

เครื่องมือเฝ้าตรวจวัดความชื้นไม้ยางพารา Moisture Content Monitoring in Rubber Wood

สุภกร กตธิกรกุล¹ อนุชตรา ปาโต² สุเจนต์ พรหมเหมือน³ และ คณดิช เจษฎ์พัฒนานนท์⁴

¹ สาขาวิทยาศาสตร์และคณิตศาสตร์พื้นฐาน คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

² สาขาวิทยาศาสตร์-ฟิสิกส์ คณะศึกษาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ สงขลา 90000

³ สาขาฟิสิกส์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยทักษิณ พัทลุง 93210

⁴ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ 90110

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้พัฒนาเครื่องมือเฝ้าตรวจวัดความชื้นไม้ยางพาราโดยใช้เทคนิคการวัดความจุไฟฟ้าโดยการประยุกต์ใช้วงจรบริดจ์ที่ปรับปรุงขึ้น หัววัดทำจากแผ่นวงจรพิมพ์(PCB) เป็นแบบอิเล็กทรอนิกส์หิว พบว่า ค่าแรงดันไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับความชื้นไม้ยางพาราและอยู่ในช่วงโวลต์(V) ได้ค่าความไม่เชิงเส้น 3.40 %FSO ค่าความสามารถในการทำซ้ำ 1.98 %FSO สามารถนำไปใช้ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงระดับความชื้นในไม้ยางพาราได้ทันที อีกทั้งได้เครื่องมือที่ใช้งานง่าย พกพาสะดวก และมีประสิทธิภาพและความคล่องตัวในการใช้งาน

คำสำคัญ: ความชื้นไม้ยางพารา ความจุไฟฟ้า วงจรบริดจ์

Abstract

This paper proposed the development of an automatic moisture content monitoring in Rubber Wood using a capacitance measurement. The capacitance probe was designed in interdigital form. The modified bridge circuit is applied to measure capacitance value proportion to moisture content. The experiments were show that the measured voltage is proportional to the variation in moisture rubber wood with 3.40% FSO non-linear error and 1.98%FSO precision error, respectively. This technique efficiently can be used in real-time moisture rubber wood monitoring. In addition, it's easy to use, and portable.

Keywords: Moisture Rubber Wood, Capacitance, Bridge Circuit

1. บทนำ

ปัจจุบันนี้อุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับไม้ยางพาราเป็นที่ต้องการของท้องตลาด ทั้งตลาดภายในประเทศเองและตลาดต่างประเทศ ยังเป็นอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญในประเทศไทย ที่ เช่น ในงานอุตสาหกรรมทำเฟอร์นิเจอร์[1] และอุตสาหกรรมอื่น ๆ อีกทั้งนำไปก่อสร้างอาคาร บ้านเรือนต่างๆ เนื่องจากไม้ยางพาราเป็นไม้ที่มีเนื้อค่อนข้างแข็ง น้ำหนักเบา เนื้อไม้มีสีขาวนวล มีลวดลายที่สวยงาม อีกทั้งไม้ยางพาราเป็นไม้ที่มีปริมาณมาก และหาได้ง่ายในท้องถิ่น ไม้ยางพารานี้เป็นไม้เชิงพาณิชย์ที่สำคัญแต่ในการนำมาใช้งานนั้นจะต้องมีการแปรรูปไม้ยางพาราดิบเสียก่อน เนื่องจากไม้ยางพาราเป็นไม้เนื้ออ่อน มีการผ่านกรรมวิธีต่างๆหลายขั้นตอน ซึ่งหนึ่งในกรรมวิธีขั้นตอนการผลิต ก็จะมีขั้นตอนของการอบไม้ยางพารา เพื่อให้เนื้อไม้ที่จะนำไปใช้งานนั้น มีความชื้นอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด เนื่องจากความชื้นที่อยู่ในเนื้อไม้

นี้เองที่จะเป็นตัวการที่ทำให้เกิดปัญหาเชื้อราในเนื้อไม้ ซึ่งเป็นสาเหตุสำคัญที่ทำให้อายุการใช้งานของไม้สั้นลง[2] ดังนั้นในการอบไม้ จึงต้องคำนึงถึงค่าความชื้นในเนื้อไม้ว่าจะต้องอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนดเป็นหลัก แต่โดยทั่วไปการอบไม้ที่นิยมทำอยู่ในปัจจุบันนั้นในโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการวัดค่าความชื้นของเนื้อไม้ แต่พบปัญหาว่าเครื่องมือจะต้องซื้อเครื่องมือวัดค่าความชื้นที่มีราคาแพงและนำเข้าจากต่างประเทศมาใช้งาน

ส่วนใหญ่จะมีวิธีวัดความชื้นในเนื้อไม้มีทั้งทางตรงและทางอ้อมได้[3] อาทิเช่น วิธีการวัดน้ำหนัก(Gravimetric method) โดยใช้หลักการนำดินไปอบดูอบแบบธรรมดาและแบบไมโครเวฟ การวัดความต้านทานไฟฟ้า(electrical resistance block) ใช้หลักของความต้านแปรของการนำไฟฟ้า (electrical conductivity) หรือความต้านทานไฟฟ้า(electrical resistance) ใช้หลักการเกี่ยวกับคุณสมบัติทางด้านไฟฟ้าของไม้แปรผันไปตามปริมาณความชื้นในไม้ ขึ้นอยู่กับคุณสมบัติการเป็นฉนวนไฟฟ้า

ของไม้ หรือคุณสมบัติการมีค่า Dielectric constant ของไม้ [4] ซึ่งโดยทั่วไปแล้ววิธีแบบนี้จะวัดได้กับไม้ที่มีการไสให้เรียบแล้วโดยการวางอิเล็กโทรดหรือโพรบวัดลงบนผิวหน้าไม้ที่จะวัดและกดให้แนบสนิทกับไม้ค่าความชื้นที่แสดงออกมาจะเป็นค่าความชื้นเฉลี่ยของไม้จากที่กล่าวมาข้างต้นพบว่าการใช้เทคนิคด้านต่างๆ มาประยุกต์ใช้จะมีข้อจำกัดบางอย่างในการวัด เทคนิคการสร้างการวัดที่ยั่งยืน และยังมีราคาสูง

บทความนี้จึงเป็นการนำเสนอเทคนิคสำหรับตรวจวัดความชื้นในไม้ยางพารา โดยการออกแบบเครื่องมือวัดค่าความชื้นด้วยการอาศัยเทคนิคของการวัดค่าความจุไฟฟ้าแบบลายซี่หวี โดยใช้คุณสมบัติของไดอิเล็กตริกจากค่าความชื้นที่อยู่ในเนื้อไม้ยางพาราแล้วนำมาประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อหาค่าความชื้นที่มีอยู่ในเนื้อไม้ยางพารา จากนั้นจะทำการแสดงผลบนจอแสดงผลและสามารถประยุกต์ส่งค่าผ่านระบบอินเทอร์เน็ตได้ ซึ่งเป็นการแก้ไขปัญหาการรอบไม้ดังที่กล่าวมาข้างต้น และเป็นการลดการนำเข้าเทคโนโลยีจากต่างประเทศอีกทางหนึ่ง

2. วิธีการวิจัย

2.1 หลักการพื้นฐานการหาค่าความจุไฟฟ้า

ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (dielectric constant, ϵ) เป็นสมบัติทางไฟฟ้าของวัสดุ เป็นค่าที่บ่งบอกถึงความมีขั้ว (polarity) ของวัสดุที่อุณหภูมิใดๆ การทดสอบค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุใดๆ ทำโดยนำวัสดุนั้นไปวางไว้ในสนามไฟฟ้า วัสดุใดมีค่าคงที่ไดอิเล็กตริกสูงจะกักเก็บพลังงานไฟฟ้าได้มาก ค่าคงที่ไดอิเล็กตริกของวัสดุ มีค่าเท่ากับอัตราส่วนระหว่างค่าความจุไฟฟ้า (capacitance) ของวัสดุต่อค่าความจุไฟฟ้าของสุญญากาศ(ϵ_0) มีค่าคงที่เท่ากับ 8.85×10^{-12} F/m

ค่าความจุของตัวเก็บประจุเป็นค่าวัดความสามารถในการเก็บประจุทางไฟฟ้า กล่าวคือ ถ้าค่าความจุมีค่าสูง ประจุที่ถูกเก็บไว้ในแผ่นโลหะก็จะมากด้วย ค่าความจุ C จะมีความสัมพันธ์กับพื้นที่ของแผ่นโลหะและ ระยะห่างระหว่างแผ่นโลหะ ดังสมการที่ (1)

$$C = \frac{\epsilon_0 \epsilon_r}{d} \quad (1)$$

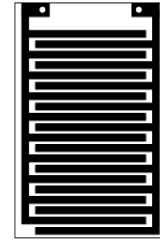
ถ้าช่องว่างระหว่างแผ่นโลหะถูกใส่ด้วยวัสดุ dielectric ค่าความจุของตัวเก็บประจุจะมีค่าเพิ่มขึ้นด้วยตัวคูณ ซึ่งเรียกว่า ค่าคงที่ไดอิเล็กตริก (dielectric constant) ของวัสดุ ดังสมการที่ (2)

$$C = \frac{k \epsilon_0 A}{d} \quad (2)$$

2.2 รูปแบบของหัววัดความจุไฟฟ้า

ลักษณะของหัววัดสำหรับใช้วัดความชื้นไม้ยางพาราที่อาศัยเทคนิคของการวัดค่าความจุไฟฟ้าด้วยหลักการของ Capacitive

Interdigital แบบลายซี่หวี [5] ดังรูปที่ 1 โดยรูปแบบของหัววัดได้เดินลายเซนเซอร์ลงบนแผ่น PCB ทองแดง



รูปที่ 1 ลักษณะของหัววัดอาศัยเทคนิคของการวัดค่าความจุไฟฟ้า

2.3 การออกแบบวงจรสำหรับหัววัด

สำหรับการออกแบบวงจรปรับแต่งสัญญาณได้ประยุกต์ใช้วงจร De sauty's bridge [6] มาใช้ในการวัดความจุไฟฟ้าเพื่อแปลงเป็นค่าแรงดัน โดยป้อนแรงดันไฟฟ้ารูปคลื่นสัญญาณสี่เหลี่ยมด้วยความถี่ที่สัญญาณขาออกของวงจรที่ได้จะถูกขยายด้วยออปแอมป์ และจะแปลงไปเป็นสัญญาณกระแสตรงด้วยวงจรกรองเรียงกระแส จากนั้นระดับสัญญาณไฟฟ้าตรงจะถูกส่งเข้าไปยังช่องสัญญาณอนาล็อกขาเข้าของไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำการประมวลระดับสัญญาณออกมาเป็นค่าความชื้นไม้ยางพารา เมื่อนำวงจร De sauty's bridge มาประยุกต์ใช้ในการวัดค่าความจุไฟฟ้าเพื่อนำไปวัดค่าความชื้นไม้ยางพารา ดังรูปที่ โดยกรณีที่วงจรบริดจ์ไม่สมดุล จะสามารถวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุด V_o ได้ และสามารถเขียนสมการหาแรงดันที่จุด V_o ได้ดังสมการที่ (3)

$$V_o = j2\pi f R_3 V_{in} \left[\frac{C_1 R_1}{R_2} - C_x \right] - \frac{V_{in} R_3}{R_x} \quad (3)$$

สำหรับที่วงจรบริดจ์สมดุลจะหาค่าความจุไฟฟ้าน้อยที่สุดได้จากสมการที่ (4)

$$C_x = \frac{C_1 R_1}{R_2}, \frac{R_x}{R_x} \approx 0 \quad (4)$$

เนื่องจากแรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้วงจรบริดจ์เป็น รูปคลื่นสี่เหลี่ยมซึ่งมีผลของแรงดันฮาร์มอนิกที่ 0 ปนอยู่ด้วย ดังนั้น สามารถเขียนแรงดันที่จุด V_o สำหรับฮาร์มอนิกที่ 0 เมื่อใช้วงจรสมดุลของเซนเซอร์เป็นความจุไฟฟ้าขนานกับความต้านทานได้ดังสมการที่ (5)

$$V_o = \frac{R_3}{R_x} \left(\frac{V_H}{2} \right) \quad (5)$$

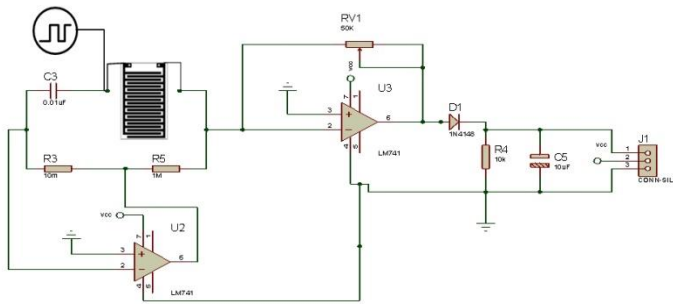
3. ผลการวิจัยและอภิปรายผลการวิจัย

การออกแบบเครื่องวัดความชื้นไม้ยางพาราจะมีส่วนทำการวัดด้วยหัววัดความจุไฟฟ้าแบบซี่หวีและนำวงจร De sauty's bridge มาประยุกต์ใช้ในการวัดค่าความจุไฟฟ้าแปลงออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า ทำการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Wemos D1 โดยสามารถส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์แบบพกพาด้วยสัญญาณ WIFI พร้อมทั้งส่วนแสดงผลเป็นจอ OLED ไดอะแกรมแสดงดังรูปที่ 3

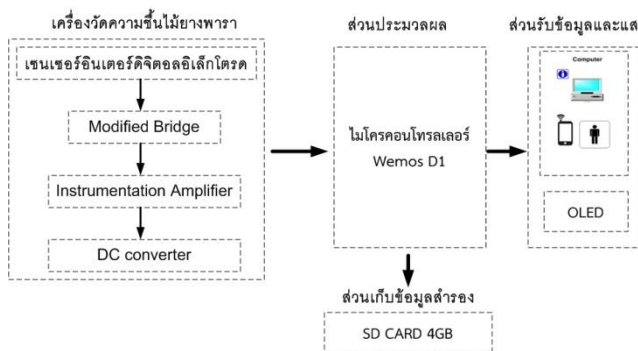
บทความวิจัย

วารสารเครื่องช่วยวิศวกรรมไฟฟ้า

EENET Journal Vol. 2, No.1, Jan-Jun 2018



รูปที่ 2 วงจร De sauty's bridge ที่ประยุกต์ใช้กับหัววัดความจุไฟฟ้า



รูปที่ 3 ไดอะแกรมแสดงการออกแบบเครื่องวัดความจุไฟฟ้า

หัววัดตรวจวัดความจุไฟฟ้าที่ได้ออกแบบไว้ คือ อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานจากแผ่น PCB(Print Circuit Board) โดยมีขนาดความกว้างของซีพียู 4 มิลลิเมตร ความยาวของซีพียู 54 มิลลิเมตร ความกว้างของช่องว่าง 1 มิลลิเมตร และมีจำนวนซีพียู 20 ซี แสดงดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 หัววัดตรวจวัดความจุไฟฟ้า

นำหัววัดตรวจวัดความจุไฟฟ้าที่ได้ออกแบบเป็นอิเล็กทรอนิกส์ที่ทำงานจากแผ่น PCB(Print Circuit Board) โดยมีขนาดความกว้างของซีพียู 4 มิลลิเมตร ความยาวของซีพียู 54 มิลลิเมตร ความกว้างของช่องว่าง 1 มิลลิเมตร และมีจำนวนซีพียู 20 ซี แสดงดังรูปที่ 4

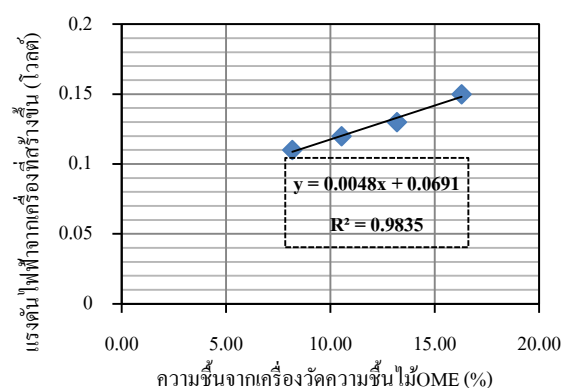


รูปที่ 5 เครื่องวัดความจุไฟฟ้า

นำไมยงพาราที่พร้อมสำหรับการทดสอบวัดความจุไฟฟ้าเพื่อการแปรูปจากโรงงานมาตัดออกเป็นท่อนๆที่มีขนาดเท่ากัน ขนาดความยาว 14.5 เซนติเมตร กว้าง 6 เซนติเมตร และหนา 3.5 เซนติเมตร ทำการวัดความจุของไมยงพาราด้วยเครื่องวัด ยี่ห้อ OME รุ่น VA8040 แสดงดังรูปที่ 6 ทำการเปรียบเทียบกับเครื่องวัดไมยงพาราที่สร้างขึ้นนำตัวเครื่องวัดทาบลงบนเนื้อไมยงพารา รอนค่านิ่งแล้วบันทึกค่าเป็นค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องวัดไมยงพารา



รูปที่ 6 วิธีการวัดเครื่องวัดความจุไฟฟ้าด้วยเครื่องยี่ห้อ OME รุ่น VA8040



รูปที่ 7 เปรียบเทียบความจุของไมยงพาราด้วยเครื่องยี่ห้อ OME กับแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องวัดที่สร้างขึ้น

บทความวิจัย

วารสารเครื่องช่วยวิศวกรรมไฟฟ้า

EENET Journal Vol. 2, No.1, Jan-Jun 2018

จากนั้นบันทึกค่าความสัมพันธ์ระหว่างค่าเปอร์เซ็นต์ความชื้นของไม้ยางพาราที่วัดโดยเครื่องยี่ห้อ OME รุ่น VA8040 กับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องวัดที่สร้างขึ้น เพื่อหาความสัมพันธ์ของสมการที่เหมาะสมสำหรับแปลงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์ความชื้นในเครื่องวัดที่สร้างขึ้น แสดงดังรูปที่ 7 พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นไม้ยางพาราและแรงดันที่วัดได้อยู่ในช่วงโวลต์ ได้ค่าความไม่เป็นเชิงเส้น 3.40 %FSO และมีค่าความสามารถในการทำซ้ำ 1.98 %FSO

นำค่าสมการที่ได้จากกราฟมาทำการประมวลผลด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ Wemos D1 ซึ่งสามารถส่งข้อมูลเข้าคอมพิวเตอร์หรือโทรศัพท์แบบพกพาด้วยสัญญาณ WIFI พร้อมทั้งส่วนแสดงผลเป็นจอ OLED เมื่อนำเครื่องวัดไม้ความชื้นไม้ยางพาราไปวางทาบบนไม้ที่ต้องการจะวัด หน้าจอแสดงผลของเครื่องมือจะแสดงค่าที่อ่านได้ เมื่อค่าที่อ่านได้เป็นค่าที่มีความชื้นน้อยจะแสดงดังรูปที่ 8 โดยมีข้อความ LOW กำกับเสมอ ส่วนหากอ่านค่าความชื้นได้ค่ามาก ข้อความ HIGH ปรากฏขึ้น สำหรับความชื้นที่ใช้กันในโรงงานเมื่อมีค่ามากกว่า 14 % จะเป็นค่าความชื้นที่มาก ต้องทำการอบใหม่เพื่อที่จะสามารถนำไปใช้งานได้ เมื่อทำการส่งข้อมูลผ่านระบบอินเทอร์เน็ตเข้าเว็บไซต์ <https://thingspeak.com/channels/212757/> โดยสามารถดูจากเครื่องคอมพิวเตอร์ แสดงดังรูปที่ 9



รูปที่ 8 ตัวอย่างผลของค่าความชื้นที่อ่านได้ค่าต่ำ

4. สรุปผลการวิจัย

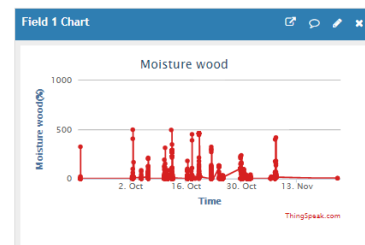
บทความนี้ทำการพัฒนาเครื่องเฝ้าตรวจวัดความชื้นไม้ยางพาราใช้หลักการวัดความจุไฟฟ้าด้วยการประยุกต์ใช้วงจรบริดจ์แปลงเป็นค่าแรงดันไฟฟ้า หัววัดตรวจวัดความชื้นไม้ยางพาราที่ได้ออกแบบไว้ คือ อิเล็กทรอนิกส์ที่หิวทำจากแผ่น PCB(Print Circuit Board) มีขนาดความกว้างของซี่หิว 4 มิลลิเมตร ความยาวของซี่หิว 54 มิลลิเมตร ความกว้างของช่องว่าง 1 มิลลิเมตร และมีจำนวนซี่หิว 20 ซี่วัดแรงดันไฟฟ้าบนไม้ยางพารา และวัดซ้ำ 10 ครั้งในแต่ละครั้งทดลองเปรียบเทียบเครื่องวัดความชื้นไม้ด้วยเครื่องยี่ห้อ OME รุ่น VA8040 พบว่าค่าแรงดันไฟฟ้าจะแปรผันตรงกับเปอร์เซ็นต์ความชื้นไม้ยางพาราและแรงดันที่วัดได้อยู่ในช่วงโวลต์ ได้ค่าความไม่เป็นเชิงเส้น 3.40

%FSO และมีค่าความสามารถในการทำซ้ำ 1.98 %FSO โดยเครื่องวัดความชื้นไม้ยางพาราอัตโนมัติได้ให้ความสำคัญกับต้นทุนการผลิตและความสามารถในการผลิตได้ภายในประเทศ ทำให้ประกอบได้ง่าย มีต้นทุนต่ำ มีกลไกทางกลที่ไม่ซับซ้อนยากต่อการใช้งาน สามารถประดิษฐ์ขึ้นได้โดยการใช้เทคโนโลยีที่ไม่สูง ซึ่งจะเป็นการลดการนำเข้าเครื่องมือที่มีราคาแพงจากต่างประเทศได้อีกทางหนึ่งตามนโยบาย Thailand 4.0

[Add Visualizations](#) [Data Export](#)

Channel Stats

Created: 11 months ago
Updated: about a month ago
Last entry: about a month ago
Entries: 7439



รูปที่ 9 ข้อมูลที่ดูผ่านเว็บไซต์ <https://thingspeak.com/channels/212757>

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] รศ.ทรงกลด จารุสมบัติ, รศ.ดร.ธีระ วิณิน และ ผศ.อ.ไพ เปี่ยมอรุณ, “การวิจัยและพัฒนาวิธีวัดความเข้มข้นของน้ำยาป้องกันรักษาเนื้อไม้,” ภาควิชาวนผลิตภัณฑ์ คณะวนศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2556.
- [2] กลุ่มงานพัฒนาอุตสาหกรรมไม้ สำนักวิจัยและพัฒนาการป่าไม้, “การสร้างตารางอบไม้,” ฉบับที่ 1, (งานวิจัยและแปรรูปผลิตภัณฑ์ไม้), ประเทศไทย : กรมป่าไม้, 2554.
- [3] รุสตัน อีสานเฮะ และ สุขสันต์ วรจิตสกุลชัย, “การพัฒนาเครื่องวัดความชื้นไม้ยางพารา,” วิทยานิพนธ์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2551.
- [4] James, W.L., Electric moisture meters for wood. Madison, U.S : Forest product laboratory, 1998.
- [5] Igreja, R. and Dias, C.J., “Analytical evaluation of the interdigital electrodes capacitance for a multi-layered structure,” Sensors and Actuators A. vol. 112, 2004, pp. 291-301.
- [6] Bera, S.C. and Chattopadhyay, S., “A modified Schering bridge for measurement of the dielectric parameters of a material and the capacitance of a capacitive transducer,” Measurements. vol.33, 2003, pp.3-7.