สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การศึกษาความเป็นไปได้ และดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง ด้วยวิธีการวัดสมบัติทางไฟฟ้า

The possibility study and Magnesium quantity indicator in Rubber Latex by measuring the electrical properties

T137655

นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์
นายพิมล ผลพฤกษา
นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ
นางสาวอัญจนา จันทร์ปะทิว

RCH
ม151ค
2557

เลขหมู่......
เลขทะเบียน 137655
วัน.เดือน.ปี 13 ก.ค. 2558

b. 1269566X
i.

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2557
วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

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 (ภาษาไทย) การศึกษาความเป็นไปได้ และดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางด้วยวิธีการวัดสมบัติทางไฟฟ้า

แหล่งเงิน เงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2557

ประจำปีงบประมาณ 2557 **จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน** 438,400 **บาท**

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 **ปี ตั้งแต่** ตุลาคม 2556 **ถึง** กันยายน 2557

ชื่อ-สกุล หัวหน้าโครงการ และผู้ร่วมโครงการวิจัย พร้อมระบุ หน่วยงานต้นสังกัด

นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์ สถานะ หัวหน้าโครงการวิจัย **หน่วยงานต้นสังกัด** วิทยาเขตชุมพร

นายพิมล ผลพฤกษา สถานะ ผู้ร่วมวิจัย **หน่วยงานต้นสังกัด** วิทยาเขตชุมพร

นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ สถานะ ผู้ร่วมวิจัย **หน่วยงานต้นสังกัด** วิทยาเขตชุมพร

นางสาวอัญจนา จันทร์ปะทิว สถานะ ผู้ร่วมวิจัย **หน่วยงานต้นสังกัด** วิทยาเขตชุมพร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้กล่าวถึง การวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราด้วยวิธีการด้วยวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า ซึ่งได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาวิธีการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา โดยออกแบบ ศึกษาความเป็นไปได้ของโพรบแบบต่างๆ ได้แก่ โพรบแบบตัวเก็บประจุ โพรบวัดความต้านทาน โพรบแบบ 4 เข็ม และการวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยวิธีเซลล์ไฟฟ้าเคมี (เซลล์กัลป์วานิกส์)

จากการทดลอง และศึกษาดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางโดยใช้ โพรบแบบตัวเก็บประจุ โพรบวัดความต้านทานเชิงซ้อนแบบ 2 เข็ม และโพรบแบบ 4 เข็ม พบว่ามีความเป็นไปได้น้อยหรือยากต่อการนำมาใช้เป็นในการวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราเนื่องจากมีการซ้ำซ้อนของข้อมูล แต่วิธีการเซลล์ไฟฟ้าเคมี (เซลล์กัลป์วานิกส์) มีความเป็นไปได้มากที่สุด ดังนั้นจึงได้ออกแบบระบบโดยใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ในการควบคุม และประมวลผล พร้อมทั้งแสดงปริมาณแมกนีเซียมผ่านจอ LCD โดยสามารถวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่มีความเข้มข้นน้ำยาง 30 ถึง 40% และที่ 60% ผลการทดลองจะเห็นว่าแต่ละความเข้มข้นของน้ำยางพาราจะเกิดความผิดพลาดที่ไม่เท่ากัน ความเข้มข้นน้ำยางพารา 30% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 12.24% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 31% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 5.5% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 32% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 2.1% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 33% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 54.1% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 34 % เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 18.96% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 35 % เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 12.15% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 36% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 4.26% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 60% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 45.5%

คำสำคัญ : แมกนีเซียม น้ำยาง ความต้านทานเชิงซ้อน ค่าความจุไฟฟ้า

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: The possibility study and Magnesium quantity indicator in Rubber Latex by measuring the electrical properties
Researcher: Mr. Montree CHAICHANYUT
Faculty: Chumphon campus Department: Electronics engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang Prince of Chumphon campus

ABSTRACT

This research presents the measurement of magnesium in the rubber latex by using Electrical characteristics. We study the feasibility and probe design, were probe capacitance, probe resistance measurement, probe 4-pin, and magnesium measurements with electrochemical cells (Galvanic Cell).

From experimental and studies the indicate value of magnesium content in the latex. Capacitor probe, Complex impedance Probe: a 2-pin and 4-pin. We found that the less possible or difficult to application and use as a measuring the amount of magnesium in the rubber latex. Data from measure have double counting, but the electrochemical cells (Galvanic Cell) method is the most feasible. Therefore, we will take the method as above for applying to measuring the amount of magnesium in the rubber latex. The processor of this research was microcontroller (P89V51RD2). The system can be measure the amount of magnesium at latex concentrated of 30% - 40% and 60%. And show amount of magnesium on LCD display. Our experimental, each the concentrated of rubber latex has different approximate percent error. At the latex concentrated of 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36 and 60%, it have percent error 12.24, 5.5, 2.1, 54.1, 18.96, 12.15, 4.26 and 45.5, respectively.

Keywords: Magnesium, Rubber Latex, Impedance, Capacity

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

งานวิจัยชิ้นนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยความช่วยเหลือ และการสนับสนุนจากบุคคลหลายๆ ท่าน ซึ่งผู้เขียนขอขอบคุณทุกๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณ คุณพ่อและคุณแม่ ผู้ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน เลี้ยงดู สนับสนุนการศึกษาอย่างเต็มที่ ตลอดจนให้กำลังใจเสมอมา ผู้เขียนขอระลึกในพระคุณอันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณ ผศ.พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ ที่ปรึกษางานวิจัย และคำแนะนำต่าง ๆ เกี่ยวกับการทำงานวิจัย ผู้เขียนรู้สึกซาบซึ้งในความเมตตาของท่านจึงขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณนางวรัญญา พริ้มจรัส ที่ช่วยในการสนับสนุนค้นหาข้อมูลเกี่ยวกับงานวิจัย ทั้งยังช่วยเหลือในด้านการประสานงาน และคอยให้กำลังใจเสมอมา จนงานวิจัยสามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

นอกจากนี้ผู้เขียนใคร่ขอขอบพระคุณ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังที่ให้ความรู้และโอกาสในการทำงาน ซึ่งงานวิจัยดังกล่าวได้รับงบประมาณจากแหล่งทุนงบประมาณแผ่นดินประจำปีงบประมาณ 2557

นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์
นายพิมล ผลพฤกษา
นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ
นางสาวอัญจนา จันทร์ปะทิว

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 I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญรูปภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย 4

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง 6

2.1 ทฤษฎีน้ำยางพารา 6

2.1.1 น้ำยางสด 6

2.1.2 น้ำยางข้น 7

2.1.3 กระบวนการผลิตน้ำยางข้น 9

2.2 ธาตุแมกนีเซียม (Magnesium) 10

2.2.1 การค้นพบ 11

2.2.2 การใช้ประโยชน์ 11

2.2.3 ความเป็นพิษ 11

2.3 วิธีการทดสอบหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง (ทางเคมี) 12

2.4 เซลล์ไฟฟ้าเคมี 12

2.4.1 เซลล์กัลป์วานิกส์ 12

2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียม 17

บทที่ 3 วิธีการ และการออกแบบ 19

3.1 บล็อกไดอะแกรมของโครงงาน 19

3.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือวงจรการใช้งาน 21

3.2.1 การออกแบบวงจรเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (Boost Converter) 22

3.2.2 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล 23

3.2.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 23

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 (ต่อ)

หน้า

3.3 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม 24
3.3.1 การออกแบบแขนจับยึดแผ่นขั้วโลหะ 24
3.3.2 การออกแบบตัวเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม 25
3.4 การออกแบบโพรบ (Probe Design) 25
3.5 การออกแบบโปรแกรม 31
3.5.1 การออกแบบโปรแกรมด้วยสมการ 31
บทที่ 4 วิธีการ และผลการทดลอง 33
4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง กับความต้านทานเชิงซ้อน 33
4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง กับค่าความจุไฟฟ้า 49
4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง กับความค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากหลักการเซลล์กัลป์วานิก 55
4.4 การทดลองที่ 4 ทดสอบหาประสิทธิภาพในการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียม 61
บทที่ 5 สรุปผล และข้อเสนอแนะ 70
5.1 สรุปผลการทดลอง 70
5.2 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม 71
5.3 ปัญหาและอุปสรรค 71
5.4 ข้อเสนอแนะ 71

บรรณานุกรม/เอกสารอ้างอิง 72
ภาคผนวก 73
ภาคผนวก ก โปรแกรมควบคุม 73
ภาคผนวก ข คู่มือการใช้งาน 84
ภาคผนวก ค สรุปผลดำเนินงานวิจัย 88
ภาคผนวก ง สรุปการใช้จ่ายการดำเนินการโครงการวิจัย 90

ประวัตินักวิจัย 91

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.

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐานที่ 25° C (298 K) 17

4.1 ผลการทดลองความ สัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความต้านทาน ที่มีแผ่นตัวนำต่างกัน 34

4.1 (ต่อ) ผลการทดลองความ สัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความต้านทาน ที่มีแผ่นตัวนำต่างกัน 35

4.2 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำ ยางพารา 30% กับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า ที่มีแผ่นตัวนำต่างชนิดกัน 37

4.3 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำยางกับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า ซึ่งใช้แผ่นสแตนเลสเป็นแผ่นตัวนำ 39

4.4 ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม ที่ความถี่ 1 KHz 41

4.5 ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม ที่ความถี่ 50 KHz 42

4.5 (ต่อ)ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม ที่ความถี่ 50 KHz 43

4.6 ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม ที่ความถี่ 100 KHz 43

4.7 ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็มที่ระยะห่างของโพรบ 1 เซนติเมตร 45

4.7 (ต่อ) ผลการทดลองค่าแรงดัน โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็มที่ระยะห่างของโพรบ 1 เซนติเมตร 46

4.8 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับคุณสมบัติทางไฟฟ้า ด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม 47

4.8 (ต่อ) ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับคุณสมบัติทางไฟฟ้า ด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม 48

4.9 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าที่มีแผ่นตัวนำต่างกัน 50

4.10 ผลการทดลองความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียม กับค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้า ซึ่งใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำ 52

4.11 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของ แมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับค่าความจุไฟฟ้าที่มีแผ่นตัวนำต่างชนิดกัน 54

4.12 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้าเคมี 56

4.13 ผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ แมกนีเซียมกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่น้ำยางปริมาตรต่างๆ 60

4.14 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 30%) 62

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.

สารบัญตาราง(ต่อ)

หน้า

ตารางที่

4.15 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 31%) 63
4.16 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 32%) 63
4.17 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจดัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 33%) 64
4.18 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 34%) 64
4.19 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 35%) 65
4.20 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา (ที่ DRC 36%) 65
4.21 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราข้นด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 60%) 66
4.21 (ต่อ) ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราข้นด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 60%) 67
4.21 (ต่อ) ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราข้นด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 60%) 68
4.22 แสดงค่าการวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม(ที่ DRC 60%) 68
4.22 (ต่อ) แสดงค่าการวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม(ที่ DRC 60%) 69

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.

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงสูตรโมเลกุลของไอโซพรีนและพอลิไอโซพรีน 6
2.2 แสดงน้ำยางข้น 7
2.3 แสดงการผลิตน้ำยางข้นด้วยวิธีการปั่น 10
2.4 ธาตุแมกนีเซียม 11
2.5 แสดงการเกิดเซลล์กัลป์วานิกส์ 15
3.1 แสดงไดอะแกรมกรอบแนวความคิดของโครงงานวิจัย 19
3.2 แสดงลักษณะของโพรบที่จะใช้ในการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับสมบัติทางไฟฟ้า และค่าความจุไฟฟ้า 20
3.3 แสดงเซลล์กัลวานิก ซึ่งอิเล็กตรอนไหลจากขั้วแอโนด (-) ไปยังขั้วแคโทด(+) 21
3.4 แสดงวงจรเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้า แบบนอนอินเวอร์ติ้ง 22
3.5 แสดงวงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล 23
3.6 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ 23
3.7 แสดงการออกแบบแขนจับยึดแผ่นสารเคมี 24
3.8 แสดงการออกแบบเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 25
3.9 แสดงลักษณะของแผ่นตัวนำ 26
3.10 แสดงลักษณะของฐานยึดแผ่นตัวนำ 26
3.11 แสดงลักษณะของโพรบที่ใช้ในการทดลอง 27
3.12 แสดงลักษณะของเข็มตัวนำ 27
3.13 แสดงลักษณะของแผ่นยึดเข็มตัวนำ 28
3.14 แสดงลักษณะโพรบที่ใช้ในการทดลอง 28
3.15 แสดงแผ่นโลหะแมกนีเซียม และโลหะสังกะสีที่ทำเป็นขั้วไฟฟ้า 29
3.16 แสดงโพรบจับแผ่นโลหะ 29
3.17 แสดงลักษณะของสะพานเกลือ 30
3.18 แสดงลักษณะโพรบแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมี เพื่อใช้วัดค่าปริมาณแมกนีเซียม 31
3.19 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมด้วยสมการ 32
4.1 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบวัดความต้านทานด้วยแผ่นตัวนำ 3 ชนิด 34
4.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำแต่ละชนิด 35
4.3 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบวัดความต้านทานในน้ำยางพารา 30% โดยใช้ ทองแดง ทองเหลือง และ สแตนเลสเป็นขั้วโลหะ 36

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.

สารบัญรูปภาพ(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำแต่ละชนิด 37

4.5 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบวัดความต้านทาน 38

4.6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับค่าความต้านทานไฟฟ้าโดยโพรบสแตนลส 40

4.7 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม มีการเปลี่ยนแปลงความถี่ 41

4.8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าแรงดันไฟฟ้าของแต่ละความถี่ 44

4.9 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม ที่ระยะห่างต่างๆ 45

4.10 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งสองระยะห่าง 46

4.11 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม ในน้ำยางพารา 30% 47

4.12 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับค่าแรงดันไฟฟ้า 48

4.13 LCR METER ยี่ห้อ Agilent รุ่น 4263B 49

4.14 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าของตัวนำแต่ละชนิด 51

4.15 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้าซึ่งใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำ 53

4.16 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้าในน้ำยางพารา 30% 53

4.17 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับค่าความจุไฟฟ้าของตัวนำแต่ละชนิด 54

4.18 แสดงการตรวจวัดด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมี 56

4.19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้าเคมี 57

4.20 เปรียบเทียบค่า R^2 ของกราฟ เอ็กโพเนนเชียล 57

4.21 เปรียบเทียบค่า R^2 ของกราฟ เชิงเส้น 58

4.22 เปรียบเทียบค่า R^2 ของกราฟ ลอการิทึม 58

4.23 เปรียบเทียบค่า R^2 ของกราฟ โพลิโนเมียล 58

4.24 เปรียบเทียบค่า R^2 ของกราฟ ยกกำลัง 59

4.25 แสดงปริมาตรน้ำยางพาราที่ 20 40 60 มิลลิลิตร 59

4.26 กราฟความความสัมพันธ์ปริมาณแมกนีเซียมกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่น้ำยางปริมาตรต่างๆ 60

4.27 แสดงการทำปฏิกิริยาเคมีของน้ำยางพารากับซิงค์ซัลเฟตขณะทำการตรวจวัด 61

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

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมา และความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ของงานวิจัย สมมุติฐานของการศึกษา ทฤษฎี หรือแนวคิดที่ใช้ในงานวิจัย ขอบเขตของงานวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ และแผนการถ่ายทอดเทคโนโลยี

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในกระบวนการผลิตน้ำยางข้นโดยอาศัยน้ำยางธรรมชาติจึงจำเป็นต้องควบคุมคุณภาพให้เป็นไปตามมาตรฐาน น้ำยางธรรมชาติเป็นสารแขวนลอยโดยมียางซึ่งอยู่ในรูปของอนุภาคแขวนลอยอยู่ในน้ำที่เป็นตัวกลาง นอกจากนี้ในส่วนที่เป็นของเหลวยังมีส่วนที่ไม่ใช่ยางอยู่ในรูปของสารแขวนลอย และสารละลายอีกด้วย จากการศึกษาพบว่าส่วนที่ไม่ใช่ยางมีผลกระทบต่อคุณภาพของยางดิบหลายประการโดยเฉพาะแมกนีเซียมซึ่งเป็นสาเหตุหนึ่งของความสกปรก (Impurity) ของน้ำยาง นอกจากทำให้การปั่นยางข้นต้องใช้เวลานานกว่าปกติแล้วยังทำให้คุณภาพของยางเสื่อมอีกด้วย [1] ดังนั้นในการควบคุมมาตรฐานของน้ำยางข้นจึงต้องมีการวิเคราะห์หาปริมาณของ แมกนีเซียมด้วย ข้อกำหนดคุณภาพน้ำยางข้นรายการหนึ่งที่ผู้ใช้น้ำยางข้นส่วนใหญ่ต้องการให้ ผู้ผลิตน้ำยางข้นตรวจหา คือ ปริมาณแมกนีเซียม เพราะธาตุแมกนีเซียมมีผลต่อความเสถียรของน้ำยางเป็นอย่างมาก ถ้ามีแมกนีเซียมสูงจะทำให้น้ำยางสูญเสียความเสถียรเชิงกล

การการผลิตน้ำยางข้นจากน้ำยางสดโดยเทคนิคการปั่น เหวี่ยงหรือเซนตริฟิวจ์ต้องมีการกำจัดโลหะแมกนีเซียมออกจากน้ำยาง [2] โดยมีการตกตะกอนแมกนีเซียมออกจากน้ำยางด้วยสารไดไฮโดรเจนแอมโมเนียมฟอสเฟต (Dihydrogen ammonium phosphate, DAP) ทั้งนี้เพื่อลดปริมาณแมกนีเซียม หรือลดการจับตัวของแมกนีเซียมกับสบู่หรือเกลือของกรดไขมันซึ่งทำหน้าที่ แขวนลอย (Suspend)ทำให้น้ำยางยังคงเสถียรอยู่ในสภาพของคอลลอยด์ไม่เกิด การจับตัวเป็นก้อน (Coagulation)

ปัจจุบันผู้ผลิตและผู้ใช้น้ำยางข้นจะใช้วิธีการตรวจสอบ โดยวิธีไตเตรต ซึ่งมีการใช้สารโปแตสเซียมไซยาไนด์ที่มีอันตรายร่วมอยู่ด้วย ในขณะที่หน่วยงานภาครัฐของมาเลเซียที่เป็นผู้ริเริ่มการใช้วิธีไตเตรตดัง กล่าวได้หันไปใช้เครื่องมือตรวจหาที่มีราคาสูงมากเกินกว่าที่ผู้ผลิตและผู้ ใช้น้ำยางข้นของไทยจะสามารถจัดหาได้

นอกจากนี้การวิเคราะห์หาปริมาณโลหะแมกนีเซียมโดยทั่วไป นิยมใช้เทคนิคการไทเทรตแบบการเกิดสารประกอบเชิงซ้อนระหว่างโลหะกับสารอีดีที เอ (Ethylene diamine tetraacetic acid, EDTA) แต่เนื่องจากอีดีทีเอเป็นสารที่ไม่ทำปฏิกิริยาจำเพาะกับโลหะแมกนีเซียม เพียงชนิดเดียว ทำให้ต้องเติมสารไซยาไนด์ในรูปของโซเดียมหรือโพแทสเซียมไซยาไนด์เพื่อ ป้องกันการรบกวนของโลหะตัวอื่นๆ ในการเข้าทำปฏิกิริยาของอีดีทีเอ ซึ่งหากไม่ทำการป้องกันโลหะอื่นๆ ออก ปริมาณอีดีทีเอที่ใช้จะเท่ากับปริมาณโลหะทั้งหมดที่สามารถจับกับอีดีทีเอได้ ทำให้ค่าที่วิเคราะห์ได?มีค่าสูงเกินกว่าที่ควรจะเป็น (Positive error)

อย่างไรก็ตามสารไซยาไนด์ที่ใช้ในการป้องกันการรบกวนของ โลหะตัวอื่นๆ ในการเข้าทำปฏิกิริยากับอีดีทีเอเป็นสารที่มีความเป็นพิษสูง จากข้อมูล Material Safety Data Sheet (MSDS) ระบุว่าสารโพแทสเซียมไซยาไน์ ถูกจัดอยู่ในกลุ่มสารที่มีความเป็นพิษสูง โดยอาจทำให้เสียชีวิตได้หากสูดดม หรือกลืน หรือดูดซับผ่านผิวหนัง มีอำนาจในการทำลายเยื่อเมือกสูง และหากสัมผัสอาจทำให้ผิวหนังเกิดการไหม้ เพื่อหลีกเลี่ยงการใช้สารไซยาไนด์ดังกล่าว จึงควรมีการศึกษาหาวิธีหรือสารอื่นๆ มาใช้ทดแทน ซึ่ง

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.

วิธีการในการลดการรบกวนจากโลหะอื่นๆ ในการกระบวนการทางเคมีวิเคราะห์ที่นิยมใช้กันคือ การแยกสารตัวที่ต้องการออกมาทำปฏิกิริยาหรือในทางกลับกันคือแยกสารที่ไม่ ต้องการออกก่อนทำปฏิกิริยาการไทเทรต

ดังนั้นการวิจัยในครั้งนี้จึงทำการศึกษาหาวิธีการตรวจหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางด้วยวิธีการวัดสมบัติทางไฟฟ้าโดยจะทดลองวัดความต้านทานเชิงซ้อน ค่าความจุไฟฟ้าและ การวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้า (Electromotive force: emf) ด้วยหลักการเซลล์กัลวานิก ซึ่งเป็นการเสนอแนวคิดใหม่ในการตรวจหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง ที่มีความสะดวก รวดเร็ว ปลอดภัยและประหยัดกว่าที่ใช้อยู่เดิมตลอดจนไม่มีผลทำลายสิ่งแวดล้อม

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

โครงการวิจัยนี้เป็นการประยุกต์ความรู้ทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อศึกษาวิธีการตรวจหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางธรรมชาติ ด้วยวิธีการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าซึ่งวัตถุประสงค์ของโครงการวิจัยมีดังนี้

- ศึกษาความเป็นไปได้ของดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางด้วยวิธีการวัดความต้านทานเชิงซ้อน ค่าความจุไฟฟ้า และการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยวิธีเซลล์กัลวานิก
- ศึกษาวิธีการ และออกแบบโพรบที่เหมาะสมในการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางด้วยวิธีการวัดความต้านทานเชิงซ้อน และค่าความจุไฟฟ้าและการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยหลักการเซลล์กัลวานิกแทนวิธีการตรวจวัดด้วยวิธีการดั้งเดิม
- เพิ่มประสิทธิภาพทางด้านความรวดเร็ว และการใช้งานที่ง่าย สำหรับการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางธรรมชาติ
- เพื่อการสร้างมูลค่าผลผลิตทางการเกษตร และมาตรฐานผลิตภัณฑ์เพื่อการส่งออก
- เพื่อการพัฒนาศักยภาพในการแข่งขัน และการพึ่งพาตนเองของสินค้าเกษตร
- เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย เชิงประยุกต์โดยแนวทางใหม่
- กระตุ้นให้เกิดการวิจัยในเชิงวิศวกรรมระดับสูง และเผยแพร่ต่อสาธารณะ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ภายในปีงบประมาณ 2557 จะทำศึกษาออกแบบวงจร ระบบวิธีการวัด และเซ็นเซอร์หรือโพรบที่เหมาะสมสำหรับนำมาใช้ในการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆด้วยวิธีการวัดความต้านทานเชิงซ้อน ค่าความจุไฟฟ้าและการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยวิธีเซลล์กัลวานิกโดยจะศึกษาส่วนต่างๆ ดังต่อไปนี้

- ศึกษารูปแบบของโพรบที่จะนำมาใช้ในการตรวจวัดดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางความเข้มข้นต่างๆด้วยวิธีการวัดความต้านทานเชิงซ้อน ค่าความจุไฟฟ้าและการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยหลักการเซลล์กัลวานิก
- ออกแบบระบบเครื่องมือวัดเบื้องต้นเพื่อทดลองเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างค่าความต้านทานเชิงซ้อนกับปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ
- ออกแบบระบบเครื่องมือวัดเบื้องต้นเพื่อทดลองเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างค่าความจุไฟฟ้ากับปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

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.

- ออกแบบระบบเครื่องมือวัดเบื้องต้นเพื่อทดลองเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากหลักการเซลล์กัลวานิกกับปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ
- วิเคราะห์ความเป็นไปได้ในหลักการจากข้อมูลที่ได้ในข้อที่ 7.2-7.4 พล็อตกราฟความสัมพันธ์ของตัวแปรความต้านทานเชิงซ้อน ค่าความจุไฟฟ้าและการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยวิธีการเซลล์กัลวานิกต่อปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ
- จากการวิเคราะห์ข้อมูลเลือกหลักการที่ดีที่สุดมาออกแบบเป็นเครื่องมือวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

1.4 วิธีดำเนินการวิจัย

สำหรับงานวิจัยนี้จะเป็นการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ โดยจะแบ่งการดำเนินงานออกเป็นสองส่วนคือ 1.การศึกษารูปแบบของโพรบที่ใช้ในการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆด้วยวิธีการวัดความต้านทานเชิงซ้อน ค่าความจุไฟฟ้า และแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยหลักการเซลล์กัลวานิก และ 2. เป็นการออกแบบระบบเครื่องมือวัดเพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆต่อความต้านทานเชิงซ้อน ค่าความจุไฟฟ้าและแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยหลักการเซลล์กัลวานิก ซึ่งการดำเนินการวิจัยมีขั้นตอนดังนี้

- รวบรวมข้อมูลกรรมวิธีในการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ
- ออกแบบ และจัดสร้างหัววัดหรือโพรบที่ใช้ตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆโดยเน้นถึงการตรวจวัดความต้านทานเชิงซ้อน
- ออกแบบ และจัดสร้างหัววัดหรือโพรบที่ใช้ตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆโดยเน้นถึงการตรวจวัดความจุไฟฟ้า
- ออกแบบ และจัดสร้างหัววัดหรือโพรบที่ใช้ตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆโดยเน้นถึงการตรวจวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยหลักการเซลล์กัลวานิก
- ออกแบบ จัดสร้างเครื่องวัด พัฒนาโปรแกรม และทำการสอบเทียบ และปรับปรุงให้มีเสถียรภาพ
- หลังจากจัดสร้างระบบในข้างต้นเรียบร้อยแล้ว จะทำการทดสอบประสิทธิภาพของระบบและทำการทดลองศึกษาดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆด้วยวิธีการวัดความต้านทานเชิงซ้อน และค่าความจุไฟฟ้าและการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยหลักการเซลล์กัลวานิก โดยแบ่งเป็นการทดลองต่างๆ ดังต่อไปนี้

การทดลองที่ 1 การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความต้านทานเชิงซ้อน

วิธีการทดลอง ทำการทดลองโดยการนำน้ำยางที่ทราบระดับความเข้มข้นต่าง ๆและระดับปริมาณแมกนีเซียมแล้ว(ทราบด้วยวิธีการตามมาตรฐาน) มาทำการทดสอบวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า(สภาพความนำไฟฟ้า และวัดความต้านทานเชิงซ้อน) ด้วยโพรบที่ออกแบบ โดยในการทดลองนี้จะทดลองกับหัววัดหรือโพรบทั้งแบบ สองเข็ม และแบบสี่เข็ม แล้วบันทึกผลการทดลอง เมื่อทำการทดลองแล้วก็วิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความค่าความต้านทานเชิงซ้อน เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

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.

การทดลองที่ 2 การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับค่าความจุไฟฟ้า

วิธีการทดลอง ทำการทดลองโดยการนำน้ำยางที่ทราบระดับความเข้มข้นต่าง ๆและระดับปริมาณแมกนีเซียมแล้ว(ทราบด้วยวิธีการตามมาตรฐาน) มาทำการทดสอบวัดค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบที่ออกแบบ แล้วบันทึกผลการทดลอง เมื่อทำการทดลองแล้วก็วิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความค่าความจุไฟฟ้าเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

การทดลองที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากหลักการเซลล์กัลวานิก

วิธีการทดลอง ทำการทดลองโดยการนำน้ำยางที่ทราบระดับความเข้มข้นต่าง ๆและระดับปริมาณแมกนีเซียมแล้ว(ทราบด้วยวิธีการตามมาตรฐาน) มาทำการทดสอบวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยหลักการเซลล์กัลวานิกแล้วบันทึกผลแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้ เมื่อทำการทดลองแล้วก็วิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

การทดลองที่ 4 ทดสอบหาประสิทธิภาพในการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียม

หลังจากการทดลองในการทดลองที่ 1 -3 แล้วจะได้ข้อมูลความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความต้านทานเชิงซ้อน กับความค่าความจุไฟฟ้าในแต่ละตัวอย่างซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลฐาน (data base) ในการพัฒนาโปรแกรมของเครื่องให้สามารถบอกได้ว่าตัวอย่างมีปริมาณแมกนีเซียมระดับใด ดังนั้นในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองนำตัวอย่างที่ทราบมาตรฐานอยู่ก่อน มาทดลองว่าระบบสามารถวัดค่าปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง ได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถใช้ระบบ และโพรบที่ออกแบบศึกษาดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆได้
- ทราบถึงความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ กับความต้านทานเชิงซ้อน และค่าความจุไฟฟ้า และการวัดแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยหลักการเซลล์กัลวานิก
- เพิ่มคุณภาพมาตรฐานและประสิทธิภาพในการควบคุมคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตรเพื่อการส่งออก
- เผยแพร่ผลงานในแบบบทความ ในวารสารด้านการเกษตรและวิศวกรรมศาสตร์ การนำเสนอผลงานทางวิชาการ
- กระตุ้นให้เกิดการถ่ายทอดเทคโนโลยีจากมหาวิทยาลัยสู่สังคม
- เป็นข้อมูลให้หน่วยงานอื่นที่สนใจได้นำไปใช้ประโยชน์เพื่อการพัฒนาประเทศ เช่น กองทุนพัฒนาสวนยางพารา

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.

1.5.2 หน่วยงานที่นำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์

- สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
- กรมส่งเสริมการเกษตร
- หน่วยงานภาครัฐ เอกชนและเกษตรกรทั่วไป

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

เมื่อเสร็จสิ้นการวิเคราะห์ และทดลองในห้องปฏิบัติการแล้ว จะทำการถ่ายทอดเทคนิคให้กับหน่วยงาน และกลุ่มเกษตรกรผู้สนใจ ทำการเผยแพร่ผลงานในแบบบทความ ในวารสารด้านการเกษตรและวิศวกรรมศาสตร์ การตีพิมพ์ในรูปแบบงานวิจัย และการเสนอผลงานทางวิชาการ

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 2
ทฤษฎี และหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึง ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องในการทำโครงงาน โดยมีการศึกษาในทฤษฎีที่เกี่ยวข้องประกอบไปด้วย ทฤษฎีน้ำยางพารา ทฤษฎีแมกนีเซียมไฟฟ้า การตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในโรงงานอุตสาหกรรม ทฤษฎีไฟฟ้าเคมี และการวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียม

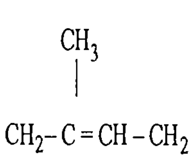
2.1 ทฤษฎีน้ำยางพารา

น้ำยาง คือวัสดุพอลิเมอร์ที่มีต้นกำเนิดจากของเหลวของพืชบางชนิด ซึ่งมีลักษณะเป็นของเหลวสีขาวคล้ายน้ำนม มีคุณสมบัติเป็นคอลลอยด์ ยางพารามีถิ่นกำเนิดบริเวณลุ่มน้ำอเมซอน ประเทศบลาซิลและเปรู ทวิปอเมริกาใต้ ซึ่งในปี 2279 [1] นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสชื่อชาลส์ มารีเดอลา คองตามีน์ ได้ให้ชื่อเรียกยางตามคำพื้นเมืองของชาวไมกาว่า “คาโอซู” ซึ่งแปลว่าต้นไม้ร้องไห้ และให้ชื่อเรียกของเหลวที่ออกมาเมื่อกรีดเป็นรอยแผลว่า “ลาเทกซ์” และในปี พ.ศ.2369 ไมเคิล ฟา- ราเดย์ ได้รายงานว่าน้ำยางเป็นสารประกอบที่ประกอบไปด้วยธาตุคาร์บอนและไฮโดรเจน มีสูตรเอมไพริเคิล คือ C_5H_8

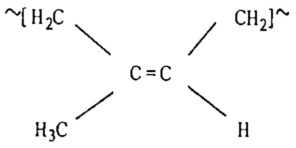
2.1.1 น้ำยางสด

น้ำยางสดที่ได้จากการกรีดต้นยางพารา มีลักษณะเป็นของเหลวขุ่นคล้ายน้ำนมมีอนุภาคขนาด 0.05 ถึง 0.5 ไมครอน ในน้ำยางสดมีปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณร้อยละ 25 ถึง 45 ขึ้นอยู่กับสายพันธุ์ อายุ ฤดูกาล และกรรมวิธีกรีดยาง [2] โดยทั่วไปน้ำยางสดประกอบด้วยสารที่เป็นของแข็งทั้งหมดร้อยละ 36 เนื้อยางแห้งร้อยละ 33 โปรตีนและไขมันร้อยละ 1.0 ถึง 1.2 คาร์โบไฮเดรตและเถ้าร้อยละ 1.0 สารพวกโลหะ (Mg,P,Cu) ไม่เกินร้อยละ 0.05 ความหนาแน่นประมาณ 0.975 ถึง 0.980 กรัม/มิลลิลิตร และมีค่าความเป็นกรด-ด่าง 6.5 ถึง 7.0 ซึ่งต้องนำมาแปรรูปให้อยู่ในรูปของน้ำยางข้น เพื่อให้เหมาะสมต่อการผลิตผลิตภัณฑ์ และมีคุณภาพที่สม่ำเสมอกว่าน้ำยางสด

น้ำยางสด เป็นสารแขวนลอยของอนุภาคยางในของเหลวที่เรียกว่าซีรัม (serum) อนุภาคยางดังกล่าวเป็นสารพอลิเมอร์ไฮโดรคาร์บอนที่มีชื่อทางเคมีว่า 1,4 - พอลีไอโซพรีน ที่มีโครงสร้างโมเลกุลแบบซิส (cis - 1,4 - polyisoprene) ประกอบด้วยมอนอเมอร์ (monomer) ของไอโซพรีน (isoprene) ซึ่งมีคาร์บอน (carbon, C) 5 อะตอม กับ ไฮโดรเจน (hydrogen, H) 8 อะตอม ต่อกันจำนวนมากเป็นสายโซ่โมเลกุลยาวดังรูปที่ 2.1



ไอโซพรีน (ISOPRENE)



พอลิไอโซพรีน (cis -1,4 - Polyisoprene)

รูปที่ 2.1 แสดงสูตรโมเลกุลของไอโซพรีนและพอลิไอโซพรีน

การรักษาสภาพน้ำยางสดน้ำยางสดสามารถคงสภาพเป็นของเหลวได้ เนื่องจากปัจจัย 2 ประการ คือ

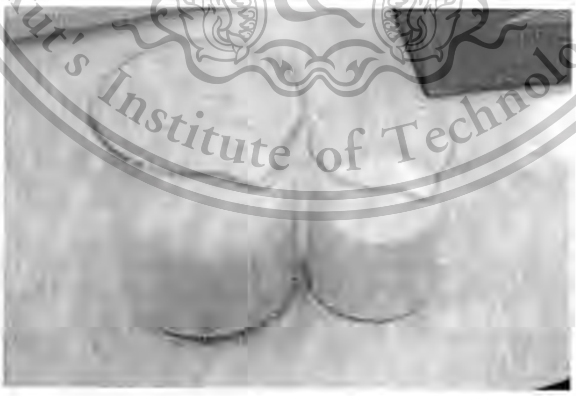
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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

1.ส่วนประกอบของโปรตีนที่ดูดซับอยู่รอบๆ ผิวของอนุภาคยาง หรือ โปรตีนเป็นชั้นห่อหุ้ม (hydrated protein envelop) อนุภาคยางไว้ จึงมีความสำคัญต่อสถานะความคงตัวเป็นของเหลวของน้ำยาง เพราะโปรตีนจะป้องกันการรวมตัวกันของอนุภาคยาง ถ้ามีการสูญเสียน้ำ (dehydrated) ในชั้นของโปรตีนที่หุ้มอนุภาคยาง [3] ซึ่งอาจเกิดจากการเติมแอลกอฮอล์หรือสารบางอย่างลงในน้ำยาง ทำให้อนุภาคยางมารวมตัวกันเป็นก้อนยาง (coagulum) น้ำยางก็จะสูญเสียความคงตัว ไม่เป็นของเหลว

2.ประจุลบที่อยู่รอบๆ อนุภาคยางซึ่งก่อให้เกิดการผลักกันระหว่างอนุภาคยาง ก็ช่วยรักษาสถานการกระจายตัวของอนุภาคยางด้วย ทำให้น้ำยางยังเป็นของเหลวอยู่ได้ ถ้าเกิดผกระทบกระเทือนที่ทำให้ประจุไฟฟ้าลบลดลง อนุภาคยางก็จะรวมตัวกันเป็นอนุภาคขนาดใหญ่ ทำให้การกระจายตัวของอนุภาคยางค่อยๆ ลดลงจนกระทั่งเกิดเป็นก้อนยาง (coagulum) น้ำยางก็จะเสียสภาพการเป็นของเหลวน้ำยางสดที่ได้จากการกรีดต้นยางมีสถานะเป็นกลาง และมีสารประกอบน้ำตาลที่เป็นอาหารของแบคทีเรียและยีสต์ที่อยู่ในอากาศ เมื่อน้ำยางสดไหลออกจากต้นยาง แบคทีเรียในอากาศจะปะปนกับน้ำยาง บนรอยกรีดยาง เปลือกต้นยาง และในถ้วยรับน้ำยาง ทำให้น้ำตาลเปลี่ยนเป็นสารที่เป็นกรดซึ่งไปทำลายชั้นโปรตีนที่หุ้มอนุภาคยาง ทำให้น้ำยางเสียสภาพการเป็นของเหลว น้ำยางจะหนืดขึ้น และจับตัวเป็นเม็ดเล็กๆซึ่งชาวบ้านเรียกว่า เม็ดพริก มีกลิ่นเหม็นบูดเน่าภายในเวลาไม่กี่ชั่วโมง การเสียสภาพแบบนี้ เรียกว่า การจับตัวที่เกิดเองตามธรรมชาติ (natural or spontaneous coagulation) การจับตัวของยางจะช้าเร็วเพียงใดขึ้นกับปัจจัยต่างๆ เช่น สภาพแวดล้อม อุณหภูมิ ความคงตัวของน้ำยาง พันธุ์ยาง เป็นต้น ดังนั้นเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำยางสดที่ได้อยู่ในสภาพของเหลว ไม่จับเป็นก้อน จำเป็นต้องเติมสารเคมีรักษาสภาพน้ำยางสดอย่างไรก็ตามต้องเลือกสารเคมีรักษาสภาพน้ำยางสดให้เหมาะสม สำหรับการนำน้ำยางสดไปแปรรูปเป็นยางดิบชนิดต่างๆ ด้วย

2.1.2 น้ำยางข้น

น้ำยางข้น คือ น้ำยางที่มีเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content : DRC) ไม่ต่ำกว่า 60% การผลิตน้ำยางข้นสามารถทำได้ 4 วิธี คือ 1.วิธีระเหยด้วยน้ำ (evaporation) 2.วิธีทำให้เกิดครีม (creaming) 3.วิธีปั่นแยก (centrifuging) และ 4.วิธีแยกด้วยไฟฟ้า (electrode cantation) ซึ่งวิธีที่ใช้ในการผลิตน้ำยางข้นในประเทศไทย ใช้วิธีการปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูงและมีรายละเอียดการผลิตแสดงดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงน้ำยางข้น

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.

2.1.2.1 คุณสมบัติน้ำยางข้น

วิธีการทดสอบสมบัติน้ำยางข้นโดยทั่วไปจะอิงตามมาตรฐานการทดสอบของงค์การมาตรฐานระหว่างประเทศ (International Organization for Standardization, ISO) คือ ISO 2004 - 2000 ระบุสมบัติที่ต้องทดสอบและขีดจำกัดของน้ำยางข้นที่ผลิตจากวิธีการปั่น สมบัติที่ระบุคุณภาพของน้ำยางข้นที่ผลิตได้ [4] คือ

1.ปริมาณของแข็งทั้งหมด (Total Solids Content, TSC) เป็นปริมาณของส่วนที่เป็นเนื้อยางทั้งหมดในน้ำยางรวมกับสารอื่นๆ ที่เป็นของแข็งและไม่ใช่ยางซึ่งจะคงเหลือเป็นฟิล์มยาง ภายหลังจากการทำให้แห้งด้วยอุณหภูมิทดสอบและบรรยากาศที่เหมาะสม

2.ปริมาณเนื้อยางแห้ง (Dry Rubber Content) เป็นปริมาณของส่วนที่เป็นเนื้อยางทั้งหมดในน้ำยาง ซึ่งได้จากการทำให้น้ำยางจับตัวด้วยกรดอะซิติกภายใต้การควบคุมสภาพการจับตัวอย่างแน่นอน

3.ความเป็นด่าง (Alkalinity) เป็นปริมาณด่างอิสระทั้งหมดในน้ำยาง แสดงเป็นปริมาณแอมโมเนียเพราะส่วนใหญ่จะรักษาสภาพน้ำยางด้วยแอมโมเนีย

4.เวลาความคงตัวต่อเครื่องมือกล (Mechanical Stability Time, MST) เป็นเวลาที่บ่งถึงความเสถียรของน้ำยางต่ออิทธิพลทางกล คือ การปั่นกวนน้ำยางภายใต้สถานะที่ควบคุม เมื่อน้ำยางเสียความคงตัว อนุภาคยางจะเริ่มเกาะ หรือ จับตัวกันเป็นเม็ด

5.จำนวนกรดไขมันระเหย (Volatile Fatty Acid Number, VFA No.) เป็นปริมาณของกรดไขมันระเหยที่เกิดขึ้นโดยการไฮโดรไลซิสของคาร์โบไฮเดรตในซีรัมของน้ำยาง ประกอบด้วยกรดอะซิติก กรดฟอร์มิค และกรดพรอพิโอนิก เป็นส่วนใหญ่ ปริมาณของกรดไขมันระเหยในน้ำยางแสดงเป็นจำนวนกรดไขมันระเหย ซึ่งหมายถึงจำนวนกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่ทำให้กรดไขมันระเหยทั้งหมดในน้ำยางที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 100 กรัม เป็นกลาง

6.ปริมาณทองแดง (Copper Content) เป็นธาตุทองแดงที่อยู่ในส่วนที่ไม่ใช่ยางในน้ำยาง มีผลต่อความคงตัวของน้ำยาง เนื่องจากธาตุทองแดงเป็นธาตุที่ช่วยให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในโมเลกุลยาง

7.ปริมาณแมงกานีส (Manganese Content) เป็นธาตุแมงกานีสที่อยู่ในส่วนที่ไม่ใช่ยางในน้ำยางมีผลต่อความคงตัวของน้ำยาง เนื่องจากธาตุแมงกานีสเป็นธาตุที่ช่วยให้เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชั่นในโมเลกุลยาง

8.จำนวนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ (Potassium hydroxide Number, KOH No.) เป็นจำนวนกรัมของโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์ที่สมมูลย์พอดีกับอนุมูลของกรดทั้งหมดที่รวมกับแอมโมเนียในน้ำยางที่มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 100 กรัม นั่นคือ จำนวนโพแทสเซียมไฮดรอกไซด์เป็นตัวระบุปริมาณของสบู่แอมโมเนียที่เกิดขึ้นจากการรวมตัวของกรดทั้งหมดกับแอมโมเนีย

9.ปริมาณก้อนยางจับตัว (Coagulum content) เป็นปริมาณของสารที่ตกค้างอยู่บนตัวกรองสแตนเลส ขนาดความกว้างของช่อง 180+15 ไมโครเมตร สารเหล่านี้ประกอบด้วย เศษยางจับตัว และสารอื่นๆ ที่เจือปนในน้ำยาง

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.

10.ปริมาณตม (Sludge content) เป็นสิ่งเจือปนที่ไม่ใช่ยางจะตกตะกอนลงก้นภาชนะ เมื่อมีการปั่นกวนน้ำยาง สิ่งเจือปนดังกล่าวประกอบด้วยสิ่งสกปรกพวกฝุ่นทราย เปลือกไม้ และแมกนีเซียมแอมโมเนียมฟอสเฟต

2.1.3 กระบวนการผลิตน้ำยางข้น

การผลิตน้ำยางข้น มี 4 วิธี คือ

1.การระเหยน้ำ (evaporation) วิธีนี้ต้องมีการเติมสารที่ทำให้น้ำยางคงตัว (stabilizer) เช่น potassium soap ในถังน้ำยาง แล้วให้ความร้อนรอบๆ ถัง เมื่อน้ำระเหยไปน้ำยางข้นที่ได้จะมีปริมาณของแข็งทั้งหมด 75% ปริมาณเนื้อยางแห้ง 60% caustic potash 1.5% และสารที่ทำให้น้ำยางคงตัวกับโปรตีนประมาณ 13.5% วิธีนี้เหมาะกับการขนย้ายน้ำยางไปในระยะทางไกล และเหมาะกับการนำไปผลิตผลิตภัณฑ์ที่ต้องใส่สารเพิ่ม (filler) จำนวนมาก เช่น การผลิตกาว

2.การทำให้เกิดครีม (creaming) วิธีนี้มีการเติมสารทำให้เกิดครีม (creaming agent) เช่น sodium alginate, locust bean gum, dum karaya, gum tragacanth เป็นต้น สารทำให้เกิดครีมจะพอกหรือเคลือบผิวของอนุภาคยาง ทำให้อนุภาคยางมีขนาดใหญ่ขึ้น และลอยมาที่ผิวน้ำยาง น้ำยางข้นที่ได้มีความบริสุทธิ์และมีโปรตีนน้อยลงเมื่อผ่านวิธีการทำให้เกิดครีมหลายๆ ครั้ง แต่วิธีนี้มีความยุ่งยากและสิ้นเปลืองเวลา

3.การปั่น (centrifuging) วิธีนี้แยกส่วนที่เป็นเนื้อยางออกจากส่วนที่เป็นน้ำ คือ ซีรัมนั่นเอง โดยใช้เครื่องปั่นแยก น้ำยางข้นที่ได้มีปริมาณเนื้อยางแห้งประมาณ 60% วิธีนี้เป็นที่นิยมใช้กันอย่างกว้างขวางในทางการค้า

4.การใช้กระแสไฟฟ้าแยก (electro decantation) วิธีนี้ใช้ไฟฟ้าเข้ามาช่วยแยกส่วนของเนื้อยางจากส่วนของซีรัม โดยจุ่มขั้วไฟฟ้าที่เป็นขั้วบวกลงในน้ำยางที่เติมสารช่วยให้น้ำยางคงตัวไว้แล้วเนื่องจากอนุภาคยางมีประจุลบหุ้มอยู่จึงค่อยๆ เคลื่อนไปรวมที่ขั้วบวกและลอยตัวสูงขึ้นสู่ผิวของน้ำยางแต่วิธีนี้ไม่สะดวกและลงทุนสูง

2.1.3.1การผลิตน้ำยางข้นด้วยวิธีการปั่น

การผลิตน้ำยางข้นด้วยวิธีการปั่นตามรูปที่ 2.3 มีขั้นตอนการผลิต ดังนี้

1.การรวบรวมน้ำยางสด โรงงานผลิตน้ำยางข้นรวบรวมน้ำยางสดจากแหล่งต่างๆ โดยโรงงานมีการตั้งจุดรับซื้อน้ำยาง หรือ ชาวสวนยางบางรายอาจขนน้ำยางสดมาส่งที่โรงงานโดยตรง น้ำยางสดที่รวบรวมได้จะถ่ายลงถังรวมสิ่งสำคัญที่ต้องคำนึงถึงและปฏิบัติ คือ การรักษาความสะอาด และ การใช้สารเคมีรักษาสภาพน้ำยางที่ถูกต้องและพอเพียงควรนำน้ำยางสดเข้ากระบวนการผลิตให้เร็วที่สุด เพื่อให้ได้ผลผลิตที่มีคุณภาพดี

2.การตรวจสอบน้ำยางสด เก็บตัวอย่างน้ำยางสดในถังรวมมาตรวจสอบ ปริมาณเนื้อยางแห้ง ปริมาณกรดไขมันระเหยและปริมาณธาตุแมกนีเซียมเพื่อเป็นข้อมูลสำหรับปรับสมบัติน้ำยางสดให้เหมาะสม โดยปกติน้ำยางสดที่จะนำไปปั่นเป็นน้ำยางข้นควรมีปริมาณธาตุแมกนีเซียม 50 ส่วนต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดของน้ำยาง 1 ล้านส่วน (50 ppm on total solid) เพราะธาตุแมกนีเซียมจะทำให้น้ำยางสูญเสียความคงตัวต่อเครื่องกลดังนั้นถ้าน้ำยางสดมีปริมาณธาตุแมกนีเซียมเกิน 50 ppm ในทางปฏิบัติโรงงานจะมีการเติมสารเคมี ไดแอมโมเนียมไฮโดรเจน ฟอสเฟต (Diammonium hydrogen phosphate, DAHP) เพื่อให้ DAHP จับธาตุแมกนีเซียมและตกตะกอนในลักษณะของตม (sludge) ซึ่งใช้เวลาอย่างน้อย 1 วัน

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.การปั่นน้ำยางสดเป็นน้ำยางข้น ไขน้ำยางจากถังเก็บไปปั่นแยกส่วนที่เป็นน้ำออกด้วยเครื่องปั่น น้ำยางที่ได้จากเครื่องปั่นส่วนหนึ่ง คือ น้ำยางข้นที่มีปริมาณเนื้อยางแห้ง 60% และอีกส่วนหนึ่งเป็นผลพลอยได้ คือ หางน้ำยาง (skimlatex) ซึ่งมีปริมาณเนื้อยางแห้งอยู่ประมาณ 8% จะถูกนำไปผลิตเป็นยางสกิมดังรูปที่ 2.3

รูปที่ 2.3 แสดงการผลิตน้ำยางข้นด้วยวิธีการปั่น

4.การรักษาสภาพน้ำยางข้น น้ำยางข้นที่ได้ต้องมีการรักษาสภาพน้ำยาง โดยส่วนใหญ่มีการเติมแอมโมเนียเป็นหลัก เพราะแอมโมเนียเป็นตัวทำลายแบคทีเรีย ระบบการรักษาสภาพน้ำยางข้นด้วยแอมโมเนียมี 2 ระบบ คือ

4.1 ระบบที่ใช้ปริมาณแอมโมเนียมาก ประมาณ 0.7% ต่อน้ำหนักน้ำยาง เรียกน้ำยางข้นชนิดนี้ว่า HA (High Ammonia)

4.2 ระบบที่ใช้ปริมาณแอมโมเนียน้อย ประมาณ 0.2% ต่อน้ำหนักน้ำยาง และมีการใช้สารช่วยบางชนิดร่วมด้วย เช่น เตตระเมทิลไธยูแรมไดซัลไฟด์ ร่วมกับ ซิงค์ออกไซด์ (Tetramethyl Thiuram Disulphide/Zinc Oxide, TMTD/ZnO) เรียกน้ำยางข้นชนิดนี้ว่า LA (Low Ammonia)

2.2 ธาตุแมกนีเซียม (Magnesium)

เลขอะตอม	12 เป็นธาตุที่ 2 ของหมู่ IIA ในตารางธาตุ จัดเป็นโลหะและโลหะอัลคาไลน์เอิร์ท
น้ำหนักอะตอม	24.312 amu
จุดหลอมเหลว	650 ˚C
จุดเดือด(โดยประมาณ)	1110 ˚C
ความหนาแน่น	1.74 g/cc ที่ 20 ˚C
เลขออกซิเดชั่นสามัญ	+2

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.

2.2.1 การค้นพบ

เป็นที่ยอมรับกันว่า Sir Humphry Davy เป็นผู้ค้นพบโลหะแมกนีเซียมในปี ค.ศ. 1808 เขาไม่ได้สกัดแมกนีเซียมออกมาในรูปของโลหะอิสระ [5] แต่เขาเป็นคนแรกที่พบว่า magnesia เป็นออกไซด์ของโลหะใหม่ชนิดหนึ่ง ความพยายามเตรียม แมกนีเซียม ในรูปโลหะอิสระโดยวิธีแยกสลายด้วยไฟฟ้า (electrolysis) ไม่เป็นผลสำเร็จ เพราะผลิตผลที่ได้คือ อะมัลกัมของแมกนีเซียม (Hg – Mg) ในปี ค.ศ. 1828 A. Bussy นักวิทยาศาสตร์ชาวฝรั่งเศสเป็นคนแรกที่เตรียมแมกนีเซียมในรูปธาตุอิสระได้ โดยการหลอม $MgCl_2$ กับโลหะ K ในปี ค.ศ. 1833 Faraday เตรียม แมกนีเซียม อิสระได้เช่นกันโดยนำ $MgCl_2$มาแยกสลายด้วยไฟฟ้า การเตรียมแมกนีเซียม อิสระที่ใช้กันในปัจจุบันอาศัยหลักการของ Faraday ที่ใช้กันสมัยนั้น

2.2.2 การใช้ประโยชน์

แมกนีเซียมเป็นโลหะที่ใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวาง คือ

1. ใช้เตรียมน้ำยา Grignard
2. องค์ประกอบของพลุไฟและหัวไม้ขีดไฟ
3. ใช้ผลิตเซลล์สะสมไฟฟ้า (battery) ที่มีขนาดเล็กและเบาบางชนิด
4. ใช้เป็น cathodic protection
5. ใช้ในงานโครงสร้างซึ่งทั้งหมดใช้ในรูปของโลหะเจือ เช่น ทำชิ้นส่วนรถยนต์ กระเป๋า ภาชนะบรรจุของ เครื่องยนต์ เฟอร์นิเจอร์ ฯลฯ

2.2.3 ความเป็นพิษ

ธาตุแมกนีเซียมนอกจากจะไม่เป็นพิษต่อร่างกายยังเป็นธาตุที่ร่างกายเราต้องการด้วย เช่น การทำงานของเอนไซม์หลายชนิด คะตะไลส์โดแมกนีเซียมคลอโรฟิลล์ของพืชมี แมกนีเซียม เป็นตัวหลักตัวหนึ่ง โดยมีลักษณะทางกายภาพดังรูปที่ 2.4

รูปที่ 2.4 ธาตุแมกนีเซียม

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.

2.3 วิธีการทดสอบหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง (ทางเคมี)

ชั่งน้ำยางข้นอย่างละเอียดประมาณ 10 กรัม ใส่ในบีกเกอร์ขนาด 100 มิลลิลิตร เติมน้ำกลั่น 10 มิลลิลิตรแล้วเติมกรดแอซิติก ร้อยละ 25 โดยน้ำหนัก 5 มิลิลิตร [6] เมื่อยางจับตัวเป็นก้อนนำออกจากเซรุ่มปิเปตต์เซรุ่ม 10 มิลลิลิตร ใส่ลงในบีกเกอร์อีกใบหนึ่ง เติมสารละลายบัฟเฟอร์ปรับความเป็นกรด-ด่างของสารละลายให้อยู่ในช่วง 10.0 ถึง 10.2 แล้วเติมโพแทสเซียมไซยาไนด์ 4 มิลลิลิตร เติมอินดิเคเตอร์อิริโอโครมแบล็กที 0.1 กรัม แล้วไทเทรตกับสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอจุดยุติการไทเทรต คือ จุดที่สารละลายเปลี่ยนจากสีม่วงเป็นสีฟ้าโดยหาได้จากสมการที่ 2.1

$$\text{แมกนีเซียมร้อยละโดยน้ำหนัก} = \frac{24.31 \times B \times D \times 100}{1000 \times 10 \times C} \qquad (2.1)$$

เมื่อ

24.31 คือ มวลอะตอมของแมกนีเซียม

A คือ น้ำหนักของน้ำยางข้นที่ใช้ เป็นกรัม

B คือ ความเข้มข้นของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอ เป็นโมลต่อลิตร × ปริมาตรของสารละลายมาตรฐานอีดีทีเอที่ใช้ เป็นมิลลิลิตร

C คือ $\frac{A \times TSC}{100}$

D คือ (A-C) +15

TSC คือ น้ำหนักของแข็งทั้งหมด เป็นกรัม

$$\text{ปริมาณแมกนีเซียม(มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม)} = \text{แมกนีเซียมร้อยละโดยน้ำหนัก} \times \frac{1000000}{100}$$

2.4 เซลล์ไฟฟ้าเคมี

เซลล์ไฟฟ้าเคมีแบ่งออกได้เป็น 2 ชนิดคือ

1. เซลล์กัลป์วานิกส์ คือเซลล์ไฟฟ้าเคมีซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า
2. เซลล์อิเล็กโทรไลต์ คือเซลล์ไฟฟ้าเคมีซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานเคมี

2.4.1 เซลล์กัลป์วานิกส์

เซลล์กัลป์วานิกส์หรือเซลล์วอลเตอิก (Galvanic cell หรือ Voltaic cell) คือ เซลล์ไฟฟ้าเคมีซึ่งเป็นระบบที่ทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานเคมีเป็นพลังงานไฟฟ้า [7] โดยภายในเซลล์เกิดปฏิกิริยาการถ่ายโอนอิเล็กตรอนจากสารหนึ่งไปอีกสารหนึ่ง (ปฏิกิริยารีดอกซ์) โดยที่สารตั้งต้นไม่ได้สัมผัสกันโดยตรง ทำให้การไหลของอิเล็กตรอนผ่านตัวนำอย่างต่อเนื่อง จึงเกิดกระแสไฟฟ้าในวงจรตัวอย่างเช่น เซลล์ไฟฟ้าเคมี ถ่านไฟฉาย แบตเตอรี่รถยนต์ และเซลล์เชื้อเพลิงที่มนุษย์อวกาศใช้ในการเดินทางไปสำรวจดวงจันทร์ (เกิดปฏิกิริยาเคมี ได้กระแส)

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.

2.4.1.1 องค์ประกอบเซลล์กัลป์วานิกส์

เซลล์กัลป์วานิกส์ประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์ แต่ละครึ่งเซลล์มักประกอบด้วยโลหะซึ่งเป็นขั้วไฟฟ้าจุ่มอยู่ในสารละลายของไอออนของโลหะนั้น ทำหน้าที่เป็นสารละลาย อิเล็กโทรไลต์แต่ไอออนสองชนิดกรณีนี้มักใช้ขั้วเฉื่อย เป็นขั้วไฟฟ้า เพราะอโลหะหรือ ไอออนไม่สามารถเป็นขั้วไฟฟ้าได้ เช่น มีก๊าซ H_2 อยู่ร่วมกับ H^+ หรือ ก๊าซ Cl_2 อยู่ร่วมกับ Sn^{4+} โดยมี Pt เป็นขั้วไฟฟ้า เป็นต้น (ขั้วไฟฟ้าเฉื่อย ไม่มีส่วนในการเกิดปฏิกิริยารีดอกซ์ เพียงแต่ทำหน้าที่ให้กระแสอิเล็กตรอนหรือ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านเท่านั้น) เซลล์กัลป์วานิกส์เป็นเซลล์ไฟฟ้าที่สามารถผลิตไฟฟ้าให้เกิดขึ้นได้เองด้วยปฏิกิริยารีดอกซ์ ในการศึกษาปฏิกิริยารีดอกซ์ เราใช้แผ่นโลหะจุ่มในสารละลายโดยตรง แต่ในเซลล์ไฟฟ้าเคมีแผ่นโลหะที่จะ เกิดปฏิกิริยากับสารละลาย จะอยู่ในภาชนะต่างกัน แล้วนำมาต่อเชื่อมกัน เซลล์ไฟฟ้าจึงประกอบด้วยภาชนะ 2 ใบ เรียกภาชนะแต่ละใบว่า ครึ่งเซลล์ (Half Cell) ครึ่งเซลล์ คือ แผ่นโลหะที่จุ่มลงไปในสารละลายของไอออนของโลหะนั้นหรือก๊าซที่พ่นลงในสารละลาย ของก๊าซนั้น แผ่นโลหะหรือก๊าซที่จุ่มอยู่ในสารละลายเรียกว่า ขั้วไฟฟ้า ขั้วไฟฟ้าจะมี 3 ชนิด

1. ขั้วไฟฟ้าโลหะ คือ แผ่นโลหะที่จุ่มในสารละลายของไอออนของโลหะนั้น ขั้วโลหะจะทำหน้าที่เกิดปฏิกิริยาและนำอิเล็กตรอน
2. ขั้วไฟฟ้าก๊าซ คือ ก๊าซที่พ่นลงไปในสารละลาย ก๊าซจะทำหน้าที่ในการเกิดปฏิกิริยา แต่นำอิเล็กตรอนไม่ได้ จึงต้องใช้ร่วมกับขั้วไฟฟ้าเฉื่อย
3. ขั้วไฟฟ้าเฉื่อย เป็นขั้วไฟฟ้าที่ช่วยนำอิเล็กตรอน แต่ไม่มีส่วนร่วมในการเกิดปฏิกิริยาต้องใช้ร่วมกับขั้วไฟฟ้าก๊าซ ขั้วไฟฟ้าเฉื่อย

เมื่อนำครึ่งเซลล์ที่ต่างกัน 2 ครึ่งเซลล์ มาต่อเชื่อมเข้าด้วยกัน โดยเชื่อมวงจรภายในด้วยสะพาไอออนและเชื่อมวงจรภายนอกด้วยตัวต้านทาน จะเกิดการไหลของอิเล็กตรอนขึ้น อิเล็กตรอนไหลไป ทางใดเข็มโวลต์มิเตอร์จะเบนไปในทิศทางนั้น

เซลล์กัลวานิกส์ประกอบด้วยสองครึ่งเซลล์ โดยแต่ละครึ่งเซลล์จะประกอบด้วยขั้วไฟฟ้าที่จุ่มลงไปในสารละลายแท่งสังกะสีและแท่งทองแดงในเซลล์เป็นขั้วไฟฟ้าซึ่งเรียกว่า อิเล็กโทรด (electrode) ขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน เรียกว่า ขั้วแอโนด (anode) และขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชันเรียกว่าขั้วแคโทด (cathode)

2.4.1.2 ประเภทของเซลล์กัลป์วานิกส์

เซลล์กัลป์วานิกส์มีสองประเภท

- เซลล์ปฐมภูมิ
- เซลล์ทุติยภูมิ

เซลล์ปฐมภูมิ คือ เซลล์กัลป์วานิกส์ชนิดที่เมื่อปฏิกิริยาเคมีภายในเซลล์เกิดขึ้นและดำเนินไปแล้วปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับอีกไม่ได้หรือนำมาอัดไฟใหม่ไม่ได้ เซลล์ปฐมภูมิได้แก่

เซลล์แห้ง (Dry Cell) เป็นเซลล์ที่ใช้ในไฟฉาย หรือใช้ในประโยชน์อื่นๆ เช่น ในวิทยุ เครื่องคิดเลข ฯลฯ โดยกล่องของเซลล์ทำด้วยโลหะสังกะสีซึ่งทำหน้าที่เป็นขั้วแอโนด
(ขั้วลบ) ส่วนแท่งคาร์บอนหรือแกรไฟต์อยู่ตรงกลางทำหน้าที่เป็นขั้วแคโทด (ขั้วบวก) ระหว่างอิเล็กโตรดทั้งสองบรรจุด้วยของผสมชื้นของ NH_4Cl_2 MnO_2 $ZnCl_2$ ผงคาร์บอน ตอนบนของเซลล์นั้นผนึกด้วยวัสดุที่สามารถรักษาความชื้นภายในเซลล์ให้คงที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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.

เซลล์แอลคาไลน์ (Alkaline Cell) เซลล์แอลคาไลน์มีส่วนประกอบของเซลล์เหมือนกับเซลล์เลอคลังเช แต่มีสิ่งที่แตกต่างกันคือเซลล์แอลคาไลน์ใช้เบสซึ่งได้แก่โพแตสเซียมไฮดร อกไซด์ (KOH) เป็นอิเล็กโทรไลต์แทนแอมโมเนียมคลอไรด์ (NH_4Cl) และเนื่องจากใช้สารละลายเบสนี่เองเซลล์ชนิดนี้จึงถูกเรียกว่า เซลล์แอลคาไลน์

เซลล์ปรอท มีหลักการเช่นเดียวกับเซลล์แอลคาไลน์ แต่ใช้ HgO แทน MnO_2 เป็นเซลล์ที่มีขนาดเล็กใช้กันมากในเครื่องฟังเสียงสำหรับคนหูพิการ หรือใช้ใน นาฬิกาข้อมือ เครื่องคิดเลข กล้องถ่ายรูป เซลล์นี้จะให้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 1.3 โวลต์ ให้กระแสไฟฟ้าต่ำ แต่สามารถให้ค่าศักย์ไฟฟ้าคงที่ตลอดอายุการใช้งาน

เซลล์เงิน มีส่วนประกอบเช่นเดียวกับเซลล์ปรอท แต่ใช้ซิลเวอร์ออกไซด์แทนเมอร์คิวรี (II) ออกไซด์ เซลล์เงินให้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 1.5 โวลต์ มีขนาดเล็กและมีอายุการใช้งานได้นานมากแต่มีราคาแพง จึงใช้กับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าบางชนิด เช่น นาฬิกา เครื่องคิดเลข

เซลล์ทุติยภูมิ คือ เซลล์กัลวานิกส์ชนิดที่เมื่อปฏิกิริยาเคมีภาย ในเซลล์เกิดขึ้นและดำเนินไปแล้ว ปฏิกิริยาจะเกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์และทำให้เกิดปฏิกิริยาย้อนกลับได้ หรือนำมาอัดไฟใหม่ได้ เซลล์ทุติยภูมิได้แก่

เซลล์นิกเกิล – แคดเมียม (Nickel-cadmium) หรือเซลล์นิแคด มีโลหะแคดเมียมเป็นแอโนด นิกเกิล (IV) ออกไซด์เป็นแคโทด และมีสารละลายเบสเป็นอิเล็กโทรไลต์ เซลล์นิแคดให้ศักย์ไฟฟ้าประมาณ 1.4 โวลต์ เมื่อใช้งานจนศักย์ไฟฟ้าลดต่ำลงแล้วสามารถนำมาประจุไฟได้ใหม่ ปฏิกิริยาในระหว่างการประจุไฟจะเกิดย้อนกลับกับปฏิกิริยาการจ่ายไฟ เซลล์นิแคดจึงมีข้อดีที่สามารถใช้ได้เป็นระยะเวลานาน

เซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่ว (Lead Storage Battery) ใช้เป็นแหล่งพลังงานไฟฟ้าในรถยนต์หรือจักรยานยนต์เรียกกันทั่วไปว่า แบตเตอรี่ ถึงแม้ว่าเซลล์สะสมไฟฟ้าแบบตะกั่วจะอัดไฟใหม่ได้ แต่ก็มีการเสื่อมสภาพ เพราะ $PbSO_4$ ที่เกิดขึ้นที่ขั้วทั้งสองบางส่วนหลุดร่วงอยู่ที่ก้นภาชนะ ทำให้ขั้วทั้งสองสึกกร่อน และทำให้เสื่อมสภาพในที่สุด

2.4.1.3 แรงดันไฟฟ้าของเซลล์กัลป์วานิกส์

แรงดันไฟฟ้าของเซลล์จะขึ้นอยู่กับปฏิกิริยารีดอกซ์ รวมไปถึงปฏิกิริยาที่เกิดขึ้นในเซลล์และสารตั้งต้นความเข้มข้นของ แต่ไม่ได้อยู่ในเซลล์จำนวนอิเล็กตรอนผ่านผ่าน มันเป็น คุณสมบัติเข้มมาตรฐานแรงดัน E0 ของเซลล์เป็นวัดเมื่อสารตั้งต้นทั้งหมดอยู่ที่ 25 องศาเซลเซียส และที่ความเข้มข้น 1M หรือความดัน 1atm ค่ามาตรฐานที่ทำให้เกิดปฏิกิริยาคือ+0.34 V–(–0.76 V) = 1.10 V. ขั้วของเซลล์จะถูกกำหนดดังต่อไปนี้ โลหะสังกะสีมากต้องลดโลหะทองแดงตามที่ปรากฏจากข้อเท็จจริงที่อาจเกิดขึ้น การลดโลหะสังกะสีจะเป็นลบเพิ่มขึ้นของทองแดง ดังนั้นโลหะสังกะสีจะสูญเสียอิเล็กตรอนไปยังไอออนทองแดงและกลายเป็นค่าไฟฟ้า บวก สมดุลคงที่Kสำหรับเซลล์ ดังสมการที่ (2.2)

$$\ln = \frac{nFE^{\circ}}{RT} \tag{2.2}$$

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.

เมื่อ F เป็นค่าคงที่ฟาราเดย์ R เป็นก๊าซคงที่ และ T คืออุณหภูมิใน kelvins ค่าสำหรับเซลล์ Daniell K จะประมาณ 1.5 × 1037 ดังนั้นที่สมดุลน้อยอิเล็กตรอนจะถูกถ่ายโอนทำให้เกิดขั้วไฟฟ้า ศักยภาพของเซลล์ครึ่งหนึ่งที่เกิดขึ้นสามารถคำนวณโดยใช้สมการ Nernst เป็น solutes ในสถานะมาตรฐานดังสมาการที่ (2.3) และ สมาการที่ (2.4)

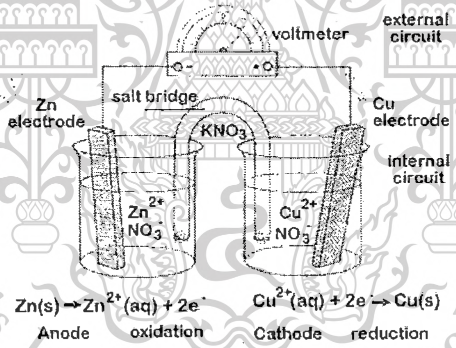
$$E_{half-cell} = E^{\circ} - \frac{RT}{nF} \ln_e Q \qquad (2.3)$$

ที่ Q เพิ่มไปในปฏิกิริยานี้เพื่อช่วยลดความยุ่งยาก

$$E_{half-cell} = E^{\circ} - 2.303 \frac{RT}{nF} \log_{10} \left\{ M^{n+} \right\} \qquad (2.4)$$

2.4.1.4 การสร้างเซลล์กัลป์วานิกส์

นำโลหะต่างชนิดกันจุ่มในภาชนะทีบรรจุสารละลายที่มีอิออนของโลหะนั้น เช่น โลหะ A จุ่มใน A2+ และโลหะ B จุ่มใน B2+ เป็นต้น และภาชนะ 2 ใบนี้มีสะพานอิออนเชื่อมถึงกัน แล้วต่อลวดตัวนำจากขั้วทั้งสองเข้ากับโวลต์มิเตอร์ (volt meter) ซึ่งมีเข็มแสดงทิศทางการไหลของอิเล็กตรอน พบว่าเข็มกระดิกแสดงว่าอิเล็กตรอนไหล



รูปที่ 2.5 แสดงการเกิดเซลล์กัลป์วานิกส์

จากรูปที่รูปที่ 2.5 พบว่าเข็มของโวลต์มิเตอร์เบนจาก A ไปยัง B แสดงว่าอิเล็กตรอนไหลจาก A ไปยัง B เราต้องการทราบสิ่งต่อไปนี้

1. ขั้วบวกและขั้วลบ
   1.1 ขั้วบวก คือ ขั้วที่มีอิเล็กตรอนหนาแน่นน้อยกว่า หรือขั้ว e^- ไหลเข้า ได้แก่ ขั้ว B
   1.2 ขั้วลบ คือ ขั้วที่มีอิเล็กตรอนหนาแน่นมากกว่า หรือขั้ว e^- ไหลออก ได้แก่ ขั้ว A
2. ขั้วแอโนด (Anode) และขั้วแคโทด (Cathode)
   2.1 แอโนด คือขั้วที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน ได้แก่ ขั้ว A เพราะให้ e

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.

2.2 แคโทด คือขั้วที่เกิดปฏิกิริยารีดักชัน ได้แก่ ขั้ว B เพราะรับ e

3. แผนภาพเซลล์กัลป์วานิกส์ เขียนได้ดังนี้

3.1 เขียนครึ่งเซลล์แอโนดไว้ทางซ้าย ครึ่งเซลล์แคโทดไว้ทางขวา คั่นกลางด้วยสะพานอิออน ซึ่งใช้เครื่องหมาย || หรือ //

3.2 สำหรับครึ่งเซลล์แอโนดและแคโทดเขียนอิเล็กโทรดไว้ซ้ายสุดและขวาสุด ภายในครึ่งเซลล์ถ้าต่างภาคกันใช้เครื่องหมาย / คั่น

3.3 สารละลายที่ทราบความเข้มข้นให้เขียนระบุไว้ในวงเล็บ

3.4 ถ้าครึ่งเซลล์ที่เป็นก๊าซให้ระบุความดันลงในวงเล็บด้วย

4. ปฏิกิริยาที่เกิดในเซลล์ไฟฟ้าเคมี

ปฏิกิริยาครึ่งเซลล์

4.1 แอโนด เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน

4.2 แคโทด เกิดปฏิกิริยารีดักชัน

ปฏิกิริยาทั้งเซลล์ เป็นปฏิกิริยา Redox

5. สมการแสดงปฏิกิริยา

สมการแสดงปฏิกิริยาครึ่งเซลล์

แอโนด (Oxidation) A ----> A^{2+} + $2e^-$ .... (1)

แคโทด (Reduction) B^{2+} + $2e^-$ ------> B .... (2)

สมการแสดงทั้งเซลล์เป็น Redox (ทำให้ e หมดไป) (1) + (2)

6. สารใดให้อิเล็กตรอนง่ายกว่าหรือเป็นตัวรีดิวซ์ดีกว่า โลหะ A > โลหะ B

7. สารใดเป็นตัวชิงอิเล็กตรอนดีกว่า หรือเป็นตัวออกซิไดซ์ดีกว่า $B^{2+} > A^{2+}$

8. ศักย์ไฟฟ้าใครสูงกว่า ศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วบวกสูงกว่าศักย์ไฟฟ้าที่ขั้วลบคือ B > A ดังนั้น กระแสจะไหลจาก B ไปยัง A สวนทางกับการเคลื่อนที่ของอิเล็กตรอน

ความต่างศักย์ = ศักย์ที่ขั้วบวก - ศักย์ที่ขั้วลบ

9. เข็มจะไม่กระดิกในกรณีที่ศักย์ทั้งสองขั้วเท่ากัน

10. โดยสามารถหาค่า E_{0-cell} ได้จากสมการที่ (2.5)

$$E_{0-cell} = E_0\,\text{cathode} - E_0\,\text{anode} \tag{2.5}$$

จากรูปที่ 2.9 สามารถหาค่า E_{0-cell} ได้ดังนี้

ปฏิกิริยาออกซิเดชันที่แอโนด (Zn) $Zn(s) \longrightarrow Zn^{2+} + 2e^-$

ปฏิกิริยารีดักชันที่แคโทด (Cu) $Cu^{2+} + 2e^- \longrightarrow Cu(s)$

จากสมาการที่ (2.4) $E_{0-cell} = E_0\,\text{cathode} - E_0\,\text{anod}$

ดังนั้น $E_{0-cell} = E_0\,Cu - E_0\,Zn$

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.

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

$$E_{0-cell} = 0.34 - (-0.76)$$

$$E_{0-cell} = 1.1\ v$$

<u>หมายเหตุ</u>

ความหมายของค่า E_0

ถ้าค่า E_o เป็นบวก ปฏิกิริยาเกิดขึ้นได้เองเป็นเซลล์แบบกัลป์วานิกส์

ถ้าค่า E_o เป็นลบ ปฏิกิริยาเกิดขึ้นเองไม่ได้เป็นเซลล์แบบอิเล็กโตไลติก

ค่า E_o เป็นค่าศักย์ไฟฟ้ามาตรฐานของปฏิกิริยารีดักชันโดยสามารถดูได้จากตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ศักย์ไฟฟ้ารีดักชันมาตรฐานที่ 25° C (298 K)

	Reduction Half-Reaction		E° (V)	
Stronger oxidizing agent	$F_2(g) + 2e^-$	$\rightarrow 2F^-(aq)$	2.87	Weaker reducing agent
	$H_2O_2(aq) + 2H^+(aq) + 2e^-$	$\rightarrow 2H_2O(l)$	1.78	
	$MnO_4^-(aq) + 8H^+(aq) + 5e^-$	$\rightarrow Mn^{2+}(aq) + 4H_2O(l)$	1.51	
	$Cl_2(g) + 2e^-$	$\rightarrow 2Cl^-(aq)$	1.36	
	$Cr_2O_7^{2-}(aq) + 14H^+(aq) + 6e^-$	$\rightarrow 2Cr^{3+}(aq) + 7H_2O(l)$	1.33	
	$O_2(g) + 4H^+(aq) + 4e^-$	$\rightarrow 2H_2O(l)$	1.23	
	$Br_2(l) + 2e^-$	$\rightarrow 2Br^-(aq)$	1.09	
	$Ag^+(aq) + e^-$	$\rightarrow Ag(s)$	0.80	
	$Fe^{3+}(aq) + e^-$	$\rightarrow Fe^{2+}(aq)$	0.77	
	$O_2(g) + 2H^+(aq) + 2e^-$	$\rightarrow H_2O_2(aq)$	0.70	
	$I_2(s) + 2e^-$	$\rightarrow 2I^-(aq)$	0.54	
	$O_2(g) + 2H_2O(l) + 4e^-$	$\rightarrow 4OH^-(aq)$	0.40	
	$Cu^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Cu(s)$	0.34	
	$Sn^{4+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Sn^{2+}(aq)$	0.15	
	$2H^+(aq) + 2e^-$	$\rightarrow H_2(g)$	0	
	$Pb^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Pb(s)$	-0.13	
	$Ni^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Ni(s)$	-0.26	
	$Cd^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Cd(s)$	-0.40	
	$Fe^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Fe(s)$	-0.45	
	$Zn^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Zn(s)$	-0.76	cathode
	$2H_2O(l) + 2e^-$	$\rightarrow H_2(g) + 2OH^-(aq)$	-0.83	
	$Al^{3+}(aq) + 3e^-$	$\rightarrow Al(s)$	-1.66	
	$Mg^{2+}(aq) + 2e^-$	$\rightarrow Mg(s)$	-2.37	anode
Weaker oxidizing agent	$Na^+(aq) + e^-$	$\rightarrow Na(s)$	-2.71	
	$Li^+(aq) + e^-$	$\rightarrow Li(s)$	-3.04	

2.5 การวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียม

การวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียม มีความจำเป็นสำหรับตัวอย่างหลากหลายชนิด เช่น ยา อาหาร น้ำ ปุ๋ย ซึ่งสามารถวิเคราะห์ได้หลายวิธี เช่น Ion Chromatography, Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry, Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry, Flame Atomic Absorption Spectrometry, Atomic Absorption Spectrometry, Ion Selective Electrode และ UV-Vis Spectrophotometry [8]

นอกจากนี้ยังงานวิจัยที่นำเสนอวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางธรรมชาติอีกหลายวิธีการเช่น ประพจน์ และคณะได้นำเสนอการหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางธรรมชาติด้วยวิธีไฟฟ้า

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.
137655

[9]จากการศึกษาพบว่าการหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางธรรมชาติด้วยวิธีไฟฟ้าเคมีโดยทำการตกตะกอนแมกนีเซียมในเซรุ่มของน้ำยางสดด้วยสารละลาย NaOH 1.0 mol/dm3 นำตะกอนที่ได้ไปทำปฏิกิริยากับสารละลาย HCl 0.5 mol/dm3 แล้วนำไปวิเคราะห์ด้วยวิธีไฟฟ้าเคมี บันทึกค่าความต่างศักย์(โวลท์)จากการศึกษาได้ ทำการแปรอัตราส่วนของเวลาที่ใช้ต่อความต้านทานของเครื่องดิจิตอลมัลติมิเตอร์ 1.6 โอห์ม ดังนี้ 1, 3 และ 5 นาที แล้วปรากฏว่าที่เวลา 1, 3 และ 5 นาที อ่านค่าความต่างศักย์ได้เท่ากันในระดับ 0.07 โวลท์ จากกฎอิเล็กโทรลิซิสของฟาราเดย์ที่กล่าวว่าปริมาณของสารที่เกิดขึ้นจะขึ้นอยู่กับปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ใช้กับเวลาที่ผ่านกระแสไฟฟ้าปรากฏว่าสามารถทำการวิเคราะห์ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางสดได้เท่ากับ 2.27x10-4 กรัม

วิไลรัตน์ ได้นำเสนอการพัฒนาวิธีการไทเทรตที่ปราศจากไซยาไนด์ในการวิเคราะห์แมกนีเซียมในน้ำยางธรรมชาติ [10] โดยเสนอการใช้สารมาสกิ้งเอเจนท์ตัวใหม่ คือสาร NMA ในการทดแทนการใช้สารไซยาไนด์ พบสาร NMA มีศักยภาพดียิ่งในการที่จะนำไปใช้ทดแทนสารไซยาไนด์ในการไทเทรตหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางในอนาคต เนื่องจากให้ระดับความน่าเชื่อถือของวิธีการวิเคราะห์ทั้งด้านความแม่ยำและความเที่ยงอยู่ในระดับที่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 99% (Single factor ANOVA) กับการใช้สารไซยาไนด์ อีกทั้งความเป็นพิษของ NMA ยังอยู่ในระดับที่ต่ำกว่าสารโพแทสเซียมไซยาไนด์ถึง 20 เท่า

ศักดิ์ชัย และทัดดาว[11] ได้พัฒนาวิธีการวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมโดยการวัดค่าศักย์ไฟฟ้าด้วยระบบโฟลอินเจคชันอะนาลิซีสร่วมกับขั้วไฟฟ้าเลือกจำเพาะชนิดเยื่อพอลิเมอร์ที่ผลิตขึ้นจากไอออนโนฟอร์ชนิด 4,13- บิส[เอ็น-(1-อะดาแมนธิล)คาร์บาโมอิลอะซิทิล]-8-เตตระเดคซิล-1,7,10,16-เตตระออกซะ-4,13-ไดอะซาไซโคลออกตะเดคเคนที่ละลายในพอลิไวนิลคลอไรด์ เคลือบบนขั้วซิลเวอร์ส าหรับเป็นขั้วชี้บอก โดยมีขั้วซิลเวอร์/ซิลเวอร์คลอไรด์เป็นขั้วอ้างอิงสำหรับใช้เป็นส่วนตรวจวัดในระบบโฟลอินเจคชันอะนาลิซีส ภายใต้สภาวะการวิเคราะห์ที่เหมาะสมของระบบที่มีการไหล กราฟมาตรฐานของการวิเคราะห์ที่สร้างขึ้นจะเป็นเส้นตรงในช่วงความเข้มข้นของแมกนีเซียมคลอไรด์ระหว่าง 0.001 โมลาร์ถึง 0.10 โมลาร์ โดยมีขีดจำกัดต่ำสุดของการวิเคราะห์ที่ 0.001 โมลาร์ เมื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์หาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางสดพบว่ามีปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางสดอยู่ระหว่าง 431 ถึง 518 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัมและน้ำยางข้นอยู่ระหว่าง 384 ถึง 421 มิลลิกรัมต่อกิโลกรัม และวิธีที่พัฒนาขึ้นสามารถวิเคราะห์ตัวอย่างได้ 50 ตัวอย่างต่อชั่วโมง

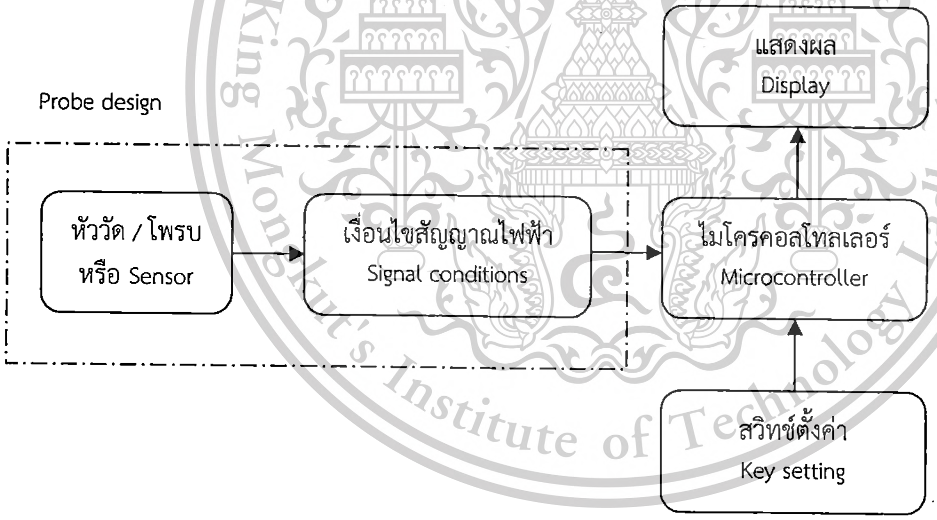
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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

บทที่ 3
วิธีการ และการออกแบบ

ในบทนี้จะกล่าวถึงบล็อกไดอะแกรมการทำงาน การออกแบบเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา การออกแบบวงจรเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้า การออกแบบวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล การออกแบบวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ การออกแบบโพรบวัดความต้านทาน โพรบวัดความจุไฟฟ้า และโพรบแบบ 4 เข็ม โดยการออกแบบดังกล่าวจะนำมาใช้ในการจัดทำโครงงาน เครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

3.1 บล็อกไดอะแกรมของโครงงาน

เนื่องจากในน้ำยางมีส่วนประกอบของแมกนีเซียมโดยเป็นแมกนิเซียมไอออนซึ่งมีสมบัติของความนำไฟฟ้า แมกนิเซียมไอออนจะทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าและในขณะเดียวกันในน้ำยางก็มีสมบัติความเป็นไดอิเล็กตริก ดังนั้นในการศึกษาวิจัยนี้คณะผู้วิจัยมีกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัยโดยแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ 1.ส่วนของการศึกษาออกแบบ สร้างโพรบตัวตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงสมบัติทางไฟฟ้า (ความความต้านทานเชิงซ้อน ค่าความจุไฟฟ้า และแรงเคลื่อนไฟฟ้า) และ 2.ส่วนของกระบวนการในการนำข้อมูลทางไฟฟ้าที่ได้จากโพรบมาประมวลผลและแสดงระดับปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางซึ่งทั้งสองส่วนได้แสดงดังในไดอะแกรมรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงไดอะแกรมกรอบแนวความคิดของโครงงานวิจัย

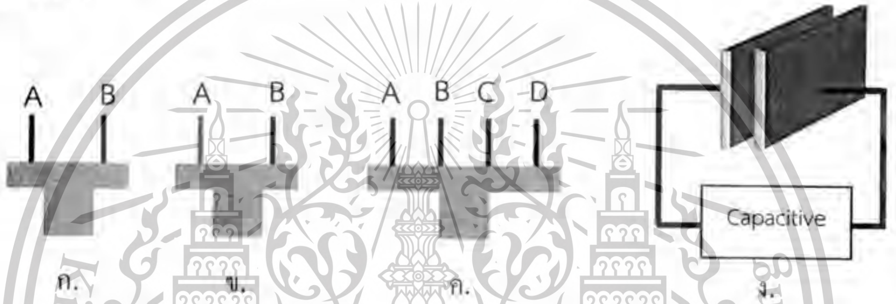
จากรูปที่ 3.1 แสดงไดอะแกรมกรอบแนวความคิดของโครงงานวิจัยซึ่งส่วนต่าง ๆ ในไดอะแกรมจะทำหน้าที่ดังรายละเอียดที่จะกล่าวต่อไปนี้

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.

Display คือ ส่วนที่ใช้ในการสื่อสารกับผู้ใช้งานโดยจะแสดงผลปริมาณแมกนีเซียมที่วัดได้ ในส่วนของ Key setting ได้ออกแบบเพื่อกระบวนการในการติดตั้ง รีเซท กำหนดระดับความเข้มของน้ำยางและการเริ่มต้นการทำงานของระบบ

Microcontroller คือ กล่องดำหรือเทคโนโลยีสองกลฝังตัวเพื่อระบบควบคุมของเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆทั้งหมด

Probe design คือ ส่วนที่เป็นหัววัดสมบัติทางไฟฟ้าจากน้ำยางโดยในกรอบแนวความคิดนั้น ผู้วิจัยคิดว่าจะทำการตรวจวัดดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆด้วยวิธีการวัดความต้านทานเชิงซ้อน (Impedance) ที่เกิดจากการผ่านกระแสไฟฟ้าที่ความถี่ 1 kHz 10 kHz 50 kHz และ 100 kHz ผ่านน้ำยางแล้ววัดผลของสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางเปลี่ยนแปลง โดยพิจารณาทั้งในรูปแบบเฟสของสัญญาณและระดับสัญญาณ ซึ่งแนวความคิดของหัววัดหรือโพรบที่ออกแบบทดสอบแบ่งเป็นสองแบบคือ แบบ 2 เข็ม(Two point Probe) และแบบ 4 เข็ม(Four point probe) ดังแสดงในรูปที่ 3.2 ก-ค



รูปที่ 3.2 แสดงลักษณะของโพรบที่จะใช้ในการทดลองหาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับสมบัติทางไฟฟ้า และค่าความจุไฟฟ้า

ก. โพรบแบบสองเข็มโดยเข็ม A และ B ทำจากโลหะตัวนำชนิดเดียวกัน

ข. โพรบแบบสองเข็มโดยเข็ม A และ B ทำจากโลหะตัวนำต่างชนิดกัน

ค. โพรบแบบสี่เข็มโดยเข็ม A-D ทำจากโลหะตัวนำชนิดเดียวกัน

ง. โพรบแบบแผ่นเพลทตัวนำใช้วัดค่าความจุไฟฟ้า

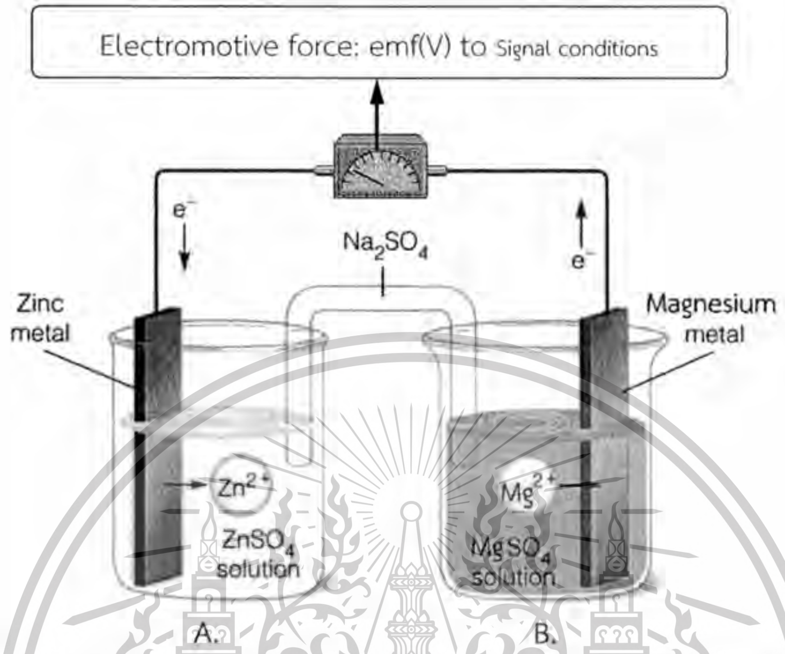
โพรบแบบ 2 เข็ม(Two point Probe) จะออกแบบเพื่อใช้ในการวัดความนำไฟฟ้า และการเปลี่ยนแปลงปริมาณกระแสที่สัมพันธ์กับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง โดยเข็มทั้งสองเข็มจะทำมาจากวัสดุตัวนำต่างชนิดกันระยะห่างระหว่างเข็ม A และ B ผู้วิจัยจะทดลองและศึกษาขอบเขตข้อจำกัดทางเทคนิคที่เหมาะสมต่อเงื่อนไขทางไฟฟ้ามากที่สุด

โพรบแบบ 4 เข็ม(Four point probe) จะออกแบบเพื่อใช้ในการวัดวัดความต้านทานเชิงซ้อน และการเลื่อนเฟสของสัญญาณอินพุท และเอาพุทท์ โดยเข็มทั้งสี่เข็มจะทำมาจากวัสดุตัวชนิดเดียวกันโดยเลือกวัสดุที่หาง่ายและนำไฟฟ้าได้ดีที่สุด เข็มทั้งสี่เข็มวางเรียงกันด้วยระยะห่างคงที่ โดยระยะห่างระหว่างเข็มผู้วิจัยจะทดลองและศึกษาขอบเขตข้อจำกัดทางเทคนิคที่ทำให้เหมาะสมต่อเงื่อนไขทางไฟฟ้ามากที่สุด

และผู้วิจัยยังมีแนวคิดออกแบบโพรบเพื่อศึกษาศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆกับค่าความจุไฟฟ้าโดยออกแบบโพรบหัววัดลักษณะที่เป็นแผ่นเพลทตัวนำวาง

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.

ขนานกันสองแผ่นดังแสดงในรูปที่ 2ง ระยะห่างระหว่างแผ่นตัวนำผู้วิจัยจะทดลองและศึกษาขอบเขตข้อจำกัดทางเทคนิคที่เหมาะสมต่อเงื่อนไขทางไฟฟ้ามากที่สุด หลักการนี้จะอาศัยการเปลี่ยนสมบัติทางไดอิเล็กตริกของน้ำยางเพื่อทำนายปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ



รูปที่ 3.3 แสดงเซลล์กัลวานิก ซึ่งอิเล็กตรอนไหลจากขั้วแอโนด (-) ไปยังขั้วแคโทด(+)

นอกจากนี้ผู้วิจัยยังมีแนวคิดออกแบบโพรบการวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆด้วยวิธีการวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าจากหลักการเซลล์กัลวานิกซึ่งเป็นวิธีการเคมีพื้นฐานดังแสดงในรูปที่ 3 โดยในสารละลายตัวอย่าง A. จะใช้อิเลคโทรดสังกะสีจุ่มอยู่ในสารละลาย $ZnSO_4$ และในตัวอย่างสารละลาย B จะใช้อิเลคโทรดแมกนีเซียมจุ่มอยู่ในสารละลาย $MgSO_4$ ซึ่งจะทดลองโดยใช้น้ำยางแทนสารละลายข้างต้น ดังนั้นผู้วิจัยจะนำแรงเคลื่อนที่ได้จากหลักการดังกล่าวรวมทั้งพิจารณาระยะเวลาในการทำปฏิกิริยามาผ่านกระบวนการปรับเงื่อนไขสัญญาณ (Signal condition) เพื่อแสดงผลปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ

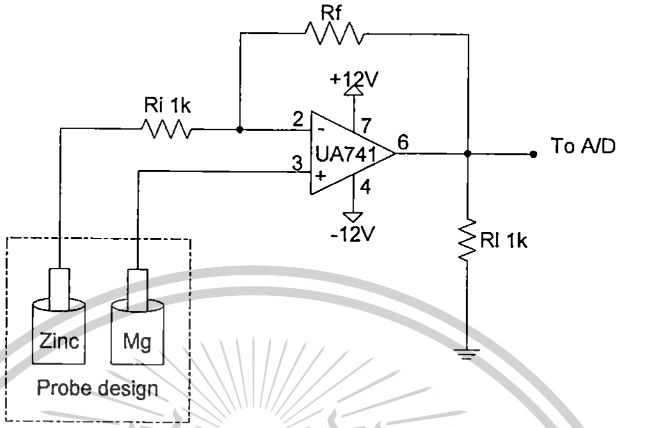
3.2 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) หรือวงจรการใช้งาน

ในการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์นั้นถือเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการออกแบบโครงงานเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง เนื่องจากฮาร์ดแวร์จะเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างส่วนของซอฟแวร์กับส่วนของการตรวจวัดให้ทำงานสอดคล้องกัน ในส่วนของเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราจะแบ่งฮาร์ดแวร์เป็น 3 ส่วน ด้วยกัน คือ การออกแบบวงจรเพิ่มแรงดันไฟฟ้า วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

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.

3.2.1 การออกแบบวงจรเพิ่มแรงดันไฟฟ้า (Boost Converter)

วงจรเพิ่มระดับแรงดันแบบนอนอินเวอร์ติ้ง (Non-inverting) เป็นวงจรเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าแบบไม่กลับเฟสจะใช้ไอซีเบอร์ UA741 ซึ่งเป็นไอซีสำเร็จรูปที่ใช้ในการขยายแรงดันไฟฟ้าโดยไอซีตัวนี้จะมีอัตราขยายกี่เท่า นั้นขึ้นอยู่กับค่าความต้านทาน ของ R_f ที่ใช้ในวงจร



รูปที่ 3.4 แสดงวงจรเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้า แบบนอนอินเวอร์ติ้ง

จากรูปที่ 3.4 ทางด้านอินพุตขา 2 ขา 3 ของวงจรเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้า จะรับค่าแรงดันเอาต์พุตจากโพรบ ได้สูงสุด 15 โวลต์

การคำนวณหาอัตราขยายของวงจรเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้า ซึ่งสามารถคำนวณหาอัตราขยายของวงจรเพิ่มระดับแรงดันไฟฟ้าได้ดังสมการที่ 3.1

$$ALCL = \frac{(R_i + R_f)}{R_i} \qquad (3.1)$$

เมื่อกำหนดค่า A_{CL} = 2.5 เท่า ทำการแทนค่าลงในสมการที่ 3.1 เพื่อทำการหาค่า R_f ที่ทำให้อัตราขยายแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 2.5 เท่า ดังสมการที่ 3.2

$$R_f = (A_{CL} \times R_i) - R_i \qquad (3.2)$$

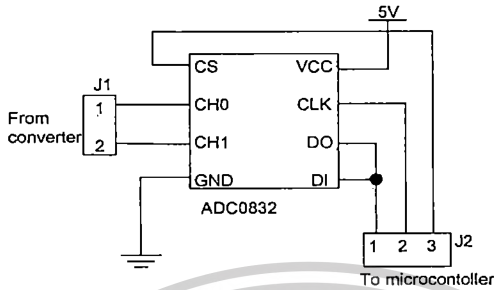
$$R_f = (2.5 \times 1k) - 1k$$

$$= 1.5\ k\Omega$$

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.

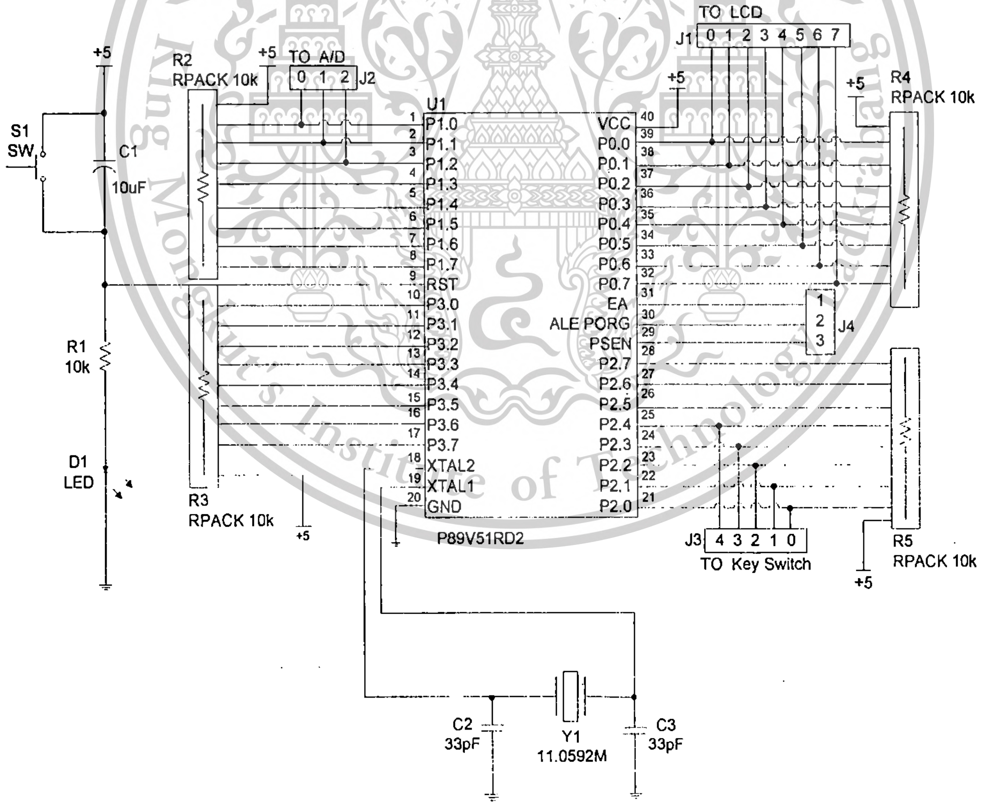
3.2.2 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล

เป็นวงจรที่ทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าที่มีอยู่ในรูปของสัญญาณอนาล็อก เช่น แรงดัน 0 ถึง 5 โวลต์ เป็นสัญญาณดิจิตอลซึ่งง่ายต่อการนำไปประมวลผลด้วยวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลนี้จะใช้ไอซีเบอร์ ADC 0832 ที่มีสัญญาณออกเป็นแบบ 8 บิตมีการต่อใช้งานดังแสดงได้ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรแปลงอนาล็อกเป็นดิจิตอล

3.2.3 วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์



รูปที่ 3.6 แสดงวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

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.

วงจรไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นวงจรที่ใช้สำหรับค่าสัญญาณเอาท์พุทจากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลเพื่อมาประมวลผล ใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบ SPI ระหว่างจอแสดงผลแบบแอลซีดี ซึ่งการเชื่อมต่อวงจรต่างๆกับวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ดังแสดงในรูปที่ 3.6 การเชื่อมต่อของวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ (P89V51RD2) ซึ่งเป็นตัวประมวลผลข้อมูลที่เข้ามาจากส่วนต่างๆของวงจรพอร์ตไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำหน้าที่ดังนี้ พอร์ต P1 รับสัญญาณดิจิตอลจากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล พอร์ต P0 ต่อกับจอแสดงผล (LCD) พอร์ต P2 ต่อกับคีย์สวิตซ์ (Key switch)

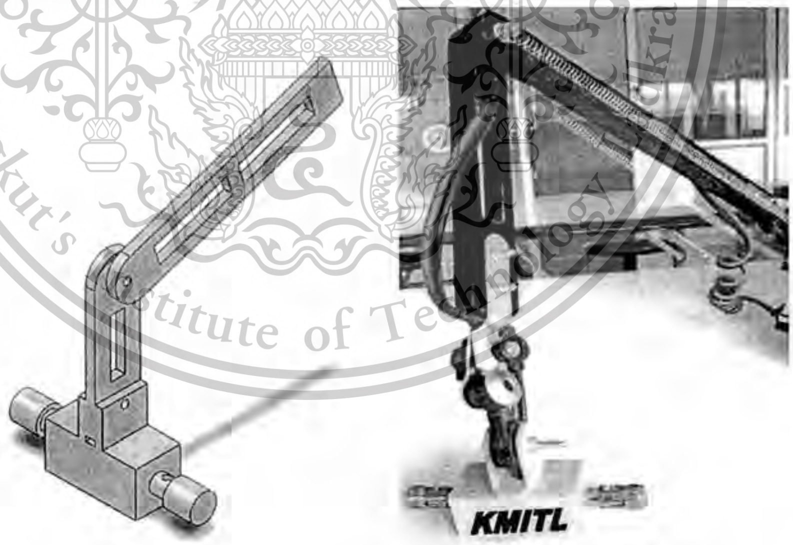
3.3 การออกแบบโครงสร้างของเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม

การออกแบบโครงสร้างนั้นมีความสำคัญเท่ากับการออกแบบฮาร์ดแวร์และการออกแบบซอฟแวร์ เพราะไม่ว่าจะออกแบบฮาร์ดแวร์หรือซอฟแวร์ให้ดีเพียงใดแต่ถ้าการออกแบบโครงสร้างออกแบบมาไม่ดีทำให้การตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมไม่สามารถทำได้เที่ยงตรงหรือไม่สามารถจุ่มแผ่นสารเคมีลงในตัวอย่างทดลองได้ ดังนั้นการออกแบบโครงสร้างจึงมีความสำคัญมากอีกส่วนหนึ่ง โดยการออกแบบโครงสร้างนั้นจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ

1. การออกแบบแขนจับยึดแผ่นสารเคมี
2. การออกแบบตัวเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม

โดยการออกแบบโครงสร้างและการเลือกใช้อุปกรณ์ทั้งหมดจะอธิบายตามหัวข้อที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การออกแบบแขนจับยึดแผ่นขั้วโลหะ



(ก) รูปจากการออกแบบ (ข) รูปจริงของแขนจับขั้วโลหะ

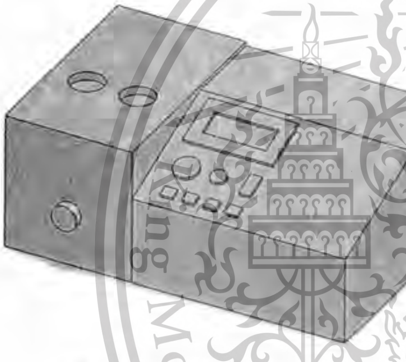
รูปที่ 3.7 แสดงการออกแบบแขนจับยึดแผ่นสารเคมี

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.

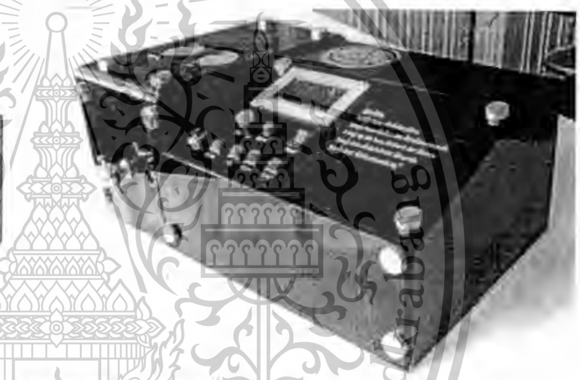
การออกแบบแขนจับยึดแผ่นสารเคมี เนื่องจากต้องทำให้จับยึดแผ่นสารเคมีได้แล้วและต้องสามารถปรับขึ้น-ลง-ซ้าย-ขวา ได้ตามต้องการอีกด้วย เพื่อให้สามารถวางอุปกรณ์ที่จะทดลองได้อย่างสะดวก จึงได้ทำการออกแบบแขนจับยึดแบบ 3 ข้อต่อ โดยแขนจับจะมีอยู่ 2 ท่อนนำมาต่อกัน ซึ่งแขนแต่ละท่อนมีความยาว 26 และ 17 เซนติเมตร ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 3.7 ซึ่งที่แขนจับอันแรกจะมีสปริงติดอยู่ระหว่างตัวแขนจับกับตัวเครื่อง เพื่อช่วยให้มีแรงดึงส่วนปลายแขนมากขึ้น ซึ่งระบบแขนจับยึดแผ่นสารเคมีนี้สามารถปรับหมุนได้ตามต้องการของผู้ใช้

3.3.2 การออกแบบตัวเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม

การออกแบบตัวเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมนั้น ต้องการออกแบบให้สามารถติดตั้งชุดฮาร์ดแวร์และแขนจับยึดแผ่นแผ่นสารเคมีไว้ที่ตัวเครื่อง โดยที่ขนาดของเครื่องที่ใช้วัดปริมาณแมกนีเซียม ต้องการออกแบบให้สอดคล้องกับการใช้งานเพื่อให้การทำงานมีประสิทธิภาพและเกิดความสะดวกสูงสุด โดยผู้ออกแบบได้ออกแบบให้เครื่องสามารถรองรับภาชนะบรรจุตัวอย่าง (บีก-เกอร์) ขนาด 50 มิลลิลิตร จำนวน 2 ใบ โดยด้านในตัวเครื่องด้านซ้ายจะเป็นลิ้นชักสำหรับเก็บอุปกรณ์สำหรับการทดลองบางส่วน และด้านซ้ายของตัวเครื่องด้านในจะเป็นที่บรรจุวงจรอิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมทั้งหมด ดังแสดงในรูปที่ 3.8



(ก) รูปจากการออกแบบ



(ข) รูปจริงของเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม

รูปที่ 3.8 แสดงการออกแบบเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

3.4 การออกแบบโพรบ (Probe Design)

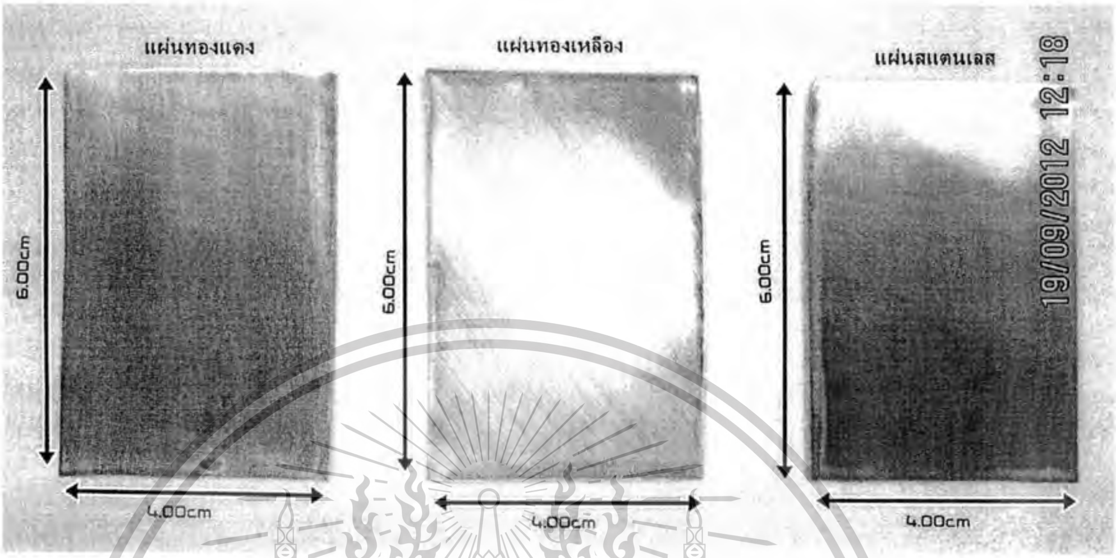
ตัวเซนเซอร์ที่ออกแบบในโครงงานเพื่อใช้ตรวจสอบปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำยางพาราจะมีทั้ง โพรบแบบแบนและโพรบแบบปลายแหลม ซึ่งในการศึกษาได้ทำการออกแบบโพรบเป็นโพรบวัดความต้านทาน โพรบวัดความจุไฟฟ้า และโพรบแบบ 4 เข็ม

3.4.1 การออกแบบโพรบวัดความต้านทาน เพื่อใช้ในการวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของน้ำยางพารา

การออกแบบโพรบที่ใช้วัดค่าความต้านทานไฟฟ้าของน้ำยางพาราจะใช้วัสดุที่แตกต่างกัน 3 ชนิด ซึ่งมีคุณสมบัติความต้านทานไม่เท่ากัน โดยแผ่นโลหะจะจุ่มลงในน้ำยาง เพื่อใช้วัดค่าความต้านทานของน้ำยางพารา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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.

3.4.1.1. ลักษณะของแผ่นตัวนำที่ใช้จะเป็นแผ่นโละ 3 ชนิด คือ แผ่นทองแดง แผ่นทองเหลือง แผ่นสแตนเลส ที่มีขนาดความยาว 6 เซนติเมตร กว้าง 4 เซนติเมตร เมื่อนำมาต่อร่วมสายนำสัญญาณจะมีลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 แสดงลักษณะของแผ่นตัวนำ

3.4.1.2 ส่วนฐานที่เป็นแท่งยึดแผ่นตัวนำ จะทำจากแผ่นอะคริลิกมีขนาดความกว้าง 4.0 เซนติเมตร ยาว 6.0 เซนติเมตร ใช้เป็นฐานสำหรับจับแผ่นตัวนำทั้ง 2 ไว้ด้วยกัน กำหนดระยะห่างแผ่นโลหะทั้งสองเท่ากับ ความหนาของแผ่นอะคริลิคที่นำมาเป็นฐาน ซึ่งฐานยึดดังกล่าวมีลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 3.10

รูปที่ 3.10 แสดงลักษณะของฐานยึดแผ่นตัวนำ

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.

3.4.1.3 ลักษณะโพรบวัดความต้านทาน เพื่อใช้วัดค่าความต้านทานของน้ำยางพาราที่ประกอบเสร็จพร้อมใช้งาน โดยประกอบแผ่นตัวนำและส่วนฐานที่ยึดแผ่นเข้าด้วยกัน จะได้ลักษณะของโพรบวัดความต้านทาน ที่นำไปใช้ในการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 3.11

รูปที่ 3.11 แสดงลักษณะของโพรบที่ใช้ในการทดลอง

3.4.2 การออกแบบโพรบวัดความจุไฟฟ้าเพื่อใช้ในการวัดความจุไฟฟ้าของน้ำยางพารา

การออกแบบโพรบที่ใช้วัดความจุไฟฟ้าของน้ำยางพาราจะใช้วัสดุที่แตกต่างกัน 3ชนิดโดยลักษณะของแผ่นโลหะและฐานยึดที่ใช้วัดความจุไฟฟ้าจะเหมือนกับโพรบความต้านทาน

3.4.3 การออกแบบโพรบแบบ 4 เข็ม เพื่อใช้ในการวัดค่าความนำไฟฟ้าของน้ำยางพารา

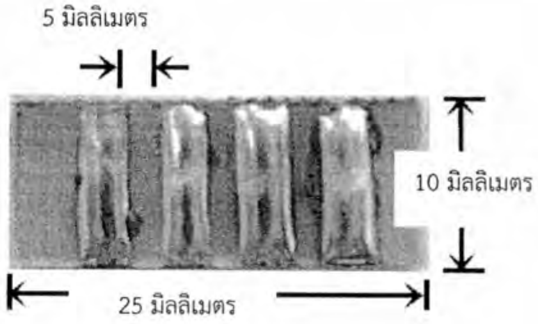
การออกแบบโพรบที่ใช้วัดค่าความนำไฟฟ้าของน้ำยางพาราจะใช้วัสดุที่เป็นเข็มเย็บผ้าซึ่งมีคุณสมบัติเป็นตัวนำทางไฟฟ้า ในกรณีนี้จะใช้เข็มตัวนำ 4 เข็ม โดยเข็มจะจุ่มในน้ำยางพาราเพื่อใช้วัดค่าความนำไฟฟ้าของน้ำยางพารา

3.4.3.1 ลักษณะของเข็มตัวนำที่ใช้เป็นเข็มเย็บผ้า ที่มีขนาดความยาว 60 มิลลิเมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 1 มิลลิเมตรเมื่อนำมาต่อร่วมสายสัญญาณจะมีลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 3.12

รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะของเข็มตัวนำ

3.4.3.2 ส่วนฐานที่เป็นแผ่นยึดเข็มตัวนำ จะทำจากแผ่นปรินต์แบบอีพอกไซด์เรซิน(Epoxies Woven Fabric) มีขนาดความกว้าง 10 มิลลิเมตร ยาว 25 มิลลิเมตร ใช้เป็นฐานยึดเข็มตัวนำทั้ง 4 เข็ม ไว้ด้วยกัน กำหนดระยะห่างระหว่างเข็มทั้ง 4 เท่ากับ 5 มิลลิเมตร ซึ่งฐานยึดมีลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 3.13

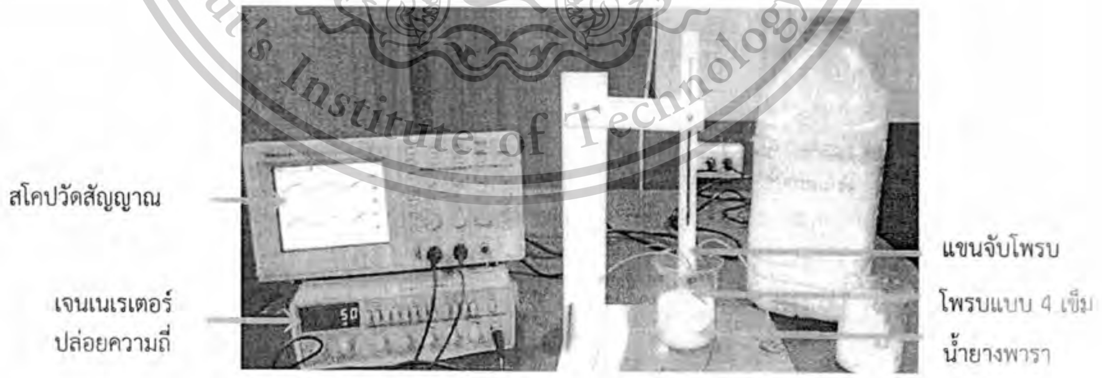
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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



รูปที่ 3.13 แสดงลักษณะของแผ่นยึดเข็มตัวนำ

3.4.3.3 ลักษณะโพรบแบบ 4 เข็ม เพื่อใช้วัดค่าความนำไฟฟ้าของน้ำยางพาราที่ประกอบเสร็จพร้อมใช้งาน โดยประกอบเข็มตัวนำและส่วนฐานที่ยึดเข็มเข้าด้วยกัน จะได้ลักษณะของโพรบแบบ 4 เข็มที่นำไปใช้ทำการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 3.14

(ก) แสดงการวัดโดยใช้โพรบแบบ 4 เข็มในน้ำยางพารา และสารละลายแมกนีเซียม



(ข) แสดงการประกอบโพรบวัดเพื่อใช้งาน

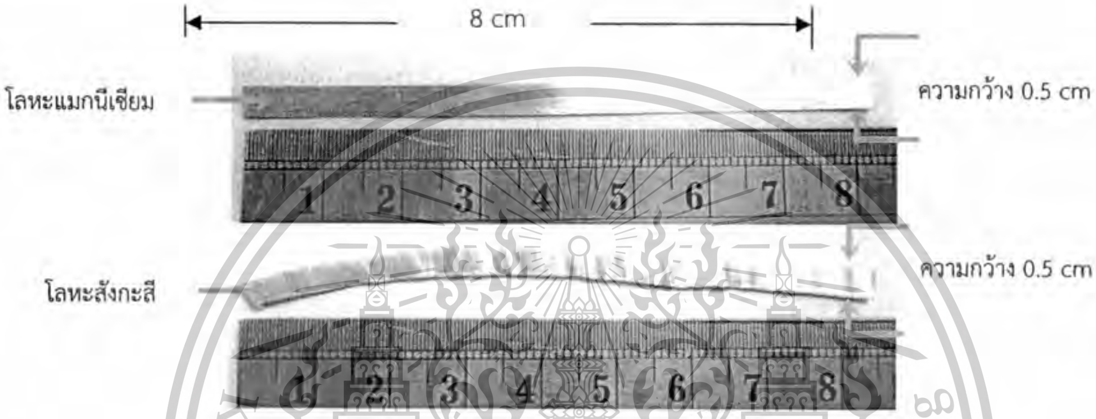
รูปที่ 3.14 แสดงลักษณะโพรบที่ใช้ในการทดลอง

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.

3.4.4 การออกแบบโพรบแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมีเพื่อใช้ในการวัดค่าปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราของน้ำยางพารา

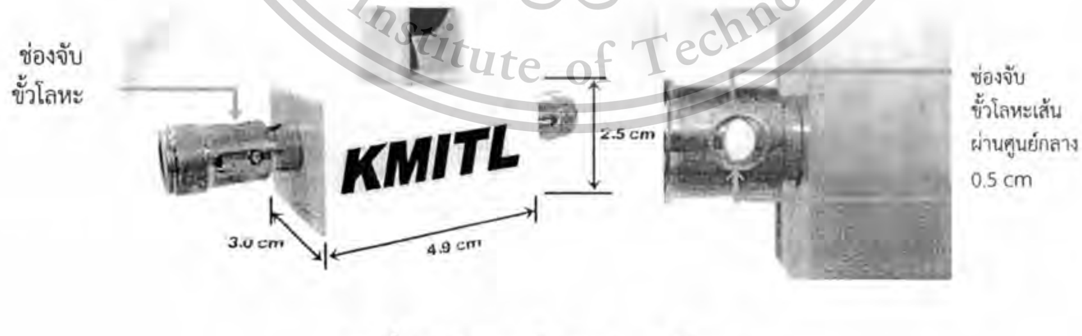
การออกแบบโพรบที่ใช้วัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราจะใช้วัสดุ 2 ชนิดมาทำเป็นขั้วโลหะคือ โลหะแมกนีเซียม และโลหะสังกะสี โดยจะจุ่มโลหะทั้ง 2 ลงไปในสารละลายต่างชนิดกันเพื่อใช้วัดค่าแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

3.4.4.1 ลักษณะของแผ่นโลหะทั้งสองที่นำมาเป็นขั้วโลหะจะมีขนาดความยาวอย่างน้อย 8.0 เซนติเมตร และปลายของโลหะจะต้องมีขนาดไม่เกิน 0.5 เซนติเมตร เพื่อให้สามารถใส่เข้ากับตัวยึดจับแผ่นโลหะได้โดยจะมีลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 3.15



รูปที่ 3.15 แสดงแผ่นโลหะแมกนีเซียม และโลหะสังกะสีที่ทำเป็นขั้วไฟฟ้า

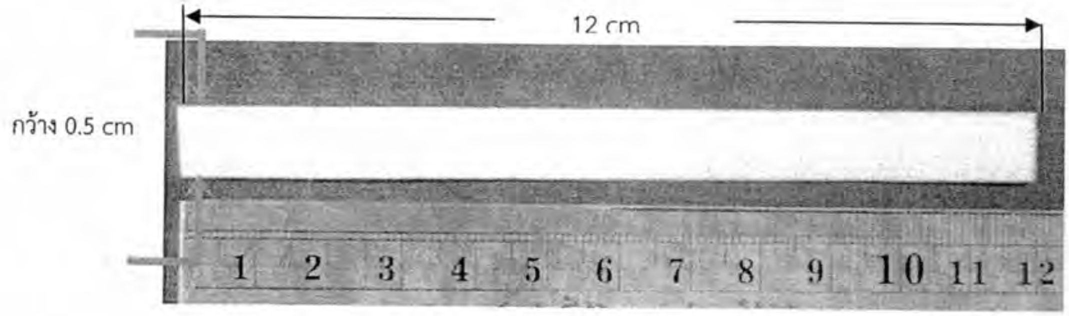
3.4.4.2 ส่วนอุปกรณ์ที่ทำเป็นตัวจับแผ่นโลหะ ตัวอุปกรณ์จะทำจากแผ่นพลาสติก มีขนาด กว้าง 3.0 เซนติเมตร ยาว 4.9 เซนติเมตร สูง 2.5 เซนติเมตร ในส่วนของช่องเสียบแผ่นโลหะจะทำจากแจ็กเสียบสายลำโพงโดยช่องเสียบจะมีช่องใส่ที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5เซนติเมตร จะมีลักษณะ ดังแสดงในรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แสดงโพรบจับแผ่นโลหะ

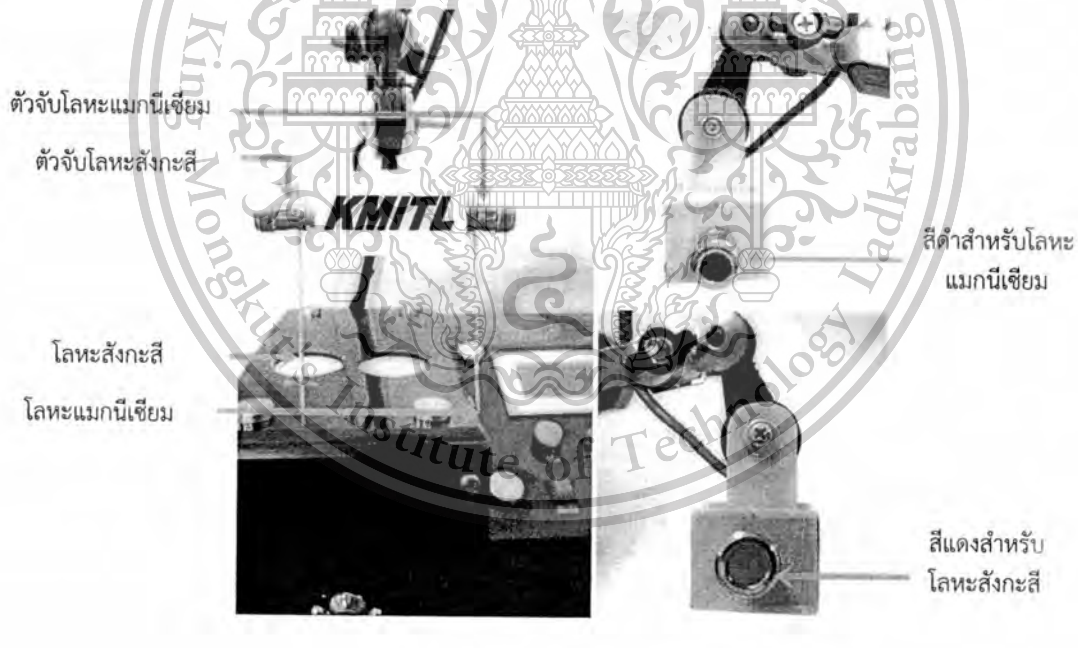
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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

3.4.4.3 ลักษณะของสะพานเกลือ เพื่อใช้ทำเป็นตัวรักษาสมดุลระหว่างสารทั้ง 2 ชนิดที่นำมาทำปฏิกิริยากันเพื่อทำการตรวจวัดแมกนีเซียม โดยจะใช้กระดาษกรองมาตัดให้มีขนาด กว้าง 0.5 เซนติเมตร และยาวอย่างน้อย 12.0 เซนติเมตร โดยจะมีลักษณะดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แสดงลักษณะของสะพานเกลือ

3.4.4.4 ลักษณะโพรบแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมี เพื่อใช้วัดค่าปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราที่ประกอบเสร็จพร้อมใช้งาน โดยประกอบด้วยขั้วโลหะทั้ง 2 ชนิด และส่วนยึดจับแผ่นโลหะเข้าด้วยกัน จะมีลักษณะของโพรบที่นำไปใช้ในการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 3.18



(ก) แสดงส่วนประกอบต่างๆของโพรบวัด

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.

(ข) แสดงตำแหน่งต่างๆของโพรบขณะทำการตรวจวัดแมกนีเซียม

รูปที่ 3.18 แสดงลักษณะโพรบแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมี เพื่อใช้วัดค่าปริมาณแมกนีเซียม

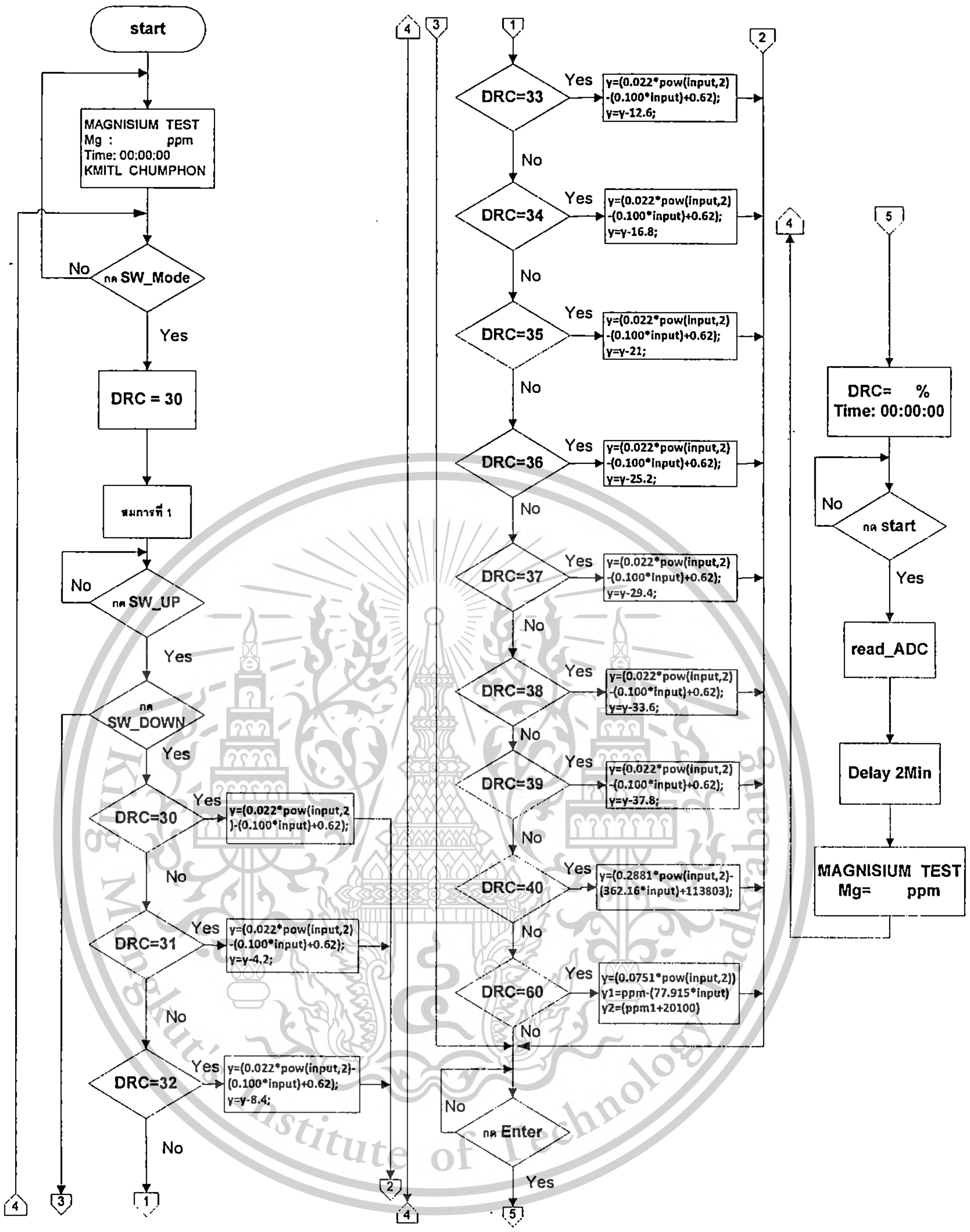
3.5 การออกแบบโปรแกรม

ในการออกแบบทางด้านซอฟแวร์ ถือว่าเป็นส่วนสำคัญอีกอย่างหนึ่ง เพราะโครงงานเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารานั้น จะใช้ไมโครคอนโทรเลอร์ในการประมวลผลค่าแมกนีเซียม การเขียนผังงานจะบอกถึงขั้นตอนการทำงานของเครื่อง และเป็นตัวกำหนดลำดับการทำงานก่อน-หลังการทำงานในส่วนของโปรแกรมได้ออกแบบมาให้รองรับกับการทำงานของโครงงาน โปรแกรมจะควบคุมการทำงานให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงานตามขั้นตอนตามที่เราต้องการ ซึ่งสามารถแสดงได้ซึ่งแบ่งการออกแบบโปรแกรมได้ดังนี้

3.5.1 การออกแบบโปรแกรมด้วยสมการ

จากการทดลองในบทที่ 4 ซึ่งเมื่อนำข้อมูลมาทำการพล็อตกราฟความสัมพันธ์ ระหว่างความเข้มข้นของแมกนีเซียมต่อค่าแรงดันไฟฟ้า จะเห็นว่าเป็นค่าของกราฟโพลิโนเมียลโดยมีสมการคือ $y = 0.022x^2 - 0.100x + 0.62$ ซึ่งเมื่อนำมาทำการเขียนซอฟแวร์จะสามารถเขียนได้ดังโฟรชาร์จดังรูปที่ 3.19 ลำดับการทำงานของโปรแกรมเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในส่วนของการทำงานโดยจะเริ่มต้นด้วยการเลือกความเข้มข้นของน้ำยาง (DRC) โดยจะเริ่มจากการกดสวิตซ์ Mode เพื่อเริ่มต้นการเลือกค่าความเข้มข้นของน้ำยางพาราโดยจะสามารถเลือกค่าความเข้มข้นของน้ำยางพาราด้วยการกดสวิตซ์ Up – Down เมื่อเลือกค่าความเข้มข้นที่ต้องการให้ทำการกดสวิตซ์ Enter เพื่อยืนยันค่าความเข้มข้นของน้ำยางพาราจากนั้นไมโครคอนโทรเลอร์จะนำค่ามาเปรียบเทียบกับสมการที่มีค่าตรงกับค่า DRC จากนั้นโปรแกรมจะรอการกดปุ่ม Start เพื่อเริ่มต้นการตรวจวัดโดยจะทำการตรวจวัดเป็นเวลา 2 นาที เมื่อครบเวลาที่กำหนดไมโครคอนโทรเลอร์จะทำการประมวลผลค่าของแมกนีเซียม แล้วแสดงผลปริมาณแมกนีเซียมทางจอแอลซีดี โดยลำดับขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมที่ใช้ในโครงงานเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

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.



รูปที่ 3.19 แสดงลำดับการทำงานของโปรแกรมด้วยวิธีการเขียนโปรแกรมด้วยสมการ

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
วิธีการ และผลการทดลอง

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทดลอง วิธีการทดลอง กราฟแสดงผลการทดลอง และสรุปผลการทดลอง เกี่ยวกับการศึกษาถึงวิธีการตรวจวัดค่าความต้านทานไฟฟ้า ค่าความต้านทานไฟฟ้าเซลล์ไฟฟ้าเคมีและค่าความนำไฟฟ้าในน้ำน้ำยางพารา ซึ่งเป็นการศึกษาเพื่อว่าวิธีใดเหมาะสมที่จะนำไปใช้ในการตรวจสอบปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

4.1 การทดลองที่ 1 การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความต้านทานเชิงซ้อน

วิธีการทดลอง ทำการทดลองโดยการนำน้ำยางที่ทราบระดับความเข้มข้นต่างๆ และระดับปริมาณแมกนีเซียมแล้ว(ทราบด้วยวิธีการตามมาตรฐาน) มาทำการทดสอบวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า(สภาพความนำไฟฟ้า และวัดความต้านทานเชิงซ้อน) ด้วยโพรบที่ออกแบบ โดยในการทดลองนี้จะทดลองกับหัววัดหรือโพรบทั้งแบบ สองเข็ม และแบบสี่เข็ม แล้วบันทึกผลการทดลอง เมื่อทำการทดลองแล้วก็วิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความค่าความต้านทานเชิงซ้อน เพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

4.1.1 การทดลองที่ 1.1 การศึกษาเพื่อหาโลหะที่เหมาะสมต่อ การวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยวิธีการวัดคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าโดยโพรบวัดความต้านทานในสารละลายแมกนีเซียม

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาว่าโลหะชนิดต่างๆ 3 ชนิด ที่เลือกมาทดลอง โลหะชนิดใดมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการทำเป็นโพรบวัดความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อปริมาณความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมเปลี่ยนไป ซึ่งมีวิธีการทดลองดังนี้

1.1 ขั้นตอนการทดลองเพื่อการศึกษาโลหะที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยวิธีการวัดคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าโดยใช้แผ่นตัวนำตามที่กำหนด คือ แผ่นทองแดง แผ่นทองเหลือง และแผ่นสแตนเลส ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.1

1.1.1 เตรียมสารละลายแมกนีเซียมปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันจำนวน 32 ตัวอย่าง โดยมีความเข้มข้นในช่วง 20 ถึง 50 ppm

1.1.2 นำโพรบวัดความต้านทาน ซึ่งใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำ จุ่มลงไปในสารละลายแมกนีเซียมที่ความลึก 2.50 เซนติเมตร เท่ากันทุกการทดลอง

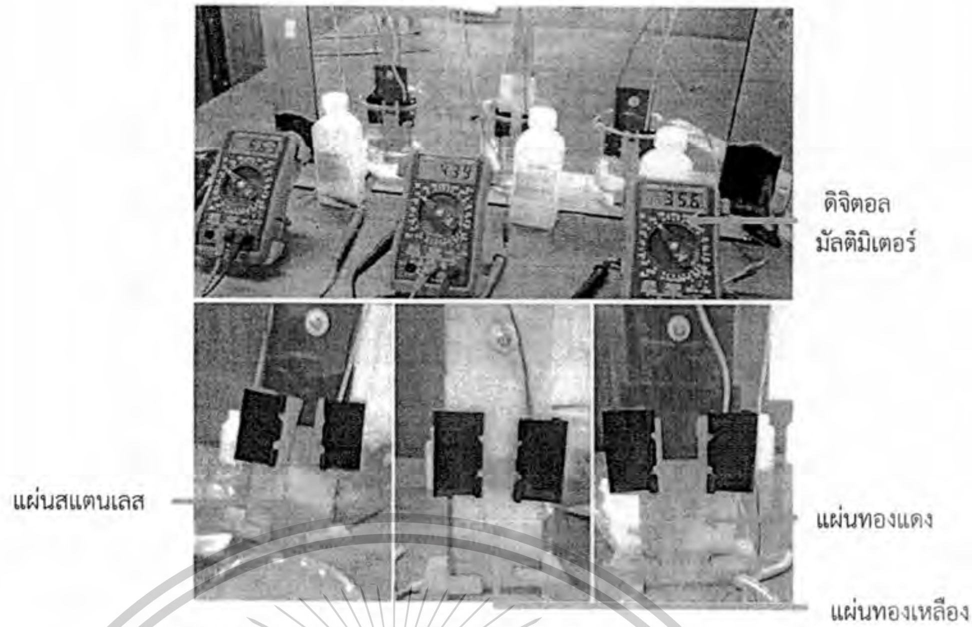
1.1.3 วัดค่าความต้านทานที่ได้ ซึ่งจะทำการบันทึกค่าความต้านทานทุกๆ 1 นาที โดยใช้มัลติมิเตอร์ UNI-T รุ่น UT30D ย่านวัด ความต้านทาน 20kΩ และย่านวัด ความต้านทาน 200kΩ

1.1.4 ทำซ้ำข้อ 1.1.1 ถึง 1.1.3 แต่เปลี่ยนแผ่นตัวนำเป็น แผ่นทองเหลือง

1.1.5 ทำซ้ำข้อ 1.1.1 ถึง 1.1.3 แต่เปลี่ยนแผ่นตัวนำเป็น แผ่นสแตนเลส

1.2 ทำการบันทึกผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับคุณสมบัติการต้านทานไฟฟ้า ลงในตารางที่ 4.1

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.



รูปที่ 4.1 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบวัดความต้านทานด้วยแผ่นตัวนำ 3 ชนิด

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.1 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความต้านทาน ที่มีแผ่นตัวนำต่างกัน

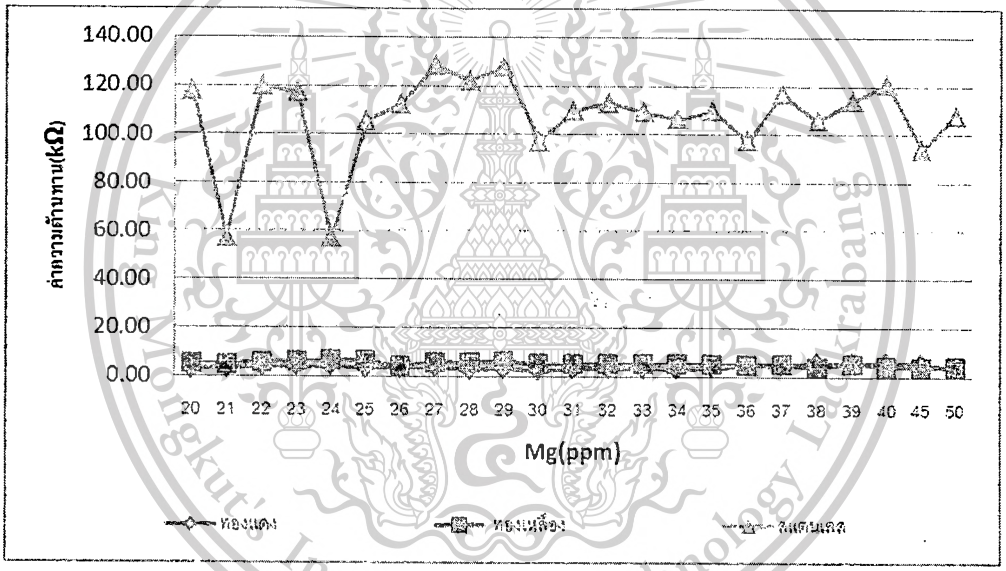
Mg (ppm)	ค่าความต้านทาน (kΩ)		
	ทองแดง	ทองเหลือง	สแตนเลส
20	2.89	5.47	117.80
21	3.53	5.02	57.27
22	3.85	5.79	119.70
23	4.14	6.17	117.30
24	4.23	6.56	56.90
25	3.48	6.57	105.47
26	3.44	4.14	112.30
27	3.56	5.90	128.13
28	2.91	5.76	122.00
29	3.25	6.30	127.70
30	2.68	5.11	97.03
31	3.28	5.26	109.80
32	3.43	5.10	112.97

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.

ตารางที่ 4.1 (ต่อ) ผลการทดลองความ สัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า ด้วยโพรบวัดความต้านทาน ที่มีแผ่นตัวนำต่างกัน

Mg (ppm)	ค่าความต้านทาน (kΩ)		
	ทองแดง	ทองเหลือง	สแตนเลส
33	3.21	5.17	109.20
34	3.05	5.12	106.37
35	3.66	5.04	109.73
36	4.76	4.79	97.43
37	4.96	5.06	116.80
38	5.61	3.86	105.93
39	5.62	5.41	113.77
40	5.68	4.49	121.00
45	5.29	4.03	93.97
50	3.58	4.20	107.93



รูปที่ 4.2 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำแต่ละชนิด

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.1 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปแบบของความต้านทาน เมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาทำการพล็อตกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.2 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานไฟฟ้าของโพรบวัดความต้านทานที่ใช้แผ่นทองแดงและแผ่นทองเหลืองเป็นแผ่นตัวนำมีการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับโพรบวัดความต้านทานที่ใช้แผ่นสแตนเลสเป็นแผ่นตัวนำ โดยโพรบวัดความต้านทานที่ใช้แผ่นสแตนเลสเป็นแผ่นตัวนำ จะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานให้เห็นได้อย่างชัดเจน แต่ค่าที่ได้มีการซ้ำกันของค่าความต้านทานเมื่อความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมที่ต่างกัน

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.

4.1.2 การทดลองที่ 1.2 การศึกษาเพื่อโลหะที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% ด้วยวิธีวัดคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความต้านทาน

จากการทดลองที่ 1.1 เมื่อทำการทดลองวัดค่าความต้านทานไฟฟ้าในสารละลายแมกนีเซียมเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงของค่าแมกนีเซียมค่าความต้านทานไฟฟ้าจะมีการเปลี่ยนแปลงตาม ดังนั้นจึงทำการทดลองในน้ำยางพารา การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาว่าโลหะชนิดต่างๆ 3 ชนิด ที่เลือกมาทดลอง โลหะชนิดใดมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการทำเป็นโพรบวัดความต้านทานที่เปลี่ยนแปลงไป เมื่อปริมาณแมกนีเซียมที่ผสมอยู่ในน้ำยางพารา 30% เปลี่ยนไป ซึ่งมีการทดลองดังนี้

1.2.1 ขั้นตอนการทดลองเพื่อการศึกษาโลหะที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% ด้วยวิธีการวัดคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า โดยโพรบวัดความต้านทาน โดยใช้แผ่นตัวนำตามที่กำหนด คือ แผ่นทองแดง แผ่นทองเหลือง แผ่นสแตนเลส ตามลำดับ

1.2.2 เตรียมน้ำยางพารา 30% ที่ความเข้มข้นของปริมาณแมกนีเซียมแตกต่างกัน จำนวน 12 ตัวอย่าง ตัวอย่างละ 100 มิลลิลิตร โดยจะมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมผสมอยู่ในน้ำยางช่วง 20 ถึง 1000 ppm มาทำการทดลองดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบวัดความต้านทานในน้ำยางพารา 30% โดยใช้ ทองแดง ทองเหลืองและ สแตนเลสเป็นขั้วโลหะ

1.2.3 นำโพรบวัดความต้านทาน ซึ่งใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำ จุ่มลงไปในน้ำยางพารา 30% ที่ความลึก 2.50 เซนติเมตร เท่ากันทุกการทดลอง

1.2.4 วัดค่าความต้านทานที่ได้ ซึ่งจะทำการบันทึกค่าความต้านทานทุกๆ 1 นาที โดยใช้มัลติมิเตอร์ UNI-T รุ่น UT30D ย่านวัด ความต้านทาน 20k และย่านวัด ความต้านทาน 200kΩ

1.2.5 ทำซ้ำข้อ 1.2.1 ถึง 1.2.3 แต่เปลี่ยนแผ่นตัวนำเป็น แผ่นทองเหลือง

1.2.6 ทำซ้ำข้อ 1.2.1 ถึง 1.2.3 แต่เปลี่ยนแผ่นตัวนำเป็น แผ่นสแตนเลส

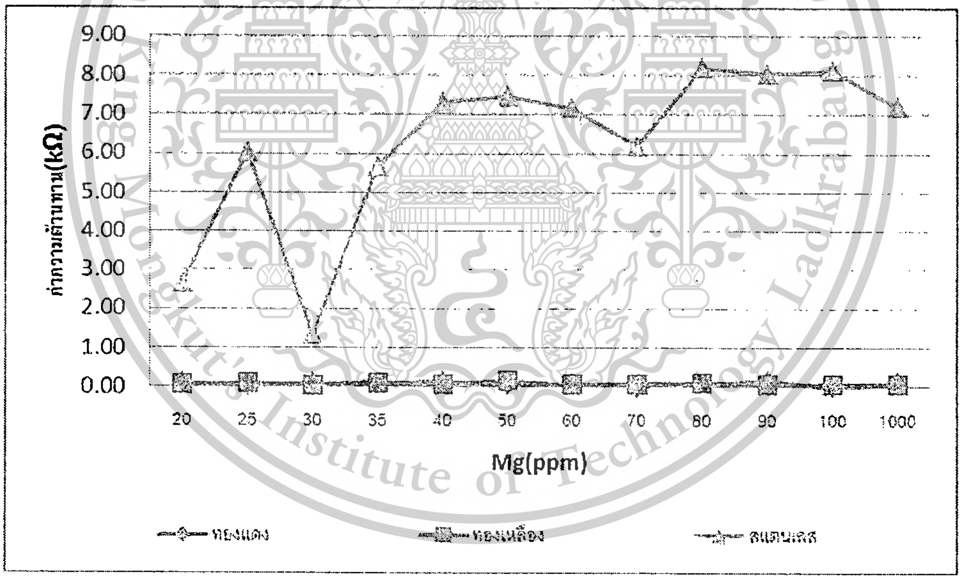
1.2.2 ทำการบันทึกผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า ลงในตารางที่ 4.2

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.

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.2 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำ ยางพารา 30% กับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า ที่มีแผ่นตัวนำต่างชนิดกัน

ความเข้มข้น Mg (ppm)	ค่าความต้านทาน (kΩ)		
	ทองแดง	ทองเหลือง	สแตนเลส
20	0.10	0.06	2.65
25	0.04	0.09	6.02
30	0.09	0.05	1.34
35	0.07	0.12	5.66
40	0.15	0.08	7.29
50	0.07	0.16	7.45
60	0.07	0.06	7.15
70	0.02	0.08	6.18
80	0.10	0.09	8.17
90	0.14	0.06	8.03
100	0.00	0.07	8.12
1000	0.10	0.08	7.18



รูปที่ 4.4 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับค่าความต้านทานไฟฟ้าของตัวนำแต่ละชนิด

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.2 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปของค่าความต้านทานไฟฟ้า เมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาทำการพล็อตกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.4 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานไฟฟ้าของโพรบวัดความต้านทานที่ใช้แผ่นทองแดงและแผ่นทองเหลืองเป็นแผ่นตัวนำมีการ

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.

เปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานค่อนข้างน้อยเมื่อเทียบกับโพรบวัดความต้านทานที่ใช้แผ่นสแตนเลสเป็นแผ่นตัวนำ โดยโพรบวัดความต้านทานที่ใช้แผ่นสแตนเลสเป็นแผ่นตัวนำ จะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานให้เห็นได้อย่างชัดเจน แต่ค่าความต้านทานที่วัดได้มีการซ้ำกัน เมื่อความเข้มข้นของแมกนีเซียมที่มีอยู่ในน้ำยางพารา 30% ต่างกัน

4.1.3 การทดลองที่ 1.3 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับ ความต้านทานไฟฟ้าโดยโพรบวัดความต้านทาน ในน้ำยางพาราโดยใช้แผ่นสแตนเลสเป็นขั้วโลหะ

จากการทดลองที่ 1.2 จะเห็นได้ว่าค่าความต้านทานที่ได้จากโพรบวัดความต้านทานซึ่งมีแผ่นสแตนเลสเป็นขั้วโลหะ ในน้ำยางพารามีค่าความต้านทานที่วัดได้มีค่าสูงกว่าโพรบวัดความต้านทานที่นำแผ่นทองแดงและแผ่นทองเหลืองมาเป็นขั้วโลหะ จึงนำโพรบวัดความต้านทานที่มีแผ่นสแตนเลสเป็นขั้วโลหะมาทำการทดลอง โดยการทดลองนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำยางพารากับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า เพื่อให้ทราบว่าเมื่อปริมาณความเข้มข้นของแมกนีเซียมเกิดการเปลี่ยนแปลง ค่าความต้านทานไฟฟ้าจะเปลี่ยนแปลงตามหรือไม่ และระยะเวลาในการจุ่มจะมีผลต่อค่าความต้านทานหรือไม่

1.3.1 ขั้นตอนการศึกษาทดลองการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า ด้วยวิธีการจุ่มโพรบลงในน้ำยางพาราและทำการตรวจวัดคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้าด้วยมัลติมิเตอร์ UNI-T รุ่น UT30D ย่านวัด ความต้านทาน 20kΩ

1.3.1.1 เตรียมน้ำยางพาราที่ความเข้มข้นแตกต่างกันจำนวน 32 ตัวอย่าง โดยแต่ละตัวอย่างมีปริมาณแมกนีเซียมที่ผสมอยู่ต่างกันโดยจะทำมาทำการทดลองในปริมาตร 100 มิลลิลิตร โดยมีความเข้มข้นของแมกนีเซียมในช่วง 20 ถึง 50 ppm

1.3.1.2 นำโพรบวัดความต้านทาน ซึ่งใช้แผ่นสแตนเลสเป็นแผ่นตัวนำ จุ่มลงไปในนำยางพาราที่มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมต่างกันในความลึก 2.5 เซนติเมตร เท่ากัน ดังแสดงในรูปที่ 4.5

รูปที่ 4.5 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบวัดความต้านทาน

1.3.1.3 วัดค่าความต้านทานที่ได้ ซึ่งการการอ่านค่าทุก 1 3 และ 5 นาที

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.

1.3.2 ทำการบันทึกผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำยางพารากับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า ลงในตารางที่ 4.3

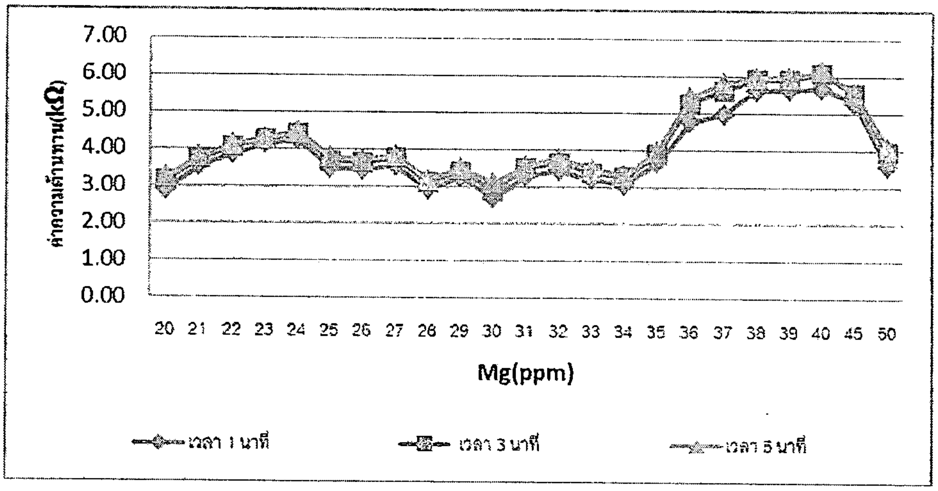
บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.3 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำยางกับคุณสมบัติความต้านทานไฟฟ้า ซึ่งใช้แผ่นสแตนเลสเป็นแผ่นตัวนำ

Mg (ppm)	ค่าความต้านทาน (kΩ)		
	เวลา 1 นาที	เวลา 3 นาที	เวลา 5 นาที
20	2.89	3.15	3.24
21	3.53	3.72	3.78
22	3.85	4.05	4.11
23	4.14	4.24	4.29
24	4.23	4.40	4.45
25	3.48	3.67	3.79
26	3.44	3.63	3.71
27	3.56	3.76	3.83
28	2.91	3.10	3.18
29	3.25	3.40	3.49
30	2.68	2.90	3.10
31	3.28	3.49	3.54
32	3.43	3.64	3.76
33	3.21	3.38	3.47
34	3.05	3.27	3.30
35	3.66	3.90	3.96
36	4.76	5.26	5.43
37	4.96	5.60	5.81
38	5.61	5.92	5.97
39	5.62	5.91	5.96
40	5.68	6.10	6.14
45	5.29	5.52	5.55
50	3.58	3.95	4.09

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.3 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปแบบของความต้านทาน เมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาทำการพล็อตกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.6 จะเห็นได้ว่าค่าของเวลาไม่มีผลกับการเปลี่ยนแปลงของค่าความต้านทานมากนัก แต่เมื่อค่าความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมมีการเปลี่ยนแปลงมีผลทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลงไปด้วย แต่ค่าที่ได้มีการซ้ำกันของค่าความต้านทานที่ความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมที่ต่างกัน

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.



รูปที่ 4.6 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับค่าความต้านทานไฟฟ้า โดยโพรบสแตนเลส

จากการทดลองที่ 1.1 ถึงการทดลองที่ 1.3 ศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมกับค่าความต้านทานที่วัดได้ โดยใช้แผ่นตัวนำ 3 ชนิด ได้แก่ แผ่นทองแดง แผ่นทองเหลือง และแผ่นสแตนเลส พบว่าโลหะที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้กับวิธีการวัดความต้านทานไฟฟ้าของสารละลายแมกนีเซียมเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียมคือ แผ่นสแตนเลส เนื่องจากเกิดการซ้ำกันของค่าความต้านทานน้อยที่สุด เมื่อนำไปใช้กับการวัดความต้านทานไฟฟ้าในน้ำยางพาราเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียม พบว่าเกิดการซ้ำกันของค่าที่ได้จำนวนหลายค่าทำให้ไม่สามารถบอกได้ว่าปริมาณแมกนีเซียมเป็นเท่าไร เมื่อเทียบกับค่าความต้านทานที่วัดได้ จึงทำให้วิธีการนี้เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวัดเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

4.1.4 การทดลองที่ 1.4 การศึกษาความถี่ที่เหมาะสมต่อ การวัดปริมาณของแมกนีเซียม ด้วยวิธีการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า โดยโพรบแบบ 4 เข็ม

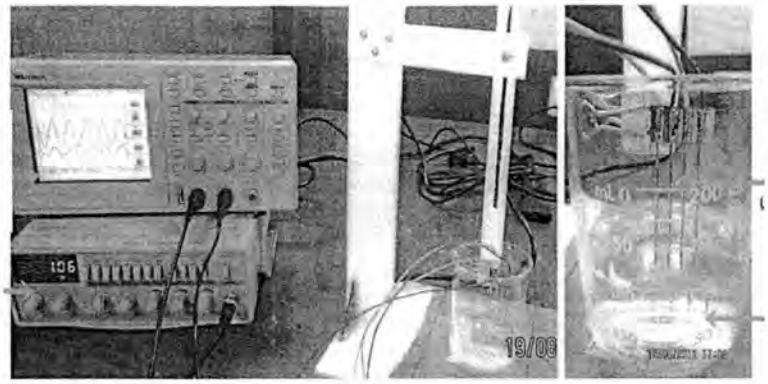
การตรวจวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม ในการตรวจวัดจะมีการป้อนสัญญาณไซน์ที่มีความถี่ต่างกันผ่านทางโพรบไปยังสารละลายแมกนีเซียม เพื่อทำการศึกษาว่าความถี่ใดที่สามารถตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมได้ดีที่สุด

1.4.1 ขั้นตอนการทดลองการศึกษาเพื่อหาความถี่ที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยวิธีการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า โดยโพรบแบบ 4 เข็ม ด้วยวิธีการจุ่มโพรบลงในสารละลายแมกนีเซียม ป้อนสัญญาณไซน์ตามความถี่ที่กำหนดคือ 1 50 และ 100 kHz ตามลำดับ

1.4.1.1เตรียมสารละลายแมกนีเซียมปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันจำนวน 32 ตัวอย่าง ซึ่งมีความเข้มข้นของสาละลายแมกนีเซียมในช่วง 20 ถึง 50 ppm

1.4.1.2นำโพรบแบบ 4 เข็มจุ่มลงในสารละลายแมกนีเซียมที่ความลึก 2.5 เซนติเมตร เท่ากันทุกการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.7

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.



(ก) แสดงการวัดด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม

(ข) แสดงสัญญาณที่วัดด้วยออสซิลโลสโคป

รูปที่ 4.7 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม มีการเปลี่ยนแปลงความถี่

1.4.1.3 ทำการป้อนความถี่ 1 KHz ขนาด 5Vp-p

1.4.1.4 บันทึกค่า $V_1 - V_2$ เข็มที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยวัดจากออสซิโลสโคป

1.4.1.5 ทำซ้ำข้อ 1.4.1.1 - 1.4.1.4 แต่เปลี่ยนความถี่เป็น 50KHz ขนาด 5 Vp-p

1.4.1.6 ทำซ้ำข้อ 1.4.1.1 - 1.4.1.4 แต่เปลี่ยนความถี่เป็น 100 KHz ขนาด 5 Vp-p

1.4.1.7 โดยกำหนดให้ เข็มที่ 1 เป็นสัญญาณ Input เข็มที่ 2 เป็นสัญญาณ Output (V1) เข็มที่ 3 เป็นสัญญาณ Output (2) และเข็มที่ 4 เป็น GND

1.4.2 ทำการบันทึกผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ ที่ความถี่ต่างกัน โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม โดยทำการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า ลงในตารางที่ 4.4 ถึงตารางที่ 4.6

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.4 ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม ที่ความถี่ 1 KHz

ความเข้มข้น Mg (ppm)	V_1(V)	V_2(V)	ผลต่าง V_1 และ V_2 (V_{p-p})
20	3.04	2.16	0.88
21	2.96	2.08	0.88
22	2.96	2.08	0.88

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.

ความเข้มข้น Mg (ppm)	V_1(V)	V_2(V)	ผลต่าง V_1 และ V_2 (V_{p-p})
23	2.96	2.08	0.88
24	2.96	2.00	0.96
25	2.96	2.08	0.88
26	2.96	2.00	0.96
27	2.96	2.08	0.88
28	2.96	2.08	0.88
29	2.96	2.00	0.96
30	2.88	2.08	0.80
31	2.96	2.00	0.96
32	2.80	2.00	0.80
33	2.88	2.00	0.88
34	2.80	2.00	0.80
35	2.88	1.92	0.96
36	2.88	2.00	0.88
37	2.88	2.00	0.88
38	2.88	2.00	0.88
39	2.88	1.92	0.96
40	2.88	2.00	0.88
50	2.88	2.00	0.88

ตารางที่ 4.5 ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม ที่ความถี่ 50 KHz

ความเข้มข้น Mg (ppm)	V_1(V)	V_2(V)	ผลต่าง V_1 และ V_2 (V_{p-p})
20	3.20	2.16	1.04
21	3.20	2.16	1.04
22	3.12	2.08	1.04
23	3.12	2.08	1.04
24	3.12	2.16	0.96
25	3.12	2.16	0.96
26	3.20	2.46	1.04
27	3.20	2.08	1.12
28	3.12	2.16	0.96
29	3.12	2.16	0.96
30	3.12	2.24	0.88
31	3.12	2.24	0.88
32	3.04	2.16	0.88
33	3.04	2.24	0.80

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.

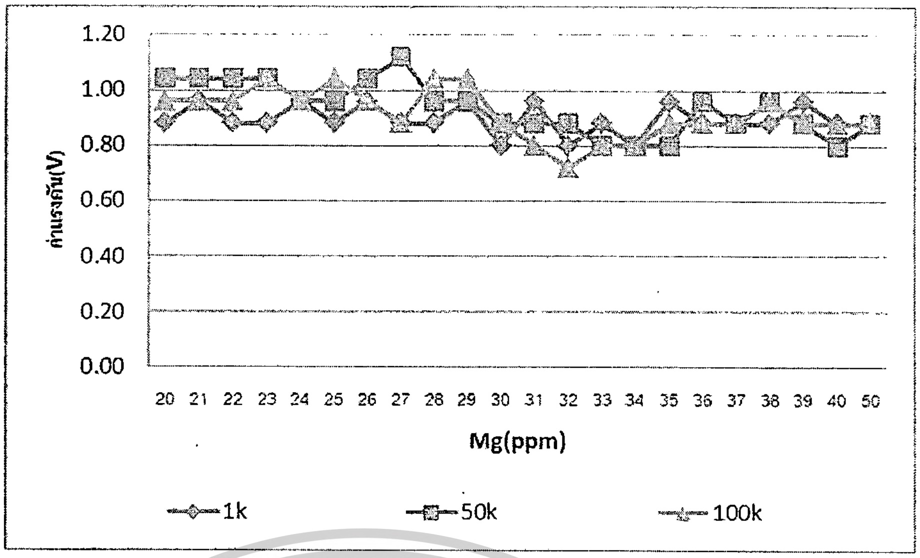
ตารางที่ 4.5(ต่อ) ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม ที่ความถี่ 50 KHz

ความเข้มข้น Mg (ppm)	V_1(V)	V_2(V)	ผลต่าง V_1 และ V_2 (V_{p-p})
34	3.04	2.24	0.80
35	2.96	2.16	0.80
36	3.04	2.08	0.96
37	3.04	2.16	0.88
38	3.04	2.08	0.96
39	3.40	2.16	0.88
40	2.96	2.16	0.80
50	2.96	2.08	0.88

ตารางที่ 4.6 ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม ที่ความถี่ 100 KHz

ความเข้มข้น Mg (ppm)	V_1(V)	V_2(V)	ผลต่าง V_1 และ V_2 (V_{p-p})
20	3.12	2.16	0.96
21	3.04	2.08	0.96
22	3.04	2.08	0.96
23	3.04	2.00	1.04
24	3.12	2.16	0.96
25	3.12	2.08	1.04
26	3.12	2.16	0.96
27	3.04	2.16	0.88
28	3.12	2.08	1.04
29	3.12	2.08	1.04
30	3.12	2.24	0.88
31	3.04	2.24	0.80
31	3.04	2.24	0.80
32	2.88	2.16	0.72
33	2.88	2.08	0.80
34	2.88	2.08	0.80
35	2.96	2.08	0.88
36	2.96	2.08	0.88
37	2.96	2.08	0.88
38	2.96	2.00	0.96
39	2.88	2.00	0.88
40	2.88	2.00	0.88
50	2.96	2.08	0.88

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.



รูปที่ 4.8 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าแรงดันไฟฟ้าของแต่ละความถี่

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.4 ถึง 4.6 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปแบบของค่าแรงดันไฟฟ้า เมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาทำการพล็อตกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.8 จะเห็นได้ว่าความถี่ทั้ง 3 ความถี่ที่ใช้ในการทดลองจะมีค่าแรงดันไฟฟ้าไม่ต่างกันมากนัก และเมื่อพิจารณาแล้วค่าที่เหมาะที่จะนำมาทำการทดลองที่สุด คือ 50kHz เนื่องจากแรงดันที่ได้จะมีค่าสูงกว่าแรงดันของความถี่อื่นๆ และมีค่าที่ซ้ำกันน้อยที่สุด

4.1.5 การทดลองที่ 1.5 การศึกษาระยะห่าง ที่เหมาะสมของ โพรบต่อการวัด ปริมาณแมกนีเซียมด้วยวิธีการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า โดยโพรบแบบ 4 เข็ม

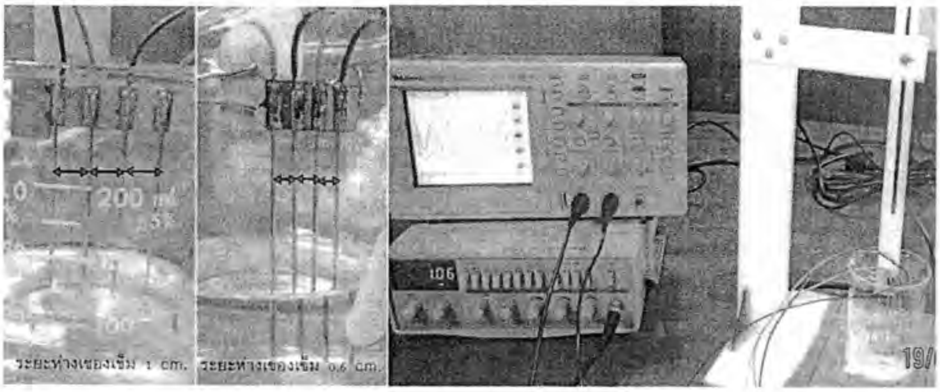
จากการทดลองที่ 1.4 จะเห็นว่าจากการป้อนความถี่ลงในสารละลายแมกนีเซียม ที่ความถี่ 50 kHz มีค่าแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าย่านความถี่อื่นโดยในการทดลองนี้จะเป็นการตรวจวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม ในการตรวจวัดจะมีการป้อนสัญญาณไซน์ เข้าผ่านทางโพรบที่มีระยะห่างแตกต่างกันไปยังสารละลายแมกนีเซียม เพื่อทำการศึกษาว่าระยะห่างใดที่สามารถตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมได้ดีที่สุด

1.5.1 ขั้นตอนการทดลองการศึกษาเพื่อหาระยะห่างของโพรบที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยวิธีการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า โดยโพรบแบบ 4 เข็ม ด้วยวิธีการจุ่มโพรบลงในสารละลายแมกนีเซียม ระยะห่างของโพรบที่ใช้ คือ 0.6 เซนติเมตร และ 1 เซนติเมตร ตามลำดับ

1.5.1.1 เตรียมสารละลายแมกนีเซียมปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันจำนวน 32 ตัวอย่าง ซึ่งมีความเข้มข้นของสาละลายแมกนีเซียมในช่วง 20 ถึง 50 ppm

1.5.1.2 นำโพรบแบบ 4 เข็ม จุ่มลงในสารละลายแมกนีเซียมที่ความลึก 2.5 เซนติเมตรเท่ากันทุกการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.9

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.



รูปที่ 4.9 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม ที่ระยะห่างต่างๆ

1.5.1.3 ทำการป้อนความถี่ 50 KHz ขนาด 5Vp-p

1.5.1.4 บันทึกค่า $V_1 - V_2$ เข็มที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยวัดจากออสซิโลสโคป

1.5.2 ทำการบันทึกผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม และทำการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า ลงในตารางที่ 4.7

1.5.3 นำผลการทดลองจากตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.7 มาพอร์ตกราฟเปรียบเทียบกัน

ตารางบันทึกผล

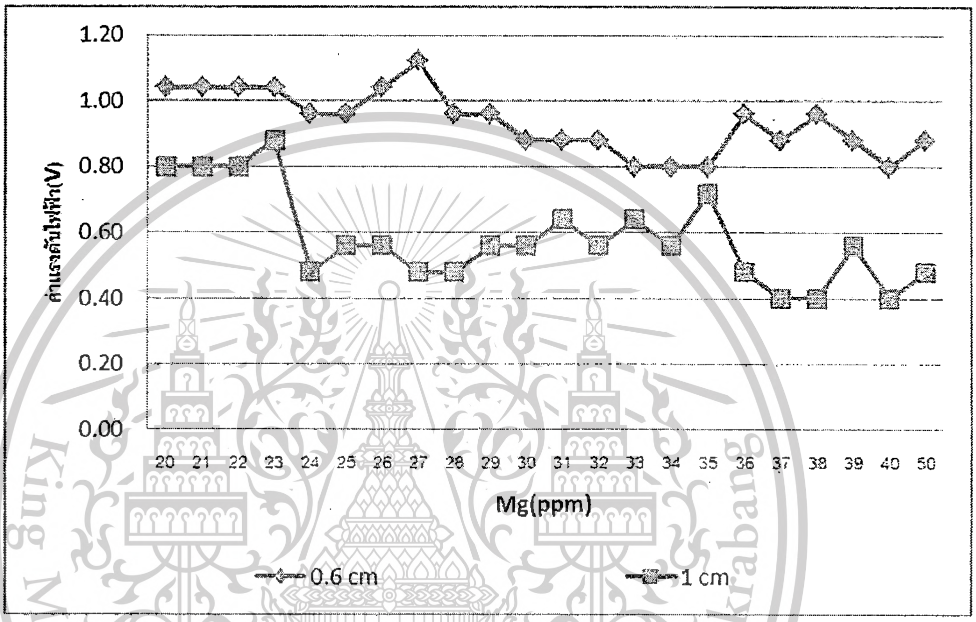
ตารางที่ 4.7 ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็มที่ระยะห่างของโพรบ 1 เซนติเมตร

ความเข้มข้น Mg (ppm)	V_1(V)	V_2(V)	ผลต่าง V_1 และ V_2 (V_{p-p})
20	3.28	2.48	0.80
21	3.20	2.40	0.80
22	3.20	2.40	0.80
23	3.20	2.32	0.88
24	3.12	2.64	0.48
25	3.12	2.56	0.56
26	3.12	2.56	0.56
27	3.04	2.56	0.48
28	3.04	2.56	0.48
29	3.12	2.56	0.56
30	3.12	2.56	0.56
31	3.12	2.48	0.64
32	3.04	2.48	0.56
33	3.04	2.40	0.64
34	3.04	2.48	0.56
35	3.20	2.48	0.72

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.

ตารางที่ 4.7(ต่อ) ผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็มที่ระยะห่างของโพรบ 1 เซนติเมตร

36	3.04	2.56	0.48
37	3.04	2.64	0.40
38	3.04	2.64	0.40
39	3.12	2.56	0.56
40	3.04	2.64	0.40
50	3.12	2.64	0.48



รูปที่ 4.10 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าแรงดันไฟฟ้าทั้งสองระยะห่าง

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.5 และตารางที่ 4.7 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปแบบของค่าแรงดันไฟฟ้า เมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาทำการพล็อตกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.10 จะเห็นได้ว่าค่าแรงดันที่ได้จะมีค่าที่แตกต่างกันอย่างชัดเจน โดยที่ระยะ 0.6 เซนติเมตร มีค่าสูงกว่า ระยะ 1 เซนติเมตร ซึ่งเป็นการง่ายที่จะอ่านค่าแรงดันที่ได้ จึงทำให้ระยะ 0.6 เซนติเมตร เหมาะแก่การนำมาทำการทดลองที่สุด

4.1.6 การทดลองที่ 1.6 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่าง ปริมาณแมกนีเซียมใน น้ำยางพารา 30% ด้วยวิธีการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าโดยโพรบแบบ 4 เข็ม ที่ระยะห่าง 0.6 เซนติเมตร

จากการทดลองที่ 1.5 จะเห็นว่าค่าผลต่างของเข็มที่มีระยะห่าง 0.6 เซนติเมตร ในสารละลายแมกนีเซียมมีค่ามากจึงนำมาทำการทดลองในน้ำยางพาราดังการทดลองต่อไปนี้โดยจะทำการตรวจวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม ในการตรวจวัดจะมีการป้อนสัญญาณไซน์ที่มีความถี่ 50 KHz 5Vp-p เข้าผ่านทางโพรบไปยังน้ำยางพารา 30% ที่มีแมกนีเซียม

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.

ผสมอยู่ เพื่อทำการศึกษาว่าค่าที่ได้จากน้ำยางพาราที่มีแมกนีเซียมผสมอยู่จะแตกต่างจากสารละลายแมกนีเซียมธรรมดาหรือไม่

2.2.1 ขั้นตอนการทดลองการศึกษาเพื่อหาค่าที่ได้จากการวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% ที่มีแมกนีเซียมผสมอยู่ ด้วยวิธีการวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้า โดยโพรบแบบ 4 เข็ม ด้วยวิธีการจุ่มโพรบลงในน้ำยางพารา 30%

2.2.1.1 เตรียมน้ำยางพารา 30% ปริมาตร 200 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นของแมกนีเซียมแตกต่างกันจำนวน 22 ตัวอย่าง ซึ่งแต่ละตัวอย่างน้ำยางจะมีปริมาณแมกนีเซียมในช่วง 20 ถึง 45 ppm

2.2.1.2 นำโพรบแบบ 4 เข็ม จุ่มลงในสารละลายแมกนีเซียมที่ความลึก 3.5 เซนติเมตร เท่ากันทุกการทดลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.11

สโคปวัดสัญญาณ

เจนเนเรเตอร์

ระยะห่างของเข็ม 0.6 เซนติเมตร

น้ำยางพารา

รูปที่ 4.11 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม ในน้ำยางพารา 30%

2.2.1.4 บันทึกค่า $V_1 - V_2$ เข็มที่ 2 และ 3 ตามลำดับ โดยวัดจากออสซิโลสโคป

2.2.2 ทำการบันทึกผลการทดลองค่าแรงดัน $V_1 - V_2$ ที่ความถี่ต่างกัน โดยใช้โพรบแบบ 4 เข็ม โดยทำการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้า ลงในตารางที่ 4.8

บันทึกผลการทดลอง

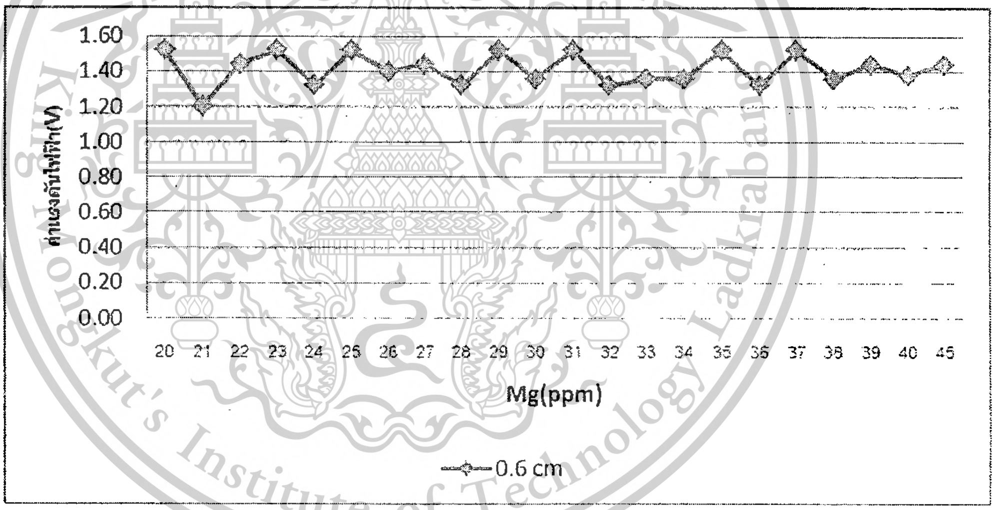
ตารางที่ 4.8 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับคุณสมบัติทางไฟฟ้า ด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม

ความเข้มข้น Mg (ppm)	ค่าแรงดันไฟฟ้า (V_{p-p})
20	1.52
21	1.20
22	1.44
23	1.52
24	1.32
25	1.52
26	1.40
27	1.44
28	1.32

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.

ตารางที่ 4.8(ต่อ) ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับคุณสมบัติทางไฟฟ้า ด้วยโพรบแบบ 4 เข็ม

ความเข้มข้น Mg (ppm)	ค่าแรงดันไฟฟ้า (V_{p-p})
29	1.52
30	1.36
31	1.52
32	1.32
33	1.36
34	1.36
35	1.52
36	1.32
37	1.52
38	1.36
39	1.44
40	1.38
45	1.44



รูปที่ 4.12 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับค่าแรงดันไฟฟ้า

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.8 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปแบบของค่าแรงดันไฟฟ้า เมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาทำการพล็อตกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จะไม่เป็นสโลป (slope) และจะมีค่าที่ซ้ำกันจำนวนมากทำให้ค่าที่วัดได้ไม่สามารถบอกได้ว่าน้ำยางพารา 30%ที่ ใช้ในการทดลองมีปริมาณแมกนีเซียมอยู่เท่าไหร่

จากการทดลองที่ 1.4 ถึงการทดลองที่ 1.6 เป็นการทดลองแบบวิธีการวัดความต้านทานไฟฟ้าโดยโฟร์พอยท์โพรบ จะเห็นว่าเมื่อค่าความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมเปลี่ยนแปลงค่า

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.

แรงดันจะเปลี่ยนแปลงตามแต่ค่าที่ได้มีการซ้ำกันเมื่อปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นหรือน้อยลงทำให้ไม่สามารถแยกได้ว่ามีปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางเท่าไหร่

4.2 การทดลองที่ 2 การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับค่าความจุไฟฟ้า

วิธีการทดลอง ทำการทดลองโดยการนำน้ำยางที่ทราบระดับความเข้มข้นต่าง ๆและระดับปริมาณแมกนีเซียมแล้ว(ทราบด้วยวิธีการตามมาตรฐาน) มาทำการทดสอบวัดค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบที่ออกแบบ แล้วบันทึกผลการทดลอง เมื่อทำการทดลองแล้วก็วิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความค่าความจุไฟฟ้าเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

4.2.1 การทดลองที่ 2.1 การศึกษาโลหะที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยวิธีการวัดค่าความจุไฟฟ้า โดยโพรบวัดความจุไฟฟ้าในสารละลายแมกนีเซียม

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาว่าโลหะชนิดต่างๆ 3 ชนิดที่เลือกมาทดลองโลหะชนิดใดมีความเหมาะสมต่อการนำมาใช้ในการทำเป็นโพรบวัดความจุไฟฟ้าที่เปลี่ยนแปลงไปเมื่อปริมาณความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งมีการทดลองดังนี้

2.1.1ขั้นตอนการทดลองนี้เพื่อการศึกษาหาโลหะที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยวิธีการวัดความจุไฟฟ้า โดยโพรบวัดความจุไฟฟ้า ในสารละลายแมกนีเซียมโดยใช้แผ่นตัวนำตามที่กำหนด คือ แผ่นทองแดง แผ่นทองเหลือง แผ่นสแตนเลส ตามลำดับ

2.1.1.1 เตรียมสารละลายแมกนีเซียมปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันจำนวน 32 ตัวอย่าง โดยมีความเข้มข้นในช่วง 20 ถึง 50 ppm

2.1.1.2 นำโพรบวัดความจุไฟฟ้า ซึ่งใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำ จุ่มลงไปในสารละลายแมกนีเซียมที่ความลึก 2.50 เซนติเมตร เท่ากันทุกการทดลอง

2.1.1.3 วัดค่าความจุไฟฟ้าที่ได้ ซึ่งจะทำการบันทึกค่าความจุไฟฟ้าทุกๆ 1 นาที ในการอ่านค่าโดยใช้ LCR METER ยี่ห้อ Agilent รุ่น 4263B ดังแสดงในรูปที่ 4.13

รูปที่ 4.13 LCR METER ยี่ห้อ Agilent รุ่น 4263B

4.2.1.4 ทำซ้ำข้อ 4.2.1.1 ถึง 4.2.1.3 แต่เปลี่ยนแผ่นตัวนำเป็น แผ่นทองเหลือง

4.2.1.5 ทำซ้ำข้อ 4.2.1.1 ถึง 4.2.1.3 แต่เปลี่ยนแผ่นตัวนำเป็น แผ่นสแตนเลส

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.

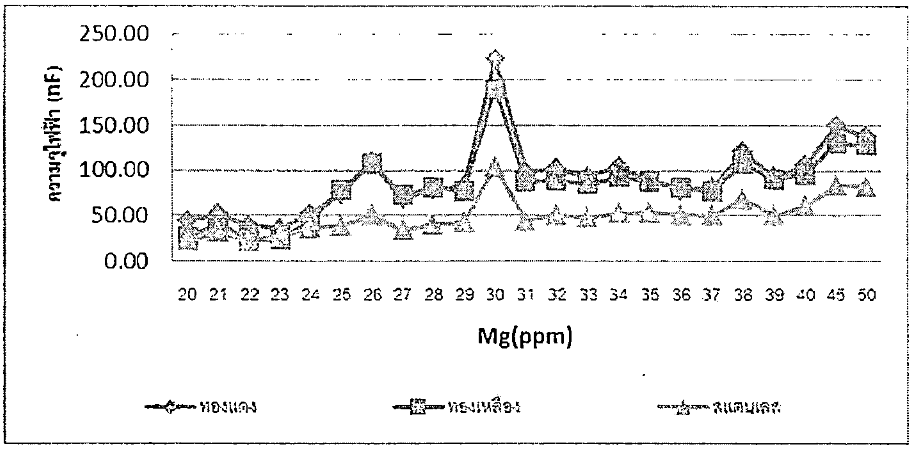
2.1.2 ทำการบันทึกผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับคุณสมบัติของค่าความจุไฟฟ้า ด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้า ลงในตารางที่ 4.9

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.9 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าที่มีแผ่นตัวนำต่างกัน

ความเข้มข้น Mg (ppm)	ค่าความจุไฟฟ้า (uF)		
	ทองแดง	ทองเหลือง	สแตนเลส
20	44.18	25.80	21.96
21	51.50	39.78	31.25
22	38.37	24.57	21.03
23	35.74	23.72	26.45
24	51.67	43.72	35.74
25	74.70	78.50	38.67
26	109.36	107.80	50.27
27	68.87	72.62	34.35
28	79.70	81.34	39.89
29	81.88	77.21	41.77
30	223.18	190.28	103.62
31	98.73	87.49	43.92
32	101.82	88.86	50.77
33	93.44	84.50	47.54
34	103.59	92.77	52.53
35	88.18	87.75	53.01
36	78.79	80.87	50.50
37	80.47	77.35	50.03
38	120.23	107.00	67.97
39	92.32	90.56	49.93
40	105.48	96.11	60.68
45	149.56	129.75	82.92
50	137.62	128.65	82.27

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.



รูปที่ 4.14 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าของตัวนำแต่ละชนิด

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.9 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปแบบของค่าความจุไฟฟ้า เมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาทำการพล็อตกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.14 จะเห็นได้ว่าโพรบวัดความจุไฟฟ้าที่ใช้แผ่นสแตนเลสและแผ่นทองเหลืองเป็นแผ่นตัวนำมีการเปลี่ยนแปลงค่าความจุไฟฟ้าค่อนข้างน้อย เมื่อเทียบกับโพรบวัดความจุไฟฟ้าที่ใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำ ซึ่งจะมีการเปลี่ยนแปลงของค่าความจุไฟฟ้าให้เห็นอย่างชัดเจน

4.2.2 การทดลองที่ 2.2 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้า ซึ่งใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำ

จากการทดลองที่ 2.1 จะเห็นว่าค่าความจุไฟฟ้าที่ได้จากการวัดในสารละลายแมกนีเซียม แผ่นทองแดงจะมีค่าความจุไฟฟ้าที่มีค่าสูงสุดเมื่อเทียบกับโลหะชนิดอื่นๆโดยการทดลองนี้เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้า เพื่อให้ทราบว่าเมื่อปริมาณของแมกนีเซียมเกิดการเปลี่ยนแปลงค่าความจุไฟฟ้า จะเปลี่ยนแปลงตามหรือไม่ และระยะเวลาใน การจุ่มจะมีผลต่อค่าของความจุไฟฟ้าหรือไม่โดยจะเลือกใช้แผ่นทองแดงมาทำการทดลองในครั้งนี้

2.2.1 ขั้นตอนการทดลองการศึกษาการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับคุณสมบัติความจุไฟฟ้า ด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้า ด้วยวิธีการจุ่มโพรบลงในสารละลายแมกนีเซียมและทำการตรวจวัดคุณสมบัติความจุไฟฟ้าด้วย LCR METER

2.2.1.1 เตรียมสารละลายแมกนีเซียมปริมาตร 100 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันจำนวน 32 ตัวอย่าง โดยมีความเข้มข้นในช่วง 20 ถึง 50 ppm

2.2.1.2 นำโพรบวัดความจุไฟฟ้า ซึ่งใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำจุ่มลงไปในสารละลายแมกนีเซียมที่ความลึก 2.50 เซนติเมตร เท่ากันทุกการทดลอง

2.2.1.3 วัดค่าความจุไฟฟ้าที่ได้ โดยทำการอ่านค่าทุก 1 นาที 3 นาที และ 5 นาที โดยใช้ LCR METER ยี่ห้อ Agilent รุ่น 4263B

2.2.2 ทำการบันทึกผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้า ลงในตารางที่ 4.10

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.

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองความสัมพันธ์ ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียม กับค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้า ซึ่งใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำ

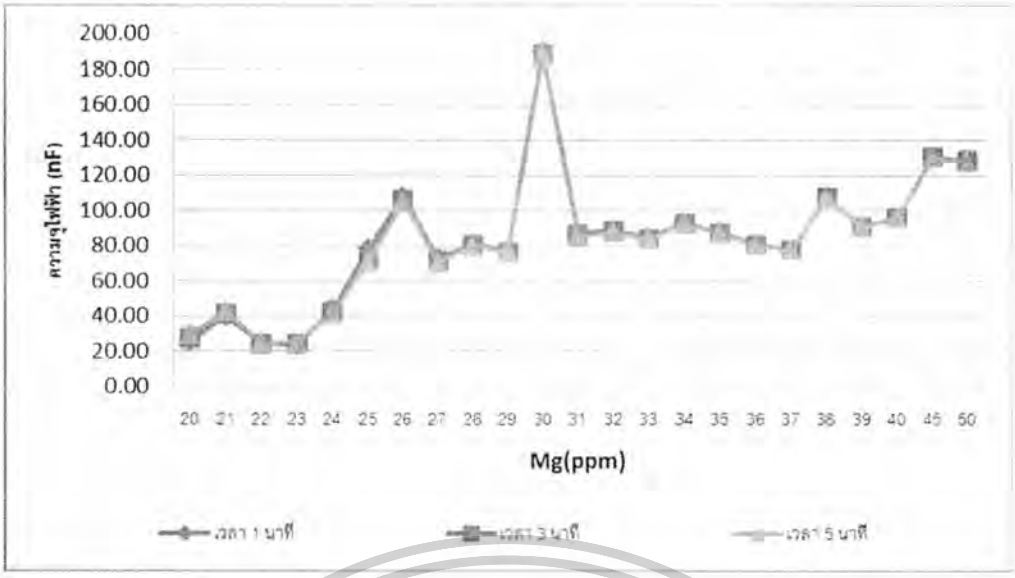
ความเข้มข้น Mg (ppm)	ความจุไฟฟ้า (uF)		
	เวลา 1 นาที	เวลา 3 นาที	เวลา 5 นาที
20	25.80	27.50	29.50
21	39.78	41.06	42.47
22	24.57	24.43	24.59
23	23.72	24.35	25.10
24	43.72	42.63	41.95
25	78.50	73.00	70.85
26	107.80	106.19	105.13
27	72.62	71.27	70.50
28	81.34	80.58	79.78
29	77.21	76.58	76.17
30	190.28	188.86	188.30
31	87.49	86.65	85.53
32	88.86	88.26	87.73
33	84.50	83.99	83.53
34	92.77	92.68	92.31
35	87.75	87.43	87.17
36	80.87	80.59	80.21
37	77.35	77.45	77.50
38	107.00	107.30	107.43
39	90.56	90.57	90.47
40	96.11	96.27	96.31
45	129.75	130.24	130.53
50	128.65	128.31	128.15

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.10 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปแบบค่าความจุไฟฟ้า เมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาทำการพล็อตกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้มีการซ้ำกันของความจุไฟฟ้าเมื่อความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมต่างกัน แต่ก็จะมีบางความเข้มข้นที่ค่าจะสูงกว่าความเข้มข้นอื่น ส่วนเวลาในการจุ่มโพรบจะไม่มีผลกับค่าความจุไฟฟ้า

King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น 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.



รูปที่ 4.15 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้า ซึ่งใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำ

4.2.3 การทดลองที่ 2.3 การศึกษาโลหะที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% ด้วยวิธีการวัดค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้า

จากการทดลองที่ 2.2 จะเห็นว่าเมื่อค่าแมกนีเซียมมีการเปลี่ยนแปลงค่าความจุไฟฟ้ามีการเปลี่ยนแปลงด้วยโดยการทดลองนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาโลหะที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30%ด้วยการวัดค่าความจุไฟฟ้าเพื่อให้ทราบว่าโลหะแต่ละชนิดมีผลต่อค่าความจุไฟฟ้าของน้ำยางพาราที่ผสมแมกนีเซียมหรือไม่ และโลหะใดเหมาะสมที่จะนำมาใช้ทำโพรบที่สุด

2.3.1.ขั้นตอนการทดลองเพื่อการศึกษาโลหะที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% ด้วยวิธีการวัดค่าความจุไฟฟ้า โดยโพรบวัดความจุไฟฟ้า โดยใช้เผ่นตัวนำตามที่กำหนด คือ แผ่นทองแดง แผ่นทองเหลือง แผ่นสแตนเลส ตามลำดับ

2.3.1.1 เตรียมน้ำยางพารา 30% ที่ผสมสารละลายแมกนีเซียมปริมาตร 200 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันจำนวน 32 ตัวอย่าง ในช่วงความเข้มข้น 20 ถึง 1000 ppm ดังรูปที่ 4.16

รูปที่ 4.16 แสดงการตรวจวัดด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้าในน้ำยางพารา 30%

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.

2.3.1.2 นำโพรบวัดความจุไฟฟ้า ซึ่งใช้แผ่นทองแดงเป็นแผ่นตัวนำ จุ่มลงไปในน้ำยางพารา 30%ในความลึก 3.5 เซนติเมตร

2.3.1.3 วัดค่าความจุไฟฟ้าที่ได้ ซึ่งจะทำการบันทึกค่าความจุไฟฟ้าทุกๆ 1 นาที โดยใช้ LCR METER ยี่ห้อ Agilent รุ่น 4263B

2.3.1.4 ทำซ้ำข้อ 2.3.1.1 ถึง 2.3.1.3 แต่เปลี่ยนแผ่นตัวนำเป็น แผ่นทองเหลือง

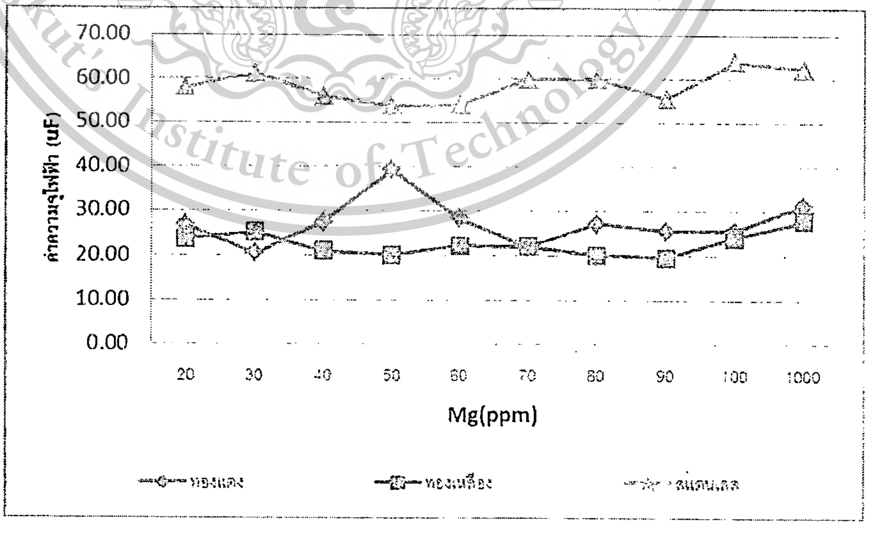
2.3.1.5 ทำซ้ำข้อ 2.3.1.1 ถึง 2.3.1.3 แต่เปลี่ยนแผ่นตัวนำเป็น แผ่นสแตนเลส

2.3.2 ทำการบันทึกผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณของแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าด้วยโพรบวัดความจุไฟฟ้า ลงในตารางที่ 4.11

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.11 ผลการทดลองความ สัมพันธ์ระหว่างปริมาณของ แมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับค่าความจุไฟฟ้าที่มีแผ่นตัวนำต่างชนิดกัน

ความเข้มข้น Mg (ppm)	ค่าความจุไฟฟ้า (uF)		
	ทองแดง	ทองเหลือง	สแตนเลส
20	26.78	23.69	57.90
30	20.48	25.21	61.18
40	27.33	20.96	55.96
50	39.23	20.15	53.71
60	28.27	22.23	53.96
70	21.87	22.06	59.80
80	27.11	20.07	59.78
90	25.54	19.60	55.47
100	25.52	24.00	63.81
1000	31.21	27.75	62.25



รูปที่ 4.17 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา 30% กับค่าความจุไฟฟ้าของตัวนำแต่ละชนิด

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.

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.11 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปแบบของค่าความจุไฟฟ้า เมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาทำการพล็อตกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.15 จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จะมีการซ้ำกันอยู่แต่โพรบวัดความจุไฟฟ้าที่ใช้แผ่นทองแดงเป็นตัวนำจะมีค่าซ้ำกันน้อยที่สุดจึงทำให้เหมาะสมที่จะนำมาทำการทดลองที่สุด

จากการทดลองที่ 2.1 ถึงการทดลองที่ 2.3 เป็นการทดลองศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าที่วัดได้ โดยใช้แผ่นตัวนำ 3 ชนิด ได้แก่ แผ่นทองแดง แผ่นทองเหลือง และแผ่นสแตนเลส พบว่าโลหะที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้กับวิธีการวัดค่าความจุไฟฟ้าของสารละลายแมกนีเซียมเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียม คือ แผ่นทองแดง ค่าที่ได้มีค่าสูงที่สุดทำให้ง่ายต่อการอ่านค่าและเมื่อนำไปกับการตรวจวัดค่าความจุไฟฟ้าในน้ำยางพาราเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียมพบว่า เกิดการซ้ำกันของค่าความจุไฟฟ้าที่ได้จึงทำให้วิธีการนี้เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวัดเพื่อหาค่าปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

4.3 การทดลองที่ 3 การศึกษาความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จากหลักการเซลล์กัลวานิก

วิธีการทดลอง ทำการทดลองโดยการนำน้ำยางที่ทราบระดับความเข้มข้นต่างๆและระดับปริมาณแมกนีเซียมแล้ว(ทราบด้วยวิธีการตามมาตรฐาน) มาทำการทดสอบวัดค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าด้วยหลักการเซลล์กัลวานิกแล้วบันทึกผลแรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้ เมื่อทำการทดลองแล้วก็วิเคราะห์กราฟความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความค่าแรงเคลื่อนไฟฟ้าเพื่อใช้ในการพัฒนาโปรแกรมต่อไป

4.3.1 การทดลองที่ 3.1 การศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

การทดลองนี้เป็นการทดลองเพื่อศึกษาว่าวิธีวัดแบบเซลล์ไฟฟ้าเคมี (เซลล์กัลป์วานิกส์) สามารถวัดปริมาณความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมที่เปลี่ยนแปลงไปได้หรือไม่และเวลาที่ใช้ในการวัดมีผลกับแรงดันที่ได้หรือไม่ซึ่งมีวิธีการทดลองดังนี้

3.1.1 ขั้นตอนการทดลองการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับคุณสมบัติทางไฟฟ้าเคมีด้วยวิธีการจุ่มแผ่นสังกะสีลงในสารละลายซิงค์ซัลเฟตและจุ่มแผ่นแมกนีเซียมลงในสารละลายแมกนีเซียมและใช้สะพานเกลือจุ่มลงในสารละลายทั้ง 2 ชนิด และทำการตรวจวัดแรงดันไฟฟ้าด้วยดิจิตอลมัลติมิเตอร์

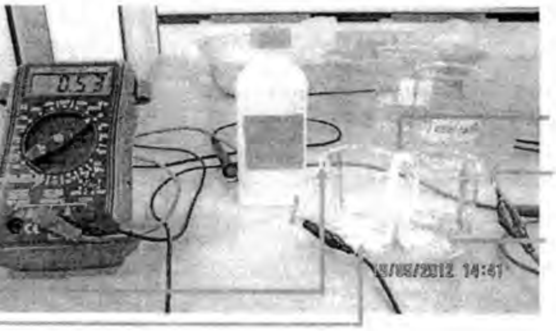
3.1.1.1 เตรียมสารละลายแมกนีเซียมปริมาณ 20 มิลลิลิตร ที่ความเข้มข้นแตกต่างกันจำนวน 6 ตัวอย่าง

3.1.1.2 นำแผ่นสังกะสีจุ่มลงในสารละลายโซเดียมซัลเฟตและนำแผ่นแมกนีเซียมจุ่มลงในสารละลายแมกนีเซียมแล้วจุ่มสะพานเกลือลงในสารละลายทั้ง 2 ชนิด ดังแสดงในรูปที่ 4.18

3.1.1.3 วัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้ โดยจะทำการบันทึกค่าแรงดันไฟฟ้าทุกๆ 1 นาทีติดต่อกันเป็นเวลา 15 นาที โดยใช้มัลติมิเตอร์ UNI-T รุ่น UT30D ย่านวัด 20V (DC)

3.1.2 ทำการบันทึกผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้า ลงในตารางที่ 4.12

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.



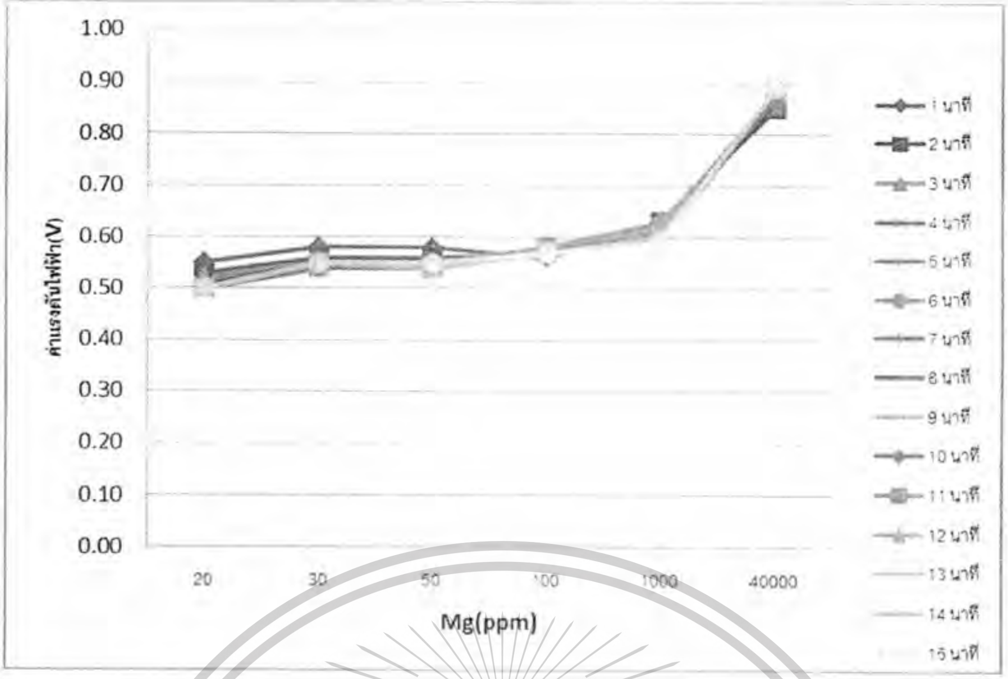
รูปที่ 4.18 แสดงการตรวจวัดด้วยเซลล์ไฟฟ้าเคมี

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.12 ผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

Mg(ppm) / เวลา(นาที)	20	30	50	100	1000	40000
1	0.55	0.58	0.58	0.56	0.63	0.85
2	0.53	0.56	0.56	0.57	0.63	0.85
3	0.52	0.55	0.55	0.58	0.63	0.86
4	0.51	0.55	0.54	0.58	0.62	0.86
5	0.50	0.54	0.54	0.58	0.62	0.87
6	0.50	0.54	0.54	0.58	0.61	0.87
7	0.50	0.54	0.54	0.58	0.60	0.88
8	0.50	0.55	0.54	0.57	0.60	0.88
9	0.50	0.55	0.54	0.58	0.59	0.88
10	0.50	0.55	0.54	0.58	0.59	0.88
11	0.50	0.55	0.54	0.58	0.62	0.88
12	0.50	0.55	0.54	0.57	0.60	0.89
13	0.50	0.55	0.54	0.57	0.60	0.89
14	0.50	0.55	0.54	0.57	0.59	0.89
15	0.50	0.55	0.55	0.57	0.59	0.89
ค่าเฉลี่ย	0.51	0.55	0.55	0.57	0.61	0.87

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.

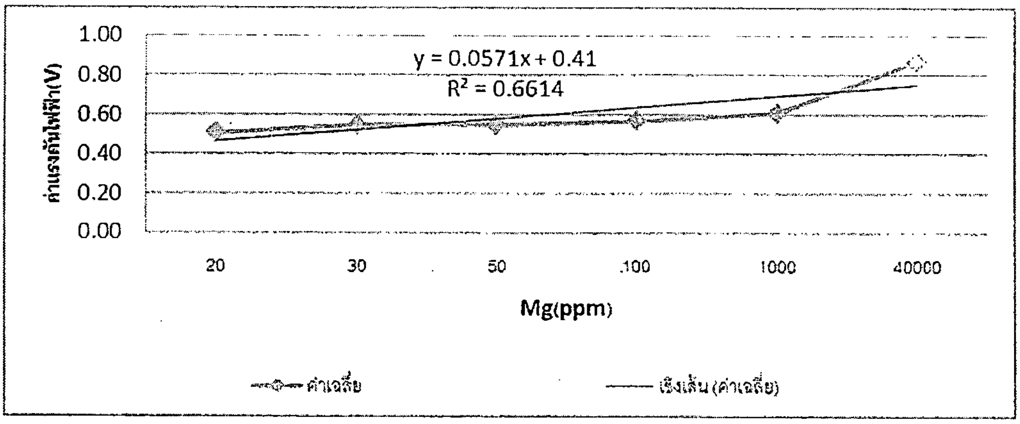


รูปที่ 4.19 แสดงกราฟความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับคุณสมบัติของเซลล์ไฟฟ้าเคมี

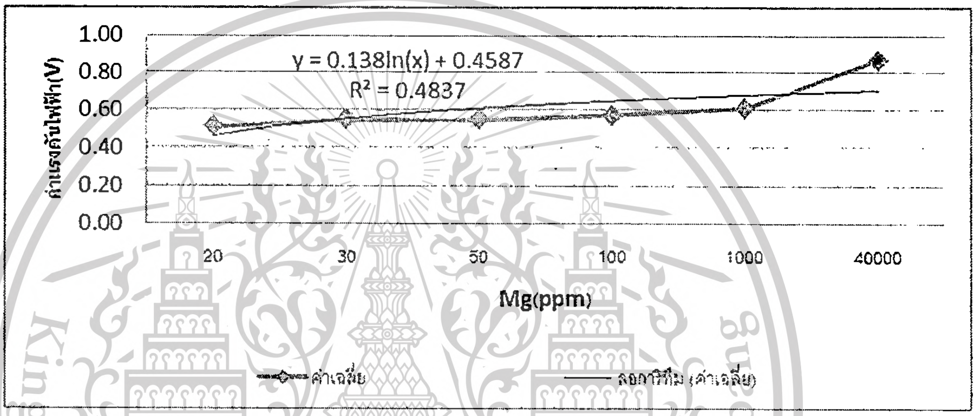
จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.12 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปแบบของแรงดันไฟฟ้าเมื่อนำผลการทดลองดังกล่าวมาพล็อตกราฟ ดังแสดงในรูปที่ 4.19 จะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้จะเพิ่มขึ้นด้วยจึงทำให้วิธีการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยวิธีทางไฟฟ้าเคมีมีความเป็นไปได้ที่จะสามารถตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางได้นำค่าในตารางที่ 4.12 นำมาพล็อตกราฟเพื่อหาค่า R^2 โดยดูว่าเมื่อพล็อตกราฟแล้วค่า R^2 ของกราฟประเภทไหนโดยหาเส้นแนวโน้มของกราฟเส้นที่มีค่ามากที่สุด แสดงว่าเส้นแนวโน้มของกราฟประเภทนั้นใกล้เคียงความเป็นจริงที่สุด(รูปที่ 4.20-4.24)

รูปที่ 4.20 เปรียบเทียบค่า R^2 ของกราฟ เอ็กโพเนนเชียล

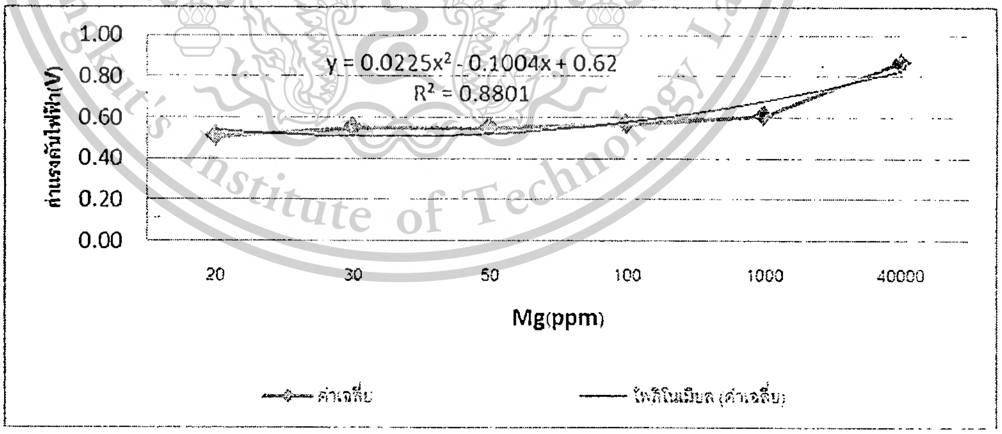
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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



รูปที่ 4.21 เปรียบเทียบค่า R^2 ของกราฟ เชิงเส้น

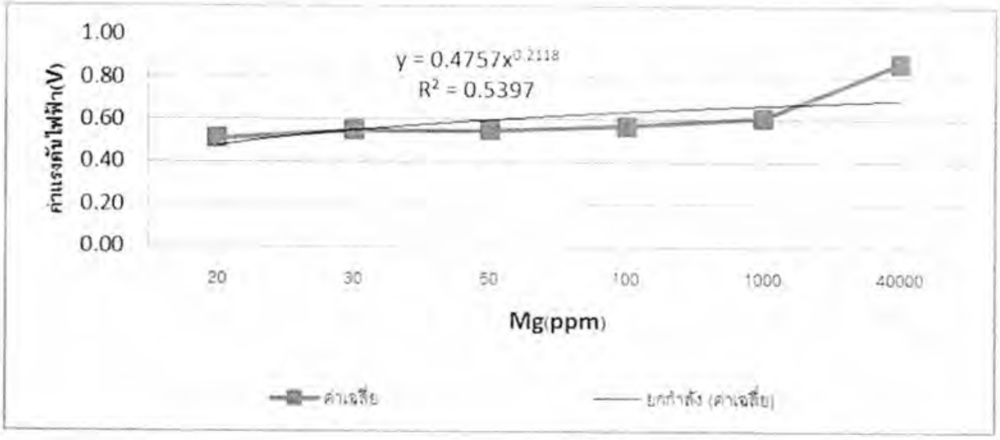


รูปที่ 4.22 เปรียบเทียบค่า R^2 ของกราฟ ลอการิทึม



รูปที่ 4.23 เปรียบเทียบค่า R^2 ของกราฟ โพลิโนเมียล

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.



รูปที่ 4.24 เปรียบเทียบค่า R^2 ของกราฟ ยกกำลัง

จากการที่ได้นำกราฟจากตารางที่ 4.12 นำมาพล็อตกราฟเพื่อหาค่า R^2 โดยดูว่าเมื่อพล็อตกราฟแล้วค่า R^2 ของกราฟประเภทไหนโดยหาเส้นแนวโน้มของกราฟเส้นที่มีค่า R^2 มากที่สุด จะเห็นได้ว่าค่าที่ได้จากกราฟประเภท โพลิโนเมียล มีค่าของเส้นแนวโน้มของกราฟมากที่สุดทำให้สมการ $y = 0.022x^2 - 0.100x + 0.62$ เป็นสมการที่มีความเป็นจริงที่สุด

4.3.2 การทดลองที่ 3.2 การทดลองหาปริมาตรของน้ำยางพาราที่เหมาะสมต่อการตรวจวัดค่าแมกนีเซียมในน้ำยาง

ในการทดลองนี้จะใช้ปริมาตรน้ำยางพาราที่แตกต่างกันจำนวน 3 ปริมาตร มาใช้ในการทดลองคือ 20 มิลลิลิตร 40 มิลลิลิตร และ 60 มิลลิลิตร ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.25

3.2.1 ขั้นตอนการทดลองเพื่อศึกษาปริมาตรน้ำยางพาราที่เหมาะสมต่อการวัดปริมาณแมกนีเซียมโดยใช้ทฤษฎีเซลล์ไฟฟ้าเคมีโดยใช้เซลล์กัลป์วานิกส์

รูปที่ 4.25 แสดงปริมาตรน้ำยางพาราที่ 20 40 60 มิลลิลิตร

3.2.1.1 เตรียมน้ำยางพาราที่มีความเข้มข้นของแมกนีเซียมที่แตกต่างกันจำนวน 5 ตัวอย่าง มาทำการทดลอง

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.

3.2.1.2 นำบีกเกอร์มา 2 ใบ ใบที่ 1 ใส่ตัวอย่างน้ำยางพาราที่ต้องการตรวจสอบค่าแมกนีเซียมปริมาตร 20 มิลลิลิตร บีกเกอร์ ใบที่ 2 ใส่ สารละลายซิงค์ซัลเฟต เข้มข้นที่ 1 โมล่าปริมาตร 20 มิลลิลิตร

3.2.1.3 นำสะพานเกลือมาเป็นตัวเชื่อมระหว่างบีกเกอร์ทั้ง 2 ใบ โดยจะนำไปจุ่มในสารละลายโพแทสเซียมคลอไรต์ ที่มีความเข้มข้น 3 โมล่า นำปลายของสะพานเกลือด้านหนึ่งไปจุ่มในบีกเกอร์ทั้งสองที่เตรียมไว้ โดยให้ ปลายด้านหนึ่งจุ่มลงไปในน้ำยาง และอีกด้าน จุ่มในสารละลายซิงค์ซัลเฟต

3.2.1.4 วัดค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้ ซึ่งจะทำการบันทึกค่าแรงดันเมื่อเวลาผ่านไป 2 นาที โดยใช้มัลติมิเตอร์ UN1-T รุ่น UT30D โดยใช้ย่านวัด 200 มิลลิโวลต์

3.2.1.5 ทำซ้ำข้อ 3.2.1.2 ถึง 3.2.1.4 แต่เปลี่ยนปริมาตรของสารทั้ง 2 บีกเกอร์เป็น 40 มิลลิลิตร

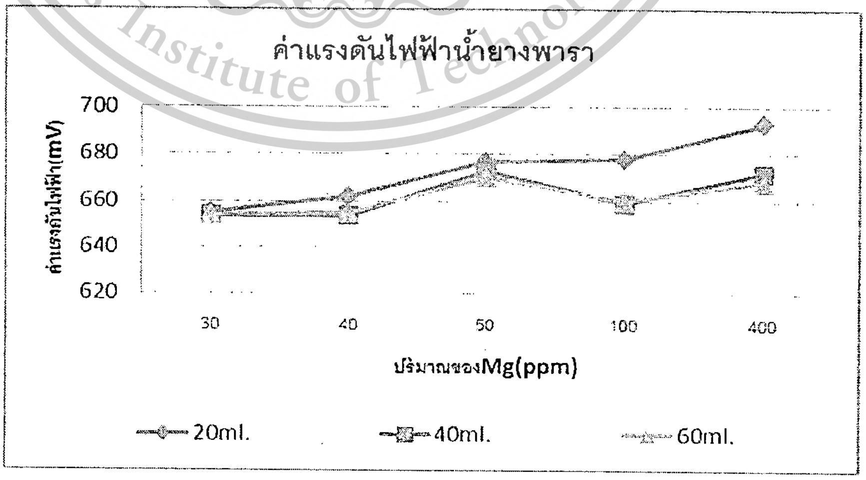
3.2.1.6 ทำซ้ำข้อ 3.2.1.2 ถึง 3.2.1.4 แต่เปลี่ยนปริมาตรของสารทั้ง 2 บีกเกอร์เป็น 60 มิลลิลิตร

3.2.2 ทำการบันทึกผลการทดลองความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่ปริมาตรต่างๆลงในตารางที่ 4.13

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.13 ผลการทดลอง ความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณ แมกนีเซียมกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่น้ำยางปริมาตรต่างๆ

ความเข้มข้น Mg(ppm)	ค่าแรงดันไฟฟ้า (mV)		
	20มิลลิลิตร	40มิลลิลิตร	60มิลลิลิตร
30	655	654	654
40	662	654	655
50	677	673	670
100	678	659	660
400	693	672	668



รูปที่ 4.26 กราฟความความสัมพันธ์ปริมาณแมกนีเซียมกับค่าแรงดันไฟฟ้าที่น้ำยางปริมาตรต่างๆ

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.

จากตารางบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.13 ค่าที่วัดได้จะอยู่ในรูปแบบของแรงดันไฟฟ้า เมื่อนำผลการทดลองมาทำการพล็อตกราฟ จะได้ดังแสดงในรูปที่ 4.24 จะเห็นว่าที่ปริมาตร 20 มิลลิลิตร ของน้ำยางพารามีค่าแรงดันที่วัดได้มีค่ามากที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับ 40 มิลลิลิตร และ 60 มิลลิลิตรให้เห็นอย่างชัดเจนจึงเหมาะแก่การนำมาใช้ทำการทดลอง

4.4 การทดลองที่ 4 ทดสอบหาประสิทธิภาพในการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียม

หลังจากการทดลองในการทดลองที่ 1 -3 ข้อมูลความสัมพันธ์ของปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางกับความต้านทานเชิงซ้อน กับความค่าความจุไฟฟ้าในแต่ละตัวอย่าง เมื่อปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางเปลี่ยนแปลง เพิ่มขึ้นหรือลดลง วิธีการดังกล่าวทำได้ยากที่จะตรวจวัดหรือแยกว่ามีปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางเท่าไหร่ ในขณะที่วิธีการทางไฟฟ้าเคมีโดยใช้เซลล์กัลป์วานิกมีความเป็นไปได้ในการตรวจวัดปริมาณแมกนิเซียมในน้ำยางมากกว่า ดังนั้นจึงนำหลักการดังกล่าวมาออกแบบเป็นเครื่องมือวัด และพัฒนาโปรแกรมของเครื่องให้สามารถบอกได้ว่าตัวอย่างมีปริมาณแมกนีเซียมระดับใด ดังนั้นในการทดลองนี้จะเป็นการทดลองนำตัวอย่างที่ทราบมาตรฐานอยู่ก่อน มาทดลองว่าระบบสามารถวัดค่าปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยาง ได้ถูกต้องมากน้อยเพียงใด

4.4.1 การทดลองที่ 4.1 การทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

จากการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราโดยใช้เครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราว่าสามารถตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราได้หรือไม่ โดยมีความแตกต่างกันของแมกนีเซียม 9 ตัวอย่าง มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

4.1.1 นำน้ำยางพาราธรรมชาติที่ได้มาจำนวน 100 มิลลิลิตร มาผสมกับน้ำกลั่นปริมาตร 100 มิลลิลิตรเพื่อลดความหนืดของน้ำยางพารา โดยจะต้องเขย่าไปจนกว่าสารทั้งสองจะเป็นเนื้อเดียวกันหรือจนกว่าจะไม่เกิดการแยกชั้นกันของน้ำกลั่นกับน้ำยางพารา

4.1.2 นำน้ำยางพาราที่ผ่านการผสมแล้วมาเทใส่บีกเกอร์จำนวนปริมาตร 20 มิลลิลิตร โดยนำมาทำปฏิกิริยาเคมีกับ ซิงค์ซัลเฟต จำนวนปริมาตร 20 มิลลิลิตร ดังรูปที่ 4.27

รูปที่ 4.27 แสดงการทำปฏิกิริยาเคมีของน้ำยางพารากับซิงค์ซัลเฟตขณะทำการตรวจวัด

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.

4.1.3 นำน้ำยางพารามาทำการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม แล้วกดปุ่มเริ่มการทำงานโดยจะทำการทดลองซ้ำจำนวน 5 ครั้งต่อหนึ่งตัวอย่างของแมกนีเซียม

4.1.4 เมื่อครบ 2 นาทีให้อ่านผลการทดลองว่าน้ำยางมีปริมาณแมกนีเซียมจำนวนเท่าไหร่ผ่านทางจองแอลซีดี

4.1.5 เปลี่ยนน้ำยางให้ครบตามจำนวนตัวอย่างที่ต้องการทดลองแล้วทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 4.1.1 ถึง 4.1.4

4.1.6 บันทึกค่าปริมาณแมกนีเซียมที่ได้ในตารางที่ 4.14 - 4.20 ตามลำดับ

4.1.7 ค่าความผิดพลาดในการตรวจวักปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราผลการทดลองที่อ่านได้จากจอแอลซีดีว่าตรงกับการทดสอบด้วยวิธีการทางเคมีหรือไม่ โดยหาได้จากสมการที่ 4.1

$$\text{Errors} = \left|\frac{\text{Standard - Test}}{\text{Standard}}\right| \times 100 \qquad (4.1)$$

โดยที่ Errors คือ ค่าความผิดพลาด

Standard คือ ค่าปริมาณแมกนีเซียมที่วัดได้ด้วยวิธีการทางเคมี

Test คือ ค่าที่ได้จากการอ่านของเครื่อง

<u>หมายเหตุ</u> น้ำยางพาราที่นำมาทำการวัดแมกนีเซียมต้องทราบค่า DRC ก่อนเพื่อทำการคีย์ให้กับเครื่องวัดแมกนีเซียม โดยจะสามารถคีย์ได้เฉพาะจำนวนเต็มเท่านั้น

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.14 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 30%)

ครั้งที่	DRC (%) (โรงงาน)	DRC (%) ที่ต้องป้อนข้อมูล	Mg^{2+} (ppm) (โรงงาน)	Mg^{2+} (ppm) (ที่วัดได้)	Error (%)	ภาพตัวอย่างการทดลอง
1				261	3.1	
2				245	3.1	
3	30.68	30	253	< 30	ผิดพลาด	
4				261	3.1	
5				261	3.1	
1				300	17.1	
2				300	17.1	
3	30.8	30	362	285	21.2	
4				285	21.2	
5				285	21.2	

<u>หมายเหตุ</u> ผิดพลาด คือ ค่าที่เครื่องแสดง < 30 แต่ค่าจริงมีค่ามากกว่า 30 ppm

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.

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.14 เป็นการทดลองน้ำยางที่มีค่า DRC 30 ทั้งสองตัวอย่าง และมีค่า Mg^{2+} ต่างกันค่าที่ได้จากการวัดซ้ำกันตัวอย่างละ 5 ครั้ง โดยตัวอย่างแรกวัดได้ใกล้เคียงสุดอยู่ที่ 261 ppm โดยยังคงมีความผิดพลาด 3.1% ในส่วนของตัวอย่างที่สอง ค่าที่วัดได้ใกล้เคียงที่สุดคือ 300 ppm และค่าที่วัดได้มีความผิดพลาดสูงสุดมากถึง 21%

ตารางที่ 4.15 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 31%)

ครั้งที่	DRC (%) (โรงงาน)	DRC (%ที่ต้องป้อนข้อมูล	Mg^{2+} (ppm) (โรงงาน)	Mg^{2+} (ppm) (ที่วัดได้)	Error (%)	ภาพตัวอย่างการทดลอง
1	31.8	31	201	190	5.4	
2				190	5.4	
3				213	5.9	
4				190	5.4	
5				190	5.4	

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.15 เป็นการทดลองน้ำยางที่มีค่า DRC 31 ได้ทำการวัดซ้ำกันตัวอย่างละ 5 ครั้ง โดยการวัดทั้ง 5 ครั้งค่าที่ได้ออกมาใกล้เคียงถึง 4 ครั้ง และมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดอยู่ที่ 5.4 %

ตารางที่ 4.16 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 32%)

ครั้งที่	DRC (%) (โรงงาน)	DRC (%) ที่ต้องป้อนข้อมูล	Mg^{2+} (ppm) (โรงงาน)	Mg^{2+} (ppm) (ที่วัดได้)	Error (%)	ภาพตัวอย่างการทดลอง
1	32.4	32	188	184	2.1	
2				192	2.1	
3				192	2.1	
4				192	2.1	
5				192	2.1	

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.16 เป็นการทดลองน้ำยางที่มีค่า DRC 32 ได้ทำการวัดซ้ำกันตัวอย่างละ 5 ครั้ง โดยการวัดทั้ง 5 ครั้งค่าที่ได้ออกมาใกล้เคียงถึง 4 ครั้ง และมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดเท่ากันอยู่ที่ 2.1% จากค่าจริง

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.

ตารางที่ 4.17 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 33%)

ครั้งที่	DRC (%) (โรงงาน)	DRC (%) ที่ต้องป้อนข้อมูล	Mg^{2+} (ppm) (โรงงาน)	Mg^{2+} (ppm) (ที่วัดได้)	Error (%)	ภาพตัวอย่างการทดลอง
1				111	54.1	
2				< 30	ผิดพลาด	
3	33.19	33	242	< 30	ผิดพลาด	
4				< 30	ผิดพลาด	
5				< 30	ผิดพลาด	

<u>หมายเหตุ</u> ผิดพลาด คือ ค่าที่เครื่องแสดง < 30 แต่ค่าจริงมีค่ามากกว่า 30 ppm

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.17 จะเห็นว่าการวัดทั้ง 5 ครั้งของน้ำยางที่มีค่า DRC เท่ากับ 33 ค่าที่วัดได้ผิดพลาดจากค่าจริงมากจนไม่สามารถวัดได้ว่าในน้ำยางมีแมกนีเซียมอยู่เท่าไหร่

ตารางที่ 4.18 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 34%)

ครั้งที่	DRC (%) (โรงงาน)	DRC (%) ที่ต้องป้อนข้อมูล	Mg^{2+} (ppm) (โรงงาน)	Mg^{2+} (ppm) (ที่วัดได้)	Error (%)	ภาพตัวอย่างการทดลอง
1				244	31.0	
2				377	6.4	
3	34.70	35	354	307	13.2	
4				307	13.2	
5				244	31.0	

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.18 จากการทดลองทั้ง 5 ครั้งมีความผิดพลาดมากโดยค่าที่วัดได้มีค่าที่ซ้ำกันจำนวน 2 ชุด แต่ค่าที่ซ้ำกันที่มีค่าใกล้เคียงค่าจริงมากที่สุดอยู่ที่ 307 ppm ซึ่งมีความผิดพลาดถึง 13.2%

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.19เป็นการทดลองน้ำยางที่มีค่า DRC 35 ทั้งสองตัวอย่าง และมีค่า Mg^{2+} ต่างกันค่าที่ได้จากการวัดซ้ำกันตัวอย่างละ 5 ครั้ง โดยตัวอย่างแรกวัดได้ใกล้เคียงสุดอยู่ที่ 346 ppm โดยยังคงมีความผิดพลาด 4.9% เกิดการซ้ำกันของค่าที่ได้จากการวัดถึง 4 ครั้งในส่วนของตัวอย่างที่สอง ค่าที่วัดได้ใกล้เคียงที่สุดคือ 377 ppm แต่ค่าที่ได้มีค่า 6.4%

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.

ตารางที่ 4.19 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 35%)

ครั้งที่	DRC (%) (โรงงาน)	DRC (%) ที่ต้องป้อนข้อมูล	Mg^{2+} (ppm) (โรงงาน)	Mg^{2+} (ppm) (ที่วัดได้)	Error (%)	ภาพตัวอย่างการทดลอง
1				338	7.1	
2				346	4.9	
3	35.3	35	364	346	4.9	
4				346	4.9	
5				346	4.9	
1				244	31.0	
2				377	6.4	
3	35.4	35	354	307	13.2	
4				307	13.2	
5				244	31.0	

ตารางที่ 4.20 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราธรรมชาติด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 36%)

ครั้งที่	DRC (%) (โรงงาน)	DRC (%) ที่ต้องป้อนข้อมูล	Mg^{2+} (ppm) (โรงงาน)	Mg^{2+} (ppm) (ที่วัดได้)	Error (%)	ภาพตัวอย่างการทดลอง
1				353	4.1	
2				364	7.3	
3	36.5	36	339	339	0	
4				313	7.6	
5				331	2.3	

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.20 มีการวัดที่สามารถอ่านค่าได้ตรงเพียง 1 ครั้งเท่านั้นคือ 339 ppm

4.4.2 การทดลองที่ 4.2 การทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราข้นด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

จากการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราโดยใช้เครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยกกางพาราเป็นการทดสอบประสิทธิภาพของเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราว่าสามารถตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราได้หรือไม่โดย มีความแตกต่างกันของแมกนีเซียม 11 ตัวอย่าง มีขั้นตอนการทดลองดังนี้

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.

4.2.1 นำน้ำยางพาราข้นที่ได้มาจำนวนปริมาตร 100 มิลลิลิตรมาผสมกับน้ำกลั่นจำนวนปริมาตร 100 มิลลิลิตรเพื่อลดความหนืดของน้ำยางพาราโดยจะต้องเขย่าไปจนกว่าสารทั้งสองจะเป็นเนื้อเดียวกันหรือจนกว่าจะไม่เกิดการแยกชั้นกันของน้ำกลั่นกับน้ำยางพารา

4.2.2 นำน้ำยางพาราที่ผ่านการผสมแล้วมาเทใส่บีกเกอร์จำนวนปริมาตร 20 มิลลิลิตร โดยนำมาทำปฏิกิริยาเคมีกับ ซิงค์ค์ซัลเฟตจำนวนปริมาตร 20 มิลลิลิตร

4.2.3 นำน้ำยางมาทำการตรวจวัดด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม แล้วกดปุ่มเริ่มการทำงานโดยจะทำการทดลองซ้ำจำนวน 5 ครั้งต่อหนึ่งตัวอย่างของแมกนีเซียม

4.2.4 เมื่อครบ 2 นาทีให้อ่านผลการทดลองว่าน้ำยางมีปริมาณแมกนีเซียมจำนวนเท่าไหร่ผ่านทางจองแอลซีดี

4.2.5 เปลี่ยนน้ำยางให้ครบตามจำนวนตัวอย่างที่ต้องการทดลองแล้วทำการทดลองซ้ำตั้งแต่ข้อ 4.2.1 ถึง 4.2.4

4.2.6 บันทึกค่าที่ได้ในตารางที่ 4.21 โดยจะทำการบันทึกค่าปริมาณแมกนีเซียมตาราง

<u>หมายเหตุ</u> น้ำยางพาราที่นำมาทำการวัดแมกนีเซียมต้องทราบค่า DRC ก่อนเพื่อทำการคีย์ให้กับเครื่องวัดแมกนีเซียม โดยจะสามารถคีย์ได้เฉพาะจำนวนเต็มเท่านั้น

บันทึกผลการทดลอง

ตารางที่ 4.21 ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราข้นด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 60%)

ตัวอย่างที่	ครั้งที่	DRC (%) (โรงงาน)	DRC (%) ที่ต้องป้อนข้อมูล	Mg^{2+} (ppm) (โรงงาน)	Mg^{2+} (ppm) (ที่วัดได้)	Error (%)	ภาพตัวอย่างการทดลอง
1	1	60.02	60	33.24	41	23.3	
	2				< 30	ผิดพลาด	
	3				< 30	ผิดพลาด	
	4				< 30	ผิดพลาด	
	5				33	0.7	
2	1	60.02	60	33.22	< 30	ผิดพลาด	
	2				41	23.4	
	3				33	0.6	
	4				41	23.4	
	5				41	23.4	
3	1	60.03	60	25.49	65	155.0	
	2				41	60.8	
	3				41	60.8	
	4				41	60.8	
	5				41	60.8	

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.

ตารางที่ 4.21 (ต่อ) ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราข้นด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

ตัวอย่างที่	ครั้งที่	DRC (%) (โรงงาน)	DRC (%) ที่ต้องป้อนข้อมูล	Mg^{2+} (ppm) (โรงงาน)	Mg^{2+} (ppm) (ที่วัดได้)	Error (%)	ภาพตัวอย่างการทดลอง
4	1				41	20.05	
	2				33	3.3	
	3	60.04	60	34.15	33	3.3	
	4				41	20.05	
	5				33	3.3	
	1				< 30	ผิดพลาด	
	2	60.09	60	30.22	< 30	ผิดพลาด	
5	3				< 30	ผิดพลาด	
	4				33	9.1	
	5				41	35.6	
	1				65	115.0	
	2				57	88.6	
6	3	60.09	60	30.22	57	88.6	
	4				57	88.6	
	5				57	88.6	
	1				< 30	< 30	
	2				25	0.35	
7	3	60.12	60	25.09	33	31.5	
	4				41	63.4	
	5				33	31.52	
	1				57	108.18	
	2				41	49.7	
8	3	60.12	60	27.38	41	49.7	
	4				<30	<30	
	5				<30	<30	
	1				41	19.9	
	2				<30	ผิดพลาด	
9	3	60.13	60	34.18	<30	ผิดพลาด	
	4				41	19.9	
	5				<30	ผิดพลาด	

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.

ตารางที่ 4.21 (ต่อ) ตารางแสดงผลการทดลองตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราข้นด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา(ที่ DRC 60%)

ตัวอย่างที่	ครั้งที่	DRC (%) (โรงงาน)	DRC (%) ที่ต้องป้อนข้อมูล	Mg^{2+} (ppm) (โรงงาน)	Mg^{2+} (ppm) (ที่วัดได้)	Error (%)	ภาพตัวอย่างการทดลอง
	1				41	43.0	
	2				33	15.1	
10	3	60.14	60	28.66	25	12.7	
	4				<30	< 30	
	5				<30	< 30	
	1				57	57.2	
	2				41	13.1	
11	3	60.16	60	36.25	41	13.1	
	4				57	57.2	
	5				57	57.2	
	1				< 30	< 30	
	2				< 30	< 30	
12	3	60.93	60	24.00	< 30	< 30	
	4				104	333.3	
	5				< 30	< 30	

<u>หมายเหตุ</u> ผิดพลาด คือ ค่าที่เครื่องแสดง < 30 แต่ค่าจริงมีค่ามากกว่า 30 ppm
< 30 คือ ค่าที่เครื่องโชว์ขึ้นมา และค่าจริงที่ได้ก็มีค่าน้อยกว่า 30 ppm

จากบันทึกผลการทดลองในตารางที่ 4.21 การหาค่าแมกนีเซียมในน้ำยางพาราที่มีค่า DRC 60% โดยแต่ละตัวอย่างจะทำการทดลองซ้ำกันทั้งหมด 5 ครั้ง โดยจะเห็นว่าจากการทดลองทั้งหมด มีอยู่ 10 ครั้งที่ไม่สามารถที่จะคำนวณค่าความผิดพลาดได้ส่วนครั้งอื่นก็จะมีค่าความผิดพลาดเกิดขึ้น โดยแต่ละตัวอย่างมีค่าที่มีความผิดพลาดน้อยสุดดังนี้ดังตารางที่ 4.22

ตารางที่ 4.22 แสดงค่าการวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม(ที่ DRC 60%)

DRC โรงงานน้ำยาง (%)	ค่าแมกนีเซียมโรงงานน้ำยางพารา	ค่าแมกนีเซียมที่วัดได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
60.02	33.24 ppm	33 ppm	0.7 %
60.02	33.22 ppm	33 ppm	0.7 %
60.03	25.49 ppm	41 ppm	0.6 %
60.04	34.15 ppm	33 ppm	60.8 %
60.09	30.22 ppm	33 ppm	3.3 %

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.

ตารางที่ 4.22(ต่อ) แสดงค่าการวัดปริมาณแมกนีเซียมด้วยเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียม(ที่ DRC 60%)

DRC โรงงานน้ำยาง (%)	ค่าแมกนีเซียม โรงงานน้ำยางพารา	ค่าแมกนีเซียมที่วัดได้	เปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด
60.09	30.22 ppm	57 ppm	91 %
60.12	25.09 ppm	25 ppm	88.6 %
60.12	27.38 ppm	41 ppm	0.35 %
60.13	34.18 ppm	41 ppm	49.7 %
60.14	28.66 ppm	33 ppm	19.9 %
60.16	36.25 ppm	41 ppm	13.1 %
60.93	24.00 ppm	<30 ppm	ค่าที่วัดมีค่า < 30 จริง

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
สรุปผล และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการทดลอง

จากการการศึกษาความเป็นไปได้ และดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางด้วยวิธีการวัดสมบัติทางไฟฟ้า ได้มีการนำวิธีการตรวจวัดคุณสมบัติทางไฟฟ้าแบบต่างๆมาประยุกต์ใช้งานเพื่อตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา ซึ่งพบว่าวิธีการตรวจวัดทางไฟฟ้าแต่ละแบบมีความแตกต่างกัน โดยแบ่งเป็นวิธีการต่างๆดังต่อไปนี้

จากการทดลองศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมกับค่าความต้านทานที่วัดได้ โดยใช้แผ่นตัวนำ 3 ชนิด ได้แก่ แผ่นทองแดง แผ่นทองเหลือง และแผ่นสแตนเลส พบว่าโลหะที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้กับวิธีการวัดความต้านทานไฟฟ้าของสารละลายแมกนีเซียมเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียม คือ แผ่นสแตนเลส เนื่องจากค่าความต้านทานไฟฟ้าเกิดการซ้ำกันน้อยที่สุด เมื่อนำไปใช้วัดความต้านทานไฟฟ้าในน้ำยางพาราเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียม พบว่าเกิดการซ้ำกันของค่าความต้านทานไฟฟ้าที่ได้จำนวนหลายค่าไม่สามารถบอกได้ว่าปริมาณแมกนีเซียมมีเท่าไร เมื่อเทียบกับค่าความต้านทานที่วัดได้ จึงทำให้วิธีการนี้เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวัดเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

จากการทดลองศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มข้นของสารละลายแมกนีเซียมกับค่าความจุไฟฟ้าที่วัดได้ โดยใช้แผ่นตัวนำ 3 ชนิด ได้แก่ แผ่นทองแดง แผ่นทองเหลือง และแผ่นสแตนเลส พบว่าโลหะที่เหมาะสมที่สุดที่จะนำมาใช้กับวิธีการวัดค่าความจุไฟฟ้าของสารละลายแมกนีเซียมเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียม คือ แผ่นทองแดง ค่าความจุไฟฟ้าที่ได้มีค่าสูงที่สุดทำให้ง่ายต่อการอ่านค่าและเมื่อนำไปกับการตรวจวัดในน้ำยางพาราเพื่อหาปริมาณแมกนีเซียมพบว่า เกิดการซ้ำกันของค่าความจุไฟฟ้าที่ได้จึงทำให้วิธีการนี้เป็นวิธีที่ไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการวัดเพื่อหาค่าปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา

จากการทดลองการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารากับสมบัติทางไฟฟ้าด้วยโพรบ 4 เข็มในการทดลองนี้จะใช้สัญญาณไซน์ป้อนเข้าไปยังเข็มที่ 1 เทียบกับเข็มที่ 4 จากนั้นนำสัญญาณความแตกต่างที่ได้จากเข็มที่ 2 และเข็มที่ 3 เพื่อบ่งบอกว่าเมื่อความเข้มข้นของปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นจะส่งผลต่อการเปลี่ยนแปลงของสัญญาณ จากการทดลองความถี่ที่เหมาะสมที่สุดคือความถี่ 50 KHz เนื่องจากมีค่าแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าความถี่อื่นๆและค่าที่เกิดการซ้ำกันมีน้อย เมื่อความเข้มข้นของปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นค่าความแตกต่างของแรงดันเกิดการเปลี่ยนแปลงในลักษณะที่เป็นแบบฟันเลื่อย โดยค่าที่ได้จะเพิ่มขึ้นและลดลงสลับกันไปทำให้วิธีการนี้ไม่สามารถนำมาวัดปริมาณของแมกนีเซียมในน้ำยางพาราได้

จากการทดลองโดยใช้วิธีการวัดด้วยคุณสมบัติของเซลล์เคมีไฟฟ้า ทำการทดลองวัดความสัมพันธ์ของค่าแรงดันไฟฟ้ากับ ความเข้มข้นของปริมาณแมกนีเซียม และเวลา เมื่อความเข้มข้นของปริมาณแมกนีเซียมเพิ่มขึ้นค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้ก็จะเพิ่มขึ้นด้วยโดยที่เวลาในการตรวจวัดไม่มีผลต่อค่าแรงดันไฟฟ้าที่ได้ ทำให้วิธีการนี้มีความเป็นไปได้สูงที่จะสามารถตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราได้ซึ่งเมื่อทำการทดลองกับเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราพบว่าในช่วงความเข้มข้นน้ำยางพารา 30% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 12.24% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 31% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 5.5% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 32% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 2.1% ความเข้มข้นน้ำ

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.

ยางพารา 33% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 54.1% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 34 % เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 18.96% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 35 % เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 12.15% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 36% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 4.26% ความเข้มข้นน้ำยางพารา 60% เกิดความผิดพลาดเฉลี่ย 45.5%

5.2 ข้อคิดเห็นเพิ่มเติม

การทดลองวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราจะเห็นว่าค่าที่อ่านได้ในแต่ละครั้งไม่เท่ากันเนื่องจากในน้ำยางพาราคุณสมบัติของยางที่มีความเป็นฉนวนกันทางเดินของอิเล็กตรอนระหว่างการทำปฏิกิริยาของสารทั้งสองอีกประการหนึ่งที่ทำให้การวัดแต่ละครั้งได้ค่าไม่เท่ากันเนื่องมาจากอนุภาคของยางเฉลี่ยเท่ากับ 1000 นาโนเมตร ซึ่งมีขนาดเล็กมากและจำนวนอนุภาคดังกล่าวก็มีความหนาแน่นมากด้วยและเมื่อเทียบกับปริมาณอิเล็กตรอนของ Mg^{2+} ที่มีอยู่จึงทำให้การวัดปริมาณแมกนีเซียมในแต่ละครั้งเกิดความผิดพลาดดังผลการทดลองข้างต้น

5.3 ปัญหาและอุปสรรค

5.3.1 วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลที่ค่าแรงดันอนาล็อกต่ำๆ ไมโครคอนโทรเลอร์ไม่สามารถอ่านค่าได้

5.3.2 น้ำยางพาราที่ใช้ในการทดลองจะเกิดการแข็งตัวจึงนำมาทดลองได้น้อยครั้ง

5.3.3 น้ำยางพาราสดจะเกิดการเสื่อมคุณภาพหากเก็บไว้เป็นเวลานาน

5.3.4 น้ำยางพาราและสารละลายสังกะสี (Zinc) จะเกิดการเสื่อมสภาพหลังจากการทดลอง

5.3.5 เนื่องจากลักษณะของน้ำยางมีขนาดเล็กและมีความหนาแน่นและยังมีความเป็นฉนวนให้การวัดในแต่ละครั้งได้ค่าที่ไม่แน่นอน

5.4 ข้อเสนอแนะ

5.4.1 ควรศึกษาวิธีการทดลองใหม่ๆเพื่อหาวิธีที่จะวัดปริมาณแมกนีเซียมได้ตรงมากกว่านี้

5.4.2 ควรมีการนำไปประยุกต์ใช้กับการตรวจวัดสารเคมีชนิดอื่นนอกจากแมกนีเซียม

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] อาจารย์ พูนผล ธรรมธวัช, **ยางพารา**, สงขลา, สนพ. เซาท์เทิร์นรับเบอร์, 2542 .

[2] วิภาวี พัฒนกุล (2554). **ยางธรรมชาติและยางสังเคราะห์**, งานนิทรรศการพืชสวน, เชียงใหม่.

[3] รศ. ลัดดา มีศุข, **เคมีทั่วไป เล่ม2ฉบับรวบรัด**, กรุงเทพฯ, สนพ. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2548.

[4] สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (2552). มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม น้ำยางข้นธรรมชาติ, กระทรวงอุตสาหกรรม.

[5] รศ. ลัดดา มีศุข, **เคมีทั่วไป เล่ม1 ฉบับรวบรัด**, กรุงเทพฯ, สนพ.มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2545.

[6] กรมควบคุมมลพิษ (2548). **แนวปฏิบัติที่ดีด้านการป้องกันและลดมลพิษ อุตสาหกรรมน้ำยางข้น**, กระทรวงทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม

[7] [11] อาจารย์สำราญ พฤกษ์สุนทร, คัมภีร์เคมี ฉบับสมบูรณ์, กรุงเทพ, สนพ. พัฒนาศึกษา, 2551.

[8] พร้อมศักดิ์ สงวนธำมรงค์, “หลักการ ความเข้าใจ และการพัฒนาวิธีทดสอบมาตรฐาน”, วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยียาง วารสารเพื่อการพัฒนาของอุตสาหกรรมยางไทย, ฉบับที่ 1, ปีที่ 2, มกราคม-มีนาคม 2551

[9] ประพจน์ จู่เซ่งเจริญ, วิลาสีนี ตันสิน,จิรกิตต์ ดวงจักร และมณธิรา บุญเต็ม,“การหาปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางธรรมชาติด้วยวิธีไฟฟ้าเคมี”,บทความวิชาการยุววิจัยยางพารา สกว.,ฉบับที่ 6, ปีที่ 6,หน้า 63-64,2552

[10] วีไลรัตน์ ชีวะเศรษฐธรรม, “การพัฒนาวิธีการไทเทรตที่ปราศจากไซยาไนด์ ในการวิเคราะห์แมกนีเซียมในน้ำยางธรรมชาติ”,หน่วยวิจัยเคมีวิเคราะห์และสิ่งแวดล้อม แผนกวิชาเคมี ภาควิชาวิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตปัตตานี

[11] ศักดิ์ชัย เสถียรพีระกุล และ ทัดดาว ดอกแขมกลาง, “วิธีโฟลอินเจคชันโพเทนชิเมตรีสำหรับตรวจหาปริมาณแมกนีเซียม โดยใช้ขั้วไฟฟ้าเลือกจำเพาะชนิดเยื่อพอลิเมอร์”, 35th Congress on Science and Technology of Thailand

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 ก.

โปรแกรมควบคุม

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.

โปรแกรมควบคุม

```
#include<reg52.h>
#include<stdio.h>
#include<intrins.h>
#include<lcdV51.h>
#include<math.h>

sbit MODE =P2^0;
sbit up =P2^1;
sbit down =P2^2;
sbit enter =P2^3;
sbit start =P2^4;

sbit CS_PIN  = P1^0;
sbit CLK_PIN = P1^1;
sbit DO_PIN  = P1^2;
sbit DI_PIN  = P1^3;

int mag=30, i;
unsigned char r,y,a,b,c,n;
int sum;
float x=2,ppm,ppm1,ppm2,ppm3,input;
/**********************************************************************/
/******************************* ADC0832 ****************************/
/**********************************************************************/
/******************************* Gen Clock ************************/
void clk (void)
{
        CLK_PIN = 1;
        _nop_(); _nop_();
        CLK_PIN = 0;
        _nop_(); _nop_();
}
/******************************** Read ADC *************************/
unsigned char ADC0832_read(bit ch)
{
        unsigned char i;
        unsigned char adc = 0;
        CS_PIN = 0;                   //  กำหนดให้ CS ให้มีสถานะเป็น 0 เพื่อเริ่มต้นทำงาน
        CLK_PIN = 0;                  // กำหนดให้ CLK เป็น 0
        _nop_();
```

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.

```
//ADC CH
DI_PIN = 1;        // กำหนดให้ DI เป็น 1 เพื่อส่งสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก ( ที่ตำแหน่งที่ 1) ใน
            ขา CLK
clk();
DI_PIN = 1;        // กำหนดให้ DI เป็น 1 เพื่อส่งสัญญาณนาฬิกา 1 ลูก ( ที่ตำแหน่งที่ 2) ใน
            ขา CLK
clk();
DI_PIN = ch;
clk();

//read data
for(i=0;i<8;i++)   // อ่านข้อมูลจำนวน 8 บิต ผ่านขาสัญญาณเอาต์พุต (DO_PIN)โดยอ่าน
เฉพาะ 8 บิตข้อมูลชุดแรกเท่านั้น
        {
                clk();
                adc |= DO_PIN;
                adc = adc<<1;
        }
CS_PIN = 1;        // กำหนดสถานะหยุดการทำงานให้กับขาสัญญาณเลือกชิพ (CS_PIN)
return(adc);       //ส่งค่าผลลัพธ์ที่ได้กลับมาด้วยคำสั่ง  return()
}


/*************************************************************************/
/****************************OPEN**********************************/
void open()
{
        lcd_init();
                /***0123456789ABCDEF***/
        lcd_puts(0xc4,"Programs");
        lcd_puts(0x95,"Start");
        delay(200);
}
/*************************** main ********************************/
main()
{
    int persent=30,sec=60,min=2;
    open();
    lcd_init();
    while(1)
    {
        min=2;
        lcd_puts(0x81,"MAGNESIUM TEST");
        lcd_puts(0xC0,"Mg:");
```

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.

```
lcd_puts(0xCC,"ppm");
lcd_puts(0x90,"Time:00:00:00");
lcd_puts(0xD1,"KMITL CHUMPHON ");
while(MODE==1);
lcd_init();
lcd_puts(0x81,"            ");
lcd_puts(0xC1,"DRC :");
lcd_puts(0xCC,"%");
lcd_puts(0x90,"           ");
lcd_puts(0xD1,"            ");
inttolcd(0xc7,persent);

do
{
        if(up==0)
        {
                persent++;
                if(persent<=60&persent>=30)
                {
                        persent=persent;
                        lcd_puts(0x81,"            ");
                        lcd_puts(0xC1,"DRC :     ");
                        lcd_puts(0xCC,"%");
                        lcd_puts(0x90,"           ");
                        lcd_puts(0xD1,"            ");
                        inttolcd(0xc7,persent);
                }
                else
                {
                        persent=60;
                        lcd_puts(0x81,"            ");
                        lcd_puts(0xC1,"DRC :     ");
                        lcd_puts(0xCC,"%");
                        lcd_puts(0x90,"           ");
                        lcd_puts(0xD1,"            ");
                        inttolcd(0xc7,persent);
                }
        }

        if(down==0)
        {
                persent--;
                if(persent<=60&persent>=30)
```

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.

```
                    {
                              persent=persent;
                              lcd_puts(0x81,"                ");
                              lcd_puts(0xC1,"DRC :       ");
                              lcd_puts(0xCC,"%");
                              lcd_puts(0x90,"                ");
                              lcd_puts(0xD1,"                ");
                              inttolcd(0xc7,persent);
                    }
                    else
                    {
                              persent=30;
                              lcd_puts(0x81,"                ");
                              lcd_puts(0xC1,"DRC :       ");
                              lcd_puts(0xCC,"%");
                              lcd_puts(0x90,"                ");
                              lcd_puts(0xD1,"                ");
                              inttolcd(0xc7,persent);
                    }
          }
}while(enter!=0);

do
{
          lcd_puts(0x81,"                ");
          lcd_puts(0x90,"Time:00:00:00");
}while(start!=0);
while(start==0);

lcd_puts(0x90,"Time:00:02:00");
          do
          {         min--;
                    do
                    {

                    sec--;
                    delay(190);
                    if(sec>=10)
                    {
                              inttolcd(0x99,min);
                              inttolcd(0x9b,sec);
                    }
                    else
                    {
```

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.

```
                        lcd_puts(0x90,"Time:00:0 :00");
                        inttolcd(0x99,min);
                        inttolcd(0x9c,sec);
                }

                }while(sec!=0);

                        sec=60;
                }while(min!=0);

        r=ADC0832_read(0);

        input=(r/0.255);
        input=input+4;

if(persent==30)         // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 30 ไมโครจะทำการเลือก
                          สมการนี้
{
        if(input<662)           // กรณีที่ input<662ให้ใช้สมการนี้
        {
                delay(50);
                ppm = (input-394);      // เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่า K ให้
                                           เปลี่ยนที่  ppm = (input-K);
                lcd_puts(0xc0,"          ");
                inttolcd(0xc5,ppm);
        }
        if(input>=662)          // กรณีที่ input>=662ให้ใช้สมการนี้
        {
                delay(50);
                ppm = (input-417);
                lcd_puts(0xc0,"          ");
                inttolcd(0xc5,ppm);
        }
}
if(persent==31)         // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 31 ไมโครจะทำการเลือก
                          สมการนี้
        {
                delay(50);
                ppm = (input-410);      // เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่า K ให้
                                           เปลี่ยนที่  ppm = (input-K);
                lcd_puts(0xc0,"          ");
                inttolcd(0xc5,ppm);
        }
```

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.

```
if(persent==32)              // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 32 ไมโครจะทำการเลือก
                                สมการนี้
        {
                             delay(50);
                             ppm = (input-502);        // เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่า K ให้
                                                          เปลี่ยนที่ ppm = (input-K);
                             lcd_puts(0xc0,"               ");
                             inttolcd(0xc5,ppm);
        }
if(persent==33)              // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 33 ไมโครจะทำการเลือก
                                สมการนี้
        {
                   if(input<657)             // กรณีที่ input<657ให้ใช้สมการนี้
                             {
                                       delay(50);
                                       lcd_puts(0xc0,"               ");
                                       lcd_puts(0xc4,"< 30");
                                       lcd_puts(0x90,"               ");
                             }
                   if((input>=657)&&(input<=709))
                   {
                             y=(((0.2626*pow(input,2))-(351.86*input))+117873);
                             y=y-12.6;
                             lcd_puts(0xc0,"               ");
                             inttolcd(0xc4,y);
                   }
                   if(input>709)             // กรณีที่ input>709ให้ใช้สมการนี้
                             {
                                       lcd_puts(0xc0,"               ");
                                       lcd_puts(0xc4,"> 400");
                                       lcd_puts(0x90,"               ");
                             }
        }
if(persent==34)              // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 34 ไมโครจะทำการเลือก
                                สมการนี้
        {
         if(input<592)              // กรณีที่ input<592ให้ใช้สมการนี้
         {
                             delay(50);
                             ppm = (input-206);        // เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่า K ให้
                                                          เปลี่ยนที่ ppm = (input-K);
                             lcd_puts(0xc0,"               ");
                             inttolcd(0xc5,ppm);
         }
```

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.

```
                if(input>=592)              // กรณีที่ input>=592ให้ใช้สมการนี้
                 {
                        delay(50);
                        ppm = (input-241);          // เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่า K ให้
                                                       เปลี่ยนที่  ppm = (input-K);
                        lcd_puts(0xc0,"                ");
                        inttolcd(0xc5,ppm);
                 }
                }


        if(persent==35)              // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 35 ไมโครจะทำการเลือก
                                        สมการนี้
                {
                        delay(50);
                        ppm = (input-285);          // เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่า K ให้
                                                       เปลี่ยนที่  ppm = (input-K);
                        lcd_puts(0xc0,"                ");
                        inttolcd(0xc5,ppm);
                }
        if(persent==36)              // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 36 ไมโครจะทำการเลือก
                                        สมการนี้
                {
                        delay(50);
                        ppm = (input-333);          // เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่า K ให้
                                                       เปลี่ยนที่  ppm = (input-K);
                        lcd_puts(0xc0,"                ");
                        inttolcd(0xc5,ppm);
                }
        if(persent==37)              // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 37 ไมโครจะทำการเลือก
                                        สมการนี้
                {
                    if(input<657)       // กรณีที่ input<657ให้ใช้สมการนี้
                        {
                            delay(50);
                            lcd_puts(0xc0,"                ");
                            lcd_puts(0xc4,"< 30");
                            lcd_puts(0x90,"                ");
                        }
                    if((input>=657)&&(input<=709))     // กรณีที่ input>=657 และ Input <= 709
                                                          ให้ใช้สมการนี้
                        {

                        y=(((0.2626*pow(input,2))-(351.86*input))+117873);
```

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.

```
                        y=y-29.4;
                        lcd_puts(0xc0,"                ");
                        inttolcd(0xc4,y);

                        }

                if(input>709)       // กรณีที่ input<709ให้ใช้สมการนี้
                        {
                                lcd_puts(0xc0,"                ");
                                lcd_puts(0xc4,"> 400");
                                lcd_puts(0x90,"                ");
                        }
        }
if(persent==38)             // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 38 ไมโครจะทำการเลือก
                              สมการนี้
        {
                if(input<657)       // กรณีที่ input<657ให้ใช้สมการนี้
                        {
                                delay(50);
                                lcd_puts(0xc0,"                ");
                                lcd_puts(0xc4,"< 30");
                                lcd_puts(0x90,"                ");
                        }
                if((input>=657)&&(input<=709))
                        {
                        y=(((0.2626*pow(input,2))-(351.86*input))+117873);
                        y=y-33.6;
                        lcd_puts(0xc0,"                ");
                        inttolcd(0xc4,y);
                        }
                if(input>709)       // กรณีที่ input>709ให้ใช้สมการนี้
                        {
                                lcd_puts(0xc0,"                ");
                                lcd_puts(0xc4,"> 400");
                                lcd_puts(0x90,"                ");
                        }
        }
if(persent==39)             // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 39 ไมโครจะทำการเลือก
                              สมการนี้
        {

                if(input<657)
                        {
                                delay(50);
```

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.

```
                    lcd_puts(0xc0,"                ");
                    lcd_puts(0xc4,"< 30");
                    lcd_puts(0x90,"                ");
                }
        if((input>=657)&&(input<=709))
                {
                y=(((0.2626*pow(input,2))-(351.86*input))+117873);
                y=y-37.8;
                lcd_puts(0xc0,"                ");
                inttolcd(0xc4,y);
                }
        if(input>709)
                {
                    lcd_puts(0xc0,"                ");
                    lcd_puts(0xc4,"> 400");
                    lcd_puts(0x90,"                ");
                }
    }
if(persent==40)         // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 40 ไมโครจะทำการเลือก
                           สมการนี้
    {
            if(input<615)
                {
                    delay(50);
                    lcd_puts(0xc0,"                ");
                    lcd_puts(0xc4,"< 30");
                    lcd_puts(0x90,"                ");
                }
                if((input>=615)&&(input<=666))
                {
                y=(0.2881*pow(input,2)-(362.16*input)+113803);
                lcd_puts(0xc0,"                ");
                inttolcd(0xc4,y);
                }
                if(input>666)
                {
                    lcd_puts(0xc0,"                ");
                    lcd_puts(0xc4,"> 400");
                    lcd_puts(0x90,"                ");
                }
    }
    if(persent==60)         // ถ้าค่าเลือกค่า DRC เท่ากับ 60 ไมโครจะทำ
                               การเลือกสมการนี้
    {
```

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.

```
delay(50);
ppm = (input-684);          // เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่า K ให้
                               เปลี่ยนที่  ppm = (input-K);

if(input<697)      // กรณีที่ input<697ให้ใช้สมการนี้
{
            lcd_puts(0xc0,"                ");
            lcd_puts(0xc4," < 30");
            lcd_puts(0x90,"                ");
}
if((input>=697)&&(input<714))      //กรณีที่ input>=697และinput<714ให้ใช้
                                    สมการนี้
{
            delay(50);
            ppm = (input-677);          // เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่า
                                          K ให้เปลี่ยนที่
                                          ppm = (input-K);
            lcd_puts(0xc0,"                ");
            inttolcd(0xc5,ppm);
}

if(input>=714) // กรณีที่ Input >=714 ให้ใช้สมการนี้
{

      delay(50);
      ppm = (input-684);          // เมื่อต้องการเปลี่ยนแปลงค่า
                                    K ให้เปลี่ยนที่
                                    ppm = (input-K);

      lcd_puts(0xc0,"                ");
      inttolcd(0xc5,ppm);
}
}
do
{

      lcd_puts(0x81,"MAGNESIUM TEST");
      lcd_puts(0xC0,"Mg:");
      lcd_puts(0xCC,"ppm");

}while(MODE!=0);
}
}
```

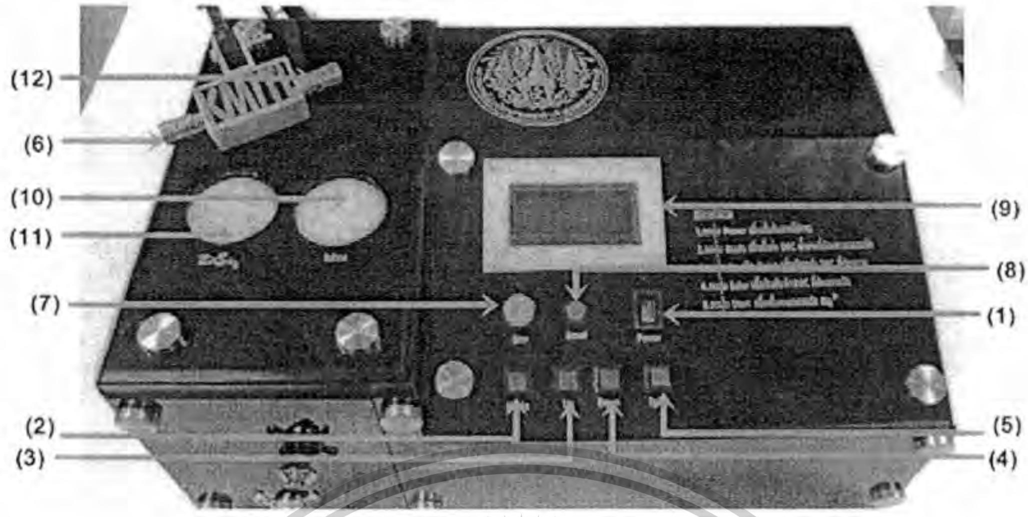
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
This material is reserved for educational use only, not allowed for commercial use.
Forbidden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

ภาคผนวก ข.

คู่มือการใช้งาน

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.

วิธีการใช้งานเครื่องมือวัด



รูปที่ ข.1 แสดงรายละเอียดปุ่มใช้งาน และส่วนแระกอบของเครื่อง

รายละเอียดปุ่มและส่วนประกอบของเครื่อง

1.สวิตช์เปิด – ปิดเครื่อง
2.ปุ่ม Mode
3.ปุ่ม Up
4.ปุ่ม Down
5.ปุ่ม Enter
6.ช่องเสียบโลหะ สังกะสี (Zn)
7.ปุ่ม Start
8.ปุ่ม Reset
9.จอแสดงผล
10.ช่องใส่น้ำยางพารา
11.ช่องใส่ $ZnSo_4$
12.ช่องเสียบโลหะแมกนีเซียม (Mg)

วิธีการใช้งาน

ข.1 ข้อสำคัญ

จากการออกแบบเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพารา ทำให้สามารถนำมาใช้งานในกระบวนการวัดแมกนีเซียมได้ โดยจำเป็นต้องรู้หลักการทำงาน และวิธีการทำงานของเครื่อง เพื่อให้ผู้ที่ทำไปใช้ในการวัดแมกนีเซียมสามารถใช้งานได้อย่างถูกต้อง และไม่เกิดความผิดพลาด ดังนั้นในส่วนนี้จะเป็นการอธิบายขั้นตอนการทำงานและวิธีการใช้งานของเครื่อง มีขั้นตอนดังนี้

1. กดสวิตช์เพื่อเปิดเครื่อง (1) ดังในรูปที่ ข.1

2. ทำการกดปุ่ม Mode (2) เพื่อทำการเลือกค่าความเข้มข้นน้ำยางพารา (DRC) ที่ต้องการที่จะทำการตรวจวัดค่าแมกนีเซียมจากนั้นให้ผู้ใช้กดปุ่ม Up (3) หรือ Down (4) เพื่อเลือกค่า DRC ที่ต้องการจะวัดค่า ดังในรูปที่ ข.2

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.

รูปที่ ข.2 แสดงโหมดการเลือกค่า DRC น้ำยาง

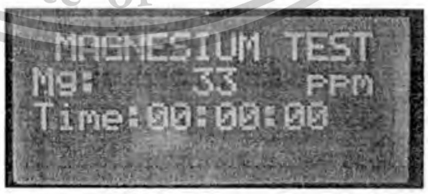
3.ต่อมาเมื่อได้ค่า DRC น้ำยางที่ต้องการวัดให้กดปุ่ม Enter (5) เพื่อยืนยันค่า DRC จากนั้นหน้าจอแสดงผลจะโชว์เวลาที่ใช้ในการวัดออกมาดังรูปที่ ข.3

รูปที่ ข.3 แสดงเวลาหลังจากกดปุ่ม Enter

4. หลังจากยืนยันค่า DRC เรียบร้อยให้ทำการกดปุ่ม Start (7) เพื่อเริ่มต้นการตรวจวัดปริมาณแมกนีเซียมดังรูปที่ ข.4

รูปที่ ข.4 แสดงเวลานับถอยหลังเมื่อกดปุ่ม Start

5.เมื่อครบเวลา 2 นาทีเครื่องจะแสดงค่า ปริมาณแมกนีเซียมผ่านทางจอแสดงผลแอลซีดีดังรูปที่ ข.5



รูปที่ ข.5 แสดงค่าปริมาณแมกนีเซียมหลังจากวัดเสร็จ

6.เมื่อต้องการวัดค่าแมกนีเซียมใหม่ให้ทำการกดปุ่ม Reset (8) เพื่อทำการเคลียหน้าจอและเคลียค่าที่ค้างอยู่ หลังจากนั้นให้ทำการเซตค่าใหม่ตั้งแต่ ข้อ 2-5

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.

ข.2 การเตรียมน้ำยางพาราและสารเคมีเมื่อต้องการวัด

การใช้งานเครื่องวัดปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางพาราจะต้องมีกระบวนการทางเคมีและอิเล็กทรอนิกส์เข้ามาเกี่ยวข้อง ดังนั้นก่อนทำการวัดจึงต้องมีการเตรียมสารที่ใช้ในการวัดโดยมีวิธีการเตรียมดังต่อไปนี้

1.กดสวิตซ์เพื่อเปิดเครื่อง (1) ดังในรูปที่ ข.1

2.นำตัวอย่างของน้ำยางพาราที่ต้องการวัดไปใส่ในช่องว่างบีกเกอร์น้ำยาง (10) และนำโลหะแมกนีเซียมซึ่งเป็นโลหะบริสุทธิ์มาใช่ในช่องที่ (12)

3.นำสารเคมีที่เป็นตัวเปรียบเทียบคือซิลซัลเฟส ($ZnSo_4$) มาใส่ในช่องว่างบีกเกอร์ซิลซัลเฟต (11) หลังจากนั้นนำแผนสังกะสีมาใส่ในช่อง (6)

4.หลังจากนั้นนำแผ่นกระดาษกรองมาจุ่มลงใน KCl ที่มีความเข้มข้น 3 mol ให้เปียกมากที่สุด จากนั้นนำมาทำเป็นสะพานเกลือโดยทำเป็นตัวเชื่อมของสารทั้งสองตัวโดยพาดจากบีกเกอร์น้ำยางพาราไปยัง บีกเกอร์ซิงค์ซัลเฟส โดยให้ปลายทั้งสองข้างจุ่มลงไปในสารทั้งสองดังรูปที่ ข.6

รูปที่ ข.6 แสดงวิธีการเตรียมอุปกรณ์

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.

ผลงานวิจัย

จากการดำเนินการวิจัย ระยะเวลาดำเนินการ ..1..ปี...-...เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2556 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2557 ผลการดำเนินงานที่สำเร็จ ณ วันที่ 30 กันยายน 2557 ประกอบด้วย

- ชิ้นงาน ต้นแบบ เพื่อใช้ในการศึกษาความเป็นไปได้ และศึกษาดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางด้วยวิธีการวัดสมบัติทางไฟฟ้า
- รายงานการวิจัย การศึกษาความเป็นไปได้ และศึกษาดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางด้วยวิธีการวัดสมบัติทางไฟฟ้า

ผลที่กำลังดำเนินการ

- บทความวิจัย อยู่ระหว่างการพิจารณาตอบรับของหน่วยงานจัดการประชุมวิชาการ

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.

ภาคผนวก ง.
สรุปการใช้จ่ายการดำเนินการโครงการวิจัย

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.

รหัสโครงการ/รหัสสัญญา 2557-A1180-2262

แบบรายงานการใช้จ่ายเงินโครงการวิจัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
รายงานความก้าวหน้า ครั้งที่ 3 รอบ 12 เดือน ประจำปีงบประมาณ 2557

☑ แหล่งงบประมาณแผ่นดิน (แบบปกติ) ☐ แหล่งเงินรายได้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การศึกษาความเป็นไปได้ และดัชนีบ่งชี้ปริมาณแมกนีเซียมในน้ำยางด้วยวิธีการวัดสมบัติทางไฟฟ้า
(ภาษาอังกฤษ) The possibility study and Magnesium quantity indicator in Rubber Latex by measuring the electrical properties
ชื่อ-สกุลหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน/ผู้วิจัย (อ.) มนตรี ไชยชาญยุทธ์
รายงานในช่วงตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2556 **ถึงวันที่** 30 กันยายน 2557
ระยะเวลาดำเนินการ 1 ปี - เดือน ตั้งแต่วันที่ 1 ตุลาคม 2556 ถึงวันที่ 30 กันยายน 2557

ข้อมูลการรายงานค่าใช้จ่ายงบประมาณโครงการวิจัย

1. การเบิกจ่ายงบประมาณ (กรณีการจ่ายเงินถ้าจ่ายงวดเดียวให้ลบข้อที่ไม่เกี่ยวข้องออก)

งวดที่ 1 438,400 บาท 100 % วันที่ได้รับอนุมัติให้เบิกจ่ายเงิน (ป/ด/ว) 14/11/56

2. <u>สรุปงบประมาณค่าใช้จ่าย</u>ที่ใช้นับตั้งแต่เริ่มทำการวิจัยถึงปัจจุบัน (จำแนกตามหมวดค่าใช้จ่าย (

หมวดค่าใช้จ่าย	งบประมาณรวมทั้งโครงการ	ค่าใช้จ่าย (บาท)	คงเหลือ (หรือเกิน)
งบบุคลากร : ค่าจ้างชั่วคราว	140,160	140,160	-
งบดำเนินงาน			
ค่าตอบแทน	-	-	-
ค่าใช้สอย	82,240	82,240	-
ค่าวัสดุ	216,000	216,000	-
ค่าสาธารณูปโภค	-	-	-
งบลงทุน: ค่าครุภัณฑ์	-	-	-
รวม	438,400	438,400	438,400

....
(มนตรี ไชยชาญยุทธ์)
ลงนามหัวหน้าโครงการวิจัยผู้รับทุน
29 / 09 / 2557

....
(..............................)
ลงนามเจ้าหน้าที่การเงิน/เจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้อง
29 / 09 / 2557

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.

ประวัติหัวหน้าโครงการวิจัย/ผู้วิจัยหลัก/ผู้วิจัยร่วม/ที่ปรึกษาโครงการ

หัวหน้าโครงการ

1.1 ชื่อ (ภาษาไทย) นายมนตรี ไชยชาญยุทธ์
(อังกฤษ) MR. Montree CHAICHANYUT

1.2 เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 9001 00182 80 8

1.3 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ระดับ 5

1.4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้

แผนก/ภาควิชา ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ กอง/คณะ วิทยาเขตชุมพร
กรม/มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
โทรศัพท์ 077-591-445
โทรสาร 077-506-410
Email: kcmontre@kmitl.ac.th

1.5 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน การศึกษา	ประเทศ
2547	โท	วศ.ม.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2545	ตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

1.6 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์และการประมวลผลสัญญาณ
- วิศวกรรมระบบเครื่องมือวัดควบคุมและอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

1.7 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

1.7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย
1.7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย
1.7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

- **ชื่อเรื่อง** Thermal Conduction and Perfusion of Ring-Slot Microwave Antenna for treatment Liver Tumor
  วารสาร International Conference on Biomedical Engineering (ICoBE), Organized bySchool of Mechatronic Engineering,Universiti Malaysia Perlis (UniMAP), Perlis, Malaysia Tutorials
  ปีที่พิมพ์ 26th February, 2012 Conference: 27-28, February 2012
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** Microwave Ablation with Cap-Choke Antenna: Result in Computer Simulation
  วารสาร International Conference organized by Electrical Engineering/Electronics, Computer, Telecommunications and Information Technology (ECTI-CON 2010),
  ปีที่พิมพ์ 19-21 MAY,2010 ,Chiang Mai, THAILAND
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** ความเป็นไปได้ในการตรวจจับการลอกคราบของปูด้วยวิธีการประมวลผลภาพสำหรับฟาร์มปูนิ่ม

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.

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11
ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553
สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

- **ชื่อเรื่อง** เทคนิคการลดความชื้นข้าวเปลือกด้วยคลื่นความถี่ไมโครเวฟแบบสาย พานลำเลียง
  วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11
  ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** เครื่องคัดแยกขนาดสับปะรดโดยใช้อินฟาเรดเซนเซอร์
  วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11
  ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** เครื่องคั่วกาแฟ
  วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 11
  ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,6-7 พฤษภาคม 2553
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** การออกแบบโพรบตรวจจับความชื้นในผิวดินด้วยวิธีการวัดความนำ ไฟฟ้า
  วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10
  ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,1-3 เมษายน 2552
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** ระบบต้นแบบการเก็บข้อมูลขนาดความยาว และ น้ำหนักของปลาทะเล
  วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10
  ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,1-3 เมษายน 2552
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** ระบบต้นแบบการตรวจจับการลอกคราบของปูทะเลสำหรับฟาร์มปูนิ่มด้วยวิธีการประมวลผลภาพ
  วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10
  ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,1-3 เมษายน 2552
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** ตู้ต้นแบบเพื่อการเพาะถั่วงอกปลอดสารพิษในครัวเรือนด้วยระบบควบ คุมอุณหภูมิ และความชื้น
  วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10
  ปีที่พิมพ์ ประเทศไทย,1-3 เมษายน 2552
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** LENGTH EFFECT OF DIELECTRIC-TIP MONOPOLE ANTENNA TO TEMPERATURE DISTRIBUTIONS FOR MICROWAVE ABLATION
  วารสาร International Conference on Cellular & Molecular Bioengineering
  ปีที่พิมพ์ 10-12th December 2007, Singapore
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** LENGTH EFFECT OF METAL-TIP MONOPOLE ANTENNA TO TEMPERATURE DISTRIBUTIONS FOR MICROWAVE ABLATION
  วารสาร World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006
  ปีที่พิมพ์ August 27 –September 1 WC 2006
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** COMPARISON TEMPERATURE DISTRIBUTION BETWEEN MICROWAVE AND RADIO-FREQUENCY ABLATION PROBE IN HEPATIC CANCER
  วารสาร World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006

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.

ปีที่พิมพ์ August 27 –September 1 WC 2006

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อเรื่อง "FINITE ELEMENT METHOD FOR ANALYSIS OF HEPATIC CANCER TISSUE DESTRUCTION USING 2.45 GIGAHERTZ ANTENNAS"

วารสาร ICBME the 12th INTERNATIONAL CONFERENCE ON BIOMEDICAL ENGINEERING

ปีที่พิมพ์ December 7-10, 2005

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

- ชื่อเรื่อง "Finite Element Analyses for a study of Hepatic cancer tissue destruction using monopolar and bipolar Radio-frequency Ablation"

วารสาร ISBME INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON BIOMEDICAL ENGINEERING

ปีที่พิมพ์ November 16-18, 2004

สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย

- ชื่อเรื่อง "ระบบเก็บข้อมูลสำหรับอุณหภูมิและความชื้น"

วารสาร การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมการเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 5

ปีที่พิมพ์ 2547

สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้าโครงการวิจัย

1.7.4 งานวิจัยที่กำลังจะทำ

- ชื่อเรื่อง "เครื่องต้นแบบการเก็บข้อมูลการเปลี่ยนแปลงความชื้นผลผลิตการเกษตรตามเวลาจริงโดยใช้คลื่นไมโครเวฟเพื่อทำนายการอบแห้ง"
- ชื่อเรื่อง "เครื่องต้นแบบสำหรับการรับซื้อขยะเพื่อช่วยลดโลกร้อน (ขวดพลาสติกและกล่องเครื่องดื่มยูเอชที"
- ชื่อเรื่อง "เครื่องวัดและศึกษาดัชนีบ่งชี้ความสดของเนื้อปลาทะเลโดยการวัดความต้านทานเชิงซ้อน"

2. ผู้ร่วมวิจัย

2.1 ชื่อ (ภาษาไทย) นายพิมล ผลพฤกษา
(อังกฤษ) MR. Phimon PHONPHRUKSA

2.2 เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 8601 00763 24 1

2.3 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ระดับ 5

2.4 หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้

แผนก/ภาควิชา ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ กอง/คณะ วิทยาเขตชุมพร
กรม/มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
โทรศัพท์ 077-591-445
โทรสาร 077-506-410
Email: kpphimon@kmitl.ac.th

2.5 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน การศึกษา	ประเทศ
2545	โท	วศ.ม.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2543	ตรี	วศ.บ.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

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.

2.6 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์และการประมวลผลสัญญาณ
- วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และการประมวลผล

2.7 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ: ระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละเรื่อง

2.7.1 การบริหารงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัยหรือชุดโครงการวิจัย

2.7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

2.7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อเรื่อง ปีที่พิมพ์การเผยแพร่และสถานภาพในการทำวิจัย

- ชื่อเรื่อง "วิธีการและเครื่องมือในการวัดหาค่า ผลตอบสนองการส่งผ่านของฮีมาโตคริตโดยวิธีการทางแสง"
  วารสาร การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 25 (EECON-25) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์
  ปีที่พิมพ์ 2545
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย
- ชื่อเรื่อง "A Photoplethysmographic Method For real time Hematocrit Monitoring"
  วารสาร International Congress on Biological and Medical Engineering (ICBME)
  ปีที่พิมพ์ 2002
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย

2.7.4 งานวิจัยที่กำลังจะทำ —

3. ผู้ร่วมวิจัย

3.1 ชื่อ (ภาษาไทย) นายอรรถศาสตร์ นาคเทวัญ
(ภาษาอังกฤษ) Mr. Athasart NARKTHEWAN

3.2 มายประจำตัวประชาชน 3 8097 00050 44 8

3.3 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ 5

3.4 หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้

แผนก/ภาควิชา ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ กอง/คณะ วิทยาเขตชุมพร
กรม/มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
โทรศัพท์ 077-591-445
โทรสาร 077-506-410
Email: knathasa@kmitl.ac.th

3.5 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญา	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบัน การศึกษา	ประเทศ
2545	โท	วศม.	วิศวกรรมไฟฟ้า	อิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2536	ตรี	คอบ.	ครุศาสตร์วิศวกรรม	อิเล็กทรอนิกส์ และคอมพิวเตอร์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

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.

3.6 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- Image Processing
- Pattern Recognition

3.7 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละเรื่อง

3.7.1 การบริหารงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัยหรือชุดโครงการวิจัย

3.7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

3.7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

- ชื่อเรื่อง "การตรวจหาสิ่งผิดปกติในเท็กเจอร์ของผ้าไหมโดยใช้การแปลงเวฟเล็ต."
  วารสาร การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 41
  ปีที่พิมพ์ 3-7 กุมภาพันธ์ 2546.
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย
- ชื่อเรื่อง "การวิเคราะห์เท็กเจอร์โดยใช้การแปลงเวฟเล็ต."
  วารสาร การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 20
  ปีที่พิมพ์ พฤศจิกายน 2540.
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย
- ชื่อเรื่อง "การแก้ไขรายละเอียดของภาพโดยใช้การแปลงเวฟเล็ต."
  วารสาร วิศวสารลาดกระบัง คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณ ทหารลาดกระบัง
  ปีที่พิมพ์ เมษายน 2540.
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย

3.7.4 งานวิจัยที่กำลังจะทำ —

4. ผู้ร่วมวิจัย

4.1 ชื่อ (ภาษาไทย) นางสาวอัญจนา จันทร์ปะทิว
(อังกฤษ) Miss Anchana Janpatiw

4.2 เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 8603 00017 49 6

2.3 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ระดับ 5

4.4. หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้

แผนก/ภาควิชา ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร กอง/คณะ วิทยาเขตชุมพร
กรม/มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ หมู่ 6 ต.ชุมโค อ.ปะทิว จ.ชุมพร 86160
โทรศัพท์ 077-591-445
โทรสาร 077-506-410
Email: kjanjana@kmitl.ac.th

4.5 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขา	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2544	ตรี	วท.บ.	พืชสวน	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2547	โท	วท.บ.	พืชศาสตร์	มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์	ไทย

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.

4.6 สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา

- สาขา พืชสวน การปรับปรุงพันธุ์พืช การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

4.7 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ

4.7.1 ผู้อำนวยการแผนงานวิจัย : ชื่อแผนงานวิจัย

4.7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย : ชื่อโครงการวิจัย

4.7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว

1. ปีเงินงบประมาณ 2551 การขยายพันธุ์และอนุรักษ์พันธุ์กล้วยไม้เพชรหึงโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อร่วมกับการปลูกพืชไม่ใช้ดิน สถานะภาพ : ผู้ร่วมโครงการวิจัย

2. ผลงานวิจัยที่พิมพ์ออกเผยแพร่และ/หรือนำเสนอในการประชุมทางวิชาการ

- ชื่อเรื่อง "การผลิตแอนโธไซยานินในการเพาะเลี้ยงแคลลัสของกุหลาบมอญ (*Rosa damascena* Mill.)

วารสาร ว.วิทย.กษ.36 5-6(พิเศษ) : 733-736

ปีที่พิมพ์ 2548.

สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย

- ชื่อเรื่อง "ผลของ Benzyladenine และสารอินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญเติบโตของกล้วยเอื้องเงินหลวงในสภาพปลอดเชื้อ."

วารสาร เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 44 สาขาพืช, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์,กรุงเทพฯ.

ปีที่พิมพ์ 28 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2549

สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย

- ชื่อเรื่อง "การขยายพันธุ์กล้วยไม้สร้อยระย้าโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ."

วารสาร เอกสารประกอบการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ครั้งที่ 7. ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จังหวัดเชียงใหม่.

ปีที่พิมพ์ วันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549

สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย

- ชื่อเรื่อง "TISSUE CULTURE OF *GRAMMATOPHYLLUM SPECIOSUM* BLUME"

วารสาร THE WORLD LARGEST ORCHID

ปีที่พิมพ์ . 2009.,. AActa Hort. 812:205-210

สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย

- ชื่อเรื่อง "Screening Lutein and Zeaxanthin Compositional Variation in Sweet Corn Germplasm"

วารสาร The 11th Asian Maize Conference (11th AMC), China.

ปีที่พิมพ์ 2011

สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย

Junpatiw, A., Lertrat, K., Tunkwongchai, R. and Lomthaisong, K. 2011.., Nanning,

- ชื่อเรื่อง "การตรวจสอบปริมาณแคโรทีนอยด์ในข้าวโพดรับประทานฝักสดและการถ่ายทอดลักษณะทางพันธุกรรมของปริมาณแคโรทีนอยด์ในข้าวโพดหวาน"

วารสาร วิทยานิพนธ์ปริญญาปรัชญาดุษฎีบัณฑิต มหาวิทยาลัยขอนแก่น.

ปีที่พิมพ์ 2555.

สถานภาพในการทำวิจัย ผู้วิจัย

4.7.4 งานวิจัยที่กำลังทำ : -

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.

5. ที่ปรึกษาโครงการ

5.1 ชื่อ (ภาษาไทย) นายพลศาสตร์ เลิศประเสริฐ
(ภาษาอังกฤษ) Mr.Polsart LERTPASERT

5.2 เลขหมายประจำตัวประชาชน 3 3001 00371 48 7

5.3 ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์ ระดับ 7

5.4 หน่วยงานที่อยู่ที่ติดต่อได้

แผนก/ภาควิชา ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ กอง/คณะ คณะวิศวกรรมศาสตร์
กรม/มหาวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ที่อยู่ 3 หมู่ 2 ถนนฉลองกรุง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520
โทรศัพท์ 02-326-4222-3
โทรสาร 02-7392398
Email: klpolsar@kmitl.ac.th

5.5 ประวัติการศึกษา

ปีที่จบการศึกษา	ระดับปริญญา	อักษรย่อปริญญาและชื่อเต็ม	สาขาวิชา	วิชาเอก	ชื่อสถาบันการศึกษา	ประเทศ
2533	ปริญญาโท	วศ.ม.วิศวกรรมศาตรมหาบัณฑิต	วิศวกรรมไฟฟ้า	อิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย
2530	ปริญญาตรี	อส.บ. อุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต	เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์	อิเล็กทรอนิกส์	สถาบัน เทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	ไทย

5.6. สาขาวิชาการที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา) ระบุสาขาวิชา
วิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และการประมวลผลโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์
วิศวกรรมระบบควบคุมและอิเล็กทรอนิกส์กำลัง
วิศวกรรมคลื่นเสียง

5.7 ประสบการณ์ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยทั้งภายในและภายนอกประเทศ: ระบุสถานภาพในการทำวิจัยว่าเป็นหัวหน้าโครงการวิจัย หรือผู้ร่วมวิจัยในแต่ละเรื่อง

5.7.1 การบริหารงานวิจัย: ชื่อแผนงานวิจัยหรือชุดโครงการวิจัย

5.7.2 หัวหน้าโครงการวิจัย: ชื่อโครงการวิจัย

5.7.3 งานวิจัยที่ทำเสร็จแล้ว: ชื่อเรื่อง ปีที่พิมพ์การเผยแพร่และสถานภาพในการทำวิจัย

- ชื่อเรื่อง "เครื่องต้นแบบเครื่องวัดคลื่นไฟฟ้าหัวใจ อัตราการเต้นของหัวใจ และอัตราการหายใจ แบบแสดงผลบนจอภาพใช้ในสนาม"
  วารสาร รายงานการวิจัยห้องวิจัยอิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
  ปีที่พิมพ์ 2530
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย
- ชื่อเรื่อง "ระบบแสดงสัญญาณจากร่างกายสำหรับห้องผู้ป่วยหนัก"
  วารสาร การประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 10 คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
  ปีที่พิมพ์ 24-25 พฤศจิกายน 2530
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย

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.

- **ชื่อเรื่อง** "ระบบส่งคลื่นไฟฟ้าหัวใจด้วยคลื่นวิทยุ"
  วารสาร การประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า 9 สถาบัน ครั้งที่ 11 คณะวิศวกรรมเทคโนโลยี สถาบันเทคโนโลยีราชมงคล
  ปีที่พิมพ์ 16-17 ธันวาคม 2531
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** "เครื่องวัดความดันโลหิตควบคุมโดยไมโครโปรเซสเซอร์
  วารสาร การประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 13 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
  ปีที่พิมพ์ 8-9 พฤศจิกายน 2533
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** "เทคนิคการวัดความต้านทานทางไฟฟ้าของร่างกาย"
  วารสาร การประชุมทางวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 14 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ หาดใหญ่
  ปีที่พิมพ์ 7-8 พฤศจิกายน 2534
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** "การใช้จอ VGA ในการแสดงผลรูปสีเทียม"
  วารสาร การประชุมทางวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 15 ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
  ปีที่พิมพ์ 3-4 ธันวาคม 2535
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** "เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ 2 ช่องสัญญาณ"
  วารสาร วิศวกรรมสาร ปีที่ 46 เล่มที่ 8
  ปีที่พิมพ์ สิงหาคม 2535
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย
- **ชื่อเรื่อง** "Microprocessor base Arrhythmia Monitor Processing"
  วารสาร Asian Australia Regional Conference on Biomedical Electronics 1994, Institute Technology Bandung, INDONESIA
  ปีที่พิมพ์ 27-29 April 1994
  สถานภาพในการทำวิจัย ผู้ร่วมวิจัย

6.7.4 งานวิจัยที่กำลังจะทำ: ชื่อเรื่องและสถานภาพในการทำวิจัย

- **ชื่อเรื่อง** "การสร้างต้นแบบแขนกลโดยใช้เส้นใยไฟเบอร์"
  สถานภาพในการทำวิจัย ที่ปรึกษาโครงการ
- **ชื่อเรื่อง** "การควบคุมแขนกลแบบป้อนกลับทางลบ"
  สถานภาพในการทำวิจัย ที่ปรึกษาโครงการ
- **ชื่อเรื่อง** "เครื่องส่งสัญญาณโทรทัศน์ UHF"
  สถานภาพในการทำวิจัย ที่ปรึกษาโครงการ
- **ชื่อเรื่อง** "การควบคุมหุ่นยนต์อัตโนมัติ"
  สถานภาพในการทำวิจัย หัวหน้ากลุ่มวิจัย

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.