

โครงการเรื่อง

เครื่องดื่มปั่นผสมกับตะเกียบกลมของผู้วิเศษ

(Blended drink and the Encharter's Chopstick)



ผู้จัดทำ

นาย ตริทรัพย์	ม่งมานะกิจ	รหัส 56010458
นาย ธิปก	สรรพกิจ	รหัส 56010611
นาย บุริศร์	ธีรสิทธิ์	รหัส 56010699

อาจารย์ประจำภาควิชา

ผศ.ดร.ธีรวัฒน์	เทพมณี
รศ.ดร.อัมพวัน	จุลเสวีวงศ์
ดร.อภิไทย์	ฤกษ์รัตน์

ปีการศึกษา 2557 ภาคการศึกษาที่ 1

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

(King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang)

บทนำ

โครงการฉบับนี้จัดทำขึ้นเพื่อใช้เป็นเอกสารประกอบความเข้าใจเพื่อใช้อธิบายถึงผลงานนวัตกรรมสิ่งประดิษฐ์ที่เกี่ยวข้องกับ การวัด การแสดงผล และ ระบบอัตโนมัติ ซึ่งอธิบายทั้ง หลักการทำงาน และ รายงานผลการดำเนินงานทั้งหมดในระหว่างจัดทำ โดยผู้จัดทำมีจุดประสงค์ในการจัดทำขึ้นมาเพื่อพัฒนาทักษะทั้งด้านการปรับใช้ความรู้ที่ได้จากในห้องเรียน ด้านทักษะการแก้ไขปัญหา และ ด้านการร่วมกันทำงานเป็นกลุ่ม โดยทางคณะผู้จัดทำหวังเป็นอย่างยิ่งว่านวัตกรรมที่พวกเราสรรค์สร้างขึ้นมากจะเป็นประโยชน์กับผู้ใช้งานอย่างแท้จริง

หากรายงานฉบับนี้มีความผิดพลาดแต่ประการใดก็ขออภัยไว้ ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบคุณเป็นอย่างยิ่ง.

กิตติกรรมประกาศ

โครงการเรื่อง เครื่องดื่มปั่นผสมกับตะกียบกลมของผู้วิเศษจะสำเร็จลุล่วงไม่ได้ถ้าไม่ได้รับการช่วยเหลือจากอาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.ธีรวัฒน์ เทพนณี, รศ.ดร.อัมพวัน จุลเสวีวงศ์, ดร.อภินัย ฤกษ์รัตน์ ที่ช่วยให้คำปรึกษาช่วยแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เกี่ยวกับโครงการ

ขอขอบคุณรุ่นพี่ปี 2, 3, 4, ที่ช่วยให้คำปรึกษาในการแก้ปัญหาในทางเทคนิค

ขอขอบคุณผู้ปกครอง ที่ให้ความช่วยเหลือในด้านเงินทุน และให้กำลังใจตลอดมา
คณะผู้จัดทำโครงการขอขอบคุณท่านที่มีส่วนเกี่ยวข้องไว้ ณ โอกาสนี้

นาย ตีรทรัพย์ มุ่งมานะกิจ

นาย ธิปก สรรพกิจ

นาย บุริศร์ ธีรสิทธิ์

สารบัญ

เนื้อหา

บทนำ	2
กิตติกรรมประกาศ	3
1.วัตถุประสงค์.....	5
2. แนวคิดเบื้องต้น	5
3. ข้อมูลประกอบโครงงาน	5
3.1 เซนเซอร์แบบแสง (Light Photo Sensor)	5
3.2 ไดโอด (Diode)	7
3.3 ทรานซิสเตอร์.....	10
3.4 รีเลย์ (อังกฤษ: relay)	12
3.5 Opamp	16
4. หลักการทำงาน การออกแบบวงจร และรายงานค่าใช้จ่าย.....	17
4.1. หลักการทำงาน	17
4.2 การออกแบบวงจร	18
4.3 การคำนวณ	19
4.4 อุปกรณ์ที่ใช้	21
4.5 รายงานงบประมาณ	22
5.สรุปผลโครงงาน	23
ภาคผนวก A	24

1.วัตถุประสงค์

- 1.1 เพื่อพัฒนาทักษะการทำงานรอบด้านที่เกี่ยวข้องกับระบบอัตโนมัติ
- 1.2 เพื่อให้รู้จักแก้ปัญหาเฉพาะหน้า
- 1.3 เพื่อให้รู้จักมีความรับผิดชอบ ทั้งตัวเองและผู้อื่น

2. แนวคิดเบื้องต้น

แรกเริ่มแนวคิดของเรานั้นเริ่มต้นจากแนวความคิดที่จะปรับปรุงสิ่งเดิมที่มีอยู่แล้วให้เพิ่มเติมความสามารถให้ดียิ่งขึ้นด้วยระบบอัตโนมัติ เราจึงได้เริ่มมองหาสิ่งรอบตัวจนคิดที่จะปรับปรุงเครื่องปั้มน้ำ โดยที่สิ่งที่เครื่องปั้มน้ำโดยทั่วไปนั้นไม่ได้หายไปไหน แต่เราได้คิดที่จะเพิ่มเติมความสามารถเข้าไปโดยมีฟังก์ชันเพิ่มเติมจากเครื่องปั้มน้ำปกติคือ

- 1.สามารถเปิดเครื่องได้โดยไม่ต้องสัมผัส ซึ่งเราก็ได้เลือกที่จะใช้การเคลื่อนมือผ่าน Sensor เพื่อเริ่มการทำงาน

- 2.ปรับความเร็วในการปั้มน้ำได้ด้วยตัวของมันเอง ซึ่งโดยทั่วไป เวลาที่จะทำน้ำปั้มน้ำจะต้องมีการปรับความเร็วรอบของมอเตอร์โดยเริ่มต้นจากความเร็วต่ำเพื่อถนอมอายุการใช้งานของเครื่องปั้มน้ำไว้ไม่ให้เกิดความกระแทกกระเทือนจากน้ำแข็งก้อนใหญ่และปรับไปเป็นความเร็วสูงเพื่อให้เกิดน้ำแข็งผสมเป็นเนื้อเดียวกับน้ำปั้มน้ำ

- 3.หยุดการทำงานได้ด้วยตัวของมันเองทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วเพื่อความสะดวกสบายที่เหมาะสมกับร้านขายน้ำปั้มน้ำทั่วไปโดยไม่ต้องคอยดูว่าน้ำปั้มน้ำนั้นปั่นละเอียดดีหรือยังแล้วต้องมาคอยกดหยุดทำให้สามารถเตรียมส่วนผสมสำหรับน้ำปั้มน้ำแก้วต่อไปได้อย่างไม่มีสะดุด

3. ข้อมูลประกอบโครงการ

3.1 เซนเซอร์แบบแสง (Light Photo Sensor)

เซนเซอร์แบบแสงเป็นเซนเซอร์ที่นิยมใช้ในเครื่องพิมพ์ทุกระบบเช่น ดิจิตอลแมทริกซ์,อิงค์เจ็ท และเลเซอร์ ซึ่งจะมีข้อดีข้อเสียของเซนเซอร์แบบหน้าสัมผัส กล่าวคือจะไม่เกิดอาการ Bad Contact เซนเซอร์แสงจะมีอุปกรณ์ 2 ตัวคือ

- 1.ตัวส่งแสง จะใช้ LED. (Light Emitting Diode) ซึ่งเป็นไดโอดเปล่งแสงประเภทหนึ่ง (infrared) จะมองไม่เห็นด้วยตาเปล่า

- 2.ตัวรับแสง จะใช้ Photo Transistor ซึ่งจะทำงานเป็น สวิตช์ ปิด/เปิด กล่าวคือ ถ้า Photo Transistor ได้รับแสงจากไดโอด เสมือน transistor สวิตช์ = ปิด ,และในทางตรงกันข้ามถ้า Photo

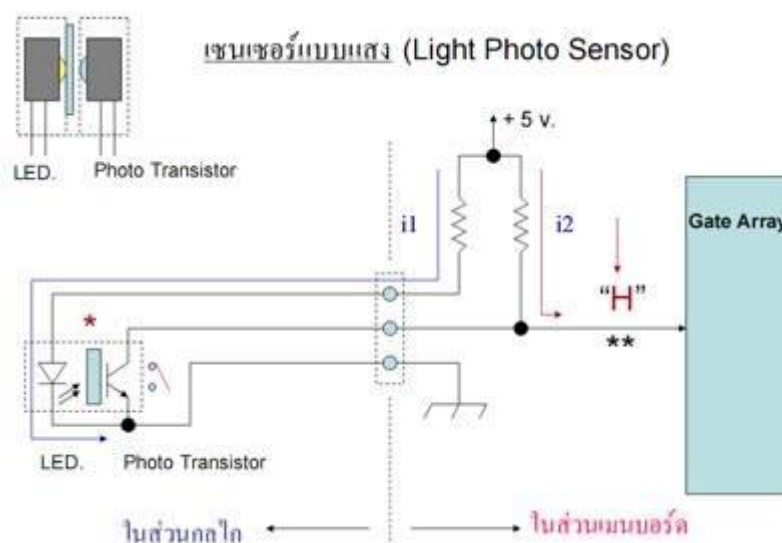
Transistor ไม่ได้รับแสง (ถูกบังแสง) เสมือน Transistor สวิตช์ = ปิด หรือจะกล่าวอีกนัยหนึ่งเสมือนว่า Photo Transistor เป็น สวิตช์ อิเล็กทรอนิกส์อย่างหนึ่ง ข้อดีคือ ไม่เกิดหน้าสัมผัสสกปรก (Bad Contact) แต่จะมีข้อเสียคือ มักมีฝุ่นละอองบังที่หน้าเลนส์ ของ Photo Transistor แทน หมายความว่า Photo Transistor จะไม่ได้รับแสงมากระทบเลย จึงทำให้ได้สถานะเดียวตลอดเวลา แม้จะมีการเปิดให้แสงผ่านได้ก็ตาม ส่งผลให้คอนโทรลเลอร์ได้สถานะเดียวเช่นกันคือ high ทำให้การประมวลผลของซีพียูเกิดการผิดพลาด ทำให้เครื่องไม่ทำงานตามคำสั่งหรืออาจไม่ทำงานได้ขึ้นอยู่กับว่าหน้าที่ของเซนเซอร์แสงตัวนั้น ออกแบบให้ทำหน้าที่อะไร

ถ้าทำหน้าที่เป็นตรวจตรวจสอบกระดาศเมื่อวางกระดาศตรงกระดิ่งเซนเซอร์ ถ้าเซนเซอร์เกิดอาการเสียดังกล่าว เครื่องจะไม่ป้อนกระดาศเข้าเครื่องหรือประมวลผลเรื่องของการป้อนกระดาศผิดพลาด และถ้าเป็นเซนเซอร์ที่ทำหน้าที่ตั้งการเริ่มต้นการทำงาน (home position) เครื่องจะเริ่มต้นตัวเองไม่ได้ (หาจุดเริ่มต้นการทำงานไม่ได้) เช่นนี้ ซีพียู จะประมวลผล คือจะไม่ยอมให้เครื่องทำงานต่อไป ทำให้ระบบหยุดการทำงานทั้งหมด หลังจาก on power ไประยะหนึ่ง

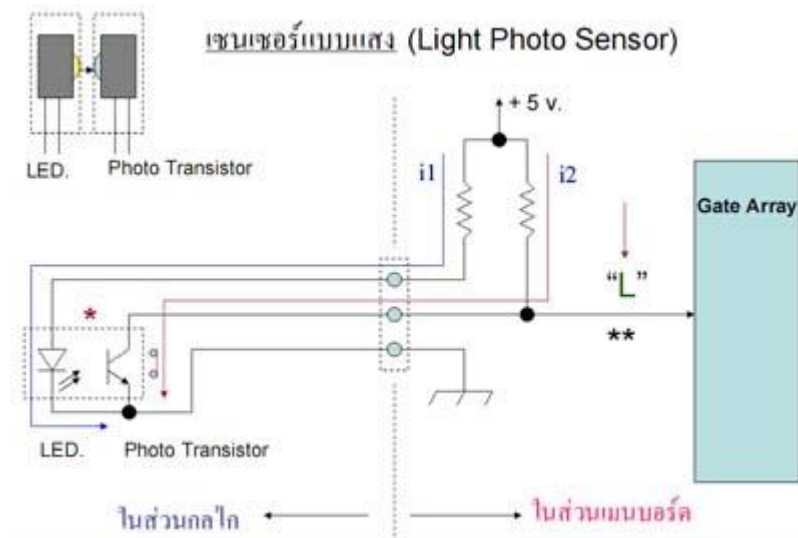
การทำงานของเซนเซอร์แบบแสง โดยปกติจะต้องมีตัวกระทำให้เกิดการปิดเปิดแสงเช่นถ้าเป็นเซนเซอร์กระดาศจะมี กระดิ่ง ปิด/เปิดแสง เมื่อทำการป้อนกระดาศ หรือ ถ้าเป็นเซนเซอร์ โฮมโปสิชั่น (Home Position Sensor) จะมี ครีป อยู่ใต้ฐานหัวพิมพ์ ซึ่งเป็นตัวปิด/เปิดแสง เพื่อเป็นการตั้งค่าเริ่มต้นการทำงานใหม่ทุกครั้งที่มีการเปิดเครื่องใช้งาน

ดังนั้น ในจังหวะปิด หรือ เปิด แสง ให้ผ่านไปทาง photo นี้ ในวงจรไมโครคอนโทรลเลอร์ที่เมนบอร์ด จะตีความหมายเป็นสัญญาณไฟฟ้าตามหลักโลจิกในทางดิจิตอล Hi,Lo (High=สูง=Hi=H=5 โวลท์),(Low=ต่ำ=Lo=L=0โวลท์)

สรุปตามวงจรด้านล่าง ถ้าบังแสง photo = สวิตช์เปิด กระแส i2 จึงไหลผ่านไปยังขา เกท อะเรย์ ได้ โลจิก H หรือ 5 โวลท์



และในกรณีที่แสงผ่านไปยัง Photo ได้ = สวิตช์ ปิด กระแส i_2 จะไหลผ่านตัวมันลงกราวด์ ทำให้ขาเกทอะเรย์ได้โลจิก L หรือ 0 โวลต์ดังแสดงตามรูปวงจรด้านล่าง

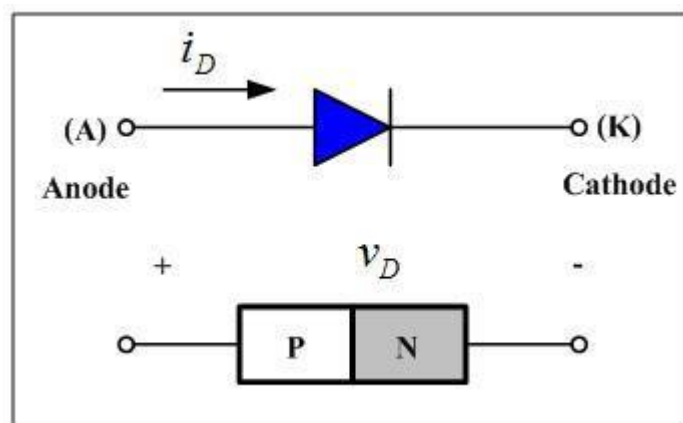


เซนเซอร์แบบแสงตามหลักการที่ได้อธิบายมาข้างต้นสามารถนำไปอ้างอิงกับอุปกรณ์เครื่องจักรกลต่างๆได้ไม่เฉพาะเพียงเครื่องพิมพ์เท่านั้นตัวอย่าง sensor ใน inkjet

3.2 ไดโอด (Diode)

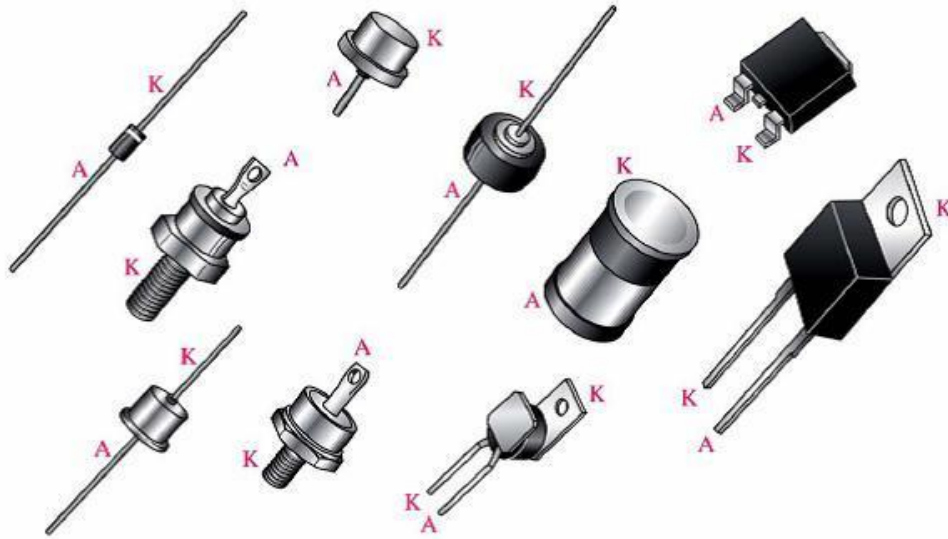
ไดโอด เป็นอุปกรณ์ที่ทำจากสารกึ่งตัวนำ p-n สามารถควบคุมให้กระแสไฟฟ้าจากภายนอกไหลผ่านตัวมันได้ทิศทางเดียว

ไดโอดประกอบด้วยขั้ว 2 ขั้ว คือ แอโนด (Anode ; A) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด p และ แคโทด (Cathode ; K) ซึ่งต่ออยู่กับสารกึ่งตัวนำชนิด n ดังรูป



รูปร่างของไดโอด

จะเห็นตัวถังของไดโอดโดยทั่วไป ซึ่งมีอยู่หลายแบบ ขึ้นกับชนิด พิกัดกำลังไฟฟ้า ตัวถังของไดโอดบางชนิด สามารถสังเกตขั้วแคโทดได้ง่ายๆจากขีดที่แต้มไว้



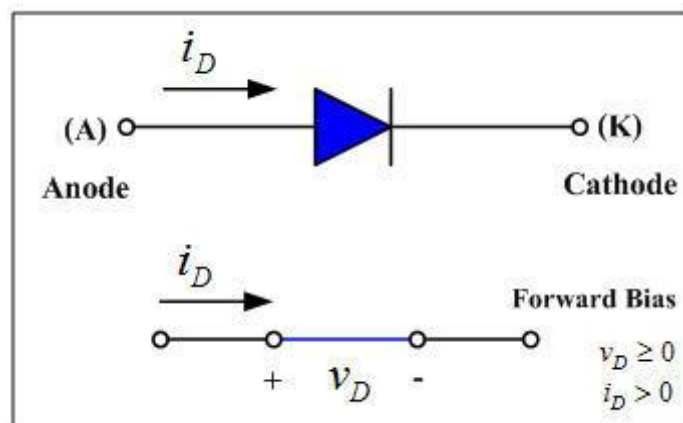
การทำงานของไดโอด

ไดโอดจะทำงานได้ต้องต่อแรงดันไฟให้กับขั้วของไดโอด การต่อแรงดันไฟให้กับไดโอด

เรียกว่า การให้ไบแอส (BIAS)

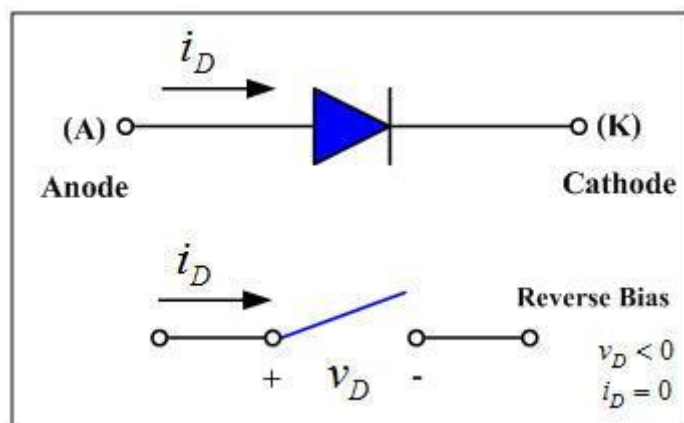
การให้ไบแอสแก่ไดโอดมีอยู่ 2 วิธีคือ

1. การให้ไบแอสตามหรือเรียกว่า ฟอว์เวิร์ดไบแอส (FORWARD BIAS) การให้ไบแอสแบบนี้คือ ต่อขั้วบวกของแรงดันไฟตรงเข้ากับสารกึ่งตัวนำประเภทพีและต่อขั้วลบของแรงดันไฟตรงเข้ากับสารกึ่งตัวนำประเภทเอ็น ตามรูป

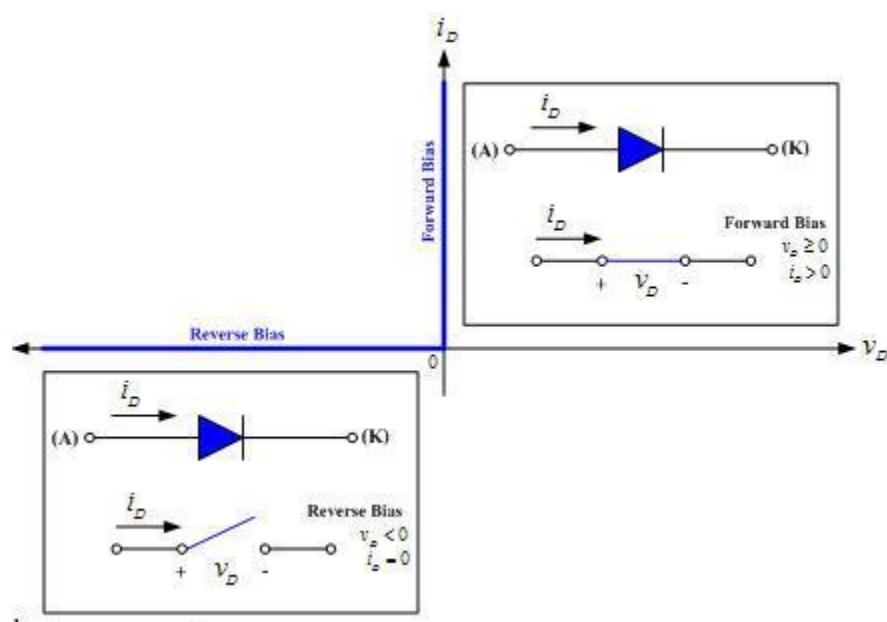


การต่อไบแอสตามให้กับไดโอดจะทำให้มีกระแสไหลผ่านตัวไดโอดได้ง่ายเหมือนกับไดโอดตัวนั้นเป็นสวิตช์อยู่ในลักษณะต่อทำให้สารกึ่งตัวนำประเภทพีและสารกึ่งตัวนำประเภทเอ็นมีค่าความต้านทานต่ำ กระแสไฟจึงไหลผ่านไดโอดได้

2.การไบแอสอุปกรณ์ไดโอดย้อนกลับ หรือที่เรียกว่า Reverse Bias ซึ่งการไบแอสในลักษณะนี้จะเป็นการกำหนดให้ขั้ว A (Anode) ที่มีลักษณะของสารเป็นสาร P มีค่าของแรงดันน้อยกว่าขั้ว K (Cathode) ที่มีลักษณะของสารเป็นสาร N ซึ่งจากลักษณะดังกล่าวนี้ก็จะทำให้ไดโอดนั้นไม่สามารถที่จะนำกระแสได้ และจากลักษณะของการไบแอสนี้นั้นมันก็จะกลายเป็นลักษณะการทำงานของอุปกรณ์ไดโอดในทางอุดมคติ (Ideal Diode) อีกอย่างหนึ่งนะครับ ดังแสดงในรูป



จากที่ได้กล่าวมาในตอนต้นนั้น เราสามารถที่จะทำการเขียนกราฟเพื่อแสดงถึงความสัมพันธ์ระหว่างค่าแรงดัน และค่าของกระแส ของอุปกรณ์ไดโอดในทางอุดมคติ (Ideal Diode) ได้ดังแสดงในรูป



ไดโอดที่ใช้งานอยู่ในปัจจุบัน มี 2 ชนิด คือ

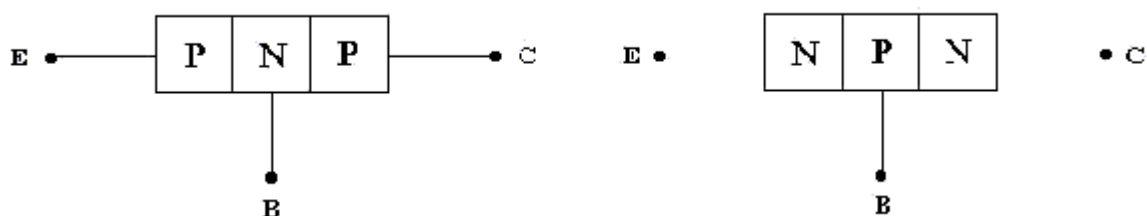
1. ไดโอดที่ทำจากซิลิคอนเรียกว่า ซิลิคอนไดโอดเป็นไดโอดที่ทนกระแสไฟได้สูงและสามารถใช้งานได้ในที่ที่มีอุณหภูมิสูงถึง 200°C นิยมเอาไดโอดแบบนี้ใช้ในวงจรเรียงกระแส
 2. ไดโอดทำจากเยอรมันเนียมเรียกว่า เยอรมันเนียมไดโอด ไดโอดแบบนี้ทนกระแสได้ต่ำกว่าแบบซิลิคอน ทนความร้อนได้ประมาณ 85°C ไดโอดแบบเยอรมันเนียมใช้ได้ดีในวงจรที่มีความถี่สูง นิยมนำไดโอดแบบนี้ไปใช้ในวงจรแยกสัญญาณหรือวงจรผสมสัญญาณ
- ถ้าป้อนแรงดันไฟให้กับไดโอด โดยการเพิ่มแรงดันไฟที่แหล่งจ่ายจาก 0 โวลต์ ตอนแรกไดโอดยังไม่ทำงานคือไม่มีกระแสไฟไหล เมื่อเพิ่มแรงดันไฟถึง 1 โวลต์ก็ยังไม่มีการไหลผ่านรอยต่อไดโอด เพราะตรงรอยต่อระหว่างสารกึ่งตัวนำประเภทพีและประเภทเอ็น ยังมีแนวขวางกั้นศักย์อยู่ เพื่อให้แนวขวางกั้นศักย์ลดลง ต้องให้แรงดันไฟสูงกว่าค่าแนวขวางกั้นศักย์ จึงจะมีกระแสไฟไหลผ่านไดโอด ถ้าเป็นซิลิคอนไดโอดต้องเพิ่มแรงดันไฟตั้งแต่ 0.5-0.7 โวลต์ จึงจะมีกระแสไฟไหลผ่านในไดโอด และแรงดันไฟตั้งแต่ 0.2-0.3 โวลต์ สำหรับไดโอดที่ทำจากเยอรมันเนียม

3.3 ทรานซิสเตอร์

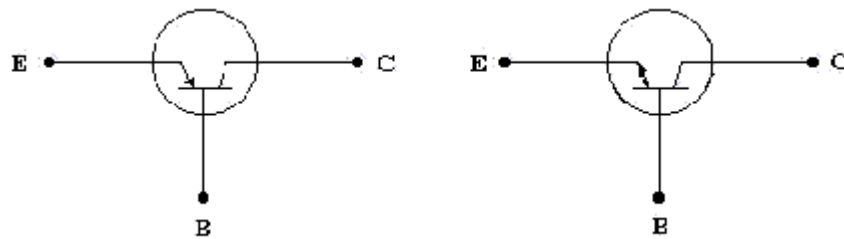
ทรานซิสเตอร์สร้างมาจากวัสดุประเภทสารกึ่งตัวนำชนิด P และชนิด N มารวมกันโดยทำให้เกิดรอยต่อระหว่างเนื้อสารนี้สองรอยต่อ โดยสามารถจัดทรานซิสเตอร์ได้ 2 ชนิด คือ

1. ทรานซิสเตอร์ชนิด NPN
2. ทรานซิสเตอร์ชนิด PNP

รอยต่อจากเนื้อสารทั้ง 3 นี้ มีจุดต่อเป็นขาทรานซิสเตอร์ เพื่อใช้เชื่อมต่อหรือบัดกรีกับอุปกรณ์อื่นดังนั้นทรานซิสเตอร์จึงมี 3 ขา มีชื่อเรียกว่า คอลเลคเตอร์ (สัญลักษณ์ C) อิมิตเตอร์ (สัญลักษณ์ E) และ เบส (สัญลักษณ์ B) รูปร่างโครงสร้างและสัญลักษณ์ของทรานซิสเตอร์ดังรูป



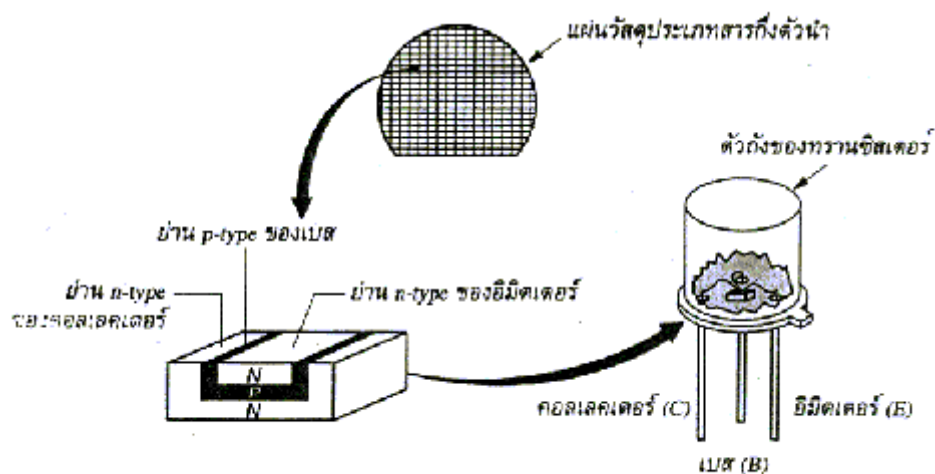
โครงสร้างทรานซิสเตอร์ PNP โครงสร้างทรานซิสเตอร์ NPN



ทรานซิสเตอร์ PNP ทรานซิสเตอร์ NPN

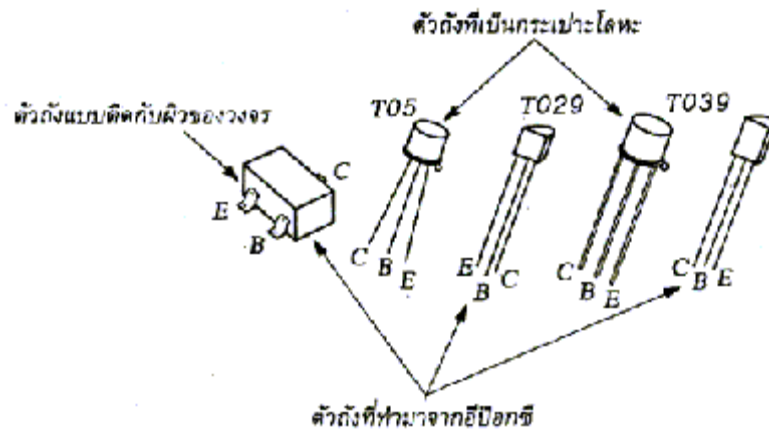
การสร้างทรานซิสเตอร์

การสร้างทรานซิสเตอร์ทั้งชนิด NPN และ PNP จะทำการเชื่อมส่วนที่ได้รับการโด๊ปที่แตกต่างกันทั้ง 3 ส่วน ด้วยกระบวนการที่เรียกว่า การแพร่กระจาย ตัวอย่าง เช่น การสร้างทรานซิสเตอร์ประเภท NPN กระบวนการสร้างจะเริ่มจากการแพร่กระจายส่วนที่เป็น p-type ของเบสเข้ากับส่วนที่เป็น n-type ของคอลเลคเตอร์ หลังจากส่วนของเบสที่เป็น p-type เริ่มเข้ารูปก็จะทำการแพร่กระจายส่วนที่เป็น n-type ของอิมิตเตอร์ให้เข้ากับส่วนที่เป็น p-type ของเบส ก็จะได้ทรานซิสเตอร์ NPN ที่เสร็จสมบูรณ์



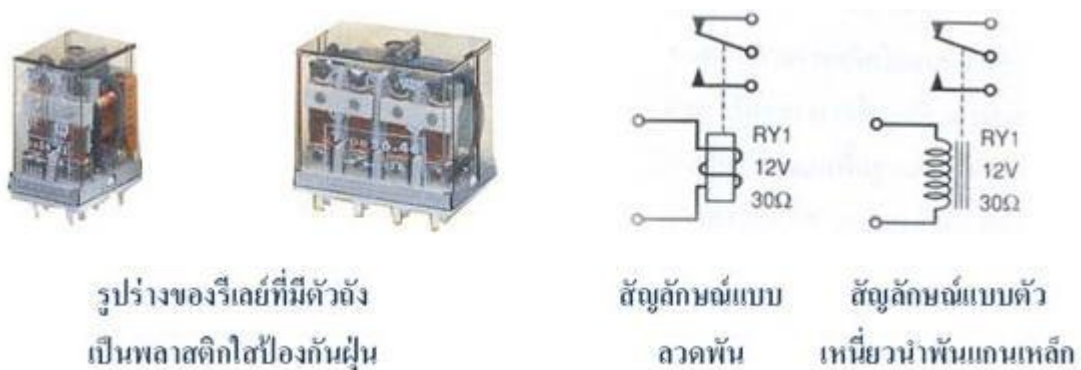
รูปลักษณะของทรานซิสเตอร์

ทรานซิสเตอร์แบบ Low Power จะบรรจุอยู่ในตัวถังที่เป็นโลหะพลาสติกหรืออีพอกซี รูปลักษณะของทรานซิสเตอร์ประเภท Low Power ทั้ง 4 ชนิด แสดงดังรูป



3.4 รีเลย์ (อังกฤษ: relay)

รีเลย์ (อังกฤษ: relay) คือ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่ทำหน้าที่เป็นสวิตช์ตัด-ต่อวงจร โดยใช้แม่เหล็กไฟฟ้า และการที่จะให้มันทำงานก็ต้องจ่ายไฟให้มันตามที่กำหนด เพราะเมื่อจ่ายไฟให้กับตัวรีเลย์ มันจะทำให้หน้าสัมผัสติดกัน กลายเป็นวงจรปิด และตรงข้ามทันทีที่ไม่ได้จ่ายไฟให้มัน มันก็จะกลายเป็นวงจรเปิด ไฟที่เราใช้ป้อนให้กับตัวรีเลย์ก็จะเป็นไฟที่มาจาก เพาเวอร์ซัพพลาย ของเครื่องเรา ดังนั้นทันทีที่เปิดเครื่อง ก็จะทำให้รีเลย์ทำงาน



รีเลย์ ประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ส่วนหลักก็คือ

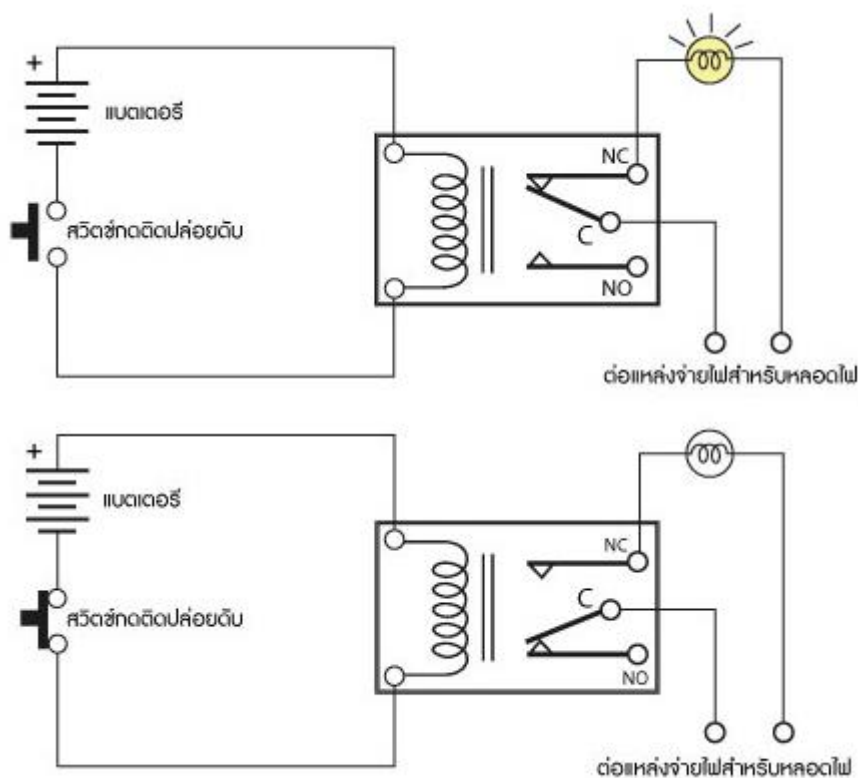
1. ส่วนของขดลวด (coil) เหนี่ยวนำกระแสต่ำ ทำหน้าที่สร้างสนามแม่เหล็กไฟฟ้าให้แกนโลหะไปกระตุ้นให้หน้าสัมผัสต่อกัน ทำงานโดยการรับแรงดันจากภายนอกต่อคร่อมที่ขดลวดเหนี่ยวนำนี้ เมื่อขดลวดได้รับแรงดัน (ค่าแรงดันที่รีเลย์ต้องการขึ้นกับชนิดและรุ่นตามที่ได้ผู้ผลิตกำหนด) จะเกิดสนามแม่เหล็กไฟฟ้าทำให้แกนโลหะด้านในไปกระตุ้นให้แผ่นหน้าสัมผัสต่อกัน
2. ส่วนของหน้าสัมผัส (contact) ทำหน้าที่เหมือนสวิตช์จ่ายกระแสไฟให้กับอุปกรณ์ที่เราต้องการ

จุดต่อใช้งานมาตรฐาน ประกอบด้วย

1.จุดต่อ NC ย่อมาจาก normal close หมายความว่าปกติปิด หรือ หากยังไม่จ่ายไฟให้ ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการให้ทำงานตลอดเวลาเช่น

2.จุดต่อ NO ย่อมาจาก normal open หมายความว่าปกติเปิด หรือหากยังไม่จ่ายไฟให้ ขดลวดเหนี่ยวนำหน้าสัมผัสจะไม่ติดกัน โดยทั่วไปเรามักต่อจุดนี้เข้ากับอุปกรณ์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้า ที่ต้องการควบคุมการเปิดปิดเช่นคอมไฟสนามหนือหน้าบ้าน

3.จุดต่อ C ย่อมาจาก common คือจุดร่วมที่ต่อมาจากแหล่งจ่ายไฟ



ข้อคำนึงในการใช้งานรีเลย์ทั่วไป

1. แรงดันใช้งาน หรือแรงดันที่ทำให้รีเลย์ทำงานได้ หากเราดูที่ตัวรีเลย์จะระบุค่า แรงดันใช้งานไว้ (หากใช้ในงานอิเล็กทรอนิกส์ ส่วนมากจะใช้แรงดันกระแสตรงในการใช้งาน) เช่น 12VDC คือต้องใช้แรงดันที่ 12 VDC เท่านั้นหากใช้มากกว่านี้ ขดลวดภายใน ตัวรีเลย์อาจจะขาดได้ หรือหากใช้แรงดันต่ำกว่ามาก รีเลย์จะไม่ทำงาน ส่วนในการต่อวงจรนั้นสามารถต่อขั้วใดก็ได้ครับ เพราะตัวรีเลย์ จะไม่ระบุขั้วต่อไว้ (นอกจากชนิดพิเศษ)

2. การใช้งานกระแสผ่านหน้าสัมผัส ซึ่งที่ตัวรีเลย์จะระบุไว้ เช่น 10A 220AC คือ หน้าสัมผัสของรีเลย์นั้นสามารถทนกระแสได้ 10 แอมแปร์ที่ 220VAC ครับ แต่การใช้ก็ควรจะใช้งานที่ระดับกระแสต่ำกว่านี้จะเป็นการดีกว่าครับ เพราะถ้ากระแสมากหน้าสัมผัส ของรีเลย์จะละลายเสียหายได้

3. จำนวนหน้าสัมผัสการใช้งาน ควรดูว่ารีเลย์นั้นมีหน้าสัมผัสให้ใช้งานกี่อัน และมีขั้วคอมมอนด้วยหรือไม่

ชนิดของรีเลย์

รีเลย์ที่นิยมใช้งานและรู้จักกันแพร่หลาย 4 ชนิด

- 1.อาร์เมเจอร์รีเลย์ (Armature Relay)
- 2.รีดรีเลย์ (Reed Relay)
- 3.รีดสวิตช์ (Reed Switch)
- 4.โซลิดสเตตรีเลย์ (Solid-State Relay)

ประเภทของรีเลย์

เป็นอุปกรณ์ทำหน้าที่เป็นสวิตช์มีหลักการทำงานคล้ายกับ ขดลวดแม่เหล็กไฟฟ้าหรือโซลินอยด์ (solenoid) รีเลย์ใช้ในการควบคุมวงจร ไฟฟ้าได้อย่างหลากหลาย รีเลย์เป็นสวิตช์ควบคุมที่ทำงานด้วยไฟฟ้า แบ่งออกตามลักษณะการใช้งานได้เป็น 2 ประเภทคือ

1..รีเลย์กำลัง (power relay) หรือมักเรียกกันว่าคอนแทกเตอร์ (Contactor or Magneticcontactor)ใช้ในการควบคุมไฟฟ้ากำลัง มีขนาดใหญ่กว่ารีเลย์ธรรมดา

2.รีเลย์ควบคุม (control Relay) มีขนาดเล็กกำลังไฟฟ้าต่ำ ใช้ในวงจรควบคุมทั่วไปที่มีกำลังไฟฟ้าไม่มากนัก หรือเพื่อการควบคุมรีเลย์หรือคอนแทกเตอร์ขนาดใหญ่ รีเลย์ควบคุม บางทีเรียกกันง่าย ๆ ว่า "รีเลย์"

การแบ่งชนิดของรีเลย์

การแบ่งชนิดของรีเลย์สามารถแบ่งได้ 11 แบบ คือ

ชนิดของรีเลย์แบ่งตามลักษณะของคอยล์ หรือ แบ่งตามลักษณะการใช้งาน (Application) ได้แก่ รีเลย์ดังต่อไปนี้

1.รีเลย์กระแส (Current relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยใช้กระแสมีทั้งชนิดกระแสขาด (Under- current) และกระแสเกิน (Over current)

2.รีเลย์แรงดัน (Voltage relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยใช้แรงดันมีทั้งชนิดแรงดันขาด (Under-voltage) และ แรงดันเกิน (Over voltage)

3.รีเลย์ช่วย (Auxiliary relay) คือ รีเลย์ที่เวลาใช้งานจะต้องประกอบเข้ากับรีเลย์ชนิดอื่นจึงจะทำงานได้

4.รีเลย์กำลัง (Power relay) คือ รีเลย์ที่รวมเอาคุณสมบัติของรีเลย์กระแส และรีเลย์แรงดันเข้าด้วยกัน

5.รีเลย์เวลา (Time relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยมีเวลาเข้ามาเกี่ยวข้องด้วย ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 4 แบบ คือ

- รีเลย์กระแสเกินชนิดเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time over current relay) คือ รีเลย์ที่มีเวลาทำงานเป็นส่วนกลับกับกระแส

- รีเลย์กระแสเกินชนิดทำงานทันที (Instantaneous over current relay) คือรีเลย์ที่ทำงานทันทีทันใดเมื่อมีกระแสไหลผ่านเกินกว่าที่กำหนดที่ตั้งไว้

- รีเลย์แบบดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่มีเวลาการทำงานไม่ขึ้นอยู่กับความมากมายของกระแสหรือค่าไฟฟ้าอื่นๆ ที่ทำให้เกิดงานขึ้น

- รีเลย์แบบอินเวอร์สดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Inverse definite time lag relay) คือ รีเลย์ ที่ทำงานโดยรวมเอาคุณสมบัติของเวลาผกผันกับกระแส (Inverse time) และ แบบดีฟิไนต์ไทม์เล็ก (Definite time lag relay) เข้าด้วยกัน

6.รีเลย์กระแสต่าง (Differential relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานโดยอาศัยผลต่างของกระแส

7.รีเลย์มีทิศ (Directional relay) คือรีเลย์ที่ทำงานเมื่อมีกระแสไหลผิดทิศทาง มีแบบรีเลย์กำลังมีทิศ (Directional power relay) และรีเลย์กระแสมีทิศ (Directional current relay)

8.รีเลย์ระยะทาง (Distance relay) คือ รีเลย์ระยะทางมีแบบต่างๆ ดังนี้

- รีแอคแตนซ์รีเลย์ (Reactance relay)
- อิมพีแดนซ์รีเลย์ (Impedance relay)
- โมห์รีเลย์ (Mho relay)
- โอห์มรีเลย์ (Ohm relay)
- โพลาริซโมห์รีเลย์ (Polarized mho relay)
- ออฟเซตโมห์รีเลย์ (Off set mho relay)

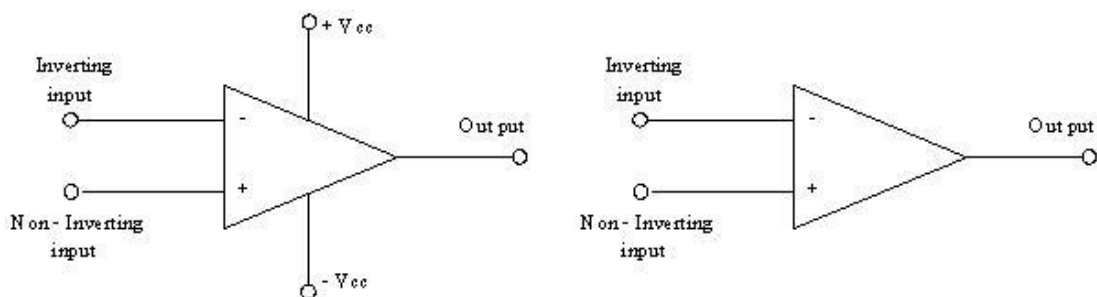
9.รีเลย์อุณหภูมิ (Temperature relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานตามอุณหภูมิที่ตั้งไว้

10.รีเลย์ความถี่ (Frequency relay) คือ รีเลย์ที่ทำงานเมื่อความถี่ของระบบต่ำกว่าหรือมากกว่าที่ตั้งไว้

11.บูคโฮลซรีเลย์ (Buchholz 's relay) คือรีเลย์ที่ทำงานด้วยก๊าซ ใช้กับหม้อแปลงที่แช่อยู่ในน้ำมันเมื่อเกิด ฟอลต์ ขึ้นภายในหม้อแปลง จะทำให้น้ำมันแตกตัวและเกิดก๊าซขึ้นภายในไปดันหน้าสัมผัส ให้รีเลย์ทำงาน

3.5 Opamp

ออปแอมป์ (Op-Amp) เป็นชื่อย่อสำหรับเรียกวงจรขยายที่มาจาก Operating Amplifier เป็นวงจรขยายแบบต่อตรง (Direct coupled amplifier) ที่มีอัตราขยายสูงมากใช้การป้อนกลับแบบลบไปควบคุมลักษณะการทำงาน ทำให้ผลการทำงานของวงจรไม่ขึ้นกับพารามิเตอร์ภายในของออปแอมป์ วงจรภายในประกอบด้วยวงจรขยายที่ต่อเนื่องกัน ภาควิทยุ วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลด้านทางเข้า วงจรขยายดิฟเฟอเรนเชียลภาคที่สอง วงจรเลื่อนระดับและวงจรขยายกำลังด้านทางออก สัญลักษณ์ที่ใช้แทนออปแอมป์จะเป็นรูปสามเหลี่ยม ไอชื่อออปแอมป์เป็นไอซีที่แตกต่างกันไปจากลิเนียร์ไอซีต่างๆ ไปคือไอชื่อออปแอมป์มีขาอินพุต 2 ขา เรียกว่าขาเข้าไม่กลับเฟส (Non-Inverting Input) หรือ ขา + และขาเข้ากลับเฟส (Inverting Input) หรือขา - ส่วนทางด้านออกมีเพียงขาเดียว เมื่อสัญญาณป้อนเข้าขาไม่กลับเฟสสัญญาณทางด้านออกจะมีเฟสตรงกับทางด้านเข้า แต่ถ้าป้อนสัญญาณเข้าที่ขาเข้ากลับเฟส สัญญาณทางออกจะมีเฟสต่างไป 180 องศา จากสัญญาณทางด้านเข้า



คุณสมบัติของออปแอมป์ในทางอุดมคติ

1. อัตราขยายมีค่าสูงมากเป็นอนันต์หรือ อินฟินิตี้ ($AV = \infty$)
2. อินพุตอิมพีแดนซ์มีค่าสูงมากเป็นอนันต์ ($Z_i = \infty$)
3. เอาท์พุตอิมพีแดนซ์มีค่าต่ำมากเท่ากับศูนย์ ($Z_o = 0$)
4. ความกว้างของแบนด์วิธ (Bandwidth) ในการขยายสูงมาก ($BW = \infty$)
5. สามารถขยายสัญญาณได้ทั้งสัญญาณ AC และ DC
6. การทำงานไม่ขึ้นกับอุณหภูมิ

4. หลักการทำงาน การออกแบบวงจร และรายงานค่าใช้จ่าย

4.1. หลักการทำงาน

ในการที่จะทำฟังก์ชันทั้งสามได้นั้นจะอาศัยหลักการดังนี้

4.1.1 ด้านการวัด

ใช้ Infrared Sensor ในการตรวจจับวัตถุที่เคลื่อนที่ผ่านตัว Sensor เพื่อส่งสัญญาณไฟฟ้าไปยังอุปกรณ์ไฟฟ้าตัวอื่น

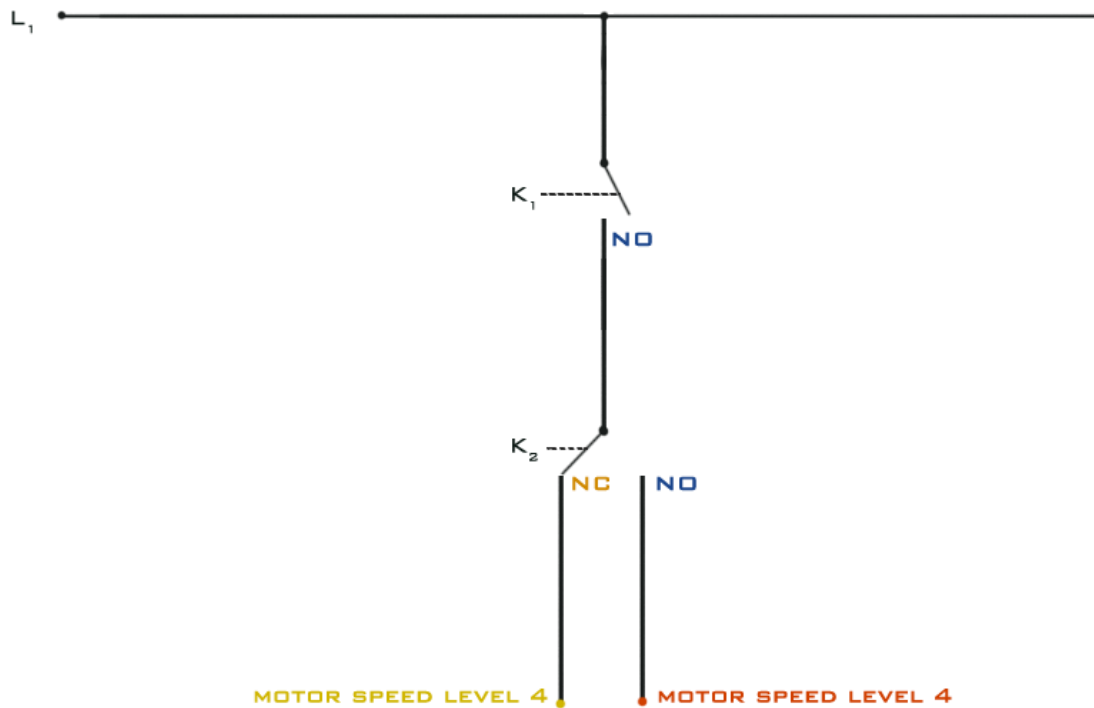
ใช้ Force Sensor ซึ่งมีลักษณะการทำงานเหมือนตัวต้านทานปรับค่าได้โดยที่เมื่อ Force Sensor ได้ดับแรงก็จะทำให้ความต้านทานของตัวมันเองลดลง เราจึงได้ประยุกต์ใช้เรื่องนี้กับการเคลื่อนที่ของสิ่งที่ถูกบีบโดยใช้ตะเกียบที่จุ่มลงในน้ำที่กำลังถูกบีบเป็นสื่อกกลางในการส่งพลังงานจากการบีบไปสู่ Force Sensor โดยยิ่งน้ำมีส่วนที่เป็นน้ำแข็งมากก็จะมีสัญญาณแรงดันไฟฟ้ามากขึ้น

4.1.2 ด้านกระบวนการ

ตัวเครื่องปั่นน้ำนั้นมักจะอาศัยหลักการปรับความเร็วด้วยการปรับแรงดันที่จ่ายให้กับมอเตอร์โดยใช้การเลือกจ่ายตามวงจรที่ขาของสวิตช์ที่ได้เชื่อมต่อด้วยเราจึงใช้หลักการดังกล่าวในการควบคุมมอเตอร์โดยใช้ Relay ในการเชื่อมต่อวงจรแต่ละวงจรเพื่อกำหนดความเร็วแทนที่ขาของ สวิตช์โดยมีการเพิ่มเติมวงจรการควบคุมโดยอาศัยหลักการเปรียบเทียบสัญญาณแรงดันไฟฟ้ากับหลักการของวงจรควบคุมแบบ Lock it Self ซึ่งใช้เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดกระบวนการปรับความเร็วมีการย้อนกลับเนื่องจากสัญญาณที่ได้จาก Force Sensor นั้นจะมีลักษณะที่แกว่งไปมาไม่ใช่สัญญาณที่มีความราบเรียบจึงอาจทำให้เกิดการทำงานของมอเตอร์ที่สลับความเร็วไปมา

4.2 การออกแบบวงจร

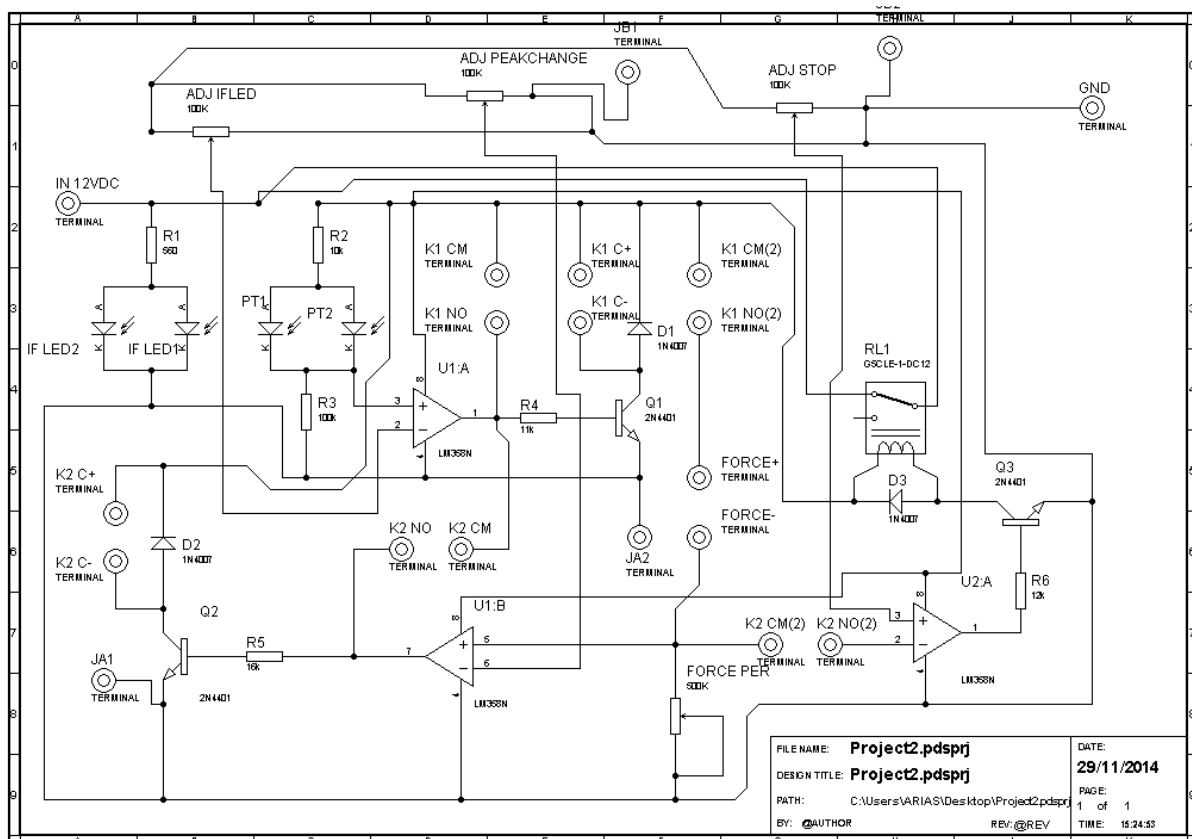
4.2.1 วงจรส่วนกำลัง



เงื่อนไขการทำงานของวงจรการทำงานของวงจร

- 5.1.1. เมื่ออุปกรณ์infrared sensor ตรวจจับ วัตถุตามระยะที่กำหนด แล้ว K_1 เริ่มทำงาน
- 5.1.2. เมื่อ force sensor รับค่าแรงตามที่กำหนด K_2 เริ่มทำงาน
- 5.1.3. เมื่อแรงที่ส่งให้กับ force sensor ลดลงจนถึงค่าที่กำหนด K_1 จะหยุดการทำงาน

วงจรส่วนควบคุม



4.2.2 การทำงานของวงจรควบคุม

การทำงานของวงจรใช้ VDC 12 V ในการขับวงจร เริ่มจาก bias infrared LED ด้วยแรงดัน 12 VDC ขนานกัน 2 ตัว กระแสไหลผ่าน 10 mA

ตัวรับinfrared photo transistor 2 ตัว ต่อขนานกัน การทำงานของ photo transistor เมื่อมี infrared มาตรกกระทบมาก phototransistor จะนำกระแสมากแรงดันตกคร่อม R_3 ก็จะมีมากเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบโดยค่าแรงดันที่ใช้เปรียบเทียบกับที่Op amp อยู่ที่ trim pot ADJIFLED จากนั้นใช้ output ของop amp U1A ในส่วนขับ relay(K1)

Force sensor จะถูกต่อเข้ากับวงจรที่ terminals, FORCE+, FORCE-

4.3 การคำนวณ

หาค่า R_1 เมื่อ $V_{LED1} = 1.412$, $V_{LED2} = 1.413$

และกำหนดให้ กระแสไหลผ่าน infrared LED₁ และ infrared LED₂ 10 mA

$$\text{จาก } R_1 = \frac{V_{CC} - V_{LED}}{10 \text{ mA}}$$

$$R_1 = \frac{12 - 1.412}{10 \text{ mA}}$$

$$R_1 = 529 \text{ K}\Omega$$

ค่า $R_2 = 10\text{K}$ ลดกระแสที่ผ่าน ตัวรับ infrared

ค่า $R_3 = 100\text{K}$ เพื่อให้ เป็นตัวรับแรงดันตกคร่อมจาก photo transistor

คำนวณ R_4 เพื่อใช้ร่วมกับ transistor ในการควบคุมกระแส

Transistor NPN9013 (Q1) hFE 236

$$V_E = 774 \text{ mV}$$

$$V_B = 773 \text{ mV}$$

กำหนดกระแสขา collector ของ Transistor = 200 mA

$$\text{Then } I_C = 200 \text{ mA}$$

$$I_B = 200/236 \text{ mA} = 0.847 \text{ mA}$$

$$V_{RB} = (V_{OUT \text{ OPAMP}} - V_{BE}) / I_B$$

$$R_4 = \frac{10.6 - 0.774 \text{ V}}{0.847 \text{ mA}} = 11.6 \text{ K}\Omega$$

คำนวณ R_5 เพื่อใช้ร่วมกับ transistor ในการควบคุมกระแส

Transistor NPN9013 (Q2) hFE 325

$$V_E = 774 \text{ mV}$$

$$V_B = 770 \text{ mV}$$

กำหนดกระแสขา collector ของ Transistor = 200 mA

$$\text{Then } I_C = 200 \text{ mA}$$

$$I_B = 200/325 \text{ mA} = 0.615 \text{ mA}$$

$$V_{RB} = (V_{\text{OUT OPAMP}} - V_{BE}) / I_B$$
$$= \frac{10.81 - 0.744 \text{ V}}{0.615 \text{ mA}}$$
$$R_5 = 16.37 \text{ K}\Omega$$

คำนวณ R_6 เพื่อใช้ร่วมกับ transistor ในการควบคุมกระแส

Transistor NPN9013 (Q2) hFE 260

$$V_E = 740 \text{ mV}$$

$$V_B = 737 \text{ mV}$$

กำหนดกระแสขา collector ของ Transistor = 200 mA

$$\text{Then } I_C = 200 \text{ mA}$$

$$I_B = 200/260 \text{ mA} = 0.769 \text{ mA}$$

$$V_{RB} = (V_{\text{OUT OPAMP}} - V_{BE}) / I_B$$
$$= \frac{10.24 - 0.740 \text{ V}}{0.769 \text{ mA}}$$
$$R_6 = 12.35 \text{ K}\Omega$$

ความต้านทานที่ใช้ในการแบ่งแรงดันเพื่อเป็นตัวเปรียบเทียบ

$$R(\text{trimpot})_{\text{ADJ IFLED}} = 200 \text{ K}\Omega$$

$$R(\text{trimpot})_{\text{ADJP EAKCHAN}} = 200 \text{ K}\Omega$$

$$R(\text{trimpot})_{\text{ADJ STOP}} = 200 \text{ K}\Omega$$

ความต้านทานที่ใช้ในการปรับช่วงการวัดของ Force Sensor

$$R(\text{trimpot})_{\text{FORCE PER}} = 500 \text{ K}\Omega$$

4.4 อุปกรณ์ที่ใช้

เครื่องปั๊มน้ำ

ตะเกียบ

แผ่นทองแดง

กรดกัดปรอท

อุปกรณ์เครื่องมือช่าง

สายไฟ

Resistor - 560 Ω

- 10k Ω

- 11k Ω

- 12k Ω

- 16k Ω

- 100k Ω

Transistor - NPN9012

- C1419

Relay - MY4N

SRU-09VDC-SL-C

Capacitor - 470 μF 35V

- 100 μF 35V

Diode - 1N4001

- 1N4002

- 1N4007

Force Sensor

Infrared Sensor

Transformer 240V - 24V

Opamp - LM358N

4.5 รายงานงบประมาณ

อุปกรณ์	ค่าใช้จ่าย (บาท)	หมายเหตุ
แผ่นทองแดง 6"x8"	80	
Capacitor		
- 470 μ F 35 V 1 ตัว	15	
- 100 μ F 50 V 2 ตัว	20	
Resistor		
- 560 Ω 1 ตัว		
- 10 k Ω 1 ตัว		
- 11 k Ω 1 ตัว	10	
- 12 k Ω 1 ตัว		
- 16 k Ω 1 ตัว		
- 100 k Ω 1 ตัว		
Trimpot		
- 100 k Ω 3 ตัว	30	
Relay		
- MY4N 2ตัว	80	
- SRU-09VDC-SL-C	25	
Transistor		
- NPN9012 3ตัว	24	
- C1419	20	
Diode		
- 1N4007 3 ตัว	21	
- 1N4002 4 ตัว	28	
- 1N4001 1 ตัว	7	
Force Sensor 5 "	350	
Infrared Sensor 2 คู่	50	
หม้อแปลง 220 V to 24 V	200	
Opamp		

- LM358N พร้อม Socket 3 ตัว	48	
กรรกดัดปรีน 1 ขวด	50	
สวิทช์		
- Push Button Switch 2 ชนิด	23	
เครื่องปั้มน้ำ	0	ใช้เครื่องปั้มน้ำที่ไม่ ใช้แล้ว
กล่องวงจร Force Sensor	0	ใช้กล่องเครื่องเล่น MP3 เก่า
กล่องใส่วงจร	280	
รวมค่าใช้จ่ายทั้งหมด	1341	

5.สรุปผลโครงการ

สรุปผลการทำงานของชิ้นงานโครงการเครื่อง เครื่องดื่มปั่นผสมกับตะเกียบกลมของผู้วิเศษ จากการทดสอบผลตาม function การทำงาน 3 function ที่ได้ออกแบบไว้ในบทที่ 2 ซึ่งได้ผลการทดสอบครบตามเงื่อนไขไม่คงที่ ในบางการทดสอบเครื่องปั่นสามารถทำงานได้ตามที่ออกแบบ แต่ในหลายสถานการณ์ เช่น ชนิดน้ำที่ใช้ ปริมาณน้ำแข็ง ขนาดของก้อนน้ำแข็ง ที่ใช้ปั่นมีการเปลี่ยนแปลง มีผลในการทำงานผิดพลาดของเครื่องปั่น โดยสรุปตาม functions ได้ดังนี้

Function 1. การเปิดเครื่องได้โดยไม่ต้องสัมผัส โดยใช้ infrared sensor สามารถทำงานได้ แต่ได้มี การลดระยะเวลาการตรวจจับลงเพื่อลดผลกระทบจากสิ่งแวดล้อมรอบตัว ที่มีผลต่อการตรวจจับของ sensor

Function 2. การปรับความเร็วในการปั่นอัตโนมัติ ซึ่งในส่วนนี้มีปัญหาการปรับความเร็วจะเกิดขึ้นเร็วมากเนื่องจากการตีกันของตะเกียบและน้ำแข็ง มีแรงตักกลับมากทำให้ค่าที่ใช้เป็นตัวแปร มีnoise มาก

Function 3. การหยุดการทำงานโดยอัตโนมัติ ในส่วนนี้เกิดปัญหาการหยุดการทำงานหยุดเร็วเกินไป โดยหลังเมื่อเริ่มเปลี่ยนระดับความเร็วก็จะหยุดการทำงานทันที เนื่องจากสาเหตุเดียวกัน Function ที่ 2

ภาคผนวก A

ข้อมูล Data sheet ของอุปกรณ์ที่ใช้ในโครงการ

General-purpose Relay

MY

Versatile, Multi-featured, Miniature Power Relay for Sequence Control and Power Switching Applications

- Models with lockable test buttons now available.
- Multiple features available, including operation indicators (mechanical and LED indicators), lockable test button, built-in diode and CR (surge suppression), bifurcated contacts, etc.
- Environment-friendly cadmium-free contacts.
- Wide range of Sockets (PY, PYF Series) and optional parts.
- Max. Switching Current: 2-pole: 10 A, 4-pole: 5 A
- Provided with nameplate.
- RoHS Complaint.



Ordering Information

■ Relays

Standard Coil Polarity

Type	Contact form	Model		
		Plug-in socket/solder terminals		
		Standard with LED indicator	With LED indicator and lockable test button	Without LED indicator
Standard	DPDT	MY2N	MY2IN	MY2
	4PDT	MY4N	MY4IN	MY4
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN	MY4ZIN	MY4Z
With built-in diode (DC only)	DPDT	MY2N-D2	MY2IN-D2	---
	4PDT	MY4N-D2	MY4IN-D2	---
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN-D2	MY4ZIN-D2	---
With built-in CR (220/240 VAC, 110/120 VAC only)	DPDT	MY2N-CR	MY2IN-CR	---
	4PDT	MY4N-CR	MY4IN-CR	---
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN-CR	MY4ZIN-CR	---

Reverse Coil Polarity

Type	Contact form	Model	
		Plug-in socket/solder terminals	
		With LED indicator	With LED indicator and lockable test button
Standard (DC only)	DPDT	MY2N1	MY2IN1
	4PDT	MY4N1	MY4IN1
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN1	MY4ZIN1
With built-in diode (DC only)	DPDT	MY2N1-D2	MY2IN1-D2
	4PDT	MY4N1-D2	MY4IN1-D2
	4PDT (bifurcated)	MY4ZN1-D2	MY4ZIN1-D2

Note: 1. When ordering, add the rated coil voltage to the model number(s), followed by "(S)". Rated coil voltages are given in the coil ratings table.
Example: MY2 AC12(S)

↑
Rated coil voltage

- Arc barrier standard on all four-pole relays.
- Other models also available, such as, three-pole versions, flangemount, PCB, etc. Contact your Omron Representative for details.

Specifications

■ Coil Ratings

Rated voltage		Rated current		Coil resistance	Inductance (reference value)		Must operate	Must release	Max. voltage	Power consumption (approx.)
		50 Hz	60 Hz		Arm. OFF	Arm. ON				
AC	6 V*	214.1 mA	183 mA	12.2 Ω	0.04 H	0.08 H	80% max.	30% min.	110%	1.0 to 1.2 VA (60 Hz)
	12 V	106.5 mA	91 mA	46 Ω	0.17 H	0.33 H				
	24 V	53.8 mA	46 mA	180 Ω	0.69 H	1.30 H				
	48/50 V*	24.7/25.7 mA	21.1/22.0 mA	788 Ω	3.22 H	5.66 H				
	110/120 V	9.9/10.8 mA	8.4/9.2 mA	4,430 Ω	19.20 H	32.1 H				
	220/240 V	4.8/5.3 mA	4.2/4.6 mA	18,790 Ω	83.50 H	136.4 H				
DC	6 V*	151 mA		39.8 Ω	0.17 H	0.33 H	10% min.			0.9 W
	12 V	75 mA		160 Ω	0.73 H	1.37 H				
	24 V	37.7 mA		636 Ω	3.20 H	5.72 H				
	48 V*	18.8 mA		2,560 Ω	10.60 H	21.0 H				
	100/110 V	9.0/9.9 mA		11,100 Ω	45.60 H	86.2 H				

Note: 1. The rated current and coil resistance are measured at a coil temperature of 23°C with tolerances of +15%/–20% for rated currents and ±15% for DC coil resistance.

2. Performance characteristic data are measured at a coil temperature of 23°C.

3. AC coil resistance and impedance are provided as reference values (at 60 Hz).

4. Power consumption drop was measured for the above data. When driving transistors, check leakage current and connect a bleeder resistor if required.

5. Rated voltage denoted by "*" will be manufactured upon request. Ask your OMRON representative.

■ Contact Ratings

Item	2-pole		4-pole		4-pole (bifurcated)	
	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ = 0.4, L/R = 7 ms)	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ = 0.4, L/R = 7 ms)	Resistive load (cosφ = 1)	Inductive load (cosφ = 0.4, L/R = 7 ms)
Rated load	5 A, 250 VAC 5 A, 30 VDC	2 A, 250 VAC 2 A, 30 VDC	3 A, 250 VAC 3 A, 30 VDC	0.8 A, 250 VAC 1.5 A, 30 VDC	3 A, 250 VAC 3 A, 30 VDC	0.8 A, 250 VAC 1.5 A, 30 VDC
Carry current	10 A (see note)		5 A (see note)			
Max. switching voltage	250 VAC 125 VDC		250 VAC 125 VDC			
Max. switching current	10 A		5 A			
Max. switching capacity	2,500 VA 300 W	1,250 VA 300 W	1,250 VA 150 W	500 VA 150 W	1,250 VA 150 W	500 VA 150 W
Min. permissible load*	5 VDC, 1 mA		1 VDC, 1 mA		1 VDC, 100 μA	

* Reference value.

Note: Do not exceed the carry current of a Socket in use.

■ Characteristics

Contact resistance		100 mΩ max.
Operate time		20 ms max.
Release time		20 ms max.
Max. operating frequency	Mechanical	18,000 operations/hr
	Electrical	1,800 operations/hr (under rated load)
Insulation resistance		1,000 MΩ min. (at 500 VDC)
Dielectric withstand voltage		2,000 VAC, 50/60 Hz for 1.0 min (1,000 VAC between contacts of same polarity)
Vibration resistance		Destruction: 10 to 55 Hz, 1.0 mm double amplitude Malfunction: 10 to 55 Hz, 1.0 mm double amplitude
Shock resistance		Destruction: 1,000 m/s ² (approx. 100G) Malfunction: 200 m/s ² (approx. 20G)
Life expectancy		See the following table.
Ambient temperature	Operating	-55°C to 70°C (-67°F to 158°F) with no icing (see note)
Ambient humidity	Operating	5% to 85% RH
Weight		Approx. 35 g

Note: The values given above are initial values.

■ Life Expectancy Characteristics

Pole	Mechanical life (at 18,000 operations/hr)	Electrical life (at 1,800 operations/hr under rated load)
2-pole	AC: 50,000,000 operations min.	500,000 operations min.
4-pole	DC: 100,000,000 operations min.	200,000 operations min.
4-pole (bifurcated)	20,000,000 operations min.	100,000 operations min.

■ Approved Standards

VDE, UL, CSA, IMQ, CE

■ Precautions

Connections

Do not reverse polarity when connecting DC-operated Relays with built-in diodes or indicators or high-sensitivity DC-operated Relays.

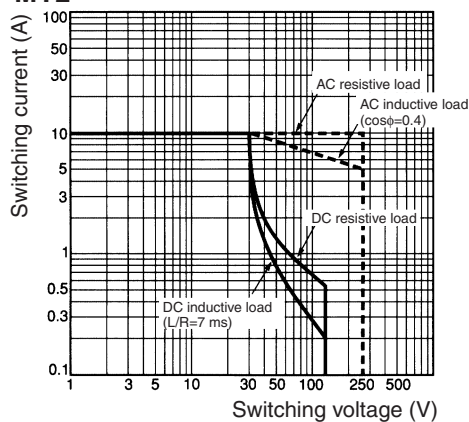
Mounting

Whenever possible, mount Relays so that it is not subject to vibration or shock in the same direction as that of contact movement.

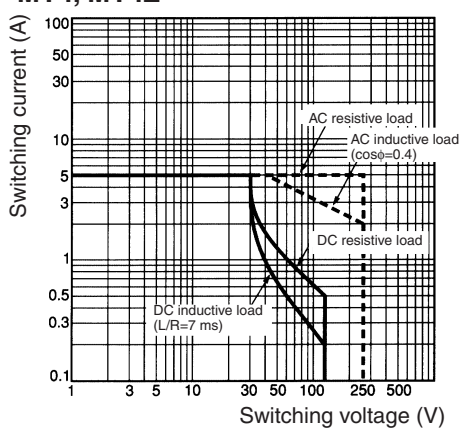
Engineering Data

Maximum Switching Power

MY2

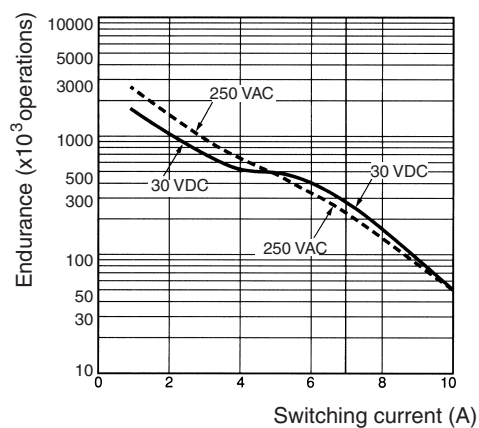


MY4, MY4Z

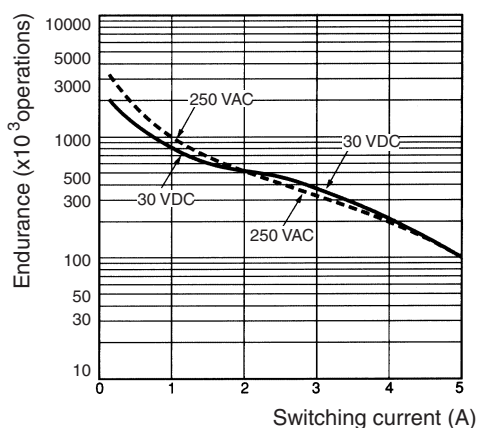


Endurance

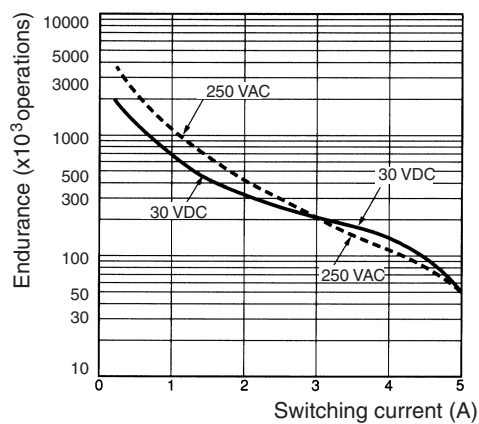
MY2 (Resistive Loads)



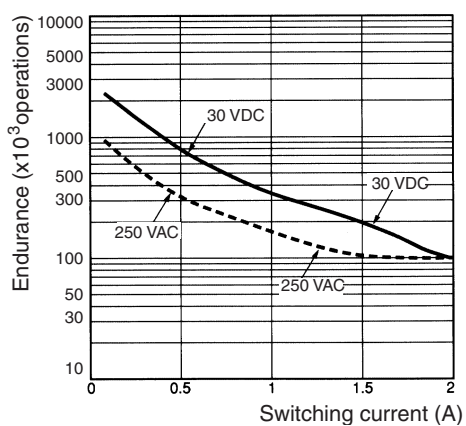
MY2 (Inductive Loads)



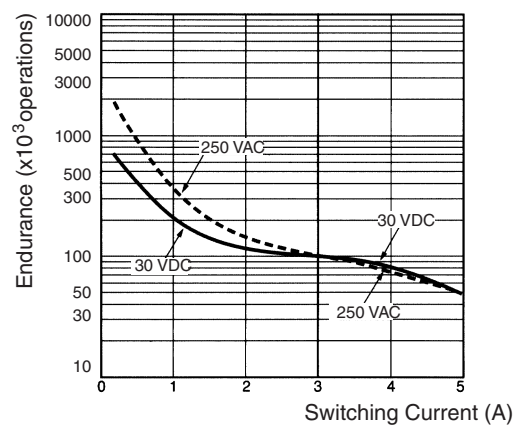
MY4 (Resistive Loads)



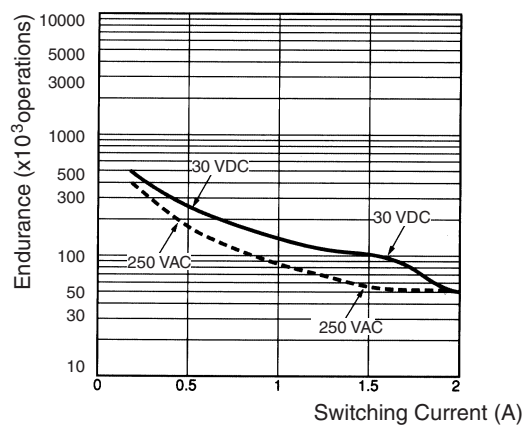
MY4 (Inductive Loads)



MY4Z (Resistive Loads)



MY4Z (Inductive Loads)

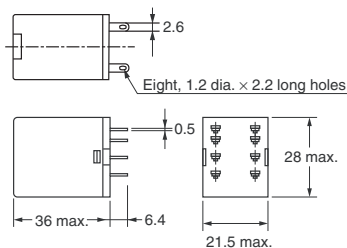
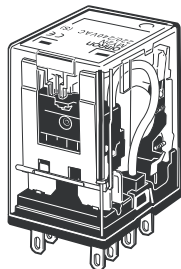


Dimensions

Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

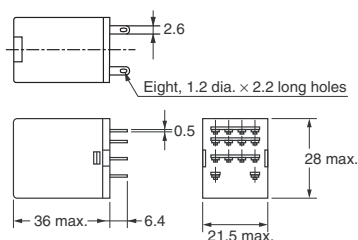
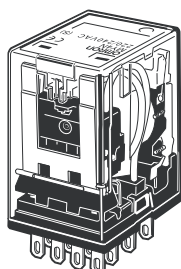
■ 2-Pole Models

MY2N



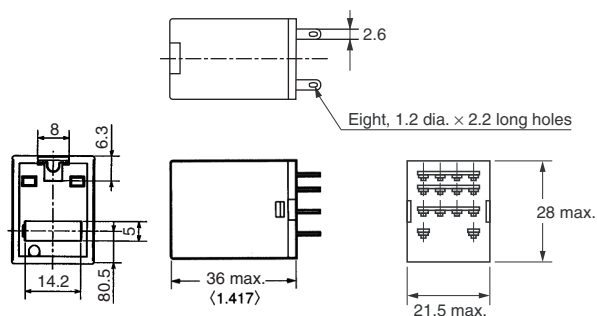
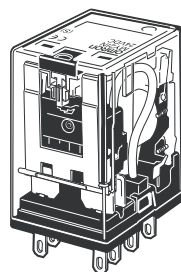
■ 4-Pole Models

MY4N

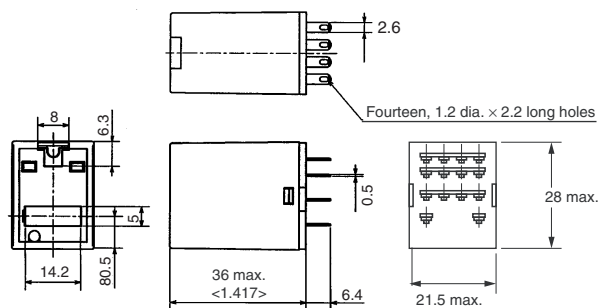
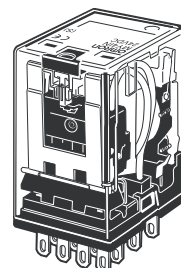


■ Models with Test Button

MY2IN

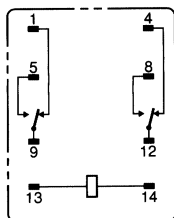


MY4IN

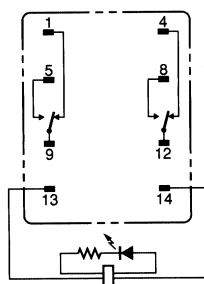


■ Terminal Arrangement/Internal Connections (Bottom View)

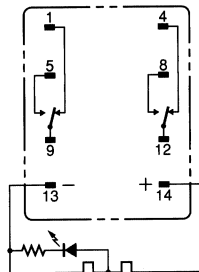
MY2



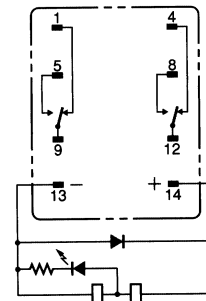
MY2N/MY2IN
(AC Models)



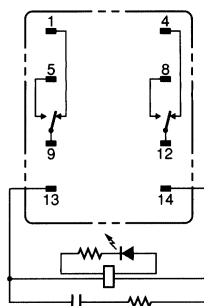
MY2N/MY2IN
(DC Models)



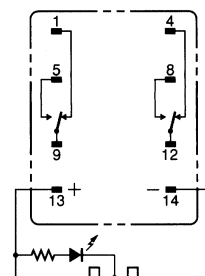
MY2N-D2/MY2IN-D2
(DC Models Only)



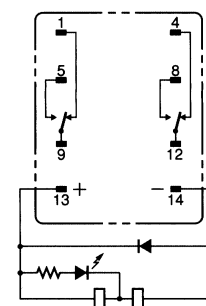
MY2N-CR/MY2IN-CR
(AC Models Only)



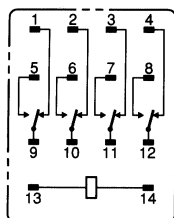
MY2N1/MY2IN1
(DC Models Only)



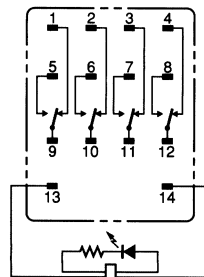
MY2N1-D2/MY2IN1-D2
(DC Models Only)



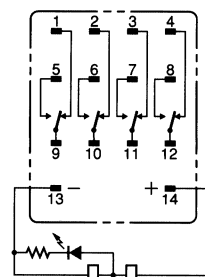
MY4(Z)



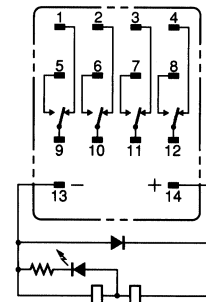
MY4(Z)N/MY4(Z)IN
(AC Models)



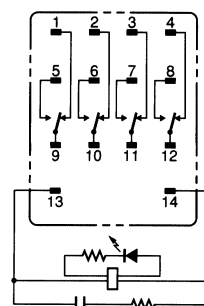
MY4(Z)N/MY4(Z)IN
(DC Models)



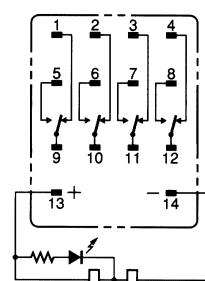
MY4(Z)N-D/MY4(Z)IN-D2
(DC Models Only)



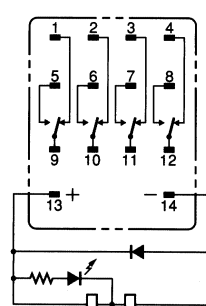
MY4(Z)N-CR/MY4(Z)IN-CR
(AC Models Only)



MY4(Z)N1/MY4(Z)IN1
(DC Models Only)



MY4(Z)N1-D2/MY4(Z)N1-D2
(DC Models Only)



Accessories (order separately)

■ Track-mounted Screwless Clamp Terminal Sockets

Item	Model			
	4-pole		2-pole	
Socket	PYF14S		PYF08S	
Clip & release lever	PYCM-14S		PYCM-08S	
Nameplate	R99-11 Nameplate for MY			
Socket bridge	PYDM-14SR	PYDM-14SB	PYDM-08SR	PYDM-08SB

Note: For complete specifications, see the datasheet at Omron's Knowledge Center on our website: www.knowledge.omron.com.

■ Sockets

Poles	Front-connecting socket (DIN-track/screw mounting)	Back-connecting socket		PCB terminals
		Solder terminals		
		Without clip	With clip	
2	PYF08A-E	PY08	PY08-Y1	PY08-02
	PYF08A-N			
4	PYF14A-E	PY14	PY14-Y1	PY14-02
	PYF14A-N			

■ Socket Specifications

Item	Pole	Model	Carry current	Dielectric withstand voltage	Insulation resistance (see note 2)
Screwless clamp terminal socket	2	PYF08S	10 A	2,000 VAC, 1 min	Less than 1,000 MΩ
	4	PYF14S	5 A		
Track-mounted socket	2	PYF08A-E	7 A	2,000 VAC, 1 min	1,000 MΩ min.
		PYF08A-N (see note 3)	7 A (see note 4)		
	4	PYF14A-E	5 A		
		PYF14A-N (see note 3)	5 A (see note 4)		
Back-connecting socket	2	PY08(-Y1)	7 A	1,500 VAC, 1 min	100 MΩ min.
		PY08-02			
	4	PY14(-Y1)	3 A		
		PY14-02			

Note: 1. The values given above are initial values.

2. The values for insulation resistance were measured at 500 V at the same place as the dielectric strength.

3. The maximum operating ambient temperature for the PYF08A-N and PYF14A-N is 55°C.

4. When using the PYF08A-N or PYF14A-N at an operating ambient temperature exceeding 40°C, reduce the current to 60%.

5. The MY2(S) can be used at 70°C with a carry current of 7 A.

■ Socket Hold-down Clip Pairing

Relay type	Poles	Front-connecting socket (DIN-track/screw mounting)		Back-connecting socket			
				Solder terminals		PCB terminals	
		Socket	Clip	Socket	Clip	Socket	Clip
Without 2-pole test button	2	PYF08A-E	PYC-A1	PY08	PYC-P PYC-P2	PY08-02	PYC-P PYC-P2
		PYF08A-N					
Without 2-pole test button	4	PYF14A-E	PYC-A1	PY14	PYC-P PYC-P2	PY14-02	PYC-P PYC-P2
		PYF14A-N					
2-pole test button	2	PYF08A-E	PYC-E1	PY08	PYC-P2	PY08-02	PYC-P2
		PYF08A-N					

■ Mounting Plates for Sockets

Socket model	For 1 socket	For 18 sockets	For 36 sockets
PY08, PY14	PYP-1	PYP-18	PYP-36

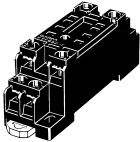
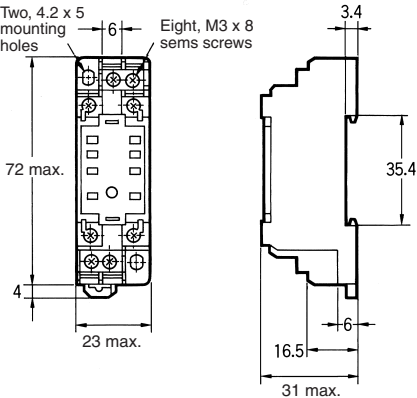
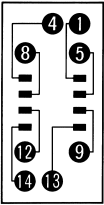
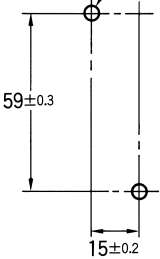
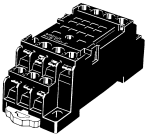
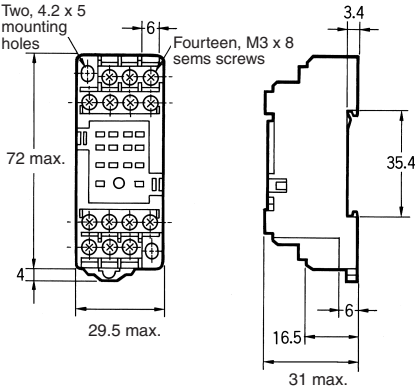
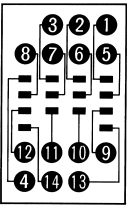
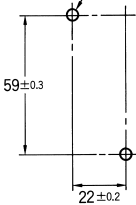

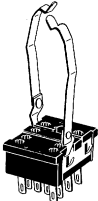
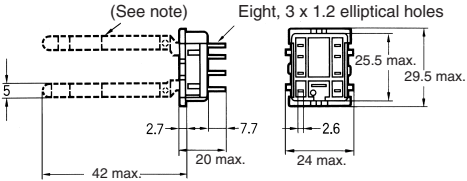
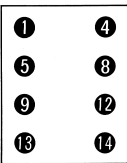
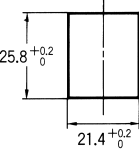
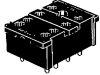
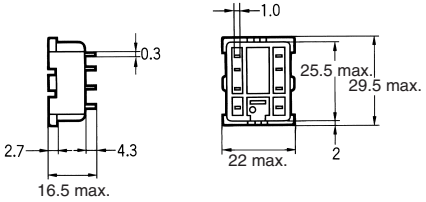
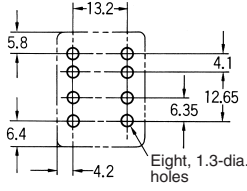
Note: PYP-18 and PYP-36 can be cut into any desired length in accordance with the number of Sockets.

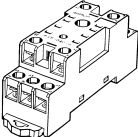
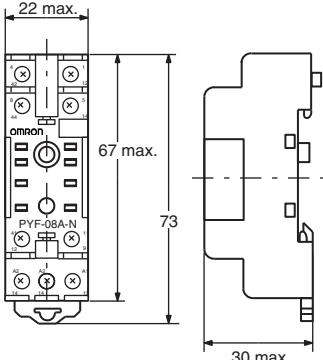
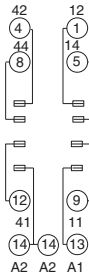
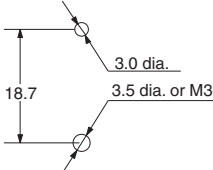
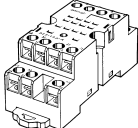
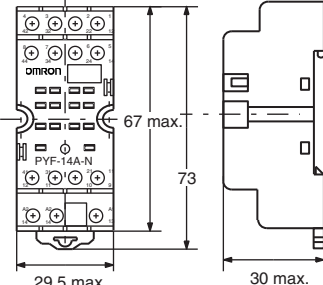
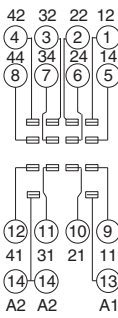
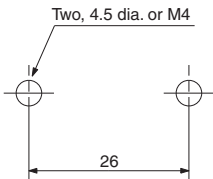
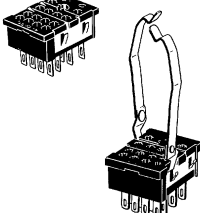
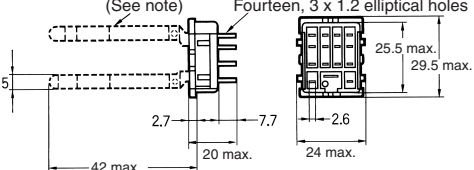
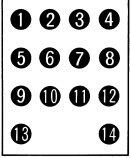
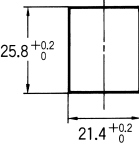

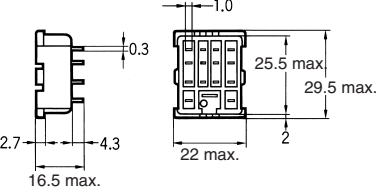
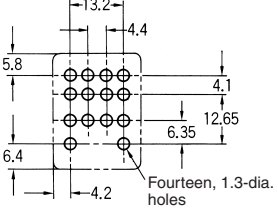
■ DIN Rail Track and Accessories

Description	Model
Mounting rail (length = 500 mm)	PFP-50N
Mounting rail (length = 1,000 mm)	PFP-100N, PFP-100N2
End Plate	PFP-M
Spacer	PFP-S

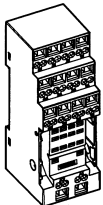
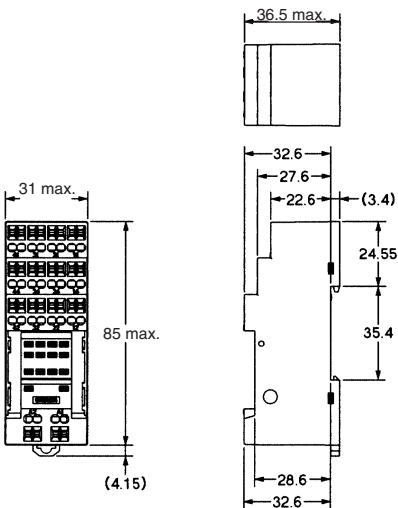
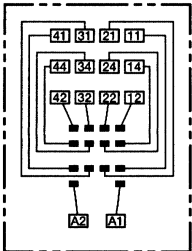
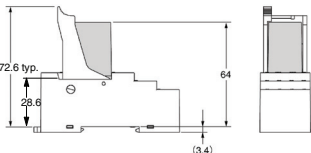

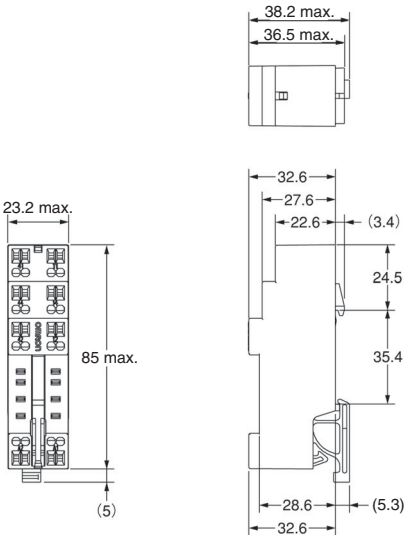
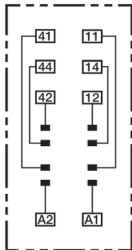
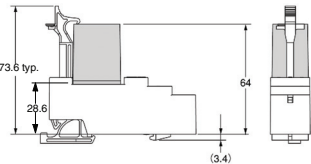
Dimensions

Unit: mm (inch)

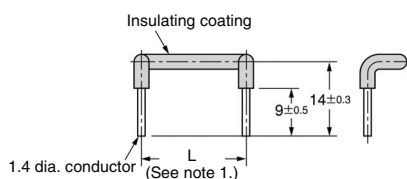
Socket	Dimensions	Terminal arrangement/ internal connections (top view)	Mounting holes
PYF08A-E 			<p>Two, M3, M4, or 4.5-dia. holes</p>  <p>(TOP VIEW)</p> <p>Note: Track mounting is also possible. Refer to page 12 for supporting tracks.</p>
PYF14A-E 			<p>Two, M3, M4, or 4.5-dia. holes</p>  <p>(TOP VIEW)</p> <p>Note: Track mounting is also possible. Refer to page 12 for supporting tracks.</p>
PY08/PY08-Y1  	<p>(See note)</p>  <p>Note: The PY08-Y1 includes sections indicated by dotted lines.</p>		
PY08-02 			

Socket	Dimensions	Terminal arrangement/ internal connections (top view)	Mounting holes
PYF08A-N 			 <p>Note: Track mounting is also possible. Refer to page 12 for supporting tracks.</p>
PYF14A-N 			 <p>Note: Track mounting is also possible. Refer to page 12 for supporting tracks.</p>
PY14/PY14-Y1 	 <p>Note: The PY14-Y1 includes sections indicated by dotted lines.</p>		
PY14-02 			

Note: Use a panel with plate thickness of 1 to 2 mm for mounting the Sockets.

Socket	Dimensions	Terminal arrangement/ internal connections (top view)	Mounting height (with lever)
PYF14S 		 <p>Note: Pole-2 and pole-3 cannot be used with the MY2 type. Use pole-1 (terminal numbers 11, 14, 12) and pole-4 (terminal numbers 41, 44, 42).</p>	 <p>Note: Track mounting only.</p>
PYF08S 			 <p>Note: Track mounting only.</p>

Socket Bridge



Model number	Length L (mm)	Color of insulating coating
PYDM-14SR	27.5±0.3	Red
PYDM-14SB		Blue
PYDM-08SR	19.7±0.3	Red
PYDM-08SB		Blue

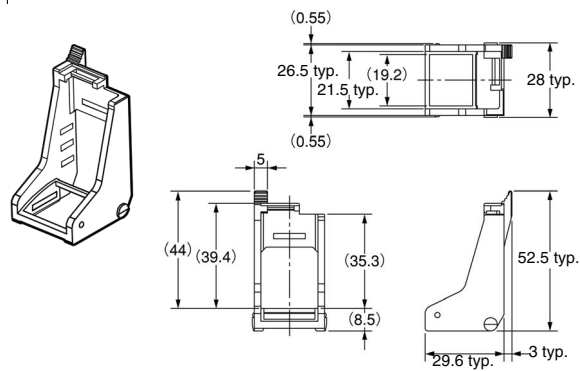
- Note:**
- The relationship between the model number, the length L, and the color of the insulating coating is shown above.
 - The insulating coating must be able to withstand a voltage of 1,500 V for 1 minute. Use either PE or PA as the material of the insulating coating.

Item	Characteristic
Rated ON current	10 A
Rated insulation voltage	250 VAC
Temperature rise	35°C max.
Dielectric strength	1,500 VAC for 1 minute
Ambient operating temperature	-55 to 70°C

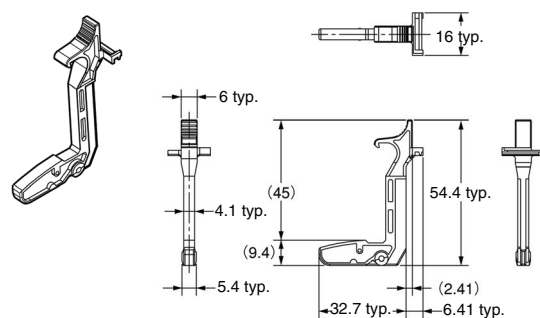
- The positions of the ends of the insulating coating must not vary more than 0.5 mm.
- The characteristics of the socket bridge are shown above.

■ Clip and Release Levers

PYCM-14S



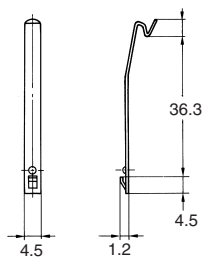
PYCM-08S



■ Hold-down Clips

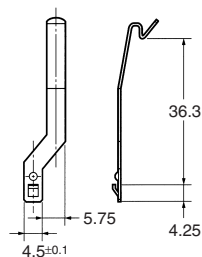
PYC-A1

(2 pcs per set)

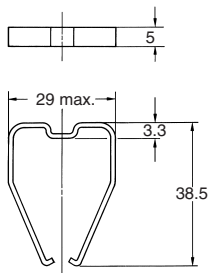


PYC-E1

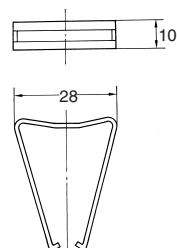
(2 pcs per set)



PYC-P

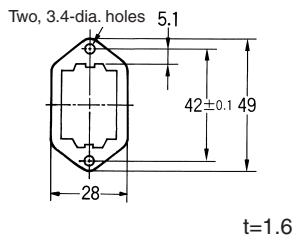


PYC-P2

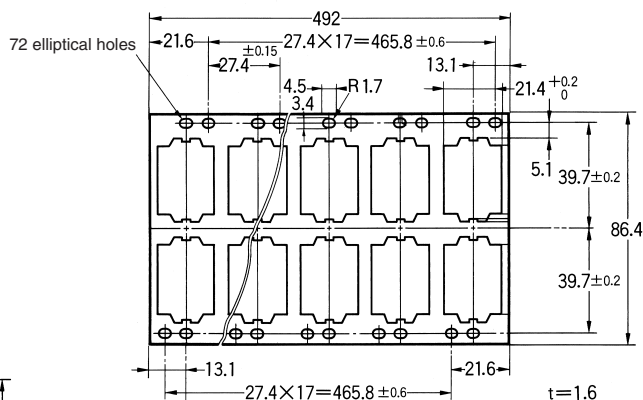


■ Mounting Plates for Back-connecting Sockets

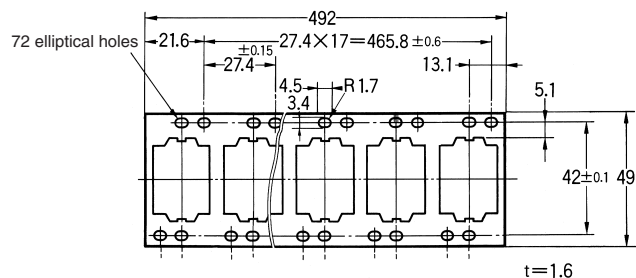
PYP-1



PYP-36



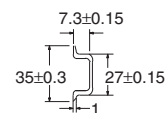
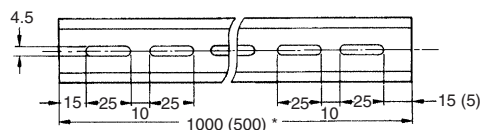
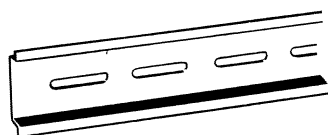
PYP-18



■ Mounting Track and Accessories

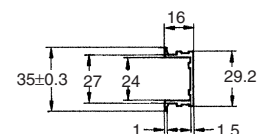
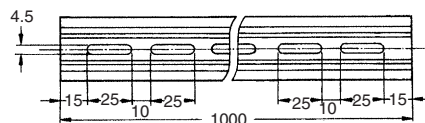
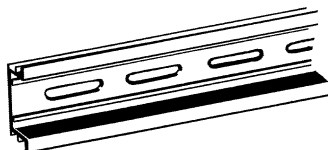
DIN Rail Track

PFP-50N/PFP-100N



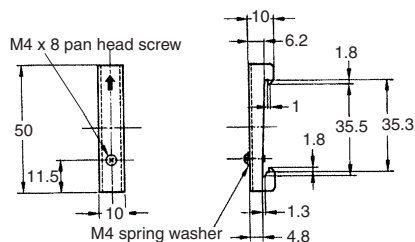
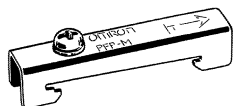
Note: The figure in the parentheses is for PFP-50N.

PFP-100N2



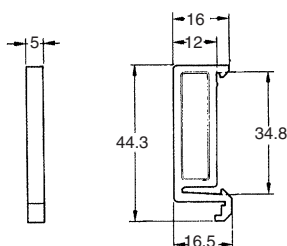
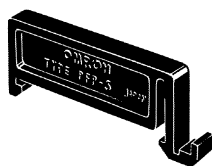
End Plate

PFP-M



Spacer

PFP-S



■ Approved Standards

VDE Recognitions (File No. 112467UG, IEC 255, VDE 0435)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6, 12, 24, 48/50, 100/110 110/120, 200/220, 220/240 VAC	10 A, 250 VAC ($\cos\phi=1$) 10 A, 30 VDC (L/R=0 ms)	10×10^3
4	6, 12, 24, 48, 100/110, 125 VDC	5 A, 250 VAC ($\cos\phi=1$) 5 A, 30 VDC (L/R=0 ms)	100×10^3 MY4Z AC; 50×10^3

UL Recognized (File No. 41515)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 30 VDC (general purpose), 40°C 10 A, 250 VAC (general purpose), 40°C	6×10^3
4		5 A, 30 VDC (general purpose), 40°C (Same polarity) 5 A, 250 VAC (general purpose), 40°C (Same polarity)	

CSA Certified (File No. LR31928)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 30 VDC 10 A, 250 VAC	6×10^3
4		5 A, 250 VAC (same polarity) 5 A, 30 VDC (same polarity)	

IMQ (File No. EN013 to 016)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6, 12, 24, 48/50, 100/110 110/120, 200/220, 220/240 VAC	10 A, 30 VDC 10 A, 250 VAC	10×10^3
4	6, 12, 24, 48, 100/110, 125 VDC	5 A, 250 VAC 5 A, 30 VDC	100×10^3 MY4Z AC; 50×10^3

LR Recognitions (File No. 98/10014)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 250 VAC (resistive) 2 A, 250 VAC (PF0.4) 10 A, 30 VDC (resistive) 2 A, 30 VDC (L/R=7 ms)	50×10^3
4		5 A, 250 VAC (resistive) 0.8 A, 250 VAC (PF0.4) 5 A, 30 VDC (resistive) 1.5 A, 30 VDC (L/R=7 ms)	50×10^3

SEV Listings (File No. 99.5 50902.01)

No. of poles	Coil ratings	Contact ratings	Operations
2	6 to 240 VAC 6 to 125 VDC	10 A, 250 VAC 10 A, 30 VDC	10 x 10 ³
4		5 A, 250 VAC 5 A, 30 VDC	100 x 10 ³ MY4Z AC; 50 x 10 ³

Note: 1. The rated values approved by each of the safety standards (eg., UL, CSA, VDE, and SEV) may be different from the performance characteristics individually defined in this catalog.

2. In the interest of product improvement, specifications are subject to change.

PYF-S Installation Notes

Tools

A flat-blade screwdriver should be used to mount the cables.

Applicable Screwdriver

- Flat-blade, Parallel-tip, 2.5 mm diameter (3.0 mm max.)

- Flat-blade, Parallel-tip



- Flat-blade, Flared-tip



Cannot be used.

Examples: FACOM AEF.2.5 × 75E (AEF. 3 × 75E)
VESSEL No. 9900-(-)2.5 × 75 (No. 9900-(-)3 × 100)
WAGO 210-119
WIHA 260/2.5 × 40 (260/3 × 50)

*Chamfering the tip of the driver improves insertion when used as an exclusive tool.

Applicable Wires

Applicable Wire Sizes

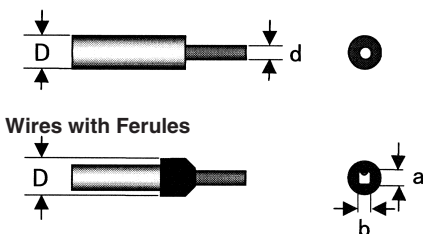
0.2 to 1.5 mm², AWG24 to AWG16

Applicable Wire Type

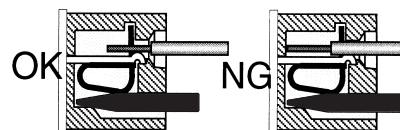
Solid wires, stranded wires, flexible wires, or wires with ferules can be used.

(See note 1.) $2.2 \leq \text{Diameter } D \text{ (mm)} \leq 3.2$ (3.5: see note 2.)

Conductor diameter d (mm) or length of sides a and b (mm) ≤ 1.9



Note: 1. If the overall diameter of the wire is less than 2.2 mm, do not insert the wire past the conductor. Refer to the following diagrams.



2. If the overall diameter of the wire is over 3.2 mm, it will be difficult to use double wiring.

Examples of Applicable Wires (Confirmed Using Catalog Information)

Type of wire	Conductor type	See note 1, above.	Recommended wire sizes	See note 2, above.
Equipment wire 2491X	Flexible		0.5, 0.75, 1.0 mm ²	1.5 mm ²
BS6004	Solid	0.5 mm ²		
Switchgear BS6231	Solid		1.0 mm ²	1.5 mm ²
Switchgear BS6231	Flexible		0.5, 0.75 mm ²	1.0 mm ²
Tri-rated control and switchgear	Flexible		0.5, 0.75, 1.0, 1.5 mm ²	
Conduit	Stranded		1.5 mm ²	
UL1007	Flexible	18AWG	16AWG	
UL1015	Flexible		18AWG, 16AWG	
UL1061	Flexible	18AWG		
UL1430	Flexible	18AWG	16AWG	

■ Wiring

Use wires of the applicable sizes specified above. The length of the exposed conductor should be 8 to 9 mm.

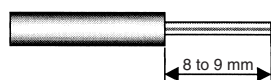


Fig. 1 Exposed Conductor Length

Use the following wiring procedure.

1. Insert the specified screwdriver into the release hole located beside the wire connection hole where the wire is to be inserted.

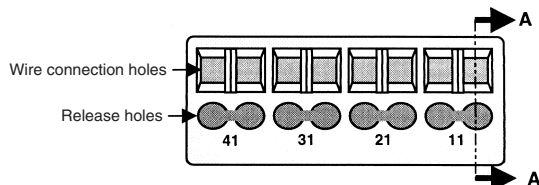


Fig. 2 Wire Connection Holes and Release Holes

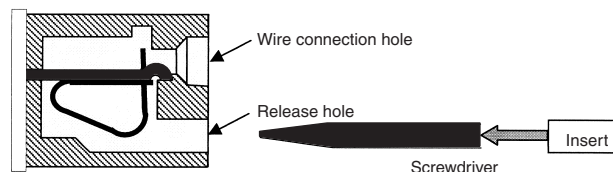
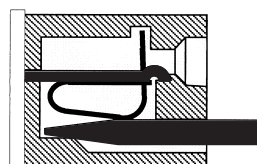
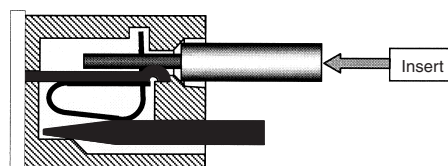


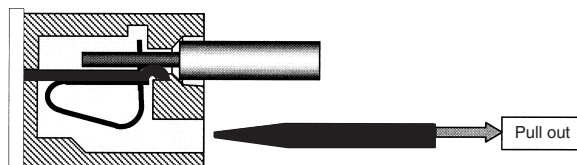
Fig. 3 Section A-A of Fig. 2



2. Insert the exposed conductor into the wire connection hole.



3. Pull out the screwdriver.

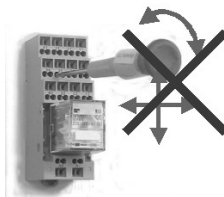


Note: Use no more than 2 wires per terminal, 1 wire per hole.

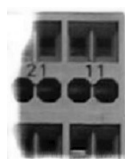
■ Precautions

Precautions for Connection

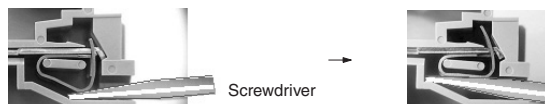
- Do not move the screwdriver up, down, or from side to side while it is inserted in the hole. Doing so may cause damage to internal components (e.g., deformation of the coil spring or cracks in the housing) or cause deterioration of insulation.
- Do not insert the screwdriver at an angle. Doing so may break the side of socket and result in a short-circuit.



- Do not insert two or more wires in the hole. Wires may come in contact with the spring causing a temperature rise or be subject to sparks. (There are two wiring holes for each terminal.)



- Insert the screwdriver along the hole wall as shown below.



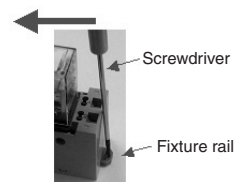
- If lubricating liquid, such as oil, is present on the tip of screwdriver, the screwdriver may fall out resulting in injury to the operator.
- Insert the screwdriver into the bottom of the hole. It may not be possible to connect cables properly if the screwdriver is inserted incorrectly.

General Precautions

- Use the clip to prevent relays floating or falling out of the socket.
- Do not use the product if it has been dropped on the ground. Dropping the product may adversely affect performance.
- Confirm that the socket is securely attached to the mounting track before wiring. If the socket is mounted insecurely it may fall and injure the operator.
- Ensure that the socket is not charged during wiring and maintenance. Not doing so may result in electric shock.
- Do not pour water or cleansing agents on the product. Doing so may result in electric shock.
- Do not use the socket in locations subject to solvents or alkaline chemicals.
- Do not use the socket in locations subject to ultraviolet light (e.g., direct sunlight). Doing so may result in markings fading, rust, corrosion, or resin deterioration.
- Do not dispose of the product in fire.

Removing from Mounting Rail

To remove the socket from the mounting rail, insert the tip of screwdriver in the fixture rail, and move it in the direction shown below.



Omron Electronic Components, LLC

Terms and Conditions of Sales

I. GENERAL

- Definitions:** The words used herein are defined as follows.
 - Terms:** These terms and conditions
 - Seller:** Omron Electronic Components LLC and its subsidiaries
 - Buyer:** The buyer of Products, including any end user in section III through VI
 - Products:** Products and/or services of Seller
 - Including:** Including without limitation
- Offer/Acceptance:** These Terms are deemed part of all quotations, acknowledgments, invoices, purchase orders and other documents, whether electronic or in writing, relating to the sale of Products by Seller. Seller hereby objects to any Terms proposed in Buyer's purchase order or other documents which are inconsistent with, or in addition to, these Terms.
- Distributor:** Any distributor shall inform its customer of the contents after and including section III of these Terms.

II. SALES

- Prices; Payment:** All prices stated are current, subject to change without notice by Seller. Buyer agrees to pay the price in effect at the time the purchase order is accepted by Seller. Payments for Products received are due net 30 days unless otherwise stated in the invoice. Buyer shall have no right to set off any amounts against the amount owing in respect of this invoice.
- Discounts:** Cash discounts, if any, will apply only on the net amount of invoices sent to Buyer after deducting transportation charges, taxes and duties, and will be allowed only if (a) the invoice is paid according to Seller's payment terms and (b) Buyer has no past due amounts owing to Seller.
- Interest:** Seller, at its option, may charge Buyer 1.5% interest per month or the maximum legal rate, whichever is less, on any balance not paid within the stated terms.
- Orders:** Seller will accept no order less than 200 U.S. dollars net billing.
- Currencies:** If the prices quoted herein are in a currency other than U.S. dollars, Buyer shall make remittance to Seller at the then current exchange rate most favorable to Seller; provided that if remittance is not made when due, Buyer will convert the amount to U.S. dollars at the then current exchange rate most favorable to Seller available during the period between the due date and the date remittance is actually made.
- Governmental Approvals:** Buyer shall be responsible for all costs involved in obtaining any government approvals regarding the importation or sale of the Products.
- Taxes:** All taxes, duties and other governmental charges (other than general real property and income taxes), including any interest or penalties thereon, imposed directly or indirectly on Seller or required to be collected directly or indirectly by Seller for the manufacture, production, sale, delivery, importation, consumption or use of the Products sold hereunder (including customs duties and sales, excise, use, turnover and license taxes) shall be charged to and remitted by Buyer to Seller.
- Financial:** If the financial position of Buyer at any time becomes unsatisfactory to Seller, Seller reserves the right to stop shipments or require satisfactory security or payment in advance. If Buyer fails to make payment or otherwise comply with these Terms or any related agreement, Seller may (without liability and in addition to other remedies) cancel any unshipped portion of Products sold hereunder and stop any Products in transit until Buyer pays all amounts, including amounts payable hereunder, whether or not then due, which are owing to it by Buyer. Buyer shall in any event remain liable for all unpaid accounts.
- Cancellation; Etc:** Orders are not subject to rescheduling or cancellation unless Buyer indemnifies Seller fully against all costs or expenses arising in connection therewith.
- Force Majeure:** Seller shall not be liable for any delay or failure in delivery resulting from causes beyond its control, including earthquakes, fires, floods, strikes or other labor disputes, shortage of labor or materials, accidents to machinery, acts of sabotage, riots, delay in or lack of transportation or the requirements of any government authority.
- Shipping; Delivery:** Unless otherwise expressly agreed in writing by Seller:
 - All sales and shipments of Products shall be FOB shipping point (unless otherwise stated in writing by Seller), at which point title to and all risk of loss of the Products shall pass from Seller to Buyer, provided that Seller shall retain a security interest in the Products until the full purchase price is paid by Buyer;
 - Delivery and shipping dates are estimates only; and
 - Seller will package Products as it deems proper for protection against normal handling and extra charges apply to special conditions.
- Claims:** Any claim by Buyer against Seller for shortage or damage to the Products occurring before delivery to the carrier or any claim related to pricing or other charges must be presented in detail in writing to Seller within 30 days of receipt of shipment.

III. PRECAUTIONS

- Suitability:** IT IS THE BUYER'S SOLE RESPONSIBILITY TO ENSURE THAT ANY OMRON PRODUCT IS FIT AND SUFFICIENT FOR USE IN A MOTORIZED VEHICLE APPLICATION. BUYER SHALL BE SOLELY RESPONSIBLE FOR DETERMINING APPROPRIATENESS OF THE PARTICULAR PRODUCT WITH RESPECT TO THE BUYER'S APPLICATION INCLUDING (A) ELECTRICAL OR ELECTRONIC COMPONENTS, (B) CIRCUITS, (C) SYSTEM ASSEMBLIES, (D) END PRODUCT, (E) SYSTEM, (F) MATERIALS OR SUBSTANCES OR (G) OPERATING ENVIRONMENT. Buyer acknowledges that it alone has determined that the Products will meet their requirements of the intended use in all cases. Buyer must know and observe all prohibitions of use applicable to the Product/s.
- Use with Attention:** The followings are some examples of applications for which particular attention must be given. This is not intended to be an exhaustive list of all possible use of any Product, nor to imply that any use listed may be suitable for any Product:
 - Outdoor use, use involving potential chemical contamination or electrical interference.

- Use in consumer Products or any use in significant quantities.
 - Energy control systems, combustion systems, railroad systems, aviation systems, medical equipment, amusement machines, vehicles, safety equipment, and installations subject to separate industry or government regulations.
 - Systems, machines, and equipment that could present a risk to life or property.
- Prohibited Use:** NEVER USE THE PRODUCT FOR AN APPLICATION INVOLVING SERIOUS RISK TO LIFE OR PROPERTY WITHOUT ENSURING THAT THE SYSTEM AS A WHOLE HAS BEEN DESIGNED TO ADDRESS THE RISKS, AND THAT THE PRODUCT IS PROPERLY RATED AND INSTALLED FOR THE INTENDED USE WITHIN THE OVERALL EQUIPMENT OR SYSTEM.
 - Motorized Vehicle Application:** USE OF ANY PRODUCT/S FOR A MOTORIZED VEHICLE APPLICATION MUST BE EXPRESSLY STATED IN THE SPECIFICATION BY SELLER.
 - Programmable Products:** Seller shall not be responsible for the Buyer's programming of a programmable Product.

IV. WARRANTY AND LIMITATION

- Warranty:** Seller's exclusive warranty is that the Products will be free from defects in materials and workmanship for a period of twelve months from the date of sale by Seller (or such other period expressed in writing by Seller). SELLER MAKES NO WARRANTY OR REPRESENTATION, EXPRESS OR IMPLIED, ABOUT ALL OTHER WARRANTIES, NON-INFRINGEMENT, MERCHANTABILITY OR FITNESS FOR A PARTICULAR PURPOSE OF THE PRODUCTS.
- Buyer Remedy:** Seller's sole obligation hereunder shall be to replace (in the form originally shipped with Buyer responsible for labor charges for removal or replacement thereof) the non-complying Product or, at Seller's election, to repay or credit Buyer an amount equal to the purchase price of the Product; provided that there shall be no liability for Seller or its affiliates unless Seller's analysis confirms that the Products were correctly handled, stored, installed and maintained and not subject to contamination, abuse, misuse or inappropriate modification. Return of any Products by Buyer must be approved in writing by Seller before shipment.
- Limitation on Liability:** SELLER AND ITS AFFILIATES SHALL NOT BE LIABLE FOR SPECIAL, INDIRECT, INCIDENTAL OR CONSEQUENTIAL DAMAGES, LOSS OF PROFITS OR PRODUCTION OR COMMERCIAL LOSS IN ANY WAY CONNECTED WITH THE PRODUCTS, WHETHER SUCH CLAIM IS BASED IN CONTRACT, WARRANTY, NEGLIGENCE OR STRICT LIABILITY. FURTHER, IN NO EVENT SHALL LIABILITY OF SELLER OR ITS AFFILIATES EXCEED THE INDIVIDUAL PRICE OF THE PRODUCT ON WHICH LIABILITY IS ASSERTED.
- Indemnities:** Buyer shall indemnify and hold harmless Seller, its affiliates and its employees from and against all liabilities, losses, claims, costs and expenses (including attorney's fees and expenses) related to any claim, investigation, litigation or proceeding (whether or not Seller is a party) which arises or is alleged to arise from Buyer's acts or omissions under these Terms or in any way with respect to the Products.

V. INFORMATION; ETC.

- Intellectual Property:** The intellectual property embodied in the Products is the exclusive property of Seller and its affiliates and Buyer shall not attempt to duplicate it in any way without the written permission of Seller. Buyer (at its own expense) shall indemnify and hold harmless Seller and defend or settle any action brought against Seller to the extent that it is based on a claim that any Product made to Buyer specifications infringed intellectual property rights of another party.
- Property; Confidentiality:** Notwithstanding any charges to Buyer for engineering or tooling, all engineering and tooling shall remain the exclusive property of Seller. All information and materials supplied by Seller to Buyer relating to the Products are confidential and proprietary, and Buyer shall limit distribution thereof to its trusted employees and strictly prevent disclosure to any third party.
- Performance Data:** Performance data is provided as a guide in determining suitability and does not constitute a warranty. It may represent the result of Seller's test conditions, and the users must correlate it to actual application requirements.
- Change In Specifications:** Product specifications and descriptions may be changed at any time based on improvements or other reasons. It is Seller's practice to change part numbers when published ratings or features are changed, or when significant engineering changes are made. However, some specifications of the Product may be changed without any notice.
- Errors And Omissions:** The information on Seller's website or in other documentation has been carefully checked and is believed to be accurate; however, no responsibility is assumed for clerical, typographical or proofreading errors or omissions.
- Export Controls:** Buyer shall comply with all applicable laws, regulations and licenses regarding (a) export of the Products or information provided by Seller; (b) sale of Products to forbidden or other proscribed persons or organizations; (c) disclosure to non-citizens of regulated technology or information.

VI. MISCELLANEOUS

- Waiver:** No failure or delay by Seller in exercising any right and no course of dealing between Buyer and Seller shall operate as a waiver of rights by Seller.
- Assignment:** Buyer may not assign its rights hereunder without Seller's written consent.
- Law:** These Terms are governed by Illinois law (without regard to conflict of laws). Federal and state courts in Cook County, Illinois have exclusive jurisdiction for any dispute hereunder.
- Amendment:** These Terms constitute the entire agreement between Buyer and Seller relating to the Products, and no provision may be changed or waived unless in writing signed by the parties.
- Severability:** If any provision hereof is rendered ineffective or invalid, such provision shall not invalidate any other provision.

Certain Precautions on Specifications and Use

1. **Suitability for Use.** Seller shall not be responsible for conformity with any standards, codes or regulations which apply to the combination of the Product in Buyer's application or use of the Product. At Buyer's request, Seller will provide applicable third party certification documents identifying ratings and limitations of use which apply to the Product. This information by itself is not sufficient for a complete determination of the suitability of the Product in combination with the end product, machine, system, or other application or use. Buyer shall be solely responsible for determining appropriateness of the particular Product with respect to Buyer's application, product or system. Buyer shall take application responsibility in all cases but the following is a non-exhaustive list of applications for which particular attention must be given:
 - (i) Outdoor use, uses involving potential chemical contamination or electrical interference, or conditions or uses not described in this document.
 - (ii) Energy control systems, combustion systems, railroad systems, aviation systems, medical equipment, amusement machines, vehicles, safety equipment, and installations subject to separate industry or government regulations.
 - (iii) Use in consumer products or any use in significant quantities.
 - (iv) Systems, machines and equipment that could present a risk to life or property. Please know and observe all prohibitions of use applicable to this product.

NEVER USE THE PRODUCT FOR AN APPLICATION INVOLVING SERIOUS RISK TO LIFE OR PROPERTY WITHOUT ENSURING THAT THE SYSTEM AS A WHOLE HAS BEEN DESIGNED TO ADDRESS THE RISKS, AND THAT THE OMRON PRODUCT IS PROPERLY RATED AND INSTALLED FOR THE INTENDED USE WITHIN THE OVERALL EQUIPMENT OR SYSTEM.
2. **Programmable Products.** Seller shall not be responsible for the user's programming of a programmable product, or any consequence thereof.
3. **Performance Data.** Performance data given in this publication is provided as a guide for the user in determining suitability and does not constitute a warranty. It may represent the result of Seller's test conditions, and the users must correlate it to actual application requirements. Actual performance is subject to Seller's Warranty and Limitations of Liability.
4. **Change in Specifications.** Product specifications and accessories may be changed at any time based on improvements and other reasons. It is our practice to change part numbers when published ratings or features are changed, or when significant construction changes are made. However, some specifications of the Product may be changed without any notice. When in doubt, special part numbers may be assigned to fix or establish key specifications for your application. Please consult with your Seller representative at any time to confirm actual specifications of purchased Product.
5. **Errors and Omissions.** The information in this publication has been carefully checked and is believed to be accurate; however, no responsibility is assumed for clerical, typographical or proofreading errors, or omissions.
6. **RoHS Compliance.** Where indicated, our products currently comply, to the best of our knowledge as of the date of this publication, with the requirements of the European Union's Directive on the Restriction of certain Hazardous Substances ("RoHS"), although the requirements of RoHS do not take effect until July 2006. These requirements may be subject to change. Please consult our website for current information.

Complete "Terms and Conditions of Sale" for product purchase and use are on Omron's website at <http://www.components.omron.com> – under the "About Us" tab, in the Legal Matters section.

ALL DIMENSIONS SHOWN ARE IN MILLIMETERS.

To convert millimeters into inches, multiply by 0.03937. To convert grams into ounces, multiply by 0.03527.

OMRON[®]

**OMRON ELECTRONIC
COMPONENTS LLC**

55 E. Commerce Drive, Suite B
Schaumburg, IL 60173

847-882-2288

OMRON ON-LINE

Global - <http://www.omron.com>

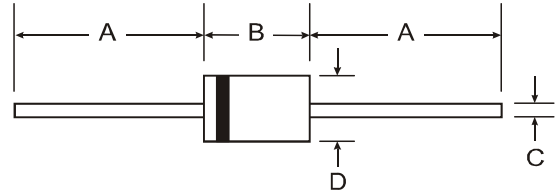
USA - <http://www.components.omron.com>

Features

- Diffused Junction
- High Current Capability and Low Forward Voltage Drop
- Surge Overload Rating to 30A Peak
- Low Reverse Leakage Current
- **Lead Free Finish, RoHS Compliant (Note 3)**

Mechanical Data

- Case: DO-41
- Case Material: Molded Plastic. UL Flammability Classification Rating 94V-0
- Moisture Sensitivity: Level 1 per J-STD-020D
- Terminals: Finish - Bright Tin. Plated Leads Solderable per MIL-STD-202, Method 208
- Polarity: Cathode Band
- Mounting Position: Any
- Ordering Information: See Page 2
- Marking: Type Number
- Weight: 0.30 grams (approximate)



Dim	DO-41 Plastic	
	Min	Max
A	25.40	—
B	4.06	5.21
C	0.71	0.864
D	2.00	2.72
All Dimensions in mm		

Maximum Ratings and Electrical Characteristics @T_A = 25°C unless otherwise specified

Single phase, half wave, 60Hz, resistive or inductive load.
For capacitive load, derate current by 20%.

Characteristic	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage	V _{RRM}								
Working Peak Reverse Voltage	V _{RWM}	50	100	200	400	600	800	1000	V
DC Blocking Voltage	V _R								
RMS Reverse Voltage	V _{R(RMS)}	35	70	140	280	420	560	700	V
Average Rectified Output Current (Note 1) @ T _A = 75°C	I _O	1.0							A
Non-Repetitive Peak Forward Surge Current 8.3ms single half sine-wave superimposed on rated load	I _{FSM}	30							A
Forward Voltage @ I _F = 1.0A	V _{FM}	1.0							V
Peak Reverse Current @T _A = 25°C	I _{RM}	5.0							μA
at Rated DC Blocking Voltage @ T _A = 100°C		50							
Typical Junction Capacitance (Note 2)	C _j	15				8			pF
Typical Thermal Resistance Junction to Ambient	R _{θJA}	100							K/W
Maximum DC Blocking Voltage Temperature	T _A	+150							°C
Operating and Storage Temperature Range	T _J , T _{STG}	-65 to +150							°C

- Notes:
1. Leads maintained at ambient temperature at a distance of 9.5mm from the case.
 2. Measured at 1.0 MHz and applied reverse voltage of 4.0V DC.
 3. EU Directive 2002/95/EC (RoHS). All applicable RoHS exemptions applied, see EU Directive 2002/95/EC Annex Notes.

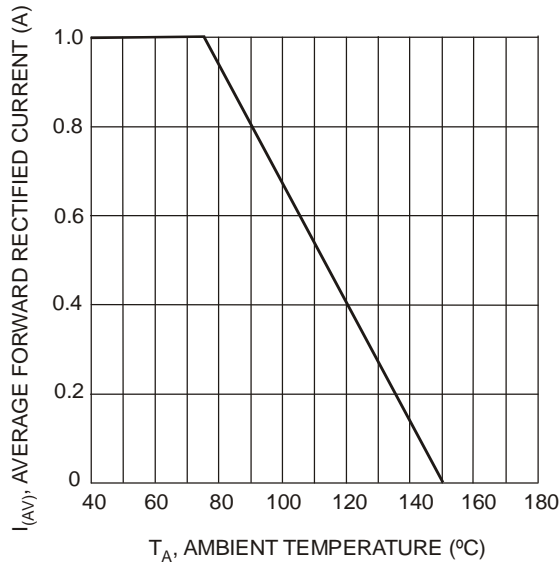


Fig. 1 Forward Current Derating Curve

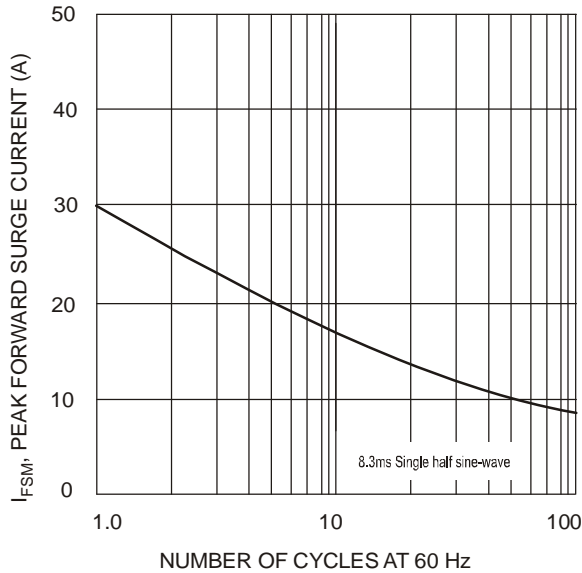


Fig. 3 Max Non-Repetitive Peak Fwd Surge Current

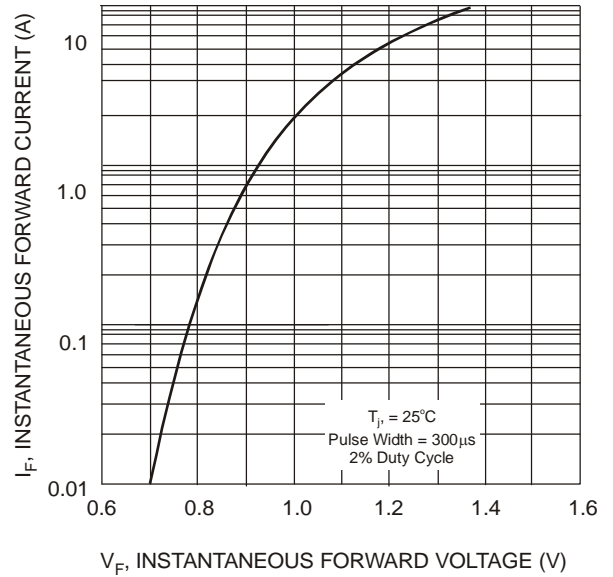


Fig. 2 Typical Forward Characteristics

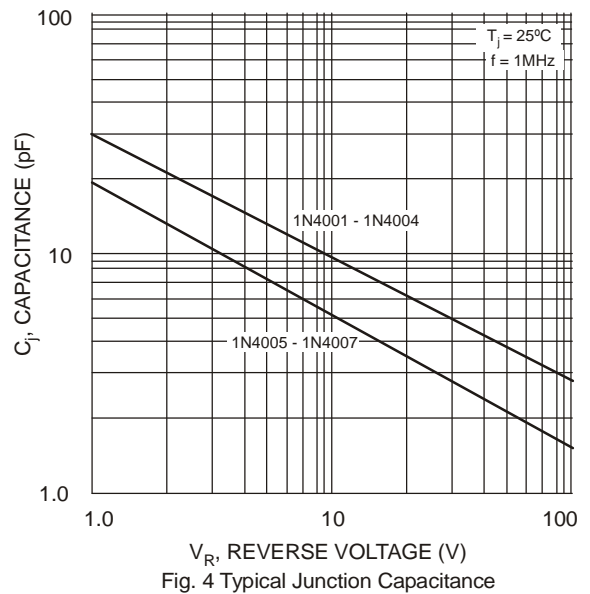


Fig. 4 Typical Junction Capacitance

Ordering Information (Note 4)

Device	Packaging	Shipping
1N4001-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4001-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4002-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4002-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4003-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4003-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4004-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4004-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4005-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4005-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4006-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4006-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch
1N4007-B	DO-41 Plastic	1K/Bulk
1N4007-T	DO-41 Plastic	5K/Tape & Reel, 13-inch

Notes: 4. For packaging details, visit our website at <http://www.diodes.com/datasheets/ap02008.pdf>.

IMPORTANT NOTICE

Diodes Incorporated and its subsidiaries reserve the right to make modifications, enhancements, improvements, corrections or other changes without further notice to any product herein. Diodes Incorporated does not assume any liability arising out of the application or use of any product described herein; neither does it convey any license under its patent rights, nor the rights of others. The user of products in such applications shall assume all risks of such use and will agree to hold Diodes Incorporated and all the companies whose products are represented on our website, harmless against all damages.

LIFE SUPPORT

Diodes Incorporated products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without the expressed written approval of the President of Diodes Incorporated.



LM158-LM258-LM358 LM158A-LM258A-LM358A

Low Power Dual Operational Amplifiers

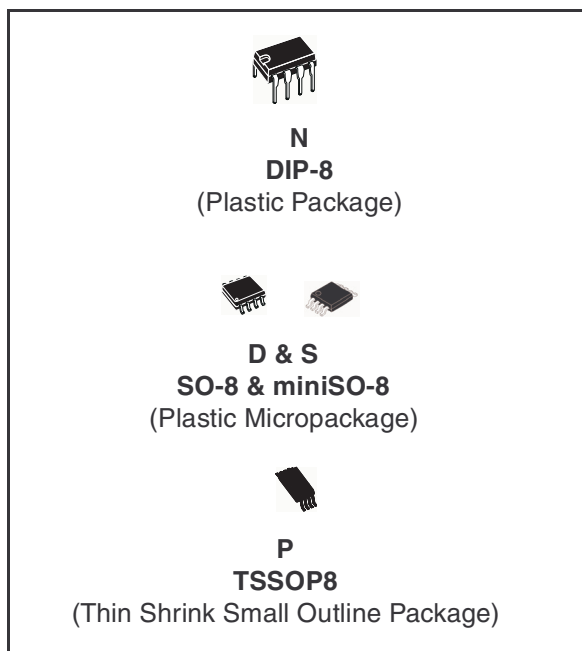
- Internally frequency compensated
- Large DC voltage gain: 100dB
- Wide bandwidth (unity gain): 1.1MHz (temperature compensated)
- Very low supply current/op (500µA) essentially independent of supply voltage
- Low input bias current: 20nA (temperature compensated)
- Low input offset voltage: 2mV
- Low input offset current: 2nA
- Input common-mode voltage range includes ground
- Differential input voltage range equal to the power supply voltage
- Large output voltage swing 0V to ($V_{CC} - 1.5V$)

Description

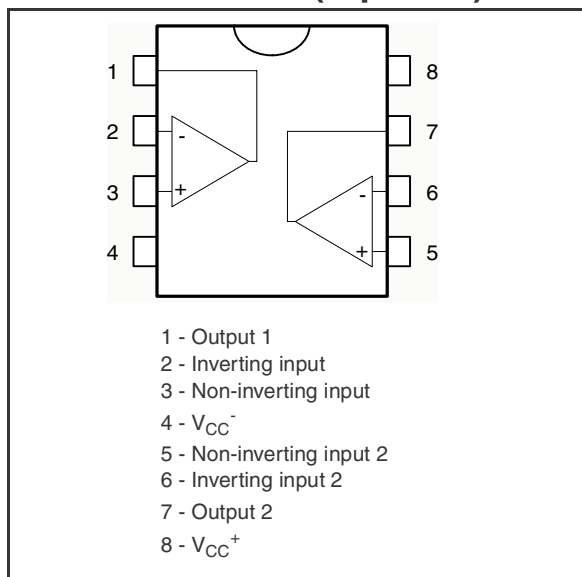
These circuits consist of two independent, high-gain, internally frequency-compensated which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. The low power supply drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, DC gain blocks and all the conventional op-amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, these circuits can be directly supplied with the standard +5V which is used in logic systems and will easily provide the required interface electronics without requiring any additional power supply.

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



Pin Connections (top view)



Order Codes

Part Number	Temperature Range	Package	Packaging	Marking
LM158N	-55°C, +125°C	DIP-8	Tube	LM158N
LM158D		SO-8	Tube or Tape & Reel	158
LM158DT				
LM258AN	-40°C, +105°C	DIP-8	Tube	LM258A
LM258AD		SO-8	Tube or Tape & Reel	258A
LM258ADT				
LM258APT		TSSOP-8 (Thin Shrink Outline Package)	Tape & Reel	258A
LM258AST		miniSO-8	Tape & Reel	K408
LM258N		DIP-8	Tube	LM258N
LM258D		SO-8	Tube or Tape & Reel	258
LM258DT				
LM258PT		TSSOP-8 (Thin Shrink Outline Package)	Tape & Reel	258
LM358N	0°C, +70°C	DIP-8	Tube	LM358N
LM358AN				LM358AN
LM358D		SO-8	Tube or Tape & Reel	358
LM358DT				358A
LM358AD		TSSOP-8 (Thin Shrink Outline Package)	Tape & Reel	358
LM358ADT				358A
LM358PT		miniSO-8	Tape & Reel	K405
LM358APT				K404
LM358ST				
LM358AST				

1 Absolute Maximum Ratings

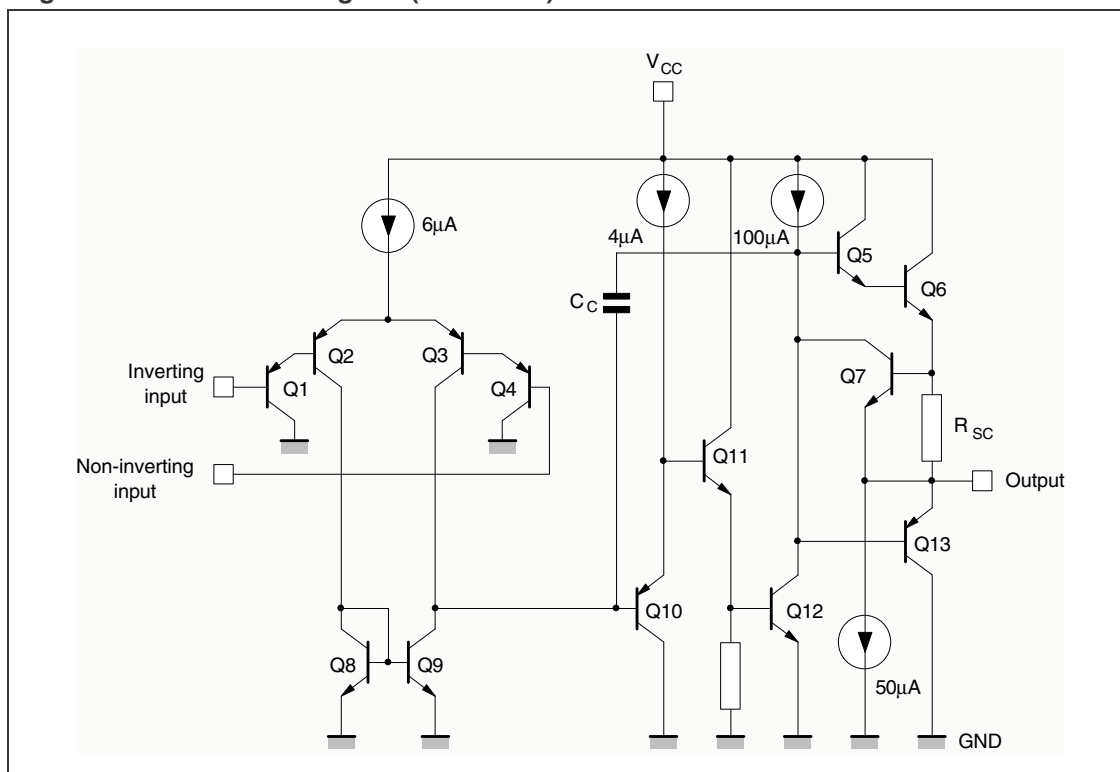
Table 1. Key parameters and their absolute maximum ratings

Symbol	Parameter	LM158,A	LM258,A	LM358,A	Unit
V_{CC}	Supply voltage	+/-16 or 32			V
V_i	Input Voltage	-0.3 to +32			V
V_{id}	Differential Input Voltage	+32			V
P_{tot}	Power Dissipation ⁽¹⁾	500			mW
	Output Short-circuit Duration ⁽²⁾	Infinite			
I_{in}	Input Current ⁽³⁾	50			mA
T_{oper}	Operating Free-air Temperature Range	-55 to +125	-40 to +105	0 to +70	°C
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to +150			°C
T_j	Maximum Junction Temperature	150			°C
R_{thja}	Thermal Resistance Junction to Ambient ⁽⁴⁾ SO8 TSSOP8 DIP8 miniSO8	125 120 85 190			°C/W
ESD	HBM: Human Body Model ⁽⁵⁾	300			V
	MM: Machine Model ⁽⁶⁾	200			V
	CDM: Charged Device Model	1.5			kV

1. Power dissipation must be considered to ensure maximum junction temperature (T_j) is not exceeded.
2. Short-circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating if $V_{CC} > 15V$. The maximum output current is approximately 40mA independent of the magnitude of V_{CC} . Destructive dissipation can result from simultaneous short-circuit on all amplifiers.
3. This input current only exists when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistor becoming forward biased and thereby acting as input diodes clamps. In addition to this diode action, there is also NPN parasitic action on the IC chip. this transistor action can cause the output voltages of the Op-amps to go to the V_{CC} voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration than an input is driven negative. This is not destructive and normal output will set up again for input voltage higher than -0.3V.
4. Short-circuits can cause excessive heating. Destructive dissipation can result from simultaneous short-circuit on all amplifiers
5. Human body model, 100pF discharged through a 1.5k Ω resistor into pin of device.
6. Machine model ESD, a 200pF cap is charged to the specified voltage, then discharged directly into the IC with no external series resistor (internal resistor < 5 Ω), into pin to pin of device.

2 Typical Application Schematic

Figure 1. Schematic diagram (1/2 LM158)



3 Electrical Characteristics

Table 2. Electrical characteristics for $V_{CC}^+ = +5V$, $V_{CC}^- = \text{Ground}$, $V_O = 1.4V$, $T_{amb} = +25^\circ C$ (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	LM158A-LM258A LM358A			LM158-LM258 LM358			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
V_{io}	Input Offset Voltage - note ⁽¹⁾ $T_{amb} = +25^\circ C$ LM158, LM258 LM158A $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$ LM158, LM258		1	3 2 4		2	7 5 9 7	mV
I_{io}	Input Offset Current $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		2	10 30		2	30 40	nA
I_{ib}	Input Bias Current - note ⁽²⁾ $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		20	50 100		20	150 200	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain $V_{CC} = +15V$, $R_L = 2k\Omega$, $V_O = 1.4V$ to $11.4V$ $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	50 25	100		50 25	100		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio ($R_s \leq 10k\Omega$) $V_{CC}^+ = 5V$ to $30V$ $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	65 65	100		65 65	100		dB
I_{CC}	Supply Current, all Amp, no load $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$ $V_{CC} = +5V$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$ $V_{CC} = +30V$		0.7	1.2 2		0.7	1.2 2	mA
V_{icm}	Input Common Mode Voltage Range $V_{CC} = +30V$ - note ⁽³⁾ $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	V
CMR	Common Mode Rejection Ratio ($R_s \leq 10k\Omega$) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	70 60	85		70 60	85		dB
I_{source}	Output Current Source $V_{CC} = +15V$, $V_O = +2V$, $V_{id} = +1V$	20	40	60	20	40	60	mA
I_{sink}	Output Sink Current ($V_{id} = -1V$) $V_{CC} = +15V$, $V_O = +2V$ $V_{CC} = +15V$, $V_O = +0.2V$	10 12	20 50		10 12	20 50		mA μA

Table 2. Electrical characteristics for $V_{CC}^+ = +5V$, $V_{CC}^- = \text{Ground}$, $V_O = 1.4V$, $T_{amb} = +25^\circ C$ (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	LM158A-LM258A LM358A			LM158-LM258 LM358			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
V_{OPP}	Output Voltage Swing ($R_L = 2k\Omega$) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	
V_{OH}	High Level Output Voltage ($V_{CC}^+ = 30V$) $T_{amb} = +25^\circ C$, $R_L = 2k\Omega$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$ $T_{amb} = +25^\circ C$, $R_L = 10k\Omega$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	26 26 27 27	27 28		26 26 27 27	27 28		V
V_{OL}	Low Level Output Voltage ($R_L = 10k\Omega$) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		5	20 20		5	20 20	mV
SR	Slew Rate $V_{CC} = 15V$, $V_i = 0.5$ to $3V$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$, unity Gain	0.3	0.6		0.3	0.6		V/ μs
GBP	Gain Bandwidth Product $V_{CC} = 30V$, $f = 100kHz$, $V_{in} = 10mV$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$	0.7	1.1		0.7	1.1		MHz
THD	Total Harmonic Distortion $f = 1kHz$, $A_v = 20dB$, $R_L = 2k\Omega$, $V_O = 2V_{pp}$, $C_L = 100pF$, $V_O = 2V_{pp}$		0.02			0.02		%
e_n	Equivalent Input Noise Voltage $f = 1kHz$, $R_s = 100\Omega$, $V_{CC} = 30V$		55			55		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
DV_{io}	Input Offset Voltage Drift		7	15		7	30	$\mu V/^\circ C$
DI_{io}	Input Offset Current Drift		10	200		10	300	pA/ $^\circ C$
V_{O1}/V_{O2}	Channel Separation - note ⁽⁴⁾ $1kHz \leq f \leq 20kHz$		120			120		dB

- $V_O = 1.4V$, $R_s = 0\Omega$, $5V < V_{CC}^+ < 30V$, $0 < V_{ic} < V_{CC}^+ - 1.5V$
- The direction of the input current is out of the IC. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.
- The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than $0.3V$. The upper end of the common-mode voltage range is $V_{CC}^+ - 1.5V$, but either or both inputs can go to $+32V$ without damage.
- Due to the proximity of external components insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.

Figure 2. Open loop frequency response

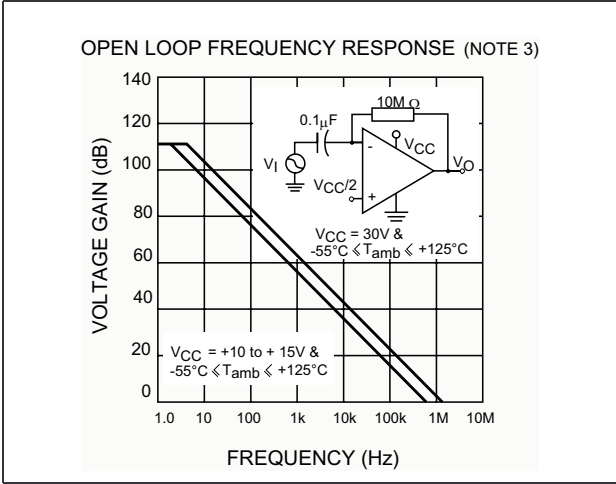


Figure 3. Large signal frequency response

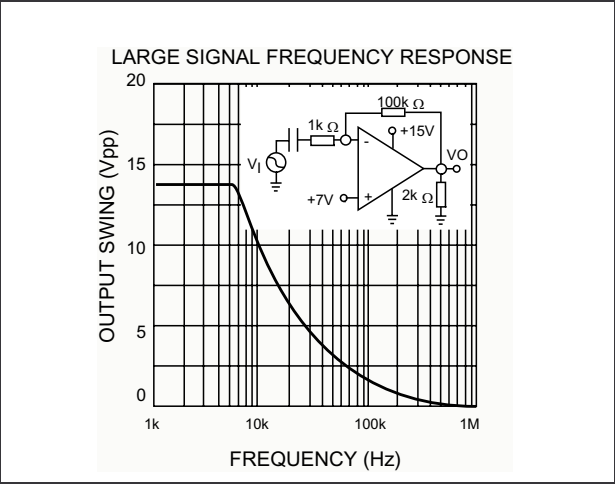


Figure 4. Voltage follower pulse response

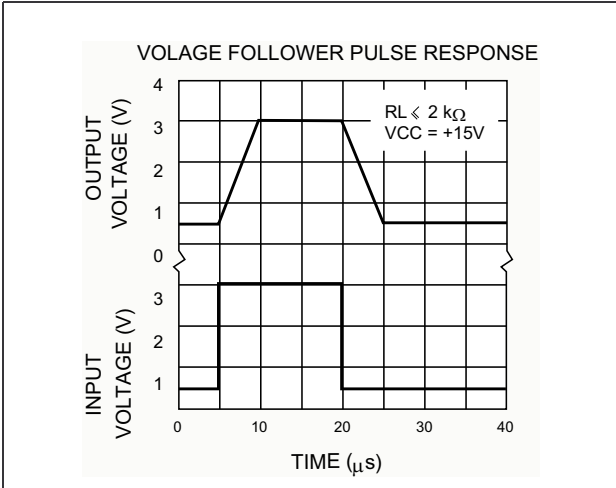


Figure 5. Voltage follower pulse response

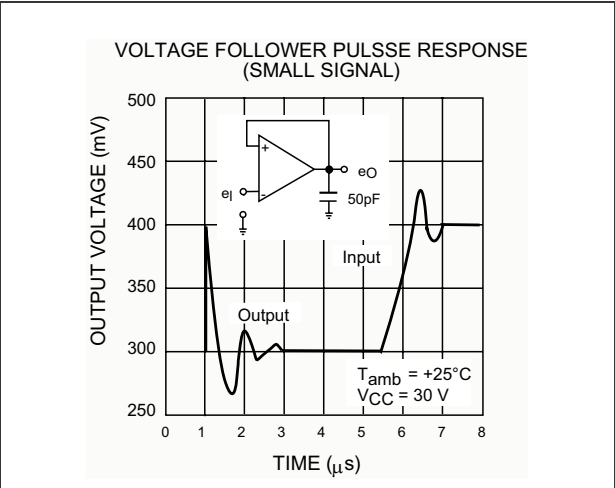


Figure 6. Input current

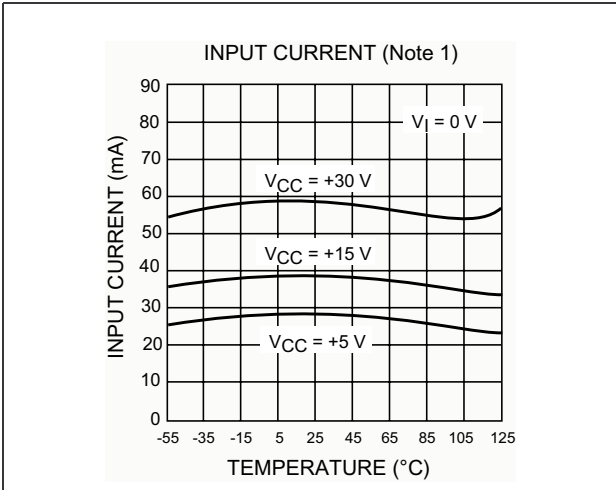


Figure 7. Output characteristics

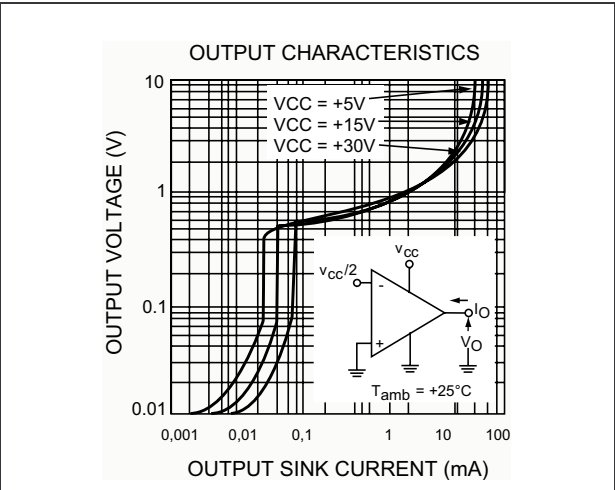


Figure 8. Output characteristics

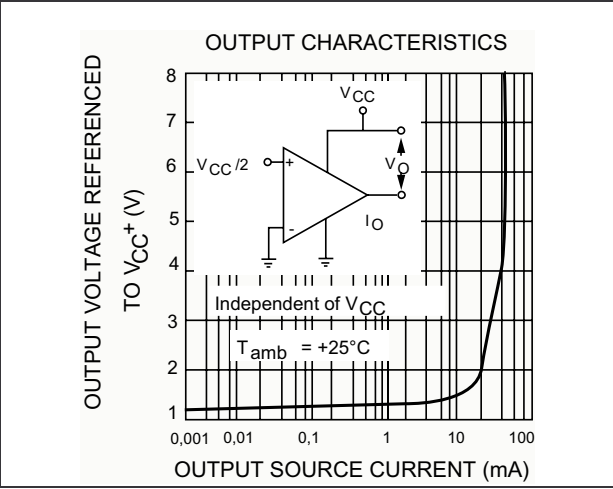


Figure 9. Current limiting

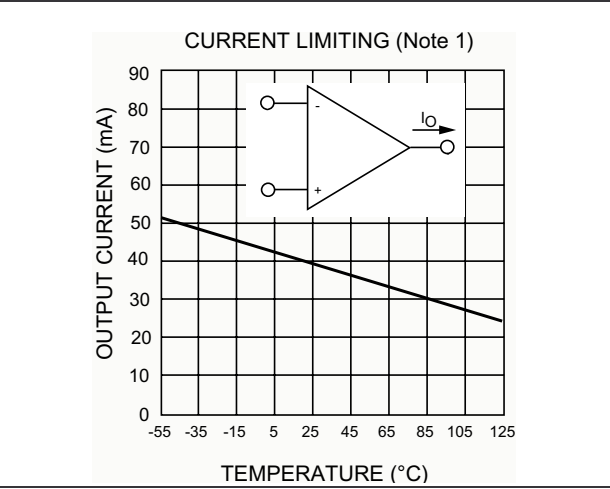


Figure 10. Input voltage range

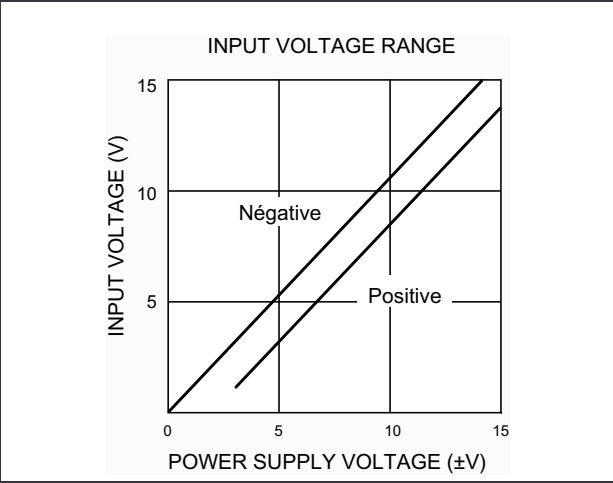


Figure 11. Positive supply voltage

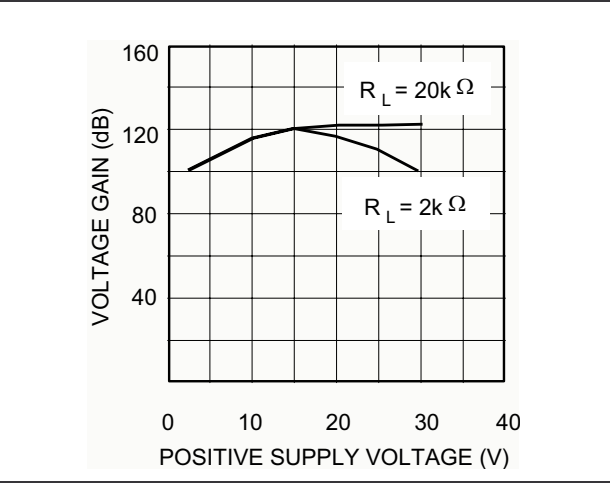


Figure 12. Input voltage range

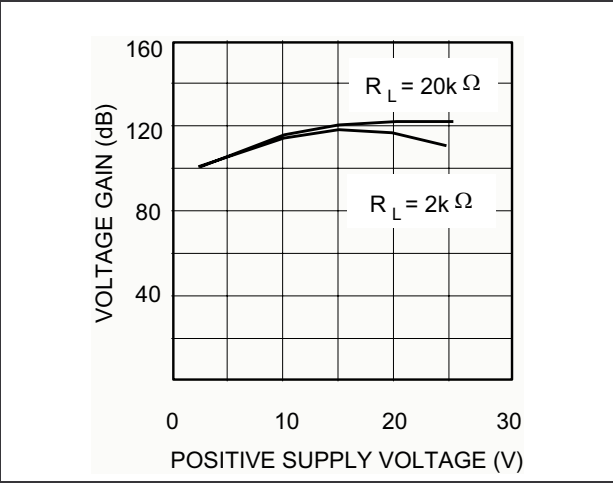


Figure 13. Supply current

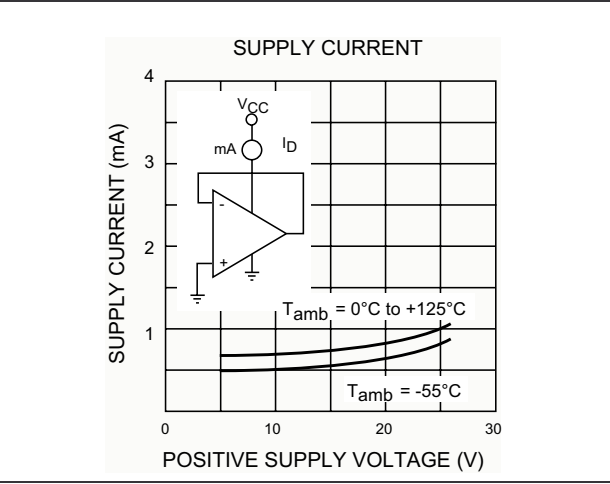


Figure 14. Input current

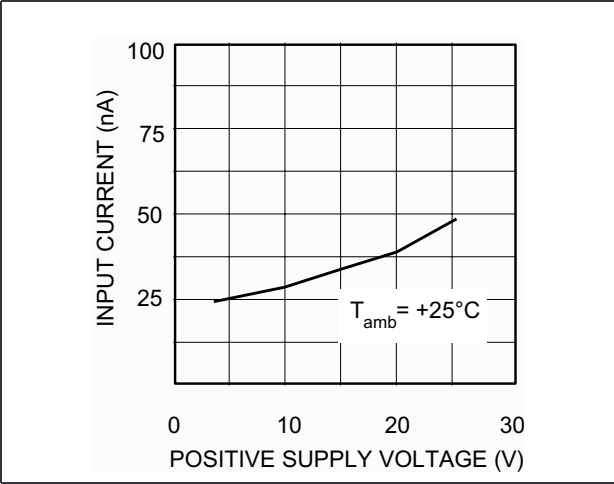


Figure 15. Gain bandwidth product

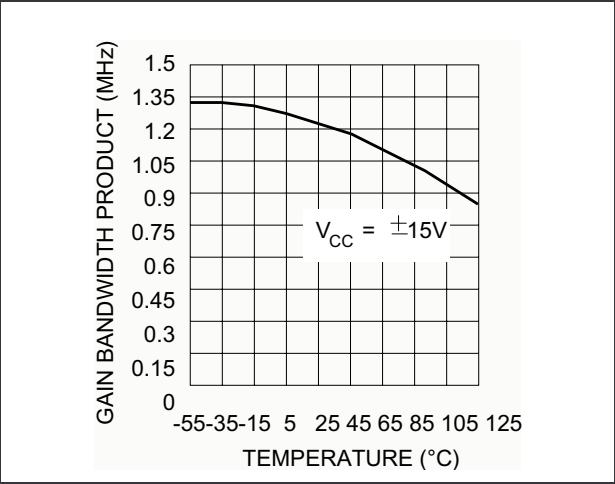


Figure 16. Power supply rejection ratio

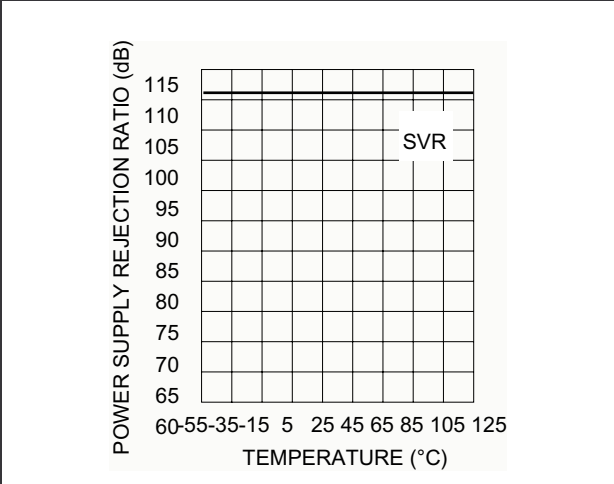
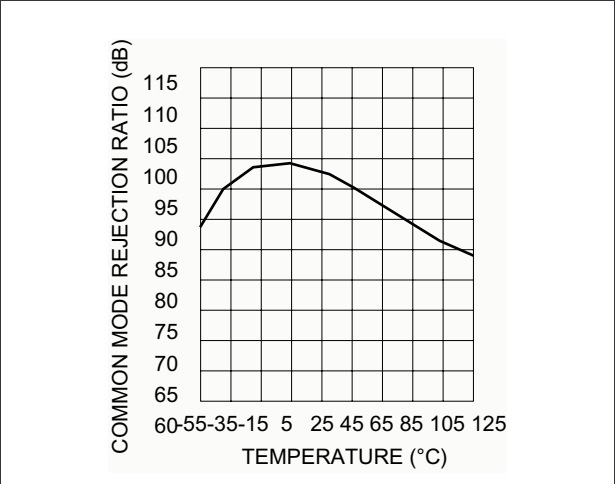


Figure 17. Common mode rejection ratio



4 Typical Applications

(single supply voltage) $V_{CC} = +5V_{DC}$

Figure 18. AC coupled inverting amplifier

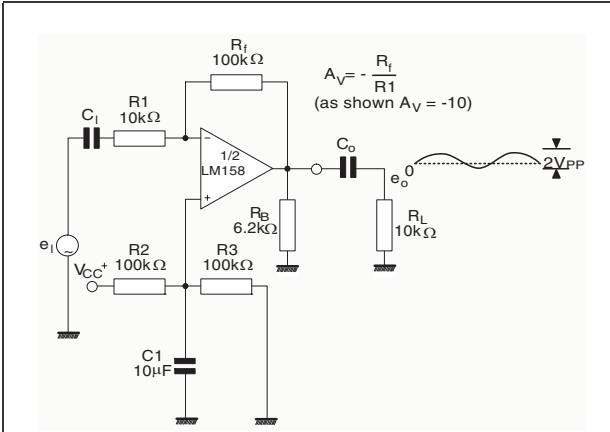


Figure 19. Non-inverting DC amplifier

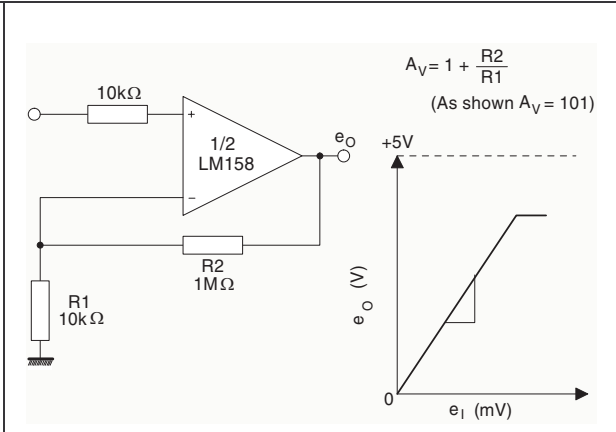


Figure 20. AC coupled non-inverting amplifier

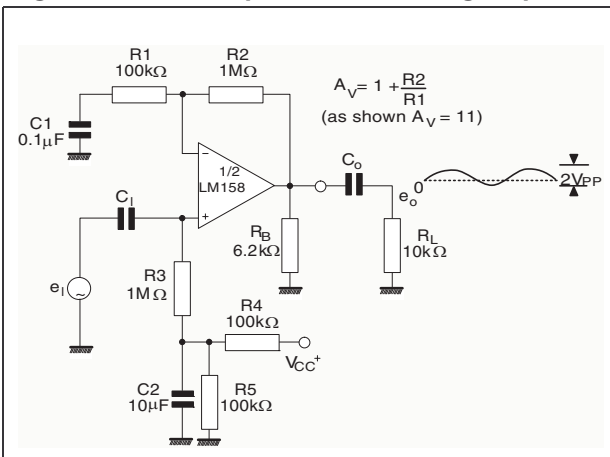


Figure 21. DC summing amplifier

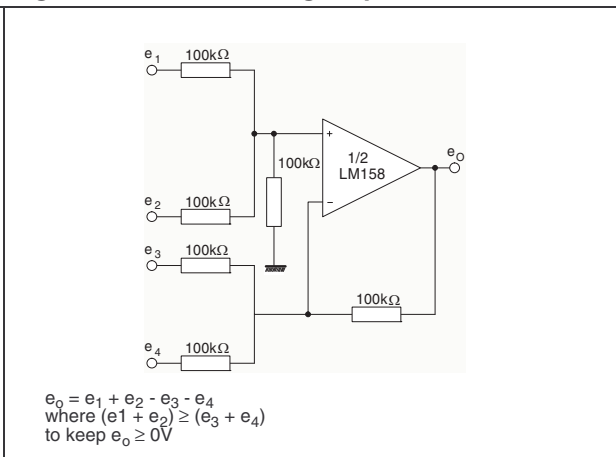


Figure 22. High input Z, DC differential amplifier

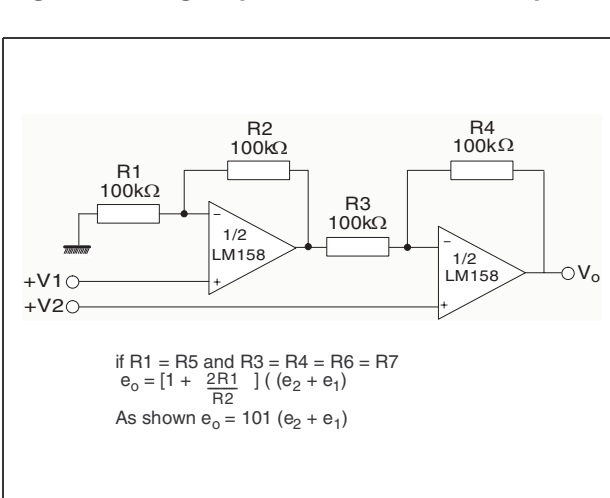


Figure 23. High input Z adjustable gain DC instrumentation amplifier

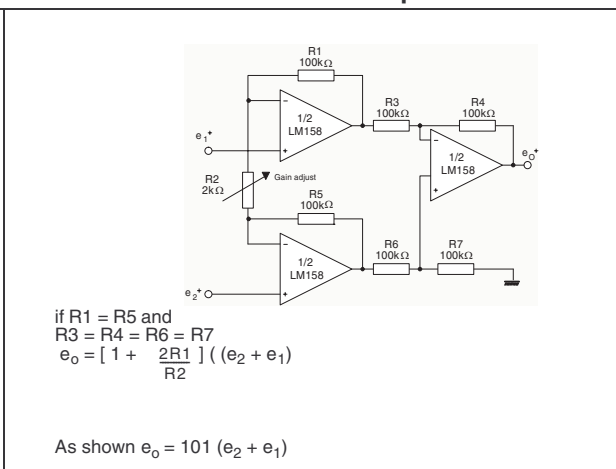
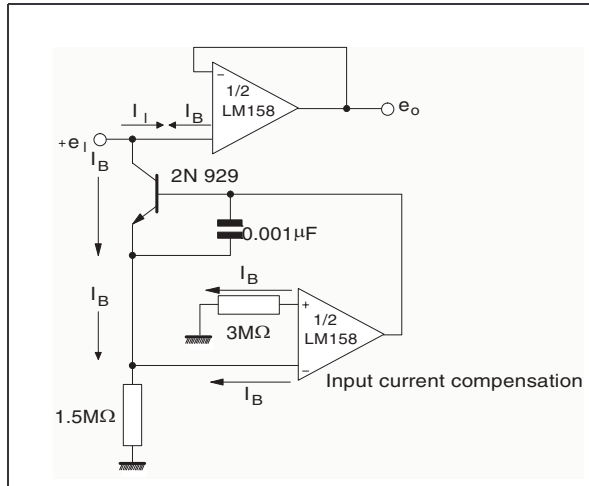
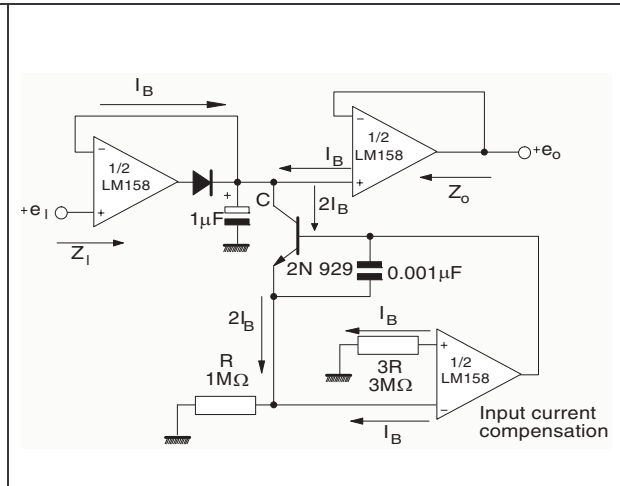
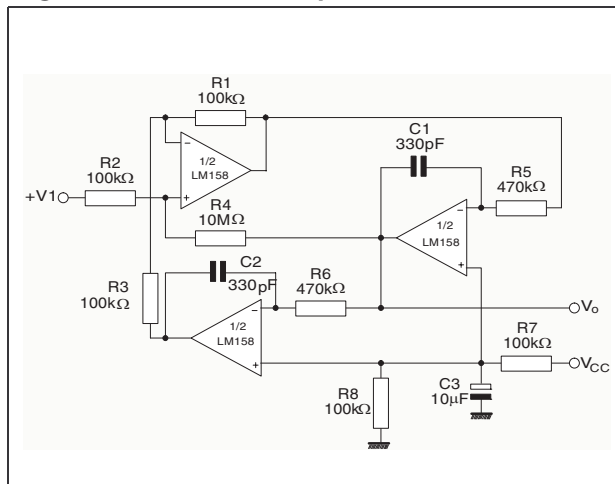


Figure 24. Using symmetrical amplifiers to reduce input current**Figure 25. Low drift peak detector****Figure 26. Active band-pass filter**

5 Package Mechanical Data

In order to meet environmental requirements, ST offers these devices in ECOPACK® packages. These packages have a Lead-free second level interconnect. The category of second level interconnect is marked on the package and on the inner box label, in compliance with JEDEC Standard JESD97. The maximum ratings related to soldering conditions are also marked on the inner box label. ECOPACK is an ST trademark. ECOPACK specifications are available at: www.st.com.

5.1 DIP8 Package

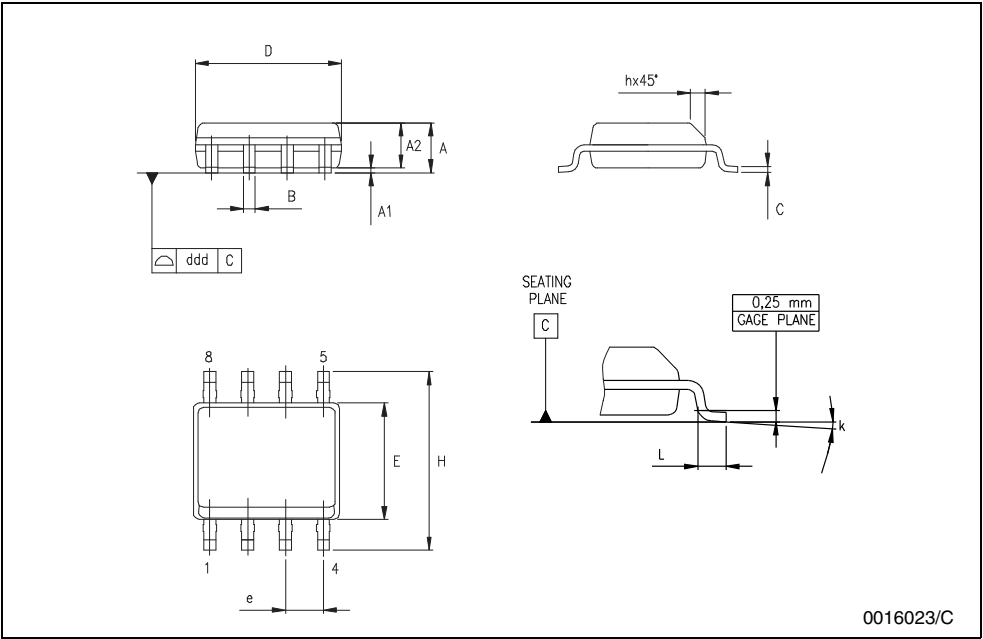
Plastic DIP-8 MECHANICAL DATA						
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A		3.3			0.130	
a1	0.7			0.028		
B	1.39		1.65	0.055		0.065
B1	0.91		1.04	0.036		0.041
b		0.5			0.020	
b1	0.38		0.5	0.015		0.020
D			9.8			0.386
E		8.8			0.346	
e		2.54			0.100	
e3		7.62			0.300	
e4		7.62			0.300	
F			7.1			0.280
I			4.8			0.189
L		3.3			0.130	
Z	0.44		1.6	0.017		0.063

The diagram illustrates the mechanical dimensions of the DIP8 package. The top view shows the package footprint with dimensions D (width), L (length), and pin spacing e, e3, and e4. The side view shows the package height A, pin height a1, and pin thickness b1. The bottom view shows the package thickness Z and pin thickness b. The package is marked with the number 8 on the top left, 5 on the top right, 1 on the bottom left, and 4 on the bottom right.

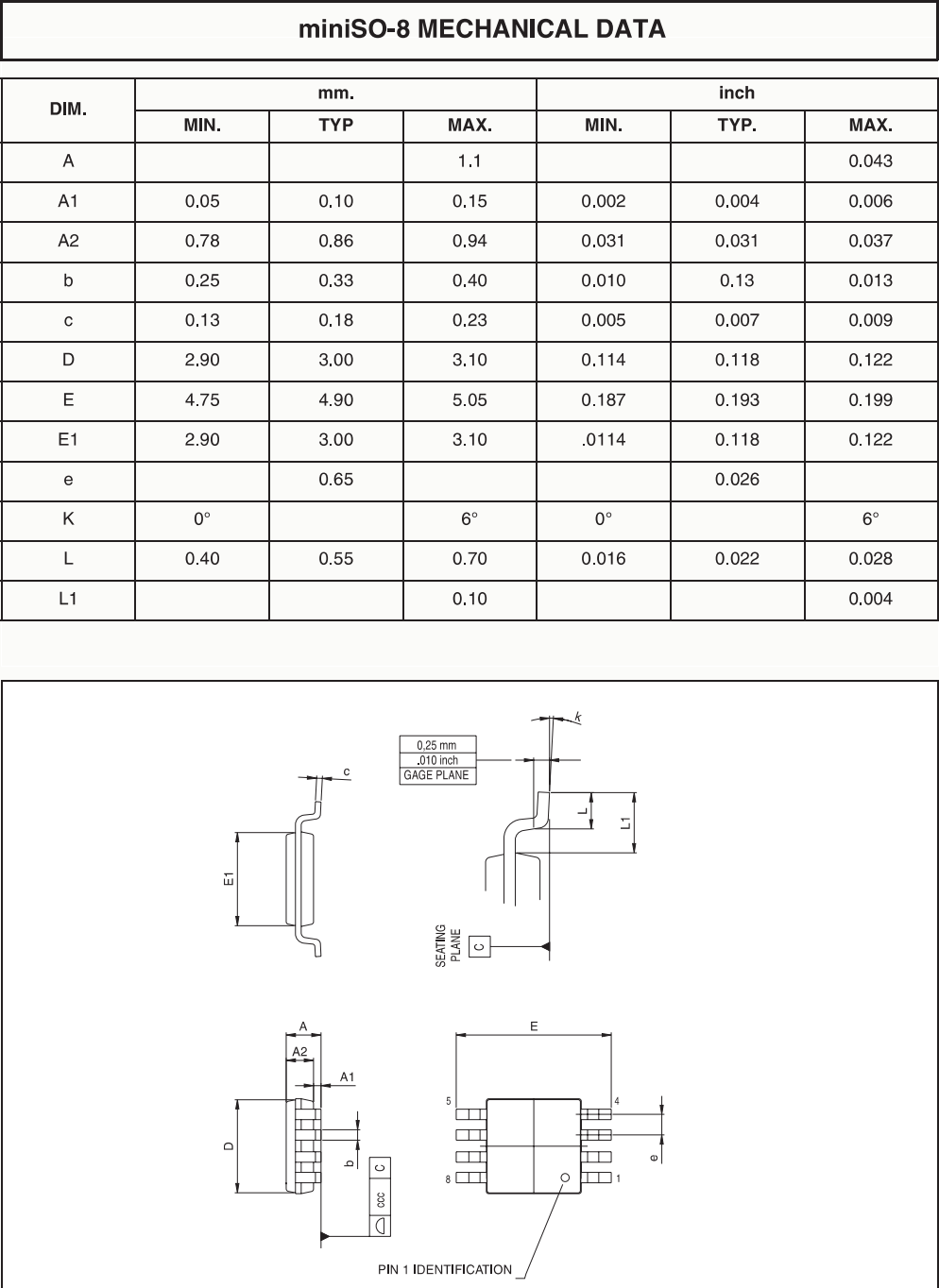
P001F

5.2 SO-8 Package

SO-8 MECHANICAL DATA						
DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A	1.35		1.75	0.053		0.069
A1	0.10		0.25	0.04		0.010
A2	1.10		1.65	0.043		0.065
B	0.33		0.51	0.013		0.020
C	0.19		0.25	0.007		0.010
D	4.80		5.00	0.189		0.197
E	3.80		4.00	0.150		0.157
e		1.27			0.050	
H	5.80		6.20	0.228		0.244
h	0.25		0.50	0.010		0.020
L	0.40		1.27	0.016		0.050
k	8° (max.)					
ddd			0.1			0.04



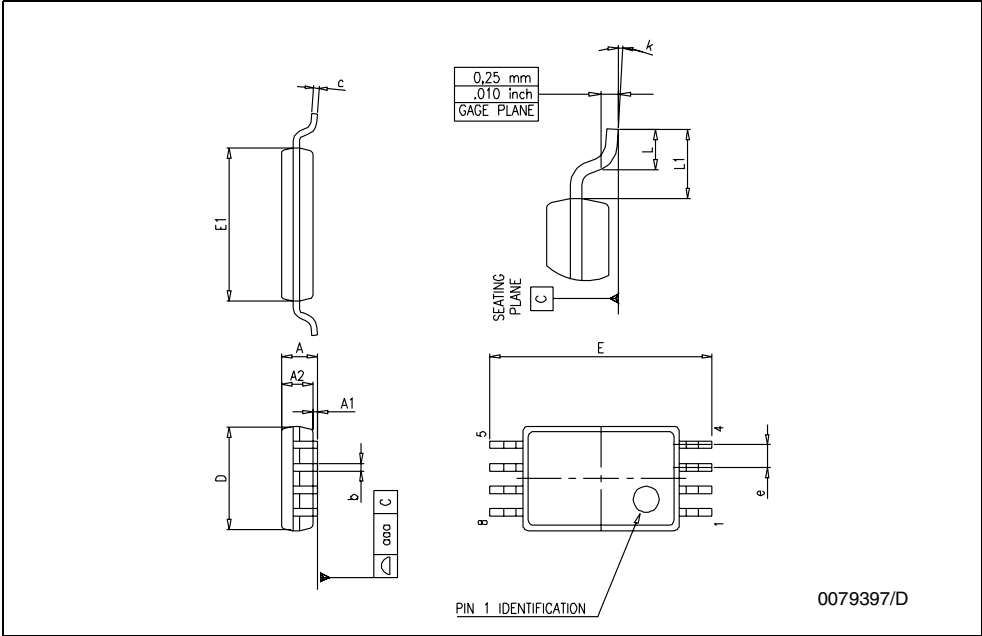
5.3 MiniSO-8 Package



5.4 TSSOP8 Package

TSSOP8 MECHANICAL DATA

DIM.	mm.			inch		
	MIN.	TYP	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			1.2			0.047
A1	0.05		0.15	0.002		0.006
A2	0.80	1.00	1.05	0.031	0.039	0.041
b	0.19		0.30	0.007		0.012
c	0.09		0.20	0.004		0.008
D	2.90	3.00	3.10	0.114	0.118	0.122
E	6.20	6.40	6.60	0.244	0.252	0.260
E1	4.30	4.40	4.50	0.169	0.173	0.177
e		0.65			0.0256	
K	0°		8°	0°		8°
L	0.45	0.60	0.75	0.018	0.024	0.030
L1		1			0.039	



6 Revision History

Date	Revision	Changes
July 2003	1	First Release
Jan. 2005	2	Rthja and Tj parameters added in AMR <i>Table 1 on page 3</i>
July 2005	3	ESD protection inserted in <i>Table 1 on page 3</i>

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

© 2005 STMicroelectronics - All rights reserved

STMicroelectronics group of companies

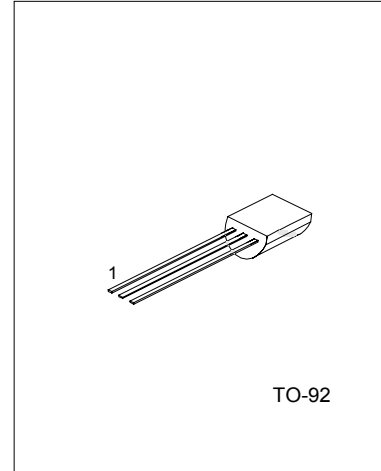
Australia - Belgium - Brazil - Canada - China - Czech Republic - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Israel - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco - Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - United States of America

www.st.com

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

FEATURES

- *High total power dissipation. (625mW)
- *High collector current. (500mA)
- *Excellent hFE linearity.
- *Complementary to UTC 9012



1: EMITTER 2: BASE 3: COLLECTOR

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Ta=25°C, unless otherwise specified)

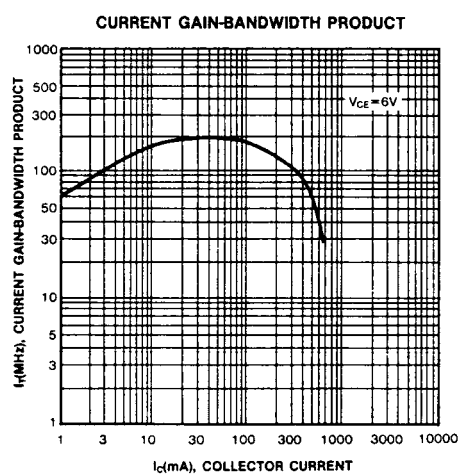
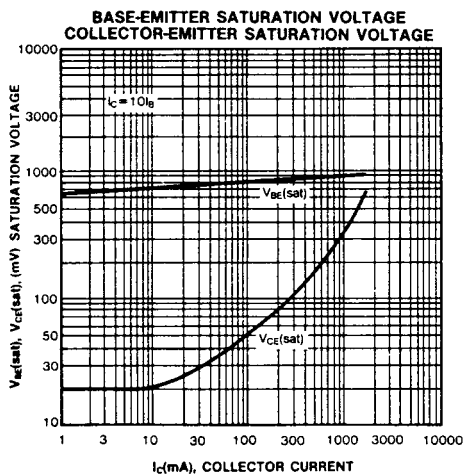
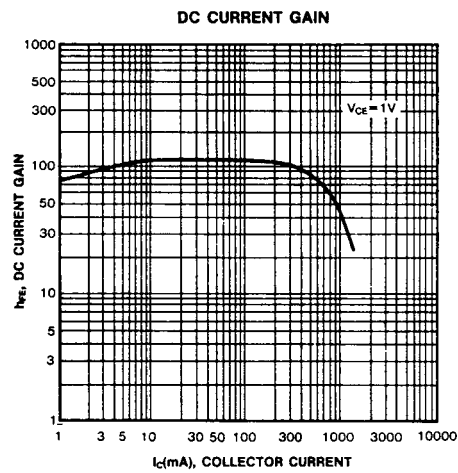
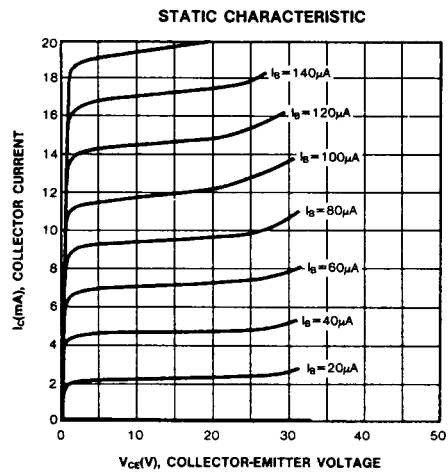
PARAMETER	SYMBOL	RATING	UNIT
Collector-base voltage	V _{CB0}	40	V
Collector-emitter voltage	V _{CEO}	20	V
Emitter-base voltage	V _{EB0}	5	V
Collector current	I _c	500	mA
Collector dissipation	P _c	625	mW
Junction Temperature	T _j	150	°C
Storage Temperature	T _{STG}	-55 ~ +150	°C

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

PARAMETER	SYMBOL	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
Collector-base breakdown voltage	BV _{CB0}	I _c =100μA, I _E =0	40			V
Collector-emitter breakdown voltage	BV _{CEO}	I _c =1mA, I _B =0	20			V
Emitter-base breakdown voltage	BV _{EB0}	I _E =100μA, I _c =0	5			V
Collector cutoff current	I _{CB0}	V _{CB} =25V, I _E =0			100	nA
Emitter cutoff current	I _{EB0}	V _{EB} =3V, I _c =0			100	nA
DC current gain	hFE1	V _{CE} =1V, I _c =50mA	64	120	300	
	hFE2	V _{CE} =1V, I _c =500mA	40	120		
Collector-emitter saturation voltage	V _{CE(sat)}	I _c =500mA, I _B =50mA		0.16	0.6	V
Base-emitter saturation voltage	V _{BE(sat)}	I _c =500mA, I _B =50mA		0.91	1.2	V
Base-emitter on voltage	V _{BE(on)}	V _{CE} =1V, I _c =10mA	0.6	0.67	0.7	V

CLASSIFICATION OF hFE1

RANK	D	E	F	G	H	I
RANGE	64-91	78-112	96-135	112-166	144-202	190-300



UTC assumes no responsibility for equipment failures that result from using products at values that exceed, even momentarily, rated values (such as maximum ratings, operating condition ranges, or other parameters) listed in products specifications of any and all UTC products described or contained herein. UTC products are not designed for use in life support appliances, devices or systems where malfunction of these products can be reasonably expected to result in personal injury. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner. The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice.

SONGLE RELAY

勝特力材料 886-3-5753170
 勝特力电子(上海) 86-21-34970699
 勝特力电子(深圳) 86-755-83298787
 Http://www.100y.com.tw

RELAY ISO9002

SRD



1. MAIN FEATURES

- ☐ Switching capacity available by 10A in spite of small size design for highdensity P.C. board mounting technique.
- ☐ UL,CUL,TUV recognized.
- ☐ Selection of plastic material for high temperature and better chemical solution performance.
 - ☐ Sealed types available.
- ☐ Simple relay magnetic circuit to meet low cost of mass production.

2. APPLICATIONS

- ☐ Domestic appliance, office machine, audio, equipment, automobile, etc.
 (Remote control TV receiver, monitor display, audio equipment high rushing current use application.)

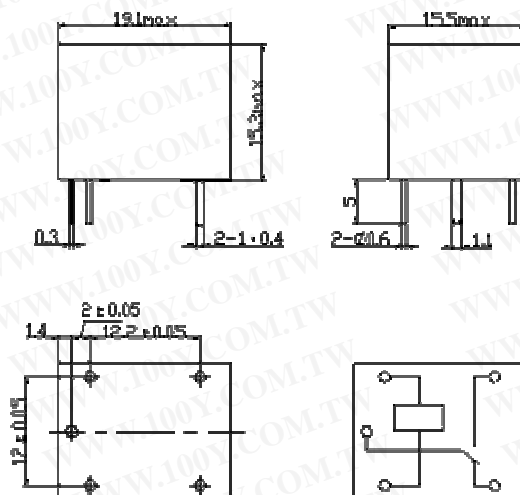
3. ORDERING INFORMATION

SRD	XX VDC	S	L	C
Model of relay	Nominal coil voltage	Structure	Coil	Contact form
SRD	03 05 06 09 12 24 48VDC	S:Sealed type F:Flux free type	L:0.36W D:0.45W	A:1 form A B:1 form B C:1 form C

4. RATING

CCC	FILE NUMBER:CQC03001003729	7A/240VDC
CCC	FILE NUMBER:CQC03001003731	10A/250VDC
UL/CUL	FILE NUMBER: E167996	10A/125VAC 28VDC
TUV	FILE NUMBER: R50056114	10A/250VAC 30VDC

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) □	Power Consumption (W)	Pull-In Voltage (VDC)	Drop-Out Voltage (VDC)	Max-Allowable Voltage (VDC)
SRD (High Sensitivity)	03	03	120	25	abt. 0.36W	75%Max.	10% Min.	120%
	05	05	71.4	70				
	06	06	60	100				
	09	09	40	225				
	12	12	30	400				
	24	24	15	1600				
SRD (Standard)	03	03	150	20	abt. 0.45W	75% Max.	10% Min.	110%
	05	05	89.3	55				
	06	06	75	80				
	09	09	50	180				
	12	12	37.5	320				
	24	24	18.7	1280				
	48	48	10	4500	abt. 0.51W			

7. CONTACT RATING

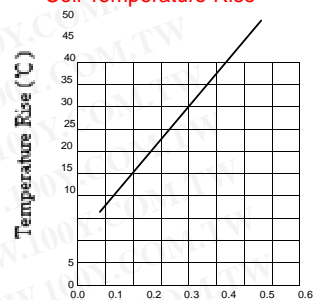
Item	Type	SRD
	FORM C	FORM A
Contact Capacity	7A	10A 30VDC
Resistive Load (cosΦ=1)	30VDC	10A 240VAC
Inductive Load (cosΦ=0.4 L/R=7msec)	10A 125VAC	5A 120VAC
	250VAC	5A 28VDC
	3A 120VAC	
	3A 28VDC	
Max. Allowable Voltage	250VAC/110VDC	250VAC/110VDC
Max. Allowable Power Force	800VAC/240W	1200VA/300W
Contact Material	AgCdO	AgCdO

8. PERFORMANCE (at initial value)

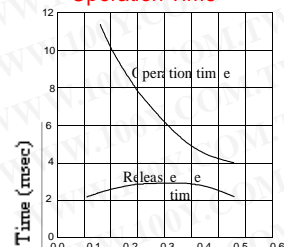
Item	Type	SRD
Contact Resistance		100mΩ Max.
Operation Time		10msec Max.
Release Time		5msec Max.
Dielectric Strength		
Between coil & contact		1500VAC 50/60HZ (1 minute)
Between contacts		1000VAC 50/60HZ (1 minute)
Insulation Resistance		100 MΩ Min. (500VDC)
Max. ON/OFF Switching		
Mechanically		300 operation/min
Electrically		30 operation/min
Ambient Temperature		-25℃ to +70℃
Operating Humidity		45 to 85% RH
Vibration		
Endurance		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Error Operation		10 to 55Hz Double Amplitude 1.5mm
Shock		
Endurance		100G Min.
Error Operation		10G Min.
Life Expectancy		
Mechanically		10 ⁷ operations Min. (no load)
Electrically		10 ⁵ operations Min. (at rated coil voltage)
Weight		abt. 10grs.

9. REFERENCE DATA

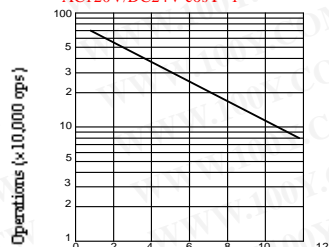
Coil Temperature Rise



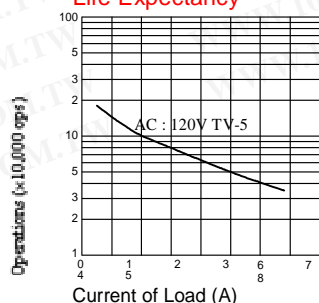
Operation Time

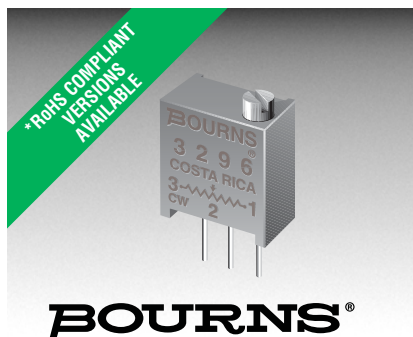


Life Expectancy



Life Expectancy





Features

- Multiturn / Cermet / Industrial / Sealed
- 5 terminal styles
- Tape and reel packaging available
- Chevron seal design
- Listed on the QPL for style RJ24 per MIL-R-22097 and RJR24 per High-Rel MIL-R-39035

- Mounting hardware available (H-117P)
- RoHS compliant* version available
- For trimmer applications/processing guidelines, [click here](#)

3296 - 3/8" Square Trimpot® Trimming Potentiometer

Electrical Characteristics

Standard Resistance Range	10 ohms to 2 megohms
	(see standard resistance table)
Resistance Tolerance	±10 % std.
	(tighter tolerance available)
Absolute Minimum Resistance	1 % or 2 ohms max.
	(whichever is greater)
Contact Resistance Variation	1.0 % or 3 ohms max.
	(whichever is greater)
Adjustability	
Voltage	±0.01 %
Resistance	±0.05 %
Resolution	Infinite
Insulation Resistance	500 vdc.
	1,000 megohms min.
Dielectric Strength	
Sea Level	900 vac
70,000 Feet	350 vac
Effective Travel	25 turns nom.

Environmental Characteristics

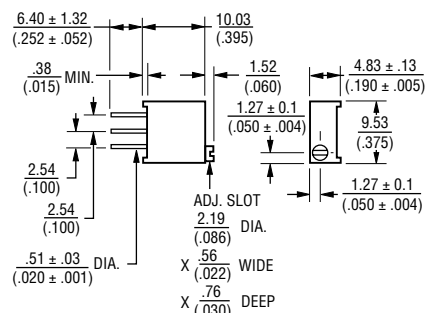
Power Rating (300 volts max.)	
70 °C	0.5 watt
125 °C	0 watt
Temperature Range	-55 °C to +125 °C
Temperature Coefficient	±100 ppm/°C
Seal Test	85 °C Fluorinert†
Humidity	MIL-STD-202 Method 103
	96 hours
	(2 % ΔTR, 10 Megohms IR)
Vibration	20 G (1 % ΔTR; 1 % ΔVR)
Shock	100 G (1 % ΔTR; 1 % ΔVR)
Load Life	1,000 hours 0.5 watt @ 70 °C
	(3 % ΔTR; 3 % or 3 ohms,
	whichever is greater, CRV)
Rotational Life	200 cycles
	(4 % ΔTR; 3 % or 3 ohms,
	whichever is greater, CRV)

Physical Characteristics

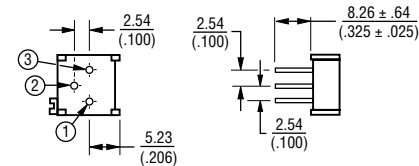
Torque	3.0 oz-in. max.
Mechanical Stops	Wiper idles
Terminals	Solderable pins
Weight	0.03 oz.
Marking	Manufacturer's
	trademark, resistance code,
	wiring diagram, date code,
	manufacturer's model
	number and style
Wiper	50 % (Actual TR) ±10 %
Flammability	U.L. 94V-0
Standard Packaging	50 pcs. per tube
Adjustment Tool	H-90

Product Dimensions

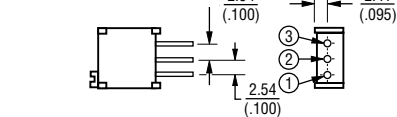
Common Dimensions



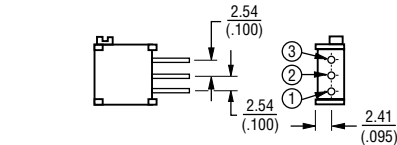
3296P



3296W



3296X

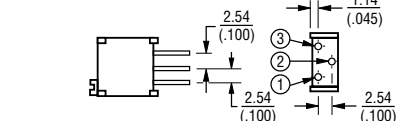


How To Order

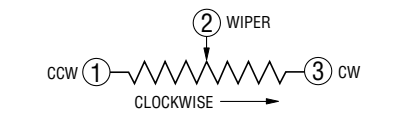
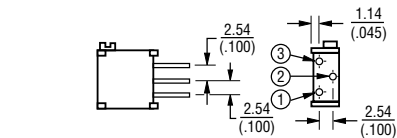
Model	3296
Style	W
Standard or Modified	-1
Product Indicator	-1 = Standard Product
Resistance Code	103
Packaging Designator	LF
	Blank = Tube (Standard)
	R = Tape and Reel (X and W Pin Styles Only)
	A = Ammo Pack (X and W Pin Styles Only)
Terminations	
	LF = 100 % Tin-plated (RoHS compliant)
	Blank = 90 % Tin / 10 % Lead-plated (Standard)

Consult factory for other available options.

3296Y



3296Z



DIMENSIONS:	MM
	(INCHES)
TOLERANCES: ±	0.25
	(.010)
	EXCEPT WHERE NOTED

Standard Resistance Table

Resistance (Ohms)	Resistance Code
10	100
20	200
50	500
100	101
200	201
500	501
1,000	102
2,000	202
5,000	502
10,000	103
20,000	203
25,000	253
50,000	503
100,000	104
200,000	204
250,000	254
500,000	504
1,000,000	105
2,000,000	205

Popular values listed in boldface. Special resistances available.

*RoHS Directive 2002/95/EC Jan 27 2003 including Annex.

†"Fluorinert" is a registered trademark of 3M Co.

Specifications are subject to change without notice.

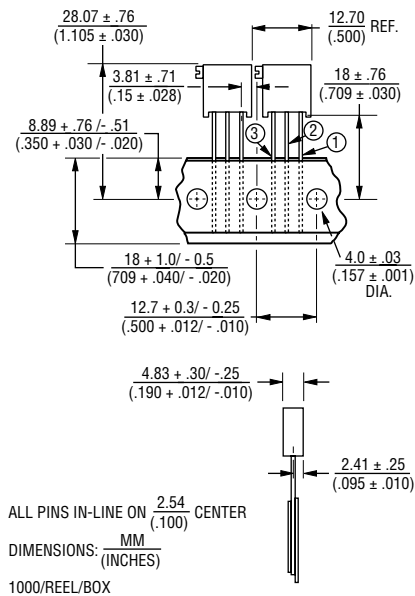
Customers should verify actual device performance in their specific applications.

3296 - 3/8 " Square Trimpot® Trimming Potentiometer

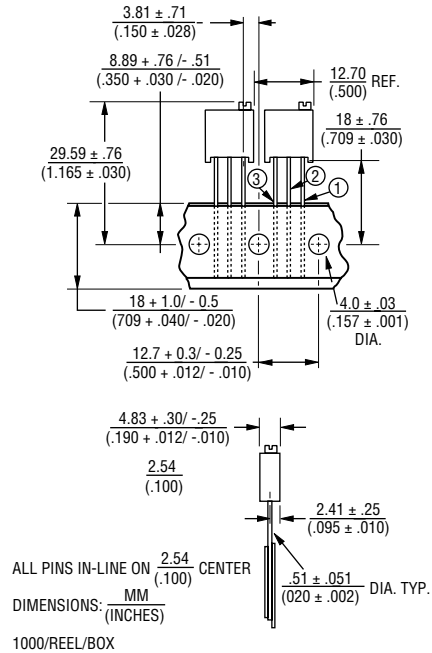
BOURNS®

Packaging Specifications

SIDE ADJUST 3296X-1



TOP ADJUST 3296W-1



Meets EIA Specification 468.

REV. 08/10

"Trimpot" is a registered trademark of Bourns, Inc.
 Specifications are subject to change without notice.
 Customers should verify actual device performance in their specific applications.