



สำนักหอสมุด



เครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้แห้งโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่

THE MODEL OF DRIED LEAF VACUUM USING ELECTRIC ENERGY
FROM BATTERY

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนครสวรรค์
วันลงทะเบียน..... 20 ต.ค. 2550
เลขทะเบียน..... ๗๑๑๑ ๒๖๔
เลขเรียกหนังสือ.....

นายรัชพล

เจษฎ์ปัญญา

รหัส 54364085

นายอภิเดช

สิงห์สุข

รหัส 54364399

ร/ร
๕๓๔๕๐
๒๕๕๗

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนครสวรรค์

ปีการศึกษา 2557



ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อโครงการ เครื่องต้นแบบเครื่องคูโบไม่แห้งโดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่
ผู้ดำเนินโครงการ นายรัชพล เฉยปัญญา รหัส 54364085
นายอภิเดช สึงห์สุข รหัส 54364399
ที่ปรึกษาโครงการ คร. สราวุฒิ วัฒนวงศ์พิทักษ์
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา 2558

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อนุมัติให้ปริญญาโทฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

.....ที่ปรึกษาโครงการ
(คร. สราวุฒิ วัฒนวงศ์พิทักษ์)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุขिता สงฆ์จันทร์)

.....กรรมการ
(คร. ปิยะฉัย ภาชนะพรรณ)

ชื่อหัวข้อโครงการ	เครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้แห้ง โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่
ผู้ดำเนินโครงการ	นายรัชพล เถยปัญญา รหัส 54364085 นายอภิเดช สิงห์สุข รหัส 54364399
ที่ปรึกษาโครงการ	ดร. สราวุฒิ วัฒนวงศ์พิทักษ์
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้าและคอมพิวเตอร์
ปีการศึกษา	2557

บทคัดย่อ

ปฏิญานิพนธ์นี้นำเสนอการพัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้แห้ง โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ เพื่อลดมลพิษทางอากาศจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิง ได้นำเอาอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าเก่ามาประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ ได้แก่ มอเตอร์กระแสตรงจากรถบังคับวิทยุ นำมาใช้ในการขับเคลื่อนใบพัดให้หมุน และปั้มน้ำไฟฟ้าเก่าที่มีขนาดเล็ก นำมาทำเป็นโครงสร้างในการดูดใบไม้ เพื่อสร้างแรงลมในการดูด และได้นำท่อพีวีซีมาทำเป็นปากท่อดูดเพื่อใช้ในการดูดใบไม้และลำเลียงไปยังถุงเก็บ ทำให้ตัวเครื่องโดยรวมมีขนาดเล็ก และมีสื่อที่ใช้ในการเคลื่อนที่ในการดูดใบไม้ มีด้ามจับต่อขึ้นมาใช้ในการเดิน สามารถปรับความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ โดยอาศัยวงจรควบคุมแรงดันแบบพิคอัพบลิวเอ็ม และยังมีวงจรบอกระดับแรงดันของแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ ที่แสดงออกมาในรูปแบบของหลอดแอลอีดี

จากการทดลองพบว่าสามารถดูดใบไม้แห้งที่มีขนาดความกว้างไม่เกิน 0.7 เซนติเมตร ยาวไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร และปรับระดับแรงดันที่เหมาะสมในการดูดได้ที่ 4 โวลต์ ถึง 6 โวลต์ มีปริมาณลมสูงสุด 38.786×10^{-3} ลูกบาศก์เมตรต่อวินาที โครงการนี้จึงทำขึ้นเพื่อเป็นต้นแบบที่จะนำไปพัฒนาต่อให้มีขนาดใหญ่ขึ้นและมีประสิทธิภาพมากขึ้น ที่เหมาะแก่การดูดใบไม้ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นต่อไป

Project title The Model of Dried Leaf Vacuum using Electric Energy from Battery
Name Mr. Ratchapon Cheypanya ID. 54364085
Mr. Aphidej Singsuk ID. 54364399
Project advisor Sarawut Wattanawongpitak, Ph.D.
Major Electrical Engineering
Department Electrical and Computer Engineering
Academic year 2014

Abstract

This thesis presents the development of model of dry leaf vacuum by using electric energy from 12-volt battery in order to reduce air pollution from fuel usage. This model has brought an old electrical machine to be applied for other usefulness such as a direct-current motor from remote control car can be used for driving the fan, an old small electrical water pump can be used as a structure for creating wind for vacuuming, and a PVC pipe can be used as the beginning of its tube for vacuuming dry leaves and transferring them to the storing bag. Subsequently this has made the machine to be small and there are wheels to move it during vacuuming. Also, there is a holding stick to draw the machine with the speed adjustment of motor from the PWM pressure control circuit as well as battery pressure indicating circuit telling how much battery is left, then it displays in LED bulb pattern.

According to this experiment, it was found that this machine is able to vacuum dry leaves which is not bigger than 0.7 centimeter wide and 1.5 centimeter long. It can adjust the pressure level to be appropriate in vacuuming as 4 volts to 6 volts. Maximum wind volume is 38.786×10^{-3} cubic meter per minute. This project has been conducted as a model to be further developed the machine to be bigger in size and more effective and appropriate for vacuuming bigger leaves.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้ดำเนินโครงการขอขอบพระคุณ ดร. สราวุฒิ วัฒนวงศ์พิทักษ์ ที่ปรึกษาโครงการ ที่เอาใจใส่ในรายละเอียดทุกขั้นตอนของการดำเนินโครงการ โดยให้คำแนะนำปรึกษาในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ อย่างต่อเนื่อง รวมถึงแนะนำหลักการเขียนปริญญาบัตร ตลอดจนกรุณาตรวจทานแก้ไขอย่างละเอียดกระทั่งโครงการสำเร็จลุล่วงจนได้ปริญญาบัตรเป็นรูปเล่มสมบูรณ์ ผู้ดำเนินโครงการขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง และขอระลึกถึงความกรุณาของท่านตลอดไป

ขอขอบคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. มุขिता สงฆ์จันทร์ และ ดร. ปิยะฉัตร ภาชนะพรรณ ซึ่งเป็นคณะกรรมการในการสอบโครงการครั้งนี้ ซึ่งได้ให้คำแนะนำ ชี้แนะแนวทางและข้อคิดเห็นต่าง ๆ ที่เป็นประโยชน์ในโครงการนี้ ทำให้โครงการนี้ออกมาแบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ขอขอบคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ให้อบรมสั่งสอนตลอดการศึกษาเล่าเรียนในระดับปริญญาตรี ทำให้สามารถนำความรู้และทักษะในหลาย ๆ ด้านมาประยุกต์ใช้กับการดำเนินโครงการนี้ ขอขอบคุณภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า และคอมพิวเตอร์ที่ให้ยืมเครื่องมือวัดในการทดลองชิ้นงานที่สร้างขึ้นและอำนวยความสะดวกในเรื่องของสถานที่ในการทำงานจนกระทั่งการทดลองต่าง ๆ เสร็จสิ้นลง

ในท้ายที่สุดนี้เหนือสิ่งอื่นใด คณะผู้ดำเนินโครงการขอขอบพระคุณบิดามารดา ผู้มอบความรัก ความเมตตากรุณา และเป็นกำลังใจให้เสมอมา รวมทั้งเป็นผู้ให้ทุกสิ่งทุกอย่างตั้งแต่วัยเยาว์จวบจนปัจจุบัน คอยเป็นกำลังใจให้ได้รับความสำเร็จอย่างทุกวันนี้ และขอขอบคุณทุกคนในครอบครัวของคณะผู้ดำเนินการโครงการที่ไม่ได้กล่าวไว้ ณ ที่นี้ด้วย

นายรัชพล เจริญปัญญา

นายอภิเดช สิงห์สุข

สารบัญ

	หน้า
ใบรับรองปริญญาโท.....	ก
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	ค
กิตติกรรมประกาศ.....	ง
สารบัญ.....	จ
สารบัญตาราง.....	ช
สารบัญรูป.....	ซ
บทที่ 1 บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	1
1.4 ขอบเขตการทำโครงการ.....	2
1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน.....	2
1.6 แผนการดำเนินงาน.....	2
1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ.....	3
บทที่ 2 หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น.....	4
2.1 เครื่องดูดใบไม้.....	4
2.2 การเลือกโครงสร้างที่ใช้ในการสร้างแรงลมในการดูดใบไม้.....	6
2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า.....	8
2.4 แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องดูดใบไม้.....	16
2.5 วงจรแสดงผลระดับแรงดันของแบตเตอรี่.....	18
บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ.....	20
3.1 เลือกใบไม้ที่ใช้ในทดลองประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้.....	20
3.2 โครงสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่.....	21
3.3 ขั้นตอนดำเนินงานการทำเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้.....	27

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 วิธีดำเนินโครงการ

3.4	วงจรควบคุมระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์และวงจรแสดงผลระดับแบตเตอรี่.....	30
3.5	การประกอบตัวเครื่องต้นแบบเครื่องดูใบไม้.....	33
3.6	ขั้นตอนการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องดูใบไม้.....	35
3.7	วิธีใช้งานของเครื่องต้นแบบเครื่องดูใบไม้.....	36

บทที่ 4 ผลการทดลอง.....

4.1	วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์โดยใช้ ไอซี เบอร์ 555.....	39
4.2	การหาค่าควัตซ์ที่เกิดจากสัญญาณแรงดันด้านนอกที่วัดจากเครื่องออสซิลโลสโคป.....	42
4.3	การวัดกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์.....	44
4.4	วัดความเร็วลมและหาค่าปริมาตรลมของเครื่องต้นแบบเครื่องดูใบไม้.....	46
4.5	ทดลองหาค่าแรงดันที่เหมาะสมในการใช้งาน.....	48
4.6	ระยะเวลาใช้งานต่อระดับแรงดันของแบตเตอรี่.....	50
4.7	การแสดงผลของหลอดแอลอีดีบอกระดับแรงดันของแบตเตอรี่.....	53
4.8	การทดลองการเก็บใบไม้ได้ปริมาณสูงสุด.....	54
4.9	การหาประสิทธิภาพในการดูใบไม้.....	57

บทที่ 5 บทสรุป และข้อเสนอแนะ.....

5.1	สรุปผลการดำเนินงาน.....	61
5.2	ปัญหาและแนวทางการแก้ไข.....	62
5.3	แนวทางการพัฒนาต่อไป.....	62

เอกสารอ้างอิง.....

ภาคผนวก ก	รายละเอียดข้อมูลของออปแอมป์วงจรบอกระดับแรงดันแบตเตอรี่-LM324.....	65
ภาคผนวก ข	รายละเอียดข้อมูลของไอซีตัวที่1 -SE555 สร้างสัญญาณพัลส์.....	73
ภาคผนวก ค	รายละเอียดข้อมูลของไอซีตัวที่2 -78L05 วงจรเร็กกูเลเตอร์.....	81
ภาคผนวก ง	รายละเอียดข้อมูลของมอเตอร์ 2N7000.....	93
ประวัติผู้ดำเนินโครงการ.....		99

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
1.1 แผนการดำเนินงาน.....	2
4.1 ตารางแสดงค่าควิตซ์ไอเซิล.....	42
4.2 ระดับกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์.....	45
4.3 ระดับแรงดันต่อความเร็วลม.....	47
4.4 ปริมาณใบไม้แห้งที่ดูดได้ในแต่ละระดับแรงดัน.....	49
4.5 ระดับแรงดันเอาท์พุท 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ที่จ่ายให้กับมอเตอร์.....	51
4.6 ระดับกระแสเอาท์พุทที่แรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ที่จ่ายให้กับมอเตอร์.....	52
4.7 ระยะเวลาที่หลอดแอลอีดีแสดงต่อระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์.....	54
4.8 จ่ายแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ต่อปริมาณใบไม้ที่เก็บได้.....	56
4.9 จ่ายแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ต่อปริมาณใบไม้เฉลี่ยที่เก็บได้.....	56
4.10 การทดลองในการดูดแต่ละช่วงเวลาของแต่ละระดับแรงดัน.....	59
4.11 คำนวณหาประสิทธิภาพการดูดใบไม้.....	59
4.12 การดูดใบไม้แห้ง 100 กรัม ต่อระยะเวลาที่ใช้.....	60

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 เครื่องดูดใบไม้แบบใช้ไฟฟ้า เครื่องดูด-เป่าใบไม้ไฟฟ้า BOSCH รุ่น ALS 25.....	4
2.2 เครื่องดูดใบไม้แบบใช้น้ำมันขนาดเล็ก.....	5
2.3 เครื่องดูดใบไม้แบบใช้น้ำมันขนาดใหญ่.....	6
2.4 ลักษณะของปั้มน้ำ.....	6
2.5 การไหลในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวง.....	7
2.6 ทิศทางการไหลของลม.....	7
2.7 วงจรการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม.....	8
2.8 ลักษณะของขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก.....	9
2.9 ลักษณะของโรเตอร์.....	10
2.10 แปรงถ่าน.....	11
2.11 ช่องแปรงถ่าน.....	11
2.12 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....	12
2.13 วงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงแบบใช้ตัวต้านทานอนุกรม (ก)	12
2.13 วงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงแบบใช้ตัวต้านทานอนุกรม (ข)	13
2.13 วงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงแบบใช้ตัวต้านทานอนุกรม (ค)	13
2.14 การควบคุมความเร็วโดยเปลี่ยนค่าแรงดัน (ก)	14
2.14 การควบคุมความเร็วโดยเปลี่ยนค่าแรงดัน (ข).....	14
2.15 วงจรควบคุมระดับแรงดัน.....	15
2.16 สัญญาณพีคับบลิวเอ็ม ที่ 10 เปอร์เซ็นต์.....	15
2.17 สัญญาณพีคับบลิวเอ็ม ที่ 50 เปอร์เซ็นต์.....	15
2.18 สัญญาณพีคับบลิวเอ็ม ที่ 90 เปอร์เซ็นต์.....	16
2.19 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่แบบลิเทียม.....	18
2.20 วงจรแสดงผลระดับแบตเตอรี่.....	18
3.1 โครงสร้างเครื่องดูดใบไม้.....	21
3.2 ท่อดูดใบไม้.....	22
3.3 ค้ามือจับ.....	23
3.4 ถ้อรดเย็น.....	23
3.5 ถุงเก็บใบไม้.....	24

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
3.6	มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง.....24
3.7	ใบพัดของเครื่องสูบลมไม้.....25
3.8	แบตเตอรี่.....25
3.9	วงจรรักษาระดับแรงดัน.....26
3.10	วงจรถอดระดับแรงดันของแบตเตอรี่..... 27
3.11	ประกอบ โครงเพื่อทำการทดลอง..... 27
3.12	ทิศทางเข้าออกของลม.....28
3.13	มอเตอร์ที่ใช้ในการทดลองจากรถบังคับวิทยุ.....29
3.14	มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม.....29
3.15	แบตเตอรี่รถบังคับวิทยุ.....30
3.16	แผนภาพวงจรควบคุมระดับแรงดัน.....31
3.17	แผนภาพวงจรแสดงผลระดับแบตเตอรี่.....32
3.18	โครงสร้างด้านนอก.....33
3.19	ประกอบวงจรเข้าไป.....34
3.20	ติดตั้งล้อและสวิทช์.....34
3.21	ประกอบ โครงสร้างทั้งหมด.....35
3.22	แผนผังการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องสูบลมไม้.....36
3.23	ต่อท่อสูดและถุงเก็บใบไม้.....37
3.24	ต่อค้ำจับเพื่อใช้ในการเดิน.....37
3.25	สวิทช์เปิดปิดและสวิทช์แสดงวงจรถอดระดับแรงดัน.....38
3.26	ปรับระดับแรงดัน.....38
4.1	ตัวอย่างวงจรควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์.....39
4.2	ลักษณะสัญญาณแรงดันด้านออกจากการใช้โปรแกรม.....40
4.3	สัญญาณเอาต์พุตของ พีดีบีบลิวเอ็ม.....42
4.4	วัดกระแสของ มอเตอร์.....44
4.5	กราฟแรงดันเทียบกับกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์.....45
4.6	วัดความเร็วลม..... 46

สารบัญญรูป (ต่อ)

รูปที่	หน้า
4.7	วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของปลายท่อลำเลียงใบไม้.....47
4.8	การดูใบแห้งไม้เพื่อหาปริมาณของใบไม้ในแต่ละระดับแรงดัน.....48
4.9	กราฟปริมาณใบไม้ที่เก็บในแต่ละระดับแรงดัน.....49
4.10	วัดระดับแรงดันแบตเตอรี่.....51
4.11	กราฟระยะเวลาใช้งานต่อระดับแรงดันของแบตเตอรี่.....52
4.12	กราฟระดับกระแสเอาต์พุตที่แรงดัน จ่ายให้กับมอเตอร์.....53
4.13	หลอดแอลอีดี บอกระดับแรงดันแบตเตอรี่.....53
4.14	ขนาดใบไม้ที่ใช้ในการทดลอง.....55
4.15	ชั่งน้ำหนักของใบไม้ที่เก็บได้.....55
4.16	กราฟปริมาณใบไม้ต่อการจ่ายแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์.....57
4.17	ดูใบไม้เพื่อหาประสิทธิภาพการเก็บใบไม้ของเครื่องดูด.....58

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของโครงการ

เครื่องดูดใบไม้ เป็นเครื่องมือสำหรับอำนวยความสะดวกในการดูแลรักษาความสะอาดพื้นที่กลางแจ้ง โดยเฉพาะสถานที่ที่มีการตกแต่งประดับสวนหย่อม เพื่อให้เกิดความสะอาด และลดแรงกระแทกหรือความรุนแรงในการกวาดหรือคราดใบไม้ ที่อาจก่อให้เกิดความเสียหายกับสนามหญ้าหรือต้นไม้ประดับอื่น ๆ ทั้งนี้ในปัจจุบันมีเครื่องดูดใบไม้จำหน่ายในท้องตลาด 2 ประเภทหลัก ๆ คือ เครื่องดูดใบไม้แบบใช้ไฟฟ้า และเครื่องดูดใบไม้แบบใช้เครื่องยนต์ ซึ่งมีข้อจำกัดในการใช้งานเนื่องจากเครื่องดูดใบไม้แบบใช้ไฟฟ้า จะเป็นต้องอาศัยแหล่งกำเนิดพลังงานคือ ไฟฟ้า ซึ่งไม่เหมาะสมกับสถานที่ที่เปียกชื้น หรือห่างไกลจากแหล่งจ่ายไฟ อีกทั้งมีสายไฟที่ค่อนข้างยาวและไม่สะดวกในการใช้งานในพื้นที่กว้างหรือลานโล่งกลางแจ้ง ส่วนประเภทเครื่องดูดใบไม้แบบใช้เครื่องยนต์มีข้อจำกัดในเรื่องเชื้อเพลิง ซึ่งต้องใช้น้ำมันเป็นเชื้อเพลิงในการทำงานของระบบ จึงจำเป็นต้องพกพาน้ำมัน ซึ่งอาจก่อให้เกิดอันตรายจากอัคคีภัย อีกทั้งก่อให้เกิดมลพิษทางเสียงให้เกิดความรำคาญแก่ผู้คนรอบข้าง นอกจากนี้ยังทำให้เกิดสารพิษตกค้างในร่างกาย และก่อให้เกิดมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมอีกด้วย ดังนั้น โครงการนี้จึง ได้พัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้โดยใช้พลังไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ เพื่อลดข้อจำกัดจากการใช้งานเครื่องดูดใบไม้ที่มีในท้องตลาด สามารถพกพาได้สะดวก ไม่ก่อให้เกิดมลพิษเสียงและมลพิษต่อสุขภาพร่างกายและสิ่งแวดล้อมรอบข้าง เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาเครื่องดูดใบไม้รูปแบบใหม่ในเชิงพาณิชย์ สร้างทางเลือกให้กับผู้บริโภคเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับความต้องการ และการใช้งานอย่างไร้ข้อจำกัด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

เพื่อสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้โดยใช้แหล่งกำเนิดพลังงานแบบใช้แบตเตอรี่ เพื่อลดมลพิษทางอากาศจากการใช้น้ำมันเชื้อเพลิงของเครื่องยนต์

1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1.3.1 เครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้โดยใช้แหล่งกำเนิดพลังงานแบบใช้แบตเตอรี่
- 1.3.2 แนวทางในการพัฒนาเครื่องดูดใบไม้ขนาดใหญ่ และดูดใบไม้ได้ปริมาณมาก
- 1.3.3 เครื่องดูดใบไม้ต้นแบบที่สร้างขึ้นสามารถพกพาและใช้งานได้อย่าง ไร้ข้อจำกัด
- 1.3.4 สามารถนำไปต่อยอดเพื่อการผลิตและจำหน่ายเชิงพาณิชย์ได้

1.4 ขอบเขตการทำโครงการ

- 1.4.1 ใช้มอเตอร์กระแสตรง ขนาด 6 โวลต์ 11 วัตต์ เป็นมอเตอร์แบบอนุกรม หรือซีรี่ส์มอเตอร์
- 1.4.2 ใช้แบตเตอรี่ชนิดตะกั่ว-กรด ขนาด 12 โวลต์ 6,500 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง
- 1.4.3 มีไฟบอกปริมาณแบตเตอรี่ที่เหลือ
- 1.4.4 มีวงจรควบคุมการทำงานมอเตอร์ โดยใช้วงจรขับมอเตอร์กระแสตรงแบบพีคดับบีวเอ็ม
- 1.4.5 เหมาะกับใบไม้ขนาดความกว้าง 0.7 เซนติเมตร ความยาว 1.5 เซนติเมตร

1.5 ขั้นตอนการดำเนินงาน

- 1.5.1 ศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องคูดใบไม้
- 1.5.2 ออกแบบและพัฒนาโครงสร้างของเครื่องคูดใบไม้
- 1.5.3 ออกแบบและพัฒนาการควบคุมความเร็วของมอเตอร์
- 1.5.4 ศึกษาวงจรประจุแบตเตอรี่ที่ใช้ในเครื่องคูดใบไม้
- 1.5.5 ทดลองและปรับปรุงชิ้นงาน
- 1.5.6 สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์

1.6 แผนการดำเนินงาน

ตารางที่ 1.1 แผนการดำเนินงาน

รายละเอียด	พ.ศ. 2558					พ.ศ. 2559			
	ส.ค.	ก.ย.	ต.ค.	พ.ย.	ธ.ค.	ม.ค.	ก.พ.	มี.ค.	เม.ย.
1) ศึกษากระบวนการทำงานของเครื่องคูดใบไม้									
2) ออกแบบและพัฒนาโครงสร้างของเครื่องคูดใบไม้									
3) ออกแบบและพัฒนาการควบคุมความเร็วของมอเตอร์									
4) ศึกษาวงจรประจุแบตเตอรี่ที่ใช้ในเครื่องคูดใบไม้									
5) ทดลองและปรับปรุงชิ้นงาน									
6) สรุปผลและจัดทำรูปเล่มปริญญานิพนธ์									

1.7 รายละเอียดงบประมาณตลอดโครงการ

1.7.1 ชุดแบตเตอรี่	700 บาท
1.7.2 ชุดมอเตอร์	700 บาท
1.7.3 ชุดอุปกรณ์ของโครงสร้าง	200 บาท
1.7.4 จัดทำเล่มปริญญานิพนธ์	400 บาท
รวมเป็นเงินทั้งสิ้น (สองพันบาทถ้วน)	2,000 บาท
หมายเหตุ: ถัวเฉลี่ยทุกรายการ	



บทที่ 2

หลักการและทฤษฎีเบื้องต้น

โครงการ เรื่อง เครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ครั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการได้ศึกษาหลักการ และทฤษฎีเบื้องต้นที่เกี่ยวข้องต่าง ๆ เพื่อนำมาใช้เป็นข้อมูลในการพัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ให้มีประสิทธิภาพ ดังนี้

2.1 เครื่องดูดใบไม้

2.2 การเลือกโครงสร้างที่ใช้ในการสร้างแรงลมในการดูดใบไม้

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า

2.4 แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องดูดใบไม้

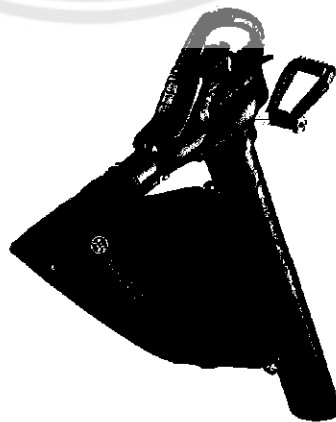
2.5 วงจรแสดงผลระดับแรงดันของแบตเตอรี่

2.1 เครื่องดูดใบไม้

เครื่องดูดใบไม้มีประโยชน์อย่างมากเพื่ออำนวยความสะดวกในการทำความสะอาดในสถานที่ที่มีต้นไม้ขนาดใหญ่และมีการร่วงหล่นของใบไม้จำนวนมาก โดยทั่วไป เครื่องดูดใบไม้ที่มีจำหน่ายในท้องตลาดจะมีการใช้งานอยู่ 2 ประเภทคือแบบใช้ไฟฟ้าและแบบใช้เครื่องยนต์

2.1.1 เครื่องดูดใบไม้แบบใช้ไฟฟ้า

เครื่องดูดใบไม้แบบใช้ไฟฟ้า มีข้อจำกัดคือ จำเป็นต้องมีไฟฟ้าถึงจะสามารถใช้งานได้ ดังนั้นในบริเวณที่ห่างไกลจากแหล่งที่มีไฟฟ้าใช้จึงไม่สามารถใช้งานเครื่องดูดใบไม้ประเภทนี้ได้ เมื่อใช้ในบริเวณกว้างจะต้องใช้สายไฟยาวตามไปด้วย ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 เครื่องดูดใบไม้แบบใช้ไฟฟ้า เครื่องดูด-เป่าใบไม้ไฟฟ้า BOSCH รุ่น ALS 25

ที่มา: [1]

ข้อมูลด้านเทคนิค เครื่องเป่าใบไม้ ใช้ไฟฟ้า BOSCH ALS 25 สามารถถอดประกอบเป็นเครื่องระบบดูด หรือเครื่องระบบเป่าได้ในตัวเดียวกัน ได้โดยง่าย น้ำหนักเบา เครื่องระบบเป่า น้ำหนักเพียง 3.2 กก. หรือ ประกอบเป็นเครื่องระบบดูด น้ำหนัก 4.4 กก. กำลังมอเตอร์ 2500 วัตต์ ความเร็วลมเป่าสูงสุด 300 กม./ชม. อัตราลม 800 ลบม./ชม. อัตราการย่อย 10:1 ด้ามจับปรับได้เพื่อลดความเมื่อยล้า ถูกเก็บประกอบติดตั้งง่าย ขนาด 45 ลิตร ขนาดบรรจุภัณฑ์ 50x36x29 ซม. น้ำหนักรวมบรรจุภัณฑ์ 7.5 กก. แลมนสายไฟฟ้าต่อพ่วง VCT 2x1.5 sq.mm x 15 เมตร 1 เส้น

2.1.2 เครื่องดูดใบไม้แบบใช้เครื่องยนต์

เครื่องดูดใบไม้แบบใช้เครื่องยนต์ มีข้อจำกัดคือจำเป็นต้องใช้น้ำมันในการใช้งาน ถึงแม้จะพกพาไปนอกสถานที่ได้ แต่เครื่องดูดใบไม้ประเภทนี้ มีข้อเสีย คือ จำเป็นต้องพกพาน้ำมันไปด้วย เมื่อใช้งานจะมีเสียงเครื่องยนต์เป็นเสียงรบกวนได้ โดยประเภทน้ำมันจะมี 2 แบบ คือ ขนาดเล็ก และขนาดใหญ่

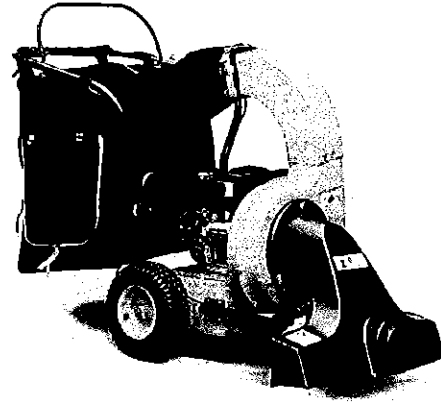
2.1.2.1 เครื่องดูดใบไม้แบบใช้น้ำมันขนาดเล็ก ซึ่งกำหนดด้วยขนาดของความจุของกระบอกสูบเครื่องยนต์ หรือ ซีซี ของเครื่องยนต์ที่เล็กและมีคุณสมบัติดังนี้ เครื่องดูดใบไม้ และใบไม้ ในตัวเดียวกัน สามารถดูดใบไม้ขนาดไม่เกิน 3 นิ้วเป็นเครื่องที่ใช้น้ำมันแบบ 2 จังหวะ น้ำมันเบนซินผสมอัตราส่วน: 1:25 [2] ดังรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 เครื่องดูดใบไม้แบบใช้น้ำมันขนาดเล็ก

ที่มา: [2]

2.1.2.2 ตัวอย่างเครื่องดูดใบไม้แบบใช้น้ำมันขนาดใหญ่ จะมีขนาดของเครื่องยนต์ที่ใหญ่ มีแรงมาสูงขึ้นจากเครื่องยนต์ขนาดเล็ก และมีคุณสมบัติคือ ให้กำลัง 3.7 กิโลวัตต์/4,000 รอบ/นาที ขนาดกำลังเครื่องยนต์ 5 แรงม้า อัตราส่วนกำลังอัด: 8.5: 1 ใช้น้ำมันเชื้อเพลิง 1.8 ลิตรต่อชั่วโมง มีความจุ ถังน้ำมันเชื้อเพลิง 2.0 ลิตร ขนาดความกว้างปากเป่า 800 มิลลิเมตร [3] ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 เครื่องดูดใบไม้แบบใช้น้ำมันขนาดใหญ่

ที่มา: [3]

2.2 การเลือกโครงสร้างที่ใช้ในการสร้างแรงลมในการดูดใบไม้

โครงการนี้ได้นำปั้มน้ำเก่าที่ไม่ใช้แล้วนำมาทำเป็นชุดสร้างแรงลมในการดูดใบไม้ให้กับเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ เพราะมีโครงสร้างที่สามารถสร้างแรงดูดได้ดี จึงได้เลือกที่จะนำปั้มน้ำมาใช้ในการดูดใบไม้ อีกทั้งยังมีขนาดเล็ก และนำมาดัดแปลงเพื่อใช้ในการดูดใบไม้

2.2.1 ลักษณะของปั้มน้ำ

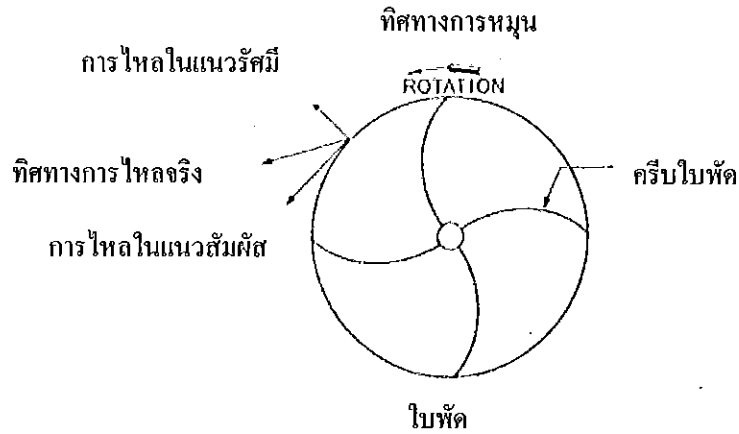
ลักษณะของปั้มน้ำแรงเหวี่ยง (ปั้มน้ำแบบโคเนตริก) ทำงานโดยอาศัยการหมุนโดยใบพัด ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ลักษณะของปั้มน้ำ

2.2.2 การทำงานของปั้มน้ำ

อากาศจะถูกผลักดัน โดยการหมุนของครีบบใบพัด ทำให้เกิดการไหลในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวง การไหลในลักษณะดังกล่าวจะเกิดแรงเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง และเป็นผลให้อากาศไหลไปสู่แนวเส้นรอบวงทุกทิศทุกทาง ดังรูปที่ 2.5

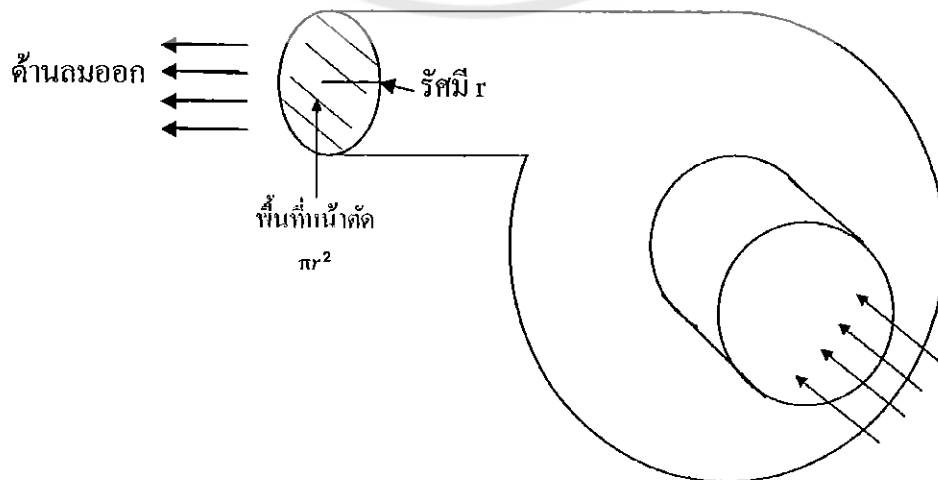


รูปที่ 2.5 การไหลในแนวสัมผัสกับเส้นรอบวง

โดยหลักกลศาสตร์เมื่ออากาศถูกหมุนในภาชนะปิดและมีความเร็วมากพอ ความกดอากาศที่จุดศูนย์กลางของใบพัดจะต่ำกว่าความดันบรรยากาศทำให้อากาศไหลเข้าสู่ทางอากาศเข้า เมื่ออากาศถูกดูดและถูกผลักโดยกระจับใบพัด อากาศจะไหลมาตามแนวเส้น เพื่อที่จะรวบรวมอากาศจะต้องมีจุดหนึ่งที่ยึดกับเรือนปั่นเรียกว่า ดินของเรือน รอบวงและถูกรวบรวมโดยเรือนปั่น และไหลไปสู่ทางจ่ายของปั่น

2.2.3 วิธีการคำนวณปริมาณลม

ปริมาณลมจะบ่งบอกให้รู้ถึงประสิทธิภาพหรือ คุณสมบัติของเครื่องดูดได้ เพราะยังมีปริมาณลมที่มากยิ่งส่งผลดีในการดูดใบไม้ จะเป็นตัวอย่างของลักษณะการไหลของอากาศหรือลมอย่างง่าย เพื่อจะมาทำการคำนวณปริมาณลม โดยความเร็วลมจะมีหน่วยเป็น เมตร/วินาที และปริมาตรอากาศหรือลมที่ไหลผ่านด้านลมออกคิดเป็น ลูกบาศก์เมตร/วินาที โดยวิธีคำนวณปริมาตรที่ไหลผ่านด้านลมออก [4] ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ทิศทางการไหลของลม

สูตรในการคำนวณ [4]

$$\text{ปริมาณลม} = V \times \pi r^2 \quad (2.1)$$

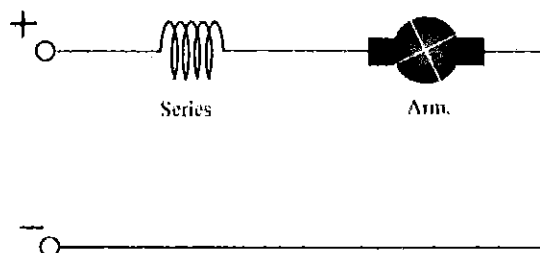
- เมื่อ (1) V คือ ความเร็วลมทางด้านลมออกเท่ากับความเร็วในการพา
 วัดได้ที่ปากด้านทางด้านลมออก โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลมเป็น
 เมตร/นาทีย
- (2) พื้นที่หน้าตัดเท่ากับพื้นที่หน้าตัดของ ปากด้านลมออก คือ πr^2
 มีหน่วยเป็น ตารางเมตร
- (3) ปริมาณลม เท่ากับปริมาตรลมที่ไหลผ่านปากด้านลมออก มีหน่วยเป็น
 ลูกบาศก์เมตร/นาทีย

2.3 มอเตอร์ไฟฟ้า

มอเตอร์ไฟฟ้า หมายถึง เครื่องกลไฟฟ้าชนิดหนึ่ง ที่เปลี่ยนแปลงพลังงานไฟฟ้ามาเป็น
 พลังงานกล มอเตอร์ไฟฟ้าที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเปลี่ยนเป็นพลังงานกล มีทั้งพลังงานไฟฟ้า
 กระแสสลับ และกระแสตรง ในโครงงานนี้เลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรมในการ
 ทำงานของเครื่องดูดใบไม้แบบใช้พลังงานแบตเตอรี่

2.3.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

มอเตอร์แบบอนุกรมหรือเรียกว่าซีริสมอเตอร์ คือ มอเตอร์ที่ต้องควบคุมสนามแม่เหล็ก
 อนุกรมกับอาร์เมเจอร์ของมอเตอร์ชนิดนี้ว่า ซีริสฟิวด์ มีคุณลักษณะที่ดี คือ ให้แรงบิดสูงนิยมใช้เป็น
 ต้นกำลังของรถไฟฟ้า รถยกของ เครื่องไฟฟ้า ความเร็วรอบของมอเตอร์แบบอนุกรมเมื่อไม่มีโหลด
 ความเร็วรอบจะสูงมาก แต่ถ้ามีโหลดมาต่อ ความเร็วรอบจะลดลงตามโหลด โหลดมากหรือทำงาน
 หนักความเร็วรอบจะลดลง แต่ขดลวดของมอเตอร์ไม่เป็นอันตราย จากคุณสมบัตินี้จึงนิยมนำมาใช้
 กับเครื่องใช้ไฟฟ้าในบ้านหลายอย่าง เช่น เครื่องดูดฝุ่น เครื่องผสมอาหาร สว่านไฟฟ้าจักรเย็บผ้า
 เครื่องเป่าผม มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรมใช้งานหนักได้ดี เมื่อใช้งานหนักกระแสจะมาก
 ความเร็วรอบลดลง เมื่อไม่มีโหลดมาต่อความเร็วรอบจะสูงมาก อาจเกิดอันตรายได้ ดังนั้นเมื่อเริ่ม
 สตาร์ทมอเตอร์แบบอนุกรมจึงต้องมีโหลดมาต่อเสมอ [5] ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 วงจรการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบอนุกรม

2.3.2 ส่วนประกอบของมอเตอร์กระแสตรง

มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เป็นต้นกำลังขับเคลื่อนที่สำคัญอย่างหนึ่งในโรงงานอุตสาหกรรมเพราะมีคุณสมบัติที่โดดเด่นในด้านการปรับความเร็วได้ตั้งแต่ความเร็วต่ำสุดจนถึงสูงสุด นิยมใช้กันมากในโรงงานอุตสาหกรรม เช่น โรงงานทอผ้า โรงงานเส้นใยโพลีเอสเตอร์ โรงงานถลุงโลหะหรือให้ เป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนรถไฟฟ้า เป็นต้นในการศึกษาเกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจึงควรรู้จัก อุปกรณ์ต่าง ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงและเข้าใจถึงหลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบต่าง ๆ มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงที่ส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วน ดังนี้ [5]

2.3.2.1 ส่วนที่อยู่กับที่ หรือที่เรียกว่า สเตเตอร์ ประกอบด้วยเฟรมหรือโยค เป็นโครงภายนอกทำหน้าที่เป็นทางเดินของเส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วเหนือ ไปขั้วใต้ให้ครบวงจรและยึดส่วนประกอบอื่น ๆ ให้แข็งแรงทำด้วยเหล็กหล่อหรือเหล็กแผ่นหนาม้วนเป็นรูปทรงกระบอก ขั้วแม่เหล็กประกอบด้วย 2 ส่วนคือแกนขั้วแม่เหล็กและขดลวด [6] ดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 ลักษณะของขดลวดพันอยู่รอบขั้วแม่เหล็ก
ที่มา: [6]

ส่วนแรกแกนขั้ว ทำด้วยแผ่นเหล็กบาง ๆ กั้นด้วยฉนวนประกอบกันเป็นแท่งยึดติดกับเฟรม ส่วนปลายที่ทำเป็นรูปโค้งนั้นเพื่อโค้งรับรูปกลมของตัว โรเตอร์เรียกว่าขั้วแม่เหล็ก มีวัตถุประสงค์ให้ขั้วแม่เหล็กและ โรเตอร์ใกล้ชิดกันมากที่สุดเพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุด เพื่อให้เกิดช่องอากาศน้อยที่สุดจะมีผลให้เส้นแรงแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กจากขั้วแม่เหล็กผ่านไปยัง โรเตอร์มากที่สุดแล้วทำให้เกิดแรงบิดหรือกำลังบิดของ โรเตอร์มากเป็นการทำให้มอเตอร์ มีแรงบิด

ส่วนที่สองขดลวดสนามแม่เหล็ก พันอยู่รอบ ๆ แกนขั้วแม่เหล็กขดลวดนี้ทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กให้เกิดขึ้น และเส้นแรงแม่เหล็กนี้จะเกิดการหักล้างและเสริมกันกับสนามแม่เหล็กของอาเมเจอร์ทำให้เกิดแรงบิดขึ้น

2.3.2.2 ตัวหมุน ตัวหมุนหรือเรียกว่า โรเตอร์ตัวหมุนนี้ทำให้เกิดกำลังงานมีแกนวางอยู่ในดลัปลูกปืน ซึ่งประกอบอยู่ในแผ่นปิดหัวท้าย ของมอเตอร์ ดังรูปที่ 2.9



รูปที่ 2.9 ลักษณะของโรเตอร์
ที่มา: [6]

ตัวโรเตอร์ประกอบด้วย 4 ส่วนด้วยกัน มีรายละเอียดต่าง ๆ ดังนี้

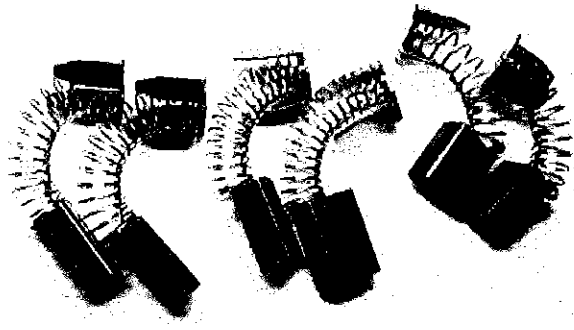
ก. แกนเพลลา เป็นตัวสำหรับยึดคอมมิวเตเตอร์ และยึดแกนเหล็กอาร์มาเจอร์ ประกอบเป็นตัวโรเตอร์แกนเพลลานี้จะวางอยู่บนแบร์ริง เพื่อบังคับให้หมุนอยู่ในแนวหนึ่งไม่มีการสั่นสะเทือนได้

ข. แกนเหล็กอาร์มาเจอร์ ทำด้วยแผ่นเหล็กบางอาบฉนวน เป็นที่สำหรับพันขดลวดอาร์มาเจอร์ซึ่งสร้างแรงบิด

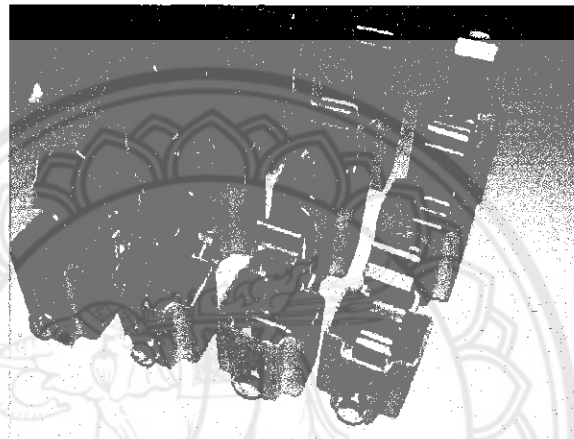
ค. คอมมิวเตเตอร์ ทำด้วยทองแดงออกแบบเป็นซี่แต่ละซี่มีจำนวนไม่ก้ำกั้นระหว่างซี่ของคอมมิวเตเตอร์ ส่วนหัวซี่ของคอมมิวเตเตอร์ จะมีร่องสำหรับใส่ปลายสาย ของขดลวดอาร์มาเจอร์ ตัวคอมมิวเตเตอร์นี้อัดแน่นติดกับแกนเพลลา เป็นรูปกลมทรงกระบอก มีหน้าที่สัมผัสกับแปรงถ่าน เพื่อรับกระแสจากสายป้อนเข้าไปยัง ขดลวดอาร์มาเจอร์เพื่อสร้างเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วนหนึ่งให้เกิดการหักล้างและเสริมกันกับเส้นแรงแม่เหล็กอีกส่วน ซึ่งเกิดจากขดลวดขั้วแม่เหล็ก ดังกล่าวมาแล้วเรียกว่าปฏิกิริยามอเตอร์

ง. ขดลวดอาร์มาเจอร์ เป็นขดลวดพันอยู่ในร่องสลอท ของแกนอาร์มาเจอร์ ขนาดของลวดจะเล็กหรือใหญ่และจำนวนรอบจะมากหรือน้อยนั้นขึ้นอยู่กับ การออกแบบของตัวโรเตอร์ชนิดนั้น ๆ เพื่อที่จะให้เหมาะสมกับงานต่าง ๆ ที่ต้องการ ควรศึกษาต่อไปในเรื่องการพันอาร์มาเจอร์ ในโอกาสต่อไป

2.3.2.3 แปรงถ่าน (Brushes) ทำด้วยคาร์บอนมีรูปร่างเป็นแท่งสี่เหลี่ยมผืนผ้าอยู่ในช่องแปรงมีสปริงกดอยู่ด้านบน เพื่อให้ถ่านนี้สัมผัสกับซี่คอมมิวเตเตอร์ตลอดเวลาเพื่อรับกระแส และส่งกระแสไฟฟ้าระหว่างขดลวดอาร์มาเจอร์ กับวงจรไฟฟ้าจากภายนอก คือถ้าเป็นมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรงจะทำหน้าที่รับกระแสจากภายนอกเข้าไปยังคอมมิวเตเตอร์ ให้ขดลวดอาร์มาเจอร์เกิดแรงบิดทำให้มอเตอร์หมุนได้ [6] ดังรูปที่ 2.10 และ 2.11



รูปที่ 2.10 แปรงถ่าน

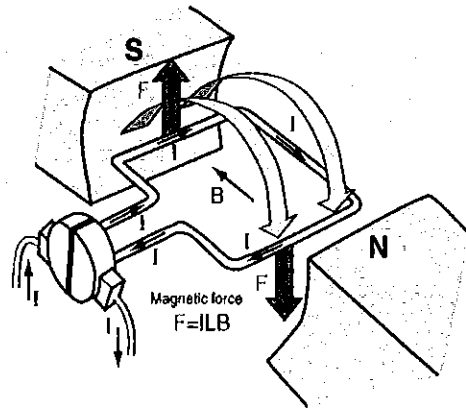


รูปที่ 2.11 ช่องแปรงถ่าน

ที่มา: [6]

2.3.3 หลักการของมอเตอร์กระแสไฟฟ้าตรง

หลักการของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Motor Action) เมื่อเป็นแรงดันกระแสไฟฟ้าตรงเข้าไปในมอเตอร์ ส่วนหนึ่งจะ แปรงถ่านผ่านคอมมิวเตเตอร์เข้าไปในขดลวดอาร์เมเจอร์สร้างสนามแม่เหล็กขึ้น และกระแสไฟฟ้าอีกส่วนหนึ่งจะไหลเข้าไปในขดลวดสนามแม่เหล็ก (Field coil) สร้างขั้วเหนือ-ใต้ขึ้น จะเกิดสนามแม่เหล็ก 2 สนาม ในขณะเดียวกัน ตามคุณสมบัติของเส้นแรงแม่เหล็ก จะไม่ตัดกันทิศทางตรงข้ามจะหักล้างกัน และทิศทางเดียวจะเสริมแรงกัน ทำให้เกิดแรงบิดในตัวอาร์เมเจอร์ ซึ่งวางแกนเพลลาและแกนเพลลานี้ สวมอยู่กับคัลลิปลูบป็นของมอเตอร์ ทำให้อาร์เมเจอร์นี้หมุนได้ ขณะที่ตัวอาร์เมเจอร์ทำหน้าที่หมุนได้นี้เรียกว่า โรเตอร์ (Rotor) ซึ่งหมายความว่าตัวหมุน การที่อำนาจเส้นแรงแม่เหล็กทั้งสองมีปฏิกิริยาต่อกัน ทำให้ขดลวดอาร์เมเจอร์ หรือโรเตอร์หมุนไปนั้นเป็นไปตามกฎซ้ายของเฟลมมิง (Fleming's left hand rule) [6] ดังรูปที่ 2.12



รูปที่ 2.12 หลักการทำงานของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

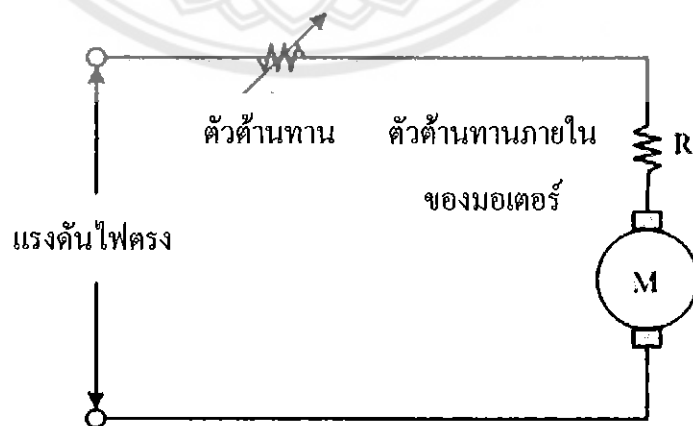
ที่มา: [7]

2.3.4 การควบคุมระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์

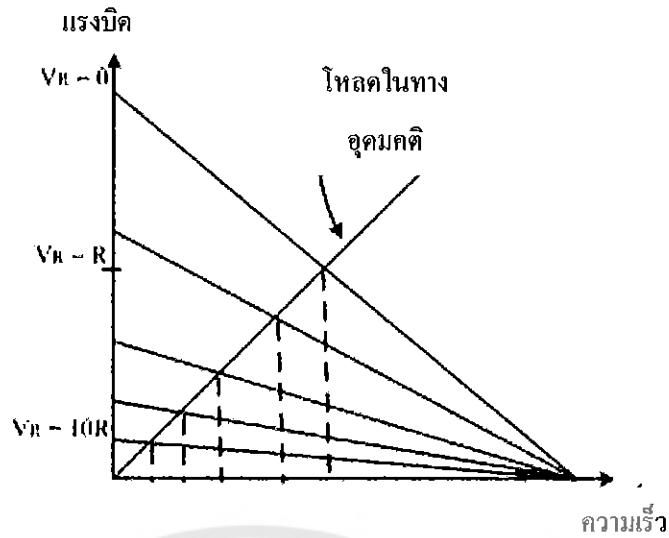
จะมีการควบคุมด้วยวิธีต่าง ๆ ดังนี้

2.3.4.1 การควบคุมด้วยตัวต้านทานที่ปรับค่าได้

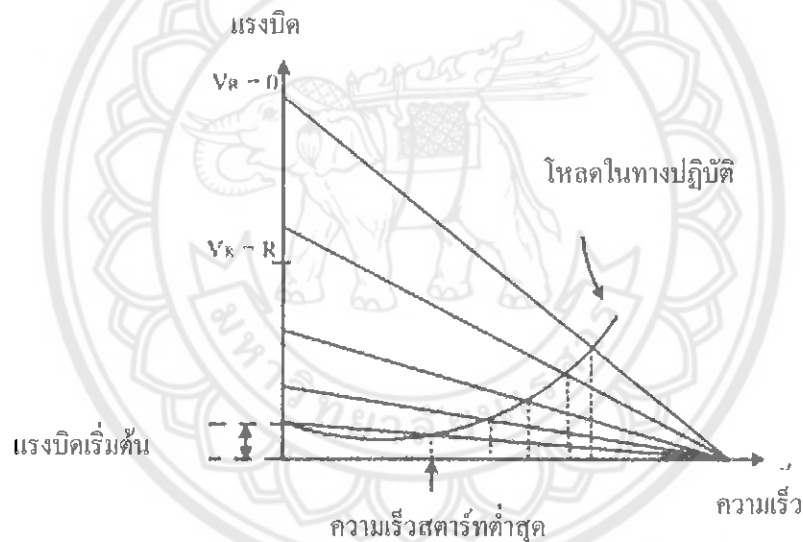
แบบพื้นฐานที่สุดของการควบคุมมอเตอร์คือ ใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้อนุกรมกับมอเตอร์ โดยตัวต้านทานที่ปรับค่าได้จะเป็นตัวกำหนดความเร็วในการหมุนของมอเตอร์ การบังคับแบบนี้ไม่มีประสิทธิภาพเพราะกำลังไฟสูญเสียไปในตัวความต้านทาน มักนิยมใช้กับมอเตอร์ตัวเล็ก ๆ การบังคับแบบนี้ให้คุณสมบัติการสตาร์ทดี (ให้แรงบิดสูงที่ความเร็วต่ำ) แต่จะให้ความเร็วสูงมากเมื่อมอเตอร์อยู่ในสถานะที่มีโหลดน้อย ๆ ดังนั้นการบังคับแบบนี้มีประโยชน์เฉพาะสถานะที่แรงดันคงที่ เช่น การบังคับความเร็วของเครื่องจักรเย็บผ้า [8] ดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 (ก) วงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงแบบใช้ตัวต้านทานอนุกรม



รูปที่ 2.13 (ข) วงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงแบบใช้ตัวต้านทานอนุกรม

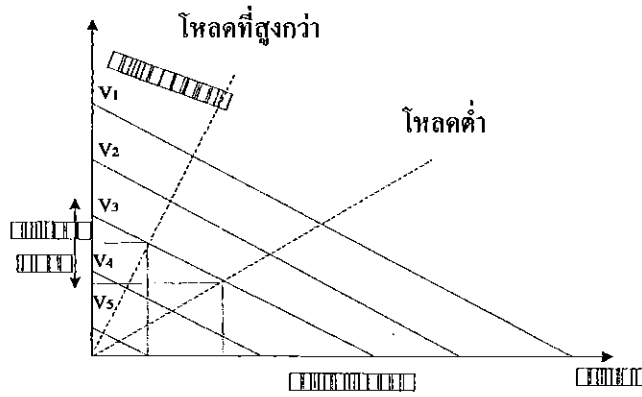


รูปที่ 2.13 (ค) วงจรควบคุมความเร็วของมอเตอร์กระแสตรงแบบใช้ตัวต้านทานอนุกรม

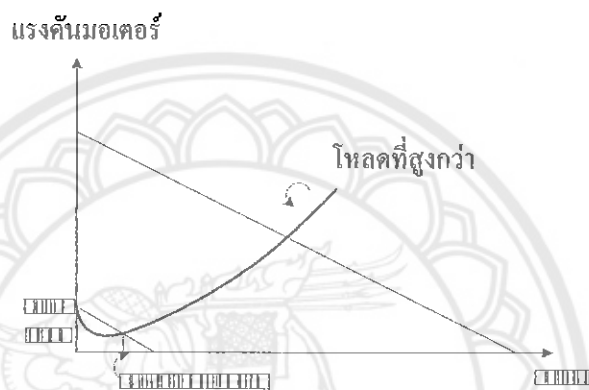
ที่มา: [8]

2.3.4.2 การควบคุมด้วยวิธีเปลี่ยนค่าแรงดัน

วิธีการนี้ดีกว่าวิธีการแรกแต่จะซับซ้อนกว่าต้องใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่อัตราขยายกำลังสูง และ มอเตอร์จะถูกป้อนด้วยแรงดันที่เปลี่ยนแปลงค่าได้จากแหล่งจ่ายที่มีอิมพีแดนซ์ต่ำ ข้อดีของการควบคุมวิธีนี้คือ ถ้าความเร็วลดลงจากผลของแรงบิด แรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์จะเพิ่มขึ้นเพื่อรักษาระดับความเร็ว ส่วนข้อเสียจากการควบคุมวิธีนี้คือ เมื่อมอเตอร์มีความเร็วต่ำแรงดันที่ป้อนให้กับมอเตอร์จะมีค่าต่ำเช่นกัน [8] ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 (ก) การควบคุมความเร็วโดยเปลี่ยนค่าแรงดัน



รูปที่ 2.14 (ข) การควบคุมความเร็วโดยเปลี่ยนค่าแรงดัน

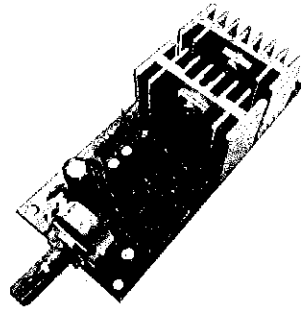
ที่มา: [8]

2.3.4.3 การควบคุมด้วยตัวต้านทานที่ปรับค่าได้

การควบคุมแบบนี้สามารถขับเคลื่อนมอเตอร์ได้ความเร็ว 10: 1 และให้การเรีอกูเลทที่ดีกว่ากระแสถูกปล่อยให้ฟูลด์คงที่ ผลของคุณสมบัติ ความเร็วและแรงบิด ได้รับการปรับปรุงดีขึ้นกว่าการบังคับด้วยความต้านทานที่ปรับค่าได้ และให้การเรีอกูเลทความเร็ววงที่ได้ดีขึ้นตลอดช่วงความเร็วที่กว้างกว่า [8]

2.3.4.4 การควบคุมแบบ พีดับบลิวเอ็ม

พีดับบลิวเอ็ม คือ เทคนิคสำหรับควบคุมวงจรทางด้านฮาร์ดแวร์ โดยใช้สัญญาณเอาต์พุตแบบดิจิทัลของไมโคร โปรเซสเซอร์ควบคุม วงจรควบคุมระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์ เป็นวงจรที่ใช้ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์เข้ามาควบคุมการทำงานและมีระบบ ซอฟต์แวร์ เมื่อจ่ายไฟครั้งแรก เพื่อป้องกันไฟกระชาก นอกจากนี้ยังมีวงจรควบคุมแรงดันและวงจรขั้วมอสเฟต เพื่อให้มอเตอร์ทำงาน ได้ดีทั้งความเร็วสูงและความถี่ต่ำและยังทนต่อสัญญาณรบกวนอีกด้วย สามารถควบคุมมอเตอร์กระแสตรง ขนาด 8-30 โวลต์ กระแสสูงสุด 30 แอมป์ ปรับความเร็วมอเตอร์ ได้ตั้งแต่ 0-100 เปอร์เซนต์ ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 วงจรควบคุมระดับแรงดัน

ก. แสดงสัญญาณ พีคิบบลิวเอ็ม ที่ 10 เปอร์เซ็นต์ คิวตี้ไซเคิล คือ สัญญาณในการออนจะเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ของคาบสัญญาณ และ จะออฟเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ของคาบสัญญาณ ดังรูปที่ 2.16



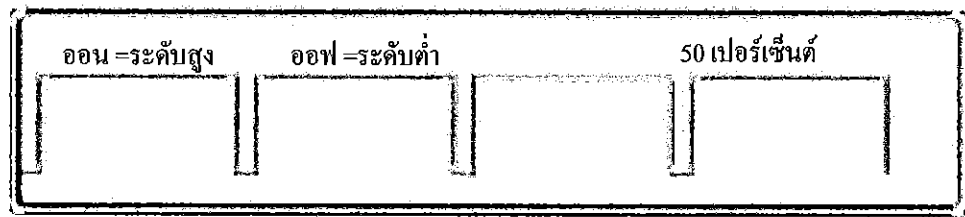
รูปที่ 2.16 สัญญาณพีคิบบลิวเอ็ม ที่ 10 เปอร์เซ็นต์

ข. แสดงสัญญาณ พีคิบบลิวเอ็ม ที่ 50 เปอร์เซ็นต์ คิวตี้ไซเคิล คือ สัญญาณในการออนจะเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ของคาบสัญญาณ และ จะออฟเป็น 50 เปอร์เซ็นต์ ของคาบสัญญาณ ดังรูปที่ 2.17



รูปที่ 2.17 สัญญาณพีคิบบลิวเอ็ม ที่ 50 เปอร์เซ็นต์

ค. แสดงสัญญาณ พีคิบบลิวเอ็ม ที่ 90 เปอร์เซ็นต์ คิวตี้ไซเคิล คือ สัญญาณในการออนจะเป็น 90 เปอร์เซ็นต์ ของคาบสัญญาณ และ จะออฟเป็น 10 เปอร์เซ็นต์ ของคาบสัญญาณ เช่น ถ้าแหล่งจ่ายไฟฟ้า 9 โวลต์ และ คิวตี้ไซเคิล เป็น 10 เปอร์เซ็นต์ จะได้เอาท์พุต 0.9 โวลต์ ดังรูปที่ 2.18



รูปที่ 2.18 สัญลักษณ์ระดับบลิวเอ็ม ที่ 90 เปอร์เซ็นต์

เหตุผลในการเลือกใช้พีดับบลิวเอ็ม ในการควบคุมความเร็วมอเตอร์ ดังนี้

- 1) พีดับบลิวเอ็ม ง่ายในการอินเตอร์เฟสกับไมโครคอนโทรลเลอร์ และใช้เพียงแค่อะไหล่ที่ชุดสัญญาณเดียวในการควบคุมความเร็ว
- 2) พีดับบลิวเอ็ม มีประสิทธิภาพ คือ แหล่งจ่ายไฟฟ้า จะจ่ายกำลังได้เต็มที่ทั้งออน และ ออฟ
- 3) พีดับบลิวเอ็ม ทำให้ได้ค่าทอร์คและความเร็วสูงสุดของมอเตอร์ เป็นเพราะแหล่งจ่ายไฟฟ้า จะจ่ายกำลังได้เต็มที่ทั้ง ออน และ ออฟ

ซึ่ง ใน โครงงานนี้ที่ใช้ทรานซิสเตอร์เป็นตัวตัดต่อวงจร สามารถจะควบคุมจังหวะในการจ่ายกระแสได้ การ ออน และ ออฟในสัดส่วนต่าง ๆ กัน ด้วยความถี่ที่เหมาะสม ทำให้มอเตอร์หมุนที่ความเร็วต่าง ๆ กันตามความต้องการได้ ถ้าความถี่ต่ำไป มอเตอร์หมุนแบบกระตุก ๆ ไม่เรียบ และ อาจจะได้ยินเสียง จากการสั่นของ ขดลวดทองแดง ถ้าความถี่สูงกว่า 20 กิโลเฮิรตซ์ จะไม่ได้ยินเสียงขดลวดสั่นอีกต่อไป และ ที่ความถี่สูงขึ้นไปมาก ๆ จะเกิดการสูญเสียพลังงานในวงจรมากเกินไป

2.4 แบตเตอรี่ที่ใช้เป็นพลังงานให้กับเครื่องดูใบไม้

โครงงานนี้ ได้นำเอาแบตเตอรี่มาใช้เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานในการขับเคลื่อนกลไกมอเตอร์เครื่องต้นแบบเครื่องดูใบไม้ โดยเลือกใช้แบตเตอรี่แบบทุติยภูมิ เนื่องจากสามารถนำกลับมาชาร์จประจุใหม่ได้เมื่อหมดพลังงาน ช่วยประหยัดค่าใช้จ่ายและลดการสูญเสียพลังงานสิ้นเปลืองดังรายละเอียดดังนี้

2.4.1 แบตเตอรี่ทุติยภูมิ

เป็นแบตเตอรี่ที่เมื่อผ่านการใช้แล้วสามารถนำกลับมาชาร์จประจุเพื่อกลับมาใช้ใหม่ได้ เช่น แบตเตอรี่รถยนต์ แบตเตอรี่มือถือ และถ่านรุ่นใหม่ ๆ เป็นต้น แบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ได้หรือ เซลล์ทุติยภูมิ สามารถอัดกระแสไฟใหม่ได้หลังจากไฟหมดเนื่องจากสารเคมีที่ใช้ทำแบตเตอรี่ชนิดนี้สามารถทำให้กลับไปอยู่ในสภาพเดิมได้ โดยการอัดกระแสไฟเข้าไปใหม่ซึ่งอุปกรณ์ที่ใช้อัดไฟนี้เรียกว่า ชาร์จเจอร์ หรือ รีชาร์จเจอร์ แบตเตอรี่ชนิดอัดกระแสไฟใหม่ได้ที่เก่าแก่

ที่สุดซึ่งใช้อยู่จนกระทั่งปัจจุบันคือ "เซลล์เปียก" แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด (lead-acid battery) แบตเตอรี่ชนิดนี้จะบรรจุในภาชนะที่ไม่ได้ปิดผนึก (unsealed container) ซึ่งแบตเตอรี่จะต้องอยู่ในตำแหน่งตั้งตลอดเวลาและต้องเป็นพื้นที่ที่ระบายอากาศได้เป็นอย่างดี เพื่อระบายก๊าซไฮโดรเจนที่เกิดจากปฏิกิริยาและแบตเตอรี่ชนิดจะมีน้ำหนักมากรูปแบบสามัญของแบตเตอรี่ตะกั่ว-กรด คือแบตเตอรี่รถยนต์ ซึ่งสามารถจะให้กระแสไฟฟ้าได้ถึงประมาณ 10,000 วัตต์ ในช่วงเวลาสั้น ๆ และมีกระแสตั้งแต่ 450 ถึง 1,100 แอมแปร์ สารละลายอิเล็กโทรไลต์ของแบตเตอรี่คือ กรดซัลฟิวริกซึ่งสามารถเป็นอันตรายต่อผิวหนังและตาได้ แบตเตอรี่ตะกั่ว-กรดที่มีราคาแพงมากเรียกว่า แบตเตอรี่เจล (หรือ "เจลเซลล์") ภายในจะบรรจุอิเล็กโทรไลต์ประเภทเซมิ-โซลิด (semi-solid electrolyte) ที่ป้องกันการหกได้ดี และแบตเตอรี่ชนิดอัดไฟใหม่ได้ที่เคลื่อนย้ายได้สะดวกกว่าคือประเภท "เซลล์แห้ง" ที่นิยมใช้กันใน โทรศัพท์มือถือ และแล็ปท็อป (Notebook) ปัจจุบันนิยมใช้งาน ทั้งแบตเตอรี่แบบปฐมภูมิและทุติยภูมิ ซึ่งส่วนใหญ่มีตะกั่วเป็นส่วนประกอบ ที่มีคราบเป็นพิษ และผลเสียต่อสภาพแวดล้อม แบตเตอรี่ที่เข้ามาทดแทนแบตเตอรี่ตะกั่ว [9]

2.4.2 ประเภทของแบตเตอรี่

ในขนาดสามารถแบ่งออกเป็น 4 ประเภท [9] ได้แก่

2.4.2.1 แบตเตอรี่ชนิดนิกเกิล-แคดเมียม (NiCd) แบตเตอรี่ชนิดนี้มีราคาแพงกว่าแบตเตอรี่ตะกั่ว แต่สามารถชาร์จประจุได้มากกว่า และอายุการใช้งานยาวนาน

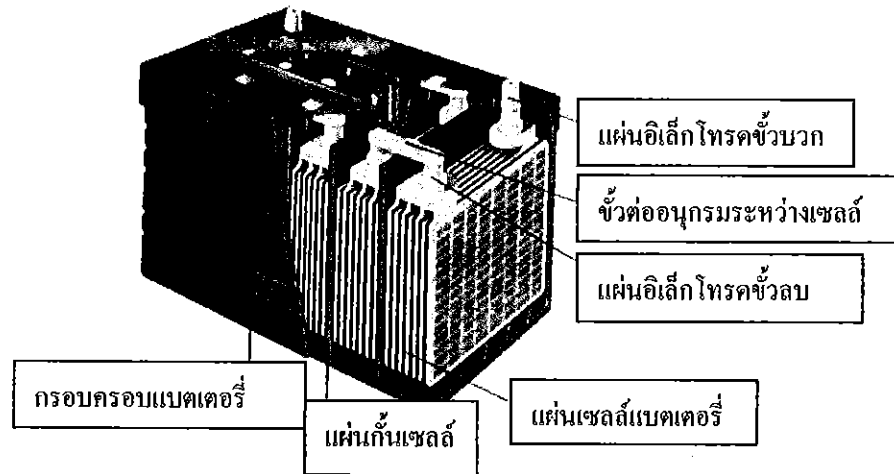
2.4.2.2 แบตเตอรี่ชนิดโซเดียม-ซัลเฟอร์ (NaS) เป็นแบตเตอรี่ที่มีความหนาแน่นของพลังงานต่ำ ราคาแพง สามารถใช้งานได้ที่อุณหภูมิสูงถึง 350°C

2.4.2.3 แบตเตอรี่ชนิดซิงค์-โบรมีน (ZnBr) เป็นแบตเตอรี่ที่ให้แรงดันไฟฟ้าสูง ราคาถูก อายุการใช้งานที่ยาวนาน เหมาะสำหรับใช้กับรถไฟฟ้า แต่มีปัญหาจากการรั่วของประจุที่เก็บ และก๊าซโบรมีนเป็นก๊าซที่อันตราย

2.4.2.4 แบตเตอรี่ชนิดวานาเดียม-รีดอกซ์ (Vanadium-Redox) แบตเตอรี่แบบนี้สามารถชาร์จประจุได้ทันทีเพียงแค่เปลี่ยนอิเล็กโทรไลต์ มีอายุการใช้งานที่ยาวนาน อัตราการรั่วของประจุต่ำ มีความหนาแน่นของพลังงานสูง ใช้งานง่าย ราคาถูก ถึงแม้ว่าวานาเดียมจะมีพิษต่อสิ่งมีชีวิต แต่จะปลอดภัยเมื่ออยู่ในสถานะบรรจุที่ได้มาตรฐาน

2.4.3 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่แบบลีดแอซิด (Lead-Acid Battery)

แบตเตอรี่ลีดแอซิด เป็นแบตเตอรี่มีอายุการใช้งานที่ยาวนานและมีการปล่อยประจุ (กระแสไฟฟ้า) ที่สูง ภายในลีดแอซิดแบตเตอรี่จะประกอบด้วยเซลล์อยู่ภายใน โดยต่อกันแบบอนุกรม จำนวนเซลล์ก็ขึ้นอยู่กับการออกแบบแบตเตอรี่นั้น ๆ ว่าให้มีค่าแรงดันใช้งานที่เท่าไร โดยทั่วไปหนึ่งเซลล์มีแรงดันประมาณ 2 โวลต์ ตัวอย่างเช่นแบตเตอรี่รถยนต์มีแรงดันใช้งานที่ 12 โวลต์ ดังนั้นข้างในแบตเตอรี่จะประกอบด้วยเซลล์ 6 เซลล์ต่ออนุกรมกันอยู่ [10] ดังรูปที่ 2.19



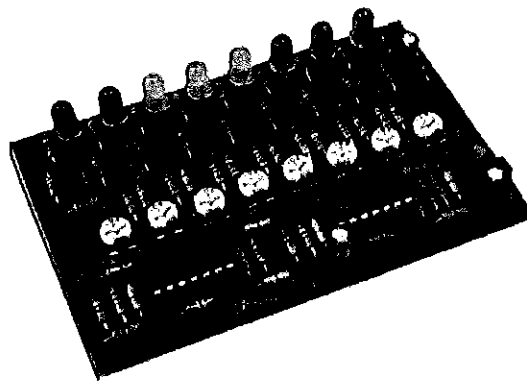
รูปที่ 2.19 โครงสร้างภายในของแบตเตอรี่แบบลิเทียม

ที่มา: [10]

2.5 วงจรแสดงผลระดับแรงดันของแบตเตอรี่

2.5.1 วงจรแสดงผลระดับแบตเตอรี่

เมื่อนำแบตเตอรี่ไปใช้งานต่อกับเครื่องอื่น ๆ เช่น หลอดไฟ พัดลม โคมไฟ โซลาร์เซลล์ เป็นต้น เมื่อใช้งานไป จะทำให้แรงดันในแบตเตอรี่ลดลงและจะหมดไปเองในการที่ใช้ แบตเตอรี่จนหมดบ่อย ๆ เป็นสาเหตุทำให้แบตเตอรี่มีอายุใช้งานที่สั้นลง ดังนั้นวงจรแสดงผลระดับแบตเตอรี่เป็นวงจรที่ใช้ในการตรวจวัดแรงดันของแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ โดยใช้ แอลอีดี จำนวน 8 ดวง แสดงแรงดันในแต่ละย่านวัด ไม่ใช่แหล่งจ่ายไฟ ใช้ตัวต้านทานแบบถือกม้อ ในการปรับตั้งแรงดันในแต่ละย่านวัด ให้ได้ตามต้องการ ทำให้เวลาใช้งานจะได้รู้ว่าระดับแรงดันของแบตเตอรี่เหลืออยู่ที่โวลต์เมื่อระดับแรงดันของแบตเตอรี่ลดต่ำลง จะได้นำไปชาร์จประจุเข้าไปใหม่ จึงต้องมีวงจรนี้ไว้เพื่อเตือนในตอนที่แบตเตอรี่เหลือพลังงานน้อย [11] ดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 วงจรแสดงผลระดับแบตเตอรี่

ที่มา: [11]

2.5.2 การปรับตั้งแรงดันในแต่ละย่าน

ทำการปรับ VR1-VR8 มาทางซ้ายมือสุด สังเกตตัวเลขที่พิมพ์อยู่บริเวณแอลอีดี ตัวเลขดังกล่าวจะแสดงระดับแรงดันในย่านวัดนั้น ๆ ซึ่งจะมีตั้งแต่ 10.5-13.8 โวลต์ หลังจากนั้นให้ทำการต่อคิวิตอลโวลต์มิเตอร์วัดคร่อมที่จุด +12 โวลต์ และ กราวด์ ทำการจ่ายแหล่งจ่ายไฟแบบปรับค่าได้ ขนาด 15 โวลต์ เข้าที่จุด +12 โวลต์ และกราวด์ ในขณะที่ แอลอีดี แดง 10.5 โวลต์ และ แอลอีดี แดง 11.0 โวลต์ติด นอกนั้นจะดับหมด ค่อย ๆ ทำการปรับแหล่งจ่ายไฟให้เหลือ 10.5 โวลต์ แอลอีดีจะดับทุกดวง จากนั้นทำการปรับ VR1 มาทางขวา จนกระทั่งแอลอีดี แดง 10.5 โวลต์ ติด เมื่อได้แล้วทำการปรับแหล่งจ่ายไฟไปที่ 11.0 โวลต์ และทำการปรับ VR2 มาทางขวาจนกระทั่ง แอลอีดี แดง 11.0 โวลต์ติด ทำอย่างนี้จนกระทั่งครบทุกดวง โดยในการปรับแหล่งจ่ายนั้นให้สังเกตที่แผ่นวงจรที่พิมพ์อยู่ มีตัวเลขกำกับ ที่แอลอีดี แต่ละดวง ตัวเลขดังกล่าวจะเป็นตัวกำหนด แรงดันที่จะปรับตั้งแหล่งจ่ายไฟ [11]



บทที่ 3

วิธีดำเนินโครงการ

โครงการนี้เป็นการออกแบบเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ เพื่อความสะดวกในการพกพา และลดน้ำหนักของเครื่อง โดยการนำเอาวัสดุอุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เหลือใช้มาใช้ให้เกิดประโยชน์ และเพื่อสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้ที่มีประสิทธิภาพ ผู้ดำเนินโครงการมีขั้นตอนและวิธีการดำเนินงานต่าง ๆ ดังนี้

- 3.1 เลือกไบไม้ที่ใช้ในทดลองประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้
- 3.2 โครงสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่
- 3.3 ขั้นตอนดำเนินการทำการทำเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้
- 3.4 วงจรควบคุมระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์และวงจรแสดงผลระดับแบตเตอรี่
- 3.5 การประกอบตัวเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้
- 3.6 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้
- 3.7 วิธีใช้งานของเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้

3.1 เลือกไบไม้ที่ใช้ในทดลองประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้

วัตถุประสงค์เพื่อทราบถึงคุณสมบัติทางกายภาพของไบไม้แต่ละชนิด ที่อยู่ในขอบเขตการศึกษา เพราะต้องการออกแบบเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้ขนาดเล็ก ทำให้ประหยัดพลังงานจากแบตเตอรี่ และกำลังการดูดของมอเตอร์ค่อนข้างน้อย จึงได้เลือกตัวอย่างของไบไม้ที่เหมาะสมในการทดลอง โดยเก็บตัวอย่างชนิดไบไม้ที่ศึกษาได้แก่ ไบเข็มแห้ง และไบกระเฉดแห้ง เพื่อนำข้อมูลไปวิเคราะห์ความเหมาะสมในการออกแบบเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้ให้ทำงานได้ตามผลที่ต้องการ และเหมาะสมกับประสิทธิภาพของเครื่อง ทั้งนี้เนื่องจากไบเข็ม และกระเฉดแห้ง มีขนาดของไบที่เล็ก และน้ำหนักเบา ส่งผลให้เครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้สามารถทำได้อย่างเต็มประสิทธิภาพ มีขนาดเล็ก พกพาสะดวก และมีน้ำหนักตัวเครื่องเบา รวมถึงความสะดวกในการหาซื้อผิดพลาดจากระบบการทำงานของเครื่องได้อย่างแม่นยำ ช่วยลดข้อผิดพลาดและแก้ไขได้ทันที โดยมีขั้นตอนการดำเนินการศึกษาดังต่อไปนี้

3.1.1 เตรียมตัวอย่างไบไม้ได้แก่ ไบเข็มแห้ง หรือไบกระเฉดแห้ง เพื่อที่จะนำมาทดลองประสิทธิภาพการดูดของเครื่องต้นแบบเครื่องดูไบไม้แห่ง ว่าสามารถดูดได้ตามจุดประสงค์ที่ต้องการหรือไม่ ถ้าไม่เป็นไปตามจุดประสงค์ต้องทำการแก้ไขปรับปรุง

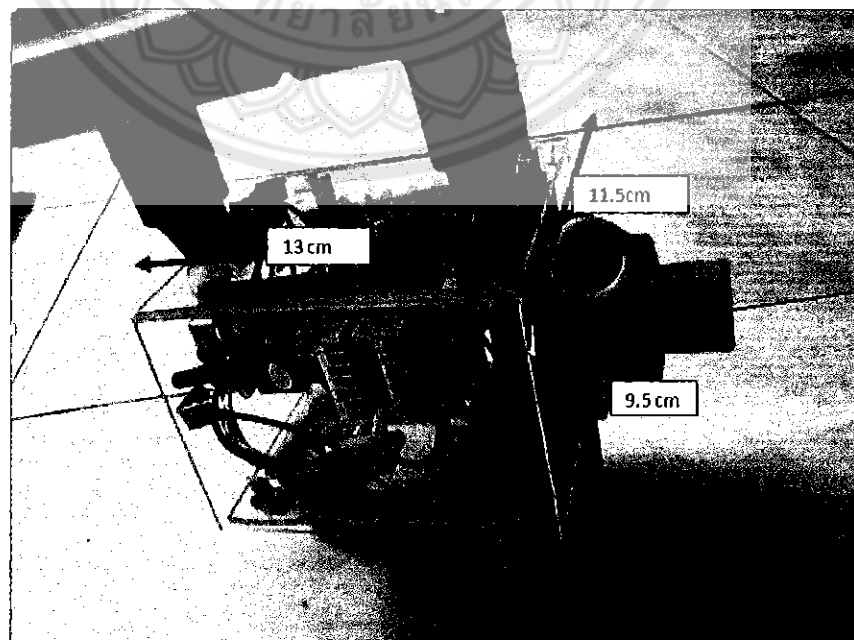
3.1.2 วัดขนาดความกว้างและยาวของใบไม้แล้วบันทึกผล โดยการนำใบเข็มแห้งที่เตรียมไว้ มาวัดขนาดด้วยวิธีการสุ่มประมาณ 10 ใบ แล้วนำมาหาค่าเฉลี่ยของขนาด พบว่าใบเข็มแห้งมีขนาดความกว้างเฉลี่ย 0.7 เซนติเมตร และมีความยาวเฉลี่ย 1.5 เซนติเมตร

3.1.3 ออกแบบปากท่อดูดของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ให้ได้ขนาดที่เหมาะสม ใกล้เคียงกับขนาดของใบเข็มแห้งที่วัด โดยมีขนาดใหญ่กว่าเล็กน้อย

3.1.3 ชั่งน้ำหนักของใบเข็มแห้งที่ได้เตรียมไว้ เพื่อนำมาทดลองประสิทธิภาพเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้

3.2 โครงสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้โดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่

การออกแบบ โครงสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ครั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการจะเน้นออกแบบต้นแบบให้มีขนาดเล็ก สามารถพกพาได้ และมีน้ำหนักเบา โดยออกแบบและสร้างจากวัสดุเหลือใช้เป็นตัวเครื่อง และขับเคลื่อนด้วยแรงดูดของพัดลมและมอเตอร์กระแสตรง ใช้ใบพัดในการดูดและอาศัยวงจรควบคุมแรงดันแบบพีคบัปลิวเอมในการควบคุมแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ เพื่อเพิ่มหรือลดความเร็วรอบของมอเตอร์ ตัวเครื่องมีสัญญาณไฟสถานะ แสดงระดับแรงดันของแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ในรูปแบบหลอดแอลอีดี และขนาดความกว้างของเครื่องมีความกว้าง 11.5 เซนติเมตร ความยาว 13 เซนติเมตร และความสูงจากฐาน 9.5 เซนติเมตร ติดตั้งล้อในการลากเข็น 3 ล้อ ติดกับตัวเครื่องดูด และมีน้ำหนักตัวเครื่องรวม 1145 กรัม โคนมีส่วนประกอบโครงสร้างภายในและภายนอก ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 โครงสร้างเครื่องดูดใบไม้

3.2.1 ชิ้นส่วนภายนอกของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้

โครงสร้างภายนอกของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ ประกอบด้วยชิ้นส่วนต่าง ๆ ที่ใช้ในการทำงาน คือ ชุดท่อดูดหรือปากท่อดูด ค้ำมือจับและค้ำเงิน ล้อที่ใช้ติดกับตัวเครื่อง และถุงเก็บใบไม้ รายละเอียดดังนี้

3.2.1.1 ชุดท่อดูดหรือปากท่อดูด

เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ดูดใบไม้จากพื้น ได้ออกแบบหัวเก็บรูปทรงกระบอกทรงชุดท่อดูดใบไม้และท่อลำเลียงใบไม้ โดยเป็นชุดเดียวกับเครื่องป้อนน้ำทิ้งชุด ส่วนอุปกรณ์ปากท่อดูดใบไม้ ได้นำท่อพีวีซีมาตัดปลายท่อเป็นรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าเพื่อความสะดวกในการลากขนานกับพื้นราบได้ดี โดยมีขนาดความกว้าง 1.1 เซนติเมตร และความยาว 2.6 เซนติเมตร ซึ่งจะมีขนาดใหญ่กว่าใบเข็มแห้งที่เตรียมไว้ ทำให้ไม่เกิดปัญหาใบไม้อุดตันปากดูดเมื่อทดลองประสิทธิภาพ

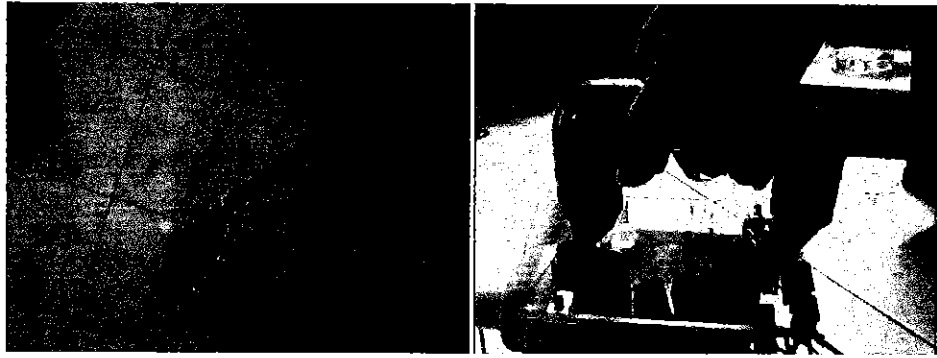
ส่วนปากท่อดูดที่มีลักษณะทรงกลมภายในกรวยตลอด มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.2 เซนติเมตร ซึ่งพบปัญหาในการดูดใบไม้ เนื่องจากปากท่อบีบมีความกลม และไม่สามารถลากขนานกับพื้นราบได้สนิท ทำให้เกิดช่องว่างอากาศ และลดประสิทธิภาพในการดูดใบไม้ ไม่มีประสิทธิภาพเท่ากับท่อลักษณะรูปทรงสี่เหลี่ยม ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ท่อดูดใบไม้

3.2.1.2 ค้ำมือจับและค้ำเงิน

การทำค้ำมือจับและค้ำเงินนั้น ผู้ดำเนินโครงการใช้วัสดุหลักคือท่อพีวีซีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 เซนติเมตร นำมาต่อเป็นค้ำจับเพื่อใช้ในการถือ อำนวยความสะดวกในการใช้งาน และมีค้ำจับที่ยื่นออกมาต่างหาก สำหรับใช้ในการเข็นเครื่องดูดใบไม้ สามารถสวมเข้าและถอดออกได้ เพื่อประหยัดพื้นที่ในการจัดเก็บภายหลังการใช้งานเสร็จ ดังรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.3 ค้ำมือจับ

3.2.1.3 ล้อที่ใช้ติดกับตัวเครื่อง

ออกแบบให้มีล้อติดไว้กับคั่นแบบเครื่องดูดใบไม้ เพื่อใช้ในการเข็นดูดใบไม้ ในกรณีที่ไม่ต้องการกัมออกแรง สามารถต่อค้ำมือจับแล้วเข็นไปยังที่ต้องการ ลดแรงต้านทานของ สนามหญ้า โดยล้อที่ใช้มี 2 ขนาด คือ ล้อหน้า ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4.5 เซนติเมตร 2 ล้อ และล้อ หลัง มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 3.5 เซนติเมตร 1 ล้อ ดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ล้อรถเข็น

3.2.1.4 ถุงเก็บใบไม้

ถุงเก็บใบไม้ สำหรับเก็บใบไม้ที่ดูดขึ้นมาพักไว้ ก่อนนำไปทิ้ง โดยใช้วัสดุคือถุง ผ้าขาวบาง ตัดเย็บเป็นรูปทรงกระบอก ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 11 เซนติเมตร และสูง 12 เซนติเมตร ปริมาตรถุงเท่ากับ 1,140.39 ลูกบาศก์เซนติเมตรสามารถจุใบไม้ได้มากที่สุด 100 กรัม ลักษณะของถุงเป็นผ้าขาวบาง มีขนาดความกว้างของช่องพอสถคกรเพื่อ ใช้ในการระบายลมที่มาจากแรงดูดดังรูปที่ 3.5



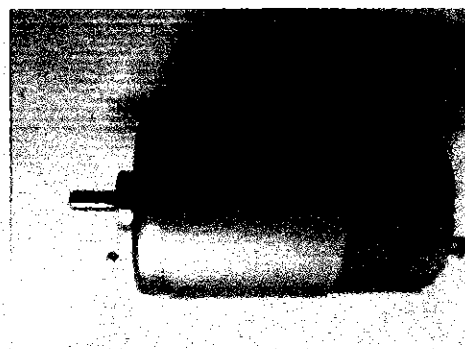
รูปที่ 3.5 ถุงเก็บใบไม้

3.2.2 ชิ้นส่วนภายในของเครื่องคั้นแบบเครื่องคูดใบไม้

ชุดอุปกรณ์ภายในประกอบด้วยโครงสร้างหลัก ๆ ในการทำงานของเครื่อง คือมอเตอร์ สำหรับขับเคลื่อนใบพัด ใบพัดสำหรับปั่นลมในการคูด แฉงวงจรรักษากระดับแรงดันให้กับมอเตอร์ และแบตเตอรี่ที่ใช้เป็นแหล่งกำเนิดพลังงานไฟฟ้าให้กับมอเตอร์ พร้อมวงจรบอกระดับแรงดันแบตเตอรี่ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

3.2.2.1 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

มอเตอร์ที่นำมาใช้เป็นตัวขับเคลื่อนใบพัดเครื่องคูดนั้น เป็นมอเตอร์ไฟฟ้าชนิดกระแสตรงแบบอนุกรม หรือเรียกว่า “ซีรี่ส์มอเตอร์” มีขนาด 6 โวลต์ 11 วัตต์ ขนาดเล็กและกินไฟน้อยช่วยให้ประหยัดพลังงาน ทำให้สามารถใช้งานได้นานขึ้น เป็นมอเตอร์ที่นำมาจากรถเข็นเด็กสาเหตุที่เลือกแบตเตอรี่ชนิดนี้ เนื่องจากมีความเร็วรอบสูง สามารถสร้างความเร็วลมที่มากพอในการคูดใบไม้ ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง



19199284

3.2.2.2 ไบพัด

สำนักหอสมุด

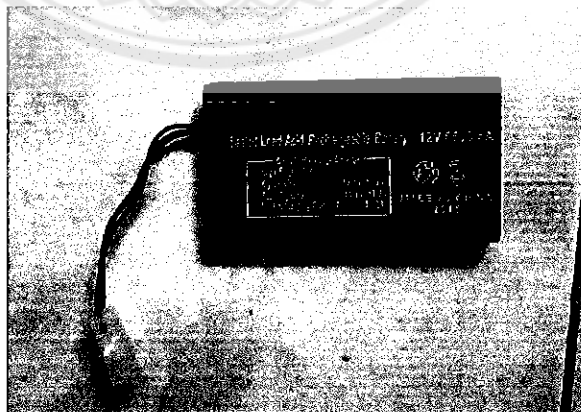
เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ก่อให้เกิดแรงลมที่ใช้ในการดูดใบไม้ขึ้นจากพื้น และส่งใบไม้ตามกระแสลมไปสู่ท่อลำเลียงและถุงเก็บใบไม้ ไบพัดที่เลือกใช้ครั้งนี้นำมาจากเครื่องป้อนน้ำที่ไม่ได้ใช้งานแล้ว เนื่องจากมีขนาดเล็ก โดยมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 4 เซนติเมตร ทำจากวัสดุคือพลาสติกแข็ง ที่ทนทานและมีน้ำหนักเบา ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 ไบพัดของเครื่องดูดใบไม้

3.2.2.3 แบตเตอรี่

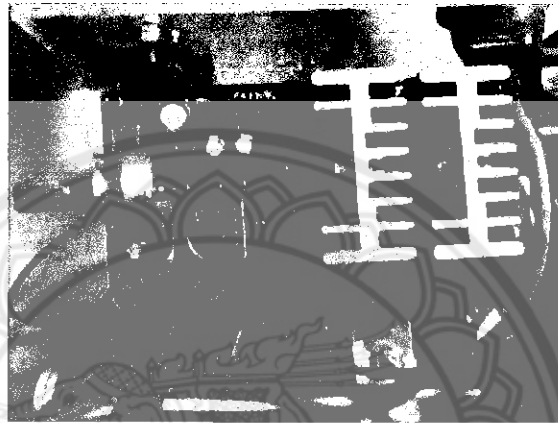
ในโครงการนี้ เลือกใช้แบตเตอรี่ชนิดลิเธียมไอออน ขนาด 12 โวลต์ 6,500 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง มีขนาดเล็กและน้ำหนัก 200 กรัม ทำให้ตัวเครื่องดูดมีน้ำหนักค่อนข้างน้อย ส่งผลให้ไม่ต้องออกแรงในการใช้งานมากนัก และสะดวกต่อการพกพา ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แบตเตอรี่

3.2.2.4 วงจรรักษาระดับแรงดันแบบพีคทูพีค

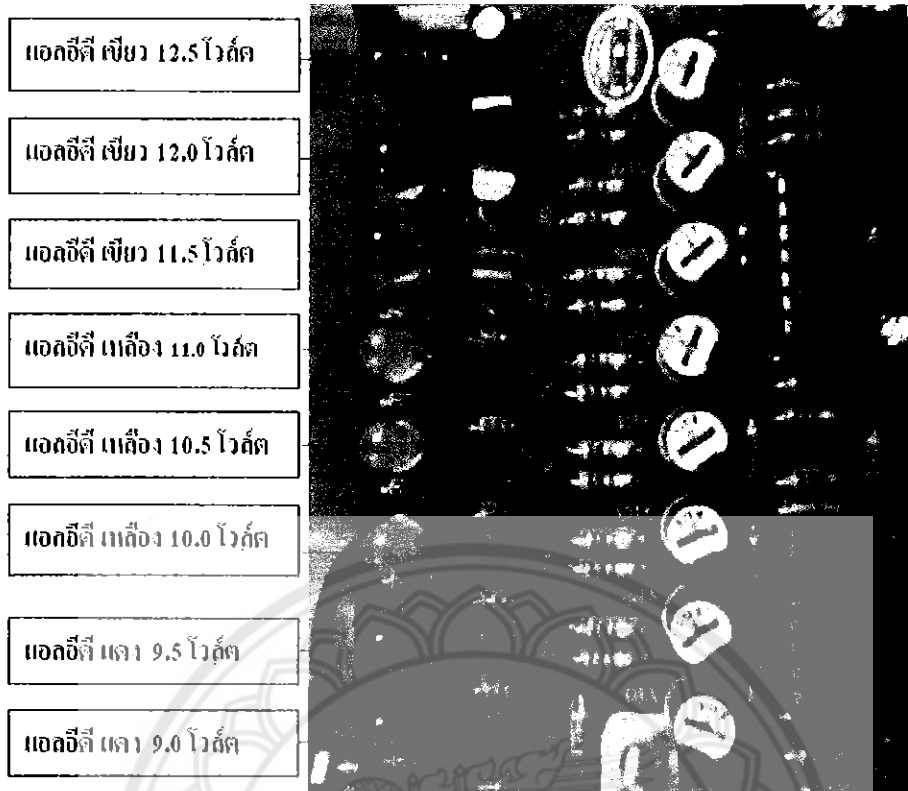
วงจรรักษาระดับแรงดันทำหน้าที่รักษาความเร็วรอบของมอเตอร์ที่ใช้งานให้คงที่ตามที่ต้องการ โดยสามารถปรับระดับแรงดันได้ช้าหรือเร็วตามกำหนด ทั้งนี้หากเพิ่มระดับแรงดันจะทำให้มอเตอร์มีความเร็วรอบสูงขึ้น ในทางตรงกันข้ามหากลดระดับแรงดันจะทำให้มอเตอร์มีความเร็วรอบลดต่ำลง สำหรับวงจรรักษาระดับแรงดันสามารถปรับระดับแรงดันที่ปล่อยออกมาจากแบตเตอรี่ได้ตั้งแต่ 0 ถึง 12 โวลต์ ทนกระแสได้สูงสุด 30 แอมป์ ดังรูปที่ 3.9



รูปที่ 3.9 วงจรรักษาระดับแรงดัน

3.2.2.5 วงจรบอกระดับแรงดันของแบตเตอรี่

วงจรบอกระดับแรงดันของแบตเตอรี่จะมีหลอดแอลอีดี เป็นสัญญาณบอกว่าระดับแรงดันคงเหลือของแบตเตอรี่ มีทั้งหมด 8 ดวง แต่ละดวงมีระดับแรงดันที่ต่างกัน ตั้งแต่ 9, 9.5, 10, 10.5, 11, 11.5, 12 และ 12.5 โวลต์ ตามลำดับ แต่สำหรับการทดลอง โครงการครั้งนี้ มีระดับที่ใช้งานจริง 4 ระดับ คือ 9, 9.5, 10 และ 10.5 ทั้งนี้เนื่องจากแบตเตอรี่ที่นำมาใช้งานมีแรงดันเพียง 10.5 โวลต์ และเมื่อระดับแรงดันลดลงเหลือ 9.5 โวลต์ สามารถนำไปชาร์จประจุ โดยหลอดแอลอีดีจะแสดงสถานะการบรรจุประจุไฟฟ้า สีเหลืองสองหลอด และสีแดงแสดงให้เห็น ดังรูปที่ 3.10



รูปที่ 3.10 วงจรบอกระดับแรงดันของแบตเตอรี่

3.3 ขั้นตอนดำเนินการทำเครื่องต้นแบบเครื่องดูใบไม้

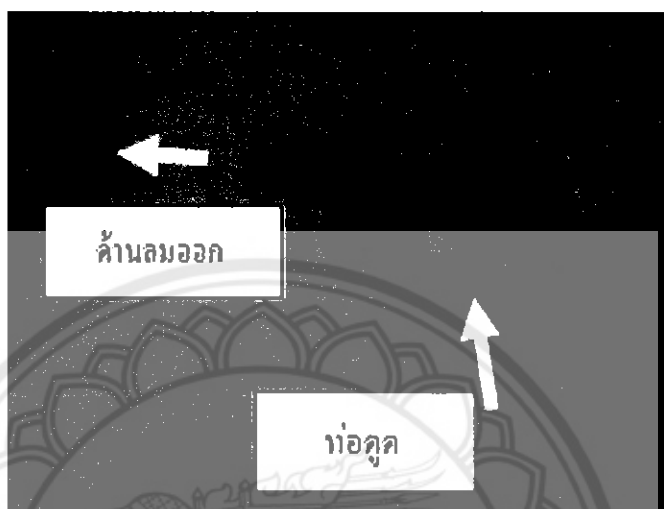
ขั้นตอนการสร้างเครื่องต้นแบบเครื่องดูใบไม้ ผู้ดำเนินโครงการได้ดำเนินการสร้างตามขั้นตอน โดยประกอบเฉพาะส่วนที่ดูก่อน เพื่อนำไปใช้ในการทดลองหาแรงลมที่เหมาะสมสำหรับการใช้ในการดูใบไม้ รายละเอียดดังรูปที่ 3.11



รูปที่ 3.11 ประกอบโครงเพื่อทำการทดลอง

3.3.1 ท่อที่ใช้ในการดูดใบไม้

นำท่อดูดที่ได้จากเครื่องปั้มน้ำเกลือใช้ มาทดลองหาแรงลมที่ใช้งานในการดูดใบไม้ เพื่อให้ได้ความเร็วลมลักษณะหน่วยเมตรต่อวินาที ที่สามารถเริ่มดูดใบไม้ได้ ในการทดลองครั้งนี้ อาศัยแรงลมหรือความเร็วรอบที่ได้จากใบพัดเป็นตัวกำหนด ดังรูปที่ 3.12



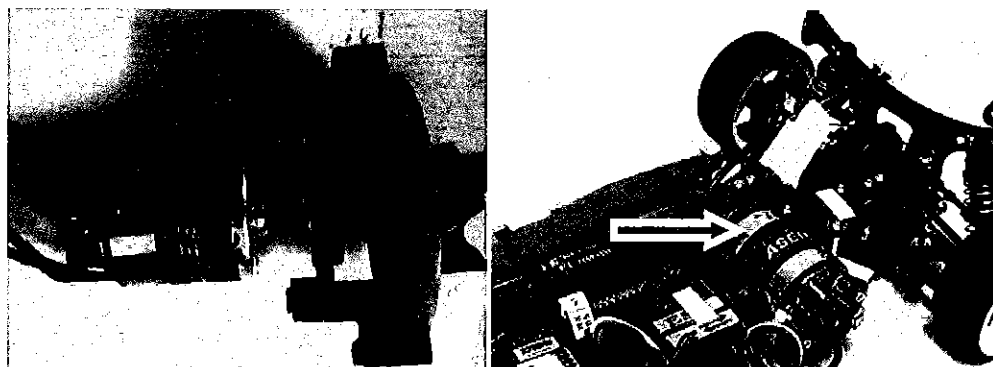
รูปที่ 3.12 ทิศทางเข้าออกของลม

3.3.2 ใบพัดที่ใช้ในการดูด

การเลือกใบพัดนั้น ได้นำมาจากเครื่องปั้มน้ำเกลือใช้ ซึ่งเป็นชุดเดียวกันกับท่อดูด ดังนั้น จึงสามารถปรับความเร็วรอบ และความเร็วลมได้ โดยการสังเกตจากลักษณะตั้งแต่ใบพัดเริ่มหมุน จนถึงความเร็วสูงสุด จากการทดลองทำให้ทราบค่าความเร็วรอบและความเร็วลม กับปริมาณลม ที่ต้องการ เริ่มตั้งแต่ระดับต่ำสุดที่สามารถดูดใบไม้ได้ คือความเร็วรอบประมาณ 2,935.10 รอบต่อวินาที โดยวัดจากเครื่องวัดความเร็วรอบ และความเร็วลมเท่ากับ 0.45 เมตรต่อวินาที ปริมาณลมจากการคำนวณเท่ากับ 68.715 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที และระดับความเร็วสูงสุด ความเร็วรอบเท่ากับ 7,960.4 รอบต่อวินาที ความเร็วลมเท่ากับ 2.71 เมตรต่อวินาที และปริมาณลม 413.817 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อวินาที

3.3.3 มอเตอร์ที่ใช้ทดลอง

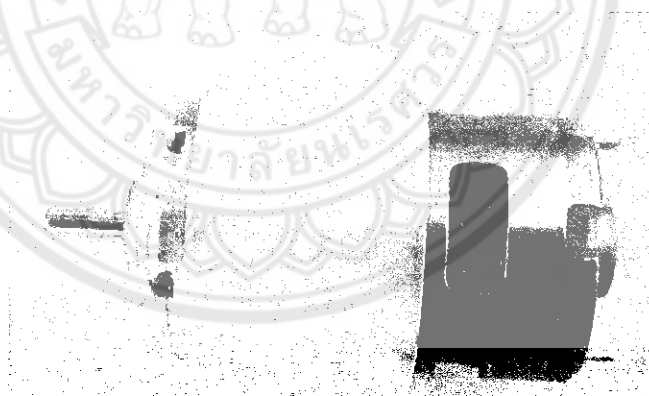
ในการทดลองครั้งแรกนั้น ได้ใช้มอเตอร์จากรถบังคับวิทยุ เป็นกลไกหลักในการขับเคลื่อนใบพัดให้หมุนตามต้องการ แต่เนื่องจากมอเตอร์ที่นำมาใช้ทดลองนั้นกินกระแสไฟฟ้ามากเกินไป ทำให้สิ้นเปลืองพลังงานแบตเตอรี่ จึงต้องหามอเตอร์ที่เหมาะสมนำมาใช้แทน ที่กินพลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า กระแสน้อยกว่า แต่ความเร็วรอบใกล้เคียงกัน ดังรูปที่ 3.13



รูปที่ 3.13 มอเตอร์ที่ใช้ในการทดลองจากรถบังคับวิทยุ

3.3.4 มอเตอร์ที่ใช้ในการทำเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้

หลักจากการทดลองมอเตอร์จากรถบังคับวิทยุ พบว่ากินกระแสไฟฟ้ามากเกินไป และเปลืองพลังงานแบตเตอรี่ ทำให้ไม่สามารถนำมาใช้จริงได้ จึงทำการเปลี่ยนมอเตอร์ใหม่ที่มีขนาดเท่ากันแต่ใช้พลังงานไฟฟ้าน้อยกว่า และมีความเร็วรอบใกล้เคียงกันกับมอเตอร์ที่ใช้ในการทดลอง โดยมอเตอร์ตัวใหม่ที่นำมาใช้เป็นตัวขับเคลื่อนใบพัดนั้น นำมาจากรถเข็นเด็ก เนื่องจากมีความเร็วรอบตามที่ทดลองใน ข้อ 3.3.2 และได้เลือกใช้มอเตอร์กระแสตรง แบบอนุกรมหรือเรียกว่า ซีรีส์มอเตอร์ ขนาด 6 โวลต์ 11 วัตต์ เป็นตัวขับเคลื่อนใบพัดให้หมุน ดังรูปที่ 3.14



รูปที่ 3.14 มอเตอร์กระแสตรงแบบอนุกรม

3.3.5 แบตเตอรี่

แบตเตอรี่ที่ใช้ในการทดลองครั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการเลือกแบตเตอรี่ที่มีขนาดเล็ก และน้ำหนักเบา เพื่อไม่ให้ตัวเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้มีน้ำหนักมากเกินไป จึงได้ใช้แบตเตอรี่ที่ใช้ในรถบังคับวิทยุ ซึ่งมีขนาดเล็ก น้ำหนักเบา และสามารถใช้งานได้ค่อนข้างนาน มีขนาดความจุ 12 โวลต์ 6,500 มิลลิแอมป์ต่อชั่วโมง ดังรูปที่ 3.15



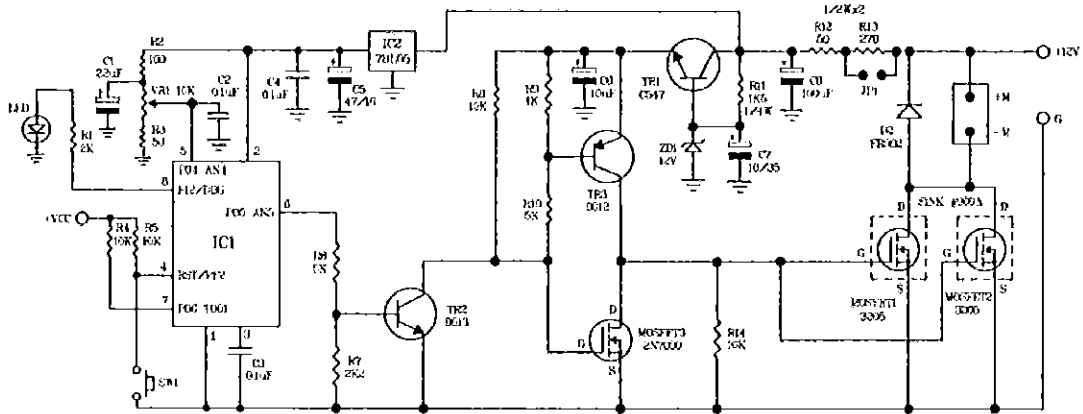
รูปที่ 3.15 แบตเตอรี่รถบังคับวิทยุ

3.4 วงจรควบคุมระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์และวงจรแสดงผลระดับแบตเตอรี่

ในการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องจุดไฟไม้ นั้น จำเป็นต้องมีการควบคุมระดับแรงดันมอเตอร์ เพื่อช่วยกำหนดกำลังการทำงานของมอเตอร์ให้ทำงานเต็มกำลัง ช่วยปรับความเหมาะสมของระดับแรงดันที่ได้รับจากแบตเตอรี่ให้ได้ตามความต้องการของผู้ใช้ อีกทั้งยังช่วยรักษาการใช้แบตเตอรี่ให้ได้นานขึ้น ทั้งนี้ต้องมีวงจรบอกระดับแรงดันมอเตอร์และแรงดันของแบตเตอรี่คงเหลือเพื่อให้ง่ายต่อการสังเกต และบำรุงรักษาการใช้งานแบตเตอรี่ให้มีประสิทธิภาพมากขึ้น ดังนี้

3.4.1 วงจรควบคุมระดับแรงดันที่จ่ายให้มอเตอร์

วงจรนี้เป็นการควบคุมแรงดันแบบพีคบัลลิ่ง โดยมี ไอซี 555 เป็นตัวสร้างความถี่และ พัลส์ มี ไอซี เบอร์ 7805 เป็นตัว รีกกูเลเตอร์ รักษาระดับแรงดันให้คงที่เพื่อจ่ายให้กับ ไอซี 555 จากนั้น ไอซี 555 จะส่งสัญญาณไปที่ ทรานซิสเตอร์ 2 และ ทรานซิสเตอร์ 3 เพื่อทำการเพิ่มค่ากระแสให้มากขึ้น ส่วนทรานซิสเตอร์ 1 จะเป็นตัวควบคุมแรงดันไฟฟ้าและจ่ายให้ มอสเฟต 3 เพื่อป้องกันแรงดันเกินและสัญญาณรบกวน ทำการขับมอสเฟต ทำให้ มอสเฟตทำงานได้ดีทั้งใน ความถี่ต่ำและความถี่สูง ส่วน มอสเฟต 1 และ มอสเฟต 2 ต่อขนานกันเพื่อทำการขับมอเตอร์ วงจรนี้สามารถควบคุมมอเตอร์กระแสตรงขนาด 6-30 โวลต์ กระแสสูงสุด 30 แอมป์ ดังรูปที่ 3.16



รูปที่ 3.16 แผนภาพวงจรควบคุมระดับแรงดัน

จากรูปที่ 3.16 วงจรควบคุมแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์กระแสตรง

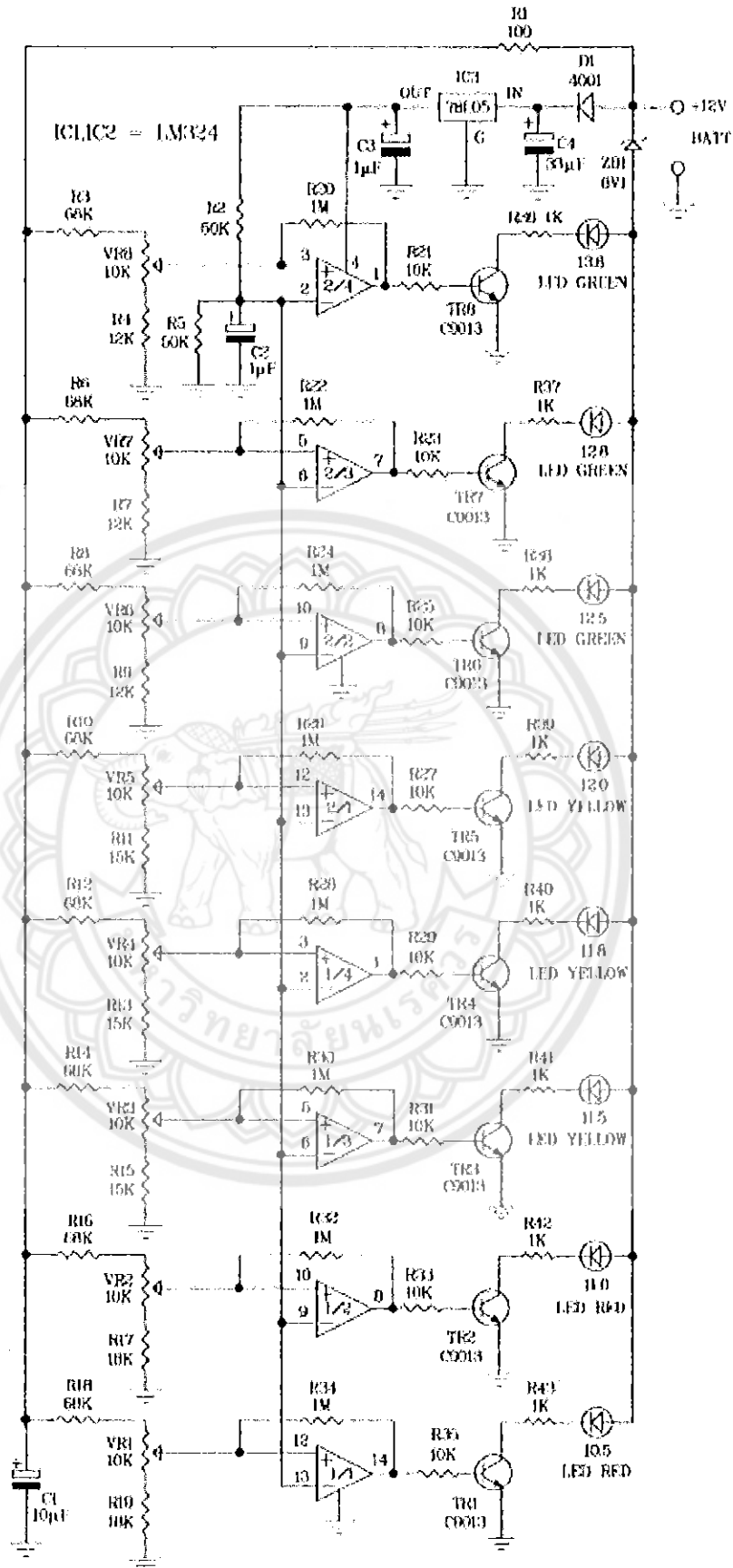
- จุด + 12 โวลต์ เป็นจุดต่อไฟตรงเพื่อนำไปเลี้ยงวงจรทั้งหมด
- จุด + M เป็นจุดต่อขั้วบวกของมอเตอร์
- จุด - M เป็นจุดต่อขั้วลบของมอเตอร์
- จุด G เป็นจุดต่อขั้วลบของแหล่งจ่ายไฟ
- การปรับความเร็ว โดยการหมุนวอลุ่มหรือตัวต้านทานปรับค่าได้เพื่อตั้งค่า

ความเร็วตามต้องการ

3.4.2 วงจรแสดงผลระดับแบตเตอรี่

การทำงานของวงจรแสดงผลระดับแบตเตอรี่ สำหรับทำการวัดแรงดันจากแบตเตอรี่ โดยต่อขั้วบวกของแบตเตอรี่ 12 โวลต์ เข้าที่จุด +12V และขั้วลบเข้าที่จุด G แรงดันจะถูกนำมาเลี้ยงให้กับวงจร โดยมีไดโอด D1 เป็นตัวป้องกันการวัดไฟกลับขั้ว เพื่อไม่ให้วงจรเสียหายหลังจากนั้น จะไหลผ่าน ไอซี 78L05 ซึ่งทำหน้าที่เปลี่ยนแรงดันที่จ่ายเข้ามาให้เหลือเพียง 5 โวลต์ ก่อนนำไปเลี้ยงให้กับวงจรทั้งหมดต่อไป

ในส่วนของ IC1 และ IC2 เป็น ไอซีเบอร์ LM324 จะถูกต่อเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดัน โดยไอซีแต่ละตัวจะต่อในลักษณะเหมือนกัน ในที่นี้จะอธิบายเพียงชุดเดียว คือ ไอซี 1/1 ที่ขา 13 (ขาลบ) จะถูกกำหนดให้มีแรงดันคงที่ โดยใช้ ตัวต้านทาน 2 และ ตัวต้านทาน 5 เป็นตัวกำหนดแรงดันนี้ และขา 12 (ขาบวก) จะถูกต่อกับชุดปรับตั้งค่าแรงดันเปรียบเทียบ โดยมี ตัวต้านทานปรับค่าได้ 1 เป็นตัวปรับตั้งค่าแรงดันในการเปรียบเทียบ ถ้าแรงดันที่ขา 12 มีมากกว่าขา 13 ก็จะมีแรงดันออกมาทางขา 14 ส่งผลให้ ทรานซิสเตอร์ 1 ทำงาน แอลอีดีสีแดง 10.5 ก็จะติด แต่ถ้าแรงดันที่ขา 12 มีน้อยกว่าขา 13 ก็จะไม่มีการออกมาทางขา 14 ตัว ทรานซิสเตอร์ 1 ก็จะไมทำงานส่งผลให้ แอลอีดีสีแดง 10.5 ไม่ติดตามไปด้วย ดังรูปที่ 3.17



รูปที่ 3.17 แผนภาพวงจรแสดงผลระดับแบริเตอรี

3.5 การประกอบตัวเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้

หลังจากการทดลองประสิทธิภาพและการใช้งานส่วนประกอบภายในต่าง ๆ ของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้แล้ว จึงนำส่วนประกอบต่าง ๆ มาประกอบโครงสร้างภายในและภายนอก ตามลำดับขั้นตอนดังนี้

3.5.1 โครงสร้าง

3.5.1.1 ตัดแผ่นอะคริลิกใสเป็นรูปทรงสี่เหลี่ยมผืนผ้า ขนาดต่าง ๆ ดังนี้

ก. แผ่นบนและล่าง ขนาดกว้าง 11.5 เซนติเมตร ยาว 13 เซนติเมตร จำนวน 2 แผ่น

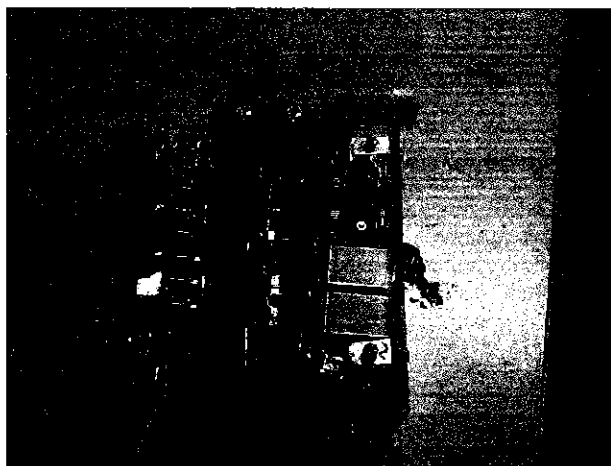
ข. แผ่นฝาข้าง ขนาดกว้าง 9.5 เซนติเมตร ยาว 13 เซนติเมตร จำนวน 4 แผ่น

แล้วทำการยึดกับ โครงชุดท่อดูด กับมอเตอร์ ดังรูปที่ 3.18



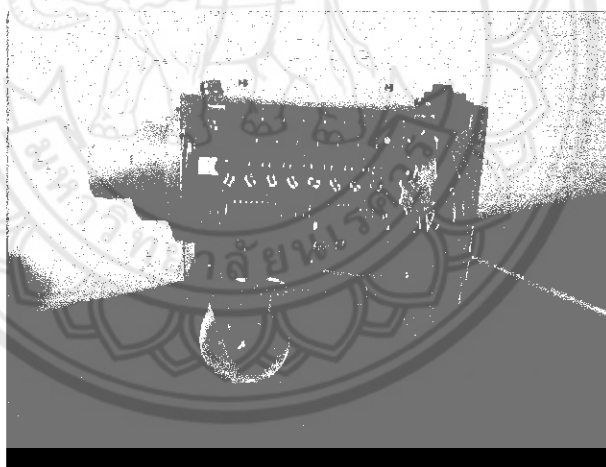
รูปที่ 3.18 โครงสร้างด้านนอก

3.5.1.2 นำแผงวงจรรักษาระดับแรงดัน และแผงวงจรบอกระดับแรงดันแบตเตอรี่ใส่เข้าไปในโครงสร้างด้านในของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้แล้วยึดติดให้เรียบร้อย โดยวงจรบอกระดับแรงดันของแบตเตอรี่จะอยู่ด้านซ้ายของมอเตอร์ และวงจรรักษาระดับแรงดันแบตเตอรี่จะอยู่ค้ำขวาของมอเตอร์ดังรูปที่ 3.19



รูปที่ 3.19 ประกอบวงจรเข้าไป

3.5.1.3 นำลวดที่ใช้ในการเดิน ทั้งสามลวดประกอบเข้ากับโครงสร้างพื้นฐานของตัวเครื่องต้นแบบเครื่องควบคุมใบไม้ เพื่อใช้ในการเคลื่อนที่ได้สะดวกขึ้น พร้อมทั้งติดตั้งสวิตช์ปิด-เปิดเครื่อง (สีดำ) และสวิตช์ปิด-เปิดวงจรบอกระดับแรงดันแบตเตอรี่ (สีแดง) ด้านฝابนตัวเครื่อง ดังรูป 3.20



รูปที่ 3.20 ติดตั้งลวดและสวิตช์

3.5.1.4 ทำการติดตั้งด้ามจับและถุงเก็บใบไม้ พร้อมทั้งบรรจุแบตเตอรี่ เป็นการเสร็จสิ้นการประกอบชิ้นงาน โครงสร้าง ดังรูปที่ 3.21



รูปที่ 3.21 ประกอบโครงสร้างทั้งหมด

3.6 ขั้นตอนการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้

ในการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้นั้น ใช้พลังงานจากแหล่งจ่ายพลังงานคือ แบตเตอรี่ในการขับเคลื่อนมอเตอร์ให้ทำงานหมุนใบพัด เพื่อผลิตกระแสลมในการดูดใบไม้แห้ง โดยมีขั้นตอนการทำงาน ดังนี้

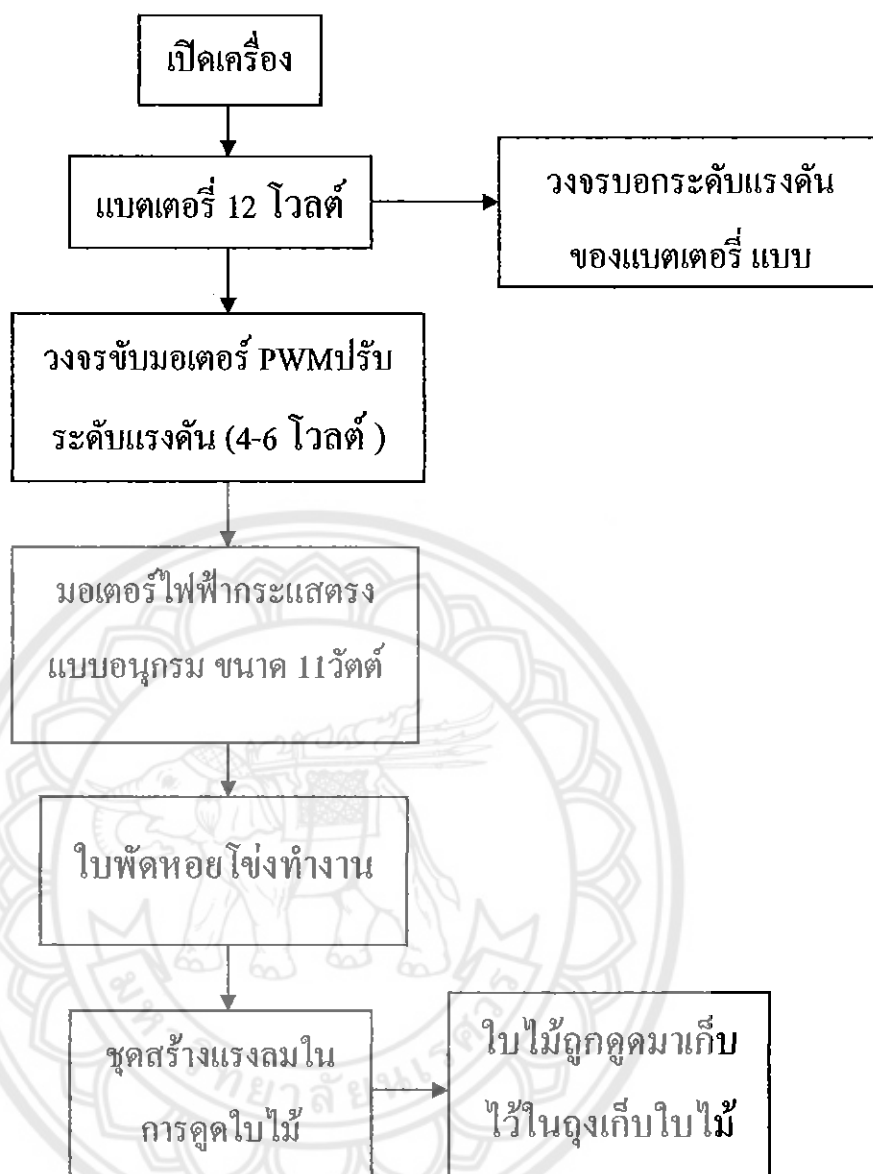
3.6.1 เปิดสวิตซ์ที่เครื่อง เพื่อส่งกระแสไฟจากแบตเตอรี่ไปยังมอเตอร์ โดยมีวงจรตัวบอกระดับพลังงานแรงดันหลอดแอลอีดี 4 ดวงเป็นตัวแสดงผลระดับพลังงาน คือ บอกระดับพลังงานที่ระดับ 10.5, 10, 9.5 และ 9 โวลต์ ตามลำดับ

3.6.2 ตั้งเการะดับพลังงาน ถ้าระดับพลังงานสูง หลอดแอลอีดีจะติด 4 ดวง และระดับพลังงานปานกลาง หลอดแอลอีดีจะดับลง 1 ดวง จะถึงระดับพลังงานต่ำ หลอดแอลอีดีจะติดเพียงหลอดเดียว

3.6.3 แบตเตอรี่จะจ่ายกระแสไฟไปวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์แบบพีคดับลิฟท์เอ็ม ซึ่งสามารถควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ได้ โดยการควบคุมระดับแรงดันเอาไว้ สามารถปรับแรงดันได้ 4-6 โวลต์

3.6.4 วงจรขับมอเตอร์จะส่งกระแสไฟให้กับมอเตอร์ทำให้มอเตอร์หมุน แกนของมอเตอร์ที่เชื่อมติดกับใบพัดจะทำหน้าที่หมุนใบพัดเพื่อสร้างแรงลมดูด ภายในชุดสร้างแรงลมในการดูดหรือบีบหอยโข่ง แล้วก็จะดูดใบไม้เข้ามาเก็บไว้ในถุงเก็บใบไม้ของเครื่องดูด

ภายในตัวเครื่องดูดใบไม้นั้น ประกอบด้วยอุปกรณ์หลักที่ใช้ในการทำงานคือ มอเตอร์กระแสตรง ที่เก็บใบไม้ ท่อลำเลียง เมื่อแบตเตอรี่จ่ายไฟไปยังมอเตอร์แล้ว มอเตอร์จะหมุนใบพัดจนเกิดการดูดและเป่าขึ้น โดยท่อดูดจะดูดใบไม้เข้ามา และใบไม้จะถูกส่งไปยังที่เก็บใบไม้ โดยผ่านทางท่อออกหรือที่เป่านั่นเอง นี่คือหลักการทำงานเบื้องต้นของเครื่องดูด ดังรูปที่ 3.22



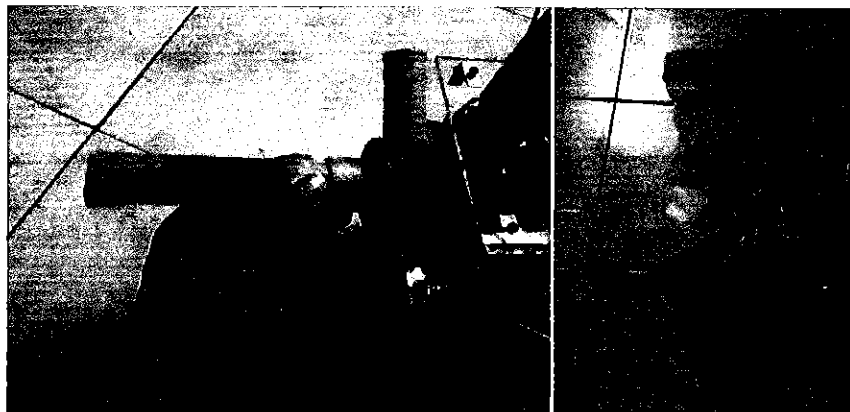
รูปที่ 3.22 แผนผังการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้

3.7 วิธีใช้งานของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้

วิธีการใช้งานเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ สามารถใช้งานได้ง่าย ไม่ซับซ้อน สามารถปรับระดับความเร็วได้ตามความเหมาะสมของพื้นที่ใช้งาน และมีขั้นตอนการทำงานดังนี้

3.7.1 การต่ออุปกรณ์ในการใช้งานเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้

3.7.1.1 ต่อท่อดูดพีวีซีเข้ากับตัวปั๊มดูด โดยสวมลงในช่องสำหรับสวมท่อดูดให้แน่น แล้วนำถุงเก็บใบไม้มาสวมปลายท่ออีกด้าน สำหรับเก็บใบไม้ ดังรูปที่ 3.23



รูปที่ 3.23 ต่อกอดูดและถูดเก็บใบ

3.7.1.2 หากต้องการเงินเครื่องดูดใบไม้ สามารถต่อด้ามจับ โดยสวมเข้ากับตัวเครื่องดูดใบไม้ สำหรับใช้ในการเงิน โดยที่ไม่ต้องก้มลง ไปดูดที่พื้น ดังรูปที่ 3.24

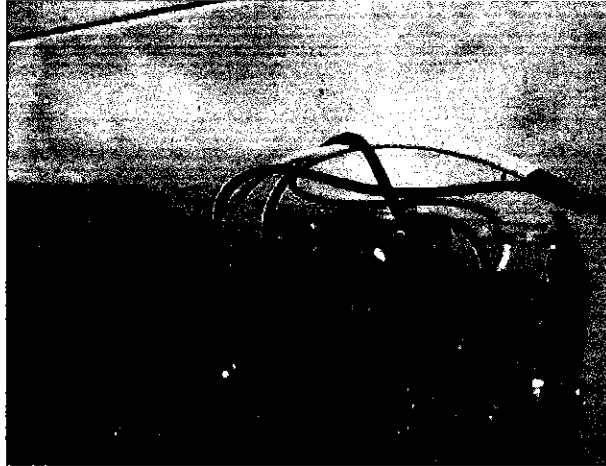


รูปที่ 3.24 ต่อด้ามจับเพื่อใช้ในการเงิน

3.7.2 การเปิด-ปิด และเช็คระดับพลังงานของแบตเตอรี่

3.7.2.1 การเปิดหรือปิดเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ สามารถทำได้โดยการกดสวิทช์ที่ปุ่มสีดำเป็นหมายเลข 1 ถ้าต้องการปิดก็กดสวิทช์ตัวเดิมให้เป็นหมายเลข 0 เครื่องก็จะดับทันที

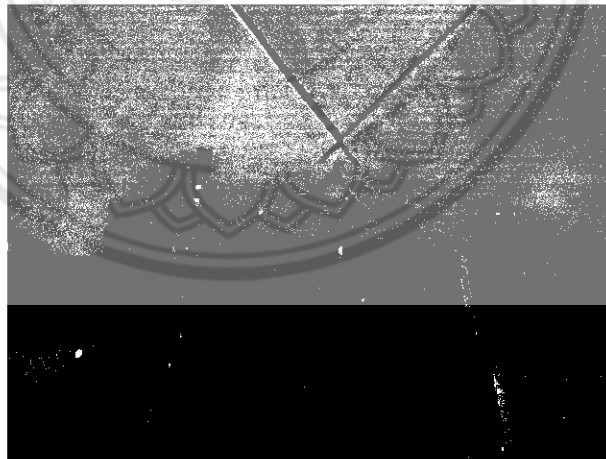
3.7.2.2 การเช็คระดับพลังงานของแบตเตอรี่ สามารถนำได้โดยการกดสวิทช์สีแดง หากต้องการทราบระดับพลังงานคงเหลือของแบตเตอรี่ สามารถกดสวิทช์เป็นหมายเลข 1 หลอดแอลอีดีแสดงระดับพลังงานจะแสดงระดับพลังงานคงเหลือ และเมื่อไม่ต้องการทราบระดับพลังงานคงเหลือของแบตเตอรี่ก็กดปุ่มสวิทช์สีแดงเป็นหมายเลข 0 ไฟบอกระดับจะดับลง เพื่อเป็นการประหยัดพลังงานของแบตเตอรี่จึงไม่เปิดหลอดแอลอีดีค้างไว้ตลอด จึงต้องมีสวิทช์เปิดปิดแยกไว้ต่างหาก ดังรูปที่ 3.25



รูปที่ 3.25 สวิตช์เปิดปิดและสวิตช์แสดงวงจรถบอกระดับแรงดัน

3.7.3 การปรับระดับความเร็วรอบของเครื่องดูดใบไม้

การปรับระดับความเร็วรอบนั้น อาศัยการปรับระดับแรงดันไฟฟ้า เริ่มตั้งแต่ระดับแรงดัน 4 โวลต์ จนถึง 6 โวลต์ ที่แบตเตอรี่จ่ายให้กับมอเตอร์ที่ใช้ในการขับเคลื่อนใบพัดเครื่องดูดใบไม้ให้หมุน ถ้าต้องการเพิ่มระดับความเร็ว ให้หมุนตรงจุดที่ปรับระดับความเร็วไปในทิศทางตามเข็มนาฬิกา และถ้าต้องการลดระดับความเร็ว ให้หมุนไปทิศทางตรงข้าม คือทิศทางทวนเข็มนาฬิกา ตำแหน่งของตัวปรับความเร็วรอบจะอยู่ตรงด้านหลังของตัวเครื่อง ดังรูปที่ 3.26



รูปที่ 3.26 ปรับระดับแรงดัน

บทที่ 4

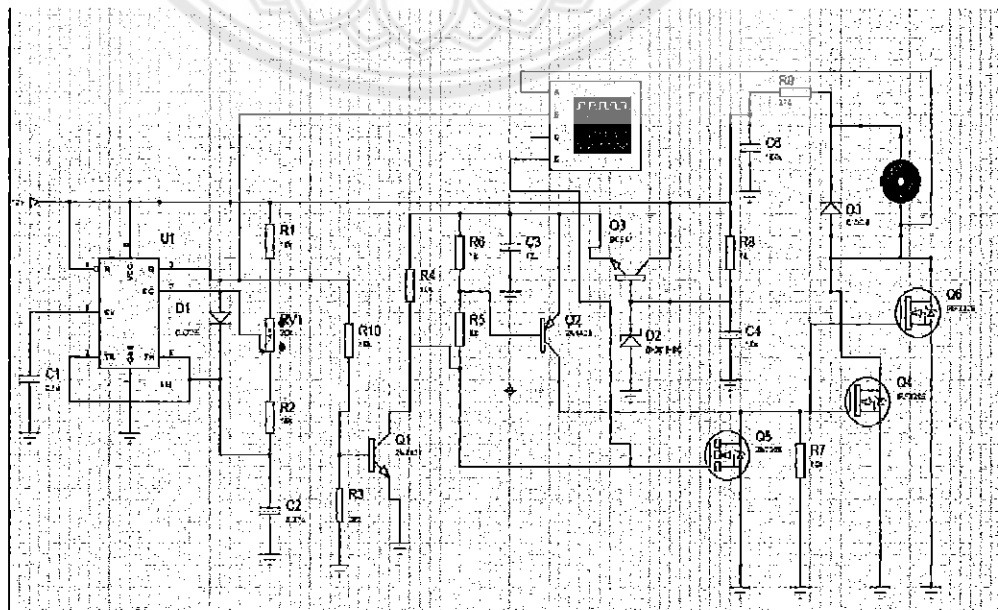
ผลการทดลอง

โครงการ เรื่อง เครื่องต้นแบบเครื่องดูใบไม้แห้ง โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ครั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการได้ทดลองประสิทธิภาพการทำงานของเครื่องต้นแบบเครื่องดูใบไม้ ในด้านต่าง ๆ โดยทำการทดลองทั้งหมด 9 การทดลอง ประกอบด้วย

- 4.1 วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์โดยใช้ ไอซี เบอร์ 555
- 4.2 การหาค่าควิตซ์ไช่เกิดจากสัญญาณแรงดันด้านออกที่วัดจากเครื่องออสซิลโลสโคป
- 4.3 การวัดกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์
- 4.4 วัดความเร็วลมและหาค่าปริมาณลมของเครื่องต้นแบบเครื่องดูใบไม้
- 4.5 ทดลองหาค่าแรงดันที่เหมาะสมในการใช้งาน
- 4.6 ระยะเวลาใช้งานต่อระดับแรงดันของแบตเตอรี่
- 4.7 การแสดงผลของโหลดแอลอีดีบอกระดับแรงดันของแบตเตอรี่
- 4.8 การทดลองการเก็บใบไม้ได้ปริมาณสูงสุด
- 4.9 การหาประสิทธิภาพในการดูใบไม้

4.1 วงจรกำเนิดสัญญาณพัลส์โดยใช้ ไอซี เบอร์ 555

ทำการทดสอบเพื่อคุณลักษณะของสัญญาณแรงดันด้านออกที่ได้จากการใช้โปรแกรมในการทดสอบ เปรียบเทียบกับลักษณะสัญญาณพัลส์ที่ได้จากการวัดแรงดันด้านออกของวงจรด้วยเครื่องออสซิลโลสโคป วงจรที่ใช้ในการทดสอบเพื่อแสดงสัญญาณพัลส์ ดังรูปที่ 4.1



รูปที่ 4.1 ตัวอย่างวงจรควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์

จากรูป 4.1 วงจรนี้เป็นวงจรควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์แบบที่ดับบลิวเอ็ม การทำงานของวงจรควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์กระแสตรง จะแบ่งการทำงานหลักๆ ออกเป็น 3 ส่วน คือ ส่วนที่ 1 เป็นส่วนที่สร้างสัญญาณพัลส์ ที่ได้จากไอซี เมอร์ 555 และสร้างความถี่ จะทำการต่อไฟเข้าไปยังขา 8 และ ขา 4 เพื่อเป็นไฟเลี้ยง และต่อขา 1 ลงกราวด์ ส่วนขา 3 จะเป็นสัญญาณเอาต์พุต ที่ส่งสัญญาณพัลส์ และ ความถี่ออกมา สัญญาณที่ส่งออกมาจะมีขนาดและกระแสที่น้อย จึงทำการส่งต่อไปยังส่วนที่ทำหน้าที่เพิ่มกระแส

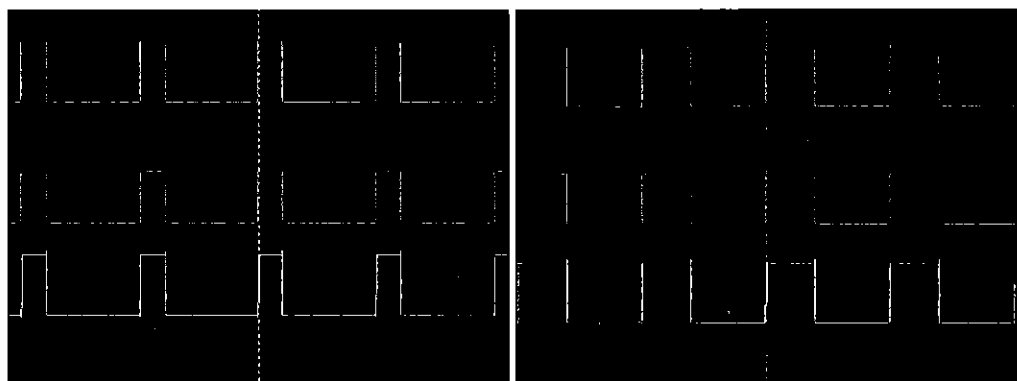
ส่วนที่ 2 จะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่เพิ่มกระแสที่ได้รับมาจากไอซี 555 จะมีทรานซิสเตอร์ทั้งหมด 3 ตัว ที่ใช้ในการทำงาน โดยทรานซิสเตอร์ 1 จะรับสัญญาณมาจากขา 3 ของไอซี 555 และจะมีตัวต้านทานต่ออนุกรมกับขาเบส ของทรานซิสเตอร์ 1 เพื่อทำการจำกัดกระแสที่ไหลเข้าขาเบส ในส่วนนี้ ทรานซิสเตอร์ 1 และ ทรานซิสเตอร์ 2 จะทำหน้าที่เพิ่มค่ากระแสให้เพิ่มมากขึ้น เพราะค่ากระแสที่ออกจากเอาต์พุต ไอซี 555 มีค่า 200 มิลลิแอมป์ แต่ค่ากระแสที่มอเตอร์ต้องการ คือ อย่างน้อย 300 มิลลิแอมป์ ถึงจะเริ่มทำงานได้ ส่วนทรานซิสเตอร์ 3 จะทำหน้าที่รักษาแรงดัน นำไปใช้ในการขับขาเกตของมอเตอร์ ทำให้มอเตอร์ทำงาน

ส่วนที่ 3 เป็นส่วนของการขับกำลัง และ ขับมอเตอร์ให้ทำการหมุน จะมีมอเตอร์ 3 ตัวในการทำงาน มอเตอร์ตัวแรก 2N7000 จะทำการขับกำลังเพื่อส่งไปที่ มอเตอร์ เบอร์ 3205 สองตัวที่ต่อขนานกันอยู่ เพื่อขับมอเตอร์ ตรงส่วนนี้ จะมีการต่อไดโอดขนานกับ มอเตอร์ ไว้เพื่อป้องกันเวลาตัดโหลด จะมีกระแสที่สะสมในขดลวดพยายามไหลผ่านขดลวดออกมา จึงต่อ ไดโอดไว้เพื่อให้กระแสไหลออกไปทางไดโอด ไม่ย้อนมายังมอเตอร์

ลักษณะสัญญาณพัลส์ของแรงดันด้านออก สัญญาณที่ได้จากไอซี 555 เส้นสีฟ้า ด้านบน และ สัญญาณที่ได้จากวงจรขยาย เส้นสีเขียว ตรงกลาง และ สัญญาณแรงดันด้านออกที่วัดจากวงจรขับมอเตอร์ เส้นสีเหลือง ด้านล่างสุด มีค่า อัตราขยายแกนตั้ง (VOLT /DIV) เท่ากับ 2 โวลต์ ค่าฐานเวลา (TIME/DIV) เท่ากับ 5 มิลลิวินาที แสดงผลออกมาในแต่ละการปรับค่าของตัวต้านทาน ดังรูปที่ 4.2

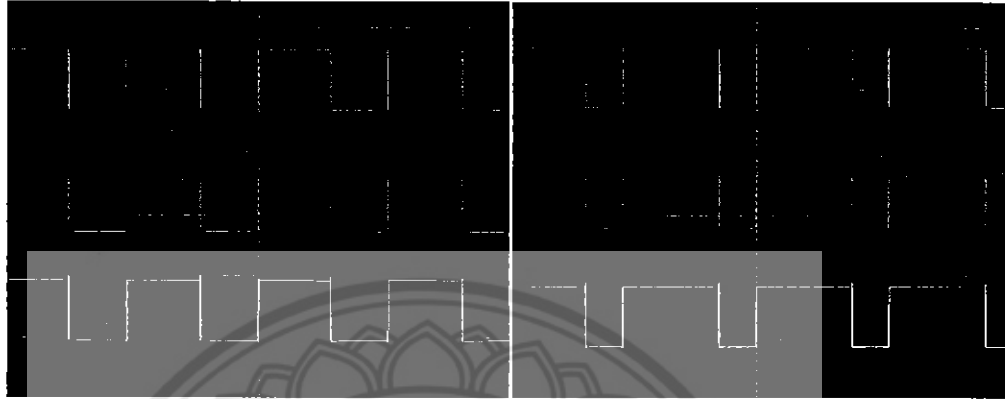
ค่าความต้านทาน 10,000 โอห์ม

ค่าความต้านทาน 30,000 โอห์ม



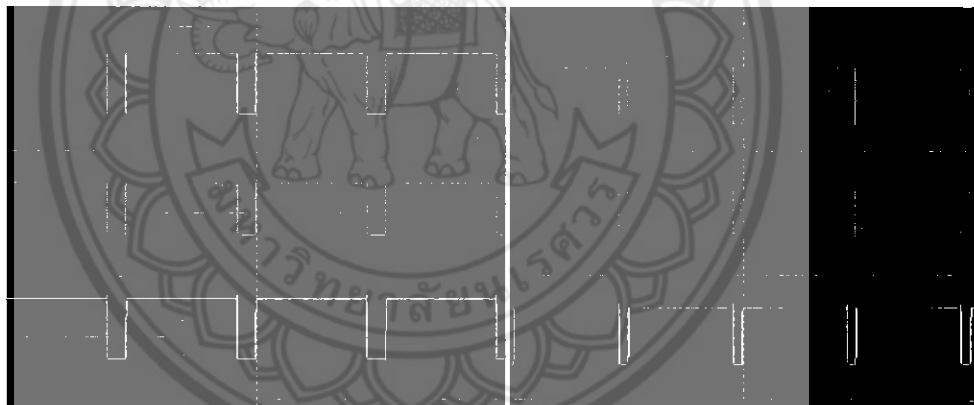
ค่าความต้านทาน 50,000 โอห์ม

ค่าความต้านทาน 70,000 โอห์ม



ค่าความต้านทาน 90,000 โอห์ม

ค่าความต้านทาน 100,000 โอห์ม



รูปที่ 4.2 ลักษณะสัญญาณแรงดันต้านจากการใช้โปรแกรม

จากการทดสอบจะได้ลักษณะสัญญาณออกมาดังรูป ที่ 4.2 มีค่าความถี่ 40 เฮิรตซ์ และลักษณะสัญญาณจะมีความกว้างเพิ่มขึ้นตามที่ค่า ตัวต้านทานเพิ่มขึ้น ซึ่งจากการเพิ่มความต้านทานเข้าไปทำให้สัญญาณกว้างขึ้น เพราะว่า ความต้านทานทำให้เกิดช่วงระยะเวลาในการชาร์จประจุและการคายประจุของตัวเก็บประจุ ที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับความต้านทาน VR ที่ถูกปรับไว้ในขณะนั้น ตัวเก็บประจุจะทำการชาร์จประจุผ่านตัวต้านทาน และ VR จนเมื่อค่าแรงดันที่ตกคร่อมตัวเก็บประจุที่อินพุตขาทรานซิสเตอร์ มีค่า 2/3 ของแรงดันจากแหล่งจ่ายไฟ ฟลิปฟลอปภายในตัวไอซี 555 จะทำการกระตุ้นให้ทรานซิสเตอร์ภายในไอซีทำงาน ทำให้ตัวเก็บประจุคายประจุออกจนกระทั่งเหลือแรงดันตกคร่อม 1/3 ของแรงดันจากแหล่งจ่าย และคายประจุผ่าน VR ผ่าน ขา 7 ของไอซี โดยความกว้างของสัญญาณเอาต์พุต จะขึ้นอยู่กับช่วงระยะเวลาในการชาร์จประจุและคายประจุ เป็นผลมาจากตัว

ด้านทานปรับค่าได้และสัญญาณที่ออกมานั้นมีค่าที่ใกล้เคียงกันมากมีขนาดเท่ากัน ทั้งสามเส้น ถึงแม้ว่าจะออกมาจากวงจรขยายก็ตาม เพราะวงจรถานซิสเตอร์ จะทำหน้าที่เพิ่มหรือ ขยายกระแส เพื่อส่งไปยัง วงจรขับมอเตอร์คือ มอเตอร์ นั้นเอง

4.2 การหาค่าคิวดั้ไซเคลิตจากสัญญาณแรงดันด้านออกที่วัดจากเครื่องออสซิลโลสโคป

การทดลองปรับเปลี่ยนค่าคิวดั้ไซเคลิต ทำให้สามารถควบคุมแรงดันด้านออกได้ ข้อสังเกตที่สำคัญคือ แรงดันด้านออก มีค่าแปรผันตรงกับแรงดันควบคุม การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นถึงค่าคิวดั้ไซเคลิตที่ต่างกันไปในแต่ละแรงดันด้านออก สามารถหาค่าคิวดั้ไซเคลิตได้จากสูตร

$$D = \frac{V_o}{V_d} \quad (4.1)$$

เมื่อกำหนดให้ D คือ คิวดั้ไซเคลิต
 V_d คือ แรงดันอินพุต มีหน่วยเป็น โวลต์
 V_o คือ แรงดันด้านออก มีหน่วยเป็น โวลต์

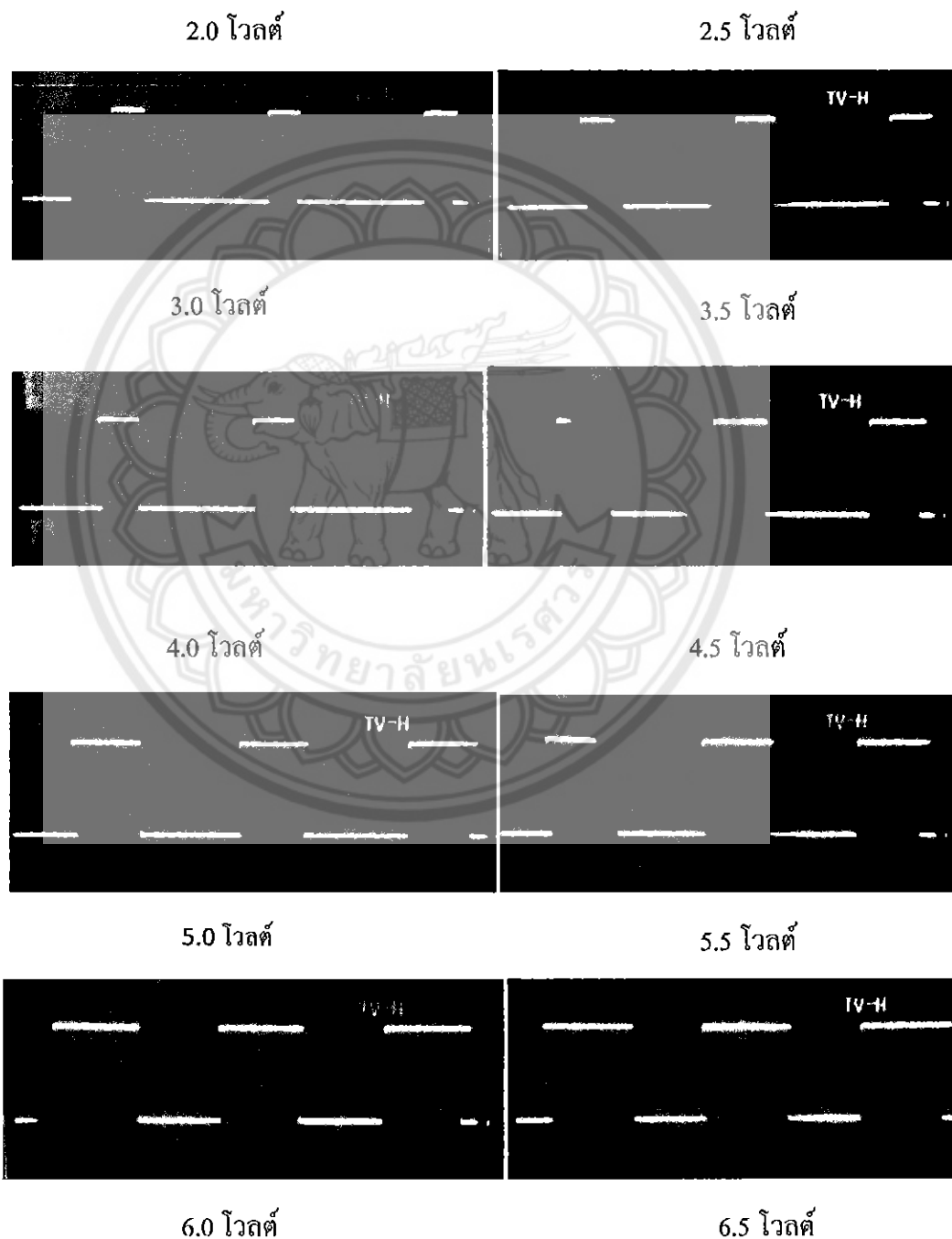
จากสมการที่ (4.1) นำมาทำการคำนวณหาค่าคิวดั้ไซเคลิต ได้ดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 ตารางแสดงค่าคิวดั้ไซเคลิต

แรงดันอินพุต (โวลต์)	แรงดันด้านออก (โวลต์)	คิวดั้ไซเคลิต
10.5	2	0.19
10.5	2.5	0.24
10.5	3	0.29
10.5	3.5	0.33
10.5	4	0.38
10.5	4.5	0.43
10.5	5	0.48
10.5	5.5	0.52
10.5	6	0.57
10.5	6.5	0.62

จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่า ค่าความถี่ไซเคิลจะมีค่าเพิ่มขึ้น เมื่อแรงดันค่านอกมีค่าเพิ่มขึ้น ซึ่งสามารถดูได้จากกราฟที่ทำการทดลอง แสดงถึงสัญญาณแรงดันค่านอกตรงสัญญาณอน จะมีความกว้างมากขึ้น และสัญญาณออฟจะแคบลง

ลักษณะสัญญาณแรงดันค่านอกที่วัดจากเครื่องออสซิลโลสโคปในแต่ละระดับแรงดัน อัตราขยาย แกนตั้ง (VOLT /DIV) เท่ากับ 2 โวลต์ ค่าฐานเวลา (TIME/DIV) เท่ากับ 5 มิลลิวินาที ดังรูปที่ 4.3





รูปที่ 4.3 สัญญาณเอาต์พุตของ พัดบลิวเอ็ม

จากรูปที่ 4.3 แสดงถึงกราฟสัญญาณเอาต์พุตของ พัดบลิวเอ็ม จะเห็นได้ว่าการเพิ่มระดับแรงดันที่จ่ายให้วงจรพัดบลิวเอ็มนั้น ทำให้กราฟมีการขยายกว้างขึ้น คือสัญญาณอนของกราฟพัดบลิวจะมีความกว้างมากขึ้น ส่วนพีกต่างคือสัญญาณออฟของกราฟจะแคบลง ทำให้มอเตอร์มีความเร็วรอบที่เพิ่มขึ้น และลักษณะของสัญญาณจะเหมือนกันกับที่ใช้โปรแกรมในการทดสอบ

4.3 การวัดกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์

การทดลองวัดกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์ สำหรับทดลองวัดในแต่ละระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ เริ่มตั้งแต่ระดับแรงดันที่จ่ายที่มอเตอร์เริ่มหมุน คือ 2 โวลต์ ไปจนถึงระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ค่าสูงสุด 6.5 โวลต์

เริ่มจ่ายไฟให้กับมอเตอร์ที่มีระดับแรงดัน 2 โวลต์ ทำให้มอเตอร์เริ่มหมุน ก็ทำการวัดกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์ แล้วก็เพิ่มระดับแรงดันเป็น 2.5 โวลต์ ก็ทำการวัดกระแสและความเร็วรอบเหมือนเดิม และก็ทำการเพิ่มระดับแรงดันขึ้นทีละ 0.5 โวลต์ ไปเรื่อย ๆ จนถึงระดับ 6.5 โวลต์ ระบบจะทำการวัดกระแสและความเร็วรอบทุกครั้ง ดังรูปที่ 4.2

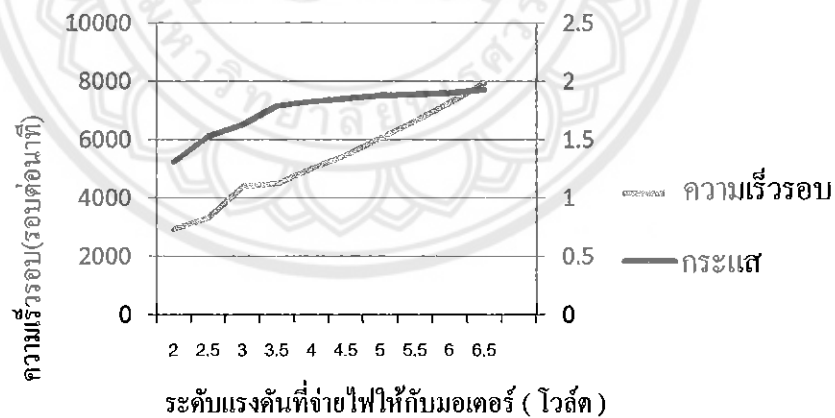


รูปที่ 4.4 วัดกระแสของ มอเตอร์

ตารางที่ 4.2 ระดับกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์

ระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ (โวลต์)	กระแส (แอมแปร์)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)
2	1.31	2,935.1
2.5	1.53	3,323.5
3	1.63	4,403.4
3.5	1.79	4,484.6
4	1.83	5,012.6
4.5	1.85	5,478.1
5	1.88	6,063.3
5.5	1.89	6,648.2
6	1.90	7,270.1
6.5	1.93	7,960.4

จากตารางที่ 4.2 ผลการทดลองมอเตอร์จะเริ่มหยุดตั้งแต่จ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์ 2 โวลต์ เห็นได้ว่าความเร็วรอบจะเพิ่มขึ้นตามแรงดันมอเตอร์กระแสตรงที่เพิ่มขึ้น และเพิ่มแรงดันเรื่อย ๆ จนถึงสุดที่ 6.5 โวลต์ ดังรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 กราฟแรงดันเทียบกับกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์

จากรูปที่ 4.5 แสดงถึงกราฟแรงดันเทียบกับกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์ เห็นได้ว่าเมื่อเพิ่มแรงดันให้กับมอเตอร์กระแสตรง จะทำให้ค่ากระแสเพิ่มขึ้นตามไปด้วย โดยช่วงแรกกระแสจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนถึงระดับแรงดันประมาณ 3.5 โวลต์ กระแสจะเพิ่มขึ้นอย่างช้า ๆ ดังกราฟ

เนื่องจากในช่วงแรกมอเตอร์เริ่มหมุนทำให้มีความถี่คมีโพลด แต่เมื่อได้รอบที่เหมาะสมประมาณ 4,500 รอบต่อนาที จะทำให้กระแสเริ่มนิ่งและเพิ่มขึ้นเรื่อย ๆ อย่างช้า ๆ

4.4 วัดความเร็วลมและหาค่าปริมาณลมของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้

การทดลองวัดความเร็วลมของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ โดยวัดลมที่เป่าออกมาจากปลายท่อลำเรียงใบไม้ เพื่อหาประสิทธิภาพในการดูดของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ ให้ทราบถึงระดับปริมาณลมของตัวเครื่องตั้งแต่ค่าต่ำสุดจนถึงค่าสูงสุด ซึ่งจะทำการวัด โดยเริ่มตั้งแต่ความเร็วรอบต่ำสุดที่มอเตอร์เริ่มหมุน คือ 2 โวลต์ ที่ระดับความเร็วรอบประมาณ 2,935.1 รอบต่อนาที จนถึงความเร็วรอบสูงสุดของมอเตอร์ คือ 6.5 โวลต์ ที่ทำให้มอเตอร์มีความเร็วรอบสูงสุด ประมาณ 7,960.4 รอบต่อนาที แล้วทำการบันทึกผลลง ดังรูปที่ 4.4



รูปที่ 4.6 วัดความเร็วลม

จากรูปที่ 4.6 การหาค่าปริมาณลมจะทำการวัดความเร็วลมที่ออกจากปลายท่อลำเรียงใบไม้ ว่ามีความเร็วเท่าไร มีหน่วยเป็นเมตรต่อวินาที จะทำการวัดที่ระดับแรงดันเริ่มต้นตั้งแต่ 2 โวลต์ โดยได้ค่าความเร็วลมที่เอามาจาก ตารางที่ 4.3 จะนำมาคำนวณ โดยใช้สูตร

$$\text{ปริมาณลม (m}^3\text{/min)} = (\text{ความเร็วลม (เมตรต่อวินาที)}) \times (\text{พื้นที่ (m}^2\text{)}) \times 60 \quad (4.2)$$

เมื่อกำหนดให้ (1) ความเร็วลมทางด้านลมออกเท่ากับความเร็วในการพา วัดได้ที่ปากด้านทางด้านลมออก โดยใช้เครื่องวัดความเร็วลมเป็น เมตร/วินาที

(2) พื้นที่หน้าตัดเท่ากับพื้นที่หน้าตัดของ ปากด้านลมออก คือ πr^2 มีหน่วยเป็น ตารางเมตร

(3) ปริมาณลม เท่ากับปริมาตรลมที่ไหลผ่านปากด้านลมออก มีหน่วยเป็น ลูกบาศก์เมตร/วินาที

ส่วนพื้นที่หน้าตัดที่ได้นั้น ทำการวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 1.8 เซนติเมตร จะมีรัศมีเท่ากับ 0.9 เซนติเมตร เพราะฉะนั้นสามารถหาพื้นที่หน้าตัดได้จากสูตรการหาพื้นที่หน้าตัดเท่ากับ $\square \times 0.9^2 = 2.545$ ตารางเซนติเมตร ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.7 วัดเส้นผ่านศูนย์กลางของปลายท่อลำเลียงใบไม้

จากรูปที่ 4.7 แสดงให้เห็นว่าการทดลองในแต่ละระดับ ยิ่งเพิ่มแรงดันมากขึ้นความเร็วรอบก็จะเพิ่มขึ้นและทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นตาม ส่งผลให้ปริมาณลมก็เพิ่มมากขึ้นด้วย ทำให้การดูดมีประสิทธิภาพมากขึ้นตามความเร็วลมที่เพิ่มขึ้น ทำให้สามารถดูดใบไม้ได้มากขึ้นด้วยจากการคำนวณสามารถนำเสนอผลการคำนวณได้ดังตารางที่ 4.3

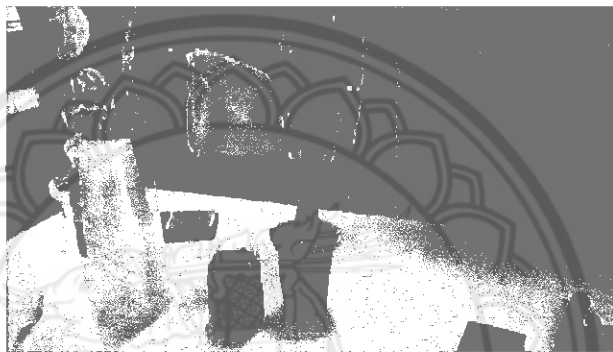
ตารางที่ 4.3 ระดับแรงดันต่อความเร็วลม

ระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ (โวลต์)	ความเร็วรอบ (รอบ/นาที)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	พื้นที่ (ตารางเซนติเมตร)	ปริมาณลม (ลูกบาศก์เซนติเมตร/นาที)
2	2,935.1	0.45	2.545	68.715
2.5	3,323.5	0.80	2.545	12.160
3	4,403.4	1.29	2.545	196.983
3.5	4,484.6	1.43	2.545	218.361
4	5,012.6	1.53	2.545	233.631
4.5	5,478.1	1.72	2.545	262.644
5	6,063.3	2.18	2.545	332.886
5.5	6,648.2	2.36	2.545	360.372
6	7,270.1	2.54	2.545	387.858
6.5	7,960.4	2.71	2.545	413.817

จากตารางที่ 4.3 แสดงให้เห็นว่ายิ่งทำการเพิ่มระดับแรงดันให้กับมอเตอร์มากขึ้น ความเร็วรอบจะเพิ่มมากขึ้นทำให้ความเร็วลมเพิ่มขึ้นตามไปด้วย ส่งผลให้ปริมาณลมมีค่ามากขึ้นเช่นกัน

4.5 ทดลองหาค่าแรงดันที่เหมาะสมในการใช้งาน

การทดลองหาค่าแรงดันที่เหมาะสมในการใช้งานนั้น เพื่อทดลองการดูดใบไม้ของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ เพื่อหาแรงดันที่เหมาะสมในการใช้งาน โดยการทดลองดูดใบไม้ที่เตรียมไว้ในแก้วพลาสติก สาเหตุที่ต้องทดลองดูดในแก้วพลาสติก เนื่องจากต้องการให้เครื่องได้ดูดใบไม้ได้อย่างต่อเนื่อง โดยไม่ยกปากท่อดูดขึ้น ดังภาพที่ 4.6



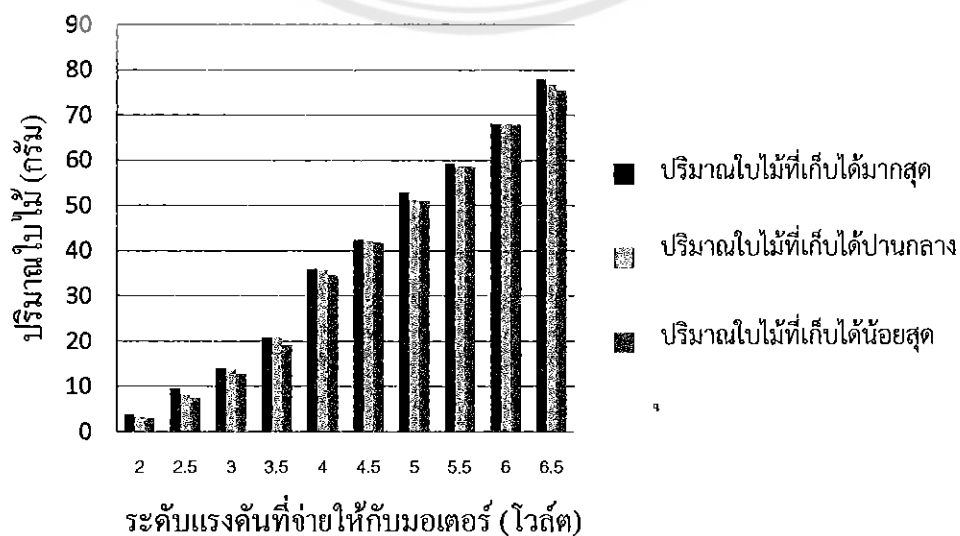
รูปที่ 4.8 การดูดใบแห้งไม้เพื่อหาปริมาณของใบไม้ในแต่ละระดับแรงดัน

ลักษณะการดูดสามารถทำได้โดยการนำปากท่อดูดจ่อลงไปยังแก้วที่มีใบไม้แห้งอยู่เต็มปริมาณ และทำการปรับระดับแรงดันไปที่ 2 โวลต์ ที่มอเตอร์เริ่มหมุน เปิดเครื่องเพื่อทำการดูดใบไม้พร้อมจับเวลา 1 นาที เมื่อครบกำหนดเวลา 1 นาที จะนำใบไม้ที่ดูดได้มาชั่งน้ำหนักแล้วบันทึกผล และทำการทดลองซ้ำในระดับแรงดัน 2 โวลต์ 3 รอบ เพื่อหาค่าที่เฉลี่ยในระดับแรงดัน จากนั้นจึงปรับเพิ่มระดับแรงดันขึ้นมาเป็น 2.5 โวลต์ และทำการทดลองการดูดเหมือนเดิมแล้วทำการบันทึกผล และเพิ่มระดับแรงดันขึ้นเรื่อย ๆ ทีละ 0.5 โวลต์ จนถึงสุดที่ 6.5 โวลต์ ที่ครบกำหนดพักแรงดันของมอเตอร์ แล้วทำการบันทึกผล เพื่อดูความแตกต่างของปริมาณใบไม้แห้งในแต่ละระดับแรงดัน และนำไปปรับเป็นย่านระดับแรงดันที่เหมาะสมในการใช้งานจริงต่อไปและจากการทดลองการดูดใบไม้ก็จะได้ผลการทดลองดังตารางที่ 4.4

ตารางที่ 4.4 ปริมาณใบไม้แห้งที่ดูดได้ในแต่ละระดับแรงดัน

ระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ (โวลต์)	ความเร็วลม (เมตร/วินาที)	ปริมาณลม (ลูกบาศก์เซนติเมตร/นาฬิกา)	ปริมาณใบไม้ (กรัม/นาฬิกา)			
			ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ค่าเฉลี่ย
2	0.45	68.715	3.02	3.78	3.23	3.34
2.5	0.80	12.160	7.58	8.30	9.49	8.46
3	1.29	196.983	13.77	12.88	14.00	13.55
3.5	1.43	218.361	20.91	19.12	20.77	20.27
4	1.53	233.631	35.79	34.79	36.06	35.55
4.5	1.72	262.644	42.47	41.80	42.06	42.21
5	2.18	332.886	51.10	52.93	51.23	51.75
5.5	2.36	360.372	58.75	59.36	58.65	58.92
6	2.54	387.858	68.08	68.12	68.01	68.07
6.5	2.71	413.817	77.96	75.52	76.72	76.73

จากตารางที่ 4.4 แสดงถึงปริมาณใบไม้แห้งที่ดูดได้ในแต่ละระดับแรงดัน เมื่อเปรียบเทียบปริมาณใบไม้ที่เก็บได้มากที่สุดและต่ำสุด สามารถนำเสนอเป็นกราฟได้ดังรูปที่ 4.7



รูปที่ 4.9 กราฟปริมาณใบไม้ที่เก็บในแต่ละระดับแรงดัน

จากรูปที่ 4.9 แสดงถึงกราฟระดับปริมาณใบไม้ที่เก็บได้ในแต่ละระดับแรงดัน และค่าปริมาณสูงสุด ค่าปานกลาง และค่าน้อยสุดที่สามารถเก็บได้ตามลำดับ เป็นการเปรียบเทียบให้เห็นถึงข้อแตกต่างของการเก็บใบไม้ในแต่ละครั้ง โดยแถบสีแดงจะแสดงปริมาณใบไม้ที่เก็บได้มากที่สุด แถบสีเขียวแสดงปริมาณใบไม้ที่เก็บได้ปานกลาง และสีม่วงแสดงให้เห็นค่าปริมาณใบไม้ที่เก็บได้น้อยสุด ซึ่งจะมีค่าที่แตกต่างกันน้อยมาก

และจากการทดลองสามารถสรุปผลได้ว่าระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์กระแสตรง มอเตอร์เริ่มหมุนที่แรงดัน 2 โวลต์ จะให้ปริมาณลมเท่ากับ 68.715 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที และค่าปริมาณลมจะมากขึ้นตามด้วย ถ้าเพิ่มแรงดันให้กับมอเตอร์ ความเร็วลมเพิ่มขึ้น จะทำให้ปริมาณใบไม้เพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของมอเตอร์และปริมาณลมที่เพิ่มขึ้น โดยปริมาณใบไม้ที่เห็นจากกราฟมีค่าเริ่มต่างกันมากที่สุดที่ 4 โวลต์ ขึ้นไปขึ้นไป โดยมีค่าเฉลี่ยมากกว่าระดับแรงดัน 3.5 โวลต์ มาก ทั้งนี้พบว่าที่ระดับแรงดัน 2 โวลต์ จนถึง 3.5 โวลต์ ค่าปริมาณใบไม้จะมีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกัน และมีปริมาณน้อย ในการทดลองครั้งนี้จึงได้เลือกเริ่มต้นตั้งค่าการจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์กระแสตรงของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ ตั้งแต่ 4 โวลต์ ไปจนถึงระดับ 6 โวลต์ ส่วนค่าแรงดัน 6.5 โวลต์ที่จ่ายให้กับมอเตอร์กระแสตรงนั้น แม้สามารถดูดใบไม้ได้ปริมาณเยอะ แต่เกินกว่าพิกัดที่มอเตอร์จะรับได้ เนื่องจากมอเตอร์มีพิกัดแรงดัน 6 โวลต์เท่านั้น ซึ่งอาจก่อให้เกิดความเสียหายแก่มอเตอร์กระแสตรงได้

ในส่วนปริมาณใบไม้ที่เก็บได้ตั้งแต่ค่าเฉลี่ยมากที่สุด ปานกลาง และน้อยสุดของแต่ละระดับแรงดัน พบว่า ค่าระดับแรงดัน 4 โวลต์ เก็บใบไม้เฉลี่ยได้ 35.55 กรัม และ 4.5 โวลต์ เก็บใบไม้เฉลี่ยได้ 42.11 กรัม 5 โวลต์ เก็บได้ 51.75 กรัม ส่วนระดับแรงดัน 5.5 โวลต์ เก็บได้ 58.92 กรัม ระดับแรงดัน 6 โวลต์ ซึ่งเป็นพิกัดสูงสุดของมอเตอร์เก็บได้ 68.07 กรัม

เห็นได้ว่าปริมาณของใบไม้ที่เก็บได้นั้น มีอัตราการเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่อง และมีค่าความต่างของปริมาณใบไม้เฉลี่ย ๆ ใกล้เคียงกัน ดังนั้นเพื่อง่ายต่อการทดลองจึงเลือกใช้ระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์กระแสตรงแค่ 3 ระดับเท่านั้น คือ ระดับแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ตามลำดับ

4.6 ระยะเวลาใช้งานต่อระดับแรงดันของแบตเตอรี่

ในการทดลองหาระยะเวลาใช้งานต่อเนื่องของระดับแรงดันแบตเตอรี่ครั้งนี้ ใช้เวลาในการทดลอง 25 นาที โดยแบ่งระยะเวลาในการทดลองเป็น 5 ครั้ง ๆ ละ 5 นาที จากนั้นจึงทำการวัดระดับแรงดันคงเหลือของแบตเตอรี่ไปเรื่อย ๆ จนครบ 25 นาที

การทดลองนั้นมีการจ่ายแรงดันเอาต์พุตจากวงจรรักษาระดับแรงดันให้กับมอเตอร์กระแสตรงแบ่งเป็น 3 ระดับ จากการใช้งานจริง คือ 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ตามลำดับ ในแต่ละระดับจะทำให้มอเตอร์มีความเร็วรอบต่างกัน ดังรูปที่ 4.8



รูปที่ 4.10 วัดระดับแรงดันแบตเตอรี่

4.5.1 จะเริ่มทำการทดลองตั้งแต่ระดับแรงดัน 4 โวลต์ ที่จ่ายให้กับมอเตอร์กระแสตรงทำให้มอเตอร์มีความเร็วรอบที่เหมาะสมสามารถทำการดูไบไม่ได้อีก โดยจากการทดลองจะเริ่มตั้งแต่ระดับนี้ เพราะหากจ่ายแรงดันต่ำกว่านี้ จะทำให้มอเตอร์มีความเร็วรอบต่ำเกินไป สามารถดูไบไม่ได้อีกในปริมาณที่น้อยเกินไป โดยการจับเวลาเป็นช่วง ๆ ละ 5 นาที เมื่อครบห้านาที ก็จะทำการวัดแรงดันของแบตเตอรี่ที่เหลืออยู่ เพื่อทดลองประสิทธิภาพของแบตเตอรี่ว่าแรงดันลดลงมากน้อยเพียงไร พร้อมบันทึกผลการทดลอง

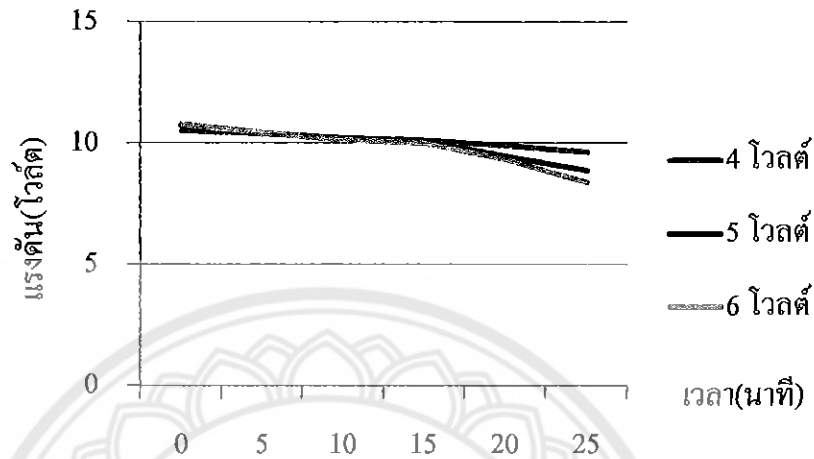
4.5.2 จากนั้นทำการเพิ่มระดับแรงดันเป็น 5 โวลต์ ที่จ่ายให้กับมอเตอร์กระแสตรง ทำให้ความเร็วรอบของมอเตอร์เพิ่มขึ้น มีแรงดูดมากขึ้น และทำการจับเวลา และวัดแรงดันเช่นเดียวกันกับข้อ 4.5.1 พร้อมบันทึกผลการทดลอง

4.5.3 การทดลองสุดท้ายของตาราง คือการจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์กระแสตรงในระดับแรงดัน 6 โวลต์ ซึ่งเป็นพิกัดสูงสุดของมอเตอร์ที่สามารถใช้งานได้ ทำให้มอเตอร์มีความเร็วรอบสูงที่สุด และทำการทดลองเช่นเดียวกับ การทดลองข้อที่ 4.5.1-4.5.2 พร้อมบันทึกผลการทดลอง ดังตารางที่ 4.5

ตารางที่ 4.5 ระดับแรงดันเอาท์พุท 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ที่จ่ายให้กับมอเตอร์

ระยะเวลาใช้งาน (นาที)	ระดับแรงดันของแบตเตอรี่ที่ลดลง (โวลต์)		
	ระดับแรงดัน 4 โวลต์	ระดับแรงดัน 5 โวลต์	ระดับแรงดัน 6 โวลต์
0	10.51	10.74	10.78
5	10.40	10.41	10.42
10	10.20	10.20	10.15
15	10.13	10.09	10.02
20	9.89	9.48	9.35
25	9.63	8.88	8.40

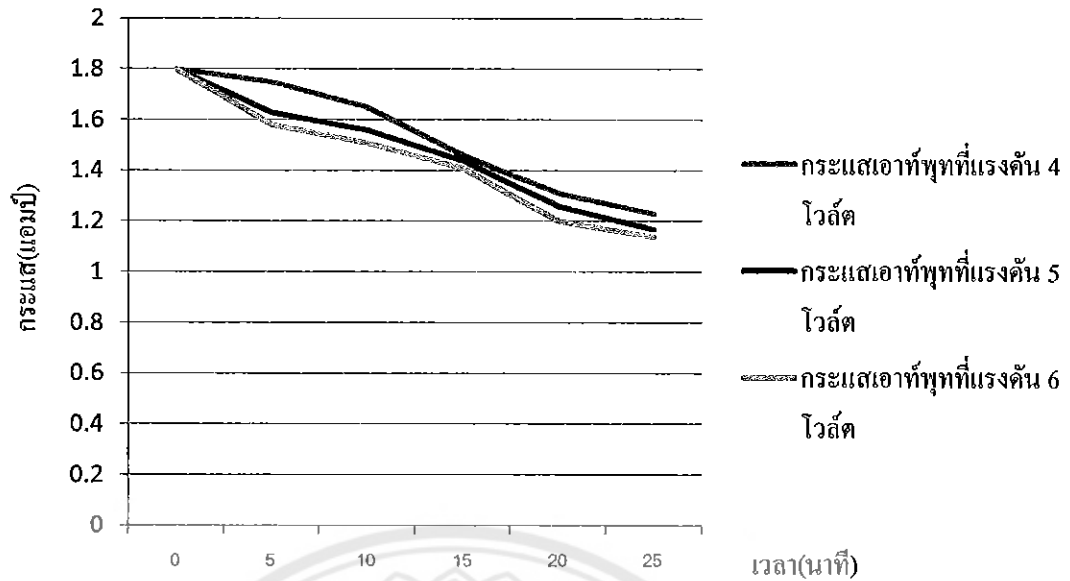
จากตารางที่ 4.5 ผลการทดลองวัดระดับแรงดันเอาต์พุตที่ได้เมื่อจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์ การวัดกระแส นั้น ทำการทดลองเช่นเดียวกับการวัดแรงดันของแบตเตอรี่ เนื่องจากมีขั้นตอนเดียวกัน เพียงเปลี่ยนจากการวัดแรงดันเป็นการวัดกระแสแทน แล้วนำผลที่ได้มาเปรียบเทียบค่าความแตกต่างดังรูปที่ 4.11 และตารางที่ 4.6



รูปที่ 4.11 กราฟระยะเวลาใช้งานต่อระดับแรงดันของแบตเตอรี่

ตารางที่ 4.6 ระดับกระแสเอาต์พุตที่ได้เมื่อจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์ที่ 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์

ระยะเวลาใช้งาน (นาฬิกา)	ระดับกระแสเอาต์พุตที่แรงดัน 4 โวลต์ (แอมป์)	ระดับกระแสเอาต์พุตที่แรงดัน 5 โวลต์ (แอมป์)	ระดับกระแสเอาต์พุตที่แรงดัน 6 โวลต์ (แอมป์)
0	1.80	1.83	1.88
5	1.75	1.63	1.58
10	1.65	1.56	1.51
15	1.46	1.44	1.41
20	1.31	1.26	1.20
25	1.23	1.17	1.14

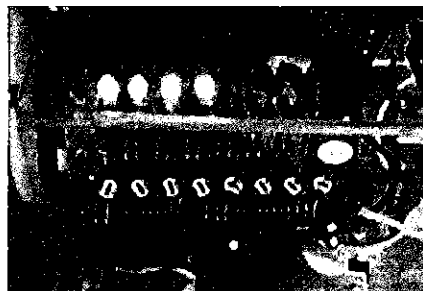


รูปที่ 4.12 กราฟระดับกระแสเอาต์พุตที่แรงดัน จ่ายให้กับมอเตอร์

จากรูปที่ 4.12 แสดงถึงกราฟระดับแรงดันจากแบตเตอรี่ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ และกราฟระดับกระแสเอาต์พุตที่จ่ายให้กับมอเตอร์ จะเห็นได้ว่าเมื่อมอเตอร์เริ่มทำงานแรงดันจากแบตเตอรี่และกระแสจะลดลงตามระยะเวลาการทำงาน ซึ่งกราฟจะเริ่มลดระดับลงอย่างรวดเร็วช่วงประมาณ 15 นาที ที่ระดับแรงดันจากแบตเตอรี่ ลดลงไปถึง 9 โวลต์ ในตอนนั้นแบตเตอรี่ต้องนำไปชาร์จประจุใหม่

4.7 การแสดงผลของหลอดแอลอีดีบอกระดับแรงดันของแบตเตอรี่

หลังจากการทดลองจับเวลาและวัดแรงดันแบตเตอรี่แล้ว ขั้นตอนต่อไปคือการทดสอบระยะเวลาการใช้งานแบตเตอรี่ โดยเริ่มทดลองตั้งแต่การจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์ 4 โวลต์ และสังเกตที่หลอดแอลอีดีที่แสดงระดับแรงดันของแบตเตอรี่ ถ้าแรงดันของแบตเตอรี่เต็มกำลัง จะแสดงสัญญาณไฟติดทั้งหมด 4 ดวง และค่อย ๆ คับลงทีละดวงตามที่มีความดันของแบตเตอรี่ลดลง ดังรูปที่ 4.13



รูปที่ 4.13 หลอดแอลอีดี บอกระดับแรงดันแบตเตอรี่

จากรูปที่ 4.31 การทดลองเมื่อเริ่มเปิดเครื่องและจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์กระแสตรง 4 โวลต์ มอเตอร์หมุนจะเริ่มทำการจับเวลาจนกระทั่งหลอดแอลอีดีดับลงหนึ่งดวงจึงทำการบันทึกผล และกระทำซ้ำจนกระทั่งหลอดแอลอีดีดับลงทุกดวง และเพิ่มแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์เป็น 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ตามลำดับ ทำการทดลองเช่นเดียวกับตอนจ่ายแรงดันมอเตอร์ 4 โวลต์ จากนั้นบันทึกผลการทดลองและนำเสนอดังตารางที่ 4.7

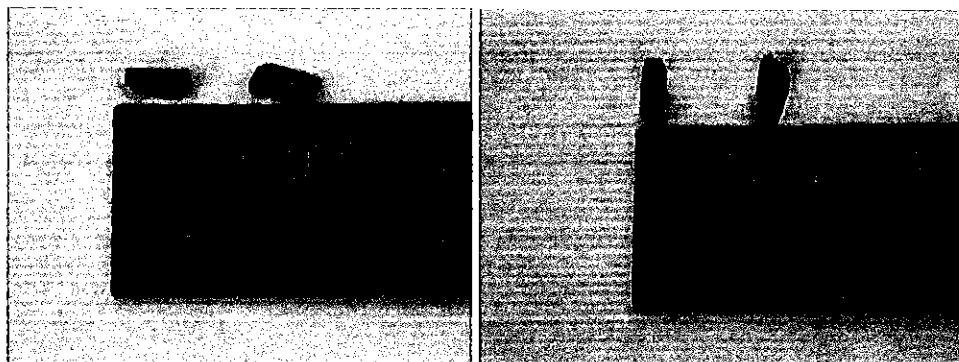
ตารางที่ 4.7 ระยะเวลาที่หลอดแอลอีดีแสดงต่อระดับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์

ระดับแรงดัน ที่จ่ายให้กับ มอเตอร์ (โวลต์)	ระยะเวลาการใช้งาน (นาที)				
	เริ่มเปิด เครื่องจุด (10.5 โวลต์)	แอลอีดีดับ 1 ดวง (10.0 โวลต์)	แอลอีดีดับ 2 ดวง (9.5 โวลต์)	แอลอีดีดับ 3 ดวง (9.0 โวลต์)	แอลอีดีดับ ทุกดวง (8.5 โวลต์)
4	0	8	15	23	28
5	0	5	12	20	25
6	0	3	10	17	20

จากตารางที่ 4.7 ผลการทดลองของการจ่ายแรงดันทั้งสามระดับ คือ ตั้งแต่ ระดับแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ 6 โวลต์ ตามลำดับ เห็นได้ว่าการจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์กระแสตรงที่ระดับแรงดัน 6 โวลต์ ทำให้ระยะเวลาใช้งานน้อยกว่าการจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์กระแสตรงที่ระดับแรงดัน 5 โวลต์ และ 4 โวลต์ ตามลำดับ แสดงถึงการใช้งานของแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์กระแสตรงที่ระดับแรงดัน 4 โวลต์นั้น สามารถใช้งานได้ยาวนานที่สุด

4.8 การทดลองการเก็บใบไม้ได้ปริมาณสูงสุด

การทดลองการเก็บใบไม้ได้ปริมาณสูงสุดครั้งนี้ ใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ที่ชาร์จประจุไฟจนเต็ม และใช้งานต่อเนื่องจนพลังงานแบตเตอรี่หมด โดยมีระดับแรงดันแสดงด้วยหลอดแอลอีดี 4 หลอด ในการทดลอง เพื่อทราบปริมาณของใบไม้ที่เก็บได้ ในระดับแบตเตอรี่ที่เหลือ และใช้ใบเข็มแห้ง ที่มีขนาดเล็ก ที่มีความยาวไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร กว้างไม่เกิน 0.7 เซนติเมตร ในการทดลอง ดังรูปที่ 4.14



รูปที่ 4.14 ขนาดใบไม้ที่ใช้ในการทดลอง

การวัดปริมาณใบไม้ที่เก็บได้นั้น กระทำด้วยวิธีการชั่งน้ำหนักเพื่อทราบปริมาณ ในขณะที่พลังงานแบตเตอรี่เต็มๆ ที่สถานะหลอดแอลอีดี แสดงไฟติดทั้ง 4 ดวง มีระดับแรงดัน 10.5 โวลต์ ทำการวัดจนกระทั่งไฟแสดงระดับพลังงานแบตเตอรี่ดับลง 1 ดวง จะนำใบไม้ที่เก็บได้มาชั่งน้ำหนัก และบันทึกปริมาณใบไม้ที่เก็บได้ จากนั้นจะทำการทดลองด้วยระดับไฟที่ต่ำลงมาก็คือ แอลอีดี ติด 3 ดวง มีระดับแรงดัน 10 โวลต์ แอลอีดี ติด 2 ดวง มีระดับแรงดัน 9.5 โวลต์ แอลอีดี ติด 1 ดวง มีระดับแรงดัน 9 โวลต์ และไม่มีระดับไฟแอลอีดี มีระดับแรงดัน 8.5 โวลต์ แล้วทำการชาร์จแบตเตอรี่จนเต็มอีกครั้ง โดยทำการทดลอง 3 ระดับคือ เริ่มตั้งแต่การจ่ายแรงดันให้กับมอเตอร์ เท่ากับ 4 โวลต์ แล้วก็เพิ่มเป็น 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ตามลำดับ เพื่อทำการเปรียบเทียบปริมาณใบไม้ที่เก็บได้ว่า ต่างกันอย่างไรตามผลการทดลอง ดังรูปที่ 4.15



รูปที่ 4.15 ชั่งน้ำหนักของใบไม้ที่เก็บได้

4.7.1 จะทำการทดลองดูใบไม้ที่นำมาเตรียมไว้เพื่อใช้ในการทดลองตามรูป 4.12 เพื่อทราบความสามารถของแบตเตอรี่ตั้งแต่ประจุไฟฟ้าเต็มจนถึงประจุไฟฟ้าหมดจะสามารถดูใบไม้ได้ปริมาณกี่กรัม โดยการชั่งน้ำหนักใบไม้ เริ่มจากการชาร์จไฟของแบตเตอรี่ให้เต็ม จะมีไฟจากหลอดแอลอีดีแสดงให้เห็นว่ามีไฟติด 4 ดวง จะมีแรงดัน เท่ากับ 10.5 โวลต์ แล้วนำไปทำการทดลองโดย

การดูใบไม้ ดูไปจนกระทั่งไฟดับ 1 ดวง เหลือไฟติด 3 ดวงเท่ากับ 10.0 โวลต์ ก็นำเอาใบไม้ที่ดู
ได้ ไปชั่งน้ำหนัก แล้วกลับมาดูใบไม้ต่ออีกครั้งจนไฟดับ 2 ดวง เหลือไฟติด 2 ดวง 9.5 โวลต์
นำใบไม้ไปชั่งน้ำหนักอีก เพื่อบันทึกผล ทำแบบนี้ทุกครั้งที่ไฟดับลง 1 ดวง กระทั่งหลอดแอลอีดี
ดับทุกดวง จึงนำใบไม้ไปชั่ง

4.7.2 ทำการทดลองเริ่มแรกจากระดับการจ่ายแรงดัน 4 โวลต์ ให้กับมอเตอร์ และทำการ
ทดลองซ้ำ 3 ครั้งจน จากนั้นปรับระดับการจ่ายแรงดันเป็น 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ เพื่อเปรียบเทียบ
ความแตกต่าง และบันทึกผลการทดลอง ดังตารางที่ 4.8

ตารางที่ 4.8 จ่ายแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ต่อปริมาณใบไม้ที่เก็บได้

ระดับแรงดันของแบตเตอรี่ (โวลต์)	ปริมาณใบไม้ (กรัม)								
	ระดับแรงดัน 4 โวลต์			ระดับแรงดัน 5 โวลต์			ระดับแรงดัน 6 โวลต์		
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3
เริ่มเปิดเครื่องดู = (10.5 โวลต์)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
แอลอีดี ดับ 1 ดวง = (10 โวลต์)	280.87	280.15	281.86	254.13	255.24	255.93	204.70	205.14	202.25
แอลอีดี ดับ 2 ดวง = (9.5 โวลต์)	524.38	522.64	523.03	615.87	615.23	618.94	679.38	680.02	678.50
แอลอีดี ดับ 3 ดวง = (9 โวลต์)	787.25	786.87	787.06	966.72	967.31	965.77	1,140.23	1,140.02	1,142.36
แอลอีดี ดับทุกดวง = (8.5 โวลต์)	948.60	949.78	949.54	1,204.73	1,203.07	1,207.45	1,324.08	1,325.12	1,324.60

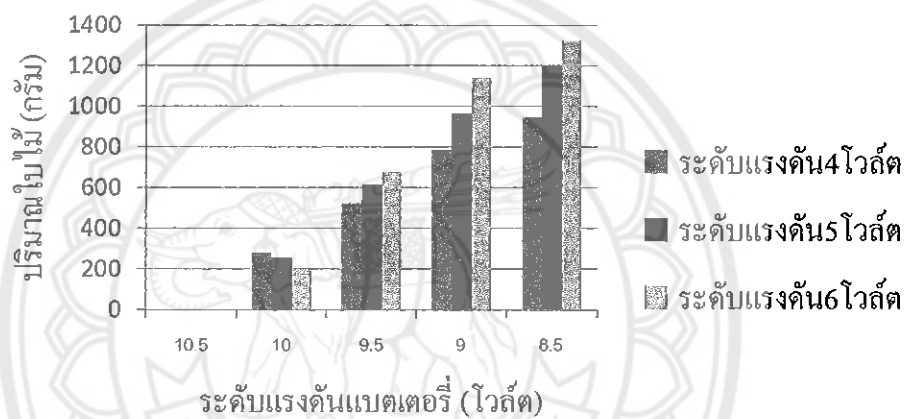
จากตารางที่ 4.8 นำเอาค่าจ่ายแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ต่อปริมาณใบไม้ที่เก็บได้
มาคำนวณหาค่าเฉลี่ยใบไม้ที่เก็บได้ ดังตารางที่ 4.9

ตารางที่ 4.9 จ่ายแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ต่อปริมาณใบไม้เฉลี่ยที่เก็บได้

ระดับแรงดันของแบตเตอรี่ (โวลต์)	ปริมาณเฉลี่ยของใบไม้ (กรัม)		
	ระดับแรงดัน 4 โวลต์	ระดับแรงดัน 5 โวลต์	ระดับแรงดัน 6 โวลต์
เริ่มเปิดเครื่องดู = (10.5 โวลต์)	0	0	0
แอลอีดี ดับ 1 ดวง = (10 โวลต์)	280.96	255.10	204.03
แอลอีดี ดับ 2 ดวง = (9.5 โวลต์)	523.35	616.68	679.30
แอลอีดี ดับ 3 ดวง = (9 โวลต์)	787.06	966.60	1,140.87
แอลอีดี ดับทุกดวง = (8.5 โวลต์)	948.64	1,205.75	1,324.60

จากตารางที่ 4.9 แสดงให้เห็นว่าจากการทดลองระดับแรงดัน 6 โวลต์ ที่จ่ายให้กับมอเตอร์นั้น มอเตอร์จะมีความเร็วรอบสูงทำให้เกิดปริมาณลมมาก และระยะเวลาการใช้งานน้อย แต่สามารถเก็บใบไม้ได้ในปริมาณมากที่สุด คือ 1,324.60 กรัม ส่วนแรงดัน 5 โวลต์ ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ สามารถเก็บใบไม้ได้น้อยกว่า ถึงแม้ว่าระยะเวลาใช้งานจะนานกว่าระดับแรงดัน 6 โวลต์ เนื่องจากมีปริมาณลมที่น้อยกว่า ทำให้สามารถเก็บใบไม้ได้ 1,205.75 กรัม และระดับแรงดัน 4 โวลต์ ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ใช้ระยะเวลาการใช้งานเครื่องนานที่สุด มีปริมาณลมน้อยที่สุด และจัดเก็บใบไม้ได้ปริมาณน้อยที่สุดเพียง 948.64 กรัม

ดังนั้นจึงสรุปได้ว่าที่ระดับแรงดัน 6 โวลต์ ที่จ่ายให้กับมอเตอร์ ถึงจะมีระยะเวลาใช้งานน้อยกว่า ระดับแรงดัน 5 โวลต์ และ 4 โวลต์ แต่สามารถเก็บใบไม้ได้ปริมาณที่มากกว่า ดังรูปที่ 4.16



รูปที่ 4.16 กราฟปริมาณใบไม้ต่อการจ่ายแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์

4.9 การหาประสิทธิภาพในการดูดใบไม้

การทดลองหาค่าประสิทธิภาพการดูดใบไม้ของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ เริ่มจากการเตรียมใบไม้แห้งใส่ลงในถุงเก็บใบไม้ของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้จนเต็มปริมาณบรรจุ แล้วนำไปชั่งน้ำหนัก พบว่ามีน้ำหนักเต็มปริมาณที่ 100 กรัม จากนั้นนำใบไม้ที่เตรียมไว้เทลงไปในพื้นเรียบกันเป็นแถวยาวความกว้างระหว่าง 2-3 เซนติเมตร สูง 1 เซนติเมตร ซึ่งกำหนดความกว้างและความสูงของใบไม้ไม่เกินขนาดของปากท่อดูด ซึ่งมีขนาดความยาว 2.6 เซนติเมตรสูง 1.1 เซนติเมตร จากใบไม้ 100 กรัมจะทำให้ได้ความยาวประมาณ 2.7 เมตร และทดลองดูดใบไม้ด้วยแรงดูดในระดับแรงดัน ระดับแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ตามลำดับ ดังรูปที่ 4.17



รูปที่ 4.17 ดูดใบไม้เพื่อหาประสิทธิภาพการเก็บใบไม้ของเครื่องดูด

จากการทดลองเริ่มต้นตั้งแต่ระดับแรงดัน 4 โวลต์ ทำการจับเวลา แล้วเซ็นเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ไปตามแนวของใบไม้ที่เรียงไว้ โดยแบ่งเวลาที่ใช้ในการดูดออกเป็น 3 ช่วง ตั้งแต่ 1 นาที 1 นาที 15 วินาที และ 1 นาที 30 วินาที ในการจับเวลานั้น เพื่อให้ได้ค่าความเร็วที่คงที่ในการดูดช่วยให้การทดลองสะดวกขึ้น เหตุผลที่เลือกช่วงเวลารับต้นที่ 1 นาทีเพราะเป็นช่วงเวลาที่ สามารถดูดใบไม้ได้ปริมาณมากเพราะความเร็วในการเคลื่อนที่นั้น ค่อนข้างช้า เพียง 0.045 เมตรต่อวินาที และถ้าใช้เวลาน้อยกว่านี้จะทำให้ต้องเคลื่อนที่เร็วขึ้น การดูดใบไม้จะไม่ได้ผลเต็มที่ และจะทำการแบ่งช่วงเวลาที่ต่างกัน 15 วินาที เพื่อให้เห็นข้อแตกต่างของประสิทธิภาพในการดูดที่ต่างกัน และจะสิ้นสุดที่ 90 วินาที เพราะถ้าใช้เวลามากกว่านี้ก็จะทำให้ดูดใบไม้หมดก่อน

การทดลองทำการเซ็นและดูดในรอบเดียวโดยไม่กลับมาดูดใบไม้ส่วนที่เครื่องดูดไม่สามารถดูดได้หมดซ้ำอีก และจะดูดไปจนสุดบริเวณที่เรียงใบไม้แห้งไว้และหยุดเวลา ทำการทดลองซ้ำแบบเดิมอยู่ 3 ครั้ง ในแต่ละช่วงเวลาที่ทำการจับเวลาไว้ เช่น จับเวลาในการดูด 1 นาที ในระยะทาง 2.7 เมตร คิดเป็นความเร็วจะเท่ากับ 0.045 เมตรต่อวินาที โดยใช้ระดับแรงดัน 4 โวลต์ เมื่อดูดเสร็จ จะทำการชั่งน้ำหนักหาปริมาณใบไม้ที่ดูดได้ในแต่ละครั้ง พร้อมทั้งบันทึกผลการทดลอง ครั้งที่ 1 แล้วทดลองซ้ำจนครบ 3 ครั้ง จึงปรับเวลาการทดลองเป็น 1 นาที 15 วินาที ในระยะทาง 2.7 เมตร และยังใช้แรงดันเท่าเดิมคือ 4 โวลต์ ทำการทดลองเช่นเดียวกับช่วงจับเวลา 1 นาที เมื่อครบเวลา 1 นาที 15 วินาที จึงจะเพิ่มเวลาในการดูดเป็น 1 นาที 30 วินาที คือจะเพิ่มเวลาขึ้นครั้งละ 15 วินาที แล้วก็เปลี่ยนระดับแรงดัน ขึ้นมาเป็น 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ตามลำดับ การทดลอง จะทำซ้ำแบบเดิม เพียงปรับเพิ่มระดับแรงดันขึ้นมา เพื่อให้เห็นความเร็วที่เหมาะสมในการใช้งาน ในแต่ละระดับแรงดัน ผลการทดลองแสดงดังตารางที่ 4.10

ตารางที่ 4.10 การทดลองในการดูดแต่ละช่วงเวลาของแต่ละระดับแรงดัน

ระดับ แรงดัน (โวลต์)	ปริมาณใบไม้ที่ดูดได้ (กรัม) ในแต่ละช่วงเวลาที่ระยะทาง 2.7 เมตร											
	1:00 นาที				1:15 นาที				1:30 นาที			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
4	26.42	25.51	27.82	26.58	34.83	35.23	34.52	34.86	42.82	41.23	42.14	42.06
5	46.68	47.59	48.38	47.55	61.86	61.21	62.34	61.80	76.82	77.88	77.24	77.31
6	66.01	64.12	63.93	64.72	76.03	74.32	73.83	74.73	92.52	91.23	92.44	92.06

จากตารางที่ 4.10 แสดงให้เห็นว่าในการดูดใบไม้ที่ระยะทาง 2.7 เมตร ยิ่งใช้เวลาในการดูดมาก หรือเคลื่อนที่ช้า ความสามารถในการดูดใบไม้ยิ่งเพิ่มมากขึ้น และในขณะที่ทำการปรับแรงดัน 5 โวลต์ ให้กับมอเตอร์นั้นใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่ดูดใบไม้มากกว่าระดับแรงดัน 4 โวลต์ ที่ง่าย ให้กับมอเตอร์ และสามารถดูดใบไม้ได้ในปริมาณที่มากกว่า เช่น ที่ระดับแรง 4 โวลต์ ใช้เวลาในการดูดใบไม้ 1 นาที 30 วินาที ที่ระยะทาง 2.7 เมตร หรือความเร็ว 0.03 เมตรต่อวินาที สามารถดูดใบไม้ได้ปริมาณเฉลี่ย 42.06 กรัม ขณะที่ระดับแรงดัน 5 โวลต์ ใช้เวลา 1 นาที ในการดูดใบไม้ที่ระยะทาง 2.7 เมตร ความเร็วเท่ากับ 0.045 เมตรต่อวินาที สามารถเก็บใบไม้ปริมาณเฉลี่ยได้ถึง 47.55 กรัม ด้วยระยะเวลาที่น้อยกว่า

ดังนั้นการหาประสิทธิภาพในการดูดใบไม้ จึงเลือกเอาค่าเฉลี่ยสูงสุดในการเก็บปริมาณใบไม้ได้ที่เวลา 1 นาที 30 วินาที ในแต่ละระดับแรงดันมาคำนวณ เนื่องจากต้องการทราบถึงประสิทธิภาพสูงสุดในการดูดใบไม้ของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ ซึ่งสามารถหาได้จากสูตร

$$\text{ประสิทธิภาพ} = \frac{\text{น้ำหนักใบไม้ที่เก็บได้}}{\text{น้ำหนักใบไม้ทั้งหมดที่ใช้ในการทดลอง}} \times 100 \quad (4.3)$$

จากค่าเฉลี่ยการทดลองในการดูดแต่ละช่วงเวลาของแต่ละระดับแรงดัน ที่หาได้จากตาราง 4.10 นำมาคำนวณหาประสิทธิภาพแล้วทำการบันทึกผล ดังแสดงในตารางที่ 4.11

ตารางที่ 4.11 คำนวณหาประสิทธิภาพการดูดใบไม้

แรงดันที่ง่าย ให้กับมอเตอร์ (โวลต์)	ความเร็วรอบ (รอบต่อนาที)	ปริมาณลม (ลบ.ซม./นาที)	ปริมาณ ก่อนเก็บ (กรัม)	ปริมาณที่ เก็บได้ (กรัม)	ประสิทธิภาพ (เปอร์เซ็นต์)	เวลาที่ใช้ต่อ ครั้ง (นาที)
4	5012.6	233.631	100	42.06	42	1:30
5	6063.3	332.896	100	77.31	77	1:30
6	7270.1	387.858	100	92.06	92	1:30

จากตารางที่ 4.11 แสดงผลการทดลองในการดูดใบไม้ 100 กรัม เพื่อหาค่าประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ จึงได้เลือกเอาช่วงเวลาที่เก็บใบไม้ได้ปริมาณมากที่สุดของแต่ละระดับแรงดัน มาคำนวณหาค่าประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องในแต่ละช่วงเวลา คือ 1 นาที 30 วินาที ของระดับแรงดัน 4 โวลต์ 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ จากตารางจะเห็นได้ว่าประสิทธิภาพสูงสุดของเครื่องอยู่ที่ระดับแรงดัน 6 โวลต์ มีค่าประสิทธิภาพ 92 เปอร์เซ็นต์ และรองลงมาคือที่ระดับแรงดัน 5 โวลต์ มีค่าประสิทธิภาพ 77 เปอร์เซ็นต์ ส่วนที่น้อยที่สุดคือที่ระดับแรงดัน 4 โวลต์ มีค่าประสิทธิภาพ 42 เปอร์เซ็นต์

ประสิทธิภาพในการดูดใบไม้ของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้นั้น ยิ่งมีความเร็วรอบที่สูงและปริมาณลมที่มากขึ้น จะทำให้มีประสิทธิภาพในการดูดมากขึ้นด้วย และจากการทดลองนี้ทำให้ทราบว่าหากใช้เวลาในการดูดใบไม้นาน หรือใช้ความเร็วในการเคลื่อนที่น้อย ความสามารถดูดใบไม้ได้ปริมาณที่มากขึ้นด้วย ดังตารางที่ 4.12 จะแสดงให้เห็นระยะเวลาที่ใช้ในการดูดใบไม้แห้ง 100 กรัม ที่เรียงไว้ ดังรูปที่ 4.15 ให้หมดนั้น จะใช้ระยะเวลาดังนั้นในแต่ละระดับแรงดัน โดยจะเริ่มตั้งแต่ระดับแรงดัน 4 โวลต์ ไปจนถึงระดับแรงดัน 6 โวลต์ แล้วทำการจับเวลา จะทำการทดลองที่คล้ายกับ ตารางที่ 4.10 จนกระทั่งดูดใบไม้ที่เรียงไว้หมด ก็ทำการหยุดเวลา และบันทึกผลลงใน ตาราง 4.12

ตารางที่ 4.12 การดูดใบไม้แห้ง 100 กรัม ต่อระยะเวลาที่ใช้

แรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์ (โวลต์)	การดูดใบไม้แห้ง 100 กรัม ต่อระยะเวลาที่ใช้ (นาที)			
	ครั้งที่ 1	ครั้งที่ 2	ครั้งที่ 3	เฉลี่ย
4	3:44	3:45	3:40	3:43
5	2:00	2:06	1:59	2:02
6	1:35	1:34	1:39	1:36

จากตารางที่ 4.12 จะเห็นได้ว่าที่ระดับแรงดัน 4 โวลต์ จะใช้ระยะเวลานานที่สุดคือ 3 นาที 43 วินาที ในการเก็บใบไม้ 100 กรัมให้หมด เพราะมีประสิทธิภาพในการดูดใบไม้น้อยเพียง 42 เปอร์เซ็นต์ เมื่อเทียบกับระดับแรงดัน 5 โวลต์ และ 6 โวลต์ ที่มีประสิทธิภาพในการดูด 77 เปอร์เซ็นต์ และ 92 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่งผลให้ระดับแรงดัน 6 โวลต์ ใช้เวลาน้อยที่สุดในการเก็บใบไม้แห้ง 100 กรัม คือ 1 นาที 36 วินาที เท่านั้น รองลงมาคือที่ระดับแรงดัน 5 โวลต์ ทำเวลาในการดูดใบไม้แห้ง 100 กรัม คือ 2 นาที 2 วินาที

สรุปได้ว่า ถ้าเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้แห้งมีประสิทธิภาพในการดูดสูง จะส่งผลให้การดูดใบไม้แห้งนั้นใช้เวลาในการดูดน้อยแต่สามารถดูดใบไม้แห้งได้ปริมาณที่มาก

บทที่ 5

บทสรุป และข้อเสนอแนะ

โครงการ เรื่อง เครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้โดยใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ ครั้งนี้ ผู้ดำเนินโครงการสามารถสรุปผลข้อจำกัดปัญหาที่เกิดขึ้นและแนวทางแก้ไข พร้อมทั้งข้อเสนอแนะแนวทางในการแก้ไขต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป

5.1 สรุปผลการดำเนินงาน

โครงการนี้ได้ออกแบบเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้เพื่ออำนวยความสะดวกในการทำความสะดวกเก็บใบไม้ที่หล่นตามบริเวณพื้น โดยใช้วงจรรักษาแรงดันแบบพีคดับลิวิตเอ็ม มาใช้ในการควบคุมความเร็วรอบของมอเตอร์ในการดูดใบไม้ และใช้พลังงานไฟฟ้าจากแบตเตอรี่ขนาด 12 โวลต์ โดยมีวงจรบอกระดับแรงดันของแบตเตอรี่ที่แสดงออกมาในรูปแบบหลอดแอลอีดี

การทดลองการวัดกระแสและความเร็วรอบของมอเตอร์นั้น เมื่อเพิ่มระดับแรงดันให้กับมอเตอร์ ตั้งแต่ระดับ 2 โวลต์ ไปจนถึง 6.5 โวลต์ ค่ากระแสจะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงที่มอเตอร์เริ่มหมุน และกระแสจะเริ่มนิ่งช่วงที่มอเตอร์มีความเร็วรอบประมาณ 4,500 รอบต่อนาทีขึ้นไป กระแสจะเพิ่มอย่างช้า ๆ แม้จะเพิ่มแรงดันมากขึ้นก็ตาม ด้านความเร็วลมและปริมาณลมจะเพิ่มขึ้นตามความเร็วรอบของมอเตอร์ที่เพิ่มขึ้นเสมอ และยังมีปริมาณลมมาก ประสิทธิภาพของเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้จะมากขึ้นด้วย

การทดลองการดูดใบไม้ พบว่า หากใบไม้ที่ทดลองมีขนาดเล็ก ความยาว ไม่เกิน 1.5 เซนติเมตร ความกว้างไม่เกิน 0.7 เซนติเมตร และเป็นใบ ไม้แห้ง จะช่วยทำให้เครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้สามารถดูดใบไม้ได้โดยไม่ติดปลายท่อดูด เพราะจากการทดลองดูดใบไม้ในปริมาณมาก และมีความหนาพบว่าไม่ติดขัดหรือตันปลายท่อ แต่ทั้งนี้ควรปรับแรงความเร็วรอบให้สูงขึ้นตามความหนาของกองใบไม้ให้เหมาะสม ด้านการใช้งานไม่ควรเปิดเครื่องทำการดูดใบไม้เป็นเวลานานจนเกินไป ควรมีการปิดพักเครื่องอย่างน้อย 5 นาที ทั้งนี้เพราะอาจก่อให้เกิดความร้อนและสร้างความเสียหายให้กับมอเตอร์ได้ ตลอดจนช่วยรักษาระยะเวลาการใช้งานของแบตเตอรี่ ซึ่งเมื่อทดลองใช้งานอย่างต่อเนื่องเต็มที่จากประจุเต็มจนประจุหมด พบว่าสามารถใช้งานได้ต่อเนื่อง 25-30 นาที เนื่องจากแบตเตอรี่มีขนาดเล็ก เก็บไฟได้น้อย จึงต้องชาร์จไฟบ่อยเมื่อใช้งานจริง

ในการดูดใบไม้นั้น ความเร็วที่ใช้ในการเคลื่อนที่เป็นอีกหนึ่งตัวแปรที่สำคัญ เพราะจากการทดลองถ้าเคลื่อนที่เร็วเกินไปจะส่งผลให้ใบไม้ดูดตันบริเวณปลายท่อดูด และถ้ากองใบไม้แห้งที่ดูด

มีความหนาแน่นมากกว่า 1 เซนติเมตร เครื่องดูดใบไม้จะดูดได้ช้าลงทำให้ใบไม้ติดปลายท่อ ควรเพิ่มความเร็วยรอบช่วย เช่น จากการทดลองดูดใบไม้ในระยะทาง 2.7 เมตร ใช้เวลาในการดูด 1 นาที คิดเป็นความเร็วเท่ากับ 0.045 เมตรต่อวินาที และปรับระดับแรงดันที่ 4 โวลต์ มีความเร็วลมเท่ากับ 1.5 เมตรต่อวินาที ปริมาณลมเท่ากับ 233.631 ลูกบาศก์เซนติเมตรต่อนาที ทำให้มีใบไม้แห้งอุดตันบริเวณปลายท่อดูดบ้างเล็กน้อย เนื่องจากมีความเร็วลมน้อย ปริมาณลมน้อย และการเคลื่อนที่ในการดูดค่อนข้างเร็วเกินไป ไม่เหมาะกับปริมาณลมของเครื่องดูด ต้องทำการเพิ่มระดับแรงดันให้กับมอเตอร์เพื่อให้มีความเร็วลมที่มากขึ้น ปริมาณลมมากขึ้น ทำให้เครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้มีประสิทธิภาพในการดูดใบไม้มากขึ้น และลดปัญหาใบไม้อุดตันปลายท่อดูด

5.2 ปัญหาและแนวทางการแก้ไข

5.2.1 การทดลองดูดใบไม้นั้น ถ้าใบไม้แห้งมีขนาดความหนาของกอบใบไม้แห้งมากกว่า 1.5 เซนติเมตรขึ้นไป จะทำให้ศักยภาพการดูดของเครื่องลดลง และมีใบไม้ติดอุดตันปลายท่อดูด แนวทางแก้ไขอาจเพิ่มขนาดของท่อดูดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อลดปัญหาที่ใบไม้จะมาติดตรงบริเวณปากท่อ ในขณะที่ดูด และควรเพิ่มความเร็วยรอบของมอเตอร์ให้สูงขึ้นด้วย

5.2.2 จากการทดลองแรงดูดของเครื่องดูดใบไม้ หรือปริมาณลมของเครื่องดูดใบไม้ มีค่าน้อย ดังนั้นควรเพิ่มขนาดของมอเตอร์ คือ ปรับใช้มอเตอร์ที่มีความเร็วยรอบสูงขึ้น จะช่วยให้มีแรงดูดเพิ่มขึ้น ปริมาณลมมากเพิ่มขึ้นด้วย

5.2.3 จากการทดลองเครื่องดูด พบว่าล้อที่ติดอยู่กับตัวเครื่องอาจติดขัดขณะลากขึ้นอยู่บ้าน หากเป็นไปในพื้นที่ทิศทางอื่นที่ไม่ราบเรียบเสมอกัน แนวทางการแก้ไขปัญหามองต้องเพิ่มขนาดของล้อให้ใหญ่ขึ้น เนื่องจากขนาดของล้อมีส่วนในการรับน้ำหนัก และลดแรงเสียดทานกับพื้น

5.2.4 ในการพัฒนาเครื่องต้นแบบเครื่องดูดใบไม้ครั้งนี้ ยังมีข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ในการดูดใบไม้ ซึ่งสามารถทำได้ในขนาดพื้นที่จำกัด ไม่กว้างมากนัก เนื่องจากเครื่องมีขนาดเล็ก แนวทางการแก้ไขปัญหามองเพิ่มขนาดของเครื่องให้ใหญ่ขึ้น มีแรงดูด และปริมาณลมสูงขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนาต่อไป

5.3.1 ควรเพิ่มขนาดของตัวเครื่อง มอเตอร์ ใบพัด และขนาดของปากท่อดูดให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เพื่อลดการติดขัดของใบไม้ และเพิ่มขนาดลูกเก็บใบไม้สำหรับการจัดเก็บใบไม้ขนาดใหญ่ และลดข้อจำกัดเรื่องพื้นที่ได้

5.3.3 ควรเพิ่มขนาดของมอเตอร์ให้มีความแรง และความเร็วยรอบมากขึ้น

5.3.4 เพิ่มขนาดมิลลิแอมป์ต่อชั่วโมงของแบตเตอรี่ให้สามารถใช้งานได้ยาวนานขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] บริษัท ทูลโปรเฟสชั่น จำกัด. (24 ธันวาคม 2557). เครื่องดูด-เป่าใบไม้ไฟฟ้า BOSCH รุ่น ALS 25. สืบค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://www.toolmartonline.com>.
- [2] บริษัท เคเลนอร์ จำกัด. เครื่องดูดและเป่าใบไม้ EBV260. สืบค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://www.thaiauger.com>
- [3] บริษัท เคเลนอร์ จำกัด. เครื่องดูดใบไม้ปากเปิด 6.5 แรงม้า. สืบค้นเมื่อ 8 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://www.thaiauger.com/AL/3344>
- [4] นพภาพร พานิช และคณะ. (2547). ตำราระบบบำบัดมลพิษอากาศ. กรุงเทพฯ: ศูนย์บริการวิชาการแห่งจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.
- [5] สำนักบริหารจัดการน้ำ. (7 ตุลาคม 2552). ความรู้เกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้า ตอนที่ 2 ชนิดของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง. สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor2.htm>
- [6] สำนักบริหารจัดการน้ำ (7 ตุลาคม 2552). ความรู้เกี่ยวกับมอเตอร์ไฟฟ้า ตอนที่ 1 โครงสร้างของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง. สืบค้นเมื่อ 10 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://202.129.59.73/tn/motor10-52/motor1.htm>.
- [7] ฟิสิกส์ราชมงคล. (20 กันยายน 2554). ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์เบื้องต้น. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2558, จาก <http://www.rmutphysics.com/charud/sciobook/electric4>
- [8] โยธิน เปรมปราชญ์. (2526). วิเคราะห์และออกแบบระบบควบคุมมอเตอร์. กรุงเทพฯ: สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า วิทยาเขตเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.
- [9] ศุภฤกษ์ อัคราวิทยาพันธุ์. (2557). “แบตเตอรี่เก็บพลังงานแห่งอนาคต”, วารสารเพื่อการพัฒนาเทคโนโลยีวัสดุ. ฉบับที่ 13. (ตุลาคม-ธันวาคม).
- [10] โซล่า สมายด์ โนว์เลจัน. (17 กุมภาพันธ์ 2557). ความรู้โซล่าเซลล์ฉบับเรียบง่าย. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2558, จาก <https://solarsmilcknowledge.wordpress.com/battery>.
- [11] บริษัท ฟิวเจอร์คิท มาร์เก็ตติ้ง จำกัด. (20 เมษายน 2558). เครื่องบอกแรงดันแบตเตอรี่แบบ LED 8 ดวง. สืบค้นเมื่อ 12 พฤศจิกายน 2558, จาก http://www.futurekit.com/manual/future/eng/PDF_FK9/FK939TE-1_A3.pdf





รายละเอียดข้อมูลของอุปกรณ์วงจรขั้วแรงดันแบตเตอรี่ -LM324

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

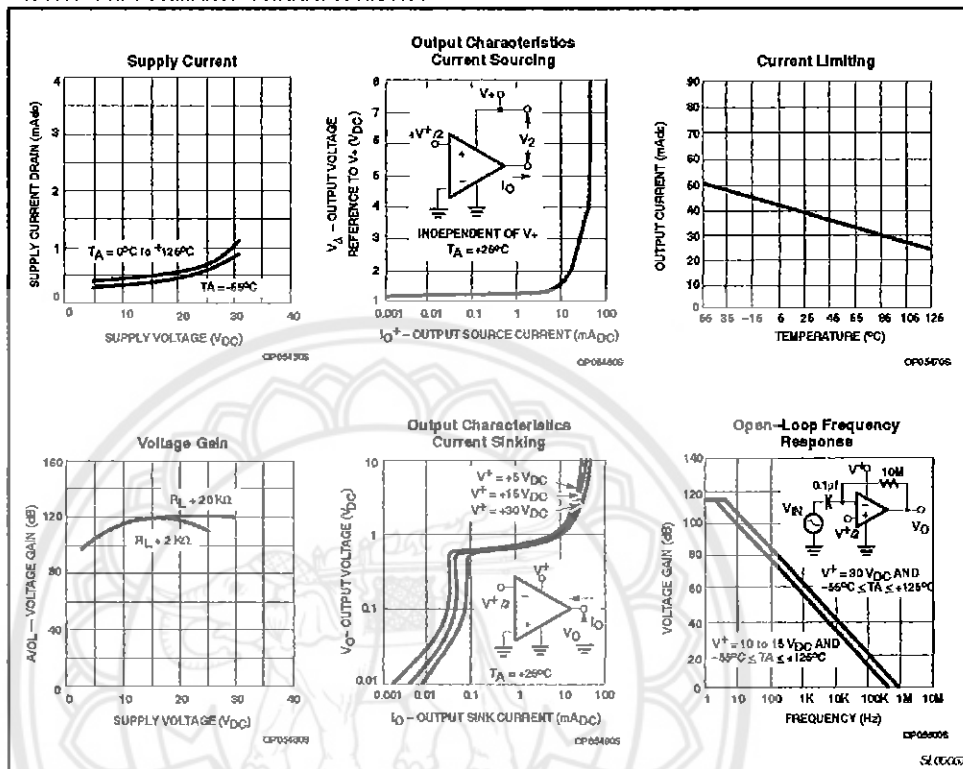


Figure 3. Typical Performance Characteristics

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

EQUIVALENT CIRCUIT

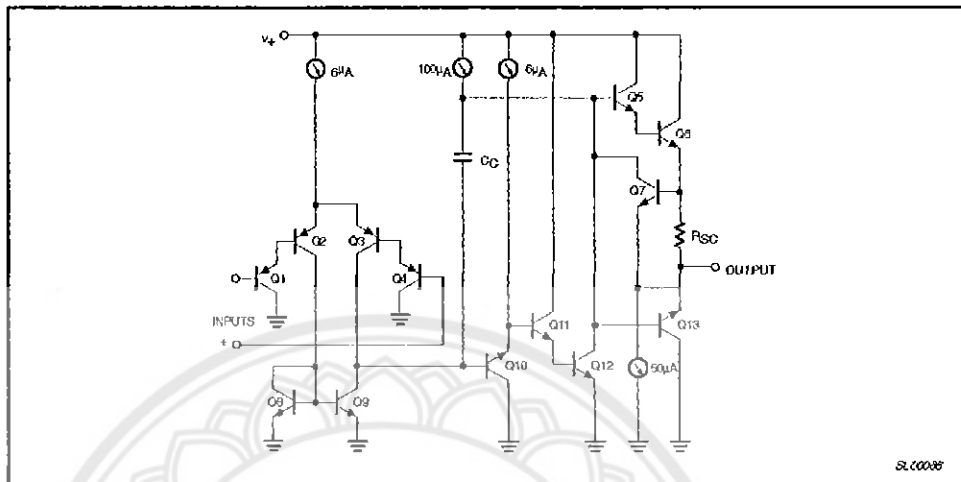


Figure 2. Equivalent Circuit

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)

 $V_{CC}=5V$, $T_A=25^\circ C$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM324A			UNIT
			Min	Typ	Max	
V_{OS}	Offset voltage ¹	$R_S=0\Omega$		±2	±3	mV
		$R_S=0\Omega$, over temp.			±5	
$\Delta V_{OS}/\Delta T$	Temperature drift	$R_S=0\Omega$, over temp.		7	30	$\mu V/^\circ C$
I_{BAS}	Input current ²	$I_{N(+)} \text{ or } I_{N(-)}$		45	100	nA
		$I_{N(+)} \text{ or } I_{N(-)}$, over temp.		40	200	
$\Delta I_{BAS}/\Delta T$	Temperature drift	Over temp.		50		$\mu A/^\circ C$
I_{OS}	Offset current	$I_{N(+)}-I_{N(-)}$		15	±30	nA
		$I_{N(+)}-I_{N(-)}$, over temp.			±75	
$\Delta I_{OS}/\Delta T$	Temperature drift	Over temp.		10	300	$\mu A/^\circ C$
V_{CM}	Common-mode voltage range ³	$V_{CC}\leq 30V$	0		$V_{CC}-1.5$	V
		$V_{CC}\leq 30V$, over temp.	0		$V_{CC}-2$	V
CMRR	Common-mode rejection ratio	$V_{CC}=30V$	65	85		dB
V_{OUT}	Output voltage swing	$R_L=2k\Omega$, $V_{CC}=30V$, over temp.	26			V
V_{OH}	Output voltage high	$R_L\leq 10k\Omega$, $V_{CC}=30V$, over temp.	27	28		V
V_{OL}	Output voltage low	$R_L\leq 10k\Omega$, over temp.		5	20	mV
I_{CC}	Supply current	$R_L=\infty$, $V_{CC}=30V$, over temp.		1.5	3	mA
		$R_L=\infty$, over temp.		0.7	1.2	
A_{VOL}	Large-signal voltage gain	$V_{CC}=15V$ (for large V_O swing), $R_L\geq 2k\Omega$	25	100		V/mV
		$V_{CC}=15V$ (for large V_O swing), $R_L\geq 2k\Omega$, over temp.	15			V/mV
	Amplifier-to-amplifier coupling ⁵	$f=1kHz$ to $20kHz$, input referred		-120		dB
PSRR	Power supply rejection ratio	$R_S=0\Omega$	65	100		dB
I_{OUT}	Output current source	$V_{N+}=+1V$, $V_{N-}=0V$, $V_{CC}=15V$	20	40		mA
		$V_{N+}=+1V$, $V_{N-}=0V$, $V_{CC}=15V$, over temp.	10	20		
	Output current sink	$V_{N+}=+1V$, $V_{N-}=0V$, $V_{CC}=15V$	10	20		mA
		$V_{N+}=+1V$, $V_{N-}=0V$, $V_{CC}=15V$, over temp.	5	8		
		$V_{N+}=+1V$, $V_{N-}=0V$, $V_O=200mV$	12	50		
I_{SC}	Short-circuit current ⁴		10	40	60	mA
V_{DIFF}	Differential input voltage ³				V_{CC}	V
GBW	Unity gain bandwidth			1		MHz
SR	Slew rate			0.3		V/ μs
V_{NOISE}	Input noise voltage	$f=1kHz$		40		nV/ \sqrt{Hz}

NOTES:

- $V_O = 1.4V_{DC}$, $R_S=0\Omega$ with V_{CC} from 5V to 30V and over full input common-mode range ($0V_{DC}$ to $V_{CC}-1.5V$).
- The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.
- The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is $V_{CC}-1.5$, but either or both inputs can go to +32V without damage.
- Short circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 40mA independent of the magnitude of V_{CC} . At values of supply voltage in excess of +15V_{DC}, continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction. Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.
- Due to proximity of external components, insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of coupling increases at higher frequencies.

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

V_{CC}=5V, T_A=25°C unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	LM124/LM224			LM324/SA634/LM2902			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V _{OS}	Offset voltage ¹	R _S =0Ω		±2	±5		±2	±7	mV
		R _S =0Ω, over temp.			±7			±9	
ΔV _{OS} /ΔT	Temperature drift	R _S =0Ω, over temp.		7			7		μV/°C
I _{BAS}	Input current ²	I _N (+) or I _N (-)		45	150		45	250	nA
		I _N (+) or I _N (-), over temp.		40	300		40	500	
ΔI _{BAS} /ΔT	Temperature drift	Over temp.		50			50		pA/°C
I _{OS}	Offset current	I _N (+) - I _N (-)		±3	±30		±5	±50	nA
		I _N (+) - I _N (-), over temp.			±100			±150	
ΔI _{OS} /ΔT	Temperature drift	Over temp.		10			10		pA/°C
V _{CM}	Common-mode voltage range ³	V _{CC} ≤30V	0		V _{CC} -1.5	0		V _{CC} -1.5	V
		V _{CC} ≤30V, over temp.	0		V _{CC} -2	0		V _{CC} -2	
CMRR	Common-mode rejection ratio	V _{CC} =30V	70	85		65	70		dB
V _{OUT}	Output voltage swing	R _L =2kΩ, V _{CC} =30V, over temp.	26			26			V
V _{OH}	Output voltage high	R _L ≤10kΩ, V _{CC} =30V, over temp.	27	28		27	28		V
V _{OL}	Output voltage low	R _L ≤10kΩ, over temp.		5	20		5	20	mV
I _{CC}	Supply current	R _L =∞, V _{CC} =30V, over temp.		1.5	3		1.5	3	mA
		R _L =∞, over temp.		0.7	1.2		0.7	1.2	
A _{VOL}	Large-signal voltage gain	V _{CC} =15V (for large V _O swing), R _L ≥2kΩ	50	100		25	100		V/mV
		V _{CC} =15V (for large V _O swing), R _L ≥2kΩ, over temp.	25			15			
	Amplifier-to-amplifier coupling ⁶	f=1kHz to 20kHz, input referred		-120			-120		dB
PSRR	Power supply rejection ratio	R _S ≤0Ω	65	100		65	100		dB
I _{OUT}	Output current source	V _N +1V, V _N -0V, V _{CC} =15V	20	40		20	40		mA
		V _N +1V, V _N -0V, V _{CC} =15V, over temp.	10	20		10	20		
	Output current sink	V _N +1V, V _N +0V, V _{CC} =15V	10	20		10	20		
		V _N +1V, V _N +0V, V _{CC} =15V, over temp.	5	8		5	8		
		V _N +1V, V _N +0V, V _O =200mV	12	50		12	50		μA
I _{SC}	Short-circuit current ⁴		10	40	60	10	40	60	mA
GBW	Unity gain bandwidth			1			1		MHz
SR	Slew rate			0.3			0.3		V/μs
V _{NOISE}	input noise voltage	f=1kHz		40			40		nV/√Hz
V _{DIF}	Differential input voltage ⁵				V _{CC}			V _{CC}	V

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	32 or ± 16	V_{DC}
V_{IN}	Differential input voltage	32	V_{DC}
V_{IN}	Input voltage	-0.3 to +32	V_{DC}
P_D	Maximum power dissipation, $T_A=25^\circ\text{C}$ (still-air) ¹		
	N package	1420	mW
	F package	1100	mW
	D package	1040	mW
	Output short-circuit to GND one amplifier ² $V_{CC}<15V_{DC}$ and $T_A=25^\circ\text{C}$	Continuous	
I_{IN}	Input current ($V_{IN}<0.3V$) ³	50	mA
T_A	Operating ambient temperature range		
	LM324/A	0 to +70	$^\circ\text{C}$
	LM224	-25 to +85	$^\circ\text{C}$
	SA534	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
	LM2902	-40 to +125	$^\circ\text{C}$
	LM124	-55 to +125	$^\circ\text{C}$
T_{STG}	Storage temperature range	-65 to +150	$^\circ\text{C}$
T_{SOLD}	Lead soldering temperature (10sec max)	300	$^\circ\text{C}$

NOTES:

- Derate above 25°C at the following rates:
F package at $9.5\text{mW}/^\circ\text{C}$
N package at $11.4\text{mW}/^\circ\text{C}$
D package at $8.3\text{mW}/^\circ\text{C}$
- Short-circuits from the output to V_{CC+} can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 40mA, independent of the magnitude of V_{CC+} . At values of supply voltage in excess of $+15V_{DC}$ continuous short-circuits can exceed the power dissipation ratings and cause eventual destruction.
- This input current will only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistors becoming forward biased and thereby acting as input bias clamps. In addition, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This action can cause the output voltages of the op amps to go to the $V+$ rail (or to ground for a large overdrive) during the time that the input is driven negative.

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

DESCRIPTION

The LM124/SA534/LM2902 series consists of four independent, high-gain, internally frequency-compensated operational amplifiers designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages.

UNIQUE FEATURES

In the linear mode, the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.

The unity gain crossover frequency and the input bias current are temperature-compensated.

FEATURES

- Internally frequency-compensated for unity gain
- Large DC voltage gain: 100dB
- Wide bandwidth (unity gain): 1MHz (temperature-compensated)
- Wide power supply range: Single supply: $3V_{DC}$ to $30V_{DC}$ or dual supplies: $\pm 1.5V_{DC}$ to $\pm 15V_{DC}$
- Very low supply current drain: essentially independent of supply voltage (1mW/op amp at $+5V_{DC}$)
- Low input biasing current: $45nA_{DC}$ (temperature-compensated)
- Low input offset voltage: $2mV_{DC}$ and offset current: $5nA_{DC}$
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage: $0V_{DC}$ to $V_{CC}-1.5V_{DC}$ swing

ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-55°C to +125°C	LM124N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	LM124F	0581B
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-25°C to +85°C	LM224N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-25°C to +85°C	LM224F	0581B
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-25°C to +85°C	LM224D	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0°C to +70°C	LM324N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	0°C to +70°C	LM324F	0581B
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0°C to +70°C	LM324D	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0°C to +70°C	LM324AN	SOT27-1
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0°C to +70°C	LM324AD	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +85°C	SA534N	SOT27-1
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-40°C to +85°C	SA534F	0581B
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-40°C to +85°C	SA534D	SOT108-1
14-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-40°C to +125°C	LM2902D	SOT108-1
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +125°C	LM2902N	SOT27-1

PIN CONFIGURATION

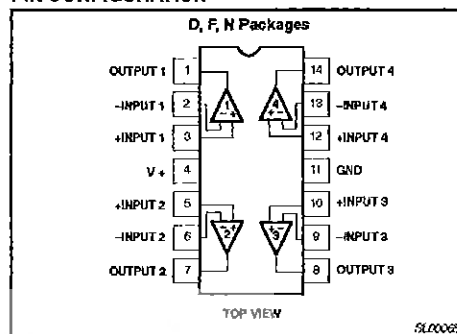


Figure 1. Pin Configuration

Low power quad op amps

LM124/224/324/324A/
SA534/LM2902

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS (Continued)

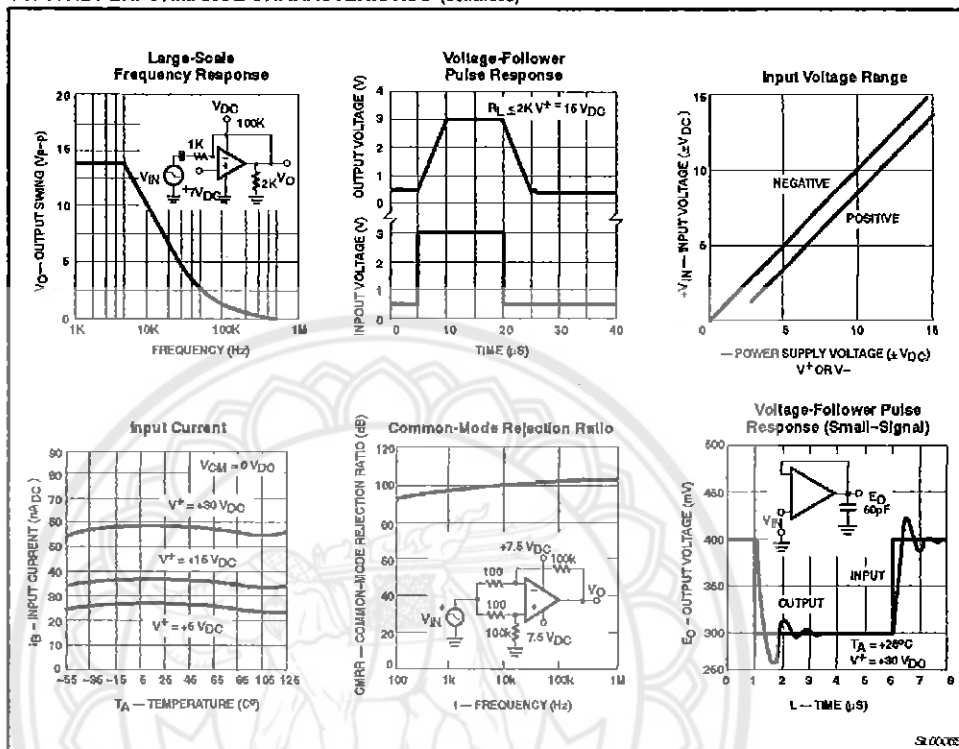


Figure 4. Typical Performance Characteristics (cont.)

TYPICAL APPLICATIONS

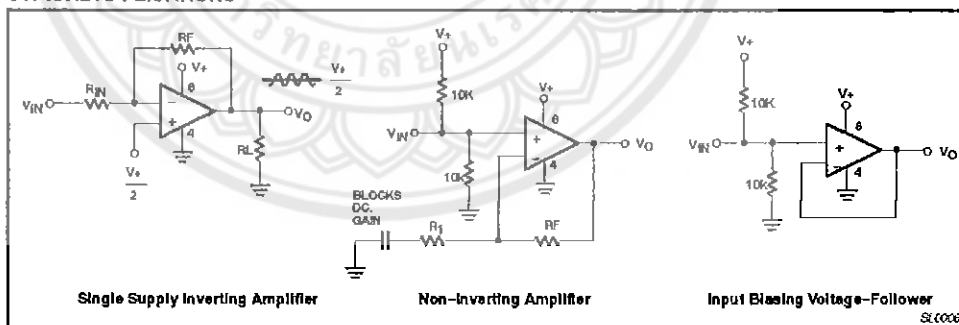


Figure 5. Typical Applications

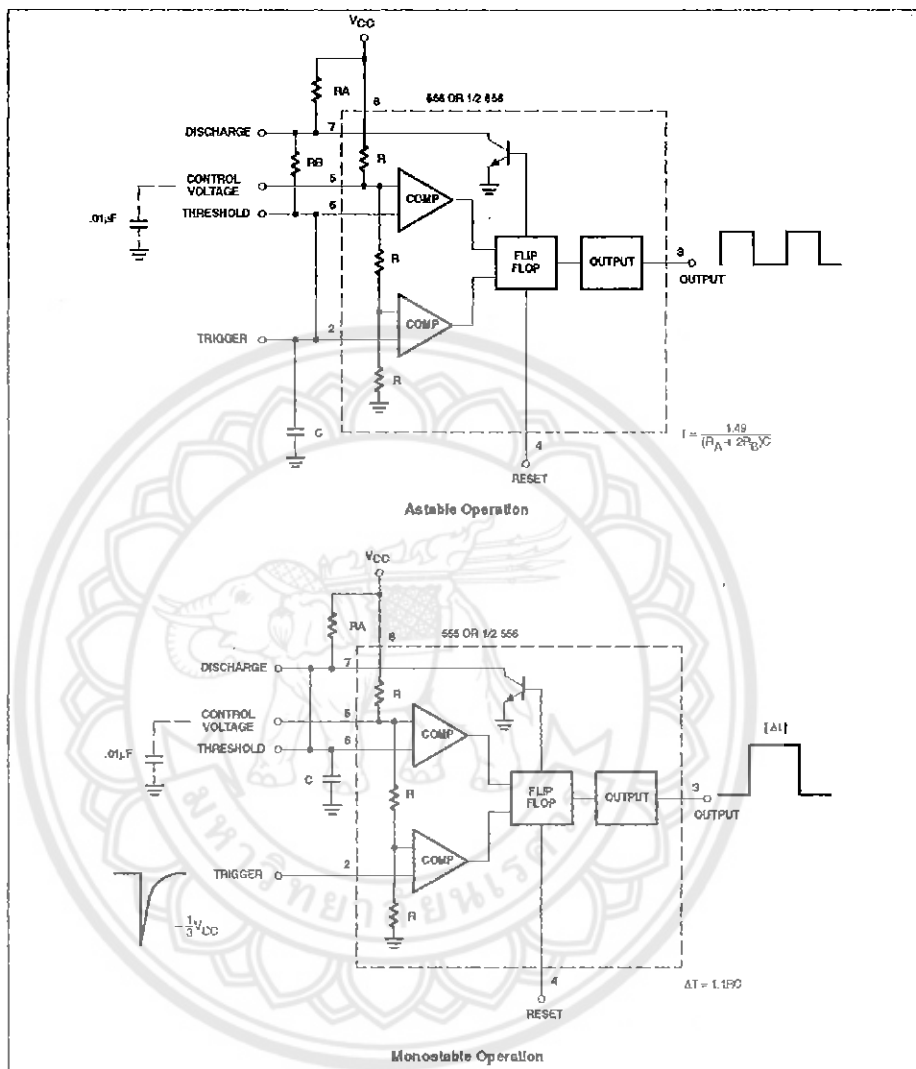


รายละเอียดข้อมูลของไอซีตัวที่ 1 SE555 - สร้างสัญญาฉบับที่

Timer

NE/SA/SE555/SE555C

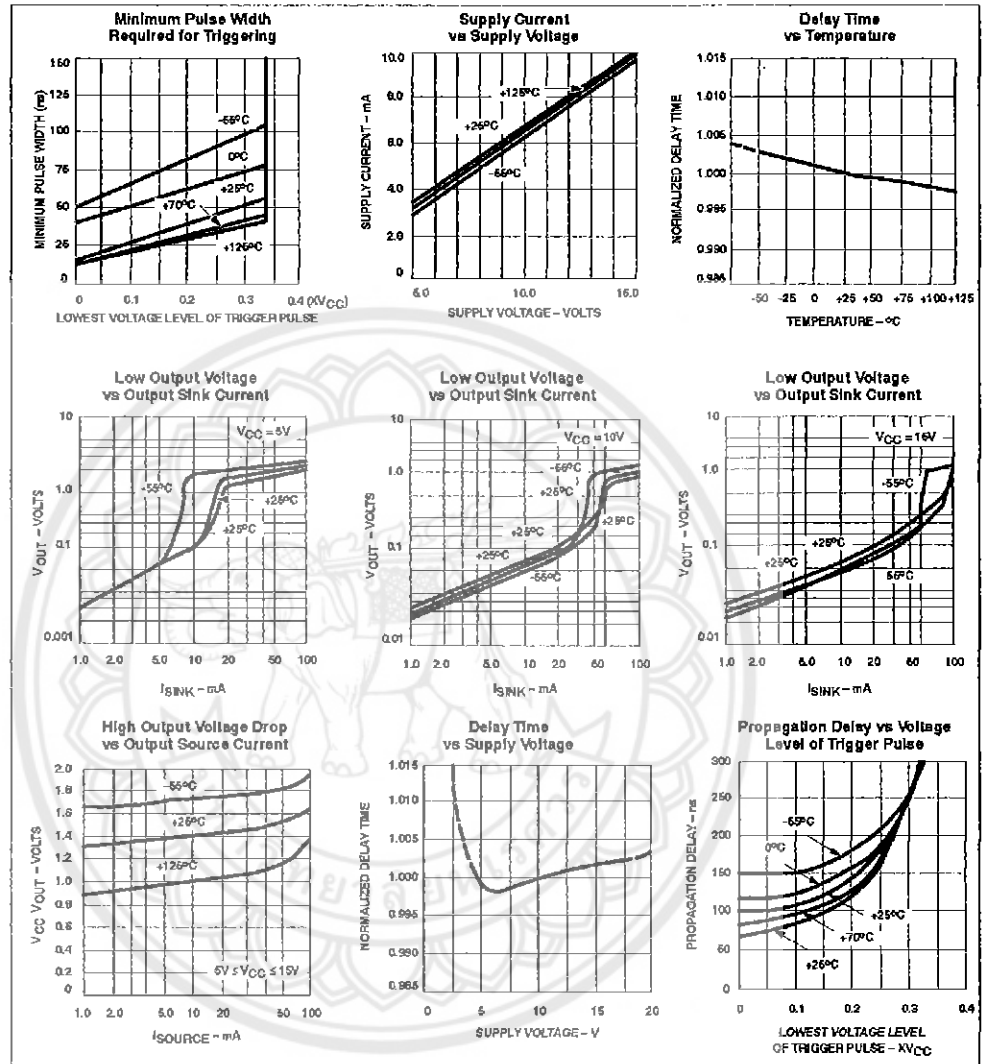
TYPICAL APPLICATIONS



Timer

NE/SA/SE555/SE555C

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS



Timer

NE/SA/SE555/SE555C

DC AND AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

$T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} = +5\text{V}$ to $+15$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	TEST CONDITIONS	SE555			NE555/SE555C			UNIT
			Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
V_{CC}	Supply voltage		4.5		18	4.5		16	V
I_{CC}	Supply current (low state) ¹	$V_{CC}=5\text{V}$, $R_L=\infty$ $V_{CC}=15\text{V}$, $R_L=\infty$		3 10	5 12		3 10	6 15	mA
t_w $\Delta t_w/\Delta T$ $\Delta t_w/\Delta V_S$	Timing error (monostable) Initial accuracy ² Drift with temperature Drift with supply voltage	$R_A=2\text{k}\Omega$ to $100\text{k}\Omega$ $C=0.1\mu\text{F}$		0.5 30 0.05	2.0 100 0.2		1.0 50 0.1	3.0 150 0.5	% ppm/ $^\circ\text{C}$ %/V
t_A $\Delta t_A/\Delta T$ $\Delta t_A/\Delta V_B$	Timing error (astable) Initial accuracy ² Drift with temperature Drift with supply voltage	$R_A, R_B=1\text{k}\Omega$ to $100\text{k}\Omega$ $C=0.1\mu\text{F}$ $V_{CC}=15\text{V}$		4 0.15	6 500 0.6		5 0.3	13 500 1	% ppm/ $^\circ\text{C}$ %/V
V_C	Control voltage level	$V_{CC}=15\text{V}$ $V_{CC}=5\text{V}$	9.6 2.9	10.0 3.33	10.4 3.8	9.0 2.6	10.0 3.33	11.0 4.0	V
V_{IH}	Threshold voltage	$V_{CC}=15\text{V}$ $V_{CC}=5\text{V}$	9.4 2.7	10.0 3.33	10.6 4.0	8.8 2.4	10.0 3.33	11.2 4.2	V
I_{TH}	Threshold current ³			0.1	0.25		0.1	0.25	μA
V_{TRIG}	Trigger voltage	$V_{CC}=15\text{V}$ $V_{CC}=5\text{V}$	4.8 1.45	5.0 1.67	5.2 1.9	4.5 1.1	1.67 2.2	5.6 2.2	V
I_{TRIG}	Trigger current	$V_{TRIG}=0\text{V}$		0.5	0.9		0.5	2.0	μA
V_{RESET}	Reset voltage ⁴	$V_{CC}=15\text{V}$, $V_{TH}=10.5\text{V}$	0.3		1.0	0.3		1.0	V
I_{RESET}	Reset current	$V_{RESET}=0.4\text{V}$		0.1	0.4		0.1	0.4	mA
	Reset current	$V_{RESET}=0\text{V}$		0.4	1.0		0.4	1.5	mA
V_{OL}	Output voltage (low)	$V_{CC}=15\text{V}$ $I_{SINK}=10\text{mA}$ $I_{SINK}=50\text{mA}$ $I_{SINK}=100\text{mA}$ $I_{SINK}=200\text{mA}$ $V_{CC}=5\text{V}$ $I_{SINK}=8\text{mA}$ $I_{SINK}=5\text{mA}$		0.1 0.4 2.0 2.5	0.15 0.5 2.2		0.1 0.4 2.0 2.5	0.25 0.75 2.5	V
V_{OH}	Output voltage (high)	$V_{CC}=15\text{V}$ $I_{SOURCE}=200\text{mA}$ $I_{SOURCE}=100\text{mA}$ $V_{CC}=5\text{V}$ $I_{SOURCE}=100\text{mA}$	13.0 3.0	12.5 3.3		12.75 2.75	12.5 3.3		V
t_{OFF}	Turn-off time ⁵	$V_{RESET}=V_{CC}$		0.5	2.0		0.5	2.0	μs
t_R	Rise time of output			100	200		100	300	ns
t_F	Fall time of output			100	200		100	300	ns
	Discharge leakage current			20	100		20	100	nA

NOTES:

- Supply current when output high typically 1mA less.
- Tested at $V_{CC}=5\text{V}$ and $V_{CC}=15\text{V}$.
- This will determine the max value of R_A+R_B , for 15V operation, the max total $R=10\text{M}\Omega$, and for 5V operation, the max. total $R=3.4\text{M}\Omega$.
- Specified with trigger input high.
- Time measured from a positive going input pulse from 0 to $0.8 \times V_{CC}$ into the threshold to the drop from high to low of the output. Trigger is tied to threshold.

Timer

NE/SA/SE555/SE555C

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

SYMBOL	PARAMETER	RATING	UNIT
V _{CC}	Supply voltage		
	SE555	+18	V
	NE555, SE555C, SA555	+16	V
P _D	Maximum allowable power dissipation ¹	600	mW
T _A	Operating ambient temperature range		
	NE555	0 to +70	°C
	SA555	-40 to +85	°C
	SE555, SE555C	-55 to +125	°C
T _{STG}	Storage temperature range	-65 to +150	°C
T _{SOLD}	Lead soldering temperature (10sec max)	+300	°C

NOTES:

1. The junction temperature must be kept below 125°C for the D package and below 150°C for the FE, N and F packages. At ambient temperatures above 25°C, where this limit would be derated by the following factors:

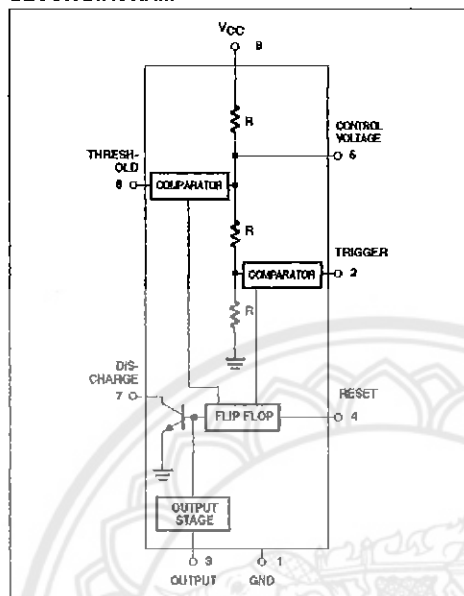
- D package 160°C/W
- FE package 150°C/W
- N package 100°C/W
- F package 105°C/W



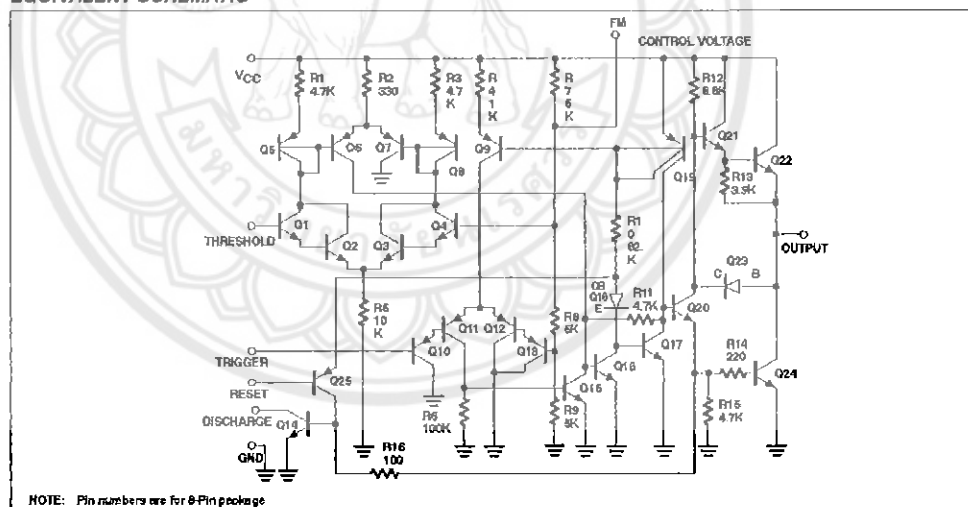
Timer

NE/SA/SE555/SE555C

BLOCK DIAGRAM



EQUIVALENT SCHEMATIC



Timer

NE/SA/SE555/SE555C

DESCRIPTION

The 555 monolithic timing circuit is a highly stable controller capable of producing accurate time delays, or oscillation. In the time delay mode of operation, the time is precisely controlled by one external resistor and capacitor. For a stable operation as an oscillator, the free running frequency and the duty cycle are both accurately controlled with two external resistors and one capacitor. The circuit may be triggered and reset on falling waveforms, and the output structure can source or sink up to 200mA.

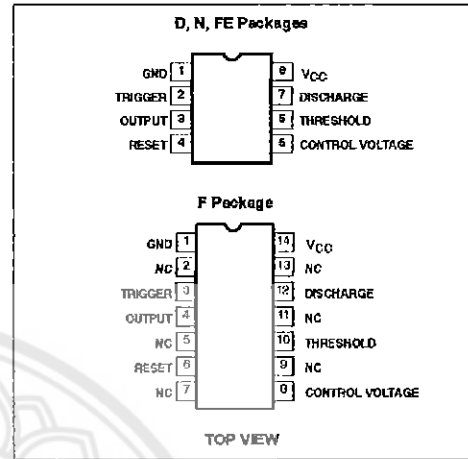
FEATURES

- Turn-off time less than τ_{is}
- Max. operating frequency greater than 500kHz
- Timing from microseconds to hours
- Operates in both astable and monostable modes
- High output current
- Adjustable duty cycle
- TTL compatible
- Temperature stability of 0.005% per °C

APPLICATIONS

- Precision timing
- Pulse generation
- Sequential timing
- Time delay generation
- Pulse width modulation

PIN CONFIGURATIONS



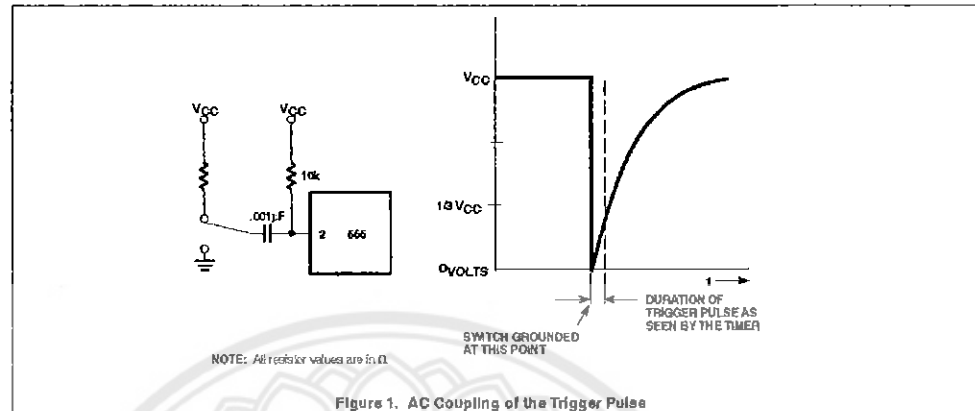
ORDERING INFORMATION

DESCRIPTION	TEMPERATURE RANGE	ORDER CODE	DWG #
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	0 to +70°C	NE555D	0174C
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	0 to +70°C	NE555N	0404B
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-40°C to +85°C	SA555N	0404B
8-Pin Plastic Small Outline (SO) Package	-40°C to +85°C	SA555D	0174C
8-Pin Hermetic Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	SE555CFE	
8-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-55°C to +125°C	SE555CN	0404B
14-Pin Plastic Dual In-Line Package (DIP)	-55°C to +125°C	SE555N	0406B
8-Pin Hermetic CerDip	-55°C to +125°C	SE555FE	
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	0 to +70°C	NE555F	0581B
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	SE555F	0581B
14-Pin Ceramic Dual In-Line Package (CERDIP)	-55°C to +125°C	SE555CF	0581B

Timer

NE/SA/SE555/SE555C

TYPICAL APPLICATIONS



Trigger Pulse Width Requirements and Time Delays

Due to the nature of the trigger circuitry, the timer will trigger on the negative going edge of the input pulse. For the device to time out properly, it is necessary that the trigger voltage level be returned to some voltage greater than one third of the supply before the time out period. This can be achieved by making either the trigger pulse sufficiently short or by AC coupling into the trigger. By AC coupling the trigger, see Figure 1, a short negative going pulse is achieved when the trigger signal goes to ground. AC coupling is most frequently used in conjunction with a switch or a signal that goes to ground which initiates the timing cycle. Should the trigger be held low, without AC coupling, for a longer duration than the timing cycle the output will remain in a high state for the duration of the low trigger signal, without regard to the threshold comparator state. This is due to the predominance of Q_{15} on the base of Q_{16} , controlling the state of the bi-stable flip-flop. When the trigger signal then returns to a high level, the output will fall immediately. Thus, the output signal will follow the trigger signal in this case.

Another consideration is the "turn-off time". This is the measurement of the amount of time required after the threshold reaches $2/3 V_{CC}$ to turn the output low. To explain further, Q_1 at the threshold input turns on after reaching $2/3 V_{CC}$, which then turns on Q_6 , which turns on Q_5 . Current from Q_5 turns on Q_{16} which turns Q_{17} off. This allows current from Q_{19} to turn on Q_{20} and Q_{24} to give an output low. These steps cause the 2µs max. delay as stated in the data sheet.

Also, a delay comparable to the turn-off time is the trigger release time. When the trigger is low, Q_{10} is on and turns on Q_{11} which turns on Q_{15} . Q_{15} turns off Q_{16} and allows Q_{17} to turn on. This turns off current to Q_{20} and Q_{24} , which results in output high. When the trigger is released, Q_{10} and Q_{11} shut off, Q_{15} turns off, Q_{16} turns on and the circuit then follows the same path and time delay explained as "turn off time". This trigger release time is very important in designing the trigger pulse width so as not to interfere with the output signal as explained previously.



ภาคผนวก ค

รายละเอียดข้อมูลของไอซีตัวที่ 2 - 78L05 - วงจรเร็คกูเลเตอร์

NEC

μPC78L00 Series

RECOMMENDED SOLDERING CONDITIONS

The following conditions (see table below) must be met when soldering this product.

Please consult with our sales offices in case other soldering process is used, or in case soldering is done under different conditions.

<TYPES OF SURFACE MOUNT DEVICE>

For more details, refer to our document "SMT MANUAL" (IEI-1207).

[μPC78L00T Series]

Soldering process	Soldering condition	Symbol
Infrared ray reflow	Peak package's surface temperature: 230 °C or below, Reflow time: 30 seconds or below (210 °C or higher), Number of reflow process: 1, Exposure limit*: None	IR30-00
VPS	Peak package's surface temperature: 215 °C or below, Reflow time: 40 seconds or below (200 °C or higher), Number of reflow process: 1, Exposure limit*: None	VP15-00

*: Exposure limit before soldering after dry-pack package is opened. Storage conditions: 25 °C and relative humidity at 65% or less.

Note: Do not apply more than a single process at once, except for "Partial heating method".

<TYPES OF THROUGH HOLE MOUNT DEVICE>

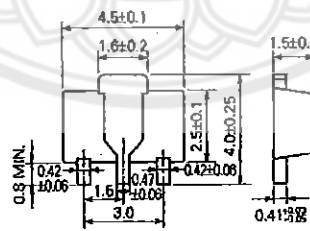
[μPC78L00J Series]

Soldering process	Soldering condition	Symbol
Wave soldering	Solder temperature: 260 °C or below, Flow time: 10 seconds or below	

NEC

μPC78L00 Series

μPC78L00T Series



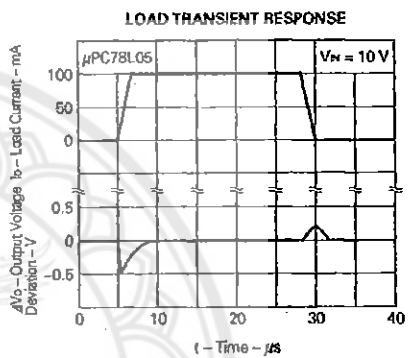
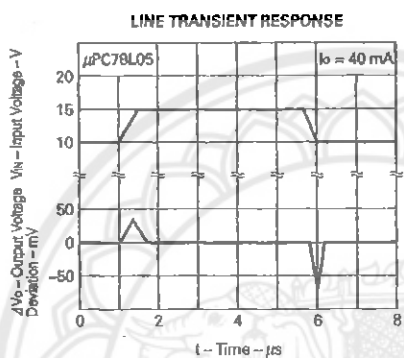
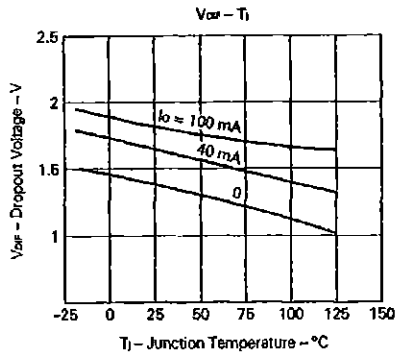
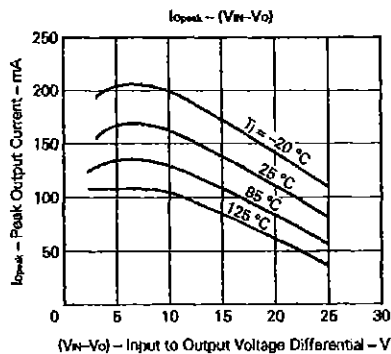
PACKAGE DIMENSIONS (Unit: mm)
μPC78L00J Series
3 PIN PLASTIC SIP (TO-92)



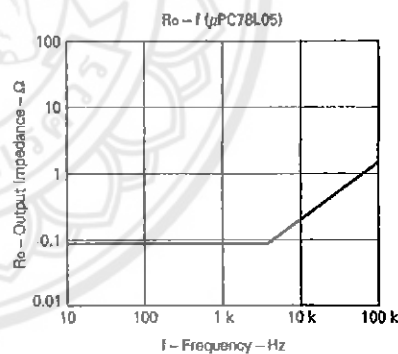
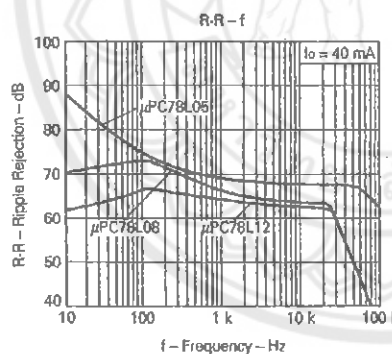
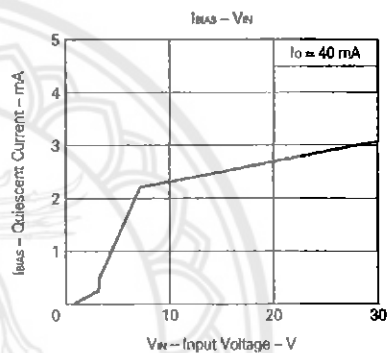
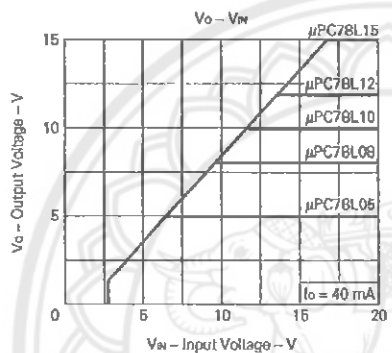
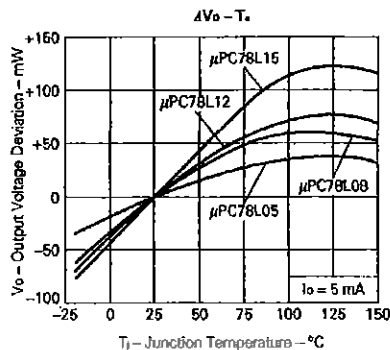
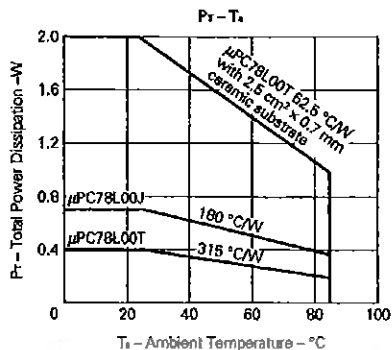
NOTE
 Each lead centerline is located within 0.12 mm (0.005 inch) of its true position (T.P.) at maximum material condition.

P3J-127B

ITEM	MILLIMETERS	INCHES
A	5.2 MAX.	0.205 MAX.
F	0.6 ^{+0.1}	0.02 ^{+0.004}
G	0.12	0.005
H	1.27	0.05
J	1.33 MAX.	0.053 MAX.
M	5.5 MAX.	0.217 MAX.
N	4.2 MAX.	0.166 MAX.
U	2.8 MAX.	0.111 MAX.
V	0.5 ^{+0.1}	0.02 ^{+0.004}
Y	15.0 ^{+0.2}	0.591 ^{+0.008}



TYPICAL CHARACTERISTICS ($T_a = 25^\circ\text{C}$)



NEC

 μ PC78L00 Series**ELECTRICAL CHARACTERISTICS μ PC78L12** $(V_{IN} = 19\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}, 0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125\text{ }^\circ\text{C}, C_{IN} = 0.33\text{ }\mu\text{F}, C_{OUT} = 0.1\text{ }\mu\text{F})$

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_o	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	11.5	12	12.5	V
		$14\text{ V} \leq V_{IN} \leq 27\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$	11.4		12.6	
		$V_{IN} = 19\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 70\text{ mA}$	11.4		12.6	
Line Regulation	REG _{LN}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 14.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 27\text{ V}$		14	260	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 16\text{ V} \leq V_{IN} \leq 27\text{ V}$		10	200	
Load Regulation	REG _L	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 100\text{ mA}$		20	100	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$		10	50	
Quiescent Current	I_{BQ}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		2.8	5.5	mA
Quiescent Current Change	ΔI_{BQ}	$16\text{ V} \leq V_{IN} \leq 27\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}$			1.5	mA
		$V_{IN} = 19\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$			0.1	
Output Noise Voltage	V_n	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$		115	280	μV_{RMS}
Ripple Rejection	R · R	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, f = 120\text{ Hz}, 16\text{ V} \leq V_{IN} \leq 26\text{ V}$	47	66		dB
Dropout Voltage	V_{DF}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		1.7		V
Short Circuit Current	$I_{O(Short)}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, V_{IN} = 27\text{ V}$		64		mA
Peak Output Current	$I_{O(peak)}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	125	160	205	mA
Temperature coefficient of Output Voltage	$\Delta V_o / \Delta T$	$I_o = 5\text{ mA}$		1.1		mV/°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS μ PC78L15 $(V_{IN} = 23\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}, 0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125\text{ }^\circ\text{C}, C_{IN} = 0.33\text{ }\mu\text{F}, C_{OUT} = 0.1\text{ }\mu\text{F})$

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_o	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	14.4	15	15.6	V
		$17.6\text{ V} \leq V_{IN} \leq 30\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$	14.26		15.75	
		$V_{IN} = 23\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 70\text{ mA}$	14.26		15.75	
Line Regulation	REG _{LN}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 17.6\text{ V} \leq V_{IN} \leq 30\text{ V}$		18	300	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 20\text{ V} \leq V_{IN} \leq 30\text{ V}$		13	250	
Load Regulation	REG _L	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 100\text{ mA}$		25	150	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$		12	76	
Quiescent Current	I_{BQ}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		2.7	5.5	mA
Quiescent Current Change	ΔI_{BQ}	$20\text{ V} \leq V_{IN} \leq 30\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}$			1.6	mA
		$V_{IN} = 23\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$			0.1	
Output Noise Voltage	V_n	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$		135	360	μV_{RMS}
Ripple Rejection	R · R	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, f = 120\text{ Hz}, 16.6\text{ V} \leq V_{IN} \leq 28.5\text{ V}$	46	61		dB
Dropout Voltage	V_{DF}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		1.7		V
Short Circuit Current	$I_{O(Short)}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, V_{IN} = 30\text{ V}$		63		mA
Peak Output Current	$I_{O(peak)}$	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	125	160	205	mA
Temperature coefficient of Output Voltage	$\Delta V_o / \Delta T$	$I_o = 5\text{ mA}$		1.4		mV/°C

NEC

 μ PC78L00 Series**ELECTRICAL CHARACTERISTICS μ PC78L08** $(V_{IN} = 14\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}, 0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125\text{ }^\circ\text{C}, C_{IN} = 0.33\text{ }\mu\text{F}, C_{OUT} = 0.1\text{ }\mu\text{F})$

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_o	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	7.7	8.0	8.3	V
		$10.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 23\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$	7.6		8.4	
		$V_{IN} = 14\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 70\text{ mA}$	7.8		8.4	
Line Regulation	REG _{IN}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 10.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 23\text{ V}$		10	175	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 11\text{ V} \leq V_{IN} \leq 23\text{ V}$		8	125	
Load Regulation	REG _L	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 100\text{ mA}$		14	80	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$		8	40	
Quiescent Current	I_{QAS}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		2.4	5.5	mA
Quiescent Current Change	ΔI_{QAS}	$12\text{ V} \leq V_{IN} \leq 23\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}$			1.5	mA
		$V_{IN} = 14\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$			0.1	
Output Noise Voltage	V_n	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$		65	190	$\mu\text{V}_{r.m.s.}$
Ripple Rejection	R · R	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, f = 120\text{ Hz}, 12\text{ V} \leq V_{IN} \leq 22\text{ V}$	51	73		dB
Dropout Voltage	V_{DF}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		1.7		V
Short Circuit Current	I_{Oshort}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, V_{IN} = 23\text{ V}$		80		mA
Peak Output Current	I_{Opeak}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	125	160	205	mA
Temperature coefficient of Output Voltage	$\Delta V_o / \Delta T$	$I_o = 5\text{ mA}$		0.8		mV/°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS μ PC78L10 $(V_{IN} = 17\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}, 0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125\text{ }^\circ\text{C}, C_{IN} = 0.33\text{ }\mu\text{F}, C_{OUT} = 0.1\text{ }\mu\text{F})$

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_o	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	9.6	10	10.4	V
		$12.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 25\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$	9.5		10.5	
		$V_{IN} = 17\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 70\text{ mA}$	9.5		10.5	
Line Regulation	REG _{IN}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 12.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 25\text{ V}$		12	200	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 13\text{ V} \leq V_{IN} \leq 25\text{ V}$		8	150	
Load Regulation	REG _L	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 100\text{ mA}$		18	90	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$		8	45	
Quiescent Current	I_{QAS}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		2.5	5.5	mA
Quiescent Current Change	ΔI_{QAS}	$13\text{ V} \leq V_{IN} \leq 25\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}$			1.5	mA
		$V_{IN} = 17\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$			0.1	
Output Noise Voltage	V_n	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$		100	230	$\mu\text{V}_{r.m.s.}$
Ripple Rejection	R · R	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, f = 120\text{ Hz}, 14\text{ V} \leq V_{IN} \leq 24\text{ V}$	49	69		dB
Dropout Voltage	V_{DF}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		1.7		V
Short Circuit Current	I_{Oshort}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, V_{IN} = 25\text{ V}$		70		mA
Peak Output Current	I_{Opeak}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	125	160	205	mA
Temperature coefficient of Output Voltage	$\Delta V_o / \Delta T$	$I_o = 5\text{ mA}$		0.8		mV/°C

NEC

 μ PC78L00 Series**ELECTRICAL CHARACTERISTICS μ PC78L06** $(V_{IN} = 11\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}, 0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125\text{ }^\circ\text{C}, C_{IN} = 0.33\text{ }\mu\text{F}, C_{OUT} = 0.1\text{ }\mu\text{F})$

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_o	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	5.76	6.0	6.24	V
		$8.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 21\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$	5.70		6.30	
		$V_{IN} = 11\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 70\text{ mA}$	5.70		6.30	
Line Regulation	REG _{LN}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 8.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 21\text{ V}$		6	165	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 9\text{ V} \leq V_{IN} \leq 21\text{ V}$		4	105	
Load Regulation	REG _L	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 100\text{ mA}$		10	65	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$		4	35	
Quiescent Current	I_{BQ}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		2.3	5.5	mA
Quiescent Current Change	ΔI_{BQ}	$9\text{ V} \leq V_{IN} \leq 21\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}$			1.5	mA
		$V_{IN} = 11\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$			0.1	
Output Noise Voltage	V_n	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$		55	145	$\mu\text{V}_{r.m.s.}$
Ripple Rejection	R - R	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, f = 120\text{ Hz}, 9\text{ V} \leq V_{IN} \leq 19\text{ V}$	54	75		dB
Dropout Voltage	V_{DF}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		1.7		V
Short Circuit Current	I_{Oshort}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, V_{IN} = 21\text{ V}$		85		mA
Peak Output Current	I_{Opeak}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	125	160	205	mA
Temperature coefficient of Output Voltage	$\Delta V_o/\Delta T$	$I_o = 5\text{ mA}$		0.5		mV/°C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS μ PC78L07 $(V_{IN} = 12\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}, 0\text{ }^\circ\text{C} \leq T_j \leq +125\text{ }^\circ\text{C}, C_{IN} = 0.33\text{ }\mu\text{F}, C_{OUT} = 0.1\text{ }\mu\text{F})$

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Output Voltage	V_o	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	6.72	7.0	7.28	V
		$9.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 22\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$	6.65		7.35	
		$V_{IN} = 12\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 70\text{ mA}$	6.65		7.35	
Line Regulation	REG _{LN}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 9.5\text{ V} \leq V_{IN} \leq 22\text{ V}$		8	165	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 10\text{ V} \leq V_{IN} \leq 22\text{ V}$		5	115	
Load Regulation	REG _L	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 100\text{ mA}$		12	75	mV
		$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$		5	35	
Quiescent Current	I_{BQ}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		2.3	5.5	mA
Quiescent Current Change	ΔI_{BQ}	$10\text{ V} \leq V_{IN} \leq 22\text{ V}, I_o = 40\text{ mA}$			1.5	mA
		$V_{IN} = 12\text{ V}, 1\text{ mA} \leq I_o \leq 40\text{ mA}$			0.1	
Output Noise Voltage	V_n	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, 10\text{ Hz} \leq f \leq 100\text{ kHz}$		70	180	$\mu\text{V}_{r.m.s.}$
Ripple Rejection	R - R	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, f = 120\text{ Hz}, 10\text{ V} \leq V_{IN} \leq 20\text{ V}$	52	74		dB
Dropout Voltage	V_{DF}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$		1.7		V
Short Circuit Current	I_{Oshort}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}, V_{IN} = 22\text{ V}$		83		mA
Peak Output Current	I_{Opeak}	$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	125	160	205	mA
Temperature coefficient of Output Voltage	$\Delta V_o/\Delta T$	$I_o = 5\text{ mA}$		0.6		mV/°C

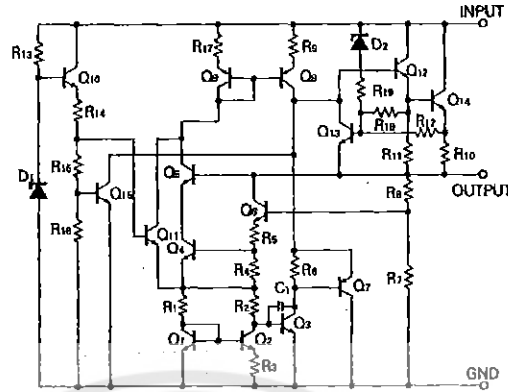
RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TYPE NUMBER	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Input Voltage	V_{IN}	μ PC78L05	7	10	20	V
		μ PC78L06	8.5	11	21	
		μ PC78L07	9.5	12	22	
		μ PC78L08	10.5	14	23	
		μ PC78L10	12.5	17	25	
		μ PC78L12	14.5	19	27	
		μ PC78L15	17.5	23	30	
Output Current	I_o	All	0	40	70	mA
Operating Temperature Range	T_{opt}	All	-20		+85	$^{\circ}$ C
Operating Junction Temperature Range	$T_{opt(j)}$	All	-20		+125	$^{\circ}$ C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS μ PC78L05($V_{IN} = 10$ V, $I_o = 40$ mA, 0° C $\leq T_j \leq +125^{\circ}$ C, $C_{IN} = 0.33$ μ F, $C_{OUT} = 0.1$ μ F)

CHARACTERISTIC	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
Output Voltage	V_o	$T_j = 25^{\circ}$ C	4.8	5.0	5.2	V	
		7 V $\leq V_{IN} \leq 20$ V, 1 mA $\leq I_o \leq 40$ mA	4.75		5.25		
		$V_{IN} = 10$ V, 1 mA $\leq I_o \leq 70$ mA	4.75		5.25		
Line Regulation	REG _{LN}	$T_j = 25^{\circ}$ C, 7 V $\leq V_{IN} \leq 20$ V		8	150	mV	
		$T_j = 25^{\circ}$ C, 8 V $\leq V_{IN} \leq 20$ V		4	100		
Load Regulation	REG _L	$T_j = 25^{\circ}$ C, 1 mA $\leq I_o \leq 100$ mA		9	60	mV	
		$T_j = 25^{\circ}$ C, 1 mA $\leq I_o \leq 40$ mA		4	30		
Quiescent Current	I_{BIAS}	$T_j = 25^{\circ}$ C		2.3	5.5	mA	
Quiescent Current Change	ΔI_{BIAS}	8 V $\leq V_{IN} \leq 20$ V, $I_o = 40$ mA			1.5	mA	
		$V_{IN} = 10$ V, 1 mA $\leq I_o \leq 40$ mA			0.1		
Output Noise Voltage	V_n	$T_j = 25^{\circ}$ C, 10 Hz $\leq f \leq 100$ kHz		45	120	μ V _{r.m.s.}	
Ripple Rejection	R - R	$T_j = 25^{\circ}$ C, $f = 120$ Hz, 8 V $\leq V_{IN} \leq 18$ V	55	75		dB	
Dropout Voltage	V_{DF}	$T_j = 25^{\circ}$ C		1.7		V	
Short Circuit Current	I_{ohort}	$T_j = 25^{\circ}$ C, $V_{IN} = 20$ V		88		mA	
Peak Output Current	I_{opeak}	$T_j = 25^{\circ}$ C		125	160	205	mA
Temperature coefficient of Output Voltage	$\Delta V_o/\Delta T$	$I_o = 5$ mA		0.4		mV/ $^{\circ}$ C	

EQUIVALENT CIRCUIT

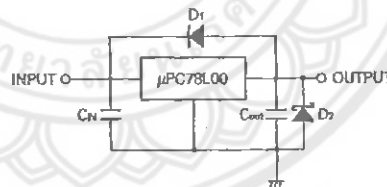


ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T_a = 25 °C)

PARAMETER	SYMBOL	RATINGS		UNIT
		μPC78L00J Series	μPC78L00T Series	
Input Voltage	V _{IN}	30/35 (Note 1)		V
Internal Power Dissipation	P _T	700	400/2000 (Note 2)	mW
Operating Ambient Temperature Range	T _{opt}	-20 to +85		°C
Operating Junction Temperature Range	T _{opt(j)}	-20 to +150		°C
Storage Temperature Range	T _{stg}	-55 to +150		°C
Thermal Resistance (junction to ambient)	R _{θ(j-a)}	180	315/62.5 (Note 2)	°C/W

(Note 1) μPC78L05, 06, 07, 08 : 30 V, μPC78L10, 12, 15 : 35 V
 (Note 2) with 2.5 cm² × 0.7 mm ceramic substrate

TYPICAL CONNECTION



C1: Required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter

C2: More than 0.1 μF

D1: Needed for V_{IN} < V_O

D2: Needed for V_O < GND

DATA SHEET

NEC**BIPOLAR ANALOG INTEGRATED CIRCUIT** **μ PC78L00 SERIES****THREE TERMINAL POSITIVE VOLTAGE REGULATORS****DESCRIPTION**

The μ PC78L00 series are monolithic three terminal positive regulators which employ internally current limiting, thermal shut down, output transistor safe area protection make them essentially indestructible.

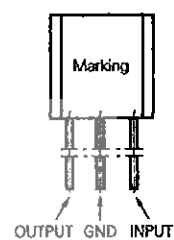
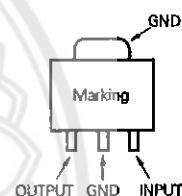
They are intended as fixed voltage regulators in a wide range of application including local on card regulation for elimination of distribution problems associated with single point regulation.

FEATURES

- Output current in excess of 100 mA.
- Low noise.
- High Ripple Rejection.
- Internal output transistor safe area protection.
- Internal thermal overload protection.
- Internal short circuit current limiting.

ORDER INFORMATION

Type Number	Output Voltage	Package	Quality Grade
μ PC78L05J	5 V	TO-92	Standard
μ PC78L05T		SOT-89	
μ PC78L06J	6 V	TO-92	
μ PC78L06T		SOT-89	
μ PC78L07J	7 V	TO-92	
μ PC78L07T		SOT-89	
μ PC78L08J	8 V	TO-92	
μ PC78L08T		SOT-89	
μ PC78L10J	10 V	TO-92	
μ PC78L10T		SOT-89	
μ PC78L12J	12 V	TO-92	
μ PC78L12T		SOT-89	
μ PC78L15J	15 V	TO-92	
μ PC78L15T		SOT-89	

CONNECTION DIAGRAM μ PC78L00J Series μ PC78L00T Series

Please refer to "Quality grade on NEC Semiconductor Devices" (Document number IEI-1209) published by NEC Corporation to know the specification of quality grade on the devices and its recommended applications.

Reference

Application note name	No.
Quality control of NEC semiconductor devices	TEI-1202
Quality control guide of semiconductor devices	MEI-1202
Assembly manual of semiconductor devices	IEI-1207
NEC semiconductor device reliability/quality control system	IEI-1212

No part of this document may be copied or reproduced in any form or by any means without the prior written consent of NEC Corporation. NEC Corporation assumes no responsibility for any errors which may appear in this document.

NEC Corporation does not assume any liability for infringement of patents, copyrights or other intellectual property rights of third parties by or arising from use of a device described herein or any other liability arising from use of such device. No license, either express, implied or otherwise, is granted under any patents, copyrights or other intellectual property rights of NEC Corporation or others.

The devices listed in this document are not suitable for use in aerospace equipment, submarine cables, nuclear reactor control systems and life support systems. If customers intend to use NEC devices for above applications or they intend to use "Standard" quality grade NEC devices for applications not intended by NEC, please contact our sales people in advance.

Application examples recommended by NEC Corporation.

Standard: Computer, Office equipment, Communication equipment, Test and Measurement equipment, Machine tools, Industrial robots, Audio and Visual equipment, Other consumer products, etc.

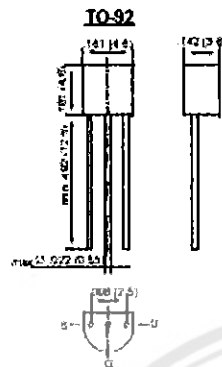
Special: Automotive and Transportation equipment, Traffic control systems, Antidisaster systems, Anticrime systems, etc.



รายละเอียดข้อมูลของมอสเฟส 2N7000

2N7000

DMOS Transistors (N-Channel)



Dimensions in inches and (millimeters)

FEATURES

- ◆ High input impedance
- ◆ Low gate threshold voltage
- ◆ Low drain-source ON resistance
- ◆ High-speed switching
- ◆ No minority carrier storage time
- ◆ CMOS logic compatible input
- ◆ No thermal runaway
- ◆ No secondary breakdown



MECHANICAL DATA

Case: TO-92 Plastic Package
Weight: approx. 0.18 g

MAXIMUM RATINGS AND ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Ratings at 25 °C ambient temperature unless otherwise specified

	Symbol	Value	Unit
Drain-Source Voltage	V_{DS}	60	V
Drain-Gate Voltage	V_{DG}	60	V
Gate-Source Voltage (pulsed)	V_{GS}	± 20	V
Drain Current (continuous)	I_D	300	mA
Power Dissipation at $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$	P_{tot}	830 ¹⁾	mW
Junction Temperature	T_j	160	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_S	-85 to +150	$^\circ\text{C}$

¹⁾ Valid provided that leads are kept at ambient temperature at a distance of 2 mm from case.

Inverse Diode

	Symbol	Value	Unit
Max. Forward Current (continuous) at $T_{amb} = 25\text{ }^\circ\text{C}$	I_F	500	mA
Forward Voltage Drop (typ.) at $V_{GS} = 0$, $I_F = 0.5\text{ A}$, $T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$	V_F	850	mV

2N7000

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Ratings at 25 °C ambient temperature unless otherwise specified

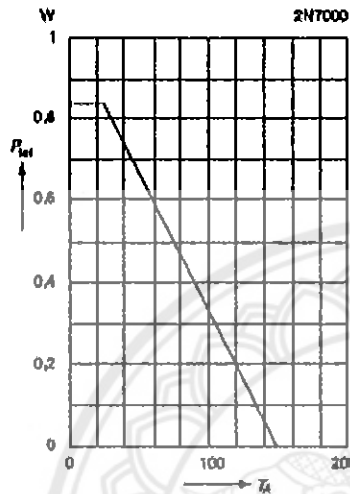
	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Unit
Drain-Source Breakdown Voltage at $I_D = 100 \mu\text{A}$, $V_{GS} = 0\text{ V}$	$V_{(BR)DSS}$	60	60	–	V
Gate-Body Leakage Current, Forward at $V_{GSF} = 20\text{ V}$, $V_{DS} = 0\text{ V}$	I_{GSF}	–	–	10	nA
Gate-Body Leakage Current, Reverse at $V_{GSR} = -20\text{ V}$, $V_{DS} = 0\text{ V}$	I_{GSR}	–	–	-10	nA
Drain Cutoff Current at $V_{DS} = 48\text{ V}$, $V_{GS} = 0\text{ V}$	I_{DSS}	–	–	1	μA
Gate-Source Threshold Voltage at $V_{GS} = V_{DS}$, $I_D = 1.0\text{ mA}$	$V_{GS(th)}$	0.8	1.5	3	V
Drain-Source ON Resistance at $V_{GS} = 10\text{ V}$, $I_D = 500\text{ mA}$	$R_{DS(ON)}$	–	3.5	5.0	Ω
Capacitance at $V_{DS} = 25\text{ V}$, $V_{GS} = 0\text{ V}$, $f = 1\text{ MHz}$					
Input Capacitance	C_{iss}	–	60	–	pF
Output Capacitance	C_{oss}	–	25	–	pF
Feedback Capacitance	C_{rss}	–	5	–	pF
Switching Times at $V_{GS} = 10\text{ V}$, $V_{DS} = 10\text{ V}$, $R_D = 100\ \Omega$					
Turn-On Time	t_{on}	–	10	–	ns
Turn-Off Time	t_{off}	–	10	–	ns
Thermal Resistance Junction to Ambient Air	$R_{\theta JA}$	–	–	150 ¹⁾	K/W

¹⁾ Valid provided that leads are kept at ambient temperature at a distance of 2 mm from case.

RATINGS AND CHARACTERISTIC CURVES 2N7000

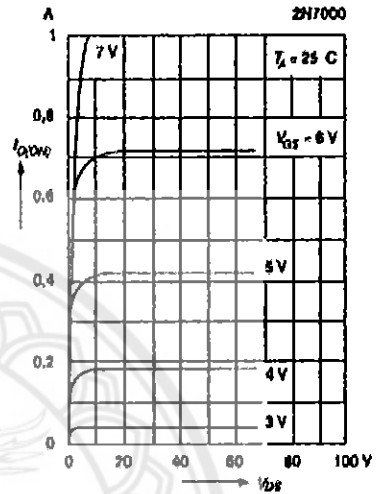
Admissible power dissipation versus temperature

Valid provided that leads are kept at ambient temperature at a distance of 2 mm from case



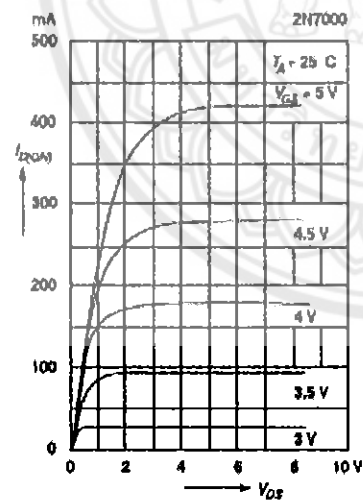
Output characteristics

Pulse test with 50 ns; pulse duty factor 1%

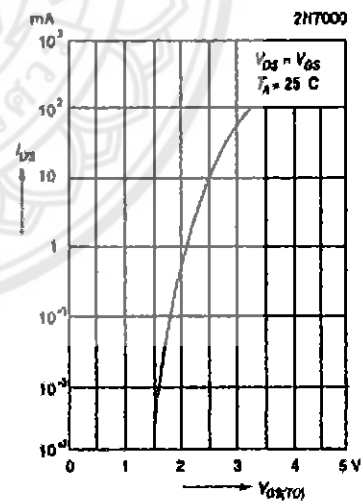


Saturation characteristics

Pulse test with 50 ns; pulse duty factor 1%



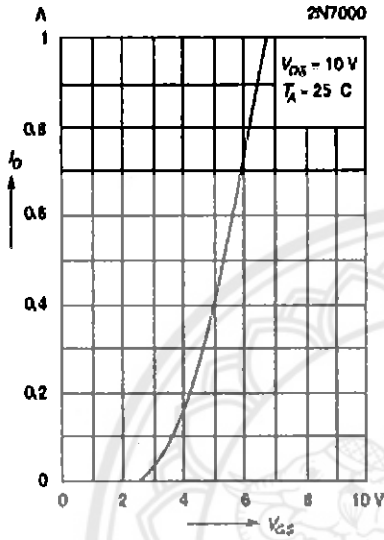
Drain-source current versus gate threshold voltage



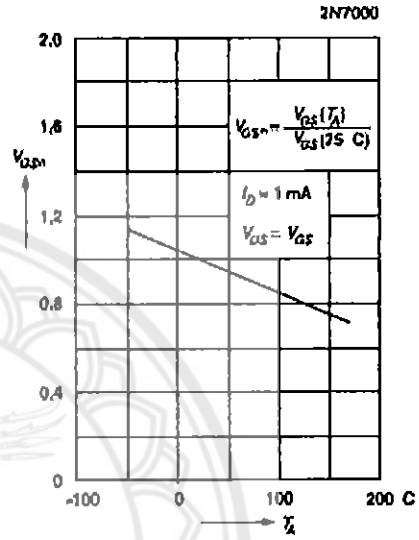
RATINGS AND CHARACTERISTIC CURVES 2N7000

Drain current versus gate-source voltage

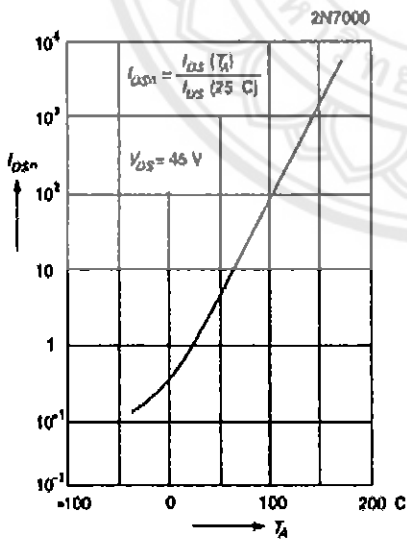
Pulse test with 50 nA, pulse duty factor 1%.



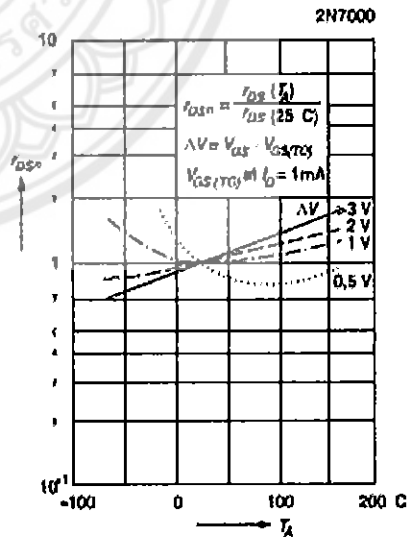
Normalized gate-source voltage versus temperature



Normalized drain-source current versus temperature

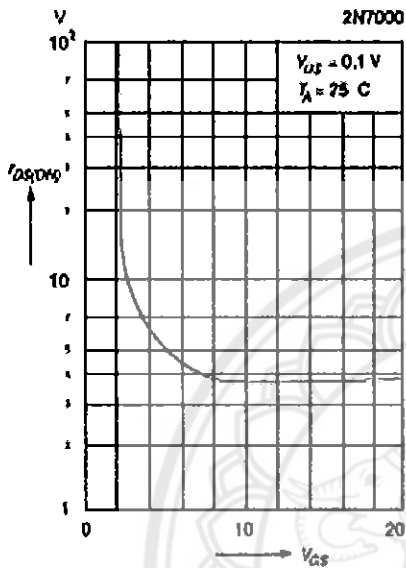


Normalized drain-source resistance versus temperature



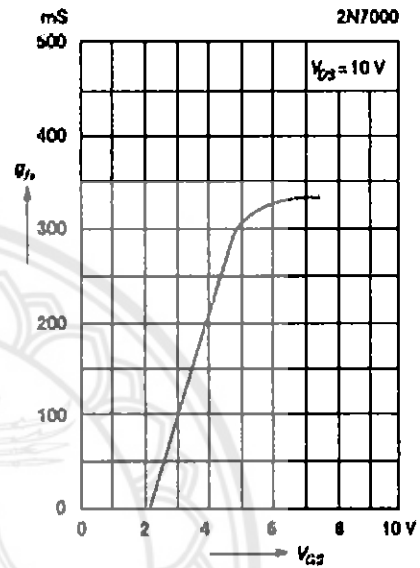
RATINGS AND CHARACTERISTIC CURVES 2N7000

Drain-source resistance versus gate-source voltage



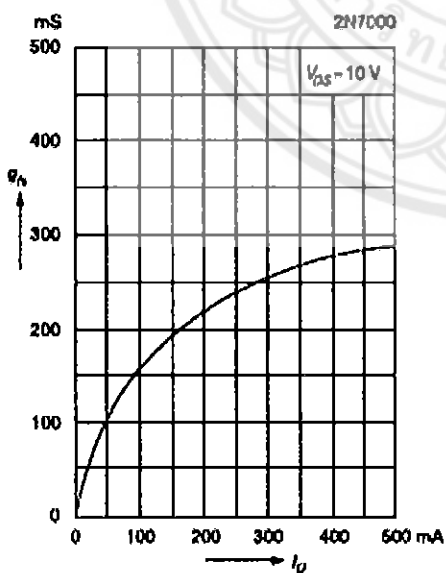
Transconductance versus gate-source voltage

Pulse test with 80 ns; pulse duty factor 1%

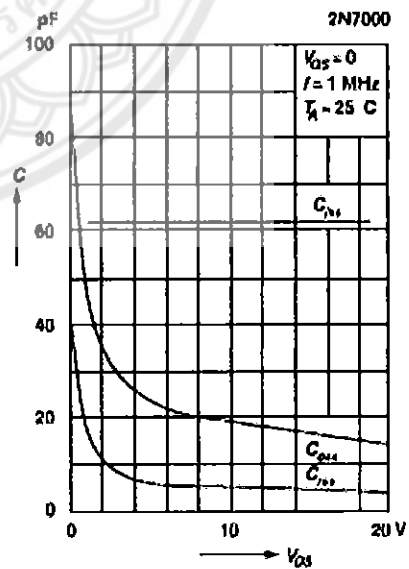


Transconductance versus drain current

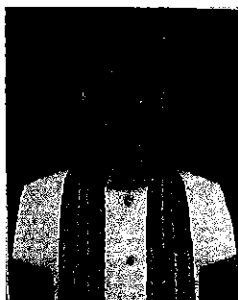
Pulse test with 80 ns; pulse duty factor 1%



Capacitance versus drain-source voltage



ประวัติผู้ดำเนินโครงการ



ชื่อ นายรัชพล เฉยปัญญา
 ภูมิลำเนา 151/24 ซ.17 ถ.ธรรมบูชา ต.ในเมือง
 อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนเตรียมอุดมศึกษา
ภาคเหนือ
- ปัจจุบันกำลังศึกษาในระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: ratchapon580@gmail.com



ชื่อ นายอภิเดช สิงห์สุข
 ภูมิลำเนา 364 หมู่ 1 ต. นาคำไฮ อ.เมือง จ.หนองบัวลำภู 39000

ประวัติการศึกษา

- จบระดับมัธยมศึกษาจาก โรงเรียนหนองบัวพิทยาคาร
- ปัจจุบันกำลังศึกษาระดับปริญญาตรี ชั้นปีที่ 4
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยนเรศวร

E-mail: mojoedaso_@hotmail.com