



ปีการศึกษา 2531

เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบทางการแพทย์

โดย

นายวิศิษฐ์

จินตนาวงศ์

นายสุวัฒน์

รัตนพิบูลย์เกษ

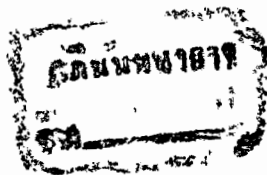
อาจารย์ที่ปรึกษา

นายอุทัย

ศรีธีระวิโรจน์

รศ.มนตรี

สังวรศิลป์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
024709 29.มค.2533
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2531

ภาควิชา เทคโนโลยีคอกุศสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบทางการแพทย์

ผู้จัดทำ

1. นายวิศิษฐ์ จินตนาวงศ์

2. นายสุวัฒน์ รัตนพิบูลย์เกษ

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(นายอุทัย ศรีธีระวิโรจน์)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รศ.มนัส สังวรศิลป์)



เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบทางการแพทย์

นายวิศิษฐ์ จินตนาวงศ์

นายสุวัฒน์ รัตนพิบูลย์เดช

นายอุทัย ศรีธีระวิโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษา

รศ.มนัส สังวรศิลป์ อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2531

บทคัดย่อ

รายงานฉบับนี้ได้เรียบเรียงขึ้นจากผลงานการพัฒนาเครื่องมือที่ใช้ในทางการแพทย์ 3 ชนิด คือ เครื่องมือวัดความดันโลหิต เครื่องมือวัดอัตราการเต้นหัวใจและเครื่องวัดอุณหภูมิร่างกาย เนื่องจากเครื่องมือทั้ง 3 ชนิด ถ้าแยกแต่ละชนิดจะใช้งานไม่สะดวก ผู้ใช้ต้องเป็นบุคคลที่มีความรู้ทางการแพทย์หรือเคยได้รับการอบรมมาก่อน เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบทางการแพทย์ที่สร้างขึ้นนี้ได้นำเครื่องมือวัด 3 ชนิดนี้มารวมอยู่ในชุดเดียวกัน โดยอาศัยซิลิคอน เพรสเชอร์ เซนเซอร์ (Silicon Pressure Sensor) เปลี่ยนค่าความดันโลหิตเป็นสัญญาณไฟฟ้า ใช้ไมโครโพนเปลี่ยนเสียงการเต้นของหัวใจเป็นสัญญาณไฟฟ้า และเพิ่มเทมเพอเรเจอร์ เซนเซอร์ (Temperature Sensor) เปลี่ยนอุณหภูมิร่างกายเป็นสัญญาณไฟฟ้าแล้วนำไปประมวลผลแสดงค่าเป็นตัวเลข ทำให้ใช้งานสะดวก บุคคลทั่วไปสามารถใช้งานได้

BIOMEDICAL ELECTRONICS METER

WISIT JINTANAWONG

SUWAT RATTANAPHIBUNDEJ

U-THAI SRITHEERAVIROJANA

ADVISOR

ASSOCIATE PROFESSOR MANAS SANGWORASIL ADVISOR

1988

Abstract

This report is base on the result of the development of three basic medical instrument namely manometer, electrocardio graph and thermometer. Up until now, it is not very convenient when those three medical instrument have to operate seperately in one set of basic medical testing, moreover, only a knowledgeable person in the field of health sciences or the one who already passed some special training course are able to use those three testing instrument correctly. As a result, a lately biomedical electronics meter has been develop to be used by any individual with very limited of health sciences knowledge. This equipment was designed to perform exactly the same as those three instrument mention earlier. The body blood pressure., the rate of heart beat and the body temperature are, simulated into electric signal by silicon pressure sensor, microphone and temperature sensor respectively. Then the result of testing is reported in some meaningful numbers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทที่	หน้า
1. บทนำ	1
1.1 วัตถุประสงค์	1
1.2 ลักษณะและวิธีใช้เครื่องมือ	1
2. ทฤษฎี	4
2.1 หลักการเบื้องต้น	4
2.2 โครงสร้างวงจรของเครื่องมือ	6
3. การคำนวณและการสร้าง	10
3.1 ภาคความต้านโลหิต	10
3.2 ภาคอัตรากาการเต้นหัวใจ	14
3.3 ภาคอุณหภูมิร่างกาย	24
3.4 ภาควงจรเลือก	26
3.5 ภาควงจรเกท	28
3.6 ภาควงจรสร้างความถี่	29
3.7 ภาควงจรนับและแสดงผล	30
3.8 ภาควงจรแหล่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง	32
4. การทดลองและผลการทดลอง	33
4.1 การตรวจสอบความต้านโลหิต	33
4.2 การตรวจสอบอัตรากาการเต้นหัวใจ	33
4.3 การตรวจสอบอุณหภูมิร่างกาย	34
5. บทวิจารณ์และสรุป	35
5.1 การวิจารณ์	35
5.2 ข้อสรุป	37

ภาคผนวก

39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

กติกการรรมประกาศ

หนังสืออ้างอิง

หน้า

103

104



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

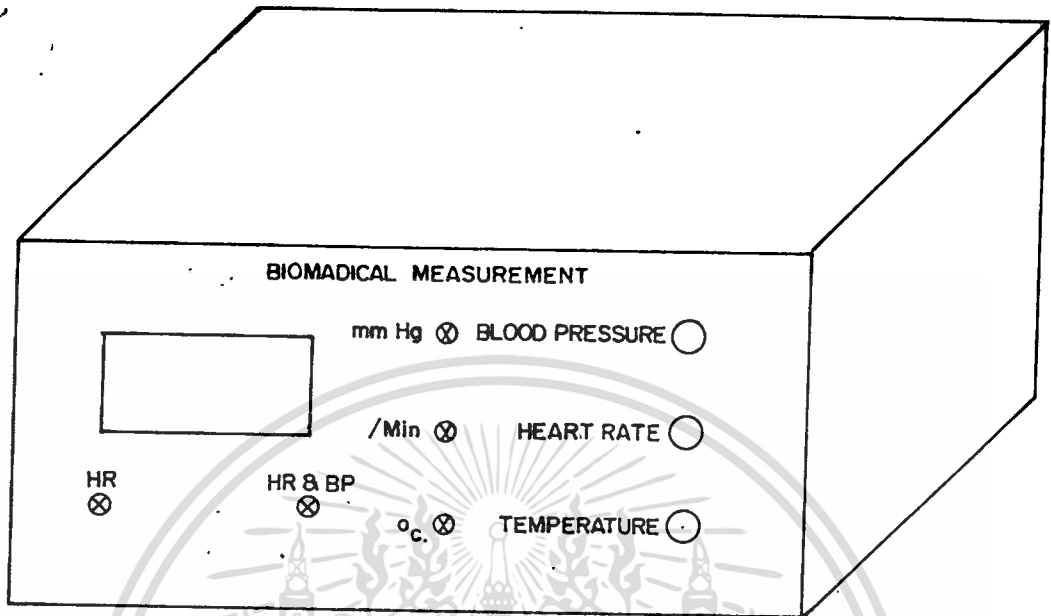
บทนำ

1.1 วัตถุประสงค์

ปัจจุบันโลกมนุษย์มีความเจริญทางด้านเทคโนโลยีอย่างรวดเร็ว มีโรงงานอุตสาหกรรม และเครื่องมือกลอีกโนมีที่อำนวยความสะดวกมากมาย ทำให้โลกเต็มไปด้วยมลภาวะที่เป็นพิษ มนุษย์มีสุขภาพอ่อนแอประสบปัญหาโรคร้ายไข้เจ็บ มีความจำเป็นที่ต้องตรวจสอบสุขภาพของตนเองตามวาระ ปัจจัยสำคัญ 3 ประการ สามารถบ่งบอกอาการผิดปกติของร่างกาย คือ ความดันโลหิต อัตราการเต้นหัวใจ และอุณหภูมิร่างกาย เนื่องจากเครื่องมือตรวจสอบทางการแพทย์แบบเก่า ๆ มีรูปร่างใหญ่โตผู้ใช้จึงต้องมีความรู้ทางการแพทย์ แต่ปัจจุบันเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ถูกนำมาใช้ในวงการแพทย์อย่างกว้างขวางเพื่อทดแทนเครื่องมือแบบเก่า ๆ ทำให้เกิดความสะดวกและใช้งานง่าย คณะผู้จัดทำมีความรู้ในคณะวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์กับมีโอกาสศึกษาเล่าเรียนวิชาวิศวกรรมอิเล็กทรอนิกส์ (Biomedical Electronics Engineering) ทำให้เกิดแรงคล้อยที่จะทดลองผลิตเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบทางการแพทย์ขึ้น โดยมีวัตถุประสงค์ให้เครื่องมือมีขนาดเล็ก ใช้ง่าย ประโยชน์ได้มาก มีความสะดวก อ่านผลได้ง่าย คนทั่วไปสามารถใช้งานได้

1.2 ลักษณะและวิธีใช้เครื่องมือ

1.2.1 เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบทางการแพทย์ ใช้กับระบบไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิร์ต มีลักษณะตามรูปที่ 1.1



รูป 1.1

ส่วนประกอบมีดังนี้

- (ก) ตัวเลข 3 หลักแสดงผลการวัด
- (ข) สวิตช์เลือกวิธีการตรวจสอบมี 3 ชุด แต่ละชุดมีหลอดไฟแสงงให้รู้ว่ากำลังใช้งานอยู่
- (ค) หลอด HR & BP จะกระพริบตามจังหวะการเต้นหัวใจ
- (ง) หลอด HR จะสว่างเมื่อตรวจพบเสียงเต้นหัวใจ
- (จ) ถุงความดัน (Arm Cuff)
- (ฉ) ตัววัดสำหรับตรวจสอบอุณหภูมิ

1.2.2 วิธีการใช้เครื่องมือ

- (ก) ตรวจสอบความดันโลหิต
 - กดสวิตช์เลือกการตรวจสอบความดันโลหิต ที่ข้างสวิตช์มีคำว่า "Blood Pressure"
 - ใช้ถุงความดันพันรอบแขนเหนือข้อศอกขึ้นไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ให้ความดันแก่ดูความดัน หลอดไฟ HR & BP จะกระพริบ เพิ่มความดันขึ้นไปอีกจนกระทั่งหลอด HR & BP ไม่กระพริบ จากนั้นค่อย ๆ คลายความดันจนหลอด HR & BP เริ่มกระพริบอีก ที่จุดนี้คือค่าความดันโลหิตค่าแรก (ทางก้านสูง) อ่านค่าจากตัวเลขสมมติว่า 100 จากนั้นให้คลายความดันจนหลอด HR & BP ไม่กระพริบ ที่จุดนี้เป็นค่าความดันค่าที่ 2 (ทางก้านต่ำ) อ่านค่าจากตัวเลขสมมติว่า 80 นั่นคือค่าความดันโลหิตที่ตรวจสอบเท่ากับ 80-100 มม.ปรอท

(ข) ตรวจสอบอัตราเต้นหัวใจ

- กดสวิทช์เลือกอัตราเต้นหัวใจ ที่ข้างสวิทช์มีคำว่า "Heart Rate"
- ให้อ่านความดันพันรอบแขนเหนือข้อศอกขึ้นไป
- ให้ความดันแก่ดูความดันจนกระทั่งหลอด HR & BP กระพริบและหลอด HR สว่าง สังเกตหลอด HR จะสว่างและดับ สลับกันทุก ๆ 6 วินาที ให้อ่านค่าตัวเลขในขณะหลอด HR อยู่ในสภาวะ "ดับ" สมมติว่าอ่านค่าได้เท่ากับ 80 นั่นคืออัตราการเต้นหัวใจเท่ากับ 80 ครั้งต่อนาที
- ให้ทำการวัดซ้ำประมาณ 3 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ยหรือค่าตัวกลาง

(ค) ตรวจสอบอุณหภูมิร่างกาย

- กดสวิทช์เลือกการตรวจสอบอุณหภูมิร่างกาย ที่ข้างสวิทช์มีคำว่า "Temperature"
- นำตัววัดอุณหภูมิไปแตะร่างกายตามตำแหน่งที่คองการ เช่น ใต้รักแร้ ฯลฯ แล้วรอประมาณ 3 นาที อ่านค่าจากตัวเลข สมมติ 30 นั่นคืออุณหภูมิร่างกาย ณ จุดที่ทำการวัดเท่ากับ 30 องศาเซลเซียส

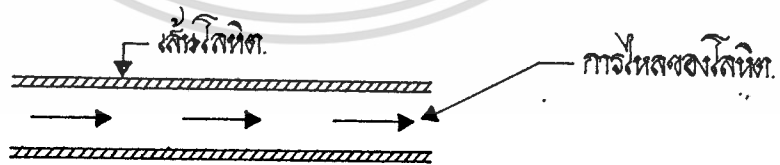
2.1 หลักการเบื้องต้น

2.1.1 การตรวจสอบความดันโลหิต

การวัดความดันโลหิตปัจจุบันนิยมวัดแบบทางอ้อม คือให้ความดันประมาณ 150 - 200 มม.-ปรอทเข้าไปที่จุดความดันซึ่งพันรอบแขนไว้ ใช้หูฟังที่ตรงปลายถุง ความดัน เมื่อค่อย ๆ คลายความดันช้า ๆ จนเริ่มได้ยินเสียงคอรอทคอฟ (Korot koff sound) เสียงนี้จะตรงกับอัตราการเต้นหัวใจ ที่จุดเริ่มได้ยินเสียงคือค่าความดันโลหิตทางก้านสูง แล้วคลายความดันช้า ๆ จนถึงจุดที่ไม่ได้ยินเสียงก็เป็นค่าความดันโลหิตทางก้านต่ำ ค่าความดันโลหิตทางก้านสูง - ค่านี้สามารถใช้ซิลิกอน เพรชเซอร์ เซนเซอร์ เปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้านำไปประมวลผลแสดงค่าความดันโลหิตเป็นตัวเลขมีหน่วยเป็น มม. ปรอทสำหรับเสียงคอรอทคอฟนี้สามารถใช้ไมโครโฟนเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าเพื่อไปแสดงในลักษณะไฟกระพริบให้สังเกตได้ง่าย หรืออาจขยายสัญญาณออกที่ลำโพงเสียงก็ได้

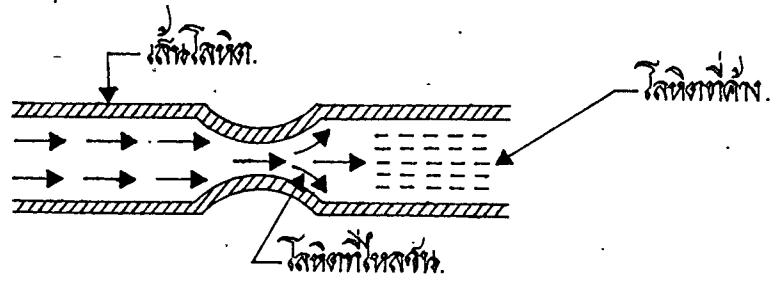
การเกิดของเสียงคอรอทคอฟ

หัวใจทำหน้าที่เสมือนปั๊ม (Pump) สูบฉีดโลหิตให้ไหลไปตามเส้นโลหิต การไหลของโลหิตนี้ถ้าไม่มีสิ่งกีดขวางจะไม่มีเสียงเกิดขึ้น ตามรูป 2.1



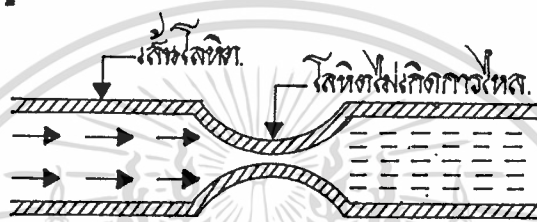
รูป 2.1

ถ้ามีการให้ความดันเข้าไปที่จุดความดันซึ่งพันรอบแขนไว้ เส้นโลหิตจะถูกบีบจนเกิดการตีบ โลหิตที่ไหลผ่านบริเวณที่ตีบจะชนกับโลหิตที่ค้างอยู่ และผนังเซลล์ของเส้นโลหิต ทำให้เกิดเสียงขึ้น เรียกว่าเสียงคอรอทคอฟ ตามรูป 2.2



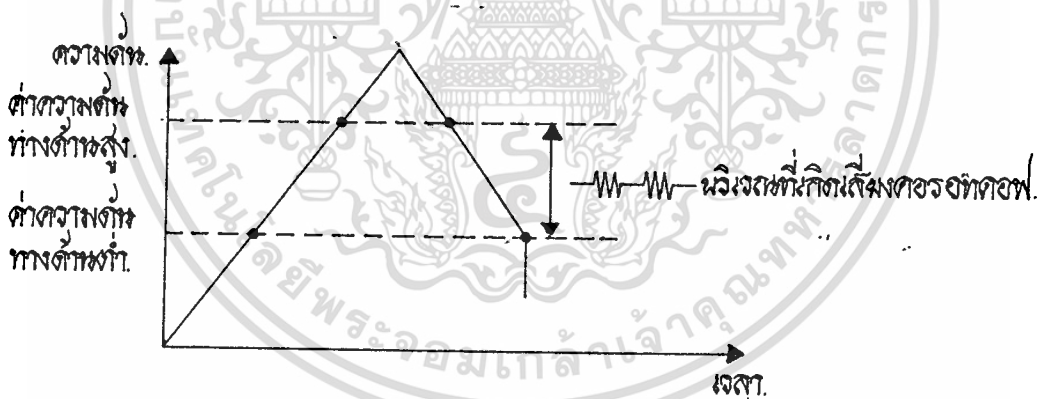
รูป 2.2

ถ้าเพิ่มความดันสูงขึ้นจน เส้นโลหิตบีบมากไม่เกิดการไหลของโลหิตก็ไม่เกิดเสียงคอโรทคอฟ ตามรูป 2.3



รูป 2.3

สำหรับรูปที่ 2.4 แสดงช่วงความดันที่เกิดเสียงคอโรทคอฟ



รูป 2.4

2.1.2 การตรวจสอบอัตราเต้นหัวใจ

จากหลักการของเสียงคอโรทคอฟ จะมีความถี่ของเสียงตรงกับอัตราการเต้นหัวใจ ดังนั้นจึงสามารถใช้ไมโครโฟนเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้า นำไปประมวลผลแสดงค่าเป็นตัวเลขมีหน่วยเป็นจำนวนครั้งต่อนาที

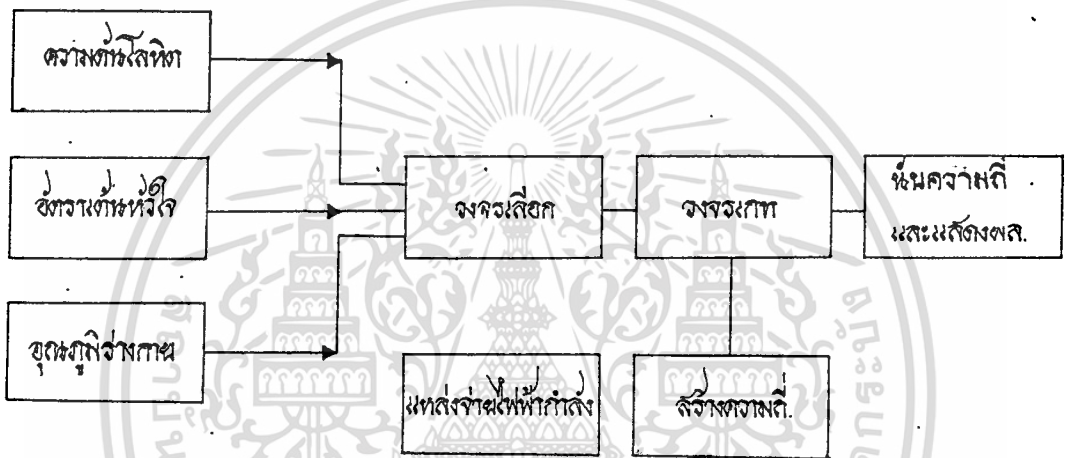
2.1.3 การตรวจสอบอุณหภูมิร่างกาย

ร่างกายของมนุษย์มีขบวนการสันดาปเพื่อสังเคราะห์อาหารที่กินเข้าไปให้เป็นประโยชน์ที่ร่างกายต้องการ ทำให้เกิดความร้อนเนื่องจากการสันดาป แต่มนุษย์ไม่อาจรู้ได้ว่าอุณหภูมิในร่างกายเปลี่ยนแปลงหรือไม่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นสัปดาห์เลือกอุณหภูมิระบบระบายความร้อนเพื่อรักษาอุณหภูมิในร่างกายให้คงที่อยู่เสมอ ดังนั้นจึงใช้เพิ่มแปอเรียเตอร์ เซนเซอร์ (Temperature Sensor) เปลี่ยนอุณหภูมิร่างกายเป็นสัญญาณไฟฟ้า นำไปประมวลผลแสดงค่าเป็นตัวเลขมีหน่วยเป็นองศาเซลเซียส

2.2 โครงสร้างวงจรของเครื่องมือ

เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบทางการแพทย์มีโครงสร้างวงจรแบ่งออกเป็น 8 ส่วน ตามบล็อกโคอะแกรม รูปที่ 2.5



รูป 2.5

2.2.1 ภาควิชาความดันโลหิต

ใช้ตรวจจับความดันผ่านรีซิสเตอร์แล้วเปลี่ยนค่าความดันเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้าด้วยซีลิกอน เพอร์เซอโร เซนเซอร์ จากนั้นจะขยายสัญญาณแรงดันไฟฟ้าแล้วเปลี่ยนเป็นสัญญาณความถี่เป็นจุดสุดท้าย

2.2.2 ภาควิชาการเต้นหัวใจ

รับสัญญาณเสียงคอโรทคอปจากอุณหภูมิ เช่นเดียวกับภาควิชาความดันโลหิต จากนั้นจะเปลี่ยนสัญญาณเสียงคอโรทคอปเป็นสัญญาณความถี่ไฟฟ้าด้วยไมโครโฟนแล้วขยายสัญญาณให้มากขึ้น เนื่องจากอัตราเต้นหัวใจมีหน่วยจำนวนครั้งต่อนาที หากจะรอเวลาให้ครบ 1 นาที หรือใช้เวลา 60 วินาที ในการนับจำนวนครั้งแล้วแสดงผลนั้นจะเสียเวลามาก ดังนั้นในทางปฏิบัติเราจะใช้เวลาในการนับเพียง 6 วินาทีเท่านั้น แล้วคูณค่าสัญญาณความถี่ที่ได้จากเสียงคอโรทคอปด้วย 10 ก็จะได้หน่วยจำนวนครั้งต่อนาทีเช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.3 ภาคอุณหภูมिर่างกาย

ใช้เท็มเปอเรเจอร์ เซนเซอร์ เป็นตัววัดอุณหภูมिर่างกายพร้อมทั้งเปลี่ยนเป็นสัญญาณแรงดันไฟฟ้า จากนั้นก็จะเปลี่ยนเป็นสัญญาณความถี่ซึ่งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า

2.2.4 ภาควงจรเลือก

ประกอบด้วยอุปกรณ์ฟลิปฟล็อป มีหน้าที่เลือกการตรวจสอบว่าจะป็นชนิดความถี่โลหิต หรืออัตราเต้นหัวใจ หรืออุณหภูมิ

2.2.5 ภาควงจรเกท

เป็นวงจรแอนด์เกท ออร์เกท เพื่อช่วยควบคุมในการกำหนดเวลาและสัญญาณคล็อก (clock)

2.2.6 ภาควงจรมับความถี่และแสดงผล

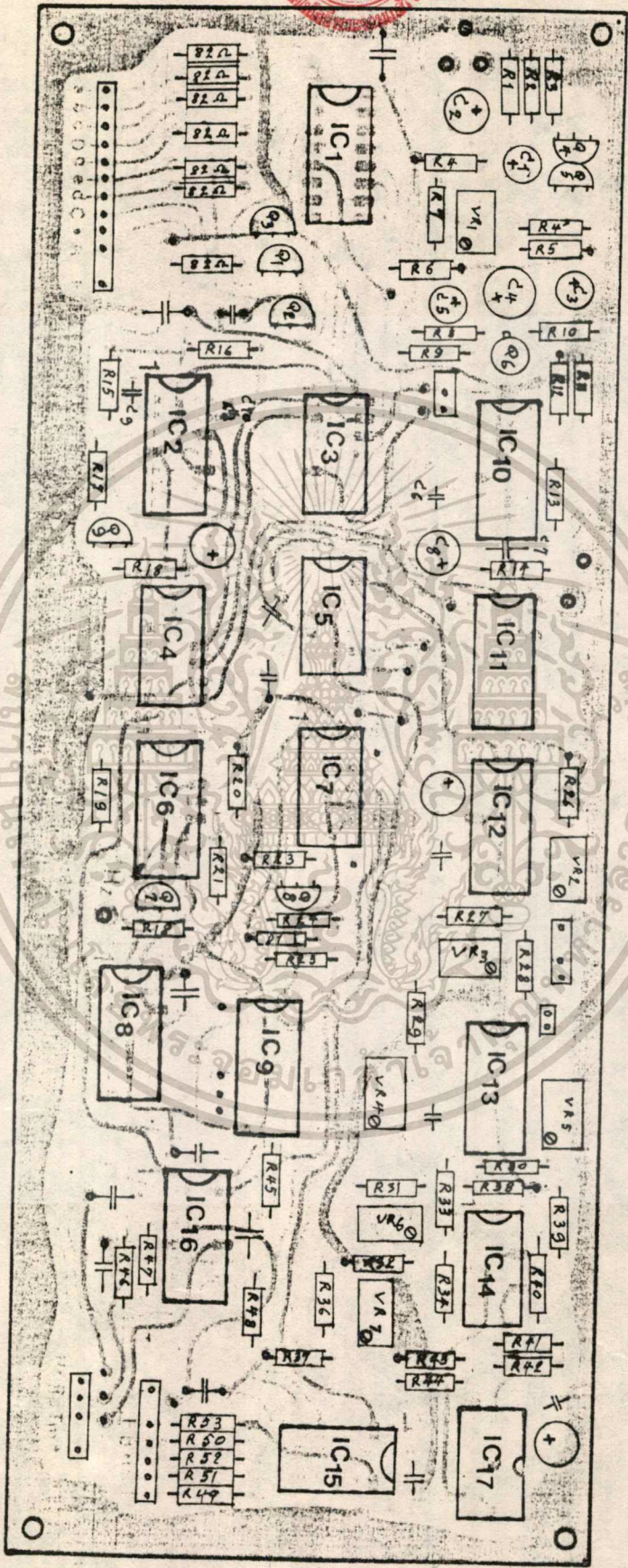
รับสัญญาณความถี่จากภาคความถี่โลหิต ภาคอัตราเต้นหัวใจ และภาคอุณหภูมिर่างกาย นำไปประมวลผลแสดงค่าเป็นตัวเลข

2.2.7 ภาควงจรสร้างความถี่

รับสัญญาณ 50 เฮิรต์ จากแหล่งจ่ายไฟกำลัง ห้าทวีคูณ 10 จะเหลือความถี่ 5 เฮิรต์ แล้วหารทวีคูณ 5 จะเหลือความถี่ 1 เฮิรต์

2.2.8 ภาคแหล่งจ่ายไฟฟ้ากำลัง

มีหน้าที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์ ใ้แก่อุปกรณ์ต่าง ๆ โดยจะลดแรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิรต์ ผ่านหม้อแปลงให้เหลือ 7.5 โวลต์ จากนั้นจะผ่านวงจรเร็คติไฟ์แปลงให้เป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับทางโรงเรียนการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

024709

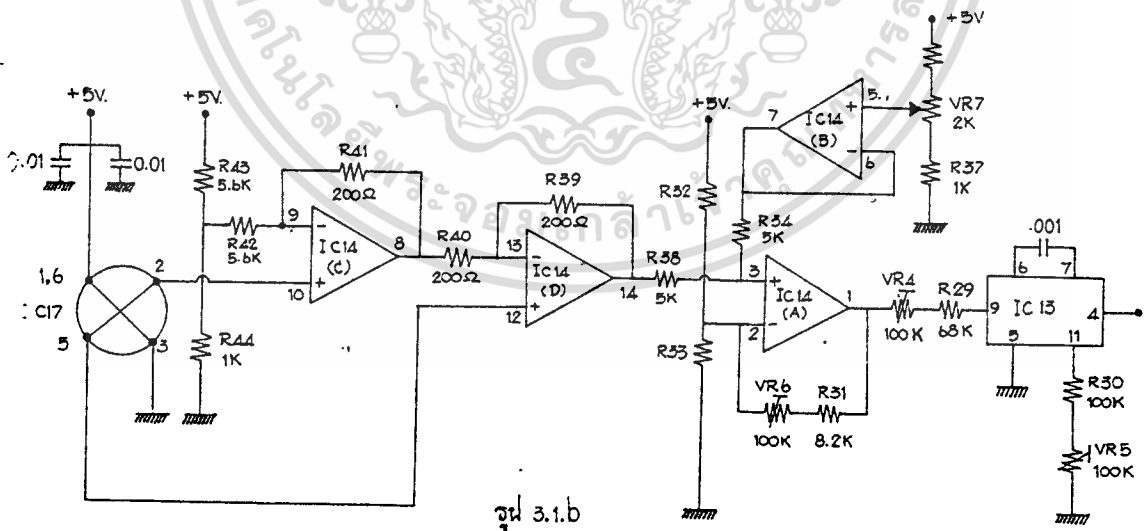
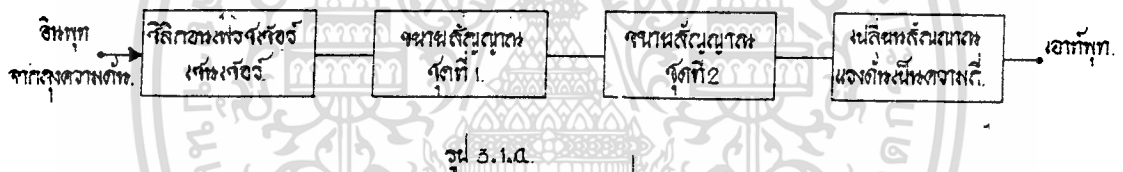
บทที่ 3

การคำนวณและการสร้าง

การสร้างเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ตรวจสอบทางการแพทย์นี้ ได้แนวความคิดการออกแบบจากคู่มือการใช้อุปกรณ์ไอซี ผลิตภัณฑ์ของโตโรลา (Motorola Semiconductor Application Note) และผลิตภัณฑ์อื่น ๆ ตามอุปกรณ์ไอซีที่ใช้ โดยได้ผสมแนวความคิดและดัดแปลงแก้ไขนำเอาอุปกรณ์ไอซีแต่ละผลิตภัณฑ์มาใช้งานร่วมกัน ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ภาคความดันโลหิต

โครงสร้างของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ประกอบด้วย 4 ส่วน ตามบล็อกไดอะแกรมและวงจรใช้งานจริง รูปที่ 3.1.a และ 3.1.b



3.1.1 ซีลิกอน เพชรเซอร์ เซนเซอร์ (IC17) ใช้ไอซีเบอร์ 2S5M

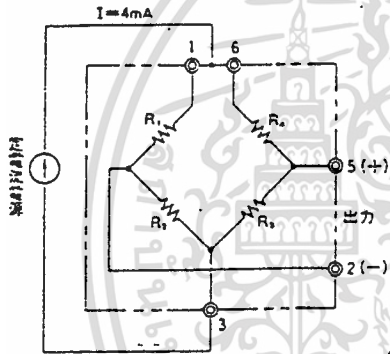
ผลิตภัณฑ์ OMRON เป็นสารกึ่งตัวนำที่สร้างเป็นตัวต้านทาน 4 ตัว ท่อกันแบบวงจรมีจุดอยู่บนแผ่นโคอะแพรมบางของสารซิลิกอน หลักการทำงานแผ่นโคอะแพรมบาง ๆ ของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้ใดเห็นประโยชน์ของการนำเอกสารนี้ไปใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารซิลิกอนจะโค้งงอตามค่าความดัน ทำให้ค่าความต้านทานเปลี่ยนแปลง แรงดันไฟฟ้าที่ตกคร่อมวงจรมิกโรจก็เปลี่ยนแปลงตามไปด้วย มีคุณสมบัติทางไฟฟ้าคือ ค่าความต้านทานภายใน $R_1 - R_4$ เท่ากับ $1,000 \pm 300$ โอห์ม ค่าเปลี่ยนแปลงเอาต์พุต $40 - 130 \mu\text{V}/\text{mm Hg}$ และแรงดันเอาต์พุตจะมีค่าเปลี่ยนแปลงตามความดัน ตามรูปที่ 3.2

内部接続

上記、電気的特性を維持するために駆動電源は、下図のように定電流電源(DC4mA)でご使用ください。



特性データ

出力電圧の圧力依存性

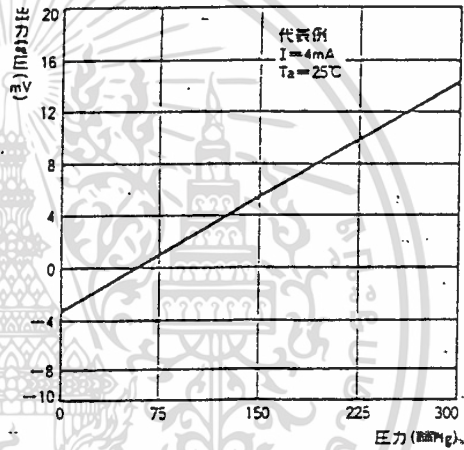


図 3.2

3.1.2 วงจรขยายสัญญาณรูปที่ 1

เป็นวงจรขยายสัญญาณพร้อมทั้งแก๊ซออฟเซ็ท (off set) เนื่องจากอุณหภูมิไม่มีค่าถูกต้อง วงจรนี้ใช้โอพแอมป์ 2 ตัว ของไอซีเบอร์ LM 324 คือ $IC_{14}(C)$ และ $IC_{14}(D)$ ตามรูป 3.1. b แรงดันไฟฟ้าเอาต์พุตของวงจรหาได้จากสมการ

$$V_o = 1 + \frac{R_{39}}{R_{40}} (v_5 - v_2)$$

$$V_o = \text{แรงดันเอาต์พุตของวงจร}$$

$$v_5 = \text{แรงดันไฟฟ้าที่ขา 5 ของ } IC_{17}$$

$$v_2 = \text{แรงดันไฟฟ้าที่ขา 2 ของ } IC_{17}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื่องจากซิลิกอน เพรซเซออร์ เซนเซออร์ จะมีค่าแรงดันไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยถ้าหากอุณหภูมิที่ล้อมรอบเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงชดเชยด้วยตัวต้านทาน R_{42} (5.6K) สำหรับตัวต้านทาน R_{43} (5.6K) และ R_{44} (1K) เป็นตัวแบ่งแรงดันเพื่อแก้ไขค่าออฟเซตของตัวออปแอมป์

3.1.3 วงจรขยายสัญญาณซุกที่ 2

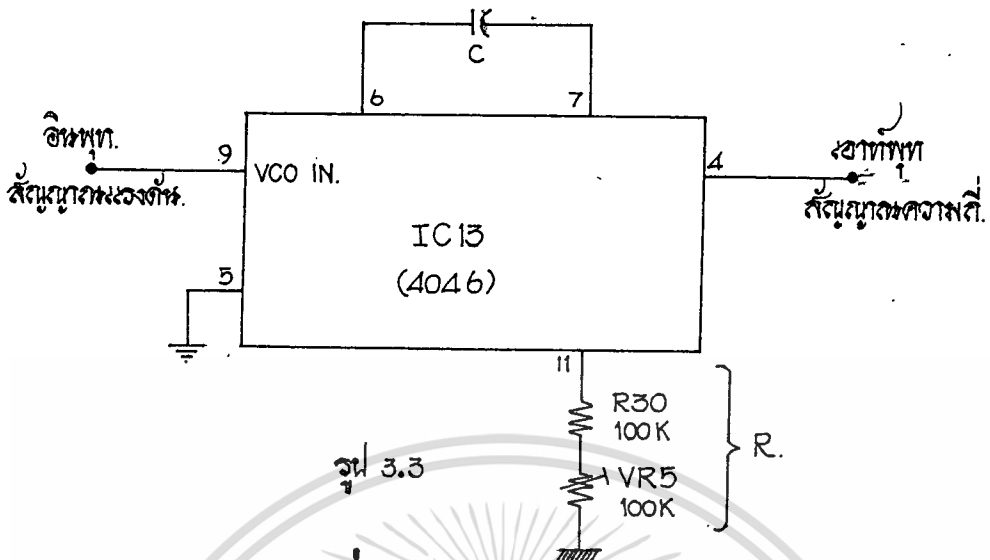
เป็นวงจรขยายสัญญาณพร้อมทั้งปรับแต่งค่าแรงดันเอาต์พุตของวงจรมีความสัมพันธ์กับความดันโลหิตวงจรนี้ใช้ออปแอมป์ 2 ตัว ของไอซีเบอร์ LM324 คือ $IC_{14(A)}$ และ $IC_{14(B)}$ VR_7 เป็นตัวต้านทาน สำหรับปรับแต่งที่ความดันโลหิตขณะไม่มีการวัด สำหรับ VR_6 ใช้ปรับแต่งที่ความดันโลหิตสูงสุดของเครื่องมือนี้

LM324 เป็นไอซีที่บรรจุในกล่องพลาสติกมี 14 ขาประกอบด้วยออปแอมป์ 4 ตัว มีคุณสมบัติดังนี้

ซีพพลายโวลเตจสูงสุด	32 โวลต์
แรงดันไฟฟ้าอินพุต	-0.3 ถึง 26 โวลต์
ตักคาไฟฟ้าระหว่างขั้วอินพุตสูงสุด	32 โวลต์
กำลังไฟฟ้าสูงสุด	400 มิลลิวัตต์
อุณหภูมิใช้งาน	-25 ถึง 85 องศาเซลเซียส

3.1.4 วงจร เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณความถี่

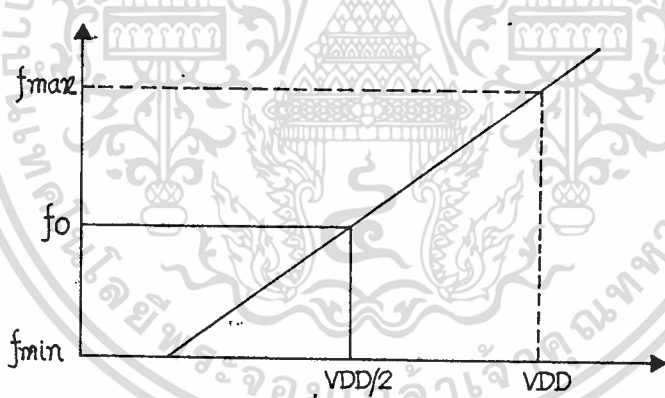
เป็นวงจร เปลี่ยนแรงดันไฟฟ้าซึ่งจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับความดันโลหิต ให้เป็นสัญญาณความถี่ เพื่อที่จะส่งต่อไปยังวงจรมับความถี่ และแสดงผล วงจรนี้ใช้ภาค VCO ของไอซีเบอร์ 4046 เพราะสามารถแปรค่าความถี่ได้ช่วงกว้างมาก ลักษณะของวงจรต้องการเพียงตัวต้านทานกับคาปาซิเตอร์เพื่อเลือกความถี่ที่แสดงในรูป 3.3



รูป 3.3

วิธีคำนวณหาค่า C และ R

(ก) กำหนดให้แรงดันไฟฟ้าอินพุท (VCO. IN) ที่เป็นครึ่งหนึ่งของ ขั้วหลายโวลเตจ เป็นค่าความถี่ศูนย์กลาง ($f_o = \text{Center frequency}$) รูป 3.4

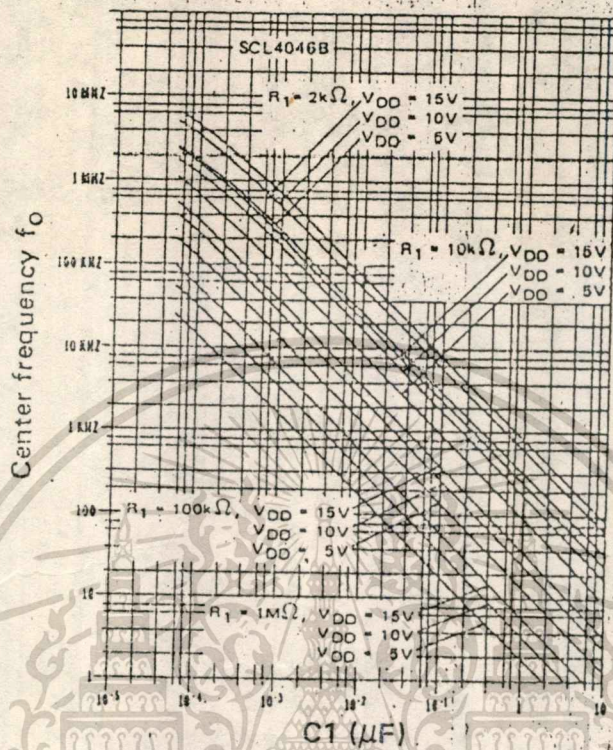


รูป 3.4

(ข) กำหนดค่าความถี่สูงสุด (f_{max})

(ค) คำนวณหาค่าจากสูตร $f_o = \frac{f_{max}}{2}$

(ง) หาค่า C และ R จากกราฟรูป 3.5

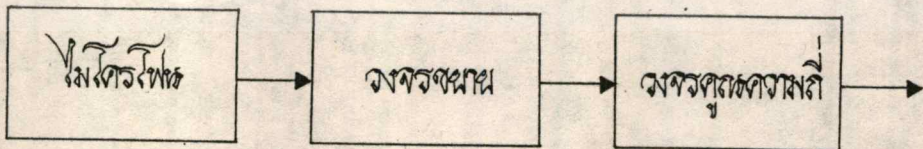


จูน 3.5

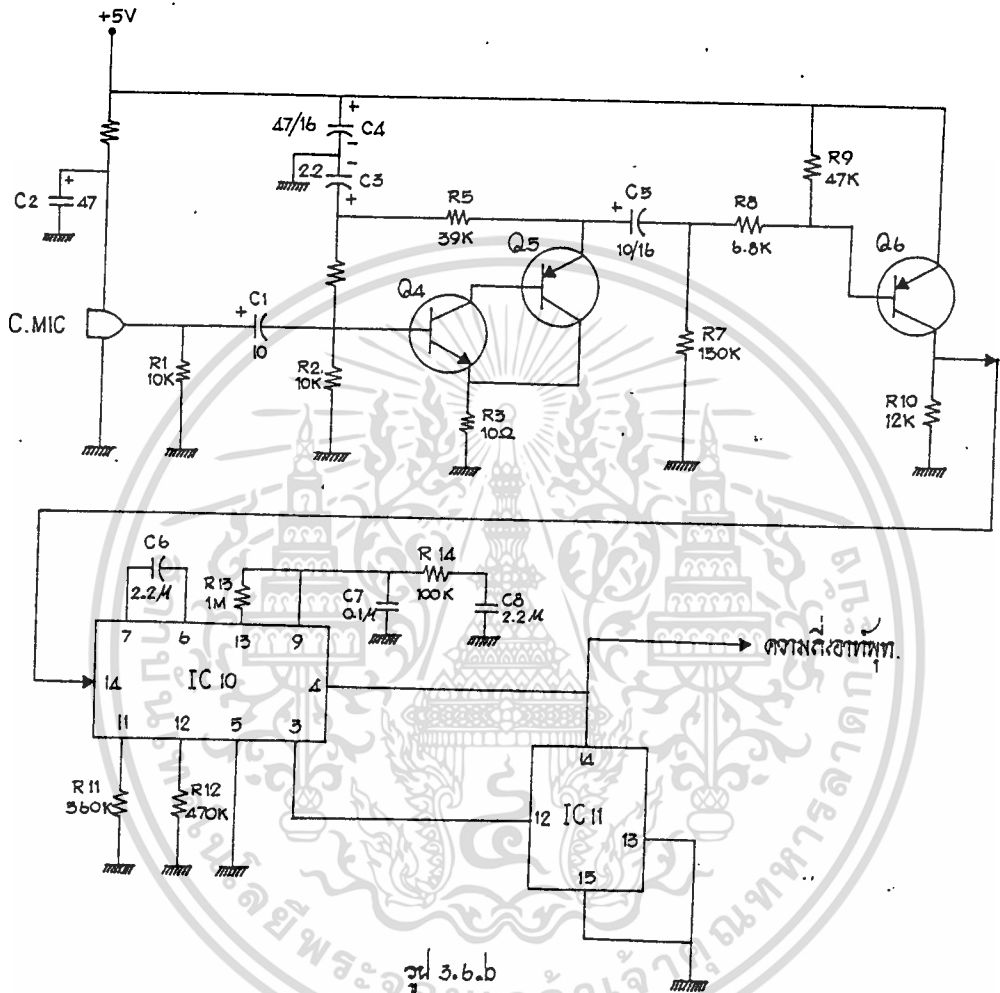
3.2 ภาคอัตรากาเร้นหัวใจ

โครงสร้างของวงจรแบ่งออกเป็น 3 ส่วน ความบล็อกไดอะแกรมรูปที่

3.6.a และวงจรใช้งานจริงรูป 3.6. b



จูน 3.6.a

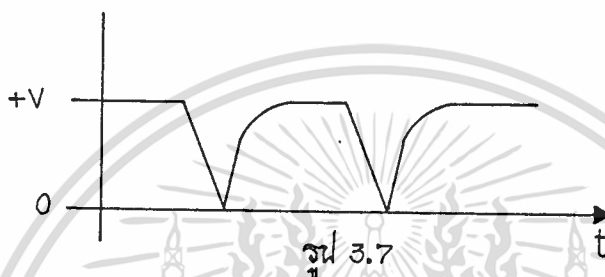


3.2.1 ไมโครโฟน

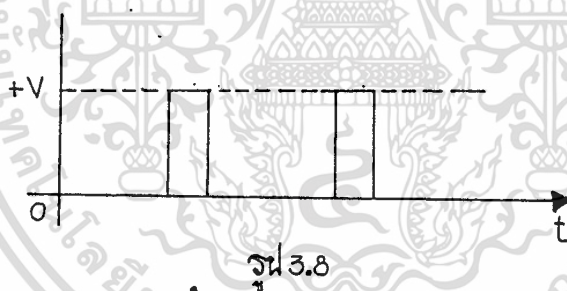
จากการที่กล่าวมาแล้วว่าเสียงรบกวนที่เกิดขึ้นจากการตรวจสอบความดันโลหิตตรงกับจังหวะการเต้นหัวใจ จึงใช้ไมโครโฟนตรวจจับคลื่นเสียงรบกวนที่ปนมากับความดันอากาศในท่ออย่างที่เกิดจากถุงความดัน ไมโครโฟนที่ใช้เป็นชนิดคอนเดนเซอร์ ไมโครโฟน

3.2.2 ภาควงจรขยาย

วงจรถยายสัญญาณซุกแรกประกอบด้วยทรานซิสเตอร์ Q_4 และ Q_5 คอแบบวงจรรีจิ้นซิงคัลกลับกัน คือ Q_4 เป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เบอร์ BC547 และ Q_5 ชนิด PNP เบอร์ SC557 สัญญาณเสียงคอรอหคอฟที่เอาท์พุทของวงจรรีจิ้นซิงคัลเป็นลักษณะคลื่นอิมพัลส์



ทั้งนี้จึงจำเป็นต้องนำไปขยายสัญญาณและทำให้เป็นคลื่นรูปสี่เหลี่ยม ก่อนที่เข้าไปสู่ภาคควบคุมความถี่ วงจรถยายซุกนี้คือ Q_6 เป็นทรานซิสเตอร์ PNP เบอร์ 2N2907

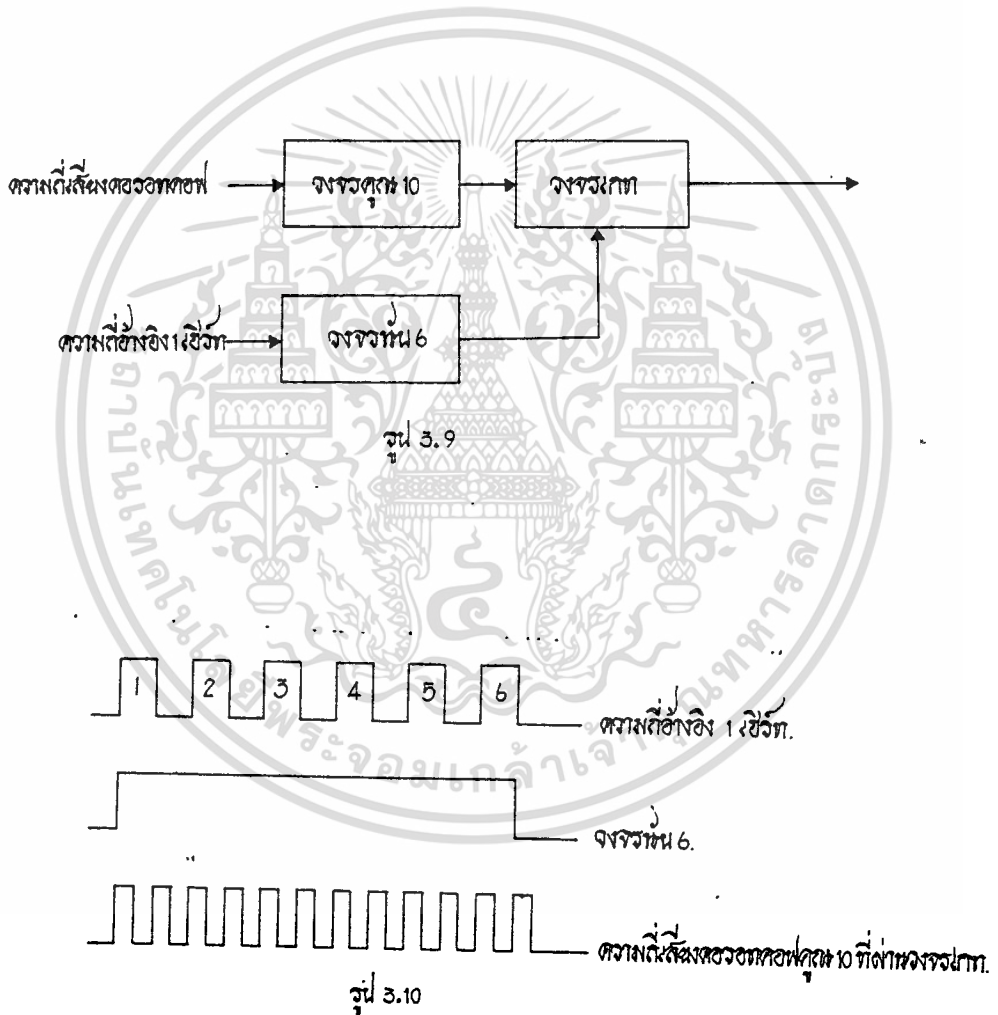


3.2.3 ภาควงจรควบคุมความถี่

ในการวัดอัตราการเต้นหัวใจคิดเป็นจำนวนครั้งก่อนหน้าที แต่ในการนับของแพทย์หรือพยาบาลจะใช้เวลาเพียง 30 วินาที หรือ 15 วินาที แล้วคูณด้วย 2 หรือ 4 ก็จะเป็นจำนวนครั้งก่อนหน้าที่เช่นกัน ทั้งนี้เพราะทำให้ไม่สิ้นเปลืองเวลาโดยใช้เหตุ และอีกประการหนึ่งการนับที่ใช้เวลารอบ 1 นาที เป็นการนับที่ยาวนานเกินไปอาจเกิดความผิดพลาดขึ้นได้เช่นกัน หากจะอาศัยหลักการสุ่มตัวอย่างในวิชาสถิติคือใช้เวลาสั้น ๆ ในการนับ แต่กระทำซ้ำจำนวนหลายครั้งแล้วหาค่าเฉลี่ยก็จะได้ค่าใกล้เคียงความถูกต้องมาก เช่นอาจใช้เวลานับ 10 วินาที แล้วคูณด้วย 6 แต่กระทำซ้ำ 3 ครั้ง เสร็จแล้วหาค่าเฉลี่ย

สำหรับในวงจรที่สร้างนี้จะใช้เวลาเพียง 6 วินาที แล้วคูณด้วย 10 ก็จะได้จำนวนครั้งก่อนาที ทั้งนี้เพราะเป็นวิธีที่ประหยัดเวลา การออกแบบวงจรได้ง่ายและเป็นเวลาที่นานเพียงพอสำหรับการทำงานของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่จะทำให้เกิดความเที่ยงตรงได้

โครงสร้างของวงจรถามบล็อกโคอะแกรมรูปที่ 3.9 และไทม์มิงโคอะแกรมรูป 3.10



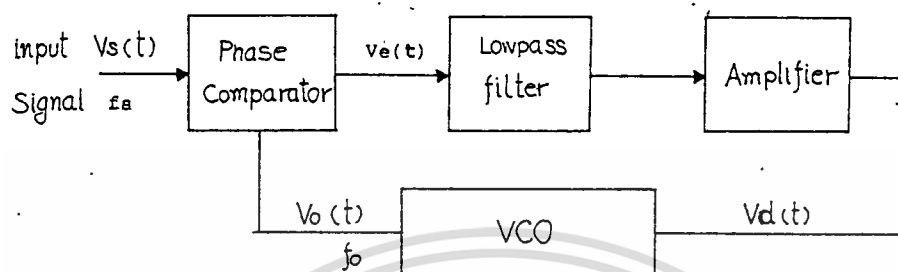
ในการใช้งานของวงจรคูณ 10 นี้ ใช้ไอซีเฟสล็อกคัลเลอร์เบอร์ 4046 ร่วมกับวงจรมับ 10 ไอซีเบอร์ CD 4017 ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

หลักการทํางานเบื้องต้นของเฟสล็อกคัลเลอร์ (ไอซี 4046)

เฟสล็อกคัลเลอร์ (PLL) คือระบบที่มีการป้อนความถี่กลับ ประกอบด้วย

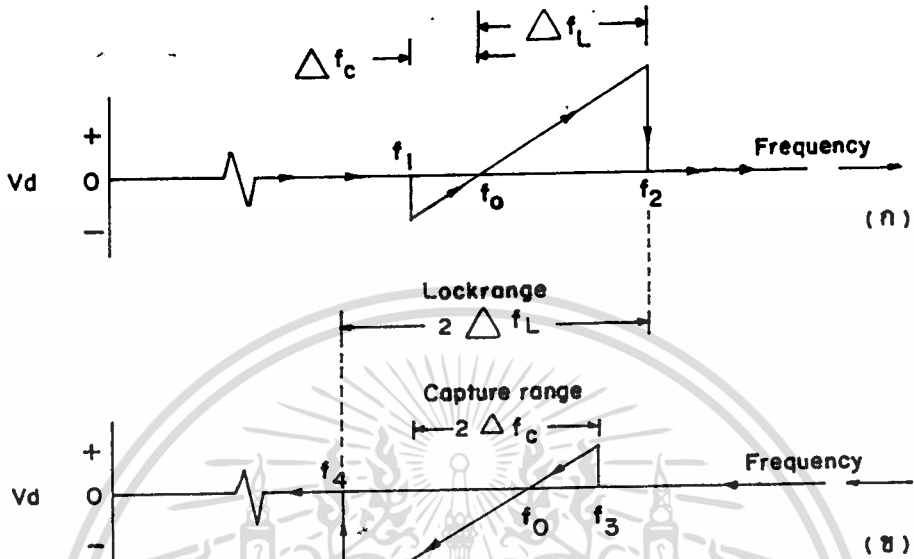
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อผู้นําเสนอเห็นชอบโดยคณะกรรมการคําไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เฟสคอมพาราเตอร์ โวลท์พาสฟิลเตอร์ และออร์โรเวอร์แอมป์ไฟ และโวลท์เทจคอลลทรล
ออสซิลเลเตอร์ (VCO) ตามบล็อกโคอะแกรมรูปที่ 3.11



รูป 3.11

รูปที่ 3 - 11 ขณะที่ยังไม่มีสัญญาณเข้าไปในระบบแรงดันควบคุม $v_d(t)$ จะเท่ากับศูนย์ VCO จะทำงานโดยความถี่ที่ติดตั้งไว้ f_o ซึ่งเรียกว่า "free-running frequency" ถ้ามีสัญญาณเข้าไปในระบบเฟสคอมพาราเตอร์จะทำการเปรียบเทียบเฟสระหว่างความถี่ของสัญญาณอินพุตกับ VCO แล้วผลิตแรงดันคลาดเคลื่อน $v_e(t)$ $v_e(t)$ นี้จะถูกกรองและขยายสัญญาณเป็น $v_a(t)$ แล้วส่งไปควบคุม VCO เพื่อปรับความถี่ ถ้าสัญญาณอินพุตใกล้เคียงกับ f_o จะทำให้ PLL ซิงโครไนส์หรือล็อกกับสัญญาณอินพุต ขณะที่ทำการล็อกนั้นความถี่ VCO จะเท่ากับสัญญาณอินพุตแต่เฟสยังต่างกันอยู่ ความแตกต่างของเฟส (ϕ_o) ทำให้มีการผลิตแรงดันคลาดเคลื่อน $v_e(t)$ เพื่อปรับความถี่ VCO จากค่า f_o ให้เท่ากับความถี่สัญญาณอินพุต (f_s) ดังนั้น PLL จะยังคงรักษาสภาพการล็อก ทำให้ PLL สามารถจะปรับตัวเองและติดตามความถี่ของสัญญาณอินพุต ช่วงของความถี่ที่ PLL สามารถติดตามการล็อกกับสัญญาณอินพุต เรียกว่า "lock Range" ค่าของระบบจะขึ้นกับ $v_e(t)$ โดยไม่ขึ้นกับแบนด์เอกของฟิลเตอร์ ถ้าความถี่ของสัญญาณอินพุตมีค่ามากกว่าช่วงความถี่ที่ PLL สามารถทำการล็อกได้อย่างแท้จริงเรียกว่า "Capture Range" ช่วงการแคปเจอร์นี้จะขึ้นกับแบนด์เอกของฟิลเตอร์และอัตราขยายลูปปิก (K_v) ของระบบทั้งหมด ซึ่งมีผลเกี่ยวข้องกับการเลือกเฟ้นของวงจร PLL และยิ่งช่วยเพิ่มความปลอดภัยเกี่ยวกับสัญญาณรบกวนจากสัญญาณนอกแบนด์ไค้เป็นอย่างดี



รูปที่ 3.12 แสดงถึง transfer characteristics ของความถี่กับโวลต์เดจของ PLL

(ก) กรณีความถี่อินพุตเพิ่มขึ้น (ข) ความถี่อินพุตลดลง

รูป 3.12

รูปที่ 3.12 แสดงลักษณะการเปลี่ยนจากความถี่ไปเป็นแรงดันของระบบ PLL โดยการสมมติให้สัญญาณอินพุตเป็น โชนัแนวที่เปลี่ยนความถี่ไปอย่างช้า ๆ ขนาดความ แนวนิ่งเป็นแรงดันคลาคเคลื่อน (vd) ในรูป ก. ความถี่ของสัญญาณอินพุตเพิ่มขึ้น PLL จะไม่มีการตอบสนองต่อสัญญาณ จนกระทั่งความถี่ของสัญญาณอินพุตเข้าถึงจุด f_1 ซึ่งเป็น ความถี่ต่ำสุดของ capture range ดังนั้น PLL จะล็อกกับสัญญาณอินพุตทันที ทำให้เกิด แรงดันคลาคเคลื่อนมีค่าเป็นลบ และจะมีค่าเป็นศูนย์เมื่อ $f_s = f_0$, PLL จะไม่มีการล็อก ถ้าสัญญาณ f_s มีความถี่ค่อย ๆ ลากกลับไปจะทำให้เกิดควิจจรขึ้นดังแสดงในรูป ข. เมื่อ สัญญาณ f_s ถึง f_4 การทึคคามของ PLL จะหมด ในทำนองเดียวกันถ้า f_s มากกว่า f_0 ก็จะอยู่ในช่วงแคบเจอร์ของจุด f_3 แรงดันคลาคเคลื่อนจะมีค่าบวก ความถี่ระหว่าง $f_3 - f_1$ เรียกว่า Total capture Range หรือ $f_3 - f_1 = 2\Delta f_c$ และช่วงความถี่ $f_2 - f_4$ เรียกว่า Total Lock Range หรือ $f_2 - f_4 = 2\Delta f_L$

ข้อสังเกต ระบบ PLL จะเลือกความถี่ที่เป็นความถี่ที่กึ่งกลางโดยการตั้ง f_0 ที่ VCO และระบบจะตอบสนองเฉพาะความถี่ของสัญญาณช่วงจาก f_0 ไปจนถึงค่าที่น้อยกว่า Δf_c หรือ Δf_L ทั้งนี้ขึ้นกับเงื่อนไขที่ว่าลูปเฟรมเริ่มต้นด้วยการล็อกหรือเปล่า ในการใช้งาน PLL, โดยมากต้องการใช้ VCO หากการเปลี่ยนแรงดันให้เป็นความถี่ที่มีลักษณะเป็นเชิงเส้นอย่างแท้จริง

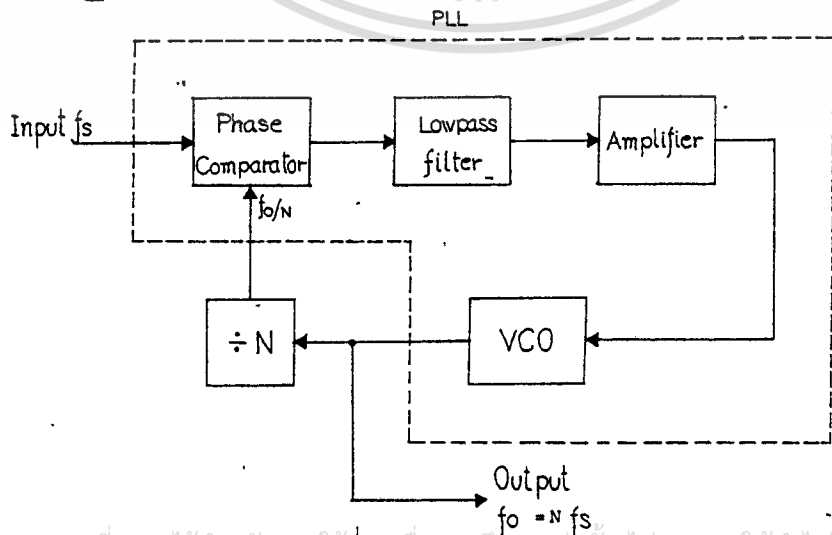
โวลท์ฟาสฟิเลเตอร์ของ PLL มีหน้าที่อยู่ 2 อย่าง คือ

(ก) ลกค่าคลาดเคลื่อนที่เป็นความถี่สูงที่ออกจากเฟสคอมพาราเตอร์ โดยการใช้คุณสมบัติการกำจัดสัญญาณรบกวน

(ข) ทำหน้าที่เหมือนกับ Short-term memory คือ PLL จะแคชเจอร์กับสัญญาณอินพุตใหม่อีกครั้งหนึ่ง หากระบบหลุดจากการล็อกเนื่องจากสัญญาณรบกวนในช่วงทรานเซียนท์

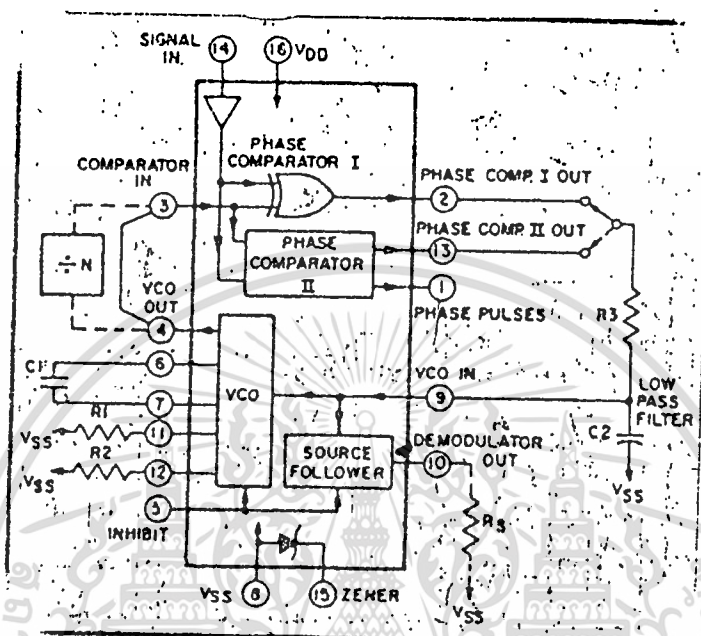
การนำเฟสล็อกคูปมาใช้เป็นวงจรรักษาความถี่

การรักษาความถี่สามารถทำได้โดยการแทรกตัวหารหรือแทรกไอซีชนิด Decade Counter เข้าไปในระหว่างเอาต์พุตของ VCO และทางค่านป้อนกลับของเฟสคอมพาราเตอร์ ก็สามารถจะรักษาความถี่ตามที่ต้องการ โครงสร้างตามยลอคโคอะแกรมรูปที่ 3.13



การนำเฟสล็อกคัลฟไอซีเบอร์ 4046 ไปใช้งานมีวิธีดังนี้

(ก) โครงสร้างไอซี 4046 ตามรูป 3.14

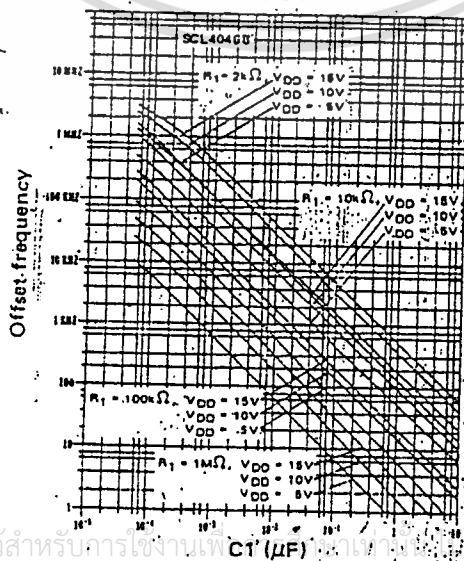


(ข) กำหนดค่า f_0 และ f_L (เมื่อ $2f_L = \text{full frequency VCO range}$)

(ค) คำนวณค่า f_{min} จากสูตร

$$f_{min} = f_0 - f_L$$

(ง) ใช้ f_{min} หาค่า C_1 และ R_2 จากกราฟในรูป 3.15

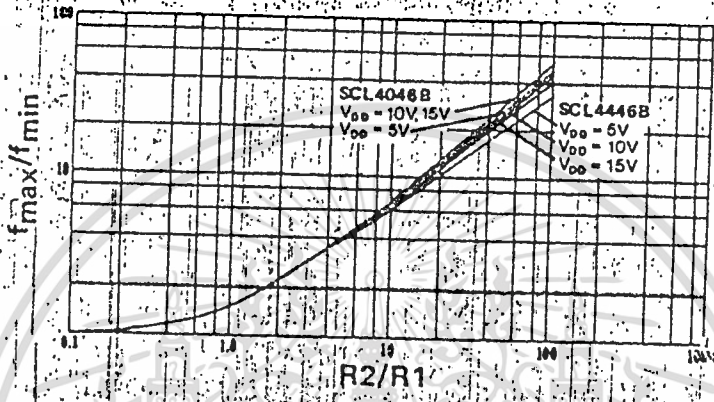


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานที่ C1 (μF) ไม่ควรเกินค่าที่กำหนดไว้ ไม่ควรใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ควรแก้ไขใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(จ) คำนวณหาค่า $\frac{f_{max}}{f_{min}}$ จากสูตร

$$\frac{f_{max}}{f_{min}} = \frac{f_0 + f_L}{f_0 - f_L}$$

(ฉ) ใช้ค่า $\frac{f_{max}}{f_{min}}$ หาค่า $\frac{R_2}{R_1}$ จากกราฟในรูป 3.16

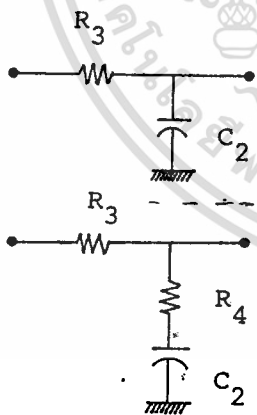


รูป 3.16

(ช) หาค่า R_1 จากสูตร

$$R_1 = R_2 \frac{R_2}{R_1}$$

(ซ) คำนวณหาค่า RC ของฟิลเตอร์โคกึ่งนี้



$$2fc = \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2 \pi f_L}{R_3 C_2}}$$

$$2fc = fc_2 - fc_1$$

$$fc_1 = \frac{1}{2 \pi C_2 R_4}$$

$$fc_2 = \frac{1}{2 \pi C_2 (R_3 + R_4)}$$

เมื่อ $2fc =$ frequency capture range

(ณ) เอาท์พุทของเฟสคอมพาราเทอมีอยู่ 2 ส่วน คือ Phase I กับ Phase II สำหรับ Phase I: เป็นเอาท์พุทจาก EX-OR ซึ่งทำหน้าที่เป็นเฟสดีเทคเตอร์ที่มีสัญญาณรบกวนต่ำ ส่วน Phase II เป็นเฟสดีเทคเตอร์ชนิดช่วงกว้างความถี่สูง ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของ Phase I และ Phase II ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับ	Phase II	Phase I
1.	- เอาทพุทออกที่ชา 13	- เอาทพุทออกที่ชา 2
2.	- สามารถลือกความถี่ได้กว้างขวางมากอาจถึง 2000 : 1	- สามารถลือกความถี่ได้เพียง $\pm 30\%$
3.	- การป้องกันต่อสัญญาณรบกวนมีค่าต่ำ	- การป้องกันต่อสัญญาณรบกวนได้
4.	- สัญญาณอินพุทเป็นอิมพัลส์	- สัญญาณอินพุทต้องเป็นรูปคลื่นสี่เหลี่ยม
5.	- ถ้าไม่มีอินพุทค่าความถี่เอาทพุทจะสุ้ค่าที่ออกแบบค่าสุ้	- ถ้าไม่มีอินพุทค่าความถี่เอาทพุทจะเป็น f_0
6.	- เฟสของเอาทพุทเป็น 0° เมื่อเปรียบเทียบกับอินพุท	- เอาทพุทมีเฟสเป็น 90° ที่ความถี่ f_0 และเฟสจะแปรตามความถี่ที่เปลี่ยนไป
7.	- ไม่วาคอฮาโมนิกส์	- วัคคอฮาโมนิกส์
8.	- ลูฟฟิลเตอร์ทำลักษณะ Sample and hold	- ลูฟฟิลเตอร์ทำลักษณะ Integrator

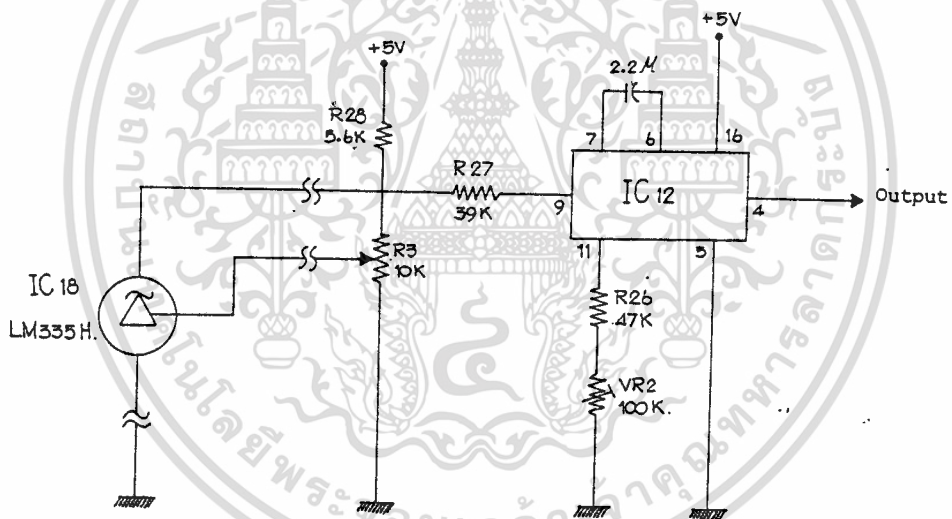
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 ภาควิทยุทธศาสตร์ร่างกาย

ทำหน้าที่เปลี่ยนอุณหภูมิเป็นสัญญาณแรงดันมีโครงสร้างของวงจรตามบล็อก
โคอะแกรมรูป 3.17 และวงจรใช้งานจริงตามรูป 3.18

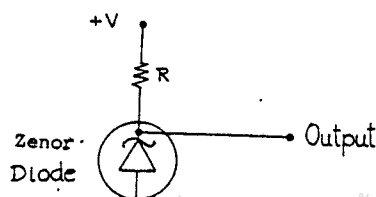


รูป 3.17



รูป 3.18

3.3.1 เพิ่มเพอเรียเตอร์ เซนเซอร์ ที่ใช้เป็นไอซีเบอร์ LM335H
มีโครงสร้างตามรูปที่ 3.20 หลักการทำงานสามารถอาศัยพื้นฐานการทำงานของเซ็นเซอร์
โคโอทตามรูปที่ 3.19

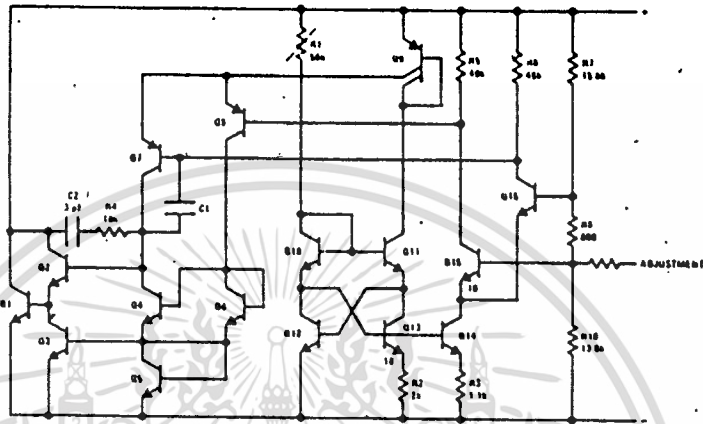


รูป 3.19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ร่วมกันเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหารูป 3.19 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

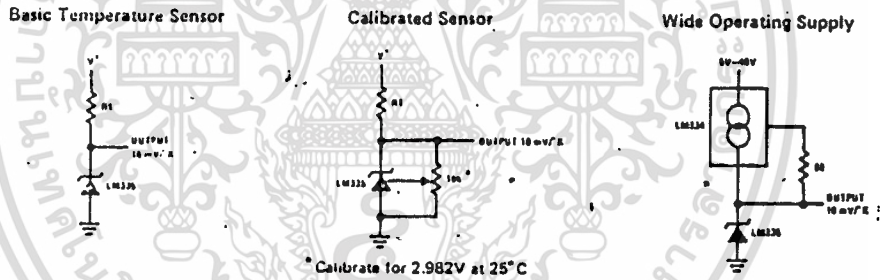
แรงดันพังทะลาย (Breakdown Voltage) ของซีเนอร์ไดโอดจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับอุณหภูมิสมบูรณ์ นั่นคือเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น แรงดันพังทะลายก็จะสูงขึ้นตามไปด้วย ทำให้แรงดันตกคร่อมซีเนอร์ไดโอดสูงตามอุณหภูมิ

Schematic Diagram



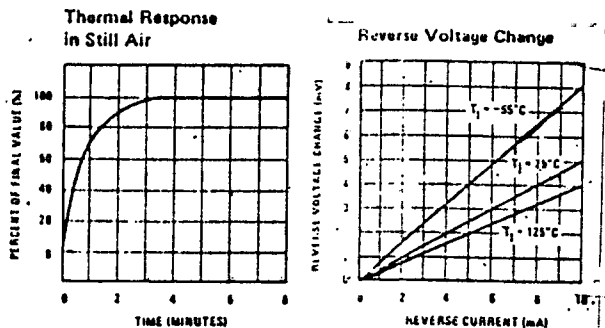
รูป 3.20

Typical Applications



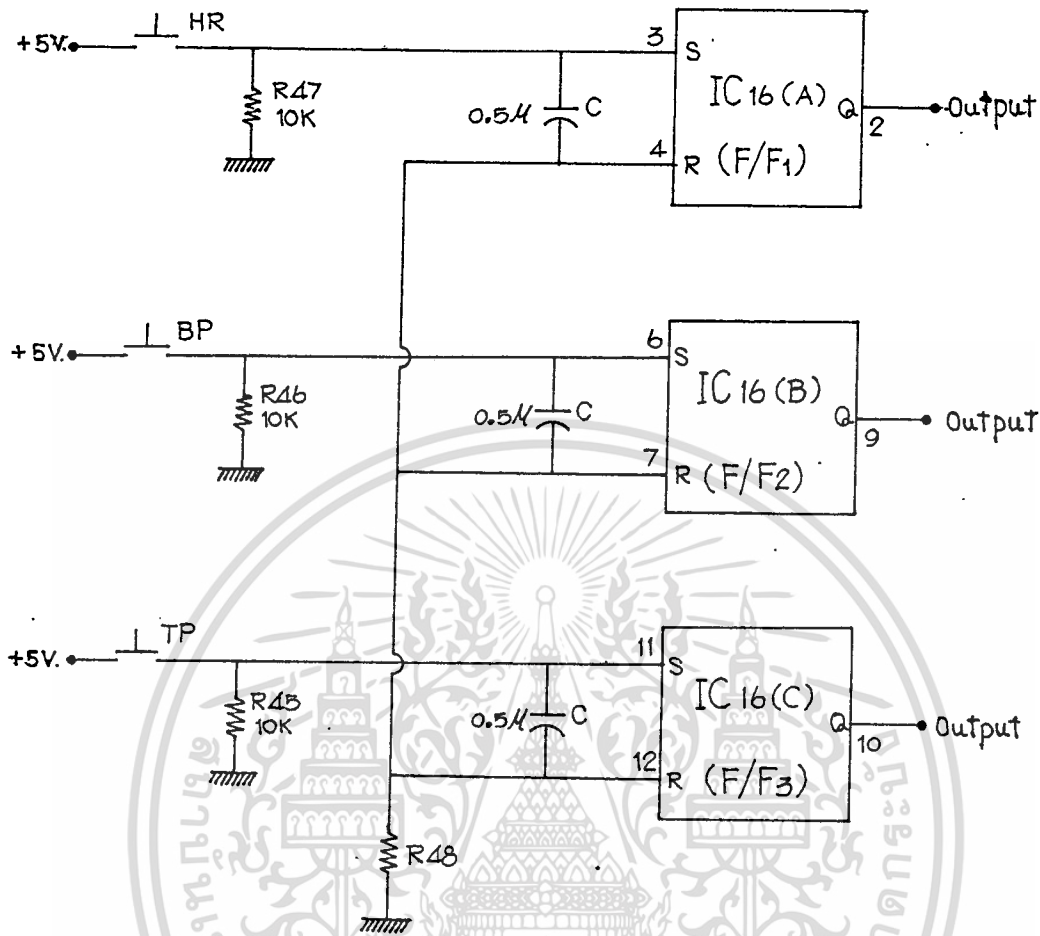
ไอซีเบอร์ LM335H มีอัตราการเปลี่ยนแปลงแรงดันที่เอาต์พุตเท่ากับ

10 mv/°K. ทนกระแสย้อนกลับสูงสุด 15 มิลลิแอมป์ ระยะเวลาคอมมอนของการทำงานเปลี่ยนแปลงแรงดันสุดท้ายต่ออุณหภูมิต้องใช้เวลา 3 นาที ตามรูปที่ 3.21



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้

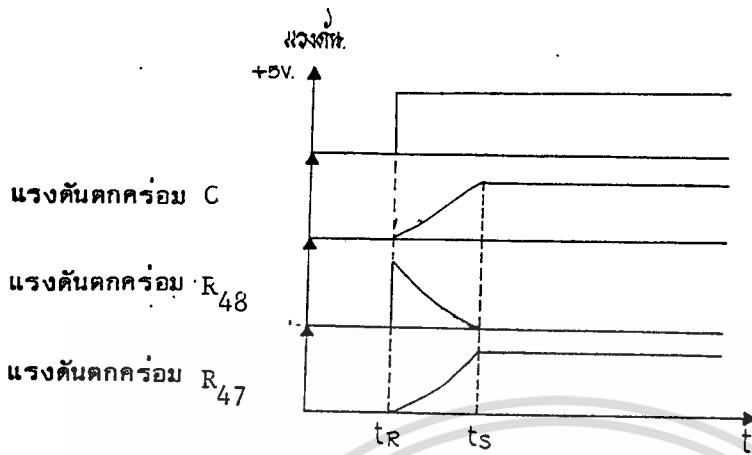
รูป 3.21



รูป 3.23

หลักการทํางาน สมมติเลือกวิธีตรวจสอบภาคอิตรากการเตนหัวใจก็ให้กดสวิทซ์ HR, ในระยะแรกเริ่มกระแสจะไหลผ่านคาปาซิเตอร์ไปยัง R₄₈ เพื่อลงกราวด์ จึงเกิดแรงดันตกคร่อม R₄₈ นั่นคือจะทำการรีเซ็ทฟลิป-ฟลอปทุกตัว เมื่อเวลาผ่านไปจนคาปาซิเตอร์เก็บประจุจนเต็ม ไม่มีกระแสไหลผ่านคาปาซิเตอร์ จึงไม่มีแรงดันตกคร่อมที่ R₄₈ แรงดันสำหรับรีเซ็ทมีค่าเป็นศูนย์ แต่จะมีแรงดันตกคร่อมที่ R₄₇ แทนนั้น-คือมีแรงดันทำการเซ็ทฟลิปฟลอป IC₁₆ (A) ให้มีสภาผลอจิก "1" และส่งไปยังวงจรเกทเพื่อต่อวงจรในภาคนี้ให้ทำงาน ส่วนภาคอื่น ๆ วงจรจะไม่ถูกต่อเข้ากับระบบให้พิจารณาจากรูป 3.24 ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



t_R = เวลาที่ทำการวัดชีพลนพลอย ในขณะแอสแตบิล
 t_S = เวลาที่ทำการวัดชีพลนพลอย

รูป 3.24

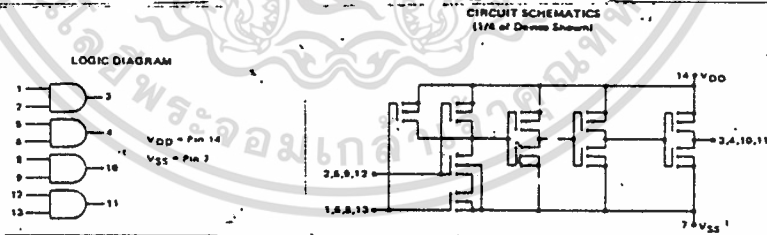
3.5 ภาควงจรเกท

วงจรถูกแทนโดยอุปกรณ์ประเภทแอนดเกทและออร์เกท ซึ่งมีรายละเอียด

ดังนี้

3.5.1 แอนดเกทใช้ไอซีเบอร์ CD4081, QUAD 2 - INPUT "AND" GATE, CMOS SSI มีโครงสร้างตามรูป 3.25

รูป 3.25



ที่ซีพียูหลายโวลต์สูงสุด

-0.5 ถึง 18.0 โวลต์

แรงดันที่อินพุทหรือเอาต์พุทสูงสุด

-0.5 ถึง $V_{DD} + 0.5$ โวลต์

กระแสสูงสุด

± 10 มิลลิแอมป์

กำลังสูงสุด

500 มิลลิวัตต์

อุณหภูมิที่ต่ำที่สุด

-65 ถึง + 150°C

อุณหภูมิสูงสุดที่ขาไอซี

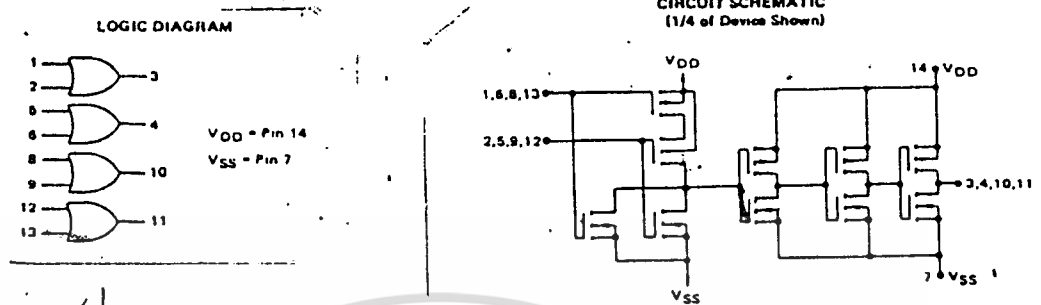
260°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5.2 ออร์เกตใช้ไอซีเบอร์ MC14071, QUAD 2-INPUT "OR" GATE,

CMOS SSI มีโครงสร้างตามรูป 3.26



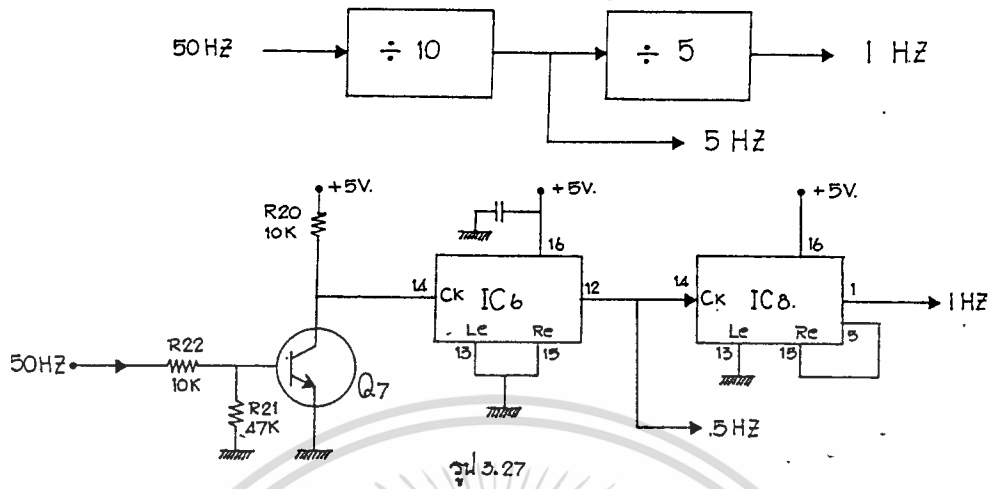
รูป 3.26

คิซีซีพหลาย โวลเตจ สูงสุด (V_{DD})	-0.5 ถึง 18.0 โวลท์
แรงดันที่อินพุตและเอาต์พุตสูงสุด	-0.5 ถึง $V_{DD} + 0.5$ โวลท์
กระแสสูงสุด	± 10 มิลลิแอมป์
กำลังสูงสุด	500 มิลลิวัตต์
อุณหภูมิสะสมสูงสุด	-65 ถึง $+ 150^{\circ}C$
อุณหภูมิที่ชาไอซีสูงสุด	$260^{\circ}C$

3.6 ภาควงจรสร้างควมดี

วงจสร้างควมดีในงานนี้ได้อาศัยควมดีอ้างอิง 50 เฮิรท์จากแหล่งจ่ายไฟกำลัง แลวหารควย 10 จะเหลือควมดี 5 เฮิรท์ จากนั้นนำควมดี 5 เฮิรท์ไปหารควย 5 จะเหลือควมดี 1 เฮิรท์ ควมดี 5 เฮิรท์ นำไปใช้ในระบบตรวจสอบควมกันโลหิต และอุณหภูมิร่างกาย สำหรับควมดี 1 เฮิรท์นำไปใช้ในระบบอัตรการเต้นหัวใจ การหารควมดีนี้ใช้อุปกรณ์ไอซี Decade Counter เบอร์ CD4017 มีอินพุต 10 ชา เป็นตัวหาร ทำให้สามารถเลือกตัวหารใดคั้งแต่ 1 ถึง 10 มีโครงสร้างของวงจตามรูป

3.27

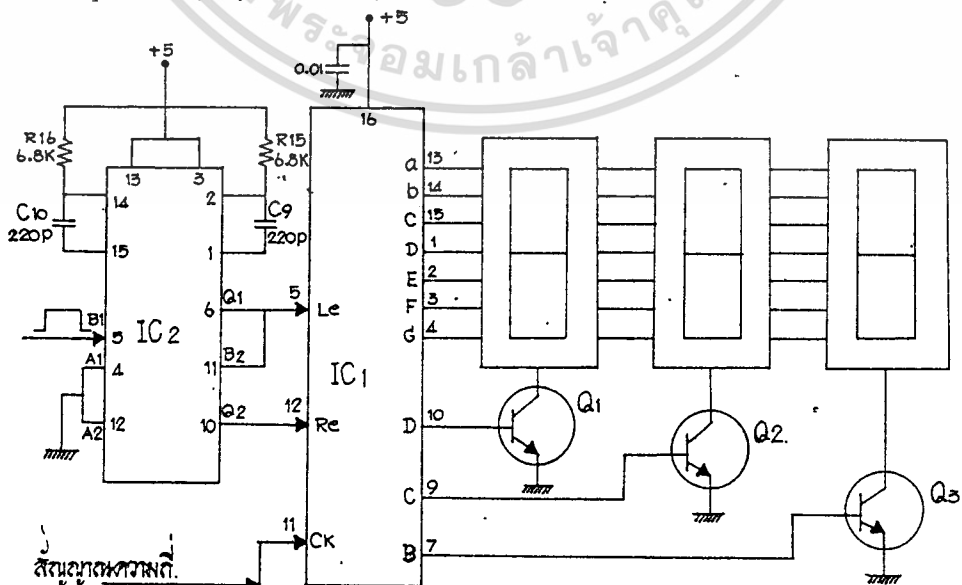


รูป 3.27

Q₇ เป็นทรานซิสเตอร์ชนิด NPN เบอร์ 2SC458 ทำหน้าที่เป็นวงจรเปลี่ยน Sine wave เป็น Square wave IC₆ เป็น Decade Counter ทหาร 10 และ IC₈ เป็น Decade Counter ทหาร 5

3.7 ภาควงจรนับความถี่และแสดงผล

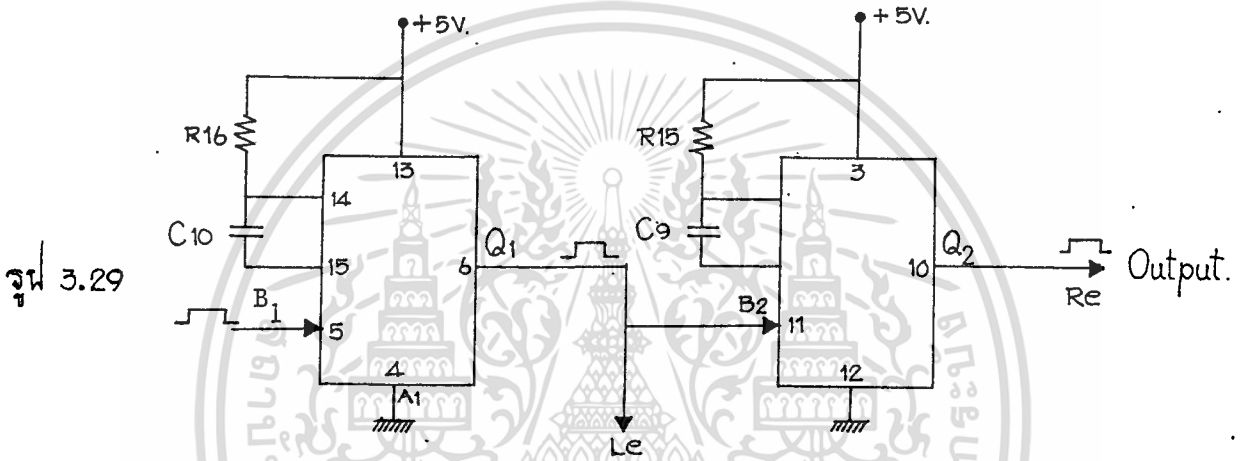
ทำหน้าที่นับจำนวนไซเคิลของสัญญาณความถี่ในระยะเวลาที่กำหนด จำนวนไซเคิลที่นับได้จะถูกเปลี่ยนเป็นรหัส 7-Segment แล้วส่งรหัสไปที่ LED 7-Segment เพื่อแสดงเป็นตัวเลขฐานสิบ โครงสร้างของวงจรแสดงในรูป 3.28



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อ รูป 3.28 ศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

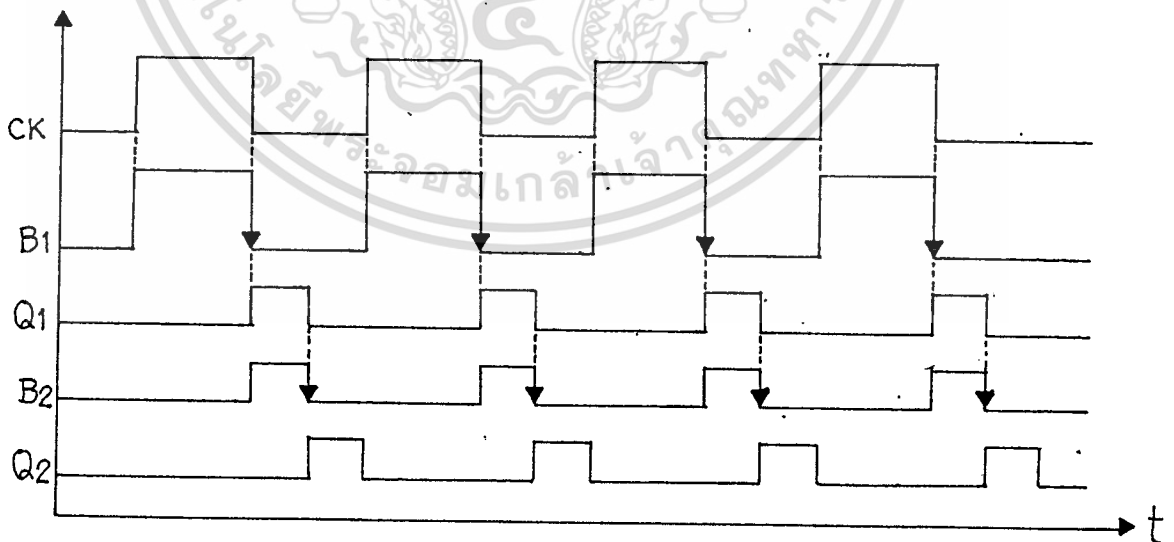
IC₁ เป็นไอซีนับความถี่เบอร์ 74 C925 ช่วงเวลาที่ IC₁ จะนับความถี่ Le และ Re จะต้องมีลอจิก "0" ถ้าจะให้ IC₁ หยุดนับและตัวเลขค้าง Le ต้องมีลอจิก "1", Re ลอจิก "0" ถ้าต้องการรีเซ็ตค่าต้องให้ Re ลอจิก "1" และ Le ลอจิก "0" ทุกครั้งที่จะมีการนับต้องรีเซ็ตค่าเสมอ

IC₂ เป็น Monostable เบอร์ CD 4528 ประกอบด้วย Monostable 2 ชุด มาต่อกัน cascade กัน ตามรูป 3.29



รูป 3.29

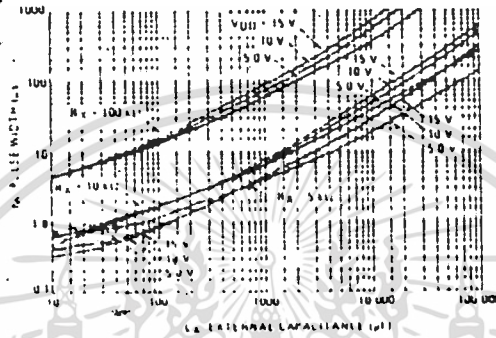
สามารถเขียน Timing Diagram ได้ดังรูป 3.30



รูป 3.30

- Q_1 เป็นสัญญาณไปที่ขา Le ของ Ic_1
- Q_2 เป็นสัญญาณไปที่ขา Re ของ Ic_1
- สำหรับความกว้างของพัลส์ (T_w) ของ Q_1 และ Q_2 ขึ้นกับค่า $R_{16}C_{10}$ และ $R_{15}C_9$ โดยหาจากกราฟรูป 3.31

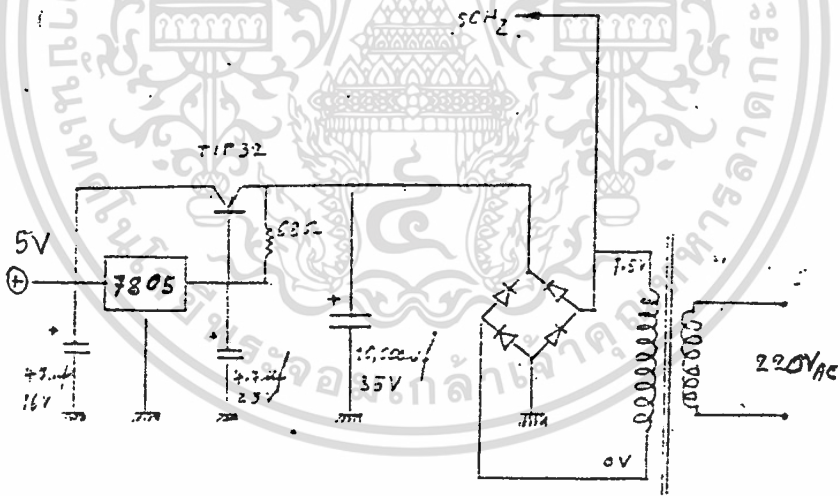
FIGURE 6 PULSE WIDTH versus C_x



รูป 3.31

3.8 ภาควงจรแหล่งจ่ายไฟกำลัง

รูป 3.32



วงจรรูป 3.32 นี้ ใช้หม้อแปลงชนิด TOROID ขนาด 1 แอมป์ ลดแรงดันกระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิรท์ ลงเหลือ 7.5 โวลต์ แล้วเร็คติไฟร์เป็นแรงดันกระแสตรงขนาด 7.5 โวลต์ ผ่านวงจรไอซีชนิด Series regulator เบอร์ 7805 ซึ่งจะปรับแรงดัน 7.5 โวลต์ให้มีค่าคงที่โดยอัตโนมัติ เนื่องจาก IC Regulator มีกำลังจ่ายในตัวอ่อนน้อย จึงต้องใช้ Power Transistor เบอร์ TIP32 มาร่วมทำงานในลักษณะ Series Pass ของกระแสไหลลงจึงมีชื่อเรียกว่า Series Pass Transistor ทำให้วงจรมีกำลังจ่ายมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่าในรูปแบบใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

เครื่องมือตรวจสอบทางการแพทย์ได้ทำการปรับแต่งและทดลองใช้กับคนจำนวน 10 คน โดยเปรียบเทียบกับเครื่องมือที่ใช้ในโรงพยาบาลได้ผลดังนี้

4.1 การตรวจสอบความดันโลหิต

เครื่องมือวัดความดันโลหิตที่ใช้ในวงการแพทย์ได้นำมาใช้ทดสอบเปรียบเทียบเป็นผลิตภัณฑ์ ERAK METER ได้ผลดังนี้

เครื่องมือ	ความดันโลหิต (มม.ปรอท)									
	คนที่ 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ERAK	54-140	85-128	60-100	80-120	70-144	90-150	80-130	60-90	80-110	75-135
ที่สร้าง	54-143	85-130	60-100	80-110	68-148	88-156	80-124	56-90	80-110	75-140
คลาดเคลื่อน	0 +2%	0 +2%	0 0	0 -8%	-3% +3%	-2% +4%	0 -5%	-7% 0	0 0	0 +4%

ค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดทางบวก + 4%

ค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดทางลบ - 8%

ค่าคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง - 8% ถึง + 4%

4.2 การตรวจสอบอัตราการเต้นหัวใจ

ใช้จับชีพจรที่มีอนับจำนวนครั้งก่อนหน้าที่เปรียบเทียบกับผลที่อ่านได้จากเครื่องมือที่สร้างดังนี้

เครื่องมือ	อัตราการเต้นหัวใจ (จำนวนครั้ง/นาที)									
	คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
จับชีพจร	90	90	96	84	88	72	70	88	90	62
ที่สร้าง	94	100	102	86	82	78	68	94	102	74
คลาดเคลื่อน	+4%	+1%	+6%	+2%	+5%	+8%	-3%	+7%	+13%	+19%

ค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดทางบวก + 19%
 ค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดทางลบ - 8%
 ค่าคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง - 8% ถึง +19%

4.3 การตรวจสอบอุณหภูมิร่างกาย

เทอร์โมมิเตอร์ที่ใช้ในการเปรียบเทียบโดยสังขน์

เครื่องมือ	อุณหภูมิร่างกาย (องศาเซลเซียส)									
	คนที่	1	2	3	4	5	6	7	8	9
เทอร์โมมิเตอร์	37.2	37.4	38.1	36.8	37.3	37.6	38.4	37.5	37.3	37.0
ที่สร้าง	35.9	35.8	36.2	35.5	37.6	36.3	37.8	35.9	37.3	35.8
คลาดเคลื่อน	-4%	-4%	-5%	-4%	+1%	-4%	-2%	-4%	0	-3%

ค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดทางบวก + 1%
 ค่าคลาดเคลื่อนสูงสุดทางลบ - 5%
 ค่าคลาดเคลื่อนอยู่ระหว่าง - 5% ถึง + 1%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทวิจารณ์และสรุป

5.1 การวิจารณ์

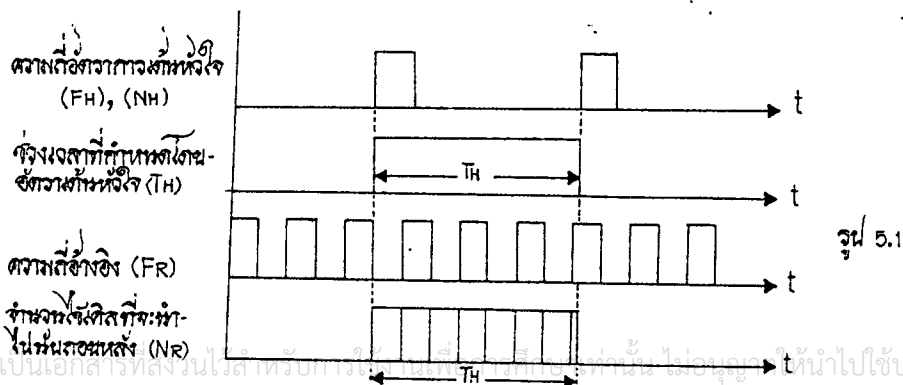
การสร้างเครื่องมือครั้งนี้ได้ประสบปัญหาหลายประการ แต่ก็ได้แก้ไขจนสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ปัญหาต่าง ๆ มีดังนี้

5.1.1 การวัดอัตราการเต้นหัวใจ ในเครื่องแรกวงจรภาคนับความถี่ (Frequency Counter) ใช้วิธีแบบนับถอยหลัง (Count down) แต่จากการทดสอบปรากฏว่ามีความคลาดเคลื่อนมากไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน จึงได้เปลี่ยนมาใช้วิธีนับความถี่และวงจรนับความถี่เป็นชนิดนับขึ้น (count up) ปรากฏว่ามีความเที่ยงตรงใช้งานได้ดี สำหรับเหตุผลสามารถอธิบายได้ดังนี้

วงจรนับความถี่ มีหลักการทำงานคือจะนับจำนวนไซเคิล (cycle) ของความถี่ในระยะเวลาที่กำหนด แล้วนำจำนวนไซเคิลนั้นไปแสดงเป็นตัวเลขฐานสิบพิจารณาได้จากสมการต่อไปนี้

$$\begin{aligned}
 F &= \frac{N}{T} \\
 N &= FT \\
 N &= \text{จำนวนไซเคิล} \\
 F &= \text{ความถี่} \\
 T &= \text{เวลาหรือช่วงเวลาที่กำหนด}
 \end{aligned}$$

วงจรนับชนิดนับถอยหลัง อธิบายหลักการทำงานตามรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1

- ความดีอ้างอิง คือความดีที่มีค่าคงที่ที่กำหนดขึ้นตามความเหมาะสม
จำนวนไซเคิลของความดีอ้างอิง (N_R) ที่จะนำไปนับถอยหลัง

$$N_R = F_R T_H \text{ ----- (1)}$$

แต่ในการนับถอยหลังต้องมีตัวตั้ง (สมมติว่ามีค่า 460) ตัวตั้งนี้จะถูก
วงจรรนำไปลดค่าด้วย N_R

ถ้าให้ตัวเลขฐานสิบที่วงจรมับถอยหลังแสดงมีค่าเท่ากับ P

$$P = 460 - N_R \\ = 460 - F_R T_H \text{ ----- (2)}$$

แต่ $T_H = \frac{N_H}{F_H}$; (N_H คือจำนวนไซเคิลที่ให้ค่า T_H)
ตามรูป 3.33 N_H เท่ากับ 1 เสมอ

$$\therefore T_H = \frac{1}{F_H}$$

แทนค่า T_H ในสมการ (2)

$$P = 460 - \frac{F_R}{F_H} \\ F_R = F_H (460 - P) \text{ ----- (3)}$$

แต่ P คืออัตราการเต้นหัวใจมีหน่วยจำนวนครั้ง/นาที
นั่นคือ $P = 60 \times F_H$

แทนค่า P ในสมการ (3)

$$F_R = F_H (460 - 60 F_H) \text{ ----- (4)}$$

แต่ F_H ไม่คงที่และแปรค่าตามอัตราการเต้นหัวใจของแต่ละบุคคล
นั่นคือการวัดจะเที่ยงตรง F_R จะคงที่ไม่ได้

ดังนั้นถ้าตั้งค่า F_R ให้คงที่แล้ว ความผิดพลาดของการวัดแต่ละบุคคลจะ
ไม่เท่ากัน และมีค่ามากไม่เหมาะสมต่อการใช้งาน

วงจรมับชนิคนับขึ้นและคูณความดี

จำนวนไซเคิลของอัตราเต้นหัวใจ (N_H)

$$N_H = F_H T_H \text{ ----- (5)}$$

ถ้า T_H เท่ากับ 1 นาที หรือ 60 วินาทีแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$N_H = 60 F_H$$

นั่นคือ N_H ก็คืออัตราการเต้นหัวใจ (ครั้ง/นาที)

สำหรับเครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์หากจะต้องรอเวลาในการวัดนาน 1 นาทีแล้ว ผู้ใช้จะเกิดความเบื่อหน่าย จึงจำเป็นต้องปรับปรุงวงจรให้ใช้เวลาที่น้อยที่สุดเท่าที่จะเป็นไปได้

$$\text{ถ้าให้ช่วงเวลาที่กำหนดใหม่} = T_R$$

$$\text{ตัวคูณความถี่ (เพื่อให้ } N_H \text{ เท่าเดิม)} = T_N$$

$$\therefore N_H = F_H \times T_N \times T_R$$

$$\text{นั่นคือ } F_H \times T_N \times T_R = F_H \times T_H$$

$$T_N = \frac{T_H}{T_R}$$

$T_H = 60$ วินาที และกำหนดช่วงเวลาที่ใช้ในการวัด (T_R) = 6 วินาที

$$T_N = \frac{60}{6} = 10$$

ช่วงเวลาในการวัด 6 วินาที (T_R) และตัวคูณ (T_N)=10 สามารถสร้างวงจรได้ง่าย และทั้งสองค่าเป็นอิสระต่อกัน จึงปรับแต่งง่าย วิธีนี้จึงมีความเที่ยงตรงเหมาะที่จะนำไปใช้งาน

5.1.2 วงจรวัดอุณหภูมิร่างกายในครั้งแรกออกแบบโดยใช้เทอร์มิสเตอร์เป็นตัววัด แต่ประสบปัญหาเกี่ยวกับอัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่างแรงดันกับอุณหภูมิไม่เป็นเชิงเส้น จึงต้องเปลี่ยนตัววัดใหม่โดยใช้เทมเปอร์เจอร์ เซนเซอร์ ซึ่งเป็นอุปกรณ์ไอซีเบอร์ LM335H มีอัตราการเปลี่ยนแปลงระหว่างแรงดันกับอุณหภูมิเป็นเชิงเส้น

5.1.3 กลองห่อหุ้มภายนอกของเครื่องมือในครั้งแรกได้ใช้กล่องพลาสติก แต่ประสบปัญหาที่มีสัญญาณรบกวนจากภายนอกจึงต้องเปลี่ยนเป็นกล่องเหล็ก ทำให้มีขนาดใหญ่และน้ำหนักมากขึ้น แต่สามารถป้องกันสัญญาณรบกวนได้ดี

5.2 ข้อสรุป

เครื่องมืออิเล็กทรอนิกส์ที่ตรวจสอบทางการแพทย์นี้ใช้วัดค่าความดันโลหิต

อัตราการเต้นหัวใจ และอุณหภูมิร่างกายมีคุณสมบัติดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ของโรงเรียนเพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซีพหลายโวลเตจ

แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับ 220 โวลต์ 50 เฮิรต์

แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 5 โวลต์

กระแสไฟฟ้าใช้งาน

กระแสสลับ 5 มิลลิแอมป์

กระแสตรง 250 มิลลิแอมป์

กำลังไฟฟ้าใช้งาน 2 วัตต์

วัดค่าความถี่โลหิต 0 - 240 มม.ปรอท

อัตราการเต้นหัวใจ 0 - 800 ครั้ง/นาที

อุณหภูมิร่างกาย 0 - 99 องศาเซลเซียส



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MM74C925, MM74C926, MM74C927, MM74C928 4-Digit Counters with Multiplexed 7-Segment Output Drivers

general description

These CMOS counters consist of a 4-digit counter, an internal output latch, NPN output sourcing drivers for a 7-segment display, and an internal multiplexing circuitry with four multiplexing outputs. The multiplexing circuit has its own free-running oscillator, and requires no external clock. The counters advance on negative edge of clock. A high signal on the Reset input will reset the counter to zero, and reset the carry-out low. A low signal on the Latch Enable input will latch the number in the counters into the internal output latches. A high signal on Display Select input will select the number in the counter to be displayed; a low level signal on the Display Select will select the number in the output latch to be displayed.

The MM74C925 is a 4-decade counter and has Latch Enable, Clock and Reset inputs.

The MM74C926 is like the MM74C925 except that it has a display select and a carry-out used for cascading counters. The carry-out signal goes high at 6000, goes back low at 0000.

The MM74C927 is like the MM74C926 except the second most significant digit divides by 6 rather than 10. Thus, if the clock input frequency is 10 Hz, the display would read tenths of seconds and minutes (i.e. 9:59.9).

The MM74C928 is like the MM74C926 except the most significant digit divides by 2 rather than 10 and the

carry-out is an overflow indicator which is high at 2000, and it goes back low only when the counter is reset. Thus, this is a 3 1/2-digit counter.

features

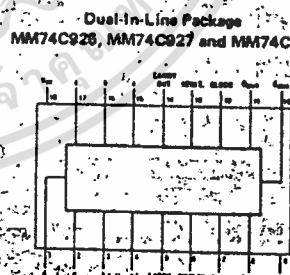
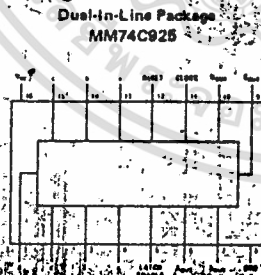
- Wide supply voltage range 3V to 6V
- Guaranteed noise margin 1V
- High noise immunity 0.45 V_{CC} typ
- High segment sourcing current 40 mA @ V_{CC} = 1.6V, V_{CC} = 5V
- Internal multiplexing circuitry

design considerations

Segment resistors are desirable to minimize power dissipation and chip heating. The DM75492 serves as a good digit driver when it is desired to drive bright displays. When using this driver with a 5V supply at room temperature, the display can be driven without segment resistors to full illumination. The user must use caution in this mode however, to prevent overheating of the device by using too high a supply voltage or by operating at high ambient temperatures.

The input protection circuitry consists of a series resistor, and a diode to ground. Thus input signals exceeding V_{CC} will not be clamped. This input signal should not be allowed to exceed 15V.

connection diagrams



functional description

- Reset - Asynchronous active high
- Display Select - High, displays output of counter; Low, displays output of latch
- Latch Enable - High, flow through condition; Low, latch condition
- Clock - Negative edge sensitive
- Segment Output - Current sourcing with 80 mA @ V_{OUT} = 1.6V typical. Also, sink capability = 2 LTTL loads
- Digit Output - Current sourcing with 1 mA @ V_{OUT} = 1.75V. Also, sink capability = 2 LTTL loads
- Carry-out - 2 LTTL loads. See carry-out waveforms.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

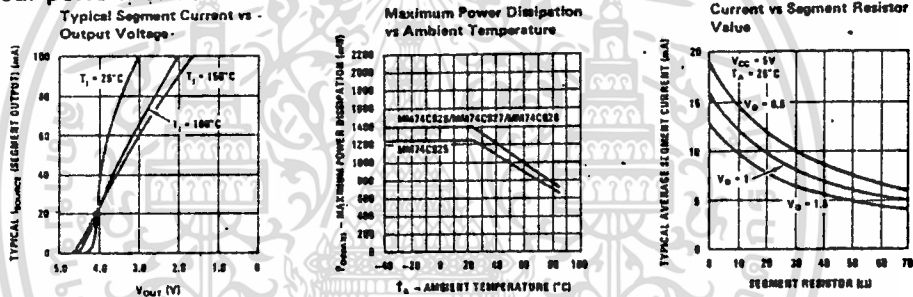
absolute maximum ratings (Note 1)						
Voltage at Any Output Pin	Gnd - 0.3V to V _{CC} +0.3V					
Voltage at Any Input Pin	Gnd - 0.3V to +15V					
Operating Temperature Range (T _A)	-40°C to +85°C					
Storage Temperature Range	-65°C to +150°C					
Package Dissipation	Refer to P _{DMAX} vs T _A Graph					
Operating V _{CC} Range	3V to 6V					
V _{CC}	6.5V					
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)	300°C					
dc electrical characteristics Min/max limits apply at -40°C ≤ T _J ≤ +85°C, unless otherwise noted.						
PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS	
CMOS TO CMOS						
V _{IN(1)}	Logical "1" Input Voltage	V _{CC} = 5.0V	3.5			V
V _{IN(0)}	Logical "0" Input Voltage	V _{CC} = 5.0V		1.5		V
V _{OUT(1)}	Logical "1" Output Voltage (Carry-out and Digit Output Only)	V _{CC} = 5.0V, I _O = -10 μA	4.5			V
V _{OUT(0)}	Logical "0" Output Voltage	V _{CC} = 5.0V, I _O = 10 μA		0.5		V
I _{IN(1)}	Logical "1" Input Current	V _{CC} = 5.0V, V _{IN} = 15V		0.005	1.0	μA
I _{IN(0)}	Logical "0" Input Current	V _{CC} = 5.0V, V _{IN} = 0V	-1.0	-0.005		μA
I _{CC}	Supply Current	V _{CC} = 5.0V, Outputs Open Circuit, V _{IN} = 0V or 5V		20	1000	μA
CMOS/LPTTL INTERFACE						
V _{IN(1)}	Logical "1" Input Voltage	V _{CC} = 4.75V	V _{CC} -1.5			V
V _{IN(0)}	Logical "0" Input Voltage	V _{CC} = 4.75V		0.8		V
V _{OUT(1)}	Logical "1" Output Voltage (Carry-Out and Digit Output Only)	V _{CC} = 4.75V, I _O = -360 μA	2.4			V
V _{OUT(0)}	Logical "0" Output Voltage	V _{CC} = 4.75V, I _O = 360 μA		0.4		V
OUTPUT DRIVE						
V _{OUT}	Output Voltage (Segment Sourcing Output)	I _{OUT} = -65 mA, V _{CC} = 5V, T _J = 25°C I _{OUT} = -40 mA, V _{CC} = 5V { T _J = 100°C T _J = 150°C	V _{CC} -1.6 V _{CC} -2	V _{CC} -1.3 V _{CC} -1.2 V _{CC} -1.4		V
R _{ON}	Output Resistance (Segment Sourcing Output)	I _{OUT} = -65 mA, V _{CC} = 5V, T _J = 25°C I _{OUT} = -40 mA, V _{CC} = 5V { T _J = 100°C T _J = 150°C		20 30 35	40 50	Ω
	Output Resistance (Segment Output) Temperature Coefficient			0.6	0.8	%/°C
I _{SOURCE}	Output Source Current (Digit Output)	V _{CC} = 4.75V, V _{OUT} = 1.75V, T _J = 150°C	-1	-2		mA
I _{SOURCE}	Output Source Current (Carry-out)	V _{CC} = 5V, V _{OUT} = 0V, T _J = 25°C	-1.75	-3.3		mA
I _{SINK}	Output Sink Current (All Outputs)	V _{CC} = 5V, V _{OUT} = V _{CC} , T _J = 25°C	1.75	3.6		mA
θ _{JA}	Thermal Resistance	MM74C925 (Note 4) MM74C926, MM74C927, MM74C928		75 70	100 90	°C/W °C/W
<p>Note 1: "Absolute Maximum Ratings" are those values beyond which the safety of the device cannot be guaranteed. Except for "Operating Range" they are not meant to imply that the devices should be operated at these limits. The table of "Electrical Characteristics" provides conditions for actual device operation.</p> <p>Note 2: Capacitance is guaranteed by periodic testing.</p> <p>Note 3: C_{PD} determines the no load ac power consumption of any CMOS device. For complete explanation see 54C/74C Family Characteristics application note, AN-90.</p> <p>Note 4: θ_{JA} measured in free-air with device soldered into printed circuit board.</p>						

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

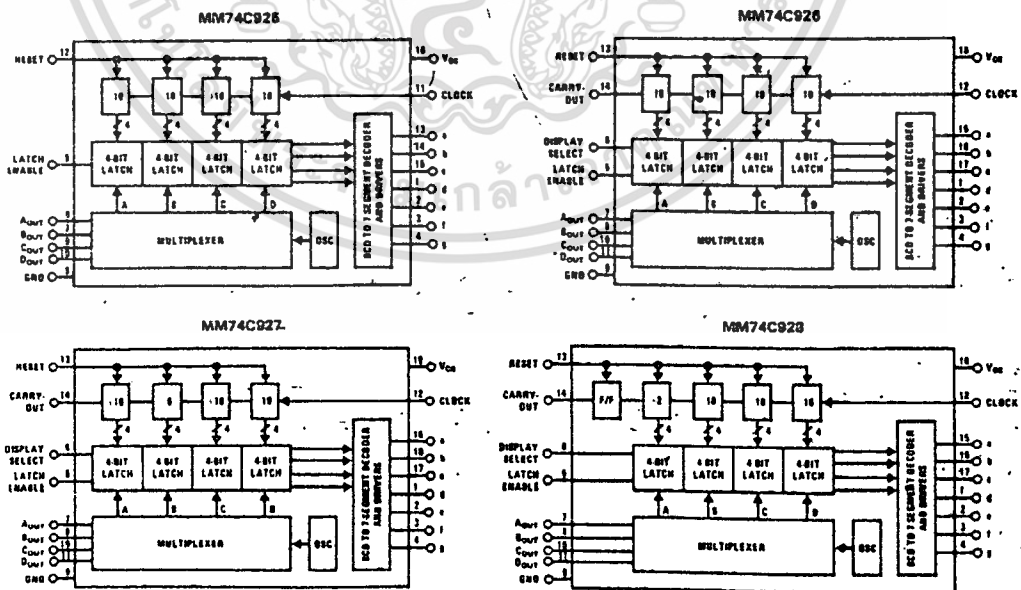
ac electrical characteristics $T_j = 25^\circ\text{C}$, $C_L = 50\text{ pF}$, unless otherwise specified

PARAMETER	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
f_{MAX}	Maximum Clock Frequency	$V_{CC} = 5.0\text{V}$, Square Wave Clock	$T_j = 25^\circ\text{C}$, $T_j = 100^\circ\text{C}$	2 1.5	MHz MHz
t_r, t_f	Maximum Clock Rise or Fall Time	$V_{CC} = 5.0\text{V}$		15	μs
t_{WH}	Reset Pulse Width	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	$T_j = 25^\circ\text{C}$, $T_j = 100^\circ\text{C}$	250 320	ns ns
t_{WLE}	Latch Enable Pulse Width	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	$T_j = 25^\circ\text{C}$, $T_j = 100^\circ\text{C}$	250 320	ns ns
$t_{SET(CL,E)}$	Clock to Latch Enable Set-Up Time	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	$T_j = 25^\circ\text{C}$, $T_j = 100^\circ\text{C}$	2500 3200	ns ns
t_{LR}	Latch Enable to Reset Wait Time	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	$T_j = 25^\circ\text{C}$, $T_j = 100^\circ\text{C}$	0 0	ns ns
$t_{SET(R,L,E)}$	Reset to Latch Enable Set-Up Time	$V_{CC} = 5.0\text{V}$	$T_j = 25^\circ\text{C}$, $T_j = 100^\circ\text{C}$	320 400	ns ns
f_{MUX}	Multiplexing Output Frequency	$V_{CC} = 5.0\text{V}$		1000	Hz
C_{IN}	Input Capacitance	Any Input (Note 2)		5	pF

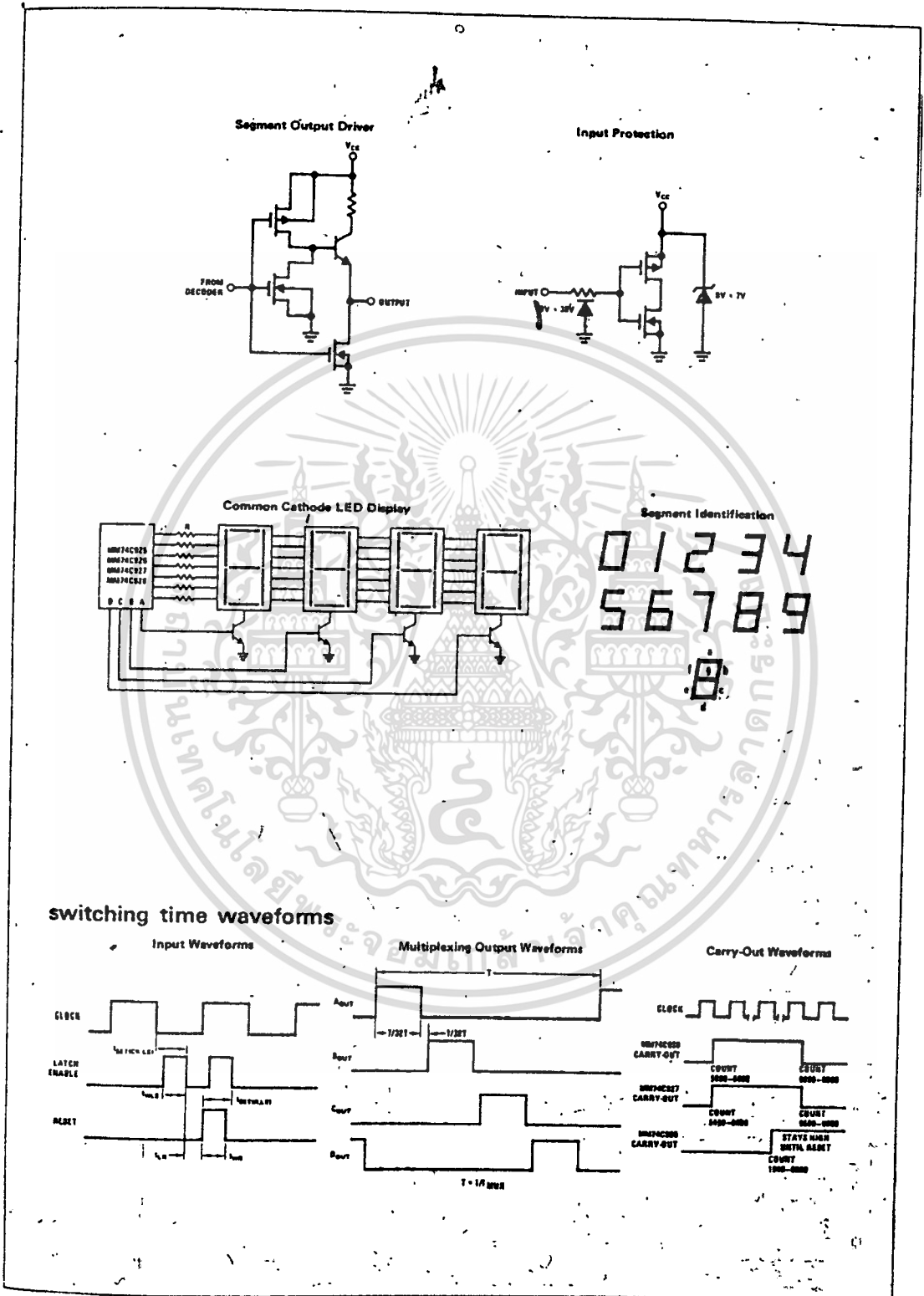
typical performance characteristics



logic and block diagrams



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MC14528B

DUAL MONOSTABLE MULTIVIBRATOR

The MC14528B is a dual, retriggerable, resettable monostable multivibrator. It may be triggered from either edge of an input pulse, and produces an output pulse over a wide range of widths, the duration of which is determined by the external timing components, C_x and R_x .

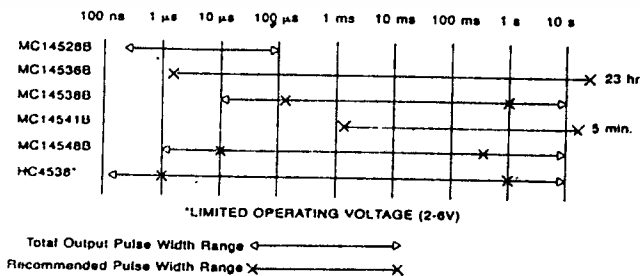
- Separate Reset Available
- Diode Protection on All Inputs
- Triggerable from Leading or Trailing Edge Pulse
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Pin-for-Pin Replacement with the MC14538B and MC14548B.

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to V_{SS})			
Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{DD}	DC Supply Voltage	0.5 to +18.0	V
V_{in}, V_{out}	Input or Output Voltage (DC or Transient)	-0.5 to $V_{DD} + 0.5$	V
I_{in}, I_{out}	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
P_D	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C
T_L	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
 †Temperature Derating: Plastic "P" Package: -12mW/°C from 85°C to 85°C
 Ceramic "L" Package: -12mW/°C from 100°C to 125°C

THE MC14528B IS NOT RECOMMENDED FOR NEW DESIGNS

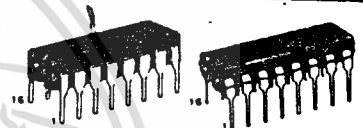
ONE-SHOT SELECTION GUIDE



CMOS MSI

(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

DUAL RETRIGGERABLE/RESETTABLE MONOSTABLE MULTIVIBRATOR



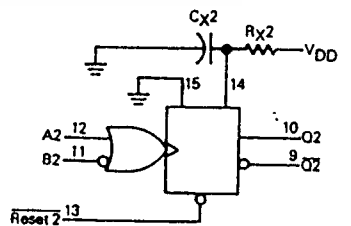
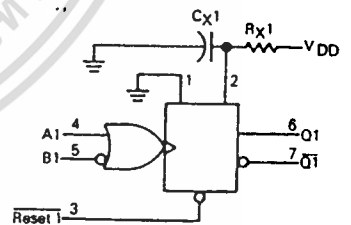
L SUFFIX CERAMIC PACKAGE CASE 620

P SUFFIX PLASTIC PACKAGE CASE 648

ORDERING INFORMATION

A Series: -55°C to +125°C
 MC14XXXBAL (Ceramic Package Only)
 C Series: -40°C to +85°C
 MC14XXXBCP (Plastic Package)
 MC14XXXBCL (Ceramic Package)

BLOCK DIAGRAM



V_{DD} = Pin 16
 V_{SS} = Pin 1, Pin 8, Pin 15
 R_x and C_x are external components

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14528B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to V_{SS})

Characteristic	Symbol	V _{DD} Vdc	T _{low} *		25°C			T _{high} *		Unit	
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max		
Output Voltage V _{in} = V _{DD} or 0 V _{in} = 0 or V _{DD}	"0" Level V _{OL}	5.0	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	Vdc	
		10	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05		
		15	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05		
	"1" Level V _{OH}	5.0	4.95	-	4.95	5.0	-	4.95	-	Vdc	
		10	9.95	-	9.95	10	-	9.95	-		
		15	14.95	-	14.95	15	-	14.95	-		
Input Voltage (V _O = 4.5 or 0.5 Vdc) (V _O = 9.0 or 1.0 Vdc) (V _O = 13.5 or 1.5 Vdc) (V _O = 0.5 or 4.5 Vdc) (V _O = 1.0 or 9.0 Vdc) (V _O = 1.5 or 13.5 Vdc)	"0" Level V _{IL}	5.0	-	1.5	-	2.25	1.5	-	1.5	Vdc	
		10	-	3.0	-	4.50	3.0	-	3.0		
		15	-	4.0	-	6.75	4.0	-	4.0		
	"1" Level V _{IH}	5.0	3.5	-	3.5	2.75	-	3.5	-	Vdc	
		10	7.0	-	7.0	5.50	-	7.0	-		
		15	11.0	-	11.0	8.25	-	11.0	-		
Output Drive Current (AL Device) (V _{OH} = 2.5 Vdc) (V _{OH} = 4.6 Vdc) (V _{OH} = 9.5 Vdc) (V _{OH} = 13.5 Vdc) (V _{OL} = 0.4 Vdc) (V _{OL} = 0.5 Vdc) (V _{OL} = 1.5 Vdc)	Source I _{OH}	5.0	1.2	-	-1.0	1.7	-	0.7	-	mA/c	
		5.0	-0.64	-	-0.51	-0.88	-	0.36	-		
		10	-1.6	-	-1.3	2.25	-	0.9	-		
		15	-4.2	-	-3.4	-8.8	-	-2.4	-		
		5.0	0.64	-	0.51	0.88	-	0.36	-		mA/c
		10	1.6	-	1.3	2.25	-	0.9	-		
	15	4.2	-	3.4	8.8	-	2.4	-			
	Sink I _{OL}	5.0	1.0	-	0.8	0.7	-	0.6	-	mA/c	
		5.0	-0.52	-	-0.44	-0.88	-	0.36	-		
		10	-1.3	-	-1.1	-2.25	-	-0.9	-		
		15	-3.6	-	-3.0	-8.8	-	-2.4	-		
		5.0	0.52	-	0.44	0.88	-	0.36	-		mA/c
10		1.3	-	1.1	2.25	-	0.9	-			
15	3.6	-	3.0	8.8	-	2.4	-				
Input Current (AL Device) I _{in}	15	-	±0.1	-	±0.00001	±0.1	-	±1.0	μA/c		
Input Current (CL/CP Device) I _{in}	15	-	±0.3	-	±0.00001	±0.3	-	±1.0	μA/c		
Input Capacitance (V _{in} = 0) C _{in}	-	-	-	-	5.0	7.5	-	-	pF		
Quiescent Current (AL Device) (Per Package) I _{DD}	5.0	-	5.0	-	0.005	5.0	-	150	μA/c		
	10	-	10	-	0.010	10	-	300			
	15	-	20	-	0.015	20	-	600			
Quiescent Current (CL/CP Device) (Per Package) I _{DD}	5.0	-	20	-	0.005	20	-	150	μA/c		
	10	-	40	-	0.010	40	-	300			
	15	-	80	-	0.015	80	-	600			
** Total Supply Current at an external load Capacitance (C _L) and at external timing capacitance (C _X), use the formula -	I _T	-	$I_T(C_L, C_X) = [(C_L + 0.36C_X)V_{DD}f + 2 \times 10^{-8} R_X C_X (V_{DD} - 2)^2 f] \times 10^{-3}$ where: I _T in μA (per circuit), C _L and C _X in pF, R _X in megohms, V _{DD} in Vdc, f in kHz is input frequency.								

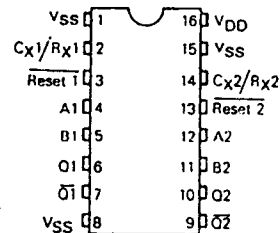
*T_{low} = -55°C for AL Device, -40°C for CL/CP Device.
 T_{high} = +125°C for AL Device, +85°C for CL/CP Device.

** The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range V_{SS} ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ V_{DD}. Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

PIN ASSIGNMENT



MC14528B

SWITCHING CHARACTERISTICS** (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

Characteristic	Symbol	C _X pF	R _X kΩ	V _{DD} Vdc	Min	Typ #	Max	Unit
Output Rise and Fall Time t _{TLH} , t _{FHL} = (1.5 ns/pF) C _L + 25 ns t _{TLH} , t _{FHL} = (0.75 ns/pF) C _L + 12.5 ns t _{TLH} , t _{FHL} = (0.55 ns/pF) C _L + 9.5 ns	t _{TLH} , t _{FHL}	-	-	5.0 10 15	- - -	100 50 40	200 100 80	ns
Turn-Off, Turn-On Delay Time - A or B to Q or Q̄ t _{PLH} , t _{PHL} = (1.7 ns/pF) C _L + 240 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.66 ns/pF) C _L + 87 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.5 ns/pF) C _L + 65 ns	t _{PLH} , t _{PHL}	15	5.0	5.0 10 15	- - -	325 120 90	650 240 180	ns
Turn-Off, Turn-On Delay Time - A or B to Q or Q̄ t _{PLH} , t _{PHL} = (1.7 ns/pF) C _L + 620 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.66 ns/pF) C _L + 257 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.5 ns/pF) C _L + 185 ns	t _{PLH} , t _{PHL}	1000	10	5.0 10 15	- - -	705 290 210	- - -	ns
Input Pulse Width - A or B	t _{WH} t _{WL}	15 1000	5.0 10	5.0 10 15	150 75 56	70 30 30	- - -	ns ns
Output Pulse Width - Q or Q̄ (For C _X < 0.01 μF use graph for appropriate V _{DD} level)	t _W	15	5.0	5.0 10 15	- - -	550 360 300	- - -	ns
Output Pulse Width - Q or Q̄ (For C _X > 0.01 μF use formula: t _W = 0.2 R _X C _X Ln [(V _{DD} - V _{SS})] [†])	t _W	10,000	10	5.0 10 15	15 10 15	30 50 55	45 90 95	μs
Pulse Width Match between Circuits in the same package	t ₁ - t ₂	10,000	10	5.0 10 15	- - -	6.0 8.0 8.0	26 35 35	%
Reset Propagation Delay - Reset to Q or Q̄	t _{PLH} , t _{PHL}	15 1000	5.0 10	5.0 10 15	- - -	325 90 80	600 225 170	ns ns
Setup Time	t _{sr}	15 1000	5.0 10	5.0 10 15	0 0 0	- - -	- - -	ns ns
External Timing Resistance	R _X	-	-	-	5.0	-	1000	kΩ
External Timing Capacitance	C _X	-	-	-	No Limits [†]		-	μF

† R_X is in Ohms, C_X is in farads, V_{DD} and V_{SS} in volts, P_{W_{out}} in seconds.
 †† C_X > 15 μF. Use Discharge Protection Diode D_X, per Fig. 9.

**The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

FUNCTION TABLE

Reset	Inputs		Outputs	
	A	B	Q	Q̄
H				
H				
H			Not Triggered	Not Triggered
H			Not Triggered	Not Triggered
L	X	X	L	H
	X	X	Not Triggered	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14528B

FIGURE 1 - OUTPUT SOURCE CURRENT TEST CIRCUIT

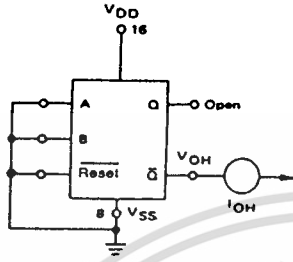


FIGURE 2 - OUTPUT SINK CURRENT TEST CIRCUIT

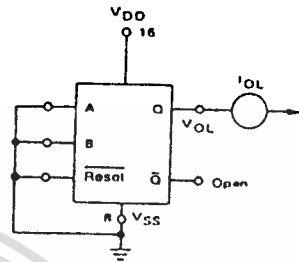


FIGURE 3 - POWER DISSIPATION TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS

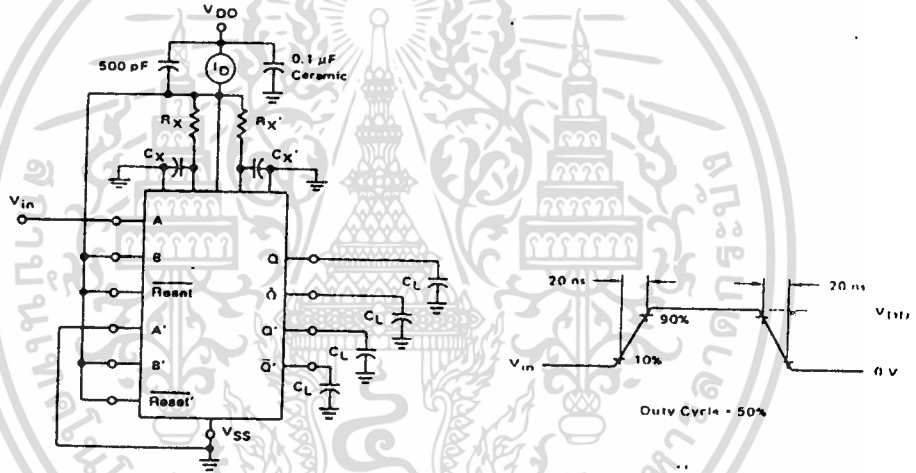
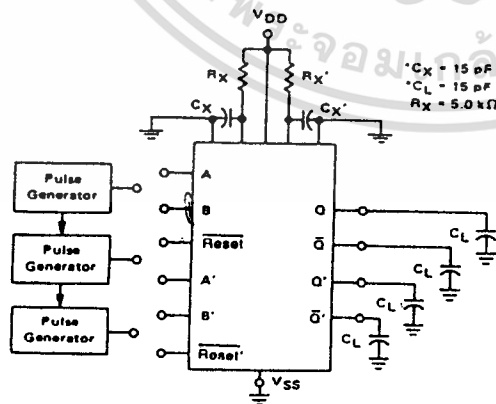


FIGURE 4 - AC TEST CIRCUIT



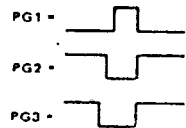
*C_X = 15 pF
*C_L = 15 pF
R_X = 5.0 kΩ

INPUT CONNECTIONS

CHARACTERISTICS	Reset	A	B
t _{PLH} , t _{PHL} , t _{TLH} , t _{THL} t _w	V _{DD}	PG1	V _{DD}
t _{PLH} , t _{PHL} , t _{TLH} , t _{THL} t _w	V _{DD}	V _{SS}	PG2
t _{PLH(R)} , t _{PHL(R)} , t _w	PG3	PG1	PG2

*Includes capacitance of probes, wiring, and fixture parasitic.

NOTE AC test waveforms for PG1, PG2, and PG3 on next page



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14528B

TYPICAL APPLICATIONS

FIGURE 7 — RETRIGGERABLE MONOSTABLES CIRCUITRY

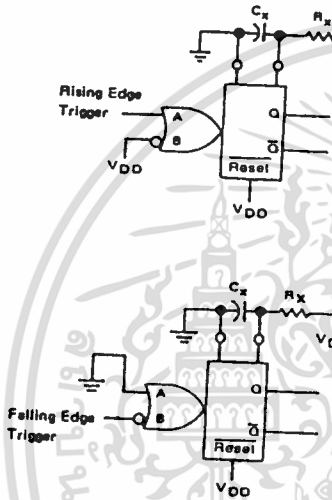


FIGURE 8 — NON-RETRIGGERABLE MONOSTABLES CIRCUITRY

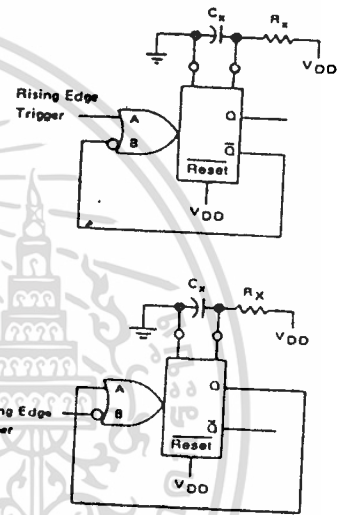


FIGURE 9 — USE OF A DIODE TO LIMIT POWER DOWN CURRENT SURGE

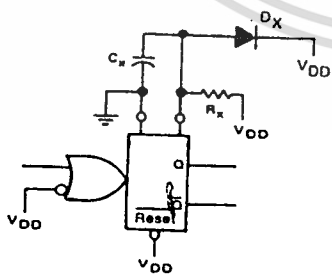
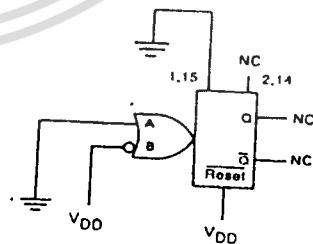


FIGURE 10 — CONNECTION OF UNUSED SECTIONS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MOTOROLA

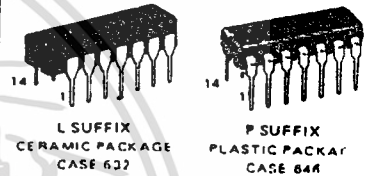
MC14071B

QUAD 2-INPUT "OR" GATE

The MC14071B is constructed with P and N channel enhancement mode devices in a single monolithic structure (Complementary MOS). The primary use is where low power dissipation and/or high noise immunity is desired.

- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- All Outputs Buffered
- Capable of Driving Two Low-Power TTL Loads or One Low-Power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Double Diode Protection on All Inputs
- Pin-for-Pin Replacement for CD4071B

CMOS SSI
 (LOW POWER COMPLEMENTARY MOS)
QUAD 2-INPUT "OR" GATE
 FOR COMPLETE DATA
 SEE MC14001B



ORDERING INFORMATION

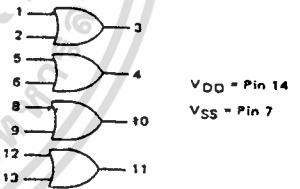
- A Series: -55°C to +125°C
 MC14XXXBAL (Ceramic Package Only)
- C Series: -40°C to +85°C
 MC14XXXBCP (Plastic Package)
 MC14XXXBL (Ceramic Package)

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to VSS)

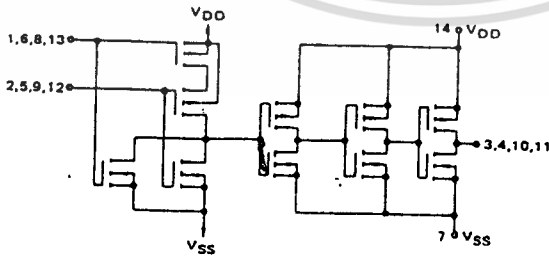
Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DD}	DC Supply Voltage	0.5 to +18.0	V
V _{in} , V _{out}	Input or Output Voltage (DC or Transient)	0.5 to V _{DD} + 0.5	V
I _{in} , I _{out}	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
P _D	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T _{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C
T _L	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
 †Temperature Derating: Plastic "P" Package: 12mW/°C from 85°C to 150°C
 Ceramic "L" Package: 12mW/°C from 100°C to 125°C

LOGIC DIAGRAM



CIRCUIT SCHEMATIC
 (1/4 of Device Shown)



This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range VSS ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ VDD.

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either VSS or VDD). Unused outputs must be left open.



MC14081B

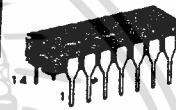
QUAD 2-INPUT "AND" GATE

The MC14081B is constructed with P and N channel enhancement mode devices in a single monolithic structure (Complementary MOS). The primary use is where low power dissipation and/or high noise immunity is desired.

- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- All Outputs Buffered
- Capable of Driving Two Low-Power TTL Loads or One Low-Power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Double Diode Protection on All Inputs
- Pin-for-Pin Replacement for CD4081B

CMOS SSI

(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)
QUAD 2-INPUT "AND" GATE
FOR COMPLETE DATA
SEE MC14001B



L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 632



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646

ORDERING INFORMATION

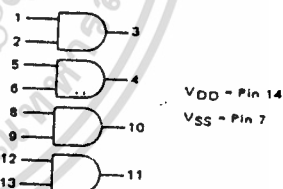
- A Series: -55°C to +125°C
MC14XXBAL (Ceramic Package Only)
- C Series: -40°C to +85°C
MC14XXBCP (Plastic Package)
MC14XXDCL (Ceramic Package)

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to V_{SS})

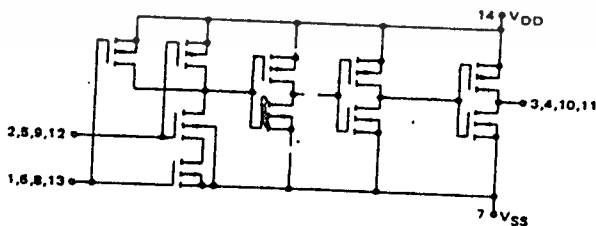
Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DD}	DC Supply Voltage	-0.5 to +18.0	V
V _{in} , V _{out}	Input or Output Voltage (DC or Transient)	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
i _{in} , i _{out}	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
P _D	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T _{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C
T _L	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
†Temperature Derating: Plastic "P" Package: -12mW/°C from 65°C to 85°C
Ceramic "L" Package: -12mW/°C from 100°C to 125°C

LOGIC DIAGRAM



CIRCUIT SCHEMATICS (1/4 of Device Shown)



This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range V_{SS} ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ V_{DD}.

Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.



MC14017B

DECADE COUNTER

The MC14017B is a five-stage Johnson decade counter with built-in code converter. High speed operation and spike-free outputs are obtained by use of a Johnson decade counter design. The ten decoded outputs are normally low, and go high only at their appropriate decimal time period. The output changes occur on the positive-going edge of the clock pulse. This part can be used in frequency division applications as well as decade counter or decimal decode display applications.

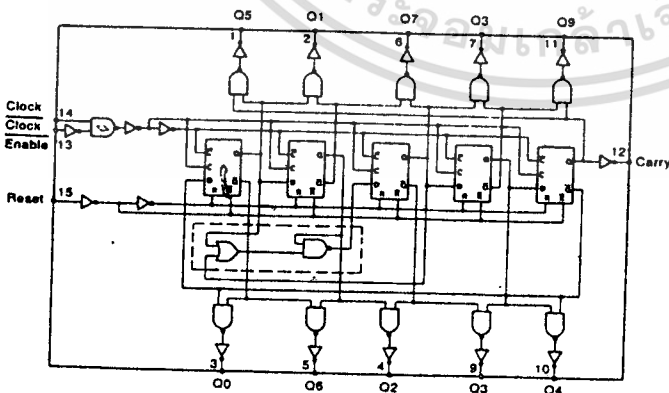
- Fully Static Operation
- DC Clock Input Circuit Allows Slow Rise Times
- Carry Out Output for Cascading
- Divide-by-N Counting
- Supply Voltage Range 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Pin-for-Pin Replacement for CD4017B

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to VSS)

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DD}	DC Supply Voltage	0.5 to +18.0	V
V _{in} , V _{out}	Input or Output Voltage (DC or Transient)	0.5 to V _{DD} + 0.5	V
I _{in} , I _{out}	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
P _D	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T _{stg}	Storage Temperature	65 to +150	°C
T _L	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

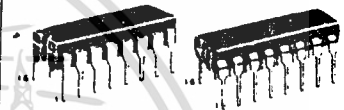
*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
 †Temperature Derating: Plastic "P" Package - 12mW/°C from 65°C to 85°C
 Ceramic "L" Package - 12mW/°C from 100°C to 125°C

LOGIC DIAGRAM



CMOS MSI

LOW POWER COMPLEMENTARY MOS
 DECADE COUNTER



L SUFFIX CERAMIC PACKAGE CASE 670
 P SUFFIX PLASTIC PACKAGE CASE 648

ORDERING INFORMATION

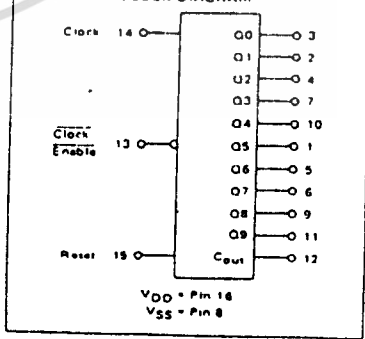
- A Series: -55°C to +125°C
 MC14XXXDA1 (Ceramic Package Only)
- C Series: -40°C to +85°C
 MC14XXXBCP (Plastic Package)
 MC14XXXBCL (Ceramic Package)

FUNCTIONAL TRUTH TABLE (Positive Logic)

CLOCK	CLOCK ENABLE	RESET	DECODE OUTPUT n
0	x	0	n
x	1	0	n
x	x	1	100
0	0	0	n+1
x	x	0	n
x	0	0	n
1	0	0	n+1

x = Don't Care; 10 n < 5 Carry = 1; Otherwise = 0

BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14017B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to V_{SS})

Characteristic	Symbol	VDD Vdc	T _{low} *		25°C			T _{high} *		Unit	
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max		
Output Voltage V _{in} = VDD or 0	V _{OL}	5.0		0.05		0	0.05		0.05	Vdc	
		10		0.05		0	0.05		0.05		
		15		0.05		0	0.05		0.05		
V _{in} = 0 or VDD	V _{OH}	5.0	4.95	-	4.95	5.0	-	4.95	-	Vdc	
		10	9.95	-	9.95	10	-	9.95	-		
		15	14.95	-	14.95	15	-	14.95	-		
Input Voltage (V _O = 4.5 or 0.5 Vdc) (V _O = 9.0 or 1.0 Vdc) (V _O = 13.5 or 1.5 Vdc)	V _{IL}	5.0		1.5		2.25	1.5		1.5	Vdc	
		10		3.0		4.50	3.0		3.0		
		15		4.0		6.75	4.0		4.0		
	V _{in} = 0.5 or 4.5 Vdc (V _O = 1.0 or 9.0 Vdc) (V _O = 1.5 or 13.5 Vdc)	V _{IH}	5.0	3.5	-	3.5	2.75	-	3.5	-	Vdc
			10	7.0	-	7.0	5.50	-	7.0	-	
			15	11.0	-	11.0	8.25	-	11.0	-	
Output Drive Current (AL Device)	Source	(V _{OH} = 2.5 Vdc)	5.0	-3.0	-	-2.4	-4.2	-	-1.7	-	mAdc
		(V _{OH} = 4.6 Vdc)	5.0	-0.64	-	-0.51	-0.88	-	-0.36	-	
		(V _{OH} = 9.5 Vdc)	10	-1.6	-	-1.3	-2.25	-	-0.9	-	
	Sink	(V _{OH} = 13.5 Vdc)	15	-4.2	-	-3.4	8.8	-	-2.4	-	
		(V _{OL} = 0.4 Vdc)	5.0	0.64	-	0.51	0.88	-	0.36	-	
		(V _{OL} = 0.5 Vdc)	10	1.6	-	1.3	2.25	-	0.9	-	
Output Drive Current (CL/CP Device)	Source	(V _{OH} = 2.5 Vdc)	5.0	-2.5	-	-2.1	-4.2	-	-1.7	-	mAdc
		(V _{OH} = 4.6 Vdc)	5.0	-0.52	-	-0.44	-0.88	-	-0.36	-	
		(V _{OH} = 9.5 Vdc)	10	-1.3	-	-1.1	-2.25	-	-0.9	-	
	Sink	(V _{OH} = 13.5 Vdc)	15	3.6	-	3.0	8.8	-	2.4	-	
		(V _{OL} = 0.4 Vdc)	5.0	0.57	-	0.44	0.88	-	0.36	-	
		(V _{OL} = 0.5 Vdc)	10	1.3	-	1.1	2.25	-	0.9	-	
Input Current (AL Device)	I _{in}	15		0.1		0.0001	0.1		0.1	μA/dc	
		10		0.1		0.0001	0.1		0.1		
		5.0		0.1		0.0001	0.1		0.1		
Input Current (CL/CP Device)	I _{in}	15		0.1		0.0001	0.1		0.1	μA/dc	
		10		0.1		0.0001	0.1		0.1		
		5.0		0.1		0.0001	0.1		0.1		
Input Capacitance (V _{in} = 0)	C _{in}	15				5.0		7.5		pF	
		10				5.0		7.5			
		5.0				5.0		7.5			
Quiescent Current (AL Device) (Per Package)	I _{DD}	5.0		5.0		0.005	5.0		150	μA/dc	
		10		10		0.010	10		300		
		15		20		0.015	20		600		
Quiescent Current (CL/CP Device) (Per Package)	I _{DD}	5.0		20		0.005	20		150	μA/dc	
		10		40		0.010	40		300		
		15		80		0.015	80		600		
Total Supply Current** I _T (Dynamic plus Quiescent, Per Package) I _{CL} = 50 pF on all outputs, all buffers switching)	I _T	5.0				I _T = (0.27 μA/kHz) f + I _{DD}				μA/dc	
		10				I _T = (0.55 μA/kHz) f + I _{DD}					
		15				I _T = (0.83 μA/kHz) f + I _{DD}					

*T_{low} = -55°C for AL Device, -40°C for CL/CP Device.
T_{high} = +125°C for AL Device, +85°C for CL/CP Device

#Data labeled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

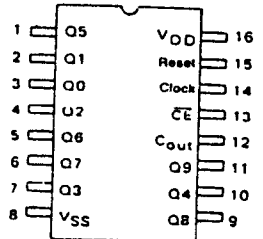
$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) \text{ V/k}$$

**The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.
where I_T is in μA (per package), C_L in pF, V = (V_{DD} - V_{SS}) in volts.
f in kHz is input frequency, and k = 0.0011

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltage to this high-impedance circuit. For proper op-

eration, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range V_{SS} ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ V_{DD}. Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (not either V_{SS} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

PIN ASSIGNMENT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14017B

SWITCHING CHARACTERISTICS* (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

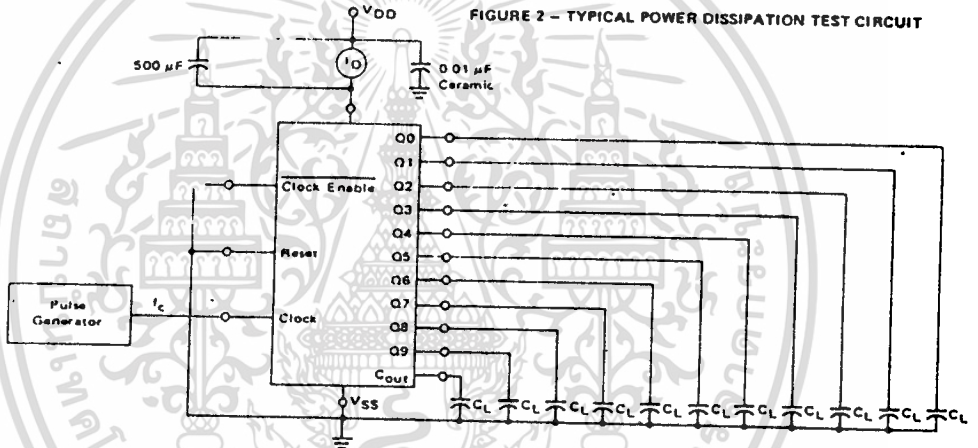
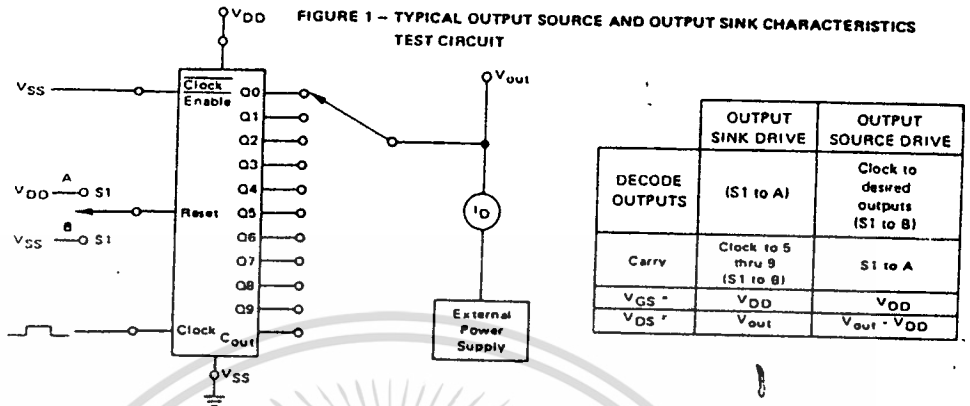
Characteristic	Symbol	VDD Vdc	Min	Typ #	Max	Unit
Output Rise and Fall Time t _{TLH} , t _{FHL} = (1.5 ns/pF) C _L + 25 ns t _{TLH} , t _{FHL} = (0.75 ns/pF) C _L + 12.5 ns t _{TLH} , t _{FHL} = (0.55 ns/pF) C _L + 9.5 ns	t _{TLH} , t _{FHL}	5.0 10 15	- - -	100 50 40	200 100 80	ns
Propagation Delay Time Reset to Decade Output t _{PLH} , t _{PHL} = (1.7 ns/pF) C _L + 415 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.66 ns/pF) C _L + 197 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.5 ns/pF) C _L + 150 ns	t _{PLH} , t _{PHL}	5.0 10 15	- - -	500 230 175	1000 460 350	ns
Propagation Delay Time Clock to C _{out} t _{PLH} , t _{PHL} = (1.7 ns/pF) C _L + 315 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.66 ns/pF) C _L + 142 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.5 ns/pF) C _L + 100 ns	t _{PLH} , t _{PHL}	5.0 10 15	- - -	400 175 125	800 350 250	ns
Propagation Delay Time Clock to Decode Output t _{PLH} , t _{PHL} = (1.7 ns/pF) C _L + 415 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.66 ns/pF) C _L + 197 ns t _{PLH} , t _{PHL} = (0.5 ns/pF) C _L + 150 ns	t _{PLH} , t _{PHL}	5.0 10 15	- - -	500 230 175	1000 460 350	ns
Turn-Off Delay Time Reset to C _{out} t _{PLH} = (1.7 ns/pF) C _L + 315 ns t _{PLH} = (0.66 ns/pF) C _L + 142 ns t _{PLH} = (0.5 ns/pF) C _L + 100 ns	t _{PLH}	5.0 10 15	- - -	400 175 125	800 350 250	ns
Clock Pulse Width	t _{w(H)}	5.0 10 15	250 100 75	125 50 35	- - -	ns
Clock Frequency	f _{cl}	5.0 10 15	- - -	5.0 12 16	2.0 5.0 6.7	MHz
Reset Pulse Width	t _{w(H)}	5.0 10 15	500 250 190	250 125 95	- - -	ns
Reset Removal Time	t _{rem}	5.0 10 15	750 275 210	375 135 105	- - -	ns
Clock Input Rise and Fall Time	t _{TLH} , t _{FHL}	5.0 10 15	No Limit			-
Clock Enable Setup Time	t _{su}	5.0 10 15	350 150 115	175 75 52	- - -	ns
Clock Enable Removal Time	t _{rem}	5.0 10 15	420 200 140	260 100 70	- - -	ns

*The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

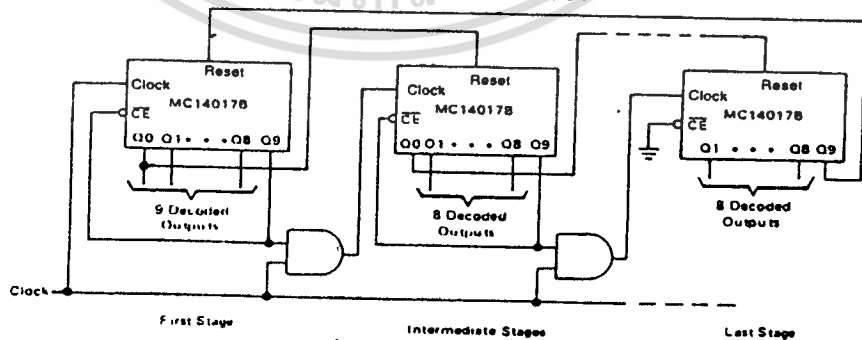
MC14017B



APPLICATIONS INFORMATION

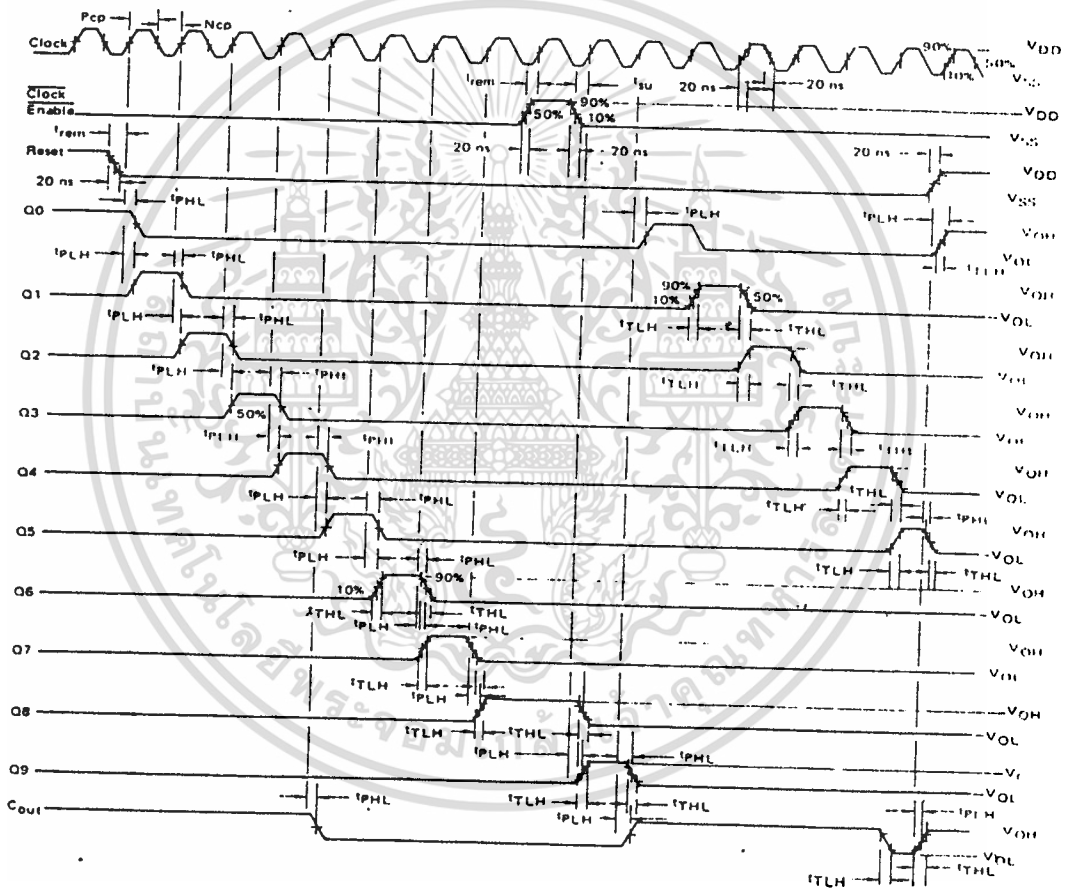
Figure 3 shows a technique for extending the number of decoded output states for the MC14017B. Decoded outputs are sequential within each stage and from stage to stage, with no dead time (except propagation delay).

FIGURE 3 - COUNTER EXPANSION



MC14017B

FIGURE 4 - AC MEASUREMENT DEFINITION AND FUNCTIONAL WAVEFORMS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**SCL4046B
SCL4446B**

CMOS PHASE-LOCKED LOOPS

FEATURES

- ◆ Very low power consumption – 70 μ W (typ) @ $f_o = 10$ kHz, 5Vdc
- ◆ Operating frequency range (no offset) – Up to 3MHz (typ) @ 10Vdc (SCL4046B) Up to 4MHz (typ) @ 10Vdc (SCL4446B)
- ◆ Low frequency drift – 0.04%/°C (typ) @ 10Vdc
- ◆ Choice of two phase comparators:
 1. Exclusive-OR network
 2. Edge-controlled memory network with phase-pulse output for lock indication
- ◆ VCO Inhibit control for ON-OFF keying and ultra-low standby power consumption
- ◆ High VCO linearity 1% (typ)
- ◆ Source-follower output of VCO control input (Demodulator Output)
- ◆ Zener Diode to assist Supply Regulation
- ◆ Balanced Output Drive Current Specifications

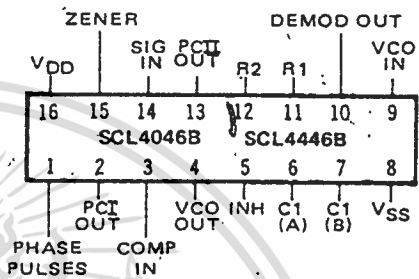
APPLICATIONS

- ◆ FM demodulator and modulator
- ◆ Frequency synthesis and multiplication
- ◆ Frequency discriminator
- ◆ Data synchronization
- ◆ Voltage-to-frequency conversion
- ◆ Tone decoding
- ◆ FSK-Modems
- ◆ Signal conditioning

DESCRIPTION

The SCL4046B and SCL4446B phase-locked loops contain two phase comparators, a voltage-controlled oscillator (VCO), source follower, and zener diode. The comparators have two common inputs. The Signal input can be used directly coupled to large voltage signals, or indirectly coupled (with a series capacitor) to small voltage signals. The self-bias circuit adjusts small voltage signals in the linear region of the amplifier. Phase comparator I (an exclusive-OR gate) provides a digital error signal PCI_{out}, and maintains 90° phase shift at the center frequency between Signal and Comparator inputs (both at 50% duty cycle). Phase comparator II (with leading edge sensing logic) provides digital error signals PCI_{out} and Phase Pulses, and maintains a 0° phase shift between input signals (duty cycle is immaterial). The linear VCO produces an output signal VCO_{out} whose frequency is determined by the voltage of input VCO_{in} and the capacitor and resistors connected to pins C1A, C1B, R1, and R2. The source follower output, Demodulator Out, with an external resistor is used where the VCO_{in} signal is needed but no loading can be tolerated. The inhibit input Inh, when high, disables the VCO and source follower to minimize standby power consumption. The zener diode can be used to assist in power supply regulation.

CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

- C 16-pin Cerdip
- D 16-pin Ceramic
- E 16-pin Epoxy
- F 16-pin Flat
- H Chip

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

- DC Supply Voltage VDD - VSS : 3 to 15 Vdc
- Operating Temperature TA : -55 to +125 °C
- C, D, F, H Device : -40 to +85 °C
- E Device : -40 to +85 °C

BLOCK DIAGRAM

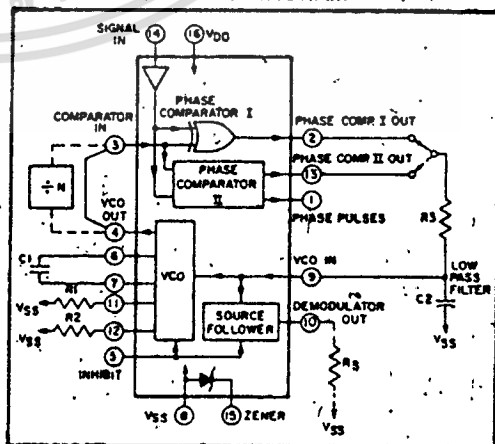


Fig. 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

VCO SECTION

The VCO requires one external capacitor (C1) and one to two external resistors (R1 or R1 and R2). Resistor R1 and capacitor C1 determine the frequency range of the VCO and resistor R2 enables the VCO to have a frequency offset if required. The high input impedance ($10^{12}\Omega$) of the VCO simplifies the design of low-pass filters by permitting the designer a wide choice of resistor-to-capacitor ratios. In order not to load the low-pass filter, a source-follower output of the VCO input voltage is provided at terminal 10 (DEMODULA-

TOR OUTPUT). If this terminal is used, a load resistor (R_L) of $50k\Omega$ or more should be connected from this terminal to V_{SS} . If unused, this terminal should be left open. The VCO can be connected directly or through frequency dividers to the comparator input of the phase comparators. A full CMOS logic swing is available at the output of the VCO. A logic 0 on the INHIBIT input "enables" the VCO and the source follower, while a logic 1 "turns off" both to minimize stand-by power consumption.

PHASE COMPARATORS

The phase-comparator signal input (terminal 14) can be direct-coupled provided the signal swing is within CMOS logic levels [logic "0" $\leq 30\%$ ($V_{DD} - V_{SS}$), logic "1" $\geq 70\%$ ($V_{DD} - V_{SS}$)]. For smaller swings the signal must be capacitively coupled to the self-biasing amplifier at the signal input.

Phase comparator I is an exclusive-OR network; it operates analogously to an over-driven balanced mixer. To maximize the lock range, the signal and comparator-input frequencies must have a 50% duty cycle. With no signal or noise on the signal input, this phase comparator has an average output voltage equal to $V_{DD}/2$. The low-pass filter connected to the output of phase comparator I supplies the averaged voltage to the VCO input, and causes the VCO to oscillate at the center frequency (f_o).

The frequency range of input signals on which the PLL will lock, if it was initially out of lock, is defined as the frequency capture range ($2f_c$).

The frequency range of input signals on which the loop will stay locked if it was initially in lock is defined as the frequency lock range ($2f_L$). The capture range can not exceed the lock range.

With phase comparator I, the range of frequencies over which the PLL can acquire lock (capture range) is dependent on the low-pass-filter characteristics, and can be made as large as the lock range. Phase-comparator I enables a PLL system to remain in lock in spite of high amounts of noise in the input signal.

One characteristic of this type of phase comparator is that it may lock onto input frequencies that are close to harmonics of the VCO center-frequency. A second characteristic is that the phase angle between the signal and the comparator input varies between 0° and 180° , and is 90° at the center frequency. Figure 2 shows the (typical) triangular phase-to-output response characteristic of phase-comparator I. Typical waveforms for a CMOS phase-locked-loop employing phase comparator I in locked condition is shown in Figure 3.

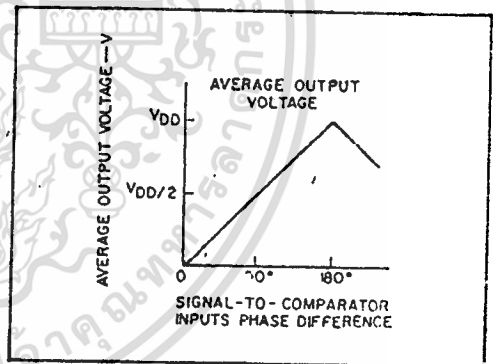


Fig. 2 - Phase-comparator I characteristics at low-pass filter output.

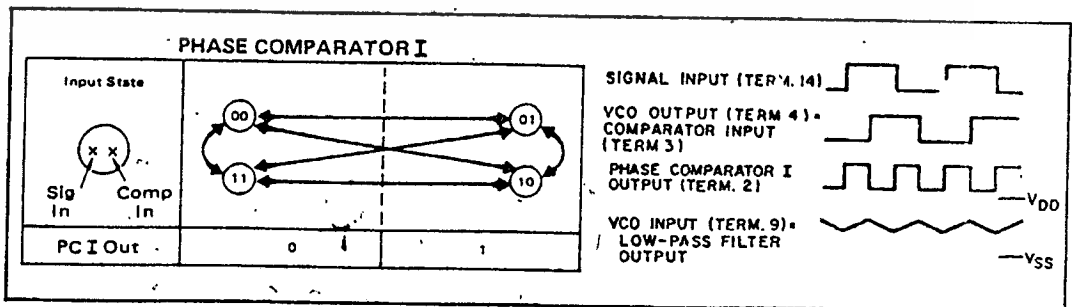


Fig. 3 - Typical waveforms employing phase comparator I in locked condition

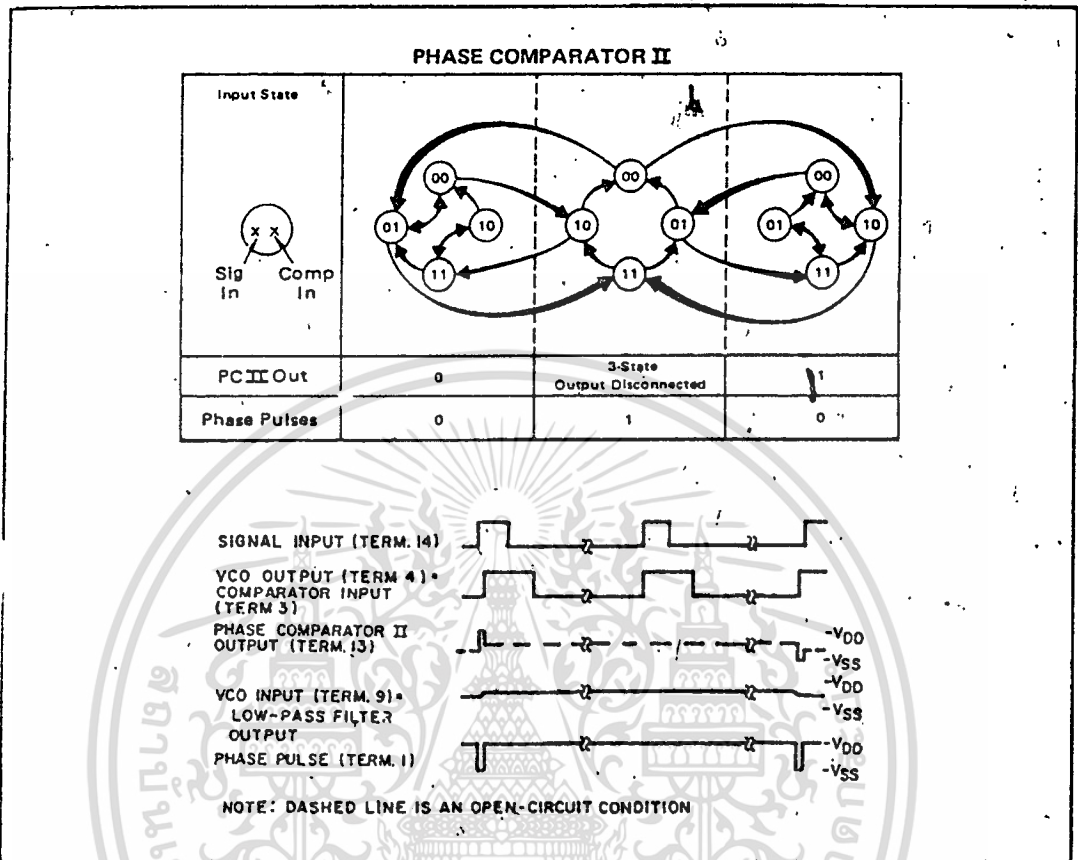


Fig. 4 - Typical waveforms employing phase comparator II in locked condition.

Phase-comparator II is an edge-controlled digital memory network. It consists of several flip-flop stages, control gating, and a three state output circuit comprising p- and n-type drivers having a common output node. When the p-MOS or n-MOS drivers are ON, they pull the output up to V_{DD} or down to V_{SS} , respectively. This type of phase comparator acts only on the positive edges of the signal and comparator inputs. The duty cycles of the signal and comparator inputs are not important since positive transitions control the PLL system utilizing this type of comparator. If the signal lags the comparator input in phase, the n-type output driver is maintained ON for a time corresponding to the phase difference. If the comparator input lags the signal in phase, the p-type output driver is maintained ON for a time corresponding to the phase difference. Subsequently, the capacitor voltage of the low-pass filter connected to this phase comparator is adjusted until the signal and comparator inputs are equal in both phase and frequency. At this stable point, both p- and n-type output

drivers remain OFF. Thus, the phase comparator output becomes an open circuit and holds the voltage on the capacitor of the low-pass filter constant. Moreover, the signal at the "phase pulses" output is a high level which can be used for indicating a locked condition. Thus, for phase comparator II, no phase difference exists between signal and comparator input over the full VCO frequency range. Moreover, the power dissipation due to the low-pass filter is reduced when this type of phase comparator is used because both the p- and n-type output drivers are OFF for most of the signal input cycle.

It should be noted that the PLL lock range for this type of phase comparator is equal to the capture range, independent of the low-pass filter. With no signal present at the signal input, the VCO is adjusted to its lowest frequency for phase comparator II. Figure 4 shows typical waveforms for a CMOS PLL employing phase comparator II in a locked condition.

DESIGN INFORMATION

This information is a guide for approximating the values of external components for the SCL4046B and SCL4446B in a Phase-Locked Loop system. The selected external components must be within the following ranges:

$R1, R2 \geq 2k\Omega, R3 \geq 10k\Omega$
 $C1 \geq 15pF$

In addition to the given design information refer to Figure 5 for R1, R2, and C1 component selections.

CHARACTERISTICS	USING PHASE COMPARATOR I		USING PHASE COMPARATOR II	
	VCO WITHOUT OFFSET $R2 = \infty$	VCO WITH OFFSET	VCO WITHOUT OFFSET $R2 = \infty$	VCO WITH OFFSET
VCO Frequency				
For No Signal Input	VCO in PLL system will adjust to center frequency, f_0		VCO in PLL system will adjust to lowest operating frequency, f_{min}	
Frequency Lock Range, $2f_L$	$2f_L = \text{full VCO frequency range}$ $2f_L = f_{max} - f_{min}$			
Frequency Capture Range, $2f_C$			$2f_C \approx \frac{1}{\pi} \sqrt{\frac{2\pi f_L}{\pi}}$	
Loop Filter Component Selection			For $2f_C$, see Ref. $f_C = f_L$	
Phase Angle between Signal and Comparator	90° at center frequency (f_0), approximating 0° and 180° at ends of lock range ($2f_L$)		Always 0° in lock	
Locks on Harmonics of Center Frequency	Yes		No	
Signal Input Noise Rejection	High		Low	
VCO Component Selection	<ul style="list-style-type: none"> - Given: f_0 - Use f_0 with Fig.5a to determine R1 and C1 	<ul style="list-style-type: none"> - Given: f_0 and f_L - Calculate f_{min} from the equation $f_{min} = f_0 - f_L$ - Use f_{min} with Fig. 5b to determine R2 and C1 - Calculate $\frac{f_{max}}{f_{min}}$ from the equation $\frac{f_{max}}{f_{min}} = \frac{f_0 + f_L}{f_0 - f_L}$ - Use $\frac{f_{max}}{f_{min}}$ with Fig.5c to determine ratio R2/R1 to obtain R1 	<ul style="list-style-type: none"> - Given: f_{max} - Calculate f_0 from the equation $f_0 = \frac{f_{max}}{2}$ - Use f_0 with Fig.5a to determine R1 and C1 	<ul style="list-style-type: none"> - Given: f_{min} & f_{max} - Use f_{min} with Fig. 5b to determine R2 and C1 - Calculate $\frac{f_{max}}{f_{min}}$ - Use $\frac{f_{max}}{f_{min}}$ with Fig.5c to determine ratio R2/R1 to obtain R1

REF. G. S. Moschytz, "Miniaturized RC Filters Using Phase-Locked Loop", BSTJ, May, 1965.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ^{1,3}

PARAMETER	V _{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T _{LOW} ²		+25°C			T _{HIGH} ²		Units
			Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	I _{DD}	Inhibit = V _{DD} Signal Input = V _{DD}	—	5	—	0.05	5	—	150	μA _{dc}
			—	10	—	0.01	10	—	300	
			—	20	—	0.2	20	—	600	
TOTAL POWER DISSIPATION	P _T	Inh = V _{SS} , VCO _{IN} = V _{DD} , f _o = 10kHz, ² C _L = 15pF, R1 = 1MΩ, R2 = R _S = ∞	—	—	—	0.07	—	—	—	mW
			—	—	—	0.6	—	—	—	
			—	—	—	2.4	—	—	—	
			—	—	—	—	—	—	—	

NOTES: ¹ Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".

² T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
= -40°C for E device.

T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
= + 85°C for E device.

³ VCO output (pin 4) and Phase Comparator Outputs (pins 2 and 13) have been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

PARAMETER	CONDITIONS	V _{DD}	25°C			UNIT				
			Min.	Typ.	Max.					
VCO SECTION										
MAXIMUM OPERATING FREQUENCY	f _{max}	R2 = ∞ VCO _{IN} = V _{DD}	R1 C1 10k 50pF	5	0.5	0.8	—	MHz		
				10	1.0	1.5	—			
			5k 50pF	5	0.6	1.0	—	MHz		
				10	1.4	2.1	—			
				15	1.8	2.7	—			
			2k, 50pF	5	—	1.3	—	MHz		
				10	—	2.9	—			
				15	—	3.8	—			
			SCL4446B	R2 = ∞ VCO _{IN} = V _{DD}	R1 C1 10k 50pF	5	0.7	1.0	—	MHz
						10	1.3	2.0	—	
					5k 50pF	5	0.9	1.3	—	MHz
						10	1.9	2.9	—	
15	2.6	3.9				—				
2k 50pF	5	—			1.8	—	MHz			
	10	—	3.9	—						
	15	—	5.4	—						
LINEARITY	R2 = ∞ VCO _{IN} = 2.5±0.3V, R1 > 10kΩ VCO _{IN} = 5.0±2.5V, R1 > 400kΩ VCO _{IN} = 7.5±5.0V, R1 > 1MΩ	5	—	1	—	%				
		10	—	1	—					
		15	—	1	—					

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)

PARAMETER	CONDITIONS	V _{DD}	+25°C			UNIT		
			Min.	Typ.	Max.			
VCO SECTION (Continued)								
TEMPERATURE-FREQUENCY STABILITY	No Offset	R ₂ = ∞	5	—	0.12-0.24	—	% / °C	
			10	—	0.04-0.08	—		
			15	—	0.015-0.03	—		
	With Offset	R ₂ ≤ 10X R ₁	5	—	0.06-0.12	—	% / °C	
			10	—	0.05-0.1	—		
			15	—	0.03-0.06	—		
INPUT RESISTANCE (VCO _{IN})	R _{IN}	5, 10, 15	—	10 ⁶	—	MΩ		
OUTPUT DUTY CYCLE		All valid input combinations and voltages		—	50	—	%	
OUTPUT TRANSITION TIME	t _{TLH} , t _{THL}	C _L = 50pF	5	—	100	200	ns	
			10	—	50	100		
			15	—	40	80		
PHASE COMPARATORS								
INPUT RESISTANCE Signal Input	R _{IN}		5	1	3	—	MΩ	
			10	0.2	0.7	—		
			15	0.1	0.3	—		
Comparator Input	R _{IN}		5, 10, 15	—	10 ⁶	—	MΩ	
AC-COUPLED INPUT SENSITIVITY Signal Input	V _{IN}		5	—	200	400	mV	
			10	—	400	800		
			15	—	700	1400		
OUTPUT TRANSITION TIME	PCI, PCII Outputs	t _{TLH} , t _{THL}	C _L = 50pF	5	—	100	200	ns
				10	—	50	100	
				15	—	40	80	
	Phase Pulses Output	t _{TLH} , t _{THL}		5	—	130	260	ns
				10	—	65	130	
				15	—	50	100	
DEMODULATOR OUTPUT								
OFFSET VOLTAGE	VCO _{IN} -V _{DEM}	R _S > 50kΩ	5	—	1.4	2.2	Vdc	
			10	—	1.6	2.2		
			15	—	1.8	2.2		
LINEARITY		R _S > 50kΩ VCO _{IN} = 2.5±0.3V VCO _{IN} = 5.0±2.5V VCO _{IN} = 7.5±5.0V	5	—	0.1	—	%	
			10	—	0.6	—		
			15	—	0.8	—		
ZENER DIODE								
ZENER VOLTAGE	V _Z	I _Z = 50μA	—	6.3	7.0	7.7	V	
DYNAMIC RESISTANCE	R _Z	I _Z = 1mA	—	—	100	—	Ω	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

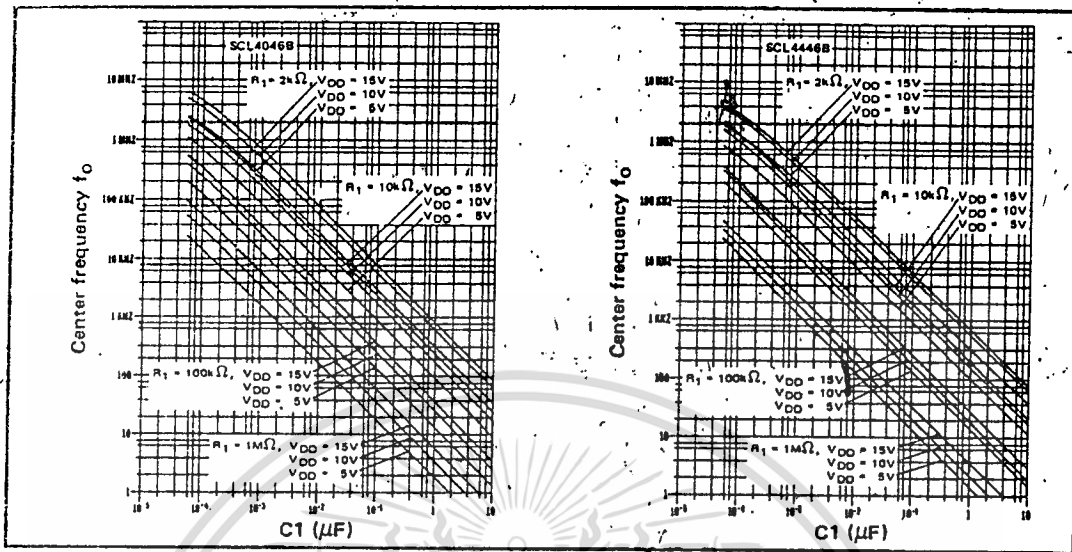


Fig. 5 (a) Typical center frequency (f_0) vs C_1 ($R_2 = \infty$, $V_{COIN} = \frac{V_{DD}}{2}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

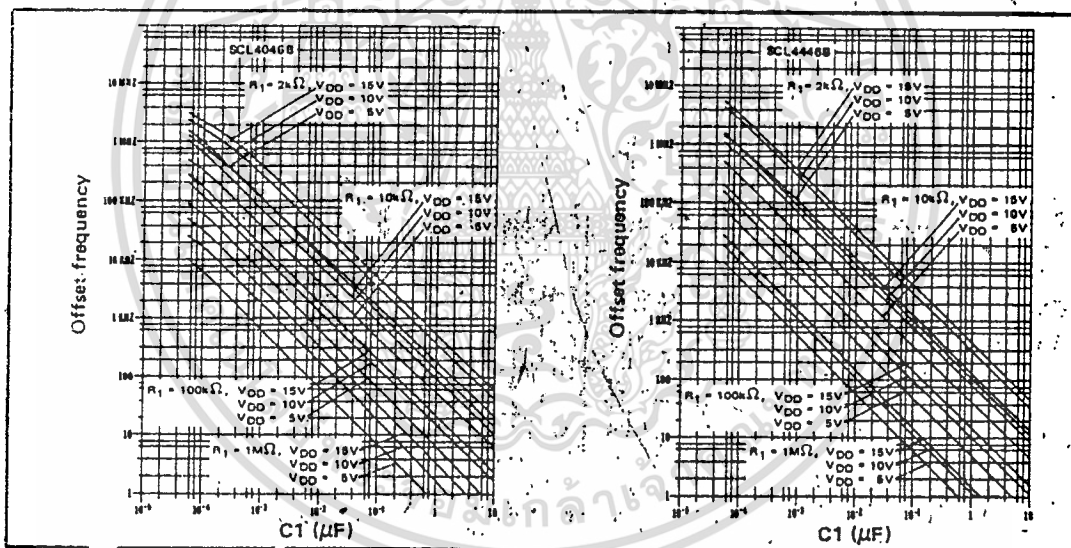


Fig. 5 (b) Typical frequency offset vs C_1 ($V_{COIN} = V_{SS}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

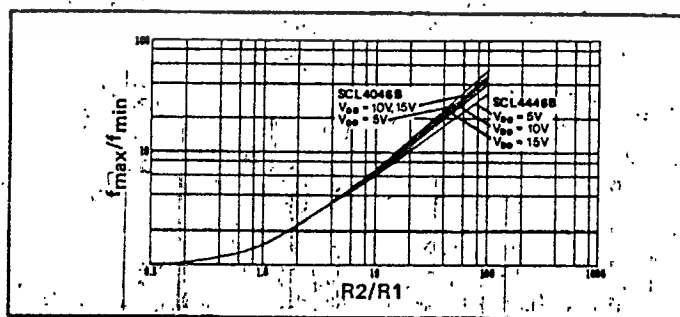


Fig. 5 (c) Typical f_{max}/f_{min} vs R_2/R_1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

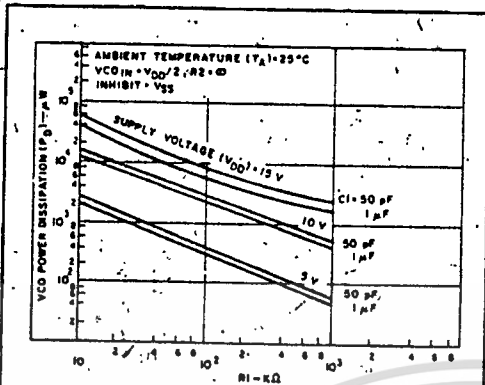


Fig. 6 (a) - Typical VCO power dissipation at center frequency vs R1.

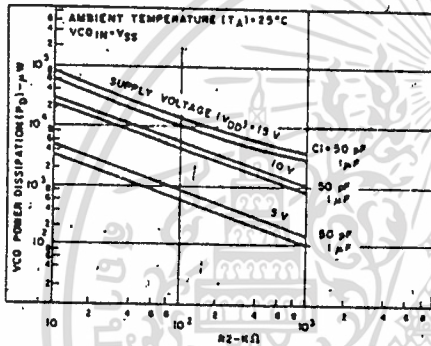


Fig. 6 (b) - Typical VCO power dissipation at f_{min} vs R2.

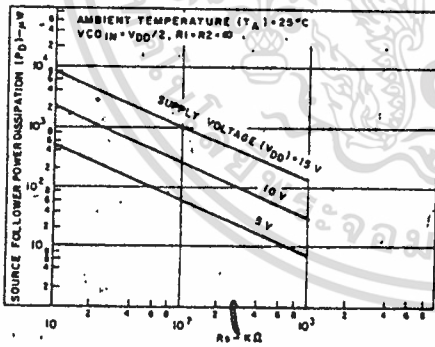


Fig. 6 (c) - Typical source follower power dissipation vs R_S .

NOTE: To obtain approximate total power dissipation of PLL system for no-signal input

$$P_D (\text{Total}) = P_D (f_0) + P_D (f_{MIN}) + P_D (R_S)$$

- Phase Comparator I

$$P_D (\text{Total}) = P_D (f_{MIN}) + P_D (R_S)$$

- Phase Comparator II

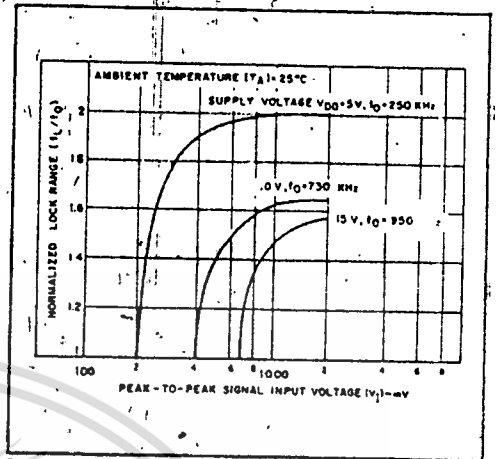


Fig. 7 - Typical lock range vs signal input amplitude

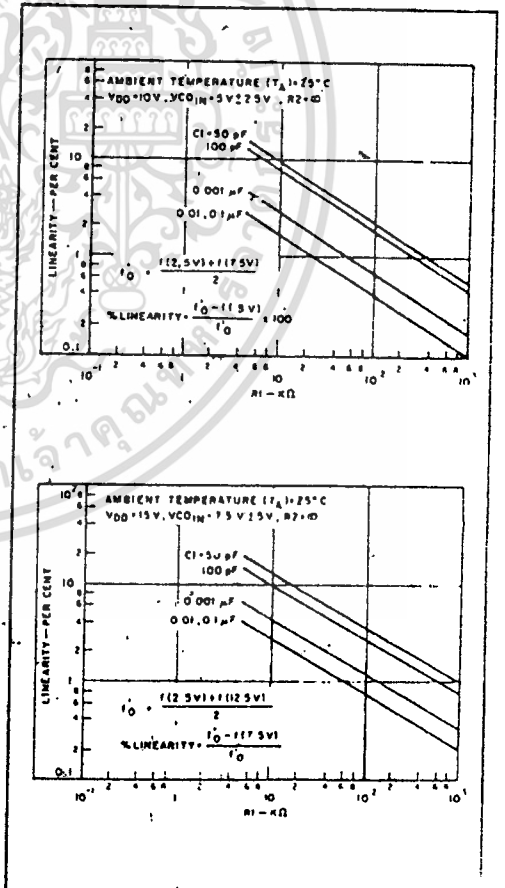


Fig. 8(a, b) - Typical VCO linearity vs R1 and C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งยังมีให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีกรนำไปใช้



LINEAR INTEGRATED CIRCUITS

PRELIMINARY DATA

LOW POWER QUAD OPERATIONAL AMPLIFIERS

- SINGLE OR SPLIT POWER SUPPLY
- VERY LOW POWER CONSUMPTION
- INPUT COMMON-MODE RANGE INCLUDING GROUND
- LARGE DC VOLTAGE GAIN (100 dB)

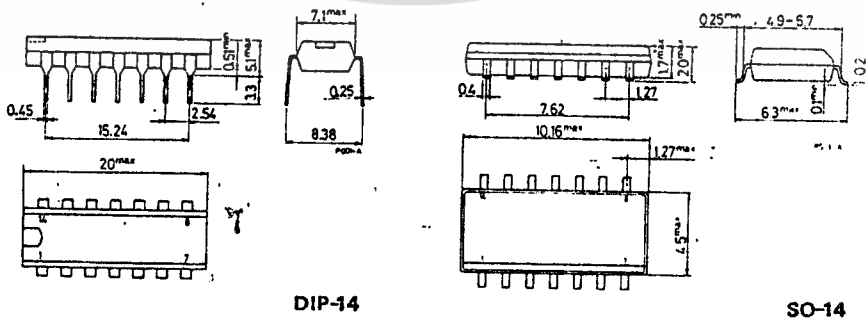
The LM 324 consists of four independent, high gain, internally frequency compensated opamps specifically designed to operate from a single power supply over a wide range of voltages. Both in split and in single supply the current drain is independent of the magnitude of the power supply voltage. In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operating from only a single power supply voltage. The LM 324 is available in a standard 14-lead dual in-line plastic package and in a 14-lead micropackage version for thick or thin film hybrid circuits.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

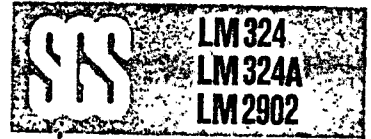
V_s	Supply voltage	32	V
V_i	Input voltage (single supply)	-0.3 to 26	V
V_d	Differential input voltage	32	V
P_{tot}	Total power dissipation	400	mW
T_{op}	Operating temperature for : LM 2902 LM 324 LM 324A	0 to 70 -25 to 85	°C
T_{stg}	Storage temperature	-55 to 125 -65 to 150	°C

MECHANICAL DATA

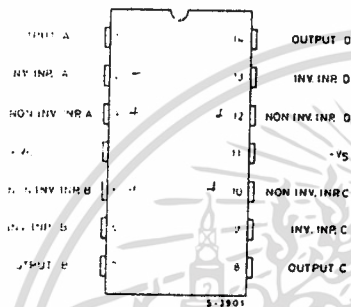
Dimensions in mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

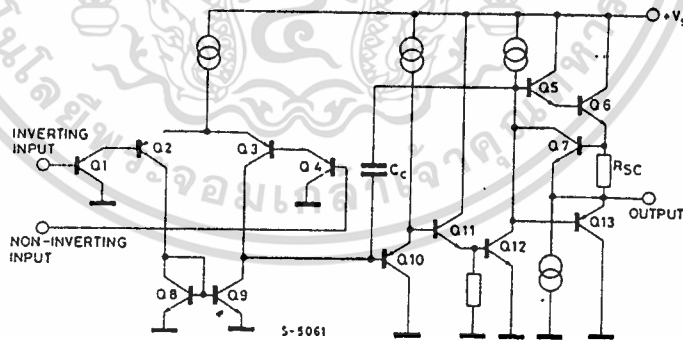


CONNECTION DIAGRAM AND ORDERING NUMBERS
(top view)



Type	DIP-14	SO-14
LM 324	LM 324N	LM 324CM
LM 324A	LM 324AN	-
LM 2902	LM 2902N	LM 2902CM

SCHEMATIC DIAGRAM
(one section)

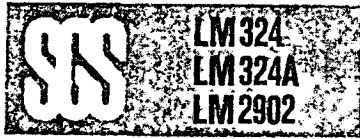


THERMAL DATA

		DIP 14	SO 14
$R_{th(j-a)mb}$	Thermal resistance junction-ambient	max	max
		200 °C/W	200 °C/W*

* Measured with the device mounted on a ceramic substrate (25 x 16 x 0.6 mm).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_s = +5V$, $T_{amb} = -55$ to $125^\circ C$ for the LM 324A, $T_{amb} = -25$ to $85^\circ C$ for the LM 324 and $T_{amb} = 0$ to $70^\circ C$ for the LM 2902, unless otherwise specified)

Parameter	Test conditions	LM 324			LM 324A			LM 2902			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
I_s Supply current	$R_L = \infty$ $V_s = 30V$		1.5	3		1.5	3		1.5	3	mA
			0.7	1.2		0.7	1.2		0.7	1.2	
I_b Input bias current	$T_{amb} = 25^\circ C$		45	250		45	100		45	250	nA
				500			200			500	
V_{os} Input offset voltage	$R_g = 0$ $V_s = 5V$ to $30V$	$T_{amb} = 25^\circ C$	± 2	± 7		± 2	± 3		± 2	± 7	mV
				± 9			± 5			10	
$\frac{\Delta V_{os}}{\Delta T}$ Input offset voltage drift	$R_g = 0$		7		7	30		7		$\mu V/^\circ C$	
I_{os} Input offset current	$T_{amb} = 25^\circ C$		± 5	± 50		± 5	± 30		± 5	± 50	nA
				± 150			± 75			± 200	
$\frac{\Delta I_{os}}{\Delta T}$ Input offset current drift			10		10	300		10		$\mu A/^\circ C$	
I_{sc} Output short circuit to ground current	$T_{amb} = 25^\circ C (*)$		40	60		40	60		40	60	mA
G_v Large signal open loop voltage gain	$V_s = 15V$ $R_L > 2 K\Omega$	$T_{amb} = 25^\circ C$	88	100		88	100		100		dB
				83			83			83	
Input common-mode voltage range	$V_s = 30V$	$T_{amb} = 25^\circ C$	0	$V_s - 1.5$	0	$V_s - 1.5$	0	$V_s - 1.5$	0	$V_s - 1.5$	V
			0	$V_s - 2$	0	$V_s - 2$	0	$V_s - 2$	0	$V_s - 2$	V
V_o Output voltage swing	$T_{amb} = 25^\circ C$	$R_L = 2 K\Omega$		$V_s - 1.5$		$V_s - 1.5$					V
										$V_s - 1.5$	V
	$V_s = 30V$	$R_L = 2 K\Omega$	26		26		22				V
			27	28	27	28	23	24			
$V_{o sat}$ Output saturation voltage to ground	$R_L < 10 K\Omega$		5	20		5	20		5	100	mV
CMR Common mode rejection	$T_{amb} = 25^\circ C$		65	70		65	85		50	70	dB
SVR Supply voltage rejection	$T_{amb} = 25^\circ C$		65	70		65	100		50	70	dB
CS Channel separation	$f = 1 KHz$ to $20 KHz$ $T_{amb} = 25^\circ C$ (Input referred)			120			120			120	dB
I_{o+} Output source current	$V_s = 15V$ $V_{I+} = 1V$ $V_{I-} = 0V$	$T_{amb} = 25^\circ C$	20	40		20	40		20	40	mA
			10	20		10	20		10	20	
I_{o-} Output sink current	$V_{I+} = 0V$ $V_{I-} = 1V$ $V_o = 200 mV$	$T_{amb} = 25^\circ C$	12	50		12	50				μA
	$V_{I+} = 1V$ $V_{I-} = 0V$ $V_s = 15V$	$T_{amb} = 25^\circ C$	10	20		10	20		10	20	mA
			5	8		5	8		5	8	mA

(*) Short circuits from the output to positive supply voltage can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is 40 mA typ. independent of the magnitude of V_s . Destructive dissipation can result from simultaneous shorts on all amplifiers.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Fig. 1 - Supply current vs. supply voltage

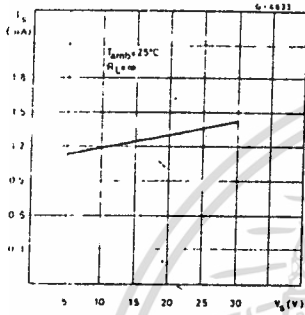


Fig. 2 - Input voltage range vs. supply voltage

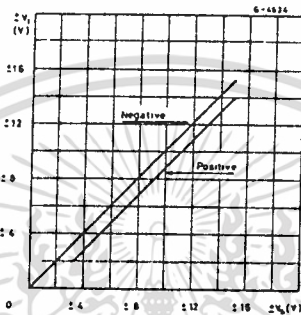


Fig. 3 - Output short circuit current vs. ambient temperature

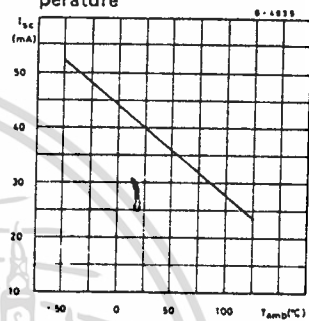


Fig. 4 - Open loop frequency response

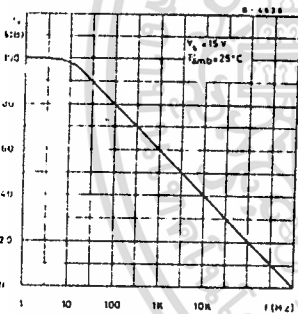


Fig. 5 - Large signal frequency response

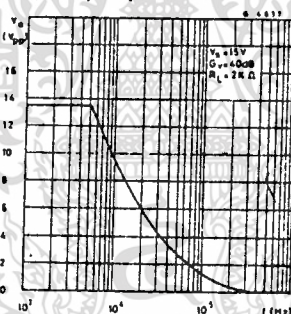
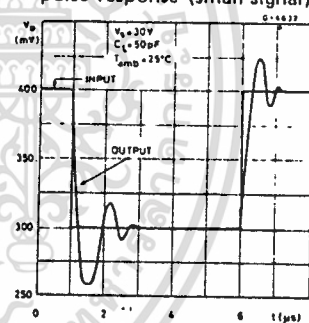


Fig. 6 - Voltage follower pulse response (small signal)



APPLICATION INFORMATION

The LM 324 can operate with a single power supply voltage, has true-differential inputs and remains in the linear mode with an input common-mode voltage of 0V. The four included op amps work over a wide range of power supply voltage with little change in performance characteristics. At 25°C operation is possible down to a minimum supply voltage of 2.3V.

The input common-mode voltage or either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than 0.3V. The upper end of the common-mode voltage range is $V_s - 1.5V$, but either or both inputs can go to +32V without damage.

If the voltage at any of the input leads is driven negative ($V_{in} < -0.3V$), the collector-base junction of the input PNP transistor becomes forward biased and thereby acts as an input diode clamps (max current: 50 mA). In addition to this diode action, there is also lateral NPN parasitic transistor action on the IC chip. This can cause the output voltage to go to the positive supply voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output states will re-establish when the input voltage again returns positive ($V_{in} > -0.3V$). The output stage design allows the amplifiers to both source and sink large output currents.

Therefore both NPN and PNP external current boost transistors can be used to extend the power capa-



APPLICATION INFORMATION (continued)

bility of the basic amplifiers. The output voltage needs to raise approximately 1 diode drop above ground to bias the on-chip vertical PNP transistor for output current sinking applications. Output short circuits either to ground or to the positive power supply should be of short time duration. Units can be destroyed, not as a result of the short circuit current causing metal fusing, but rather due to the large increase in IC chip dissipation which will cause eventual failure due to excessive junction temperature. Putting direct short-circuits on more than one amplifier at a time, the total IC power dissipation will increase to destructive levels, if not properly protected with external dissipation limiting resistors in series with the output leads of the amplifiers. The larger value of output source current which is available at 25°C provides a larger output current capability at elevated temperatures (see typical performance characteristics) than a standard IC op amp. The circuits presented in the following section emphasize operation on a single power supply voltage. If split supplies are used, all the standard op amps configuration can be realised.

TYPICAL SINGLE SUPPLY APPLICATION CIRCUITS ($V_s = 5V$)

Fig. 7 - DC summing amplifier

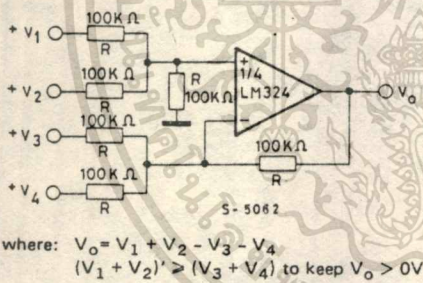


Fig. 8 - Power amplifier

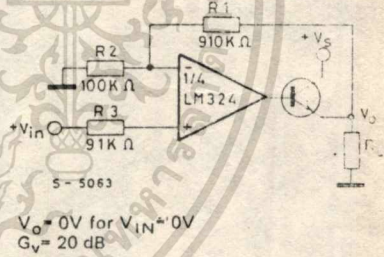


Fig. 9 - LED driver

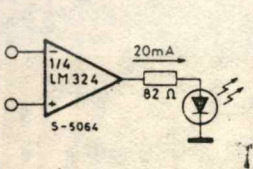


Fig. 10 - Lamp driver

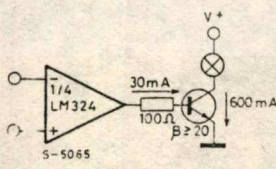
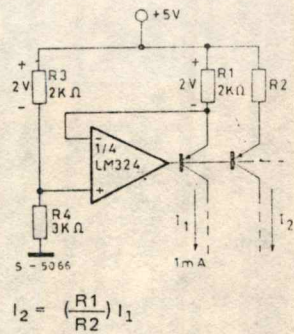


Fig. 11 - Fixed current sources

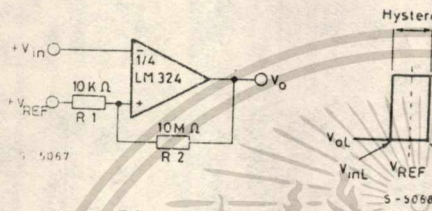


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TYPICAL SINGLE SUPPLY APPLICATION CIRCUITS (continued)

Fig. 12 - Comparator with Hysteresis



$$V_{inL} = \frac{R1}{R1 + R2} (V_{OL} - V_{REF}) + V_{REF}$$

$$V_{inH} = \frac{R1}{R1 + R2} (V_{OH} - V_{REF}) + V_{REF}$$

$$\text{Hysteresis} = \frac{R1}{R1 + R2} (V_{OH} - V_{OL})$$

Fig. 13 - Ground referencing a differential input signal

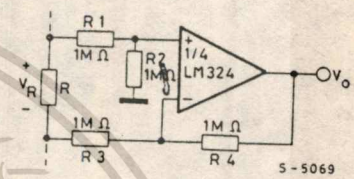


Fig. 14 - Driving TTL

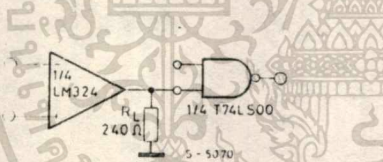


Fig. 15 - Squarewave oscillator

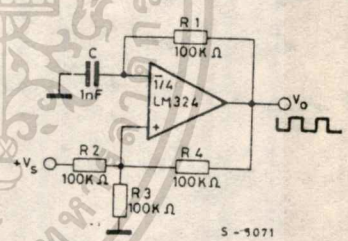
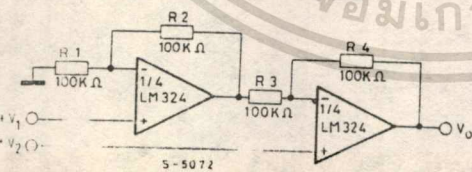


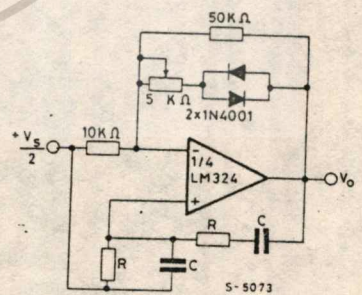
Fig. 16 - High input Z, DC differential amplifier



For $\frac{R1}{R2} = \frac{R4}{R3}$ (CMRR depends on this resistor ratio match)

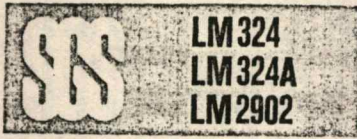
$$V_O = 1 + \frac{R4}{R3} (V_2 - V_1)$$

Fig. 17 - Wien bridge oscillator



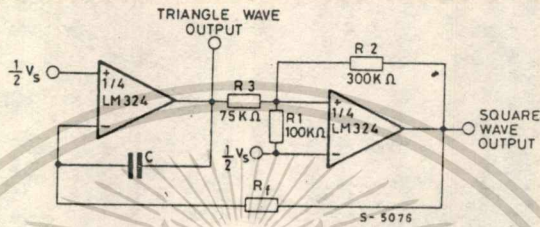
$$f_o = \frac{1}{2\pi RC}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



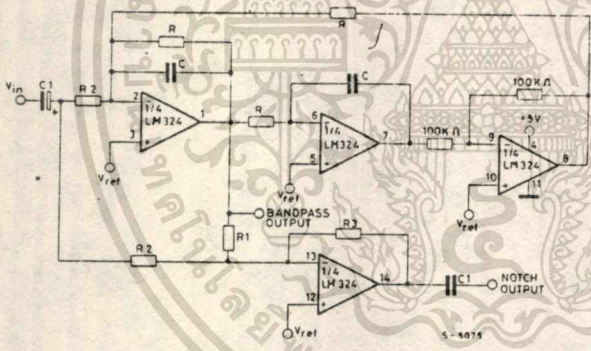
TYPICAL SINGLE SUPPLY APPLICATION CIRCUITS (continued)

Fig. 18 - Function generator



$$f = \frac{R1 + RC}{4CR1R3} \quad R3 = \frac{R2R1}{R2 + R1}$$

Fig. 19 - Bi-Quad filter



$$f_o = \frac{1}{2\pi RC}; R1 = QR; R2 = \frac{R1}{G_{BP}}$$

$$V_{ref} = \frac{1}{2} V_s; R3 = G_N R2; C1 = 10C$$

- Example:
- $f_o = 1 \text{ KHz}$
 - $Q = 10$
 - $G_{BP} = 1$
 - $G_N = 1$
 - $R = 160 \text{ K}\Omega$
 - $C = 1 \text{ nF}$
 - $R1 = 1.6 \text{ M}\Omega$
 - $R2 = 1.6 \text{ M}\Omega$
 - $R3 = 1.6 \text{ M}\Omega$

Where: G_{BP} = Center Frequency Gain
 G_N = Passband Notch Gain

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC15

LB1272

monolithic digital IC



3003

6-STAGE DARLINGTON TRANSISTOR ARRAY

The LB1272, whose circuit configuration is 6-stage NPN darlington transistor array, is especially suited for printer hammer driving and lamp, relay driving. The built-in diode for protection against negative input makes it easier to design the drive circuit of printer calculator, cash register which use display tubes jointly.

Features

- Especially suited for 18-digit printer owing to built-in 6 stages.
- Built-in diode for negative input protection
- (VIN = -40 to +20V).
- Especially suited for printer mechanism of load current 85mA (IOUT max. = 100mA DC).

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS / Ta = 25°C, Pin 7 = 0V

Parameter	Symbol	Value	unit
Output Applied Voltage	VOUT	-0.3 ~ +20	V
Input Applied Voltage	VIN	-40 ~ +20	V
Output Low Drive (Sink) Current	IOUT	per unit	100 mA
Instantaneous Output Low Drive (Sink) Current	IOP	per unit, duty = 10% pulse width < 20 msec	150 mA
GND Pin High Drive (Source) Current	I7		300 mA
GND Pin Instantaneous High Drive (Source) Current	I7p	duty = 10% pulse width < 20 msec	500 mA
Allowable Power Dissipation	Pd max		770 mW
Junction Temperature	Tj		125 °C
Operating Temperature	Topg		-20 ~ +80 °C
Storage Temperature	Tstg		-40 ~ +125 °C

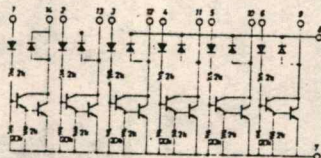
ALLOWABLE OPERATION CONDITION / Ta = 25°C, Pin 7 = 0V

Parameter	Symbol	Value	unit
Output Applied Voltage	VOUT	20	V max
Input High Level Voltage	VIH	output pin current = 100mA	3 ~ 20 V
Input Low Level Voltage	VIL	output pin current = 100µA	-35 ~ +1 V
Load Inductance	LL	using protection diode	100, mH max

ELECTRICAL CHARACTERISTICS / Ta = 25°C, Pin 7 = 0V

Parameter	Symbol	Conditions	min	typ	max	unit
Output Voltage	VOUT(1)	VIN = 3V, IOUT = 150mA			1.7	V
	VOUT(2)	VIN = 3V, IOUT = 100mA			1.4	V
Output Sustain Voltage	VOUT(s)	VIN = open, IOUT = 150mA applied time < 10µs	20			V
Output Leak Current	Ioff	VIN = 1V, VOUT = 20V			100	µA
Input Current	IIN(1)	VIN = 20V			14	mA
	IIN(2)	VIN = 3V			1	mA
Output Current	IOUT	IIN = 0.3mA, VOUT = 1.4V	100			mA
Input Leak Current	Ileak	VIN = -35V	-10			A

EQUIVALENT CIRCUIT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC15

LB1274

monolithic digital IC

DARLINGTON TRANSISTOR ARRAY



3004

Features

- 6 stage NPN darlington transistor array.
- Protector diodes fitted for negative input.
- For 18 digit printer driving.

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

Parameter	Symbol	Value	unit
Output Supply Voltage	V_{OUT}	-0.3 to +22	V
Input Supply Voltage	V_{IN}	-40 to +20	V
Supply Voltage at Pin 8	V_8	-0.3 to +20	V
Output Flow-in Current	I_{OUT}	0 to 100	mA
Peak Output Flow-in Current	I_{Op}	0 to 150	mA
Forward Current at Spark Killer Diode	I_{FS}	0 to 150	mA
Flow-out Current at Pin 7 at Pin 8 (peak)	I_f	-700 to 0	mA
	$I_{B(p)}$	-500 to 0	mA
Allowable Power Dissipation	P_{dmax}	1.15	W
Junction Temperature	T_j	125	$^\circ\text{C}$
Operating Temperature	T_{opg}	-20 to +80	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature	T_{stg}	-40 to +125	$^\circ\text{C}$

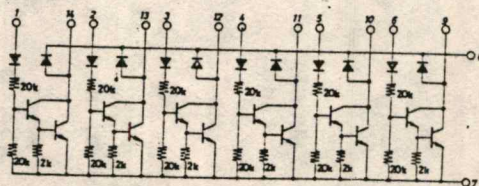
ALLOWABLE OPERATION CONDITION / $T_a=25^\circ\text{C}, V_7=0\text{V}$

Parameter	Symbol	Value	unit
Output Supply Voltage	V_{OUT}	22(max)	V
Input 'H' Level Voltage	V_{IH}	9 to 20	V
Input 'L' Level Voltage	V_{IL}	-35 to +1	V
Load Inductance	LL	100(max)	mH

ELECTRICAL CHARACTERISTICS / $T_a=25^\circ\text{C}, V_7=0\text{V}$

Parameter	Symbol	min	typ	max	unit
Output Voltage	$V_{OUT(1)}$			1.7	V
	$V_{OUT(2)}$			1.4	V
Output Sustain Voltage	$V_{OUT(s)}$		22		V
Output Leak Current	I_{off}			100	μA
Input Current	$I_{IN(1)}$			1.8	mA
	$I_{IN(2)}$			0.8	mA
Output Current	I_{OUT}		100		mA
Input Leak Current	I_{leak}		-10		μA
Leak Current at Spark Killer Diode	I_{leakS}			30	μA
Forward Current at Spark Killer Diode	V_{FS}			1.7	V

EQUIVALENT CIRCUIT



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MC14043B
 QUAD "NOR" R-S LATCH
MC14044B
 QUAD "NAND" R-S LATCH

CMOS MSI
QUAD R-S LATCHES

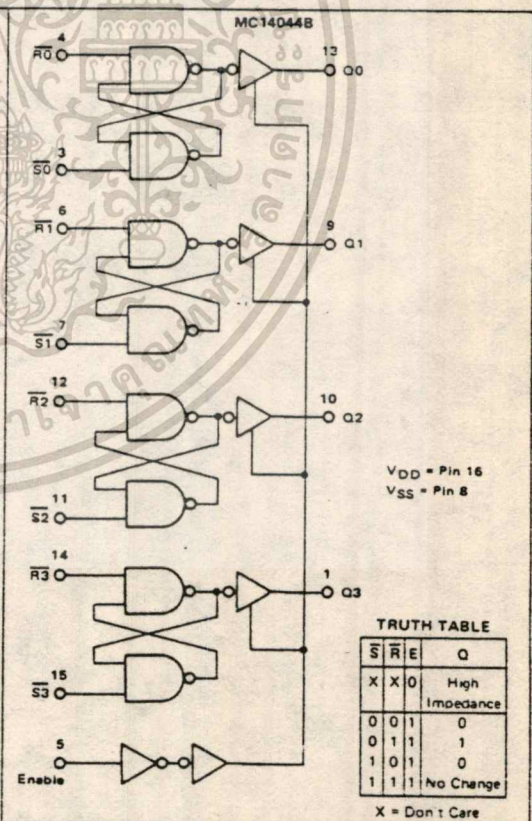
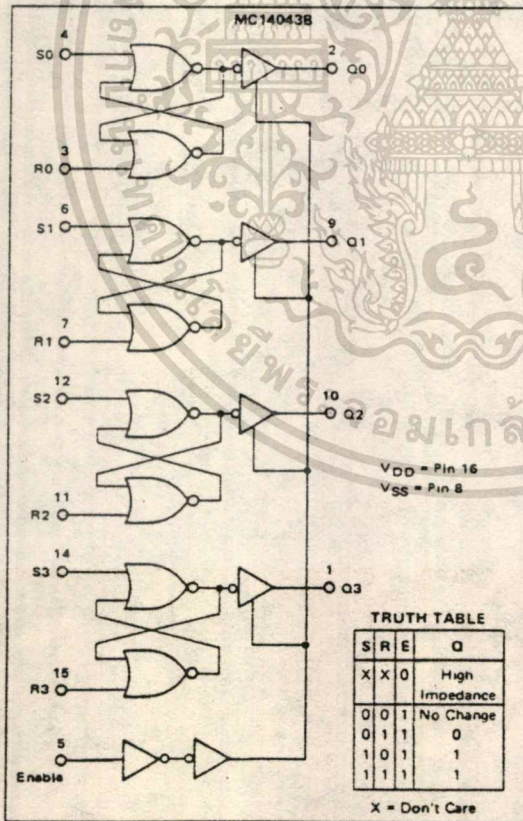
The MC14043B and MC14044B quad R-S latches are constructed with MOS P-channel and N-channel enhancement mode devices in a single monolithic structure. Each latch has an independent Q output and set and reset inputs. The Q outputs are gated through three-state buffers having a common enable input. The outputs are enabled with a logical "1" or high on the enable input; a logical "0" or low disconnects the latch from the Q outputs, resulting in an open circuit at the Q outputs.

- Double Diode Input Protection
- Three-State Outputs with Common Enable
- Outputs Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-Power Schottky TTL Load Over the Rated Temperature Range
- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc



ORDERING INFORMATION

A Series -55°C to +125°C
 MC14XXXBAL (Ceramic Package Only)
 C Series -40°C to +85°C
 MC14XXXBCP (Plastic Package)
 MC14XXXBCL (Ceramic Package)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14043B•MC14044B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to V_{SS})

Characteristic	Symbol	V _{DD} V _{dC}	T _{low} *		25°C			T _{high} *		Unit
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max	
Output Voltage V _{in} = V _{DD} or 0 V _{in} = 0 or V _{DD}	"0" Level V _{OL}	5.0	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	V _{dC}
		10	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	
		15	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	
	"1" Level V _{OH}	5.0	4.95	-	4.95	5.0	-	4.95	-	V _{dC}
		10	9.95	-	9.95	10	-	9.95	-	
		15	14.95	-	14.95	15	-	14.95	-	
Input Voltage (V _O = 4.5 or 0.5 V _{dC}) (V _O = 9.0 or 1.0 V _{dC}) (V _O = 13.5 or 1.5 V _{dC}) (V _O = 0.5 or 4.5 V _{dC}) (V _O = 1.0 or 9.0 V _{dC}) (V _O = 1.5 or 12.5 V _{dC})	"0" Level V _{IL}	5.0	-	1.5	-	2.25	1.5	-	1.5	V _{dC}
		10	-	3.0	-	4.50	3.0	-	3.0	
		15	-	4.0	-	6.75	4.0	-	4.0	
	"1" Level V _{IH}	5.0	3.5	-	3.5	2.75	-	3.5	-	V _{dC}
		10	7.0	-	7.0	5.50	-	7.0	-	
		15	11.0	-	11.0	8.25	-	11.0	-	
Output Drive Current (AL Device) (V _{OH} = 2.5 V _{dC}) (V _{OH} = 4.6 V _{dC}) (V _{OH} = 9.5 V _{dC}) (V _{OH} = 13.5 V _{dC}) (V _{OL} = 0.4 V _{dC}) (V _{OL} = 0.5 V _{dC}) (V _{OL} = 1.5 V _{dC})	Source I _{OH}	5.0	-3.0	-	-2.4	-4.2	-	-1.7	-	mA _{dC}
		10	-0.64	-	-0.51	-0.88	-	-0.36	-	
		15	-1.6	-	-1.3	-2.25	-	-0.9	-	
	Sink I _{OL}	5.0	0.64	-	0.51	0.88	-	0.36	-	mA _{dC}
		10	1.6	-	1.3	2.25	-	0.9	-	
		15	4.2	-	3.4	8.8	-	2.4	-	
Output Drive Current (CL/CP Device) (V _{OH} = 2.5 V _{dC}) (V _{OH} = 4.6 V _{dC}) (V _{OH} = 9.5 V _{dC}) (V _{OH} = 13.5 V _{dC}) (V _{OL} = 0.4 V _{dC}) (V _{OL} = 0.5 V _{dC}) (V _{OL} = 1.5 V _{dC})	Source I _{OH}	5.0	-2.5	-	-2.1	-4.2	-	-1.7	-	mA _{dC}
		10	-0.52	-	-0.44	-0.88	-	-0.36	-	
		15	-1.3	-	-1.1	-2.25	-	-0.9	-	
	Sink I _{OL}	5.0	0.52	-	0.44	0.88	-	0.36	-	mA _{dC}
		10	1.3	-	1.1	2.25	-	0.9	-	
		15	3.6	-	3.0	8.8	-	2.4	-	
Input Current (AL Device)	I _{in}	15	-	±0.1	-	±0.00001	±0.1	-	±1.0	μA _{dC}
Input Current (CL/CP Device)	I _{in}	15	-	±0.3	-	±0.00001	±0.3	-	±1.0	μA _{dC}
Input Capacitance (V _{in} = 0)	C _{in}	-	-	-	-	5.0	7.5	-	-	pF
Quiescent Current (AL Device) (Per Package)	I _{DD}	5.0	-	1.0	-	0.002	1.0	-	30	μA _{dC}
		10	-	2.0	-	0.004	2.0	-	60	
		15	-	4.0	-	0.006	4.0	-	120	
Quiescent Current (CL/CP Device) (Per Package)	I _{DD}	5.0	-	4.0	-	0.002	4.0	-	30	μA _{dC}
		10	-	8.0	-	0.004	8.0	-	60	
		15	-	16	-	0.006	16	-	120	
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) (C _L = 50 pF on all outputs, all outputs switching)	I _T	5.0	I _T = (0.58 μA/kHz) f + I _{DD}							
		10	I _T = (1.15 μA/kHz) f + I _{DD}							
		15	I _T = (1.73 μA/kHz) f + I _{DD}							
Three-State Output Leakage Current (AL Device)	I _{TL}	15	-	±0.1	-	±0.0001	±0.1	-	±3.0	μA _{dC}
Three-State Output Leakage Current (CL/CP Device)	I _{TL}	15	-	±1.0	-	±0.0001	±1.0	-	±7.5	μA _{dC}

*T_{low} = -55°C for AL Device, -40°C for CL/CP Device.
T_{high} = +125°C for AL Device, +85°C for CL/CP Device.

**The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

†Data labeled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

†To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) \text{ Vfk}$$

where: I_T is in μA (per package), C_L in pF, V = (V_{DD} - V_{SS}) in volts, f in kHz is input frequency, and k = 0.004.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14043B•MC14044B

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to V_{SS})

Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DD}	DC Supply Voltage	-0.5 to +18.0	V
V _{in} , V _{out}	Input or Output Voltage (DC or Transient)	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
I _{in} , I _{out}	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
P _D	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T _{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C
T _L	Lead Temperature (8-Second Soldering)	260	°C

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
 †Temperature Derating: Plastic "P" Package: -12mW/°C from 65°C to 85°C
 Ceramic "L" Package: -12mW/°C from 100°C to 125°C

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range V_{SS} ≤ (V_{in} or V_{out}) ≤ V_{DD}.
 Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

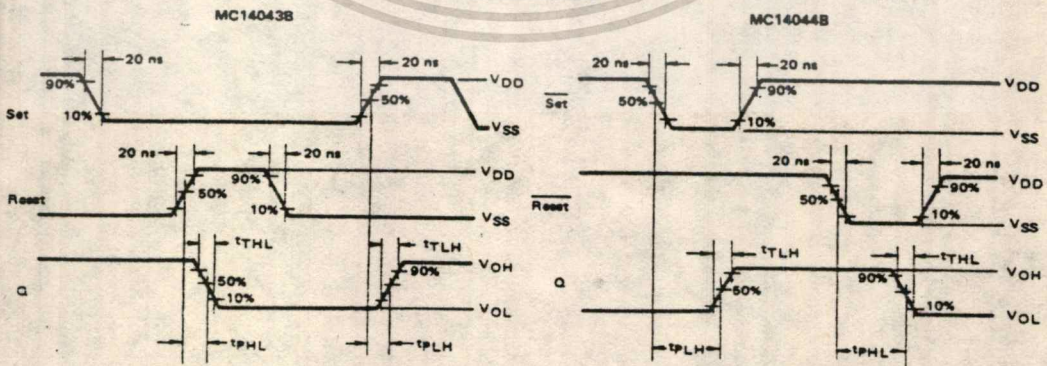
SWITCHING CHARACTERISTICS* (C_L = 50 pF, T_A = 25°C)

Characteristic	Symbol	V _{DD} Vdc	Min	Typ #	Max	Unit
Output Rise Time t _{TLH} = (1.35 ns/pF) C _L + 32.5 ns t _{TLH} = (0.60 ns/pF) C _L + 20 ns t _{TLH} = (0.40 ns/pF) C _L + 20 ns	t _{TLH}	5.0	—	100	200	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	
Output Fall Time t _{THL} = (1.35 ns/pF) C _L + 32.5 ns t _{THL} = (0.60 ns/pF) C _L + 20 ns t _{THL} = (0.40 ns/pF) C _L + 20 ns	t _{THL}	5.0	—	100	200	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	
Propagation Delay Time t _{PLH} = (0.90 ns/pF) C _L + 130 ns t _{PLH} = (0.36 ns/pF) C _L + 57 ns t _{PLH} = (0.26 ns/pF) C _L + 47 ns t _{PHL} = (0.90 ns/pF) C _L + 130 ns t _{PHL} = (0.90 ns/pF) C _L + 57 ns t _{PHL} = (0.26 ns/pF) C _L + 47 ns	t _{PLH}	5.0	—	175	350	ns
		10	—	75	175	
		15	—	60	120	
	t _{PHL}	5.0	—	175	350	ns
		10	—	75	175	
		15	—	60	120	
Set, Set Pulse Width	t _w	5.0	200	80	—	ns
		10	100	40	—	
		15	70	30	—	
Reset, Reset Pulse Width	t _w	5.0	200	80	—	ns
		10	100	40	—	
		15	70	30	—	
Three-State Enable/Disable Delay	t _{PLZ}	5.0	—	150	300	ns
	t _{PHZ}	10	—	80	160	
	t _{PZL}	15	—	55	110	
	t _{PZH}	15	—	55	110	

*The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C

#Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

AC WAVEFORMS



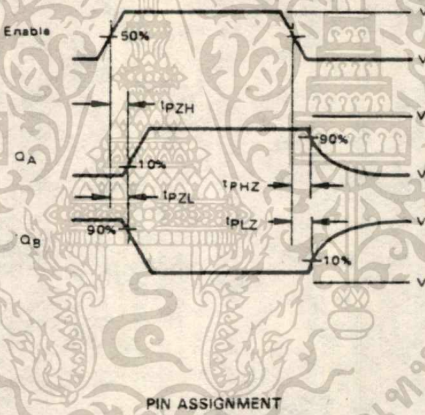
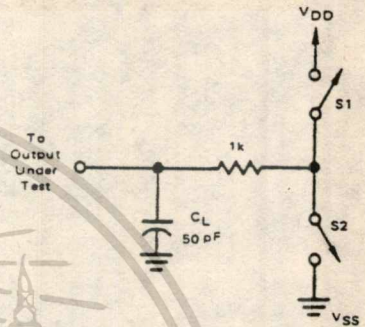
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC14043B • MC14044B

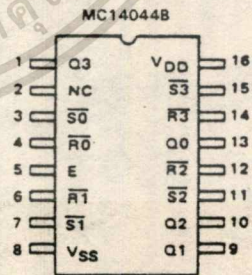
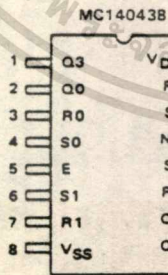
THREE-STATE ENABLE/DISABLE DELAYS

Set, Reset, Enable, and Switch Conditions for 3-State Tests

TEST	ENABLE	S1	S2	Q	MC14043B				MC14044B				
					S	R	S	R	S	R			
t_{pZH}		Open	Closed	A	V _{DD}	V _{SS}	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}
t_{pZL}		Closed	Open	B	V _{SS}	V _{DD}	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}
t_{PHZ}		Open	Closed	A	V _{DD}	V _{SS}	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}
t_{PLZ}		Closed	Open	B	V _{SS}	V _{DD}	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}	V _{SS}	V _{DD}



PIN ASSIGNMENT



NC = No Connection

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

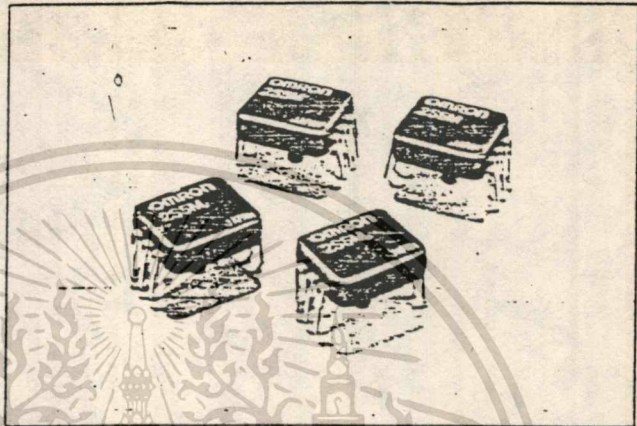
形 2S5M プレシヤ・マイクロセンサ

117号出願中2件 実用特許出願中2件

OMRON
新商品ニュース

圧力に対してリニアな出力信号が得られる半導体圧力センサ

- シリコン半導体のピエゾ抵抗効果を利用して、圧力を電気信号に変換しています。
- 狭大な圧力変化を高精度に検出します。
- シリコンダイヤフラムの採用により、くり返し圧力による再現性に優れています。
- デュアル・イン・ライン形状のため、プリント基板への実装が容易です。



■種類

形式	形2S5M
検出方式	圧電形半導体ダイヤフラム
検出物体	空気および非腐蚀性気体
ブリッジ方式	フルブリッジ方式
端子形状	プリント基板用
端子数	6

■絶対最大定格 (T_a = +25℃)

項目	記号	定格
最大圧力	P(MAX)	760mmHg
逆電圧	V _a	12V
使用周囲温度	T _{opr}	-10~+60℃
保存温度	T _{stg}	-30~+85℃
使用周囲湿度	RH _{opr}	30~85%RH
保存湿度	RH _{stg}	30~95%RH

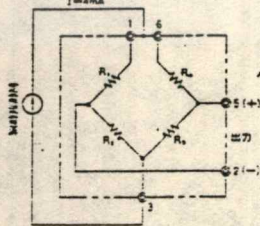
* P(圧力: mmHg)は、大気圧との差圧を表わします。

■電気的特性 (T_a = +25℃)

項目	記号	特性区	条件
零点不平衡電圧	V ₀	-40~+20mV	I = 4mA P = 0
出力感度	K	40~130μV/mmHg	I = 4mA P = 0~300mmHg
直線性	ΔP _L	±2mmHg	I = 4mA P = 0~300mmHg
ヒステリシス	ΔP _H	±2mmHg	I = 4mA P = 300~6mmHg
感度温度係数(0℃)	α _s (0℃)		T _a = 0℃, 50℃ I = 4mA P = 0, 300mmHg
感度温度係数(50℃)	α _s (50℃)	±0.055%/deg	
零点温度変動(0℃)	α ₀ (0℃)		T _a = 0℃, 50℃ I = 4mA P = 0
零点温度変動(50℃)	α ₀ (50℃)	±40mmHg	
ブリッジ抵抗	R ₁ , R ₂ R ₃ , R ₄	1,000±300Ω	内部抵抗型

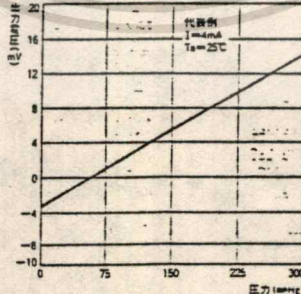
■内部接続

上記、電気的特性を維持するために駆動電源は、下図のように定電流電源(DC4mA)でご使用ください。

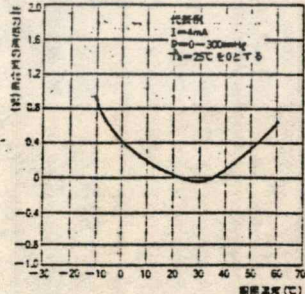


■特性データ

出力電圧の圧力依存性



出力感度の温度依存性

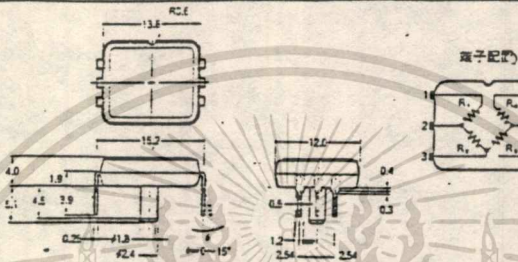


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2S5M

■外形寸法

形2S5M



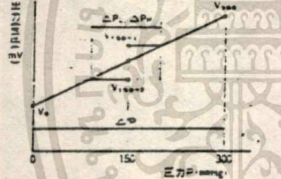
端子記号

端子番号	名称
1	電源⊖
2	出力⊖
3	電源⊕
4	圧力端子
5	出力⊕
6	電源⊖

■記号・用語の解説

内部接続図のように結線し、圧力を印加すると出力電圧は、図1のように変化します(温度一定)。

図1. 出力特性



- 零点不安定電圧 V_0
圧力 $P=0$ における出力電圧
- 出力感度 K
圧力 $P=0, 300\text{mmHg}$ の出力電圧 V_0, V_{300} を計測し(式-1)より算出します。
$$K = \frac{V_{300} - V_0}{\Delta P} = \frac{V_{300} - V_0}{\Delta P} \quad (\text{式-1})$$
- 直線性、ヒステリシス $\Delta P_L, \Delta P_H$
圧力 $P=0, 150, 300\text{mmHg}$ の出力電圧 $V_0, V_{150-1}, V_{150-2}, V_{300}$ を計測し、 V_{150-1} や V_{150-2} が先に求めた感度(圧力 $P=0$ と 300mmHg 間の傾き)から、どれだけずれるかを圧力の変化量で表わしたもので(式-2)より算出します。

$$\Delta P_L (= \Delta P_H) = \frac{V_{150} - V_0}{K} - 150 \quad (\text{式-2})$$

• 感度温度係数 $\alpha_K(0^\circ\text{C}), \alpha_K(50^\circ\text{C})$

つきに、内部接続図の回路において、温度を変化させると出力は図2のように変化します。
周囲温度 $T_a=25^\circ\text{C}, 0^\circ\text{C}, 50^\circ\text{C}$ における感度 $K(25^\circ\text{C}), K(0^\circ\text{C}), K(50^\circ\text{C})$ を求め、(式-3, -4)より算出します。

$$\alpha_K(0^\circ\text{C}) = \frac{K(0^\circ\text{C}) - K(25^\circ\text{C})}{K(25^\circ\text{C})} \times 100 \quad (\text{式-3})$$

$$\alpha_K(50^\circ\text{C}) = \frac{K(50^\circ\text{C}) - K(25^\circ\text{C})}{K(25^\circ\text{C})} \times 100 \quad (\text{式-4})$$

図2. 出力特性の温度依存性



- 零点温度変動 $\alpha_{V_0}(0^\circ\text{C}), \alpha_{V_0}(50^\circ\text{C})$
圧力 $P=0$ 、周囲温度 $T_a=25^\circ\text{C}, 0^\circ\text{C}, 50^\circ\text{C}$ における出力電圧 $V_0(25^\circ\text{C}), V_0(0^\circ\text{C}), V_0(50^\circ\text{C})$ を計測し、(式-5, -6)より算出します。

$$\alpha_{V_0}(0^\circ\text{C}) = \frac{V_0(25^\circ\text{C}) - V_0(0^\circ\text{C})}{K(25^\circ\text{C})} \quad (\text{式-5})$$

$$\alpha_{V_0}(50^\circ\text{C}) = \frac{V_0(50^\circ\text{C}) - V_0(25^\circ\text{C})}{K(25^\circ\text{C})} \quad (\text{式-6})$$

- 正しくお使いください。
このカタログに示した圧力 P は、大気圧との差圧で、絶対圧を表すものではありません。
- 印加(加圧)可能な圧力は、大気圧+760mmHgまでで、これ以上の圧力では、製品の破損や信頼性の著しい低下に至りますのでご注意ください。
- 当社として電気的特性を保証できる範囲は、以下のとおりです。下記の範囲外での特性保証は、いたしておりませんのであらかじめご了承ください。
圧力: 0~300mmHg
温度: 0~50°C
圧力媒体(検出物体): 空気および非腐食性液体
- 端子④はオープン状態でご使用ください。

■商品コード

型名	商品コード	価格(円)
2S5M	2S5M-1001A	

注: 価格、納期についてはお問い合わせください。

OMRON

立石電機株式会社/制御機器事業本部
〒541 大阪市東区北久太郎町4-68 大阪センタービル9F

- | | |
|------------------------|-----------------------|
| 札幌支店 / 011 (271) 7821 | 中野支店 / 052 (561) 2561 |
| 仙台支店 / 0222 (22) 4761 | 関西支店 / 06 (282) 2472 |
| 北関東支店 / 0273 (26) 3456 | 広島支店 / 082 (247) 0201 |
| 関東支店 / 03 (436) 7211 | 福岡支店 / 092 (441) 5441 |
| 金沢支店 / 0762 (64) 2381 | |

- | | | |
|------------------------|------------------------|-----------------------|
| 東京支店 / 0196 (52) 3193 | 横浜支店 / 045 (314) 3011 | 名古屋支店 / 075 (53) 5550 |
| 山形支店 / 0236 (31) 0677 | 川崎支店 / 044 (244) 7421 | 東京支店 / 0742 (26) 2241 |
| 岡山支店 / 079 (31) 2659 | 平塚支店 / 0463 (21) 5401 | 松山支店 / 0774 (32) 1426 |
| 小田原支店 / 0286 (22) 3124 | 藤沢支店 / 0462 (23) 1636 | 岐阜支店 / 076 (36) 12511 |
| 徳島支店 / 0276 (45) 1135 | 東京支店 / 076 (41) 4351 | 姫路支店 / 0792 (57) 0511 |
| 松本支店 / 0263 (32) 6561 | 東京支店 / 0765 (24) 3525 | 岡山支店 / 0862 (31) 2201 |
| 上野支店 / 0268 (23) 1794 | 高松支店 / 0569 (23) 7202 | 福山支店 / 0849 (23) 2824 |
| 高松支店 / 0266 (53) 3741 | 静岡支店 / 0542 (53) 6181 | 京都支店 / 0756 (31) 7791 |
| 新潟支店 / 0251 (45) 3281 | 京都支店 / 0534 (53) 6412 | 高松支店 / 0276 (51) 7736 |
| 多摩支店 / 0284 (36) 6364 | 神奈川支店 / 0564 (23) 5181 | 岡山支店 / 0266 (43) 4194 |
| 大宮支店 / 0486 (42) 1655 | 神奈川支店 / 0532 (53) 7537 | 小宮支店 / 093 (52) 17431 |
| 大宮支店 / 0282 (26) 2355 | 小宮支店 / 0568 (75) 1171 | 大宮支店 / 0975 (56) 3135 |
| 千葉支店 / 0472 (24) 6825 | 京都支店 / 0592 (51) 7733 | 長崎支店 / 0952 (24) 3472 |
| 立川支店 / 0425 (24) 6776 | 京都支店 / 075 (21) 5491 | 東京支店 / 2953 (E1) 0467 |
- ※ 価格は東京電器センター・ピコ 東京区(436) 7091・名古屋(52) 5711 8854・大阪(26) 2231 0471

オムロン商品のご用途は

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Industrial Blocks

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A Precision Temperature Sensors

General Description

The LM135 series are precision, easily-calibrated, integrated circuit temperature sensors. Operating as a 2-terminal zener, the LM135 has a breakdown voltage directly proportional to absolute temperature at +10 mV/°K. With less than 1Ω dynamic impedance the device operates over a current range of 400 μA to 5 mA with virtually no change in performance. When calibrated at 25°C the LM135 has typically less than 1°C error over a 100°C temperature range. Unlike other sensors the LM135 has a linear output.

Applications for the LM135 include almost any type of temperature sensing over a -55°C to +150°C temperature range. The low impedance and linear output make interfacing to readout or control circuitry especially easy.

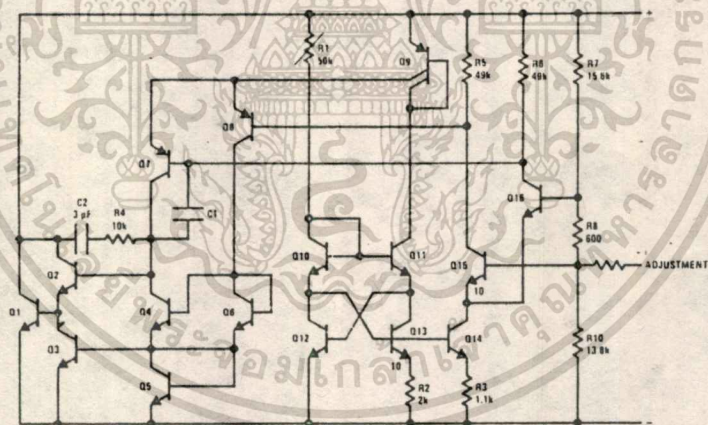
The LM135 operates over a -55°C to +150°C temperature range while the LM235 operates over a -40°C

to +125°C temperature range. The LM335 operates from -40°C to +100°C. The LM135/LM235/LM335 are available packaged in hermetic TO-46 transistor packages while the LM335 is also available in plastic TO-92 packages.

Features

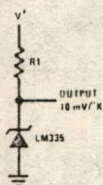
- Directly calibrated in °Kelvin
- 1°C initial accuracy available
- Operates from 400 μA to 5 mA
- Less than 1Ω dynamic impedance
- Easily calibrated
- Wide operating temperature range
- 200°C overrange
- Low cost

Schematic Diagram

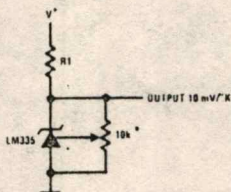


Typical Applications

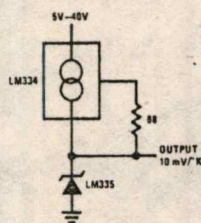
Basic Temperature Sensor



Calibrated Sensor



Wide Operating Supply



LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

Absolute Maximum Ratings

Reverse Current		15 mA
Forward Current		10 mA
Storage Temperature		
TO-46 Package		-60°C to +180°C
TO-92 Package		-60°C to +150°C
Specified Operating Temperature Range		
	Continuous	Intermittent (Note 2)
LM135, LM135A	-55°C to +150°C	150°C to 200°C
LM235, LM235A	-40°C to +125°C	125°C to 150°C
LM335, LM335A	-40°C to +100°C	100°C to 125°C
Lead Temperature (Soldering, 10 seconds)		300°C

Temperature Accuracy LM135/LM235, LM135A/LM235A (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	LM135A/LM235A			LM135/LM235			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Operating Output Voltage	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1\text{ mA}$	2.97	2.98	2.99	2.95	2.98	3.01	V
Uncalibrated Temperature Error	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1\text{ mA}$		0.5	1		1	3	°C
Uncalibrated Temperature Error	$T_{\text{MIN}} < T_C < T_{\text{MAX}}, I_R = 1\text{ mA}$		1.3	2.7		2	5	°C
Temperature Error with 25°C Calibration	$T_{\text{MIN}} < T_C < T_{\text{MAX}}, I_R = 1\text{ mA}$		0.3	1		0.5	1.5	°C
Calibrated Error at Extended Temperatures	$T_C = T_{\text{MAX}}$ (Intermittent)		2			2		°C
Non-Linearity	$I_R = 1\text{ mA}$		0.3	0.5		0.3	1	°C

Temperature Accuracy LM335, LM335A (Note 1)

PARAMETER	CONDITIONS	LM335A			LM335			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Operating Output Voltage	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1\text{ mA}$	2.95	2.98	3.01	2.92	2.98	3.04	V
Uncalibrated Temperature Error	$T_C = 25^\circ\text{C}, I_R = 1\text{ mA}$		1	3		2	6	°C
Uncalibrated Temperature Error	$T_{\text{MIN}} < T_C < T_{\text{MAX}}, I_R = 1\text{ mA}$		2	5		4	9	°C
Temperature Error with 25°C Calibration	$T_{\text{MIN}} < T_C < T_{\text{MAX}}, I_R = 1\text{ mA}$		0.5	1		1	2	°C
Calibrated Error at Extended Temperatures	$T_C = T_{\text{MAX}}$ (Intermittent)		2			2		°C
Non-Linearity	$I_R = 1\text{ mA}$		0.3	1.5		0.3	1.5	°C

Electrical Characteristics (Note 1)

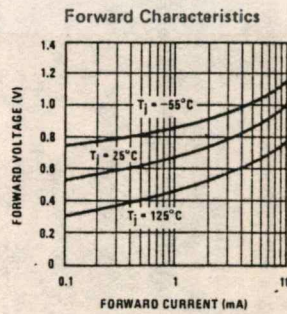
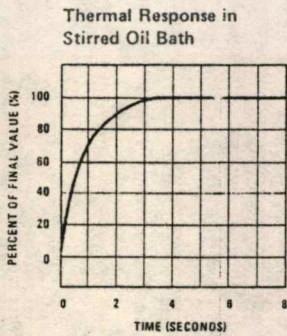
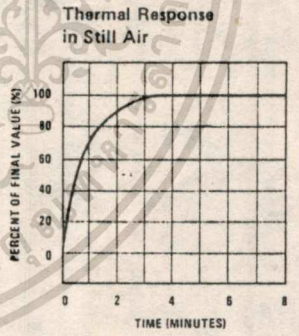
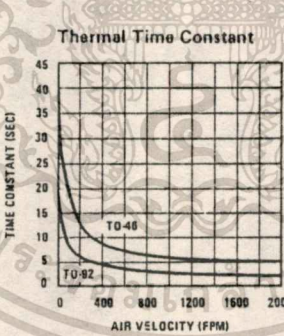
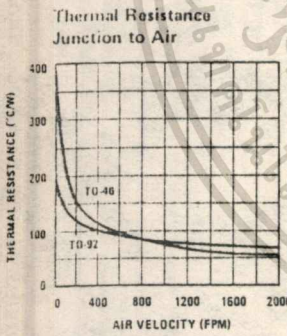
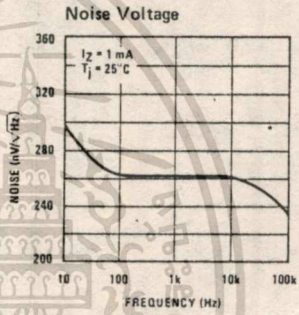
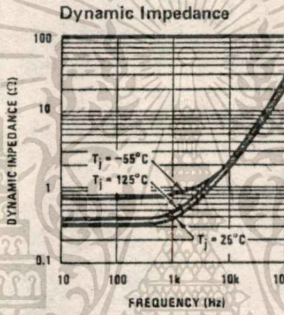
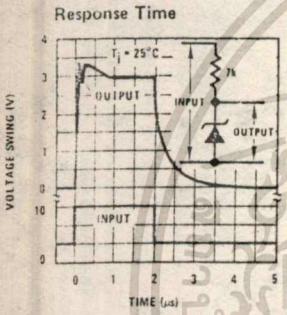
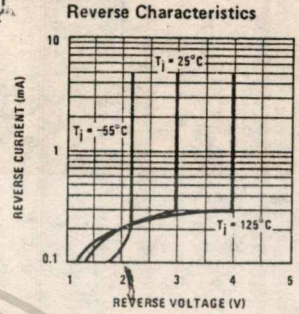
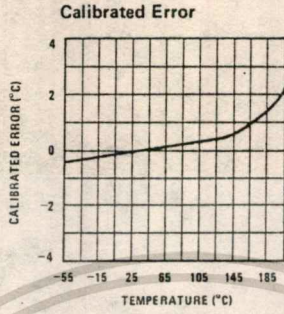
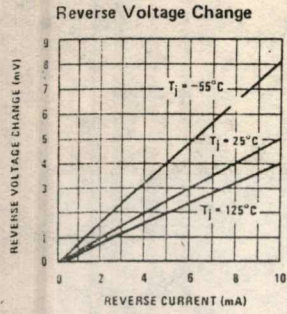
PARAMETER	CONDITIONS	LM135/LM235 LM135A/LM235A			LM335 LM335A			UNITS
		MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
Operating Output Voltage Change with Current	$400\ \mu\text{A} < I_R < 5\text{ mA}$ At Constant Temperature		2.5	10		3	14	mV
Dynamic Impedance	$I_R = 1\text{ mA}$		0.5			0.6		Ω
Output Voltage Temperature Drift			+10			+10		mV/°C
Time Constant	Still Air		80			80		sec
	100 ft/Min Air		10			10		sec
	Stirred Oil		1			1		sec
Time Stability	$T_C = 125^\circ\text{C}$		0.2			0.2		°C/yr

Note 1: Accuracy measurements are made in a well-stirred oil bath. For other conditions, self heating must be considered.

Note 2: Continuous operation at these temperatures for 10,000 hours for H package and 5,000 hours for Z package may decrease life expectancy of the device.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Typical Performance Characteristics



LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Application Hints

CALIBRATING THE LM135

Included on the LM135 chip is an easy method of calibrating the device for higher accuracies. A pot connected across the LM135 with the arm tied to the adjustment terminal allows a 1-point calibration of the sensor that corrects for inaccuracy over the full temperature range.

This single point calibration works because the output of the LM135 is proportional to absolute temperature with the extrapolated output of sensor going to 0V output at 0°K (-273.15°C). Errors in output voltage versus temperature are only slope (or scale factor) so a slope calibration at one temperature corrects at all temperatures.

The output of the device (calibrated or uncalibrated) can be expressed as:

$$V_{OUT_T} = V_{OUT_{T_0}} \times \frac{T}{T_0}$$

where T is the unknown temperature and T₀ is a reference temperature, both expressed in degrees Kelvin. By calibrating the output to read correctly at one

temperature the output at all temperatures is correct. Nominally the output is calibrated at 10 mV/°K.

To insure good sensing accuracy several precautions must be taken. Like any temperature sensing device self heating can reduce accuracy. The LM135 should be operated at the lowest current suitable for the application. Sufficient current, of course, must be available to drive both the sensor and the calibration pot at the maximum operating temperature.

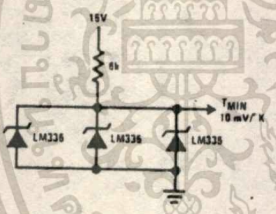
If the sensor is used in an ambient where the thermal resistance is constant, self heating errors can be calibrated out. This is possible if the device is run with a temperature stable current. Heating will then be proportional to zener voltage and therefore temperature. This makes the self heating error proportional to absolute temperature the same as scale factor errors.

WATERPROOFING SENSORS

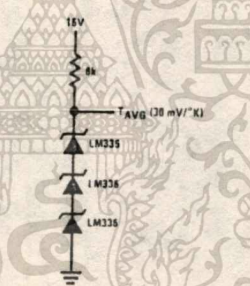
Meltable inner core heat shrinkable tubing such as manufactured by Raychem can be used to make low-cost waterproof sensors. The LM335 is inserted into the tubing about 1/2" from the end and the tubing heated above the melting point of the core. The unfilled 1/2" end melts and provides a seal over the device.

Typical Applications (Continued)

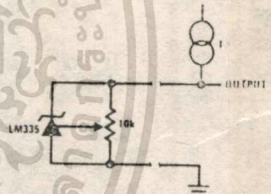
Minimum Temperature Sensing



Average Temperature Sensing



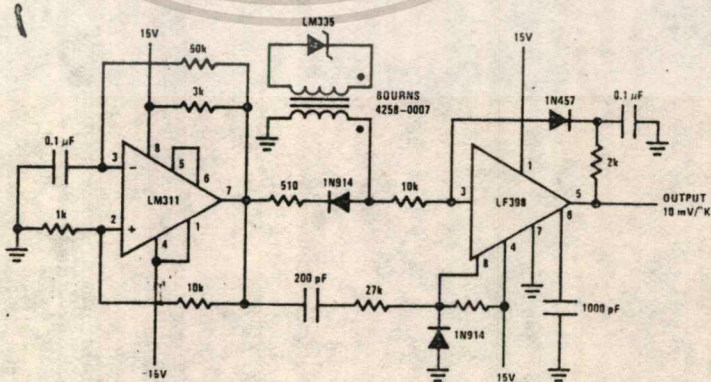
Remote Temperature Sensing



Wire length for 1° C error due to wire drop

AWG	I _R = 1 mA		I _R = 0.5 mA	
	FEET	FEET	FEET	FEET
14	4000	8000		
16	2500	5000		
18	1600	3200		
20	1000	2000		
22	625	1250		
24	400	800		

Isolated Temperature Sensor



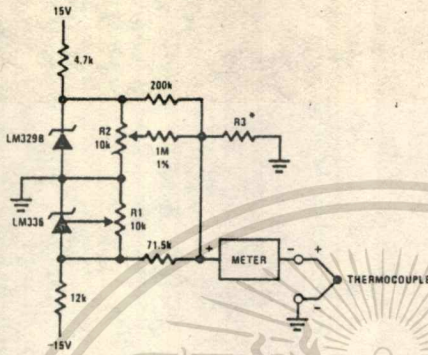
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

Typical Applications (Continued)

THERMOCOUPLE COLD JUNCTION COMPENSATION

Compensation for Grounded Thermocouple



*Select R3 for proper thermocouple type

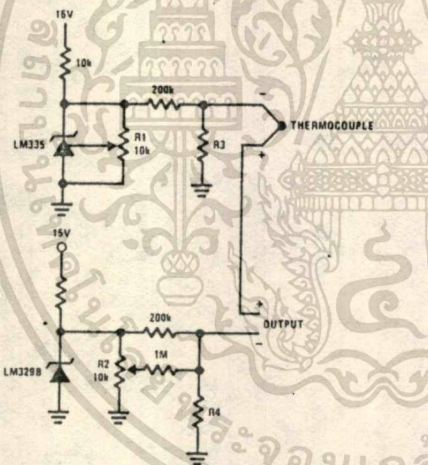
THERMO- COUPLE	R3	SEEBECK COEFFICIENT
J	377Ω	52.3 μV/°C
T	308Ω	42.8 μV/°C
K	293Ω	40.8 μV/°C
S	45.8Ω	6.4 μV/°C

Adjustments: Compensates for both sensor and resistor tolerances

1. Short LM329B
2. Adjust R1 for Seebeck Coefficient times ambient temperature (in degrees K) across R3
3. Short LM338 and adjust R2 for voltage across R3 corresponding to thermocouple type

J	14.32 mV	K	11.17 mV
T	11.79 mV	S	1.768 mV

Single Power Supply Cold Junction Compensation



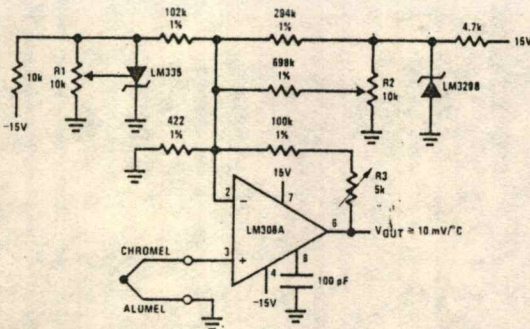
*Select R3 and R4 for thermocouple type

THERMO- COUPLE	R3	R4	SEEBECK COEFFICIENT
J	1.05K	385Ω	52.3 μV/°C
T	856Ω	315Ω	42.8 μV/°C
K	816Ω	300Ω	40.8 μV/°C
S	128Ω	46.3Ω	6.4 μV/°C

- Adjustments:
1. Adjust R1 for the voltage across R3 equal to the Seebeck Coefficient times ambient temperature in degrees Kelvin.
 2. Adjust R2 for voltage across R4 corresponding to thermocouple

J	14.32 mV	K	11.17 mV
T	11.79 mV	S	1.768 mV

Centigrade Calibrated Thermocouple Thermometer



Terminate thermocouple reference junction in close proximity to LM335.

Adjustments:

1. Apply signal in place of thermocouple and adjust R3 for a gain of 245.7.
2. Short non-inverting input of LM308A and output of LM329B to ground.
3. Adjust R1 so that $V_{OUT} = 2.982V @ 25^{\circ}C$.
4. Remove short across LM329B and adjust R2 so that $V_{OUT} = 246 mV @ 25^{\circ}C$.
5. Remove short across thermocouple.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

Definition of Terms

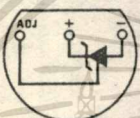
Operating Output Voltage: The voltage appearing across the positive and negative terminals of the device at specified conditions of operating temperature and current.

Uncalibrated Temperature Error: The error between the operating output voltage at $10 \text{ mV}/^\circ\text{K}$ and case temperature at specified conditions of current and case temperature.

Calibrated Temperature Error: The error between operating output voltage and case temperature at $10 \text{ mV}/^\circ\text{K}$ over a temperature range at a specified operating current with the 25°C error adjusted to zero.

Connection Diagrams

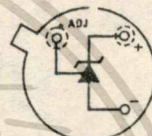
TO-92
Plastic Package



BOTTOM VIEW

Order Number LM335Z
or LM335AZ
See NS Package Z03A

TO-46
Metal Can Package*



BOTTOM VIEW

* Case is connected to negative pin

Order Number LM135H,
LM235H, LM335H, LM135AH,
LM235AH or LM335AH
See NS Package H03H

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MC14584B

CMOS SSI

(LOW-POWER COMPLEMENTARY MOS)

HEX SCHMITT TRIGGER

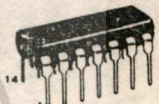
HEX SCHMITT TRIGGER

The MC14584B Hex Schmitt Trigger is constructed with MOS P-channel and N-channel enhancement mode devices in a single monolithic structure. These devices find primary use where low power dissipation and/or high noise immunity is desired. The MC14584B may be used in place of the MC14069UB hex inverter for enhanced noise immunity to "square up" slowly changing waveforms.

- Supply Voltage Range = 3.0 Vdc to 18 Vdc
- Capable of Driving Two Low-power TTL Loads or One Low-power Schottky TTL Load over the Rated Temperature Range
- Double Diode Protection on All Inputs
- Can Be Used to Replace MC14069UB
- For Greater Hysteresis, Use MC14106B which is Pin-for-Pin Replacement for CD40106B and MM74C14



L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 632*



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646

ORDERING INFORMATION

A Series: -55°C to +125°C
MC14XXXBAL (Ceramic Package Only)

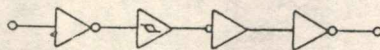
C Series: -40°C to +85°C
MC14XXXBCP (Plastic Package)
MC14XXXBCL (Ceramic Package)

MAXIMUM RATINGS* (Voltages Referenced to V_{SS})

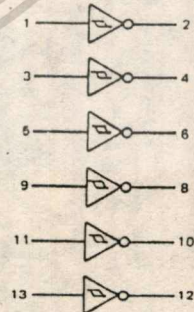
Symbol	Parameter	Value	Unit
V _{DD}	DC Supply Voltage	-0.5 to +18.0	V
V _{in} , V _{out}	Input or Output voltage (DC or Transient)	-0.5 to V _{DD} + 0.5	V
I _{in} , I _{out}	Input or Output Current (DC or Transient), per Pin	± 10	mA
P _D	Power Dissipation, per Package†	500	mW
T _{stg}	Storage Temperature	-65 to +150	°C
T _L	Lead Temperature (B-Second Soldering)	260	°C

*Maximum Ratings are those values beyond which damage to the device may occur.
†Temperature Derating: Plastic "P" Package - 12mW/°C from 65°C to 85°C
Ceramic "L" Package - 12mW/°C from 100°C to 125°C

EQUIVALENT CIRCUIT SCHEMATIC (1/6 OF CIRCUIT SHOWN)



LOGIC DIAGRAM



V_{DD} = Pin 14
V_{SS} = Pin 7

This device contains protection circuitry to guard against damage due to high static voltages or electric fields. However, precautions must be taken to avoid applications of any voltage higher than maximum rated voltages to this high-impedance circuit. For proper operation, V_{in} and V_{out} should be constrained to the range V_{SS} < (V_{in} or V_{out}) < V_{DD}. Unused inputs must always be tied to an appropriate logic voltage level (e.g., either V_{SS} or V_{DD}). Unused outputs must be left open.

MC14584B

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Voltages Referenced to V_{SS})

Characteristic	Symbol	V _{DD} Vdc	T _{low} *		25°C			T _{high} *		Unit
			Min	Max	Min	Typ #	Max	Min	Max	
Output Voltage "0" Level V _{in} = V _{DD}	V _{OL}	5.0	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	Vdc
		10	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	
		15	-	0.05	-	0	0.05	-	0.05	
"1" Level V _{in} = 0	V _{OH}	5.0	4.95	-	4.95	5.0	-	4.95	-	Vdc
		10	9.95	-	9.95	10	-	9.95	-	
		15	14.95	-	14.95	15	-	14.95	-	
Output Drive Current (AL Device) (V _{OH} = 2.5 Vdc) (V _{OH} = 4.6 Vdc) (V _{OH} = 9.5 Vdc) (V _{OH} = 13.5 Vdc) (V _{OL} = 0.4 Vdc) (V _{OL} = 0.5 Vdc) (V _{OL} = 1.5 Vdc)	Source I _{OH}	5.0	-3.0	-	-2.4	-4.2	-	-1.7	-	mA _{dc}
		5.0	-0.64	-	-0.51	-0.88	-	-0.36	-	
		10	-1.6	-	-1.3	-2.25	-	-0.9	-	
	Sink I _{OL}	5.0	0.64	-	0.51	0.88	-	0.36	-	mA _{dc}
		10	1.6	-	1.3	2.25	-	0.9	-	
		15	4.2	-	3.4	8.8	-	2.4	-	
Output Drive Current (CL/CP Device) (V _{OH} = 2.5 Vdc) (V _{OH} = 4.6 Vdc) (V _{OH} = 9.5 Vdc) (V _{OH} = 13.5 Vdc) (V _{OL} = 0.4 Vdc) (V _{OL} = 0.5 Vdc) (V _{OL} = 1.5 Vdc)	Source I _{OH}	5.0	-2.5	-	-2.1	-4.2	-	-1.7	-	mA _{dc}
		5.0	-0.52	-	-0.44	-0.88	-	-0.36	-	
		10	-1.3	-	-1.1	-2.25	-	-0.9	-	
	Sink I _{OL}	5.0	0.52	-	0.44	0.88	-	0.36	-	mA _{dc}
		10	1.3	-	1.1	2.25	-	0.9	-	
		15	3.6	-	3.0	8.8	-	2.4	-	
Input Current (AL Device)	I _{in}	15	-	±0.1	-	+0.00001	±0.1	-	±1.0	μA _{dc}
Input Current (CL/CP Device)	I _{in}	15	-	±0.3	-	+0.00001	±0.3	-	±1.0	μA _{dc}
Input Capacitance (V _{in} = 0)	C _{in}	-	-	-	-	5.0	7.5	-	-	pF
Quiescent Current (AL Device) (Per Package)	I _{DD}	5.0	-	0.25	-	0.0005	0.25	-	7.5	μA _{dc}
		10	-	0.50	-	0.0010	0.50	-	15	
		15	-	1.00	-	0.0015	1.00	-	30	
Quiescent Current (CL/CP Device) (Per Package)	I _{DD}	5.0	-	1.0	-	0.0005	1.0	-	7.5	μA _{dc}
		10	-	2.0	-	0.0010	2.0	-	15	
		15	-	4.0	-	0.0015	4.0	-	34	
Total Supply Current**† (Dynamic plus Quiescent, Per Package) (C _L = 50 pF on all outputs, all buffers switching)	I _T	5.0	I _T = (1.8 μA/kHz) f + I _{DD}							μA _{dc}
		10	I _T = (3.6 μA/kHz) f + I _{DD}							
		15	I _T = (5.4 μA/kHz) f + I _{DD}							
Hysteresis Voltage	V _H *	5.0	0.27	1.0	0.25	0.6	1.0	0.21	1.0	Vdc
		10	0.36	1.3	0.30	0.70	1.2	0.25	1.2	
		15	0.77	1.7	0.60	1.1	1.5	0.50	1.4	
Threshold Voltage Positive-Going	V _{T+}	5.0	1.9	3.5	1.8	2.7	3.4	1.7	3.4	Vdc
		10	3.4	7.0	3.3	5.3	6.9	3.2	6.9	
		15	5.2	10.6	5.2	8.0	10.5	5.2	10.5	
Negative-Going	V _{T-}	5.0	1.6	3.3	1.6	2.1	3.2	1.5	3.2	Vdc
		10	3.0	6.7	3.0	4.6	6.7	3.0	6.7	
		15	4.5	9.7	4.6	6.9	9.8	4.7	9.9	

*T_{low} = -55°C for AL Device, -40°C for CL/CP Device.
T_{high} = +125°C for AL Device, +85°C for CL/CP Device.

#Data labeled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

**The formulas given are for the typical characteristics only at 25°C.

†To calculate total supply current at loads other than 50 pF:

$$I_T(C_L) = I_T(50 \text{ pF}) + (C_L - 50) V/k$$

where: I_T is in μA (per package), C_L in pF, V = (V_{DD} - V_{SS}) in volts, f in kHz is input frequency, and k = 0.001.

#V_H = V_{T+} - V_{T-}. (But maximum variation of V_H is specified as less than V_{T+ max} - V_{T- min}).

MC14584B

SWITCHING CHARACTERISTICS ($C_L = 50 \text{ pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

Characteristic	Symbol	V_{DD} Vdc f	Min	Typ #	Max	Unit
Output Rise Time	t_{TLH}	5.0	—	100	200	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	
Output Fall Time	t_{THL}	5.0	—	100	200	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	
Propagation Delay Time	t_{PLH}, t_{PHL}	5.0	—	125	250	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	

*Data labelled "Typ" is not to be used for design purposes but is intended as an indication of the IC's potential performance.

FIGURE 1 - SWITCHING TIME TEST CIRCUIT AND WAVEFORMS



FIGURE 2 - TYPICAL SCHMITT TRIGGER APPLICATIONS

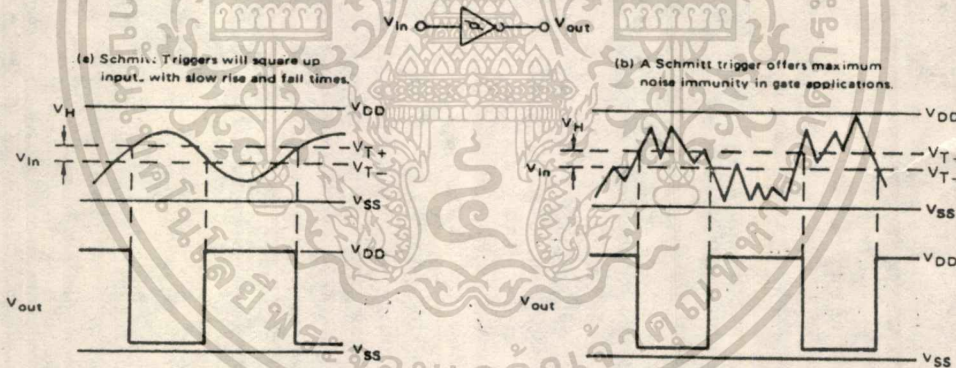
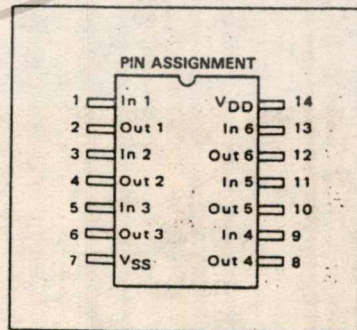
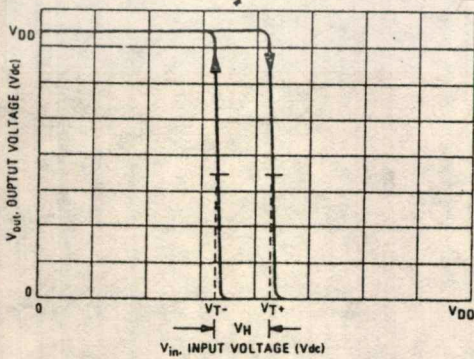


FIGURE 3 - TYPICAL TRANSFER CHARACTERISTICS



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

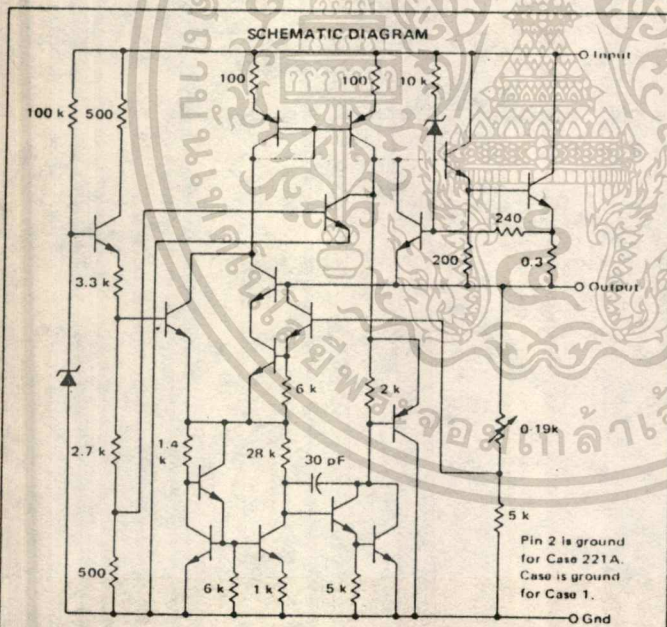
MC7800 Series

Advance Information

3-TERMINAL POSITIVE VOLTAGE REGULATORS

These voltage regulators are monolithic integrated circuits designed as fixed-voltage regulators for a wide variety of applications including local, on-card regulation. These regulators employ internal current limiting, thermal shutdown, and safe-area compensation. With adequate heatsinking they can deliver output currents in excess of 1.0 ampere. Although designed primarily as a fixed voltage regulator, these devices can be used with external components to obtain adjustable voltages and currents.

- Output Current in Excess of 1.0 Ampere
- No External Components Required
- Internal Thermal Overload Protection
- Internal Short-Circuit Current Limiting
- Output Transistor Safe Area Compensation
- Output Voltage Offered in 2% and 4% Tolerance



ORDERING INFORMATION

Device	Output Voltage Tolerance	Temperature Range	Package
MC78XXK	4%	-55 to +150°C	Metal Power
MC78XXAK	2%		
MC78XXCK	4%	0 to +125°C	Plastic Power
MC78XXACK	2%		
MC78XXCT	4%		
MC78XXACT	2%		

XX Indicates Nominal Voltage

This is advance information and specifications are subject to change without notice.

THREE-TERMINAL POSITIVE FIXED VOLTAGE REGULATORS

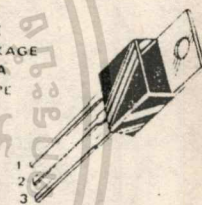
K SUFFIX
METAL PACKAGE
CASE 1
(TO-3 TYPE)

PIN 1 INPUT
2 OUTPUT
CASE GROUND



T SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 221A
(TO-220 TYPE)

PIN 1 INPUT
2 GROUND
3 OUTPUT



STANDARD APPLICATION



A common ground is required between the input and the output voltages. The input voltage must remain typically 2.0 V above the output voltage even during the low point on the input ripple voltage.

XX = these two digits of the type number indicate voltage

* C_{in} is required if regulator is located an appreciable distance from power supply filter.

** C_O is not needed for stability; however, it does improve transient response.

XX indicates nominal voltage

TYPE NO./VOLTAGE			
MC7805	5.0 Volts	MC7815	15 Volts
MC7806	6.0 Volts	MC7818	18 Volts
MC7808	8.0 Volts	MC7824	24 Volts
MC7812	12 Volts		

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7800 Series

MC7800 Series MAXIMUM RATINGS ($T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.)

Rating	Symbol	Value	Unit
Input Voltage (5.0 V - 18 V) (24 V)	V_{in}	35 40	Vdc
Power Dissipation and Thermal Characteristics			
Plastic Package			
$T_A = +25^\circ\text{C}$ Derate above $T_A = +25^\circ\text{C}$	P_D	Internally Limited	Watts
Thermal Resistance, Junction to Air	$1/\theta_{JA}$	15.4	mW/°C
$T_C = +25^\circ\text{C}$ Derate above $T_C = +25^\circ\text{C}$ (See Figure 1)	θ_{JA}	65	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	P_D	Internally Limited	Watts
	$1/\theta_{JC}$	200	mW/°C
	θ_{JC}	5.0	°C/W
Metal Package			
$T_A = +25^\circ\text{C}$ Derate above $T_A = +25^\circ\text{C}$	P_D	Internally Limited	Watts
Thermal Resistance, Junction to Air	$1/\theta_{JA}$	22.5	mW/°C
$T_C = +25^\circ\text{C}$ Derate above $T_C = +65^\circ\text{C}$ (See Figure 2)	θ_{JA}	45	°C/W
Thermal Resistance, Junction to Case	P_D	Internally Limited	Watts
	$1/\theta_{JC}$	182	mW/°C
	θ_{JC}	5.5	°C/W
Storage Junction Temperature Range	T_{stg}	-65 to +150*	°C
Operating Junction Temperature Range	T_J	MC7800, A -55 to +150 MC7800C, AC 0 to +150	°C

DEFINITIONS

Line Regulation The change in output voltage for a change in the input voltage. The measurement is made under conditions of low dissipation or by using pulse techniques such that the average chip temperature is not significantly affected.

Load Regulation The change in output voltage for a change in load current at constant chip temperature.

Maximum Power Dissipation The maximum total device dissipation for which the regulator will operate within specifications.

Quiescent Current That part of the input current that is not delivered to the load.

Output Noise Voltage The rms ac voltage at the output, with constant load and no input ripple, measured over a specified frequency range.

Long Term Stability Output voltage stability under accelerated life test conditions with the maximum rated voltage listed in the devices' electrical characteristics and maximum power dissipation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7800 Series

MC7805, C
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 10V$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted).

Characteristic	Symbol	MC7805			MC7805C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	4.8	5.0	5.2	4.8	5.0	5.2	Vdc
Output Voltage ($5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$, $P_O < 15\text{ W}$) $7.0\text{ Vdc} < V_{in} < 20\text{ Vdc}$ $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 20\text{ Vdc}$	V_O	4.65	5.0	5.35	4.75	5.0	5.25	Vdc
Line Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) $7.0\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$ $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 12\text{ Vdc}$	R_{regin}		2.0 1.0	50 25		7.0 2.0	100 50	mV
Load Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$ $250\text{ mA} < I_O < 750\text{ mA}$	$R_{regload}$		25 8.0	100 25		40 15	100 50	mV
Quiescent Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_B		3.2	6.0		4.3	8.0	mA
Quiescent Current Change $7.0\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$ $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$	ΔI_B		0.3 0.04	0.8 0.5			1.3 0.5	mA
Ripple Rejection $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 18\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$	RR		RR	75		RR		dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} V_O$		2.0	2.5		2.0		Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$	V_n		10	40		10		$\mu\text{V}/V_O$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	R_O		17			17		m Ω
Short-Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}		0.2	1.2		0.2		A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{max}	1.3	2.5	3.3		2.2		A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O		+0.6			-1.1		mV/ $^\circ\text{C}$

MC7805A, AC
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 10\text{ V}$, $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted)

Characteristics	Symbol	MC7805A			MC7805AC			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	4.9	5.0	5.1	4.9	5.0	5.1	Vdc
Output Voltage ($5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$, $P_O < 15\text{ W}$) $7.5\text{ Vdc} < V_{in} < 20\text{ Vdc}$	V_O	4.8	5.0	5.2	4.8	5.0	5.2	Vdc
Line Regulation (Note 2) $7.5\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 12\text{ Vdc}$ $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 12\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $7.3\text{ Vdc} < V_{in} < 20\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	R_{regin}		2.0 3.0 1.0 2.0	30 10 4.0 10		7.0 10 2.0 7.0	50 50 25 10	mV
Load Regulation (Note 2) $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $250\text{ mA} < I_O < 750\text{ mA}$	$R_{regload}$		25 8.0	50 25		25 25 8.0	100 100 50	mV
Quiescent Current $T_J = +25^\circ\text{C}$	I_B		3.2	5.0 4.0		4.3	6.0 6.0	mA
Quiescent Current Change $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ $7.5\text{ Vdc} < V_{in} < 20\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$	ΔI_B		0.3 0.2 0.04	0.5 0.5 0.2			0.8 0.8 0.5	mA
Ripple Rejection $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 18\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 18\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $I_O = 500\text{ mA}$	RR		68 75 68	75				dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} V_O$		2.0	2.5		2.0		Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$	V_n		10	40		10		$\mu\text{V}/V_O$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	R_O		17			17		m Ω
Short-Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}		0.2	1.2		0.2		A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{max}	1.3	2.5	3.3		2.2		A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O		+0.6			-1.1		mV/ $^\circ\text{C}$

Notes: 1. $T_{low} = -55^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $= 0^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC
 $T_{high} = +150^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $= +125^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรรมใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7800 Series

MC7806, C
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 11\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} [Note 1] unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7806			MC7806C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	5.75	6.0	6.25	5.75	6.0	6.25	Vdc
Output Voltage ($15.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$, $P_O < 15\text{ W}$) $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 21\text{ Vdc}$ $9.0\text{ Vdc} < V_{in} < 21\text{ Vdc}$	V_O							Vdc
Line Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$ $9.0\text{ Vdc} < V_{in} < 13\text{ Vdc}$	Reg_{lin}	5.65	6.0	6.35	5.7	6.0	6.3	mV
Load Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$ $250\text{ mA} < I_O < 750\text{ mA}$	Reg_{load}		27	100		43	120	mV
Quiescent Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_B		3.2	6.0		4.3	8.0	mA
Quiescent Current Change $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$ $9.0\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$	ΔI_B		0.3	0.8			1.3	mA
Ripple Rejection $9.0\text{ Vdc} < V_{in} < 19\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$	RR	65	73			65		dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} - V_O$		2.0	2.5		2.0		Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$	V_n		10	40		10		$\mu\text{V}/V_O$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	R_O		17			17		m Ω
Short-Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}		0.2	1.2		0.2		A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{max}	1.3	2.5	3.3		2.2		A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O		-0.7			-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$

MC7806A, AC
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 11\text{ V}$, $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} [Note 1] unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7806A			MC7806AC			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	5.88	6.0	6.12	5.88	6.0	6.12	Vdc
Output Voltage ($15.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$, $P_O < 15\text{ W}$) $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 21\text{ Vdc}$	V_O	5.76	6.0	6.24	5.76	6.0	6.24	Vdc
Line Regulation (Note 2) $8.0\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ $9.0\text{ Vdc} < V_{in} < 13\text{ Vdc}$ $9.0\text{ Vdc} < V_{in} < 13\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $8.3\text{ Vdc} < V_{in} < 21\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	Reg_{lin}		3.0	11		9.0	60	mV
Load Regulation (Note 2) $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $250\text{ mA} < I_O < 750\text{ mA}$	Reg_{load}		27	50		43	100	mV
Quiescent Current $T_J = +25^\circ\text{C}$	I_B		3.2	5.0		4.3	6.0	mA
Quiescent Current Change $9.0\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ $8.6\text{ Vdc} < V_{in} < 21\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$	ΔI_B		0.3	0.5			0.8	mA
Ripple Rejection $9.0\text{ Vdc} < V_{in} < 19\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $9.0\text{ Vdc} < V_{in} < 19\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $I_O = 500\text{ mA}$	RR	65	73			65		dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} - V_O$		2.0	2.5		2.0		Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$	V_n		10	40		10		$\mu\text{V}/V_O$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	R_O		17			17		m Ω
Short-Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}		0.2	1.2		0.2		A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{max}	1.3	2.5	3.3		2.2		A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O		-0.7			-0.8		mV/ $^\circ\text{C}$

Notes: 1. $T_{low} = -55^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $= 0^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC

$T_{high} = +150^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $= +125^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7800 Series

MC7808, C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 14\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7808			MC7808C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	7.7	8.0	8.3	7.7	8.0	8.3	Vdc
Output Voltage ($5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$, $P_O < 15\text{ W}$) $10.5\text{ Vdc} < V_{in} < 23\text{ Vdc}$ $11.5\text{ Vdc} < V_{in} < 23\text{ Vdc}$	V_O	7.6	8.0	8.4	7.6	8.0	8.4	Vdc
Line Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) $10.5\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$ $11\text{ Vdc} < V_{in} < 17\text{ Vdc}$	r_{line}	-	3.0	80	-	12	160	mV
Load Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$ $250\text{ mA} < I_O < 750\text{ mA}$	r_{load}	-	28	100	-	45	160	mV
Quiescent Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_B	-	3.2	6.0	-	4.3	8.0	mA
Quiescent Current Change $10.5\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$ $11.5\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$	ΔI_B	-	0.3	0.8	-	-	1.0	mA
Ripple Rejection $11.5\text{ Vdc} < V_{in} < 21.5\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$	RR	62	70	-	62	-	-	dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} - V_O$	-	2.0	2.5	-	2.0	-	Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$	V_n	-	10	40	-	10	-	$\mu\text{V}/V_O$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	R_O	-	18	-	-	18	-	m Ω
Short-Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}	-	0.2	1.2	-	0.2	-	A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{max}	1.3	2.5	3.3	-	2.2	-	A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O	-	-1.0	-	-	-1.0	-	mV/ $^\circ\text{C}$

MC7808A, AC

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 14\text{ V}$, $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7808A			MC7808AC			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	7.84	8.0	8.16	7.84	8.0	8.16	Vdc
Output Voltage ($5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$, $P_O < 15\text{ W}$) $10.6\text{ Vdc} < V_{in} < 23\text{ Vdc}$	V_O	7.7	8.0	8.3	7.7	8.0	8.3	Vdc
Line Regulation (Note 2) $10.6\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ $11\text{ Vdc} < V_{in} < 17\text{ Vdc}$ $11\text{ Vdc} < V_{in} < 17\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $10.4\text{ Vdc} < V_{in} < 23\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	r_{line}	-	4.0	13	-	12	80	mV
Load Regulation (Note 2) $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $250\text{ mA} < I_O < 750\text{ mA}$	r_{load}	-	28	50	-	45	100	mV
Quiescent Current $T_J = +25^\circ\text{C}$	I_B	-	-	5.0	-	6.0	-	mA
Quiescent Current Change $11\text{ Vdc} < V_{in} < 25\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ $10.6\text{ Vdc} < V_{in} < 23\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$	ΔI_B	-	3.2	4.0	-	4.3	6.0	mA
Ripple Rejection $11.5\text{ Vdc} < V_{in} < 21.5\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $11.5\text{ Vdc} < V_{in} < 21.5\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $I_O = 500\text{ mA}$	RR	62	70	-	62	-	-	dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} - V_O$	-	2.0	2.5	-	2.0	-	Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$	V_n	-	10	40	-	10	-	$\mu\text{V}/V_O$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	R_O	-	18	-	-	18	-	m Ω
Short-Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}	-	0.2	1.2	-	0.2	-	A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{max}	1.3	2.5	3.3	-	2.2	-	A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O	-	-1.0	-	-	-0.8	-	mV/ $^\circ\text{C}$

Notes: 1. $T_{low} = -55^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $= 0^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC
 $T_{high} = +150^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $= +125^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC

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

MC7800 Series

MC7812, C
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{in} = 19 V, I_O = 500 mA, T_J = T_{low} to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7812			MC7812C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage (T _J = +25°C)	V _O	11.5	12	12.5	11.5	12	12.5	Vdc
Output Voltage (5.0 mA < I _O < 1.0 A, P _O < 15W) 14.5 Vdc < V _{in} < 27 Vdc 15.5 Vdc < V _{in} < 27 Vdc	V _O	11.4	12	12.6	11.4	12	12.6	Vdc
Line Regulation (T _J = +25°C, Note 2) 14.5 Vdc < V _{in} < 30 Vdc 16 Vdc < V _{in} < 22 Vdc	R _{reglin}		5.0 3.0	120 60		13 6.0	240 120	mV
Load Regulation (T _J = +25°C, Note 2) 5.0 mA < I _O < 1.5 A 250 mA < I _O < 750 mA	R _{regload}		30 10	120 60		46 17	240 120	mV
Quiescent Current (T _J = +25°C)	I _q		3.4	6.0		4.4	8.0	mA
Quiescent Current Change 14.5 Vdc < V _{in} < 30 Vdc 15 Vdc < V _{in} < 30 Vdc 5.0 mA < I _O < 1.0 A	ΔI _q		0.1 0.04	0.8 0.5			1.0 0.5	mA
Ripple Rejection 15 Vdc < V _{in} < 25 Vdc, f = 120 Hz	RR	61	68			60		dB
Dropout Voltage (I _O = 1.0 A, T _J = +25°C)	V _{in} - V _O		2.0	2.5		2.0		Vdc
Output Noise Voltage (T _A = +25°C) 10 Hz < f < 100 kHz	V _n		10	40		10		μV/V _O
Output Resistance (f = 1.0 kHz)	R _O		18			18		mΩ
Short-Circuit Current Limit (T _A = +25°C) V _{in} = 35 Vdc	I _{sc}		0.2	1.2		0.2		A
Peak Output Current (T _J = +25°C)	I _{max}	1.3	2.5	3.3		2.2		A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV _O		1.1			-1.0		mV/°C

MC7812A, AC
ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_{in} = 19 V, I_O = 1.0 A, T_J = T_{low} to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7812A			MC7812AC			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage (T _J = +25°C)	V _O	11.75	12	12.25	11.75	12	12.25	Vdc
Output Voltage (5.0 mA < I _O < 1.0 A, P _O < 15W) 14.8 Vdc < V _{in} < 27 Vdc	V _O	11.5	12	12.5	11.5	12	12.5	Vdc
Line Regulation (14.8 Vdc < V _{in} < 30 Vdc, I _O = 500 mA) 16 Vdc < V _{in} < 22 Vdc 16 Vdc < V _{in} < 22 Vdc, T _J = +25°C 14.5 Vdc < V _{in} < 27 Vdc, T _J = +25°C	R _{reglin}		5.0 8.0 3.0 5.0	18 30 9.0 18		13 6.0 13	120 120 60 120	mV
Load Regulation (Note 2) 5.0 mA < I _O < 1.5 A 5.0 mA < I _O < 1.0 A 5.0 mA < I _O < 1.5 A, T _J = +25°C 250 mA < I _O < 750 mA	R _{regload}		30 10	50 25		46 17	100 100 50	mV
Quiescent Current T _J = +25°C	I _q		3.4	5.0 4.0		4.4	6.0 6.0	mA
Quiescent Current Change 15 Vdc < V _{in} < 30 Vdc, I _O = 500 mA 14.8 Vdc < V _{in} < 27 Vdc, T _J = +25°C 5.0 mA < I _O < 1.0 A	ΔI _q		0.3 0.2 0.04	0.5 0.5 0.7			0.8 0.8 0.5	mA
Ripple Rejection 15 Vdc < V _{in} < 25 Vdc, f = 120 Hz, T _J = +25°C 15 Vdc < V _{in} < 25 Vdc, f = 120 Hz, I _O = 500 mA	RR	61	68			60		dB
Dropout Voltage (I _O = 1.0 A, T _J = +25°C)	V _{in} - V _O		2.0	2.5		2.0		Vdc
Output Noise Voltage (T _A = +25°C) 10 Hz < f < 100 kHz	V _n		10	40		10		μV/V _O
Output Resistance (f = 1.0 kHz)	R _O		18			18		mΩ
Short-Circuit Current Limit (T _A = +25°C) V _{in} = 35 Vdc	I _{sc}		0.2	1.2		0.2		A
Peak Output Current (T _J = +25°C)	I _{max}	1.3	2.5	3.3		2.2		A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV _O		1.5			-1.0		mV/°C

Notes 1 T_{low} = -55°C for MC/BXX, A
 - 0°C for MC78XXC, AC
 2 T_{high} = +150°C for MC78XX, A
 + 125°C for MC78XXC, AC

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7800 Series

MC7815, C
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 23\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, T_J T_{low} to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7815			MC7815C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	14.4	15	15.6	14.4	15	15.6	Vdc
Output Voltage ($5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$, $P_O < 15\text{ W}$) $17.5\text{ Vdc} < V_{in} < 30\text{ Vdc}$ $18.5\text{ Vdc} < V_{in} < 30\text{ Vdc}$	V_O	14.25	15	15.75	14.25	15	15.75	Vdc
Line Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) $17.5\text{ Vdc} < V_{in} < 30\text{ Vdc}$ $20\text{ Vdc} < V_{in} < 26\text{ Vdc}$	R_{regin}	-	6.0	150	-	13	300	mV
Load Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$ $250\text{ mA} < I_O < 750\text{ mA}$	$R_{regload}$	-	32	150	-	52	300	mV
Quiescent Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_B	-	3.4	6.0	-	4.4	8.0	mA
Quiescent Current Change $17.5\text{ Vdc} < V_{in} < 30\text{ Vdc}$ $18.5\text{ Vdc} < V_{in} < 30\text{ Vdc}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$	ΔI_B	-	0.1	0.8	-	0.1	1.0	mA
Ripple Rejection $18.5\text{ Vdc} < V_{in} < 28.5\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$	RR	60	66	-	58	-	-	dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} - V_O$	-	2.0	2.5	-	2.0	-	Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$	V_n	-	10	40	-	10	-	$\mu\text{V}/\sqrt{f}$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	r_{O1}	-	19	-	-	19	-	m Ω
Short Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}	-	0.2	1.2	-	0.2	-	A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{Omax}	1.3	2.5	3.3	-	2.7	-	A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O	-	-1.8	-	-	-1.0	-	mV/ $^\circ\text{C}$

MC7815A, AC
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 23\text{ V}$, $I_O = 1.0\text{ A}$, T_J T_{low} to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7815A			MC7815AC			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	14.7	15	15.6	14.7	15	15.6	Vdc
Output Voltage ($5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$, $P_O < 15\text{ W}$) $17.5\text{ Vdc} < V_{in} < 30\text{ Vdc}$	V_O	14.4	15	15.6	14.4	15	15.6	Vdc
Line Regulation (Note 2) $17.5\text{ Vdc} < V_{in} < 30\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ $20\text{ Vdc} < V_{in} < 26\text{ Vdc}$ $20\text{ Vdc} < V_{in} < 26\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $17.5\text{ Vdc} < V_{in} < 30\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	R_{regin}	-	6.0	22	-	13	150	mV
Load Regulation (Note 2) $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $250\text{ mA} < I_O < 750\text{ mA}$	$R_{regload}$	-	32	50	-	52	100	mV
Quiescent Current $T_J = +25^\circ\text{C}$	I_B	-	10	25	-	20	50	mA
Quiescent Current Change $17.5\text{ Vdc} < V_{in} < 30\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ $17.5\text{ Vdc} < V_{in} < 30\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$	ΔI_B	-	0.3	0.5	-	0.8	0.8	mA
Ripple Rejection $18.5\text{ Vdc} < V_{in} < 28.5\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $18.5\text{ Vdc} < V_{in} < 28.5\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $I_O = 500\text{ mA}$	RR	60	66	-	58	-	-	dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} - V_O$	-	2.0	2.5	-	2.0	-	Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$	V_n	-	10	40	-	10	-	$\mu\text{V}/\sqrt{f}$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	r_{O1}	-	19	-	-	19	-	m Ω
Short Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}	-	0.2	1.2	-	0.2	-	A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{Omax}	1.3	2.5	3.3	-	2.7	-	A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O	-	-1.8	-	-	-1.0	-	mV/ $^\circ\text{C}$

Notes 1 $T_{low} = -55^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 0°C for MC78XXC, AC

$T_{high} = +150^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $+125^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7800 Series

MC7818, C
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 27\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7818			MC7818C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	17.3	18	18.7	17.3	18	18.7	Vdc
Output Voltage ($150\text{ mA} \leq I_O \leq 1.0\text{ A}$, $P_O \leq 15\text{ W}$) 21 Vdc $\leq V_{in} \leq 33\text{ Vdc}$ 22 Vdc $\leq V_{in} \leq 33\text{ Vdc}$	V_O	17.1	18	18.9	17.1	18	18.9	Vdc
Line Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) 21 Vdc $\leq V_{in} \leq 33\text{ Vdc}$ 24 Vdc $\leq V_{in} \leq 30\text{ Vdc}$	ΔV_{Olin}		7.0 4.0	180 90		25 10	360 180	mV
Load Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$ 250 mA $\leq I_O \leq 750\text{ mA}$	ΔV_{Oload}		35 12	180 90		55 22	360 180	mV
Quiescent Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_B		3.5	6.0		4.5	8.0	mA
Quiescent Current Change 21 Vdc $\leq V_{in} \leq 33\text{ Vdc}$ 22 Vdc $\leq V_{in} \leq 33\text{ Vdc}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$	ΔI_B			0.3 0.04			1.0 0.5	mA
Ripple Rejection 22 Vdc $\leq V_{in} \leq 32\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$	r_{RR}	59	65			57		dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} - V_O$		2.0	2.5		2.0		Vdc
Output Noise Voltage ($I_A = +25^\circ\text{C}$) 10 Hz $\leq f \leq 100\text{ kHz}$	V_n		10	40		10		$\mu\text{V}/V_O$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	R_O		19			19		m Ω
Short-Circuit Current Limit ($I_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}		0.2	1.2		0.2		A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{max}	1.3	2.5	3.3		2.2		A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O		2.3			-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$

MC7818A, AC
ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 27\text{ V}$, $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7818A			MC7818AC			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	17.64	18	18.36	17.64	18	18.36	Vdc
Output Voltage ($150\text{ mA} \leq I_O \leq 1.0\text{ A}$, $P_O \leq 15\text{ W}$) 21 Vdc $\leq V_{in} \leq 33\text{ Vdc}$	V_O	17.3	18	18.7	17.3	18	18.7	Vdc
Line Regulation (Note 2) 21 Vdc $\leq V_{in} \leq 33\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ 24 Vdc $\leq V_{in} \leq 30\text{ Vdc}$ 24 Vdc $\leq V_{in} \leq 30\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ 20.6 Vdc $\leq V_{in} \leq 33\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	ΔV_{Olin}		7.0 12 4.0 7.0	31 45 15 31		25 28 10 25	180 180 90 180	mV
Load Regulation (Note 2) 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.5\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ 250 mA $\leq I_O \leq 750\text{ mA}$	ΔV_{Oload}		35 12	50 25		55 55 22	100 100 50	mV
Quiescent Current $T_J = +25^\circ\text{C}$	I_B		3.4	5.5		4.5	6.0	mA
Quiescent Current Change 21 Vdc $\leq V_{in} \leq 33\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ 21 Vdc $\leq V_{in} \leq 33\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ 5.0 mA $\leq I_O \leq 1.0\text{ A}$	ΔI_B		0.3 0.2 0.04	0.5 0.5 0.2			0.8 0.8 0.5	mA
Ripple Rejection 22 Vdc $\leq V_{in} \leq 32\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ 22 Vdc $\leq V_{in} \leq 32\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $I_O = 500\text{ mA}$	r_{RR}	59	65			57		dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} - V_O$		2.0	2.5		2.0		Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) 10 Hz $\leq f \leq 100\text{ kHz}$	V_n		10	40		10		$\mu\text{V}/V_O$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	R_O		19			19		m Ω
Short-Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}		0.2	1.2		0.2		A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{max}	1.3	2.5	3.3		2.2		A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O		2.3			-1.0		mV/ $^\circ\text{C}$

Notes: 1. $T_{low} = -55^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $= 0^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC
 $T_{high} = +150^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $= +125^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7800 Series

MC7824, C

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 33\text{ V}$, $I_O = 500\text{ mA}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7824			MC7824C			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	23	24	25	23	24	25	Vdc
Output Voltage ($5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$, $P_O < 15\text{ W}$) $27\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$ $28\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$	V_O	22.8	24	25.2	22.8	24	25.2	Vdc
Line Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) $27\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$ $30\text{ Vdc} < V_{in} < 36\text{ Vdc}$	Reg_{in}	-	10	240	-	31	480	mV
Load Regulation ($T_J = +25^\circ\text{C}$, Note 2) $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$ $750\text{ mA} < I_O < 750\text{ mA}$	Reg_{load}	-	40	240	-	60	480	mV
Quiescent Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_B	-	3.6	6.0	-	4.6	8.0	mA
Quiescent Current Change $27\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$ $28\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$	ΔI_B	-	0.3	0.8	-	1.0	-	mA
Ripple Rejection $28\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$	RR	56	62	-	54	-	-	dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} - V_O$	-	2.0	2.5	-	2.0	-	Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$	V_n	-	10	40	-	10	-	$\mu\text{V}/\sqrt{f}$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	R_O	-	20	-	-	20	-	m Ω
Short-Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}	-	0.2	1.2	-	0.2	-	A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{max}	1.3	2.5	3.3	-	2.2	-	A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O	-	-1.0	-	-	-1.5	-	mV/ $^\circ\text{C}$

MC7824A, AC

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{in} = 33\text{ V}$, $I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = T_{low}$ to T_{high} (Note 1) unless otherwise noted.)

Characteristic	Symbol	MC7824A			MC7824AC			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Output Voltage ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	V_O	23.5	24	24.5	23.5	24	24.5	Vdc
Output Voltage ($5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$, $P_O < 15\text{ W}$) $27.3\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$	V_O	23	24	25	23	24	25	Vdc
Line Regulation (Note 2) $27\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ $30\text{ Vdc} < V_{in} < 36\text{ Vdc}$ $30\text{ Vdc} < V_{in} < 36\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $26.7\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$	Reg_{in}	-	10	36	-	31	240	mV
Load Regulation (Note 2) $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.5\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $250\text{ mA} < I_O < 750\text{ mA}$	Reg_{load}	-	40	50	-	60	100	mV
Quiescent Current $T_J = +25^\circ\text{C}$	I_B	-	3.6	6.0	-	4.6	6.0	mA
Quiescent Current Change $27.3\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$, $I_O = 500\text{ mA}$ $27.3\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $5.0\text{ mA} < I_O < 1.0\text{ A}$	ΔI_B	-	0.1	0.4	-	0.8	0.5	mA
Ripple Rejection $28\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$ $28\text{ Vdc} < V_{in} < 38\text{ Vdc}$, $f = 120\text{ Hz}$, $I_O = 500\text{ mA}$	RR	56	62	-	54	-	-	dB
Dropout Voltage ($I_O = 1.0\text{ A}$, $T_J = +25^\circ\text{C}$)	$V_{in} - V_O$	-	2.0	2.5	-	2.0	-	Vdc
Output Noise Voltage ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $10\text{ Hz} < f < 100\text{ kHz}$	V_n	-	10	40	-	10	-	$\mu\text{V}/\sqrt{f}$
Output Resistance ($f = 1.0\text{ kHz}$)	R_O	-	20	-	-	20	-	m Ω
Short-Circuit Current Limit ($T_A = +25^\circ\text{C}$) $V_{in} = 35\text{ Vdc}$	I_{sc}	-	0.2	1.2	-	0.2	-	A
Peak Output Current ($T_J = +25^\circ\text{C}$)	I_{max}	1.3	2.5	3.3	-	2.2	-	A
Average Temperature Coefficient of Output Voltage	TCV_O	-	-1.0	-	-	-1.5	-	mV/ $^\circ\text{C}$

Notes: 1. $T_{low} = -55^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $= 0^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC

2. $T_{high} = +150^\circ\text{C}$ for MC78XX, A
 $= +125^\circ\text{C}$ for MC78XXC, AC

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

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7800 Series

TYPICAL CHARACTERISTICS
($T_A = +25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.)

FIGURE 1 - WORST CASE POWER DISSIPATION
versus AMBIENT TEMPERATURE (Case 221A)

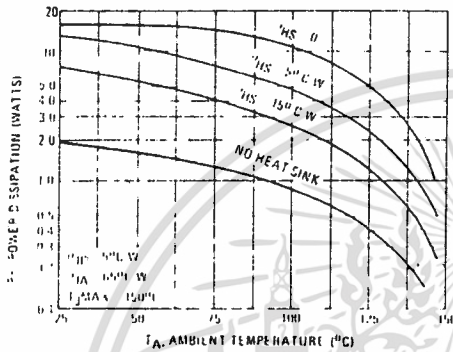


FIGURE 2 - WORST CASE POWER DISSIPATION
versus AMBIENT TEMPERATURE (Case 1)

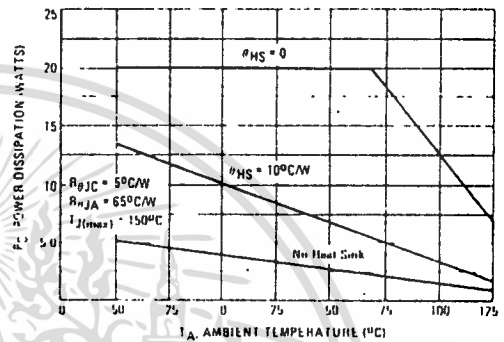


FIGURE 3 - INPUT OUTPUT DIFFERENTIAL AS A
FUNCTION OF JUNCTION TEMPERATURE
(MC78XXC, AC)

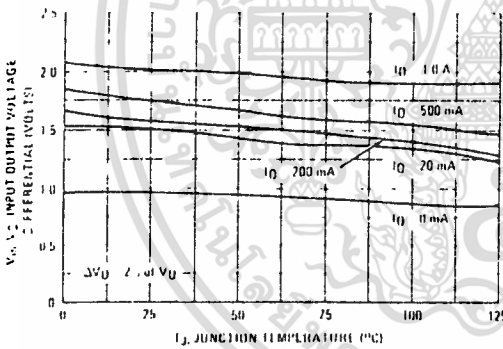


FIGURE 4 - INPUT OUTPUT DIFFERENTIAL AS A
FUNCTION OF JUNCTION TEMPERATURE
(MC78XX, A)

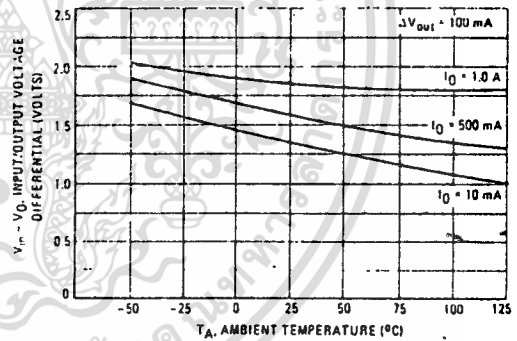


FIGURE 5 - PEAK OUTPUT CURRENT AS A FUNCTION
OF INPUT-OUTPUT DIFFERENTIAL VOLTAGE
(MC78XXC, AC)

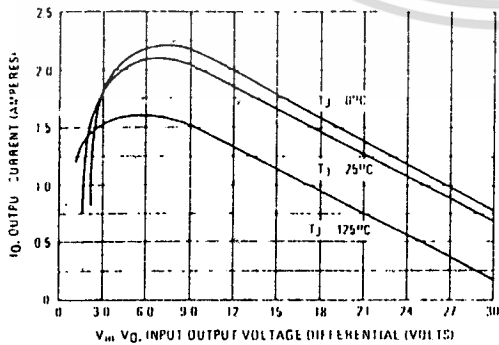
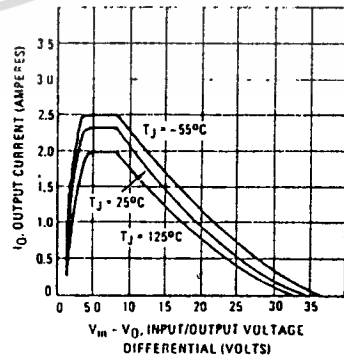


FIGURE 6 - PEAK OUTPUT CURRENT AS A
FUNCTION OF INPUT-OUTPUT DIFFERENTIAL
VOLTAGE (MC78XX, A)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7800 Series

TYPICAL CHARACTERISTICS (continued)
($T_A = 25^\circ\text{C}$ unless otherwise noted.)

FIGURE 7 - RIPPLE REJECTION AS A FUNCTION OF OUTPUT VOLTAGES (MC78XXC, AC)

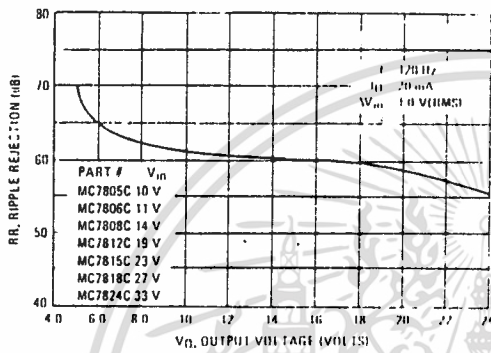


FIGURE 8 - RIPPLE REJECTION AS A FUNCTION OF FREQUENCY (MC78XXC, AC)

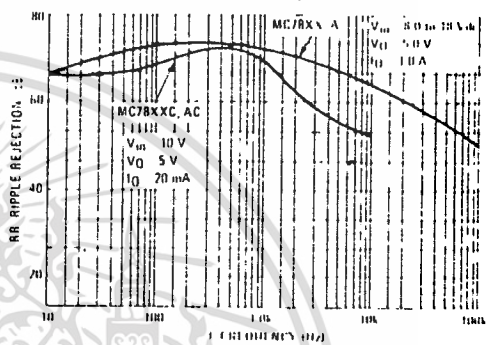


FIGURE 9 - OUTPUT VOLTAGE AS A FUNCTION OF JUNCTION TEMPERATURE (MC78XXC, AC)

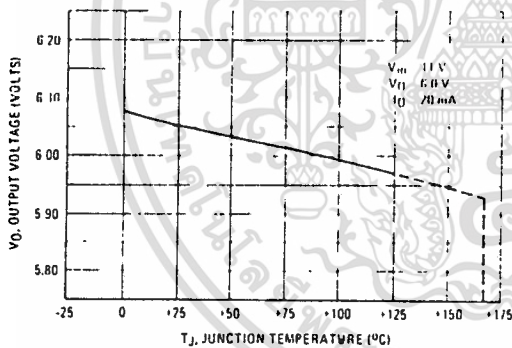


FIGURE 10 - OUTPUT IMPEDANCE AS A FUNCTION OF OUTPUT VOLTAGE (MC78XXC, AC)

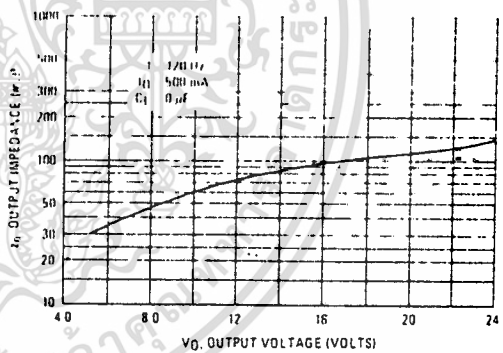


FIGURE 11 - QUIESCENT CURRENT AS A FUNCTION OF TEMPERATURE (MC78XXC, AC)

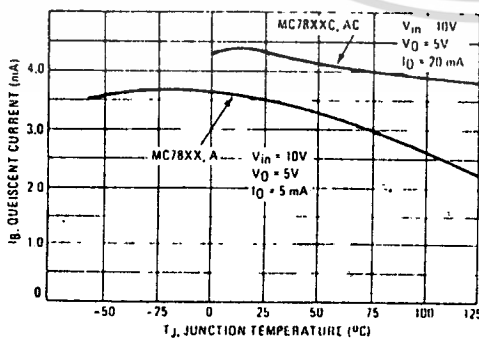
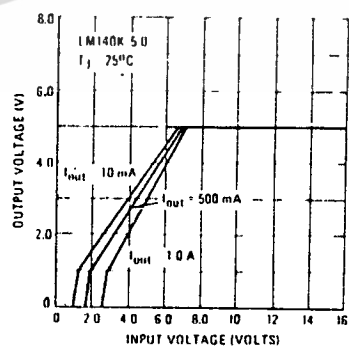


FIGURE 12 - DROPOUT CHARACTERISTICS (MC78XX, A)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MC7800 Series

APPLICATIONS INFORMATION

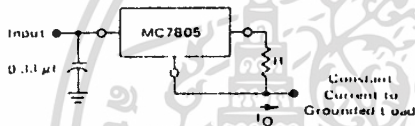
Design Considerations

The MC7800 Series of fixed voltage regulators are designed with Thermal Overload Protection that shuts down the circuit when subjected to an excessive power overload condition, Internal Short Circuit Protection that limits the maximum current the circuit will pass, and Output Transistor Safe Area Compensation that reduces the output short circuit current as the voltage across the pass transistor is increased.

In many low current applications, compensation capacitors are not required. However, it is recommended that the regulator input be bypassed with a capacitor if the regulator is connected

to the power supply filter with long wire lengths, or if the output load capacitance is large. An input bypass capacitor should be selected to provide good high frequency characteristics to insure stable operation under all load conditions. A 0.33 μ F or larger tantalum, niylar, or other capacitor having low internal impedance at high frequencies should be chosen. The bypass capacitor should be mounted with the shortest possible leads directly across the regulators input terminals. Normally good construction techniques should be used to minimize ground loops and lead resistance drops since the regulator has no external sense lead.

FIGURE 13 - CURRENT REGULATOR



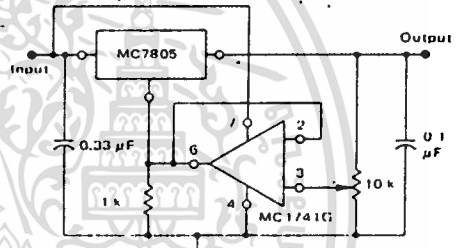
The MC7800 regulators can also be used as a current source when connected as above. In order to minimize dissipation the MC7805C is chosen in this application. Resistor R determines the current as follows:

$$I_O = \frac{5 \text{ V}}{R} + I_Q$$

$I_Q \sim 1.5 \text{ mA}$ over line and load changes.

For example, a 1 ampere current source would require R to be a 5 ohm, 10 W resistor and the output voltage compliance would be the input voltage less 7 volts.

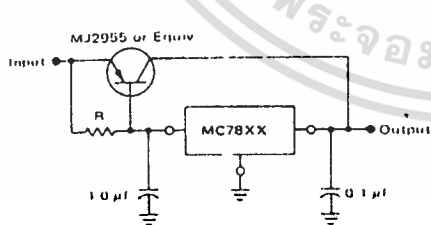
FIGURE 14 - ADJUSTABLE OUTPUT REGULATOR



$$V_O = 1.0 \text{ V} + 20 \text{ V} \left(\frac{V_{IN} - V_O}{20} \right)$$

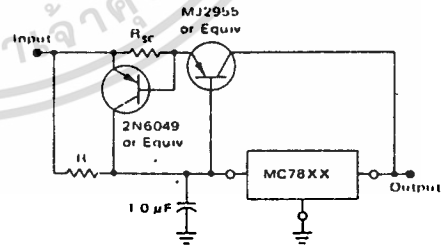
The addition of an operational amplifier allows adjustment to higher or intermediate values while retaining regulation characteristics. The minimum voltage obtainable with this arrangement is 20 volts greater than the regulator voltage.

FIGURE 15 - CURRENT BOOST REGULATOR



The MC7800 series can be current boosted with a PNP transistor. The MJ2955 provides current to 50 amperes. Resistor R in conjunction with the V_{BE} of the PNP determines when the pass transistor begins conducting; this circuit is not short-circuit proof. Input/output differential voltage minimum is increased by V_{BE} of the pass transistor.

FIGURE 16 - SHORT-CIRCUIT PROTECTION



The circuit of Figure 15 can be modified to provide supply protection against short circuits by adding a short circuit sense resistor, R_{SC} , and an additional PNP transistor. The current sensing PNP must be able to handle the short circuit current of the three-terminal regulator. Therefore, a four ampere plastic power transistor is specified.

กิตติกรรมประกาศ

งานปริยฐานิพนธ์นี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ก็เนื่องจากการศึกษาค้นคว้า และส่วนหนึ่งที่เป็นส่วนสำคัญ คือ คำชี้แนะของอาจารย์และเพื่อน ๆ ที่มีความรู้ความสามารถ ทางค่านี โดยเฉพาอย่างยิ่ง อ.อุทัย ศรีธีระวิโรจน์ อาจารย์ที่ปรึกษา และ รศ.มนัส สังวรศิลป์ อาจารย์ผู้สอนวิชาชีวะวิศวกรรม อิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งได้ให้คำแนะนำและสนับสนุน พร้อมทั้งจัดหาซิลิกอนเซนเซอร์ แก่คณะผู้จัดทำ จึงขอแสดงความขอบคุณไว้ ณ ที่นี้ด้วย

จากคณะผู้จัดทำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

ก. เอกสารอ้างอิงที่เป็นวารสารภาษาอังกฤษ จักรวรรดิอังกฤษ

1. Harald Nagel, "Temperature Compensation, And Applications of Motorola's X-ducer Pressure sensor", Motorola inc., Application Note, AN922, 1984

2. Gene Swensen, "Interfacing The MPX2000 Series Silicon Pressure Sensors" Motorola Semiconductor Application Note, AN961, 1985

ข. เอกสารอ้างอิงที่เป็นวารสารภาษาไทย

รศ.ดร.โยชิน เปรมปรานีรักษ์ "วงจรรวมเฟสล็อคคูลูฟ" วิศวกรรมลาคกระบัง ปีที่ 9, ฉบับที่ 1, มิถุนายน 31, หน้า 58-67

ค. เอกสารอ้างอิงที่เป็นหนังสือภาษาไทย-อังกฤษ จักรวรรดิอังกฤษ

1. รศ.มนัส สังวรศิลป์ "วิศวกรรมการแพทย์เบื้องต้น" คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาคกระบัง, 115 หน้า, 2522

2. Walter G.Jung, "IC OP-AMP COOK BOOK", Howard W.Sams & Co, 550 P., 1977