# การออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับตู้ฟักไข่ในครัวเรือนแบบอัตโนมัติ

# The Design and Construction of Automatic Temperature and Humidity Control System for Incubator in Household

พรหมชัย สุพรรณ[1] และ ชัยพร อัดโดดดร[2]

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ขอนแก่น[1, 2]

199/19 ถ.มิตรภาพ ต.ในเมือง อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40000[1, 2]

E-mail: chaiporn.add@neu.ac.th[2]

**บทคัดย่อ**

บทความนี้นำเสนอการออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับตู้ฟักไข่ในครัวเรือนแบบอัตโนมัติ เพื่อแก้ปัญหาการฟักไข่ตามธรรมชาติ ทำให้อัตราการฟักเป็นตัวสูงขึ้น ทั้งนี้สามารถคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมกับการฟักไข่ และยังมีการดูสถานการณ์ไข่ที่อยู่ภายในตู้ฟักไข่โดยผ่านแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์ได้ แม้ขณะอยู่ไกลไม่สามารถเข้าตรวจเช็คได้อย่างถี่ถ้วน โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิที่ 37 ถึง 38 องศาเซลเซียส และความชื้น 60 ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ได้ พร้อมทั้งควบคุมจำนวนวันของการกลับไข่ ซึ่งโครงสร้างของระบบที่ออกแบบประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและควบคุมความชื้น และถาดกลับไข่ ถาดเกิดสำหรับไก่ที่ฟักออกจากไข่ ถาดใส่น้ำ และปั๊มพ่นหมอก โดยอุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่จะอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 38 องศาเซลเซียส ความชื้นภายในตู้จะอยู่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ไม่เกิน 65 เปอร์เซ็นต์ จากการทดสอบสามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการฟักไข่ได้ และจากการนำไข่ใส่เข้าตู้ฟักไข่จำนวน 84 ฟอง ไข่ที่ฟักเป็นตัว 60 ฟอง และไม่มีเชื้อหรือเชื้อไม่เดิน 24 ฟอง คิดเป็นไข่ที่ฟักเป็นตัว 71 เปอร์เซ็นต์ การทำงานของตู้ฟักไข่ในครัวเรือนนี้สามารถนำไปพัฒนาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมใหญ่ๆ หรือฟาร์มไก่ที่ต้องการตู้ฟักไข่จำนวนมากๆ ต่อไปได้

**Abstract**

This article presents the design and construction of automatic temperature and humidity control system for incubator in household has been applied to the incubator to fix the problem of hatching by nature that require a higher incubation rate, however it can control the optimal temperature and humidity suitable for hatching eggs and also to watch the egg situation inside the incubator through applications in the phone even when far away unable to check thoroughly. It can control temperatures ranging from 3 7 to 3 8 degrees Celsius and humidity ranging from 6 0 to 6 5 percent, as well as controlling the number of days of egg turning. The structure of the system designed includes temperature control and humidity control devices and the egg tray birth

trays for hatching chickens, water trays and mist pump. The temperature inside the incubator is at 37 degrees Celsius, not more than 38 degrees Celsius, the humidity inside the incubator is at 60 percent, not more than 65 percent. From the test, the temperature and humidity can be controlled suitable for incubation and from laying eggs of the 84 eggs put into the incubator, 60 eggs hatched and 24 were unfertilized or uninfected, representing 71 percent of the eggs hatching. In the operation of this incubator in household can be developed for use in large industrial plants or a chicken farm that needs large number of incubators to continue.

**1. บทนำ**

ส่วนใหญ่อาชีพหลักของคนไทยประกอบอาชีพเกษตรกรรม และการเลี้ยงสัตว์เป็นอีกทางเลือกที่ได้รับความนิยมในปัจจุบัน โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเลี้ยงเป็ดและไก่ ซึ่งเป็ดและไก่เป็นสัตว์เศรษฐกิจที่สามารถสร้างรายได้ให้เกษตรกรเป็นอย่างมาก แต่ก็ยังไม่เพียงพอต่อความต้องการของตลาด เนื่องจากเป็ดและไก่เป็นสัตว์ที่ให้ผลผลิตสูง แต่ปัจจุบันเกษตรกรส่วนมากยังไม่ค่อยมีความชำนาญทางด้านเทคโนโลยีมากนัก และยังคงใช้วิธีเดิมๆ ทำให้ผลผลิตที่ได้มานั้นค่อนข้างน้อย และเกษตรกรยังมีความจำเป็นต้องตรวจเช็คสภาพไข่อยู่อย่างสม่ำเสมอ แต่ทั้งนี้ทั้งนั้นเกษตรกรไม่สามารถต้องมาคอยเฝ้าได้ตลอดการฟักตัวของไข่นั้น จึงได้มีการคิดค้นพัฒนาอีกทั้งยังนำเทคโนโลยีใหม่ๆ มาช่วยในเรื่องของการเพิ่มปริมาณผลผลิตอีกทางและวิธีที่จะทำให้สัตว์ปีกอย่างไก่มีผลผลิตมากขึ้น แล้วก็ยังสามารถเพิ่มปริมาณได้อย่างรวดเร็วก็คือการขยายพันธุ์ไก่แต่เนื่องด้วยไก่ออกลูกเป็นไข่ การที่จะทำให้ไข่กลายเป็นตัวได้นั้นเราเรียกกระบวนการนั้นว่า การฟัก ซึ่งการฟักมีด้วยกัน 2 วิธี คือ การฟักไข่ด้วยวิธีธรรมชาติและการฟักไข่ด้วยเครื่องฟักไข่ [1,2] เครื่องฟักไข่จะเป็นตัวที่ช่วยในการฟักไข่โดยใช้เทคโนโลยีที่ทันสมัยเข้ามาเกี่ยวข้องและทำให้เราสามารถฟักไข่ได้ดีกว่าวิธีธรรมชาติซึ่งปัญหาในการฟักไข่ด้วยวิธีแบบธรรมชาตินั้นจะได้ผลผลิตที่น้อยและใช้พื้นที่ในการฟักมาก แต่การฟักไข่ด้วยเครื่องฟักไข่จะได้ผลผลิตที่มีปริมาณมากกว่าและดีกว่า อีกทั้งยังใช้พื้นที่ในการฟักเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับการฟักด้วยวิธีธรรมชาติและยังได้ผลผลิตมากขึ้นอีกด้วย ในการเพิ่มผลผลิตจำเป็นต้องอาศัยปัจจัยต่างๆอย่างเหมาะสมและเพียงพอที่ทำให้การฟักไข่ได้ผลดี การฟักไข่ด้วยเครื่องฟักไข่ได้มีการศึกษาและเรียนรู้วิธีการฟักไข่ตามวิธีธรรมชาติของแม่ไก่ ซึ่งปัจจัยที่มีความสำคัญ ประกอบไปด้วยอุณหภูมิความชื้น การกลับไข่ และการระบายอากาศที่เหมาะสมที่จะช่วยให้การฟักไข่มีความแม่นยำ และเที่ยงตรงมากขึ้น ถ้าควบคุมปัจจัยดังกล่าวได้แล้วการฟักไข่นั้นก็จะมีผลผลิตที่ดีขึ้นตามมาด้วย แต่เครื่องฟักไข่ที่มีอยู่ในปัจจุบันนั้นยังมีปัญหาในการทำงาน คือ เมื่อสภาวะอุณหภูมิและความชื้นภายนอกของเครื่องฟักสูงกว่าอุณหภูมิและความชื้นภายในเครื่องฟักที่กำหนดจะส่งผลทำให้สภาวะอุณหภูมิและความชื้นภายในเครื่องฟักสูงขึ้นตามไปด้วย ทั้งนี้ก็สามารถคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมที่สุดเหมาะกับการฟักไข่ [3] และยังมีการดูสถานการณ์ไข่ที่อยู่ภายในตู้

ฟักไข่ โดยผ่านแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์ได้ แม้ขณะอยู่ไกลไม่สามารถเข้าตรวจเช็คได้อย่างถี่ถ้วน เช่น หมู่บ้านชนบท สวน ไร่นา หรือยอดดอย โดยสามารถควบคุมอุณหภูมิ 37 ถึง 38 องศาเซลเซียส และความชื้น 60 ถึง 65 เปอร์เซ็นต์ได้พร้อมทั้งควบคุมจำนวนวันของการกลับไข่ และสามารถดูสถานการณ์ไข่ที่อยู่ภายในตู้โดยผ่านกล้องที่สามารถเชื่อมต่อผ่านแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์ ซึ่งโครงสร้างของระบบที่ออกแบบประกอบด้วยอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและควบคุมความชื้น และถาดกลับไข่ ถาดเกิดสำหรับไก่ที่ฟักออกจากไข่ ถาดใส่น้ำ และปั๊มพ่นหมอก แต่ละส่วนทำหน้าที่แต่ต่างกันออกไป เช่น อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและควบคุมความชื้นที่สามารถให้อุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมได้ อุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่จะอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส ไม่เกิน 38 องศาเซลเซียส ความชื้นภายในตู้จะอยู่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ ไม่เกิน 65 เปอร์เซ็นต์ สามารถควบคุมอุณหภูมิและความชื้นที่เหมาะสมสำหรับการฟักไข่ [4,5,6] และการทำงานของตู้ฟักไข่ในครัวเรือนนี้ สามารถนำไปพัฒนาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมใหญ่ๆ หรือฟาร์มไก่ที่ต้องการตู้ฟักไข่จำนวนมากๆ ต่อไปได้ งานวิจัยจึงได้ศึกษาเรื่องนี้ เพื่อให้เกษตรกรได้เห็นว่าปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีมากมายที่จะมาช่วยเพิ่มผลผลิตให้มากขึ้น ทำให้การฟักไข่มีประสิทธิภาพมากขึ้น อีกทั้งยังสามารถดูแลในระยะทางที่ไกลได้ โดยมีการนำเอากล้อง IP แบบที่สามารถเชื่อมต่อผ่านแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือได้เพิ่มเติมเข้ามามีส่วนในการช่วยสามารถตรวจดูแลไข่ในขณะที่อยู่ภายในตู้ฟักได้แม้จะอยู่ในระยะทางที่ไกล โดยผ่านแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์ ทั้งนี้ก็จะช่วยให้เกษตรกรประหยัดเวลา และสามารถแบ่งเวลาในส่วนนี้ไปทำอย่างอื่นได้ด้วย ทั้งยังมีอุปกรณ์ตรวจจับความเคลื่อนไหวติดตั้งไว้ภายในตู้อยู่ส่วนของถาดรอง เพื่อช่วยส่งสัญญาณให้รู้ว่ามีลูกไก่เบาะออกจากไข่แล้ว และการใช้ตู้ฟักไข่ในครัวเรือนนี้จะช่วยเพิ่มผลผลิตได้ไม่ต่ำกว่า 60% ต่อ 84 ฟอง ทำให้เกษตรกรสามารถวางแผน รายรับ - รายจ่าย ได้อย่างมีประสิทธิภาพมากขึ้นอีกด้วย

## 2. ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

### 2.1 ปัจจัยการฟักไข่

ปัจจัยหลักของการฟักไข่ด้วยตู้ฟักไข่ ได้แก่

2.1.1 การไหลเวียนของอากาศ ขณะทำงานจะต้องมีการไหลเวียนของอากาศด้วยความเร็วลมประมาณ 7– 8 ฟุต/วินาที ภายในตู้ตลอดเวลาและครอบคลุม ทั่วถึงทุกพื้นที่ภายในตู้ฟัก ขณะเดียวกันจะต้องมีการถ่ายเทอากาศ โดยรับอากาศ (ออกซิเจน) จากนอกตู้เข้าสู่ภายในพร้อมทั้งคลุกเคล้าอากาศที่รับมาใหม่เข้ากับอากาศที่มีอยู่เดิม และขับอากาศภายใน (คาร์บอนไดออกไซด์) ออกสู่ด้านนอกตัวตู้อย่างมีระบบ และมีปริมาณที่เหมาะสม อุปกรณ์หลักที่จะทำหน้าที่นี้ คือ พัดลม และช่องดูดอากาศ - ระบายอากาศ

2.1.2 อุณหภูมิภายใน อุณหภูมิที่เหมาะสมกับการฟักไข่ควรอยู่ที่ระดับ 100 องศาฟาเรนไฮต์หรือ 37.8 องศาเซลเซียส สำหรับการฟัก 98 องศาฟาเรนไฮต์หรือ 36.7 องศาเซลเซียส สำหรับการเกิด อุณหภูมิภายในตู้ฟักต้องกระจายอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ในส่วนนี้ คือ ชุดควบคุมการทำความร้อนเทอร์โมสตัท (thermostat) และตัวทำความร้อน (Heater) ซึ่งตัวทำความร้อนต้องมีขนาดที่

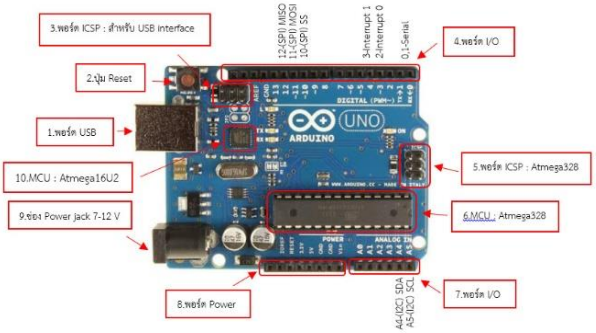
เหมาะสมกับขนาดของตู้ฟักด้วย ขนาดตัวทำความร้อนต่อปริมาตรภายในของตู้ฟักไข่ ควรมีสัดส่วนอยู่ที่ 25-300 วัตต์/ลูกบาศก์ เมตร

2.1.3 ความชื้นสัมพัทธ์ สำหรับการฟัก ความชื้นที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับ 59-60 เปอร์เซ็นต์ (86-87 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 30-30.5 องศาเซลเซียสปรอทเปียก) สำหรับการเกิดความชื้นที่เหมาะสมอยู่ที่ระดับ 60-62 เปอร์เซ็นต์ (87-88 องศาฟาเรนไฮต์ หรือ 30.5-31 องศาเซลเซียสปรอทเปียก) ความชื้นภายในตู้ฟักต้องกระจายอย่างทั่วถึงและสม่ำเสมอ อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ แหล่งกำเนิดความชื้น คือ ถาดน้ำและการควบคุมระดับความชื้นสามารถปรับได้ด้วยช่องดูดระบาย อากาศ ปริมาณน้ำในตู้มาก ความชื้นจะสูงขึ้น น้ำน้อยความชื้นจะลดลงความชื้นจะแปรผันตามปริมาณน้ำและอุณหภูมิ แต่จะแปรผกผันกับปริมาณอากาศเข้า - ออก อุณหภูมิสูงขึ้น ความชื้นจะเพิ่มขึ้น เมื่ออุณหภูมิลด ความชื้นจะลดลง อากาศเข้า - ออกน้อย ความชื้นจะเพิ่มขึ้น อากาศเข้า - ออกมากขึ้น ความชื้นจะลดลง

2.1.4 การกลับไข่ ไข่ที่ฟักตั้งแต่วันที่ 1 จนถึงวันที่ 18 ของการฟัก จะต้องทำการกลับไข่ทุกๆ 1 - 2 ชั่วโมง หรืออย่างน้อยไม่ต่ำกว่าวันละ 6 ครั้ง เพื่อให้กระบวนการเจริญเติบโตของตัวอ่อนเป็นไปอย่างสมบูรณ์ใกล้เคียงกับการฟักตามธรรมชาติมากที่สุด จากวันที่ 18 ถึงวันที่ 21 ของการฟัก ต้องนำไข่ฟักไว้ในถาดเกิด ระยะนี้จะไม่มีการกลับไข่ เนื่องจากตัวอ่อนเจริญเติบโตเต็มที่แล้ว การกลับตัวไปมาจะยากขึ้น และเป็นช่วงที่ตัวอ่อนต้องการความนิ่ง ในการหาตำแหน่งเจาะเปลือก เพื่อการใช้กำลังจากเล็บเท้าและปลายปากเจาะเปลือกไข่ แล้วดันตัวออกจากเปลือกไข่ การกลับไข่ทำได้ทั้งแบบอัตโนมัติและแบบมือบังคับ

## 2.2 ไมโครคอนโทรลเลอร์

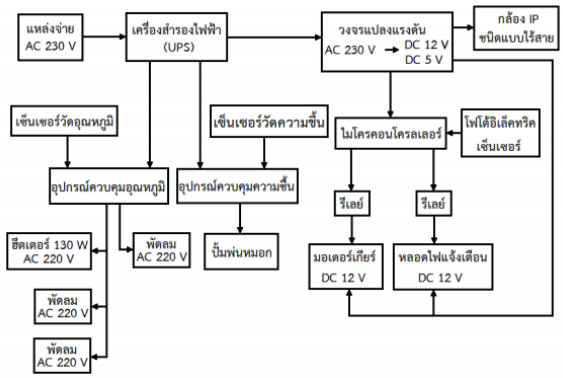
Arduino เป็นบอร์ดไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล AVR ที่มีการพัฒนาแบบ OpenSource คือ มีการเปิดเผยข้อมูลทั้งด้าน Hardware และ Software ตัว บอร์ด Arduino ถูกออกแบบมาให้ใช้งานได้ง่าย ดังนั้นจึงเหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นศึกษา ทั้งนี้ผู้ใช้งานยังสามารถดัดแปลงเพิ่มเติมพัฒนาต่อยอดทั้งตัวบอร์ดหรือโปรแกรมต่อได้อีกด้วยความง่ายของบอร์ด Arduino ในการต่ออุปกรณ์เสริมต่างๆ คือ ผู้ใช้งานสามารถต่อวงจรอิเล็กทรอนิกส์จากภายนอกแล้วเชื่อมต่อเข้ามาที่ขา I/O ของบอร์ด หรือเพื่อความสะดวกสามารถเลือกต่อกับบอร์ดเสริม (Arduino Shield) ประเภทต่างๆ มาเสียบกับบอร์ดบนบอร์ด Arduino แล้วเขียนโปรแกรมพัฒนาต่อได้เลย ในงานวิจัยนี้จะใช้รุ่น Arduino UNO R3 [7]




รูปที่ 1 ตำแหน่งขาของ Arduino UNO R3 [7]

## 3. การออกแบบและสร้างตู้ฟักไข่ในครัวเรือนแบบอัตโนมัติ

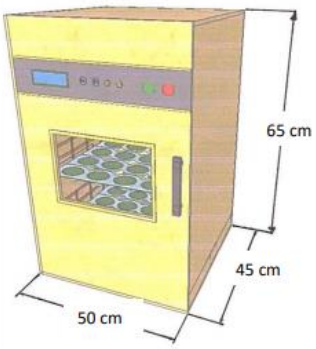
### 3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงาน




รูปที่ 2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานตู้ฟักไข่ในครัวเรือน

### 3.2 โครงสร้างตู้ฟักไข่ในครัวเรือน

ขนาดของตู้ฟักไข่ คือ ความกว้าง 50 เซนติเมตร x ความยาว 45 เซนติเมตร x ความสูง 65 เซนติเมตร และมีถาดกลับไข่จำนวน 2 ถาด ดังนี้




รูปที่ 3 โครงสร้างภายนอกตู้ฟักไข่

รูปที่ 4 โครงสร้างตู้ฟักไข่ในครัวเรือนที่ถ่ายจากภาพจริง

### 3.3 การต่อใช้งานอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิและความชื้น

3.3.1 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ

เลือกใช้อุปกรณ์ชุดควบคุมอุณหภูมิ STC-1000 โดยจะมีขั้วต่อสำหรับต่อเข้ากับฮีตเตอร์ และขั้วต่อสำหรับต่อเข้ากับพัดลมในตัว และในส่วนอุณหภูมิที่เหมาะสม ควรตั้งค่าให้อยู่ในช่วง 37 องศาเซลเซียส - 38 องศาเซลเซียส เพื่อใช้งาน คุณสมบัติของเครื่อง STC-1000 - ช่วงการวัดอุณหภูมิ -50 ถึง 99 องศาเซลเซียส ความละเอียด 0.1 องศาเซลเซียส ความแม่นยำ ±1 องศาเซลเซียส แหล่งพลังงาน 220VAC±10%, 50/60Hz; การบริโภคพลังงานน้อยกว่า 3 วัตต์ เซ็นเซอร์ NTC ช่วงอุณหภูมิที่เครื่องทำงานได้ดี 0 ถึง 60 องศาเซลเซียส ขนาดเครื่อง 75x34.5x85 มิลลิเมตร Sensor error delay: 1 นาที Relay contact capacity: Cool 10A/250VAC; Heat 10A/250VAC

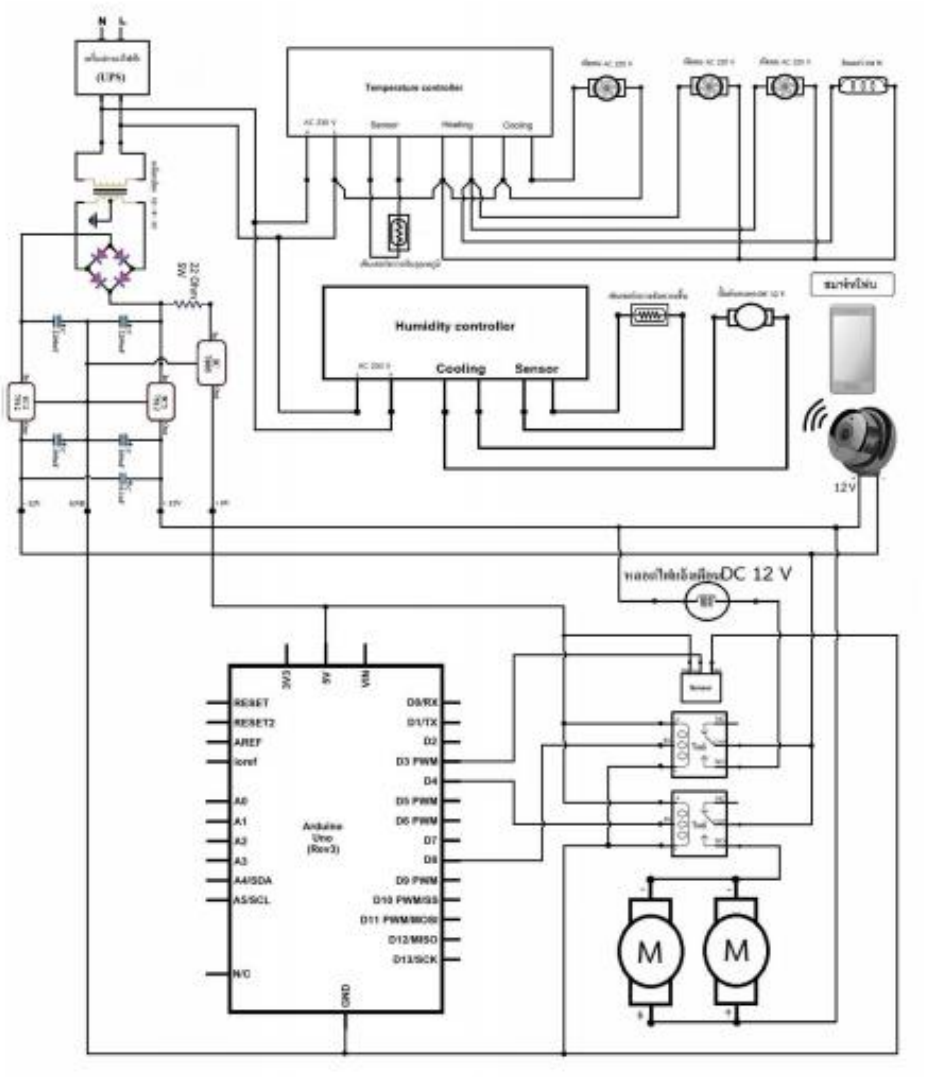
3.3.2 อุปกรณ์ควบคุมความชื้น

เลือกใช้อุปกรณ์ชุดควบคุมอุณหภูมิ XH-W3005 โดยจะมีสายต่อสำหรับต่อเข้าหัวพ่นหมอก ในส่วนค่าความชื้นที่เหมาะสม ควรตั้งค่าให้อยู่ในช่วง 60 เปอร์เซ็นต์ - 65 เปอร์เซ็นต์ คุณสมบัติของเครื่อง XH-W3005 แรงดันไฟฟ้าขาเข้า: 220 V กำลังขับ: 1500 W สูงสุด: 10 A ความชื้น: 00% ถึง 99% HR – ความชื้นควบคุมความแม่นยำ: 0.1% HR ความแม่นยำ: ± 2% HR ประเภทขาออก: เอาต์พุตโดยตรง น้ำหนัก: 77.5 กรัม ขนาดลักษณะ: 60x45x31 มิลลิเมตร

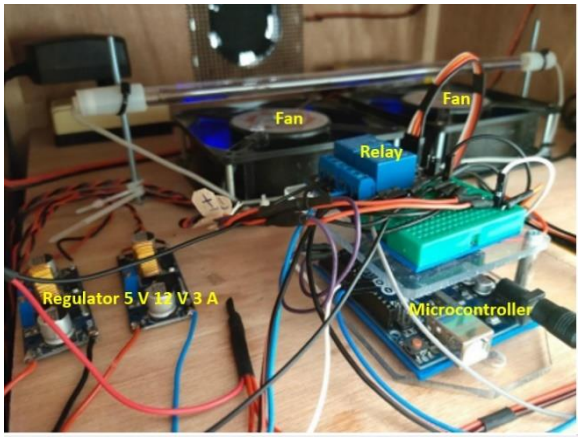
### 3.4 วงจรระบบควบคุมการกลับไข่

เลือกใช้มอเตอร์เกียร์ รุ่น ZYTD520 ในการกลับไข่จำนวน 2 แผงกลับไข่ได้ทุก 2 ชั่วโมง จากสูตร **T** = F × r (N-m) โดย F = mg (m = น้ำหนักของไข่และถาดไข่เมื่อไข่เต็มถาดจะมีน้ำหนักประมาณ 2.5 Kg) ( r = ความยาวของกระเดื่องแขนยก หรือรัศมีของกระเดื่องแขนยก) แทนค่า F = 2.5 (Kg) × 9.81 (m/s2 ) = 24.525 N เมื่อ F = 24.525 N , r = 4 Cm แทนค่าสมการ จะได้ **T** = 24.525 × 0.04 (N-m) = 0.981 N-m โดย 1(N-m) = 10.19716 (Kg-Cm) จะได้ **T** = 0.981 (N-m) × 10.19716 (Kg-Cm) = 10.00341 Kg-Cm จากการคำนวณ จะได้แรงบิดที่ 10.00341 Kg-cm จึงต้องเลือกใช้มอเตอร์เกียร์ รุ่น ZYTD520 ที่มีแรงบิดที่มากกว่าหรือที่มีแรงบิดใกล้เคียงกับที่คำนวณได้ แต่ต้องห้ามนำมอเตอร์เกียร์ที่มีแรงบิดน้อยกว่ามาใช้เพราะจะทำให้มอเตอร์เกียร์และกระเดื่องแขนยกเสียหายได้ และขณะที่จัดทำงานวิจัยนี้ไม่สามารถหามอเตอร์ที่ใกล้เคียงกับที่คำนวณได้จึงใช้มอเตอร์เกียร์ขนาดแรงบิดที่ 16.5 - 20.0 Kg-cm จึงเลือกใช้มอเตอร์เกียร์ รุ่น ZYTD520 ที่มีขายตามท้องตลาด

### 3.5 วงจรควบคุมการทำงาน




รูปที่ 5 วงจรควบคุมการทำงานตู้ฟักไข่ในครัวเรือนแบบอัตโนมัติ

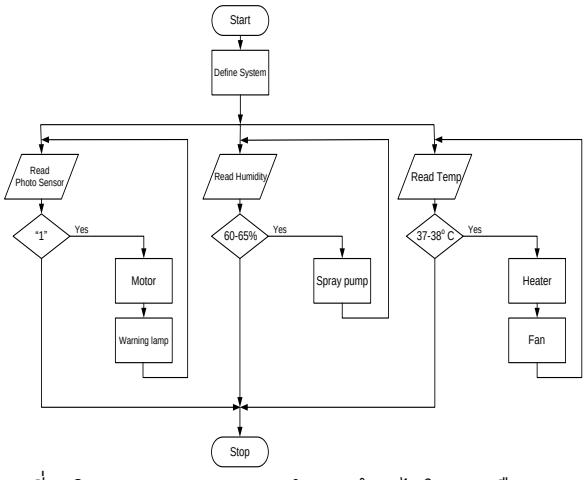



รูปที่ 6 วงจรควบคุมการทำงานตู้ฟักไข่ในครัวเรือนที่ถ่ายจากภาพจริง

การทำงานของระบบตู้ฟักไข่ในครัวเรือน เมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์เข้าไป โดยจะผ่านเครื่องสำรองกระแสไฟฟ้า จากนั้นจะเปิดเครื่องทิ้งไว้ประมาณ 1 – 1 ½ ชั่วโมง เพื่อให้ระบบส่วนอุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ และอุปกรณ์ควบคุมความชื้นทำการปรับความอุณหภูมิ และความชื้น ให้คงที่ตามคำสั่งที่ตั้งค่าเอาไว้ และยังมีในส่วนกล้อง IP ที่จะเริ่มทำงานส่งข้อมูลไปยังแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือ กระแสไฟฟ้าส่วนหนึ่งก็จะไหลไปยังวงจรแปลงแรงดันเพื่อที่จะแปลงจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 230 โวลต์เป็นไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์และ 12 โวลต์ ในระดับแรงดันคงที่ที่ 12 โวลต์จะใช้สำหรับมอเตอร์เกียร์ที่ใช้ในการกลับไข่ และหลอดไฟแจ้งเตือนที่จะทำงานเมื่อมีวัตถุไปขวางหน้ารัศมีของเซ็นเซอร์และในระดับแรงดันคงที่ที่ 5 โวลต์จะจ่ายไปเพื่อใช้กับตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ชนิดอาดูโน่ และตัวอุปกรณ์ตรวจจับ และเซ็นเซอร์ต่างๆ

การทำงานของระบบควบคุมและจอแสดงผลต่างๆ โดยเริ่มจากเซ็นเซอร์ตรวจวัดอุณหภูมิ และความชื้นทำหน้าที่ตรวจวัดค่าอุณหภูมิและค่าความชื้นของตู้ฟักไข่และนำค่าที่ตรวจวัดได้ไปควบคุมการทำงานของฮีตเตอร์ พัดลม และปั๊มพ่นหมอก เพื่อควบคุมอุณหภูมิและความชื้นของตู้ฟักไข่ให้เป็นไปตามค่าที่กำหนด โดยค่าที่จะถูกตั้งไว้ คือ อุณหภูมิ จะอยู่ที่ 37 องศาเซลเซียส – 38 องศาเซลเซียส และความชื้นจะอยู่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์ – 65 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ยังมีอุปกรณ์ตรวจจับที่ใช้ช่วยในการตรวจจับความเคลื่อนไหวหรือวัตถุ ที่จะหล่นลงถาดด้านล่าง โดยจะแจ้งเตือนในรูปแบบหลอดไฟแจ้งเตือนหน้าตู้ เพื่อความชัดเจนในการมองเห็น

### 3.6 โปรแกรมควบคุมการทำงาน




รูปที่ 7 โปรแกรมควบคุมการทำงานตู้ฟักไข่ในครัวเรือนแบบอัตโนมัติ

## 4. ผลการทดสอบ

ทำการทดสอบการทำงานของระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นภายในกับภายนอกบริเวณตู้ฟักไข่ โดยทำการอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นจากจอแสดงผลการทำงานของตู้ฟักไข่และอ่านค่าอุณหภูมิและความชื้นจากเครื่องวัดอุณหภูมิ และความชื้นแบบดิจิตอล ดังนี้

รูปที่ 8 การวัดค่าอุณหภูมิและความชื้นภายในกับภายนอกบริเวณตู้ฟักไข่

ตารางที่ 1 การทดสอบวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในกับภายนอกตู้ฟักไข่

| วัน | เวลา (น.) | อุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่ ($^{o}$C) | อุณหภูมิภายนอกตู้ฟักไข่ ($^{o}$C) | ความชื้นภายในตู้ฟักไข่ (%) | ความชื้นภายนอกตู้ฟักไข่ (%) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 08.00 | 37.6 | 33.6 | 62.1 | 53 |
| | 12.00 | 37.8 | 36.3 | 64.7 | 47 |
| | 17.00 | 37.4 | 32.8 | 63.5 | 44 |
| | 22.00 | 37.1 | 28.1 | 62.9 | 40 |
| 2 | 08.00 | 37.4 | 34.5 | 63.8 | 59 |
| | 12.00 | 37.2 | 35.9 | 61.9 | 48 |
| | 17.00 | 37.7 | 33.1 | 60.2 | 43 |
| | 22.00 | 37.5 | 29.2 | 60.6 | 37 |
| 3 | 08.00 | 38.0 | 31.5 | 61.1 | 60 |
| | 12.00 | 37.5 | 37.7 | 64.4 | 49 |
| | 17.00 | 37.4 | 31.6 | 62.8 | 45 |
| | 22.00 | 37.2 | 30.4 | 60.2 | 38 |
| 4 | 08.00 | 37.2 | 35.4 | 61.8 | 52 |
| | 12.00 | 37.9 | 37.5 | 63.9 | 46 |
| | 17.00 | 37.3 | 34.4 | 60.2 | 40 |
| | 22.00 | 37.1 | 28.2 | 63.7 | 36 |
| 5 | 08.00 | 37.6 | 33.5 | 64.9 | 61 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 12.00 | 37.4 | 34.5 | 62.6 | 52 |
| | 17.00 | 37.1 | 32.1 | 63.3 | 47 |
| | 22.00 | 37.3 | 28.9 | 62.1 | 39 |
| 6 | 08.00 | 37.5 | 30.9 | 64.8 | 63 |
| | 12.00 | 37.9 | 35.6 | 62.9 | 44 |
| | 17.00 | 37.0 | 33.3 | 61.2 | 40 |
| | 22.00 | 37.4 | 29.8 | 60.2 | 30 |
| 7 | 08.00 | 37.9 | 31.5 | 63.0 | 60 |
| | 12.00 | 37.5 | 35.4 | 61.8 | 53 |
| | 17.00 | 37.2 | 33.1 | 62.9 | 46 |
| | 22.00 | 37.7 | 29.9 | 63.6 | 35 |
| 8 | 08.00 | 37.4 | 34.1 | 65.0 | 58 |
| | 12.00 | 37.6 | 35.5 | 64.3 | 47 |
| | 17.00 | 37.1 | 33.8 | 62.8 | 40 |
| | 22.00 | 37.4 | 29.2 | 61.7 | 37 |
| 9 | 08.00 | 37.2 | 32.9 | 64.9 | 66 |
| | 12.00 | 37.9 | 36.7 | 61.8 | 48 |
| | 17.00 | 37.3 | 32.1 | 61.0 | 44 |
| | 22.00 | 37.1 | 27.8 | 60.9 | 40 |
| 10 | 08.00 | 37.5 | 32.4 | 60.2 | 64 |
| | 12.00 | 37.0 | 33.9 | 64.9 | 52 |
| | 17.00 | 37.3 | 33.1 | 62.4 | 41 |
| | 22.00 | 37.1 | 30.3 | 60.0 | 38 |
| 11 | 08.00 | 37.4 | 31.4 | 63.9 | 56 |
| | 12.00 | 37.0 | 33.7 | 61.4 | 46 |
| | 17.00 | 37.7 | 32.6 | 64.7 | 41 |
| | 22.00 | 37.0 | 30.6 | 63.1 | 40 |
| 12 | 08.00 | 37.5 | 33.5 | 65.0 | 60 |
| | 12.00 | 37.9 | 35.5 | 64.9 | 56 |
| | 17.00 | 37.5 | 33.1 | 62.7 | 47 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 22.00 | 37.1 | 28.2 | 63.8 | 41 |
| 13 | 08.00 | 37.3 | 33.3 | 64.2 | 61 |
| | 12.00 | 37.6 | 35.2 | 63.4 | 59 |
| | 17.00 | 37.0 | 34.7 | 61.2 | 44 |
| | 22.00 | 37.1 | 29.0 | 60.0 | 37 |
| 14 | 08.00 | 37.0 | 34.2 | 64.1 | 58 |
| | 12.00 | 37.4 | 35.6 | 60.4 | 45 |
| | 17.00 | 37.9 | 33.4 | 62.2 | 39 |
| | 22.00 | 37.7 | 30.9 | 65.0 | 37 |
| 15 | 08.00 | 37.0 | 34.5 | 64.4 | 55 |
| | 12.00 | 37.5 | 37.8 | 63.9 | 46 |
| | 17.00 | 37.1 | 33.5 | 64.0 | 40 |
| | 22.00 | 37.9 | 30.7 | 63.7 | 37 |
| 16 | 08.00 | 37.3 | 33.4 | 64.2 | 58 |
| | 12.00 | 37.1 | 35.9 | 63.4 | 47 |
| | 17.00 | 37.6 | 32.3 | 61.2 | 40 |
| | 22.00 | 37.1 | 29.8 | 60.0 | 33 |
| 17 | 08.00 | 37.5 | 32.1 | 61.2 | 60 |
| | 12.00 | 37.2 | 34.9 | 64.4 | 55 |
| | 17.00 | 37.1 | 30.7 | 62.9 | 48 |
| | 22.00 | 37.0 | 29.4 | 63.0 | 36 |
| 18 | 08.00 | 37.5 | 32.9 | 64.8 | 51 |
| | 12.00 | 37.0 | 35.2 | 62.1 | 43 |
| | 17.00 | 37.3 | 31.3 | 62.8 | 38 |
| | 22.00 | 37.1 | 30.1 | 60.2 | 34 |
| 19 | 08.00 | 37.9 | 33.1 | 63.2 | 57 |
| | 12.00 | 37.6 | 35.0 | 62.4 | 45 |
| | 17.00 | 37.7 | 34.1 | 64.1 | 40 |
| | 22.00 | 37.4 | 30.4 | 64.3 | 39 |
| 20 | 08.00 | 37.2 | 35.1 | 64.0 | 53 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 12.00 | 37.4 | 37.2 | 61.2 | 40 |
| | 17.00 | 37.7 | 34.6 | 63.4 | 39 |
| | 22.00 | 37.9 | 31.4 | 60.9 | 32 |
| 21 | 08.00 | 37.4 | 34.1 | 64.2 | 50 |
| | 12.00 | 37.5 | 36.9 | 63.4 | 41 |
| | 17.00 | 37.8 | 31.3 | 61.2 | 39 |
| | 22.00 | 37.0 | 29.4 | 60.0 | 35 |

จากการวัดอุณหภูมิและความชื้นภายในกับภายนอกบริเวณตู้ฟักไข่อุณหภูมิภายนอกบริเวณตู้ฟักไข่ทั้ง 21 วัน อุณหภูมิเฉลี่ยจะอยู่ที่ 32.91 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่ทั้ง 21 วัน อุณหภูมิเฉลี่ยจะอยู่ที่ 37.40 องศาเซลเซียส ส่วนความชื้นภายนอกบริเวณตู้ฟักไข่ทั้ง 21 วัน ความชื้นเฉลี่ยจะอยู่ที่ 46.20 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นภายในตู้ฟักไข่ทั้ง 21 วัน ความชื้นเฉลี่ยจะอยู่ที่ 62.73 เปอร์เซ็นต์ โดยอุณหภูมิภายนอกบริเวณตู้ฟักไข่สูงสุดจะอยู่ที่ 37.8 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายนอกบริเวณตู้ฟักไข่ต่ำสุดจะอยู่ที่ 27.8 องศาเซลเซียส อุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่สูงสุดจะอยู่ที่ 38.0 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิภายในตู้ฟักไข่ต่ำสุดจะอยู่ที่ 37.0 องศาเซลเซียส ความชื้นภายนอกบริเวณตู้ฟักไข่สูงสุดจะอยู่ที่ 66 เปอร์เซ็นต์และความชื้นภายนอกบริเวณตู้ฟักไข่ต่ำสุดจะอยู่ที่ 30 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นภายในตู้ฟักไข่สูงสุดจะอยู่ที่ 65 เปอร์เซ็นต์ และความชื้นภายในตู้ฟักไข่ต่ำสุดจะอยู่ที่ 60 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 2 การทดสอบการฟักของไก่

| วันที่ | จำนวนการฟักของไก่ (ตัว) |
|---|---|
| 20 | 8 |
| 21 | 11 |
| 22 | 18 |
| 24 | 9 |
| 25 | 7 |
| 27 | 5 |
| 28 | 2 |

จากการเริ่มนำไข่ใส่เข้าตู้ฟักไข่จำนวน 84 ฟอง ไข่ที่ฟักเป็นตัว 60 ฟอง และไม่มีเชื้อหรือเชื้อไม่เดิน 24 ฟอง คิดเป็นไข่ที่ฟักเป็นตัว 71 เปอร์เซ็นต์

รูปที่ 9 ไข่ที่นำเข้าตู้ฟัก

รูปที่ 10 ไก่ที่ฟักอยู่ในถาดเกิด

รูปที่ 11 ภาพจากกล้องที่ติดตั้งไว้ภายในตู้โดยดูผ่านโทรศัพท์มือถือ

## 5. บทสรุป

ตู้ฟักไข่ในครัวเรือนนี้ใช้สำหรับการฟักไข่ชนิดต่างๆ ได้ อาทิเช่น ไข่ไก่ ไข่เป็ด ไข่ห่าน ไข่นกกะทา เป็นต้น โดยมีการควบคุมการทำงานของวงจรในการกลับไข่ กำหนดจำนวนวันในการฟักไข่และควบคุมอุณหภูมิโดยใช้ฮีตเตอร์ขนาด 130 วัตต์ มีพัดลม 220 โวลต์ จำนวน 2 ตัว ช่วยในการเป่าลมผ่านตัวฮีตเตอร์เพื่อกระจายความอุ่นภายในตู้ให้เพียงพอต่อระดับที่ต้องการคือ 37 – 38 องศาเซลเซียส และจะมีพัดลม 220 โวลต์อีก 1 ตัว ใช้ช่วยในการดูดอากาศภายในออกภายนอกตู้ฟัก เพื่อระบายความร้อนที่มากเกิน 38 องศาเซลเซียสตามที่ตั้งไว้ ในการควบคุมความชื้นนั้นมีการนำปั๊มพ่นหมอก ดีซี 12 โวลต์ ช่วยในการเพิ่มความชื้นให้เพียงพอ โดยปั๊มพ่นหมอกจะเริ่มทำงานต่อเมื่อความชื้นภายในตู้ฟักต่ำกว่า 60 เปอร์เซ็นต์ และจะปั๊มพ่นหมอกหยุดทำงานเมื่อความชื้นถึง 65 องศาเซลเซียส ทั้งนี้ยังมีส่วนเพิ่มเติมที่เป็นเทคโนโลยีสมัยใหม่เข้ามามีส่วนร่วม คือ นำกล้อง IP ขนาดเล็กที่สามารถเชื่อมต่อได้กับแอพพลิเคชั่นในโทรศัพท์มือถือได้ โดยนำมาใช้ในการตรวจส่องดูไข่ภายในตู้ตลอดระยะเวลาที่นำเข้าตู้ฟัก แล้วก็ยังมีระบบตรวจวัตถุที่จะตกหล่นลงถาดรองรับด้านล่างของตู้ โดยจะใช้โฟโตอิเล็กทริกเซ็นเซอร์ที่ติดตั้งไว้ในส่วนด้านล่างของตู้ตรงจุดถาดรองรับ เมื่อมีวัตถุใดๆ ผ่านหน้าตัวเซ็นเซอร์นี้โปรแกรมที่ใช้ควบคุมก็จะสั่งการทำงานไปยังไฟแจ้งเตือนที่ติดตั้งไว้ส่วนของหน้าตู้เพื่อการมองเห็นที่ชัดเจน ในการทำงานของตู้ฟักไข่ในครัวเรือนนี้สามารถนำไปพัฒนาใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมใหญ่ๆ หรือฟาร์มไก่ที่ต้องการตู้ฟักไข่จำนวนทีละมากๆ หรือสามารถนำไปใช้กับเกษตรกรได้ และมีผลเปอร์เซ็นต์การฟักไข่อยู่ที่ 70 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป

## 6. ข้อเสนอแนะ

6.1 การควบคุมมอเตอร์กลับไข่ จำนวนวันอาจคลาดเคลื่อนได้เพราะบางครั้งที่เกิดจากการ

กระแสไฟฟ้าดับ การแก้ไขอาจจะใช้ไทม์เมอร์ในการควบคุมการทำงาน เนื่องจากไทม์เมอร์สามารถตั้งวันที่ที่กำหนดได้ และเมื่อเกิดกระแสไฟฟ้าดับ ไทม์เมอร์ก็ยังสามารถทำงานตามที่ตั้งวันที่ได้

6.2 การจัดหาไข่เชื้อ ควรติดต่อสอบถาม และปรึกษาผู้ที่เชี่ยวชาญ ก่อนจัดหาไข่มาเข้าตู้ฟัก เพราะอาจจะทำให้เสียเวลาไปอย่างสูญเปล่า เนื่องจากไข่ใช้ไม่ได้

**เอกสารอ้างอิง**


[1] สมใจ อารยวัฒน์, ชิตติพนต์ ขุนใหญ่ และประภัสสร ทนาศร. เครื่องฟักไข่ไก่อัตโนมัติ. 10th National Conference on Technical Education 2017. หน้า 329 – 333.

[2] รุ่งเรือง วังไธสง, สุรศักดิ์ วันสูงเนิน, สามารถ กะเชื่อมรัมย์, อิสรีย์ วงศ์ศรีไส และกฤตวิทย์ บัวใหญ่. เครื่องฟักไข่อัจฉริยะ. การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 6, 26-28 มีนาคม 2557.

[3] นิติคม อริยพิมพ์ และชัยพร อัดโดดดร. การออกแบบและสร้างระบบควบคุมอุณหภูมิและความชื้นสำหรับโรงเรือนเพาะเห็ดนางฟ้าแบบอัตโนมัติที่ควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์. Journal of Energy and Environment Technology, JEET 2020; 7(2): 59-72.

[4] Idoko E., Ogbeh G.O., Ikule F.T. Design and Implementation of Automatic Fixed Factors Egg Incubator. International Journal for Innovative Research in Multidisciplinary Field ISSN: 2455-0620 Volume 5, Issue 6, June 2019. pp.1-8.

[5] Adegbulugbe T. A., Atere A. O., Fasanmi O. G. Development of an Automatic Electric Egg Incubator. International Journal of Scientific & Engineering Research, Volume 4, Issue 9, September 2013. pp. 914-918.

[6] K. Radhakrishnan , Noble Jose , Sanjay S G, Thomas Cherian , Vishnu K R. Design and Implementation of a Fully Automated Egg Incubator. International Journal of Advanced Research in Electrical, Electronics and Instrumentation Engineering. Vol. 3, Issue 2, February 2014. pp. 7666-7672.

[7] Frimpong Kyeremeh, Forson Peprah. Design and Construction of an Arduino Microcontroller based EGG Incubator. International Journal of Computer Applications (0975 – 8887) Volume 168 – No.1, June 2017. pp. 15-23.