ระบบควบคุมการให้นมแพะอัตโนมัติด้วยบอร์ดราสเบอร์รี่พาย

Automatic Control System of Goat Milk Feeding with the Raspberry Pi Board

ธัชกร อ่อนบุญเอื้อ[1] และกุลวดี เถนว้อง[2]
Thatchakon Onboonuea[1] and Kulwadee Tanwong[2]
[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
[1]Faculty of Engineering, Eastern Asia University
[2] บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยอีสเทิร์นเอเชีย
[2]Graduate School, Eastern Asia University
Received: December 1, 2018
Revised: February 11, 2019
Accepted: February 12, 2019

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบควบคุมการให้นมสำหรับการเลี้ยงแพะอัตโนมัติ ตามความต้องการในแต่ละช่วงอายุ จำแนกเป็นรายเดี่ยว 1 ตัวต่อ 1 ถาด เพื่อสุขอนามัยของลูกแพะ โดยมีขั้นตอนการดำเนินงาน 2 ส่วน คือ (1) ออกแบบอุปกรณ์สำหรับตวงนม ชงนมและระบบการให้นม (2) ออกแบบชุดควบคุมการให้นมอัตโนมัติโดยการนำบอร์ดราสเบอร์รี่พาย (raspberry pi) ที่เป็นคอมพิวเตอร์จิ๋วทำหน้าที่เป็นเว็บเซิร์ฟเวอร์ (web server) สั่งการด้วยภาษาพีเอชพี (PHP) ควบคุมการทำงานของวงจรรีเลย์ และมอเตอร์ จากการทดสอบอุปกรณ์สามารถตวงนมผงได้รอบละ 80 กรัมสามารถชงนมได้สูงสุด 0.4 ลิตร ถังสำหรับชงนมสามารถชงนมได้ครั้งละ 0.4– 4 ลิตร จากการทดสอบวัดปริมาณนมที่ต้องการจริง กับปริมาณนมที่ได้มีค่าความผิดพลาดอยู่ที่ร้อยละ1.88 น้ำนมที่ได้รับมีค่าเฉลี่ย 0.38 ลิตรและใช้เวลาทั้งหมดของกระบวนการเฉลี่ย 45 นาที

คำสำคัญ : ระบบควบคุมอัตโนมัติ, การให้นมแพะ, บอร์ดราสเบอร์รี่พาย

Abstract

The purpose this research was to design a control system for goat milk feeding according to the needs in each age range classified as one goat per one tray for the hygiene of goats. The methodology of this study comprised two parts as follows: (1) to design equipment for measuring milk quantity, milk making, and milk feeding systems, and (2) to design the automatic feeding control of the Raspberry Pi Board in which a tiny computer acts as a web server command with the PHP language and controls the operation of relay and motor circuits. From the test, the device can measure the milk powder per round at 80 grams a day and it can maximize the milk brew to 0.4 liters. The tank can brew milk 0.4 - 4 liters each time. To test the quantity of milk actually needed with the amount of milk received, an error 1.88 percent was found, yet an average of 0.38 liters of milk was received which took an average of 45 minutes.

Keywords: automatic control system, goat milk feeding, Raspberry Pi Board

บทนำ

การให้อาหารสัตว์ด้วยเครื่องอัตโนมัติที่มีจำหน่ายในประเทศไทยโดยทั่วไป มีวัตถุประสงค์หลักเพื่ออำนวยความสะดวกให้กับผู้ที่มีสัตว์เลี้ยงแต่ไม่มีเวลาดูแลในบางช่วงระยะเวลา สามารถตั้งเวลาในการให้ได้ เหมาะกับสัตว์เลี้ยงจำพวกสุนัข แมว หรือปลา ซึ่งอาหารที่ใช้สำหรับเครื่องเหล่านี้ต้องเป็นอาหารชนิดหยาบอัดเป็นเมล็ดหาซื้อได้ง่ายมีจำหน่ายทั่วไป (Youdee, 2012) โดยเครื่องให้อาหารเม็ดอัตโนมัตินี้สามารถตั้งโปรแกรมเพื่อกำหนดเวลาในการให้อาหาร ระบบให้อาหารสัตว์เลี้ยงอัตโนมัติด้วยราสเบอร์รี่พาย (Thongtem, 2015) เพื่อเป็นเครื่องมือช่วยจัดสรรอาหารประเภทเม็ดให้กับสัตว์เลี้ยงโดยใช้ราสเบอร์รี่พายเป็นเซิร์พเวอร์และสังการด้วย PHP และการออกแบบเครื่องให้อาหารปลาอัตโนมัติแต่บางช่วงวัยของสัตว์ต้องการให้เป็นอาหารเสริม หรือกรณีที่มีการเจ็บป่วยของสัตว์ต้องมีการให้อาหารเหลว (นม) หากจะนำเครื่องดังกล่าวมาประยุกต์โดยเฉพาะอาหารเสริมประเภทนมให้กับสัตว์แล้วปล่อยให้อาหารนั้นคงค้างไว้ในเครื่องแบบอาหารเม็ดนั้นทำไม่ได้ เพราะอาหารประเภทนี้เสียง่าย และหากสัตว์กินไม่หมด หรือเหลือเศษตกค้างในถาดอาหารจะทำให้เกิดเชื้อโรค สัตว์จะเจ็บป่วยด้วยข้อจำกัดของอาหารเสริมนมผงที่ต้องนำมาผสมกับน้ำอุ่นที่อุณหภูมิประมาณ 30-40 องศาเซลเซียสเพื่อไม่ให้เสียคุณค่าทางโภชนาการ (Rodma, Sornprom, and Soonthornchuen, 2009) แต่อุณหภูมิน้ำดังกล่าวเป็นอุณหภูมิในสภาพอากาศร้อนชื้นของประเทศไทยโดยปกติ ซึ่งหากนมผสมดังกล่าวกินไม่หมดก็จะเน่าเสียได้ง่าย และก่อให้เกิดโรคอุจจาระร่วงได้ ดังนั้นการออกแบบเครื่องให้อาหารประเภทอาหารเหลวต้องมีการศึกษาถึงลักษณะของอาหารเหลวนั้น ๆ ก่อนสร้างอุปกรณ์ โดยศึกษาความต้องการอาหารเสริมและพฤติกรรมการกินของสัตว์ร่วมด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้แพะเป็นตัวอย่างในการศึกษาลักษณะของอาหารเสริมที่ควรให้ และพฤติกรรมการกินจากงานวิจัยของ Namhong (2016) พบว่า นมแพะมีสัดส่วนของปริมาณของแข็งทั้งหมดสูงกว่านมวัว ในส่วนขององค์ประกอบโปรตีนมีกรดอะมิโนจำเป็นมากกว่า และกรดอะมิโนอิสระทอรีนที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพสูงกว่าถึง 20 เท่า นอกจากนี้ สารานุกรมไทยสำหรับเยาวชนฯ เล่มที่ 12 เรื่องที่ 5 การพัฒนาการเกษตรในชนบท การเลี้ยงโคนมในประเทศไทย แสดงการเปรียบเทียบข้อมูลปริมาณเปอร์เซ็นต์ของน้ำนมสัตว์เลี้ยงลูกด้วยนมเทียบกันโดยนำมาเทียบกับคน พบว่า ด้านปริมาณน้ำพบมากที่สุดคือ ม้า ถัดไปคือ แพะและวัวเป็นอันดับ 2 ด้านโปรตีนพบมากที่สุดคือ แกะ รองลงมาคือ แพะ จะเห็นได้ว่าทั้งปริมาณน้ำนมและสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายของแพะนั้นมีความน่าสนใจในการนำเป็นตัวอย่างในการสร้างระบบการให้อาหารอัตโนมัติ เพราะสามารถต่อยอดไปในเชิงพาณิชย์ได้

ทั้งนี้ลักษณะอาหารเหลวของแพะควรนำมาให้ลูกแพะกินที่เหมาะสมคือ นมเทียมซึ่งจะให้กับลูกแพะได้ตั้งแต่ 4 วันแรกเกิด ไปจนถึงประมาณ 3 เดือนแพะถึงจะหยุด จะเห็นได้ว่ามีระยะเวลาที่ยาวนานมาก หากเกษตรกรผู้สนใจจะเลี้ยงแพะต้องอดทนใส่ใจดูแลลูกแพะด้วยนมเทียมเป็นระยะเวลาประมาณ 100 วันต่อ 1 ตัว แต่ถ้ามีระบบควบคุมการให้นมแพะอัตโนมัติจะช่วยลดภาระการให้อาหารลักษณะดังกล่าวกับเกษตรกรได้

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

เพื่อออกแบบระบบควบคุมการให้นมสำหรับการเลี้ยงแพะอัตโนมัติ

แนวคิดทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

การให้นมแพะการกำหนดรูปแบบของการให้ตามหลักการของ Department of Livestock Development (2018) ได้กำหนดอาหารและการให้อาหารแพะเป็นความรู้กับเกษตรกรในช่วงที่ต้องให้นมดังนี้

แรกเกิด – 3 วัน

- น้ำนมเหลืองเต็มที่(นมแม่แพะ) วันละ 3-5 ครั้ง

อายุ 4 วัน – 2 สัปดาห์

- นมแพะ 0.5 -1 ลิตรต่อตัว แบ่งให้วันละ 3 ครั้ง

- ไวตามิน และ แร่ธาตุ

อายุ 2 – 6 สัปดาห์

- นมสด หรือนมเทียม 0.5 – 1 ลิตรต่อตัว แบ่งให้วันละ 2 ครั้ง

- หญ้าแห้งซึ่งได้จากหญ้าผสมถั่วหรือหญ้าสดที่มีคุณภาพดี

- ไวตามิน และ แร่ธาตุ

- อาหารข้นที่มีโปรตีนรวม ร้อยละ 22 สำหรับน้ำสะอาดใส่ภาชนะไว้ให้ดื่มได้ตลอดเวลา

หมายเหตุ นมสดอาจเป็นนมแพะหรือนมโค และภายหลังจาก 2 สัปดาห์แล้วอาจใช้นมเทียม หรือนมผงผสมน้ำแทนนมสดได้

โดยใช้นมผง 1 ช้อนตวงนมผง (4.37 กรัม) ต่อน้ำ 1 ออนซ์ (0.02957 ลิตร)

เครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

เครื่องให้อาหารสัตว์ที่มีจำหน่ายโดยทั่วไป จะเป็นเครื่องที่ใช้ให้อาหารชนิดหยาบอัดเป็นเมล็ด (Youdee, 2012) ส่วนระบบอัตโนมัติที่ใช้จะใช้ราสเบอร์รี่พายมาช่วยเก็บข้อมูล (Thongtem, 2015) และเป็นใช้ราสเบอร์รี่พายเป็นเซิร์พเวอร์และสั่งการด้วย PHP สอดคล้องกับงานวิจัยของ Prangchumpol (2018) วิจัยเรื่อง การพัฒนาระบบให้อาหารปลาแบบอัตโนมัติ โดยใช้ราสเบอร์รี่พายมาช่วยควบคม การเปิด-ปิดปั้มลม การเปิดไฟ และการควบคุมระบบค่า pH ของน้ำ นอกจากนี้ยังมีงานวิจัยของ Hofer and Fitch (2017) ที่ศึกษาเกี่ยวกับ เครื่องป้อนอัตโนมัติแบบโอเพนซอร์สสำหรับการทดลองกับสัตว์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์อาดูโน่ การออกแบบของเครื่องป้อนจะเน้นที่ความเรียบง่ายเพื่อให้กระบวนการสร้างตรงไปตรงมา และยังมีงานวิจัยของ Bentley (2018) ที่การควบคุมระบบการให้อาหารสัตว์เป็นระบบไฟฟ้าควบคู่ไปกับหน่วยหมุนและหน่วยจ่าย ดังนั้นการควบคุมจะควบคุมพารามิเตอร์การทำงานของแต่ละชุดการหมุนและชุดจ่าย แต่จากที่กล่าวมาแล้วข้างต้น พบว่าเครื่องให้อาหารสัตว์ใช้ราสเบอร์รี่พายและอาดูโน่มาช่วยควบคุม ซึ่งพบว่า อาดูโน่ไม่เหมาะสำหรับผู้เริ่มต้นสร้างระบบควบคุมต้องใช้ความชำนาญ ใช้พลังงานต่ำ ส่วนราสเบอร์รี่พายสามารถจัดการกับข้อมูลจำนวนมาก อีกทั้งยังสามารถใช้งาน Internet-of-Things โดยไม่จำเป็นต้องยุ่งกับการขยายบลูทูธ และ WiFi ทุกอย่างรวมอยู่ในอุปกรณ์เดียว (Circuito.io, 2018) ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเลือกใช้ราสเบอร์รี่พาย ในการควบคุมเครื่องให้อาหารสัตว์อัตโนมัติ

ระบบควบคุมการให้นมแพะอัตโนมัติมีการดำเนินงานแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

1. อินพุตประกอบด้วยเซนเซอร์ 2 แบบคือ เซนเซอร์วัดอุณภูมิน้ำ(DS18B20) และเซนเซอร์วัดระยะของน้ำในถังชง(HC-SR04)

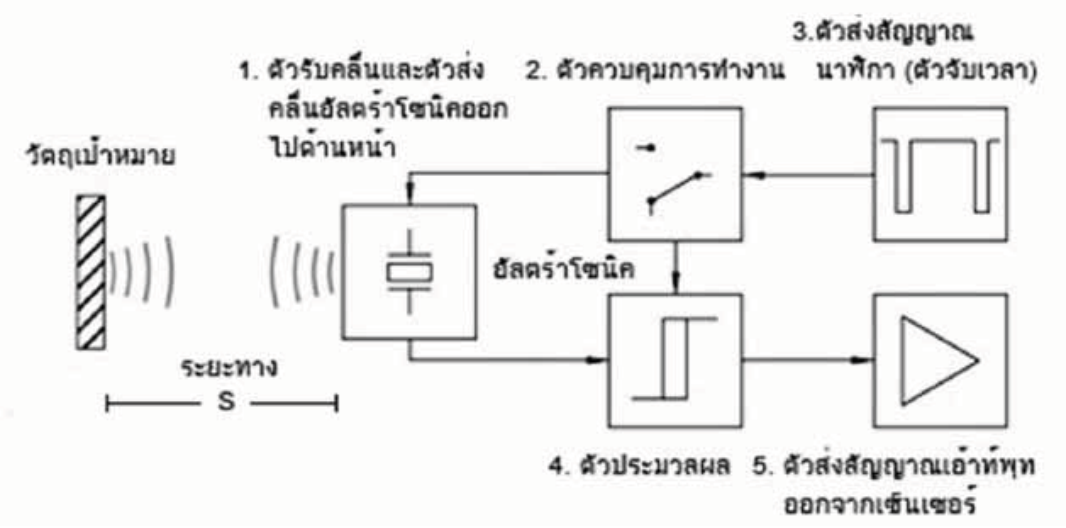
1.1 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำ(DS18B20)

ใช้สำหรับตรวจจับอุณหภูมิของน้ำเพื่อส่งค่าไปยังตัวควบคุมเพื่อปรับอุณหภูมิของน้ำให้เหมาะสมสำหรับการใช้ชงนม สามารถทำงานได้ที่แรงดัน 3.0 – 5.5 โวลต์ วัดอุณหภูมิของน้ำได้ในช่วง -55 - 125 องศาเซลเซียส ลักษณะของอุปกรณ์ดังภาพ 1

ภาพ 1 เซนเซอร์วัดอุณหภูมิน้ำ(DS18B20)
ที่มา *http://www.arduinoberry.com/product/21*

1.2 อัลตร้าโซนิคเซนเซอร์ (HC-SR04)

เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดระยะห่างจากหัววัดเซนเซอร์ถึงวัตถุที่ต้องการหาระยะห่าง ประกอบด้วย เซนเซอร์ที่ใช้คลื่นเสียงในการตรวจจับตำแหน่งของวัตถุ ประกอบด้วย ตัวส่งและตัวรับคลื่นอัลตร้าโซนิค ตัวควบคุมการทำงาน ตัวส่งสัญญาณนาฬิกา ตัวประมวลผล ดังภาพ 2



ภาพ 2 ไดอะแกรมภายในอัลตร้าโซนิคเซนเซอร์
ที่มา *http://www.supremelines.co.th*

ระยะทางสามารถหาได้จากสูตรการเคลื่อนที่ในแนวราบ

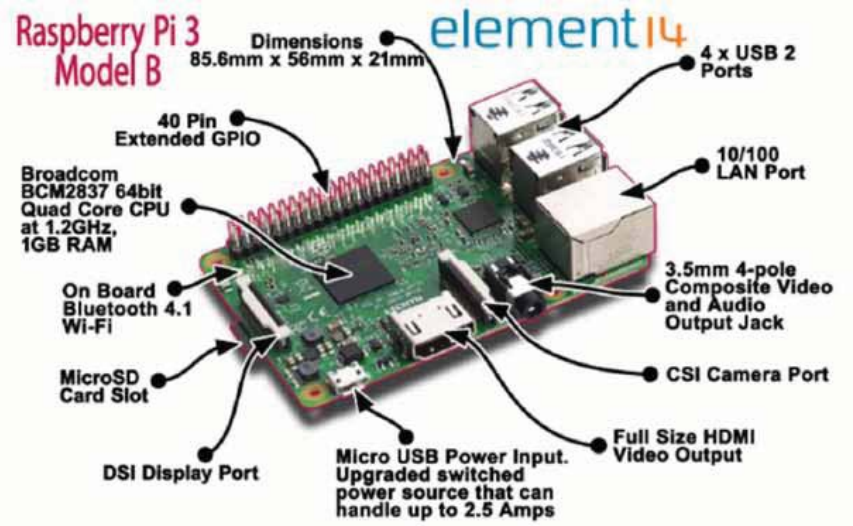
$$S = VT$$

โดยกำหนดให้ S = ระยะทาง(เมตร), V = ความเร็วของคลื่นเสียง (เมตร/วินาที) และ T = ระยะเวลาที่คลื่นเสียงเดินทาง(วินาที)

2. ตัวควบคุมราสเบอร์รี่พาย (raspberry pi)

2.1 ราสเบอร์รี่พาย

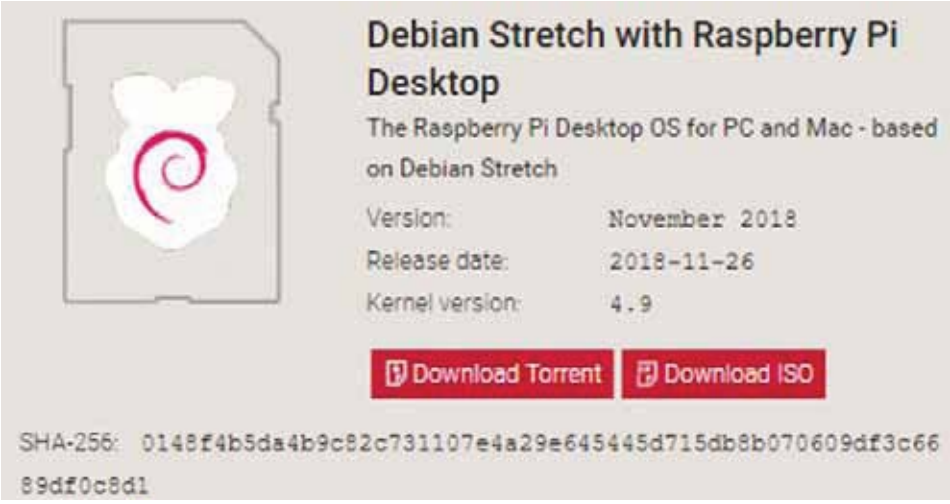
เป็นคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กที่มีขนาดเท่ากับบัตรเครดิตและมีราคาถูก สามารถเชื่อมต่อกับคีย์บอร์ดเมาส์และจอภาพ ใช้ SD Card เป็นหน่วยความจำ เพื่อใช้เป็นเซิร์ฟเวอร์ในการรับคำสั่งจากแอพพลิเคชั่นและควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ ดังในภาพ 3



ภาพ 3 ไมโครคอนโทรลเลอร์ รุ่น Raspberry Pi 3 Model B จาก Raspberry Pi Foundation ใช้ซีพียู Broadcom BCM283764-bit Quad-Core ARM Cortex-A53 ARMv8 ความเร็ว 1.2 GHz
ที่มา *https://www.thaieasyelec.com/products/development-boards/esp/raspberry-pi-3-model-b-1gb-detail.html*

2.2 โปรแกรมราสเบอร์รี่พายเดสก์ท็อป

เริ่มต้นการต่อใช้งานบอร์ดราสเบอร์รี่พาย หลังจากที่ได้ทำการลงระบบปฏิบัติการใน SD CARD เสร็จเรียบร้อยแล้วจึงทำการต่อบอร์ดกับสาย USB to TTL โดยราสเบอร์รี่พายเดสก์ท็อปมาพร้อมกับซอฟต์แวร์สำหรับการศึกษาการเขียนโปรแกรมและการใช้งานทั่วไป รวมถึง Python, Scratch, Sonic Pi, Java เป็นต้น



ภาพ 4 การติดตั้งระบบปฏิบัติการ Raspberry Pi Desktop
ที่มา *https://www.raspberrypi.org/downloads/raspberry-pi-desktop/*

3. เอาท์พุตประกอบด้วยมอเตอร์ และโซลินอยด์วาล์ว

3.1 เสต็ปเปอร์มอเตอร์

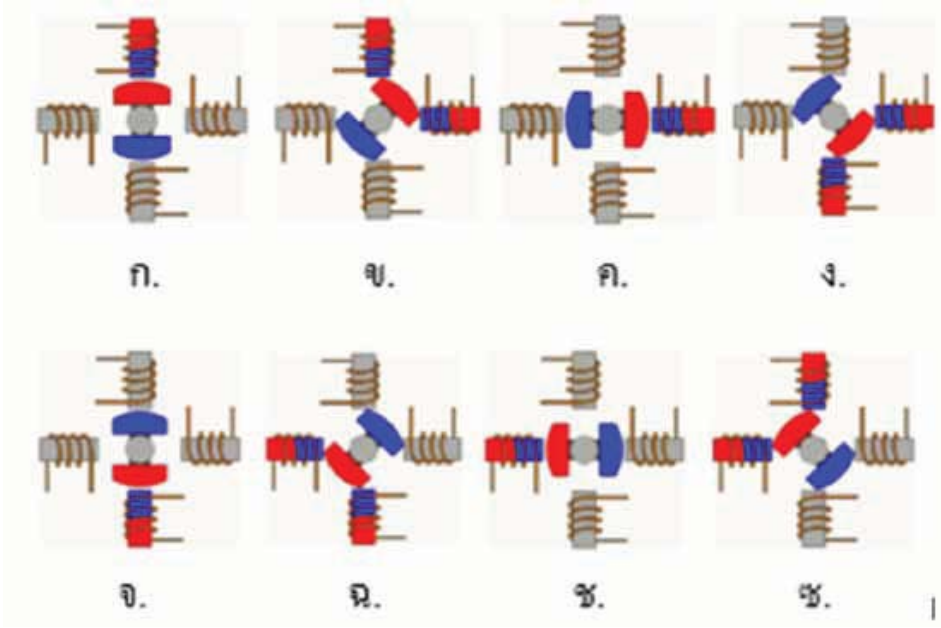
เป็นมอเตอร์ที่มีลักษณะเมื่อเราป้อนไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ทำให้หมุนเพียงเล็กน้อยตามเส้นรอบวงและหยุด ซึ่งต่าง จากมอเตอร์ ทั่วไปที่จะหมุนทันทีและตลอดเวลาเมื่อป้อนแรงดันไฟฟ้า สเต็ปมอเตอร์ สามารถกำหนด ตำแหน่งของการหมุนด้วยตัวเลข (องศาหรือระยะทาง) ได้อย่างละเอียดโดย ใช้คอมพิวเตอร์หรือไมโครคอนโทรลเลอร์เป็นเครื่องกำหนดและจัดเก็บตัวเลข ลักษณะการขับเคลื่อน จะหมุนรอบแกนได้ 360 องศา แบบไม่ต่อเนื่อง แต่ละสเต็ปจะขับเคลื่อนได้ 1, 1.5, 1.8 หรือ 2 องศา โครงสร้างมี 2 ส่วนคือ โรเตอร์ (ส่วนที่หมุนได้) และสเตเตอร์ (ส่วนที่อยู่กับที่) ซึ่งการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าที่ขดลวดของมอเตอร์เพื่อให้มอเตอร์หมุน ทิศทางการหมุนของมอเตอร์และองศาของมอเตอร์ที่ได้ขึ้นอยู่กับการป้อนเฟส (Giorgos, 2010) ใน 1 รอบจะประกอบด้วย 8 ขั้นตอนดังภาพ 3 (ก) – (ซ) แสดงดังภาพ 5 สามารถหาได้จากสูตร

$$N = (S*R)/(S-R)$$

โดยที่ N คือ ขนาดของมุมเมื่อมอเตอร์เคลื่อนที่ไป 1สเต็ป มีหน่วยเป็น องศา

S คือ จำนวนสล๊อตของสเตเตอร์

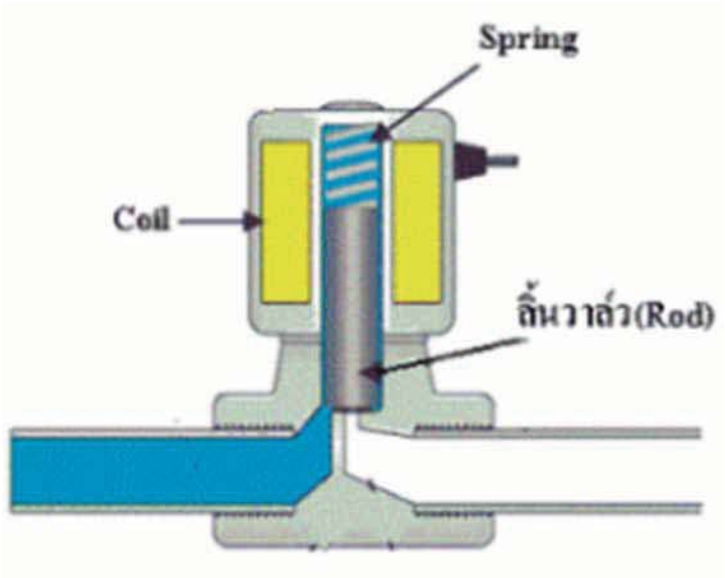
R คือ จำนวนสล๊อตของโรเตอร์



ภาพ 5 การหมุนของมอเตอร์แบบ single coil excitation
ที่มา *http://www.pcbheaven.com /wikipages/ How_Stepper_Motors_Work*

3.2 โซลินอยด์วาล์ว

เป็นอุปกรณ์แม่เหล็กไฟฟ้า ที่มีหลักการทำงานคล้ายกับรีเลย์ โครงสร้างภายในประกอบด้วยขดลวดพันรอบแท่งเหล็กโดยภายในประกอบด้วยแม่เหล็กชุดบนและชุดล่าง เมื่อกระแสไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ทำให้แท่งเหล็กชุดล่างมีอำนาจเป็นแม่เหล็ก ดึงแท่งเหล็กชุดบนกลับสู่ตำแหน่งปกติ จากหลักการดังกล่าวจึงนำมาใช้เปิด-ปิดการจ่ายน้ำหรือของเหลว แสดงดังภาพ 4 (Thaiwatersystem, 2018)



ภาพ 6 โครงสร้างของโซลินอยด์วาล์ว
ที่มา *http://www.thaiwatersystem.com*

การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำ

สำหรับน้ำที่ต้องใช้ในการผสมกับนมนั้นต้องมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง -30 – 40 องศาเซลเซียส ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของน้ำสามารถหาได้จากสูตร

$$Q = mc\Delta t$$

โดยที่ Q คือ ปริมาณความร้อนที่ได้รับหรือสูญเสียไป มีหน่วยเป็นแคลอรี

m คือ มวลของน้ำ มีหน่วยเป็นลิตร

c คือ ความจุของความร้อนจำเพาะ มีหน่วยเป็นแคลอรีต่อลิตร

Δt คือ อุณหภูมิที่เปลี่ยนแปลง มีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

ความเข้มข้นของสารละลาย

เป็นการหาร้อยละโดยมวลต่อปริมาตร

(%W/V) เป็นหน่วยที่บอกมวลของตัวถูกละลายที่มีอยู่ในสารละลาย 100 หน่วยปริมาตร (หน่วยของมวลและของปริมาตรจะต้องสอดคล้องกัน) เช่น ต้องการนมผงเข้มข้นร้อยละ 50 โดยมวลต่อปริมาตร หมายความว่า ในสารละลาย 100 ลูกบาศก์เซนติเมตร มีนมผงละลายอยู่ 50 กรัม

ในงานวิจัยนี้ใช้นมผง 1 ช้อนตวงนมผง (4.37 กรัม) ต่อน้ำ 1 ออนซ์ (29.57 มิลลิลิตร)

โดยหน่วยปริมาณน้ำ 1 ลิตร = 1,000 มิลลิลิตร

ดังนั้น ใน 1 วัน แพะต้องการสารละลายน้ำนมจำนวน 1 ลิตร (สำหรับแพะอายุ 4 วัน – 6 สัปดาห์) ประกอบด้วยนมผงปริมาณ 147.78 กรัมละลายอยู่ในน้ำ1 ลิตร

กรอบแนวคิดการวิจัย

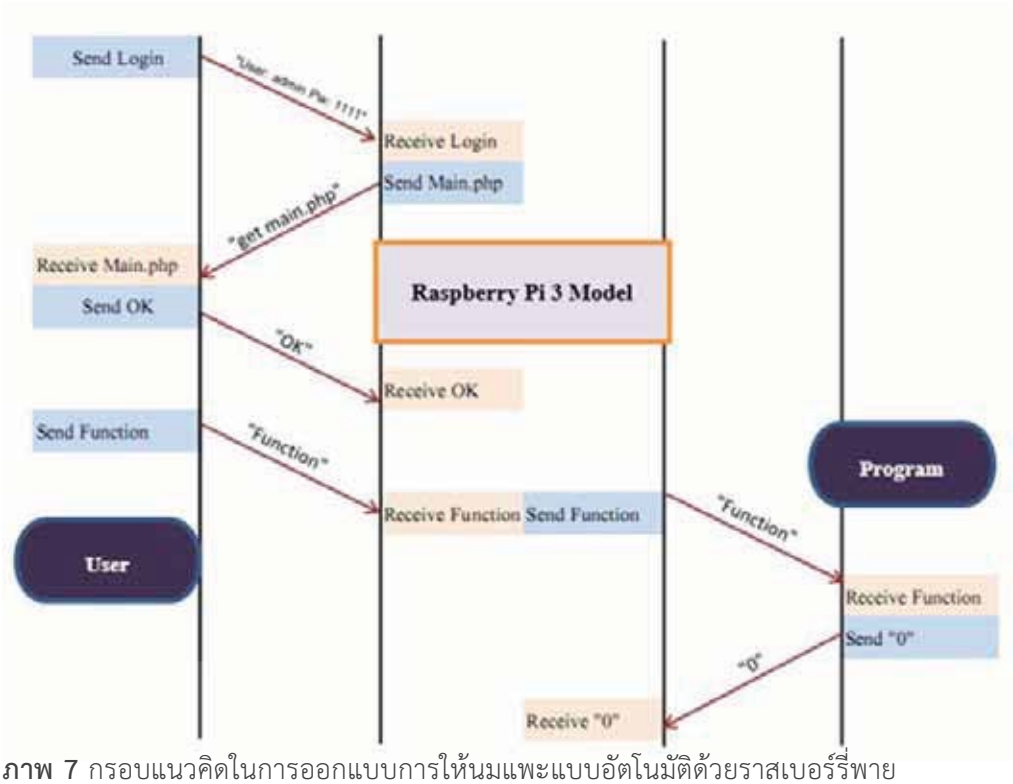
สำหรับงานวิจัยนี้เป็นการทดลองมีแนวคิดในการออกแบบการให้นมแพะแบบอัตโนมัติเพื่อเป็นต้นแบบสำหรับผู้เลี้ยงแพะ ในช่วงระยะการให้นม โดยรูปแบบการเลี้ยงในคอกเลี้ยงให้อาหารเป็นซองเดี่ยวตามเวลา ตามสภาพการณ์ในช่วงอายุ 4 วันถึง 16 สัปดาห์

การออกแบบระบบนี้จะเป็นการช่วยเกษตรกรในการคำนวณปริมาตรของน้ำนมที่ทำการผสมให้ตามสูตรที่กำหนด และปล่อยให้ปริมาณน้ำนมไหลเข้าระบบตามหลักการกำหนดรูปแบบของ กองงานพระราชดำริและกิจกรรมพิเศษ กรมปศุสัตว์ กระทรวงเกษตรและสหกรณ์เรื่องการเลี้ยงแพะ ที่กล่าวมาแล้วข้างต้น

มีการทดสอบระบบแบ่งออกเป็น 2 ส่วน ประกอบด้วย

1. สถานะของระบบโดยรวมทั้งหมดทดสอบอย่างง่ายโดยการใช้น้ำเปล่าปล่อยผ่านระบบทุกครั้งก่อนเริ่มทำงาน

2. ทดสอบปริมาตรของน้ำนมที่ต้องการกับที่ชงได้จริงซึ่งจากผลการทดสอบจะเห็นว่าค่าความผิดพลาดของน้ำนม และคำนวณระยะเวลาของการทำงานของระบบ



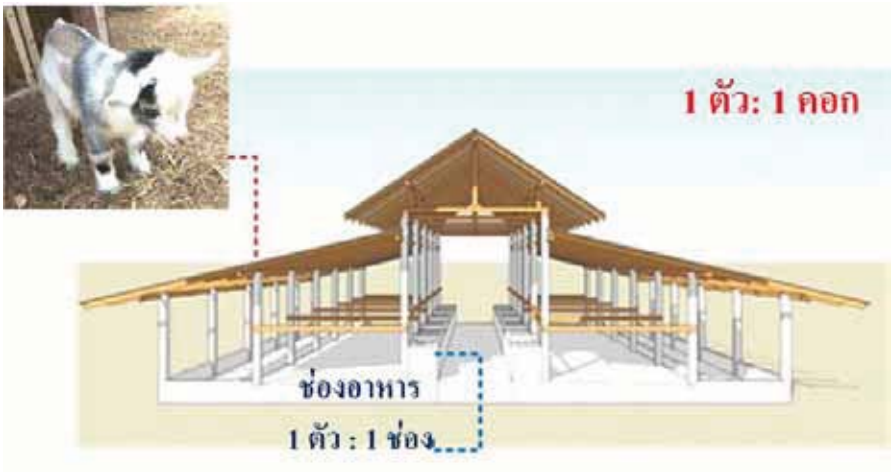
ภาพ 7 กรอบแนวคิดในการออกแบบการให้นมแพะแบบอัตโนมัติด้วยราสเบอร์รี่พาย

สมมติฐานการวิจัย

ระบบควบคุมการให้นมสำหรับการเลี้ยงแพะอัตโนมัติสามารถให้ปริมาตรของน้ำนมที่ต้องการกับที่ชงได้จริงมีค่าความผิดพลาดของน้ำนมต่ำกว่าร้อยละ 5

วิธีดำเนินการวิจัย

จากวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบควบคุมการให้นมสำหรับการเลี้ยงแพะอัตโนมัติ โดยการกำหนดเงื่อนไขการทดลองดังภาพจำลอง



ภาพ 8 จำลองพื้นที่การให้นมสำหรับลูกแพะแบบแยกเดี่ยว

การดำเนินงานวิจัยนี้เป็นการสร้างสถานการณ์จำลองโดยการสร้างอุปกรณ์สำหรับการทดลองในระบบจำลองขึ้นเพื่อวัดประสิทธิภาพของระบบที่ออกแบบก่อนดำเนินการใช้จริง โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. ออกแบบระบบการให้นมแพะซึ่งจะประกอบด้วย การออกแบบถังสำหรับตวงนมผง ถังสำหรับชงนม และออกแบบท่อสำหรับเชื่อมต่อระบบทั้งหมด

2. กำหนดค่าเริ่มต้นต่าง ๆ เพื่อส่งข้อมูลมายังตัวควบคุม โปรแกรมบนราสเบอร์รี่พาย

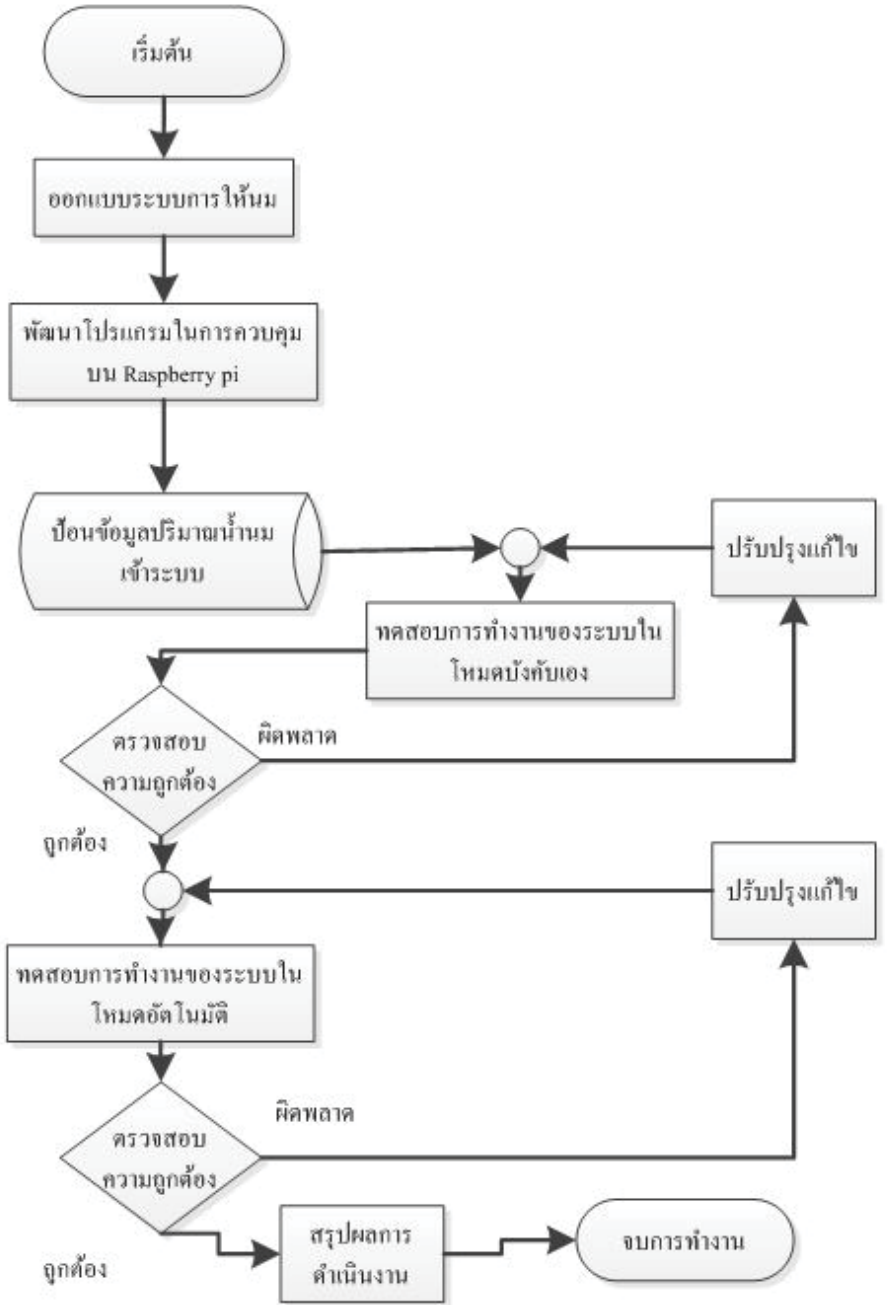
3. ทำการกำหนดค่าเริ่มต้นในการให้นมแพะลง

ฐานข้อมูล

4. ทดสอบการทำงานในโหมดหลักด้วยคนทั้งหมดในเบื้องต้น พร้อมปรับปรุงแก้ไข

5. ทดสอบการทำงานในโหมดอัตโนมัติพร้อมทำการแก้ไข

6. สรุปผล



ภาพ 9 ขั้นตอนการดำเนินงาน

สำหรับการทำงานของระบบประกอบด้วย 2 ส่วน ประกอบด้วย

1. ออกแบบอุปกรณ์สำหรับตวงนม ชงนมและระบบการให้นม

2. ออกแบบชุดควบคุมการให้นมอัตโนมัติโดยใช้ราสเบอร์รี่พาย

เครื่องมือที่ใช้ในการทำวิจัย

ประกอบด้วยวัตถุดิบและอุปกรณ์ดังนี้

วัตถุดิบ มีดังนี้

1. นมสดอาจเป็นนมแพะ (นมแพะศิริชัย) หรือนมโค (ไม่ต้องใช้น้ำเปล่าสำหรับละลายนม) ขนาดเล็ก 0.4 ลิตรจำนวน 5 กระป๋อง

2. นมเทียม หรือนมผง (1 กระป๋อง ขนาด 400 กรัม)

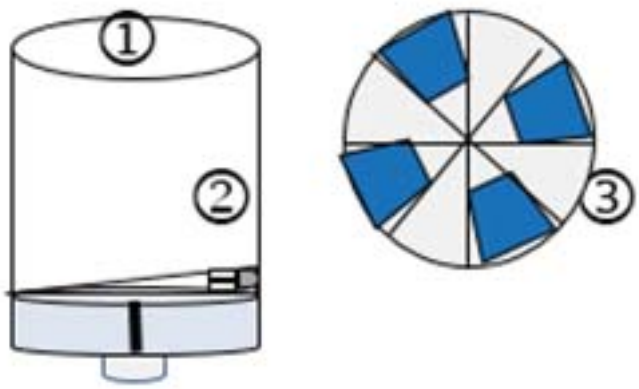
3. น้ำสะอาดต้มสุกที่อุณหภูมิประมาณ 40 องศาเซลเซียส ปริมาณ 5 ลิตร

อุปกรณ์มี 2 ส่วน มีดังนี้

1. อุปกรณ์สำหรับดำเนินการกับวัตถุดิบ

1.1 ถังสำหรับตวงนมผง

ถังตวงนมมีหน้าที่สำหรับการตวงนมเพื่อรอการนำไปผสมกับน้ำอุ่น ซึ่งถังที่ใช้นั้นสามารถใส่นมผงได้ความจุ 1 กิโลกรัม และสามารถตวงได้รอบละ 160 กรัมเมื่อผสมกับน้ำจะได้น้ำนมประมาณ 1 ลิตร โดยจะมีลักษณะดังภาพ 10 การออกแบบของถังจะมีกลไกสำหรับการตวงปริมาณของนมผง จะมีลักษณะเป็นฐาน 2 ชั้นสำหรับปิดและเปิดการตวง เพื่อรอการสั่งงานของตัวควบในการชงต่อไป ช่องกำหนดปริมาณนมผงและแกนป้อนนมผงจำนวน 4 ช่องตวง ช่องตวงละ 40 กรัม (1) ในถังจะมีฐานที่เอียงเพื่อให้นมผงเข้าไปยังช่องตวงนม และปล่อยนมผงที่ตวงแล้วไปยังถังสำหรับชงนม (2) ดังภาพ 8 หลักการทำงานเริ่มต้นถาดตวง (1) จะอยู่ที่ตำแหน่ง 0 องศา เมื่อเริ่มตวงเสต็ปเปอร์มอเตอร์ จะหมุนทุก 45 องศาเพื่อทำการตวงนมผง ตำแหน่งของการตวงจะอยู่ที่ 45 ,135 ,225, 315 องศาตามลำดับ และตำแหน่งการป้อนนมผงอยู่ที่ 90, 180, 270, 360 องศา และดีซีมอเตอร์(3)ขนาดเล็กจะหมุนเพื่อให้เกิดการสั่นให้นมเคลื่อนที่ลงช่องตวง เพื่อรอสัญญาณจ่ายนมผงลงถังชงนมต่อไป



ภาพ 10 ถังสำหรับตวงนมผง (1) ช่องสำหรับตวงนม (2) ช่องสำหรับปล่อยนม (3) มอเตอร์

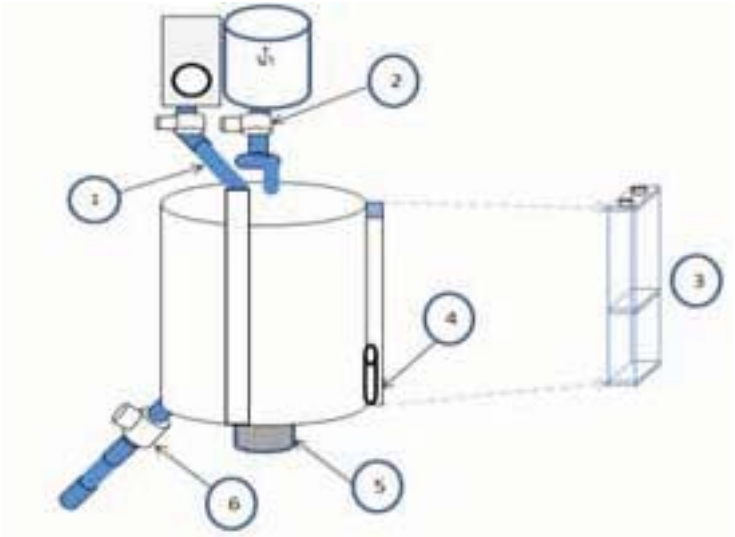
1.2 ถังสำหรับชงนม

ถังชงนมจะมีหน้าที่ในผสมนมผงกับน้ำอุ่นในปริมาณที่กำหนด เมื่อมีการเติมน้ำและนมผงแล้วจะดำเนินคนชงนม แล้วปล่อยปริมาณน้ำนมไปยังคอกเลี้ยงครั้งละ 0.3-0.4 ลิตรต่อ 1 ตัวต่อ 1 เวลา โดยรวม

1 วัน เท่ากับ 1 ลิตรต่อ 1 ตัว ประกอบด้วย

- น้ำอุ่นมีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 40-60 องศาเซลเซียส
- น้ำเปล่ามีอุณหภูมิเฉลี่ยที่ 30-40 องศาเซลเซียส
- เซนเซอร์วัดระดับน้ำ
- เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ
- มอเตอร์สำหรับชงนม
- วาล์วสำหรับปล่อยนมเข้าสู่อ่างให้นมแพะ

ดังภาพ 11



ภาพ 11 ส่วนประกอบของถังสำหรับชงนม

2. อุปกรณ์สำหรับดำเนินการกับระบบควบคุมการให้นมแพะ

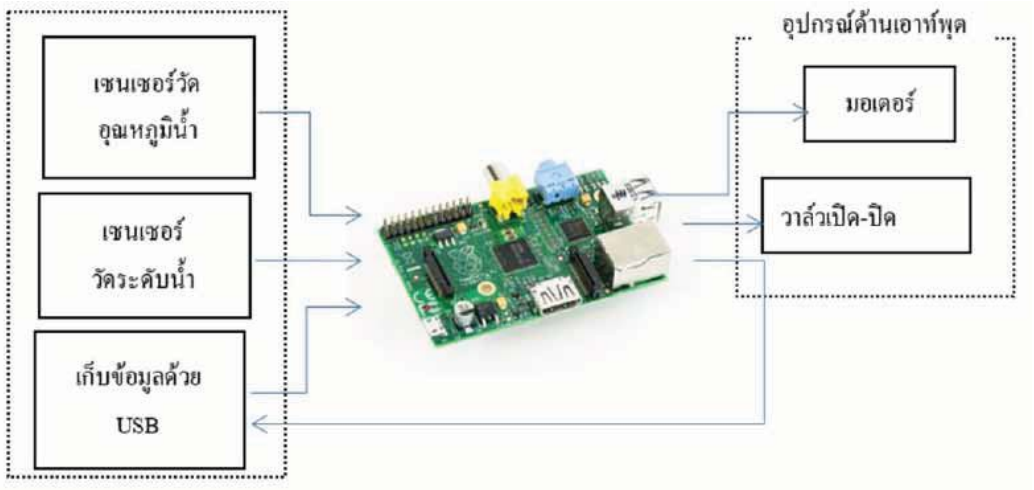
2.1 การออกแบบชุดควบคุม

การออกแบบแบ่งออกเป็น 3 ส่วนดังนี้

- ส่วนการรับข้อมูลจากเซนเซอร์อุณหภูมิและวัดระดับน้ำเพื่อดำเนินการเตรียมน้ำเพื่อใช้สำหรับการชงนมและรับข้อมูลที่ส่งมาจากการป้อนข้อมูลเข้าระบบปฏิบัติการราสเบอร์รีพาย เพื่อกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับระบบ

- ส่วนควบคุมใช้บอร์ดราสเบอร์รีพายในการควบคุมให้มอเตอร์และวาล์วทำงาน

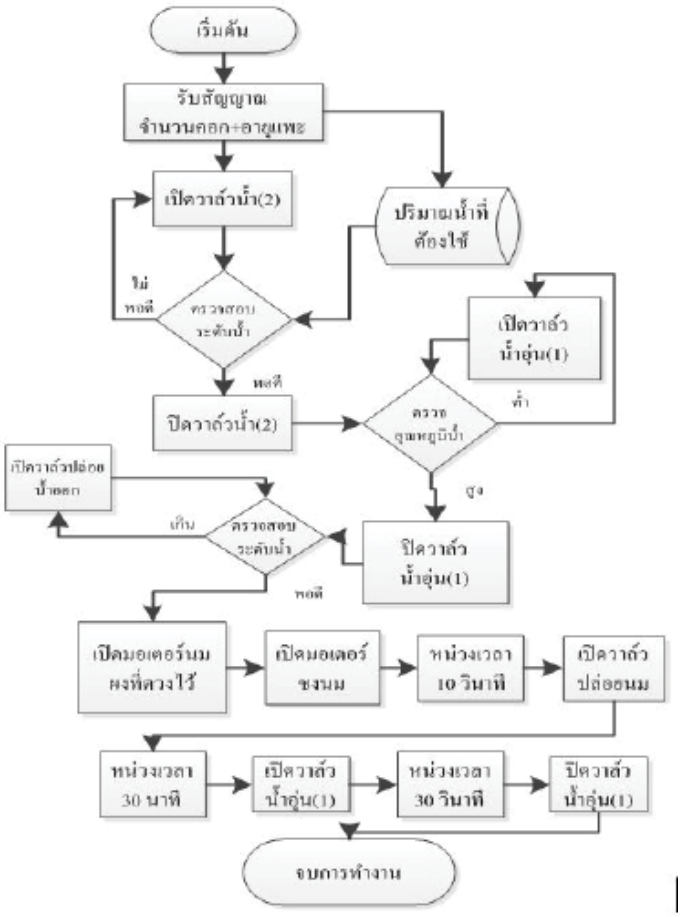
- มอเตอร์และวาล์วน้ำ ทำงานตามเงื่อนไขที่กำหนดและผลการดำเนินงานจะถูกส่งกลับมาแสดงผลและเก็บข้อมูลยัง USB ที่ถูกติดตั้งบนระบบปฏิบัติการราสเบอร์รี่พาย ดังภาพ 12



ภาพ 12 ความสัมพันธ์กันระหว่าง อินพุต กระบวนการ และ เอาท์พุต

2.2 การทำงานของระบบ

เริ่มต้นจะรับสัญญาณและค่าตัวแปรที่ใช้ประกอบด้วย จำนวนคอกที่เลี้ยงและอายุของแพะเพื่อไปหาค่าของตัวแปรในฐานข้อมูลในส่วนของปริมาณนมที่ต้องชง อุณหภูมิของน้ำสำหรับชง ค่าระดับน้ำที่ต้องการชง จากนั้นระบบจะปรับอุณหภูมิของน้ำและปริมาณน้ำให้ได้ตามปริมาณและอายุของแพะ ระบบก็จะปล่อยนมผงที่ตวงไว้ลงมาที่ถังชง ต่อมามอเตอร์ที่ถังชงจะหมุนคนให้น้ำและนมผงเข้ากันพร้อมปล่อยน้ำนมสู่อ่างเลี้ยงดังภาพ 13



ภาพ 13 กระบวนการทำงานสำหรับการให้นมแพะอัตโนมัติ

ผลการวิจัย

ในการทดสอบจะแบ่งออกเป็น 2 ส่วนประกอบด้วย 1. ทดสอบระบบในชงนมให้ลูกแพะวัตถุประสงค์เพื่อตรวจสอบการทำงานของระบบตามเงื่อนไขที่กำหนดตามขั้นตอนในภาพ 13 ซึ่งระบบประกอบด้วย เซนเซอร์วัดอุณหภูมิ (TS) เซนเซอร์วัดระดับน้ำ (US) ส่วนเอาท์พุตเป็นการควบควบเปิด-เปิดวาล์วน้ำเย็นและน้ำอุ่น (SV1, SV2) และวาล์วปล่อยน้ำนมที่ชง (SV3) มอเตอร์ชงนม (MT2) และมอเตอร์ปล่อยนมผง (MT1) และวาล์วที่ปล่อยน้ำนมไปที่ถาดเลี้ยง (SV4, SV5) ผลที่ได้จากการชงนมดังตาราง 1 และ 3 ตามลำดับ 2. เปรียบเทียบปริมาตรนมที่ต้องการกับน้ำนมที่ปล่อยสู่ถาดเลี้ยง วัตถุประสงค์เพื่อหาปริมาตรของน้ำนมที่ได้จริงเมื่อปล่อยน้ำนมสู่ถาดเลี้ยง โดยทำการทดสอบน้ำนมที่ปริมาตร 0.4 ลิตรโดย คิดจากจากระยะห่างของเซนเซอร์ 2 เซนติเมตรแล้วปล่อยเข้าสู่ระบบรางทดสอบวันละ 3 ครั้ง 5 วันซึ่งผลที่ได้ดังตาราง 2 ผลการทดลองมีค่าน้ำนมที่ได้เฉลี่ย 0.38 ลิตร และค่าความผิดพลาดเฉลี่ยร้อยละ 1.88

ตาราง 1

การทำงานของระบบการให้นมแพะอัตโนมัติที่จำนวน 1 คอกปริมาตร 1 ลิตร

อินพุตเซนเซอร์ถังชง		เอาท์พุตถังชง			ถังตวง			อ่างเลี้ยง		เวลาที่ใช้	
TS (องศา)	US (ซม.)	SV1	SV2	SV3	MT2	MT1	ST1	SV4	SV5	วินาที	**สถานการทำงาน**
30	10	1	0	0	0	0	0	0	0	10	เติมน้ำอุณหภูมิปกติ 30° C
30	9-8	0	1	0	0	0	0	0	0	6	เติมน้ำร้อนอุณหภูมิ 60° C
40-25	7	0	0	1	0	1	0	0	0	7	ปล่อยน้ำออกให้ได้น้ำ 1 ลิตร
40	8	0	0	0	1	0	0	0	0	20	ปล่อยนมผงที่ตวงพร้อมชง
40	8	0	0	1	0	0	0	1	0	5	ปล่อยนมสู่อ่างเลี้ยง
Timer 30 นาที		1	0	1	1	0	0	1	0	1800	รอเวลาให้ลูกแพะดื่มนม
Timer 30 วินาที		0	1	0	0	0	0	1	1	30	ปล่อยน้ำอุ่นล้างระบบ

หมายเหตุ: สัญลักษณ์ 1 อุปกรณ์ทำงาน และ 0 อุปกรณ์หยุดทำงาน

ตาราง 2

เปรียบเทียบปริมาตรของน้ำนมที่ต้องการกับที่วัดได้จริง

	เวลา 06.00 น.			เวลา 12.00 น.			เวลา 18.00 น.		
วันที่	นมที่ชง (ลิตร)	นมที่คอก (ลิตร)	ผิดพลาด (ร้อยละ)	นมที่ชง (ลิตร)	นมที่คอก (ลิตร)	ผิดพลาด (ร้อยละ)	นมที่ชง (ลิตร)	นมที่คอก (ลิตร)	ผิดพลาด (ร้อยละ)
1	0.4	0.37	2.83	0.4	0.38	1.88	0.4	0.37	2.83
2	0.4	0.38	1.88	0.4	0.37	2.83	0.4	0.38	1.88
3	0.4	0.37	2.83	0.4	0.39	0.94	0.4	0.39	0.94
4	0.4	0.39	0.94	0.4	0.37	2.83	0.4	0.38	1.88
5	0.4	0.38	1.88	0.4	0.39	0.94	0.4	0.39	0.94
เฉลี่ย	0.4	0.378	2.07	0.4	0.38	1.884	0.4	0.382	1.694

สรุปและวิจารณ์ผลการทดสอบ

จากผลการทดสอบระบบควบคุมระบบควบคุมการให้นมแพะอัตโนมัติด้วยราสเบอร์รีพาย สามารถให้นมแพะได้ตามปริมาณที่เหมาะสมกับแพะในแต่ละช่วงอายุซึ่งผลที่ได้จากการทดสอบวัดปริมาตรของนมที่ป้อนให้แพะนั้นมีค่าความผิดพลาดเฉลี่ยเพียงร้อยละ 1.88 และค่าเฉลี่ยของนมที่ได้จริงอยู่ที่ 0.38 ลิตร สำหรับน้ำที่พร้อมชงนมนั้นจะมีอุณหภูมิที่ 40 องศาเซลเซียส และเมื่อผสมกับนมผงที่ได้ตวงไว้และส่งไปสู่ระบบของการให้นมปริมาตรน้ำนมที่ไปถึงลูกแพะจึงมีค่าที่ตรงกับความต้องการของลูกแพะ ส่วนการทดสอบสถานะการเปิด-ปิดของอุปกรณ์เอาท์พุตที่ประกอบด้วย วาล์วน้ำกับมอเตอร์ตั้งแต่เริ่มต้นตวงน้ำ ปรับอุณหภูมิน้ำ ตวงนมผง และทำการชงนม พร้อมปล่อยนมสู่อ่างเลี้ยง ผลของสถานะที่ได้เป็นไปตามกระบวนการที่ได้ออกแบบไว้ สำหรับเวลาที่ใช้ทั้งหมดของระบบนั้นไม่เกิน 45 นาที ซึ่งจะขึ้นอยู่กับแรงดันของน้ำร้อน น้ำเย็น ขนาดของวาล์ว ความยาวของท่อลำเลียงนม และเวลาที่ใช้ในการชงนม และการชงนมในแต่ละช่วงเวลามีค่าน้ำนมที่ได้ใกล้เคียงกัน

ข้อเสนอแนะการทดลองนี้ควรเพิ่มการวัดปริมาณนมที่ผสมออกมาด้วยว่าเป็นตามที่ออกแบบไว้ รวมทั้งปริมาณที่เหลือทิ้งและเพิ่มการเก็บสถิติของอุณหภูมิ ระดับน้ำ นอกจากนี้ในอนาคตสามารถนำมาเชื่อมต่อเข้ากับแอพพลิเคชั่นเพื่อให้สามารถควบคุมระยะไกล ระบบการแจ้งเตือนที่เชื่อมกับ Social network และแสดงผลภาพได้ผ่านแอพพลิเคชั่น และสามารถเก็บประวัติการให้นม เพื่อวิเคราะห์ปริมาณนมที่เหมาะสมให้กับแพะแต่ละสายพันธุ์ต่อไป

References

Bentley, J. (2018). Automatic calf feeder field day enhances calf management. *Animal Industry Report, 664*(1), 37.

CIRCUITO TEAM. (2018). *Arduino vs. raspberry pi: which board is best.* Retrieved from https://www.circuito.io/blog/arduino-vs-raspberry-pi/

Department of Livestock Development. (2018) . *Raising goat*. Retrieved from http:// www.royal.did.go.th

Giorgos Lazavidis. (2010). *How stepper motors work*. Retrieved from www.pcbheaven.com /wikipages/How_Stepper_Motors_Work

Namhong, T. (2013). Goat milk: Alternative for human health benefit. *RMUTSB ACADEMIC JOURNAL, 1*(2), 170-178

Oh, J., Hofer, R., & Fitch, W. T. (2017). An open source automatic feeder for animal experiments. *HardwareX,1*(1), 13-21.

Prangchumpol, D. (2018). The development automatic of fish feeding system. *International Journal of Modeling and Optimization, 8*(5), 277-280

Rodma, P., Sornprom, A., & Soonthornchuen, N.(2009). Exposure assessment of bacillus cereus in infant formula. *Bulletin of the department of medical sciences, 51*(1), 64-75

Supremelines. (2018). *Ultrasonic sensor*. Retrieved from http://www.supremelines.co.th

Thaiwatersystem. (2018). *Principle of solenoid valve.* Retrieved from http://www.thaiwatersystem.com/article/45/

Thongtem, J. (2015). *Automatic box feeder for pets with raspberry pi.* Bachelor of Science in Network Engineering and Security Thesis. Mahanakorn University of Technology. (in Thai)

Youdee, K. (2012). *Automatic feeder.* Retrieved from https://bit.ly/2BSVgGe