

การออกแบบชั้นมูลฐานและการประเมินผลของ เครื่องวัดความเร็วลมที่ต่ำกว่า  
ความเร็ว เสียงชนิดตัว เลข



เจ้าอากาศ เอก ยิน รูปทอง

002436

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
แผนกวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2520

Preliminary Design and Evaluation of Digital Subsonic  
Airspeed Indicator

Sergeant Jin Thupthong

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Department of Computer Engineering  
Graduate School

Chulalongkorn University

1977



หัวข้อวิทยานิพนธ์

ชื่อนิสิต

อาจารย์ที่ปรึกษา

แผนกวิชา

ปีการศึกษา

การออกแบบขั้นมูลฐานและการประเมินผลของ เครื่อง  
วัดความเร็วลมที่ต่ำกว่าความเร็ว เสียงชนิดตัว เลข

จาอากาศ เอก ยิน รูปทอง

นาวาอากาศโท ดร.ชูลิต มีลัจจิ

วิศวกรรมคอมพิว เตอร์

2520



บทคัดย่อ

การวิจัยนี้ เป็นการออกแบบขั้นมูลฐานและการประเมินผลของ เครื่อง  
ต้นแบบ เครื่องวัดความเร็วลมที่ต่ำกว่าความเร็ว เสียงชนิดตัว เลข ภายใต้ข้อตกลง  
เบื้องต้น "อุณหภูมิและความหนาแน่นของอากาศมีค่าคงที่ตลอดการทดลอง"  
ผู้วิจัยได้ประยุกต์ความรู้ เกี่ยวกับการวัดด้วยระบบดิจิตอล ความรู้ เกี่ยวกับอากาศ  
พลศาสตร์ ความรู้ เกี่ยวกับ เครื่องวัดอากาศยาน และ ความรู้ เกี่ยวกับการวัด  
ด้วยระบบไมโคร มา เป็นพื้นฐานในการออกแบบ ซึ่งปรากฏผลการวิจัยอยู่ใน  
เกณฑ์ใช้ได้ เครื่องต้นแบบสามารถวัดความเร็วลมออกมา เป็นตัว เลขได้ สำหรับ  
ความถูกต้องแน่นอนของ เครื่องวัดที่สร้างขึ้นนี้มีค่า เฉลี่ยประมาณ 99.65% และ  
สามารถวัดความเร็วของลมได้ตั้งแต่ 52 ไมล์ต่อชั่วโมง ถึง 154 ไมล์ต่อชั่วโมง  
โดย เทียบกับ เครื่องวัดมาตรฐาน และอุโมงค์ลมของโรง เรือนนาย เรืออากาศ  
กองทัพอากาศ ดอน เมือง

เพื่อที่จะให้ เครื่องวัดต้นแบบที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพและความ  
แน่นอน เพิ่มขึ้นและ เป็นที่ เชื่อถือได้ อยู่ในมาตรฐานของการผลิตขั้นอุตสาหกรรม  
เพื่อการใช้งานต่อไป ผู้วิจัย เห็นสมควรที่จะได้มีการปรับปรุง เครื่องต้นแบบให้  
ดีขึ้น ก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง.

Thesis Title            Preliminary Design and Evaluation of  
                              Digital Subsonic Airspeed Indicator  
Name                      Sergeant Jin Thupthong  
Thesis Advisor          Wing Commander Dr. Chulit Meesatjee  
Department              Computer Engineering  
Academic Year          1977

#### ABSTRACT

The purpose of this research work is to study the preliminary design and evaluation of Digital Subsonic Airspeed Indicators, under the assumption of constant room temperature and constant airdensity at the wind tunnel cite. The concepts of Digital System, Aerodynamics, Aircraft Instruments and Micro Measurement are presented as the basis of the design. The prototype is satisfactory for the testing process since it can convert the various airspeeds into digital readouts. The accuracy of its measurement, however, is 99.65 % in the range of airspeeds between 52 to 154 miles per hour. This information is based on the available measuring instruments at the wind tunnel located at the Royal Thai Air Force Academy, Donmaung Air Force Base, Bangkok, Thailand.

However, in order to attain the high standards dictated by industry for both efficiency and accuracy, this prototype must be modified and improved.

สารบัญ

หน้า



บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
รายการภาพประกอบ.....	จ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	1
1.3 ขอบตกลงเบื้องต้นของการวิจัย.....	2
1.4 วิธีการดำเนินการวิจัย.....	2
1.5 ประโยชน์ที่จะได้รับจากการวิจัย.....	3
2 ทฤษฎีที่ใช้ในการสร้าง เครื่องวัดความเร็วลมที่ต่ำกว่าความเร็ว เสียง ชนิดตัว เลข.....	4
2.1 คำนำ.....	4
2.2 หลักการ เบื้องต้นของ เครื่องวัดความเร็วลม.....	4
2.3 ทฤษฎีทางอากาศพลศาสตร์ เกี่ยวกับ เครื่องวัดความเร็วลม	8
2.4 เทคนิคการ เปลี่ยนค่าความต้านทาน เป็นค่าทางโวล เตจ.....	15
2.5 เทคนิคการ เปลี่ยนค่าทางอนาลอก เป็นค่าทางดิจิตอล.....	17
2.6 หลักการ และแนวความคิดที่จะนำไปออกแบบสร้าง เครื่องวัด ความเร็วลมชนิดตัว เลข.....	19
3 การออกแบบ เครื่องวัดความเร็วลมที่ต่ำกว่าความเร็ว เสียงชนิด ตัว เลข.....	23
3.1 ตัวกำหนดสัญญาณ.....	23

บทที่	หน้า
3.2	บริดจ์แอมพิฟาย เออร์..... 26
3.3	อนาล็อก เป็นดิจิตอลคอน เวอร์ เตอร์..... 27
3.4	ดิส เพลย์..... 34
3.5	การ โสลดิงดิส เพลย์..... 34
4	การสร้างและการทดลอง..... 35
4.1	ทดลองการทำงานของตัวกำหนดสัญญาณ..... 35
4.2	ทดลองการทำงานของบริดจ์แอมพิฟาย เออร์..... 37
4.3	ทดลองการทำงานร่วมกันของตัวกำหนดสัญญาณกับบริดจ์แอมพิ- ฟาย เออร์..... 38
4.4	ทดลองการทำงานของอนาล็อก เป็นดิจิตอลคอน เวอร์ เตอร์..... 38
4.5	การทดลองการทำงานของอุปกรณ์ทั้งคู่..... 39
5	สรุปผลการวิจัยและข้อ เสนอแนะ..... 44
5.1	สรุปผลการวิจัย..... 44
5.2	ปัญหาและอุปสรรค..... 44
5.3	ข้อ เสนอแนะ..... 46
5.4	ประโยชน์และผลที่ได้จากการวิจัย..... 47
	บรรณานุกรม..... 49
	ภาคผนวก..... 50
	ประวัติการศึกษา..... 69

## รายการภาพประกอบ

รูปที่ 2.1	True Airspeed Indicator	5
รูปที่ 2.2	Flow Pattern on a symmetrical Object	13
รูปที่ 2.3	Airspeed Measurement	13
รูปที่ 2.4	Bridge Amplifier Circuit	16
รูปที่ 2.5	Dual Slope A/D Converter Block Diagram	18
รูปที่ 2.6	แสดงจังหวะการทำงานของวงจรถอนาล็อก เป็นดิจิทัล	20
รูปที่ 2.7	แสดงการทำงานของ Digital Subsonic Airspeed Indicator	22
รูปที่ 3.1	แสดงบล็อกไดอะแกรมของตัวกำหนดสัญญาณ	24
รูปที่ 3.2	แสดงการคำนวณค่าสเตรนที่เกิดขึ้นบนแผ่นบีบ	25
รูปที่ 3.3	วงจรถัดจแอมพิฟายเออร์	26
รูปที่ 3.4	แสดงการทำงานของอนาล็อกเป็นดิจิทัล คอนเวอร์เตอร์	28
รูปที่ 3.5	แสดง Output Multiplex Timing Diagram	28
รูปที่ 3.6	วงจรถอนาล็อกเป็นดิจิทัลคอนเวอร์เตอร์	30
รูปที่ 3.7	วงจรถัดสเฟลย	33
รูปที่ 3.8	วงจรถัดโฮลดิ้งสเฟลย	34
รูปที่ 4.1	ภาพถ่ายตัวกำหนดสัญญาณที่สร้างขึ้น	36
รูปที่ 4.2	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วกับ สเตรนที่เกิดขึ้นบนแผ่นบีบของตัวกำหนดสัญญาณ	36



รูปที่ 4.3	กราฟแสดงความสัมพันธ์ความเร็วลมกับโวลต์ของชุดกำหนดสัญญาณ	40
รูปที่ 4.4	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอินพุทโวลต์ตรงกับค่าดิจิตอลของอนาล็อก เป็นดิจิตอลที่อ่านได้	40
รูปที่ 4.5	กราฟแสดงผลการทดลอง เครื่องต้นแบบ เมื่อเปรียบเทียบกับความเร็วที่คำนวณจากแมนโนมิเตอร์แบบแอลกอฮอล์	41
รูปที่ 4.6	ภาพถ่ายอนาล็อก เป็นดิจิตอลคอนเวอร์เตอร์ที่สร้างขึ้น	42
รูปที่ 4.7	ภาพถ่ายของ เครื่องต้นแบบ เครื่องวัดความเร็วลมที่ต่ำกว่าความเร็วเสียงชนิดตัวเลขที่สร้างขึ้นขณะทำการทดลอง	42
รูปที่ 4.8	แสดงการติดตั้งส่วนประกอบทั้งหมดของเครื่องต้นแบบ	43

ภาคผนวก

		หน้า
ภาคผนวกที่ 1	ผลการทดลอง เครื่องต้นแบบ	50
ภาคผนวกที่ 2	การวิเคราะห์ราคา	52
ภาคผนวกที่ 3	ความสัมพันธ์ระหว่างความเค้นและความเครียด ของแผ่นเหล็กสปริง	53
ภาคผนวกที่ 4	การคำนวณวงจรบริดจ์	54
ภาคผนวกที่ 5	การปรับปรุงอุโมงค์กลม	56
ภาคผนวกที่ 6	ข้อ เสนอแนะในการปรับปรุง เครื่องต้นแบบ	60
ภาคผนวกที่ 7	วงจร เทา เวอร์ ชั้ปปลาย	65
ภาคผนวกที่ 8	ภาพถ่ายของตัวกำหนดสัญญาณที่สร้างขึ้น	66
ภาคผนวกที่ 9	ICAC Standard Atmospher	68

กิตติกรรมประกาศ



งานวิจัยนี้สำเร็จลงได้ด้วยความกรุณาของท่านผู้ทรงคุณวุฒิและผู้เชี่ยวชาญหลายท่านที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัย จนกระทั่งการวิจัยได้บรรลุตามวัตถุประสงค์และได้ผลงานวิจัยที่สมบูรณ์

ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณอย่างสูงและขอจารึกนามของท่านผู้มีพระคุณ เพื่อเตือนความทรงจำไว้ ณ ที่นี้ด้วย

พล. อ. ต. ศ. ดร. พิสุทธิ์ ฤทธาคณี ท่านผู้อำนวยการกองการศึกษา โรงเรียนนายเรืออากาศ ท่านอาจารย์ได้กรุณาอำนวยความสะดวกและคอยกระตุ้นเตือนให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยจนสามารถทำการวิจัยได้สำเร็จ

น. ท. ดร. ชูสิทธิ์ มีสังข์ อาจารย์ที่ปรึกษาได้กรุณาให้คำแนะนำ ช่วยแก้ปัญหาต่างๆขณะทำการวิจัย ควบคุมและติดตามผลการวิจัยมาโดยตลอดรวมทั้งการตรวจแก้ต้นฉบับจนกระทั่งเป็นวิทยานิพนธ์ที่สมบูรณ์

น. ต. วิชิต ลายประดิษฐ์ อาจารย์แผนกวิศวกรรมอากาศยาน โรงเรียนนายเรืออากาศ ซึ่งเป็นผู้เชี่ยวชาญทางด้านอากาศพลศาสตร์ได้ให้ข้อคิดและคำแนะนำอันเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยและได้กรุณาควบคุมการทดลองในห้องปฏิบัติการอุโมงค์ลมความเร็วต่ำกว่าความเร็วเสียงอย่างใกล้ชิด

ร. อ. ดร. ศุภชัย ลิ้มปัสวีส์ดี อาจารย์แผนกวิศวกรรมเครื่องกล โรงเรียนนายเรืออากาศ ได้กรุณาให้คำแนะนำและช่วยเหลือในการสร้าง Airspeed Transducer และ Airspeed Adapter เพื่อใช้กับอุโมงค์ลม ณ ห้องทดลองโรงเรียนนายเรืออากาศซึ่งเป็นงานสำคัญส่วนหนึ่งของการวิจัย

อาจารย์ ดร. พิชัย นิमितยงสกุล Senior Laboratory Supervisor Division of Structural Engineering, A. I. T. ได้กรุณาหาค่า Modulus ของแผ่นเหล็กสปริงให้

อาจารย์ชัยศิริ บัณฑิตานนท์ อาจารย์แผนกวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ได้กรุณาแนะนำและช่วยแก้ปัญหาเกี่ยวกับการทดสอบวงจร

อิเล็กทรอนิกส์จนกระทั่งสำเร็จเรียบร้อยด้วยดี

นอกจากท่านผู้กล่าวชื่อนามมาแล้ว ยังมีเจ้าหน้าที่อีกหลายฝ่าย เช่น อาจารย์  
กองวิชาเทคนิคโรงเรียนนายเรืออากาศทุกท่าน เจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการแผนกวิชา  
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยและบุคคลอื่นๆอีกหลายท่านที่ไม่สามารถ  
จะกล่าวชื่อนามได้หมด ผู้วิจัยซาบซึ้งในความกรุณาของท่านเป็นอย่างยิ่ง ดังนั้นหาก  
วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเป็นประโยชน์และมีความดีอยู่บ้าง ผู้วิจัยขอถือโอกาสความดีทั้งหมดแต่  
ทุกท่านที่มีส่วนช่วยให้การวิจัยนี้บรรลุถึงผลสำเร็จ สอดตามความมุ่งหมายทุกประการ

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ คณะ  
กรรมการทุนอุดหนุนการวิจัย บัณฑิตวิทยาลัย และคณะกรรมการทุนอุดหนุนการศึกษา  
ของมูลนิธิธินิสิตเก่า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ได้กรุณาพิจารณาให้ทุนอุดหนุนการวิจัยนี้

จาอากาศเอก ยืน รูปทอง

31 ตุลาคม 2520