

## ตู้ปลาอัจฉริยะ

### Intelligent Multi Function Aquarium

ศิริชัย เดิมโชคเกษม และ สุรเชษฐ์ โทวารากา

มหาวิทยาลัยกรุงเทพ

surichai.t@bu.ac.th and surachad.t@bu.ac.th

#### บทคัดย่อ

บทความนี้เป็นกรนำเสนอ “ตู้ปลาอัจฉริยะ” ซึ่งอาศัยการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์สำหรับควบคุมส่วนประกอบของระบบต่างๆ ภายในตู้ปลา เช่น ระบบการเปลี่ยนน้ำโดยอาศัยเครื่องมีวัดค่า pH ที่สามารถตรวจสอบความเป็นกรด-เบสของน้ำจากมูลปลา ระบบกรองของเสียออกจากตู้ปลาที่สามารถหมุนเวียนน้ำระหว่างตู้ปลา กับระบบกรองของเสียแบบอัตโนมัติ ระบบให้อาหารที่ทำหน้าที่ควบคุมการดูแลให้อาหารปลาอย่างสม่ำเสมอ รวมถึงระบบการเปิด-ปิดแสงไฟภายในตู้ปลาที่สามารถทำงานได้ทั้งแบบกำหนดเวลาเปิด-ปิดอัตโนมัติหรือแบบใช้ LDR เป็นตัววัดแสงเพื่อควบคุมแสงสว่างแบบอัตโนมัติ ทั้งนี้ตู้ปลาอัจฉริยะดังกล่าว จะช่วยอำนวยความสะดวกให้แก่ผู้ที่สนใจเลี้ยงปลาได้เป็นอย่างดี

#### Abstract

This paper introduces "Intelligent Multi Function Aquarium" which is operated by applying microcontroller. The microcontroller is used for controlling the complement system. There is a several example will be introduced in the following steps. Firstly, manual water changing system by applying pH measuring equipment. A basically function of PH measuring equipment is used to check a balancing of both acidity and base in water. Acidity and base will be considered on waste matter from fishes. Secondly, a filter system will automatically work by inserting new water in and remove the existing water out of the system continually. Finally, a victual control system, it can automatically feed without human intervention at all time. Moreover, this machine can enter a time set for switching on and off the light automatically. This is also used a LDR to help for the light controlling "How bright of the light is suitable". In the end, Intelligent Multi function Aquarium is provided the convenience to people who are interested and hobbies in fish.

#### คำสำคัญ

ตู้ปลาอัจฉริยะ ,ไมโครคอนโทรลเลอร์ ,ค่า pH ,ควบคุมการดูแลให้อาหารปลา ,LDR

#### 1. บทนำ

การเลี้ยงปลาภายในตู้เลี้ยงปลาที่มีความสวยงามประเภทน้ำจืดได้รับความนิยมอย่างมาก การเลี้ยงเพื่อการค้าหรือการเลี้ยงเพื่อเป็นงานอดิเรก ซึ่งปัญหาสำคัญที่ทั้งผู้เลี้ยงและผู้ค้าประสบเหมือนกันคือต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการดูแลปลา ทั้งในเรื่องของการเปลี่ยนถ่ายน้ำให้มีสภาพเหมาะสมกับการดำรงอยู่ของปลา การให้อาหาร การปิด-เปิดไฟ ฯลฯ ซึ่งนอกจากจะทำให้ผู้เลี้ยงปลาจะเสียเวลาแล้ว ยังต้องรับภาระค่าใช้จ่ายในเรื่องของน้ำ และไฟฟ้า สำหรับการดูแลปลาค่อนข้างมาก

ปัจจุบัน เทคโนโลยีด้านฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์มีความก้าวหน้าไปมาก และได้ถูกนำมาประยุกต์เพื่อใช้สร้างเครื่องมือสำหรับการควบคุมและตรวจสอบระบบต่างๆ ได้เป็นอย่างดี “ตู้ปลาอัจฉริยะ” นอกจากจะเป็นทางเลือกใหม่ ที่ช่วยเพิ่มประสิทธิภาพให้กับระบบตู้ปลาแล้ว ยังทำให้ผู้เลี้ยงและผู้ค้ารู้สึกว่าการเลี้ยงปลาที่สวยงามประเภทน้ำจืดนี้ไม่ใช่เรื่องยุ่งยากอีกต่อไป

#### 2. ที่มาและแรงจูงใจของปัญหา

เนื่องจากผู้เลี้ยงปลาหรือผู้ขายปลาที่สวยงามประเภทน้ำจืดมักประสบกับปัญหาที่ต้องใช้เวลาค่อนข้างมากในการดูแลรักษาปลาและตู้ปลา เช่น ต้องคอยดูแลในเรื่องของการให้อาหาร การปิด-เปิดไฟ สภาพของน้ำ และการเปลี่ยนถ่ายน้ำภายในตู้ปลา ฯลฯ การเลี้ยงปลาผู้จึงกลายเป็นเรื่องยุ่งยากและเป็นภาระหนักสำหรับผู้เลี้ยงปลาเพื่อการค้าและผู้เลี้ยงปลาเป็นงานอดิเรก ที่ส่วนใหญ่มีเวลาไม่มากนัก ดังนั้น ตู้ปลาอัจฉริยะนี้จะช่วยเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้เลี้ยงปลาและผู้ขายปลาในด้านต่างๆ ได้เป็นอย่างดี ด้วยระบบการเปลี่ยนน้ำและการกรองของเสียออกจากตู้ปลา การให้อาหารและการปิด-เปิดไฟในตู้ปลา ซึ่งเป็นการทำงานแบบอัตโนมัติทั้งหมด ซึ่งนอกจากจะช่วยประหยัดเวลา ประหยัดพลังงานน้ำ พลังงานไฟฟ้าให้แก่ประเทศชาติได้แล้ว ยังช่วยลดภาระค่าใช้จ่ายอย่างมีประสิทธิภาพให้แก่ผู้เลี้ยงและผู้ขายปลาผู้ได้เป็นอย่างดี

#### 3. งานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

จากการศึกษาบทความทางวิชาการ และ โครงการงานที่เกี่ยวข้องกับการแก้ปัญหาที่นำเสนอนี้เกิดขึ้นในตู้ปลาอย่างมีประสิทธิภาพนั้น ในอดีตมีงานวิจัยที่แก้ปัญหาการกำจัดน้ำเสียที่เกิดขึ้นมีดังต่อไปนี้

การกำจัดน้ำเสียในตู้ปลา ด้วยการทำงานแบบอัตโนมัติ โดยใช้ PLC ซึ่งทั้งหมดเป็นการทำงานโดยอัตโนมัติ เป็นการทำงานโดยใช้การวนรอบของเวลา ซึ่งสามารถตั้งเวลาตามที่ต้องการได้โดยใช้ Sensor

ระดับน้ำ ในการเลือกกระดบน้ำที่ต้องการจะเปลี่ยน ใช้มอเตอร์ในการควบคุมการจ่ายอาหาร ซึ่งการทำงานลักษณะนี้จะเป็นการตั้งเวลา

ในการทำงานของระบบใหม่นี้ จะเป็นการทำงานโดยการตรวจสอบสภาวะความเป็นกรด-เบส ของน้ำในตู้ปลา ที่เหมาะสมกับการอยู่อาศัยของปลา รวมถึงมีการทำงานด้านอื่นๆ เพิ่มเติม เช่น การเปิด-ปิดไฟในช่วงเวลากลางวันเพื่อความสวยงาม ทั้งแบบอัตโนมัติ และกึ่งอัตโนมัติ การบำบัดน้ำตลอดเวลา ซึ่งเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้ระบบน้ำภายในตู้ นั้น สะอาดและเหมาะสมสำหรับการอยู่อาศัยของปลา การให้อาหารปลา จะเป็นแบบการหนดเวลา เพื่อให้อาหารปลาได้ตามเวลาที่ต้องการ โดยจะมีช่องระบายอาหารชนิดปรับได้ เหมาะสำหรับปริมาณอาหารที่จะให้ เพื่อลดโอกาสของการเหลือของอาหาร อันเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดน้ำเสียภายในตู้ปลาอีกด้วย

ระบบการทำงานนี้ อ้างอิงค่า กรด-เบส ภายในตู้ปลาเพื่อการเปลี่ยนน้ำที่เหมาะสม ซึ่งการหนดเวลานั้น ไม่สามารถบ่งบอกได้ว่า น้ำนั้นเหมาะสมสำหรับปลาที่เลี้ยงแล้วหรือยัง เพราะ ปริมาณอาหาร , จำนวนปลา, ขนาดของตู้, ชนิดของปลา ล้วนมีส่วนทำให้ระบบน้ำภายในตู้ปลามีโอกาสเน่าเสียได้ก่อน/หลัง เวลาที่ตั้ง ซึ่งทำให้เปลืองทรัพยากรน้ำ ฯลฯ

#### 4. รายละเอียดการพัฒนา

##### 4.1 ภาพรวมของระบบ

บทความนี้เป็นงานวิจัยเชิงปฏิบัติการ ผู้วิจัยได้ทำการทดลองด้วยการเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์ และใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ เข้ามาควบคุมระบบการจัดการในเรื่องของคำสั่งต่างๆ เช่น ระบบการเปลี่ยนน้ำ ระบบกรองของเสีย ระบบการให้อาหาร และระบบการเปิด-ปิดไฟในตู้ปลา เพื่อให้เกิดความสะดวกแก่ผู้ใช้งาน โดยผู้วิจัยได้ทำการเก็บรวบรวมข้อมูล และศึกษาข้อมูลเบื้องต้น สำหรับการแก้ปัญหาในระบบเปลี่ยนน้ำ ระบบกรองของเสีย ระบบให้อาหารในตู้ปลา จากโครงการต่างๆ รวมถึงศึกษาข้อมูลจากอินเทอร์เน็ต จากนั้นจึงได้เขียนโปรแกรมสำหรับการออกแบบชุดคำสั่งต่างๆ มีการทดลองด้วยการตรวจวัดค่า pH ในน้ำ เพื่อบ่งบอกถึงคุณภาพน้ำในตู้ปลาทั้งก่อนเลี้ยงและหลังเลี้ยง สรุปผลการทดลองโดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของคุณภาพน้ำ ภายหลังจากที่ได้รับการบำบัด แล้วจึงวัดผลที่เกิดขึ้นจากการพัฒนาในระบบตู้ปลาโดยนำตัวคอนโทรลเลอร์เข้ามาควบคุม

เนื่องจากโครงการนี้มีวัตถุประสงค์หลักในการลดภาระการเลี้ยงปลาผู้สวยงามประเภทน้ำจืด โครงการนี้จึงได้นำไมโครคอนโทรลเลอร์มาควบคุมระบบการทำงานต่างๆ ให้เป็นแบบอัตโนมัติ โดยมีภาพรวมของระบบการทำงานดังนี้

##### 4.1.1 ระบบเปลี่ยนน้ำ

ผู้วิจัยใช้ค่า pH เป็นค่าอ้างอิงในการเปลี่ยนระบบน้ำภายในตู้ปลา

##### 4.1.2 ระบบกรองของเสีย

ผู้วิจัยใช้หลักการกรองของเสียในตู้ปลาด้วยระบบกรองชีวภาพ กล่าวคือ ในมูลปลาจะให้สารแอมโมเนีย ซึ่งสารนี้เป็นอันตรายต่อปลา แต่จะมีแบคทีเรีย “Nitrosomonas” ที่เกิดขึ้นได้เองตามธรรมชาติ ทำหน้าที่แปรสภาพแอมโมเนียเป็นไนไตรท์โดยใช้ออกซิเจนเป็นตัวช่วยและหลังจากที่ระบบคำสั่งได้เปลี่ยนแอมโมเนียเป็นไนไตรท์หมดแล้ว ก็จะมีแบคทีเรียชื่อ Nitrobacter ทำหน้าที่ย่อยสลายไนไตรท์ให้เปลี่ยนเป็นไนเตรทในที่สุด โดยปลาจะสามารถทนต่อไนเตรทได้มากกว่า แอมโมเนียและไนไตรท์หลายเท่า ดังนั้นการนำหินพัมมิส เซรามิกซิงส์และ ประการังมาไว้ในตู้ปลา จึงเปรียบเสมือนกับการสร้างแหล่งที่อยู่ให้กับแบคทีเรียไว้ในระบบตู้กรอง แบคทีเรียเหล่านี้จะเจริญเติบโตและขยายพันธุ์ซึ่งจะเป็นประโยชน์ต่อการย่อยสลายสารเคมีที่เป็นอันตรายต่อปลาดังที่กล่าวมาข้างต้น

##### 4.1.3 ระบบการให้อาหาร

ผู้วิจัยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการให้อาหารแบบอัตโนมัติ โดยที่ผู้ใช้งานสามารถกำหนดปริมาณการให้อาหารปลาเป็นจำนวนครั้งต่อวันได้

##### 4.1.4 ระบบแสงไฟ

ผู้วิจัยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ควบคุมการเปิด-ปิดหลอดไฟภายในตู้ปลาโดยอ้างอิงจากเวลาปัจจุบัน หรือใช้การตรวจจับแสงของ LDR หลอดไฟภายในตู้ปลาจะเปิด-ปิดอัตโนมัติตามสภาพความเหมาะสมของแสงสว่างที่ได้ตั้งค่าไว้

#### 4.2 การออกแบบและพัฒนาระบบ

ผู้วิจัยได้ศึกษาข้อมูลจากโครงการงานตู้ปลาระบบอัตโนมัติที่ควบคุมโดย PLC เพื่อใช้เป็นแนวทางในการดำเนินงานและศึกษาข้อมูลของอุปกรณ์ซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ที่เกี่ยวข้องในการพัฒนาระบบตู้ปลาอัจฉริยะ ดังนี้

##### 4.2.1 อุปกรณ์ฮาร์ดแวร์

1. ไมโครคอนโทรลเลอร์ 1 เครื่อง ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานทั้งระบบ
2. pH มิเตอร์ 1 เครื่อง ทำหน้าที่เปลี่ยนน้ำของระบบโดยอ้างอิงจากค่า pH
3. วงจรวัดค่าแสง 1 ชุด ทำหน้าที่วัดปริมาณแสง
4. วงจรวัดระดับน้ำ 2 ชุด ทำหน้าที่ตรวจสอบปริมาณน้ำโดยประมาณ
5. วงจรชุดขับรีเลย์ 2 ชุด ทำหน้าที่รับอินพุท และ เอาท์พุทของไมโครคอนโทรลเลอร์
6. ชุดให้อาหารปลา 1 ชุด ทำหน้าที่ให้อาหารจากการควบคุม
7. วงจรขยาย 2 ชุด ทำหน้าที่ขยายระดับของ pH มิเตอร์ให้ไมโครคอนโทรลเลอร์

8. วงแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ทำหน้าที่ จ่ายไฟคงที่ให้กับวงจรรวมทั้งหมด

**4.2.2 อุปกรณ์ซอฟต์แวร์**

โปรแกรม Raisonance Kit 6.1 ทำหน้าที่เขียน และ คอมไพล์  
โปรแกรม ATMEL Flip 2.1.2 ทำหน้าที่ Flash ลง Memory

**4.2.3 ออกแบบและพัฒนางจรเชื่อมต่อกับอุปกรณ์**

จากการศึกษาบทความดูปลาระบบอัตโนมัติซึ่งควบคุมโดย PLC นี้ทำให้เกิดแนวคิดที่จะให้ระบบทำงานโดยอัตโนมัติ โดยอ้างอิงจากการวัดค่า pH และเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานให้กับดูปลาในด้านอื่น ๆ ด้วย ดังนั้นจึงต้องมีการพัฒนาในส่วนของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์เพิ่มเติมดังนี้

**4.2.3.1 การพัฒนาฮาร์ดแวร์**

นำ pH มิเตอร์ มาเป็นส่วนสำคัญของโครงการ เพื่อตรวจสอบค่ากรด-เบสในน้ำ

ออกแบบชุดวัดแสงเพื่อให้สามารถเปิด-ปิดไฟตามค่าแสงโดยอัตโนมัติ และในขณะที่เดียวกันยังต้องสามารถทำงานตามแบบปกติได้

ออกแบบชุดควบคุมต่าง ๆ เช่น บีมน้ำ , วาล์วเครื่องซักผ้า และเครื่องให้อาหารปลา

ออกแบบวงจรตรวจสอบระดับน้ำ เพื่อตรวจสอบระดับน้ำในปริมาณคร่าว ๆ

ออกแบบวงจรขยายสัญญาณ เพื่อใช้ขยายสัญญาณให้แก่ไมโครคอนโทรลเลอร์

ออกแบบวงจรจ่ายไฟกระแสตรง เพื่อให้วงจรต่างๆ มีแหล่งจ่ายไฟที่คงที่ และระดับที่พอดี

**4.2.3.2 ส่วนประกอบของฮาร์ดแวร์**

การออกแบบด้านฮาร์ดแวร์นั้นจะเป็นการออกแบบแต่ละส่วนของการทำงาน ดังนี้

**4.2.3.2.1 วงจรควบคุม**



การออกแบบวงจรส่วนควบคุมหลัก เพื่อควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ซึ่งเป็นตัวกลางการติดต่อระหว่างผู้ใช้กับอุปกรณ์ โดยหลักการการทำงานของส่วนควบคุมจะเป็นส่วนสำคัญ ช่วยสร้างสัญญาณควบคุมการทำงานของอุปกรณ์รอบข้าง และทำการประมวลผล โดยโครงการชิ้นนี้ได้เลือกใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ CP-JR51AC 2V 2 สำหรับควบคุมการทำงานทั้งระบบ

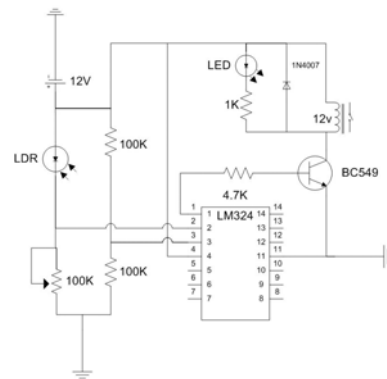
**4.2.3.2.2 อินพุต/เอาต์พุต พอร์ต**

บอร์ด CP-JR51AC 2V2 มี อินพุต/เอาต์พุต อยู่ 3 พอร์ต คือ P0, P1, P2, P3 โดยที่ P0, P1, P2 จะมี 8 พอร์ต และ P3 จะมี 6 พอร์ต โดยเลือก อินพุต ที่ พอร์ต P1.0 – P1.7 และ เอาต์พุต ที่พอร์ต P3.2 – P3.7 โดยแต่ละพอร์ตจะมีการทำงานดังนี้

ตารางที่ 1 แสดงการทำงานของอินพุต/เอาต์พุตของ CP-JR51AC2 V2

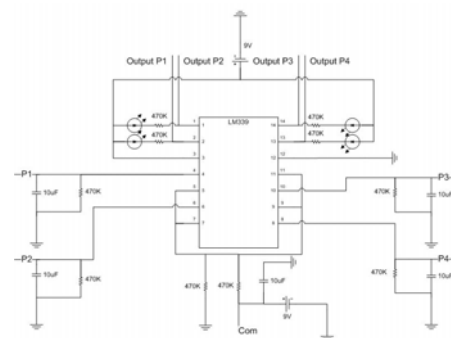
หน้าที่	พอร์ต
อ่านค่า เซนเซอร์ ระดับน้ำตู้กรอง	P1.1
อ่านค่า เซนเซอร์ ระดับน้ำดูปลา	P1.3
อ่านค่า เซนเซอร์ pH มิเตอร์	P1.4
ควบคุมการปิด-เปิดบีมน้ำ	P3.2 – P3.3
ควบคุมวาล์วน้ำเข้าดูปลา	P3.4
ควบคุมการให้อาหารปลา	P3.5
ควบคุมวงจรการวัดค่า pH	P3.6

**4.2.3.2.3 รูปวงจรถูวัดแสง**



การออกแบบวงจรมีจะเป็นส่วนการทำงานของ LDR แล้วไปขับรีเลย์เพื่อเปิด-ปิดสวิทซ์ในการเปิดหลอดไฟภายในตู้ปลา โดยวงจรมีจะไม่ผ่านเข้าในส่วนของอินพุต

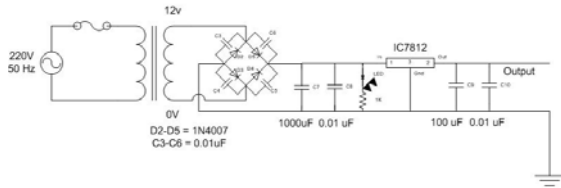
**4.2.3.2.4 รูปวงจรถตรวจสอบระดับน้ำ**



เป็นวงจรที่ใช้วัดระดับน้ำในตู้ปลาโดยการวางสาย Com ไว้ที่ ลึกสุดของตู้ปลาและตู้กรอง ส่วน P1 ,P2 ,P3 ,P4 จะเป็นจุดบอกระดับน้ำในแต่ละระดับที่ต้องการ การทำงานดูปลาจะมีจุดวัดระดับน้ำ 1 จุดส่วนตู้

กรองจะมีจุดวัดระดับน้ำ 1 จุด โดยวงจรนี้จะส่งอินพุตไปยังวงจรบัฟเฟอร์ก่อนจะเข้า ไมโครคอนโทรลเลอร์

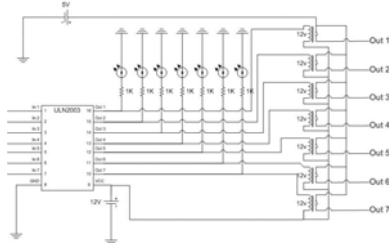
#### 4.2.3.2.5 รูปวงจรถ่ายไฟกระแสสลับที่



เป็นวงจรที่แปลงกระแสไฟหลังจากผ่านหม้อแปลง AC 12V เป็น DC 12 V ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับทุกวงจรที่ออกแบบขึ้น 4.2.3.2.6 รูปวงจรถดควบคุมต่างๆ

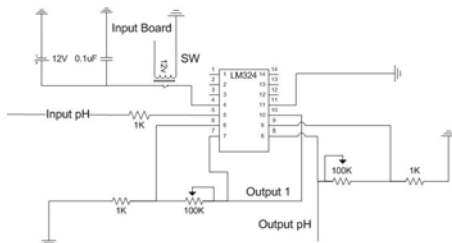
เป็นวงจรที่ออกแบบขึ้นให้รับสัญญาณ เอาต์พุต จาก ไมโครคอนโทรลเลอร์ แล้วไปขับรีเลย์ โดยรีเลย์แต่ละตัวนั้นจะเป็นสวิทช์ของอุปกรณ์ต่างๆที่จะให้ระบบควบคุมอีกที

#### 4.2.3.2.7 วงจรบัฟเฟอร์



เป็น วงจร เชื่อม ระหว่าง วงจร วัด ระดับ น้ำ กับ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ทำหน้าที่รับ เอาต์พุต ของวงจรวัดระดับน้ำและไปควบคุมรีเลย์เพื่อเปิด-ปิด สัญญาณ อินพุต ควบคุมเข้าบอร์ด ซึ่งประโยชน์ของวงจรมีคือ เอาต์พุต ที่ส่งออกมาจากวงจรตรวจวัดระดับน้ำนั้นจะมีค่าเอาต์พุต ออกมาเพิ่มขึ้นจาก 0 โวลต์ จนถึง 3 โวลต์ ซึ่งบอร์ดจะไม่สามารถแบ่งแยกสัญญาณล่อจิกได้ว่าเป็น Low หรือ High จึงจำเป็นต้องใช้รีเลย์ทำหน้าที่เป็นสวิทช์ปิด-เปิดระหว่าง 0 โวลต์ กับ 5 โวลต์ ที่คือ Pull Up ไว้

#### 4.2.3.2.8 รูปวงจรถายขยาย



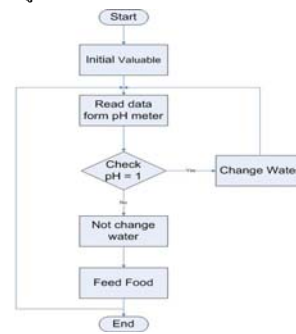
วงจรถายขยายเนื่องจากการวัดค่า pH ที่ได้จากแท่งอิเล็กโทรดนั้น ช่วงค่า pH ที่กำหนดไว้อยู่ที่ 6.5 – 7.5 แต่ความต่างศักย์ทางไฟฟ้าจะอยู่ที่ 25มิลลิโวลต์ จึงจำเป็นต้องขยายสัญญาณเพื่อนำมาใช้เป็นอินพุตเข้าบอร์ดต่อไป โดยการขยายสัญญาณครั้งแรกจากช่วง pH ที่กำหนดนั้นจะขยายได้สูงสุดที่ 2.9 โวลต์ จึงจำเป็นต้องขยายสัญญาณอีกเพื่อให้ได้ความต่างศักย์อยู่ที่ 7.0-7.5 โวลต์ เพื่อใช้ในการขับรีเลย์ในการส่งอินพุตเข้าสู่บอร์ด



ตู้ปลาและตู้กรอง

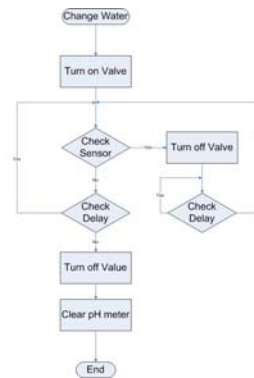
#### 4.2.3.3 การพัฒนาซอฟต์แวร์

ผู้วิจัยใช้โปรแกรม Reasonance Kit 6.1 ทำหน้าที่เขียน และคอมไพล์ และ ใช้โปรแกรม Flip 2.1.2 ทำหน้าที่ Flash ลง Memory โดยกลไกการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงานของตู้ปลาที่พัฒนา มีแผนผังการทำงานดังรูป



รูปที่ 1 กลไกการทำงานของโปรแกรมควบคุมตู้ปลา

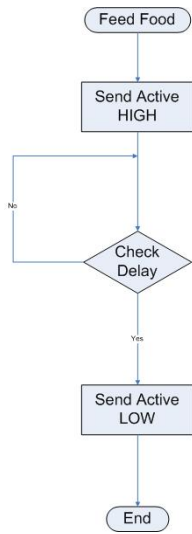
กลไกการทำงานของโปรแกรมควบคุมตู้ปลา เริ่มจากการอ่านค่าจาก pH มิเตอร์ จากนั้นจึงนำค่ามาตรวจสอบ ค่าที่อยู่ในช่วง 8-6 จะไม่มีการทำงานใด ๆ แต่ถ้าอยู่นอกช่วงที่กำหนดไว้จะให้ทำงานเปลี่ยนน้ำภายในตู้ปลา จนมีค่า pH เป็นปกติ และในขณะที่เดียวกันก็ยังมีตรวจสอบเวลาเพื่อให้อาหารปลาอีกด้วย



รูปที่ 2 กลไกการเปลี่ยนน้ำภายในตู้ปลา

สำหรับกลไกการทำงานการเปลี่ยนน้ำในตู้ปลา ถ้าโปรแกรมอ่านค่าจาก pH มิเตอร์ว่ามีค่า pH เกินจากที่กำหนดไว้ ระบบจะสั่งให้มีการเปลี่ยนน้ำ โดยจะเปิดวาล์วน้ำเข้าก่อน หลังจากนั้นตรวจระดับน้ำตู้กรองเพื่อป้องกันไม่ให้น้ำล้น และหน่วงเวลาไว้เพื่อให้ในตู้เจือจางน้ำสะอาดเข้าไปโดยยังวนน้ำอยู่ภายในตู้ปลา หลังจากหมดช่วงเวลา จะปิดวาล์วน้ำ

อัตโนมัติเพื่อหยุดการนำน้ำเข้าสู่ปลา และสับสวิทช์เพื่อเคลียร์ค่า pH สำหรับใช้ในการตรวจสอบค่าครั้งต่อไป โดยมีแผนผังการทำงานดังรูป



รูปที่ 3 กลไกการให้อาหารปลา

กลไกการทำงานของกรให้อาหารปลาจะเริ่มจากการตรวจสอบเวลาโดยจะส่งค่าไปให้สวิทช์เพื่อเปิดการทำงานให้อาหารปลา และช่วงเวลาเพื่อให้ปริมาณอาหารตามต้องการหลังจากนั้นจะปิดสวิทช์การให้อาหาร

### 4.3 ข้อจำกัดของระบบ

1. การใช้งานส่วนของ pH นั้น มีความคลาดเคลื่อนเป็นอย่างมากจากระบบกำลังขยายส่วนที่เป็นแท่งอิเล็กโทรดแก้วเข้าสู่ระบบนั้น จำเป็นต้องขยายด้วยกำลังขยายสูง
2. การนำน้ำใหม่เข้ามานั้นต้องเป็นระบบน้ำที่มีแรงดันพอสมควรเพื่อผ่านระบบกรองคาร์บอนได้
3. ไฟฟ้าเพื่อการทำงานของระบบต้องมีระบบไฟสำรอง ซึ่งจะเกิดจากถ่านไฟฉายได้

## 5. การทดสอบการใช้งาน

### 5.1 สภาพแวดล้อมในการทดสอบ

ทดสอบในสภาพแวดล้อมปกติ

### 5.2 ผลการทดสอบและการวิจารณ์ผล

การทดสอบระบบตู้ปลานั้นจะแบ่งออกได้ 4 ระบบโดยแต่ละระบบจะมีผลการทดสอบดังนี้

#### 5.2.1 การทดลองในส่วนของระบบเปลี่ยนน้ำ

เมื่อ pH มิเตอร์อ่านค่าของน้ำในตู้กรองแล้วมีค่ามากกว่า 25 มิลลิโวลต์ หรือ pH ที่อยู่นอกเหนือจากช่วง 6.5 - 7.5 ระบบจะเปลี่ยนน้ำโดยการปิดปั้มน้ำจากตู้กรองล่างและเปิดวาล์วน้ำใหม่เข้าสู่ตู้กรองเพื่อให้ น้ำในระบบสั้นทั้งไปผ่านทางท่อน้ำสั้นของตู้กรองล่าง ความสกปรกในตู้ปลารวมถึงไนเตรทจะเจือจางลงจนเมื่อระดับค่า pH ที่แท่งอิเล็กโทรดอ่านได้ลดลงน้อยกว่า 25 มิลลิโวลต์ หรือ อยู่ในช่วงของ pH 6.5 - 7.5 ระบบจะ

กลับไปควบคุมการหมุนเวียนน้ำตามปกติ และเมื่อระบบกำลังทำการเปลี่ยนน้ำตู้ปลา หลอดไฟ LED หน้าตู้จะสว่างเพื่อแสดงสถานะ Change Water ทำให้ทราบว่ระบบกำลังเปลี่ยนน้ำ และเมื่อระบบทำการเปลี่ยนน้ำตู้ปลา ปั้มน้ำจากตู้กรองจะหยุดการทำงาน เพื่อให้ น้ำจากตู้ปลาไหลลงสู่ตู้กรองเมื่อระดับน้ำในตู้กรองเพิ่มขึ้นจนถึงระดับท่อน้ำสั้น น้ำก็จะถูกเปลี่ยนทั้งไปจากตู้ปลา ส่วนถังกรองคลอรีนมีไว้เพื่อกรองคลอรีนจากน้ำประปาก่อนจะเข้าสู่ตู้กรอง โดยมีวาล์วน้ำไฟฟ้าคอยควบคุมการปิด-เปิดของน้ำซึ่งถูกควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์อีกที

ในขณะที่มีการปั้มน้ำตู้ปลา โปรแกรมจะสั่งให้ปั้มน้ำลงสู่ตู้กรองและท่อควบคุมปลาซึ่งต่อไว้กับสายดูดย่อยๆ โดยจะใส่ไว้ข้างใต้ลาดกรองใต้ตู้ปลาทั้ง 3 ถาดและมีท่อควบคุมปลาต่อไว้ถาดละ 4 ท่อ เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับจะใช้ระบบกักน้ำภายในตู้ปลาทำให้น้ำไหลจากตู้ปลาลงสู่ตู้กรองจนสั้นจึงจำเป็นต้องมีวาล์วน้ำปิดกั้นไว้ที่ตู้กรองล่างเพื่อปิดน้ำที่ไหลลงจากตู้ปลา เนื่องด้วยความต่างศักย์ระหว่างแท่งอิเล็กโทรดมีความต่างศักย์อยู่ที่ช่วง 25 มิลลิโวลต์จึงต้องใช้วงจรขยายในการขยายสัญญาณนั้นเพื่อนำมาใช้ในการขับรีเลย์ในการให้ลอจิก High เข้าสู่บอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ต่อไป และวงจรกระแสที่นั้นจะทำหน้าที่เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับวงจรขยายโดยรับไฟกระแสสลับ 12 โวลต์เข้ามาจากหม้อแปลง

### 5.2.2 การทดลองในส่วนของระบบกรองของเสียโดยใช้

หลักการกรองโดยใช้ระบบกรองชีวภาพในตู้ปลา

การหมุนเวียนน้ำในระบบปิดระหว่างตู้กรองล่างและตู้ปลาโดยใช้เซนเซอร์เป็นตัวบอกถึงระดับน้ำภายในตู้ปลา โดยที่ เซนเซอร์ ทั้ง 2 ตัวนี้จะเป็นอินพุท ที่ใช้อ้างอิงของระดับน้ำของทั้งสองตู้ผ่านเข้า MCS-51 โดยจะเข้าไปควบคุมปั้มน้ำทั้ง 2 ตัว เพื่อที่จะรักษาระดับของน้ำในตู้กรองล่างและตู้ปลาให้คงที่ตลอดเวลา เช่นเซนเซอร์บอกระดับน้ำในตู้ปลา จะส่งอินพุทเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดเพื่อให้ทราบถึงระดับน้ำ ป้องกันน้ำสั้นจนท่วมเครื่องวัด pH มิเตอร์ จากนั้นท่อน้ำจากตู้กรองซึ่งผ่านการกรองของเสียภายในตู้กรองจะถูกปั้มน้ำขึ้นไปยังตู้ปลาเพื่อหมุนเวียนน้ำในระบบกรองของเสีย เมื่อเกิดเหตุการณ์ไฟฟ้าดับจะทำให้เกิดกักน้ำเกิดขึ้น น้ำจะไหลจากตู้ปลาลง ตู้กรองจนสั้นจึงจำเป็นต้องมีวาล์วน้ำปิดกั้นไว้ที่ตู้กรองล่างเพื่อปิดน้ำที่ไหลลงจากตู้ปลา ส่วนชุดวงจรที่ใช้ตรวจวัดระดับน้ำสามารถวัดระดับน้ำได้ 4 ระดับ ก่อนจะส่งสัญญาณไปที่ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด แต่เนื่องจากสัญญาณที่ส่งออกจากวงจรวัดระดับน้ำนั้นจะแสดงค่าลอจิก Low และ High ไม่ชัดเจนเนื่องจากความต่างศักย์ที่ส่งออกมาจะค่อยๆเพิ่มขึ้นจนไฟสว่าง คือ 0 - 2.9 โวลต์ ไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ดนี้ไม่สามารถแยกลอจิกได้ วงจรนี้จะทำการส่งสัญญาณนั้นแบ่งแยกลอจิก Low และ High ได้ชัดเจนยิ่งขึ้น

### 5.2.3 การทดลองในส่วนของระบบแสงสว่างภายในตู้ปลา

พบว่าเมื่อแสงสว่างลดลงกว่าปริมาณที่กำหนด ตัววงจรตรวจจับแสงก็จะทำงานเพื่อเปิดหลอดนีออนภายในตู้ปลา เมื่อระบบเปิด

ไฟอัติโนมติทำงานหลอดไฟ LED แสดงสถานะ Light Sensor จะสว่าง เพื่อให้ทราบว่ระบบเปิดไฟอัติโนมติกำลังทำงานอยู่ ส่วนวงจรควบคุม การเปิด-ปิดไฟในเวลากลางคืนใช้ LDR เป็นตัวเซนเซอร์ในการวัดค่า แสงโดยสามารถใช้ความต้านทานปรับค่าได้ในการปรับปริมาณแสงหรือ ความสว่างที่ต้องการ การเปิดไฟส่วนวงจรกระแสคงที่นั้นจะเป็น แหล่งจ่ายไฟเลี้ยงให้กับวงจรควบคุมการเปิด-ปิดไฟและวงจรอื่นๆ

#### 5.2.4 การทดลองในส่วนของระบบให้อาหารปลา

เครื่องจะทำงานตามหน่วงเวลาที่กำหนดไว้ตาม โปรแกรมที่ เขียน และจะแสดงสถานะการให้อาหารปลาเมื่อครบกำหนดเวลาที่ กำหนดไว้ในไมโครคอนโทรลเลอร์บอร์ด

## 6. บทสรุป

การทำโครงงานครั้งนี้ได้แบ่งการทำงานออกเป็น 2 ระยะเวลา คือ โครงงานวิศวกรรม 1 และ โครงงานวิศวกรรม 2 โดยในโครงงาน ระยะเวลาแรกนี้จะเป็นการศึกษาค้นคว้าข้อมูลทั้งหมดพร้อมทั้งความเป็นไปได้ ในการทำโครงงานขึ้นนี้ว่าต้องใช้อุปกรณ์ และรูปแบบวงจรอย่างไรบ้าง เพื่อให้รองรับการทำงานเป็นไปตามรูปแบบ และขอบเขตที่ได้วางแผนไว้ ซึ่งอาจมีการปรับปรุงแก้ไขในส่วนของอุปกรณ์และวงจรจริง ในส่วน ของซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้กับวงจรการทำงานนั้น จะใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 เป็น CPU ควบคุมการทำงาน นอกจากนี้ผู้ปลาที่สร้างขึ้นมาใช้งานเพื่อทดสอบระบบตามแนวคิดที่ ออกแบบไว้แล้ว ผลที่ได้หลังจากทดลองสร้างขึ้นมาใช้งานปรากฏผลที่ได้ นำมาพอใจ โดยผู้ปลาที่สร้างขึ้นนี้สามารถควบคุมดูแลระบบน้ำในตู้ปลา พร้อมทั้งการเปิด-ปิดแสงไฟภายในตู้ปลาและการให้อาหารรวมถึงการ กรองและบำบัดน้ำภายในตู้ปลา โดยเมื่อน้ำภายในตู้ปลาเสีย ระบบก็จะทำ การเปลี่ยนน้ำใหม่อัติโนมติ และเมื่อครบกำหนดเวลาให้อาหารปลา ระบบ ก็จะสั่งงานให้เครื่องทำการให้อาหารปลา รวมทั้งการเปิด-ปิดไฟในเวลา กลางคืน ระบบก็จะควบคุมการเปิด-ปิดไฟแบบอัติโนมติด้วย

จากการทดลอง จะเห็นว่าระบบตู้ปลาสามารถนำไปใช้งานได้จริง โดยนำไปติดตั้งกับตู้ปลาที่ใช้งานอยู่แล้วขนาด 36 นิ้วขึ้นไปโดยไม่ ต้องทำการเจาะตู้หรือตัดตู้ขึ้นมาใหม่

จากการทดลองเปลี่ยนน้ำแบบเจือจางและการเปลี่ยนน้ำแบบ ปกติจะเห็นได้ว่า การเปลี่ยนน้ำแบบเจือจางน้ำจะใช้ในปริมาณ 2,000 ลิตร เพื่อใช้ในการเจือจางน้ำในระบบตู้ปลาจาก pH 5.5 ให้กลายเป็น pH 6.5 โดยมีปริมาณน้ำในตู้ปลาคือ 182 ลิตร แต่วิธีการเปลี่ยนน้ำแบบปกติ ด้วยการปั้มน้ำจากตู้ปลาลงเหลือ 1 ใน 10 ของปริมาณน้ำทั้งหมด แล้วเติมน้ำใหม่จนเต็มตู้ปลา จะใช้น้ำถึง 189 ลิตร

ซึ่งการเปลี่ยนน้ำโดยวิธีการลดปริมาณน้ำในตู้ปลา นั้น ประหยัดน้ำกว่าการเจือจางน้ำ เพราะการเจือจางนั้นจะต้องใช้น้ำใน ปริมาณที่มากกว่าอย่างเห็น ได้ชัด แต่จะได้รับความสวยงามของระดับน้ำ ภายในตู้ปลา

## 6.1 แนวทางการพัฒนาต่อ

6.1.1 การเพิ่มลิขัยบอร์ดจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในเรื่องความยืดหยุ่นของ ระบบ เช่นการกำหนดค่าเวลาในการให้อาหาร ได้เองตามความต้องการ ของผู้เลี้ยง รวมถึงการป้อนค่าของช่วง pH ที่ต้องการเปลี่ยน

6.1.2 การรับค่า pH ที่ป้อนเข้าไมโครคอนโทรลเลอร์ ด้วยแบบดิจิตอล โดยการตรวจค่า pH ที่ใช้จะสามารถอ่านค่าได้ในช่วงที่เท่ากันเช่น 6.5-7.5 หรือ 6.0-8.0 อันเนื่องมาจากความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรดมีค่าเท่ากัน ดังนั้นควรทำการแปลงความต่างศักย์ระหว่างอิเล็กโทรดนั้นเป็นดิจิตอล ก่อนแล้วส่งค่าเป็นเลขฐานสองเข้าไปในไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ รับค่าเป็นตัวแปรและมีลิขัยบอร์ดในการรับค่าด้วย จะทำให้สามารถกำหนดค่าขอบบน-ขอบล่างของ pH ในการเปลี่ยนน้ำได้ อย่างเป็นอิสระเช่น 6.0-7.0

6.1.3 การปรับเปลี่ยนและเพิ่มฟังก์ชันการเปลี่ยนน้ำโดยการลดระดับน้ำให้ เหลือ 1 ใน 10 เพื่อเป็นอีกทางเลือกของการเปลี่ยนน้ำ สำหรับผู้ที่ไม่ ต้องการความสวยงามมากนัก และต้องความประหยัดทั้งเวลา และ ทรัพยากรนี้

## 7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยกรุงเทพที่ เอื้อเฟื้อสถานที่ และอุปกรณ์สำหรับการทดสอบงานวิจัยนี้ ทำให้งานวิจัย สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

## 8. เอกสารอ้างอิง

- [1] ดอนสัน ปงผาบ. 2546. การเขียนโปรแกรมภาษาซีในงานควบคุม. กรุงเทพฯ : สมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี.
- [2] นคร ภักดีชาติ , ชีรบุญย์ หล่อวิเชียรรุ่ง และชัยวัฒน์ ลิ่มพรจิตรวิไล. 2547. ปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ด้วย โปรแกรมภาษา C. กรุงเทพฯ : อินโนเวติฟ.
- [3] วรพจน์ กรแก้ววัฒนกุล. 2547. สนุกกับไมโครคอนโทรลเลอร์ฉบับ MCS-51. กรุงเทพฯ : อินโนเวติฟ.
- [4] ศิริชัย เดิมโชคเกษม , อภิญญา จันทร์ยอแสง และ สุรัชพล สติบุตร. 2541. “ระบบเตือนภัยภายในบ้านโดยใช้ ไมโครคอนโทรลเลอร์”. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตร บัณฑิต สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยกรุงเทพ.
- [5] SCHULTZ , T. 1998. C AND THE 8051. NEW JERSEY : A SIMSON & SCHUSTES.