

เครื่องตรวจจับโอโซน
Ozone Detector



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2559

เครื่องตรวจจับโอโซน

Ozone Detector

โดย



โครงการนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2559

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2559

ภาควิชา อิเล็กทรอนิกส์

คณะ วิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องตรวจจับโอโซน

Ozone Detector

ผู้จัดทำ นายณพพร กาละวัย รหัสนักศึกษา 56010352

นายณัฐดนัย ธีระเดชารังกุล รหัสนักศึกษา 56010386

ปริญญาานิพนธ์นี้ผ่านการตรวจสอบโดยอาจารย์ที่ปรึกษาแล้ว



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญาานิพนธ์	เครื่องตรวจจับไอโซน	
นักศึกษา	นาย ณพพร กาละวัย	รหัสนักศึกษา 56010352
	นาย ณัฐดนัย อีระเดชธำรงค์กุล	รหัสนักศึกษา 56010386
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต	
ภาควิชา	วิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์	
ปีการศึกษา	2559	
อาจารย์ที่ปรึกษาปริญญาานิพนธ์	รศ.ดร. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์	

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันมนุษย์ได้คิดค้นเทคโนโลยีและนำมาใช้ เพื่ออำนวยความสะดวกแก่การใช้ชีวิตประจำวันมากขึ้น ส่งผลให้มลพิษที่เกิดขึ้นนั้นเพิ่มมากขึ้นด้วย เช่น มลพิษทางอากาศ และทางน้ำ จึงต้องมีการคิดค้นเทคโนโลยีเพื่อช่วยบำบัดมลพิษในรูปแบบต่างๆขึ้นเพื่อนำมาใช้ในการลดมลพิษที่เกิดขึ้น

ผู้จัดทำได้เห็นถึงความสำคัญของอากาศ ซึ่งมลพิษทางอากาศมีอยู่ทั่วไป และปัจจุบันได้มีการคิดค้นแก๊สไอโซน ที่สามารถช่วยบำบัดอากาศ กำจัดมลพิษ กลิ่น คว้น และกำจัดฝุ่นละออง ซึ่งได้มีการผลิตเครื่องผลิตแก๊สไอโซนมาใช้อยู่ทั่วไป โดยแก๊สไอโซนไม่ได้มีแค่ข้อดีที่ช่วยกำจัดมลพิษได้เพียงอย่างเดียว ยังมีข้อเสีย คือเป็นพิษต่อทางเดินหายใจของสิ่งมีชีวิตเมื่อได้รับมันเข้าไปมากๆ ด้วยเหตุนี้เองผู้จัดทำจึงได้พัฒนาเครื่องตรวจจับปริมาณไอโซนเพื่อมาควบคุมเครื่องผลิตไอโซน เมื่อเราใช้เครื่องผลิตไอโซน เครื่องตรวจจับปริมาณไอโซนก็จะคอยวัดปริมาณไอโซนที่เครื่องปล่อยมา เมื่อถึงค่าตามที่ได้กำหนดไว้แล้วก็จะส่งสัญญาณควบคุมเครื่องผลิตไอโซนให้หยุดทำงานเพื่อควบคุมปริมาณไอโซน ซึ่งเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตถ้าได้รับในปริมาณมาก จากที่กล่าวมาข้างต้นนั้นเครื่องควบคุมปริมาณไอโซนยังช่วยประหยัดเวลา และประหยัดพลังงานอีกด้วย

Thesis Title	Ozone Detector	
Student	Mr.Nopporn Kalawai	Student ID 56010240
	Mr.Nutdanai Teeradejtumrongkul	Student ID 56010442
Degree	Bachelor of Engineering	
Program	Electronics Engineering	
Year	2016	
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr. Surapan Airphaiboon	

Abstrac

Our world nowadays, we develop and use technology to make life easier. But we also make this world full of pollution. So, we have to create new technology to solve this problem.

This project will focus on the air pollution problems. By using ozone gas that can clean up air. But ozone gas will cause problem to respiratory system when you take it more than necessary. So, we create ozone generator with monitoring function. We use ozone gas sensor for help ours that control ozone gas volume.



กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จล่วงได้ด้วยดี เนื่องจากผู้จัดทำโครงการได้รับความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาจาก รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณ รศ.ดร.สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์ อย่างสูงที่ให้คำแนะนำ ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้ รวมไปถึงอาจารย์ทุกท่านในภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้ให้คำปรึกษาเพิ่มเติมในการจัดทำโครงการนี้ด้วย

ขอขอบคุณพระคุณ บิดา มารดา ที่คอยห่วงใยและให้การสนับสนุนในด้านการศึกษามาโดยตลอดจนผู้จัดทำมีทุกวันนี้ รวมทั้งขอบคุณเพื่อนๆร่วมงาน ที่ได้ให้ความร่วมมือและให้คำปรึกษาพร้อมเป็นกำลังใจให้กันตลอดมา

ณพพร กาละวัย

ณัฐดนัย ชีรเดชธำรงกุล



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VI
สารบัญรูป	VII
คำย่อ/สัญลักษณ์	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ	1
1.2 วัตถุประสงค์	2
1.3 ขอบเขต	2
1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
1.5 แผนการดำเนินงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 หลอดไอโซน	6
2.1.1 คุณสมบัติ	6
2.1.2 ประโยชน์ของแก๊สไอโซน	6
2.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูง	7
2.3 เซนเซอร์ตรวจจับแก๊สไอโซนเบอร์ MQ-131	8
2.4 วงจรรวมเบอร์ LM324N	10
2.5 วงจรรวมเบอร์ LM7805	11
2.6 Relay	12
2.7 ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013	12
2.8 แหล่งจ่ายไฟฟ้า	13
บทที่ 3 วิธีการดำเนินงานวิจัย	14
3.1 หลักการออกแบบ	14
3.1.1 รูปแบบการทำงานของระบบ	14

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
3.1.2 การออกแบบวงจรตรวจจับแก๊สไอโซน	15
3.1.2.1 เซนเซอร์แก๊สไอโซน	15
3.1.2.2 วงจรรวมเบอร์ LM324	16
3.1.2.3 วงจรรวมเบอร์ LM7805	17
3.1.2.4 ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013	17
3.1.2.5 วงจรรีเลย์	18
3.1.3 การออกแบบเคสเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซน	21
3.1.4 การสร้างเครื่องผลิตไอโซน	22
3.1.4.1 วัสดุอุปกรณ์	22
3.1.4.2 การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องผลิตแก๊สไอโซน	22
บทที่ 4 ผลการดำเนินงาน	24
4.1 เครื่องผลิตแก๊สไอโซน	24
4.2 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซน	25
4.2.1 ผลการทดลองอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซน	27
บทที่ 5 สรุปผลการดำเนินงาน	28
5.1 สรุปผลการทดลอง	28
5.2 สรุปผลโครงการ	28
5.3 วิจารณ์ผลการดำเนินงาน	28
เอกสารอ้างอิง	29
ภาคผนวก Datasheet	30

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 แสดงคุณสมบัติของขาเซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ – 131	9
2.2 แสดงคุณสมบัติของวงจรรวมเบอร์ LM7805	11
2.3 แสดงคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013	13
4.1 แสดงคุณสมบัติของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซน	25
4.2 ระยะเวลาการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซนในกล่องที่มีปริมาตรต่างๆ	27



สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ภาพกระบวนการเกิดไอโซน	5
2.2 หลอดไอโซน	6
2.3 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงความถี่สูง	7
2.4 การทำงานของ Switching power supply	8
2.5 เซนเซอร์ตรวจจับแก๊สไอโซนเบอร์ MQ – 131	8
2.6 แสดงขาของเซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ – 131	9
2.7 แสดงขาของวงจรรวมเบอร์ LM324N	10
2.8 รูปแสดงขาของวงจรรวมเบอร์ LM7805	11
2.9 รีเลย์	12
2.10 ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013	12
2.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยหม้อแปลง	13
3.1 เซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ – 131	15
3.2 วงจรรวมเบอร์ LM324	16
3.3 วงจรจ่ายไฟฟ้า 5 V _{DC}	17
3.4 วงจรรีเลย์	18
3.5 ขนาดของรีเลย์	18
3.6 วงจรตรวจจับแก๊สไอโซน	19
3.7 ลายปริ้นวงจรของเซนเซอร์แก๊สไอโซน	20
3.8 ขนาดของเคสเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซน	21
3.9 ระยะเวลาวางอุปกรณ์เซนเซอร์แก๊สไอโซน และหลอด LED	21
3.10 ระยะเวลาวางสายไฟฟ้าของเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซน	22
3.11 เครื่องผลิตแก๊สไอโซน	23
4.1 เครื่องผลิตแก๊สไอโซน ภายใน	24
4.2 เครื่องผลิตไอโซน	24
4.3 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซน	25
4.4 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซนยังไม่ได้รับแก๊สไอโซน	26
4.5 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซนได้รับแก๊สไอโซน	26

คำย่อและสัญลักษณ์

nm	นาโนเมตร
mm	มิลลิเมตร
ppm	ส่วนในล้านส่วน
ppb	ส่วนในพันล้านส่วน
V _{AC}	หน่วยของแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ
V _{DC}	หน่วยของแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง
Hz	เฮิรตซ์
kHz	กิโลเฮิรตซ์
V	โวลต์
V/m	โวลต์/เมตร
kV	กิโลวัตต์
k Ω	กิโลโอห์ม
mA	มิลลิแอมป์
A	แอมป์
W	วัตต์
C	องศาเซลเซียส
cm ³	ลูกบาศก์เซนติเมตร
cm	เซนติเมตร

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันได้มีการนำแก๊สโอโซน (Ozone Gas) มาใช้ประโยชน์อย่างแพร่หลาย เช่น ในโรงงานอุตสาหกรรมขนาดใหญ่ที่มีการบำบัดน้ำเสีย โรงงานผลิตน้ำแข็ง การฆ่าเชื้อโรค เครื่องมือแพทย์ การฟอกอากาศให้บริสุทธิ์ เป็นต้น การผลิตแก๊สโอโซนอาศัยพลังงานจากสนามไฟฟ้า (Electric Field) กระทำต่อแก๊สออกซิเจนเพื่อให้เกิดแก๊สโอโซนขึ้น จึงเป็นที่มาในการศึกษาการสร้างแก๊สโอโซน และแนวทางที่จะควบคุมปริมาณแก๊สโอโซนให้เหมาะสมกับการใช้งาน

โอโซนในความเข้าใจโดยทั่วไปนั้นจะแบ่งเป็น 2 ความหมาย

ความหมายที่ 1 เป็นโอโซนตามธรรมชาติในบรรยากาศสูงๆ ซึ่งทำหน้าที่ป้องกันอันตรายจากรังสีอัลตราไวโอเล็ตซึ่งไม่เป็นพิษ ความหมายที่ 2 เป็นโอโซนที่เป็นพิษในอากาศที่เราหายใจระดับล่าง จัดว่าเป็นโอโซนประเภทไม่ดีซึ่งจะมีผลกระทบโดยตรงต่อมนุษย์ โอโซนที่มีระดับสูงกว่าพื้นดินมากกว่า 40 กิโลเมตรขึ้นไปจะเป็นโอโซนที่ดี ส่วนโอโซนที่ระดับสูงกว่าพื้นดินไม่เกิน 2 กิโลเมตรจะเป็นโอโซนที่ไม่ดี สิ่งที่ทำให้เกิดโอโซนในระดับต่ำได้แก่ควันของรถยนต์ เป็นต้น การใช้เครื่องผลิตโอโซนจะเป็นการสร้างโอโซนในระดับต่ำ หรือโอโซนที่ไม่ดี ดังนั้นในการใช้เครื่องผลิตโอโซนควรที่จะเปิดในขณะที่เราไม่อยู่ในห้องและควรจะปิดเครื่องก่อนที่เราจะเข้าสู่ห้องนั้นเป็นระยะเวลาประมาณครึ่งชั่วโมง

ปัญญานิพนธ์นี้ใช้แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงความถี่สูง แบบสวิตชิง (Switching) ที่สร้างขึ้นเพื่อจ่ายแรงดันสูงความถี่สูงไปให้กับโหลด คือชุดอิเล็กทรอนิกส์ทำงาน เพื่อให้เกิดแก๊สโอโซน โดยที่แก๊สโอโซนจะเกิดขึ้นได้โดยอาศัยหลักการแตกตัวของโมเลกุลของแก๊สออกซิเจน ซึ่งจะทำให้เกิดแก๊สโอโซน จากสมการคือ $O_2 + O = O_3$ โดยแก๊สโอโซนจะมีความสามารถทนต่อแรงไฟฟ้าได้ค่าหนึ่ง และความร้อนก็มีผลต่อปริมาณแก๊สโอโซนที่เกิดขึ้น เพราะฉะนั้นจึงต้องมีการควบคุมปริมาณแรงดันไฟฟ้าและความถี่ให้เหมาะสมแก่การผลิตแก๊สโอโซน

เราสามารถเพิ่มระบบควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตแก๊สโอโซน โดยการติดตั้งเครื่องตรวจจับปริมาณแก๊สโอโซนในอากาศ เพื่อใช้เป็นตัวควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตแก๊สโอโซน ในการเปิด-ปิดการทำงานของระบบ ออกแบบโดยการใช้ Ozone (O_3) Gas Sensor MQ-131 ซึ่งเป็นอุปกรณ์ในการตรวจจับแก๊สโอโซน

1.2 วัตถุประสงค์

- 1) เพื่อศึกษาการใช้แก๊สไอโซนในการบำบัดอากาศ
- 2) เพื่อศึกษาวงจรแหล่งจ่ายกระแสตรงแรงดันสูงความถี่สูง
- 3) เพื่อศึกษาการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับปริมาณแก๊สไอโซน

1.3 ขอบเขตของโครงการ

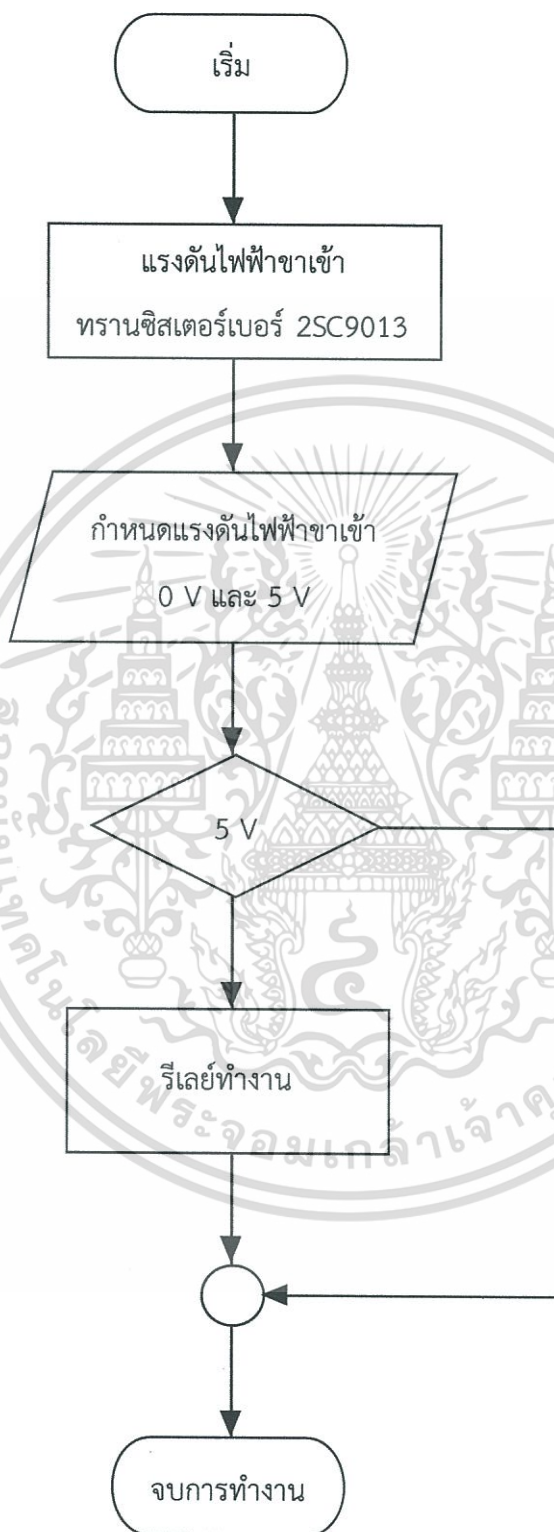
- 1) สร้างเครื่องผลิตแก๊สไอโซนโดยใช้หลอดผลิตไอโซนสำเร็จรูป
- 2) สร้างเครื่องวัดปริมาณแก๊สไอโซน
- 3) ทดลองใช้เครื่องผลิตแก๊สไอโซนกับกล่องปิดในปริมาตรต่าง ๆ
- 4) ควบคุมการทำงานเปิด - ปิดเครื่องผลิตแก๊สไอโซนโดยเครื่องตรวจจับปริมาณแก๊สไอโซน

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

- 1) สามารถสร้างเครื่องผลิตแก๊สไอโซนมาใช้งานได้จริงด้วยงบประมาณที่น้อยกว่าท้องตลาด
- 2) สามารถสร้างเครื่องตรวจจับปริมาณแก๊สไอโซน และพัฒนาเป็นระบบควบคุมเครื่องผลิตแก๊สไอโซนได้
- 3) ผลงานสามารถใช้ได้จริงตามจุดประสงค์ และตามความต้องการของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.5 แผนการดำเนินงาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

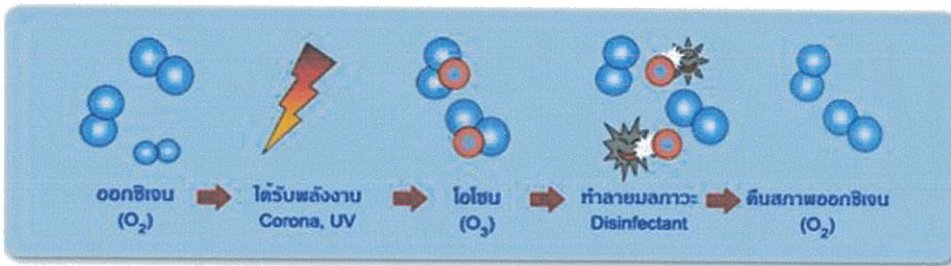
แนวคิดและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

ทฤษฎีเกี่ยวกับกระบวนการแตกตัวของแก๊สโอโซน

อากาศมีองค์ประกอบหลักคือแก๊สไนโตรเจน (N_2) 79% และแก๊สออกซิเจน (O_2) 21% โดยประมาณนอกนั้นเป็นแก๊สเฉื่อยและไอน้ำ โอโซนเป็นแก๊สที่ประกอบไปด้วยออกซิเจน 3 อะตอม จับตัวกันอยู่ในสถานะไม่เสถียรสลายตัวได้ง่ายขึ้นอยู่กับเงื่อนไขสิ่งแวดล้อม และความหนาแน่นของ ปริมาณที่ผลิต ขั้นตอนการผลิตประกอบด้วยกระบวนการสร้างอะตอมอิสระของออกซิเจน (Ferradical) จากโมเลกุลแก๊สออกซิเจนในอากาศ หลังจากนั้นอะตอมอิสระเหล่านี้จะรวมตัวเข้ากับ โมเลกุลแก๊สออกซิเจนเกิดเป็นโอโซน O_3 ซึ่งจะนำไปใช้ในกระบวนการบำบัดทางอุตสาหกรรมต่อไป กระบวนการเกิดโอโซนเกิดได้จากกระบวนการ 2 ชนิดคือ กระบวนการไอออไนเซชัน (Ionization) หรือกระบวนการแยกตัว (Dissociation) ในการแตกตัวของแก๊สนั้น ไอออไนเซชัน คือการเพิ่ม ของประจุแบบทวีคูณ (Electron avalanche) นำไปสู่การเบรกดาวนในฉนวนที่พิจารณาทำให้ กระแสไฟฟ้าวิ่งทะลุผ่านแนวสิ่งที่เกิดตามมาคือความร้อน เนื่องจากกระแสที่ไหลจากการเบรกดาวนที่ เกิดขึ้น ทำให้โอโซนที่มีพลังงานพันธะต่ำเกิดการสลายตัว ดังนั้นในการผลิตโอโซนจึงไม่ควรเกิดการ เบรกดาวนขึ้น นั่นคือพลังงานที่อิเล็กตรอนรับจากสนามไฟฟ้าควรมีค่าน้อยกว่าพลังงานไอออไนเซชัน แต่เพียงพอที่จะทำให้เกิดการแยกตัวของอะตอมออกซิเจนออกจากกัน

เครื่องผลิตโอโซน คือเครื่องที่ทำหน้าที่ผลิตโอโซนออกมาเพื่อนำไปใช้งานปริมาณโอโซนที่ผลิต ได้เรียกเป็นหน่วย มิลลิกรัม/ชั่วโมง ขึ้นอยู่กับขนาดความสามารถ และประสิทธิภาพของเครื่องมี ประโยชน์มากมายทั้งใช้ในชีวิตประจำวัน, ด้านเกษตรกรรม, ประมง, อุตสาหกรรม และวงการแพทย์ เป็นต้น และมีความจำเป็นอย่างมากโดยเฉพาะในยุคนี้ที่เต็มไปด้วยไวรัส, แบคทีเรีย, เชื้อรา, สารพิษ และสารเคมีตกค้างในพืชผักและผลไม้ ฯลฯ

โอโซนคือรูปหนึ่งของแก๊สออกซิเจนที่มีพลัง (Active Oxygen) สามารถทำปฏิกิริยาออกซิเดชัน กับสารอินทรีย์ สารอนินทรีย์ได้เกือบทุกชนิดทั้งในน้ำและในอากาศ มีฤทธิ์ในการฆ่าเชื้อที่รุนแรง และเร็วกว่าคลอรีนถึง 3,125 เท่า โอโซนจะเข้าไปจับโมเลกุลของสารปนเปื้อน และทำการแยกย่อย สลาย โดยการเปลี่ยนโครงสร้างของสารนั้น โอโซนเป็นแก๊สที่มีโครงสร้างไม่เสถียร หลังทำปฏิกิริยา โอโซนจะแปรสภาพกลับเป็นแก๊สออกซิเจนซึ่งไม่เป็นอันตราย หรือส่งผลกระทบต่อมนุษย์ สัตว์และสิ่งแวดล้อม ถูกค้นพบเมื่อ ค.ศ. 1840 โดยนักเคมีชาวเยอรมันชื่อ คริสเตียน เฟเดอริก ซอน ไบน์ โดยตั้งชื่อเป็นภาษาอังกฤษว่า OZEIN ที่แปลว่า “ดม”



รูปที่ 2.1 ภาพกระบวนการเกิดโอโซน

วิธีการเกิดก๊าซโอโซน

1. ในธรรมชาติก๊าซโอโซนเกิดจากกระแสไฟฟ้าแรงสูงในอากาศ หรือฟ้าผ่า ฟ้าแลบ และแสงจากดวงอาทิตย์ที่มีรังสีอัลตราไวโอเล็ตเปลี่ยนโครงสร้างของออกซิเจนจาก O_2 ให้เป็น O_3

2. การใช้รังสีอัลตราไวโอเล็ต หรือหลอด UV วิธีนี้จะสร้างความเข้มข้นของก๊าซโอโซนไม่สูงนัก จะอยู่ในช่วง 0.01 - 0.10% โดยน้ำหนัก (ช่วงคลื่น 185 nm)

3. การใช้สนามแม่เหล็กไฟฟ้าความถี่สูง (High Frequency Corona Discharge) จะสามารถทำความเข้มข้นของก๊าซโอโซนได้สูงถึง 6% โดยน้ำหนัก ในยุโรป และอเมริกา สามารถผลิตได้ถึง 3,000 ปอนด์/วัน (ประมาณ 56 กิโลกรัม/ชั่วโมง)

จุดเด่นของก๊าซโอโซนมีดังนี้

1. ฆ่าเชื้อโรคได้รวดเร็วโดยเฉพาะแบคทีเรีย (ทำให้เกิดโรคและกลิ่นเหม็น) ที่ความเข้มข้น 0.01-0.04 ppm

2. ทำลาย กลิ่น สารเคมี และก๊าซพิษได้ดีเยี่ยม

3. ไม่ทิ้งพิษตกค้าง เพราะเมื่อทำปฏิกิริยากับมลพิษเสร็จทุกครั้งจะได้ออกซิเจน (O_2) ที่เป็นแก๊สบริสุทธิ์ จึงเป็นการรักษาสิ่งแวดล้อมที่ดี

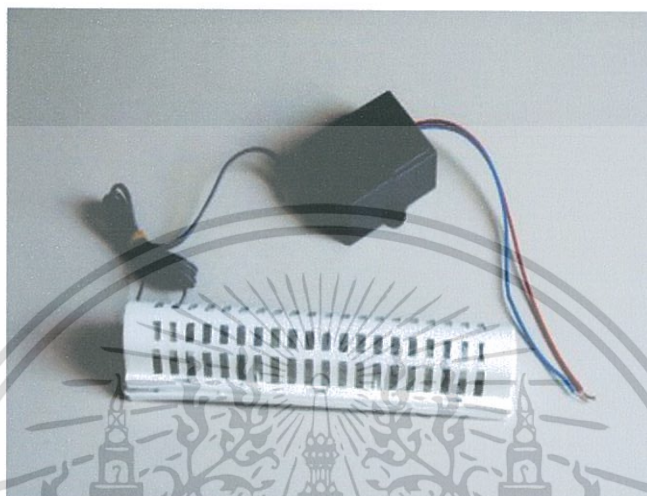
4. สามารถผลิตขึ้นได้จากอากาศทั่วไป และบริเวณที่มีไฟฟ้าใช้

5. สามารถควบคุมได้ง่ายอย่างอัตโนมัติ

6. ค่าใช้จ่ายในการใช้งานและบำรุงรักษาต่ำมาก และใช้ได้ตลอดไปไม่ต้องคอยเปลี่ยนอันใหม่เหมือนสารเคมีดับกลิ่นอื่น

การผลิตเครื่องผลิตแก๊สโอโซนและเครื่องตรวจจับแก๊สโอโซนนั้นจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตที่สำคัญซึ่งทำให้เครื่องผลิตแก๊สโอโซนนั้นทำงานได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยอุปกรณ์ที่ใช้ในการผลิตนั้นจะมีหลักการทำงาน ดังนี้

2.1 หลอดโอโซน



รูปที่ 2.2 หลอดโอโซน

แก๊สโอโซน (Ozone gas) เป็นแก๊สธรรมชาติที่ปราศจากสี และมีพลังงานในการทำปฏิกิริยาออกซิเดชันสูงโดยไม่เหลือสารพิษตกค้างใดๆนอกจากแก๊สออกซิเจน แก๊สโอโซนยังมีฤทธิ์ทำลายเชื้อแบคทีเรีย รา และไวรัส ได้ดีที่สุดและรวดเร็วที่สุดโดยเร็วกว่าคลอรีนสูงสุดถึง 5000 เท่า

2.1.1 คุณสมบัติ

- 1) ฆ่าเชื้อโรคได้รวดเร็วโดยเฉพาะแบคทีเรียที่ทำให้เกิดโรค และกลิ่นเหม็นที่ความเข้มข้นเพียง 0.01 - 0.04 ppm
- 2) ทำลายกลิ่น สารเคมี และแก๊สพิษได้ดี
- 3) ไฟฟ้าเข้า 220 V_{AC}, 50 Hz

2.1.2 ประโยชน์ของแก๊สโอโซน

1) แก๊สโอโซนช่วยขจัดกลิ่นเหม็น กลิ่นไม่พึงประสงค์ต่างๆโดยส่วนประกอบไอระเหยของสารอินทรีย์จะถูกแก๊สโอโซนเข้าทำลาย ส่งผลให้กลิ่นไม่พึงประสงค์หรือ กลิ่นอับชื้นต่างๆถูกขจัดได้อย่างมีประสิทธิภาพและรวดเร็ว

2) แก๊สโอโซนช่วยในการทำลาย และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อโรค เซลล์โปรตีนที่ห่อหุ้มและหล่อเลี้ยงเชื้อโรคต่างๆ เช่น แบคทีเรีย ไวรัส สปอร์หรือเชื้อรา จะถูกแก๊สโอโซนเข้าไปทำลายทำให้เชื้อโรคไม่สามารถเจริญเติบโตได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3) แก๊สไอโซนช่วยในการสลายแก๊สพิษ โดยจะเข้าไปทำลายโครงสร้างของแก๊สพิษต่างๆ ทำให้เกิดการสลายตัวหรือเปลี่ยนรูปโมเลกุล

4) แก๊สไอโซนมีคุณสมบัติในการฟอกสี ปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีแก๊สไอโซนเข้ามาใช้ในการผลิตน้ำดื่มบรรจุขวด การบำบัดน้ำเสียและน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรม เนื่องจากแก๊สไอโซนมีคุณสมบัติในการฟอกสีและบำบัดน้ำ ทำให้น้ำเสียที่เคยก่อให้เกิดปัญหามลภาวะทั้งทางน้ำและทางอากาศสามารถกลับมาเป็นน้ำที่ใส และคุณลักษณะของน้ำที่ดีขึ้นไม่เป็นพิษต่อสภาพแวดล้อม

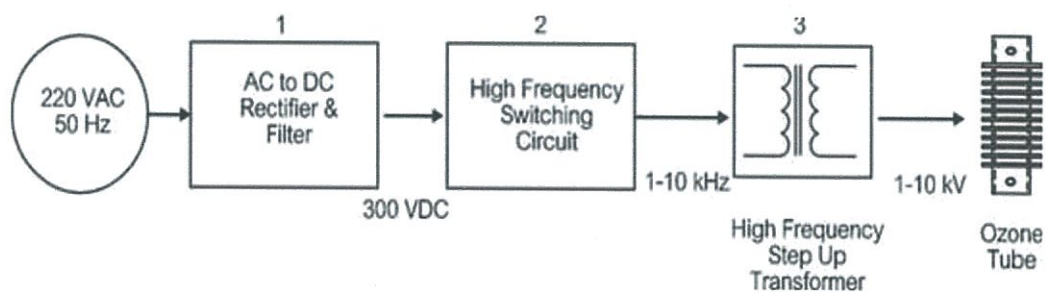
2.2 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงความถี่สูง



รูปที่ 2.3 แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงความถี่สูง

การสร้างสนามไฟฟ้าความเข้มสูงภายในหลอดผลิตไอโซนทำได้โดยจ่ายศักย์ไฟฟ้าแรงดันสูงที่ขั้วไฟฟ้าภายนอก และภายในหลอดผลิตไอโซน การใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสตรงเพื่อทำให้เกิดสภาพการแตกตัวของอะตอมแก๊สและนำไฟฟ้าได้ (electrical breakdown) ของอากาศที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส ความดัน 1 บรรยากาศ ต้องใช้ความเข้มสนามไฟฟ้าถึง 3×10^6 V/m ซึ่งมีค่าสูงมาก ขณะที่การใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับความถี่สูงจะทำให้การแตกตัวของอะตอมแก๊สเกิดที่ค่าศักย์ไฟฟ้าต่ำกว่า ดังนั้น แหล่งจ่ายไฟฟ้าแรงดันสูงที่จ่ายให้กับหลอดผลิตไอโซนจะเป็นแบบกระแสสลับและความถี่สูง วิธีการสร้างศักย์ไฟฟ้าแรงดันที่สูงเพื่อจ่ายให้หลอดผลิตไอโซน ทำได้โดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้าเพิ่มแรงดันไฟฟ้าให้สูงขึ้น เพื่อให้ได้ประสิทธิภาพสูงและมีกำลังสูญเสียต่ำ จึงเลือกใช้การแปลงแรงดันไฟฟ้าแบบ Switching power supply โดยทำการแปลงแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V, 50 Hz ให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 1-10 kV, 1-10 kHz การทำงานของ Switching power supply แสดงโดยแผนภาพในรูปที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 การทำงานของ Switching power supply (Surapon Boonduang¹)

จากรูปที่ 2.3 จะมีหลักการทำงาน ดังนี้

1) แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V_{AC}, 50 Hz จะถูกแปลงเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงประมาณ 300 V_{DC} โดยใช้ไดโอดเรียงกระแส (Rectifier diode) และตัวเก็บประจุ

2) สวิตช์อิเล็กทรอนิกส์ 2 ชุด ซึ่งสร้างจากทรานซิสเตอร์ชนิด ไอจีบีที (Insulate Gate Bipolar Transistor; IGBT) ทำหน้าที่สลับขั้วไฟฟ้ากระแสตรง 300 V_{DC} เพื่อจ่ายให้แก่หม้อแปลงเพื่อเพิ่มแรงดันไฟฟ้าความถี่สูง

3) แรงดันไฟฟ้าและกำลังไฟฟ้าของหม้อแปลงเพิ่มแรงดันไฟฟ้าความถี่สูงขึ้นกับอัตราส่วนจำนวนรอบของขดลวดขาเข้าและขาออก และชนิดของแกนที่ใช้แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับที่ใช้ในงานวิจัยนี้มีค่าประมาณ 4 kV, 3.7 kHz

2.3 เซนเซอร์ตรวจจับแก๊สโอโซนเบอร์ MQ - 131



รูปที่ 2.5 เซนเซอร์ตรวจจับแก๊สโอโซนเบอร์ MQ - 131

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์แก๊สไอโซนใช้ตรวจจับและวัดความเข้มข้นของแก๊สไอโซน ตั้งแต่ค่า 10 ppb ถึง 1000 ppb ซึ่งนำไปใช้ในการตรวจสอบคุณภาพของอากาศ หรือใช้สำหรับงานวิจัยทดสอบ ซึ่งเรานำมาใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมการ เปิด - ปิด เครื่องผลิตแก๊สไอโซน มีคุณสมบัติดังนี้

- 1) ช่วงในการทำงาน 10 ppb - 1000 ppb
- 2) ความต้านทาน sensing: 100 k Ω - 200 k Ω
- 3) ให้แรงดันไฟฟ้าขาออกเริ่มต้น 2 V_{DC}
- 4) ใช้แรงดันไฟฟ้าขาเข้า 5 V_{DC}
- 5) ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 18 mm, ความสูง 17 mm (รวมขา), ความสูงของขา 6 mm



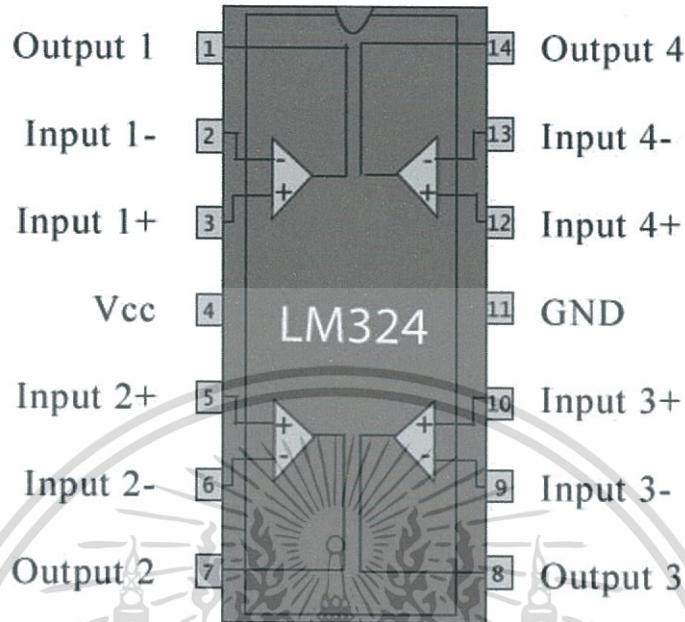
รูปที่ 2.6 แสดงขาของเซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ - 131

ตาราง 2.1 แสดงคุณสมบัติของขาเซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ - 131

ขา	คุณสมบัติ
2 และ 5	ขดลวดทวิความต้านรับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า 5 V _{DC} กับกราวด์
1 และ 3	เชื่อมต่อกันเป็นขาเข้าหรือขาออก
4 และ 6	เชื่อมต่อกันเป็นขาเข้าหรือขาออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

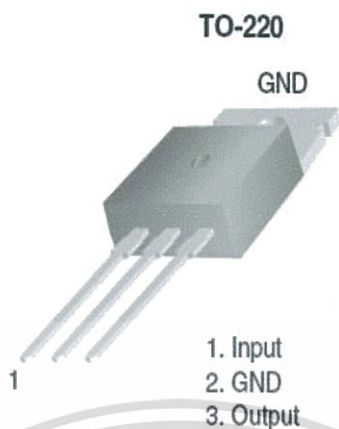
2.4 วงจรรวมเบอร์ LM324N (Integrated Circuit LM324N; IC LM324N)



รูปที่ 2.7 รูปแสดงขาของวงจรรวมเบอร์ LM324N

วงจรรวมเบอร์ LM324N มีขา 14 ขา วงจรรวมประกอบด้วยตัวขยายอิสระ หรือออปแอมป์ (Op - amp) 4 ตัว รวมอยู่ภายในแพ็คเกจเดียว ออปแอมป์มีอัตราขยายสูง ซึ่งขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยสัญญาณขาเข้าที่แตกต่างกัน และมีจะให้สัญญาณขาออกเพียงค่าเดียว แรงดันไฟฟ้าขาออกที่ได้ก็คือแรงดันไฟฟ้าที่สูงกว่าแรงดันไฟฟ้าที่แตกต่างกันระหว่างขั้วสัญญาณขาเข้าทั้งสองของออปแอมป์สามารถนำไปใช้เป็นตัวขยายสัญญาณ ตัวเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า ตัวสร้างสัญญาณ วงจรเรียงกระแส ฯลฯ ซึ่งผู้ศึกษาได้นำวงจรรวมมาใช้ในวงจรตรวจจับแก๊สโอโซน เพื่อช่วยในการขยายสัญญาณแรงดันไฟฟ้าและเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่เซนเซอร์แก๊สโอโซนได้รับ

2.5 วงจรรวมเบอร์ LM7805 (Integrated Circuit LM7805; IC LM7805)



รูปที่ 2.8 รูปแสดงขาของวงจรรวมเบอร์ LM7805

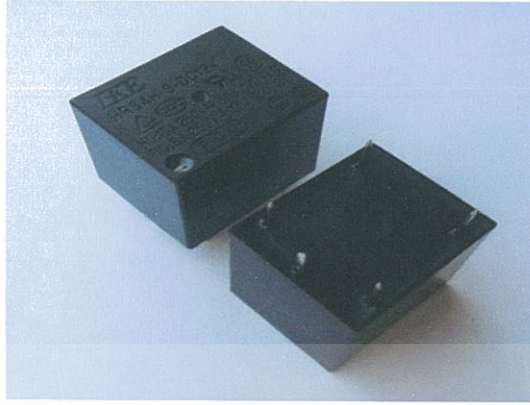
วงจรรวมเบอร์ LM7805 มี 3 ขา เป็นวงจรรวมที่ใช้ในวงจรรักษาระดับแรงดันไฟฟ้า (Voltage Regulator Circuits) กำหนดค่าแรงดันไฟฟ้าขาออกของวงจร โดยวงจรรวมตัวนี้สามารถแปลงแรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่มีค่า $8 - 20 V_{DC}$ เป็นแรงดันไฟฟ้าขาออกของวงจรที่ $5 V_{DC}$ ผู้จัดทำได้นำวงจรรวมเบอร์ LM7805 มาใช้ในวงจรตรวจจับแก๊สไอโซน เพื่อช่วยควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาเข้าของวงจรตรวจจับแก๊สไอโซน

ตาราง 2.2 แสดงคุณสมบัติของวงจรรวมเบอร์ LM7805

ข้อมูล	คุณสมบัติ
แรงดันขาเข้า	$8 V_{DC} - 20 V_{DC}$
แรงดันขาออก	$4.65 V_{DC} - 5.35 V_{DC}$
กระแสขาออก	$500 \text{ mA} - 1 \text{ A}$
กำลังไฟฟ้ารวม	$\leq 15 \text{ W}$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

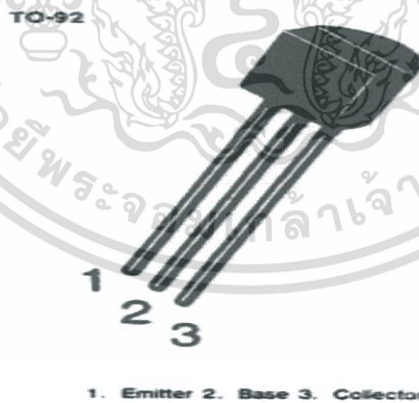
2.6 รีเลย์ (Relay)



รูปที่ 2.9 รีเลย์

รีเลย์เป็นอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ เปิด - ปิด วงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า และการที่จะให้รีเลย์ทำงานก็ต้องจ่ายแรงดันไฟฟ้าที่ 5 V_{DC} เพราะเมื่อจ่ายแรงดันไฟฟ้าให้กับตัวรีเลย์ จะทำให้หน้าสัมผัสติดกันกลายเป็นวงจรปิด และจะตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายแรงดันไฟฟ้า จะกลายเป็นวงจรเปิด แรงดันไฟฟ้าที่ใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์คือแรงดันไฟฟ้าที่มาจากวงจรของเครื่องตรวจจับแก๊สโอโซน ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่องจะทำให้รีเลย์ทำงาน ซึ่งเครื่องตรวจจับแก๊สโอโซนนำรีเลย์มาใช้เป็นสวิตช์ ปิด-เปิด ให้กับเครื่องผลิตแก๊สโอโซน

2.7 ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013 (Transistor type 2SC9013)



รูปที่ 2.10 ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013

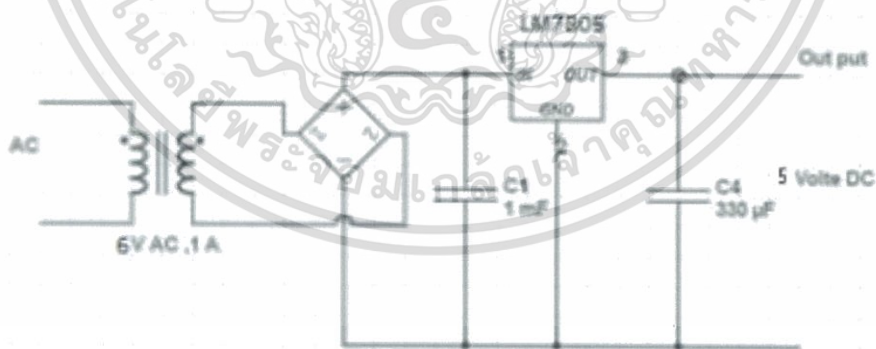
ทรานซิสเตอร์ เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำที่สามารถควบคุมการไหลของอิเล็กตรอนได้ใช้ทำหน้าที่ขยายสัญญาณไฟฟ้า เปิด / ปิดสัญญาณไฟฟ้า ควบคุมแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ หรือกล้ำสัญญาณไฟฟ้า (modulate) ฯลฯ การทำงานของทรานซิสเตอร์เปรียบได้กับวาล์วควบคุมที่ทำงานด้วยสัญญาณไฟฟ้า ที่ตอนขาเข้า เพื่อปรับขนาดกระแสไฟฟ้าตอนขาออกที่จ่ายมาจากแหล่งจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตาราง 2.3 แสดงคุณสมบัติของทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013

ข้อมูล	คุณสมบัติ
แรงดันไฟฟ้าระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาเบสสูงสุด	40 V _{DC}
แรงดันไฟฟ้าระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาอีมิเตอร์สูงสุด	20 V _{DC}
แรงดันไฟฟ้าระหว่างขาอีมิเตอร์กับขาเบสสูงสุด	5 V _{DC}
กระแสไฟฟ้าที่ขาคอลเลคเตอร์สูงสุด	500 mA
กำลังไฟฟ้าขาคอลเลคเตอร์สูงสุด	625 mW
อุณหภูมิสูงสุดที่สามารถใช้งานได้	150 C

2.8 แหล่งจ่ายไฟฟ้า



รูปที่ 2.11 วงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้าโดยหม้อแปลง

วงจรจ่ายไฟฟ้าโดยใช้หม้อแปลงจากแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V_{AC} เป็นไฟฟ้ากระแสตรง ใช้เป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 V_{DC} ให้กับเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซน โดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้ากระแสสลับขนาด 6 V_{AC} และใช้วงจรรวมรักษาระดับแรงดันไฟฟ้าเบอร์ LM7805 กำหนดแรงดันไฟฟ้าขาออกกระแสตรงขนาด 5 V_{DC}

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

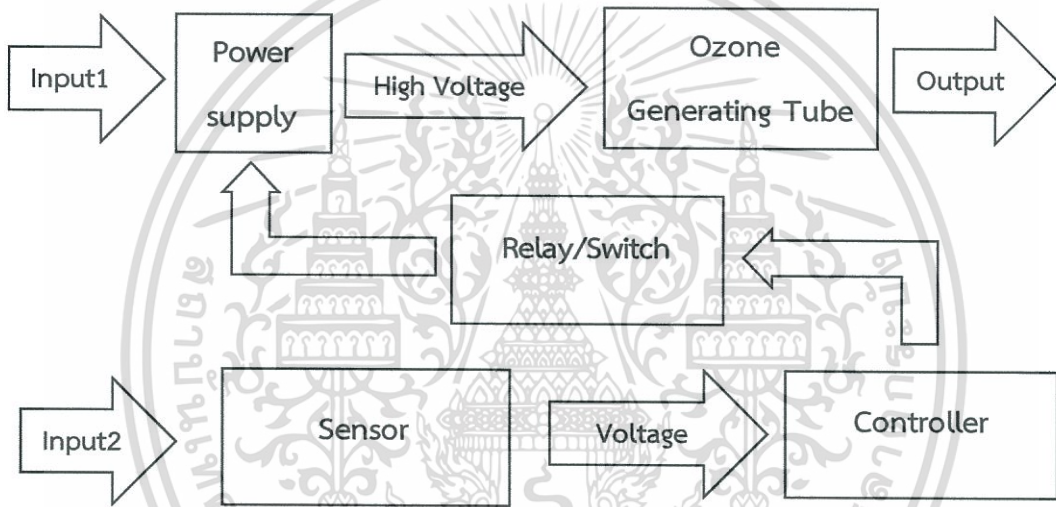
บทที่ 3

วิธีการดำเนินโครงการ

การจัดทำปฏิญานิพนธ์ในครั้งนี้ เป็นการคิดค้นและพัฒนาการใช้แก๊สโอโซนในการบำบัดอากาศ ซึ่งผู้จัดทำได้กำหนดวิธีการดำเนินงานไว้ดังนี้

3.1 หลักการออกแบบ

3.1.1 รูปแบบการทำงานของระบบ



- 1) Input1 คือ เป็นไฟฟ้ากระแสสลับ 220 V_{AC}
- 2) Input2 คือ แก๊สโอโซน
- 3) Power supply คือ วงจรจ่ายไฟตรงแรงดันสูงความถี่สูง
- 4) High Voltage คือ สัญญาณแรงดันไฟฟ้าแรงดันสูง ความถี่สูง
- 5) Ozone Generating Tube คือ หลอดผลิตแก๊สโอโซน
- 6) Output คือ แก๊สโอโซน
- 7) Sensor คือ อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซน
- 8) Voltage คือ สัญญาณแรงดันไฟฟ้าจากอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซนเข้าสู่ระบบควบคุม
- 9) Controller คือ ระบบควบคุมประมวลผลสัญญาณทางเข้า และสั่งการระบบสวิตช์
- 10) Relay / Switch คือ ระบบสวิตช์ควบคุมการทำงานของแหล่งจ่ายไฟฟ้าของเครื่องผลิตแก๊สโอโซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

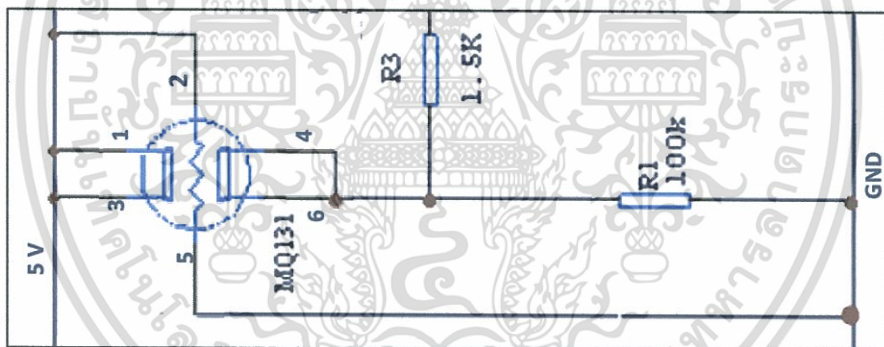
3.1.2 การออกแบบวงจรตรวจจับแก๊สไอโซน

การออกแบบวงจรเซนเซอร์ ซึ่งเป็นตัวตรวจจับแก๊สไอโซน ผู้จัดทำได้ศึกษาการทำงานของเซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ - 131 และการออกแบบวงจรการใช้งานในรูปแบบต่าง ๆ จึงได้นำมาปรับใช้ในการออกแบบวงจรเซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ - 131 ดังนี้

มีองค์ประกอบหลักๆ คือ

- 1) เซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ - 131 เป็นเซนเซอร์จับแก๊สไอโซน
- 2) วงจรรวมเบอร์ LM324 ใช้ขยายแรงดันไฟฟ้า และเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าขาออกของเซนเซอร์
- 3) วงจรรวมเบอร์ LM7805 ใช้จำกัดแรงดันไฟเลี้ยงของวงจรตรวจจับแก๊สไอโซน
- 4) ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013 ใช้ควบคุมการทำงานของรีเลย์
- 5) วงจรรีเลย์ ใช้เป็นสวิตช์ที่ทำงานโดยการรับสัญญาณแรงดันไฟฟ้าขาออกจากวงจรตรวจจับแก๊สไอโซน

3.1.2.1 เซนเซอร์แก๊สไอโซน



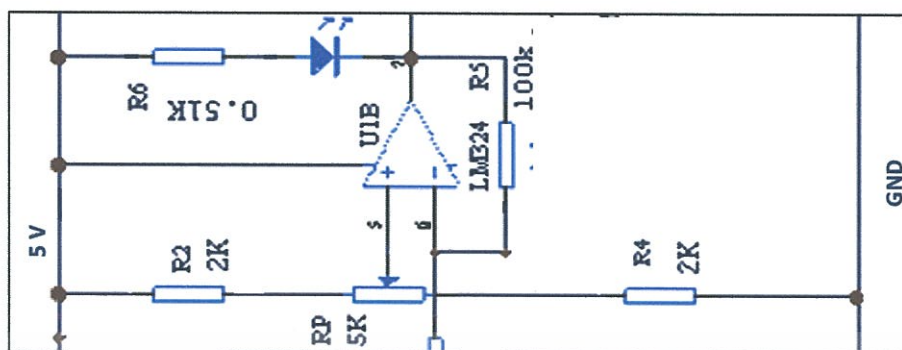
รูปที่ 3.1 เซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ - 131

เซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ - 131 เป็นตัวตรวจจับแก๊สไอโซน ให้ผลออกมาเป็นแรงดันไฟฟ้า โดยค่าแรงดันไฟฟ้ามีค่าแปรผกผันกับปริมาณแก๊สไอโซนที่เซนเซอร์ได้รับ เมื่อเซนเซอร์แก๊สไอโซนได้รับแก๊สไอโซนปริมาณเพิ่มขึ้น แรงดันไฟฟ้าขาออกจะมีค่าลดลง

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของเซนเซอร์แก๊สไอโซนเบอร์ MQ - 131

- 1) แรงดันไฟฟ้าอ้างอิงที่ขา 2 กับขา 5 มีค่า $5 \pm 0.1 V_{DC, AC}$
- 2) แรงดันขาออกสูงสุดที่ขา 4 กับขา 6 มีค่า $200 mV_{DC}$
- 3) แรงดันขาออกต่ำสุดที่ 4 กับขา 6 มีค่า $0 V_{DC}$

3.1.2.2 วงจรรวมเบอร์ LM324

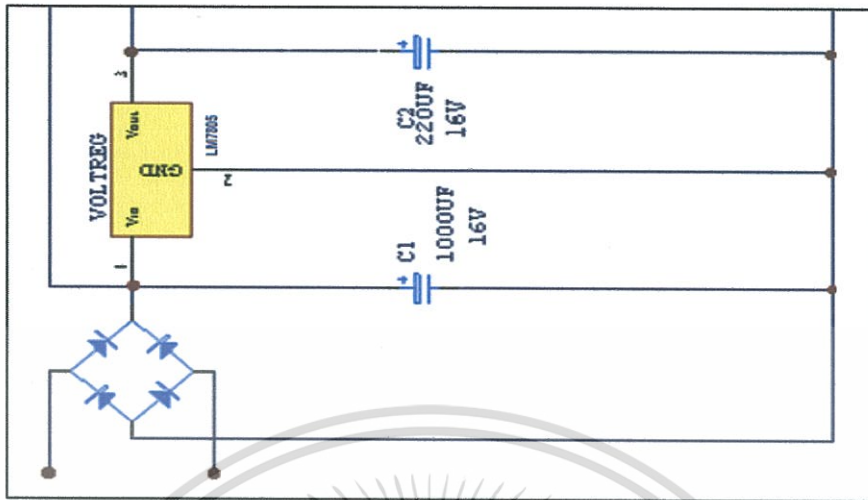


รูปที่ 3.2 วงจรรวมเบอร์ LM324

วงจรรวมเบอร์ LM324 ภายในประกอบด้วยออปแอมป์ 4 ตัว ดังรูปที่ 2.7 (หน้า 10) นำมาสร้างวงจรรขยายแรงดันไฟฟ้า และวงจรเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า การนำมาใช้

- 1) ขา 4 รับแรงดันไฟฟ้า 5 V_{DC}
- 2) ขา 11 กราวด์ (GND)
- 3) ขา 5 รับแรงดันไฟฟ้าอ้างอิงที่ 3 V_{DC} ใช้เปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้า
- 4) ขา 6 รับแรงดันไฟฟ้าจากแรงดันไฟฟ้าขาออกของเซนเซอร์แก๊สไอโซน
- 5) ขา 7 แรงดันขาออกของวงจรรวม
- 6) ใช้การป้อนกลับแบบลบ (Negative feedback) จากขา 7 ไปยังขา 6 ต่อด้วยตัวต้านทานไฟฟ้า 100 k Ω เพื่อขยายแรงดันไฟฟ้าด้วยอัตราขยายเท่ากับ 67

3.1.2.3 วงจรรวมเบอร์ LM7805



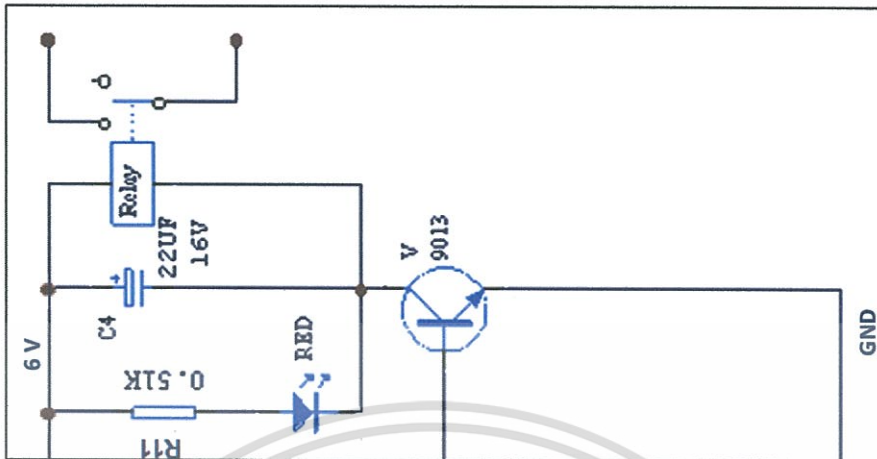
รูปที่ 3.3 วงจรจ่ายไฟฟ้า 5 V_{DC}

วงจรจ่ายแรงดันไฟฟ้าแก่อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ของเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซน ต้องการแรงดันไฟฟ้า 5 V_{DC} จึงเลือกใช้วงจรรวมเบอร์ LM7805 ควบคุมแรงดันไฟฟ้าขาออกที่ 5 V_{DC} เมื่อได้รับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า 8 – 20 V_{DC} ใช้ไดโอดบริดจ์เพื่อเปลี่ยนสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับจากหม้อแปลงไฟฟ้า เป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง ใช้ตัวเก็บประจุไฟฟ้าลดการสวิตช์ของสัญญาณแรงดันไฟฟ้า

3.1.2.4 ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013

ทรานซิสเตอร์ ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของรีเลย์ โดยรับการควบคุมที่ขาเบสจากแรงดันไฟฟ้าขาออกของวงจรรวมเบอร์ LM324 มีหลักการทำงานคือต้องรับแรงดันไฟฟ้าที่ขาเบสจนทำให้แรงดันไฟฟ้าระหว่างขาเบสกับขาอีมิเตอร์เท่ากับ 5 V_{DC} จึงทำให้ทรานซิสเตอร์ทำงาน เป็นวงจรปัดเกิดแรงดันระหว่างขาคอลเลคเตอร์กับขาอีมิเตอร์ จึงเลือกใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013 ซึ่งมีคุณสมบัติตามตารางที่ 2.3 (หน้า 13)

3.1.2.5 วงจรรีเลย์



รูปที่ 3.4 วงจรรีเลย์

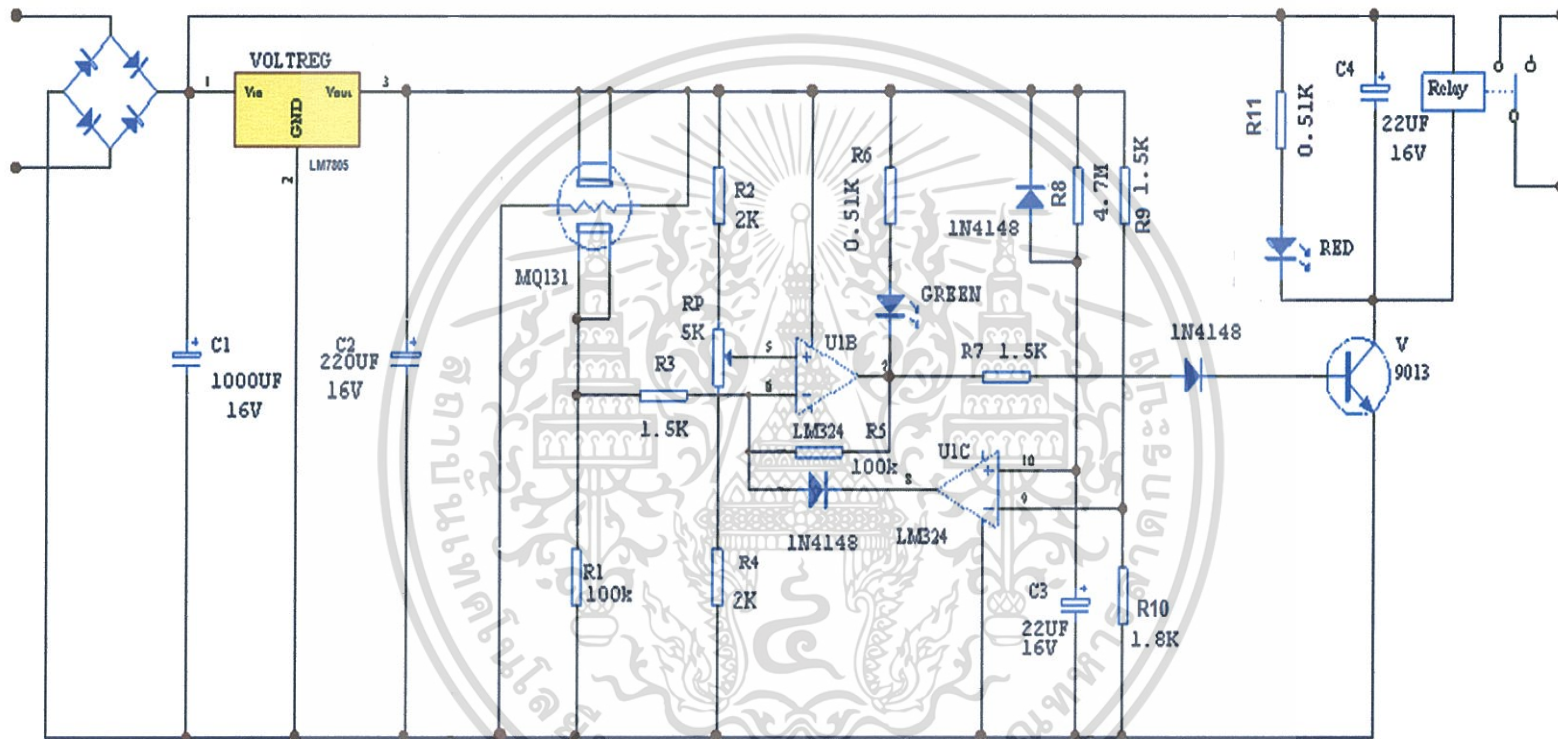
วงจรรีเลย์เป็นส่วนขาออกของเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซน ถูกควบคุมโดยทรานซิสเตอร์เบอร์ 2SC9013 เมื่อทรานซิสเตอร์ทำงาน เป็นวงจรปิด รีเลย์ก็จะสามารถทำงานได้เช่นกัน เลือกรีเลย์ รับแรงดันขาเข้าที่ 6 V_{DC} และต่อหลอด LED สีแดง เพื่อแสดงสถานะการทำงานนของรีเลย์ รวมถึงยังสามารถแสดงสถานะการทำงานของเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซนด้วย



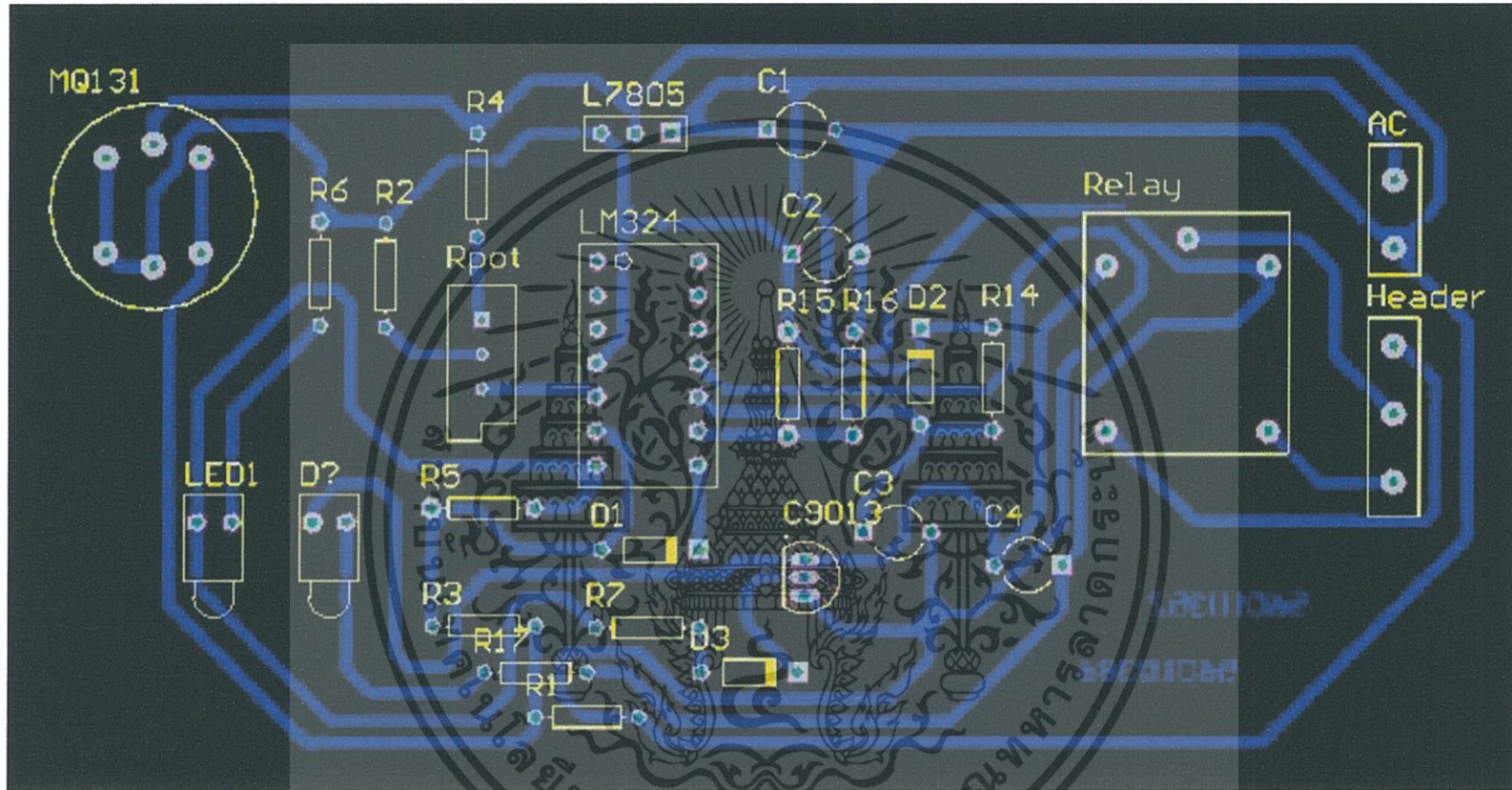
รูปที่ 3.5 ขนาดของรีเลย์ (mm)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3 การออกแบบเคสเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซน

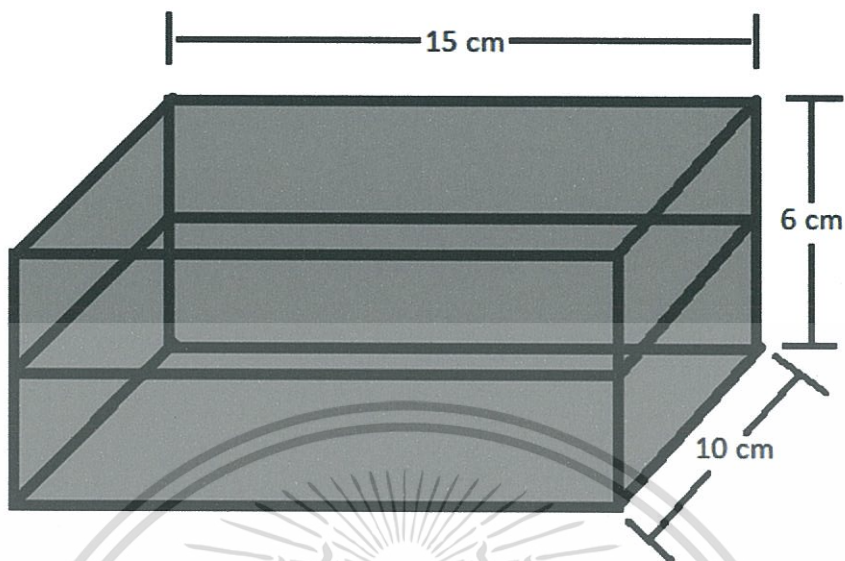


รูปที่ 3.6 วงจรตรวจจับแก๊สไอโซน

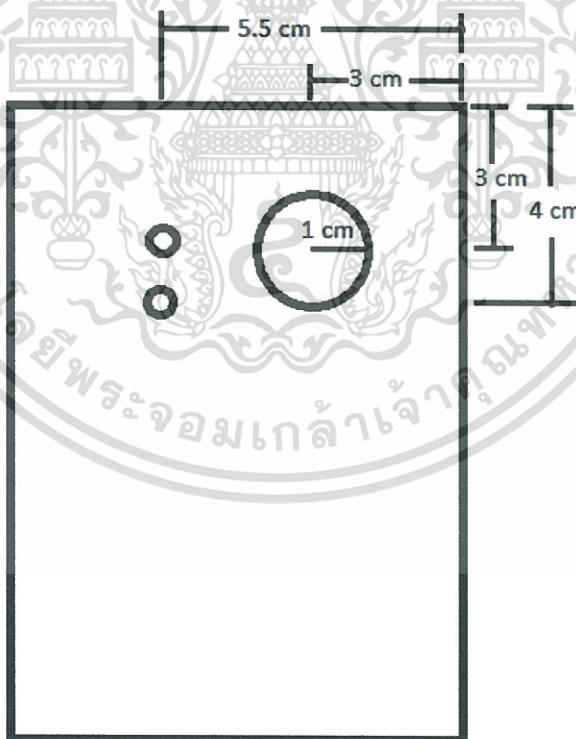


รูปที่ 3.7 ลายปรี้นวงจรของเซนเซอร์แก๊สไอโซน

3.1.3 การออกแบบเคสเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซน

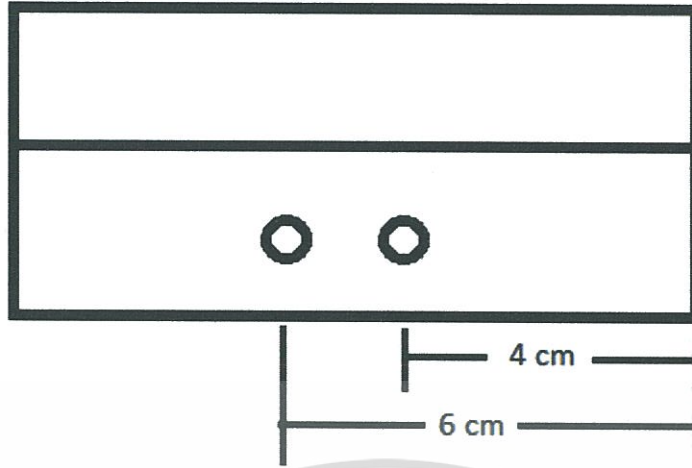


รูปที่ 3.8 ขนาดของเคสเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซน



รูปที่ 3.9 ระยะเวลาวางอุปกรณ์เซนเซอร์แก๊สไอโซน และหลอด LED ด้านบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 ระยะการวางสายไฟฟ้าของเครื่องตรวจจับแก๊สไอโซนด้านหลัง

3.1.4 การสร้างเครื่องผลิตไอโซน

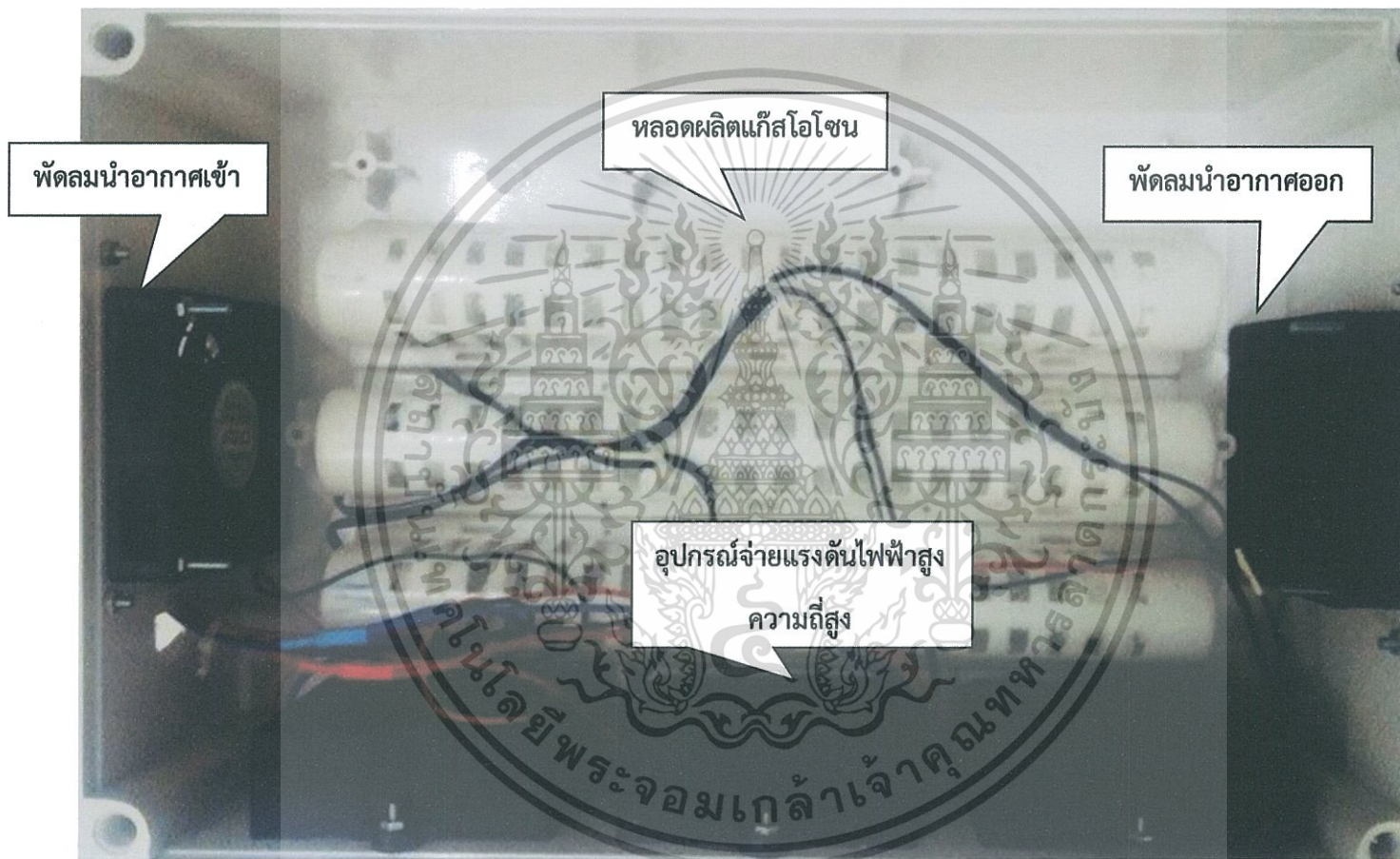
3.1.4.1 วัสดุอุปกรณ์

- | | |
|--|---------|
| 1) หลอดผลิตแก๊สไอโซน | 3 หลอด |
| 2) อุปกรณ์จ่ายแรงดันไฟฟ้าสูง ความถี่สูง | 3 ชุด |
| 3) พัดลม 3.5 นิ้ว | 2 ตัว |
| 4) สวิตซ์ไฟ | 1 อัน |
| 5) อุปกรณ์จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 V _{DC} | 1 ชุด |
| 6) กล่องขนาด (กว้าง×ยาว×สูง) 15×30×20 cm | 1 กล่อง |

3.1.4.2 การติดตั้งอุปกรณ์เครื่องผลิตแก๊สไอโซน

การติดตั้งอุปกรณ์ของเครื่องผลิตแก๊สไอโซนมีขั้นตอน ดังนี้

- 1) ติดตั้งหลอดผลิตแก๊สไอโซนจำนวน 3 หลอด ที่พื้นของกล่อง ตามรูปที่ 3.3
- 2) ติดตั้งอุปกรณ์จ่ายแรงดันไฟฟ้าสูง ความถี่สูง 3 เครื่อง ที่ผนังของกล่องด้านยาว ตามรูปที่ 3.3
- 3) เจาะรูกลมด้านหลังกล่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว ติดตั้งพัดลมนำอากาศเข้า 1 ตัว ตามรูปที่ 3.3
- 4) เจาะรูกลมด้านหน้ากล่องขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2.5 นิ้ว ติดตั้งพัดลมนำอากาศออก 1 ตัว ตามรูปที่ 3.3
- 5) ติดตั้งอุปกรณ์จ่ายแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 24 V_{DC} เพื่อจ่ายไฟฟ้าให้พัดลม 2 ตัว



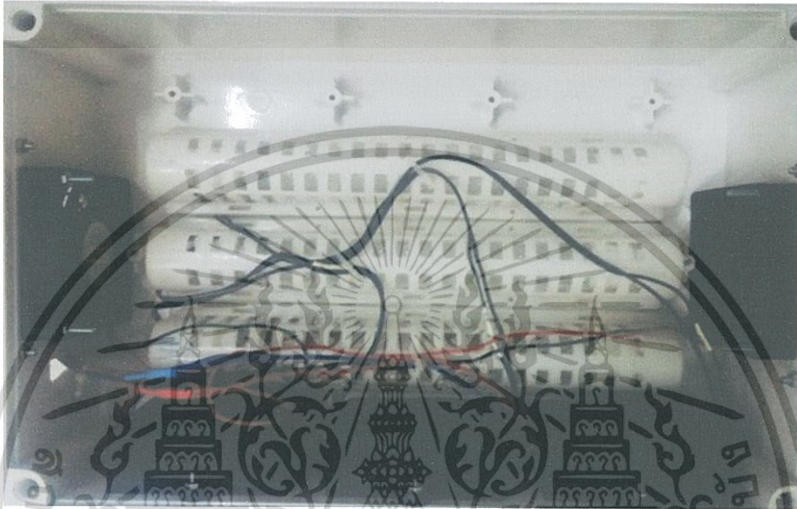
รูปที่ 3.11 เครื่องผลิตแก๊สโอโซน

บทที่ 4

ผลการดำเนินงาน

4.1 เครื่องผลิตแก๊สไอโซน

จากการดำเนินงานจัดทำเครื่องผลิตแก๊สไอโซนโดยหลอดผลิตแก๊สไอโซนสำเร็จรูป ได้เครื่องผลิตแก๊สไอโซน ดังรูปที่ 4.1 และ รูปที่ 4.2



รูปที่ 4.1 เครื่องผลิตแก๊สไอโซน ภายใน



รูปที่ 4.2 เครื่องผลิตไอโซน

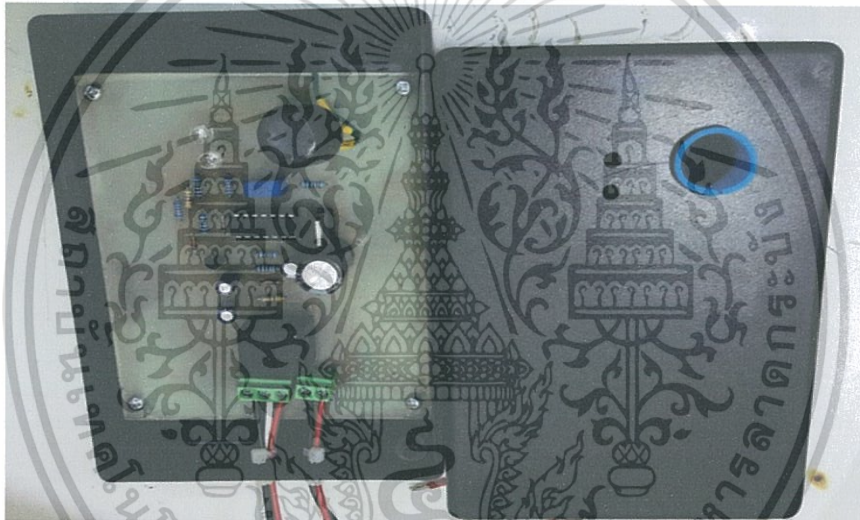
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซน

จากการดำเนินงานจัดทำเครื่องตรวจจับแก๊สโอโซนได้ โดยใช้เซนเซอร์เบอร์ MQ – 131 เป็นตัวตรวจจับแก๊สโอโซน ได้ผลดังรูปที่ 4.3 รูปที่ 4.4 และรูปที่ 4.5 มีคุณสมบัติ ดังนี้

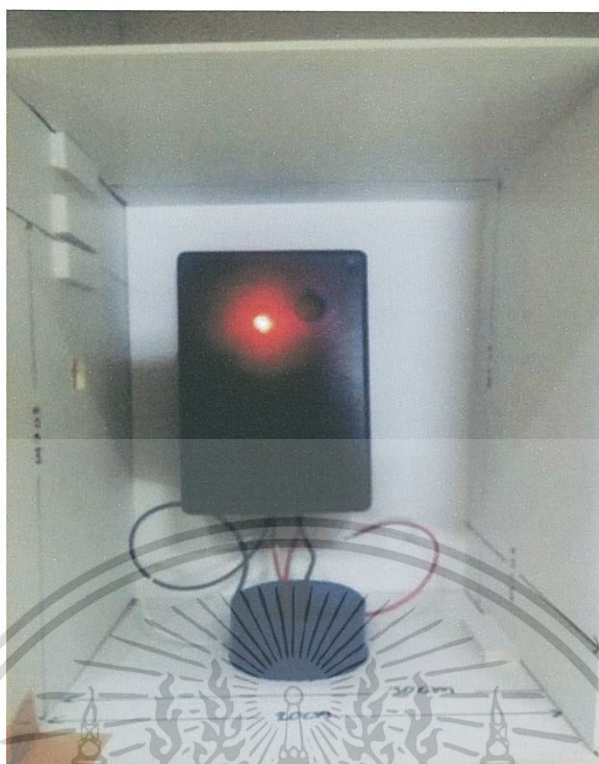
ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซน

ข้อมูล	คุณสมบัติ
แรงดันไฟฟ้าขาเข้า	5 V _{DC}
กระแสขาเข้า	900 mA
กำลังไฟฟ้า	4.5 W



รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซนยังไม่ได้รับแก๊สไอโซน



รูปที่ 4.5 อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซนได้รับแก๊สไอโซน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 ผลการทดลองอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซน

ผู้ศึกษาได้ทำทดลองอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซนโดยการ ปล่อยแก๊สไอโซนจากเครื่องผลิตแก๊สไอโซนใส่กล่องที่มีขนาดและปริมาตรต่างกันจำนวน 5 กล่อง และทำการจับเวลาการทำงานของรีเลย์ที่อุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซน ตั้งแต่เริ่มปล่อยแก๊สไอโซนจนรีเลย์ทำงาน ได้ผลดังตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.2 ระยะเวลาการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สไอโซนในกล่องที่มีปริมาตรต่างๆ

ปริมาตรของของกล่อง	ระยะเวลาเมื่อเริ่มปล่อยแก๊สไอโซนถึงรีเลย์ทำงาน (วินาที)
10000 cm ³ (25×20×20 cm)	95
15000 cm ³ (30×25×20 cm)	110
20000 cm ³ (50×20×20 cm)	136
30000 cm ³ (50×30×20 cm)	153
50000 cm ³ (50×50×20 cm)	195

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการดำเนินงาน

5.1 สรุปผลการทดลอง

ผู้จัดทำได้ทำการสร้างเครื่องผลิตแก๊สโอโซนขึ้นมาจากหลอดผลิตแก๊สโอโซนที่ใช้แหล่งจ่ายแรงดันสูง ความถี่สูง ในกระบวนการผลิต เพื่อนำมาทดสอบการทำงานของตัวตรวจจับแก๊สโอโซนที่ได้ทำการสร้างขึ้นมา

ผู้จัดทำได้ทำการสร้างอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซนเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการควบคุมการทำงานของเครื่องผลิตแก๊สโอโซน และได้ทำการทดลองวัดค่าเวลาในการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซนซึ่งได้ผลคือเมื่ออุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซน ได้รับแก๊สในปริมาณ 50 ppb ตามที่ได้กำหนด ก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน เวลาที่ใช้ในการทำงานแปรผันตรงกับปริมาณของกล่อง

5.2 สรุปผลโครงการ

จากผลการทำงาน ผู้จัดทำได้สร้างเครื่องผลิตแก๊สโอโซนได้ซึ่งใช้เป็นส่วนหนึ่งในการทดสอบอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซน และได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซนโดยใช้ Ozone (O₃) Gas Sensor MQ-131 เป็นตัวรับแก๊สโอโซน ทั้งหมดได้ผลตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ คือสามารถสร้างอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซนเพื่อควบคุมการ เปิด-ปิด เครื่องผลิตแก๊สโอโซนได้

5.3 วิจัยรณัผลการดำเนินงาน

จากการดำเนินงานทั้งหมดของโครงการ สามารถทำได้ตามจุดประสงค์ที่ตั้งไว้ แต่ยังไม่สามารถกำหนดค่าการจับปริมาณแก๊สโอโซนที่แน่นอนได้ เพราะขาดอุปกรณ์การเปรียบเทียบที่เชื่อถือได้ โครงการนี้ยังสามารถปรับปรุงการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซนได้อีก ในด้านการปรับค่าการรับปริมาณแก๊สโอโซน ในด้านการสร้างการนำเสนอในระบบดิจิทัล ซึ่งการกำหนดค่าปริมาณนั้นควรจะมึอุปกรณ์ตรวจจับแก๊สโอโซนเพื่อเปรียบเทียบที่เชื่อถือได้

เอกสารอ้างอิง

ก๊าซโอโซน. 2559. 14 มีนาคม 2560, แหล่งที่มา : http://www.ozomac.com/ozone_t.php

ความรู้เกี่ยวกับโอโซน. 2555. 12 มีนาคม 2560, แหล่งที่มา :

<http://www.ozoneinter.com/knowledge.html>

ศิศิโรตม เกตุแก้ว คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยรามคำแหง. 2549. วิธีผลิตก๊าซโอโซนด้วย
แรงดันไฟฟ้าสูงความถี่สูง . แหล่งที่มา : วารสารวิชาการ ม.อบ. ปีที่ 8 ฉบับที่ 3 กันยายน –
ธันวาคม 2549

โอโซน. 2549. 2 มีนาคม 2560, แหล่งที่มา : [http://www.il.mahidol.ac.th/e-
media/ecology/chapter2/chapter2_airpolution8.htm](http://www.il.mahidol.ac.th/e-media/ecology/chapter2/chapter2_airpolution8.htm)

Henry Henshaw to William Brewster, July 2, 1902, **Harvard Museum of Comparative
Zoology Archives.**

Jerrett, Michael; Burnett, Richard T.; Pope, C. Arden, III; Ito, Kazuhiko; Thurston, George;
Krewski, Daniel; Shi, Yuanli; Calle, Eugenia; Thun, Michael (March 12, 2009).

"Long-Term Ozone Exposure and Mortality". *N. Engl. J. Med.* 360 (11): 1085–
1095.

Mr. Sathaya Bunratchoo, Engineer Scientific Equipment Center, PSU. 2559.

เรื่อง วงจรจ่ายไฟแบบปราศจากหม้อแปลงจากแรงดัน 220 AV แหล่งที่มา :

<http://portal.psu.ac.th/blog/electronic/42218>. 21 สิงหาคม 2559

Research on the nature of the odour in certain chemical reactions", *Académie des
Sciences in Paris*, 1840



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ozone Gas Sensor

(Model: MQ131 Low Concentration)

Manual

Version: 1.3

Valid from: 2014-05-01

Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Statement

This manual copyright belongs to Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., LTD. Without the written permission, any part of this manual shall not be copied, translated, stored in database or retrieval system, also can't spread through electronic, copying, record ways.

Thanks for purchasing our product. In order to let customers use it better and reduce the faults caused by misuse, please read the manual carefully and operate it correctly in accordance with the instructions. If users disobey the terms or remove, disassemble, change the components inside of the sensor, we shall not be responsible for the loss.

The specific such as color, appearance, sizes &etc, please in kind prevail.

We are devoting ourselves to products development and technical innovation, so we reserve the right to improve the products without notice. Please confirm it is the valid version before using this manual. At the same time, users' comments on optimized using way are welcome.

Please keep the manual properly, in order to get help if you have questions during the usage in the future.

Zhengzhou Winsen Electronics Technology CO., LTD

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MQ131 Ozone Gas Sensor (Low Concentration)

Profile

Sensitive material of MQ131 gas sensor is WO_3 , which with lower conductivity in clean air. When the ozone gas exists, the sensor's conductivity gets lower along with the gas concentration rising. Users can convert the change of conductivity to correspond output signal of gas concentration through a simple circuit. MQ131 ozone gas sensor has high sensitivity to ozone, and also has sensitivity to strong oxide such as Cl_2 , NO_2 &etc. It responds oppositely to organic interference gases.

Features

It has good sensitivity to ozone in wide range, and has advantages such as long lifespan, low cost and simple drive circuit &etc.

Main Applications

It is widely used in domestic ozone concentration alarm, industrial ozone concentration alarm and portable ozone concentration detector.

Technical Parameters

Stable.1

Model		MQ131	
Sensor Type		Semiconductor	
Standard Encapsulation		Plastic cap	
Target Gas		Ozone	
Detection range		10~1000ppb Ozone	
Standard Circuit Conditions	Loop Voltage	V_c	$\leq 24V$ DC
	Heater Voltage	V_H	$5.0V \pm 0.1V$ AC or DC
	Load Resistance	R_L	Adjustable
Sensor character under standard test conditions	Heater Resistance	R_H	$34\Omega \pm 3\Omega$ (room tem.)
	Heater consumption	P_H	$\leq 900mW$
	Sensitivity	S	$R_s(\text{in } 200ppb \text{ O}_3) / R_s(\text{in air}) \geq 2$
	Output Voltage	ΔV_s	$\geq 1.0V$ (in 200ppb O_3)
	Concentration Slope	α	$\leq 0.6(R_{500ppb} / R_{100ppb} \text{ O}_3)$
Standard test conditions	Tem. Humidity	$20^\circ C \pm 2^\circ C$; $55\% \pm 5\% RH$	
	Standard test circuit	$V_c: 5.0V \pm 0.1V$; $V_H: 5.0V \pm 0.1V$	
	Preheat time	Over 48 hours	

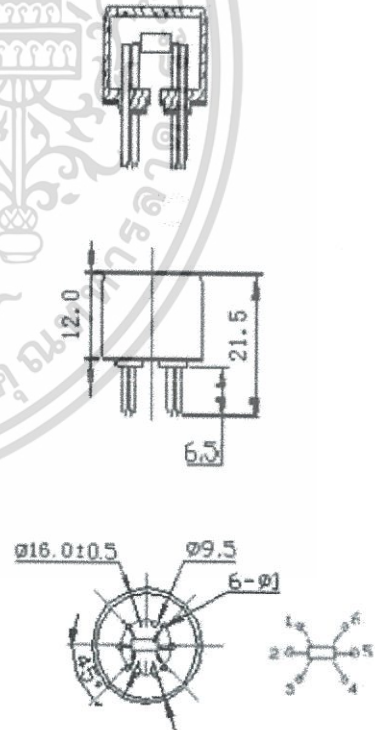
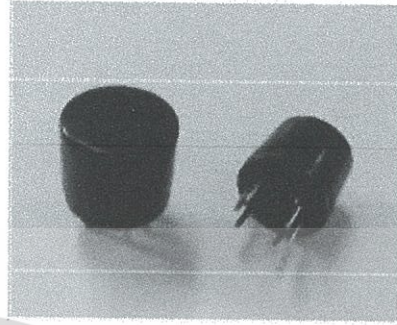


Fig1.Sensor Structure

Unit: mm

NOTE: The change of Output voltage(ΔV_s) is the difference value between V_{RL} in test environment and V_{RL} in clean air .

Basic Circuit

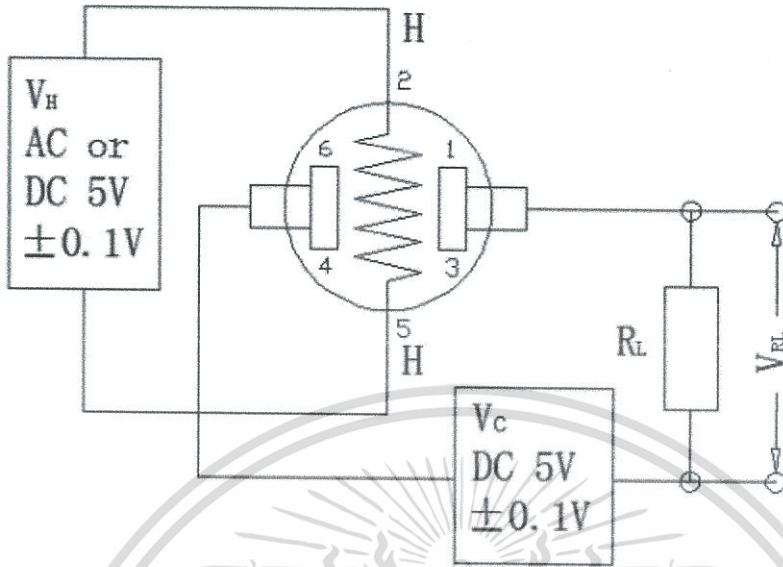


Fig2. MQ131 Test Circuit

Instructions: The above fig is the basic test circuit of MQ131. The sensor requires two voltage inputs: heater voltage (V_H) and circuit voltage (V_C). V_H is used to supply standard working temperature to the sensor and it can adopt DC or AC power, while V_{RL} is the voltage of load resistance R_L which is in series with sensor. V_C supplies the detect voltage to load resistance R_L and it should adopt DC power.

Description of Sensor Characters

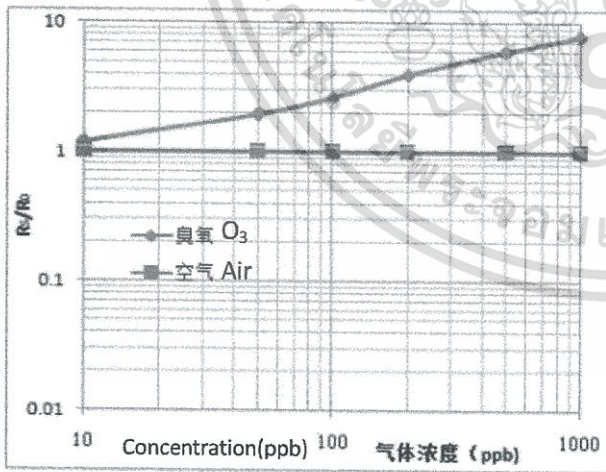


Fig3. Typical Sensitivity Curve

The ordinate is resistance ratio of the sensor (R_s/R_0), the abscissa is concentration of gases. R_s means resistance in target gas with different concentration, R_0 means resistance of sensor in clean air. All tests are finished under standard test conditions.

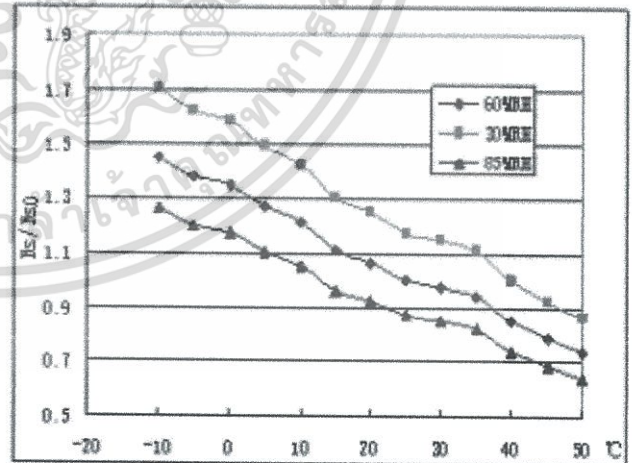


Fig4. Typical temperature/humidity characteristics

The ordinate is resistance ratio of the sensor (R_s/R_{s0}). R_s means resistance of sensor in 200ppb O_3 gas under different tem. and humidity. R_{s0} means resistance of the sensor in 200ppb O_3 gas under 20°C/55%RH.

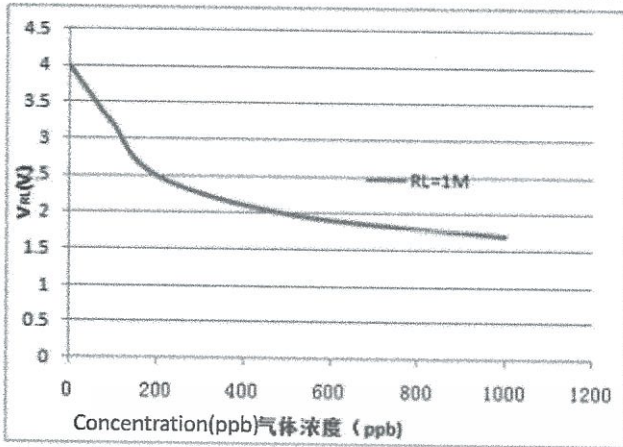


Fig5.Sensitivity Curve

Fig5 shows the V_{RL} in O_3 gas with different concentration. The resistance load R_L is $1\text{ M}\Omega$ and the test is finished in standard test conditions.

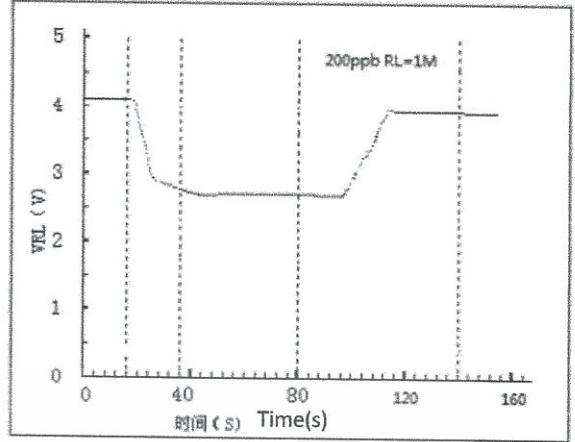


Fig6.Response and Resume

Fig5 shows the changing of V_{RL} in the process of putting the sensor into target gas and removing it out.

Cautions

1. Following conditions must be prohibited

1.1 Exposed to organic silicon steam

Sensing material will lose sensitivity and never recover if the sensor absorbs organic silicon steam. Sensors must avoid exposing to silicon bond, fixture, silicon latex, putty or plastic contain silicon environment.

1.2 High Corrosive gas

If the sensors are exposed to high concentration corrosive gas (such as H_2S , SO_x , Cl_2 , HCl etc.), it will not only result in corrosion of sensors structure, also it cause sincere sensitivity attenuation.

1.3 Alkali, Alkali metals salt, halogen pollution

The sensors performance will be changed badly if sensors be sprayed polluted by alkali metals salt especially brine, or be exposed to halogen such as fluorine.

1.4 Touch water

Sensitivity of the sensors will be reduced when splattered or dipped in water.

1.5 Freezing

Do avoid icing on sensor's surface, otherwise sensing material will be broken and lost sensitivity.

1.6 Applied higher voltage

Applied voltage on sensor should not be higher than stipulated value, even if the sensor is not physically damaged or broken, it causes down-line or heater damaged, and bring on sensors' sensitivity characteristic changed badly.

1.7 Voltage on wrong pins

For 6 pins sensor, Pin 2&5 is heating electrodes, Pin (1,3)/(4,6) are testing electrodes (Pin 1 connects with Pin 3, while Pin 4 connects with Pin 6). If apply voltage on Pin 1&3 or 4&6, it will make lead broken; and no signal putout if apply on pins 2&4.

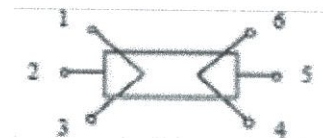


Fig7. Lead sketch

2. Following conditions must be avoided

2.1 Water Condensation

Indoor conditions, slight water condensation will influence sensors' performance lightly. However, if water condensation on sensors surface and keep a certain period, sensors' sensitive will be decreased.

2.2 Used in high gas concentration

No matter the sensor is electrified or not, if it is placed in high gas concentration for long time, sensors characteristic will be affected. If lighter gas sprays the sensor, it will cause extremely damage.

2.3 Long time storage

The sensors resistance will drift reversibly if it's stored for long time without electrify, this drift is related with storage conditions. Sensors should be stored in airproof bag without volatile silicon compound. For the sensors with long time storage but no electrify, they need long galvanical aging time for stability before using. The suggested aging time as follow:

Stable2.

Storage Time	Suggested aging time
Less than one month	No less than 48 hours
1 ~ 6 months	No less than 72 hours
More than six months	No less than 168 hours

2.4 Long time exposed to adverse environment

No matter the sensors electrified or not, if exposed to adverse environment for long time, such as high humidity, high temperature, or high pollution etc., it will influence the sensors' performance badly.

2.5 Vibration

Continual vibration will result in sensors down-lead response then break. In transportation or assembling line, pneumatic screwdriver/ultrasonic welding machine can lead this vibration.

2.6 Concussion

If sensors meet strong concussion, it may lead its lead wire disconnected.

2.7 Usage Conditions

2.7.1 For sensor, handmade welding is optimal way. The welding conditions as follow:

- Soldering flux: Rosin soldering flux contains least chlorine
- homothermal soldering iron
- Temperature: 250°C
- Time: less than 3 seconds

2.7.1 If users choose wave-soldering, the following conditions should be obey:

- Soldering flux: Rosin soldering flux contains least chlorine
- Speed: 1-2 Meter/ Minute
- Warm-up temperature: 100±20°C
- Welding temperature: 250±10°C
- One time pass wave crest welding machine

If disobey the above using terms, sensors sensitivity will reduce.

Zhengzhou Winsen Electronics Technology Co., Ltd

Add: No.299, Jinsuo Road, National Hi-Tech Zone,
Zhengzhou 450001 China

Tel: +86-371-67169097/67169670

Fax: +86-371-60932988

E-mail: sales@winsensor.com

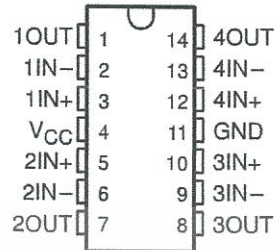
Website: www.winsen-sensor.com

LM124, LM124A, LM224, LM224A LM324, LM324A, LM324Y, LM2902, LM2902Q QUADRUPLE OPERATIONAL AMPLIFIERS

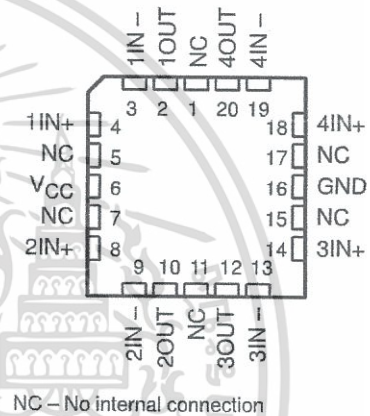
SLOS066E—SEPTEMBER 1975—REVISED FEBRUARY 1997

- **Wide Range of Supply Voltages:**
Single Supply . . . 3 V to 30 V
(LM2902 and LM2902Q
3 V to 26 V), or Dual Supplies
- **Low Supply Current Drain Independent of Supply Voltage . . . 0.8 mA Typ**
- **Common-Mode Input Voltage Range Includes Ground Allowing Direct Sensing Near Ground**
- **Low Input Bias and Offset Parameters:**
Input Offset Voltage . . . 3 mV Typ
A Versions . . . 2 mV Typ
Input Offset Current . . . 2 nA Typ
Input Bias Current . . . 20 nA Typ
A Versions . . . 15 nA Typ
- **Differential Input Voltage Range Equal to Maximum-Rated Supply Voltage . . . 32 V**
(26 V for LM2902 and LM2902Q)
- **Open-Loop Differential Voltage Amplification . . . 100 V/mV Typ**
- **Internal Frequency Compensation**

LM124, LM124A . . . J OR W PACKAGE
ALL OTHERS . . . D, DB, N OR PW PACKAGE
(TOP VIEW)



LM124, LM124A . . . FK PACKAGE
(TOP VIEW)



description

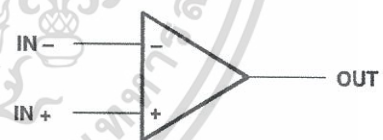
These devices consist of four independent high-gain frequency-compensated operational amplifiers that are designed specifically to operate from a single supply over a wide range of voltages. Operation from split supplies is also possible when the difference between the two supplies is 3 V to 30 V (for the LM2902 and LM2902Q, 3 V to 26 V) and V_{CC} is at least 1.5 V more positive than the input common-mode voltage. The low supply current drain is independent of the magnitude of the supply voltage.

Applications include transducer amplifiers, dc amplification blocks, and all the conventional operational amplifier circuits that now can be more easily implemented in single-supply-voltage systems. For example, the LM124 can be operated directly from the standard 5-V supply that is used in digital systems and easily provides the required interface electronics without requiring additional ± 15 -V supplies.

The LM2902Q is manufactured to demanding automotive requirements.

The LM124 and LM124A are characterized for operation over the full military temperature range of -55°C to 125°C . The LM224 and LM224A are characterized for operation from -25°C to 85°C . The LM324 and LM324A are characterized for operation from 0°C to 70°C . The LM2902 and LM2902Q are characterized for operation from -40°C to 125°C .

symbol (each amplifier)



PRODUCTION DATA Information is current as of publication date. Products conform to specifications per the terms of Texas Instruments standard warranty. Production processing does not necessarily include testing of all parameters.

**TEXAS
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1997, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**LM124, LM124A, LM224, LM224A
LM324, LM324A, LM324Y, LM2902, LM2902Q
QUADRUPLE OPERATIONAL AMPLIFIERS**

SLOS066E—SEPTEMBER 1975—REVISED FEBRUARY 1997

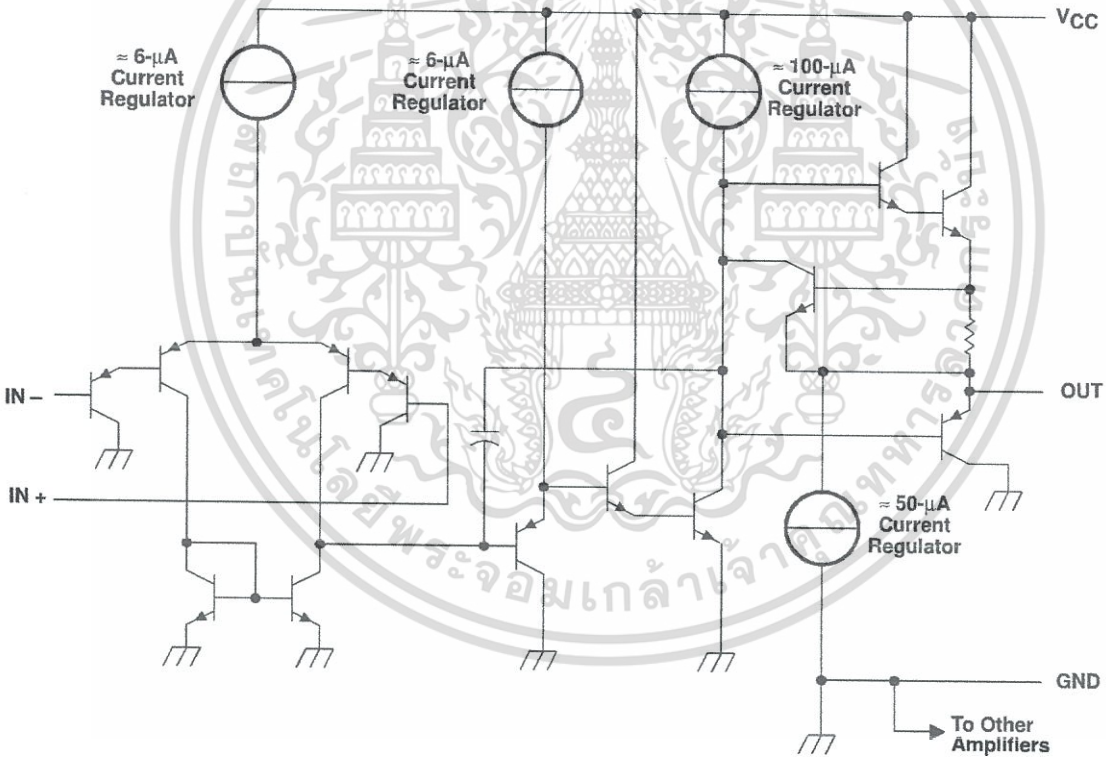
AVAILABLE OPTIONS

TA	V _{IO} max AT 25°C	PACKAGED DEVICES							CHIP FORM (Y)
		SMALL OUTLINE (D)†	VERY SMALL OUTLINE (DB)‡	CHIP CARRIER (FK)	CERAMIC DIP (J)	PLASTIC DIP (N)	TSSOP (PW)‡	FLAT PACK (W)	
0°C to 70°C	7 mV	LM324D	LM324DBLE	—	—	LM324N	LM324PWLE	—	LM324Y
	3 mV	LM324AD	—	—	—	LM324AN	LM324APWLE	—	
-25°C to 85°C	5 mV	LM224D	—	—	—	LM224N	—	—	—
	3 mV	LM224AD	—	—	—	LM224AN	—	—	
-40°C to 125°C	7 mV	LM2902D	LM2902DBLE	—	—	LM2902N	LM2902PWLE	—	—
	—	LM2902QD	—	—	—	LM2902QN	—	—	
-55°C to 125°C	5 mV	—	—	LM124FK	LM124J	—	—	—	—
	2 mV	—	—	LM124AFK	LM124AJ	—	—	LM124W	

† The D package is available taped and reeled. Add the suffix R to the device type (e.g., LM324DR).

‡ The DB and PW packages are only available left-end taped and reeled.

schematic (each amplifier)



COMPONENT COUNT (total device)	
Epi-FET	1
Transistors	95
Diodes	4
Resistors	11
Capacitors	4

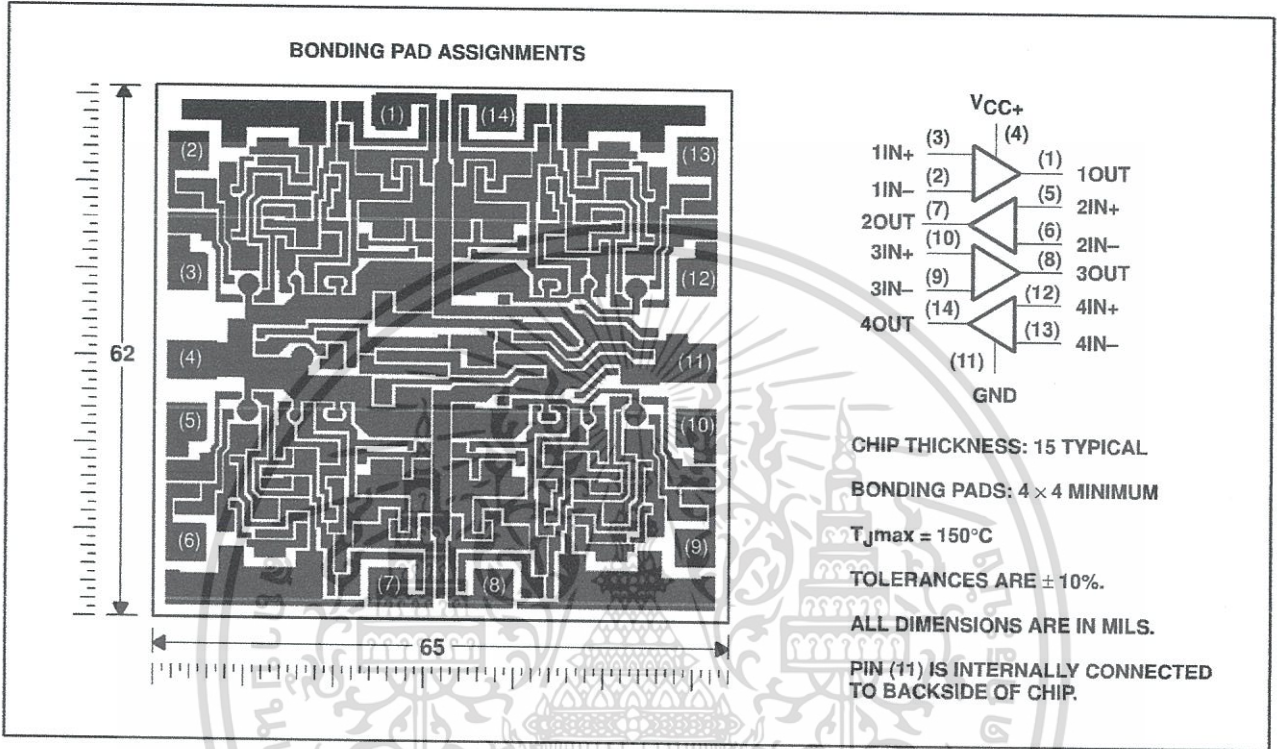


POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

LM124, LM124A, LM224, LM224A
 LM324, LM324A, LM324Y, LM2902, LM2902Q
QUADRUPLE OPERATIONAL AMPLIFIERS
 SLOS066E—SEPTEMBER 1975—REVISED FEBRUARY 1997

LM324Y chip information

This chip, when properly assembled, displays characteristics similar to the LM324. Thermal compression or ultrasonic bonding may be used on the doped-aluminum bonding pads. Chips may be mounted with conductive epoxy or a gold-silicon preform.



**LM124, LM124A, LM224, LM224A
LM324, LM324A, LM324Y, LM2902, LM2902Q
QUADRUPLE OPERATIONAL AMPLIFIERS**
SLOS066E—SEPTEMBER 1975—REVISED FEBRUARY 1997

absolute maximum ratings over operating free-air temperature range (unless otherwise noted)†

		LM124, LM124A LM224, LM224A LM324, LM324A	LM2902, LM2902Q	UNIT
Supply voltage, V_{CC} (see Note 1)		32	26	V
Differential input voltage, V_{ID} (see Note 2)		± 32	± 26	V
Input voltage, V_I (either input)		-0.3 to 32	-0.3 to 26	V
Duration of output short circuit (one amplifier) to ground at (or below) $T_A = 25^\circ\text{C}$, $V_{CC} \leq 15\text{ V}$ (see Note 3)		unlimited	unlimited	
Continuous total dissipation		See Dissipation Rating Table		
Operating free-air temperature range, T_A	LM124, LM124A	-55 to 125		°C
	LM224, LM224A	-25 to 85		
	LM324, LM324A	0 to 70		
	LM2902, LM2902Q		-40 to 125	
Storage temperature range		-65 to 150	-65 to 150	°C
Case temperature for 60 seconds	FK package	260		°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 60 seconds	J or W package	300	300	°C
Lead temperature 1,6 mm (1/16 inch) from case for 10 seconds	D, DB, N, or PW package	260	260	°C

† Stresses beyond those listed under "absolute maximum ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only, and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated under "recommended operating conditions" is not implied. Exposure to absolute-maximum-rated conditions for extended periods may affect device reliability.

- NOTES: 1. All voltage values (except differential voltages and V_{CC} specified for the measurement of I_{OS}) are with respect to the network GND.
2. Differential voltages are at $IN+$ with respect to $IN-$.
3. Short circuits from outputs to V_{CC} can cause excessive heating and eventual destruction.

DISSIPATION RATING TABLE

PACKAGE	$T_A \leq 25^\circ\text{C}$ POWER RATING	DERATING FACTOR	DERATE ABOVE T_A	$T_A = 70^\circ\text{C}$ POWER RATING	$T_A = 85^\circ\text{C}$ POWER RATING	$T_A = 125^\circ\text{C}$ POWER RATING
D	900 mW	7.6 mW/°C	32°C	611 mW	497 mW	N/A
DB	775 mW	6.2 mW/°C	25°C	496 mW	403 mW	N/A
FK	900 mW	11.0 mW/°C	68°C	878 mW	713 mW	273 mW
J (LM124_)	900 mW	11.0 mW/°C	68°C	878 mW	713 mW	273 mW
J (all others)	900 mW	8.2 mW/°C	40°C	654 mW	531 mW	N/A
N	900 mW	9.2 mW/°C	52°C	734 mW	596 mW	N/A
PW	700 mW	5.6 mW/°C	25°C	448 mW	364 mW	N/A
W	900 mW	8.0 mW/°C	37°C	636 mW	516 mW	196 mW



electrical characteristics at specified free-air temperature, $V_{CC} = 5\text{ V}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONST	TA‡	LM124, LM224			LM324			LM2902, LM2902Q			UNIT
			MIN	TYP§	MAX	MIN	TYP§	MAX	MIN	TYP§	MAX	
V _{IO}	Input offset voltage $V_{CC} = 5\text{ V to MAX,}$ $V_{IC} = V_{ICRmin}, V_O = 1.4\text{ V}$	25°C		3	5		3	7		3	7	mV
		Full range			7			9			10	
I _{IO}	Input offset current $V_O = 1.4\text{ V}$	25°C		2	30		2	50		2	50	nA
		Full range			100			150			300	
I _{IB}	Input bias current $V_O = 1.4\text{ V}$	25°C		-20	-150		-20	-250		-20	-250	nA
		Full range			-300			-500			-500	
V _{ICR}	Common-mode input voltage range $V_{CC} = 5\text{ V to MAX}$	25°C	0 to $V_{CC} - 1.5$			0 to $V_{CC} - 1.5$			0 to $V_{CC} - 1.5$			V
		Full range	0 to $V_{CC} - 2$			0 to $V_{CC} - 2$			0 to $V_{CC} - 2$			
V _{OH}	High-level output voltage $R_L = 2\text{ k}\Omega$	25°C	$V_{CC} - 1.5$			$V_{CC} - 1.5$						V
		25°C							$V_{CC} - 1.5$			
		Full range	26			26			22			
		Full range	27	28		27	28		23	24		
V _{OL}	Low-level output voltage $R_L \leq 10\text{ k}\Omega$	Full range		5	20		5	20		5	20	mV
		25°C	50	100		25	100		100			
A _{VD}	Large-signal differential voltage amplification $V_{CC} = 15\text{ V, } V_O = 1\text{ V to } 11\text{ V,}$ $R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	Full range	25			15			15			V/mV
25°C	70	80		65	80		50	80				
CMRR	Common-mode rejection ratio $V_{IC} = V_{ICRmin}$	25°C	70	80		65	80		50	80		dB
k _{SVR}	Supply-voltage rejection ratio ($\Delta V_{CC}/\Delta V_{IO}$)	25°C	65	100		65	100		50	100		
V _{O1} /V _{O2}	Crosstalk attenuation $f = 1\text{ kHz to } 20\text{ kHz}$	25°C		120			120			120		dB
I _O	Output current $V_{CC} = 15\text{ V, } V_{ID} = 1\text{ V,}$ $V_O = 0$	25°C	-20	-30	-60	-20	-30	-60	-20	-30	-60	
		Full range	-10			-10			-10			
		25°C	10	20		10	20		10	20		
		Full range	5			5			5			
I _{OS}	Short-circuit output current V_{CC} at 5 V, GND at -5 V $V_O = 0$	25°C		±40	±60		±40	±60		±40	±60	mA
		Full range		0.7	1.2		0.7	1.2		0.7	1.2	
I _{CC}	Supply current (four amplifiers) $V_O = 2.5\text{ V, No load}$	Full range		0.7	1.2		0.7	1.2		0.7	1.2	mA
		Full range		1.4	3		1.4	3		1.4	3	

† All characteristics are measured under open-loop conditions with zero common-mode input voltage unless otherwise specified. MAX V_{CC} for testing purposes is 26 V for LM2902 and LM2902Q, 30 V for the others.

‡ Full range is -55°C to 125°C for LM124, -25°C to 85°C for LM224, 0°C to 70°C for LM324, and -40°C to 125°C for LM2902 and LM2902Q.

§ All typical values are at $T_A = 25^\circ\text{C}$.

LM124, LM124A, LM224, LM224A
 LM324, LM324A, LM324Y, LM2902, LM2902Q
 QUADRUPLE OPERATIONAL AMPLIFIERS
 SLOS068E - SEPTEMBER 1975 - REVISED FEBRUARY 1997

electrical characteristics at specified free-air temperature, $V_{CC} = 5\text{ V}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	T _A ‡	LM124A			LM224A			LM324A			UNIT	
			MIN	TYP§	MAX	MIN	TYP§	MAX	MIN	TYP§	MAX		
V _{IO}	Input offset voltage V _{CC} = 5 V to 30 V, V _{IC} = V _{ICRmin} , V _O = 1.4 V	25°C			2			2	3		2	3	mV
		Full range			4			4			5		
I _{IO}	Input offset current V _O = 1.4 V	25°C			10			2	15	2	30		nA
		Full range			30			30			75		
I _{IB}	Input bias current V _O = 1.4 V	25°C			-50			-15	-80		-15	-100	nA
		Full range			-100			-100			-200		
V _{ICR}	Common-mode input voltage range V _{CC} = 30 V	25°C	0 to V _{CC} -1.5		0 to V _{CC} -1.5			0 to V _{CC} -1.5			0 to V _{CC} -1.5		V
		Full range	0 to V _{CC} -2		0 to V _{CC} -2			0 to V _{CC} -2			0 to V _{CC} -2		
V _{OH}	High-level output voltage R _L = 2 kΩ	25°C	V _{CC} -1.5		V _{CC} -1.5			V _{CC} -1.5			V _{CC} -1.5		V
		Full range	26		26			26			26		
		Full range	27		27	28		27	28		27	28	
V _{OL}	Low-level output voltage R _L ≤ 10 kΩ	Full range			20		5	20			5	20	mV
A _{VD}	Large-signal differential voltage amplification V _{CC} = 15 V, V _O = 1 V to 11 V, R _L = ≥ 2 kΩ	Full range	25		25			15					V/mV
CMRR	Common-mode rejection ratio V _{IC} = V _{ICRmin}	25°C	70		70	80		65	80				dB
k _{SVR}	Supply-voltage rejection ratio (ΔV _{CC} /ΔV _{IO})	25°C	65		65	100		65	100				dB
V _{O1} /V _{O2}	Crosstalk attenuation f = 1 kHz to 20 kHz	25°C		120		120			120				dB
I _O	Output current V _{CC} = 15 V, V _O = 0	25°C	-20		-20	-30	-60	-20	-30	-60			mA
		Full range	-10		-10			-10					
		25°C	10		10	20		10	20				
		Full range	5		5			5					
I _{OS}	Short-circuit output current V _{CC} at 5 V, V _O = 0	25°C		±40	±60		±40	±60		±40	±60		mA
		Full range											
I _{CC}	Supply current (four amplifiers) V _O = 2.5 V, No load	Full range		0.7	1.2		0.7	1.2		0.7	1.2		mA
		Full range		1.4	3		1.4	3		1.4	3		

† All characteristics are measured under open-loop conditions with zero common-mode input voltage unless otherwise specified.

‡ Full range is -55°C to 125°C for LM124A, -25°C to 85°C for LM224A, and 0°C to 70°C for LM324A.

§ All typical values are at T_A = 25°C.

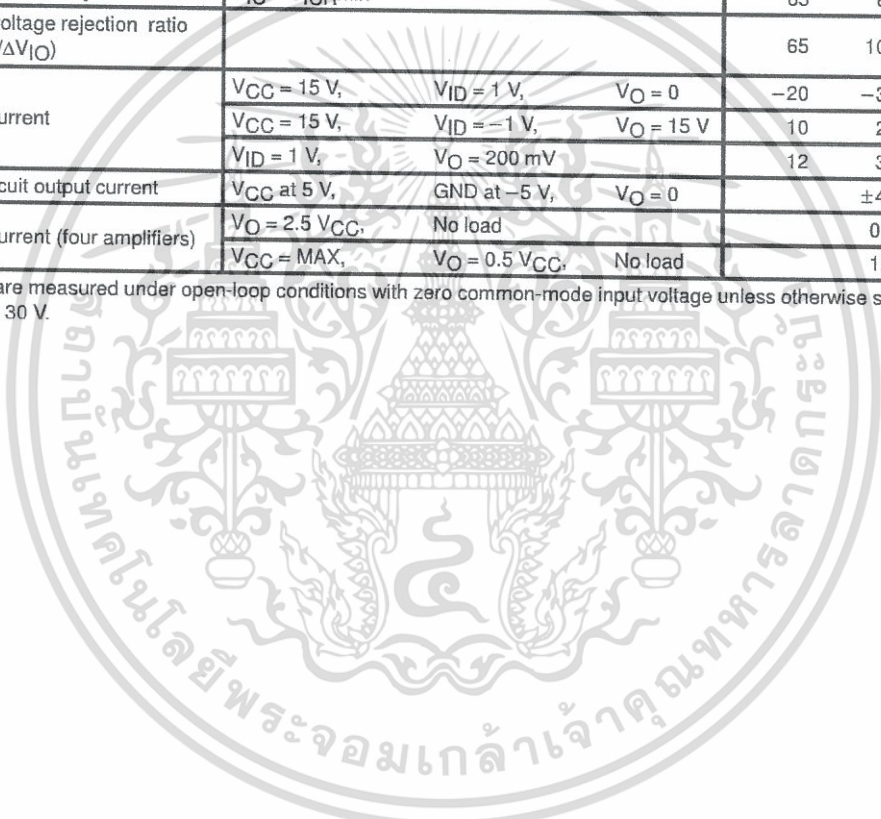
LM124, LM124A, LM224, LM224A
LM324, LM324A, LM324Y, LM2902, LM2902Q
QUADRUPLE OPERATIONAL AMPLIFIERS

SLOS066E – SEPTEMBER 1975 – REVISED FEBRUARY 1997

electrical characteristics, $V_{CC} = 5\text{ V}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST CONDITIONS†	LM324Y			UNIT
		MIN	TYP	MAX	
V_{IO} Input offset voltage	$V_{CC} = 5\text{ V to MAX, } V_{IC} = V_{ICRmin}, V_O = 1.4\text{ V}$		3	7	mV
I_{IO} Input offset current			2	50	nA
I_{IB} Input bias current			-20	-250	nA
V_{ICR} Common-mode input voltage range	$V_{CC} = 5\text{ V to MAX}$	0 to $V_{CC}-1.5$			V
V_{OH} High-level output voltage	$R_L = 10\text{ k}\Omega$	$V_{CC}-1.5$			V
V_{OL} Low-level output voltage	$R_L \leq 10\text{ k}\Omega$		5	20	mV
A_{VD} Large-signal differential voltage amplification	$V_{CC} = 15\text{ V, } V_O = 1\text{ V to } 11\text{ V, } R_L \geq 2\text{ k}\Omega$	15	100		V/mV
CMRR Common-mode rejection ratio	$V_{IC} = V_{ICRmin}$	65	80		dB
kSVR Supply-voltage rejection ratio ($\Delta V_{CC\pm}/\Delta V_{IO}$)		65	100		dB
I_O Output current	$V_{CC} = 15\text{ V, } V_{ID} = 1\text{ V, } V_O = 0$	-20	-30	-60	mA
	$V_{CC} = 15\text{ V, } V_{ID} = -1\text{ V, } V_O = 15\text{ V}$	10	20		
	$V_{ID} = 1\text{ V, } V_O = 200\text{ mV}$	12	30		
I_{OS} Short-circuit output current	V_{CC} at 5 V, GND at -5 V, $V_O = 0$		± 40	± 60	mA
I_{CC} Supply current (four amplifiers)	$V_O = 2.5 V_{CC}$, No load		0.7	1.2	mA
	$V_{CC} = \text{MAX, } V_O = 0.5 V_{CC}$, No load		1.1	3	

† All characteristics are measured under open-loop conditions with zero common-mode input voltage unless otherwise specified. MAX V_{CC} for testing purposes is 30 V.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IMPORTANT NOTICE

Texas Instruments and its subsidiaries (TI) reserve the right to make changes to their products or to discontinue any product or service without notice, and advise customers to obtain the latest version of relevant information to verify, before placing orders, that information being relied on is current and complete. All products are sold subject to the terms and conditions of sale supplied at the time of order acknowledgement, including those pertaining to warranty, patent infringement, and limitation of liability.

TI warrants performance of its semiconductor products to the specifications applicable at the time of sale in accordance with TI's standard warranty. Testing and other quality control techniques are utilized to the extent TI deems necessary to support this warranty. Specific testing of all parameters of each device is not necessarily performed, except those mandated by government requirements.

CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS OR OTHER CRITICAL APPLICATIONS. INCLUSION OF TI PRODUCTS IN SUCH APPLICATIONS IS UNDERSTOOD TO BE FULLY AT THE CUSTOMER'S RISK.

In order to minimize risks associated with the customer's applications, adequate design and operating safeguards must be provided by the customer to minimize inherent or procedural hazards.

TI assumes no liability for applications assistance or customer product design. TI does not warrant or represent that any license, either express or implied, is granted under any patent right, copyright, mask work right, or other intellectual property right of TI covering or relating to any combination, machine, or process in which such semiconductor products or services might be or are used. TI's publication of information regarding any third party's products or services does not constitute TI's approval, warranty or endorsement thereof.

Copyright © 1999, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

- OUTPUT CURRENT TO 1.5A
- OUTPUT VOLTAGES OF 5; 5.2; 6; 8; 8.5; 9; 10; 12; 15; 18; 24V
- THERMAL OVERLOAD PROTECTION
- SHORT CIRCUIT PROTECTION
- OUTPUT TRANSITION SOA PROTECTION

DESCRIPTION

The L7800 series of three-terminal positive regulators is available in TO-220, TO-220FP, TO-220FM, TO-3 and D²PAK packages and several fixed output voltages, making it useful in a wide range of applications. These regulators can provide local on-card regulation, eliminating the distribution problems associated with single point regulation. Each type employs internal current limiting, thermal shut-down and safe area protection, making it essentially indestructible. If adequate heat sinking is provided, they can deliver over 1A output current. Although designed primarily as fixed voltage regulators, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltage and currents.

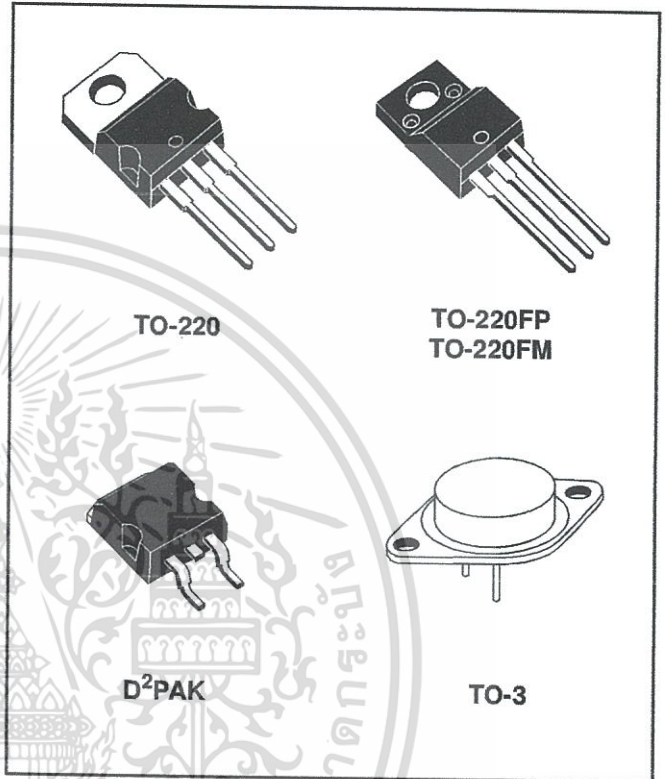
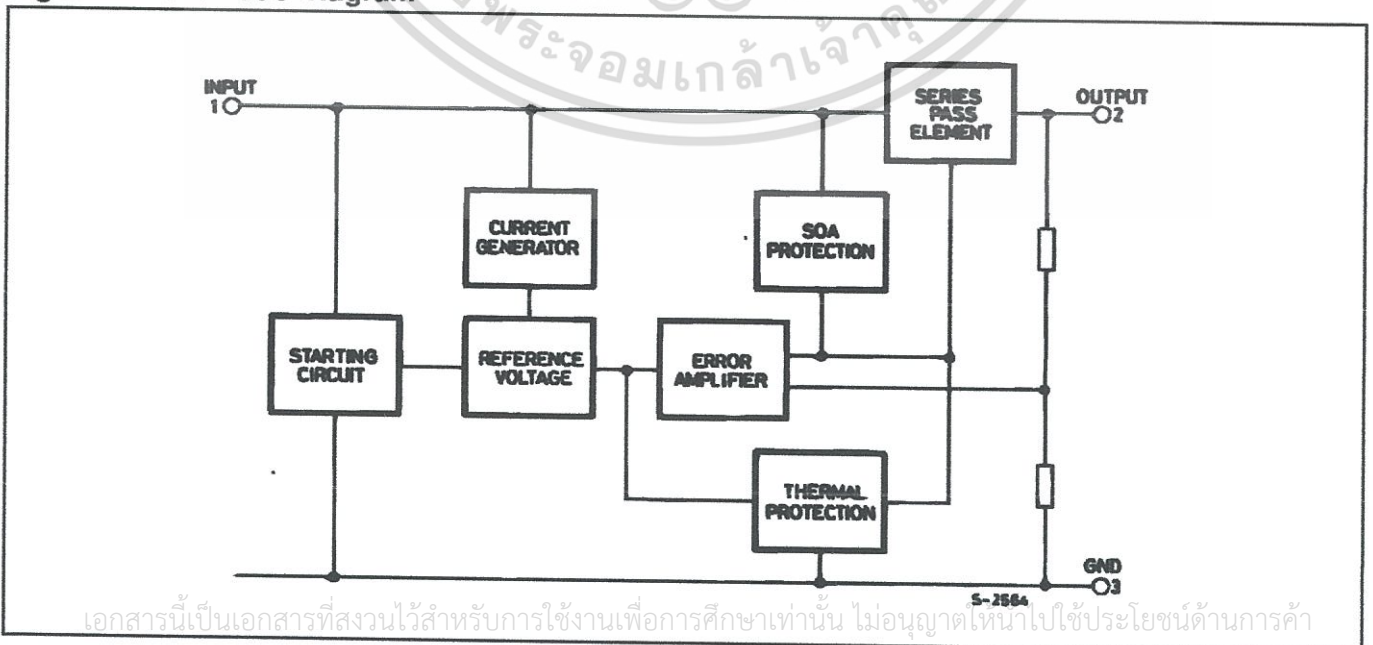


Figure 1: Schematic Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Table 1: Absolute Maximum Ratings

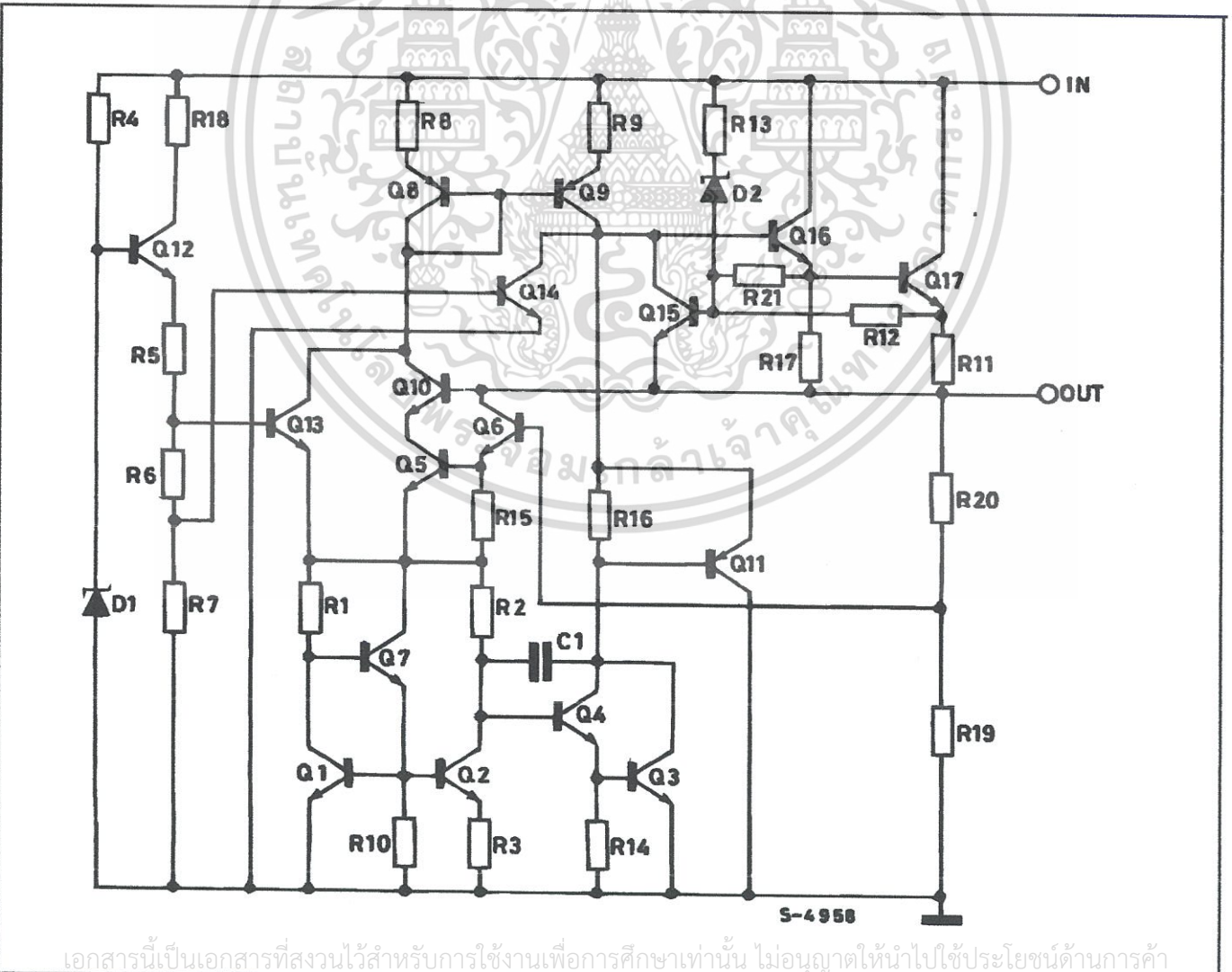
Symbol	Parameter		Value	Unit
V_I	DC Input Voltage	for $V_O = 5$ to $18V$	35	V
		for $V_O = 20, 24V$	40	
I_O	Output Current		Internally Limited	
P_{tot}	Power Dissipation		Internally Limited	
T_{stg}	Storage Temperature Range		-65 to 150	°C
T_{op}	Operating Junction Temperature Range	for L7800	-55 to 150	°C
		for L7800C	0 to 150	

Absolute Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur. Functional operation under these condition is not implied.

Table 2: Thermal Data

Symbol	Parameter	D ² PAK	TO-220	TO-220FP	TO-220FM	TO-3	Unit
$R_{thj-case}$	Thermal Resistance Junction-case Max	3	5	5	5	4	°C/W
$R_{thj-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient Max	62.5	50	60	60	35	°C/W

Figure 2: Schematic Diagram



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Figure 3: Connection Diagram (top view)

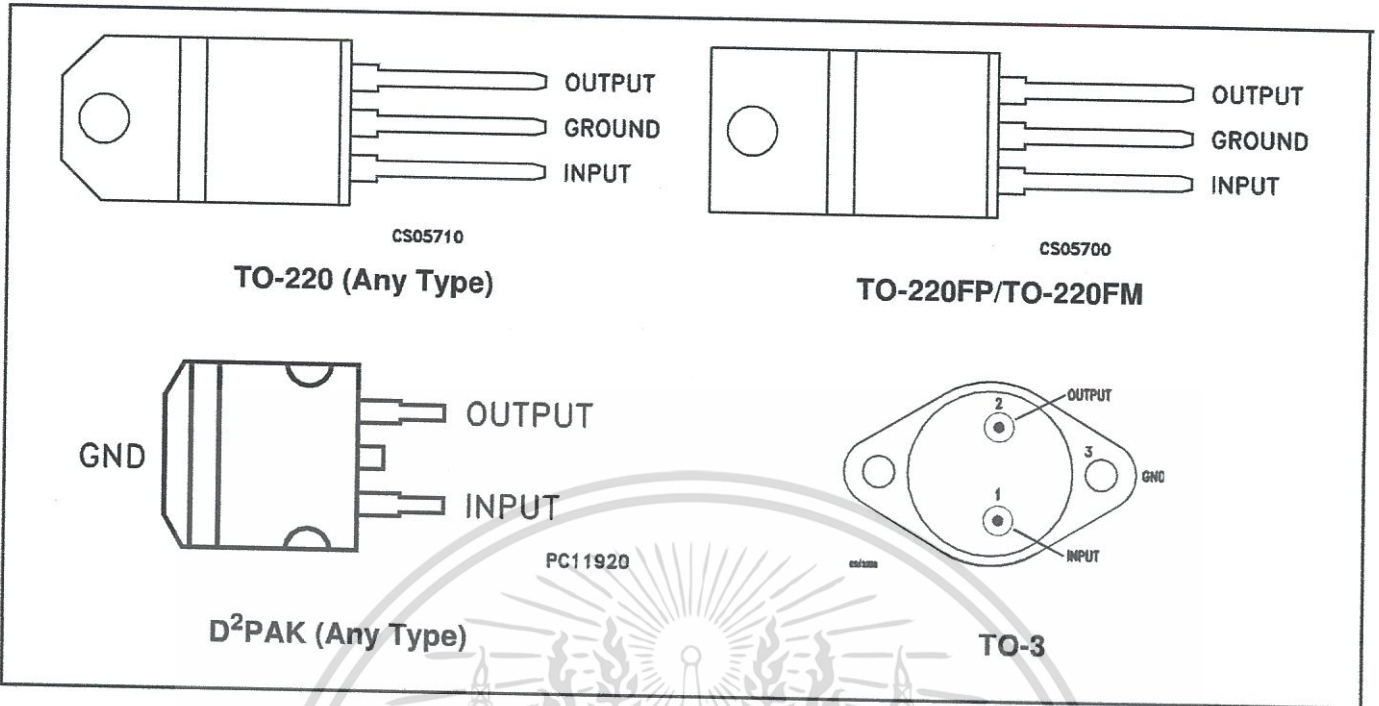


Table 3: Order Codes

TYPE	TO-220 (A Type)	TO-220 (C Type)	TO-220 (E Type)	D ² PAK (A Type) (*)	D ² PAK (C Type) (T & R)	TO-220FP	TO-220FM	TO-3
L7805								L7805T
L7805C	L7805CV	L7805C-V	L7805CV1	L7805CD2T	L7805C-D2TR	L7805CP	L7805CF	L7805CT
L7852C	L7852CV			L7852CD2T		L7852CP	L7852CF	L7852CT
L7806								L7806T
L7806C	L7806CV	L7806C-V		L7806CD2T		L7806CP	L7806CF	L7806CT
L7808								L7808T
L7808C	L7808CV	L7808C-V		L7808CD2T		L7808CP	L7808CF	L7808CT
L7885C	L7885CV			L7885CD2T		L7885CP	L7885CF	L7885CT
L7809C	L7809CV	L7809C-V		L7809CD2T		L7809CP	L7809CF	L7809CT
L7810C	L7810CV			L7810CD2T		L7810CP		
L7812								L7812T
L7812C	L7812CV	L7812C-V		L7812CD2T		L7812CP	L7812CF	L7812CT
L7815								L7815T
L7815C	L7815CV	L7815C-V		L7815CD2T		L7815CP	L7815CF	L7815CT
L7818								L7818T
L7818C	L7818CV			L7818CD2T		L7818CP	L7818CF	L7818CT
L7820								L7820T
L7820C	L7820CV			L7820CD2T		L7820CP	L7820CF	L7820CT
L7824								L7824T
L7824C	L7824CV			L7824CD2T		L7824CP	L7824CF	L7824CT

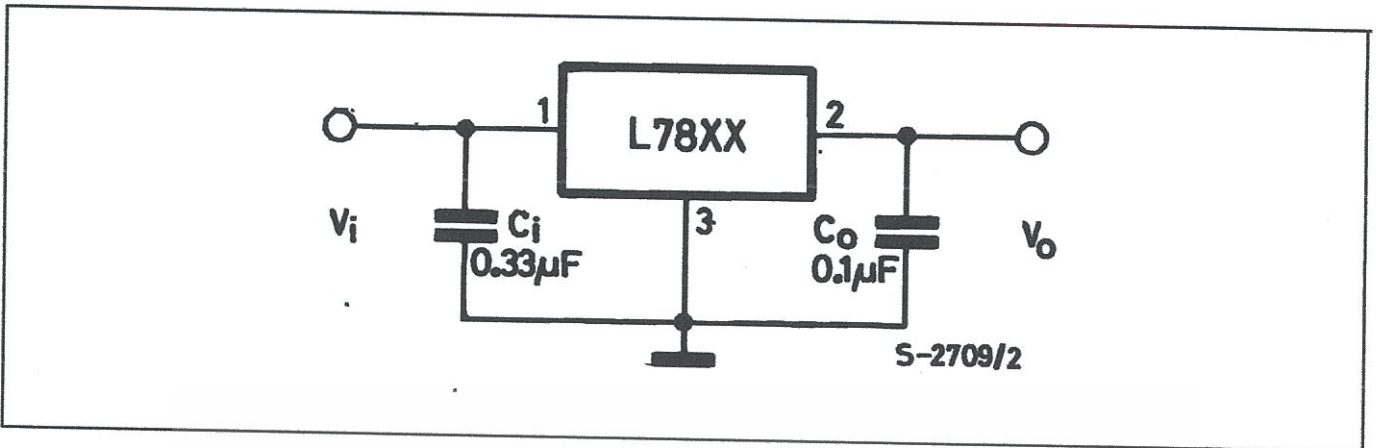
(*) Available in Tape & Reel with the suffix "-TR".

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 4: Application Circuits



TEST CIRCUITS

Figure 5: DC Parameter

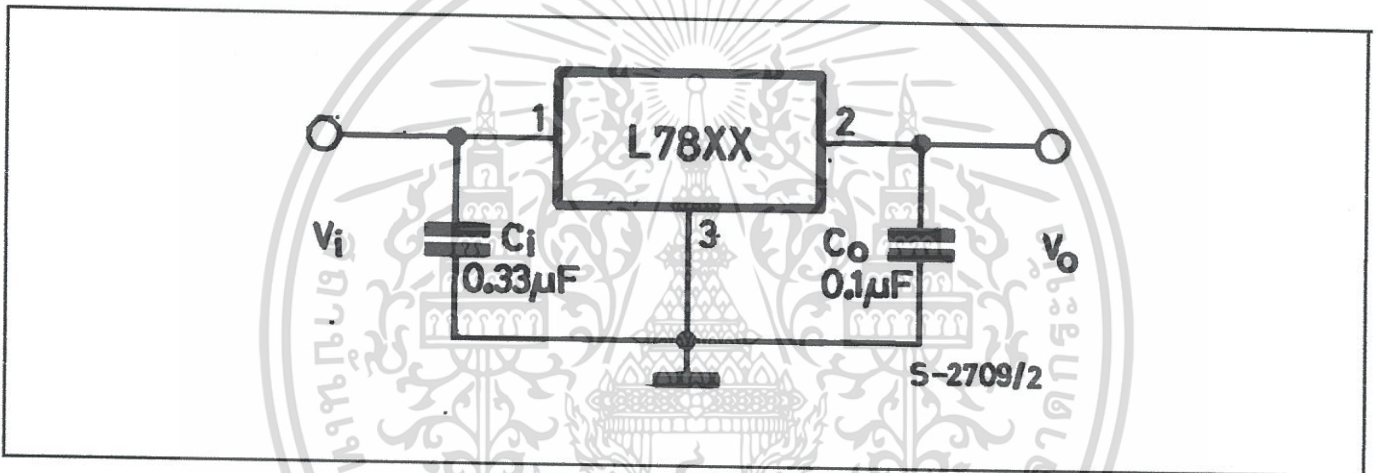
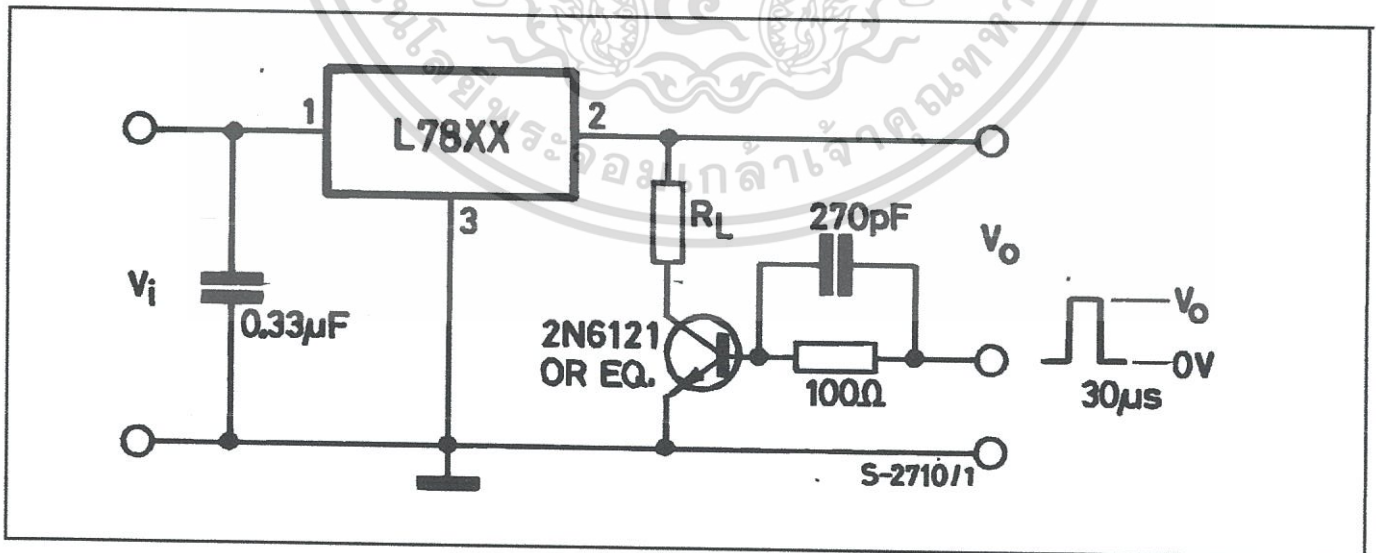


Figure 6: Load Regulation



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Figure 7: Ripple Rejection

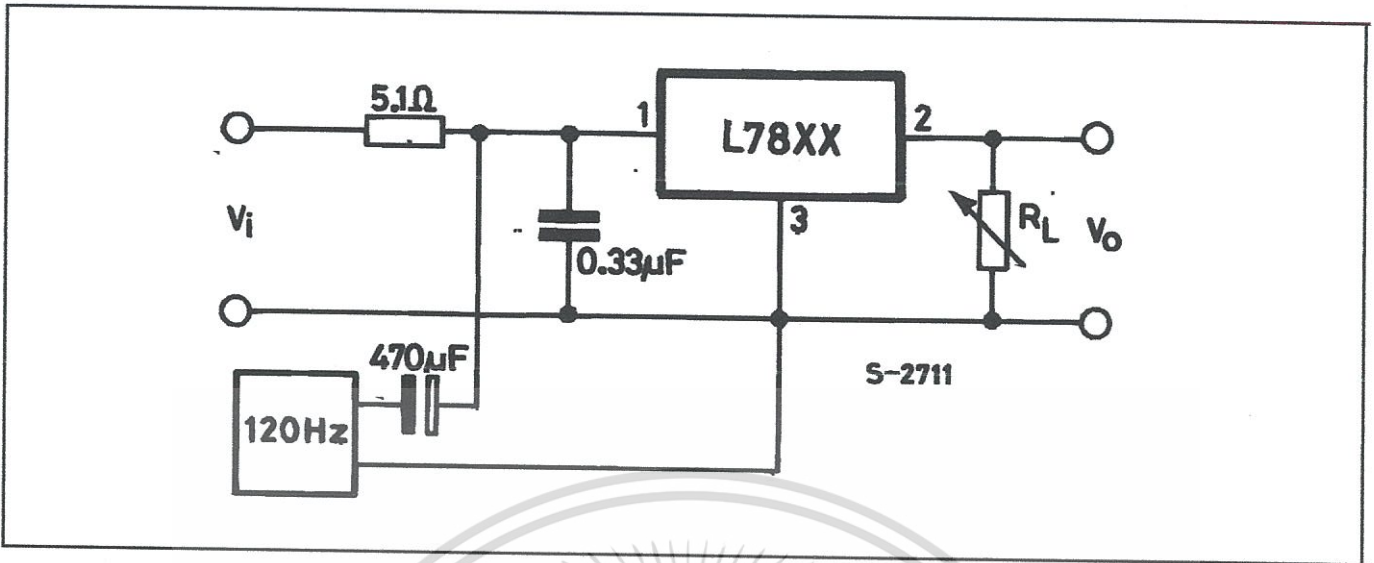


Table 4: Electrical Characteristics Of L7805 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 10\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 8\text{ to }20\text{ V}$	4.65	5	5.35	V
$\Delta V_O^{(*)}$	Line Regulation	$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	50	mV
		$V_I = 8\text{ to }12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	25	
$\Delta V_O^{(*)}$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			25	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$			0.5 0.8	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		0.6		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8\text{ to }18\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	68			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ST ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 5: Electrical Characteristics Of L7806 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 11\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.75	6	6.25	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 9\text{ to }21\text{ V}$	5.65	6	6.35	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	mV
		$V_I = 9\text{ to }13\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			30	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			30	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 9\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		0.7		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 9\text{ to }19\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	65			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) 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.

Table 6: Electrical Characteristics Of L7808 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 14\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	7.7	8	8.3	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 11.5\text{ to }23\text{ V}$	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	mV
		$V_I = 11\text{ to }17\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 11.5\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 11.5\text{ to }21.5\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	62			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		16		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Table 7: Electrical Characteristics Of L7812 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 19\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	11.5	12	12.5	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 15.5\text{ to }27\text{ V}$	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 14.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$V_I = 16\text{ to }22\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 15\text{ to }30\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		1.5		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 15\text{ to }25\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	61			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		18		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) 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.

Table 8: Electrical Characteristics Of L7815 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 23\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	14.4	15	15.6	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 18.5\text{ to }30\text{ V}$	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 17.5\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	mV
		$V_I = 20\text{ to }26\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			75	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			75	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 18.5\text{ to }30\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		1.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 18.5\text{ to }28.5\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	60			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Table 9: Electrical Characteristics Of L7818 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 26\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	17.3	18	18.7	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 22\text{ to }33\text{ V}$	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$V_I = 24\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 22\text{ to }33\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		2.3		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 22\text{ to }32\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	59			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		22		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) 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.

Table 10: Electrical Characteristics Of L7820 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 28\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	19.2	20	20.8	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$	19	20	21	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 22.5\text{ to }35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$V_I = 26\text{ to }32\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		2.5		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	58			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		24		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



Table 11: Electrical Characteristics Of L7824 (refer to the test circuits, $T_J = -55$ to 150°C , $V_I = 33\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	23	24	25	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 28\text{ to }38\text{ V}$	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 27\text{ to }38\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$V_I = 30\text{ to }36\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			6	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 28\text{ to }38\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		3		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			40	$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 28\text{ to }38\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	56			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2	2.5	V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		28		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75	1.2	A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$	1.3	2.2	3.3	A

(*) 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.

Table 12: Electrical Characteristics Of L7805C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 10\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	4.8	5	5.2	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 7\text{ to }20\text{ V}$	4.75	5	5.25	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	100	mV
		$V_I = 8\text{ to }12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	50	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			50	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$			0.8	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1.1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		40		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8\text{ to }18\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	62			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 13: Electrical Characteristics Of L7852C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 10\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.0	5.2	5.4	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 8\text{ to }20\text{ V}$	4.95	5.2	5.45	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		3	105	mV
		$V_I = 8\text{ to }12\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		1	52	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			105	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			52	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 7\text{ to }25\text{ V}$			1.3	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		42		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 8\text{ to }18\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	61			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.75		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) 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.

Table 14: Electrical Characteristics Of L7806C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 11\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	5.75	6	6.25	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 8\text{ to }21\text{ V}$	5.7	6	6.3	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$V_I = 9\text{ to }13\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			60	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 8\text{ to }25\text{ V}$			1.3	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		45		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 9\text{ to }19\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	59			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.55		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Table 15: Electrical Characteristics Of L7808C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 14\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	7.7	8	8.3	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$	7.6	8	8.4	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = 11\text{ to }17\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 10.5\text{ to }25\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		52		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 11.5\text{ to }21.5\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	56			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		16		$\text{m}\Omega$
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.45		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) 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.

Table 16: Electrical Characteristics Of L7885C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 14.5\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	8.2	8.5	8.8	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 11\text{ to }26\text{ V}$	8.1	8.5	8.9	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 11\text{ to }27\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$V_I = 11.5\text{ to }17.5\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			160	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			80	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 11\text{ to }27\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		55		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 12\text{ to }22\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	56			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		16		$\text{m}\Omega$
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.45		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 17: Electrical Characteristics Of L7809C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 15\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	8.64	9	9.36	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 11.5\text{ to }26\text{ V}$	8.55	9	9.45	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 11.5\text{ to }26\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$V_I = 12\text{ to }18\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			90	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 11.5\text{ to }26\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		70		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 12\text{ to }23\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	55			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.40		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) 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.

Table 18: Electrical Characteristics Of L7810C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 16\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	9.6	10	10.4	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 12.5\text{ to }26\text{ V}$	9.5	10	10.5	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 12.5\text{ to }26\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$V_I = 13.5\text{ to }19\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			100	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 12.5\text{ to }26\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		70		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 13\text{ to }23\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	55			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		17		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.40		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Table 19: Electrical Characteristics Of L7812C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 19\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	11.5	12	12.5	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $V_I = 14.5\text{ to } 27\text{ V}$ $P_O \leq 15\text{ W}$	11.4	12	12.6	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 14.5\text{ to } 30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$V_I = 16\text{ to } 22\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			120	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 14.5\text{ to } 30\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to } 100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		75		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 15\text{ to } 25\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	55			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		18		$\text{m}\Omega$
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.35		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) 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.

Table 20: Electrical Characteristics Of L7815C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 23\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	14.5	15	15.6	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$ $V_I = 17.5\text{ to } 30\text{ V}$ $P_O \leq 15\text{ W}$	14.25	15	15.75	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 17.5\text{ to } 30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
		$V_I = 20\text{ to } 26\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to } 1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			300	mV
		$I_O = 250\text{ to } 750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			150	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to } 1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 17.5\text{ to } 30\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to } 100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		90		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 18.5\text{ to } 28.5\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	54			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		19		$\text{m}\Omega$
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.23		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.2		A

(*) 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Table 21: Electrical Characteristics Of L7818C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 26\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	17.3	18	18.7	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$	17.1	18	18.9	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$V_I = 24\text{ to }30\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			360	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			180	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 21\text{ to }33\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		110		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 22\text{ to }32\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	53			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		22		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.20		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

(*) 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.

Table 22: Electrical Characteristics Of L7820C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 28\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\ \mu\text{F}$, $C_O = 0.1\ \mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	19.2	20	20.8	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{W}$ $V_I = 23\text{ to }35\text{ V}$	19	20	21	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 22.5\text{ to }35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$V_I = 26\text{ to }32\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			400	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			200	
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$			0.5	mA
		$V_I = 23\text{ to }35\text{ V}$			1	
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{Hz to }100\text{KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		150		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 24\text{ to }35\text{ V}$ $f = 120\text{Hz}$	52			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		24		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.18		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

(*) 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Table 23: Electrical Characteristics Of L7824C (refer to the test circuits, $T_J = 0$ to 125°C , $V_I = 33\text{V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $C_I = 0.33\text{ }\mu\text{F}$, $C_O = 0.1\text{ }\mu\text{F}$ unless otherwise specified).

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_O	Output Voltage	$T_J = 25^\circ\text{C}$	23	24	25	V
V_O	Output Voltage	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $P_O \leq 15\text{ W}$ $V_I = 27\text{ to }38\text{ V}$	22.8	24	25.2	V
$\Delta V_O(^*)$	Line Regulation	$V_I = 27\text{ to }38\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			480	mV
		$V_I = 30\text{ to }36\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
$\Delta V_O(^*)$	Load Regulation	$I_O = 5\text{ mA to }1.5\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			480	mV
		$I_O = 250\text{ to }750\text{ mA}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$			240	mV
I_d	Quiescent Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$			8	mA
ΔI_d	Quiescent Current Change	$I_O = 5\text{ mA to }1\text{ A}$ $V_I = 27\text{ to }38\text{ V}$			0.5	mA
					1	mA
$\Delta V_O/\Delta T$	Output Voltage Drift	$I_O = 5\text{ mA}$		-1.5		mV/ $^\circ\text{C}$
eN	Output Noise Voltage	$B = 10\text{ Hz to }100\text{ KHz}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		170		$\mu\text{V}/V_O$
SVR	Supply Voltage Rejection	$V_I = 28\text{ to }38\text{ V}$ $f = 120\text{ Hz}$	50			dB
V_d	Dropout Voltage	$I_O = 1\text{ A}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		2		V
R_O	Output Resistance	$f = 1\text{ KHz}$		28		m Ω
I_{sc}	Short Circuit Current	$V_I = 35\text{ V}$ $T_J = 25^\circ\text{C}$		0.15		A
I_{scp}	Short Circuit Peak Current	$T_J = 25^\circ\text{C}$		2.1		A

(*) 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.

Figure 8: Dropout Voltage vs Junction Temperature

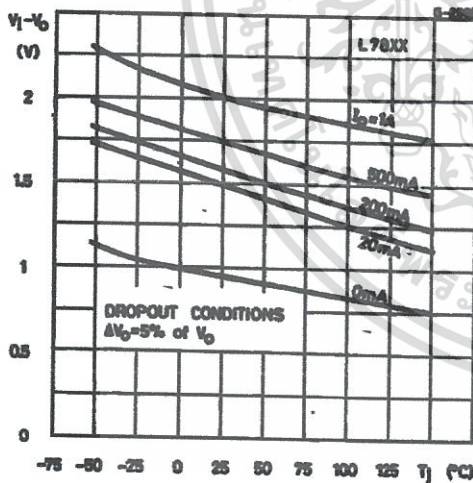
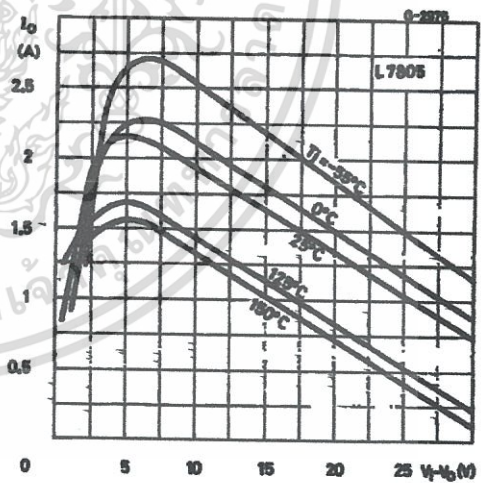


Figure 9: Peak Output Current vs Input/output Differential Voltage



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 10: Supply Voltage Rejection vs Frequency

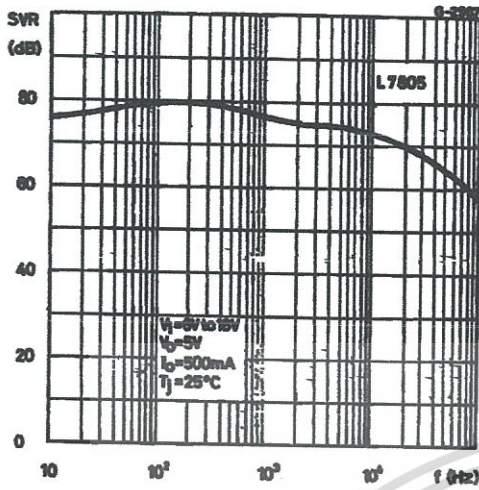


Figure 13: Quiescent Current vs Junction Temperature

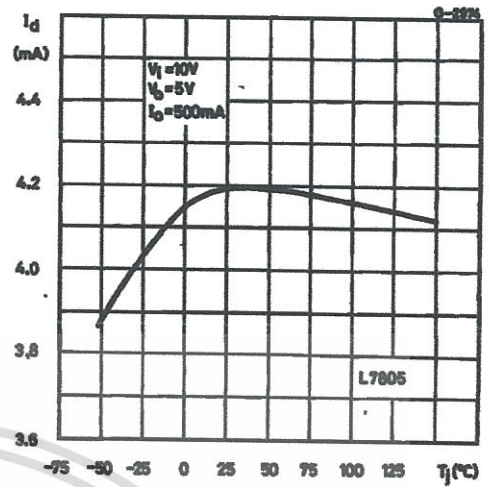


Figure 11: Output Voltage vs Junction Temperature

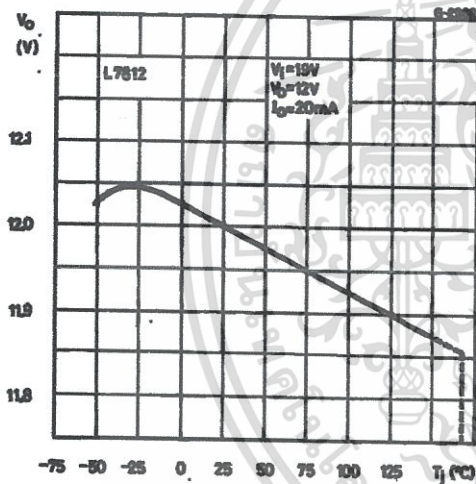


Figure 14: Load Transient Response

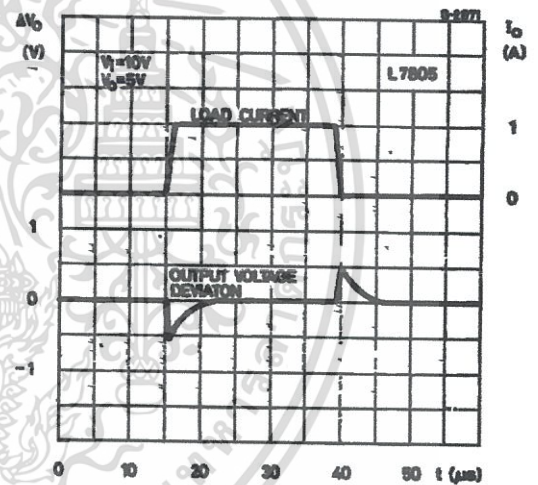


Figure 12: Output Impedance vs Frequency

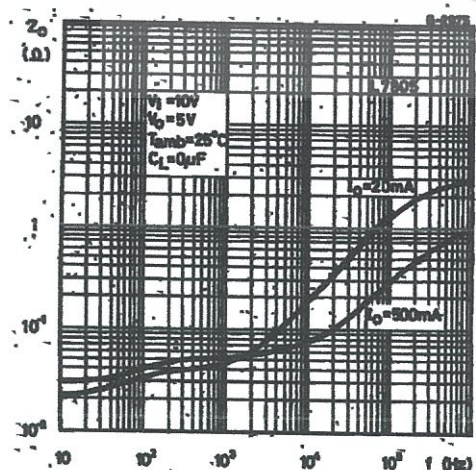
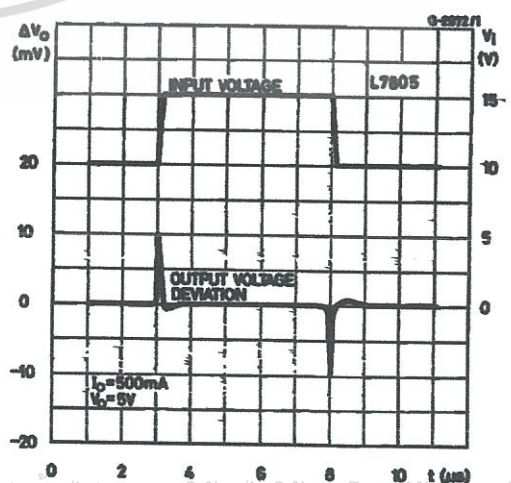


Figure 15: Line Transient Response



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Figure 16: Quiescent Current vs Input Voltage

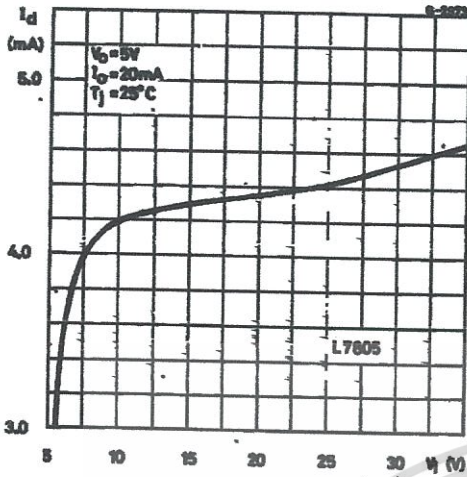
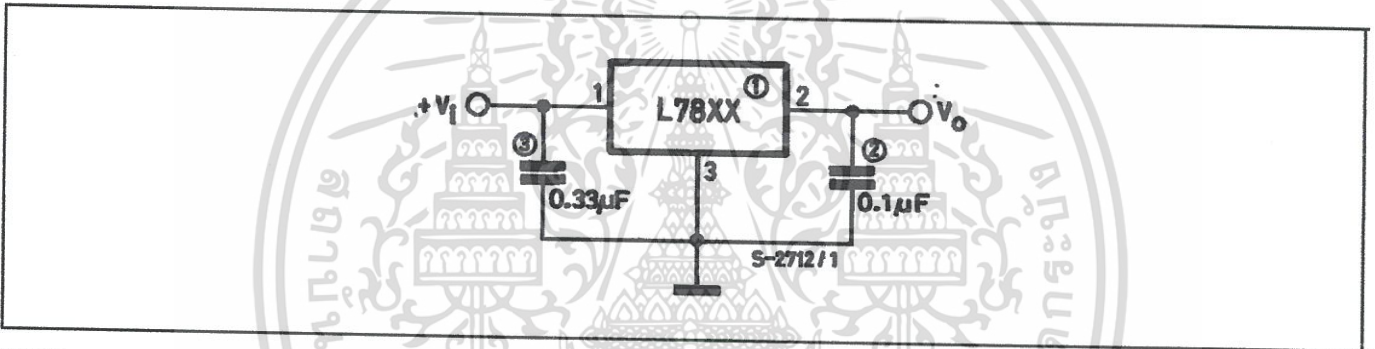


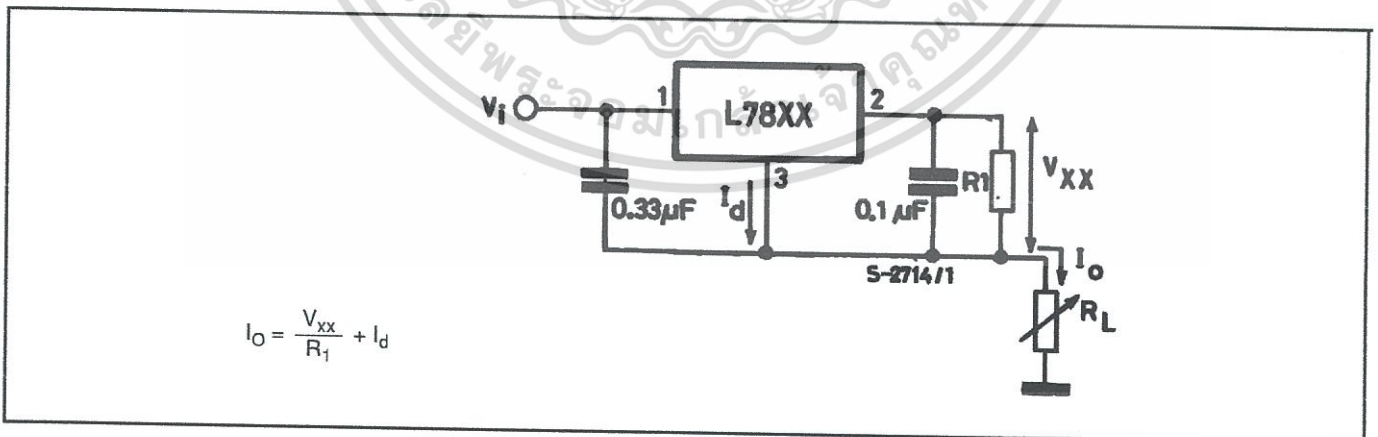
Figure 17: Fixed Output Regulator



NOTE:

1. To specify an output voltage, substitute voltage value for "XX".
2. Although no output capacitor is need for stability, it does improve transient response.
3. Required if regulator is locate an appreciable distance from power supply filter.

Figure 18: Current Regulator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Figure 19: Circuit for Increasing Output Voltage

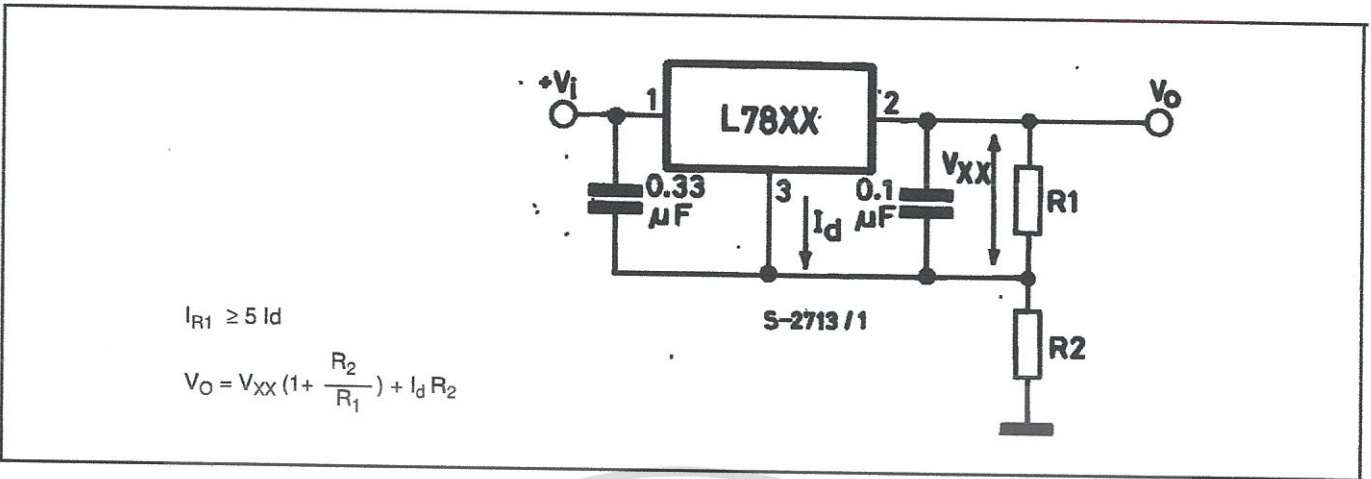


Figure 20: Adjustable Output Regulator (7 to 30V)

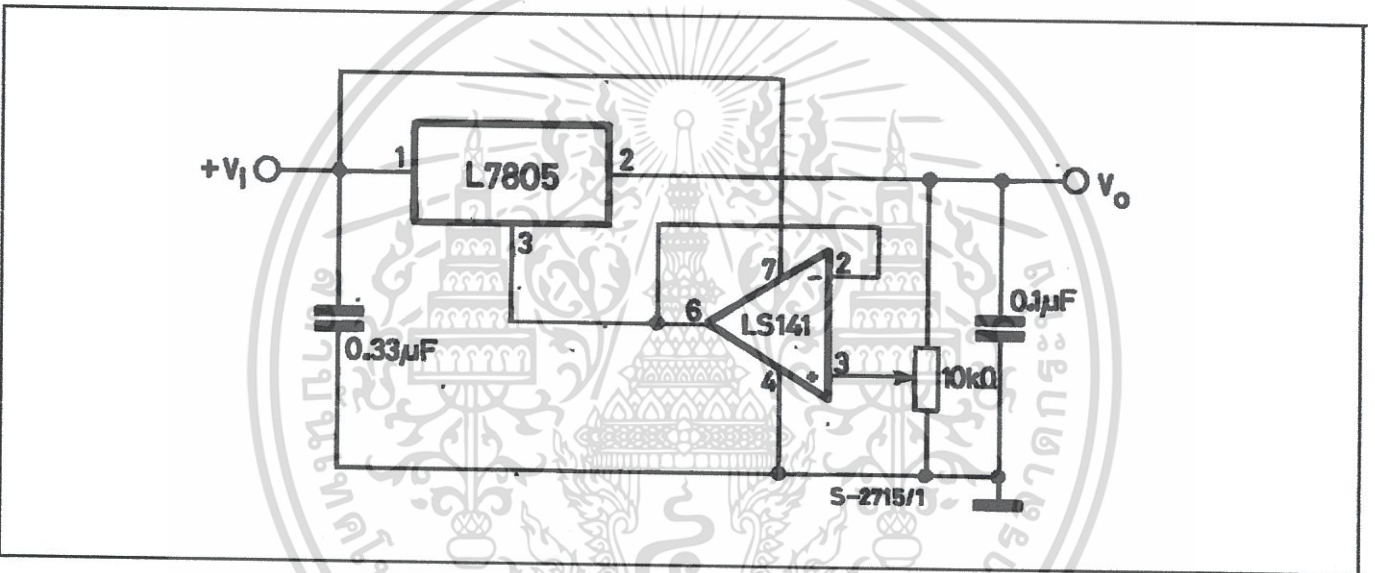
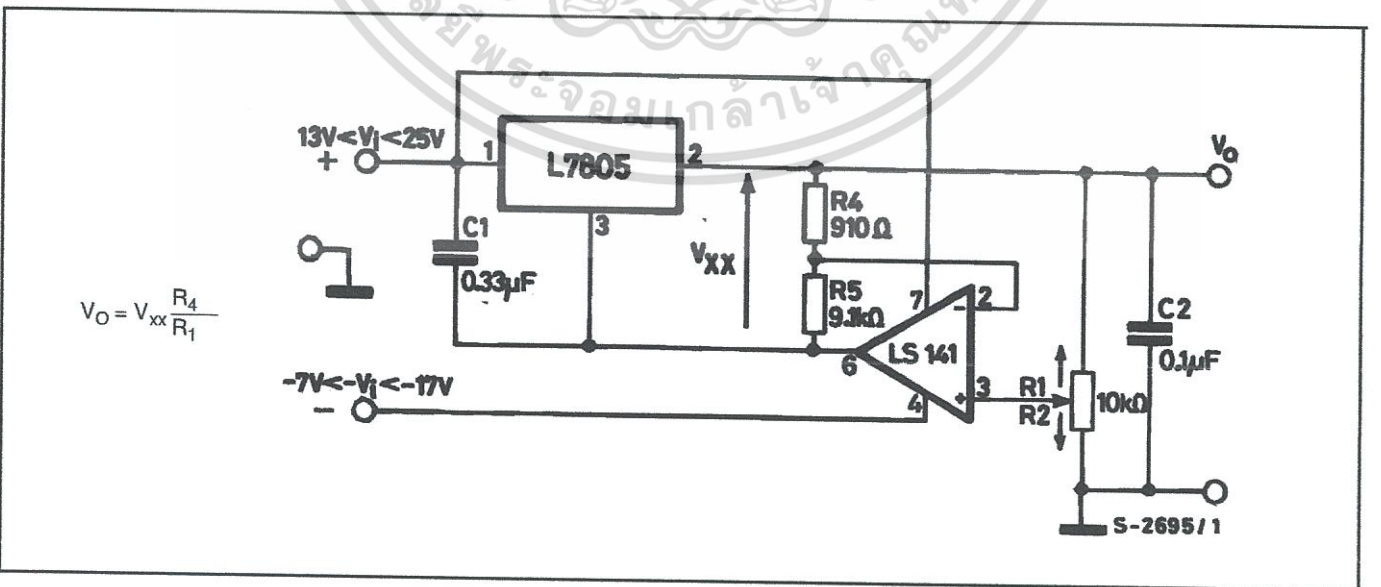


Figure 21: 0.5 to 10V Regulator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Figure 22: High Current Voltage Regulator

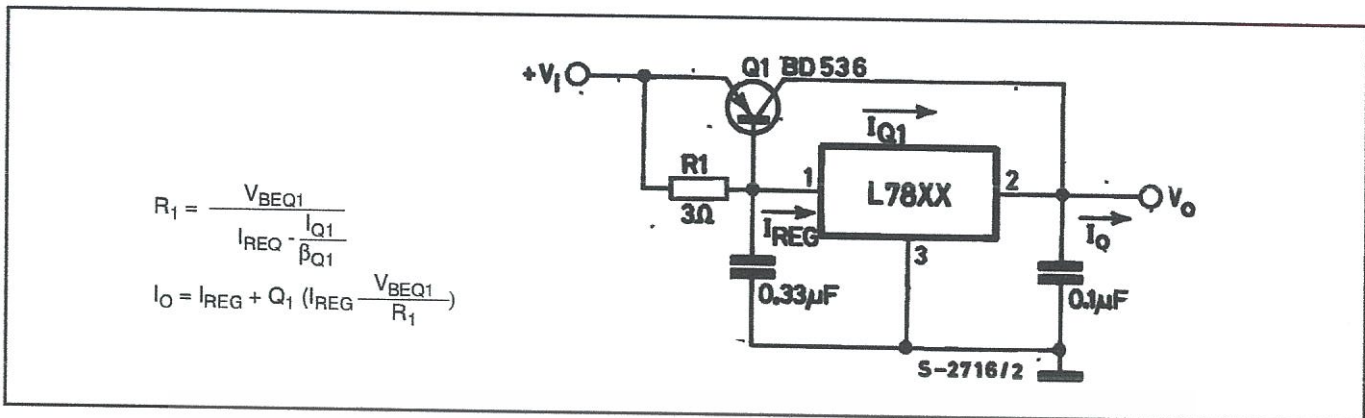


Figure 23: High Output Current with Short Circuit Protection

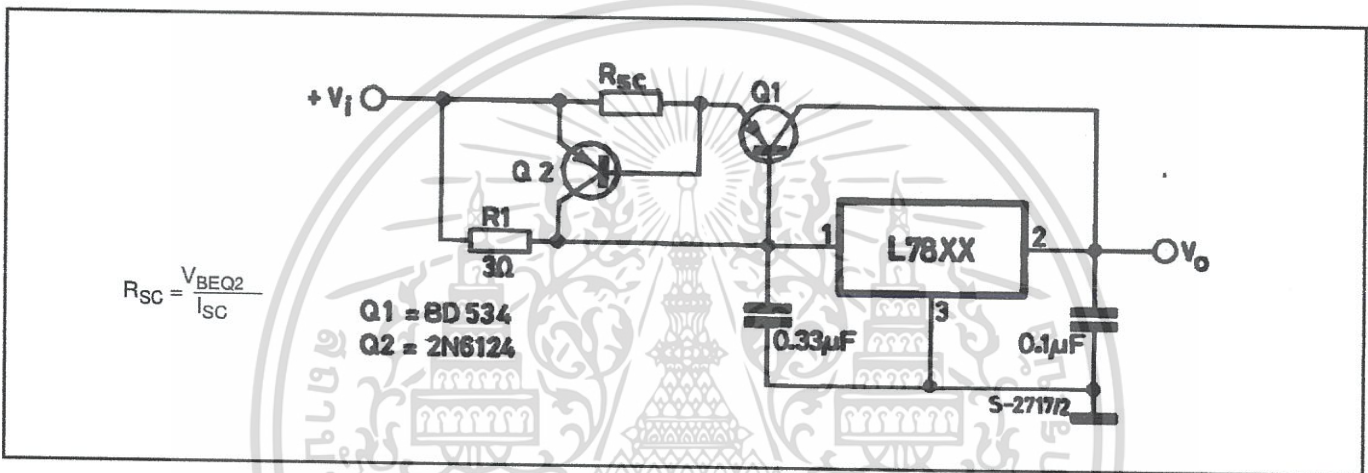
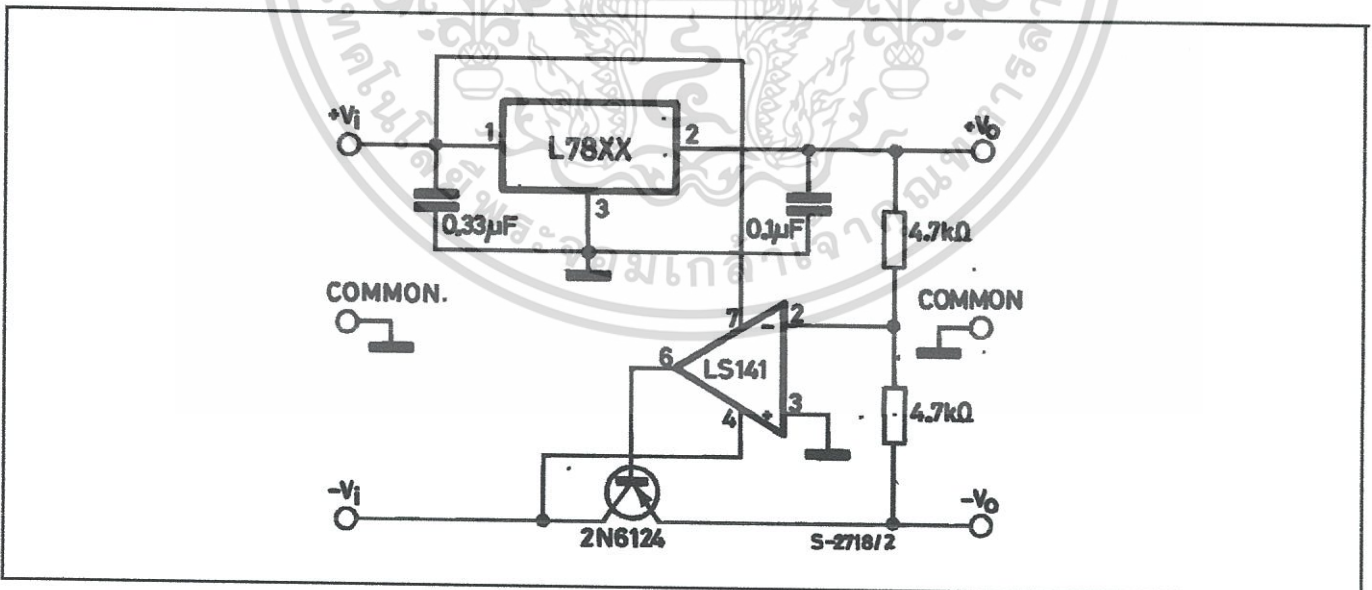


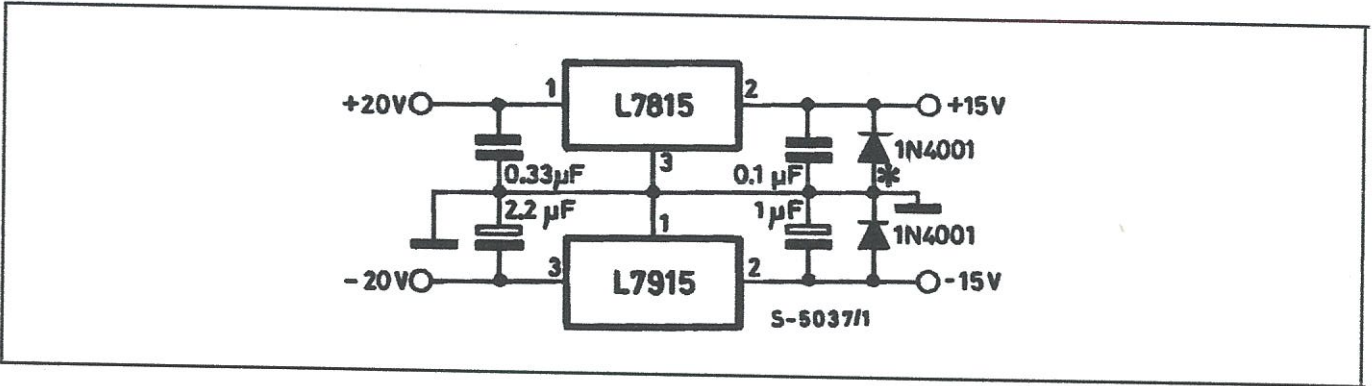
Figure 24: Tracking Voltage Regulator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ST ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 25: Split Power Supply ($\pm 15V - 1 A$)



* Against potential latch-up problems.

Figure 26: Negative Output Voltage Circuit

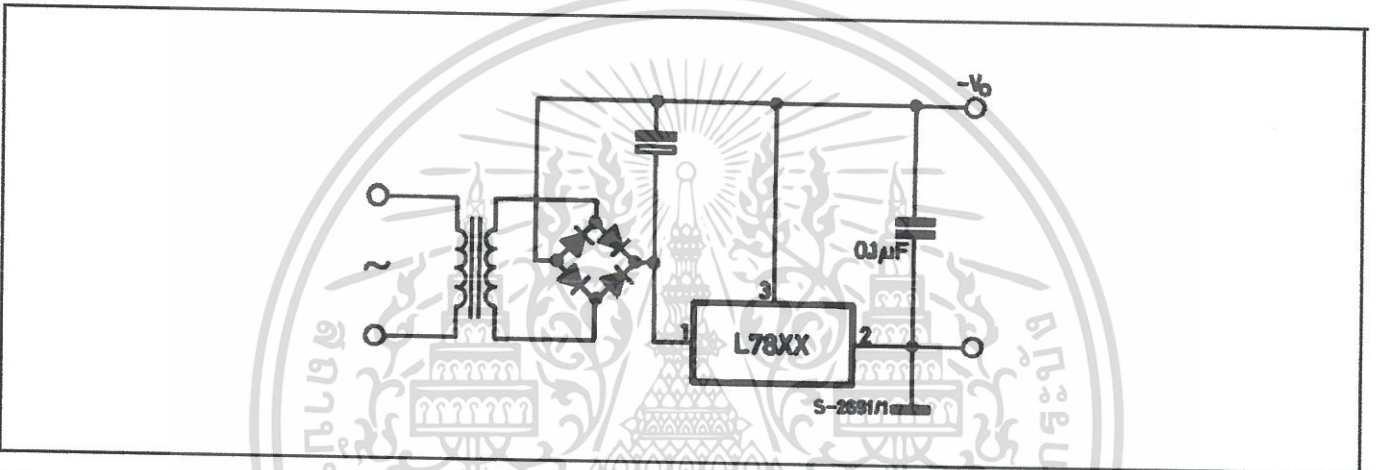
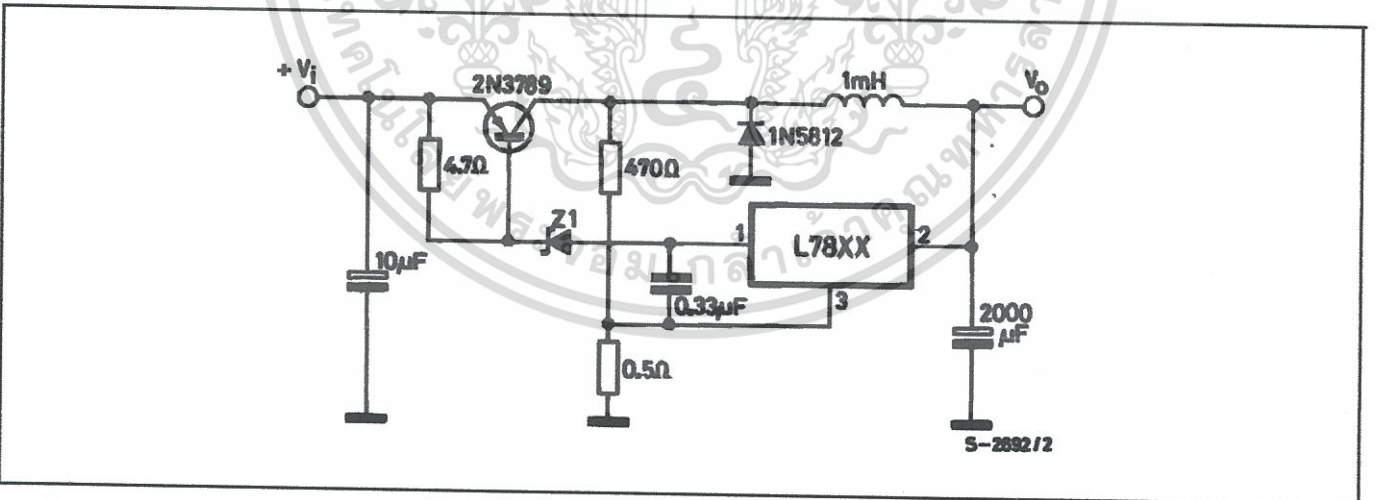


Figure 27: Switching Regulator



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Figure 28: High Input Voltage Circuit

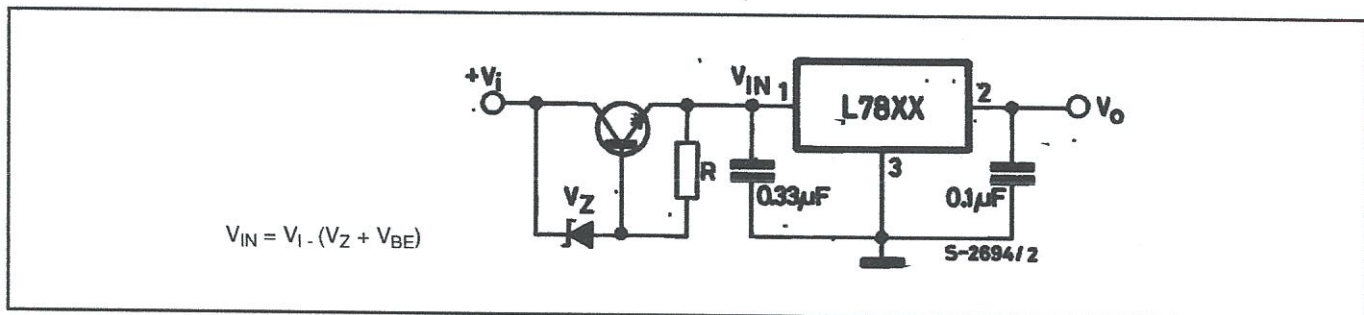


Figure 29: High Input Voltage Circuit

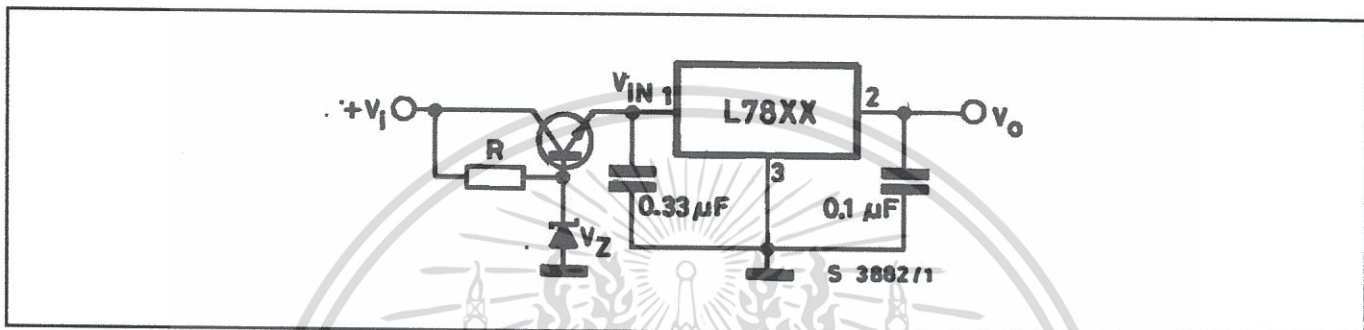


Figure 30: High Output Voltage Regulator

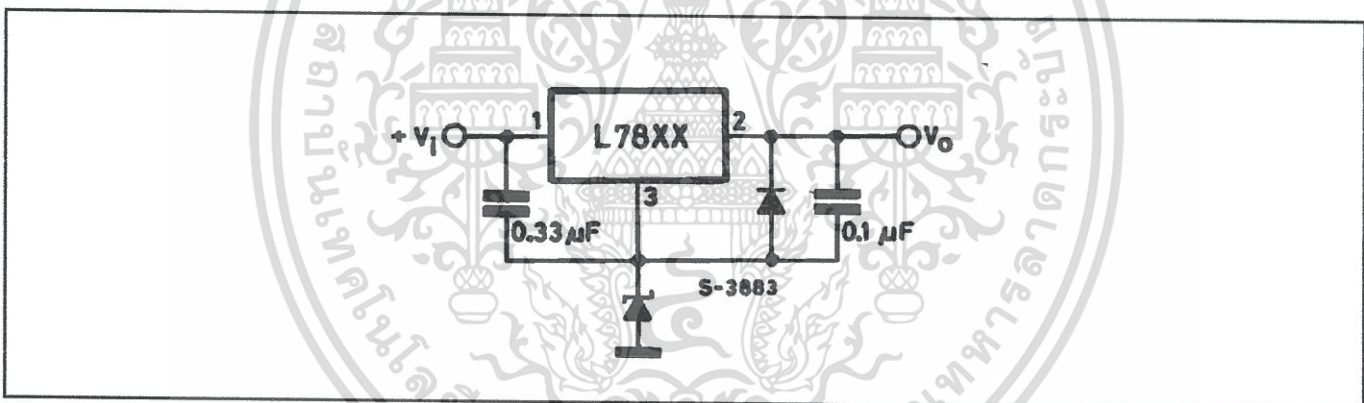
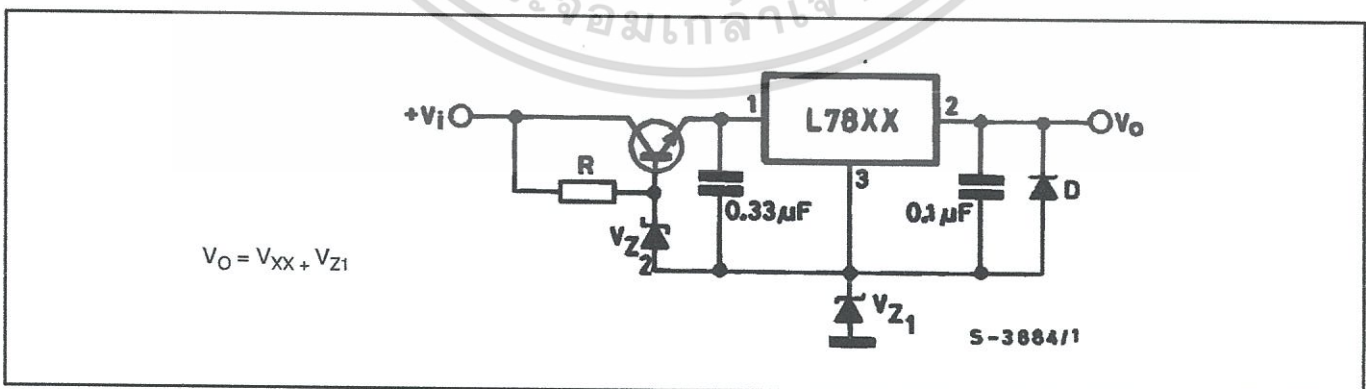


Figure 31: High Input and Output Voltage



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ST ไม่ว่ากรรมใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 32: Reducing Power Dissipation with Dropping Resistor

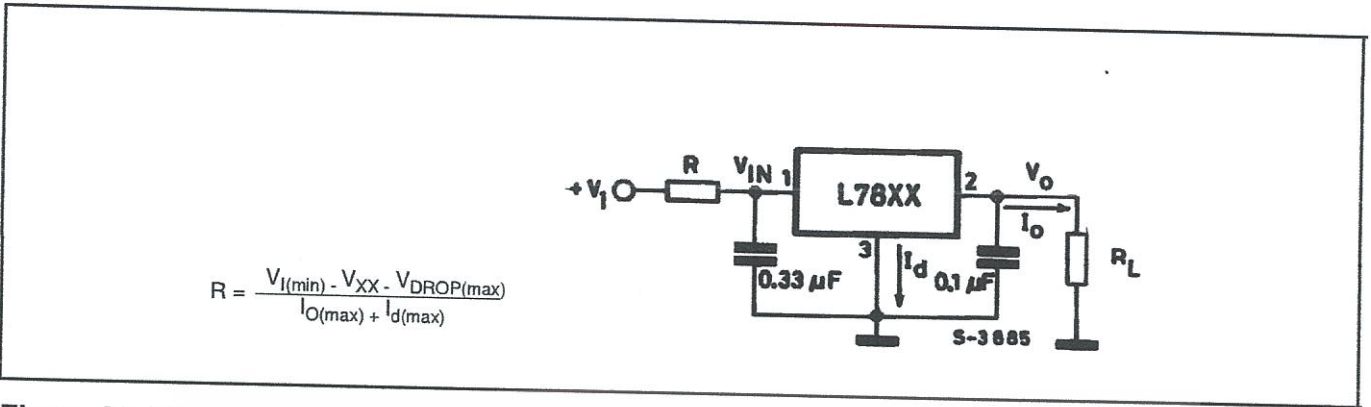


Figure 33: Remote Shutdown

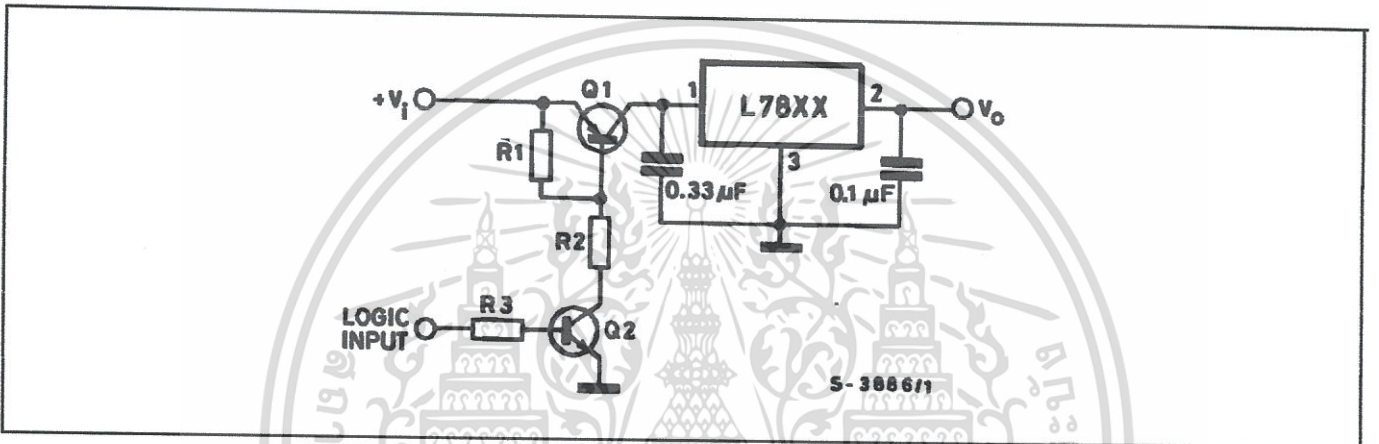
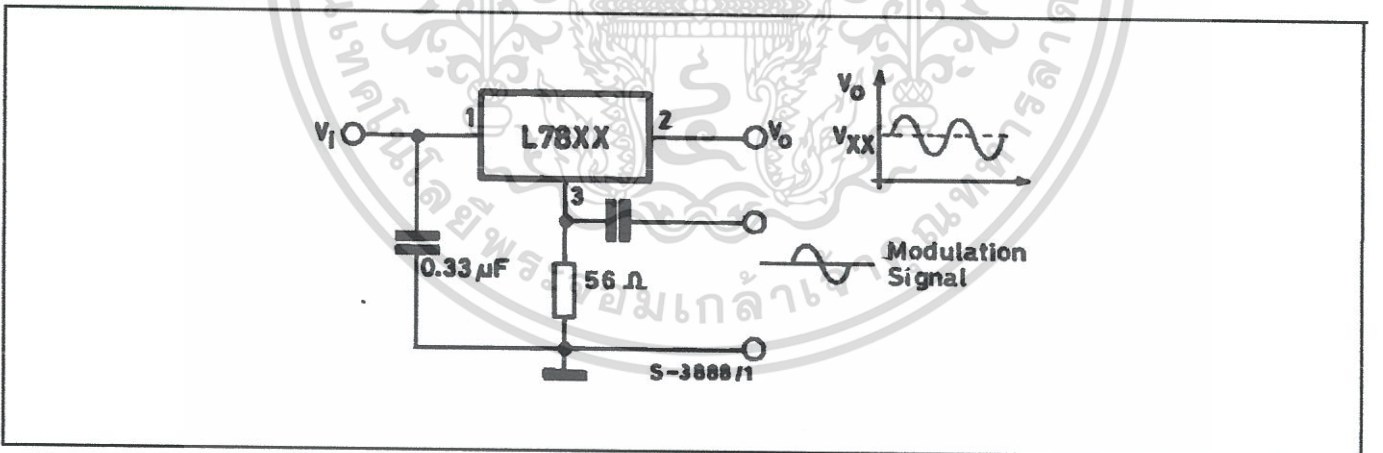


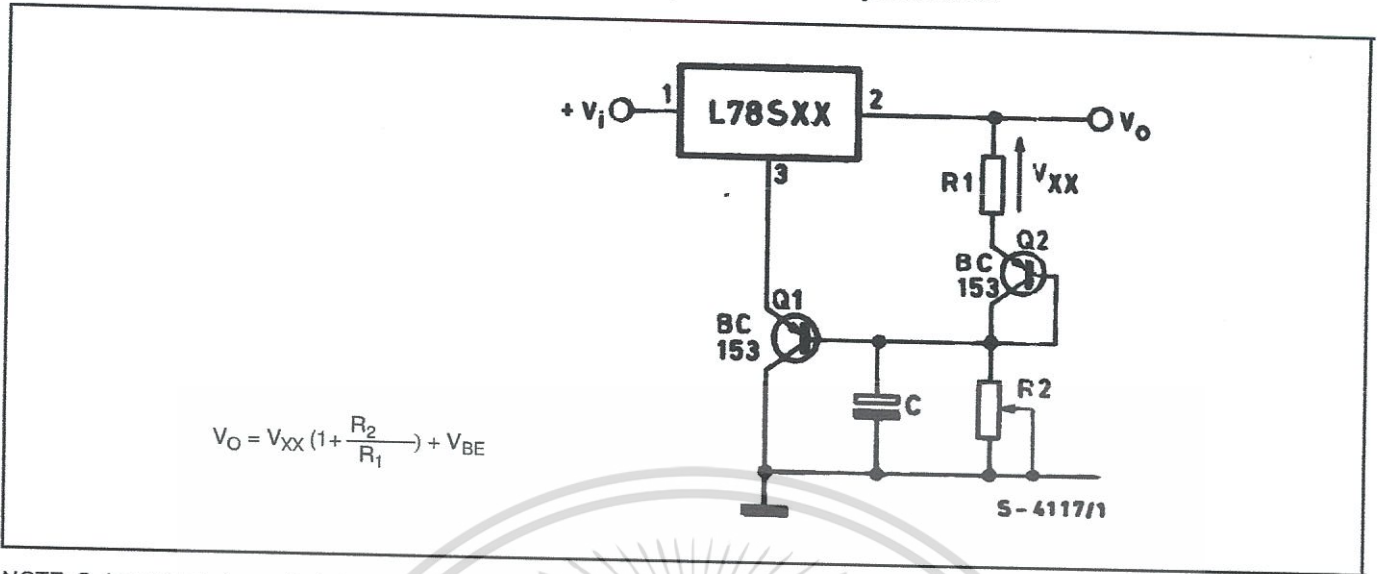
Figure 34: Power AM Modulator (unity voltage gain, $I_O \leq 0.5$)



NOTE: The circuit performs well up to 100 KHz.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Figure 35: Adjustable Output Voltage with Temperature Compensation



NOTE: Q₂ is connected as a diode in order to compensate the variation of the Q₁ V_{BE} with the temperature. C allows a slow rise time of the V_O.

Figure 36: Light Controllers ($V_{Omin} = V_{XX} + V_{BE}$)

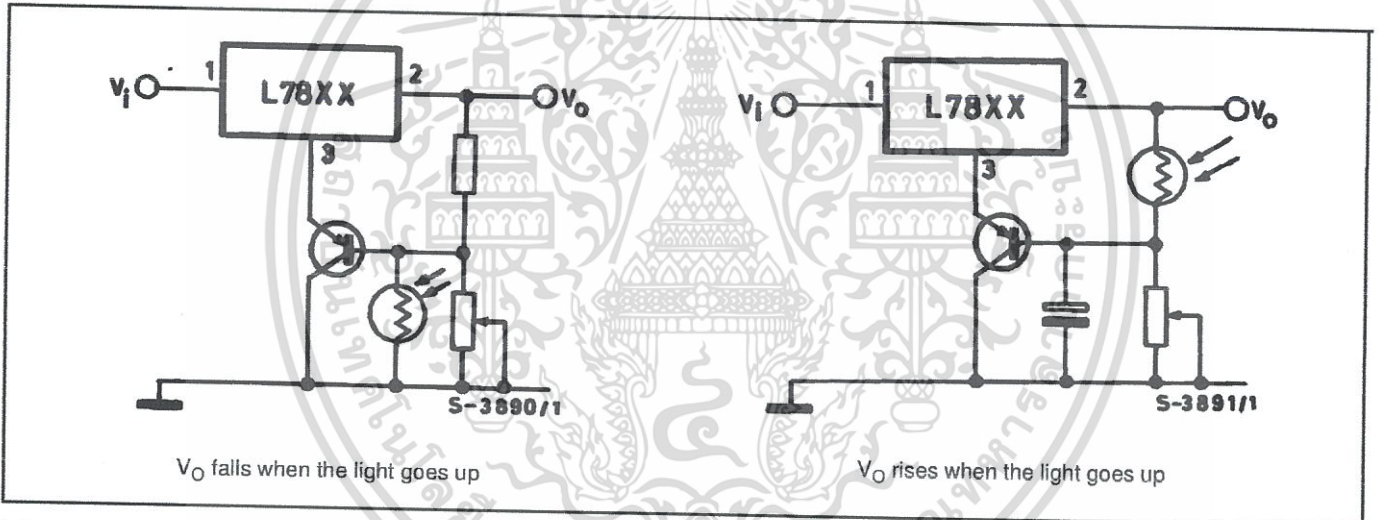
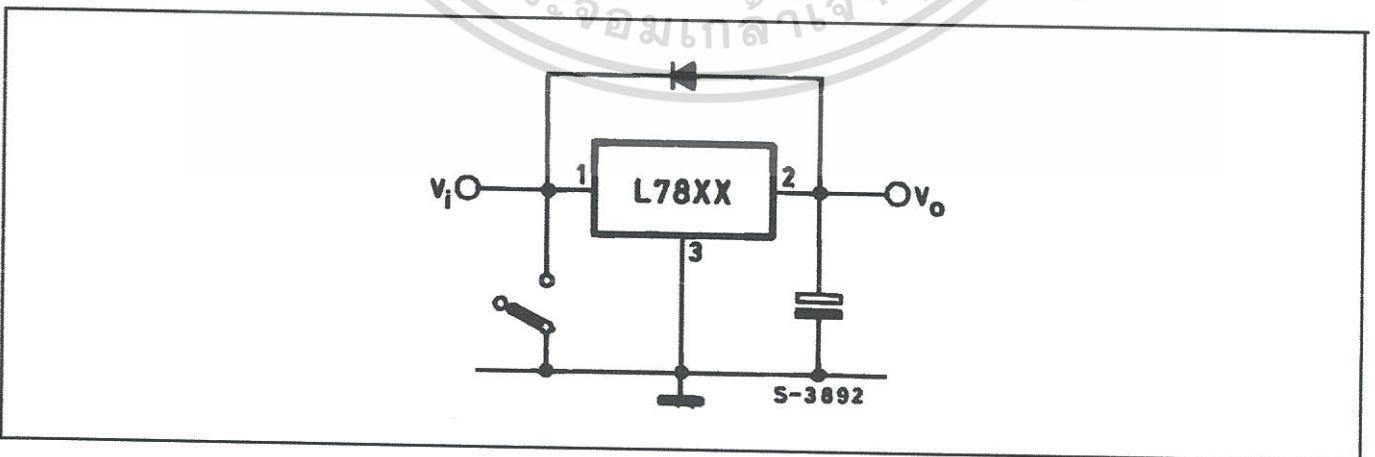


Figure 37: Protection against Input Short-Circuit with High Capacitance Loads

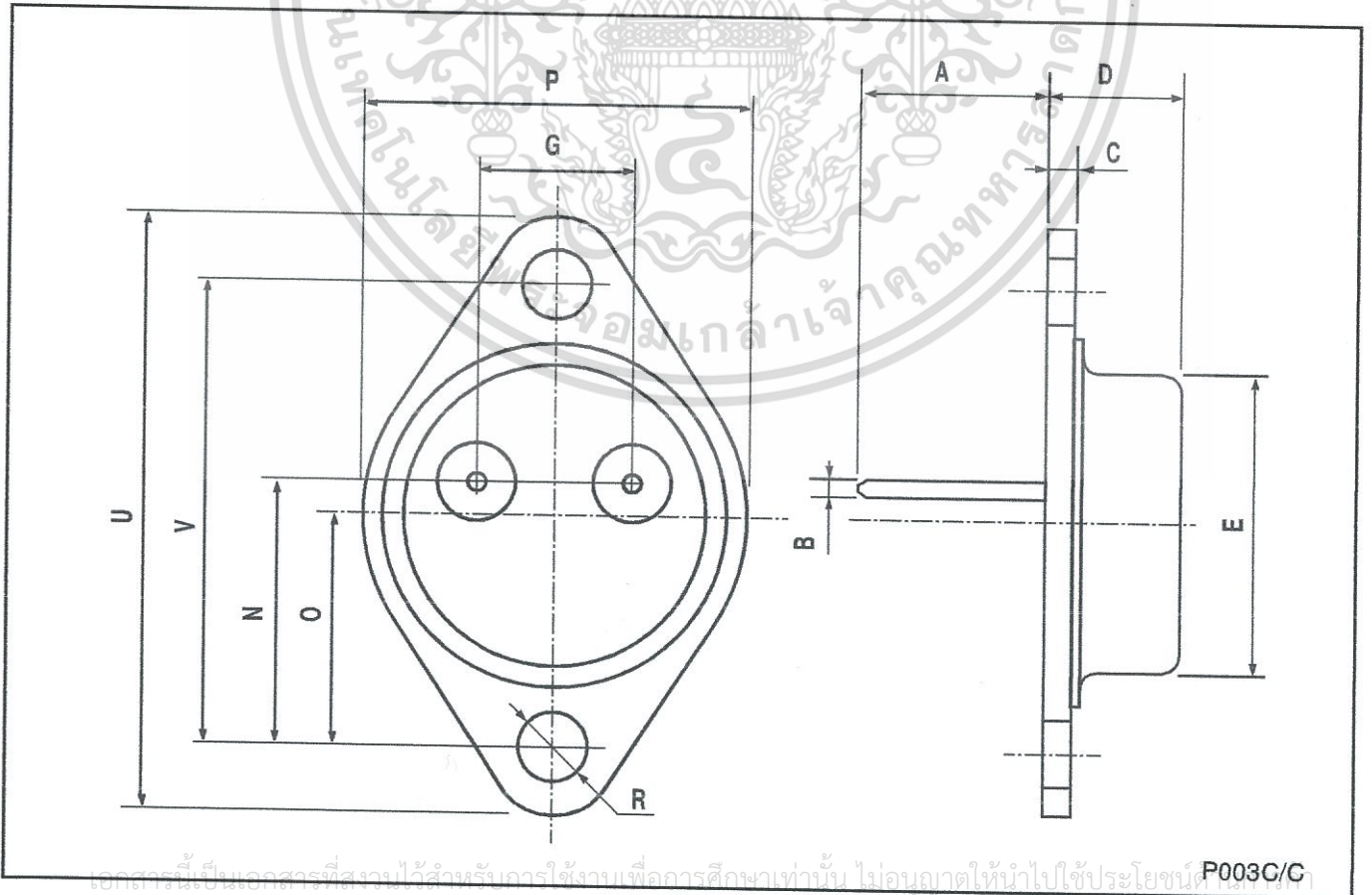


Application with high capacitance loads and an output voltage greater than 6 volts need an external diode (see fig. 33) to protect the device against input short circuit. In this case the input voltage falls rapidly while the output voltage decrease slowly. The capacitance discharges by means of the Base-Emitter junction of the series pass transistor in the regulator. If the energy is sufficiently high, the transistor may be destroyed. The external diode by-passes the current from the IC to ground.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

TO-3 MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A		11.85			0.466	
B	0.96	1.05	1.10	0.037	0.041	0.043
C			1.70			0.066
D			8.7			0.342
E			20.0			0.787
G		10.9			0.429	
N		16.9			0.665	
P			26.2			1.031
R	3.88		4.09	0.152		0.161
U			39.5			1.555
V		30.10			1.185	

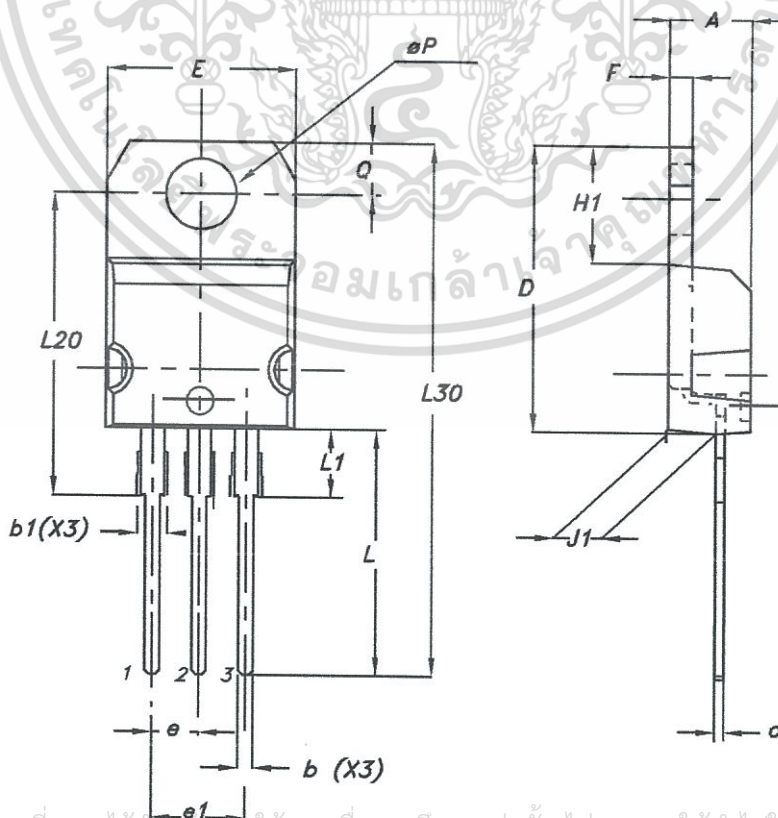


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ในงานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

P003C/C

TO-220 (A TYPE) MECHANICAL DATA

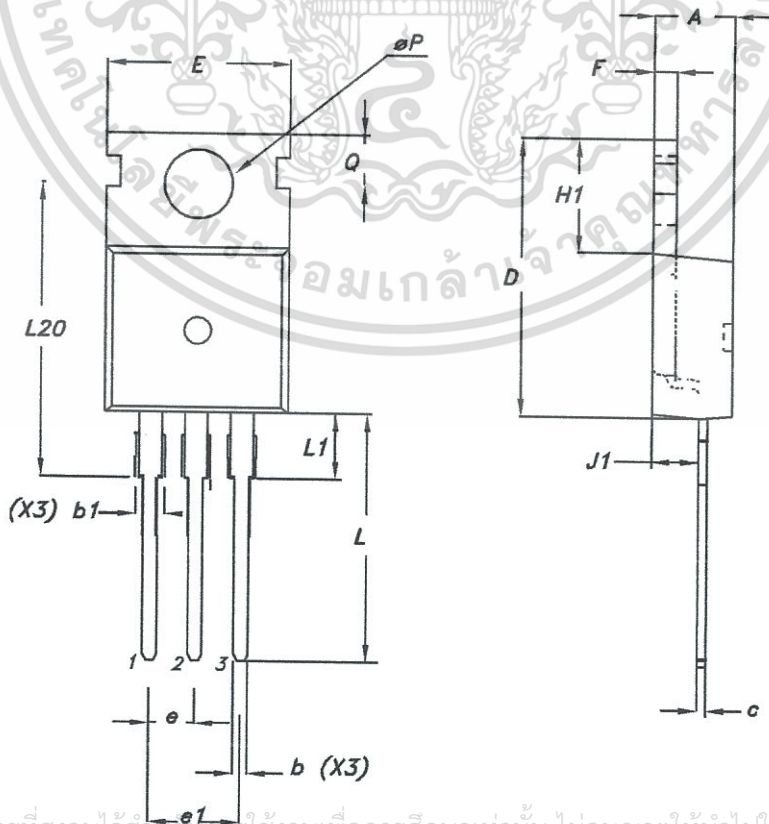
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
b	0.61		0.88	0.024		0.034
b1	1.15		1.70	0.045		0.067
c	0.49		0.70	0.019		0.027
D	15.25		15.75	0.600		0.620
E	10.0		10.40	0.393		0.409
e	2.4		2.7	0.094		0.106
e1	4.95		5.15	0.194		0.203
F	1.23		1.32	0.048		0.051
H1	6.2		6.6	0.244		0.260
J1	2.40		2.72	0.094		0.107
L	13.0		14.0	0.511		0.551
L1	3.5		3.93	0.137		0.154
L20		16.4			0.645	
L30		28.9			1.138	
ϕP	3.75		3.85	0.147		0.151
Q	2.65		2.95	0.104		0.116



0015988/N

TO-220 (C TYPE) MECHANICAL DATA

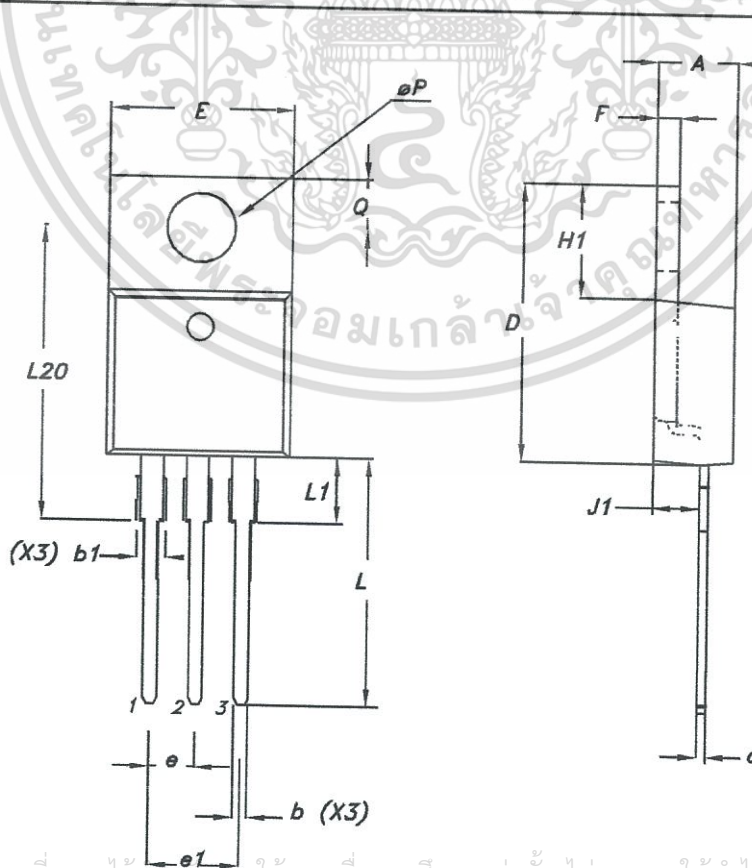
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.30		4.70	0.169		0.185
b	0.70		0.90	0.028		0.035
b1	1.42		1.62	0.056		0.064
c	0.45		0.60	0.018		0.024
D		15.70			0.618	
E	9.80		10.20	0.386		0.402
e		2.54			0.100	
e1		5.08			0.200	
F	1.25		1.39	0.049		0.055
H1		6.5			0.256	
J1	2.20		2.60	0.087		0.202
L	12.88		13.28	0.507		0.523
L1		3			0.118	
L20	15.70		16.1	0.618		0.634
L30		28.9			1.138	
ϕP	3.50		3.70	0.138		0.146
Q	2.70		2.90	0.106		0.114



0015988/N

TO-220 (E TYPE) MECHANICAL DATA

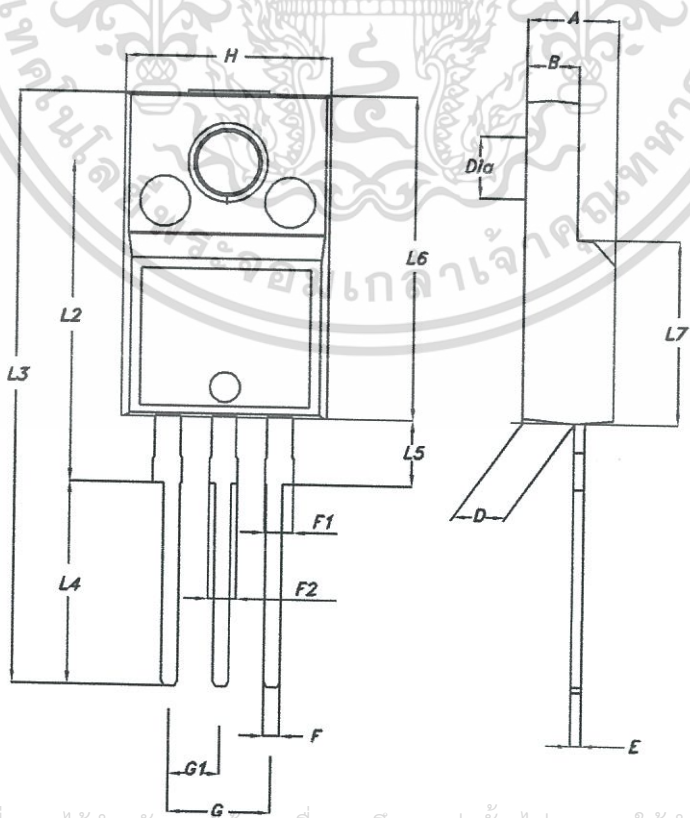
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.47		4.67	0.176		0.184
b	0.70		0.91	0.028		0.036
b1	1.17		1.37	0.046		0.054
c	0.31		0.53	0.012		0.021
D	14.60		15.70	0.575		0.618
E	9.96		10.36	0.392		0.408
e		2.54			0.100	
e1		5.08			0.200	
F	1.17		1.37	0.046		0.054
H1	6.1		6.8	0.240		0.268
J1	2.52		2.82	0.099		0.111
L	12.70		13.80	0.500		0.543
L1	3.20		3.96	0.126		0.156
L20	15.21		16.77	0.599		0.660
ϕP	3.73		3.94	0.147		0.155
Q	2.59		2.89	0.102		0.114



7655923/A

TO-220FP MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.40		4.60	0.173		0.181
B	2.5		2.7	0.098		0.106
D	2.5		2.75	0.098		0.108
E	0.45		0.70	0.017		0.027
F	0.75		1	0.030		0.039
F1	1.15		1.50	0.045		0.059
F2	1.15		1.50	0.045		0.059
G	4.95		5.2	0.194		0.204
G1	2.4		2.7	0.094		0.106
H	10.0		10.40	0.393		0.409
L2		16			0.630	
L3	28.6		30.6	1.126		1.204
L4	9.8		10.6	0.385		0.417
L5	2.9		3.6	0.114		0.142
L6	15.9		16.4	0.626		0.645
L7	9		9.3	0.354		0.366
DIA.	3		3.2	0.118		0.126

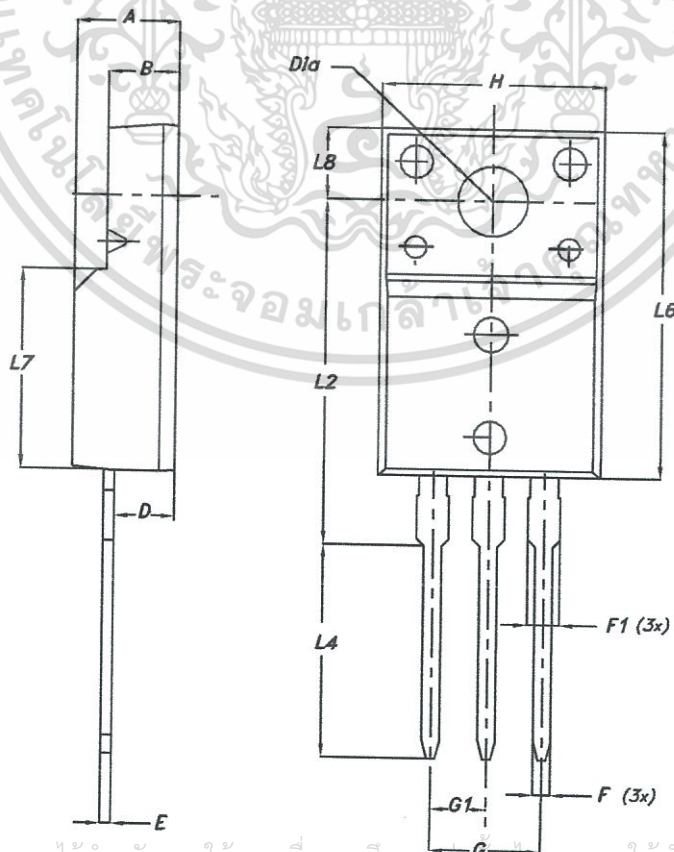


7012510A-H



TO-220FM MECHANICAL DATA

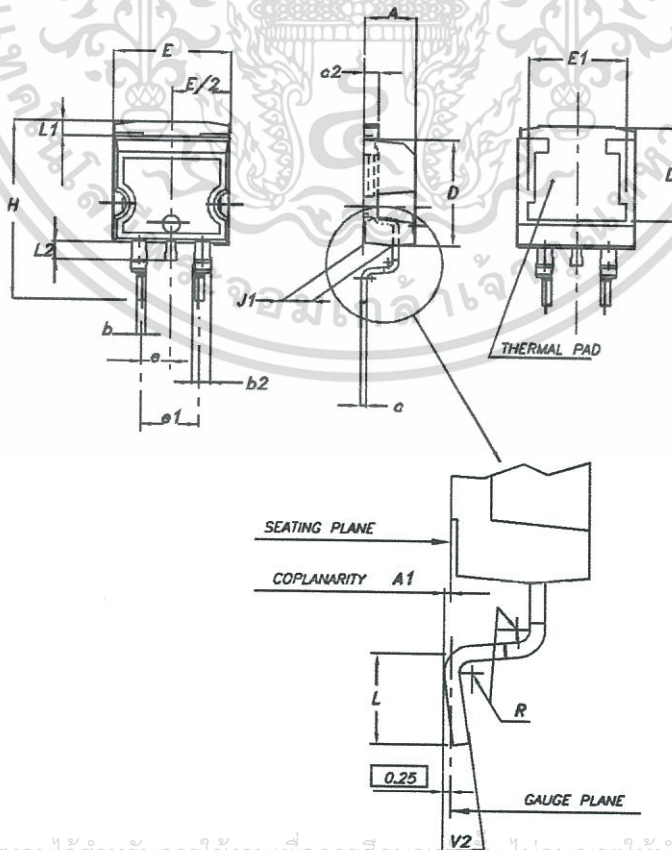
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.50		4.90	0.177		0.193
B	2.34		2.74	0.092		0.108
D	2.56		2.96	0.101		0.117
E	0.45	0.50	0.60	0.018	0.020	0.024
F	0.70		0.90	0.028		0.035
F1			1.47			0.058
G		5.08			0.200	
G1	2.34	2.54	2.74	0.092	0.100	0.108
H	9.96		10.36	0.392		0.408
L2		15.8			0.622	
L4	9.45		10.05	0.372		0.396
L6	15.67		16.07	0.617		0.633
L7	8.99		9.39	0.354		0.370
L8		3.30			0.130	
DIA.	3.08		3.28	0.121		0.129



7012510C-H

D²PAK (A TYPE) MECHANICAL DATA

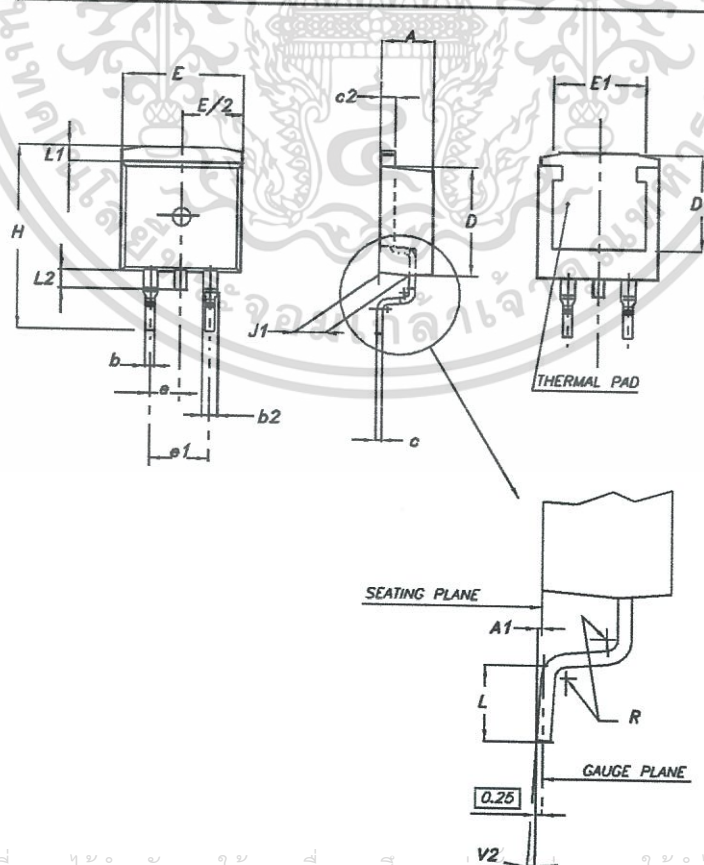
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.4		4.6	0.173		0.181
A1	0.03		0.23	0.001		0.009
b	0.7		0.93	0.027		0.036
b2	1.14		1.7	0.044		0.067
c	0.45		0.6	0.017		0.023
c2	1.23		1.36	0.048		0.053
D	8.95		9.35	0.352		0.368
D1	8			0.315		
E	10		10.4	0.393		0.409
E1	8.5			0.335		
e		2.54			0.100	
e1	4.88		5.28	0.192		0.208
H	15		15.85	0.590		0.624
J1	2.49		2.69	0.098		0.106
L	2.29		2.79	0.090		0.110
L1	1.27		1.4	0.050		0.055
L2	1.3		1.75	0.051		0.069
R		0.4			0.016	
V2	0°		8°	0°		8°



0079457/J

D²PAK (C TYPE) MECHANICAL DATA

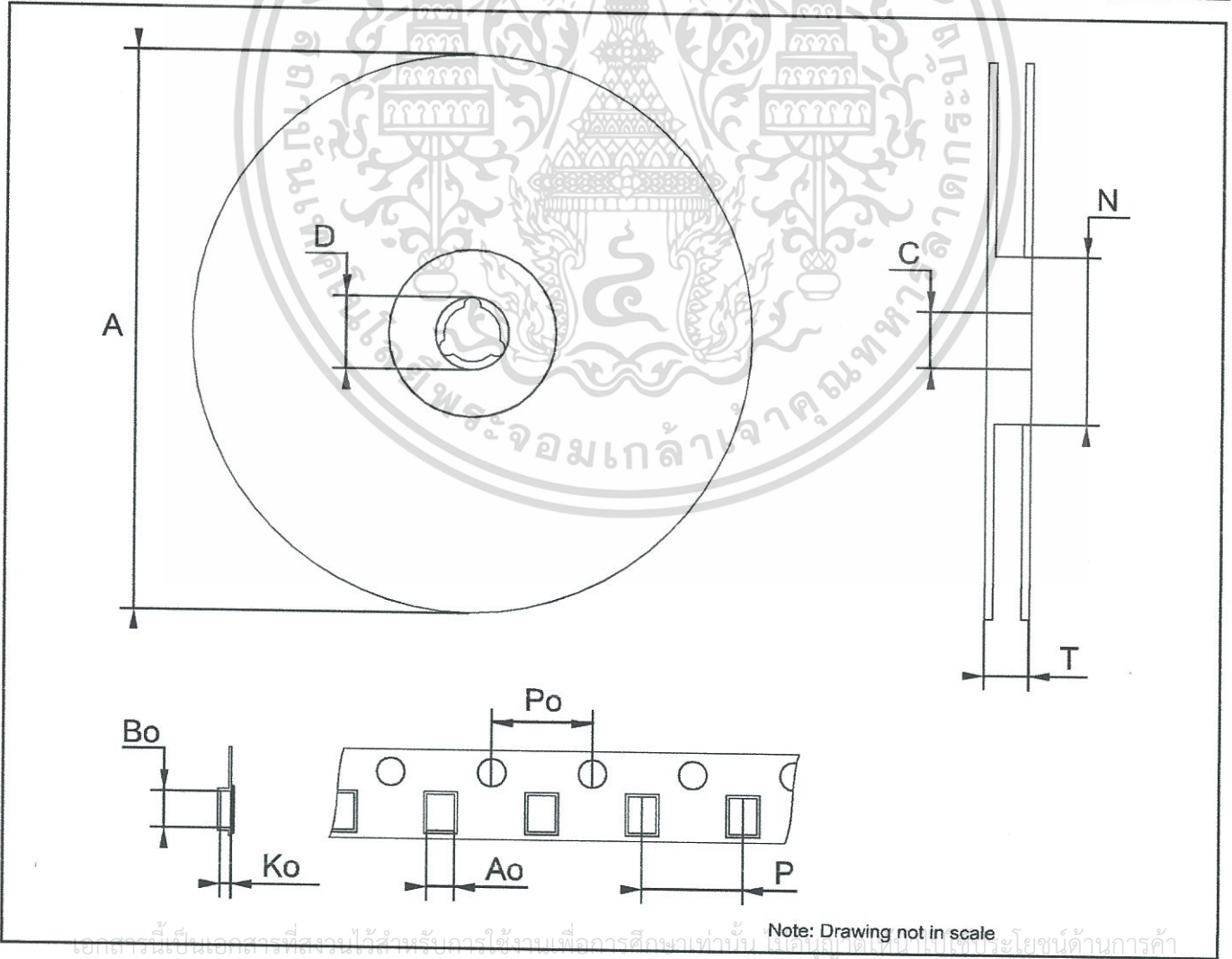
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	4.3		4.7	0.169		0.185
A1	0		0.20	0.000		0.008
b	0.70		0.90	0.028		0.035
b2	1.17		1.37	0.046		0.054
c	0.45	0.50	0.6	0.018	0.020	0.024
c2	1.25	1.30	1.40	0.049	0.051	0.055
D	9.0	9.2	9.4	0.354	0.362	0.370
D1	7.5			0.295		
E	9.8		10.2	0.386		0.402
E1	7.5			0.295		
e		2.54			0.100	
e1		5.08			0.200	
H	15	15.30	15.60	0.591	0.602	0.614
J1	2.20		2.60	0.087		0.102
L	1.79		2.79	0.070		0.110
L1	1.0		1.4	0.039		0.055
L2	1.2		1.6	0.047		0.063
R		0.3			0.012	
V2	0°		3°	0°		3°



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์อื่นใด

Tape & Reel D²PAK-P²PAK-D²PAK/A-P²PAK/A MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			180			7.086
C	12.8	13.0	13.2	0.504	0.512	0.519
D	20.2			0.795		
N	60			2.362		
T			14.4			0.567
Ao	10.50	10.6	10.70	0.413	0.417	0.421
Bo	15.70	15.80	15.90	0.618	0.622	0.626
Ko	4.80	4.90	5.00	0.189	0.193	0.197
Po	3.9	4.0	4.1	0.153	0.157	0.161
P	11.9	12.0	12.1	0.468	0.472	0.476



Note: Drawing not in scale

Table 24: Revision History

Date	Revision	Description of Changes
09-Nov-2004	12	Add New Part Number.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า



ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specifications mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics
All other names are the property of their respective owners

© 2004 STMicroelectronics - All Rights Reserved

STMicroelectronics group of companies

Australia - Belgium - Brazil - Canada - China - Czech Republic - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States of America
www.st.com

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

Transistors

2SC9013

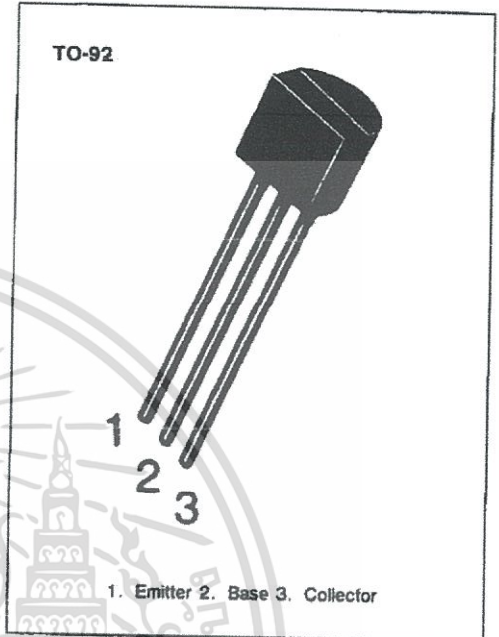
USHĀ
(INDIA) LTD

1W OUTPUT AMPLIFIER OF POTABLE RADIOS IN CLASS B PUSH-PULL OPERATION.

- High total power dissipation. (PT=625mW)
- High Collector Current. ($I_c = 500\text{mA}$)
- Complementary to SS9012
- Excellent h_{FE} linearity

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS ($T_a = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	Rating	Unit
Collector-Base Voltage	V_{CBO}	40	V
Collector-Emitter Voltage	V_{CEO}	20	V
Emitter-Base Voltage	V_{EBO}	5	V
Collector Current	I_c	500	mA
Collector Dissipation	P_c	625	mW
Junction Temperature	T_j	150	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-55~150	$^\circ\text{C}$



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

Characteristic	Symbol	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Collector-Base Breakdown Voltage	BV_{CBO}	$I_c = 100\mu\text{A}, I_E = 0$	40			V
Collector-Emitter Breakdown Voltage	BV_{CEO}	$I_c = 1\text{mA}, I_B = 0$	20			V
Emitter-Base Breakdown Voltage	BV_{EBO}	$I_E = 100\mu\text{A}, I_c = 0$	5			V
Collector Cutoff Current	I_{CBO}	$V_{CB} = 25\text{V}, I_E = 0$			100	nA
Emitter Cutoff Current	I_{EBO}	$V_{EB} = 3\text{V}, I_c = 0$			100	nA
DC Current Gain	h_{FE1}	$V_{CE} = 1\text{V}, I_c = 50\text{mA}$	64	120	202	
	h_{FE2}	$V_{CE} = 1\text{V}, I_c = 500\text{mA}$	40	120		
Collector-Emitter Saturation Voltage	$V_{CE(sat)}$	$I_c = 500\text{mA}, I_B = 50\text{mA}$		0.16	0.6	V
Base-Emitter Saturation Voltage	$V_{BE(sat)}$	$I_c = 500\text{mA}, I_B = 50\text{mA}$		0.91	1.2	V
Base-Emitter On Voltage	$V_{BE(on)}$	$V_{CE} = 1\text{V}, I_c = 10\text{mA}$	0.6	0.67	0.7	V

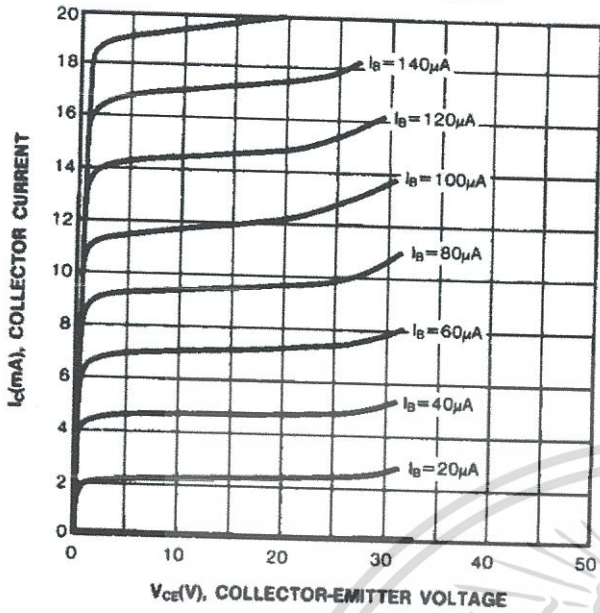
h_{FE} (1) CLASSIFICATION

Classification	D	E	F	G	H
h_{FE} (1)	64-91	78-112	96-135	112-166	144-202

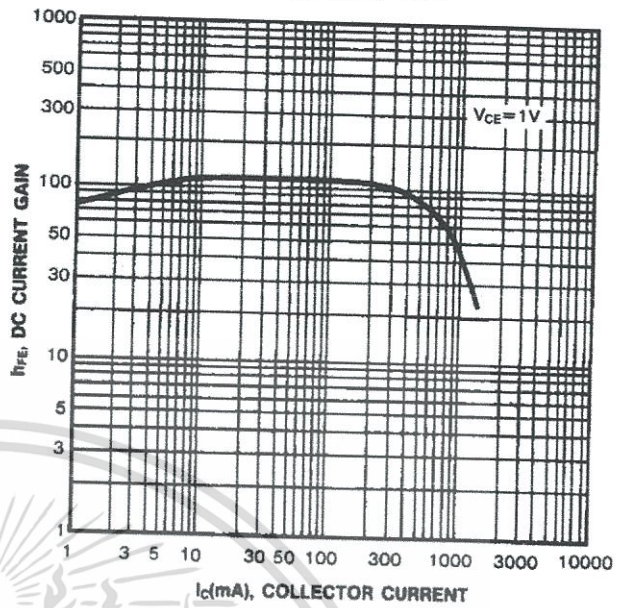


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านอื่นๆ
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

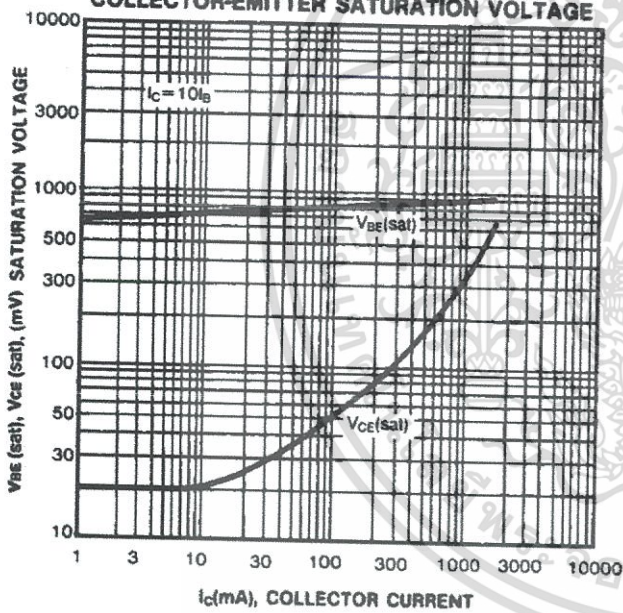
STATIC CHARACTERISTIC



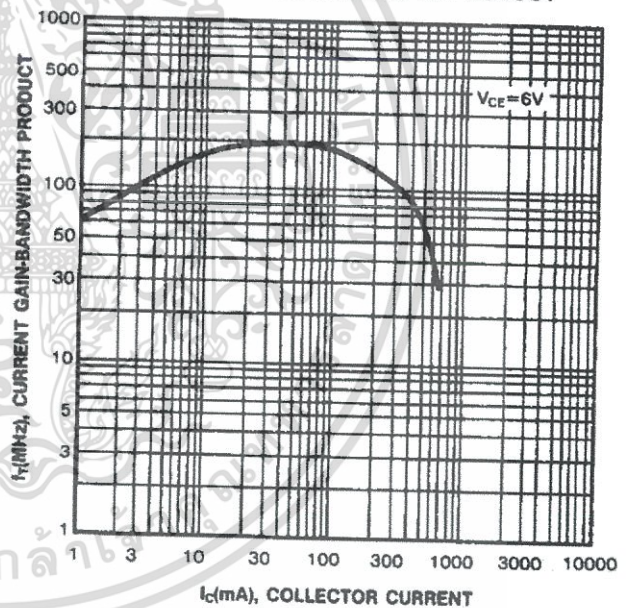
DC CURRENT GAIN



**BASE-EMITTER SATURATION VOLTAGE
COLLECTOR-EMITTER SATURATION VOLTAGE**



CURRENT GAIN-BANDWIDTH PRODUCT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Small Signal Fast Switching Diodes

FEATURES

- Silicon epitaxial planar diode
- Electrically equivalent diodes: 1N4148 - 1N914
- Material categorization:
For definitions of compliance please see www.vishay.com/doc?99912



RoHS COMPLIANT HALOGEN FREE

APPLICATIONS

- Extreme fast switches

MECHANICAL DATA

Case: DO-35

Weight: approx. 105 mg

Cathode band color: black

Packaging codes/options:

TR/10K per 13" reel (52 mm tape), 50K/box

TAP/10K per ammpack (52 mm tape), 50K/box

PARTS TABLE				
PART	ORDERING CODE	TYPE MARKING	INTERNAL CONSTRUCTION	REMARKS
1N4148	1N4148-TAP or 1N4148TR	V4148	Single diode	Tape and reel/ammpack

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (T _{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
Repetitive peak reverse voltage		V _{RRM}	100	V
Reverse voltage		V _R	75	V
Peak forward surge current	t _p = 1 μs	I _{FSM}	2	A
Repetitive peak forward current		I _{FRM}	500	mA
Forward continuous current		I _F	300	mA
Average forward current	V _R = 0	I _{F(AV)}	150	mA
Power dissipation	I = 4 mm, T _L = 45 °C	P _{tot}	440	mW
	I = 4 mm, T _L ≤ 25 °C	P _{tot}	500	mW

THERMAL CHARACTERISTICS (T _{amb} = 25 °C, unless otherwise specified)				
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	VALUE	UNIT
Thermal resistance junction to ambient air	I = 4 mm, T _L = constant	R _{th,JA}	350	K/W
Junction temperature		T _J	175	°C
Storage temperature range		T _{stg}	- 65 to + 150	°C



ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)						
PARAMETER	TEST CONDITION	SYMBOL	MIN.	TYP.	MAX.	UNIT
Forward voltage	$I_F = 10\text{ mA}$	V_F			1	V
Reverse current	$V_R = 20\text{ V}$	I_R			25	nA
	$V_R = 20\text{ V}, T_J = 150\text{ }^{\circ}\text{C}$	I_R			50	μA
	$V_R = 75\text{ V}$	I_R			5	μA
Breakdown voltage	$I_R = 100\text{ }\mu\text{A}, t_p/T = 0.01, t_p = 0.3\text{ ms}$	$V_{(BR)}$	100			V
Diode capacitance	$V_R = 0\text{ V}, f = 1\text{ MHz}, V_{HF} = 50\text{ mV}$	C_D			4	pF
Rectification efficiency	$V_{HF} = 2\text{ V}, f = 100\text{ MHz}$	η_r	45			%
Reverse recovery time	$I_F = I_R = 10\text{ mA}, I_R = 1\text{ mA}$	t_{rr}			8	ns
	$I_F = 10\text{ mA}, V_R = 6\text{ V}, I_R = 0.1 \times I_R, R_L = 100\text{ }\Omega$	t_{rr}			4	ns

TYPICAL CHARACTERISTICS ($T_{amb} = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$, unless otherwise specified)

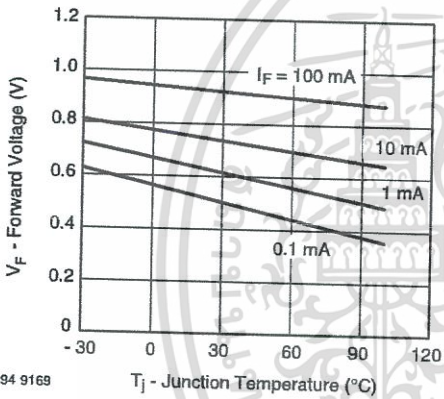


Fig. 1 - Forward Voltage vs. Junction Temperature

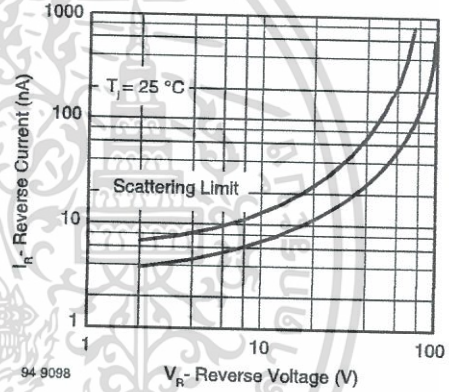


Fig. 3 - Reverse Current vs. Reverse Voltage

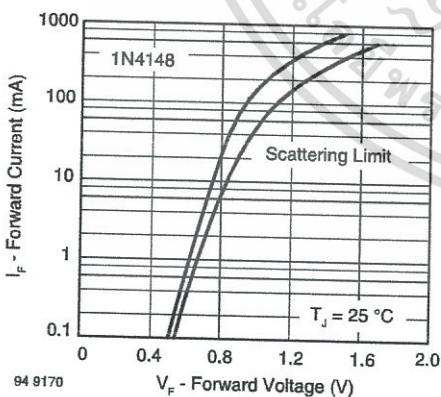
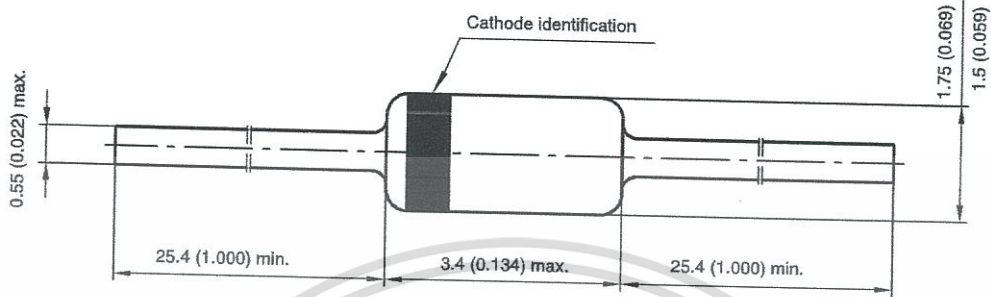


Fig. 2 - Forward Current vs. Forward Voltage



PACKAGE DIMENSIONS in millimeters (inches): DO-35_02



Document no.: 6.560-5004.12-4
 Created - Date: 17. March 2008
 21145





Disclaimer

ALL PRODUCT, PRODUCT SPECIFICATIONS AND DATA ARE SUBJECT TO CHANGE WITHOUT NOTICE TO IMPROVE RELIABILITY, FUNCTION OR DESIGN OR OTHERWISE.

Vishay Intertechnology, Inc., its affiliates, agents, and employees, and all persons acting on its or their behalf (collectively, "Vishay"), disclaim any and all liability for any errors, inaccuracies or incompleteness contained in any datasheet or in any other disclosure relating to any product.

Vishay makes no warranty, representation or guarantee regarding the suitability of the products for any particular purpose or the continuing production of any product. To the maximum extent permitted by applicable law, Vishay disclaims (i) any and all liability arising out of the application or use of any product, (ii) any and all liability, including without limitation special, consequential or incidental damages, and (iii) any and all implied warranties, including warranties of fitness for particular purpose, non-infringement and merchantability.

Statements regarding the suitability of products for certain types of applications are based on Vishay's knowledge of typical requirements that are often placed on Vishay products in generic applications. Such statements are not binding statements about the suitability of products for a particular application. It is the customer's responsibility to validate that a particular product with the properties described in the product specification is suitable for use in a particular application. Parameters provided in datasheets and / or specifications may vary in different applications and performance may vary over time. All operating parameters, including typical parameters, must be validated for each customer application by the customer's technical experts. Product specifications do not expand or otherwise modify Vishay's terms and conditions of purchase, including but not limited to the warranty expressed therein.

Except as expressly indicated in writing, Vishay products are not designed for use in medical, life-saving, or life-sustaining applications or for any other application in which the failure of the Vishay product could result in personal injury or death. Customers using or selling Vishay products not expressly indicated for use in such applications do so at their own risk. Please contact authorized Vishay personnel to obtain written terms and conditions regarding products designed for such applications.

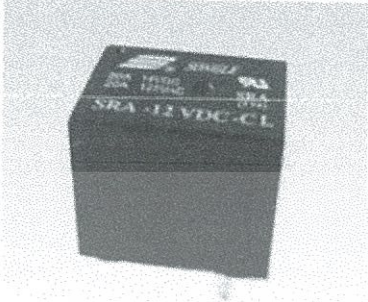
No license, express or implied, by estoppel or otherwise, to any intellectual property rights is granted by this document or by any conduct of Vishay. Product names and markings noted herein may be trademarks of their respective owners.

SONGLE RELAY



RELAY ISO9002

SRA



1. MAIN FEATURES

- Subminiature, Light Weight
- Big Gap Type Available for Heavy Motor Load Switching
- Improved Resistance to Shock and Vibration
- High Contact Current Capacity
- Automotive-Oriented design

2. APPLICATIONS

- Interval Wipers, Door Lock, Window Lifter, Alarm System
- Wiper Motor Reverse, Automatic Mirror Adjustment
- Fuel Pump Control, Belt Tension Adjustment

3. ORDERING INFORMATION

SRA	XX VDC	C	L
Model of relay	Nominal coil voltage	Contact form	Coil sensitivity
SRA	03,05,06,09,12,18,24VDC	A:1 form A	L:0.60W
		C:1 form C	D:0.80W

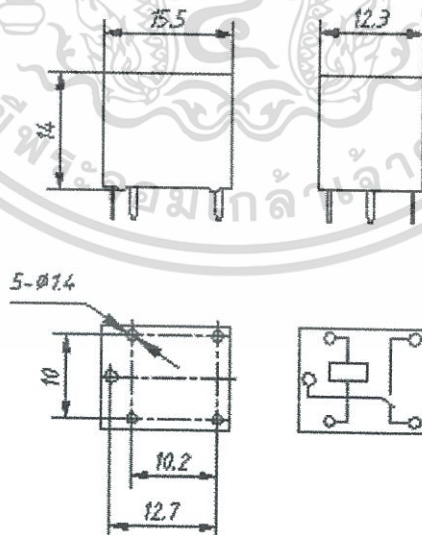
4. RATING

20A/125VAC 14VDC
 UL/CUL FILE NUMBER: E167996 10A/125VAC 14VDC

5. DIMENSION (unit:mm)

DRILLING (unit:mm)

WIRING DIAGRAM



6. COIL DATA CHART (AT20°C)

Coil Sensitivity	Coil Voltage Code	Nominal Voltage (VDC)	Nominal Current (mA)	Coil Resistance (Ω) $\pm 10\%$	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
High Sensitivity	03	3	200	15	abt. 0.6	75% Max.	10% Min.	110%
	05	5	120	42				
	06	6	100	60				
	09	9	66.7	135				
	12	12	50	240				
	24	24	25	960				
Standard Sensitivity	03	3	267	11.25	abt. 0.8	75% Max.	10% Min.	110%
	05	5	160	31.25				
	06	6	133.4	45				
	09	9	100	90				
	12	12	66.7	180				
	24	24	33.4	720				

7. CONTACT RATING

Item	Type	SRA
Contact Capacity		
Resistive Load ($\cos\Phi=1$)		N/C : 15A 14VDC , 10A 120VAC N/O : 20A 14VDC , 10A 120VAC
Inductive Load ($\cos\Phi=0.4$ L/R=7msec)		6A, 14VDC
Rated Carrying Current		25A/hr
Max. Allowable Voltage		250VAC 30VDC
Max. Allowable Current		20A
Contact Material		AgSnO ₂

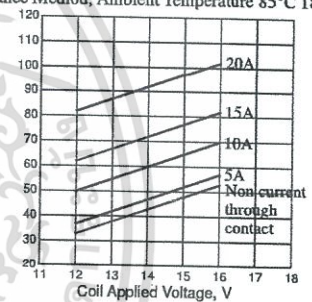
8. PERFORMANCE (at initial value)

Item	Type	SRA
Contact Resistance		100m Ω Max.
Operation Time		10msec
Release Time		5msec
Dielectric Strength		
Between coil & contact		1500VAC 50/60Hz (1 minute)
Between contacts		1000VAC 50/60Hz (1 minute)
Surge Resistance		1500V
Insulation Resistance		100 M Ω Min. (at 500VDC)
Max. ON/OFF Switching		
Mechanically		300 operation/min
Electrically		30 operation/min
Ambient Temperature		-40°C to +80°C
Operating Humidity		45 to 85% RH
Coil Temperature Rise		40 deg. Max. (at rated coil voltage)
Vibration		
Endurance		10 to 55HZ Double Amplitude 1.5mm
Error Operation		
Shock		
Endurance		100G Min.
Error Operation		10G Min.
Life Expectancy		
Mechanically		10 ⁷ ops. Min. (no load)
Electrically		10 ⁵ ops. Min.
Weight		abt. 6grs.

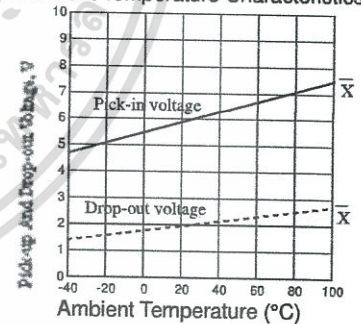
9. REFERENCE DATA

1. Coil Temperature Rise
Point Measured : Inside The Coil
Contact Current : Now Current Through Contact. 5A, 10A, 15A, 20A

Resistance Method, Ambient Temperature 85°C 185°C



2. Ambient Temperature Characteristics



3. Electrical Life Test (at rated load)

Quantity : n=6(NC=3, NO=3)
Load : Resistive Load (NC side 2A 14VDC
NO side 5A 14VDC)
Operating Frequency : ON 1.5sec. OFF 1sec.
Contact Welding : 0 time
Misconduct : 0 time

