รหัสโครงการ SUT7-707-43-12-37

รายงานการวิจัย

โครงการจักรยานออกกำลังกายต้นแบบ

(The Prototype Exercise Cycles)

ผู้วิจัย

หัวหน้าโครงการ

รองศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์

สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์

ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีปีงบประมาณ 2543

ผลงานวิจัยเป็นความรับผิดชอบของหัวหน้าโครงการแต่เพียงผู้เดียว

มกราคม 2555

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ปีงบประมาณ พ.ศ. 2543 หัวหน้าโครงการขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ บุคลากรของศูนย์เครื่องมือวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ช่วยเหลือในการติดตั้งเครื่องมือทดสอบ และดูแลด้านเทคนิคเป็นอย่างดี

คณะผู้วิจัยขอขอบคุณ อาจารย์และบุคลากรของ สาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกล สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ที่ให้ข้อเสนอแนะที่เป็นประโยชน์ ช่วยเหลือในการจัดการด้านธุรการ งานเอกสารและอื่นๆ เป็นอย่างดียิ่ง

กนต์ธร ชำนิประศาสน์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทคัดย่อภาษาไทย

งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบจักรยานออกกำลังกาย เพื่อที่จะพิจารณาหาความเป็นไปได้ในการนำมาใช้งานที่มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี และเป็นการศึกษาออกแบบระบบการวัดและการควบคุมอัตโนมัติ ที่เหมาะสมกับเครื่องออกกำลังกายประเภทนี้ โดยงานวิจัยนี้จะใช้เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ควบคุมที่มีอยู่แล้วในห้องปฏิบัติการวิศวกรรมเครื่องกล มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ผลการทดสอบเครื่องต้นแบบที่สร้างขึ้นโดยใช้เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของเครื่องด้วยโปรแกรม LabVIEW ผ่านพ่วงเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์พบว่า จักรยานออกกำลังกายสามารถที่จะปรับแต่งให้มีการทำงานตามที่กำหนดไว้ได้ แต่เครื่องมือควบคุมและระบบตรวจวัดต่างๆ จะมีขนาดใหญ่ ไม่เหมาะสมที่จะนำไปใช้งานจริง อีกทั้งเครื่องมือวัดและเครื่องมือควบคุมมีราคาสูงมาก การที่จะสามารถสร้างจักรยานออกกำลังกายให้เป็นไปตามจุดมุ่งหมายต้องมีการออกแบบระบบควบคุมให้มีขนาดเล็กลง และใช้เครื่องมือวัดที่มีราคาถูกลง ซึ่งจำเป็นต้องมีการพัฒนาระบบวัดและควบคุมต่อไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

Abstract

This research is focus on design and prototyping of exercise bicycle. This research is looking for opportunity to recreate the prototype for actual use in Suranaree University of Technology (SUT). The project also benefits of engineering student in study measurement and control system design that suitable for this kind of machinery. This project will use the existing sensor and instrument in SUT laboratory as much as possible. The prototyping is use microcontroller and LabVIEW program interface with bicycle mechanism show the possibility of functioning. However due to size of the prototype this exercise bicycle needs to be improve before going into production.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญ

หน้า

กิตติกรรมประกาศ ..... ก
บทคัดย่อภาษาไทย ..... ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... ค
สารบัญ ..... ง
สารบัญตาราง ..... ฉ
สารบัญรูปภาพ ..... ช
บทที่ 1 บทนำ
1.1 ความเป็นมาของปัญหา 1
1.2 วัตถุประสงค์ 2
1.3 ขอบเขตงานวิจัย 2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย 3
บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2.1 โครงสร้างพื้นฐานของจักรยานออกกำลังกาย 4
2.2 อุปกรณ์ควบคุมจักรยานออกกำลังกาย 6
2.3 การเสริมสร้างกล้ามเนื้อด้วยการปั่นจักรยานออกกำลังกาย 8
บทที่ 3 วิธีดำเนินงานวิจัย
3.1 การสร้างตัวเครื่อง 11
3.2 เครื่องมือควบคุมที่ใช้ 12
3.3 เครื่องมือวัดค่าแร่ง 15
บทที่ 4 ผลการวิเคราะห์ข้อมูล
4.1 คุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องออกกำลังกาย 19
4.2 การปรับปรุงมุมเอียงของเนินที่จักรยานขับเคลื่อนโดยอาศัยความหนืด 19
4.3 การวัดความเร็วรอบและการคำนวณความเร็วจักรยาน 21
4.4 การคำนวณการใช้กำลังงานจากการปั่นจักรยาน 22
4.5 การตรวจสอบความมั่นคงและทนทานของจักรยาน 23

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 5 สรุป

5.1 สรุป 24

5.2 ข้อเสนอแนะ 24

เอกสารอ้างอิง 26

ประวัตินักวิจัย 27

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 อัตราการเต้นของหัวใจเป้าหมายในการออกกำลังกายและช่วงอายุ โดย Dimondback 1100 9

3.1 คุณสมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น PIC 16F877A 14

3.3 รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องมือวัดความเร่ง 16

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สารบัญรูปภาพ

รูปที่ หน้า

2.1 แผนภาพแสดงชิ้นส่วนของจักรยานออกกำลังกาย ยี่ห้อ Dimondback รุ่น 1100U 4
2.2 แผนภาพแสดงชิ้นส่วนของจักรยานออกกำลังกาย ยี่ห้อ Dimondback รุ่น 1100R 5
2.3 (a) Magnetic computer bike รหัส DT-B49 (b) Exercise bike รหัส DT-B1804 7
2.4 ภาพจักรยานออกกำลังกาย Ergocycle รหัส DT-B9 8
3.1 เครื่องต้นแบบจักรยานออกกำลังกาย 12
3.2 ช่องสัญญาณต่างของไมโครคอนโทลเลอร์ที่ใช้ควบคุม 13
3.3 เครื่อมือวัดความเร่ง 15
3.4 DAQ Card รุ่น PCI-MIO-16XE-10 17
3.5 คุณสมบัติเบื้องต้นของ DAQ Card 17
3.6 ตัวอย่าง Block Diagram ของโปรแกรม LabVIEW 18
3.7 ตัวอย่าง Front Panel ของโปรแกรม LabVIEW 18
4.1 แรงกระทำบนจักรยาน 19
4.2 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและความเร็วรอบ 20
4.3 แรงที่กระทำบนล้อที่กำลังหมุน และความเร็ว 21
4.4 พลังงานที่ใช้ในหนึ่งนาที ของการปั่นจักรยานที่ความเร็วต่างๆ 23

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาของปัญหา

การออกกำลังกายถือเป็นสิ่งจำเป็นของมนุษย์ เพื่อที่จะทำให้มีร่างกายแข็งแรง ป้องกันการเจ็บไข้ได้ป่วยในระดับหนึ่ง ในปัจจุบันมีผู้หันมาให้ความสนใจกับการออกกำลังกายเป็นจำนวนมาก การออกกำลังกายนั้นมีหลายประเภทและใช้อุปกรณ์มากมายในการออกกำลังกาย สิ่งเหล่านี้สามารถเห็นได้จากกรที่มีอุปกรณ์ออกกำลังกายมากมายได้รับการพัฒนาขึ้นมาในปัจจุบัน เห็นได้จากการที่มีสินค้าประเภทนี้ได้รับการนำเสนอขายผ่านสื่อต่างๆ ให้เห็นอยู่เป็นจำนวนมาก

เครื่องออกกำลังกายประเภทหนึ่งที่ได้รับการพัฒนามาเป็นเวลานานมากแล้วก็คือจักรยานออกกำลังกาย ซึ่งจุดประสงค์พื้นฐานของจักรยานก็เพื่อใช้เป็นยานพาหะนะในการเดินทาง แต่ในปัจจุบันก็มีการนำจักรยานมาใช้เป็นอุปกรณ์การออกกำลังกายทั้งที่เป็นการออกกำลังในที่แจ้งและที่ได้รับการสร้างขึ้นมาเพื่อใช้ในห้องออกกำลังกาย ทั้งนี้ก็เพราะในปัจจุบันในเมืองใหญ่นั้นการใช้จักรยานที่ออกแบบเป็นยานพาหะนะพื้นฐานนั้นไม่เหมาะสมที่จะนำมาใช้ ทั้งข้อจำกัดของสถานที่และสภาพแวดล้อมในเมืองใหญ่ แม้ว่าในปัจจุบันจะมีเมืองใหญ่หลายเมืองได้พยายามที่จะมีการรณรงค์ให้ผู้คนกลับมาใช้จักรยานเป็นยานพาหะนะเพื่อการประหยัดพลังงาน แต่ก็ยังไม่ได้รับความนิยมเท่าที่ควรเนื่องจากมีข้อจำกัดในการใช้จักรยานในเมืองใหญ่มากมาย

ดังนั้นจักรยานเพื่อการออกกำลังกายแบบใช้ในห้องออกกำลังกายจึงได้มีการพัฒนามากขึ้นตามลำดับ จากเดิมที่มีการนำจักรยานปกติมาดัดแปลงเพียงเล็กน้อยให้ไม่มีการเคลื่อนที่เมื่อมีการปั่นจักรยานเท่านั้น มาเป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วยเครื่องมือวัดและเครื่องมือควบคุมมากมาย มีการออกแบบลักษณะและท่าทางการปั่นที่เปลี่ยนแปลงไปเพื่อให้สามารถที่จะเสริมสร้างความแข็งแรงของกล้ามเนื้อและได้เหมาะสมยิ่งขึ้น มีการแสดงผลให้ผู้ใช้สามารถทราบได้ว่าได้มีการเผาผลานพลังงานไปแล้วมากน้อยเพียงใด ซึ่งทำให้เราพบเห็นอุปกรณ์ประเภทนี้มีลักษณะการออกแบบรูปทรงและส่วนประกอบแตกต่างไปจากจักรยานที่ใช้เป็นพาหะนะโดยสิ้นเชิง ซึ่งสิ่งที่มีความแตกต่างระหว่างจักรยานออกกำลังกายที่ใช้ในร่มกับจักรยานที่ใช้เป็นพาหะนะ ที่เห็นได้ชัดเจนพอสรุปได้ดังนี้

1. จักยานออกกำลังกายจะไม่มีการเคลื่อนที่เมื่อมีการปั่น
2. จักยานออกกำลังกายจะมีระบบควบคุมที่ใช้ไฟฟ้าเข้ามาเกี่ยวข้องในระบบการวัดและควบคุม ซึ่งโดยส่วนใหญ่จะอาศัยพลังงานไฟฟ้าจากภายนอก

3. จักรยานออกกำลังกายจะต้องสามารถปรับระดับความหนืดหรือแรงต้านได้ ซึ่งระบบนี้ได้รับการออกแบบเพื่อให้เหมือนกับการที่ขี่จักรยานจริงไปในพื้นที่ต่างๆ ซึ่งมีทั้งการเคลื่อนที่ในแนวระดับ และการเคลื่อนที่ในทางชัน
4. จักรยานออกกำลังกายจะมีการรายงานความเร็วรอบ ระยะทางที่ใช้ในการเคลื่อนที่และพลังงานที่ได้รับการเผาผลานไปในระหว่างการใช้งาน ซึ่งอาจจะแตกต่างจากจักรยานที่ใช้เป็นยานพาหะนะ แม้ว่าในบางแบบของจักรยานที่ใช้เป็นยานพาหะนะอาจมีเครื่องมือแสดงความเร็วรถ ความเร็วรอบและระยะทาง แต่ก็เพื่อจุดประสงค์ในการเดินทาง ไม่ใช่จุดประสงค์ในการออกกำลังกาย
5. ในปัจจุบันจักยานออกกำลังกายได้รับการออกแบบให้มีรูปทรงและท่าทางในการใช้งานที่แตกต่างกันไป ตั้งแต่ผู้ใช้อยู่ในท่านั่งขี่ ถึงการปรับเปลี่ยนให้อยู่ในท่านอน เพื่อลดการกระแทกของกล้ามเนื้อและข้อต่อ โดยเฉพาะในส่วนของข้อต่อเข่า
6. จักรยานออกกำลังกายมักจะได้รับการออกแบบให้มีการสร้างกล้ามเนื้อในส่วนต่างๆ ที่เคลื่อนที่ ลดการบาดเจ็บของกล้ามเนื้อ และป้องกันแรงกระแทกต่างๆ จึงทำให้วัสดุที่ใช้ต่างๆ มีความแตกต่างจากจักรยานที่ใช้เป็นยานพาหะนะทั่วไป

ในปัจจุบันอุปกรณ์เหล่านี้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศเป็นส่วนใหญ่ ทำให้มีราคาแพง และเมื่อมีการซ่อมบำรุงก็จำเป็นที่จะต้องใช้สิ่งของจากต่างประเทศ หรือแม้ว่าจะมีบางส่วนที่สามารถผลิตได้ในประเทศ แต่ก็ยังต้องพึ่งพาเทคโนโลยีจากต่างประเทศแม้ว่าจะเป็นอุปกรณ์พื้นฐานก็ตาม ดังนั้นจึงมีแนวความคิดที่จะสร้างจักรยานออกกำลังกายที่ใช้ในร่มขึ้นมา ทั้งนี้หากสามารถใช้ได้จริงจะสามารถลดการนำเข้าจากต่างประเทศ และเป็นการสร้างองค์ความรู้ในการออกแบบและสร้างอุปกรณ์ออกกำลังกายพื้นฐานได้

1.2 วัตถุประสงค์

1. จัดสร้างเครื่องต้นแบบจักรยานออกกำลังกายในที่ร่ม ที่มีระบบการวัดและการควบคุมตลอดจนการแสดงผล โดยคอมพิวเตอร์
2. ใช้เป็นเครื่องมือพื้นฐานในการศึกษาวิจัยระบบการวัด ระบบควบคุมอัตโนมัติ ในการศึกษาด้านวิศวกรรมเครื่องกลระดับปริญญาตรี

1.3 ขอบเขตงานวิจัย

สร้างเครื่องต้นแบบจักรยานออกกำลังกายที่มีการควบคุมด้วยระบบคอมพิวเตอร์ โดย

1. สามารถปรับระดับความฝืด และแรงที่ใช้ในการปั่นได้ โดยเทียบกับการเดินทางตั้งแต่ในแนวระดับถึงการเคลื่อนที่ในพื้นลาดชัน 45 องศา
2. สามารถแสดงผลของพลังงานที่ใช้ในการออกกำลังกายได้

1.4 ประโยชน์ที่คาดจะได้รับจากงานวิจัย

1. เพิ่มศักยภาพในการทำงานให้กับบัณฑิตเพื่อให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้น และนำความรู้ไปพัฒนาใช้กับภาคอุตสาหกรรมได้ดีขึ้น
2. ทำให้นักศึกษาที่กำลังศึกษาอยู่มีความเข้าใจในเรื่องของการวัดและเครื่องมือวัดได้ดียิ่งขึ้น
3. เพิ่มห้องปฏิบัติการทางด้านวิศวกรรมเครื่องกล โดยใช้งบประมาณน้อยเมื่อเทียบกับการจัดซื้อจากต่างประเทศ
4. ส่งเสริมให้มีการออกกำลังกาย เพื่อสร้างเสริมสุขภาพที่แข็งแรงและใช้เวลาว่างให้เป็นประโยชน์

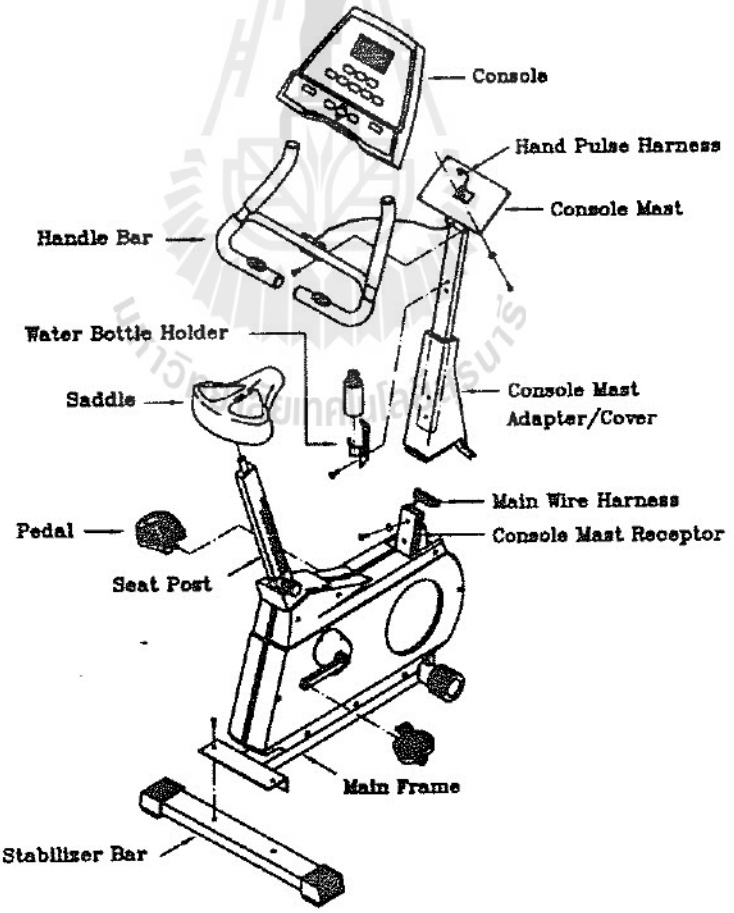
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ในเบื้องต้นจะเป็นการนำเสนอพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับจักรยานออกกำลังกาย เพื่อที่จะให้เข้าใจถึงลักษณะทั่วไปรวมถึงโครงสร้าง รูปแบบและอุปกรณ์ประกอบของจักรยานออกกำลังกาย รวมถึงประโยชน์ที่ร่างกายจะได้รับเมื่อมีการออกกำลังด้วยเครื่องออกกำลังกายประเภทนี้

2.1 โครงสร้างพื้นฐานของจักรยานออกกำลังกาย

จักรยานออกกำลังกายมีหลายรูปแบบด้วย โดยส่วนใหญ่ออกแบบมาให้สามารถใช้ได้กับคนทุกเพศทุกวัยที่ร่างกายพร้อมสมบูรณ์และรักการออกกำลังกาย แต่สำหรับจักรยานออกกำลังกายบางชนิดจะถูกออกแบบมาเป็นพิเศษเพื่อป้องกันการบาดเจ็บกล้ามเนื้อขณะออกกำลังกาย ถึงอย่างไรก็ตามจักรยานออกกำลังกายจะมีองค์ประกอบหลักที่คล้ายคลึงกันเป็นโครงสร้างพื้นฐานของจักรยานออกกำลังกาย โดยมีองค์ประกอบหลักดังนี้

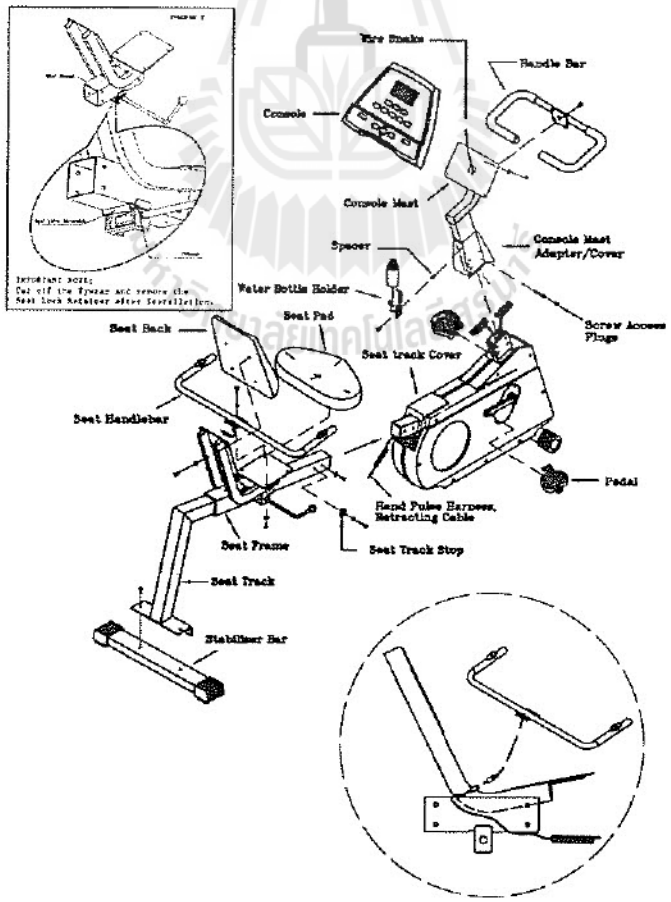


รูปที่ 2.1 แผนภาพแสดงชิ้นส่วนของจักรยานออกกำลังกาย ยี่ห้อ DIAMONDBACK รุ่น 1100U

2.1 โครงสร้างหลัก (Main Frame) ของจักรยานออกกำลังกาย ถือว่าเป็นองค์ประกอบหลักที่มีความสำคัญที่สุดของจักรยานออกกำลังกาย ส่วนใหญ่จะทำมาจากโลหะหรือโลหะผสมที่มีความแข็งแรงสูง สามารถรับน้ำหนักได้มากเพราะต้องรับน้ำหนักส่วนใหญ่ของจักรยานและน้ำหนักของผู้ออกกำลังกายด้วย

2.2 คานทรงตัว (Stabilizer Bar) ของจักรยานออกกำลังกาย เป็นอีกอุปกรณ์ที่จำเป็นอย่างยิ่งสำหรับใช้ในการทรงตัวของจักรยานออกกำลังกาย นอกจากนั้นยังเป็นตัวช่วยรับน้ำหนักและควบคุมจักรยานออกกำลังกายไม่ให้เกิดอาการไม่เสถียรขณะที่มีการใช้จักรยาน ส่วนใหญ่จะทำมาจากโลหะหรือโลหะผสมที่มีความแข็งแรงสูงเช่นเดียวกับโครงสร้างหลัก และมักจะถูกออกแบบมาให้ประกอบติดอยู่กับโครงสร้างหลักบริเวณด้านหลัง จึงอาจถูกเรียกอีกอย่างว่าโครงสร้างหลักด้านหลัง (Rear Frame) นั่นเอง

2.3 กระไดรถจักรยานออกกำลังกาย เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรองรับการวางเท้าของผู้ออกกำลังกาย ซึ่งประกอบด้วย 2 ส่วนคือก้าน (Rod) และกระได (Pedal) วัสดุที่ใช้เป็นก้านต้องมีความแข็งแรงสูง ในขณะที่กระไดอาจจะทำมาจากพลาสติกแข็ง และเพื่อความปลอดภัยในขณะปั่นจักรยานบางยี่ห้อจึงจำเป็นต้องมีสายรัดเท้าให้กระชับติดกับกระไดตลอดเวลา ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.2 แผนภาพแสดงชิ้นส่วนของจักรยานออกกำลังกาย ยี่ห้อ DIAMONDBACK รุ่น 1100R

2.4 เสาสำหรับอาน (Seat Post) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการรองรับที่นั่งของผู้ใช้จักรยาน สามารถปรับระดับความสูง หรือบางรุ่นก็ออกแบบมาให้ปรับความห่างในแนวราบดังรูปที่ 2.2 เพื่อให้เหมาะสมกับสรีระของแต่ละคนที่ใช้งาน และต้องเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงสูงเช่นกัน

2.5 อาน (Saddle) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการรองรับน้ำหนักของผู้ออกกำลังกาย โดยอานจะบุด้วยวัสดุที่อ่อนนุ่มเช่น ฟองน้ำแล้วหุ้มด้วยหนังหรือพลาสติกเพื่อป้องกันการอับชื้นจากเหงื่อ สำหรับอานบางรุ่นถูกออกแบบมาให้เหมาะสมกับการนั่งเป็นหลัก โดยจะมีที่รองรับด้านหลัง (Seat Back) และด้ามจับสำหรับประคองผู้ออกกำลังกาย (Seat Handlebar) ดังรูปที่ 2.2 ดังนั้นผู้ออกกำลังกายจะไม่รู้สึกปวดกล้ามเนื้อทั้งบริเวณหลังและก้น ในขณะที่ออกกำลังกายนอก

2.6 ด้ามจับ (Handle Bar) เป็นอีกอุปกรณ์ที่มีความสำคัญมากเช่นกัน เพราะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้สำหรับให้ผู้ออกกำลังกายจับยึดเพื่อการทรงตัวและความปลอดภัยในขณะออกกำลังกาย ด้ามจับนี้ส่วนใหญ่ออกแบบมาให้มีลักษณะโค้งงอเพื่อง่ายต่อการจับยึด โดยแกนหลักเป็นวัสดุที่มีความแข็งแรงหุ้มด้วยวัสดุที่มีความอ่อนนุ่มและระบายอากาศได้ดี

2.7 เสาสำหรับแผงควบคุม (Console Mast) เป็นเสาที่มีความแข็งแรงสูงและอาจจะปรับระดับความสูงไม่ได้ แต่ก็มีความสำคัญในด้านการรองรับน้ำหนักของทั้งแผงควบคุมและด้ามจับ

2.8 แผงควบคุม (Console) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของจักรยานทั้งหมดเช่น เปิด-ปิด การตั้งโปรแกรมการออกกำลังกาย การแสดงผลต่างตามความสามรถของจักรยานเช่น ความเร็ว ระยะทาง เวลา อัตราการเต้นของหัวใจ การใช้พลังงานของผู้ออกกำลังกาย เป็นต้น

จะเห็นว่าอุปกรณ์หลักๆ นั้นมีหน้าที่สำคัญแตกต่างกันไปแต่นอกจากอุปกรณ์หลักๆ ที่ได้กล่าวไปแล้วนั้น ยังมีอุปกรณ์อื่นๆ อีกที่ไม่ได้กล่าวถึงเช่น จักรยานออกกำลังกายบางรุ่นที่มีใส่ขวดน้ำ อุปกรณ์ตรวจวัดชีพจร เป็นต้น

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

2.2 อุปกรณ์ควบคุมจักรยานออกกำลังกาย

ดังที่ได้กล่าวเอาไว้ข้างต้นเกี่ยวกับองค์ประกอบหลักของจักรยานออกกำลังกาย อุปกรณ์ที่ใช้ในการปั่นจักยานออกกำลังกายนั้นสำคัญมากและจำเป็นอย่างยิ่งในการควบคุมการทำงานของจักรยาน ทั้งในเรื่องกลไกการปรับระยะต่างๆ เช่นความสูง-ต่ำ ความฝืดในการปรับตั้งค่าแรงบิดเพื่อให้สอดคล้องกับการคิดคำนวณระยะทาง ความเร็ว พลังงานที่ใช้ในการเผาผลาญของผู้ที่ออกกำลังกาย เหล่านี้เป็นต้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องจำแนกกลไกต่างๆ ออกเป็น 2 พวกคือ อุปกรณ์ควบคุมสำหรับปรับใช้กับผู้ออกกำลังกายโดยตรง และโดยอ้อม ซึ่งการควบคุมการปรับระยะต่างๆ เช่นความสูง-ต่ำ ความฝืดในการปรับตั้งค่าแรงบิดถือเป็นอุปกรณ์ควบคุมสำหรับปรับใช้กับผู้ออกกำลังกายโดยตรง และการคิดคำนวณระยะทาง ความเร็ว พลังงานที่ใช้ในการเผาผลาญของผู้ที่ออกกำลังกายถือเป็นอุปกรณ์ควบคุมสำหรับปรับใช้กับผู้ออกกำลังกายโดยอ้อม ซึ่งจะขอกล่าวโดยรวมดังนี้

1. อุปกรณ์การปรับระยะความสูง-ต่ำของอานจักยาน เป็นตัวช่วยปรับระยะ ส่วนใหญ่ออกแบบมาไม่ซับซ้อนเช่น การเจาะรูด้วยระยะห่างที่เท่ากันลงบนเสาของอานแล้วสลักเป็นตัวปรับระยะเป็นต้น ส่วนระยะที่เหมาะสมกับแต่ละคนนั้นอาศัยหลักการเดียวกับการปั่นจักรยานทั่วไปซึ่งมีหลายวิธี แต่วิธีที่แม่นยำที่สุด (กฤษดา ชื่นบาน, 2544) ซึ่งคิดค้นโดยโค้ชจักรยานชาวอเมริกัน ชื่อ มาร์ค ฮอดจส์ (Mark Hodges) โดยเขาได้สรุปการวัดและการคำนวณความสูงของอานไว้ดังนี้

ความสูงของอาน = 1.09 x ความยาวของขา

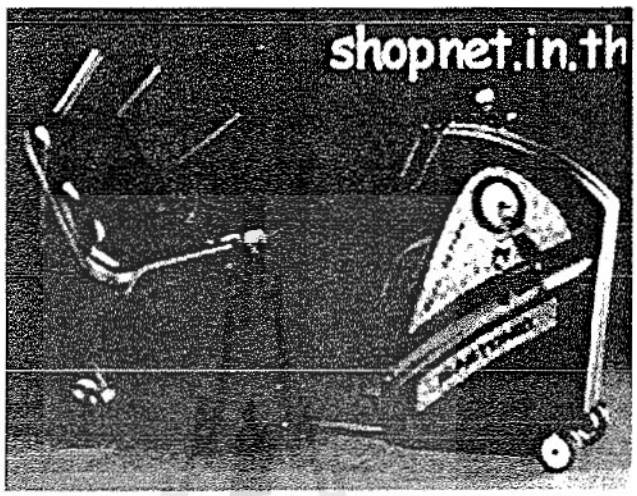
2. อุปกรณ์ปรับความฝืดหรือความหนืดของจักรยาน ซึ่งกลไกซับซ้อนมีอยู่ 2 ระบบด้วยกันคือ ระบบต้านแรงฝืดด้วยระบบเบรกและระบบแม่เหล็ก ข้อดีของระบบเบรกคือราคาถูก ไม่ซับซ้อนมากเท่ากับแม่เหล็ก แข็งแรงทนทานทำให้มีอายุการใช้งานดีกว่า ดังรูปที่2.3 (a) ในขณะที่ระบบแม่เหล็กถึงแม้จะมีราคาสูงแต่กลับได้รับความนิยมในปัจจุบันมากกว่า เพราะว่าระบบแม่เหล็กให้ความนุ่มนวลกว่า ปรับความฝืดได้สะดวกและแม่นยำกว่า โดยจักรยานออกกำลังกายระบบต้านแรงฝืดด้วยแม่เหล็ก จะทำให้ออกกำลังกายได้อย่างราบเรียบ การปั่นสม่ำเสมอ ไม่กระตุก เมื่อปรับความฝืดมากขึ้นเรื่อยๆ ก็ตาม ดังรูปที่2.3 (b)

(a) (b)

รูปที่ 2.3 (a) Magnetic computer bike รหัส DT-B49 (b) Exercise bike รหัส DT-B1804

3. อุปกรณ์แสดงการทำงานของจักรยาน โดยส่วนใหญ่จะใช้อุปกรณ์อิเล็คทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยคำนวณค่าต่างๆ และมีหน้าปัทม์ Digital เพื่อให้ผู้ออกกำลังกายได้โปรแกรมหรือป้อนค่าต่างๆ ก่อนการใช้งานเช่น การจับเวลาและให้จังหวะการวิ่ง ระยะทาง ความเร็ว การแสดงอัตราการทำงานของหัวใจผ่านเซนเซอร์แบบหนีบหรือแบบต่างๆ การเผาผลาญ พลังงานที่ได้ มีเสียงเตือนเมื่อ

สิ้นสุดโปรกแรม ทำให้ผู้ออกกำลังกายได้บริหารกล้ามเนื้อทั้งบริเวณขา และการทำงานของหัวใจสม่ำเสมอ ขยายหลอดเลือด และรูปร่างสมส่วนด้วย หรือบางรุ่นเช่นจักรยานออกกำลังกายแบบ Ergocycle ถูกออกแบบมาให้ออกกำลังกายในท่ากึ่งนั่งกึ่งนอนเพื่อให้ระดับหัวใจอยู่ในระดับเดียวกับเท้าในขณะปั่น ซึ่งจะส่งผลให้การสูบฉีดโลหิตของหัวใจทำได้ทั่วร่างกายกว่ามากกว่าโดยโลหิตจะไม่คั่งค้างในส่วนเท้ามากเกินไป ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ภาพจักรยานออกกำลังกาย Ergocycle รหัส DT-B9

2.3 การเสริมสร้างกล้ามเนื้อด้วยการปั่นจักรยานออกกำลังกาย

การออกกำลังกายแบบแอโรบิค คือ การทำกิจกรรมที่ต้องใช้ออกซิเจนจำนวนมาก เพื่อให้สามารถออกกำลังกายได้เป็นเวลานาน หัวใจและปอดจะต้องทำงานหนักมากขึ้นเพื่อสูบฉีดเลือดไปเลี้ยงกล้ามเนื้อให้เพียงพอกับความต้องการ โดยในขณะที่ออกกำลังกายควรรักษาระดับการเต้นของหัวใจให้เหมาะสมกับเป้าหมายในการออกกำลังกายและช่วงอายุเป็นสำคัญ ตารางที่ 2.1 ได้แสดงระดับการเต้นของหัวใจ เป้าหมายในการออกกำลังกายและช่วงอายุ

อายุ	ไม่ใส่ประโยชน์ ต่ำกว่าอย่างมาก	55%–65% เพื่อลดน้ำหนักและไขมันในร่างกาย	65%–85% เพื่อทำให้หัวใจแข็งแรง	85%–100% เพื่อเตรียมเป็นนักกีฬา	220–อายุ ความเหนื่อยสูงสุด
20	110	110 – 130	130 – 170	170 – 200	200
21	109	109 – 129	129 – 169	169 – 199	199
22	109	109 – 129	129 – 168	168 – 198	198
23	108	108 – 128	128 – 167	167 – 197	197
24	108	108 – 127	127 – 167	167 – 196	196
25	107	107 – 127	127 – 166	166 – 195	195
26	107	107 – 126	126 – 165	165 – 194	194
27	106	106 – 125	125 – 164	164 – 193	193
28	106	106 – 125	125 – 163	163 – 192	192
29	105	105 – 124	124 – 162	162 – 191	191
30	105	105 – 124	124 – 162	162 – 190	190
31	104	104 –123	123 – 161	161 – 189	189
32	103	103 – 122	122 – 160	160 – 188	188
33	103	103 – 122	122 – 159	159 – 187	187
34	102	102 – 121	121 – 158	158 – 186	186
35	102	102 – 120	120 – 157	157 – 185	185
36	101	101 –120	120 – 156	156 – 184	184
37	101	101 – 119	119 – 156	156 – 183	183
38	100	100 – 118	118 – 155	155 – 182	182
39	100	100 – 118	118 – 154	154 – 181	181
40	99	99 – 117	117 – 153	153 – 180	180
41	98	98 – 116	116 – 152	152 – 179	179
42	98	98 – 116	116 – 151	151 – 178	178
43	97	97 – 115	115 – 150	150 – 177	177
44	97	97 – 114	114 – 150	150 – 176	176
45	96	96 – 114	114 – 149	149 – 175	175
46	96	96 – 113	113 – 148	148 – 174	174
47	95	95 – 112	112 – 147	147 – 173	173
48	95	95 – 112	112 – 146	146 – 172	172
49	94	94 – 111	111 – 145	145 – 171	171
50	94	94 – 111	111 – 145	145 – 170	170
51	93	93 – 110	110 – 144	144 – 169	169
52	92	92 – 109	109 – 143	143 – 168	168
53	92	92 – 109	109 – 142	142 – 167	167
54	91	91 – 108	108 – 141	141 – 166	166
55	91	91 – 107	107 – 140	140 – 165	165
56	90	90 – 107	107 – 139	139 – 164	164
57	90	90 – 106	106 – 139	139 – 163	163
58	89	89 – 105	105 – 138	138 – 162	162
59	89	89 – 105	105 – 137	137 – 161	161
60	88	88 – 104	104 – 136	136 – 160	160
61	87	87 – 103	103 – 135	135 – 159	159
62	87	87 – 103	103 – 134	134 – 158	158
63	86	86 – 102	102 – 133	133 – 157	157
64	86	86 – 101	101 – 133	133 – 156	156
65	85	85 – 101	101 – 132	132 – 155	155

ตารางที่ 2.1 อัตราการเต้นของหัวใจ เป้าหมายในการออกกำลังกายและช่วงอายุ โดย Dimondback 1100

การออกกำลังกายแบบแอโรบิคที่ถือว่ามีประสิทธิภาพสูงสุดมี 3 ชนิด คือ วิ่ง ว่ายน้ำ และการปั่นจักรยานนอกจากการวิ่งที่ถือว่าเป็นสุดยอดของการออกกำลังกายแบบแอโรบิค แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าจะเหมาะสมกับทุกคนเสมอไป เพราะวิ่งนี้ขาของผู้วิ่งต้องรับภาระหนัก ทำให้คนหัวเข่าไม่ดีก็อาจจะลำบาก ปวดโน่นปวดนี่ดังนั้นการปั่นจักรยานจึงถือเป็นการ ออกกำลังกายที่ไม่มีการกระแทกที่รุนแรงแทบจะเรียกได้ว่าเหมาะกับทุกเพศทุกวัยจริงๆ

การปั่นจักรยานออกกำลังกาย นอกจากจะเป็นการบริหารและสร้างเสริมความแข็งแรงของกล้ามเนื้อขา น่อง และจุดเชื่อมต่อต่างๆ ของขาแล้ว ยังมีผลต่ออัตราการเต้นของหัวใจด้วย โดยมีรายงาน

ว่า การฝึกขี่จักรยานอยู่กับที่และฝึกวิ่งเหยาะจะทำให้อัตราการเต้นของหัวใจขณะพักลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 % ไขมันของร่างกายลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01% ความดันโลหิตซิสโตลิกจะลดลงอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ 0.01 และ 0.05 ตามลำดับ ส่วนความดันโลหิตไดแอสโตลิคไม่มีการเปลี่ยนแปลง และผลการฝึกยังทำให้สมรรถภาพในการจับออกซิเจนสูงสุดเพิ่มขึ้นด้วย (ขนิษฐา พูลสวัสดิ์ , 2526) นอกจากนี้จากการศึกษาของนันทิยา พณิชยพงศ์, 2617 ยังพบว่าอัตรารอบในการปั่นจักรยานนั้นน่าสนใจอยู่ไม่น้อย โดยได้มีการศึกษาเกี่ยวกับการจัดอัตรารอบการปั่นจักรยานที่พอเหมาะกับความหนักของงานระดับต่างๆ ในการทดสอบความสมบูรณ์ของร่างกายด้วยจักรยานซึ่งผลการทดสอบพบว่า

1. การทำงานด้วยปริมาณงานเท่ากัน แต่อัตรารอบการปั่นจักรยานต่างกัน อัตราการเต้นหัวใจในภาวะคงที่ (Steady State) แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับ .01
2. การใช้อัตรารอบการปั่นจักรยาน 30 รอบต่อนาที ไม่ควรนำมาใช้ในการทดสอบด้วยจักรยานวัดกำลัง ไม่ว่าจะใช้ปริมาณงานเท่าใด เพราะทำให้ผลที่ได้ต่ำกว่าความเป็นจริง (อัตราการเต้นของหัวใจสูง)
3. การใช้อัตรารอบการปั่นจักรยาน 40 รอบต่อนาที เป็นอัตรารอบการปั่นจักรยานที่พอเหมาะเมื่อใช้กับงานที่ไม่หนักมาก (450-750 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที) แต่ไม่เหมาะสำหรับงาน 900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที
4. การใช้อัตรารอบการปั่นจักรยาน 50 รอบต่อนาที เป็นอัตรารอบการปั่นจักรยานที่พอเหมาะสำหรับงานทุกระดับตั้งแต่ 450-900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที
5. การใช้อัตรารอบการปั่นจักรยาน 60 รอบต่อนาที เป็นอัตรารอบการปั่นจักรยานที่พอเหมาะสำหรับงานหนักเท่านั้น (900 กิโลปอนด์เมตรต่อนาที)

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

บทที่ 3
วิธีดำเนินงานวิจัย

3.1 การสร้างตัวเครื่อง

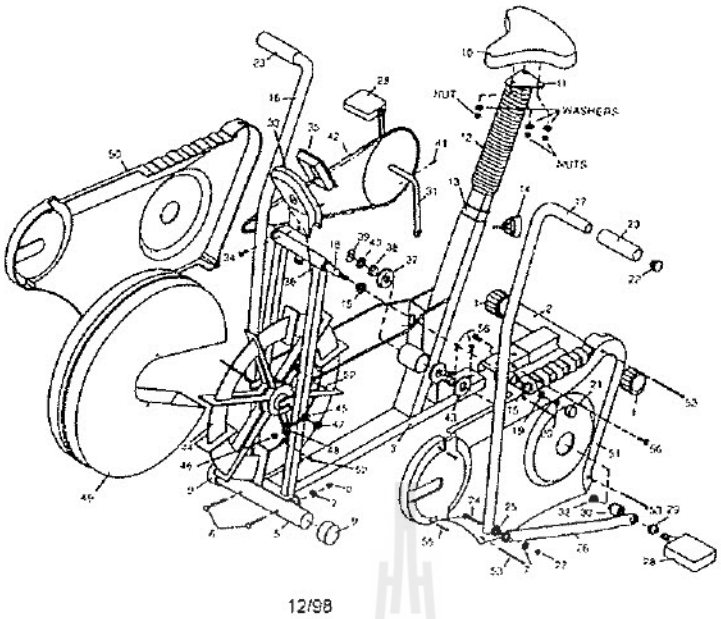
การขึ้นรูปตัวเครื่องออกกำลังกายนั้น ทางคณะผู้วิจัยได้พยายามที่จะขึ้นตัวเครื่องด้วยวัสดุที่คงทน เพื่อที่จะสามารถใช้งานได้คงนาน ตามที่ต้องการซึ่งขั้นตอนการสร้างตัวเครื่องมีกระบวนการคิดดังนี้

1. น้ำหนักที่จักรยานจะต้องรองรับ ซึ่งแม้ว่าจะมีการจำกัดน้ำหนักของผู้ขี่จักรยานไว้ ว่าน้ำหนักของผู้ขึ้นจักรยานจะไม่เกิน 120 กิโลกรัม แต่น้ำหนักนั้นเป็นน้ำหนักเชิงสถิต ต้องมีการคำนวณค่าเผื่อไว้ในกรณีที่แรงกระทำเป็นแบบพลวัตรด้วย ซึ่งเมื่อรวมแรงจากการเคลื่อนที่เข้าไปแล้วทางผู้วิจัยประมาณว่าน้ำหนักที่รับนั้นมีค่าเทียบเท่ากับคนขับน้ำหนัก 220 กิโลกรัม หรือรับแรงสูงสุดเท่ากับ 2200 นิวตัน
2. ความเร็วรอบในการปั่นจักรยาน ซึ่งจากข้อมูลที่นำเสนอในบทที่ผ่านมา ความเร็วรอบทั่วๆไปจะไม่เกิน 120 รอบต่อนาที ดังนั้นเครื่องขี่จักรยานออกกำลังกายนี้จะใช้ความเร็วรอบนี้เป็นความเร็วรอบสูงสุดในการออกแบบ
3. วิธีการเพิ่มความหนืดเพื่อเสมือนกับการเพิ่มมุมเอียงในการขับขี่ขึ้นเนินนั้น ทางคณะผู้วิจัยสรุปว่าจะใช้วิธีการคลัชแรงเสียดทานแบบสายเพื่อลดค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน
4. ระบบควบคุมการทำงานจะใช้ไมโครคอนโทลเลอร์ในการควบคุมการทำงาน
5. จอแสดงผลจะใช้จอแบบ LCD เพราะสามารถแสดงภาพได้หลากหลาย

เพื่อความเหมาะสมเราจะสร้างขึ้นเป็นเครื่องมือที่มีวัตถุประสงค์หลักคือเป็นเครื่องมือที่ใช้ในการสาธิตคุณสมบัติของระบบการออกกำลังกายและการออกแบบระบบควบคุม ดังนั้นเครื่องมือควรมีลักษณะดังนี้

1. มีน้ำหนักเบาเคลื่อนย้ายสะดวก เหมาะแก่การนำไปใช้สาธิตในห้องเรียนและห้องปฏิบัติการ
2. ใช้กำลังไฟต่ำเพื่อให้ power amplify มีขนาดเล็ก เพื่อความสะดวกในการเคลื่อนย้าย
3. มีความแข็งแรงทนทาน

จากข้อกำหนดทางเทคนิค และองค์ประกอบต่างๆ ทำให้สามารถที่จะทำการกำหนดขนาดและมิติของเครื่องต้นแบบจักรยานออกกำลังกาย ในเบื้องต้นได้ ซึ่งในเบื้องต้นได้มีการพิจารณาขนาดของชิ้นส่วนต่างๆที่สำคัญดังที่แสดงในรูปที่ 3.1 สำหรับรายละเอียดของชิ้นส่วนต่างๆ ทั้งหมด แสดงไว้ในภาคผนวก



รูปที่ 3.1 เครื่องต้นแบบจักรยานออกกำลังกาย

3.2 เครื่องมือควบคุมที่ใช้

เครื่องมือควบคุมที่ใช้ในงานวิจัยนี้เพื่อความสะดวกและการประหยัด เราเลือกใช้เครื่องมือควบคุมที่มีอยู่แล้วในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี ซึ่งจากเครื่องกำหนดการสั่นที่ได้มีการกำหนดขนาดเบื้องต้นที่กำหนดมาก่อนหน้านี้ ทำให้ได้เลือกใช้เครื่องมือควบคุม ต่อไปนี้

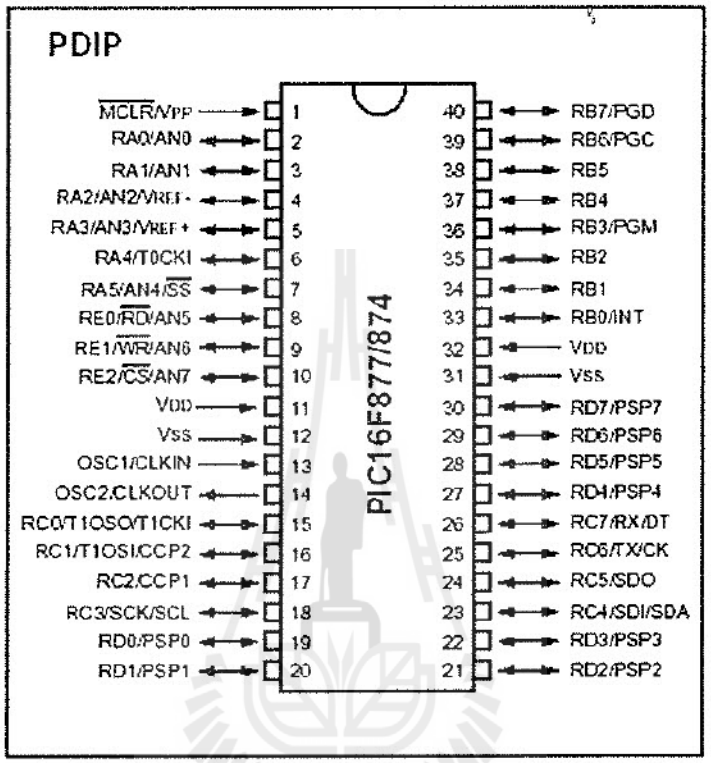
อุปกรณ์ควบคุมกลาง

อุปกรณ์ควบคุมกลางนั้นทางผู้วิจัยได้เลือกใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น PIC16F877A ซึ่งเป็นรุ่นที่ได้รับความนิยมสูง ราคาไม่แพงนัก ไมโครคอนโทรลเลอร์ คือ อุปกรณ์ประเภทสารกึ่งตัวนำที่รวบรวมฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ไว้ภายในตัวของมันเอง โดยมีโครงสร้างใกล้เคียงกับคอมพิวเตอร์ คือ ภายในประกอบด้วยหน่วยรับข้อมูลและโปรแกรมหน่วยประมวลผล หน่วยความจำ หน่วยแสดงผล ซึ่งส่วนประกอบเหล่านี้มีความสมบูรณ์ในตัวของมันเอง ทำให้มีขนาดเล็ก และสามารถเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ ที่เชื่อมต่อกับตัวมัน ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้งาน

ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) มาจากคำ 2 คำ คำหนึ่งคือ ไมโคร (Micro) หมายถึงขนาดเล็กและคำว่า คอนโทรลเลอร์ (controller) หมายถึงตัวควบคุมหรืออุปกรณ์ควบคุม ดังนั้นไมโครคอนโทรลเลอร์ จึงหมายถึงอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็ก แต่ในตัวอุปกรณ์ควบคุมขนาดเล็กนี้ ได้บรรจุความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ ที่คนโดยส่วนใหญ่ค้นเคย กล่าวคือภายในไมโครคอนโทรลเลอร์ ได้รวมเอาซีพียู,หน่วยความจำ และพอร์ต ซึ่งเป็นส่วนประกอบหลักสำคัญของระบบคอมพิวเตอร์เข้าไว้ด้วยกัน โดยทำการบรรจุเข้าไว้ในตัวถังเดียวกันความแตกต่างของ

Microcontroller กับ Microcomputer คือ Microcontroller นั้นมีความสมบูรณ์ภายในตัวของมันเอง คือ มีส่วนประกอบต่างๆ ครบถ้วน ส่วน Microcomputer นั้นต้องทำงานร่วมกับอุปกรณ์ข้างเคียงที่เชื่อมต่อจากภายนอก เช่น แป้นพิมพ์ เครื่องอ่านเขียนแผ่นบันทึก หน่วยความจำ I/O ฯลฯ

โดยไมโครคอนโทลเลอร์รุ่นนี้จะมีช่องสัญญาณต่างๆ เป็นไปตามรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ช่องสัญญาณต่างของไมโครคอนโทลเลอร์ที่ใช้ควบคุม

โดยจากรูปที่ 3.2 นั้นจะเห็นว่าช่องทางเดินของสัญญาณหรือบัส (BUS) คือเส้นทางการแลกเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลระหว่าง ซีพียูหน่วยความจำและพอร์ต เป็นลักษณะของสายสัญญาณ จำนวนมากอยู่ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ โดยแบ่งเป็นบัสข้อมูล (Data Bus), บัสแอดเดรส (Address Bus) และบัสควบคุม Control Bus)บัสข้อมูลเป็นสายสัญญาณที่บรรจุข้อมูล เพื่อการประมวลผลทั้งหมด ขนาดของบัสจะขึ้นอยู่กับความสามารถการประมวลผลของซีพียู สำหรับในงานทั่วๆ ไป ขนาดของบัสข้อมูลจะเป็น 8 บิต และในปัจจุบันได้มีการพัฒนาขึ้นมาจนถึง 16, 32 และ 64 บิต บัสแอดเดรสเป็นสายสัญญาณที่บรรจุค่าตำแหน่งของหน่วยความจำ โดยการติดต่อกับ หน่วยความจำนั้น ซีพียู ต้องกำหนดตำแหน่งที่ต้องการอ่านหรือเขียนก่อน ดังนั้นจำนวนสายสัญญาณของแอดเดรสจึงต้องมีจำนวนมาก ยิ่งมากเท่าไหร่ก็จะเป็นการแสดง ขนาดของหน่วยความจำที่ไมโครคอนโทรลเลอร์สามารถติดต่อได้ ซึ่งที่กล่าวมานี้ทำให้ไมโครคอนโทรลเลอร์นี้เหมาะที่จะใช้ในเครื่องจักรยานออกกำลังกายต้นแบบ สำหรับคุณสมบัติอื่นๆ ของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น PIC16F877A สำคัญจะแสดงไว้ในตารางที่ 3.1

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ชนิดตัวแปร	ขนาด	ค่าอยู่ในช่วง
unsigned	8 bit unsigned	0 to 255
unsigned int		
int		
char		
int8		
long	16 bit unsigned	0 to 65535
long int		
int16		
signed	8 bit signed	-128 to 127
signed int		
signed int8		
signed long	16 bit signed	-32768 to 32767
signed int16		
int32	32 bit unsigned	0 to 2^{32}-1
signed int32	**32 bit signed**	**$-2*10^{9}$ to $2*10^{9}$**
float	32 bit floating point	$0.5*2^{-126}$ to $1-(2^{-15})*2^{128}$
short	one bit	0 to 1
short int		
int1		

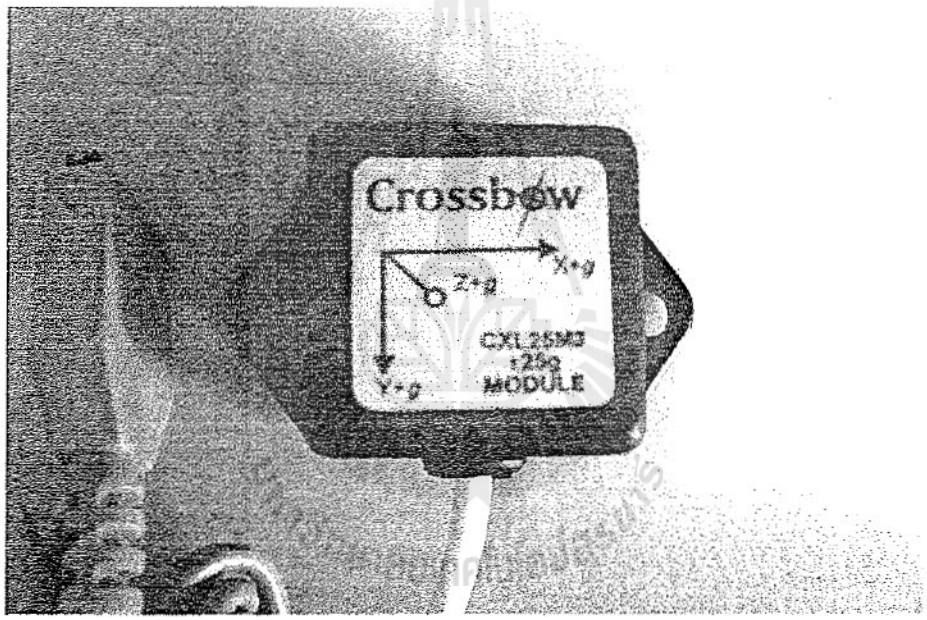
ตารางที่ 3.1 คุณสมบัติที่สำคัญของไมโครคอนโทรลเลอร์รุ่น PIC16F877A

3.3 เครื่องมือวัดความเร่ง

สำหรับการควบคุมของระบบควบคุมและระบบตรวจสอบการทำงานของจักรยานออกกำลังกายให้เหมือนกับสภาพการทำงานจริงให้มากที่สุด จะต้องมีการวัดขนาดและทิศทางของแรงที่นักปั่นกำลังกระทำบนจักรยานนั้นอยู่ เพื่อให้การควบคุมแบบปิดมีความสมบูรณ์ ดังนั้นจะต้องมีการใช้เครื่องมือวัดความเร่ง (Accelerometer) ติดเข้ากับแกนกลางที่มีการเคลื่อนที่ สำหรับเครื่องมือวัดความเร่งที่ใช้มีคุณสมบัติที่สำคัญดังนี้

1. มวลโดยประมาณ 70 gram
2. ช่วงความถี่ 1 – 3000 Hz
3. ความเร่งสูงสุด 25 g

สำหรับลักษณะภายนอกของเครื่องมือวัดความเร่งที่ใช้ในงานวิจัย จะมีลักษณะดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 เครื่องมือวัดความเร่ง

เครื่องมือวัดความเร่งที่เลือกนี้มีคุณสมบัติที่ดีกว่าเครื่องมือวัดความเร่งที่มีอยู่ทั่วไป ด้วยเหตุผลต่อไปนี้

1. มีขนาดเล็กดน้ำหนักเบา
2. สามารถทนต่อแรงกระแทกได้ดี
3. ทนความชื้นได้สูง
4. สามารถแยกแรงกระทำตามแนวต่างๆ ได้อย่างมีประสิทธิภาพ
5. มีราคาถูก

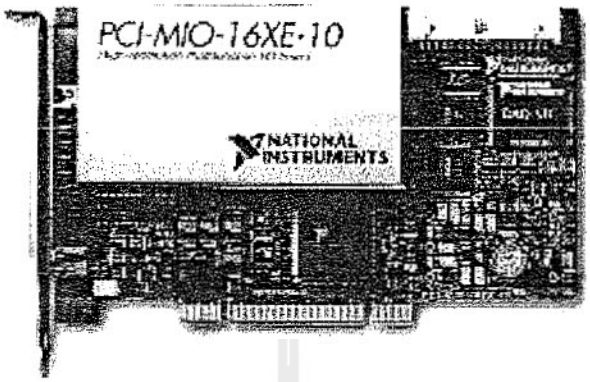
นอกเหนือจากนั้นยังเป็นเครื่องมิอที่มีอยู่แล้วในมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารีอีกด้วย เครื่องมือวัดความเร่งที่ใช้ มีรายละเอียดทางเทคนิคโดยละเอียด ตามที่แสดงในตารางที่ 3.2

Model	CXL25M3	Units	Remarks
Span	±25	G	±5%
Sensitivity	80	mV/G	±5%
Bandwidth	OC-100	Hz	±5%
Noise	50	mg rms	Typical
Noise Density	5000	$\mu G/\sqrt{Hz}$	
Zero, Output	+25±0.1	Volts	
Zero, Drift	±60 ±0.75 ±145 ±1.8	mV G mV G	0°C to 70°C 0°C to 70°C -40°C to +85°C -40°C to +85°C
Span Output	±2.0±0.1	Volts	
Nonlinearity	±0.2	%FS	Typical
Alignment	±2	degrees	Typical
Transverse Sensitivity	±3.5	%FS	Typical
Temperature Range	- 40 to + 85	°C	
Shock	2000	G	
Output Loading	>10 kΩ, <1nF		Max
Supply Voltage	−5±0.25	Volts	
Supply Voltage –R option	−8−30	Volts	Unregulated
Supply Current	8	mA	Typical

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดทางเทคนิคของเครื่องมือวัดความเร่ง

นอกเหนือจากเครื่องมือวัดแล้ว จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องมีระบบการวัด และระบบการเก็บข้อมูล สำหรับระบบการวัดและระบบการเก็บข้อมูลนั้น ได้ใช้อุปกรณ์ของ National Instrument และใช้โปรแกรมสำเร็จรูป LabVIEW ช่วงในการทำระบบการเก็บข้อมูล เครื่องมือช่วยการวัดมีรายละเอียดดังนี้

เครื่องมือเก็บข้อมูล (DAQ Card) ได้ใช้ของบริษัท National Instrument แบบ PCI Card รุ่น 16 XE-10 มีลักษณะภายนอกดังที่แสดงในรูปที่ 3.4 และมีคุณลักษณะที่สำคัญดังที่แสดงในรูปที่ 3.4



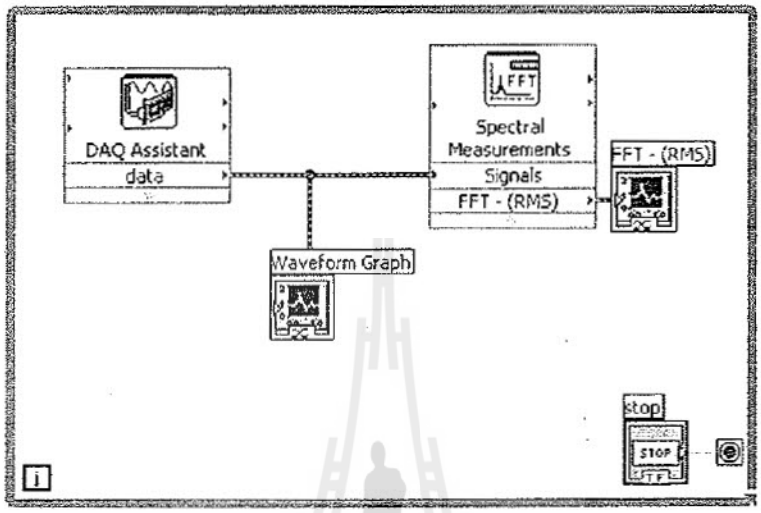
รูปที่ 3.4 DAQ Card รุ่น PCI-MIO-16 XE-10

เครื่อง DAQ Card รุ่น PCI-MIO-16 XE-10 มีคุณลักษณะที่สำคัญดังนี้

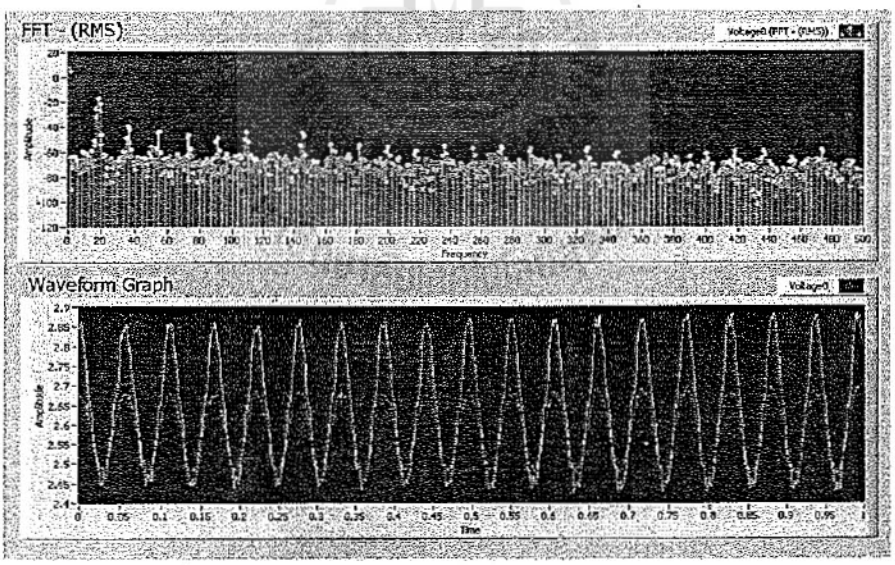
Input Characteristics	
Number of channels	
PCI-MIO-16E-1	
PCI-MIO-16E-4	16 single-ended or 3 differential (software-selectable per channel)
PCI-6071E	64 single-ended or 32 differential (software-selectable per channel)
Type of ADC	Successive approximation
Resolution	12 bits, 1 in 4.096
Max sampling rate (single-channel)	
PCI-MIO-16E-1,PCI-6071E	1.25 MS/s
PCI-MIO-16E-4	500 kS/s

รูปที่ 3.5 คุณสมบัติเบื้องต้นของ DAQ Card

สำหรับการที่จะควบคุมการทำงานของ DAQ Card จำเป็นที่จะต้องมีโปรแกรมช่วยในการกำหนดค่าต่างๆที่จำเป็นที่จะบันทึก รวมทั้งพารามิเตอร์ต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการวัด ในการวิจัยนี้ได้ใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเพื่อการวัดโดยเฉพาะ คือโปรแกรม LabVIEW ซึ่งเป็นโปรแกรมที่สร้างขึ้นมาเพื่อระบบการวัดและการควบคุมโดยเฉพาะ โปรแกรม LabVIEW ที่ใช้ได้มีการเขียน Front Panel และ Block Diagram ดังนี้



รูปที่ 3.6 ตัวอย่าง Block Diagram ของโปรแกรม LabVIEW



รูปที่ 3.7 ตัวอย่าง Front Panel ของโปรแกรม LabVIEW

เมื่อได้มีการสร้างกำหนดลักษณะของส่วนต่างๆ เป็นที่เรียบร้อยแล้ว ลำดับต่อไปจะเป็นการทำการทดสอบระบบซึ่งประกอบด้วยเครื่องกำเนิดการสั่น เครื่องขยายสัญญาณ เครื่องมือวัดและอุปกรณ์เก็บข้อมูล ซึ่งทั้งหมดจำเป็นที่จะต้องทำงานร่วมกันได้อย่างเรียบร้อย เครื่องมือจึงจะสามารถทำงานได้อย่างสมบูรณ์

บทที่ 4
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 คุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องออกกำลังกาย

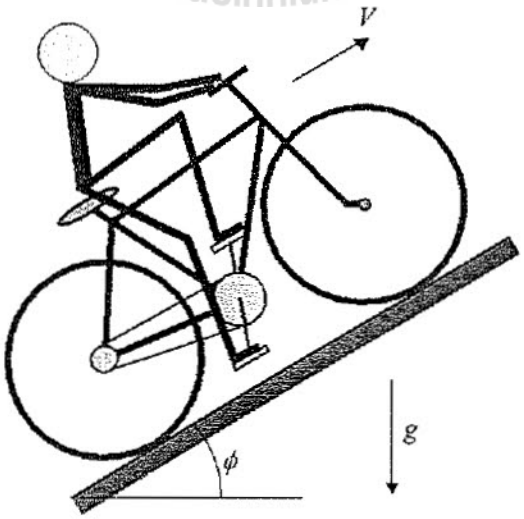
เครื่องออกกำลังกายที่ออกแบบนั้นมีส่วนที่จะทำการควบคุมและแสดงผลอยู่หลายส่วน ซึ่งในส่วนที่เราจะทำการทดสอบมีดังต่อไปนี้

1. การปรับมุมเอียงของเนินที่จักรยานขับเคลื่อนโดยอาศัยความหนืด
2. การวัดความเร็วรอบและการคำนวณความเร็วจักรยาน
3. การคำนวณการใช้กำลังงานจากการปั่นจักรยาน
4. การตรวจสอบความมั่นคงและทนทานของจักรยาน

ซึ่งผลการทดสอบต่างๆ เป็นไปตามนี้

4.2 การปรับมุมเอียงของเนินที่จักรยานขับเคลื่อนโดยอาศัยความหนืด

การที่จะให้ผู้ขับขี่มีความรู้สึกว่ากำลังปั่นขึ้นเนินนั้น จะมาจากความรู้สึกที่ต้องออกแรงมากขึ้น ในขณะที่จักรยานจะเคลื่อนที่ได้ช้าลง ความเร็วรอบที่ใช้มีค่าลดลง ดังนั้นเราจึงมีการทดสอบค่าความเร็วรอบ กับแรงที่ผู้ขับขี่ต้องการใช้ในการทดสอบการเพิ่มขึ้นของความชันของการขับขี่ การที่ผู้ขับขี่มีความรู้สึกที่ต้องออกแรงมากขึ้นนั้นก็สืบเนื่องมาจากเมื่อความชันของถนนเพิ่มขึ้นแรงโน้มถ่วงของโลกที่กระทำจะมีแนวแรงที่แตกแยกออกมา จากเดิมที่เคยกระทำในแนวดิ่งเท่านั้นเมื่อขี่ในแนวระนาบ น้ำหนักทั้งหมดที่กดทับลงไปที่เนื้อยางจะสร้างแรงเสียดทานระหว่างถนนกับจักรยานแต่ไม่มีแรงต้านในแนวการเคลื่อนที่ แต่เมื่อเกิดมุมเอียงขึ้นแนวแรงต้านที่เกิดจากการเคลื่อนที่จะมากขึ้น แรงกระทำต่างๆ จะเป็นไปตามรูปที่ 4.1 ในขณะที่รถจักรยานเคลื่อนในมุมเอียง



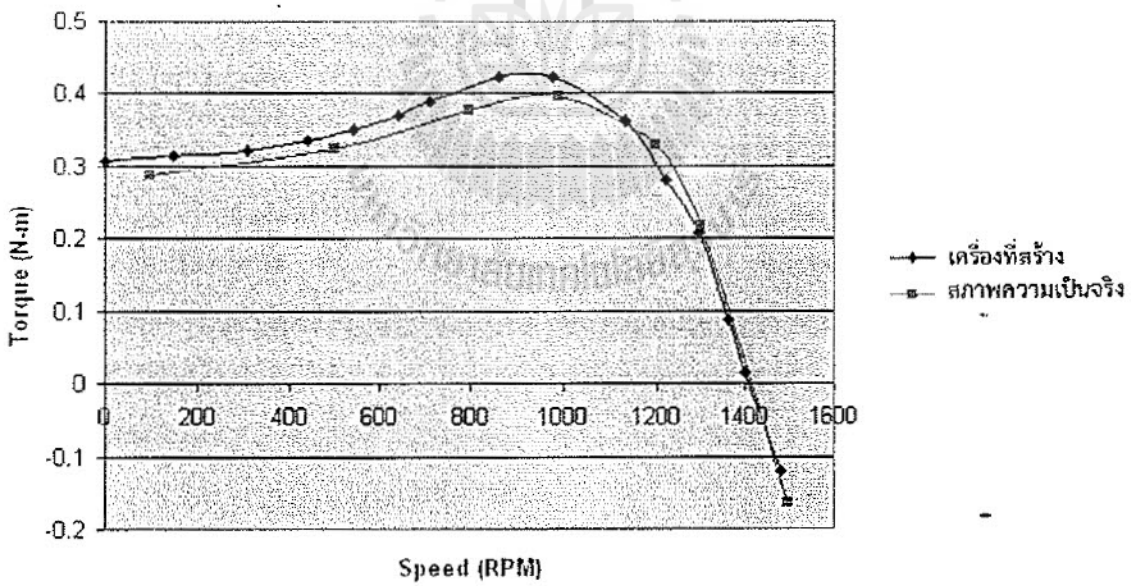
รูปที่ 4.1 แรงกระทำบนจักรยาน

ดังนั้นเมื่อแรงต้านมากขึ้น จึงมีความจำเป็นที่ต้องการแรงสำหรับการเคลื่อนที่มากขึ้น หากแรงเคลื่อนที่ที่น้อยกว่าแรงต้านจักรยานก็จะค่อยๆ ลดความเร็วลง ตามสมการ

$$F = mg\sin\phi + C_r mg(\cos\phi) + \frac{1}{2} C_d \rho A v^2$$

หากเป็นจักรยานจริงจะมีการใช้เฟืองทดเพื่อลดการใช้กำลังจากการปั่นลงเพื่อให้สามารถรักษาความเร็วรอบการปั่นไว้ได้ ดังที่เราเห็นนักปั่นจักรยานสามารถที่จะปั่นด้วยความเร็วรอบที่คงที่ได้แม้จะขึ้นเนินที่สูงชัน แต่เนื่องจากเป้าหมายของจักรายนออกกำลังกายไม่ใช่เช่นนั้น จึงไม่จำเป็นต้องมีการทดรอบ ผู้ใช้ออกกำลังกายอาจต้องการให้กล้ามเนื้อขาทนกับการออกแรงบิดสูงๆ ไปที่จักรยานเป็นเวลานานก็ได้เครื่องมือออกกำลังกายที่ดี จึงควรสามารถจำลองแรงบิดที่เกิดขึ้นที่รอบต่างๆ ได้เหมือนกับสภาพการทำงานของจักรยานจริงๆ ได้เหมาะสมที่สุดที่อัตราการทดรอบค่าหนึ่ง

ซึ่งการทดลองของเราได้ทำการทดสอบแรงบิดที่เกิดขึ้นในการให้จักรยานเคลื่อนที่ในมุมที่กำหนด และวัดเทียบกับความเร็วรอบที่ได้ จากการทำการทดสอบหลายๆ ค่าความชัน ได้มีการนำเอาค่าความชันเหล่านั้นมา normalize และรวมกราฟทั้งหมดเป็นค่าเดียว จากนั้นจึงนำเสนอกราฟซึ่งจากการทำการวัดแล้วจะได้ผลตามรูปที่ 4.1 ซึ่งแสดงความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิด หรือแรงที่ต้องใช้ในการปั่น ในหน่วย N-m กับความเร็วรอบของจักรยาน



รูปที่ 4.2 การทดสอบความสัมพันธ์ระหว่างแรงบิดและความเร็วรอบ

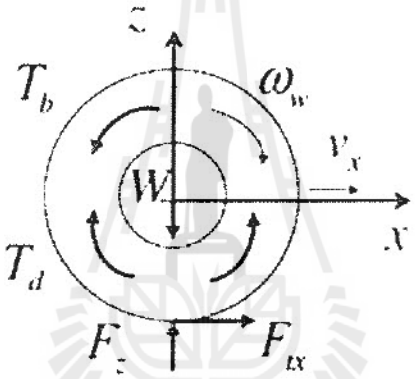
ซึ่งจากการทดสอบผลที่ได้จากเครื่องที่เราสร้างขึ้น และลักษณะที่ควรเกิดขึ้นกับสภาพความเป็นจริงมีระดับความแตกต่างอยู่ในช่วงที่เรายอมรับได้ ความแตกต่างที่เกิดขึ้นนั้นเครื่องที่เราสร้างขึ้นจะต้องใช้แรงมากกว่าจักรยานในสภาพความเป็นจริง ซึ่งถือว่าเป็นสิ่งที่ดี สำหรับผู้ต้องการออกกำลังกาย

4.3 การวัดความเร็วรอบและการคำนวณความเร็วจักรยาน

การวัดความเร็วรอบของจักรยาน จากนั้นจะมีการนำเสนอบนจอว่าความเร็วของจักรยานขณะนั้นมีค่าเท่าใด สิ่งที่การแสดงค่าเหล่านี้ให้ถูกต้องจะประกอบด้วยตัวแปรสำคัญขณะหลายแบบ

1. ความเร็วรอบจะเท่ากับความเร็วล้อ ก็ต่อเมื่อไม่มีการลื่นไถล
2. ความเร็วรอบขาของผู้ปั่นจะเท่ากับความเร็วรอบของล้อจักรยานก็ต่อเมื่อไม่มีระบบหมุนอิสระของล้อ

ในประเด็นแรกนั้นเราจะถือว่าไม่มีการลื่นไถลไปตามถนนของจักรยาน นั่นคือความเร็วเชิงเส้นของล้อจะเท่ากับความเร็วเชิงเส้นของจักรยาน และแรงกระทำจะเป็นไปตามรูปที่ 4.3 ซึ่งแสดงให้เห็นแรงกระทำในแนวต่างๆ บนล้อ รวมถึงความเร็วเชิงเส้นและความเร็วเชิงมุมของล้อ



รูปที่ 4.3 แรงที่กระทำบนล้อที่กำลังหมุน และความเร็ว

ดังนั้นในประเด็นที่เราต้องพิจารณาคือประเด็นที่สองเป็นหลัก ความเร็วของล้อและความเร็วของการปั่นนั้น ในจักรยานทั่วไป ไม่จำเป็นที่จะต้องเท่ากัน เพราะมีอุปกรณ์เชิงกลที่ยอมให้ส่วนประกอบทั้งสองมีความเร็วที่ไม่เท่ากันได้ ความเร็วที่นำมาคำนวณเพื่อหาความเร็วลด จึงไม่สัมพันธ์กับความเร็วรอบเท้าของผู้ออกกำลังกาย

ส่วนการแสดงผลความเร็วของรถจักรยานนั้น เพื่อไม่ให้มีการเปลี่ยนแปลงตัวเลขบนหน้าปัทม์รวดเร็วจนเกินไป เราจึงกำหนดให้มีการเปลี่ยนแปลงค่า หรือ update จอแสดงผลนี้ทุก 2 วินาที และค่าที่ใช้แสดงจะเป็นค่าเฉลี่ยที่เฉลี่ยมาจากทุกสองวินาที ที่ไม่ได้มีการนำเสนอค่านั้น ดังนั้นค่าที่นำเสนอที่หน้าจอแสดงผลจะมาจากสมการ

$$V = \frac{\sum_{i=1}^{120} V_i}{120}$$

เมื่อ V_i คือความเร็วที่เก็บค่าทุกๆ วินาที ตามที่ไมโครคอนโทรลเลอร์กำหนด

4.4 การคำนวณการใช้กำลังงานจากการปั่นจักรยาน

โดยปกติการที่เราเคลื่อนที่จากการปั่นจักรยานด้วยความเร็ว 16–24 km/h จะใช้พลังงานเทียบเท่ากับคนคนนั้นเดินปกติ ทำให้การเคลื่อนที่ด้วยจักรยานที่ความเร็วดังกล่าว เป็นการใช้พลังงานของมนุษย์ในการเคลื่อนที่ที่ประหยัดที่สุด

อย่างไรก็ตามสมการการเคลื่อนที่นี้ยังต้องพิจารณาแรงต้านของอากาศที่เกิดขึ้นในระหว่างการเคลื่อนที่ ซึ่งโดยทั่วไปแล้วแรงต้านของอากาศจะเปลี่ยนแปลงไปตามกำลังสองของความเร็ว ดังนั้นกำลังที่นักปั่นจักรยานจะต้องใช้จะเพิ่มขึ้นตามกำลังสามของความเร็วที่เพิ่มขึ้น ดังนั้นจักรยานที่ใช้ในการแข่งขันจึงพยายามที่จะลดแรงเสียดทานจากอากาศและน้ำหนักให้มากที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้ เพื่อให้กำลังจากคนขี่นั้นเปลี่ยนไปเป็นความเร็วให้มากที่สุด แทนที่จะสูญเสียไปกับแรงเสียดทานต่างๆ

สำหรับการขับขี่ปกติบนพื้นผิวที่เรียบแห้งไม่มีการลื่นไถลนั้น คนที่มีน้ำหนัก 70 กิโลกรัม จะต้องใช้กำลังประมาณ 30 watt ในการเดินด้วยความเร็วคงที่ 5 กิโลเมตรต่อชั่วโมง คนเดียวกันนี้ เมื่อไปปั่นจักรยานหากใช้พลังงานเท่ากัน จะสามารถทำให้จักรยานนั้นเคลื่อนที่ไปด้วยความเร็ว 15 กิโลเมตรต่อชั่วโมง นั่นคือมีความเร็วขึ้นประมาณ 3 เท่า นั่นคือกำลังของคนผู้ออกกำลังกายใช้ในการปั่นจักรยาน จึงสามารถที่จะประมาณได้เท่ากับ

$$1.62\frac{\text{kJ}}{\text{km - kg}}$$

ยกตัวอย่างเช่นคนน้ำหนัก 50 กิโลกรัม ปั่นจักรยานบนทางเรียบได้ระยะทาง 1 กิโลเมตร จะใช้พลังงานทั้งสิ้นเท่ากับ

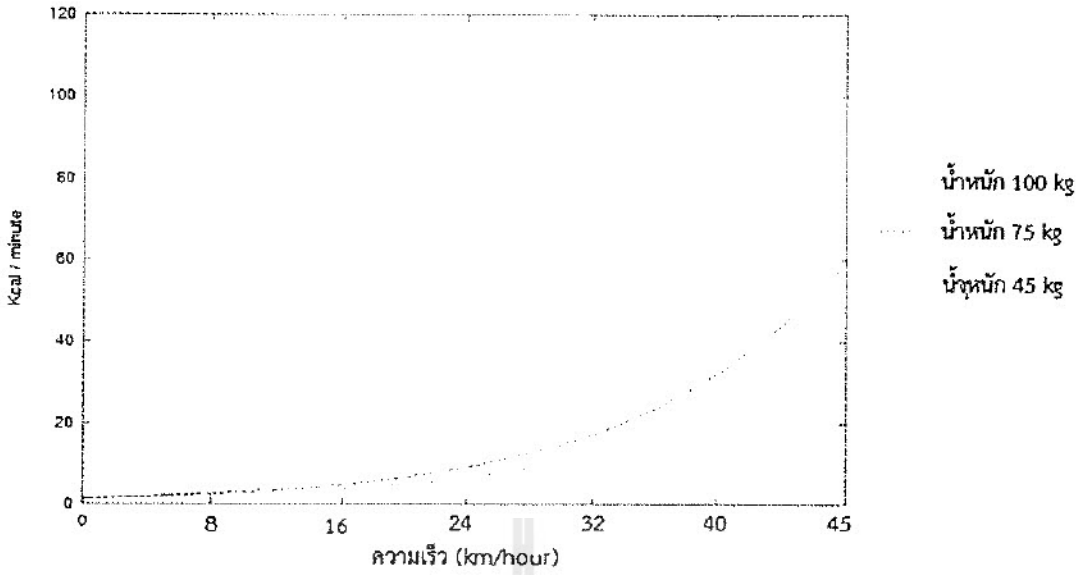
$$1.62\frac{\text{kJ}}{1\text{km - }50\text{kg}} = 32.4\text{ J} = 7.75\text{ cal}$$

ดังนั้นเราสามารถที่จะใช้สมการนี้เป็นสมการที่ใช้ในการคำนวณหาค่าการสิ้นเปลืองพลังงานในการปั่นจักรยานได้

แต่เมื่อจักรยานเคลื่อนที่ในมุมที่ชันขึ้น น้ำหนักของคนจะเริ่มมีผลต่อสมการ ดังนั้นเราจะมีการปรับค่าโดยปรียบเสมือนว่าแรงที่กระทำนั้นเปลี่ยนแปลงไป ตามสมการ

$$F = mg\sin\phi + C_r mg(\cos\phi) + \frac{1}{2}C_d\rho A v^2$$

ซึ่งเมื่อได้แรงในกรณีมุมเอียงแล้ว เราก็จะสามารถนำไปคำนวณหาค่าพลังงานที่ต้องใช้ต่อไปได้ จากการทำการทดลองโดยใช้คนที่มีน้ำหนักแตกต่างกันไป และวัดแรงกระทำที่แรงต้านต่างๆ เราสามารถที่จะหาค่าความเร็วของจักรยาน กับพลังงานที่แต่ละคนที่ต้องใช้หรือพลังงานที่ผู้ออกกำลังกายได้ใช้ไปได้ ผลที่ได้สามารถที่จะแสดงเป็นกราฟได้ตามรูปที่ 4.4 ซึ่งเป็นการแสดงพลังงานที่จะต้องใช้ในการปั่นที่ความเร็วเฉลี่ยต่างๆ ในระยะเวลาหนึ่งนาที ของคนขับที่มีน้ำหนัก 45 kg, 75 kg และ 100 kg ตามลำดับ



รูปที่ 4.4 พลังงานที่ใช้ในหนึ่งนาที ของการปั่นจักรยานที่ความเร็วต่างๆ

ซึ่งสมการที่ได้นี้ เราสวามารถจะนำไปใส่ข้อมูลให้ในส่วนของไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อจะได้แสดงผลการใช้พลังงานของผู้ใช้จักรยานออกกำลังกายต่อไป

4.5 การตรวจสอบความมั่นคงและทนทานของจักรยาน

ความทนทานของจักรยานออกกำลังกายนั้น วิธีการตรวจที่นิยมใช้มากที่สุดคือการตรวจสอบสภาพการสึกหรอของจักรยานหลังจากการใช้งานไปแล้วระยะหน่ง สำหรับงานวิจัยนี้ได้ทำการตรวจสอบสิ่งต่างๆ ดังต่อไปนี้

การสึกหรอของข้อต่อในส่วนเคลื่อนที่ต่างๆ หลังการใช้งานเป็นระยะเวลา 10 และ 100 ชั่วโมง ผลของการตรวจสอบพบว่าไม่มีร่องรอยการสึกหรอผิดปกติ

การสึกหรอของระบบหน่วงล้อ จะต้องสึกหรอไปไม่เกิน 0.1 mm หลังจากการทำงานเป็นระยะเวลา 100 ชั่วโมง ผลการตรวจสอบเป็นไปตามข้อกำหนดที่วางไว้

ตัวถังจะต้องไม่มีรอยแตกเนื่องจากการกระแทกภายใต้แรงชนปกติ ไม่เกิน 100 N พบว่าชิ้นส่วนต่างๆ ผ่านการทดสอบได้

ที่นั้งที่ปรับความสูงได้ จะต้องสามารถปรับขึ้นลงอย่างน้อย 1000 ครั้ง โดยไม่มีการติดขัด ผลที่ได้เป็นไปตามที่ได้ออกแบบไว้

สรุปการตรวจสอบความคงทน มั่นคงและทนทาน ของเครื่องต้นแบบนี้ผ่านการทำงานได้ตามที่ต้องการทุกประการ

บทที่ 5
บทสรุป

5.1 สรุป

ในการสร้างเครื่องต้นแบบจักรยานออกกำลังกายนี้ ได้ข้อสรุปต่างๆ ตลอดระยะเวลาการดำเนินงาน จนสิ้นสุด ดังต่อไปนี้

1. เครื่องต้นแบบนี้ สามารถทำงานได้ตามที่คาดหวัง อย่างไรก็ตามมีข้อจำกัดของจักรยานในเรื่องของรูปทรง ที่ไม่ได้มีความสวยงามเหมือนกับเครื่องที่มีขายอยู่ตามถ้องตลาดทั่วไป ทั้งนี้เพราะเราใช้ของที่มีอยู่และเครื่องมือที่ใช้สร้างจะเป็นเครื่องมือที่มีอยู่แล้วในมหาวิทยาลัยเป็นหลัก
2. การสร้างระบบควบคุมและระบบประมวลผล สามารรถที่จะแสดงผลได้ตามที่ได้เสนอไว้ อย่างไรก็ตาม การเก็บข้อมูลที่ทางคณะวิจัยได้ทำไปนั้นอาจจะไม่ครบถ้วนในบางกรณี จึงทำให้มีความผิดพลาดเกิดขึ้นได้บ้าง
3. มีความล่าช้าในการดำเนินงานของคณะวิจัยเป็นอย่างมาก ทั้งนี้เพราะในเบื้องต้นเรายังไม่คุ้นเคยกับเครื่องมือวัดและระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ การทดสอบใช้เวลานาน เพราะเครื่องมือวัดต่างๆ เป็นเครื่องมือที่ละเอียดอ่อน การวัดสัญญาณที่ออกจากเครื่องวัดความเร่งมีค่าที่ไม่แน่นอน อาจจะเนื่องจากการที่ใช้เครื่องมือวัดความเร่งกับเครื่องรวบรวมสัญญาณไม่เหมาะสมกัน ทำให้ต้องมีการวัดหลายครั้ง
4. การดำเนินการวิจัยใช้เวลานานกว่าที่คาดไว้มาก เนื่องจากในขั้นวางแผนได้มีการคาดการว่าจะได้รับจัดสรรเครื่องมือวัดและเครื่องมือทดสอบต่างๆ จากทางมหาวิทยาลัย แต่เนื่องจากการได้รับจัดสรรเครื่องมือมีความล่าช้าออกไปประมาณ 2 ปีงบประมาณ จึงได้มีการจัดซื้อผ่านโครงการเงินกู้ของธนาคารโลก แทน เมื่อได้เครื่องมือต่างๆ แล้วจึงสามารถที่จะเริ่มทำการทดสอบได้

แม้ว่าจะมีข้อผิดพลาดหลายประการในการดำเนินการวิจัย แต่โดยภาพรวมเครื่องต้นแบบจักรยานออกกำลังกายให้สามารถทำงานได้ โดยสามารถใช้สาธิตในการเรียนการสอนในรายวิชาของสาขาวิชาวิศวกรรมเครื่องกลให้นักศึกษาได้มีความเข้าใจในเรื่องการวัดและการควบคุมได้

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการดำเนินการที่ผ่านมาทางผู้วิจัยมีข้อเสนอแนะเพื่อให้ผู้ที่สนใจในการที่จะทำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับหัวข้อวิจัยนี้ ได้เตรียมความพร้อมสำหรับการขยายขอบเขตงานวิจัยดังนี้

1. การสร้างเครื่องมือต้นแบบ ต้องมีช่างผู้ชำนาญการและเครื่องมือที่มีความละเอียดสูง จึงจะสามารถสร้างเครื่องมือให้สำเร็จตามวัตถุประสงค์ได้

2. การสร้างจักรยานต้นแบบด้วยวัสดุประเภทอื่น นอกเหนือจากวัตรดุโลหะพื้นฐานทางวิศวกรรรม ยกตัวอย่างเช่นทำโครงจาก Carbon Fiber Composite เป็นต้น
3. เครื่องมือวัดและอุปกรณ์ควบคุมต่างๆ ที่มีคุณภาพจะมีราคาแพงและมีความละเอียดอ่อนสูง การใช้งานเครื่องมือเหล่านี้จำเป็นต้องมีผู้ที่มีความเข้าใจในเครื่องมืออย่างแท้จริง ดังนั้น ก่อนที่จะเริ่มงานวิจัยในด้านการทดสอบที่เกี่ยวข้องกับการวัดและเครื่องมือวัดละเอียด ควรแน่ใจว่ามีบุคลากรที่มีความรู้และความเข้าใจในระบบการวัดเป็นอย่างดี
4. การสร้างเครื่องต้นแบบ เป็นงานที่ใช้งบประมาณสูง และมีการสูญเสียเนื่องจากการสร้างและการออกแบบสูง ดังนั้นจึงควรมีการเตรียมงบประมาณเผื่อในส่วนต่างเหล่านี้ด้วย

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

เอกสารอ้างอิง

[1] Silmara Gusso , Carlo Salvador "Design and testing of an MRI-compatible cycle ergometer for non-invasive cardiac assessments during exercise", BioMedical Engineering, 2001

[2] Jobst Brandt, "The Bicycle Wheel," 3rd edition, Avocet, 1993

[3] D. V. Herlihy, "Bicycle," 2004

[4] Dennis Jürgens, Beat Knechtle, Christoph Alexander Rüst, Patrizia Knechtle, Thomas Rosemann, Romuald Lepers "An analysis of participation and performance by nationality at 'Ironman Switzerland' from 1995 to 2011" Journal of Science and Cycling, Vol. 1 No. 2

[5] Simon A Jobson, James G Hopker, Thomas Korff, Louis Passfield "Gross efficiency and cycling performance: a brief review," Journal of Science and Cycling, Vol. 2 No. 5

[6] Carl David Paton, Timothy Jardine, "The effects of cycling cleat position on subsequent running performance in a simulated duathlon," Journal of Science and Cycling, Vol. 2 No. 8

[7] Milan Verle, "PIC Microcontrollers," mikroElektronika; 1st edition

[8] Jan Axelson, "The Microcontroller Idea Book: Circuits, Programs & Applications" Thomson International, 1994

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ประวัตินักวิจัย

ประวัติส่วนตัว

รองศาสตราจารย์ เรืออากาศเอก ดร.กนต์ธร ชำนิประศาสน์
Assoc. Prof. Flt.Lt. Dr. Kontorn Chamniprasart

สถานที่ทำงาน

สำนักวิชาวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี
111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
โทรศัพท์ 044-224-224 โทรสาร 044-224-220
มือถือ 081-441-3985 e-mail kontorn@sut.ac.th

ประวัติการศึกษา

2523	มัธยมศึกษา (มศ.3), โรงเรียนสวนกุหลาบวิทยาลัย
2530	วิทยาศาสตรบัณฑิต (ทอ.) (วิศวกรรมเครื่องกล) เกียรตินิยมอันดับ 1, โรงเรียนนายเรืออากาศ
2532	M.Sc. (Mechanical Engineering), University of Pittsburgh, USA.
2535	Ph.D. (Mechanical Engineering) , University of Pittsburgh, USA.

สาขาที่มีความชำนาญพิเศษ

- Energy Science and Energy Engineering
- Measurements and Instrumentation
- Industrial Automation

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

ศูนย์บรรณสารและสื่อการศึกษา
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี