



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม
 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
 ใบรับรองปริญญาโท

ชื่อหัวข้อ ตู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ
 The Smoking Box

ชื่อนักศึกษา 1. นายพิษณุ เจริญลิขิตกวิน รหัสประจำตัว 45035351
 2. นายเมธี ลิขิตพิทักษ์ รหัสประจำตัว 45035354
 3. นายวิทยา นุ้ยรัมย์ รหัสประจำตัว 45035358

หลักสูตร ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต สาขาวิชา อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์
 อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ.กิตติพงศ์ มะโน
 อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม อาจารย์สุชิน อาจหาญ

คณะกรรมการสอบปริญญาโท	ลายมือชื่อ
1. อาจารย์พงษ์เกียรติ เชษฐพิทักษ์สกุล	
2. ผศ.กิตติพงศ์ มะโน	
3. ดร.สมชาย หมื่นสายญาติ	
4. อาจารย์ประเสริฐ เคนพันค้อ	
5. อาจารย์พิชญ์สินี มงคลขจิต	

วัน/เดือน/ปีที่สอบ วันศุกร์ที่ 14 พฤศจิกายน พ.ศ. 2546 เวลา 18:00 น.

สถานที่สอบ ห้อง ค.311 คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

ภาควิชารับรองแล้ว

ลงนาม.....

(นายสุรสิทธิ์ รัตรี)

หัวหน้าภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

วันที่ 31 เดือน พ.ศ. 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่เผยแพร่เพื่อใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



<BT4610252>

ตู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ



ปริญญานิพนธ์

ผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ

THE SMOKING BOX



นายพิษณุ เจริญลิขิตกวิน
 นายเมธี ลิขัยสิทธิ์
 นายวิทยา นุ้ยนรัมย์

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....

51849/

ปีการศึกษา 2546

เลขทะเบียน.....

วัน,เดือน,ปี..... 3 ส.ค. 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรณีนำไปใช้...

i.....

ปริญญานิพนธ์

เรื่อง ผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ

The Smoking Box

วัตถุประสงค์

1. เพื่อศึกษาการทำงานของส่วนประกอบภาคต่างๆของเครื่องกรองอากาศ
2. เพื่อออกแบบผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ
3. เพื่อสร้างผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ
4. เพื่อทดลองใช้งานผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ
5. เพื่อนำผู้สูบบุหรี่ไปใช้งานจริง

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ได้ความรู้เกี่ยวกับการทำงานของเครื่องกรองอากาศ
2. ได้โครงสร้างผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ
3. ได้ผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษเพื่อที่จะนำไปใช้งาน
4. ได้ผลการทดลองจากผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ ว่าสามารถลดมลพิษจากควันบุหรี่ได้จริง
5. สามารถนำผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษไปใช้งานได้จริงและสามารถพัฒนาต่อไปได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อหัวข้อ	ตู้สูบบหรี่ลดมลพิษ	
นักศึกษา	นายพิษณุ	เจริญลิขิตกวิน
	นายเมธี	ลีชัยสิทธิ์
	นายวิทยา	นุเย็นรัมย์
อาจารย์ที่ปรึกษา	ผศ.กิติพงษ์	มะโน
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	อาจารย์สุชิน	อาจหาญ
หลักสูตร	ครุศาสตร์อุตสาหกรรมบัณฑิต	
สาขาวิชา	อิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์	
ปีการศึกษา	2546	

บทคัดย่อ

ปฏิญญานิพนธ์ฉบับนี้เสนอการออกแบบและสร้างตู้สูบบหรี่ลดมลพิษ ระบบการทำงานของตู้สูบบหรี่แบ่งออกเป็น 2 ส่วน ส่วนประกอบที่สำคัญ คือ ส่วนที่หนึ่งเป็นส่วนของวงจรเซ็นเซอร์และระบบควบคุมหลัก ส่วนที่สองเป็นวงจรแรงดันไฟสูงใช้สำหรับสร้างประจุลบขึ้นมาเพื่อฟอกอากาศ การใช้งานตู้สูบบหรี่นี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้งานตามสถานที่ต่างๆ ได้

Thesis Title	The Smoking Box	
Students3	Mr.Phisanu	Jareanlikhitkawin
	Mr.Meatee	Lechaisit
	Mr.Vitaya	Nuyeanrum
Advisor	Assist.Prof.Kitipong	Mano
Co-Advisor	Mr.Suchin	Adhan
Education Level	Bachelor of Science in Industrial Education	
Program in	Electronics and Computer	
Academic Year	2003	

ABSTRACT

This thesis presents a design implement of The Smoking Box. The system can be divided into two parts. Consists of important The Sensor circuit, Main System Control and High Volt Circuit.

Highs Volt Circuit can use create negative ION to reduce air pollution. The Smoking Box can be applied to use in the place.

กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ถูกลงไปด้วยดี เนื่องมาจากความร่วมมือของสมาชิกภายในกลุ่มทุกท่าน ขอขอบคุณ ผศ.กิติพงศ์ มะโนและอาจารย์สุชิน ออาจหาญ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม และคณาจารย์ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรมทุกท่านที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งยังให้คำแนะนำ แนวความคิด ความรู้ต่างๆ แนวทางแก้ไขปัญหาในการจัดทำปริญญานิพนธ์ ขอขอบคุณห้องสมุดคณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและหอสมุดกลาง ที่ช่วยอำนวยความสะดวกและเอื้อเพื่อสถานที่ในการค้นคว้าข้อมูล สุดท้ายที่ควรระลึกถึงอย่างยิ่ง บิดาและมารดาที่เป็นผู้ให้ความสนับสนุนด้านการศึกษาและเป็นผู้ให้กำลังใจด้วยดีตลอดมา ตั้งแต่อดีตจนถึงปัจจุบัน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูป	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 จีตความสามารถของโครงการ	1
1.3 เนื้อหาโดยสังเขป	2
บทที่ 2 ทฤษฎีและหลักการ	3
2.1 กล่าวนำ	3
2.2 อุปกรณ์ตรวจจับ	3
2.2.1 โฟโตทรานซิสเตอร์	3
2.2.2 อินฟราเรด แอลอีดี	5
2.2.3 ออปโตคัปเจอร์	5
2.3 ดีซีมอเตอร์	7
2.3.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์	7
2.3.2 แม่เหล็กไฟฟ้ากับมอเตอร์	8
2.4 เครื่องฟอกอากาศ	11
2.4.1 ข้อมูลทั่วไปของก๊าซโอโซน	12
2.4.2 กระบวนการแตกตัวของก๊าซโอโซน	12
2.4.3 แหล่งที่มาของการกำเนิดโอโซน	12
2.4.4 คุณสมบัติของโอโซน	13
2.4.5 แผ่นกรองอากาศ	15
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
2.5.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดี่ยว	16
2.5.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51	17
2.5.3 การจัดขาต่างๆของ MCS-51	18
2.6 วงจรกำเนิดแรงดันสูง	20
2.6.1 การทำงานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย	20
2.6.2 คอนเวอร์เตอร์	21
2.6.3 รูปแบบของคอนเวอร์เตอร์	22
2.6.4 วงจรทวีแรงดัน	27
บทที่ 3 การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน	31
3.1 วงจรตรวจจับ (sensor)	32
3.2 เครื่องฟอกอากาศ	33
3.3 โครงสร้างตู้สูบบุหรี่	34
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	36
4.1 การทดสอบการทำงานของวงจรเซ็นเซอร์และวงจรควบคุมการทำงาน	36
4.2 การทดสอบการทำงานของวงจรเครื่องฟอกอากาศ	36
4.3 การทดสอบประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ	38
บทที่ 5 บทสรุป	40
5.1 สรุป	40
5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข	40
5.3 แนวทางการพัฒนา	41
บรรณานุกรม	42
ภาคผนวก ก เครื่องต้นแบบ	43
ภาคผนวก ข วงจรและแผ่นวงจรพิมพ์	45
ภาคผนวก ค รายการอุปกรณ์	53
ภาคผนวก ง แผนผังการทำงานและรหัสต้นฉบับของโปรแกรม	56
ภาคผนวก จ คู่มือการใช้งาน	60

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

เรื่อง	หน้า
ภาคผนวก ฉ รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์	65
ประวัติผู้แต่ง	83



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 ผลการทดลองวงจรเซ็นเซอร์และวงจรควบคุมการทำงาน	36
4.2 ผลการทดลองวงจรเครื่องฟอกอากาศ	38



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 สัญลักษณ์ของออปโตคัปเปอร์ในรูป IC	6
2.2 ตัวเชื่อมโยงทางแสงชนิดต่างๆ	7
2.3 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้า	8
2.4 แม่เหล็กไฟฟ้าภายในสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กรูปเกือกม้า	9
2.5 อาร์มาเจอร์	9
2.6 คอมมิวเตเตอร์และแปรง	10
2.7 อาร์มาเจอร์	11
2.8 โครงสร้างภายในของ 8051	16
2.9 จำนวนขาและหน้าที่ของ 8051	19
2.10 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายโดยทั่วไป	21
2.11 วงจรพื้นฐานของคอนเวอร์เตอร์	22
2.11 (ต่อ) วงจรพื้นฐานของคอนเวอร์เตอร์	23
2.11 (ต่อ) วงจรพื้นฐานของคอนเวอร์เตอร์	24
2.12 วงจรทวิแรงดันแบบครึ่งคลื่นด้านลบ	28
2.12 วงจรทวิแรงดันด้านบวก	29
3.1 โครงสร้างการทำงานของตู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ	31
3.2 วงจรเซนเซอร์	32
3.3 ภายในตู้สูบบุหรี่และการทำงานของเซนเซอร์	32
3.4 วงจรทวิแรงดันที่ใช้ตัวเก็บประจุและไดโอด	34
3.5 โครงสร้างด้านหน้าของตู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ	34
3.6 โครงสร้างด้านหลังของตู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ	35
3.7 นำพลาสติกใสมาดัดตู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ	35
4.1 วงจรทวิแรงดัน	37
4.2 การทดสอบประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศและพัดลมดูดอากาศ	38

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องด้วยในปัจจุบันบุคคลรอบข้างผู้ที่สูบบุหรี่ ได้รับผลกระทบจากผู้สูบบุหรี่มากและบุคคลรอบข้างก็ยังมีโอกาสเสี่ยงเป็นโรคที่เกี่ยวกับทางเดินหายใจมากกว่าผู้สูบบุหรี่จึงคิดว่าเราควรจะทำอย่างไร จึงจะสามารถจำกัดวงของผู้สูบบุหรี่ได้และทำอย่างไรจึงจะสามารถบำบัดมลพิษที่เกิดจากควันบุหรี่ก่อนที่จะปล่อยออกสู่อากาศภายนอก

1.2 ขีดความสามารถของโครงการ

โครงการนี้มีขีดความสามารถดังนี้

- 1) ผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษมีลักษณะเป็นตู้พลาสติกใสขนาด กว้าง 1.20 เมตร ยาว 1.20 เมตร สูง 2.0 เมตร ด้านล่างของผู้เปิดเป็นช่องไว้สำหรับอากาศภายนอกได้หมุนเวียนเข้าไปภายในตู้
- 2) ผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษใช้กับพลังงานไฟฟ้า 220 โวลต์
- 3) ผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษมีระบบกรองอากาศ 4 ชั้น
- 4) แผ่นกรองอากาศสามารถกรองฝุ่นละออง ควัน และสารพิษได้
- 5) เครื่องฟอกอากาศสามารถกำจัดฝุ่นละออง ควัน และสารพิษต่างๆ ได้
- 6) เครื่องฟอกอากาศใช้วงจรไฟแรงดันสูง (High voltage) 24 กิโลโวลต์
- 7) ผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษสามารถนำไปประยุกต์ติดตั้งในสถานที่ต่างๆ ได้
- 8) ผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษสามารถกรองสารพิษที่ปนเปื้อนมากับควันบุหรี่ได้มากกว่า 70 %
- 9) สารพิษที่กรองได้จากควันบุหรี่สามารถส่งไปกำจัดได้ที่บริษัท Kengo จำกัดเป็นบริษัทเอกชนที่รับหน้าที่กำจัดสารพิษโดยตรง
- 10) การกำจัดสารพิษแต่ละครั้งมีการเสียค่าใช้จ่ายซึ่งขึ้นอยู่กับข้อกำหนดของบริษัท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 เนื้อหาโดยสังเขป

เนื้อหาภายในปฏิญานิพนธ์ฉบับนี้แบ่งออกเป็นบทต่างๆ เพื่อสะดวกต่อการศึกษา และทำความเข้าใจ ในแต่ละบทจะประกอบไปด้วยเนื้อหาดังต่อไปนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงความเป็นมาและความสำคัญของปฏิญานิพนธ์ ชี้ความสามารถของโครงการ และเนื้อหาในบทต่างๆ โดยสังเขป

บทที่ 2 ประกอบด้วยทฤษฎีต่างๆ เกี่ยวกับโครงสร้างของผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ เช่น อุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) ดีซีมอเตอร์ การเขียน โปรแกรมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์ ทฤษฎีการกำเนิดก๊าซไอโซน องค์ประกอบของเครื่องฟอกอากาศ แหล่งจ่ายไฟ โปรแกรมที่ใช้เขียนสำหรับควบคุมการทำงานของระบบ

บทที่ 3 กล่าวถึงเนื้อหาที่เกี่ยวกับแผนผังการทำงานของโครงการ ผังวงจรต่างๆ ที่ใช้ในโครงการ ตลอดจนการออกแบบและสร้างส่วนประกอบต่างๆ เช่น วงจรภาคจ่ายไฟ วงจรเซ็นเซอร์ วงจรแรงไฟแรงดันสูง (High voltage) 24 kV โครงสร้างของชิ้นงาน พร้อมทั้งการทำงานของส่วนต่างๆ

บทที่ 4 ประกอบด้วย การทดลองและผลการทดลองของวงจรภาคจ่ายไฟ วงจรเซ็นเซอร์ วงจรแรงไฟแรงดันสูง (High voltage) 24 kV

บทที่ 5 บทสรุป ปัญหาแนวทางแก้ไขและแนวทางในการพัฒนา
ภาคผนวก ก แสดงภาพเครื่องต้นแบบ การติดตั้ง การเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อื่นๆ ขณะใช้งานจริง

ภาคผนวก ข ประกอบด้วยผังรายละเอียดวงจรและแผ่นวงจรพิมพ์

ภาคผนวก ค แสดงรายการอุปกรณ์ที่ใช้ในงานในแต่ละวงจร

ภาคผนวก ง แสดงแผนผังการทำงานและต้นฉบับของโปรแกรมทั้งหมดที่สร้างขึ้นเพื่อประกอบการทำงานของโครงการ

ภาคผนวก จ แสดงรายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์สำคัญที่ใช้ในงาน

บทที่ 2

ทฤษฎีและหลักการ

2.1 กล่าวนำ

เนื้อหาของปริญาานิพนธ์ในบทนี้จะกล่าวถึงทฤษฎีและหลักการต่างๆ ที่นำมาใช้ประกอบในการวิจัยซึ่งประกอบไปด้วยทฤษฎีของอุปกรณ์ตรวจจับ ดิจิตอลมอเตอร์ ก๊าซไอโซน กระบวนการแตกตัวของก๊าซ และการผลิตไอโซน แผ่นกรองอากาศ ในส่วนของชุดกำเนิดแรงดันสูง (High volt) ก็จะกล่าวถึงรูปแบบของวงจรชนิดต่างๆ ที่เป็นส่วนสำคัญของวงจรมกำเนิดแรงดันสูง

2.2 อุปกรณ์ตรวจจับ

ในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ในส่วนนำสัญญาณเข้าที่ทำหน้าที่เป็นส่วนรับรู้ความรู้สึกต่างๆ เราเรียกว่า ตัวตรวจจับ (Sensor) ซึ่งจะทำให้การเปลี่ยนแปลงความรู้สึกต่างๆ ที่ได้รับเป็นสัญญาณทางไฟฟ้าซึ่งอาจจะเป็นแรงดันหรือกระแสก็ได้ และส่งให้กับวงจรอิเล็กทรอนิกส์เพื่อตีความหมายและเอาผลดังกล่าวไปใช้งานได้ตามต้องการ

ตัวตรวจจับแบบพื้นฐานที่เราคุ้นเคยกันอย่างดี เช่น สวิตช์กลไก โฟโตทรานซิสเตอร์ เซลล์รับแสง ออปโตคัปเปอร์ ตัวตรวจจับแรงดัน ตัวตรวจจับอุณหภูมิ ตัวตรวจจับเสียง เป็นต้น ตัวตรวจจับต่างๆ เหล่านี้ จะทำหน้าที่เปลี่ยนสถานภาพทางฟิสิกส์ให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า เพื่อนำไปประยุกต์ใช้งานในวงจรอิเล็กทรอนิกส์ให้สามารถทำงานได้ตามต้องการ

2.2.1 โฟโตทรานซิสเตอร์

โดยภาวะปกติสารกึ่งตัวนำจะมีคุณสมบัติที่ไวต่อแสงเมื่อมีการนำเอาสารกึ่งตัวนำมาสร้างเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo transistor) โปรตอนจากแสงจะทำให้เกิดอิเล็กตรอนอิสระขึ้นมาเป็นผลทำให้เกิดการไหลของกระแสไฟฟ้าขึ้นได้ ดังนั้นโฟโตทรานซิสเตอร์เป็นตรวจจับแสงชนิดหนึ่งซึ่งถูกออกแบบขึ้นมาจากการเกิดประสพการณ์อย่างหนึ่งของสารกึ่งตัวนำ และมีรอยต่อ P-N ระหว่างสารสองชนิดของโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งรอยต่อนี้มีขนาดใหญ่กว่ารอยต่อ P-N ของทรานซิสเตอร์โดยทั่วไป ความแตกต่างจากทรานซิสเตอร์ทั่วไปคือที่ตัวถัง (Case) ด้านบนของโฟโตทรานซิสเตอร์จะมีช่องสำหรับรับแสงเพื่อส่งไปยังรอยต่อ P-N โดยช่องรับแสงนี้จะมีวัสดุเคลียร์ไมก้า (Clear Mica) หรือควอตซ์เลนซ์ (Quartz Lenz) ติดอยู่บนช่องรับแสงดังกล่าว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรสมมูลย์ของโพโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งก็คือการนำทรานซิสเตอร์มาต่อร่วมกับโพโตไดโอด โดยตัวโพโตไดโอดจะเป็นตัวควบคุมการจัดแรงดันให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เมื่อเกิดแสงมาตกกระทบบที่ตัวโพโตไดโอด จะทำให้เกิดแรงดัน ไปยังขาเบสของทรานซิสเตอร์ก่อให้เกิดกระแสเบสขึ้น ส่งผลให้ทรานซิสเตอร์ทำงานในที่สุด

ตามปกติการคำนวณหาค่าของกระแสอิมิตเตอร์จะใช้ความสัมพันธ์ดังนี้

$$I_E = I_B \cdot (h_{FE} + 1) \quad (2.1)$$

แต่ในกรณีของโพโตทรานซิสเตอร์ เนื่องจากที่ขาเบสและคอลเลกเตอร์ ของโพโตไดโอดมีแรงดันตกคร่อมอยู่ ดังนั้นเมื่อโพโตทรานซิสเตอร์ทำงานกระแสที่ไหลผ่านตัวโพโตไดโอดต้องพิจารณาเป็นกระแสไหลเข้าร่วมกับกระแสเบสจะทำให้สมการของกระแสที่ขาอิมิตเตอร์ของโพโตทรานซิสเตอร์จึงกลายเป็น

$$I_E = (I_P + I_B) \cdot (h_{FE} + 1) \quad (2.2)$$

โดยที่ h_{FE} คือ อัตราการขยายกระแสของตัวโพโตทรานซิสเตอร์

I_P คือ กระแสที่ไหลผ่านตัวโพโตไดโอด

I_B คือ กระแสเบสของโพโตทรานซิสเตอร์

สำหรับเครื่องหมายบวกและลบ ของ I_B ในสมการเป็นตัวบ่งบอกถึงชนิดของทรานซิสเตอร์ หากเป็นโพโตทรานซิสเตอร์ชนิดเอ็นพีเอ็นค่า I_B จะเป็นบวก แต่ถ้าเป็นชนิดพีเอ็นพีค่าของ I_B จะเป็นค่าลบ

สำหรับความต้านทานด้านไฟฟ้ากระแสสลับของส่วนรับของโพโตทรานซิสเตอร์จะมีค่าเท่ากับ $R_{in} \times h_{FE}$ ในกรณีที่โพโตทรานซิสเตอร์ยังไม่ทำงานค่าความต้านทานภายใน (R_{in}) ของโพโตทรานซิสเตอร์จะสูงมาก เนื่องจากการที่โพโตไดโอดภายในโพโตทรานซิสเตอร์ถูกไบแอสกลับ ทำให้เกิดค่าความต้านทานสูงมากขึ้น ซึ่งค่าความต้านทานอินพุตนี้เองจะเป็นตัวที่กำหนดความเร็วในการทำงานของตัวโพโตทรานซิสเตอร์ ดังนั้นหากต้องการนำโพโตทรานซิสเตอร์ไปใช้งานที่มีการสวิตซ์ความเร็วสูงต้องพิจารณาถึงพารามิเตอร์ตัวนี้ด้วย

พารามิเตอร์อีกตัวหนึ่งที่ต้องให้ความสำคัญ คือ ค่าของกระแสรั่วไหลที่เกิดขึ้นภายในตัวโฟโตทรานซิสเตอร์ในขณะที่ยังไม่ทำงาน นั่นคือกระแสรั่วไหลระหว่างขาคอลเล็กเตอร์และอิมิตเตอร์ที่เกิดขึ้น ในขณะที่โฟโตทรานซิสเตอร์ยังไม่มีแสงมาตกกระทบให้ตัวมันทำงานหรือ $I_{CEO}(\text{dark})$ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$I_{CEO}(\text{dark}) = h_{FE} \times I_{CBO} \quad (2.3)$$

โดยที่ I_{CBO} คือ ค่าของกระแสรั่วไหลที่ขาคอลเล็กเตอร์และเบส ซึ่งก็คือกระแสรั่วไหลของตัวโฟโตไดโอดนั่นเอง ปกติในโฟโตทรานซิสเตอร์ทั่วๆ ไปค่าของกระแสรั่วไหลนี้จะต่ำมากๆ อยู่ระหว่าง 4 ถึง 8 ไมโครแอมป์แอมป์ที่อุณหภูมิห้อง

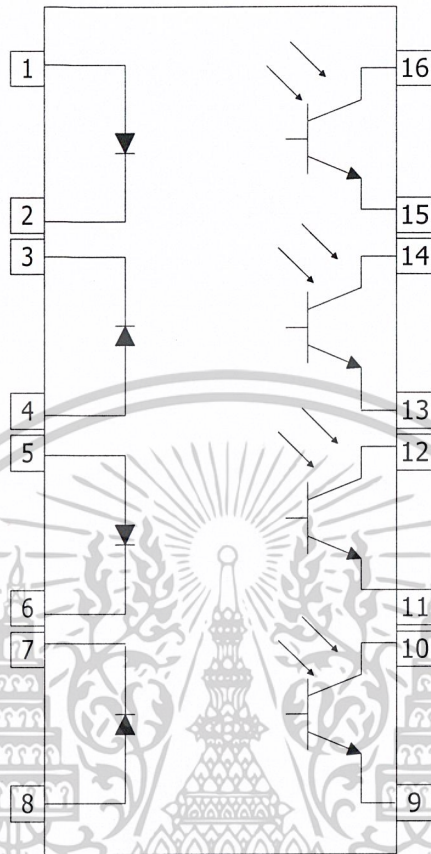
2.2.2 อินฟราเรด แอลอีดี (Infrared LED)

อินฟราเรด แอลอีดี ถูกสร้างขึ้นมาเพื่อกำเนิดแสงในย่านอินฟราเรดเมื่อตัวมันนำกระแส อิเล็กตรอนจะเคลื่อนที่ผ่านสารกึ่งตัวนำชนิดพิเศษ และเกิดพลังงานจากโฟตอน การเกิดพลังงานดังกล่าวเป็นไปในทันที ที่มีกระแสไหลผ่าน อินฟราเรด แอลอีดี สามารถกำเนิดแสงอินฟราเรดได้ใน ช่วงสองความยาวคลื่น ดังนี้คือ อินฟราเรดแอลอีดีที่สร้างจากสารแกเลียมอาเซไนด์ (Gallium Arsenide : GaAs) จะให้ความยาวคลื่นประมาณ 940 นาโนเมตร และอินฟราเรดแอลอีดีที่สามารถสร้างจากสารอีกชนิดหนึ่งซึ่งเรียกว่า แกเลียมอลูมิเนียมอาเซไนด์ (Gallium Aluminum Arsenide : GaAlAs) ซึ่งจะกำเนิดแสงอินฟราเรดที่มีความยาวคลื่นประมาณ 880 นาโนเมตร

2.2.3 ออปโตคัปเปอร์ (Opto Coupler)

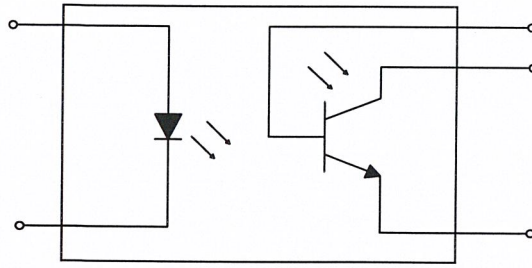
ออปโตคัปเปอร์เป็นอุปกรณ์เชื่อมต่อทางแสง โดยตัวส่งแสงและรับแสงจะอยู่ในตัวถังเดียวกันซึ่งจะใช้หลักการเปลี่ยนสัญญาณทางไฟฟ้าเป็นสัญญาณแสง แล้วตัวรับแสงจะเปลี่ยนเป็นสัญญาณแสงมาเป็นสัญญาณไฟฟ้าเหมือนเดิม จุดประสงค์ในการเชื่อมต่อวิธีนี้ก็เพื่อป้องกันการรบกวนซึ่งกันและกัน และต้องการให้เกิดการแยกกันของวงจรโดยเด็ดขาด แรงดันระหว่างอุปกรณ์ทั้งสองด้าน คือ อุปกรณ์ทางด้านปล่อยแสงและทางด้านรับแสงจะใช้แรงดันมากหรือน้อยจะขึ้นอยู่กับระยะห่างระหว่างตัวปล่อยแสงและตัวรับแสงถ้าระยะยิ่งห่างมาก แรงดันที่ป้อนให้ก็จะต้องมากตามไปด้วยแต่มีข้อจำกัดตรงทนแรงดันของอุปกรณ์

อุปกรณ์ตัวกำเนิดแสงจะเป็นพวกแอลอีดี ส่วนมากจะเป็นชนิดอินฟราเรด และอุปกรณ์รับแสงจะเป็นพวกโฟโตดีเทคเตอร์ (Photo Detector) ที่นำมาใช้งานมีหลายชนิด คือ โฟโตไดโอด โฟโตทรานซิสเตอร์ ทั้งแบบธรรมดา และคาบิลิตัน หรืออาจจะเป็นโฟโตเอสซีอาร์ เป็นต้น

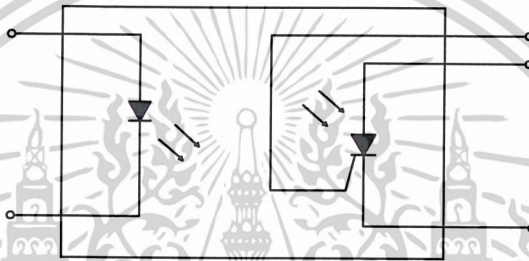


รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ของออปโตคัปเลอร์ในรูปแบบ IC

การเชื่อมโยงทางแสง (Opto coupler) สามารถใช้ในงานที่ต้องการแยกระบบไฟฟ้าของทั้งสองวงจรออกจากกัน เช่น เมื่อใช้เอาต์พุตที่เป็นแรงดันต่ำของวงจรทางดิจิทัลไปควบคุมการทำงานของมอเตอร์ไฟสลัป ทั้งนี้เนื่องจากวงจรดิจิทัล ไม่สามารถส่งเอาต์พุตออกเป็นแรงดันไฟฟ้าสลัปได้ นอกจากนี้กระแสไฟฟ้าสลัปที่เหนี่ยวนำขึ้นในวงจรทางดิจิทัลนั้นสามารถทำให้เกิดข้อยุ่งยากต่างๆ ได้ ดังนั้นมอเตอร์และวงจรทางดิจิทัลจึงต้องแยกกันทางไฟฟ้าซึ่งเป็นหน้าที่หลักของตัวเชื่อมโยงทางแสงที่สำคัญ ตัวเชื่อมโยงทางแสงมักถูกใช้ในงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ เช่น ในสายการผลิตที่ใช้หุ่นยนต์



(ก) แอต์ฟุตเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์



(ข) แอต์ฟุตเป็นโฟโตเอสซีอาร์

รูปที่ 2.2 ตัวเชื่อมโยงทางแสงชนิดต่าง ๆ

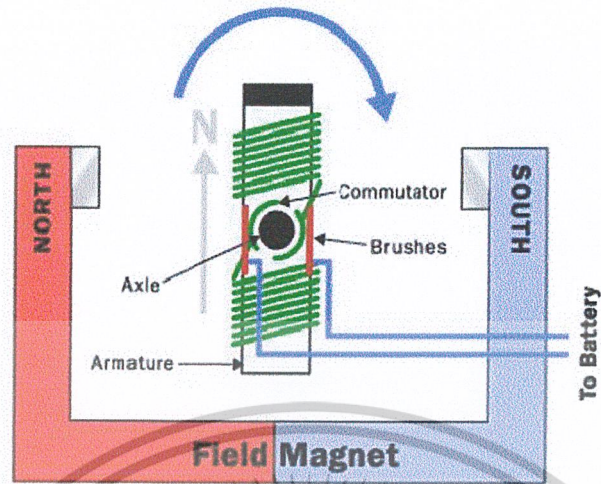
2.3 ดีซีมอเตอร์

2.3.1 ส่วนประกอบของมอเตอร์

เริ่มต้นจากมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง 2 ขั้ว ซึ่งส่วนประกอบพื้นฐานมีอยู่ 6 ชิ้น ดังนี้

- 1) อาร์เมเจอร์หรือโรเตอร์ (Armature หรือ Rotor)
- 2) คอมมิวเตเตอร์ (Commutator)
- 3) แปรง
- 4) เฟลา
- 5) แม่เหล็ก
- 6) เครื่องจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง DC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

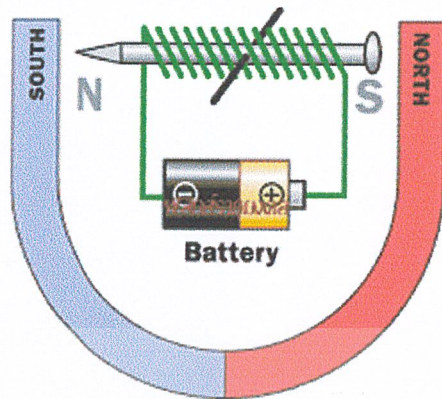


รูปที่ 2.3 ส่วนประกอบของมอเตอร์ไฟฟ้า

แม่เหล็กถาวรรูปเกือกม้าหรือจะเป็นแม่เหล็กไฟฟ้าก็ได้สำหรับมอเตอร์ขนาดใหญ่ แต่ถ้าเป็นมอเตอร์ขนาดเล็ก มักจะใช้แม่เหล็กถาวรเพื่อประหยัดพลังงาน อาร์มาเจอร์จะหมุนไปได้เนื่องจากการผลักของแม่เหล็กและต้องมีการกลับขั้วของแม่เหล็กขณะที่หมุนไปครึ่งรอบ ทำให้เกิดแรงผลักอย่างต่อเนื่อง ส่วนที่ใช้ในการกลับขั้วของแม่เหล็กคือ คอมมิวเตเตอร์และแปรง

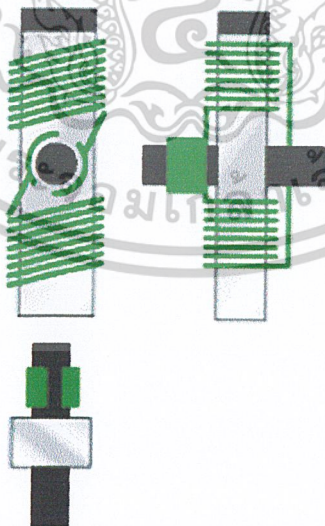
2.3.2 แม่เหล็กไฟฟ้ากับมอเตอร์

ถ้าต้องการจะเข้าใจการทำงานของมอเตอร์ จะต้องเข้าใจและศึกษาแม่เหล็กไฟฟ้าเสียก่อน เพราะแม่เหล็กไฟฟ้าเป็นพื้นฐานของมอเตอร์ไฟฟ้า อย่างไรก็ตามเราก็สามารถสร้างแม่เหล็กไฟฟ้าได้เองด้วยการพันขดลวดรอบตะปูตัก 100 รอบ และต่อสายไฟของขดลวดเข้ากับแบตเตอรี่ เมื่อเปิดให้ไฟฟ้าไหลผ่านขดลวด ตะปูจะเปลี่ยนเป็นแม่เหล็กเกิดขั้วเหนือและใต้ขึ้น ขณะที่ยังปิดสวิตช์คือยังไม่มีกระแสไฟฟ้าไหล ให้แฉวยตะปูตรงกลางระหว่างแม่เหล็กรูปเกือกม้า โดยเจาะรูตรงกลางของตะปู และสวมไว้กับเพลาเล็กๆ เพื่อให้ตะปูหมุนได้คล่อง ตอนแรกหัวตะปูอยู่ทางซ้าย แต่เมื่อเปิดสวิตช์ กระแสไฟฟ้าไหลผ่านลวดที่พันตะปู ทำให้ตะปูเปลี่ยนเป็นแม่เหล็กไฟฟ้า โดยที่หัวตะปูจะเป็นขั้วได้ ทำให้เกิดแรงผลักกับขั้วใต้ของแม่เหล็กรูปเกือกม้าหมุนไปครึ่งรอบ ไปอยู่ในตำแหน่งดังรูปข้างล่าง หัวตะปูจะหมุนไปอยู่ทางซ้ายและหยุดอยู่แค่นั้น



รูปที่ 2.4 แม่เหล็กไฟฟ้าภายในสนามแม่เหล็กของแม่เหล็กรูปเกือกม้า

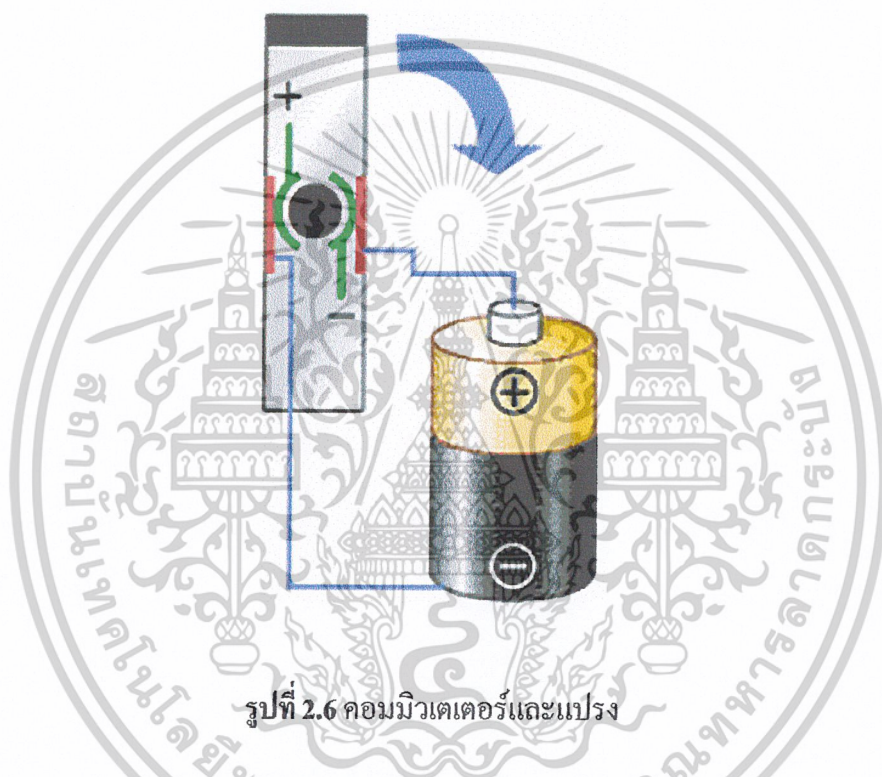
การหมุนครึ่งรอบของตะปูเป็นการหมุนแบบง่ายๆ อาศัยแรงผลักและแรงดึงของขั้วแม่เหล็กเท่านั้น ถ้าต้องการให้ตะปูสามารถหมุนได้ครบรอบ จะต้องทำการกลับขั้วของแม่เหล็กไฟฟ้า และทำให้ตะปูหมุนไปได้อีกครั้งรอบ สามารถกลับขั้วของแม่เหล็กได้อย่างง่ายๆ โดยเปลี่ยนทิศทางการไหลของประจุไฟฟ้าภายในเส้นลวด (กลับขั้วของแบตเตอรี่) ดังนั้นเมื่อตะปูหมุนไปอีกครั้งรอบ ก็ทำการกลับขั้วของแบตเตอรี่อีกให้ ได้จังหวะที่เหมาะสม การหมุนของตะปูจะเกิดขึ้นอย่างต่อเนื่อง และไม่หยุดเลย



รูปที่ 2.5 อาร์มาเจอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะแสดงการใช้อาร์มเจอร์แทนตะปู อาร์มาเจอร์ทำจากขดลวดพันรอบแท่งโลหะที่ทำเป็นแกน โดยมีคอมมิวเตเตอร์ติดอยู่กับแกน หมุนไปพร้อมกับแกนด้วย ในรูปภาพเป็นภาพที่มองจากมุมมองทั้งสามของอาร์มาเจอร์ คือ ด้านข้าง ด้านหน้า และด้านบน ถ้าเรามองจากทางด้านข้างคุณ จะเห็นคอมมิวเตเตอร์ประกอบด้วยแหวนครึ่งซีก 2 อันติดอยู่กับเพลลา แหวนแต่ละอันแตะกับเส้นลวดโดยผ่านทางแปรง

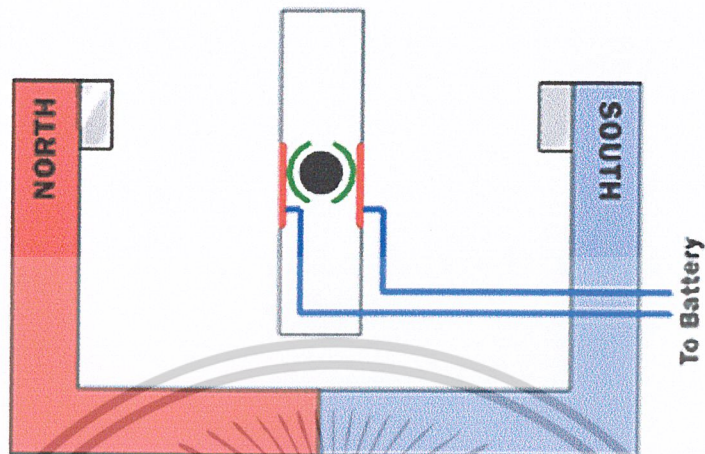


รูปที่ 2.6 คอมมิวเตเตอร์และแปรง

ภาพที่เห็นนี้จะแสดงให้เห็นการทำงานของแปรงและคอมมิวเตเตอร์ไปพร้อมๆ กัน เมื่ออาร์มาเจอร์หมุนไปได้ครึ่งรอบ มันจะกลับทิศทางของกระแสไฟฟ้า แปรงทำจากถ่านและสัมผัสหรือแตะอยู่บนผิวของโลหะของคอมมิวเตเตอร์ ดังนั้นถ้าใช้ไปนานๆ ถ่านจะถูกขัดสีจนสึก ต้องเปลี่ยนถ่านใหม่

Armature คือ ขดลวดหนึ่งหรือหลายขด ซึ่งหมุนอยู่ใน ไคนาโมหรือมอเตอร์ไฟฟ้า มักหมายรวมถึงอุปกรณ์ไฟฟ้าใดๆ ที่มีแรงเคลื่อนไฟฟ้าหรือ โวลต์เตจเหนี่ยวนำ เกิดขึ้นจากการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก เช่น ในหัวเข็มของเครื่องเล่นแผ่นเสียง ส่วนที่เป็นแม่เหล็กไฟฟ้าในลำโพง เครื่องขยายเสียง รีเลย์เป็นต้น) เมื่อนำส่วนประกอบทั้งหมดมาประกอบเข้าด้วยกันซึ่งก็คือ มอเตอร์ไฟฟ้านั่นเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 อาร์มาเจอร์

ในรูปข้างบนไม่ได้เขียนขดลวดอาร์มาเจอร์ ให้สังเกตว่าเมื่ออาร์มาเจอร์หมุนมาอยู่ในแนวระดับ ขั้วของแม่เหล็กไฟฟ้าจะเปลี่ยนทันที ทำให้ขั้วเหนือของแท่งแม่เหล็กไฟฟ้าจะอยู่ทางด้านบนตลอดเวลาพลิกกับขั้วเหนือของแม่เหล็กรูปเกือกม้า

มอเตอร์ที่อธิบายในเบื้องต้น เป็นมอเตอร์ 2 เฟส จึงมีขั้วแม่เหล็กเพียง 2 ขั้ว แต่ถ้าเป็นมอเตอร์แบบ 3 เฟส จะต้องใช้ขั้วแม่เหล็ก 3 ขั้ว แต่หลักการพื้นฐานเหมือนกัน อย่างไรก็ตามข้อดีของมอเตอร์ 3 เฟสมีอยู่มากเหมือนกัน ดังนี้

1) มอเตอร์แบบ 3 ขั้ว สามารถหมุนได้ดีกว่ามอเตอร์แบบ 2 ขั้ว ทำให้เกิดสมมูลเวลาหมุนมากกว่าเพราะว่ามอเตอร์แบบ 2 ขั้ว มีการสะดุดและแรงไม่ต่อเนื่องระหว่างมีการเปลี่ยนขั้วไฟฟ้า ส่วนมอเตอร์แบบ 3 ขั้วมีการสะดุดน้อยกว่า

2) แต่ทุกครั้งที่มีการกลับหรือเปลี่ยนขั้วไฟฟ้าของมอเตอร์แบบ 2 ขั้ว ทำให้เกิดการสูญเสียมากเราสามารถสร้างมอเตอร์ที่มีหลายขั้ว คือ มากกว่า 3 ก็ได้ ขึ้นอยู่กับขนาดและกำลังของมอเตอร์

2.4 เครื่องฟอกอากาศ

การทำงานของเครื่องฟอกอากาศโดยทั่วไปแล้วจะใช้หลักการทำงานโดยการกำเนิดไฟฟ้าประจุลบขึ้น ประจุไฟฟ้าลบนี้จะทำให้โมเลกุลของอากาศเกิดการแตกตัว โมเลกุลของอากาศที่แตกตัวออกมานี้จะเป็น โมเลกุลเดี่ยว เมื่อไปรวมตัวกับ โมเลกุลของอากาศ O_2 ที่ไม่เกิดการแตกตัวจะได้เป็น โมเลกุล O_3 ขึ้นมาเป็นก๊าซใหม่ซึ่งเราเรียกว่า โอโซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.1 ข้อมูลทั่วไปของก๊าซโอโซน

ส่วนที่ 1 ลักษณะบ่งชี้ของตัวผลิตภัณฑ์

ชื่อผลิตภัณฑ์ : โอโซน

ชื่อเรียกพ้อง : ไตโตมิก ออกซิเจน

ตระกูลทางเคมี : ออกซิโคเซอร์

สูตรโมเลกุล : O_3

น้ำหนักโมเลกุล : 48.0

ส่วนที่ 2 ข้อมูลทางกายภาพ

จุดเดือด : $-111.9^{\circ}C$

จุดหลอมเหลว : $-192.7^{\circ}C$

ความสามารถในการละลายในน้ำที่อุณหภูมิ $20^{\circ}C$: 0.33 g/l

ความหนาแน่นของไอ : 1 (เท่ากับอากาศ)

2.4.2 กระบวนการแตกตัวของก๊าซโอโซน

ในอากาศประกอบด้วยก๊าซไนโตรเจน 79% และก๊าซออกซิเจน 21% โดยประมาณ นอกนั้นเป็นก๊าซเฉื่อยและไอน้ำ โอโซนเป็นก๊าซที่ประกอบด้วยออกซิเจน 3 อะตอมจับกันอยู่ในสถานะไม่เสถียรสลายตัวได้ง่ายขึ้นอยู่กับสภาพแวดล้อมและความหนาแน่นของปริมาณก๊าซ

2.4.3 แหล่งที่มาของการกำเนิดโอโซน

1) เกิดตามธรรมชาติเกิดจากการรวมตัวกันของโมเลกุลของก๊าซออกซิเจน โดยมีรังสีอัลตราไวโอเลตที่มีความยาวคลื่นน้อยกว่า 242 นาโนเมตร เป็นตัวเร่งปฏิกิริยา ทำให้เกิดพลังงานที่จะดึงเอาโมเลกุลของก๊าซออกซิเจนให้แตกตัวเป็นอะตอมของออกซิเจน 2 อะตอม เมื่ออะตอมของออกซิเจน 1 อะตอมพบกับโมเลกุลของก๊าซออกซิเจนจะเกิดการรวมตัวดังสมการ



โอโซนที่เกิดขึ้นนี้สามารถดูดกลืนรังสีอัลตราไวโอเลตแล้วแตกตัวกลายเป็นก๊าซออกซิเจนและรวมตัวกับอะตอมของออกซิเจนกลายเป็น โอโซนได้อีก โดยมีรังสีอัลตราไวโอเลตเป็นตัวเร่งปฏิกิริยาซึ่งจะเกิดเช่นนี้ไปได้เรื่อยๆ โดยไม่มีที่สิ้นสุดแบบปฏิกิริยาลูกโซ่ โอโซนยังสามารถเกิดได้เองในอากาศจากพายุฝนฟ้าคะนองหรือจากฟ้าแลบได้อีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กระบวนการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าวนี้นี้เรียกว่ากระบวนการโฟโตเคมีคอล (Photochemical process) ซึ่งเป็นปฏิกิริยาที่ทำให้เกิดก๊าซโอโซนและสลายตัวพร้อมกัน และในที่สุดปฏิกิริยาของก๊าซโอโซนก็จะอยู่ในภาวะสมดุลโดยที่อัตราการเกิดและสลายตัวเท่ากัน

2) เกิดจากการกระทำของมนุษย์ โอโซนถูกผลิตขึ้นมาเพื่อใช้ประโยชน์ในด้านต่าง ๆ เช่น การกำจัดน้ำเสียและใช้ฆ่าเชื้อ การเตรียมก๊าซโอโซนที่สะดวกที่สุดใช้ไฟฟ้า (Silent electrical discharge) กระทำกับอากาศหรือกับก๊าซออกซิเจน ซึ่งก๊าซออกซิเจนบางส่วนเท่านั้นที่กลายเป็นโอโซน ถ้าใช้อากาศเรียกก๊าซผสมนี้ว่า โอโซนไนซ์แอร์ (Ozonised air) ถ้าใช้ก๊าซออกซิเจน ก๊าซโอโซนที่เกิดขึ้นจะปนอยู่กับก๊าซออกซิเจนที่เหลือ เรียกว่า Ozonised oxygen เครื่องมือที่ใช้เตรียมก๊าซโอโซนด้วยวิธีนี้เรียกว่า โอโซนไนเซอร์ (Ozonizer)

2.4.4 คุณสมบัติของโอโซน

โอโซนมีคุณสมบัติด้านการดับกลิ่น ขยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรค ย่อยสลายก๊าซพิษ ฟอกสี เพราะฉะนั้น โอโซนจะเป็นตัวกำจัดมลพิษที่มีผลโดยตรงต่อสุขภาพ เช่น การหายใจลำบาก เคืองจุก และตา ทำให้หลอดลมอักเสบ ภูมิแพ้ เวียนหัว ความต้านทานโรคน้อยลง ที่เป็นเช่นนี้เพราะขาดอากาศที่มีโอโซนปะปนอยู่ซึ่งมีปริมาณของโอโซนน้อยมาก ถ้าร่างกายของเราได้รับโอโซนเข้าไปจะทำให้ร่างกายมีภูมิต้านทานที่ดีและแข็งแรงสดชื่นขึ้น

1) การกำจัดโลหะหนัก

โอโซนสามารถออกซิไดส์โลหะหนักต่างๆ ให้อยู่ในรูปตะกอนที่ไม่ละลายน้ำ เช่น Ce^{3+} , e^{2+} , Co^{2+} , Ni^{2+} , Mn^{2+} , Pb^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , Ag^+ และ Tl^+ เป็นต้น ตัวอย่างเช่น ปฏิกิริยาออกซิเดชันของเหล็กและตะกั่วด้วย โอโซนในสถานะเป็นกลางจะทำให้ตะกอนของเฟอร์ริกออกไซด์และเลดไดออกไซด์ตามลำดับ

2) การกำจัดสารลดแรงตึงผิวอินทรีย์ (Organic surfactant)

เนื่องจากน้ำเสียที่ได้จากบ้านเรือนต่างๆจะประกอบด้วย สารลดแรงตึงผิวอินทรีย์เป็นส่วนใหญ่ทั้งประเภทแอนไอออนิก แคตไอออนิก และนอนไอออนิก ได้แก่ โซเดียมอัลคิลเบนซีนซัลโฟเนต โซเดียมลอริลอีเธอร์ซัลเฟต อัลคิลเบนซิลไดเมทิลแอมโมเนียมคลอไรด์ และโพลีเอทีลีน ไกลคอลอัลคิลอีเธอร์ เป็นต้น

แม้ว่าสารเหล่านี้ สามารถย่อยสลายได้ทางชีวภาพ (Biodegradable) แต่ก็ยังเป็นปัจจัยหนึ่งที่ทำให้เกิดกลิ่นเหม็น การใช้อโอโซน จึงสามารถช่วยลดปริมาณสารเหล่านี้ ในน้ำให้น้อยลง ปฏิกิริยาระหว่างสารลดแรงตึงผิวกับโอโซนจะเกิดขึ้นในสถานะเป็นค่า

3) การกำจัดสารโพลีนิวเคลียร์อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน

ไอโซนสามารถทำลายวงเบนซีนของสารโพลีนิวเคลียร์ อะโรมาติกไฮโดรคาร์บอน ในสถานะเป็นกลาง เช่น แนพทาลีน (Naphthalene) แอนทราซีน (Anthracene) ไพรีน (Pyrene) และไบฟีนิล (Biphenyl) เป็นต้น ทำให้ได้ผลผลิตของกรดหลายชนิด รวมทั้งสารควิโนน (Quinone) เช่น ปฏิริยาออกซิเดชันของแนพทาลีนโดยไอโซนในน้ำ จะมีส่วนผสมของกรดออกซาลิก กรดพทาลัลดีไฮด์ (Phthalaldehydic acid) และ แนพโทควิโนน (Naphthoquinone) ในขณะที่ออกซิเดชันของไบฟีนิลในน้ำจะได้กรดฟอร์มิก กรดออกซาลิก และกรดเบนโซอิก (Benzoic acid) เป็นผลผลิต

4) การกำจัดสารไฮโดรคาร์บอนที่มีคลอรีน (chlorinated hydrocarbons)

สารไฮโดรคาร์บอน ที่มีคลอรีนเป็นองค์ประกอบ เช่น คลอโรเบนซีน, ไดคลอโรเบนซีน, ไตรคลอโรเอทีลีน, เตตราคลอโรเอทีลีน, สารดีดีที (Dichlorodiphenyltrichloroethane : DDT) และ สารพีซีบี (Polychlorinated biphenyls : PCBs) เป็นต้น จัดเป็นมลพิษที่มีความเสถียร ต่อสิ่งแวดล้อมมากที่สุด เนื่องจากมันไม่สามารถ ถูกทำลาย โดยสารออกซิไดส์หลายชนิด แต่ไอโซน สามารถทำลายสารเหล่านี้ เปลี่ยนเป็นสารที่ไม่เป็นพิษ ตัวอย่างเช่นปฏิริยาออกซิเดชันของไดคลอโรเบนซีนด้วยไอโซนในน้ำในสถานะเป็นกลางจะให้กรดคลอโรมาเลอิก (Chloromaleic acid) เป็นผลผลิต ในขณะที่เตตราคลอโรเอทีลีน จะถูกออกซิไดส์เป็นกรดไฮโดรคลอริก

5) การกำจัดสารไซยาไนด์และซัลไฟด์

สารไซยาไนด์ เป็นมลพิษที่พบในน้ำทิ้ง จากโรงงานชุบโลหะ ร้านถ่ายรูป และร้านทำทอง ขณะที่สารซัลไฟด์นำมาใช้ เป็นสารฟอกสี ในขบวนการผลิตน้ำตาลและเส้นใย สารทั้งสองชนิดก่อให้เกิดความเป็นพิษ ต่อสัตว์น้ำอย่างเฉียบพลัน ดังนั้นน้ำทิ้งที่มีการปนเปื้อนของสารไซยาไนด์ และสารซัลไฟด์ สามารถผ่านการบำบัด ด้วยไอโซน

6) การกำจัดสารปราบศัตรูพืช

จากการศึกษาปฏิริยาออกซิเดชันของสารตกค้าง ประเภทออร์แกโนฟอสเฟต (Organophosphate) ด้วยไอโซน ในสถานะเป็นกลางพบว่า จะเกิดขึ้นอย่างช้าๆ หลายขั้นตอน และผลผลิตสุดท้ายที่ได้จะเป็นของผสมของกรดหลายชนิด เช่น พาราธาออน (Parathion) จะถูกออกซิไดส์เป็นพาราออกซอน (Paraoxon) ในขั้นแรก และค่อยๆ เปลี่ยนเป็นของผสมของไนโตรพีนอล กรดฟอสฟอริกและกรดอะซีติกในที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7) การกำจัดกลิ่นและสี การเกิดกลิ่นในน้ำเสียและน้ำทิ้ง

ส่วนใหญ่เป็นผลมาจากการย่อยสลายของโปรตีน, ผัก, ผลไม้, สิ่งปฏิกูลโดยเชื้อจุลินทรีย์ รวมทั้งมูลของสัตว์ ทำให้เกิดสารเคมีหลายชนิด อาทิ แอมโมเนีย ไฮโดรเจนซัลไฟด์ ไดมethylซัลไฟด์ เมทิลเมอแคปแทน ฟอสฟอรัส และไตรเมทิลเอมีน เป็นต้น สารเหล่านี้สามารถถูกออกซิไดส์ด้วยโอโซน เปลี่ยนเป็นสารไม่มีกลิ่น ปฏิกิริยาที่เกิดขึ้น

ทำนองเดียวกันโอโซน ก็มีประสิทธิภาพสูง ในการกำจัดกลิ่นในอากาศ หรือฟอกอากาศให้บริสุทธิ์ด้วย นอกจากนี้ โอโซนยังสามารถใช้ในการฟอกสี (Decolourisation) ของสีย้อมต่าง ๆ และสีจากพืช ด้วย ตัวอย่างเช่น การฟอกสีของ Acid Red 4 ซึ่งเป็น azo dye จะให้ Nitrocompounds เป็น Intermediate products

ด้วยคุณสมบัติในการออกซิไดส์สารเคมีต่างๆ ได้มากมาย โอโซนจึงจัดเป็นสารกำจัดมลพิษที่มีประสิทธิภาพมากที่สุด และสิ้นเปลืองค่าใช้จ่ายน้อยกว่า เมื่อเปรียบเทียบกับสารออกซิไดซ์อื่นๆ เนื่องจากปริมาณของโอโซนที่ใช้ในการบำบัดเพียง 2 - 10 ส่วนในล้านส่วน สิ่งสำคัญก็คือการบำบัดด้วยโอโซนที่มากเกินไป จะไม่ก่อให้เกิดปัญหาของสารตกค้างต่อสิ่งแวดล้อมด้วย เพราะว่าโอโซนมี Half-life ประมาณ 25 นาทีในน้ำซึ่งจะค่อยๆ สลายตัว เป็นก๊าซออกซิเจนในที่สุด

2.4.5 แผ่นกรองอากาศ

คุณสมบัติแผ่นกรองอากาศ HEPA (High Efficiency Penetrating Air) เป็นระบบการกรองหลายชั้น ซึ่งเป็นชนิดที่นายแพทย์แนะนำให้ใช้ (Doctor Recommended) สำหรับคนไข้โรคภูมิแพ้โดยเฉพาะ

ฟิลเตอร์ชั้นแรก จะทำหน้าที่กรองเศษผง หรือฝุ่นละอองที่มีขนาดใหญ่ เพื่อให้แผ่นฟอกอากาศ (Filter) ทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดในการกรองฝุ่นละอองที่มีขนาดเล็กและช่วยยืดอายุการทำงานของฟิลเตอร์

ฟิลเตอร์ชั้นที่สอง แผ่นฟอกอากาศ (Electrostatic Charge) มีการชาร์ตประจุไฟฟ้าสถิตแบบถาวรลงบนเส้นใย จะมีความสามารถสูงเป็นพิเศษในการดักจับฝุ่นละอองที่มีอนุภาคขนาดเล็ก เพื่อประสิทธิภาพของการฟอกอากาศสูงสุดและถูกวิธี

คุณสมบัติ

- 1) แผ่นกรองอากาศมีประสิทธิภาพในการกำจัดฝุ่นละอองจากอากาศ ควันบุหรี สารระเหย ละอองเกสรดอกไม้ เชื้อรา เชื้อแบคทีเรีย กรองกลิ่นต่างๆ
- 2) มีเทคโนโลยีชีวภาพสามารถป้องกันการเจริญเติบโตของเชื้อรา แบคทีเรีย และเชื้อโรคต่างๆ บนแผ่นกรองอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

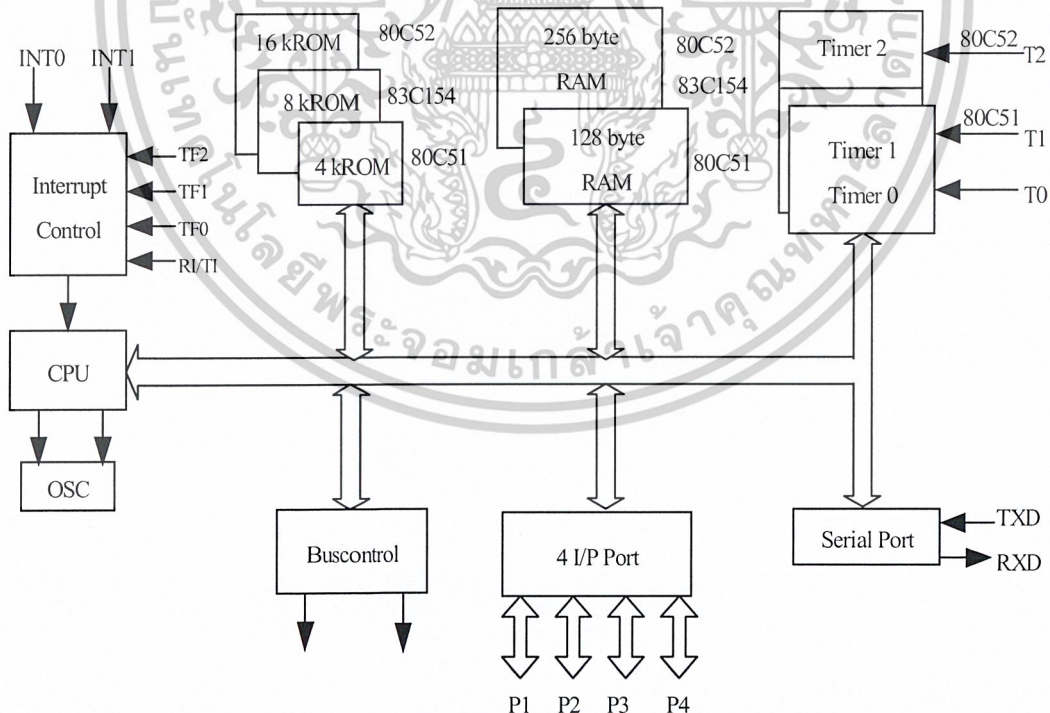
2.5 ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51

2.5.1 ไมโครคอนโทรลเลอร์แบบชิพเดียว

มีคนมากมายไม่น้อยที่คิดจะเขียนโปรแกรมภาษาแอสเซมบลีเพื่อใช้กับงานควบคุมต่างๆ แต่ก็ต้องท้อใจที่จะต้องศึกษากับการทำงานของวงจรและภาษาแอสเซมบลีซึ่งไม่มีทางหลีกเลี่ยงเลยสำหรับไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไป เช่น ซีพียูเบอร์ Z80 เป็นต้น

ในปัจจุบันมีไมโครคอนโทรลเลอร์เอ็มซีเอส 51 ซึ่งเป็นไมโครคอมพิวเตอร์แบบชิพเดียว (ไม่ต้องต่อกับอุปกรณ์ภายนอกก็สามารถทำงานได้) มีความสะดวกในการใช้งานและเขียนโปรแกรมควบคุมด้วยภาษาเบสิกได้โดยไม่ต้องศึกษาการทำงานของวงจรเหมือนกับภาษาแอสเซมบลีหรือบางท่านที่ถนัดภาษาแอสเซมบลีก็ยังสามารถใช้ได้เช่นกัน

MCS-51 นี้เป็นอุปกรณ์ที่ออกแบบมาสนองความต้องการของผู้ใช้คือมีสายอินพุตและเอาต์พุตภายในตัวเองพอร์ตของอินพุตและเอาต์พุตบัฟเฟอร์อินเทอร์เฟต และสายควบคุมตัวอื่นๆ ที่ใช้สำหรับแยกข้อมูลกับแอดเดรสและยังมีชุดคำสั่งเพิ่มขึ้นเป็นพิเศษเพื่อจัดการข้อมูลและวงจรตั้งเวลากับวงจรนับด้วย (ปกติวงจรนับสามารถทำงานเป็นวงจรตั้งเวลาได้ด้วย จึงเรียกควบคู่กันไปคือวงจรตั้งเวลา/วงจรรนับ)



รูปที่ 2.8 โครงสร้างภายในของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.2 คุณสมบัติของไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51ประกอบด้วย

- 1) ซีพียู 8 บิต ที่ควบคุมได้ง่าย
- 2) เพิ่มการทำงานลอจิกครั้งละ 1 บิตได้
- 3) สายอินพุตและเอาต์พุตมีจำนวน 32 เส้น ใช้เลือกแอดเดรสแยกต่างห่างจากกันได้
- 4) มีแรมบรรจุไว้ในขนาด 128 ไบต์ หรือ 256 ไบต์
- 5) วงจรตั้งเวลา/วงจรมีขนาด 2, 3 หรือ 16 บิต
- 6) กำหนดเป็น UART (Universal Synchronous Asynchronous Receiver Transmitter) ที่รับ

ข้อมูลอนุกรม ได้ 2 ทิศทาง

- 7) อินเทอร์รัพต์ แบ่งออกเป็น 2 ระดับ จาก 5 หรือ 6 แหล่ง
- 8) มีสัญญาณนาฬิกาอยู่ในตัว
- 9) มีหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลภายในขนาด 4 หรือ 8 กิโลไบต์ (8751และ8752)
- 10) มีแอดเดรสของหน่วยความจำสำหรับเก็บโปรแกรม จำนวนทั้งหมด 64 กิโลไบต์
- 11) มีแอดเดรสของหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลจำนวนทั้งหมด 64 กิโลไบต์
- 12) คำสั่งทั้งหมดมี 111 คำสั่ง (64รอบ)
- 13) ทำงานด้วยเลขฐานสิบและฐานสิบหก
- 14) ตัวแปลภาษาเบสิกมีขนาด 8 กิโลไบต์ (8025AH - BASIC)
- 15) ควบคุมอีพროมภายในตัวด้วยภาษาเบสิก (8025AH - BASIC)
- 16) มีคำสั่งเฉพาะของภาษาเบสิกที่ใช้สำหรับอินพุตและเอาต์พุตวงจรมี และอินเทอร์เฟซแบบอนุกรม (8025 AH-BASIC)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5.3 การจัดการต่างๆของ MCS-51

ไอซีไมโครคอนโทรลเลอร์ 8051 โครงสร้าง IC เป็นแบบ DIP มีขาทั้งหมด 40 ขาโดยขาต่างๆ จะใช้เป็นขาพอร์ตอินพุต เอาท์พุต ขาสัญญาณควบคุม ขาดำแหน่งหน่วยความจำ และขาข้อมูล ความหมายของขาต่างๆ มีดังนี้

1) พอร์ต 0 (Port 0)

พอร์ต 0 ได้แก่ขาที่ 32 – 39 ของ MCS - 51 สามารถใช้เป็นอินพุตและเอาท์พุตได้นอกจากนี้ในการติดต่อกับหน่วยความจำภายนอกยังใช้เป็นขา Address Bus และ Data Bus อีกด้วย

2) พอร์ต 1 (Port1)

พอร์ต 1 ได้แก่สาขาที่ 1- 8 บิต สามารถอ้างอิงทีละบิตได้ คือ P1.0, P1.1,etc

3) พอร์ต 2 (Port2)

พอร์ต 2 ได้แก่สาขาที่ 21 - 28 จะใช้งาน 2 หน้าที คือใช้เป็นพอร์ต 8 บิตกับใช้เป็นแอดเดรส 8 บิตในการอ้างหน่วยความจำภายนอก

4) พอร์ต 3 (Port3)

พอร์ต 3 ได้แก่สาขาที่ 10-17 จะใช้งานสองหน้าที เป็นพอร์ตอินพุตและเอาต์พุต และใช้เป็นสาขาควบคุมต่างๆ

5) PSEN (Program Store Enable)

ขา PSEN เป็นขาที่ส่งสัญญาณออก คือ ขา 29 ขานี้จะแอกทีฟเมื่อ MCS - 51 ต้องการอ่าน Code โปรแกรมภายนอก โดยปกติถ้าหน่วยความจำภายนอกเป็น EPROM ขา PSEN จะต่อกับขา Output Enable (OE) ของ EPROM

6) ALE (Address Latch Enable)

เนื่องจากพอร์ต 0 สามารถใช้เป็นขาอ้างตำแหน่งและขาข้อมูล MCS - 51 จะมีขา ALE ได้แก่ขา 30 ขานี้จะใช้ Multiplex สัญญาณ Address Bus ของ Port 0 ในการใช้งานระบบ MCS - 51 นั้นจะต้องมีอุปกรณ์ต่อกับ Port 0 ที่ทำหน้าที่ Latch สัญญาณ Address Bus เมื่อ MCS - 51 จะส่งสัญญาณ Address Bus ออกมาก่อนทาง Port 0 จากนั้นจะส่งสัญญาณ ALE มา Latch อุปกรณ์ภายนอก ให้เก็บค่า Address Bus ของ Port 0 ไว้เพื่อใช้ Port 0 เป็น Data Bus ต่อไป

สำหรับ MCS – 51 บางเบอร์นี้อาจทำงานอีกหน้าที่หนึ่ง คือ เป็นขา PROG (Program Pulse Input) สำหรับใช้โปรแกรมข้อมูลลงไปในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

7) EA (External Access)

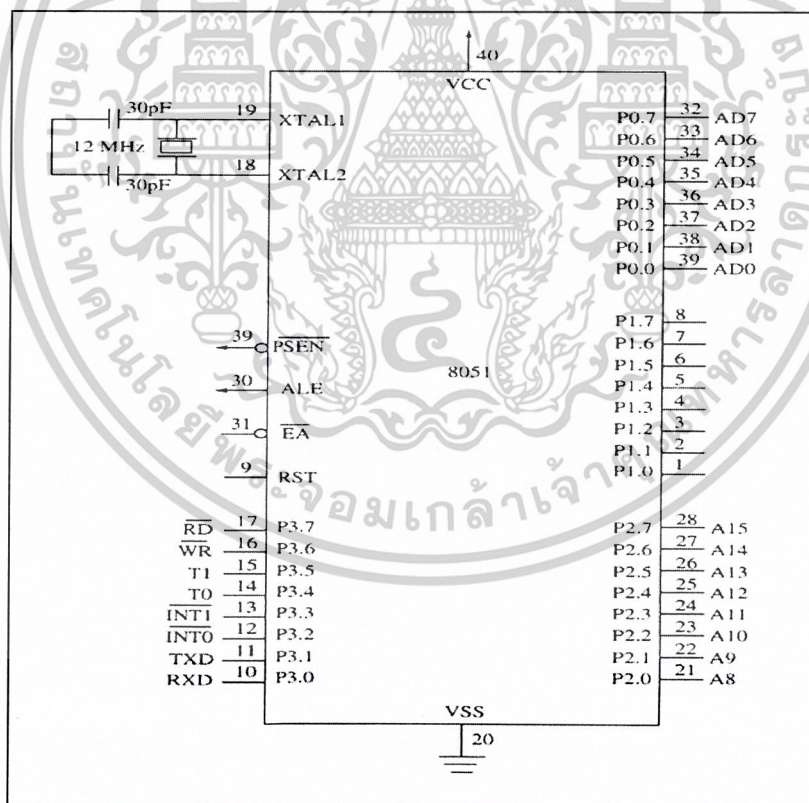
ขา EA ได้แก่ขาที่ 31 ถ้าขานี้เป็นลอจิก “1” จะใช้กับเบอร์ 8051/8052 เพื่อบอกว่าให้อ่านโปรแกรมจากหน่วยความจำโปรแกรมภายใน แต่ถ้าเป็นลอจิก “0” จะบอกให้ MCS-51 ทำเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมโดยอ่านจากหน่วยความจำโปรแกรมภายนอก (ถ้า EA เป็น "0" ขา PSEN จะแอกทีฟ) ถ้าหากเป็นเบอร์ 8031 หรือ 8032 ขา EA เป็น "0" เสมอ เพราะว่าไม่มีโปรแกรมหน่วยความจำภายใน แต่ถ้าใช้เบอร์ 8051/8052 ซึ่งมีหน่วยความจำโปรแกรมภายในและให้ขา EA เป็น "0" ซึ่งจะ Disabled ROM ภายในและจะอ่านโปรแกรมจาก EPROM ภายนอกแทน

8) RST(Reset)

ขา RST ได้แก่ขา 9 จะใช้ในการรีเซ็ต MCS-51 โดยจะให้ขานี้เป็นลอจิก "1" อย่างน้อย 2 Machine Cycles จึงจะรีเซ็ตระบบได้

8051 8051AH และ 8052AH เป็นอุปกรณ์ที่ทำงานโดยการควบคุมจากโปรแกรมในหน่วยความจำ (รอม) โดยการโปรแกรมด้วยต้นแบบ เพื่อให้เกิดข้อมูลบนรอมครั้งหนึ่งเป็นจำนวนมากจึงเหมาะกับการผลิตเพื่อใช้งานควบคุมจำนวนมากๆ มีอีก 2 เบอร์ที่ทำงานคล้ายกันคือ 8031AH และ 8032AH ที่ใช้แทน 8051 และ 8052 AH ได้ตามลำดับ โดยไม่ต้องส่งให้โรงงานโปรแกรมให้ เพราะเราจะเขียนและทดสอบโปรแกรมด้วยหน่วยความจำภายนอกแทน (ไม่มีรอมภายใน)



รูปที่ 2.9 จำนวนขาและหน้าที่ของ 8051

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน่วยความจำนี้แบ่งได้ 2 กลุ่ม คือ หน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมและหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล หน่วยความจำแรกมีแอดเดรสที่ต่ำกว่า 4 หรือ 6 กิโลไบต์ บรรจุอยู่ในรอม ส่วน MSC - 51 ที่ไม่มีรอมภายในจะใช้แทนหน่วยความจำภายนอกซึ่งอาจเป็นรอม แรมหรืออีพรอมแทนก็ได้

เอ็มซีเอสจะอ่านหน่วยความจำสำหรับเก็บ โปรแกรมเข้ามาเป็นภาษาเครื่องตามลำดับ ส่วนหน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูล จะใช้เป็นทีเก็บตัวแปร, การคำนวณหาผลลัพธ์ทันที, การจัดการกับข้อมูลที่มีขนาด 16 บิต (word) ตารางที่ค้นหาค่าต่างๆ และหน้าที่อื่นที่คล้ายกัน

หน่วยความจำสำหรับเก็บข้อมูลใช้ร่วมกับหน่วยความจำภายในได้ถึง 640 กิโลไบต์ ซึ่งเลือกใช้รอมหรือแรมก็ได้ และยังมีรีจิสเตอร์พิเศษที่ใช้หน่วยความจำภายนอกแรมได้ 128 หรือ 256 กิโลไบต์ หน่วยความจำภายในตั้งเวลา/จำนวนนับอินเตอร์รัพต์

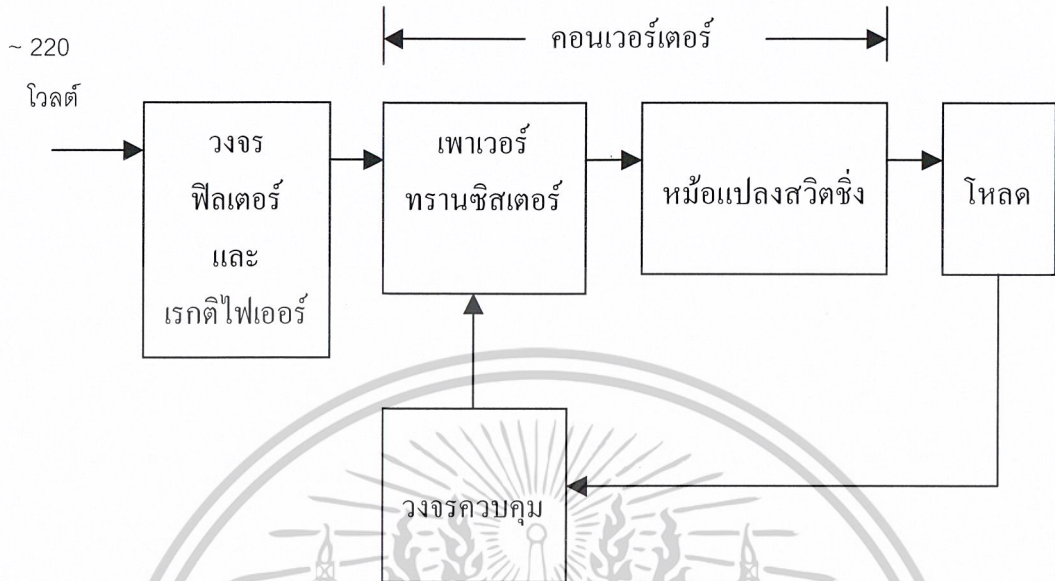
2.6 วงจรกำเนิดแรงดันสูง (High Voltage)

2.6.1 สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายเป็นแหล่งจ่ายไฟตรงคงค่าแรงดันแบบหนึ่ง และสามารถเปลี่ยนแรงดันไฟจากระบบแรงดันไฟสลับที่ 110 โวลต์ หรือ 220 โวลต์ ให้เป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำ เพื่อใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ได้เช่นเดียวกับแหล่งจ่ายไฟตรงแบบเชิงเส้น หรือที่เรียกวาลีเนียร์เพาเวอร์ซัพพลาย เพาเวอร์ซัพพลายทั้งสองแบบจำเป็นต้องใช้หม้อแปลงในการลดทอนแรงดันที่ 220 โวลต์ ลงมาเป็นแรงดันไฟค่าต่ำเช่นเดียวกัน แต่มีข้อแตกต่างอยู่ที่ขนาดและน้ำหนักของหม้อแปลง โดยที่หม้อแปลงของลิเนียร์เพาเวอร์ซัพพลายจะมีขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมากเมื่อเทียบกับหม้อแปลงสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย การพัฒนาของลิเนียร์เพาเวอร์ซัพพลายจึงมีขีดจำกัดอยู่ที่การใช้หม้อแปลงขนาดใหญ่และมีน้ำหนักมาก รวมถึงประสิทธิภาพที่ได้ค่อนข้างต่ำ

1) การทำงานของสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลาย

สวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายจะมีองค์ประกอบพื้นฐานที่คล้ายคลึงกันกับสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายทั่วไป หัวใจสำคัญของสวิตซ์เพาเวอร์ซัพพลายจะอยู่ที่คอนเวอร์เตอร์ เนื่องจากจะเป็นทั้งตัวลดทอนแรงดันและคงค่าแรงดันที่เอาต์พุตของซัพพลาย องค์ประกอบต่างๆ จะทำงานกันเป็นลำดับดังนี้



รูปที่ 2.10 องค์ประกอบพื้นฐานของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายโดยทั่วไป

แรงดันไฟสลับ 220 โวลต์ จะผ่านเข้ามาทางวงจร RFI ฟิวเตอร์ เพื่อกรองสัญญาณรบกวน และจะถูกเปลี่ยนเป็นแรงดันไฟตรงค่าสูงด้วยวงจรเรกติไฟเออร์ เพาเวอร์คอนเวอร์เตอร์โดยเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์จะตัดต่อแรงดันออกเป็นช่วงๆ ด้วยความถี่สูงประมาณ 20 - 200 กิโลเฮิร์ตซ์ จากนั้นจะผ่านเข้าไปยังหม้อแปลงสวิตชิงเพื่อลดทอนแรงดันให้มีค่าต่ำลง ที่เอาต์พุตของหม้อแปลงจะมีวงจรเรียงกระแสและกรองแรงดันให้เรียบเสียก่อน จึงสามารถจ่ายกระแสให้โหลดได้ การคงค่าแรงดันจะทำได้โดยการป้อนกลับค่าแรงดันที่เอาต์พุตมายังวงจรควบคุม เพื่อควบคุมการทำงานของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ให้มีช่วงเวลาน่ากระแสมากขึ้นหรือน้อยลง ตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันที่เอาต์พุต ซึ่งมีผลทำให้แรงดันเอาต์พุตคงที่ได้

2.6.2 คอนเวอร์เตอร์

คอนเวอร์เตอร์นับเป็นส่วนที่สำคัญที่สุดในสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย มีหน้าที่ลดทอนแรงดันไฟตรงค่าสูงลงมาเป็นแรงดันไฟตรงค่าต่ำและสามารถคงค่าแรงดันได้ คอนเวอร์เตอร์มีหลายแบบขึ้นอยู่กับการจัดลักษณะวงจรภายใน

การจะเลือกใช้คอนเวอร์เตอร์แบบใดสำหรับสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายนั้นมีข้อควรพิจารณาจากลักษณะพื้นฐานของคอนเวอร์เตอร์แต่ละแบบดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

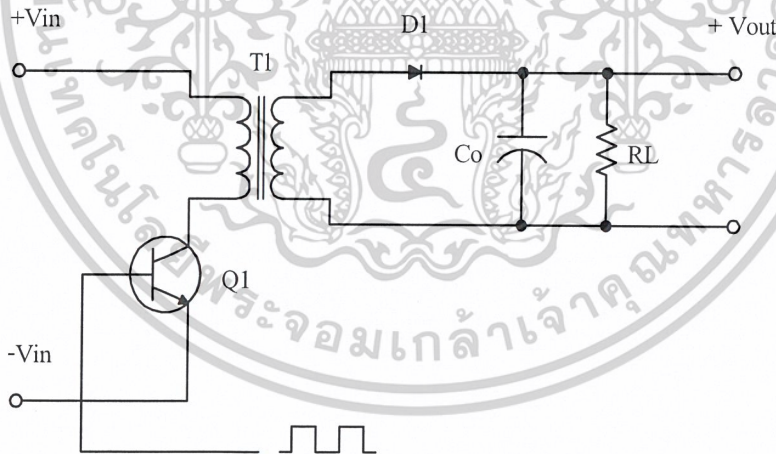
- 1) ลักษณะการแยกกันทางไฟฟ้าระหว่างอินพุตและเอาต์พุตของคอนเวอร์เตอร์
- 2) ค่าแรงดันอินพุตที่จะนำมาใช้กับคอนเวอร์เตอร์
- 3) ค่ากระแสสูงสุดที่ตกคร่อมเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในคอนเวอร์เตอร์ขณะทำงาน
- 4) ค่าแรงดันสูงสุดที่ตกคร่อมเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในคอนเวอร์เตอร์ขณะทำงาน
- 5) การรักษาระดับแรงดันในกรณีที่คอนเวอร์เตอร์มีเอาต์พุตหลายแรงดัน
- 6) การกำเนิดสัญญาณรบกวนของ RFI/EMI ของตัวคอนเวอร์เตอร์

ปัจจุบันได้มีการพัฒนาคอนเวอร์เตอร์ในรูปแบบต่างๆ ขึ้นคอนเวอร์เตอร์ที่นิยมใช้เป็นหลัก

ในตลาดอุตสาหกรรมของสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย คือ

- 1) ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ (Flyback Converter)
- 2) ฟอว์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ (Forward Converter)
- 3) พูช-พูลคอนเวอร์เตอร์ (Push-Pull Converter)
- 4) ฮาล์ฟ-บริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Half-Bridge Converter)
- 5) ฟูล-บริดจ์คอนเวอร์เตอร์ (Full-Bridge Converter)

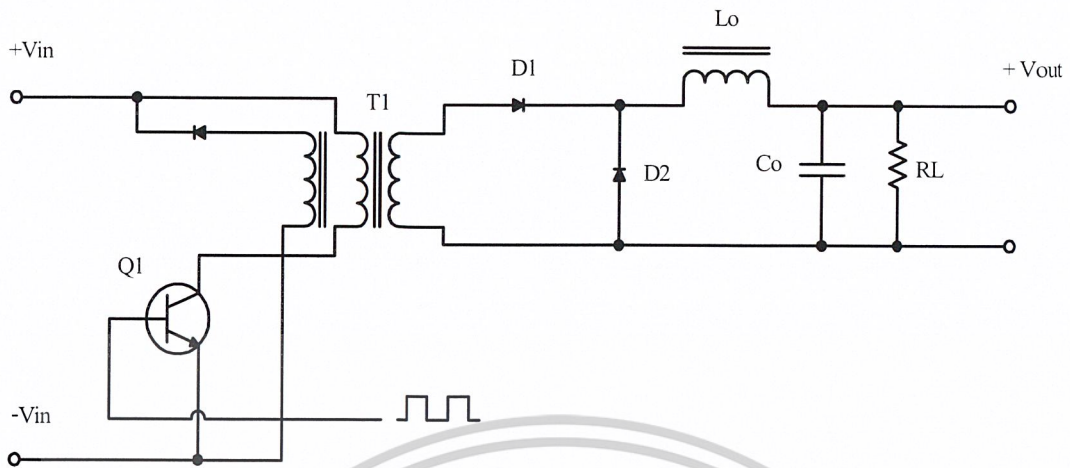
2.6.3 รูปแบบของคอนเวอร์เตอร์



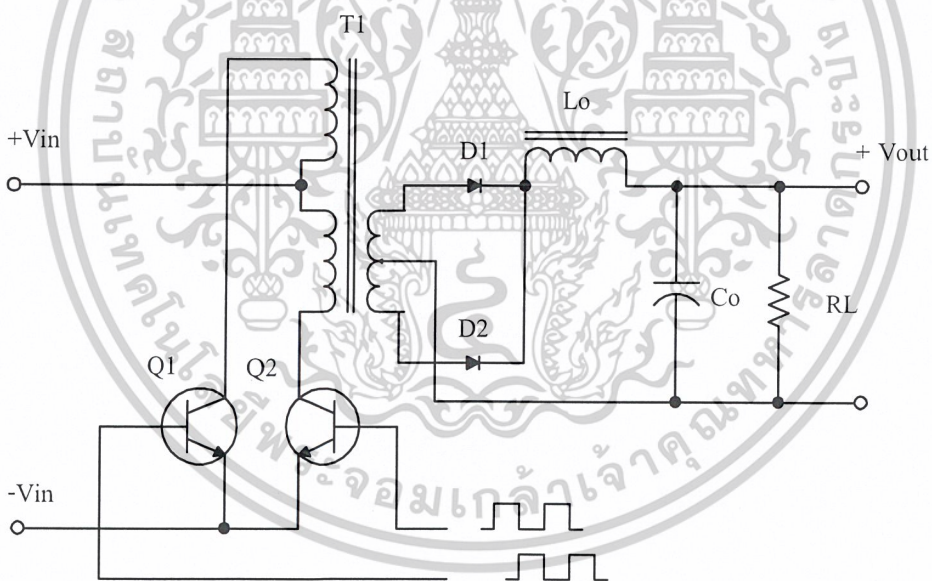
(ก) วงจรพื้นฐานของฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

รูปที่ 2.11 วงจรพื้นฐานของคอนเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



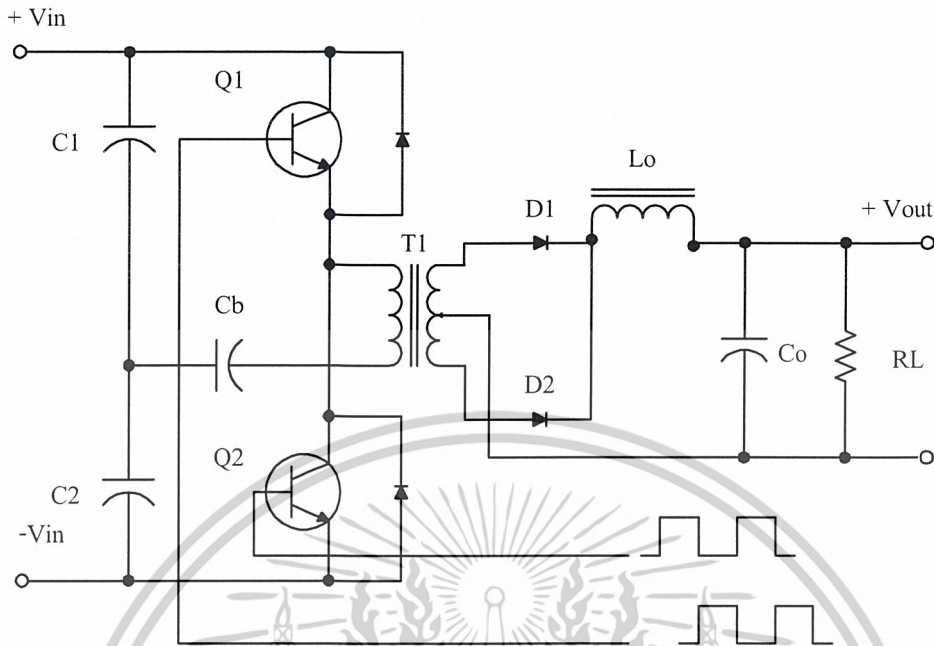
(ข) วงจรพื้นฐานของฟอ์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์



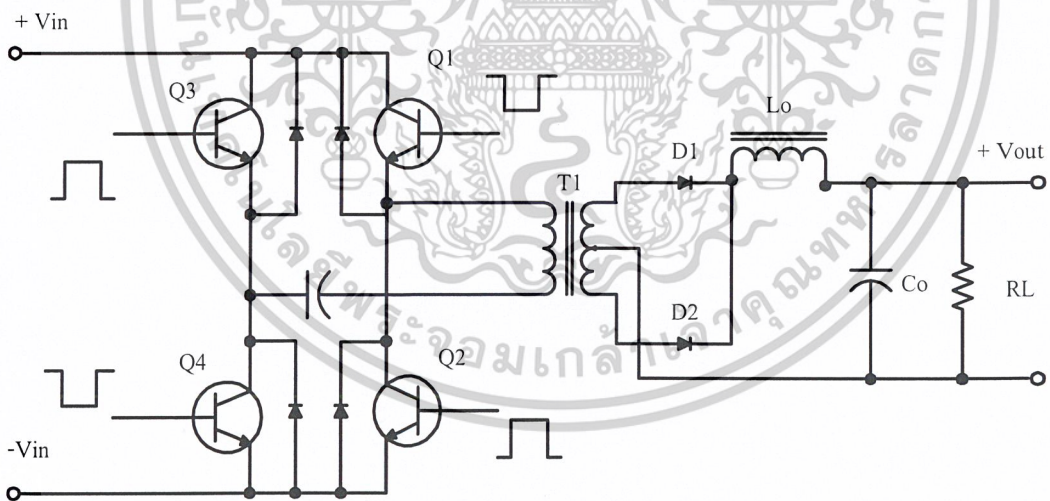
(ค) วงจรพื้นฐานของพุช-พูลคอนเวอร์เตอร์

รูปที่ 2.11 (ต่อ) วงจรพื้นฐานของคอนเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ง) วงจรพื้นฐานของฮาล์ฟ-บริดจ์คอนเวอร์เตอร์



(จ) วงจรพื้นฐานของฟูล-บริดจ์คอนเวอร์เตอร์

รูปที่ 2.11 (ต่อ) วงจรพื้นฐานของคอนเวอร์เตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1) ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

จากรูปที่ 2.11 (ก) เพอร์เวอร์ทรานซิสเตอร์ Q1 ในฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์จะทำงานในลักษณะเป็นสวิตช์ และจะนำกระแสตามคำสั่งของพัลส์สี่เหลี่ยมที่ป้อนให้กับขาเบส เนื่องจากหม้อแปลง T1 จะกำหนดขดไฟโรมารี่และแซคคันดารีให้มีลักษณะกลับเฟสกันอยู่ ดังนั้นเมื่อ Q1 นำกระแสไดโอด D1 จึงอยู่ในลักษณะถูกไบแอสกลับและไม่นำกระแส จึงมีการสะสมพลังงานที่ขดไฟโรมารี่ของหม้อแปลง T1 แทน เมื่อ Q1 หยุดนำกระแสสนามแม่เหล็ก T1 ยุบตัวทำให้เกิดการกลับขั้วแรงดันที่ขดไฟโรมารี่และแซคคันดารี และมีกระแสไหลผ่านไดโอด D1 ไปยังตัวเก็บประจุเอาต์พุต Co และโหลดได้ ค่าของแรงดันที่เอาต์พุตของคอนเวอร์เตอร์จะขึ้นอยู่กับค่าความถี่การทำงานของ Q1 ช่วงเวลานำกระแสของ Q1 อัตราส่วนจำนวนรอบของหม้อแปลงและค่าของแรงดันที่อินพุต

ฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ เป็นคอนเวอร์เตอร์ที่ให้กำลังงานได้ไม่สูงนัก โดยอยู่ในช่วงไม่เกิน 150 วัตต์ และให้ค่าสัมมูลานรบกวน RFI/MEI ค่อนข้างสูงแต่ใช้อุปกรณ์จำนวนน้อยละมีราคาถูก

2) ฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์

จากรูปที่ 2.11 (ข) จะเห็นได้ว่าฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์มีลักษณะใกล้เคียงกับฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ แต่หม้อแปลง T1 ในฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์จะกำหนดขดไฟโรมารี่และขดแซคคันดารีให้มีเฟสตรงกัน ดังนั้นเมื่อ Q1 นำกระแส ไดโอด D1 จึงอยู่ในลักษณะถูกไบแอสตรง แต่ D2 จะอยู่ในลักษณะไบแอสกลับและไม่นำกระแส กระแสจึงไหลผ่านไดโอด D1 และตัวเหนี่ยวนำ L0 ไปยังตัวเก็บประจุเอาต์พุต Co และโหลดได้ ขณะที่กระแสไหลผ่าน L0 จะมีการสะสมพลังงานเข้าไปในตัวมันด้วย เมื่อ Q1 หยุดนำกระแสไดโอด D1 จะอยู่ในลักษณะไบแอสกลับ จึงมีกระแสไหลจากขดแซคคันดารี สนามแม่เหล็กใน L0 จะยุบตัวทำให้มีการกลับขั้วแรงดันที่ตกคร่อมตัวมันอยู่ ไดโอด D2 ก็จะอยู่ในลักษณะถูกไบแอสตรง L0 จะถ่ายเทพลังงานออกมาทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวมันและ D2 ออกไปยังโหลดได้ จะเห็นได้ว่าจะมีกระแสไหลผ่านโหลดได้อย่างต่อเนื่องทั้งในช่วงที่ Q1 นำกระแสและหยุดนำกระแส ทำให้มีการกระเพื่อมของแรงดันที่เอาต์พุตต่ำกว่าฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์

ฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์ให้กำลังงานได้ในช่วงเดียวกันกับฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ แต่กระแสที่ได้จะมีการกระเพื่อมต่ำกว่า อย่างไรก็ตามตัวอุปกรณ์ที่เพิ่มเข้ามาจะทำให้ฟอร์เวิร์ดคอนเวอร์เตอร์นั้นมีราคาสูงกว่า

3) พุช – พูลคอนเวอร์เตอร์

พุช – พูลคอนเวอร์เตอร์เป็นคอนเวอร์เตอร์ที่สามารถจ่ายกำลังงานได้สูงตั้งแต่ 500 วัตต์ขึ้นไปแต่มีข้อเสียคือ มักเกิดการไม่สมมาตรฟลักซ์แม่เหล็กของแกนหม้อแปลงซึ่งจะมีผลต่อการพัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เสียหายของเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ได้ง่าย อย่างไรก็ตามในปัจจุบันเทคนิคการควบคุมแบบคงควบคุมกระแสจะทำให้ลดปัญหานี้ลงได้ ดังนั้น พุช - พูลคอนเวอร์เตอร์จึงเป็นคอนเวอร์เตอร์ที่น่าสนใจสำหรับสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายที่ต้องการกำลังงานสูงๆ

จากรูปที่ 2.11 (ค) Q1 และ Q2 จะสลับกันนำกระแสในแต่ละครึ่งคาบเวลาการทำงานเมื่อ Q1 นำกระแส D1 จะอยู่ในลักษณะถูกไบแอสกลับแต่ D2 จะอยู่ในลักษณะถูกไบแอสตรง และนำกระแสผ่าน L0 ไปยังโหลดได้ เมื่อ Q1 หยุดนำกระแส Q2 จะเริ่มนำกระแส D2 จะอยู่ในลักษณะถูกไบแอสกลับ และ D1 จะอยู่ในลักษณะถูกไบแอสตรง และนำกระแสผ่าน L0 ไปยังโหลดได้เช่นกัน ดังนั้น โหลดจึงมีกระแสไหลต่อเนื่องได้ตลอดเวลา กระแสที่ได้ทางเอาต์พุตจึงค่อนข้างเรียบ

4) ฮาล์ฟ – บริดจ์คอนเวอร์เตอร์

ฮาล์ฟ – บริดจ์คอนเวอร์เตอร์จัดเป็นคอนเวอร์เตอร์ในตระกูลเดียวกับ พุช – พูลคอนเวอร์เตอร์และให้กำลังงานได้ค่อนข้างสูง ข้อดีของฮาล์ฟ – บริดจ์คอนเวอร์เตอร์ก็คือ เพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรมีค่าแรงดันตกคร่อมขณะไม่นำกระแสน้อยกว่าคอนเวอร์เตอร์ทั้ง 3 แบบที่ได้กล่าวมาแล้วและลดการเกิดไม่สมมาตรของฟลักซ์ได้

จากรูปที่ 2.11 (ง) จะเห็นได้ว่าหากเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ตัวใดตัวหนึ่งนำกระแสค่าแรงดันตกคร่อมเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ตัวที่เหลือจะมีค่าเพียงแรงดันอินพุตเท่านั้น เมื่อ Q1 และ Q2 สลับกันนำกระแส ผลที่ได้จะมีลักษณะเดียวกับการทำงานของพุช – พูลคอนเวอร์เตอร์ ยกเว้นค่าแรงดันตกคร่อมขณะทำงานของขดไฟรมารี่จะมีค่าเพียงครึ่งหนึ่งของแรงดันที่อินพุต เนื่องจากผลของการต่อตัวเก็บประจุ C1 และ C2 เพื่อแบ่งครึ่งแรงดัน กระแสที่ไหลผ่านขดไฟรมารี่จึงมีค่าสูง ซึ่งเป็นการจำกัดพลังงานสูงสุดของคอนเวอร์เตอร์ โดยกำลังงานสูงสุดที่ฮาล์ฟ – บริดจ์คอนเวอร์เตอร์สามารถทำได้จะอยู่ในช่วงไม่เกิน 500 วัตต์

5) พูล – บริดจ์คอนเวอร์เตอร์

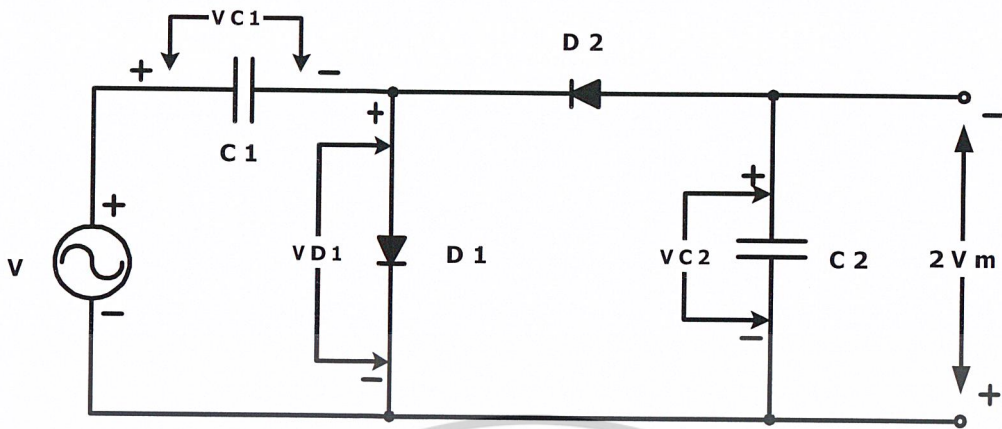
จากรูปที่ 2.11 (จ) จะเห็นได้ว่ามีเพาเวอร์ทรานซิสเตอร์ในวงจรทั้งหมดถึง 4 ตัวแต่จะทำงานสลับกันเป็นคู่ๆ โดย Q1 จะนำกระแสพร้อมกับ Q4 และ Q2 จะนำกระแสพร้อมกับ Q3 กระแสที่ไหลผ่านขดไฟรมารี่ของหม้อแปลงจะมีลักษณะเช่นเดียวกับฮาล์ฟ – บริดจ์คอนเวอร์เตอร์ แต่ข้อได้เปรียบของพูล – บริดจ์คอนเวอร์เตอร์ คือ ขณะทำงานที่ขดไฟรมารี่จะมีแรงดันตกคร่อมเท่ากับ ค่าแรงดันอินพุตกระแสที่ไหลผ่านขดไฟรมารี่จะมีค่าต่ำกว่าพูล-บริดจ์คอนเวอร์เตอร์จึงสามารถจ่ายกำลังงานได้สูงกว่า ดังนั้นสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลายที่ต้องการกำลังงานสูงๆ ตั้งแต่ 500 วัตต์ ถึง 1000 วัตต์ จึงมักนิยมใช้คอนเวอร์เตอร์แบบพูล - บริดจ์เป็นหลัก

2.6.4 วงจรทวีแรงดัน (Voltage multiplier circuits)

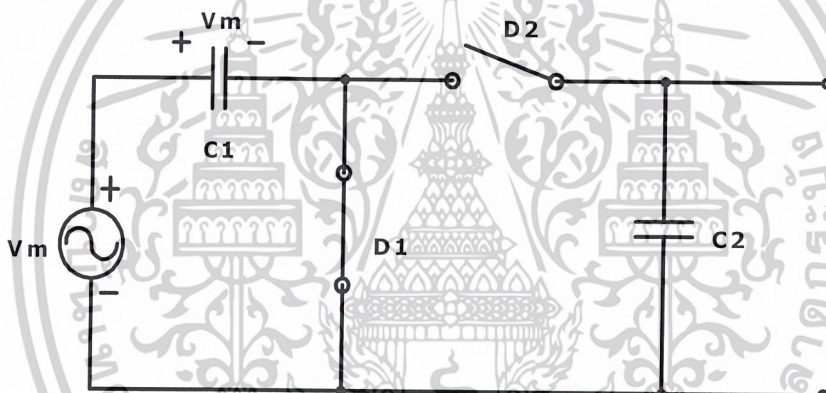
วงจรทวีแรงดันเป็นวงจรเรียงกระแสแบบที่สามารถสร้างแรงดันกระแสตรงทางด้านออก ให้มีค่าเป็นจำนวนพหุคูณ โดยประมาณ คือ เป็นราว 2 เท่า, 3 เท่า, 4 เท่า ฯลฯ ของค่ายอดของแรงดันกระแสสลับทางด้านเข้า ในวงจรเหล่านี้ ไดโอดที่ใช้จะทำหน้าที่คล้ายสวิตช์ปิดเปิดวงจรที่งานตามขั้นตอนที่เหมาะสมอย่างหนึ่ง

1) วงจรเพิ่มแรงดันเป็นสองเท่า (Voltage doubler)

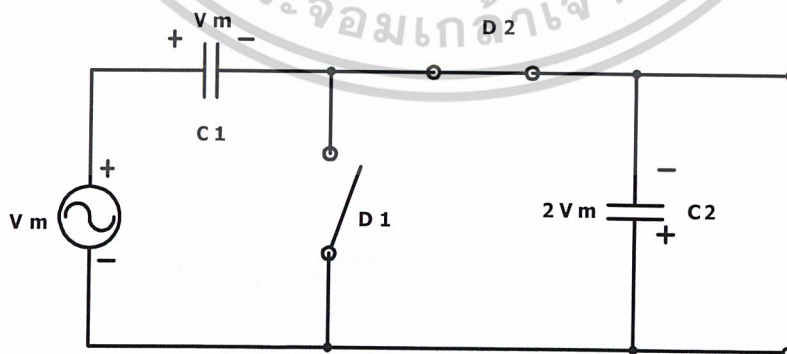
รูปที่ 2.12 (ก) และรูปที่ 2.13 แสดงวงจรเพิ่มแรงดันเป็นสองเท่าแบบครึ่งคลื่นและแบบเต็มคลื่นตามลำดับ การทำงานของวงจรแบบแรกในขณะที่แรงดันเข้า V เป็นคลื่นรูปไซน์ คือ ในช่วงเวลา (1) ซึ่ง V เพิ่มขึ้นจากศูนย์ ถึงค่าบวกสูงสุดนั้น ไดโอด $D1$ จะถูกไบแอสเดินหน้า ส่วนไดโอด $D2$ ถูกไบแอสกลับทางทำให้สามารถแทน $D1$ ด้วยสวิตช์ปิดวงจร และแทน $D2$ ด้วยสวิตช์เปิดวงจร ดังในรูปที่ 2.12 (ข) ในช่วงเวลานี้ตัวเก็บประจุ $C1$ จะถูกชาร์จประจุจนกระทั่งแรงดัน V_{C1} คร่อมตัวมันเพิ่มขึ้นถึงค่าสูงสุด V_m ของแรงดันขาเข้า ส่วนตัวเก็บประจุ $C2$ จะยังไม่ถูกชาร์จประจุทำให้แรงดัน V_{C2} ซึ่งเป็นแรงดันออกยังคงเป็นศูนย์อยู่ต่อมาในช่วงเวลา (2) เมื่อแรงดันเข้าลดลงจากค่าบวกสูงสุดไปยังค่าลบสูงสุด ไดโอด $D1$ จะถูกไบแอสกลับทาง ส่วนไดโอด $D2$ จะถูกไบแอสเดินหน้า ทำให้สามารถเขียนวงจรได้ใหม่ดังรูปที่ 2.12 (ค) ในช่วงเวลานี้ตัวเก็บประจุ $C1$ จะมีแรงดันตกคร่อมเป็น $V_{C1} = V_m$ ซึ่งคงตัวและมีทิศทางเสริมกับแรงดันจากแหล่งจ่าย V ในการชาร์จประจุให้แก่ $C2$ จนแรงดัน V_{C2} มีค่าเป็น $-2V_m$ หลังจากช่วงเวลานี้แล้วไดโอดทั้งสองตัวจะมีไบแอสกลับทาง และเป็นเสมือนสวิตช์ที่ปิดวงจรอยู่ตลอดเวลา ทำให้แรงดันออก V_{C2} มีค่าเป็น $-2V_m$ คงตัว แต่เมื่อไรที่แรงดัน V_{C1} มีค่าลดลงต่ำกว่า V_m หรือแรงดัน V_{C2} มีขนาดเล็กกว่า $2V_m$ เมื่อนั้นไดโอด $D1$ หรือ $D2$ จะเริ่มมีไบแอสเดินหน้าและนำกระแสชาร์จประจุให้แก่ $C1$ หรือ $C2$ เพื่อให้แรงดันกลับไปเป็น $V_{C1} = V_m$ และ $V_{C2} = -2V_m$ ตามเดิม



(ก) วงจรเพิ่มแรงดันเป็นสองเท่าแบบครึ่งคลื่น



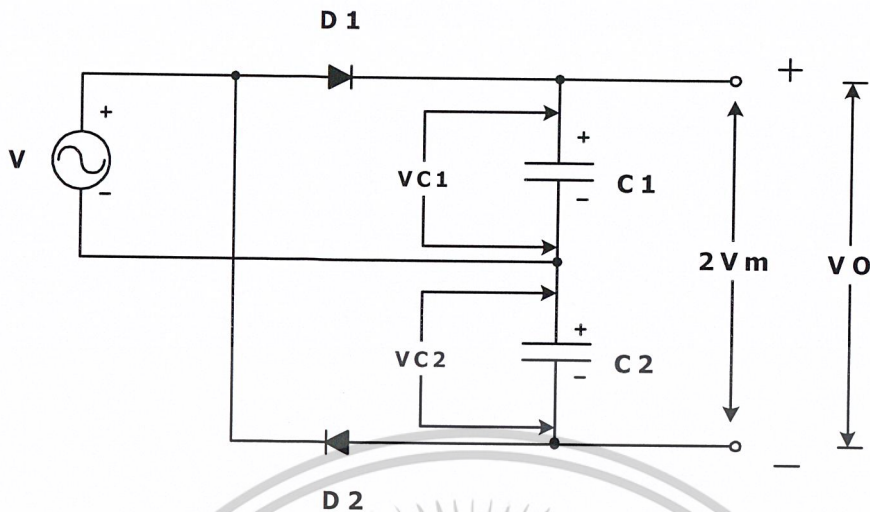
(ข) วงจรการทำงานในช่วงเวลาที่แรงดันเข้าเพิ่มจากศูนย์ถึงค่าบวกสูงสุด



(ค) วงจรการทำงานในช่วงเวลาที่แรงดันเข้าลดลงจากค่าบวกสูงสุดถึงค่าลบสูงสุด

รูปที่ 2.12 วงจรทวีแรงดันแบบครึ่งคลื่นด้านลบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

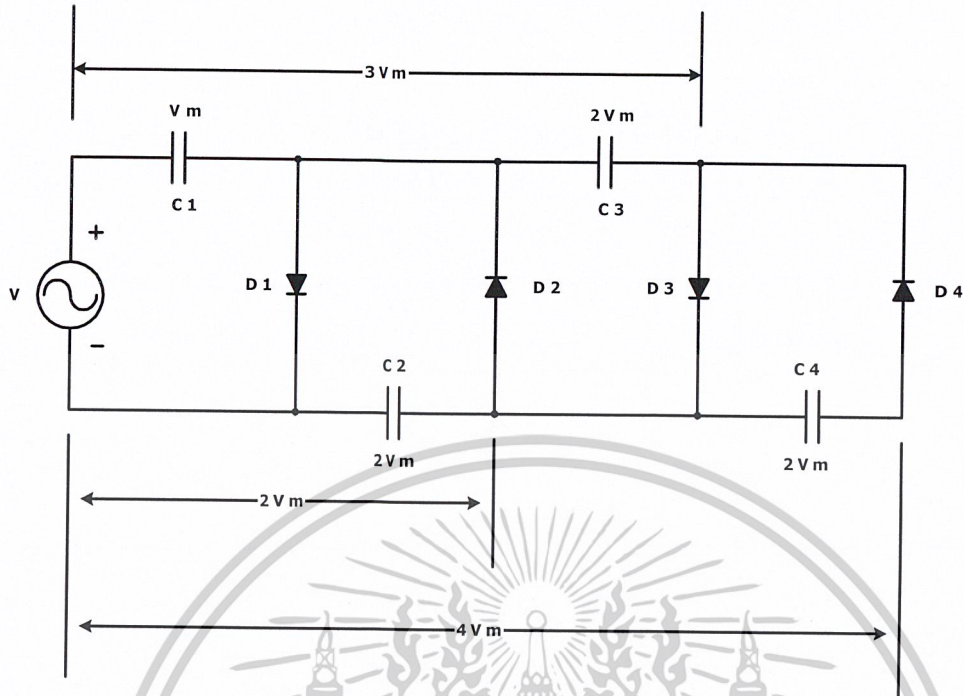


รูปที่ 2.13 วงจรทวีแรงดันด้านบวก

สำหรับวงจรตามรูปที่ 2.13 นั้นมีการทำงานเป็นดังนี้ คือ ในช่วงเวลา (1) ซึ่งแรงดันเข้า V เพิ่มขึ้นจากศูนย์ ถึงค่าบวกสูงสุดนั้น ไดโอด $D1$ จะนำกระแสและชาร์ตประจุให้แก่ตัวเก็บประจุ $C1$ จน $VC1$ มีค่าเท่ากับค่าสูงสุด V_m ของแรงดันเข้า V ส่วนไดโอด $D2$ จะยังไม่นำกระแส ทำให้ $C2$ ไม่ถูกชาร์ตประจุและ $VC2 = 0$ ในช่วงเวลาที่ (2) ซึ่งเป็นช่วงที่แรงดันเข้าลดลงจากค่าบวกสูงสุดไปสู่ค่าศูนย์ ไดโอด $D1$ และ $D2$ ทั้งคู่จะไม่นำกระแส ทำให้แรงดัน $VC1$ คงอยู่ที่ V_m และ $VC2$ คงอยู่ที่ค่าศูนย์ ต่อมาในช่วงเวลา (3) ซึ่งเป็นช่วงที่แรงดันเข้าลดลงจากศูนย์ไปสู่ค่าลบสูงสุด ไดโอด $D1$ จะไม่นำกระแสอยู่ตามเดิมเช่นเดียวกับในช่วงเวลา (2) ส่วนไดโอด $D2$ เริ่มนำกระแสและชาร์ตประจุให้แก่ $C2$ จน $VC2 = 2V_m$ เมื่อสิ้นสุดช่วงเวลา (3) แล้ว แรงดัน $V_O = VC1 + VC2$ จึงมีค่าเป็น $2V_m$ หลังจากนั้นแล้วไดโอด $D1$ และ $D2$ จะไม่นำกระแสอีก ยกเว้นเมื่อ $VC1 < V_m$ หรือ $VC2 < V_m$ เท่านั้น

2) วงจรเพิ่มแรงดันเป็นสามเท่าและสี่เท่า

รูปที่ 2.14 วงจรเพิ่มแรงดันเป็นสองเท่า วงจรเพิ่มแรงดันเป็นสามเท่า (Voltage tripler) และ วงจรเพิ่มแรงดันเป็นสี่เท่า (Voltage quadrupler) ซึ่งรวมกันเป็นวงจรเดียว วงจรผลรวมนี้พัฒนามาจากวงจรเพิ่มแรงดันเป็นสองเท่าแบบครึ่งคลื่น



รูปที่ 2.14 วงจรเพิ่มแรงดันเป็นสามเท่าและสี่เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

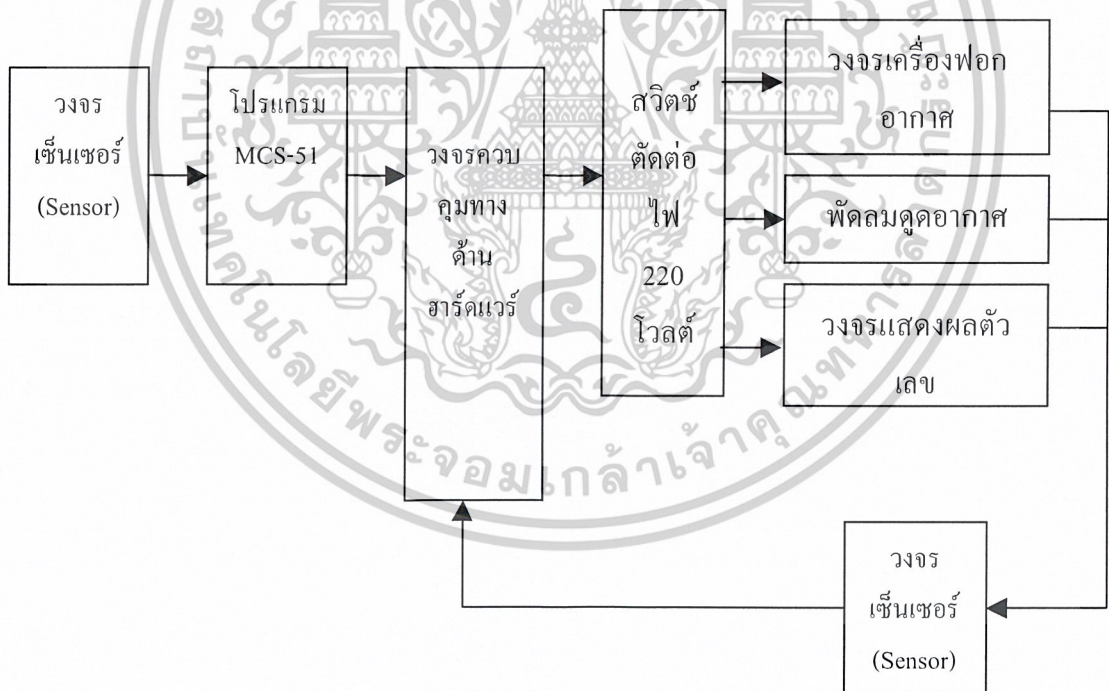
บทที่ 3

การออกแบบ การสร้าง และการทำงาน

สำหรับการออกแบบชุดการทำงานของวงจรในบทนี้ได้แยกส่วนประกอบการออกแบบเป็น 2 ส่วน คือ

1) ส่วนของวงจรตรวจจับเซ็นเซอร์, วงจรควบคุม โดยวงจรทั้งสองนี้จะประกอบไปด้วยชุดทำงานทางด้านซอฟต์แวร์และฮาร์ดแวร์ ในส่วนทางด้านซอฟต์แวร์นั้นจะเป็นโปรแกรมไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51 ที่ใช้ควบคุมการทำงานของวงจรควบคุมอุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ทำงาน ส่วนทางด้านฮาร์ดแวร์จะประกอบด้วยวงจรตรวจจับเซ็นเซอร์และวงจรควบคุม

2) ในส่วนที่สองนี้จะป็นวงจรของเครื่องฟอกอากาศ ซึ่งจะกล่าวถึงวิธีการคำนวณค่าต่างๆ ของวงจรและวิธีการสร้าง

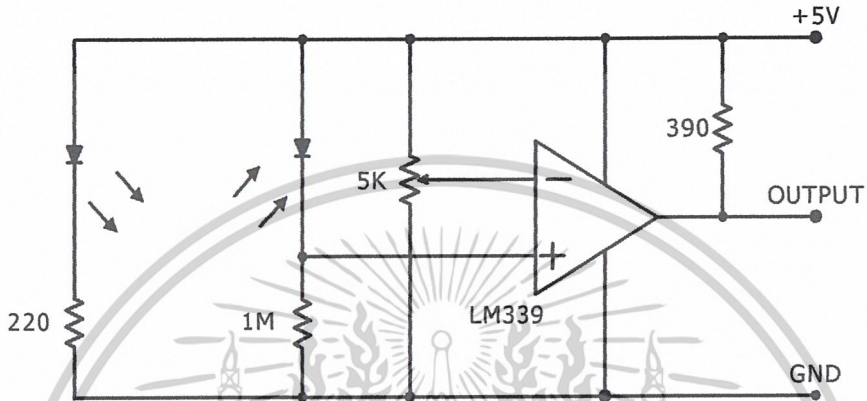


รูปที่ 3.1 โครงสร้างการทำงานของตู้สูบบนหรือลดมลพิษ

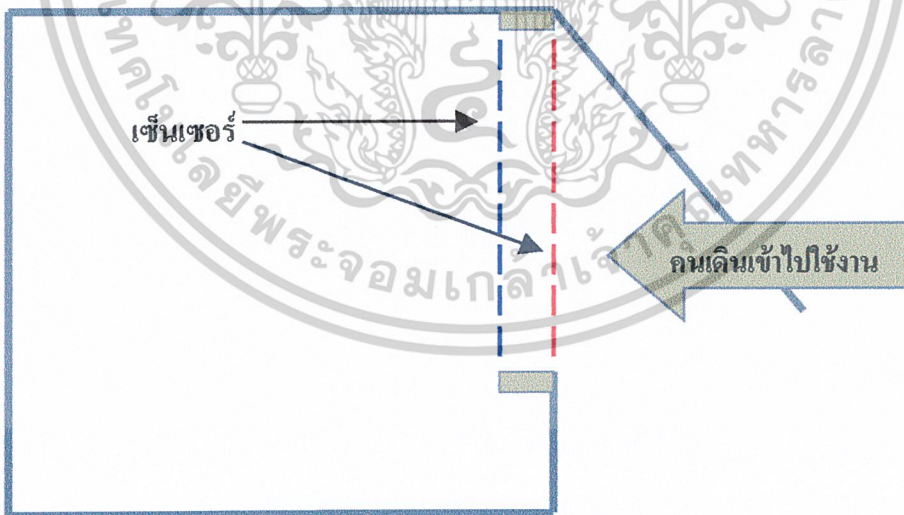
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1 วงจรตรวจจับ (Sensor)

สำหรับวงจรเซ็นเซอร์ที่ใช้ตรวจจับว่ามีผู้เข้ามาใช้บริการหรือไม่นั้น จะใช้วงจรเซ็นเซอร์จำนวน 2 ชุด ลักษณะวงจรเซ็นเซอร์ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรเซ็นเซอร์



รูปที่ 3.3 ภายในตู้สูบบหรี่และการทำงานของเซ็นเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของวงจรถี้นั้นมีลักษณะการทำงานดังต่อไปนี้ เมื่อมีคนเข้ามาใช้บริการเดินผ่านเข้ามาในตู้สูบบุหรี่ลักษณะการทำงานของวงจรถี้นั้นคือ

- 1) เมื่อเซ็นเซอร์ 1 ทำงาน, เซ็นเซอร์ 2 ทำงาน สั่งให้วงจรควบคุมหลักทำงานโดยการจ่ายไฟ 220 โวลต์ ให้กับวงจรต่างๆ ภายในตู้ให้ทำงาน
- 2) เมื่อคนใช้บริการออกจากตู้สูบบุหรี่ เซ็นเซอร์ 2 ทำงาน, เซ็นเซอร์ 1 ทำงาน วงจรควบคุมจะสั่งให้ตัดไฟ 220 โวลต์ ออกจากวงจรต่างๆ ภายในตู้เพื่อให้กระบวนการทำงานของตู้สูบบุหรี่หยุดลง

3.2 เครื่องฟอกอากาศ

สำหรับการออกแบบเครื่องฟอกอากาศ (High voltage) นั้นเราจะใช้วิธีการปล่อยประจุลบออกจากปลายเข็มเพื่อให้ไปจับกับประจุบวกของควัน ทำให้สภาพของควันกลายเป็นกลาง ควันและฝุ่นละอองก็จะหายไป การออกแบบวงจรที่ใช้คือวงจรทวีแรงดัน (Voltage multiplier circuits) เป็นตัวกำเนิดแรงดันสูง โดยแรงดันเอาต์พุตของวงจรทวีแรงดันสามารถคำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้

$$V_{OUT} = V_m \times \text{จำนวนชุดของตัวเก็บประจุและไดโอด} \quad (3.1)$$

โดย V_m คือ แรงดันยอดคลื่นสูงสุด = แรงดันที่ใช้งานจริง $\times \sqrt{2}$

จำนวนชุดของตัวเก็บประจุและไดโอด = 80 ชุด

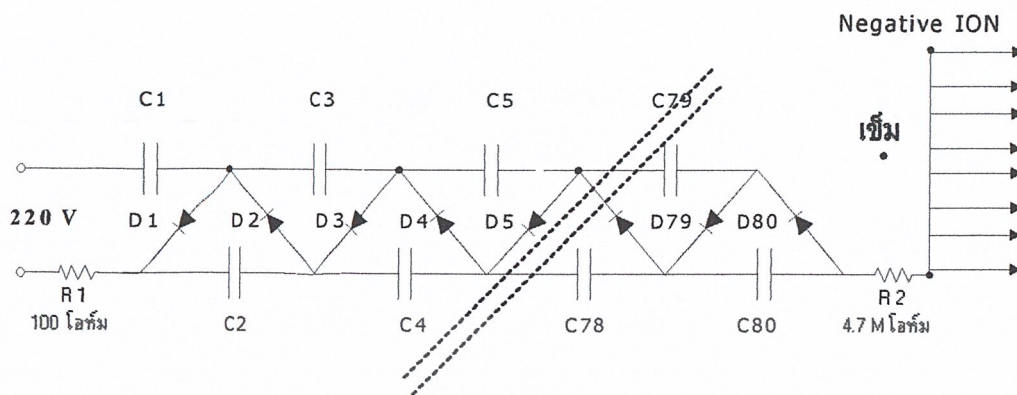
$$\text{ฉะนั้น } V_{OUT} = V_m \cdot \sqrt{2} \times 80$$

$$V_{OUT} = 220 \times \sqrt{2} \times 80$$

$$V_{OUT} = 24890 \text{ โวลต์}$$

นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาต่อร่วมกันเป็นวงจรทวีแรงดัน จากวงจรรูปที่ 3.4 ตรงส่วนของเอาต์พุตของวงจรซึ่งมี Voltage ประมาณ 24 kV ส่งผ่าน R2 ผ่านเข็ม แรงดันไฟลบที่ส่งผ่านออกไปนี้จะส่งออกทางปลายเข็มสู่อากาศ ซึ่งจะทำให้โมเลกุลของอากาศแตกตัวออกจากกัน โมเลกุลของอากาศที่แตกตัวออกมานี้จะไปรวมกับโมเลกุลของอากาศ O_2 เป็นไอโซนขึ้นมา ไอโซนนี้จะมีคุณสมบัติในการกำจัดสารพิษและฆ่าเชื้อโรคในอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4 วงจรทวีแรงดันที่ใช้ตัวเก็บประจุและไดโอด

3.3 โครงสร้างตู้สูบบูหรี

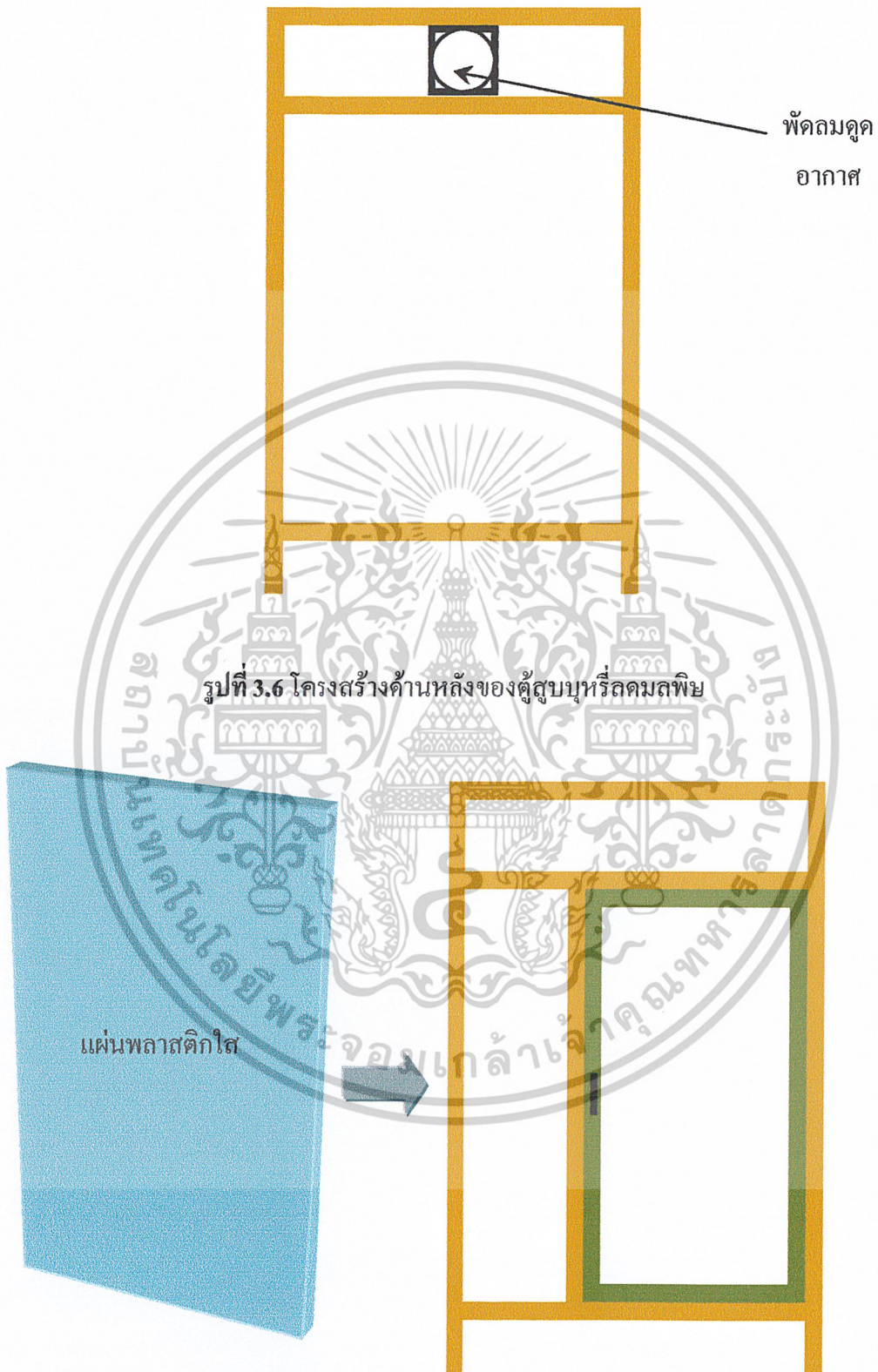
โครงสร้างของตู้สูบบูหรีมีขนาดกว้าง 1.2 เมตร ยาว 1.2 เมตร สูง 2 เมตร การสร้างใช้เหล็ก อลูมิเนียมกว้าง 4.5 เซนติเมตร ขั้นตอนการสร้างตู้มีดังนี้

- 1) นำเหล็กอลูมิเนียมมาต่อเป็น โครงสร้างของตู้ตามขนาดที่ออกแบบไว้
- 2) นำแผ่นพลาสติกใสมาติดด้านข้างของตู้ ชั้นสกรูและน็อต



รูปที่ 3.5 โครงสร้างด้านหน้าของตู้สูบบูหรีลดมลพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6 โครงสร้างด้านหลังของผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ

รูปที่ 3.7 นำพลาสติกใสมาติดผู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 การทดสอบการทำงานของวงจรถับแสงและวงจรถับความร้อน

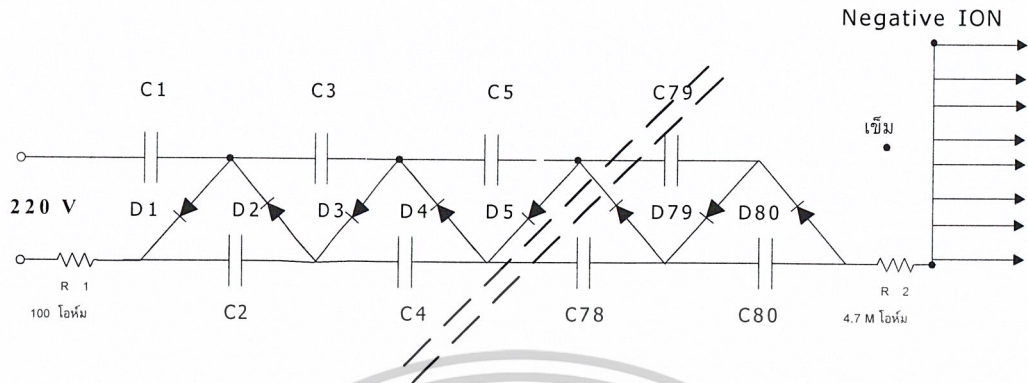
วิธีและขั้นตอนการทดลอง

- 1) จ่ายไฟให้กับวงจรถับแสงซึ่งประกอบไปด้วยแอลอีดี (LED) และโฟโตทรานซิสเตอร์ (Photo Transister) ทดสอบการทำงานโดยนำกระดาษแข็งหรือวัสดุทึบแสง ตัดผ่านระหว่างแอลอีดีและโฟโตทรานซิสเตอร์
- 2) ทำการวัดโดยใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟเอาต์พุตของโฟโตทรานซิสเตอร์ ซึ่งจะต้องมีแรงดันตกคร่อมอยู่
- 3) นำวงจรถับแสงไปต่อร่วมกับวงจรถับความร้อน ซึ่งวงจรถับความร้อนจะทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายไฟ 220 โวลต์ ให้กับวงจรทั้งหมดที่อยู่ในตู้สุญญากาศ
- 4) ทำการวัดโดยใช้มัลติมิเตอร์วัดแรงดันไฟเอาต์พุตของวงจรถับความร้อนที่ติเลย์ (Delay) ว่ามีไฟ 220 โวลต์หรือไม่ ซึ่งในการวัดโวลต์เตจที่เอาต์พุตของวงจรถับความร้อนจะต้องวัดได้ 220 โวลต์

ตารางที่ 1 ผลการทดลองวงจรถับแสงและวงจรถับความร้อน

การวัดครั้งที่	วงจรถับแสง (โวลต์)	วงจรถับความร้อน (โวลต์)
1	5	220
2	5	220
3	5	220
4	5	220
5	5	220

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 วงจรทวีแรงดัน

4.2 การทดสอบการทำงานของวงจรเครื่องฟอกอากาศ

นำอุปกรณ์ทั้งหมดมาต่อร่วมกันเป็นวงจรทวีแรงดัน จากวงจรรูปที่ 4.1 ตรงส่วนของเอาต์พุตของวงจรซึ่งมี Voltage ประมาณ 24 kV ส่งผ่าน R2 ผ่านเข็ม แรงดัน โฟลบที่ส่งผ่านออกไปนี้จะส่งออกทางปลายเข็มสู่อากาศ ซึ่งจะทำให้โมเลกุลของอากาศแตกตัวออกจากกัน โมเลกุลของอากาศที่แตกตัวออกมานี้จะไปรวมกับ โมเลกุลของอากาศที่ยังไม่แตกตัวเป็น ไอโซนขึ้นมา ไอโซนนี้จะมีคุณสมบัติในการกรองสารพิษและฆ่าเชื้อโรคในอากาศ

วิธีและขั้นตอนการทดลอง

- 1) จากวงจรรูปที่ 4.1 ทำการทดสอบโดยการนำตัวเก็บประจุและตัวไดโอดมาต่อร่วมกันจนครบตามจำนวนที่ต้องการเป็นวงจรทวีแรงดัน
- 2) จ่ายไฟ 220 โวลต์ ให้กับวงจรทำการทดสอบโดยการนำแผ่นปรินซึ่งมีหลอดนีออนและตัวเก็บประจุนำไปวางใกล้ๆ ปลายเข็ม ผลที่ได้จะทำให้หลอดนีออนกระพริบหรือใช้โวลต์มิเตอร์ที่สามารถวัดแรงดันได้มากกว่า 24 kV
- 3) ทดสอบการกำจัดควันโดยการนำเอาธูปมาจุดแล้วไปวางไว้ใกล้ๆ
- 4) ผลการทดลองที่ได้ คือ ควันธูปจะจางหายไป ส่วนฝุ่นต่างๆ จะไปเกาะติดกับเข็มของเครื่องฟอกอากาศ
- 5) เมื่อได้ผลเป็นที่น่าพอใจแล้ว ทำการออกแบบวงจรเครื่องกรองอากาศใหม่โดยเพิ่มชุดวงจรทวีแรงดันขึ้นอีกซึ่งจะมีประสิทธิภาพในการสร้างแรงดัน High Voltage เพิ่มขึ้น

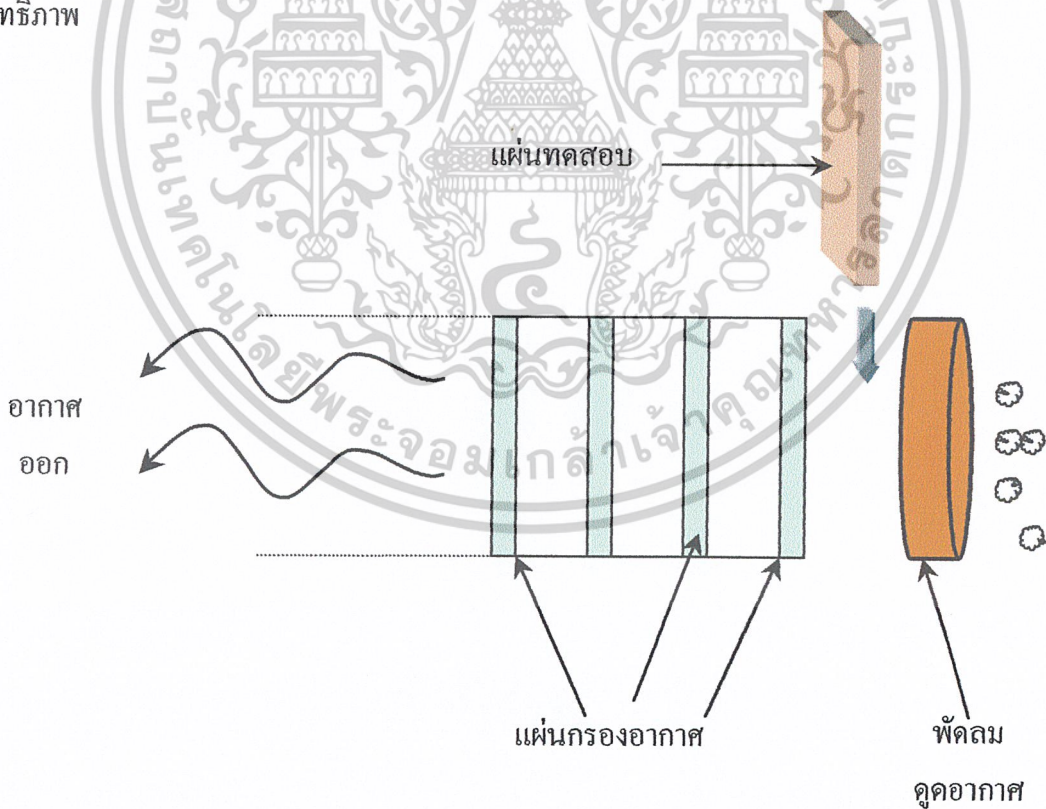
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2 ผลการทดลองวงจรเครื่องฟอกอากาศ

การวัดครั้งที่	ระดับแรงดัน (กิโลโวลต์)	ผลการทดลอง
1	9 kV	ยังมีควันรูปอยู่อีกมาก
2	12 kV	ยังมีควันรูปอยู่อีกมาก
3	16 kV	ควันรูปลดน้อยลง
4	24 kV	ควันจาง

4.3 การทดสอบประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศ

การทดสอบประสิทธิภาพของแผ่นกรองอากาศว่าสามารถกรองควันได้หรือไม่ทำได้โดยการนำเอาแผ่นกรองอากาศชนิดกรองแบบหยาบ มาใส่สำลีที่พรมน้ำเอาไว้มาทำการทดสอบประสิทธิภาพ



รูปที่ 4.2 การทดสอบประสิทธิภาพแผ่นกรองอากาศและพัดลมดูดอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีและขั้นตอนการทดลอง

- 1) การทดลองขั้นที่ 1 นำแผ่นกรองทดสอบมาติดตั้งหลังพัดลมดูดอากาศ โดยให้แผ่นกรองทดสอบอยู่ระหว่างพัดลมดูดอากาศและแผ่นกรองอากาศฟิลเตอร์
- 2) เปิดพัดลมดูดอากาศพร้อมทั้งนำเอาควันบุหรี่และควันธูปสำหรับการทดสอบนี้มาปล่อยให้พัดลมดูดอากาศดูดควันผ่านเข้าไป ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
- 3) หลังจากปล่อยให้พัดลมดูดควันไปแล้ว 30 นาทีจะพบว่าที่แผ่นกรองทดสอบบริเวณสำลิตที่พรมน้ำเอาไว้จะมีเขม่าควันติดอยู่จำนวนมาก
- 4) การทดลองขั้นที่ 2 นำแผ่นกรองทดสอบอีกหนึ่งแผ่นมาทดสอบ โดยให้แผ่นกรองทดสอบแผ่นนี้ติดตั้งไว้หลังแผ่นกรองอากาศฟิลเตอร์ขั้นที่ 4 ซึ่งเป็นขั้นสุดท้าย
- 5) เปิดพัดลมดูดอากาศพร้อมทั้งนำเอาควันบุหรี่และควันธูปสำหรับการทดสอบนี้มาปล่อยให้พัดลมดูดอากาศดูดควันผ่านเข้าไป ปล่อยทิ้งไว้ประมาณ 30 นาที
- 6) นำแผ่นกรองทดสอบทั้งสองแผ่นมาเปรียบเทียบกัน โดยจะพบว่าแผ่นกรองทดสอบในขั้นตอนที่สองนั้นจะมีเขม่าควันติดอยู่น้อยมาก
- 7) การทดสอบนี้จะพบว่าแผ่นกรองอากาศฟิลเตอร์ทั้ง 4 ชั้น นี้สามารถกรองควันบุหรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุป

5.1 สรุป

โครงสร้างภายในตู้สูบบุหรี่เพื่อลดมลพิษประกอบด้วย วงจรเซ็นเซอร์ใช้สำหรับตรวจสอบคนเข้ามาใช้งานจำนวนสองตัวด้วยกัน คือ เซนเซอร์ A และเซนเซอร์ B เมื่อคนเข้ามาใช้งานจะเดินผ่านเซนเซอร์ทั้งสองตัว เซนเซอร์จะรับรู้ว่ามีคนเข้ามาใช้งานแล้วจึงสั่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ซึ่งเป็นตัวควบคุมวงจรต่างๆ ภายในตู้ทำงาน ส่วนควบคุมนี้จะทำหน้าที่จ่ายไฟให้กับวงจรต่างๆ ภายในตู้ซึ่งก็เหมือนกับสวิทช์นั่นเอง เมื่อส่วนควบคุมทำการจ่ายไฟให้กับวงจรที่อยู่ภายในตู้แล้ว พัดลมดูดอากาศจะทำหน้าที่ดูดควันบุหรี่ในตู้ ควันบุหรี่ที่ถูกดูดออกไปนี้จะไปผ่านแผ่นกรองอากาศซึ่งมี 4 ชั้นด้วยกัน แผ่นกรองอากาศจะทำหน้าที่กรองควันบุหรี่และฝุ่นละอองต่างๆ คุณสมบัติของแผ่นกรองอากาศนี้สามารถกรองควันบุหรี่และก๊าซต่างๆ ที่มีขนาดเล็กกว่า 0.1 ไมครอน อีกทั้งยังสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ ควันบุหรี่เมื่อผ่านการกรองแล้วจะเข้าไปยังส่วนของเครื่องฟอกอากาศซึ่งจะทำงานเหมือนกับเครื่องทำไอโซน โดยจะปล่อยประจุไฟฟ้าลบออกมาซึ่งคุณสมบัติของก๊าซ ไอโซนสามารถกำจัดกลิ่น ควัน สารเคมีต่างๆ ที่อยู่ในอากาศได้อย่างมีประสิทธิภาพ โครงงานนี้ทำให้ผู้จัดทำได้รับความรู้เกี่ยวกับการทำงานของวงจรถูกควบคุมและที่สำคัญเป็นอย่างยิ่งคือความรู้ในเรื่องของก๊าซ ไอโซน ซึ่ง ไอโซนนี้มีคุณสมบัติพิเศษที่สามารถเปลี่ยนแปลงสภาพของสารเคมีต่างๆ ให้อยู่ในสถานะที่ไม่เป็นพิษได้

5.2 ปัญหาและแนวทางแก้ไข

จากการดำเนินการสร้างและทดสอบโครงงานพบว่ามีปัญหาเกิดขึ้นหลายประการ ซึ่งสรุปได้ดังนี้

1) ปัญหา การออกแบบวงจรต่างๆ ล่าช้าเนื่องจากบางวงจรไม่มีวงจรต้นแบบให้ทำการทดลอง ชุดวงจรบางส่วนที่ใช้ในการทดลองในโครงงานนี้จึงต้องสร้างขึ้นใหม่

แนวทางแก้ไข ค้นคว้าหาวงจรที่สามารถทำงานได้ใกล้เคียงกับวงจรที่ต้องการ นำมาปรับปรุงใหม่เพื่อให้สามารถนำมาใช้งานได้

2) ปัญหา การเขียน โปรแกรมมีปัญหาเนื่องจากไม่ได้เขียนโปรแกรมกับอุปกรณ์ที่จะใช้โดยตรง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนวทางการแก้ไข นำมาแก้ไข โปรแกรมตอนที่นำมาต่อกับอุปกรณ์จริง

3) ปัญหา อากาศภายในตู้สูบบุหรี่ไม่มีการหมุนเวียน

แนวทางการแก้ไข เปิดช่องระบายอากาศที่ด้านล่างของตู้สูบบุหรี่ เพื่อให้อากาศจากภายนอกสามารถผ่านเข้ามาในตู้ได้

4) ปัญหา เนื่องวงจรของเครื่องฟอกอากาศที่ค้นคว้ามาได้มีประสิทธิภาพในการกรองอากาศไม่เพียงพอ

แนวทางการแก้ไข นำวงจรที่ได้มาปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพในการกรองอากาศให้สูงขึ้นกว่าเดิม โดยปรับแรงดัน High Voltage ให้สูงขึ้น

5.3 แนวทางการพัฒนา

1) สามารถปรับปรุงและพัฒนาวงจรเครื่องฟอกอากาศให้มีขนาดเล็กลง เพื่อให้สามารถนำไปติดตั้งตามสถานที่ที่มีมลพิษทางอากาศได้

2) สามารถพัฒนาชุดวงจรเครื่องฟอกอากาศเป็นฟลายแบคคอนเวอร์เตอร์ จะทำให้มีประสิทธิภาพในการกรองอากาศสูงขึ้นอีก

3) สามารถปรับปรุงโปรแกรมให้สามารถใช้กับบัตรประชาชน เพื่อให้จำกัดอายุผู้ที่เข้ามาใช้บริการตู้สูบบุหรี่ลดมลพิษ ทำให้สามารถลดปัญหาของเยาวชนที่จะเข้ามาแอบใช้บริการได้

บรรณานุกรม

ชานินทร์ อินทรภักกุล. “เครื่องฟอกอากาศ 220 โวลต์.” พีวเจอร์ลิตีอิเล็กทรอนิกส์. 1(3) : หน้า 37 – 40. 2543

สุวัฒน์ คั่น. เทคนิคและการออกแบบสวิตชิงเพาเวอร์ซัพพลาย. พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : บริษัท เอนเทลไทย จำกัด. พิมพ์ครั้งที่ 1. 2537

พรพิมล รัตนวิเชียร. “เครื่องผลิตก๊าซโอโซนด้วยพลังงานแสงอาทิตย์”. วิทยานิพนธ์วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. ทฤษฎีและการประยุกต์ใช้งานอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ. กรุงเทพฯ : บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัด. 2538

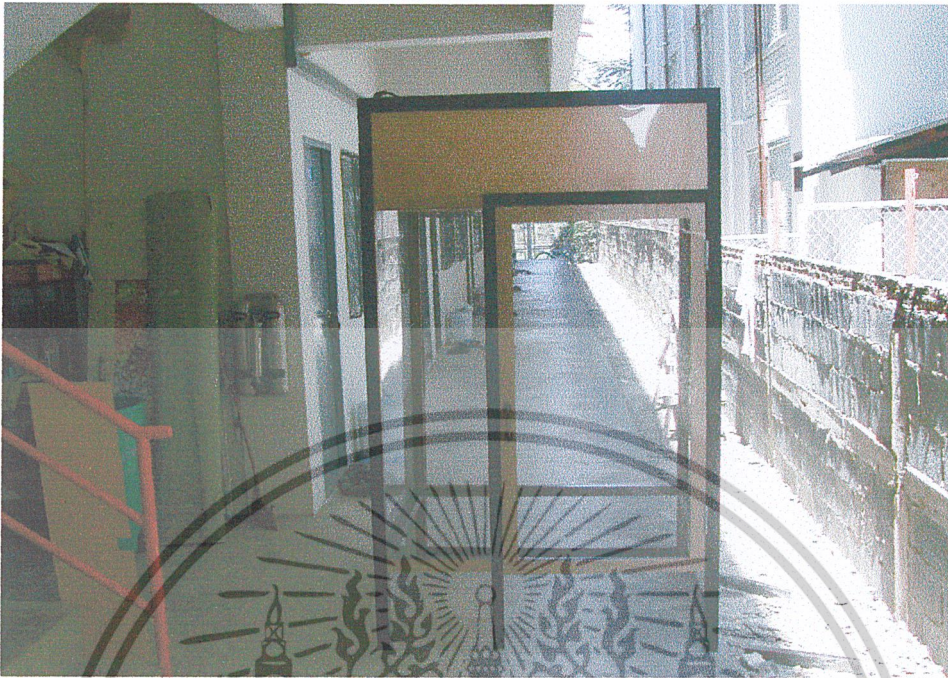


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก
เครื่องต้นแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ก.1 ภาพด้านหน้าของผู้สูบบหรี่เพื่อลดมลพิษ

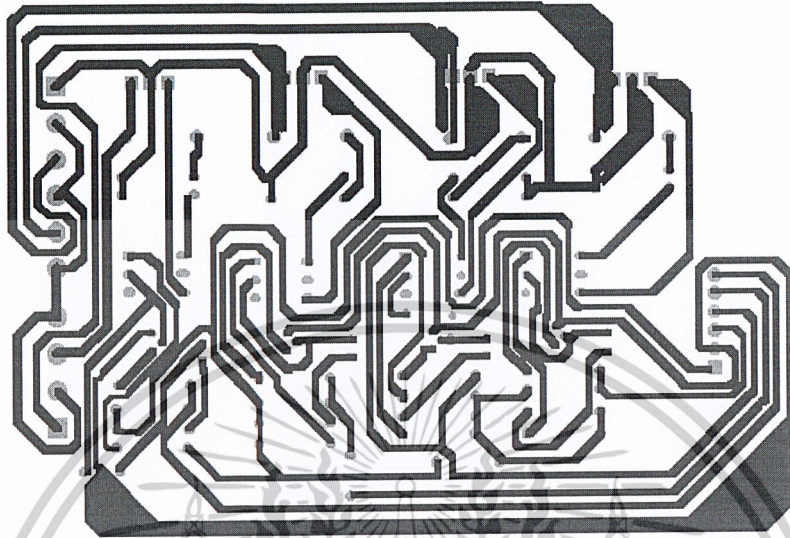


รูปที่ ก.2 ภาพด้านหลังของผู้สูบบหรี่เพื่อลดมลพิษ

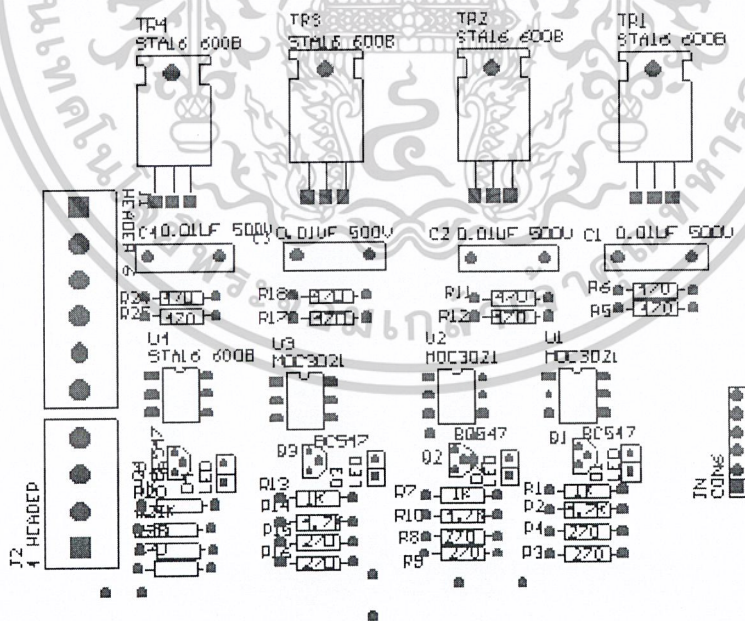
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

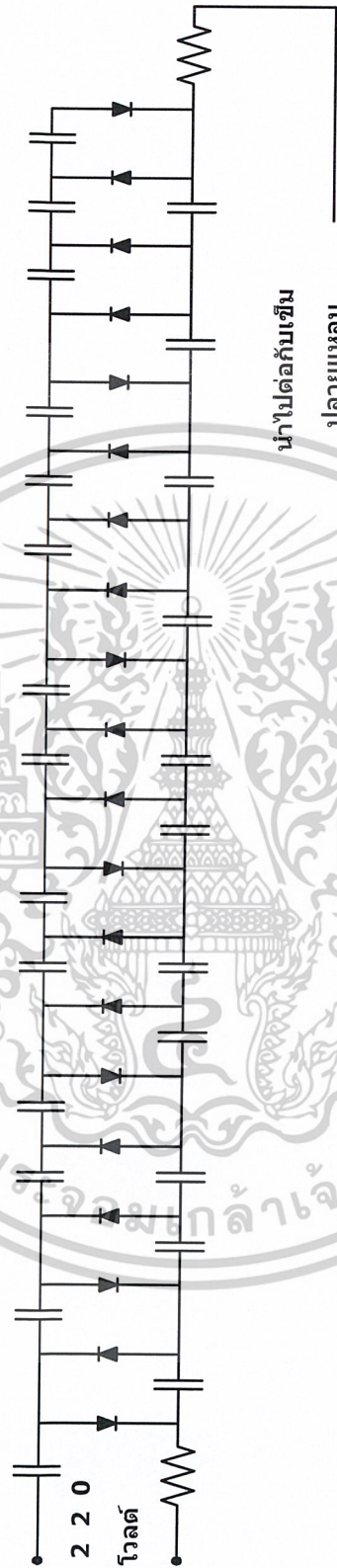


รูปที่ ข.2 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรควบคุม



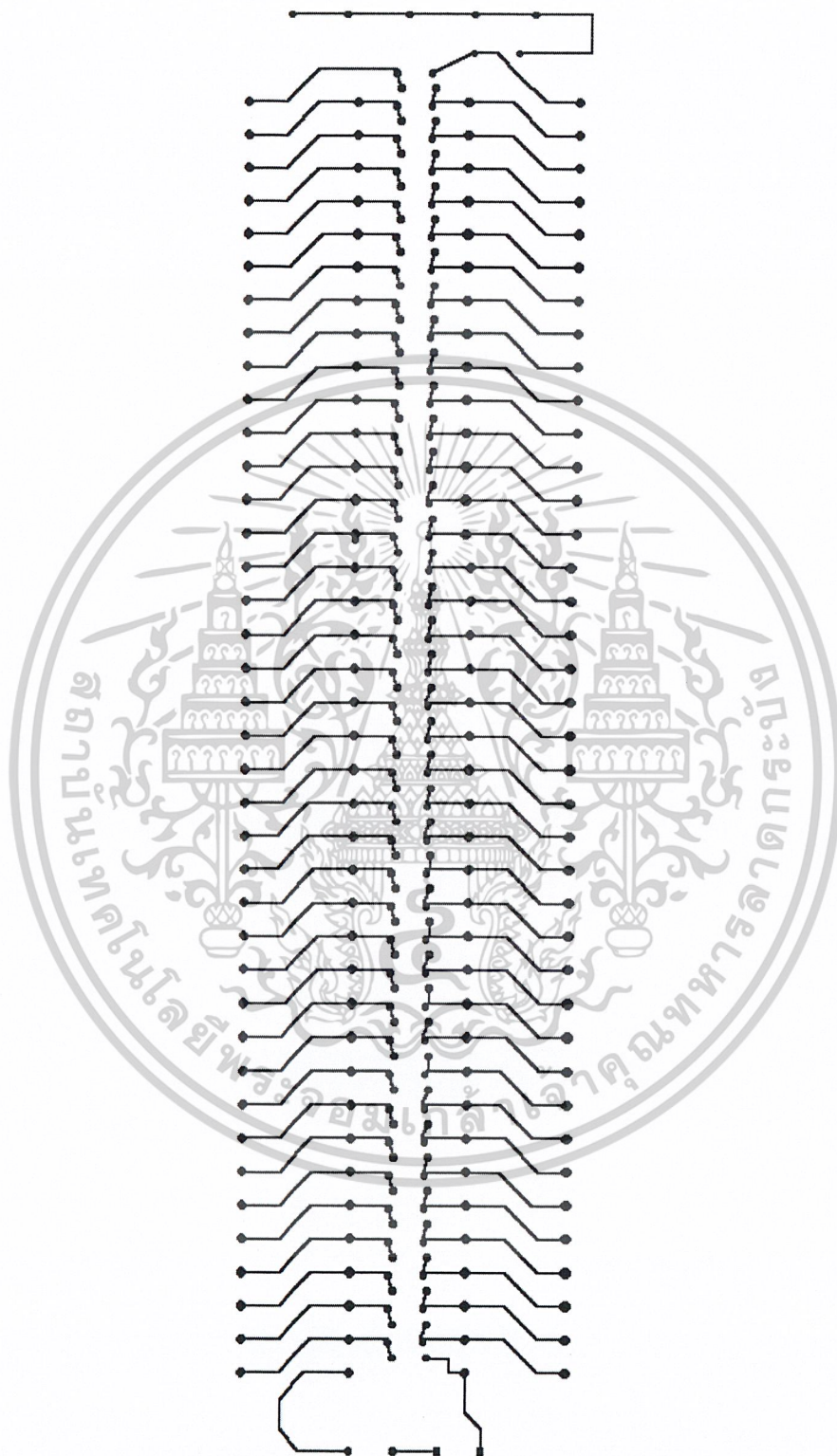
รูปที่ ข.3 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



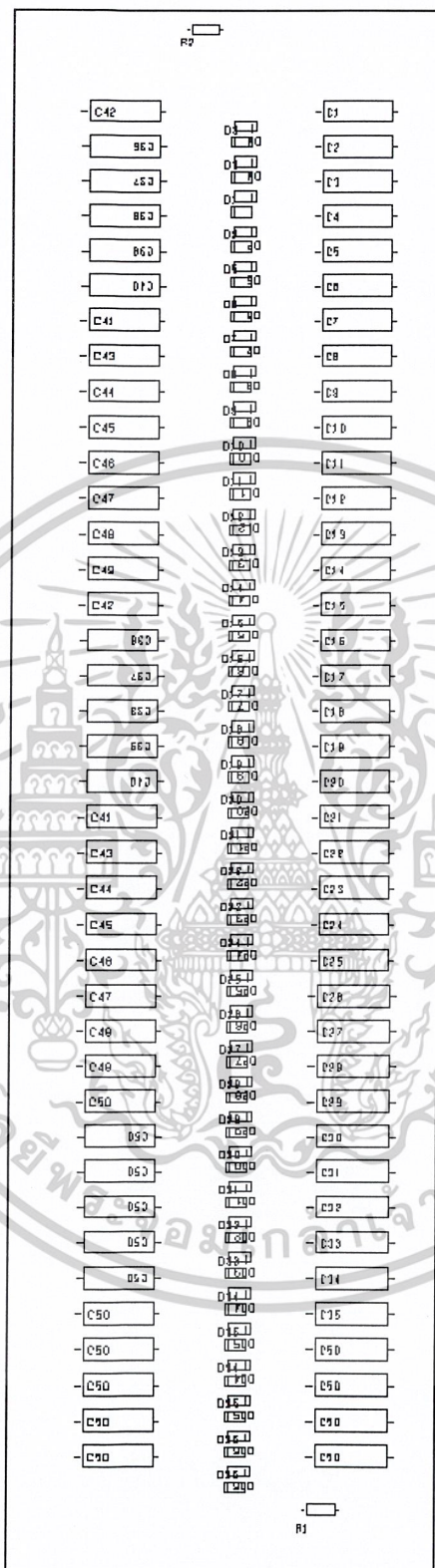
รูปที่ ข.4 วงจรเครื่องฟอกอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



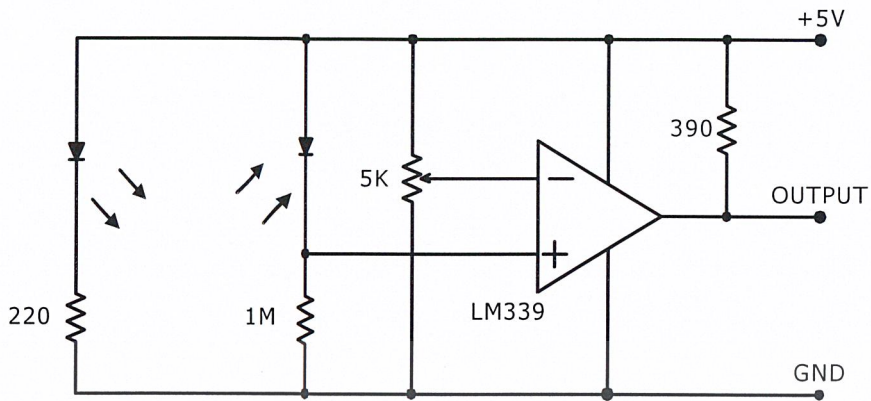
รูปที่ ข.5 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเครื่องฟอกอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

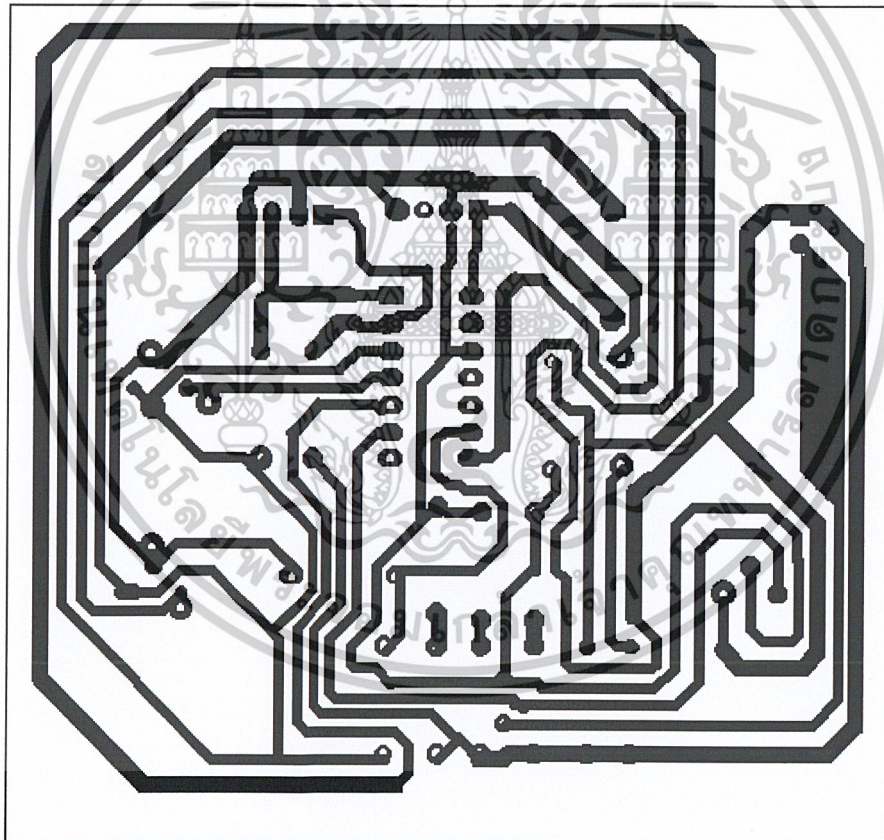


รูปที่ ข.6 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรเครื่องฟอกอากาศ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

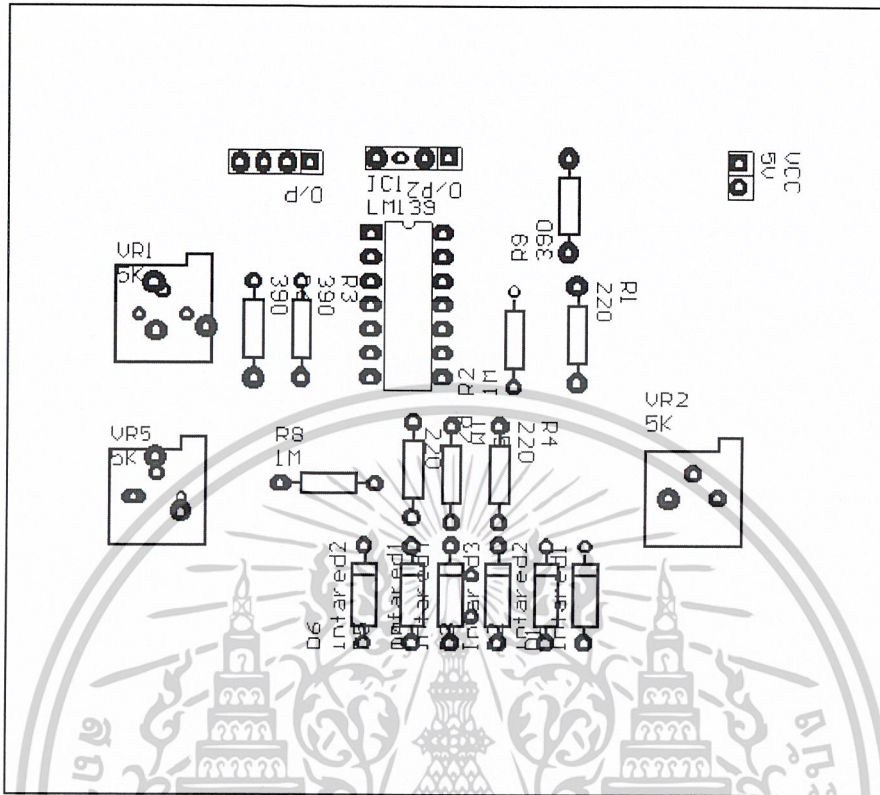


รูปที่ ข.7 วงจรเซนเซอร์



รูปที่ ข.8 แผ่นวงจรพิมพ์วงจรเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ข.9 ตำแหน่งการวางอุปกรณ์แผ่นวงจรพิมพ์ของวงจรเซนเซอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ ค.1 รายการอุปกรณ์ของวงจรควบคุม

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	MOC3082	4 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
Triac	STA16B 600V	4 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1	0.1 μ F 500V	4 ตัว
ตัวต้านทาน		
R1	1 k	4 ตัว
R2	4.7 k	4 ตัว
R3	470	8 ตัว
R4	270	8 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Connector 1	6 PIN	1 ตัว
Connector 2	10 PIN	1 ตัว

ตารางที่ ค.2 รายการอุปกรณ์ของวงจรเครื่องฟอกอากาศ

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
D1 – D80	1N4007	80 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
C1 – C80	0.1 μ F 630V	80 ตัว
R1	100 Ω 1 W	1 ตัว
R2	4.7M Ω 1 W	1 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Connector 1	2 PIN	2 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

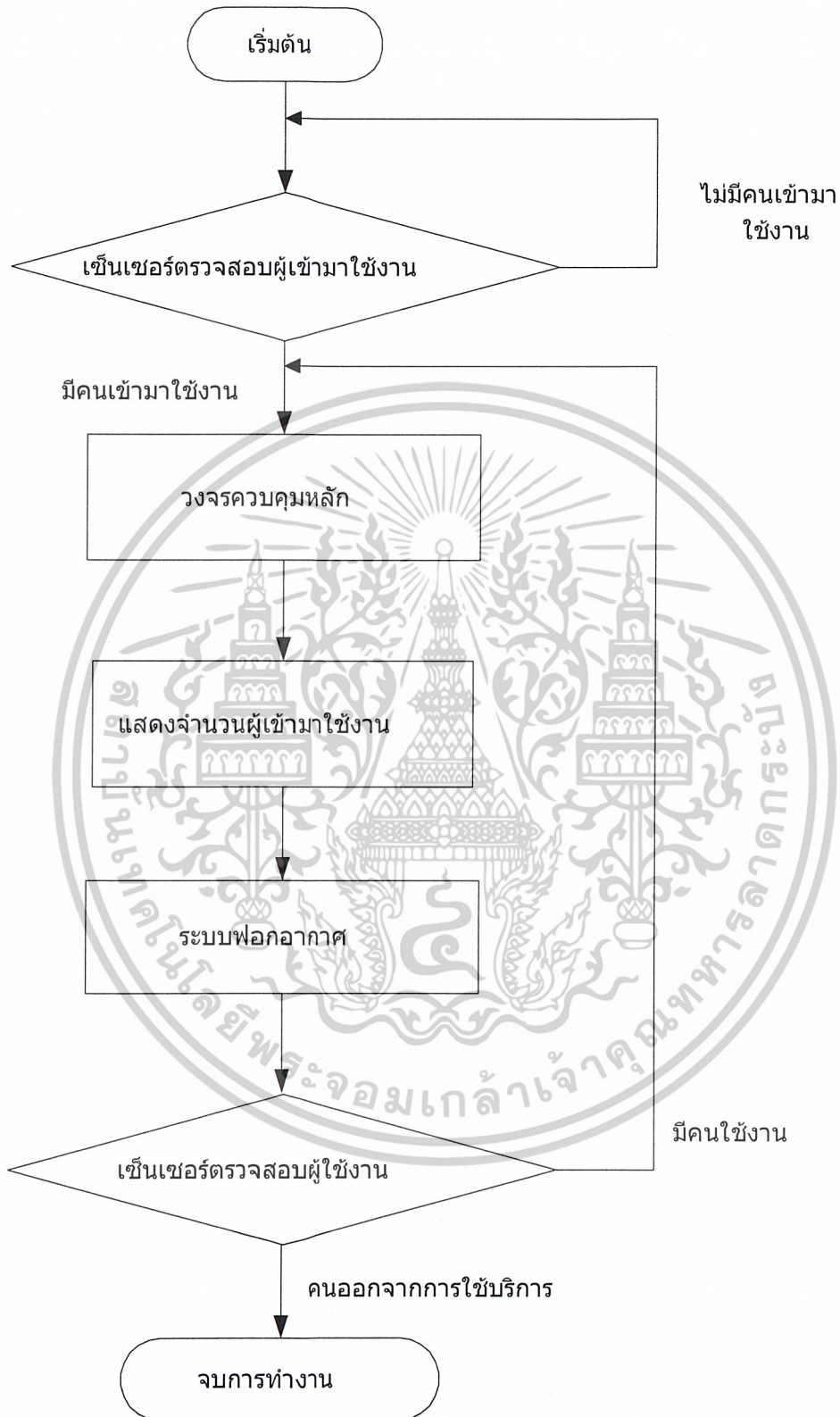
ตารางที่ ค.3 รายการอุปกรณ์ของวงจรเซ็นเซอร์

ชื่ออุปกรณ์	รายละเอียด	จำนวน
วงจรรวม		
IC1	LM339	1 ตัว
อุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ		
LED อินฟราเรด	สีแดง	4 ตัว
ตัวเก็บประจุ		
-	-	-
ตัวต้านทาน		
R1	220Ω 1/4 W	2 ตัว
R2	1MkΩ 1/4 W	2 ตัว
R3	390Ω 1/4 W	2 ตัว
VR1	5 kΩ 1/4 W	2 ตัว
อุปกรณ์อื่นๆ		
Socket1	14 ขา	1 ตัว
Connector 1	6 PIN	1 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ง.1 แผนผังการทำงานของตู้สูบบูหรี่ลอมลพิย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมของวงจรควบคุมหลัก

```

Org      0000h
mov      70h,#0
mov      71h,#0
mov      72h,#0
mov      73h,#0
clr      0

s1:
lcall   sg
jnb     p3.6,s2
jnb     p3.7,s3
sjmp    s1

s2:
jnb     p3.6,$
jb      0,s1
setb    0
lcall   cu
sjmp    s1

s3:
jnb     p3.7,$
jb      0,s4
setb    0
sjmp    s1

s4:
clr      0
sjmp    s1

sg:
mov      r5,#4
mov      r4,#0feh
mov      r0,#70h

sg1:
mov      p2,r4
mov      a,@r0
mov      dptr,#cg
movc     a,@a+dptr
mov      p0,a
lcall   delay
mov      a,r4
rl       a
mov      r4,a
inc      r0
djnz    r5,sg1
ret

cu:
mov      a,73h
cjne    a,#9,cu1
mov      73h,#0
mov      a,72h
cjne    a,#9,cu2
mov      72h,#0
mov      a,71h
cjne    a,#9,cu3
mov      71h,#0
mov      a,70h

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    cjne    a, #9, cu4
    mov     70h, #0
    ret
cu1:
    inc     73h
    ret
cu2:
    inc     72h
    ret
cu3:
    inc     71h
    ret
cu4:
    inc     70h
    ret
delay:
    mov     r7, #5
d1:
    mov     r6, #0
d2:
    djnz   r6, d2
    djnz   r7, d1
    ret
cg:
    db     0c0h, 0f9h, 24h, 0b0h, 99h, 92h, 82h, 0f8h, 80h, 90h, 0ffh
    end

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก จ
คู่มือการใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คู่มือการใช้งาน ตู้สูบบนหรือลดมลพิษ



ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

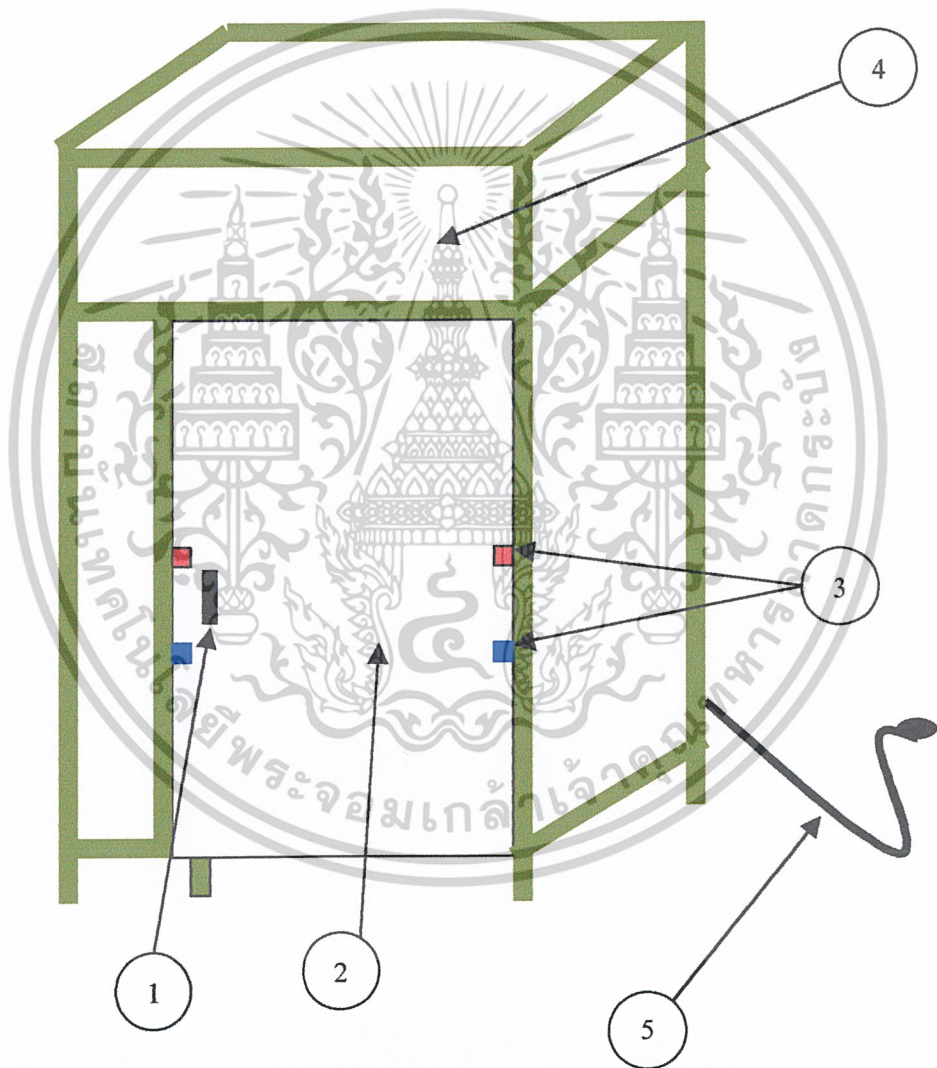
ปีการศึกษา 2546

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. คำแนะนำเบื้องต้น

ก่อนที่จะใช้งานตู้สูบบหรี่ลดมลพิษควรทำการศึกษาการใช้งานจากคู่มือให้เข้าใจเพื่อที่จะสามารถใช้งานได้ถูกต้อง และเป็นการป้องกันการเสียหายที่อาจเกิดขึ้นกับตู้สูบบหรี่และวงจรภายใน

2. ส่วนประกอบ



รูปที่ จ.1 ส่วนประกอบของตู้สูบบหรี่ลดมลพิษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ จ.1 มีรายละเอียดดังนี้

- 1) ที่จับประตู
- 2) ประตูเปิด-ปิดใช้งาน
- 3) เซ็นเซอร์ตรวจจับ
- 4) ส่วนที่เก็บวงจรต่างๆ และแผ่นกรองอากาศ
- 5) ปลั๊กไฟ

3. การติดตั้งและการใช้งาน

- 3.1 เสียบปลั๊กไฟเข้ากับไฟ 220 โวลต์ แล้วเปิดสวิตช์ไฟ
- 3.2 เปิดประตูเข้าไปสูบบุหรี่ในตัว
- 3.3 ระบบต่างๆ ภายในตัวจะทำงานเองอัตโนมัติ
- 3.4 เมื่อไม่ต้องการสูบบุหรี่เปิดประตูออกมาเครื่องจะหยุดทำงานอัตโนมัติ
- 3.5 เมื่อไม่ต้องการใช้งานแล้ว ให้ปิดสวิตช์ถอดปลั๊กไฟออก

4. การแก้ปัญหาเบื้องต้น

เมื่อประสบปัญหาในการใช้งานตัวสูบบุหรี่ลดมลพิษ สามารถตรวจสอบแนวทางแก้ไข ปัญหาเบื้องต้นได้จากตารางข้างล่างนี้

อาการ	สาเหตุและ/หรือวิธีแก้ไข
เมื่อเข้าไปใช้งานพัดลมดูดอากาศไม่ทำงาน	ตรวจสอบแหล่งจ่ายไฟเลี้ยง 220 โวลต์ ไม่ได้เปิดสวิตช์ที่เครื่อง

5. การดูแลรักษาและข้อควรระวัง

5.1 การดูแลรักษา

- ถอดปลั๊กไฟออกทุกครั้งเมื่อไม่ใช้งานใดๆ ทั้งสิ้น
- เมื่อฝาพลาสติกเกิดคราบสกปรกให้ทำความสะอาดด้วยผ้านุ่มสะอาด อย่าใช้ผ้าชนิดหยาบ

ทำความสะอาดเพราะอาจทำให้ฝาด้านข้างเกิดรอยขีดข่วนขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อควรระวัง

- อย่าเสียบปลั๊กไฟและเปิดสวิตช์ ทิ้งไว้หากไม่ใช้งานใดๆ

6. ข้อมูลจำเพาะ

คุณสมบัติ	รายละเอียด
ระบบกรองอากาศ	ใช้แผ่นกรองอากาศที่มีคุณสมบัติเฉพาะในการกรอง ควันบุหรี่ 4 ชั้น
เครื่องกรองอากาศ	ใช้ไฟแรงดันสูง 24 kV
แหล่งจ่ายพลังงาน	ไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ ความถี่ 50-60 เฮิร์ตซ์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ฉ
รายละเอียดและคุณสมบัติของอุปกรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

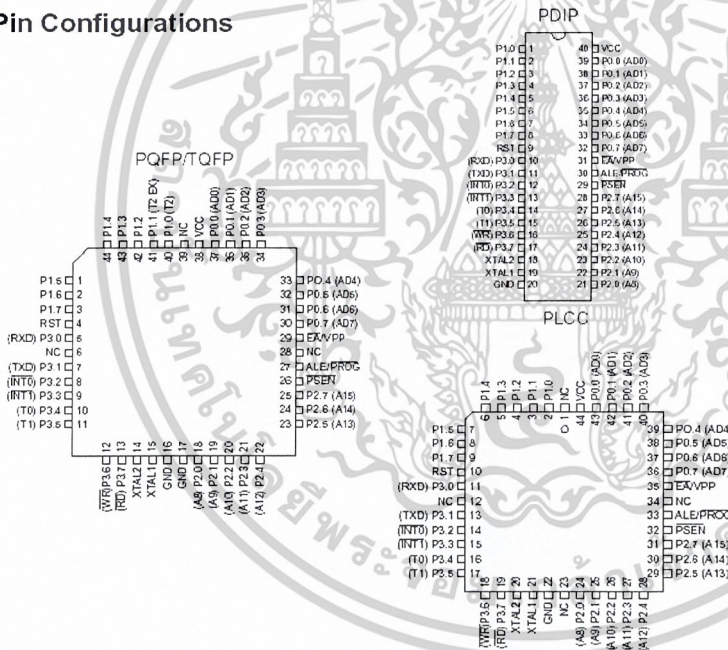
Features

- Compatible with MCS-51™ Products
- 4K Bytes of In-System Reprogrammable Flash Memory
 - Endurance: 1,000 Write/Erase Cycles
- Fully Static Operation: 0 Hz to 24 MHz
- Three-level Program Memory Lock
- 128 x 8-bit Internal RAM
- 32 Programmable I/O Lines
- Two 16-bit Timer/Counters
- Six Interrupt Sources
- Programmable Serial Channel
- Low-power Idle and Power-down Modes

Description

The AT89C51 is a low-power, high-performance CMOS 8-bit microcomputer with 4K bytes of Flash programmable and erasable read only memory (PEROM). The device is manufactured using Atmel's high-density nonvolatile memory technology and is compatible with the industry-standard MCS-51 instruction set and pinout. The on-chip Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system or by a conventional nonvolatile memory programmer. By combining a versatile 8-bit CPU with Flash on a monolithic chip, the Atmel AT89C51 is a powerful microcomputer which provides a highly-flexible and cost-effective solution to many embedded control applications.

Pin Configurations



**8-bit
Microcontroller
with 4K Bytes
Flash**

AT89C51

**Not Recommended
for New Designs.
Use AT89S51.**

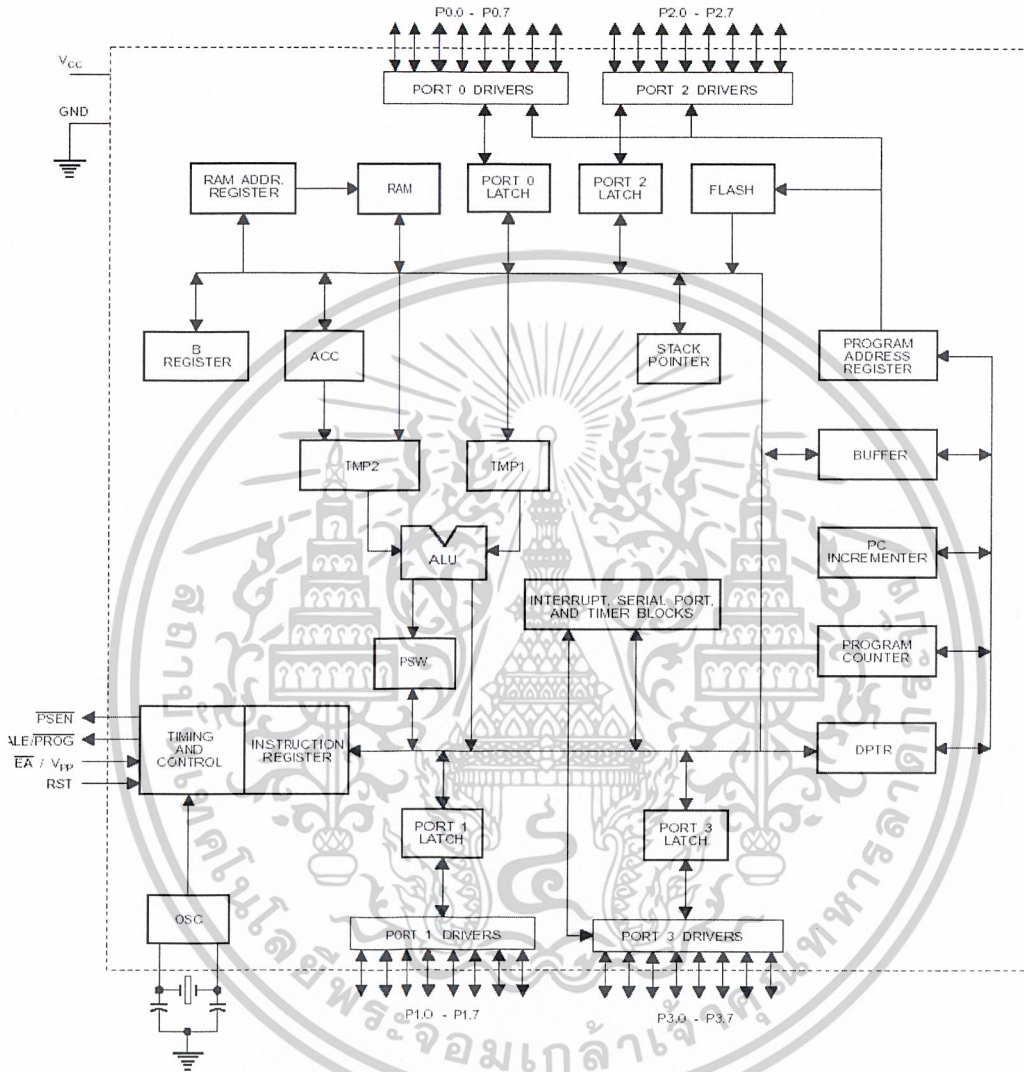
Rev. 0265G-02/00



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Block Diagram



AT89C51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

AT89C51

The AT89C51 provides the following standard features: 4K bytes of Flash, 128 bytes of RAM, 32 I/O lines, two 16-bit timer/counters, a five vector two-level interrupt architecture, a full duplex serial port, on-chip oscillator and clock circuitry. In addition, the AT89C51 is designed with static logic for operation down to zero frequency and supports two software selectable power saving modes. The Idle Mode stops the CPU while allowing the RAM, timer/counters, serial port and interrupt system to continue functioning. The Power-down Mode saves the RAM contents but freezes the oscillator disabling all other chip functions until the next hardware reset.

Pin Description

VCC

Supply voltage.

GND

Ground.

Port 0

Port 0 is an 8-bit open-drain bi-directional I/O port. As an output port, each pin can sink eight TTL inputs. When 1s are written to port 0 pins, the pins can be used as high-impedance inputs.

Port 0 may also be configured to be the multiplexed low-order address/data bus during accesses to external program and data memory. In this mode P0 has internal pullups.

Port 0 also receives the code bytes during Flash programming, and outputs the code bytes during program verification. External pullups are required during program verification.

Port 1

Port 1 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 1 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 1 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 1 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 1 also receives the low-order address bytes during Flash programming and verification.

Port 2

Port 2 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 2 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 2 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs,

Port 2 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the internal pullups.

Port 2 emits the high-order address byte during fetches from external program memory and during accesses to external data memory that use 16-bit addresses (MOVX @ DPTR). In this application, it uses strong internal pullups when emitting 1s. During accesses to external data memory that use 8-bit addresses (MOVX @ RI), Port 2 emits the contents of the P2 Special Function Register.

Port 2 also receives the high-order address bits and some control signals during Flash programming and verification.

Port 3

Port 3 is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pullups. The Port 3 output buffers can sink/source four TTL inputs. When 1s are written to Port 3 pins they are pulled high by the internal pullups and can be used as inputs. As inputs, Port 3 pins that are externally being pulled low will source current (I_{IL}) because of the pullups.

Port 3 also serves the functions of various special features of the AT89C51 as listed below:

Port Pin	Alternate Functions
P3.0	RXD (serial input port)
P3.1	TXD (serial output port)
P3.2	INT0 (external interrupt 0)
P3.3	INT1 (external interrupt 1)
P3.4	T0 (timer 0 external input)
P3.5	T1 (timer 1 external input)
P3.6	WR (external data memory write strobe)
P3.7	RD (external data memory read strobe)

Port 3 also receives some control signals for Flash programming and verification.

RST

Reset input. A high on this pin for two machine cycles while the oscillator is running resets the device.

ALE/PROG

Address Latch Enable output pulse for latching the low byte of the address during accesses to external memory. This pin is also the program pulse input (PROG) during Flash programming.

In normal operation ALE is emitted at a constant rate of 1/6 the oscillator frequency, and may be used for external timing or clocking purposes. Note, however, that one ALE





pulse is skipped during each access to external Data Memory.

If desired, ALE operation can be disabled by setting bit 0 of SFR location 8EH. With the bit set, ALE is active only during a MOVX or MOVC instruction. Otherwise, the pin is weakly pulled high. Setting the ALE-disable bit has no effect if the microcontroller is in external execution mode.

PSEN

Program Store Enable is the read strobe to external program memory.

When the AT89C51 is executing code from external program memory, $\overline{\text{PSEN}}$ is activated twice each machine cycle, except that two $\overline{\text{PSEN}}$ activations are skipped during each access to external data memory.

$\overline{\text{EA}}$ /VPP

External Access Enable. $\overline{\text{EA}}$ must be strapped to GND in order to enable the device to fetch code from external program memory locations starting at 0000H up to FFFFH. Note, however, that if lock bit 1 is programmed, $\overline{\text{EA}}$ will be internally latched on reset.

$\overline{\text{EA}}$ should be strapped to V_{CC} for internal program executions.

This pin also receives the 12-volt programming enable voltage (V_{PP}) during Flash programming, for parts that require 12-volt V_{PP} .

XTAL1

Input to the inverting oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

XTAL2

Output from the inverting oscillator amplifier.

Oscillator Characteristics

XTAL1 and XTAL2 are the input and output, respectively, of an inverting amplifier which can be configured for use as an on-chip oscillator, as shown in Figure 1. Either a quartz crystal or ceramic resonator may be used. To drive the device from an external clock source, XTAL2 should be left

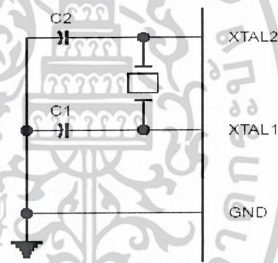
unconnected while XTAL1 is driven as shown in Figure 2. There are no requirements on the duty cycle of the external clock signal, since the input to the internal clocking circuitry is through a divide-by-two flip-flop, but minimum and maximum voltage high and low time specifications must be observed.

Idle Mode

In idle mode, the CPU puts itself to sleep while all the on-chip peripherals remain active. The mode is invoked by software. The content of the on-chip RAM and all the special functions registers remain unchanged during this mode. The idle mode can be terminated by any enabled interrupt or by a hardware reset.

It should be noted that when idle is terminated by a hardware reset, the device normally resumes program execution, from where it left off, up to two machine cycles before the internal reset algorithm takes control. On-chip hardware inhibits access to internal RAM in this event, but access to the port pins is not inhibited. To eliminate the possibility of an unexpected write to a port pin when Idle is terminated by reset, the instruction following the one that invokes Idle should not be one that writes to a port pin or to external memory.

Figure 1. Oscillator Connections



Note: C1, C2 = 30 pF \pm 10 pF for Crystals
= 40 pF \pm 10 pF for Ceramic Resonators

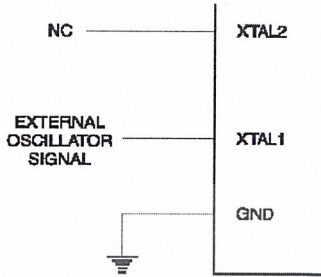
Status of External Pins During Idle and Power-down Modes

Mode	Program Memory	ALE	PSEN	PORT0	PORT1	PORT2	PORT3
Idle	Internal	1	1	Data	Data	Data	Data
Idle	External	1	1	Float	Data	Address	Data
Power-down	Internal	0	0	Data	Data	Data	Data
Power-down	External	0	0	Float	Data	Data	Data

AT89C51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 2. External Clock Drive Configuration



Power-down Mode

In the power-down mode, the oscillator is stopped, and the instruction that invokes power-down is the last instruction executed. The on-chip RAM and Special Function Regis-

ters retain their values until the power-down mode is terminated. The only exit from power-down is a hardware reset. Reset redefines the SFRs but does not change the on-chip RAM. The reset should not be activated before V_{CC} is restored to its normal operating level and must be held active long enough to allow the oscillator to restart and stabilize.

Program Memory Lock Bits

On the chip are three lock bits which can be left unprogrammed (U) or can be programmed (P) to obtain the additional features listed in the table below.

When lock bit 1 is programmed, the logic level at the \overline{EA} pin is sampled and latched during reset. If the device is powered up without a reset, the latch initializes to a random value, and holds that value until reset is activated. It is necessary that the latched value of \overline{EA} be in agreement with the current logic level at that pin in order for the device to function properly.

Lock Bit Protection Modes

	Program Lock Bits			Protection Type
	LB1	LB2	LB3	
1	U	U	U	No program/lock features.
2	P	U	U	M0VC instructions executed from external program memory are disabled from fetching code bytes from internal memory, \overline{EA} is sampled and latched on reset, and further programming of the Flash is disabled.
3	P	P	U	Same as mode 2, also verify is disabled.
4	P	P	P	Same as mode 3, also external execution is disabled.



FAIRCHILD
SEMICONDUCTOR

1N4001 - 1N4007

Features

- Low forward voltage drop.
- High surge current capability.



DO-41
COLOR BAND DENOTES CATHODE

General Purpose Rectifiers

Absolute Maximum Ratings* $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Value							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_{RRM}	Peak Repetitive Reverse Voltage	50	100	200	400	600	800	1000	V
$I_{F(AV)}$	Average Rectified Forward Current, .375" lead length @ $T_A = 75^\circ\text{C}$	1.0							A
I_{FSM}	Non-repetitive Peak Forward Surge Current 8.3 ms Single Half-Sine-Wave	30							A
T_{stg}	Storage Temperature Range	-55 to +175							$^\circ\text{C}$
T_J	Operating Junction Temperature	-55 to +175							$^\circ\text{C}$

* These ratings are limiting values above which the serviceability of any semiconductor device may be impaired.

Thermal Characteristics

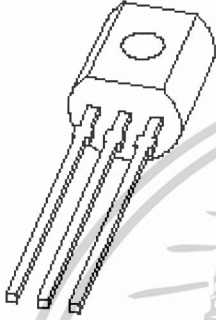
Symbol	Parameter	Value	Units
P_D	Power Dissipation	3.0	W
$R_{\theta JA}$	Thermal Resistance, Junction to Ambient	50	$^\circ\text{C/W}$

Electrical Characteristics $T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted

Symbol	Parameter	Device							Units
		4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	
V_F	Forward Voltage @ 1.0 A	1.1							V
I_R	Maximum Full Load Reverse Current, Full Cycle $T_A = 75^\circ\text{C}$	30							μA
I_R	Reverse Current @ rated V_R , $T_A = 25^\circ\text{C}$ $T_A = 100^\circ\text{C}$	5.0 500							μA μA
C_T	Total Capacitance $V_B = 4.0\text{ V}$, $f = 1.0\text{ MHz}$	15							pF

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DATA SHEET



BC556; BC557; BC558
PNP general purpose transistors

Product specification

1997 Mar 27

Supersedes data of September 1994

File under Discrete Semiconductors, SC04

Philips
Semiconductors



PHILIPS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PNP general purpose transistors

BC556; BC557; BC558

FEATURES

- Low current (max. 100 mA)
- Low voltage (max. 65 V).

APPLICATIONS

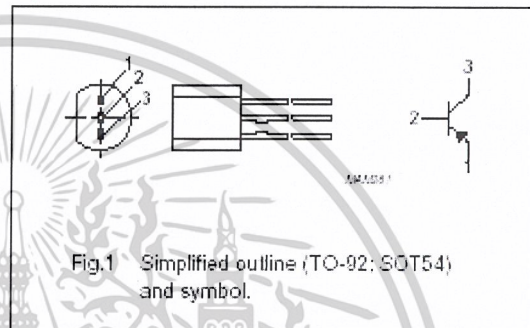
- General purpose switching and amplification.

DESCRIPTION

PNP transistor in a TO-92; SOT54 plastic package.
NPN complements: BC546, BC547 and BC548.

PINNING

PIN	DESCRIPTION
1	emitter
2	base
3	collector



QUICK REFERENCE DATA

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V_{CB0}	collector-base voltage	open emitter	—	—	—
	BC556		—	-80	V
	BC557		—	-50	V
	BC558		—	-30	V
V_{CE0}	collector-emitter voltage	open base	—	—	—
	BC556		—	-65	V
	BC557		—	-45	V
	BC558		—	-30	V
I_{CM}	peak collector current		—	-200	mA
P_{tot}	total power dissipation	$T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$	—	500	mW
h_{FE}	DC current gain	$I_C = -2\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V}$	—	—	—
	BC556		125	475	
	BC557; BC558		125	800	
f_T	transition frequency	$I_C = -10\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	—	MHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PNP general purpose transistors

BC556; BC557; BC558

LIMITING VALUES

In accordance with the Absolute Maximum Rating System (IEC 134).

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	MAX.	UNIT
V _{CB0}	collector-base voltage	open emitter			
	BC556		-	-80	V
	BC557		-	-50	V
V _{CE0}	collector-emitter voltage	open base			
	BC556		-	-65	V
	BC557		-	-45	V
V _{EB0}	emitter-base voltage	open collector			
	BC556		-	-5	V
	BC557		-	-5	V
I _C	collector current (DC)			-100	mA
I _{CM}	peak collector current			-200	mA
I _{EM}	peak base current			-200	mA
P _{tot}	total power dissipation	T _{amb} = 25 °C		500	mW
T _{stg}	storage temperature		-65	+150	°C
T _j	junction temperature		-	150	°C
T _{amb}	operating ambient temperature		-65	+150	°C

THERMAL CHARACTERISTICS

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	VALUE	UNIT
R _{th(j-a)}	thermal resistance from junction to ambient	note 1	250	K/W

Note

1. Transistor mounted on an FR4 printed-circuit board.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PNP general purpose transistors

BC556; BC557; BC558

CHARACTERISTICS

$T_j = 25\text{ }^\circ\text{C}$ unless otherwise specified.

SYMBOL	PARAMETER	CONDITIONS	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT	
I_{CBO}	collector cut-off current	$I_E = 0; V_{CB} = -30\text{ V}$	-	-1	-15	nA	
		$I_E = 0; V_{CB} = -30\text{ V}; T_j = 150\text{ }^\circ\text{C}$	-	-	-4	μA	
I_{EBO}	emitter cut-off current	$I_C = 0; V_{EB} = -5\text{ V}$	-	-	-100	nA	
h_{FE}	DC current gain	$I_C = -2\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V};$ see Figs 2, 3 and 4	BC556	125	-	475	
			BC557; BC558	125	-	800	
			BC556A; BC557A; BC558A	125	-	250	
			BC556B; BC557B; BC558B	220	-	475	
			BC557C; BC558C	420	-	800	
V_{CEsat}	collector-emitter saturation voltage	$I_C = -10\text{ mA}; I_E = -0.5\text{ mA}$	-	-60	-300	mV	
		$I_C = -100\text{ mA}; I_E = -5\text{ mA}$	-	-180	-650	mV	
V_{BEsat}	base-emitter saturation voltage	$I_C = -10\text{ mA}; I_E = -0.5\text{ mA};$ note 1	-	-750	-	mV	
		$I_C = -100\text{ mA}; I_E = -5\text{ mA};$ note 1	-	-930	-	mV	
V_{BE}	base-emitter voltage	$I_C = -2\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V};$ note 2	-800	-650	-750	mV	
		$I_C = -10\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V};$ note 2	-	-	-820	mV	
C_c	collector capacitance	$I_E = I_C = 0; V_{CB} = -10\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	-	3	-	pF	
C_e	emitter capacitance	$I_C = I_E = 0; V_{EB} = -0.5\text{ V}; f = 1\text{ MHz}$	-	10	-	pF	
f_T	transition frequency	$I_C = -10\text{ mA}; V_{CE} = -5\text{ V}; f = 100\text{ MHz}$	100	-	-	MHz	
F	noise figure	$I_C = -200\text{ }\mu\text{A}; V_{CE} = -5\text{ V}; R_S = 2\text{ k}\Omega;$ $f = 1\text{ kHz}; B = 200\text{ Hz}$	-	2	10	dB	

Notes

- V_{BEsat} decreases by about -1.7 mV/K with increasing temperature.
- V_{BE} decreases by about -2 mV/K with increasing temperature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA
SEMICONDUCTOR TECHNICAL DATA

Order this document
by MOC3081/D



**6-Pin DIP Zero-Cross
Optoisolators Triac Driver Output
(800 Volts Peak)**

The MOC3081, MOC3082 and MOC3083 devices consist of gallium arsenide infrared emitting diodes optically coupled to monolithic silicon detectors performing the function of Zero Voltage Crossing bilateral triac drivers.

They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 240 Vac lines, such as solid-state relays, industrial controls, motors, solenoids and consumer appliances, etc.

- Simplifies Logic Control of 240 Vac Power
- Zero Voltage Crossing
- dv/dt of 1500 V/ μ s Typical, 600 V/ μ s Guaranteed
- *To order devices that are tested and marked per VDE 0884 requirements, the suffix "V" must be included at end of part number. VDE 0884 is a test option.*

Recommended for 240 Vac(rms) Applications:

- Solenoid/Valve Controls
- Lighting Controls
- Static Power Switches
- AC Motor Drives
- Temperature Controls
- E.M. Contactors
- AC Motor Starters
- Solid State Relays

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
INPUT LED			
Reverse Voltage	V_R	6	Volts
Forward Current — Continuous	I_F	80	mA
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Negligible Power in Output Driver Derate above 25°C	P_D	120	mW
		1.41	mW/ $^\circ\text{C}$
OUTPUT DRIVER			
Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	800	Volts
Peak Repetitive Surge Current ($PW = 100 \mu\text{s}$, 120 pps)	I_{TSM}	1	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	150	mW
		1.76	mW/ $^\circ\text{C}$

TOTAL DEVICE

Isolation Surge Voltage ⁽¹⁾ (Peak ac Voltage, 60 Hz, 1 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac(pk)
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$ Derate above 25°C	P_D	250	mW
		2.94	mW/ $^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	T_J	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range ⁽²⁾	T_A	-40 to +85	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range ⁽²⁾	T_{stg}	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (10 s)	T_L	260	$^\circ\text{C}$

1. Isolation surge voltage, V_{ISO} , is an internal device dielectric breakdown rating. For this test, Pins 1 and 2 are common, and Pins 4, 5 and 6 are common.
2. Refer to Quality and Reliability Section in Opto Data Book for information on test conditions. Preferred devices are Motorola recommended choices for future use and best overall value. GlobalOptoisolator is a trademark of Motorola, Inc.

REV 1

© Motorola, Inc. 1995

MOC3081
[IFT = 15 mA Max]
MOC3082
[IFT = 10 mA Max]
MOC3083*
[IFT = 5 mA Max]

*Motorola Preferred Device

STYLE 6 PLASTIC

STANDARD THRU HOLE
CASE 730A-04

COUPLER SCHEMATIC

1. ANODE
2. CATHODE
3. NC
4. MAIN TERMINAL
5. SUBSTRATE
DO NOT CONNECT
6. MAIN TERMINAL



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOC3081 MOC3082 MOC3083ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
INPUT LED					
Reverse Leakage Current ($V_R = 6\text{ V}$)	I_R	—	0.05	100	μA
Forward Voltage ($I_F = 30\text{ mA}$)	V_F	—	1.3	1.5	Volts
OUTPUT DETECTOR ($I_F = 0$)					
Leakage with LED Off, Either Direction ($V_{DRM} = 800\text{ V}^{(1)}$)	I_{DRM1}	—	80	500	nA
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage ⁽³⁾	dv/dt	600	1500	—	V/ μs
COUPLED					
LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3 V ⁽²⁾)	I_{FT}	—	—	15	mA
MOC3081		—	—	10	
MOC3082		—	—	5	
MOC3083		—	—	5	
Peak On-State Voltage, Either Direction ($I_{TM} = 100\text{ mA}$, $I_F = \text{Rated } I_{FT}$)	V_{TM}	—	1.8	3	Volts
Holding Current, Either Direction	I_H	—	250	—	μA
Inhibit Voltage (MT1–MT2 Voltage above which device will not trigger) ($I_F = \text{Rated } I_{FT}$)	V_{INH}	—	5	20	Volts
Leakage in Inhibited State ($I_F = \text{Rated } I_{FT}$, $V_{DRM} = 800\text{ V}$, Off State)	I_{DRM2}	—	300	500	μA

- Test voltage must be applied within dv/dt rating.
- All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT} . Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (15 mA for MOC3081, 10 mA for MOC3082, 5 mA for MOC3083) and absolute max I_F (60 mA).
- This is static dv/dt . See Figure 7 for test circuit. Commutating dv/dt is a function of the load-driving thyristor(s) only.

TYPICAL CHARACTERISTICS

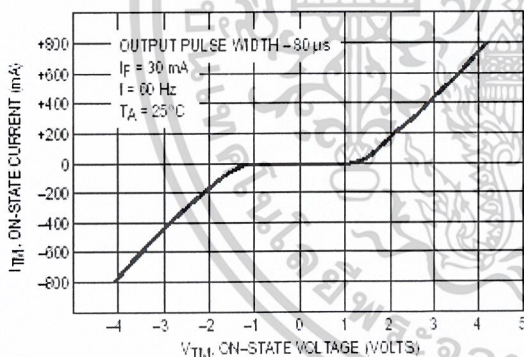


Figure 1. On-State Characteristics

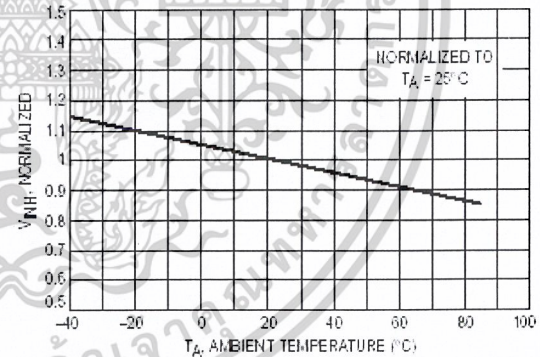


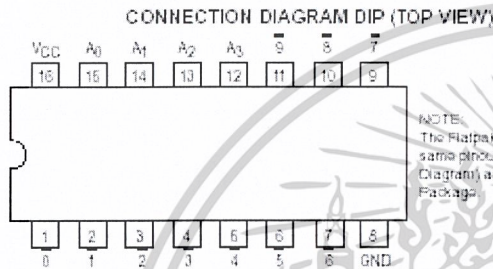
Figure 2. Inhibit Voltage versus Temperature



ONE-OF-TEN DECODER

The LSTTL/MSI SN54/74LS42 is a Multipurpose Decoder designed to accept four BCD inputs and provide ten mutually exclusive outputs. The LS42 is fabricated with the Schottky barrier diode process for high speed and is completely compatible with all Motorola TTL families.

- Multifunction Capability
- Mutually Exclusive Outputs
- Demultiplexing Capability
- Input Clamp Diodes Limit High Speed Termination Effects



NOTE:
The Flatpak version has the same pinouts (Connection Diagram) as the Dual In-Line Package.

PIN NAMES

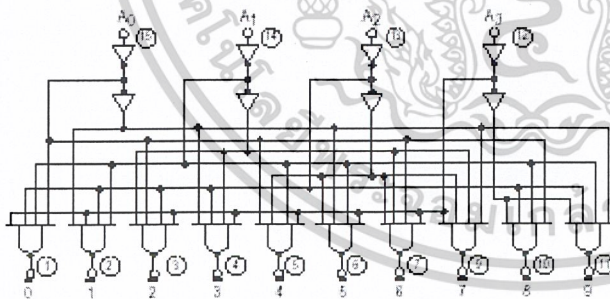
$A_0 - A_3$
0 to 9
Address Inputs
Outputs, Active LOW (Note b)

LOADING (Note a)

HIGH	LOW
0.5 U.L.	0.25 U.L.
10 U.L.	5 (2.5) U.L.

NOTES:
a) 1 TTL Unit Load (U.L.) = 40 μ A HIGH/1.6 mA LOW.
b) The Output LOW drive factor is 2.5 U.L. for Military (54) and 5 U.L. for Commercial (74) Temperature Ranges.

LOGIC DIAGRAM



V_{CC} = PIN 16
GND = PIN 8
○ = PIN NUMBERS

SN54/74LS42

ONE-OF-TEN DECODER LOW POWER SCHOTTKY



J SUFFIX
CERAMIC
CASE 620-09



N SUFFIX
PLASTIC
CASE 648-08

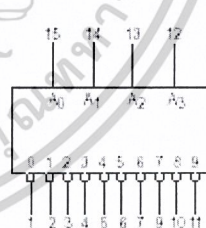


D SUFFIX
SOIC
CASE 751B-03

ORDERING INFORMATION

- SN54LSXXJ Ceramic
- SN74LSXXN Plastic
- SN74LSXXD SOIC

LOGIC SYMBOL



V_{CC} = PIN 16
GND = PIN 8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS42

FUNCTIONAL DESCRIPTION

The LS42 decoder accepts four active HIGH BCD inputs and provides ten mutually exclusive active LOW outputs, as shown by logic symbol or diagram. The active LOW outputs facilitate addressing other MSI units with LOW input enables.

The logic design of the LS42 ensures that all outputs are HIGH when binary codes greater than nine are applied

to the inputs.

The most significant input A_3 produces a useful inhibit function when the LS42 is used as a one-of-eight decoder. The A_3 input can also be used as the Data input in an 8-output demultiplexer application.

TRUTH TABLE

A_0	A_1	A_2	A_3	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
L	L	L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H
H	L	L	L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H
L	H	L	L	H	H	L	H	H	H	H	H	H	H
H	H	L	L	H	H	H	L	H	H	H	H	H	H
L	L	H	L	H	H	H	H	L	H	H	H	H	H
H	L	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
L	H	H	L	H	H	H	H	H	L	H	H	H	H
H	H	H	L	H	H	H	H	H	H	L	H	H	H
L	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H	H
H	L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L	H
L	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
L	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L
H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	H	L

H = HIGH Voltage Level
L = LOW Voltage Level

GUARANTEED OPERATING RANGES

Symbol	Parameter		Min	Typ	Max	Unit
V_{CC}	Supply Voltage	54 74	4.5 4.75	5.0 5.0	5.5 5.25	V
T_A	Operating Ambient Temperature Range	54 74	-55 0	25 25	125 70	°C
I_{OH}	Output Current — High	54, 74			-0.4	mA
I_{OL}	Output Current — Low	54 74			4.0 8.0	mA

FAST AND LS TTL DATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SN54/74LS42

DC CHARACTERISTICS OVER OPERATING TEMPERATURE RANGE (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter		Limits			Unit	Test Conditions	
			Min	Typ	Max			
V_{IH}	Input HIGH Voltage		2.0			V	Guaranteed Input HIGH Voltage for All Inputs	
V_{IL}	Input LOW Voltage	54			0.7	V	Guaranteed Input LOW Voltage for All Inputs	
		74			0.8			
V_{IK}	Input Clamp Diode Voltage			-0.65	-1.5	V	$V_{CC} = \text{MIN}$, $I_{IN} = -18 \text{ mA}$	
V_{OH}	Output HIGH Voltage	54	2.5	3.5		V	$V_{CC} = \text{MIN}$, $I_{OH} = \text{MAX}$, $V_{IN} = V_{IH}$ or V_{IL} per Truth Table	
		74	2.7	3.5		V		
V_{OL}	Output LOW Voltage	54, 74		0.25	0.4	V	$I_{OL} = 4.0 \text{ mA}$	$V_{CC} = V_{CC} \text{ MIN}$, $V_{IN} = V_{IL}$ or V_{IH} per Truth Table
		74		0.35	0.5	V	$I_{OL} = 8.0 \text{ mA}$	
I_{IH}	Input HIGH Current				20	μA	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_{IN} = 2.7 \text{ V}$	
I_{IL}	Input LOW Current				0.1	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_{IN} = 7.0 \text{ V}$	
I_{IS}	Short Circuit Current (Note 1)				-0.4	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$, $V_{IN} = 0.4 \text{ V}$	
I_{OS}	Short Circuit Current (Note 1)		-20		-100	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$	
I_{CC}	Power Supply Current				13	mA	$V_{CC} = \text{MAX}$	

Note 1: Not more than one output should be shorted at a time, nor for more than 1 second.

AC CHARACTERISTICS ($T_A = 25^\circ\text{C}$)

Symbol	Parameter		Limits			Unit	Test Conditions	
			Min	Typ	Max			
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay (2 Levels)			15	25	ns	Figure 2	$V_{CC} = 5.0 \text{ V}$ $C_L = 15 \text{ pF}$
t_{PLH} t_{PHL}	Propagation Delay (3 Levels)			20	30	ns		

AC WAVEFORMS



Figure 1

Figure 2

FAST AND LS TTL DATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



BTA/BTB16 and T16 Series

SNUBBERLESS™, LOGIC LEVEL & STANDARD

16A TRIACS

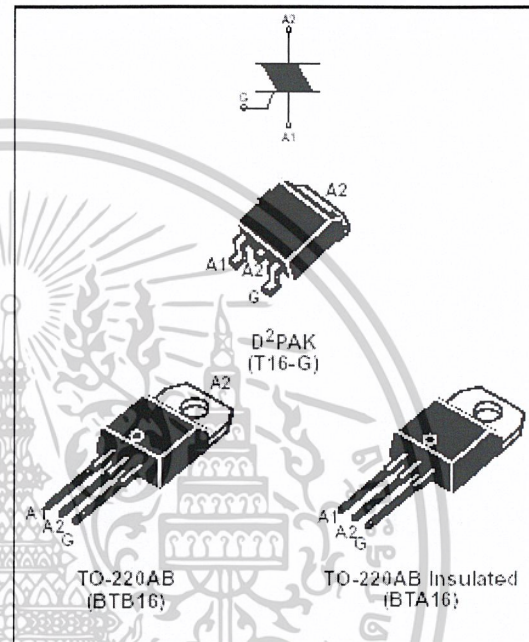
MAIN FEATURES:

Symbol	Value	Unit
$I_{T(RMS)}$	16	A
V_{DRM}/V_{RRM}	600, 700 and 800	V
$I_{GT} (Q_1)$	10 to 50	mA

DESCRIPTION

Available either in through-hole or surface-mount packages, the BTA/BTB16 and T16 triac series is suitable for general purpose AC switching. They can be used as an ON/OFF function in applications such as static relays, heating regulation, induction motor starting circuits... or for phase control operation in light dimmers, motor speed controllers, ...

The snubberless versions (BTA/BTB...W and T16 series) are specially recommended for use on inductive loads, thanks to their high commutation performances. By using an internal ceramic pad, the BTA series provides voltage insulated tab (rated at 2500V_{RMS}) complying with UL standards (File ref.: E81734).



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit		
$I_{T(RMS)}$	RMS on-state current (full sine wave)	D ² PAK	16	A	
		TO-220AB			$T_c = 100^\circ\text{C}$
		TO-220AB Ins.			$T_c = 85^\circ\text{C}$
I_{TSM}	Non repetitive surge peak on-state current (full cycle, T_j initial = 25°C)	F = 60 Hz	$t = 16.7$ ms	168	A
		F = 50 Hz	$t = 20$ ms		
$I^2 t$	$I^2 t$ Value for fusing	$t_p = 10$ ms	144	A ² s	
di/dt	Critical rate of rise of on-state current $I_G = 2 \times I_{GT}$, $t_r \leq 100$ ns	F = 120 Hz	$T_j = 125^\circ\text{C}$	50	A/ μs
V_{DSM}/V_{RSM}	Non repetitive surge peak off-state voltage	$t_p = 10$ ms	$T_j = 25^\circ\text{C}$	$V_{DRM}/V_{RRM} + 100$	V
I_{GM}	Peak gate current	$t_p = 20$ μs	$T_j = 125^\circ\text{C}$	4	A
$P_{G(AV)}$	Average gate power dissipation	$T_j = 125^\circ\text{C}$	1	W	
T_{stg}	Storage junction temperature range		- 40 to + 150	$^\circ\text{C}$	
T_j	Operating junction temperature range		- 40 to + 125		

October 2002 - Ed: 6A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

BTA/BTB16 and T16 Series

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_j = 25°C, unless otherwise specified)

■ SNUBBERLESS™ and LOGIC LEVEL (3 Quadrants)

Symbol	Test Conditions	Quadrant		T16	BTA/BTB16			Unit
				T1635	SW	CW	BW	
I _{GT} (1)	V _D = 12 V R _L = 33 Ω	I - II - III	MAX.	35	10	35	50	mA
V _{GT}		I - II - III	MAX.	1.3				V
V _{GD}	V _D = V _{DRM} R _L = 3.3 kΩ T _j = 125°C	I - II - III	MIN.	0.2				V
I _H (2)	I _T = 500 mA		MAX.	35	15	35	50	mA
I _L	I _G = 1.2 I _{GT}	I - III	MAX.	50	25	50	70	mA
		II		60	30	60	80	
dV/dt (2)	V _D = 67 % V _{DRM} gate open T _j = 125°C		MIN.	500	40	500	1000	V/μs
(dV/dt) _c (2)	(dV/dt) _c = 0.1 V/μs T _j = 125°C			-	8.5	-	-	A/ms
	(dV/dt) _c = 10 V/μs T _j = 125°C		MIN.	-	3.0	-	-	
	Without snubber T _j = 125°C			8.5	-	8.5	14	

■ STANDARD (4 Quadrants)

Symbol	Test Conditions	Quadrant		BTA/BTB16		Unit
				C	B	
I _{GT} (1)	V _D = 12 V R _L = 33 Ω	I - III - III IV	MAX.	25 50	50 100	mA
V _{GT}		ALL	MAX.	1.3		V
V _{GD}	V _D = V _{DRM} R _L = 3.3 kΩ T _j = 125°C	ALL	MIN.	0.2		V
I _H (2)	I _T = 500 mA		MAX.	25	50	mA
I _L	I _G = 1.2 I _{GT}	I - III - IV	MAX.	40	60	mA
		II		80	120	
dV/dt (2)	V _D = 67 % V _{DRM} gate open T _j = 125°C		MIN.	200	400	V/μs
(dV/dt) _c (2)	(dV/dt) _c = 7 A/ms T _j = 125°C		MIN.	5	10	V/μs

STATIC CHARACTERISTICS

Symbol	Test Conditions		Value	Unit	
V _{TM} (2)	I _{TM} = 22.5 A t _p = 380 μs	T _j = 25°C	MAX.	1.55	V
V _{to} (2)	Threshold voltage	T _j = 125°C	MAX.	0.85	V
R _d (2)	Dynamic resistance	T _j = 125°C	MAX.	25	mΩ
I _{DRM}	V _{DRM} = V _{RRM}	T _j = 25°C		5	μA
I _{RPM}		T _j = 125°C	MAX.	2	mA

Note 1: minimum I_{GT} is guaranteed at 5% of I_{GT} max.

Note 2: for both polarities of A2 referenced to A1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7900

MC7905AC

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_I = -10\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $0^\circ\text{C} < T_J < +125^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	-4.9	-5.0	-5.1	Vdc
Line Regulation (Note 1) -8.0 Vdc $\leq V_I \leq -12\text{ Vdc}$; $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ -8.0 Vdc $\leq V_I \leq -12\text{ Vdc}$; $I_O = 1.0\text{ A}$ -7.5 Vdc $\leq V_I \leq -25\text{ Vdc}$; $I_O = 500\text{ mA}$ -7.0 Vdc $\leq V_I \leq -20\text{ Vdc}$; $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	Regline	-	2.0 7.0 7.0 6.0	25 50 50 50	mV
Load Regulation (Note 1) 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ 250 mA $\leq I_O \leq 750\text{ mA}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$	Regload	-	11 4.0 9.0	100 50 100	mV
Output Voltage -7.5 Vdc $\leq V_I \leq -20\text{ Vdc}$, 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$, $P \leq 15\text{ W}$	V_O	-4.80	-	-5.20	Vdc
Input Bias Current	I_{IB}	-	4.4	8.0	mA
Input Bias Current Change -7.5 Vdc $\leq V_I \leq -25\text{ Vdc}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	ΔI_{IB}	-	-	1.3 0.5 0.5	mA
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$, 10 Hz $\leq f \leq 100\text{ kHz}$)	V_n	-	4.0	-	μV
Ripple Rejection ($I_O = 1\text{ mA}$, $f = 120\text{ Hz}$)	RR	-	76	-	dB
Dropout Voltage $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I - V_O$	-	2.0	-	Vdc
Average Temperature Coefficient of Output Voltage $I_O = 5.0\text{ A}$, $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$	$\Delta V_O/\Delta T$	-	-1.0	-	mV/°C

MC7905.2C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_I = -10\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $0^\circ\text{C} < T_J < +125^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	-5.0	-5.2	-5.4	Vdc
Line Regulation (Note 1) ($T_J = +25^\circ\text{C}$, $I_O = 100\text{ mA}$) -7.2 Vdc $\leq V_I \leq -25\text{ Vdc}$ -8.0 Vdc $\leq V_I \leq -12\text{ Vdc}$ ($T_J = +25^\circ\text{C}$, $I_O = 500\text{ mA}$) -7.2 Vdc $\leq V_I \leq -25\text{ Vdc}$ -8.0 Vdc $\leq V_I \leq -12\text{ Vdc}$	Regline	-	8.0 2.2 37 8.5	52 27 105 52	mV
Load Regulation, $T_J = +25^\circ\text{C}$ (Note 1) 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$ 250 mA $\leq I_O \leq 750\text{ mA}$	Regload	-	12 4.6	105 52	mV
Output Voltage -7.2 Vdc $\leq V_I \leq -20\text{ Vdc}$, 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$, $P \leq 15\text{ W}$	V_O	-4.95	-	-5.45	Vdc
Input Bias Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{IB}	-	4.3	8.0	mA
Input Bias Current Change -7.2 Vdc $\leq V_I \leq -25\text{ Vdc}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$	ΔI_{IB}	-	-	1.3 0.5	mA
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$, 10 Hz $\leq f \leq 100\text{ kHz}$)	V_n	-	4.2	-	μV
Ripple Rejection ($I_O = 20\text{ mA}$, $f = 120\text{ Hz}$)	RR	-	68	-	dB
Dropout Voltage $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I - V_O$	-	2.0	-	Vdc
Average Temperature Coefficient of Output Voltage $I_O = 5.0\text{ mA}$, $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$	$\Delta V_O/\Delta T$	-	-1.0	-	mV/°C

NOTE: 1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

MOTOROLA ANALOG IC DEVICE DATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7900

MC7912C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_I = -19\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $0^\circ\text{C} < T_J < +125^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	-11.5	-12	-12.5	Vdc
Line Regulation (Note 1) ($T_J = +25^\circ\text{C}$, $I_O = 100\text{ mA}$) -14.5 Vdc $\geq V_I \geq -30\text{ Vdc}$ -16 Vdc $\geq V_I \geq -22\text{ Vdc}$ ($T_J = +25^\circ\text{C}$, $I_O = 500\text{ mA}$) -14.5 Vdc $\geq V_I \geq -30\text{ Vdc}$ -16 Vdc $\geq V_I \geq -22\text{ Vdc}$	Regline	-	13 6.0	120 60	mV
Load Regulation, $T_J = +25^\circ\text{C}$ (Note 1) 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$ 250 mA $\leq I_O \leq 750\text{ mA}$	Regload	-	46 17	240 120	mV
Output Voltage -14.5 Vdc $\geq V_I \geq -27\text{ Vdc}$, 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$, $P \leq 15\text{ W}$	V_O	-11.4	-	-12.6	Vdc
Input Bias Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{IB}	-	4.4	8.0	mA
Input Bias Current Change -14.5 Vdc $\geq V_I \geq -30\text{ Vdc}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$	ΔI_{IB}	-	-	1.0 0.5	mA
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$, 10 Hz $\leq f \leq 100\text{ kHz}$)	V_n	-	75	-	μV
Ripple Rejection ($I_O = 20\text{ mA}$, $f = 120\text{ Hz}$)	RR	-	61	-	dB
Dropout Voltage $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I - V_O$	-	2.0	-	Vdc
Average Temperature Coefficient of Output Voltage $I_O = 5.0\text{ mA}$, $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$	$\Delta V_O / \Delta T$	-	-1.0	-	mV/°C

MC7912AC

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_I = -19\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $0^\circ\text{C} < T_J < +125^\circ\text{C}$, unless otherwise noted.)

Characteristics	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	-11.75	-12	-12.25	Vdc
Line Regulation (Note 1) -16 Vdc $\geq V_I \geq -22\text{ Vdc}$; $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ -16 Vdc $\geq V_I \geq -22\text{ Vdc}$; $I_O = 1.0\text{ A}$ -14.8 Vdc $\geq V_I \geq -30\text{ Vdc}$; $I_O = 500\text{ mA}$ -14.5 Vdc $\geq V_I \geq -27\text{ Vdc}$; $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	Regline	-	6.0 24 24 13	60 120 120 120	mV
Load Regulation (Note 1) 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ 250 mA $\leq I_O \leq 750\text{ mA}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$	Regload	-	46 17 35	150 75 150	mV
Output Voltage -14.8 Vdc $\geq V_I \geq -27\text{ Vdc}$, 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$, $P \leq 15\text{ W}$	V_O	-11.5	-	-12.5	Vdc
Input Bias Current	I_{IB}	-	4.4	8.0	mA
Input Bias Current Change -15 Vdc $\geq V_I \geq -30\text{ Vdc}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	ΔI_{IB}	-	-	0.8 0.5 0.5	mA
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$, 10 Hz $\leq f \leq 100\text{ kHz}$)	V_n	-	75	-	μV
Ripple Rejection ($I_O = 20\text{ mA}$, $f = 120\text{ Hz}$)	RR	-	61	-	dB
Dropout Voltage $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	$V_I - V_O$	-	2.0	-	Vdc
Average Temperature Coefficient of Output Voltage $I_O = 5.0\text{ A}$, $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +125^\circ\text{C}$	$\Delta V_O / \Delta T$	-	-1.0	-	mV/°C

NOTE: 1. Load and line regulation are specified at constant junction temperature. Changes in V_O due to heating effects must be taken into account separately. Pulse testing with low duty cycle is used.

MOTOROLA ANALOG IC DEVICE DATA

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

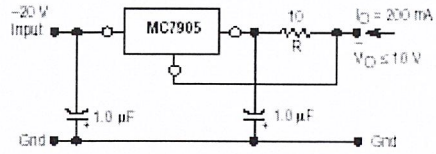
MC7900
APPLICATIONS INFORMATION

Design Considerations

The MC7900 Series of fixed voltage regulators are designed with Thermal overload Protection that shuts down the circuit when subjected to an excessive power overload condition. Internal Short Circuit Protection that limits the maximum current the circuit will pass, and Output Transistor Safe-Area Compensation that reduces the output short circuit current as the voltage across the pass transistor is increased.

In many low current applications, compensation capacitors are not required. However, it is recommended that the regulator input be bypassed with a capacitor if the regulator is connected to the power supply filter with long wire lengths, or if the output load capacitance is large. An input bypass capacitor should be selected to provide good high-frequency characteristics to insure stable operation under all load conditions. A 0.33 µF or larger tantalum, mylar, or other capacitor having low internal impedance at high frequencies should be chosen. The capacitor chosen should have an equivalent series resistance of less than 0.7 Ω. The bypass capacitor should be mounted with the shortest possible leads directly across the regulator's input terminals. Normally good construction techniques should be used to minimize ground loops and lead resistance drops since the regulator has no external sense lead. Bypassing the output is also recommended.

Figure 7. Current Regulator

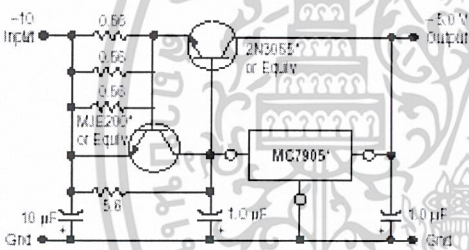


The MC7905, -5.0 V regulator can be used as a constant current source when connected as above. The output current is the sum of resistor R current and quiescent bias current as follows:

$$I_Q = \frac{5.0 \text{ V}}{R} + I_{q0}$$

The quiescent current for this regulator is typically 4.3 mA. The 5.0 V regulator was chosen to minimize dissipation and to allow the output voltage to operate to within 5.0 V below the input voltage.

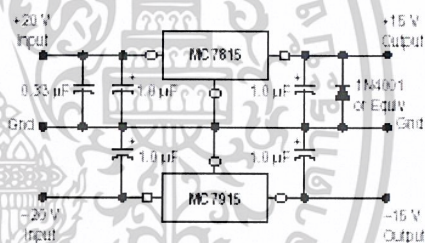
Figure 8. Current Boost Regulator
(-5.0 V @ 4.0 A, with 5.0 A Current Limiting)



*Mounted on heatsink.

When a boost transistor is used, short-circuit currents are equal to the sum of the series pass and regulator limits, which are measured at 3.2 A and 1.6 A respectively in this case. Series pass limiting is approximately equal to 0.6 W/R_{θjc}. Operation beyond this point to the peak current capability of the MC7905C is possible if the regulator is mounted on a heatsink; otherwise thermal shutdown will occur when the additional load current is picked up by the regulator.

Figure 9. Operational Amplifier Supply
(±15 @ 1.0 A)



The MC7815 and MC7915 positive and negative regulators may be connected as shown to obtain a dual power supply for operational amplifiers. A clamp diode should be used at the output of the MC7815 to prevent potential latch-up problems whenever the output of the positive regulator (MC7815) is drawn below ground with an output current greater than 200 mA.

LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302 Low Power Low Offset Voltage Quad Comparators

General Description

The LM139 series consists of four independent precision voltage comparators with an offset voltage specification as low as 2 mV max for all four comparators. These were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible and the low power supply current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage. These comparators also have a unique characteristic in that the input common-mode voltage range includes ground, even though operated from a single power supply voltage.

Application areas include limit comparators, simple analog to digital converters; pulse, squarewave and time delay generators; wide range VCO; MOS clock timers; multivibrators and high voltage digital logic gates. The LM139 series was designed to directly interface with TTL and CMOS. When operated from both plus and minus power supplies, they will directly interface with MOS logic — where the low power drain of the LM339 is a distinct advantage over standard comparators.

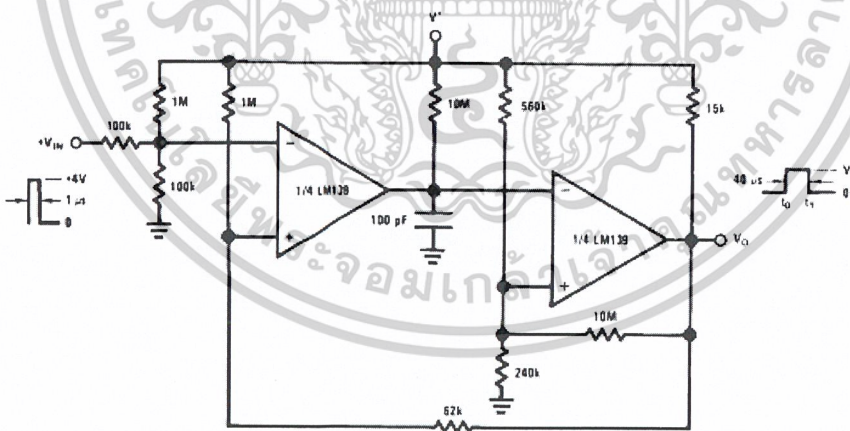
Features

- Wide supply voltage range
- LM139/139A Series 2 to 36 V_{DC} or ±1 to ±18 V_{DC}
- LM2901: 2 to 36 V_{DC} or ±1 to ±18 V_{DC}
- LM3302: 2 to 28 V_{DC} or ±1 to ±14 V_{DC}
- Very low supply current drain (0.8 mA) — independent of supply voltage
- Low input biasing current: 25 nA
- Low input offset current: ±5 nA
- Offset voltage: ±3 mV
- Input common-mode voltage range includes GND
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Low output saturation voltage: 250 mV at 4 mA
- Output voltage compatible with TTL, DTL, ECL, MOS and CMOS logic systems

Advantages

- High precision comparators
- Reduced V_{OS} drift over temperature
- Eliminates need for dual supplies
- Allows sensing near GND
- Compatible with all forms of logic
- Power drain suitable for battery operation

One-Shot Multivibrator with Input Lock Out



DS005706-12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Absolute Maximum Ratings (Note 10)

If Military/Aerospace specified devices are required, please contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.

	LM139/LM239/LM339 LM139A/LM239A/LM339A LM2901	LM3302
Supply Voltage, V^*	$36 V_{DC}$ or $\pm 18 V_{DC}$	$28 V_{DC}$ or $\pm 14 V_{DC}$
Differential Input Voltage (Note 8)	$36 V_{DC}$	$28 V_{DC}$
Input Voltage	$-0.3 V_{DC}$ to $+36 V_{DC}$	$-0.3 V_{DC}$ to $+28 V_{DC}$
Input Current ($V_{IN} < -0.3 V_{DC}$, (Note 3))	50 mA	50 mA
Power Dissipation (Note 1)		
Molded DIP	1050 mW	1050 mW
Cavity DIP	1190 mW	
Small Outline Package	760 mW	
Output Short-Circuit to GND, (Note 2)	Continuous	Continuous
Storage Temperature Range	-65°C to $+150^\circ\text{C}$	-65°C to $+150^\circ\text{C}$
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	260°C	260°C
Operating Temperature Range		-40°C to $+85^\circ\text{C}$
LM339/LM339A	0°C to $+70^\circ\text{C}$	
LM239/LM239A	-25°C to $+85^\circ\text{C}$	
LM2901	-40°C to $+85^\circ\text{C}$	
LM139/LM139A	-55°C to $+125^\circ\text{C}$	
Soldering Information		
Dual-In-Line Package		
Soldering (10 seconds)	260°C	260°C
Small Outline Package		
Vapor Phase (60 seconds)	215°C	215°C
Infrared (15 seconds)	220°C	220°C
See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" for other methods of soldering surface mount devices.		
ESD rating (1.5 k Ω in series with 100 pF)	600V	600V

Electrical Characteristics

($V^* = 5 V_{DC}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$, unless otherwise stated)

Parameter	Conditions	LM139A			LM239A, LM339A			LM139			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 9)	1.0	2.0		1.0	2.0		2.0	5.0		mV _{DC}
Input Bias Current	$I_{IN(+)}$ or $I_{IN(-)}$ with Output in Linear Range, (Note 5), $V_{CM} = 0V$	25	100		25	250		25	100		nA _{DC}
Input Offset Current	$I_{IN(+)} - I_{IN(-)}$, $V_{CM} = 0V$	3.0	25		5.0	50		3.0	25		nA _{DC}
Input Common-Mode Voltage Range	$V^* = 30 V_{DC}$ (LM3302), $V^* = 28 V_{DC}$ (Note 6)	0	$V^* - 1.5$		0	$V^* - 1.5$		0	$V^* - 1.5$		V _{DC}
Supply Current	$R_L = \infty$ on all Comparators, $R_L = \infty$, $V^* = 36V$, (LM3302, $V^* = 28 V_{DC}$)	0.8	2.0		0.8	2.0		0.8	2.0		mA _{DC}
					1.0	2.5		1.0	2.5		mA _{DC}
Voltage Gain	$R_L \geq 15 k\Omega$, $V^* = 15 V_{DC}$, $V_o = 1 V_{DC}$ to $11 V_{DC}$	50	200		50	200		50	200		V/mV
Large Signal Response Time	$V_{IN} = \text{TTL Logic Swing}$, $V_{REF} = 1.4 V_{DC}$, $V_{RL} = 5 V_{DC}$, $R_L = 5.1 k\Omega$	300			300			300			ns
Response Time	$V_{RL} = 5 V_{DC}$, $R_L = 5.1 k\Omega$, (Note 7)	1.3			1.3			1.3			μs

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Electrical Characteristics (Continued)											
(V* = 5 V _{DC} , T _A = 25°C, unless otherwise stated)											
Parameter	Conditions	LM139A			LM239A, LM339A			LM139			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Sink Current	V _{IN(-)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(+)}} = 0, V _O ≤ 1.5 V _{DC}	6.0	16		6.0	16		6.0	16		mA _{DC}
Saturation Voltage	V _{IN(-)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(+)}} = 0, I _{SINK} ≤ 4 mA	250	400		250	400		250	400		mV _{DC}
Output Leakage Current	V _{IN(+)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(-)}} = 0, V _O = 5 V _{DC}	0.1			0.1			0.1			nA _{DC}

Electrical Characteristics											
(V* = 5 V _{DC} , T _A = 25°C, unless otherwise stated)											
Parameter	Conditions	LM239, LM339			LM2901			LM3302			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 9)	2.0	5.0		2.0	7.0		3	20		mV _{DC}
Input Bias Current	I _{IN(+)}} or I _{IN(-)}} with Output in Linear Range, (Note 5), V _{CM} = 0V	25	250		25	250		25	500		nA _{DC}
Input Offset Current	I _{IN(+)}} - I _{IN(-)}} , V _{CM} = 0V	5.0	50		5	50		3	100		nA _{DC}
Input Common-Mode Voltage Range	V* = 30 V _{DC} (LM3302, V* = 28 V _{DC}) (Note 6)	0	V* - 1.5		0	V* - 1.5		0	V* - 1.5		V _{DC}
Supply Current	R _L = ∞ on all Comparators, R _L = ∞, V* = 36V, (LM3302, V* = 28 V _{DC})	0.8	2.0		0.8	2.0		0.8	2.0		mA _{DC}
		1.0	2.5		1.0	2.5		1.0	2.5		mA _{DC}
Voltage Gain	R _L ≥ 15 kΩ, V* = 15 V _{DC} , V _O = 1 V _{DC} to 11 V _{DC}	50	200		25	100		2	30		V/mV
Large Signal Response Time	V _{IN} = TTL Logic Swing, V _{REF} = 1.4 V _{DC} , V _{RL} = 5 V _{DC} , R _L = 5.1 kΩ,	300			300			300			ns
Response Time	V _{RL} = 5 V _{DC} , R _L = 5.1 kΩ, (Note 7)	1.3			1.3			1.3			μs
Output Sink Current	V _{IN(-)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(+)}} = 0, V _O ≤ 1.5 V _{DC}	6.0	16		6.0	16		6.0	16		mA _{DC}
Saturation Voltage	V _{IN(-)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(+)}} = 0, I _{SINK} ≤ 4 mA	250	400		250	400		250	500		mV _{DC}
Output Leakage Current	V _{IN(+)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(-)}} = 0, V _O = 5 V _{DC}	0.1			0.1			0.1			nA _{DC}

Electrical Characteristics											
(V* = 5.0 V _{DC} , (Note 4))											
Parameter	Conditions	LM139A			LM239A, LM339A			LM139			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 9)	4.0			4.0			9.0			mV _{DC}
Input Offset Current	I _{IN(+)}} - I _{IN(-)}} , V _{CM} = 0V	100			150			100			nA _{DC}
Input Bias Current	I _{IN(+)}} or I _{IN(-)}} with Output in Linear Range, V _{CM} = 0V (Note 5)	300			400			300			nA _{DC}
Input Common-Mode Voltage Range	V* = 30 V _{DC} (LM3302, V* = 28 V _{DC}) (Note 6)	0	V* - 2.0		0	V* - 2.0		0	V* - 2.0		V _{DC}
Saturation Voltage	V _{IN(-)}} = 1 V _{DC} , V _{IN(+)}} = 0, I _{SINK} ≤ 4 mA	700			700			700			mV _{DC}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM139/LM239/LM339/LM2901/LM3302

Electrical Characteristics (Continued)

(V* = 5.0 V_{DC}, (Note 4))

Parameter	Conditions	LM139A		LM239A, LM339A			LM139		Units		
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min		Typ	Max
Output Leakage Current	V _{IN(+)} =1 V _{DC} , V _{IN(-)} =0, V _O =30 V _{DC} , (LM3302, V _O =28 V _{DC})			1.0			1.0			1.0	μA _{DC}
Differential Input Voltage	Keep all V _{IN} 's ≥ 0 V _{DC} (or V*, if used), (Note 8)			36			36			36	V _{DC}

Electrical Characteristics

(V* = 5.0 V_{DC}, (Note 4))

Parameter	Conditions	LM239, LM339			LM2901			LM3302			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	(Note 9)			9.0		9	15			40	mV _{DC}
Input Offset Current	I _{IN(+)} - I _{IN(-)} · V _{CM} =0V			150		50	200			300	nA _{DC}
Input Bias Current	I _{IN(+)} or I _{IN(-)} with Output in Linear Range, V _{CM} =0V (Note 5)			400		200	500			1000	nA _{DC}
Input Common-Mode Voltage Range	V* = 30 V _{DC} (LM3302, V* = 28 V _{DC}) (Note 6)			V* - 2.0	0	V* - 2.0	0			V* - 2.0	V _{DC}
Saturation Voltage	V _{IN(-)} =1 V _{DC} , V _{IN(+)} =0, I _{SINK} ≤ 4 mA			700		400	700			700	mV _{DC}
Output Leakage Current	V _{IN(+)} =1 V _{DC} , V _{IN(-)} =0, V _O =30 V _{DC} , (LM3302, V _O =28 V _{DC})			1.0			1.0			1.0	μA _{DC}
Differential Input Voltage	Keep all V _{IN} 's ≥ 0 V _{DC} (or V*, if used), (Note 8)			36			36			28	V _{DC}

Note 1: For operating at high temperatures, the LM339/LM339A, LM2901, LM3302 must be derated based on a 125°C maximum junction temperature and a thermal resistance of 95°C/W which applies for the device soldered in a printed circuit board, operating in a still air ambient. The LM239 and LM139 must be derated based on a 150°C maximum junction temperature. The low bias dissipation and the "ON-OFF" characteristic of the outputs keeps the chip dissipation very small (P_{DC} < 100 mW), provided the output transistors are allowed to saturate.

Note 2: Short circuits from the output to V* can cause excessive heating and eventual destruction. When considering short circuits to ground, the maximum output current is approximately 20 mA independent of the magnitude of V*.

Note 3: 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 diode clamps. In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the comparators to go to the V* voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage, which was negative, again returns to a value greater than -0.3 V_{DC} (at 25°C).

Note 4: These specifications are limited to -55°C ≤ T_A ≤ +125°C, for the LM139/LM139A. With the LM239/LM239A, all temperature specifications are limited to -25°C ≤ T_A ≤ +85°C, the LM339/LM339A temperature specifications are limited to 0°C ≤ T_A ≤ +70°C, and the LM2901, LM3302 temperature range is -40°C ≤ T_A ≤ +85°C.

Note 5: 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 charge exists on the reference or input lines.

Note 6: 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* - 1.5V at 25°C, but either or both inputs can go to +30 V_{DC} without damage (25V for LM3302), independent of the magnitude of V*.

Note 7: The response time specified is a 100 mV input step with 5 mV overdrive. For larger overdrive signals 300 ns can be obtained, see typical performance characteristics section.

Note 8: Positive excursions of input voltage may exceed the power supply level. As long as the other voltage remains within the common-mode range, the comparator will provide a proper output state. The low input voltage state must not be less than -0.3 V_{DC} (or 0.3 V_{DC} below the magnitude of the negative power supply, if used) (at 25°C).

Note 9: At output switch point, V_O = 1.4 V_{DC}, R_S = 0Ω with V* from 5 V_{DC} to 30 V_{DC}; and over the full input common-mode range (0 V_{DC} to V* - 1.5 V_{DC}), at 25°C. For LM3302, V* from 5 V_{DC} to 28 V_{DC}.

Note 10: Refer to RETS139AX for LM139A military specifications and to RETS139X for LM139 military specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายพิชญ์ เจริญลิขิตกวิน
วัน เดือน ปีเกิด	24 สิงหาคม พ.ศ. 2524
ภูมิลำเนา	22/2 ถนนคูหาमुख ตำบล สะเตง อำเภอเมือง จังหวัดยะลา 95000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนนิบงชนูปถัมภ์ จังหวัดยะลา
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนผดุงประชา จังหวัดยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคยะลา
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคยะลา
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.
คติพจน์	จะทำสิ่งใดๆ ให้ทำเต็มความสามารถ แม้ผิดหวังก็ไม่เสียใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล	นายวิทยา นุชนรัมย์
วัน เดือน ปีเกิด	3 มีนาคม พ.ศ. 2523
ภูมิลำเนา	33 หมู่ 3 ตำบล บ้านตะโก อ. ห้วยราช จังหวัด บุรีรัมย์ 31000
ประวัติการศึกษา	
ประถมศึกษา	โรงเรียนบ้านตะโกบำรุง
มัธยมศึกษาตอนต้น	โรงเรียนห้วยราชพิทยาคม จังหวัดบุรีรัมย์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพ	วิทยาลัยเทคนิคสารพัดช่างบุรีรัมย์
ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง	วิทยาลัยเทคนิคสารพัดช่างบุรีรัมย์
ปริญญาตรี	สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์ ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

คติพจน์

ทำวันนี้ให้ดีที่สุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้แต่ง



ชื่อ-สกุล

นายเมธี ทีชยสิทธิ์

วัน เดือน ปีเกิด

11 พฤศจิกายน พ.ศ. 2524

ภูมิลำเนา

11 ถนนมนตรี 1 อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110

ประวัติการศึกษา

ประถมศึกษา

โรงเรียนพลวิทยา

มัธยมศึกษาตอนต้น

โรงเรียนพะตงประชานคีรีวัฒน์

ประกาศนียบัตรวิชาชีพ

วิทยาลัยเทคนิคหาดใหญ่

ปริญญาตรี

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์

ภาควิชาครุศาสตร์วิศวกรรม

คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรม สจล.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้