สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์สำหรับการเรียนการสอน

Impedance Analyzer for Laboratory

สองเมือง นันทขว้าง
ดอน อิศรากร

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ. 2558
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RLH
ส A730
2556
เลขหมู่ 141531
เลขทะเบียน 12734299
รับเมื่อวันที่ 16 มิ.ย. 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชื่อโครงการ เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์สำหรับการเรียนการสอน

แหล่งเงิน โครงการงบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์

ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2558 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 40,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ 1 ต.ค. 57 ถึง 30 ก.ย. 58

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

1. สองเมือง นันทขว้าง (หัวหน้าโครงการ) หน่วยงานต้นสังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์
2. ผศ.ดร.ดอน อิศรากร หน่วยงานต้นสังกัด คณะวิศวกรรมศาสตร์

บทคัดย่อ

รายงานเล่มนี้นำเสนอในเรื่องการออกแบบเครื่องมือสำหรับใช้ในการวัดค่าอิมพีแดนซ์แบบง่ายและมีราคาถูกสำหรับใช้ในการเรียนการสอน โดยจะมีการออกแบบวงจรให้มีความซับซ้อนน้อยที่สุดเพื่อให้เข้าใจได้ง่ายและง่ายต่อการศึกษาหลักในการวัดค่าอิมพีแดนซ์ ทางผู้วิจัยได้เลือกชิพไอซีที่เหมาะสมในการใช้งานดังกล่าว และมีราคาที่ถูก คือเบอร์ AD5933 ของ Analog Device ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานที่ง่าย และเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถตั้งค่าต่างๆ ได้ค่อนข้างอิสระ และผู้วิจัยได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ ATMega128 เพื่อมาสั่งการทำงานของชิพ AD5933 และออกแบบซอฟแวร์ให้ผู้ใช้สามารถตั้งค่าต่างๆ ได้ง่ายขึ้นผ่านปุ่มกดและจอแสดงผล และจะส่งค่าที่วัดได้กลับออกมาทางจอแสดงผลโดยออกแบบให้ง่ายต่อการอ่านค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

Research Title: Impedance Analyzer for Laboratory

Researcher: Mr.Songmoung Nundrakwang, Asst.Prof.Dr.Don Isarakorn

Faculty: Engineering **Department:** Department of Control Engineering

ABSTRACT

This report proposes the design of a simple and low cost impedance analyzer for laboratory. A device is not only has low profile, but it also simplify utilizing on impedance measurement. Hence, this equipment is more appropriate for studying. In order to create a device that having the features and low cost like previous mention, a AD5933 IC chip of Analog Devices was contributed on device for measuring impedance because it is a high precision impedance converter system solution, programmable IC and cheap. An ATMega128 microcontroller was used to control the AD5933 IC chip operation. The impedance measurement range can adjust by keypad. Meanwhile, the setup option and measured result are performance through LCD module.

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ได้นั้นเกิดจากการที่คณะทีมวิจัยได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนโครงการงบประมาณเงินรายได้ประจาปีงบประมาณ 2558 ทางทีมงานจึงต้องขอขอบพระคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังเป็นอย่างสูง

สองเมือง นันทขว้าง

ผศ.ดร.ดอน อิศรากร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ก

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ข

กิตติกรรมประกาศ ..... ค

สารบัญ ..... ง

สารบัญภาพ ..... จ

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 1

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 1

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

บทที่ 2 แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 3

2.1 แนวคิด 3

2.2 ทบทวนวรรณกรรม 3

บทที่ 3 วิธีดำเนินการวิจัย 4

3.1 ศึกษาการทำงาน 4

3.2 การออกแบบและทดลองใช้งาน 5

3.3 การออกแบบซอฟแวร์และยูสเซอร์อินเตอร์เฟส 8

บทที่ 4 ผลการวิจัย 9

4.1 การทำงานของวงจรสำหรับวัดค่าอิมพีแดนซ์ 9

4.2 การเก็บค่าเพื่อแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ 11

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ 12

5.1 สรุปผลการวิจัย 12

5.2 **ข้อเสนอแนะ** 12

บทที่ 6 สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย 13

6.1 ผลงาน 13

เอกสารอ้างอิง 14

ภาคผนวก 15

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
3.1 ชิพไอซีสำหรับวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ เบอร์ AD5933	4
3.2 โครงสร้างภายในของชิพ AD5933	4
3.3 ผังวงจรสำหรับชิพ AD5933	5
3.4 บอร์ดต้นแบบสำหรับชิพ AD5933	6
3.5 ต้นแบบเครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์	6
3.6 แสดงผังวงจรของระบบ	7
3.7 บอร์ดวงจรตัวต้นแบบ	7
3.8 ตัวอย่างหน้าจอการตั้งค่า	8
4.1 ตำแหน่งปุ่มกด	9
4.2 การตั้งค่าผ่านหน้าจอ LCD	9
4.3 การต่อตัวต้านทาน	10
4.4 การแสดงผลการวัด	10
4.5 ตำแหน่งใส่ SD Card	11
5.1 เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ Omicron Bode100	12
6.1 ตัวชิ้นงาน	13
6.2 ผังวงจร	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของการศึกษา

ในปัจจุบันการวัดอิมพีแดนซ์กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มีความสำคัญและได้บรรจุเป็นส่วนหนึ่งของการเรียนการสอนในวิชาอิเล็กทรอนิกส์ซึ่งต้องมีภาคปฏิบัติเพื่อให้นักศึกษาได้ทดลองทฤษฎี เครื่องมือที่ใช้ในการวัดอิมพีแดนซ์กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีจำหน่ายนั้นมีราคาที่สูงมาก หมายความว่าหากซื้อเครื่องที่มีราคาแพงโดยมีจำนวนน้อยชิ้นอาจจะส่งผลให้การเรียนการสอนไม่ทั่วถึงได้ อีกทั้งยังมีย่านในการวัดค่าที่กว้างเกินความจำเป็น สำหรับการใช้ในการเรียนการสอน โดยโครงการวิจัยนี้จะศึกษาและสร้างเครื่องวัดอิมพีแดนซ์กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ให้มีราคาที่ถูกลง และเหมาะสมที่จะใช้ในการเรียนการสอนในภาคปฏิบัติได้อย่างเพียงพอ

โครงการวิจัยนี้มีเป้าหมายเพื่อที่จะพัฒนาเครื่องวัดค่าอิมพีแดนซ์เพื่อใช้ในการเรียนการสอน เป็นอุปกรณ์สำหรับเป็นสื่อการสอนในคาบวิชาปฏิบัติได้ โดยสร้างเครื่องวัดค่าอิมพีแดนซ์ที่มีที่มีประสิทธิภาพเพียงพอและราคาต่ำให้เหมาะสำหรับการใช้เป็นสื่อการเรียนการสอน

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1. เพื่อสร้างอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ ที่มีราคาถูก
2. เพื่อเป็นสื่อในการเรียนการสอน
3. เป็นพื้นฐานสามารถนำไปต่อยอดใช้กับงานวิจัยอื่นได้
4. สร้างต้นแบบที่สามารถผลิตใช้งานได้จริง

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1. ศึกษาวงจรที่ใช้ในการวิเคราะห์อิมพีแดนซ์
2. เลือกหาอุปกรณ์ที่เหมาะสมกับโครงการวิจัยนี้
3. สร้างต้นแบบอุปกรณ์สำหรับวิเคราะห์ค่าอิมพีแดนซ์ที่มีประสิทธิภาพเพียงพอ และราคาเหมาะสำหรับการใช้เป็นสื่อการสอน
4. เขียนซอฟแวร์อินเตอร์เฟสให้ง่ายต่อการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

1. ศึกษาหลักการในการวัดค่าอิมพีแดนซ์ทั้งส่วนจริงและส่วนจินตภาพ
2. วิเคราะห์และเลือกวงจรหรืออุปกรณ์ที่เหมาะสมกับเป้าหมายของโครงการวิจัยมากที่สุด
3. ออกแบบวงจร และสร้างตัวต้นแบบ
3. ทดสอบการทำงานของระบบและเปรียบเทียบกับเครื่องวัดอิมพีแดนซ์ที่มีมาตรฐาน
4. ออกแบบวงจรและอินเตอร์เฟสการใช้งาน
5. สรุปผลการศึกษาวิจัย

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

เครื่องมือสำหรับใช้วัดค่าอิมพีแดนซ์ในรูปแบบของสื่อการสอนที่สามารถใช้ได้จริง โดยมีราคาที่เหมาะสม มีรูปแบบการทำงานที่สามารถเข้าใจได้ง่าย ง่ายต่อการเรียนรู้เพื่อให้นักศึกษามีความรู้เพียงพอในการใช้เครื่องมือวัดประเภทนี้ และยังสามารถนำไปต่อยอด หรือประยุกต์ใช้ในงานอื่นๆได้อีก

การออกแบบวงจรพื้นฐานสำหรับใช้วิเคราะห์ค่าอิมพีแดนซ์ทั้งค่าจริงและค่าจินตภาพ ที่สามารถนำไปใช้ต่อยอดเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของอุปกรณ์ในระบบอื่นได้

หลักการทำงานอย่างง่ายของการวิเคราะห์ค่าอิมพีแดนซ์ การออกแบบวงจร และการกำหนดค่าพารามิเตอร์ต่างๆ เพื่อใช้เป็นเนื้อหาในการสอนในวิชาเครื่องมือวัดได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 2
แนวคิด ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 แนวคิด

เครื่องวัดค่าอิมพีแดนซ์ระดับที่ใช้ในห้องทดลองทั่วไปนั้นมีราคาที่สูงมาก และประสิทธิภาพสูงเกินไปมากหากนำมาใช้เป็นเพียงสื่อการสอน แสดงให้เห็นถึงความไม่เหมาะสมกับงาน อีกทั้งโครงสร้างภายในวงจรต่างๆนั้นมีความสลับซับซ้อนมากเพื่อประสิทธิภาพที่สูง แต่ทำให้ยากต่อการศึกษาเรียนรู้ เมื่อเทียบกับทฤษฎีที่สอนเพียงแค่หลักการพื้นฐานเท่านั้น

จากปัญหาดังกล่าวทางผู้วิจัยจึงได้ออกแบบเครื่องมือวัดค่าอิมพีแดนซ์ที่ง่ายและมีความซับซ้อนน้อยที่สุด เพื่อให้มีรูปแบบใกล้เคียงกับในทฤษฎี และเนื่องจากการออกแบบให้มีความซับซ้อนน้อยแล้วจะทำให้เครื่องมือวัดนี้มีราคาต้นทุนที่ถูกลงมาก แม้ว่าประสิทธิภาพจะได้ไม่เท่ากับเครื่องมือวัดระดับห้องทดลองทั่วไป แต่ทางผู้วิจัยก็ปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพที่เพียงพอสำหรับใช้ในการสอนได้ อีกทั้งยังสามารถเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถปรับปรุงดัดแปลงและตั้งค่าตัวแปรต่างๆได้ ซึ่งจะเป็นประโยชน์มากสำหรับการศึกษาการทำงานของระบบ

2.2 ทบทวนวรรณกรรม

จากการศึกษาค่าอิมพีแดนซ์ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์นั้นตามทฤษฎีจะสามารถเขียนให้อยู่ในรูปจำนวนเชิงซ้อน(Complex Number) ได้ [1] สามารถวัดได้โดยการอินพุตสัญญาณไซน์ที่มีความถี่แน่นอนค่าหนึ่ง ให้กับอุปกรณ์ที่ต้องการวัดค่า และวัดค่าแอมพลิจูดตกคร่อมอุปกรณ์ กับกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์แล้วนำค่านั้นมาประมวลผล โดยการวิจัยของ Deblina Biswas et al [2] ได้เลือกใช้ชิพ ICl8038 ในการสร้างสัญญาณไซน์ที่ความถี่ต่างๆแล้วใช้คอมพิวเตอร์ในการคำนวณค่าอิมพีแดนซ์ และงานวิจัยของ Lin Yan et al [3] ได้เลือกใช้ชิพสำเร็จรูป AD5933 ของ Analog Device ในการหาค่าอิมพีแดนซ์แล้วใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์นำข้อมูลที่อ่านได้จากชิพมาแสดงผล โดยงานวิจัยที่ได้กล่าวมา เป็นการเลือกใช้อุปกรณ์ในตลาดที่มีราคาถูก มาสร้างเป็นระบบสำหรับใช้วัดค่าอิมพีแดนซ์ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

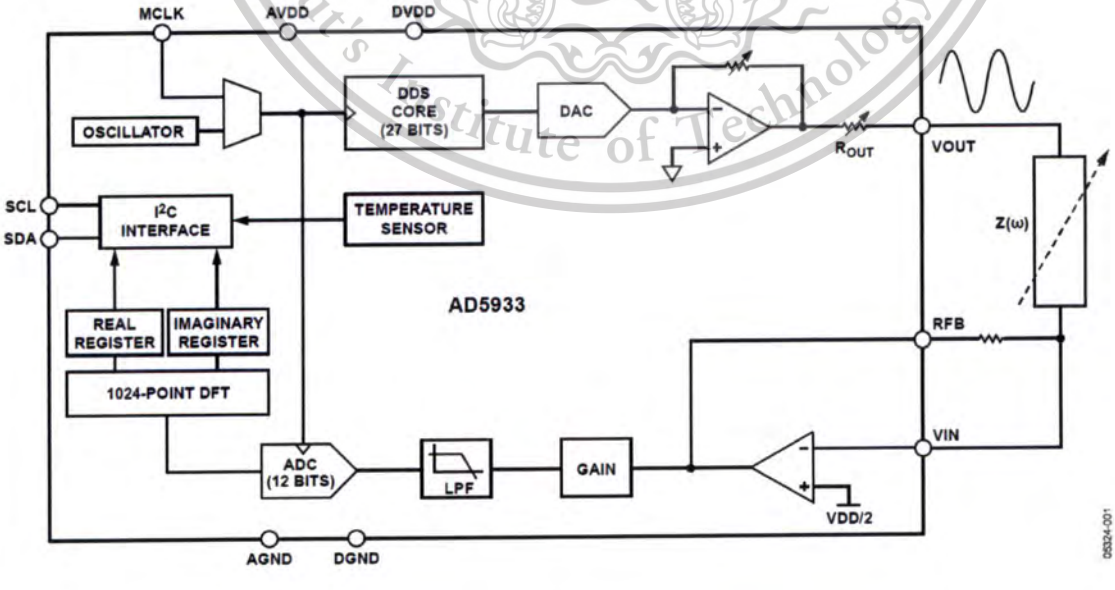
บทที่ 3
วิธีดำเนินการวิจัย

3.1 ศึกษาการทำงาน

3.1.1 โครงสร้างภายในของชิพ AD5933

จากการศึกษาพบว่าชิพไอซีเบอร์ AD5933 ของ Analog Device ดังภาพที่ 3.1 มีฟังก์ชันครบถ้วนภายในชิพ (Complete Chip) สำหรับนำมาใช้ในงานวัดค่าอิมพีแดนซ์ และมีการเปิดโอกาสให้ผู้ใช้สามารถตั้งค่าการใช้งานได้หลายรูปแบบ และมีราคาที่ค่อนข้างต่ำ จึงเป็นตัวเลือกที่เหมาะสมที่สุดสำหรับงานวิจัยนี้

ภาพที่ 3.1 ชิพไอซีสำหรับวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ เบอร์ AD5933



ภาพที่ 3.2 โครงสร้างภายในของชิพ AD5933

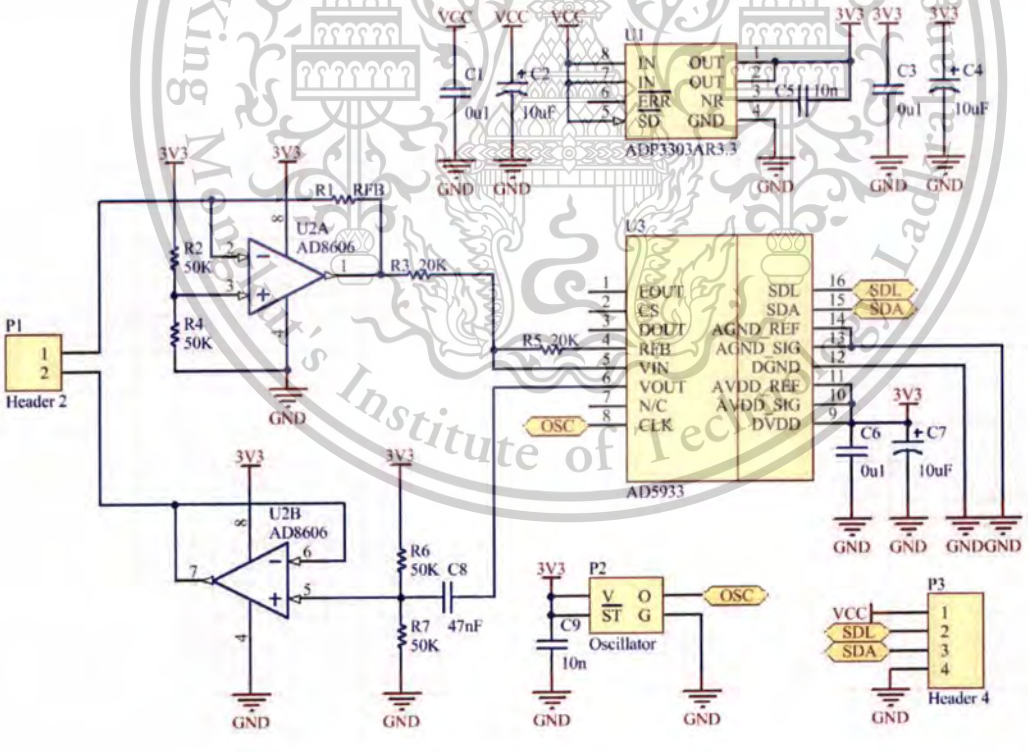
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

จากภาพที่ 3.2 แสดงโมดูลต่างๆภายในชิพ AD5933 ซึ่งประกอบไปด้วยโมดูลพื้นฐานทั้งหมดที่ใช้ในการวิเคราะห์ค่าอิมพีแดนซ์ หมายความว่าชิพนี้พร้อมสำหรับนำมาใช้งานโดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์ภายนอกเพิ่ม แต่ชิพตัวนี้ยังไม่สารถทำงานด้วยตัวเองได้เนื่องจากไม่มี Controller ภายใน แต่สังเกตได้ว่าชิพตัวนี้เปิดโอกาสให้ตั้งค่าต่างๆผ่านทางอินเตอร์เฟส I2C ได้

3.2 การออกแบบและทดลองใช้งาน

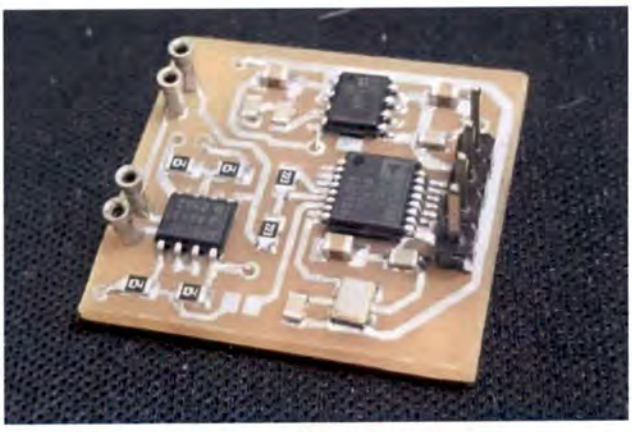
3.2.1 การออกแบบบอร์ดสำหรับทดสอบการใช้งาน

เนื่องจากชิพ AD5933 เป็นชิพที่ค่อนข้างสำเร็จรูป ดังนั้นจึงสามารถใช้งานได้โดยไม่จำเป็นต้องต่ออุปกรณ์เสริมภายนอก แต่จากการเนื่องจากการวิเคราะห์ค่าอิมพีแดนซ์นั้น เป็นการทำงานแบบอนาล็อกที่ต้องการเสถียรภาพสูง จึงต้องมีการปรับแรงดันสำหรับจ่ายไอซีนี้ให้เรียบที่สุด ทางผู้วิจัยได้เลือก Voltage regulator เบอร์ ADP3303 ซึ่งเป็นไอซีปรับแรงดันที่เสถียร นอกจากนั้นชิพ AD5933 ยังมีกำลังขับที่ค่อนข้างต่ำ จึงไม่เหมาะแก่การวัดค่าความต้านทานที่ต่ำกว่า 500 โอห์มได้ ทางผู้วิจัยจึงใช้ Op-Amp เบอร์ AD8606 มาช่วยในการขับสัญญาณ ดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 ผังวงจรสำหรับชิพ AD5933

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.



ภาพที่ 3.4 บอร์ดต้นแบบสำหรับชิพ AD5933

เนื่องจากชิพไอซีที่เลือกใช้ เป็นฟังก์ชันไอซีที่ไม่สามารถทำงานได้ด้วยตัวเอง ต้องมีตัวสั่งการ เช่นคอมพิวเตอร์มาสั่งการให้ชิพทำงาน แต่การจะทำให้เป็นชุดทดลองที่มีราคาถูกและสามารถใช้งานได้ง่าย ทางผู้วิจัยจึงเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมการทำงานแทนคอมพิวเตอร์และแสดงผลค่าที่ได้ ออกมาทางจอ LCD ให้ผู้ใช้สามารถอ่านค่า ตั้งค่าต่างๆ ได้ง่ายเหมือนทำบนคอมพิวเตอร์

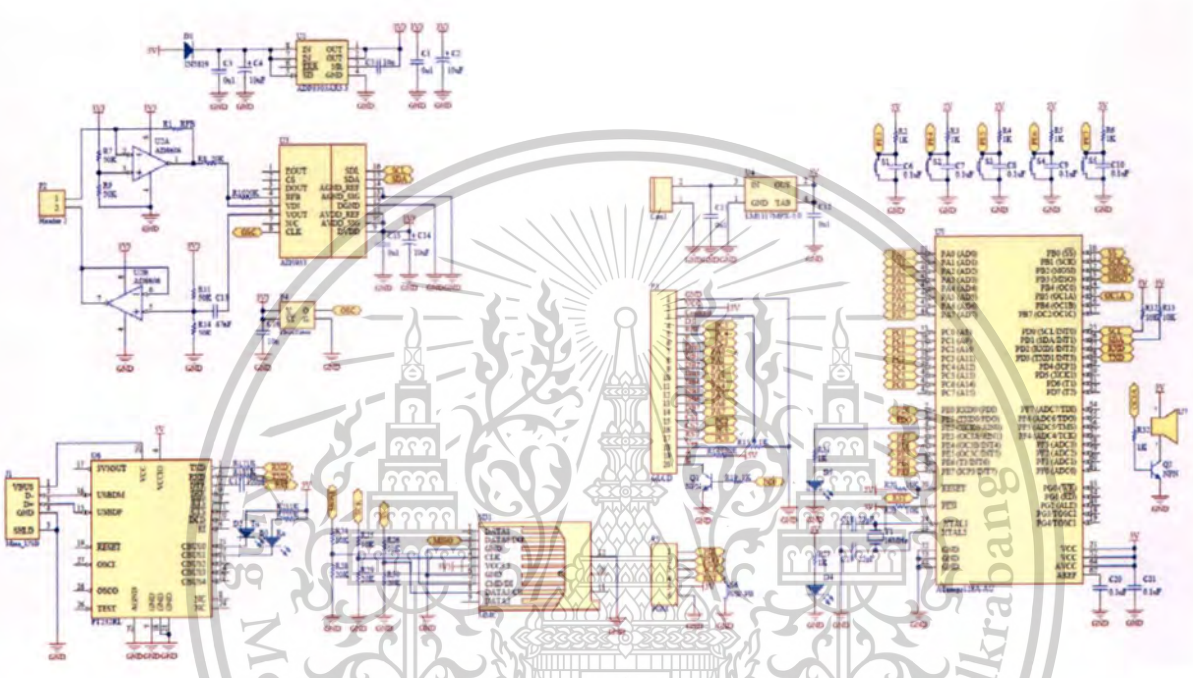
ชุดทดลองที่ออกแบบนั้นทางผู้วิจัยเลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ขนาด 8 บิต เบอร์ ATMega128 ของบริษัท Atmel เนื่องจากหาซื้อได้ง่ายมีราคาถูกและประสิทธิภาพเพียงพอต่อการใช้งาน และเลือกใช้จอ LCD แบบ Monochrome Dot matrix ขนาด 128x64 พิกเซล แทนแบบ Character เพื่อที่จะสามารถแสดง ข้อมูล และกราฟของค่าอิมพีแดนซ์ เพื่อให้ง่ายต่อการอ่าน ดังภาพที่ 3.5 และยังสามารถเก็บข้อมูลในรูปไฟล์ Excel ลง SD Card ได้เพื่อที่จะสามารถนำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ต่อบนคอมพิวเตอร์ได้

ภาพที่ 3.5 ต้นแบบเครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.2.2 การออกแบบบอร์ดวงจรตัวต้นแบบ

หลังจากที่ได้ทดลองเขียนโปรแกรมและตั้งค่าใช้งานต่างๆของชิพ และลองทดสอบอ่านค่าเทียบกับเครื่องมีที่มีมาตรฐานแล้วมีค่าใกล้เคียงกัน แล้วจึงทำการออกแบบวงจรตัวจริง ที่รวมทุกบอร์ดเข้าด้วยกัน เพื่อที่จะพัฒนาซอฟแวร์ยูสเซอร์อินเตอร์เฟส และสามารถใช้เป็นตัวต้นแบบสำหรับนำไปผลิตต่อในอนาคต ได้ดังภาพที่ 3.6 และ 3.7



ภาพที่ 3.6 แสดงผังวงจรของระบบ

ภาพที่ 3.7 บอร์ดวงจรตัวต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

3.3 การออกแบบซอฟแวร์และยูสเซอร์อินเตอร์เฟส

การออกแบบซอฟแวร์และยูสเซอร์อินเตอร์เฟสหลักๆจะแยกออกเป็น 2 ส่วน คือส่วนของการป้อนค่าจากผู้ใช้งาน และส่วนของการแสดงผลกลับ โดยบอร์ดวงจรตัวต้นแบบได้ออกแบบไว้ให้ผู้ใช้งานสามารถป้อนข้อมูลผ่านทางปุ่มกด และระบบจะสามารถแสดงผลกลับมาทางจอ LCD และเสียงทาง Buzzer

เนื่องจากการใช้งานชิพ AD5933 จะต้องมีการตั้งค่าตัวแปรต่างๆเป็นจำนวนมาก ทางผู้วิจัยจึงเลือกเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานได้ตั้งค่าเพียงบางตัวที่มีความสำคัญต่อการวัดค่าอิมพีแดนซ์ ซึ่งเพียงพอที่จะใช้เป็นสื่อการสอนได้ โดยจะมีตัวแปรดังต่อไปนี้

- Start Frequency หมายถึง ความถี่เริ่มต้นในการวัด มีค่าตั้งแต่ 1,000 - 100,000 Hz
- Frequency increment หมายถึง อัตราการเพิ่มความถี่ในการวัดแต่ละขั้น
- Number of increment หมายถึง จำนวนขั้นในการวัด
- Settling time cycles หมายถึง การวนลูปทำซ้ำในแต่ละขั้น
- Output Voltage Range หมายถึง แอมพลิจูดของสัญญาณที่ใช้ในการวัด

โดยจะมีภาพตัวอย่างของหน้าจอการตั้งค่าดังภาพที่ 3.8

ภาพที่ 3.8 ตัวอย่างหน้าจอการตั้งค่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 4
ผลการวิจัย

4.1 การทำงานของวงจรสำหรับวัดค่าอิมพีแดนซ์

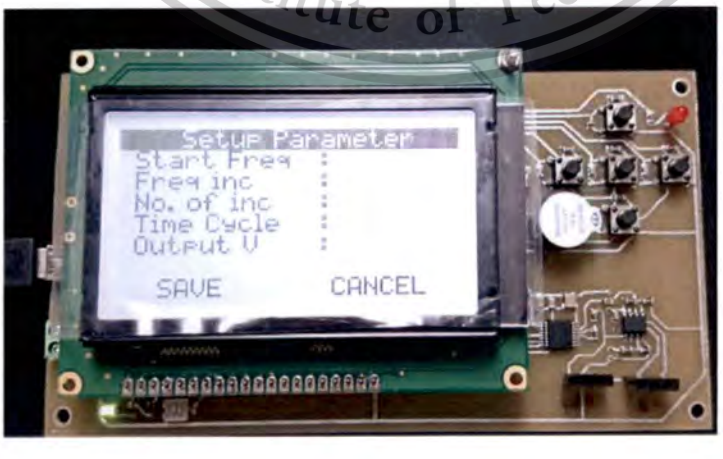
4.1.1 การตั้งค่าการวัด

จากซอฟแวร์อินเตอร์เฟสที่ได้ออกแบบ จะทำการรับค่าอินพุตจากผู้ใช้โดยการกดปุ่ม ดังภาพที่ 4.1 โดยจะมีตัวแปรที่ต้องตั้งค่าอยู่ 5 ตัวดังต่อไปนี้

- Start Frequency หมายถึง ความถี่เริ่มต้นในการวัด มีค่าตั้งแต่ 1,000 - 100,000 Hz
- Frequency increment หมายถึง อัตราการเพิ่มความถี่ในการวัดแต่ละขั้น
- Number of increment หมายถึง จำนวนขั้นในการวัด
- Settling time cycles หมายถึง การวนลูปทำซ้ำในแต่ละขั้น
- Output Voltage Range หมายถึง แอมพลิจูดของสัญญาณที่ใช้ในการวัด

และจะแสดงผลการตั้งค่าผ่านทางหน้าจอ LCD ดังภาพที่ 4.2

ภาพที่ 4.1 ตำแหน่งปุ่มกด

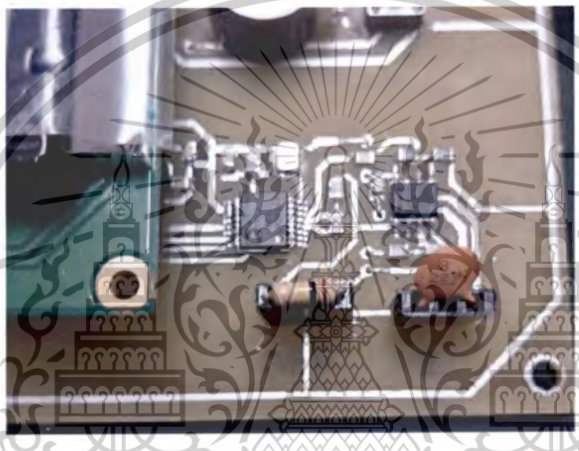


ภาพที่ 4.2 การตั้งค่าผ่านหน้าจอ LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

หลังจากกำหนดค่าในการวัดแล้วในซอฟแวร์แล้วจะต้องมีการตั้งค่าที่ฮาร์ดแวร์ด้วย คือการตั้งค่าเกนขยาย (Rfb) และการปรับเทียบค่า (Calibration) โดยจะต้องทำทุกครั้งก่อนที่จะวัดค่าอิมพีแดนซ์ และจะมีขั้นตอนการดำเนินวัดดังต่อไปนี้

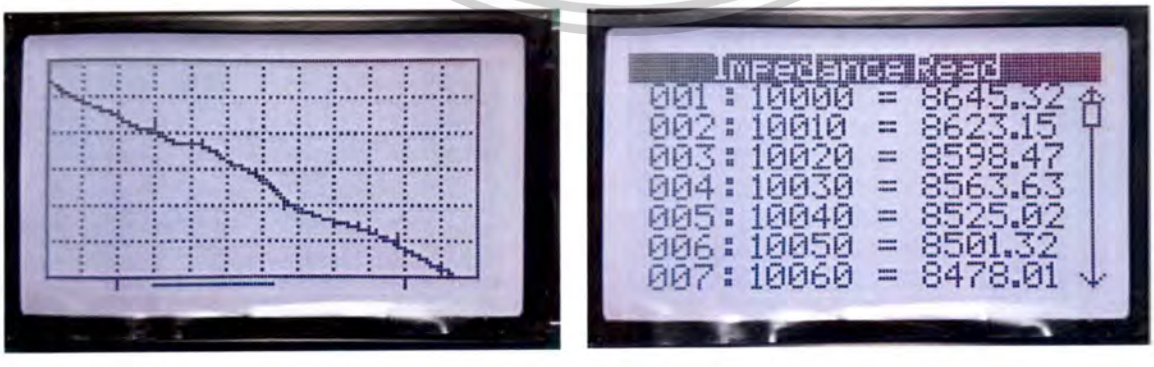
- ต่อตัวต้านทานค่าคงที่เข้าที่ช่อง Rfb ดังภาพที่ 4.3
- ต่อตัวต้านทานค่าคงที่แบบความแม่นยำสูงใช้ปรับเทียบค่า (Rcal) เข้าที่ช่อง Z
- กดปุ่มเลือก Calculate Gain Factor
- นำตัวต้านทานปรับเทียบค่า (Rcal) ออกแล้วต่อตัวต้านทานที่ต้องการวัดเข้าที่แทน
- กดปุ่มเลือก Start Sweep แล้วรอค่าแสดงผล



ภาพที่ 4.3 การต่อตัวต้านทาน

1.1.2 การแสดงผลการวัด

หลังจากที่วัดค่าเสร็จแล้วโปรแกรมจะแสดงผลเป็นกราฟและสามารถเลือกดูได้ว่าที่ความถี่ไหนมีค่าความต้านทานเท่าใด ดังแสดงในภาพที่ 4.4

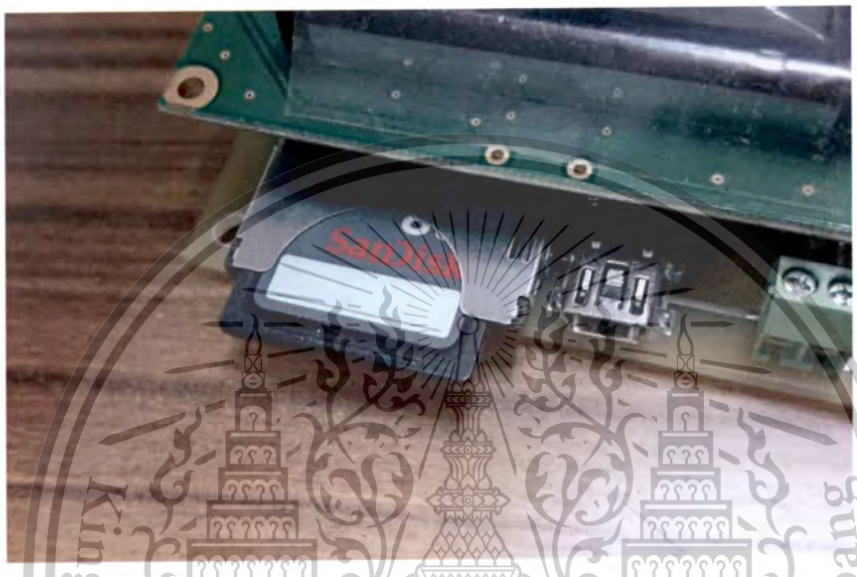


ภาพที่ 4.4 การแสดงผลการวัด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

4.2 การเก็บค่าเพื่อแสดงผลบนคอมพิวเตอร์

เนื่องจากจอแสดงผลในชุดทดลองมีขนาดเล็กและมีรายละเอียดที่ต่ำ ทำให้การแสดงผล และข้อมูลทำได้ไม่ดีมาก อาจจะทำให้อ่านยาก หรือไล่หาข้อมูลที่ต้องการได้ยาก ทางผู้วิจัยจึงเปิดโอกาสให้ผู้ใช้งานสามารถดึงข้อมูลที่วัดได้ออกมาแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ได้โดยการเขียนข้อมูลนั้นลงบนหน่วยความจำภายนอก SD Card ดังแสดงในภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 ตำแหน่งใส่ SD Card

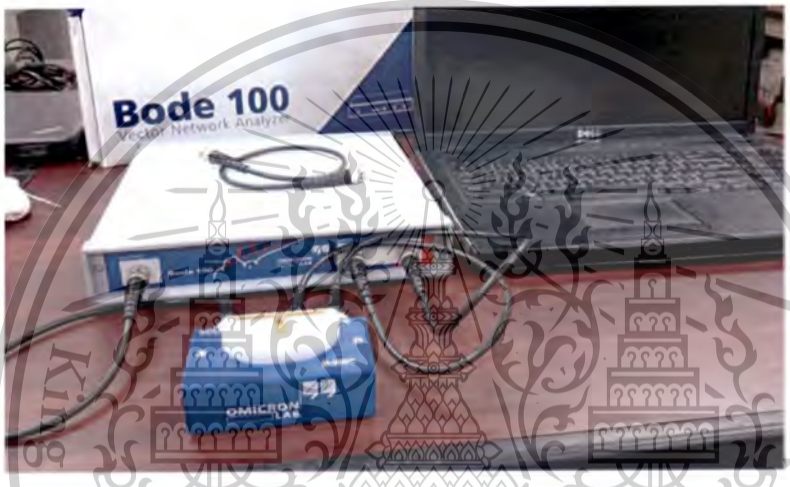
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

จากผลการทดลองการใช้งานชิพ AD5933 นั้นให้ผลเป็นที่น่าพอใจเนื่องจากค่าที่อ่านได้มีค่าค่อนข้างเที่ยงตรงและแม่นยำเมื่อเปรียบเทียบกับเครื่องมือวัดที่มีมาตรฐานดังแสดงในภาพที่ 5.1 ซึ่งเพียงพอสำหรับใช้ในการเรียนการสอนหรือใช้ในการวิเคราะห์ค่าเบื้องต้นได้



ภาพที่ 5.1 เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์ Omicron Bode100

การวัดค่าในแต่ละรอบ เนื่องจากมีการปรับความถี่ Sweep หลายตำแหน่งนั้น การที่จะเก็บข้อมูลทั้งหมดนั้นเพื่อในการมาประมวลผลและใช้แสดงผลออกมา ตัว Microcontroller ควรที่จะมีหน่วยความจำชั่วคราว (RAM) มาก เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์ที่ทางผู้วิจัยเลือกใช้นั้น มีหน่วยความจำชั่วคราวเพียง 4 กิโลไบต์เท่านั้น ทำให้สามารถเก็บข้อมูลจากการวัดได้เพียงแค่ประมาณ 250 ตำแหน่ง

5.2 ข้อเสนอแนะ

การวิเคราะห์ค่าอิมพีแดนซ์นั้นเป็นการวัดค่าอะนาล็อกที่มีการเปลี่ยนแปลงน้อย จึงต้องใช้ความละเอียดในการวัดที่สูง แหล่งจ่ายไฟมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงนั้นมาก ดังนั้นต้องเลือกแหล่งจ่ายไฟที่มีเสถียรภาพค่อนข้างสูงเพื่อที่จะให้ได้ค่าที่วัดออกมาแม่นยำ

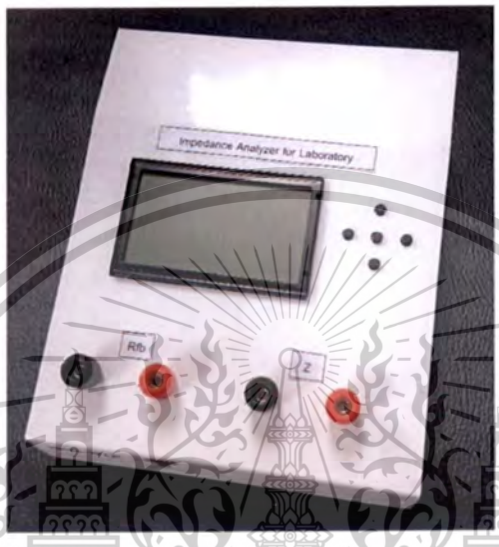
หากจะนำวงจรนี้ไปพัฒนาต่อหรือประยุกต์ใช้กับงานวิจัยอื่น ถ้าจำเป็นจะต้องมีการวัดค่าที่ความถี่หลายตำแหน่ง ควรที่จะเลือกไมโครคอนโทรลเลอร์ที่มีหน่วยความจำชั่วคราวที่เพียงพอต่อการเก็บข้อมูล โดยข้อมูลที่อ่านได้แต่ละตำแหน่งความถี่นั้นจะใช้ประมาณ 8 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บทที่ 6
สรุปผลผลิตที่ได้จากงานวิจัย

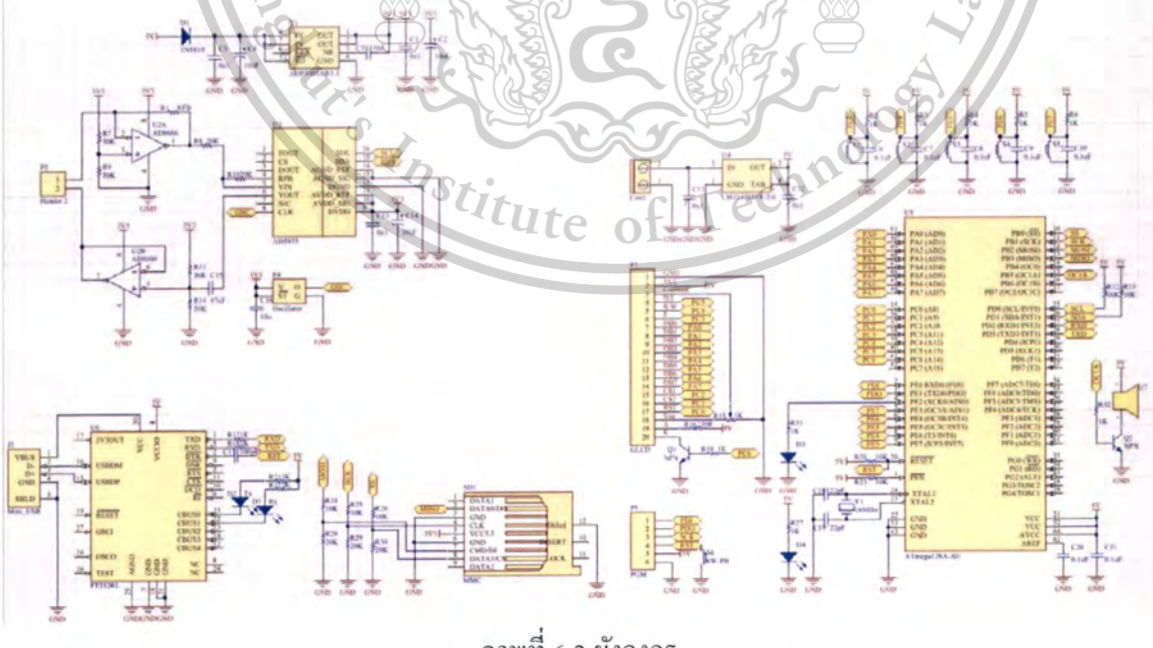
6.1 ผลงาน

6.1.1 ตัวชิ้นงาน



ภาพที่ 6.1 ตัวชิ้นงาน

6.1.2 ผังวงจร



ภาพที่ 6.2 ผังวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง

[1] Kennelly, Arthur, "Impedance," (AIEE, 1893)

[2] D. Biswas, K. Pal, U. Kumar, "Development of low cost bioimpedance analyser for analysing various biological samples," IEEE Dec. 2012., pp. 508 - 511.

[3] L. Yan, L. W. Ding, "Low-power Design of Impedance Measurement System Based on MSP430F149" IEEE June 2011., vol.1, pp. 252 - 254.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

1 MSPS, 12-Bit Impedance Converter, Network Analyzer

Data Sheet **AD5933**

FEATURES

- Programmable output peak-to-peak excitation voltage to a maximum frequency of 100 kHz
- Programmable frequency sweep capability with serial I²C interface
- Frequency resolution of 27 bits (<0.1 Hz)
- Impedance measurement range from 1 kΩ to 10 MΩ
- Capable of measuring of 100 Ω to 1 kΩ with additional circuitry
- Internal temperature sensor (±2°C)
- Internal system clock option
- Phase measurement capability
- System accuracy of 0.5%
- 2.7 V to 5.5 V power supply operation
- Temperature range: −40°C to +125°C
- 16-lead SSOP package

APPLICATIONS

- Electrochemical analysis
- Bioelectrical impedance analysis
- Impedance spectroscopy
- Complex impedance measurement
- Corrosion monitoring and protection equipment
- Biomedical and automotive sensors
- Proximity sensing
- Nondestructive testing
- Material property analysis
- Fuel/battery cell condition monitoring

GENERAL DESCRIPTION

The AD5933 is a high precision impedance converter system solution that combines an on-board frequency generator with a 12-bit, 1 MSPS, analog-to-digital converter (ADC). The frequency generator allows an external complex impedance to be excited with a known frequency. The response signal from the impedance is sampled by the on-board ADC and a discrete Fourier transform (DFT) is processed by an on-board DSP engine. The DFT algorithm returns a real (R) and imaginary (I) data-word at each output frequency.

Once calibrated, the magnitude of the impedance and relative phase of the impedance at each frequency point along the sweep is easily calculated. This is done off chip using the real and imaginary register contents, which can be read from the serial I²C interface.

A similar device, also available from Analog Devices, Inc., is the AD5934, a 2.7 V to 5.5 V, 250 kSPS, 12-bit impedance converter, with an internal temperature sensor and is packaged in a 16-lead SSOP.

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM

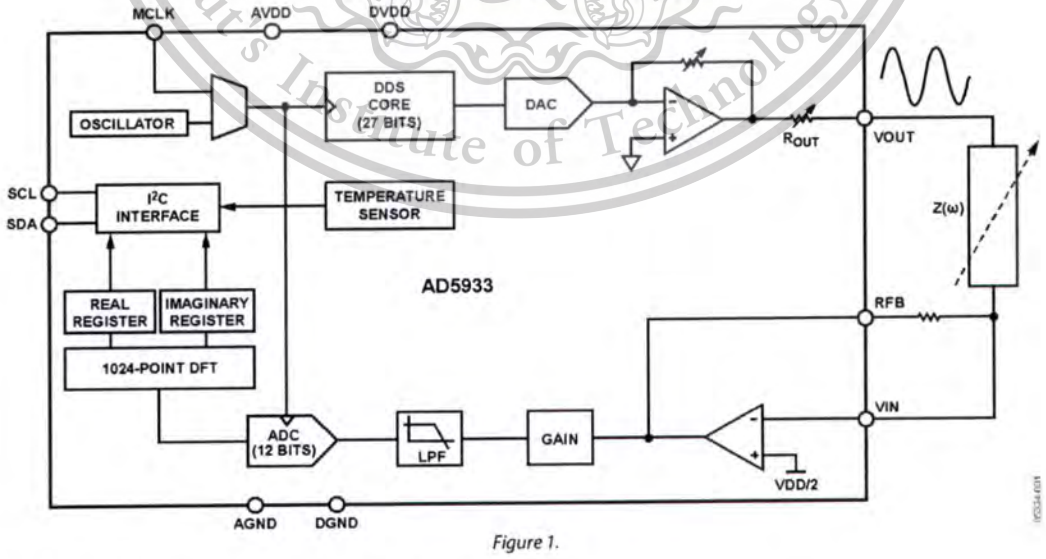


Figure 1.

Rev. D
Information furnished by Analog Devices is believed to be accurate and reliable. However, no responsibility is assumed by Analog Devices for its use, nor for any infringements of patents or other rights of third parties that may result from its use. Specifications subject to change without notice. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of Analog Devices. Trademarks and registered trademarks are the property of their respective owners.

One Technology Way, P.O. Box 9106, Norwood, MA 02062-9106, U.S.A.
Tel: 781.329.4700
Fax: 781.461.3113
www.analog.com
©2005–2011 Analog Devices, Inc. All rights reserved.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา 25580101068

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 1 รอบ 6 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2558

☐ แหล่งงบประมาณแผนดิน(แบบปกติ) ☑ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) เครื่องวิเคราะห์อิมพีแดนซ์สำหรับการเรียนการสอน
(ภาษาอังกฤษ) Impedance Analyzer for Laboratory
ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ./ดร./ผศ./รศ./ศ.) อ.สองเมือง นันทขว้าง
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2558
ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2557 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2558

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)

งวดที่ 1 40,000 บาท 100 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ว/ด/ป) 1 ตุลาคม 2557

2. สรุปงบประมาณค่าใช้จ่ายที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย)

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร :ค่าจ้างชั่วคราว			
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน			
ค่าใช้สอย			
ค่าวัสดุ	40,000	40,000	0
ค่าสาธารณูปโภค			
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์			
รวม	40,000	40,000	0

(.....)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
24 / 9 / 2558

(.....)
ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง
...../...../.....

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.
141534

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) ดอน อิศรากร

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Dr. Don Isarakorn

หน้าที่การงานปัจจุบัน (อาจารย์/เจ้าหน้าที่ /นักวิจัย /นักศึกษาระดับ...../อื่นๆ)

ตำแหน่ง อาจารย์

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3100903879925

ประวัติการศึกษาสูงสุด

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
Ph.D.	Microsystems and Microelectronics	Ecole Polytechnique Federale de Lausanne, Switzerland	2011
M.Eng.	Control Engineering	KMITL	2003
B.Eng.	Electronics Engineering	KMITL	2000

สถานที่ติดต่อ ภาควิชาการวัดและระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
โทรศัพท์ 02-329-8353 โทรสาร 02-329-8354
E-mail kidon@kmitl.ac.th

ประสบการณ์วิจัยหรือสาขาที่ชำนาญ Microsensors and microactuators, Piezoelectric materials for sensing and actuating applications, MEMS process development, Energy harvesting systems, PowerMEMS

ผลงานวิจัย

2012 หัวหน้าโครงการวิจัย “ระบบฐานข้อมูลภาพถ่ายและซอฟต์แวร์คัดกรองผู้ป่วยเบาหวานเข้าจอตาเบื้องต้นโดยการใช้ภาพถ่ายจอตา” ทุนนักวิจัยใหม่ (วท.) ประจำปี 2555

2012 หัวหน้าโครงการวิจัย “การออกแบบและพัฒนารถเข็นผู้ป่วยไฟฟ้าแบบปรับยืนได้” งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปี 2556

2012 หัวหน้าโครงการวิจัย “ระบบผลิตพลังงานแบบพึ่งพาตัวเองสำหรับการตรวจติดตามสภาพของเครื่องจักร” งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปี 2556

2012 ผู้ร่วมวิจัย “การออกแบบและพัฒนาชุดคิทหุ่นยนต์ราคาถูกสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา” งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปี 2556

2012 ผู้ร่วมวิจัย “การออกแบบและพัฒนาชุดทดลองเรื่องระบบเก็บเกี่ยวพลังงานลมสำหรับเด็ก” งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปี 2556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

2010-2011 ผู้ร่วมวิจัย "Si-μScalpel – Micromachined Ultrasonic Scalpel for CMF and Plastic Surgery," The Commission for Technology and Innovation CTI, Switzerland

2010 ผู้ร่วมวิจัย "Electronic materials for energy systems and other applications," NCCR-MaNEP of the Swiss National Science Foundation, Switzerland

2006-2010 ผู้ร่วมวิจัย "MEMS fabrication based on epitaxial piezoelectric thin films on silicon," NCCR-MaNEP of the Swiss National Science Foundation, Switzerland

2005-2007 ผู้ร่วมวิจัย "Cross-over IT Mechatronics Contest Between KMITL and UEC," GP-UEC Project, Japan

2005 หัวหน้าโครงการวิจัย "Design of Micro Manipulator by Using Stick-Slip Motors," Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2005 หัวหน้าโครงการวิจัย "Design of Micro Robot for Micro/Nano Applications," Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2004 ผู้ร่วมวิจัย "Development of Control System for Multiple Autonomous Robots," Faculty of Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2004 ผู้ร่วมวิจัย "Electrochemical-Metallizing Power Supply," Research Center for Communications and Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2003 ผู้ร่วมวิจัย "Speed and Position Control of Ultrasonic Motor using PDFF Controller Designed by Coefficient Diagram Method," Research Center for Communications and Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

2003 ผู้ร่วมวิจัย "Application of Shape-Memory Alloy (SMA) to Miniature Manipulator," Research Center for Communications and Information Technology, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden to modify the content, and cite the document when use.

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาไทย) สองเมือง นันทขว้าง

ชื่อ - นามสกุล (ภาษาอังกฤษ) Mr. Songmoung Nundrakwang

หน้าที่การงานปัจจุบัน (อาจารย์/เจ้าหน้าที่ /นักวิจัย /นักศึกษาระดับ...../อื่นๆ)

ตำแหน่ง อาจารย์

เลขหมายบัตรประจำตัวประชาชน 3570900298154

ประวัติการศึกษาสูงสุด

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
M.Eng.	Control Engineering	KMITL	2005
B.Eng.	Control Engineering	KMITL	2003

สถานที่ติดต่อ ภาควิชาการวัดและระบบควบคุม คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โทรศัพท์ 02-329-8353 โทรสาร 02-329-8354

E-mail

knsongme@kmitl.ac.th

ประสบการณ์วิจัยหรือสาขาที่ชำนาญ Machine Design, Mechatronic System Modeling, Control Systems

ผลงานวิจัย

2012 ผู้ร่วมวิจัย “การออกแบบและพัฒนารถเข็นผู้ป่วยไฟฟ้าแบบปรับยืนได้” งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปี 2556

2012 ผู้ร่วมวิจัย “ระบบผลิตพลังงานแบบพึ่งพาตัวเองสำหรับการตรวจติดตามสภาพของเครื่องจักร” งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปี 2556

2012 หัวหน้าโครงการวิจัย “การออกแบบและพัฒนาชุดคิทหุ่นยนต์ราคาถูกสำหรับนักเรียนระดับประถมศึกษา” งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปี 2556

2012 หัวหน้าโครงการวิจัย “การออกแบบและพัฒนาชุดทดลองเรื่องระบบเก็บเกี่ยวพลังงานลมสำหรับเด็ก” งบประมาณเงินรายได้คณะวิศวกรรมศาสตร์ ประจำปี 2556

2006-2012 ผู้ร่วมโครงการวิจัย UEC – KMITL IT Crossover Mechatro Remote Control Project

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.

Forbidden to modify the content, and cite the document when use.