

การพัฒนาระบบรวบรวมข้อมูลสำหรับการทดสอบสมรรถนะ
ของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตรและอาหาร
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
ปีการศึกษา 2559

**DEVELOPMENT OF A DATA ACQUISITION SYSTEM
FOR FIELD PERFORMANCE TEST OF
A TWO-WHEEL TRACTOR**



**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements for the
Degree of Master of Engineering in Agricultural and Food Engineering**

Suranaree University of Technology

Academic Year 2016

การพัฒนากระบวนการรวบรวมข้อมูลสำหรับการทดสอบสมรรถนะ
ของรถไฟเดินตามในแปลงเกษตร

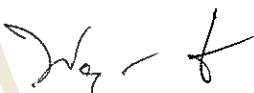
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี อนุมัติให้นักวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา
ตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์



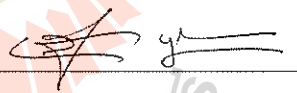
(ผศ. ดร.เทวรัตน์ ตรีอำรรรค)

ประธานกรรมการ



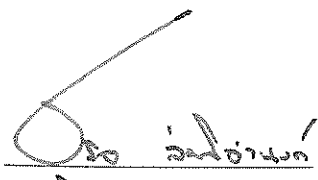
(ผศ. ดร.พวงศักดิ์ จุลยเสน)

กรรมการ (อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์)



(อ. ดร.สามารถ บุญอาจ)

กรรมการ



(ศ. ดร.สุกิจ ลิ้มปิ๋จ้านงค์)

รองอธิการบดีฝ่ายวิชาการและนวัตกรรม



(รศ. ร.อ. ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์)

คณบดีสำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

อรรถพล อภรณ์พงษ์ : การพัฒนาระบบรวบรวมข้อมูลสำหรับการทดสอบสมรรถนะ
ของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร (DEVELOPMENT OF A DATA ACQUISITION
SYSTEM FOR FIELD PERFORMANCE TEST OF A TWO-WHEEL TRACTOR)
อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุงศักดิ์ จุลยุเสนา, 85 หน้า.

เกษตรกรรายย่อยในประเทศไทยนิยมใช้รถไถเดินตามเพราะเหมาะกับการใช้งานในแปลง
เกษตรขนาดเล็กและมีราคาถูก การทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตรต้องใช้
แรงงานคน ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากและข้อผิดพลาดในการเก็บรวบรวมข้อมูล ดังนั้นงานวิจัยนี้
มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาระบบรวบรวมข้อมูลสำหรับการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตาม
ในแปลงเกษตร ระบบรวบรวมข้อมูลประกอบด้วย เซนเซอร์ อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ
คอมพิวเตอร์ และโปรแกรมรวบรวมข้อมูล เพื่อรวบรวมข้อมูลต่าง ๆ ได้แก่ อัตราการสิ้นเปลือง
น้ำมันเชื้อเพลิง แรงจลุลาก แรงบิด ความเร็วการทำงาน การสิ้น ไถล ความเร็วรอบเครื่องยนต์ และ
ความถี่ร่องไถ โปรแกรมรวบรวมข้อมูลถูกพัฒนาบนโปรแกรม LabVIEW สมรรถนะของระบบ
รวบรวมข้อมูลถูกตรวจสอบด้วยการทดสอบรถไถเดินตามในแปลงเกษตร ซึ่งพบว่าระบบรวบรวม
ข้อมูลนี้สามารถวัดค่าข้อมูลต่าง ๆ ได้อย่างถูกต้องภายใต้สภาวะการใช้งานจริง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมเกษตร
ปีการศึกษา 2559

ลายมือชื่อนักศึกษา อรรถพล อภรณ์พงษ์
ลายมืออาจารย์ที่ปรึกษา ดร. พยุงศักดิ์ จุลยุเสนา

ATTAPON ARPORNPOONG : DEVELOPMENT OF A DATA
ACQUISITION SYSTEM FOR FIELD PERFORMANCE TEST OF
A TWO-WHEEL TRACTOR. THESIS ADVISOR : ASST. PROF.
PAYUNGSAK JUNYUSEN, Ph.D., 85 PP.

TWO-WHEEL TRACTOR/DATA ACQUISITION SYSTEM/FIELD
PERFORMANCE TEST

A two-wheel tractor is most popular in Thai small-scale farmer because it is suitable for use in a small farm and low in price. Field performance test of a two-wheel tractor has usually conducted by human labor, resulting in a laborious process and some error in data collection process. Therefore, the objective of this study was to develop a data acquisition (DAQ) system for field performance test of a two-wheel tractor. The DAQ system consisted of sensors, DAQ devices, and a computer with DAQ program for collecting some data i.e. fuel consumption rate, draft force, torque, working speed, slippage, engine speed and furrow's depth. The DAQ program was developed based on LabVIEW software. The performance of developed DAQ system was examined in a field test of a two-wheel tractor. The experimental results showed that this DAQ system could measure desired data with satisfactory level of accuracy under practical situation.

School of Agricultural Engineering

Academic Year 2016

Student's Signature Attapon Arpornpong

Advisor's Signature Payungsak Junyusen

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณบุคคล และกลุ่มบุคคลต่าง ๆ ที่กรุณาให้คำปรึกษา แนะนำ และช่วยเหลืออย่างดียิ่ง ทั้งในด้านวิชาการและด้านการวิจัย อาทิเช่น

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.พยุงค์ดี จุลยุเสน อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ที่สั่งสอน ช่วยให้คำปรึกษาและให้โอกาสต่อผู้วิจัยเสมอมาจนสามารถสำเร็จการศึกษานี้ได้

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.เทวรัตน์ ศรีอำนาจ อาจารย์ ดร.สามารถ บุญอาจ คุณกรรณิกา ประเสริฐสังข์ อาจารย์ศรธา วาทกิจ อาจารย์จรรยาศักดิ์ สมพงษ์ อาจารย์ขงยุทธ เลียงดั่ง คุณกวี คงมั่น พี่-น้อง สาขาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีและบุคคลท่านอื่น ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องกับทุกท่าน

อรรถพล อารมณ์พงษ์



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ (ภาษาไทย).....	ก
บทคัดย่อ (ภาษาอังกฤษ).....	ข
กิตติกรรมประกาศ.....	ค
สารบัญ.....	ง
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ.....	ฎ
บทที่	
1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตของการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
2 ปรัชญาวรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 ทฤษฎี สมมติฐาน หรือกรอบแนวความคิด.....	3
2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.3 ตัวแปรของการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตาม.....	8
2.4 การทดสอบภาคสนาม.....	10
2.5 เซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	11
2.6 ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป LabVIEW.....	15
3 วิธีดำเนินการวิจัย.....	18
3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย และการสอบเทียบอุปกรณ์.....	18
3.1.1 รถไถเดินตามที่ใช้ในการทดสอบ.....	18
3.1.2 การติดตั้งอุปกรณ์.....	20
3.1.3 ชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง.....	21

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.1.4	ชุดวัดแรงกดลาก.....	24
3.1.5	ชุดวัดแรงบิด	27
3.1.6	อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ.....	30
3.1.7	ชุดวัดความเร็วการทำงานและการสิ้นเปลือง	32
3.1.8	ชุดวัดความถี่กรองไถ	34
3.1.9	แหล่งจ่ายไฟ.....	36
3.1.10	การจัดวางอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณบนรถไถเดินตาม	36
3.2	การพัฒนาซอฟต์แวร์ของระบบรวบรวมข้อมูล.....	38
3.2.1	ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม	38
3.2.2	ลำดับการทำงานของโปรแกรม	39
3.3	การทดสอบในแปลงเกษตร	40
4	ผลการวิจัยและการอภิปรายผล.....	42
4.1	ผลการสอบเทียบอุปกรณ์.....	42
4.1.1	ผลการสอบเทียบชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง.....	42
4.1.2	ผลการสอบเทียบชุดวัดแรงกดลาก.....	44
4.1.3	ผลการสอบเทียบอุปกรณ์วัดแรงบิด	48
4.1.4	ผลการสอบเทียบค่าสัญญาณล้อวัดความเร็วของการทำงาน.....	50
4.1.5	ผลการสอบเทียบค่าสัญญาณล้อขับของรถไถเดินตาม	51
4.1.6	ผลการสอบเทียบค่าสัญญาณจากอุปกรณ์วัดความถี่ของการไถ	52
4.2	การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการทดสอบ.....	53
4.3	ผลการทดสอบในแปลงเกษตร	55
5	บทสรุปและข้อเสนอแนะ	59
5.1	สรุปผลการวิจัย.....	59
5.2	ข้อเสนอแนะ.....	59

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

รายการอ้างอิง	60
ภาคผนวก	
ภาคผนวก ก. ตัวอย่างการคำนวณ	62
ภาคผนวก ข. บทความทางวิชาการที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา.....	70
ประวัติผู้เขียน	85



สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
3.1	ข้อมูลเครื่องยนต์ ยี่ห้อ คูโบต้า รุ่น ET115.....	19
3.2	รายละเอียดรถแทรกเตอร์ สยามคูโบต้า NC 131.....	19
4.1	Density of diesel fuel.....	42
4.2	ผลการเทียบมาตรฐานของทรานสดิวเซอร์แบบ EOR.....	44
4.3	สมการปรับแก้เพื่อใช้งานกับ NI DAQ WLS-9163.....	48
4.4	ผลการทดสอบล้อวัดความเร็วในการทำงาน	50
4.5	ผลการทดสอบค่าสัญญาณที่ล้อจับของรถไถเดินตาม	51
4.6	ผลการสอบเทียบค่าสัญญาณจากอุปกรณ์วัดความลึกของการไถ.....	52
4.7	ผลการทดสอบในแปลงเกษตร.....	56

สารบัญรูป

รูปที่		หน้า
2.1	บริเวณเก็บข้อมูลการทดสอบภาคสนาม	4
2.2	ไถงานพรวนดินพ่วงกับรถไถเดินตาม	4
2.3	อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย	5
2.4	ระบบรวบรวมข้อมูลการทำงานของรถแทรกเตอร์	6
2.5	ระบบการวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถแทรกเตอร์เกษตร	6
2.6	อุปกรณ์วัดแรงที่ถูกพัฒนาขึ้นติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงกับรถแทรกเตอร์เกษตรขนาดเล็ก.....	7
2.7	การพัฒนาชุดทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร	7
2.8	การพัฒนาชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร	8
2.9	อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Flow Sensor Oval LSF40.....	11
2.10	การติดตั้ง Thermocouple	12
2.11	การติดมาตรวัดความเครียดลงบนอุปกรณ์	12
2.12	Slip ring 12 ช่องที่ถูกพัฒนาขึ้น	13
2.13	ล้อที่ 5 สำหรับวัดระยะในการทำงานจริง.....	14
2.14	Proximity Sensor สำหรับนับจำนวนรอบเครื่องยนต์.....	14
2.15	ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม LabVIEW.....	15
2.16	Object ส่วนของ Control.....	16
2.17	Object ส่วนของ Indicator.....	16
2.18	Object ส่วนของ Decoration	17
3.1	รถไถเดินตาม NC 131 เครื่องยนต์ KUBOTA ET115	20
3.2	แผนภาพการติดตั้งระบบรวบรวมข้อมูลบนรถไถเดินตาม.....	20
3.3	เซนเซอร์วัดอัตราการไหล oval gear flow-meter และอุปกรณ์รวบรวมข้อมูล NI DAQ 6212-USB	21
3.4	การทำงานของเซนเซอร์วัดอัตราการไหล	21
3.5	อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ เทอร์โมคัปเปิ้ลและอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ NI DAQ WLS-9163	22

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.6	แผนภาพการติดตั้งระบบวัดน้ำมันเชื้อเพลิง23
3.7	(ก) แผนภาพการติดตั้งอุปกรณ์ในการสอบเทียบ, (ข) หลอดแก้ววัดปริมาตร23
3.8	(ก) การอ่านปริมาตรน้ำมันขาเข้า, (ข) ภาชนะที่ใช้เก็บน้ำมันขาออกระหว่างการทดสอบ24
3.9	กรองน้ำมันรถ ไถเดินตาม24
3.10	อุปกรณ์วัดแรงแบบสองแนวแกน25
3.11	(ก) เครื่อง Universal Testing Machine, (ข) อุปกรณ์แปลงสัญญาณมาตรฐานวัดความเครียด Yokogawa MW10025
3.12	การสอบเทียบอุปกรณ์วัดแรงจุดลากแบบ 2 แนวแกน26
3.13	ตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์รวบรวมข้อมูล26
3.14	(ก) แผนภาพการติดตั้งระบบวัดแรงจุดลากของรถ ไถเดินตาม, (ข) การติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงจุดลาก27
3.15	(ก) การสร้างเพลลาเพื่อวัดแรงบิด, (ข) สลิปริง HBM SK627
3.16	การรื้อห้องเกียร์รถ ไถเดินตามและการประกอบเพลลา28
3.17	การออกแบบคานเพื่อใช้ในการสอบเทียบค่าสัญญาณจากเพลลาโดยใช้ โปรแกรม Solid work และการตรวจสอบความแข็งแรงเบื้องต้น29
3.18	การจับยึดรถ ไถบนแท่น29
3.19	การจับยึดสลิปริงเข้ากับล้อรถ ไถเดินตาม30
3.20	แผนภาพการติดตั้งระบบวัดแรงบิดของรถ ไถเดินตาม30
3.21	(ก) เซนเซอร์ฟร็อกซิมิตี ยี่ห้อ Omron รุ่น E2E-X5ME1 ชนิดตรวจจับโลหะ, (ข) NI DAQ USB-600831
3.22	การติดตั้ง เซนเซอร์ฟร็อกซิมิตี เพื่อวัดความเร็ว31
3.23	แผนภาพการติดตั้งระบบวัดความเร็วรอบของรถ ไถเดินตาม32
3.24	(ก) โรตารี เอ็น โคลเดอร์ (Rotary Encoder),(ข) เซนเซอร์ฟร็อกซิมิตี ยี่ห้อ Omron รุ่น EE-100632
3.25	(ก) ชุดอุปกรณ์วัดความเร็วที่ล้อขับ, (ข) การติดตั้ง Encoder เข้ากับล้อขับ33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.26 (ก) การติดเซนเซอร์กับลวดวัดความเร็ว, (ข) การทดสอบลวดวัดความเร็วในแปลงเกษตร	33
3.27 แผนภาพการติดตั้งระบบวัดความเร็วการทำงานและการสิ้นเปลือง.....	34
3.28 โรตารี เอ็น โค้ดเดอร์ ความละเอียด 2048 pulse.....	34
3.29 (ก) การติดตั้งโรตารีเอ็น โค้ดเดอร์เพื่อวัดมุม, (ข) ชุดอุปกรณ์วัดมุมและวัดความเร็วในการทำงาน	35
3.30 การสอบเทียบอุปกรณ์วัดความถี่กรองไอ.....	35
3.31 แผนภาพการติดตั้งระบบวัดความถี่กรองไอของรถไถเดินตาม.....	36
3.32 แบตเตอรี่รถมอเตอร์ไซค์ 12 Vdc	36
3.33 ช่องเสียบสายสัญญาณต่าง ๆ กับกล่องอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ	37
3.34 อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณภายในกล่อง	37
3.35 การติดตั้งระบบรวบรวมข้อมูลบนรถไถเดินตาม	37
3.36 (ก) สัญลักษณ์ที่ใช้แทน NI DAQ, (ข) ฟังก์ชัน Formula ใน โปรแกรม LabVIEW	39
3.37 หน้าต่างการตั้งค่าของ NI DAQ	39
3.38 แผนภาพลำดับการทำงานของโปรแกรมรวบรวมข้อมูล.....	40
3.39 (ก) การทดสอบในแปลงเกษตร, (ข) พื้นที่ในการทดสอบภายในฟาร์ม มหาวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.....	41
3.40 ค่าความแข็งดิน	41
4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่าง อุณหภูมิและความหนาแน่นของน้ำมันดีเซล.....	43
4.2 การสอบเทียบทรานสดิวเซอร์ โดยเครื่อง universal testing machine (UTM) รุ่น 5582.....	44
4.3 ผลการสอบเทียบมาตรฐานของ EOR ตัวที่ 2 (ก) แรงในแนวราบ (ข) แรงในแนวตั้ง.....	45
4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความเครียด แกน X	46
4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความเครียด แกน X	46
4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความเครียด แกน Y	47
4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความเครียด แกน Z.....	47
4.8 การติดตั้งคานในการทดสอบ.....	48
4.9 (ก) การให้ Load เพื่ออ่านค่า Strain, (ข) ระบบการสอบเทียบการวัดแรงบิด.....	49

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.10	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิด (Nm) กับ strain ($\mu\epsilon$) 49
4.11	การสอบเทียบล้อวัดความเร็วในการทำงาน 50
4.12	การสอบเทียบค่าสัญญาณจากล้อขับในแปลงเกสร 51
4.13	ซอฟต์แวร์ระบบรวบรวมข้อมูลการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร .. 53
4.14	Block Diagram ของ โปรแกรม..... 54
4.15	การไหลของสัญญาณจากเซนเซอร์ 54
4.16	ตำแหน่งปั๊มเริ่มต้นและปั๊มสิ้นสุดการทำงาน 55
4.17	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเทียบกับแรงฉุดลาก..... 56
4.18	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเทียบกับแรงบิด 57
4.19	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเทียบกับความลึก..... 57
4.20	กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเทียบกับอัตราการเดินไถล 58

คำอธิบายสัญลักษณ์และคำย่อ

DBP	=	กำลังชุดลาก
F	=	แรงชุดลาก
V	=	ความเร็วขณะชุดลาก
%Slip	=	การลื่นไถล
S	=	ระยะทางขณะไม่มีแรงชุดลาก
S _{load}	=	ระยะทางขณะมีแรงชุดลาก
SFC	=	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ
FC	=	อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง
V _{soil}	=	ปริมาตรของดินที่ไถ
i	=	ความลึกเฉลี่ยร่องไถ
Performance	=	สมรรถนะของการไถ
T _r	=	เวลาที่ใช้จริง
V _{soil}	=	ปริมาตรของดินที่ไถ
V _{fuel}	=	ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้
Pulse	=	หน่วยนับจำนวนสัญญาณของเซนเซอร์
ε	=	ความเครียด

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

เกษตรกรรายย่อยของประเทศไทยนิยมใช้รถไถแบบเดินตามเนื่องจากรถไถเดินตามมีราคาถูกกว่าต้นกำลังชนิดอื่น รถไถเดินตามส่วนใหญ่ถูกผลิตโดยผู้ประกอบการภายในประเทศ ทำให้มีโครงสร้างเหมาะสมกับการใช้งานในสภาพพื้นที่ต่าง ๆ และทำงานได้หลากหลาย ตั้งแต่การไถเตรียมดิน การดูแลรักษาพืช การเก็บเกี่ยว ตลอดจนการขนส่ง นอกจากนี้เครื่องยนต์ของรถไถเดินตามสามารถนำไปใช้เป็นตัวกำลังของเครื่องจักรกลเกษตรอื่น ๆ เช่น เครื่องนวดข้าว เครื่องสูบน้ำ และเครื่องปั่นไฟ เป็นต้น ส่วนรถไถเดินตามที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมักจะมีราคาแพงและใช้งานได้เฉพาะอย่าง

ประสิทธิภาพในการทำงานของรถไถเดินตามขึ้นอยู่กับ สมรรถนะของรถไถเดินตาม สภาพพื้นที่การเกษตร และผู้ปฏิบัติงาน การทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามทำให้ทราบความสามารถในการทำงาน ในการทดสอบสมรรถนะมักจะวัดค่า แรงจุดลาก อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และการสิ้นไถล โดยอาศัยอุปกรณ์วัดแรงดึง กระจบอกตวง และสายวัดระยะทางตามลำดับ การทดสอบสมรรถนะนี้ต้องใช้แรงงานคนในการอ่านค่าและรวบรวมข้อมูลทำให้เกิดความยุ่งยาก ข้อผิดพลาด และเสียเวลาในการทดสอบ

ระบบรวบรวมข้อมูลเป็นระบบที่ใช้วัดค่ารวบรวมและแสดงผลสัญญาณจากเซนเซอร์ต่าง ๆ ระบบรวบรวมข้อมูลจะประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์มักจะประกอบด้วย เซนเซอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม อุปกรณ์แปลงสัญญาณ และอุปกรณ์แสดงผล ซอฟต์แวร์มักจะเป็นโปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเฉพาะทาง เพื่อรวบรวมและประมวลผลสัญญาณจากเซนเซอร์ ในต่างประเทศมีการใช้ระบบรวบรวมข้อมูลทั้งในทางอุตสาหกรรมและเกษตรกรรมอย่างแพร่หลาย โดยในทางเกษตรกรรมมีการใช้ระบบรวบรวมข้อมูลในการทดสอบเครื่องจักรกลเกษตร ส่วนในประเทศไทยระบบรวบรวมข้อมูลส่วนใหญ่ถูกใช้ในทางอุตสาหกรรม สำหรับงานทางการเกษตรระบบรวบรวมข้อมูลถูกพัฒนาสำหรับการทดสอบบนรถแทรกเตอร์ขนาดเล็ก (กวี, 2556) แต่ระบบรวบรวมข้อมูลสำหรับรถไถเดินตามยังไม่ถูกพัฒนา จึงทำให้ข้อมูลมีความคลาดเคลื่อนขาดความน่าเชื่อถือ ดังนั้นงานวิจัยนี้ จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาระบบรวบรวมข้อมูลสำหรับการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตาม เพื่อลดเวลา ลดความยุ่งยาก และเพิ่มความถูกต้องของข้อมูล

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย

- 1.2.1 สร้างระบบรวบรวมข้อมูลสำหรับการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตาม
- 1.2.2 ศึกษาสมรรถนะในการทำงานของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร

1.3 ขอบเขตของงานวิจัย

งานวิจัยนี้จะทำการสร้างระบบรวบรวมข้อมูลสำหรับการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามที่ผลิตในประเทศไทยต่อฟ่วงเครื่องมือเกษตร โดยทำการทดสอบในแปลงเกษตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีที่มีสภาพเป็นดินทรายและดินร่วนปนทราย ไม่มีน้ำท่วมขัง ส่วนประมวลผลและแสดงผลของระบบรวบรวมข้อมูลจะถูกพัฒนาด้วยโปรแกรม LabVIEW

ในการสร้างระบบรวบรวมข้อมูลนี้จะทำการติดตั้งเซนเซอร์เข้ากับรถไถเดินตาม ได้แก่ ชุดอุปกรณ์วัดแรงจลุดลาก ชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง ชุดวัดความเร็วและการสิ้นเปลือง ชุดวัดความถี่กรองไถ และชุดวัดแรงบิดที่เพลาล้อ เพื่อวัดค่าในการทดสอบในแปลงเกษตร

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.4.1 ได้ระบบรวบรวมข้อมูลการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตรที่สามารถใช้งานได้ ทำให้ทราบค่าในการทดสอบและสามารถนำค่ามาวิเคราะห์ วิจารณ์ผลการทดสอบได้
- 1.4.2 สามารถนำมาติดตั้งและทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามคันอื่นได้
- 1.4.3 เป็นประโยชน์ต่องานวิจัยที่เกี่ยวกับการทดสอบของรถไถเดินตาม

บทที่ 2

ปริทัศน์วรรณกรรมและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 ทฤษฎี สมมติฐาน และกรอบแนวความคิด

การใช้งานรถไถเดินตามในประเทศไทยมีการใช้งานกันอย่างแพร่หลายมาเป็นเวลานาน เนื่องจากราคาค่อนข้างถูกกว่าต้นกำลังชนิดอื่นและยังถูกออกแบบให้เหมาะสมกับการใช้งานในประเทศ (เจษฎา, 2554) รถไถเดินตามในปัจจุบันส่วนมากผลิตขึ้นในประเทศไทย รวมทั้งอุปกรณ์ต่อพ่วง โดยแบ่งออกเป็น 3 ประเภท ได้แก่ ประเภทปลักเดี่ยว ประเภทบีบเดี่ยว และประเภทบีบเดี่ยวมีเกียร์ อุปกรณ์และเครื่องมือที่สามารถใช้ร่วมกับรถไถเดินตามมีอยู่หลายประเภท เช่น ไถหัวหมู ผาลเดี่ยว ใช้สำหรับไถนาไถงานแบบ 2 ผาล ใช้สำหรับไถไร่และไถนา และรถพ่วงบรรทุก เป็นต้น

การทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตาม ในปัจจุบันยังใช้แรงงานคนในการเก็บค่าหรือข้อมูลการทดสอบ ทำให้ค่าที่อ่านได้นั้นมีความคลาดเคลื่อนของข้อมูล อีกทั้งการเก็บรวบรวมข้อมูลยังมีความยุ่งยาก และอาจเกิดข้อผิดพลาดขึ้น

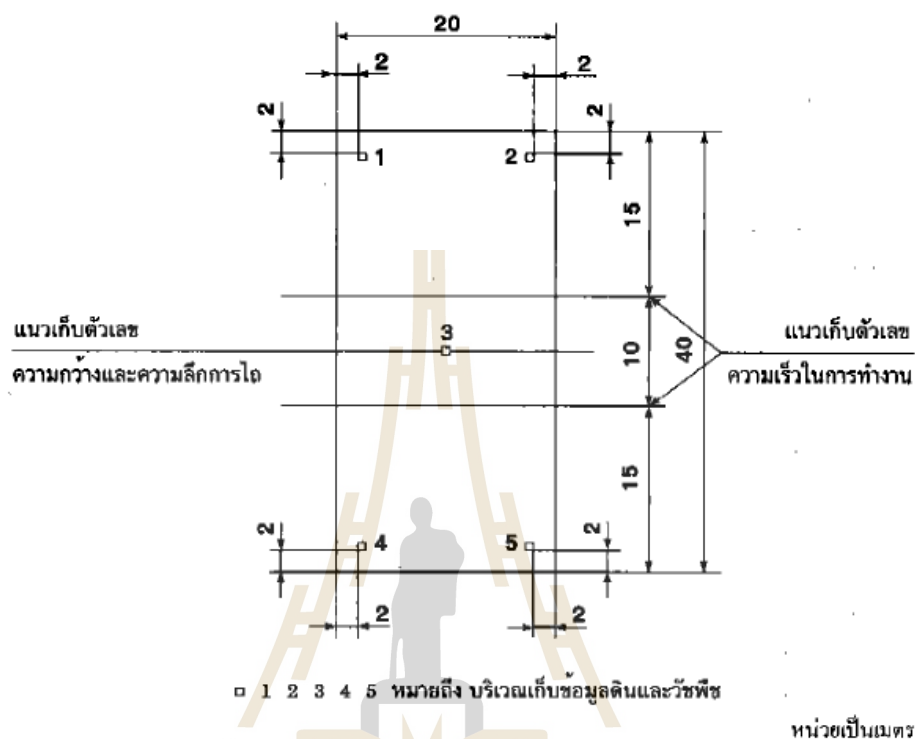
เซนเซอร์ในทางอุตสาหกรรมมีความสามารถในการอ่านค่าของการวัดค่อนข้างละเอียดและมีความถูกต้องสูง การประยุกต์ใช้งานเซนเซอร์ทางอุตสาหกรรมกับการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร จึงเป็นการเพิ่มความแม่นยำของข้อมูล ลดขั้นตอนในการทำงานและสามารถจัดการข้อมูลบนคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป

2.2 การทบทวนวรรณกรรม/สารสนเทศที่เกี่ยวข้อง

การทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตาม จะแบ่งเป็น 2 การทดสอบหลัก ๆ มาตรฐานการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม คือ การทดสอบรถไถเดินตาม และการทดสอบรถไถเดินตามต่อพ่วงกับเครื่องมือเกษตร ได้แก่ ไถงาน และไถหัวหมู โดยตัวแปรการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามขึ้นอยู่กับ สภาพของรถไถเดินตาม สภาพพื้นที่ และผู้ปฏิบัติการทดสอบ จากมาตรฐานการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องการทดสอบรถไถเดินตามได้กำหนดการคำนวณ กำลังจุดลาก การสิ้นเปลืองและอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ ไว้ในประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม

มอก. ไถกระทะพ่วงแทรกเตอร์เดินตาม (2540) ได้กำหนดการออกแบบไถกระทะพ่วงรถไถเดินตาม และได้กำหนดให้มีการทดสอบภาคสนาม โดยใช้แรงงานคนในการเก็บข้อมูลของการทดสอบข้อมูลประกอบด้วย ความเร็วในการทำงาน ความลึกการไถ ความกว้างการไถ เวลาในการ

ทดสอบ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง มีการกำหนดพื้นที่ในการทดสอบภาคสนาม กำหนดระยะต่าง ๆ ในการเก็บค่าดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 บริเวณเก็บข้อมูลการทดสอบภาคสนาม (มอก. ไถกระทะพวงแทรกเตอร์เดินตาม, 2540)

สุภามิต เสงี่ยมพงศ์ (2542) ได้ทำการออกแบบไถงานพรวนตีดพ่วงกับรถไถเดินตาม โดยมีการศึกษาประสิทธิภาพในการทำงานของไถพรวน มีอุปกรณ์ที่ใช้วัดค่าในการทดสอบ ได้แก่ นาฬิกาจับเวลา เครื่องวัดตวงน้ำมันแบบหลอดแก้ว และเทปวัดระยะ



รูปที่ 2.2 ไถงานพรวนตีดพ่วงกับรถไถเดินตาม (สุภามิต เสงี่ยมพงศ์, 2542)

ธรรมศักดิ์ และอนุกุล (2553) ได้ทำการศึกษาสมรรถนะเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กในการทำงานจริงโดยใช้ไบโอดีเซลจากน้ำมันพืชใช้แล้วเป็นเชื้อเพลิง การเก็บข้อมูลพื้นฐานต่าง ๆ ทำโดยการใช้แรงงานคนอ่านค่าจากอุปกรณ์วัดต่าง ๆ ได้แก่ เครื่องมือวัดความเร็วรอบแบบใช้แสง นาฬิกาจับเวลา กระบอกตวง บีกเกอร์ เทอโมมิเตอร์



(ก)



(ข)



(ค)



(ง)



(จ)

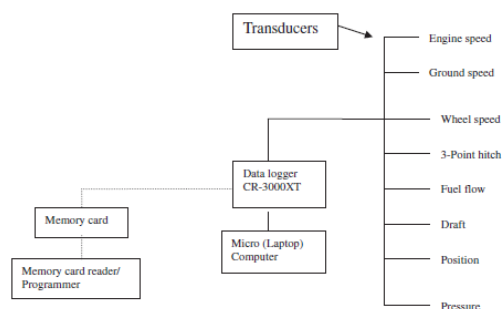
รูปที่ 2.3 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย (ก) เครื่องวัดความเร็วรอบแบบใช้แสง, (ข) นาฬิกาจับเวลา, (ค) กระบอกตวง, (ง) บีกเกอร์, (จ) เทอโมมิเตอร์ (ธรรมศักดิ์และอนุกุล, 2553)

รุ่งเรือง และเกียรติศักดิ์ (2548) ทำการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในห้องปฏิบัติการ เพื่อหาค่าล้นจุดลากและกำลังขับเคลื่อนที่เพลาล้อ ไซมอเตอร์ไฟฟ้า 3 เฟสขนาด 10 แรงม้า เป็นต้นกำลังให้รถไถเดินตาม ทำการทดสอบในชุดกระบะดิน ข้อจำกัดของชุดทดสอบนี้คือไม่สามารถทำการทดสอบในสภาวะแปลงจริงได้

C.D. Singh (2554) ทำการสร้างระบบรวบรวมข้อมูลบนรถแทรกเตอร์เกษตร โดยประยุกต์ใช้เซนเซอร์อุตสาหกรรมในการทดสอบ เพื่อใช้ในการวัดค่าในการทดสอบต่าง ๆ เช่น ความเร็วในการทดสอบ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง และความสึกกร่อนไถ ใช้อุปกรณ์รวบรวมข้อมูลเป็นตัวเก็บข้อมูล



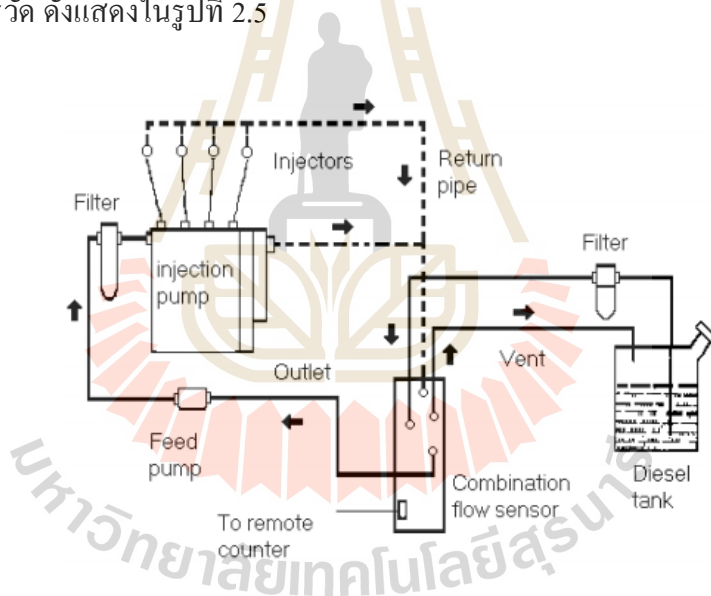
(ก)



(ข)

รูปที่ 2.4 ระบบรวบรวมข้อมูลการทำงานของรถแทรกเตอร์ (ก) ตำแหน่งติดตั้งอุปกรณ์,
(ข) Diagram ของระบบรวบรวมข้อมูล (C.D. Singh, 2554)

P. A. Hansson (2003) ได้สร้างระบบ เพื่อวัดน้ำมันของรถแทรกเตอร์เกษตร โดยใช้ เซนเซอร์ในการวัด ดังแสดงในรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 ระบบการวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของรถแทรกเตอร์เกษตร
(P. A. Hansson, 2003)

กวี (2556) ได้พัฒนาอุปกรณ์วัดแรงจลนลาภแบบ 3 แนวแกนสำหรับรถแทรกเตอร์เกษตรขนาดเล็ก ทำการสร้างระบบรวบรวมข้อมูลโดยประยุกต์ใช้เซ็นเซอร์อุตสาหกรรม ได้แก่ มาตรวัดความเร็ว เซนเซอร์เหนี่ยวนำชนิดแสง และเซนเซอร์วัดการไหล โดยแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์แบบ real time อีกทั้งยังเก็บบันทึกข้อมูลรวบรวมในคอมพิวเตอร์



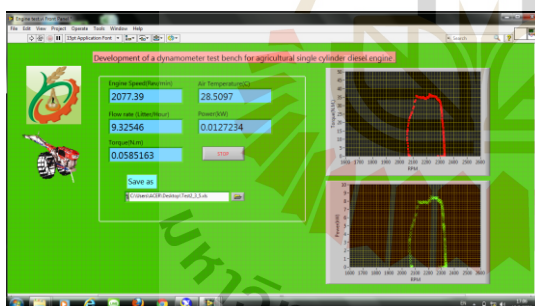
(ก)



(ข)

รูปที่ 2.6 (ก) อุปกรณ์วัดแรงที่ถูกพัฒนาขึ้น (กวิ, 2556), (ข) การติดตั้งอุปกรณ์วัดแรงกับรถแทรกเตอร์เกษตรขนาดเล็ก

อรรถพล (2555) ได้สร้างชุดทดสอบสมรรถนะเครื่องยนต์ ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร โดยพัฒนาอุปกรณ์การเก็บข้อมูล ใช้เซนเซอร์อุตสาหกรรมในการเก็บข้อมูลต่าง ๆ รวมถึงพัฒนาระบบรวบรวมข้อมูลบน โปรแกรม LabVIEW



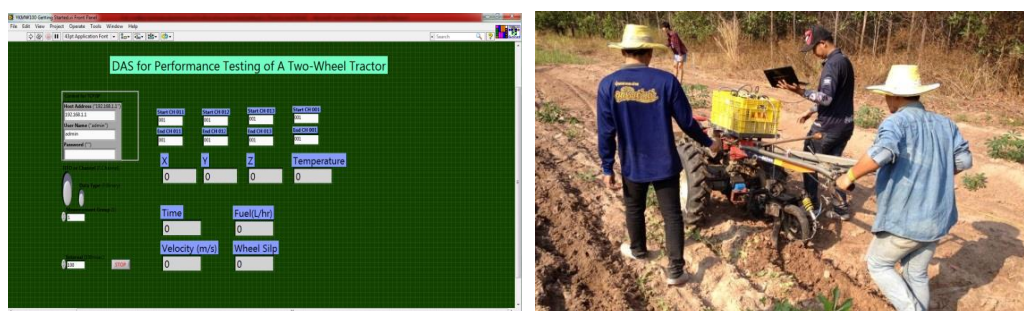
(ก)



(ข)

รูปที่ 2.7 การพัฒนาชุดทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร (ก) การพัฒนาระบบรวบรวมข้อมูล, (ข) การสร้างชุดทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร

อรรถพล (2556) ได้พัฒนาชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์เก็บข้อมูลลงบนรถไถเดินตามเพื่อทำการทดสอบในแปลงเกษตร เพื่อศึกษาการทำงานของรถไถเดินตาม และพัฒนาระบบรวบรวมข้อมูลการทดสอบบน โปรแกรม LabVIEW



รูปที่ 2.8 การพัฒนาชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร (ก) การพัฒนาระบบรวบรวมข้อมูล, (ข) การสร้างชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร

2.3 ตัวแปรของการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามตาม

ตัวแปรการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามขึ้นอยู่กับ สภาพของรถไถเดินตาม สภาพพื้นที่ และผู้ปฏิบัติการทดสอบ จากมาตรฐานการออกแบบผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องการทดสอบรถไถเดินตาม ได้กำหนดการคำนวณ กำลังจูดลาก การสิ้นเปลืองและอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ ไว้ในประกาศของกระทรวงอุตสาหกรรม (มอก.การทดสอบรถไถเดินตาม, 2535) สามารถคำนวณค่าต่าง ๆ ได้โดย

กำลังจูดลาก (kW) คำนวณได้จาก

$$DBP = F \times v \quad (2.1)$$

โดยที่ DBP คือ กำลังจูดลาก (kW)
 F คือ แรงจูดลาก (kN)
 v คือ ความเร็วขณะจูดลาก (m/s)

การคำนวณหาการสิ้นเปลือง (%) คำนวณได้จาก

$$\% \text{Slip} = \frac{(S - S_{\text{load}}) \times 100}{S} \quad (2.2)$$

โดยที่ %Slip คือ อัตราการสิ้นเปลือง
 S คือ ระยะทางเคลื่อนที่ขณะไม่มีโหลด (m)
 S_{load} คือ ระยะทางเคลื่อนที่ขณะมีโหลด (m)

การหาอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ (kg/kW hr) สามารถได้จาก

$$\text{SFC} = \frac{\text{FC}}{\text{DBP}} \quad (2.3)$$

โดยที่ SFC คือ การหาอัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงจำเพาะ (kg/kW hr)
 FC คือ อัตราการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง (kg/hr)
 DBP คือ กำลังจุดติด (kW)

มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องไอกระะทะพ่วงรถแทรกเตอร์เดินตาม ในการทดสอบ จะทำการเก็บข้อมูลของอุปกรณ์ต่อพ่วงคือ ลักษณะของไอกระะทะ ความกว้างการไหลทางปฏิบัติใน หน่วยเซนติเมตร ความลึกการไหลในหน่วยเซนติเมตร ความเร็วในหน่วยกิโลเมตรต่อชั่วโมง เวลา เสร็จสิ้นการทดสอบ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ในหน่วยเดซิเมตร ซึ่งค่าที่ได้จากการทดสอบนี้จะ นำไปใช้คำนวณต่อไป นอกจากนี้ ยังมีการศึกษาชนิดของดินและลักษณะการแตกตัวของดินอีกด้วย ในการกำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมเรื่องไอกระะทะพ่วงรถแทรกเตอร์เดินตาม ได้ กำหนดการคำนวณ ประสิทธิภาพการไหล เวลาที่ใช้ทางทฤษฎี สมรรถนะของการไหลและปริมาตร ของดินที่ไหล (มอก.ไอกระะทะพ่วงรถแทรกเตอร์เดินตาม, 2540) ซึ่งการคำนวณค่าต่าง ๆ กำหนดไว้ ดังนี้

ปริมาตรของดินที่ไหลคำนวณได้จาก

$$V_{\text{soil}} = 8 \times i \quad (2.4)$$

โดยที่ V_{soil} คือ ปริมาตรของดินที่ไหล (cc)
 i คือ ความลึกเฉลี่ยร่องไหล

สมรรถนะของการไหลคำนวณได้จาก

$$\text{Performance} = \frac{V_{\text{soil}}}{T_r \times V_{\text{fuel}}} \quad (2.5)$$

โดยที่ Performance	คือ สมรรถนะของการไถ
T_r	คือ เวลาที่ใช้จริง (hr)
V_{soil}	คือ ปริมาตรของดินที่ไถ (cm^3)
V_{fuel}	คือ ปริมาณน้ำมันเชื้อเพลิงที่ใช้ (cm^3)

2.4 การทดสอบภาคสนาม

มอก. ไถกระทะพวงแทรกเตอร์เดินตาม (2540) ได้กำหนดการทดสอบภาคสนามไว้ดังนี้

2.4.1 ข้อกำหนดทั่วไป

- 1) ผู้ทำเป็นผู้จัดเตรียมรถแทรกเตอร์ เครื่องมือ ชิ้นส่วนต่าง ๆ และพื้นที่ทดสอบ
- 2) ผู้จัดทำเป็นผู้จัดหาคนไถ
- 3) ใน 1 ชั่วโมงก่อนการทดสอบผู้ทดสอบสามารถไถพื้นที่ใกล้เคียงพื้นที่ทดสอบ และสามารถปรับแต่งไถกระทะได้
- 4) พื้นที่ทดสอบต้องเป็นพื้นที่เคยทำการเกษตรกรรมมาแล้วอย่างน้อยไม่เกิน 1 ปี เป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าขนาด 20 เมตร x 40 เมตร ไม่มีน้ำขัง

2.4.2 วิธีทดสอบ

ไถแบบวนรอบหรือ ไถแบบต่อเนื่อง บริเวณการเก็บข้อมูลการทดสอบดังรูปที่ 2.1 โดยการไถอย่างต่อเนื่องจนครอบคลุมพื้นที่ที่ทดสอบทั้งหมด ในแต่ละร่องไถจะต้องไม่ซ้ำรอยไถเดิม และให้มีค่าเฉลี่ยความลึกการไถไม่น้อยกว่า 12 เซนติเมตร ในกรณีที่มีความจำเป็นต้องเคลื่อนย้ายเครื่องมือหรือเครื่องต้นกำลังให้ได้ แต่หลังจากนั้นต้องไถต่อจนครอบคลุมพื้นที่ทดสอบทั้งหมด จากนั้นบันทึกผลการทดสอบทั่วไป โดยบันทึกเวลาที่ใช้งานจริง ไม่นับรวมเวลาที่เสียไปในการเคลื่อนย้ายเครื่องมือหรือเปลี่ยนเครื่องต้นกำลัง แล้วตรวจพิจารณาการหักแตกไร่ และการเสียรูปชิ้นส่วนต่าง ๆ

2.4.3 รายงานผล

รายงานผลการผลการทดสอบตามแบบรายงานผลการทดสอบภาคสนามของไถกระทะ มอก. ไถหัวหมู (2535) การทดสอบภาคสนามของไถหัวหมูลักษณะคล้ายกัน ต่างกันเพียงขนาดพื้นที่ มีขนาด 14 เมตร x 28 เมตร ซึ่งเคยใช้การเกษตรมาแล้ว และสภาพพื้นที่ต้องมีน้ำท่วมขังไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร

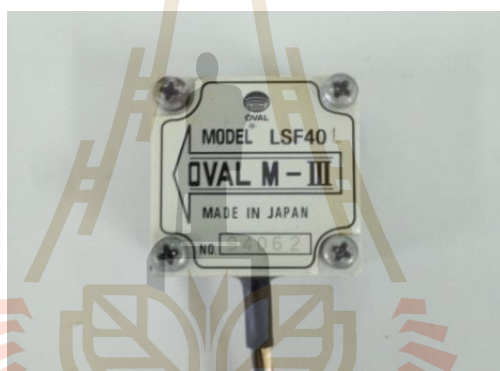
2.5 เซนเซอร์ชนิดต่าง ๆ ที่ใช้ในงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การพัฒนากระบวนการรวบรวมข้อมูลการทดสอบสมรรถนะรถไถเดินตามในแปลงเกษตรประยุกต์ใช้เซนเซอร์ในทางอุตสาหกรรม หลักการทำงานของเซนเซอร์แต่ละชนิดมีความแตกต่างกันออกไปตามความเหมาะสม

2.5.1 เซนเซอร์วัดอัตราการไหล

ในการวัดอัตราการไหล จะต้องมีเซนเซอร์วัดอัตราการไหลเชิงปริมาตร การวัดแบบเดิมใช้ปริมาตรของน้ำมันในถังน้ำมัน บอกริมาตรที่ใช้ไป ทำให้อาจมีการคลาดเคลื่อน ดังนั้นการใช้เซนเซอร์วัดอัตราการไหลจะทำให้ค่าของน้ำมันที่วัดได้มีความแม่นยำขึ้น

เซนเซอร์วัดอัตราการไหลมีหลายชนิด กวี คงมั่น(2556) ได้ใช้ Flow Sensor Model FLS40L ดังรูปที่ 2.9 ในการสร้างระบบรวบรวมข้อมูลการทดสอบ

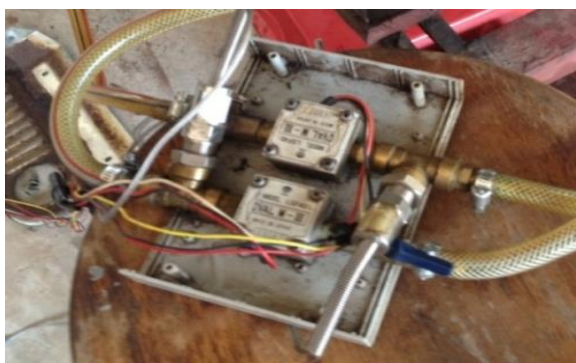


รูปที่ 2.9 อุปกรณ์วัดอัตราการไหล Flow Sensor Oval LSF40

2.5.2 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ

ในการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตาม เมื่อทำการทดสอบไประยะเวลาหนึ่ง อุณหภูมิของน้ำมันจะมีการเปลี่ยนแปลงไป ทำให้ความหนาแน่นของน้ำมันเปลี่ยนแปลงไป จึงต้องวัดอุณหภูมิของน้ำมันเพื่อเปรียบวัดความหนาแน่นและคำนวณออกมาเป็นปริมาตรที่แท้จริง โดยอุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิที่ใช้กันทั่วไป คือ เทอร์โมมิเตอร์

Thermocouple คืออุปกรณ์วัดอุณหภูมิโดยใช้หลักการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิหรือความร้อนเป็นแรงเคลื่อนไฟฟ้า กวี (2556) ใช้ Thermocouple ในการตรวจวัดอุณหภูมิของน้ำมันเพื่อปรับวัดให้ได้ ความหนาแน่นตามอุณหภูมิ โดยวัดอุณหภูมิของน้ำมันก่อนเข้าเซนเซอร์วัดอัตราการไหล ดังรูปที่ 2.10



รูปที่ 2.10 การติดตั้ง Thermocouple

2.5.3 มาตรฐานวัดความเครียด

การวัดแรงต่าง ๆ ในการทดสอบ ได้แก่ แรงฉุดลากและแรงบิดที่เพลาล้อ จะอาศัยหลักการการเปลี่ยนรูปของชิ้นงาน ซึ่งจะทำให้การติดมาตรฐานวัดความเครียดเข้าไปเพื่ออ่านค่าการเปลี่ยนแปลงในรูปแบบของสัญญาณไฟฟ้า ชิ้นงานแต่ละชิ้นที่จะติดมาตรฐานวัดความเครียดถูกออกแบบให้เหมาะสมกับงานที่ทำ

กรี (2556) ได้พัฒนาอุปกรณ์วัดแรงแบบ 3 แนวแกนขึ้น โดยใช้การออกแบบอุปกรณ์และติดตั้งมาตรฐานวัดความเครียดเพื่ออ่านค่าการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์ และหาสมการที่ใช้แปลงค่าของมาตรฐานวัดความเครียดเป็นค่าแรงฉุดลาก ดังรูปที่ 2.11

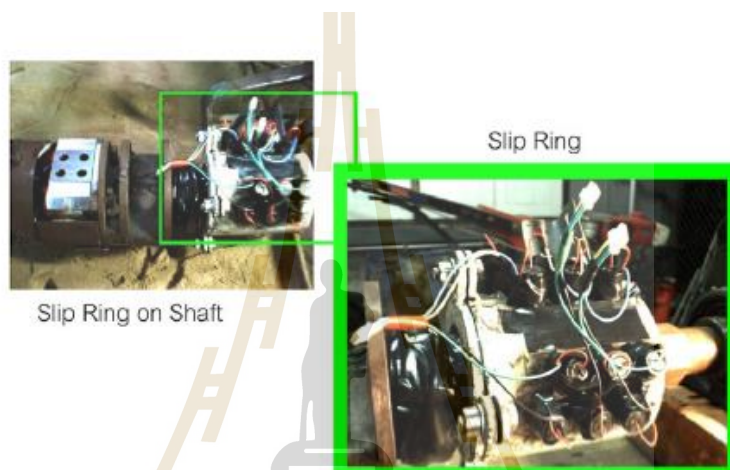


รูปที่ 2.11 การติดมาตรฐานวัดความเครียดลงบนอุปกรณ์

2.5.4 Slip ring

การวัดแรงบิดที่เพลาล้อรถไถนั้นจะต้องติดมาตรวัดความเครียดบนเพลาล้อ ทำให้ในการทำงานมาตรวัดความเครียดหมุนตามเพลาล้อตลอดเวลา จึงต้องมีอุปกรณ์ในการส่งผ่านสัญญาณ โดยจะใช้ Slip ring ตัวส่งผ่านสัญญาณจากมาตรวัดความเครียดกับอุปกรณ์ขยายสัญญาณ

ไพศาล มานิตย์โชติพิสิฐ (2545) ได้ทำการศึกษาแรงกระทำบนใบมีดจอบหมุนพรวนในกระบะทราย มีการพัฒนา Slip ring 12 รูปร่างที่ 2.12 ช่องเพื่อแก้ไขปัญหาของสัญญาณจากการวัดแรงบิด วิธีเดิมคือใช้สายไฟพันไปตามเพล



รูปที่ 2.12 Slip ring 12 ช่องที่ถูกพัฒนาขึ้น ไพศาล มานิตย์โชติพิสิฐ (2545)

2.5.5 เซนเซอร์วัดรอบ (Rotary Encoder)

ในการวัดความเร็วในการทำงานและอัตราการเดินไถล จำเป็นจะต้องมีการวัดความเร็วขณะทำงานและความเร็วขณะรถไถวิ่งตัวเปล่าเพื่อเทียบเป็นอัตราการเดินไถล โดยในการทำการทดสอบจะมีการใช้เทปวัดหรืออุปกรณ์วัดระยะอื่น ๆ ในการวัดค่าระยะทางและนาฬิกาในการจับเวลาเพื่อหาเวลาในการทดสอบ จากนั้นนำค่าที่บันทึกได้มาคำนวณหาความเร็วในการทำงาน

กวี (2556) ได้ใช้ Rotary Encoder ในการสร้างล้อที่ 5 ดังรูปที่ 2.13 เพื่อวัดค่าระยะทางในการทำงานจริงของรถไถเดินตามขนาดเล็ก โดยให้ Rotary Encoder ส่งสัญญาณผ่านอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณและประมวลผลบนคอมพิวเตอร์



รูปที่ 2.13 ล้อที่ 5 สำหรับวัดระยะในการทำงานจริง (กวี, 2556)

2.5.6 เซนเซอร์เหนี่ยวนำ (Proximity Sensor)

หลักการทำงานของเซนเซอร์เหนี่ยวนำ (Proximity Sensor) คือ สามารถทำงาน โดยไม่มีการสัมผัสกับวัตถุ โดยการทำงานอาจจะรับส่งข้อมูลรูปแบบใดรูปแบบหนึ่ง เช่น สนามแม่เหล็ก สนามไฟฟ้า แสง เป็นต้น ส่วนใหญ่จะใช้งานในการตรวจนับ ขนาด ระยะ รูปร่าง เป็นต้น

อรรถพล (2556) ใช้นับจำนวนรอบของเครื่องยนต์ บนชุดทดสอบสมรรถนะของ เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร ดังรูปที่ 2.14 เพื่อคำนวณหาความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และนำมาคำนวณหาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร



รูปที่ 2.14 Proximity Sensor สำหรับนับจำนวนรอบเครื่องยนต์

2.6 ซอฟต์แวร์สำเร็จรูป โปรแกรม LabVIEW

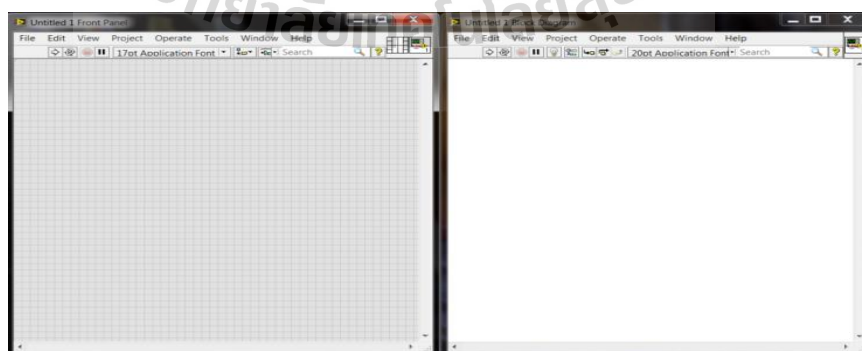
มารุต (2553) ใช้โปรแกรม LabVIEW ในการพัฒนาอุปกรณ์อัตโนมัติสำหรับการทดสอบ การอัดตัวคายน้ำอย่างรวดเร็ว ทำให้จัดการกับข้อมูลของการทดสอบได้ง่าย

อรรถพล (2556) ใช้โปรแกรม LabVIEW ในการพัฒนาชุดทดสอบสมรรถนะของ เครื่องยนต์ดีเซลสูบลมเดียวทางการเกษตร ทำให้ลดลำดับในการขั้นตอนโปรแกรม จัดการกับข้อมูลได้ ง่ายและมีการแสดงผลในขณะที่ทำการทดสอบได้

LabVIEW คือ ชุดพัฒนาอุปกรณ์เพื่อใช้ในการสร้างระบบการวัด การทดสอบ และควบคุม โดยเขียนโปรแกรมด้วยภาษาโค้ดรูปภาพ (Graphical programming) และมีการต่อสายส่งข้อมูล คล้ายกับการวาดแผนภาพที่เข้าใจได้ง่าย LabVIEW ย่อมาจาก Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench หมายความว่า โปรแกรมที่สร้างเครื่องมือวัดเสมือนจริงในห้องปฏิบัติการ ทางวิศวกรรม หลักการทำงานคือจัดการด้านการวัดและเครื่องมือวัดอย่างมีประสิทธิภาพ

LabVIEW ต่างจากโปรแกรมอื่นอย่างเห็นได้ชัดที่สุดคือ เป็นโปรแกรมประเภท GUI (Graphic User Interface) โดยสมบูรณ์ ไม่จำเป็นต้องมีการเขียน Code เพิ่ม ภาษาที่ใช้เป็นภาษา รูปภาพ ทำให้มีความสะดวกและลดเวลาในการเขียน โปรแกรมลงได้มาก สามารถจัดการกับ อุปกรณ์ในการเชื่อมต่อ ได้อย่างมีประสิทธิภาพสะดวกในการใช้งาน

LabVIEW จะเป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องมือทั้งหมด LabVIEW เป็น โปรแกรมที่ใช้เพื่อสร้างโปรแกรมสำหรับการเก็บข้อมูล การเชื่อมต่ออุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดต่าง ๆ และการ ควบคุมระบบต่าง ๆ เพื่อให้ผู้ใช้สามารถนำโปรแกรมมาพัฒนาและประยุกต์ใช้ให้เหมาะสมกับงาน โปรแกรม LabVIEW โดยปกติจะเรียกว่า Virtual Instrument (VI) ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ Front Panel และ Block Diagram



(ก)

(ข)

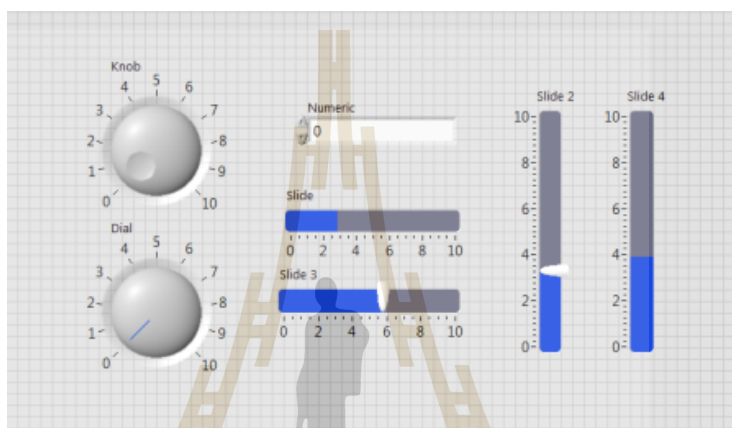
รูปที่ 2.15 ส่วนประกอบหลักของโปรแกรม LabVIEW

(ก) Front Panel, (ข) Block Diagram

2.6.1 Front Panel

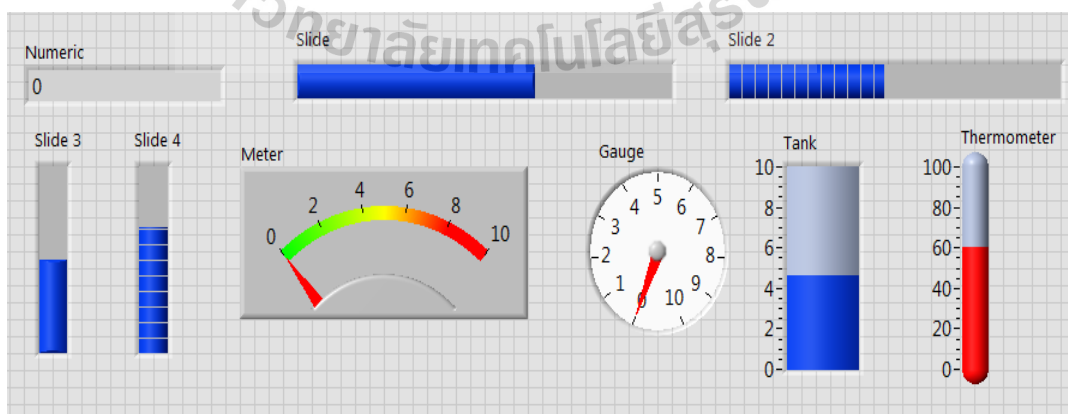
Front Panel มีหน้าที่เชื่อมต่อกับผู้ใช้งาน ใสค่า (Input) และ แสดงผล (Output) โดย Input เรียกว่า Controls และส่วน Output เรียกว่า Indicator ทั้ง 2 ส่วนถูกแบ่งโดย Object ที่วางอยู่บน Front Panel เป็น 3 ประเภท คือ

1) Control คือ ส่วนที่สามารถรับค่าจากผู้ใช้ (Input) ผู้ใช้สามารถพิมพ์ค่าลงไป หรือปรับเปลี่ยนค่าได้จากสัญลักษณ์ เช่น ปุ่มหมุน สวิตช์ กลองข้อความ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.16



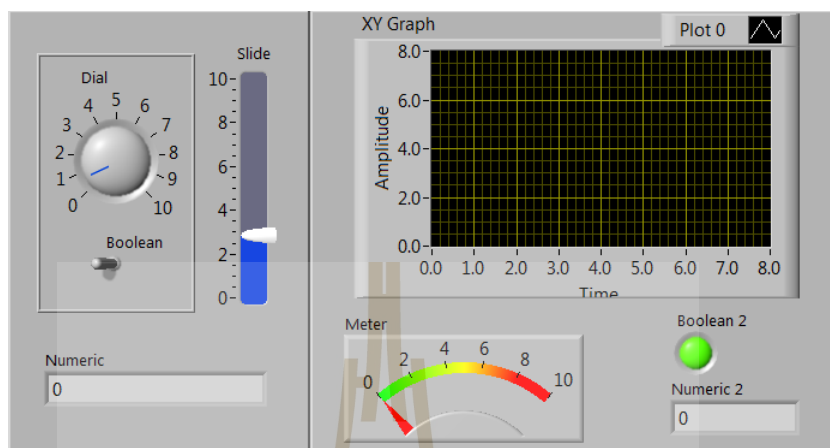
รูปที่ 2.16 Object ส่วนของ Control

2) Indicator คือ ส่วนที่ใช้แสดงค่าเท่านั้น (Output) ไม่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าได้ เช่น กราฟ มิเตอร์ หลอดไฟ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 Object ส่วนของ Indicator

3) Decoration คือ ส่วนที่วางไว้เพื่อความเป็นระเบียบ ไม่สามารถแสดงค่าหรือปรับเปลี่ยนค่าได้ เช่น เส้นแบ่ง กล่องสี่เหลี่ยมมน ข้อความ เป็นต้น ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 Object ส่วนของ Decoration

2.6.2 Block Diagram

Block Diagram เป็นส่วนเก็บ Source Code ของโปรแกรม โดยตัวโปรแกรมใน LabVIEW จะเรียกว่า VI ตัว Code ของ LabVIEW เป็นกราฟฟิกเรียกว่า G (Graphical) Programming หลักการของโปรแกรม คือ เชื่อมจุดต่าง ๆ เข้าด้วยกันแทนการเขียน Code คำสั่ง ทำให้ลดความยุ่งยากในการเขียน โปรแกรม ส่วนของ Block Diagram ประกอบด้วย

1) Terminal คือ สถานที่ของข้อมูลทั้งต้นทางและปลายทาง ถ้า Terminal นั้น เป็น Terminal ต้นทาง จะเป็น Terminal ของ Controls และถ้า Terminal นั้นเป็น Terminal ปลายทาง จะเป็น Terminal ของ Indicator

2) Node ใช้เรียก Object เพื่อประมวลข้อมูลใน Block Diagram เช่นเดียวกับการเขียน Flow Chart ใช้สัญลักษณ์แทนการวิเคราะห์ข้อมูล

3) Wires คือการต่อสายเชื่อมข้อมูลเพื่อกำหนดทิศทาง การไหลของข้อมูลว่าจะให้ไปที่ Node ไหนบ้าง มีลำดับอย่างไรและข้อมูลตัวเลขจะถูกแบ่งโดยสีแต่ละสีที่แตกต่างกัน

4) Icon และ Connector การเขียน VI ทุก VI สามารถทำหน้าที่เป็น Sub VI คือ เป็นโปรแกรมย่อยและสามารถนำหลาย ๆ Sub VI มารวมกันได้ โดยมีสัญลักษณ์แสดงเป็น Icon โดยรูป Icon จะปรากฏบนด้านซ้ายใต้ Title Bar ของหน้าต่าง Connector มีลักษณะคล้ายการใช้คำสั่ง Parameter ในภาษา C คือ การกำหนดว่าข้อมูลใดส่งไปสู่โปรแกรมย่อยใดและข้อมูลใดจะรับออกจากโปรแกรมย่อยใด

บทที่ 3

วิธีดำเนินการวิจัย

การศึกษาวิจัยเกี่ยวกับรถไถเดินตามในการทดสอบสมรรถนะต่าง ๆ นั้น จำเป็นต้องใช้แรงงานคนจำนวนมากในการวัดและเก็บรวบรวมข้อมูล อาจทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนเนื่องจากตัวบุคคลเองและความละเอียดของอุปกรณ์การวัด ทำให้มีค่าความคลาดเคลื่อนในการวัด เช่น การอ่านปริมาตรน้ำมันจากหลอดวัดปริมาตร การอ่านระยะทางจากดัลต์เมตร และการกดจับเวลาให้สัมพันธ์กับการทำงาน เป็นต้น การสร้างชุดทดสอบประยุกต์ใช้เช่นเซอร์วูดสาหร่ายชนิดต่าง ๆ พัฒนาระบบรวบรวมข้อมูลเพื่อลดขั้นตอนในการทดสอบ เพิ่มความถูกต้องของข้อมูล และประหยัดแรงงานคนในการทดสอบ โดยพัฒนาระบบรวบรวมข้อมูลบนโปรแกรม LabVIEW ประมวลผลด้วยคอมพิวเตอร์ชนิดพกพา (Notebook)

3.1 เครื่องมือ อุปกรณ์ที่ใช้ในงานวิจัย และการสอบเทียบอุปกรณ์

การทดสอบเพื่อหามุมตัดที่เหมาะสมสำหรับกลไกตัดท่อนพันธุ์ในเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ทำเพื่อหามุมตัดของใบมีดที่เหมาะสมกับกลไกการตัด ประกอบด้วย เครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ เกณฑ์การทดสอบ และขั้นตอนการทดสอบ โดยทำการทดสอบในห้องปฏิบัติการร่วมกับชุดทดสอบกลไกการตัดที่จำลองการทำงานจริงของกลไกก่อนนำไปติดตั้งเข้ากับเครื่องปลูกมันสำปะหลัง ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1.1 เครื่องมือและอุปกรณ์

รถไถที่ใช้ในงานวิจัยนี้คือ รถไถเดินตาม ยี่ห้อ คูโบต้า เครื่องยนต์สูบเดียว รุ่น ET115 มีข้อมูลพื้นฐานดังตารางที่ 3.1 และ โครงรถไถรุ่น NC131 มีข้อมูลพื้นฐานดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.1 ข้อมูลเครื่องยนต์ ยี่ห้อ คูโบต้า รุ่น ET115

รายการ	ข้อมูล
ชนิด/จำนวนกระบอกสูบ	เครื่องยนต์ดีเซล / 1 สูบ
ยี่ห้อ/รุ่น	คูโบต้า/ET115
กำลังงานสูงสุด	8.57 kW @ 2400 RPM
อัตราสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ	272 g/kW-h
แรงบิดสูงสุด	36.26 N-m @ 1600 RPM
อัตราการใช้เชื้อเพลิงที่กำลังสูงสุด (Qf)	2.75 Liter/h

ตารางที่ 3.2 รายละเอียดครดแทรกเตอร์ สยามคูโบต้า NC 131

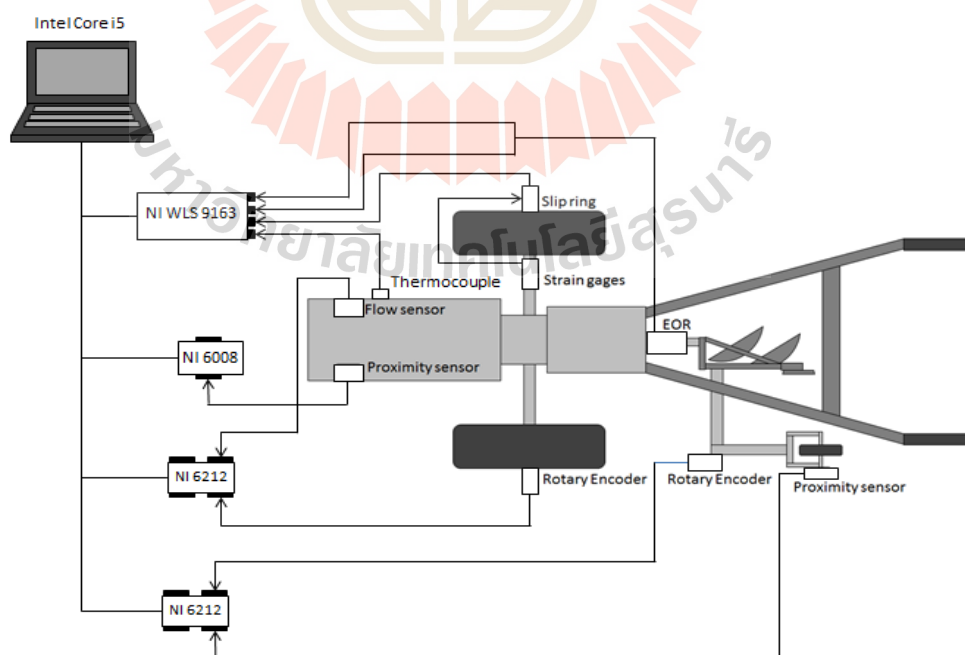
รายละเอียดครดแทรกเตอร์ สยามคูโบต้า NC 131	ข้อมูล
สัดส่วน - ความกว้าง (ต่ำสุด/สูงสุด)	1,050/1,200 มม.
- ความยาว	2,960 มม.
- ความสูง	1,220 มม.
มู่เลย์เครื่อง	140 มม. (5.5 นิ้ว)
มู่เลย์รถแทรกเตอร์เดินตาม	180 มม. (7 นิ้ว)
เส้นผ่านศูนย์กลางของล้อเหล็ก	800 มม.
สายพานรถแทรกเตอร์เดินตาม	1,981 มม. (78 นิ้ว)
ระบบเบรค	แบบดรัมเบรค
ระบบคลัทช์	แบบคลัทช์แห้งหลายแผ่น
น้ำมันเกียร์	เอส เอ อี (SAE) เบอร์ 90
ความจุของน้ำมันเกียร์	5.5 - 6 ลิตร
ความเร็วสูงสุด	33.5 กม. / ชม.
อัตราทดรอบเกียร์ - เกียร์ 1	44 ต่อ 1
- เกียร์ 2	23 ต่อ 1
- เกียร์ 3	8 ต่อ 1
- เกียร์ถอยหลัง	56 ต่อ 1
น้ำหนักสุทธิของรถแทรกเตอร์เดินตาม	210 กก.
ขนาดของเครื่องยนต์ต้นกำลัง	7-11.5 แรงม้า



รูปที่ 3.1 รถไถเดินตาม NC 131 เครื่องยนต์ KUBOTA ET115

3.1.2 การติดตั้งอุปกรณ์

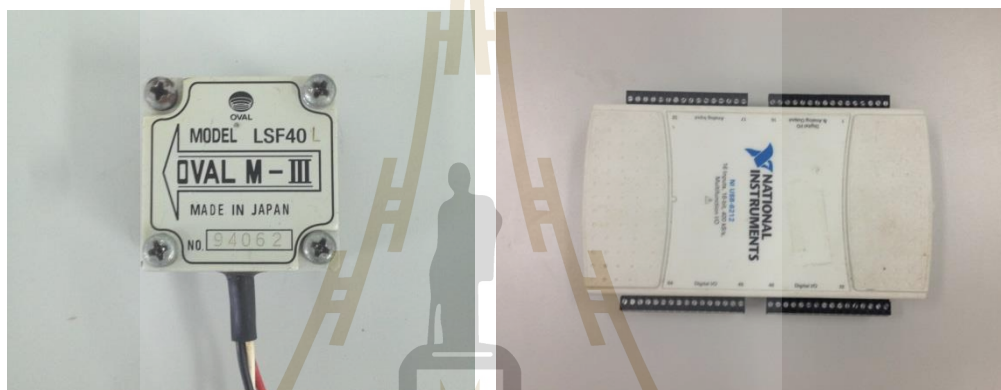
การสร้างระบบรวบรวมข้อมูล จะทำการติดตั้งเซนเซอร์ต่าง ๆ ในการวัดค่าบนรถไถเดินตาม เซนเซอร์แต่ละชนิดจะติดตั้งเข้ากับรถไถเดินตาม ดังรูปที่ 3.2 เพื่อวัดค่าในการทดสอบ โดยจะส่งสัญญาณผ่านอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ และประมวลผลบนคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.2 แผนภาพการติดตั้งระบบรวบรวมข้อมูลบนรถไถเดินตาม

3.1.3 ชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

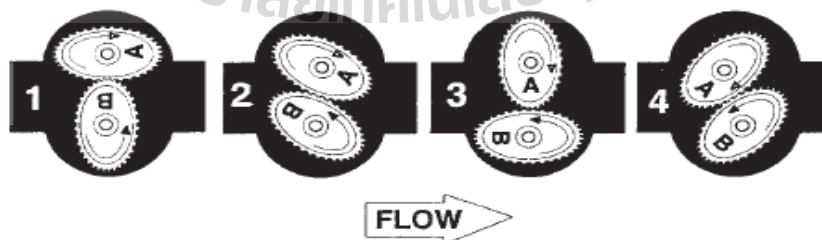
การทดสอบจะใช้เซนเซอร์วัดอัตราการไหล ยี่ห้อ Oval รุ่น gear flow-meter model LSF40 ในการสร้างชุดทดสอบ ซึ่งมีหลักการทำงานโดยอาศัยหลักการหมุนของแม่เหล็กเพื่อสร้างคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า การหมุน 1 รอบ จะส่งค่าสัญญาณออกมาเป็นสัญญาณ pulse ค่าแรงดันไฟฟ้าจะอยู่ที่ 6.4-7.4 V ค่าสัญญาณจาก เซนเซอร์วัดอัตราการไหล จะถูกส่งไปที่ อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ ในการทดสอบนี้จะใช้ อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ ชนิด NI DAQ 6212-USB ซึ่งอุปกรณ์นี้จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณก่อนจะนำไปสร้างโปรแกรมประมวลผลบนคอมพิวเตอร์



(ก)

(ข)

รูปที่ 3.3 (ก) เซนเซอร์วัดอัตราการไหล Oval gear flow-meter
(ข) อุปกรณ์รวบรวมข้อมูล NI DAQ 6212-USB



รูปที่ 3.4 การทำงานของเซนเซอร์วัดอัตราการไหล

นอกจากเซนเซอร์วัดอัตราการไหลในการทดสอบจำเป็นต้องมีการวัดอุณหภูมิเพื่อปรับแก้ปริมาตรที่เปลี่ยนแปลงไปตามอุณหภูมิด้วย เพราะในการทดสอบอุณหภูมิของเครื่องยนต์จะสูงขึ้นและมีผลทำให้น้ำมันเชื้อเพลิงมีอุณหภูมิสูงขึ้นจึงจำเป็นต้องมีการวัดอุณหภูมิเพื่อปรับแก้ค่าปริมาตรของน้ำมันเชื้อเพลิง

อุปกรณ์ที่ใช้วัดอุณหภูมิในการทดสอบจะใช้ คือ เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ หรือ เทอร์โมคัปเปิ้ล ชนิด K (Thermocouple Type K) สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำมันเชื้อเพลิง ซึ่งจะติดตั้งบริเวณขาเข้าเซนเซอร์วัดอัตราการไหล อุปกรณ์ที่ใช้รวบรวมสัญญาณจาก เทอร์โมคัปเปิ้ล จะใช้ NI DAQ WLS-9163 ซึ่งเป็นชนิดที่รับค่าสัญญาณจาก เทอร์โมคัปเปิ้ล หรือ สัญญาณ อนาล็อก จากเซนเซอร์ตัวอื่น ๆ



(ก)

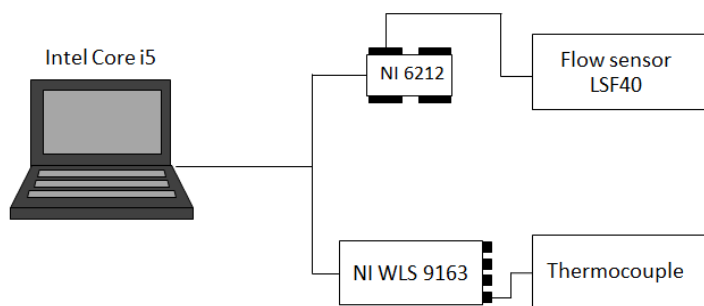


(ข)

รูปที่ 3.5 (ก) อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ เทอร์โมคัปเปิ้ล

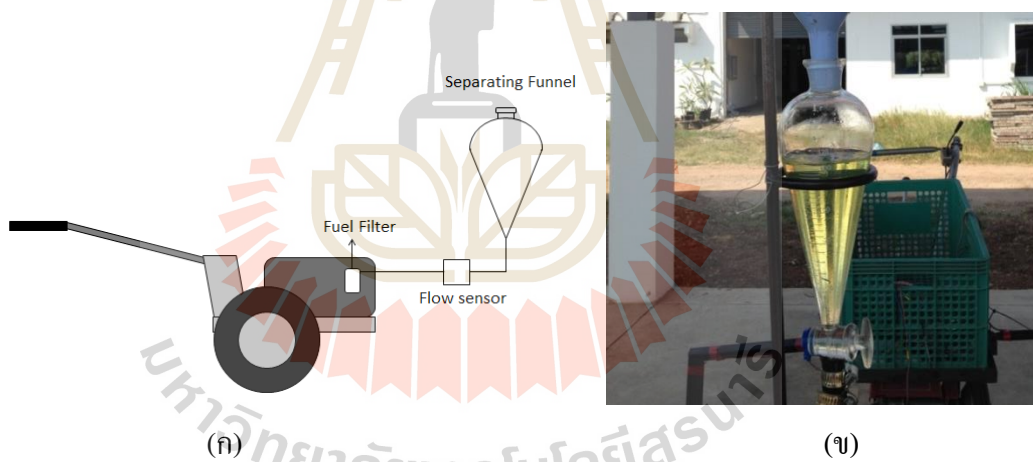
(ข) อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ NI DAQ WLS-9163

การติดตั้งจะทำการติดอุปกรณ์เข้ากับรถไถเดินตาม โดยเซนเซอร์วัดอัตราการไหลจะส่งสัญญาณ ให้กับอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณรุ่น NI DAQ USB-6212 และ เทอร์โมคัปเปิ้ล จะส่งสัญญาณให้กับอุปกรณ์รวมสัญญาณรุ่น DAQ NI-WLS 9163 ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 แผนภาพการติดตั้งระบบวัดน้ำมันเชื้อเพลิง

การสอบเทียบอุปกรณ์วัดน้ำมันจะใช้หลอดทดลองที่สามารถอ่านค่าปริมาตรในการสอบเทียบ เพื่อหาค่าคงที่ของ เซนเซอร์วัดอัตราการไหล การติดตั้งอุปกรณ์ในการสอบเทียบติดตั้งดัง รูปที่ 3.7 (ก)



รูปที่ 3.7 (ก) แผนภาพการติดตั้งอุปกรณ์ในการสอบเทียบ, (ข) หลอดแก้ววัดปริมาตร

การสอบเทียบชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะต้องทำการเทียบปริมาตรน้ำมันเชื้อเพลิงกับจำนวนสัญญาณที่เซนเซอร์อ่านได้ โดยทำการวัดปริมาตรจากหลอดแก้ว หลังจากนั้นให้น้ำมันไหลผ่านเซนเซอร์และเก็บค่าจากเซนเซอร์

ในการสร้างระบบวัดนั้นจำเป็นต้องวัดน้ำมันขาออกแต่เนื่องจากการศึกษาพบว่าบริเวณที่น้ำมันออกจากกรอกก่อนกลับถึงเป็นท่อใล่อากาศดังนั้นจะต่อเป็นระบบปิดไม่ได้เพราะ

เซนเซอร์จะอ่านทั้งน้ำมันและอากาศจึงจำเป็นต้องมีภาชนะเก็บน้ำมันขาออกเพื่อวัดปริมาตรและเปรียบเทียบกับน้ำมันขาเข้าเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

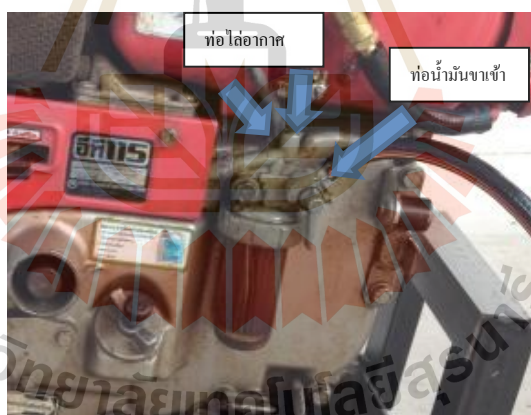


(ก)



(ข)

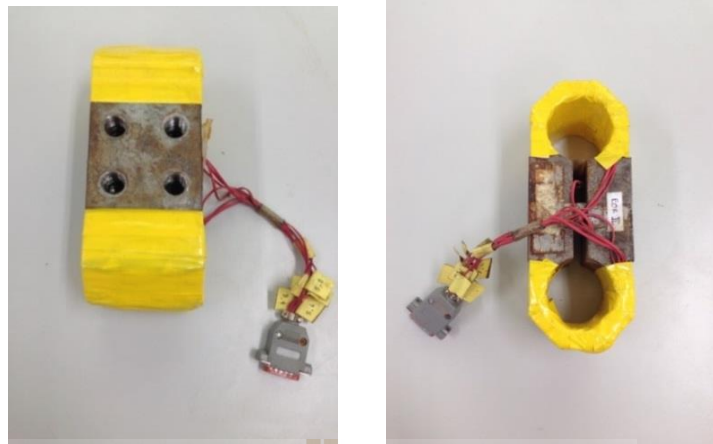
รูปที่ 3.8 (ก) การอ่านปริมาตรน้ำมันขาเข้า, (ข) ภาชนะที่ใช้เก็บน้ำมันขาออกระหว่างการทดสอบ



รูปที่ 3.9 กรองน้ำมันรถไถเดินตาม

3.1.4 ชุดวัดแรงจุดลาก

ในการวัดแรงจุดลาก จะใช้อุปกรณ์เฉพาะทางในการทดสอบ คือ อุปกรณ์วัดแรงจุดลากแบบสองแนวแกน (พุงศักดิ์, 2556) ซึ่งอุปกรณ์ชนิดนี้จะถูกติดตั้งบริเวณจุดต่อฟางของรถไถเดินตาม เพื่อวัดแรงจุดลากของอุปกรณ์ทางการเกษตร



รูปที่ 3.10 อุปกรณ์วัดแรงแบบสองแนวแกน

โดยอุปกรณ์วัดแรงจะติดตามวัดความเครียดเพื่อวัดการเปลี่ยนแปลงรูปร่างของวัสดุโดยส่งค่าออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้าหลังจากติดตามวัดความเครียดแล้วจำเป็นต้องมีการสอบเทียบอุปกรณ์ โดยใช้เครื่อง UTM (Universal Testing Machine) ในการสอบเทียบอุปกรณ์ เพื่อหาสมการของเครื่องมือ อุปกรณ์รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการสอบเทียบอุปกรณ์จะใช้ อุปกรณ์แปลงสัญญาณมาตรฐานวัดความเครียด ยี่ห้อ Yokogawa รุ่น MW100 ซึ่งอุปกรณ์มีความสามารถในการแปลงค่าสัญญาณรวบรวมค่าและบันทึกค่าในตัวเอง



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.11 (ก) เครื่อง Universal Testing Machine

(ข) อุปกรณ์แปลงสัญญาณมาตรฐานวัดความเครียด Yokogawa MW100

ในการสอบเทียบอุปกรณ์ จะใช้อุปกรณ์มาตรฐาน คือ เครื่อง Universal Testing Machine หรือ UTM โดยจะทำการให้แรงทั้ง 2 แกน เพื่อดูค่าสัญญาณจากมาตรวัดความเคียด เทียบกับ Load ที่เกิดขึ้นจาก UTM โดยนำค่าที่ได้จากการสอบเทียบมาสร้างกราฟเพื่อหาสมการที่จะใช้ในการทดสอบ



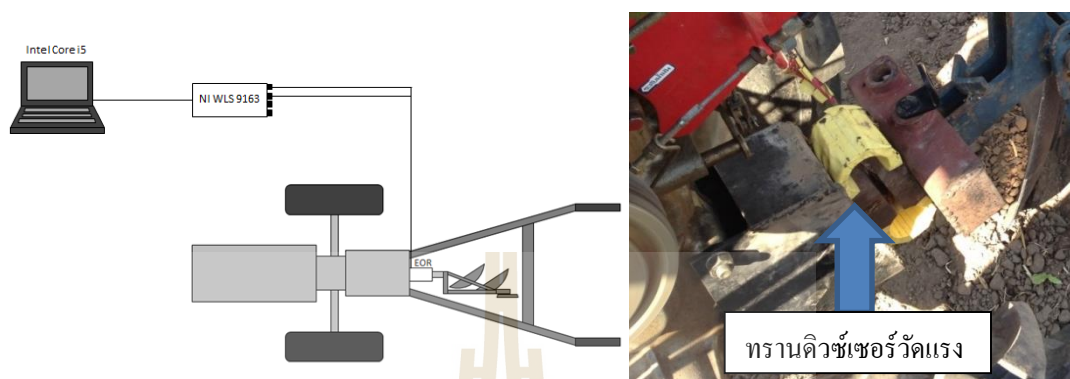
รูปที่ 3.12 การสอบเทียบอุปกรณ์วัดแรงจุดลากแบบ 2 แนวแกน

แต่เนื่องจากการทดสอบในแปลงเกษตร อุปกรณ์ของ YOKOGAWA MW100 มีค่าน้ำหนักมาก และใช้เนื้อที่ในการติดตั้งอุปกรณ์ จึงปรับมาใช้เป็น NI DAQ WLS-9163 เพื่อลดปัญหาน้ำหนักและพื้นที่ติดตั้งอุปกรณ์ในการทดสอบ โดยทำการวัดค่าสัญญาณจากอุปกรณ์ทั้ง 2 เพื่อเปรียบเทียบความแตกต่าง จากนั้นปรับแก้สมการเพื่อใช้ในการทดสอบ



รูปที่ 3.13 ตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์รวบรวมข้อมูล

ในการติดตั้งเพื่อใช้งานจะติดตั้งบริเวณจุดต่อฟางของรถไถเดินตามเพื่อวัดแรงกด
ลากของอุปกรณ์ทางการเกษตร โดยต่อกับอุปกรณ์รวบรวมข้อมูล NI DAQ WLS-9163 ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 แผนภาพการติดตั้งระบบวัดแรงกดลากของรถไถเดินตาม

3.1.5 ชุดวัดแรงบิด

การสร้างชุดวัดแรงบิดจะเริ่มจากการคำนวณหาแรงบิดและออกแบบเพลลาของรถ
ไถเดินตาม โดยจะใช้มาตรวัดความเครียดในการวัดการเปลี่ยนแปลงของวัสดุซึ่งหลักการและ
อุปกรณ์การวัดจะมีหลักการเดียวกันกับชุดวัดแรงกดลาก มีการติดตั้งดังรูปที่ 3.15 (ก) แต่ในขณะ
ทำงานนั้นเพลลาเกิดการหมุนเกิดขึ้นจึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์ช่วยในการส่งสัญญาณไฟฟ้าผ่านการหมุน
โดยจะใช้สลิปริงชนิด ยี่ห้อ HBM รุ่น SK6 ดังรูปที่ 3.15 (ข)



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.15 (ก) การสร้างเพลลาเพื่อวัดแรงบิด, (ข) สลิปริง HBM SK6

หลังจากออกแบบเพลาลูกเบี้ยวและสร้างอุปกรณ์แล้วจำเป็นต้องมีการสอบเทียบอุปกรณ์ โดยจะติดตั้งเพลากับรถไถเดินตามและต่อสายสัญญาณจากเพลาลูกเบี้ยวผ่านสลีปริงและมาที่อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ ซึ่งจะใช้ NI DAQ WLS-9163 เป็นอุปกรณ์รวบรวมข้อมูล

การสอบเทียบอุปกรณ์วัดแรงบิดของรถไถเดินตาม จะทำการสอบเทียบเพลาลูกเบี้ยวที่ได้รับการออกแบบเพื่อวัดแรงบิด โดยขนาดของเพลาลูกเบี้ยวที่ได้จากการคำนวณ มีขนาด 38 mm จากนั้นทำการตัดมาวัดความเครียด ลงบนเพลาลูกเบี้ยว ในการทดสอบนั้นเพลาลูกเบี้ยวจะมีการหมุนตลอดเวลา ดังนั้นในการทดสอบจำเป็นจะต้องมีอุปกรณ์ที่ช่วยส่งสัญญาณ คือ สลีปริง

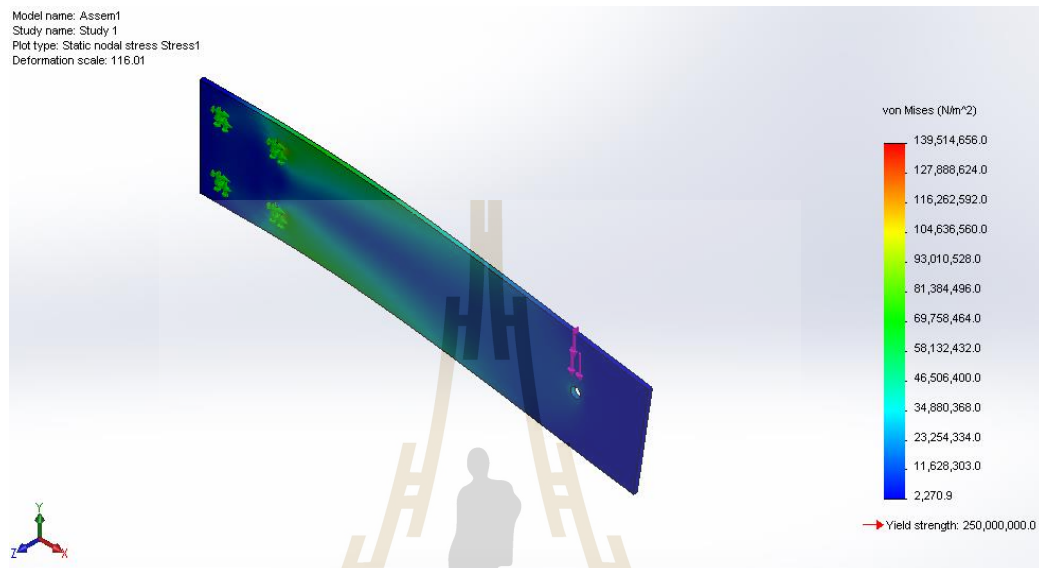
หลังจากตัดมาวัดความเครียดลงบนเพลาลูกเบี้ยวแล้ว จากนั้นทำการติดตั้งเพลาลูกเบี้ยวเข้ากับโครงของรถไถเดินตาม โดยทำการรื้อห้องเกียร์และประกอบเพลาลูกเบี้ยวเข้าไป นำมาสอบเทียบหาสมการที่ใช้ในการทดสอบ เปรียบเทียบระหว่างค่าน้ำหนักที่ใส่เข้าไป และค่ามาตรวัดความเครียดที่อ่านได้ การใส่น้ำหนักจะคำนวณน้ำหนักที่ต้องใส่จากข้อมูลเครื่อง ET115 และ NC131 แรงบิดสูงสุดเครื่อง 36.36 Nm @1600rpm อัตราทดรอบที่ เกียร์ 1 คือ 44 : 1 แรงบิดสูงสุดที่จะเกิดขึ้นที่เพลาลูกเบี้ยวคือ 1025.64 Nm

หลังจากนั้นจึงออกแบบคานที่จะใช้ในการแขวนน้ำหนัก โดยให้ระยะจากจุดกึ่งกลางเพลาลูกเบี้ยวถึงจุดที่ห้อยน้ำหนัก มีระยะ 50 cm จะได้น้ำหนักที่ใช้ในการทดสอบ 209 kg หลังจากนั้นทำการขึ้นรูปคานในโปรแกรม Solid work และทำการคำนวณค่าโดยใช้โปรแกรมเพื่อตรวจสอบความแข็งแรง แต่เนื่องจาก น้ำหนักที่ต้องแขวนมีค่าเยอะอาจทำให้ ตัวของรถไถไม่อยู่ในระดับที่ทดสอบได้จึงปรับลดให้น้ำหนักลงมาเพื่อให้เหมาะกับการทดสอบและสอดคล้องกับอุปกรณ์ เหลือ 179.41 kg



รูปที่ 3.16 การรื้อห้องเกียร์รถไถเดินตามและการประกอบเพลาลูกเบี้ยว

หลังจากประกอบเพลาสเสร็จเรียบร้อยแล้วจึงทำการประกอบตัวโครงรถไถเพื่อทำการ
 สอบเทียบหาสมการของเพลลา โดยการออกแบบคานเพื่อวัดแรงบิด คานจะมีความยาว 50 cm โดย
 ออกแบบและขึ้นรูปในโปรแกรม Solid work



รูปที่ 3.17 การออกแบบคานเพื่อใช้ในการสอบเทียบค่าสัญญาณจากเพลลาโดยใช้
 โปรแกรม Solid work และการตรวจสอบความแข็งแรงเบื้องต้น

หลังจากได้คานแล้ว ทำการจับยึดรถไถบนแท่นยึด เพื่อทำการสอบเทียบ โดยให้
 ระดับของคานขนานกับพื้น

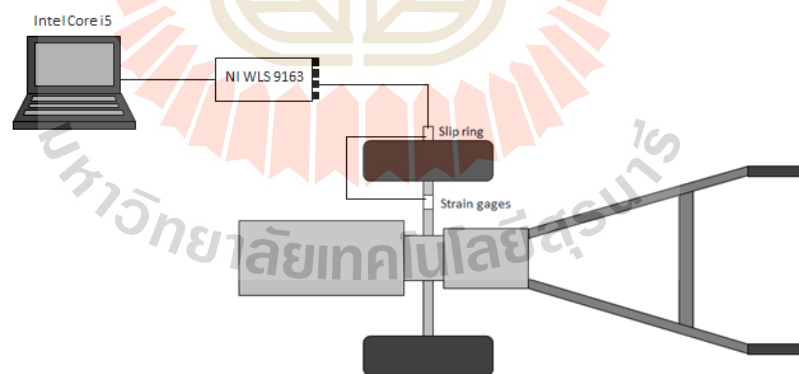


รูปที่ 3.18 การจับยึดรถไถบนแท่น

การติดตั้งอุปกรณ์ หลังจากทำการติดตั้งเพลาลูกเบี้ยวเข้ากับรถไถเดินตามจะต้องติดตั้งสลีปริงโดยจะติดตั้งเข้ากับล้อรถไถเดินตามและมีโครงสร้างจับยึด ดังรูปที่ 3.19 การติดตั้งระบบการวัดแรงบิดจะติดตั้ง ดังรูปที่ 3.20



รูปที่ 3.19 การจับยึดสลีปริงเข้ากับล้อรถไถเดินตาม



รูปที่ 3.20 แผนภาพการติดตั้งระบบวัดแรงบิดของรถไถเดินตาม

3.1.6 อุปกรณ์วัดความเร็วรอบ

ความเร็วรอบเครื่องขนต์จะติดตั้งอุปกรณ์วัดบริเวณฐานรองเครื่องขนต์วัดจากล้อช่วยแรง ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้วัดคือ เซนเซอร์ฟร็อกซิมิตี ยี่ห้อ Omron รุ่น E2E-X5ME1 ชนิดตรวจจับโลหะ



(ก)



(ข)

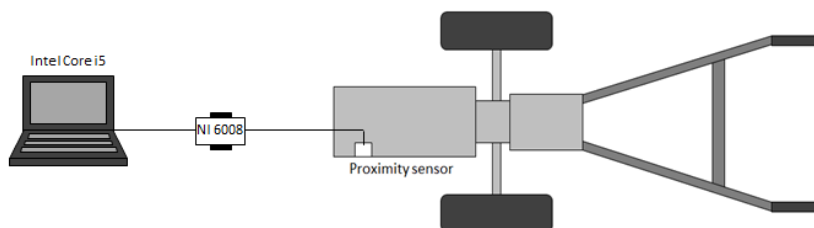
รูปที่ 3.21 (ก) เซนเซอร์พรีอักษิมิตี ยี่ห้อ Omron รุ่น E2E-X5ME1 ชนิดตรวจจับโลหะ
(ข) NI DAQ USB-6008

ค่าสัญญาณจาก เซนเซอร์พรีอักษิมิตี ชนิดตรวจจับโลหะ จะถูกส่งไปที่ อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ ในการทดสอบนี้จะใช้ NI DAQ USB-6008 ดังรูปที่ 3.21 (ข)

การติดตั้งเซนเซอร์พรีอักษิมิตี เพื่อวัดความเร็วรอบจะอ่านค่าจาก ล้อช่วยแรง โดยจะติดแผ่นเหล็กบางเพื่อให้เซนเซอร์ตรวจจับได้ การติดเซนเซอร์พรีอักษิมิตีจะติดบริเวณด้านหน้ารถ จะจับยึดกับโครงรถไถ การติดตั้งระบบวัดความเร็วรอบ เซนเซอร์พรีอักษิมิตี จะส่งสัญญาณมาที่ NI DAQ USB-6008 ทำการประมวลผลบนคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3.22 การติดตั้ง เซนเซอร์พรีอักษิมิตี เพื่อวัดความเร็ว



รูปที่ 3.23 แผนภาพการติดตั้งระบบวัดความเร็วรอบของรถไถเดินตาม

3.1.7 ชุดวัดความเร็วการทำงานและการเลื่อนไถ

ในการสร้างชุดวัดความเร็วในการทำงานและการเลื่อนไถ จะใช้ โรตารีเอ็นโคดเดอร์ (Rotary Encoder) ดังรูปที่ 3.24 (ก) ที่มีความละเอียด 1000 Pulse ในการสร้างชุดทดสอบ และใช้ เซนเซอร์พรีอักษิมิตี EE-1006 ดังรูปที่ 3.24 (ข) โดยตัวแรกจะติดตั้งที่ล้อขับของรถไถเดินตาม และตัวที่สองจะติดตั้งที่ล้อวัดความเร็วในการทำงาน โดยจะนำค่าจากทั้ง 2 อุปกรณ์มาหาอัตราการเลื่อนไถ

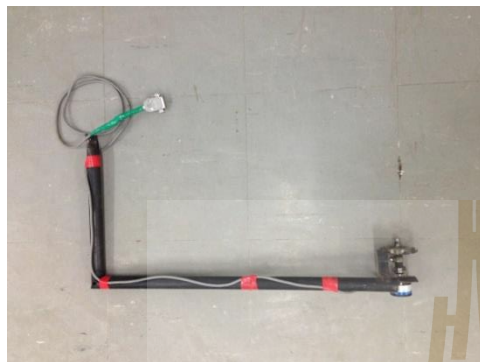


รูปที่ 3.24 (ก) โรตารี เอ็นโคดเดอร์ (Rotary Encoder)

(ข) เซนเซอร์พรีอักษิมิตี ยี่ห้อ Omron รุ่น EE-1006

ค่าสัญญาณจากโรตารีเอ็นโคดเดอร์และค่าจากเซนเซอร์พรีอักษิมิตี จะถูกส่งไปที่อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ ในการทดสอบนี้จะใช้ NI DAQ USB-6212 เช่นเดียวกับเซนเซอร์วัดอัตราการไหล เนื่องจากสัญญาณเป็นชนิดเดียวกัน

การติดตั้งและการสอบเทียบ ทำการติดตั้งโรตารีเอ็น โคดเดอร์ที่ล้อขับ และทำการทดสอบเก็บค่าในแปลงเกษตร โดยทำการวิ่งรถไถและวัชระยะทางเทียบกับค่าสัญญาณที่วัดได้เพื่อหาสมการของอุปกรณ์



(ก)



(ข)

รูปที่ 3.25 (ก) ชุดอุปกรณ์วัดความเร็วที่ล้อขับ, (ข) การติดตั้ง Encoder เข้ากับล้อขับ

อุปกรณ์วัดความเร็วถูกสร้าง โดยใช้ เซนเซอร์พรีอิกซิมิตี้ ยี่ห้อ Omron รุ่น EE-1006 เป็นเซนเซอร์ ในการวัดค่าสัญญาณต้องอาศัย เฟืองจกรยานในการตัดผ่านเซนเซอร์เพื่อนับค่าสัญญาณ อุปกรณ์จะต่ออยู่กับล้อที่สร้างขึ้นมาเพื่อวัดความเร็ว โดยชุดอุปกรณ์จะจับยึดกับอุปกรณ์ต่อพ่วง และทำการทดสอบเก็บค่าในแปลงเกษตร เพื่อหาสมการของอุปกรณ์



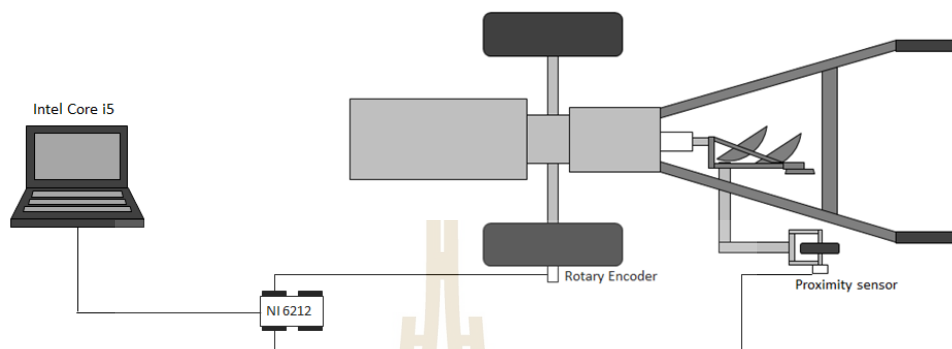
(ก)



(ข)

รูปที่ 3.26 (ก) การติดเซนเซอร์กับล้อวัดความเร็ว, (ข) การทดสอบล้อวัดความเร็วในแปลงเกษตร

การติดตั้งระบบวัดอัตราการสิ้น ใตล จะติดตั้งอุปกรณ์ทั้ง 2 ลงบนรถไถเดินตาม อุปกรณ์ทั้ง 2 จะส่งสัญญาณไปยังอุปกรณ์รวบรวมข้อมูล NI DAQ USB-6212 และประมวลผลบน คอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.27



รูปที่ 3.27 แผนภาพการติดตั้งระบบวัดความเร็วการทำงานและการสิ้น ใตล

3.1.8 ชุดวัดความถี่ร่งใตล

ในการสร้างชุดวัดความถี่ร่งใตลจะใช้ Rotary encoder ที่มีความละเอียด 2,048 Pulse ต่อรอบ จะอาศัยหลักการวัดมุมเพื่อเปรียบเทียบเป็นความถี่ร่งใตล ซึ่งจะวัดจากอุปกรณ์ต่อ พ่วงโดยใช้สั้ววัดความเร็วเป็นตัวอ้างอิงระดับจากพื้นดิน ซึ่งหลักการในการวัดสัญญาณจากอุปกรณ์ จะมีหลักการเดียวกับ ชุดวัดความเร็วการทำงานและอัตราการสิ้น ใตล



รูปที่ 3.28 Rotary encoder ความละเอียด 2048 pulse

สัญญาณที่วัดได้จาก Rotary encoder จะถูกส่งไปที่ อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ NI DAQ USB-6212 ดังรูปที่ 3.3 (ข)

การวัดความถี่จะใช้การวัดมุมการเปลี่ยนแปลงระดับของอุปกรณ์ต่อพ่วง โดยใช้ โรตารี เอ็น โค้ดเดอร์ ชนิด 2048 Pulse ต่อรอบ ติดกับชุดอุปกรณ์วัดความเร็ว โดยระดับในการอ้างอิงจะใช้สั้ววัดความเร็วเป็นตัวอ้างอิง การสอบเทียบจะทำการทดสอบในแปลงเกษตร เพื่อหาสมการของอุปกรณ์



(ก)



(ข)

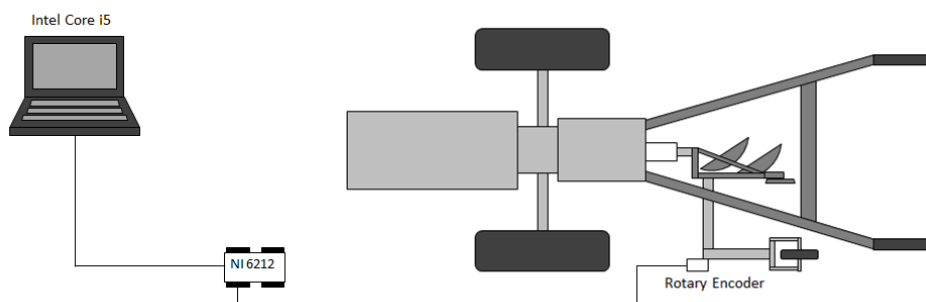
รูปที่ 3.29 (ก) การติดตั้ง Rotary encoder เพื่อวัดมุม

(ข) ชุดอุปกรณ์วัดมุมและวัดความเร็วในการทำงาน



รูปที่ 3.30 การสอบเทียบอุปกรณ์วัดความถี่ร่องไถ

การติดตั้งระบบวัดความถี่ร่องไถ จะติดอุปกรณ์วัดความถี่เข้ากับอุปกรณ์ต่อพ่วงของรถไถเดินตาม เซนเซอร์ จะส่งสัญญาณ ไปยังอุปกรณ์รวบรวมข้อมูล NI DAQ USB-6212 และประมวลผลบนคอมพิวเตอร์ ดังรูปที่ 3.31



รูปที่ 3.31 แผนภาพการติดตั้งระบบวัดความเร็วล้อของรถไถเดินตาม

3.1.9 แหล่งจ่ายไฟ

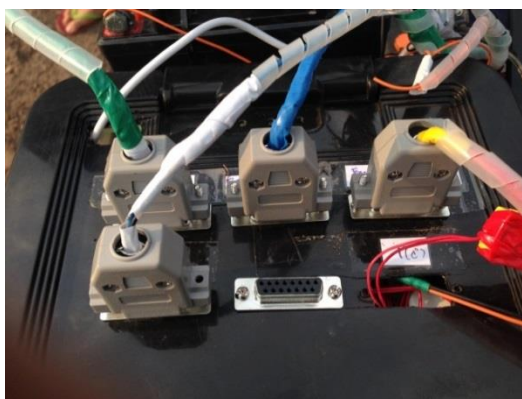
สำหรับการใช้งานอุปกรณ์ NI DAQ WLS-9163 และ Sensor ได้แก่ Flow Sensor, เซนเซอร์ฟร็อกซิมีตี้ Omron E2E-X5ME1 จำเป็นจะต้องมีแหล่งจ่ายไฟ 12 Vdc จึงเลือกใช้ แบตเตอรี่ สำหรับรถจักรยานยนต์ เพื่อเป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับอุปกรณ์ต่าง ๆ เนื่องจากมีน้ำหนักเบาและติดตั้งได้ง่าย เหมาะแก่่งานวิจัย



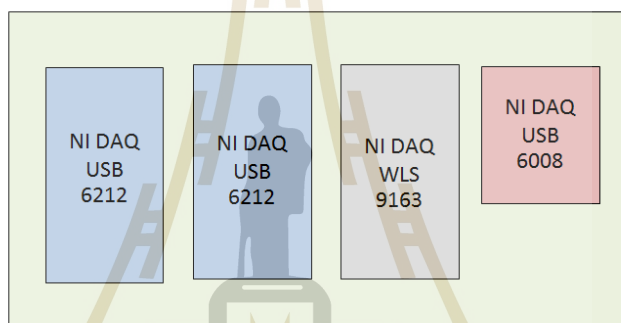
รูปที่ 3.32 แบตเตอรี่รถจักรยานยนต์ 12 Vdc

3.1.10 การจัดวางอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณบนรถไถเดินตาม

อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณและคอมพิวเตอร์จะถูกจัดวางลงบนรถไถเดินตาม สายสัญญาณจากอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต่อมาที่อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณทั้งหมดอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณจะถูกจัดวางลงในกล่องเพื่อให้ง่ายต่อการติดตั้งและจัดเก็บได้สะดวก โดยมีการทำช่องเสียบสายสัญญาณต่างๆ ดังรูปที่ 3.33 ซึ่งอุปกรณ์ในกล่องประกอบด้วย NI DAQ USB-6212 จำนวน 2 ชุด NI DAQ USB-6008 จำนวน 1 ชุด และ NI DAQ WLS - 9163 จำนวน 1 ชุด ดังรูปที่ 3.35



รูปที่ 3.33 ช่องเสียบสายสัญญาณต่าง ๆ กับกล่องอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ



รูปที่ 3.34 อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณภายในกล่อง

การจัดวางอุปกรณ์ จะทำการติดตั้ง โดยทำการสร้างโครงสร้างเพื่อใช้วางอุปกรณ์ บนรถไถเดินตาม อุปกรณ์ประกอบด้วย กล่องอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ คอมพิวเตอร์ประมวลผล ชนิดพกพา และแหล่งจ่ายไฟ 12 Vdc



รูปที่ 3.35 การติดตั้งระบบรวบรวมข้อมูลบนรถไถเดินตาม

3.2 การพัฒนาซอฟต์แวร์ของระบบรวบรวมข้อมูล

ในงานวิจัยนี้ จะใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LabVIEW ในการสร้างโปรแกรมของระบบรวบรวมข้อมูล เนื่องจาก LabVIEW เป็นการโปรแกรมเชิงกราฟฟิก จึงทำให้ง่ายต่อการโปรแกรม การพัฒนาโปรแกรมในการรวบรวมข้อมูลการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร ใช้โปรแกรม LabVIEW ในการพัฒนา เนื่องจากมีขั้นตอนในการเขียนโปรแกรมทำได้ง่าย โปรแกรมจะถูกแบ่งเป็น 3 ส่วนหลัก ๆ คือ ส่วนรับค่า ส่วนประมวลผล และส่วนแสดงผล และ LabVIEW สามารถเชื่อมต่อกับ อุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ NI DAQ ได้ง่ายและสะดวก

3.2.1 ขั้นตอนการพัฒนาโปรแกรม

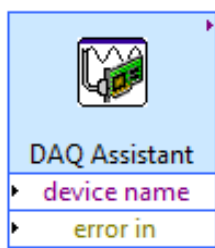
- 1) ศึกษาหลักการและการทำงานของเซนเซอร์ชนิดของสัญญาณที่อ่านจาก Sensor
- 2) ศึกษาอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ (DAQ) คุณสมบัติในการรับค่าของอุปกรณ์แต่ละชนิด

- 3) ติดตั้งซอฟต์แวร์ที่รองรับการใช้งานของอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ
- 4) พัฒนาโปรแกรมสำหรับการทดสอบโดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LabVIEW
- 5) ตรวจสอบการทำงานและตั้งค่าก่อนการทดสอบ
- 6) ศึกษาผลที่ได้จากการทดสอบ

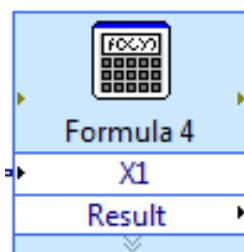
โปรแกรมที่รองรับอุปกรณ์รวบรวมข้อมูลคือ NI DAQ MX อีกทั้งยังรองรับการทำงานบน LabVIEW โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะแบ่งเป็นส่วนหลัก 3 ส่วน ประกอบด้วย ส่วนรับข้อมูล ส่วนประมวลผล ส่วนแสดงผลและบันทึกผล

ส่วนรับข้อมูล เป็นส่วนของโปรแกรมที่รองรับการทำงานของอุปกรณ์รวบรวมข้อมูล ส่วนนี้รวมไปถึงการตั้งค่าข้อมูลการวัดในการทดสอบด้วย โดยในลำดับการเขียนโปรแกรมจะถูกจัดไว้ในลำดับแรก ซึ่งมีสัญลักษณ์ ดังในรูปที่ 3.36 (ก) โดยในการตั้งค่าการทดสอบต้องเข้าไปตั้งในตัวสัญลักษณ์ของ NI DAQ บนโปรแกรม LabVIEW ซึ่งตั้งให้เหมาะสมกับชนิดของสัญญาณ ซึ่งหน้าตาการตั้งค่า จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.37

ส่วนประมวลผล เป็นส่วนที่ใช้ในการปรับเปลี่ยนค่าสัญญาณให้เป็นค่าในการทดสอบ โดยการใช้สมการจากการสอบเทียบอุปกรณ์ เพื่อให้ได้ค่าการทำงานของรถไถเดินตามแบบ Real Time โดยในส่วนของ ซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น จะใช้ ฟังก์ชัน Formula ในการป้อนสมการการทดสอบ ซึ่งมีสัญลักษณ์ดังรูปที่ 3.36 (ข) โดยใน Formula สามารถเพิ่มลดตัวแปรต่าง ๆ ได้

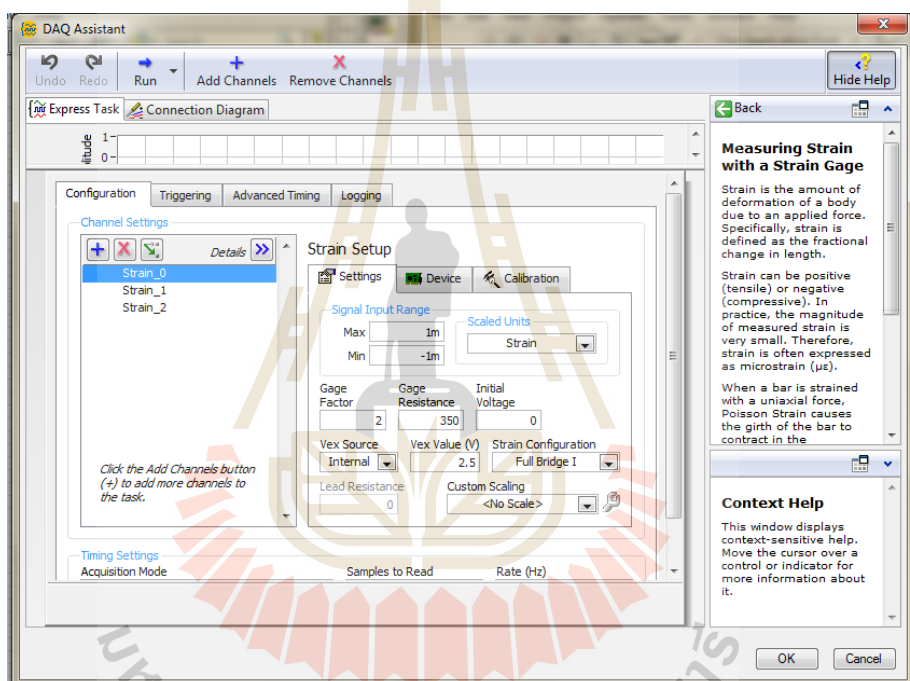


(ก)



(ข)

รูปที่ 3.36 (ก) สัญลักษณ์ที่ใช้แทน NI DAQ, (ข)ฟังก์ชัน Formula ใน โปรแกรม LabVIEW



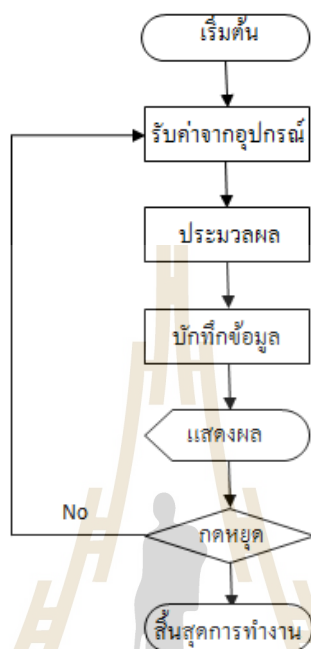
รูปที่ 3.37 หน้าต่างการตั้งค่าของ NI DAQ

ส่วนแสดงผลและบันทึกผล คือ ส่วนที่แสดงผลการทดสอบบนหน้าจอแบบ Real Time และบันทึกค่าการทดสอบลงบนโปรแกรม Excel โดยบน LabVIEW มีฟังก์ชันที่ใช้ในการบันทึกข้อมูล สามารถเขียน โปรแกรมให้บันทึกข้อมูลหลังการทดสอบได้

3.2.2 ลำดับการทำงานของโปรแกรม

ลำดับการทำงานของโปรแกรมเมื่อเริ่มการทำงาน โปรแกรมจะรับค่าจากอุปกรณ์ รวบรวมสัญญาณต่าง ๆ มาประมวลผลโดยสมการจากการสอบเทียบอุปกรณ์ ค่าจะถูกบันทึกผล

และแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ การทำงานจะเวียนกลับไปยังขั้นตอนแรกจนกว่าจะทำการหยุดโปรแกรม ดังแสดงในรูปที่ 3.38



รูปที่ 3.38 แผนภาพลำดับการทำงานของโปรแกรมรวบรวมข้อมูล

3.3 การทดสอบในแปลงเกษตร

การทดสอบในแปลงเกษตร จะทำการทดสอบโดยใช้ไถกระทะ เนื่องจากเป็นอุปกรณ์ที่ใช้กันอย่างแพร่หลายและได้รับความนิยม โดยทำการทดสอบทีละแถวเพื่อเก็บค่าต่าง ๆ ในการทดสอบ บนพื้นที่แปลงเกษตร ดังรูปที่ 3.39



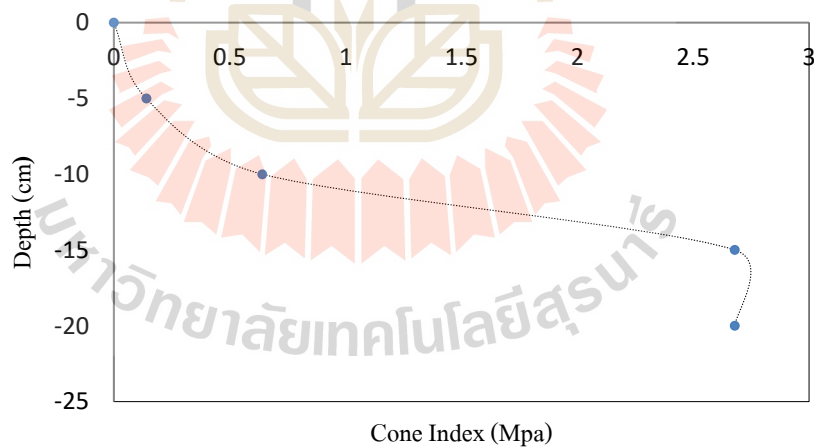
(ก)



(ข)

รูปที่ 3.39 (ก) การทดสอบในแปลงเกษตร, (ข) พื้นที่ในการทดสอบภายในฟาร์มมหาวิทยาลัย
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

การทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามทำการทดสอบในแปลงเกษตร บริเวณ
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งมีคุณสมบัติดังนี้ Sand 79.84% Silt 14.00% Clay 2.16 %ประเภท
เนื้อดิน Loamy Sand มีความแข็งดินดังแสดงในรูปที่ 3.40



รูปที่ 3.40 ค่าความแข็งดิน

บทที่ 4

ผลการวิจัยและวิจารณ์ผล

บทนี้จะนำเสนอผลการสอบเทียบอุปกรณ์ต่าง ๆ และสร้างสมการที่ใช้ในการสร้างระบบรวบรวมข้อมูล ผลการทดสอบของอุปกรณ์ในขณะการทดสอบ ผลการทำงานของซอฟต์แวร์ ผลการศึกษาสมรรถนะของรถไถเดินตามในการต่อฟ่วงอุปกรณ์ทางการเกษตรไถกระเทาะและไถหัวหมูในแปลงเกษตรบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

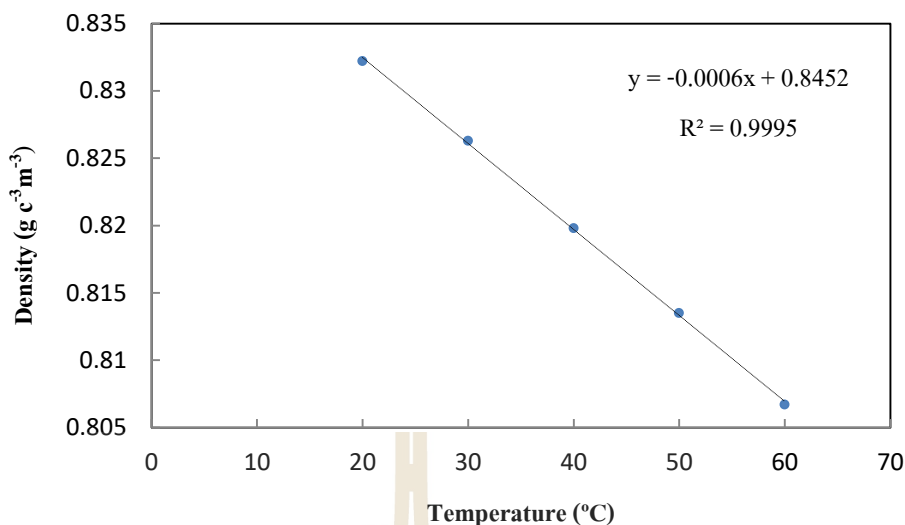
4.1 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์

4.1.1 ผลการสอบเทียบชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

เนื่องจากที่แต่ละอุณหภูมิจะมีความหนาแน่นที่แตกต่างกัน ดังแสดงในตารางที่ 4.1 และเมื่อนำค่ามาวาดกราฟระหว่างอุณหภูมิและความหนาแน่นจะได้กราฟมีลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งจากกราฟจะทำให้ได้สมการที่ใช้คำนวณหาปริมาตรของน้ำมันเชื้อเพลิงที่แท้จริงค่าที่ได้จากตารางเป็นค่าที่ได้จากการนำตัวอย่างของน้ำมันไปทำการทดสอบ โดยเมื่อวาดกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความหนาแน่น ลงใน Excel จะได้สมการในการหาปริมาตรของน้ำมัน

ตารางที่ 4.1 Density of diesel fuel

Temperature (°C)	Mass (g)	Volume (cm ³)	Density (g c ⁻³ m ⁻³)
20	42.5520	51.130	0.8322
30	42.2503	51.130	0.8263
40	41.9156	51.130	0.8198
50	41.5198	51.130	0.8135
60	41.2467	51.130	0.8067



รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิและความหนาแน่นของน้ำมันดีเซล

สมการในการหาปริมาตรของน้ำมัน คือ

$$Y = -0.0006X + 0.8452$$

โดยที่ Y คือ ความหนาแน่นของน้ำมัน (g c³ m³)

X คือ อุณหภูมิของน้ำมัน (°C)

จากนั้นทำการหาค่า R^2 จากกราฟ โดยสามารถหาได้ใน Excel ซึ่งค่า R^2 ของข้อมูล คือ 0.9995

ทำการสอบเทียบเซนเซอร์วัดน้ำมัน โดยต่อเข้ากับรถไถเดินตาม และวัดปริมาตรจากหลอดทดลอง โดยจะอ่านค่าสัญญาณ Pulse เทียบกับปริมาตร 100 cm³ โดยทำการทดสอบที่ความเร็วรอบ 1000, 1200 และ 1500 รอบต่อนาที ผลการทดสอบ พบว่า 1 สัญญาณ pulse ของเซนเซอร์วัดน้ำมันจะมีค่าเท่ากับปริมาตรน้ำมัน 0.28 cm³

4.1.2 ผลการสอบเทียบชุดวัดแรงกดลาก

การสอบเทียบอุปกรณ์ โดยใช้เครื่องมือมาตรฐาน Universal Testing Machine (UTM) ยี่ห้อ Instron รุ่น 5582 ขนาดพิกัด 100 kN ณ ห้องปฏิบัติการทดสอบวัสดุ ศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

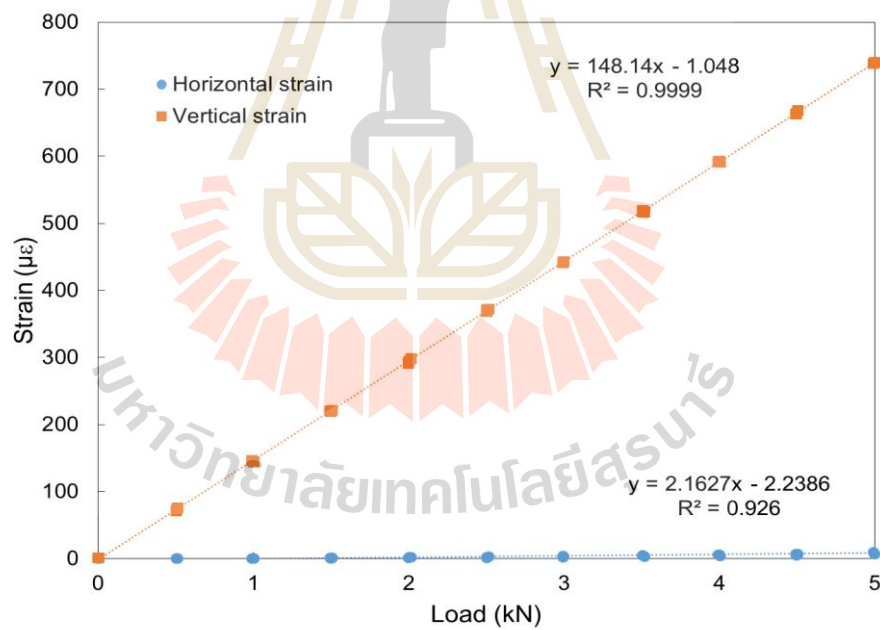
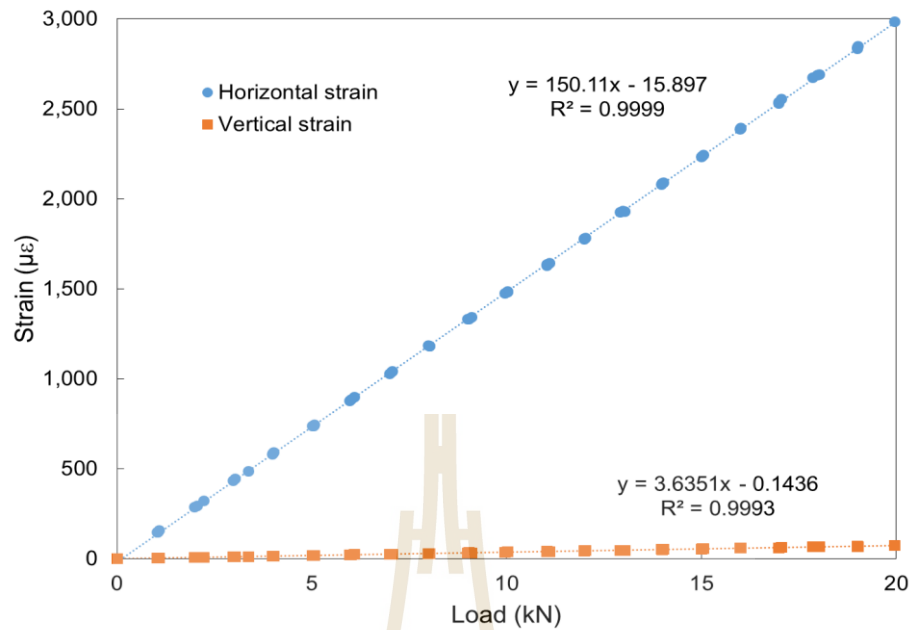


รูปที่ 4.2 การสอบเทียบทรานสดิวเซอร์ โดยเครื่อง Universal Testing Machine (UTM) รุ่น 5582

ผลการสอบเทียบ EOR แสดงความสัมพันธ์อย่างชัดเจนระหว่างแรงที่ป้อนกับสัญญาณความเครียด มีลักษณะเชิงเส้น ($R^2 \approx 1$) ดังค่าที่แสดงในตาราง

ตารางที่ 4.2 ผลการเทียบมาตรฐานของทรานสดิวเซอร์แบบ EOR

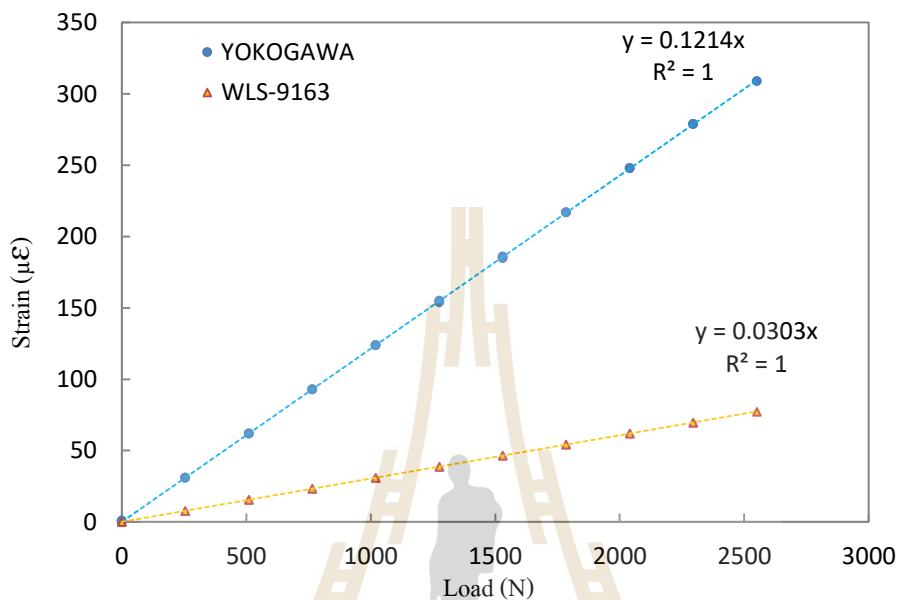
Applied load	Regression equation	R^2	Cross sensitivity (%)
Horizontal load	$\varepsilon_{tf} = 150.11F - 15.897$	0.9999	2.4
Vertical load	$\varepsilon_{tp} = 148.14P - 1.048$	0.9999	0.8



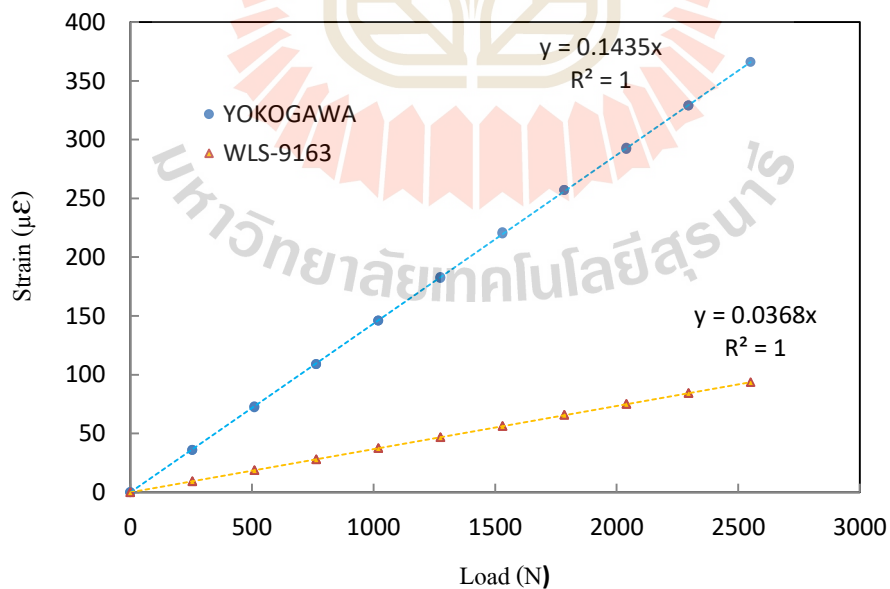
(ข)

รูปที่ 4.3 ผลการสอบเทียบมาตรฐานของ EOR ตัวที่ 2 (ก) แรงในแนวราบ (ข) แรงในแนวตั้ง

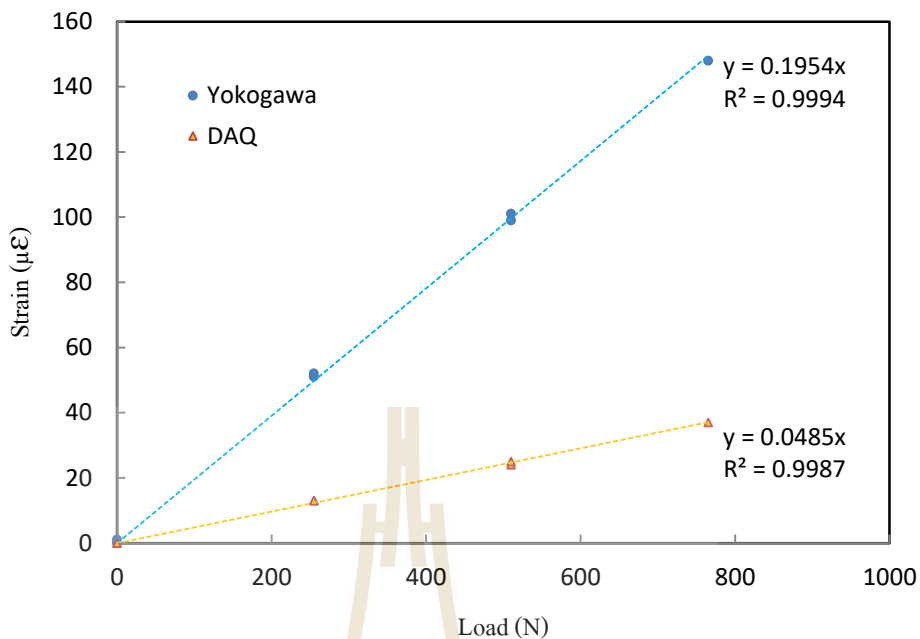
เนื่องจากอุปกรณ์รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการสอบเทียบอุปกรณ์และอุปกรณ์รวบรวมข้อมูลที่ใช้ในการสร้างระบบเป็นคนละชนิดกันจึงต้องมีการสอบเทียบอุปกรณ์โดยทำการทดสอบระหว่าง YOKOGAWA และ DAQ WLS-9163 ทราบดีเวอร์ชันที่ใช้คือ EOR และ ECR



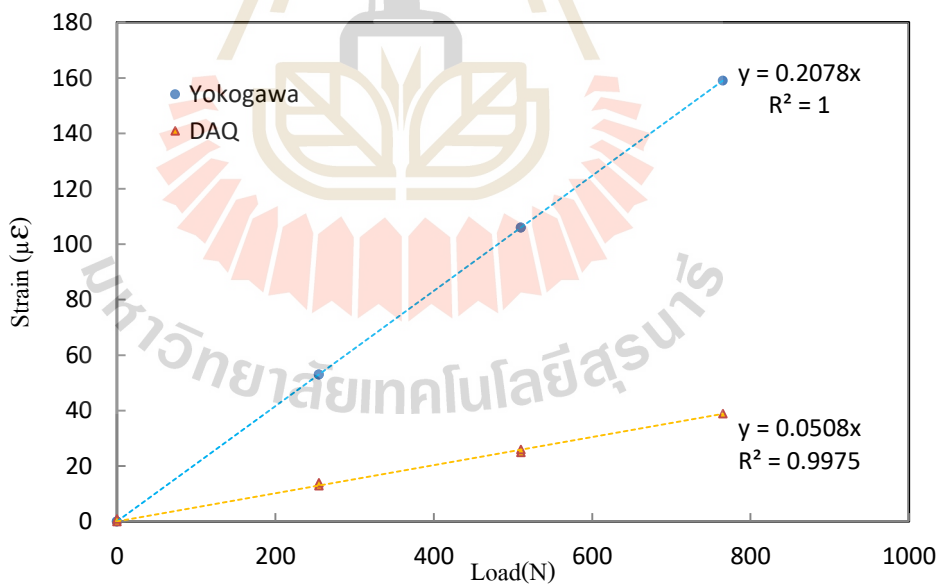
รูปที่ 4.4 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความเครียด แกน X



รูปที่ 4.5 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความเครียด แกน X



รูปที่ 4.6 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความเครียด แกน Y



รูปที่ 4.7 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างน้ำหนักและค่าความเครียด แกน Z

จากผลการสอบเทียบอุปกรณ์ระหว่าง YOKOGAWA และ NI DAQ WLS-9163 เมื่อให้โหลดเท่ากัน ค่าสัญญาณที่อ่านได้จาก YOKOGAWA มีค่ามากกว่า NI DAQ WLS-9163 อยู่

4 เท่า ดังนั้นการปรับแก้สมการจึงนำค่าความต่างที่ได้จากการทดสอบนี้มาปรับแก้ โดยสมการที่ทำการปรับแก้แล้วจะนำมาใช้ในการทดสอบ ภาคสนาม

ตารางที่ 4.3 สมการปรับแก้เพื่อใช้งานกับ NI DAQ WLS-9163

Applied load	Regression equation
Horizontal load	$\epsilon_{tf} = 37.528F - 3.974$
Vertical load	$\epsilon_{tp} = 37.035P - 0.262$

4.1.3 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์วัดแรงบิด



รูปที่ 4.8 การติดตั้งคานในการทดสอบ

ในการสอบเทียบจะทำการให้ Load เพิ่มขึ้นไปเรื่อยๆ โดยจะเปรียบเทียบค่า Load (N) เทียบกับค่า Strain ($\mu\epsilon$)



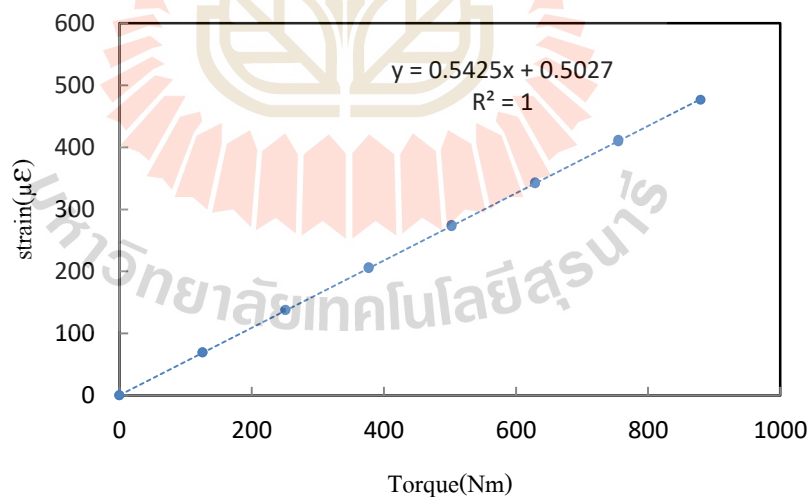
(ก)



(ข)

รูปที่ 4.9 (ก) การให้ Load เพื่ออ่านค่า Strain, (ข) ระบบการสอบเทียบการวัดแรงบิด

ผลการสอบเทียบอุปกรณ์ แสดงให้เห็นความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิด(Nm) กับ Strain ($\mu\epsilon$) มีลักษณะเป็นเชิงเส้นชัดเจน ($R^2 \approx 1$) จะทำให้ได้สมการที่ใช้ในการหาแรงบิดในการทดสอบสำหรับรถไถเดินตาม ดังนี้ $\epsilon = 0.5425L + 0.5027$ โดยที่ ϵ คือค่า strain ที่อ่านได้ L คือค่าแรงบิด ในหน่วย Nm



รูปที่ 4.10 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่าง แรงบิด (Nm) กับ strain ($\mu\epsilon$)

4.1.4 ผลการสอบเทียบค่าสัญญาณล้อวัดความเร็วของการทำงาน

การสอบเทียบล้อวัดความเร็ว จะนับสัญญาณ Pulse ที่อ่านจากเซนเซอร์เทียบกับค่าระยะทางที่วัดได้ โดยติดตั้งอุปกรณ์เข้ากับรถไถเดินตาม ทำการทดสอบในแปลงเกษตรวัดระยะทางในการทำงานเทียบกับค่าสัญญาณจากเซนเซอร์ผลการทดสอบจะแสดงในตารางที่ 4.4 เมื่อกำนวนค่าออกมาแล้ว จะได้ 1 Pulse มีค่าเท่ากับ 2.41 cm

ตารางที่ 4.4 ผลการทดสอบล้อวัดความเร็วในการทำงาน

ครั้งที่	ระยะทาง(cm)	Pulse
1	600	226
2	611	248
3	626	258
4	629	261
5	630	268
6	629	266
7	634	268
8	632	268
9	632	268
10	630	266



รูปที่ 4.11 การสอบเทียบล้อวัดความเร็วในการทำงาน

4.1.5 ผลการสอบเทียบค่าสัญญาณล้อขับของรถไถเดินตาม

การสอบเทียบค่าสัญญาณที่ล้อขับของรถไถเดินตาม จะทำในลักษณะเดียวกับการสอบเทียบค่าสัญญาณจากล้อวัดความเร็ว จะนับสัญญาณ Pulse ที่อ่านจาก Sensor เทียบกับ ค่าระยะทางที่วัดได้ โดยทำการทดสอบในแปลงเกษตร ผลการทดสอบจะแสดงในตารางที่ 4.5 เมื่อคำนวณค่าออกมาแล้ว จะได้ 1 Pulse มีค่าเท่ากับ 0.24 cm

ตารางที่ 4.5 ผลการทดสอบค่าสัญญาณที่ล้อขับของรถไถเดินตาม

ครั้งที่	ระยะทาง cm	ค่าสัญญาณ
1	718	3068
2	708	2958
3	704	2888
4	697	2895
5	703	2847
6	700	2981
7	710	3001
8	710	3015
9	712	3055
10	2318	9937



รูปที่ 4.12 การสอบเทียบค่าสัญญาณจากล้อขับในแปลงเกษตร

4.1.6 ผลการสอบเทียบค่าสัญญาณจากอุปกรณ์วัดความลึกของการไถ

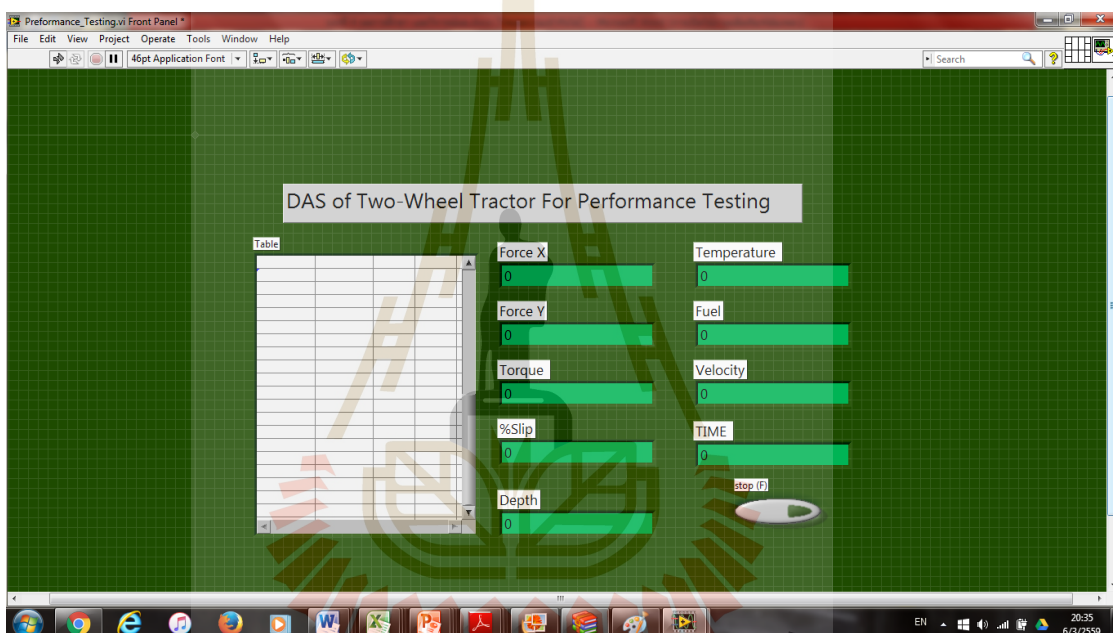
การทดสอบจะติดตั้งอุปกรณ์กับรถไถเดินตาม โดยระดับอ้างอิงจะใช้พื้นดินที่ไม่ถูกไถ จากนั้นอุปกรณ์จะวัดระดับที่เปลี่ยนไปของผาไถ โดยค่าที่ออกมาจะถูกคำนวณเป็นระดับความลึกของการไถ โดยการหมุน 1 รอบของ Encoder ถูกตั้งให้มามีค่า 24 สัญญาณ ที่ความละเอียดของทศนิยม 2 ตำแหน่ง ผลการทดสอบดังแสดงในตารางที่ 4.6 ผลการสอบเทียบอุปกรณ์วัดความลึกร่องไถจะได้ 1 ค่าสัญญาณ มีค่าเท่ากับ 5.33 cm

ตารางที่ 4.6 ผลการสอบเทียบค่าสัญญาณจากอุปกรณ์วัดความลึกของการไถ

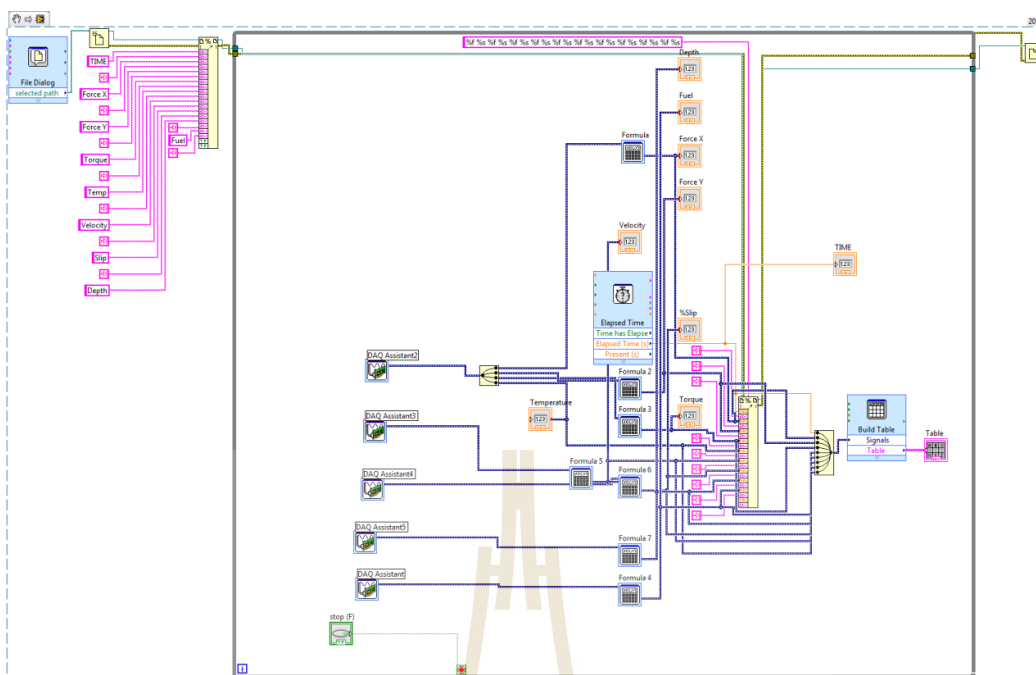
ครั้งที่	ค่าสัญญาณ	ความลึก
1	1.97	9.8
2	2.50	13.3
3	2.52	13.4
4	2.54	13.5
5	2.39	13.2
6	2.45	13
7	2.52	13.5
8	2.48	14
9	2.41	13.6
10	2.43	12.9
11	2.46	14.1
12	2.58	12.2
13	1.75	9.5
14	2.43	12.7
15	1.97	10.3

4.2 การพัฒนาโปรแกรมเพื่อใช้ในการทดสอบ

ในการทดสอบ จะใช้โปรแกรมรวบรวมข้อมูลที่พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม LabVIEW โดยโปรแกรมจะแบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วน Front panel และ Block diagram ส่วน Front panel จะเป็นส่วนที่แสดงค่าของการทดสอบ และใช้เป็นส่วนควบคุมการทำงานของโปรแกรม โดยจะสั่งให้โปรแกรมเริ่มทำงานหรือหยุดทำงาน ดังรูปที่ 4.13 ส่วน Block Diagram เป็นส่วนของการประมวลผลและสร้างขึ้น โดยการเขียนโปรแกรมเชิงกราฟฟิก ทำให้ลดขั้นตอนในการเขียนโปรแกรม ดังรูปที่ 4.14 โดยการบันทึกค่าของโปรแกรมจะบันทึกลงบนคอมพิวเตอร์

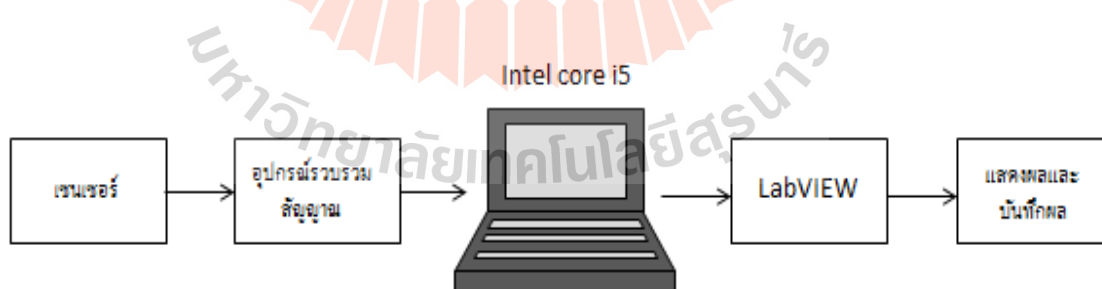


รูปที่ 4.13 ซอฟต์แวร์ระบบรวบรวมข้อมูลการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร

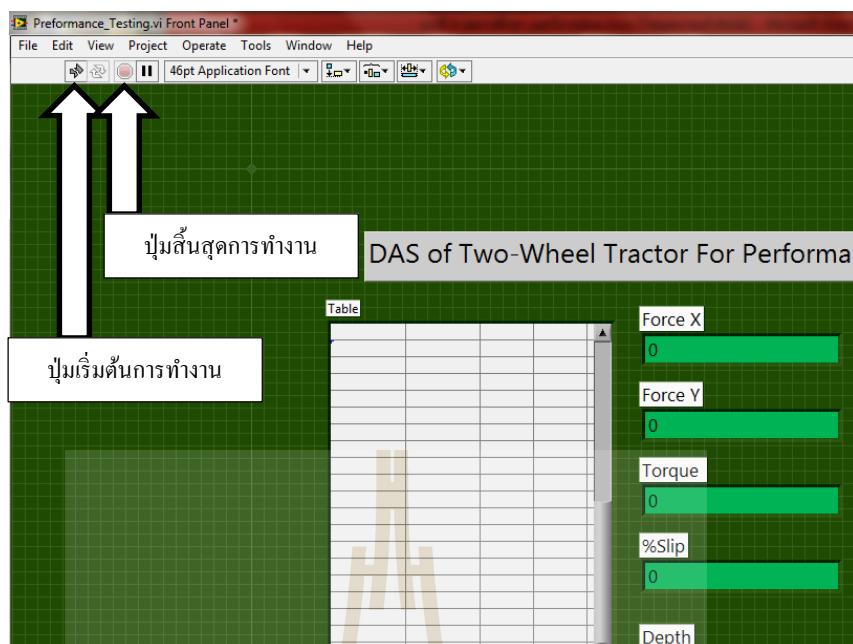


รูปที่ 4.14 Block Diagram ของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรม จะเริ่มจากการตั้งค่าเริ่มต้นในการวัดของอุปกรณ์ให้เป็นศูนย์ ก่อนที่จะเริ่มทดสอบ เมื่อตั้งค่าแล้วให้เริ่มการทดสอบโดยการกดปุ่มเริ่มต้น โปรแกรม และทำการทดสอบ โปรแกรมจะทำการรับค่าสัญญาณจากอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ ประมวลผล และบันทึกค่าลงบนคอมพิวเตอร์



รูปที่ 4.15 การไหลของสัญญาณจากเซนเซอร์



รูปที่ 4.16 ตำแหน่งปุ่มเริ่มต้นและปุ่มสิ้นสุดการทำงาน

4.3 ผลการทดสอบในแปลงเกษตร

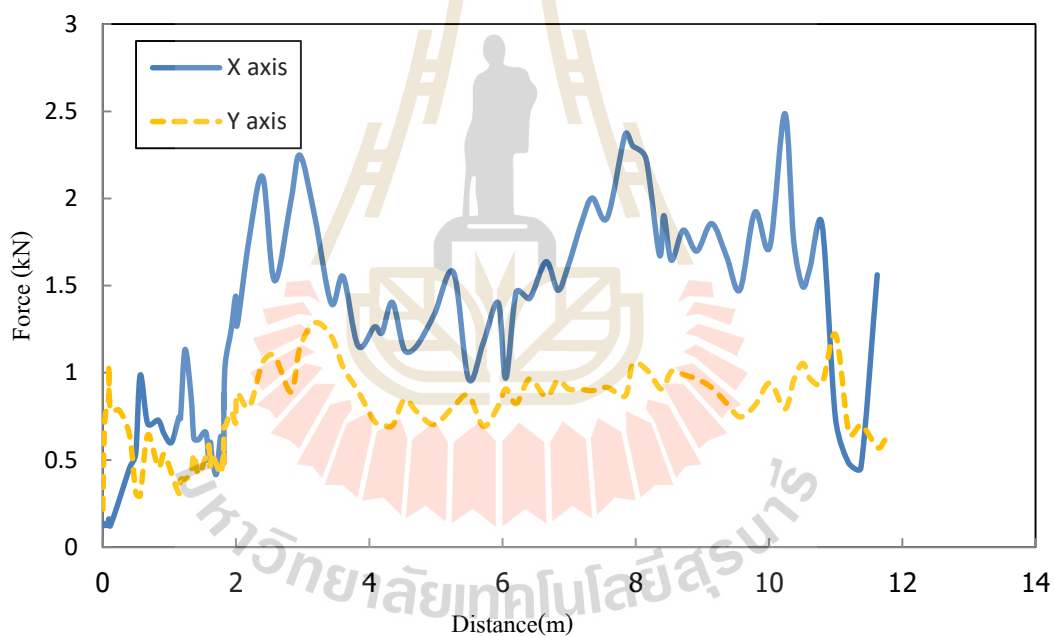
การทดสอบในแปลงเกษตร ภายในบริเวณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี โดยทดสอบโดยใช้ไถกระทะในการทดสอบ โดยทำการติดตั้งอุปกรณ์การวัดต่างค่าต่าง ๆ เข้ากับรถไถเดินตามขนาดแปลงที่ใช้ในการทดสอบมีขนาด 20 เมตร x 40 เมตร

จากการทดสอบสมรรถนะในแปลงเกษตรพบว่า ระบบรวบรวมข้อมูลสามารถรวบรวมข้อมูลการทดสอบสมรรถนะในแปลงเกษตรได้ ซึ่งผลการทดสอบดังตารางที่ 4.7 และสามารถสร้างกราฟความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเทียบกับแรงฉุดลาก ดังรูปที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดเทียบกับเวลา ดังรูปที่ 4.16 และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการลื่นไถลเทียบกับระยะทาง ดังรูปที่ 4.17

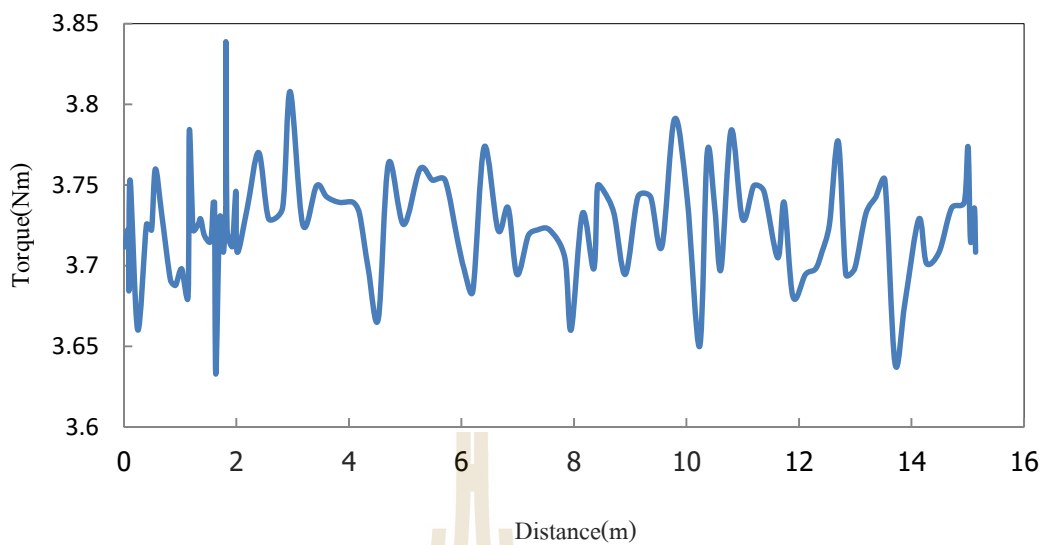
การศึกษาผลการทดสอบสามารถเทียบค่าการทดสอบกับระยะทางในแต่ละจุดได้ เนื่องจากการทดสอบในแปลง ผลการทดสอบแต่ละจุดจึงมีค่าแตกต่างกันในบางช่วง เพราะสภาพในแปลงไม่สามารถควบคุมได้ จึงจำเป็นต้องใช้ค่าเฉลี่ยในการวิเคราะห์

ตารางที่ 4.7 ผลการทดสอบในแปลงเกษตร

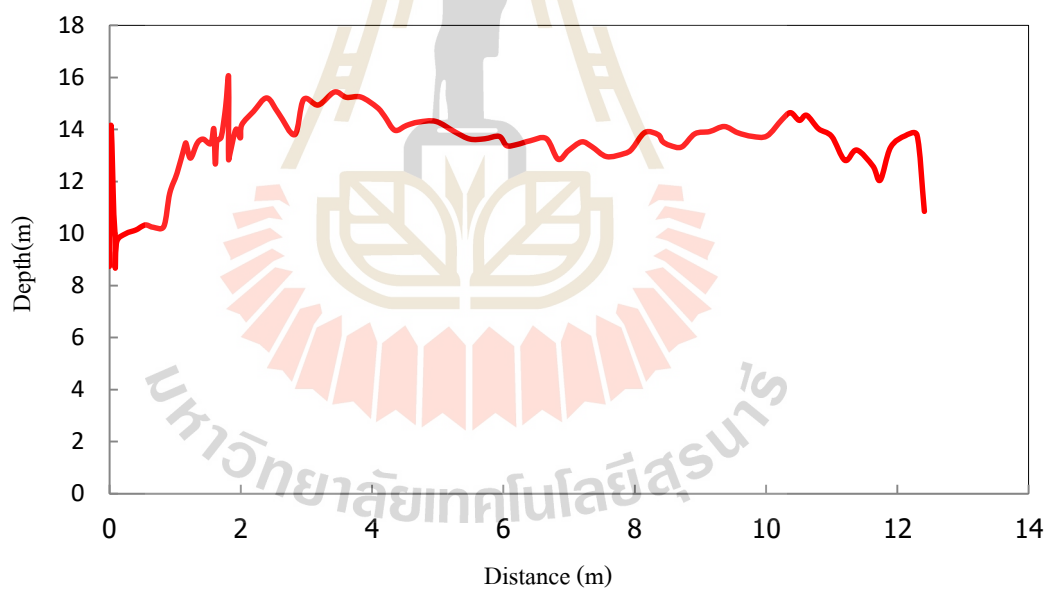
ข้อมูลการทดสอบ	ผลการทดสอบ	หน่วย
แรงแกน X	1.56	kN
แรงแกน Y	0.61	kN
แรงบิด	3.71	Nm
อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน	1.43	L/hr
อัตราการสิ้นไถล	16.71	%
ความเร็วในการทำงาน	0.28	m/s
รอบการทำงาน	793.58	rpm
ความลึกร่องไถ	13.30	cm



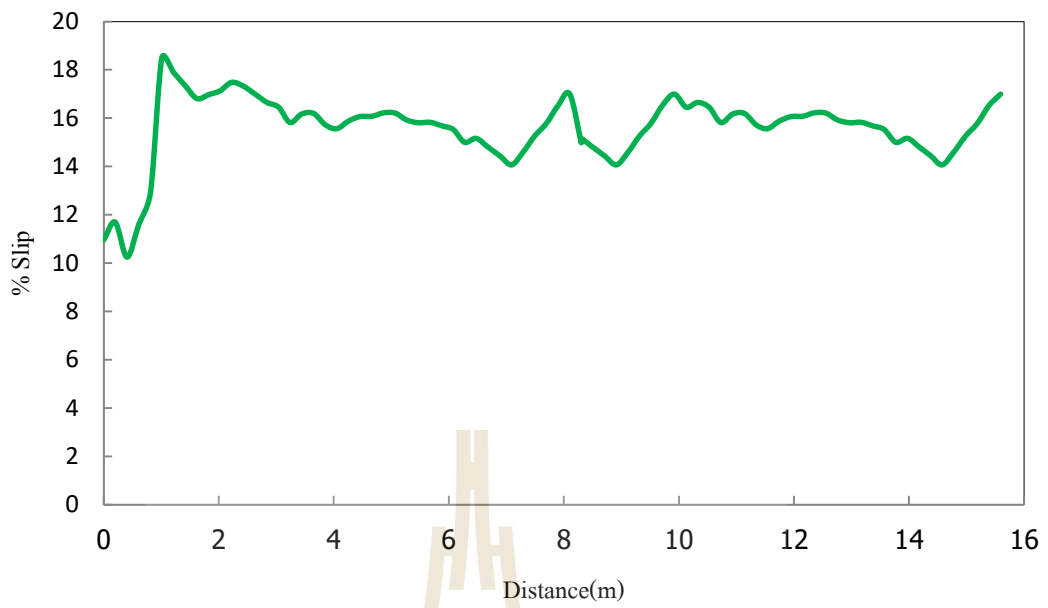
รูปที่ 4.17 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเทียบกับแรงจุดลาก



รูปที่ 4.18 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเทียบกับแรงบิด



รูปที่ 4.19 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเทียบกับความลึก



รูปที่ 4.20 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างระยะทางเทียบกับอัตราการลื่นไถล

บทที่ 5

บทสรุปและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลการวิจัย

1) อุปกรณ์การวัดค่าการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตรสามารถทำงานแบบ Real time ได้ โดยในระบบจะประกอบไปด้วย ระบบวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน เชื้อเพลิง ระบบวัดแรงบิดลูกตอก ระบบวัดแรงบิดสามารถวัดแรงบิดที่เพลาล้อรถไถเดินตาม ระบบวัดความเร็วในการทำงาน ระบบวัดอัตราการสิ้นเปลือง ไถล ระบบวัดความเร็วรอบสามารถวัดความเร็วรอบของเครื่องยนต์ และระบบวัดความลึกร่องไถ

2) การพัฒนาโปรแกรม LabVIEW เพื่อใช้ในการเก็บข้อมูลการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตรได้ โดยโปรแกรมจะทำการประมวลผล แสดงผล และบันทึกผลการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตรได้ และสามารถนำค่าที่ได้มาศึกษาผลการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

- 1) ควรศึกษาระบบของรถไถเดินตามเพิ่มเติม เพื่อพัฒนาระบบวัดให้ดียิ่งขึ้น
- 2) ควรลดจำนวนอุปกรณ์รวบรวมสัญญาณ เพื่อง่ายต่อการจัดการ โปรแกรม

รายการอ้างอิง

- กวี คงมั่น, พยุงศักดิ์ จุลยุเสณ, ศธา วาทกิจ และ จริญญาศักดิ์ สมพงษ์ (2556). การพัฒนาเครื่องมือวัดแรงแบบสามแนวแกนสำหรับการต่อพ่วงสามจุดของรถแทรกเตอร์เกษตรขนาดเล็ก. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14. (หน้า 444-450).
ประจวบคีรีขันธ์ : สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย และกรมส่งเสริมการเกษตร.
- กิจไพบูลย์ ชิวพันธุ์ศรี (2554). LabVIEW ซอฟต์แวร์เพื่อการพัฒนากระบวนการวัดและควบคุม. กรุงเทพฯ ฯ : ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- จักร จักกะพาก และ ยาซุมะสะ โดระ (2523). เครื่องจักรกลเกษตร. บริษัทสำนักพิมพ์ดวงกมล จำกัด. กรุงเทพฯ ฯ
- เจษฎา อุดมกิจมงคล (2554). อุตสาหกรรมเครื่องจักรกลการเกษตร. สำนักนโยบายอุตสาหกรรมรายสาขา 1. สำนักงานเศรษฐกิจอุตสาหกรรม. กระทรวงอุตสาหกรรม, (หน้า 2-3)
- ธรรมศักดิ์ พันธุ์แสนศรี, อนุกุล จันทร์แก้ว. (2553). การศึกษาสมรรถนะของเครื่องยนต์ดีเซลขนาดเล็กในการใช้งานจริงโดยใช้ไบโอดีเซลเป็นเชื้อเพลิง. เชียงใหม่ : รายงานผลการวิจัยมหาวิทยาลัยแม่โจ้
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2535). กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมการทดสอบรถไถเดินตาม. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2535). กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไถหัวหมูแบบติดไถเดินตาม. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- ประกาศกระทรวงอุตสาหกรรม (2540). กำหนดมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรมไถกระทะพวงแทรกเตอร์เดินตาม. กระทรวงอุตสาหกรรม.
- พยุงศักดิ์ จุลยุเสณ, ศธา วาทกิจ, จริญญาศักดิ์ สมพงษ์ (2557). การวัดแรงบนแขนพ่วงแบบสามจุดของรถแทรกเตอร์เกษตร. ทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีปีงบประมาณ พ.ศ. 2555.
- พยุงศักดิ์ จุลยุเสณ, วันรัฐ อับดุลลาฮาซิม, ศธา วาทกิจ, จริญญาศักดิ์ สมพงษ์ และ ชาญชัย โรจนสโรช (2555). การพัฒนาเครื่องเก็บเกี่ยวมันสำปะหลังสำหรับเกษตรกรรายย่อย. ทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติปีงบประมาณ 2555.

- ไพศาล มานิตย์โชติพิสิฐ (2545). การศึกษาแรงกระทำบนใบมีดจอบหมุนพรวนในกระบะทราย. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องกล คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- มารุต เรื่องจูดิโพธิ์พาน (2553). การพัฒนาอุปกรณ์อัตโนมัติสำหรับการทดสอบการอัดตัวคายน้ำอย่างรวดเร็ว. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมโยธา มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.
- รุ่งเรือง กาลศิริศิลป์ และ เกียรติศักดิ์ แสงประดิษฐ์ (2548). การทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในห้องปฏิบัติการ. โครงการเงินงบประมาณผลประโยชน์. ภาควิชาวิศวกรรมเครื่องจักรกลเกษตร. คณะวิศวกรรมและเทคโนโลยีการเกษตร. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
- สุภายิต เสี่ยงมพงษ์, อัครพล เสนาณรงค์, พัทธ์วิภา สุทธิวาริ และ ขนิษฐ หว่านณรงค์ (2542). การออกแบบและพัฒนาไถงานพรวนติดพ่วงกับรถไถเดินตาม. กลุ่มงานวิจัยวิศวกรรมผลิตพืช. สถาบันวิจัยเกษตรวิศวกรรม. กรมวิชาการเกษตร.
- อรรถพล อารณพงษ์, ชิตพล ช่างไม้งาม, สรวาดี ไพรงาม, กวี คงมั่น, คธา วาทกิจ และ พยุงศักดิ์ จุลยุเสน (2556). การพัฒนาชุดทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร. ในการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14 (หน้า 235-240). ประจวบคีรีขันธ์ : สมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทยและกรมส่งเสริมการเกษตร.
- อรรถพล อารณพงษ์, คธา วาทกิจ, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, จริญญาศักดิ์ สมพงษ์ และ กวี คงมั่น (2557). การพัฒนาชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร. ในการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15 (หน้า 435-441). อุทยาน : มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี.
- C.D. Singh, R.C. Singh (2011). Computerized instrumentation system for monitoring the tractor performance in the field. **Journal of Terramechanics**. 48 (2011), 333–338.
- P. A. Hansson. (2003). A Methodology for Measuring the Effects of Transient Loads on The Fuel Efficiency of Agricultural Tractors. **American Society of Agricultural Engineers ISSN**, 0883–8542.
- Sparling Instruments, Inc. (2002). **Flowmate Flowmeter Technical Specifications**. 4097 N. Temple City Blvd. P.O. Box 5988 , El Monte, CA USA.



ภาคผนวก ก

ตัวอย่างการคำนวณ

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ก1. การคำนวณหาค่าคงที่ของเซนเซอร์

ก1.1 เซนเซอร์วัดอัตราการไหล

$$\begin{aligned} \text{ปริมาตรของน้ำมันที่อ่านจากหลอดแก้ว} &= 100 \text{ ลูกบาศก์เซนติเมตร (cc)} \\ \text{ค่าเฉลี่ยจากการอ่านของเซนเซอร์ 30 ครั้ง} &= 362.4 \text{ pulse} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดอัตราการไหล (cc/pulse)} &= \frac{\text{ปริมาตรของน้ำมัน(cc)}}{\text{ค่าสัญญาณจากเซนเซอร์(pulse)}} \\ &= \frac{100}{362.4} \\ &= 0.28 \text{ cc/pulse} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดอัตราการไหล คือ 0.28 cc/pulse

ก1.2 เซนเซอร์วัดระยะที่ล้อขับ

$$\begin{aligned} \text{ค่าเฉลี่ยของระยะทาง} &= 8.68 \text{ เมตร (m)} \\ \text{ค่าเฉลี่ยจากการอ่านของเซนเซอร์} &= 3664.5 \text{ pulse} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{ค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดระยะที่ล้อขับ} &= \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของระยะทาง}}{\text{ค่าเฉลี่ยจากการอ่านของเซนเซอร์}} \\ &= \frac{8.68}{3664.5} \\ &= 0.0024 \text{ m/pulse} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดระยะที่ล้อขับ คือ 0.0024 m/pulse

ก1.3 เซนเซอร์วัดระยะที่ล้อที่ 3

$$\text{ค่าเฉลี่ยของระยะทาง} = 6.253 \text{ เมตร (m)}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยจากการอ่านของเซนเซอร์} = 259.7 \text{ pulse}$$

$$\text{ค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดระยะที่ล้อที่ 3} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยของระยะทาง}}{\text{ค่าเฉลี่ยจากการอ่านของเซนเซอร์}}$$

$$= \frac{6.253}{259.7}$$

$$= 0.0241 \text{ m/pulse}$$

เพราะฉะนั้นค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดระยะที่ล้อที่ 3 คือ 0.0241 m/pulse

ก1.4 เซนเซอร์วัดความถี่ร่อนไถ

$$\text{ค่าเฉลี่ยของความถี่ร่อนไถ} = 12.6 \text{ เซนติเมตร (cm)}$$

$$\text{ค่าเฉลี่ยจากการอ่านของเซนเซอร์} = 2.3613 \text{ rad}$$

$$\text{ค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดความถี่ร่อนไถ} = \frac{\text{ค่าเฉลี่ยความถี่ร่อนไถ}}{\text{ค่าเฉลี่ยจากการอ่านของเซนเซอร์}}$$

$$= \frac{12.6}{2.3613}$$

$$= 0.19 \text{ rad/pulse}$$

เพราะฉะนั้นค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดอัตราการไถ คือ 0.19 rad/pulse

ก2. การคำนวณหาค่าในการทดสอบ

ก2.1 การคำนวณอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง

ค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์วัดน้ำมัน = 359 pulse ที่อุณหภูมิ 37 °C

ค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดอัตราการไหล คือ 0.28 cc/pulse

ปริมาณน้ำมันขาเข้าที่อ่านได้ = 359 x 0.28 = 100.52 cc

สมการปรับแก้ความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิงเทียบกับอุณหภูมิ

$$Y = -0.0006X + 0.8452$$

โดยที่ Y คือ ความหนาแน่นของน้ำมัน, $\text{g c}^{-3}\text{m}^{-3}$
X คือ อุณหภูมิของน้ำมัน, °C

ความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิง

$$Y = -0.0006X + 0.8452$$

$$Y = 0.823 \text{ g c}^{-3}\text{m}^{-3}$$

ค่าน้ำมันขาเข้าที่ใช้ไปในการทดสอบ = 82.73 g

ค่าน้ำมันขาออกที่อ่านจาก เซนเซอร์ = 351 pulse ที่อุณหภูมิ 31 °C

ปริมาณน้ำมันขาเข้าที่อ่านได้ = 351 x 0.28 = 98.28 cc

ความหนาแน่นของน้ำมันเชื้อเพลิง

$$Y = -0.0006X + 0.8452$$

$$Y = 0.8044 \text{ g c}^{-3}\text{m}^{-3}$$

$$\begin{aligned}
 \text{ค่าน้ำมันขาออกที่ใช้ในการทดสอบ} &= 79.06 \text{ g} \\
 \text{เพราะฉะนั้นในการทดสอบใช้น้ำมันไปทั้งสิ้น} &= \text{น้ำมันขาเข้า} - \text{น้ำมันขาออก} \\
 &= 82.73 \text{ g} - 79.06 \text{ g} \\
 &= 3.67 \text{ g}
 \end{aligned}$$

อุณหภูมิน้ำมันขณะทดสอบ 37°C น้ำมันจะมีความหนาแน่น 0.823 g cm^{-3}
 เพราะฉะนั้นปริมาณน้ำมันที่ใช้ไป คือ

$$\begin{aligned}
 \text{ปริมาตร} &= \frac{\text{น้ำหนักของน้ำมัน}}{\text{ความหนาแน่น}} \\
 &= \frac{3.67}{0.823} \\
 \text{ปริมาตร} &= 4.46 \text{ cc} \\
 \text{เวลาที่ใช้ในการทดสอบ} &= 11.5 \text{ วินาที} \\
 \text{อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง} &= \frac{\text{ปริมาณน้ำมัน}}{\text{เวลาในการทดสอบ}} \\
 &= \frac{4.46}{11.5} \times \frac{3600}{1000} \\
 &= 1.4 \text{ L/hr}
 \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงขณะทำงาน คือ 1.4 L/hr

ก2.2 การคำนวณแรงจุดลากของการไถ

สมการการคำนวณแรงจุดลาก

$$\text{Horizontal load} \quad \epsilon_{tf} = 37.528F - 3.974$$

$$\text{Vertical load} \quad \epsilon_{tp} = 37.035P - 0.262$$

ค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์รวบรวมข้อมูล

$$\text{Horizontal load} = 62.22 \mu\epsilon$$

$$\text{Vertical load} = 32.28 \mu\epsilon$$

ค่าแรงจุดลาก Horizontal load

$$62.22 = 37.528F - 3.974$$

$$F = 1.76 \text{ kN}$$

ค่าแรงจุดลาก Vertical load

$$32.28 = 37.035P - 0.262$$

$$P = 0.88 \text{ kN}$$

ก2.3 เซนเซอร์วัดแรงบิดของการไถ

$$\text{สมการการคำนวณแรงจุดลาก} \quad \epsilon = 0.5425L + 0.5027$$

$$\text{ค่าที่อ่านได้จากอุปกรณ์รวบรวมข้อมูล} = 2.53 \mu\epsilon$$

$$\text{ค่าแรงบิดของการไถ} \quad 2.53 = 0.5425L - 0.5027$$

$$L = 3.74 \text{ Nm}$$

ก2.4 การคำนวณหาความเร็วในการทำงาน

ค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดระยะที่ล้อที่ 3 คือ 0.0241 m/pulse

จำนวน pulse ที่อ่านได้จากเซนเซอร์ คือ 544 pulse

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น ระยะทางในการทำงาน} &= \text{ค่าคงที่ของเซนเซอร์} \times \text{ค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์} \\ &= 0.0241 \times 544 \\ &= 13.11 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

เวลาที่ใช้ในการทดสอบ 46.8 วินาที

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้นความเร็วในการทำงาน} &= \frac{\text{ระยะทาง}}{\text{เวลาใน}} \\ &= \frac{13.11}{46.8} = 0.28 \text{ m/s} \end{aligned}$$

ก2.5 การคำนวณหาอัตราการลื่นไถล

ค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดระยะที่ล้อขับ คือ 0.0024 m/pulse

จำนวน pulse ที่อ่านได้จากเซนเซอร์ คือ 6563 pulse

$$\begin{aligned} \text{เพราะฉะนั้น ระยะทางในการทำงาน} &= \text{ค่าคงที่ของเซนเซอร์} \times \text{ค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์} \\ &= 0.0024 \times 6563 \\ &= 15.75 \text{ เมตร} \end{aligned}$$

การคำนวณหาการลื่นไถล (%) คำนวณได้จาก

$$\% \text{ Slip} = \frac{S - S_{\text{load}}}{S} \times 100$$

- โดยที่
- $\% \text{ Slip}$ คือ อัตราการลื่นไถล
 - S คือ ระยะทางเคลื่อนที่ขณะไม่มีโหลด (m)
 - S_{load} คือ ระยะทางเคลื่อนที่ขณะมีโหลด (m)

$$\% \text{ Slip} = \frac{(15.75 - 13.11) \times 100}{15.75} = 16.71 \%$$

อัตราการลื่นไถลของการทดสอบคือ 16.71 %

ก2.6 การคำนวณหาความลึกของการไถ

ค่าคงที่ของเซนเซอร์วัดความลึกร่องไถ คือ 0.19 rad/cm

ค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ คือ 2.433

$$\begin{aligned} \text{ความลึกของการไถ} &= \frac{\text{ค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์}}{\text{ค่าคงที่ของเซนเซอร์}} \\ &= \frac{2.433}{0.19} \\ &= 12.81 \text{ เซนติเมตร} \end{aligned}$$

เพราะฉะนั้นความลึกของการไถคือ 12.81 เซนติเมตร

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี



ภาคผนวก ข

บทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่ในระหว่างศึกษา

อรรถพล อารมณ์พงษ์, ชิตพล ช่างไม้งาม, ศราวุฒิ ไพรงาม, กวี คงมัน, คธา วาทกิจ, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน (2556). การพัฒนาชุดทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยวทางการเกษตร. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 14., หน้า 235-240

อรรถพล อารมณ์พงษ์, คธา วาทกิจ, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน, จริญญาศักดิ์ สมพงษ์, กวี คงมัน (2557). การพัฒนาชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร. การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 15., หน้า 435-441





การพัฒนาชุดทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร

*อรรถพล อภรณ์พงษ์ ชิตพล ช่างไม้งาม ศราวุฒิ ไพรงาม กวี คงมัน คธา วาทกิจ และ พยงค์ดี จุลยุเสณ

สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถนนมหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา30000

ผู้เขียนติดต่อ: อรรถพล อภรณ์พงษ์ E-mail:atp_nr@hotmail.com

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร โดยประยุกต์ใช้หลักการของไดนาโมมิเตอร์แบบกระแสเหนี่ยวนำ (Eddy Current Dynamometer) ชุดทดสอบประกอบด้วย อุปกรณ์เบรกไฟฟ้าแบบกระแสเหนี่ยวนำวงจรควบคุมแรงดันไฟฟ้า โหลดเซลล์วัดแรงดึง เซนเซอร์วัดอัตราการไหลน้ำมัน เซนเซอร์ปริมาตรน้ำมัน โมคัปเปิลและชุดอุปกรณ์เก็บวัดข้อมูลด้วยคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์ทั้งหมดได้ถูกติดตั้งบนโครงสร้างร่วมกับเครื่องยนต์ที่ต้องการทดสอบ ข้อมูลต่างๆ ที่ตรวจวัดได้แก่ อุณหภูมิอากาศที่ป้อนเข้าท่อไอดี ค่าแรงบิด ความเร็วรอบ และอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์ซึ่งถูกบันทึก และแสดงผลบนคอมพิวเตอร์ผ่านชุดคำสั่งที่พัฒนาขึ้นจากโปรแกรม LabVIEW® ชุดทดสอบดังกล่าวสามารถนำไปใช้เฉพาะในการทดสอบหาค่ากำลังเบรคสุทธิสูงสุด (Maximum Net Brake Power) ของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตรได้เท่านั้นเนื่องมาจากข้อจำกัดของขนาดและความสามารถในการระบายความร้อนของอุปกรณ์เบรกไฟฟ้าแบบกระแสเหนี่ยวนำ จากผลการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร ยี่ห้อคูโบต้า รุ่นอีที 115 เพื่อวัดค่ากำลังงานเบรคสุทธิสูงสุดของเครื่องยนต์พบว่ากำลังงานของเพลอาานวยกำลังมีค่าสูงสุดเท่ากับ 8.55 kW ที่ค่าแรงบิดและความเร็วรอบเท่ากับ 36.78 N-m และ 2222.8 rpm ตามลำดับ

คำสำคัญ: ไดนามิเตอร์; เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร; โปรแกรม LabVIEW

1. บทนำ

เครื่องยนต์สูบเดียวนับเป็นต้นกำลังหลักที่สำคัญสำหรับเครื่องจักรกลการเกษตรและถูกนำไปใช้งานกันอย่างแพร่หลายในประเทศไทย อาทิเช่น เครื่องสูบน้ำ เครื่องพ่นสารเคมี รถไถเดินตาม รถบรรทุกผลิตผลทางการเกษตร ฯลฯ เป็นต้น การทดสอบหาค่ากำลังหรือสมรรถนะของเครื่องยนต์ชนิดดังกล่าวจึงนับว่ามีความสำคัญอย่างยิ่งสำหรับงานวิจัยและพัฒนาที่เกี่ยวข้องกับเครื่องยนต์และระบบต้นกำลังทางการเกษตร เนื่องจากจะทำให้สามารถเข้าใจถึงลักษณะการทำงาน การใช้งาน การปรับปรุงเพื่อพัฒนาให้สมรรถนะของเครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น

กำลังหรือสมรรถนะของเครื่องยนต์โดยทั่วๆ ไปนั้นสามารถวัดได้จากการทดสอบบนแท่นวัดกำลังของเครื่องยนต์

(Engine Dynamometer Test Bench) โดยอาศัยหลักการวัดความเร็วรอบและแรงบิดที่ใช้ต้านทานการหมุนของเครื่องยนต์ทั้งทางตรงและทางอ้อมเพื่อนำมาประเมินหาค่ากำลังของเครื่องยนต์ร่วมกับการวัดปริมาณอื่นๆ ที่มีผลต่อสมรรถนะการทำงานของเครื่องยนต์ เช่น อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง อุณหภูมิอากาศ ฯลฯ เป็นต้น

ไดนาโมมิเตอร์แบ่งออกได้หลายชนิดตามหลักการทำงาน ได้แก่ Pony Brake, Water Brake, Eddy Current Brake, Hysteresis Brake, DC และ AC Dynamometer ตารางที่ 1 สรุปข้อดี-ข้อเสียของไดนาโมมิเตอร์แบบต่างๆ กระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้ขดลวดจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กบนแผ่นโลหะที่หมุนอยู่และ

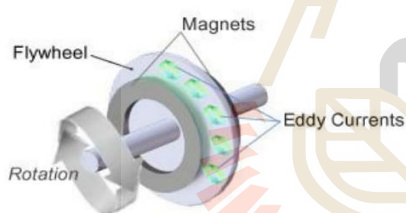


ตารางที่ 1 สรุปข้อดี-ข้อเสียของไดนาโมมิเตอร์แบบต่างๆ

คุณสมบัติ	Pony/Water Brake	Eddy-Current/ Hysteresis Brake	DC	AC
การขับโหลด	ทำไม่ได้	ทำไม่ได้	ทำได้	ทำได้
ความเฉื่อย	ต่ำ	แปรค่าได้	สูง	ต่ำ
เสถียรภาพการควบคุม	ต่ำ	ดี	ดีมาก	ดีที่สุด
ความเร็วสูงสุด	สูง	สูง	ปานกลาง	สูง
การตอบสนองต่อการควบคุม	ช้า	ปานกลาง	เร็ว	เร็วที่สุด
ความร้อน	สูง	สูง	ต่ำ	ต่ำ
กำลัง	สูงที่สุด	สูง	ปานกลาง	ปานกลาง

ที่มา: Thailandindustry.com

ในการทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ขนาดเล็กมักนิยมใช้ไดนาโมมิเตอร์ประเภท Eddy Current Brake เนื่องจากมีการตอบสนองต่อการควบคุมแรงบิดได้ดีและสามารถปรับช่วงแรงบิดได้ค่อนข้างละเอียด แต่มีข้อเสียคืออาจเกิดความร้อนจากแรงเสียดทานค่อนข้างสูงจึงต้องมีการระบายความร้อนที่เกิดขึ้นออกให้เพียงพอ รูปที่ 1 แสดงหลักการทำงานของไดนาโมมิเตอร์แบบ Eddy Current Brake



Copyright 2010 David Williams

รูปที่ 1 หลักการทำงานของ Eddy Current Brake Dynamometer

ที่มา: <http://www.thailandindustry.com>

เกิดเป็นกระแสไหลวน (Eddy Current) ซึ่งจะเหนี่ยวนำให้เกิดสนามแม่เหล็กในทิศทางตรงกันข้ามส่งผลให้แผ่นโลหะที่หมุนอยู่ถูกหน่วงหรือเบรกให้หมุนช้าลงโดยแรงที่

เบรกจะมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับความเข้มสนามแม่เหล็กซึ่งแปรผันตรงกับกระแสที่จ่ายให้ขดลวดสร้างสนามแม่เหล็ก ดังนั้นการควบคุมแรงบิดที่ใช้ในการเบรกจึงสามารถควบคุมได้จากกระแสที่จ่ายให้กับขดลวด

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อประยุกต์ใช้หลักการของ Eddy Current Brake เพื่อนำมาพัฒนาเป็นชุดทดสอบกำลังของเครื่องยนต์สูบลูกสูบเดียวทางการเกษตรและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับใช้เก็บวัดข้อมูลจากการทดสอบ โดยอาศัยการเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างชุดเครื่องมือวัดและคอมพิวเตอร์เพื่อให้สามารถตรวจวัด วิเคราะห์ เก็บบันทึกผล และแสดงข้อมูลการทดสอบในรูปแบบต่างๆ ซึ่งจะช่วยให้ผู้ใช้งานสามารถประเมินสมรรถนะโดยรวมของเครื่องยนต์ได้สะดวกและรวดเร็วมากยิ่งขึ้น

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 อุปกรณ์

1. เครื่องยนต์คูโบต้า อีที 115

ตารางที่ 2 ข้อมูลพื้นฐานของเครื่องยนต์ดีเซลสูบลูกสูบเดียวทางการเกษตรที่ใช้ในการศึกษา

เครื่องยนต์	สมรรถนะเบื้องต้น
ชนิด / จำนวนกระบอกสูบ : เครื่องยนต์ดีเซล / 1 สูบ อีที 115 / รุ่น : คูโบต้า อีที 115 ขนาดลูกสูบ x ระยะชัก (Lst) : 94 x 90 mm. ปริมาตรกวาดของกระบอกสูบ (Vsv) : 0.624 Liter ปริมาตรช่องว่างเหนือลูกสูบ (Vcv) : 0.033 Liter ที่มา : บริษัทสยามคูโบต้า	กำลังงานสูงสุด : 8.57 kW @ 2400 RPM อัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะ : 272 g/kW-h แรงบิดสูงสุด : 36.26 N-m @ 1600 RPM อัตราการใช้เชื้อเพลิงที่กำลังงานสูงสุด (Qf) : 2.75 Liter/h

2. Eddy Current Brake Dynamometer
3. เซนเซอร์ชนิดต่างๆ ได้แก่
 - โหลดเซลล์
 - พรอกซิมิตี้เซนเซอร์
 - เทอร์โมคัปเปิล
 - เซนเซอร์วัดอัตราการไหล
4. ชุดอุปกรณ์เก็บวัดข้อมูลจากเซนเซอร์
5. เครื่องคอมพิวเตอร์
6. โปรแกรม LabVIEW

2.2 การติดตั้งอุปกรณ์

รูปที่ 2 แสดงลักษณะของชุดทดสอบเครื่องยนต์ดีเซล
สูบลอยทางการเกษตร

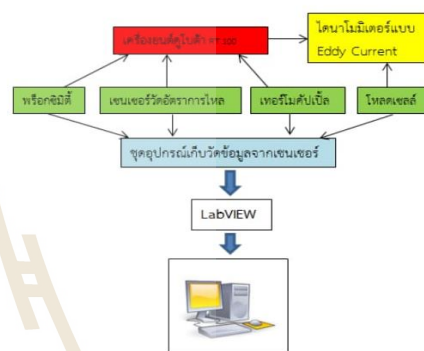


รูปที่ 2 ชุดทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลสูบลอยทางการเกษตร

เครื่องยนต์ที่ต้องการทดสอบจะถูกต่อเข้ากับชุด Eddy Current Brake Dynamometer โดยชุดเพลาส่งกำลัง และข้อต่อหมุน ที่ปลายเพลาด้านแผ่นจานเบรกของไดนาโมมิเตอร์จะติดตั้งชุดอุปกรณ์สำหรับวัดค่าแรงบิดของเครื่องยนต์ ซึ่งสามารถวัดได้จากค่าแรงดึงของโหลดเซลล์ที่ปลายแขนต่อคานกับระยะห่างไปยังจุดศูนย์กลางการหมุนของเพลาดายนาโมมิเตอร์ในขณะที่เครื่องยนต์ถูกเบรกให้หมุนช้าลงโดยแรงเบรกของไดนาโมมิเตอร์จะขึ้นอยู่กับกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้ขดลวดจากวงจรเรกติฟายเออร์แบบปรับแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 0-50 โวลต์ ในขณะที่ค่าความเร็วรอบของเครื่องยนต์จะถูกวัดโดยอาศัยพรอกซิมิตี้เซนเซอร์ ซึ่งจะตรวจจับและส่งค่าสัญญาณออกมาเมื่อหน้าสัมผัสของหัวสลักเคลื่อนบนเพลาส่งกำลังของเครื่องยนต์หมุนตัดผ่านพรอกซิมิตี้เซนเซอร์

ชุดเซนเซอร์วัดอัตราการไหลจะถูกติดตั้งเข้ากับระบบจ่ายน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งด้านที่ไหลเข้าปั๊มหัวฉีดและไหลกลับลงถัง โดยมีเทอร์โมคัปเปิลสำหรับวัดอุณหภูมิติดตั้งอยู่ทั้ง 2 ด้าน เพื่อใช้เป็นข้อมูลในการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงที่แท้จริงของเครื่องยนต์เนื่องจากผลของการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิที่อาจเกิดขึ้นในขณะนั้นๆ

สายสัญญาณจากเซนเซอร์ทั้งหมดจะถูกต่อเข้ากับชุดอุปกรณ์เก็บวัดข้อมูลซึ่งจะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อนำไปแสดงผลด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจาก LabVIEW รูปที่ 3 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์และเครื่องคอมพิวเตอร์



รูปที่ 3 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างเซนเซอร์และเครื่องคอมพิวเตอร์

2.3 วิธีการทดสอบ

เนื่องจากข้อจำกัดของความสามารถในการการระบายความร้อนของไดนาโมมิเตอร์แบบ Eddy Current Brake ซึ่งจะเกิดความร้อนจากแรงเสียดทานในการเบรกค่อนข้างสูงในขณะที่ทำการทดสอบดังนั้นการทดสอบในเบื้องต้นจึงกำหนดขอบเขตไว้เฉพาะการทดสอบหาค่ากำลังงานเบรกสุทธิสูงสุดของเครื่องยนต์ (Maximum Net Brake Power) ก่อนเท่านั้น

วิธีการทดสอบ หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ในการทดสอบแล้ว ให้สร้างไฟล์งานที่ใช้ในการเก็บข้อมูลโดยสร้างไฟล์ Excel ขึ้นมา เมื่อสร้างเสร็จแล้วให้ไปที่หน้าต่างของโปรแกรมเลือกบันทึกข้อมูลไปที่ไฟล์ที่สร้างขึ้น หลังจากนั้นให้ทำการสตาร์ทเครื่องยนต์ เพิ่มความเร็วรอบในการทดสอบ แล้วเริ่มการทดสอบโดยให้โปรแกรมเริ่มทำงาน เมื่อโปรแกรมเริ่มทำงาน ให้ทำการเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้กับไดนาโมมิเตอร์ เพื่อทำการทดสอบแรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ โดยค่าต่างๆ

จะแสดงผลบนหน้าจอ ได้แก่ ความเร็วรอบ แรงบิด กำลังของเครื่องยนต์ อุณหภูมิอากาศ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและกำลัง และกราฟความสัมพันธ์ระหว่างความเร็วรอบและแรงบิด โดยเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้ไดนาโมมิเตอร์ไปจนเครื่องยนต์หยุดการทำงาน และลดการจ่ายไฟลง จากนั้นให้ทำการหยุดการทำงานของโปรแกรม ซึ่งค่าจะถูกบันทึกลงในไฟล์ที่สร้างขึ้น

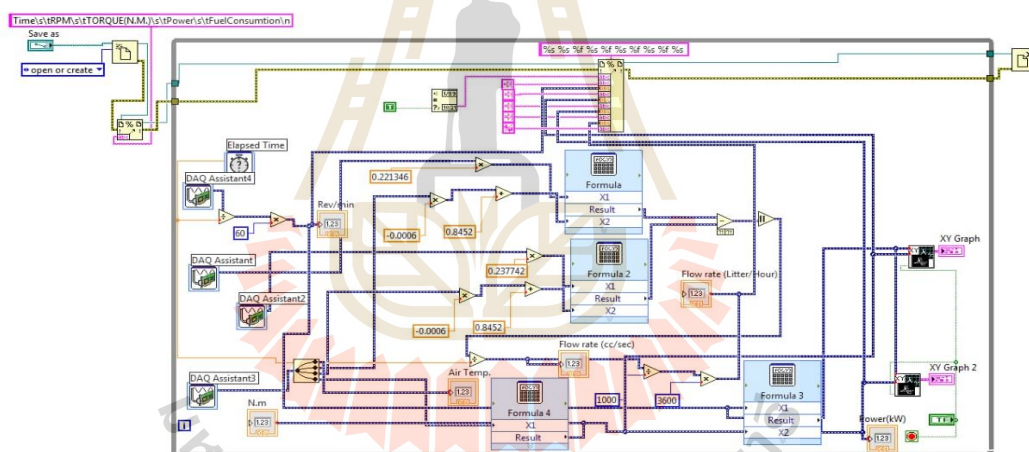
LabVIEW ซึ่งประกอบไปด้วยส่วนของ Front Panel และ Block Diagram ดังแสดงในรูปที่ 4 และ 5 ส่วนของ Front Panel ทำหน้าที่สำหรับแสดงผลการทดสอบในรูปแบบต่างๆ และกำหนดตำแหน่งจัดเก็บของไฟล์ข้อมูลสำหรับบันทึกผลการทดสอบ ในขณะที่ส่วนของ Block Diagram นั้นประกอบด้วยส่วนของ Pre-loop และส่วนของ Loop

ส่วนของ Pre-loop ประกอบด้วยคำสั่งต่างๆ ได้แก่ การกำหนดตำแหน่งและการสร้างไฟล์ข้อมูลเพื่อเก็บบันทึกผลการทดสอบในรูปแบบของไฟล์ตารางคำนวณ Excel ส่วนของ Loop ประกอบด้วยคำสั่งต่างๆ ได้แก่ การจัดรูปแบบข้อมูลที่ได้จากการวัดลงในไฟล์ การอ่านข้อมูลจากชุดอุปกรณ์เก็บวัดข้อมูลจากเซนเซอร์ชนิดต่างๆ เช่น การอ่านและแปลงค่าสัญญาณพัลส์จาก

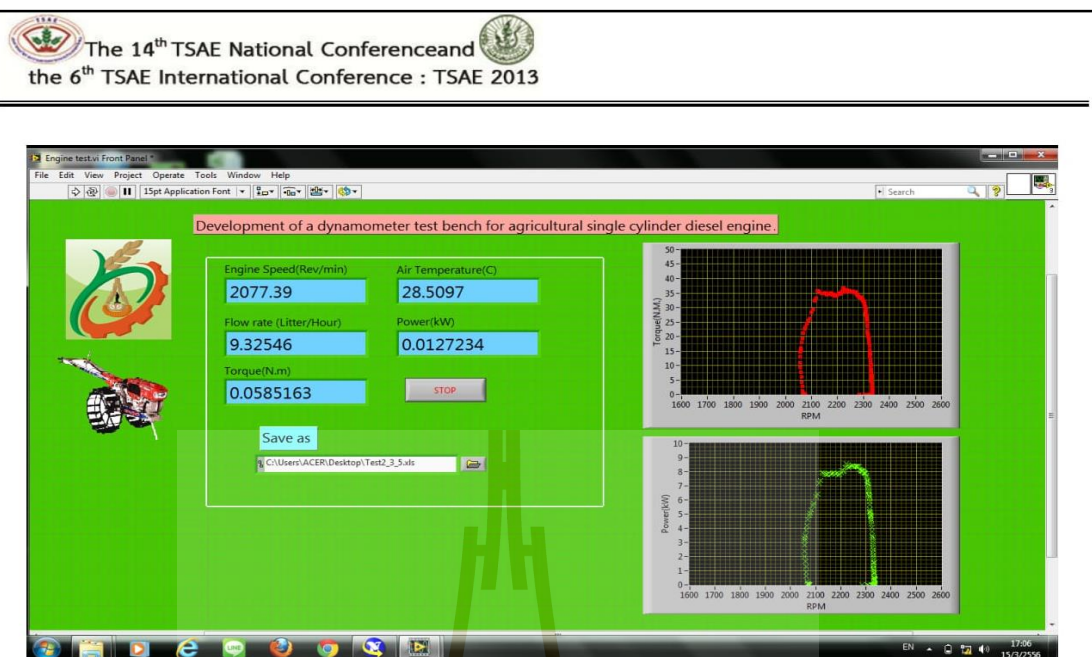
3. ผลการศึกษา

3.1 โครงสร้างโปรแกรม

โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับชุดทดสอบเครื่องยนต์เซลลูลาร์เดี่ยวทางการเกษตร



รูปที่ 4 Block Diagram ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับชุดทดสอบเครื่องยนต์เซลลูลาร์เดี่ยวทางการเกษตร



รูปที่ 5 Front Panel ของโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำหรับชุดทดสอบเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร

เซนเซอร์วัดอัตราการไหล การคำนวณผลของอุณหภูมิเพื่อหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงทั้งหมด การคำนวณค่าความเร็วรอบ แรงบิดและกำลังของเครื่องยนต์ การแสดงผลข้อมูลในรูปแบบของกราฟความสัมพันธ์ X-Y เป็นต้น

3.2 ผลการทดสอบเครื่องยนต์

จากผลการทดสอบกับเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตร ยี่ห้อคูโบต้า รุ่นอีที 115 เพื่อวัดค่ากำลังงานเบรกสุทธิสูงสุดของเครื่องยนต์พบว่ากำลังงานของเพลลาอำนาจกำลังมีค่าสูงสุดเท่ากับ 8.55 kW ที่ค่าแรงบิดและความเร็วรอบเท่ากับ 36.78 N-m และ 2222.8 rpm ตามลำดับ ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับคุณลักษณะจำเพาะของเครื่องยนต์รุ่นดังกล่าว โดยมีอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงเฉลี่ย 8.15 L/h คิดเป็นอัตราการสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงจำเพาะเท่ากับ 0.95 L/kW-h ข้อมูลทั้งหมดสามารถเก็บบันทึกและแสดงผลได้อย่างถูกต้องในรูปแบบของของไฟล์ตารางคำนวณ Excel

4. สรุปและวิจารณ์

ชุดทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ดีเซลสูบเดียวทางการเกษตรถูกพัฒนาขึ้นโดยประยุกต์ใช้หลักการของไดนามิเตอร์แบบกระแสเหนี่ยวนำร่วมกับการตรวจวัดข้อมูลการ

ทำงานของเครื่องยนต์โดยอาศัยเซนเซอร์ชนิดต่างๆ ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้นสามารถใช้เก็บวัดและแสดงผลข้อมูลการทดสอบกำลังของเครื่องยนต์ขนาดเล็กได้อย่างถูกต้อง อย่างไรก็ตามการทำงานของชุดทดสอบกำลังของเครื่องยนต์มีข้อจำกัดอยู่ที่ความสามารถในการระบายความร้อนของอุปกรณ์เบรกไฟฟ้าแบบกระแสเหนี่ยวนำส่งผลให้ไม่สามารถทำการทดสอบหาค่ากำลังงานของเครื่องยนต์แบบต่อเนื่องได้

5. เอกสารอ้างอิง

- [1] ชัญชัย โรจนสโรช (2554). เอกสารประกอบการสอน วิชาวิศวกรรมรถแทรกเตอร์เกษตร. สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี.
- [2] กิจไพบูลย์ ชิวพันธุ์ศรี (2554). LabVIEW ซอฟต์แวร์เพื่อการพัฒนาระบบการวัดและควบคุม. กรุงเทพฯ: ซีเอ็ดดูเคชั่น.
- [3] ไดนาโมมิเตอร์สำหรับระบบทดสอบมอเตอร์และเครื่องยนต์ (2009).URL:<http://www.thailandindustry.com> access on 20/01/2013.
- [4] บริษัทสยามคูโบต้า



- [5] Building a dynamometer, URL:<http://slotcar-illustrated.com> ,access on 21/01/2013.
- [6] Magnetic Eddy Current Braking Diagram
URL:<http://www.bicycleman.com/recumbent-exercise-bikes/magnetic-resistance-recumbent.htm>access on 21/01/2013.





การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติครั้งที่ 15 และระดับนานาชาติครั้งที่ 7
255 เมษายน 4-27 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จออยุธยา .

TAM-24

การพัฒนาชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร Development of Field Performance Testing Apparatus for a Two-Wheel Tractor

อรรถพล อารpornพงษ์^{1*}, คธา วาทกิจ¹, พยุงศักดิ์ จุลยุเสน¹, จรูญศักดิ์ สมพงษ์¹, กวี คงมัน¹
Attapon Arpornpong^{1*}, Kata Vatakit¹, Payungsak Junyusen¹, Jaroonsak Sompong¹, Kawee Khongman¹
¹สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี, นครราชสีมา, 30000

¹Agricultural Engineering Suranaree University of Technology, Nakhonratchasima, 30000

*Corresponding author: Tel: +66-8-5315-3981, Tel: +66-4-422-4225, E-mail: atp_nr@hotmail.com

บทคัดย่อ

การทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตรต้องใช้แรงงานคนในการรวบรวมข้อมูล ซึ่งทำให้เกิดความยุ่งยากและข้อผิดพลาด งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตร โดยการใช้เซนเซอร์ทางอุตสาหกรรม ชุดทดสอบประกอบด้วย เซนเซอร์ อุปกรณ์รวบรวมข้อมูล และโปรแกรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งถูกติดตั้งบนรถไถเดินตาม ข้อมูลที่ถูกรวบรวมประกอบด้วย การสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง แรงฉุดลาก และการสิ้นเปลือง การวัดการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะใช้เซนเซอร์วัดการไหลและเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ การวัดแรงฉุดลากจะใช้เซนเซอร์วัดแรงชนิดสามแนวแกน การวัดอัตราการสิ้นเปลืองจะใช้เซนเซอร์แบบเหนี่ยวนำติดตั้งที่ล้อของรถไถเดินตามและล้อที่สาม โปรแกรมคอมพิวเตอร์ถูกพัฒนาจากโปรแกรมLabVIEW ชุดทดสอบนี้จะช่วยทำให้การทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามในแปลงเกษตรทำได้ง่ายและสะดวกขึ้น

คำหลัก: ชุดทดสอบสมรรถนะ; รถไถเดินตาม; LabVIEW

Abstract

Field performance testing apparatus requires human labor for data collecting, which may have a difficulty and data missing. The objective of this research was to develop a field performance testing apparatus for a two-wheel tractor, by applying industrial sensors. The testing apparatus installed on two-wheel tractor were comprised of sensors, data acquisition device, and computer program. Collected data were fuel consumption, traction force, and slip. Fuel consumption, traction force, and slippage were measured by flow sensor and thermocouple, ECR force transducer, and proximity sensor, respectively. Computer program was developed based on LabVIEW program. The developed testing apparatus could make field performance testing conveniently and easily.

Keywords: Performance testing apparatus, Two-wheel tractor, LabVIEW

1. บทนำ

เกษตรกรรายย่อยของประเทศไทยนิยมใช้รถไถแบบเดินตามเนื่องจากรถไถเดินตามมีราคาถูกกว่าต้นกำลังชนิดอื่น รถไถเดินตามส่วนใหญ่ถูกผลิตโดยผู้ประกอบการ

2

8 ภายในประเทศ ทำให้มีโครงสร้างเหมาะสมกับการใช้งาน
9 ในสภาพพื้นที่ต่าง ๆ และทำงานได้หลากหลาย ตั้งแต่การ
10 ไถเตรียมดิน การดูแลรักษาพืช การเก็บเกี่ยว ตลอดจน
11 การขนส่ง นอกจากนี้เครื่องยนต์ของรถไถเดินตาม
12 สามารถนำไปใช้เป็นตัวกำลังของเครื่องจักรกลเกษตรอื่น



การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติครั้งที่ 15 และระดับนานาชาติครั้งที่ 7
255 เมษายน 4-27 โรงแรมกรุงศรีวิเวอร์ จออยุธยา .

1 ๆ เช่นเครื่องนวดข้าว เครื่องสูบน้ำและเครื่องปั่นไฟ เป็น
2 ต้น ส่วนรถไถเดินตามที่นำเข้ามาจากต่างประเทศมักจะมี
3 ราคาแพงและใช้งานได้เฉพาะอย่าง
4 ประสิทธิภาพในการทำงานของรถไถเดินตามขึ้นอยู่กับ
5 สมรรถนะของรถไถเดินตาม สภาพพื้นที่การเกษตร และ
6 ผู้ปฏิบัติงาน การทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามทำให้
7 ทราบความสามารถในการทำงาน ในการทดสอบ
8 สมรรถนะมักจะวัดค่า แรงฉุดลาก อัตราการสิ้นเปลือง
9 น้ำมันเชื้อเพลิง และการสิ้นเปลือง โดยอาศัยอุปกรณ์วัดแรง
10 ดึง กระบอกตวง และสายวัดระยะทาง ตามลำดับ การ
11 ทดสอบสมรรถนะนี้ต้องใช้แรงงานคนในการอ่านค่าและ
12 รวบรวมข้อมูล เกิดความยุ่งยาก มีข้อผิดพลาด และ
13 เสียเวลาในการทดสอบชุดทดสอบที่ถูกพัฒนาขึ้น
14 ประกอบด้วยฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ ฮาร์ดแวร์มักจะ
15 ประกอบด้วย เซนเซอร์ที่ใช้ในงานอุตสาหกรรม อุปกรณ์
16 แปลงสัญญาณ และอุปกรณ์แสดงผล ซอฟต์แวร์มักจะเป็น
17 โปรแกรมที่ถูกพัฒนาขึ้นเฉพาะทาง เพื่อรวบรวมและ
18 ประมวลผลสัญญาณจากเซนเซอร์
19 งานวิจัยนี้จึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาชุดทดสอบ
20 สมรรถนะของรถไถเดินตาม เพื่อลดเวลา ลดความยุ่งยาก
21 และเพิ่มความถูกต้องของข้อมูล

2. อุปกรณ์และวิธีการ

2.1 อุปกรณ์

24 ชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามที่ได้พัฒนาขึ้นนี้
25 จะทำการวัดค่าพื้นฐานต่างๆ ที่จำเป็นในการทดสอบ
26 ได้แก่ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง อัตราการสิ้นเปลือง
27 ความเร็วในการทำงาน และแรงฉุดลาก โดยการ
28 ประยุกต์ใช้เซนเซอร์ในงานอุตสาหกรรม อุปกรณ์รวบรวม
29 ข้อมูล และคอมพิวเตอร์ ในการสร้างชุดทดสอบสมรรถนะ
30 ของรถไถเดินตาม
31 เซนเซอร์ที่ใช้ในการวัดค่าต่างๆ นั้นถูกเลือกให้เหมาะ
32 ตามการใช้งาน การวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
33 ใช้เซนเซอร์ชนิด Flow sensor ในการวัดค่าเชิงปริมาตร
34 และใช้ Thermocouple วัดอุณหภูมิของน้ำมันเพื่อ
35 เปรียบวัดให้ได้ค่าปริมาตรที่แท้จริงของน้ำมันที่ถูกใช้งาน



36
37 Figure 1 Flow sensor Model LSF40

38 เนื่องจากที่แต่ละอุณหภูมิจะน้ำมันจะมีความหนาแน่น
39 ที่แตกต่างกัน ดังแสดงใน Table 1 และเมื่อนำค่ามาวาด
40 กราฟระหว่างอุณหภูมิและความหนาแน่นจะได้กราฟมี
41 ลักษณะเป็นเส้นตรง ซึ่งจากกราฟจะทำให้ได้สมการที่ใช้
42 คำนวณหาปริมาตรของน้ำมันเชื้อเพลิงที่แท้จริง
43 ค่าที่ได้จากตาราง เป็นค่าที่ได้จากการนำตัวอย่างของ
44 น้ำมันไปทำการทดสอบ โดยเมื่อวาดกราฟความสัมพันธ์
45 ระหว่างอุณหภูมิและความหนาแน่น ลงใน Excel ดังรูป
46 Figure 2 จะได้สมการในการหาปริมาตรของน้ำมัน

47 Table1 Density of diesel fuel

Temperature (°C)	Mass (g)	Volume (cm ³)	Density (g c ⁻³ m ⁻³)
20	42.5520	51.130	0.8322
30	42.2503	51.130	0.8263
40	41.9156	51.130	0.8198
50	41.5198	51.130	0.8135
60	41.2467	51.130	0.8067

48
49 สมการในการหาปริมาตรของน้ำมัน คือ
50
$$Y = -0.0006X + 0.8452$$

51 (1)
52 โดยที่ Y คือ ความหนาแน่นของน้ำมัน, g c⁻³ m⁻³
53 X คือ อุณหภูมิของน้ำมัน, °C
54 จากนั้นทำการหาค่า R² จากกราฟ โดยสามารถหาได้
55 ใน Excel ซึ่งค่า R² ของข้อมูล คือ 0.9995



การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติครั้งที่ 15 และระดับนานาชาติครั้งที่ 7
255 เมษายน 4-27 โรงแรมกรุงศรีวิเวอร์ จออยุธยา .

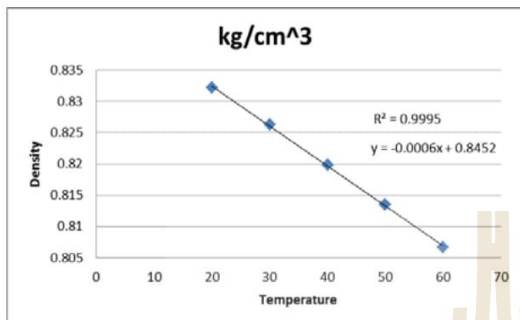


Figure 2 The relationship between temperature and density of the diesel fuel.

การวัดอัตราการสิ้นเปลืองและความเร็วในการทำงานใช้ เซนเซอร์เหนี่ยวนำชนิดแสง (Proximity sensor) ติดตั้งที่ ล้อรถไถเดินตามและล้อที่สาม จะทำให้ทราบความเร็วในการทำงานและระยะเวลาการทำงานของรถไถเดินตามโดยค่า อัตราการสิ้นเปลืองสามารถหาได้จากสมการ

$$Slip = \frac{(S - S_{load}) \times 100}{S}$$

โดยที่ Slip คือ อัตราการสิ้นเปลือง, %
S คือ ระยะทางเคลื่อนที่ขณะไม่มีโหลด, m
S_{load} คือ ระยะทางเคลื่อนที่ขณะมีโหลด, m

สัญญาณที่เซนเซอร์ส่งออกมาจะเป็นสัญญาณ Pulse ซึ่งใช้อุปกรณ์รวบรวมข้อมูลชนิด NI USB-6212 DAQ โดย จะมีการรวบรวมและบันทึกค่าข้อมูลลงในคอมพิวเตอร์ ชนิดพกพา อุปกรณ์มีลักษณะดังรูป Figure 2



Figure 3 NI USB-6212 DAQ

การวัดแรงดูดกลักในการไถจะใช้อุปกรณ์วัดแรงแบบ สามแนวแกน Extended circular ring (กวี, 2556) โดย

ค่าที่วัดได้จะอยู่ในหน่วยเมกะ (ไมโครสเตรน) โดยสามารถนำ ค่า $\mu\epsilon$ มาหาในหน่วยอื่นได้ อุปกรณ์วัดแรงแบบสาม แนวแกนมีลักษณะดังรูป Figure 4 ในการออกแบบ ECR นั้น ออกแบบโดยใช้โปรแกรม Solidwork ซึ่งสามารถ จำลองสถานการณ์การรับแรงของอุปกรณ์ที่ทำ การ ออกแบบเพื่อหาตำแหน่งติดตั้งมาตรวัดความเครียด จากนั้น นำอุปกรณ์ ECR มาสอบเทียบโดยใช้เครื่อง Universal Testing Machine (UTM) และหาสมการ

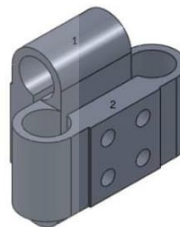


Figure 4 Extended circular ring, ECR

สัญญาณที่ส่งออกมาจากอุปกรณ์วัดแรงแบบสาม แนวแกน จะใช้อุปกรณ์แปลงสัญญาณมาตรวัด ความเครียด Yokogawa MW100 นอกจากนั้น อุปกรณ์ ชนิดนี้ยังสามารถอ่านค่าอุณหภูมิจาก thermocouple ใน ชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงได้อีกด้วย อุปกรณ์มีลักษณะดัง Figure 5



Figure 5 Data acquisition Yokogawa MW100

เมื่อได้สัญญาณที่ส่งออกมาจากอุปกรณ์วัดแรงแบบ สามแนวแกน การแปลงค่าจะใช้สมการที่ได้จากการสอบ เทียบอุปกรณ์ชุดอุปกรณ์สำหรับการเทียบมาตรฐาน เครื่องมือวัดแรงแบบ ECR สามแกนถูกสร้างขึ้นโดยอาศัย เครื่อง universal testing machine (UTM)



การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติครั้งที่ 15 และระดับนานาชาติครั้งที่ 7
255 เมษายน 4-27 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จอชอยุธยา .

1 Table 2 Calibration and cross sensitivities of
2 extended circular ring.

Axis	Calibration	%cross sensitivities		
		X	Y	Z
X	$\mathcal{E}_x = 0.1268F_x - 3.0916$	-	0.28	0.56
Y	$\mathcal{E}_y = 0.2020F_y - 1.3638$	1.41	-	2.80
Z	$\mathcal{E}_z = 0.2092F_z + 0.1460$	2.08	1.36	-

3 นอกจากนี้ยังมีอุปกรณ์อื่น ๆ ที่จำเป็นในการสร้างชุด
4 ทดสอบ ได้แก่ แบตเตอรี่ 12 v อุปกรณ์แปลงไฟฟ้า
5 กระแสตรงเป็นกระแสสลับ และปลั๊กไฟ เป็นต้น

6 2.2 วิธีการ

7 ในการติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ จะทำการติดตั้งบนรถไถ
8 เดินตาม ชุดทดสอบจะประกอบไปด้วย ชุดวัดอัตราการ
9 สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะต่อเข้ากับระบบน้ำมันของรถ
10 ไถเดินตาม ชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองและความเร็วการทำงาน
11 ของรถไถเดินตามจะติดที่ล้อของรถไถเดินตามและล้อที่
12 สาม ชุดอุปกรณ์วัดแรงฉุดลากจะต่อพ่วงกับอุปกรณ์ของ
13 รถไถเดินตาม

14 หลังจากติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ แล้ว สัญญาณที่ได้จะถูก
15 ส่งมาที่อุปกรณ์รวบรวมข้อมูล และแสดงผลผ่านคอมพิวเตอร์
16 อร์ชนิดพกพา โดยโปรแกรมที่ใช้ในการแสดงผลจะใช้
17 โปรแกรม LabVIEW เพื่อลดความยุ่งยากในการเขียน
18 โปรแกรม

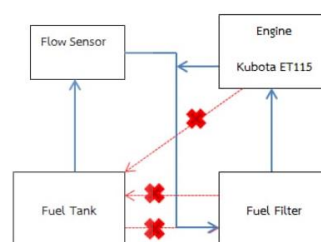
19 การทดสอบจะทำการทดสอบโดยพ่วงอุปกรณ์
20 การเกษตรของรถไถเดินตาม จากนั้นทำการทดสอบโดยทำ
21 การวัดค่าต่าง ๆ ทั้งแบบใช้แรงงานคน และแบบใช้
22 เซนเซอร์ในการวัด การทดสอบจะออกแบบตามมาตรฐาน
23 อุตสาหกรรม(มอก)

24 การทดสอบจะทำการทดสอบแยกระบบก่อน แบ่งได้
25 3 การทดสอบหลัก ๆ คือ การทดสอบหาอัตราการ
26 สิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง การทดสอบหาแรงฉุดลาก และ
27 การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองความเร็วในการทำงาน

28 การทดสอบชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
29 จะทำการสอบเทียบอุปกรณ์ กับรถไถเดินตามการติดตั้ง
30 เซนเซอร์จะใช้เซนเซอร์ชนิด Flow sensor mode
31 LSF40 ซึ่งมีลักษณะดังรูป Figure 5 ติดตั้งอ่านน้ำมันที่
32 ออกจากถังน้ำมันขาออกจะต่อกลับมาคืนในระบบ และจะ

33 ติดตั้งเซนเซอร์วัดอุณหภูมิ thermocouple เพื่อวัด
34 อุณหภูมิน้ำมัน

35 การติดตั้งชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิงจะ
36 ติดตั้งไว้บริเวณด้านหน้าของรถไถเดินตามและติดตั้งดังรูป
37 Figure 6



38
39 Figure 6 Fuel Diagram

40 การทดสอบหาแรงฉุดลาก จะทำการติดตั้งและ
41 ทดสอบเบื้องต้นโดยการพ่วงอุปกรณ์ทางการเกษตรในการ
42 ทดสอบ จะทำการทดสอบโดยในแปลงเกษตรลักษณะการ
43 ติดตั้งจะทำการติดตั้งดังรูป Figure 7



44
45
46 Figure 7 Extended circular ring for field
47 performance testing

48 การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองและความเร็ว จะทำ
49 การติดตั้งเซนเซอร์เหนี่ยวนำติดที่ล้อขับเคลื่อนตาม และ
50 ล้อที่ 3 ของรถไถเดินตาม โดยทำการพัฒนาล้อที่ 3 ขึ้น
51 เพื่อใช้ในการวัดระยะทางในการทำงาน

52 การทดสอบประสิทธิภาพของรถไถเดินตาม จะทำการ
53 ทดสอบในแปลงเกษตรของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
54 ซึ่งมีคุณสมบัติดินเป็นดินทราย

55 3. ผลและวิจารณ์



การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติครั้งที่ 15 และระดับนานาชาติครั้งที่ 7
255 เมษายน 4-27 โรงแรมกรุงศรีริเวอร์ จออยุธยา .

1 ผลการทดสอบจะแยกการทดสอบออกเป็นส่วนต่าง ๆ
2 ได้แก่ การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง
3 การทดสอบหาแรงฉุดลาก การทดสอบหาความเร็วและ
4 อัตราการสิ้นเปลืองโดยใช้รถไถเดินตามยี่ห้อ Kubota รุ่น
5 NC131 และใช้เครื่องยนต์ ET115

6 การทดสอบหาอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง จะ
7 ทำการสอบเทียบอุปกรณ์ เพื่อหาค่าปริมาณน้ำมันที่ไหล
8 ผ่าน Flow sensor LSF40 ต่อค่าสัญญาณ Pulse ในการ
9 ทดสอบจะอ่านค่าจากหลอดแก้วและนับจำนวนสัญญาณ
10 Pulse ที่เซนเซอร์ส่งออกมา ปริมาตรน้ำมันที่อ่านคือ 20
11 cm³

12
13 Table 3 Fuel consumption test by two-wheel
14 tractor.

RPM	Volume (cm ³)	Sensor1	
		Pulse	Time(s)
1500	20	81	169.9
1500	20	84	171.6
1500	20	81	173.2
1500	20	82	166.1
1500	20	82	174.4

15
16 จากการทดสอบชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน
17 เชื้อเพลิงพบว่า ค่าสัญญาณ 1 pulse จะเท่ากับ 0.24cm³
18 การทดสอบหาแรงฉุดลาก ใช้อุปกรณ์ Extended
19 circular ring(ECR)จาก Table 2 สมการของ ECR คือ

20 $E_x = 0.1268F_x - 3.0916$

21 $E_y = 0.2020F_y - 1.3638$

22 $E_z = 0.2092F_z + 0.1460$

23 โดยที่ E คือ ค่าที่อ่านได้จาก ECR, μE

24 F คือ แรงในแนวแกนต่าง ๆ, N
25 การทดสอบชุดวัดอัตราการสิ้นเปลืองและความเร็วการ
26 ทำงาน เมื่อทำการติดตั้งอุปกรณ์ลงบนรถไถเดินตามจะ
27 ทำการสอบเทียบอุปกรณ์โดยใช้ระยะทาง 3 รอบล้อขับ
28 เพื่อหาความต่างของระยะทางต่อ 1 สัญญาณ pulse ของ
29 เซนเซอร์ ตั้งผลการทดสอบในตาราง Table 5 ซึ่งก่อนการ
30 ทดสอบในแต่ละพื้นที่ ต้องทำการสอบเทียบอุปกรณ์และ
31 นำค่ามาป้อนในโปรแกรม

32
33 Table 5 Velocity and slip test.

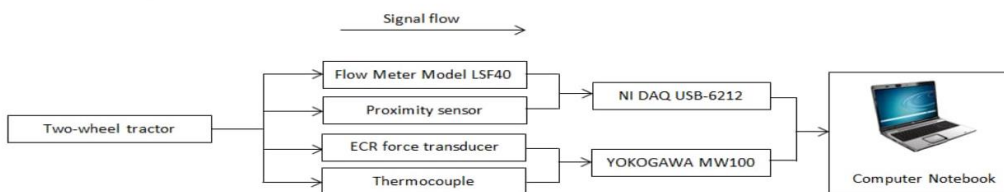
Length(m)	3rd Wheel (pulse)	Wheel(pulse)
7.22	11	24
7.20	11	23
7.10	11	24

34
35 จากผลการทดสอบ พบว่าที่ล้อที่ 3 สัญญาณ 1 pulse
36 มีค่าเท่ากับ 0.65 m และที่ล้อขับ สัญญาณ 1 pulse มีค่า
37 เท่ากับ 0.30 m จะได้สมการในการคำนวณความเร็ว คือ
38 $v = 0.65x/t$
39 (3)

40 โดยที่ v คือ ความเร็ว, m s⁻¹
41 t คือ เวลา, s
42 x คือ จำนวน pulse ของล้อที่ 3
43 และสมการที่ใช้ในการคำนวณหาอัตราการสิ้นเปลือง

44
45 $Slip = \frac{(0.65x - 0.30y) \times 100}{0.65x}$
46 (4)

47 โดยที่ x คือ จำนวน pulse ของล้อที่ 3
48 y คือ จำนวน pulse ของล้อขับ



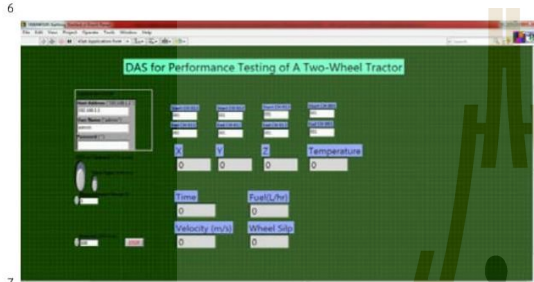
49
50 Figure 8 Daigram of DAS for performance testing of a two wheel tractor

51



การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติครั้งที่ 15 และระดับนานาชาติครั้งที่ 7
255 เมษายน 4-27 โรงแรมกรุงศรีวิเวอร์ จอชุกรยา .

1 เมื่อทำการทดสอบแยกกระบบต่าง ๆ แล้ว ต่อมาจะทำ
2 การทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตาม การทดสอบจะทำ
3 การติดตั้งเครื่องมือในการทดสอบเข้ากับรถไถเดินตาม
4 ค่าที่ได้จะแสดงบนโปรแกรม LabVIEWมีหน้าต่างแสดงผล
5 รูป Figure 9



7
8 Figure 9 User interface of DAS.

9 ค่าแรงในแนวแกน Xมีค่า 1889.52N ค่าแรงใน
10 แนวแกน แกน Y มีค่า 398.56 N ค่าแรงในแนวแกน Z มี
11 ค่า 222.14 N อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง 2.6 l
12 hr⁻¹ ความเร็วของการทำงาน 0.42m s⁻¹ และมีอัตราการสิ้น
13 ไถล 39.54 %



15
16 Figure 10 Field performance test.

17 ค่าแรงฉุดลาก คำนวณจากสมการในการสอบเทียบ
18 อุปกรณ์ อัตราการสิ้นไถล เมื่อเทียบกับใช้แรงงานคน โดย
19 ค่าที่คนอ่านได้มีค่า 30.75% ค่ามีความคาดเคลื่อน 28.57
20 % ความเร็วที่คนอ่านได้ 0.49 m s⁻¹ ค่ามีความ
21 คาดเคลื่อน 14.28 % ค่าอัตราการสิ้นเปลืองน้ำมัน
22 เชื้อเพลิงคำนวณจากสมการการสอบเทียบซึ่งจากข้อมูล
23 การทดสอบกับอุปกรณ์ชนิดเดียวกันที่ใช้คนอ่าน มี
24 ค่าประมาณ 1.4 l hr⁻¹ ซึ่งค่ามีความคาดเคลื่อน 85.71 %
25 โดยสันนิษฐานว่ามาจากการสันสะเทือน อาจทำการแก้ไข
26 ในเบื้องต้นโดยการติดแผ่นยางรองที่กล่องใส่อุปกรณ์ และ

27 ลดความยาวของสายน้ำมัน รวมถึงการไล่อากาศในสายน้ำ
28 มัน

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

4. สรุป

32 การสร้างชุดทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตาม ทำให้
33 การทดสอบวัดค่าพื้นฐานทำได้งาและสะดวกขึ้น โดยอาศัย
34 การประยุกต์ใช้เซนเซอร์ในทางอุตสาหกรรมกับโปรแกรม
35 คอมพิวเตอร์ เพื่อวัดค่า อ่านค่า และบันทึกค่า ในการ
36 ทดสอบ

37 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่า ชุดทดสอบสามารถวัด
38 ค่าพื้นฐานในการทดสอบสมรรถนะของรถไถเดินตามได้
39 ได้แก่ อัตราการสิ้นเปลืองน้ำมันเชื้อเพลิง แรงฉุดลาก
40 อัตราการสิ้นไถลและความเร็ว โดยแสดงผลผ่าน
41 คอมพิวเตอร์ชนิดพกพาผ่านโปรแกรม LabVIEW

5. กิตติกรรมประกาศ

44 งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนจากทางมหาวิทยาลัย
45 เทคโนโลยีสุรนารี ทางขณะผู้วิจัยขอขอบคุณมา ณ โอกาส
46 นี้

6. เอกสารอ้างอิง

- 49 C.D. Singh, R.C. Singh. Computerized
50 instrumentation
51 system for monitoring the tractor
52 performance in the field. Central Institute of
53 Agricultural Engineering, Nabibagh, India.
54 S.A. Al-Suhaibani, A.A. Al-Janobi and Y.N. Al-
55 Majhadi.q
56 Development and Evaluation of Tractors
57 and Tillage Implements Instrumentation
58 System
59 กวี คงมัน. 2556. การพัฒนาเครื่องมือวัดแรงแบบสาม
60 แนวแกน
61 สำหรับการต่อพ่วงสามจุดของรถแทรกเตอร์เกษตร
62 ขนาดเล็ก. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. การ
63 นำเสนอผลงานวิจัยการประชุมวิชาการสมาคม
64 วิศวกรรมเกษตรแห่งประเทศไทย.



การประชุมวิชาการสมาคมวิศวกรเกษตรแห่งประเทศไทย
ระดับชาติครั้งที่ 15 และระดับนานาชาติครั้งที่ 7
255 เมษายน 4-27 โรงแรมกรุงศรีวิเวอร จออยุธยา .

1	อรรถพล อารณพงษ์. 2556.การพัฒนาชุดทดสอบ	37
2	กำลังของ	38
3	เครื่องยนต์ดีเซลสูบเดี่ยวทางการเกษตร.	39
4	มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี. การนำเสนอ	40
5	ผลงานวิจัยการประชุมวิชาการสมาคมวิศวกร	41
6	เกษตรแห่งประเทศไทย.	42
7	สุรินทร์ พงศ์สุสมิทธิ. 2539. วิศวกรรมรถไถเดินตาม	43
8	จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย. กรุงเทพมหานคร.	44
9	มาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม. 2540. กำหนด	45
10	มาตรฐาน	46
11	อุตสาหกรรมไถกระทะพวงแตรไถเตอร์เดินตาม.	47
12	YOKOGAWA MW100.yokogawa electric	48
13	corporation.	49
14	แหล่งข้อมูล: http://www.yokogawa.com/ns/daq/mw100/ns-mw100_01.htm	50
15		51
16	NI DAQ USB 6212 .National Instruments	52
17	แหล่งข้อมูล: http://sine.ni.com/nips/cds/view/p/lan/en/nid/207096	53
18		54
19		55
20		56
21		57
22		58
23		59
24		60
25		61
26		62
27		63
28		64
29		65
30		66
31		67
32		68
33		69
34		70
35		71
36		

ประวัติผู้เขียน

นายอรรถพล อภรณ์พงษ์ เกิดเมื่อวันที่ 28 ธันวาคม พ.ศ. 2532 ที่จังหวัดบุรีรัมย์ เป็นบุตรของ ร้อยตำรวจตรีณัฐภัทร อภรณ์พงษ์ และนางทิพย์วรรณ อภรณ์พงษ์ เริ่มการศึกษาระดับประถมศึกษา ที่โรงเรียนนางรอง (ยุทธการราษฎร์วิทยาคาร) และโรงเรียนอนุบาลนางรอง (สังฆกฤษณ์อนุสรณ์) ระดับมัธยมศึกษาที่โรงเรียนนางรอง จังหวัดบุรีรัมย์ สำเร็จการศึกษาระดับปริญญาตรี สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี จังหวัดนครราชสีมา เมื่อปี พ.ศ. 2554

ปี พ.ศ. 2555 เข้าศึกษาต่อในระดับปริญญาโท สาขาวิชาวิศวกรรมเกษตร หลักสูตรวิศวกรรมเกษตรและอาหาร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ได้รับทุนการศึกษาระดับปริญญาโท ตามโครงการผู้มีผลการเรียนดี

