TETA-05

ระบบตรวจวัด และศึกษาดัชนีบ่งชี้คุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรและอาหารโดยวิธีการตรวจจับองค์ประกอบเชิงก๊าซด้วยเซนเซอร์สารกึ่งตัวนำโลหะออกไซด์

*มนตรี ไชยชาญยุทธ์[1] และ พลศาสตร์ เลิศประเสริฐ[2]

[1]*สาขาวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพรเขตอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร*
17/1 ม.6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160
[2]*คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ*
1 ซ.ฉลองกรุง 1 แขวงลาดกระบัง เขตลาดกระบัง กรุงเทพฯ 10520

ผู้เขียนติดต่อ: มนตรี ไชยชาญยุทธ์ : kcmontre@kmitl.ac.th

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้ได้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาดัชนีบ่งชี้คุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรและอาหารโดยวิธีการตรวจจับองค์ประกอบเชิงก๊าซด้วยเซนเซอร์สารกึ่งตัวนำโลหะออกไซด์ ระบบที่ออกแบบใช้ตัวเซนเซอร์ 6 ชนิด คือ แอมโมเนีย คาร์บอนไดออกไซด์ สารปนเปื้อนในอากาศ ก๊าซแอลพี มีเทน และแอลกอฮอล์ สำหรับตรวจแยกองค์ประกอบของกลิ่น ระบบประกอบด้วย 2 โหมด คือ 1. โหมดตรวจวัดและศึกษาดัชนีบ่งชี้คุณภาพ และ 2. โหมดการแยกแยะคุณภาพ สำหรับโหมดตรวจวัดและศึกษาดัชนีบ่งชี้คุณภาพใช้ศึกษาดัชนีบ่งชี้คุณภาพของผลผลิตทางการเกษตรและอาหาร ซึ่งสามารถแบ่งย่อยได้ 2 โหมดคือ โหมดการตรวจวัดแบบกำหนดเองโดยไมโครคอลโทลเลอร์ประมวลผลค่าสัญญาณและจัดเก็บค่าแรงดันที่ทำการตรวจวัดครั้งล่าสุด สำหรับโหมดการตรวจวัดแบบอัตโนมัติ เป็นโหมดที่ผู้ใช้ต้องกำหนดเวลาการตรวจวัดว่าจะตรวจวัดทุกกี่นาที โดยสามารถตั้งเวลาได้สูงสุด 60 นาที ไมโครคอนโทรลเลอร์จะนำค่าแรงดันบันทึกในหน่วยความจำ พร้อมแสดงผลทางหน้าจอ ซึ่งสามารถจัดเก็บข้อมูลแบบต่อเนื่องได้สูงสุด 60 ค่า สำหรับโหมดการแยกแยะคุณภาพ ไมโครคอลโทลเลอร์จะประมวลผลโดยนำปริมาณก๊าซเทียบกับค่าก๊าซดัชนีบ่งชี้คุณรูปที่ผู้ใช้ได้ใส่ข้อมูลไว้ก่อนใช้งาน และตอบว่าตัวอย่างมีคุณภาพระดับใด หรือตัวอย่างชนิดใด เช่นตอบระดับความสุก ระดับความสด หรือชนิดของตัวอย่าง เป็นต้น จากการทดสอบระบบด้สยการทดสอบแยกแยะชนิดของเมล็ดกาแฟคั่ว 5 ชนิด คือ โรบัสต้า อราบิก, ม็อคค่, เอสเพรสโซ่และไอซ์คอฟฟี่ ปริมาณของตัวอย่างที่เหมาะสมในการนำมาทดสอบคือ ปริมาณ 10 กรัม เวลาที่เหมาะสมในการตรวจจับก๊าซคือ 6 นาที ทดสอบกับเมล็ดกาแฟคั่วชนิดละ 20 ซ้ำ ระบบสามารถทำการแยกแยะชนิดของเมล็ดกาแฟคั่วชนิด โรบัสต้า อาราบิกา ม็อคค่า เอสเพรสโซ่ และไอซ์คอฟฟี่ ได้ถูกต้อง 50 20 30 50 และ 100 เปอร์เซ็นต์ตามลำดับ

คำสำคัญ: ความสด; เซนเซอร์สารกึ่งตัวนำโลหะออกไซด์; กลิ่น

1. ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ประเทศไทยเป็นหนึ่งในประเทศผู้ส่งออกสินค้าภาคการเกษตรรายใหญ่ของโลก ซึ่งมีภาวการณ์แข่งขันที่สูงมาก ทำให้หลายประเทศในปัจจุบันมีมาตรการทางการค้าออกมาเป็นการสร้างกฎ หรือเงื่อนไข ที่มีวัตถุประสงค์เพื่อกีดกันการค้าจากประเทศอื่นๆ ที่เป็นคู่แข่งทางการค้าของตนเอง โดยหลายมาตรการที่ถูกกำหนดขึ้นมาใช้เหตุผลในเรื่องของคุณภาพและความปลอดภัยของสินค้าเป็นหลัก ทำให้หลายประเทศที่เป็นผู้ส่งออกสินค้าภาคเกษตรได้รับผลกระทบ และต้องมีการปรับกลยุทธ์ เพื่อพัฒนาคุณภาพสินค้าของตน โดยใช้วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมาช่วยเพิ่มมูลค่า หรือใช้ในการตรวจวัดมาตรฐาน คุณภาพของสินค้า

และวิธีการพื้นฐานที่ใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตรและอาหารก็คือการดม หรือการตรวจสอบ “กลิ่น” กลิ่นคือสารประกอบทางเคมีระเหยได้ ที่มีน้ำหนักโมเลกุลต่ำกว่า 300 ดอลตัน [1] มนุษย์ได้รับกลิ่นโดยใช้ระบบประสาทจมูก ปัจจุบัน จมูกของมนุษย์กลายเป็นเครื่องมือที่สำคัญในการประเมินคุณภาพของหลากหลายผลิตภัณฑ์ ตัวอย่าง-เช่น น้ำหอม, อาหารและเครื่องดื่มชนิด

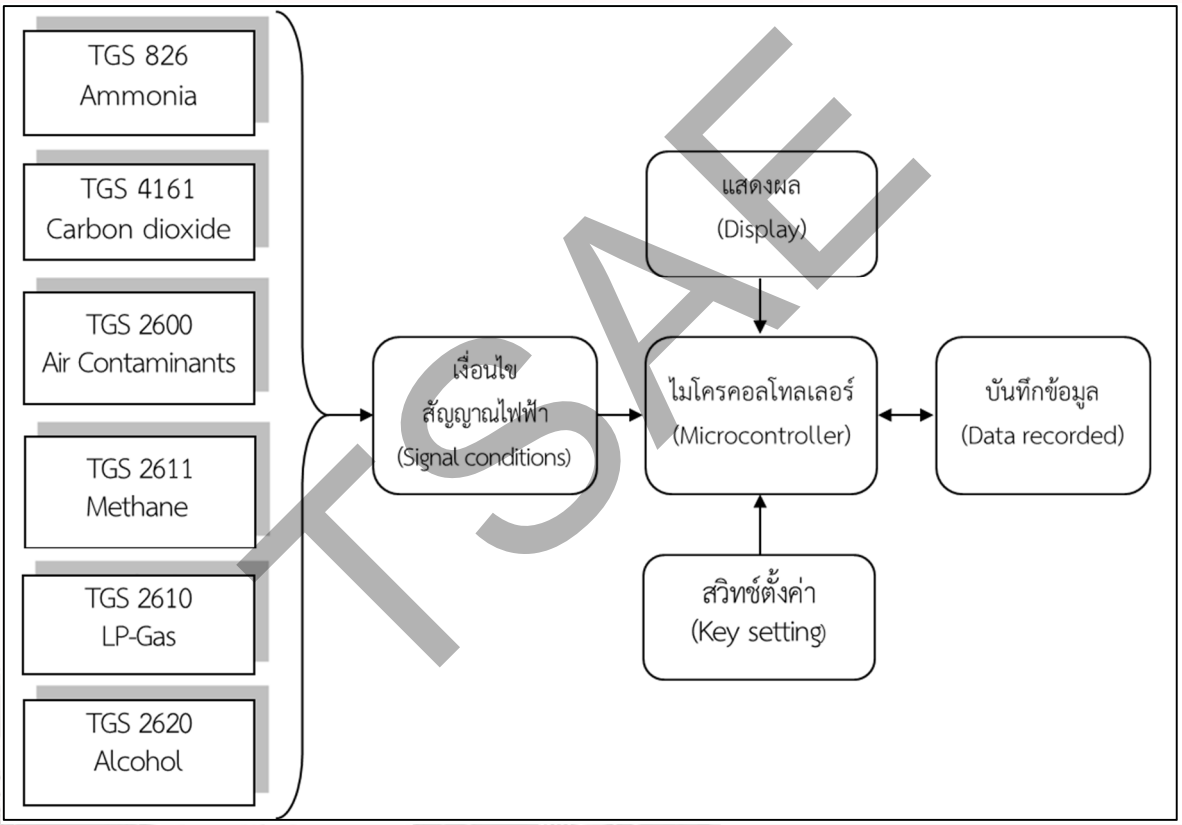
TSAE

ต่างๆเป็นต้น แต่การใช้ จมูกของมนุษย์มี ข้อจำกัดหลายอย่าง ทั้งในด้านปัจจัยทางอารมณ์ ทางด้านสภาพร่างกายหรือสภาวะแวดล้อม ทำให้การประเมินคุณภาพของกลิ่นมีการแปรผันตลอดเวลา และคุณรูปที่ได้ไม่แน่นอน ถูกต้องเท่าที่ควร ดังนั้นในหลายประเทศจึงได้มีการนำเอาเทคโนโลยีทางด้านเซนเซอร์มาทำเป็นตัวตรวจจับกลิ่น หรือที่เรียกกันว่า จมูกอิเล็กทรอนิกส์ การทดลองครั้งแรกของจมูกอิเล็กทรอนิกส์ มีตั้งแต่ปี ค.ศ.1980 [2] จนถึงปัจจุบัน จมูกอิเล็กทรอนิกส์สามารถนำไปประยุกต์การใช้งานได้ หลากหลายอาทิ การป้องกันสภาพแวดล้อม [3] การช่วยในการวินิจฉัยโรค [4] การรักษาความปลอดภัย [5] การควบคุมคุณภาพอาหารและเครื่องดื่ม [6]

ดังนั้นเป้าหมายของการศึกษาวิจัยครั้งนี้จึงเป็นการออกแบบเครื่องวัด และศึกษาดัชนีบ่งชี้คุณภาพของผลผลิตทางการเกษตร และอาหารโดยวิธีการวัดองค์ประกอบเชิงก๊าซด้วยเซนเซอร์สารกึ่งตัวนำโลหะออกไซด์ เพื่อให้ได้ทราบถึงดัชนีที่ใช้ในการชี้วัดระดับคุณภาพ

2. วิธีการ และ การออกแบบ

แนวความคิดในการออกแบบระบบตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซ โดยต้องการออกแบบให้ระบบสามารถทำการตรวจจับองค์ประกอบทางกลิ่นของตัวอย่างที่นำมาทำการทดสอบแล้วแปลงข้อมูลให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า จากนั้นทำการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอลโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล และทำการแสดงผลของชนิดตัวอย่างทางจอแอลซีดี



รูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมระบบตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซ

ของตัวอย่างที่นำมาทำการทดสอบแล้วแปลงข้อมูลให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า จากนั้นทำการส่งข้อมูลไปยังไมโครคอลโทรลเลอร์เพื่อประมวลผล และทำการแสดงผลของชนิดตัวอย่างทางจอแอลซีดี

รูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโครงงานเพื่อใช้ในการออกแบบการทำงาน และวงจรเพื่อใช้งานในโครงงานให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ โดยแบ่งออกเป็นภาคต่างๆ ดังนี้

- เซนเซอร์ (Array Sensor) ทำหน้าที่ตรวจวัดก๊าซ โดยใช้เซนเซอร์ในการตรวจวัดก๊าซทั้งหมด 6 ชนิด ประกอบไปด้วย TGS826 Ammonia , TGS4161 Carbon dioxide , TGS 2600 Air Contaminants , TGS 2610 LP-Gas , TGS 2611 Methane , TGS 2620 Alcohol
- เงื่อนไขสัญญาณ (Signal conditions) คือ การแปลงสัญญาณให้สามารถแปรสภาพทางกายภาพเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อให้ง่ายต่อการแปรข้อมูล ในที่นี้จะใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล(Analog to Digital

TSAE

Converter) เบอร์ ADC0804 ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกที่ได้จากตัวเซนเซอร์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์และทำการประมวลผล

- ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ที่ใช้ในโครงงานนี้คือ AT89S52 ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลของสัญญาณที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลและทำการเปรียบเทียบค่าสัญญาณดิจิตอลที่เข้ามากับฐานข้อมูลที่สร้างไว้ และส่งข้อมูลชนิดของตัวอย่าง (เมล็ดกาแฟคั่ว) ที่ประมวลผลได้ออกมาแสดงผ่านทางจอแอลซีดี (LCD) อีกทั้งจะรับการสั่งงานจากคีย์สวิตช์ (Key Switch) เพื่อเลือกฟังก์ชั่นการทำงานและใช้ในการคีย์เพื่อเพิ่มค่าข้อมูลของตัวอย่าง
- บันทึกข้อมูล (Memory) ที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้ใช้ไอซีเบอร์ 24LC256 สามารถเก็บข้อมูลได้ 32 กิโลไบต์ ซึ่งทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลที่ไมโครคอลโทรลเลอร์ได้ประมวลผลเสร็จแล้ว จากนั้นจะส่งข้อมูลมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ
- จอแสดงผล (Display) ทำหน้าที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่อง เพื่อเลือกโหมดการทำงาน และแสดงผลชนิดของกาแฟและผลการตรวจแยกตัวอย่างว่าใช่หรือไม่ ซึ่งจะแสดงผลข้อมูลผ่านทางจอแอลซีดี- เซนเซอร์ (Array Sensor) ทำหน้าที่ตรวจวัดก๊าซ โดยใช้เซนเซอร์ในการตรวจวัดก๊าซทั้งหมด 6 ชนิด ประกอบไปด้วย TGS826 Ammonia , TGS4161 Carbon dioxide , TGS 2600 Air Contaminants , TGS 2610 LP-Gas , TGS 2611 Met-hane , TGS 2620 Alcohol
- เงื่อนไขสัญญาณ (Signal conditions) คือ การแปลงสัญญาณให้สามารถแปรสภาพทางกายภาพเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าเพื่อให้ง่ายต่อการแปรข้อมูล ในที่นี้จะใช้วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล(Analog to Digital Converter) เบอร์ ADC0804 ซึ่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกที่ได้จากตัวเซนเซอร์ให้เป็นสัญญาณดิจิตอล เพื่อส่งข้อมูลไปยังไมโครคอนโทรลเลอร์และทำการประมวลผล
- ไมโครคอนโทรลเลอร์ (Microcontroller) ที่ใช้ในโครงงานนี้คือ AT89S52 ซึ่งทำหน้าที่ประมวลผลของสัญญาณที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอลและทำการเปรียบเทียบค่าสัญญาณดิจิตอลที่เข้ามากับฐานข้อมูลที่สร้างไว้ และส่งข้อมูลชนิดของตัวอย่าง (เมล็ดกาแฟคั่ว) ที่ประมวลผลได้ออกมาแสดงผ่านทางจอแอลซีดี (LCD) อีกทั้งจะรับการสั่งงานจากคีย์สวิตช์ (Key Switch) เพื่อเลือกฟังก์ชั่นการทำงานและใช้ในการคีย์เพื่อเพิ่มค่าข้อมูลของตัวอย่าง
- บันทึกข้อมูล (Memory) ที่ใช้ในโครงการวิจัยนี้ใช้ไอซีเบอร์ 24LC256 สามารถเก็บข้อมูลได้ 32 กิโลไบต์ ซึ่งทำหน้าที่จัดเก็บข้อมูลที่ไมโครคอลโทรลเลอร์ได้ประมวลผลเสร็จแล้ว จากนั้นจะส่งข้อมูลมาเก็บไว้ในหน่วยความจำ
- จอแสดงผล (Display) ทำหน้าที่ใช้ในการติดต่อระหว่างผู้ใช้งานกับเครื่อง เพื่อเลือกโหมดการทำงาน และแสดงผลชนิดของกาแฟและผลการตรวจแยกตัวอย่างว่าใช่หรือไม่ ซึ่งจะแสดงผลข้อมูลผ่านทางจอแอลซีดี
- คีย์สวิตช์(Key setting) ทำหน้าที่รับค่าจากผู้ใช้เพื่อทำการสั่งงานให้ไมโครคอลโทรลเลอร์ทำงานตามฟังก์ชั่นที่ผู้ใช้ต้องการ

2.1 วงจรทางอิเล็กทรอนิกส์เพื่อการใช้งาน[1]

ในการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์นั้น ถือว่าเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการออกแบบโครงงานระบบตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซ เนื่องจากฮาร์ดแวร์จะเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างส่วนของซอฟแวร์ กับส่วนของการตรวจวัดให้ทำงานสอดคล้องกัน ในส่วนของโครงงานระบบตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซจะแบ่งฮาร์ดแวร์เป็น 5 ส่วน ด้วยกันคือ การออกแบบระบบเซนเซอร์, วงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิตอล, วงจรไมโครคอลโทรลเลอร์, วงจรขยายพอร์ทและวงจรหน่วยความจำ

2.2 การออกแบบโครงสร้าง

การออกแบบโครงสร้างนั้นจะแบ่งเป็นการออกแบบเป็น 3 ส่วน ดังนี้

- การออกแบบระบบยกถาดตั้งตัวอย่าง เนื่องจากต้องการให้ถาดตั้งตัวอย่างสามารถปรับขึ้นและลงให้เหมาะสมตามชนิดของตัวอย่างที่นำมาทำการทดสอบ จึงได้ออกแบบโดยใช้มอเตอร์เป็นตัวขับเคลื่อน โดยให้ขาข้างหนึ่งยึดอยู่กับที่และขาอีกข้างต่อไปยังมอเตอร์ เมื่อมอเตอร์หมุนจะทำให้ขาข้างที่ต่อกับมอเตอร์เคลื่อนที่ ทำให้สามารถปรับระดับขึ้นหรือลงได้ตามที่ผู้ใช้ต้องการ ดังแสดงในรูปที่ 2 ซึ่งระบบยกถาดตั้งตัวอย่างนี้สามารถปรับขึ้นได้สูงสุดที่ 20 เซนติเมตร และระดับต่ำสุดได้ที่ 5 เซนติเมตร สามารถรับน้ำหนักได้สูงสุด 2 กิโลกรัม

[1] การออกแบบวงจรอิเล็กทรอนิกส์ได้แสดงรายละเอียดไว้ในรายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ ของ สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร กองทุนวิจัยประจำปี 2556

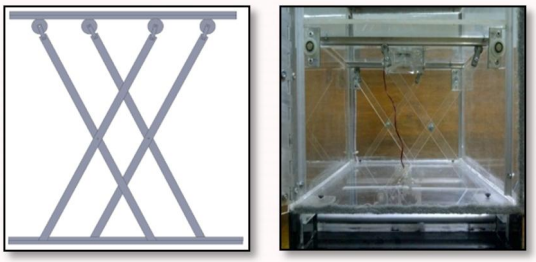
- การออกแบบระบบตำแหน่งติดตั้งเซนเซอร์ เนื่องจากกลิ่นของสสารทุกชนิดลอยและฟุ้งขึ้นไปในอากาศ ดังนั้นการติดตั้งเซนเซอร์ที่ใช้ในการตรวจจับก๊าซจะติดตั้งไว้บริเวณด้านบนของตู้ เพื่อให้สามารถตรวจจับกลิ่นของตัวอย่างที่ลอยขึ้นมาได้ และตำแหน่งที่ทำการติดตั้งเซนเซอร์ ผู้จัดทำได้เลือกใช้บริเวณตรงกลางของตู้ ดังรูปที่ 3 ซึ่งได้ติดตั้งพัดลมเพื่อเป่าไล่ไอของกลิ่นที่ยังติดอยู่ที่ตัวเซนเซอร์ ในขณะที่ทำการทดลองเสร็จแล้ว ทั้งนี้เพื่อให้ค่าเอาท์พุทของเซนเซอร์กลับไปที่ค่าเริ่มต้นให้รวดเร็วที่สุด
- การออกแบบระบบตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซ การออกแบบระบบตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซนั้น ต้องการออกแบบให้สามารถติดตั้งชุดฮาร์ดแวร์และระบบถาดยกไว้ภายในเครื่อง โดยที่ขนาดของตู้ที่ใช้ในการบรรจุตัวอย่างที่ต้องการนำมาทำการทดสอบ ชนิดของตัวอย่างที่จะนำมาทำการทดสอบ สามารถใส่ตัวอย่างที่มีขนาดใหญ่ประมาณผล ทุเรียนขนาด 2 กิโลกรัม และสามารถใส่ตัวอย่างที่มีขนาดเล็กสุดคือ เมล็ดกาแฟ โดยที่ ในส่วนของตู้ที่ใช้บรรจุตัวอย่างที่นำมาทดสอบนั้นจะมีขนาด 30 x 35 เซนติเมตร และส่วนที่เหลือสามารถแบ่งได้เป็นสองส่วน ซึ่งมีขนาดเท่ากันคือ 15 x 35 เซนติเมตร โดยในส่วนบนจะใช้สำหรับติดตั้งจอแสดงผลและสวิตซ์ และส่วนล่างจะเป็นส่วนที่ติดตั้งกลไกการทำงานของระบบยกถาดตั้งตัวอย่าง ดังแสดงในรูปที่ 4
- การออกแบบโปรแกรม (Software) โปรแกรมออกแบบมาให้รองรับกับการทำงานของโครงงาน โปรแกรมจะควบคุมให้ไมโครคอลโทรลเลอร์ทำงานตามลำดับขั้นตอนตามที่เราต้องการ ซึ่งสามารถแสดงได้ตามโฟวร์ชาร์ตในรูปที่ 5 ซึ่งโปรแกรมที่ใช้เขียนควบคุมโครงงานวิจัยจะแบ่งระบบตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซ เป็น 3 โหมด

3. ผลการทดลอง และวิจารณ์

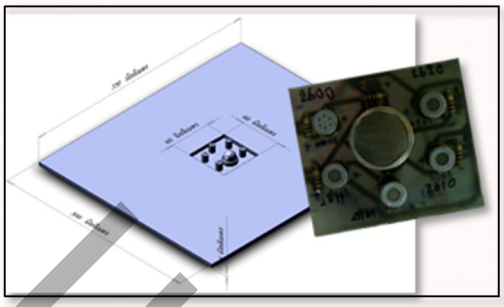
การทดลองที่ 1

การทดลองหาปริมาณของเมล็ดกาแฟคั่วที่เหมาะสมต่อการตรวจวัด

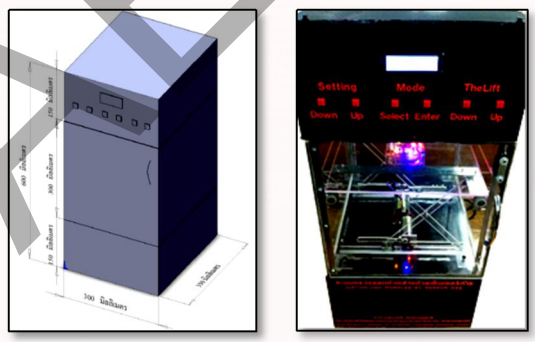
ในการทดลองนี้ จะแบ่งการทดลองออกเป็น 3 แบบ คือ การทดลองหาปริมาณของเมล็ดกาแฟคั่วทั้ง 5 ชนิด ได้แก่ โรบัสต้า (Robusta), อาราบิกา (Arabica), มอคค่า (Mocha), เอสเพรสโซ (Espresso),ไอซ์คอฟฟี่ (Ice coffee) ที่ปริมาณ 10, 20 และ 30 กรัม ตามลำดับ โดยวัดค่าแรงดันเอาต์พุตจากเซนเซอร์ทั้ง 6 ชนิด เพื่อพิจารณาค่าความซ้ำของค่าแรงดันเอาต์พุตที่เวลาต่างๆทดลองทั้งหมด 3 ซ้ำต่อเมล็ดกาแฟคั่วหนึ่งชนิด ที่ปริมาตรต่างๆ ดังกล่าวในข้างต้น



รูปที่ 2 การออกแบบระบบยกถาดตั้งตัวอย่าง



รูปที่ 3 ตำแหน่งในการติดตั้งเซนเซอร์



รูปที่ 4 การออกแบบระบบตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซ

ผลการทดลอง ชี้ให้เห็นว่าเมล็ดกาแฟคั่ว 4 ชนิดคือ อาราบิกา มอคค่า เอสเพรสโซ และไอซ์คอฟฟี่มีปริมาณที่เหมาะสมต่อการตรวจวัดที่ 10 กรัม และมีเมล็ดกาแฟคั่วอีกหนึ่งชนิดคือโรบัสต้ามีปริมาณที่เหมาะสมต่อการตรวจวัดอยู่ที่ 20 กรัม (พิจารณาค่าความซ้ำกันของข้อมูลจากการทดลองในทุกๆซ้ำตลอดย่านเวลาในการตรวจวัด) ทั้งนี้แพราะก๊าซที่ระเหิดจากเมล็ดกาแฟคั่วมีปริมาณความเข้มข้นน้อยจึงต้องใช้ เมล็ดกาแฟคั่วโรบัสต้าคั่วปริมาณมากกว่าชนิดอื่น ๆ การทดลองอื่นๆจากนี้เลือกใช้ปริมาณของเมล็ดกาแฟคั่วที่เหมาะสมต่อการตรวจวัด คือ 10 กรัม

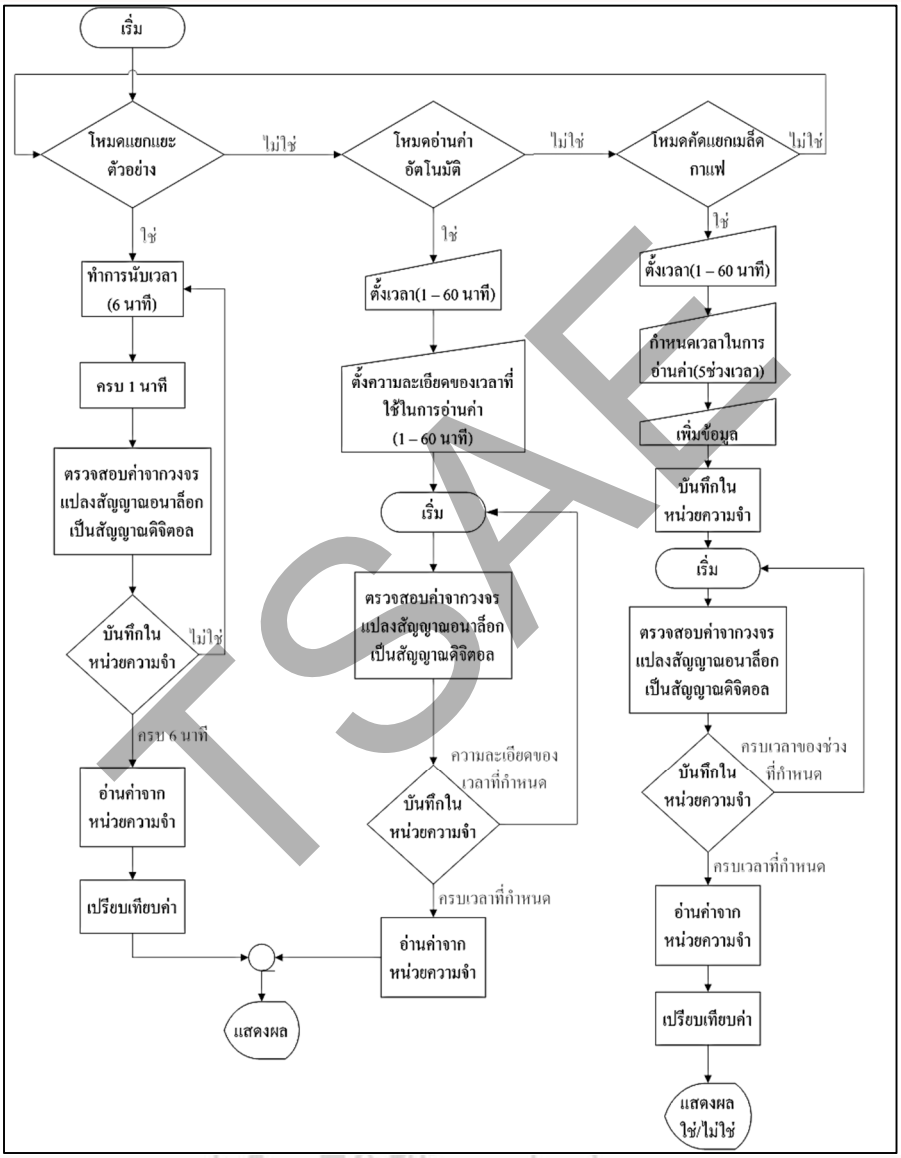
การทดลองที่ 2

การหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับตรวจวัดเมล็ดกาแฟคั่วทั้ง 5 ชนิดที่ปริมาตร 10 กรัม ในการพิจารณาหาเวลาที่เหมาะสมสำหรับตรวจวัดองค์ประกอบเชิงกลิ่นของเมล็ดกาแฟคั่วทั้ง 5 ชนิด โดยพิจารณาจากค่าเฉลี่ยของเซนเซอร์ทั้ง 6 ชนิด คือ TGS826, TGS4161, TGS2600, TGS2610, TGS2611 และ

TSAE

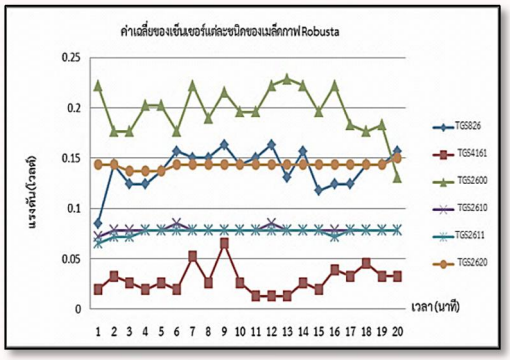
TGS2620 ตามลำดับโดยนำค่าเฉลี่ยของเซนเซอร์ทั้ง 6 ชนิด (จากการทดลองวัด 10 ซ้ำ)มาเปรียบเทียบหาช่วงเวลากับแรงดันที่นำไปตรวจแยกชนิดของเมล็ดกาแฟคั่วในการทดลองต่อไป

ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 6ก.-6จ. ซึ่งชี้ให้เห็นว่าการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของเซนเซอร์ทั้ง 6 ชนิด ที่เมล็ดกาแฟคั่วชนิดเดียวกัน เมื่อพิจารณากราฟในช่วงนาทีที่ 1 นาทีที่ 3 และนาทีที่ 5 มีแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ทั้ง 6 ชนิด แตกต่างกันมากที่สุด ดังนั้นจึงพิจารณาเวลา นาทีที่ 1 นาทีที่ 3 และนาทีที่ 5 เป็นเวลาที่ให้เครื่องอ่านค่าแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์แล้วเก็บค่าแรงดันเอาท์พุตที่ได้จากการอ่านมาเปรียบเทียบกับฐานข้อเดิมที่เก็บไว้ในตัวไมโครคอลเลอร์แล้วแสดงผลชนิดเมล็ดกาแฟคั่วทางจอแอลซีดี

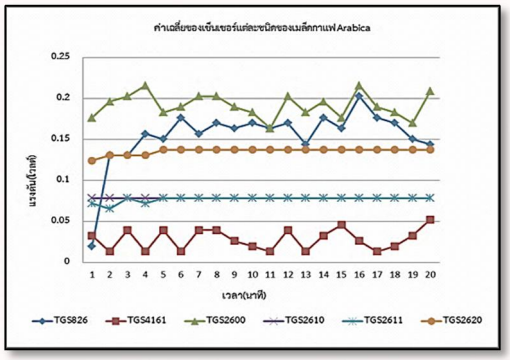


รูปที่ 5 ลำดับการทำงานของโปรแกรม

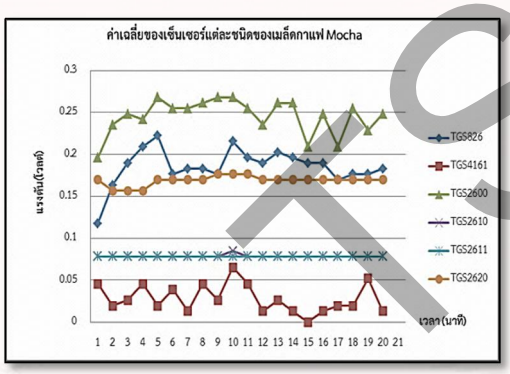
TSAE



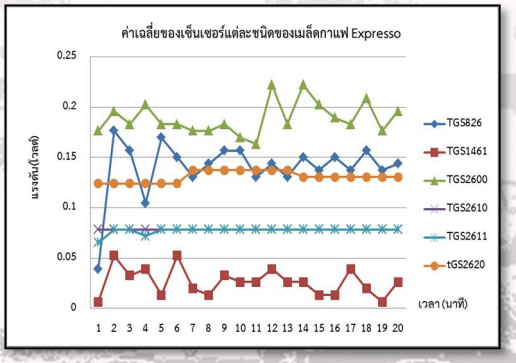
6ก.



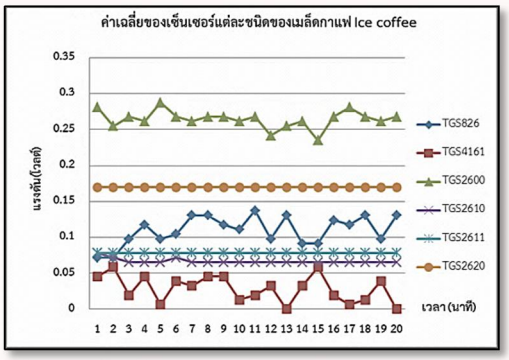
6ข.



6ค.



6ง.

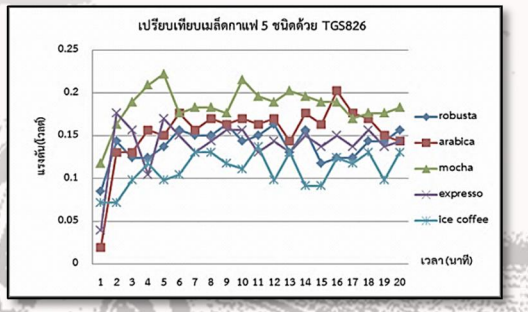


6จ.

รูปที่ 6ก.-6จ. กราฟความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดันเอาท์พุทเฉลี่ยของแต่ละเซนเซอร์ กับเวลา

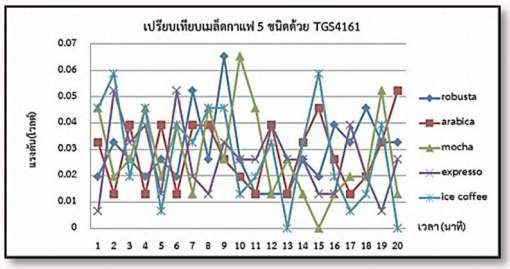
<u>การทดลองที่ 3</u>

การทดลองแนวโน้มการแยกแยะชนิดของเมล็ดกาแฟในการทดลองนี้ เป็นการทดลองเพื่อดูแนวโน้มในการแยกแยะชนิดของเมล็ดกาแฟคั่วว่าสามารถแยกแยะชนิดเมล็ดกาแฟเป็นโรบัสต้า อาราบิกา มอคค่า เอสเพรสโซ และไอซ์คอฟฟี่ด้วยเซนเซอร์ได้ตามที่คิดไว้หรือไม่ จากผลการทดลองในรูปที่ 7ก-7ฉ จะเห็นได้ว่าจากกราฟเปรียบเทียบเมล็ดกาแฟทั้ง 5 ชนิด มีค่าแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ 3 ชนิดคือ TGS2610, TGS2611 และ TGS2620 ใกล้เคียงกันมาก เมื่อนำค่าแรงดันเอาต์พุตในนาทีที่ 1 นาทีที่ 3 และนาทีที่ 5 ของเมล็ดกาแฟทั้ง 5 ชนิด จะเห็นว่ามีความแตกต่างกันเพียงเล็กน้อย ดังนั้นในการแยกแยะเมล็ดกาแฟทั้ง 5 ชนิดด้วยเซนเซอร์ TGS2610, TGS2611, TGS2620 นี้จึงสามารถทำได้ยาก ส่วนค่าแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์อีก 3 ชนิดคือ TGS826, TGS4161, และTGS2600 ค่าแรงดันเอาต์พุตที่ได้จากการวัดองค์ประกอบทางกลิ่นของเมล็ดกาแฟแต่ละชนิดมีระดับแรงดันค่อนข้างจะแตกต่างกัน ดังนั้นจึงสามารถนำระดับแรงดันเอาต์พุตในนาทีที่ 1 นาทีที่ 3 และนาทีที่ 5 ของเมล็ดกาแฟทั้ง 5 ชนิด จากเซนเซอร์TGS826, TGS4161, และ TGS2600 ในการบ่งชี้ชนิดของเมล็ดกาแฟคั่ว

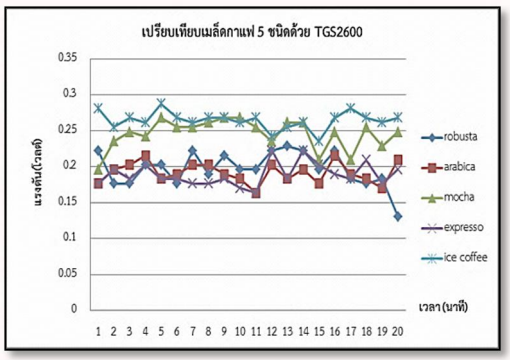


6ก. เซนเซอร์ TGS826

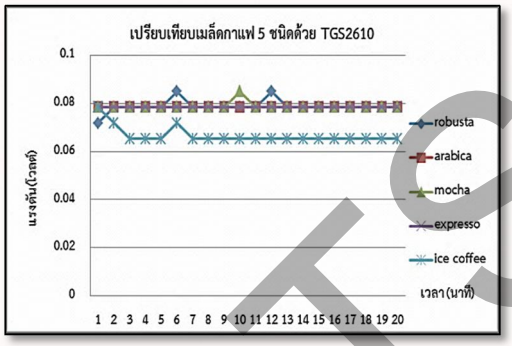
TSAE



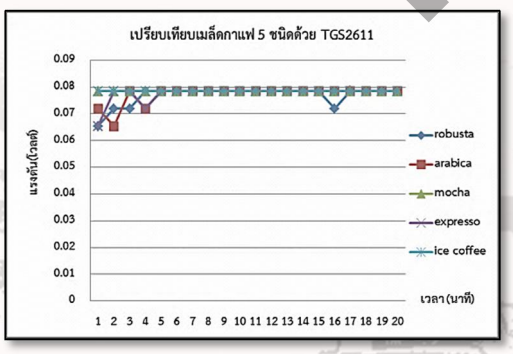
6ข. เซนเซอร์ TGS4161



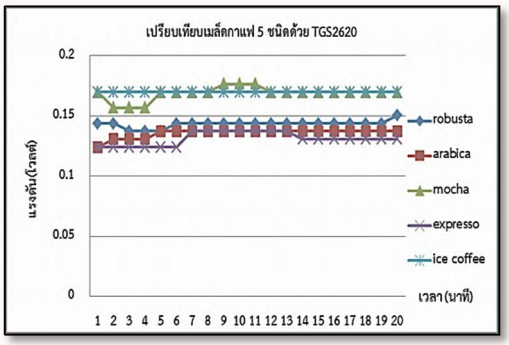
6ค. เซนเซอร์ TGS2600



6ง. เซนเซอร์ TGS2610



6จ. เซนเซอร์ TGS2611



6ฉ. เซนเซอร์ TGS2620

รูปที่ 7ก.-7ฉ. กราฟเปรียบเทียบระหว่างระดับแรงดันเอาท์พุทจากเซนเซอร์แต่ละชนิดกับเวลาใดของเมล็ดกาแฟคั่วแต่ละชนิด

4. สรุปผลการทดลอง

การทดลองแยกแยะเมล็ดกาแฟด้วยเครื่องตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซชี้ให้เห็นว่าค่าที่อ่านได้จากจอแอลซีดีเมล็ดกาแฟคั่วไอซ์คอฟฟี่สามารถอ่านได้ถูกต้องทุกครั้ง ส่วนที่เมล็ดกาแฟโรบัสต้า และ เมล็ดกาแฟคั่วเอสเพรสโซสามารถอ่านได้ถูกต้องเพียง 12 ครั้งจากการทดลองทั้งหมด 20 ครั้ง ซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นที่เครื่องแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซสามารถอ่านได้ถูกต้อง 60 เปอร์เซ็นต์และที่เมล็ดกาแฟคั่วอาราบิกากับเมล็ดกาแฟคั่วมอคค่าเครื่องตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซสามารถอ่านได้ถูกต้องเพียง 10 ครั้ง จากการทดลองทั้งหมด 20 ครั้งซึ่งคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ที่เครื่องแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซสามารถอ่านได้ถูกต้อง 50 เปอร์เซ็นต์ เมื่อพิจาณาถึงการแยกแยะของเมล็ดกาแฟคั่วทั้ง 5 ชนิด มีเมล็ดกาแฟคั่ว 4 ชนิดที่มีแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ทั้ง 6 ชนิดมีค่าใกล้เคียงกันมากจนทำให้การแยกแยะเมล็ดกาแฟคั่วทั้ง 4 ชนิดทำได้ยาก ดังนั้นเครื่องตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซสามารถอ่านได้ถูกต้องบ้างไม่ถูกต้องบ้าง และมีเพียงเมล็ดกาแฟคั่ว 1 ชนิด คือ ไอซ์คอฟฟี่ที่มีแรงดันเอาต์พุตของเซนเซอร์ทั้ง 6 ชนิดแตกต่างจากเมล็ดกาแฟคั่วชนิดอื่นๆ จึงทำให้เครื่องตรวจแยกตัวอย่างด้วยเซนเซอร์ก๊าซสามารถอ่านผลการทดลองได้ถูกต้องทุกครั้งร้อยเปอร์เซ็นต์

5. คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง(สจล.) ที่ให้การสนับสนุนทุนวิจัยประเภททุนพัฒนางานวิจัยประยุกต์และขอขอบคุณ สจล.วิทยาเขตชุมพรเขตรอุดมศักดิ์ จังหวัดชุมพร เอื้อเฟื้อสถานที่จนการวิจัยสำเร็จลุล่วง

TSAE

6. เอกสารอ้างอิง

[1] Pearce, T.C., S.S. Schiffman, H.T Nagle and J.W. Gardner. 2002. Handbook of Machine Olfaction; Electronic Nose Technology, Wiley-VCH.

[2] Shurmer, H.V., J.W. Gardner and H.T. Chang. 1989. The application of discrimination techniques to alcohols and tobaccos using tin-oxide sensors. Sens. Actuators B, 18: 361-371.

[3] Negri,R.M. and S. Reich. 2001. Identification of pollutant gases and its concentrations with amultisensor array. Sens. Actuators B, 75: 172-178.

[4] Turner A.P.F. and N. Magan. 2004. Electronic noses and disease diagnostics. Nature Rev., 2: 161-166.

[5] Scorsone, E., A.M. Pisanelli and K.C. Persaud. 2006. Development of an electronic nose for fire detection. Sens. Actuators B, 116: 55–61.

[6] M arti, M.P., R. Boque, O. Busto and J. Guasch. 2005. Electronic noses in the quality control of alcoholic

TSAE