การพัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการออกแบบและสร้างอากาศยาน และอากาศยานไร้คนขับ

"Program Development for Aircraft and UAV Design and Construction"

นายสายันต์ พรหมดี[1)], นางสาวรวิดา ลิขิตดาราวรรณ[1)] และ นาวาอากาศตรี ณัฐพล นิยมไทย [2)]
1) ภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
2) ภาควิชาวิศวกรรมอากาศยาน โรงเรียนนายเรืออากาศ Email: ucaview@yahoo.com

บทคัดย่อ

ในการออกแบบอากาศยานนั้นแบ่งออกเป็น การออกแบบอากาศยานในขั้นความคิด การออกแบบอากาศยานในขั้นเริ่มต้น และ การออกแบบอากาศยานในขั้นรายละเอียด ซึ่งในแต่ละขั้นตอนของการออกแบบนั้นมีความซับซ้อน ดังนั้นผู้จัดทำจึงได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการออกแบบอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับ โดยโปรแกรมที่ได้พัฒนาขึ้นนี้จะช่วยการคำนวณในขั้นความคิด ซึ่งในการดำเนินการของผู้จัดทำจะเริ่มต้นจากการรวบรวมทฤษฎีและสมการที่ใช้ในการคำนวณในขั้นความคิดทั้งหมด นำสมการเหล่านี้มาเรียบเรียงเพื่อให้ง่ายต่อการเขียนโปรแกรม จากนั้นจึงเริ่มต้นเขียนโปรแกรมโดย วิชวลเบสิค 6.0 (VB 6.0) เมื่อได้พัฒนาโปรแกรมเป็นที่เรียบร้อยแล้วจะทำการปรับปรุงพัฒนาการทำงานของโปรแกรมให้ใช้งานได้ง่าย จนในขั้นตอนสุดท้าย จะได้โปรแกรมที่ช่วยในการออกแบบและสร้างอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับในขั้นความคิด เพื่อช่วยในการออกแบบได้อย่างรวดเร็วและมีประสิทธิภาพ

คำสำคัญ : การพัฒนาโปรแกรม, การออกแบบอากาศยาน, อากาศยานและอากาศยานไร้คนขับ

1. บทนำ

ในการออกแบบและผลิตอากาศยานในปัจจุบัน ทั้งที่เป็นอากาศยานขนาดเล็ก(Light Aircraft) และอากาศยานไร้คนขับ (Unmanned Aerial Vehicle: UAV) เพื่อภารกิจส่วนตัว, ภารกิจทางการทหาร หรือการสำรวจ เป็นต้น ต้องอาศัยกระบวนการคำนวณต่างๆที่มาจากข้อมูลทางสถิติ จากการทดลองของอากาศยานในอดีตหลากหลายสมการ ให้ได้รูปร่างของอากาศยานเหมาะสมกับภารกิจที่ต้องการ ซึ่งกระบวนการคำนวณที่จะผลิตอากาศยานข้างต้นนั้นต้องผ่านกระบวนการดังต่อไปนี้

- มีความต้องการของผู้ผลิต(User Requirements)
- ออกแบบอากาศยานซึ่งแบ่งออกได้เป็น
  - การออกแบบในเชิงหลักการ(Conceptual design)
  - การออกแบบในขั้นเริ่มต้น(Preliminary design)
  - การออกแบบในขั้นรายละเอียด(Detail design)
- นำผลที่ได้จากการออกแบบในขั้นรายละเอียดมาสร้างอากาศยานเพื่อใช้ในการทดสอบ
- นำอากาศยานที่ผลิตนั้นมาทดสอบและทำการปรับปรุงแก้ไขจนได้อากาศยานที่ตรงกับความต้องการและมีประสิทธิภาพ

ซึ่งจะเห็นได้ว่าในการผลิตอากาศยานตั้งแต่ต้นจนจบนั้นต้องผ่านกระบวนการหลายขั้นตอนซึ่งมีขั้นตอนวิธีการคำนวณที่ซับซ้อน และทำให้สิ้นเปลืองเวลามาก ดังนั้นหากมีการลดกระบวนการใดลงบ้างก็จะส่งผลให้การผลิตอากาศยานเป็นไปอย่างรวดเร็วขึ้น ในขณะเดียวกันก็ได้ข้อมูลที่มีความถูกต้องมากขึ้นด้วย

ดังนั้นคณะผู้กำหนดข้อมูลโครงงานได้เล็งเห็นความสำคัญจึงได้พัฒนาโปรแกรมเพื่อช่วยในการออกแบบอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งจะช่วยลดขั้นตอนของการออกแบบในขั้นความคิด โดยจะรับค่าความต้องการของผู้ผลิต แล้วนำมาคำนวณในการออกแบบขั้นความคิด และท้ายที่สุดจะได้ขนาดของอากาศยานตามสมรรถนะที่ผู้ใช้งานต้องการ

1.1 วัตถุประสงค์

1.1.1) เพื่อลดขั้นตอนและระยะเวลาในกระบวนการออกแบบและสร้างอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับ

1.1.2) เพื่อทำให้ผลจากการคำนวณในการออกแบบอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับมีความถูกต้องแม่นยำ และได้อากาศยานที่มีประสิทธิภาพและเสถียรภาพตรงตามความต้องการ

1.1.3) ได้โปรแกรมการออกแบบอากาศยานที่ใช้งานได้ง่ายและรวดเร็ว

1.2 ขอบเขตของโครงงาน

โปรแกรมนี้เป็นการออกแบบอากาศยานในขั้นตอนของการออกแบบในขั้นเชิงหลักการ (Conceptual design) ซึ่งก็จะครอบคลุมในส่วนของการหารูปร่างอากาศยานที่เหมาะสมที่สุดต่อสมรรถนะหรือภารกิจการบินที่ต้องการนั้นๆไม่ว่าจะเป็นส่วนของปีก ชุดหาง ชุดล้อ ลำตัว ฯลฯ นอกจากนั้นยังช่วยประเมินสมรรถนะในเบื้องต้นซึ่งจะแสดงผลออกมาในรูปของตัวเลข และกราฟ เป็นต้น รวมถึงการประเมินเสถียรภาพของอากาศยานด้วยเพื่อเป็นตัวช่วยในการตัดสินใจ ในส่วนของประเภทอากาศยานที่ใช้งานในโปรแกรมนี้จะเป็นอากาศยานขนาดเล็กหรือ Ultra light และอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งอากาศยานต้นแบบนั้นเราก็จะเลือกแบบใดแบบหนึ่งก่อนสำหรับโครงงานนี้ แต่ในการพัฒนาขั้นต่อไปข้างหน้าเราก็สามารถที่จะใส่ต้นแบบอากาศยานในฐานข้อมูลของโปรแกรมเพิ่มเติมได้

2. อุปกรณ์

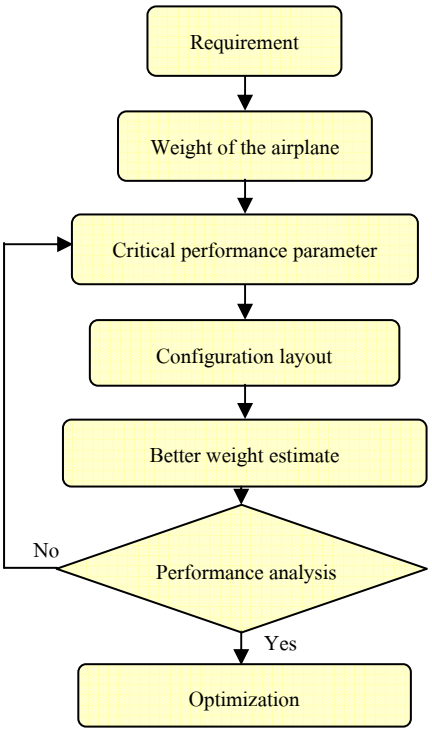
- โปรแกรม วิชวลเบสิค รุ่น 6.0 (VB 6.0)
- โปรแกรม Microsoft Excel

3. วิธีการดำเนินงาน

ในขั้นต้นจะเป็นการวางแผนสิ่งที่กำลังจะทำว่าต้องการจะทำอะไรและศึกษาความเป็นไปได้ของโครงงานว่าเหมาะสมกับความรู้ที่มีและระยะเวลาที่กำหนดหรือไม่ รวมทั้งประเมินอุปสรรคต่างๆที่อาจจะเกิดขึ้นและแนวทางการแก้ไขปัญหาในเบื้องต้น จากนั้นจะเป็นการเขียนแผนการทำงานของโปรแกรมคร่าวๆเพื่อให้เห็นภาพของโครงงานชัดเจนขึ้น ซึ่งกระบวนการทำงานในเชิงละเอียดได้แสดงไว้เป็นขั้นตอนดังต่อไปนี้

3.1 ทฤษฎีการออกแบบอากาศยาน

กระบวนการออกแบบอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับนั้นมีหลากหลายวิธี ซึ่งมีกระบวนการออกแบบที่แตกต่างกันออกไป แต่ในที่นี้จะนำเสนอวิธีการดังต่อไปนี้



รูปที่ 1 The Seven Intellectual Pivot Points for Conceptual Design

3.1.1 ความต้องการ (Requirement), ในการออกแบบอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับนั้นสิ่งแรกที่จำเป็นที่สุดนั่นคือ ภารกิจที่ต้องการของผู้ใช้งาน (Mission Profile) ซึ่งอาจมาจากแหล่งต่าง ๆเช่น บริษัท รัฐบาล หรือตัวบุคคล เป็นต้น ความต้องการสำหรับอากาศยานแบบใหม่นั้นต้องไม่เหมือนกับอากาศยานที่มีมาก่อนหน้านี้ ซึ่งความต้องการนี้ไม่มีความแน่นอนตายตัวว่าต้องเปลี่ยนแปลงสิ่งใดบ้าง ขึ้นอยู่กับผู้ใช้ โดยตัวอย่างของความต้องการได้แก่

1. Range
2. Take-off Distance
3. Stall velocity
4. Endurance
5. Maximum velocity
6. Rate of climb
7. Maximum load factor
8. Service ceiling
9. Cost
10. Maximum size

3.1.2 Weight of the Airplane – First Estimate, ในกระบวนการออกแบบเชิงหลักการนั้นจะไม่สามารถดำเนินการต่อไปได้โดยปราศจากขั้นตอนการประเมินน้ำหนักของอากาศยานในครั้งแรก
Lilienthal, Langley และพี่น้องตระกูล Wright ได้ให้ความสำคัญกับน้ำหนักมาก เพราะพวกเขาต่างรู้ว่าเมื่อน้ำหนักมาก แรงต้านที่เกิดขึ้นก็มาก ซึ่งหมายถึงการต้องให้กำลังสูงในการขับเคลื่อน ซึ่งหมายความว่าเครื่องยนต์จะทำให้น้ำหนักของเครื่องบินเพิ่มขึ้นด้วย

3.1.3 Critical Performance Parameters, ประสิทธิภาพของอากาศยานอันได้แก่

- Maximum lift coefficient
- Lift-to-drag ratio
- Wing loading
- Thrust-to-weight ratio

มีความสัมพันธ์กับความต้องการของผู้ออกแบบอากาศยาน โดยขั้นตอนนี้จะเป็นการประมาณค่าประสิทธิภาพครั้งแรกเช่น Wing-loading และ thrust-to-weight ratio ซึ่งประสิทธิภาพเหล่านี้จะทำให้ความต้องการของผู้ออกแบบเป็นไปตามที่ต้องการ

3.1.4 Configuration layout, ขนาดและรูปร่างของอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับ สามารถคำนวณได้จากค่า Critical performance parameter รวมกับน้ำหนักที่ได้จากการประมาณ

3.1.5 Better Weight Estimation, จากรูปร่างและขนาดของอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับที่ได้จากการคำนวณเกี่ยวกับ Performance และ Configuration Layout ในข้อ 3.1.3 และ 3.1.4 สามารถนำมาคำนวณหาน้ำหนักของอากาศยานได้

3.1.6 Performance Analysis, ในขั้นตอนนี้จะเป็นการนำ Weight ในข้อ 3.1.5 มาคำนวณดู Performance ของอากาศยานแล้วนำมาตรวจสอบกับ Performance ของอากาศยานที่ได้จากการคำนวณในข้อ 3.1.3 ว่าเป็นไปตามความต้องการของผู้ออกแบบหรือไม่ หากไม่ตรงตามการออกแบบจะทำการคำนวณซ้ำ (iteration) แต่หากตรงตามการออกแบบจะทำการคำนวณในขั้นตอนต่อไป

3.1.7 Optimization, การคำนวณจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนได้แก่ อากาศยานขนาดเล็กและอากาศยานไร้คนขับ ซึ่งวิธีการคำนวณจะคล้ายคลึงกันโดยใช้หลักการ Iteration แบบวิธีการหาคำตอบแบบ ไม่เชิงเส้น (Non-linear problem) โดยระเบียบวิธีทำซ้ำจุดคงที่ (Fixed-Point Iteration) ซึ่งกระบวนวิธีการทำซ้ำเป็นระเบียบวิธีหลักอย่างหนึ่งที่เราใช้สำหรับการหาค่ารากของสมการและผลเฉลยเชิงตัวเลขของปัญหาต่าง ๆ วิธีการของระเบียบวิธีที่ใช้สำหรับการหาค่ารากของสมการ ก็คือ การหาค่าโดยประมาณของราก เรียกว่าค่าประมาณเริ่มต้นหรือค่าเริ่มต้นและจึงหาสูตรที่ใช้คำนวณหาค่าของรากจากค่าประมาณที่ได้มาก่อนและเราต้องเลือกวิธีที่จะได้ค่าของรากที่มีความแม่นยำสูงขึ้นเรื่อย ๆ ระเบียบวิธีนี้อาจเรียกอีกชื่อหนึ่งว่าระเบียบวิธีการทำซ้ำาเชิงเดียว
(Simple Iteration) เป็นวิธีการที่จะประมาณค่ารากของสมการ f (x) 0 = ที่เขียนใหม่ในรูปของฟังก์ชัน g(x) โดยเขียนได้เป็น x g(x) = (1) ซึ่ง ถ้าเราหาค่า r

(x) ที่ทำให้ r r(x) g(x) = แล้ว จะได้ว่า r(x) เป็นค่ารากตามที่ต้องการ การหาคำตอบของ (1) ทำได้โดย เลือก x_0 เป็นจุดเริ่มต้น

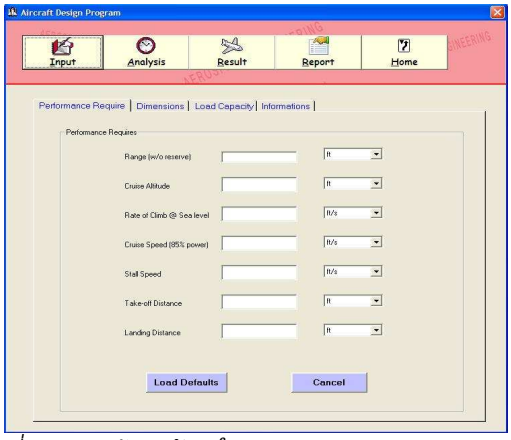
แล้วคำนวณ x_1, x_2, x_3..... x_n ต่อไปจากสูตรการทำซ้ำ

4. ผลการทดลองและการอภิปราย

ผลของการพัฒนาโปรแกรมนั้นได้แสดงในรูปต่อไปนี้...

รูปที่ 2 แสดงหน้าแรกของโปรแกรม

ในหน้าแรกนี้จะเป็นส่วนที่ให้ผู้ใช้งานเลือกว่าจะเข้าไปหน้าต่างกระบวนการคำนวณของอากาศยานขนาดเล็กหรืออากาศยานไร้คนขับ ซึ่งจะเป็นคนละชุดสมการกัน และในหน้าถัดมาจะเป็นส่วนการรับค่าซึ่งสามารถแยกเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆคือ ส่วนแรกเป็นสมรรถนะและภารกิจการบินที่ผู้ใช้ต้องการ ส่วนที่สองเป็นขนาดหรือสัดส่วนที่เกี่ยวกับรูปร่างอากาศยานที่ต้องการระบุเพิ่มเติมได้แสดงไว้ใน

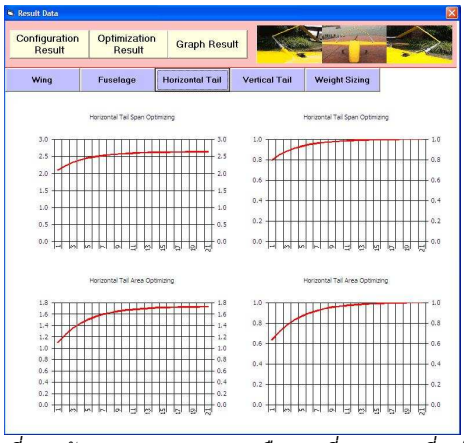


รูปที่ 3 แสดงหน้าต่างรับค่าในส่วนของการออกแบบอากาศยานขนาดเล็ก

จะเห็นว่าในส่วนการรับค่านี้ผู้จัดทำโครงงานได้ออกแบบให้ง่ายต่อการใช้งาน และสะดวกรวดเร็ว รวมทั้งสามารถเข้าใจการทำงานของโปรแกรมด้วยความรวดเร็ว เช่น สามารถเลือกหน่วยที่ใช้ได้ง่ายโดยและไม่จำเป็นจะเป็นหน่วยประเภทเดียวกันหมดทำให้หมดปัญหาการที่ต้องมาเสียเวลาเปลี่ยนหน่วย และอาจจะเกิดความผิดพลาดได้ง่ายด้วย และค่าบางค่าสามารถเลือกที่จะไม่ระบุค่าได้ (Default Value) ซึ่งเมื่อใส่ค่าเรียบร้อยแล้วโปรแกรมก็จะทำการคำนวณและทำการทำซ้ำจนได้ค่าที่ต้องการ ซึ่งก็จะแสดงค่าออกมาในรูปตัวเลข สัดส่วน กราฟ ซึ่งก็จะมีหน้าต่างแสดงตัวเลขขนาดต่างๆของอากาศยานที่เป็นผลลัพธ์

นอกจากนั้นในส่วนนี้จะเป็นการแสดงสมรรถนะของอากาศยานในรูปแบบกราฟ ซึ่งจะแสดงอยู่ 4 กราฟคือ...

1. กราฟแสดงกำลังของอากาศยานที่ต้องการ(Power require) กับกำลังที่ใช้ได้ (Power available)
2. กราฟแสดงแรงม้าของอากาศยานที่ต้องการ(HP require) กับแรงม้าที่ใช้ได้(HP available)
3. กราฟแสดงแรงยกและแรงต้าน กับความเร็ว
4. กราฟแสดงอัตราการไต่ กับความเร็ว

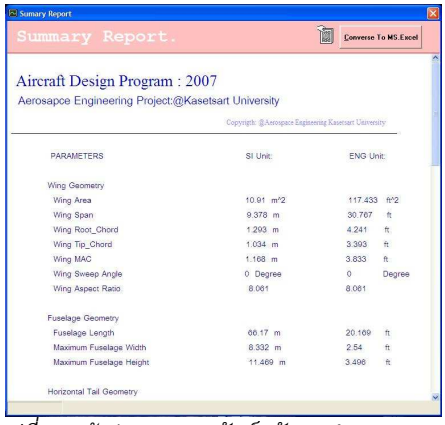


รูปที่ 4 หน้าต่างแสดงกราฟการเลือกค่าที่เหมาะสมที่สุดในกระบวนการทำซ้ำ (Iteration)

รูปที่ 5 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์หลังการคำนวณ

เมื่อผู้ใช้พอใจกับค่าผลลัพธ์ที่ได้ก็สามารถเลือกที่จะนำข้อมูลออกมาในรูปแบบของเอกสารเช่น Notepad และออกมาในรูปแบบ Spread Sheet คือแสดงบน Microsoft Excel ซึ่งข้อมูลที่ได้นี้สามารถนำไปทำแบบจำลอง (Model) เพื่อทดสอบในอุโมงค์ลมเพื่อทำการประเมินประสิทธิภาพและสมรรถนะในขั้นต่อไป ซึ่งเมื่อประเมินประสิทธิภาพและสมรรถนะแล้วว่าอยู่ในเกณฑ์ที่พอใจก็สามารถดำเนินการสร้างได้ ซึ่งจะเห็นว่าผลจากการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมเพื่อการออกแบบอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับนี้สามารถช่วยออกแบบในขั้นเชิงหลักการได้ง่ายขึ้น และลดระยะเวลาการคำนวณให้สั้นลงได้

รูปที่ 6 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์หลังการคำนวณ



รูปที่ 7 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์หลังการคำนวณ (text)

รูปที่ 8 หน้าต่างแสดงผลลัพธ์หลังการคำนวณ (Excel)

5. สรุปผลการดำเนินงาน

จากข้อมูลผลลัพธ์ที่ได้จากโปรแกรมเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับข้อมูลอากาศยานไร้คนขับปรากฏว่าค่าความคาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง 10% - 20% ซึ่งเมื่อผู้จัดทำโครงงานวิเคราะห์ชุดสมการและข้อมูลทางสถิติที่ผู้จัดทำโครงงานใช้จะเห็นว่าส่วนใหญ่จะเป็นข้อมูลของอากาศยานขนาดเล็กทำให้เมื่อมาประยุกต์ใช้กับอากาศยานไร้คนขับอาจเกิดความคาดเคลื่อนขึ้นได้ ซึ่งจากการเปรียบเทียบกับข้อมูลของอากาศยานข้างต้นผู้จัดทำจึงได้สรุปผลค่าความคาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นเป็น 3 กลุ่มใหญ่ๆคือ กลุ่มที่เกี่ยวกับรูปร่างอากาศยาน (Configuration group) กลุ่มที่เกี่ยวกับการประมาณค่าน้ำหนัก (Weight Estimate group) และกลุ่มที่เกี่ยวกับแรงขับ (Propulsion group) ได้แสดงในตารางที่ 1

Light Aircraft Design.			UAV DESIGN.	
Output	**Error %**		**Output**	**Error %**
Configuration group	**8.334**		Configuration group	**12.170**
Weight estimate group	**8.334**		Weight estimate group	**7.650**
Propulsion group	**12.000**		Propulsion group	**26.200**

ตารางที่ 1 สรุปความคาดเคลื่อนของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น

จะเห็นว่าโปรแกรมที่ได้พัฒนาเพื่อการออกแบบและสร้างอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับนี้สามารถนำมาใช้ในการออกแบบอากาศยานและอากาศยานไร้คนขับได้ โดยสามารถช่วยคำนวณ (โดยการทำซ้ำและหาค่าที่เหมาะสมที่สุด) หาค่าขนาดและรูปร่างของอากาศยานในขั้นการออกแบบเชิงหลักการ (Conceptual Design) เพื่อให้เป็นไปตามสมรรถนะและภารกิจตามที่ผู้ใช้ต้องการได้จริง นอกจากนั้นตัวโปรแกรมยังมีความง่ายต่อการใช้งานรวมทั้งสะดวกรวดเร็วในการแสดงผลลัพธ์ต่อผู้ใช้อีกด้วย ซึ่งผลที่ได้จากโปรแกรมนั้นก็มีความคลาดเคลื่อนอยู่ในเกณฑ์ที่พอยอมรับได้เมื่อทำการเปรียบเทียบกับอากาศยานที่ผลิตขึ้นจริง แต่จะมีส่วนของกลุ่มที่ประมาณค่าแรงขับของอากาศยานไร้คนขับที่ควรจะปรับปรุงให้มีค่าความคาดเคลื่อนลดลงอีก ซึ่งก็จะช่วยให้ค่าอื่นๆมีความคาดเคลื่อนน้อยลงด้วย

6. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณ สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย ฝ่ายอุตสาหกรรม โครงการโครงงานอุตสาหกรรมสำหรับปริญญาตรี(IRPUS) ประจำปี 2551ที่ให้การสนับสนุนเงินทุนต่อโครงงานให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

7. เอกสารอ้างอิง

[1] ขวัญจิตร, สุวรรณวงศ์" .การเขียนโปรแกรม Visual Basic เบื้องต้น ".วิชาการ.คอม .4 Sep 2007 <http://www.lks.ac.th/kuanjit/menu_vb.htm>. [Website]

[2] ณัฐพล นิยมไทย, *เอกสารประกอบการสอนวิชาการออกแบบอากาศยาน 1* โรงเรียนนายเรืออากาศกรุงเทพฯ, ปีการศึกษา 2549. [เอกสารการเรียน]

[3] ปรีชา วรรณภูมิ, พล.อ.ต. 2546. *เอกสารประกอบการสอนวิชากล ศาสตร์การบิน 2*. ภาควิชาวิศวกรรมการบินและอวกาศยาน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์. กรุงเทพฯ. [เอกสารประกอบการเรียน]

[4] นาย ปราโมท อินทร์น้อย นาย วิศว์ ศรีพวาทกุล และนางสาว อัศรา มณเฑียรทอง , *สมรรถนะอากาศยานไร้คนขับ UAV KU-IV* ,โครงงานวิศวกรรมการบินและอวกาศ สาขาวิศวกรรมการบิน คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ปีการศึกษา 2546 [โครงงาน]

[5] Jan, Roskam. *Airplane Design Part I: Preliminary Sizing of Airplanes*. 1st edition . USA: Roskam Aviation and Engineering Corporation, 1985. [Book]

[6] Daniel , P. Raymer. *Aircraft Design : A Conceptual Approach*. 4th edition . New York: AIAA Education Series, 2006. [Book]

[7] John , D. Anderson. *Aircraft performance and design* . 1 edition .Boston: McGraw-Hill, 1999. [Book]

[8] John , D. Anderson. *Introduction to Flight*. 5 edition . Boston: McGraw-Hill, 1999. [Book]

[9] Thomas , C. Corke. *Design of aircraft* . 1st edition . New Jersey: Prentice Hall, 2003. [Book]