สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์

การพัฒนาต้นแบบระบบให้อาหารอัตโนมัติแบบจมชั่วคราว สำหรับการผลิตต้นกล้ากล้วยไม้

A Prototype of Temporary Immersion Bioreactor For Orchid Seedling Production

นายเกษมสุข เสพศิริสุข
นางสาวนาตยา มนตรี
นายสักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์

RdH
ก813ก
2553

สขหมู่.....
เลขทะเบียน 137817
รับ เดือน ปี 16 มี.ค. 2558

b 12700113
i.....

ได้รับทุนสนับสนุนงานวิจัยจากเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ 2553
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อโครงการ (ภาษาไทย) การพัฒนาต้นแบบระบบให้อาหารอัตโนมัติแบบจมชั่วคราวสำหรับการผลิตต้นกล้ากล้วยไม้

แหล่งเงิน เงินรายได้

ประจำปีงบประมาณ 2553 จำนวนเงินที่ได้รับการสนับสนุน 142,000 บาท

ระยะเวลาทำการวิจัย 1 ปี ตั้งแต่ ตุลาคม 2553 ถึง กันยายน 2554

นายเกษมสุข เสพศิริสุข หัวหน้าโครงการ หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาเขตชุมพร

นางสาวนาตยา มนตรี ผู้ร่วมโครงการ หลักสูตรพืชสวน วิทยาเขตชุมพร

นายสักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์ ผู้ร่วมโครงการ หลักสูตรวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาเขตชุมพร

บทคัดย่อ

โครงการวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบให้อาหารเนื้อเยื่อพืชแบบจมชั่วคราว การทำงานใช้แรงดันลมในการให้อาหารซึ่งถูกประมวลผลและควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบภาชนะที่ใช้เป็นระบบขวดแก้วคู่ (Twin flask) สำหรับใส่พืชและอาหาร และต่ออนุกรมกัน 2 คู่เพื่อประหยัดวาล์วควบคุมลม ระบบควบคุมอิเล็กทรอนิกส์ใช้ฐานเวลาจริงเป็นตัวตรวจสอบหรือตั้งเวลา และได้มีการศึกษาการตรวจวัดปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์จากระบบโดยใช้เซนเซอร์เฉพาะทาง จากผลการทดลองพบว่าระบบให้สารอาหารพืชนั้นสามารถทำงานได้ตามที่ตั้งโปรแกรมไว้ แต่พบปัญหาการติดเชื้อในการทดสอบเลี้ยงเนื่องจากภาชนะที่ได้ออกแบบเองนั้นมีข้อจำกัดในเรื่องความมิดชิด ซึ่งจำเป็นต้องมีการพัฒนาต่อไป

คำสำคัญ : การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ไมโครคอนโทรลเลอร์ ระบบให้อาหารแบบจมชั่วคราว กล้วยไม้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Research Title: **A Prototype of Temporary Immersion Bioreactor for Orchid Seedling Production**

Researcher: **Kasemsuk Sepsirisuk[1], Nattaya Montre[2] and Sakkapan Klaidokchan[3]**

Faculty: **Chumphon Campus** **Department: Electronics Engineering[1,3], Horticulture[2]**

ABSTRACT

This research is a development of prototype of Temporary Immersion Bioreactor for Orchid Seedling. Fertilizer for plant tissue is fed by air pump, which is controlled by a microcontroller. This system is the twin flasks system. One flask is used for tissue and another is used for the fertilizer. The 2 sets of twin flasks are connected in series with silicone tube for cost saving purpose. The real-time clock is introduced for a timer and clock. Furthermore, the density of carbon dioxide (CO_2) in system is measured by using a special sensor. The experimental results confirm that the prototype works as designed but the proposed flasks are contaminated due to a leak of the handmade container. Further research and development of this problem are required.

Keywords: Tissue culture, Microcontroller, Temporary Immersion Bioreactor, Orchid

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยชิ้นนี้สามารถสำเร็จลุล่วงได้เป็นอย่างดี ด้วยการสนับสนุนและความช่วยเหลือจากหลายฝ่าย ซึ่งทางทีมงานวิจัยขอขอบพระคุณทุก ๆ ท่านดังต่อไปนี้

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา และอาจารย์ ซึ่งคอยให้การอบรมสั่งสอน ให้คำแนะนำและให้การสนับสนุนอย่างเต็มที่ตลอดมา โดยขอกราบขอบพระคุณไว้ ณ โอกาสนี้

ขอขอบพระคุณ รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์ ที่ปรึกษางานวิจัย ที่ได้ให้คำปรึกษาและได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ ให้ความรู้และแนวทางในการทำงานวิจัยเสมอมา ขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

ขอขอบคุณ ดร.กนกพร บุญญะอติชาติ สำหรับคำแนะนำในเรื่องสถาณการณ์ปัจจุบันของกล้วยไม้ และคำแนะนำที่มีคุณค่ายิ่ง และขอขอบคุณเพื่อนร่วมงานทุกท่านที่คอยให้การสนับสนุน กำลังใจ

การวิจัยครั้งนี้ได้รับทุนสนับสนุนการวิจัยจากสถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง จากแหล่งทุนเงินรายได้ ประจำปีงบประมาณ พ.ศ.2553

คุณค่าและประโยชน์อันพึงบังเกิดจากงานวิจัยนี้ ทีมวิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

นายเกษมสุข เสพศิริสุข
นางสาวนาตยา มนตรี
นายสักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ II

กิตติกรรมประกาศ III

สารบัญ IV

สารบัญตาราง VI

สารบัญภาพ VII

บทที่ 1 บทนำ 1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ 2

1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย 2

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 2

1.5 ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ 3

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย 3

บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การสังเคราะห์ด้วยแสง 4

2.2 Bioreactor กับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช 5

2.3 เซนเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ 8

2.4 การแสดงผลแอลซีดี (LCD) 11

2.5 ไอซีสร้างฐานเวลาจริง DS1307 14

บทที่ 3 การออกแบบการทำงาน 18

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจรควบคุมระบบ 18

3.2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเซ็นเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ 19

3.3 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์(Hardware) 20

3.4 การออกแบบการให้อาหาร 29

3.5 การออกแบบซอฟแวร์ 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง 32

4.1 การทดสอบปั๊มและระยะเวลาในการดันอาหาร 33

4.2 การทดสอบระบบการให้อาหารพืช 35

4.3 การทดลอง CO_2 Sensor 38

4.4 การติดเชื้อของระบบ 45

บทที่ 5 สรุปผลการวิจัย 46

5.1 ข้อสรุป 46

5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างการทำงานวิจัย 46

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคต 46

บรรณานุกรม 47

ภาคผนวก 48

ภาคผนวก ก วงจรและลายวงจรที่ออกแบบ 48

ภาคผนวก ข ซอสโค๊ดของโปรแกรม 52

ประวัตินักวิจัย 65

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 ตำแหน่งของขาและหน้าที่การใช้งานของ LCD โมดูล 12

2.2 แสดง Address LCD 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด 12

2.3 แสดงความสัมพันธ์ของขา RS, R/W และ E 13

4.1 ทดสอบระบบโดยใช้ลมดันของเหลว โดยใช้ปั๊มลมขนาดความดัน 0.025 Mpa 33

4.2 ทดสอบระบบโดยใช้ลมดันของเหลว โดยใช้ปั๊มลมขนาดความดัน 0.04 Mpa 34

4.3 ผลการทดสอบระบบเป็นระยะเวลา 15 วัน 37

4.4 การเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณ และค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

2.1 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช 4
2.2 การทำงานของเครื่องให้อาหารแบบจมชั่วคราวอัตโนมัติ 7
2.3 โมดูลของเซนเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ 8
2.4 ทดลองเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศโดยการเป่าลมผ่าน Sensor 9
2.5 ไดอะแกรมช่วงเวลาของเอาท์พุท 10
2.6 การเชื่อมต่อเอาท์พุทกับไมโครคอนโทรลเลอร์ 11
2.7 LCD 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด 11
2.8 ไอซีฐานเวลา (DS1307) 14
2.9 การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำภายใน DS1307 15
2.10 ไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆ บนระบบบัส I2C 16
2.11 โหมดการเขียนข้อมูล 17
2.12 โหมดการอ่านข้อมูล 17
3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจรวงจรควบคุมระบบ 18
3.2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเซนเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ 19
3.3 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์ 20
3.4 วงจรไฟเลี้ยง 23
3.5 แสดงวงจรควบคุมไฟฟ้ากระแสตรง 24
3.6 แสดงการไหลของกระแสในวงจรทางภาครับจากไมโครคอลโทลเลอร์ 24
3.7 แสดงการไหลของกระแสในวงจรทางภาครับจากออปโต 26
3.8 แสดงวงจรควบคุมไฟฟ้ากระแสสลับ 26
3.9 แสดงการไหลของกระแสในวงจรทางภาครับจากไมโครคอลโทลเลอร์ 27
3.10 วงจรใช้งานไอซี Max232 29
3.11 ไดอะแกรมของการให้สารอาหารแบบจมชั่วคราว 30
3.12 การจัดวางภาชนะในระบบ 30
4.1 ระบบที่ทำการติดตั้งแล้ว 32
4.2 ขั้นตอนการย้ายเนื้อเยื่อพืชลงระบบและลักษณะเนื้อเยื่อหลังการย้าย 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่	หน้า
4.3 การพ่วงระบบให้อาหารแบบอนุกรม 8 ขวดต่อ 1 แถว	37
4.4 แสดงหน้าจอแสดงผลและวงจรเซนเซอร์ CO2	38
4.5 แสดงความกว้างPulse 180 ms	39
4.6 แสดงความกว้างPulse 258 ms	40
4.7 แสดงความกว้างPulse 580 ms	40
4.8 แสดงความกว้างPulse 310 ms	41
4.9 แสดงความกว้างPulse 470 ms	41
4.10 แสดง ความกว้าง Pulse 800 ms	42
4.11 แสดง ความกว้าง Pulse 660 ms	42
4.12 ผลโปรแกรม Hyper Terminal	43
4.13 การติดเชื้อเมื่อทดสอบกับสูตรอาหาร Vacin&Went	45
4.14 ปัญหาช่องว่างของฝาภาชนะที่ติดกาวซิลิโคน	45

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในบทนี้จะกล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา สาระความสำคัญที่เป็นปัจจัยหลักรวมทั้งวัตถุประสงค์ของการวิจัย แนวความคิดที่ใช้ในการทำวิจัย ขอบเขตของการวิจัย ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ รวมทั้งโครงสร้างในการทำรายงานวิจัยฉบับนี้

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ธุรกิจการส่งออกดอกไม้ของไทยทำรายได้สู่ประเทศไทยปีละหลายพันล้าน โดยเฉพาะกล้วยไม้ ประเทศไทยครองอันดับประเทศที่มีการส่งออกดอก และต้นกล้วยไม้มากที่สุด และเมื่อพิจารณาธุรกิจกล้วยไม้ภายในประเทศเองพบว่า ขณะนี้ดอก และต้นกล้วยไม้ทุกสกุลเป็นที่ต้องการบริโภคของประชาชนที่มีกำลังซื้อ นอกจากนี้ด้วยศักยภาพของตัวกล้วยไม้เองที่ไม่เคยประสบปัญหาภาวะล้นตลาดและไม่ส่งผลกระทบต่อระบบเศรษฐกิจให้ผู้ปลูกดังเช่นพืชอื่น ๆ

สืบเนื่องจากภาคใต้ของประเทศไทยมีสภาพอากาศที่เอื้อต่อการปลูกพืชเศรษฐกิจได้แก่ ยาง ปาล์มน้ำมัน และไม้ผล ทำให้พืชอื่น ๆ ในแง่ไม้ดอกไม้ประดับไม่ได้รับความนิยมในการดำเนินธุรกิจ แต่ในปัจจุบันมีรายงานจากกรมวิชาเกษตรพบว่า ประเทศมาเลเซียสามารถผลิตกล้วยไม้ส่งออกได้ จึงทำให้กรมวิชาเกษตรเร่งศึกษาการเพิ่มมูลค่าการปลูกเลี้ยงกล้วยไม้ในภาคใต้ เนื่องจากมีระบบนิเวศเหมือนกับประเทศมาเลเซีย ประกอบกับวงจรตลาดกล้วยไม้ในภาคใต้มีความต้องการสูง แต่ไม่สามารถนำผลผลิตมารองรับตลาดในพื้นที่ได้ ทำให้ต้องนำเข้ากล้วยไม้จากมาเลเซีย เพราะค่าขนส่งกล้วยไม้จากกรุงเทพฯ ลงมายังภาคใต้แพงกว่า การนำเข้ากล้วยไม้จากประเทศมาเลเซีย การศึกษาดังกล่าวเน้นการพัฒนาพันธุ์ท้องถิ่นในแง่การผลิตต้นพันธุ์จากลูกผสมที่ได้จากการผสมพันธุ์กล้วยไม้พันธุ์ท้องถิ่น เช่นลูกผสมจากสกุลรองเท้านารี ประกอบกับรายงานการวิจัยของสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยเรื่องการอนุรักษ์และฟื้นฟูพันธุ์กล้วยไม้ป่าในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย พบว่าพันธุ์กล้วยไม้ป่าของพื้นที่ภาคใต้มีปริมาณลดลงในทุกชนิดพันธุ์ ทุกพื้นที่ และบางชนิดพันธุ์ได้หมดไปจากพื้นที่ เช่น เอื้องปากนกแก้ว เอื้องเงินหลวง จ.พังงา ซึ่งสาเหตุหลักเกิดจากการทำลายป่าอย่างถาวร เพื่อการปลูกพืชเศรษฐกิจ การเลี้ยงกุ้งกุลาดำ สัมปทานเหมืองหิน ตัดถนน เป็นต้น

จากการศึกษานำกล้วยไม้มาทำการปลูกเลี้ยงและขยายพันธุ์โดยการแยกพบว่ามีการแตกกอได้ช้า มีอัตราการเกิดรากและการรอดตายหลังการย้ายกล้าต่ำมาก ในขณะเดียวกันจากการศึกษาเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหนอนตายหยากในระบบการให้อาหารอัตโนมัติพบว่ามีการเกิดรากสูงมากกว่า 80 เปอร์เซ็นต์ และมีอัตราการรอดชีวิต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังการย้ายปลูกเกือบ 100 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นการนำเอาเทคนิคการเลี้ยงกล้วยไม้ในระยะก่อนการย้ายปลูกเพื่อทำให้ต้นแข็งแรงโดยใช้ระบบการให้อาหารอัตโนมัติ ด้วยเครื่องให้อาหารแบบจมชั่วคราว หรือ Temporary Immersion (TI) Bioreactor อาจเป็นแนวทางหนึ่งในการแก้ปัญหาการเกิดรากและการเพิ่มความทนทานก่อนการย้ายต้นกล้ากล้วยไม้ได้ ซึ่งจะเป็นหนทางหนึ่งในการช่วยขยายพันธุ์พืชเพื่อคงไว้ซึ่งความหลากหลายทางชีวภาพ และรักษาสิ่งแวดล้อม

แต่เนื่องจากระบบให้อาหารอัตโนมัติที่มีในปัจจุบันนั้นเป็นสินค้าที่นำเข้ามาจากต่างประเทศ มีราคาสูง แต่มีอายุการใช้งานที่จำกัด ทางทีมวิจัยจึงมีแนวความคิดที่จะพัฒนาต้นแบบระบบให้อาหารอัตโนมัติที่มีราคาถูก และเหมาะสมกับการใช้งานในสภาพแวดล้อมของเมืองไทย นอกจากนี้ระบบที่ได้ยังอาจสามารถนำไปใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชชนิดอื่นๆ เช่น กาแฟ, ปาล์มน้ำมัน หรือยางพารา ได้อีกด้วย

1.2 วัตถุประสงค์

เพื่อศึกษาและพัฒนาระบบการให้อาหารอัตโนมัติแบบจมชั่วคราวอย่างง่าย ต่อการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้ให้ได้คุณภาพและต้นทุนต่ำ เพื่อการผลิตของกลุ่มเกษตรกร,ภาคธุรกิจขนาดย่อม หรือเชิงอุตสาหกรรม

1.3 ทฤษฎีหรือแนวคิดที่ใช้ในการวิจัย

ในการศึกษาวิจัยนี้คณะวิจัยมีกรอบแนวความคิดในการสร้างต้นแบบให้อาหารแบบอัตโนมัติควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งมีราคาถูกและเหมาะกับการควบคุมต่างๆ ใช้ระบบฐานเวลาจริงเป็นตัวตั้งเวลาหรือแสดงผลเวลา ซึ่งจะคล้ายกับนาฬิกาซึ่งสามารถทำงานได้ถึงแม้ว่าไฟฟ้าจะดับเพราะมีถ่านสำรอง คณะวิจัยเลือกระบบขวดแก้วคู่ โดยใช้สำหรับพืชและอาหารอย่างละขวด เพื่อลดความซับซ้อนในการออกแบบภาชนะ และสามารถใช้ขวดแก้วที่ราคาไม่แพงได้ เช่น ขวด Shott Duran ใช้แรงดันลมจากปั๊มสำหรับตู้ปลาขนาดประมาณ 100 W และใช้โซลินอยด์วาวล์สำหรับควบคุมทิศทางการให้อาหาร

1.4 ขอบเขตของการวิจัย

ทำการศึกษาและออกแบบระบบการให้อาหารอัตโนมัติแบบจมชั่วคราว โดยใช้ขวดแก้วขนาด 1 ลิตร เป็นภาชนะบรรจุ โดยมีไมโครคอนโทรลเลอร์หรือคอมพิวเตอร์ขนาดเล็กเป็นตัวควบคุมการทำงานแบบอัตโนมัติ ระบบจะควบคุมการให้อาหาร โดยใช้แรงดันลมจากปั๊มลมเป็นตัวดันอาหารเข้าและออกจากระบบ ระบบควบคุมมีการติดต่อกับเซนเซอร์, คีย์บอร์ดป้อนข้อมูล และมีหน้าจอ LCD สำหรับแสดงผล

โดยระบบให้อาหารอัตโนมัติสามารถตั้งเวลา และปริมาณในการให้อาหารได้ โดยใช้อุปกรณ์ที่หาได้ง่ายและมีราคาถูก สะดวกในการใช้งานและเคลื่อนย้ายง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 ประโยชน์หรือผลที่คาดว่าจะได้รับ

1.5.1 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- ได้ต้นแบบระบบการให้อาหารอัตโนมัติแบบจมชั่วคราวอย่างง่าย ที่มีต้นทุนต่ำ และสามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย เหมาะสมกับการใช้งานของกลุ่มเกษตรกร หรือภาคธุรกิจขนาดย่อม
- สามารถตั้งระยะเวลาของการให้อาหาร ที่มีความเหมาะสม และระยะเวลาของการงดการให้อาหารก่อนการอนุบาล ต่อการชักนำให้เกิดรากและการสร้างความทนทานของต้นกล้ากล้วยไม้ ในระบบการให้อาหารอัตโนมัติแบบจมชั่วคราว
- เพื่อใช้ในการการผลิตต้นพันธุ์กล้วยไม้เพื่อการค้า และการอนุรักษ์โดยไม่ทำลายต้นจากสภาพธรรมชาติ
- ต้นแบบที่ได้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับพืชอื่น ๆ เพื่อลดต้นทุนในการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

1.5.2 หน่วยงานที่นำผลการวิจัยไปใช้ประโยชน์

- ใช้ในการเรียนการสอน/โครงการฝึกอบรม/งานฟาร์ม สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
- ศูนย์วิจัยพืชสวน หน่วยงานภาครัฐ เอกชนและผู้สนใจทั่วไป

1.6 แผนการถ่ายทอดเทคโนโลยีหรือผลการวิจัยสู่กลุ่มเป้าหมาย

เมื่อเสร็จสิ้นการวิจัยแล้ว จะทำการถ่ายทอดผลงานให้กับกลุ่มเป้าหมายต่างๆ เช่น นักศึกษา ในวิทยาเขตชุมพร และหน่วยงานหรือบุคคลภายนอกในรูปแบบ ข้อมูลเสริมสำหรับการฝึกอบรมการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชที่จัดเป็นประจำทุกปี การเผยแพร่ในรูปแบบรายงานการวิจัย และการตีพิมพ์ในรูปแบบการประชุมวิชาการ

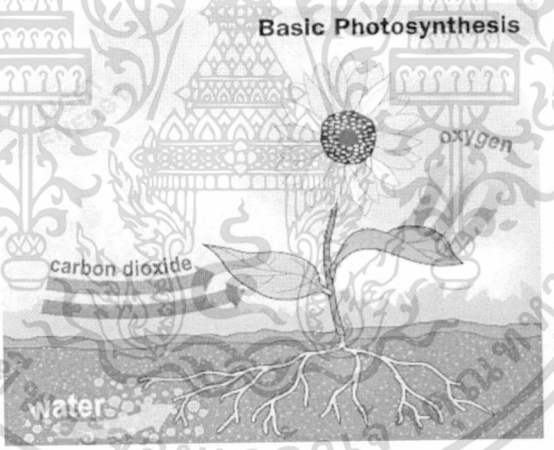
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีและหลักการที่เกี่ยวข้อง

ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการพื้นฐานที่เกี่ยวข้องกับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และหลักการทำงานเบื้องต้นของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ในการวิจัยครั้งนี้

2.1 การสังเคราะห์ด้วยแสง

การสังเคราะห์ด้วยแสง (Photosynthesis) เป็นกระบวนการทางชีวเคมีที่สำคัญอย่างหนึ่ง ซึ่งทำให้พืชสีเขียว , สาหร่าย และแบคทีเรียบางชนิด ซึ่งมีวัตถุพวกคลอโรฟิลล์ (chlorophyll) เป็นตัวนำพลังงานแสงเปลี่ยน เป็นพลังงานเคมี มาใช้ให้เกิดประโยชน์ในการสร้างอาหาร จากโมเลกุลของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) และน้ำ (H_2O) ไปเป็นคาร์โบไฮเดรต คือ น้ำตาลหรือแป้ง รวมทั้งการปลดปล่อยออกซิเจนซึ่งเป็นองค์ประกอบของบรรยากาศโลก กระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช แบ่งเป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ คือ ปฏิกิริยาแสง และปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์



รูปที่ 2.1 การสังเคราะห์ด้วยแสงของพืช

สำหรับปฏิกิริยาแรกที่เกิดขึ้นในกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสง ก็คือ ปฏิกิริยาแสง หรือ ปฏิกิริยาโฟโตฟอสโฟรีเลชั่น (Photophosphorylation) เป็นการขนส่งอิเล็กตรอนไปตามตัวรับอิเล็กตรอนต่างๆ โดยเริ่มจากตัวให้อิเล็กตรอนตัวแรก คือ น้ำ ส่งต่อกันไปเรื่อยๆจนถึง $NADPH^+ H^+$ เป็นตัวรับอิเล็กตรอนตัวสุดท้ายซึ่งการขนส่งอิเล็กตรอนนี้จะเกิดขึ้นได้เมื่อมีแสงเท่านั้น ต่อมาจึงเกิดปฏิกิริยาตรึงคาร์บอนไดออกไซด์ ซึ่งเป็นกระบวน การในการสังเคราะห์ด้วยแสงที่นำ ATP และ NADPH มาเปลี่ยนคาร์บอนไดออกไซด์ให้เป็นคาร์โบไฮเดรต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปฏิกิริยาของการสังเคราะห์ด้วยแสงเขียนสรุปได้ดังนี้

คาร์บอนไดออกไซด์ + น้ำ ⟶ น้ำตาลกลูโคส + ก๊าซออกซิเจน

คลอโรฟิลล์

$$6CO_2 + 6H_2O \xrightarrow{\text{พลังงานแสงอาทิตย์}} C_6H_{12}O_6 + 6O_2$$

ผลจากการสังเคราะห์ด้วยแสง จะได้ก๊าซออกซิเจน (O_2) และคาร์โบไฮเดรตที่เป็นน้ำตาล ที่มี คาร์บอน 6 อะตอม คือ กลูโคส ($C_6H_{12}O_6$) น้ำ (H_2O) และพลังงานที่สะสมในรูปสารประกอบอินทรีย์ ซึ่งสิ่งมีชีวิตทั้งหลายจะนำไปใช้ในกระบวนการเมแทบอลิซึม เพื่อสร้างสารประกอบอื่นๆ ที่จำเป็นต่อการดำรงชีวิต ซึ่งอัตราการสังเคราะห์แสง จะมากหรือน้อยก็ขึ้นอยู่กับชนิดของแสงและความเข้มของแสงด้วยเช่นกัน โดยที่แสงสีแดง แสงสีน้ำเงิน และแสงสีม่วงตามลำดับ จะมีผลต่อการเกิดกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงได้มากที่สุด ส่วนแสงสีเขียวจะมีผลต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงน้อยที่สุด และถ้าความเข้มของแสงมาก อัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นเช่นกัน

นอกจากแสงอาทิตย์จะเป็นปัจจัยที่จำเป็นต่อกระบวนการสังเคราะห์ด้วยแสงแล้ว ก็ยังต้องมีปัจจัยอื่นๆ ที่สำคัญเช่นกัน คือ

1. ความเข้มของ CO_2 - อัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นตามความเข้ม CO_2 จนถึงระดับหนึ่ง แม้ความเข้ม CO_2 จะเพิ่มขึ้นแต่อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดต่ำลง
2. อุณหภูมิ – อัตราการสังเคราะห์แสงจะเพิ่มขึ้นเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น โดยจะอยู่ในช่วงประมาณ 10 - 35°C ถ้าอุณหภูมิสูงเกิน 40°C เอนไซม์จะเสื่อมสภาพ การทำงานเอนไซม์ชะงักลง อัตราการสังเคราะห์แสงจะลดลงตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้น
3. ออกซิเจน – ปริมาณออกซิเจนลดลงจะทำให้อัตราการสังเคราะห์แสงเพิ่มขึ้น
4. น้ำ-ช่วยกระตุ้นการทำงานของเอนไซม์
5. เกลือแร่ – ถ้าพืชขาดธาตุแมกนีเซียม ไนโตรเจน และเหล็ก พืชก็จะขาดคลอโรฟิลล์ การสังเคราะห์แสงก็จะลดลง

2.2 Bioreactor กับการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช

Bioreactor หมายถึง ภาชนะที่ใช้เลี้ยงเซลล์ แคลลัส เนื้อเยื่อ หรือชิ้นส่วนพืชพืช โดยมีสารอาหารที่จำเป็นบรรจุอยู่ภายใน ระบบและมีการควบคุมสภาพแวดล้อมให้ปราศจากเชื้อโรคและมีความเหมาะสมต่อการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเจริญของเซลล์ แคลลัส เนื้อเยื่อ หรืออวัยวะพืชนั้นๆ มีการเติมอากาศ ได้แก่ออกซิจนแก่ระบบ และมีการเติมสารอาหารให้เพียงพอต่อการเจริญเติบโตของพืช อาจใช้ระบบการให้อาหารโดยควบคุมเวลาจนกระทั่งได้ชิ้นส่วนขยายได้ในปริมาณมากและอาหารถูกใช้หมดไป จึงหยุดการให้อาหารและถ่ายเอาชิ้นส่วนออก และขบวนการดังกล่าวอาจทำต่อเนื่อง (Continuous culture) ได้

ในการขยายพันธุ์พืชโดยการเพาะลี้ยงเนื้อเยื่อในระบบการให้อาหารอัตโนมัตินี้ พบว่า มีประสิทธิภาพในการผลิตให้ได้รวดเร็วและปริมาณมาก ตั้งแต่การเริ่มเพาะเลี้ยงจนถึงการอนุบาลและการชักนำให้เกิดความทนทานต่อการย้ายปลูกสู่สภาพภายนอก (Preece and Sutter 1991; Ziv 1991a,b, 1995b) นอกจากนี้การเลี้ยงในระบบอัตโนมัติยังมีผลดีต่อการลดต้นทุนการผลิตในส่วนของค่าแรงเนื่องจากระบบการเลี้ยงเป็นระบบอัตโนมัติสามารถผลิตต่อเนื่องได้ ปัจจุบันจึงมีการนำเอา bioreactor มาใช้ในการขยายพันธุ์โดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อเพิ่มปริมาณและลดต้นทุนการผลิต (Preil, 1991; Vasil, 1994; Leathers et al., 1995; Son et al., 1999) ในพืชหลายชนิด ได้แก่ alfalfa, birch, carrot, coffee, sandalwood, spruce, sweet potato (Lethers et al., 1995) 1991, Aitken-Christie et al. 1995; Vasil 1994) นอกจากนี้การเลี้ยงแบบอัตโนมัติเป็นการเลี้ยงในอาหารเหลวซึ่งพบว่ามีข้อดีในการเพิ่มอัตราการขยายพันธุ์ให้สูงขึ้น อีกทั้งสามารถตัดและแยกต้นกล้าออกจากกันได้ง่าย (Alper et al. 1993; Sakamoto et al. 1995)

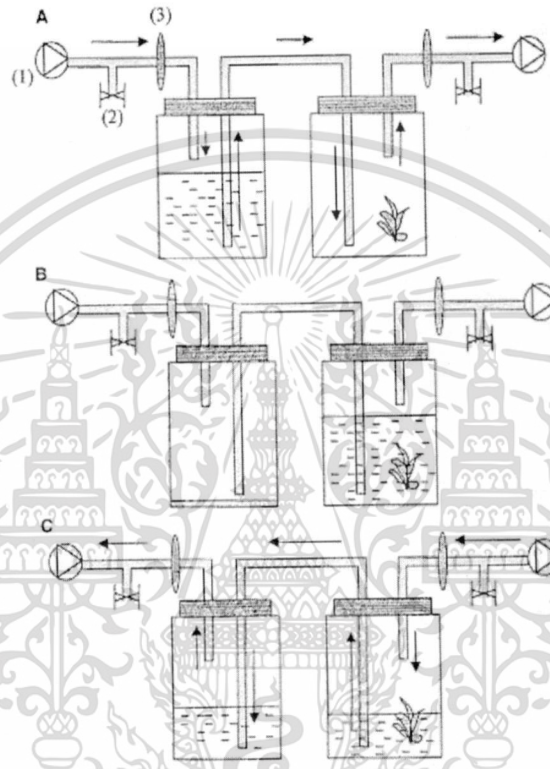
นอกเหนือจากการขยายพันธุ์พืชแล้ว ยังมีรายงานการนำ bioreactor มาใช้ในการเลี้ยงเซลล์เพื่อการผลิตสารทุติยภูมิ มีการนำมาใช้เพื่อการเลี้ยงขนราก หรือ hairy roots ซึ่งใช้ในการผลิตสารทุติยภูมิเป็นหลัก (Rodriguez-Mendiola et al. 1991; Flores 1995; Weathers et al. 1989) และการชักนำให้เกิด somatic embryogenesis ในพืชหลายชนิด เช่น พืชสมุนไพรต่าง ๆ กาแฟ กล้วยและยางพารา (Takayama and Akita 1998; Hvoslef-Eide and Munster 1998)

Temporary immersion Bioreactor (TI)

เป็นรูปแบบหนึ่งของ Bioreactor ซึ่งเป็นการเลี้ยงเซลล์พืชในภาชนะที่มีอาหารเหลว มีการให้อาหารอัตโนมัติแบบจมชั่วคราว ซึ่งมีความถี่ของการให้อาหารโดยการปล่อยให้ชิ้นส่วนจมอยู่ในอาหารในระยะเวลาที่แตกต่างกัน จากนั้นก็จะนำอาหารออกจากระบบและมีการให้อาหารเข้าไปใหม่โดยปล่อยให้ชิ้นส่วนพืชจมอยู่ตามระยะเวลาที่กำหนดและมีการระบายอาหารออก อย่างต่อเนื่องตลอดระยะเวลาของการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อปรับปรุงคุณภาพของพืชและเพิ่มอัตราการขยายพันธุ์ ซึ่งปัจจุบันเป็นที่นิยมในต่างประเทศ เนื่องจากประหยัดแรงงานและค่าใช้จ่ายในการตัดย้ายเนื้อเยื่อและการดูแลรักษา อีกทั้งสามารถผลิตเป็นอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ได้ โดยปัจจุบันได้มีการนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายทั้งในพืชเศรษฐกิจ พืชอุตสาหกรรม ไม้ดอกไม้ประดับและพืชสมุนไพร ได้แก่ กล้วย กาแฟ กล้วยไม้ โสมเกาหลี และยางพารา (Alvard et al. 1993; Teisson

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

and Alvard 1995; Etienne et al. 1997) เป็นต้น โดยการเลี้ยงในระบบการให้อาการอัตโนมัติแบบจมชั่วคราวนี้มีหลักการคือ เมื่อ solenoid value เปิด อากาศผ่านและดันอาหารเข้าสู่ขวดที่บรรจุต้นพืช หลังการครบกำหนดเวลา solenoid value จะเปิด และแรงดันอากาศจะกลับเข้าสู่ขวดบรรจุอาหาร (Escalona และคณะ 1999) ต่อเนื่องไปตามระยะเวลาและความถี่ที่ได้กำหนด เป็นขั้นตอนดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การทำงานของเครื่องให้อาหารแบบจมชั่วคราวอัตโนมัติ
(A การนำอาหารเข้า, B พืชขณะได้อาหารแบบจมชั่วคราว และ C การนำอาหารออก)

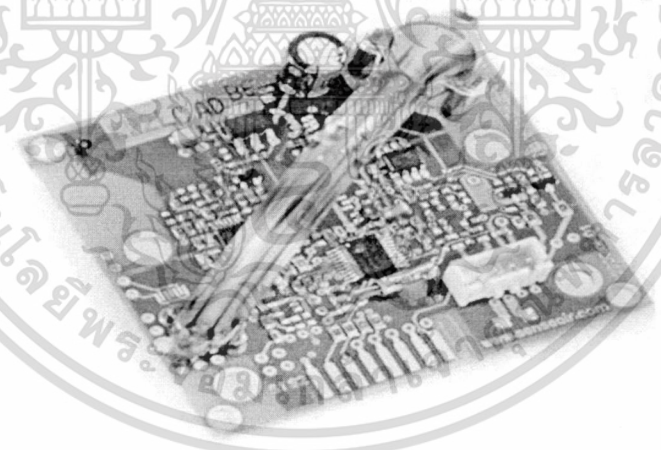
ซึ่งจากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในระบบการให้อาหารอัตโนมัติแบบจมชั่วคราวนั้น มีรายงานการวิจัยด้านอาหาร สูตรอาหาร ระยะเวลาการให้อาหาร วัสดุรองรับชิ้นส่วนพืช ภาชนะบรรจุ เช่น Montri (2006) ได้ทำการศึกษาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อหนอนตายหยากในระบบ Temporary Immersion Bioreactor โดยการเลี้ยงยอดของหนอนตายหยากในอาหารสูตรที่เติม BA ความเข้มข้นต่างกัน และให้อาหารในระยะเวลาที่แตกต่างกัน ได้แก่ 3, 4 และ 5 ครั้ง ต่อวัน เป็นเวลา 1-5 นาที พบว่า การเลี้ยงในอาหารที่เติม BA ความเข้มข้น 10 ไมโครโมลมีผลต่อการเพิ่มปริมาณยอดมากที่สุด และการให้อาหารเป็นเวลา 3 ครั้งต่อวัน ครั้งละ 1 นาที พบว่าต้นกล้าที่มีความสมบูรณ์แข็งแรง และต้นกล้ามีอัตราการรอดชีวิตมากกว่า 90 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายหลังการนำไปปลูกในสภาพภายนอก ส่วน Prakash และคณะ (1993) ได้รายงานการใช้วัสดุรองรับชิ้นส่วนพืชและภาชนะที่ใช้ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อในการให้อาหารเหลวได้ หลายชนิด โดยในส่วนของภาชนะรองรับชิ้นส่วนพืชนั้นสามารถใช้ สำลีและ Glass wool polystyrene foam .การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเบญจมาศ, glass beads ในการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ Raspberry, *Saintpaulia, Syngonium, Philodendron Spathiphyllum, Vamila* และการใช้กระดาษกรองในการเพาะเลี้ยงเบญจมาศ และมันฝรั่ง ส่วนการใช้ภาชนะ ได้มีรายงานการใช้ขวดประเภทต่าง ๆ การใช้ถุงพลาสติกที่ทำจากวัสดุทนร้อน การใช้วัสดุที่ทำจาก PVC, Polythene และ ยาง silicone โดยภาชนะที่ใช้ในการบรรจุควรมีการแลกเปลี่ยนก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และออกซิเจนได้ และ Lorenzo และคณะ (2004) ได้ทำการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่ออ้อยในระบบการให้อาหารอัตโนมัติแบบจมชั่วคราว โดยการนำยอดมาเลี้ยงในอาหารที่มีปริมาตร 50 มิลลิลิตร เป็นเวลา 9 เดือนสามารถผลิตต้นกล้าได้ปริมาณมาก

2.3 เซนเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์

โมดูลที่ใช้นั้นได้มีการออกแบบไว้สำหรับติดตั้งอยู่กับที่ (Stationary) เช่น หน้าต่างระบาย หรือท่อระบายอากาศ โดยเอาท์พุทของโมดูลจะเป็นสัญญาณเชิงเส้นแสดงถึงปริมาณของคาร์บอนไดออกไซด์ โดยใช้แสงอินฟาเรดเป็นตัววัด เป็นเซนเซอร์ของบริษัท SenseAir รุ่น K22-PWM โดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 โมดูลของเซนเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์

2.3.1 รายละเอียดการใช้งาน

CO_2 Sensor นี้ได้รับการออกแบบเพื่อให้ทำงานที่ 4.5 ถึง 12 โวลต์แรงดันไฟฟ้าที่จ่ายให้มีความเสถียรของแหล่งจ่ายไฟอยู่ภายใน ±5%

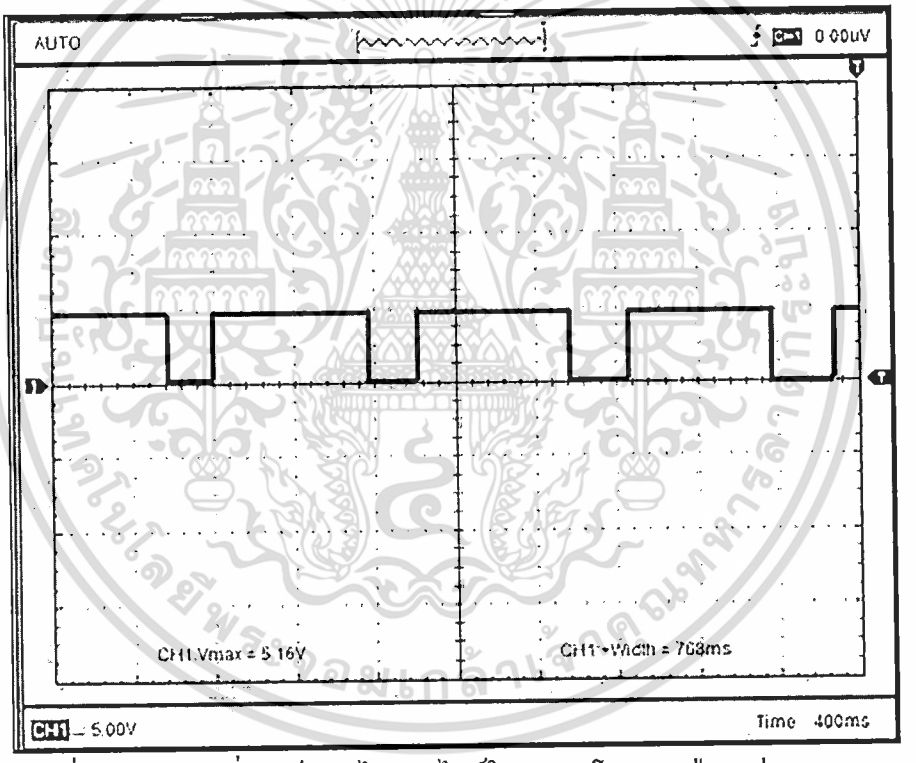
ในระหว่างการดำเนินการตามปกติ, เซ็นเซอร์วัดความเข้มข้นของโมดูล CO_2 นั้นค่าที่วัดได้ของ CO_2 จะถูกกรองและถูกส่งไปยัง เอาท์พุทโดยมีการเปลี่ยนแปลงความกว้างพัลส์ตามความเข้มข้นที่วัดได้ (Pulse-width

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

modulation, PWM) และเอาท์พุทจะออกเป็นค่าสูงตลอดหากมีความผิดพลาดเกิดขึ้น โดยมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

- ความเข้มข้นของออกขั้นต่ำ 350ppm
- ระยะเวลาเอาต์พุตหนึ่งรอบ 1004 ms
- เอาต์พุต ต่ำในระยะเวลาต่อนาที 177 ms (200ppm)
- เอาต์พุต สูงในระยะเวลาต่อนาที 1002 ms (2000ppm)
- ความละเอียดที่ 0.5 ms (1ppm)

พิจารณาตัวอย่างจากรูปที่ 2.4 ทดลองวัดคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศโดยการเป่าลมผ่านเซนเซอร์ อ่านค่าได้ 768 ms เมื่อทำการคำนวณหาค่าจะได้ ((768 - 177)×2) +350 = 1532 PPM

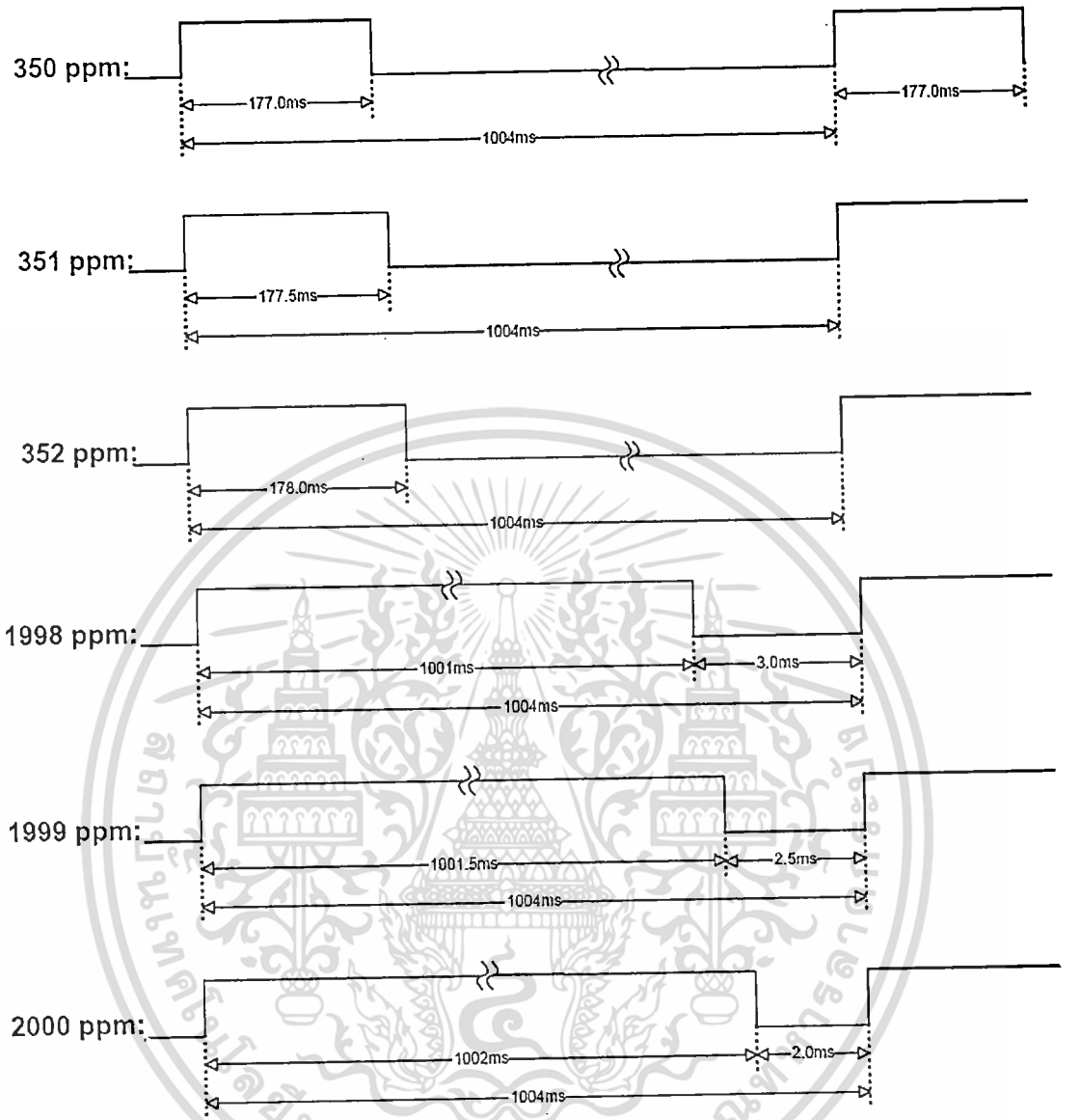


รูปที่ 2.4 ทดลองเพิ่มคาร์บอนไดออกไซด์ในอากาศโดยการเป่าลมผ่าน Sensor

2.3.2 ไดอะแกรมของสัญญาณเอาท์พุทของเซนเซอร์

จากรูปที่ 2.5 จะเป็นได้ว่าคาบของพัลส์จะมีค่าคงที่ คือ 1,004 มิลลิวินาทีโดยมีช่องว่างระหว่างพัลส์อย่างน้อย 2 มิลลิวินาที จากความละเอียด 2 ppm / 1 มิลลิวินาที จึงวัดได้สูงสุด 2,000 ppm

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

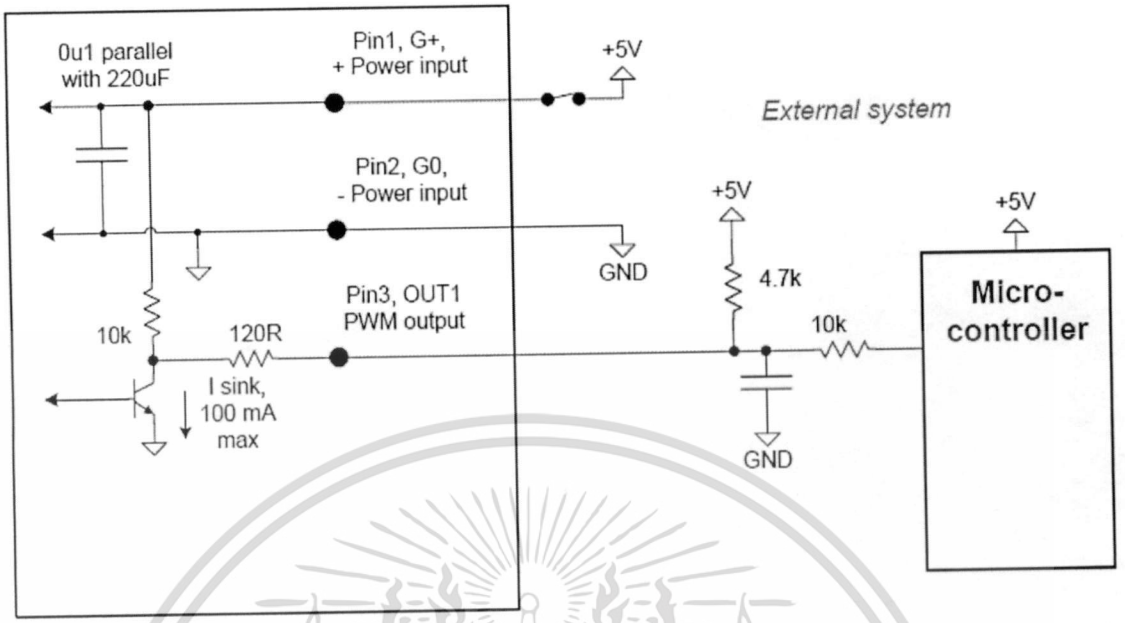


รูปที่ 2.5 ไดอะแกรมช่วงเวลาของเอาท์พุท

2.3.3 การเชื่อมต่อเซนเซอร์

เซนเซอร์ K22-PWM นี้สามารถเชื่อมต่อกับพอร์ตของไมโครคอนโทรลเลอร์ได้เนื่องจากรองรับระดับสัญญาณ TTL โดยต่อแบบ Pull-up ซึ่งทำได้โดยต่อตัวต้านทานที่ขาเอาท์พุทกับแรงดัน +5 V ใช้ค่าความต้านทานประมาณ 4.7 KOhm. และอาจต่อตัวเก็บประจุเพื่อลดสัญญาณรบกวนดังรูปที่ 2.6

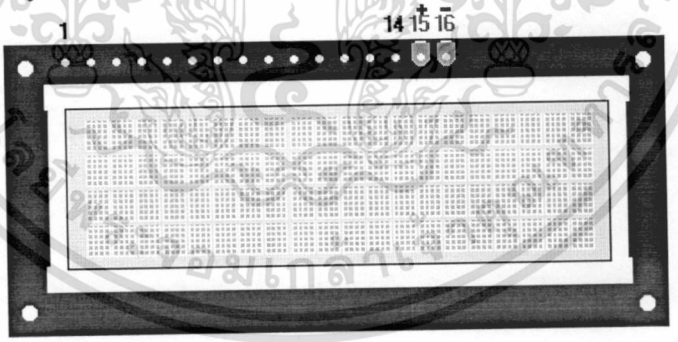
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การเชื่อมต่อเอาท์พุทกับไมโครคอนโทรลเลอร์

2.4 การแสดงผลแอลซีดี (LCD)

สำหรับแอลซีดีจะเป็นแบบ 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด โดยมีขาต่อใช้งาน 16 ขา สามารถแสดงตำแหน่งการจัดขาของโมดูลแอลซีดี ได้ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 LCD 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด

แผงแสดงผล LCD นี้มีตำแหน่งขาดังแสดงในตารางที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ตำแหน่งของขาและหน้าที่การใช้งานของ LCD โมดูล

Pin No.	Symbol	Description	Level	Function	
1	VSS	Ground	-	0V	Ground
2	VDD	Power Supply	-	+5V	ต่อกับแรงดันไฟเลี้ยง +5V
3	VO	LCD Contr	-	-	ต่อกับแรงดันเพื่อปรับความเข้มของการแสดงผล
4	RS	Register Select	H/L	RS = 0 หมายถึงต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์คำสั่ง (Instruction Register) RS = 1 หมายถึงต้องการติดต่อกับรีจิสเตอร์ข้อมูล (Data Register)	
5	R/W	Read/Write	H/L	R/W = 0 หมายถึงต้องการเขียนข้อมูลไปยัง LCD โมดูล R/W = 1 หมายถึงต้องการอ่านข้อมูลจาก LCD โมดูล	
6	E	Enable	H, H->L	Enable Signal	
7 - 14	DB0-DB7	Data Bus	H/L	Data Bus Line	
15	A	Back Light A	-	Back Light +5V (สำหรับรุ่นที่มี Back Light)	
16	K	Back Light K	-	Back Light 0V (สำหรับรุ่นที่มี Back Light)	

2.4.1 การจัด Address ของ DD-RAM เพื่อการเขียนข้อมูลลงโมดูล LCD

DD-RAM คือหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลการแสดงผล หากเขียนรหัส ASCII ลงในหน่วยความจำนี้ก็จะปรากฏที่จอ LCD ทันที

ตารางที่ 2.2 แสดง Address LCD 20 ตัวอักษร 4 บรรทัด

Line 1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Line 2	64	65	66	67	68	69	79	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83
Line 3	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
Line 4	84	85	86	87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 แนวทางการเขียนโปรแกรมเพื่อควบคุม LCD

เมื่อเริ่มจ่ายไฟให้กับ LCD ที่ระดับแรงดันถึง 4.5 V แล้ว LCD จะ Reset ตัวเอง (Internal Reset) และจะ Set ค่าเริ่มต้น ต่างๆดังนี้

1). Display Clear

2). Function Set

DL = 18 bit

N = 01 บรรทัด

F = 05x7 dot

3). Display ON/OFF

D = 0 Display OFF

C = 0 Cursor OFF

B = 0 Blink OFF

4). Entry Mode Set

I/D = 1 (เพิ่มค่า Counter ขึ้น 1)S = 0 No Shit

2.4.3 การเชื่อมต่อใช้งาน LCD แบบ 4-bit

เมื่อเริ่มต้นใช้งาน จะต้องกำหนดค่าให้กับขา RS ของโมดูลแอลซีดี (LCD) เพื่อให้คอนโทรลเลอร์ภายในรู้ว่าข้อมูลต่อไปที่จะได้รับจากอุปกรณ์ภายนอกนั้นเป็นรหัสคำสั่ง หรือข้อมูลที่จะแสดงผลออกโมดูลแอลซีดี โดมมีการส่งข้อมูลมาที่ขา RS ของโมดูลแอลซีดี (LCD) ต่อไปจะต้องส่งสัญญาณพัลส์ให้กับขา E เพื่อแอนนาเบิลให้โมดูลแอลซีดี (LCD) รับข้อมูลจากบัสข้อมูลเข้าไป โดยพัลส์ที่ป้อนให้กับขา E ของโมดูลแอลซีดี (LCD) ต้องเป็นพัลส์ขอบขาลง ดังตารางที่ 2.3

ตารางที่ 2.3 แสดงความสัมพันธ์ของขา RS, R/W และ E

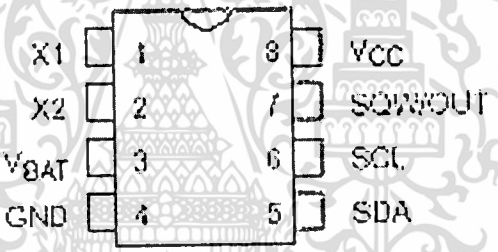
RS	R/W	E	การทำงาน
0	0		เขียนคำสั่งให้แก่ LCD
0	1		อ่านสถานะจาก LCD
1	0		เขียนคำสั่งให้แก่ LCD
1	1		อ่านสถานะจาก LCD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 ไอซีสร้างฐานเวลาจริง DS1307

ระบบฐานเวลา เป็นสิ่งสำคัญที่สามารถนำไปใช้ในอุปกรณ์อีเล็กโทรนิกส์ได้หลากหลาย ภายในไมโครคอนโทรเลอร์เองก็มีไทเมอร์เพื่อใช้ในการจับเวลา หรือนำไปใช้เป็นฐานเวลาจริงได้เช่นกัน แต่เนื่องจากไมโครคอนโทรเลอร์สามารถทำงานได้ต่อเมื่อมีไฟเลี้ยงเท่านั้น ดังนั้นการใช้ไทเมอร์ของไมโครคอนโทรลเลอร์ สร้างฐานเวลาจริงจึงไม่ เหมาะสมในบางแอปพลิเคชัน

DS1307 เป็น IC ฐานเวลาของดัลลัสเซมิคอนดักเตอร์ (Dallas Semiconductor) มีบัสรับส่งข้อมูลแบบ I2C ซึ่งเป็นแบบ 2 wire สามารถสื่อสารได้ 2 ทิศทาง (bi-direction bus) ฐานเวลาของ DS1307 นั้นสามารถเก็บข้อมูล วินาที, นาที, ชั่วโมง, วัน, วันที่, เดือน และปี ได้ ระบบเวลาสามารถทำงานโหมดรูปแบบ 24 ชั่วโมง หรือ 12 ชั่วโมง AM/PM ก็ได้ ภายมีระบบตรวจจับแหล่งจ่ายไฟ โดยถ้าแหล่งจ่ายไฟหลักถูกตัดไป DS1307 สามารถสวิตช์ไปใช้ไฟจากแบตเตอรี่ และทำงานต่อไป โดยที่ยังสามารถรักษาข้อมูลไว้ได้ โครงสร้างมีขาทั้งหมด 8 ขาดังแสดงในรูปที่ 2.8 และมีรายละเอียดการทำงานของขาไอซีฐานเวลาจริงต่างๆ ดังนี้



รูปที่ 2.8 ไอซีฐานเวลา (DS1307)

รายละเอียดขาต่อใช้งานของ DS1307

- ขา 1 และขา 2 ใช้ต่อกับคริสตอลที่มีความถี่ 32.768kHz
- ขา 3 ใช้ต่อกับแบตเตอรี่ $3V_{DC}$
- ขา 4 ใช้ต่อกับ GND เทียบกับไฟเลี้ยง $5V_{DC}$
- ขา 5 และขา 6 เป็นขาสำหรับ เชื่อมต่อระบบบัส I^2C
- ขา 7 สายส่งสัญญาณรูปสี่เหลี่ยม
- ขา 8 ใช้ต่อกับไฟเลี้ยง $5V_{DC}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.1 การจัดสรรหน่วยความจำใน DS1307

การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำภายใน DS1307 ประกอบไปด้วยพื้นที่ 7 ไบต์แรกตั้งแต่แอดเดรส 00h-06h เป็นพื้นที่ของรีจีสเตอร์ค่าใช้เวลาในการเก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลาที่แอดเดรส 07h เป็นพื้นที่ของรีจีสเตอร์ควบคุมการทำงานของ DS130 ดังแสดงรูปที่ 2.9

ADDRESS	BIT 7	BIT 6	BIT 5	BIT 4	BIT 3	BIT 2	BIT 1	BIT 0	FUNCTION	RANGE
00h	CH	10 Seconds			Seconds				Seconds	00–59
01h	0	10 Minutes			Minutes				Minutes	00–59
02h	0	12	10 Hour	10 Hour	Hours				Hours	1–12 +AM/PM 00–23
		24	PM/ AM							
03h	0	0	0	0	0	DAY			Day	01–07
04h	0	0	10 Date		Date				Date	01–31
05h	0	0	0	10 Month	Month				Month	01–12
06h	10 Year				Year				Year	00–99
07h	OUT	0	0	SQWE	0	0	RS1	RS0	Control	—
08h–3Fh									RAM 56 x 8	00h–FFh

รูปที่ 2.9 การจัดสรรพื้นที่ของหน่วยความจำภายใน DS1307

2.5.2 รีจีสเตอร์ควบคุม

มีแอดเดรสอยู่ที่ 07h มีรายละเกียดของแต่ละบิตดังนี้

- OUT (Output control): ใช้ในการควบคุมระดับลอจิกที่ขา SQW OUT ในกรณีที่ดิสเอเบิลการกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยม โดยถ้าบิตนี้เป็น “1” ที่ขา SQW OUT ก็จะเป็น “1” ถ้าบิตนี้เป็น “0” ที่ขา SQW OUT ก็จะเป็น “0”
- SQWE (Square Wave Enable): ใช้ในการเอ็นเอเบิลวงจรกำเนิดสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ขา SQW OUT ถ้าต้องการให้มีสัญญาณสี่เหลี่ยมออก ให้กำหนดบิตนี้เป็น “1”
- RS1, RSD (Rate Select): ใช้ในการเลือกความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยมที่ออกจากขา SQW OUT มีรายละเอียดดังนี้

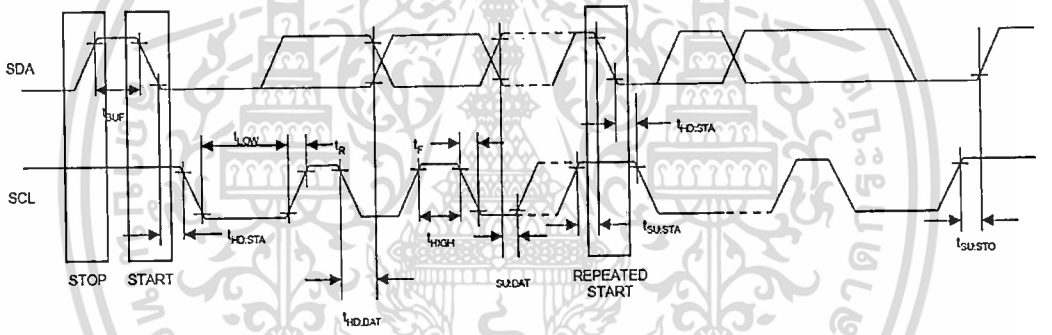
RS1	RS0	ค่าความถี่ของสัญญาณสี่เหลี่ยม
0	0	1Hz
0	1	4.096 kHz
1	0	8.192 kHz
1	1	32.768 kHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 โหมดการทำงานของ DS1307

มีด้วยกัน 2 โหมดคือ โหมดเขียนข้อมูล และโหมดอ่านข้อมูล ในการใช้งาน DS1307 ตามปกติจะใช้งานเฉพาะโหมดอ่านข้อมูลเท่านั้น เนื่องจากไมโครคอนโทรลเลอร์จะติดต่อกับ DS1307 เพื่ออ่านข้อมูลของเวลาไปใช้งาน โหมดการเขียนข้อมูลจะถูกใช้งานก็ต่อเมื่อต้องการตั้งค่าเวลาใหม่ และต้องการเขียนข้อมูลลงในหน่วยความจำใช้งานทั่วไป อย่างไรก็ตามเมื่อเริ่มต้นติดต่อกับ DS1307 จำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องเข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อนเพื่อกำหนดแอดเดรสที่ต้องการอ่านข้อมูลจากนั้นจึงเปลี่ยนโหมดการทำงานมาเป็นโหมด อ่านข้อมูลต่อไป

การทำงานบนบัส I^2C เริ่มต้นด้วยการเข้าถึงอุปกรณ์เสียก่อน โดยกากรเข้าถึงอุปกรณ์บัส I^2C นั้นจะใช้การเข้าถึงแบบ 7 หรือ 10 บิต ในกรณีที่มีอุปกรณ์ต่อบนบัสไม่มาก ใช้การเข้าถึงแบบ 7 บิตก็เพียงพอ แต่ในบางอุปกรณ์ต้องใช้การเข้าถึงแบบ 10 บิต หลังจากที่ติดต่ออุปกรณ์แต่ละตัวได้เรียบร้อยแล้ว ก็จะเริ่มต้นการถ่ายทอดข้อมูลกันต่อไปดังรูปที่ 2.8



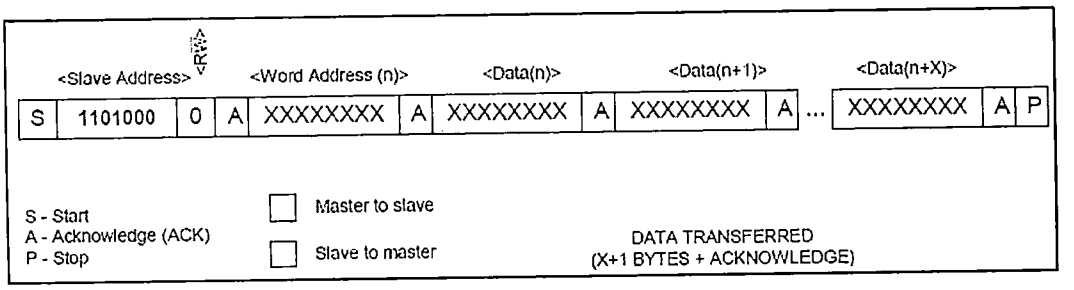
รูปที่ 2.10 ไดอะแกรมเวลาแสดงสถานะต่างๆ บนระบบบัส I^2C

2.5.3.1 โหมดการเขียนข้อมูล

เริ่มต้นเมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการกำหนดสภาวะเริ่มต้น (Start: S) จากนั้นส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรส 1101000 ตามด้วยข้อมูลเลือกการเขียน นั่นคือค่า 0 จากนั้นจะรอการการตอบรับจาก DS1307 ขั้นตอนต่อมาคือส่งข้อมูลเพื่อเลือกแอดเดรสที่ต้องการเขียน จากนั้นรอการตอบรับจาก DS1307 เมื่อมีการตอบรับมาเรียบร้อย ก็เริ่มทยอยเขียนข้อมูลลงไปครั้งละแอดเดรส หลังจากเขียนข้อมูลในแต่ละแอดเดรส จะต้องหยุดรอการตอบรับจาก DS1307 ทุกครั้ง จึงจะสามารถเขียนข้อมูลต่อไปได้ เมื่อเขียนเรียบร้อยแล้วให้ส่งสภาวะหยุด (Stop: P) เป็นอันสิ้นสุดกระบวนการเขียนข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

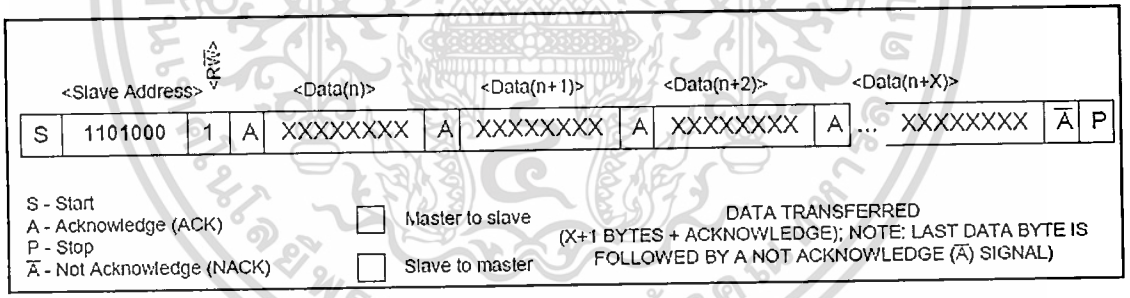
สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง



รูปที่ 2.11 โหมดการเขียนข้อมูล

2.5.3.2 โหมดการอ่านข้อมูล

เริ่มต้นการทำงานเหมือนกับโหมดการเขียนข้อมูลคือ ไมโครคอนโทรลเลอร์กำหนดสภาวะเริ่มต้นแล้วส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสตามด้วยข้อมูลเลือกการอ่าน ซึ่งเท่ากับ 1 จากนั้นรอการตอบรับจาก DS1307 เมื่อตอบรับเรียบร้อย DS1307 จะทยอยส่งข้อมูลออกมาให้ไมโครคอนโทรลเลอร์คราวละ 1 แอดเดรสหรือ 1 ไบต์ โดยแอดเดรสที่เลือกอ่านข้อมูลจะต้องมีการกำหนดล่วงหน้าด้วยโหมดการเขียนข้อมูล วิธีการง่ายๆคือ เข้าสู่โหมดการเขียนข้อมูลก่อน เมื่อถึงจังหวะที่ต้องเขียนข้อมูลให้ทำการสร้างสภาวะเริ่มต้นและส่งข้อมูลกำหนดแอดเดรสใหม่อีกครั้ง ตามด้วยเลือกโหมดการอ่านข้อมูล ข้อมูลที่ออกมาจาก DS1307 ก็จะเป็นข้อมูลจากแอดเดรสที่กำหนดไว้ก่อนหน้านี้



รูปที่ 2.12 โหมดการอ่านข้อมูล

2.5.4 ไลบรารี I^2C สำหรับ DS1307

ในการติดต่อกับไอซี DS1307 จะต้องกระทำผ่านระบบบัส I^2C จึงต้องมีการเขียนโปรแกรมเพื่อสร้างสถานะของสัญญาณให้เป็นไปตามข้อกำหนดของระบบบัส I^2C ด้วย นอกจากนั้นไอซี DS1307 ยังมีรูปแบบการเข้าถึงเพื่ออ่านข้อมูลที่เป็นพิเศษด้วย ดังนั้นเพื่อความสะดวกในการพัฒนาโปรแกรม จึงควรแยกส่วนของโปรแกรมการติดต่อระบบบัส I^2C และการเข้าถึงเพื่ออ่านข้อมูลออกเป็นไฟล์สนับสนุนแยกต่างหาก จากนั้นผู้พัฒนาโปรแกรมก็เพียงแต่สร้างโปรแกรมหลัก แล้วเรียกใช้ไฟล์ไลบรารีนี้ เมื่อได้ข้อมูลเวลาจาก DS1307 แล้วจะดำเนินการต่ออย่างไรขึ้นนอยู่กับโจทย์และความต้องการของผู้ใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

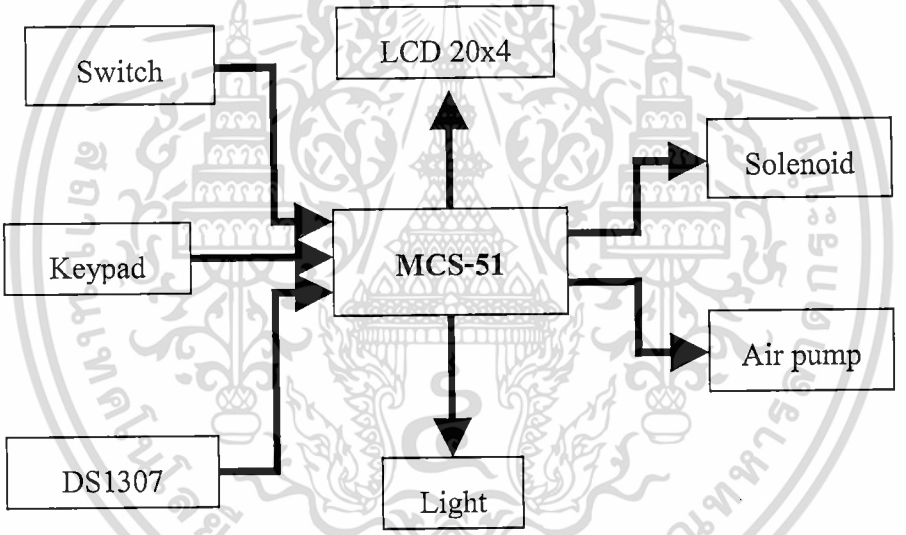
137817

บทที่ 3

การออกแบบการทำงาน

ในบทนี้จะกล่าวถึงการออกแบบระบบของงานวิจัยเครื่องให้อาหารพืชอัตโนมัติด้วยแรงลม ซึ่งจะแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนต่างๆ ดังแสดงในรูปที่ 3.1 โดยจะมีภาคการทำงานคือ ภาคเซ็นเซอร์, ภาคการรับค่าสวิตช์, ภาคควบคุมโซลินอยด์วาล์ว, ภาคควบคุมปั๊มลม และภาคแสดงผล ในส่วนภาคแสดงผลแบ่งการออกแบบเป็น 2 ส่วนคือ ทางด้านฮาดร์แวร์ (Hardware) หรือวงจรควบคุมการทำงานของระบบ, ทางด้านซอฟแวร์ (Software) และการออกแบบโครงสร้างของระบบ โดยมีรายละเอียด ดังนี้

3.1 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของวงจรควบคุมระบบ



รูปที่ 3.1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของวงจรวงจรควบคุมระบบ

จากรูปที่ 3.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของเครื่องให้อาหารพืชอัตโนมัติด้วยแรงลม โดยแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1. สวิตซ์(Switch) ทำหน้าที่รับค่าจากภายนอกเพื่อควบคุมการทำงานของตัวเครื่อง
2. Keypad ทำหน้าที่เป็นตัวตั้งค่าเงื่อนไขการทำงาน
3. ไอซีฐานเวลาจริง(Real time) เบอร์ DS1307
4. ประมวลผล(MCS-51) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของระบบ
5. แสดงผล(Display LCD) ทำหน้าที่แสดงผลที่ได้จากการรับค่าทางสวิตซ์

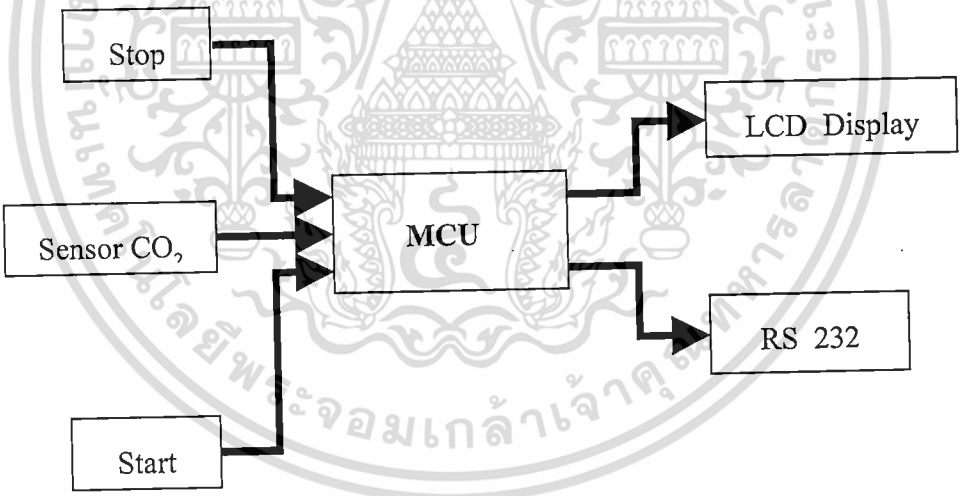
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. พอร์ตอนุกรม(RS 232) ใช้ไอซีเบอร์ MAX 232
7. ภาคควบคุมไฟฟ้ากระแสสลับ ทำหน้าที่ควบคุมปั๊มลม
8. ภาคควบคุมไฟฟ้ากระแสตรง ทำหน้าที่ควบคุมโซลินอยด์วาล์ว

3.2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเซ็นเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์

จากรูปที่ 3.2 แสดงบล็อกไดอะแกรมการทำงานของระบบเซ็นเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์ โดยแบ่งการทำงานออกเป็นส่วนต่างๆ ดังนี้

1. เซ็นเซอร์(CO_2 Sensor) ทำหน้าที่เป็นตัวอ่านค่าก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์
2. พอร์ตอนุกรม(RS 232) ใช้ไอซีเบอร์ MAX 232 ใช้ในการโหลดเก็บข้อมูลที่เซนเซอร์อ่านค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ได้ เก็บไว้ในคอมพิวเตอร์
3. LCD Display แสดงผลปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์
4. Stop สวิทซ์กดเพื่อทำการหยุดอ่านค่าคาร์บอนไดออกไซด์
5. Start เป็นสวิทซ์เปิด-ปิด



รูปที่ 3.2 บล็อกไดอะแกรมการทำงานของเซนเซอร์คาร์บอนไดออกไซด์

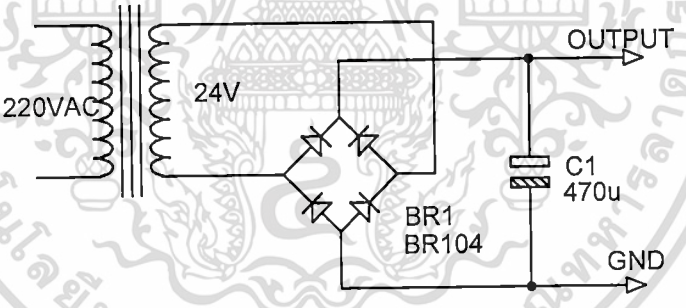
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์(Hardware)

ในการออกแบบทางด้านฮาร์ดแวร์นั้น ถือว่าเป็นส่วนสำคัญส่วนหนึ่งในการออกแบบงานวิจัยระบบการให้อาหารพืชอัตโนมัติด้วยแรงลม เนื่องจากส่วนของฮาร์ดแวร์จะเป็นตัวกลางในการเชื่อมต่อระหว่างส่วนของซอฟแวร์ กับส่วนของโครงสร้างให้ทำงานด้วยกันได้ และในงานวิจัยระบบการให้อาหารพืชอัตโนมัติด้วยแรงลมนี้ ในส่วนของการออกแบบฮาร์ดแวร์จะแบ่งเป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ การออกแบบวงจรเรียงกระแส, การออกแบบวงจรควบคุมไฟฟ้ากระแสสลับ, การออกแบบวงจรควบคุมไฟฟ้ากระแสตรง, การออกแบบการใช้เซนเซอร์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

3.3.1 การออกแบบวงจรเรียงกระแส

การออกแบบวงจรเรียงกระแสนั้น จะต้องคำนึงถึงกระแสและแรงดันที่จะนำไปใช้งาน ดังนั้นสิ่งแรกที่จะต้องทำก็คือ กำหนดกระแสและแรงดันทางด้านเอาท์พุต เพื่อที่จะได้นำไปใช้ได้ถูกต้อง ซึ่งในวงจรนี้เราจะใช้วงจรเรียงกระแสไปขับโซลินอยด์วาล์ว ที่ต้องการแรงดัน 24 โวลต์ และต้องการกระแส 75 มิลิแอมป์ ดังนั้นเพื่อความปลอดภัยเราจึงต้องกำหนดค่าแรงดัน 24 โวลต์ กระแส 1 แอมป์ เลือกใช้วงจรเรียงกระแสแบบบริดจ์ดังแสดงในรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 วงจรเรียงกระแสเต็มคลื่นแบบบริดจ์

หลังจากที่ทำการเลือกวงจรที่ต้องการทำเสร็จแล้ว ก็มาทำการกำหนดเปอร์เซ็นต์ของแรงดันกระเพื่อม (%R) โดยทั่วไปแล้วในการออกแบบมักจะกำหนดให้ค่า %R ไม่เกิน 10% ในที่นี้จะกำหนดให้เปอร์เซ็นต์ของแรงดันกระเพื่อมมีค่า 5% ซึ่งจะหาขนาดของแรงดันกระเพื่อมได้จากสมการที่ 3.1

$$\nabla V = V_{RMS} \times 2\sqrt{3} \qquad (3.1)$$

และการหาค่าแรงดัน RMS จะหาได้จากสมการที่ 3.2

$$V_{RMS} = V_{O(DC)} \times \frac{\%R}{100} \qquad (3.2)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_{RMS} = 24 \times \frac{5}{100}$$

$$V_{RMS} = 1.2V_{RMS}$$

ดังนั้นแรงดันกระเพื่อมจะมีค่า $\nabla V = 1.2 \times 2\sqrt{3}$

$$\nabla V = 4.156V_{PP}$$

3.3.1.1 หาค่าตัวเก็บประจุ จากสมการหาค่าตัวเก็บประจุจะหาได้จากสมการที่ 3.3

$$C = \frac{I_O}{F_R \Delta V} \qquad (3.3)$$

$$C = \frac{I_O}{2(50)(4.156)}$$

$$C = 2{,}405.6\mu F$$

เมื่อ C คือ ค่าตัวเก็บประจุ

I_O คือ กระแสเฉลี่ยที่จ่ายให้กับโหลด หน่วยเป็นแอมป์

ΔV คือ ขนาดของแรงดันกระเพื่อม

F_R คือ ขนาดของการกระเพื่อมมีหน่วยเป็น (Hz) มีค่าเท่ากับ 2F line ซึ่ง F line = 50 Hz

นอกจากนี้การออกแบบนั้นเราจะต้องหาอัตราการทนแรงดันของตัวเก็บประจุด้วย ซึ่งอัตราทนแรงดันของตัวเก็บประจุในวงจรใดๆ จะต้องมีค่าอย่างน้อยที่สุดเท่ากับค่าแรงดันไฟฟ้าสูงสุด ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ สำหรับตัวเก็บประจุกรองแรงดันกระเพื่อม แรงดันไฟฟ้าสูงสุด ที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุแสดงได้ดังสมการที่ 3.4

$$V_{C(MAX)} = V_{O(DC)} + \frac{\Delta V}{2} \qquad (3.4)$$

กำหนดให้ $V_{C(MAX)}$ คือ แรงดันสูงสุดที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุ

$V_{O(DC)}$ คือ แรงดันเอาท์พุทกระแสตรง

ΔV คือ แรงดันกระเพื่อม

C_{WV} คือ อัตราการทนแรงดันตัวเก็บประจุ

$\%S$ คือ ค่าความปลอดภัยของตัวเก็บประจุ

ซึ่งในวงจรที่เราออกแบบอยู่นี้จะได้ค่า $V_{C(MAX)}$ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$V_{C(MAX)} = 24 + \frac{4.156}{2}$$

$$V_{C(MAX)} = 26.078V$$

3.3.1.2 หาพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า จากสมการหาพิกัดแรงดันทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงจะแสดงดังสมการที่ 3.12

$$V_{AC} = \frac{V_{C(MAX)} + V_{F(Diode)}}{\sqrt{2}} \quad (3.5)$$

ดังนั้นพิกัดแรงดันทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงจะได้ดังนี้

$$V_{AC} = \frac{26.078 + 1.2}{\sqrt{2}}$$

$$V_{AC} = 19.288V$$

จากสมการที่ 3.12 หาพิกัดกระแสของหม้อแปลงจะได้ดังนี้

$$I_{AC} = 1.8I_O \quad (3.6)$$

ดังนั้นพิกัดกระแสของหม้อแปลงจะได้ดังนี้

$$I_{AC} = 1.8(1)$$

$$I_{AC} = 1.8A$$

เมื่อ $V_{F(Diode)}$ คือ แรงดันไบอัสตรงของไดโอด

V_{AC} คือ แรงดันของหม้อแปลง

I_{AC} คือ กระแสของหม้อแปลง

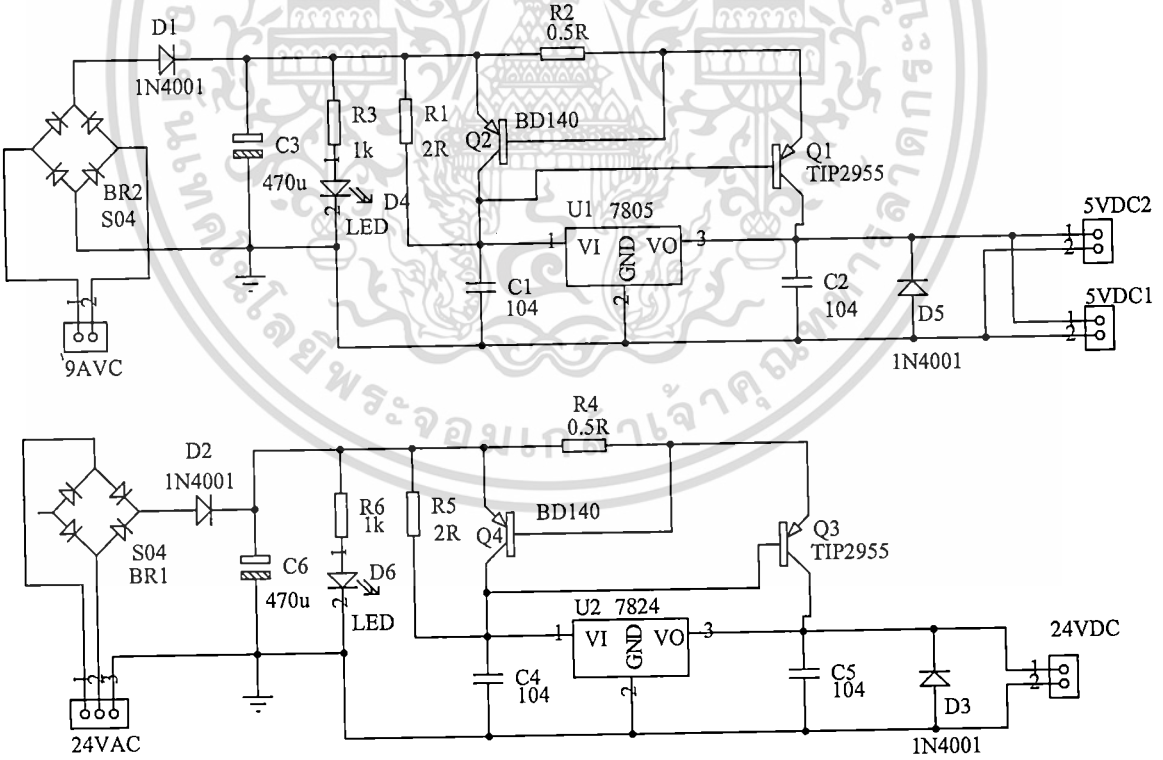
จากที่ออกแบบมาทั้งหมด จะได้ขนาดของอุปกรณ์ที่ใช้ในวงจรดังต่อไปนี้ ตัวเก็บประจุ $C = 2{,}400\mu F$ และทนแรงดันไฟได้ไม่ต่ำกว่า 26.328 โวลต์ แต่ในทางปฏิบัติไม่สามารถหาค่าตัวเก็บประจุตามที่ออกแบบได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้เลือกใช้ ค่าตัวเก็บประจุ $C = 470\mu F$ ไว้ สำหรับอัตราการทนแรงดันของตัวเก็บประจุ เราจะต้องเลือกใช้ให้มีค่ามากกว่าที่เราได้ออกแบบไว้ เพื่อความปลอดภัย จึงได้เลือกใช้ตัวเก็บประจุที่มีอัตราการทนแรงดัน 50 โวลต์ เนื่องจากไม่มีตัวเก็บประจุที่มีอัตราการทนแรงดันตามที่ได้ออกแบบไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3.2 ภาควงจรไฟเลี้ยง (Power Supply)

ในส่วนของแรงดันคงที่ 5Vdc, BR2 ทำหน้าที่เร็ตติไฟล์ ไฟสลับ 9 Vac จากหม้อแปลง เป็นไฟกระแสตรงขนาด 11.53 Vdc, C3 ทำหน้าที่กรองไฟที่ผ่านจากไดโอดบริดจ์ให้เรียบ และ R1 ทำหน้าที่สร้างแรงดันอ้างอิงขนาด 11.5 Vdc ให้กับ Q2,Q1 และQ1,Q2 ทำหน้าขยายกระแสให้กับ U1 (7805) หากเกิดกระแสลัดวงจร R2 จะทำหน้าที่เป็นโหลดเพื่อป้องกันความเสียหายของวงจร C1 และ C2 ทำหน้าที่ป้องการกระชากของแรงดัน และเพื่อลดสัญญาณรบกวน ส่วน D1 ทำหน้าที่ช่วยให้สัญญาณเรียบลง และ D5 ทำหน้าที่ป้องกันแรงดันย้อนกลับจากเอาต์พุตซึ่งอาจทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

ในส่วนของแรงดันคงที่ 24Vdc, BR1 ทำหน้าที่เร็ตติไฟล์ ไฟสลับ 24 Vac จากหม้อแปลง เป็นไฟกระแสตรงขนาด 33.6 Vdc, C6 ทำหน้าที่กรองไฟที่ผ่านจากไดโอดบริดจ์ให้เรียบ และ R5 ทำหน้าที่สร้างแรงดันอ้างอิงขนาด 33.6 Vdc ให้กับ Q2,Q1 และQ1,Q2 ทำหน้าขยายกระแสให้กับ U1 (7824) หากเกิดกระแสลัดวงจร R4 จะทำหน้าที่เป็นโหลดเพื่อป้องกันความเสียหายของวงจร C4 และ C5 ทำหน้าที่ป้องการกระชากของแรงดัน และเพื่อลดสัญญาณรบกวน ส่วน D2 ทำหน้าที่ช่วยให้สัญญาณเรียบลง และ D3 ทำหน้าที่ป้องกันแรงดันย้อนกลับจากเอาต์พุตซึ่งอาจทำให้ทรานซิสเตอร์เสียหายได้

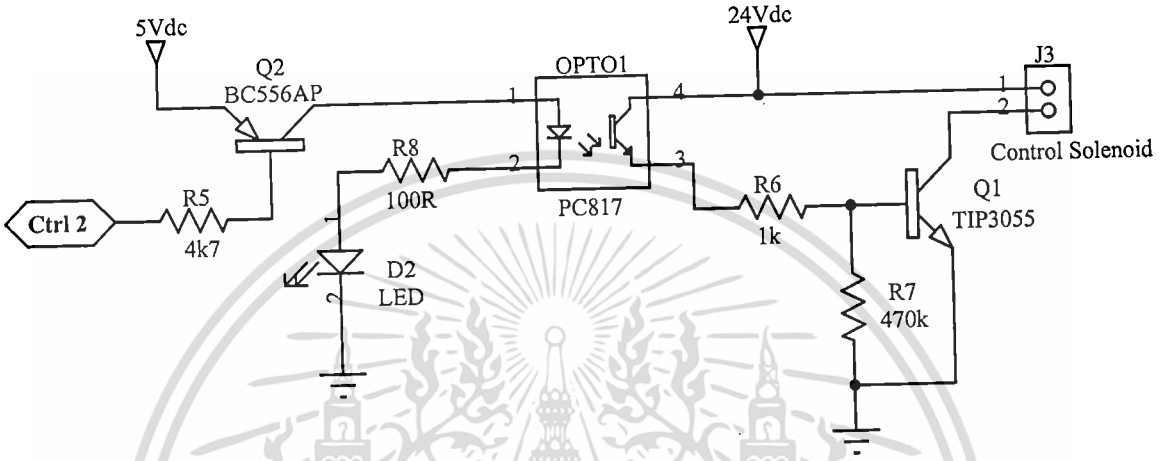


รูปที่ 3.4 วงจรไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

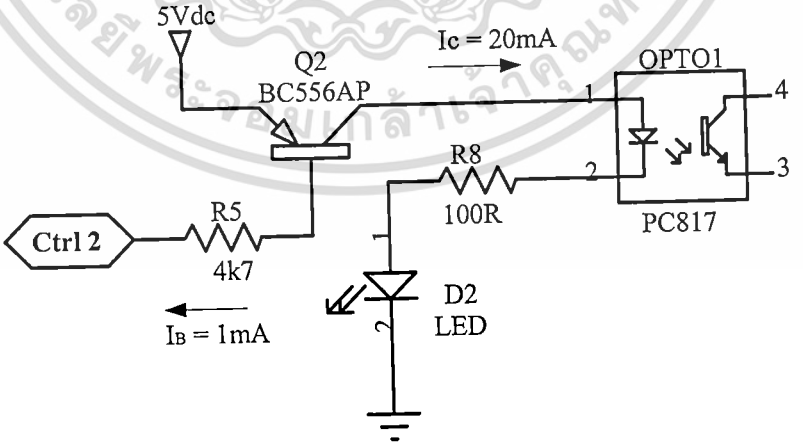
3.3.3 การออกแบบวงจรควบคุมไฟฟ้ากระแสตรง

การออกแบบวงจรควบคุมไฟกระแสตรงขึ้นมา ก็เพื่อนำไปควบคุมการทำงานของโซลินอยด์วาล์ว โดยประกอบไปด้วยโซลินอยด์ลม เป็นตัวจ่ายลมเพื่อให้เกิดแรงดันในการให้สารอาหารต่อพืช ดังรูปที่ 3.5 แสดงวงจรควบคุมไฟฟ้ากระแสตรงให้กับโซลินอยด์วาล์ว



รูปที่ 3.5 แสดงวงจรควบคุมไฟฟ้ากระแสตรง

การออกแบบส่วนแรกรับจากไมโครคอลโทลเลอร์ โดยไมโครคอลโทลเลอร์จะจ่าย "0" เพื่อให้วงจรทำงาน จากการทำงานของ PC 817 ที่ต้องการกระแส I_F = 20mA จึงได้มีการออกแบบโดยใช้ ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC556 ในการขับกระแสให้ PC817 เทียบจากดาตาชีท เบอร์ BC556 รับกระแส I_B = -1mA จะได้กระแส I_C = 20mA ดังรูปที่ 3.6 แสดงการไหลของกระแสในวงจรทางภาครับจากไมโครคอลโทลเลอร์



รูปที่ 3.6 แสดงการไหลของกระแสในวงจรทางภาครับจากไมโครคอลโทลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การคำนวณค่า R_5

$$V_{CC} = V_{BE} + V_{R5} \tag{3.7}$$

$$5 = 0.7 + I_B R_5$$

$$4.3 = I_B R_5$$

จาก $I_B = 1mA$

$$\frac{4.3}{1m} = R_5$$

$R_5 = 4.3k\Omega$ ตัวต้านทานในท้องตลาดมีเบอร์ 4.7 kΩ

การคำนวณค่า R_8

$$\text{KVL;} \quad V_{CC} = V_{CE} + V_{R8} + V_F + V_{LED} \tag{3.8}$$

จาก V_{CC}= 5V, V_{CE} = 0.3V (datasheet), V_F = 1.2V (datasheet), V_{LED} = 1.8V

$$5 = 0.3 + I_F R_8 + 1.2 + 1.8$$

จาก I_F= 20mA

$$\frac{5 - 0.3 - 1.2 - 1.8}{20m} = R_8$$

$R_8 = 85\Omega$ ตัวต้านทานในท้องตลาดมีเบอร์ 100Ω

เมื่อ V_{CC} = แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์

V_{CE} = แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมระหว่างขาอิมิตเตอร์ขาคอลเลคเตอร์

V_F = แรงดันไบอัสตรงของไดโอดภายใน

V_{R6} = แรงดันตกค่อมตัวต้านทาน R8

V_{LED} = แรงดันไบอัสตรงของ LED

V_{BE} = แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมระหว่างขาอิมิตเตอร์กับขาเบส

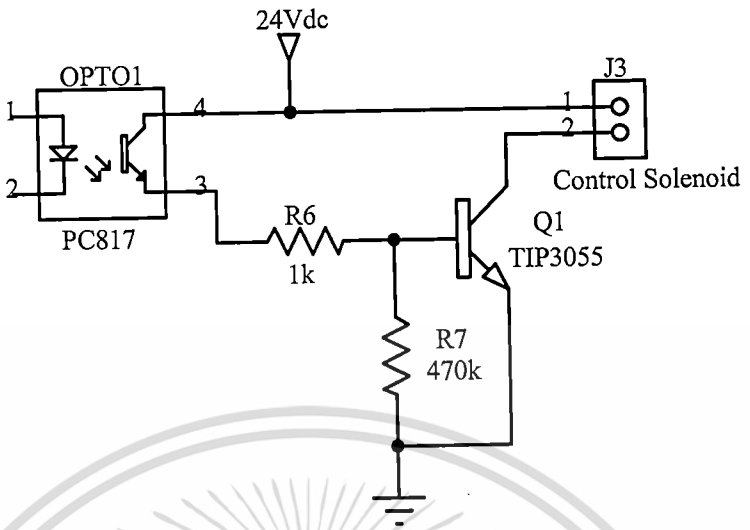
I_C = กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขาคอลเลคเตอร์

I_B = กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขาเบส

การคำนวณกระแสเอาท์พุทให้โซลินอยด์วาล์ว

กระแสออกจาก PC 817 = 1mA จะได้ว่าเป็น I_B ของทรานซิสเตอร์เบอร์ MJE 3055 เมื่อ MJE 3055 ได้รับกระแส I_B = 10mA จะได้กระแส เอาท์พุทให้โซลินอยด์วาล์ว 0.1A

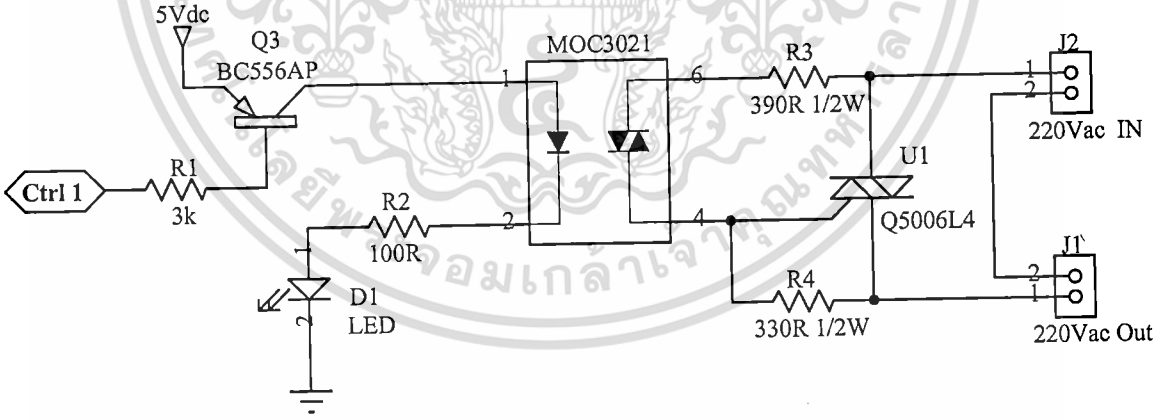
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 แสดงการไหลของกระแสในวงจรทางภาครับจากออปโต

3.3.4 การออกแบบวงจรควบคุมไฟกระแสสลับ

การออกแบบวงจรควบคุมไฟกระแสสลับขึ้นมา ก็เพื่อนำไปควบคุมการทำงานของปั๊มลมและไฟฟ้าให้แสงสว่าง จึงจำเป็นที่จะต้องใช้อุปกรณ์ประเภทอิเล็กทรอนิกส์กำลังมาควบคุม ในที่นี้เลือกใช้ไตรแอกกำลังมาใช้ในการควบคุม ซึ่งได้ออกแบบดังรูปที่ 3.8 แสดงวงจรควบคุมไฟฟ้ากระแสสลับ

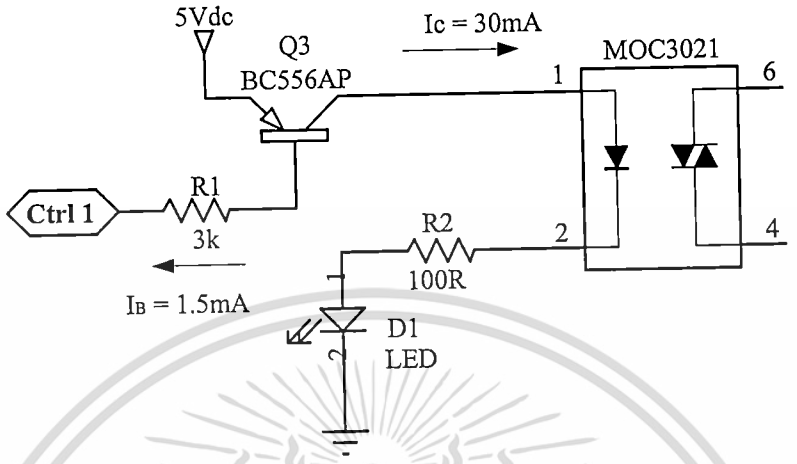


รูปที่ 3.8 แสดงวงจรควบคุมไฟฟ้ากระแสสลับ

การออกแบบส่วนแรกรับจากไมโครคอลโทลเลอร์ โดยไมโครคอลโทลเลอร์จะจ่าย "0" เพื่อให้วงจรทำงาน จากการทำงานของ MOC 3021 ที่ต้องการกระแส I_F = 30mA จึงได้มีการออกแบบโดยใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC556 ในการขับกระแสให้ MOC 3031 เทียบจากดาต้าร์ชีท ทรานซิสเตอร์เบอร์ BC556

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รับกระแส I_B = -1.5mA จะได้กระแส I_C = 30mA ดังรูปที่ 3.9 แสดงการไหลของกระแสในวงจรทางภาครับจากไมโครคอลโทลเลอร์



รูปที่ 3.9 แสดงการไหลของกระแสในวงจรทางภาครับจากไมโครคอลโทลเลอร์

การคำนวณค่า R_1

$$V_{CC} = V_{BE} + V_{R1} \qquad (3.9)$$

$$5 = 0.65 + I_B R_1$$

$$4.5 = I_B R_1$$

จาก $I_B = 1.5mA$

$$\frac{4.5}{1.5m} = R_1$$

$R_1 = 3k\Omega$ ตัวต้านทานในท้องตลาดมีเบอร์ 3k Ω

การคำนวณค่า R_2

$$V_{CC} = V_{CE} + V_{R2} + V_F + V_{LED} \qquad (3.10)$$

จาก V_{CC}= 5V, V_{CE} = 0.3V (datasheet), V_F = 1.3V (datasheet), V_{LED} = 1.8V

$$5 = 0.3 + I_F R_2 + 1.3 + 1.8$$

จาก I_F=30mA

$$\frac{5 - 0.3 - 1.3 - 1.8}{30m} = R_2$$

$R_2 = 96.67\Omega$ ตัวต้านทานในท้องตลาดมีเบอร์ 100 Ω

เมื่อ V_{CC} = แหล่งจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

V_{CE} = แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมระหว่างขาอิมิตเตอร์ขาคอลเลคเตอร์

V_F = แรงดันไบอัสตรงของไดโอดภายใน

V_{R2} = แรงดันตกค่อมตัวต้านทาน R2

V_{LED} = แรงดันไบอัสตรงของ LED

V_{BE} = แรงดันไฟฟ้าตกคร่อมระหว่างขาอิมิตเตอร์กับขาเบส

I_C = กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขาคอลเลคเตอร์

I_B = กระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านขาเบส

ทางด้านอินพุทของ BTA/BTB06-600C ต้องการกระแสมาป้อนที่ขาเกทได้ตั้งแต่ 50 มิลลิแอมป์ และสูงสุด 6 แอมป์ ซึ่งเอาท์พุทของ MOC3031 สามารถทนกระแสได้ 1 แอมป์ เลือกป้อนกระแสที่ขาเกทประมาณ 600 มิลลิแอมป์ และหาค่าความต้านทาน R3 ที่ เอาท์พุทได้จากสมการที่ 3.18

$$V_{IN} = I_G R_4 \qquad (3.11)$$

$$R_4 = \frac{V_{IN}}{I_G}$$

$$R_4 = \frac{220V}{600mA}$$

$R_4 = 366.66\,\Omega$ ตัวต้านทานในท้องตลาดมีเบอร์ $330\,\Omega$

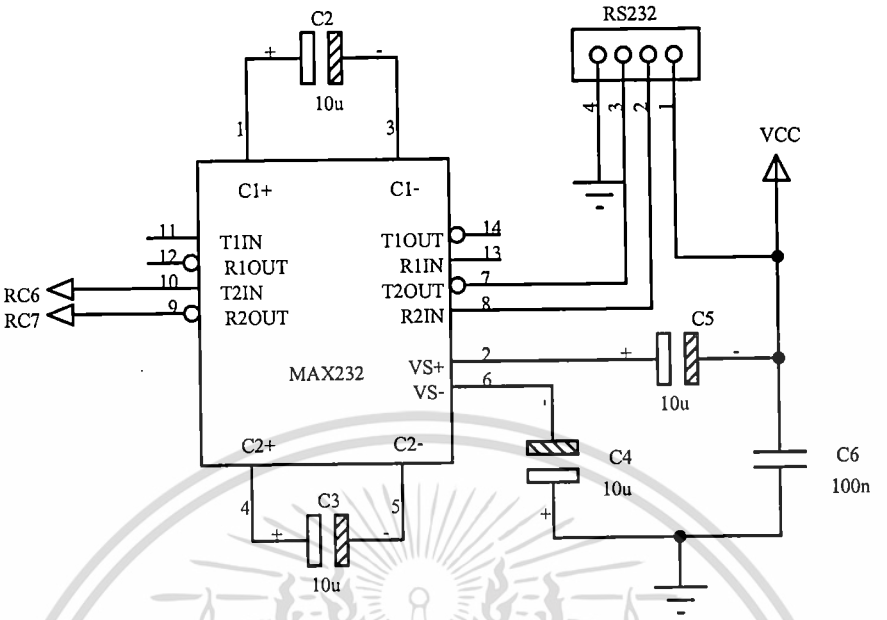
เมื่อ V_{IN} = แรงดันอินพุทไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์

I_G = กระแสที่ไหลผ่านขาเกทของ BTA/BTB06-600C

3.3.5 วงจรใช้งานไอซี Max232

ไอซี Max232 เป็นไอซีขนาด 16 ขา ใช้ไฟเลี้ยง 5 โวลต์ ภายในมีวงจรแปลง RS232 เป็น TTL สองชุด และวงจรแปลง TTL เป็น RS232 อีกสองชุดรองรับมาตรฐาน RS232 ตามข้อกำหนด EIA/TIA และ V.28 กินไฟน้อย (ในโหมดพลังงานต่ำกินกระแสไฟเพียงห้าไมโครวัตต์) ภายใน Max232 มีวงจรทวีแรงดันและวงจรกลับขั้วแรงดัน ซึ่งต้องอาศัยอีเลคโทรไลติกคาปาซิเตอร์ภายนอก 4 ตัวจึงจะทำงานได้ถูกต้องการต่อใช้งานแสดงดังรูป 3.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



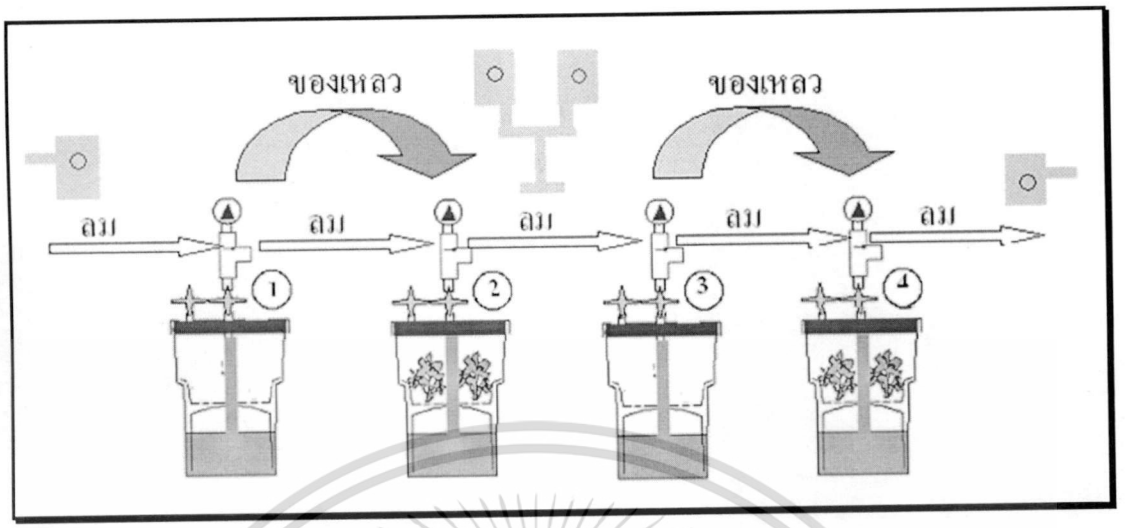
รูปที่ 3.10 วงจรใช้งานไอซี Max232

3.4 การออกแบบการให้อาหาร

ในการให้อาหารพืชแบบจมชั่วคราวนั้นจะต้องควบคุมทิศทางลม 2 ทิศทางทั้งไปและกลับ โดยมีการออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.11 โดยเมื่อต้องการให้อาหารพืชลมจะดันจากซ้ายไปขวา เริ่มจากขวดที่ 1 ลมจะดันให้สารละลายอาหารพืชเคลื่อนที่ไปยังขวดที่ 2 ผ่านท่อซิลิโคน ในขณะเดียวกันแรงดันจากขวดที่ 2 จะดันไปยังขวดที่ 3 ซึ่งจะทำให้อาหารในขวดที่ 3 เคลื่อนที่ไปยังขวดที่ 4 เช่นเดียวกัน และในทางกลับกันหากต้องการหยุดให้อาหารแบบจมก็สามารถทำได้โดยให้แรงดันลมย้อนกลับจากขวามาซ้าย

ระบบจะมีเมมเบรนฟิลเตอร์เพื่อป้องกันเชื้อเข้าสู่ระบบ โดยจะติดตั้งอยู่ที่ด้านท่อเข้าและออกของลมนั่นเอง และระบบแบบขวดแก้วคู่นี้มีข้อดีในขั้นตอนเปลี่ยนอาหาร เมื่อพืชต้องการสารอาหารตัวใหม่ ก็สามารถเปลี่ยนขวดอาหารได้โดยไม่ต้องมีการเคลื่อนย้ายพืช ช่วยลดโอกาสการติดเชื้อได้อีกขั้นหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.11 ไดอะแกรมของการให้สารอาหารแบบจมชั่วคราว

รูปที่ 3.12 การจัดวางภาชนะในระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบซอฟแวร์

สำหรับส่วนซอฟแวร์ที่ได้ออกแบบนี้ ได้ออกแบบไว้สำหรับวงจไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ดังแสดงในภาคผนวก ซึ่งการทำงานของโปรแกรมแบ่งออกเป็น 3 โหมดหลักๆ คือ

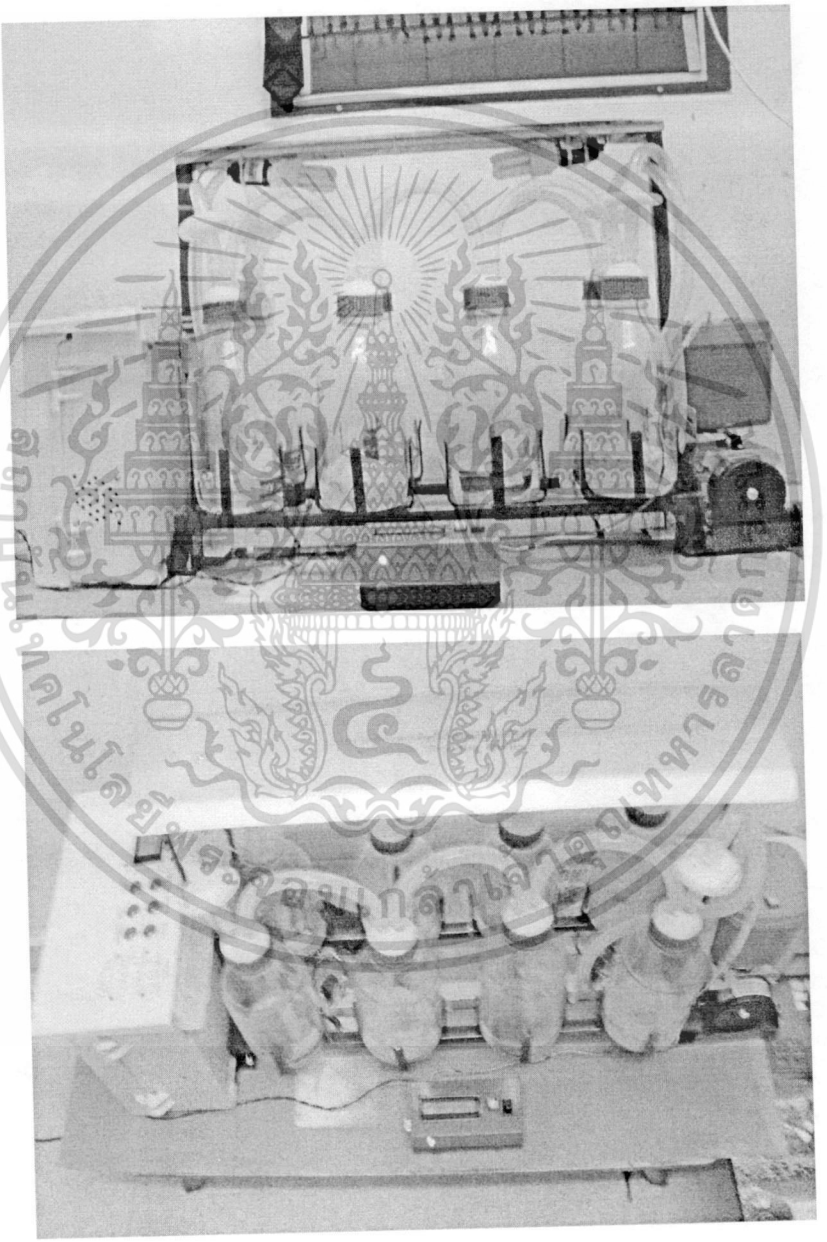
1. โหมดการทำงานแบบแมนนวล (Manual) ซึ่งต้องใช้คนในการควบคุมการให้อาหารหรือ การให้แสงสว่าง
2. โหมดการตั้งค่าเวลา เพื่อตั้งค่าเวลาเริ่มต้น ให้กับชุดฐานเวลาจริง IC DS1307
3. โหมดการทำงานแบบอัตโนมัติ (Auto) จะรับค่าจำนวนครั้ง และระยะห่างในการให้อาหาร แล้วเครื่องจะทำการตรวจสอบเวลา แล้วทำงานตามที่ได้ตั้งโปรแกรมไว้ก่อนหน้านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

ในบทนี้เป็นการทดลองและผลการทดลองที่ได้ทำการทดสอบระบบที่ออกแบบและพัฒนา โดยมีรูปภาพแสดงต้นแบบที่ผลิตขึ้นดังรูปต่อไปนี้



รูปที่ 4.1 ระบบที่ทำการติดตั้งแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1 การทดสอบปั๊มและระยะเวลาในการดันอาหาร

ทำการทดลองต่อปั๊ม 2 ขนาดเข้ากับระบบเพื่อเปรียบเทียบระยะเวลาในการดันอาหาร และผลของแรงดันลมที่มีต่อชิ้นเนื้อเยื่อพืชในภาชนะขวด Schott Duran โดยปั๊มมีแรงดัน 0.025 Mpa และ 0.04 Mpa ได้ผลดังแสดงในตารางที่ 4.1 และ 4.2 ตามลำดับ

ตาราง4.1 ทดสอบระบบการทำงานโดยใช้ลมดันของเหลว โดยใช้ปั๊มลมขนาดความดัน 0.025 Mpa

ทดลองครั้งที่	ให้อาหารพืชขาไป	ให้อาหารพืชขากลับ	หมายเหตุ
1	18 วินาที	18 วินาที	-
2	17 วินาที	18 วินาที	-
3	17 วินาที	18 วินาที	-
4	18 วินาที	19 วินาที	-
5	18 วินาที	18 วินาที	-
6	18 วินาที	18 วินาที	-
7	17 วินาที	18 วินาที	-
8	17 วินาที	18 วินาที	-
9	18 วินาที	19 วินาที	-
10	18 วินาที	18 วินาที	-
11	18 วินาที	18 วินาที	-
12	17 วินาที	18 วินาที	-
13	17 วินาที	18 วินาที	-
14	18 วินาที	19 วินาที	-
15	18 วินาที	18 วินาที	-
16	18 วินาที	19 วินาที	-
17	17 วินาที	18 วินาที	-
18	18 วินาที	19 วินาที	-
19	19 วินาที	20 วินาที	-
20	18 วินาที	18 วินาที	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง4.2 ทดสอบระบบการทำงานโดยใช้ลมดันของเหลว โดยใช้ปั๊มลมขนาดความดัน 0.04 M/pa

ทดลองครั้งที่	ให้อาหารพืชขาไป	ให้อาหารพืชขากลับ	หมายเหตุ
1	10 วินาที	10 วินาที	-
2	9 วินาที	10 วินาที	-
3	9 วินาที	10 วินาที	-
4	10 วินาที	11 วินาที	-
5	10 วินาที	10 วินาที	-
6	10 วินาที	10 วินาที	-
7	9 วินาที	10 วินาที	-
8	9 วินาที	10 วินาที	-
9	10 วินาที	11 วินาที	-
10	10 วินาที	10 วินาที	-
11	10 วินาที	10 วินาที	-
12	9 วินาที	10 วินาที	-
13	9 วินาที	10 วินาที	-
14	10 วินาที	11 วินาที	-
15	10 วินาที	11 วินาที	-
16	10 วินาที	11 วินาที	-
17	9 วินาที	9 วินาที	-
18	10 วินาที	10 วินาที	-
19	11 วินาที	11 วินาที	-
20	10 วินาที	10 วินาที	-

สรุปการทดลองใช้ปั๊มแรงดันลมขนาด 0.025 M/pa เหมาะสำหรับงานที่มีระบบ 2 ชุดมากกว่าเพราะถ้าลมดันแรงเกินไปอาจทำให้พืชช้ำได้ แต่ถ้าหากงานระบบมากกว่า 2 ชุด ก็ควรใช้ปั๊มขนาดแรงดันลม 0.04 M/pa

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การทดสอบระบบการให้อาหารพืช

โดยดูการเจริญเติมโตของพืช โดยให้อาหารเหลวสูตร VACIN AND WENT (VW) (1949)

ขั้นตอนการทดลอง (การเตรียมอุปกรณ์และวิธีการเตรียมพืชเข้าระบบ)

นำภาชนะหรือขวด Schott duran เม็ดบีท(glass bead) ผ้าขาวบาง และสายซิลิโคนที่เตรียมไว้เข้าสู่ระบบการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยอุณหภูมิ 121° C จากนั้นนำต้นอ่อนกล้วยไม้ที่เจริญมาจากโปรโตคอร์มอายุ 4 เดือน เลี้ยงบนสูตรอาหารดัดแปลง VACIN AND WENT (VW)(1949)เหมาะสำหรับใช้เพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้

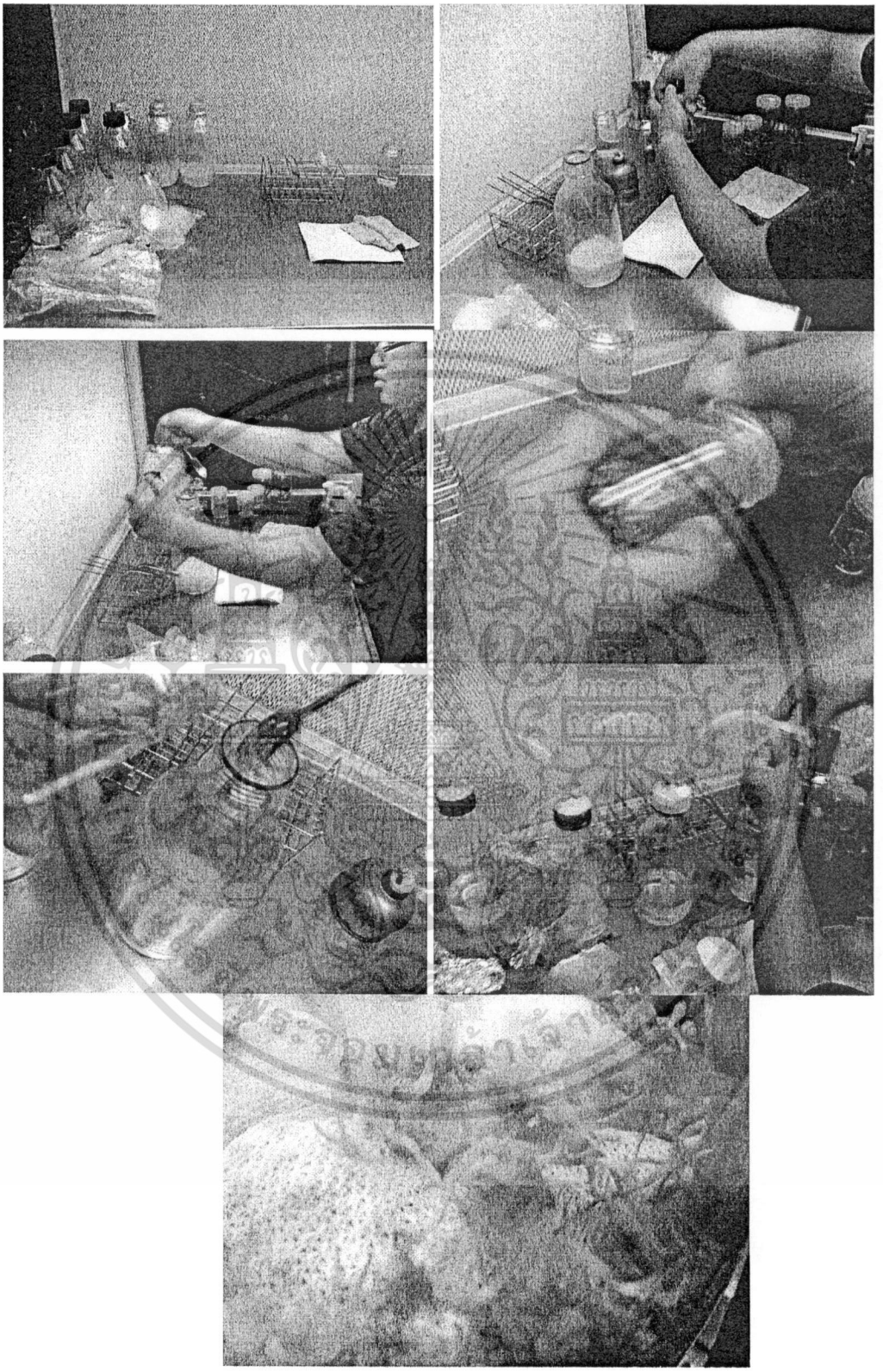
1. สารเคมีที่ใช้ในปริมาณมิลลิกรัมต่อลิตร
2. ไตรแคลเซียมฟอสเฟต Ca3(PO4)2 200
3. โปแตสเซียมไนเตรต KNO3 525
4. โปแตสเซียมไดไฮโดรเจนฟอสเฟต KH2PO4 250
5. แมกนีเซียมซัลเฟต MgSO4.7H2O 250
6. แอมโมเนียมซัลเฟต (NH4)2SO4 500
7. โซเดียม อีดีทีเอ Na2-EDTA 37.30
8. เฟอรัสซัลเฟต FeSO4.7H2O 27.8
9. แมงกานิสซัลเฟต MnSO4.4H2O 7.5
10. น้ำตาลซูโครส 20 กรัม
11. น้ำกลั่น 850 มิลลิลิตร
12. ความเป็นกรดเป็นด่าง (pH) 4.8

หมายเหตุ สูตรอาหาร Vacin&Went ของเดิมนั้นได้ธาตุเหล็ก จากเฟอริคตาเตรต ในปริมาณ 0.028 กรัมต่อลิตร แต่หาซื้อได้ยากในประเทศไทย จึงใช้เฟอรัสซัลเฟต และโซเดียม อีดีทีเอ แทน

จากนั้นนำไปเลี้ยงในระบบที่ให้แสง 16 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิ 25±2 C โดยการเลือกการให้อาหาร 3 ครั้ง/วัน และนำมาเปรียบเทียบกับการเพาะเลี้ยงบนสูตรอาหาร Vacin and Went (VW) ที่เติมผงวุ้นที่ใส่ในอาหาร คือ 0.4, 0.6 และ 0.8 ก/100 มล ก่อนนำไปเลี้ยงในสภาพที่มีแสง 16 ชั่วโมง/วัน อุณหภูมิ 25±2 C พบว่าสูตรอาหาร VW สูตรแรกในระบบทำให้ตาข้างมีการแทงรากออกมา 67% ส่วนชิ้นเนื้อเยื่อจากใบอ่อนมีการพองตัวโค้งงอ และขยายขนาดของเนื้อเยื่อขึ้นประมาณ 1-2 มิลลิเมตร ส่วนเมล็ดพบว่าสูตรอาหาร VW ที่เติมผงวุ้น 0.8 ก/ล มีการงอกของเมล็ดเกิดเป็นต้นอ่อน 30%

ภาพการเตรียมระบบแสดงดังภาพต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

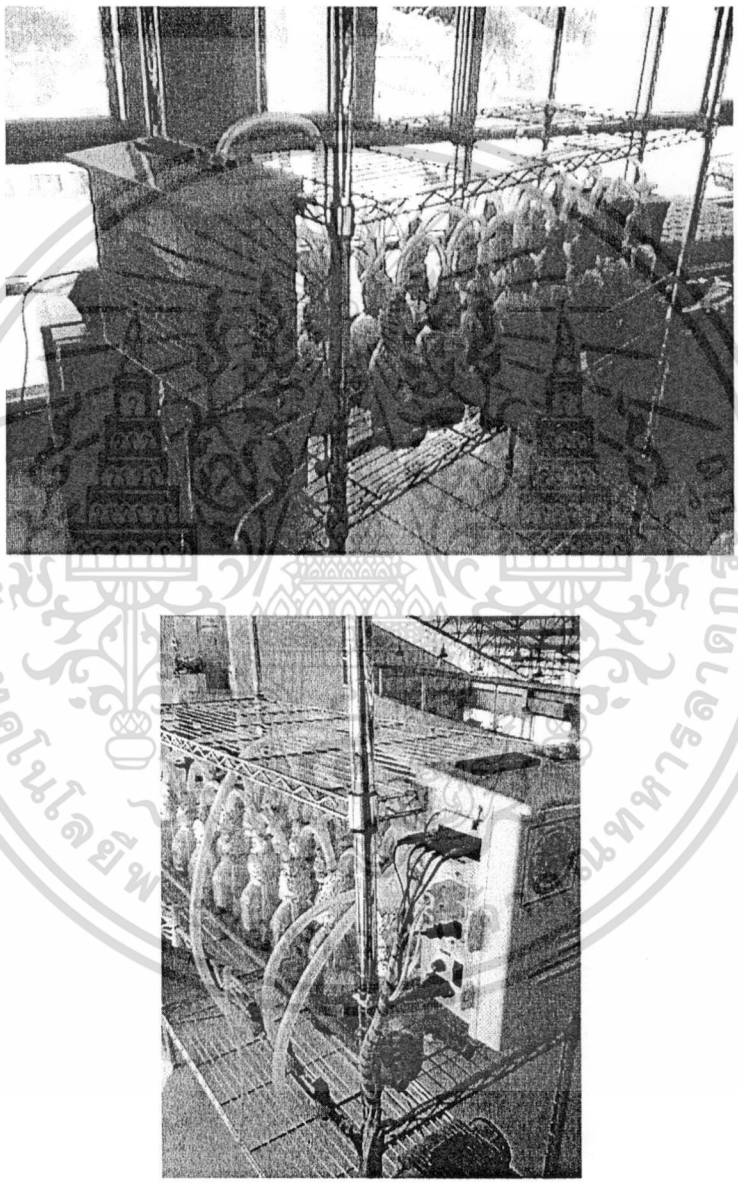


ภาพที่ 4.2 ขั้นตอนการย้ายเนื้อเยื่อพืชลงระบบ และลักษณะเนื้อเยื่อหลังการย้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดสอบระบบแบบต่ออนุกรม

จากระบบให้อาหารพืช 1 ชุดในระบบจะมี 4 ขวดแบ่งออกเป็นพืช 2 ขวด อาหารสูตร v/w 2 ขวด ตามที่กล่าวมาดังภาพที่ 3.11 เราทำการนำระบบให้อาหารจำนวน 2 ชุดมาต่ออนุกรมกันเพื่อเพิ่มปริมาณการเลี้ยงพืช โดยเมื่อต่อระบบแล้วต่อ 1 แถวจะได้ ขวดพืช 4 ขวด และอาหาร 4 ขวด ดังภาพที่ 4.4 ซึ่งประกอบไปด้วยชุดให้อาหาร 3 แถว



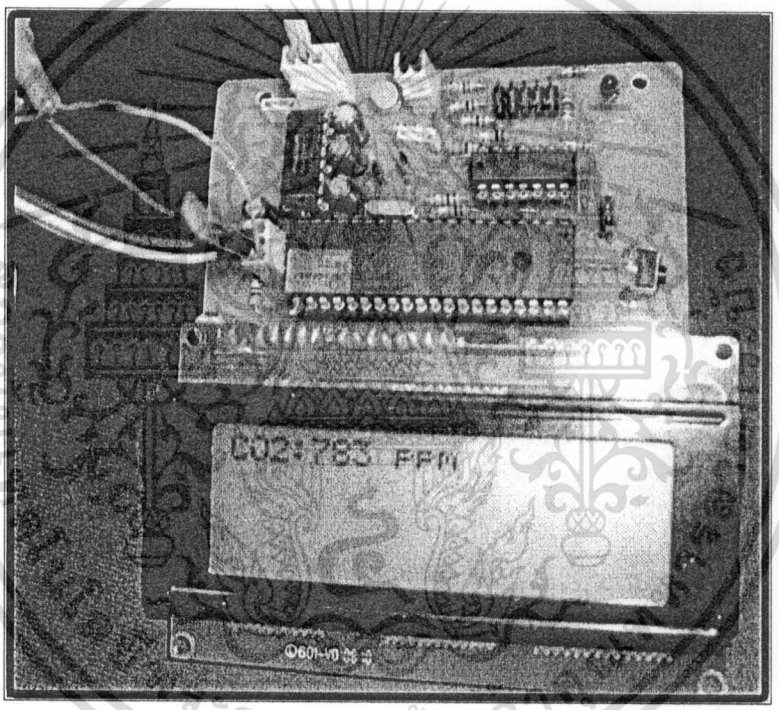
ภาพที่ 4.3 การพ่วงระบบให้อาหารแบบอนุกรม 8 ขวดต่อ 1 แถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 การทดลอง CO_2 Sensor

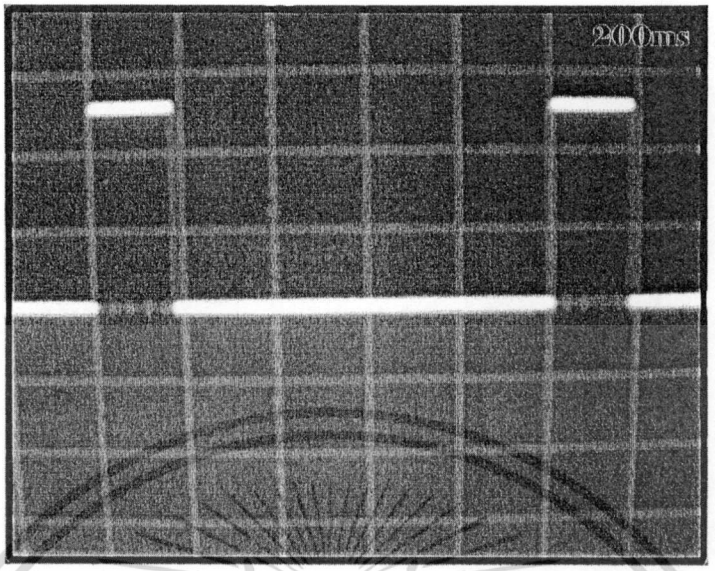
โดยใช้ Oscilloscope เป็นตัวทดสอบการเปลี่ยนแปลง โดยใช้ปั๊มลมดันออกซิเจนและคาร์บอนเข้าไปในขวด Schott duran จนถึงขณะที่ออกซิเจนและคาร์บอนผ่านออกมาเจอเซนต์เซอร์คาร์บอน

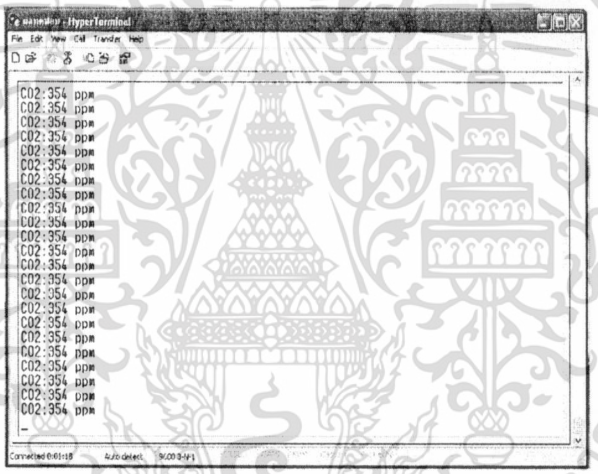
จะได้ผลดังภาพต่อไปนี้ (CO_2 Sensor สามารถวัดปริมาณคาร์บอนได้ตั้งแต่ 0 – 2000 ppm $\pm$ 2%) คำนวณหาค่าปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ (ppm) โดยสมการ((a ms – 177)*2)+350 = b ppm ทำการวัดจาก Oscilloscope เทียบกับค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ เช่นทำการวัดแล้ว ได้ความกว้าง Pulse เท่ากับ 390 ms นำมาเข้าสมการ ((390-177)*2)+350 =782 ppm



ภาพที่ 4.4 แสดงหน้าจอแสดงผลและวงจรเซนเซอร์ CO_2

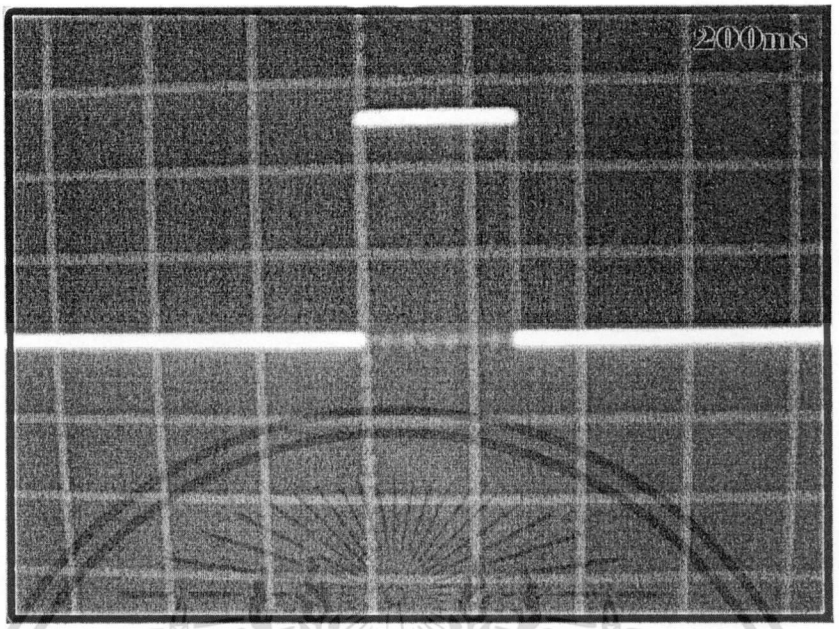
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





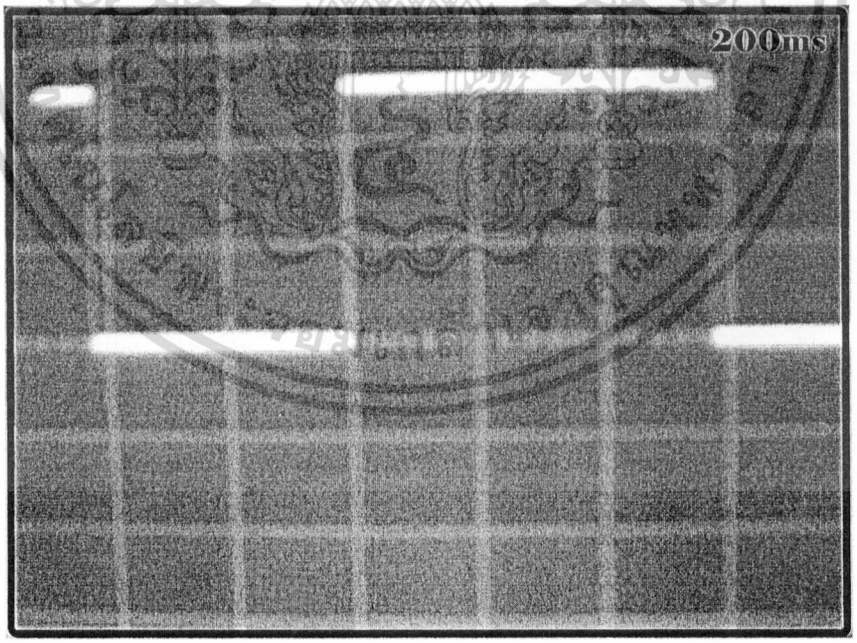
ภาพที่ 4.5 แสดงความกว้างPulse 180msและค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ขณะปริมาณคาร์บอนปกติ354 ppm ขณะอากาศปกติ 180 ms นำมาเข้าสมการจะได้ ปริมาณคาร์บอน 356 ppm จาก CO_2 Sensor ได้ 354

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4.6 แสดง ความกว้าง Pulse 258 ms

จากภาพที่ 4.3 เมื่อวัดความกว้างพัลส์ได้ 258 ms นำมาเข้าสมการจะได้ ปริมาณคาร์บอน 566 ppm จาก CO_2 Sensor ได้ 569 ppm

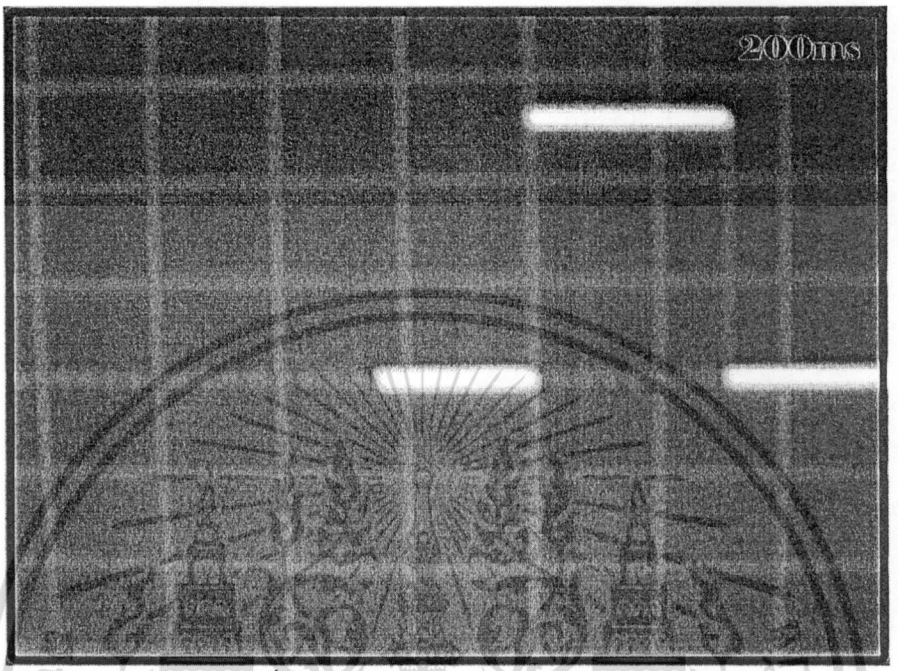


ภาพที่ 4.7 แสดง ความกว้าง Pulse 580 ms

ขณะที่เมื่อวัดได้ 580 ms นำมาเข้าสมการจะได้ ปริมาณคาร์บอน 1156ppm จากCO_2 Sensor ได้ 1155 ppm

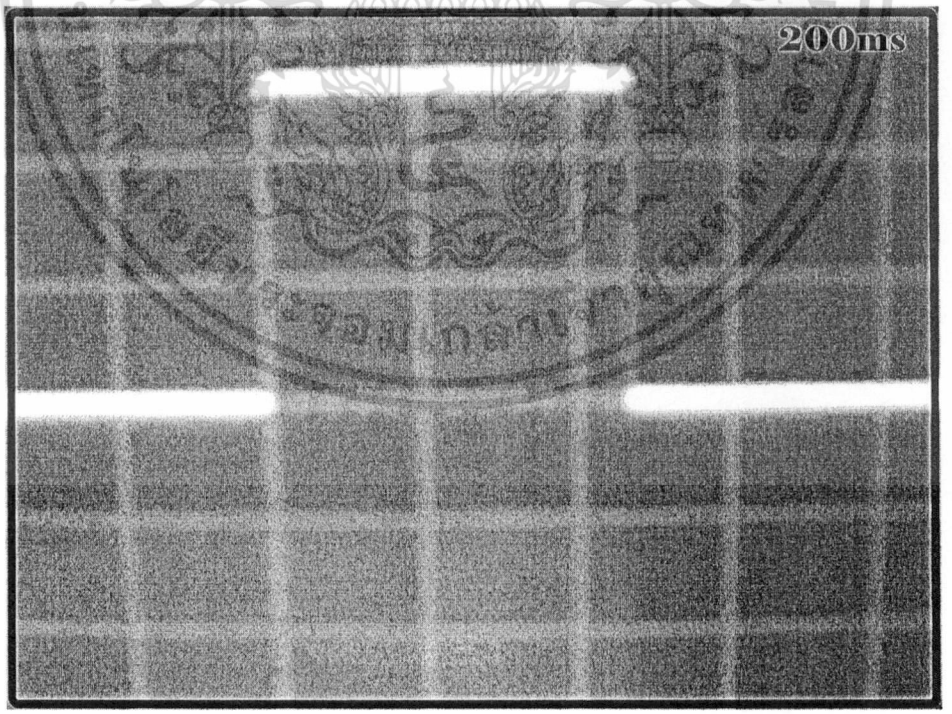
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะ 310 ms นำมาเข้าสมการจะได้ ปริมาณคาร์บอน 616 ppm จากCO_2 Sensor ได้ 620 ppm ดังภาพ 4.8



ภาพที่ 4.8 แสดง ความกว้าง Pulse 310 ms

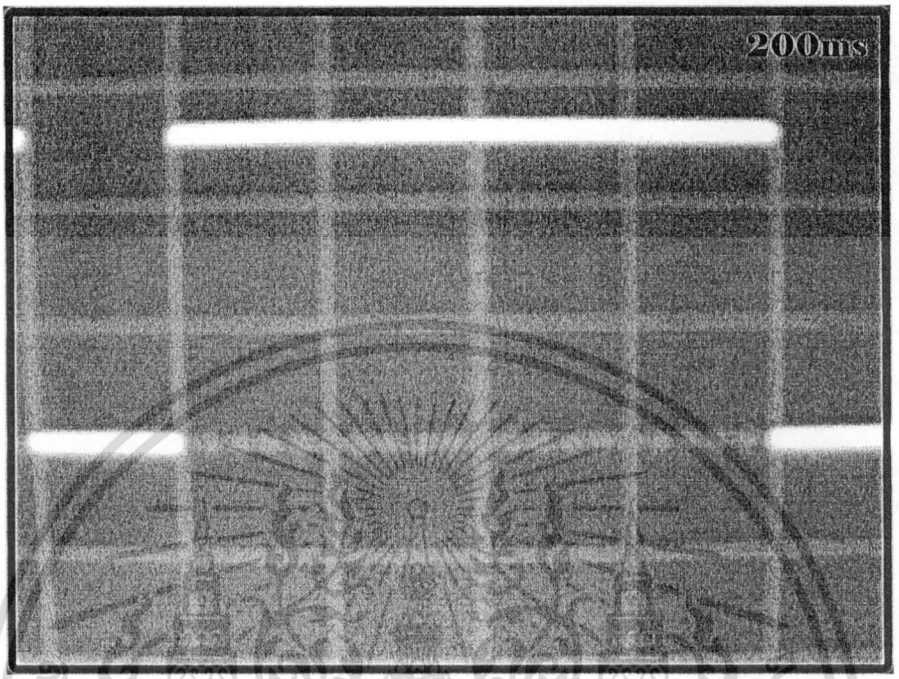
ขณะ 470 ms นำมาเข้าสมการจะได้ ปริมาณคาร์บอน 936 ppm จากCO_2 Sensor ได้ 935 ppm



ภาพที่ 4.9 แสดง ความกว้าง Pulse 470 ms

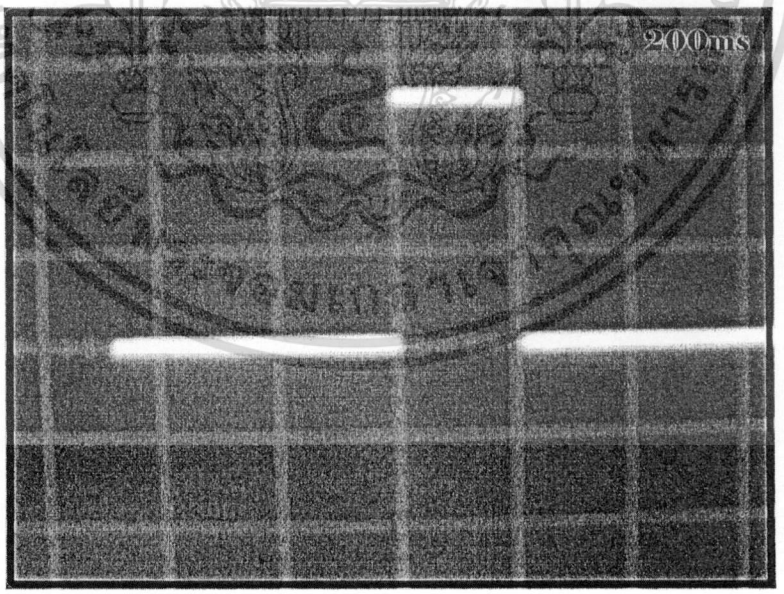
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขณะ 800 ms นำมาเข้าสมการจะได้ ปริมาณคาร์บอน 1,596 ppm จากCO_2 Sensor ได้ 1,598 ppm



ภาพที่ 4.10 แสดง ความกว้าง Pulse 800 ms

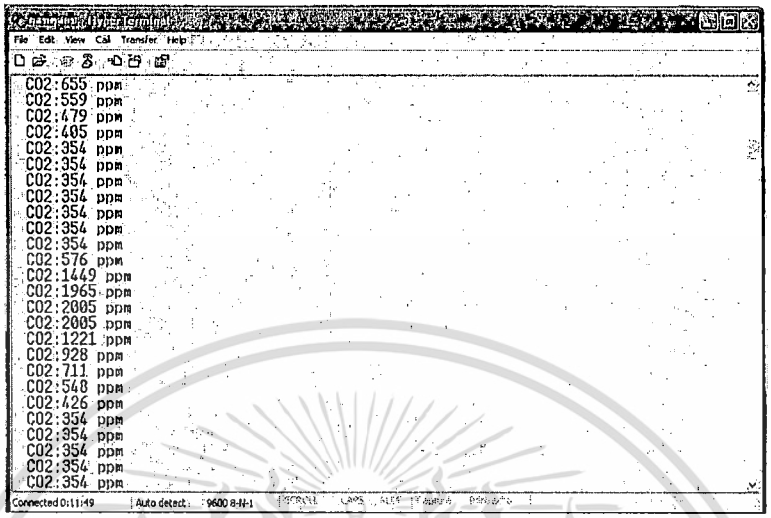
ขณะ 660 ms นำมาเข้าสมการจะได้ ปริมาณคาร์บอน 1,316 ppm จากCO_2 Sensor ได้ 1,320 ppm



ภาพที่ 4.11 แสดง ความกว้าง Pulse 660 ms

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์ที่เก็บค่าไว้ในคอมพิวเตอร์โดยผ่านโปรแกรม Hyper Terminal



ภาพที่ 4.12 ผลโปรแกรม Hyper Terminal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากผลในภาพข้างต้น นำมาเขียนเป็นตาราง เพื่อตรวจสอบการทำงานของเครื่องวัด CO_2 ที่ได้ออกแบบ ได้ผลดังตารางที่ 4.3 ซึ่งมีความผิดพลาดน้อยมาก

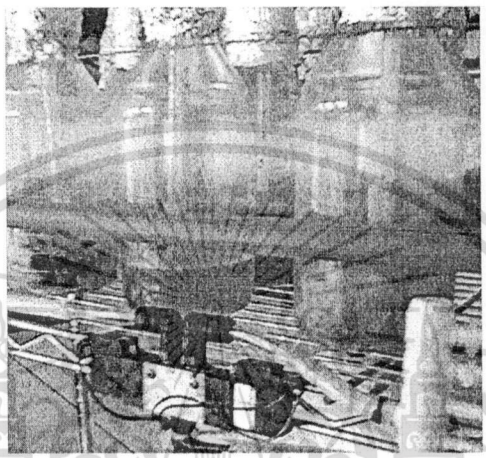
ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบค่าที่ได้จากการคำนวณ และค่าที่อ่านได้จากเซนเซอร์

ครั้งที่	ความกว้าง Pulse	นำมาเข้าสมการ	ค่าเซนเซอร์ที่ได้	ค่าความผิดพลาด
1	300 ms	596 ppm	598 ppm	0.33%
2	180 ms	356 ppm	354 ppm	0.56%
3	210 ms	416 ppm	416 ppm	0%
4	310 ms	616 ppm	616 ppm	0%
5	390 ms	782 ppm	783 ppm	0.12%
6	590 ms	1173 ppm	1176 ppm	0.25%
7	430 ms	556 ppm	553 ppm	0.35%
8	180 ms	356 ppm	354 ppm	0.56%
9	740 ms	1476 ppm	1480 ppm	0.27%
10	580 ms	1156 ppm	1154 ppm	0.173%
11	220 ms	436 ppm	438 ppm	0.45%
13	1000 ms	1996 ppm	2005 ppm	0.45%
14	635 ms	1266 ppm	1262 ppm	0.31%
15	690 ms	1376 ppm	1372 ppm	0.29%
16	715 ms	1426 ppm	1423 ppm	0.21%
17	180 ms	356 ppm	354 ppm	0.56%
18	285 ms	566 ppm	569 ppm	0.53%
19	580 ms	1156 ppm	1155 ppm	0.08%
20	310 ms	616 ppm	620 ppm	0.64%
21	470 ms	936 ppm	935 ppm	0.1%
22	800 ms	1596 ppm	1598 ppm	0.125%
23	1000 ms	1996 ppm	2005 ppm	0.45%
24	660 ms	1316 ppm	1320 ppm	0.30%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

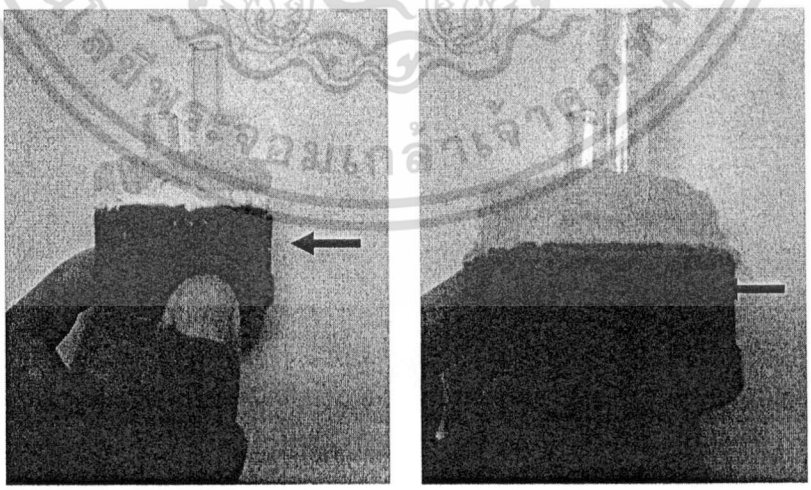
4.4 การติดเชื้อของระบบ

จากการทดลองระบบในเบื้องต้น คณะวิจัยได้ทดสอบกับน้ำเปล่าเพื่อตรวจสอบการทำงานพบว่า ระบบสามารถทำงานได้อย่างถูกต้องตามที่ได้ตั้งค่าของโปรแกรมไว้ แต่เมื่อมีการทดสอบระบบกับสูตรอาหารจริง พบว่า จะมีการติดเชื้อของอาหารในภาชนะดังแสดงในภาพที่ 4.13 โดยจะพบว่าอาหารเหลวมีการเปลี่ยนสีเป็นสีเข้มออกน้ำตาล



ภาพที่ 4.13 การติดเชื้อเมื่อทดสอบกับสูตรอาหาร Vacin&Went

จากการวิเคราะห์พบว่าปัญหาน่าจะเกิดจากฝาปิดภาชนะขวดที่ทำการออกแบบเองนั้นมีรอยรั่ว ซึ่งทำให้เกิดการติดเชื้อได้ง่าย โดยภาพที่ 4.14 แสดงให้เห็นถึงช่องว่างที่กาวซิลิโคนไม่ยึดติดกับฝาภาชนะ



ภาพที่ 4.14 ปัญหาช่องว่างของฝาภาชนะที่ติดกาวซิลิโคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

5.1 ข้อสรุป

จากการทดลองและผลการทดลองพบว่าการออกแบบระบบให้อาหารพืชแบบจมชั่วคราวนั้นการทำงานของระบบสามารถให้อาหารและแสงสว่างตามที่ตั้งค่าโปรแกรมไว้ได้อย่างถูกต้องโดยในระบบอัตโนมัติแบ่งการให้อาหารพืชออกได้เป็น 3 ส่วน คือ ส่วนแรกการทำงาน 1 ครั้ง/ 1 วัน ส่วนที่สองทำงาน 2 ครั้ง/ 1 วัน ส่วนที่สามทำงาน 3 ครั้ง/ 1 วัน วงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ออกแบบไว้สามารถทำงานได้เป็นอย่างดีด้วยระบบฐานเวลาจริง

ในการทดสอบใช้งานกับสูตรอาหารเหลวจริงนั้นพบว่าระบบมีการติดเชื้อโดยมาจากฝาภาชนะบรรจุที่ทำการเจาะรูแล้วทากาวซิลิโคนไม่ยึดติดกับฝาทำให้อากาศภายนอกเข้าสู่ระบบได้

5.2 ปัญหาที่พบในระหว่างการทำงานวิจัย

1) ภาชนะที่ได้ออกแบบไว้สำหรับบรรจุอาหารเหลวและพืชนั้น ยังมีปัญหาในการประกอบและอุดช่องว่างดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

2) ภาชนะขวดมีปากที่แคบทำให้การย้ายเนื้อเยื่อพืชทำได้ยาก

3) ระบบไฟฟ้า หากมีไฟตกหรือไฟกระชากบ้างครั้ง ทำให้เครื่องมีปัญหาในการใช้งานซึ่งได้ ถึงแม้จะมีการออกแบบระบบแบตเตอร์รี่สำรองไฟแล้วก็ตาม

5.3 แนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคต

แนวทางในการพัฒนางานวิจัยนี้ต่อไปเพื่อให้ใช้งานได้จริง อาจต้องทำการเลือกภาชนะบรรจุใหม่ หรือมีวิธีการในการออกแบบฝาปิดหรือป้องกันการรั่วของอากาศที่เข้าสู่ระบบได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

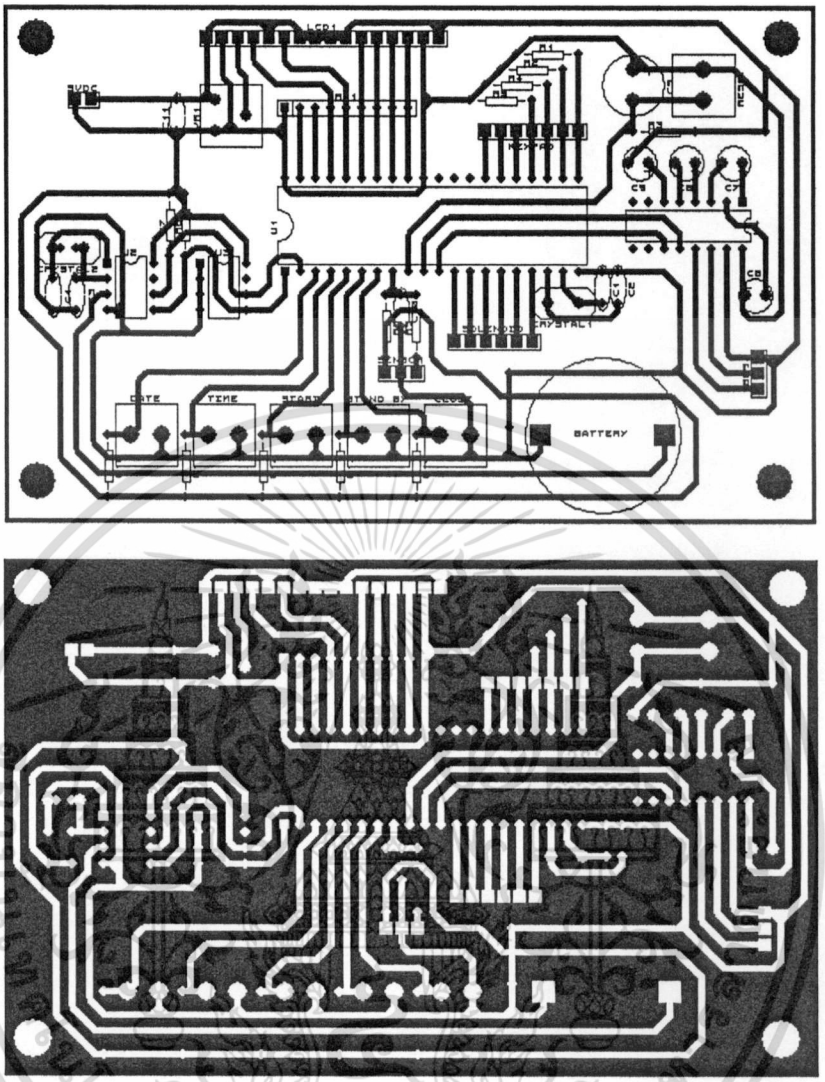
- เฉลิมวุธ คามาปาน. 2547. การพยากรณ์ปริมาณส่งออกกล้วยไม้ตัดดอกของประเทศไทยไปประเทศสหรัฐอเมริกา. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- ศิริวรรณ ประเศรษฐานนท์. มปพ. กล้วยไม้ .http://www.oae.go.th/model/siriwan. 28 ตุลาคม 2550
- สำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย. 2548. รายการวิจัยเรื่องการอนุรักษ์และฟื้นฟูพันธุ์กล้วยไม้ป่าในพื้นที่ภาคใต้ของประเทศไทย. http://www.vijai.org/research/project_content. 28 ตุลาคม 2550.
- คำนูณ กาญจนภูมิ. 2542. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. สำนักพิมพ์แห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ. 162 น.
- ไพบูลย์ กวินเลิศวัฒนา. 2524. หลักและวิธีการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 109 น.
- ไพบูลย์ ไพรีพ่ายฤทธิ์. 2509. การศึกษาวิธีการเพาะเมล็ดอ่อนกล้วยไม้. วิทยานิพนธ์ปริญญาโท. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.
- ศิวพงศ์ จำรัสพันธุ์. 2541. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช. ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สถาบันราชภัฏอุดรธานี. 230 น.
- Prakash, S., M.I. Hoque and T.Brinks. Culture media and container.2002. p 29-39. In Low cost options for tissue culture technology in developing countries. Proceedings of a technical meeting organizatioed by the joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture. Vienna, Austria, 26-30 August 2002

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

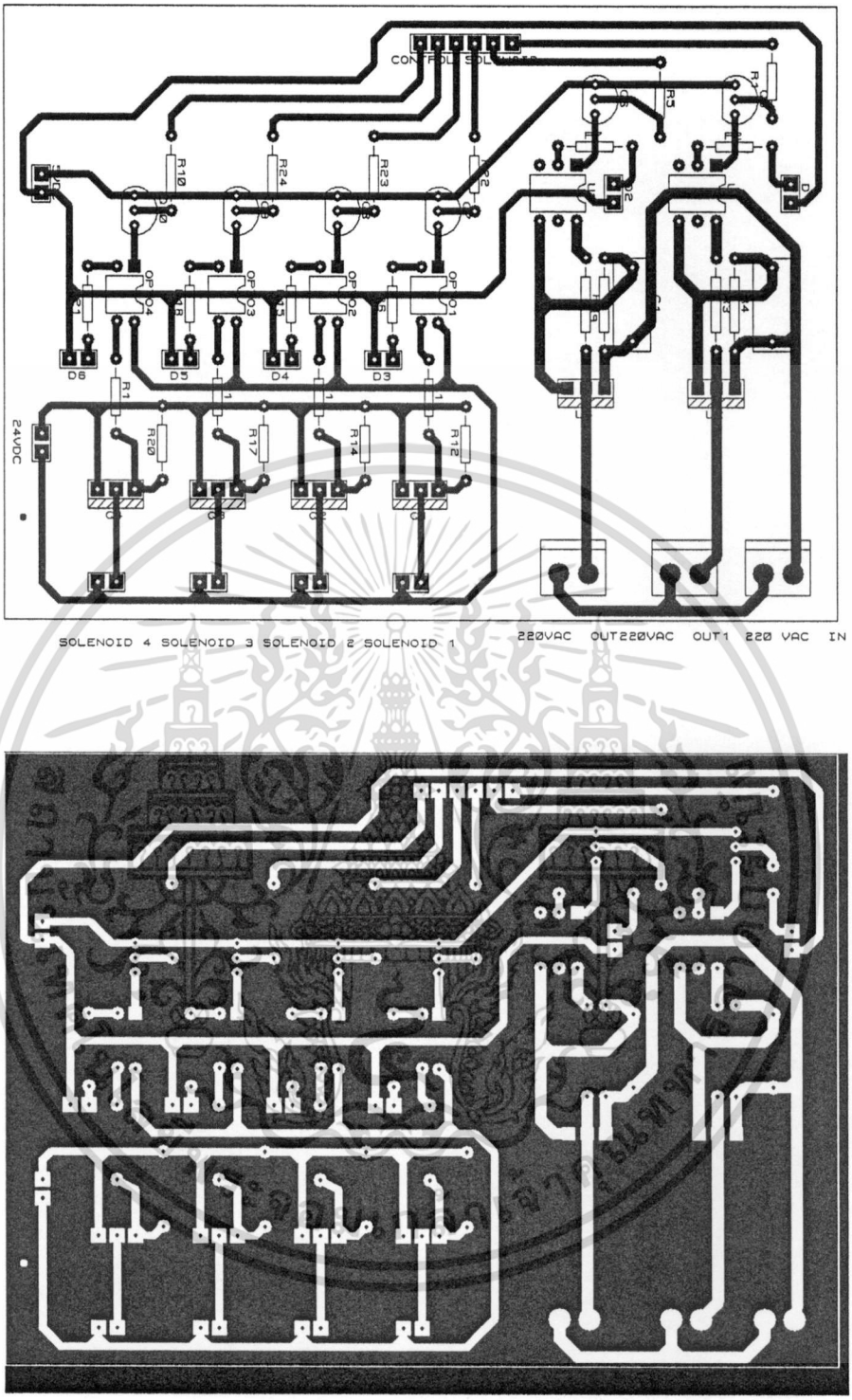
วงจรและลายวงจรที่ออกแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



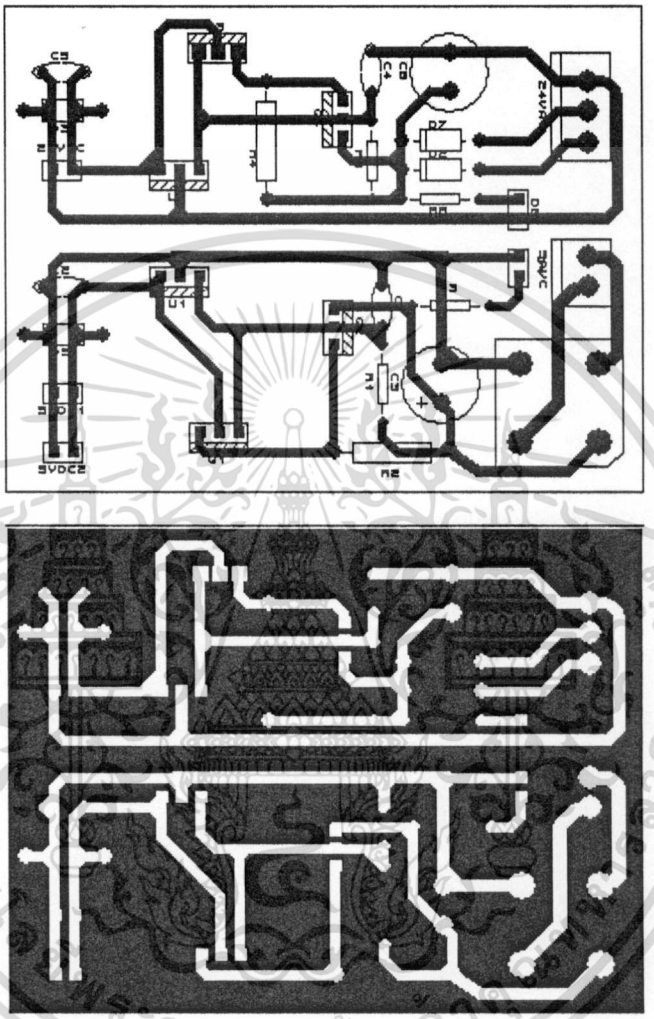
ภาพลายวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพลายวงจรควบคุมโซลินอย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพลายวงจรแหล่งจ่ายไฟ 5V และ 24V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ซอสโค๊ดของโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
#include <reg52.h>
#include <stdio.h>
#define Forever 1
//              Define Parameter
  sbit sda = P1^0;
   sbit scl = P1^1;
  sbit E = P0^3;
   sbit RW = P0^1;
   sbit RS = P0^0;
  sbit sw_DateTime  = P1^2;
   sbit sw_Manual    = P1^3;
   sbit sw_myAuto    = P1^4;
   sbit sw_Start     = P1^5;
  sbit sw_Stand_by  = P1^6;
  sbit Pump  = P3^2;
   sbit Light = P3^3;
   sbit Solenoid_1 = P3^4;
   sbit Solenoid_2 = P3^5;
   sbit Solenoid_3 = P3^6;
   sbit Solenoid_4 = P3^7;

//************ define keypad port     ************//
 sbit c1 = P2^6;
 sbit c2 = P2^5;
 sbit c3 = P2^4;
 sbit r1 = P2^3;
 sbit r2 = P2^2;
 sbit r3 = P2^1;
 sbit r4 = P2^0;

unsigned char lcd_buf[21];
unsigned char time_buf[7];
unsigned char date_buff[7];
unsigned char
time_tr1[8],time_tr2[8],time_tr3[8],time_tr4[8];
unsigned char sec,min,hour,date,month,year;
unsigned char count_key = 0,get_key = 0;
unsigned char m[8];
unsigned char h[8];
static unsigned char ment_mode = 0, show_mode = 1;
static unsigned char Capture_Page = 0;

//##############################################
###################
// define sub function   i2c
void i2c_start();
void i2c_stop();
void i2c_clock();
bit i2c_wrData(unsigned char dat);
unsigned char i2c_rdData();
void i2c_delay();

//***********    Sub function lcd    *************//
void init_lcd(void);
void goto_lcd(unsigned char);
void write_command(unsigned char);
void write_data(unsigned char);
```

```
void print_lcd(void);
void delay_lcd(unsigned char);
void delay(unsigned char k);
unsigned char scan_key(void);
void set_DateTime(void);
void set_timer1(void);
void set_timer2(void);
void set_timer3(void);

void ds1307_wrtime(void);
void ds1307_wrdate(void);
unsigned char ds1307_read(unsigned char ctl);
void ds1307_write(unsigned char ctl,unsigned char
dat);

void Auto_Run();
void myAuto();
void Display_DateTime();
void myManual();
void stop_AutoMode();

/*************************************/
/*          main  program            */
/*************************************/
void main(void)
{
 delay(50);
 init_lcd();
 scl = 1;
 sda = 1;

  Pump      = 1;
  Light     = 1;
  Solenoid_1 = 1;
  Solenoid_2 = 1;
  Solenoid_3 = 1;
  Solenoid_4 = 1;

 while(Forever)
 {

  if(sw_DateTime == 0)
   {
     delay(50);
     while(!sw_DateTime);
     set_DateTime();
     write_command(0x01);
     Capture_Page = 0;
   }
  else if(sw_Manual == 0)
   {
      delay(50);
     while(!sw_Manual);
     write_command(0x01);
     Capture_Page = 3;
   }

  else if(sw_myAuto == 0)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    {
       delay(50);
      while(!sw_myAuto);
     //select_mode();
      Capture_Page = 2;
    }
   else if(sw_Start == 0)
    {
       delay(50);
      while(!sw_Start);
      write_command(0x01);
      Capture_Page = 1;
    }

   else if(sw_Stand_by == 0)
    {
       delay(50);
      while(!sw_Stand_by);
      write_command(0x01);
      Capture_Page =4;
    }

   switch(Capture_Page)
   {
     case 0: Display_DateTime();  break;
     case 1: Auto_Run();          break;
     case 2: myAuto();
          Capture_Page = 0;
     break;

     case 3: myManual();
          Capture_Page = 0;
     break;

     case 4:stop_AutoMode();     break;
   }

  }
}

//################  I2C Part function
// I2C Clock
void i2c_clock()
{
  i2c_delay();
  scl = 1;
  i2c_delay();
  scl = 0;
}

//#################################
// I2C delay
void i2c_delay()
{
  unsigned char x;
    for(x = 0; x < 100; x++);
}

//#################################
// i2c start
void i2c_start()
{
  scl = 0;
  sda = 1;
  scl = 1;
  i2c_delay();
  sda = 0;
  i2c_delay();
  scl = 0;
}

//#################################
// i2c stop
void i2c_stop()
{
  scl = 0;
  sda = 0;
  i2c_delay();
  scl = 1;
  i2c_delay();
  sda = 1;
}

//#################################
// i2c write data
bit i2c_wrdata(unsigned char dat)
{
  bit dat_bit;
  unsigned char i;
    for(i = 0; i < 8; i++)
    {
      dat_bit = dat&0x80;
      sda = dat_bit;
      i2c_clock();
      dat = dat<<1;
    }

    sda = 1;
    i2c_delay();
    scl = 1;
    i2c_delay();
    dat_bit = sda;
    scl = 0;
    i2c_delay();
   return(dat_bit);
}

//#####################################
// i2c read
unsigned char i2c_rddata()
{
  bit read_bit;
  unsigned char i,dat;
  dat = 0;
    for( i = 0; i < 8; i++)
    {
      scl = 1;
      i2c_delay();
      read_bit = sda;
      dat = dat<<1;
      dat = dat|read_bit;
      scl = 0;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }
  return(dat);
}

//##########################################
#########################
//#############     LCD Part function
/******** print string to LCD ************/
void print_lcd(void)
{
 unsigned char *p;
 p = lcd_buf;

 do{
    write_data(*p);
    p++;
  }while(*p != '\0');

 return;
}
/********* Standby Module LCD ************/
void init_lcd(void)
{
  write_command(0x33);
  write_command(0x32);
  write_command(0x28);
  write_command(0x08);
  write_command(0x01);
  write_command(0x02);
  write_command(0x0c);
 return;
}
/********* Move curser ***********/
void goto_lcd(unsigned char i)
{
  i |= 0x80;
  write_command(i);
  return;
}
/********* Command LCD data *************/
void write_command(unsigned char a)
{
  P0 = a & 0xF0;
  E = 1;    delay_lcd(1);
  E = 0;    delay(1);

  P0 = (a << 4) & 0xF0;
  E = 1;   delay_lcd(1);
  E = 0;   delay_lcd(1);

 return;
}
/********** write data to LCD ************/
void write_data(unsigned char a)
{
  P0 = (a & 0xF0) | 0x01;
  E = 1;    delay_lcd(1);
  E = 0;    delay_lcd(1);

  P0 = ((a << 4) & 0xF0) | 0x01;
  E = 1;    delay_lcd(1);
  E = 0;    delay_lcd(1);

 return;
}
/********* delay time to LCD *************/
void delay_lcd(unsigned char k)
{
  unsigned int j;
  do
  {
    for(j=0;j<1000;j++) {}
   k--;
  }while(k > 0);

return;
}
/********** KeyPad function
/******** scan key **********/
unsigned char scan_key(void)
{
  unsigned char ret = 0xFF;      // Initial value ret =
0xFF
   c1 = 0;                       // Scan column1
   if(r1==0)
     {
      delay(10);
     while(!r1);
     ret = 0x01;          // display key 1
   }
   if(r2==0)
   {
     delay(10);
     while(!r2);
     ret = 0x04;          // dispaly key 4
   }
   if(r3==0)
   {
     delay(10);
     while(!r3);
     ret = 0x07;          // dispaly key 7
   }
   if(r4==0)
   {
     delay(10);
     while(!r4);
     ret = 0x0A;          // dispaly key *
   }
     c1 = 1;

   c2 = 0;
   if(r1==0)
    {
     delay(10);
    while(!r1);
    ret = 0x02;           // display key 2
   }
   if(r2==0)
   {
     delay(10);
     while(!r2);
     ret = 0x05;          // dispaly key 5
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  }
  if(r3==0)
  {
    delay(10);
    while(!r3);
    ret = 0x08;          // dispaly key 8
  }
  if(r4==0)
  {
    delay(10);
    while(!r4);
    ret = 0x00;          // dispaly key 0
  }
  c2 = 1;

  c3 = 0;
  if(r1==0)
   {
    delay(10);
    while(!r1);
    ret = 0x03;          // display key 3
  }
  if(r2==0)
  {
    delay(10);
    while(!r2);
    ret = 0x06;          // dispaly key 6
  }
  if(r3==0)
  {
    delay(10);
    while(!r3);
    ret = 0x09;          // dispaly key 9
  }
  if(r4==0)
  {
    delay(10);
    while(!r4);
    ret = 0x0B;          // dispaly key #
  }
  c3 = 1;
   return(ret);        // Return key value
}

//##############################################
###############
//############   delay for sub function
/********* delay time to LCD *************/
void delay(unsigned char k)
{
 unsigned int j;
 do
 {
  for(j=0;j<1000;j++) {}
  k--;
 }while(k > 0);

return;
}
```

```
//@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@@@@@@@@@@@@@@@@@@
//@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@@@@   Part Operation
@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@@
@@@@@

void ds1307_write(unsigned char ctl,unsigned char
dat)
{
  i2c_start();
  i2c_wrdata(0xD0);
  i2c_wrdata(ctl);
  i2c_wrdata(dat);
  i2c_stop();
}

unsigned char ds1307_read(unsigned char ctl)
{
  unsigned char dat;
  i2c_start();
  i2c_wrdata(0xD0);
  i2c_wrdata(ctl);

  i2c_start();
  i2c_wrdata(0xD0+1);
  dat = i2c_rddata();
  i2c_stop();
 return(dat);
}

/****** write time ******/
void ds1307_wrtime(void)
{
  hour = (time_buf[1]<<4)|(time_buf[2]);
  min  = (time_buf[3]<<4)|(time_buf[4]);
  sec  = (time_buf[5]<<4)|(time_buf[6]);
   if(hour>0x23)
    hour = 0x23;
   if(min>0x59)
    min = 0x59;
   if(sec>0x59)
    sec = 0x59;
   ds1307_write(0x00,sec);
   ds1307_write(0x01,min);
   ds1307_write(0x02,hour);
}
/****** write date ******/
void ds1307_wrdate(void)
{
  date  = (date_buff[1]<<4)|(date_buff[2]);
  month  = (date_buff[3]<<4)|(date_buff[4]);
  year  = (date_buff[5]<<4)|(date_buff[6]);
   if(year>0x99)
    year = 0x99;
   if(month>0x12)
    month = 0x12;
   if(date>0x31)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    date = 0x31;
    ds1307_write(0x04,date);
    ds1307_write(0x05,month);
    ds1307_write(0x06,year);
}
/******* set Date & timer ********/
void set_DateTime(void)
{
 unsigned char Point_key = 0x19;
  count_key = 0;
   write_command(0x01);

   goto_lcd(0x00);
   sprintf(lcd_buf,"  Set Date and Time");
   print_lcd();

   goto_lcd(0x14);
   sprintf(lcd_buf,"Date __:__:__");
   print_lcd();

  while(count_key<6)
   {
     get_key = scan_key();
      if(get_key!=0xFF)
    {
      count_key += 1;
      date_buff[count_key] = get_key;
        goto_lcd(Point_key);
        sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
        print_lcd();
       Point_key += 1;

      if(Point_key == 0x1B)
         Point_key = 0x1C;
      if(Point_key == 0x1E)
         Point_key = 0x1F;
    }
   }
  Point_key = 0x59;
  count_key = 0;
   goto_lcd(0x54);
   sprintf(lcd_buf,"Time __:__:__");
   print_lcd();
  while(count_key<6)
   {
     get_key = scan_key();
      if(get_key!=0xFF)
    {
      count_key += 1;
      time_buf[count_key] = get_key;
        goto_lcd(Point_key);
        sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
        print_lcd();
       Point_key += 1;

      if(Point_key == 0x5B)
         Point_key = 0x5C;
      if(Point_key == 0x5E)
         Point_key = 0x5F;
    }
   }
```

```
   ds1307_wrdate();
   ds1307_wrtime();
}

/******* set time in Threat Ment 1 ********/
void set_timer1(void)
{
  unsigned char Point_key = 0x46;
//-------------   set time in sec1   ----------------//
  count_key = 0;
   write_command(0x01);
   goto_lcd(0x00);
   sprintf(lcd_buf,"   Treatment 1");
   print_lcd();

   goto_lcd(0x40);
   sprintf(lcd_buf,"Time1 __:__to__:__");
   print_lcd();

   goto_lcd(0x14);
   sprintf(lcd_buf,"LightON__:__OFF__:__");
   print_lcd();

  while(count_key<8)
   {
     get_key = scan_key();
      if(get_key!=0xFF)
     {

      time_tr1[count_key] = get_key;
        goto_lcd(Point_key);
        sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
        print_lcd();
       Point_key += 1;

       if(Point_key == 0x48)
         Point_key = 0x49;
       if(Point_key == 0x4B)
         Point_key = 0x4D;
       if(Point_key == 0x4F)
         Point_key = 0x50;
       count_key += 1;
     }
   }

   count_key = 0;
//-------- set time in section Light ---------//
  Point_key = 0x1B;
  while(count_key<8)
   {
     get_key = scan_key();
      if(get_key!=0xFF)
    {

      time_tr4[count_key] = get_key;
        goto_lcd(Point_key);
        sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
        print_lcd();
       Point_key += 1;

      if(Point_key == 0x1D)
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
          Point_key = 0x1E;
        if(Point_key == 0x20)
          Point_key = 0x23;
        if(Point_key == 0x25)
          Point_key = 0x26;

        count_key += 1;
      }
    }
        m[1] = (time_tr1[2]<<4)|(time_tr1[3]);
        h[1] = (time_tr1[0]<<4)|(time_tr1[1]);

        m[2] = (time_tr1[6]<<4)|(time_tr1[7]);
        h[2] = (time_tr1[4]<<4)|(time_tr1[5]);

        m[7] = (time_tr4[2]<<4)|(time_tr4[3]);
        h[7] = (time_tr4[0]<<4)|(time_tr4[1]);
        m[0] = (time_tr4[6]<<4)|(time_tr4[7]);
        h[0] = (time_tr4[4]<<4)|(time_tr4[5]);
}
/******** set time in Threat Ment 2 *********/
void set_timer2(void)
{
  unsigned char Point_key = 0x46;
    count_key = 0;
//---------- set time in section 1 ----------//
    write_command(0x01);
    goto_lcd(0);
    sprintf(lcd_buf,"   Treatment 2");
    print_lcd();

    goto_lcd(0x40);
    sprintf(lcd_buf,"Time1 __:__to__:__");
    print_lcd();

    goto_lcd(0x14);
    sprintf(lcd_buf,"Time2 __:__to__:__");
    print_lcd();

    goto_lcd(0x54);
    sprintf(lcd_buf,"LightON__:__OFF__:__");
    print_lcd();

   while(count_key<8)
    {
      get_key = scan_key();
       if(get_key!=0xFF)
      {

        time_tr1[count_key] = get_key;
          goto_lcd(Point_key);
          sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
          print_lcd();
         Point_key += 1;

         if(Point_key == 0x48)
           Point_key = 0x49;
         if(Point_key == 0x4B)
           Point_key = 0x4D;
         if(Point_key == 0x4F)
           Point_key = 0x50;
        count_key += 1;
      }
    }
    count_key = 0;
//-------- set time in section 2 ---------//
   Point_key = 0x1A;
   while(count_key<8)
    {
      get_key = scan_key();
       if(get_key!=0xFF)
      {

        time_tr2[count_key] = get_key;
          goto_lcd(Point_key);
          sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
          print_lcd();
         Point_key += 1;

         if(Point_key == 0x1C)
           Point_key = 0x1D;
         if(Point_key == 0x1F)
           Point_key = 0x21;
         if(Point_key == 0x23)
           Point_key = 0x24;
        count_key += 1;
      }
    }
    count_key = 0;
//-------- set time in section Light ---------//
   Point_key = 0x5B;
   while(count_key<8)
    {
      get_key = scan_key();
       if(get_key!=0xFF)
      {

        time_tr4[count_key] = get_key;
          goto_lcd(Point_key);
          sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
          print_lcd();
         Point_key += 1;

         if(Point_key == 0x5D)
           Point_key = 0x5E;
         if(Point_key == 0x60)
           Point_key = 0x63;
         if(Point_key == 0x65)
           Point_key = 0x66;

        count_key += 1;
      }
    }
}
/***** set time in Threat Ment 3 *****/
void set_timer3(void)
{
  unsigned char Point_key = 0x06;

    count_key = 0;
//---- set time in sec1 ------//
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  write_command(0x01);

  goto_lcd(0x00);
  sprintf(lcd_buf,"Time1 __:__to__:__");
  print_lcd();

  goto_lcd(0x40);
  sprintf(lcd_buf,"Time2 __:__to__:__");
  print_lcd();

  goto_lcd(0x14);
  sprintf(lcd_buf,"Time3 __:__to__:__");
  print_lcd();

  goto_lcd(0x54);
  sprintf(lcd_buf,"Light ON__:__ OFF__:__");
  print_lcd();

  while(count_key<8)
  {
    get_key = scan_key();
     if(get_key!=0xFF)
    {

     time_tr1[count_key] = get_key;
       goto_lcd(Point_key);
       sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
       print_lcd();
     Point_key += 1;

     if(Point_key == 0x08)
       Point_key = 0x09;
     if(Point_key == 0x0B)
       Point_key = 0x0D;
     if(Point_key == 0x0F)
       Point_key = 0x10;
     count_key += 1;
   }
  }
  count_key = 0;
//----- set time in sec2 -------//
  Point_key = 0x46;
  while(count_key<8)
  {
    get_key = scan_key();
     if(get_key!=0xFF)
    {

     time_tr2[count_key] = get_key;
       goto_lcd(Point_key);
       sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
       print_lcd();
     Point_key += 1;

     if(Point_key == 0x48)
       Point_key = 0x49;
     if(Point_key == 0x4B)
       Point_key = 0x4D;
     if(Point_key == 0x4F)
       Point_key = 0x50;
       count_key += 1;
   }
  }
  count_key = 0;
//------ set time in sec3 -------//
  Point_key = 0x1A;
  while(count_key<8)
  {
    get_key = scan_key();
     if(get_key!=0xFF)
    {

     time_tr3[count_key] = get_key;
       goto_lcd(Point_key);
       sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
       print_lcd();
     Point_key += 1;

     if(Point_key == 0x1C)
       Point_key = 0x1D;
     if(Point_key == 0x1F)
       Point_key = 0x21;
     if(Point_key == 0x23)
       Point_key = 0x24;
       count_key += 1;
   }
  }
    count_key = 0;
//-------- set time in section Light ---------//
  Point_key = 0x5B;
  while(count_key<8)
  {
    get_key = scan_key();
     if(get_key!=0xFF)
    {

     time_tr4[count_key] = get_key;
       goto_lcd(Point_key);
       sprintf(lcd_buf,"%bx",get_key);
       print_lcd();
     Point_key += 1;

     if(Point_key == 0x5D)
       Point_key = 0x5E;
     if(Point_key == 0x60)
       Point_key = 0x63;
     if(Point_key == 0x65)
       Point_key = 0x66;
     count_key += 1;
   }
  }
}


//##########################################
#########################
//#############  DS1307 Display Date Time
void Auto_Run()
{
  goto_lcd(0);
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   sprintf(lcd_buf,"Run TreatMent
Mode:%bx",ment_mode);
   print_lcd();

  goto_lcd(0x40);
  sprintf(lcd_buf,"FD %02BX:%02BX
RWD %02BX:%02BX",h[(show_mode*2)-
1],m[(show_mode*2)-
1],h[(show_mode*2)],m[(show_mode*2)]);
  print_lcd();

  goto_lcd(0x14);
  sprintf(lcd_buf,"L.ON %02BX:%02BX
OFF %02BX:%02BX",h[7],m[7],h[0],m[0]);
  print_lcd();

  date  = ds1307_read(0x04);
  month = ds1307_read(0x05);
  year  = ds1307_read(0x06);

  sec   = ds1307_read(0x00);
  min   = ds1307_read(0x01);
  hour  = ds1307_read(0x02);

  goto_lcd(0x54);

sprintf(lcd_buf," %02BX/%02BX/%02BX  %02BX:%02B
X:%02BX",date,month,year,hour,min,sec);
   print_lcd();

//----------    Check time of Treathment 1   ----------//
    if(ment_mode == 1)
    {


       if(h[1] == hour &&m[1] == min)          // on 1.1
       {  show_mode = 1;
        Pump      = 0;
         Solenoid_1 = 0;
         Solenoid_2 = 1;
         Solenoid_3 = 0;
         Solenoid_4 = 1;
        delay(50);
       }

  /*     if(h[1] == hour &&m[1] + 1 == min )     // off 1.1
       {  show_mode = 1;
        Pump      = 1;
         Solenoid_1 = 1;
         Solenoid_2 = 1;
         Solenoid_3 = 1;
         Solenoid_4 = 1;
        delay(50);
       }    */
       if(h[2] == hour &&m[2] == min)          //   on 1.2
       {  show_mode = 1;
        Pump      = 0;
         Solenoid_1 = 1;
         Solenoid_2 = 0;
         Solenoid_3 = 1;
         Solenoid_4 = 0;
        delay(50);
       }
        if(h[2] == hour &&m[2] + 1 == min)      // off 1.2
       { show_mode = 1;
        Pump      = 1;
         Solenoid_1 = 1;
         Solenoid_2 = 1;
         Solenoid_3 = 1;
         Solenoid_4 = 1;
        delay(50);
       }
       if(h[7] == hour &&m[7] == min )          // on Light
       {
         Light = 0;
        delay(50);

       }
       if(h[0] == hour &&m[0] == min )          // off Light
       {
         Light = 1;
        delay(50);

       }

    }
//----------    Check time of Treathment 2   ----------//
   if(ment_mode == 2)
   {

     m[1]  = (time_tr1[2]<<4)|(time_tr1[3]);
     h[1]  = (time_tr1[0]<<4)|(time_tr1[1]);
     m[2]  = (time_tr1[6]<<4)|(time_tr1[7]);
     h[2]  = (time_tr1[4]<<4)|(time_tr1[5]);

     m[3]  = (time_tr2[2]<<4)|(time_tr2[3]);
     h[3]  = (time_tr2[0]<<4)|(time_tr2[1]);
     m[4]  = (time_tr2[6]<<4)|(time_tr2[7]);
     h[4]  = (time_tr2[4]<<4)|(time_tr2[5]);

     m[7]  = (time_tr4[2]<<4)|(time_tr4[3]);
     h[7]  = (time_tr4[0]<<4)|(time_tr4[1]);
     m[0]  = (time_tr4[6]<<4)|(time_tr4[7]);
     h[0]  = (time_tr4[4]<<4)|(time_tr4[5]);

     if(h[1] == hour && m[1] == min)              // on
1.1
      { show_mode = 1;
        Pump      = 0;
        Solenoid_1 = 0;
        Solenoid_2 = 1;
        Solenoid_3 = 0;
        Solenoid_4 = 1;
       delay(50);
      }
   /*  if(h[1] == hour &&m[1] + 1 == min )         // off
1.1
      { show_mode = 1;
       Pump      = 1;
        Solenoid_1 = 1;
        Solenoid_2 = 1;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Solenoid_3 = 1;
        Solenoid_4 = 1;
       delay(50);
     }    */
    if(h[2] == hour && m[2] == min)              //  on
1.2
     {show_mode = 1;
       Pump      = 0;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 0;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 0;
      delay(50);
     }
    if(h[2] == hour && m[2] + 1 == min)          // off
1.2
     { show_mode = 2;
       Pump      = 1;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 1;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 1;
      delay(50);
     }

    if(h[3] == hour && m[3] == min)              //  on
2.1
     {
       show_mode = 2;
       Pump      = 0;
       Solenoid_1 = 0;
       Solenoid_2 = 1;
       Solenoid_3 = 0;
       Solenoid_4 = 1;
      delay(50);
     }
  /*  if(h[3] == hour && m[3] + 1 == min)        // off
2.1
     {
       show_mode = 2;
       Pump      = 1;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 1;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 1;
      delay(50);
     }    */
    if(h[4] == hour && m[4] == min)              //  on
2.2
     {
       show_mode = 2;
       Pump      = 0;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 0;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 0;
      delay(50);
     }
    if(h[4] == hour && m[4] + 1 == min)          // off 2.2
     {
```

```
        show_mode = 1;
        Pump      = 1;
        Solenoid_1 = 1;
        Solenoid_2 = 1;
        Solenoid_3 = 1;
        Solenoid_4 = 1;
       delay(50);
     }

    if(h[7] == hour &&m[7] >= min )          // on Light
     {
       Light = 0;
      delay(50);

     }
    if(h[0] == hour &&m[0] == min )          // off Light
     {
       Light = 1;
      delay(50);

     }
   }
//---------    Check time of Treathment 3   ----------//
   if(ment_mode == 3 )
   {

    m[1]  = (time_tr1[2]<<4)|(time_tr1[3]);
    h[1]  = (time_tr1[0]<<4)|(time_tr1[1]);
    m[2]  = (time_tr1[6]<<4)|(time_tr1[7]);
    h[2]  = (time_tr1[4]<<4)|(time_tr1[5]);

    m[3]  = (time_tr2[2]<<4)|(time_tr2[3]);
    h[3]  = (time_tr2[0]<<4)|(time_tr2[1]);
    m[4]  = (time_tr2[6]<<4)|(time_tr2[7]);
    h[4]  = (time_tr2[4]<<4)|(time_tr2[5]);

    m[5]  = (time_tr3[2]<<4)|(time_tr3[3]);
    h[5]  = (time_tr3[0]<<4)|(time_tr3[1]);
    m[6]  = (time_tr3[6]<<4)|(time_tr3[7]);
    h[6]  = (time_tr3[4]<<4)|(time_tr3[5]);

    m[7]  = (time_tr4[2]<<4)|(time_tr4[3]);
    h[7]  = (time_tr4[0]<<4)|(time_tr4[1]);
    m[0]  = (time_tr4[6]<<4)|(time_tr4[7]);
    h[0]  = (time_tr4[4]<<4)|(time_tr4[5]);

    if(h[1] == hour && m[1] == min)              // on
1.1
     {  show_mode = 1;
       Pump      = 0;
       Solenoid_1 = 0;
       Solenoid_2 = 1;
       Solenoid_3 = 0;
       Solenoid_4 = 1;
      delay(50);
     }
  /*  if(h[1] == hour &&m[1] + 1 == min )        // off
1.1
     {  show_mode = 1;
       Pump      = 1;
       Solenoid_1 = 1;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        Solenoid_2 = 1;
        Solenoid_3 = 1;
        Solenoid_4 = 1;
       delay(50);
     }    */
    if(h[2] == hour && m[2] == min)              //  on
1.2
     { show_mode = 1;
       Pump      = 0;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 0;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 0;
      delay(50);
     }
    if(h[2] == hour && m[2] + 1 == min)          // off
1.2
     {  show_mode = 2;
       Pump      = 1;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 1;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 1;
      delay(50);
     }

    if(h[3] == hour && m[3] == min)              //  on
2.1
     { show_mode = 2;
       Pump      = 0;
       Solenoid_1 = 0;
       Solenoid_2 = 1;
       Solenoid_3 = 0;
       Solenoid_4 = 1;
      delay(50);
     }
   /*  if(h[3] == hour && m[3] + 1 == min)         // off
2.1
     {  show_mode = 2;
       Pump      = 1;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 1;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 1;
      delay(50);
     }      */
    if(h[4] == hour && m[4] == min)              //  on
2.2
     {  show_mode = 2;
       Pump      = 0;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 0;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 0;
      delay(50);
     }
    if(h[4] == hour && m[4] + 1 == min)          // off 2.2
     { show_mode = 3;
       Pump      = 1;
       Solenoid_1 = 1;
```

```
        Solenoid_2 = 1;
        Solenoid_3 = 1;
        Solenoid_4 = 1;
       delay(50);
     }
    if(h[5] == hour && m[5] == min)              //  on 3.1
     {  show_mode = 3;
       Pump      = 0;
       Solenoid_1 = 0;
       Solenoid_2 = 1;
       Solenoid_3 = 0;
       Solenoid_4 = 1;
      delay(50);
     }
   /*  if(h[5] == hour && m[5] + 1 == min)          // off
3.1
     {  show_mode = 3;
       Pump      = 1;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 1;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 1;
      delay(50);
     }      */
    if(h[6] == hour && m[6] == min)              //  on 3.2
     {  show_mode = 3;
       Pump      = 0;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 0;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 0;
      delay(50);
     }
    if(h[6] == hour && m[6] +1 == min)           // off 3.2
     {  show_mode = 1;
       Pump      = 1;
       Solenoid_1 = 1;
       Solenoid_2 = 1;
       Solenoid_3 = 1;
       Solenoid_4 = 1;
      delay(50);
     }
    if(h[7] == hour &&m[7] >= min )              // on Light
     {
       Light = 0;
      delay(50);

     }
    if(h[0] == hour &&m[0] == min )              // off Light
     {
       Light = 1;
      delay(50);

     }
   }
//-------------------------------------------------//
  return;
}

//#############################################
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
//########## Display Date time
void Display_DateTime()
{
  sec  = ds1307_read(0x00);
  min  = ds1307_read(0x01);
  hour = ds1307_read(0x02);

  date  = ds1307_read(0x04);
  month = ds1307_read(0x05);
  year  = ds1307_read(0x06);

  goto_lcd(0);
   sprintf(lcd_buf," Please select mode: ");
   print_lcd();

  goto_lcd(0x14);
   sprintf(lcd_buf,"
Date %02BX/%02BX/%02BX",date,month,year);
   print_lcd();

  goto_lcd(0x54);
   sprintf(lcd_buf,"
Time %02BX:%02BX:%02BX",hour,min,sec);
   print_lcd();
}
//##############################################
################
//###########       Stand by mode
void myAuto(void)
{
    write_command(0x01);          //Show menu
Auto
     goto_lcd(0);
     sprintf(lcd_buf,"  Auto : * : Cancel");
     print_lcd();

     goto_lcd(0x40);
     sprintf(lcd_buf,"1 : Treatment 1");
     print_lcd();

     goto_lcd(0x14);
     sprintf(lcd_buf,"2 : Treatment 2");
     print_lcd();

     goto_lcd(0x54);
     sprintf(lcd_buf,"3 : Treatment 3");
     print_lcd();

    get_key = scan_key();
    while(get_key != 0x0A)
    {

      if (get_key == 0x01)
      {

        ment_mode = get_key;
        set_timer1();
      }
    else if (get_key == 0x02)
      {
        ment_mode = get_key;
        set_timer2();
      }
    else if (get_key == 0x03)
      {

        ment_mode = get_key;
        set_timer3();
      }

      get_key = scan_key();
    }

    write_command(0x01);
    goto_lcd(0x40);
    sprintf(lcd_buf,"   Start Auto mode");
    print_lcd();
    delay(1000);
}

void myManual(void)
{
    write_command(0x01);          //Show menu
Manual
     goto_lcd(0);
     sprintf(lcd_buf,"Manual : * : Cancel");
     print_lcd();

     goto_lcd(0x40);
     sprintf(lcd_buf,"1 : Light toggle");
     print_lcd();

     goto_lcd(0x14);
     sprintf(lcd_buf,"2 : Feed food");
     print_lcd();

     goto_lcd(0x54);
     sprintf(lcd_buf,"3 : Rewind feed");
     print_lcd();

    get_key = scan_key();
    while(get_key != 0x0A)
    {

      if (get_key == 0x01)  Light = (!Light);
      else if (get_key == 0x02)
      {
          Pump = 1;
          delay(50);
          Pump = 0;
          Solenoid_1 = 0;
          Solenoid_2 = 1;
          Solenoid_3 = 0;
          Solenoid_4 = 1;
      }
      else if (get_key == 0x03)
      {
          Pump = 1;
          delay(50);
          Pump = 0;
          Solenoid_1 = 1;
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            Solenoid_2 = 0;
            Solenoid_3 = 1;
            Solenoid_4 = 0;
        }
        else if (get_key == 0x0B)
        {
            Pump = 1;
            delay(50);
            Light = 1;
            Solenoid_1 = 1;
            Solenoid_2 = 1;
            Solenoid_3 = 1;
            Solenoid_4 = 1;
        }

        get_key = scan_key();
    }

    Pump  = 1;        // Stop manual
    delay(50);
    Light = 1;
    Solenoid_1 = 1;
    Solenoid_2 = 1;
    Solenoid_3 = 1;
    Solenoid_4 = 1;

    write_command(0x01);
}

//##############################################
######
//######    Stand by mode
void stop_AutoMode()
{
  Pump   = 1;
   Light  = 1;
   Solenoid_1  = 1;
   Solenoid_2  = 1;
   Solenoid_3 = 1;
   Solenoid_4  = 1;

  goto_lcd(0x40);
   sprintf(lcd_buf," Stand by  modeAuto");
   print_lcd();
}
//##############################################
#############
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นายเกษมสุข เสพศิริสุข

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
หมู่ที่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

โทรศัพท์ 0-7750-6422

E-mail kskasems@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
D.Eng	Science and Technology	Tokai University, Japan	2552
วศ.ม.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2544
วศ.บ.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2542

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศและนิเทศศาสตร์ สาขาวิศวกรรมศาสตร์และอุตสาหกรรมวิจัย

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

K. Sepsirisuk, K. Atsuta, and S. Kondo, "An Improved Wavelet-based Watermarking Method Using A Mathematical Morphology", Proc. WIAMIS, Santorini ,Greece, 2007.

K. Sepsirisuk, K. Atsuta, and S. Kondo, "An Adaptive Digital Watermark Based on a Wavelet Tree Structure Using the Human Visual System.", Proc. IEEE ISCIT, Bejing, Chaina, 2005.

K. Sepsirisuk, K. Atsuta, and S. Kondo, "Template Recovery of DWT-DFT Composite Watermarking Scheme Using Collinear Cross-Ratio.", Proc. ICCAS, Seoul, Korea, 2005.

N. Pantsaena, A. Ngamlamiad, C. Pintavirooj, M. Sangworasil and K. Sepsirisuk, "Fast Volume Rendering on Clustering System", World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering (WC2003), August 24-29, 2003. Sydney Australia.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

K. Sepsirisuk, P. Ungpinitpong, P. Lertprasert and M. Sangworasil, "Accelerating Ray-Casting for Semitransparent Image Using Bi-directional Skipped Distance Transforms.", 6th International Conference on Signal Processing (ICSP'02), Beijing, China, 2002.

K. Sepsirisuk and Manas Sangworasil, "Fast Volume Rendering for Medical Image using Shear-Warp Factorization.", The 3rd Bio-Systems Symposium and Workshop, Chiang Mai, Thailand, 2001. pp. 118.

K. Sepsirisuk, Tan Rungsawang and Manas Sangworasil, "Fast Volume Rendering for Medical Image using Shear-Warp Transformation.", Proceeding of the 1st International Conference on Mechatronics (ICOM'01), Vol. 2, Malaysia, 2001. pp. 427-423.

ธนาภรณ์ รัตนเมธาวี, เกษมสุข เสพศิริสุข, ชูชาติ ปิณฑวิรุจน์ และมนัส สังวรศิลป์, "การเพิ่มความเร็วในการสร้างภาพเชิงปริมาตรทางการแพทย์ด้วยการแปลงระยะทางสองทิศทาง", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 24 (EECON-24) สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พ.ศ. 2544. หน้า 369-372.

วรเทพ ไพบูลย์รัตนากร, เกษมสุข เสพศิริสุข, สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ และ มนัส สังวรศิลป์, "อัลกอริธึมสำหรับสร้างภาพเชิงปริมาตรทางการแพทย์", การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 22 (EECON-22) มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, พ.ศ. 2542. หน้า 369-372.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นางสาวนาตยา มนตรี

ตำแหน่งปัจจุบัน ผู้ช่วยศาสตราจารย์

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
หมู่ที่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

โทรศัพท์ 0-7750-6422

E-mail kmnattay@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
Dr.rer.nat	Pharmacy	University of Vienna, Austria	2548
วท.ม.	เกษตรศาสตร์	มหาวิทยาลัย	2541
วท.บ.	เกษตรศาสตร์	เกษตรศาสตร์	2536

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช, การผลิตสารทุติยภูมิ

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

นาตยา มนตรี ชูพงษ์ สุกุมลนันทน์ สุรศักดิ์ นิลนนท์ สุรียา ตันติวิวัฒน์ และ พรชัย จุฑามาศ.2542. การขยายพันธุ์มะขามป้อมในสภาพปลอดเชื้อ. *ใน* เอกสารประกอบการสัมมนาทางวิชาการครั้งที่ 38 สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วันที่ 1-4 กุมภาพันธ์ 2543 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

จินดา สุดวัดแก้ว กนกพร บุญญอติชาติ และนาตยา มนตรี. 2545. การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อกล้วยไม้สิงโตนกยูงทอง. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 41 สาขาพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, วันที่ 4-11 กุมภาพันธ์ 2545 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

อัญจนา จันทร์ปะทิว ปรัศนี สุขจีบ และนาตยา มนตรี. 2549. ผลของ Benzyladenine และสารอินทรีย์บางชนิดต่อการเจริญเติบโตของกล้วยเอื้องเงินหลวงในสภาพปลอดเชื้อ. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการ ครั้งที่ 44 สาขาพืช, วันที่ 28 มกราคม – 2 กุมภาพันธ์ 2549 มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัญจนา จันทร์ปะทิว วรลักษณ์ นิลสังข์ และนาตยา มนตรี. 2549. การขยายพันธุ์กล้วยไม้สร้อยระย้าโดยการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ. *ใน* เอกสารประกอบการประชุมวิชาการมหาวิทยาลัยแม่โจ้ ครั้งที่ 7. วันที่ 25-26 พฤษภาคม 2549 ณ มหาวิทยาลัยแม่โจ้ อ.สันทราย จังหวัดเชียงใหม่.

Montri N. 1997. Tissue culture of *Phyllanthus emblica* Linn. The forth annual conference of Thai researcher in Japan, 23 February 1997 Tokyo, Japan.

Montri N., 2006. In vitro propagation and some secondary compounds production of *Stemona curtisii* Hook.f. International Horticultural Congress. 12-19 August 2006, Seoul, Korea.

Montri N., W. Niumthong and A.Janpatiw. 2007. Tissue culture of *Grammatophyllum specisum* Blume, the world largest orchid. The 3rd Acclimatization and Establishment of Micropropagated plant. 12-15 September 2007, Faro, Portugal.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูลประวัติคณะผู้วิจัย

ประวัติส่วนตัว

ชื่อ-สกุล นายสักกะพันธ์ คล้ายดอกจันทร์

ตำแหน่งปัจจุบัน อาจารย์

สถานที่ทำงาน สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง วิทยาเขตชุมพร
หมู่ที่ 6 ตำบลชุมโค อำเภอปะทิว จังหวัดชุมพร 86160

โทรศัพท์ 0-7750-6422

E-mail kmnattay@kmitl.ac.th

ประวัติการศึกษา

ชื่อย่อปริญญา	สาขา	สถาบันที่จบ	ปีที่จบ
วศ.ม.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2545
วศ.บ.	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง	2542

สาขาวิจัยที่มีความชำนาญพิเศษ (แตกต่างจากวุฒิการศึกษา)

อิเล็กทรอนิกส์ทางการแพทย์และการประมวลผลสัญญาณ ระบบควบคุมและอิเล็กทรอนิกส์กำลัง

ผลงานวิจัย/งานสร้างสรรค์ที่ตีพิมพ์เผยแพร่ (ระดับชาติและนานาชาติ)

-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้