



รายงานการวิจัย

เรื่อง



เครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยาง

โดยวิธีวัดค่าความหนืด

The Prototype for Measurement of Para rubber Latex Concentration Using Viscosity

PCU
SB
141
HA

โดย

อิทธิพล พจนลัจ

เลขหมู่..... 0 7270
เลขทะเบียน 128635
วันเดือนปี 11 ม.ย. 2556

ที่ปรึกษาโครงการวิจัย

b.12557043
i.....

พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ

ได้รับทุนอุดหนุนโครงการวิจัย ประจำปี 2551

สำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

น้ำยางสด (Latex) (คณาจารย์ภาควิชาพืชไร่, 2542) ที่ได้จากการกรีด (Tapping) ต้นยางออกมาใหม่ๆ จะอยู่ในสภาพที่เรียกว่า Colloids ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ น้ำ ส่วนที่เป็นของแข็งแต่ไม่ใช่ยาง (non rubber solid) และส่วนที่เป็นยาง (rubber hydrocarbon) ปริมาณยางในน้ำยางสดจะมีปริมาณไม่แน่นอนขึ้นกับปัจจัยหลายประการเช่น อายุ พันธุ์ ระบบการกรีด และฤดูกาล เป็นต้น แต่โดยทั่วไปปริมาณของยางจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 25 – 45 เปอร์เซ็นต์ (วารกรณ์, 2530) การวัดความเข้มข้นของปริมาณยางในน้ำยางสดจึงเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดราคาซื้อขาย

เนื่องจากเป็นตัวบอกระดับปริมาณยางแห้งหรือที่เรียกว่า DRC (dry rubber content) หลังผ่านกระบวนการผลิต ปัญหาคือเกษตรกรไม่ทราบค่าที่ถูกต้องแน่นอนของเปอร์เซ็นต์น้ำยางของตน นอกจากนั้นยังมีปัญหาการเจือปนทั้งจากผู้ขายและผู้ซื้อเพื่อเป็นประโยชน์ต่อตนในด้านราคา

ฉะนั้นทางผู้วิจัยจึงมีความคิดที่จะพัฒนาเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืด เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของน้ำยางกับค่าความหนืด ศึกษาวิธีการตรวจวัด 3 แบบ คือ 1. การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด 2. การตรวจจับแบบฮอลล์ และ 3. การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง ได้ข้อสรุปวิธีการตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวดให้ผลการตอบสนองค่อนข้างเป็นแบบแปรผันมากกว่าวิธีอื่น โดยใช้ลูกเหล็กตัดผ่านขดลวดลงในน้ำยางตัวอย่างที่ความเข้มข้นน้ำยางต่างๆ โดยตัวอย่างน้ำยางใส่ในหลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร ทำการตรวจจับผลต่างเวลาระหว่างจุด 2 จุด โดยระยะห่างการตรวจจับลูกเหล็กเท่ากับ 6 เซนติเมตร นำข้อมูลที่ได้มาออกแบบเครื่องมือวัดโดยแสดงผลเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนระหว่าง 4.00-12.40 %

ABSTRACT

Latex, firstly came out is in the condition called colloids which consists of water the major part, non rubber solid part and rubber hydrocarbon part. Quantity of rubber hydrocarbon in water is inconstant due to many factors such as age, breeding, tapping system and season. Generally quantity of rubber hydrocarbon is between 25-45 percent. so the measurement of para rubber latex concentration is the main variable factor in determining selling price.

Due to it defines DRC (dry rubber content) after finishing production process. The problem of agriculturist is he/she is unable to know the accuracy of para rubber latex concentration percentage of his/her own product. Moreover there are some problems of the contamination from both sellers and buyers to take advantage from selling price for their own.

Thus the researcher has an idea to develop the prototype for measurement of para rubber latex concentration using viscosity. In order to find relationship between para rubber latex concentration and viscosity value by studying three types of measurement which are; 1) detecting by coil iron ball 2) detecting by Hall effect 3) detecting by light iron ball. The conclusion is detecting by coil iron ball gave the response nearly much more variable than other methods. By using iron ball cut through the coil in latex sampling at different concentration value. Latex sampling is contained in test tube of size 1.5 cm. diameter, length 15 cm. Detecting time different result between two spots which the distance of detecting iron ball is 6 cm. Use the obtained data to design measurement tool by presenting the result in percentage. The result has deviation between 4.00 – 12.40%

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ก
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ข
สารบัญ.....	ค
สารบัญตาราง.....	จ
สารบัญภาพ.....	ฉ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย	2
ขอบเขตของการวิจัย	3
ระเบียบวิธีวิจัย	3
ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	5
2. ทฤษฎีและวิธีการ	6
ทฤษฎีบท	
ความหนืด (viscosity)	6
วิธีการ	
การหาความเข้มข้นน้ำยางมาตรฐาน.....	10
การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด.....	11
การตรวจจับแบบฮอลล์.....	13
การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง.....	14
3. การออกแบบระบบ.....	15
การออกแบบระบบเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืด	
การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด.....	15
การตรวจจับแบบฮอลล์.....	17
การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง	17
โปรแกรมของเครื่องที่ออกแบบ.....	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ.....	24
ผลการทดลองการตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด	24
ผลการทดลองการตรวจจับแบบขอลล์.....	25
ผลการทดลองการตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง.....	26
วิจารณ์ผลการทดลอง.....	26
ข้อสรุปผลการทดลอง.....	27
5. บรรณานุกรม.....	30
6. ประวัติผู้วิจัย.....	31



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	การเจ็องน้ำยงความเข้มซัน 60%.....	10
2	ผลกรหาค่าความเข้มซันน้ำยงมาตรฐาน.....	11



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
1	วัตถุ m เคลื่อนที่ผ่านของไหลด้วยความเร็ว v3
2.1	แสดงภาพการไหลของของไหลในท่อ.....6
2.2	แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลมในของเหลว.....7
2.3	วิธีการวัดค่าความหนืด9
2.4	แสดงวิธีการหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นน้ำยากับค่าความหนืด.....9
2.5	วงจรรอสซิลเลเตอร์.....11
2.6	การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด.....12
2.7	ปรากฏการณ์ฮอลล์.....13
2.8	การตรวจจับแบบฮอลล์.....14
2.9	การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง.....14
3.1	วงจรรอสซิลเลเตอร์.....15
3.2	วงจรรีเทคเตอร์.....16
3.3	วงจรเปรียบเทียบแรงดัน.....16
3.4	ไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผล.....16
3.5	แสดงสภาวะการทำงาน(A) และวงจรไอซี A1106(B).....17
3.6	วงจรรากส่ง.....17
3.7	วงจรรากรับ.....18
3.8	Interrupt Enable Register.....19
3.9	การจัดลำดับความสำคัญการอินเทอร์รัพท์.....20
3.10	การอินเทอร์รัพท์ของ Timer.....21
3.11	โปรแกรมของเครื่องที่ออกแบบ.....23
4.1	การวัดค่าเวลาของลูกเหล็กขนาดใหญ่กับความเข้มข้นน้ำยากต่างๆ.....24
4.2	การวัดค่าเวลาของลูกเหล็กขนาดกลางกับความเข้มข้นน้ำยากต่างๆ.....24
4.3	การวัดค่าเวลาของลูกเหล็กขนาดเล็กกับความเข้มข้นน้ำยากต่างๆ.....25
4.4	การวัดค่าเวลาของการตรวจจับแบบฮอลล์กับความเข้มข้นน้ำยากต่างๆ.....25

4.5 การทดสอบค่าจริงกับค่าการวัดด้วยเครื่องที่ออกแบบ.....27

4.6 การอบและชั่งน้ำหนักในการหาความเข้มข้นน้ำยามาตรฐาน.....28

4.7 การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด.....28

4.8 การตรวจจับแบบฮอลล์.....28

4.9 การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง.....28

4.10 เครื่องและการทดสอบเครื่องต้นแบบ.....29

4.11 เครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยาโดยวิธีวัดค่าความหนืดที่ออกแบบ.....29



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

อุตสาหกรรมยางพาราเป็นอุตสาหกรรมการแปรรูปยางพาราขั้นต้นที่นำเอาน้ำยางสดที่กรี๊ดได้จากต้นยางพารามาแปรรูปให้อยู่ในสภาพที่เหมาะสมและสะดวกในการนำไปใช้เป็นวัตถุดิบในการผลิตผลิตภัณฑ์ยาง ยางพาราที่ผลิตได้แบ่งออกได้เป็น 5 ชนิด ได้แก่ ยางแผ่นรมควัน(Ribbed Smoke Sheet: RSS) ยางแท่ง(Standard Thai Rubber: STR) ยางเครป ยางอบแห้ง(Air Dried Sheet: ADS) และน้ำยางข้น(Concentrate Latex) ยางพาราเหล่านี้จะนำไปใช้ในการผลิตผลิตภัณฑ์สำเร็จรูปอื่น ๆ เช่น ยางยานพาหนะ ประกอบด้วย ยางรถยนต์ ยางรถจักรยานยนต์ ยางรถจักรยาน ถุงมือยาง ถุงยางอนามัย ยางรัดของ และท่ออย่างต่างๆ และใช้ในเทคโนโลยีสูงสุดได้แก่ การทำล้อเครื่องบิน เป็นต้น

ผลผลิตยางธรรมชาติประมาณร้อยละ 70 มาจากแหล่งผลิตที่สำคัญ คือ ไทย อินโดนีเซีย และมาเลเซีย โดยไทยเป็นประเทศที่ผลิตยางธรรมชาติรายใหญ่ที่สุด ซึ่งเน้นที่การผลิตยางแผ่นรมควันและน้ำยางข้น อินโดนีเซียเป็นผู้ผลิตยางธรรมชาติรายใหญ่อันดับ 2 และผลิตยางแท่งมากที่สุดในโลก สำหรับมาเลเซียเป็นประเทศผู้ผลิตอันดับสามของโลกโดยเน้นที่การผลิตยางแท่งเช่นเดียวกับอินโดนีเซีย ในปัจจุบันศักยภาพการผลิตยางธรรมชาติของมาเลเซียเริ่มลดลง จึงต้องนำเข้าน้ำยางดิบจากประเทศไทยบางส่วน

ประเทศผู้ส่งออกยางธรรมชาติที่สำคัญของโลกคือ ไทย ร้อยละ 44.8 อินโดนีเซีย ร้อยละ 26 มาเลเซีย ร้อยละ 15.1 รวม 3 ประเทศมีส่วนส่งออกไปถึงร้อยละ 86 ของการส่งออกยางทั้งหมด ซึ่งมีประมาณ 4.6 - 5 ล้านตันต่อปี

ประเทศผู้นำเข้ายางธรรมชาติที่สำคัญของโลกประกอบด้วย สหรัฐอเมริกา จีนและญี่ปุ่น เป็นสัดส่วน ร้อยละ 17.8 17.3 และ 13.1 ตามลำดับในปี 2544 ถ้าพิจารณาเฉพาะการนำเข้าน้ำยางข้น ประเทศผู้นำเข้าหลักได้แก่ มาเลเซีย สหรัฐอเมริกา จีนและเยอรมัน

ปัจจุบันไทยมีการผลิตยางพาราประมาณปีละ 2.4 ล้านตัน โดยใช้ในการส่งออกประมาณ 2.2 ล้านตัน ที่เหลือใช้ในการบริโภคในประเทศ ประมาณ 240,000 ตัน โดยตลาดส่งออกที่สำคัญเรียงตามลำดับ ได้แก่ ญี่ปุ่น จีน สหรัฐอเมริกา มาเลเซียและเกาหลีใต้

พื้นที่ปลูกยางพาราหลักๆ ของไทยอยู่ในภาคใต้ 15 จังหวัด ภาคตะวันออก 6 จังหวัด รวมกับพื้นที่ปลูกในภาคตะวันออกเฉียงเหนือ 16 จังหวัด

การแปรรูปยางของข้อมูลวิชาการยางพาราปี 2542 พบว่า น้ำยางที่ได้จากต้นยางพารา 100% จะได้น้ำยางสด 92% อีก 8 % ที่เหลือเป็นยางก้นถ้วยและเศษยาง ซึ่งส่วนใหญ่ประมาณ 90% ใช้ในการผลิตยางแท่งชั้นต่ำ ส่วนที่เหลือจึงผลิตเป็นยางเครพชั้นต่ำ ส่วนน้ำยางสดนั้นจะมีการแปรรูปเป็นยางแท่งถึง 90% โดยส่วนใหญ่ถึง 97% ของยางแท่งเป็นยางแผ่นรมควัน อีก 2% เป็นยางแท่งชั้นดี ซึ่งบางส่วนของยางแผ่นรมควันก็ถูกนำมาแปรรูปใหม่เป็นยางแท่งชั้นดีเช่นกัน

การผลิตน้ำยางข้น

การผลิตน้ำยางข้นได้จากการนำน้ำยางสดที่รักษาสภาพด้วย สารละลายแอมโมเนีย หรือ สารละลายโซเดียมซัลไฟท์ แล้วนำมาปั่นแยกด้วยเครื่องปั่นความเร็วสูง เพื่อแยกน้ำและสารอื่นๆ ที่ละลายอยู่ในน้ำออกไปบางส่วน จะได้น้ำยางแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. น้ำยางข้น 60% (Concentrated latex) รักษาสภาพด้วย 0.7% สารละลายแอมโมเนียชนิดเข้มข้นหรือ 0.2% สารละลายแอมโมเนียชนิดเจือจาง ร่วมกับสารช่วยรักษาสภาพน้ำยาง
2. หางน้ำยาง (Skim latex) นำมาใส่ NH_3 แล้วเติม H_2SO_4 แล้วผ่านกระบวนการรีดเครพหรือตัดย่อย เพื่อผลิตเป็นสกินเครพ หรือ สกินบลิ๊อค

น้ำยางสด (Latex) ที่ได้จากการกรีด (Tapping) ต้นยางออกมาใหม่ๆ จะอยู่ในสภาพที่เรียกว่า Colloids ซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ น้ำ ส่วนที่เป็นของแข็งแต่ไม่ใช่ยาง (non rubber solid) และส่วนที่เป็นยาง (rubber hydrocarbon) ปริมาณยางในน้ำยางสดจะมีปริมาณไม่แน่นอน ขึ้นกับปัจจัยหลายประการเช่น อายุ พันธุ์ ระบบการกรีด และฤดูกาล เป็นต้น แต่โดยทั่วไปปริมาณของยางจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 25 – 45 เปอร์เซ็นต์ การวัดความเข้มข้นของปริมาณยางในน้ำยางสดจึงเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดราคาซื้อขาย เนื่องจากเป็นตัวบอกระดับปริมาณยางแห้งหรือที่เรียกว่า DRC (dry rubber content) หลังผ่านกระบวนการผลิต

ทางกลุ่มวิจัยจึงมีความคิดที่จะพัฒนาเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืด เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นของน้ำยางกับค่าความหนืด และนำผลที่ได้มาแสดงเป็นเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นน้ำยางออกมาเป็นตัวเลข อย่างไรก็ตามในการออกแบบและพัฒนาจำเป็นต้องทราบตัวแปรความสัมพันธ์ของค่าความหนืดกับความเข้มข้นของน้ำยาง เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบพัฒนาเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืดในเชิงวิศวกรรม เพื่อให้เครื่องวัดมีประสิทธิภาพและมีความน่าเชื่อถือในการวัด

วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

- เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืด

- เพิ่มประสิทธิภาพ ความละเอียด การใช้งานที่ง่าย และรวดเร็ว ในการตรวจสอบความเข้มข้นของน้ำยางพารา
- เพื่อตรวจสอบ รักษาหรือเพิ่มมาตรฐาน ในการควบคุมคุณภาพของน้ำยางพาราไทย

ขอบเขตของการวิจัย

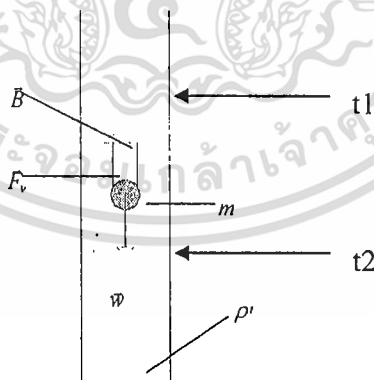
ทำการศึกษาและออกแบบระบบตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยาง โดยใช้วิธีการวัดค่าความหนืด แสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของน้ำยาง โดยให้มีประสิทธิภาพสูงทั้งในด้านความถูกต้อง รวดเร็ว และใช้งานได้ง่าย

ระเบียบวิธีวิจัย

- การสร้างเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืด โดย การศึกษาข้อมูลและทดลองเพื่อหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นน้ำยางกับค่าความหนืด เพื่อทำการออกแบบเครื่องตรวจฯ ให้เหมาะสมกับการทดลอง แล้วทำการจัดสร้าง
- การทดลองเพื่อสอบเทียบค่าการตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืด โดยใช้เครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นมากับค่าความเข้มข้นน้ำยางมาตรฐาน

ทฤษฎีหรือกรอบแนวความคิดของโครงการวิจัย

เมื่อมีวัตถุเคลื่อนที่ผ่านของไหลจะมีแรงด้านการเคลื่อนที่ แรงด้านนี้เรียกว่า แรงเสียดทานของไหล (Fluid frictional force) หรือแรงหนืด (Viscous force) แสดงว่าของไหลทุกชนิดมีความหนืด (Viscosity)



ภาพที่ 1 วัตถุมวล m เคลื่อนที่ผ่านของไหลด้วยความเร็ว v

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจวัดค่าความเข้มข้นของน้ำยางพารา ทำได้โดยใช้วัตถุตั้งลงในน้ำยางตัวอย่างที่ต้องการวัด ทำการหาค่าผลต่างเวลาระหว่างเวลาที่ t_1 และ t_2 ดังภาพที่ 1 ถ้า V ความเร็วมีค่ามาก (ผลต่างเวลามีค่าน้อย ($t_2 - t_1$)) ค่า η ความหนืดจะมีค่าน้อยซึ่งหมายความว่าความเข้มข้นน้ำยางมีค่าน้อย

อย่างไรก็ตาม ในการออกแบบและพัฒนาจำเป็นต้องทราบตัวแปรความสัมพันธ์ของค่าความหนืดกับความเข้มข้นของน้ำยาง เมื่อได้กราฟความสัมพันธ์แล้ว จึงทำการออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ร่วมกับซอฟต์แวร์ทำการประมวลผลแสดงผลเป็นเปอร์เซ็นต์ความเข้มข้นของน้ำยาง

บททวนวรรณกรรม/สารสนเทศ (information) ที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาผลงานวิจัยของ ประทุมพร หินธาวี (2543) ระบบตรวจวัดคุณภาพน้ำยางพาราแบบอัตโนมัติโดยใช้หัวตรวจวัดก๊าซและระบบโครงข่ายประสาท เซนเซอร์ออกแบบและประดิษฐ์ระบบวัดก๊าซแบบอัตโนมัติ ที่ควบคุมการทำงานโดยคอมพิวเตอร์ และนำระบบดังกล่าวมาใช้ทดสอบน้ำยางพารา ว่าเป็นน้ำยางพาราที่มาจากแหล่งใด ระบบวัดประกอบด้วยหัวตรวจวัดก๊าซชนิดสาร กิ่งตัวนำดีบุกออกไซด์ (SnO_2) จำนวน 4 ตัวและสามารถเลือกวัดสารตัวอย่าง ได้ 5 ชนิด ในการทดลองครั้งเดียวกัน และได้ทำการทดลองวัดน้ำยางพาราที่มาจาก 3 แหล่งคือ น้ำยางพารา ยี่ห้อ Juki น้ำยางพาราจากระยองและภูเก็ต โดยสามารถวิเคราะห์ แยกแหล่งที่มาของน้ำยางพารา ยี่ห้อ Juki ได้ถูกต้อง 80% น้ำยางพาราจากระยอง ได้ถูกต้อง 100% และน้ำยางพาราจากภูเก็ตได้ถูกต้อง 100% นอกจากนี้ยังได้ ทำการศึกษาความเป็นไปได้ในการวิเคราะห์หาปริมาณ ส่วนประกอบต่าง ๆ ที่มีใน น้ำยาง โดยใช้สมการเชิงเส้นทางคณิตศาสตร์ จากการศึกษาพบว่าระบบ สามารถที่จะบอกปริมาณส่วนประกอบต่าง ๆ ได้ถูกต้องประมาณ 70%

จากน้ำยางสดที่กรี๊ดได้จากต้นยางพาราซึ่งประกอบด้วยส่วนที่สำคัญคือ น้ำ ส่วนที่เป็นของแข็งแต่ไม่ใช่ยาง และส่วนที่เป็นยาง โดยทั่วไปปริมาณของยางจะอยู่ในช่วงตั้งแต่ 25 – 45 เปอร์เซ็นต์ การวัดความเข้มข้นของปริมาณยางในน้ำยางสดจึงเป็นตัวแปรสำคัญในการกำหนดราคาซื้อขาย

ทางคณะวิจัยได้มีการเสนอแนวคิดการตรวจวัดค่าความเข้มข้นของน้ำยางพารา โดยวิธีวัดค่าความหนืดเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ ความละเอียด รวดเร็ว มีความแม่นยำสูง ใช้งานง่าย และราคาต่ำ ในการวัดค่าความเข้มข้นของน้ำยาง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- สามารถตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยาง โดยแสดงค่าเป็นเปอร์เซ็นต์
- เพิ่มคุณภาพ มาตรฐานและประสิทธิภาพของการตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยาง
- พัฒนาเทคโนโลยีด้านอุตสาหกรรมเกษตร



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีและวิธีการ

Theory and Method

การพัฒนาเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืด ในโครงการวิจัยนี้ทำได้โดยใช้วัตถุที่ลงในน้ำยางตัวอย่างที่ต้องการวัด ทำการหาค่าผลต่างเวลาระหว่างเวลา เพื่อหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นน้ำยางกับค่าความหนืด ซึ่งจำเป็นต้องทราบตัวแปรความสัมพันธ์เพื่อนำมาเป็นข้อมูลในการออกแบบพัฒนาเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืดในเชิงวิศวกรรม

ทฤษฎีบท

ความหนืด(Viscosity)

ขณะที่ของไหล เช่นของเหลว ไหลในท่อเล็กๆ ชั้นของของเหลวที่อยู่บริเวณกึ่งกลางของท่อจะมีความเร็วมากกว่าชั้นของของเหลวที่อยู่ถัดออกมาและอยู่ใกล้ท่อมากกว่า ทั้งนี้เนื่องจากระหว่างชั้นของของเหลวมีแรงต้านภายในเกิดขึ้น แรงต้านนี้เรียกว่าแรงหนืด (viscous force) และกล่าวได้ว่าของเหลวที่มีความหนืด (viscosity)



ภาพที่ 2.1 แสดงภาพการไหลของของไหลในท่อ

เมื่อวัตถุเคลื่อนที่ในของไหลจะเกิดแรงต้านการเคลื่อนที่เนื่องจากความหนืด แรงต้านนี้จะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความเร็ว แต่มีทิศตรงกันข้ามและเป็นไปตามสมการ

$$f = -k\eta v \quad (2.1)$$

เมื่อ f คือ แรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุ เกิดจากความหนืด

v คือ ความเร็วของวัตถุ

k คือ ค่าคงที่ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปร่างของวัตถุ เช่น วัตถุรูปทรงกลมรัศมี r มีค่า $k = 6\pi r$

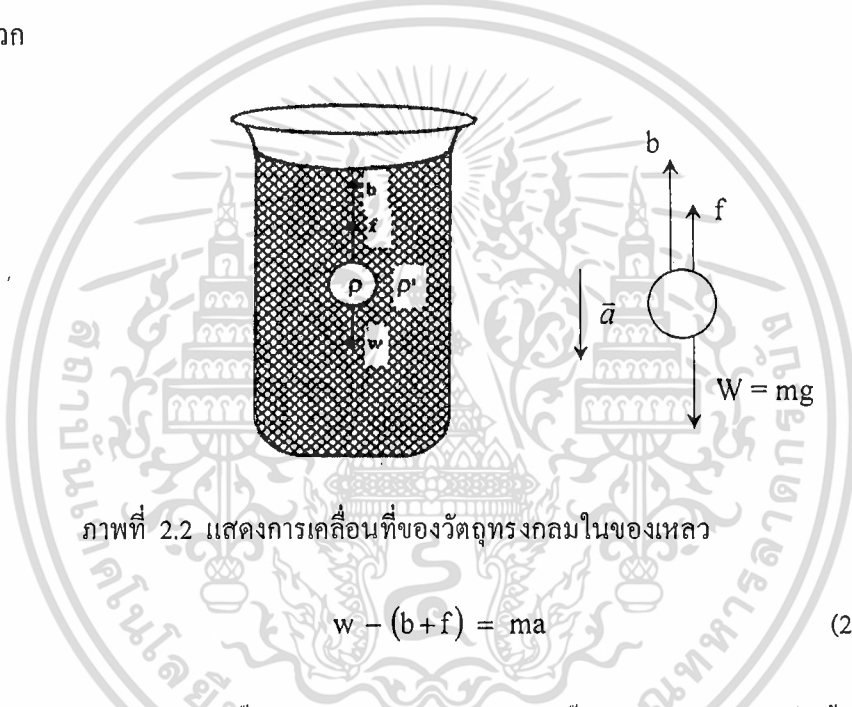
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

η คือ ค่าคงที่ซึ่งขึ้นกับความหนืด เรียกว่า สัมประสิทธิ์ความหนืด (viscosity coefficient) แทนค่า k ในสมการ (2.1) จะได้

$$f = -6\pi\eta rv \quad (2.2)$$

เรียกสมการ (2.2) นี้ว่า กฎของสโตกส์ (Stokes' law)

เมื่อวัตถุทรงกลมรัศมี r มวล m ตกในของเหลวที่มีความหนืดจะมีแรงต่างๆ ที่กระทำต่อวัตถุ ได้แก่ น้ำหนัก w แรงพยุง b และแรงหนืด f ของของเหลว ซึ่งมีทิศดังภาพที่ 2.2 วัตถุจะเคลื่อนที่ด้วยความเร่ง \vec{a} จากกฎการเคลื่อนที่ข้อที่สองของนิวตัน วัตถุเคลื่อนที่ตกลงสู่พื้น ให้ทิศพุ่งลงเป็นบวก



ภาพที่ 2.2 แสดงการเคลื่อนที่ของวัตถุทรงกลมในของเหลว

จะได้

$$w - (b+f) = ma \quad (2.3)$$

ความเร็วของวัตถุจะเพิ่มขึ้นเป็นผลให้แรงหนืดมีค่ามากขึ้นด้วย แรงหนืดจะเพิ่มขึ้นจนถึงค่าสูงสุด ซึ่งจะทำให้แรงลัพธ์บนวัตถุเท่ากับศูนย์ ขณะนั้นความเร่ง $\vec{a} = 0$ แต่ความเร็วจะมีค่าสูงสุด ซึ่งเรียกว่า ความเร็วปลาย (terminal velocity, v_T) เขียนสมการได้เป็น

$$w - (b+f_{\max}) = ma \quad (2.4)$$

เมื่อ w เป็นน้ำหนักของวัตถุทรงกลมมีค่าเท่ากับ

$$w = mg = \rho Vg = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho g \quad (2.5)$$

ρ คือ ความหนาแน่นของวัตถุ

r คือ รัศมีของวัตถุทรงกลม

b คือ แรงพยุงมีค่าเท่ากับ

$$b = \frac{4}{3}\pi r^3 \rho' g \quad (2.6)$$

ρ' คือ ความหนาแน่นของของเหลว

f_{\max} คือ แรงหนืดสูงสุดของของเหลวมีค่าเท่ากับ

$$f_{\max} = 6\pi\eta r v_T \quad (2.7)$$

แทนสมการที่ (2.5) (2.6) และ (2.7) ลงในสมการ (6.4) จะได้

$$\frac{4}{3}\pi r^3 \rho g - \frac{4}{3}\pi r^3 \rho' g - 6\pi\eta r v_T = 0 \quad (2.8)$$

แทนค่า r ด้วยค่า $\frac{d}{2}$ เมื่อ d คือ เส้นผ่าศูนย์กลางของวัตถุทรงกลม จะได้

$$\frac{1}{6}\pi r^3 \rho g - \frac{1}{6}\pi r^3 \rho' g - 3\pi\eta r v_T = 0 \quad (2.9)$$

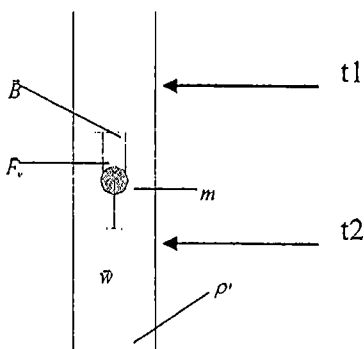
ดังนั้น

$$\eta = \frac{(\rho - \rho')}{18v_T} g d^2 \quad (2.10)$$

ค่าสัมประสิทธิ์ความหนืด η ของของเหลวเป็นสมบัติเฉพาะตัว ขึ้นกับอุณหภูมิและชนิดของของเหลว มีหน่วยในระบบ SI เป็น $\text{kg/m}\cdot\text{s}$ หรือ $\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ นิยมเขียนเป็นหน่วย cgs คือ $\text{g}/\text{cm}\cdot\text{s}$ หรือ poise โดยที่ $1 \text{ g}/\text{cm}\cdot\text{s} = 1 \text{ poise}$, $1 \text{ kg}/\text{m}\cdot\text{s} = 1 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2$ และ $1 \text{ N}\cdot\text{s}/\text{m}^2 = 10 \text{ poise}$

ความเร็วปลาย v_T หาได้จากการทดลอง ดังนั้น จึงหาสัมประสิทธิ์ความหนืด η ได้จากสมการ (2.10) ซึ่งมีหน่วยเป็น $(\text{N}\cdot\text{s}/\text{m}^2)$ สามารถเขียนสมการ (2.10) ใหม่ได้เป็น

$$v_T = \frac{(\rho - \rho')}{18\eta} g d^2 \quad (2.11)$$



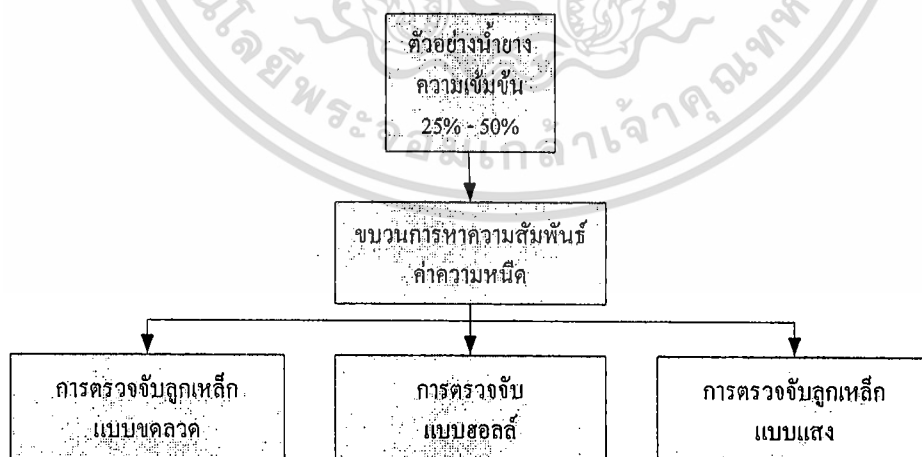
ภาพที่ 2.3 วิธีการวัดค่าความหนืด

การตรวจวัดค่าความเข้มข้นของน้ำยางพารา ทำได้โดยใช้ลูกเหล็กทิ้งลงในน้ำยาง ตัวอย่างที่ต้องการวัด ทำการหาค่าผลต่างเวลาระหว่างเวลาที่ t_1 และ t_2 ดังภาพที่ 2.3 จากสมการ ถ้า v ความเร็วมีค่ามาก (ผลต่างเวลามีค่าน้อย ($t_2 - t_1$)) ค่า η ความหนืดจะมีค่าน้อยซึ่งหมายความว่าความเข้มข้นน้ำยางมีค่าน้อย

วิธีการ

ในการหาความสัมพันธ์ความสัมพันธ์ของความเข้มข้นน้ำยางกับค่าความหนืด ในการวิจัย แสดงดังภาพที่ 2.4 แบ่งเป็น 3 วิธี คือ

1. การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด
2. การตรวจจับแบบฮอกล์
3. การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง



ภาพที่ 2.4 แสดงวิธีการหาความสัมพันธ์ของความเข้มข้นน้ำยางกับค่าความหนืด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดแสดงดังนี้

การหาความเข้มข้นน้ำย่างมาตรฐาน

จากเอกสารคำแนะนำทางวิชาการ เลขที่ 3/2544 สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตรวิธีการหาปริมาณเนื้อยางแห้ง (ความเข้มข้นน้ำย่าง) มีดังนี้

1. ชั่งน้ำย่าง 20 กรัม โดยเครื่องชั่งชนิดละเอียด บันทึกรผล
2. เติมกรดอะซิติก 2% ลงในน้ำย่างที่ชั่ง
3. เมื่อยางจับตัวดีแล้วนำไปรีดให้มีความหนาไม่เกิน 2 มิลลิเมตร ล้างให้สะอาดด้วยน้ำ
4. นำยางแผ่นที่ได้อบให้แห้งในตู้อบอุณหภูมิ 70 °C ประมาณ 16 ชั่วโมง
5. นำแผ่นยางที่ได้ใส่ในโถแก้วสูญญากาศดูความชื้นประมาณ 15 นาที
6. นำแผ่นยางไปชั่งด้วยเครื่องชั่งอีกครั้ง บันทึกรผล
7. คำนวณหาปริมาณเนื้อยางแห้ง

$$\text{ปริมาณเนื้อยางแห้ง} = \frac{\text{น้ำหนักน้ำย่างหลังการอบ}}{\text{น้ำหนักน้ำย่าง 20 กรัม}} \times 100 \%$$

นำน้ำย่างความเข้มข้น 60% มาทำการเจือจางด้วยน้ำ เพื่อให้ได้ความเข้มข้นตามต้องการ ข้อมูลแสดงดังตารางที่ 1.

ตารางที่ 1. การเจือจางน้ำย่างความเข้มข้น 60%

ความเข้มข้นน้ำย่าง 300cc.		
ความเข้มข้น(%) ที่ต้องการ	ปริมาณน้ำย่าง 60%(cc.)	ปริมาณน้ำ (cc.)
25	125	175
30	150	150
35	175	125
40	200	100
45	225	75
50	250	50

น้ำย่างในกระบวนการเป็นน้ำย่างความเข้มข้น 60% ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2. ผลการหาค่าความเข้มข้นน้ำยารมาตรฐาน

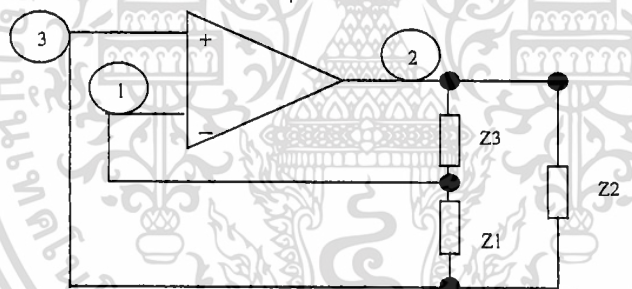
ความเข้มข้น(%) ที่ต้องการ	ค่าการชั่งน้ำหนักของตัวอย่างที่ (กรัม)					ค่าเฉลี่ย (กรัม)	ความเข้มข้น จากการคำนวณ (%)	ความคลาด เคลื่อน (%)
	1	2	3	4	5			
25	5.08	5.07	5.07	5.06	5.08	5.072	25.36	1.44
30	6.06	6.07	6.06	6.07	6.06	6.064	30.32	1.07
35	7.08	7.08	7.08	7.08	7.07	7.078	35.39	1.11
40	8.06	8.06	8.06	8.04	8.08	8.060	40.30	0.75
45	9.06	9.10	9.11	9.06	9.09	9.084	45.42	0.93
50	10.22	10.18	10.15	10.20	10.21	10.192	50.96	1.92

การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด

วงจรออสซิลเลเตอร์ (Oscillator)

วงจรออสซิลเลเตอร์ เป็นวงจรผลิตความถี่ที่มีองค์ประกอบของอิมพีแดนซ์ 3 ตัว ดังภาพที่

2.5



ภาพที่ 2.5 วงจรออสซิลเลเตอร์

จากภาพ Ground จะอยู่ที่ Node ใดก็ได้ (GND \equiv Reference) o/p Node จะอยู่ที่ใดก็ได้ (ที่ไม่ใช่ GND) เพื่อความสะดวก และลดความยุ่งยากของสมการจะให้ Node 3 เป็น Reference (GND) และ $R_{in} = \infty$

คำนวณหาอัตราขยายแรงดันที่เอาต์พุต (A_o) และ ค่าของแฟกเตอร์การป้อนกลับ (F)
 ดังสมการ (2.12) ทำให้ได้เงื่อนไขของวงจรออสซิลเลเตอร์ ดังสมการ (2.13)

$$v_o = Av_o v_1 \frac{Z_L}{Z_L + Z_o}, z_L = \frac{Z_2(Z_1 + Z_3)}{Z_2 + Z_1 + Z_3}$$

$$\frac{v_o}{v_1} = A_o = \frac{Av_o Z_1 (Z_1 + Z_3)}{(Z_2 + Z_1 + Z_3)(Z_L + R_o)}$$

$$v_f = v_o \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3} = Fv_o, F = \frac{Z_1}{Z_1 + Z_3} \quad (2.12)$$

$$A_o F = \frac{Av_o Z_2 Z_1}{(Z_1 + Z_2 + Z_3) \frac{(Z_2(Z_1 + Z_3))}{Z_1 + Z_2 + Z_3} + R_o}$$

$$A_o F = \frac{Av_o Z_2 Z_1}{R_o(Z_1 + Z_2 + Z_3) + Z_2(Z_1 + Z_3)}$$

โดนการให้ Z_1, Z_2, Z_3 เป็น Reactive Devices

$$Z_1, Z_2, Z_3 \rightarrow jx_1, jx_2, jx_3$$

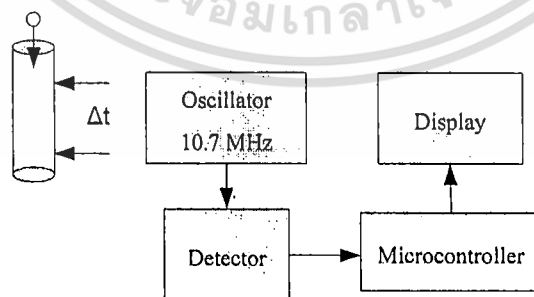
$$A_o F = \frac{-Av_o x_1 x_2}{jR_o(x_1 + x_2 + x_3) - x_2(x_1 + x_3)}$$

ที่ความถี่ OSCILLATION (ω_o) $\text{Im}\{A_o F(\omega_o)\} = 0$

$$x_1 + x_2 + x_3 = 0 \quad (2.13)$$

โดยการทำให้ $jx_1 + jx_2 + jx_3 = 0$ จะได้ OSC ในความเป็นจริง AMP ที่ใช้ $Rin \neq \infty$ ก็ยังสามารถใช้หลักการข้างต้นนี้สร้างวงจร OSCILLATOR ได้

ในการวิจัยได้ออกแบบการตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด ดังภาพที่ 2.6 โดยรายละเอียดจะได้กล่าวในบทต่อไป



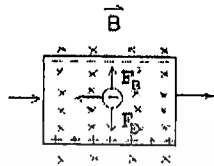
ภาพที่ 2.6 การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจจับสนามแม่เหล็ก

ปรากฏการณ์ฮอลล์ (Hall effect)

ตัวนำที่มีกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน เมื่อวางอยู่ในสนามแม่เหล็กจะเกิดความต่างศักย์ในแนวตั้งฉากกับทิศการไหลของกระแสไฟฟ้าและทิศของสนามแม่เหล็ก จึงเรียกสิ่งนี้ว่าปรากฏการณ์ฮอลล์



ภาพที่ 2.7 ปรากฏการณ์ฮอลล์

ภาพที่ 2.7 แรงแม่เหล็กบนประจุไฟฟ้า $F_B = qv_d B$ มีขนาดเท่ากับแรงไฟฟ้า $F_E = qE_H$ เมื่อ E_H เป็นสนามไฟฟ้า ถ้าแผ่นตัวนำกว้าง d , ความต่างศักย์ฮอลล์ V_H

จะได้ว่า $qv_d B = qE_H$ และ $E_H = v_d B$ ดังสมการ (2.14)

$$V_H = E_H d = v_d B d \quad (2.14)$$

โดยที่ $v_d = I/nqA$ เมื่อ A เป็นพื้นที่หน้าตัดของแผ่นตัวนำ และ n เป็นจำนวนประจุต่อหน่วยปริมาตร หรือความหนาแน่นประจุ จะได้ดังสมการ (2.15)

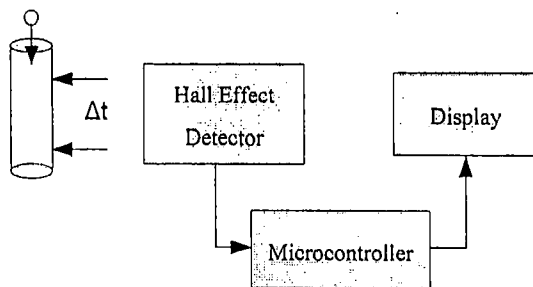
$$V_H = IBd/nqA \quad (2.15)$$

เนื่องจาก $A = td$ โดยที่ t เป็นความหนาของแผ่นตัวนำ จึงเขียนสมการได้อีกแบบหนึ่งเป็นดังสมการ (2.16)

$$V_H = IB/nqt = R_H B/t \quad (2.16)$$

เมื่อ $R_H = 1/nq$ คือ ค่าสัมประสิทธิ์ฮอลล์ (Hall efficient) ถ้ารู้ค่า R_H และความหนา t ของแผ่นตัวนำ หรือแผ่นวัสดุตัวอย่าง (sample) อื่น ๆ จากค่า V_H ที่วัดได้ จะหาค่าสนามแม่เหล็ก B ได้จากสมการ (2.16) V_H ปรากฏการณ์ฮอลล์ จึงเป็นอีกวิธีหนึ่งที่ใช้หาค่าสนามแม่เหล็กที่ไม่ทราบค่าได้

ในการวิจัยได้ออกแบบการตรวจจับสนามแม่เหล็กดังภาพที่ 2.8 โดยรายละเอียดจะได้กล่าวในบทต่อไป



ภาพที่ 2.8 การตรวจจับแบบฮอลล์

การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง

การส่งผ่านแสง(T) เป็นอัตราส่วนของความเข้มแสงผ่านทะลุตัวกลาง (I) ต่อความเข้มแสงตกกระทบตัวกลาง (I₀) ดังสมการ (2.17) และ (2.18)

$$T = I / I_0 = e^{-\epsilon(\lambda)cd} \tag{2.17}$$

$$A = \epsilon(\lambda)cd \tag{2.18}$$

เมื่อ A คือการดูดกลืน

$\epsilon(\lambda)$ คือสัมประสิทธิ์การดูดกลืนที่ขึ้นอยู่กับแต่ละความยาวคลื่นแสง

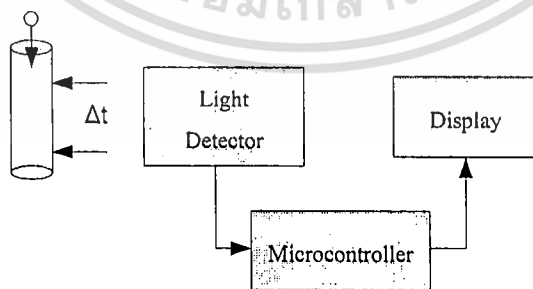
c คือค่าความเข้มข้นของสารละลายในตัวกลาง

d คือความยาวของตัวกลางที่แสงส่งผ่าน

และ I = ความเข้มแสงที่ส่งผ่าน

I₀ = ความเข้มแสงที่ตกกระทบ

โดยอาศัยหลักการการส่งผ่านของแสง ในการวิจัยได้ออกแบบการตรวจจับลูกเหล็กแบบแสงดังภาพที่ 2.9 โดยรายละเอียดจะได้กล่าวในบทต่อไป



ภาพที่ 2.9 การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

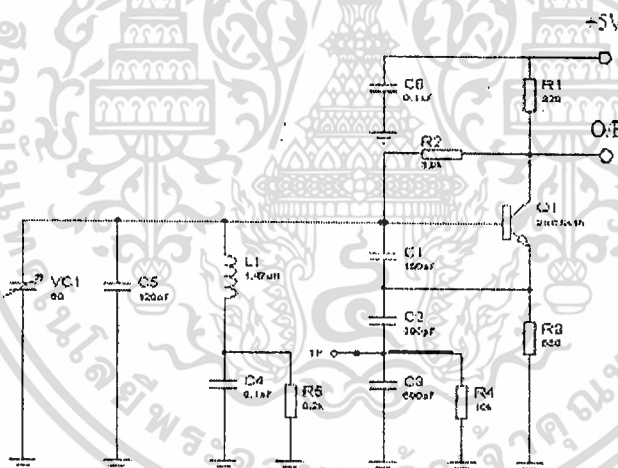
บทที่ 3

การออกแบบระบบ System Design

การออกแบบระบบเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืด
การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด

การวิจัยได้ออกแบบการตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด ดังภาพที่ 2.6 ประกอบด้วยวงจรออสซิลเลเตอร์ 10.7 MHz ตรวจจับการตัดผ่านของลูกเหล็กเป็นผลต่างของเวลา ส่งผ่านวงจรดีเทคเตอร์และเปรียบเทียบแรงดันเพื่อทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของระดับแรงดัน และส่งเอาท์พุทให้กับไมโครคอนโทรลเลอร์จะทำการประมวลผลค่าเวลา แล้วนำค่าไปแสดงผลเป็นค่าเปอร์เซ็นต์ด้วยแอลอีดีเจ็ดส่วน (7segments) ต่อไป

รายละเอียดของวงจรออสซิลเลเตอร์ ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักใช้วงจรออสซิลเลเตอร์ชนิด Colpits Oscillator ซึ่งจะมีรูปแบบขององค์ประกอบอิมพีแดนซ์ ในลักษณะ 1L, 2C สามารถคำนวณวงจรภาพที่ 3.1 ได้ดังสมการ



ภาพที่ 3.1 วงจรออสซิลเลเตอร์

$$cb'e = (g_m/2\pi F_r) - cb'c \quad ; \quad g_m = I_c/0.026 = 0.14$$

$$cb'e = (0.14/502.65 \times 10^6) - 2pF$$

$$= 276.5 \text{ pF}$$

$$\text{จาก } f_o = 1/2\pi\sqrt{LC}$$

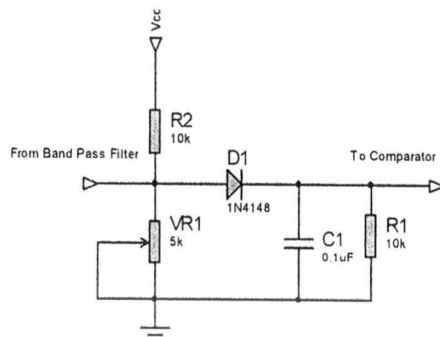
$$C = 266.75pF$$

$$f_o = 10.7 \text{ MHz}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

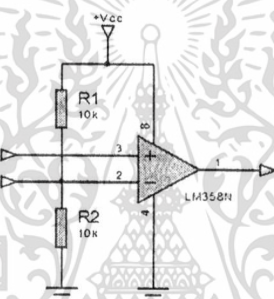
วงจรดีเทกเตอร์และเปรียบเทียบแรงดัน

ใช้วงจร Peak Detector โดยใช้ไดโอด 1N4148 และคาปาซิเตอร์ วงจรดังภาพที่ 3.2



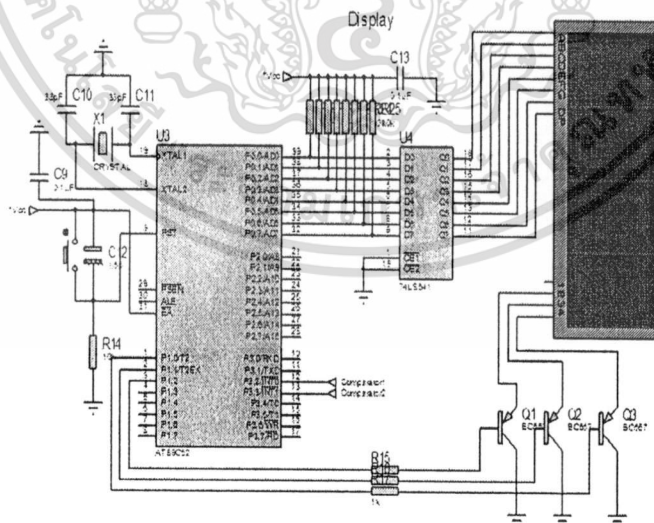
ภาพที่ 3.2 วงจรดีเทกเตอร์

วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Comparator) ใช้ Op amp เบอร์ LM358 ซึ่งเป็น Op amp ที่สามารถใช้แหล่งจ่ายแบบ Single Supply วงจรดังภาพที่ 3.3



ภาพที่ 3.3 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

ไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผล



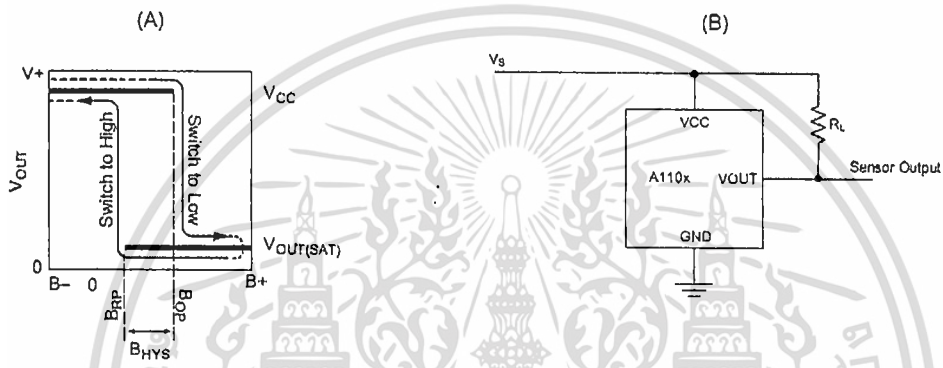
ภาพที่ 3.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์และแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไมโครคอนโทรลเลอร์ใช้ AT89C52 โดยมีคุณสมบัติพื้นฐานคือมีหน่วยความจำโปรแกรม 8Kbyte หน่วยความจำภายใน 256 byte ทำงานที่ความถี่ได้ถึง 24 MHz รายละเอียดอื่นเหมือนกับไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS51 ทำการประมวลผลจากการตรวจจับค่าเวลาและนำค่าที่ได้มาแสดงผลทางแอลอีดีเจ็ดส่วนแบบคอมมอนแคโทด 3 หลัก โดยใช้ทรานซิสเตอร์ BC557 เป็นตัวเลือกหลักและขับกระแส แสดงดังภาพที่ 3.4

การตรวจจับแบบฮอลล์

การวิจัยได้ออกแบบการตรวจจับแบบฮอลล์ ดังภาพที่ 2.8 ประกอบด้วยวงจรตรวจจับแบบฮอลล์ ใช้ไอซี A1106 โดยมีคุณสมบัติสัญญาณรบกวนต่ำ ทำงานที่แรงดัน 3-24 โวลต์

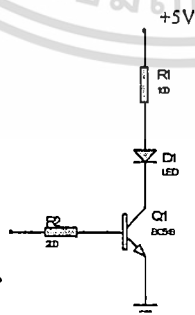


ภาพที่ 3.5 แสดงสภาวะการทำงาน(A) และวงจร ไอซี A1106(B)

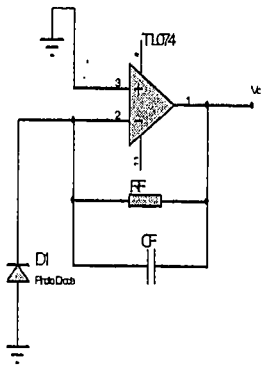
เอาพุทสภาวะต่ำ เมื่อมีสนามแม่เหล็กตัดผ่านหลังจากนั้นเมื่อสนามแม่เหล็กลดลงก็จะเกิดสภาวะสูง ดังภาพที่ 3.5 A และวงจрдังภาพที่ 3.5 B

การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง

การวิจัยได้ออกแบบการตรวจจับแบบแสง ดังภาพที่ 2.9 ประกอบด้วยวงจรถ่ายทอดใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวขับกระแสให้กับ LED วงจรดังภาพที่ 3.6



ภาพที่ 3.6 วงจรภาคส่ง



ภาพที่ 3.7 วงจรภาครับ

ภาครับใช้วงจรขยายแบบ transimpedance โดยวงจรจะทำหน้าที่แปลงค่ากระแสไฟฟ้าที่กำเนิดจากโฟโตไดโอดให้เป็นแรงดันที่เอาต์พุตได้ แสดงดังภาพที่ 3.7

โปรแกรมของเครื่องที่ออกแบบ

อินเตอร์รัพท์ (Interrupt)

การอินเตอร์รัพท์สามารถที่จะเลือกใช้สัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่แอกทีฟโดยการเปลี่ยนจากสถานะลอจิก "1" ไปลอจิก "0" (ขอบขาลง) หรือเลือกใช้สัญญาณอินเตอร์รัพท์ที่แอกทีฟโดยลอจิก "0" (Level)

สัญญาณการขออินเตอร์รัพท์

INT0 สัญญาณการร้องขอการอินเตอร์รัพท์จากภายนอกที่ 0

INT1 สัญญาณการร้องขอการอินเตอร์รัพท์จากภายนอกที่ 1

รีจิสเตอร์ที่ใช้งาน

รีจิสเตอร์ IE (Interrupt Enable Register), รีจิสเตอร์ IP (Interrupt Priority Register) และ รีจิสเตอร์ TCON (Timer Control Register) โดยรายละเอียดดังต่อไปนี้

รีจิสเตอร์ IE : Interrupt Enable Register (Bit addressable) เป็นรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ(SFR) ที่อยู่ในตำแหน่งแอดเดรส A8H มีขนาด 8 บิต และสามารถเข้าถึงในระดับบิตได้ แสดงดังภาพที่ 3.8 ในสถานะเริ่มต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์หลังการรีเซต จะกำหนดให้ค่าของรีจิสเตอร์ IE มีค่า 0XX0000 เป็นค่าเริ่มต้น (AT89CX051) โดยจะกล่าวเพียง 3 บิตคือ EA, EX1 และ EX0

IE.7	IE.6	IE.5	IE.4	IE.3	IE.2	IE.1	IE.0
EA	-	ET2	ES	ET1	EX1	ET0	EX0

IE:: Interrupt Enable Register (Bit addressable)

ภาพที่ 3.8 Interrupt Enable Register

EA หรือ IE.7 (Enable/Disable all interrupt) ถ้ากำหนดให้บิตนี้มีค่าเป็นสถานะลอจิก "0" จะไม่มีการตอบรับอินเทอร์รัพท์ทั้งหมด และหากต้องการให้มีการตอบรับอินเทอร์รัพท์ จะต้องเซตให้บิตที่ EA เป็นสถานะลอจิก "1" และเซตบิตควบคุมแต่ละอินเทอร์รัพท์ที่ต้องการใช้อินเทอร์รัพท์ให้เป็น "1" ด้วยโดยใช้คำสั่งเซตบิตหรือเคลียร์บิต

EX1 หรือ IE.2 เป็นบิตที่ทำหน้าที่ควบคุมให้ทำการตอบรับการอินเทอร์รัพท์จากภายนอก INT1 หรือไม่ (ถ้ากำหนดให้บิต EX1 เป็นสถานะลอจิก "1" จะเป็นการตอบรับการอินเทอร์รัพท์ที่ INT1 แต่ถ้ากำหนดให้เป็นสถานะลอจิก "0" จะไม่ตอบรับการอินเทอร์รัพท์ที่ INT1)

EX0 หรือ IE.0 เป็นบิตที่ทำหน้าที่ควบคุมให้ทำการตอบรับการอินเทอร์รัพท์จากภายนอก INT0 หรือไม่ (ถ้ากำหนดให้บิต EX0 เป็นสถานะลอจิก "1" จะเป็นการตอบรับการอินเทอร์รัพท์ที่ INT0 แต่ถ้ากำหนดให้เป็นสถานะลอจิก "0" จะไม่ตอบรับการอินเทอร์รัพท์ที่ INT0)

รีจิสเตอร์ IP : Interrupt Priority Register

เป็นรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ(SFR) ที่อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสที่ B8H และมีขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงในระดับบิตได้ ในสถานะเริ่มต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์หลังการรีเซต จะกำหนดให้ค่าของรีจิสเตอร์ IP มีค่า XXX0000 เป็นค่าเริ่มต้น (AT89CX051) การจัดลำดับความสำคัญการอินเทอร์รัพท์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ แสดงดังภาพที่ 3.9 จะจัดได้ 2 ระดับแตกต่างกัน โดยทำการเซตค่าในรีจิสเตอร์ควบคุมการจัดลำดับความสำคัญ (IP : Interrupt Priority Register) และในกรณีที่ไม่มี การจัดลำดับความสำคัญของการอินเทอร์รัพท์ หรือจัดให้มีความสำคัญในระดับเดียวกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์ก็จะจัดให้มีความสำคัญของสัญญาณอินเทอร์รัพท์ตามลำดับความสำคัญจากสูงไปต่ำดังแสดงในตาราง เพื่อแก้ปัญหาการขออินเทอร์รัพท์ในระดับเดียวกันและเกิดขึ้นพร้อมกัน)

IE0	External Interrupt 0
TF0	Timer 0
IE1	External Interrupt 1
TF1	Timer 1
RI หรือ TI	Serial Port
TF2 หรือ EXF2	Timer 2

IP.7	IP.6	IP.5	IP.4	IP.3	IP.2	IP.1	IP.0
-	-	PT2	PS	PT1	PX1	PT0	PX0

IP : Interrupt Priority Register

ภาพที่ 3.9 การจัดลำดับความสำคัญการอินเทอร์รัพท์

การกำหนดลำดับความสำคัญของการอินเทอร์รัพท์ที่กำหนดได้จากบิตต่างๆ ของรีจิสเตอร์ IP โดยบิตที่มีค่าเป็น 1 จะมีลำดับความสำคัญสูงกว่า

PX1 IP.2 การกำหนดลำดับความสำคัญของสัญญาณ INT1 (External Interrupt 1)

PX0 IP.0 การกำหนดลำดับความสำคัญของสัญญาณ INT0 (External Interrupt 0)

หากบิตใดมีค่าสถานะลอจิกเป็น "1" จะมีลำดับความสำคัญสูง แต่ถ้าหากไม่มีการจัดลำดับความสำคัญแล้ว การอินเทอร์รัพท์จาก INT0 จะมีลำดับสูงกว่าการอินเทอร์รัพท์แบบ INT1 ซึ่งเป็นค่าเริ่มต้น และเมื่อมีการกำหนดลำดับความสำคัญของการอินเทอร์รัพท์ที่แตกต่างกันแล้ว หากมีการร้องขออินเทอร์รัพท์เกิดขึ้นพร้อมกันจากแหล่งกำเนิด 2 แหล่งกำเนิดที่มีระดับความสำคัญแตกต่างกัน ไมโครคอนโทรลเลอร์จะตอบรับการร้องขอการอินเทอร์รัพท์จากแหล่งกำเนิดสัญญาณ

อินเทอร์รัพท์ที่มีระดับความสำคัญสูงกว่า และสัญญาณการร้องขออินเทอร์รัพท์ที่มีระดับความสำคัญสูงกว่า จะสามารถร้องขอการอินเทอร์รัพท์ซ้อน ในขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์กำลังทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์ของสัญญาณที่มีความสำคัญต่ำกว่าได้

หมายเหตุ ในขณะที่ไมโครคอนโทรลเลอร์กำลังทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์อยู่ จะไม่สามารถตอบรับการร้องขออินเทอร์รัพท์จากแหล่งกำเนิดระดับที่ต่ำกว่าหรือระดับเดียวกันได้อีก

จนกว่าจะจบโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์ก่อน

รีจิสเตอร์ TCON (Timer Control Register)

เป็นรีจิสเตอร์ที่ทำหน้าที่ควบคุมการเลือกลักษณะสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากภายนอก และเป็นส่วนของรีจิสเตอร์ฟังก์ชันพิเศษ(SFR) ที่อยู่ในตำแหน่งแอดเดรสที่ 88H และมีขนาด 8 บิต สามารถเข้าถึงในระดับบิตได้ ในสภาวะเริ่มต้นของไมโครคอนโทรลเลอร์หลังการรีเซต จะกำหนดให้ค่าของรีจิสเตอร์ TCON มีค่า 0000000 เป็นค่าเริ่มต้น สัญญาณการอินเทอร์รัพท์ของ Timer แสดงดังภาพที่ 3.10 โดยรีจิสเตอร์นี้จะทำหน้าที่เป็นแฟลคแสดงสถานะการทำงาน 4 บิตที่เซต และเคลียร์ด้วยการทำงานของฮาร์ดแวร์ ส่วนที่เหลืออีก 4 บิตเป็นบิตควบคุมการทำงานของ Timer ซึ่งเซตและเคลียร์ด้วยคำสั่งทางซอฟต์แวร์จากการใช้คำสั่งการเซตบิต หรือการโอนย้ายข้อมูลก็ได้ บิตต่าง ๆ ของรีจิสเตอร์ TCON ส่วนของที่เป็น Timer จะกล่าวถึงต่อไป

TCON.7	TCON.6	TCON.5	TCON.4	TCON.3	TCON.2	TCON.1	TCON.0
TF1	TR1	TF0	TR0	IE1	IT1	IE0	IT0

Timer/counter control register: TCON (Bit addressable)

ภาพที่ 3.10 การอินเทอร์รัพท์ของ Timer

IE1:TCON.3 (External interrupt 1 edge flag) เป็นแฟลคการร้องขออินเทอร์รัพท์ภายนอกของสัญญาณ INT1 บิตนี้จะถูกเซตด้วยฮาร์ดแวร์เมื่อมีสัญญาณอินเทอร์รัพท์เข้ามาที่ขา INT1 และบิตนี้ จะถูกเคลียร์อัตโนมัติเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์กระโดดไปทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์ของสัญญาณ INT1 ซึ่งอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้นที่แอดเดรส 0013H ของหน่วยความจำโปรแกรม

IT1:TCON.2 (Interrupt 1 type control bit) เป็นบิตควบคุมการเลือกรูปแบบการแอกทีฟของสัญญาณอินเทอร์รัพท์ จากภายนอกที่ขา INT1 ซึ่งสามารถเซตหรือเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์ ดังนี้

1 = เลือกใช้สัญญาณอินเทอร์รัพท์ INT1 แอกทีฟที่การเปลี่ยนจาก "1" ไป "0" (ขอบขาลง)

0 = เลือกใช้สัญญาณอินเทอร์รัพท์ INT1 แอกทีฟที่ลอจิก "0" (Level)

IE0:TCON.1 (External interrupt 0 edge flag) เป็นแฟลคการร้องขออินเทอร์รัพท์จากสัญญาณ INT1 บิตนี้จะถูกเซตด้วยฮาร์ดแวร์เมื่อมีสัญญาณอินเทอร์รัพท์เข้ามาที่ขา INT0 และบิตนี้จะถูกเคลียร์อัตโนมัติเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์กระโดดไปทำโปรแกรมตอบสนองการอินเทอร์รัพท์ของสัญญาณ INT0 ซึ่งอยู่ในตำแหน่งแอดเดรส 0003H ของหน่วยความจำโปรแกรม

IT0:TCON.0 (Interrupt 0 type control bit) เป็นบิตควบคุมการเลือกรูปแบบการแอกทีฟของสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากภายนอกที่ขา INT0 ซึ่งสามารถเซตหรือเคลียร์ด้วยซอฟต์แวร์

1 = เลือกใช้สัญญาณอินเทอร์รัพท์ INT0 แอกทีฟที่การเปลี่ยนจาก "1" ไป "0" (ขอบขาลง)

0 = เลือกใช้สัญญาณอินเทอร์รัพท์ INT0 แอกทีฟที่ลอจิก "0" (Level)

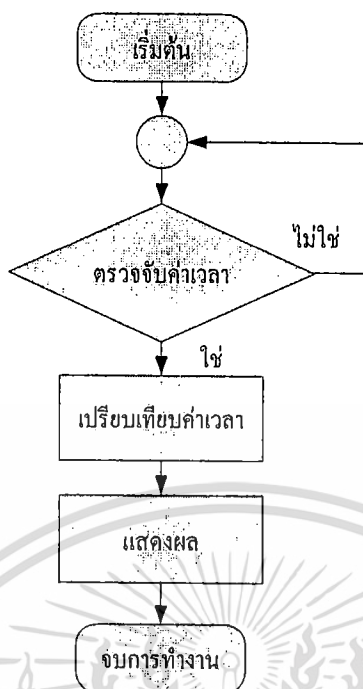
สามารถเลือกลักษณะสัญญาณร้องขอการอินเทอร์รัพท์ได้สองลักษณะ โดยเลือกที่รีจิสเตอร์ TCON ได้

1 เลือกใช้สัญญาณแอกทีฟที่ระดับลอจิก "0" หรือ Low Level Triggered

2 เลือกใช้ที่ขอบขาลงของสัญญาณที่เปลี่ยนแปลงของสถานะจากลอจิก "1" ไป "0" (falling edge)

สัญญาณต่าง ๆ ของการร้องขออินเทอร์รัพท์ทั้งหมด สามารถเซตหรือเคลียร์ได้ด้วยซอฟต์แวร์เช่นเดียวกับฮาร์ดแวร์ ดังนั้นการร้องขออินเทอร์รัพท์จึงสามารถสร้างหรือยกเลิกได้ด้วยซอฟต์แวร์ แหล่งกำเนิดสัญญาณอินเทอร์รัพท์ทั้งหมด สามารถควบคุมให้ทำการร้องขออินเทอร์รัพท์หรือไม่ก็ได้ โดยการเซตหรือเคลียร์บิตต่างๆที่อยู่ใน รีจิสเตอร์ IE (Interrupt Enable) ภายในรีจิสเตอร์ IE มีบิต EA ที่ทำหน้าที่ควบคุมให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ตอบรับการร้องขออินเทอร์รัพท์หรือไม่ตอบรับทั้งหมด หากกำหนดให้บิต EA (Enable all) เป็น "0" ไมโครคอนโทรลเลอร์จะไม่ตอบรับการร้องขออินเทอร์รัพท์ทั้งหมด โปรแกรมการตอบสนองอินเทอร์รัพท์จะต้องทำคำสั่งเริ่มต้นของโปรแกรม ถ้ามีการใช้อินเทอร์รัพท์หากความยาวของโปรแกรมตอบสนองอินเทอร์รัพท์ที่มีความยาวมากกว่า 8 ไบต์ ต้องนำไปเขียนเป็นโปรแกรมย่อยไว้ภายนอก แล้วใช้วิธีการเรียกโปรแกรมย่อยมาทำงาน เพราะระยะห่างตำแหน่งแอดเดรสของโปรแกรมตอบสนองอินเทอร์รัพท์แต่ละตัว จะมีระยะห่างแค่ 8 ไบต์เท่านั้นเอง

ระบบออกแบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ AT89C52 ในการประมวลผล ทำงานร่วมกับวงจรตรวจจับค่าเวลา นำค่าที่ได้มาทำการเปรียบเทียบกับค่าในตาราง ผลที่ได้นำมาแสดงผล แสดงดังภาพที่ 3.11



ภาพที่ 3.11 โปรแกรมของเครื่องที่ออกแบบ

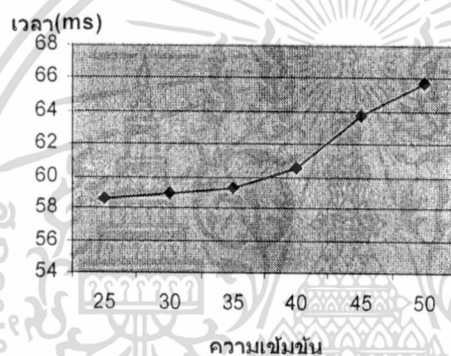
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

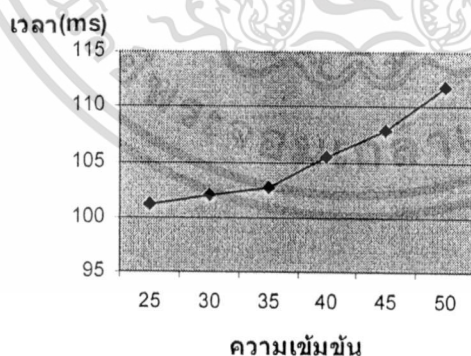
สรุปผลการทดลองและข้อเสนอแนะ

ผลการทดลองการตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด

การตรวจวัดทำได้โดยใช้ลูกเหล็กตัดผ่านขดลวดลงในน้ำอย่างตัวอย่างที่ความเข้มข้นน้ำยาด่างๆ โดยตัวอย่างน้ำยงใส่ในหลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร ทำการตรวจจับผลต่างเวลาระหว่างจุด 2 จุด โดยระยะห่างการตรวจจับลูกเหล็กเท่ากับ 6 เซนติเมตร โดยใช้ลูกเหล็ก 3 ขนาด ที่ความเข้มข้นน้ำยง 25, 30, 35, 40, 45 และ 50% ทำการเก็บข้อมูลค่าละ 5 ตัวอย่างหาค่าเฉลี่ยและบันทึกผล แสดงผลเป็นเวลาหน่วยเป็นมิลลิวินาที(ms) ผลการวัดค่าเวลาของลูกเหล็กกับความเข้มข้นน้ำยงต่างๆแสดงดังภาพที่ 4.1-4.3

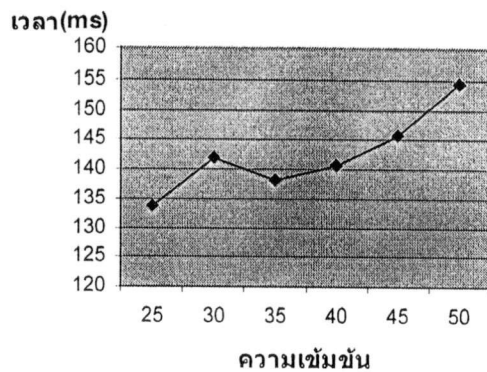


ภาพที่ 4.1 การวัดค่าเวลาของลูกเหล็กขนาดใหญ่กับความเข้มข้นน้ำยงต่างๆ



ภาพที่ 4.2 การวัดค่าเวลาของลูกเหล็กขนาดกลางกับความเข้มข้นน้ำยงต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

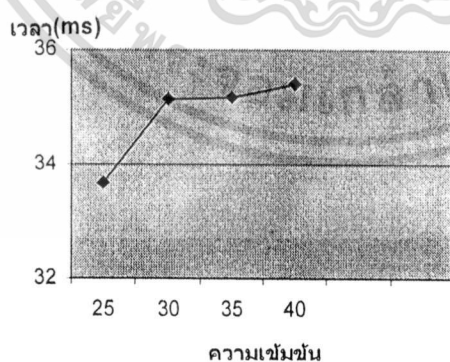


ภาพที่ 4.3 การวัดค่าเวลาของลูกเหล็กขนาดเล็กกับความเข้มข้นน้ำอย่างต่างๆ

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการวัดค่าเวลาของลูกเหล็กขนาดกลางกับความเข้มข้นน้ำอย่างต่างๆแสดงดังภาพที่ 4.2 ให้ผลการตอบสนองค่อนข้างเป็นแบบแปรผันมากกว่าค่าอื่นๆ โดยใช้หลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร ทำการตรวจจับผลต่างเวลาระหว่างจุด 2 จุด โดยระยะห่างการตรวจจับลูกเหล็กเท่ากับ 6 เซนติเมตร วิธีนี้สามารถใช้ในการตรวจจับได้

ผลการทดลองการตรวจจับแบบฮอลล์

การตรวจวัดทำได้โดยใช้แม่เหล็กตัดผ่านตัวตรวจจับแบบฮอลล์ลงในน้ำอย่างตัวอย่างที่ความเข้มข้นน้ำอย่างต่างๆ โดยตัวอย่างน้ำยงใส่ในกล่องทดลองขนาดกว้าง 6 เซนติเมตร ความยาว 9 เซนติเมตร หนา 3 เซนติเมตร ทำการตรวจจับผลต่างเวลาระหว่างจุด 2 จุด โดยระยะห่างการตรวจจับเท่ากับ 2.4 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้นน้ำยง 25, 30, 35, และ 40% ทำการเก็บข้อมูลค่าละ 5 ตัวอย่างหาค่าเฉลี่ยและบันทึกผล แสดงผลเป็นเวลาหน่วยเป็นมิลลิวินาที(ms) ผลการวัดค่าเวลากับความเข้มข้นน้ำยงต่างๆแสดงดังภาพที่ 4.4



ภาพที่ 4.4 การวัดค่าเวลาของการตรวจจับแบบฮอลล์กับความเข้มข้นน้ำยงต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลการทดลองสรุปได้ว่าการตรวจจับโดยใช้แม่เหล็กตัดผ่านตัวตรวจจับแบบฮอลล์ที่การวัดค่าเวลากับความเข้มข้นน้ำยางต่างๆ แสดงดังภาพที่ 4.4 ให้ผลการตอบสนองไม่เป็นเชิงเส้นแบบแปรผัน วิธีนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการตรวจจับ

ผลการทดลองการตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง

การตรวจวัดทำได้โดยใช้ลูกเหล็กตัดผ่านตัวตรวจจับภาคส่งและรับแบบแสงลงในน้ำยาง ตัวอย่างที่ความเข้มข้นน้ำยางต่างๆ ระยะห่างของภาคส่งและรับเท่ากับ 1.8 เซนติเมตร โดยตัวอย่างน้ำยางใส่ในหลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร ทำการตรวจจับผลต่างเวลาระหว่างจุด 2 จุด โดยระยะห่างการตรวจจับลูกเหล็กเท่ากับ 6 เซนติเมตร ที่ความเข้มข้นน้ำยาง 25, 30, 35, 40, 45 และ 50% ทำการเก็บข้อมูลค่าละ 5 ตัวอย่างหาค่าเฉลี่ยและบันทึกผล แสดงผลเป็นเวลาหน่วยเป็นมิลลิวินาที(ms)

การทดลองไม่สามารถบันทึกผลการตรวจจับผลต่างเวลาระหว่างจุด 2 จุดได้ เนื่องจากไม่สามารถตรวจจับลูกเหล็กจากแสงได้ที่ระยะห่างของภาคส่งและรับ 1.8 เซนติเมตร

การทดลองสรุปได้ว่าการตรวจวัดโดยใช้ลูกเหล็กตัดผ่านตัวตรวจจับแบบแสงที่การวัดค่าเวลากับความเข้มข้นน้ำยางต่างๆ ไม่สามารถใช้วิธีนี้ในการตรวจจับได้

วิจารณ์ผลการทดลอง

จากวิธีการตรวจจับทั้ง 3 วิธี วิจารณ์ผลการทดลองดังนี้

ของเหลวทุกชนิดมีค่าความหนืด การเคลื่อนที่ของวัตถุในของเหลวเป็นปรากฏการณ์ทางธรรมชาติของของเหลว ความเข้มข้นหรือเปอร์เซ็นต์น้ำยางขึ้นอยู่กัปริมาณน้ำเป็นส่วนประกอบที่สำคัญ การตรวจวัดค่าความหนืดโดยใช้การทิ้งลูกเหล็กให้เคลื่อนที่ในน้ำยางตัวอย่าง การเคลื่อนที่หมายถึงความเร็วในการเคลื่อนที่ของวัตถุในน้ำยาง แปรผันกับค่าความเข้มข้นน้ำยาง ถ้าอนุภาคยางมีความหนาแน่นมากจะเกิดแรงต้านการเคลื่อนที่ของวัตถุนั้น ทำให้วัตถุเคลื่อนที่ได้ช้า ความเร็วในการเคลื่อนที่น้อย ดังนั้นเวลาในการเคลื่อนที่ของวัตถุจึงมีค่ามากกว่าอนุภาคยางที่มีความหนาแน่นน้อยหรือความเข้มข้นน้ำยางน้อย วิจารณ์ผลการทดลองวิธีการตรวจจับค่าเวลา 3 วิธี มีดังนี้

1. การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด ขนาดของลูกเหล็กมีผลต่อเวลาในการตรวจจับ ที่การวัดค่าเวลาของลูกเหล็กขนาดกลางกับความเข้มข้นน้ำยางต่างๆ ซึ่งให้ผลการตอบสนองค่อนข้างเป็นแบบแปรผันมากกว่าค่าอื่นๆ ลูกเหล็กขนาดใหญ่น้ำหนักมากใช้เวลาในการตรวจจับได้น้อยกว่าลูกเหล็กขนาดเล็ก วิธีนี้สามารถใช้ในการตรวจจับได้

2. การตรวจจับแบบฮอลล์ โดยใช้แม่เหล็กตัดผ่านตัวตรวจจับแบบฮอลล์ลงในน้ำยาง ตัวอย่างที่ความเข้มข้นน้ำยางต่างๆ เนื่องจากแม่เหล็กที่ใช้เป็นแบบแผ่นวงกลมมีความหนาไม่ใช่

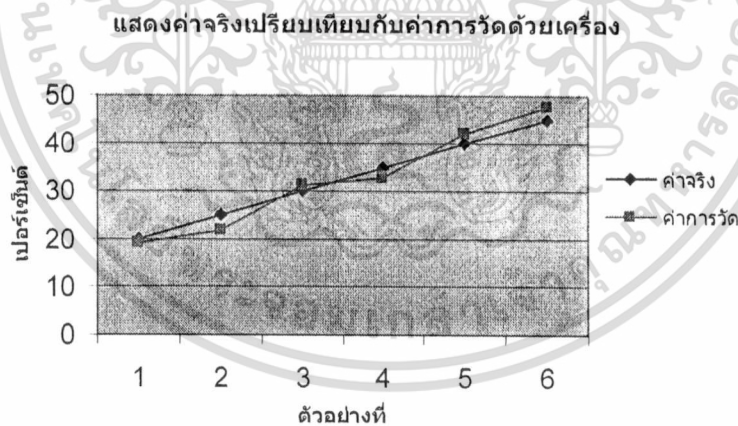
ทรงกลมจึงทำให้เวลาในการตรวจจับไม่คงที่ อาจเป็นผลจากหน้าสัมผัสกับน้ำยางซึ่งไม่ตั้งฉากกับของไหล วิธีนี้จึงไม่เหมาะสมที่จะใช้ในการตรวจจับ หรือต้องแก้ไขปรับปรุงวิธีการจึงจะสามารถนำมาใช้ในการตรวจจับได้

3. การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง ไม่สามารถบันทึกผลการตรวจจับผลต่างเวลาระหว่างจุด 2 จุดได้ เนื่องจากการตรวจจับใช้กับหลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ซึ่งมีความหนาค่อนข้างมาก น้ำยางมีความเข้มข้นและมียางประกอบของอนุภาคหนาแน่นทำให้แสงไม่สามารถส่งผ่านน้ำยางที่ความหนาได้ แต่สามารถส่งผ่านที่ความหนาน้อยๆได้จากสมการการส่งผ่านคลื่นแสงในบทที่ 2 วิธีนี้ไม่สามารถใช้ในการตรวจจับได้

ข้อสรุปผลการทดลอง

โดยใช้วิธีการตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวดที่การวัดค่าเวลาของลูกเหล็กขนาดกลางกับความเข้มข้นน้ำยางต่างๆ ซึ่งให้ผลการตอบสนองค่อนข้างเป็นแบบแปรผันมากกว่าค่าอื่นๆ และใช้หลอดทดลองขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 1.5 เซนติเมตร ความยาว 15 เซนติเมตร ทำการตรวจจับผลต่างเวลาระหว่างจุด 2 จุด โดยระยะห่างการตรวจจับลูกเหล็กเท่ากับ 6 เซนติเมตร

จากข้อสรุปผลการทดลองนำมาออกแบบเครื่องตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืด ผลการทดสอบค่าจริงกับค่าการวัดด้วยเครื่องที่ออกแบบ ซึ่งเป็นค่าเฉลี่ยจากตัวอย่างค่าจริงและค่าการวัดค่าละ 5 ตัวอย่าง โดยผลที่ได้มีความคลาดเคลื่อนระหว่าง 4.00-12.40 % แสดงดังภาพที่ 4.5



ภาพที่ 4.5 การทดสอบค่าจริงกับค่าการวัดด้วยเครื่องที่ออกแบบ

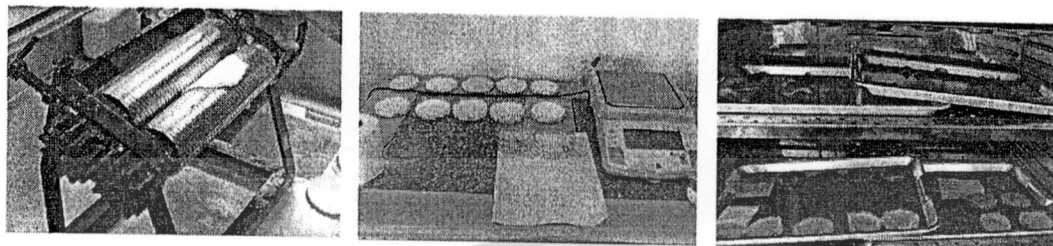
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการเตรียมอุปกรณ์ในการหาความเข้มข้นน้ำยางมาตรฐาน การจับตัวของยาง การรีดยาง การชั่งน้ำหนัก และการอบ แสดงดังภาพที่ 4.6

ภาพแสดงการตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด แสดงดังภาพที่ 4.7

ภาพแสดงการตรวจจับแบบฮอลล์ แสดงดังภาพที่ 4.8

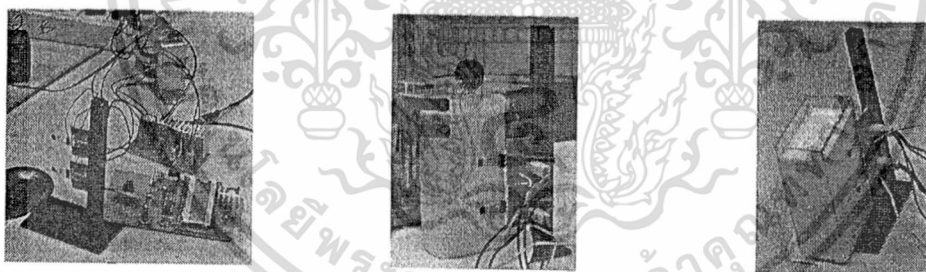
ภาพแสดงการตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง แสดงดังภาพที่ 4.9



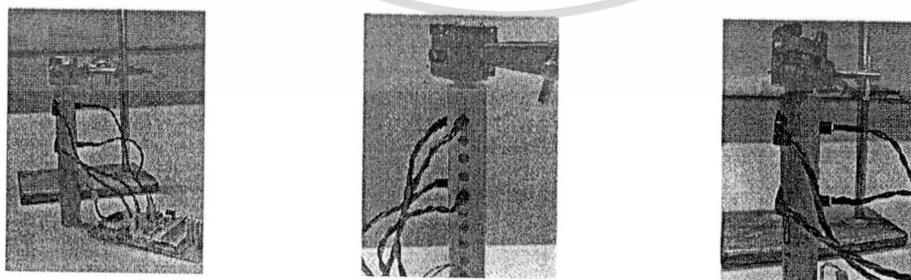
ภาพที่ 4.6 การอบและชั่งน้ำหนักในการหาความเข้มข้นน้ำยางมาตรฐาน



ภาพที่ 4.7 การตรวจจับลูกเหล็กแบบขดลวด



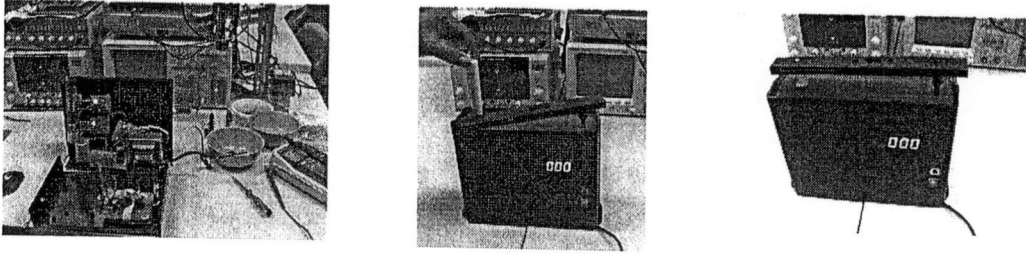
ภาพที่ 4.8 การตรวจจับแบบฮอลล์



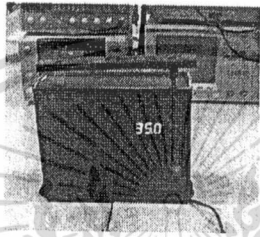
ภาพที่ 4.9 การตรวจจับลูกเหล็กแบบแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพแสดงการทดสอบเครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืดที่ออกแบบ แสดงดังภาพที่ 4.10 - 4.11 .



ภาพที่ 4.10 เครื่องและการทดสอบเครื่องต้นแบบ



ภาพที่ 4.11 เครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืดที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

- ศักดิ์ชัย เหลืองสถิตกุล, “อุตสาหกรรมยางพาราของไทย”, วารสารส่งเสริมการลงทุน 14, 4 (เม.ษ. 46) หน้า 47 – 54.
- วีรพล วงษ์ประเสริฐ, “อุตสาหกรรมยาง”, วารสารส่งเสริมการลงทุน 6, 2 (ก.พ. 38) หน้า 46-48.
- กนกวรรณ สุธิรนาถ, “หนึ่งศตวรรษยางพาราไทย”, วารสารส่งเสริมการลงทุน 10, 10 (ต.ค. 42) หน้า 28-33.
- คณาจารย์ภาควิชาฟิสิกส์, “ฟิสิกส์เชิงธุรกิจ”, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ, 2542, หน้า 416 - 445.
- วารสารณ์ ขจรไชยกูล, “น่ายางธรรมชาติ”, สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 2530.
- ประทุมพร หินเฑาะว์ รศ ดร มานะ ศรีบุทศศักดิ์ .2543. ระบบตรวจวัดคุณภาพน่ายางพาราแบบอัตโนมัติโดยใช้หัวตรวจวัดก๊าซและระบบโครงข่ายประสาท, วิศวกรรมศาสตร์ (วิศวกรรมไฟฟ้า)จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย บัณฑิตวิทยาลัย
- Kenneth J. Ayala . **The 8051 Microcontroller Architecture Programming and Application** , West Publishing Company ,1991
- C.J. Savant.Jr./Martin S. Roden/Gordon L. Carpenter . **Electronic Design Circuit and Systems** , The Benjamin/Cummings Publishing
- Adel S. Sedar and Kenneth C. Smith . **Microelectronic Circuits** , Oxford University Press ,New York. 1998
- Donald A. Neamen. **Electronics Circuits Analysis and Design** .,McGraw-Hill., 2001

ประวัติผู้วิจัย

- หัวหน้าโครงการวิจัย** นายอิทธิพล พงนสัย
- สถานที่ทำงาน** สาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
- โทรศัพท์** (077)506-422
- ประวัติการศึกษา** วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า (วศ.ม.ไฟฟ้า)
จากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2541
วิทยาศาสตร์บัณฑิต สาขาฟิสิกส์ (วท.บ.ฟิสิกส์)
จากมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน พ.ศ.2534
- ประวัติการทำงาน**
- อาจารย์พิเศษ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2534-2538
 - อาจารย์พิเศษ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร พ.ศ. 2539
 - หัวหน้าสาขาวิทยาศาสตร์พื้นฐาน คณะทรัพยากรและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา พ.ศ. 2541-2544
 - ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
- ผลงานทางวิชาการที่ได้รับการยอมรับ**
1. อิทธิพล พงนสัย, ประภากร สุวรรณะ และมนัส สังวรศิลป์, “เครื่องตรวจสอบแหล่งจ่ายกำลังไฟฟ้า”, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 14 มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 7-8 พฤศจิกายน 2534, หน้า 2-119 ถึง 2-112.
 2. อิทธิพล พงนสัย และประภากร สุวรรณะ, “เครื่องขุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิคเลือกของความถี่ที่ว่าง”, วารสารวิจัยและพัฒนา สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, ปีที่ 19 ฉบับที่ 1 มิถุนายน 2539, หน้า 29-42.
 3. อิทธิพล พงนสัย และประภากร สุวรรณะ, “เครื่องขุมสายโทรศัพท์ปลายทางแบบไร้สายใช้เทคนิคเลือกของความถี่ที่ว่าง”, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 35, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, 3-5 กุมภาพันธ์ 2540, หน้า 354-361.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. อธิพิพล พงนสัง, อภินัย ฤกษ์รัตน์ กิติพล, ชิตสกุล และมนัส สังวรศิลป์, “การศึกษาถึงการสร้างภาพตัดขวางของวัสดุการเกษตรด้วยวิธีวัดความต้านทานไฟฟ้า”, การประชุมวิชาการครั้งที่ 5 สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 26-27 เมษายน 2547, หน้า 295-300.
5. อธิพิพล พงนสัง, พิมล ผลพุกญา อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ, กิติพล ชิตสกุลและสุรพล เศรษฐบุตร, “การศึกษาผลของการวัดค่าความจุไฟฟ้าที่มีต่อความชื้นของลำไยอบแห้ง”, การประชุมวิชาการครั้งที่ 6, สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย, 30-31 มีนาคม 2548, หน้า 656-662.
6. อธิพิพล พงนสัง, ดวงใจ กิตติปริชากุล, พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ, “เครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดระดับไนไตรท์ในบ่อเลี้ยงกุ้ง”, การประชุมทางวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 46, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตบางเขน, 29 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2551, หน้า 344-349.
7. อธิพิพล พงนสัง, อรรถศาสตร์ นาคเทวัญ, กิติพล ชิตสกุล, “เครื่องต้นแบบเพื่อตรวจวัดระดับไขมันนมด้วยกล้องดิจิตอลในอุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์นมโค”, การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 9, 31 มกราคม-1 กุมภาพันธ์ 2551, หน้า 32., CR1-16 หน้า 1-9.
8. อธิพิพล พงนสัง, จิราพร พงนสัง “การตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืดและโดยวิธีทางแสง”, การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 10, 1-3 เมษายน 2552, หน้า 34-328.
9. อธิพิพล พงนสัง, “การตรวจวัดความเข้มข้นน้ำยางโดยวิธีวัดค่าความหนืดและโดยวิธีทางแสง”, วิจัยยางพารา เล่มที่ 4 โครงการวิจัยแห่งชาติ:ยางพารา ฝ่ายอุตสาหกรรม สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย, พฤษภาคม 2552, หน้า 343-352.