

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ตัวควบคุมแบบ CHUA สำหรับระบบการจัดการขยะ

CHUA'S CONTROLLER FOR WASTE MANAGEMENT SYSTEM



สุวิไล อารีจิตต์

SUWILAI AREEJIT

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 87103
วัน,เดือน,ปี... 30 ส.ค. 2552

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พ.ศ.2551

KMITL-2008-EN-M-230-192

CHUA'S CONTROLLER FOR WASTE MANAGEMENT SYSTEM

SUWILAI AREEJIT

**A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN INFORMATION ENGINEERING
FACULTY OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2008
KMITL-2008-EN-M-230-192**

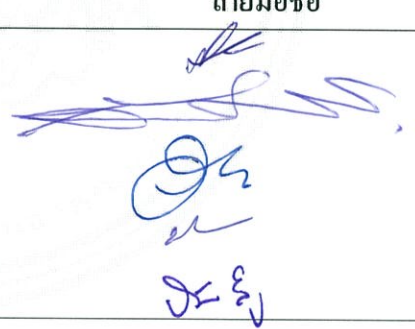
COPYRIGHT 2008

FACULTY OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ตัวควบคุมแบบ CHUA สำหรับระบบการจัดการขยะ
Thesis Title CHUA's Controller for Waste Management System
นักศึกษา นายสุวิไล อารีจิตต์
รหัสประจำตัว 47061170
ปริญญา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา วิศวกรรมสารสนเทศ
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.ปิติเขต สุรักษา
หมายเลขวิทยานิพนธ์ KMITL-2008-EN-M-230-192

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.ประกอบ	กิจไชยา	
รศ.อุทัย	ศรีธีระวิโรจน์	
ดร.วีระพล	โมนยะกุล	
รศ.ประสิทธิ์	จตุเสวีวงศ์	
รศ.ดร.ปิติเขต	สุรักษา	

วัน / เดือน / ปี ที่สอบ วันจันทร์ที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2551 เวลา 09.00-11.00 น.

สถานที่สอบ ณ อาคาร A ชั้น 5 ห้องประชุม 4

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

คณะวิศวกรรมศาสตร์ รับรองแล้ว



(รองศาสตราจารย์ ดร.กอบชัย เดชหาญ)

คณบดี คณะวิศวกรรมศาสตร์

วันที่ 22 กันยายน พ.ศ. 2551

หัวข้อวิทยานิพนธ์	ตัวควบคุมแบบ CHUA สำหรับระบบการจัดการขยะ
นักศึกษา	นายสุวิไล อารีจิตต์
รหัสนักศึกษา	47061170
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมสารสนเทศ
พ.ศ.	2551
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร. ปิติเชต สุรักษา

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นงานวิจัยประยุกต์ด้านวิศวกรรมระบบอัตโนมัติเพื่อสิ่งแวดล้อม ซึ่งมีเป้าหมายเฉพาะของงานวิจัยนี้คือ สร้างระบบต้นแบบเพื่อการจัดการขยะติดเชื้อ ขยะติดเชื้อจะทำให้เกิดกลิ่นรบกวนเป็นบริเวณกว้าง การบำบัดจะอาศัยเทคนิคในการฉีดพ่นจุลินทรีย์ให้ครอบคลุมพื้นที่เพื่อทำการระงับกลิ่นเน่าเหม็นจากขยะติดเชื้อ โดยใช้จุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยสลายซากปฏิกูลและไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้การบำบัดกลิ่นปลอดภัยจากผลข้างเคียงของการใช้สารเคมีดับกลิ่นที่อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์ได้ ส่วนระบบการผสมจุลินทรีย์กับน้ำได้เลือกใช้การผสมด้วยสัญญาณอลวน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการผสม และการควบคุมการทำงานทั้งหมดของระบบสามารถที่จะควบคุมจากระบบสื่อสารบลูทูธได้ การวิจัยระบบต้นแบบในการจัดการขยะได้ทำการเผยแพร่ข่าวเพื่อให้ความรู้และถ่ายทอดเทคโนโลยีทางโทรทัศน์เป็นที่เรียบร้อย และผลที่ได้จากการนำเสนอผลงานนั้นได้รับความสนใจจากเทศบาล องค์การบริหารส่วนจังหวัดและองค์การบริหารส่วนตำบลทั่วประเทศ

Thesis Title	CHUA's Controller for Waste Management System
Student	Mr. Suwilai Areejit
Student ID.	47061170
Degree	Master of Engineering
Program	Information Engineering
Year	2008
Thesis Adviser	Assoc.Prof.Dr. Pitikhate Sooraksa

Abstract

This thesis is an applied research using automation technology for environment. The objective of the research is to build a prototype an infectious for waste management system. The infectious waste causes a wide range of obnoxious odors. Good microorganisms, which is unharmed for human, is employed for the treatment by means of automatic spraying technique. Adding microorganisms into the water, we select the chaotic signal for mixing strategy to improve the mixing efficiency. The entire operation of the system can be controlled via bluetooth communication system. The output of the research is the desired prototype and the outcome is knowledge transferring to communities. Based on Thai TV news about this KMITL automatic waste treatment machine, the prototype has received a great attention from many local administrative governments of many provinces in Thailand.

กิตติกรรมประกาศ

ระบบสื่อสารและควบคุมสำหรับระบบการจัดการขยะนี้ เป็นโครงการวิจัยประยุกต์ที่ใช้ความรู้สหวิทยาการ โดยองค์ความรู้เหล่านี้ได้รับการบูรณาการร่วมกับศาสตร์วิศวกรรมระบบอัตโนมัติสารสนเทศ ซึ่งงานวิจัยนี้จะไม่สามารถสำเร็จลุล่วงไปได้ถ้าขาดบุคคลเหล่านี้

รศ.ดร. ปิติเชต สุรักษา อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ที่ให้คำปรึกษากับข้าพเจ้าในทุกๆ เรื่อง

ผศ. กฤดากร กล่อมการ ที่ให้คำปรึกษาเกี่ยวกับทฤษฎีอลวนแก่ข้าพเจ้า

ศ.ดร. ถวิล พึ่งมา สนับสนุนทุนการวิจัยจากคณะวิศวกรรมศาสตร์ในปี พ.ศ. 2548

สภาวิจัยแห่งชาติ สนับสนุนทุนอีกส่วนหนึ่งด้วยเงินงบประมาณแผ่นดินประจำปี พ.ศ. 2549-2550

อาจารย์ สัญลักษณ์ กิ่งทอง สนับสนุนการปรับปรุงโรงเรียนบำบัดขยะ

รศ.ดร. ประกอบ กิจไชยา และภาควิชาวิศวกรรมเคมี ที่อนุเคราะห์อุปกรณ์ในการทดลอง

กรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ชี้แนะแนวทางการทำวิทยานิพนธ์ให้กับข้าพเจ้า

คณาจารย์ทุกท่าน ที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาให้กับข้าพเจ้า

คุณพ่อสุวรรณชัย อารีจิตต์ ผู้ล่วงลับที่เป็นแรงบันดาลใจให้ข้าพเจ้า

คุณแม่อุไร พุ่มโพธิ์ ที่แสนดีคอยดูแลห่วงใยข้าพเจ้าเสมอมา

คุณตาหลง-คุณยายประหยัด พุ่มโพธิ์ ผู้อุปถัมภ์ข้าพเจ้าตลอดมา

น้องซี หทัยทิพย์ เจริญรูป ที่คอยเป็นกำลังใจให้ข้าพเจ้าเสมอมา

น้องชาย น้องสาว อิศระ-ศตรี อารีจิตต์ ที่ช่วยเหลือและเป็นแรงผลักดันพี่ชายตลอดมา

น้ำชาย น้ำสาวทุกคน ที่คอยให้คำปรึกษาแก่ข้าพเจ้าในเรื่องต่างๆ

บริษัท ชาริรักษ์ อินคัสตรีส์ จำกัด และพนักงาน ที่เป็นแหล่งสร้างงาน โครงสร้างทั้งหมด

เจ้าหน้าที่ฝ่ายอาคารสถานที่ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

พี่ปู๊ พี่เสฐ พี่ดี พี่เมว พี่พรต พี่อุ้ม จ๊ก ชัน เต๋อ ไอ้ดี โป้ง ต้น ดาว หนึ่ง เอ๋ และเพื่อนที่คอยช่วยเหลือ

สุดท้ายนี้ขอไว้อาลัยแด่ คุณ ไกรสร กรุงวงศ์ ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการบำบัดขยะ ที่จากไปอย่างไม่มีวันหวนกลับ ในช่วงที่ท่านอยู่ท่านได้ให้ความช่วยเหลือกับข้าพเจ้าในเรื่องการบำบัดขยะอย่างสุดความสามารถของท่าน

ศุวิไล อารีจิตต์

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VIII
สารบัญรูป	IX
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา	1
1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา	2
1.3 สมมติฐานของการศึกษา	2
1.4 ทฤษฎีหรือแนวความคิดที่ใช้ในการวิจัย	3
1.5 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่นำเสนอกับวิธีการแบบพื้นฐาน	4
1.6 ขอบเขตการวิจัย	4
1.7 ขั้นตอนของการศึกษา	4
บทที่ 2 จุลินทรีย์	6
2.1 การแบ่งประเภทของจุลินทรีย์	7
2.2 ประโยชน์ของจุลินทรีย์	8
2.2.1 สิ่งแวดล้อม	8
2.2.2 การเกษตร	8
2.2.3 ปศุสัตว์	8
2.2.4 การประมง	8
2.3 การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์	9
บทที่ 3 สัตว์นำพยาธิ	11
3.1 ทฤษฎีพยาธิ	11
3.2 วงจร Chua	13

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.2.1 ตัวต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Negative Resistance)	15
3.2.2 การแสดงคุณสมบัติความต้านแบบไม่เป็นเชิงเส้น	16
3.3.3 ตัวเหนี่ยวนำเสมือน (Inductance Simulation)	17
3.3.4 วงจร Chua ที่ N_R และ L_{eq} แทนด้วยออปแอมป์	17
บทที่ 4 การออกแบบระบบผสม	20
4.1 การออกแบบวิธีการผสม	20
4.1.1 ลักษณะการกวนผสม	21
4.1.2 แบบจำลองกระบวนการผสม	22
4.1.3 กระบวนการผสมที่ใช้งานจริง	25
4.2 การออกแบบวงจรควบคุม	26
4.2.1 วงจรสร้างสัญญาณอดวนแบบ Chua	27
4.2.2 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณ (PWM)	31
บทที่ 5 การออกแบบระบบโดยรวม	34
5.1 การออกแบบโรงเรือน	35
5.2 การออกแบบเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัดโนมัติ	38
บทที่ 6 ผลการทดลอง	43
6.1 ผลการทดลองวงจร Chua	43
6.1.1 ผลการจำลองการทำงานวงจร Chua แบบ Single scroll	44
6.1.2 ผลการจำลองการทำงานวงจร Chua แบบ Double scroll	45
6.1.3 ผลการทำงานของวงจร Chua แบบ Single scroll	46
6.1.4 ผลการทำงานของวงจร Chua แบบ Double scroll	47
6.2 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM	48
6.2.1 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยสัญญาณไฟฟ้า กระแสตรง	49
6.2.2 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยสัญญาณรูปไซน์	50

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
6.2.3 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยสัญญาณ Chua แบบ Single scroll	51
6.2.4 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยสัญญาณ Chua แบบ Double scroll	52
6.3 ผลการจำลองระบบผสม.....	54
6.3.1 ผลการจำลองระบบผสมโดยไม่มีสิ่งปนเปื้อน	54
6.3.2 ผลการจำลองระบบผสมโดยใช้เม็ดพลาสติกด้วยสัญญาณไฟฟ้า กระแสตรง	56
6.3.3 ผลการจำลองระบบผสมโดยใช้เม็ดพลาสติกด้วยสัญญาณรูปไซน์.....	58
6.3.4 ผลการจำลองระบบผสมโดยใช้เม็ดพลาสติกด้วยสัญญาณ Chua แบบ Single scroll	60
6.3.5 ผลการจำลองระบบผสมโดยใช้เม็ดพลาสติกด้วยสัญญาณ Chua แบบ Double scroll	62
6.4 ผลการพิสูจน์ประสิทธิภาพผลของระบบผสม	64
6.4.1 การวัดค่าความชุ่มด้วยแสง UV	64
6.4.2 ผลการจำลองระบบผสมโดยใช้จุลินทรีย์	66
6.5 ผลการทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัด โนมัติ	68
6.5.1 ผลการทดลองปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสม	68
6.5.2 ผลการบำบัดกลิ่นขยะจากเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัด โนมัติ	69
บทที่ 7 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ	70
7.1 สรุปผลการทดลอง	70
7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย	71
7.3 แนวทางการพัฒนาในอนาคต	71

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
เอกสารอ้างอิง	72
ภาคผนวก ก.	76
ภาคผนวก ข.	80
ภาคผนวก ค.	83
ภาคผนวก ง.	88
ภาคผนวก จ.	99
ประวัติผู้เขียน	105

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
3.1 ผลการทดลองวัดค่าความชุ่มด้วยแสง UV.....	65
3.2 ผลการทดลองการหาปริมาณจุลินทรีย์.....	68

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1.1 ปริมาณเรื่องร้องเรียนปัญหาขยะจากกรมควบคุมมลพิษ	1
3.1 วงจร Chua	13
3.2 พฤติกรรมอลวนแบบ Chua	14
3.3 วงจร N_R เมื่อแทนด้วยออปแอมป์ (Chua Diode)	15
3.4 ช่วงความชันของความต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น	15
3.5 วงจรวัดค่าความต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น	16
3.6 ช่วงความต้านทานแบบลบที่วัดได้จากวงจรจุด A-C เทียบกับจุด B-C	16
3.7 วงจรตัวเหนี่ยวนำเสมือน	17
3.8 วงจร Chua ที่ N_R และ L_{eq} แทนด้วยออปแอมป์	18
3.9 สัญญาณอลวนจากวงจร Chua แบบ Single Scroll	18
3.10 สัญญาณอลวนจากวงจร Chua แบบ Double Scroll	18
4.1 ลักษณะการกวนผสมชนิดไหลตามแนวแกน (Axial flow)	21
4.2 ลักษณะการกวนผสมชนิดไหลตามแนวรัศมี (Radial flow)	21
4.3 ลักษณะการกวนผสมชนิดไหลตามแนวเส้นรัศมี (Tangential flow) และชนิดผสม (Mixed flow)	22
4.4 อัตราส่วนมาตรฐานสำหรับการผสมของเหลว	23
4.5 แบบจำลองถังผสมและใบพัดที่ใช้ในการทดลอง	23
4.6 ชุดทดลองระบบผสม	24
4.7 กระบวนการผสมที่ใช้งานจริง	25
4.8 แผนผังการควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	26
4.9 วงจร Chua ที่ใช้ในการทดลองเบื้องต้น	27
4.10 ผลการจำลองการทำงานจากวงจร Chua ที่ค่า $R = 1.8 \text{ k}\Omega$ วัดแรงดัน ณ ตำแหน่ง VC1 (ล่าง) และ VC2 (บน)	28
4.11 ผลการจำลองการทำงานจากวงจร Chua ในย่าน X-Y ที่ค่า $R = 1.8 \text{ k}\Omega$ วัดแรงดัน ณ ตำแหน่ง V_{C1} (แกน X) และ V_{C2} (แกน Y)	28
4.12 สัญญาณเอาต์พุตจากวงจร Chua ที่ใช้ในการทดลอง วัดแรงดัน ณ ตำแหน่ง V_{C1} (ล่าง) และ V_{C2} (บน)	29

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.13 สัญญาณเอาต์พุตจากวงจร Chua ในย่าน X-Y วัดแรงดัน ณ ตำแหน่ง V_{C1} (แกน X) และ V_{C2} (แกน Y)	29
4.14 วงจร Chua ที่ใช้ในการทดลองที่ความถี่ต่ำ	30
4.15 รูปแบบสัญญาณ PWM	31
4.16 วงจรปรับขนาดและยกระดับสัญญาณ	32
4.17 วงจรสร้างสัญญาณ PWM	32
4.18 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	33
5.1 ภาพรวมระบบการจัดการขยะ	34
5.2 ภาพรวมโรงเรียนบริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษา (ก่อนการปรับปรุง)	35
5.3 แบบการปรับปรุงสาธารณูปโภครอบโรงเรียน	35
5.4 ขนาดของโรงเรียนวัดตามขนาดจริง	36
5.5 ภาพรวมโรงเรียนบริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษา (หลังการปรับปรุง)	37
5.6 ลักษณะโดยรวมของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัดโนมัติ	38
5.7 แผงตู้ควบคุมของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัดโนมัติ	39
5.8 เครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัดโนมัติ	40
5.9 แผนผังการทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัดโนมัติ	41
6.1 วงจร Chua ที่ใช้ในการทดลอง	43
6.2 ผลการจำลองการทำงาน Single Scroll $C1 = 1 \mu F$, $C2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$	44
6.3 ผลการจำลองการทำงาน Single Scroll $C1 = 3.3 \mu F$, $C2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$	44
6.4 ผลการจำลองการทำงาน Single Scroll $C1 = 4.7 \mu F$, $C2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$	44
6.5 ผลการจำลองการทำงาน Double Scroll $C1 = 1 \mu F$, $C2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$	45
6.6 ผลการจำลองการทำงาน Double Scroll $C1 = 3.3 \mu F$, $C2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$	45
6.7 ผลการจำลองการทำงาน Double Scroll $C1 = 4.7 \mu F$, $C2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$	45
6.8 รูปสัญญาณ Single Scroll $C1 = 1 \mu F$, $C2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$	46
6.9 รูปสัญญาณ Single Scroll $C1 = 3.3 \mu F$, $C2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$	46
6.10 รูปสัญญาณ Single Scroll $C1 = 4.7 \mu F$, $C2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$	46

สารบัญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
6.11 รูปสัญญาณ Double Scroll $C1 = 1 \mu F$, $C2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$	47
6.12 รูปสัญญาณ Double Scroll $C1 = 3.3 \mu F$, $C2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$	47
6.13 รูปสัญญาณ Double Scroll $C1 = 4.7 \mu F$, $C2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$	47
6.14 วงจรสร้างสัญญาณ PWM ที่ใช้ในการทดลอง	48
6.15 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไฟตรง $2 V_{DC}$	49
6.16 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไฟตรง $3 V_{DC}$	49
6.17 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไฟตรง $4 V_{DC}$	49
6.18 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 1 Hz	50
6.19 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 5 Hz	50
6.20 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 10 Hz	50
6.21 รูปสัญญาณ PWM จาก Single Scroll $C1 = 1 \mu F$, $C2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$	51
6.22 รูปสัญญาณ PWM จาก Single Scroll $C1 = 3.3 \mu F$, $C2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$	51
6.23 รูปสัญญาณ PWM จาก Single Scroll $C1 = 4.7 \mu F$, $C2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$	51
6.24 รูปสัญญาณ PWM จาก Double Scroll $C1 = 1 \mu F$, $C2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$	52
6.25 รูปสัญญาณ PWM จาก Double Scroll $C1 = 3.3 \mu F$, $C2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$	52
6.26 รูปสัญญาณ PWM จาก Double Scroll $C1 = 4.7 \mu F$, $C2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$	52
6.27 วงจรปรับขนาดและยกระดับสัญญาณที่ใช้ในการทดลอง	53
6.28 สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $4 V_{DC}$ (ไม่มีสิ่งปนเปื้อน)	54
6.29 สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 1 Hz (ไม่มีสิ่งปนเปื้อน)	55
6.30 สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$ (ไม่มีสิ่งปนเปื้อน)	55
6.31 สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $2 V_{DC}$ (เมื่อดพลาสติก)	56
6.32 สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $3 V_{DC}$ (เมื่อดพลาสติก)	57
6.33 สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $3 V_{DC}$ (เมื่อดพลาสติก)	57
6.34 สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 1 Hz (เมื่อดพลาสติก)	58
6.35 สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 5 Hz (เมื่อดพลาสติก)	59
6.36 สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 10 Hz (เมื่อดพลาสติก)	59

สารบัญรูป (ต่อ)

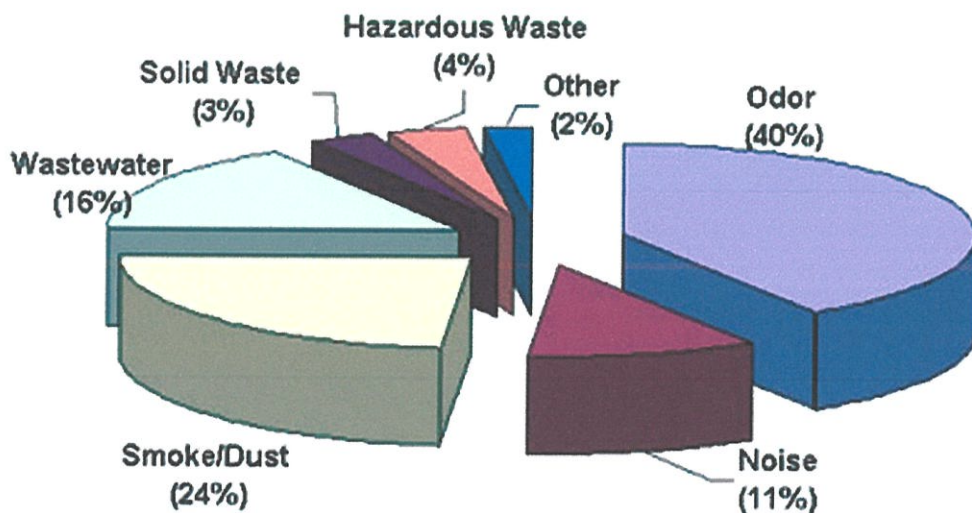
รูปที่	หน้า
6.37 สัญญาณ Chua แบบ Single Scroll $L_{eq} = 1.80 H$ (เม็คพลาสติก)	60
6.38 สัญญาณ Chua แบบ Single Scroll $L_{eq} = 5.94 H$ (เม็คพลาสติก)	61
6.39 สัญญาณ Chua แบบ Single Scroll $L_{eq} = 8.46 H$ (เม็คพลาสติก)	61
6.40 สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 1.80 H$ (เม็คพลาสติก)	62
6.41 สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 5.94 H$ (เม็คพลาสติก)	63
6.42 สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$ (เม็คพลาสติก)	63
6.43 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำจุลินทรีย์	64
6.44 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำจุลินทรีย์	65
6.45 ผลการทดลองการผสมจุลินทรีย์โดยไม่อาศัยการปั่นผสม	66
6.46 สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$ (จุลินทรีย์)	67
6.47 การผสมจุลินทรีย์โดยไม่อาศัยการปั่นผสม (ซ้าย) ผสมด้วยสัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$ (ขวา)	67
ค.1 เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Jenway รุ่น 6405	85
ค.2 ช่องสำหรับใส่หลอดทดลอง	85
ค.3 MAIN MENU เครื่อง Spectrophotometer	86
ค.4 เมนู SETUP ค่าความยาวคลื่น 190 – 900 nm	86
ค.5 ค่าความยาวคลื่นที่ใช้ในการทดลอง 295 nm	86
ง.1 ทีมงานข่าวด่วนสายตรงเทคโนโลยีของช่อง 9 อ.ส.ม.ท.ให้ความสนใจมาถ่ายทำ เครื่องต้นแบบ	89
ง.2 รศ.ดร. ปิติเขต สุริรักษา (ซ้าย) ที่ปรึกษาโครงการระบบบำบัดกลิ่นขยะ และ คุณไกรสร กรุงวงศ์ (ขวา) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการบำบัดขยะ	90
ง.3 จุลินทรีย์ที่ใช้ในระบบบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ	90
ง.4 รายการ INSIDE TECHNOLOGY	91
ง.5 เครื่องต้นแบบบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ	92
ง.6 ระบบการทำงานของ เครื่องต้นแบบบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ	92
ง.7 รศ.ดร. ปิติเขต สุริรักษา อธิบายโครงสร้างของระบบบำบัดกลิ่นขยะ	93
ง.8 นายศุวิไล อารีจิตต์ สาธิตวิธีการทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะ	93
ง.9 พระจอมเกล้าลาดกระบังนิทรรศ 49	94

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ปัญหาเรื่องการจัดการขยะเป็นปัญหาใหญ่ที่เกิดขึ้นในทุกประเทศทั่วโลก โดยเฉพาะบริเวณที่มีผู้คนอาศัยอยู่อย่างหนาแน่น โดยจะมีอันตรายต่อร่างกายทั้งทางตรงและทางอ้อม ปัจจุบันวิทยาการก้าวหน้าประชากรเพิ่มอย่างรวดเร็วอัตราการใช้ที่ดินเพิ่มขึ้นเพื่อผลิตเครื่องอุปโภค บริโภค อาหาร ที่อยู่อาศัย เป็นเหตุให้เศษสิ่งเหลือใช้มีปริมาณมากขึ้น ขยะมูลฝอย หรือของเสีย เป็นเหตุสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้เกิดปัญหาสิ่งแวดล้อม และมีผลต่อสุขภาพอนามัย ขยะมูลฝอยหรือของเสียกำลังมีปริมาณเพิ่มมากขึ้นทุกปี เพราะสาเหตุจากการเพิ่มของประชากร การขยายตัวทางเศรษฐกิจและทางอุตสาหกรรม นับเป็นปัญหาที่สำคัญของชุมชนซึ่งต้องจัดการ และแก้ไข ปริมาณกากของเสียและสารอันตรายต่างๆ ได้แก่ ขยะมูลฝอย สิ่งปฏิกูล และสารพิษที่ปนเปื้อนอยู่ในแหล่งน้ำ ดิน และอากาศ ตลอดจนบางส่วนตกค้างอยู่ในอาหาร ทำให้ประชาชนทั่วไปเสี่ยงต่ออันตรายจากการเป็นโรคต่าง ๆ ซึ่งปัญหาเกิดขึ้นมากและอยู่ใกล้ตัวคือปัญหาจากกลิ่นขยะจากปริมาณเรื่องร้องเรียนปัญหาขยะจากกรมควบคุมมลพิษ [1] กลิ่นขยะเหล่านี้นอกจากจะสร้างความรำคาญให้กับผู้คนที่อยู่ในบริเวณนั้นๆ แล้วยังอาจจะมีอันตรายเมื่อสูดดมเข้าไปทำให้สุขภาพ ไม่สมบูรณ์ เกิด โรคภูมิแพ้ และ โรคอื่นๆ ได้ง่าย จึงควรบำบัดกลิ่นที่เกิดจากขยะติดเชื้อเหล่านี้ให้ลดน้อยลง



รูปที่ 1.1 ปริมาณเรื่องร้องเรียนปัญหาขยะจากกรมควบคุมมลพิษ

จากการสังเกตปัญหาขยะภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ปัญหาขยะบริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ได้ส่งกลิ่นเหม็นให้กับบริเวณใกล้เคียงเป็นการรบกวนผู้ที่ผ่านไปมาในบริเวณดังกล่าวอย่างยิ่ง ซึ่งกลิ่นเหม็นเหล่านี้นอกจากจะสร้างความรำคาญให้กับผู้ที่อยู่ในบริเวณนั้นๆ อาจจะมีอันตรายเมื่อสูดดมเข้าไปรวมถึงการจัดการกับขยะอันตรายไม่เหมาะสมเท่าที่ควร ซึ่งอาจจะก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้คนที่ปฏิบัติงานเก็บขยะ จึงควรที่จะหาวิธีการจัดการขยะให้ถูกต้องเหมาะสมเพื่อประโยชน์ต่อส่วนรวม

การจัดการขยะติดเชื้อจากการศึกษาโดยการดูงานและการศึกษาเชิงเอกสาร รวมทั้งการอบรมเพิ่มเติมในเรื่องของการจัดการขยะ ทางคณะวิจัยได้ประสานความร่วมมือในเบื้องต้นไปยังหน่วยงานที่เกี่ยวข้องทั้งในคณะวิศวกรรมศาสตร์และหน่วยงานภายนอกเพื่อขอความช่วยเหลือและจัดซื้อจุลินทรีย์คัดสรรจำนวน 9 ชนิด ที่ทำหน้าที่บำบัดกลิ่นและย่อยสลายขยะติดเชื้อในเวลาอันรวดเร็ว ทางคณะวิจัยได้จัดทำโรงเรือนบำบัดกลิ่นขยะต้นแบบ และทดลองตรวจสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ และได้นำไปสร้างเป็นระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ ซึ่งสามารถบำบัดกลิ่นที่เกิดจากขยะติดเชื้อได้

1.2 ความมุ่งหมายและวัตถุประสงค์ของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการสร้างระบบการจัดการขยะติดเชื้อ เพื่อเป็นระบบต้นแบบและเป็นแนวทางการแก้ปัญหาขยะของสังคม การแก้ปัญหาขยะติดเชื้อที่มีปัญหาด้านกลิ่นรบกวนนั้น จะทำการสร้างเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ เพื่อลดปัญหากลิ่นขยะรบกวน โดยใช้จุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการบำบัดกลิ่นจากขยะติดเชื้อ

โดยการผสมจุลินทรีย์กับน้ำใช้การกวนผสมด้วยสัญญาณอนาล็อก และทดลองเปรียบเทียบกับการกวนผสมด้วยสัญญาณอื่นๆ เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพกระบวนการผสมจุลินทรีย์กับน้ำที่ช่วยลดการอุดตันของระบบฉีดพ่น ส่วนการควบคุมการทำงานของระบบการจัดการขยะติดเชื้อสามารถที่จะควบคุมจากระบบสื่อสารบลูทูธได้

1.3 สมมติฐานของการศึกษา

การแก้ปัญหาขยะติดเชื้อและขยะอันตราย สามารถจัดการได้หลายวิธี ซึ่งแต่ละวิธีจะมีข้อดีและข้อเสียแตกต่างกันออกไป ปัญหาที่ได้นำมาศึกษาในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือ การแก้ปัญหากลิ่นจากขยะติดเชื้อ การแก้ปัญหาขยะติดเชื้อซึ่งเป็นสาเหตุที่ทำให้เกิดกลิ่นรบกวนในบริเวณโดยรอบนั้น สามารถบำบัดการแพร่กระจายของกลิ่นขยะติดเชื้อก่อนที่ขยะติดเชื้อจะเน่าเสีย โดยใช้จุลินทรีย์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายขยะติดเชื้อเพื่อบรรเทาการกระจายของกลิ่นได้ โดยก่อนที่จะนำจุลินทรีย์มาใช้บำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อ ทางคณะวิจัยได้เดินทางไปศึกษาระบบการบำบัดขยะ ณ ที่ต่างๆ ที่มีผู้เชี่ยวชาญประจำอยู่ในประเทศ อาทิ เช่น “การบำบัดขยะไม่มีวันเต็ม”

ของเทศบาลอำเภอท่าลาด จังหวัดเพชรบุรี ซึ่งไร้กลิ่น ไร้มลพิษ แม้ว่าบริเวณนั้นจะมีขยะกว่า 30 ตัน รวมทั้งได้เดินทางไปดูงานบำบัดขยะของบริษัทชั้นนำของไทยคือ บริษัททวงษ์พาณิชย์ สาขาใหญ่ จังหวัดพิษณุโลก และได้ศึกษาการกำจัดขยะของเทศบาลเมืองพิษณุโลกซึ่งได้นำตัวอย่างการกำจัดขยะมูลฝอยมาจากประเทศเยอรมนี และได้มีการทดลองในเบื้องต้นแล้วว่าจุลินทรีย์ที่เลือกมาใช้นั้นสามารถที่จะบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อได้ ปัญหาที่เกิดขึ้นคือปริมาณจุลินทรีย์ที่จะนำมาใช้ในการบำบัดกลิ่นขยะแต่ละครั้ง และวิธีการผสมจุลินทรีย์กับน้ำในการทดลองเบื้องต้นได้ใช้การผสมด้วยวิธีปล่อยให้จุลินทรีย์กระจายตัวเอง พบว่าจุลินทรีย์มีการตกค้างในถังผสมมากและระบบฉีดพ่นมีการอุดตันบ่อยครั้ง และเป็นสาเหตุให้จุลินทรีย์ตายซึ่งจะทำให้เกิดกลิ่นที่ถังผสม จากการสังเกตพบว่าถ้าเปลี่ยนวิธีการผสมให้จุลินทรีย์สามารถกระจายได้ทั่วภายในถังผสมจะลดการอุดตันและการตกค้างของจุลินทรีย์ได้จึงเลือกวิธีการกวนผสมด้วยสัญญาณอลวน ซึ่งมีลักษณะการผสมที่ไม่เป็นเชิงเส้นจะได้ผลที่ดีกว่าระบบเดิม ส่วนการกำหนดระยะเวลาของการบำบัดแต่ละครั้ง จะสร้างเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติที่สามารถควบคุมการทำงานจากระบบสื่อสารบลูทูธได้ เพื่อลดปัญหาในการกำหนดปริมาณจุลินทรีย์และระยะเวลาการบำบัดกลิ่นขยะที่แน่นอน ซึ่งผลที่คาดว่าจะได้รับคือสามารถนำเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติไปใช้กับสถานที่อื่นได้ และสามารถปรับแต่งค่าปริมาณจุลินทรีย์และระยะเวลาการบำบัดกลิ่นขยะให้เหมาะสมกับสถานที่นั้นๆ ได้โดยง่าย

1.4 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

จากการศึกษาโดยการดูงานและการศึกษาเชิงเอกสารจากการศึกษา [1] - [8] รวมทั้งการอบรมเพิ่มเติมในเรื่องของการบำบัดขยะติดเชื้อ ทางคณะวิจัยได้เลือกใช้จุลินทรีย์ ที่ทำหน้าที่ดับกลิ่นและย่อยสลายขยะติดเชื้อในเวลาอันรวดเร็ว ทางคณะวิจัยได้จัดทำแผนการเตรียมโรงเรียนและร่วมกันทดลองตรวจสอบประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ และคัดสรรจุลินทรีย์ที่เหมาะสมต่อการดำเนินการวิจัยในครั้งนี้ก่อนที่จะนำไปสร้างเป็นระบบควบคุมแบบอัตโนมัติ เพื่อเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการบำบัดกลิ่นขยะที่เกิดจากเศษอาหาร โดยการดำเนินการนั้นได้ทำการทดลองความเป็นไปได้เบื้องต้นและทดลองหาปริมาณที่ใช้ต่อการบำบัดกลิ่นขยะแต่ละครั้ง การบำบัดจะอาศัยเทคนิคในการฉีดพ่นจุลินทรีย์ให้ครอบคลุมพื้นที่เพื่อทำการระงับกลิ่นเน่าเหม็นจากขยะติดเชื้อ โดยใช้จุลินทรีย์ที่ช่วยย่อยสลายซากปฏิกูลและไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม ซึ่งทำให้การบำบัดกลิ่นปลอดภัยจากผลข้างเคียงของการใช้สารเคมีดับกลิ่นที่อาจเป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อมได้

ปัญหาการอุดตันของระบบฉีดพ่นจุลินทรีย์และการตกค้างของจุลินทรีย์ภายในถัง ดังที่กล่าวมาแล้วนั้นได้เลือกกระบวนการผสมจุลินทรีย์กับน้ำด้วยวิธีการผสมแบบสัญญาณอลวน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของระบบบำบัดกลิ่นขยะ ซึ่งสัญญาณอลวนมีหลากหลายรูปแบบ

จึงต้องค้นคว้าและทดลองว่าสัญญาณลักษณะอย่างไรที่เหมาะสมต่อการผสมจุลินทรีย์กับน้ำเพื่อ การบำบัดกลิ่นขยะ และทำการสร้างเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติที่สามารถควบคุมการทำงาน ได้จากระบบสื่อสารบลูทูธ ซึ่งระบบโดยรวมที่ได้กล่าวมานั้นเป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีโดย อาศัยองค์ความรู้รวม ซึ่งจะทำให้ระบบการจัดการขยะมีประสิทธิภาพมากขึ้น

1.5 การเปรียบเทียบระหว่างวิธีการที่นำเสนอกับวิธีการแบบพื้นฐาน

ระบบการจัดการขยะที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันที่ใช้กันอยู่ทั่วไปตามโรงขยะ หรือที่ทิ้งขยะ สาธารณะนั้นจะไม่มีกระบวนการควบคุมกลิ่นที่เกิดจากขยะจำพวกเศษอาหารที่เกิดการเน่าเหม็นตามมา ส่งผลให้ทัศนียภาพหรือการดำรงชีวิตของผู้คนที่อยู่ภายในบริเวณนั้นๆ เสื่อมโทรม ซึ่งในการทำ วิจัยในครั้งนี้ได้นำเทคโนโลยีชีวภาพซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม มาใช้ใน กระบวนการบำบัดกลิ่นที่เกิดจากขยะติดเชื้อได้เป็นอย่างดี ระบบการผสมจุลินทรีย์กับน้ำที่มี ประสิทธิภาพด้วยการผสมแบบสัญญาณอลวน และได้นำระบบควบคุมแบบอัตโนมัติที่สามารถ ควบคุมการทำงานได้จากระบบสื่อสารบลูทูธมาใช้ เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการทำงาน

ถึงอย่างไรก็ตามสิ่งที่สำคัญที่สุดในระบบการจัดการขยะคือ ความรับผิดชอบต่อสังคม และความร่วมมือกันของทุกคนที่จะรักษาสภาพแวดล้อมให้ดีขึ้น รวมไปถึงการจัดสรรสถานที่ให้ เหมาะสมแก่การจัดการขยะประเภทต่างๆ การคัดแยกขยะอันตรายออกจากขยะทั่วไป ซึ่งใน อนาคตถ้าทุกคนมีความร่วมมือร่วมใจกันในการตระหนักถึงเรื่องการจัดการขยะแล้ว ก็จะนำมา ซึ่งสุขภาพกายและใจที่ดีของคนในชุมชน

1.6 ขอบเขตการวิจัย

การวิจัยนี้ครอบคลุมการบำบัดและการจัดการขยะเฉพาะการบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อเท่านั้น โดยมีการสร้างโรงเรือนต้นแบบและเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ ออกแบบระบบผสมจุลินทรีย์ กับน้ำเพื่อลดการอุดตันของระบบฉีดพ่น สร้างระบบควบคุมด้วยระบบสื่อสารบลูทูธ

1.7 ขั้นตอนของการศึกษา

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอระบบสื่อสารและควบคุมสำหรับระบบการจัดการขยะติดเชื้อ เพื่อบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อให้ลดน้อยลง และทำการทดลองประสิทธิภาพของจุลินทรีย์ที่นำมาใช้ ก่อนที่จะนำไปใช้งานจริง ออกแบบและทดลองระบบผสมแบบสัญญาณอลวนที่เหมาะสมต่อการ ผสมจุลินทรีย์กับน้ำ โดยในขั้นตอนการผสมจุลินทรีย์กับน้ำจะทดลองการผสมด้วยสัญญาณแบบ ต่างๆ โดยทดลองด้วยเม็ดพลาสติกเพื่อดูการกระจายตัวของเม็ดพลาสติก หลังจากนั้นจะทำการ ทดลองผสม จุลินทรีย์กับน้ำด้วยสัญญาณแบบต่างๆ แล้วทำการวัดความขุ่นเปรียบเทียบกับ

น้ำเปล่าแล้วเลือกสัญญาณที่เหมาะสมต่อการผสมไปใช้ในระบบผสมจริง หลังจากนั้นทำการออกแบบและสร้างโรงเรือนที่จะใช้เป็นสถานที่ทดลองระบบบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อ ในบริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษาคณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ออกแบบเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ ทำการทดลองบำบัดกลิ่นที่เกิดจากการเน่าเสียของขยะติดเชื้อโดยใช้เครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติเพื่อหาปริมาณของจุลินทรีย์ ปริมาณของน้ำที่ใช้ผสม ระยะเวลาในการกวนผสมจุลินทรีย์กับน้ำ รวมทั้งระยะเวลาในการบำบัดแต่ละครั้ง เพื่อให้เกิดความเหมาะสมตามลักษณะพื้นที่นั้นๆ และใช้ระบบสื่อสารบนคลาวด์เพื่อควบคุมการทำงานของระบบการจัดการขยะ

บทที่ 2

จุลินทรีย์

การบำบัดกลิ่นขยะสามารถบำบัดได้ด้วยการใช้สารเคมี ซึ่งอาจจะมีผลกระทบต่อผู้ใช้งาน และสิ่งแวดล้อม ซึ่งในงานวิจัยนี้ต้องการบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อด้วยวิธีการธรรมชาติ จึงได้เลือก การบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อด้วยจุลินทรีย์ซึ่งไม่เป็นอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตรวมทั้งไม่ทำให้สิ่งแวดล้อม และระบบนิเวศน์เสียสมดุล

จุลินทรีย์ (Microorganisms) เป็นคำเรียกรวมๆ ของสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ที่ไม่สามารถมองเห็น ด้วยตาเปล่า ต้องอาศัยกล้องจุลทรรศน์เป็นเครื่องมือช่วยในการมองเห็น ซึ่งได้แก่ แบคทีเรีย ยีสต์ รา โปรโตซัว สาหร่าย และไวรัส จุลินทรีย์มีอยู่ทั่วไปทั้งในน้ำ ดิน อากาศ อาหาร ร่างกายของคน สัตว์ รวมถึงในส่วนต่างๆ ของพืชด้วย จุลินทรีย์มีทั้งประเภทที่เป็นประโยชน์และเป็นโทษ ความสนใจศึกษาเกี่ยวกับจุลินทรีย์นั้น วัตถุประสงค์แรกเกิดจากความต้องการที่จะควบคุมหรือกำจัดใน กรณีที่จุลินทรีย์เป็นสาเหตุของการเกิดโรคต่างๆ อีกวัตถุประสงค์หนึ่งคือจุลินทรีย์สามารถทำให้เกิดการเน่าเสียของอาหาร หลังจากนั้นได้พบว่าจุลินทรีย์สามารถนำมาใช้ประโยชน์ได้อีกหลาย ทาง ซึ่งได้แก่ เป็นผู้ผลิตอาหารที่มีคุณภาพ ประโยชน์ ช่วยในการถนอมรักษาอาหาร ช่วยเพิ่มผลผลิต ทางการเกษตร ช่วยทำลายเชื้อโรคต่างๆ และนอกจากนี้ยังช่วยกำจัดของเสียทำให้สิ่งแวดล้อมเกิด สมดุล เพราะฉะนั้นการเลือกใช้จุลินทรีย์ต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมต่อการนำไปใช้งาน [4], [5], [6]

กลุ่มจุลินทรีย์ที่ให้ประโยชน์สูงหลายๆ ด้าน ซึ่งสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้หลากหลาย ทั้งในด้าน บำบัดของเสีย การเกษตร ปศุสัตว์ และอื่นๆ อีกมากมาย จุลินทรีย์บำบัดกลิ่นสามารถ ที่จะทำขึ้นมาใช้เองได้ แต่กรรมวิธีในการผลิตต้องถูกต้องจุลินทรีย์นั้นจึงจะไม่เสียหาย การผลิต จุลินทรีย์ในแต่ละการใช้งานอาจจะแตกต่างกันไปตามวัตถุประสงค์ของการนำไปใช้งานในแต่ละ สถานที กลุ่มจุลินทรีย์สร้างสรรค์หรือกลุ่มจุลินทรีย์ที่ให้ประโยชน์ เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีคุณภาพ มีประมาณ 10 % กลุ่มจุลินทรีย์ทำลายหรือเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่เป็นโทษ ทำให้เกิดโรคต่างๆรวมทั้ง ของเสียต่างๆ มีประมาณ 10 % กลุ่มจุลินทรีย์เป็นกลางมีประมาณ 80 % หากกลุ่มที่เป็นประโยชน์ หรือกลุ่มที่เป็นโทษมีจำนวนมากกว่า จุลินทรีย์ที่เป็นกลางจะสนับสนุนด้วย

จุลินทรีย์ให้ประโยชน์สูง โดยเฉพาะด้านสิ่งแวดล้อม การกำจัดกลิ่นเหม็นที่เกิดจากการ เน่าเสียของขยะติดเชื้อจากแหล่งต่างๆ กลิ่นเหม็นจากขยะติดเชื้อเกิดจากกระบวนการย่อยสลายที่ ไม่สมบูรณ์แบบ ซึ่งจะก่อให้เกิดก๊าซต่างๆที่มีกลิ่นรุนแรง เช่น ในส้วมและบ่อเกรอะจะมีก๊าซ ไข่เน่า ก๊าซมีเทน เป็นต้น ถ้านำจุลินทรีย์เข้าไปย่อยสลายก็จะทำให้การย่อยสลายของเสียต่างๆ สมบูรณ์ขึ้น กลิ่นเน่าเสียต่างๆ ก็จะหายไป และสามารถดับกลิ่นขยะได้อย่างรวดเร็วเป็นการแก้ไข ปัญหาที่ต้นเหตุโดยไม่ต้องใช้สารเคมี ซึ่งการใช้จุลินทรีย์บำบัดกลิ่นขยะจะทำให้สิ่งแวดล้อมไม่ เสียความสมดุล [7], [8]

2.1 การแบ่งประเภทของจุลินทรีย์

จุลินทรีย์ คือสิ่งมีชีวิตขนาดเล็กมาก มองด้วยตาเปล่าไม่เห็น ต้องดูด้วยกล้องจุลทรรศน์ ส่วนมากจะมีเซลล์เดียว จุลินทรีย์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท

1. ประเภทต้องการอากาศ (Aerobic microorganisms)
2. ประเภทไม่ต้องการอากาศ (Anaerobic microorganisms)

จุลินทรีย์ทั้ง 2 กลุ่มนี้ ต่างต้องพึ่งพาอาศัยซึ่งกันและกัน และสามารถอยู่ร่วมกันได้จากการค้นคว้าดังกล่าว ได้มีการนำเอาจุลินทรีย์ที่ได้รับการคัดและเลือกสรรอย่างดีจากธรรมชาติ ที่มีประโยชน์ต่อพืช สัตว์ และสิ่งแวดล้อม ซึ่งสามารถแบ่งประเภทได้เป็น 5 กลุ่ม (Families) 10 จีนัส (Genues) 80 ชนิด (Spicies) ได้แก่

- กลุ่มที่ 1** เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกเชื้อราที่มีเส้นใย (Filamentous fungi) ทำหน้าที่เป็นตัวเร่งการย่อยสลาย สามารถทำงานได้ดีในสภาพที่มีออกซิเจน มีคุณสมบัติต้านทานความร้อนได้ดี ปลูกใช้เป็นหัวเชื้อผลิตเห็ด ผลิตปุ๋ยหมัก ฯลฯ
- กลุ่มที่ 2** เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกสังเคราะห์แสง (Photosynthetic microorganisms) ทำหน้าที่สังเคราะห์สารอินทรีย์ให้เกิดขึ้นได้ดี เช่น ไนโตรเจน (N_2) กรดอะมิโน (Amino acids) น้ำตาล (Sugar) วิตามิน (Vitamins) ฮอร์โมน (Hormones) และอื่นๆ เพื่อสร้างความสมบูรณ์ให้แก่อิน
- กลุ่มที่ 3** เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ใช้ในการหมัก (Zynogumic or Fermented microorganisms) ทำหน้าที่เป็นตัวกระตุ้นให้ดินต้านทานโรค (Diseases resistant) ฯลฯ เข้าสู่วงจรการย่อยสลายได้ดี ช่วยลดการพังทลายของดิน ป้องกันโรคและแมลงศัตรูพืชบางชนิดของพืชและสัตว์ สามารถบำบัดมลพิษในน้ำเสียที่เกิดจากสิ่งแวดล้อมเป็นพิษต่างๆ ได้
- กลุ่มที่ 4** เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกตรึงไนโตรเจน (Nitrogen fixing microorganisms) มีทั้งพวกที่เป็นสาหร่าย (Algae) และพวกแบคทีเรีย (Bacteria) ทำหน้าที่ตรึงก๊าซไนโตรเจนจากอากาศเพื่อให้ดินผลิตสารที่เป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโต เช่น โปรตีน (Protein) กรดอินทรีย์ (Organic acids) กรดไขมัน (Fatty acids) แป้ง (Starch or Carbohydrates) ฮอร์โมน (Hormones) วิตามิน (Vitamins) ฯลฯ
- กลุ่มที่ 5** เป็นกลุ่มจุลินทรีย์พวกสร้างกรดแลคติก (Lactic acids) มีประสิทธิภาพในการต่อต้านเชื้อรา และแบคทีเรียที่เป็นโทษ ส่วนใหญ่เป็นจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศหายใจ ทำหน้าที่เปลี่ยนสภาพดินเน่าเปื่อย หรือทำให้ดินที่ก่อโรคเป็นดินที่ต้านทานโรค ช่วยลดจำนวนจุลินทรีย์ที่เป็นสาเหตุของโรคพืชที่มีจำนวนนับแสนหรือให้หมดไป นอกจากนี้ยังช่วยย่อยสลายเปลือกเมล็ดพันธุ์พืชและช่วยให้เมล็ดพันธุ์พืชงอกได้ดี

2.2 ประโยชน์ของจุลินทรีย์

2.2.1 สิ่งแวดล้อม

1. ช่วยกำจัดกลิ่นต่างๆ เช่น กองขยะ ส้วมซึม ร้านอาหาร ตลาด ฟาร์มสัตว์เลี้ยง โรงงาน อุตสาหกรรม และชุมชนต่างๆ
2. กำจัดขยะด้วยการย่อยสลายให้มีจำนวนลดน้อยลงและสามารถนำไปใช้ประโยชน์ได้
3. ปรับสภาพของเสียเช่นเศษอาหาร จากครัวเรือนให้เป็นประโยชน์ต่อการเลี้ยงสัตว์ และการเพาะปลูก
4. ช่วยบำบัดน้ำเสียจากการเกษตร การปศุสัตว์ การประมง โรงงานอุตสาหกรรม ชุมชน และสถานประกอบการทั่วไป
5. ช่วยปรับสภาพอากาศที่เสียให้สดชื่นและมีสภาพดีขึ้น

2.2.2 การเกษตร

1. ช่วยปรับสภาพความเป็นกรดด่างในดินและน้ำ
2. ช่วยแก้ปัญหาจากแมลงศัตรูพืช และโรคระบาดต่างๆ
3. ช่วยปรับสภาพดินให้ร่วนซุย อุ้มน้ำ และให้อากาศผ่านได้อย่างเหมาะสม
4. สลายอินทรีย์วัตถุให้เป็นอาหารแก่พืช พืชสามารถดูดซึมไปใช้ได้โดยไม่ต้องใช้พลังงานมากเหมือนการให้ปุ๋ยวิทยาศาสตร์
5. ช่วยให้ผลผลิตคงทน สามารถเก็บรักษาไว้ได้นาน มีประโยชน์ต่อการขนส่งไกลๆ เช่น ส่งออกต่างประเทศ

2.2.3 ปศุสัตว์

1. ช่วยกำจัดกลิ่นเหม็นจากฟาร์มปศุสัตว์ ไก่ และสุกรได้ภายในเวลา 24 ชั่วโมง
2. ช่วยกำจัดน้ำเสียจากฟาร์มได้ภายใน 1 - 2 สัปดาห์
3. ช่วยป้องกัน โรคอหิวาต์และโรคระบาดต่างๆ ในสัตว์แท่นยาปฏิชีวนะและอื่นๆ ได้
4. ช่วยกำจัดแมลงวันด้วยการตัดวงจรชีวิตของหนอนแมลงวัน
5. ช่วยเสริมสุขภาพสัตว์เลี้ยง ทำให้สัตว์แข็งแรง มีความต้านทานโรคให้ผลผลิตสูงและอัตราการตายต่ำ

2.2.4 การประมง

1. ช่วยควบคุมคุณภาพน้ำในบ่อเลี้ยงสัตว์น้ำได้
2. ช่วยแก้ปัญหาโรคพยาธิในน้ำ ซึ่งเป็นอันตรายต่อกุ้ง ปลา กบ หรือสัตว์น้ำอื่นๆ ที่เลี้ยงภายในบ่อได้
3. ช่วยรักษาโรคแผลต่างๆ ในปลา กบ จระเข้ ฯลฯ ได้
4. ช่วยลดปริมาณจืดในบ่อช่วยให้เลนไม่เหม็นสามารถนำไปผสม เป็นปุ๋ยหมักใช้กับพืชต่างๆ ได้ดี

2.3 การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์

จุลินทรีย์เป็นสิ่งมีชีวิตขนาดเล็ก จุลินทรีย์มีประโยชน์กับสิ่งมีชีวิตทุกชนิดทั้งพืชและสัตว์ มีคุณสมบัติในการย่อยสลายได้อย่างมีประสิทธิภาพสูง การย่อยสลายสารอินทรีย์ต่างๆ โดยทั่วไปมีจุลินทรีย์ 2 ชนิดในธรรมชาติที่เข้าไปย่อยสลาย คือ กลุ่มจุลินทรีย์ที่ให้ประโยชน์หรือกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในการย่อยสลาย และกลุ่มจุลินทรีย์ที่ให้โทษซึ่งจุลินทรีย์กลุ่มที่ให้โทษจะย่อยสลายอินทรีย์วัตถุทุกชนิด จากปฏิกิริยาย่อยสลายของจุลินทรีย์กลุ่มที่ให้โทษจะก่อให้เกิดมลพิษมลภาวะทั้งกลิ่นและของเสียต่อสภาพสิ่งแวดล้อม ดังนั้นของเสียและกลิ่นไม่พึงประสงค์ต่างๆ จึงเป็นผลงานของจุลินทรีย์กลุ่มที่ให้โทษโดยตรง หน้าที่ทั่วไปของจุลินทรีย์กลุ่มที่ให้โทษก็คือย่อยสลายอินทรีย์วัตถุทั้งหลายให้เป็นของเสียเน่าบูดและส่งกลิ่นเหม็น ของเสียและกลิ่นเน่าเหม็นเหล่านี้มีให้เห็นทุกหนทุกแห่งตามแหล่งชุมชนต่างๆ จุลินทรีย์กลุ่มที่ให้โทษอยู่ได้ทั้งในสภาวะไร้อากาศและสภาวะที่มีอากาศ

ส่วนจุลินทรีย์ที่ให้ประโยชน์จะเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่อยู่ฝ่ายตรงกันข้าม จุลินทรีย์ดับกลิ่นจะมีผลตรงกันข้ามกับจุลินทรีย์กลุ่มที่ให้โทษ คือทำหน้าที่เข้าไปย่อยสลายสิ่งสกปรกและของเสียต่างๆ ซึ่งเป็นผลงานของจุลินทรีย์กลุ่มที่มีโทษทำให้สมบูรณ์แบบ การย่อยสลายที่สมบูรณ์จะไม่เกิดมลภาวะของเสียและกลิ่นเน่าเหม็นคงสภาพได้ดีในสภาวะไร้อากาศ การนำไปใช้ย่อยสลายในแต่ละครั้งควรใช้ปริมาณจุลินทรีย์ให้มากกว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่มีโทษ เพื่อที่จุลินทรีย์ดับกลิ่นจะได้เข้าไปควบคุมบทบาทในการย่อยสลายทั้งหมด ถ้าปริมาณจุลินทรีย์ดับกลิ่นมีน้อยกว่า อาจทำให้ไม่สามารถย่อยสลายของเสียได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังนั้นการใช้ในแต่ละครั้งควรดูปริมาณของเสียที่มีอยู่ว่ามีมากน้อยเพียงใด ของเสียเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่องหรือไม่ ของเสียอยู่ ณ ที่ใด ต้องใช้ให้สอดคล้องกับปัญหาที่เกิดขึ้นจึงจะได้ผลดีและมีประสิทธิภาพ นอกจากนี้ควรเลือกเชื้อจุลินทรีย์ที่แข็งแรงในการบำบัดแต่ละครั้ง ไม่ควรใช้จุลินทรีย์ที่เก็บไว้นานจนเกินไป จุลินทรีย์ที่ใหม่และสดรวมถึงมีความเข้มข้นสูงจะมีกลิ่นน้ำตาลไหม้หอมอมเปรี้ยวหรือกลิ่นกากน้ำตาล และมีการฟักตัวมีลักษณะเป็นฝ้าสีขาวลอยอยู่บนผิวน้ำจะมีการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นเรื่อยๆ ซึ่งจะส่งผลดีต่อการบำบัดกลิ่นหรือการบำบัดน้ำเสีย

กลุ่มจุลินทรีย์ที่นำมาใช้บำบัดน้ำเสีย กำจัดกลิ่นเหม็น กำจัดของเสีย จะใช้กลุ่มจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ ซึ่งเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีประโยชน์สูงเป็นสิ่งมีชีวิตเล็กๆ ไม่มีอันตรายต่อสิ่งมีชีวิตทุกชนิด ย่อยสลายสิ่งสกปรกและของเสียได้เป็นอย่างดี ย่อยสลายและดับกลิ่นเน่าเหม็นได้อย่างสมบูรณ์แบบ ไม่ก่อให้เกิดมลภาวะใดๆ ต่อโลก ในทางตรงกันข้ามจะช่วยให้สิ่งแวดล้อมโดยรวมดีขึ้นจากขบวนการย่อยสลายสิ่งสกปรกนั่นเอง การดำเนินการดังที่ได้กล่าวมาแล้วต้องใช้คุณสมบัติที่เหมาะสมกับสภาพพื้นที่นั้นๆ โดยการเลือกใช้จุลินทรีย์ต้องเลือกใช้ให้ถูกต้องตามวัตถุประสงค์ซึ่งจะต้องคำนึงถึงปริมาณการใช้ในแต่ละครั้งและระยะห่างที่เหมาะสม โดยใช้การทดลองตามความเหมาะสมของพื้นที่นั้นๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งประสิทธิภาพสูงสุด

การใช้จุลินทรีย์บำบัดของเสีย เช่น การบำบัดกลิ่น การบำบัดน้ำเสีย การบำบัดสิ่งปฏิกูลต่างๆ ควรใช้ที่มีความเข้มข้นสูง ในการใช้ควรใช้ให้เหมาะสมกับสภาพของปัญหานั้นๆ ถ้าปัญหา มากก็ควรใช้จุลินทรีย์ในปริมาณที่มากขึ้น แต่ถ้าใช้น้อยไปก็จะมีผลทำให้การย่อยสลายเกิดขึ้นได้ไม่ทั่วถึง เนื่องจากปริมาณสิ่งปฏิกูลหรือสิ่งสกปรกต่างๆมีจำนวนมากกว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่เข้าไปย่อยสลายนั่นเอง การใช้จุลินทรีย์บำบัดของเสียอย่างอื่นก็เช่นเดียวกันต้องเลือกใช้ให้เหมาะสมกับปัญหานั้นๆ จึงจะได้ผลดีตามต้องการ จุลินทรีย์บำบัดน้ำเสียเป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่ไม่ต้องการอากาศ ออกซิเจน ซึ่งในสถานะที่ไร้อากาศจะทำงานได้ดีมากและมีชีวิตอยู่ได้นาน ยิ่งถ้ามีอาหารหล่อเลี้ยงอยู่ตลอดเวลา ยิ่งอยู่ได้นานขึ้น ในทางปศุสัตว์หรือทางการเกษตรจุลินทรีย์ก็มีบทบาทไม่น้อย สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับฟาร์มสัตว์เลี้ยงต่างๆ เช่น ฟาร์มเป็ด ไก่ สุกร วัว ฯลฯ รวมถึงการนำไปประยุกต์เป็นปุ๋ยน้ำอินทรีย์ที่ปราศจากสารเคมีที่เรียกว่าเกษตรอินทรีย์นั่นเอง อาจจะต้องมีการเติมวัสดุต่างๆที่เป็นอินทรีย์วัตถุใส่ลงในจุลินทรีย์เพื่อให้จุลินทรีย์ย่อยเป็นปุ๋ย ซึ่งสามารถนำไปใช้บำรุงพืชได้ทันที และทั้งหมดที่กล่าวมานี้เป็นส่วนหนึ่งของการนำจุลินทรีย์ไปประยุกต์ใช้ในรูปแบบต่างๆ เพื่อให้เกิดประโยชน์โดยเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม

ในบทต่อไปบทที่ 3 จะกล่าวถึงทฤษฎีออลวนที่ใช้ในระบบผสม สมการคุณลักษณะของ วงจรกำเนิดสัญญาณอลวนแบบ Chua และจะนำไปใช้ในการออกแบบระบบผสมในบทที่ 4 เพื่อนำไปสร้างระบบผสมจุลินทรีย์กับน้ำและนำไปใช้กับเครื่องบำบัดกลิ่นขยะในบทที่ 5

บทที่ 3

สัญญาณอลวน

3.1 ทฤษฎีอลวน

สัญญาณอลวนหรือเคออส (Chaos) ตามความหมายในพจนานุกรมหมายถึง ความสับสน วุ่นวาย ไร้ระเบียบ และสภาวะอลวนที่เราได้ทำการศึกษา นั่นคือการศึกษาเกี่ยวกับสภาวะอลวน ในทางคณิตศาสตร์ เรียกกันว่า Deterministic chaos โดยในความหมายทางวิทยาศาสตร์ คือ สภาพหรือกระบวนการที่ไม่มีเสถียรภาพ (Unstable) หากระบบมีการกระทบเพียงเล็กน้อย อาจจะทำให้เกิดสัญญาณที่ไม่เป็นเส้นตรง แต่เป็นเส้นทางคดเคี้ยว วุ่นวายอลวน หรือในบางครั้งอาจเกิดการกระโดดข้าม ดังนั้นผลลัพธ์ที่เกิดขึ้นจึงไม่สามารถคาดเดาหรือทำนายได้ถูกต้องแม่นยำ พฤติกรรมแบบอลวนเป็นพฤติกรรมที่ดูไร้ระเบียบ ที่ดูเหมือนว่าเป็นปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นอย่างสะเปะสะปะ หรือเชิงตุ่มเอาแต่สามารถอธิบายได้ด้วยสมการทางคณิตศาสตร์ ซึ่งที่จริงแฝงไปด้วยความเป็นระเบียบ

ระบบที่ประพฤติตัวแบบอลวนจะไวต่อการเปลี่ยนแปลงของเงื่อนไขเริ่มต้น ทำให้ไม่สามารถทำนายได้ในระยะยาว โดยความคลาดเคลื่อนเพียงเล็กน้อยที่เกิดขึ้นจากการวัดเงื่อนไขเริ่มต้น จะเพิ่มขึ้นแบบเอ็กโปเนนเชียล (exponential) เมื่อเวลาผ่านไป สภาวะอลวนได้มีการค้นพบมาตั้งแต่สมัยของ Poincaré [9] ซึ่งตอนนั้น Poincaré ได้พิสูจน์ระบบสุริยะจักรวาลแบบอลวน แต่ตอนนั้นยังไม่ได้บัญญัติศัพท์ ออลวน(chaos) ปรากฏการณ์นี้เรียกว่าเป็น pathological case และจากหลักความไม่แน่นอนของ Heisenberg [10] ที่ได้กล่าวสรุปว่าการวัดไม่สามารถวัดค่าพารามิเตอร์ทุกตัวได้อย่างถูกต้องแม่นยำ เพราะการให้ความแม่นยำอย่างหนึ่งมาจะส่งผลให้เกิดความไม่แน่นอนในอีกอย่างหนึ่ง และถึงแม้ตัวแปรที่อธิบายระบบของเรามีตัวแปรเดียว ความแม่นยำของค่าที่วัดได้ก็จะจำกัดอยู่ค่าหนึ่ง ความไม่แน่นอนที่เหลืออยู่จะเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ จนทำนายอะไรไม่ได้เลย ดังนั้นสภาวะอลวนจึงเกิดขึ้นได้ทั้งในทางทฤษฎีและในทางปฏิบัติ

สำหรับระบบที่เป็นเชิงเส้นจะเกิดความคลาดเคลื่อนเมื่อเวลาผ่านไปเป็นสัดส่วนกับความคลาดเคลื่อนเริ่มแรก เนื่องจากความสัมพันธ์เป็นแบบเชิงเส้น พฤติกรรมอลวนจึงไม่มีในระบบที่เป็นเชิงเส้น สภาวะอลวนเกิดขึ้นได้เฉพาะกับระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้น แต่ไม่ใช่ระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นจะเกิดความอลวนเสมอไป จะมีช่วงพารามิเตอร์ที่ทำให้ระบบประพฤติตัวแบบอลวนแต่ระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นบางระบบแสดงพฤติกรรมอลวนตลอดเวลา ทฤษฎีอลวนมีความเกี่ยวข้องกับศาสตร์ความรู้ต่างๆ แทบจะทุกแขนง ปรากฏการณ์หลายอย่างในธรรมชาติ เช่น สภาพอากาศ พายุฝนฟ้าคะนอง สายลม กระแสน้ำ จะมีลักษณะเป็นแบบไร้ระเบียบ หรือแม้แต่ กลไกภายในร่างกายมนุษย์ เช่น คลื่นสมอง คลื่นหัวใจ ระบบประสาท เป็นต้น มีลักษณะที่ไม่สามารถทำนายได้

ปรากฏการณ์เช่นเดียวกับสัญญาณรบกวนในระบบแบบไม่เป็นเชิงเส้น โดยความหมายในทางวิทยาศาสตร์คือสภาพและกระบวนการที่ไร้เสถียรภาพ เมื่อมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อยทำให้เกิดการพัฒนาที่ไม่เป็นเส้นตรง เป็นเส้นคดเคี้ยวกวัดแกว่ง บางครั้งมีการก้าวกระโดดแบบฉับพลันของผลลัพธ์ รูปแบบคุณลักษณะของพฤติกรรมแบบอลวน แสดงให้เห็นว่าเป็นพฤติกรรมแบบไม่เป็นรายคาบในระยะยาว ซึ่งหมายถึงจะไม่เกิดสถานะซ้ำเป็นครั้งที่สอง ดังนั้นการเคลื่อนที่แบบอลวน (Chaotic motion) ที่มาใช้ในการกวนผสม คือ การผสมของเหลวด้วยความเร็วไม่คงที่แบบสุ่มหรือไม่เป็นรายคาบ เพื่อให้เกิดรูปแบบที่หลากหลายของการไหลวนในการผสมสารสองสิ่งขึ้นไปให้เข้ากันได้ หรือลดขนาดของแข็งเพื่อให้แขวนลอยในของเหลว

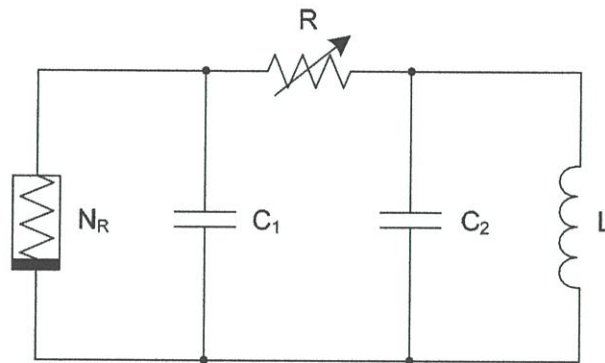
ระบบที่เป็นแบบอลวนจะมีลักษณะดังนี้ [11]

1. มีคุณสมบัติที่ไม่เป็นเชิงเส้น โดยมีคุณสมบัติตรงกันข้ามกับคุณสมบัติแบบเชิงเส้น โดยฟังก์ชัน f จะมีคุณสมบัติเชิงเส้นก็ต่อเมื่อ $f(x+y) = f(x) + f(y)$ นั้นหมายความว่าระบบไม่เชิงเส้น ผลลัพธ์ของระบบทั้งหมดจะไม่เท่ากับผลรวมของผลลัพธ์ที่เกิดจากระบบย่อยรวมกัน กล่าวคือสภาวะอลวนจะไม่เกิดในระบบที่เป็นเชิงเส้น แต่ก็ไม่ได้หมายความว่าระบบที่ไม่เป็นเชิงเส้นจะเกิดสภาวะอลวนทุกระบบ จะมีช่วงพารามิเตอร์ที่จะทำให้ระบบมีพฤติกรรมแบบอลวน และระบบไม่เชิงเส้นบางระบบจะเกิดคุณสมบัติของสภาวะอลวนตลอดเวลา
2. ไม่เกิดแบบการทำงานสุ่ม สามารถอธิบายได้โดยสมการทางคณิตศาสตร์จึงเรียกกันว่า Deterministic chaos กล่าวคือพฤติกรรมทั้งหลายที่เกิดขึ้นในระบบอลวนเกิดขึ้นภายใต้กฎเกณฑ์ที่แน่นอน ดังนั้นเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นแบบสุ่ม เช่นการทอดลูกเต๋าจึงไม่เป็นระบบอลวน
3. ไวต่อสภาวะเริ่มต้น ในภาวะเริ่มต้นของการทำงานระบบอลวนที่มีค่าต่างกันเพียงเล็กน้อยเท่านั้น ทำให้เกิดผลในภายหลังที่มีความแตกต่างกันมาก เนื่องจากในระบบอลวนจะขยายความแตกต่างให้เพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว ที่พบบ่อยจะเป็นการขยายความแตกต่างให้เร็วขึ้นในระดับเลขยกกำลังของเวลา
4. ไม่สามารถทำนายผลกระทบที่จะเกิดล่วงหน้าในระยะยาวได้ เนื่องมาจากความไวต่อสภาวะเริ่มต้น ทำให้ในระยะยาวผลการเปลี่ยนแปลงจะไม่สามารถทำนายได้ แต่ถึงอย่างไรก็ตามยังเป็นไปได้ในการที่จะทำนายผลในระยะสั้น

นอกจากที่กล่าวข้างต้นแล้วยังมีอีกคุณสมบัติที่น่าสนใจของการเกิดสภาวะอลวนคือ การแสดงลักษณะคล้ายตัวเอง หรือเรียกว่า “แฟร็กทัล” (fractal) ลักษณะนี้จะปรากฏเมื่อทำการแสดงเส้นทางการเคลื่อนที่ของระบบในปริภูมิเฟส ลักษณะคล้ายตัวเองหมายความว่าไม่ว่ามองเส้นทางการเคลื่อนที่จากระดับใดก็ตามจะมีลักษณะเดียวกัน แต่คุณสมบัตินี้ไม่ได้เป็นเงื่อนไขที่จำเป็นต่อการเกิดสภาวะอลวนแต่อย่างใดเพียงแต่พบร่วมกันบ่อยเท่านั้น

3.2 วงจร Chua

การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณที่ใช้ทฤษฎีออสซิลเลเตอร์เพื่อสร้างสัญญาณแบบออสซิลเลชัน มีรูปแบบในการสร้างได้หลากหลายทฤษฎี ซึ่ง วงจร Chua เป็นวงจรสร้างสัญญาณออสซิลเลชันแบบหนึ่ง พัฒนาขึ้นโดย Leon O. Chua เป็นวงจรสร้างสัญญาณออสซิลเลชันที่นิยมใช้งานเนื่องจากเป็นวงจรที่ไม่ซับซ้อน สามารถสร้างและประยุกต์ใช้งานได้ง่าย มีเสถียรภาพ และลักษณะการเคลื่อนที่ของสัญญาณเป็นแบบม้วนที่ซับซ้อน [12] โดยรูปที่ 3.1 แสดงวงจรแบบของ Chua ซึ่งประกอบด้วยอุปกรณ์เพียงเล็กน้อยเท่านั้น คือ ตัวต้านทานปรับค่าได้ 1 ตัว (R) ตัวเก็บประจุ 2 ตัว (C1, C2) และตัวเหนี่ยวนำหนึ่งตัว (L) ต่อร่วมกับตัวต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น N_R (nonlinear resistor) หรือเรียกว่า Chua Diode



รูปที่ 3.1 วงจร Chua

วงจรสร้างสัญญาณออสซิลเลชันแบบ Chua สามารถแสดงด้วยสมการแสดงคุณลักษณะคือ

$$\begin{aligned} C_1 \frac{dV_{C1}}{dt} &= \frac{1}{R}(V_{C2} - V_{C1}) - f(V_{C1}) \\ C_2 \frac{dV_{C2}}{dt} &= \frac{1}{R}(V_{C1} - V_{C2}) + i_L \\ L \frac{di_L}{dt} &= -V_{C2} \end{aligned} \quad (3.1)$$

เมื่อ V_{C1} และ V_{C2} คือแรงดันตกคร่อม C_1 และ C_2 i_L คือกระแสที่ไหลผ่านตัวเหนี่ยวนำ $f(v_{C1})$ คือสมการคุณลักษณะความต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น

$$f(V_{C1}) = G_b V_{N_R} + \frac{1}{2}(G_a - G_b) (|V_{N_R} + B_p| - |V_{N_R} - B_p|) \quad (3.2)$$

เมื่อ G_a และ G_b คือ ช่วงความชันภายในและภายนอกตามลำดับ และ B_p คือ จุดสิ้นสุดช่วงที่เป็นเชิงเส้นของความต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น

สมการอลวนของ Chua มีรูปแบบสมการเชิงคณิตศาสตร์บรรยายได้เป็น

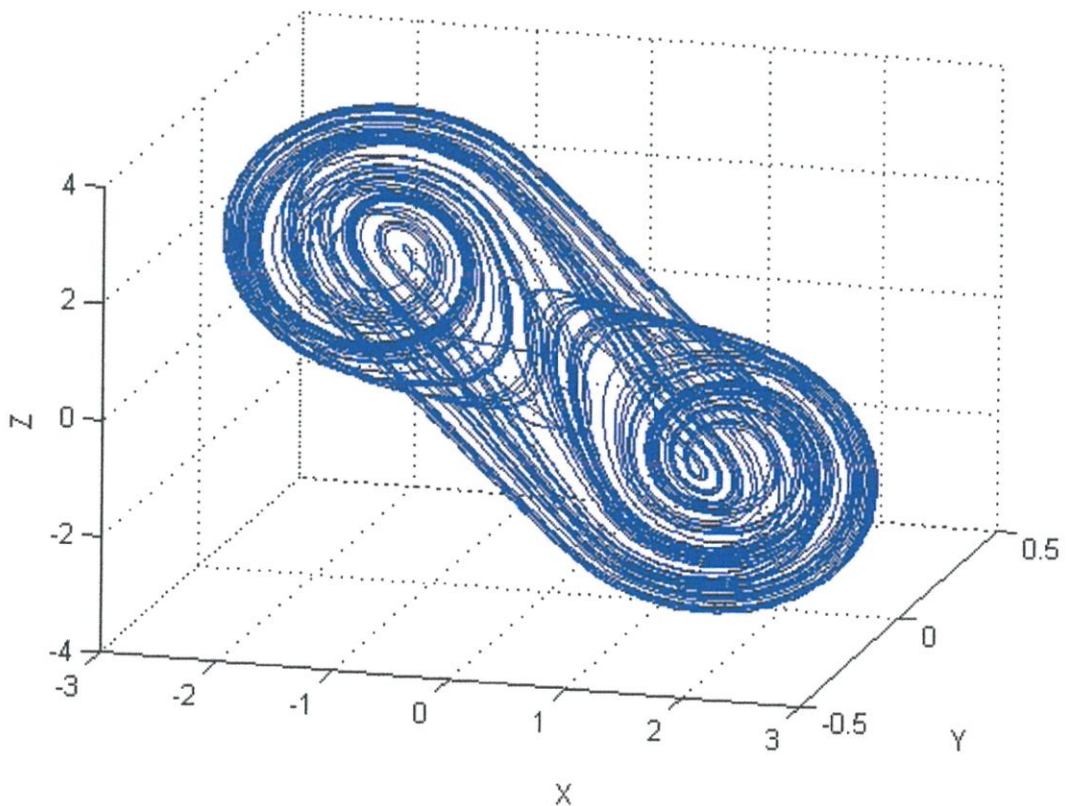
$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= a(y-x-f(x)) \\ \frac{dy}{dt} &= b(x-y+z) \\ \frac{dz}{dt} &= -cy\end{aligned}\quad (3.3)$$

$$\text{กำหนดให้ } f(x) = m_1x + \frac{1}{2}(m_0 - m_1)(|x+1| - |x-1|) \quad (3.4)$$

$$\text{โดยที่ } x_0, y_0, z_0 = [0.1, 0.1, 0.1] \text{ และ } a, b, c = [15.6, 1, 25.58]$$

$$m_0, m_1 = [-8/5, -5/7]$$

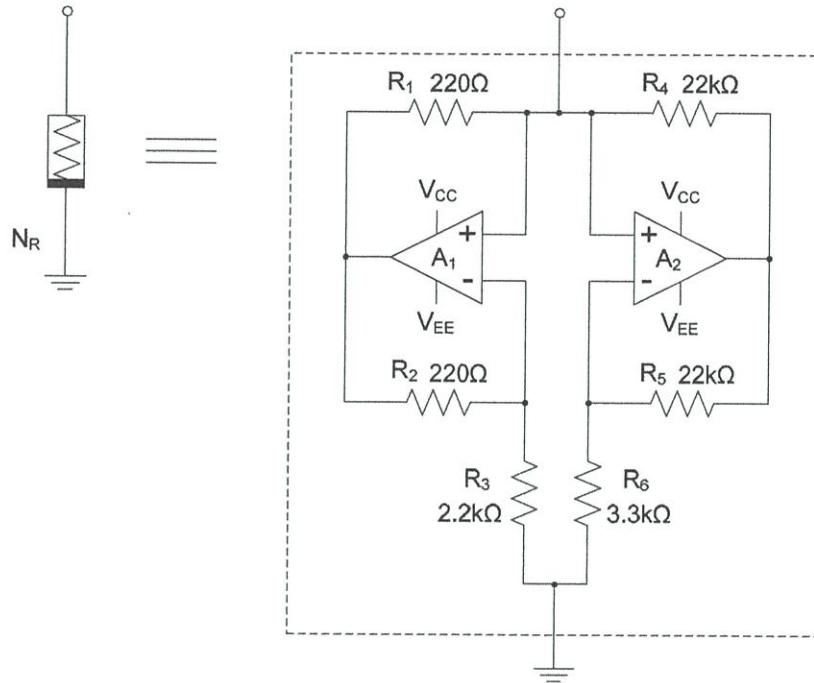
พฤติกรรมอลวนของ Chua เป็นพฤติกรรมอลวนแบบมีขอบเขตเป็นที่เรียกกันว่าสภาวะอลวนแบบ Double Scroll ดังรูปที่ 3.2 ถ้าสัมประสิทธิ์ a , b และ c เปลี่ยนแปลงไปในทางมากขึ้นหรือน้อยลง จะทำให้การโคจรของระบบเปลี่ยนแปลงเป็นลักษณะวงกลมขยายออก



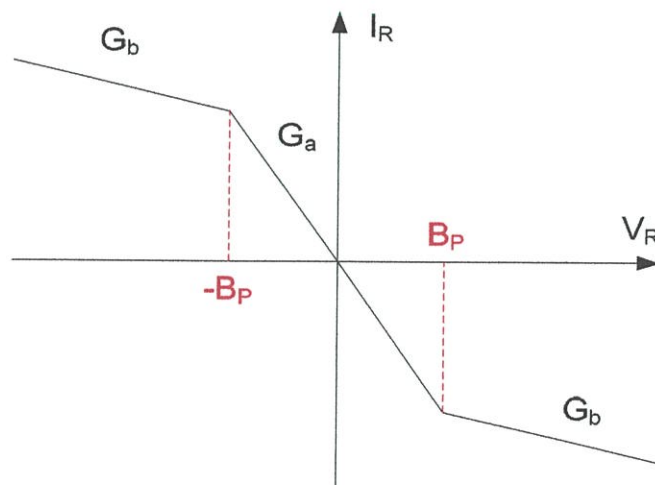
รูปที่ 3.2 พฤติกรรมอลวนแบบ Chua

3.2.1 ตัวต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น (Negative Resistance)

ตัวต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น N_R สามารถแทนได้ด้วยวงจรรอปแอมป์ [13] ดังแสดงในรูปที่ 3.3 ซึ่งช่วงค่าความชันที่ไม่เป็นเชิงเส้นเป็นตัวกำหนด Order ของสัญญาณจากวงจร Chua ส่วนกราฟคุณลักษณะช่วงค่าความชันของความต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้นแสดงดังรูปที่ 3.4



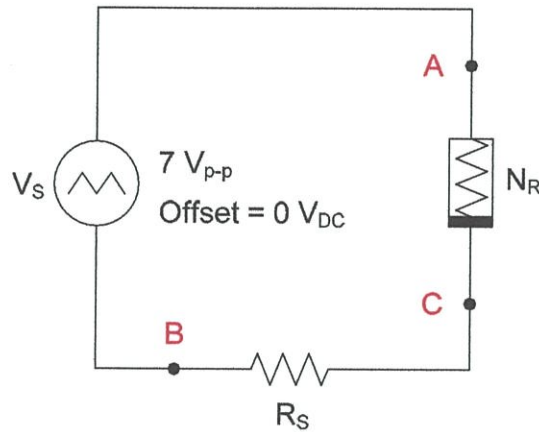
รูปที่ 3.3 วงจร N_R เมื่อแทนด้วยออปแอมป์ (Chua Diode)



รูปที่ 3.4 ช่วงค่าความชันของความต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น

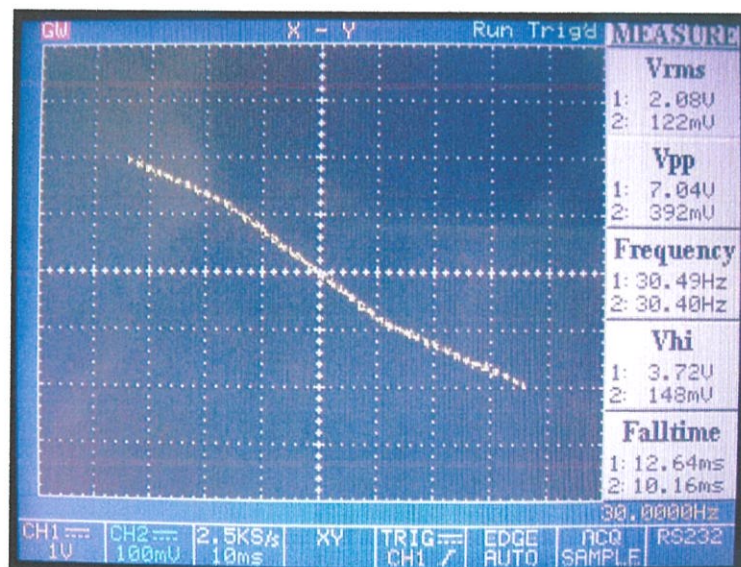
3.2.2 การแสดงคุณสมบัติความต้านแบบไม่เป็นเชิงเส้น

คุณสมบัติความต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้นของวงจร ตัวต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น (N_R) สามารถตรวจสอบโดยการต่อความต้านทาน R_S ขนาด 100 โอห์ม และป้อนสัญญาณรูปคลื่นสามเหลี่ยม V_S ที่มีค่า DC Offset มีค่า $0 V_{DC}$ และมีค่าแรงดัน $7 V_{p-p}$ ความถี่ 30 Hz [14] เพื่อทดสอบความไม่เป็นเชิงเส้น โดยวัดสัญญาณที่จุด A-C เทียบกับจุด B-C ดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรวัดค่าความต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น

ผลการทดลองจะแสดงกราฟแบบไม่เป็นเชิงเส้นของวงจรตัวความต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น ดังรูปที่ 3.6 ซึ่งค่าความชันของช่วงความต้านทานแบบลบจะถูกกำหนดด้วยค่า $R1 - R6$ ในวงจรตัวต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น (N_R)

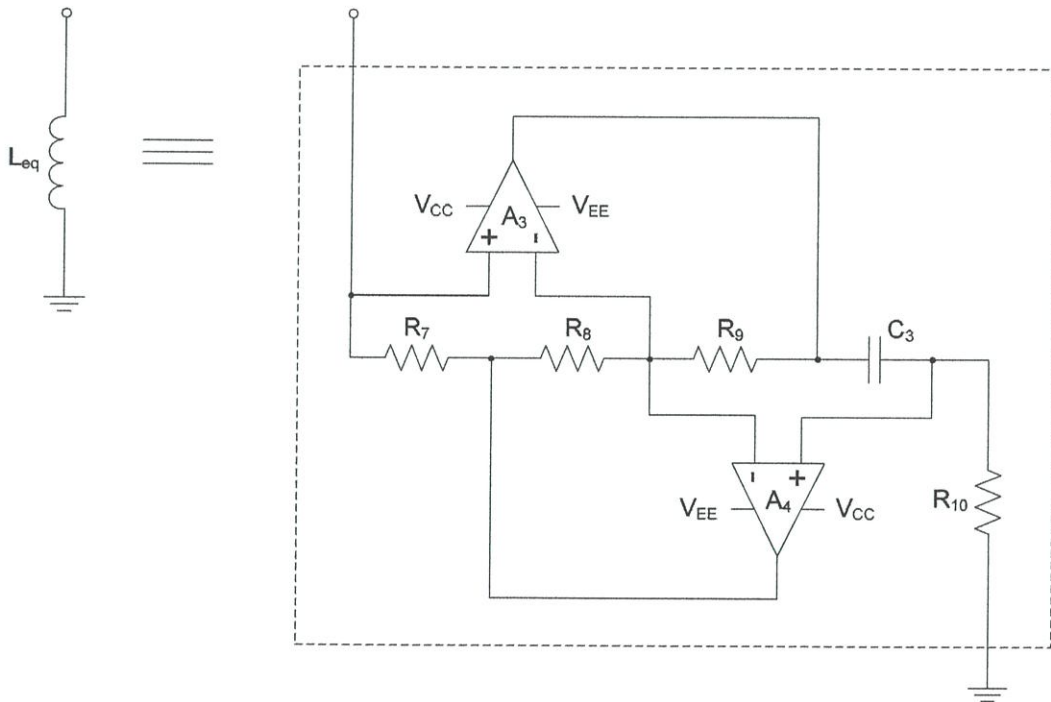


รูปที่ 3.6 ช่วงความต้านทานแบบลบที่วัดได้จากวงจรจุด A-C เทียบกับจุด B-C

3.2.3 ตัวเหนี่ยวนำเสมือน (Inductance Simulation)

ในการสร้างสัญญาณอลวนด้วยวงจรแบบ Chua นั้นความถี่ของสัญญาณอลวนที่ได้จะขึ้นอยู่กับอุปกรณ์ L และ C หากต้องการสัญญาณที่มีความถี่ต่ำต้องทำการเพิ่มค่าความเหนี่ยวนำหรือค่าตัวเก็บประจุ โดยปกติจะทำการเพิ่มค่าความเหนี่ยวนำของตัวเหนี่ยวนำแต่จะประสบปัญหาในเรื่องขนาดของตัวเหนี่ยวนำที่มีขนาดใหญ่มาก ทำให้สร้างได้ยากและไม่สะดวกในการใช้งาน ปัญหาดังกล่าวสามารถแก้ไขได้โดยใช้การวิธีการที่เรียกว่าการสังเคราะห์ความเหนี่ยวนำ (Synthetic inductor) ซึ่งทำการสร้างความเหนี่ยวนำเสมือนจากวงจรออปแอมป์แทนตัวเหนี่ยวนำแบบขดลวด [15] ดังรูปที่ 3.7 และค่าความเหนี่ยวนำสามารถหาได้จากสมการที่ 3.5

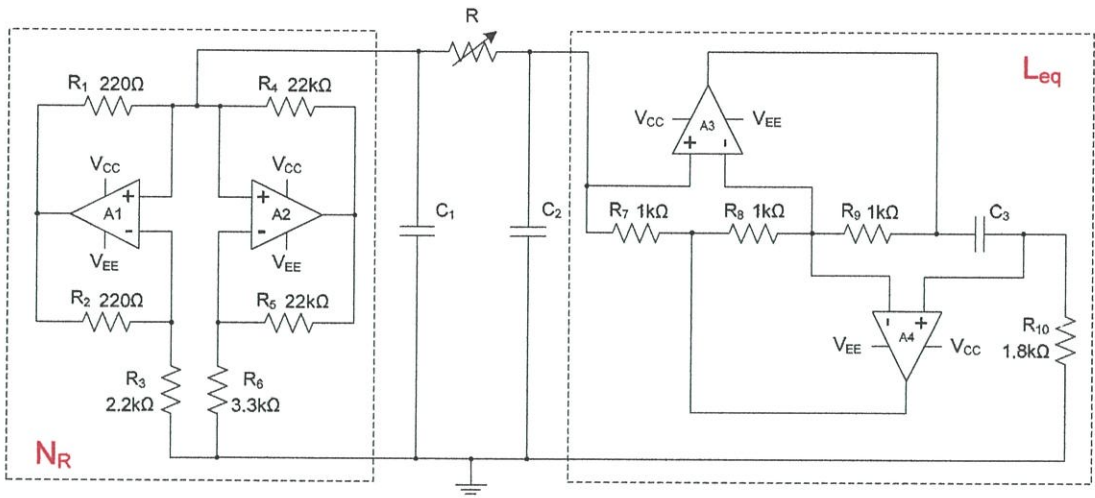
$$L_{eq} = \frac{R_7 R_9 R_{10} C_3}{R_8} \tag{3.5}$$



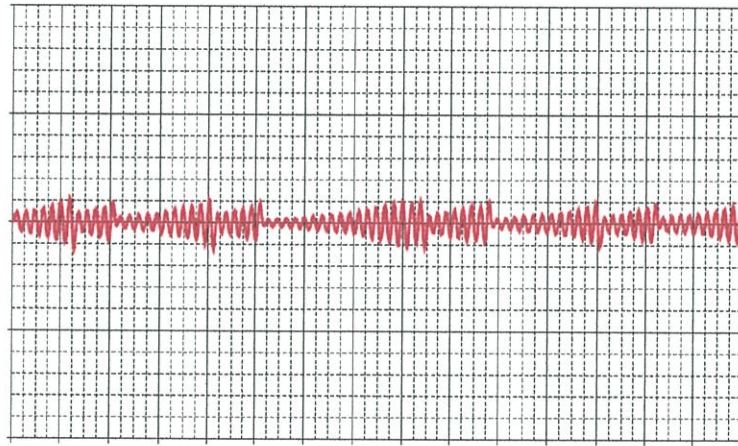
รูปที่ 3.7 วงจรตัวเหนี่ยวนำเสมือน

3.2.4 วงจร Chua ที่ N_R และ L_{eq} แทนด้วยออปแอมป์

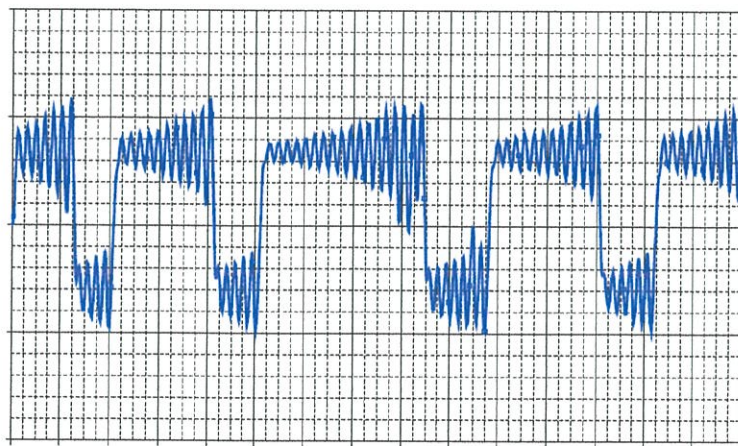
วงจร Chua ดังรูปที่ 3.8 เป็นวงจรที่ใช้ออปแอมป์เป็นตัวสร้าง วงจรตัวต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น N_R และสร้างวงจรเสมือน L_{eq} แทนด้วยออปแอมป์ ลักษณะของสัญญาณอลวนที่ได้จากวงจรแบบ Chua มีสองลักษณะคือแบบ Single scroll แรงดันตกคร่อม C_2 (V_{C2}) ดังแสดงในรูปที่ 3.9 และ แบบ Double scroll แรงดันตกคร่อม C_1 (V_{C1}) ดังแสดงในรูปที่ 3.10 ตามลำดับ โดยลักษณะของสัญญาณที่ได้จากวงจรขึ้นอยู่กับค่า R ในวงจร



รูปที่ 3.8 วงจร Chua ที่ N_R และ L_{eq} แทนด้วยออปแอมป์



รูปที่ 3.9 สัญญาณอลวนจากวงจร Chua แบบ Single scroll (V_{C2})



รูปที่ 3.10 สัญญาณอลวนจากวงจร Chua แบบ Double scroll (V_{C1})

วงจรสร้างสัญญาณออสซิลเลชันแบบ Chua จะทำการสร้างและทดลองที่ความถี่สูงก่อนและทำการออกแบบวงจร Chua ที่มีความถี่ต่ำลง ออกแบบระบบควบคุมที่ใช้สัญญาณแบบต่างๆ เพื่อนำไปใช้เป็นสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณ PWM การออกแบบระบบควบคุมดิจิทัลกับนำและชุดควบคุมการทำงานของระบบผสมจะกล่าวถึงในบทที่ 4

บทที่ 4

การออกแบบระบบผสม

การผสมสารสองสิ่งขึ้นไปให้เข้ากันได้โดยใช้วิธีการกวนหรือกวนผสม โดยเฉพาะการผสมสารที่เป็นของแข็งที่สามารถละลายได้เข้ากับของเหลว ถ้าต้องการให้เข้ากันได้ก็อาจจะต้องเพิ่มความเร็วในการกวนผสมมากขึ้น และเมื่อเพิ่มความเร็วก็จะส่งผลต่อระบบทำให้เกิดการสั่นมากขึ้น [16] โครงสร้างเชิงกลของระบบต้องออกแบบให้สามารถรับแรงที่เกิดเพิ่มมากขึ้นได้ อัตราการสูญเสียพลังงานไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น ซึ่งในความเป็นจริงแล้วสิ่งที่ต้องการคือการสิ้นเปลืองของโครงสร้างและการสูญเสียพลังงานที่น้อยที่สุด ซึ่งจะทำให้สามารถสร้างโครงสร้างระบบเล็กกลง ส่งผลให้ลดต้นทุนของการผลิตในเชิงพาณิชย์ได้ การกวนผสมที่ใช้ระบบสัญญาณอลวนในงานวิจัยนี้ สามารถประยุกต์ใช้กับงานลักษณะอื่นๆ ได้อย่างกว้างขวาง เช่น การล้างทำความสะอาด อุตสาหกรรมยา อุตสาหกรรมอาหาร และอุตสาหกรรมที่เกี่ยวข้องกับการผสมสารเคมี เป็นต้น

การออกแบบระบบกวนผสมจะใช้มอเตอร์กระแสตรงเป็นตัวปั่นกวนในการผสม โดยจะใช้ระบบสัญญาณอลวนเป็นตัวกำเนิดสัญญาณ เพื่อทำการเปรียบเทียบกับการใช้การควบคุมมอเตอร์กระแสตรงด้วยไฟฟ้ากระแสตรง สัญญาณรูปไซน์ และสัญญาณอลวนแบบ Chua ซึ่งการผสมสารสองสิ่งขึ้นไปด้วยวิธีการทำให้เกิดการหมุนอลวนนั้น จะเป็นการทดสอบการใช้สัญญาณที่ไม่เป็นเชิงเส้นเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการผสมให้แก่ระบบ

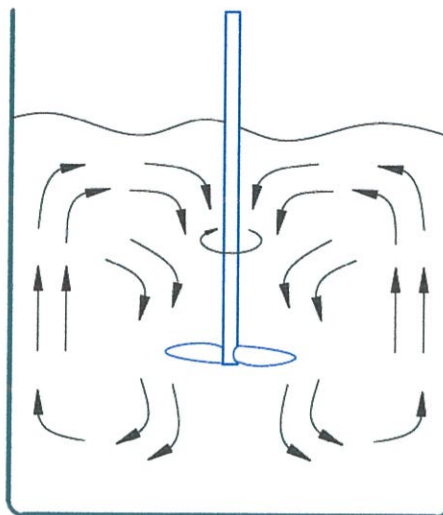
4.1 การออกแบบวิธีการผสม

ส่วนที่สำคัญในการออกแบบระบบผสมคือใบพัดสำหรับกวนจุลินทรีย์ให้กระจายอยู่ในน้ำให้มากที่สุด โดยไม่จับกลุ่มอยู่ที่เดียวกัน จากการที่ได้ศึกษาผลกระทบของการเลือกใบพัดสำหรับการผสม [17] พบว่าขนาดและชนิดของใบพัดมีส่วนสำคัญเป็นอย่างมากในการกวนผสม ซึ่งในการทดลองนี้ได้เลือกขนาดใบพัดตามขนาดของถังผสม แต่ในการทดลองไม่ได้ใช้การเปลี่ยนใบกวนเพื่อทดสอบการเข้ากันได้ของจุลินทรีย์กับน้ำ แต่จะใช้ระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์ในหลายๆ รูปแบบมาใช้ในการทดสอบ โดยใช้ชุดทดลองระบบกวนผสมที่มีขนาดเล็กกว่าของจริงแล้วจึงนำไปสร้างเป็นระบบจริง โดยการทดลองจะมีการปรับระยะเวลาที่เหมาะสมไว้ค่าหนึ่ง และทำการทดลองโดยการเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์ไปเป็นขั้นๆ โดยใช้ความเร็วคงที่จากสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง ใช้สัญญาณคลื่นไซน์ที่ความถี่ต่างๆ และลำดับสุดท้ายใช้สัญญาณอลวนที่ความถี่ต่างๆ ภายใต้สมมุติฐานว่าสัญญาณอลวนจะสามารถผสมได้ดีที่สุด โดยมีตะกอนที่ตกค้างอยู่ในระบบผสมน้อยที่สุด การทดลองนี้เป็นแนวทางในการสร้างระบบจริง

4.1.1 ลักษณะการกวนผสม

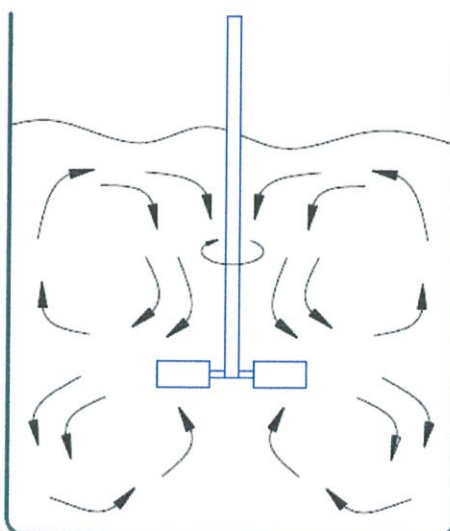
ในส่วนของใบพัดสำหรับการกวนผสมนั้น มีชนิดของใบพัดหลายชนิดสำหรับงานกวนผสมของเหลวโดยสามารถแบ่งออกตามลักษณะการกวนผสมได้สามประเภท [18] คือ

1. ชนิดไหลตามแนวแกน (Axial flow) เป็นใบกวนที่มีการไหลในแนวขนานกับแกนใบพัด เช่นประเภท Propeller หรือ Pitched blade turbine เป็นต้น ซึ่งการกวนลักษณะนี้เหมาะสำหรับการผสมของเหลวให้เข้ากันหรือการทำให้ของแข็งแขวนลอยอยู่ในของเหลว ดังรูปที่ 4.1



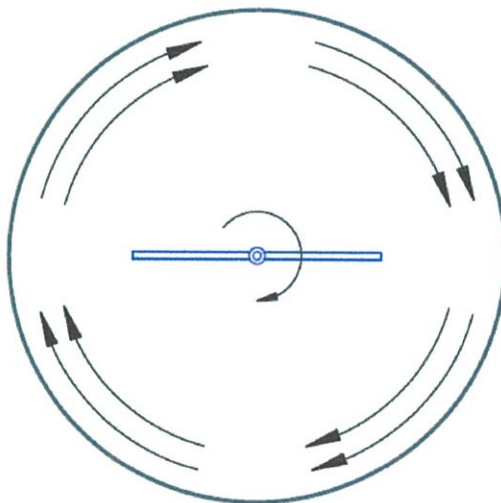
รูปที่ 4.1 ลักษณะการกวนผสมชนิดไหลตามแนวแกน (Axial flow)

2. ชนิดไหลตามแนวรัศมี (Radial flow) เป็นใบกวนที่มีการไหลในแนวตั้งฉากกับแกนใบพัด เช่นประเภท Disk style turbine หรือ Flat blade impeller เป็นต้น เหมาะสำหรับการเคลื่อนของเหลวที่ไม่ผสมกันเป็นเนื้อเดียวให้มีขนาดเล็กลงหรือการลดขนาดของของแข็งเพื่อให้แขวนลอยอยู่ในของเหลว ดังรูปที่ 4.2



รูปที่ 4.2 ลักษณะการกวนผสมชนิดไหลตามแนวรัศมี (Radial flow)

3. ชนิดไหลตามแนวเส้นรัศมี (Tangential flow) และชนิดผสม (Mixed flow) เป็นลักษณะการไหลของของเหลวที่หมุนรอบขอบถัง ทำให้สามารถถ่ายเทความร้อนหรือความเย็นกับภาชนะที่บรรจุได้ แต่ tangential flow ไม่ค่อยช่วยในการผสมของเหลวให้เข้ากัน ดังนั้นเราจึงใช้แผ่นกั้น (baffles) ในการเปลี่ยนทิศของเหลวให้ขึ้นลงในแนวตั้ง ทำให้การผสมของเหลวให้เข้ากันกินเวลาน้อยลง เช่น ใบพัดประเภท Anchor หรือ Helical Ribbon เป็นต้น ดังรูปที่ 4.3



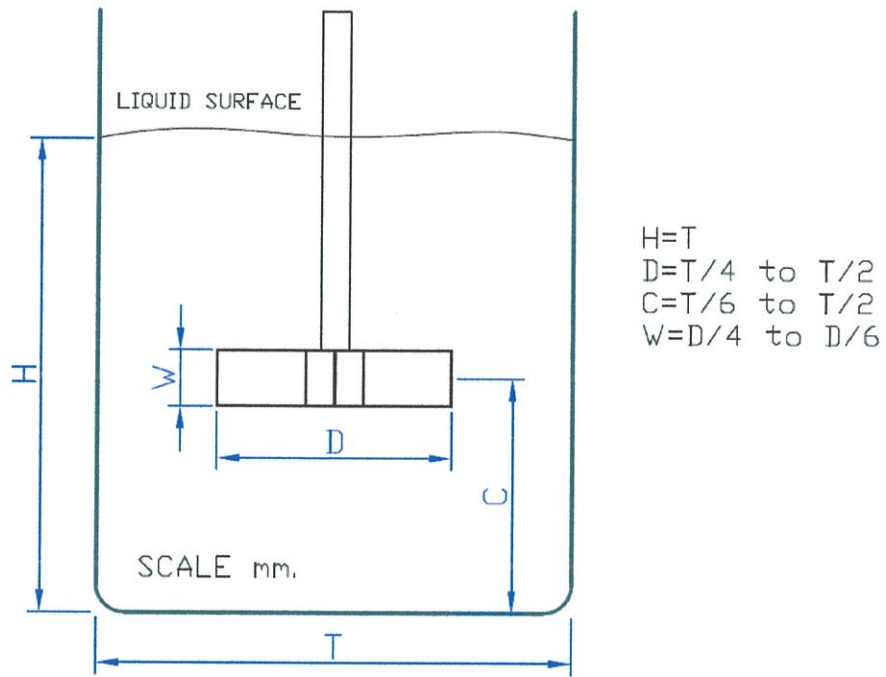
รูปที่ 4.3 ลักษณะการกวนผสมชนิดไหลตามแนวเส้นรัศมี (Tangential flow) และชนิดผสม (Mixed flow)

ในการออกแบบได้เลือกใบพัดแบบใบแบน (Flat blade impeller) เนื่องจากเป็นใบพัดที่ใช้ได้ดีกับของเหลวที่มีความหนืดต่ำไปจนถึงของเหลวที่มีความหนืดสูง และสามารถทำให้ของเหลวที่ไม่ผสมกันเป็นเนื้อเดียวให้มีขนาดเล็กกลง หรือการลดขนาดของของแข็งเพื่อให้แขวนลอยอยู่ในของเหลวได้ รวมทั้งในการนำไปสร้างใช้งานจริงได้ง่าย

4.1.2 แบบจำลองกระบวนการผสม

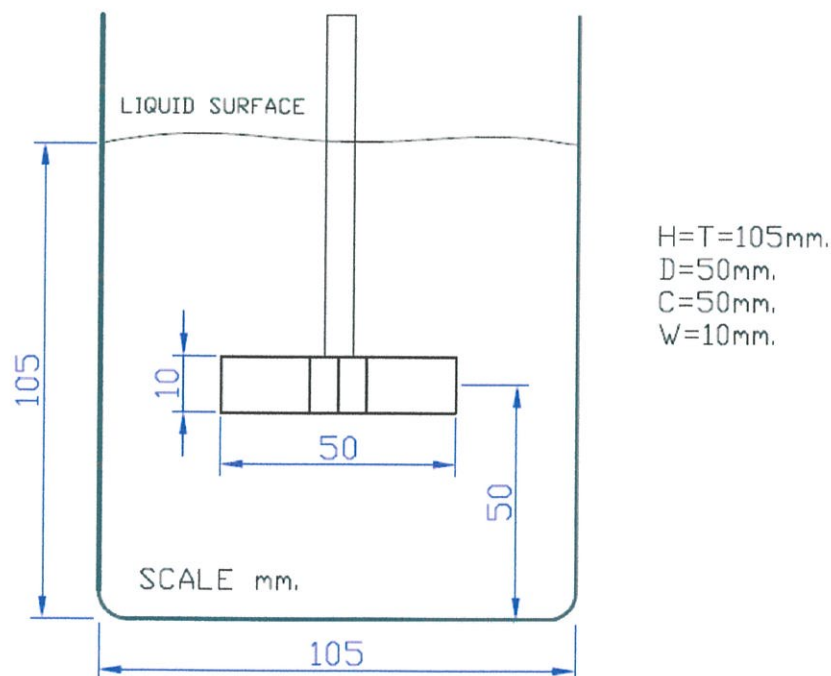
แบบจำลองกระบวนการผสมที่ทำการออกแบบและสร้างขึ้นสำหรับการทดลองได้ทำการออกแบบส่วนของการกวนผสมโดยใช้ขนาดมาตรฐานสำหรับการออกแบบกระบวนการกวนผสมในอุตสาหกรรม ซึ่งมีขนาดของถังผสม และใบพัด รวมทั้งระดับการติดตั้งใบพัด ดังแสดงในรูปที่ 4.4 ซึ่งจะแสดงอัตราส่วนในการออกแบบกระบวนการกวนผสมของเหลวโดยทั่วไป [19]

- โดยที่ H คือ ความสูงของของเหลว
 T คือ ขนาดความกว้างของถังผสม
 D คือ ขนาดใบพัด
 C คือ ความสูงของการติดตั้งใบพัด
 W คือ ความกว้างของใบพัด



รูปที่ 4.4 อัตราส่วนมาตรฐานสำหรับการผสมของเหลว

ในการทดลองจะใช้บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร ซึ่งมีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางบีกเกอร์ 105 มิลลิเมตร เป็นถังผสมจำลองซึ่งมีลักษณะใสทำให้สามารถสังเกตเห็นลักษณะการกระจายตัวและการตกตะกอนของจุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดีก่อนนำไปใช้จริง รูปที่ 4.5 แสดงขนาดถังผสมและขนาดใบพัดจำลองที่ใช้ในการทดลอง



รูปที่ 4.5 แบบจำลองถังผสมและใบพัดที่ใช้ในการทดลอง

ในการทดลองจะแบ่งการทดลองออกเป็น 2 ส่วน การทดลองส่วนแรกจะทำการทดลองกวนผสมด้วยสัญญาณต่างๆ โดยจะใช้เม็ดพลาสติกสีในการทดลอง เพื่อให้เห็นทิศทางการไหลของน้ำที่เกิดขึ้นทำการบันทึกภาพ แล้วนำมาวิเคราะห์สัญญาณรูปแบบที่เหมาะสมกับการกวนผสมจลนศาสตร์กับน้ำซึ่งจะนำมาเลือกใช้ในส่วนของ ส่วนที่สอง ส่วนที่สองจะทำการทดลองกวนผสมเพื่อหาทางแก้ปัญหาคัดค้านของกากสปีร์จลนศาสตร์ ด้วยการทดลองกวนผสมด้วยสัญญาณแบบต่างๆ แล้วนำผลจากส่วนแรกและส่วนที่สองเพื่อใช้ในระบบกำจัดกลิ่นขยะอัด โนมัตี เพื่อลดการอุดตันของระบบฉีดพ่นและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัด โนมัตี โดยรูปที่ 4.6 แสดงชุดทดลองที่ใช้ในการจำลองระบบผสม

อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลองระบบผสม

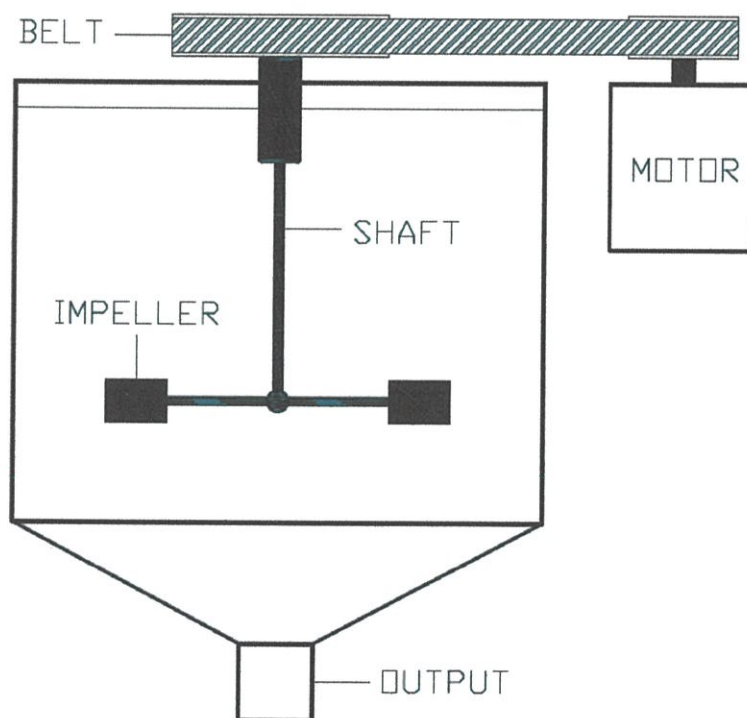
1. บีกเกอร์ขนาด 1,000 มิลลิลิตร	1	ใบ
2. ไม้พืด	1	ชุด
3. มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	1	ตัว
4. ชุดควบคุม	1	ชุด



รูปที่ 4.6 ชุดทดลองระบบผสม

4.1.3 กระบวนการผสมที่ใช้งานจริง

จากการทดลองการหาปริมาณจุลินทรีย์กับน้ำที่ทำให้สามารถบำบัดกลิ่นขยะได้ ทำให้สามารถออกแบบถังผสมได้ดังรูปที่ 4.7 ซึ่งในการบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อแต่ละครั้งนั้นจะต้องไม่มีจุลินทรีย์ตกค้างอยู่ในถังผสมและล้างถังผสมได้ จึงออกแบบให้ถังผสมมีลักษณะเป็นทรงกรวย เพื่อให้เครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติสามารถที่จะดูดจุลินทรีย์ที่ผสมน้ำแล้วที่อยู่ภายในถังแล้วนำไปฉีดพ่นลงบนขยะติดเชื้อได้อย่างมีประสิทธิภาพ การออกแบบลักษณะการกวนผสมได้เลือกใช้วิธีการที่ง่ายและเหมาะสมกับการนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่าย และสามารถติดตั้งได้โดยใช้เวลาไม่มากทำให้ดูแลรักษาง่าย ระบบโครงสร้างของการกวนผสมนั้นมีอยู่หลายวิธีเช่น ถังผสมอยู่กับที่แล้วมีใบพัดหมุนอยู่ตรงกลาง ใบพัดอยู่กับที่และถังผสมหมุน หรือทั้งใบพัดและถังผสมหมุนควบคู่กันไป [20],[21] ในการทำวิจัยครั้งนี้ได้เลือกใช้วิธีแรกคือ ถังผสมอยู่กับที่แล้วมีใบพัดหมุนอยู่ตรงกลาง และได้ติดตั้งมอเตอร์ให้อยู่ด้านข้างของถังผสมเพื่อเป็นการประหยัดพื้นที่ในการติดตั้ง และใช้สายพานเป็นตัวเชื่อมระหว่างมอเตอร์กับใบพัด

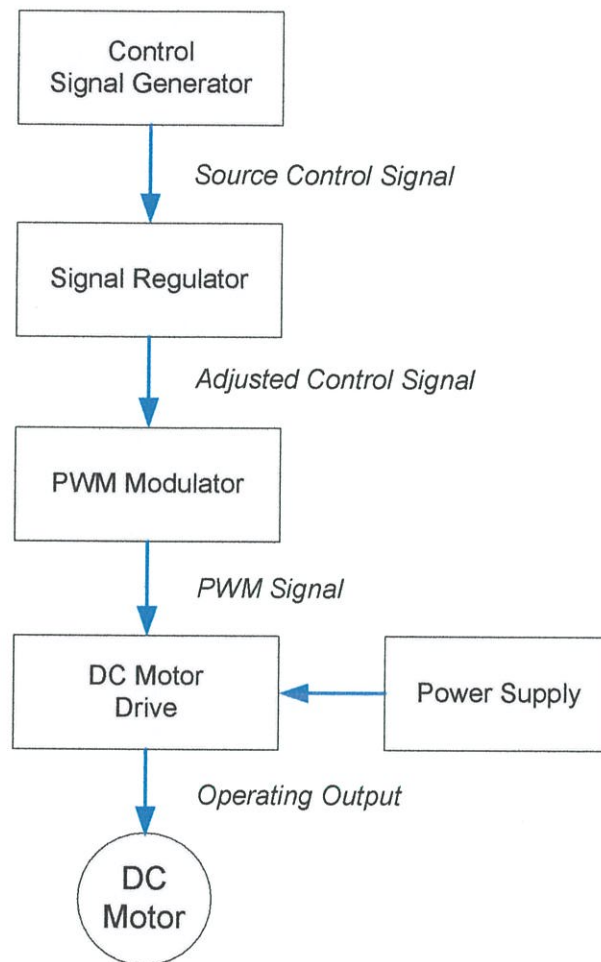


รูปที่ 4.7 กระบวนการผสมที่ใช้งานจริง

การออกแบบกระบวนการผสมที่ใช้งานจริงนั้นต้องทำงานร่วมกับเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ โดยการทำงานต้องมีลำดับขั้นตอนการทำงานที่กำหนดไว้เป็นระบบอัตโนมัติ ขั้นตอนหลังจากผสมจุลินทรีย์ลงในน้ำจะมีการกวนผสมให้จุลินทรีย์เข้ากับน้ำด้วยสัญญาณถวน เพื่อให้ระบบฉีดพ่นทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ ส่วนการออกแบบเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติจะกล่าวถึงในบทต่อไป

4.2 การออกแบบวงจรควบคุม

การออกแบบวงจรควบคุมระบบการผสมนั้นได้ออกแบบวงจรควบคุมมอเตอร์กระแสตรงที่ใช้ในการควบคุมการทำงานของใบพัด ต้องออกแบบวงจรให้สามารถรับสัญญาณอินพุตได้หลากหลายรูปแบบ ซึ่งมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงส่วนใหญ่จะสามารถทำงานได้ที่ความถี่ไม่สูงมากนัก การออกแบบระบบการควบคุมความเร็วมอเตอร์จะใช้สัญญาณพัลส์วิดิมอดคูลേഷัน (PWM) ในการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.8 แผนผังแสดงการควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

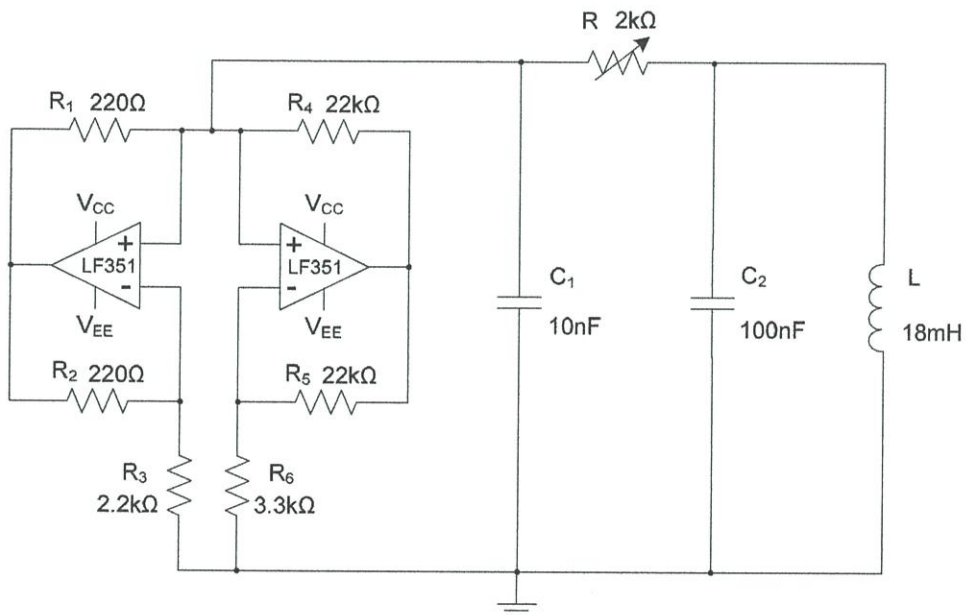
การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

- | | |
|---------------------|---|
| 1. Signal Generator | สัญญาณอินพุตที่ใช้ควบคุมระบบกวนผสม |
| 2. Signal Regulator | ปรับขนาดและยกระดับสัญญาณให้เหมาะสมกับระบบ |
| 3. PWM Modulator | สร้างสัญญาณควบคุมความเร็วมอเตอร์ |
| 4. DC Motor Drive | วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง |
| 5. Power Supply | แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง |

โดยการควบคุมต้องสร้างสัญญาณต่างๆ เพื่อใช้ทดลองการผสมของจลนทรีย์กับน้ำ สัญญาณควบคุม ดังนี้ สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง สัญญาณรูปไซน์ และสัญญาณอลวนแบบ Chua ดังที่กล่าวมาแล้ว และทำการปรับขนาดรูปแบบของสัญญาณให้เหมาะสมกับตัวกำเนิดสัญญาณ ควบคุมความเร็วมอเตอร์ ส่วนที่จะกล่าวถึงต่อไปคือการสร้างสัญญาณอลวนซึ่งเป็นส่วนที่สำคัญ ในการผสมจลนทรีย์กับน้ำที่ใช้ในเครื่องบำบัดคลื่นขยะอัตโนมัติ

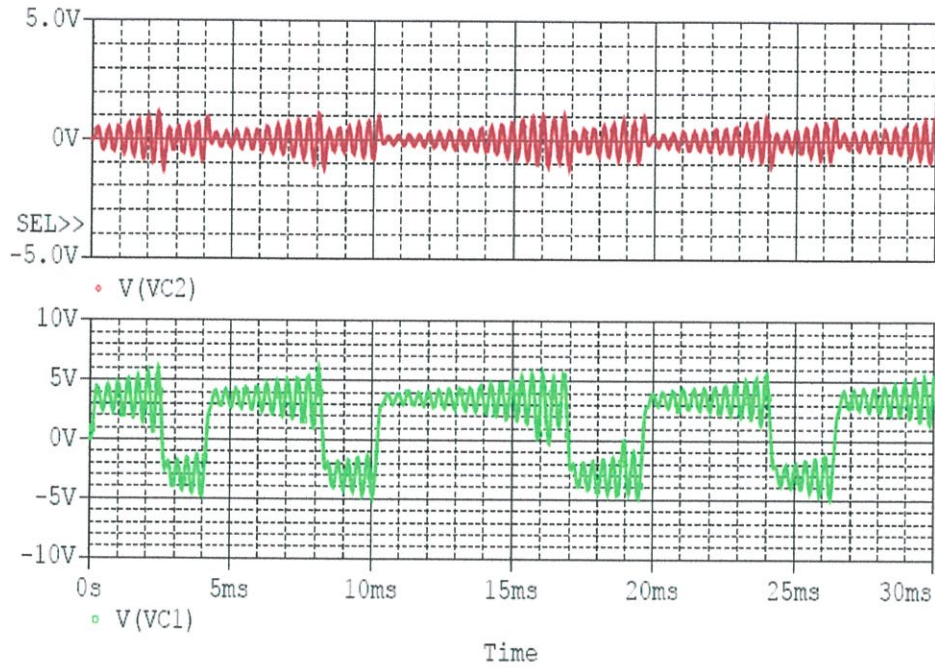
4.2.1 วงจรสร้างสัญญาณอลวนแบบ Chua

การออกแบบวงจรสร้างสัญญาณอลวนจากการศึกษาเชิงเอกสาร [22 - 36] ได้ทำการเลือก วงจร Chua ซึ่งมีลักษณะรูปแบบสัญญาณที่เหมาะสมต่อการควบคุมและทำการจำลองการทำงาน บนคอมพิวเตอร์เพื่อเปรียบเทียบกับผลการทดลองจากวงจรจริง

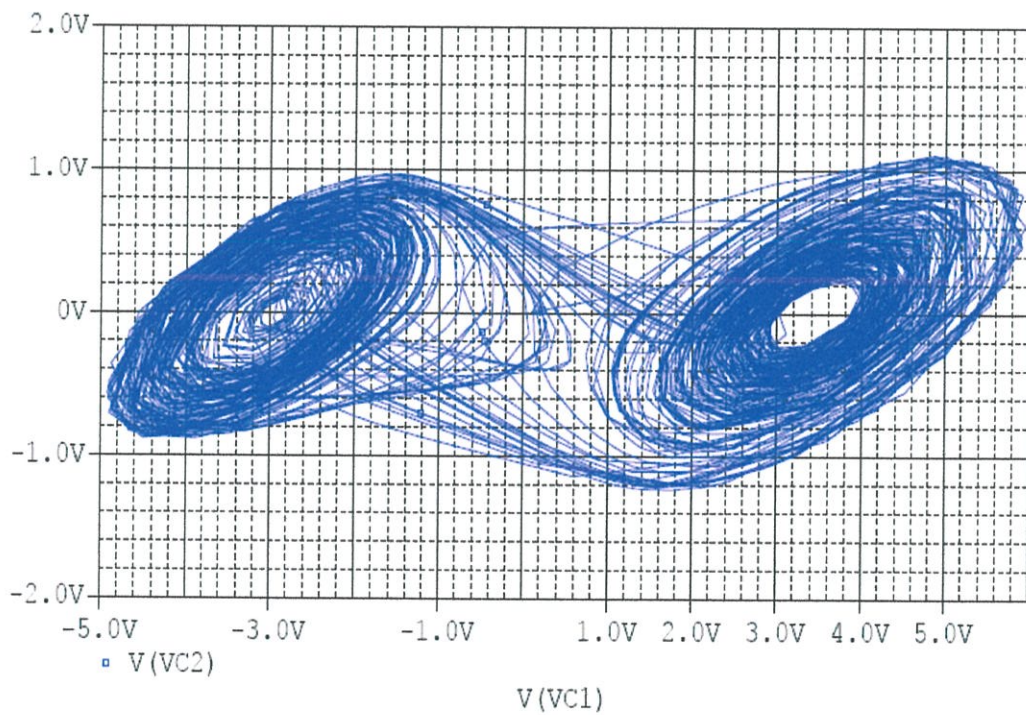


รูปที่ 4.9 วงจร Chua ที่ใช้ในการทดลองเบื้องต้น

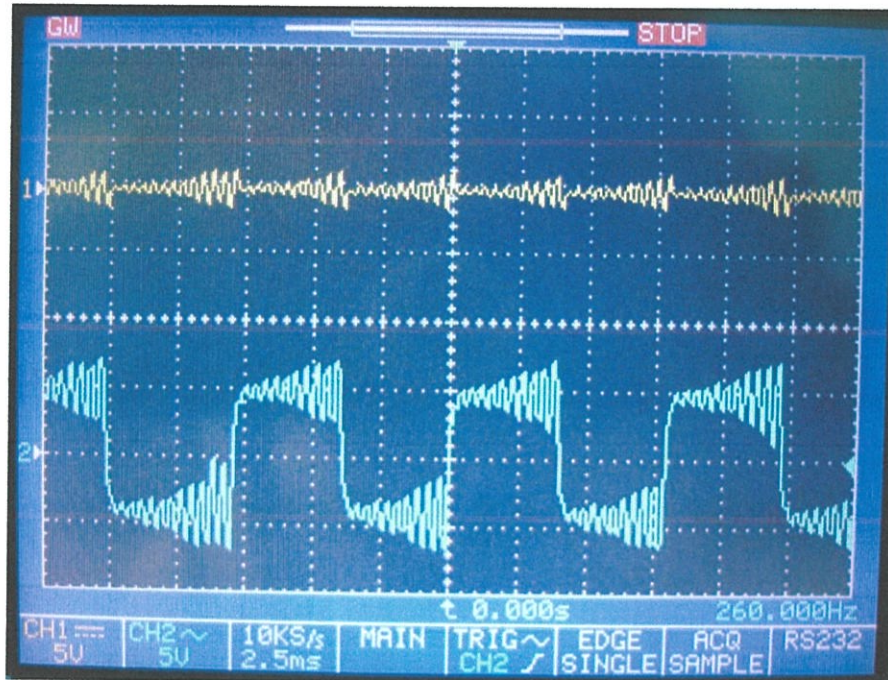
จากรูปที่ 4.9 จะเห็นได้วงจร Chua ที่ใช้ในการทดลองเบื้องต้นนั้นจะมีรูปแบบวงจรที่ไม่ซับซ้อนสามารถสร้างวงจรได้ง่ายใช้ไอซีออปแอมป์เบอร์ LF351 มาสร้างเป็น Chua Diode โดยที่ $V_{CC} = 12 V_{DC}$ และ $V_{EE} = -12 V_{DC}$ โดยในการจำลองการทำงานของวงจรด้วยคอมพิวเตอร์จะใช้ค่าตัวต้านทาน $R = 1.8 k\Omega$ แต่ในการทดลองจริงจะใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้ที่มีค่าความต้านทาน $2 k\Omega$ เพื่อทำการปรับค่าที่เหมาะสมกับระบบเพื่อสร้างสัญญาณอลวนแบบ Chua โดยสัญญาณที่ได้จะวัดที่แรงดันตกคร่อม V_{C1} ซึ่งเป็นสัญญาณ Chua แบบ Double Score และแรงดันตกคร่อม V_{C2} ซึ่งเป็นสัญญาณ Chua แบบ Single Score แล้วนำไปเปรียบเทียบกันในแกน X-Y เพื่อดูพฤติกรรมอลวนแบบ Chua เปรียบเทียบผลการจำลองการทำงานทั้งหมดโดยรูปที่ 4.10 และ 4.11 แสดงการจำลองการทำงานของวงจรและเปรียบเทียบกับวงจรจริงดังรูปที่ 4.12 และ 4.13



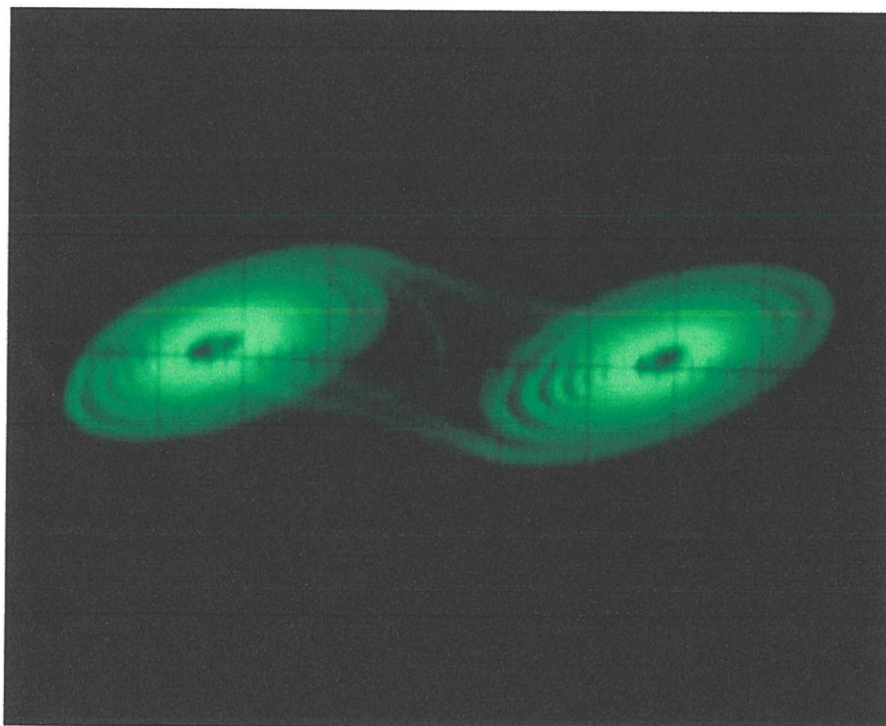
รูปที่ 4.10 ผลการจำลองการทำงานจากวงจร Chua ที่ค่า $R = 1.8 \text{ k}\Omega$
วัดแรงดัน ณ ตำแหน่ง V_{C1} (ล่าง) และ V_{C2} (บน)



รูปที่ 4.11 ผลการจำลองการทำงานจากวงจร Chua ในย่าน X-Y ที่ค่า $R = 1.8 \text{ k}\Omega$
วัดแรงดัน ณ ตำแหน่ง V_{C1} (แกน X) และ V_{C2} (แกน Y)

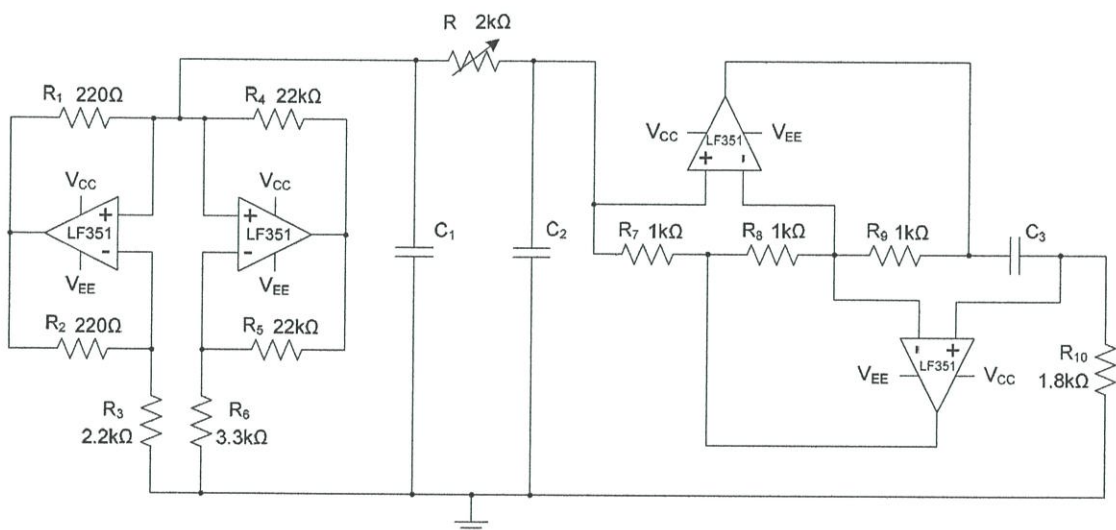


รูปที่ 4.12 สัญญาณเอาต์พุตจากวงจร Chua ที่ใช้ในการทดลอง
วัดแรงดัน ณ ตำแหน่ง V_{C1} (ล่าง) และ V_{C2} (บน)



รูปที่ 4.13 สัญญาณเอาต์พุตจากวงจร Chua ในย่าน X-Y
วัดแรงดัน ณ ตำแหน่ง V_{C1} (แกน X) และ V_{C2} (แกน Y)

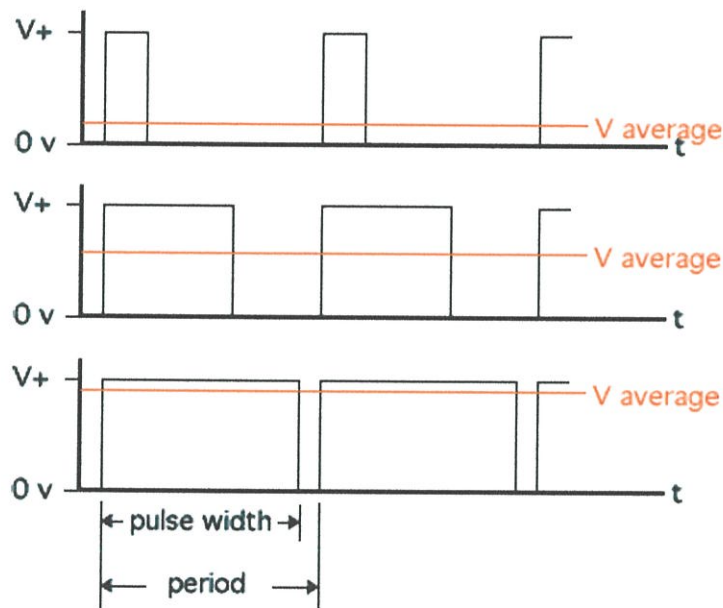
จากการทดลองสร้างสัญญาณออสซิลเลชันจากวงจร Chua สัญญาณออสซิลเลชันแบบ Chua ที่ได้จะมีความถี่สูงเมื่อนำไปขับมอเตอร์กระแสตรงอาจจะทำให้มอเตอร์ทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ ทั้งนี้เนื่องจากคุณลักษณะทางกายภาพที่จำกัดของมอเตอร์ทำให้ตอบสนองไม่ทัน ดังนั้นจึงต้องออกแบบวงจรสร้างสัญญาณออสซิลเลชันแบบ Chua ให้มีความถี่ต่ำลง วงจร Chua ที่ใช้ในการทดลองประกอบไปด้วยวงจรสร้างสัญญาณออสซิลเลเตอร์ที่มีตัวตัวต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้น (N_R) ตัวเหนี่ยวนำเสมือน (L_{eq}) ตัวตัวต้านทาน (R) และตัวเก็บประจุ (C1, C2) ตัวตัวต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้นเกิดจากออปแอมป์และความต้านทาน ซึ่งตัวตัวต้านทานแบบไม่เป็นเชิงเส้นไม่ได้สร้างสัญญาณออสซิลเลชัน แต่เป็นตัวกำหนดแรงดันที่เกี่ยวกับการเคลื่อนที่ของสัญญาณออสซิลเลชัน ส่วนตัวเหนี่ยวนำเสมือนที่สร้างขึ้นนั้นเพราะเราต้องการค่าความเหนี่ยวนำที่มีขนาดใหญ่ เพื่อสร้างสัญญาณออสซิลเลชันที่มีความถี่ต่ำ โดยในการทดลองจะทำการปรับค่า R, C1, C2 และ C3 เพื่อให้ได้สัญญาณออสซิลเลชันที่เหมาะสมที่จะใช้ในการทดลองระบบผสม โดยวงจร Chua ที่ใช้ในการทดลองที่มีความถี่ต่ำแสดงดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 วงจร Chua ที่ใช้ในการทดลองที่ความถี่ต่ำ

4.2.2 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณ PWM

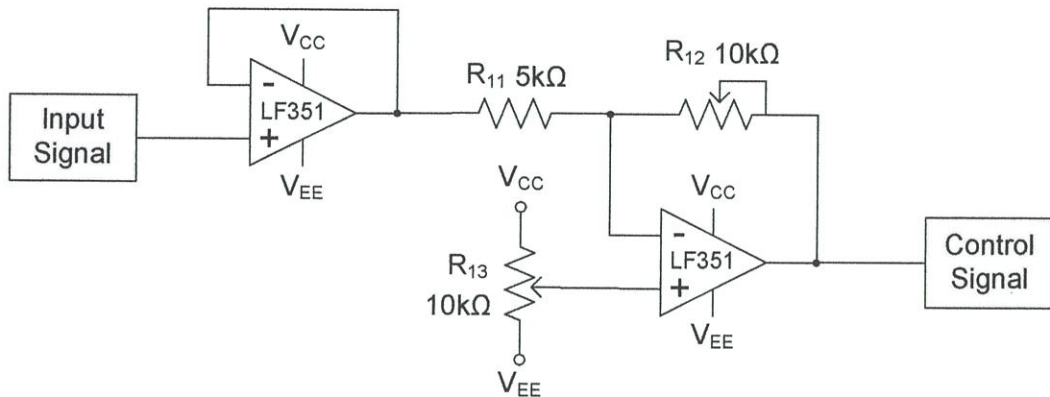
การออกแบบวงจรควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงอาจใช้การควบคุมแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง หรือใช้สัญญาณพัลส์แบบ PWM ที่สามารถควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงได้ ซึ่งในการทดลองนี้ได้เลือกการควบคุมแบบ PWM มาควบคุมความเร็วของมอเตอร์ โดยก่อนที่จะนำสัญญาณ PWM ไปควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สัญญาณอินพุตที่เป็นสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง สัญญาณรูปคลื่นไซน์ และสัญญาณอลวนแบบ Chua จะถูกป้อนเข้าวงจรสร้างสัญญาณพัลส์แบบ PWM ด้วยไอซีเบอร์ SG3524 ซึ่งเป็นไอซีที่ใช้สร้างสัญญาณ PWM เพื่อไปควบคุมความเร็วของมอเตอร์ด้วยวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ใช้มอสเฟตเบอร์ IRFZ24N เป็นตัวขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงโดยจะหมุนในทิศทางเดียว และแยกภาคการควบคุมโดยใช้ไอซี Opto-Isolate เบอร์ PC817 เพื่อป้องกันไม่ให้อุปกรณ์ควบคุมได้รับความเสียหายถ้าวงจรขับมอเตอร์กระแสตรงมีปัญหา



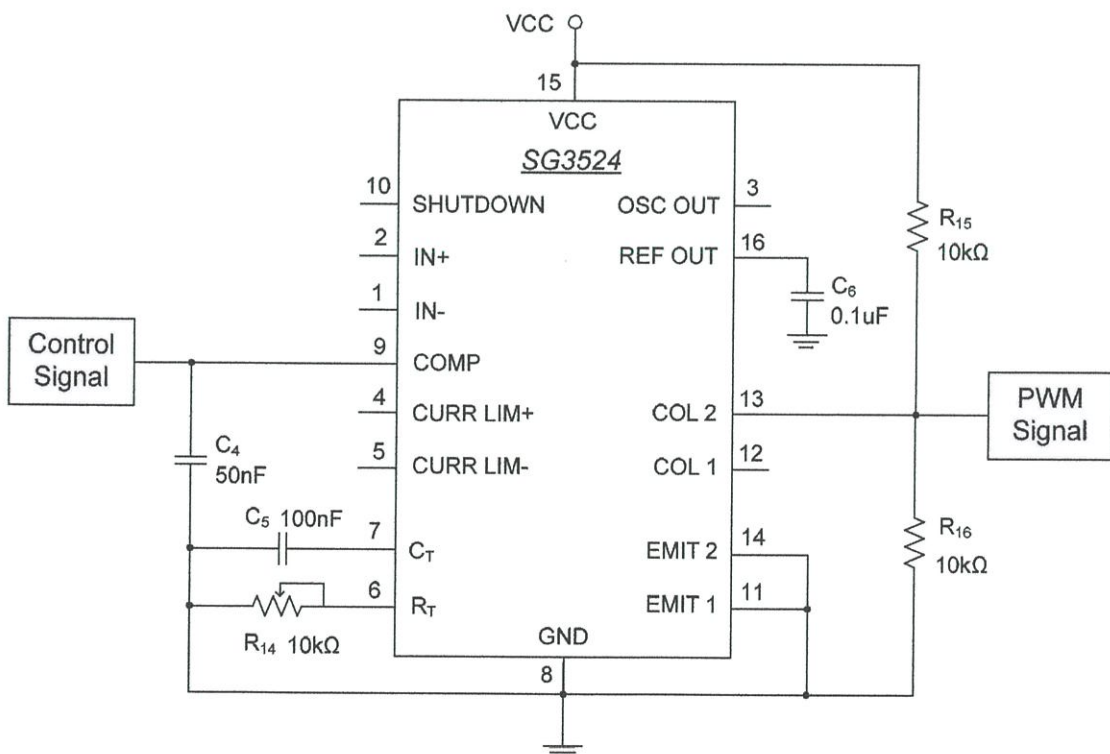
รูปที่ 4.15 รูปแบบสัญญาณ PWM

รูปที่ 4.15 เป็นรูปแบบสัญญาณ PWM ซึ่งจะเปลี่ยนแปลงขนาดค่า ON หรือ OFF ของสัญญาณซึ่งจะมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงค่าความกว้างของสัญญาณพัลส์ (Pulse width) โดยจะมีคาบเวลา (Period) ของสัญญาณที่คงที่ การสร้างสัญญาณพัลส์ด้วยไอซีเบอร์ SG3524 จะมีย่านในการป้อนสัญญาณอินพุตที่แรงดันประมาณ $0-5 V_{DC}$ โดยในการทดลองจะทำการทดลองหาขนาดค่าแรงดันอินพุตที่เหมาะสมในการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยการป้อนสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงเข้าไปที่วงจรสร้างสัญญาณ PWM และทำการปรับค่าความถี่ของสัญญาณพัลส์ให้ได้ค่าความถี่ที่ต้องการ ค่าแรงดันที่ป้อนเข้าวงจรสัญญาณ PWM จะเป็นอัตราส่วนระหว่างค่าความกว้างของสัญญาณพัลส์กับคาบเวลา ซึ่งสามารถนำไปควบคุมความเร็วของมอเตอร์ได้

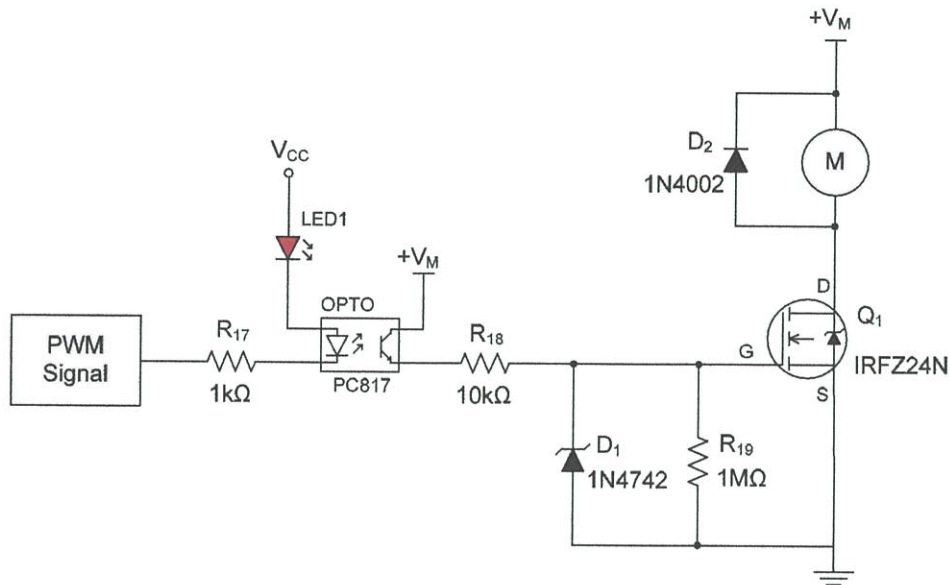
การเชื่อมต่อวงจรกำเนิดสัญญาณกับวงจร PWM จะใช้วงจร Buffer หรือวงจร Voltage Follower เพื่อไม่ให้สัญญาณเกิดการผิดเพี้ยน สัญญาณอินพุตที่ป้อนอาจมีแรงดันมากหรือน้อยเกินที่จะป้อนให้กับวงจร PWM จึงต้องลดหรือเพิ่มขนาดสัญญาณและยกระดับสัญญาณให้อยู่ในช่วงที่เหมาะสมโดยวงจรปรับขนาดและยกระดับสัญญาณให้เหมาะสมแสดงดังรูปที่ 4.16 วงจรสร้างสัญญาณ PWM แสดงดังรูปที่ 4.17 และวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแสดงดังรูปที่ 4.18



รูปที่ 4.16 วงจรปรับขนาดและยกระดับสัญญาณ



รูปที่ 4.17 วงจรสร้างสัญญาณ PWM



รูปที่ 4.18 วงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

หลังจากที่ทำการออกแบบระบบกวนผสมและวงจรควบคุมระบบกวนผสมแล้วทำการทดลองเบื้องต้นด้วยวงจรสร้างสัญญาณออสซิลโลสโคปแบบ Chua สัญญาณที่ได้จะเป็นสัญญาณที่มีความถี่สูงเมื่อนำไปใช้ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะทำให้มอเตอร์ทำงานได้ไม่เต็มประสิทธิภาพ จึงทำการออกแบบวงจรสร้างสัญญาณออสซิลโลสโคปแบบ Chua ที่ความถี่ต่ำลงมาและทำการทดลองกับระบบกวนผสมจริงในบทที่ 6 ส่วนการออกแบบระบบโดยรวมจะกล่าวถึงในบทที่ 5 ซึ่งจะเป็นภาพรวมการออกแบบระบบบำบัดกลิ่นขยะอัด โนมัตติ

บทที่ 5

การออกแบบระบบโดยรวม

ระบบการจัดการขยะที่นำเสนอนี้เป็นการประยุกต์ใช้เทคโนโลยีระบบสื่อสารและควบคุมโดยสนธิองค์ความรู้รวม มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อสิ่งแวดล้อมและสามารถที่จะนำไปใช้ได้จริง โดยการผสมจุลินทรีย์กับน้ำที่เป็นส่วนสำคัญในการบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อ ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทก่อนหน้า และอาศัยเทคนิคการฉีดพ่นด้วยระบบสปริงกิลที่ทำให้การฉีดพ่นครอบคลุมทั่วบริเวณ ส่วนการตั้งค่าต่างๆ ของระบบได้ใช้ระบบสื่อสารบลูทูธมาใช้เพื่อความสะดวกในการตั้งค่าและเก็บค่าปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ไปและจำนวนครั้งที่ทำการบำบัด เพื่อเป็นประโยชน์ในการวิเคราะห์ความถี่ในการบำบัดแต่ละครั้งและปริมาณจุลินทรีย์ที่จะใช้ในการบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อ โดยภาพรวมของระบบการจัดการขยะแสดงดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 ภาพรวมระบบการจัดการขยะ

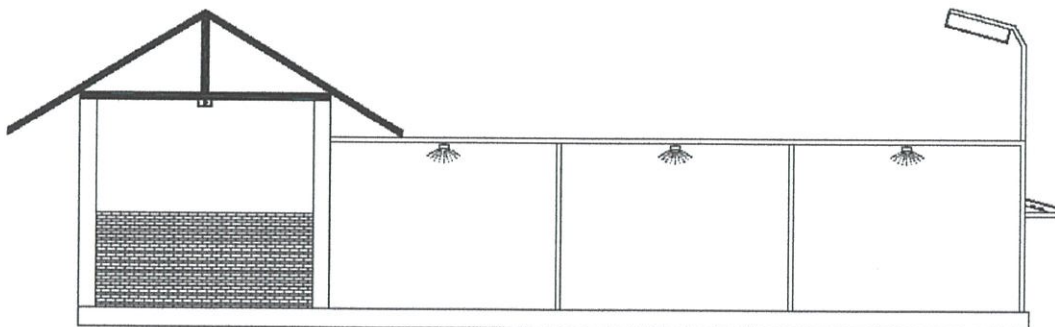
ในการทดลองเบื้องต้น ได้ทำการทดสอบบริเวณที่ส่งกลิ่นเหม็นมากที่สุดซึ่งอยู่บริเวณคณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้แก่บริเวณ โรงเรือนบริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษา ดังรูปที่ 5.2 บริเวณที่ทิ้งขยะนี้ไม่เพียงพอกับความต้องการในการทิ้งขยะในบริเวณนั้นๆ เนื่องจากรถขยะไม่ได้มาเก็บทุกวันทำให้เกิดการสะสมของขยะ และเมื่อขยะเริ่มเน่าก็จะส่งกลิ่นเหม็นในบริเวณนั้นๆ พบว่า จุลินทรีย์คัดสรรที่ผสมน้ำในอัตราส่วน 1 ช้อนชาต่อน้ำ 20 ลิตร สามารถดับกลิ่นปฏิบัติให้หมดกลิ่นได้ภายในระยะเวลาหนึ่งนาทีเท่านั้น นอกจากนี้คณะผู้ทดสอบได้ทำการทดสอบกับสระน้ำที่กำลังเน่าทำให้ปลาขาดออกซิเจนและลอยขึ้นมาตายจำนวนมาก สระน้ำดังกล่าวนี้อยู่ข้างภาควิชาโทรคมนาคม โดยเติมจุลินทรีย์ในปริมาณ 15 กิโลกรัม ลงในสระน้ำพบว่าสภาพน้ำมีการปรับจากสีเขียวเข้มเป็นสีที่จางลงในเวลาสองถึงสามวัน และสภาพที่เป็นฝ้าจับบนผิวน้ำหายไปในเวลาไม่กี่นาทีหลังจากบำบัด จากการตรวจติดตามผล (26 มิถุนายน 2548) ปรากฏว่าไม่มีปลาตายเพิ่มขึ้นในสระน้ำ ทำให้มั่นใจได้ว่าจุลินทรีย์คัดสรรมีประสิทธิภาพที่ดีและเหมาะสมที่จะนำมาบำบัดขยะบริเวณ โรงเรือนกักเก็บขยะ บริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

5.1 การออกแบบโรงเรือน

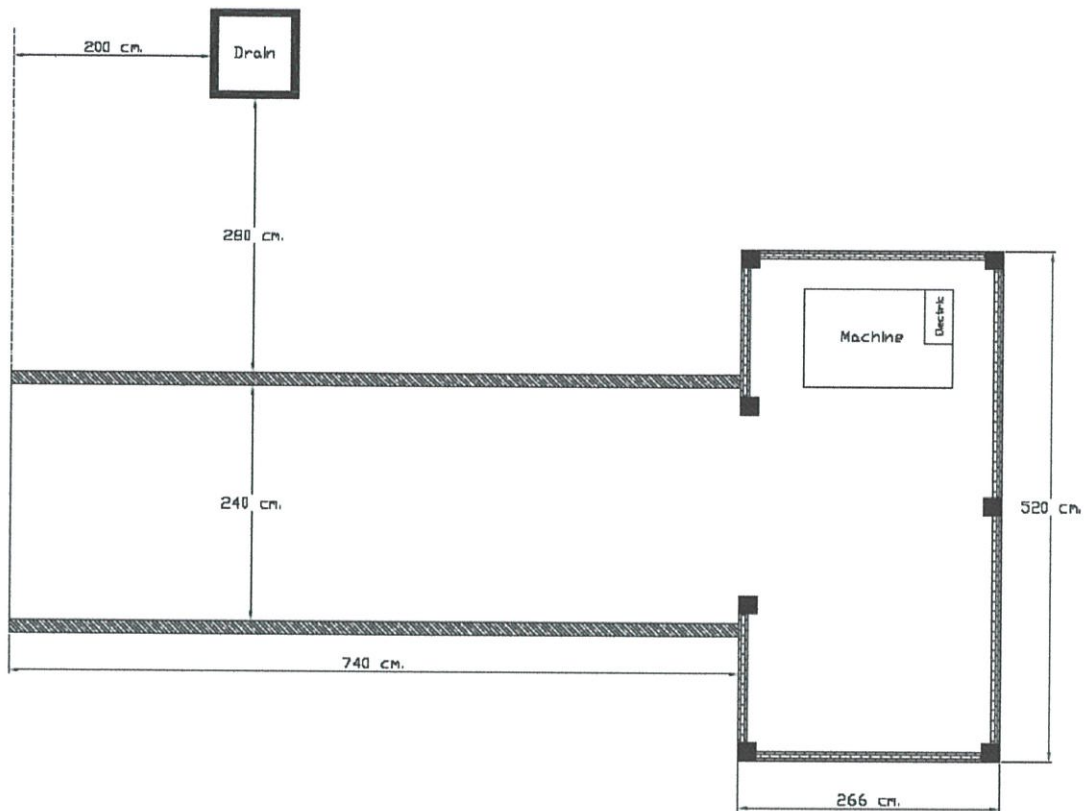


รูปที่ 5.2 ภาพรวมโรงเรือนบริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษา (ก่อนการปรับปรุง)

ภาพรวมโรงเรือนบริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษาจะเห็นว่ามียุทสนียภาพที่ไม่ดีนัก และยังส่งกลิ่นเน่าเหม็นออกมาทั่วบริเวณสาเหตุเนื่องจากขยะติดเชื้อต่างๆ การออกแบบโรงเรือนบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อได้ทำการวางแผนปรับปรุงสาธารณูปโภครอบโรงเรือน ดังรูปที่ 5.3 ทำการเขียนแบบโรงเรือนเก็บขยะและกำหนดพื้นที่วางเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.3 แบบการปรับปรุงสาธารณูปโภครอบโรงเรือน



รูปที่ 5.4 ขนาดของโรงเรือนวัดตามขนาดจริง

จากสภาพโรงเรือนในรูปที่ 5.2 ขยะที่นำมาทิ้งภายในโรงเรือน ผู้วิจัยต้องใช้เวลาในการเคลื่อนย้ายขยะเหล่านั้น และปรับปรุงโรงเรือน รวมทั้งมุงหลังคาและวางระบบน้ำและระบบไฟฟ้า โรงเรือนเก่ามีระดับภายในต่ำกว่าภายนอกทำให้เข้าใจผิดคิดว่าเป็นที่ทิ้งขยะจึงนำขยะมาทิ้งจนเต็มโรงเรือนทำให้มีกลิ่นเหม็นไปทั่วบริเวณ ส่งผลกระทบต่อผู้คนและนักศึกษาที่อยู่โดยรอบบริเวณ จึงทำการปรับเป็นพื้นปูนยกระดับทางลาดลงข้างเพื่อให้น้ำไม่ขังและทำการเจาะช่องน้ำไหลบริเวณรอบๆ โรงเรือน เมื่อทำการปรับปรุงโรงเรือนทั้งภายในและภายนอกแล้วได้ทำการทาสีโรงเรือนบำบัดกลิ่นขยะ และได้ทำการเปลี่ยนกระเบื้องมุงหลังคาโรงเรือนบำบัดกลิ่นขยะเททรายรอบๆ บริเวณโรงเรือน ทำการตั้งเสาเพื่อเตรียมระบบฉีดพ่นจุลินทรีย์ เดินระบบไฟฟ้าและประปาเพื่อรอการติดตั้งเครื่องควบคุมอัตโนมัติ เมื่อเตรียมโรงเรือนเรียบร้อยแล้วได้นำเครื่องควบคุมอัตโนมัติมาติดตั้งพร้อมกับติดตั้งหัวฉีดสปริงเกอร์ พร้อมทั้งระบบส่องสว่างในเวลากลางคืน และได้ทำการทดสอบการฉีดพ่นจุลินทรีย์เบื้องต้นเพื่อทดสอบความสมบูรณ์ของระบบทั้งในโหมดการทำงานอัตโนมัติ และโหมดกึ่งอัตโนมัติซึ่งผลในการทดสอบปรากฏว่าเครื่องสามารถทำงานได้ตามที่ได้ออกแบบไว้ ในขั้นตอนนี้ได้ทำการทดลองหาปริมาณจุลินทรีย์กับน้ำและระยะเวลาของเวลาในการบำบัดแต่ละครั้ง เพื่อเป็นข้อมูลเบื้องต้นในการทดลองบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อด้วยระบบการจัดการขยะด้วยจุลินทรีย์

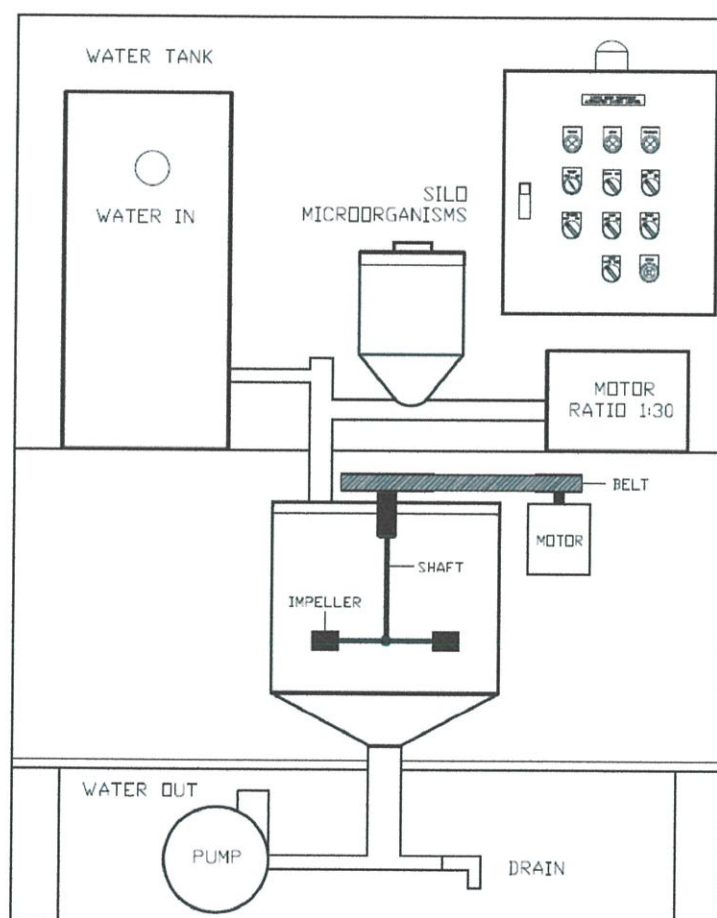


รูปที่ 5.5 ภาพรวมโรงเรียนบริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษา (หลังการปรับปรุง)

จากรูป 5.5 จะเห็นได้ว่าการดำเนินการสร้างโรงเรียนบำบัดกลิ่นขยะได้ดำเนินไปตามแผนงานที่กำหนด และได้มีการแก้ไขปรับปรุงโรงเรียนในหลายๆ จุด ทำให้มีทัศนียภาพที่ดีขึ้น และโรงเรียนพร้อมที่จะทำการบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อ เพื่อเป็นต้นแบบให้กับชุมชนต่างๆ ส่วนรายละเอียดการออกแบบเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติจะกล่าวถึงในหัวข้อถัดไป

5.2 การออกแบบเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

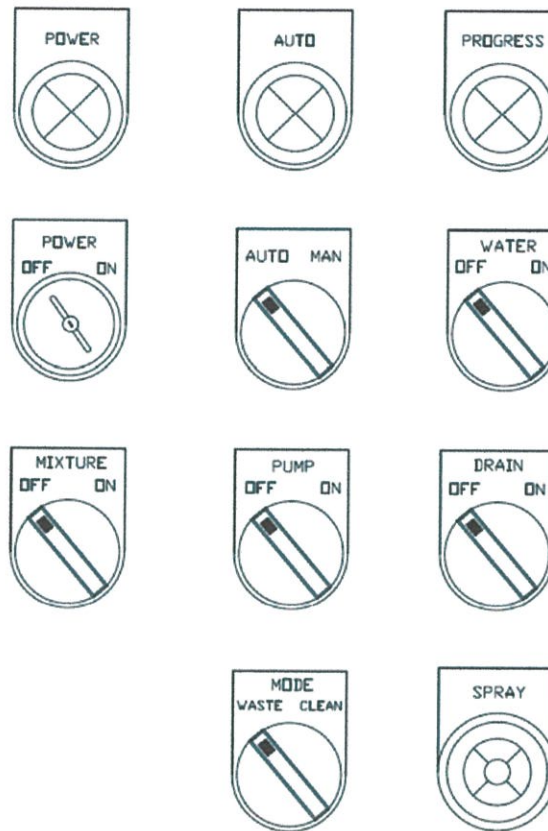
เครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติเป็นเครื่องต้นแบบที่ใช้ในทดลองการบำบัดกลิ่นขยะภายในสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ซึ่งการออกแบบได้คำนึงถึงเรื่องขนาดของเครื่องและวิธีการที่จะผสมจุลินทรีย์กับน้ำให้มีประสิทธิภาพมากที่สุด จากการทดลองได้พบว่าถ้ามีจุลินทรีย์ตกค้างอยู่ในถังผสมจะทำให้จุลินทรีย์ตายและเกิดการเน่า และส่งกลิ่นเหม็น จึงต้องออกแบบให้มีระบบการล้างจุลินทรีย์ที่ตกค้างออกให้หมดหลังจากการฉีดพ่นจุลินทรีย์ลงในขยะเรียบร้อยแล้ว ซึ่งเป็นประเด็นในการศึกษาเชิงเทคนิคโดยอาศัยเทคโนโลยีสัญญาณอตรอนในงานวิจัยนี้



รูปที่ 5.6 ลักษณะโดยรวมของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

จากรูปที่ 5.6 เครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติมีส่วนประกอบที่ไม่ซับซ้อนมากนักและสามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้โดยง่าย ส่วนสำคัญที่จะทำให้การบำบัดกลิ่นขยะประสบผลสำเร็จคือ การควบคุมปริมาณจุลินทรีย์ให้สัมพันธ์กับปริมาณน้ำที่ใช้ผสม รวมไปถึงระยะเวลาที่ใช้ในการบำบัดกลิ่นในแต่ละครั้ง

WASTE ODOR TREATMENT
AUTOMATION SYSTEM CONTROL



รูปที่ 5.7 แผงตู้ควบคุมของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

จากรูปที่ 5.7 แสดงแผงตู้ควบคุมของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติซึ่งเครื่องนี้ออกแบบมาให้ใช้งาน 2 ลักษณะคือ การควบคุมแบบอัตโนมัติ และการควบคุมแบบกึ่งอัตโนมัติ ซึ่งการควบคุมอัตโนมัตินั้นจะทำงานเมื่อถึงเวลาที่ตั้งไว้โดยได้ตั้งเวลาทำงานไว้วันละ 3 เวลาโดยแต่ละช่วงห่างกันประมาณ 8 ชั่วโมง ใช้เวลาในการผสมและฉีดพ่นจุลินทรีย์ประมาณ 5 นาที และเมื่อฉีดพ่นเสร็จเครื่องจะทำการล้างถังผสมโดยอัตโนมัติ ส่วนน้ำที่ล้างถังผสมจะนำไปรดน้ำต้นไม้ในสวน หอชมรอบโรงเรือนหลังจากการล้างถังผสมแล้วจะทำการล้างพื้นในโรงเรือนอีกครั้ง โดยกระบวนการทั้งหมดจะทำงานโดยอัตโนมัติ ส่วนควบคุมของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติมีรายละเอียดดังนี้

- POWER : ไฟสีเขียวแสดงสถานะว่ามีการจ่ายไฟฟ้าเข้าสู่ตู้ควบคุมแล้ว
- AUTO : ไฟสีน้ำเงินแสดงว่าเลือกโหมดการทำงานเป็นระบบอัตโนมัติ
- PROGRESS : ไฟสีเหลืองแสดงสถานะว่าอยู่ในระหว่างที่เครื่องฉีดพ่น
- POWER : สวิตช์กุญแจที่ใช้เปิดปิดเครื่องควบคุมอัตโนมัติ (OFF/ON)
- AUTO MAN : เลือกโหมดการทำงานระหว่างอัตโนมัติกับกึ่งอัตโนมัติ

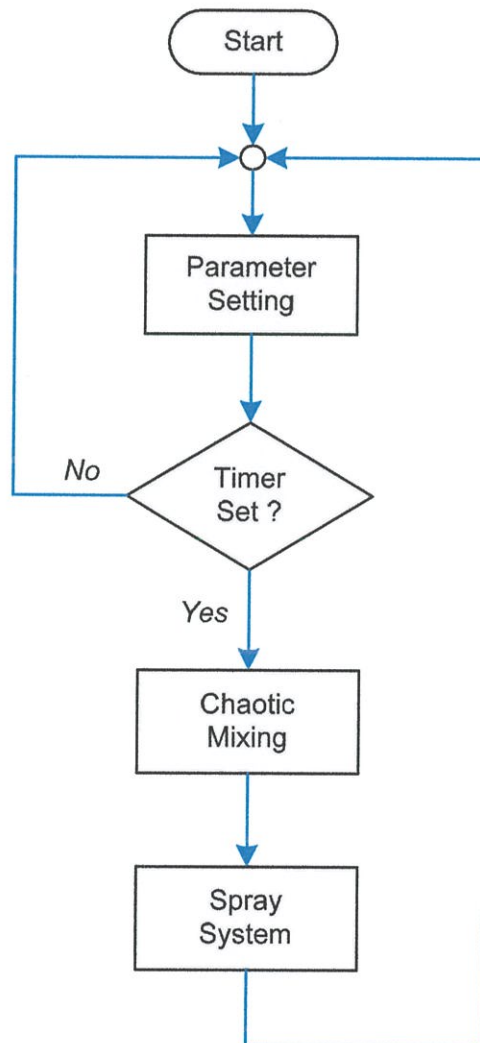
SPRAY	: ใช้กดเพื่อเริ่มกระบวนการฉีดพ่นจุลินทรีย์ในกรณีที่ยังไม่หาย
WATER	: ใช้ในการปล่อยน้ำจากถังพักเข้ามาสู่ถังผสม (OFF/ON)
MIXTURE	: ใช้ในการเติมจุลินทรีย์ลงในถังผสม (OFF/ON)
PUMP	: ใช้ในการฉีดพ่นจุลินทรีย์ที่ผสมเรียบร้อยแล้ว (OFF/ON)
DRAIN	: ใช้ในการปล่อยจุลินทรีย์ที่ผสมแล้วออกไปสู่ท่อระบายน้ำ (OFF/ON)
MODE	: ใช้ในการเลือกระบบบำบัดกลิ่นหรือทำความสะอาด



รูปที่ 5.8 เครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

หลังจากทำการปรับปรุงโรงเรือนและติดตั้งเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ ดังรูปที่ 5.8 และได้ทำการทดลองปรับแต่งกระบวนการทำงานระยะเวลาในการฉีดพ่นจุลินทรีย์ ให้เหมาะสมต่อการกำจัดกลิ่นเน่าเหม็นในพื้นที่นั้นๆ ซึ่งในแต่ละพื้นที่อาจจะมีปัญหาหากินเน่าเหม็นจากขยะที่ติดเชื้อที่ไม่เหมือนกัน เพราะฉะนั้นในการปรับแต่งการทำงานของเครื่องแต่ละพื้นที่จะขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมพื้นที่นั้นๆ และในการทดลองได้ทดลองทั้งระบบอัตโนมัติและกึ่งอัตโนมัติ ผลการทดสอบระบบเหมือนดังที่ได้ออกแบบไว้ โดยหลังจากที่ระบบได้ทำการพ่นน้ำผสมจุลินทรีย์แล้วประมาณ 1 นาที กลิ่นขยะเน่าเหม็นจะหายไปเนื่องจากการย่อยสลายและแพร่พันธุ์ของจุลินทรีย์ดังกล่าวเป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ

การทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัด โนมัตติจะทำงานตามที่ตั้งค่าไว้ เช่น เวลาแต่ละครั้งที่ฉีดพ่น ปริมาณจุลินทรีย์ โดยในขั้นตอนก่อนที่จะทำการฉีดพ่นจุลินทรีย์ลงในพื้นที่นั้นๆ จะมีการผสมจุลินทรีย์กับน้ำด้วยสัญญาณอลวน เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการกระจายตัวของจุลินทรีย์ และสามารถลดการอุดตันของระบบฉีดพ่นได้ สามารถควบคุมระบบทั้งหมดได้ด้วยระบบสื่อสารบลูทูธ ทำให้สามารถปรับตั้งค่าได้โดยไม่ต้องเข้าไปใกล้กับพื้นที่นั้นๆ ได้ และเมื่อทำการฉีดพ่นจุลินทรีย์ระบบบำบัดกลิ่นขยะอัด โนมัตติจะทำการล้างเอากากสปอร์ของจุลินทรีย์ที่ตกค้างอยู่ภายในถังไปใช้รดน้ำต้นไม้ในบริเวณสวนหย่อมรอบโรงเรียน และขั้นตอนสุดท้ายจะทำการล้างโรงเรียนโดยอัด โนมัตติเพราะในโรงเรียนอาจมีเศษละอองน้ำที่ผสมจุลินทรีย์แล้วเข้ามาปนเปื้อนภายในโรงเรียน โดยการปล่อยน้ำลงในท่อระบายน้ำส่งผลให้เป็นการบำบัดน้ำเสียไปในตัว ทั้งนี้จะเห็นได้ว่ากระบวนการทั้งหมดที่ได้กล่าวมานั้นจะเป็นการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ให้เกิดประโยชน์สูงสุด แผนผังการทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัด โนมัตติแสดงดังรูปที่ 5.9



รูปที่ 5.9 แผนผังการทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัด โนมัตติ

การออกแบบระบบโดยรวมจะใช้การควบคุมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติ (PLC) โดยจะแสดงไว้ในภาคผนวก ก. และระบบทั้งหมดสามารถตั้งค่าพารามิเตอร์ต่างๆ ของระบบด้วยระบบสื่อสารบลูทูธดังแสดงไว้ในภาคผนวก ข. ส่วนที่จะกล่าวถึงต่อไปในบทที่ 6 นั้นจะเป็นการทดลองระบบผสมด้วยสัญญาณแบบต่างๆ และทำการเปรียบเทียบผลเพื่อหาสัญญาณที่เหมาะสมต่อการควบคุมอุณหภูมิกับน้ำ และทดลองระบบบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติในลำดับต่อไป

บทที่ 6

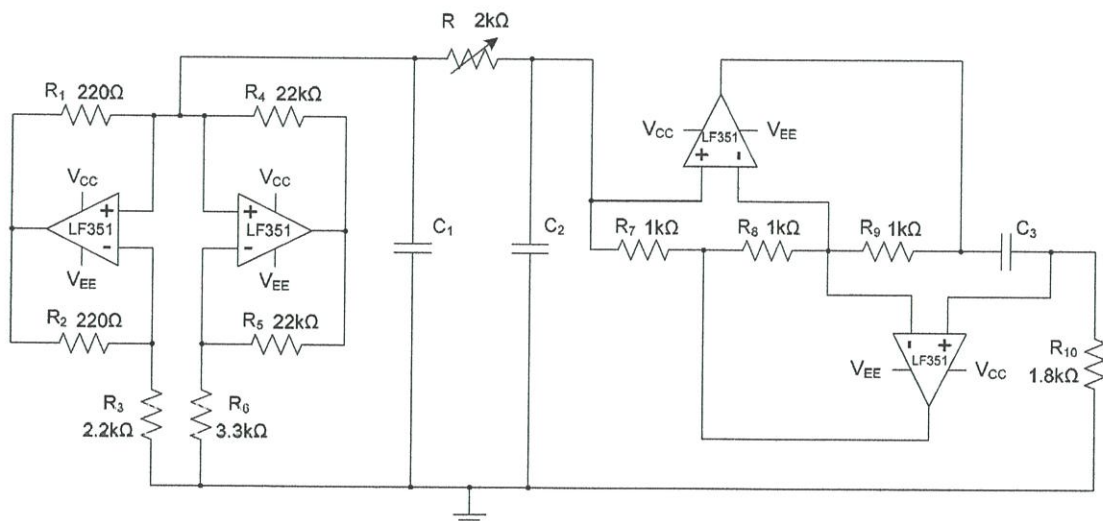
ผลการทดลอง

ระบบการจัดการขยะติดเชื่อเป็นการประยุกต์ใช้วิทยาการด้านต่างๆ เพื่อบำบัดกลิ่นโดยใช้จุลินทรีย์ผสมกับน้ำแล้วทำการฉีดพ่นลงบนขยะติดเชื่อ ระบบผสมที่ใช้ในการทดลองได้เลือกสัญญาณต่างๆ ได้แก่ สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง สัญญาณรูปคลื่นไซน์ และสัญญาณอลวนแบบ Chua ซึ่งในการทดลองจะแสดงให้เห็นถึงข้อแตกต่างระหว่างการใช้สัญญาณแบบต่างๆ เพื่อทำการเปรียบเทียบประสิทธิภาพผลของระบบผสม และนำไปใช้ในระบบผสมจุลินทรีย์กับน้ำของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ โดยในการทดลองมีรายละเอียดดังนี้

- 6.1 ผลการทดลองวงจร Chua
- 6.2 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM
- 6.3 ผลการจำลองระบบผสม
- 6.4 ผลการพิสูจน์ประสิทธิภาพผลของระบบผสม
- 6.5 ผลการทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

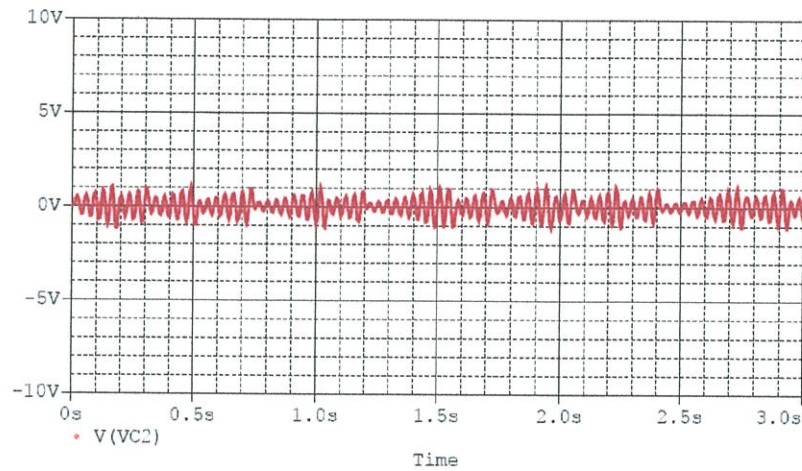
6.1 ผลการทดลองวงจร Chua

การทดลองในขั้นตอนนี้จะเป็นการทดลองการทำงานของวงจรถ้าเนิดสัญญาณอลวนแบบ Chua เพื่อทำการเปรียบเทียบผลที่ได้จากการจำลองการทำงานกับผลที่ได้จากวงจรจริง ทำการเปลี่ยนค่า C_1 , C_2 และ C_3 จะส่งผลให้ความถี่ของสัญญาณเปลี่ยนแปลง ซึ่งค่า C_3 จะมีผลต่อค่าตัวเหนี่ยวนำเสมือน (L_{eq}) ส่วนลักษณะของสัญญาณอลวนแบบ Chua จะทำการปรับค่า R เพื่อให้ได้รูปสัญญาณอลวนที่ต้องการ โดยวงจร Chua ที่ใช้ในการทดลองแสดงดังรูปที่ 6.1

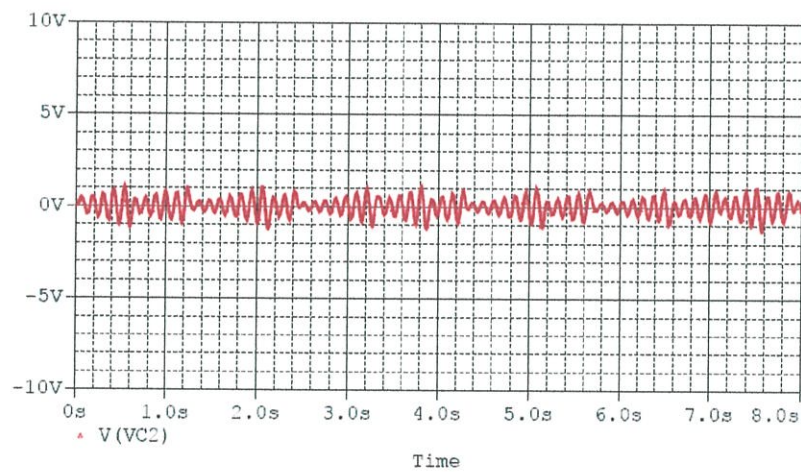


รูปที่ 6.1 วงจร Chua ที่ใช้ในการทดลอง

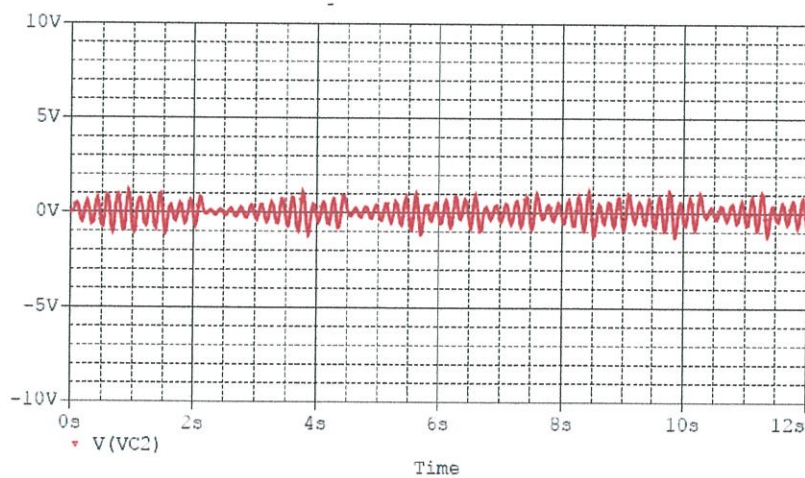
6.1.1 ผลการจำลองการทำงานวงจร Chua แบบ Single scroll



รูปที่ 6.2 ผลการจำลองการทำงาน Single scroll $C1 = 1 \mu F$, $C2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$

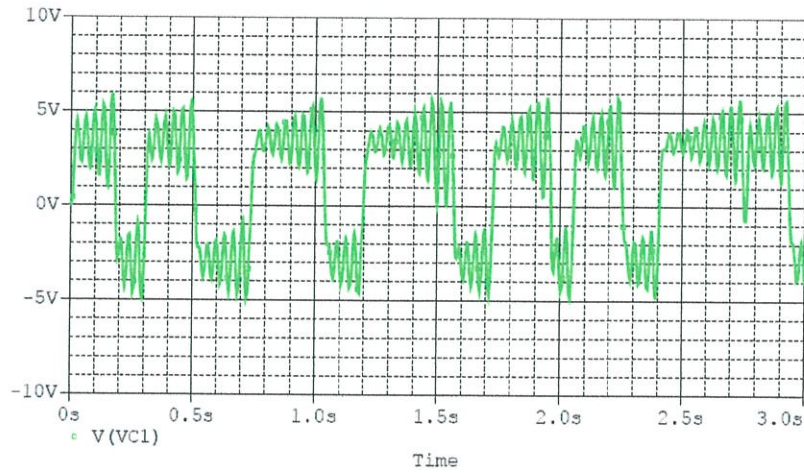


รูปที่ 6.3 ผลการจำลองการทำงาน Single scroll $C1 = 3.3 \mu F$, $C2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$

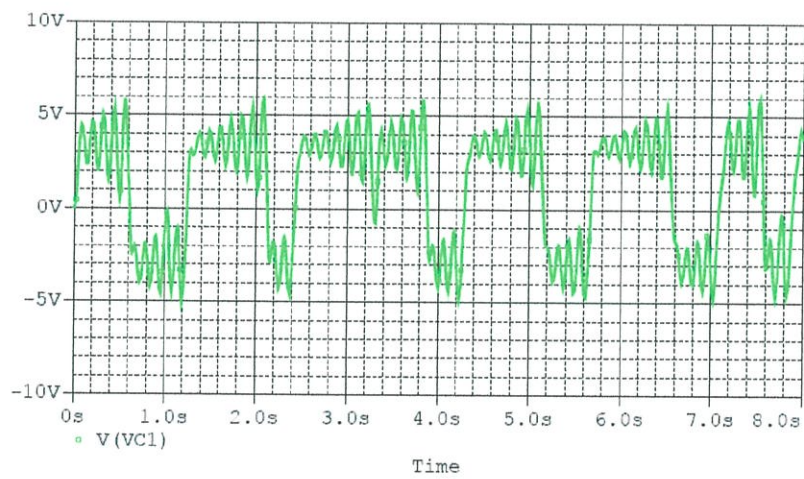


รูปที่ 6.4 ผลการจำลองการทำงาน Single scroll $C1 = 4.7 \mu F$, $C2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$

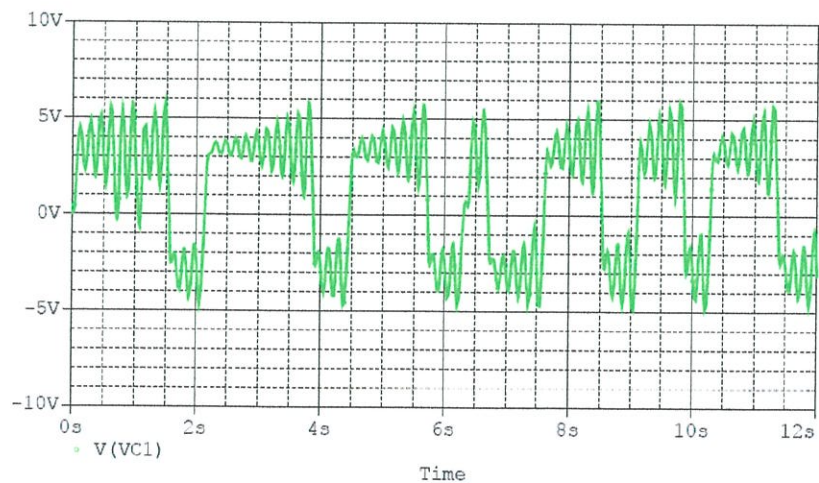
6.1.2 ผลการจำลองการทำงานวงจร Chua แบบ Double scroll



รูปที่ 6.5 ผลการจำลองการทำงาน Double scroll $C1 = 1 \mu F$, $C2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$

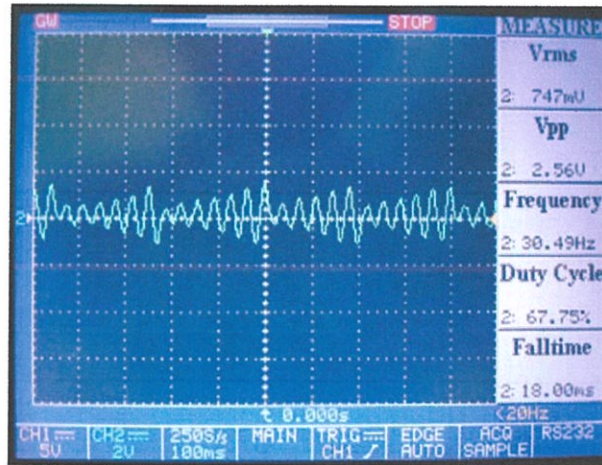


รูปที่ 6.6 ผลการจำลองการทำงาน Double scroll $C1 = 3.3 \mu F$, $C2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$

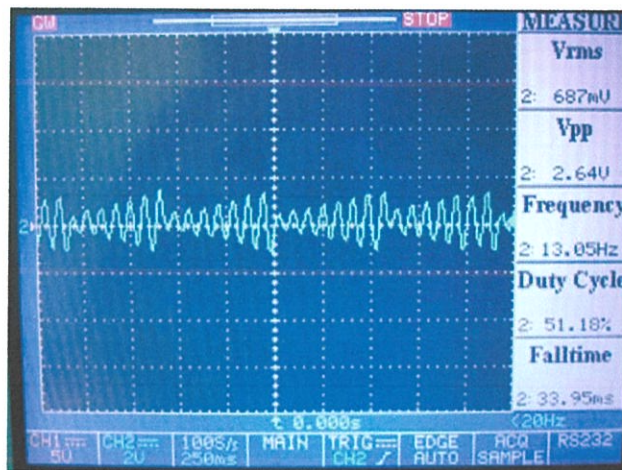


รูปที่ 6.7 ผลการจำลองการทำงาน Double scroll $C1 = 4.7 \mu F$, $C2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$

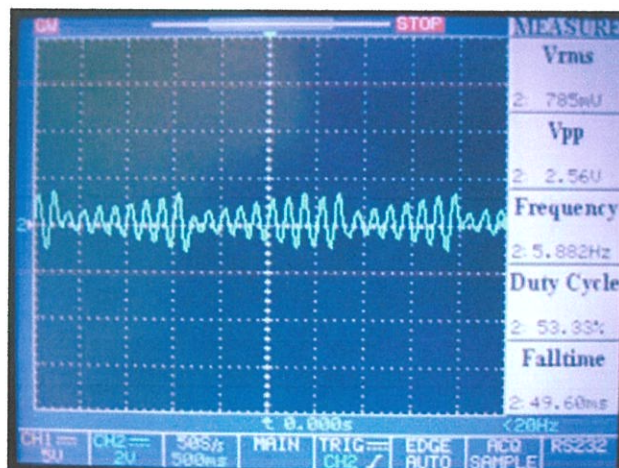
6.1.3 ผลการทำงานของวงจร Chua แบบ Single scroll



รูปที่ 6.8 รูปสัญญาณ Single scroll $C_1 = 1 \mu F$, $C_2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$

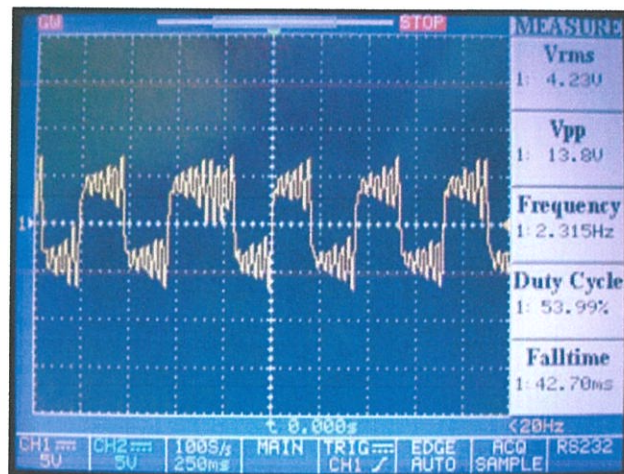


รูปที่ 6.9 รูปสัญญาณ Single scroll $C_1 = 3.3 \mu F$, $C_2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$

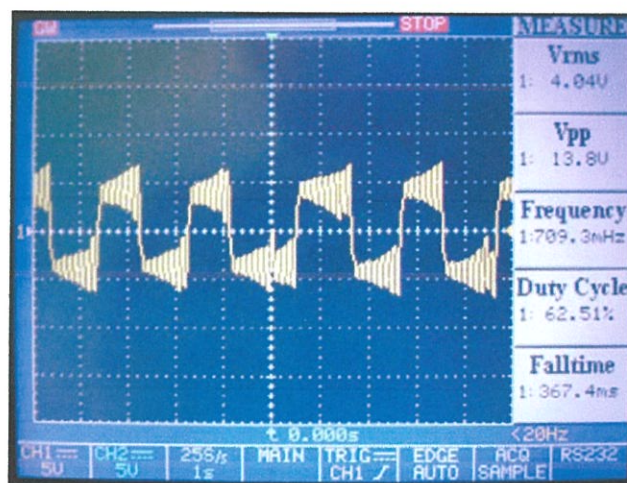


รูปที่ 6.10 รูปสัญญาณ Single scroll $C_1 = 4.7 \mu F$, $C_2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$

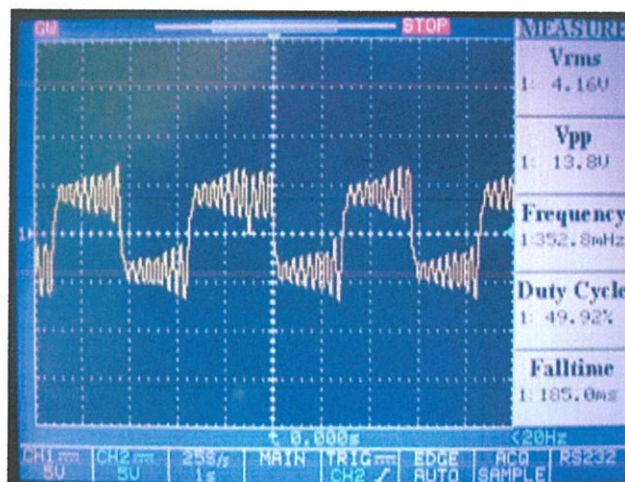
6.1.4 ผลการทำงานของวงจร Chua แบบ Double scroll



รูปที่ 6.11 รูปสัญญาณ Double scroll $C_1 = 1 \mu F$, $C_2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$



รูปที่ 6.12 รูปสัญญาณ Double scroll $C_1 = 3.3 \mu F$, $C_2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$

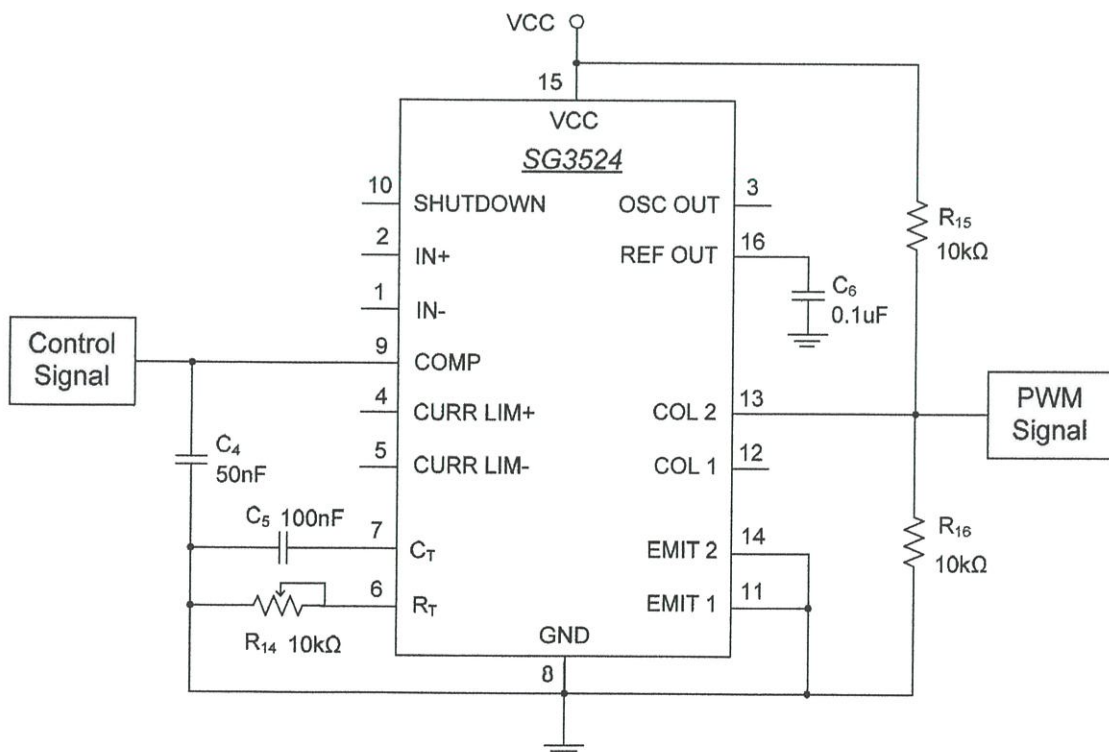


รูปที่ 6.13 รูปสัญญาณ Double scroll $C_1 = 4.7 \mu F$, $C_2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$

จากการทดลองวงจรกำเนิดสัญญาณออสซิลเลชันแบบ Chua ซึ่งมีการเปลี่ยนค่า C_1, C_2 และ L_{eq} เพื่อให้ได้ค่าความถี่ที่ต้องการ โดยค่า C_1, C_2 และ L_{eq} มากขึ้นค่าความถี่ที่ได้จะต่ำลง ส่วนค่า R ที่ใช้ในการทดลองมีค่า $1.8 \text{ k}\Omega$ โดยที่สัญญาณ Chua แบบ Single scroll วัดแรงดัน ณ ตำแหน่ง V_{C_2} และ สัญญาณ Chua แบบ Double scroll วัดแรงดัน ณ ตำแหน่ง V_{C_1} การทดลองได้ทำการจำลองการทำงานวงจร Chua ด้วยโปรแกรม PSpice ผลการจำลองการทำงานวงจร Chua แบบ Single scroll แสดงดังรูปที่ 6.2 – 6.4 ผลการจำลองการทำงานวงจร Chua แบบ Double scroll แสดงดังรูปรูปที่ 6.5 – 6.7 ผลที่วัดได้จริงจากวงจร Chua แบบ Single scroll แสดงดังรูปที่ 6.8 – 6.10 ผลที่วัดได้จริงจากวงจร Chua แบบ Double scroll แสดงดังรูปที่ 6.11 – 6.13 โดยค่าที่ได้จากการจำลองการทำงานและจากวงจรจริงมีค่าใกล้เคียงกัน

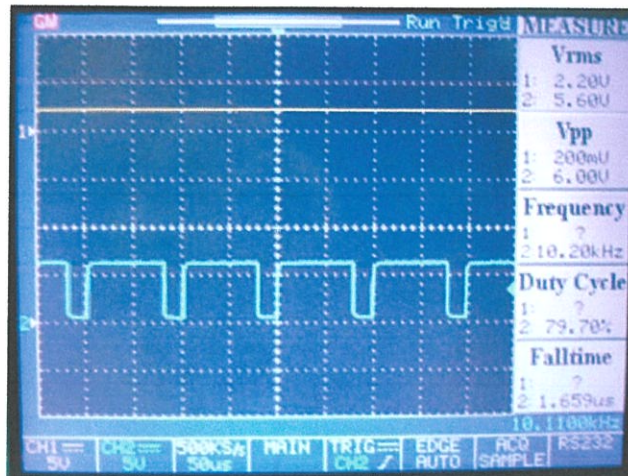
6.2 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM

การทดลองวงจรสร้างสัญญาณ PWM จากไอซีเบอร์ SG3524 ที่ใช้สร้างสัญญาณ PWM เพื่อไปควบคุมความเร็วของมอเตอร์ด้วยวงจรขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง โดยทำการป้อนสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง สัญญาณรูปคลื่นไซน์ และสัญญาณออสซิลเลชันแบบ Chua ที่ Control Signal และวัดสัญญาณ PWM ที่ PWM Signal ทำการปรับค่าความต้านทาน R_{14} ให้ได้สัญญาณ PWM ที่มีค่าความถี่ 10 kHz วงจรสร้างสัญญาณ PWM ที่ใช้ในการทดลองแสดงดังรูปที่ 6.14

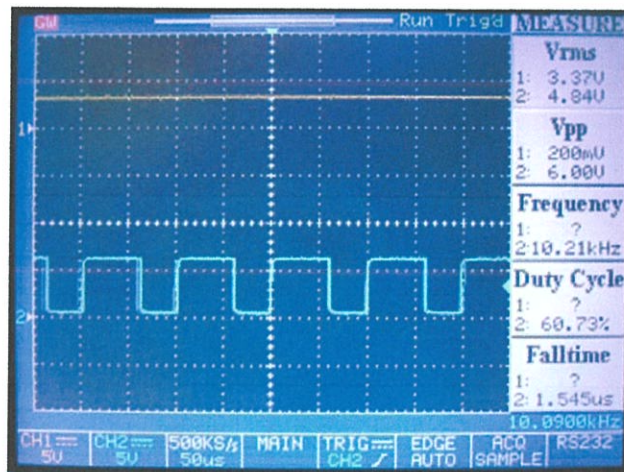


รูปที่ 6.14 วงจรสร้างสัญญาณ PWM ที่ใช้ในการทดลอง

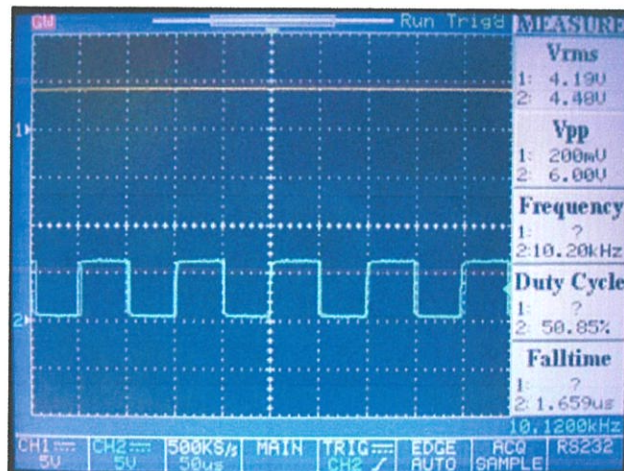
6.2.1 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง



รูปที่ 6.15 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไฟตรง 2 V_{DC}

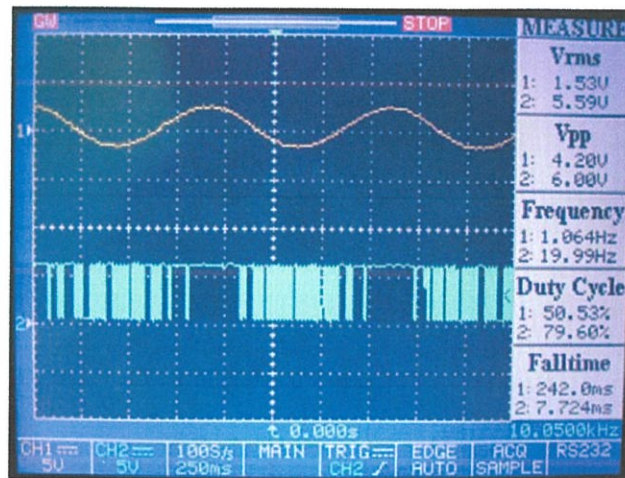


รูปที่ 6.16 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไฟตรง 3 V_{DC}

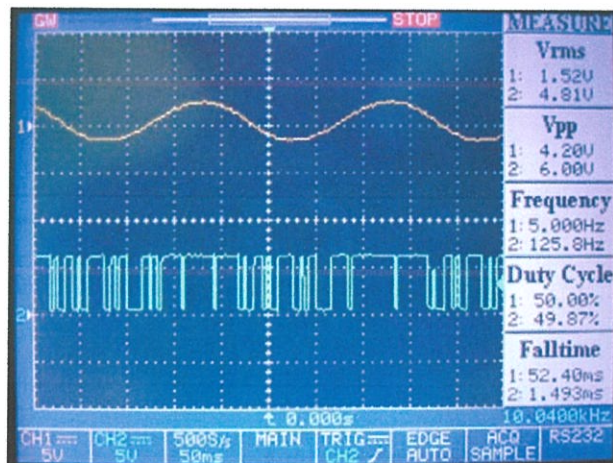


รูปที่ 6.17 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไฟตรง 4 V_{DC}

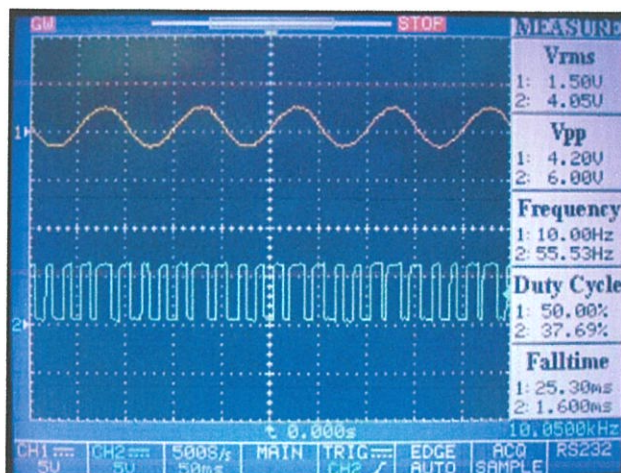
6.2.2 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยสัญญาณรูปไซน์



รูปที่ 6.18 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไซน์ 5 V_{p-p} ความถี่ 1 Hz

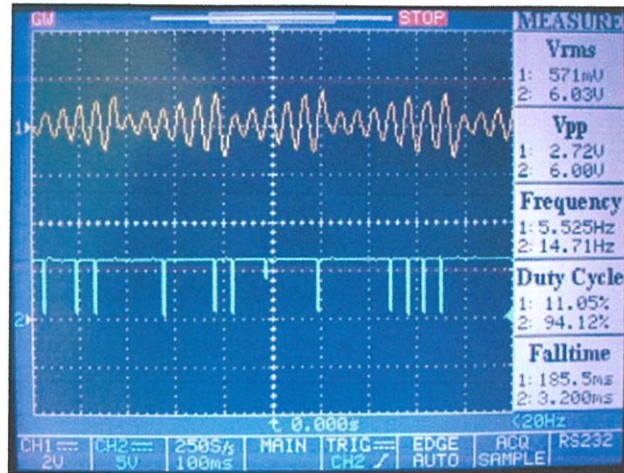


รูปที่ 6.19 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไซน์ 5 V_{p-p} ความถี่ 5 Hz

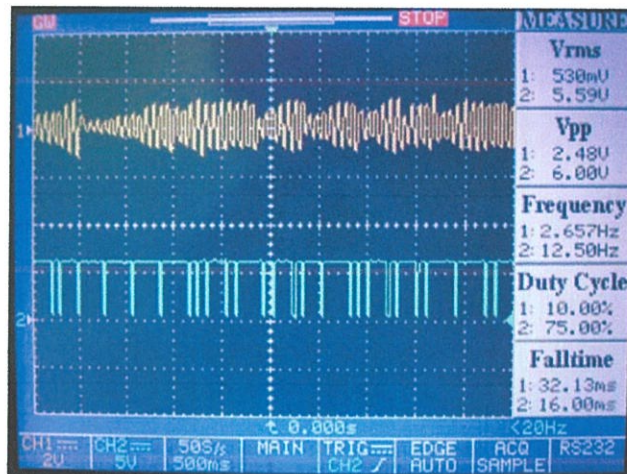


รูปที่ 6.20 รูปสัญญาณ PWM จากสัญญาณไซน์ 5 V_{p-p} ความถี่ 10 Hz

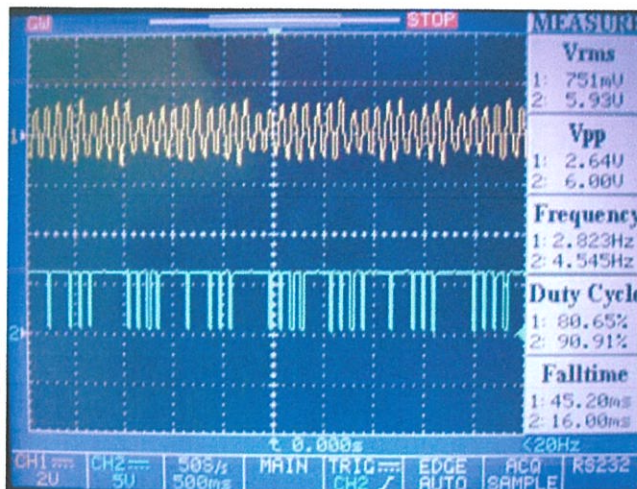
6.2.3 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยสัญญาณ Chua แบบ Single scroll



รูปที่ 6.21 รูปสัญญาณ PWM จาก Single scroll $C1 = 1 \mu F$, $C2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$

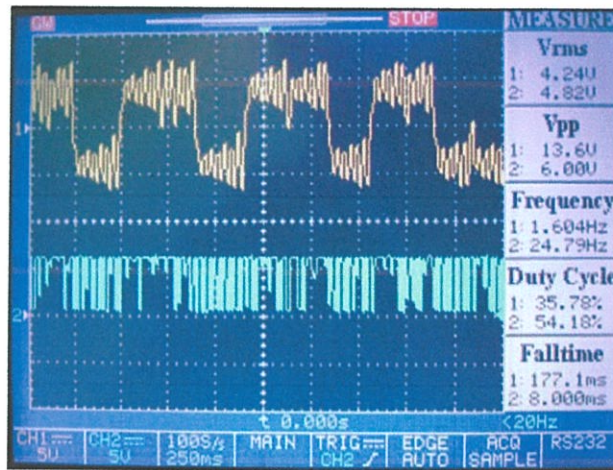


รูปที่ 6.22 รูปสัญญาณ PWM จาก Single scroll $C1 = 3.3 \mu F$, $C2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$

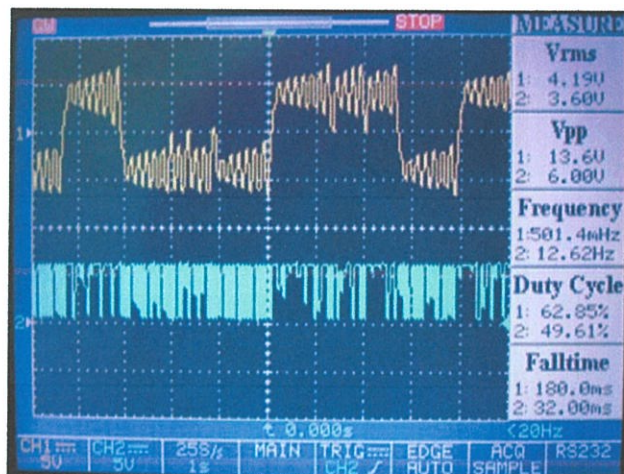


รูปที่ 6.23 รูปสัญญาณ PWM จาก Single scroll $C1 = 4.7 \mu F$, $C2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$

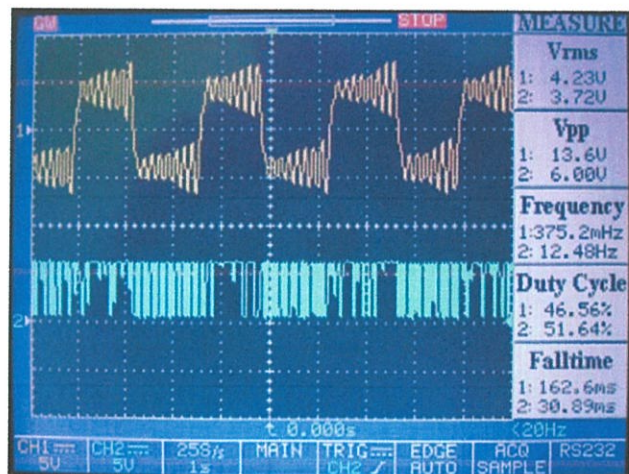
6.2.4 ผลการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM ด้วยสัญญาณ Chua แบบ Double scroll



รูปที่ 6.24 รูปสัญญาณ PWM จาก Double scroll $C_1 = 1 \mu F$, $C_2 = 10 \mu F$, $L_{eq} = 1.80 H$

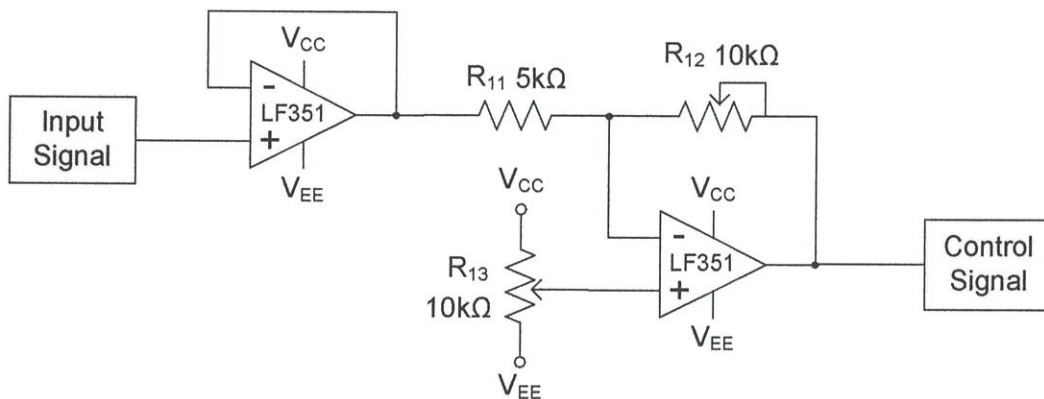


รูปที่ 6.25 รูปสัญญาณ PWM จาก Double scroll $C_1 = 3.3 \mu F$, $C_2 = 33 \mu F$, $L_{eq} = 5.94 H$



รูปที่ 6.26 รูปสัญญาณ PWM จาก Double scroll $C_1 = 4.7 \mu F$, $C_2 = 47 \mu F$, $L_{eq} = 8.46 H$

การทดลองวงจรสร้างสัญญาณพัลส์ PWM โดยใช้สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงที่มีขนาดแรงดัน $2 V_{DC}$, $3 V_{DC}$, $4 V_{DC}$ ดังรูปที่ 6.15 – 6.17 และใช้สัญญาณไซน์ขนาด $5 V_{p-p}$ ความถี่ 1 Hz, 5 Hz, 10 Hz ได้รูปสัญญาณดังรูปที่ 6.18 – 6.20 และทดลองใช้สัญญาณ Chua แบบ Single scroll แสดงดังรูปที่ 6.21 – 6.23 และทดลองใช้สัญญาณ Chua แบบ Double scroll แสดงดังรูปที่ 6.24 – 6.26 ซึ่งสัญญาณอลวนจากวงจร Chua แบบ Double scroll จะมีขนาดเกินกว่าที่ไอซีที่ใช้สร้างสัญญาณ PWM เบอร์ SG3524 จะทำงานได้ในการทดลองจึงมีการปรับแต่งขนาดและยกกระดบสัญญาณให้เหมาะสมกับวงจรสร้างสัญญาณ PWM โดยที่ R12 จะใช้ในการปรับขนาดแรงดันให้เหมาะสม ส่วน R13 จะใช้ในการยกกระดบแรงดันให้อยู่ในช่วง $0-5 V_{DC}$ วงจรปรับขนาดและยกกระดบสัญญาณที่ใช้ในการทดลองแสดงดังรูปที่ 6.27



รูปที่ 6.27 วงจรปรับขนาดและยกกระดบสัญญาณที่ใช้ในการทดลอง

เมื่อทำการทดลองการสร้างสัญญาณ PWM แล้วนำไปขับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยสัญญาณแบบต่างๆ ผลการทดลองที่สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงความเร็วของมอเตอร์จะแปรผันตามค่าแรงดันของสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง การใช้สัญญาณรูปไซน์ที่มีความถี่ต่ำจะมีการแกว่งของสัญญาณมากกว่าที่ความถี่สูง และสัญญาณ Chua แบบ Single scroll ที่ค่า L_{eq} ค่าต่ำมอเตอร์จะมีความเร็วมากกว่าที่ค่า L_{eq} สูง แต่การแกว่งของสัญญาณน้อยกว่า ส่วนการใช้สัญญาณ Chua แบบ Double scroll ที่ค่า L_{eq} ต่ำจะมีการแกว่งของสัญญาณน้อยกว่าที่ค่า L_{eq} สูง เพราะเมื่อค่า L_{eq} มีค่ามากจะส่งผลให้สัญญาณที่ได้มีความถี่ต่ำลง การที่มอเตอร์มีความเร็วไม่คงที่เพราะสัญญาณ PWM มีค่าเฉลี่ยที่ไม่แน่นอนซึ่งจะส่งผลทำให้การผสมจลนทรีย์กับน้ำมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

ขั้นตอนต่อไปเป็นการทดลองระบบผสม โดยทำการจำลองการไหลวนของน้ำโดยใช้เม็ดพลาสติกแทนจลนทรีย์ เพราะถ้าใช้จลนทรีย์จริงจะไม่สามารถสังเกตเห็นทิศทางการไหลวนของน้ำได้ โดยจะใช้สัญญาณ PWM ที่ได้ทำการทดลองไปแล้วนั้นมาทำการทดลองกับระบบผสมจริง หลังจากนั้นจะทำการผสมจลนทรีย์กับน้ำ และเก็บตัวอย่างน้ำที่ทำการผสมจากสัญญาณแบบต่างๆ เพื่อนำไปวัดค่าความขุ่นซึ่งเป็นตัวบ่งชี้ประสิทธิภาพการกระจายตัวของจลนทรีย์

6.3 ผลการจำลองระบบผสม

6.3.1 ผลการจำลองระบบผสมโดยไม่มีสิ่งปนเปื้อน

ในการทดลองได้ใช้ชุดทดลองในระบบผสมที่ออกแบบไว้ในบทที่ 4 และในการทดลองแรกได้เลือกสัญญาณที่มีค่าแรงดันเฉลี่ยใกล้เคียงกัน โดยเลือกสัญญาณดังนี้

1. สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $4 V_{DC}$
2. สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{P-P}$ ความถี่ 1 Hz
3. สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$

- ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 60 วินาที
- อัตราการสุ่ม 2.4 วินาที/ครั้ง

จากการทดลองจะสังเกตได้ว่าสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $4 V_{DC}$ การไหลวนของน้ำจะคงที่สม่ำเสมอ ดังรูปที่ 6.28 สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{P-P}$ ความถี่ 1 Hz การไหลวนของน้ำจะมีการกระเพื่อมเป็นจังหวะ ดังรูปที่ 6.29 ส่วนสัญญาณ Chua แบบ Double Scroll ที่ค่า $L_{eq} = 8.46 H$ การไหลวนของน้ำจะมีการกระเพื่อมแบบไม่เป็นจังหวะ ดังรูปที่ 6.30

File Name : DC.mpg
File Size : 23.34 MB
Average FPS : 25.00
Resolution : 640x480
Duration : 00:01:07



รูปที่ 6.28 สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $4 V_{DC}$ (ไม่มีสิ่งปนเปื้อน)

File Name : Sine.mpg
 File Size : 23.22 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:01:06



รูปที่ 6.29 สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 1 Hz (ไม่มีสิ่งปนเปื้อน)

File Name : Chua Double Scroll.mpg
 File Size : 23.98 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:01:09



รูปที่ 6.30 สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$ (ไม่มีสิ่งปนเปื้อน)

6.3.2 ผลการจำลองระบบผสมโดยใช้เม็ดพลาสติกด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง

ในการทดลองได้ใช้ชุดทดลองในระบบผสมที่ออกแบบไว้ในบทที่ 4 และในการทดลองได้เลือกสัญญาณที่มีค่าแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงดังนี้

1. สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $2 V_{DC}$
 2. สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $3 V_{DC}$
 3. สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $4 V_{DC}$
- ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 30 วินาที
 - อัตราการสุ่ม 1.2 วินาที/ครั้ง

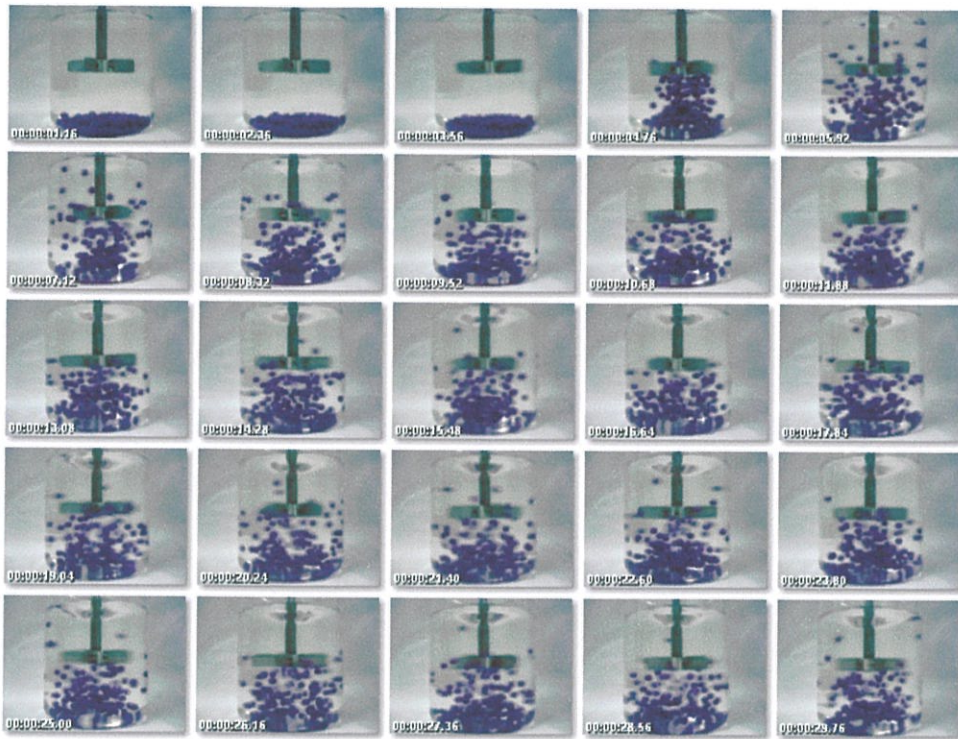
จากการทดลองจะสังเกตเห็นได้ว่าสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงที่แรงดัน $2 V_{DC}$ เม็ดพลาสติกจะมีการเคลื่อนตัวอยู่ในระดับต่ำ ดังรูปที่ 6.31 และเมื่อเพิ่มแรงดันเป็น $3 V_{DC}$ ระดับการกระเพื่อมจะเพิ่มขึ้น ดังรูปที่ 6.32 และเมื่อเพิ่มแรงดันเป็น $4 V_{DC}$ การเคลื่อนตัวของเม็ดพลาสติกจะหมุนรอบระบบผสมเท่านั้นและเม็ดพลาสติกส่วนหนึ่งจะหมุนวนอยู่ตรงกลางระบบผสม ดังรูปที่ 6.33

File Name : 2V.mpg
File Size : 10.71 MB
Average FPS : 25.00
Resolution : 640x480
Duration : 00:00:30



รูปที่ 6.31 สัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $2 V_{DC}$ (เม็ดพลาสติก)

File Name : 3V.mpg
 File Size : 10.72 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:00:30



รูปที่ 6.32 ลัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 3 V_{DC} (เม็ดพลาสติก)

File Name : 4V.mpg
 File Size : 10.85 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:00:31



รูปที่ 6.33 ลัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง 4 V_{DC} (เม็ดพลาสติก)

6.3.3 ผลการจำลองระบบผสมโดยใช้เม็ดพลาสติกด้วยสัญญาณรูปไซน์

ในการทดลองได้ใช้ชุดทดลองในระบบผสมที่ออกแบบไว้ในบทที่ 4 และในการทดลองได้เลือกสัญญาณรูปไซน์ที่มีค่าแรงดัน $5 V_{p-p}$ ที่ โดยมีความถี่ที่ต่างกันดังนี้

1. สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 1 Hz
2. สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 5 Hz
3. สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 10 Hz

- ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 30 วินาที
- อัตราการสุ่ม 1.2 วินาที/ครั้ง

จากการทดลองจะสังเกตได้ว่าสัญญาณรูปไซน์ที่มีค่าความถี่ 1 Hz เม็ดพลาสติกจะมีการเคลื่อนตัวเป็นจังหวะและมีลักษณะการกระจายแต่เม็ดพลาสติกจะหมุนวนอยู่กลางระบบผสม ดังรูปที่ 6.34 และเมื่อใช้สัญญาณรูปไซน์ที่มีค่าความถี่ 5 Hz ระดับการเคลื่อนตัวของเม็ดพลาสติกจะน้อยลง ดังรูปที่ 6.35 และเมื่อใช้สัญญาณรูปไซน์ที่มีค่าความถี่ 10 Hz ระดับการเคลื่อนตัวของเม็ดพลาสติกจะลดต่ำลงอีกระดับ ดังรูปที่ 6.36

File Name : 1Hz.mpg
File Size : 10.85 MB
Average FPS : 25.00
Resolution : 640x480
Duration : 00:00:31



รูปที่ 6.34 สัญญาณรูปไซน์ $5 V_{p-p}$ ความถี่ 1 Hz (เม็ดพลาสติก)

File Name : 5Hz.mpg
 File Size : 10.71 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:00:30



รูปที่ 6.35 สัตถ์ญาณรูปไซน์ 5 V_{p-p} ความถี่ 5 Hz (เม็ดพลาสติก)

File Name : 10Hz.mpg
 File Size : 11.96 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:00:34



รูปที่ 6.36 สัตถ์ญาณรูปไซน์ 5 V_{p-p} ความถี่ 10 Hz (เม็ดพลาสติก)

6.3.4 ผลการจำลองระบบผสมโดยใช้เม็ดพลาสติกด้วยสัญญาณ Chua แบบ Single Scroll

ในการทดลองได้ใช้ชุดทดลองในระบบผสมที่ออกแบบไว้ในบทที่ 4 และในการทดลองได้เลือกสัญญาณ Chua แบบ Single Scroll โดยมีค่า L_{eq} ที่ต่างกันโดยถ้าค่า L_{eq} มีค่ามากความถี่จะต่ำลงดังนี้

1. สัญญาณ Chua แบบ Single Scroll $L_{eq} = 1.80 H$
2. สัญญาณ Chua แบบ Single Scroll $L_{eq} = 5.94 H$
3. สัญญาณ Chua แบบ Single Scroll $L_{eq} = 8.46 H$

- ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 30 วินาที
- อัตราการสุ่ม 1.2 วินาที/ครั้ง

จากการทดลองจะสังเกตได้ว่าสัญญาณอลวน Chua แบบ Single Scroll ที่มีความถี่ต่ำ $L_{eq} = 8.46 H$ เม็ดพลาสติกจะมีการเคลื่อนที่เร็วที่สุดและมีการกระจายตัวขึ้นสู่ด้านบนบ้างแต่การเคลื่อนที่ที่คล้ายสัญญาณรูปไซน์ซึ่งจะมีเม็ดพลาสติกหมุนอยู่ตรงกลางระบบผสม ดังรูปที่ 6.39 และที่ค่า $L_{eq} = 5.94 H$ เม็ดพลาสติกจะมีการกระจายตัวขึ้นสู่ด้านบนเล็กน้อย ดังรูปที่ 6.38 ส่วนที่ค่า $L_{eq} = 1.80 H$ ความถี่สูงขึ้นการเคลื่อนที่ของเม็ดพลาสติกจะมีลักษณะคล้ายกับสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง ดังรูปที่ 6.37

File Name : Chua single scroll 1.8H.mpg
 File Size : 12.12 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:00:34



รูปที่ 6.37 สัญญาณ Chua แบบ Single Scroll $L_{eq} = 1.80 H$ (เม็ดพลาสติก)

File Name : Chua single scroll 5.94H.mpg
 File Size : 11.10 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:00:32



รูปที่ 6.38 สัญญาณ Chua แบบ Single Scroll $L_{eq} = 5.94 H$ (เม็ดพลาสติก)

File Name : Chua single scroll 8.46H.mpg
 File Size : 11.98 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:00:34



รูปที่ 6.39 สัญญาณ Chua แบบ Single Scroll $L_{eq} = 8.46 H$ (เม็ดพลาสติก)

6.3.5 ผลการจำลองระบบผสมโดยใช้เม็ดพลาสติกด้วยสัญญาณ Chua แบบ Double Scroll

ในการทดลองได้ใช้ชุดทดลองในระบบผสมที่ออกแบบไว้ในบทที่ 4 และในการทดลองได้เลือกสัญญาณ Chua แบบ Double Scroll โดยมีค่า L_{eq} ที่ต่างกันโดยถ้าค่า L_{eq} มีค่ามากความถี่จะต่ำลงดังนี้

1. สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 1.80 H$
2. สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 5.94 H$
3. สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$

- ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 120 วินาที
- อัตราการสุ่ม 4.8 วินาที/ครั้ง

จากการทดลองจะสังเกตได้ว่าสัญญาณอลวน Chua แบบ Double Scroll ที่มีความถี่ต่ำ $L_{eq} = 8.46 H$ เม็ดพลาสติกจะมีการกระจายตัวและกระแทกกันเองทำให้เกิดการกระจายตัวขึ้นสู่ด้านบนบางจังหวะสลับกันไปมา ดังรูปที่ 6.42 ซึ่งที่ความถี่สูงขึ้นที่ค่า $L_{eq} = 5.94 H$ ดังรูปที่ 6.41 และ $L_{eq} = 1.80 H$ ดังรูปที่ 6.40 เม็ดพลาสติกจะมีการเคลื่อนที่ช้าลงและไม่ค่อยเกิดการกระจายตัวจากด้านล่างขึ้นสู่ด้านบนเหมือนที่ความถี่ต่ำ ส่วนระยะเวลาที่ใช้ทำการทดลองต้องเพิ่มให้มากขึ้นเพื่อสังเกตการกั้นกระแทกกันของเม็ดพลาสติก

File Name : Chua double scroll 1.8H.mpg
 File Size : 42.59 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:02:02



รูปที่ 6.40 สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 1.80 H$ (เม็ดพลาสติก)

File Name : Chua double scroll 5.94H.mpg
 File Size : 41.85 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:02:00



รูปที่ 6.41 สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 5.94 H$ (เม็ดพลาสติก)

File Name : Chua double scroll 8.46H.mpg
 File Size : 42.10 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:02:01



รูปที่ 6.42 สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$ (เม็ดพลาสติก)

6.4 ผลการพิสูจน์ประสิทธิภาพผลของระบบผสม

6.4.1 การวัดค่าความขุ่นด้วยแสง UV

การวัดประสิทธิภาพผลของระบบผสมจุลินทรีย์กับน้ำจะทำการวัดค่าความขุ่นของน้ำที่ทำการผสมแล้ว โดยใช้เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Jenway รุ่น 6405 เพื่อวัดค่าแสงที่ผ่านไปได้โดยทำการเปรียบเทียบกับน้ำเปล่า การตั้งค่าเครื่องก่อนทำการวัดค่าความขุ่นด้วยแสง UV ที่ความยาวคลื่นแสง 295 nm แสดงไว้ในภาคผนวก ค. อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำจุลินทรีย์แสดงดังรูปที่ 6.43

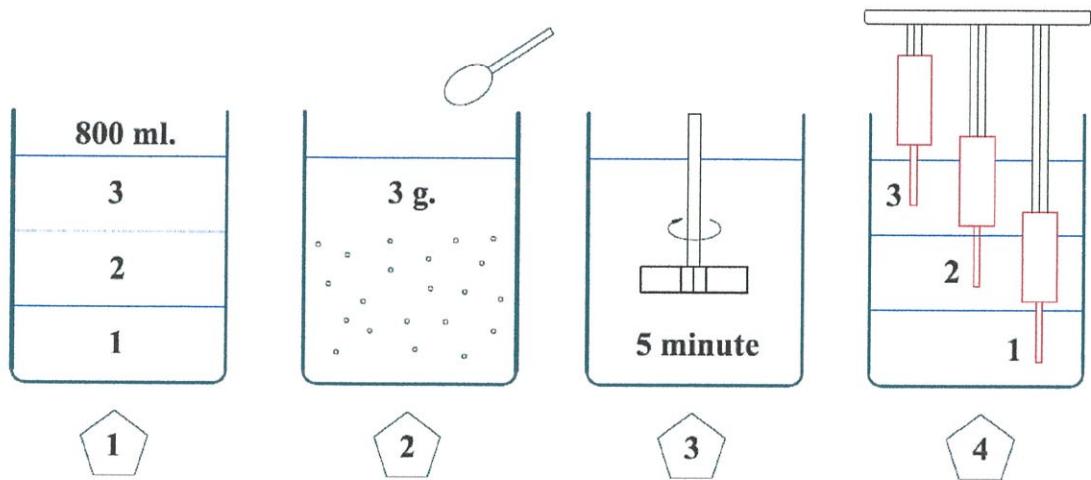


รูปที่ 6.43 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างน้ำจุลินทรีย์

ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำจุลินทรีย์

1. เติมน้ำเปล่าลงใบบีกเกอร์	800	มิลลิลิตร
2. เติมจุลินทรีย์ลงในน้ำ	3	กรัม
3. กวนผสมเป็นเวลา	5	นาที
4. เก็บตัวอย่างน้ำชั้นที่ 1-3	20	มิลลิลิตร/ชั้น

ทำการเก็บตัวอย่างน้ำจุลินทรีย์ที่ผสมด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง สัญญาณรูปคลื่นไซน์ และสัญญาณอลวนจากวงจร Chua แบบ Single scroll และ Double scroll ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำจุลินทรีย์แสดงดังรูปที่ 6.44 แล้วนำไปวัดค่าความขุ่นด้วยแสง UV ค่ามากแสดงว่ามีความขุ่นมากแสดงถึงความเข้ากันได้ของจุลินทรีย์กับน้ำดังแสดงในตารางที่ 3.1



รูปที่ 6.44 ขั้นตอนการเก็บตัวอย่างน้ำจุลินทรีย์

ตารางที่ 3.1 ผลการทดลองวัดค่าความขุ่นด้วยแสง UV

ลักษณะการผสม		ค่าความขุ่น			
รูปแบบ	ค่าอ้างอิง	ล่าง (1)	กลาง (2)	บน (3)	ค่าเฉลี่ย
ปกติ	-	0.462	0.452	0.420	0.445
DC	$2 V_{DC}$	0.680	0.675	0.680	0.678
DC	$3 V_{DC}$	0.739	0.735	0.684	0.719
DC	$4 V_{DC}$	0.707	0.720	0.740	0.722
Sine	$5 V_{p-p}, 1 \text{ Hz}$	0.747	0.750	0.768	0.755
Sine	$5 V_{p-p}, 5 \text{ Hz}$	0.748	0.735	0.762	0.748
Sine	$5 V_{p-p}, 10 \text{ Hz}$	0.730	0.733	0.750	0.738
Chua , Single scorll	$L_{eq} = 1.80 H$	0.775	0.789	0.807	0.790
Chua , Single scorll	$L_{eq} = 5.94 H$	0.859	0.862	0.858	0.860
Chua , Single scorll	$L_{eq} = 8.46 H$	0.853	0.869	0.876	0.866
Chua , Double Scorll	$L_{eq} = 1.80 H$	0.836	0.842	0.857	0.845
Chua , Double Scorll	$L_{eq} = 5.94 H$	0.894	0.893	0.904	0.897
Chua , Double Scorll	$L_{eq} = 8.46 H$	0.898	0.914	0.912	0.908

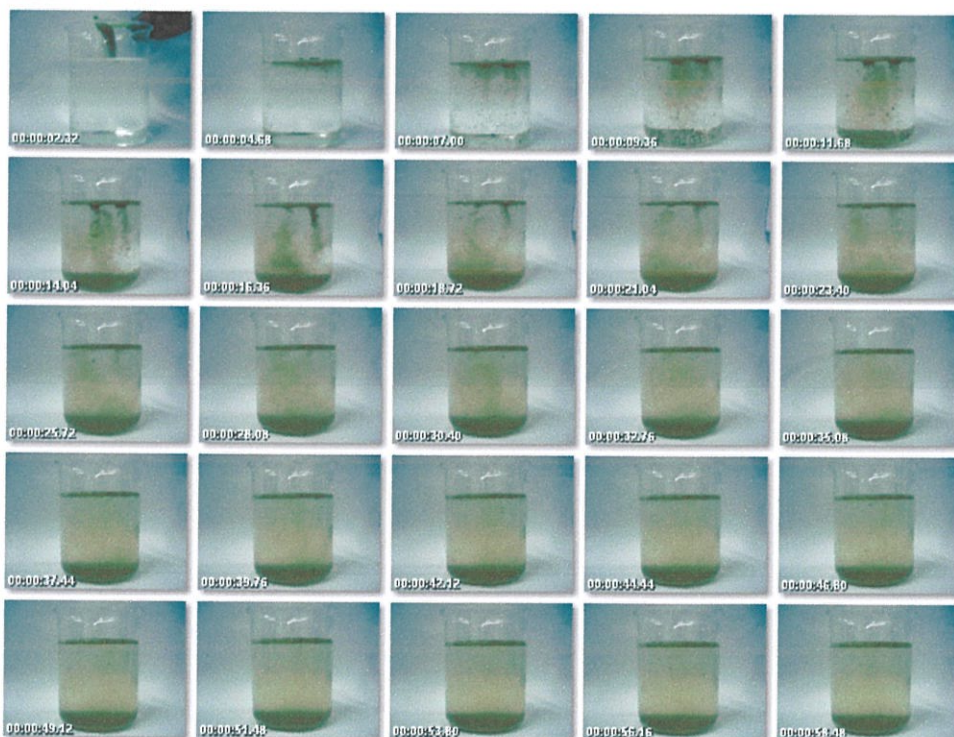
6.4.2 ผลการทดลองระบบผสมโดยใช้จุลินทรีย์

จากตารางที่ 3.1 จะพบว่าสัญญาณ Chua แบบ Double Scroll ที่ค่า $L_{eq} = 8.46 H$ มีการกระจายตัวของจุลินทรีย์คี่ที่สุดค่าเฉลี่ย 0.908 จึงได้เลือกสัญญาณรูปแบบนี้มาทำการทดลองเปรียบเทียบกับวิธีการดั้งเดิม โดยในการทดลองแรกจะแสดงการผสมจุลินทรีย์โดยไม่อาศัยการกวนผสมหลังจากนั้นจะทำการทดลองเปรียบเทียบกับสัญญาณ Chua แบบ Double Scroll ที่ค่า $L_{eq} = 8.46 H$ ดังนี้

1. การผสมจุลินทรีย์โดยไม่อาศัยการกวนผสม
2. สัญญาณ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$
 - ระยะเวลาที่ใช้ในการทดลอง 60 วินาที
 - อัตราการสุ่ม 2.4 วินาที/ครั้ง

จากการทดลองจะสังเกตได้ว่าการผสมจุลินทรีย์โดยไม่อาศัยการกวนผสมจะเกิดการตกตะกอนของสปอร์จุลินทรีย์ที่ไม่แตกตัว กากสปอร์ที่เหลืออาจจะทำให้ระบบชนิดพ่นอุดตัน ดังรูปที่ 6.45 เมื่อทดลองการผสมด้วยสัญญาณ Chua แบบ Double Scroll ที่ค่า $L_{eq} = 8.46 H$ จะทำให้กากของสปอร์มีการแตกตัวทำให้สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของระบบชนิดพ่น และสามารถลดการอุดตันของระบบชนิดพ่นได้ ดังรูปที่ 6.46 ผลการเปรียบเทียบแสดงดังรูปที่ 6.47

File Name : Natural method.mpg
File Size : 21.10 MB
Average FPS : 25.00
Resolution : 640x480
Duration : 00:01:00

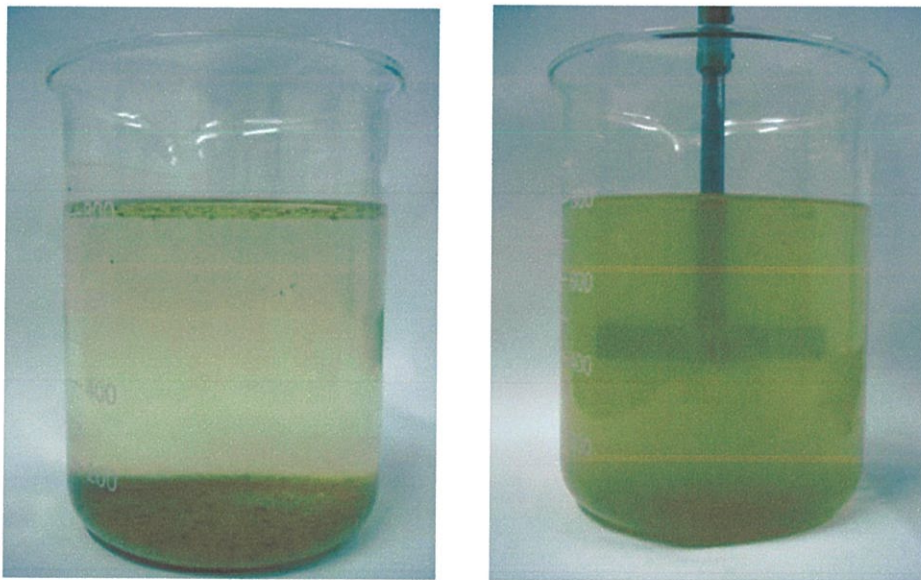


รูปที่ 6.45 ผลการทดลองการผสมจุลินทรีย์โดยไม่อาศัยการกวนผสม

File Name : Double Scroll L=8.46H microorganism.mpg
 File Size : 24.73 MB
 Average FPS : 25.00
 Resolution : 640x480
 Duration : 00:01:11



รูปที่ 6.46 สัตว์จุลินทรีย์ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$ (จุลินทรีย์)



รูปที่ 6.47 การผสมจุลินทรีย์โดยไม่อาศัยการกวนผสม (ซ้าย)
 ผสมด้วยสัตว์จุลินทรีย์ Chua แบบ Double Scroll $L_{eq} = 8.46 H$ (ขวา)

6.5 ผลการทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

การทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติในการทดลองได้ทำการสร้างโรงเรือนต้นแบบบริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ และทำการติดตั้งเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติและทำการทดลองปรับค่าต่างๆ ของระบบ เช่น ปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ในการบำบัดแต่ละครั้ง ระยะเวลาในการกวนผสมจุลินทรีย์ ช่วงเวลาที่เหมาะสมในการบำบัดขยะแต่ละครั้ง

6.5.1 ผลการทดลองปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสม

ในการทดลองหาปริมาณจุลินทรีย์ที่เหมาะสมในพื้นที่ บริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ได้ทำการทดลองประสิทธิภาพการบำบัดกลิ่น ซึ่งระยะเวลาในการบำบัดได้กำหนดให้อยู่ในช่วงห่างของเวลาแต่ละรอบประมาณ 6 ถึง 8 ชั่วโมงต่อการบำบัดหนึ่งครั้ง และได้ทดลองหาปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ผสมกับน้ำด้วยการสอบถามโดยผู้คนที่อยู่ในบริเวณนั้นและผู้ที่มาทิ้งขยะ โดยการทดลองได้ทำการทดลองโดยทำการเพิ่มปริมาณจุลินทรีย์ที่ผสมกับน้ำ 50 ลิตรต่อการบำบัดหนึ่งครั้งโดยระยะห่างกันหนึ่งสัปดาห์ ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 ผลการทดลองการหาปริมาณจุลินทรีย์

สัปดาห์	จุลินทรีย์	ปริมาณกลิ่นโดยประมาณ		
		มาก	ปานกลาง	น้อย
1	10 กรัม	○		
2	10 กรัม	○		
3	20 กรัม	○		
4	20 กรัม	○		
5	30 กรัม		○	
6	30 กรัม	○		
7	40 กรัม		○	
8	40 กรัม			○
9	50 กรัม			○
10	50 กรัม			○
11	60 กรัม		○	
12	60 กรัม			○

หมายเหตุ อย่างเป็นทางการบริเวณข้างตึกกิจกรรมนักศึกษา คณะวิศวกรรมศาสตร์

6.5.2 ผลการบำบัดกลิ่นขยะจากเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

จากตารางที่ 3.2 จะสังเกตเห็นว่าปริมาณจุลินทรีย์ที่ใช้ผสมกับน้ำขึ้นอยู่กับปริมาณขยะและชนิดของขยะที่มีในช่วงนั้น ในการทดลองในครั้งนี้ได้เลือกใช้ปริมาณจุลินทรีย์ 50 กรัมต่อน้ำ 50 ลิตร เพื่อใช้ในการบำบัดขยะแต่ละครั้ง ระยะเวลาในการกวนผสมจุลินทรีย์กับน้ำด้วยสัญญาณ Chua แบบ Double Scroll ที่ค่า $L_{eq} = 8.46 H$ ก่อนการฉีดพ่น 15 นาทีเพื่อลดการอุดตันของระบบฉีดพ่น และได้เพิ่มระบบบำบัดกลิ่นแบบกึ่งอัตโนมัติเข้าไปเพื่อช่วยให้ระบบบำบัดกลิ่นสามารถทำงานได้เต็มประสิทธิภาพ โดยถ้าบุคลากรที่มีส่วนเกี่ยวข้องในบริเวณพื้นที่โรงขยะ สังเกตว่ามีกลิ่นขยะเน่าเหม็นสามารถที่จะสั่งให้ระบบทำงานแบบกึ่งอัตโนมัติได้ ระบบทั้งหมดควบคุมด้วยระบบ PLC ดังภาคผนวก ก. และได้เพิ่มระบบล้างถังผสมอัตโนมัติเพื่อลดการตกค้างของจุลินทรีย์และน้ำที่เหลือจากการล้างถังไปฉีดพ่นบริเวณสวนหย่อมรอบๆ โรงเรือน แล้วจึงล้างทำความสะอาดโรงเรือนด้วยระบบอัตโนมัติก่อนที่จะปล่อยจุลินทรีย์ลงในที่ระบายน้ำ ซึ่งจะช่วยในการบำบัดน้ำเสีย ส่วนการตั้งค่าต่างๆ ของเครื่องได้นำระบบสื่อสารบลูทูธมาช่วยในการตั้งค่าต่างๆ ของเครื่อง ดังภาคผนวก ข.

งานวิจัยนี้จัดเป็นงานนำร่องให้แก่ อบต. อบจ. และหน่วยงานเทศบาลท้องถิ่นที่จะสามารถนำไปลอกเลียนจากต้นแบบเพื่อไปใช้บำบัดขยะในชุมชนของตนได้ก่อนการบำบัดในลำดับต่อไป ต้นแบบการบำบัดขยะติดเชื่อเน่าเหม็นส่งกลิ่นรบกวนโดยเทคโนโลยีอัตโนมัติแบบนี้ อาจถือได้ว่าเป็นต้นแบบแรกของประเทศไทยที่ได้สร้างขึ้นเพื่อเป็นแบบอย่างแก่ชุมชน

ผลงานวิจัยที่ได้เผยแพร่ทางสื่อต่างๆ รายละเอียดภาคผนวก ง.

1. รายการสายตรงเทคโนโลยี เรื่อง ระบบบำบัดกลิ่นขยะด้วยวิธีการชีวภาพ ช่อง 9 อ.ส.ม.ท.
2. รายการอินไซด์ เทคโนโลยี เรื่อง การกำจัดกลิ่นขยะ ช่อง 11 สทท. กรมประชาสัมพันธ์
3. พระจอมเกล้าลาดกระบังนิตยสาร 49 เรื่อง การปรับปรุงโรงเรือนบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

ในบทที่ 7 จะเป็นการสรุปผลการทดลองทั้งหมดรวมไปทั้งข้อเสนอแนะในการพัฒนาระบบบำบัดกลิ่นขยะติดเชื่อ ซึ่งจะเป็แนวทางในการแก้ปัญหาขยะติดเชื่อได้โดยนำวิธีการผสมโดยใช้สัญญาณอสวน Chua แบบ Double Scroll ที่ค่า $L_{eq} = 8.46 H$ ที่สามารถแก้ปัญหาการอุดตันของระบบฉีดพ่นได้เป็นอย่างดี

บทที่ 7

สรุปผลการวิจัย และข้อเสนอแนะ

7.1 สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นงานวิจัยประยุกต์เพื่อแก้ปัญหาเกี่ยวกับสิ่งแวดล้อม มุ่งเน้นการแก้ปัญหาขยะติดเชื้อที่ส่งกลิ่นเน่าเหม็นไปรอบบริเวณ ซึ่งปัญหานี้ไม่ได้เป็นปัญหาที่เกิดขึ้นเพียงที่เดียวแต่มันมีผลกระทบต่อผู้คนที่อยู่ในชุมชนเกือบทุกชุมชน การบำบัดกลิ่นขยะนั้นได้ใช้ระบบชีววิทยาโดยใช้จุลินทรีย์ที่ไม่มีพิษภัยต่อผู้คนที่อาศัยเทคนิคระบบวิศวกรรมสารสนเทศผสมผสานกับระบบสื่อสารเพื่อช่วยเหลือสังคม โดยการสร้างโรงเรือนต้นแบบและระบบบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติซึ่งสามารถที่จะนำไปประยุกต์ใช้งานได้ง่าย โดยระบบการบำบัดกลิ่นขยะจะใช้ระบบผสมจุลินทรีย์กับน้ำแล้วทำการฉีดพ่นลงบนขยะติดเชื้อ ผลที่ได้สามารถที่จะบำบัดกลิ่นขยะติดเชื้อได้ภายในเวลาอันรวดเร็ว อย่างไรก็ตามระบบผสมและระบบฉีดพ่นที่ใช้ในขั้นตอนทดลองเริ่มต้นได้เกิดปัญหาในเรื่องการอุดตันของกาบสปอร์จุลินทรีย์ที่ไม่มีระบบการควบคุมที่เหมาะสม ทำให้ต้องทำการล้างหัวฉีดพ่นอยู่บ่อยครั้ง เพื่อแก้ปัญหาในการฉีดพ่นนี้จึงประยุกต์ใช้สัญญาณอลวนเปรียบเทียบกับสัญญาณต่างๆ เพื่อใช้ในกระบวนการผสมจุลินทรีย์กับน้ำ

ขั้นตอนการทดลองแรกได้ใช้เม็ดพลาสติกเพื่อทำการตรวจสอบหลักแนวคิดในการผสม โดยทำการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ด้วยสัญญาณต่างๆ กัน ประกอบไปด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรงที่ทำให้ความเร็วมอเตอร์แปรผันตามระดับแรงดัน และสัญญาณรูปไซน์ที่ทดลองได้ทดลองที่ความถี่ต่างๆ ซึ่งจากผลการทดลองพบว่า สัญญาณไฟฟ้าทั้งสองสัญญาณที่กล่าวจะมีเม็ดพลาสติกหมุนวนอยู่ตรงกลางของระบบผสม และสุดท้ายได้นำระบบอลวนที่มีลักษณะสัญญาณที่ไม่แน่นอนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในระบบผสม โดยได้เลือกวงจร Chua ที่มีอยู่สองลักษณะ คือ สัญญาณแบบ Single scroll และ Double scroll โดยในการทดลองได้ทำการทดลองระบบควบคุมผสมที่ความถี่ต่างๆ โดยการเปลี่ยนค่าอุปกรณ์ $C1$, $C2$ และ L_{eq} ผลปรากฏว่าสัญญาณ Chua แบบ Single scroll ที่ความถี่ต่ำจะได้ระบบควบคุมคล้ายกับสัญญาณรูปไซน์ และที่ความถี่สูงมีลักษณะคล้ายกับสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง ส่วนสัญญาณ Chua แบบ Double scroll เม็ดพลาสติกจะมีการกระจายตัวและกระแทกกันเองทำให้เกิดการกระจายขึ้นสู่ด้านบนบางจังหวะสลับกันไปมา

ขั้นตอนการทดลองที่สองได้ทำการทดลองวัดค่าความขุ่นด้วยแสง UV โดยทำการผสมจุลินทรีย์กับน้ำด้วยสัญญาณแบบต่างๆ ตามที่ได้ทดลองในขั้นต้น ผลปรากฏว่าสัญญาณอลวนแบบ Chua ที่เป็นแบบ Double scroll ที่ความถี่ต่ำค่า L_{eq} มีค่า $8.46 H$ มีค่าเฉลี่ยที่ดีที่สุดคือ 0.908 ในการทดสอบความขุ่นค่ามากจะบ่งบอกถึงความเข้ากันได้ของจุลินทรีย์กับน้ำ และกาบสปอร์มีการสลายตัวมากกว่าสัญญาณอื่น

สิ่งที่ปรากฏในการทดลองระบบกวนผสมด้วยสัญญาณอลวนที่ได้จากวงจร Chua แบบ Double scroll ที่ค่า L_{eq} มีค่า $8.46H$ จะพบว่าการเคลื่อนที่ของเม็ดพลาสติกการกระแทกกันเองบ่อยครั้งเพราะเกิดจากความเร็วที่ไม่แน่นอนที่ป้อนให้กับวงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์ และเมื่อได้นำไปทดสอบความขุ่นผลที่ได้เป็นที่น่าพอใจ จึงเลือกสัญญาณอลวนแบบ Chua ที่เป็นแบบ Double scroll ที่ความถี่ค่าที่ค่า L_{eq} มีค่า $8.46H$ มาทำการเปรียบเทียบกับระบบดั้งเดิมที่ใช้ในการทดลองผสมจุลินทรีย์กับน้ำผลปรากฏว่าสัญญาณที่เป็นแบบ Double scroll สามารถที่จะสลายกากสปอร์จุลินทรีย์ได้เป็นอย่างดี และทำให้เกิดการกระจายตัวอย่างรวดเร็วของจุลินทรีย์ที่ใช้ดับกลิ่น จึงได้เลือกระบบสัญญาณ Chua แบบ Double scroll ที่ค่า L_{eq} มีค่า $8.46H$ มาใช้ในระบบบำบัดกลิ่นขยะอัดโนมิติ โดยระบบการทำงานสามารถควบคุมการทำงานผ่านระบบสื่อสารบลูทูธได้ สามารถตั้งค่าต่างๆ ของระบบได้และการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์สามารถทำได้โดยง่าย

7.2 ข้อเสนอแนะในการวิจัย

การใช้ระบบบำบัดกลิ่นขยะด้วยเทคโนโลยีชีวภาพนี้ผู้ใช้จะต้องเข้าใจในการใช้ให้ถูกต้อง โดยในระบบผสมหลังจากทำการฉีดพ่นแล้วต้องไม่มีจุลินทรีย์ตกค้างอยู่ในระบบผสม เพราะจุลินทรีย์จะตายถ้าไม่มีอาหารมาเลี้ยง เช่นตัวอย่างในการวิจัยนี้ได้นำจุลินทรีย์ที่ตกค้างภายในระบบผสมมาใช้ประโยชน์ โดยการล้างถังผสมและนำไปฉีดพ่นบริเวณสนามหญ้ารอบโรงเรียน และปล่อยลงสู่ท่อน้ำทิ้งเพื่อเป็นการบำบัดน้ำเสีย

7.3 แนวทางการพัฒนาในอนาคต

แนวทางในการพัฒนาเครื่องบำบัดกลิ่นขยะนั้นควรจะมีการลดขนาดเครื่องต้นแบบให้สามารถเคลื่อนที่ไปในพื้นที่ต่างๆ ที่มีปัญหากลิ่นเหม็นจากขยะติดเชื้อได้โดยอัตโนมัติ และสร้างระบบสื่อสารที่สามารถควบคุมได้จากระยะไกลได้ พัฒนาระบบฉีดพ่นให้สามารถควบคุมพื้นที่ได้ดีกว่าเดิม สร้างระบบคัดเลือกขยะอันตรายที่ปะปนมากับขยะติดเชื้อเพื่อลดการสัมผัสขยะอันตรายโดยตรง แต่สิ่งที่ควรพัฒนามากที่สุดคือจิตใจสำนึกของผู้คนในสังคมให้มีความตระหนักถึงการใช้ชีวิตอยู่อย่างปลอดภัยจากความร่วมมือกันของคนในชุมชน

เอกสารอ้างอิง

- [1] กรมควบคุมมลพิษ. “ปริมาณเรื่องร้องเรียนปัญหาขยะจากกรมควบคุมมลพิษ” [Online]. Available : http://pcdv1.pcd.go.th/Information/petition/stat_2003.htm. 2003.
- [2] S.B. Yang, “A Comparative Study on Odor Regulation in Japan,” *School of Chemistry and Biological University of Ulsan*, Korea, 2003, pp. 77-105.
- [3] F.B. Frechen, “State of the Art of Odour Measurement,” *Odor Measurement Review Ministry of the Environment*, Japan, 2004, pp. 149-155.
- [4] ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ. “ธนาคารจุลินทรีย์.” [Online]. Available : <http://www.biotec.or.th/biotechnology-th/newsdetail.asp?id=1849>. 2005.
- [5] มูลนิธิบำเพ็ญสาธารณประโยชน์ด้วยกิจกรรมทางศาสนา. *การประยุกต์ใช้จุลินทรีย์อีเอ็มเพื่อการเกษตรและสิ่งแวดล้อมในวันนี้*. กรุงเทพฯ : มูลนิธิ. 2544.
- [6] เทรูโอะ อิโหะ. *อนาคตที่เกิดใหม่ เทคโนโลยี EM จะเปลี่ยนศตวรรษที่ 21*. แปลโดย ภาวภูมิ คุณวัฒน์ภักดี. สระบุรี : อี เอ็ม คิวเซ. 2545.
- [7] สุพรชัย มั่งมีสิทธิ์. *เทคนิคการประยุกต์ใช้จุลินทรีย์ที่มีประสิทธิภาพในงานกลีกรมไร้สารพิษ ประมง ปศุสัตว์และสิ่งแวดล้อม*. กรุงเทพฯ : สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยศิลปากร. 2547.
- [8] บางกอกโปรดักส์. “จุลินทรีย์ดับกลิ่นและบำบัดน้ำเสีย.” [Online]. Available : <http://www.bangkokshow.com/>. 2006.
- [9] Henri Poincaré. “Newton's Clock: Chaos in the Solar System.” [Online]. Available : <http://www-chaos.umd.edu/misc/poincare.html>. 2006.
- [10] Werner Heisenberg. “Uncertainty principle” [Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Werner_Heisenberg. 2006.
- [11] ศักดา สาครตานันท์, “การสังเคราะห์ไบโอดีเซลด้วยการผสมแบบสัญญาณอลวน” วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.
- [12] อนุรักษ์ จันทร์ศรี, “การสร้างเส้นทางโคจรสำหรับหุ่นยนต์สองล้อโดยใช้สมการอลวนของ Chua” วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 2550.
- [13] C. Mechkov. “Negative Impedance Converter” [Online]. Available : http://www.circuit-fantasia.com/circuit_stories/understanding_circuits/nic/vnic/vnic.htm. 2006.

- [14] M.P. Kennedy, "Experimental Chaos via Chua's Circuit," *Electronic Research Laboratory*, University of California, Berkeley, 1992, pp. 340-351.
- [15] A.N. Borodjjeva, and A.V. Manukova-Marinova, "Analysis and design of active filters with generalized impedance converter," *Electronics Technology: Meeting the Challenges of Electronics Technology Progress*, Vol.3, May 2004, pp. 398- 404.
- [16] E.L. Paul, V.A. Atiemo-Obeng, and S.M. Kresta, *Handbook of Industrial Mixing : Science and Practice*, Hoboken, NJ : Wiley-Interscience, 2004.
- [17] P.T.Spicer, W. Keller, and S.E. Prateintis, "The Effect of Impeller Type on Floc Size and Structure during Shear-Induced Flocculation," *Journal of Colloid and Interface Science* Vol.184, No.1, December 1996, pp. 112-122 .
- [18] Wellman Co., Ltd. "Mixing Categories"
[Online]. Available : <http://www.wellman.co.th>. 2006.
- [19] G.B. Tatterson, *Scaleup and design of industrial mixing processes*, New York : McGraw-Hill, Inc., 1994.
- [20] Z. Zhong, "Chaotic liquid shaker : Design, Implementation and application," Master of Philosophy, City University of Hong Kong, 2006.
- [21] T. Shinbrot, A. Alexander, M. Moakher, and F.J. Muzzio, "Chaotic Granular Mixing," *American Institute of Physics : Chaos*, Vol.9, No. 3, September 1999, pp. 611-620.
- [22] R.N. Madan, *Chua's circuit: A paradigm for chaos*, World scientific publishing Co. Pte. Ltd., Singapore, 1993.
- [23] G.L. Baker and J.P. Gollub, *Chaotic Dynamics on introduction*, Cambridge University Press, 1990.
- [24] K.T. Alligood, T.D. Sauer and J.A. Yorke, *Chaos and introduction to dynamical systems*, Springer-Verlag, New York, 1997.
- [25] R.C. Hilborn, *Chaos and Nonlinear Dynamics*, Oxford University Press, 2000.
- [26] Wikipedia. "Chaos theory"
[Online]. Available : http://en.wikipedia.org/wiki/Chaos_theory. 2007
- [27] T. Matsumoto, "A Chaotic Attractor from Chua's Circuit," *IEEE Transactions on Circuits & Systems*, Vol.31, No.12, December 1984, pp.1055-1058.
- [28] G.Q. Zhong, and F. Ayrom, "Experimental Confirmation of Chaos from Chua's Circuit," *International Journal of Circuit Theory & Applications*, Vol.13, No.1, 1985, pp. 93-98.
- [29] L.O. Chua, M. Komuro, and T. Matsumoto, "The Double Scroll Family," *IEEE Transactions on Circuits & Systems*, Vol.33, No.11, November 1986, pp. 1073-1118.

- [30] F. Ayrom, and G.Q. Zhong, "Chaos in Chua's circuit," *IEEE Proceedings-D Control Theory & Applications*, Vol.133, No.6, November 1986, pp. 307-312.
- [31] V.N. Belykh, and L.O. Chua, "A New Type of Strange Attractor Related to the Chua's Circuit," *Journal of Circuits Systems & Computers*, Vol.3, No.2, June 1993, pp. 361-374.
- [32] R. Brown, "Generalizations of the Chua equations," *IEEE Transaction on Circuits and Systems I: Fundamental Theory and Applications*, Vol.40, No.11, November 1993, pp. 878-884.
- [33] T. Miyoshi, T. Nitani, and N. Inaba, "Chaotic Attractor with a Characteristic of Torus," *IEEE Transactions on circuits and systems*, Vol.47, No.6, June 2000, pp. 944-948.
- [34] A. Sekiguchi, and Y. Nakamura, "The chaotic mobile robot," *IEEE Transaction on Robotic and Automation*, Vol. 17, No.6, December 2001, pp. 898-904.
- [35] E.T Cuautle, M.A. Villasenor, and J.M. Ortega, "Modeling and Simulation of a Chaotic Oscillator by MATLAB," *Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference*, Vol.1, September 2006, pp. 239-242.
- [36] Y. Simin, and L. Jinhu, "High Order Chua's Circuit and Its FPGA Realization," *Control Conference*, July 2007, pp. 409-413.

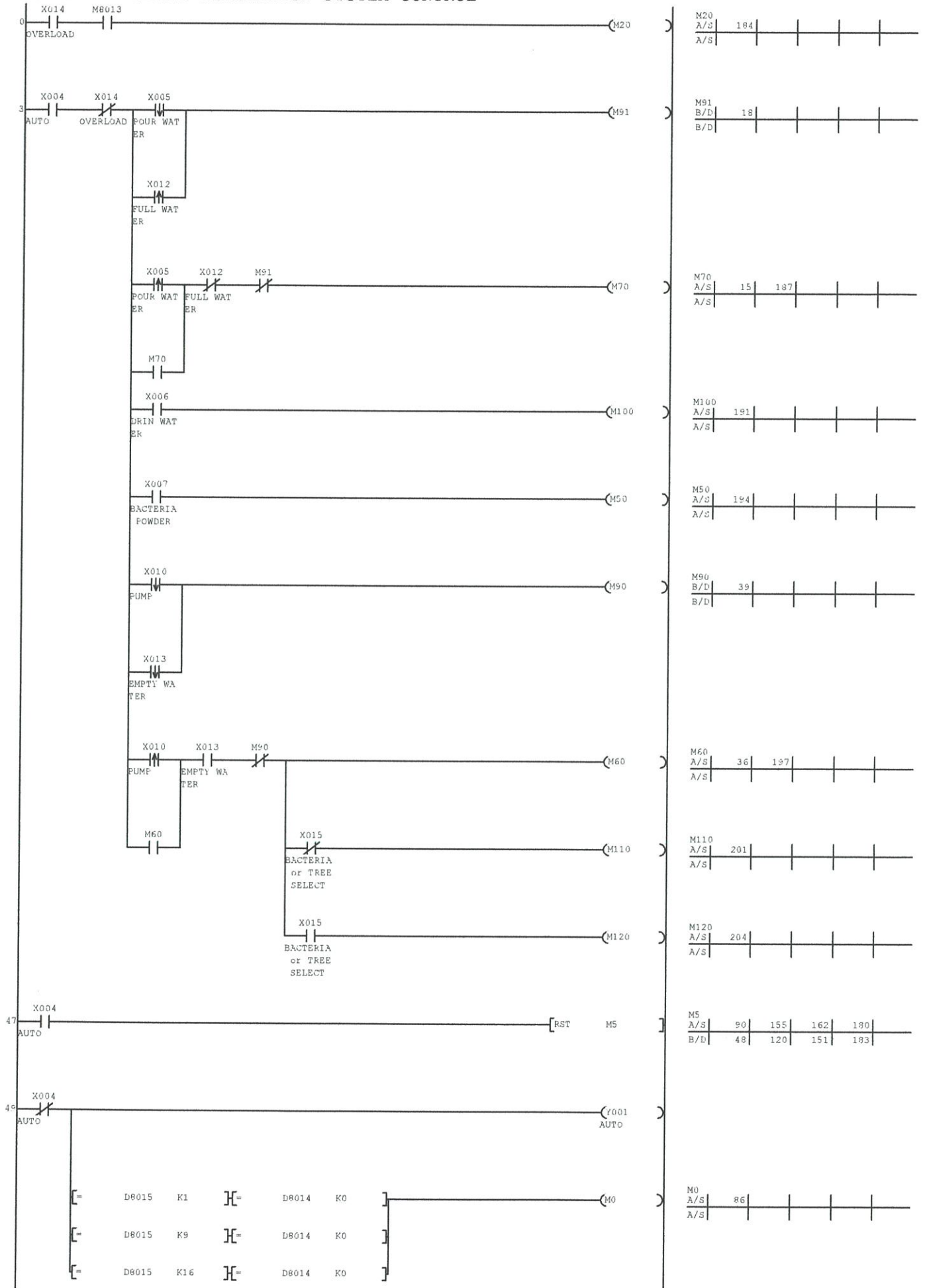
ภาคผนวก

ภาคผนวก ก.

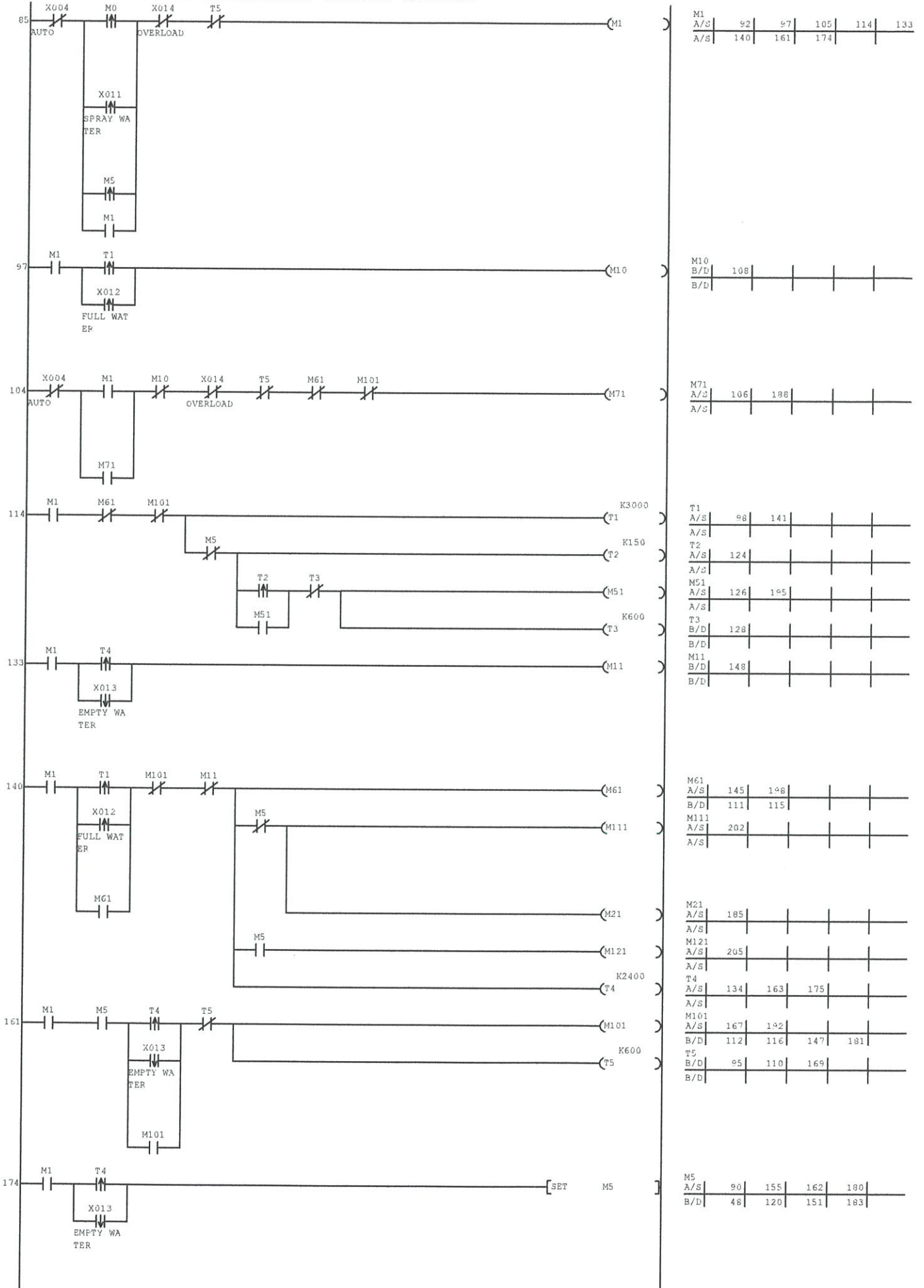
โปรแกรมที่ใช้ควบคุมเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

PLC Mitsubishi, FX1N-24MR-ES/UL

WASTE ODOR TREATMENT AUTOMATION SYSTEM CONTROL



WASTE ODOR TREATMENT AUTOMATION SYSTEM CONTROL



M1	A/S	92	97	105	114	133
A/S		140	161	174		

M10	B/D	108				
B/D						

M71	A/S	106	188			
A/S						

T1	A/S	98	141			
A/S						

T2	A/S	124				
A/S						

M51	A/S	126	165			
A/S						

T3	B/D	128				
B/D						

M11	B/D	148				
B/D						

M61	A/S	145	198			
B/D		111	115			

M111	A/S	202				
A/S						

M21	A/S	185				
A/S						

M121	A/S	205				
A/S						

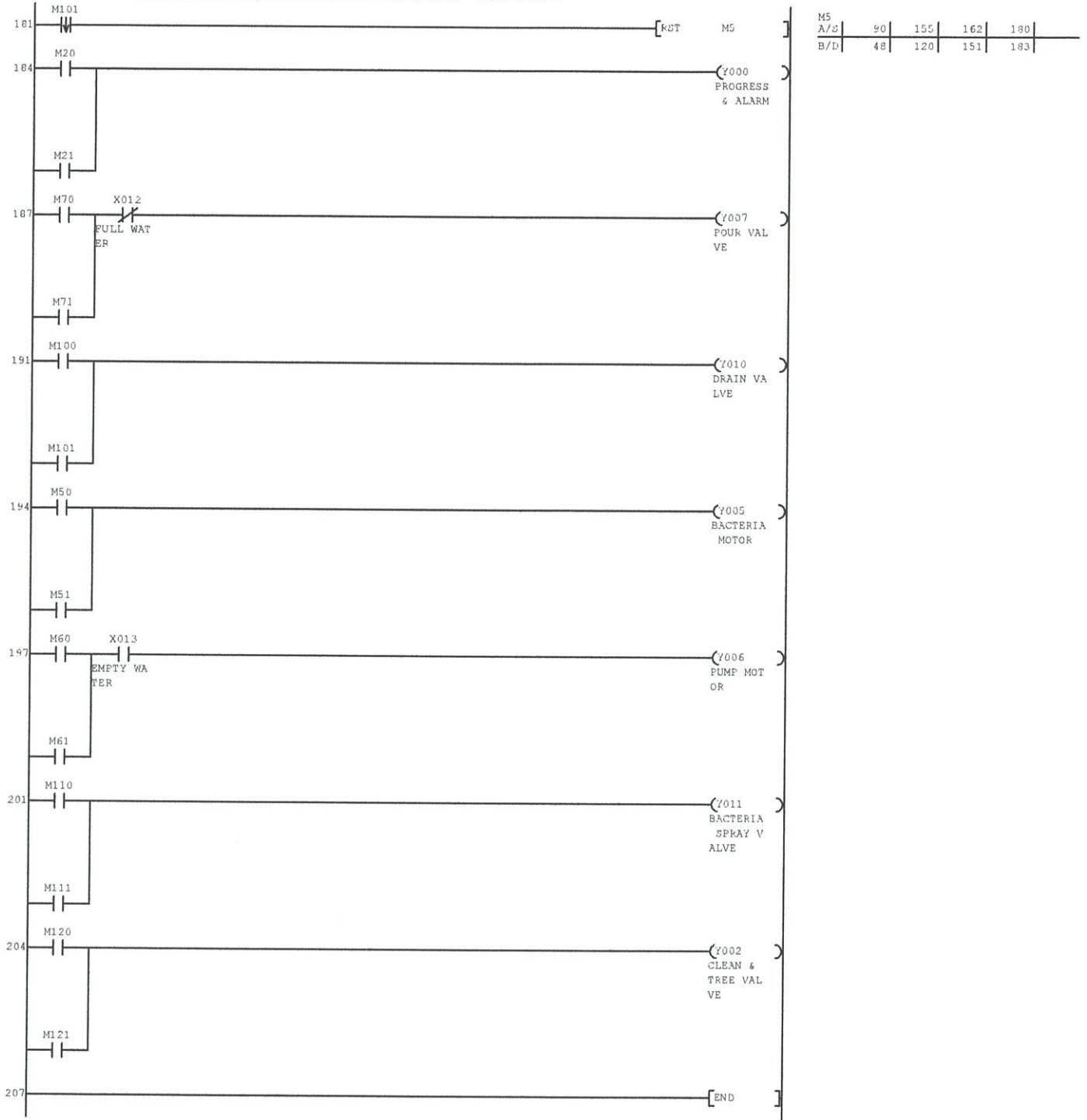
T4	A/S	134	163	175		
A/S						

M101	A/S	167	192			
B/D		112	116	147	181	

T5	B/D	95	110	169		
B/D						

M5	A/S	90	155	162	180	
B/D		48	120	151	183	

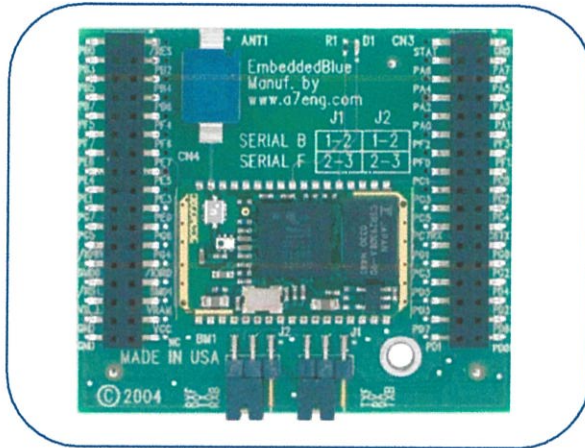
WASTE ODOR TREATMENT AUTOMATION SYSTEM CONTROL



M5	90	155	162	180
A/S	48	120	151	183
B/D				

ภาคผนวก ข.
ระบบสื่อสารบลูทูท

Bluetooth EmbeddedBlue™ 506, A7 Engineering



EmbeddedBlue™ eb506-SER OEM Bluetooth® Serial Adapter

Features and Benefits

- Plugs directly into Rabbit Core Modules RCM3000, RCM3100, RCM3200, RCM3305, RCM3365, and BL2500 SBC for simple prototyping and integration
- Simple serial UART communications and control
- Seamless connectivity with any Bluetooth device
- 2.4GHz FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum) technology ensures high reliability and is robust to interference
- Low current consumption for long battery life
- Both integrated antenna and U.FL connector versions available
- Complete with sample applications and source code

Applications

The EmbeddedBlue eb506-SER OEM Bluetooth serial adapter is ideal for enabling Rabbit Core Modules RCM3000, RCM3100, RCM3200, RCM3305, RCM3365, and BL2500 single board computer with a widely supported industry standard wireless protocol. Monitoring and control applications will benefit from an integrated implementation of the serial port profile for seamless connectivity with desktop computers, PDAs, and cellular phones. A focus on low current consumption makes the eb506-SER ideal for use in standalone battery powered devices common to medical and remote data capture applications.

Description

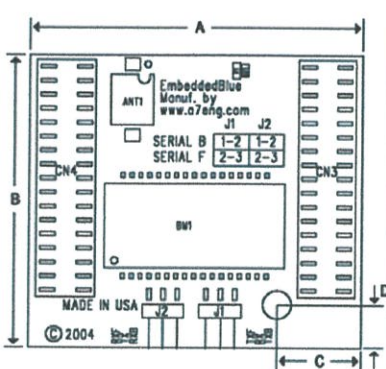
The eb506-SER implements all components of the Bluetooth stack on board so that additional host processor code is not required. Once a connection to another Bluetooth device has been established, the link has the appearance of a cabled serial connection eliminating the need for special wireless protocol knowledge.

Simple UART communication facilitates the interface between the host processor and the Series eb506 radio. This UART interface may be used to discover, connect, and communicate with other Bluetooth devices. An LED indicator for connection status is provided as a standard feature.



Specifications and Ordering Information

Dimensions



	inches	mm
A	1.85	46.99
B	1.65	41.91
C	0.47	12.06
D	0.24	6.22

Pinout

CN1/CN3

Pin 1	GND
Pin 19	Alt.RX
Pin 20	Alt.TX
Pin 25	RX
Pin 26	TX
Pin 27	Status
Pin 28	Mode
Pin 29	RTS
Pin 30	CTS

CN2/CN4

Pin 13	On/Off
Pin 31	VCC
Pin 32	GND
Pin 34	GND

All other pins are not connected.

Specifications

Transmit Power	+6dBm (max)
Open Field Range	More than 10 meters (32 feet)
Receiver Sensitivity	-85dBm
Operating Temperature	-15° to 70°C
Supply Power	3.3VDC
Current Consumption	115.2kbps data transfer: 35mA 38.4kbps data transfer: 30mA 9.6kbps data transfer: 25mA no connection: 3mA shutdown mode: 1.5µA
Interfaces	3.3V logic level UART Baud rate: 9.6k – 230.4k
Connectors	Two 17 pin 2mm headers compatible with RCM3000, RCM3100, RCM3200, RCM3305, RCM3365, and BL2500
Antenna	Internal surface mount
Bluetooth Support	Version 1.2 compliant with profiles GAP, SDP, and SPP
Firmware	Upgradeable via PC application

Ordering Information

Part Number	Description
eb506-SER-A1	RCM compatible adapter integrated antenna
eb506-SER-A2	RCM compatible adapter U.FL connector

Manufactured and Distributed by:

A7 Engineering Incorporated

12860 C Danielson Court

Poway, CA 92064

Tel: (858) 679-7708

Fax: (858) 391-5616

Web: www.a7eng.com

E-mail: sales@a7eng.com

A7 Engineering™
wireless building blocks

Bulletin 06/03 eb506-SER Copyright ©
2004 – 2006 A7 Engineering, Inc.
All Rights Reserved.

Specifications are subject to change without notice.
All names and trade names are trademarks or registered trademarks of their
respective owners.



ภาคผนวก ค.
การตั้งค่าเครื่องวัดค่าความขุ่นด้วยแสง UV

Spectrophotometer

Brand : Jenway

Model : 6405

64 and 65 Series Spectrophotometers

Models 6400 Visible and 6405 UV/Visible Scanning Spectrophotometers

The 64 series scanning units are ideal for all routine teaching, laboratory and research environments. Two fully featured but economically priced spectrophotometers both feature, in addition to Absorbance, Concentration and % Transmittance readings, comprehensive kinetics capability with display of rate change and kinetic activity value. The user can define lag time, kinetic factor and run time. Scanning capability is included as standard.

- % Transmittance and Absorbance
- Multi-Wavelength measurement giving Absorbance difference and ratio
- Concentration by Factor or Standard
- Scanning up to 1200nm/min

The 6400 Visible spectrophotometer can be used between 320 and 1100nm, whilst the 6405 UV/Visible spectrophotometer extends this range to between 190 and 1100nm. Both the 6400 and the 6405 have a scanning mode, offering three scanning speeds; (166, 400 and 1200nm/min.), and three scanning intervals; (0.2, 1 and 5nm/ increment). They also offer selectable wavelength range; autoscaling; peak and valley labelling; direct measurement from scan and scan repeat facility.

Model 6500 Visible and 6505 UV/Visible Scanning Spectrophotometers

The 6505 is a fully specified UV/Visible spectrophotometer offering superior optical performance and enhanced software features, all at an affordable price to the research or quality control operator. The split beam optical system, with a 1.8nm bandpass, reduces stray light and enhances overall reliability by minimising the number of optical elements employed. The versatile programming capability is enhanced by a mouse based operating system, allowing flexibility of use for SOP or customer applications. The 6500 Visible spectrophotometer can be used from 320 to 1100nm. The 6505 range extends down to 190nm. On both units scan range, speed and resolution can be user adjusted and the resultant scan can be auto scaled to give enhanced visibility.

- High performance scanning
- Method and results storage
- Mouse operation
- Superior split beam optics
- Kinetics/Multiple wavelength operation
- Up to 20 point calibration curve
- Flexible software
- Multi cell changer as standard

Specifications

Model	6400	6405	6500	6505
Wavelength (resolution), nm	320-1100 (0.1)	190-1100 (0.1)	320-1100 (0.1)	190-1100 (0.1)
Accuracy, nm	±1	±1	±1	±1
Bandwidth, nm	5	5	1.8	1.8
Absorbance (resolution), A	-0.300-3.000 (0.001) (all models)			
Transmittance (resolution)	0-199.9% (0.1%) (all models)			
Stray light @ 340nm	<0.05%	<0.05%	<0.05%	<0.05%
Photometric accuracy, A	0.005@1.0A	0.005@1.0A	0.005@1.0A	0.005@1.0A
Concentration (resolution)	-300 to +9999 (0.001/0.01/0.1) (all models)			
Outputs	Analogue and bi-directional RS232		Analogue, bi-directional RS232, parallel Centronics and mouse ports	
Dimensions (dxwxh), mm	520x330x180	520x330x180	520x330x180	520x330x180
Weight, kg	15	15	15	15
Cat. No.	613-062	613-063	613-238	613-108
Price	POA	POA	POA	POA

All models are supplied with mains lead, starter pack of 100 plastic cuvettes and instructions. Models 6500 and 6505 are supplied with a mouse.

Accessories for Models 6400, 6405, 6500 and 6505

Cat. No.	Description	Price
613-064	Printer	POA
472-133	Paper roll for printer	POA
472-134	Printer ribbon	POA
613-065	Peltier heated cell system, comprising heated cell block and external power supply module*	POA
613-066	Eight position motorised multi-cell changer* supplied as standard with 6500/6505. Optional with 6400/6405	POA

* Fitted if system ordered with spectrophotometer. If ordered separately, requires engineer to install.



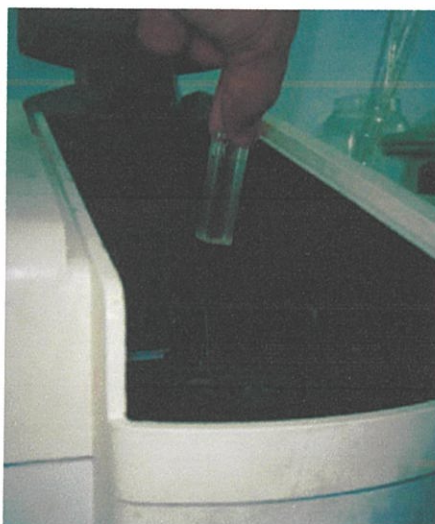
ขั้นตอนการวัดค่าความยาวคลื่นแสง

1. จากรูปที่ ค.1 แสดงส่วนประกอบของเครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Jenway รุ่น 6405 ทางด้านขวามือเป็นที่ใส่น้ำจูลินทรีย์โดยจะต้องเปิดฝาปิดขึ้นเพื่อใส่ตัวอย่างน้ำจูลินทรีย์



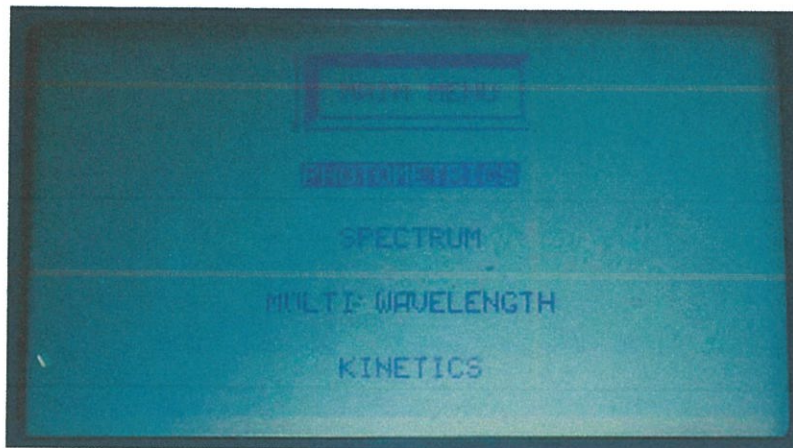
รูปที่ ค.1 เครื่อง Spectrophotometer ยี่ห้อ Jenway รุ่น 6405

2. ในการวัดค่าความยาวคลื่นแสงการตั้งค่าเริ่มต้นได้ทำการเลือกน้ำจูลินทรีย์ที่ผสมด้วยสัญญาณไฟฟ้ากระแสตรง $3 V_{DC}$ เขย่าขวดที่เก็บน้ำจูลินทรีย์แล้วนำน้ำจูลินทรีย์ใส่หลอดทดลอง 4 มิลลิลิตร แล้วเทออก
3. นำน้ำจูลินทรีย์ใส่หลอดทดลอง 4 มิลลิลิตรอีกครั้งแล้วนำไปใส่ในช่องสำหรับวัดค่าความขุ่นด้วยแสง UV เพื่อหาค่าความยาวคลื่นแสงที่เหมาะสมในการทดลอง ดังรูปที่ ค.2

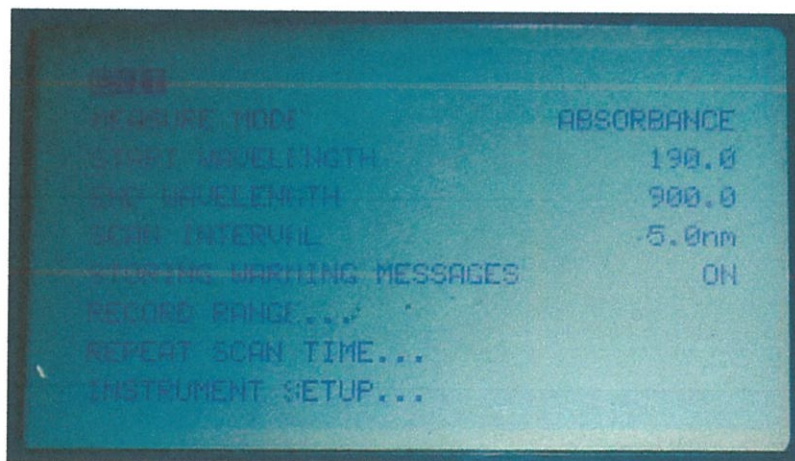


รูปที่ ค.2 ช่องสำหรับใส่หลอดทดลอง

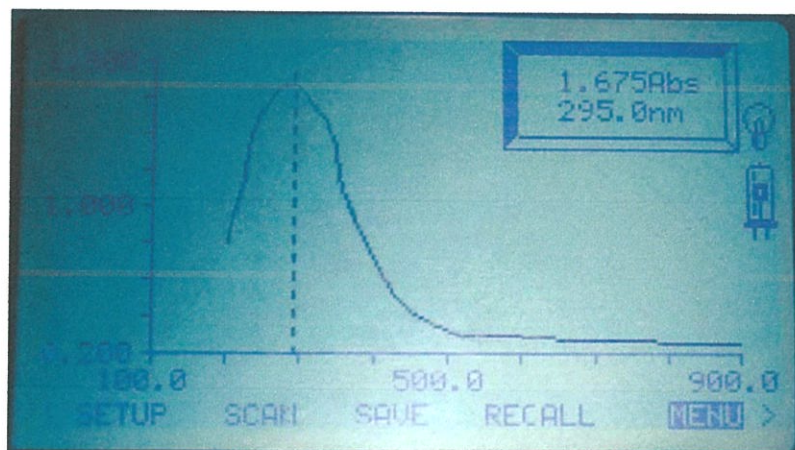
4. เข้าที่เมนู SPECTRUM เพื่อวัดค่าความยาวคลื่นที่เหมาะสมในการทดลองรูปที่ ค.3 – ค.5



รูปที่ ค.3 MAIN MENU เครื่อง Spectrophotometer






รูปที่ ค.4 เมนู SETUP ค่าความยาวคลื่น 190 – 900 nm



รูปที่ ค.5 ค่าความยาวคลื่นที่ใช้ในการทดลอง 295 nm

5. ค่าความยาวคลื่นแสงที่วัดได้ 295 nm อยู่ในช่วง UV-B ซึ่งแสง UV มีความยาวช่วงคลื่น 100 – 400 nm แสง UV มีอยู่ 3 ชนิดคือ
- UV-A ความยาวช่วงคลื่น 315 – 380 nm (long waves)
 - UV-B ความยาวช่วงคลื่น 280 – 315 nm (middle waves)
 - UV-C ความยาวช่วงคลื่น 100 – 280 nm (short waves)

ขั้นตอนการวัดหาค่าความความชุ่มด้วยแสง UV

1. เข้าที่เมนู PHOTOMETRICS กดปุ่ม  แล้วใส่ค่าความยาวคลื่น 295 nm
2. นำน้ำเปล่าที่บรรจุในหลอดทดลองไปใส่ช่องทดลอง
3. กดปุ่ม  แล้วตามด้วยปุ่ม  จะเป็นการตั้งค่าเริ่มต้นการวัดเทียบกับน้ำเปล่า มีค่า 0.000
4. นำน้ำจุลินทรีย์ที่บรรจุในหลอดทดลองไปใส่ช่องทดลอง
5. อ่านค่าที่ได้แล้วบันทึกผลการทดลอง ค่าที่วัดได้ต้องอยู่ในช่วง 0.000 – 1.000

ภาคผนวก ง.

ผลงานวิจัยที่ได้เผยแพร่ทางสื่อต่างๆ

1. รายการสายตรงเทคโนโลยี เรื่อง ระบบบำบัดกลิ่นขยะด้วยวิธีการชีวภาพ ช่อง 9 อ.ส.ม.ท. วันที่ 28 ธันวาคม 2548
2. รายการอินไซด์ เทคโนโลยี เรื่อง การกำจัดกลิ่นขยะ ช่อง 11 สทท. กรมประชาสัมพันธ์ วันที่ 8 กรกฎาคม 2549
3. พระจอมเกล้าลาดกระบังนิทรรศ 49 เรื่อง การปรับปรุงโรงเรือนบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ วันที่ 14 – 19 พฤศจิกายน 2549

รายการสายตรงเทคโนโลยี

เรื่อง ระบบบำบัดกลิ่นขยะด้วยวิธีการชีวภาพ

งานวิจัยนี้ได้ทำการประชาสัมพันธ์เผยแพร่ผลงานในช่วงข่าวด่วนเวลาประมาณ 19.15 น. ของวันที่ 28 ธันวาคม 2548 ทางช่อง 9 อ.ส.ม.ท. ดังรูปที่ ง.1 หลังจากการออกอากาศผ่านทาง ช่อง 9 อ.ส.ม.ท. ได้มีผู้สนใจสอบถามข้อมูลระบบบำบัดขยะด้วยวิธีการชีวภาพมาเป็นจำนวนมาก และยังได้รับความสนใจจากองค์การบริหารส่วนตำบล (อบต.) และองค์การบริหารส่วนจังหวัด (อบจ.) เป็นจำนวนมากที่สนใจเกี่ยวกับระบบบำบัดกลิ่นขยะด้วยวิธีการชีวภาพ ซึ่งได้มีการขอข้อมูลการสร้างโรงเรือนและเครื่องต้นแบบจากผู้วิจัย เพื่อนำไปดัดแปลงใช้งานในท้องถิ่นของตนที่มีปัญหาเกี่ยวกับขยะเน่าเหม็นส่งกลิ่นรบกวนชาวบ้านในพื้นที่นั้น ๆ



รูปที่ ง.1 ทีมงานข่าวด่วนสายตรงเทคโนโลยีของช่อง 9 อ.ส.ม.ท.
ให้ความสนใจมาถ่ายทำเครื่องต้นแบบ

การทดลองโดยใช้จุลินทรีย์ที่บำบัดกลิ่นขยะนั้นได้รับความอนุเคราะห์จาก คุณ ไกรสร กรุงวงศ์ ดังรูปที่ ง.2 ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการบำบัดขยะที่ได้ให้ข้อมูลรวมทั้งจุลินทรีย์ที่ใช้ในการทดลองเบื้องต้น ดังรูปที่ ง.3 ก่อนที่จะทำการสร้างระบบบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ



รูปที่ ง.2 รศ.ดร. ปิติเขต สุรักษา (ซ้าย) ที่ปรึกษาโครงการระบบบำบัดกลิ่นขยะ และ
คุณไกรสร กรุงวงศ์ (ขวา) ผู้เชี่ยวชาญทางด้านการบำบัดขยะ



รูปที่ ง.3 จุลินทรีย์ที่ใช้ในระบบบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

รายการอินไซด์ เทคโนโลยี

เรื่อง การกำจัดกลิ่นขยะ

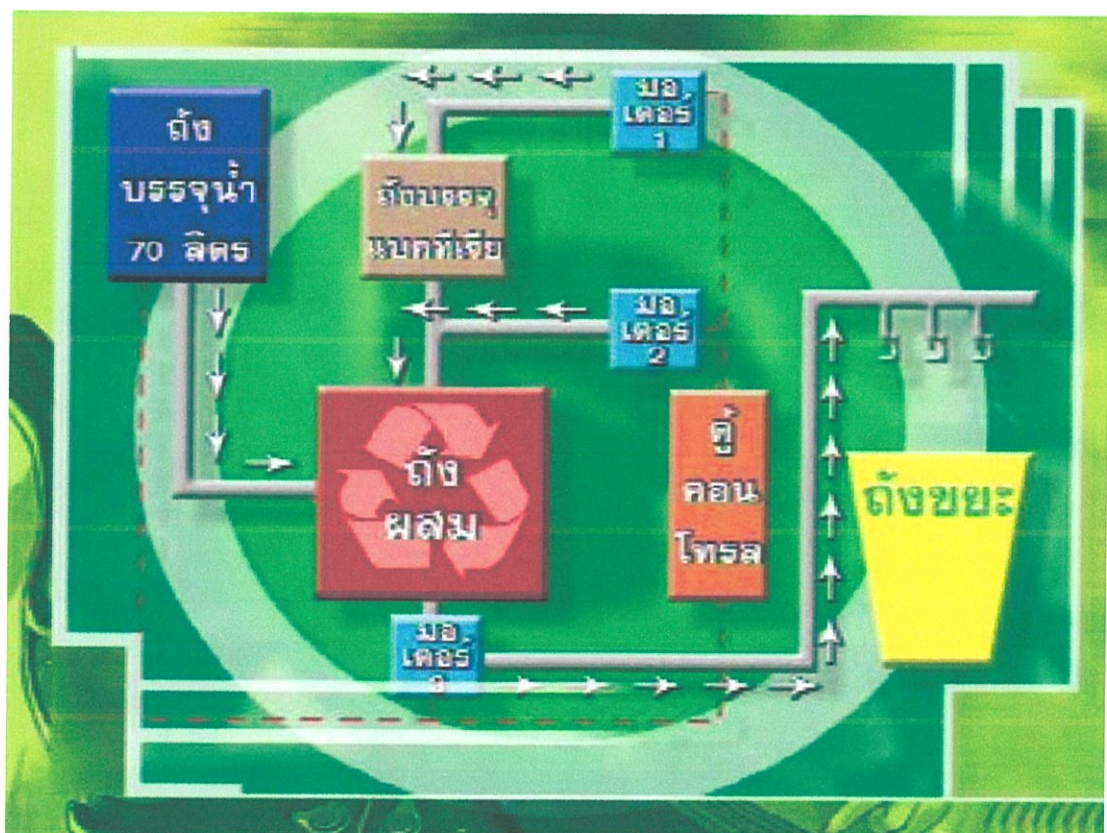
สจล. ร่วมกับ กรมประชาสัมพันธ์ สร้างสรรค์รายการโทรทัศน์เพื่อประชาชน เนื่องด้วย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (สจล.) ได้เล็งเห็นถึงความสำคัญของ วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ซึ่งมีความสำคัญต่อการดำรงชีวิตในปัจจุบันของคนไทยเป็นอย่างมาก รวมทั้งเยาวชนและประชาชนยังขาดความรู้ความเข้าใจอย่างถูกต้อง ดังนั้นสถาบันฯ จึงได้ ร่วมมือกับกรมประชาสัมพันธ์ ผลิตรายการโทรทัศน์เสนอผ่านทางช่อง 11 กรมประชาสัมพันธ์ (สทท.11) ชื่อรายการ “INSIDE TECHNOLOGY” ดังรูปที่ ง.4 ออกอากาศทุกวันเสาร์ช่วงเย็น เวลา 16.05 -16.30 น. เริ่มออกอากาศครั้งแรกวันที่ 11 ธันวาคม 2548 นี้เพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัย ด้านวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีสู่ชุมชน สังคม และประเทศชาติ เพื่อเป็นการเพิ่มศักยภาพการแข่งขันกับต่างประเทศและเป็นการกระตุ้นให้เยาวชนของไทย เกิดความสนใจการเรียนรู้ทางด้าน วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีให้มากขึ้น โดยมีการอธิบายความเป็นมาของระบบการกำจัดกลิ่นขยะ และการทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ ดังรูปที่ ง.5 – ง.8



รูปที่ ง.4 รายการ INSIDE TECHNOLOGY



รูปที่ ๓.๕ เครื่องต้นแบบบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ



รูปที่ ๓.๖ ระบบการทำงานของ เครื่องต้นแบบบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ



รูปที่ ง.7 รศ.ดร. ปิติเชต สุจริตษา อธิบายโครงสร้างของระบบบำบัดกลิ่นขยะ



รูปที่ ง.8 นายสุวิไล อารีจิตต์ สาธิตวิธีการทำงานของเครื่องบำบัดกลิ่นขยะ

พระจอมเกล้าลาดกระบังนิตรรศ 49
เรื่อง การปรับปรุงโรงเรียนบําบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ขอเชิญชมนิทรรศการวิชาการเฉลิมพระเกียรติ

พระจอมเกล้า
ลาดกระบัง
นิตรรศ ๕๙

เทิดไท้ ๖๐ ปีครองราชย์
พระบิดาแห่งเทคโนโลยีของไทย

ชมผลงานเด่นทางเทคโนโลยี ผลงานวิจัย สิ่งประดิษฐ์และนวัตกรรมทางวิชาการ
จากทุกคณะของสถาบันฯ เช่น คณะวิศวกรรมศาสตร์ คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์
คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์
คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ โครงการคณะอุตสาหกรรมเกษตร วิทยาศาสตร์ชุมชน และอื่นๆ

- กลุ่มเทคโนโลยีสื่อสารและสารสนเทศ เช่น บันและสำนักงานวิจัยด้วยเทคโนโลยีราย เครื่องช่วยพิมพ์ภาษาไทย
และโป่งทำทางสำหรับผู้พิการทางสายตา เกม 3 มิติ บังคับการเคลื่อนที่ด้วยตัวต่อจูกู
- กลุ่มเทคโนโลยี RFID เช่น RFID สำหรับกรณีศึกษาใหม่ เทคโนโลยีป้ายรถเมล์อัจฉริยะ
- กลุ่ม Logistic และ Intelligent Transporter System (ITS) เช่น ระบบร่องรอยที่เขตอุตสาหกรรม
การให้บริการเชิงรุกของอุตสาหกรรมระบบร่องรอยแบบอัตโนมัติ สถานีภาคพื้นดินของอากาศยานใช้ยาน
การเคลื่อนที่บนทางรถรางตามแนวพระราชดำริ
- กลุ่มหุ่นยนต์ เช่น หุ่นยนต์อัจฉริยะระดับโลก หุ่นยนต์ช่วยเหลือผู้สูงอายุทางการแพทย์ หุ่นยนต์ส่งของ
- กลุ่มพลังงานทดแทน เช่น รถไฟฟ้าไฮโดรเจนอัจฉริยะ รถยนต์พลังงานทดแทนไบโอดีเซล E-20
รถคนพิการอัจฉริยะ
- กลุ่มเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม เช่น ไอโซเทคเทคโนโลยีประปาและระบายน้ำ
ไอโซเทคเกษตรเพื่อการค้าเชื้อโรครักษาในโรงเลี้ยงแพะ
- กลุ่มเทคโนโลยีอาหารและเกษตรกรรม เช่น กุฎสถานเทียบ เทคโนโลยีการเลี้ยงสัตว์น้ำไรโรคจาก
การวิเคราะห์ดินเพื่อการให้ปุ๋ยไม่พล ต้นไม้เรืองแสงด้วยยีน GFP
- กลุ่มศิลปะและสถาปัตยกรรม เช่น บ้านอุสาหกรรมสำหรับสิ่งแวดล้อมที่ใกล้สมบูรณ์
บ้านประหยัดพลังงาน อนุรักษ์ศิลปกรรมของต้นพระเกี้ยว

๑๕-๑๗ พฤศจิกายน ๒๕๕๗

ศูนย์นิทรรศการนิทรรศการ
สำนักงานอธิการบดีและประชาสัมพันธ์ โทร. ๐-๒๑๒๖-๕๓๒๓-๕
www.kmitl.ac.th

รูปที่ ๙.๑ พระจอมเกล้าลาดกระบังนิตรรศ 49

โครงการวิจัยเด่นเพื่อจัดแสดงในงานนิทรรศการ

“พระจอมเกล้าลาดกระบังนิทรรศ 49 : เทิดไท้ 60 ปีครองราชย์ พระบิดาแห่งเทคโนโลยีของไทย”

ระหว่างวันที่ 14 – 19 พฤศจิกายน 2549

จำนวน 92 โครงการ

กลุ่มเทคโนโลยีเพื่อสิ่งแวดล้อม จำนวน 11 โครงการ

1. การใช้ประโยชน์จากจีเอ็มโกลอยสำหรับผลิตอิฐมวลเบา
2. ระบบกรองน้ำและฆ่าเชื้อโรคด้วยก๊าซโอโซน
3. การพัฒนาต้นแบบเชิงพาณิชย์ของเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองแบบพกพา
4. ต้นไม้เรืองแสงด้วยยีน GFP จากแมงกะพรุน
5. การพัฒนาสารสกัดจากพืชสมุนไพรเพื่อใช้ในการป้องกันแมลงวันบ้าน
6. การศึกษาแมลงศัตรูของมะพูดและแนวทางในการป้องกันกำจัดโดยใช้สารสกัดจากพืชสมุนไพร
7. การพัฒนาแชมพูพืชสมุนไพรในการป้องกันกำจัดเหามนุษย์
8. การควบคุมไรศัตรูโดยสารสกัดจากพืช
9. การปรับปรุงโรงเรียนบำบัดกลิ่นขยะอัตโนมัติ
10. การพัฒนาต้นแบบเชิงพาณิชย์ของเครื่องวัดปริมาณฝุ่นละอองแบบพกพา
11. ผลกระทบจากชั้นบรรยากาศต่อสัญญาณดาวเทียม

กลุ่มเทคโนโลยีสื่อสารและสารสนเทศ จำนวน 27 โครงการ

1. ระบบให้บริการแท็กซี่ชาญฉลาดและระบบร้องขอและให้บริการรถตุ๊กตุ๊กเงิน
2. ระบบนำร่องรถยนต์ชาญฉลาด
3. สถานีภาคพื้นดินของอากาศยานไร้คนขับ
4. ระบบพยากรณ์สภาพจราจรและระบบควบคุมไฟจราจรอัตโนมัติตามข้อมูลสภาพจราจร
5. หนังสือเล่าดิจิทัล
6. เครื่องอ่านลายมือเขียนภาษาไทยแบบออนไลน์
7. โครงสร้างพื้นฐานของเฮลิคอปเตอร์ที่มีระบบควบคุมการบินอัตโนมัติ
8. โลกเสมือนจริงในรูปแบบคอมพิวเตอร์กราฟิกส์ 3 มิติ พร้อมการปฏิสัมพันธ์ด้านแรง
9. จอสัมผัสโดยใช้เวปแคม
10. เครื่องช่วยพิมพ์ภาษาไทยสำหรับผู้พิการทางสายตา
11. การพัฒนาต้นแบบเชิงพาณิชย์ของป้ายอัจฉริยะสะกดนกซิ่ง
12. ระบบตรวจสอบรูปภาพลายน้ำดิจิทัล

13. เกม 3 มิติ บังคับการเคลื่อนไหวดำตัวละครด้วยการเคลื่อนไหวกของผู้เล่นโดยใช้วิธีทัชสกรีนจากกล้อง
14. เครื่องตรวจรสชาติผลไม้แบบพกพาด้วยคลื่นไมโครเวฟ
15. รถคนพิการอัจฉริยะ
16. เครื่องกรองความถี่สัญญาณรบกวนสนามแม่เหล็กไฟฟ้า สำหรับการขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้า
17. สายอากาศสถานีฐาน
18. เครื่องตัดสัญญาณการจุดระเบิดด้วยโทรศัพท์มือถือ
19. ท่อแฉกนมหัตถ์จรรยา 3 มิติ
20. สายอากาศหลายความถี่แบบช่องเปิดมุมฉากที่กระตุ้นด้วยสายส่งไมโครสตริป
21. การจำลองการแตกหักของวัตถุแบบมีปฏิสัมพันธ์ โดยใช้เทคโนโลยีวีอาร์
22. การออกแบบโปรโตคอลสำหรับระบบที่ทำงานร่วมกัน
23. ชุดศึกษาผลกระทบของสัญญาณรบกวนแม่เหล็กไฟฟ้าทางสายตัวนำ
24. ระบบวงจรรวมไมโครอิเล็กทรอนิกส์ไร้สาย
25. สายอากาศโพลาริเซชันคู่แบบสองทิศทางสำหรับการส่งสัญญาณแบบหลายอินพุท หลายเอาต์พุท
26. ชุดแสดงการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้กำลัง
27. การจัดกลุ่มข้อมูลโดยใช้ Learning Classifier System

กลุ่มเทคโนโลยี RFID จำนวน 2 โครงการ

1. ไม้เท้านำทางอัจฉริยะสำหรับคนตาบอด
2. เทคโนโลยีการเลี้ยงสัตว์น้ำโลกอนาคต : การเลี้ยงปลาสดในระบบน้ำหมุนเวียนแบบปิดที่ใช้เทคนิค RFID TAGS ติดตามการเติบโตแบบรายตัว

กลุ่มหุ่นยนต์ จำนวน 7 โครงการ

1. หุ่นยนต์สองล้อ (จำนวน 2 ชุด)
2. การควบคุมหุ่นยนต์ขนาดเล็กผ่านอินเทอร์เน็ตระหว่าง สจล. และ UEC
3. เครื่องแกะสลักเอนกประสงค์
4. แขนกล (จำนวน 4 ชุด)
5. ระบบอินเวอร์ทเพนคูลัม
6. หุ่นยนต์กู้ภัย
7. หุ่นยนต์ชนะเลิศการแข่งขันหุ่นยนต์นานาชาติ 2005 (ROBOFESTA 2005)

กลุ่มพลังงานทดแทน จำนวน 10 โครงการ

1. เครื่องผลิตไบโอดีเซลพร้อมสาริต
2. รถยนต์พลังงานทดแทน
3. ระบบส่องสว่างทั่วไปและการตกแต่งประดับประดาโดย LED กำลังสูง
4. เครื่องทำแกลบจากขังข้าวโพด
5. การพัฒนาต้นแบบเชิงพาณิชย์ของระบบควบคุมจัดการประหยัดพลังงานในหลอดไฟส่องสว่างสาธารณะ
6. พืชพลังงานเฉลิมพระเกียรติ
7. รถไฟฟ้าไฮบริดจากเซลล์แสงอาทิตย์กับพลังงานเชื้อเพลิง
8. พลังงานน้ำมันรีไซเคิล
9. ระบบรถไฟฟ้าไฮบริดอัจฉริยะ
10. เครื่องออกกำลังกายยุคทุนนิยม

กลุ่มเทคโนโลยีอาหาร/เกษตร จำนวน 25 โครงการ

1. เครื่องจ่ายน้ำนม
2. เครื่องพัฒนาคุณภาพเนื้อ
3. เครื่องลวก/ทอดแบบอุตสาหกรรม
4. ชุดเครื่องมือผลิตเครื่องดื่มอัดลมและเครื่องบรรจุแบบกึ่งอัตโนมัติ สำหรับผู้ประกอบการขนาดกลางและเล็ก
5. เครื่องทำน้ำกะทิเข้มข้นแบบประหยัดที่ความดันต่ำกว่าบรรยากาศ
6. อาหารหมักและเครื่องดื่มโปรไบโอติก
7. การประยุกต์ใช้อัลตราซาวด์จากเปลือกส้มโอเป็นแหล่งใยอาหารในแบตเตอรี่เค้กและคุกกี้
8. การทำวิศวกรรมเมแทบอลิซึมของชีวสังเคราะห์เพดโวนอยด์เพื่อผลิตพืชต้านทานต่อสภาวะเครียด
9. การปรับปรุงพันธุ์หญ้าอาหารสัตว์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
10. การใช้ปุ๋ยในไม้ผลอย่างมีประสิทธิภาพ
11. การพัฒนาระบบฐานข้อมูลและระบบสารสนเทศโครงการอันเนื่องมาจากพระราชดำริด้านการเกษตร
12. พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวกับงานด้านปศุสัตว์
13. การพัฒนาอาหารเทียมสำหรับหมูวัยอ่อนและการคัดแปลงพันธุกรรมใหม่อีรี
14. การยืดอายุการเก็บรักษาบัวและผลิตภัณฑ์ของดอกบัว
15. โรงเรือนโพนสำหรับการเพาะเห็ดฟางแบบอุตสาหกรรม
16. การขยายพันธุ์และผลิตพรรณไม้น้ำแบบไร้ดินเพื่อการส่งออก

17. ป่าชายเลนและเทคโนโลยีการเลี้ยงปูทะเลในพื้นที่จำกัดด้วยระบบสเปรย์น้ำ
18. การเร่งสีปลาสวยงามและสีเนื้อปลาด้วยการใช้สาหร่าย *Nostoc communc* สายพันธุ์ของไทย
19. การเลี้ยงสัตว์ปีกพื้นเมืองในชนบทด้วยอาหารธรรมชาติแบบเลือกกิน
20. แนวทางการใช้สมุนไพรในการประกอบสูตรอาหารสัตว์เพื่อความปลอดภัยด้านอาหาร
21. นวัตกรรมผลิตภัณฑ์เนื้อ (การตรวจสอบการปลอมปนของวัตถุดิบเนื้อในผลิตภัณฑ์เนื้อโดยใช้เทคนิคปฏิกิริยาภูฏาโซฟีซีอาร์)
22. การผลิตเห็ดโดยใช้กล้าเชื้อแบคทีเรียแลกติกที่ผลิตแบคทีเรียโอซิน
23. ใส่กรอกเต้าหู้รมควัน
24. แป้งขนมตาลสำเร็จรูป
25. นวัตกรรมผลิตภัณฑ์เนื้อ (ผลิตภัณฑ์ใส่กรอก KMITL เพื่อสุขภาพ)

กลุ่มศิลปและสถาปัตยกรรม จำนวน 6 โครงการ

1. นิทรรศการศิลปกรรมเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัว
2. โครงการศึกษาออกแบบอุทยานเฉลิมพระเกียรติพระบาทสมเด็จพระจอมเกล้าเจ้าอยู่หัว รัชกาลที่ ๔ ณ บริเวณสนามเขาวัง จังหวัดเพชรบุรี
3. การศึกษาการออกแบบผลิตภัณฑ์ตัวกันสีแบบเจลสำหรับทำผ้าบาติกเพื่อสิ่งแวดล้อม
4. การศึกษาแนวทางการแก้ไขปัญหาการจราจรตามแนวพระราชดำริ
5. พิพิธภัณฑสถานชาติวิทยาเกาะและทะเลไทย
6. การอนุรักษ์และปรับปรุงพันธุ์วานิลลาสายพันธุ์ป่าในประเทศไทย

กลุ่มเทคโนโลยีการแพทย์ จำนวน 4 โครงการ

1. การพัฒนาต้นแบบเชิงพาณิชย์ของเครื่องตรวจตำแหน่งของปลายคลองรากฟัน
2. ความผิดปกติทางพันธุกรรมของอสุจิในผู้สูบบุหรี่
3. การพัฒนาอุปกรณ์ทำลายเซลล์มะเร็งเฉพาะจุด
4. การคัดแยกเซลล์เม็ดเลือดขาวอัตโนมัติโดยอ้างอิงการวิเคราะห์ส่วนประกอบพื้นฐาน

ภาคผนวก จ.

ผลงานวิจัยที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่

1. Suwilai Areejit, and Pitikhate Sooraksa, "Odor Treatment System for Waste Management," *SICE-ICASE International Joint Conference*, Busan, Korea, October 2006, pp. 3177-3180.

SICE-ICCAS 2006

SICE - ICASE International Joint Conference 2006

October 18 - 21, 2006

BEXCO(Busan Exhibition & Convention Center), Busan, KOREA



The Society of Instrument and Control Engineers (SICE), Japan (<http://www.sice.or.jp>)



The Institute of Control, Automation and Systems Engineers (ICASE), Korea (<http://icase.or.kr>)

Odor Treatment System for Waste Management

Suwilai Areejit¹ and Pitikhate Sooraksa²

¹ Department of Information Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand
(Tel : +66-2-346-5091; E-mail: ar_suwilai@hotmail.com)

² Department of Information Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, Bangkok, Thailand
(Tel : +66-2-737-3000; E-mail: pitikhate@gmail.com)

Abstract: This project is an applied research using automation technology for environment. The goal of the research is to build a prototype for waste treatment annihilating obnoxious odors. Good bacteria, which is unharmed for human, is employed for the treatment by means of automatic spraying technique. The output of the research is the prototype as desired and the outcome is knowledge transferring to communities. Based on Thai TV news about this KMITL automatic waste treatment machine, the prototype has received a great attention from many local administrative governments of many provinces in Thailand.

Keywords: Waste, Odor, Treatment

1. INTRODUCTION

According to Pollution Control Department, in recent years, the department received 754 complaints about pollution problems from nationwide. The most concerned problem of those complaints was Odor, 40%. Those ranked after Odor were Smoke/Dust, Wastewater, Noise, Solid Waste, Hazardous Waste and Other, respectively [1] as shown in Fig. 1. The report also revealed that, "in comparison to the nationwide, there were 528 petitions from total of 754 or 70% of public complaint on pollution were sent from these provinces respectively : Bangkok, Samutprakan, Nakhonpathom, Samutsakhon and Nonthaburi." It is easy to see that the larger the city and its vicinity, the higher the number of problems from waste would be. This problem is not only serious issues for Thailand, but also true for elsewhere in the major cities of the world.

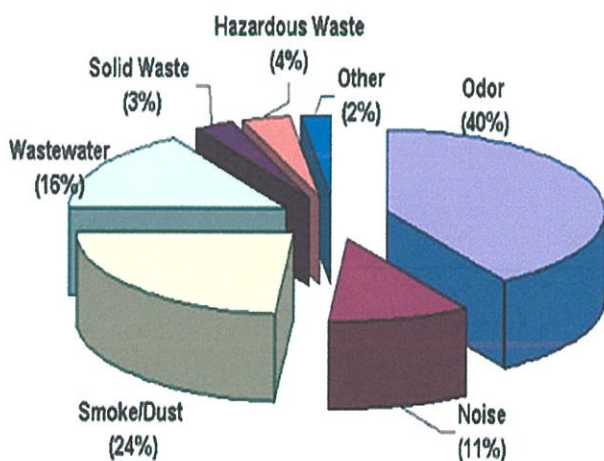


Fig. 1 Number of public complaints categorized by Pollution Control Department. [1]

The afore mentioned is the motivation of this work for implementation of the odor treatment system for waste management using tools in control engineering. The methods and ideas used here are inspired in part by [2-4]. The work is definitely the cutting-edge one, but it is indeed the appropriate one for dealing with odor by integrating available tools and utilities for waste treatment that the local organization can be imitated or modified the proposed system.

2. MICRO-ORGANISMS FOR ODOR TREATMENT

This section briefly mentions about biological filtration that involves bacteria and other micro-organisms those can convert bio-waste into less toxic substances. A biological filter can convert toxic ammonia from waste, excess food, decaying or dying plant mater, and rotten meat into Nitrite, and toxic Nitrite into Nitrate. Nitrate is relatively harmless, however, Nitrate will also contribute to a plant growth. Biological filtration occurs as the water passes over any surface that the bacteria processing the waste can grow on.

Plants can use some nitrogenous waste as fertilizer, though they will only be able to process this as they photosynthesize during the day. The concentration of nitrogenous waste used by plants will be so minimal as to make no significant difference in water quality. At night, however, plants respire just as animals do, and will be producing nitrogenous waste. Besides the Nitrogen fixing group, four more kinds of bacteria are used in this project, which are Filamentous fungi, Photosynthetic micro-organisms, Zynogumic or Fermented microorganisms, and Lactic acids groups. These microorganisms are employed in the pilot study mentioned in the next section.

3. TEST FOR THE EFFECTIVENESS OF MICRO-ORGANISMS

In the pilot study for the effectiveness of microorganisms, the authors put the amount of 20 kilograms of the bacteria into a KMITL pool which seriously needs a water treatment, as can be easily seen from Fig. 2. The proportion of bacteria to the water is a tea spoon per 20 gallons of water. According to the observation, the water became clear after thirty minutes of putting the bacteria into the pool as shown in Fig. 3. This ensures that the bacteria can be exploited to use for automatic feeding machine for the odor annihilator. Next section describes the design and implementation.



Fig. 2 Many dead fishes indicate the water pollutions in a KMITL pool.



Fig. 3 More clear after the treatment.

4. DESIGN AND IMPLEMENTATION

Figure 4 shows the design for an automatic control system for odor treatment. The system composes of a bacteria storage, water subsystem, sprinkle control subsystem, and the support IT unit. The system functions can be described as follows:

- The timer is set for launching the operation time of the system.
- During the operation time, water level and bacteria level are checked. If the level indicates the OK output, the controller will tell valves to open and the mixing process of bacteria and water would begin.
- After the mixing process has been done, the sprinkle subsystem is activated, and the pumps are also drawn the water from the storage tank to spray the bacteria. The sprinkle unit can be program to spray in any pattern.
- The timer tells the system to shut down. Note that the operating time depends on size of the waste causing bad smell.
- The system can be remotely monitored and controlled via SMS by a mobile phone.

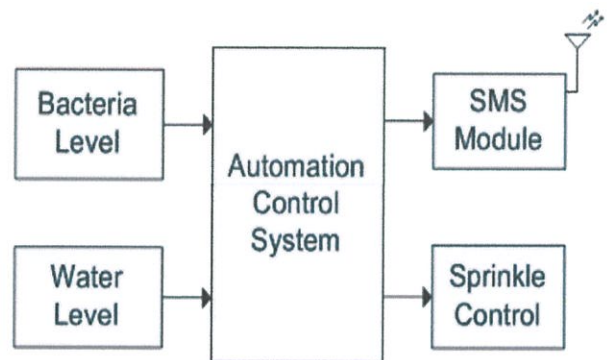


Fig. 4 Overall system design.

Structure of the house for installing the odor treatment system may design as shown in Figs. 5-8. According to our experiment, the cleaner the house, the better change of the human behaviors for throwaway the garbage would be.

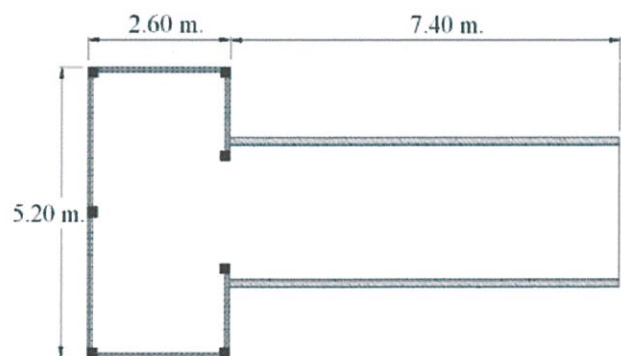


Fig. 5 Size of house for installing the odor treatment system.

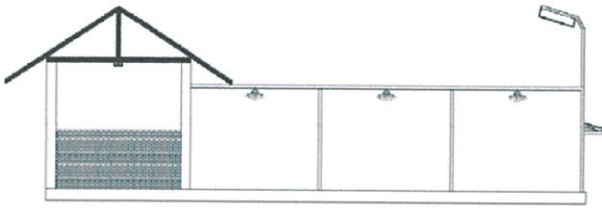


Fig. 6 A house for installing the odor treatment system.

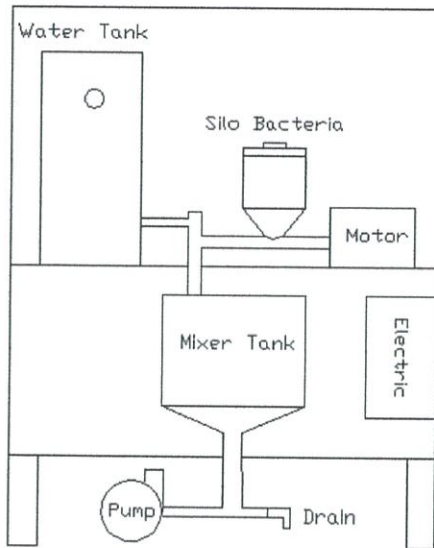


Fig. 7 Odor treatment machine system.

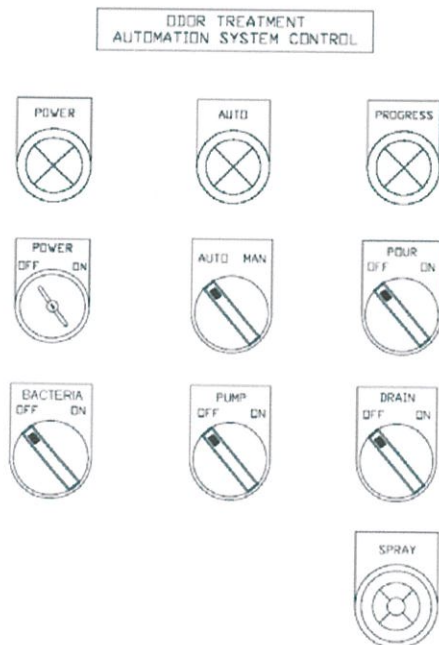


Fig. 8 Control panel of odor treatment machine system.

In our case the system is implemented and built as shown in Fig. 9. The system is simple but cost effective and is the most useful one to help keep better environment for the community, compared to the time before installing the system at the facility location.



Fig. 9 KMITL odor treatment system.

5. EXPERIMENTAL RESULTS

In our system, each operation time is set for 8 hours apart to the others. In other words, the system operates three times a day. In the experiment, bacteria to water ratio is set to be 1 tea spoon for 20 gallon of water. The system works well in the sense that the system is able to eliminate the bad smell causing from the rotten waste completely within a few minutes.

6. CONCLUDING REMARKS

The odor treatment system is designed and implemented using a basic control engineering. The system is simple yet effective both in cost and performance. The system can eliminate bad smell odor causing by rotten or infected waste within a few minutes. The IT functions like SMS and Bluetooth communication are implemented to monitor and control the system remotely. The ultimate goal of this work is to transfer the technology to the local community for every district or Tambol of Thailand.

ACKNOWLEDGEMENT

The authors would like to thank the National Research Council of Thailand for financial support of the work.

REFERENCES

- [1] http://pcdv1.pcd.go.th/Information/petition/stat_2003.htm
- [2] “*A Comparative Study on Odor Regulation in Japan*” Sung Bong Yang, School of Chemistry and Biological University of Ulsan, Korea, pp. 77 -105, 2003
- [3] Prof. Dr.-Ing. Franz-Bernd Frechen, “*State of the Art of Odour Measurement*” Odor Measurement Review Ministry of the Environment, Government of Japan pp. 149-155, 2004
- [4] A.Yuwono and P. Schulze Lammers. “*Odor Pollution in the Environment and the Detection Instrumentation*” Agricultural Engineering International : the CIGR Journal of Scientific Research and Development. Vol. VI., pp. 1-33, 2004

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายสุวิไล อารีจิตต์
 วัน-เดือน-ปี เกิด 6 กรกฎาคม 2523
 ที่อยู่ 1362 ม. 6 ถ.เทพารักษ์ ต.เทพารักษ์
 อ.เมือง จ.สมุทรปราการ 10270



ประวัติการศึกษา

- 2551 ปริญญาโท : วศ.ม. วิศวกรรมสารสนเทศ
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง (KMITL)
- ระบบควบคุมอัตโนมัติ
 - ระบบหุ่นยนต์
 - ระบบสื่อสาร
- 2546 ปริญญาตรี : วศ.บ. วิศวกรรมไฟฟ้า (เกียรตินิยมอันดับหนึ่ง)
 สาขา วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (MUT)
- การออกแบบไอซีสำเร็จรูป (FPGA)
 - การประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DSP)
 - การประยุกต์ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์

ประสบการณ์

- 2545 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร (MUT)
- ผู้ช่วยอาจารย์ ภาควิชา คณิตศาสตร์
- 2546 บริษัท เอกรัฐ วิศวกรรม จำกัด (มหาชน)
- วิศวกรไฟฟ้า
- 2547 บริษัท ดิจิตอล เทคโนโลยี คอนซัลแทน จำกัด
- วิศวกรอิเล็กทรอนิกส์
- 2548 บริษัท ชาร์รี่ อินค์สตอรี่ จำกัด
- รองผู้จัดการโรงงาน
- 2551 บริษัท เจซี ไทยแลนด์ จำกัด
- กรรมการผู้จัดการ