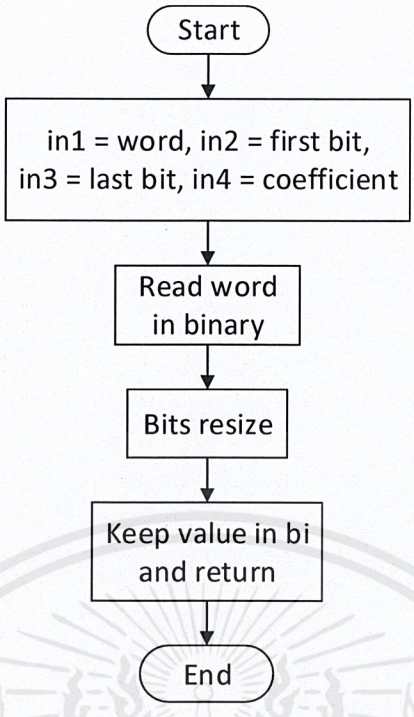
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



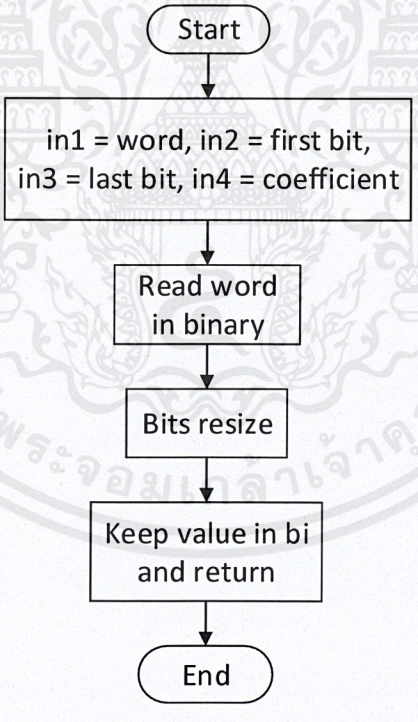
รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้ตาราง ISO No. 5

9) วิธีการถอดแบบใช้การนำ 2 คำมารวมกันได้ 1 ค่า เริ่มจากการนำคำ (Word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองโดยทำทั้งหมด 2 คำ จากนั้นทำการคืนค่าออกมา เพื่อไปทำการรวมคำทั้ง 2 คำ และในการรวมคำจะมีการเปรียบเทียบบิตที่มีความสำคัญมาก กับบิตที่มีความสำคัญน้อยเมื่อเปรียบเทียบเสร็จก็ทำการรวมคำเข้าด้วยกัน แล้วทำการถอดค่าแบบคิดเครื่องหมายเมื่อถอดค่าจากนั้นทำการเก็บค่าที่ได้ลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป ดังรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

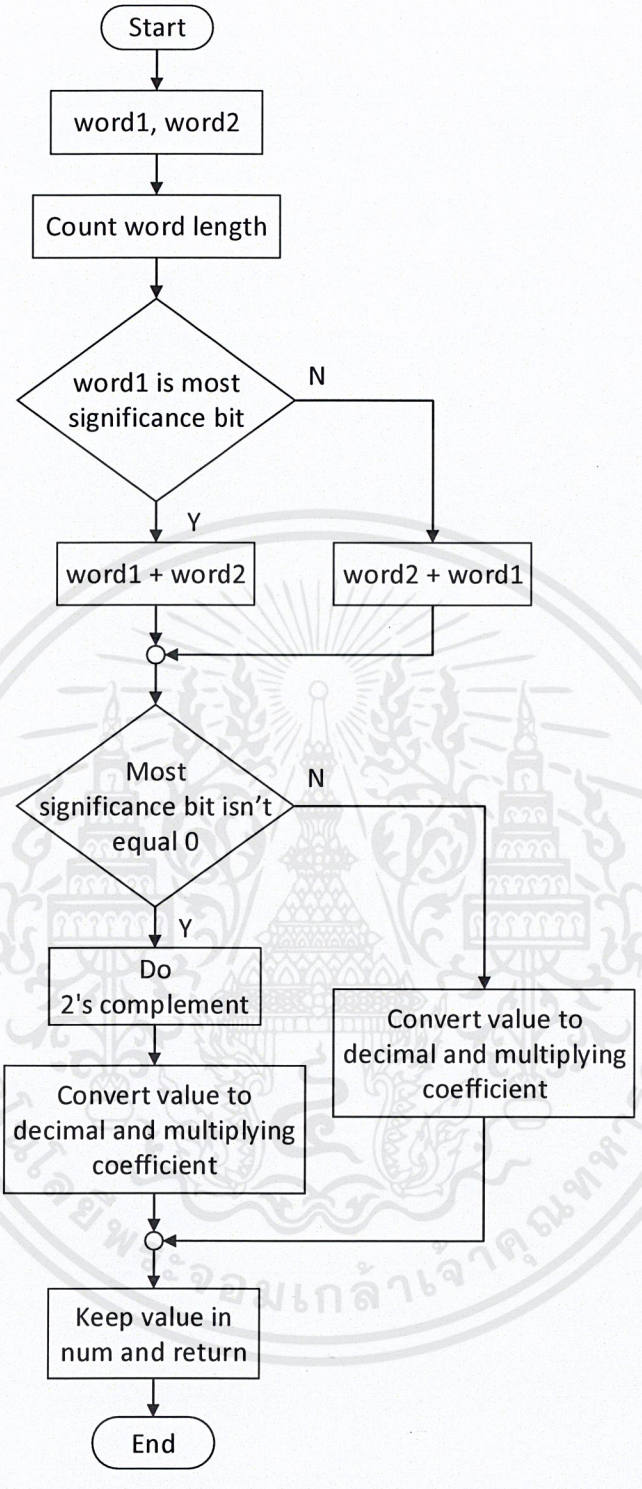


(ก) กระบวนการถอดค่าคำที่ 1



(ข) กระบวนการถอดค่าคำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) กระบวนการรวมคำที่ 1 และคำที่ 2 เข้าด้วยกัน

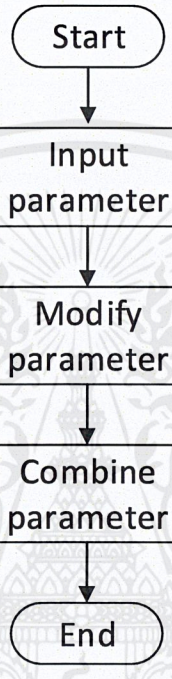
รูปที่ 3.14 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้การนำ 2 คำมารวมกันได้ 1 ค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 การออกแบบการทำงานของโปรแกรมสร้างทริกเกอร์

3.2.1 ส่วนในการสร้างทริกเกอร์

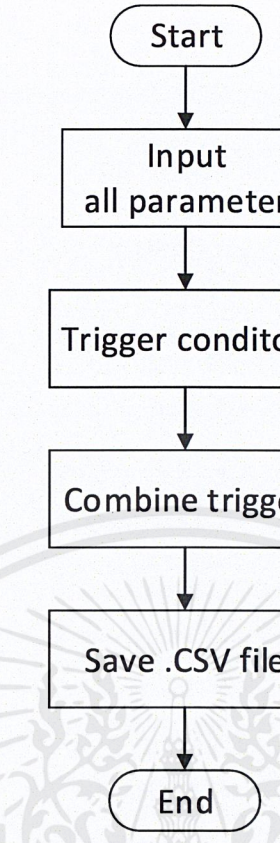
ทริกเกอร์ในระบบนี้ หมายถึงเหตุการณ์ที่อยู่ในข้อมูลบันทึกการบินที่ต้องการตรวจจับออกมาเพื่อทำการตรวจสอบข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินของนักบิน ในโปรแกรมส่วน PO2 ขั้นตอนแรกจะทำการเตรียมข้อมูลโดยเริ่มต้นการนำข้อมูลจากไฟล์พารามิเตอร์ที่เป็นไฟล์ .csv เข้ามาทำการเลือกชนิดของข้อมูล แล้วทำการรวมข้อมูลของแต่ละพารามิเตอร์เข้าด้วยกัน



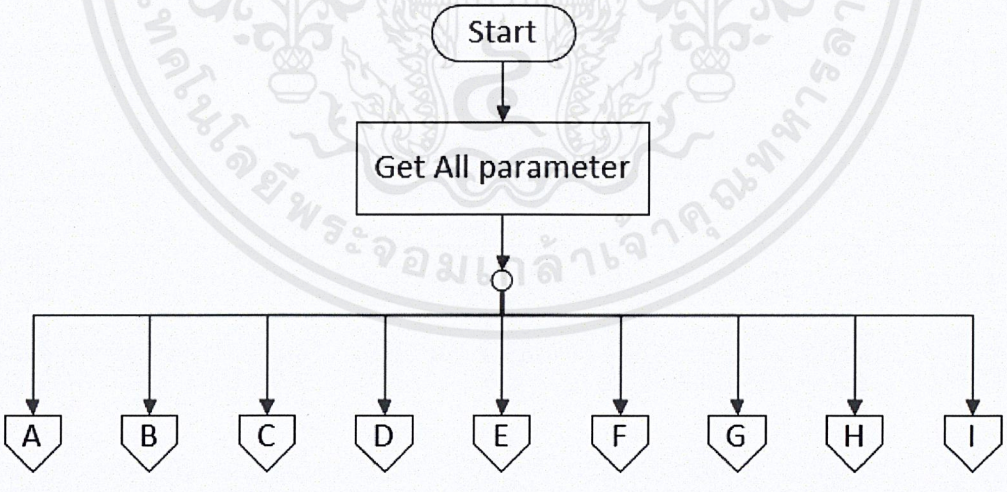
รูปที่ 3.15 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วน PO2

ขั้นตอนต่อมาจะทำการสร้างทริกเกอร์ในโปรแกรมส่วน PO3 โดยเริ่มจากการนำเอาข้อมูลที่ทำการรวมพารามิเตอร์เข้าด้วยกันแล้วมาทำการสร้างทริกเกอร์แต่ละเงื่อนไขออกมาบันทึกลงไฟล์ .csv ดังรูปที่ 3.17 และเงื่อนไขในการสร้างทริกเกอร์ทั้ง 4 ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



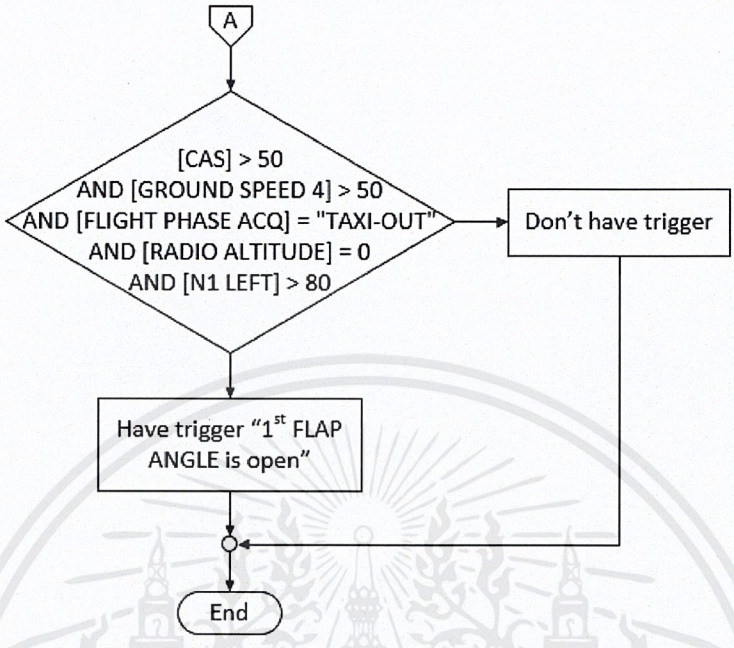
รูปที่ 3.16 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วน PO3



รูปที่ 3.17 แผนผังการทำงานในส่วนของการเข้าเงื่อนไขการสร้างทริกเกอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) เงื่อนไขที่ทำการตรวจจับสถานะที่มีการเริ่มกาง Flap angle ครั้งแรกในขณะที่เครื่องบินทำการออกจากสนามบิน (Taxi-out)



รูปที่ 3.18 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขตรวจจับสถานะที่มีการเริ่มกาง Flap angle ครั้งแรกขณะที่เครื่องบินทำการออกจากสนามบิน (Taxi-out)

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

1) Flap angle กางที่มุม 1 องศา

2) Flap angle กางที่มุม 5 องศา

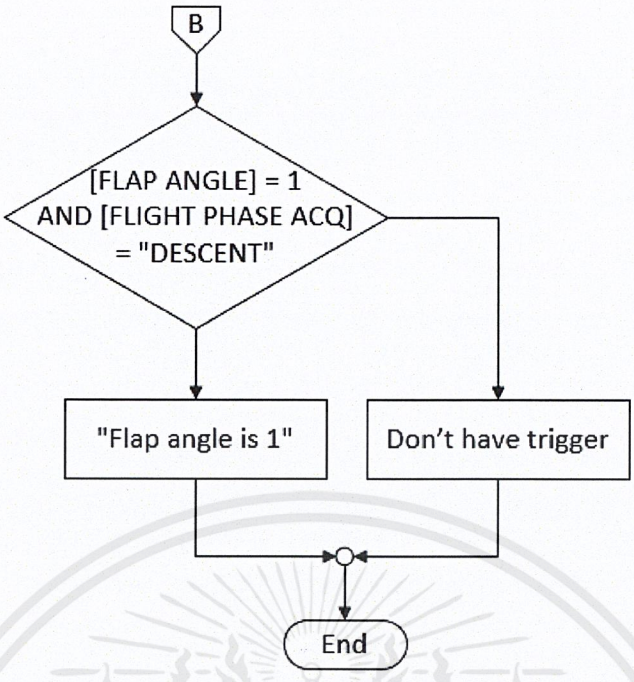
3) Flap angle กางที่มุม 10 องศา

4) Flap angle กางที่มุม 15 องศา

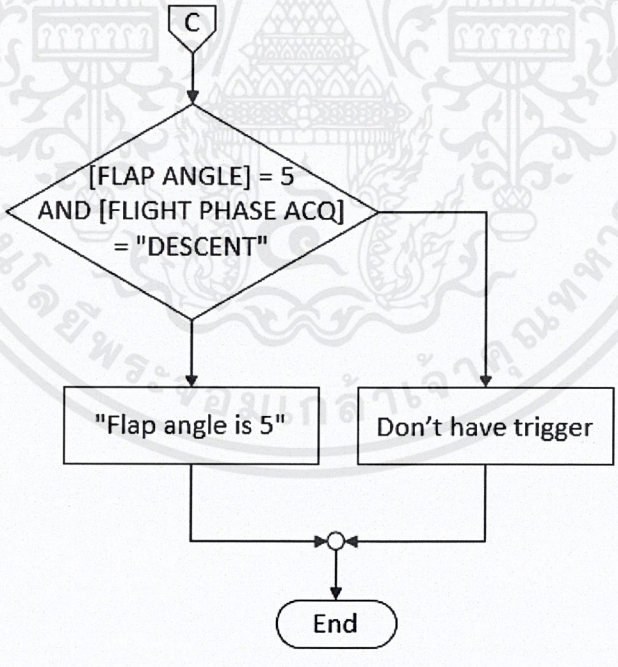
5) Flap angle กางที่มุม 20 องศา

6) Flap angle กางที่มุม 30 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

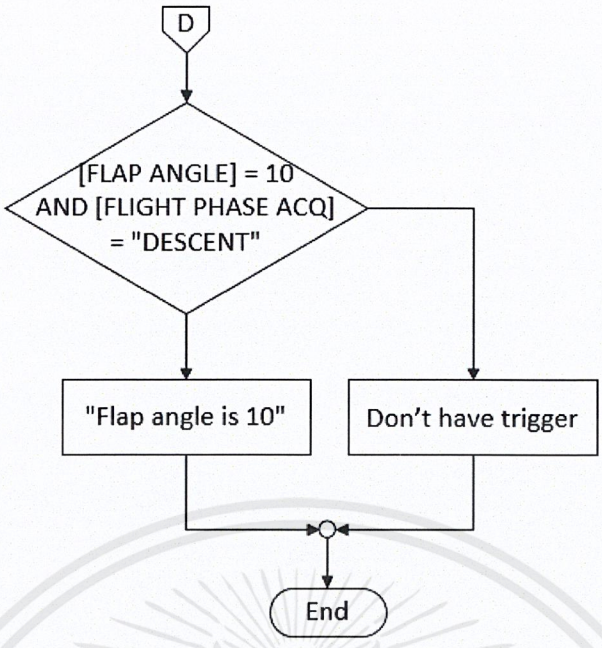


(ก) กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 1 องศา

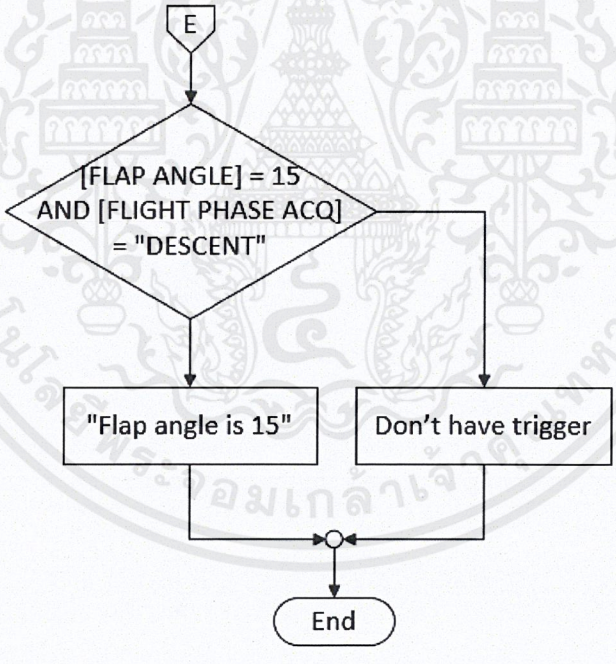


(ข) กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 5 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

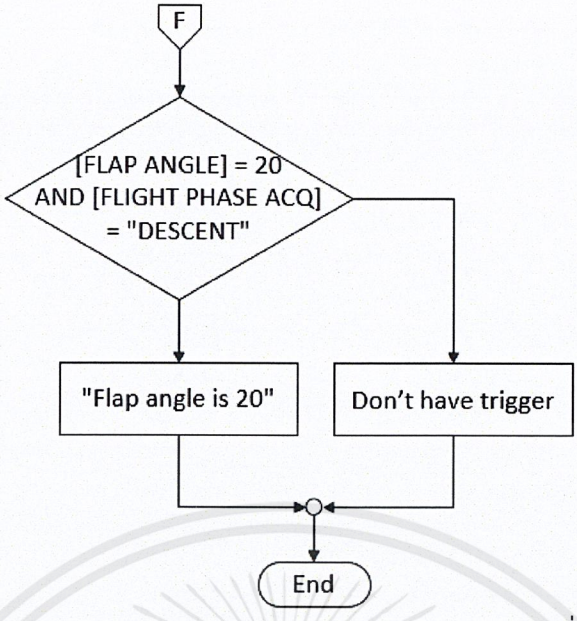


(ค) กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 10 องศา

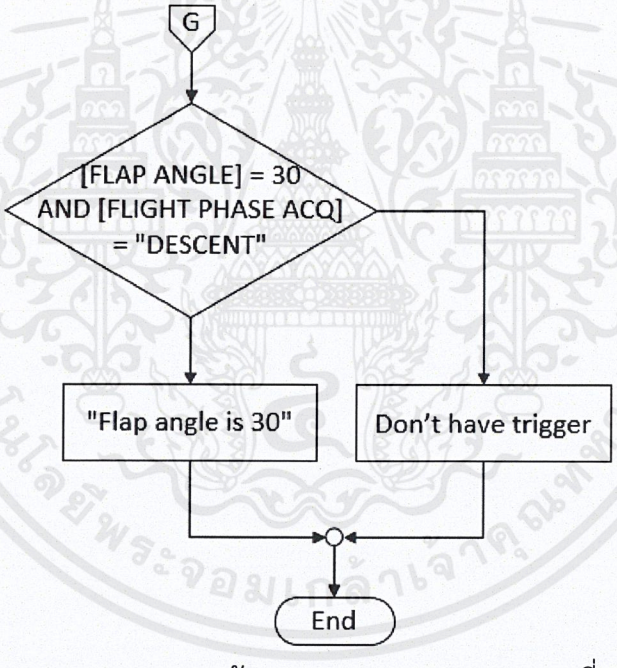


(ง) กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 15 องศา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(จ) กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 20 องศา

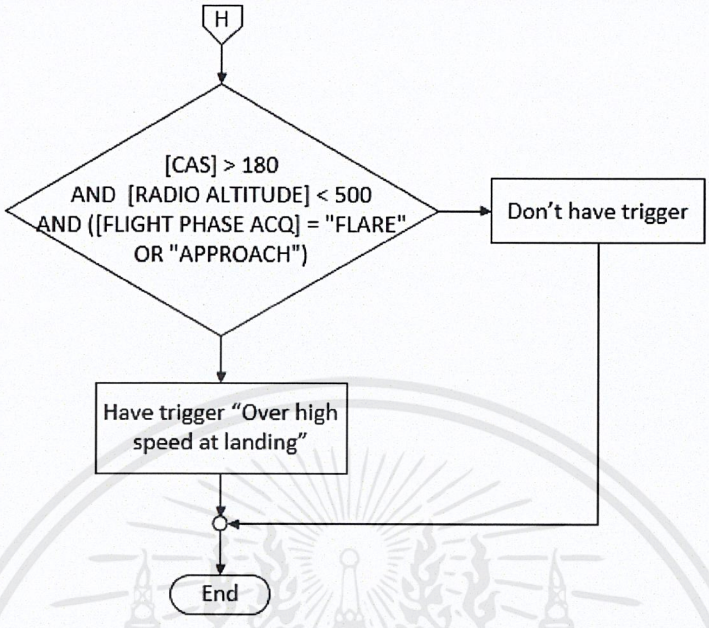


(ฉ) กระบวนการการตรวจจับสถานะของ Flap angle กางที่มุม 30 องศา

รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขการตรวจจับสถานะของการกาง Flap angle ที่มุมต่าง ๆ ขณะที่เครื่องบินทำการนำเครื่องลง (Descent)

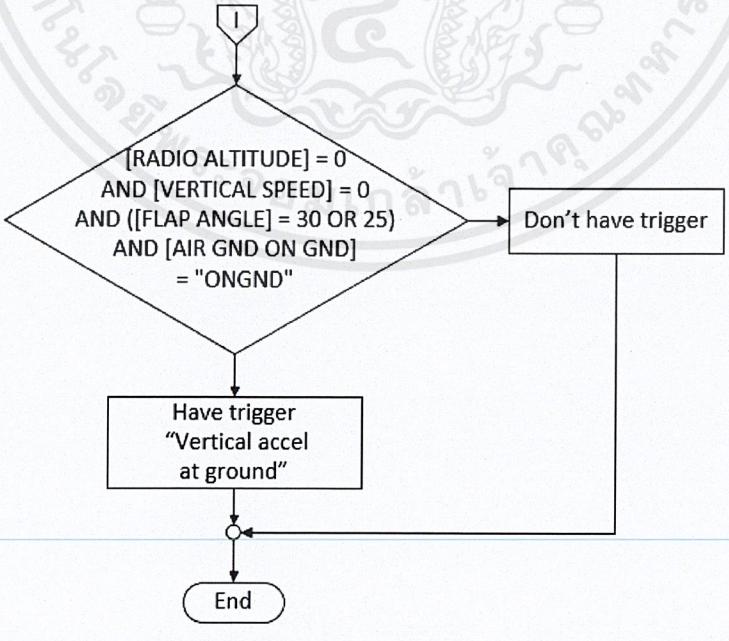
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) เงื่อนไขที่ทำการตรวจจับค่าความเร็วสูง ขณะที่เครื่องบินทำการลงจอด (Landing)



รูปที่ 3.20 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขการตรวจจับค่าความเร็วสูง ขณะที่เครื่องบินทำการลงจอด (Landing)

4) เงื่อนไขที่ทำการตรวจจับสถานะของ Vertical accel ขณะที่เครื่องบินมีสถานะเป็นภาคพื้นดิน (Ground)

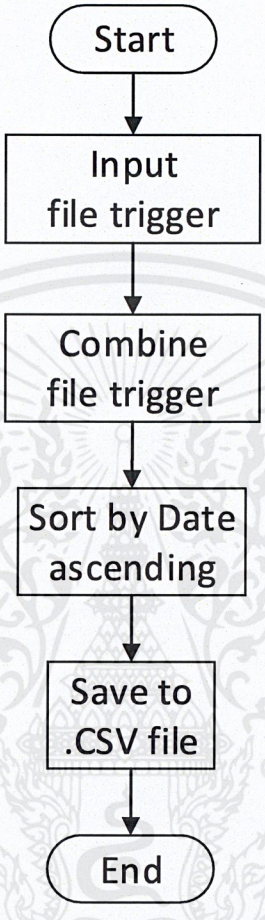


รูปที่ 3.21 แผนผังการทำงานในส่วนของเงื่อนไขการตรวจจับสถานะของ Vertical accel ขณะที่เครื่องบินมีสถานะเป็นภาคพื้นดิน (Ground)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2.2 ส่วนในการรวมทริกเกอร์

ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการที่ได้ไฟล์ trigger.csv ของแต่ละไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินออกมาแล้ว จากนั้นก็ทำการรวมทริกเกอร์ทั้งหมดเข้าด้วยกันเป็นไฟล์เดียวเพื่อนำไปใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลต่อไป

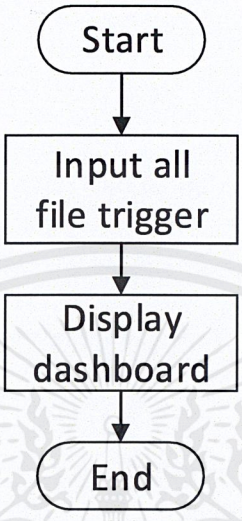


รูปที่ 3.22 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วน PO4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบการทำงานโปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์

ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการที่ได้ไฟล์รวมทริกเกอร์ของแต่ละไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินมาแล้ว ก็นำมาเข้าโปรแกรม Tableau ให้แสดงข้อมูลออกมาในรูปแบบ Dashboard เพื่อให้ง่ายต่อการนำไปวิเคราะห์ข้อมูล

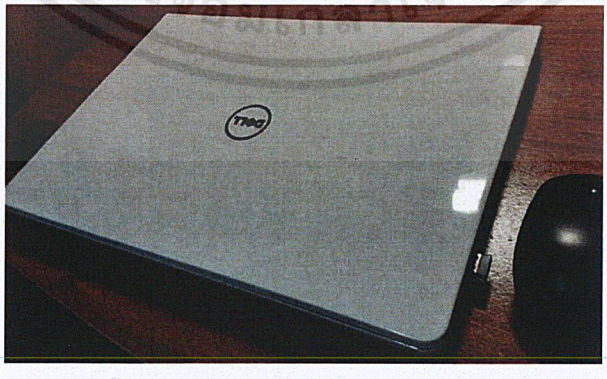


รูปที่ 3.23 แผนผังการทำงานของโปรแกรมส่วน PO5

3.4 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.4.1 คอมพิวเตอร์ระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์

สำหรับโครงงานนี้ได้ใช้คอมพิวเตอร์ยี่ห้อ dell ในการทดสอบ และทำโปรแกรม ดังรูปที่ 3.9 ซึ่งเป็นระบบปฏิบัติการไมโครซอฟท์ วินโดวส์ 2010



รูปที่ 3.24 โน๊ตบุ๊ค dell

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การจัดเก็บผลการทดลอง

ในการเก็บผลการทดลองนั้นจะทำการนำเอาไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินที่ได้มาจากการปฏิบัติการบินจริง ๆ มาทำการทดสอบการทำงานของระบบวิเคราะห์ผลการปฏิบัติการบินของนักบิน โดยทำการจัดเก็บผลการทดลองด้วยการบันทึกผล ในสิ่งที่ได้ออกมาจากการทำงานของโปรแกรมส่วนต่าง ๆ ของระบบกับผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบินเพื่อหาค่าพารามิเตอร์

ผลการทดสอบโปรแกรมถอดข้อมูลบันทึกการบินเพื่อหาค่าพารามิเตอร์ได้ทำการถอดค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 18 พารามิเตอร์ ดังนี้ FLIGHT NUM, DATE ,GMT, FLIGHT PHASE ACQ, CAS, LATITUDE ACQ, LONGITUDE ACQ, GROUND SPEED 4 , FLAP ANGLE, N1 LEFT, VERTICAL ACCEL, RADIO ALTITUDE, AIR GND ON GND, MLG TRUCK TILT LT, MLG TRUCK TILT RT, GEAR SELECT DOWN, GEAR SELECT UP, VERTICAL SPEED โดยผู้ใช้งานมีการเข้าใช้โปรแกรม main.py เพื่อเริ่มการทำงาน ในขั้นแรก ดังรูปที่ 4.1 โปรแกรมจะทำการให้ผู้ใช้งานใส่ชื่อไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินที่ต้องการจะถอดค่า ที่อยู่ของไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน และที่อยู่ของไฟล์ค่าพารามิเตอร์ทำการถอดได้ออกมา จากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้างโฟลเดอร์ตามชื่อไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินขึ้นมมาเพื่อเอาไว้เก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง 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 อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
Find flight data parameter.

        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 : 7
```

รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการเลือกโมดูล

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

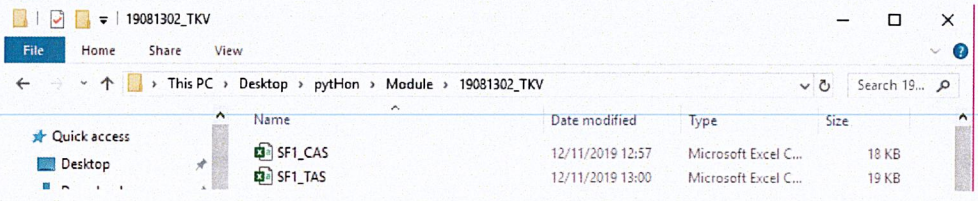
```
*** Please use BIG capital letters ***

All Subframe

Parameter : CAS
Word : 2
First bit : 1
Last bit : 12


EU : 0.125
1337.0
Just a moment please...
Finish!!!!
```

รูปที่ 4.3 ขั้นตอนการใส่ข้อมูลของพารามิเตอร์



รูปที่ 4.4 ไฟล์ .csv ของค่าพารามิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อโปรแกรมเสร็จสิ้นการถอดค่าพารามิเตอร์แรก จากนั้นโปรแกรมจะถามว่าผู้ใช้งานต้องการหาพารามิเตอร์ตัวต่อไปหรือไม่ โดยมีอยู่ 2 กรณี คือ กรณีแรกเมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปผู้ใช้งานกรอก Y เข้าไป ดังรูปที่ 4.5 (ก) โปรแกรมก็จะถามพารามิเตอร์ตัวต่อไปอีกครั้ง กรณีที่สองเมื่อผู้ใช้งานไม่ต้องการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปผู้ใช้งานกรอก N เข้าไป ดังรูปที่ 4.5 (ข) โปรแกรมก็จะถามผู้ใช้งานว่าต้องการจะออกจากโปรแกรมนี้หรือไม่

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

All Subframe

Parameter :
```

(ก) ต้องการหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป

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

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

(ข) ไม่ต้องการหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป

รูปที่ 4.5 ขั้นตอนการถามว่าต้องการหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปหรือไม่

จากกรณีที่สองเมื่อผู้ใช้งานไม่ต้องการหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปแล้ว โปรแกรมก็จะถามผู้ใช้งานว่าต้องการจะออกจากโปรแกรมนี้หรือไม่ แบ่งได้เป็นอีก 2 กรณี คือ กรณีแรกเมื่อผู้ใช้งานยังไม่ต้องการที่จะออกจากโปรแกรมผู้ใช้งานกรอก N เข้าไป ดังรูปที่ 4.6 (ก) โปรแกรมจะทำการถามการทำงานที่ทุก ๆ กี่ซับเฟรมใหม่อีกครั้ง และกรณีที่สองเมื่อผู้ใช้งานต้องการที่จะออกจากโปรแกรมผู้ใช้งานกรอก Y เข้าไป ดังรูปที่ 4.6 (ข) โปรแกรมก็จะจบการทำงานลงทันที

```
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 :
```

(ก) ไม่ต้องการออกจากโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

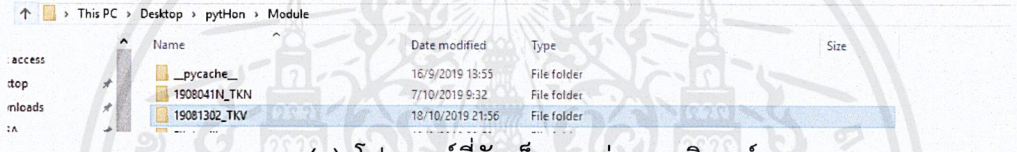
```
Do you want to EXIT? (Y/N): Y

The END
>>>
```

(ข) ต้องการออกจากโปรแกรม

รูปที่ 4.6 ขั้นตอนการถามว่าต้องการออกจากโปรแกรมหรือไม่

เมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จสิ้น ก็จะได้ไฟล์ที่ถอดค่าพารามิเตอร์ออกมาบันทึกไว้ในโฟลเดอร์ โดยภายในไฟล์ .csv ของแต่ละพารามิเตอร์ ดังรูปที่ 4.7 (ค) จากการถอดค่าพารามิเตอร์ CAS ได้ค่าจำนวนของข้อมูล (Num) กับค่าของค่าพารามิเตอร์ CAS ที่ทำการถอดค่าออกมาได้จากข้อมูลบันทึกการบิน และข้อมูลที่ทำการถอดออกมาได้นั้นก็มีทศนิยมมากสุดที่ 3 ตำแหน่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่ทางบริษัทกำหนดไว้



(ก) โฟลเดอร์ที่จัดเก็บของค่าพารามิเตอร์

(ข) 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

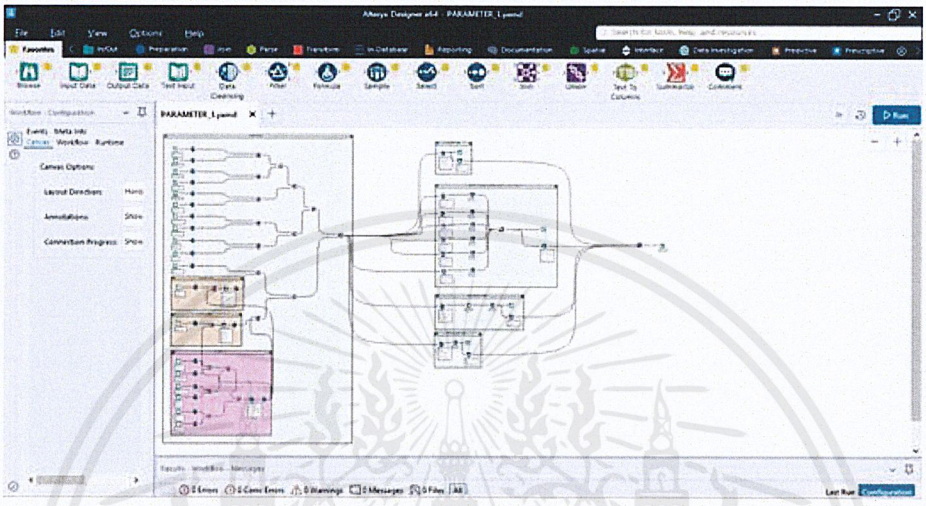
(ค) ค่าของพารามิเตอร์ CAS

รูปที่ 4.7 ข้อมูลของพารามิเตอร์ที่ได้ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 ผลการทดสอบโปรแกรมสร้างทริกเกอร์

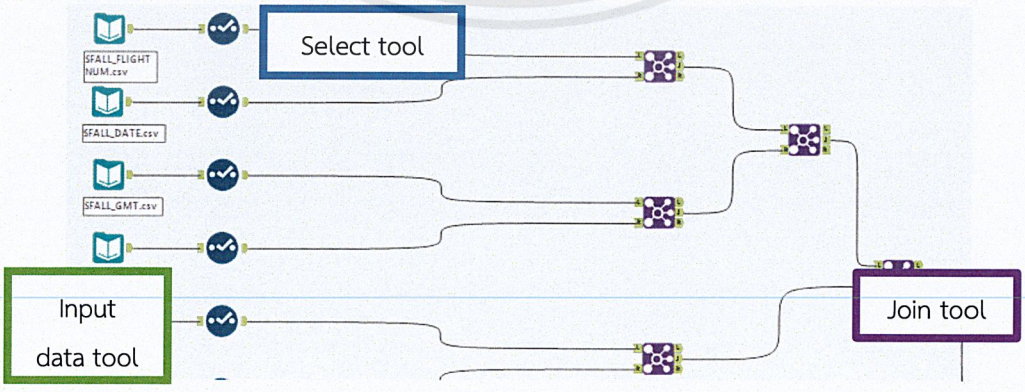
ผลการทดสอบโปรแกรมสร้างทริกเกอร์ จะได้มาจากเมื่อผู้ใช้งานได้ทำการถอดเอาค่าพารามิเตอร์ออกมาในรูปแบบไฟล์ .csv แล้วนำมาเข้าสู่ขั้นตอนการทำงานในโปรแกรม Alteryx ดังรูปที่ 4.8 โดยการทดสอบโปรแกรมสร้างทริกเกอร์ จะถูกแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ดังนี้



รูปที่ 4.8 โปรแกรมการสร้างทริกเกอร์

4.2.1 ส่วนในการสร้างทริกเกอร์

ในส่วนนี้โปรแกรมจะทำการนำเอาไฟล์ข้อมูลของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาทำการรวมเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 4.9 เริ่มต้นจากนำไฟล์ของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ เข้ามาในโปรแกรม โดยใช้ Input data tool จากนั้นทำการเลือกชนิดของข้อมูลใน Select tool เช่น int float string เป็นต้น แล้วเมื่อทำการเลือกชนิดของข้อมูลเสร็จโปรแกรมทำการรวมค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ ด้วย Join tool

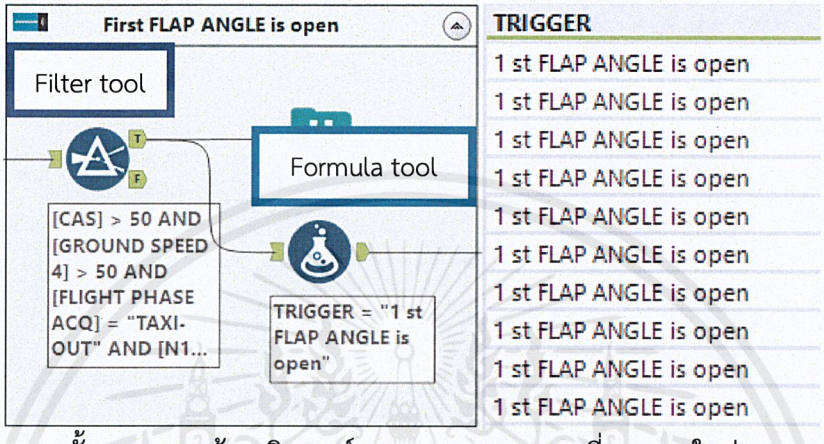


รูปที่ 4.9 ขั้นตอนการรวมพารามิเตอร์ต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

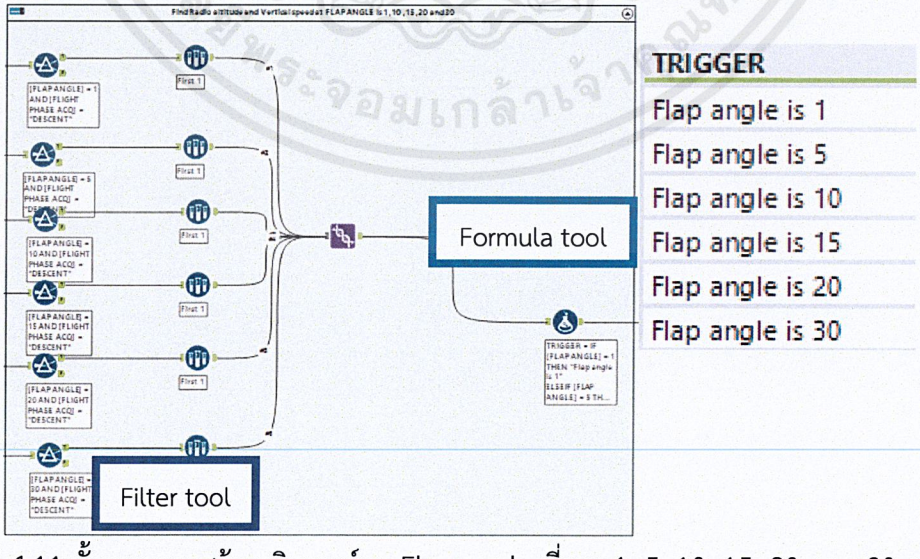
จากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนที่ค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ เข้าเงื่อนไขในการสร้างทริกเกอร์ โดยมีเงื่อนไขทั้งหมด 4 เงื่อนไข ดังนี้

- เงื่อนไขที่ 1 เมื่อผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบหาค่า Flap angle แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out ของเครื่องบินจะได้ทริกเกอร์ “1st FLAP ANGLE is open” ออกมา ดังรูปที่ 4.10 โดยนำค่าที่ทำการรวมค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาเข้าเงื่อนไขใน Filter tool



รูปที่ 4.10 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Flap angle แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out

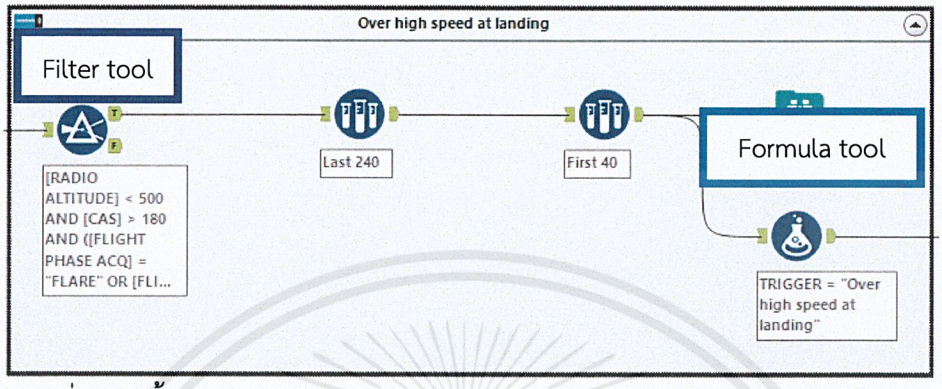
- เงื่อนไขที่ 2 เมื่อผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบหาค่า Radio altitude กับค่า Vertical speed ที่ Flap angle กาง 1 ,10 ,15 ,20 ,และ 30 องศา ช่วงเอาเครื่องลงจะได้ทริกเกอร์ “FLAP ANGLE is 1, 5, 10, 15, 20, 30” ออกมา ดังรูปที่ 4.11 โดยนำค่าที่ทำการรวมค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาเข้าเงื่อนไขตามแต่ละ Filter tool



รูปที่ 4.11 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Flap angle ที่กาง 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 องศา ช่วงเอาเครื่องลง

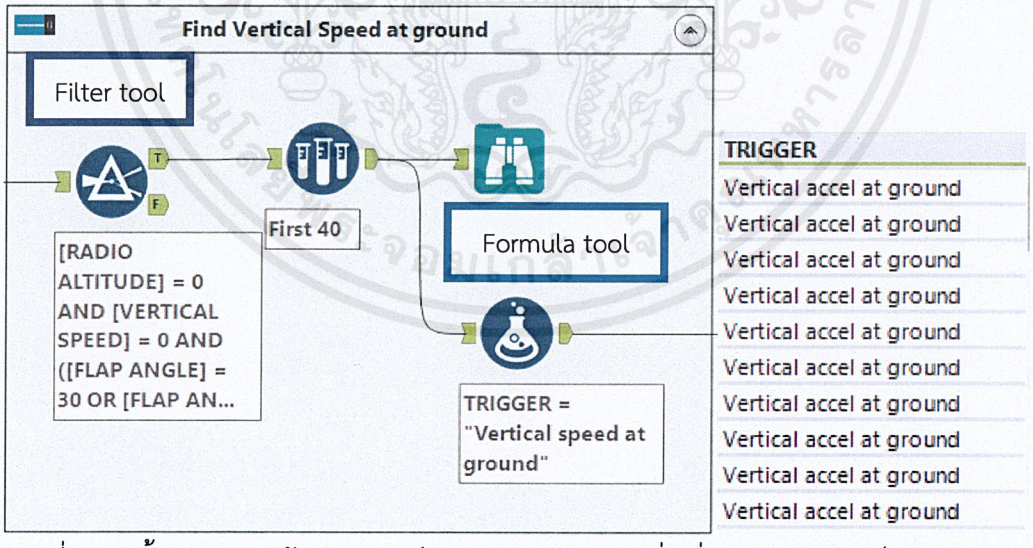
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- เงื่อนไขที่ 3 เมื่อผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบหาค่า Vertical speed สูงเกินในช่วง Landing ดังรูปที่ 4.12 โดยนำค่าที่ทำการรวมค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาเข้าเงื่อนไขใน Filter tool



รูปที่ 4.12 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Vertical speed สูงเกินในช่วง Landing

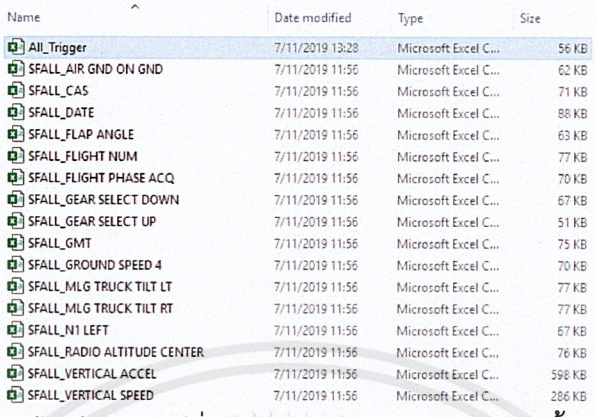
- เงื่อนไขที่ 4 เมื่อผู้ใช้งานต้องการตรวจสอบหาค่า Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground ดังรูปที่ 4.13 โดยนำค่าที่ทำการรวมค่าของพารามิเตอร์ต่าง ๆ มาเข้าเงื่อนไขใน Filter tool



รูปที่ 4.13 ขั้นตอนการสร้างทริกเกอร์หา Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground

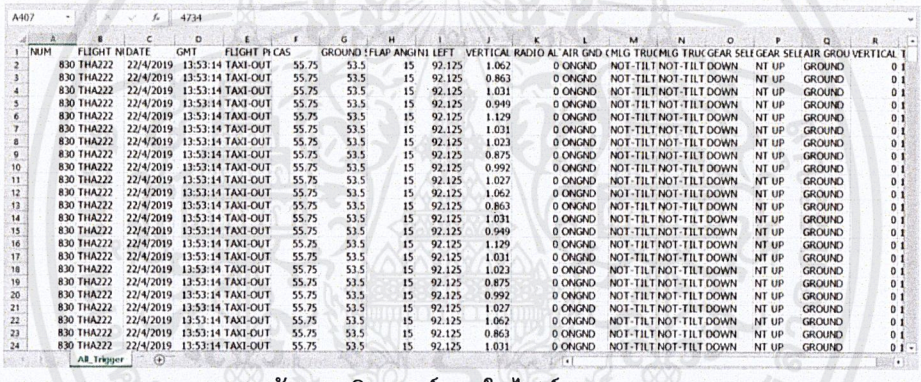
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากสร้างทริกเกอร์เสร็จก็นำทริกเกอร์แต่ละตัวมารวมเข้าด้วยกัน แล้วบันทึกเป็นไฟล์ .csv ดังรูปที่ 4.14 จะได้ไฟล์ All_Trigger.csv ออกมาโดยที่ภายในไฟล์จะมีค่าของพารามิเตอร์ทั้งหมด 18 ค่าที่ผ่านการตรวจสอบในการเข้าเงื่อนไขมาแล้ว



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

(ก) ไฟล์ทริกเกอร์ที่สร้างออกมาได้จากพารามิเตอร์ทั้ง 18 ค่า



A407 4734

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1	NUM	FLIGHT NI	DATE	GMT	FLIGHT PI	CAS	GROUND S	FLAP ANGI	N1 LEFT	VERTICAL	RADIO AL	AIR GND C	MLG TRUC	MLG TRUC	GEAR SELE	GEAR SELE	AIR GROU	VERTICAL T
2		830 THA222	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
3		830 THA222	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
4		830 THA222	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
5		830 THA222	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
6		830 THA222	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
7		830 THA222	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
8		830 THA222	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
9		830 THA222	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
10		830 THA222	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
11		830 THA222	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
12		830 THA222	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
13		830 THA222	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
14		830 THA222	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
15		830 THA222	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
16		830 THA222	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
17		830 THA222	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
18		830 THA222	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
19		830 THA222	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
20		830 THA222	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
21		830 THA222	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
22		830 THA222	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
23		830 THA222	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
24		830 THA222	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

All_Trigger

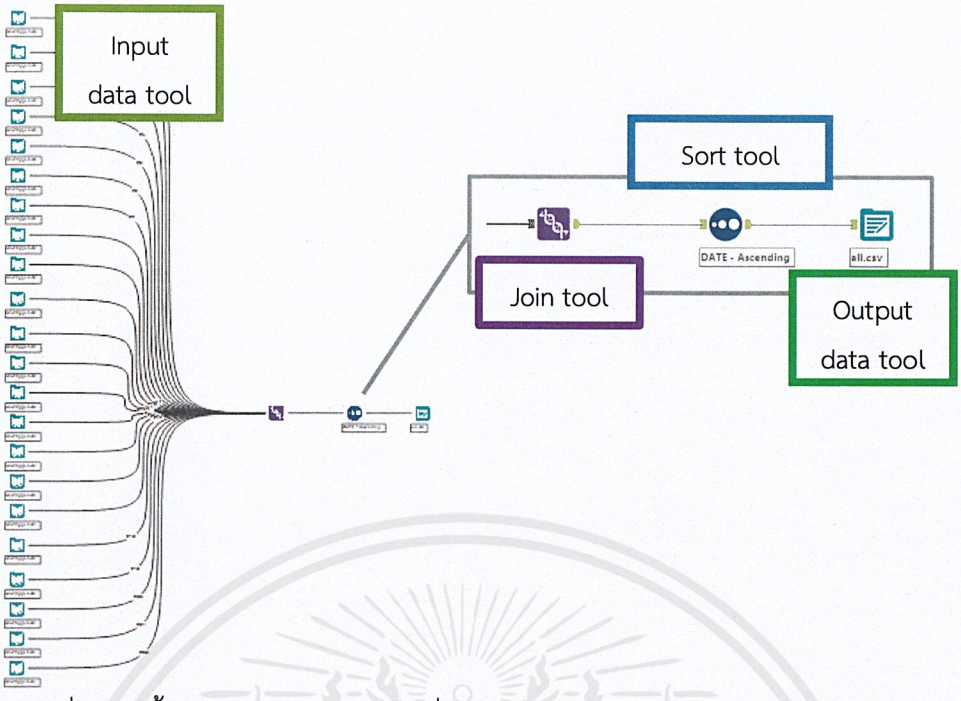
(ข) ข้อมูลทริกเกอร์ภายในไฟล์ All_Trigger.csv

รูปที่ 4.14 ไฟล์ .csv ที่ได้มาจากการสร้างทริกเกอร์

4.2.2 ส่วนในการรวมทริกเกอร์

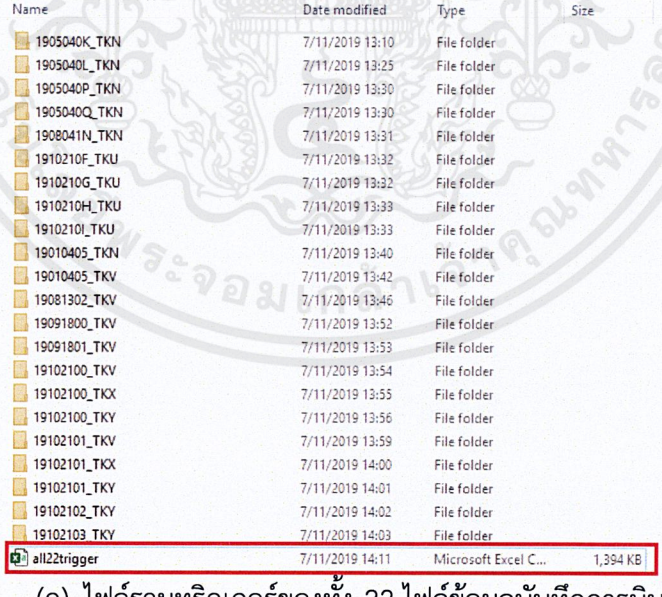
ในส่วนของการรวมทริกเกอร์ หลังจากที่ทำการการสร้างทริกเกอร์ของทุกไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน (Raw data) แล้ว ต่อมาก็จะทำการรวมทริกเกอร์ที่ได้มาของแต่ละไฟล์เข้าด้วยกัน พร้อมทั้งเรียงข้อมูลตามวันที่จากน้อยไปมากแล้วบันทึกลงไฟล์ .csv ดังรูปที่ 4.15 โดยจะได้นำไฟล์ All_Trigger.csv ของ 22 ไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน ที่ได้จากการนำค่าพารามิเตอร์ทั้ง 18 ค่าไปเข้าเงื่อนไข มารวมกันเป็นข้อมูลชุดเดียวโดยใช้ Join tool จากนั้นทำการใช้ Sort tool เรียงข้อมูลตามวันที่จากน้อยไปมาก แล้วได้ผลลัพธ์ ออกมาเป็นข้อมูลของทริกเกอร์ทั้ง 22 ไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินในรูปแบบไฟล์ .csv

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ขั้นตอนการรวมทริกเกอร์ที่ได้จากไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินหลาย ๆ ไฟล์

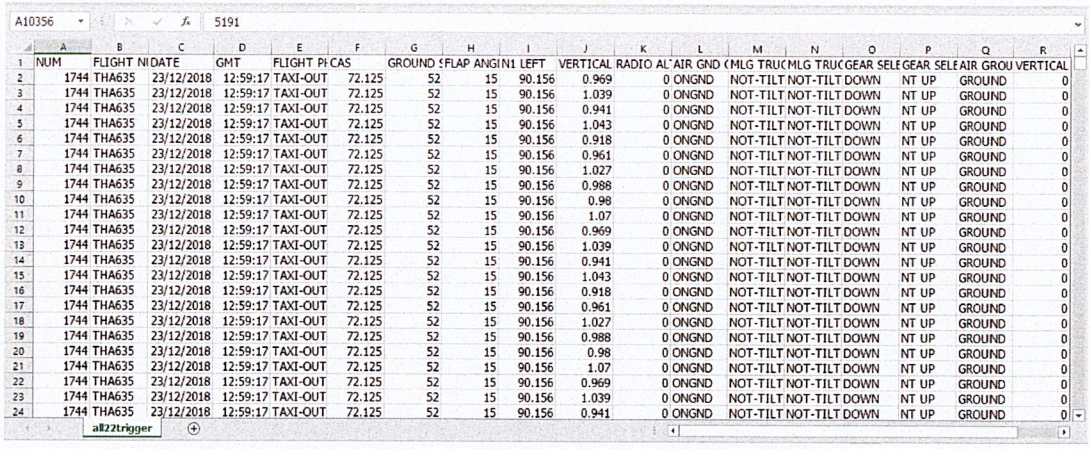
ดังนั้นผลการทดสอบโปรแกรมสร้างทริกเกอร์จะได้ออกมา ดังรูปที่ 4.16 คือมีไฟล์ .csv ที่มีข้อมูลทริกเกอร์ที่เข้ากับเงื่อนไขทั้งหมดของทุกไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินออกมา



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

(ก) ไฟล์รวมทริกเกอร์ของทั้ง 22 ไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



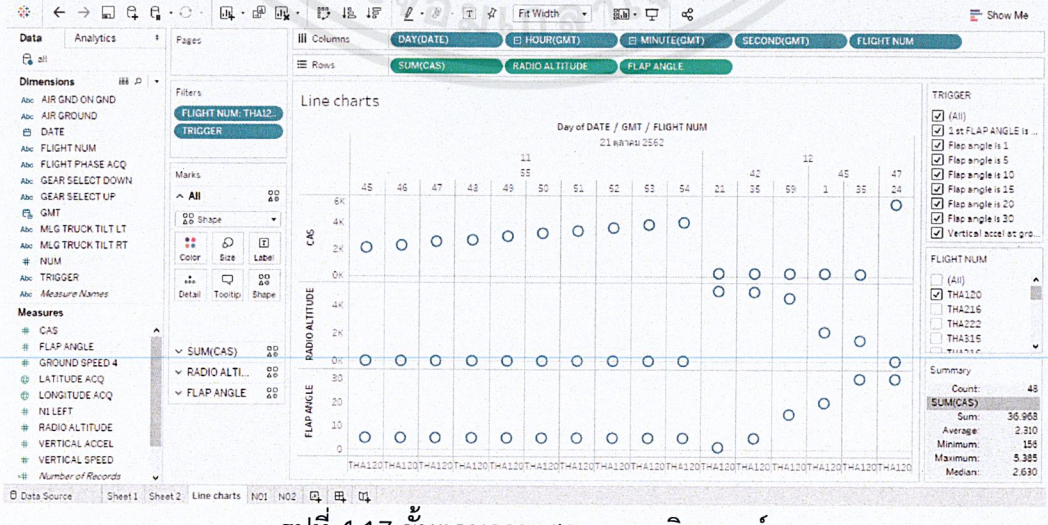
NUM	FLIGHT NI	DATE	GMT	FLIGHT PI	CAS	GROUND S	FLAP ANGI	N1 LEFT	VERTICAL	RADIO AL	AIR GND O	MLG TRUC	MLG TRUC	GEAR SELE	GEAR SELE	AIR GROU	VERTICAL
1744	THA635	23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	0.969	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744	THA635	23/12/2018	12:59:17	TAXI-OUT	72.125	52	15	90.156	1.039	0	ONGND	NOT-TILT	NOT-TILT	DOWN	NT UP	GROUND	0
1744	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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	THA635	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

(ข) ข้อมูลทริกเกอร์ภายในไฟล์ all22trigger.csv

รูปที่ 4.16 ไฟล์ .csv ที่ได้มาจากการรวมทริกเกอร์ของทุกไฟล์ข้อมูลบันทึกการบิน

4.3 ผลทดสอบโปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์

ผลการทดสอบโปรแกรมแสดงผลการวิเคราะห์ เมื่อผู้ใช้งานได้ทำการสร้างทริกเกอร์ ได้มาจากไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินหลาย ๆ ไฟล์แล้ว ก็นำเอาข้อมูลรวมของทริกเกอร์มาแสดงผลเป็นกราฟ ดังรูปที่ 4.17 เพื่อช่วยให้ผู้ใช้งานทำการการวิเคราะห์การปฏิบัติการบินของนักบินได้สะดวก และง่ายยิ่งขึ้นจากตัวอย่างข้อมูลการปฏิบัติการบินทั้ง 22 ไฟล์นี้จะแสดงถึงการตรวจจับข้อบกพร่องของนักบินในช่วงที่ทำการออกตัว (Take off) กับช่วงที่ทำการลงจอด (Landing) ของเครื่องบินซึ่งเป็นข้อมูลที่มีระยะเวลาอยู่ในช่วงตั้งแต่วันที่ 23 ธันวาคม 2561 ถึง 22 เมษายน 2562 จะพบว่าไม่มีการทำการบินด้วยความเร็วที่เกินกำหนดในขณะที่ทำการลงจอดลงพื้น และมีบางข้อมูลการปฏิบัติการบินที่มีการกาง Flap angle ที่ไม่ถึง 30 องศาซึ่งอาจจะทำให้เครื่องบินเกิดความเสียหายได้

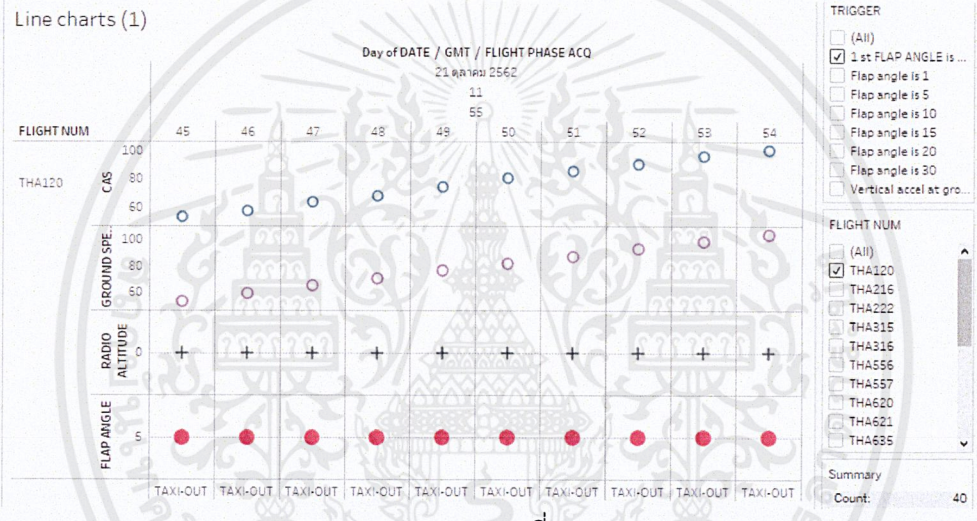


รูปที่ 4.17 ขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์

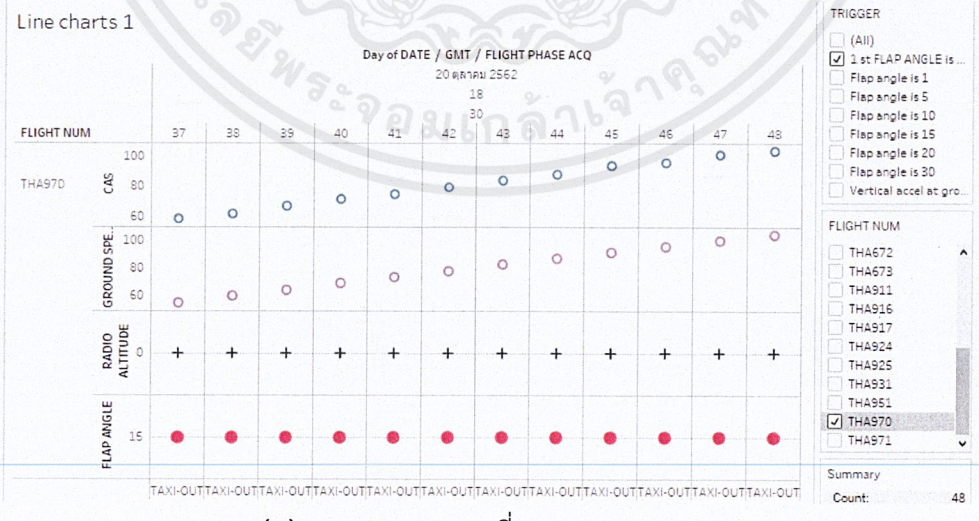
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.1 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 4.18 (ก) เป็นการเริ่มกางแบบปกติเมื่อเครื่องบินจะทำการออกตัว (Take off) ด้วยความเร็วจนกระทั่งเครื่องบินสามารถยกตัวได้ถือเป็นสภาวะปกติ และการกาง Flap angle ที่มีค่าการเริ่มต้นกางที่ 15 องศา ดังรูปที่ 4.18 (ข) ก็ถือว่าเป็นการเริ่มกางแบบปกติ ซึ่งอาจจะมีเหตุปัจจัยด้านน้ำหนักบนเครื่องบินมาเกี่ยวข้องทำให้ต้องใช้แรงยกตัวเครื่องบินเพิ่มขึ้นในการทำการออกตัว (Take off) ส่วนในสภาวะที่ไม่ปกติ คือเมื่อเราไม่กาง Flap angle ก่อนจะทำการออกตัว (Take off) บนเครื่องจะมีการแจ้งเตือน (Warning) ว่า “Configuration”



(ก) Flap angle แรกที่กางออก 5 องศา



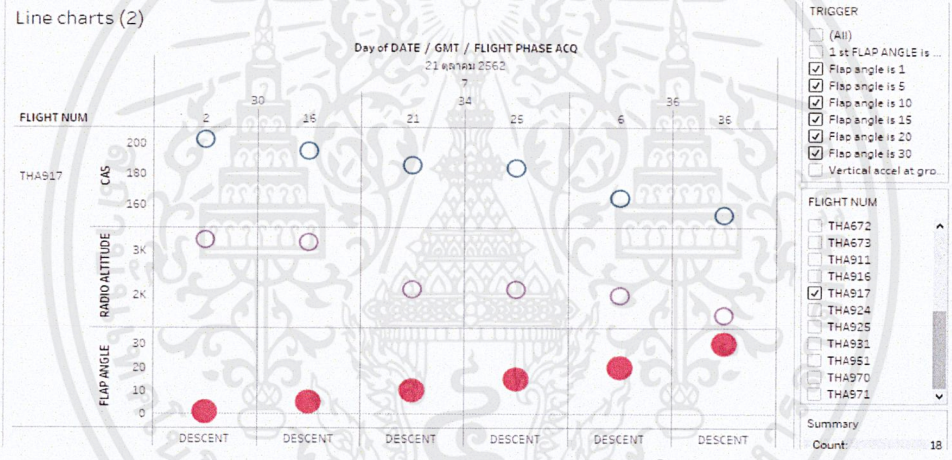
(ข) Flap angle แรกที่กางออก 15 องศา

รูปที่ 4.18 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่า Flap angle แรกที่กางออกในช่วง Taxi-out

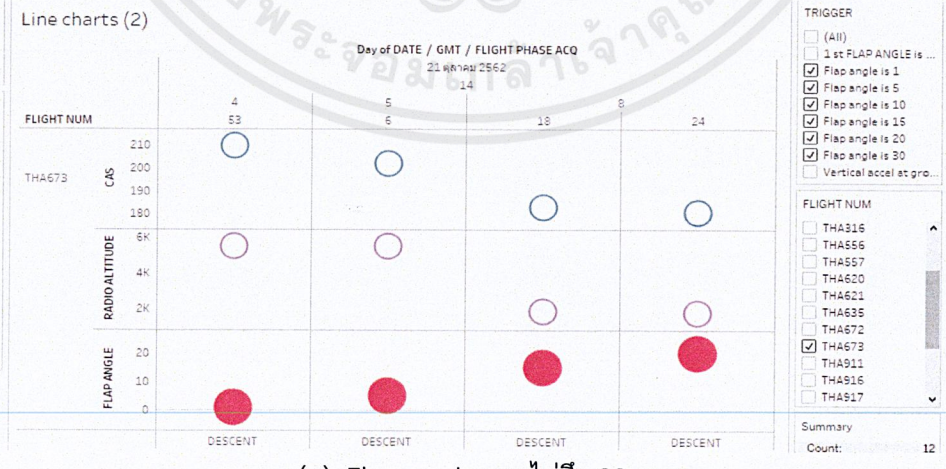
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

โดยที่มีคอลัมน์เป็น 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 จึงจำเป็นต้องใช้ Flap angle ที่ 30 องศา เพื่อให้เกิดแรงยกมากที่สุดเมื่อความเร็วต่ำกว่า 200 Knots ถ้าไม่ใช้ Flap angle ที่ 30 องศา เครื่องบินอาจเสียแรงยกที่ให้เครื่องบินเสียการทรงตัวในอากาศได้ ผลเสียของการกาง Flap จะเกิดผลเสียเมื่อความเร็วเกิน 200 Knots จะทำให้เครื่องบินเกิดแรงต้านสูงทำให้กินน้ำมัน และ ทำให้ตัว Flap Surface แตกหรือฉีกขาดได้



(ก) Flap angle กางแบบปกติ



(ข) Flap angle กางไม่ถึง 30 องศา

รูปที่ 4.19 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่า Flap angle ที่กาง 1, 5, 10, 15, 20 และ 30 องศา

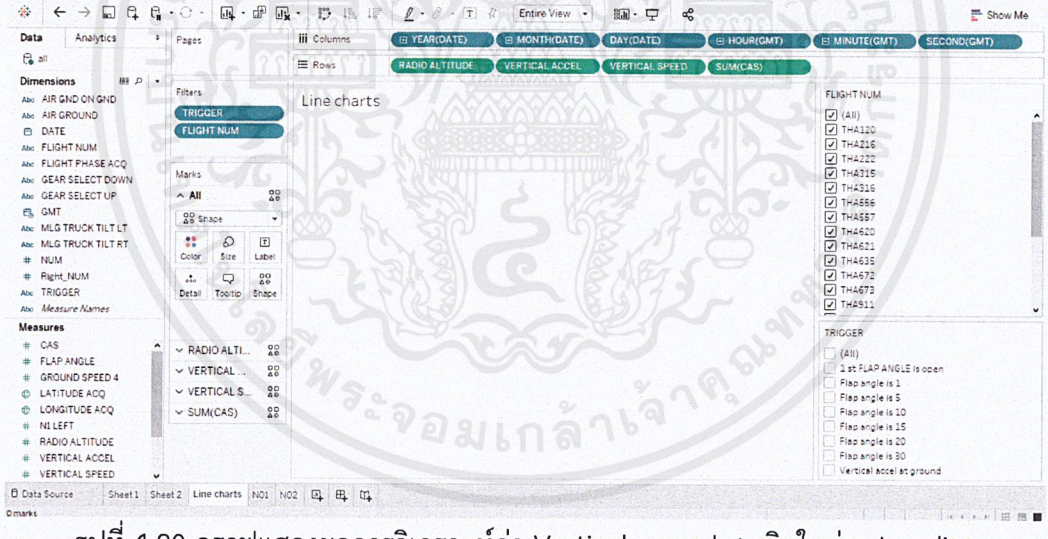
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3.3 แสดงผลการวิเคราะห์ของค่า Vertical speed สูงเกินในช่วง Landing จะพบว่าการเกิด Over speed

เกิดขึ้นได้จาก 2 สาเหตุ

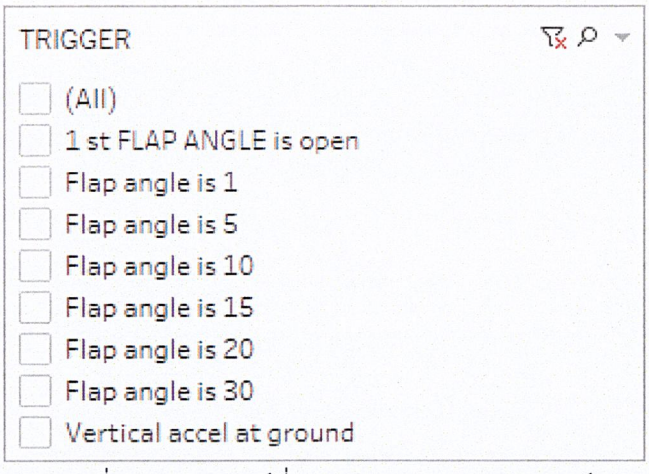
1) สาเหตุจากการเร่งกำลังเครื่องยนต์มากเกินไป ที่ให้ความเร็วร่อน (CAS) สูงกว่าความเร็วปกติ ซึ่งส่วนมากจะไม่ควรเกิน 495 Knots ในขณะบิน (สำหรับเครื่องโดยสาร) ผลเสียคือทำให้อายุการใช้งานเครื่องยนต์ลดลง และ สิ้นเปลืองน้ำมัน

2) สาเหตุจากการลดระดับที่ไวทำให้แนวร่อนมีความชัน ทำให้เกิด Over speed ขึ้นได้ จะเป็นอันตรายมากที่สุดในระดับร่อน Final Approach ที่อยู่เหนือพื้นดินต่ำกว่า 200 ฟุต ถ้าความเร็วเกิน 180 Knots จะทำให้ล้อเครื่องบิน (Landing Gear) เกิดการกระแทกพื้นรุนแรง หรือ อาจทำให้การนำล้อแตะพื้นเลยจากจุดปลอดภัย ทำให้ระยะทางวิ่งสั้นลง อาจส่งผลร้ายแรงได้ถึงหลุดออกนอกทางวิ่งได้ หรือ เกิดแรงกระแทกสูงทำให้เป็น Hard Landing ทำให้ชุดขับล้อ (Landing Gear) เกิดความเสียหายรุนแรง หรือ ทำให้ โครงสร้างลำตัวเครื่องบิน เกิดความเสียหาย รวมถึง อาจทำให้สำภาระเหนือศีรษะของผู้โดยสาร ร่วงหล่นลงมากระแทกผู้โดยสารทำให้เกิดการบาดเจ็บสาหัสได้ โดยในการทดสอบนี้ไม่พบเหตุการณ์นี้เกิดขึ้นเลย เพราะเป็นเหตุการณ์ที่ไม่ได้เกิดขึ้นบ่อย ๆ



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่า Vertical speed สูงเกินในช่วง Landing

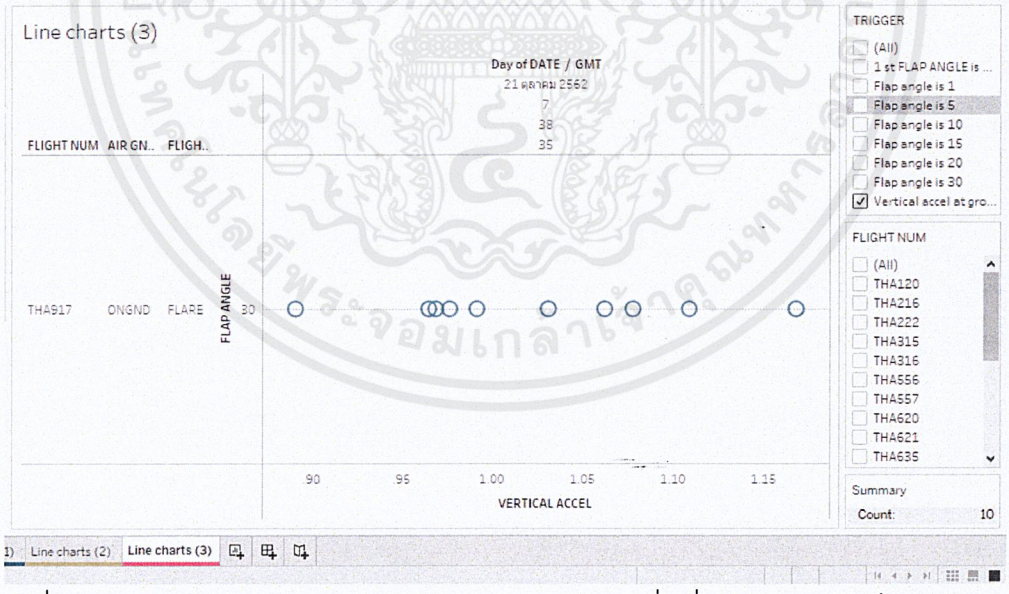
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.21 ฟิลเตอร์ที่แสดงประเภทของทริกเกอร์

4.3.4 แสดงผลการวิเคราะห์ของค่า Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground

จะพบว่าการทำ Vertical acceleration trigger ก็เพื่อหาว่าการร่อนลงโดยใช้ความเร็วสูงในการลงจอด หรือการพยายามนำเครื่องลงแตะพื้นเร็วเกินไป จะทำให้เกิดแรงกระแทกรุนแรงขึ้น ซึ่งจะเกิดขึ้นที่มีค่า Vertical acceleration สูงกว่า 2 G (G = Gravity 9.81) โดย ดังรูปที่ 4.22 คือสภาวะการร่อนลงจอดแบบปกติ เครื่องบินจะเกิดค่า Vertical Acceleration ช่วงประมาณ 1 – 1.2G



รูปที่ 4.22 กราฟแสดงผลการวิเคราะห์ค่า Vertical accel ที่เครื่องบินมีสถานะเป็น Ground

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

จากการทำโครงงานเรื่องระบบการวิเคราะห์การปฏิบัติการบินสำหรับนักบิน ซึ่งได้ทำการศึกษาหลักการเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ต่าง ๆ สามารถสรุปผลการดำเนินงานได้ดังนี้

1) สามารถออกแบบระบบการวิเคราะห์การปฏิบัติการบินสำหรับนักบินได้

2) สามารถศึกษาแล้วนำข้อมูลบันทึกการบินมาใช้วิเคราะห์การปฏิบัติการบินของนักบินได้

3) สามารถสร้างทริกเกอร์หาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินของนักบินได้

4) สามารถนำทริกเกอร์ที่ได้มาทำกราฟแสดงผลวิเคราะห์หาสาเหตุข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินได้

5.2 ประโยชน์ของโครงงาน

1) สามารถนำข้อมูลบันทึกการบินมาทำการถอดหาค่าพารามิเตอร์ตามที่ต้องการได้

2) ช่วยให้ทำการวิเคราะห์การปฏิบัติการบินสะดวก และง่ายขึ้น

3) ช่วยให้สามารถหาข้อบกพร่องในการปฏิบัติการบินได้ โดยใช้ทริกเกอร์แจ้งเตือนข้อบกพร่องออกมา

4) สนับสนุนการทำงานในส่วนของการติดตามและตรวจสอบการปฏิบัติการบินสามารถทำรายงานการวิเคราะห์การบินให้กับนักบินได้อย่างสะดวก และรวดเร็วยิ่งขึ้น

5.3 ข้อเสนอแนะ

1) การออกแบบระบบการวิเคราะห์การปฏิบัติการบินสำหรับนักบินในส่วนของการถอดหาค่าพารามิเตอร์นั้น สามารถทำการเพิ่มหน้าต่างผู้ใช้งาน และแก้ไขข้อมูลให้สามมารถดึงข้อมูลของค่าพารามิเตอร์แต่ละชนิดของอากาศยานออกมาเลยโดยที่ผู้ใช้ไม่ต้องทำการใส่เข้าไปเอง เพื่อให้ง่ายต่อการใช้งาน และสะดวกมากยิ่งขึ้น

2) การออกแบบระบบการวิเคราะห์การปฏิบัติการบินสำหรับนักบินในส่วนของการสร้างทริกเกอร์ในโปรแกรม Alteryx นั้น อาจจะสามารถรับข้อมูลบันทึกการบินเข้ามาทำการถอดหาค่าพารามิเตอร์ และสร้างทริกเกอร์ออกมาภายในโปรแกรมได้เลย

3) ข้อจำกัดของข้อมูลในการถอดค่าพารามิเตอร์ เนื่องจากเงื่อนไขในแต่ละชนิดของอากาศยานนั้นมีความหลากหลาย จึงจะต้องใช้เวลาในศึกษาวิธีการถอดค่าเพื่อมาใช้ในโปรแกรม และผู้เชี่ยวชาญเฉพาะทางในเรื่องนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] Daniel A. Martinec. *ARINC 429*. CRC Press LLC, 2001

[2] pornphanh, “10 เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับกล่องดำ Black Box ในเครื่องบิน,” MTHAI, แหล่งข้อมูล, : https://teen.mthai.com/variety/69224.html, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 16 กันยายน 2562.

[3] flightrecorder.com, “Quick Access Recorder (QAR),” flightrecorder.com, แหล่งข้อมูล, : http://www.flightrecorder.com/qar.html, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 16 กันยายน 2562.

[4] mindphp.com, “Python คืออะไร - ภาษา python ใช้ทำอะไร,” mindphp.com, แหล่งข้อมูล, : https://www.mindphp.com/คู่มือ/73-คืออะไร/2417-python-คืออะไร.html, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 14 ตุลาคม 2562.

[5] STelligence, “Alteryx”, STelligence Co.,แหล่งข้อมูล, : https://stelligence.com/alteryx/, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 16 ตุลาคม 2562.

[6] ADPT.news, “Alteryx แพลตฟอร์มวิเคราะห์ข้อมูลไม่ต้องเขียนโค้ด ครบวงจรสำหรับทุกคนในองค์กร,” ADPT, แหล่งข้อมูล, : https://www.adpt.news/2018/02/23/alteryx-end-to-end-no-coding-data-analytics-platform/, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 17 ตุลาคม 2562.

[7] g-able, “G-Able ร่วมกับ Alteryx แพลตฟอร์มการวิเคราะห์ยุคใหม่ ตอบโจทย์สำหรับทุกคนในองค์กร,” G-Able, แหล่งข้อมูล, : https://www.g-able.com/uncategorized-th/what-is-alteryx/, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 17 ตุลาคม 2562.

[8] alteryx, “Alteryx Tools,” Alteryx, Inc., แหล่งข้อมูล, : https://help.alteryx.com/10.5/Getting_Started/Tools.htm, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 21 ตุลาคม 2562.

[9] AiTeam (Analytics & Insights Team), “Tableau คืออะไร? What is Tableau?”, นายยงยุทธ ลิขิตพัฒนะกุล, แหล่งข้อมูล, : http://www.aiteam.co.th/what-is-tableau/, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 14 พฤศจิกายน 2562.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

[10] ไอทีบ้านทุ่ง, “ทาโบล์ว (Tableau) Business Intelligence (BI) Software,” ไอทีบ้านทุ่ง, แหล่งข้อมูล, : http://itbantung.blogspot.com/2017/02/tableau-business-intelligence-bi.html, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 14 พฤศจิกายน 2562.

[11] SKYbrary, “Flight Data Monitoring (FDM),” SKYbrary, แหล่งข้อมูล, : hhttps://www.skybrary.aero/index.php/Flight_Data_Monitoring_(FDM), ทำการค้นคว้าเมื่อ, 3 ธันวาคม 2562.

[12] Civil Aviation Authority, “Flight Data Monitoring CAP 739,” Civil Aviation Authority, แหล่งข้อมูล, : https://www.caa.co.uk/, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 3 ธันวาคม 2562.

[13] ติวเข้าสถาบันการบินพลเรือน, “ส่วนประกอบของเครื่องบิน,” Site Google, แหล่งข้อมูล,: https://sites.google.com/site/airplane1922/home/swn-prakxb-khxng-kheruxng-bin, ทำการค้นคว้าเมื่อ, 4 ธันวาคม 2562.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้จัดทำ

ชื่อ–สกุล สุธีธิดา จันทคราม

วัน เดือน ปีเกิด 2 มกราคม 2541

ที่อยู่ปัจจุบัน 216/4 ซอย ลาดพร้าว 48 ตำบลสามเสนนอก อำเภอห้วยขวาง
จังหวัดกรุงเทพ 10310

ประวัติการศึกษา

พ.ศ. 2558 มัธยมศึกษาตอนปลาย
โรงเรียนนวมินทราชินูทิศ บดินทรเดชา

พ.ศ. 2562 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้