



รายงานสหกิจศึกษาบับสมบูรณ์

ระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ

Flight data processing system for airline management

นางสาวสุพิชญา วาศไชยพงศ์

ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2562

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการสหกิจศึกษา ระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ

ชื่อ-สกุล นักศึกษา นางสาวสุพิชญา วาศไชยพงศ์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชา วิศวกรรมโทรคมนาคม

ชื่อ-สกุล อาจารย์นิเทศ ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล

ชื่อ-สกุล ผู้นิเทศงาน นายดุขฎิ ภูกองไชย และ นายชัยรัตน์ ศรีวิลาศ

สถานประกอบการ บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน)

บทคัดย่อ

โครงการระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ ออกแบบและพัฒนาขึ้นมา เพื่อแสดงผลการทำงานของเครื่องบิน บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) โดยเริ่มจากการนำ ข้อมูลดิบที่บันทึกได้ในระหว่างทำการบินของกล่องดำบนเครื่องบิน มาถอดรหัสเป็นข้อมูลพารามิเตอร์ ที่เกี่ยวข้อง เช่น Calibrates airspeed, Altimeter, Turn rate ,Flight number, Radio altitude, Vertical speed และ Magnetic heading เป็นต้น จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นมา แสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐานและภาพจำลองการบิน เพื่อให้ผู้ใช้งานสามารถวิเคราะห์และ ตรวจสอบการทำงานของเครื่องบินได้อย่างเห็นภาพชัดเจน สำหรับการบริหารจัดการให้ได้ตาม มาตรฐานต่อไป

คำสำคัญ : พารามิเตอร์, ภาพจำลองการบิน, วิเคราะห์และตรวจสอบ

Cooperative Title: Flight data processing system for airline management

Student intern name: Miss Supitchaya Wadchaipong

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 flight data processing system for airline management project design and develop to display the operation of the airplane of Thai Airways International Public Company Limited. Beginning with the raw data recorded during the flight of the black box on the airplane to be decrypting into relevant parameter values such as Calibrates airspeed, Altimeter, Turn rate, Flight number, Radio altitude, Vertical speed and Magnetic heading etc. and take the necessary parameter values to display on the basic display instrument and basic display flight simulation so that users can analyze and check flight operations clearly for standardized management.

Keywords: Parameters, Flight simulation, Analyze and check

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ “ระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ” ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ เป็นอย่างสูงที่ได้กรุณาจัดโครงการสหกิจศึกษา โครงการนี้มีโอกาสสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดีหากขาดการช่วยเหลือและการสนับสนุนจากหลาย ๆ ฝ่าย ดังนี้

ขอขอบพระคุณ ผศ.ดร.พิเชฐ ม่วงนวล อาจารย์นิเทศสหกิจศึกษา ในความกรุณาที่ได้ให้คำแนะนำ คำปรึกษา ชี้แนะแนวทาง และตรวจสอบความถูกต้องทั้งเนื้อหาและรูปแบบของเล่มโครงการของผู้จัดทำมาโดยตลอด คุณดุขฎิ ภูทองไชย และ คุณชัยรัตน์ ศรีวิลาศ จากฝ่ายกองติดตามและตรวจสอบการปฏิบัติการบิน บริษัท การบินไทย จำกัด (มหาชน) ที่คอยให้คำปรึกษา แนวทางในการดำเนินงานเกี่ยวกับการพัฒนาระบบงานและคำแนะนำเกี่ยวกับการออกแบบระบบ ให้สัมฤทธิ์ผลไปได้ด้วยดี

และสุดท้ายนี้ ขอขอบพระคุณบิดามารดา ที่ให้การอุปการะเลี้ยงดู สนับสนุนและส่งเสริมให้ได้รับการศึกษาที่ดี รวมทั้งเป็นผู้ที่คอยให้กำลังใจเป็นอย่างดี และขอขอบคุณสำหรับกำลังใจจากเพื่อน ๆ นักศึกษาร่วมชั้นเรียนทุกท่านที่ได้เป็นส่วนร่วมในการทำโครงการนี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่าโครงการนี้จะเป็นประโยชน์กับท่านผู้สนใจและผู้เกี่ยวข้อง

นางสาวสุพิชญา วาศไชยพงศ์
ผู้จัดทำ

สารบัญ

	หน้า	
บทคัดย่อ	I	
ABSTRACT	II	
กิตติกรรมประกาศ	III	
สารบัญ	IV	
สารบัญตาราง	VI	
สารบัญรูป	VII	
บทที่ 1	บทนำ	1
	1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
	1.2 วัตถุประสงค์	1
	1.3 ขอบเขตของโครงการ	2
	1.4 วิธีการดำเนินงานโครงการ	2
	1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
บทที่ 2	ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง	4
	2.1 องค์ประกอบของเครื่องบิน	4
	2.2 กล่องดำ (Black box)	14
	2.3 สนามบิน	17
	2.4 การแปลงข้อมูลจากข้อมูลดิบ	22
	2.5 พารามิเตอร์ที่สำคัญ	23
	2.6 โปรแกรมภาษา Python	23
	2.7 โปรแกรมภาษา C#	25
	2.8 ไฟล์ CSV	26
	2.9 โปรแกรม Microsoft Flight Simulator X	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ IV อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
บทที่ 3	
การออกแบบและการจัดทำโครงการ	28
3.1 การออกแบบ	28
3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง	64
บทที่ 4	67
ผลการทดลอง	
4.1 ผลการทดสอบโปรแกรมแปลงข้อมูลดิบเป็นค่าพารามิเตอร์	67
4.2 ผลการทดสอบโปรแกรมนำข้อมูลพารามิเตอร์แสดงผลเครื่องวัดพื้นฐาน	69
4.3 ผลการทดสอบโปรแกรมนำข้อมูลพารามิเตอร์แสดงผลจำลองการบิน	70
บทที่ 5	79
สรุปผลและข้อเสนอแนะ	
5.1 สรุปผล	79
5.2 ข้อเสนอแนะ	79
บรรณานุกรม	80

สารบัญตาราง

ตารางที่

หน้า

1.1 แผนการดำเนินงาน

2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและVIองอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า	
1.1	บล็อกไดอะแกรมของระบบประมวลผลข้อมูลการบิน เพื่อการบริหารจัดการ	3
2.1	ส่วนประกอบหลักของเครื่องบิน	4
2.2	แกนของการหมุนหรือแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องบิน	7
2.3	แรงพื้นฐาน 4 แรง ที่กระทำกับเครื่องบิน	8
2.4	Static stability	9
2.5	Dynamic stability	10
2.6	Airspeed indicator	11
2.7	Vertical speed indicator	12
2.8	Attitude indicator	12
2.9	Turn coordinator	13
2.10	Heading indicator	13
2.11	Altitude	14
2.12	Flight Data Recorder (FDR)	14
2.13	Cockpit Voice Recorder (CVR)	15
2.14	ตำแหน่งในการติดตั้งกล่องดำสองชนิดภายในเครื่องบิน	15
2.15	ส่วนประกอบภายในกล่องดำ	16
2.16	Quick Access Recorder (QAR)	16
2.17	อุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูลบนเครื่องบิน	17
2.18	หมายเลข 27 ในกับทางวิ่ง	18
2.19	ทางวิ่งมากกว่าหนึ่งทางวิ่ง ในทิศทางเดียวกัน	19
2.20	ทางวิ่งแบบ Basic	20
2.21	Nonprecision instrument	20
2.22	Precision instrument	20
2.23	Displaced threshold และ Stopways	21

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
2.24	ข้อมูลดิบ	22
2.25	โครงสร้างของข้อมูลดิบ	22
2.26	โลโก้โปรแกรมภาษา Python	23
2.27	โลโก้โปรแกรมภาษา C#	25
2.28	โลโก้ CSV	26
2.29	ตัวอย่างไฟล์ CSV	26
2.30	เปิดไฟล์ CSV ด้วย Notepad	26
2.31	โลโก้ โปรแกรม Microsoft Flight Simulator X	27
3.1	บล็อกไดอะแกรมของระบบประมวลผลข้อมูลการบิน เพื่อการบริหารจัดการ	28
3.2	แผนผังการทำงานของระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ	29
3.3	แผนผังการทำงานของ การแปลงข้อมูลดิบ ในส่วนของ Main	31
3.4	แผนผังการทำงานของ การแปลงข้อมูลดิบ ในส่วนของฟังก์ชัน FuncSFall	41
3.5	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบทั่วไป	42
3.6	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Sigh bit	44
3.7	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Disctete 2 ตัว	45
3.8	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Disctete 4 ตัว	46
3.9	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Disctete 16 ตัว	50
3.10	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบเป็น GMT	52
3.11	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบเป็นวันที่	53
3.12	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้ตาราง ISO No. 5	54
3.13	แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้การนำ 2 คำมารวมกันได้ 1 คำ	56
3.14	แผนผังโครงสร้างโปรแกรมเครื่องมือวัดพื้นฐาน	58
3.15	แผนผังหน้าต่างเครื่องมือวัดพื้นฐาน	59

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า	
3.16	แผนผังขั้นตอนโดยรวม	61
3.17	แผนผังการทำงานในส่วน P03.F2	62
3.18	แผนผังการทำงานในส่วน P05.F3	63
3.19	แผนผังการทำงานในส่วน P06.F4	63
3.20	รูปแบบการเขียนโปรแกรมภาษา C# ของเครื่องมือวัดพื้นฐาน	65
3.21	ภาพจำลองการบินภายในโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X	65
3.22	Macbook Pro 2018	66
4.1	ขั้นตอนแรกๆของโปรแกรมในการป้อนค่าต่าง ๆ ตามลำดับ	67
4.2	ขั้นตอนการใส่ข้อมูลของพารามิเตอร์	68
4.3	ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้ 30 ค่า	68
4.4	ที่อยู่ของโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ค่าพารามิเตอร์ ที่ทำกรถดรอทส์สเปลงค่าออกมาแล้ว	68
4.5	ผู้ใช้งานที่ต้องการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป	69
4.6	ผู้ใช้งานไม่ต้องการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป	69
4.7	หน้าต่างแสดงผลเครื่องมือวัดพื้นฐาน	70
4.8	ค่าพารามิเตอร์ที่ผ่านการรีแมปแล้วมารวมเป็นไฟล์เดียวกัน	71
4.9	ไฟล์ TXT โดยเขียนข้อมูล TXT ให้ตรงกับรูปแบบ FS Recorder	71
4.10	โปรแกรม FS Recorder Converter	72
4.11	หน้าต่างโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X	72
4.12	หน้าแรกของโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X	73
4.13	วิธีเลือกไฟล์ FRC ที่สร้างไว้นำมาแสดงภาพจำลองการบิน	74
4.14	ภาพจำลองการบินแสดงเครื่องบินบน Runway	74
4.15	วิธีเปิดหน้าต่าง Control Window และ Data Window	75
4.16	หน้าต่าง Control Window และ Data Window	75

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่		หน้า
4.17	การ Takeoff ของเครื่องบิน เช็คการเก็บล้อ (Gear)	75
4.18	มุมมองจากห้องนักบิน	75
4.19	เครื่องบิน Landing	76
4.20	เครื่องบินเคลื่อนที่เข้า Taxi	76



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ความรับผิดชอบในส่วนความปลอดภัยของการเดินทางด้วยเครื่องบิน เป็นหน้าที่ของสายการบินที่ต้องตรวจสอบความปลอดภัยให้กับผู้โดยสาร โดยจะมีการตรวจประเมินสมรรถนะของเครื่องบินและการปฏิบัติการบินอย่างละเอียด เพื่อระวังความเสี่ยงต่อเหตุการณ์ที่จะเกิดขึ้น ซึ่งสายการบินจะนำข้อมูลดิบที่บันทึกระหว่างทำการบินที่เก็บในหน่วยความจำบนตัวเครื่องบิน ไปให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการตรวจสอบประเมินต่อไป

การประเมินสมรรถนะของเครื่องบินในปัจจุบัน โดยการติดตามและตรวจสอบข้อมูลการบิน โดยพิจารณาในส่วนของ ห้องนักบิน (Cockpit) และวิถีการบินเป็นหลัก โดยระบบการตรวจสอบข้อมูลการบินที่องค์กรใช้อยู่ มีอัตราการซื้อขายในราคาที่สูงมากต่อปี อีกทั้งยังไม่สามารถปรับเปลี่ยนหรือแก้ไขภายในระบบค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเครื่องบินได้ตามที่ต้องการ ด้วยสาเหตุนี้ผู้จัดทำจึงได้สร้างระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการขึ้นมา โดยระบบนี้จะเริ่มจากการนำข้อมูลดิบที่บันทึกได้ในระหว่างทำการบิน ที่เก็บในหน่วยความจำ QAR (Quick Access Recorder) ของกล่องดำบนเครื่องบิน มาทำการแปลงด้วยการถอดรหัส ให้เป็นข้อมูลพารามิเตอร์ที่ถูกต้อง และผู้ใช้งานสามารถเลือกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการแสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐาน และภาพจำลองการบินของเครื่องบิน เพื่อการวิเคราะห์ ตรวจสอบ และหาข้อบกพร่องของเครื่องบินขณะปฏิบัติการบินได้อย่างชัดเจนมากขึ้น อีกทั้งสามารถนำข้อมูลการตรวจสอบไปบริหารจัดการให้ได้ตามมาตรฐานการบินต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อนำข้อมูลดิบที่บันทึกได้ในระหว่างทำการบินมาแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้อง
- 2) สามารถเลือกค่าพารามิเตอร์มาแสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบิน
- 3) สามารถเลือกค่าพารามิเตอร์มาแสดงภาพจำลองการบินพื้นฐานของเครื่องบิน
- 4) เพื่อวิเคราะห์และตรวจสอบหาข้อบกพร่องของเครื่องบินให้ได้ตามมาตรฐาน
- 5) เพื่อเพิ่มความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือให้กับระบบปฏิบัติการบิน

1.3 ขอบเขตของโครงการงาน

- 1) สามารถนำข้อมูลดิบบันทึกได้ในระหว่างทำการบินมาแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้
- 2) สามารถนำข้อมูลค่าพารามิเตอร์มาแสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบิน
- 3) สามารถนำข้อมูลค่าพารามิเตอร์มาแสดงภาพจำลองการบินพื้นฐานเพื่อติดตาม

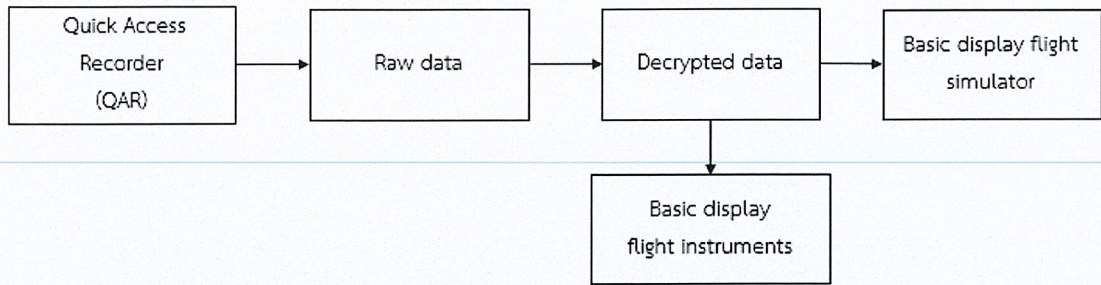
และสามารถรีเฟลย์วิเคราะห์ข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้

1.4 วิธีการดำเนินงานโครงการงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

ลำดับที่	รายละเอียด	ภาคการศึกษาที่ 1 ปีการศึกษา 2562			
		เดือนที่ 1	เดือนที่ 2	เดือนที่ 3	เดือนที่ 4
1	ศึกษาภาษา Python และการนำข้อมูลบันทึกการบินมาแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ต่างๆ โดยบันทึกค่าเป็นไฟล์ CSV	←→			
2	ศึกษาการนำค่าพารามิเตอร์มาแสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบิน		←→		
3	ศึกษาการนำค่าพารามิเตอร์มาแสดงภาพจำลองการบินพื้นฐานเพื่อติดตามและรีเฟลย์			←→	
4	ทดลองการทำงานและปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของซอฟต์แวร์และรวบรวมข้อมูลจัดทำรูปเล่มเพื่อการนำเสนอ				←→

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 2 อังอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถนำข้อมูลดิบมาแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ตามที่ต้องการได้
- 2) สามารถนำข้อมูลค่าพารามิเตอร์มาแสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบิน
- 3) สามารถนำข้อมูลค่าพารามิเตอร์มาแสดงภาพจำลองการบินพื้นฐานเพื่อติดตามและสามารถรีเพลย์ วิเคราะห์ข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้
- 4) ได้รับความรู้พื้นฐานของเครื่องบิน เครื่องวัดพื้นฐานภายในห้องนักบิน และพารามิเตอร์ที่สำคัญสำหรับการวิเคราะห์เครื่องบินในการปฏิบัติการบิน
- 5) ได้ฝึกฝนทักษะความสามารถในการเขียนโปรแกรมภาษาต่าง ๆ

บทที่ 2

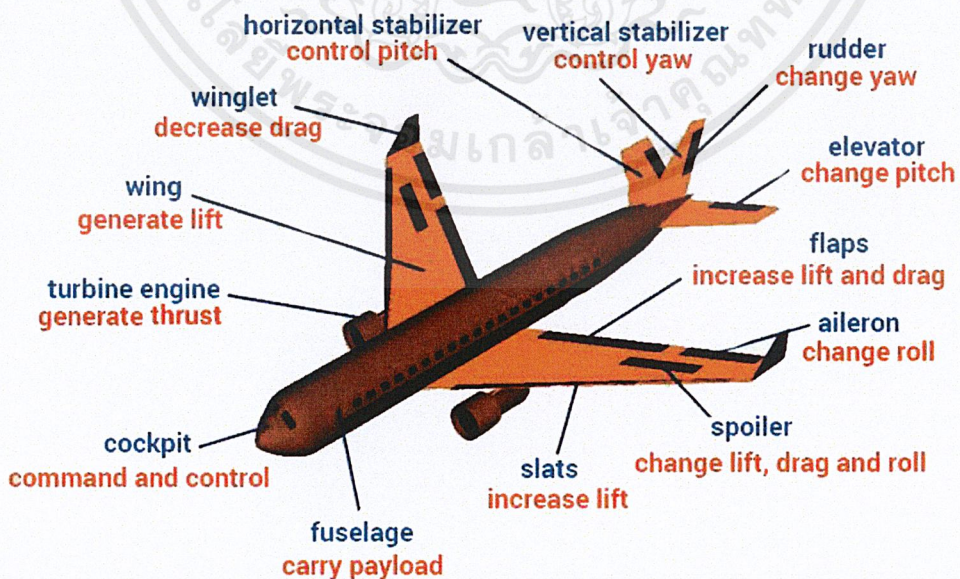
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

โครงการ “ระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ” เป็นการนำข้อมูลดิบที่บันทึกในระหว่างทำการบินที่ได้จากหน่วยความจำ QAR (Quick Access Recorder) บนตัวเครื่องบินมาทำการแปลงเป็นข้อมูลพารามิเตอร์ที่ถูกต้อง โดยผ่านการประมวลผลจากโปรแกรมภาษา Python ออกมาในรูปแบบของไฟล์ CSV ซึ่งสามารถเลือกค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการแสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบินด้วยโปรแกรมภาษา C# และภาพจำลองการบินด้วยโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X โดยเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบินและภาพจำลองการบินที่แสดงผลดังกล่าว สามารถนำมาวิเคราะห์ ตรวจสอบและหาข้อบกพร่องของเครื่องบินขณะปฏิบัติการบินได้อย่างเห็นภาพชัดเจน เพื่อนำไปบริหารจัดการให้ได้ตามมาตรฐานต่อไป ซึ่งในการสร้างระบบนี้และเขียนโปรแกรมภาษาต่าง ๆ ที่กล่าวไปข้างต้นจำเป็นต้องศึกษาทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้องดังนี้

2.1 องค์ประกอบของเครื่องบิน

2.1.1 ส่วนประกอบของเครื่องบิน

เครื่องบินไม่ว่าแบบใดก็ตาม จะมีส่วนประกอบหลัก ๆ ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องบิน [1]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 4 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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: (ปีกเล็กแก้อียง) ใช้บังคับให้เครื่องบินเอียงซ้าย-ขวา (Roll, Bank)
10. Spoilers/Air brake: อุปกรณ์ช่วยตัดแรงยกหรือลดความเร็วในการบิน
11. Slats: อุปกรณ์ช่วยในการตัดลมวน เมื่อเครื่องบินในย่านความเร็วต่ำ และสร้าง Slot
12. Fuselage: ลำตัวของเครื่องบิน
13. Empennage: พวงหางทั้งหมดเครื่องบิน ทั้ง แพนหางระดับและชายกระโดงหาง

2.1.1.1 ลำตัว (Fuselage)

ลำตัวเครื่องบินนั้นมีหน้าที่เป็นจุดเชื่อมต่อของส่วนประกอบหลักต่าง ๆ ที่ประกอบรวมกันเป็นเครื่องบิน แต่ส่วนที่เป็นของลำตัวเครื่องบินได้แก่ ห้องนักบิน (Cockpit), ที่นั่ง, ส่วนบังคับการบินต่าง ๆ และที่ใส่สัมภาระในเครื่องบินบางแบบ หรือที่นั่งผู้โดยสาร เป็นต้น

2.1.1.2 ห้องนักบิน (Cockpit)

ห้องนักบินที่ติดตั้งระบบเครื่องวัดประกอบการบินแบบอิเล็กทรอนิกส์ (Glass Cockpit) นั้นมีที่มาจากพัฒนาเครื่องวัดประกอบการบินแบบ Analog ซึ่งเป็นเข็มวัดมาเป็นการแสดงผลแบบ Digital ซึ่งใช้หน้าจอในการแสดงผล การแสดงผลหน้าจอเป็นที่มาของคำว่า Glass Cockpit หมายถึง กระจกหน้าจอการแสดงผล เช่น LCD หรือ CRT

2.1.1.3 ปีก (Wing)

เมื่อมีอากาศไหลผ่านปีกของเครื่องบิน จะทำให้เกิดแรงยกเรียกว่า ลิฟ (Lift) ที่ช่วยทำให้เครื่องบินลอยได้ ปีกเครื่องบินนั้นในบางแบบจะติดตั้งอยู่ด้านบนของตัวเครื่องบิน บางแบบก็ติดตั้งอยู่กลางลำตัว หรือบางแบบอาจติดตั้งอยู่ใต้ลำตัวเครื่อง ขึ้นอยู่กับผู้ออกแบบเครื่องบิน เครื่องบินที่มีปีกชั้นเดียวเรียกว่า โมโนเพลน (Monoplanes) เครื่องบินที่มีปีกสองชั้นเรียกว่า ไบเพลน (Biplanes) ในการที่จะทำให้เครื่องบินสามารถควบคุม ได้ตามต้องการนั้นที่ปีกของเครื่องบินจะมีแผ่นบังคับอยู่สองชนิดที่ด้านหลังของปีกทั้งสองข้าง เรียกว่า แอเลอร์รอน (Ailerons) และ แพลป (Flap) แอเลอร์รอน จะติดตั้งอยู่ด้านหลังของปีกทั้งสองข้างโดยมีความยาวเริ่มจากจุดกึ่งกลางของปีกด้านใน

ไปจนถึงปลายด้านนอกของปีก การทำงานของแอเลอรรอนทั้งสองข้างจะทำงานในทิศทางตรงกันข้าม เช่น ถ้าแอเลอรรอนที่ปีกด้านซ้ายเลื่อนไปในทิศทางยกขึ้น แอเลอรรอนที่ปีกด้านขวาก็จะเลื่อนไปในทิศทางยกลง แพลปจะติดตั้งอยู่ด้านหลังของปีกทั้งสองข้าง โดยมีความยาวเริ่มจุดกึ่งกลางของปีกไปยังด้านในจนกระทั่งถึงลำตัวเครื่องบิน การทำงานของแพลปทั้งสองข้างจะทำงานในทิศทางเดียวกัน เช่น เมื่อเลื่อนขึ้นก็จะเลื่อนขึ้นพร้อมกันทั้งสองข้าง

2.1.1.4 ชุดพวงหาง (Empennage)

ชุดพวงหางประกอบไปด้วย เวิร์ติคัล สเตบิไลเซอร์ (Vertical stabilizer) หรือ หางส้อม (Fin) และ ฮอริซันทอล สเตบิไลเซอร์ (Horizontal stabilizer) ทั้งสองชุดนี้จะช่วยให้สามารถบังคับ เครื่องบินให้บินในระดับ และทิศทางที่ต้องการไปในอากาศได้ รัตเตอร์ (Rudder) คือแผ่นพื้นบังคับที่ติดตั้งอยู่ที่ส่วนท้ายของ เวิร์ติคัล สเตบิไลเซอร์ ใช้ในการบังคับให้หัวเครื่องบิน ไปในทิศทางซ้าย หรือ ขวา ในการใช้งานจริงนั้น รัตเตอร์นี้จะต้องทำงานร่วมกับ แอเลอรรอน เพื่อบังคับให้เครื่องบินเลี้ยว (Turn) จะได้กล่าวรายละเอียดต่อไป อีเลเวเตอร์ (Elevator) คือแผ่นพื้นบังคับที่ติดตั้งอยู่ที่ส่วนท้ายของ ฮอริซันทอล สเตบิไลเซอร์ ใช้ในการควบคุมการยกหัวขึ้น หรือลง เพื่อให้ไปยังความสูงที่ต้องการได้ เครื่องบินส่วนใหญ่จะมี แผ่นบังคับเล็กๆติดตั้งอยู่ที่ปลายของอีเลเวเตอร์ เรียกว่า ทริม แทป (Trim tab) ทริม แทป มีหน้าที่ช่วยให้แรงน้อยลงในการควบคุม เครื่องให้อยู่ในตำแหน่งที่ต้องการ สำหรับการใช้งาน

2.1.1.5 แลนดิ้ง เกียร์ (Landing gear)

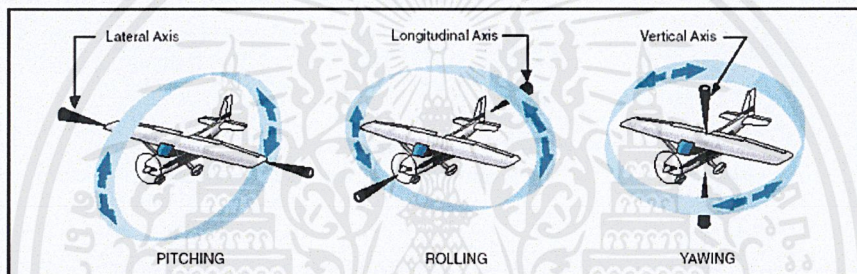
แลนดิ้ง เกียร์ ทำหน้าที่ช่วยรับแรงกระแทกในขณะร่อนลง และช่วยรองรับเครื่องบินในขณะที่อยู่บนพื้นดิน จะประกอบไปด้วย ล้อสามล้อด้วยกัน โดยมีสองล้อหลัก (Main wheels) จะติดตั้งด้านข้างของลำตัวเครื่องบินด้านละล้อ อีกล้อหนึ่งจะมีการติดตั้ง อยู่สองตำแหน่ง คือ ถ้าติดตั้งอยู่ด้านหลังของเครื่องบินจะเรียกว่า ล้อหาง เครื่องบินที่ติดตั้งล้อตำแหน่งนี้เรียกว่า คอนเวนชันแนล แลนดิ้ง เกียร์ (Conventional landing gear) ส่วนมากแล้วเครื่องที่ติดตั้งล้อที่ตำแหน่งนี้จะเป็นเครื่องบินรุ่นเก่า แต่ปัจจุบันนี้การติดตั้งล้อที่ตำแหน่งนี้ไม่นิยม เพราะการบังคับเครื่องบินในขณะที่อยู่ที่พื้นทำได้ยาก ดังนั้นในปัจจุบันได้นำเอาล้อที่สามนี้มาติดตั้งที่ด้านหน้าของเครื่องบิน เรียกล้อชนิดนี้ว่า โนสวheels (Nosewheel) ขณะอยู่ที่พื้น การบังคับที่รัตเตอร์จะมากกระทำที่ล้อหัวนี้ในการเลี้ยวไปยังทิศทางที่ต้องการ สามารถแบ่งชนิดของ แลนดิ้ง เกียร์แบบสามล้อนี้ได้เป็นสองประเภท คือแบบติดตั้งตายตัว (Fixed gear) กับแบบที่พับเก็บได้ (Retractable gear) ซึ่งจะช่วยให้ประสิทธิภาพในการบินขึ้น

2.1.1.6 ชุดเครื่องยนต์ (Powerplant)

ในเครื่องบินขนาดเล็ก ชุดเครื่องยนต์จะประกอบไปด้วย เครื่องยนต์ (Engine) และใบพัด (Propeller) โดยเครื่องยนต์นั้นมีหน้าที่หลักคือ ให้พลังงานในการหมุนใบพัด นอกจากนี้ยังทำหน้าที่ให้กำหนดพลังงานไฟฟ้า ให้กำเนิดต้นกำลังจุด เพื่อใช้ในเครื่องมือวัด (Flight instruments) ในการบินบางตัว ในเครื่องยนต์เดี่ยว สำหรับเครื่องบิน (Single-engine) จะให้แหล่งความร้อนสำหรับนักบินและผู้โดยสารด้วย ฉนวนกันไฟ (Firewall) เป็นแผ่นที่ติดตั้งอยู่ระหว่างห้องนักบินกับเครื่องยนต์ เพื่อป้องกันความร้อนจากเครื่องยนต์ [1]

2.1.2 แกนของการหมุน

Pitch, Roll และ Yaw คือ 3 แกน ที่ทำให้เกิดการเคลื่อนไหวของอากาศยาน ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แกนของการหมุนหรือแกนการเคลื่อนที่ของเครื่องบิน [1]

2.1.2.1 Longitudinal

การเคลื่อนไหว หรือการหมุนที่จุดนี้เรียกว่า โรล (Roll) หรือ แบงก์ (Bank) การทำให้เกิดการหมุนรอบแกนนี้ทำได้ โดย Ailerons เป็นตัวสร้างความแตกต่างระหว่าง แรงยก (Lift) ของปีกเครื่องบินทั้งสองข้าง โดยเกิด Lift ที่ไม่เท่ากัน จึงเป็นสาเหตุให้เกิดการหมุนของแกนนี้ และทำให้เครื่องบินเอียงไปทางใดทางหนึ่งตามที่เรายังบังคับ Ailerons ให้เกิด Lift ที่แตกต่าง อากาศนี้เรียกว่า Roll หรือ Bank เช่น ต้องการเอียงเครื่องไปทางซ้าย สามารถทำได้โดยการสร้าง Lift ที่ปีกด้านขวาให้มีมากกว่าทางด้านซ้าย ก็จะเกิดการหมุนของแกนนี้ทำให้เครื่องบินเอียงไปทางซ้าย เป็นต้น

2.1.2.2 Lateral

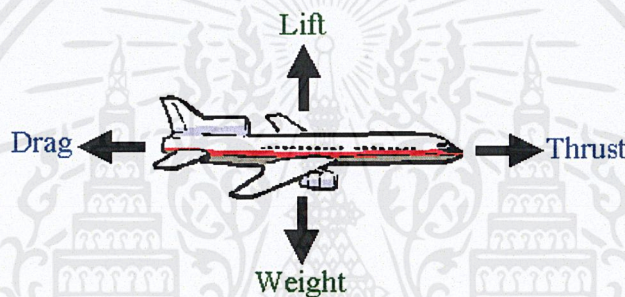
การเคลื่อนไหว หรือหมุนรอบแกนนี้เรียกว่า พิตช์ (Pitch) เกิดจากผลของการกระทำที่อีเลเวเตอร์ (Elevator) เมื่อเกิดการหมุนของแกนนี้จะทำให้หัวเครื่องบินยกขึ้น (Pitch Up) หรือกดลง (Pitch Down) เป็นผลให้เครื่องบินไต่ระดับขึ้นหรือลดระดับลง

2.1.2.3 Vertical

การเคลื่อนไหวหรือการหมุนรอบแกนนี้เรียกว่า ยอร์ (Yaw) เป็นผลมาจากรัดเดอร์ (Rudder) เมื่อมีการหมุนของแกนนี้จะทำให้หัวเครื่องบินหันไปทางซ้ายหรือขวา การควบคุมจะมาจาก การใช้ Pedal Rudder โดยใช้เท้าถีบซ้ายหรือขวาเพื่อบังคับ Rudder ของเครื่องบินอีกทีหนึ่ง [6]

2.1.3 สี่แรงของการบิน

ก่อนที่นักบินจะควบคุมพื้นผิวบังคับการบินต่าง ๆ ได้ดีนั้น จำเป็นที่จะต้องเข้าใจหลักการของ อากาศพลศาสตร์เสียก่อน เรียกว่า แรงพื้นฐาน 4 แรง ที่กระทำกับเครื่องบิน ดังรูปที่ 2.3 นั่นคือ แรง ชับ (Thrust), แรงแยก (Lift), แรงต้าน (Drag), และ น้ำหนัก (Weight) ซึ่งแรงทั้ง 4 แรงนี้ เป็นแรงที่ นักบินต้องควบคุมให้สมดุลกันตลอดระยะเวลาที่ทำการบิน



รูปที่ 2.3 แรงพื้นฐาน 4 แรง ที่กระทำกับเครื่องบิน [2]

2.1.3.1 แรงขับ (Thrust)

เป็นแรงที่มีทิศพุ่งไปด้านหน้าของเครื่องบินซึ่งเกิดจากการทำงานและการหมุนของ Powerplant (เครื่องยนต์ Gas Turbine) หรือ Propeller (ใบพัด) ของอากาศยาน แรงนี้ทำให้ เครื่องบินสามารถเคลื่อนที่ไปข้างหน้าได้ เป็นแรงที่มีทิศตรงข้ามกับแรงต้าน (Drag) ซึ่งแรงนี้จะขนาน กับลำตัวของเครื่องบินเสมอ โดยเครื่องบินจะเริ่มเคลื่อนตัวถ้าแรงขับ (Thrust) มีค่าเท่ากับกับ แรงต้าน (Drag) และถ้าต้องการให้เครื่องบินเคลื่อนตัวไปข้างหน้าด้วยความเร็วคงที่ก็ต้องควบคุมให้ แรงขับและแรงต้านมีค่าเท่ากันตลอด แต่ถ้าต้องการลดความเร็วในขณะที่ทำการบินก็ต้องลดกำลัง ของเครื่องยนต์ลงเพื่อให้แรงต้าน (Drag) มีค่ามากกว่าแรงขับ (Thrust)

2.1.3.2 แรงแยก (Lift)

เป็นแรงที่ทำให้เครื่องบินสามารถลอยได้ในอากาศทั้ง ๆ ที่มีน้ำหนักหลายสิบลตัน มีทิศ ตรงข้ามกับแรงของน้ำหนัก ซึ่งเป็นแรงที่เกิดจากคุณสมบัติทางด้านอากาศพลศาสตร์ของปีก โดยปกติ แล้วแรงนี้จะกระทำกับใต้ท้องของปีกในลักษณะการดันขึ้น

2.1.3.3 แรงต้าน (Drag)

เป็นแรงหน่วงที่มีทิศชี้ไปทางด้านหลังของเครื่องบิน (ตรงข้ามกับแรงขับ Thrust) โดยแรงต้านเกิดขึ้นมาจากการปั่นป่วนของกระแสอากาศที่ไหลผ่านอากาศยาน เช่น อากาศที่ไหลผ่านปีก ลำตัว หรือส่วนใดก็ตามที่มีการยื่นออกมาจากลำตัวของเครื่องบิน

2.1.3.4 น้ำหนัก (Weight)

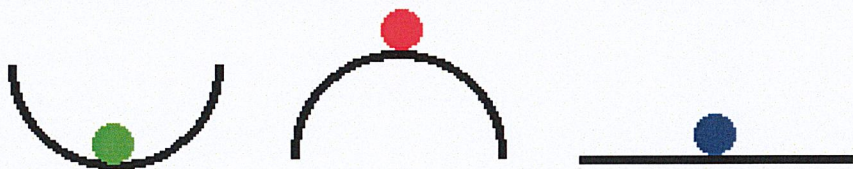
เกิดจากการรวมกันของน้ำหนักต่าง ๆ ที่อยู่กับเครื่องบิน เช่น น้ำหนักจากตัวโครงสร้างของเครื่องบิน, น้ำหนักจากเชื้อเพลิง, น้ำหนักของเครื่องยนต์, น้ำหนักของลูกเรือ, สัมภาระ และผู้โดยสาร เป็นแรงที่มีทิศชี้ลง พื้นโลก (ตรงข้ามกับแรงยก Lift) อันเป็นเพราะว่าเป็นแรงที่เกิดจากแรงโน้มถ่วงของโลกนั่นเอง [2]

2.1.4 เสถียรภาพ

เสถียรภาพ (Stability) ในส่วนนี้จะกล่าวถึง ความเสถียรภาพในลักษณะต่าง ๆ ของเครื่องบินที่ถูกออกแบบมา เพื่อให้การควบคุมเครื่องบินเป็นไปตามที่นักบินต้องการ โดยที่ เสถียรภาพของเครื่องบินแต่ละแบบก็จะมีลักษณะที่แตกต่างกันออกไป ตามประเภทของการนำเอาเครื่องบินนั้นไปใช้งาน [7]

2.1.4.1 Static stability

คือ เสถียรภาพเริ่มต้น ของความตึงวัตถุ เมื่อมีการพยายามที่ให้อัตถุนั้นเปลี่ยนตำแหน่งไป เช่น เมื่อทำการบิน ด้วย Positive static stability โดยเลี้ยวเครื่องบิน เครื่องบินก็จะกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิมของมัน หรือการที่ทำการเลี้ยว แล้วเครื่องบินจะมีการเพิ่มการเลี้ยวมากขึ้น เรียกว่า Negative static stability และถ้าหากเลี้ยวเครื่องบินแล้ว เครื่องบินก็ยังคงรักษาตำแหน่งเดิมของการเลี้ยวเอาไว้ เรียกว่า Neutral static stability ดังรูปที่ 2.4

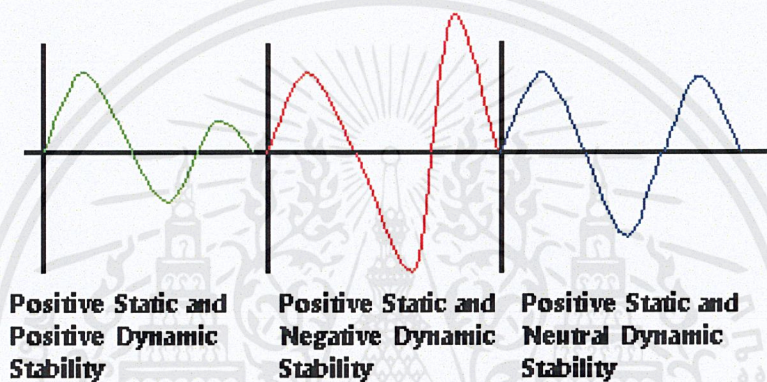


Positive Static Stability Negative Static Stability Neutral Static Stability

รูปที่ 2.4 Static stability [2]

2.1.4.2 Dynamic stability

เป็นการอธิบายในเรื่องของเวลาที่ใช้ ซึ่งมีผลต่อการกระทำของเครื่องบินกับ Static stability ในแบบต่าง ๆ สมมติว่า กำลังบินอยู่ แล้วทำการเลี้ยว เครื่องบินจะกลับมาอยู่ที่ตำแหน่งเดิมของมัน โดยใช้ระยะเวลาหนึ่งโดยการจะเริ่มมีการลดอาการเอียงของเครื่องลงเรื่อย ๆ เรียกว่า Positive dynamic stability ส่วนการที่มีการเลี้ยวแล้ว อาการเอียงยังคงมีการเพิ่มมากขึ้นเรื่อย ๆ หากเปรียบเทียบกับช่วงเวลาที่ผ่านมา จะเห็นว่าการเอียงที่เพิ่มมากขึ้น เรียกว่า Negative dynamic stability ส่วนการที่มีการเลี้ยวแล้วยังคงรักษาอากาศ เลี้ยวไว้ที่มุมเดิมอยู่บนแกนเวลาที่เท่ากัน จะเห็นว่าการเอียงที่เท่าเดิมตลอดเวลา เรียกว่า Neutral dynamic stability ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 Dynamic stability [2]

2.1.4.3 Longitudinal stability

เมื่อได้ทราบเกี่ยวกับ Stability ของเครื่องบินมาแล้ว จากการที่เครื่องบิน นั้นมีการเคลื่อนไหว รอบแกน 3 แกน สำหรับ Longitudinal stability นั้น หมายถึงความมีเสถียรภาพบนแกน Lateral หรือการเคลื่อนไหวทางด้าน Pitch มีความเสถียรภาพนี้ หมายถึงเมื่อยกหัวเครื่องบินขึ้น หรือกดหัวเครื่องบินลงจะต้องมีความนิ่ง ไม่มีการเคลื่อนไหว มากไปกว่าที่ต้องการ หรือมีแรงมาต้านจนกระทั่งทำให้เกิดอันตรายได้

2.1.4.4 Lateral stability

หมายถึงความมีเสถียรภาพ ของเครื่องบินบนแกน Longitudinal ถ้าหาก ปีกด้านหนึ่งเอียงต่ำกว่าปีกอีกด้านหนึ่ง ในทิศทางตรงกันข้ามของปีกอีกด้านหนึ่ง Lateral stability นี้จะช่วยให้ปีกนั้นกลับมาสู่สภาพเดิม คือปีกเท่ากัน โดยเมื่อปีกมีระดับไม่เท่ากันก็จะเกิดแรงต้าน ของ Lateral หรือ Roll ซึ่งจะเกิดจากการออกแบบของเครื่องบินให้มีแรงต้านนี้ เพื่อช่วยให้เกิด ความมีเสถียรภาพของเครื่องบิน เครื่องบินส่วนใหญ่จะออกแบบปีกให้มีลักษณะของปีกเป็นแบบ ยกมุมของปีกขึ้นทางด้านแนวนอน

2.1.4.5 Directional stability

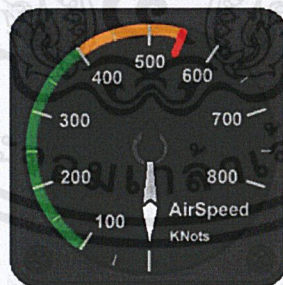
คือ ความมีเสถียรภาพ รอบแกน Vertical เครื่องบิน ในขณะที่ทำการบินก็คล้ายกับเครื่องดูทิศทางลม (มีลักษณะเป็นรูปลูกศร แล้วมัก จะมีรูปไก่ อยู่ด้านบน ส่วนด้านล่างจะมี ตัวอักษร N, S, E, W อยู่ด้านล่าง เพื่อบอกทิศทางลมโดยดูจากปลายลูกศร) โดยสามารถเปรียบเครื่องบินได้กับเครื่องดูทิศทางลมนี้ โดยจุดหมุนของเครื่องบินเปรียบได้กับจุดหมุนบนเส้นสมมุติของเครื่องบินในขณะที่หัวเครื่องบินหันไปยังทิศทางต่าง ๆ โดยเกิดจาก ทางเสื่อของเครื่องบิน (Vertical fin) ซึ่งคล้ายกับหางของลูกศร ของเครื่องดูทิศทางลม

2.1.5 เครื่องมือวัดพื้นฐาน

เครื่องมือวัดพื้นฐาน เป็นเครื่องมือที่มีการทำงาน โดยอาศัยหลักการในเรื่อง ความแตกต่างระหว่างความกดอากาศ (Pressure) เพื่อมา ใช้ในการแสดงความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านเครื่องบิน ทำให้ทราบถึงความเร็วของอากาศที่ไหลผ่านเครื่องบินได้ นอกจากนี้ยังสามารถบอกถึงอัตราการไต่ (Climb) หรืออัตราการร่อน(หรือ ลดระดับ Descent) และความสูง (Altitude) ของเครื่องบินในขณะนั้น ๆ ได้

2.1.5.1 Airspeed Indicator

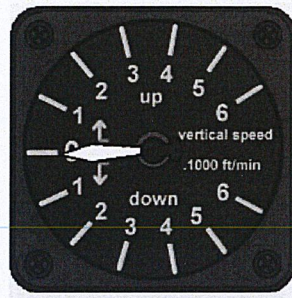
เป็นค่าความเร็วอากาศที่ มีการปรับหรือแก้ไขข้อผิดพลาด ที่เกิดจากการติดเครื่องวัด สามารถหาค่านี้ได้จากคู่มือ (Pilot's operation handbook) ของเครื่องบินนั้น ๆ ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 Airspeed Indicator [3]

2.1.5.2 Vertical speed Indicator

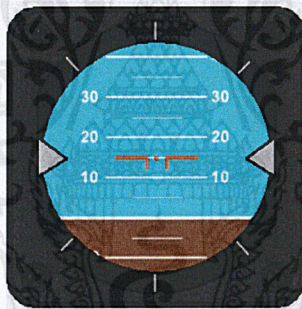
โดยเครื่องมือ นี้จะรับรู้การเปลี่ยนแปลงของความกดอากาศ แล้วแสดงค่าออกมาให้ทราบถึงท่าทางของเครื่องว่าขณะนี้กำลังอยู่ท่าไต่ (Climbs) หรือร่อน (ลดระดับ Descend) ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 Vertical speed Indicator [3]

2.1.5.3 Attitude Indicator

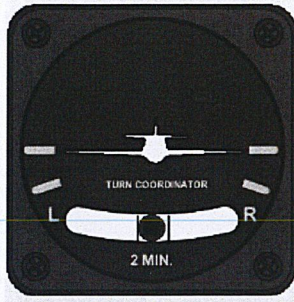
เครื่องวัดนี้จะใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ จะแสดงการเคลื่อนไหวด้าน pitching และ Rolling บนแกน Lateral และ Longitudinal ซึ่งจะแสดงท่าทางของเครื่องบิน โดยภายในจะมีขอบฟ้าจำลองที่ใช้แทนขอบฟ้าจริง เพื่อให้ใช้แสดงในกรณีที่ต้องบิน ในขณะที่มีหมอก หรือเวลากลางคืนที่ไม่สามารถมองเห็นขอบฟ้าจริง และภายในเครื่องวัดจะแสดงมุมของ Pitch และมุมของ Bank ในการใช้งาน ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 Attitude Indicator [3]

2.1.5.4 Turn Coordinator

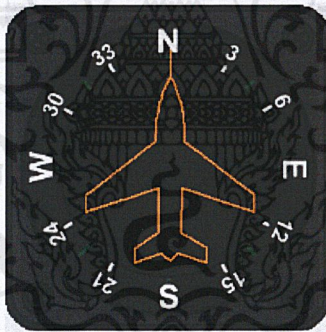
เป็นเครื่องวัดที่ใช้พลังงานจากไฟฟ้า โดยเครื่องวัดนี้จะรับรู้การเคลื่อนไหวทางด้าน Yaw และ Roll ที่เกี่ยวกับแกน Vertical และ Longitudinal ภายใน Turn Coordinator นี้จะประกอบไปด้วย เครื่องบินเล็ก (Miniature airplane) เพื่อใช้แสดง อัตราการเลี้ยว (Rate of turn) และ ลูกบอลแสดงการเอียง (Inclinometer) เพื่อแสดง Coordinated ในขณะที่ทำการบิน ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 Turn Coordinator [3]

2.1.5.5 Heading Indicator

เครื่องวัดนี้บางครั้งเรียกว่า Directional Gyro (DG) เป็นเครื่องวัด ที่อาศัยการหมุนโดยใช้พลังงานจากเครื่องยนต์ รับรู้การเคลื่อนไหว ทางด้าน Yaw ของเครื่องบิน ในแกน Vertical ค่าที่แสดงโดย Heading indicator นี้จะแสดงมุมต่าง ๆ 360 องศา โดยค่าที่ได้นี้จะเป็ค่าที่บอกถึงทิศที่หัวเครื่องบินอยู่ ตัวเลขที่แสดงอยู่บน Heading indicator นี้ จะแสดงโดยการตัดเลข ศูนย์ออก เช่น เลข 6 หมายถึง 60 องศา หรือ 12 หมายถึง 120 องศา ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 Heading Indicator [3]

2.1.5.6 Altitude

เป็นเครื่องวัดที่ใช้วัดความสูงของวัตถุเมื่อเทียบกับ จุดอ้างอิงอันใดอันหนึ่ง ซึ่งอาจจะเป็พื้นผิวโลก ระดับน้ำทะเล หรือบางสิ่งบางอย่าง ดังรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 Altitude [3]

2.2 กล่องดำ (Black box)

กล่องดำ แท้จริงแล้วเป็นกล่องสี่เหลี่ยม เพื่อให้มองเห็นง่ายเวลาค้นหายามเครื่องเกิดอุบัติเหตุ โดยบรรจุอุปกรณ์ที่สำคัญที่ช่วยในการลำดับเหตุการณ์ของอุบัติเหตุทางการบิน มีอยู่ด้วยกัน 2 ประเภท คือ “Flight Data Recorder (FDR)” เป็นแบบที่บันทึกรูปแบบการบิน ในขณะที่ทำการบินเป็นค่าของตัวแปรต่าง ๆ เช่น เพดานบิน ความเร็ว เป็นต้น และ “Cockpit Voice Recorder (CVR)” เป็นแบบที่บันทึกเสียงและสัญญาณวิทยุภายในห้องนักบิน เช่น เสียงสนทนาของนักบิน เสียงสัญญาณเตือนภัย เสียงเครื่องยนต์ เป็นต้น [4]

2.2.1 Flight Data Recorder (FDR)

กล่อง Flight Data Recorder (FDR) ดังรูปที่ 2.12 จะบันทึกสถานะต่าง ๆ ในระหว่างปฏิบัติการบิน ตามกฎระเบียบสำหรับอากาศยานรุ่นใหม่ ๆ จะต้องมีการตรวจบันทึกข้อมูลที่สำคัญอย่างน้อย 11 ถึง 29 ประเภท ตามขนาดเครื่องบิน เช่น เวลา ระยะสูง ความเร็ว ทิศทาง และท่าทางของเครื่องบิน นอกจากนี้ FDR บางเครื่องสามารถบันทึกสถานะต่าง ๆ ได้อีกมากกว่า 700 ลักษณะ ซึ่งมีประโยชน์มากสำหรับการสอบสวนรายการที่ถูกตรวจบันทึกพื้นฐาน ได้แก่ เวลา ระยะสูง ความเร็ว อัตราเร่งตามแนวตั้ง ทิศทาง ตำแหน่งคั่นบังคับและอุปกรณ์บังคับการบิน อื่นๆ ตำแหน่งของแพนหางระดับ อัตราการไหลของเชื้อเพลิง



รูปที่ 2.12 Flight Data Recorder (FDR) [5]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและนำออกจากรายการของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 Cockpit Voice Recorder (CVR)

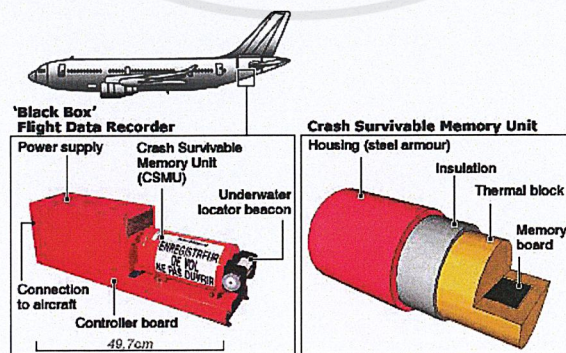
กล่อง Cockpit Voice Recorder (CVR) ดังรูปที่ 2.13 จะบันทึกเสียงพูดของนักบินรวมทั้งเสียงอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นในห้องนักบิน โดยรับเสียงจากไมโครโฟนของนักบิน และไมโครโฟนที่ติดตั้งไว้ในแผงอุปกรณ์ด้านบนระหว่างนักบินทั้งสอง เสียงที่เกิดขึ้นในห้องนักบินทั้งหมดเช่น เสียงเครื่องยนต์ สัญญาณเตือน เสียงการเคลื่อนไหวของฐานล้อ เสียงการกดหรือว่าปลดสวิตช์ต่าง ๆ เสียงการโต้ตอบ การจราจรทางอากาศ การแจ้งข่าวอากาศ และการสนทนาระหว่างนักบินกับพนักงานภาคพื้น หรือ ลูกเรือจะถูกบันทึกไว้เพื่อประโยชน์ในการสอบสวน โดยจะนำไปพิจารณาประกอบกับค่าอื่น ๆ เช่น รอบเครื่องยนต์ ระบบที่ผิดปกติ ความเร็ว และเวลา ณ เหตุการณ์ นั้น ๆ เครื่องบันทึกเสียงในห้องนักบินแบบแถบแม่เหล็ก จะบันทึกเสียงได้ในช่วงเวลาประมาณ 30 นาที จากนั้นจะขึ้นรอบการบันทึกใหม่ ในขณะที่เครื่องบันทึกแบบหน่วยความจำ สามารถบันทึกได้รอบละประมาณสองชั่วโมง [5]



รูปที่ 2.13 Cockpit Voice Recorder (CVR) [5]

2.2.3 ตำแหน่งและส่วนประกอบของกล่องดำ

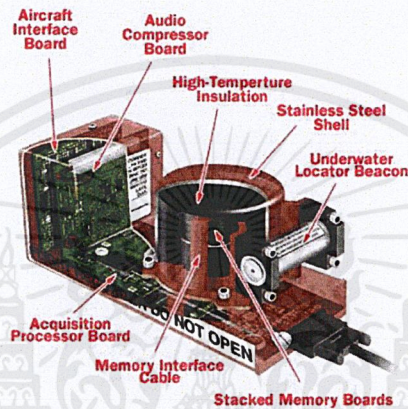
เมื่อใดก็ตามที่เกิดอากาศยานอุบัติเหตุ สองสิ่งแรกที่หน่วยกู้ภัยต้องรีบค้นหา คือ ผู้รอดชีวิต และอุปกรณ์บันทึกข้อมูลการบิน หรือที่เรียกกันว่า “กล่องดำ (Black box)” เครื่องบินโดยทั่วไปจะต้องปฏิบัติตามกฎด้านการบิน ในการติดตั้งกล่องดำทั้งสองชนิดจากที่กล่าวมา สำหรับบันทึกข้อมูลการบินเพื่อช่วยจำลองเหตุการณ์ก่อนหน้าที่จะเกิดอุบัติเหตุ ดังรูปที่ 2.14 [6]



รูปที่ 2.14 ตำแหน่งในการติดตั้งกล่องดำสองชนิดภายในเครื่องบิน [6]

ส่วนประกอบกล่องดำทั้ง 2 แบบดังรูปที่ 2.15 จะมีเครื่องระบุตำแหน่งเพื่อการค้นหาใต้น้ำ เรียกว่า “Underwater Locator Beacon (ULB)” อยู่ด้วย เพื่อใช้สำหรับในกรณีที่เครื่องบินเกิดอุบัติเหตุเหนือน้ำ และตกลงไปในน้ำ อุปกรณ์ที่เรียกว่า “Pinger”

กล่องดำรอดจากอุบัติเหตุมาได้จาก “Crash-Survivable Memory Units (CSMUs)” ซึ่งต่อหุ้มอุปกรณ์บันทึกข้อมูล FDR และ CVR ไว้ได้อย่างดีเยี่ยม มีความทนทานต่อความร้อนสูง ทนการกระแทกอย่างรุนแรง และทนต่อแรงกดดัน ในสถานะที่เครื่องบินเกิดอุบัติเหตุตกกระทกพื้น



รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบภายในกล่องดำ [7]

2.2.4 Quick Access Recorder (QAR)

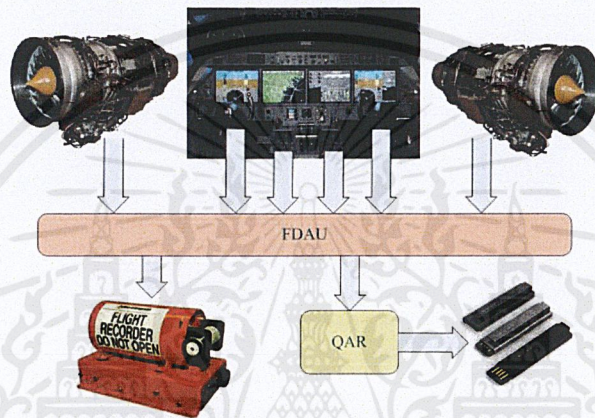
หน่วยความจำ Quick Access Recorder (QAR) ดังรูปที่ 2.16 เป็นเครื่องบันทึกการบินในอากาศ ที่ออกแบบมาเพื่อให้สามารถเข้าถึงข้อมูลเที่ยวบินดิบ ได้อย่างรวดเร็วและง่ายดายผ่านช่องทางเช่น USB หรือการเชื่อมต่อเครือข่ายเซลลูลาร์ หรือการใช้การ์ดหน่วยความจำแฟลชมาตรฐาน



รูปที่ 2.16 Quick Access Recorder (QAR) [8]

โดยทั่วไปแล้วสายการบินจะใช้ QAR เพื่อปรับปรุงความปลอดภัยของเที่ยวบินและประสิทธิภาพในการปฏิบัติงาน โดยปกติจะอยู่ในขอบเขตของแผนประกันคุณภาพการปฏิบัติการของเที่ยวบิน เช่นเดียวกับเครื่องบันทึกข้อมูลการบิน FDR

จากรูปที่ 2.17 จะเห็นได้ว่า Flight Data Acquisition Unit (FDAU) ที่ทำการรวบรวมข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของระบบอากาศยาน โดยข้อมูลในรูปแบบดิจิทัลใน FDAU จะถูกส่งไปยัง Digital Flight Data Recorder (DFDR) และการวิเคราะห์พารามิเตอร์การบินกับการตรวจจับความผิดพลาดของระบบอากาศยานที่ใช้งานจะถูกบันทึกใน QAR [8]



รูปที่ 2.17 อุปกรณ์สำหรับบันทึกข้อมูลบนเครื่องบิน [8]

ในการทำโครงการนี้ได้นำข้อมูลดิบที่ได้จากหน่วยความจำ QAR จากตัวเครื่องบินมาใช้งาน ข้อดีของ QAR คือความเร็วในการรับส่งข้อมูล ความจุที่สูงในการบันทึกค่าพารามิเตอร์ได้มากกว่า 2,000 พารามิเตอร์ และเวลาในการเก็บบันทึกข้อมูลได้นานกว่า FDR

2.3 สนามบิน

สภาพแวดล้อม ที่เกี่ยวกับการบิน ก็คือ เรื่องของสนามบิน ในส่วนนี้จะกล่าวถึงคำศัพท์ และแนวความคิด ที่เกี่ยวข้องกับการปฏิบัติการในสนามบิน ทราบถึงวิธีการเพื่อการตัดสินใจ ใช้ทางวิ่ง ที่ถูกต้อง การปฏิบัติในการบนทาง taxi และ บนทางวิ่ง ชนิดของไฟ ที่ใช้อยู่ในสนามบิน เป็นต้น

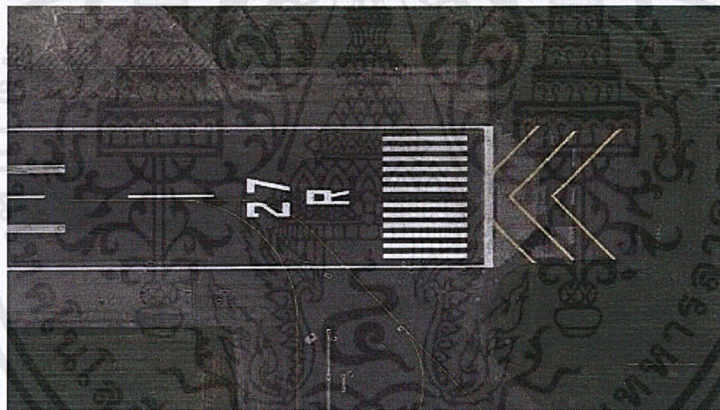
2.3.1 Controlled and Uncontrolled airport

ผู้ควบคุมการจราจรทางอากาศ (Air traffic controllers) จะทำการควบคุม ให้คำแนะนำ การจราจรทางอากาศ จากหอคอยควบคุมที่อยู่ในสนามบิน ที่สนามบินที่ไม่มีการควบคุม นักบินจะต้องเป็นผู้รับผิดชอบในการตัดสินใจ ที่จะใช้ทางวิ่งเอง และจะต้องปฏิบัติตามขั้นตอนที่สนามบินนั้น ๆ กำหนดไว้

2.3.2 Runway layout

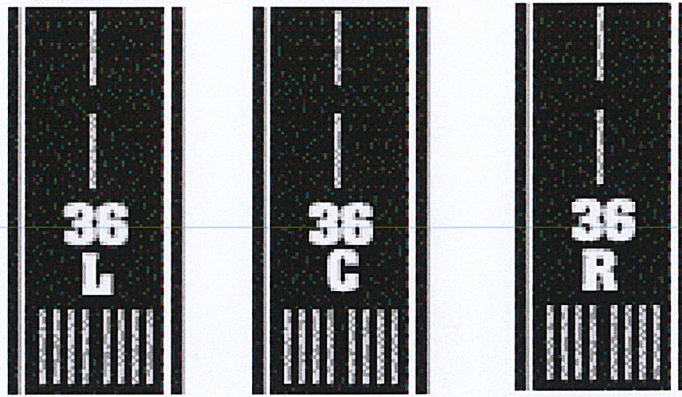
เนื่องจากการวิ่งขึ้น หรือการร่อนลงสนาม มีผลโดยตรงกับทิศทางของลม และเนื่องจากทางวิ่งนั้น ไม่สามารถหันไปตามที่ทางต่าง ๆ ที่ลมพัดมาได้ ดังนั้นการที่จะใช้ ทางวิ่ง ใดในการวิ่งขึ้น หรือร่อนลง จะต้องให้ความสำคัญกับทิศทางของลม โดยเฉพาะสนามบินที่มีทางวิ่งเดียว จะต้องดูจากทิศทางที่ลมพัดมา หากเป็นสนามบินที่มีทางวิ่งมากกว่าหนึ่งทางวิ่ง ก็ยังคงต้องอาศัยทิศทางของลม แต่ยังสามารถเลือกทางวิ่งที่ดีที่สุดได้ โดยเลือกใช้ทางวิ่งในทิศทางที่ลมพัดมา โดยการดูจากเครื่องแสดงทิศทางลม

หมายเลขที่อยู่บนทางวิ่ง ซึ่งใช้เป็นหมายเลขของทางวิ่งนั้น จะมาจากทิศของ แม่เหล็ก ที่เป็นเช่นนี้ก็เพราะในการบินนั้นจะบินตามทิศของแม่เหล็ก โดยตัวเลขนั้นจะใช้อ้างอิงกับทิศเหนือของแม่เหล็ก ตัวเลขของทางวิ่งนั้นจะอยู่ในช่วงประมาณ 10 องศา ดังนั้นหากทางวิ่งอยู่ในทิศ 268 องศา ซึ่งอยู่ใกล้เคียงกับทิศ 270 องศา และในการกำหนดหมายเลขในกับทางวิ่ง จะตัด เลข 0 ท้ายออก ดังนั้นทางวิ่งนี้จะเป็นทางวิ่ง 27 ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 หมายเลข 27 ในกับทางวิ่ง [2]

ในสนามบิน ที่มีทางวิ่งมากกว่าหนึ่งทางวิ่ง ในทิศทางเดียวกัน จะมีการกำหนด ตำแหน่งของทางวิ่งนั้น โดยการใช้ตัวอักษร L สำหรับ ทางวิ่งทางด้านซ้าย ตัวอักษร R สำหรับทางวิ่งด้านขวา และในกรณีที่มีทางวิ่ง 3 ทางวิ่ง ในทิศทางเดียวกัน ทางวิ่งที่อยู่ตรงกลาง จะใช้ตัวอักษรตัว C เช่น มีทางวิ่งในทิศ 360 อยู่ขนาน กัน 3 ทางวิ่ง ทางวิ่งด้านซ้าย จะกำหนดเป็น 36L ทางวิ่งตรงกลาง จะกำหนดเป็น 36C และ ทางวิ่งทางด้าน ขวา จะกำหนดเป็น 36R ดังรูป 2.19



รูปที่ 2.19 ทางวิ่งมากกว่าหนึ่งทางวิ่ง ในทิศทางเดียวกัน [2]

2.3.3 Runway elevation

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

2.3.4 Active runway

หมายถึง ทางวิ่งที่จะใช้งาน เมื่อต้องการ จะวิ่งขึ้น หรือร่อนลง ที่ทางวิ่งใด (ตัดสินจากทิศทางลม ในกรณีที่ไม่มีหอคอบคุม หรือมีหอคอบคุมหจะเป็นผู้กำหนด)

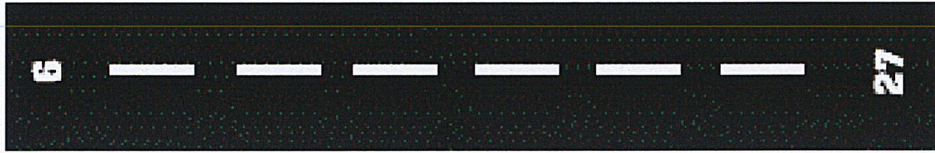
2.3.5 Runway close

หมายถึง ทางวิ่งที่ ปิด หรือยกเลิกการใช้งาน อาจะเกิด จากมีการ ช่อมแซม ทางวิ่ง และทางวิ่งที่ ปิดนี้ จะหาเครื่องหมาย ตัว X ไว้ที่ทางวิ่งนั้น

2.3.6 Taxiways

Taxiways เป็นเส้นทางที่เชื่อมต่อระหว่างทางวิ่งกับที่จอดเครื่องบิน หรือโรงเก็บเครื่องบิน โดย Taxiway นี้จะแสดงโดยการขีดเส้นสีเหลือง อยู่กลางของทาง ยาวต่อเนื่องกันไปจนกระทั่งถึงปลายทาง เช่น โรงเก็บหลุมจอดเครื่องบิน ส่วนด้านที่เชื่อมต่อกับทางวิ่งจะมีเส้นสีขาวสองเส้น และเส้นปะสองเส้นขวางเส้นทางของ Taxiway ก่อนที่จะเข้าถึงทางวิ่ง โดยมีระยะห่างจาก เส้นกลางของทางวิ่ง ประมาณ 125-250 ฟุต เส้นนี้เรียกว่า Hold line ในบางสนามบิน ที่มีการใช้ ระบบ Instrument Landing System (ILS) จะมีเส้น hold line อยู่สองเส้น โดยเส้นหลังจะมีป้าย เครื่องหมาย ILS บอกไว้เพื่อให้เครื่องที่จะเข้ามา ตั้งตัว (Lineup) บนทางวิ่งหยุดรอที่เส้น Hold line เส้นนี้ เพื่อป้องกันการรบกวนการทำงานของระบบ ILS ที่อาจจะเกิดจากเครื่องบินที่หยุดรอที่เส้น Hold line ที่อยู่ใกล้กับทางวิ่ง เพื่อความปลอดภัยเครื่องบินทุกลำที่จะเข้าไปตั้งตัวในทางวิ่ง จะต้องหยุดก่อนที่จะถึงเส้นนี้ ก่อนเสมอ และทำการมอง (Look out) ออกไปเพื่อให้แน่ใจว่าไม่มีเครื่องลำอื่นอยู่บริเวณที่จะทำให้

เกิดอันตรายได้ สำหรับการบินด้วยกฎของ VFR (Visual Flight Rules) สามารถใช้ทางวิ่งแบบ Basic ซึ่งทางวิ่งแบบนี้ จะมีเพียงหมายเลขของทางวิ่งและเส้นปะอยู่ที่กลางทางวิ่งเท่านั้น ดังรูปที่ 2.20



Basic

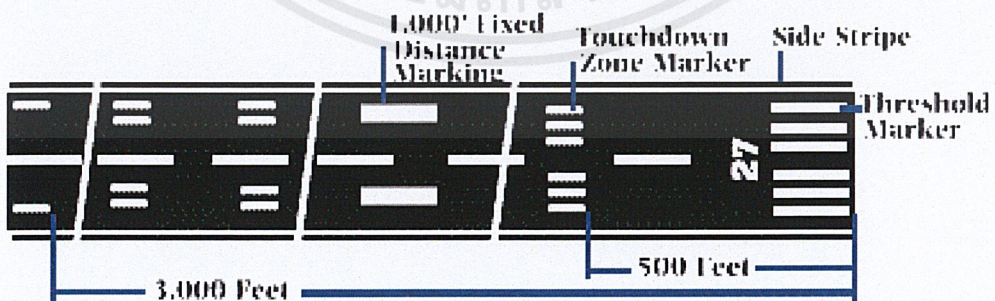
รูปที่ 2.20 ทางวิ่งแบบ Basic [2]

สำหรับการบินด้วยกฎของ IFR (Instrument Flight Rules) ซึ่งอาจจะเกิดจากสภาพอากาศไม่ทัศนวิสัยไม่ดีนัก สามารถนำเครื่องร่อนลง กับทางวิ่งที่มีเครื่องช่วย โดยสามารถวิ่งขึ้นหรือร่อนลงกับทางวิ่ง ชนิด Nonprecision Instrument ดังรูปที่ 2.21 ซึ่งมีความละเอียดน้อย โดยมีเครื่องหมาย Threshold ได้ หรือนำเครื่องวิ่งขึ้นหรือร่อนลงกับทางวิ่งแบบ Precision Instrument ก็ได้ ดังรูปที่ 2.22 ซึ่งชนิดนี้เครื่องมือจะมีความละเอียดสูงและบนทางวิ่งก็จะมีเพิ่มเติมการแสดงผลเครื่องหมายต่าง ๆ เช่น Touchdown Zone ,Fix distance



Nonprecision Instrument

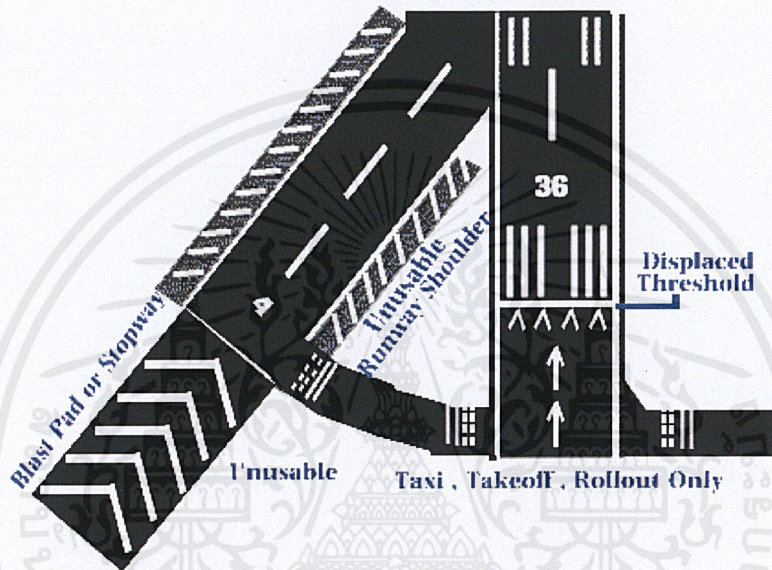
รูปที่ 2.21 Nonprecision Instrument [2]



Precision Instrument

รูปที่ 2.22 Precision Instrument [2]

Displaced threshold เป็น Threshold ที่อยู่ลึกเข้าไป แทนที่จะอยู่ที่ปลายทางวิ่ง จะเรียกว่า Displaced threshold มีไว้เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องบินที่ทำการร่อนลงอยู่สูงกว่าสิ่งกีดขวาง ที่อยู่บริเวณหัวทางวิ่ง และบริเวณที่อยู่ก่อนเส้นนี้จะใช้สำหรับตั้งตัววิ่งขึ้น หรือ Taxi เท่านั้น และ Stopway เป็นพื้นที่ ที่ขากออกยาวออกไปจากทางวิ่ง โดยมีความกว้างเท่ากับทางวิ่ง ใช้สำหรับในกรณี ที่เครื่องบินร่อนลงด้านตรงกันข้ามแล้วไม่สามารถหยุดเครื่องบินได้ทัน ทำให้เลยมาถึงบริเวณนี้ Blast Pads เป็นพื้นที่เดียวกับ Stopway แต่จะใช้สำหรับวิ่งขึ้น ดังรูปที่ 2.23



รูปที่ 2.23 Displaced threshold และ Stopways [2]

2.3.7 Airport signs

ในสนามบินใหญ่ หรือที่มีการจราจรคับคั่ง มีเส้นทาง Taxi หลายเส้นทาง มีที่จอด เครื่องบิน หลายแห่ง มีทางวิ่งหลายทางวิ่ง เพื่อให้สนามบินเหล่านี้เกิดความปลอดภัยในการปฏิบัติงาน ที่พื้นจึงได้มีการกำหนดป้ายเครื่องหมายเพื่อบอกทิศทาง หรือเส้นทางในการ Taxi ให้ง่ายต่อการปฏิบัติและเพื่อความปลอดภัยขึ้น สำหรับการบินระหว่างประเทศนั้น จะถูกกำหนดโดย ICAO (International Civil Aviation Organization)

2.3.8 Airspace

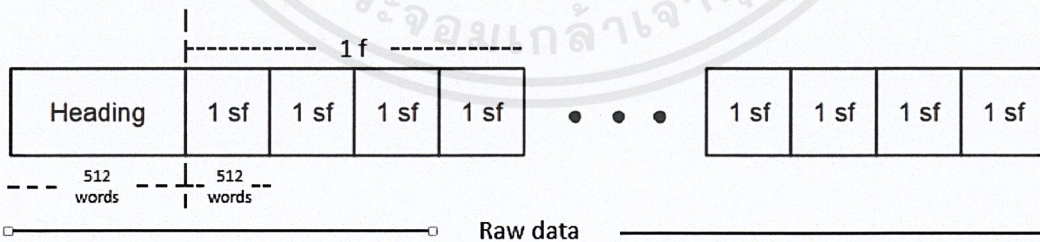
การจัดแบ่งพื้นที่ในอากาศออกเป็นส่วนต่าง ๆ ในแต่ละพื้นที่ จึงต้องทราบว่าในแต่ละพื้นที่ที่เราจะทำการบินเข้าไปนั้น มีข้อกำหนดอย่างไรเพื่อการปฏิบัติให้ถูกต้อง และเกิดความปลอดภัย ในการใช้พื้นที่ทั้งในอากาศและเมื่ออยู่ที่พื้นดินก็ตาม โดยการจัดแบ่งนี้เป็นการจัดแบ่งพื้นที่ที่ใช้ใน อเมริกา ส่วนในประเทศอื่น ๆ นั้นก็มีการจัดแบ่งเช่นกันแต่จะเป็นการแบ่งตามข้อกำหนดของ ICAO

2.4 การแปลงข้อมูลจากข้อมูลดิบ

ในการแปลงข้อมูลดิบ เป็นการนำข้อมูลดิบที่ได้จาก หน่วยความจำ QAR (Quick Access Recorder) บนตัวเครื่องบิน ดังรูปที่ 2.24 โดยข้อมูลที่ได้มาจะอยู่ในรูปของ Byte คือ เลขฐานสอง จำนวน 8 หลัก โดยข้อมูลทุก ๆ 2 Bytes จะเท่ากับ 1 Word ซึ่งข้อมูลดิบจะมีโครงสร้างดังนี้ 1 frame จะเท่ากับ 4 ซับเฟรม และใน 1 ซับเฟรม จะเท่ากับ 512 Words และในทุก ๆ ข้อมูลดิบจะมี heading อยู่ 512 Words แรกเสมอ ดังรูปที่ 2.25 จากนั้นนำข้อมูลดิบเข้าสู่โปรแกรมการแปลงข้อมูล ให้ออกมาเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้อง ตามคู่มือการถอดค่าพารามิเตอร์ ด้วยการกำหนด Word number ,Subframe ,Source Bit ,Bit Length ,Coefficient ,Disctete และ Sigh bit ตามพารามิเตอร์ที่ต้องการถอดรหัสถอด

Frame	Word	bit
1	0040	00F0 0000 0139 001B 00FB 00FA 0005 0930 005B 005C 0010 0408 0449 03BF 00F8 0182 0008 04B2 00F9 00F9 00FB 00FF
25	00FF	00FF 00FF 009C 005D 005C 01C2 045E 03D6 0000 011A 0190 0190 08FF 08FE 00FF 0001 0001 00FD 0000 00FF 00FF 00FF 00FA
49	00FA	00FA 00FA 00FD 0000 0000 0000 0000 000E 00F0 0AA9 0000 0000 0108 0369 03BD 0A6A 0A80 0F47 0FA7 0FAC 0FAC 0FC3 0FC3
73	0FAE	0FAE 00FE 00FE 00FE 00FE 00FE 00F8 00F8 00F8 00FC 00FC 00FC 00FC 00FD 00FD 00F8 014F 0155 0090 00FF 00FE 00FE
97	0FFF	0068 0065 01C2 01C0 01C1 0000 00FA 00FB 00FA 00FA 0000 00E0 0000 0000 0002 0005 0000 0D55 0216 01FF 02FF 0300 0190
121	0690	0348 0690 0002 04EB 0000 0058 0907 0000 0000 00DD 0283 0002 0002 028B 005E 0004 0000 00F1 0361 0583 00FF 0000 00FF
145	00ED	00C3 0100 0191 00D1 0001 0000 0197 0BEA 00FE 00FE 00FE 00FF 00F8 0008 00FF 00FF 0002 020E 01FD 021C 0211 0C2A 0F7F 0F7F
169	00CD	00F1 0000 0002 0002 0002 00CA 0ED0 0249 0000 0000 0010 00D1 0000 0058 0058 0001 0000 0000 0000 0000 0004 0005 0005
193	00FE	0000 0000 0000 0000 0000 055F 00AA 00DD 00FF 00F3 0002 0003 0242 023D 008F 008B 00F0 008A 00AA 0044 02A4 01A7 011A 0121
217	0119	063D 002A 04A3 00F8 00F7 00F7 00F8 00F7 00F8 00AD 030A 014A 0298 0380 0000 00FE 0000 0190 00CA 00F9 0360 00AB 02AE
241	02A0	0000 0000 0269 0269 0001 0001 0001 0001 0190 0000 00CC 0000 0000 044B 044B 0006 0005 040A 0169 0006 0005 0008 0008
265	0006	0005 00FB 00F9 0000 0910 0099 00DE 0221 00E2 0301 0381 00FD 00FD 004F 0004 0000 00A4 0242 0231 0000 074F 074F 0052
289	0052	0EAF 0A6C 0A68 0A6B 00EF 00CB 00CB 0400 0000 0708 07A0 0760 00EF 00EF 07DF 07DF 02FF 030B 02C0 0388 00F1 0380 00C8
313	00E5	00CF 00FF 04AA 0BA0 0BC2 047B 00BE 0BC4 005C 0051 01E5 021C 001D 0001 007A 00FF 000A 01ED 037E 0048 04AD 017F 0001
337	0002	0000 0000 0011 0009 0140 0000 0017 0018 05FC 004B 00DA 00ED 0F30 0003 0301 000F 040A 0AEE 0189 0984 0984 0937 0001
361	0081	0038 012E 0228 0271 0271 0000 069A 0003 03A8 0262 002C 0025 00EB 0194 000C 0006 0000 0000 0000 0000 0000 0000 012F
385	00F9	009F 0000 0000 002B 0752 0016 015C 00FF 00BD 004A 0000 0023 002D 0C80 0173 0003 0001 0000 0000 0002 04B3 08E0 00D2
409	00F0	0400 005C 01EE 045E 03F1 0004 0000 0000 0025 0024 03D3 016A 00ED 00F9 0027 063E 04A6 0000 0000 0000 0000 0000 0000
433	00BE	0696 0056 0058 00CC 0000 0000 0000 0000 014F 0449 0449 0000 0080 00D0 0040 0035 0E71 0652 0A87 0A84 0900 062A 023F
457	0093	008C 0644 0249 0278 00C0 0300 0643 0001 0001 0000 0000 00CB 00CB 0010 0010 074F 074F 0000 0000 0460 0460 0849 0849
481	01B6	0001 00F6 0001 0000 0AAA 01DE 01DE 010F 0000 02FE 0165 0090 008B 025D 0322 0000 0AAA 0008 0000 00A0 00A0 0000 0000
505	0015	0016 0000 0000 0000 00DE 00DC 04E0 0010
1	0041	00F0 0001 0139 001C 00D9 00F9 0002 00E5 00E7 00F6 0010 0408 044A 03BF 00F8 017A 0007 04B3 00F9 00F9 00F9 00F9 00FF
25	00FF	00FF 00FF 009C 005D 005C 01C2 045E 03D6 0000 011A 0190 0190 08FF 08FE 00FF 0001 0001 00FD 0000 00FF 00FD 0000 00FA
49	00FA	00FA 00FA 00FD 0000 0000 0000 0000 000E 00F0 0AA9 0000 0000 0108 036E 0391 0A6A 0A80 0F47 0FA7 0FAC 0FAC 0FC3 0FC3
73	0FAE	0FAE 00FE 00FE 00FE 00FE 00FE 00F8 00F8 00F8 00FC 00FC 00FC 00FC 00FD 00FD 00F8 014F 0154 0090 0000 00FE 00FD
97	0002	0068 0065 01C2 01C0 01C0 0040 00FC 00FB 00FB 0000 00E0 0000 0000 0002 0005 0000 0D55 0216 0200 02FF 030B 0213
121	0690	0348 0690 0002 04EB 0000 0058 0565 0340 00FF 00DD 0283 0002 0002 028B 0045 0003 0000 00F1 0362 0590 0000 0000 0000
145	00A0	00C5 0100 0191 00D1 0001 0000 015B 0C28 00FE 00FE 00FF 00F8 0008 00F6 0002 0002 01F0 01F4 0201 01FA 0C00 00F6 0F00
169	008B	00E1 0000 00CD 00FD 0E4F 0D80 0249 0000 0000 0010 00D5 0000 0058 0058 0001 0001 0000 0000 0000 0004 0004 0005 0005
193	00FE	0000 0000 0000 0000 0000 055F 00AA 00DD 00FF 00FE 0001 0002 0241 0232 008F 008B 00F0 00B9 00BA 004A 02A8 01AA 011D 0124
217	011C	0641 002A 04A3 00F9 00F7 00F7 00F7 00F8 00F8 00A6 0309 014A 029A 039C 0001 039D 0000 0190 00CA 00F9 0360 00AE 02B7
241	02A9	0000 0000 0269 0269 0001 0001 0001 0001 0190 0000 00D4 0000 0268 044B 044B 000A 0008 040A 0099 000B 0009 0012 000E
265	000F	000B 00FB 00F9 0000 0906 0110 0BE4 022F 00E9 0301 0381 00FD 00FD 0053 0003 0000 00A4 0241 0232 0000 074F 074F 0052

รูปที่ 2.24 ข้อมูลดิบ



รูปที่ 2.25 โครงสร้างของข้อมูลดิบ

2.5 พารามิเตอร์ที่สำคัญ

1. Timestamp: เวลาสำหรับช่วงข้อมูลที่เก็บได้
2. Latitude: ค่าจากเส้นสมมติที่วางตามแนวนอนของโลก
3. Longitude: ค่าจากเส้นสมมติที่วางตามแนวตั้งของโลก
4. Altitude: บอกระดับความสูงแบบ pressure altitude indicator
5. Pitch: การเคลื่อนไหว หรือหมุนรอบแกน lateral
6. Bank: การเคลื่อนไหว หรือการหมุนรอบแกน longitudinal
7. Onground: บอกระดับตำแหน่งของเครื่องบินว่าอยู่บนพื้นดินหรือลอยตัว
8. Flaps: เครื่องบินสามารถควบคุมได้ตามต้องการจากแผ่นบังคับที่อยู่บนปีกเครื่องบิน
9. Gear: แสดงถึงการใช้งานของล้อ
10. Park brake: แสดงถึงการใช้เบรกในการขับเครื่องบิน
11. IAS: ค่าความเร็วอากาศที่ อ่านโดยตรงจาก เครื่องวัด Airspeed indicator
12. TAS: เป็นค่าความเร็วอากาศ ที่ถูกต้องหลังจาก การแก้ไขผลกระทบต่าง ๆ
13. Mach: ความเร็วที่เทียบกับความเร็วเสียง

2.6 โปรแกรมภาษา Python

ภาษา Python คือ ภาษาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ระดับสูง โดยถูกออกแบบมาให้เป็นภาษาสคริปต์ที่อ่านง่าย โดยตัดความซับซ้อนของโครงสร้างและไวยากรณ์ของภาษาออกไป ในส่วนของ การแปลงชุดคำสั่งที่เขียนให้เป็นภาษาเครื่อง Python มีการทำงานแบบ Interpreter คือเป็นการแปลชุดคำสั่งทีละบรรทัด เพื่อป้อนเข้าสู่หน่วยประมวลผลให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามที่ต้องการ นอกจากนี้ภาษาโปรแกรม Python ยังสามารถนำไปใช้ในการเขียนโปรแกรมได้หลากหลายประเภท โดยไม่ได้จำกัดอยู่ที่งานเฉพาะทางใดทางหนึ่ง (General-purpose language) จึงทำให้มีการนำไปใช้กันแพร่หลายในหลายองค์กรใหญ่ระดับโลก เช่น Google, YouTube, Instagram, Dropbox และ NASA เป็นต้น [7] โดยโลโก้โปรแกรมภาษา Python แสดงดังรูปที่ 2.26 [9]



รูปที่ 2.26 โลโก้โปรแกรมภาษา Python [9]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 23 อังอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.6.1 จุดเด่นของภาษา Python

ภาษา Python พัฒนาโดยชาวเยอรมันชื่อนาย Guido van Rossum ซึ่งได้ออกแบบมาเพื่อให้ทำงานได้กับ Web Application ที่ลักษณะคล้ายกับภาษา Perl, PHP, JAVA และ ASP เนื่องจากภาษา Python เป็นภาษาที่ใหม่จึงมีคุณสมบัติที่ดีดังต่อไปนี้ [10]

2.6.1.1 สามารถใช้ได้ทุกแพลตฟอร์ม กล่าวคือ สามารถทำงานได้ทุก ๆ CPU หลาย ๆ ระบบปฏิบัติการ เพียงแต่ผู้เขียนโปรแกรมเขียนจากแพลตฟอร์มใด ๆ แล้วนำโปรแกรมที่ได้ไปทำงานต่างแพลตฟอร์มกันได้

2.6.1.2 ไม่ต้องเสียค่าใช้จ่ายในการจัดซื้อโปรแกรมต้นฉบับ โดยปกติแล้วโปรแกรมภาษาทั่ว ๆ ไปจะต้องจัดซื้อโปรแกรมต้นฉบับเพื่อนำมาติดตั้งในราคาแพงมาก แต่โปรแกรมภาษา Python สามารถดาวน์โหลดจาก www.python.org ได้โดยตรง แล้วนำมาติดตั้งและศึกษาการใช้ด้วยตนเอง เพราะเป็นโปรแกรมประเภท Open Source

2.6.1.3 ภาษาไพธอนได้นำเอาข้อดีของโปรแกรมในอดีตเข้ามาไว้ด้วยกัน เช่น ภาษา C, C++, Java และ Perl เป็นต้น

2.6.1.4 มีความปลอดภัยสูง เนื่องจากภาษา Python ทำงานอยู่ด้าน Server เป็นหลัก เมื่อมีการร้องขอจากเครื่อง Client จะประมวลผลที่เครื่อง Server ทำให้ผู้ใช้ทั่วไปไม่สามารถเข้าถึงเครื่อง Server ได้โดยตรงจึงมีความปลอดภัยสูงกว่า

2.6.1.5 ใช้ในการพัฒนา Web Service ซึ่งในปัจจุบันการพัฒนาซอฟต์แวร์ได้เน้นที่มีการแลกเปลี่ยนข้อมูลซึ่งกันและกันทั้งในองค์กรเดียวกันหรือแม้แต่ต่างองค์กรกัน ทำให้เกิดความสะดวกสบาย ไม่ต้องใช้ซอฟต์แวร์อื่น ๆ มาแปลงข้อมูลเพื่อให้เข้ากันได้อีกต่อไปเรียนรู้ได้เร็วกว่าโปรแกรมภาษาอื่น ๆ เพราะมีโครงสร้างภาษาที่ไม่ซับซ้อน ซึ่งโครงสร้างภาษาคคล้ายคลึงกับภาษา C ถ้าโปรแกรมเมอร์ที่เคยใช้ภาษา C มาก่อนจะทำให้เรียนรู้ได้เร็วยิ่งขึ้น

2.6.2 การเปิดไฟล์ภาษา Python

ในการเขียนโปรแกรม ไฟล์ (File) คือสิ่งที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลบนคอมพิวเตอร์ในหน่วยเก็บข้อมูล คอมพิวเตอร์มีไฟล์หลากหลายประเภทขึ้นอยู่กับวัตถุประสงค์การใช้งานของมัน โดยทั่วไปแล้วไฟล์จะแบ่งออกเป็น 2 รูปแบบคือ Text file และ Binary file โดย Text file จะเก็บไฟล์ในรูปแบบของชุดตัวอักษรหรือข้อความที่มนุษย์สามารถอ่านเข้าใจได้ ในขณะที่ Binary file เก็บข้อมูลในรูปแบบ Binary form สำหรับคอมพิวเตอร์เพื่อทำงาน

2.7 โปรแกรมภาษา C#

โปรแกรมภาษา C# เป็นภาษาเขียนโปรแกรมแบบ multi-paradigm โดยมีรูปแบบกฎเกณฑ์ และข้อบังคับในการเขียนที่เข้มงวด ซึ่งมีคุณสมบัติในการเขียนแบบฟังก์ชัน การเขียนทั่วไป และการเขียนโปรแกรมแบบออบเจกต์ ซึ่งถูกพัฒนาโดย Microsoft ภายใต้ .NET Framework โดยในการพัฒนาภาษา C# นี้ มีความตั้งใจให้มันเขียนง่าย ทันสมัย เป็นโปรแกรมเพื่อวัตถุประสงค์ทั่วไป การพัฒนานั้นนำทีมโดย Anders Hejlsberg โดยโลโก้โปรแกรมภาษา C# แสดงดังรูปที่ 2.27



รูปที่ 2.27 โลโก้โปรแกรมภาษา C# [11]

2.7.1 จุดเด่นของภาษา C#

เป็นรูปแบบของภาษาที่ทำงานเป็นลำดับ (Sequential) และต้องผ่านการแปลงไฟล์ให้อยู่ในรูปแบบพร้อมใช้งานหรือ EXE file (ที่เรียกว่าการ Compile) เช่นเดียวกับภาษา C โดย C# เป็นภาษาที่ถูกผลักดันโดยบริษัทไมโครซอฟท์ให้ออกมายิ่งใหญ่โดยมีจุดเด่นดังนี้ [11]

2.7.1.1 เขียนคล่อง C# มีเครื่องมือในการช่วยเขียนอย่าง Visual Studio ที่มีฟีเจอร์ในการไฮไลต์โค้ดและส่วนช่วยในการเขียนโปรแกรมที่สะดวกมาก

2.7.1.2 เขียนง่าย จุดเด่นของตัวแปรและออบเจกต์บน C# เด่นชัดในเรื่องของการจัดการคุณสมบัติ (Properties) และการตั้งค่าเริ่มต้นที่ช่วยให้สามารถพัฒนาระบบได้สะดวกรวดเร็วขึ้น

2.7.1.3 ประสิทธิภาพสูง C# เป็นภาษาที่พัฒนาขึ้นมาภายใต้ .NET Framework ซึ่งสามารถดึงเอาความสามารถของเทคโนโลยีบน .NET ออกมาใช้ได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ

2.7.1.4 สามารถทำงานระดับลึก ภาษา C# สามารถทำงานกับหน่วยความจำรวมถึงระบบคอมพิวเตอร์ในระดับลึก โดยผ่าน พอยเตอร์ (Pointer) หรือทำงานกับโปรโตคอล TCP/IP ที่ต่ำกว่าระดับ 4 ได้

2.7.1.5 เน้นที่ XML C# ออกแบบมาเพื่อใช้งานร่วมกับXML ได้อย่างราบรื่นที่สุดด้วยความช่วยเหลือของ .NET Framework

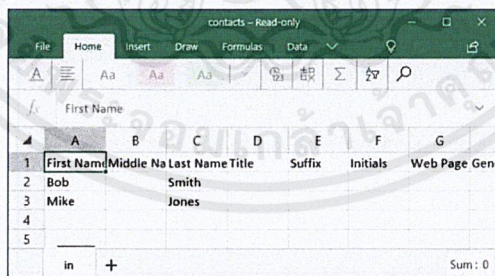
2.8 ไฟล์ CSV

CSV ย่อมาจาก Comma Separated Value เป็นไฟล์ข้อความประเภทหนึ่งที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลในรูปแบบตาราง ใช้เครื่องหมายจุลภาค หรือคอมม่า (,) ในการแบ่งแต่ละคอลัมน์ โดยปกติสามารถบันทึกไฟล์จาก Microsoft Excel ออกมาเป็น CSV ไฟล์ได้โดยตรง หรืออาจได้ ไฟล์ CSV จากการ export ไฟล์จากระบบฐานข้อมูลอื่นๆ [12] โดยโลโก้ CSV แสดงดังรูปที่ 2.28



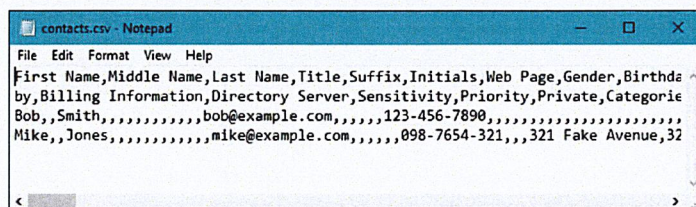
รูปที่ 2.28 โลโก้ CSV [12]

สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป มักจะใช้โปรแกรม Microsoft Excel ในการเปิด เพื่อให้แสดงผลในรูปแบบตาราง และทำให้ดูและอ่านออกได้ง่าย และสะดวกมากขึ้น จากตัวอย่างดังรูปที่ 2.29 แต่ยังสามารถใช้โปรแกรมอื่น ๆ เปิดไฟล์ CSV ได้อีกด้วย เช่น Notepad Editplus และ Word เป็นต้น ดังรูปที่ 2.30 อาจอ่านยากโดยเฉพาะไฟล์ที่มีข้อมูลจำนวนมาก ๆ หลายคอลัมน์และหลายบรรทัด เพราะไฟล์ที่ได้จากมีลักษณะเป็นข้อความและมีเครื่องหมายคอมม่ากั้นระหว่างแถวในแนวตั้งหรือคอลัมน์ (Column) และใช้การแบ่งบรรทัดในแนวนอน แทนการแบ่งแถว (Row)



	A	B	C	D	E	F	G
1	First Name	Middle Na	Last Name	Title	Suffix	Initials	Web Page Gen
2	Bob		Smith				
3	Mike		Jones				
4							
5							

รูปที่ 2.29 ตัวอย่างไฟล์ CSV [12]



```
File Edit Format View Help
First Name,Middle Name,Last Name,Title,Suffix,Initials,Web Page,Gender,Birthda
by,Billing Information,Directory Server,Sensitivity,Priority,Private,Categorie
Bob,,Smith,,,,,,,,,,,,,bob@example.com,,,,,123-456-7890,,,,,,,,,,,,,
Mike,,Jones,,,,,,,,,,,,,mike@example.com,,,,,098-7654-321,,,321 Fake Avenue,32
```

รูปที่ 2.30 เปิดไฟล์ CSV ด้วย Notepad [12]

2.9 โปรแกรม Microsoft Flight Simulator X

โปรแกรม Microsoft Flight Simulator X คือ รูปแบบการจำลองการบิน 2006 ที่พัฒนาโดย Aces Game Studio และเผยแพร่โดย Microsoft Game Studios โดยโลโก้ โปรแกรม Microsoft Flight Simulator X แสดงดังรูปที่ 2.31 [13]



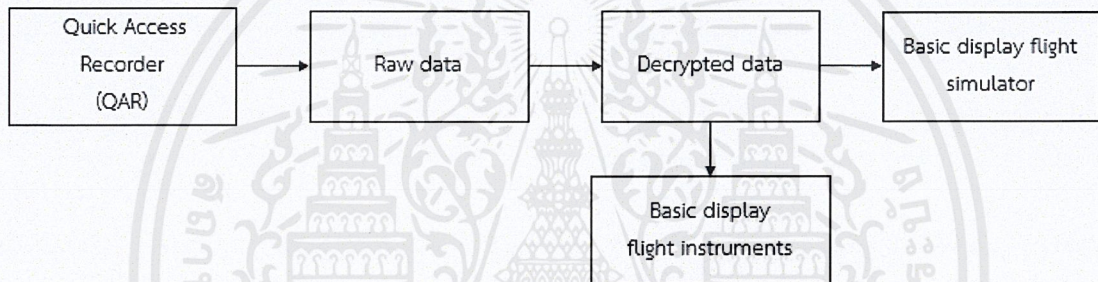
รูปที่ 2.31 โลโก้ โปรแกรม Microsoft Flight Simulator X [13]



บทที่ 3

การออกแบบและการจัดทำโครงการงาน

การทำงานของระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ มีวัตถุประสงค์สำหรับแสดงผลการทำงานของเครื่องบิน โดยขั้นตอนแรกเริ่มจากการนำข้อมูลดิบที่บันทึกได้ในระหว่างทำการบิน ที่เก็บในหน่วยความจำ QAR (Quick Access Recorder) ของกล่องดำบนตัวเครื่องบิน มาแปลงด้วยการถอดรหัส ให้เป็นค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้อง จากนั้นนำค่าพารามิเตอร์ที่ได้ไปแสดงผลบนหน้าต่าง 2 ส่วน ได้แก่ เครื่องมือวัดพื้นฐานและภาพจำลองการบิน เพื่อสามารถวิเคราะห์ตรวจสอบและหาข้อบกพร่องของเครื่องบินขณะปฏิบัติการบินได้อย่างเห็นภาพชัดเจนมากขึ้น บล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ ดังรูปที่ 3.1

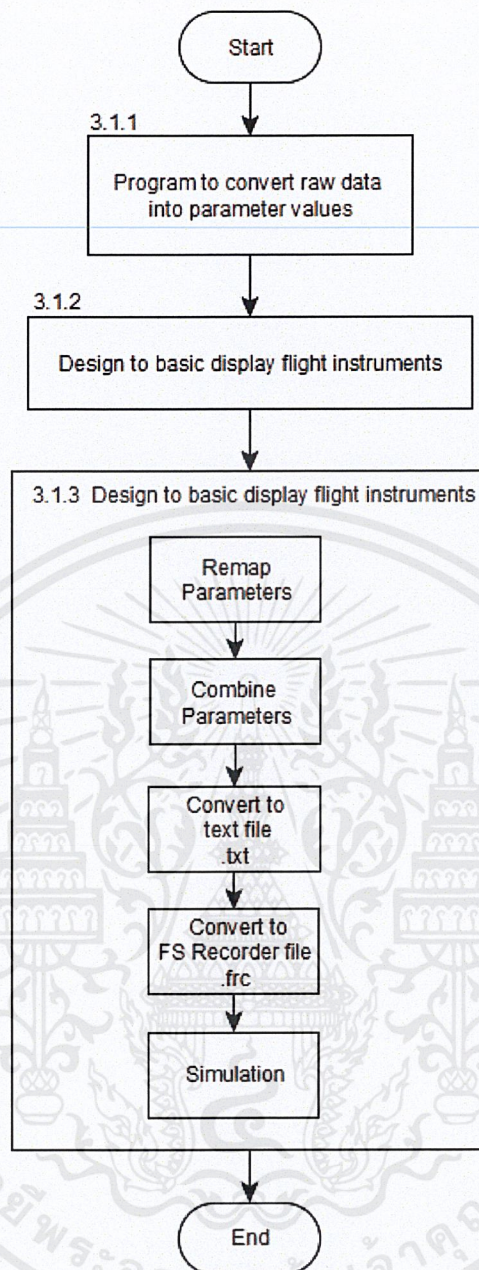


รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมของระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ

3.1 การออกแบบ

การแสดงผลของค่าพารามิเตอร์ที่แปลงมาจากข้อมูลดิบที่ได้มาจาก QAR (Quick Access Recorder) บนเครื่องบิน แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ เครื่องมือวัดพื้นฐาน และภาพจำลองการบิน ซึ่งขั้นตอนสำหรับการสร้างระบบนี้แบ่งเป็น 3 ขั้นตอน ได้แก่ การออกแบบโปรแกรมการแปลงข้อมูลดิบที่บันทึกได้ในระหว่างทำการบินให้เป็นค่าพารามิเตอร์ การออกแบบหน้าต่างเพื่อแสดงค่าต่าง ๆ ของเครื่องมือวัดพื้นฐาน และการออกแบบแสดงภาพจำลองการบิน

ขั้นตอนการทำงานเริ่มจากการนำไฟล์ข้อมูลดิบ มาผ่านโปรแกรมถอดรหัส หาค่าพารามิเตอร์จนได้ไฟล์พารามิเตอร์ออกมาเป็นไฟล์ CSV โดย 1 ไฟล์มีค่าเท่ากับ 1 พารามิเตอร์ จากนั้นนำไฟล์พารามิเตอร์ที่ถอดออกมาได้ มาป้อนผ่านโปรแกรมแสดงหน้าต่างเครื่องมือวัดพื้นฐาน และนำไฟล์พารามิเตอร์ที่ถอดออกมาได้ ไปรีแมคค่าให้ได้ค่าพารามิเตอร์ใหม่ที่สอดคล้องกับโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X สำหรับแสดงภาพจำลองการบิน ซึ่งเครื่องมือวัดพื้นฐานและภาพจำลองการบินดังกล่าว สามารถวิเคราะห์และตรวจสอบหาข้อบกพร่องได้ต่อไป ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 แผนผังการทำงานของระบบประมวลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ

3.1.1 การออกแบบโปรแกรมการแปลงข้อมูลดิบเป็นค่าพารามิเตอร์

การออกแบบโปรแกรมการแปลงข้อมูลดิบที่บันทึกในระหว่างการบินให้เป็นค่าพารามิเตอร์ โดยทำการถอดรหัสค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการทั้งหมด 18 พารามิเตอร์ ดังนี้ VERTICAL SPEED, CAS, TAS, DATE, FLAP ANGLE, FLIGHT NUM , FMF ALTITUDE, GEAR SELECT DOWN, GMT, LATITUDE ACQ, LONGITUDE ACQ, MACH, MAGNETIC HEADING, PARKING BRAKE HANDLE 1, PITCH ALTITUDE, RADIO ALTITUDE CENTER, ROLL ALTITUDE และ AIR GND ON GND เพื่อนำไปแสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐานและภาพจำลองการบินต่อไป โดยเครื่องมือวัดพื้นฐานจะใช้

พารามิเตอร์ทั้งหมด 8 พารามิเตอร์ ได้แก่ VERTICAL SPEED, CAS, DATE, LATITUDE ACQ, LONGITUDE ACQ, MAGNETIC HEADING PITCH ALTITUDE และ RADIO ALTITUDE CENTER และภาพจำลองการบินใช้พารามิเตอร์ทั้งหมด 13 พารามิเตอร์ ได้แก่ CAS, TAS, FLAP ANGLE, FMF ALTITUDE, GEAR SELECT DOWN, GMT, LATITUDE ACQ, LONGITUDE ACQ, MACH, PARKING BRAKE HANDLE 1, PITCH ALTITUDE, RADIO ALTITUDE CENTER และ ROLL ALTITUDE โดยลักษณะการทำงานของโปรแกรมจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ได้แก่ ส่วน Main ที่ทำหน้าที่ประมวลผลโปรแกรมทั้งหมด และส่วน FuncSFall (Function sub frame all) เป็นฟังก์ชันสำหรับการถอดรหัสให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่สมบูรณ์ โดยรายละเอียดในการทำงานของแต่ละส่วนดังกล่าวเป็นไปดังนี้

3.1.1.1 Main

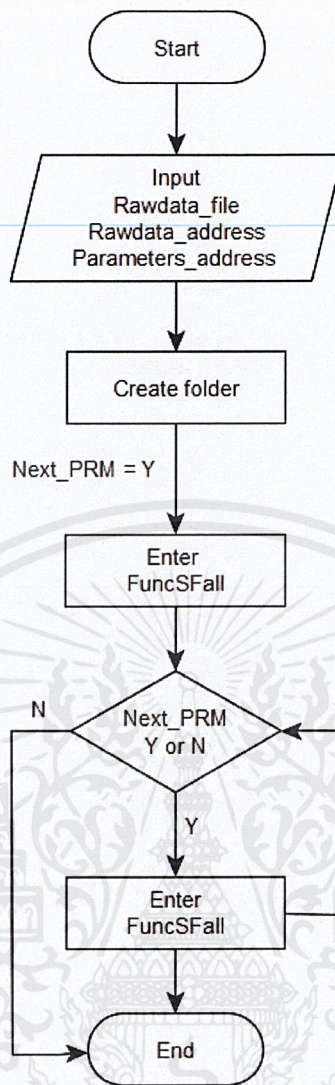
เริ่มต้นจากการใส่ ชื่อไฟล์ข้อมูลดิบที่ต้องการอ่าน ที่อยู่ของข้อมูลดิบ และที่ตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์เดอร์ที่จะเก็บไฟล์ CSV จากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้างไฟล์เดอร์ที่จะเก็บไฟล์พารามิเตอร์แล้วทำการเข้าสู่ฟังก์ชันของโปรแกรม ทำงานจนได้พารามิเตอร์ที่เป็นไฟล์ CSV ออกมา จะให้ผู้ใช้งานเลือกว่าต้องการจะหาค่าพารามิเตอร์ของตัวถัดไปหรือไม่ หากต้องการ โปรแกรมจะทำการเข้าสู่ฟังก์ชันของพารามิเตอร์ตัวใหม่ และหากไม่ต้องการ โปรแกรมจะจบการทำงานทันที โดยขั้นตอนการทำงานเป็นไปดังนี้

- 1) ป้อนค่า Rawdata_file (ชื่อไฟล์ข้อมูลดิบที่ต้องการอ่าน) Rawdata_address (ตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์เดอร์ที่มีไฟล์ข้อมูลดิบ) และ Parameters_address (ตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์เดอร์ที่จะเก็บไฟล์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ไว้เมื่อรันโปรแกรมเสร็จ)

- 2) สร้างไฟล์เดอร์ที่เก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ไว้ตามที่อยู่ของ Parameters_address

- 3) เริ่มเข้าสู่ while loop กำหนดให้ Next_PRM = Y และเข้าฟังก์ชัน FuncSFall

- 4) เมื่อจบฟังก์ชัน FuncSFall โปรแกรมจะถามว่า ต้องการอ่านพารามิเตอร์ตัวอื่นถัดไปหรือไม่ ถ้าป้อน “Y” จะกลับไปรันเข้าฟังก์ชันใหม่อีกรอบ ถ้าป้อน “N” จะจบการทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของการทำงานของการแปลงข้อมูลดิบ ในส่วนของ Main

3.1.1.2 FuncSFall (Function sub frame all)

ส่วนต่อมาเมื่อโปรแกรมเข้าสู่ฟังก์ชัน โดยในส่วนนี้เป็นจะอธิบายถึงการทำงานของฟังก์ชันที่ทำทุก ๆ ซับเฟรมของโปรแกรม จะเริ่มต้นจากการให้ผู้ใช้งานใส่ชื่อของพารามิเตอร์ที่ต้องการจะหาจากไฟล์ข้อมูลดิบ หากชื่อของพารามิเตอร์ที่ใส่เข้ามาไม่มีข้อมูลในโปรแกรม โปรแกรมจะแสดงข้อความขึ้นมาว่า “ERROR” แต่ถ้าชื่อของพารามิเตอร์ที่ใส่เข้ามามีข้อมูลในโปรแกรม โปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานใส่ข้อมูลเพิ่มเติมว่าจะหาค่า (Word) ที่เท่าไร การถอดรหัสเริ่มที่บิตไหน และถึงบิตไหน คุณด้วยค่าสัมประสิทธิ์ (Coefficient) เท่าไร มีค่า Discrete หรือไม่ ต่อมาโปรแกรมจะทำการเปิดไฟล์ข้อมูลดิบและทำการการอ่าน จากนั้นจะนับเฟรมทั้งหมดที่มีอยู่ในไฟล์นั้น ๆ แล้วทำการตัดในส่วนหัวของข้อมูล (Header) ออก จากนั้นเปิดไฟล์ CSV เพื่อที่จะเก็บค่าของพารามิเตอร์ที่ได้

หลังจากที่โปรแกรมทำงานเสร็จ โดยโปรแกรมจะทำการอ่านข้อมูลทุก ๆ 2 Bytes แล้วแปลงออกมาได้ 1 Word แล้วนำไปเก็บใน Array จนครบ 512 Words ก็จะมีการตรวจสอบว่าข้อมูลของ Array นี้อยู่ในซับเฟรมไหน โดยใน 1 เฟรม มีค่าเท่ากับ 4 ซับเฟรม เมื่อเข้าสู่แต่ละซับเฟรมโปรแกรมจะทำการตรวจสอบว่าพารามิเตอร์แต่ละตัวนั้นใช้วิธีการถอดรหัสค่าออกมาแบบไหน โดยวิธีการถอดรหัสค่ามีอยู่ 9 รูปแบบ ได้แก่

- 1) ถอดแบบเลขฐานสองไปเป็นเลขฐานสิบทั่วไป
- 2) ถอดแบบมี Sigh 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 คำ

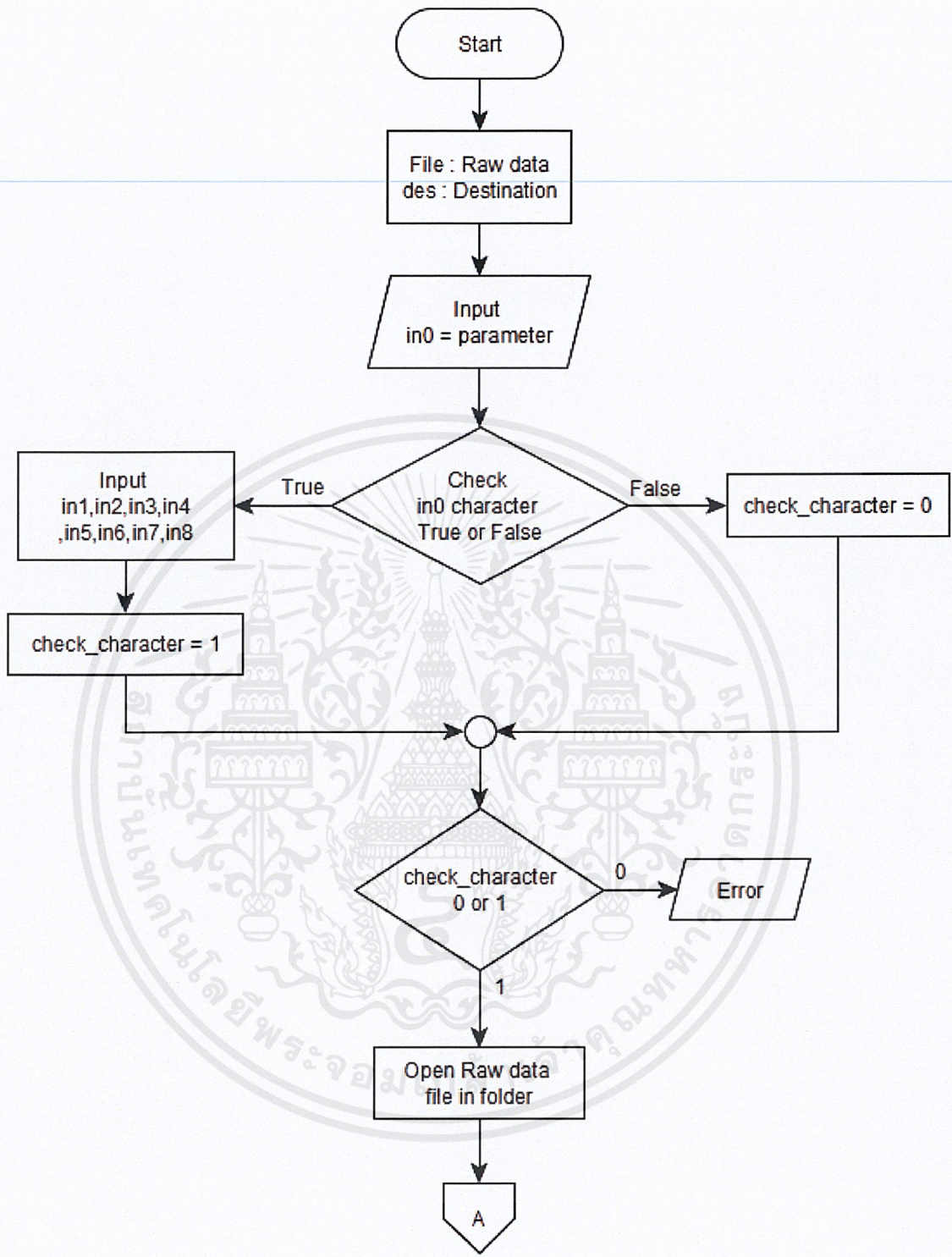
หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำงานแบบเดิม คือทำงานไปจนครบทุกเฟรมในไฟล์ และทำการบันทึกไฟล์ CSV ของพารามิเตอร์นั้น ๆ ถือเป็นการทำงาน โดยขั้นตอนการทำงานเป็นไปดังนี้ เมื่อเข้าฟังก์ชัน FuncSFall จะเริ่มจาก

- 1) กำหนดตัวแปร File (Rawdata_file: ชื่อไฟล์ข้อมูลดิบที่ต้องการอ่าน) และ des (Parameters_address: ตำแหน่งที่อยู่ของไฟล์เตอร์ที่จะเก็บไฟล์พารามิเตอร์ต่าง ๆ ไว้เมื่อรันโปรแกรมเสร็จ)

- 2) ป้อนชื่อพารามิเตอร์ เก็บไว้ในตัวแปร in0

- 3) ทำการเช็คชื่อพารามิเตอร์ที่ป้อน ว่าพิมพ์ถูกต้องตามข้อมูลที่มีหรือไม่ ถ้า “False” check_character = 0 ถ้า “True” จะให้ป้อนค่าสำคัญของ Parameter ต่าง ๆ ต่อไป ได้แก่ค่าของ in1-in8 ตามลำดับ โดยค่า in1:self.word = word in2:self.bitf = bitF in3:self.bit2 = bit in4:self.eu = EU in5:self.dis1 = DIST1 in6:self.dis2 = DIST2 in7:self.dis3 = DIST3 และ in8:self.dis4 = DIST4 และค่า check_character = 1

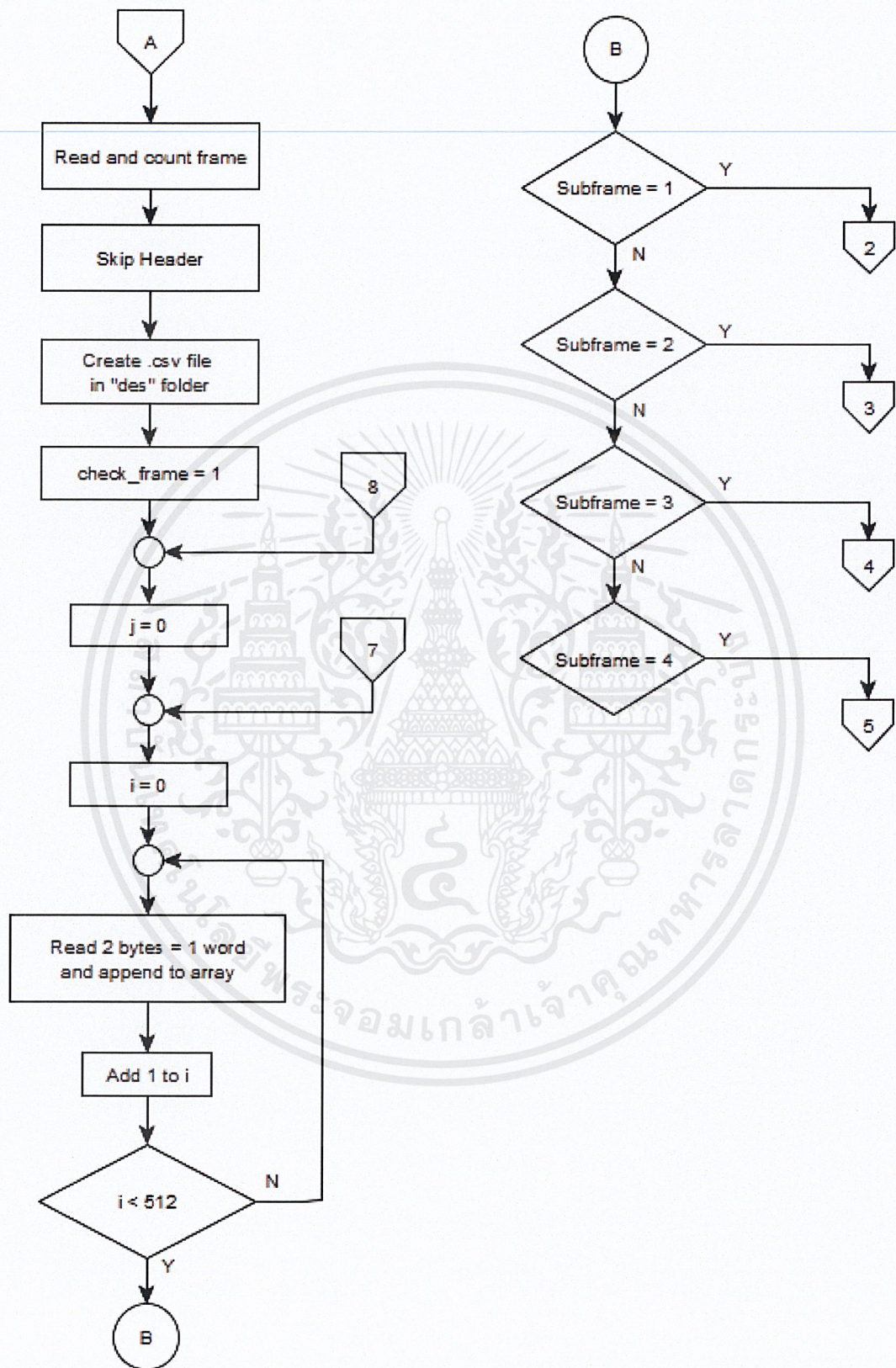
- 4) ทำการเช็คค่า check_character ถ้า check_character = 0 โปรแกรมจะแสดงคำว่า “Error” ถ้า check_character = 1 โปรแกรมจะทำการเปิดไฟล์ข้อมูลดิบอ่านต่อไป แสดงดังรูปที่ 3.4 (ก)



(ก) กระบวนการเปิดไฟล์ข้อมูลดิบ

- 5) ทำการอ่านไฟล์ข้อมูลดิบและนับจำนวนเฟรม
- 6) ตัดส่วน Header ของไฟล์ทิ้ง
- 7) สร้างไฟล์ CSV ให้อยู่ในโฟลเดอร์ตามตำแหน่งของตัวแปร des ที่กำหนดไว้
- 8) กำหนดตัวแปร $check_frame = 1$ $j=0$ (ตัวแปรในการนับว่า 1 เฟรม มี 4 ซับเฟรม) และ $i=0$ (ตัวแปรในการนับ Word)
- 9) อ่านค่า 2 Bytes = 1 Word และเก็บค่าใน Array จากนั้นให้ $i = i+1$
- 10) ทำการเช็คค่าตัวแปร $i < 512$ ถ้า “Y” จะดำเนินการถามต่อว่าจะเขียน ซับเฟรม รูปแบบไหน โดยในที่นี้ ซับเฟรม มี 4 รูปแบบ ได้แก่ ซับเฟรม = 1 ซับเฟรม = 2 ซับเฟรม = 3 และ ซับเฟรม = 4 และถ้า “N” จะกลับไปเริ่มอ่าน Word ใหม่ แสดงดังรูปที่ 3.4 (ข)





(ข) การถอดค่าของข้อมูลดิบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างของซิปเฟรม ในรูปแบบ ซิปเฟรม=1

11) จะเลือกรูปแบบไหน ในการถอดพารามิเตอร์ต่าง ๆ ทั้ง 9 แบบ ได้แก่

1. PRM is a normal binary bit ถอดจาก binary เป็น decimal bit ทั่วไป

2. PRM has Sign bit พิจารณา เครื่องหมาย -, +

3. PRM has 2 Discrete ถอดเป็น 2 Discrete

4. PRM has 4 Matrix discrete ถอดเป็น 4 Discrete

5. PRM has 16 Matrix discrete ถอดเป็น 16 Discrete

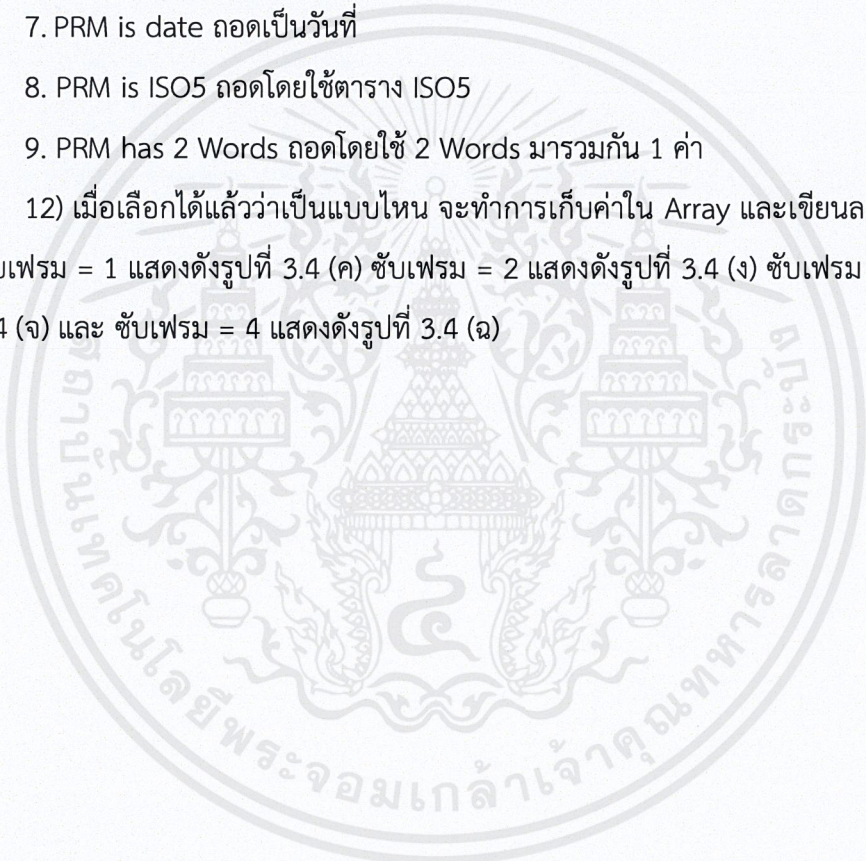
6. PRM is GMT ถอดเป็นเวลา (ชั่วโมง: นาที: วินาที)

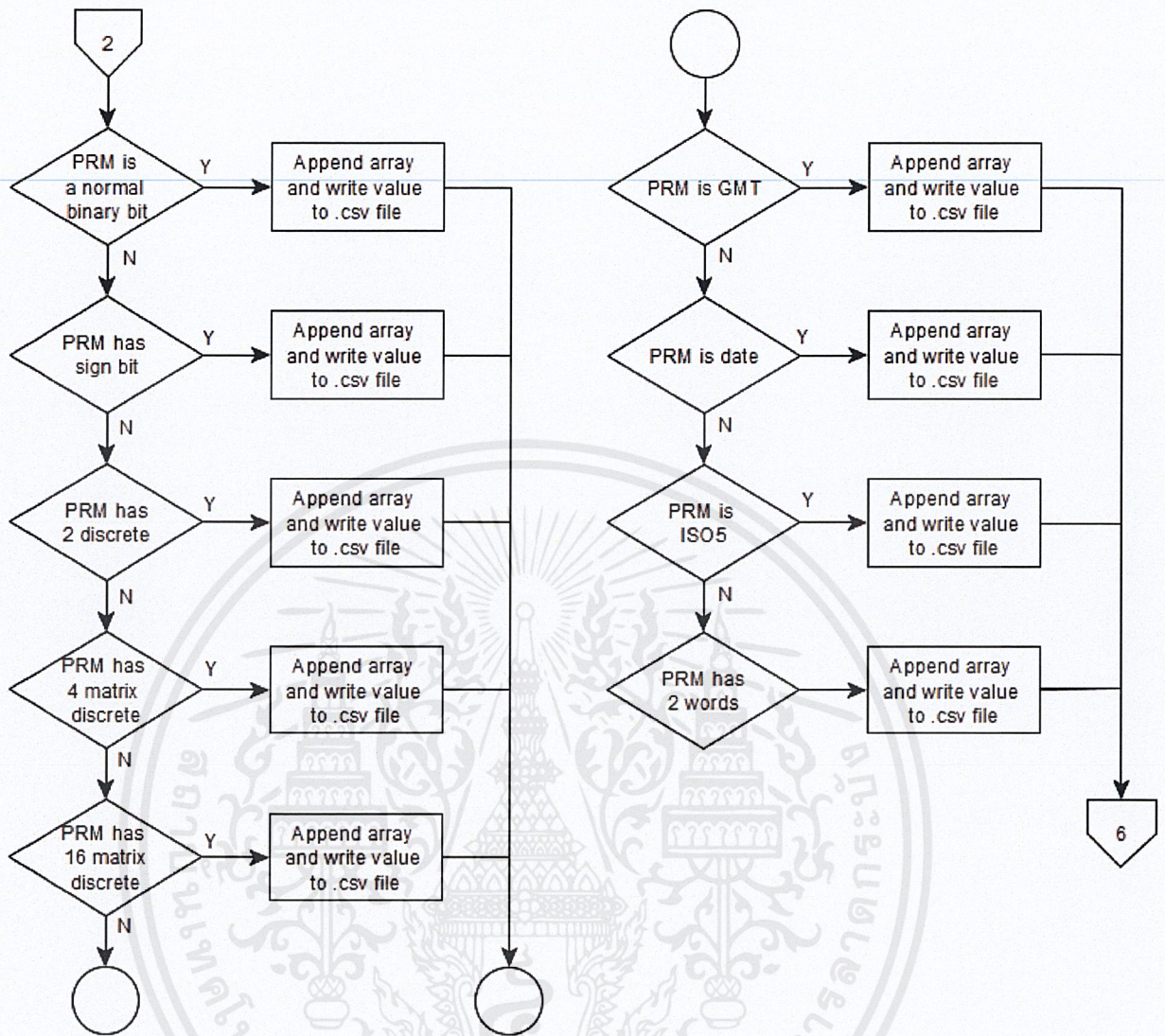
7. PRM is date ถอดเป็นวันที่

8. PRM is ISO5 ถอดโดยใช้ตาราง ISO5

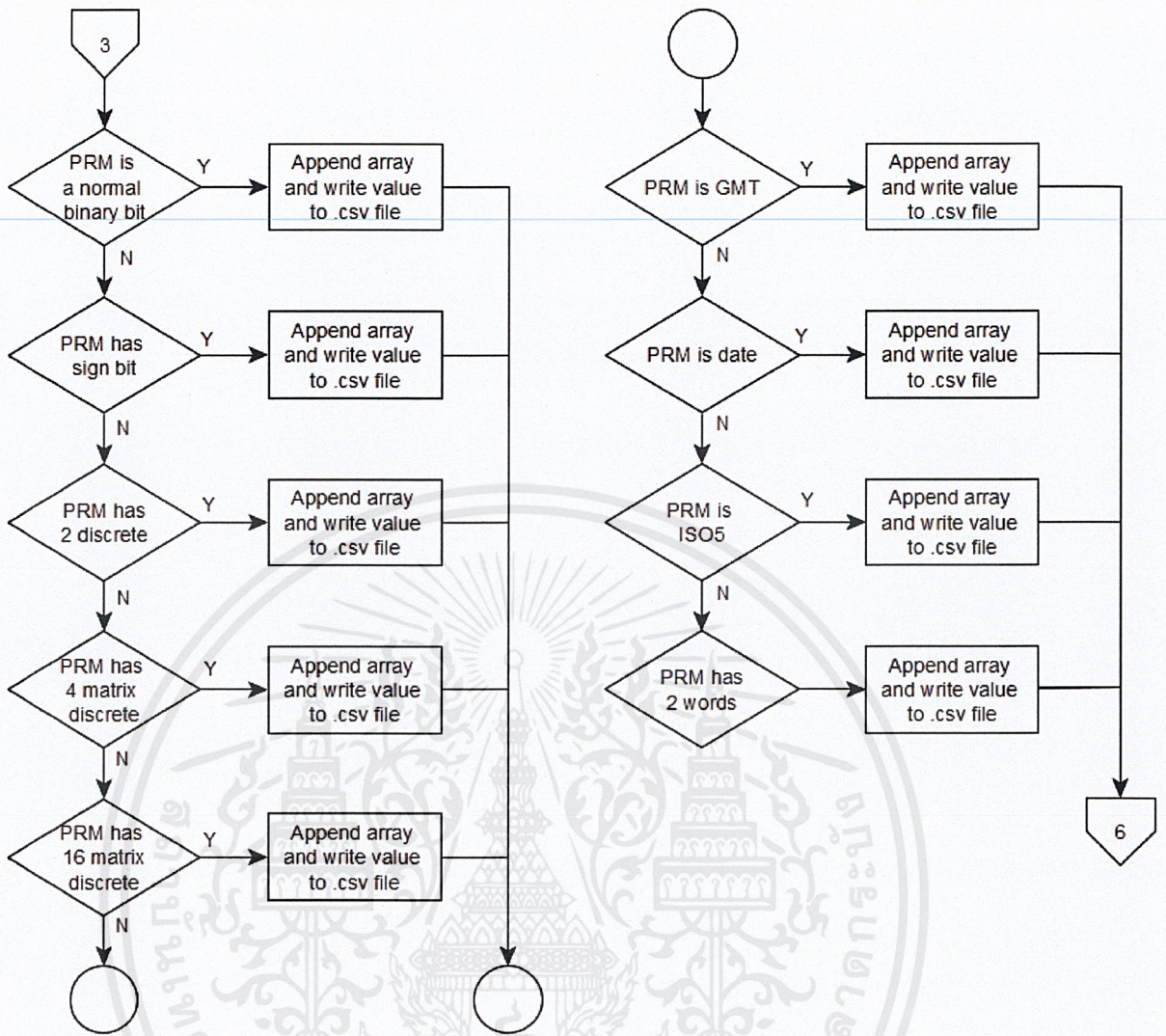
9. PRM has 2 Words ถอดโดยใช้ 2 Words มารวมกัน 1 คำ

12) เมื่อเลือกได้แล้วว่าเป็นแบบไหน จะทำการเก็บค่าใน Array และเขียนลงไฟล์ CSV สำหรับ ซิปเฟรม = 1 แสดงดังรูปที่ 3.4 (ค) ซิปเฟรม = 2 แสดงดังรูปที่ 3.4 (ง) ซิปเฟรม = 3 แสดงดังรูปที่ 3.4 (จ) และ ซิปเฟรม = 4 แสดงดังรูปที่ 3.4 (ฉ)

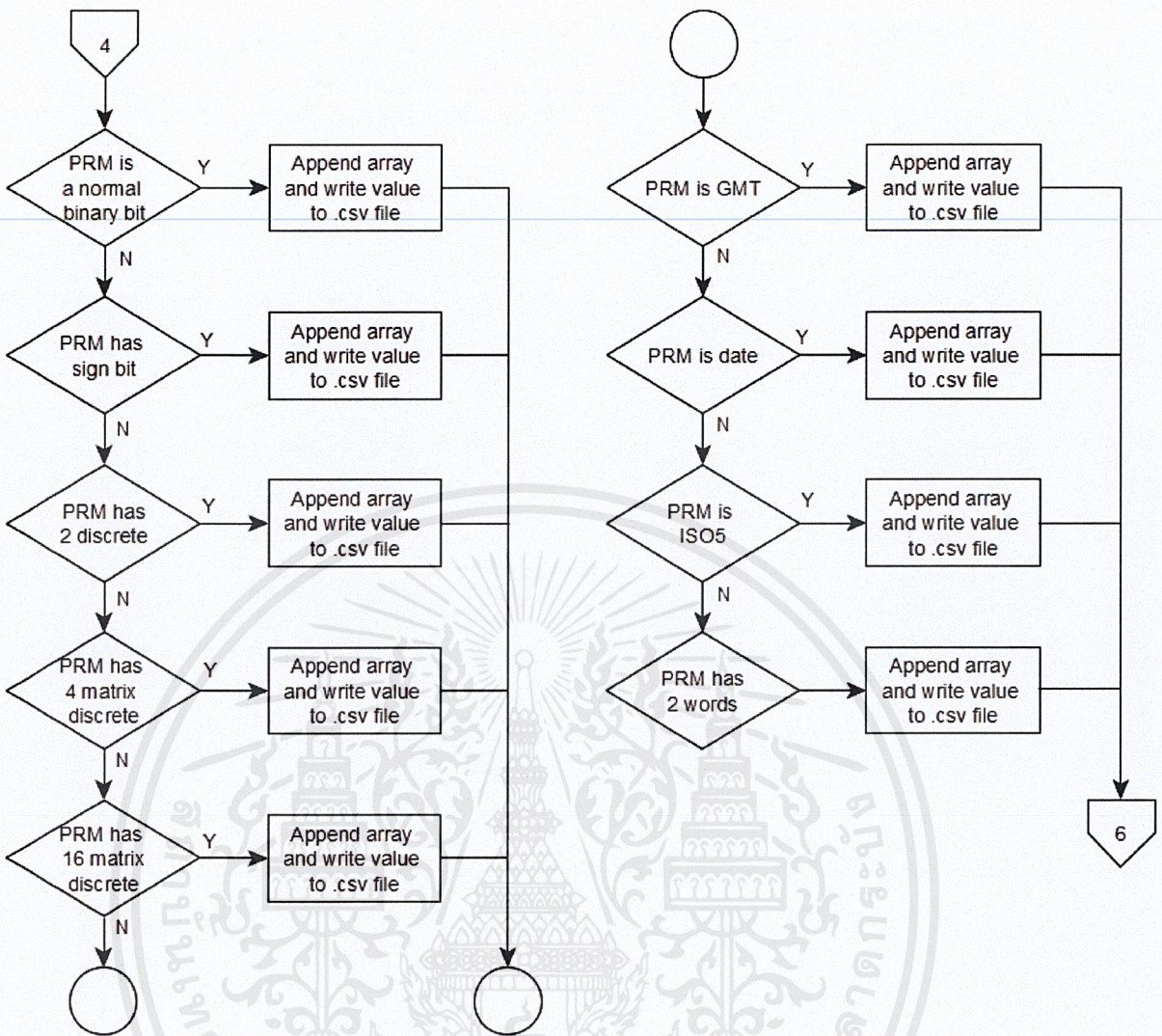




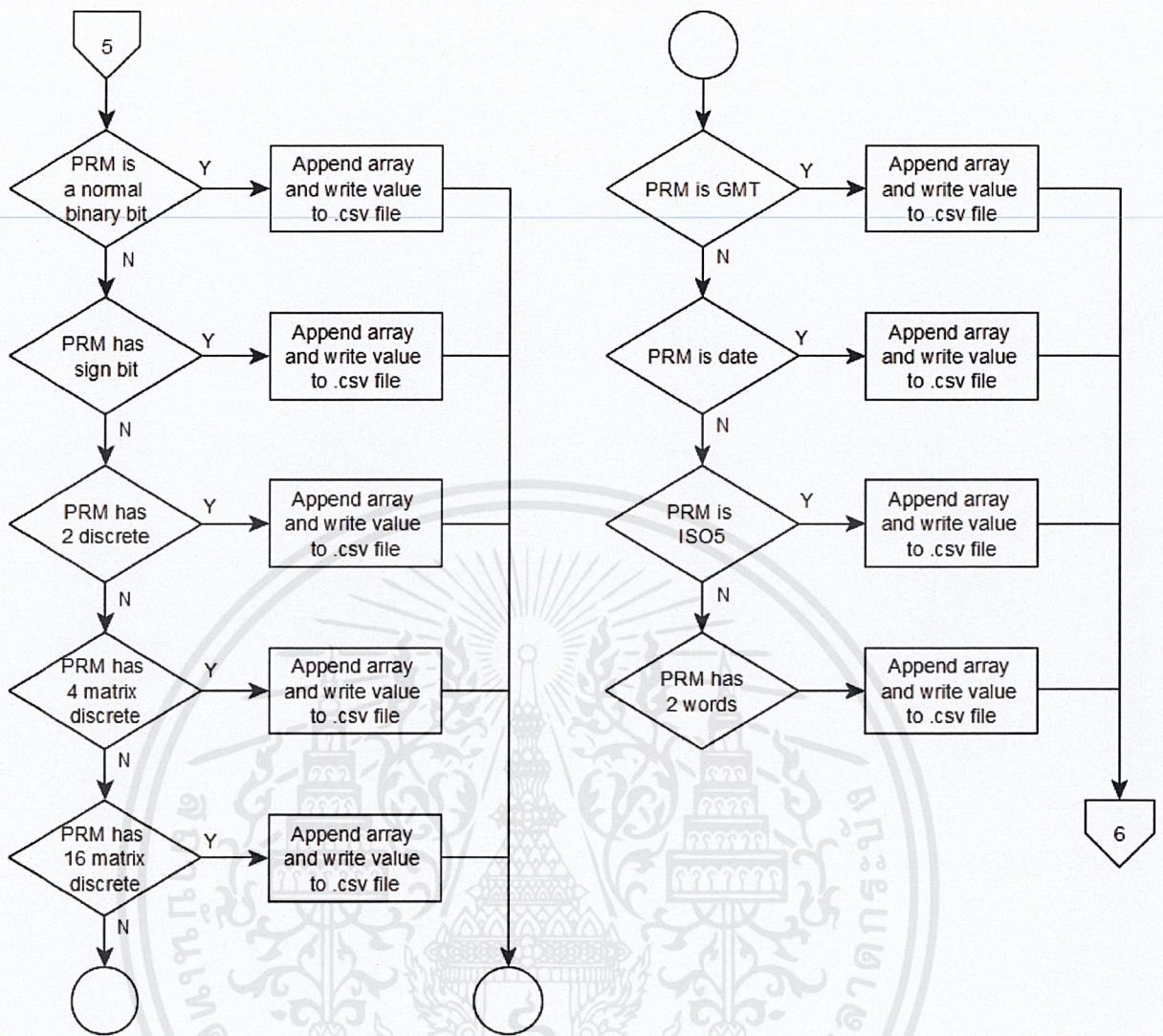
(ค) กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลดิบ ซับเฟรม = 1



(ง) กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลดิบ ชั้นเฟรม = 2



(จ) กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลดิบ ชั้นเฟรม = 3

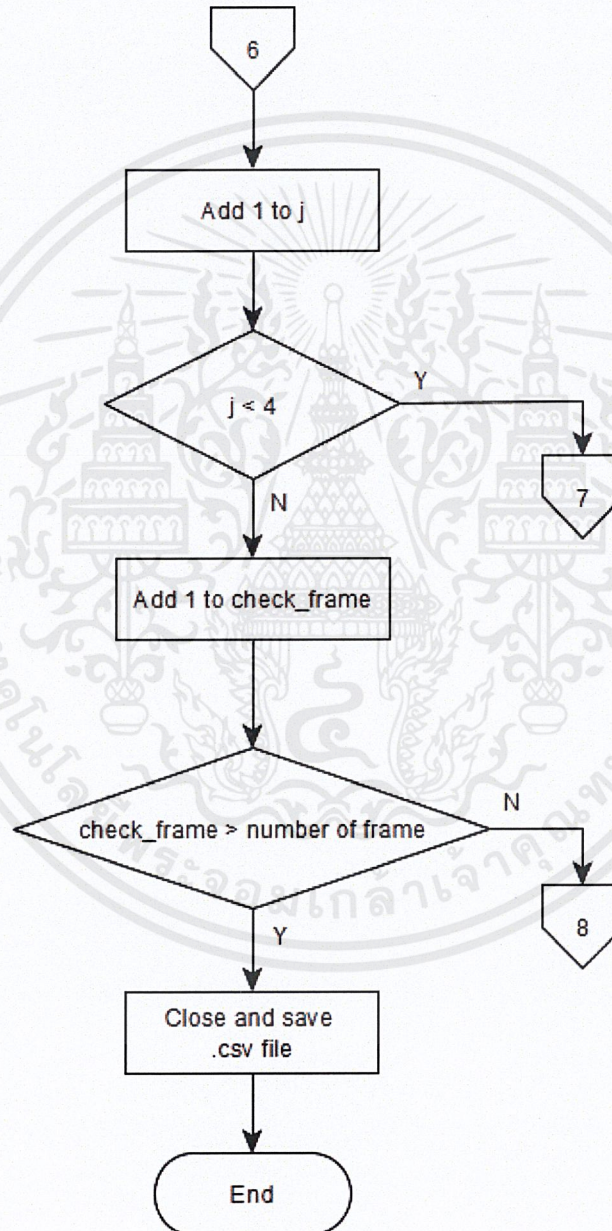


(ฉ) กระบวนการถอดค่าพารามิเตอร์จากข้อมูลดิบ ซับเฟรม = 4

13) กำหนดให้ค่า $j = j+1$ จากนั้นจะเช็คค่า j เพื่อนับซ้ำเฟรม

14) เช็คค่า $j < 4$ ถ้า “Y” จะกลับไปวนลูปที่ 7 ถ้า “N” จะกำหนด $check_frame = check_frame+1$

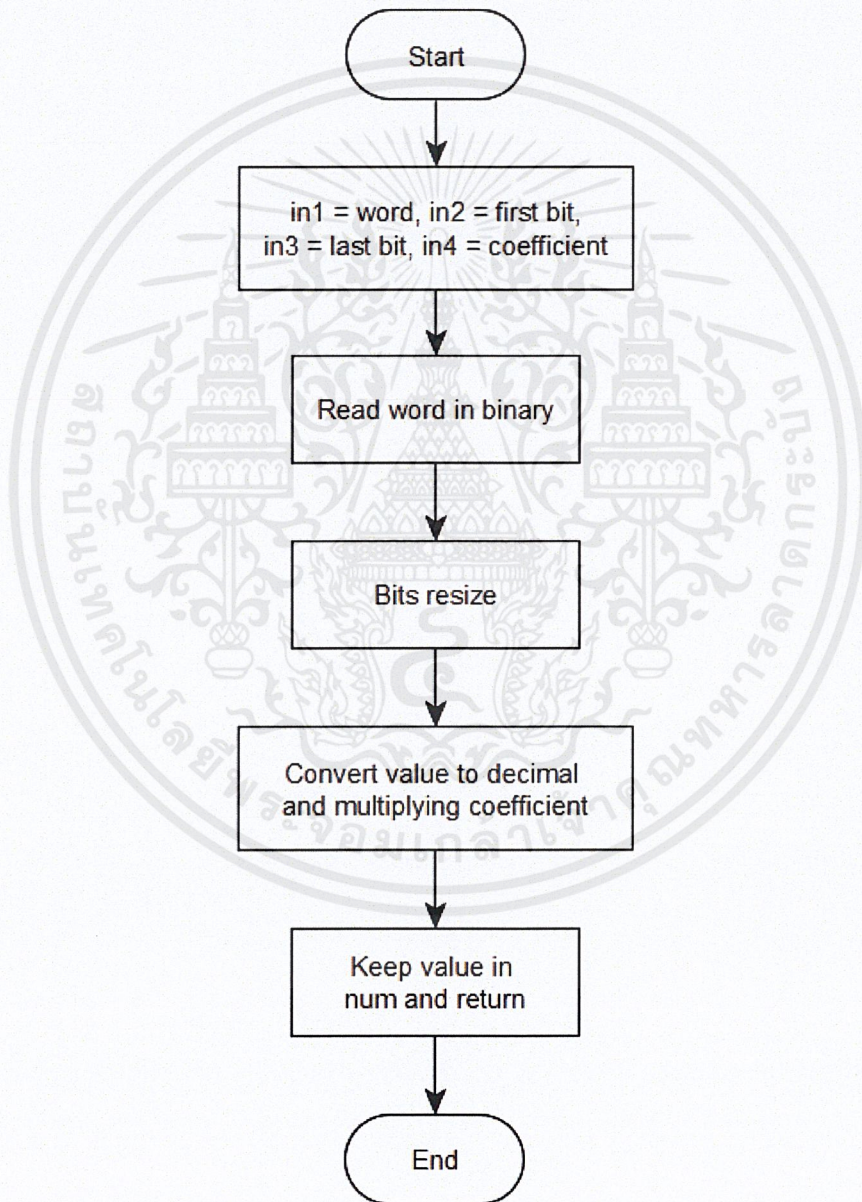
15) เช็คค่าว่า $check_frame > number\ of\ frame$ หรือไม่ ถ้า “N” จะกลับไปวนลูปที่ 8 ถ้า “Y” จะทำการจบไฟล์และบันทึกไฟล์ CSV เป็นอันจบการทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.4 (ข)



(ข) กระบวนการบันทึกไฟล์ของค่าพารามิเตอร์

วิธีการถอดค่าพารามิเตอร์ทั้ง 9 วิธี กับค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 18 ค่ามี ดังนี้

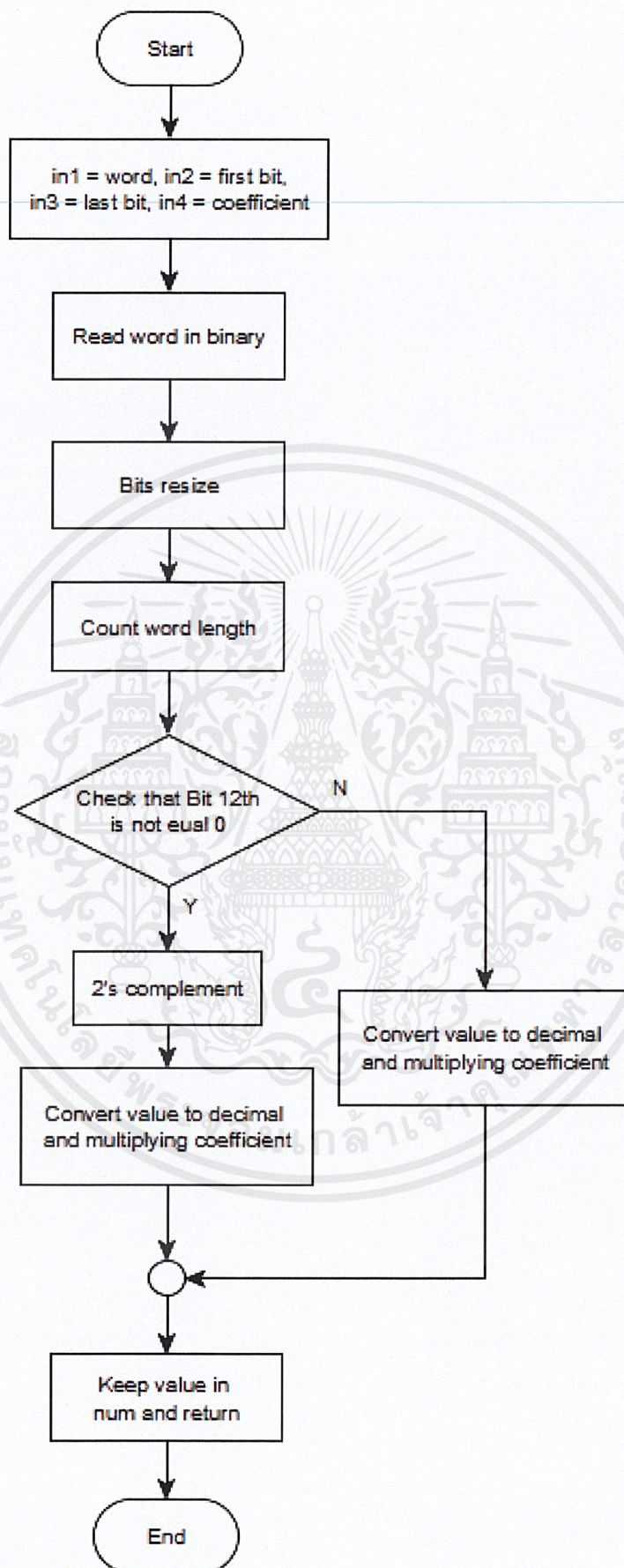
1) วิธีการถอดแบบทั่วไป จะเริ่มจากการนำคำ (Word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจากนั้นแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์ จากนั้นเก็บค่าที่มีทศนิยมอย่างน้อย 3 ตำแหน่งไว้ในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป โดยได้ใช้วิธีนี้กับการหาค่าพารามิเตอร์ CAS, FLAP ANGLE, GEAR SELECT DOWN, MAGNETIC HEADING



รูปที่ 3.5 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบทั่วไป

2) วิธีการถอดแบบมี Sigh 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 โดยได้ใช้วิธีนี้กับการหาค่าพารามิเตอร์ LATITUDE ACQ, LONGITUDE ACQ, PITCH ALTITUDE , ROLL ALTITUDE, VERTICAL SPEED, RADIO ALTITUDE, FMF ALTITUDE

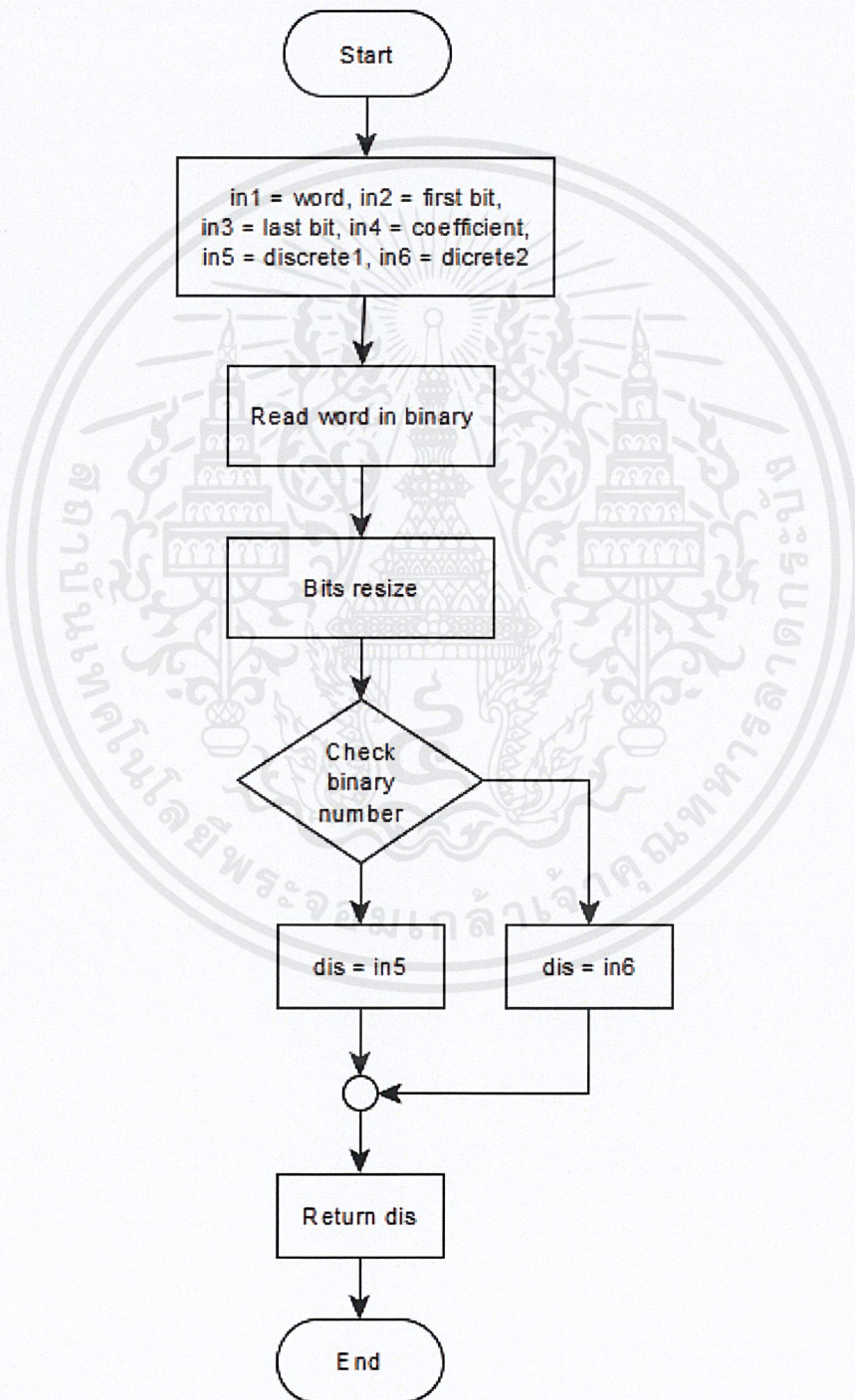




รูปที่ 3.6 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Sigh bit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

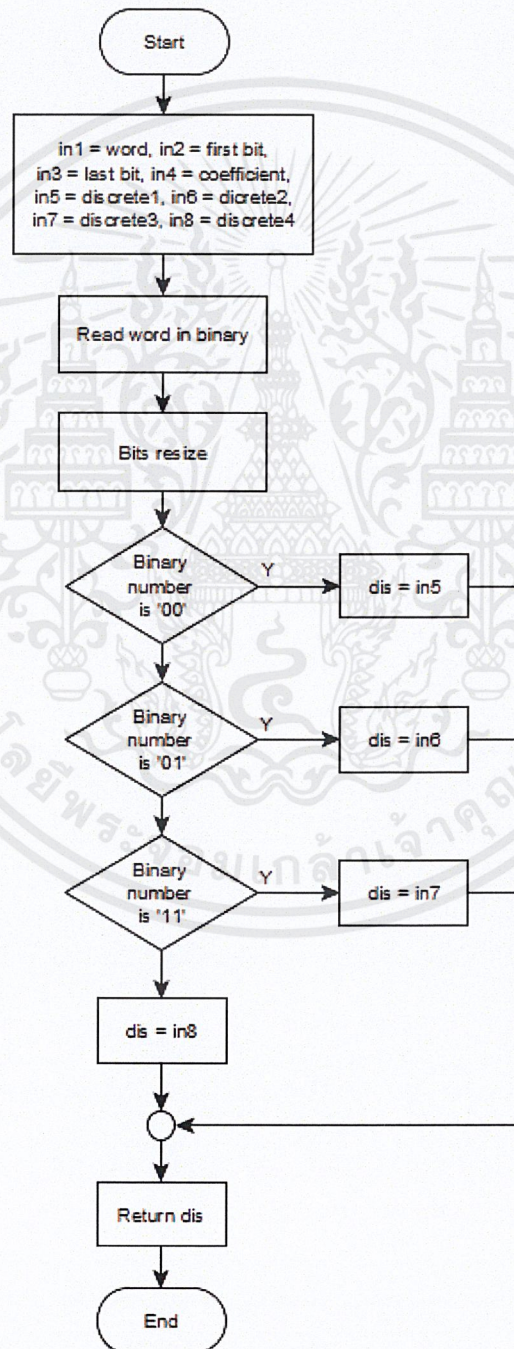
3) วิธีการถอดแบบมี Discrete 2 ตัว เริ่มจากอ่านคำ (Word) เป็นแบบเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจนเหลือแค่ 1 บิต ต่อมาทำการตรวจสอบค่าบิตซึ่งมีอยู่ 2 กรณี ดังนี้ ถ้าบิตมีค่าเป็น 0 จะเท่ากับ Discrete ที่ 1 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น และถ้าบิตมีค่าเป็น 1 จะเท่ากับ Discrete ที่ 2 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้นจากนั้นก็ทำการส่งคืนค่า Discrete ออกไป โดยใช้วิธีนี้กับการหาค่าพารามิเตอร์ AIR GND ON GND, MACH, TAS, PARKING BRAKE HANDLE 1



รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Discrete 2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

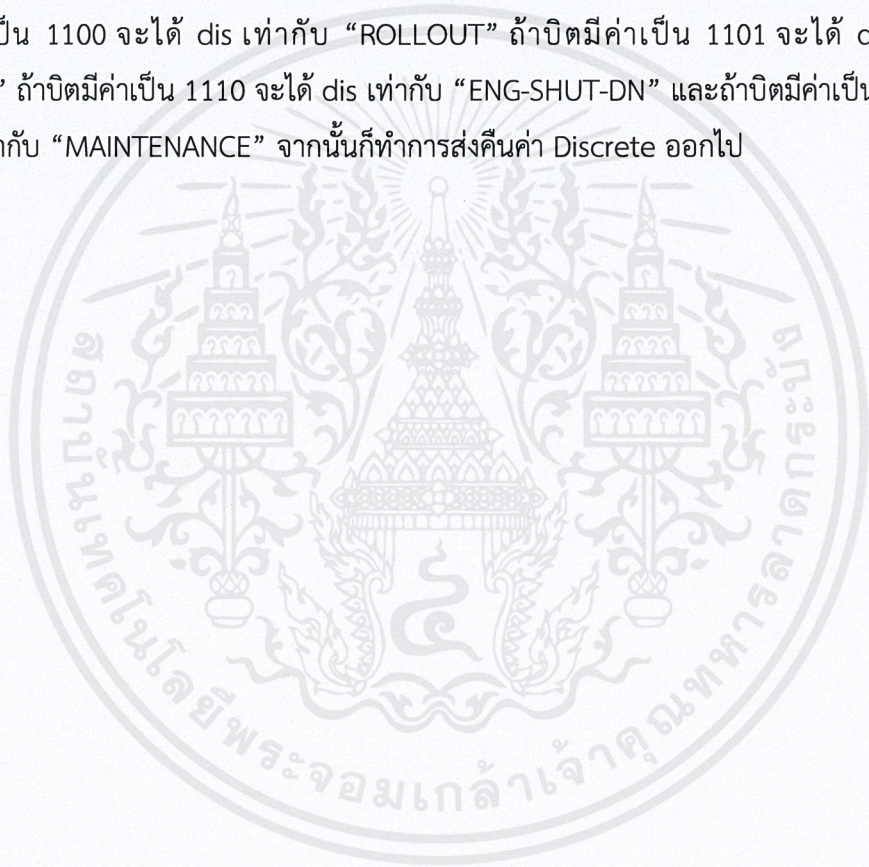
4) วิธีการถอดแบบมี Discrete 4 ตัว เริ่มจากอ่านคำ (Word) เป็นแบบเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจนเหลือเพียง 2 บิต ต่อมาทำการตรวจสอบค่าบิตซึ่งมีอยู่ 4 กรณี ดังนี้ ถ้าบิตมีค่าเป็น 00 จะเท่ากับ Discrete ที่ 1 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น ถ้าบิตมีค่าเป็น 01 จะเท่ากับ Discrete ที่ 2 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น ถ้าบิตมีค่าเป็น 11 จะเท่ากับ Discrete ที่ 3 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้น และถ้าบิตมีค่าเป็น 10 จะเท่ากับ Discrete ที่ 4 ที่ได้ถูกกำหนดขึ้นจากนั้นก็ทำการส่งคืนค่า Discrete ออกไป โดยได้ใช้วิธีนี้กับการหาค่าพารามิเตอร์

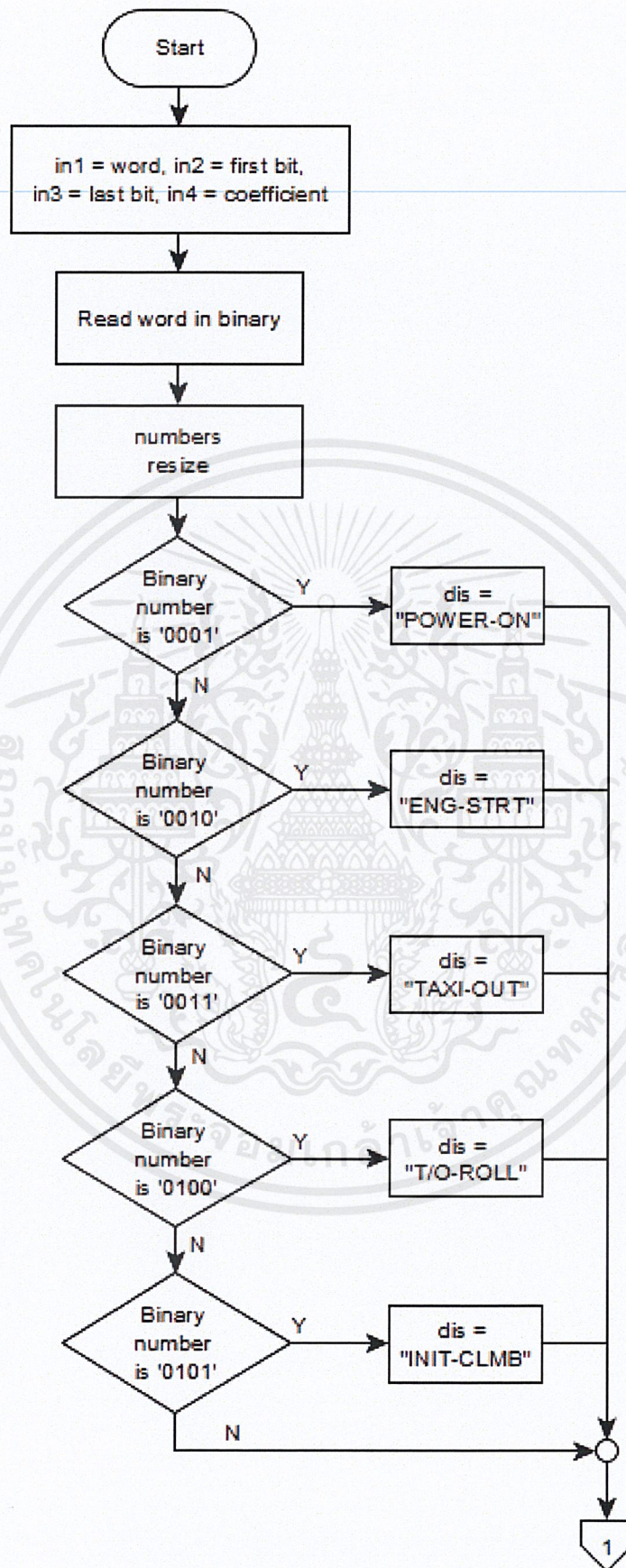


รูปที่ 3.8 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Discrete 4 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 46 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

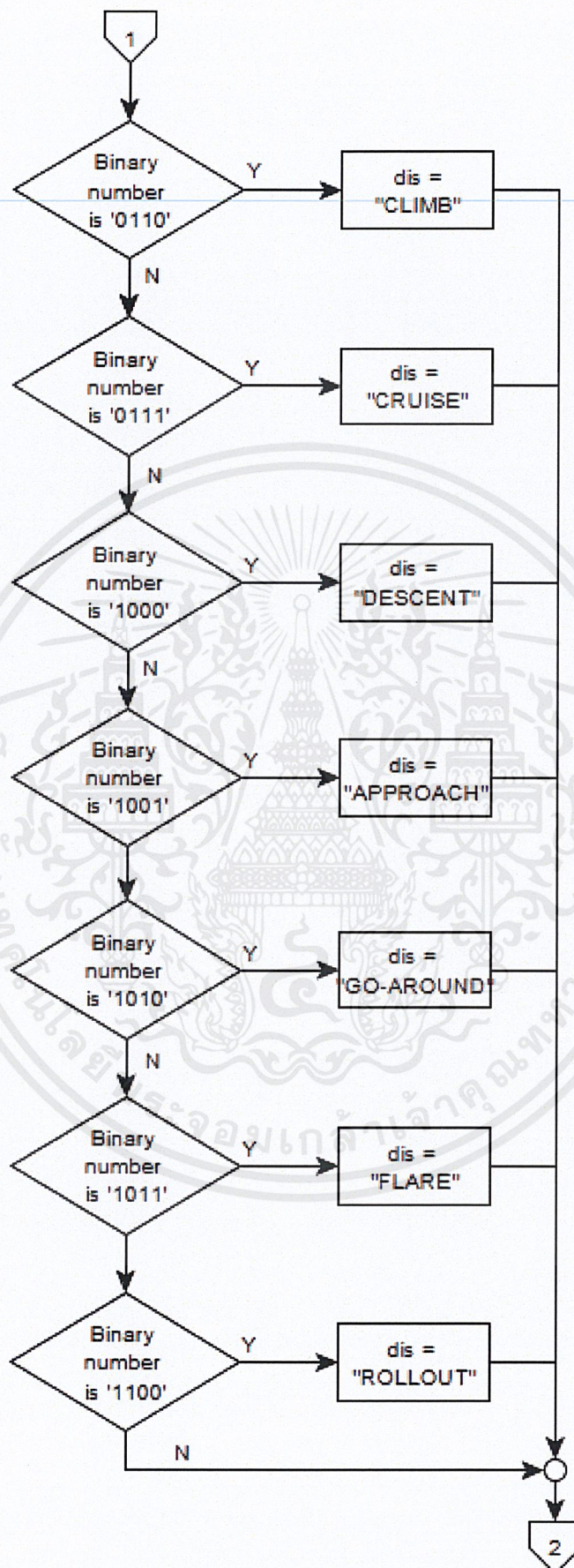
5) วิธีการถอดแบบมี Discrete 16 ตัว เริ่มจากอ่านคำ (Word) เป็นแบบเลขฐานสอง แล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจนเหลือเพียง 2 บิต ต่อมาทำการตรวจสอบค่าบิตซึ่งมีอยู่ 16 กรณี ดังนี้ ถ้าบิตมีค่าเป็น 0000 จะได้ dis เท่ากับ “DEFAULT” ถ้าบิตมีค่าเป็น 0001 จะได้ dis เท่ากับ “POWER-ON” ถ้าบิตมีค่าเป็น 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” ถ้าบิตมีค่าเป็น 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





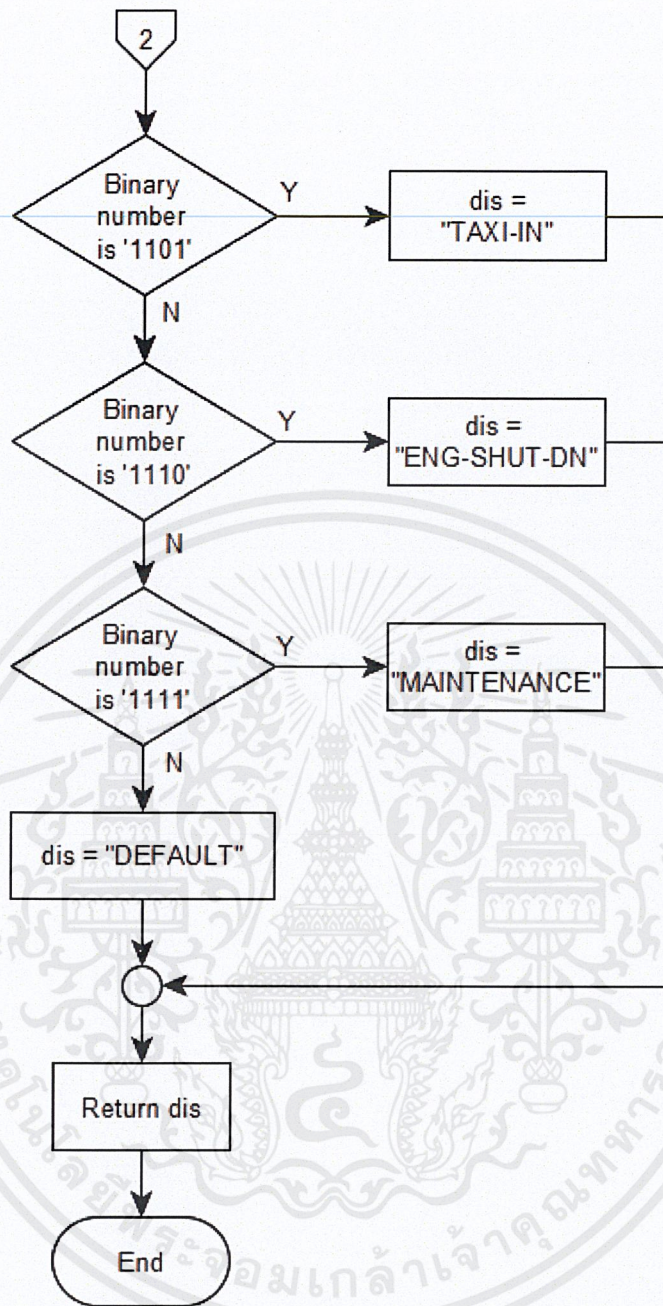
(ก) กระบวนการถอดค่าของ Discrete ที่ 1-5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ข) กระบวนการถอดค่าของ Discrete ที่ 6-12

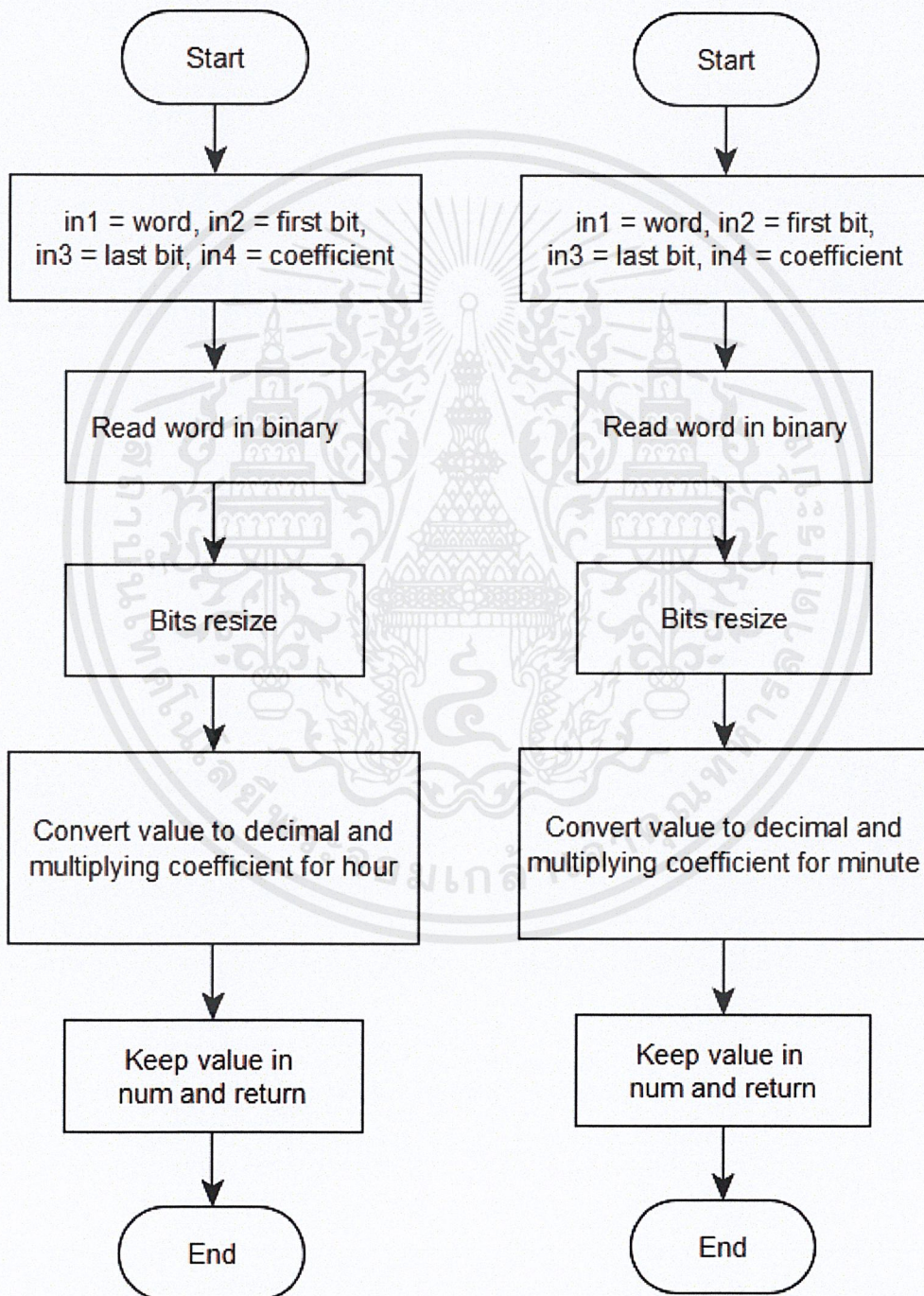
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) กระบวนการถอดค่าของ Discrete ที่ 13-16

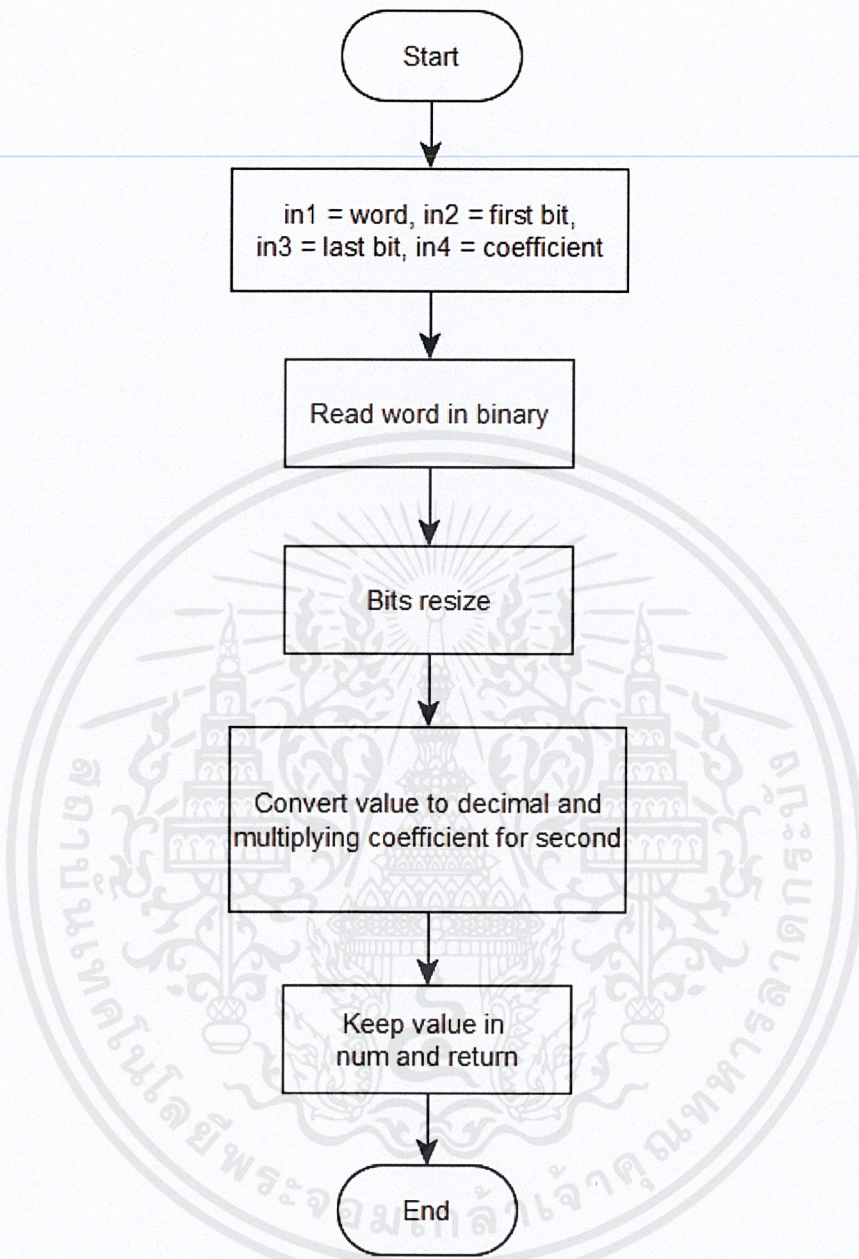
รูปที่ 3.9 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบมี Discrete 16 ตัว

6) วิธีการถอดแบบเป็น GMT (ชั่วโมง:นาที:วินาที) เริ่มจากการนำคำ (Word) ที่มีค่าเป็น ชั่วโมงมาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสอง จากนั้นแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์เก็บค่าลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป แล้วทำแบบนี้อีกครั้งกับคำ (Word) ที่มีค่าเป็น นาที และคำ (Word) ที่มีค่าเป็นวินาที โดยได้ใช้วิธีนี้กับการหาค่าพารามิเตอร์ GMT



(ก) กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นชั่วโมง

(ข) กระบวนการถอดคำที่มีค่าเป็นนาที

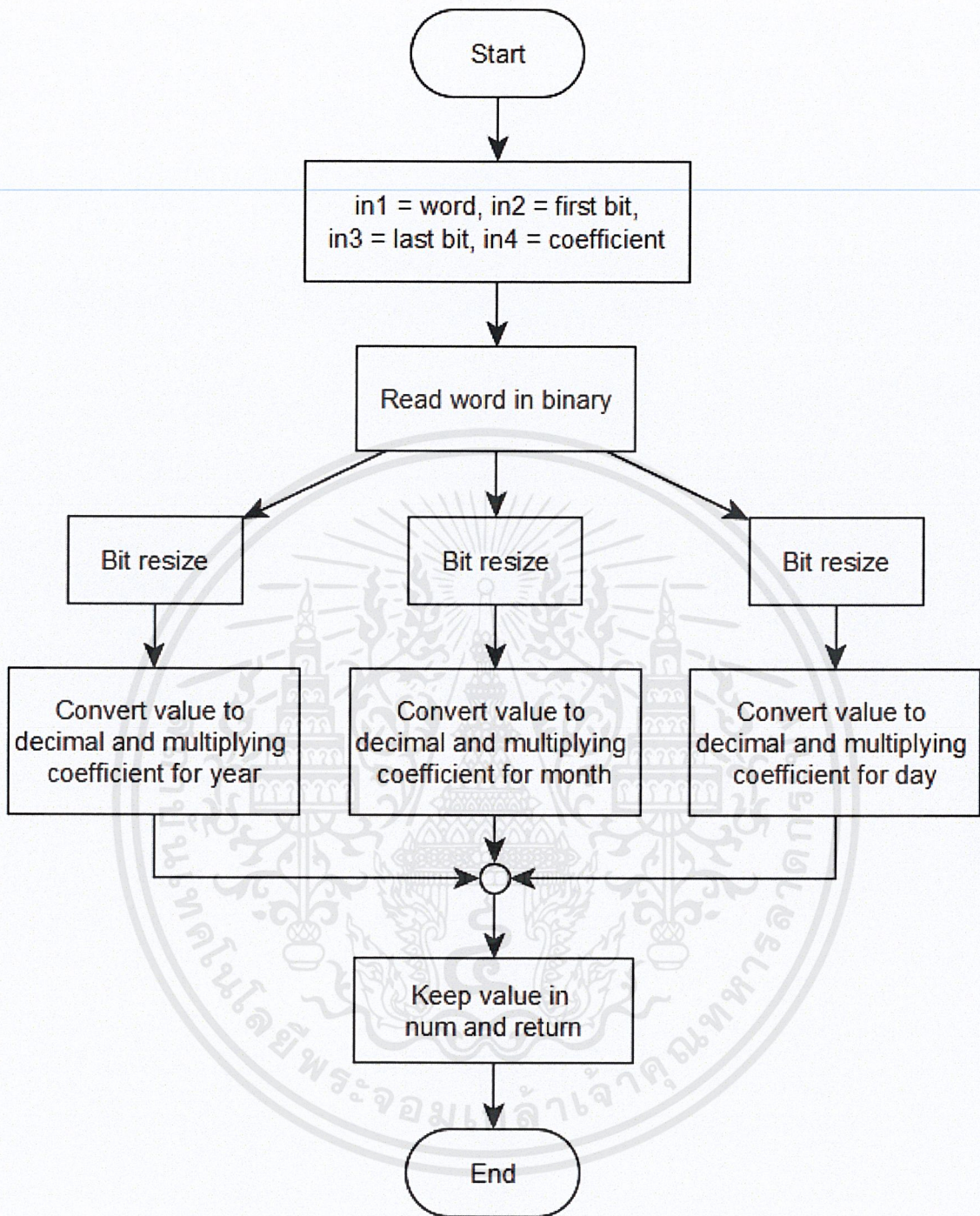


(ค) กระบวนการถอดค่าที่มีค่าเป็นวินาที

รูปที่ 3.10 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบเป็น GMT

7) วิธีการถอดแบบเป็นวันที่ เริ่มจากการนำค่า (Word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองจากนั้นแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นเลขจำนวนเต็มสิบพร้อมกับคูณเข้ากับค่าสัมประสิทธิ์ของทั้ง 3 ค่า คือ ปี เดือน และวัน แล้วทำการเก็บค่าที่ได้ลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป โดยได้ใช้วิธีนี้กับการหาค่าพารามิเตอร์ DATE

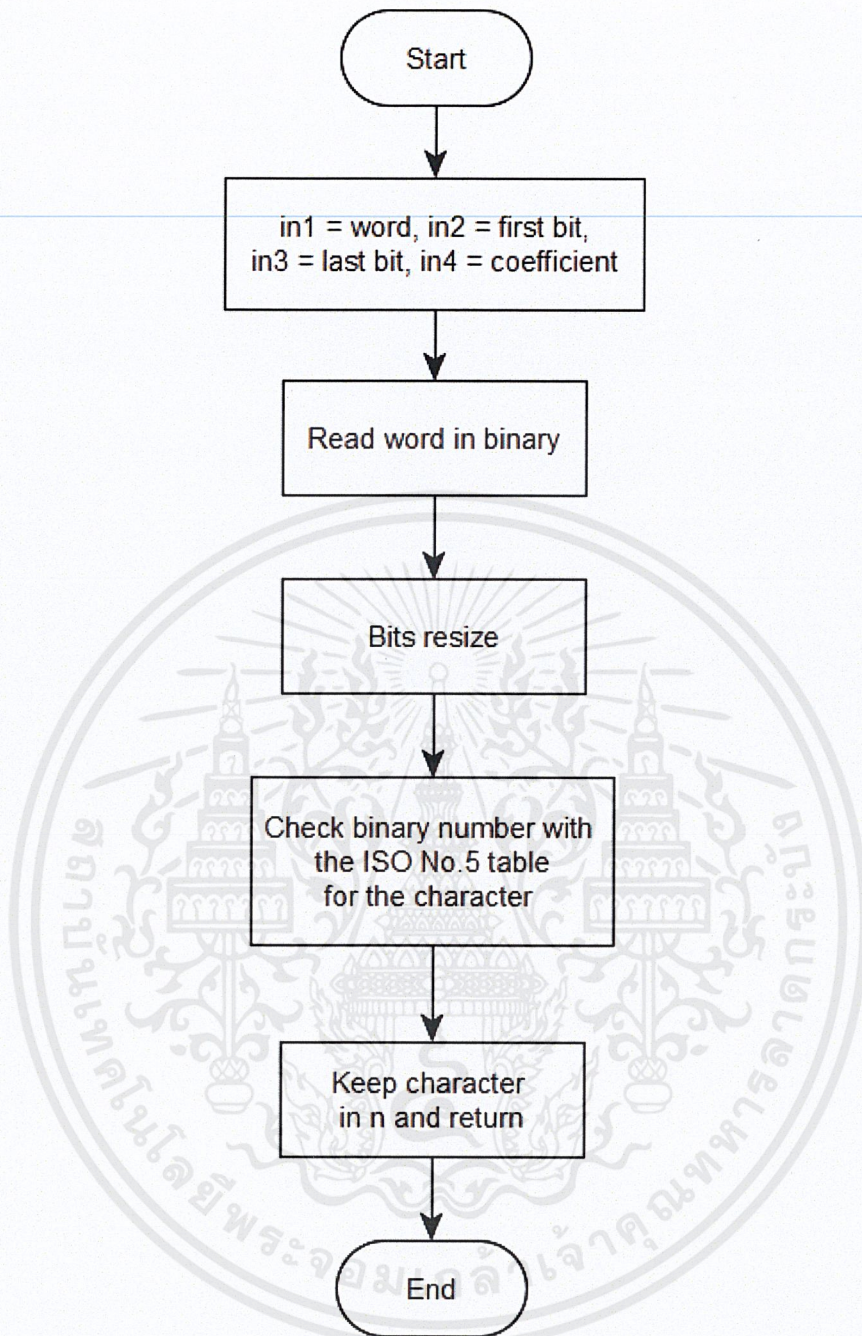
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 52 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบเป็นวันที่

8) วิธีการถอดแบบใช้ตาราง ISO No. 5 เริ่มจากการนำคำ (Word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองแล้วทำการแปลงเลขฐานสองที่ทำการตัดบิตแล้วให้เป็นตัวอักษรโดยใช้การเปรียบเทียบชุดเลขกับตาราง ISO No. 5 จากนั้นทำการเก็บค่าที่ได้ลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป โดยได้ใช้วิธีนี้กับการหาค่าพารามิเตอร์ FLIGHT NUM

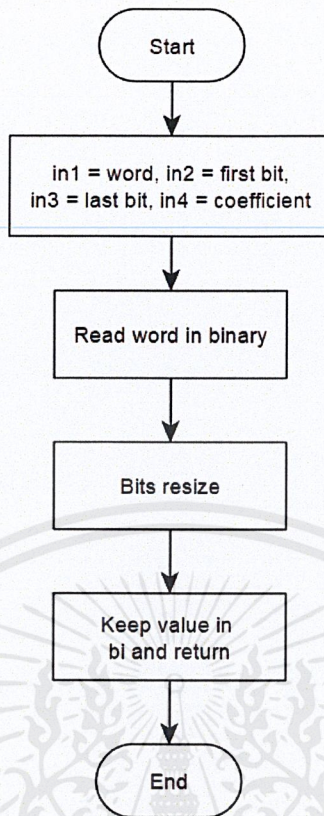
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 53 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



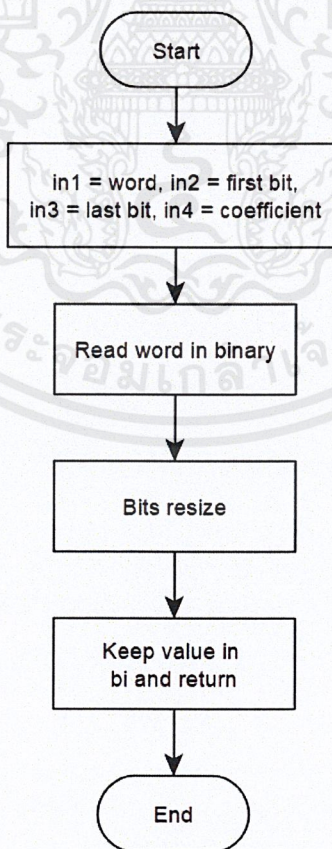
รูปที่ 3.12 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้ตาราง ISO No. 5

9) วิธีการถอดแบบใช้การนำ 2 คำมารวมกันได้ 1 คำ เริ่มจากการนำคำ (Word) ที่ได้มาทำการอ่านเป็นเลขฐานสองแล้วทำการตัดบิตจากค่าบิตแรก และบิตสุดท้ายของเลขฐานสองโดยทำทั้งหมด 2 คำ จากนั้นทำการคืนค่าออกมา เพื่อไปทำการรวมค่าทั้ง 2 คำ และในการรวมค่าจะมีการเปรียบเทียบบิตที่มีความสำคัญมาก กับบิตที่มีความสำคัญน้อยเมื่อเปรียบเทียบเสร็จก็ทำการรวมค่าเข้าด้วยกัน แล้วทำการถอดค่าแบบคิดเครื่องหมายเมื่อถอดค่าจากนั้นทำการเก็บค่าที่ได้ลงในตัวแปร และทำการคืนค่าออกไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 54 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

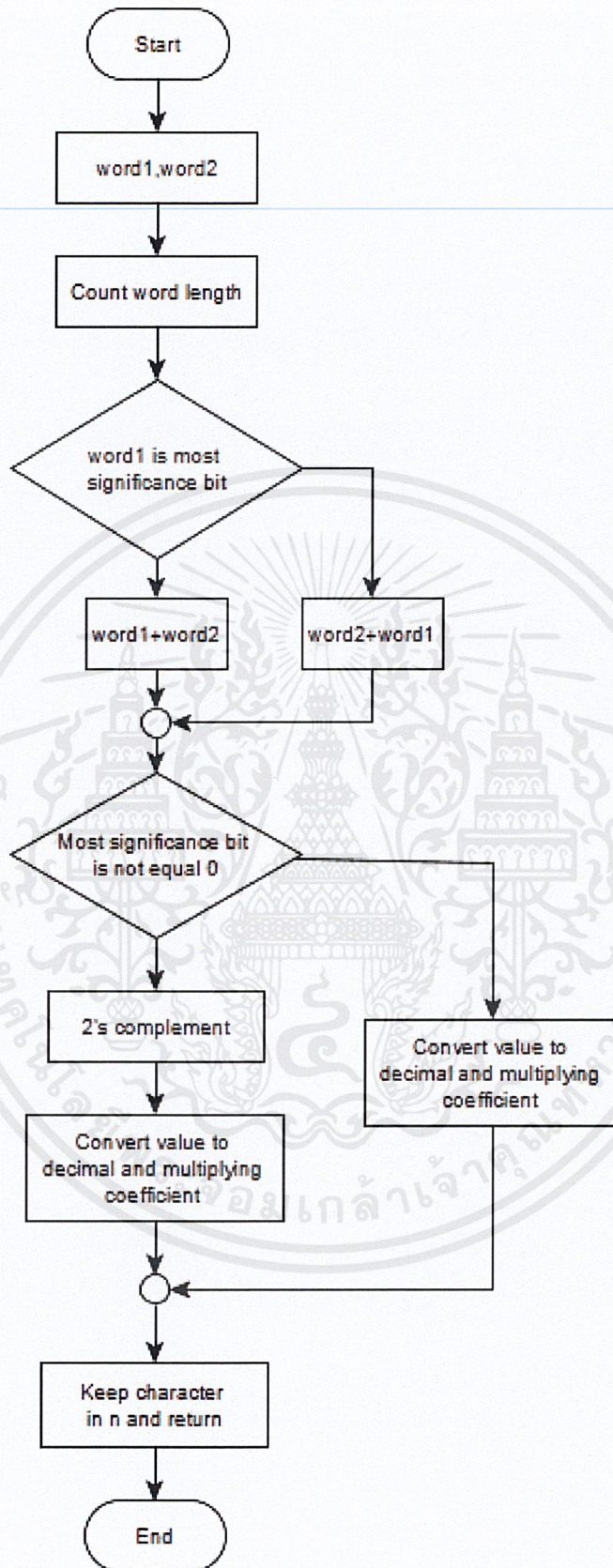


(ก) กระบวนการถอดค่าคำที่ 1



(ข) กระบวนการถอดค่าคำที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 55 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ค) กระบวนการรวมคำที่ 1 และคำที่ 2 เข้าด้วยกัน

รูปที่ 3.13 แผนผังการทำงานของวิธีการถอดแบบใช้การนำ 2 คำมารวมกันได้ 1 คำ

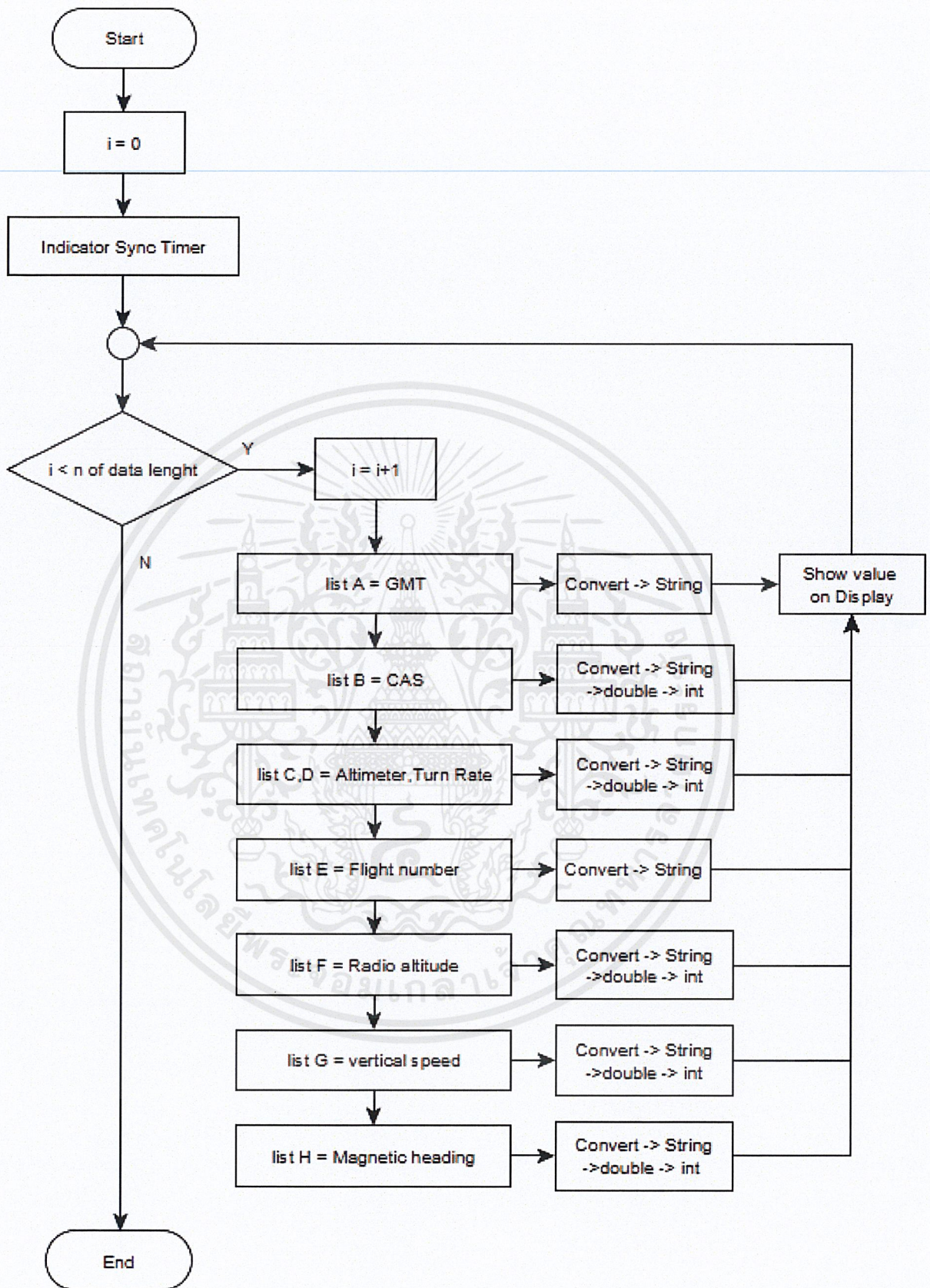
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 56 อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2 การออกแบบการแสดงผลของเครื่องมือวัดพื้นฐาน

3.1.2.1 โครงสร้างโปรแกรม

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

- 1) กำหนดให้ค่า $i = 0$
- 2) เข้าฟังก์ชัน Indicator Sync Timer
- 3) เช็คค่า $i < n$ of data length ถ้า “Y” จะกำหนดให้ $i = i+1$ และทำการกำหนดค่าตัวแปรพารามิเตอร์ทั้ง 8 ค่า ได้แก่ GMT ,CAS ,Altimeter ,Turn rate ,Flight number ,Radio altitude ,Vertical speed และ Magnetic heading
- 4) จากนั้นจะทำการแปลงค่าตัวแปรพารามิเตอร์ ให้อยู่ในรูปแบบ string, double และ int ตามรูปแบบของตัวแปรพารามิเตอร์ที่กำหนด
- 5) ค่าจะถูกนำไปแสดงผลบน Display โดย 1 ค่าจะแสดงผลพร้อมกัน 8 พารามิเตอร์ตาม clock ของ Timer ถ้า “N” จะจบการทำงาน แสดงดังรูปที่ 3.14

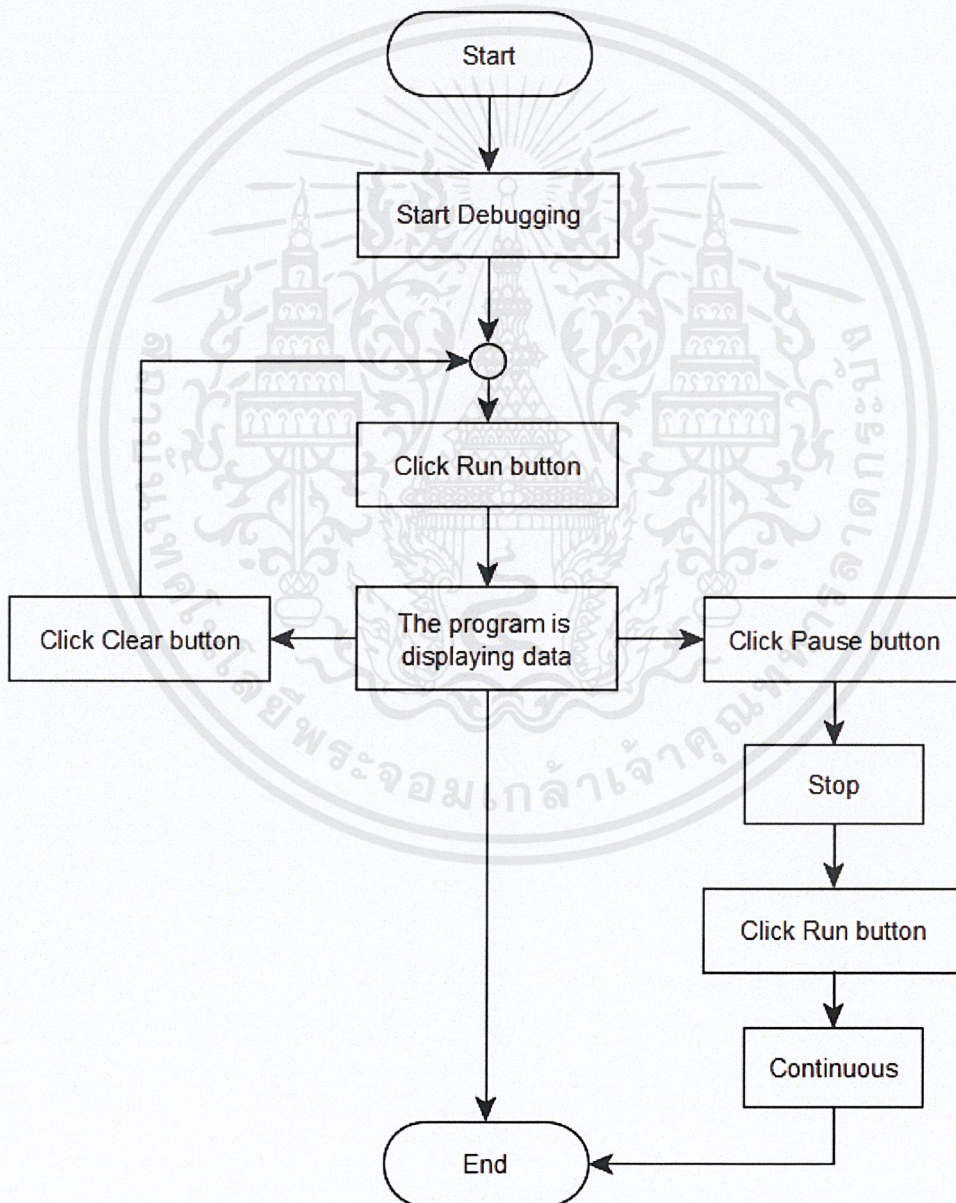


รูปที่ 3.14 แผนผังโครงสร้างโปรแกรมเครื่องมือวัดพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและ 58 อ่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.2.2 หน้าต่างโปรแกรม

เมื่อทำการเริ่มโปรแกรมแล้ว บนหน้าต่างของโปรแกรมจะมีปุ่มกดอยู่ 3 ปุ่ม ได้แก่ ปุ่ม Run ปุ่ม Pause และ ปุ่ม Clear ผู้ใช้งานสามารถกดปุ่ม Run บนหน้าต่างเพื่อทำการแสดงข้อมูลพารามิเตอร์บนอุปกรณ์เครื่องมือวัดพื้นฐาน เมื่อโปรแกรมรันอยู่ หากกดปุ่ม Pause ข้อมูลจะหยุดทันที และถ้ากดปุ่ม Run อีกครั้ง หน้าต่างจะแสดงผลข้อมูลต่อเนื่องจากก่อนหน้านี้ต่อไปเรื่อย ๆ แต่ถ้าหากกดปุ่ม Clear ข้อมูลจะถูกรีเซ็ตกลับไปเป็นค่าเริ่มต้นใหม่ก่อนแสดงผล และถ้ากดปุ่ม Run จะแสดงผลข้อมูลพารามิเตอร์ใหม่อีกครั้ง แสดงดังรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แผนผังหน้าต่างเครื่องมือวัดพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและ 59 อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบการแสดงผลภาพจำลองการบิน

3.1.3.1 ขั้นตอนโดยรวม

1) P01.F1 อ่านไฟล์จากข้อมูลดิบเพื่อทำถอดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ต้องการ ตามการออกแบบโปรแกรมการแปลงข้อมูลดิบเป็นค่าพารามิเตอร์ที่กล่าวไปแล้วข้างต้น (ในส่วนของ 3.1.1 การออกแบบโปรแกรมการแปลงข้อมูลดิบเป็นค่าพารามิเตอร์)

2) P02 เลือกค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 13 พารามิเตอร์ ที่ต้องใช้ในการ Simulation

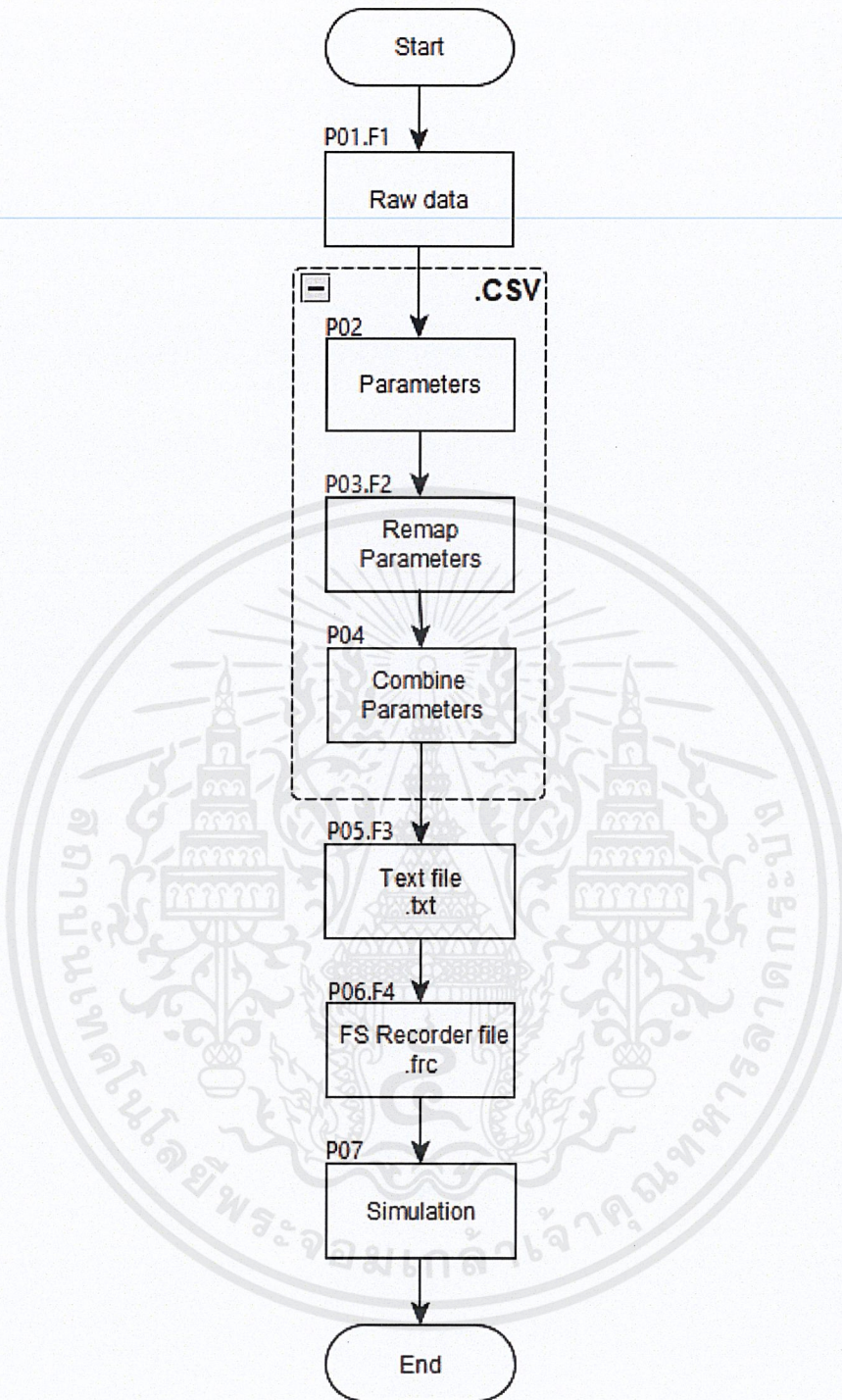
3) P03.F2 ทำการรีแมปค่าในพารามิเตอร์ให้ได้ค่าที่ถูกต้องเพื่อรองรับการ Simulation

4) P04 นำค่าที่ถูกต้องที่ได้มารวมกันเป็นไฟล์เดียว

5) P05.F3 แปลงไฟล์ CSV เป็นไฟล์ TXT

6) P06.F4 เขียนข้อมูล TXT ให้ตรงกับรูปแบบ FS Recorder แล้วจึงทำการแปลงไฟล์ TXT เป็นไฟล์ FRC

7) P07 นำไฟล์ FRC ไป Run บนโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X แสดงดังรูปที่ 3.16



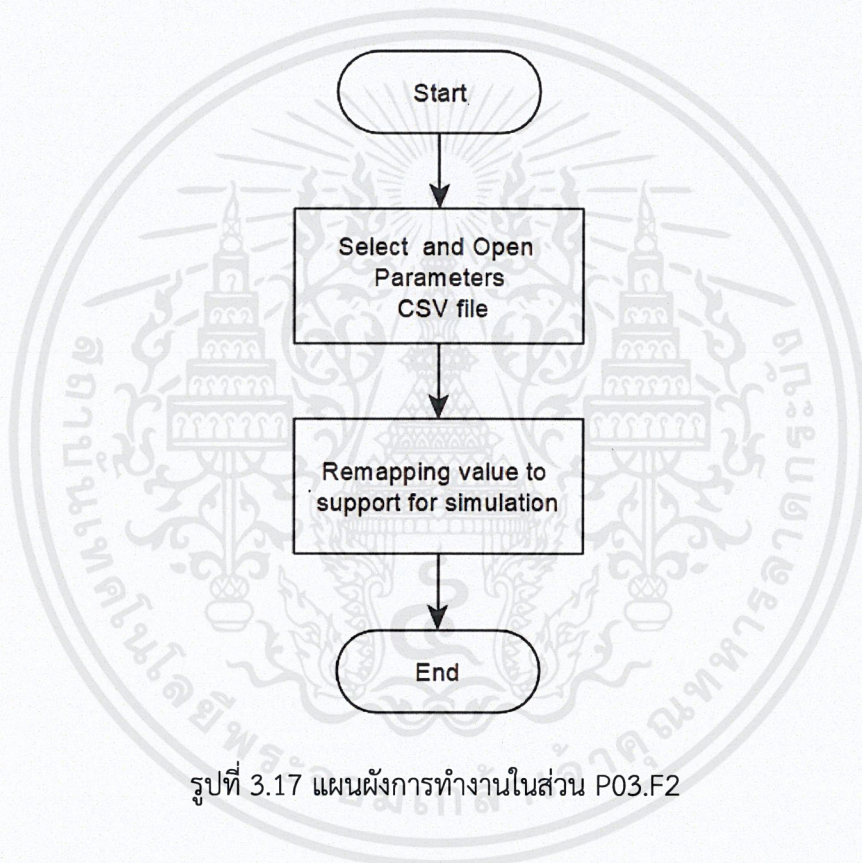
รูปที่ 3.16 แผนผังขั้นตอนโดยรวม

3.1.3.2 P03.F2

จากไฟล์พารามิเตอร์ที่ได้มาจากข้อมูลดิบ จะทำการเลือกไฟล์พารามิเตอร์ที่ใช้กับโปรแกรมการภาพจำลองการบิน ซึ่งมีค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 13 พารามิเตอร์ ได้แก่ Timestamp , Latitude ,Longitude ,Altitude ,Pitch ,Bank ,On ground ,Flaps ,Gear ,Park brake ,IAS ,TAS เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และ Mach จากนั้นจะทำการแปลงค่าของพารามิเตอร์ให้มีความสัมพันธ์รองรับกับค่าพารามิเตอร์ของโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X และสุดท้ายทำการรวบรวมออกมาเป็นไฟล์ CSV โดยขั้นตอนการทำงานเป็นดังนี้

- 1) เลือกไฟล์และเปิดไฟล์พารามิเตอร์ที่จำเป็น สำหรับการ Simulation
- 2) หาความสัมพันธ์ของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้มาจากการแปลงข้อมูลดิบมาปรับแก้ให้ค่าที่ถูกต้องเพื่อรองรับกับโปรแกรมในการ Simulation
- 3) ทำการรวมไฟล์ค่าที่รีแมปแล้วเป็นไฟล์ CSV ไฟล์เดียวกัน แสดงดังรูปที่ 3.16

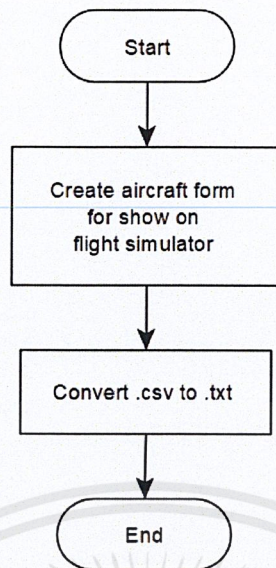


รูปที่ 3.17 แผนผังการทำงานในส่วน P03.F2

3.1.3.3 P05.F3

ทำการสร้างฟอร์มการบิน และนำไฟล์ข้อมูลพารามิเตอร์ CSV ที่รวมไว้แล้วมาเป็นข้อมูลเดียวกัน จากนั้นจึงทำการแปลงไฟล์ให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ TXT ขั้นตอนการทำงานเป็นไปดังนี้

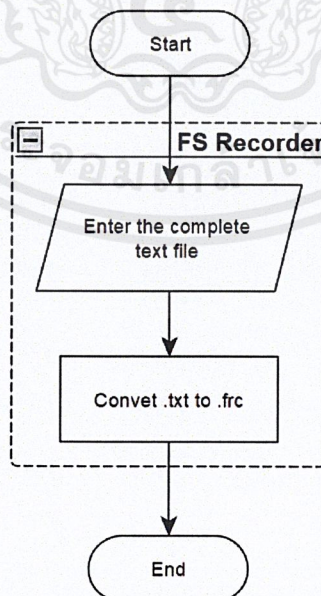
- 1) สร้างแบบฟอร์มการบินให้อยู่ในรูปแบบไฟล์ TXT
- 2) แปลงไฟล์พารามิเตอร์ ที่รวมกันจากไฟล์ CSV เป็นไฟล์ TXT แสดงดังรูปที่ 3.18



รูปที่ 3.18 แผนผังการทำงานในส่วน P05.F3

3.1.3.4 P06.F4

- 1) เขียนข้อมูล TXT ให้ตรงกับรูปแบบ FS Recorder แล้วจึงทำการแปลงไฟล์ TXT เป็นไฟล์ FRC
- 2) นำไฟล์สมบูรณ์ในรูปแบบ FRC ไป Run ในโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X เพื่อดูภาพจำลองการบิน และสามารถนำไปวิเคราะห์การปฏิบัติการบินได้ แสดงดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 แผนผังการทำงานในส่วน P06.F4

3.2 เครื่องมือที่ใช้ในการทดลอง

3.2.1 ข้อมูลดิบ

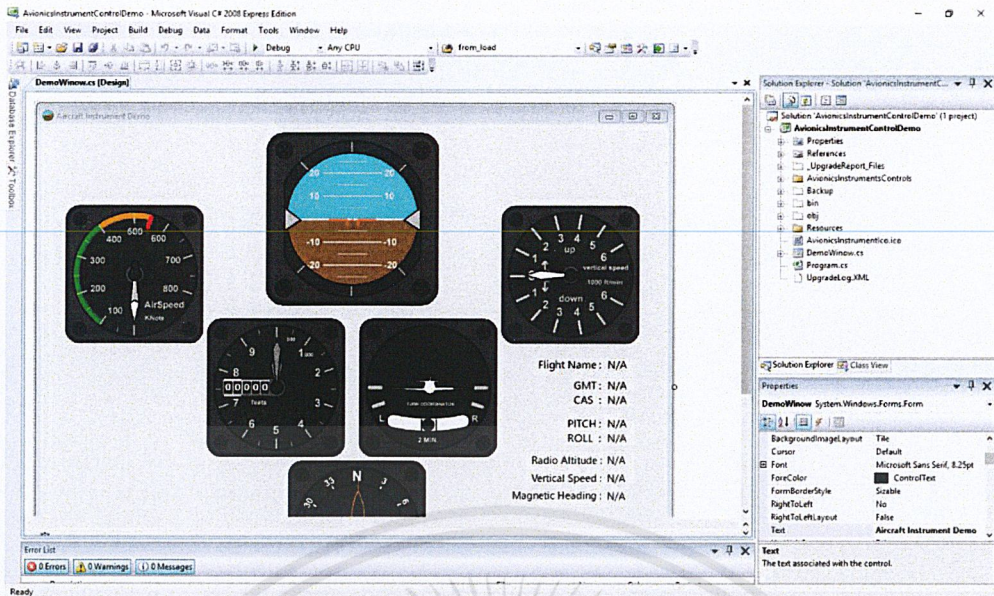
การนำข้อมูลดิบที่ได้จาก หน่วยความจำ QAR (Quick Access Recorder) บนตัวเครื่องบิน โดยข้อมูลที่ได้มาจะอยู่ในรูปของ Byte คือ เลขฐานสองจำนวน 8 หลัก โดยข้อมูลทุก ๆ 2 Bytes จะเท่ากับ 1 Word ซึ่งข้อมูลดิบจะมีโครงสร้างดังนี้ 1 เฟรม จะเท่ากับ 4 ซับเฟรม และใน 1 ซับเฟรม จะเท่ากับ 512 Words และในทุก ๆ ข้อมูลดิบจะมี heading อยู่ 512 Words แรกเสมอ จากนั้นนำข้อมูลดิบเข้าสู่โปรแกรมการแปลงข้อมูลให้ออกมาเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้อง ตามคู่มือการถอดค่าพารามิเตอร์ ด้วยการกำหนด Word number ,Subframe ,Source Bit ,Bit Length ,Coefficient ,Discrete และ Sigh bit ตามพารามิเตอร์ที่ต้องการถอด

3.2.2 โปรแกรมภาษา Python

โปรแกรมภาษา Python นั้นมีคุณสมบัติเป็นภาษาเขียนโปรแกรมแบบไดนามิกส์ และมีระบบการจัดการหน่วยความจำอัตโนมัติและสนับสนุนการเขียนโปรแกรมหลายรูปแบบที่ประกอบไปด้วย การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ imperative การเขียนโปรแกรมแบบฟังก์ชัน และการเขียนโปรแกรมแบบขั้นตอน มันมีไลบรารีที่ครอบคลุมการทำงานอย่างหลากหลายในตัวแปรในภาษา Python นั้นมีให้ใช้ในหลายระบบปฏิบัติการ ทำให้โค้ดของภาษา Python สามารถรันในระบบต่าง ๆ ได้อย่างกว้างขวาง

3.2.3 โปรแกรมภาษา C#

เป็นโปรแกรมภาษาแบบหลายโมเดล ที่ใช้ระบบชนิดข้อมูลแบบรัดกุม (strong typing) และสนับสนุนการเขียนโปรแกรมเชิงคำสั่ง การเขียนโปรแกรมเชิงประกาศ การเขียนโปรแกรมเชิงฟังก์ชัน การเขียนโปรแกรมเชิงกระบวนการ การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ (แบบคลาส) และการเขียนโปรแกรมเชิงส่วนประกอบ โดยมีจุดมุ่งหมายให้เป็นภาษาสมัยใหม่ที่ไม่ซับซ้อน ใช้งานได้ทั่วไป (general-purpose) และเป็นเชิงวัตถุเป็นหลัก และรูปแบบการเขียนโปรแกรมภาษา C# ที่แสดงค่าพารามิเตอร์บนเครื่องมือวัดพื้นฐาน แสดงดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.20 รูปแบบการเขียนโปรแกรมภาษา C# ของเครื่องบินวัดพื้นฐาน

3.2.4 โปรแกรม Microsoft Flight Simulator X

โปรแกรม Microsoft Flight Simulator X คือ รูปแบบการจำลองการบิน 2006 ที่พัฒนาโดย Aces Game Studio และเผยแพร่โดย Microsoft Game Studios โดยภาพจำลองการบินตัวอย่างภายในโปรแกรม แสดงดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 ภาพจำลองการบินภายในโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X

3.2.5 Macbook

อุปกรณ์ในการเขียนโปรแกรมภาษา Python,C# และรันโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X บน Macbook 2018 แสดงดังรูปที่ 3.22



รูปที่ 3.22 Macbook Pro 2018

บทที่ 4

ผลการทดลอง

4.1 ผลการทดสอบโปรแกรมแปลงข้อมูลดิบเป็นค่าพารามิเตอร์

ผลการทดสอบโปรแกรมแปลงข้อมูลดิบเป็นค่าพารามิเตอร์ได้ทำการถอดค่าพารามิเตอร์ทั้งหมด 30 พารามิเตอร์ ดังนี้ VERTICAL SPEED, VERTICAL ACCEL, CAS, TAS, DATE, ELEVATOR POSN PFC, FLAP ANGLE, FLIGHT NUM, FLIGHT PHASE ACQ, FMF ALTITUDE, GEAR SELECT DOWN, GEAR SELECT UP, GMT, GROUND SPEED 4, LATITUDE ACQ, LONGITUDE ACQ, MACH, MAGNETIC HEADING, MLG TRUCK TILT LT, TRUCK TILT RT, N1 LEFT, PARKING BRAKE HANDLE 1, PITCH ALTITUDE, RADIO ALTITUDE CENTER, ROLL ALTITUDE, RUD TRIM POSN, SPOILER 1 PCU POS, AIR GND ON GND, AIL POSN OTBD LT และ TRA IN FORWARD 2 โดยเปิดโปรแกรมในส่วนของ Main เพื่อเริ่มการทำงาน ในขั้นตอนแรกของโปรแกรมจะให้ผู้ใช้งานป้อน ชื่อไฟล์ข้อมูลดิบที่ต้องการถอดรหัสเพื่อแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการ ,ที่อยู่ของไฟล์ข้อมูลดิบ และป้อนที่อยู่ของโฟลเดอร์ที่จะเก็บไฟล์ค่าพารามิเตอร์ที่ทำการถอดรหัสแปลงค่าออกมาแล้ว ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.1 จากนั้นโปรแกรมจะทำการสร้างโฟลเดอร์ตามชื่อไฟล์ข้อมูลดิบที่ได้ป้อนไปแล้วขึ้นมา เพื่อเอาไว้เก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ทำการถอดรหัสแปลงค่าแล้ว

```
File Name(ex. 19081302.TKV) : 19081302.TKV
File folder(ex. C:\Users\Feruru\Desktop\FERN\Flight Sim\File_phuket) : C:\Users\Feruru\Desktop\FERN\Flight Sim\File_phuket
Your folder (ex. C:\Users\Feruru\Desktop\FERN\Flight Sim) : C:\Users\Feruru\Desktop\FERN\Flight Sim\
```

รูปที่ 4.1 ขั้นตอนแรกของโปรแกรมในการป้อนค่าต่าง ๆ ตามลำดับ

จากตัวอย่างการป้อนข้อมูล ดังรูปที่ 4.1 ชื่อไฟล์ข้อมูลดิบที่ต้องการจะถอดรหัสเพื่อแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ต้องการ คือไฟล์ 19081302.TKV ที่อยู่ของไฟล์ข้อมูลบันทึกการบินคือ C:\Users\Feruru\Desktop\FERN\Flight Sim\File_phuket และที่อยู่ของโฟลเดอร์ที่เก็บไฟล์ค่าพารามิเตอร์ที่ถอดรหัสแปลงค่าที่สมบูรณ์ออกมาแล้ว คือ C:\Users\Feruru\Desktop\FERN\Flight Sim\

ขั้นตอนถัดไป โปรแกรมจะทำการเข้าฟังก์ชันและให้ผู้ใช้งานป้อนชื่อพารามิเตอร์ที่ต้องการถอดรหัสแปลงค่าออกมา ลำดับของพารามิเตอร์ในซัพเฟรม บิตแรกในการหาค่าพารามิเตอร์ บิตสุดท้ายในการหาค่าพารามิเตอร์ และค่าสัมประสิทธิ์การคูณ เพื่อให้ได้ค่าพารามิเตอร์ที่สมบูรณ์ ดังรูปที่ 4.2 จากนั้นโปรแกรมจะนับจำนวนเฟรมทั้งหมดของข้อมูลดิบ เมื่อโปรแกรมทำงานเสร็จ จะแสดงข้อความว่า “Finish!!!” เพื่อบ่งบอกว่าข้อมูลดิบได้แปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่สมบูรณ์แล้วในรูปแบบไฟล์ CSV ดังรูปที่ 4.3 ในโฟลเดอร์ดังรูปที่ 4.4

```

All Subframe

Parameter : FLAP ANGLE
Word : 126
First bit : 1
Last bit : 12

EU : 0.0078125
1337.0
Just a moment please...
Finish!!!!

```

รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการใส่ข้อมูลของพารามิเตอร์

SFALL_FLAP ANGLE	12/16/2019 10:49 ...	Microsoft Excel C...	37 KB
SFALL_CAS	12/16/2019 10:44 ...	Microsoft Excel C...	46 KB
SFALL_MACH	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	37 KB
SFALL_TAS	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	46 KB
SFALL_PARKING BRAKE HANDLE 1	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	52 KB
SFALL_SPOILER 1 PCU POS	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	23 KB
SFALL_RUD TRIM POSN	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	37 KB
SFALL_TRA IN FORWARD 2	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	84 KB
SFALL_AIL POSN OTBD LT	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	84 KB
SFALL_ELEVATOR POSN PFC	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	40 KB
SFALL_ROLL ALTITUDE	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	78 KB
SFALL_PITCH ALTITUDE	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	193 KB
SFALL_FMF ALTITUDE	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	90 KB
SFALL_LONGITUDE ACQ	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	82 KB
SFALL_LATITUDE ACQ	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	77 KB
SFALL_VERTICAL SPEED	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	186 KB
SFALL_VERTICAL ACCEL	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	332 KB
SFALL_FLIGHT PHASE ACQ	11/8/2019 12:28 AM	Microsoft Excel C...	45 KB
SFALL_MLG TRUCK TILT LT	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	52 KB
SFALL_MLG TRUCK TILT RT	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	52 KB
SFALL_FLIGHT NUM	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	53 KB
SFALL_RADIO ALTITUDE CENTER	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	88 KB
SFALL_DATE	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	69 KB
SFALL_GMT	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	50 KB
SFALL_GEAR SELECT UP	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	26 KB
SFALL_GEAR SELECT DOWN	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	43 KB
SFALL_AIR GND ON GND	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	37 KB
SFALL_N1 LEFT	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	42 KB
SFALL_GROUND SPEED 4	11/8/2019 12:27 AM	Microsoft Excel C...	46 KB
SFALL_MAGNETIC HEADING	12/16/2019 10:50 ...	Microsoft Excel C...	43 KB

รูปที่ 4.3 ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ได้ 30 ค่า

pycache	12/16/2019 10:42 ...	File folder	
19081302_TKV	12/16/2019 11:30 ...	File folder	
File_phuket	11/21/2019 3:31 PM	File folder	
FRC Converter	11/12/2019 1:04 AM	File folder	
DemoConvert	10/30/2019 12:19 ...	Python File	1 KB
FuncSFall	12/16/2019 10:42 ...	Python File	110 KB
Main	12/16/2019 10:41 ...	Python File	2 KB
Map Value	11/17/2019 4:00 PM	Python File	13 KB

รูปที่ 4.4 ที่อยู่ของไฟล์เดอร์ที่เก็บไฟล์ค่าพารามิเตอร์ที่ทำการถอดรหัสแปลงค่าออกมาแล้ว

เมื่อโปรแกรมถอดรหัสแปลงค่าพารามิเตอร์ตัวแรกเสร็จสิ้น โปรแกรมจะถามต่อว่าผู้ใช้งานต้องการทำพารามิเตอร์ตัวต่อไปหรือไม่ หากผู้ใช้งานต้องการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไปผู้ใช้งานจะป้อนค่า Y โปรแกรมก็จะถามพารามิเตอร์ตัวต่อไปอีกครั้ง ดังรูปที่ 4.5 หากผู้ใช้งานไม่ต้องการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป ผู้ใช้งานจะป้อนค่า N เข้าไป ดังรูปที่ 4.6 โปรแกรมจบการทำงานทันที โดยจะแสดงข้อความว่า “End”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและข้อมูลอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

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

All Subframe

Parameter : MAGNETIC HEADING
Word : 19
First bit : 1
Last bit : 12

EU : 0.087890618|
1337.0
Just a moment please...
Finish!!!!

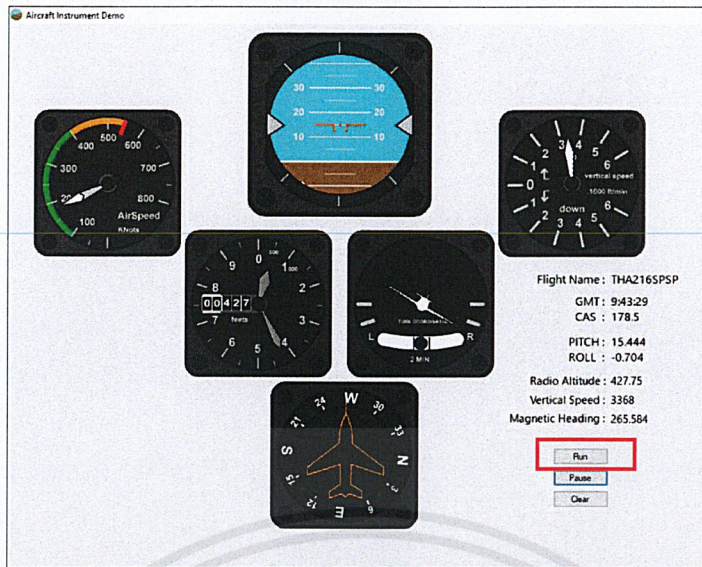
รูปที่ 4.5 ผู้ใช้งานต้องการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป

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

รูปที่ 4.6 ผู้ใช้งานไม่ต้องการที่จะหาค่าพารามิเตอร์ตัวต่อไป

4.2 ผลการทดสอบโปรแกรมนำข้อมูลพารามิเตอร์แสดงผลเครื่องวัดพื้นฐาน

ผลลัพธ์ของหน้าต่างแสดงผลเครื่องวัดพื้นฐาน โดยเมื่อทำการกดปุ่ม Run ในกรอบสีแดงแล้ว หน้าปัดต่าง ๆ ทั้ง 6 แบบ และข้อความทางด้านขวา จะแสดงผลของข้อมูลพารามิเตอร์ที่ป้อนเข้าไปพร้อมกัน ได้แก่ 1. Calibrated Airspeed (CAS) คือ ค่าความเร็วลมที่มีการปรับค่าความเที่ยงตรงแล้ว ตามอุณหภูมิความกดอากาศ ตำแหน่ง มุม ท่าทางต่าง ๆ ขณะที่ทำการวัด 2. Vertical Speed คือ อัตราการร้อน หรือการไต่ระดับที่คำนวณแบบ Secondary Attitude Air Reference Unit 3. Magnetic Heading คือ ทิศทางของสนามแม่เหล็กโลก 4. Radio Altitude Center คือ ค่าระยะทาง หรือความสูงที่ได้จากการคำนวณค่าระยะทางจากการส่งคลื่นวิทยุตรงส่วนกลางของเครื่องบินออกไปกระทบเข้ากับวัตถุแล้วมีคลื่นวิทยุสะท้อนกลับมา 5. Pitch Altitude คือ มุมขึ้นลงในแนวตั้งของส่วนหัวเครื่องบิน 6. Roll Altitude คือ มุมซ้ายขวาในการเอียงตัวของส่วนหัวเครื่องบิน 7. Greenwich Mean Time (GMT) คือ เวลามาตรฐานกรีนิชเป็นค่าเวลาที่คำนวณจากค่าเฉลี่ยเวลาที่ดวงอาทิตย์ข้ามผ่านเส้นเมริเดียนปฐม และอยู่ในตำแหน่งสูงสุดตอนเที่ยงวันในรอบหนึ่งปี และ 8. Flight Number คือ รหัสเที่ยวบินซึ่งประกอบไปด้วยรหัสของสายการบิน และเลขเที่ยวบิน ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 หน้าต่างแสดงผลเครื่องมือวัดพื้นฐาน

จากค่าพารามิเตอร์ที่แสดงผลบนเครื่องมือวัดพื้นฐาน ทำให้ผู้ใช้งานสามารถพิจารณาค่าที่ได้จากเครื่องบินได้โดยตรงว่า ลักษณะการทำงานของเครื่องมือวัดเป็นอย่างไร

4.3 ผลการทดสอบโปรแกรมนำข้อมูลพารามิเตอร์แสดงภาพจำลองการบิน

ผลการทดสอบโปรแกรมนำข้อมูลพารามิเตอร์แสดงภาพจำลองการบิน โดยเริ่มจากอ่านไฟล์จากข้อมูลดิบเพื่อทำถอดค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่ต้องการจากนั้นทำการเลือกค่าพารามิเตอร์ ที่ต้องใช้ในการ Simulator และทำการรีแมป ค่าในพารามิเตอร์ให้ได้ค่าที่ถูกต้องสำหรับรองรับการ Simulator และนำค่าที่ถูกต้องที่ได้มารวมกันเป็นไฟล์เดียว ดังรูปที่ 4.8 และแปลงจากไฟล์ CSV เป็นไฟล์ TXT โดยเขียนข้อมูล TXT ให้ตรงกับรูปแบบ FS Recorder ดังรูปที่ 4.9 แล้วจึงทำการแปลงไฟล์ TXT เป็นไฟล์ FRC ผ่านโปรแกรม FS Recorder Converter ดังรูปที่ 4.10 สุดท้ายนำไฟล์ FRC ที่ได้ไป Run บนโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X แสดงดังรูปที่ 4.11

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	timestamp	latitude	longitude	altitude	pitch	bank	heading	onground	flaps	gear	parkbrake	IAS	TAS	mach
2	1	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.645	1	0	1	0	50	50	0.1
3	2	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.732	1	0	1	0	50	50	0.1
4	3	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.645	1	0	1	0	50	50	0.1
5	4	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.645	1	0	1	0	50	50	0.1
6	5	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.645	1	0	1	0	50	50	0.1
7	6	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
8	7	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
9	8	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
10	9	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
11	10	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
12	11	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
13	12	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
14	13	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
15	14	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
16	15	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
17	16	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
18	17	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
19	18	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
20	19	8.105146	98.30356	83	-0.22	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
21	20	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
22	21	8.105146	98.30356	83	-0.264	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
23	22	8.105146	98.30356	83	-0.264	-0.088	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
24	23	8.105146	98.30356	84	-0.264	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
25	24	8.105146	98.30356	84	-0.22	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
26	25	8.105146	98.30356	84	-0.22	0	105.557	1	0	1	0	50	50	0.1
27	26	8.105146	98.30356	84	-0.264	0	105.469	1	0	1	0	50	50	0.1
28	27	8.105146	98.30356	84	-0.264	0	105.557	1	0	1	1	50	50	0.1
29	28	8.105146	98.30356	84	-0.264	0	105.557	1	0	1	1	50	50	0.1
30	29	8.105146	98.30356	84	-0.22	0	105.469	1	0	1	1	50	50	0.1

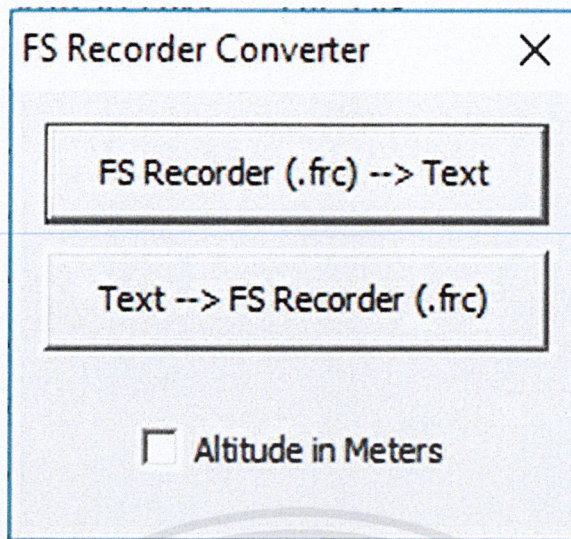
รูปที่ 4.8 ค่าพารามิเตอร์ที่ผ่านการรีแมปแล้วมารวมเป็นไฟล์เดียวกัน

```

1 // Track 1
2 #Aircraft: "Boeing 747-400"
3 #TailNumber: "FN1412"
4 #StaticCGtoGround: 10.00000
5 #Data: timestamp      latitude      longitude      altitude      pitch      bank      heading      onground      velocityX      velocityY      velocityZ      flaps      gear
6 1.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.645 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
7 2.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.220 0.000 105.732 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
8 3.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.220 0.000 105.645 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
9 4.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.220 0.000 105.645 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
10 5.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.220 0.000 105.645 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
11 6.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
12 7.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
13 8.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
14 9.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
15 10.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.220 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
16 11.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.220 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
17 12.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
18 13.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.220 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
19 14.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
20 15.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
21 16.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.220 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
22 17.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
23 18.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.220 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
24 19.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.220 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
25 20.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
26 21.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
27 22.0000 8.1051457760 98.3035599210 83.000 -0.264 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
28 23.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.264 0.000 105.557 1 0.00000 1.00000 0.00000 0 1
29 24.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.220 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
30 25.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.220 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
31 26.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.264 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
32 27.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.264 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
33 28.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.264 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
34 29.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.220 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
35 30.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.220 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
36 31.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.264 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
37 32.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.264 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
38 33.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.264 0.000 105.557 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
39 34.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.264 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1
40 35.0000 8.1051457760 98.3035599210 84.000 -0.264 0.000 105.469 1 0.00000 0.00000 0.00000 0 1

```

รูปที่ 4.9 ไฟล์ TXT โดยเขียนข้อมูล TXT ให้ตรงกับรูปแบบ FS Recorder



รูปที่ 4.10 โปรแกรม FS Recorder Converter

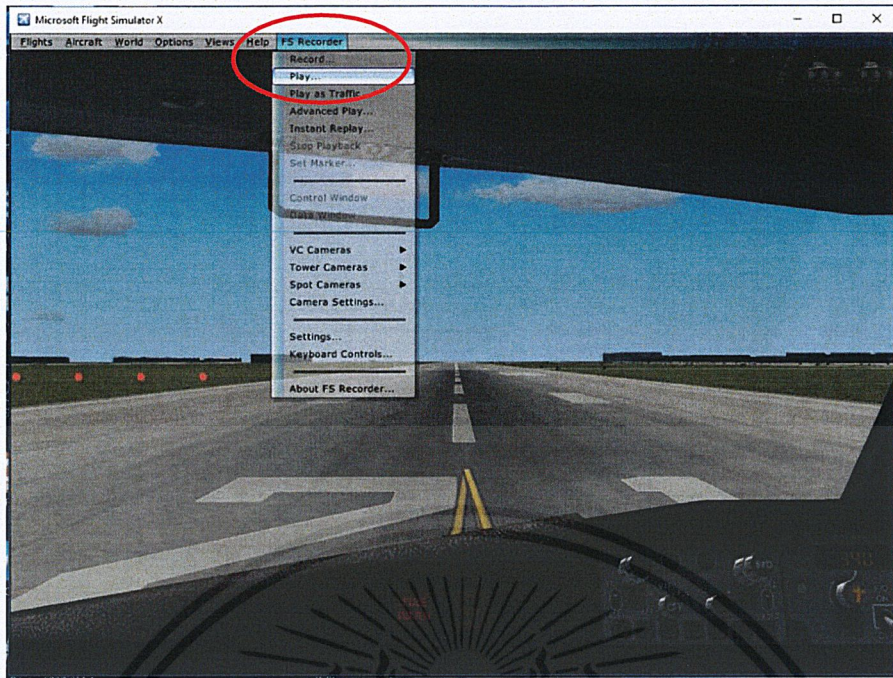


รูปที่ 4.11 หน้าต่างโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X

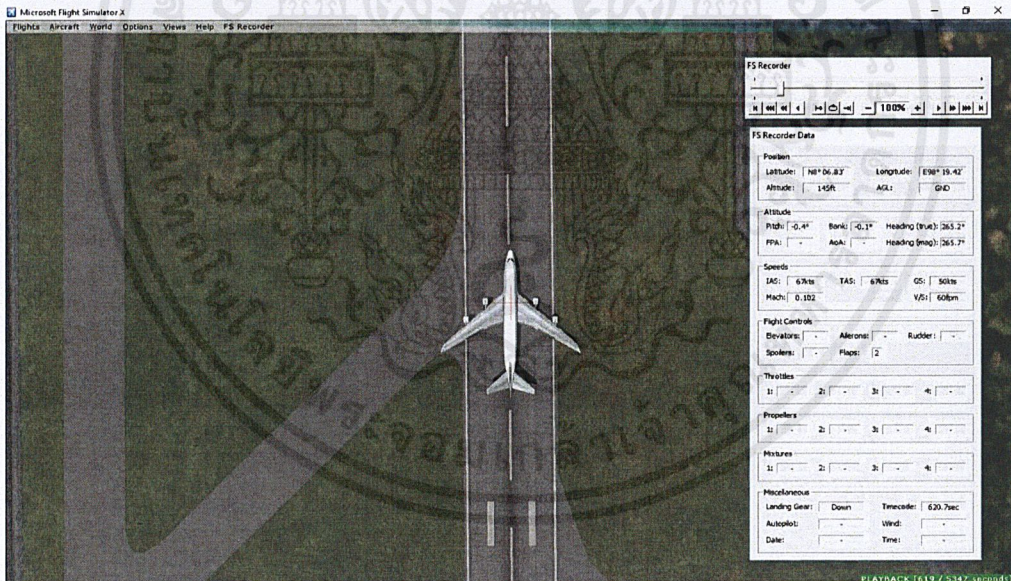
โดยเมื่อทำการเข้าโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X เพื่อทำการเปิดไฟล์ .FRC ที่เราได้แปลงมาเรียบร้อยแล้ว จะเริ่มจากหน้าแรกของโปรแกรมให้กดปุ่ม FLY NOW! ในวงกลมสีแดง แสดงดังรูปที่ 4.12 จากนั้นทำการเลือก FS Recorder แล้วคลิกที่ Play ในวงกลมสีแดง แสดงดังรูปที่ 4.13 หลังจากนั้นจะทำการเลือกไฟล์ที่ต้องการดูภาพจำลองการบิน แสดงดังรูปที่ 4.14 เราสามารถเลือกหน้าต่าง ที่เอาไว้สำหรับการดูค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่แสดงผลและรีเฟรชความเร็วได้ตามที่ต้องการ ด้วยการคลิกที่แท็บ Control Window และ Data Window ในวงกลมสีแดง แสดงดังรูปที่ 4.15 ซึ่งหน้าต่าง Control Window และ Data Window แสดงดังรูปที่ 4.16 สามารถเปิดควบคู่ไปกับการแสดงภาพจำลองการบินได้ โดยภาพจำลองการบินดังกล่าว สามารถดูวิธีการขับเครื่องบินของนักบินได้เสมือนจริง เช่น การ Takeoff ของเครื่องบิน ว่ามีการเก็บล้อ (Gear) ที่ถูกต้องหรือไม่ แสดงดังรูปที่ 4.17 ดูมุมมองการเลี้ยวจากห้องนักบิน แสดงดังรูปที่ 4.18 การ Landing เครื่องบิน แสดงดังรูปที่ 4.19 และการเข้าจอดเครื่องบินบน Taxi แสดงดังรูปที่ 4.20



รูปที่ 4.12 หน้าแรกของโปรแกรม Microsoft Flight Simulator X

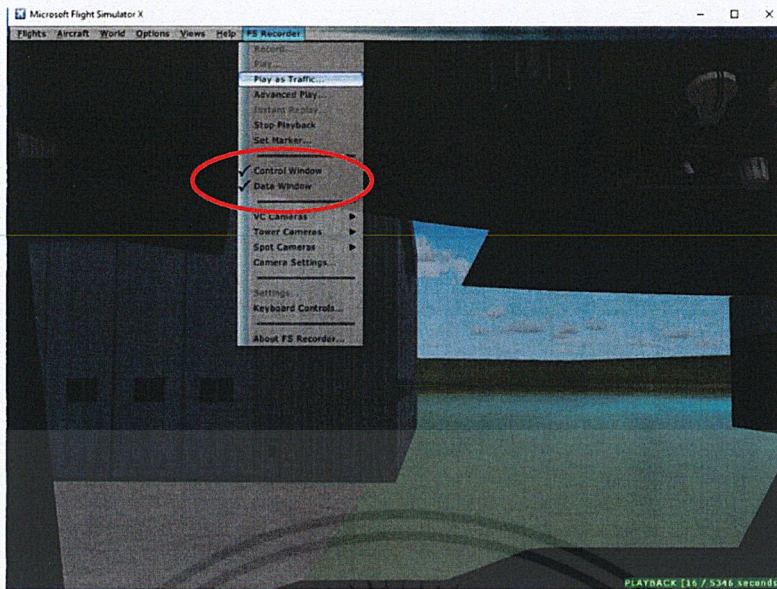


รูปที่ 4.13 วิธีเลือกไฟล์ FRC ที่สร้างไว้นำมาแสดงภาพจำลองการบิน

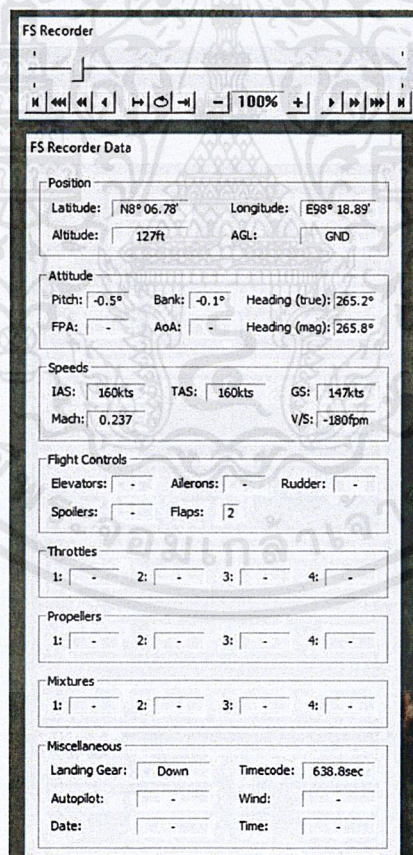


รูปที่ 4.14 ภาพจำลองการบินแสดงเครื่องบินบน Runway

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

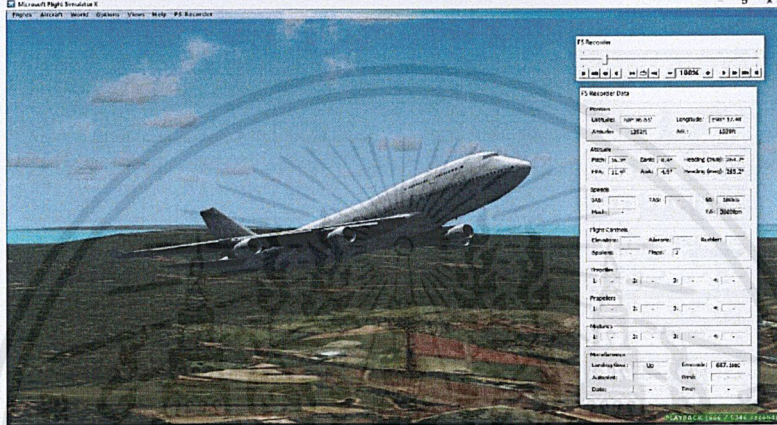
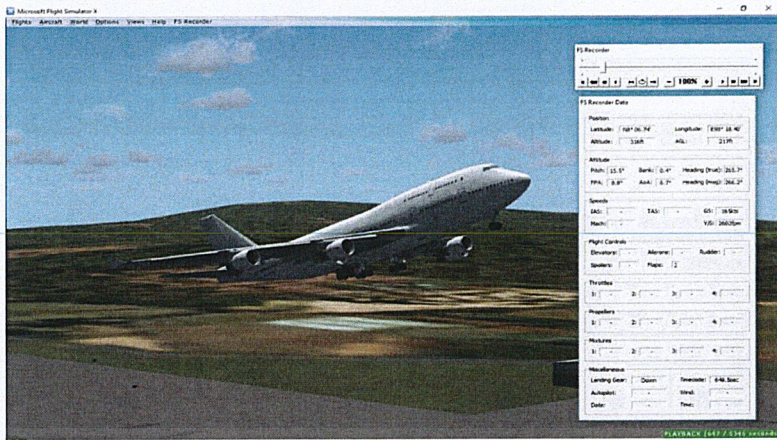


รูปที่ 4.15 วิธีเปิดหน้าต่าง Control Window และ Data Window



รูปที่ 4.16 หน้าต่าง Control Window และ Data Window

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาแ่ 75 ้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.17 การ Takeoff ของเครื่องบิน ซีคการเก็บล้อ (Gear)

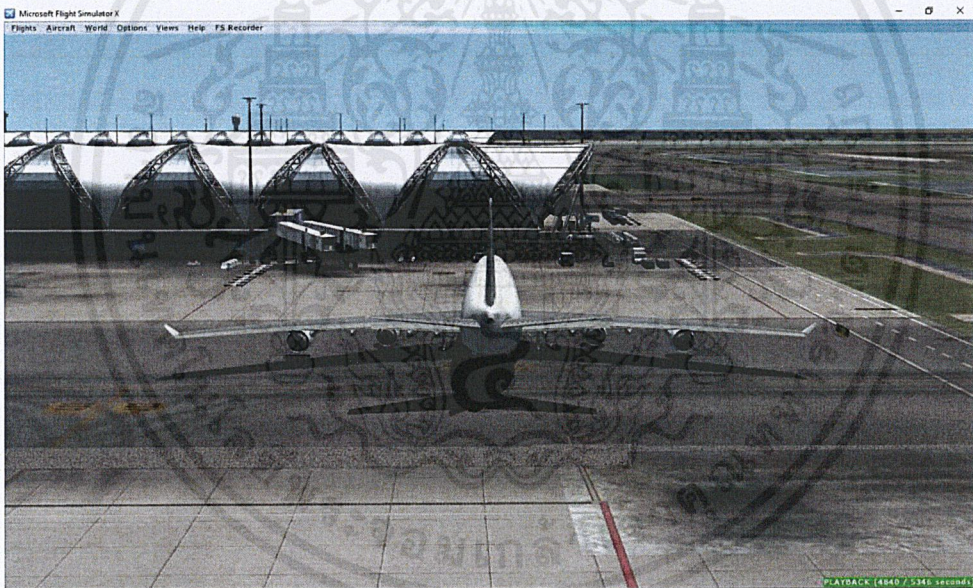


รูปที่ 4.18 มุมมองจากห้องนักบิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาแล76ของอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.19 เครื่องบิน Landing



รูปที่ 4.20 เครื่องบินเคลื่อนที่เข้า Taxi

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาแสด777 อย่างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างการพิจารณาเครื่องบินจากภาพจำลองการบิน

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

2. การเบรก (Brake) ช่วยเสี้ยวในพื้นที่จำกัดบนพื้น ดังนั้นถ้าต้องการลดความเร็วจะต้องเหยียบเบรกทั้งสองข้างในน้ำหนักที่เท่ากัน จึงจะทำให้เครื่องบินลดความเร็วลงในลักษณะที่เครื่องยังอยู่ในสภาพทรงในทิศทาง หรืออยู่บน ทางวิ่ง ไม่เสี้ยวไปในทิศทางใดทางหนึ่ง

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

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผล

จากปัญหาของระบบการตรวจสอบการประเมินเครื่องบินในส่วนของ ห้องนักบิน (Cockpit) เป็นหลัก ที่มีอัตราการซื้อขายในราคาที่สูง อีกทั้งยังไม่สามารถปรับเปลี่ยนการตั้งค่าเพิ่มเติมของ พารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับระบบได้ตามที่ต้องการ ซึ่งปัญหาเหล่านี้นำมาแก้ไขโดยการสร้าง ระบบประมวลผลข้อมูลการบินเพื่อการบริหารจัดการ โดยระบบนี้จะทำการนำข้อมูลดิบที่ได้จาก หน่วยความจำ QAR (Quick Access Recorder) บนตัวเครื่องบินมาทำการแปลงเป็นข้อมูล พารามิเตอร์ที่ถูกต้อง และสามารถเลือกหรือเพิ่มเติมค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการแสดงผล เครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบินและภาพจำลองการบิน โดยเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบินและ ภาพจำลองการบินดังกล่าวสามารถวิเคราะห์ ตรวจสอบและหาข้อบกพร่องของเครื่องบินขณะ ปฏิบัติการบินได้อย่างเห็นภาพชัดเจนเพื่อนำไปบริหารจัดการให้ได้มาตรฐานต่อไป

5.2 ประโยชน์ของโครงการ

- 1) ข้อมูลดิบที่บันทึกได้ในระหว่างทำการบินมาแปลงเป็นค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้อง
- 2) สามารถดูข้อมูลค่าพารามิเตอร์ที่แสดงบนเครื่องมือวัดพื้นฐานของเครื่องบิน
- 3) สามารถดูข้อมูลค่าพารามิเตอร์ที่แสดงในรูปภาพจำลองการบินพื้นฐานเพื่อติดตามและ รัพยาวิเคราะห์ข้อมูลพารามิเตอร์ต่าง ๆ ได้
- 4) สามารถนำข้อมูลที่ได้ไปบริหารจัดการให้ได้ตามมาตรฐานของเครื่องบินต่อไป

5.3 ข้อเสนอแนะ

ในการทำโครงการครั้งนี้มีปัญหาและอุปสรรค จากข้อจำกัดทางเวลา ทำให้ระบบที่สร้างขึ้น นั้นยังมีข้อจำกัดบางอย่างที่ยังทำการศึกษาไม่เสร็จสิ้น ได้แก่ ภาพจำลองการบินยังไม่มีประสิทธิภาพ สูงสุด โดยแนวทางในการพัฒนาต่อไป คือการเรียนรู้ค่าพารามิเตอร์ที่ถูกต้องสมบูรณ์และสอดคล้อง กับค่าบนโปรแกรมภาพจำลองการบิน

บรรณานุกรม

- [1] ทิวเข้าสถาบันการบินพลเรือน, “ส่วนประกอบของเครื่องบิน,” Site Google, แหล่งข้อมูล, : <https://sites.google.com/site/airplane1922/home/swn-prakxb-khxng-kheruxng-bin>,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 16 กันยายน 2562.
- [2] Academia, “TFCtext10 Thai Introduction,” Academia, แหล่งข้อมูล, : https://www.academia.edu/15135596/TFCtext10_Thai_Introduction,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 18 ตุลาคม 2562.
- [3] Chootair, “Avionic Instrument Controls,” SciMath, codeproject, : <https://www.codeproject.com/Articles/27411/C-Avionic-Instrument-Controls>
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 18 ตุลาคม 2562.
- [4] pornphanh, “10 เรื่องน่ารู้เกี่ยวกับกล่องดำ Black Box ในเครื่องบิน,” MTHAI, แหล่งข้อมูล, : <https://teen.mthai.com/variety/69224.html>,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 16 กันยายน 2562.
- [5] Sanook, “กล่องดำในเครื่องบินทำหน้าที่อะไร,” Guru, แหล่งข้อมูล, : <https://guru.sanook.com/8098/>,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 16 กันยายน 2562.
- [6] flyingfish, “Where Does The Term “Black Box” Come From?,” flyingwithfish, แหล่งข้อมูล, : <https://flyingwithfish.boardingarea.com/2010/02/10/reader-mail-where-does-the-term-black-box-come-from/>,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 16 กันยายน 2562.
- [7] Aviation, “Black Box,” AviationKnowledge, แหล่งข้อมูล, : <http://aviationknowledge.wikidot.com/aviation:black-box>,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 16 กันยายน 2562.
- [8] OSTROUMOV Ivan, “CHAPTER 12. OTHER EQUIPMENT,” avionics, แหล่งข้อมูล, : https://avionics.sciary.com/flight_data_recorders,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 16 กันยายน 2562.
- [9] aosoft, “Python คืออะไร - ภาษา python ใช้ทำอะไร,” aosoft, แหล่งข้อมูล, : <https://www.aosoft.co.th/article/322/Python>,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 18 ตุลาคม 2562.
- [10] ทวีรัตน์ นวลช่วย, “Python Programming,” MTHAI, แหล่งข้อมูล, : <https://sites.google.com/site/dotpython/installation>,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 18 ตุลาคม 2562.

บรรณานุกรม (ต่อ)

- [11] Loei, “จุดเด่นของC#,” tonkung,
แหล่งข้อมูล, : <http://tonkung.ueuo.com/Highlights.html>,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 18 ตุลาคม 2562.
- [12] howtogeek, “ไฟล์ CSV คืออะไร ใช้ทำอะไรได้บ้าง และเปิดอย่างไร,” it24hrs,
แหล่งข้อมูล, : <https://www.it24hrs.com/2018/what-is-CSV-file-import-contact-CSV/>,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 18 ตุลาคม 2562.
- [13] Wiki, “Microsoft Flight Simulator X,” Wikipedial,
แหล่งข้อมูล, : https://en.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Flight_Simulator_X,
ทำการค้นคว้าเมื่อ, 18 ตุลาคม 2562



