การพัฒนาเครื่องให้อาหารปลาทับทิมในกระชังแบบอัตโนมัติ

The development of an automatic fish feeding machine for red tilapia in cage culture

ปิยะ ประสงค์จันทร์[1], เสนอ สะอาด[2*] และเจริญชัย ฮวดอุปัต[2]
[1]สาขาวิชาไฟฟ้า คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
[2]หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย
1 **หมู่** 5 **ถ.ราชดำเนินนอก ต.บ่อยาง อ.เมือง จ.สงขลา** Tel: +66-7431-7162 E-mail: saner.s@rmutsv.ac.th[*]

บทคัดย่อ

งานวิจัยชิ้นนี้นำเสนอเครื่องให้อาหารปลาทับทิมในกระชังแบบอัตโนมัติ โดยใช้เทคนิคการปั๊มลมในการลำเลียงอาหารปลาให้ไหลไปตามท่อจนถึงกระชังบ่อปลา ควบคุมการทำงานด้วยไมโครคอนโทรเลอร์ สามารถตั้งเวลาและปรับปริมาณอาหารได้อย่างอิสระและสามารถโปรแกรมเวลาให้อาหารได้สูงสุด วันละ 6 เวลา มีระบบเตือนเมื่ออาหารหมด ตัวถังบรรจุอาหารปลาได้สูงสุด 35 กิโลกรัมใช้กับขนาดของอาหารเม็ดได้ทุกขนาด ถูกออกแบบให้มีความสามารถในการให้อาหารปลาในกระชังบ่อปลาได้จำนวน 4 กระชัง จากผลการทดลองปรากฏว่าเครื่องให้อาหารปลาสามารถจ่ายอาหารได้เที่ยงตรงโดยมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสูงสุด 5 เปอร์เซ็นต์ (ทดลองที่ 200 กรัม) เครื่องให้อาหารปลาสามารถทำงานได้ทั้งจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 โวลต์ และจากแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์

คำสำคัญ: เครื่องให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติ ไมโครคอนโทรเลอร์ เทคนิคการปั๊มลม การเลี้ยงปลาในกระชัง

Abstract

This paper presented the automatic fish feeding machine for cage culture that used air jet pump technique in conveying the food to those fishes in the cage via pipe that is controlled by microcontroller. The machine is designed to be programmed the time period for feeding at least 6 rounds per day as well as it has function for adjusting food feeding level freely for different size of fishes. The food storage tank can contained the maximum of 35 Kgs and supported several sizes of food. There will be an alarm when the food in the tank is going to be emptied. The machine is designed to supply food for 4 cages. The obtained results shown that the machine can operate pretty accurately. The error is maximum 5 percents of average 200 grams in experiment. Furthermore, the machine is reliable either supply from 220 volt or Solar Cell energy.

Keyword: The automatic fish feeder, Microcontroller, Air jet pump technique, cage culture

1. บทนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศเกษตรกรรม มีทรัพยากร ธรรมชาติที่ความอุดมสมบูรณ์ ดังคำกล่าวที่ว่า "ในน้ำมีปลา ในนามีข้าว" แต่ในปัจจุบันทรัพยากรดังกล่าวได้ถูกนำมาใช้ในการอุปโภคบริโภคในจำนวนที่สูงขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งสัตว์น้ำในแหล่งน้ำธรรมชาติได้มีจำนวนลดน้อยลง ดังนั้นการเลี้ยงปลาในกระชัง จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่สามารถเพิ่มปริมาณสัตว์น้ำให้เพียงพอต่อปริมาณผู้บริโภคซึ่งสามารถสร้างรายได้ให้กับเกษตรกรเป็นอย่างมาก ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลาเป็นแหล่งน้ำที่มีความอุดมสมบูรณ์เหมาะสมกับการเลี้ยงปลาและสัตว์น้ำอื่น ๆ ชุมชนที่อาศัยอยู่รอบๆ ทะเลสาบสงขลาทั้งในจังหวัดสงขลาและจังหวัดพัทลุง นิยมเลี้ยงปลาในกระชังซึ่งเป็นธุรกิจที่สร้างรายได้ให้แก่ชุมชนนอกจากอาชีพเกษตรกรรมและการทำประมง ปลาทับทิมเป็นปลาอีกชนิดหนึ่งที่ประชาชนนิยมนำมาเลี้ยงในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา เนื่องจากโตเร็ว มีราคาสูงและทนต่อสภาพภูมิอากาศ

ปัจจุบันการเลี้ยงปลาทับทิมนิยมเลี้ยงในกระชังและมีการให้อาหารเม็ดชนิดลอยน้ำ โดยให้อาหารปลาเป็นประจำทุกวันๆ ละ 2-3 ครั้ง โดยสัญชาตญาณของปลาทับทิมจะเป็นปลาที่กินอาหารอยู่ตลอดเวลา ทำให้มีการคิดค้นเครื่องให้อาหารปลาขึ้นมาทำหน้าที่ในการจ่ายอาหารให้ได้ตรงเวลาและในปริมาณที่เหมาะสม โดยได้มีการพัฒนาเครื่องให้อาหารปลากึ่งอัตโนมัติ [1] มีการออกแบบให้มีความสามารถในการให้อาหารปลาได้ไกลสุดประมาณ 15 ถึง 20 เมตร บรรจุอาหารเม็ดได้ 15 กิโลกรัม การทำงานของเครื่องเป็นการทำงานด้วยเครื่องยนต์เบนซินเล็กขนาด 5 แรงม้า อย่างไรก็ตามเครื่องดังกล่าวก็ยังต้องใช้แรงงานคนในการทำหน้าที่จ่ายอาหาร ต่อมาได้มีการออกแบบเครื่องให้อาหารสัตว์น้ำอัตโนมัติ [2] ซึ่งสามารถให้อาหารปลาได้อัตโนมัติ อย่างไรก็ตาม เครื่องดังกล่าวยังมีปัญหาเรื่องพื้นที่ในการให้อาหารและระยะทางในการจ่ายอาหาร นอกจากนี้ ยังได้มีการพัฒนาเครื่องเลี้ยงปลาโดยใช้เซลล์แสงอาทิตย์ [3] เครื่องสามารถจ่ายอาหารได้ดี โดยออกแบบให้ใช้พลังงานจากแสงอาทิตย์และใช้วิธีให้เครื่องลอยอยู่ในบ่อเลี้ยงปลา อย่างไรก็ตามเครื่องดังกล่าวยังมีปัญหาในการเติมอาหารปลาลงในเครื่องและสามารถจ่ายอาหารได้เพียงกระชังเดียวต่อเครื่องเท่านั้น

จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีการพัฒนาเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติเพื่อทำหน้าที่จ่ายอาหารปลาเพื่อลดภาระของเกษตรกรและทดแทนแรงงานคน โดยออกแบบให้เครื่องให้อาหารปลามีความสามารถในการตั้งเวลาในการให้อาหารปลาได้ สามารถปรับปริมาณอาหารในแต่ละครั้งได้อย่างอิสระ และสามารถให้อาหารปลาในกระชังได้สูงสุดถึง 4 กระชัง เครื่องให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติที่นำเสนอได้ถูกออกแบบให้มีความสามารถในการทำงานได้ทั้งจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 โวลต์ และจากแหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์ จึงทำให้สามารถที่จะติดตั้งใช้งานในสถานที่ ที่ระบบจ่ายไฟฟ้ายังเข้าไปไม่

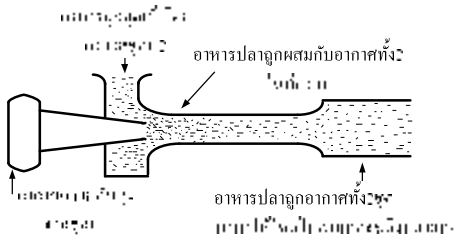
ถึงได้

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

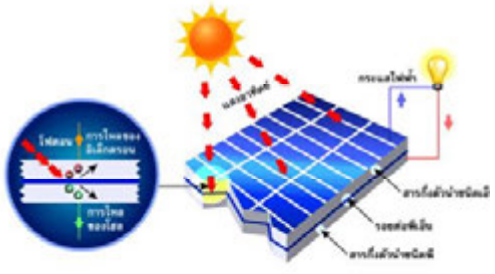
2.1 การออกแบบท่อลมและเครื่องอัดอากาศ [4]

หลักการทั่วไปในการออกแบบท่อลม คือ พยายามเดินแนวท่อลมให้ง่ายที่สุดเท่าที่จะทำได้ และพยายามให้ระบบท่อลมนั้นสมมาตร ตำแหน่งที่จะจ่ายลมออกมาควรตั้งอยู่ในตำแหน่งที่จะทำให้การกระจายลมภายในห้องเป็นไปได้ดีที่สุด โดยไม่ไปชนกับสิ่งกีดขวางใด ๆ ยกเว้นในกรณีที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ในการออกแบบระบบท่อลมความเร็วสูงนั้น การเลือกชนิดของข้อต่อและตำแหน่งข้อต่อ ต้องมีความระมัดระวังเป็นพิเศษ เพื่อกันไม่ให้เกิดการสูญเสียความดัน (Pressure Drop) สูงเกินไป

การทำงานของเครื่องอัดอากาศซึ่งทำหน้าที่ในการอัดแรงดันอากาศเข้าไปในท่อลม ใช้หลักการแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลางของอากาศโดยใช้ใบพัดหมุนอากาศความเร็วสูงและเหวี่ยงออกไปในทิศทางตั้งฉากกับแนวแกนทั่วทั้งทิศทาง อากาศใหม่ก็จะถูกดูดเข้าไปแทนที่โดยบริเวณที่อากาศเข้าตรงกลางเพลาจะมีปริมาตรมากกว่าบริเวณที่อากาศออก ทำให้ได้แรงดันของอากาศที่สูงพอสมควร ดังนั้นเมื่อนำอาหารปลาเข้าไปผสมในชุดดูดอากาศที่ถูกดูดเข้าไปในส่วนที่สองและถูกส่งไปกันในท่อรวมอากาศ (Mixing Throat) แล้วส่งอากาศทั้ง 2 ส่วนนี้ไปยังท่อลำเลียงเพื่อส่งอากาศไปยังเป้าหมาย ก็จะสามารถผสมอาหารปลาและส่งไปยังปลายทางได้ หลักการดังกล่าวถูกเรียกว่า แอร์เจ็ทปั๊ม (Air jet pump) ดังแสดงในภาพที่ 1



ภาพที่ 1 การจำลองการทำงานของชุดเครื่องอัดอากาศ



ภาพที่ 2 หลักการทำงานทั่วไปของเซลล์แสงอาทิตย์

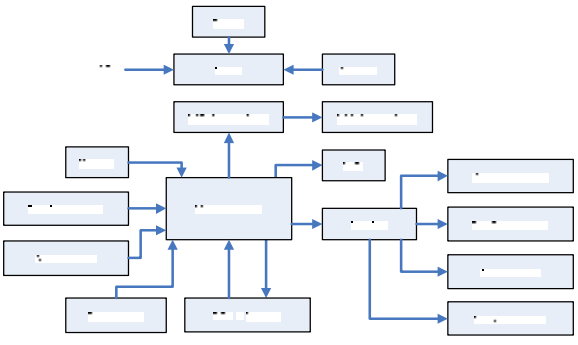
2.2 สเต็ปมอเตอร์ (Stepping motor) [5]

สเต็ปมอเตอร์แบบไบโพลาร์ เป็นมอเตอร์ที่ขับเคลื่อนด้วยสัญญาณพัลส์ ลักษณะการขับเคลื่อนจะหมุนรอบแกนได้ 360 องศา มีลักษณะการหมุนที่ไม่ต่อเนื่องแต่มีลักษณะเป็นระดับ โดยแต่ละระดับจะถูกขับเคลื่อนได้ประมาณ 1-2 องศา โดยขึ้นอยู่กับโครงสร้างของมอเตอร์ ประกอบด้วย 2 ส่วนสำคัญคือ (1) โรเตอร์ เป็นส่วนที่หมุนหรือเคลื่อนที่ได้ (2) สเตเตอร์ เป็นส่วนที่อยู่กับที่ ไม่สามารถเคลื่อนที่ได้ เป็นส่วนที่ใช้พันขดลวดของมอเตอร์ การควบคุมการหมุนของสเต็ปมอเตอร์ทำได้โดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าให้กับสเต็ปมอเตอร์ทีละ 1 เฟสให้กับสเตเตอร์แต่ละตัว ตามลำดับ [6]

2.3 เซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Cell)

เซลล์แสงอาทิตย์เป็นสิ่งประดิษฐ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกสร้างขึ้นเพื่อเป็นอุปกรณ์สำหรับเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า สามารถแบ่งได้เป็น 2 ประเภท คือเซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน และที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน หลักการทำงานของเซลล์แสงอาทิตย์เป็นขบวนการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าได้โดยตรง โดยเมื่อแสงซึ่งเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าและมีพลังงานกระทบกับสารกึ่งตัวนำ จะเกิดการถ่ายทอดพลังงานระหว่างกัน พลังงานจากแสงจะทำให้เกิดการเคลื่อนที่ของกระแสไฟฟ้าขึ้นในสารกึ่งตัวนำจึงสามารถต่อกระแสไฟฟ้าดังกล่าวไปใช้งานได้ ดังแสดงในภาพที่ 2

ภาพที่ 3 ชุดไมโครคอนโทรลเลอร์ของบอร์ด ET-BASE PIC8722



ภาพที่ 4 บล็อกไดอะแกรมเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ

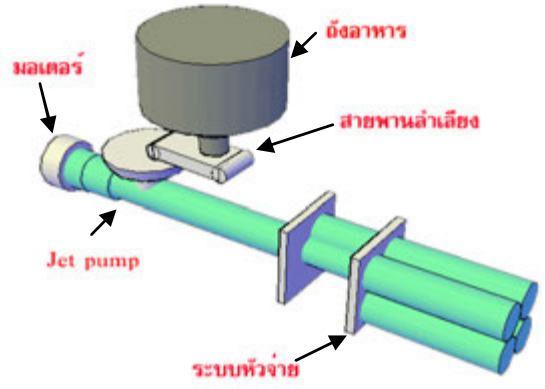
2.4 ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) [7] - [8]

ไมโครคอนโทรลเลอร์คืออุปกรณ์ควบคุมที่มีขนาดเล็กภายในประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมที่มีความสามารถที่คล้ายคลึงกับระบบคอมพิวเตอร์ ได้รวมเอาหน่วยประมวลผลกลางหรือซีพียู หน่วยความจำและส่วนติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกหรือพอร์ตเข้าไว้ด้วยกัน โดยการบรรจุไว้ในตัวถังเดียวกัน สามารถต่อร่วมกับอุปกรณ์ภายนอกและสั่งงานโดยการเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงาน ส่งผลทำให้การทำงานของระบบเป็นแบบอัตโนมัติ โครงสร้างโดยทั่วไปของบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์กระกูล PIC แสดงดังในภาพที่ 3

3. การออกแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ

การทำงานของเครื่องให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติทั้งระบบถูกแสดงดังในภาพที่ 4 มีไมโครคอนโทรลเลอร์ทำหน้าที่เป็นมันสมองทำหน้าที่ควบคุมการทำงานและมีการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกที่ทำหน้าที่จ่ายอาหารปลาและลำเลียงอาหารปลาไปยังท่อต่างๆ ก่อนส่งไปยังบ่อปลา มีระบบเซนเซอร์ตรวจสอบและแสดงผลสภาวะการทำงานของระบบ นอกจากนั้นได้มีการออกแบบระบบจ่ายกำลังไฟฟ้าสำรองจากพลังงานเซลล์แสงอาทิตย์และแบตเตอรี่ โดยในการออกแบบเลือกใช้เซลล์แสงอาทิตย์ขนาด 70 วัตต์ แบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ 60 แอมแปร์-ชั่วโมง และมีระบบอินเวอรเตอร์ที่หน้าที่เปลี่ยนไฟฟ้ากระแสตรงให้เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ สามารถจ่ายกำลังขนาดไม่เกิน 500 วัตต์ ทำให้ระบบสามารถทำงานได้อย่างต่อเนื่อง ในกรณีที่ระบบไฟฟ้าขัดข้องหรือใช้งานในสถานที่ที่ระบบไฟฟ้ายังเข้าไปไม่ถึง

เครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติมีหลักการทำงานคือ อาหารในถังจะไหลผ่านท่อลงที่ก้นถังอาหารมารอที่พื้นผิวสายพานลำเลียง เมื่อถึงเวลาในการจ่ายอาหารปลาตามที่ได้กำหนดไว้ (ควบคุมการทำงานด้วยชุดไมโครคอนโทรลเลอร์) สายพานลำเลียงจะทำหน้าที่ลำเลียงอาหารออกมา อาหารในถังก็จะไหลลงมาแทนที่อาหารที่ถูกลำเลียงออกไป ชุดสายพานลำเลียงจะจัดส่งอาหารไปยังชุดเครื่องอัดอากาศหรือแอร์เจ็ทปั๊มเพื่อขับดันอาหารปลาให้ไหลไปตามท่ออัดอากาศจนถึงกระชัง โดยมีระบบเซนเซอร์ควบคุมปริมาณอาหารปลาตามที่ระบบได้กำหนดไว้ ระบบสายพานลำเลียงก็จะหยุดทำงาน ระบบหัวจ่ายหรือชุดเลือกบ่อก็จะทำหน้าที่สลับการเชื่อมต่อไปยังบ่อในลำดับถัดไปจนครบทั้ง 4 กระชัง ในการออกแบบระบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติการออกแบบให้สามารถให้อาหารปลาได้จำนวน 4 บ่อ เวลาการการให้อาหารและปริมาณอาหารในแต่ละบ่อจะเป็นอิสระต่อกัน โดยสามารถแสดงภาพจำลองการทำงานได้ดังภาพที่ 5

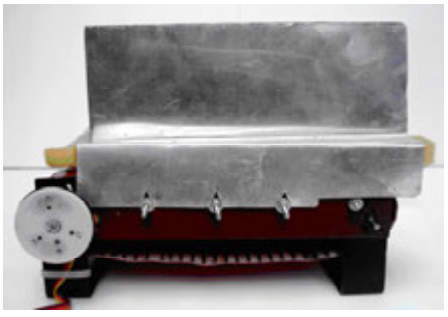


ภาพที่ 5 การจำลองระบบการทำงานของเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ

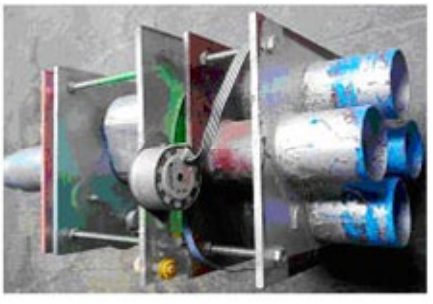
3.1 ส่วนประกอบหลักของเครื่องให้อาหารปลาในกระชังแบบอัตโนมัติ

(1) ชุดเครื่องอัดอากาศหรือแอร์เจ็ทปั๊ม เป็นชุดผสมอาหารปลาเข้าไปในท่อของเครื่องอัดอากาศ โดยปล่อยอาหารเข้าไปยังท่อดูดอากาศส่วนที่ 2 ซึ่งอากาศส่วนที่ 2 จะนำพาอาหารเข้าไปผสมกับอากาศส่วนแรกที่ได้จากเครื่องอัดอากาศในท่อรวมอากาศ โดยชุดแอร์เจ็ทปั๊มได้ถูกออกแบบจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสสลับ กำลังวัตต์ขนาด 380 วัตต์ (มอเตอร์เครื่องดูดฝุ่น) แสดงดังภาพที่ 6

ภาพที่ 6 ชุดเครื่องอัดอากาศและแอร์เจ็ทปั๊มที่ได้ออกแบบ

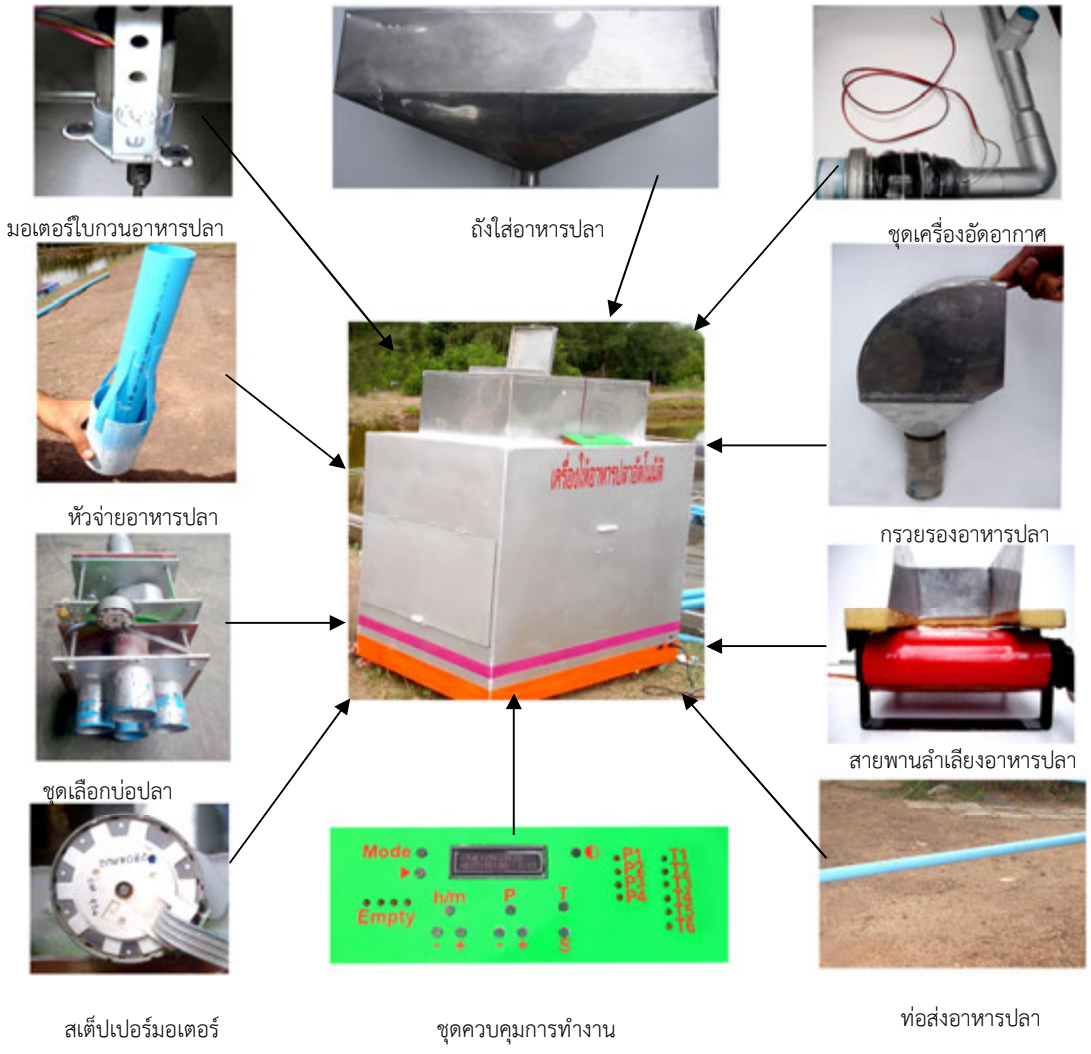


ภาพที่ 7 ชุดสายพานลำเลียงอาหาร



ภาพที่ 8 ชุดเลือกบ่อ

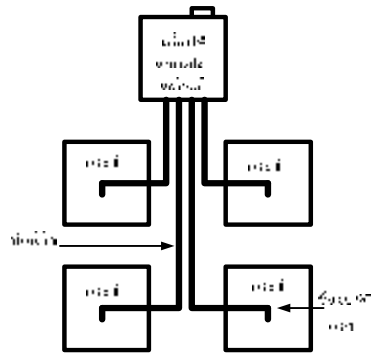
(2) ระบบสายพานลำเลียง การขนถ่ายอาหารปลาที่อยู่ในถังจำนวนมากโดยการค่อย ๆ ขนถ่ายออกมาจนหมดถังเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับงานวิจัยนี้ เนื่องจากไม่สามารถต่อท่อส่งอาหารจากถังใส่อาหารลงไปยังชุดแอร์เจ็ทปั๊มได้โดยตรง เพราะจะทำให้ทางเข้าอาหารของชุดแอร์เจ็ทปั๊มตันได้ จึงได้นำระบบสายพานลำเลียงมาใช้โดยมีหลักการทำงานคือ อาหารจากถังจะถูกส่งออกมารออยู่ที่สายพานลำเลียง โดยอาหารจะไม่ไหลออกมาจนกว่าสายพานลำเลียงทำงานและเคลื่อนที่ไปข้างหน้า ในขณะเดียวกันอาหารปลาที่อยู่ในถังจะไหลลงมาแทนที่เดิมเรื่อยไปจนหมด การควบคุมปริมาณอาหารสามารถควบคุมได้โดยการตรวจสอบการเคลื่อนที่ของสายพานร่วมกับเซนเซอร์แสง (Optical Sensor) ใช้หลักการหมุนของแผ่นเกรทติ้งดิส (Grating Disc) ที่ต่อกับเพลาล้อสายพานหมุนขัดลำแสงเป็นจังหวะ ๆ ตามแท็กของเกรทติ้งดิสแล้วส่งไปนับประมวลผลน้ำหนักอาหารต่อจำนวนรอบของล้อสายพานในไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำให้สามารถลำเลียงอาหารได้อย่างแม่นยำและไม่อุดตัน แสดงดังภาพที่ 7



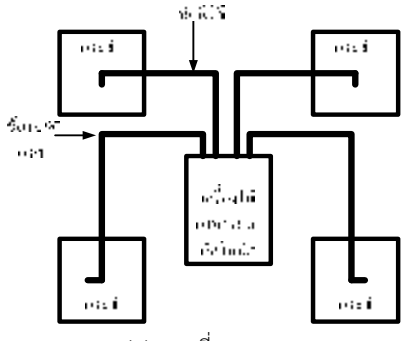
(ก) ส่วนประกอบของเครื่องให้อาหารปลาในกระชังแบบอัตโนมัติ

(ข) การติดตั้งเพื่อทดสอบการทำงานเครื่องให้อาหารปลา

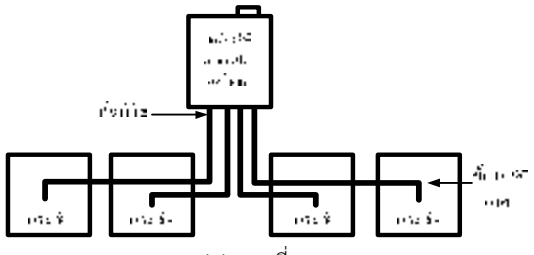
ภาพที่ 9 เครื่องให้อาหารปลาในกระชังแบบอัตโนมัติ



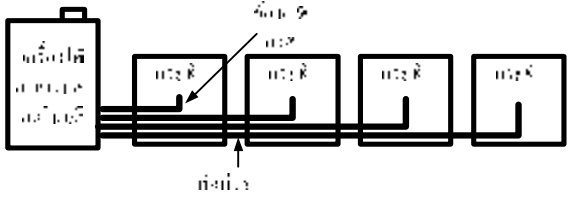
(ก) แบบที่ 1



(ข) แบบที่ 2

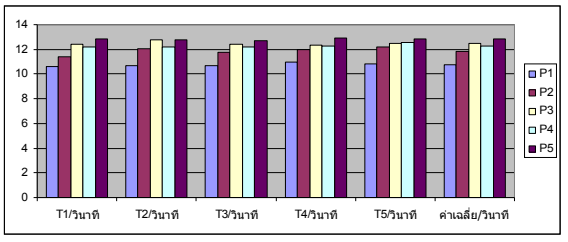


(ค) แบบที่ 3

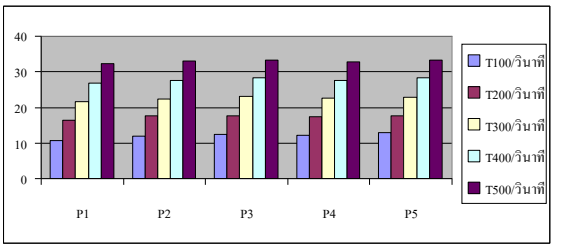


(ง) แบบที่ 4

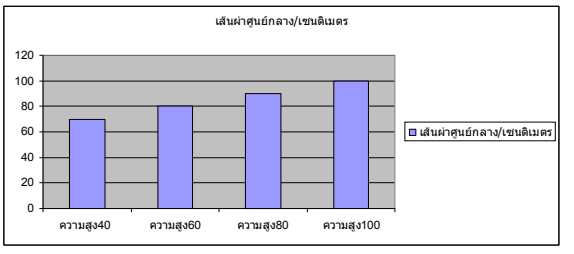
ภาพที่ 10 การติดตั้งเครื่องให้อาหารปลาในกระชังแบบอัตโนมัติเพื่อใช้งานกับกระชังเลี้ยงปลารูปแบบต่างๆ



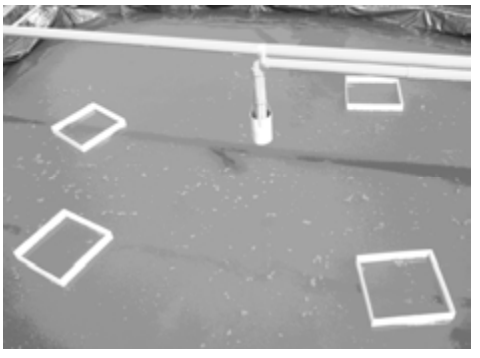
ภาพที่ 11 การทดลองการจ่ายปริมาณอาหารโดยใช้ความยาวท่อลำเลียงที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 12 การทดลองการปล่อยอาหารปลาตามความยาวท่อที่ความยาวแตกต่างกันปริมาณอาหารที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 13 ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางการกระจายของอาหารตามระดับความสูงของหัวจ่ายอาหารในระดับที่แตกต่างกัน



ภาพที่ 14 การจ่ายอาหารของหัวจ่ายในกระชัง ที่ระดับความสูง 40 เซนติเมตร

(3) ชุดเลือกบ่อ ในการให้อาหารปลาในกระชังทั้ง 4 กระชัง ได้มีการออกแบบให้มีท่อจำนวน 4 ชุด ที่ต้องจ่ายอาหารในกระชัง ทำให้ต้องมีเครื่องมือที่ทำหน้าที่สลับท่อทั้ง 4 ท่อเพื่อเชื่อมต่อท่อจ่ายอาหารเข้ากับท่อจากชุดแอร์เจ็ทปั๊มเพื่อจ่ายอาหารให้กับกระชังจนครบทั้ง 4 กระชัง โดยมีสเต็ปมอเตอร์ทำหน้าหมุนเลือกบ่อ แสดงดังภาพที่ 8

จากส่วนประกอบแต่ละส่วนถูกนำมาประกอบเข้ากับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ชุดแอร์เจ็ทปั๊ม ชุดสำเลียงอาหาร ชุดเลือกบ่อ มีเซนเซอร์ตรวจสอบสภาวะการทำงานร่วมกับไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นมันสมองของระบบและแสดงผลผ่านชุดแสดงผล ชุดเครื่องให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติหลังจากประกอบเข้ารับระบบแสดงดังในภาพที่ 9

3.2 การทดสอบการทำงานของเครื่องให้อาหารปลาในกระชังแบบอัตโนมัติ

ในการออกแบบเครื่องให้อาหารปลาในกระชังแบบอัตโนมัติ ถูกนำมาติดตั้งและทดสอบการทำงานในกระชังเลี้ยงปลาปลาทับทิม จำนวน 4 กระชัง มีการทดสอบการทำงานในลักษณะกระชังแบบต่างๆ

จำนวน 4 รูปแบบ ดังแสดงในภาพที่ 10 และได้ทำการทดลองจ่ายอาหารผ่านท่อลำเลียงอาหารในรูปแบบ 5 ลักษณะดังนี้ (1) P1 คือ ขนาดท่อตรงยาว 4 เมตร (2) P2 คือ ขนาดท่อตรงยาว 8 เมตร (3) P3 คือ ขนาดท่อตรงยาว 12 เมตร (4) P4 คือ ขนาดท่องอ 90 องศา 8 เมตร (4+4 เมตร) และ (5) P5 คือ ขนาดท่องอ 90 องศา ยาว 12 เมตร (4+4+4 เมตร) ตามลำดับ เพื่อตรวจสอบระยะเวลาที่ใช้ในการจ่ายอาหารจากเครื่องถึงบ่อปลาแต่ละครั้งในจำนวนที่กำหนด ภาพที่ 11 แสดงผลการทดลองการจ่ายปริมาณอาหารจำนวน 100 กรัมในท่อ 5 รูปแบบ (P1-P5) ตามลำดับ จากผลการทดลองพบว่าขนาดความยาวท่อและรูปแบบการต่อที่เพิ่มข้อต่องอแบบ 90 องศา เวลาในการจ่ายอาหารในท่อแต่ละแบบมีค่าใกล้เคียงกันโดยท่อขนาดสั้นสุดจะใช้เวลาน้อยที่สุดประมาณ 10 วินาที และท่อขนาดยาวสุดใช้เวลาประมาณ 13 วินาที ภาพที่ 12 แสดงค่าเฉลี่ยในการปล่อยอาหารปลาตามความยาวท่อที่ความยาวแตกต่างกันเมื่อใช้ปริมาณอาหารจำนวน 100 200 300 400 และ 500 กรัม ตามลำดับ จากรูปจะเห็นได้ว่าเมื่อมีการจ่ายอาหารจำนวน 500 กรัม จะใช้เวลาประมาณ 30 วินาที ภาพที่ 13 แสดงการทดลองในการหาค่าเส้นผ่าศูนย์กลางการกระจายของอาหารตามระดับความสูงที่ต่างกันโดยกำหนดระดับความสูงที่ระดับ 40 60 80 และ 100 เซนติเมตร ตามลำดับ จากการทดสอบการทำงาน พบว่าระยะความสูงของหัวจ่ายอาหารจะแปรผันตรงกับเส้นผ่าศูนย์กลางของระยะการกระจายอาหาร และที่ระดับความสูงของท่อจ่ายอาหารสูง 60 เซนติเมตร สามารถจ่ายอาหารได้ระยะเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 เซนติเมตร ภาพที่ 14 แสดงการจ่ายของหัวจ่ายอาหารระดับความสูงในกระชังเลี้ยงปลา ในการติดตั้งระดับความสูงนั้นจะขึ้นอยู่กับความกว้างของกระชังเพื่อให้อาหารมีการกระจายอย่างทั่วถึง

4. ผลการทดลอง

เครื่องให้อาหารปลาในกระชังแบบอัตโนมัติ ถูกนำมาทดลองเลี้ยงปลาทับทิมในบ่อเลี้ยงปลา ในพื้นที่ลุ่มน้ำทะเลสาบสงขลา ตำบลเกาะยอ อำเภอเมือง จังหวัดสงขลา ซึ่งมีผู้เลี้ยงปลาในกระชังจำนวนมาก ได้ทำการทดลองเลี้ยงปลาทับทิมในกระชัง ขนาด 4X4 เมตร จำนวน 4 กระชัง (ปลาทับทิมที่ผ่านการอนุบาล จำนวนบ่อละประมาณ 1,000 ตัว) ตลอดระยะเวลา 8 เดือน (จำนวน 2 รุ่น) จากการทดลองพบว่าเครื่องให้อาหารปลาฯ สามารถทำงานได้ดีตามที่ได้ออกแบบไว้ อัตราการรอดและการเจริญเติบโตของปลาทับทิมใกล้เคียงกับบ่อเลี้ยงปลาแบบที่ให้อาหารด้วยแรงงานคน (อัตราการรอดประมาณ 85 เปอร์เซ็นต์) และจากการเก็บข้อมูลตลอดระยะเวลา 8 เดือน พบว่าปริมาณอาหารปลาที่ใช้ในการเลี้ยงปลาด้วยเครื่องให้อาหารปลาในกระชังแบบอัตโนมัติ มีจำนวนลดลงจากเดิมประมาณ 13 เปอร์เซ็นต์ (ค่าเฉลี่ยจากอาหารปลาทุกเบอร์) เมื่อเปรียบเทียบกับการเลี้ยงปลาโดยให้ที่ใช้แรงงานคนเป็นผู้ให้อาหาร

5. สรุปผลการทดลอง

เครื่องให้อาหารปลาในกระชังแบบอัตโนมัติโดยใช้เทคนิคการปั๊มลมในการลำเลียงอาหารปลาให้ไหลไปตามท่อจนถึงกระชังบ่อปลานี้ สามารถให้อาหารปลาในกระชังได้ตามเวลาและปริมาณที่กำหนด จำนวน 4 กระชัง การตั้งเวลาและปริมาณอาหารแต่ละบ่อทำได้อย่างอิสระ สามารถโปรแกรมเวลาให้อาหารได้สูงสุด วันละ 6 เวลา ตัวถังอาหารสามารถบรรจุอาหารปลาได้สูงสุด 35 กิโลกรัม ใช้กับอาหารปลาชนิดเม็ดได้ทุกขนาด เมื่ออาหารใกล้หมดและอาหารหมดจะมีระบบเสียงเตือนเป็นจังหวะๆ โดยสามารถปรับระดับความดังของเสียงได้ เครื่องให้อาหารปลาสามารถจ่ายอาหารได้เที่ยงตรงโดยมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยสูงสุด 5 เปอร์เซ็นต์ ผลจากการเลี้ยงปลาทับทิมโดยใช้เครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติ ส่งผลทำให้สามารถลดแรงงานคนในการให้อาหารปลาและจำนวนอาหารปลามีความถูกต้องตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยสามารถลดอาหารที่ใช้เลี้ยงปลาได้สูงถึง 13 เปอร์เซ็นต์ นอกจากนั้นเครื่องให้อาหารปลายังถูกออกแบบให้สามารถทำงานได้ทั้งจากระบบแหล่งจ่ายไฟฟ้า 220 โวลต์ และจากแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ จึงเหมาะสำหรับเกษตรกรและผู้เลี้ยงปลาในกระชังจะนำไปใช้เพื่อลดต้นทุนในการเลี้ยงปลาในกระชังต่อไป

6. เอกสารอ้างอิง

[1] ศุทธินี กล่อมแสร์. 2549. เครื่องให้อาหารปลากึ่งอัตโนมัติ. *[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://industrial.uru.ac.th/~library1/PDF/manufac49/p7.pdf* (15 มกราคม 2552)

[2] ยุพินท์ วิวัฒนชัยเศรษฐ. เครื่องให้อาหารสัตว์น้ำอัตโนมัติ. *[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.nicaonline.com/webboard/index.php?topic=2693.0 (15 มกราคม 2552)*

[3] นักศึกษาอาชีวะกาญจนบุรี. เครื่องเลี้ยงปลาโซลาร์เซลล์. *[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.kanchanaburi.com/kannews/01927.html* (15 มกราคม 2552)

[4] หลักการออกแบบท่อลม. *[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก:http://mte.kmutt.ac.th/mte_learning/Air%20Conditioning/uples5.1.htm* (15 ตุลาคม 2552)

[5] Artificial Motion. สเต็ปมอเตอร์**.** *[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://www.school.net.th/library/webcontest2003/100team/dlnes137/am/robo_site.html* (22 กรกฎาคม 2552)

[6] คอมพิวเตอร์ในงานอุตสาหกรรม. *[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก: http://com-indus.tripod.com/index2.htm* (22 กรกฎาคม 2552)

[7] ประจิน พลังสันติกุล. 2537. PIC Works Example and C Source Code. *บริษัทแอพซอฟต์เทค จำกัด, กรุงเทพ.*

[8] ทีมงานสมาร์ทเลิร์นนิ่ง. 2543. PIC Microcontroller Learning By Doing ด้วยภาษา C ฉบับรวมโปรแกรมและอุปกรณ์ครบชุด. *ห้างหุ้นส่วนสามัญสมาร์ทเลิร์นนิ่ง, กรุงเทพ.*