

## บทที่ 4

### ผลการวิจัย

ผู้วิจัยได้ออกแบบ หัววัดโพรบ วงจรเซนเซอร์ สำหรับวัดค่าไดอิเล็กตริกของไม้และแปลงค่าเป็นแรงดันไฟฟ้า และทดสอบวัดค่าความจุไฟฟ้าในอากาศของหัวโพรบและวัดค่าความจุไฟฟ้าของเนื้อไม้นำมาเปรียบเทียบกับกันเพื่อหาค่าความจุไฟฟ้าที่เหมาะสมกับการวัดค่าความชื้นของไม้ รวมถึงวัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากวงจรและนำมาเปรียบเทียบกับค่าความชื้นที่ได้จากเครื่องมือวัดความชื้นที่เป็นมาตรฐานซึ่งผลการวัดมีแนวโน้มความเป็นเชิงเส้นตามที่ต้องการ นอกจากนี้ทางผู้วิจัยได้ออกแบบฟังก์ชันการทำงานของตัวเครื่องโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมและสร้างตัวเครื่องสำหรับเป็นต้นแบบในการผลิต

| ค่าความชื้นไม้ (%) | ค่าความจุไฟฟ้า(pF) |
|--------------------|--------------------|
| 0                  | 14                 |
| 12.5               | 28                 |
| 12.7               | 30                 |
| 15.9               | 47                 |
| 29.2               | 85                 |

ตารางที่ 4.1 ค่าความจุไฟฟ้าของไม้ที่มีความชื้นต่างกันซึ่งวัดค่าโดยใช้มัลติมิเตอร์

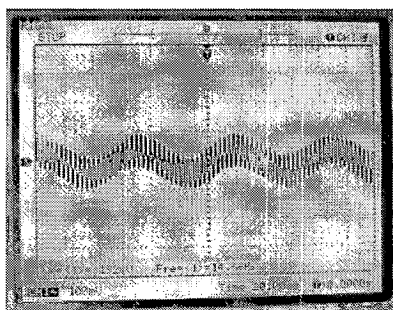
| ขนาดแผ่นเพลทเซนเซอร์<br>(mm.) | ค่าความจุไฟฟ้าในอากาศ (pF) |
|-------------------------------|----------------------------|
| 30x36                         | 15                         |
| 35x42                         | 19                         |
| 40x48                         | 26                         |

ตารางที่ 4.2 ค่าความจุไฟฟ้าของแผ่นเพลทเซนเซอร์แต่ละขนาด

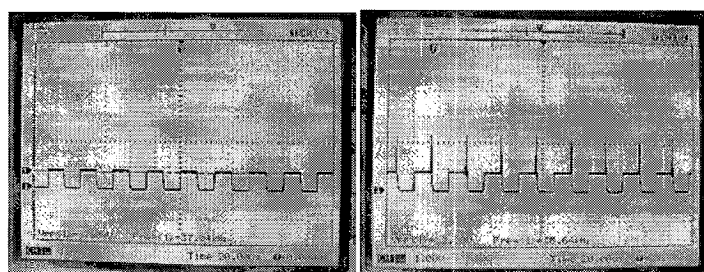
ออกแบบวงจรภาคเซนเซอร์เพื่อวัดค่าไดอิเล็กตริกของไม้และเปลี่ยนเป็นค่าเป็นแรงดันไฟฟ้า ซึ่งอาศัยการเปลี่ยนแปลงของค่าไดอิเล็กตริกของสารเมื่อค่าความชื้นเปลี่ยนแปลงและเปรียบเทียบกับค่าแรงดันอ้างอิง

#### 4.1 ผลการทดลองวัดค่าสัญญาณที่ได้จากวงจรเซนเซอร์

ผู้วิจัยได้ปรับปรุงวงจรวัดค่าไดอิเล็กตริกของไม้เพื่อให้สามารถวัดค่าได้ดีขึ้นจากเดิมโดยอาศัยการส่งผ่านคลื่นความถี่สูงผ่านวงจรบริดจ์เร็คทิไฟเออร์ โดยอาศัยการวัดค่าอิมพีแดนซ์ของแผ่นเพลทเซนเซอร์ที่เปลี่ยนแปลงและนำข้อมูลไปวิเคราะห์เพื่อหาค่าความคลาดเคลื่อนของชุดเซนเซอร์ก่อนนำไปวัดเทียบกับค่าความชื้นที่ได้จากเครื่องมือที่เป็นมาตรฐานเพื่อเขียน โปรแกรมคำนวณค่าความชื้นไม้สำหรับสร้างเครื่องมือวัดต่อไป



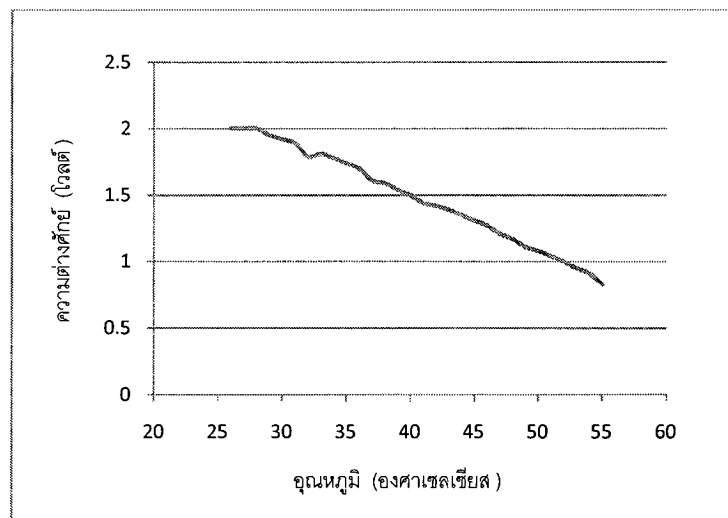
ภาพที่ 4.1 สัญญาณที่ผ่านการมอดูเลตจากวงจรโปรบวัด



ภาพที่ 4.2 สัญญาณจากเครื่องวัดเมื่อไม้ความชื้น 8 % (ซ้าย) และความชื้น 26 % (ขวา)

| ค่าความชื้นไม้ (%) | ค่าแรงดันไฟฟ้า(V) |
|--------------------|-------------------|
| 0                  | 3.45              |
| 1                  | 3.42              |
| 3                  | 3.39              |
| 9                  | 3.15              |
| 13                 | 2.93              |
| 18                 | 2.69              |
| 22                 | 2.47              |

ตารางที่ 4.3 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากวงจรแบบที่ 1



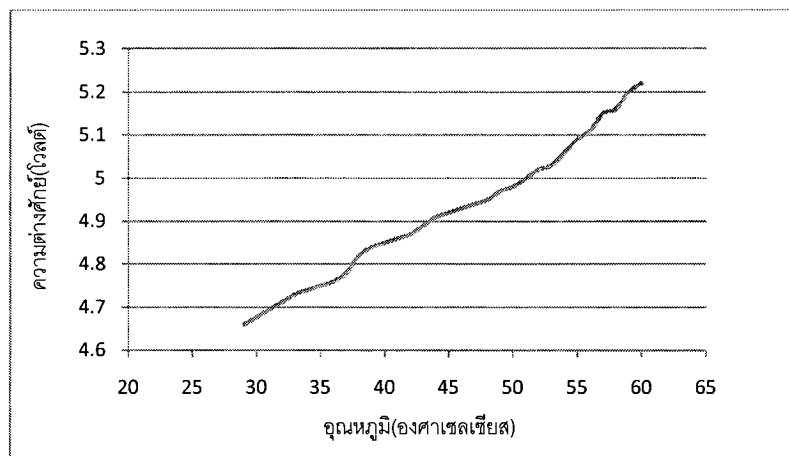
ภาพที่ 4.3 ความคลาดเคลื่อนของความต่างศักย์เนื่องจากอุณหภูมิ

สัญญาณที่ได้จากวงจรวัดค่าไดอิเล็กตริกซ์ของไม้แบบที่ 2 ซึ่งวัดค่าอิมพีแดนซ์ผ่านวงจรบริดจ์ และแปลงค่าเป็นความต่างศักย์ไฟฟ้า

| ค่าความชื้นไม้ (%) | ค่าแรงดันไฟฟ้า(V) |
|--------------------|-------------------|
| 13                 | 4.53              |
| 14.4               | 4.73              |

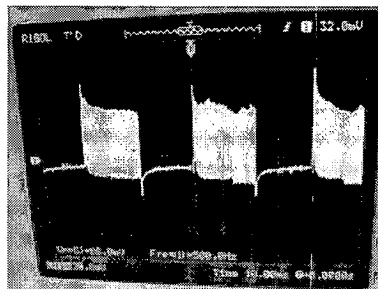
| ค่าความชื้นไม้ (%) | ค่าแรงดันไฟฟ้า(V) |
|--------------------|-------------------|
| 16.8               | 4.52              |
| 18.3               | 4.46              |
| 19.7               | 4.61              |
| 20.2               | 4.62              |
| 22.3               | 4.67              |

ตารางที่ 4.4 ค่าความต่างศักย์จากวงจรแบบที่ 2 เมื่อไม้มีความชื้นต่างกัน

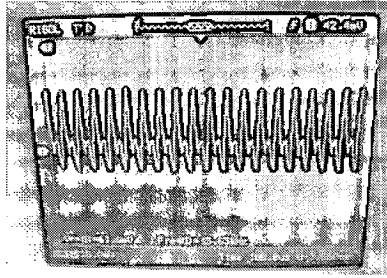


ภาพที่ 4.4 ความสัมพันธ์ของค่าความต่างศักย์จากชุดเซนเซอร์แบบที่ 1 เทียบกับอุณหภูมิ

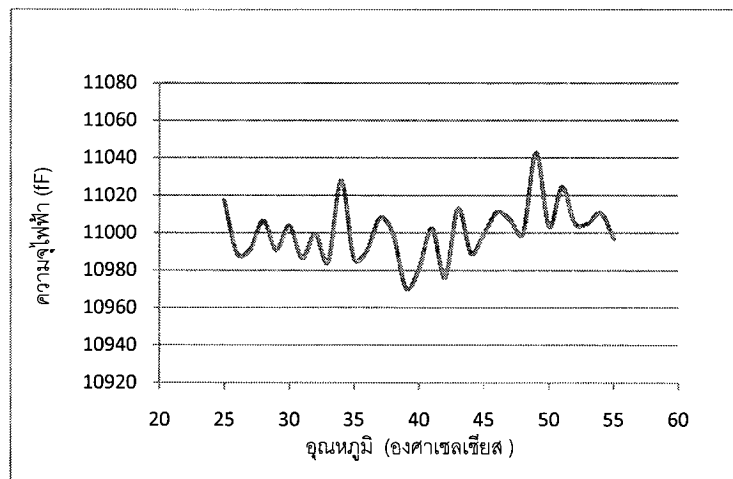
จากการวิเคราะห์กราฟค่าความต่างศักย์และอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงพบว่าวงจร มีความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของค่าตัวเก็บประจุและวัสดุที่นำมาใช้เป็นหัววัดโพรบเนื่องจากการเปลี่ยนแปลงของอุณหภูมิมีลักษณะใกล้เคียงความเป็นเชิงเส้น



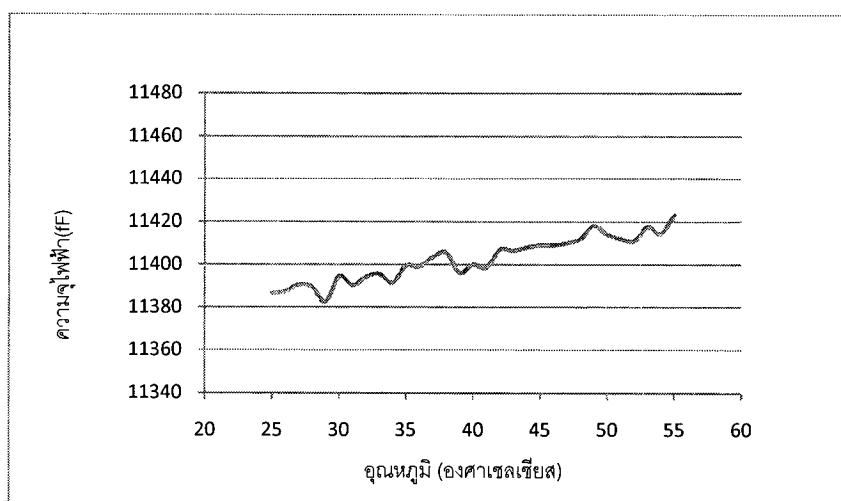
ภาพที่ 4.5 สัญญาณที่มอดูเลตแล้วซึ่งวัดจากปลายหัวโพรบ



ภาพที่ 4.6 สัญญาณความถี่สูง 15 kHz ที่อยู่ภายในสัญญาณความถี่ต่ำตัวพา 500 Hz



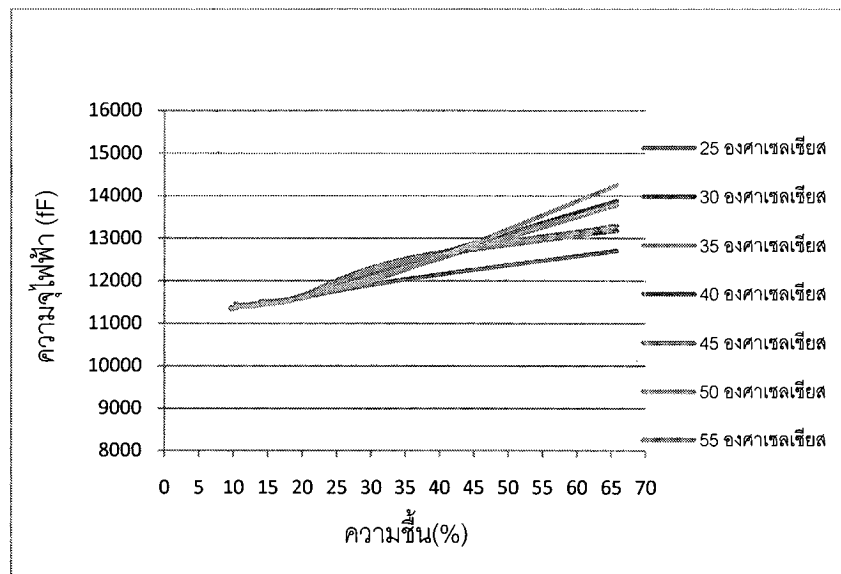
ภาพที่ 4.7 ความจุไฟฟ้าของอากาศเทียบกับอุณหภูมิ



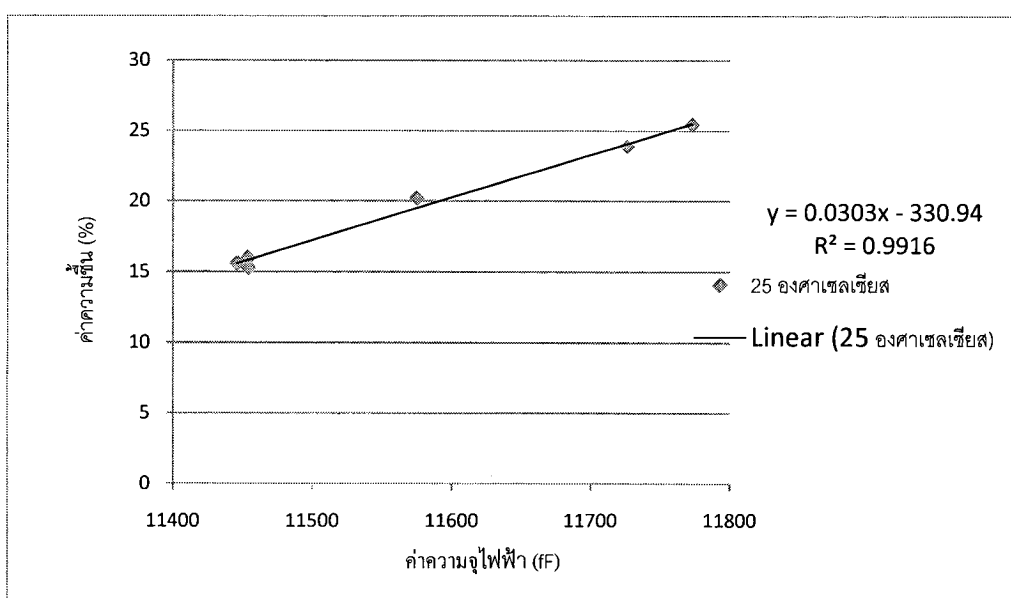
ภาพที่ 4.8 ความจุไฟฟ้าของไม้ที่มีความชื้น 7 เปอร์เซ็นต์ที่อุณหภูมิ 25 -55 องศาเซลเซียส

#### 4.2 ผลการวัดค่าความจุไฟฟ้าที่ได้จากเครื่องวัดความชื้นที่สร้างขึ้น

จากการทดลองวัดค่าความจุไฟฟ้าจากเครื่องวัดความชื้นไม้ที่สร้างขึ้นเทียบกับค่าความชื้นที่วัดได้จากเครื่องมือมาตรฐานและนำข้อมูลมาเปรียบเทียบกันพบว่าที่อุณหภูมิเดียวกันค่าความจุไฟฟ้าแปรตามค่าความชื้นของไม้ที่เปลี่ยนแปลง โดยมีแนวโน้มเป็นเชิงเส้นและเมื่อเปรียบเทียบกับค่าความชื้นที่อุณหภูมิต่างกันจะพบว่าค่าความจุไฟฟ้านั้นเปลี่ยนแปลง โดยมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นแบบเชิงเส้น



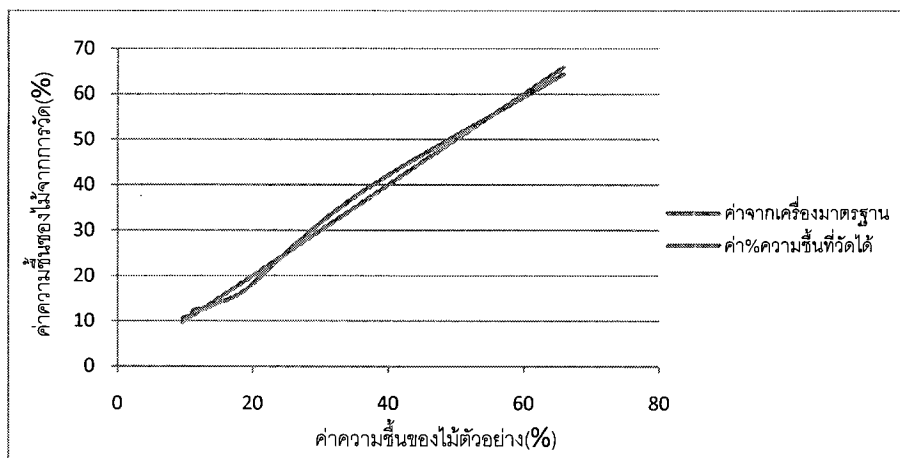
ภาพที่ 4.9 ค่าความจุไฟฟ้าเทียบกับค่าความชื้นของไม้พลาทที่อุณหภูมิ 25-55 องศาเซลเซียส



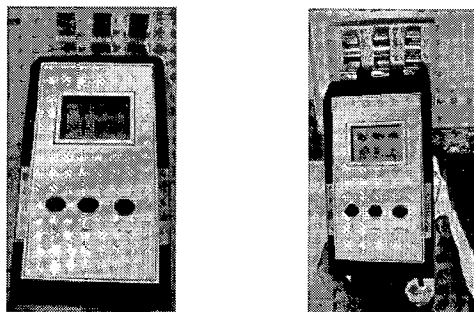
ภาพที่ 4.10 การประมาณค่าสมการเชิงเส้นเพื่อคำนวณค่าความชื้นที่ 25 องศาเซลเซียส

#### 4.3 ผลการวัดค่าความชื้นไม้ของเครื่องมือที่สร้างขึ้นเทียบกับเครื่องมือมาตรฐาน

จากการวัดค่าความจุไฟฟ้าของไม้ตัวอย่างสามารถนำไปสร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุไฟฟ้าและความชื้นจากการวิเคราะห์ข้อมูลพบว่าอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงคือค่าความชื้นของกราฟ ดังนั้นใช้การชดเชยค่าความเพี้ยนของอุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลงเพื่อคำนวณค่าความชื้นที่แท้จริงสามารถใช้การเขียนโปรแกรมร่วมกับการใช้สมการความสัมพันธ์ของค่าสัมประสิทธิ์ของไม้แต่ละชนิดในการคำนวณเพื่อแก้ไขค่าการวัดให้ถูกต้อง



ภาพที่ 4.11 ค่าความชื้นที่วัดได้จากเครื่องเทียบกับค่าความชื้นจากเครื่องวัดมาตรฐาน



ภาพที่ 4.12 เครื่องวัดค่าความชื้นไม้ต้นแบบ