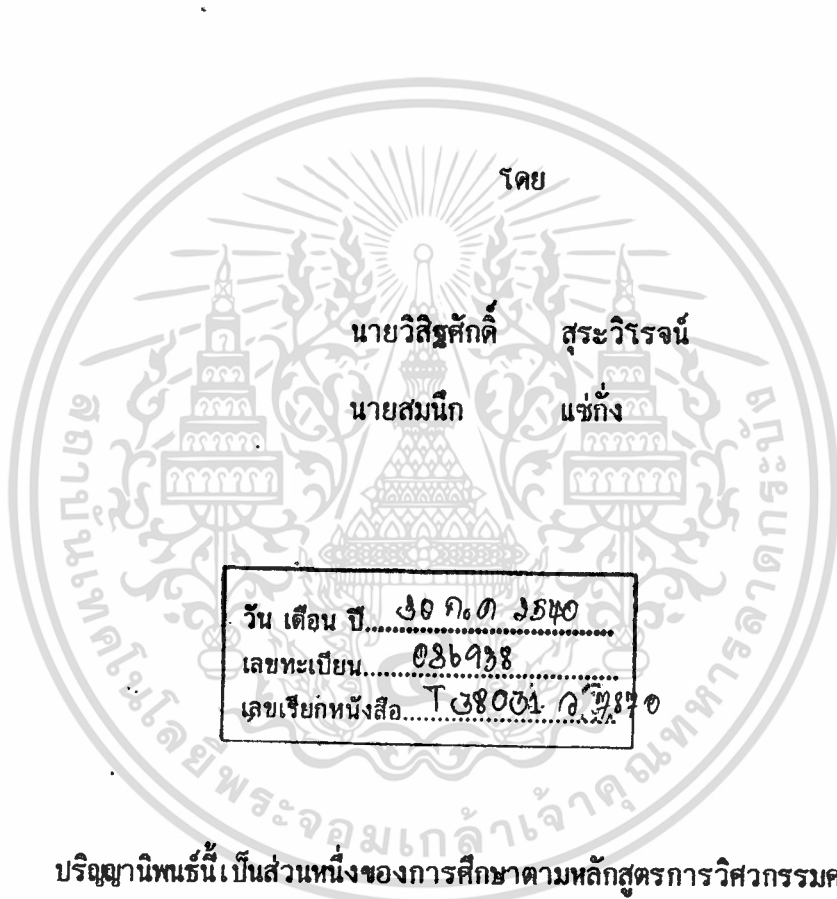




อิเล็กทรอนิกส์คอนโทรลแอร์คอนดิชั่น



วัน เดือน ปี..... ๑๑ ก.ค. ๒๕๓๐
เลขทะเบียน..... ๐๘๖๑๖๘
เลขเรียกหนังสือ..... T๐๘๐๐๑.๑.๒๕๓๐

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรการวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชาเทคนิคอุตสาหกรรม

สาขาเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์อื่นใด
036938
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์คอนโทรลแอร์คอนดิชั่น
Electronic Aircondition Control



ปฏิญญาพันธนี้ เป็นส่วนหนึ่ง ของการศึกษาตามหลักสูตรวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์คอนโทรลแอนด์คอนดิชั่น



อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ประสิทธิ์ วัชรนิบูลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโททางการศึกษา 2538

ภาควิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

สาขาวิชา เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง อิเล็กทรอนิกส์คอนโทรลแอร์คอนดิชั่น

ผู้จัดทำ

1. นายวิสิฐศักดิ์ สุระวิโรจน์ 36.013211
2. นายสมนึก แซ่กั้ง 36.013216

(อาจารย์ประสิทธิ์ วัชรพิบูลย์) อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อิเล็กทรอนิกส์คอนโทรลแอร์คอนดิชั่น

นายวิรัชศักดิ์ สุระวิโรจน์
นายสมนึก แซ่กั้ง

อ. ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

ในสภาวะปัจจุบัน เครื่องปรับอากาศ เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้น เนื่อง
จากความร้อนของอากาศ และสภาพความแออัดของสังคม ซึ่งในบริบทงานที่จัดทำขึ้นจะเป็น
การศึกษาวางจรที่ใช้คอนโทรลเครื่องปรับอากาศ และป้องกันตัวเครื่องปรับอากาศ ซึ่งหัวใจ
หลักของการควบคุมเครื่องปรับอากาศ อยู่ที่การควบคุมตัวคอมเพรสเซอร์ให้ทำงานตามความ
ต้องการ และป้องกันอันตรายที่อาจเกิดกับตัวคอมเพรสเซอร์

Electronic Aircondition Control

Mr.SURAWIROJN WISITSAK

Mr.SEAKANG SOMNUEK

Mr.VATCHARAPIBOOL PRADIT Advisor

1995

Abstract

Nowadays, the aircondition is played an important role our live especially in the Tropical country. This project describes an electronics air-condition control and protect circuits.

The pin-point of the air-condition control is operated according to on desired protect the damage of compressor. The proposed circuit will.

สารบัญ

บทที่ 1	หน้า
บทนำ (Introduction)	1
บทที่ 2	
เครื่องปรับอากาศ (Aircondition)	3
บทที่ 3	
ชุดตรวจจับแรงดันไฟฟ้า และ หน่วงเวลา (Voltage protection and delay)	8
บทที่ 4	
ชุดควบคุมความเร็วพัดลม (Fan select)	12
บทที่ 5	
ชุดควบคุมอุณหภูมิ และ แสดงผล (Temperature select and display)	15
บทที่ 6	
ชุดควบคุมเวลา และ แสดงผล (Timer select and display)	18
บทที่ 7	
สรุปและวิจารณ์ผล	20
ภาคผนวก	
- การประกอบวงจร	21
- รายการอุปกรณ์	25
- การต่อใช้งานกับเครื่องปรับอากาศ	
- รูปถ่ายวงจร	
- Data sheet	
- กิตติกรรมประกาศ	
- บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
1-1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์คอลโทรลแอร์คอนดิชัน	2
2-1 ไดอะแกรมแสดงการทำงานขั้นพื้นฐานของแอร์คอนดิชัน	3
2-2 รูปแสดง เครื่องอัดแบบลูกสูบเคลื่อนที่	4
2-3 รูปแสดง เครื่องอัดแบบลูกสูบเคลื่อนที่	4
2-4 รูปแสดง เครื่องอัดแบบเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง	5
2-5 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของแอร์คอนดิชัน	7
3-1 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของเครื่องป้องกันมอเตอร์คอมเพรสเซอร์	9
3-2 วงจร Voltage protection , delay and power supply	11
4-1 วงจร Fan select	14
5-1 วงจร Temperature select and display	17
6-1 วงจร Timer select and display	19
ก-1 แสดง Device position	22
ก-2 แสดง PCB TOP LAYER	23
ก-3 แสดง PCB BOTTOM LAYER	24

บทที่ 1

บทนำ (Introduction)

1.1 จุดประสงค์

โครงการนี้จัดทำขึ้นเพื่อศึกษาเกี่ยวกับวงจรที่ใช้คอนโทรลเครื่องปรับอากาศ ซึ่งวงจรที่ใช้เป็นวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ที่ได้เคยเรียนรู้อยู่แล้ว นำมาศึกษาความเป็นไปได้จากวงจรที่เคยศึกษามา ว่าสามารถเป็นไปได้ตามหลักการจริงหรือไม่

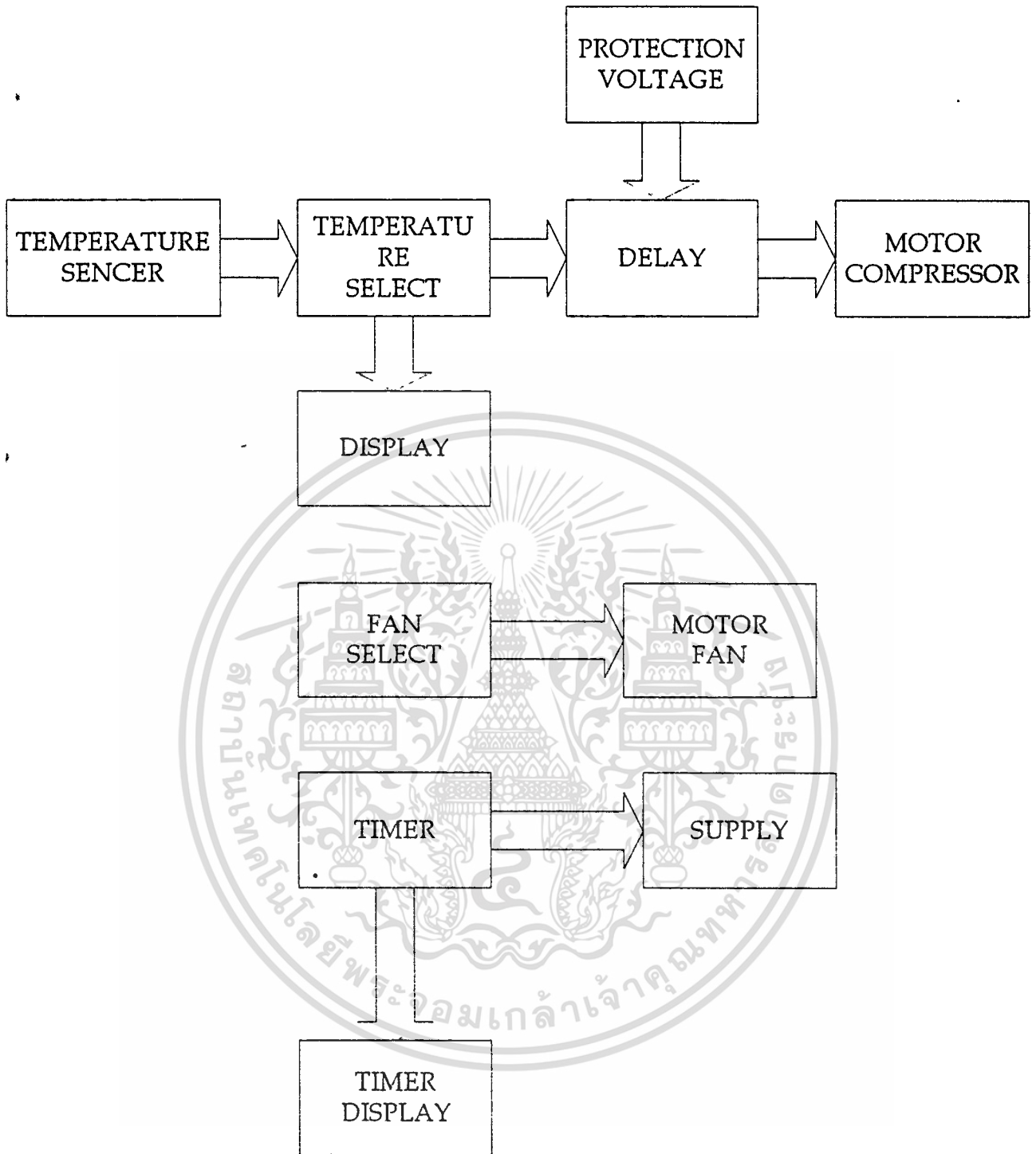
ในโครงการจะกล่าวถึงวงจรที่ใช้คอนโทรลเครื่องปรับอากาศ และการป้องกันตัวคอมเพรสเซอร์

1.2 ส่วนประกอบของชุดคอนโทรลแอร์คอนดิชัน

ส่วนประกอบของชุดคอนโทรลแอร์คอนดิชันประกอบไปด้วย

1. ชุดแสดงผล
2. ชุดควบคุมอุณหภูมิ
3. ชุดควบคุมกระแสไฟฟ้าและหน่วงเวลา
4. ชุดควบคุมความเร็วพัดลม
5. ชุดตั้งเวลา

ซึ่งส่วนประกอบต่าง ๆ ที่ได้กล่าวไว้นำมาใช้งานร่วมกัน ซึ่งแสดงในรูป 1.1 และส่วนประกอบต่าง ๆ ของชุดคอนโทรลแอร์คอนดิชัน ได้กล่าวไว้แล้วในบทถัดไป



Block Diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ 1-1 บล็อกไดอะแกรมแสดงการทำงานของอิเล็กทรอนิกส์คอลลาทรอลแอร์คอนดิชั่น นำไปใช้

บทที่ 2

เครื่องปรับอากาศ

(AIR CONDITION)

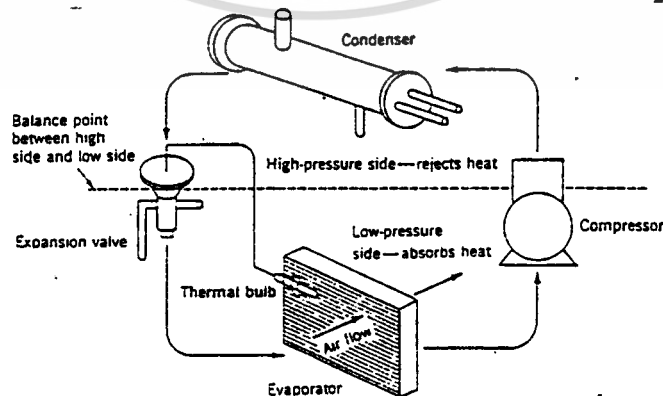
เครื่องปรับอากาศ (AIR CONDITION) เป็นเครื่องมือที่ทำหน้าที่ในการปรับสภาพอากาศให้มีอุณหภูมิต่าง เครื่องปรับอากาศโดยทั่วไป มีส่วนประกอบที่สำคัญคือ

1. คอมเพรสเซอร์ (Compressor) ทำหน้าที่เป็นตัวดูดและอัดของเหลวภายในท่อให้ได้ความดันตามต้องการ และเป็นตัวทำให้อุณหภูมิของเหลวภายในท่อไหลวนในปริมาณที่ต้องการ

การอัดตัวของไอสารทำความเย็นทำได้ 4 วิธี คือ

- 1.1 โดยเครื่องอัดแบบลูกสูบเคลื่อนที่ (Positive - displacement reciprocating compressor)
- 1.2 โดยเครื่องอัดแบบเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง (Centrifugal or turbine compressor)
- 1.3 โดยเครื่องพ่นในลักษณะของการทำความเย็นแบบพ่นละอองไอน้ำ
- 1.4 โดยการดูดซึมของไอ ความดันต่ำในของเหลว

การอัดตัวของระบบทำความเย็นทั้ง 4 แบบมีไคอะแกรมพื้นฐานดังรูป 2.1

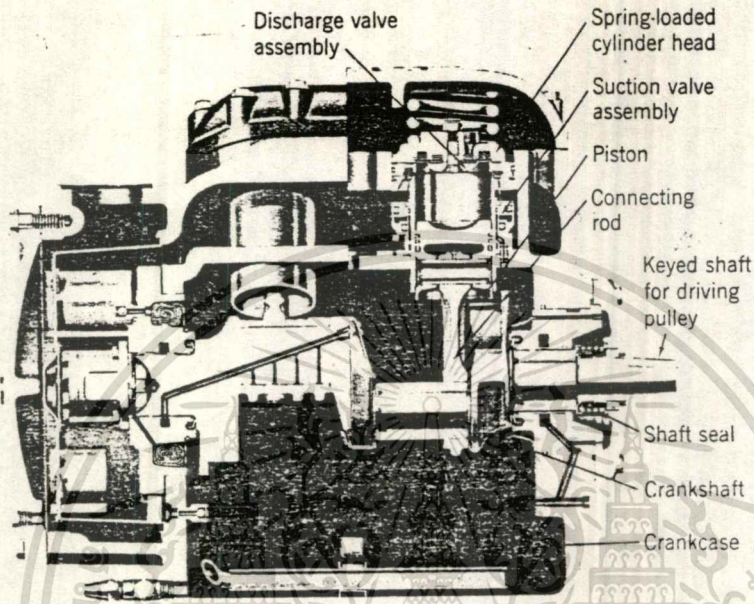


รูป 2.1 ไคอะแกรมแสดงการทำงานพื้นฐานของเครื่องปรับอากาศ

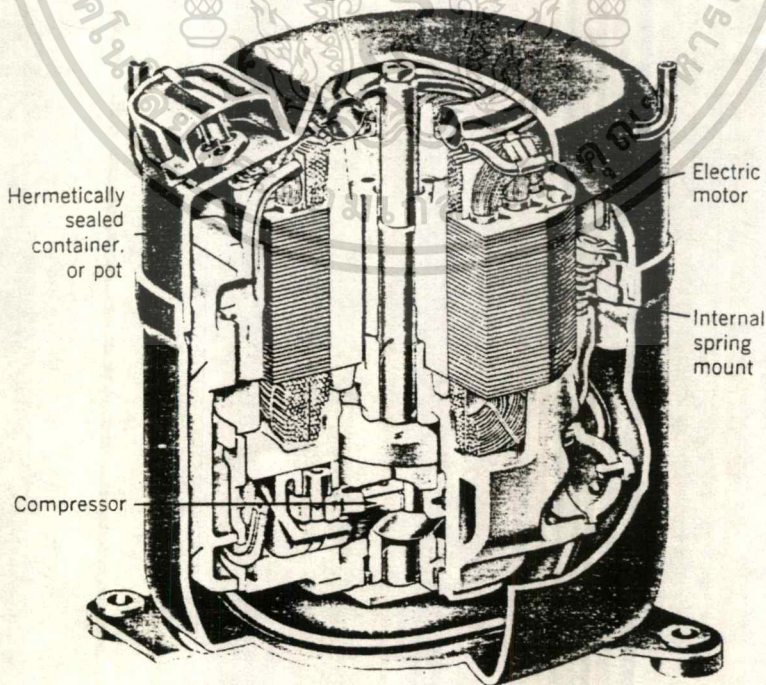
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปร่างของ compressor โดยทั่วไปที่ใช้งานกันลุ่มมีลักษณะดังรูป

เครื่องอัดแบบลูกสูบเคลื่อนที่



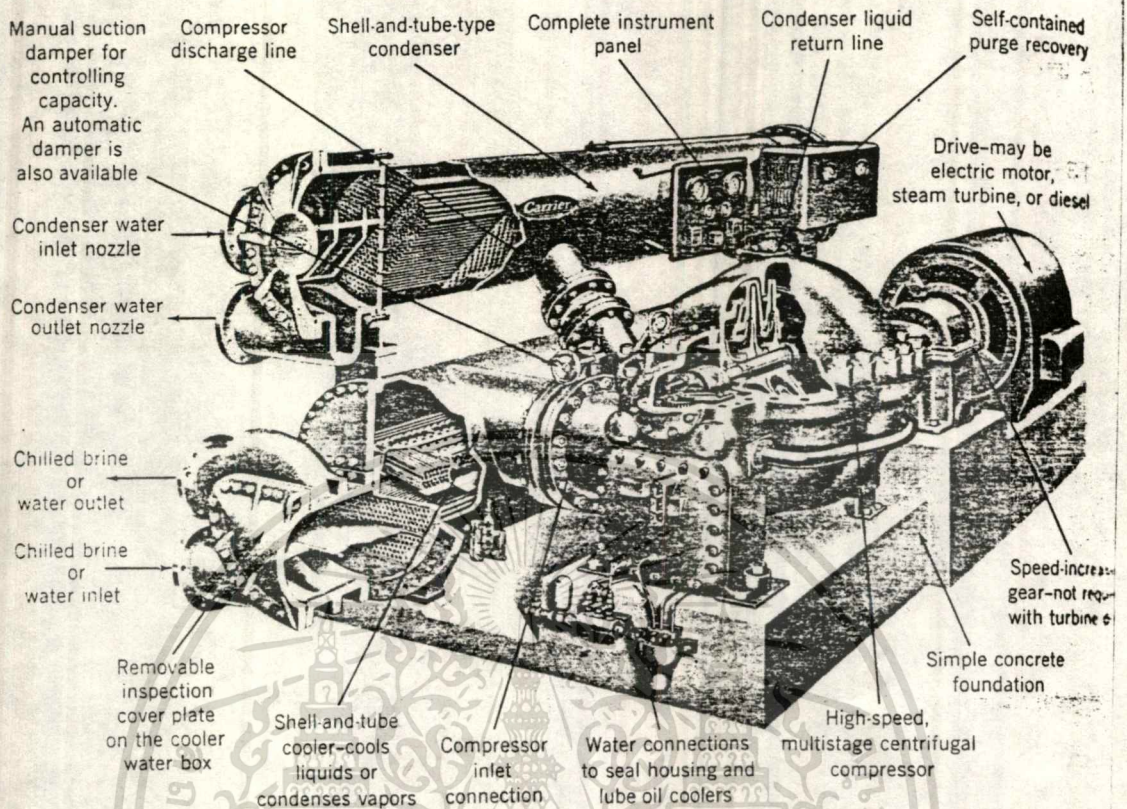
รูป 2-2



รูป 2-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องอัดแบบเหวี่ยงหนีศูนย์กลาง



รูป 2-4

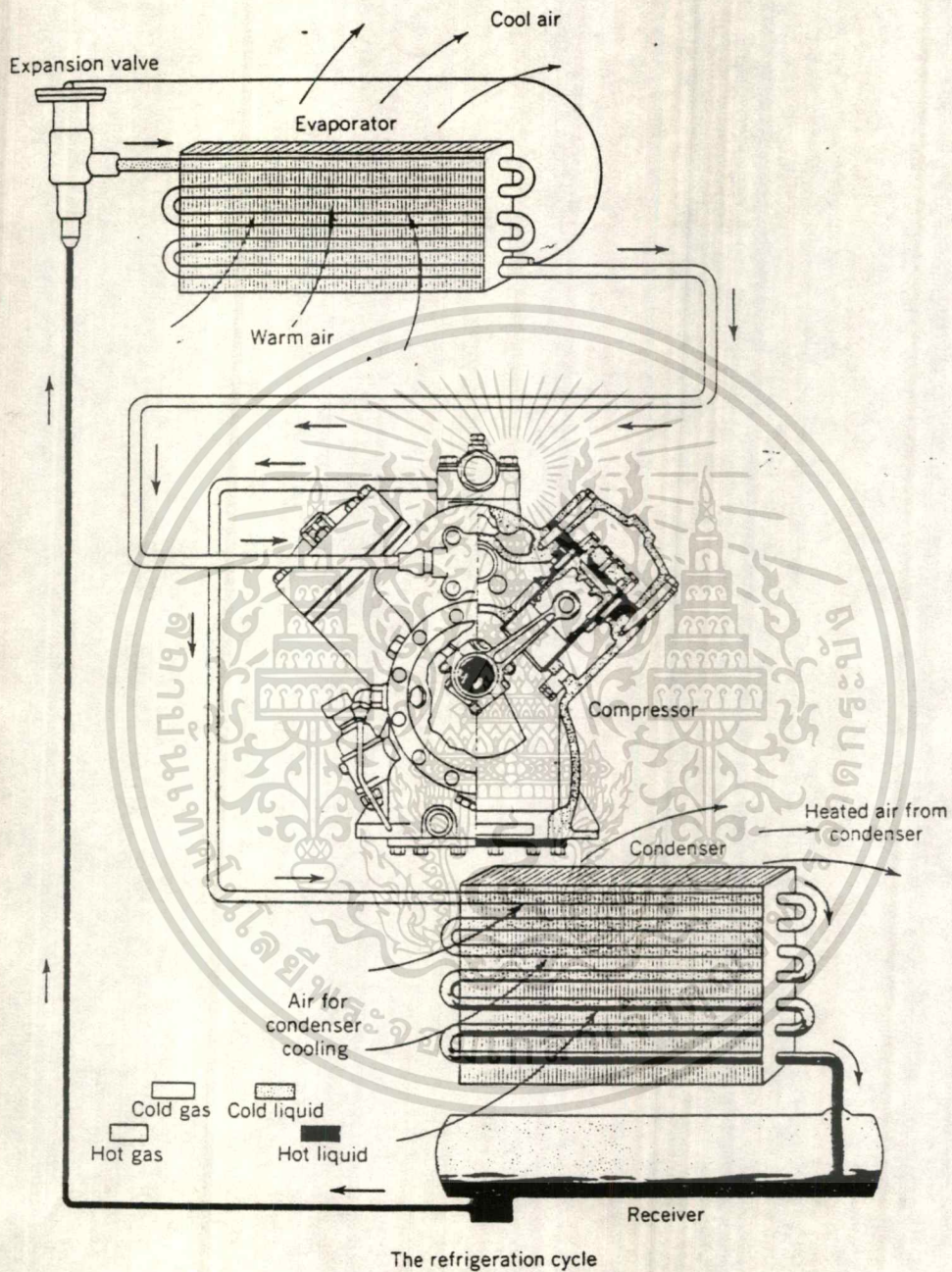
2. ลิ้นจุกความดัน (Expansion valve) ทำหน้าที่ปรับระดับความดันของเหลวภายในท่อให้ลดลง ซึ่งวาล์วจะมีอยู่ 2 แบบ ซึ่งแยกออกตามหน้าที่คือ วาล์วดูด (Suction valves) และวาล์วส่ง (Discharge valves) การทำงานของวาล์วจะขึ้นอยู่กับการทำงานที่ความแตกต่างของความดันระหว่างภายในกระบอกสูบ และที่ด้านดูดหรือด้านส่ง

3. คลยล์ร้อน (Condensor) มีลักษณะเป็นท่อขดอยู่ภายนอกห้อง ทำหน้าที่เป็นตัวระบายความร้อน

4. คลยล์เย็น (Evaporator) มีลักษณะเป็นท่อขดอยู่ภายในห้องทำหน้าที่เป็นตัวให้ความเย็น

ในส่วนประกอบที่สำคัญทั้ง 4 ส่วน คือคอมเพรสเซอร์ ถือได้ว่าเป็นหัวใจของการ
ทำความเย็นที่สำคัญที่สุด เนื่องจากคุณภาพการทำงานและอายุการใช้งาน ของเครื่องปรับ
อากาศ ขึ้นอยู่กับส่วนนี้เป็นสำคัญ ในขณะที่ตัวคอมเพรสเซอร์ทำงาน บางครั้งอาจจะมีการ
ภาชนะที่มีผลกระทบทำให้ตัวคอมเพรสเซอร์เสื่อมสภาพ เนื่องจากการทำงานผิดปกติ เช่น
ลักษณะที่เกิดการไฟตกไฟเกิน หรือลักษณะของไฟที่ดับและติดขึ้นมาใหม่กระทันหันในช่วงเวลา
สั้นๆ สิ่งเหล่านี้ทำให้คอมเพรสเซอร์เกิดความเสียหาย เนื่องจากสภาพของเหลวภายในท่อ
หดรัดตัวไม่ทัน เพื่อป้องกันและรักษาคอมเพรสเซอร์ให้มีอายุการใช้งานที่สั้นยาวจึงมีความจำเป็น
ที่ต้องมีระบบป้องกันและควบคุมให้คอมเพรสเซอร์ทำงานได้ในสภาวะปกติ

การทำงานขั้นพื้นฐานของเครื่องปรับอากาศดังรูป 2-5 เริ่มที่คอมเพรสเซอร์อัด
ก๊าซได้ก๊าซที่มีความดันสูง และอุณหภูมิสูงส่งผ่านไปยังคอยล์ร้อนเกิดการควบแน่นเป็นของ
เหลวที่มีความดันสูงและอุณหภูมิสูง ส่งผ่านไปยังลิ้นลดความดัน วาล์วก็จะเปิดจ่ายของเหลวที่
ความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ ผ่านคอยล์เย็นก็เกิดการระเหยเป็นก๊าซที่ความดันต่ำและอุณหภูมิต่ำ
ไหลเข้าไปยังคอมเพรสเซอร์ ที่วาล์วและคอยล์เย็นจะทำงานมีความสัมพันธ์กัน ถ้าอุณหภูมิ
ภายในห้องสูง วาล์วก็จะเปิดจ่ายของเหลวที่มีปริมาณมาก แต่ถ้าอุณหภูมิต่ำ วาล์วก็จะเปิดจ่าย
ของเหลวที่มีปริมาณน้อยลง



The refrigeration cycle

ไดอะแกรมของวัฏจักรทำความเย็น-อัดตัว

2-5 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของแอร์คอนดิชั่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

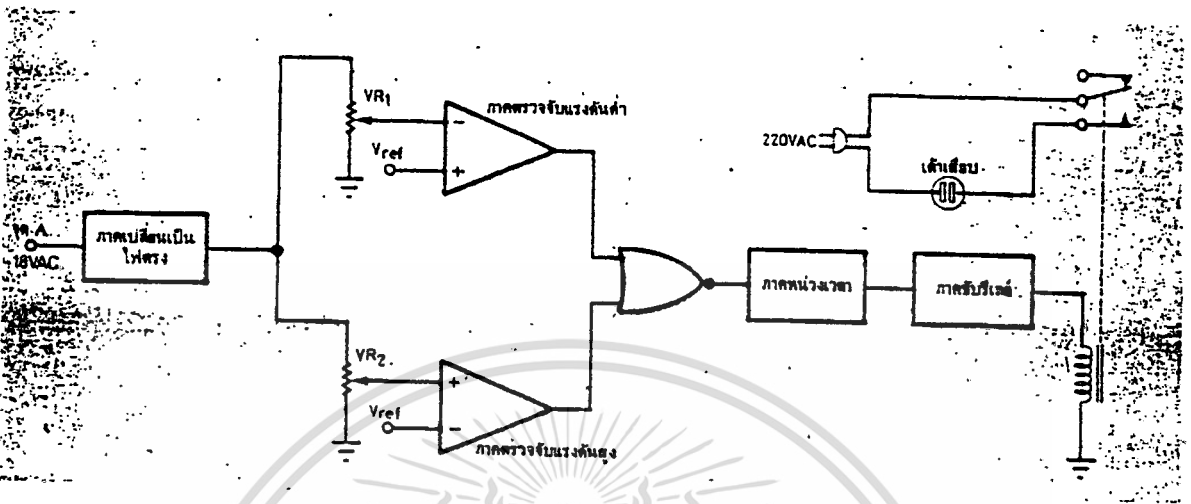
ชุดตรวจจับแรงดันไฟฟ้า และหน่วงเวลา

(VOLTAGE PROTECT AND DELAY)

คอมเพรสเซอร์เป็นหัวใจในการทำงานของแอร์ ทำหน้าที่เพิ่มความดันของน้ำยาในระบบเครื่องเย็น โดยใช้มอเตอร์เป็นตัวขับ ซึ่งเป็นชิ้นเดียวกับคอมเพรสเซอร์ ถ้ามอเตอร์ไหม้-เสีย ก็ต้องผ่าคอมเพรสเซอร์ก่อนถึงจะซ่อมมอเตอร์กันได้ มอเตอร์จะเสียได้สาเหตุอาจมาจากแรงดันไฟฟ้าที่ต่ำกว่าหรือมากกว่าค่ากำหนดเป็นผลให้กระแสของมอเตอร์มากเกินไป การป้องกันมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ นอกจากจะต้องมีการตัดวงจรเมื่อไฟตกไฟเกินแล้วจำเป็นจะต้องมีการหน่วงเวลาเพื่อจะให้ความดันน้ำยาสมดุลก่อน เมื่อไฟเกิดติด ๆ ดับ ๆ ไฟขึ้น ๆ ลง ๆ มอเตอร์จะถูกหน่วงเวลาไว้ให้หยุดตลอดจนกว่าไฟจะปกติ และต้องสามารถป้องกันการใช้งานผิด

หลักการทำงาน

จากรูปที่ 3-1 จุด A คือ จุดตรวจวัดแรงดันของวงจรผ่านเข้าภาคเปลี่ยนให้เป็นไฟตรงย่อนเข้าภาคตรวจจับแรงดันสูงและต่ำ โดยจะให้เอาที่ทุกภาคตรวจจับเป็นสภาวะ "1" เมื่อแรงดันจุด A สูงหรือต่ำเกินกว่าค่ากำหนด และถ้าเอาที่ทุกภาคตรวจจับแรงดันสูงหรือต่ำ ภาคใดภาคหนึ่งมีสภาวะเป็น "1" จะสั่งให้รีเลย์หยุดทำงานตัดไฟออกจากวงจร เมื่อแรงดันจุด A เข้าสู่สภาวะปกติ เอาที่ทุกภาคตรวจจับจะกลับสภาวะเป็น "0" สั่งให้รีเลย์ทำงานโดยรอเวลาหน่วงก่อนในภาคหน่วงเวลา



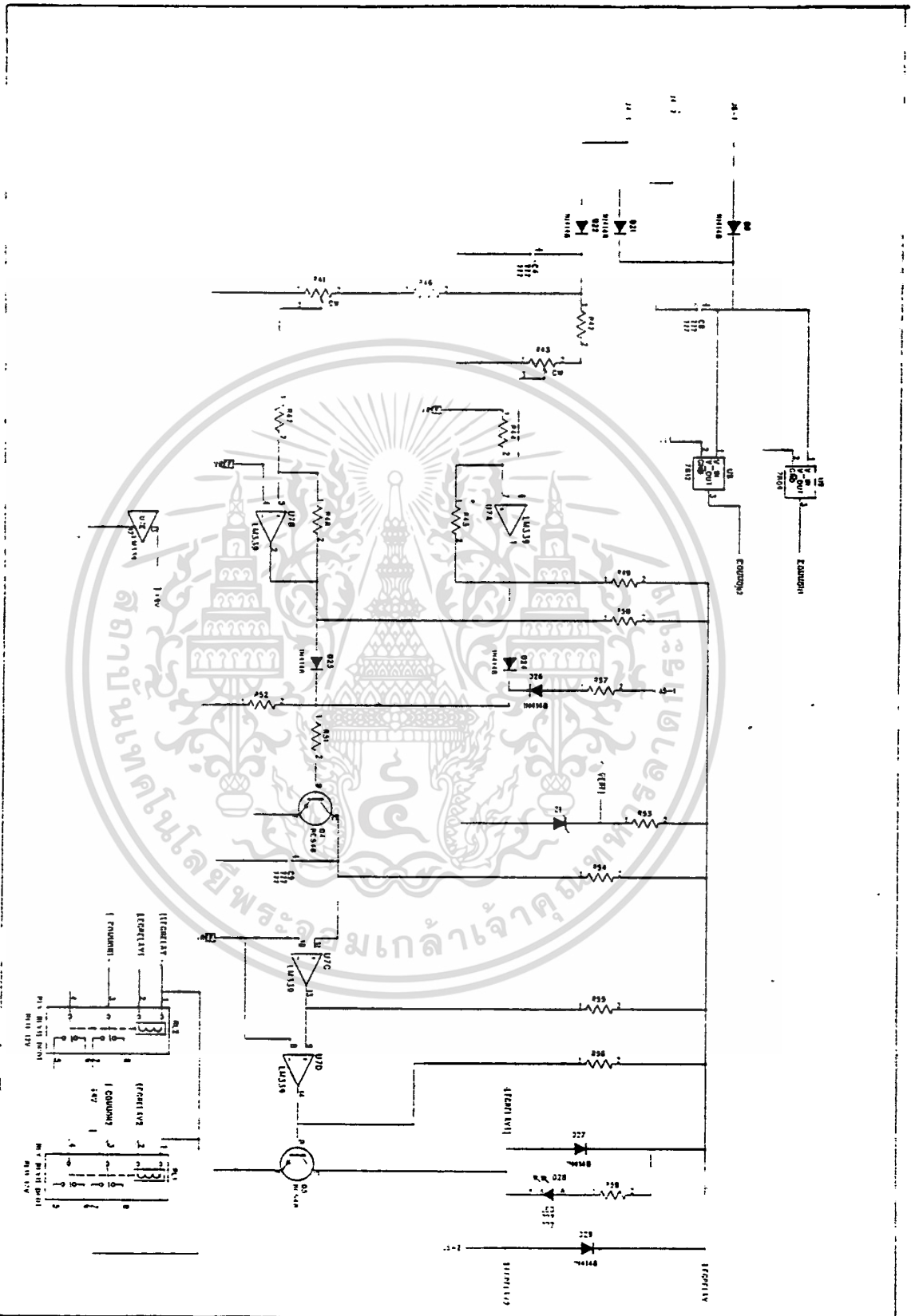
รูป 3-1 ไดอะแกรมแสดงการทำงานของเครื่องป้องกันมอเตอร์คอมเพรสเซอร์

ต่อไปมาดูไดอะแกรมวงจรจริงในรูป 3-2 เมื่อภาคเปลี่ยนเป็นไฟตรงได้รับแรงดันจาก T1 ผ่าน D3 ให้เป็นไฟตรงแล้วกรองด้วย C2 ป้อนเข้า VR1 และ VR2 เมื่อแรงดันที่จุด A เปลี่ยนแปลง ระดับแรงดันไฟตรงเข้า VR1 และ VR2 จะเปลี่ยนตามด้วย จาก VR1 และ VR2 แรงดันนี้จะถูกป้อนเข้าภาคการตรวจจับ แรงดันต่ำและแรงดันสูงตามลำดับ ซึ่งภาคนี้ใช้ U7B และ U7A เป็นวงจรเปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงได้จาก Z1 มีค่า 6 โวลต์คงที่ ถ้าจุด A มีค่าแรงดันปกติไม่สูงหรือต่ำกว่าค่ากำหนด ขา 4 ของ U7B จะมีแรงดันสูงกว่าขา 5 เอาท์พุทขา 2 จะมีสถานะเป็น "0" ทำนองเดียวกันขา 7 ของ U7A จะมีแรงดันต่ำกว่าขา 6 เอาท์พุทขา 1 จะมีสถานะเป็น "0" Q4 จะอยู่ในสภาวะหยุดนำกระแส LED1 ก็ไม่ติด C9 จะถูกประจุผ่านทาง R54 เมื่อแรงดันคร่อม C9 ซึ่งต่ออยู่กับขา 11 ของ U7C จะสูงจนมากกว่าแรงดันขา 10 แล้วเอาท์พุทขา 13 จะมีสถานะเป็น "1" สิ่งนี้ให้อเอาท์พุทของ IC1/4 ขา 11 เป็น "1" Q2 จะนำกระแส รีเลย์ก็จะทำงานต่อหน้า สัมผัส LED2 ก็จะมีติดสว่างจ่ายกระแสให้แก่วงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อเกิดสภาวะแรงดันจุด A ต่ำกว่าค่ากำหนดคือไฟตก แรงดันที่ขา 4 ของ U7B จะต่ำกว่าแรงดันขา 5 ทำให้เอาท์พุทขา 2 มีสถานะเป็น "1" ส่งผ่าน D25 ให้ Q4 นำกระแส ขับให้ LED1 ให้สว่าง แสดงให้รู้ว่าจุด A ผิดปกติ C9 จะทำการคายประจุ ทำให้แรงดันขา 11 ต่ำกว่าแรงดันขา 10 เอาท์พุทขา 13 จะส่งผ่าน U7D ให้ Q5 หยุดนำกระแส รีเลย์หยุดการทำงานตัดกระแสออกจากวงจร ในทำนองเดียวกัน ถ้าเกิดแรงดันจุด A สูงกว่าค่ากำหนดแรงดันที่ขา 7 ของ U7A จะมากกว่าแรงดันที่ขา 6 ทำให้เอาท์พุทขา 1 มีสถานะเป็น "1" ส่งผ่าน D25 ให้ Q4 นำกระแสทันที และให้ผลเช่นที่กล่าวมาแล้ว

สำหรับ R44 และ R45 ทำหน้าที่ป้องกันแบบบวก ทำให้เกิดฮิสเทอรีซิสขึ้นเพื่อป้องกันผลซึ่งเกิดจากแรงดันจุด A เปลี่ยนแปลงขึ้นลงบริเวณระดับค่าสูงหรือต่ำตามที่กำหนดไว้ เช่น กำหนดค่าแรงดันต่ำไว้ 200 โวลต์ ถ้าแรงดันเปลี่ยนแปลง อยู่ระหว่าง 200-201 โวลต์ ถ้าไม่มีฮิสเทอรีซิส จะทำให้เอาท์พุทขา 2 มีสถานะเป็น "1" และ "0" สลับกันอยู่ตลอดเวลา เมื่อมี R44 ป้องกันทำให้เอาท์พุทขา 2 จะมีสถานะเป็น "1" จนกว่าแรงดันจุด A จะเพิ่มถึงประมาณ 205 โวลต์ ขอ 2 จึงจะเปลี่ยนสถานะเป็น "0" ได้อีกครั้ง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

วงจรควบคุมความเร็วพัดลม

(FAN SELECT)

ในการทำงานของเครื่องปรับอากาศจำเป็นต้องมีการปรับแรงลงตามความต้องการของผู้ใช้ ซึ่งสามารถเลือกการทำงานของแรงลมได้ 3 ระดับคือ

LO (แรงลมระดับต่ำ)

MID (แรงลมระดับปานกลาง)

HI (แรงลมระดับสูง)

และในวงจรยังมี AUTO MODE เพื่อปรับความแรงของลมอัตโนมัติ เพื่อเป็นการประหยัดพลังงาน รวมทั้งต้องการให้ความเย็นถึงระดับที่ผู้ใช้ได้ตั้งไว้ให้เร็วที่สุด

หลักการทำงาน

ใช้ IC 4017 ซึ่งเป็น IC ที่สามารถนับได้สูงสุด 10 ระดับ แต่ในที่นี้จะใช้ให้นับเพียง 4 ระดับ โดยให้ขา 15 ของ IC ซึ่งเป็นขา RESET ไปต่อกับขา 10 ซึ่งเป็นขาที่ให้การนับ ๑ เพียง 4 ระดับ โดยมีขา 3 นับ 0 ขา 2 นับ 1 ขา 4 นับ 2 และขา 7 นับ 3 มีขา 14 เป็นขา clock เมื่อต่อกับสวิตช์ เพื่อให้ในการเลือกนับ ในแต่ละระดับความแรงลมจะมี LED แสดงผลถึงความแรงโดยต่ออนุกรมกับ DIODE ภายในของ OPTO COUPER เบอร์ MOC 3020 ซึ่งภายในจะมี TRIAC อยู่ด้วยเพื่อใช้ควบคุมความเร็วของ MOTOR FAN COIL

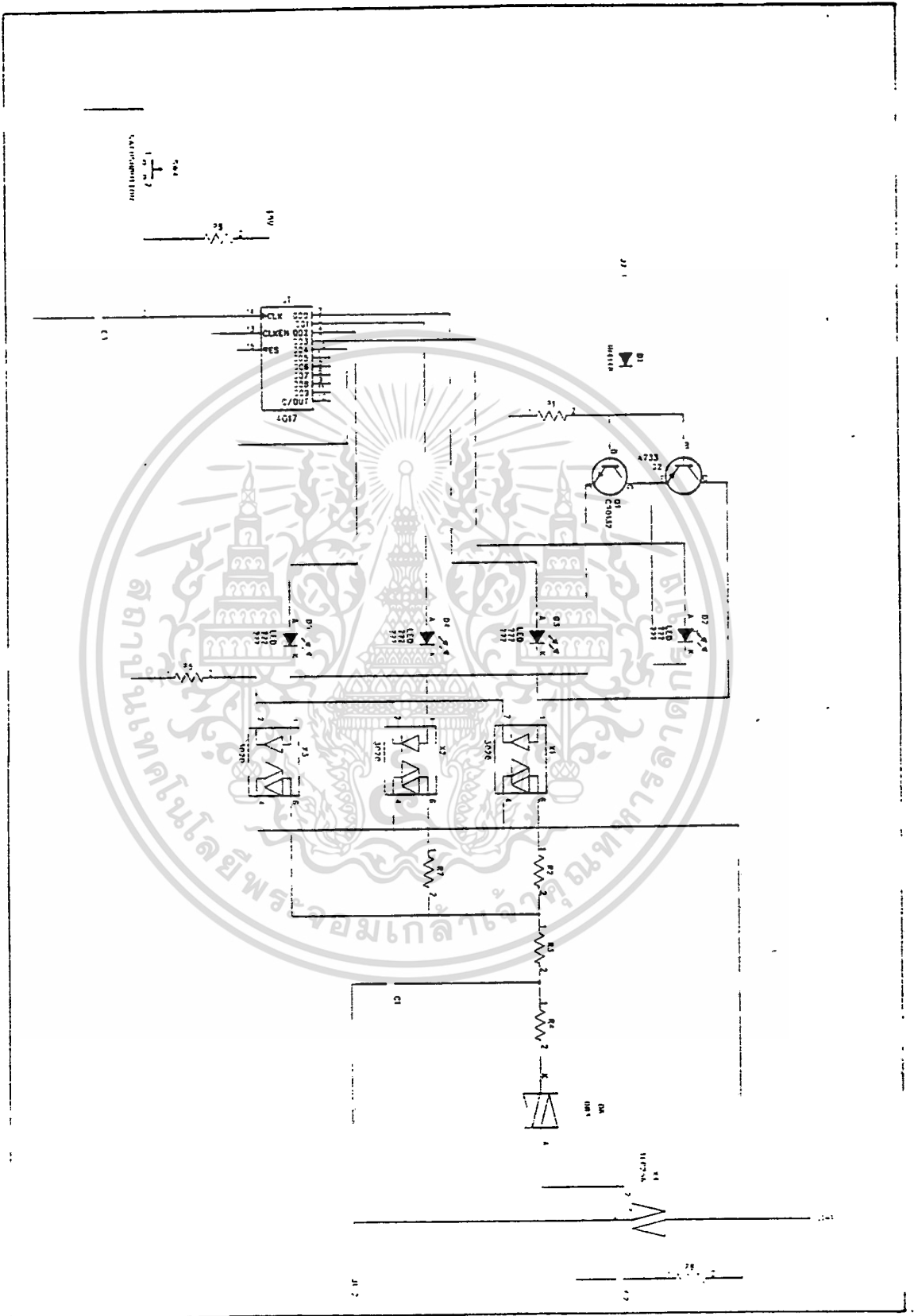
ความเร็วของ MOTOR FAN COIL จะถูกปรับได้โดยการปรับเฟสเฟ้า และมี DIAC เป็นตัวควบคุมการ TRIG GATE ของ TRIAC เบอร์ TLC 256 และมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

C 0.1microfarad ลอนุกรมกับ R 330 โวลท์ ขนานกับ A1,A2 ของ TRIAC เพื่อป้องกัน BACK EMF มาทำอันตรายต่อตัว TRIAC ได้

AUTO MODE จะประกอบไปด้วย TRANSISTOR A733, C9015 DIODE 1N4148 และ R 100 K เป็นวงจร DETECTOR คือ เมื่อ MOTOR COMPRESSOR ยังไม่ทำการจะเลือกให้แรงลมของ MOTOR FAN COIL อยู่ในระดับต่ำ แต่เมื่อ MOTOR COMPRESSOR ทำงาน จะเลือกให้แรงลมของ MOTOR FAN COIL อยู่ในระดับสูงเพื่อให้ลมหมุนเข้าสู่จุดที่ตั้งไว้ให้เร็วที่สุด รวมทั้งเป็นการประหยัดพลังงานด้วย

โดยเมื่อมีไฟบวกเข้ามาถึง DIODE 1N4148 ขณะนั้นแสดงว่า MOTOR COMPRESSOR ทำงานอยู่ที่ ทรานซิสเตอร์ C 9013 จะทำงาน นำกระแสไปถึง OPTO COUPLER HI นำกระแส ทำให้แรงลมอยู่ในระดับสูง แต่เมื่อไม่มีไฟบวกเข้ามา TRAN-SISTOR A 733 จะนำกระแสไปถึง OPTO COUPLER LO นำกระแสทำให้แรงลมใน ระดับต่ำ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

วงจรตั้งอุณหภูมิ และ แสดงผล

(TEMPERATURE SELECT AND DISPLAY)

ตามปกติในการควบคุมเครื่องปรับอากาศในอดีต หรือ เครื่องปรับอากาศที่มีราคา
 ถูก ในปัจจุบันจะใช้การควบคุมอุณหภูมิโดยใช้เทอร์โมสแตคแบบกลไก ซึ่งมีข้อเสียตรงที่ว่าอุณหภูมิ
 ที่ตั้งเอาไว้กับอุณหภูมิจริงมีความคลาดเคลื่อนค่อนข้างมาก โดยเฉพาะในขณะที่ตัดคือ HORTOR
 COMPRESSOR ให้หยุดและทำงานต่อไปต้องใช้เวลามากกว่าแบบอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งเป็นเหตุให้
 อุณหภูมิในห้องเปลี่ยนแปลงมากกว่า 1 องศาเซลเซียส และ เป็นเหตุให้อุณหภูมิในห้องค่อนข้าง
 ้างที่ไม่คงที่ แต่เทอร์โมสแตคแบบกลไกก็มีข้อดีว่าเทอร์โมสแตคแบบอิเล็กทรอนิกส์ตรงที่มีรา
 คาถูกกว่า และมีอายุการใช้งานยาวนานมากกว่า แต่ในการใช้งานจริง ๆ ผู้คนส่วนใหญ่ต้อง
 การประสิทธิภาพ และเสถียรภาพในการทำงานมากกว่า รวมถึงการประหยัดพลังงานด้วย

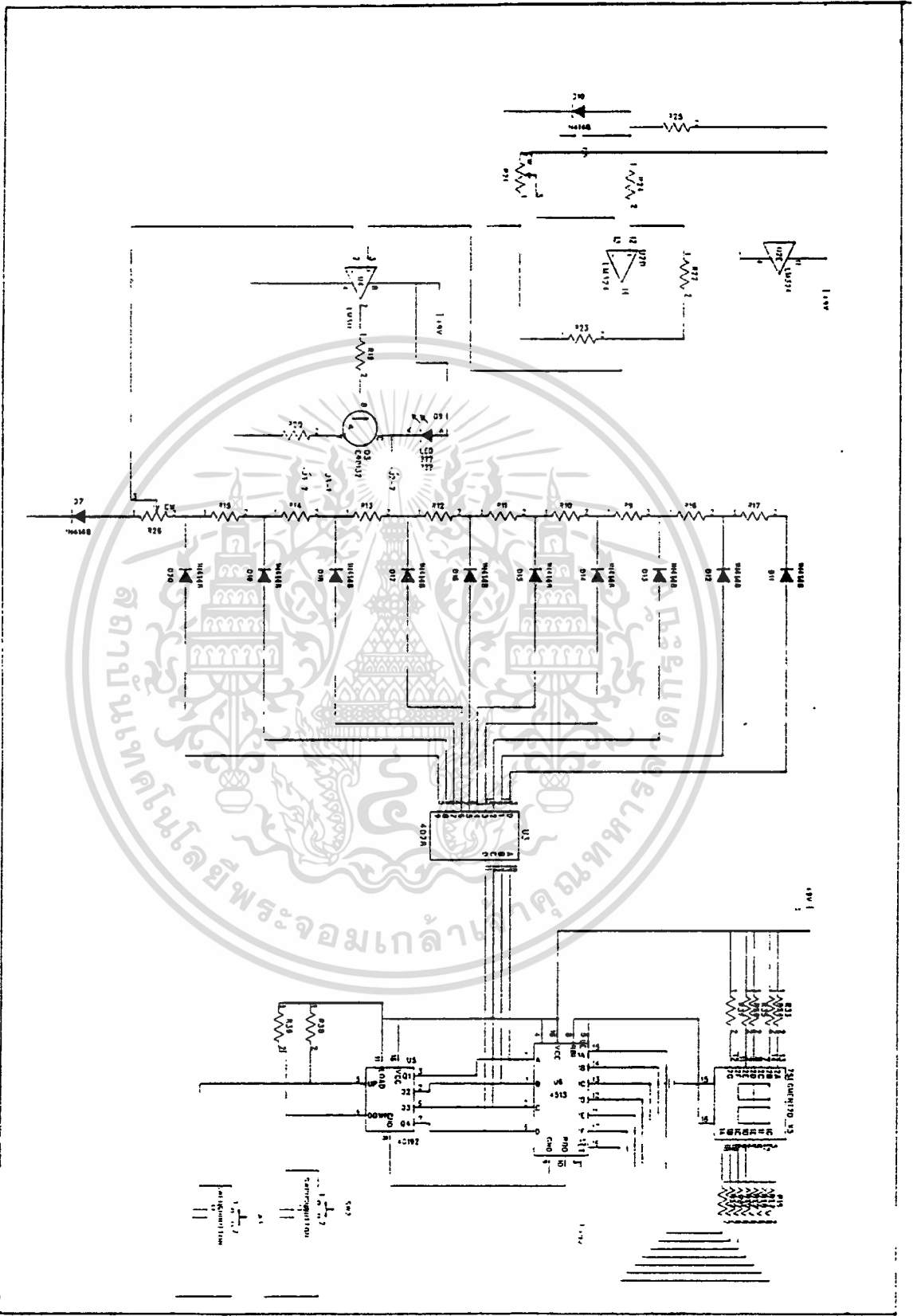
หลักการทำงาน

ในการทำงานจะใช้ IC LM324 ซึ่งเป็นออปแอมป์แบบใช้ไฟบวก กราวด์ ซึ่งมี
 ความสะดวกในการใช้งานทำหน้าที่เป็นตัวขยายแรงดันประมาณ 100 เท่า ที่คำนวณได้จาก
 $-Rf/Rin$ ซึ่งเท่ากับ $-100K/1K = 100$ เท่า โดยใช้ DIODE เบอร์ 1N4148 เป็นตัว
 SENSOR โดยคุณสมบัติของ DIODE เบอร์ 1N4148 เมื่อป้อน FORWARD BIAS ให้กับมัน
 ถ้าอุณหภูมิสูงขึ้น 1 องศาเซลเซียส จะทำให้ VOLTAGE FORWARD BIAS ที่ตกคร่อมตัว
 DIODE จะลดลง 2 มิลลิโวลต์ เมื่อผ่านวงจร INVERTING AMP ที่มี GAIN=100 จะทำให้
 เอาท์พุทที่ขา 12 ของ ICLM324 มีค่าเพิ่มขึ้น 200 มิลลิโวลต์ ต่อ 1 องศาเซลเซียส แล้ว
 นำมาเปรียบเทียบกับค่าโวลต์แดงที่ได้จากวงจร R-LADDER ซึ่งใช้ IC เปรียบเทียบแรงดัน
 โวลต์แดงเบอร์ LM 311 แล้วให้เอาท์พุทออกทางขา 7 ของ IC เพื่อไปวงจรหน่วงเวลาต่อ
 ไป

ส่วนภาค DISPLAY และวงจรเลือกการตั้งอุณหภูมิสามารถเลือกตั้งอุณหภูมิตั้งแต่ 20-29 องศาเซลเซียส ภาค DISPLAY ใช้ IC เบอร์ 4513 ซึ่งมีความสามารถในการขับ 7-SEGMENT ให้สว่างได้โดยตรงโดยไม่ต้องใช้ TRANSISTOR มาช่วยในการขับทำให้มีความสะดวกในการใช้งานมากขึ้น และเป็น IC ที่ได้ออกแบบไว้ให้ขับ 0-9 เท่านั้น ซึ่งในการเลือกนับสามารถนับขึ้นหรือลงได้ โดยใช้ IC เบอร์ 40192 ทำการนับขึ้นหรือลงของ DISPLAY โดยใช้รหัส BCD CODE ส่งให้ IC เบอร์ 4513 แล้วยังทำการเลือกค่าโวลต์เตจที่ต้องการเปรียบเทียบกับแรงดันผ่าน IC4028 ที่ทำการแปลงรหัส BCD CODE ให้เป็น DECIMAL ที่ทำงานร่วมกับวงจร R-LADDER ก็จะได้ค่าโวลต์เตจอ้างอิงเพื่อให้ในการเปรียบเทียบได้ตั้งแต่ 20-29 องศาเซลเซียส

การปรับแต่งวงจร

ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสให้ทำการปรับ R21 ให้ขา 3 ของ U4(LM311) มีค่าโวลต์เท่ากับ 5.2 โวลต์แล้วทำการกด S2 หรือ S3 ให้ TEMPERATURE DISPLAY แสดงผลที่ 25 องศาเซลเซียส ทำการปรับ R26 ให้ขา 2 ของ U4(LM311) มีค่าเท่ากับ 5.2 โวลต์ เช่นกัน หลังจากนั้นต่อให้ขั้วหมุ่ที่ D10 ส่งต้นเล็กน้อย (อาจใช้มีดจับ) LED (D9) จะต้องสว่างขึ้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

วงจรตั้งเวลา และ แสดงผล

(TIMER SELECT AND DISPLAY)

ให้ชุดโมดูลของนาฬิกา SHARP ซึ่งแสดงผลด้วย LCD สามารถตั้งเวลาเปิดได้ตามต้องการ แต่ต้องเพิ่มเติม S1 และ S2 โดยที่ S1 จะเป็น TIMER OFF และ S2 จะเป็น TIMER ON และต้องมี CAPACITOR ค่า 0.01 μ f ขนาดกับ S2 เพื่อเป็นการ LATCH สวิตช์บวกเอาไว้เพื่อตั้ง TIMER ON และ ถ้ากด S1 จะทำการ DISCHARGE เป็นการทำให้ TIMER OFF

การใช้ควบคุมอุปกรณ์ภายนอกจะต้องมี TRANSISTOR เพื่อขับ RELAY โดยหา BASE ของ TRANSISTORจะต่อกับขาที่ 43 ของ IC เบอร์ LR3441 นอกจากการเพิ่มเติมอุปกรณ์ที่ได้กล่าวไว้แล้วนอกนั้น ชุดโมดูลจะมีให้หมด

บทที่ 7

สรุปและวิจารณ์ผล

สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองจะเห็นได้ว่าเมื่อต่อชุดคอนโทรลกับเครื่องปรับอากาศ และทดสอบ โดยการตัดไฟเข้าออกอย่างฉับพลัน โดยสมมติให้เสมือนไฟ ติด-ดับ จะเห็นได้ว่าวงจรจะหน่วง เวลาประมาณ 3 นาที จึงจะให้ compressor ทำงาน

กรณีไฟตก ไฟเกินวงจรจะทำการตัดไฟออกจากวงจร และทำการหน่วงเวลาให้ น้ำยาเกิดการสมดุล และการ set อุณหภูมิจะเห็นได้ว่าเมื่ออุณหภูมิมาถึงจุดที่ตั้งไว้ วงจร จะตัดไฟออกจาก compressor

วิจารณ์ผลการทดลอง

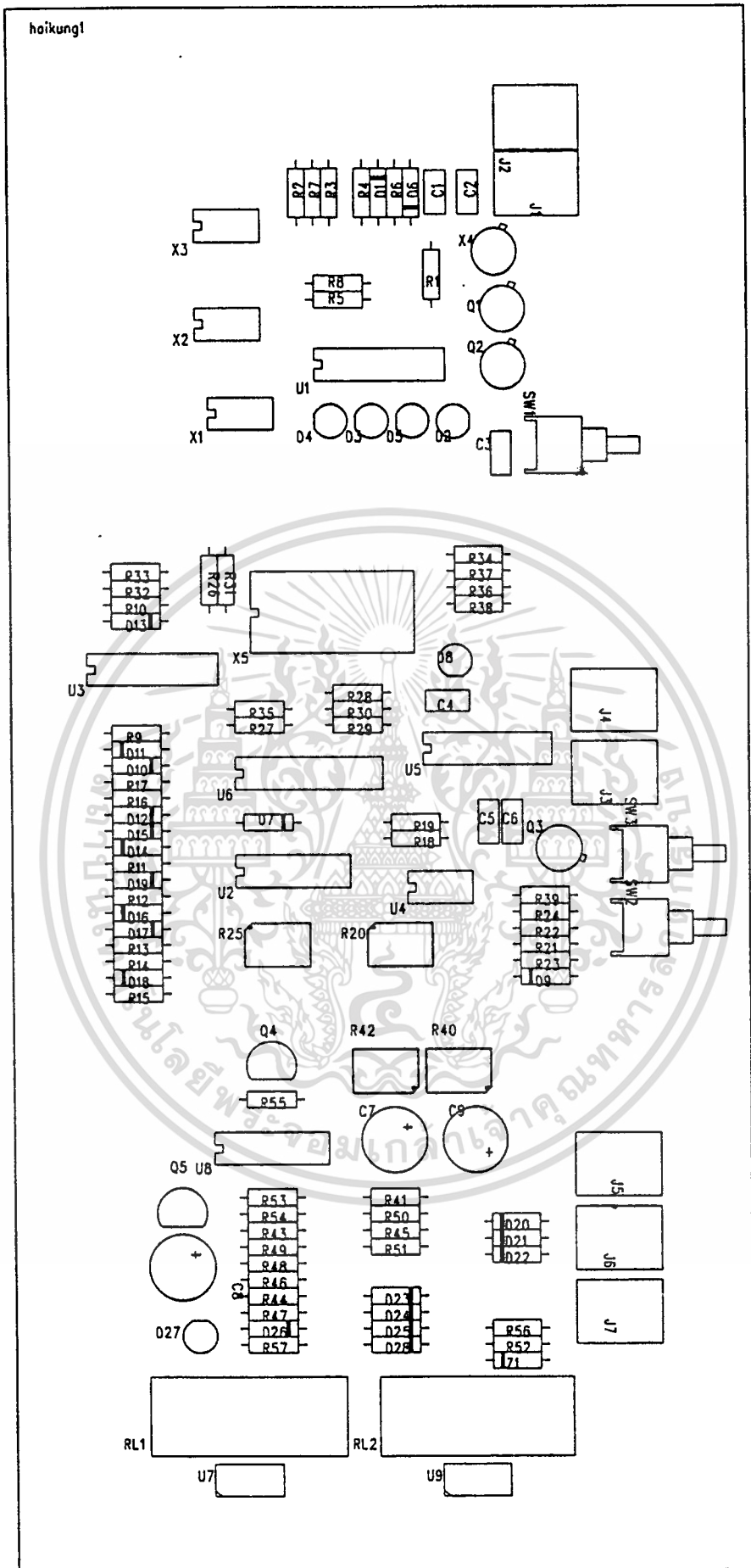
ระบบอิเล็กทรอนิกส์คอนโทรลแอร์คอนดิชันนิ่งนี้ ถือว่าประสบความสำเร็จในระบบ การทำงานตามที่วางแผนไว้ ซึ่งผลที่ได้เป็นไปตามความต้องการทุกประการ ซึ่งจุดประสงค์ของ โครงการงานนี้อยู่ที่การศึกษาถึงความเป็นไปได้ ตามหลักการที่ได้ศึกษามาแล้ว ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ และสามารถนำไปใช้งานได้จริง ตามที่ต้องการ

สำหรับโครงการชุดนี้ถือได้ว่าเป็นที่น่าพอใจ แต่อาจจะเป็นวงจรที่มีความยุ่งยาก ในรายละเอียดของอุปกรณ์ ซึ่งในปัจจุบันมีอุปกรณ์สำเร็จรูปซึ่งมีขนาดเล็กกระทัดรัด และราคาถูก ได้ถูกนำมาควบคุมเครื่องปรับอากาศ และให้ผลตอบสนองต่อผู้ใช้ทุกประการ

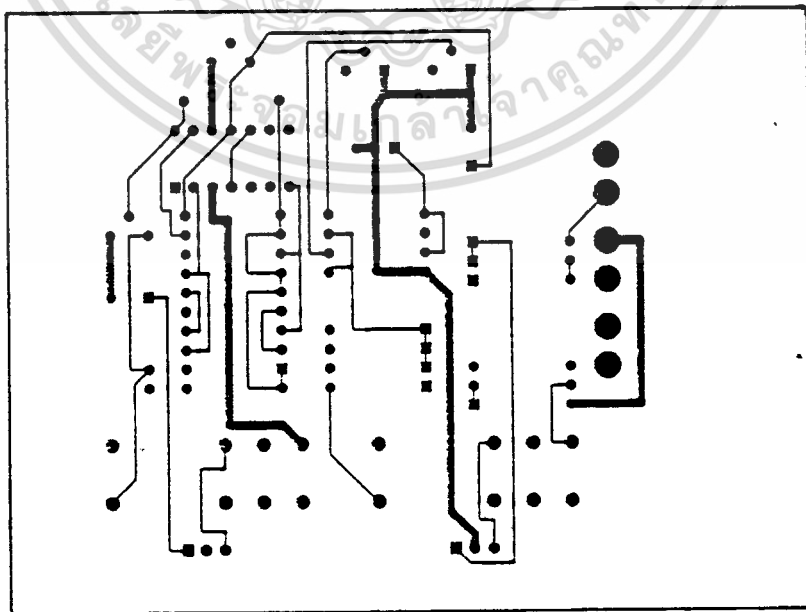
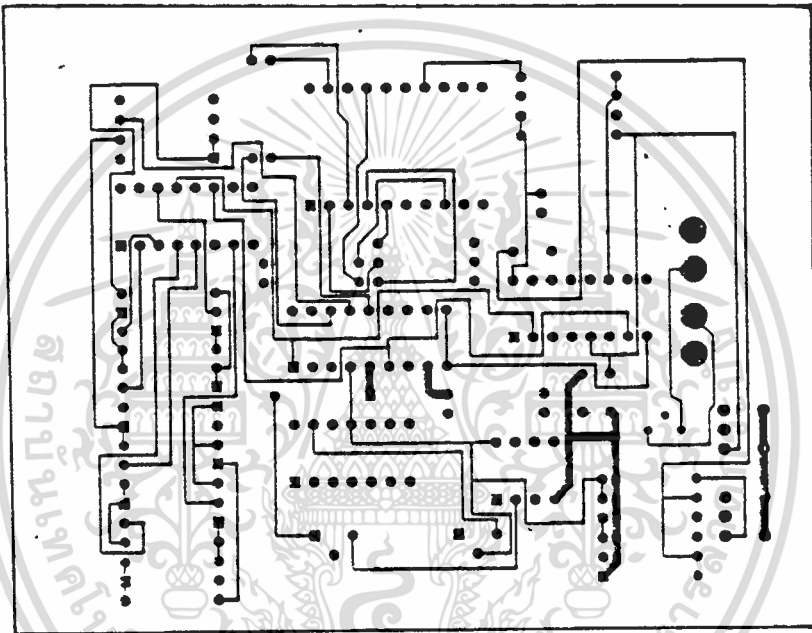
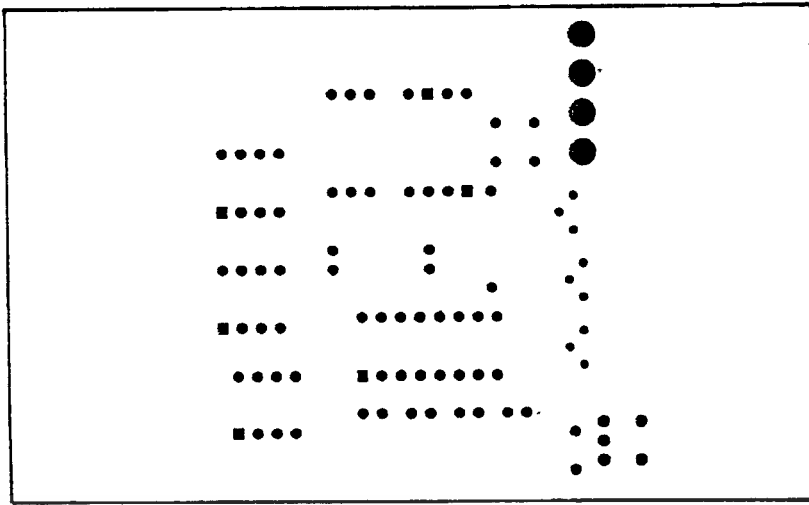
การประกอบวงจร

1. J6-1 ๑ให้ต่อกับหม้อแปลงที่ AC 18 โวลท์
2. J4-1 ๑ให้ต่อกับหม้อแปลงที่ AC 18 โวลท์
3. J4-2 ๑ให้ต่อกับหม้อแปลงที่ AC 0 โวลท์
4. J5-1 ๑ให้ต่อกับ J2-2
5. J2-1 ๑ให้ต่อกับ J3-1
6. J1-1 ๑ให้ต่อกับ MOTOR FAN COIL แบบอนุกรม และ ปลายอีกข้างให้ต่อกับ LINE 220 โวลท์
7. J1-2 ๑ให้ต่อกับสาย Neton ของไฟ 220 โวลท์
8. ที่ RL2 ขา 4 ๑ให้ต่อกับ RELAY ของ MOTOR COMPRESSOR แบบอนุกรม และ อีกปลายด้านหนึ่งต่อกับ LINE 220 โวลท์
9. ที่ RL2 ขา 5 ๑ให้ต่อกับสาย Neton ของไฟ 220 โวลท์
10. J1 ๑ให้ต่อที่ขา LEGRELAY 2 ของ RL1

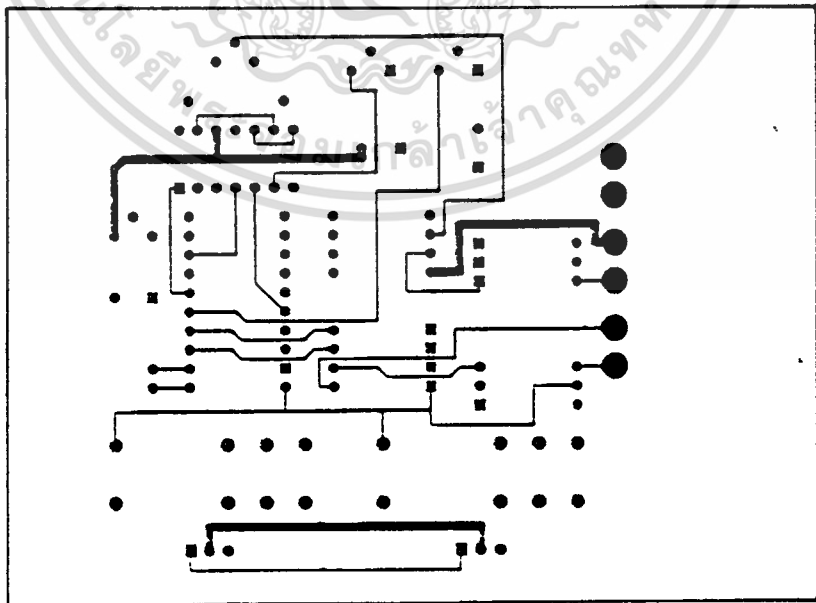
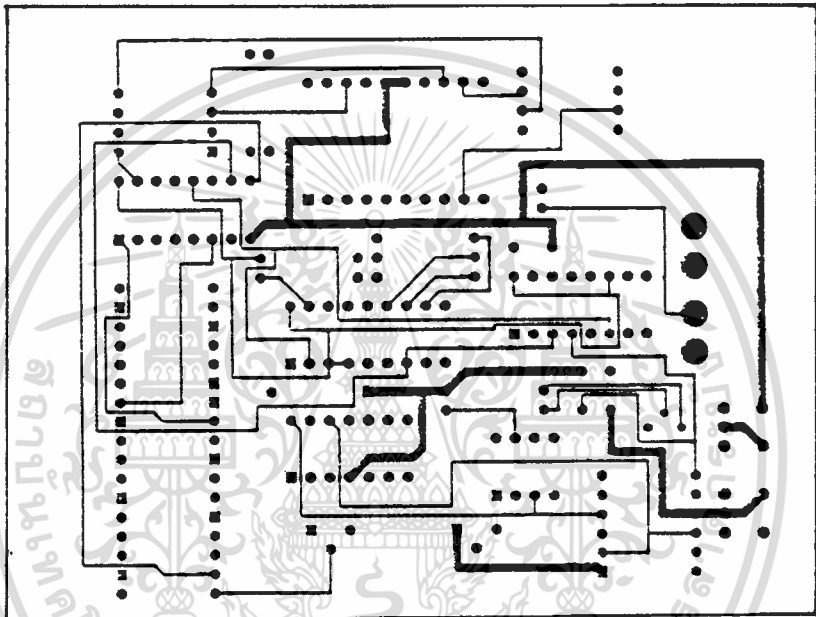
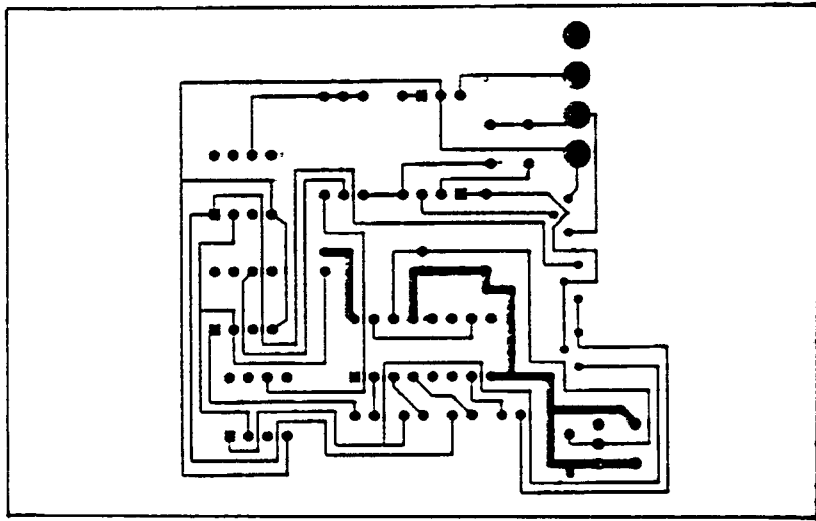
hoikung1



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ก-1 แสดง Device position
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเผยแพร่และข้อมูลลิขสิทธิ์เจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ทำซ้ำ แจกจ่าย หรือเผยแพร่เอกสารชุดนี้โดยไม่ได้รับอนุญาต

แสดง PCB BOTTOM LAYER



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์วงจร FAN SELECT

U1 4017
Q1 C9013
Q2 A733
D1 1N4148
D2,D3,D4,D5 LED
D6 DB 3
X1,X2,X3 MOC 3020
X4 TLC 256
C1 0.1 microfarad/50 V
C2 0.1 microfarad/630 V
C3 0.01 microfarad/50 V
R1,R2 100K OHM
R3 22K OHM
R4 100 OHM
R5 1K OHM
R6 330 OHM
R7 47K OHM
R8 10K OHM
SW4 LOGIC SWITCH

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์ TEMPERATURE SELECT AND DISPLAY

U2 LM324

U3 4028

U4 LM311

U5 40192

U6 4513

Q3 9013

D9 LED

D10-D20 1N4148

C5 1 microfarad/18 V

C6,C7 0.01 microfarad/50 V

R9 750 OHM

R10 680 OHM

R11 560 OHM

R12 500 OHM

R13 500 OHM

R14 470 OHM

R15 470 OHM

R16 820 OHM

R17 1K OHM

R18 1K OHM

R19 10K OHM

R20 1K OHM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R21,R26 VR 10 K OHM

R22 100K OHM

R23 10K OHM

R24 1K OHM

R25 10K OHM

R27-R37 1K OHM

SW2,SW3 LOGIC SWITCH

7 SEGMENT-2D



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายการอุปกรณ์วงจร VOLTAGE PROTECTION, DELAY AND POWER SUPPLY

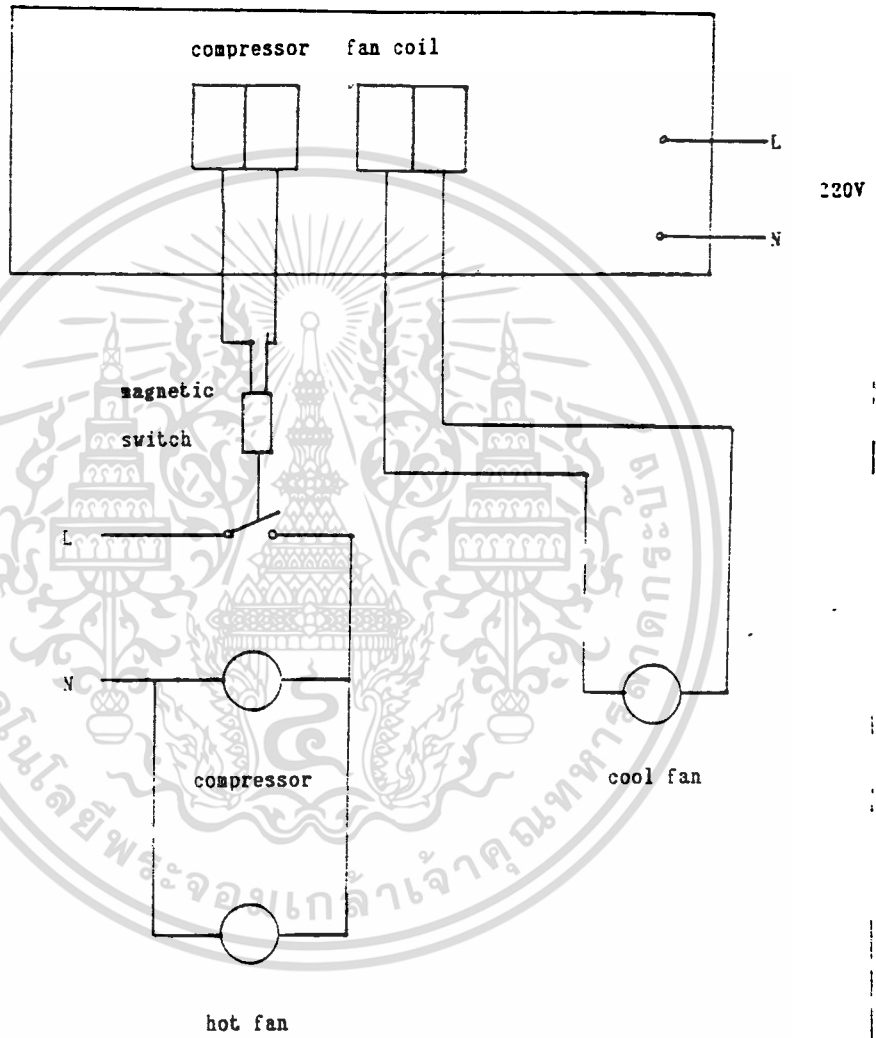
U7 LM339
U8 7812
U9 7809
Q4,Q5 BC548
D8,D21,D22,D27,D29 1N4001
D24,D25,D26 1N4148
D28 LED
C4 10 microfarad/35 V
C8 470 microfarad/35 V
C9 220 microfarad/16 V
R41,R43 VR 100 K OHM
R42 50K OHM
R44 10K OHM
R45 100K OHM
R46 50K OHM
R47 10K OHM
R48 470K OHM
R49,R50 10K OHM
R51 2K OHM
R52 50K OHM
R53,R54 1K OHM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

R55 1.2M OHM
R56 10K OHM
R57 22K OHM
R58 1K OHM
RL1,RL2 RELAY 12 V

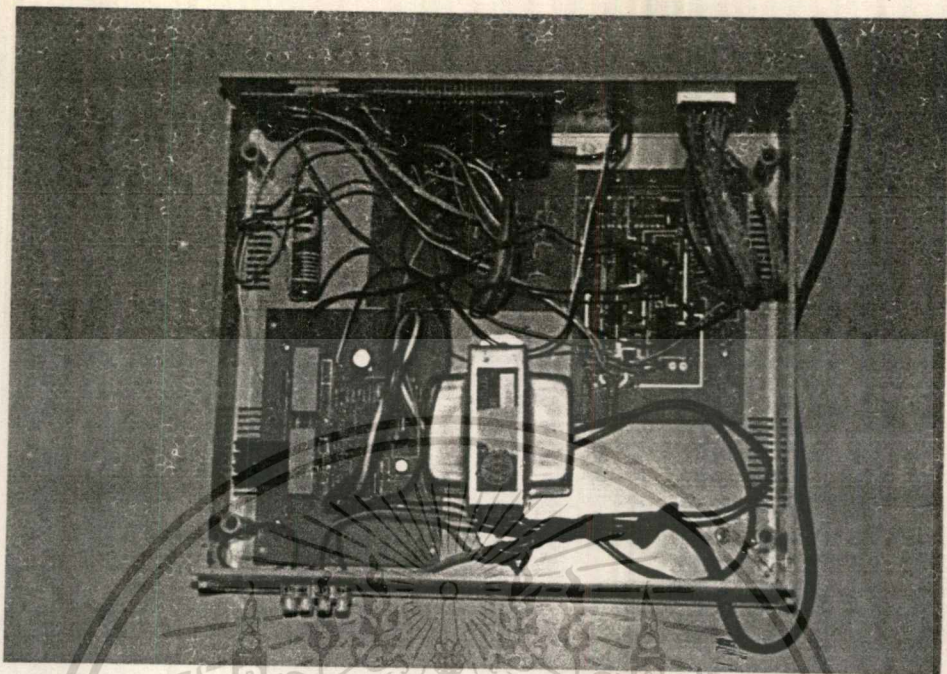


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

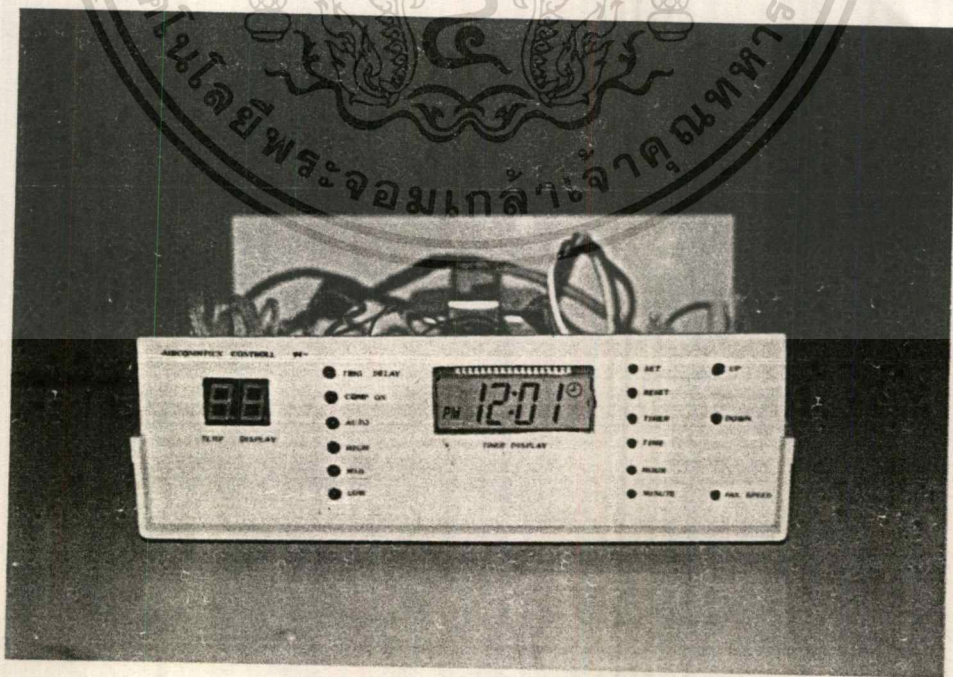


แสดงการใช้งานด้านติดตั้ง

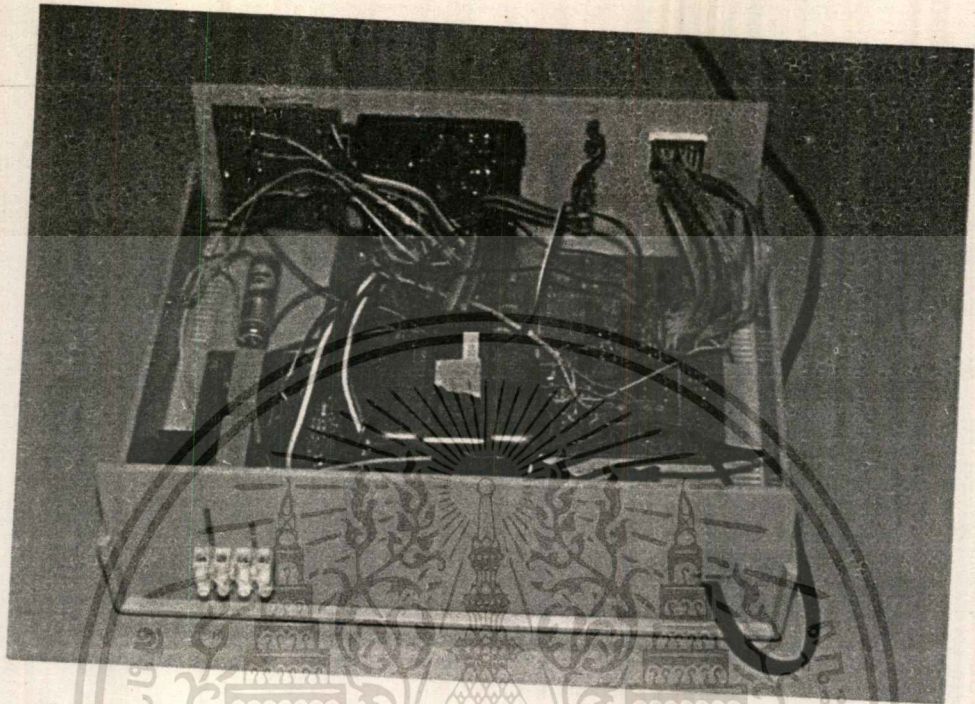
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปถ่ายแสดงการลงอุปกรณ์ของชุดคอลโทรลแอร์คอนดิชั่น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับบุคลากรรูปถ่ายแสดงหน้าปัดควบคุมไปอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปถ่ายแสดงการต่อใช้งานด้านหลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



MOTOROLA
Semiconductors
300 N. CENTRAL AVENUE
PHOENIX, ARIZONA 85012

MC3405
MC3505

**DUAL OPERATIONAL AMPLIFIER
AND DUAL COMPARATOR**

The MC3405/3505 contains two differential-input operational amplifiers and two comparators, each set capable of single supply operation. This operational amplifier-comparator circuit fulfills its applications as a general purpose product for automotive and consumer circuits as well as an industrial building block.

The MC3405 is specified over the commercial operating temperature range of 0 to +70°C, while the MC3505 is specified over the military operating range of -55 to +125°C.

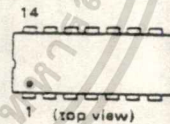
- Operational Amplifiers Equivalent in Performance to MC3403/3503
- Comparators Similar in Performance to LM339/139
- Single Supply Operation: 3.0 Volts to 36 Volts
- Split Supply Operation: ±1.5 to ±18
- Low Supply Current Drain
- Operational Amplifiers Are Internally Frequency Compensated
- Comparators TTL and CMOS Compatible

**DUAL
OPERATIONAL AMPLIFIER
AND
DUAL VOTAGE COMPARATOR**

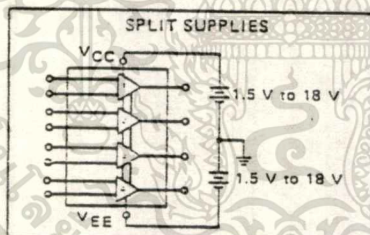
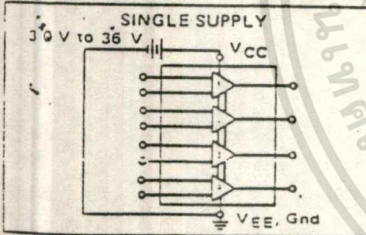
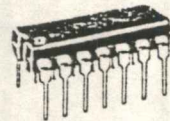
**SILICON MONOLITHIC
INTEGRATED CIRCUIT**



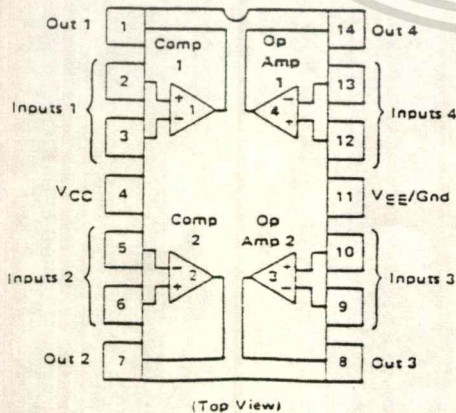
L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 632
TO-116



P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646
(MC3405 only)



PIN CONNECTIONS



ORDERING INFORMATION

Device	Temperature Range	Package
MC3405L	0 to +70°C	Ceramic DIP
MC3405P	0 to +70°C	Plastic DIP
MC3505L	-55 to +125°C	Ceramic DIP

MOTOROLA INC. 1977

DS 9420 R1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านก^ม 41
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPERATIONAL AMPLIFIER SECTION

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage—Single Supply Split Supplies	V_{CC} V_{CC}, V_{EE}	36 ± 18	Vdc
Input Differential Voltage Range	V_{IDR}	± 36	Vdc
Input Common Mode Voltage Range	V_{ICR}	± 18	Vdc
Operating Ambient Temperature Range—MC3505 MC3405	T_A	-55 to +125 0 to +70	$^{\circ}C$
Storage Temperature Range—Ceramic Package Plastic Package	T_{stg}	-65 to +150 -55 to +125	$^{\circ}C$
Operating Junction Temperature Range—Ceramic Package Plastic Package	T_J	175 150	$^{\circ}C$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0$ V, $V_{EE} = \text{Gnd}$, $T_A = 25^{\circ}C$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	MC3505			MC3405			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage	V_{IO}	—	2.0	5.0	—	2.0	10	mV
Input Offset Current	I_{IO}	—	30	50	—	30	50	nA
Input Bias Current	I_{IB}	—	-200	-500	—	-200	-500	nA
Large-Signal Open-Loop Voltage Gain ($R_L = 2.0$ k Ω)	A_{VOL}	20	200	—	20	200	—	V/mV
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	—	—	150	—	—	150	$\mu V/V$
Output Voltage Range (Note 1) ($R_L = 10$ k Ω , $V_{CC} = 5.0$ V) ($R_L = 10$ k Ω , 5.0 V $< V_{CC} < 30$ V)	V_{OR}	3.3 $V_{CC}-1.7$	3.5 $V_{CC}-1.5$	—	3.3 $V_{CC}-1.7$	3.5 $V_{CC}-1.5$	—	Vpp
Power Supply Current (Notes 2 and 3)	I_{CC}	—	2.5	4.0	—	2.5	7.0	mA
Channel Separation $f = 1.0$ kHz to 20 kHz (Input Referenced)	—	—	-120	—	—	-120	—	dB

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = +15$ V, $V_{EE} = -15$ V, $T_A = 25^{\circ}C$ unless otherwise noted)

Input Offset Voltage ($T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Note 4)	V_{IO}	—	2.0	5.0	—	2.0	10	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	—	15	—	—	15	—	$\mu V/^{\circ}C$
Input Offset Current ($T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Note 4)	I_{IO}	—	—	50	—	—	50	nA
Input Bias Current ($T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Note 4)	I_{IB}	—	-200	-500	—	-200	-500	nA
Input Common Mode Voltage Range	V_{ICR}	$+13 - V_{EE}$	—	—	$+13 - V_{EE}$	—	—	Vdc
Large Signal Open Loop Voltage Gain ($V_O = \pm 10$ V, $R_L = 2.0$ k Ω) ($T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Note 4)	A_{VOL}	50 25	200 100	—	20 15	200 100	—	V/mV
Common Mode Rejection Ratio	CMRR	70	90	—	70	90	—	dB
Power Supply Rejection Ratio	PSRR	—	30	150	—	30	150	$\mu V/V$
Output Voltage ($R_L = 10$ k Ω) ($R_L = 2.0$ k Ω) ($R_L = 2.0$ k Ω , $T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Note 4)	V_O	± 12 ± 10 ± 10	± 13.5 ± 13 —	—	± 12 ± 10 ± 10	± 13.5 ± 13 —	—	Vdc
Output Short-Circuit Current	I_{OS}	± 10	± 30	± 45	± 10	± 20	± 45	mA
Power Supply Current (Notes 2 and 3)	I_{CC}, I_{EE}	—	2.8	4.0	—	2.8	7.0	mA
Phase Margin	ϕ_m	—	60	—	—	60	—	Degrees
Small-Signal Bandwidth ($A_V = 1$, $R_L = 10$ k Ω , $V_O = 50$ mV)	BW	—	1.0	—	—	1.0	—	MHz
Power Bandwidth ($A_V = 1$, $R_L = 2.0$ k Ω , $V_O = 20$ V (p-p), THD = 5%)	BWp	—	9.0	—	—	9.0	—	kHz
Rise Time/Fall Time	t_{TLH}, t_{THL}	—	0.35	—	—	0.35	—	μs
Overshoot ($A_V = 1$, $R_L = 10$ k Ω , $V_O = 50$ mV)	OS	—	20	—	—	20	—	%
Slew Rate	SR	—	0.6	—	—	0.6	—	V/ μs

- NOTES: 1. Output will swing to ground
2. Not to exceed maximum package power dissipation.
3. For Operational Amplifier and Comparator.
4. $T_{low} = -55^{\circ}C$ for MC3505 $T_{high} = +125^{\circ}C$ for MC3505
 $= 0^{\circ}C$ for MC3405 $= +70^{\circ}C$ for MC3405



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPARATOR SECTION

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Power Supply Voltage—Single Supply	V_{CC}	36	Vdc
Split Supplies	V_{CC}, V_{EE}	± 18	
Input Differential Voltage Range	V_{IDR}	± 36	Vdc
Input Common Mode Voltage Range	V_{ICR}	-0.3 to +36	Vdc
Sink Current	I_{sink}	20	mA
Operating Ambient Temperature Range—MC3505	T_A	-55 to +125	$^{\circ}C$
MC3405		0 to +70	
Storage Temperature Range—Ceramic Package	T_{stg}	-65 to +150	$^{\circ}C$
Plastic Package		-55 to +125	
Operating Junction Temperature Range—Ceramic Package	T_J	175	$^{\circ}C$
Plastic Package		150	

ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = 5.0$ V, $V_{EE} = \text{Gnd}$, $T_A = 25^{\circ}C$ unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	MC3505			MC3405			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage ($T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Notes 1 and 2)	V_{IO}	—	2.0	5.0	—	2.0	10	mV
Average Temperature Coefficient of Input Offset Voltage	$\Delta V_{IO}/\Delta T$	—	15	—	—	15	—	$\mu V/^{\circ}C$
Input Offset Current ($T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Note 1)	I_{IO}	—	50	75	—	50	100	nA
Input Bias Current ($T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Note 1)	I_B	—	-125	-500	—	-125	-500	nA
Input Common Mode Voltage Range ($T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Note 1)	V_{ICR}	0	$V_{CC} - 1.5$	$V_{CC} - 1.7$	0	$V_{CC} - 1.5$	$V_{CC} - 1.7$	V
Input Differential Voltage (All $V_{in} > 0$ Vdc)	V_{ID}	—	—	36	—	—	36	V
Large-Signal Open-Loop Voltage Gain ($R_L = 15$ k Ω)	A_{VOL}	—	200	—	—	200	—	V/mV
Output Sink Current ($V_{in}(-) > 1.0$ Vdc, $V_{in}(+) = 0$, $V_O < 1.5$ V)	I_{sink}	6.0	16	—	6.0	16	—	mA
Low Level Output Voltage ($V_{in}(+) = 0$ V, $V_{in}(-) = 1.0$ V, $I_{sink} = 4.0$ mA) ($T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Note 1)	V_{OL}	—	350	500	—	350	500	mV
Output Leakage Current ($V_{in}(+) > 1.0$ Vdc, $V_{in}(-) = 0$, $V_O = 5.0$ Vdc) ($T_A = T_{low}$ to T_{high}) (Note 1)	I_{OL}	—	0.1	1.0	—	0.1	1.0	μA
Large-Signal Response	—	—	300	—	—	300	—	ns
Response Time (Note 3) ($V_{RL} = 5.0$ Vdc, $R_L = 5.1$ k Ω)	—	—	1.3	—	—	1.3	—	μs

NOTES: 1. $T_{low} = -55^{\circ}C$ for MC3505 $T_{high} = +125^{\circ}C$ for MC3505
 $= 0^{\circ}C$ for MC3405 $= +70^{\circ}C$ for MC3405

2. $V_O \approx 1.4$ V, $R_S = 0$ Ω with V_{CC} from 5.0 Vdc to 30 Vdc, and over the input common mode range 0 to $V_{CC} - 1.7$ V.

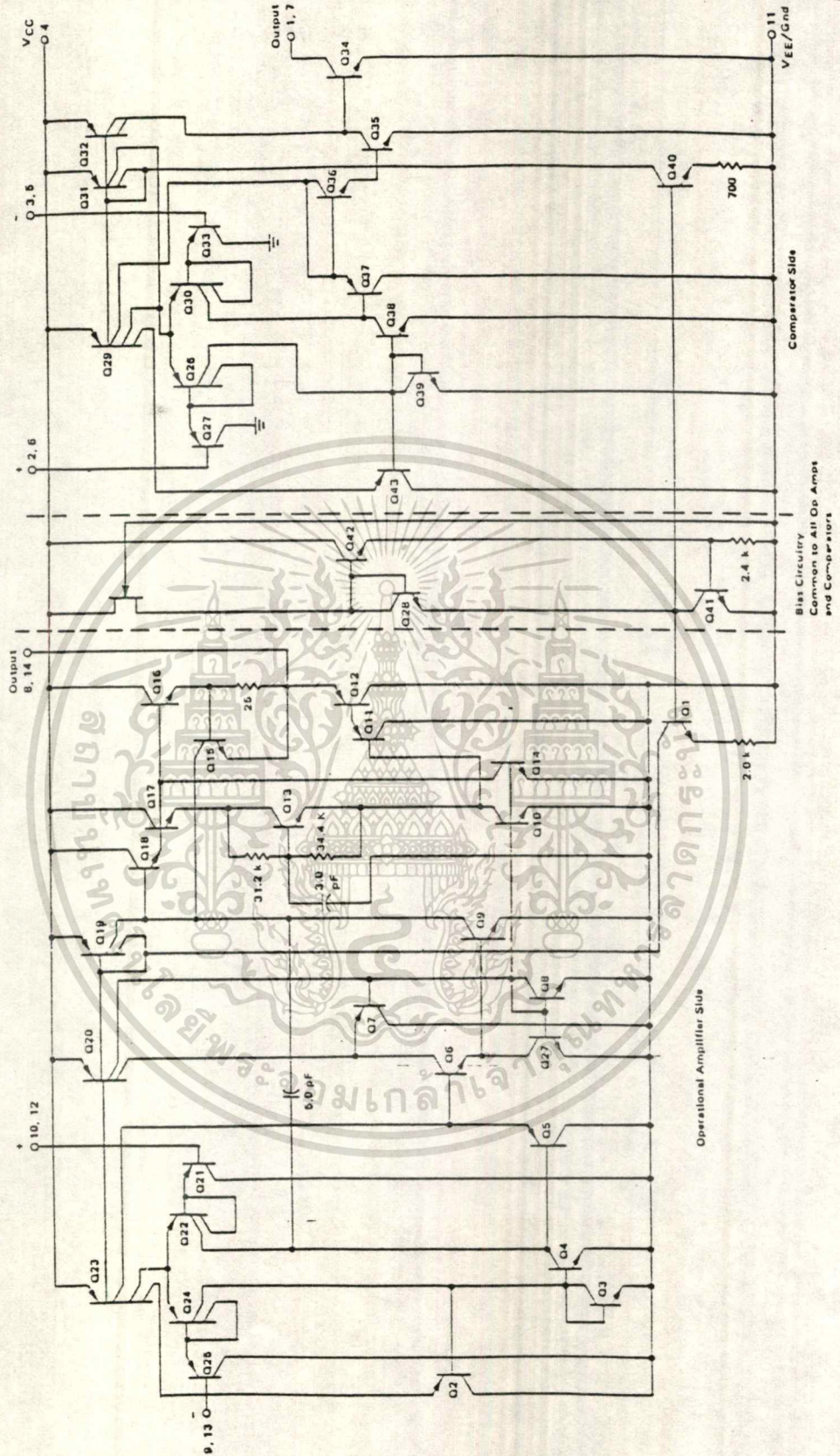
3. The response time specified is for a 100 mV input step with 5.0 mV overdrive. For larger signals 300 ns is typical.



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CIRCUIT SCHEMATIC
(1/2 OF CIRCUIT SHOWN)



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

OPERATIONAL AMPLIFIER SECTION

TYPICAL PERFORMANCE CURVES

FIGURE 1 - SINE WAVE RESPONSE

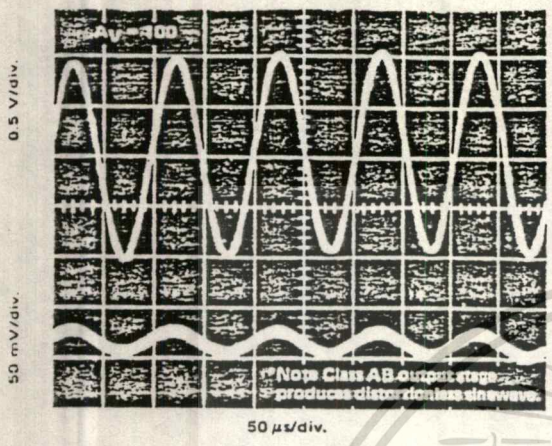


FIGURE 2 - OPEN LOOP FREQUENCY RESPONSE

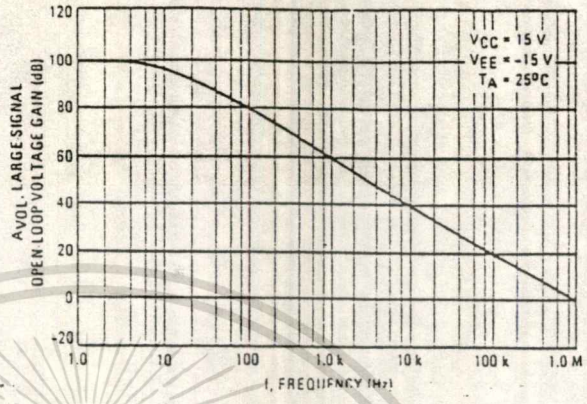


FIGURE 3 - POWER BANDWIDTH

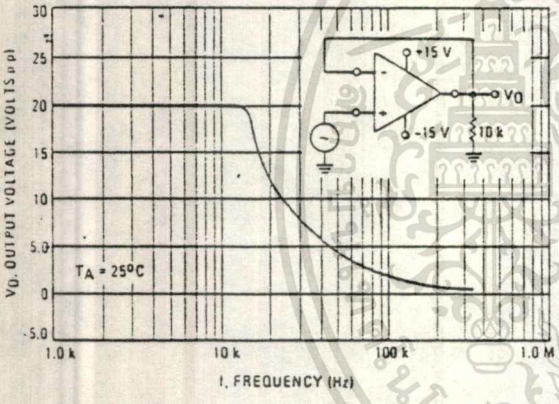


FIGURE 4 - OUTPUT SWING versus SUPPLY VOLTAGE

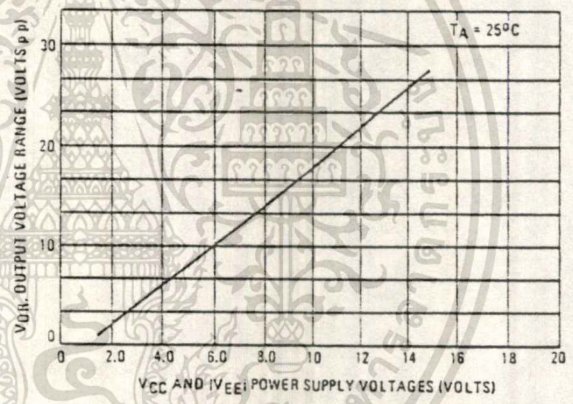


FIGURE 5 - INPUT BIAS CURRENT versus TEMPERATURE

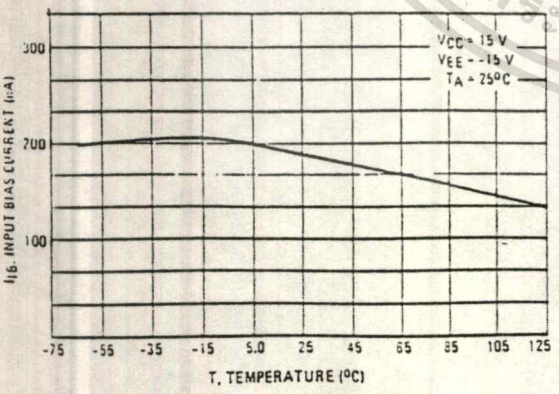
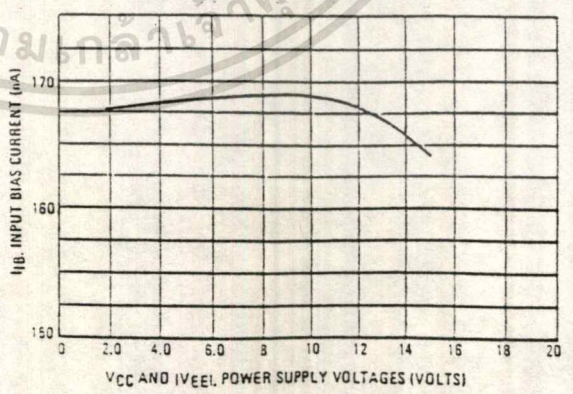


FIGURE 6 - INPUT BIAS CURRENT versus SUPPLY VOLTAGE



COMPARATOR SECTION TYPICAL PERFORMANCE CURVES

FIGURE 7 - NORMALIZED INPUT OFFSET VOLTAGE

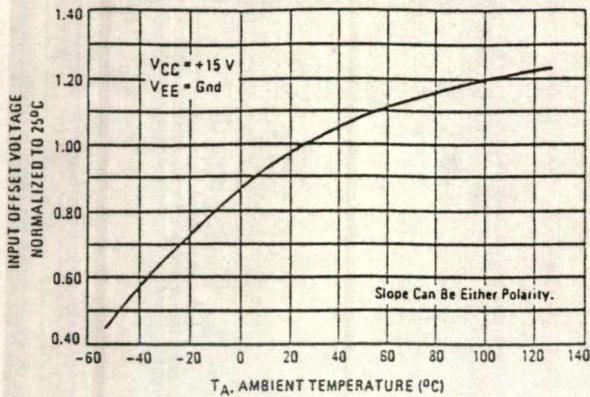


FIGURE 8 - INPUT BIAS CURRENT

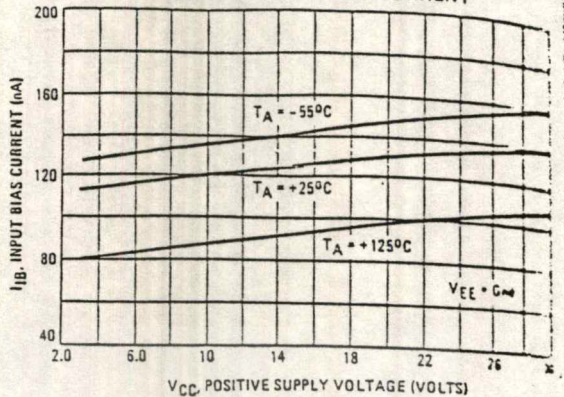


FIGURE 9 - NORMALIZED INPUT OFFSET CURRENT

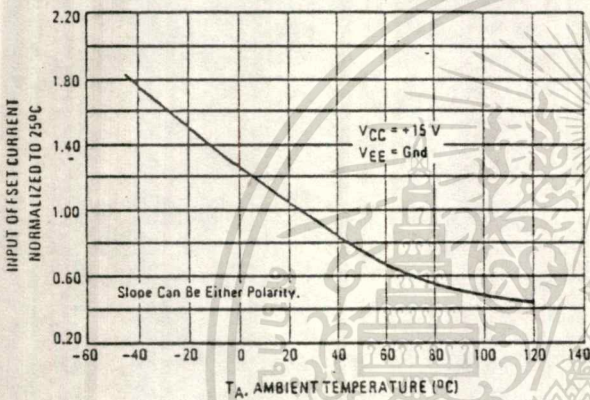
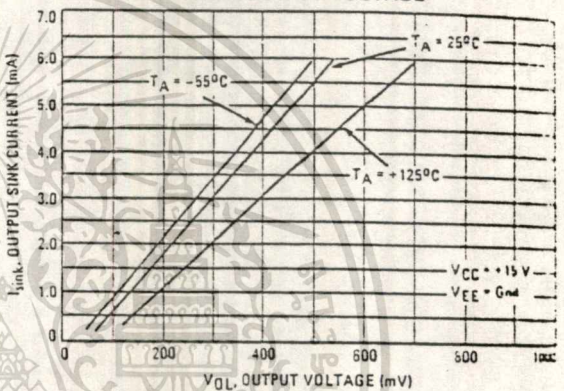
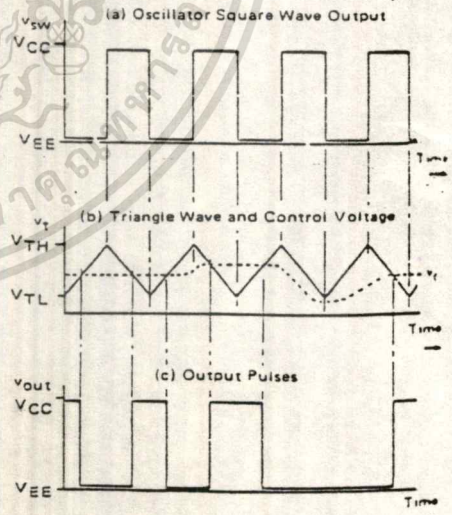
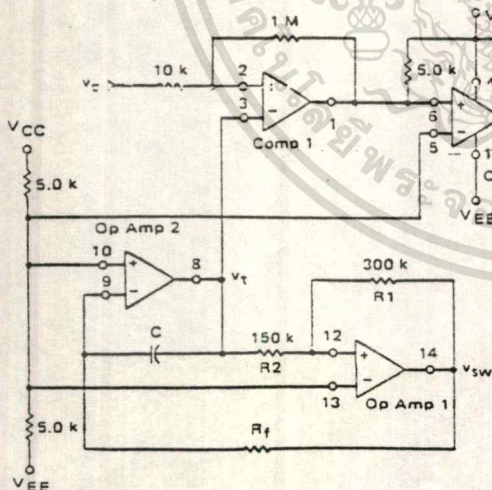


FIGURE 10 - OUTPUT SINK CURRENT versus OUTPUT VOLTAGE



APPLICATIONS INFORMATION

FIGURE 11 - PULSE WIDTH MODULATOR SCHEMATIC AND WAVEFORMS



$$V_{TH} = \frac{1}{2} V_S (1 + R_2/R_1) + V_{EE} \quad V_S = V_{CC} - V_{EE}$$

$$V_{TL} = \frac{1}{2} V_S (1 - R_2/R_1) + V_{EE}$$

Oscillator Frequency

$$f = \frac{H_1}{4H_1CR_2}$$

Pulse Width

$$P.W. = \left(\frac{1}{f}\right) \left(\frac{V_C - V_{TL}}{V_{TH} - V_{TL}}\right) \quad \text{When: } V_{TL} < V_C < V_{TH}$$

Duty Cycle in %

$$D.C. = \left(\frac{V_C - V_{TL}}{V_{TH} - V_{TL}}\right) (100)$$



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

FIGURE 12 - WINDOW COMPARATOR

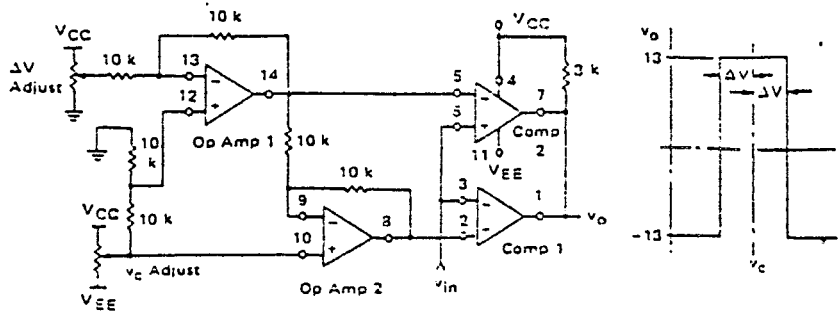


FIGURE 13 - SQUELCH CIRCUIT FOR AM OR FM

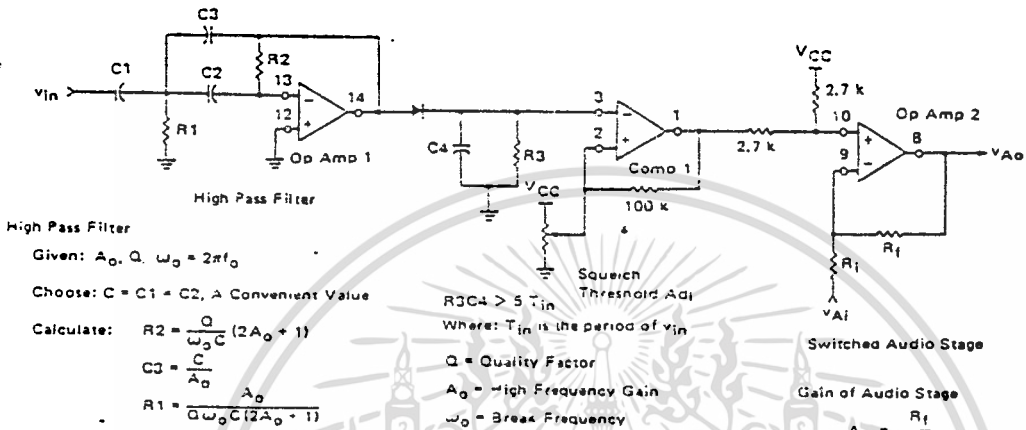


FIGURE 14 - HIGH/LOW LIMIT ALARM

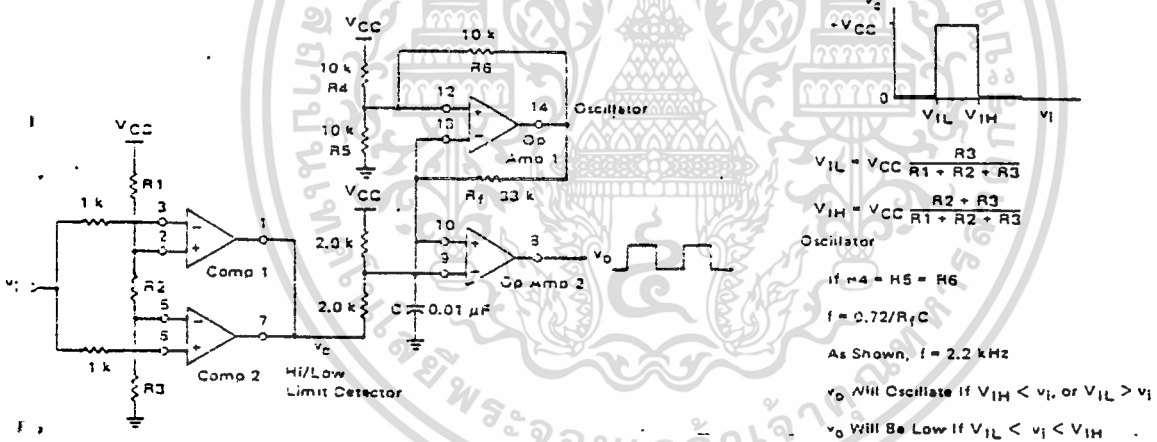
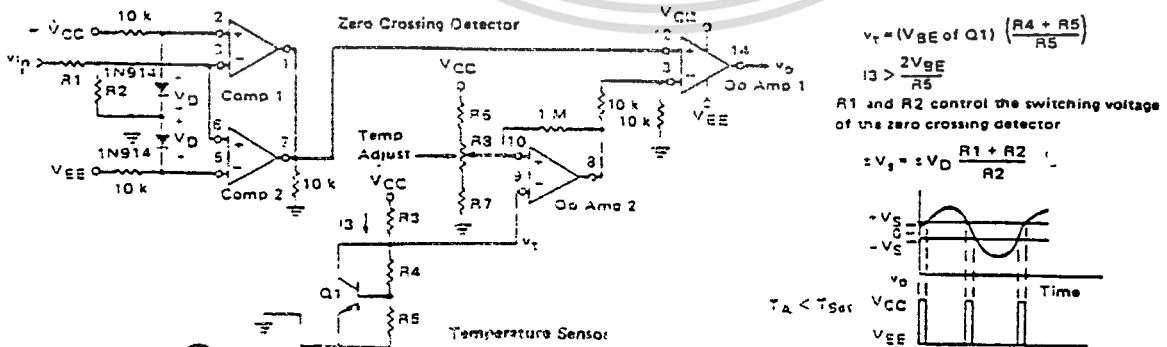
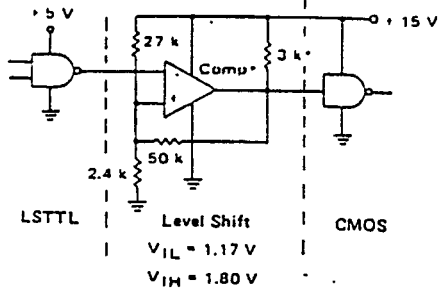


FIGURE 15 - ZERO CROSSING DETECTOR WITH TEMPERATURE SENSOR



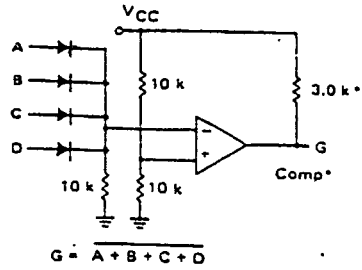
MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

FIGURE 16 — LSTTL to CMOS INTERFACE WITH HYSTERESIS



*The same configuration may be used with an Op Amp if the 3 k resistor is removed.

FIGURE 17 — "NOR" GATE



*The same configuration may be used with an Op Amp if the 3 k resistor is removed.

THERMAL INFORMATION

The maximum power consumption an integrated circuit can tolerate at a given operating ambient temperature, can be found from the equation:

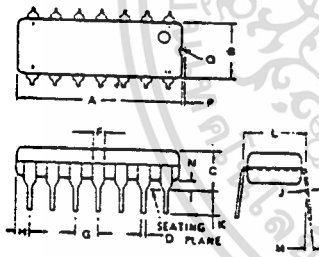
$$P_D(T_A) = \frac{T_{J(max)} - T_A}{R_{\theta JA}(Typ)}$$

Where: $P_D(T_A)$ = Power Dissipation allowable at a given operating ambient temperature. This must be greater than

the sum of the products of the supply voltages and supply currents at the worst case operating condition.

$T_{J(max)}$ = Maximum Operating Junction Temperature as listed in the Maximum Ratings Section
 T_A = Maximum Desired Operating Ambient Temperature
 $R_{\theta JA}(Typ)$ = Typical Thermal Resistance Junction to Ambient

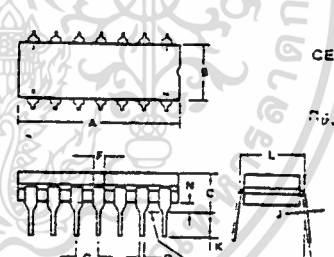
OUTLINE DIMENSIONS



**P SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646
(MC3405)**
 $R_{\theta JA} = 100^{\circ}\text{C/W (Typ)}$

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	12.16	16.00	0.715	0.740
B	6.10	6.60	0.240	0.260
C	4.06	4.57	0.160	0.180
D	0.28	0.51	0.015	0.020
E	1.02	1.52	0.040	0.060
G	7.34 BSC		0.100 BSC	
H	1.37	1.83	0.052	0.072
J	0.28	0.28	0.008	0.012
K	7.62	7.62	0.115	0.125
L	7.27	7.87	0.290	0.310
M	-	1.0 [±]	-	1.0 [±]
N	0.51	1.02	0.020	0.040
P	0.13	0.28	0.005	0.015
Q	0.51	0.76	0.020	0.030

NOTES:
 1. LEADS WITHIN 0.13 mm (0.005) RADIUS OF TRUE POSITION AT SEATING PLANE AT MAXIMUM MATERIAL CONDITION.
 2. DIMENSION "L" TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL



**L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 832
TO-116**
 $R_{\theta JA} = 100^{\circ}\text{C/W (Typ)}$

DIM	MILLIMETERS		INCHES	
	MIN	MAX	MIN	MAX
A	11.95	12.81	0.750	0.780
B	6.27	6.89	0.245	0.275
C	4.32	5.08	0.170	0.200
D	3.41	3.51	0.016	0.020
F	1.45	1.60	0.057	0.063
G	7.54 BSC		0.100 BSC	
H	1.51	2.29	0.055	0.090
J	0.20	0.20	0.008	0.012
K	7.18	7.65	0.125	0.160
L	7.62 BSC		0.300 BSC	
M	-	1.0 [±]	-	1.0 [±]
N	0.51	0.76	0.020	0.030

NOTE:
 1. DIMENSION "L" TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL

Circuit diagrams utilizing Motorola products are included as a means of illustrating typical semiconductor applications; consequently, complete information sufficient for construction purposes is not necessarily given. The information has been carefully checked and is believed to be entirely reliable. However, no responsibility is assumed for inaccuracies. Furthermore, such information does not convey to the purchaser of the semiconductor devices described any license under the patent rights of Motorola Inc. or others.



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

BOX 20912 • PHOENIX, ARIZONA 85036 • A SUBSIDIARY OF MOTOROLA INC.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FEATURES

- ◆ 10 Decoded Decimal Outputs
- ◆ Direct Reset
- ◆ Trigger from either Edge of Clock Input
- ◆ Carry Output for Cascading Stages
- ◆ Fully Static Operation - DC to 5MHz @ 10Vdc

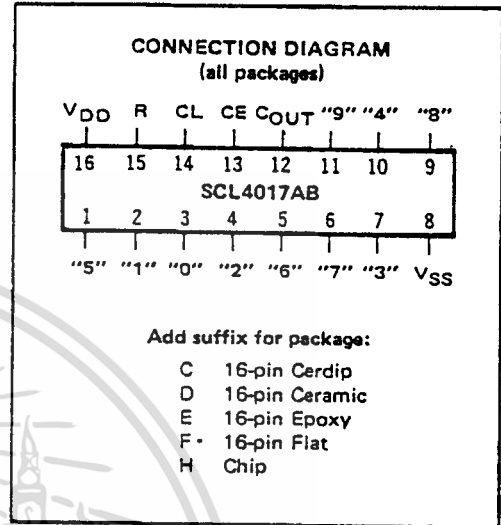
DESCRIPTION

The SCL4017AB consists of a 5-stage Johnson Decade Counter and an Output Decoder. Inputs include Clock, Reset, and Clock Enable signals.

The counter has interchangeable Clock and Clock Enable lines for incrementing on either a positive-going or negative-going transition, respectively. A high Reset signal clears the counter to its zero count.

Use of the Johnson decade counter configuration permits high-speed operation, 2-input decode gating, and spike-free decoded outputs. Anti-lock gating is provided, thus assuring proper counting sequence. The 10 decoded outputs are normally low and go high only at their respective decoded time slot. Each decoded output remains high for one full clock cycle. A Carry-out (COUT) signal completes one cycle every 10 clock input cycles and is used to directly clock the succeeding counter in multi-stage applications.

This part can be used in frequency division circuits as well as decade counter or decimal decode display applications.



RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

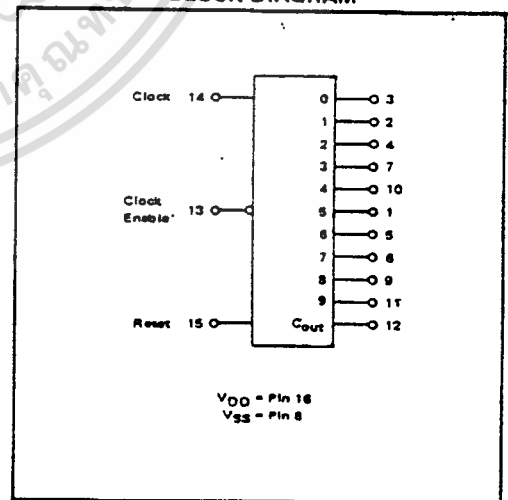
DC Supply Voltage	V _{DD} - V _{SS}	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T _A	-55 to +125	°C
C, D, F, H Device		-40 to +85	°C
E Device			

FUNCTIONAL TRUTH TABLE
(Positive Logic)

Clock	Clock Enable	Reset	Decode Output = n
0	X	0	n
X	1	0	n
X	X	1	"0"
—	0	0	n + 1
—	X	0	n
X	—	0	n
1	—	0	n + 1

x = Don't Care
 If n < 5 Carry = "1", Otherwise = "0"

BLOCK DIAGRAM



ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS¹

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}	5	V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}	–	5	–	0.05	5	–	150	μA _{dc}	
		10	All valid input combinations	–	10	–	0.1	10	–	300		
		15		–	20	–	0.2	20	–	600		
OUTPUT HIGH (SOURCE) CURRENT C, D, F, H device Decoded Outputs	I _{OH}	5	V _{OH} = 4.6V	-0.05	–	-0.04	-0.3	–	-0.028	–	mA _{dc}	
		10	V _{OH} = 9.5V	-0.125	–	-0.1	-0.75	–	-0.07	–		
		15	V _{OH} = 13.5V	-0.375	–	-0.3	-2.5	–	-0.21	–		
			V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}									
		5	V _{OH} = 4.6V	-0.25	–	-0.2	-0.75	–	-0.14	–		mA _{dc}
		10	V _{OH} = 9.5V	-0.62	–	-0.5	-1.1	–	-0.35	–		
	E device Decoded Outputs	I _{OH}	5	V _{OH} = 4.6V	-0.048	–	-0.04	-0.3	–	-0.032	–	mA _{dc}
			10	V _{OH} = 9.5V	-0.12	–	-0.1	-0.75	–	-0.08	–	
			15	V _{OH} = 13.5V	-0.36	–	-0.3	-2.5	–	-0.24	–	
			V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}									
		5	V _{OH} = 4.6V	-0.24	–	-0.2	-0.75	–	-0.16	–	mA _{dc}	
		10	V _{OH} = 9.5V	-0.6	–	-0.5	-1.1	–	-0.4	–		
OUTPUT LOW (SINK) CURRENT C, D, F, H device Decoded Outputs	I _{OL}	5	V _{OL} = 0.4V	0.05	–	0.04	0.4	–	0.028	–	mA _{dc}	
		10	V _{OL} = 0.5V	0.125	–	0.1	1.0	–	0.07	–		
		15	V _{OL} = 1.5V	0.375	–	0.3	3.0	–	0.21	–		
			V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}									
		5	V _{OL} = 0.4V	0.25	–	0.2	0.75	–	0.14	–		mA _{dc}
		10	V _{OL} = 0.5V	0.62	–	0.5	1.3	–	0.35	–		
	E device Decoded Outputs	I _{OL}	5	V _{OL} = 0.4V	0.048	–	0.04	0.4	–	0.032	–	mA _{dc}
			10	V _{OL} = 0.5V	0.12	–	0.1	1.0	–	0.08	–	
			15	V _{OL} = 1.5V	0.36	–	0.3	3.0	–	0.24	–	
			V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}									
		5	V _{OL} = 0.4V	0.24	–	0.2	0.75	–	0.16	–	mA _{dc}	
		10	V _{OL} = 0.5V	0.6	–	0.5	1.3	–	0.4	–		
Carry Output	I _{OL}	15	V _{OL} = 1.5V	1.8	–	1.5	4.0	–	1.2	–		
			V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}									

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.

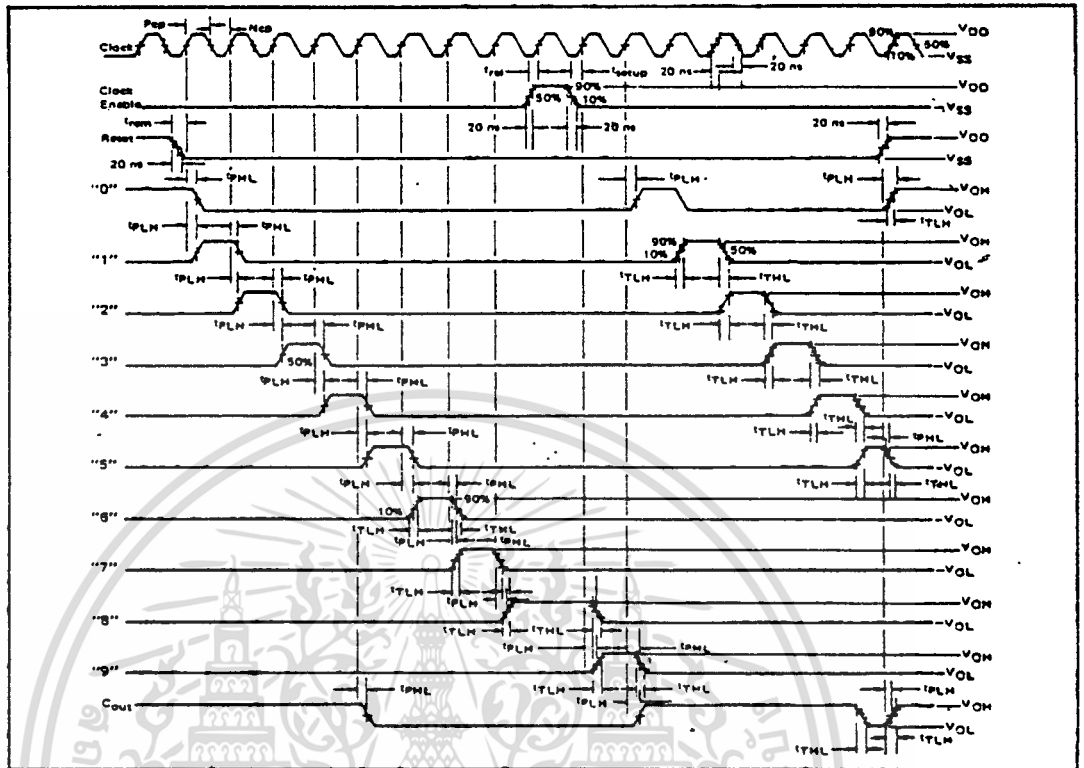
= + 85°C for E device.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Continued)

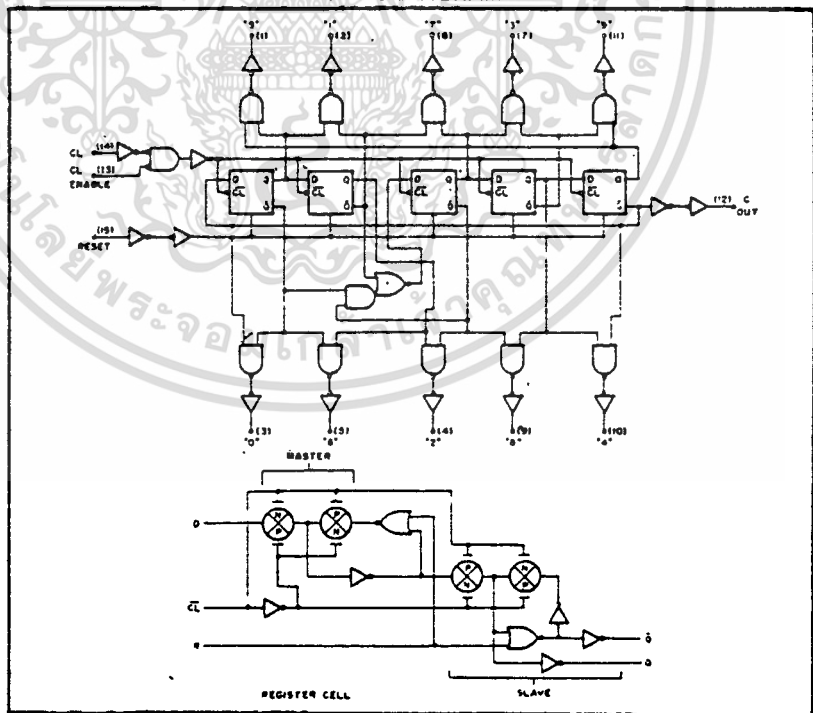
DYNAMIC CHARACTERISTICS ($C_L = 50\text{pF}$, $T_A = 25^\circ\text{C}$)

PARAMETER		V_{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units	
CLOCKED OPERATION							
PROPAGATION DELAY TIME To Decoded Outputs	t_{PLH}, t_{PHL}	5	—	600	1200	ns	
		10	—	240	480		
		15	—	180	360		
	To Carry Output	t_{PLH}, t_{PHL}	5	—	500	1000	ns
			10	—	200	400	
			15	—	150	300	
OUTPUT TRANSITION TIME Decoded Outputs	t_{TLH}, t_{THL}	5	—	250	500	ns	
		10	—	125	250		
		15	—	90	180		
	Carry Output	t_{TLH}, t_{THL}	5	—	180	360	ns
			10	—	90	180	
			15	—	65	130	
MINIMUM CLOCK PULSE WIDTH	PW_{CL}	5	—	200	400	ns	
		10	—	100	200		
		15	—	80	160		
MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	f_{CL}	5	1.25	2.5	—	MHz	
		10	2.5	5.0	—		
		15	3.0	6.0	—		
MAXIMUM CLOCK OR ENABLE RISE AND FALL TIME	t_{rCL}, t_{fCL}	5	15	—	—	μs	
		10	15	—	—		
		15	5	—	—		
MINIMUM ENABLE SETUP TIME	t_{setup}	5	—	175	350	ns	
		10	—	75	150		
		15	—	55	110		
MINIMUM ENABLE REMOVAL TIME	t_{rem}	5	—	250	500	ns	
		10	—	100	200		
		15	—	75	150		
RESET OPERATION							
PROPAGATION DELAY TIME To Decoded Outputs	t_{PLH}, t_{PHL}	5	—	500	1000	ns	
		10	—	200	400		
		15	—	140	280		
	To Carry Output	t_{PLH}	5	—	400	800	ns
			10	—	150	300	
			15	—	110	220	
MINIMUM RESET PULSE WIDTH	PW_R	5	—	150	300	ns	
		10	—	75	150		
		15	—	60	120		
RESET REMOVAL TIME	t_{rem}	5	—	250	500	ns	
		10	—	100	200		
		15	—	80	160		

AC MEASUREMENT DEFINITION AND FUNCTIONAL WAVEFORMS



LOGIC DIAGRAM

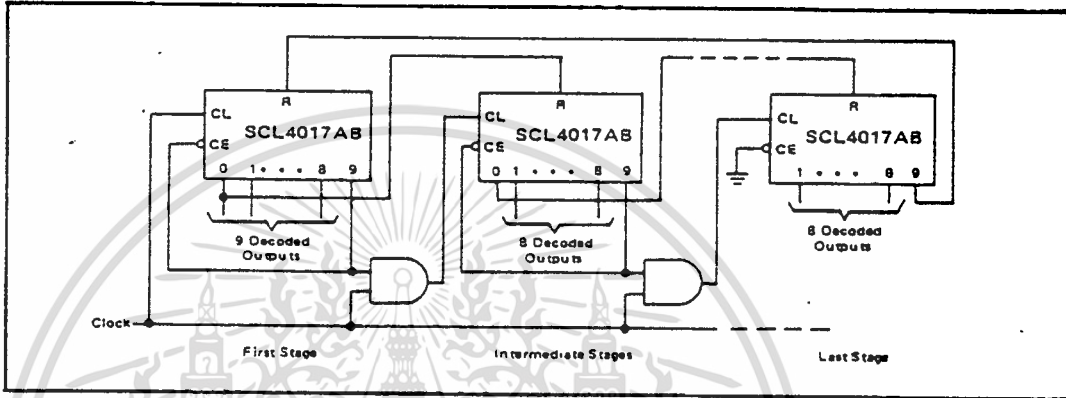


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

APPLICATIONS INFORMATION

COUNTER EXPANSION

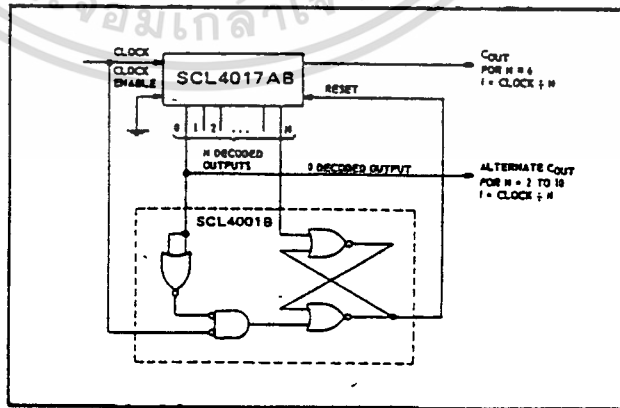
This figure shows a technique for extending the number of decoded output states for the SCL4017AB. Decoded outputs are sequential within each stage and from stage to stage, with no dead time (except propagation delay).



DIVIDE-BY-N COUNTER

When the Nth decoded output is reached (Nth clock pulse), the S-R flip-flop (constructed from the SCL4001B) generates a reset pulse which clears the SCL4017AB to its zero count. At this time, if the Nth decoded output is greater than or equal to 6, the COUT line goes high to clock the next counter section. The "0" decoded output also goes high at this time. Coincidence of the clock "low" and decoded "0" output "high" resets the S-R flip-flop to enable the SCL4017AB.

If the Nth decoded output is less than 6, the COUT line will not go high, and, therefore, cannot be used. In this case, the "0" decoded output may be used to perform the clock function for the next counter.



SCL4019B



CMOS QUAD AND-OR SELECT GATE

FEATURES

- ◆ Replaces Three Simple Gate Packages
- ◆ Medium Speed Operation
- ◆ All Inputs Diode-Protected
- ◆ All Outputs Buffered
- ◆ Balanced Output Drive Current Specifications

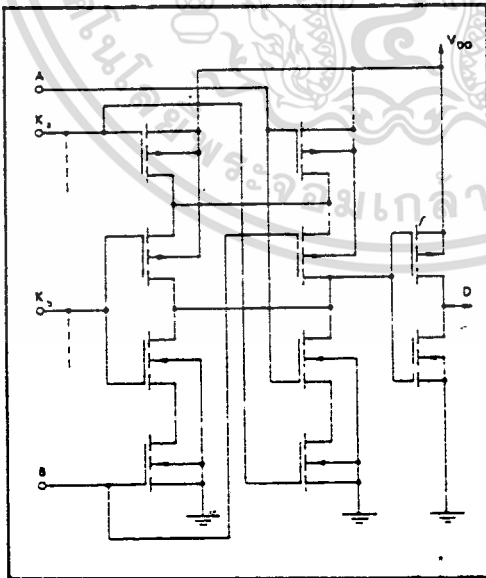
DESCRIPTION

The SCL4019B is comprised of four "AND-OR Select" gate configurations, each consisting of two 2-input AND gates driving a single 2-input OR gate. Selection is accomplished by control bits K_a and K_b . In addition to selection of either channel A or channel B information, the control bits can be applied simultaneously to accomplish the logical $A + B$ function.

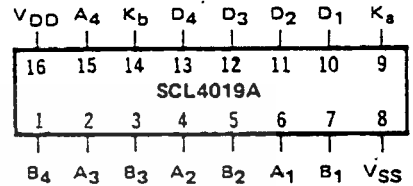
TRUTH TABLE
(one of four gates)

K_a	K_b	D
0	0	0
1	0	A
0	1	B
1	1	A+B

SCHEMATIC DIAGRAM
(one of four gates)



CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

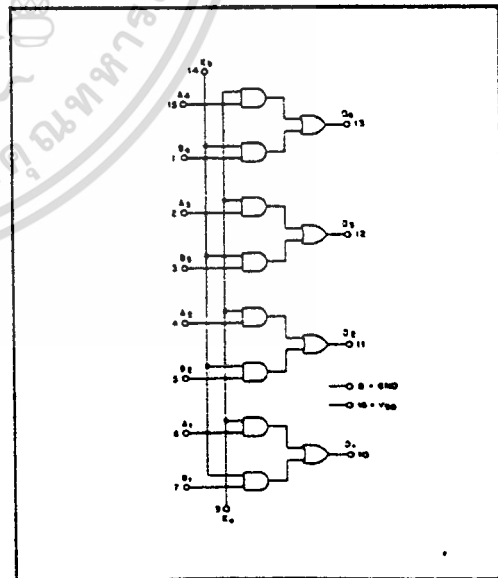
- C 16-pin Cardip
- D 16-pin Ceramic
- E 16-pin Epoxy
- F 16-pin Flat
- H Chip

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T_A	-55 to +125	°C
C, D, F, H Device		-40 to +85	°C

LOGIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

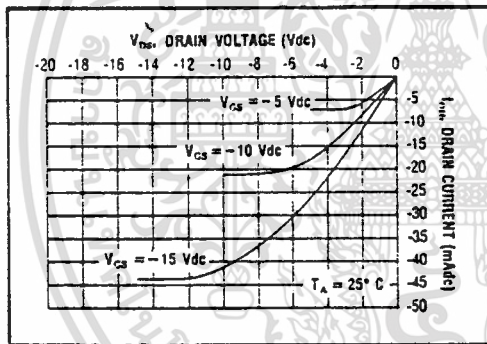
STATIC CHARACTERISTICS ^{1,3}

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}	5	V _{IN} =V _{SS} or V _{DD}	—	1.0	—	0.005	1.0	—	30	μAdc
		10	All valid input combinations	—	2.0	—	0.01	2.0	—	60	
		15		—	4.0	—	0.02	4.0	—	120	

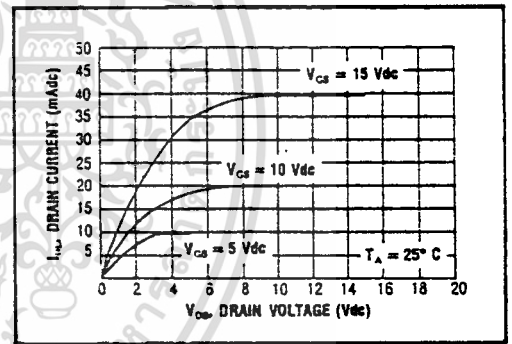
- NOTES: ¹ Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".
² T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
 = -40°C for E device.
 T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
 = + 85°C for E device.
³ This device has been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

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

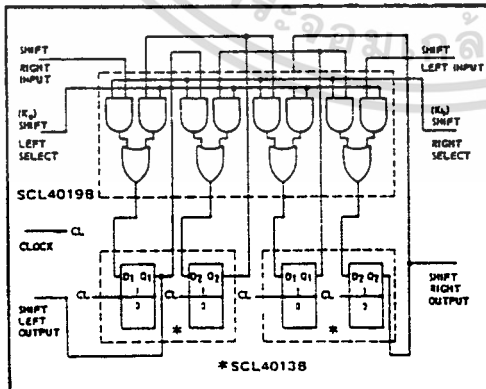
PARAMETER		V _{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
PROPAGATION DELAY TIME From Any Input	t _{PLH} , t _{PHL}	5	—	150	300	ns
		10	—	60	120	
		15	—	50	100	
OUTPUT TRANSITION TIME	t _{TLH} , t _{THL}	5	—	100	200	ns
		10	—	50	100	
		15	—	40	80	



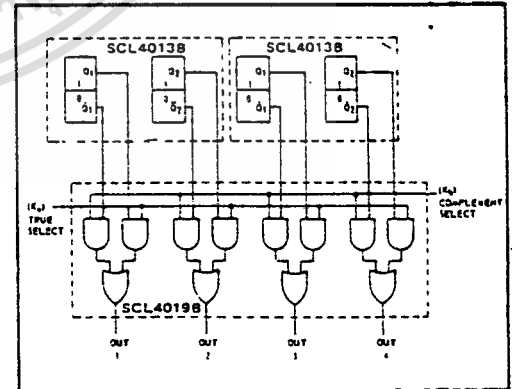
Typical P-Channel Source Current Characteristics



Typical N-Channel Sink Current Characteristics



"Shift left/shift right" register.



"True/complement" selector.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FEATURES

- ◆ BCD-to-Decimal or Binary-to-Octal Decoding
- ◆ Buffered Outputs go High on Selection
- ◆ Low Outputs for all Illegal Input Combinations
- ◆ Balanced Output Drive Current Specifications

DESCRIPTION

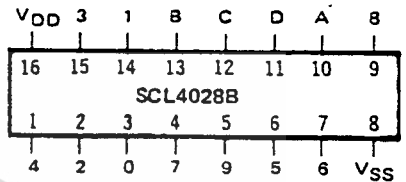
The SCL4028B types are BCD-to-Decimal or Binary-to-Octal Decoders consisting of pulse shaping circuits on all 4 inputs, decoding/logic gates, and 10 output buffers. A BCD code applied to the four inputs, A to D, results in a high level at the selected one of 10 decimal decoded outputs. Similarly, a 3-bit binary code applied to inputs A through C is decoded in octal code at output 0 to 7. A high-level signal at the D input inhibits octal decoding and causes outputs 0 through 7 to go low. If unused, the D input must be connected to V_{SS}.

Expanded decoding such as binary-to-hexadecimal (1-of-16), etc., can be achieved by using other SCL4028B devices. This part is useful for code conversion, address decoding, memory selection control, demultiplexing, and readout decoding.

TRUTH TABLE

Input				Output									
D	C	B	A	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	1	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

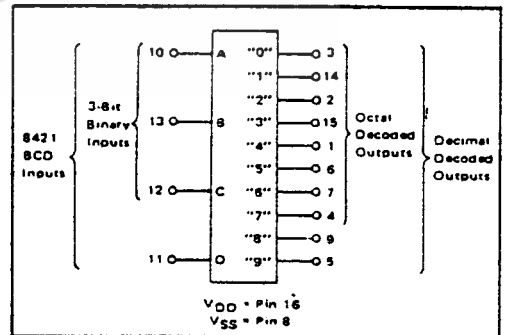
- C 16-pin Cerdip
- D 16-pin Ceramic
- E 16-pin Epoxy
- F 16-pin Flat
- H Chip

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

DC Supply Voltage	V _{DD} - V _{SS}	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T _A		
C, D, F, H Device		-55 to +125	°C
E Device		-40 to +85	°C

BLOCK DIAGRAM



ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC 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	5	V _{IN} =V _{SS} or V _{DD} All valid input combinations	-	5	-	0.05	5	-	150	μAdc
	10		-	10	-	0.1	10	-	300	
	15		-	20	-	0.2	20	-	600	

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.

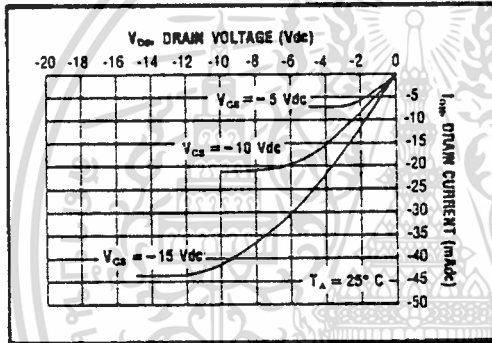
T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.

= + 85°C for E device.

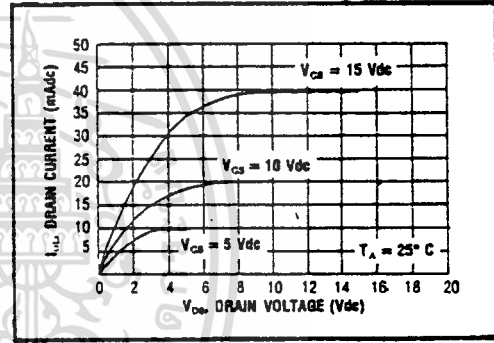
³ This device has been designed for balanced output drive current specifications. Consult Family Specifications.

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

PARAMETER	V _{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
PROPAGATION DELAY TIME	t _{PLH} , t _{PHL}	5	225	450	ns
		10	100	200	
		15	70	140	
OUTPUT TRANSITION TIME	t _{TLH} , t _{THL}	5	100	200	ns
		10	50	100	
		15	40	80	

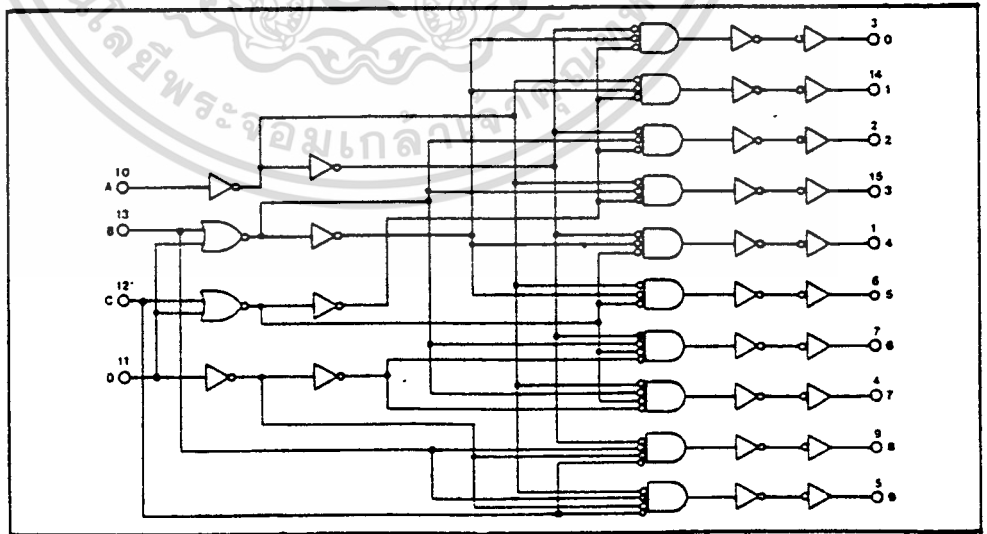


Typical P-Channel Source Current Characteristics



Typical N-Channel Sink Current Characteristics

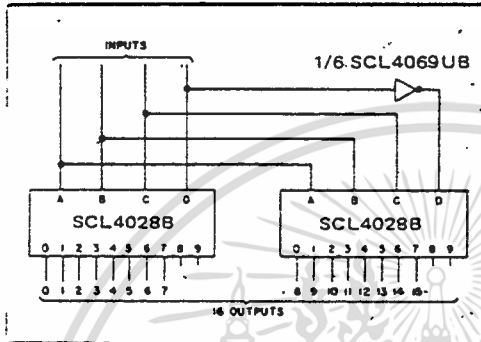
LOGIC DIAGRAM



APPLICATIONS INFORMATION

CODE CONVERSION CIRCUIT

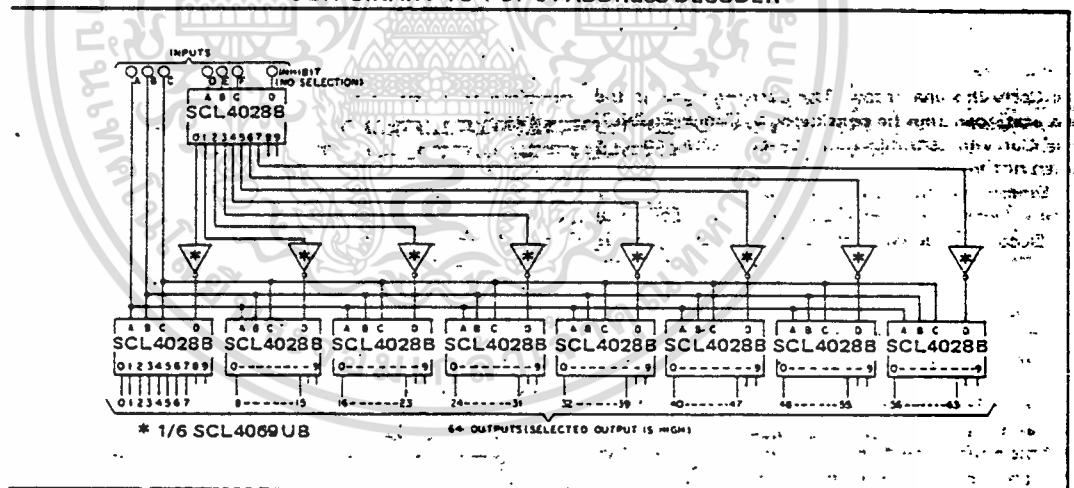
The circuit shown here converts any 4-bit code to a decimal or hexadecimal code. The table shows a number of codes and the decimal or hexadecimal number in these codes which must be applied to the input terminals of the SCL4028B to select a particular output. For example: in order to get a "high" on output No. 8 the input must be either an 8 expressed in 4-Bit Binary code, a 15 expressed in 4-Bit Gray code, or a 5 expressed in Excess-3 code.



INPUTS		INPUT CODES				OUTPUT NUMBER																								
D	C	B	A	4-BIT BINARY	4-BIT GRAY	EXCESS-3	EXCESS-3	10'S	11'S	12'S	13'S	14'S	15'S	16'S	17'S	18'S	19'S	20'S	21'S	22'S	23'S	24'S	25'S	26'S	27'S	28'S	29'S	30'S	31'S	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	0	2	2	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	1	1	3	2	9	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	0	4	7	1	4	4	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	0	1	5	6	2	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	0	6	4	3	1	4	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	1	1	1	7	5	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	8	15	5	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	1	9	14	6	3	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	0	10	12	7	9	6	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	1	1	11	13	8	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	12	8	9	5	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	0	1	13	9	6	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	0	14	11	6	8	4	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	1	1	1	15	10	7	9	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Code Conversion Chart

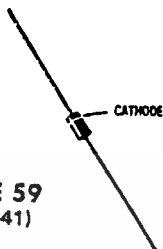
6-BIT BINARY TO 1-OF-64 ADDRESS DECODER



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1N4001 thru 1N4007

CASE 59
(DO-41)



Surmetic rectifiers, subminiature size, axial lead mounted rectifiers for general purpose low-power applications.

MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	1N4001	1N4002	1N4003	1N4004	1N4005	1N4006	1N4007	Unit
Peak Repetitive Reverse Voltage Working Peak Reverse Voltage DC Blocking Voltage	$V_{RM(rep)}$ $V_{RM(wkg)}$ V_R	50	100	200	400	600	800	1000	Volts
Non-Repetitive Peak Reverse Voltage (halfwave, single phase, 60 Hz peak)	$V_{RM(non-rep)}$	75	150	300	600	900	1200	1500	Volts
RMS Reverse Voltage	V_r	35	70	140	280	420	560	700	Volts
Average Rectified Forward Current (single phase, resistive load, 60 Hz, see Figure 6, $T_A = 75^\circ C$)	I_O	1.0							Amp
Non-Repetitive Peak Surge Current (surge applied at rated load conditions, see Figure 2)	$I_{FM(surge)}$	30 (for 1 cycle)							Amp
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	-65 to +175							$^\circ C$

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Characteristic and Conditions	Symbol	Max	Unit
Maximum Instantaneous Forward Voltage Drop ($I_F = 1.0$ Amp. $T_J = 25^\circ C$) Figure 1	V_F	1.1	Volts
Maximum Full-Cycle Average Forward Voltage Drop ($I_O = 1.0$ Amp. $T_L = 75^\circ C$. 1 inch leads)	$V_{F(AV)}$	0.8	Volts
Maximum Reverse Current (rated dc voltage) $T_J = 25^\circ C$ $T_J = 100^\circ C$	I_R	0.01 0.05	mA
Maximum Full-Cycle Average Reverse Current ($I_O = 1.0$ Amp. $T_L = 75^\circ C$. 1 inch leads)	$I_{R(AV)}$	0.03	mA

1N4001 thru 1N4007 (continued)

MECHANICAL CHARACTERISTICS

CASE: Void free, Transfer Molded

MAXIMUM LEAD TEMPERATURE FOR SOLDERING PURPOSES: 350°C, 3/8" from case for 10 seconds at 5 lbs. tension

FINISH: All external surfaces are corrosion-resistant, leads are readily solderable

POLARITY: Cathode indicated by color band

WEIGHT: 0.40 Grams (approximately)

FIGURE 1 — FORWARD VOLTAGE

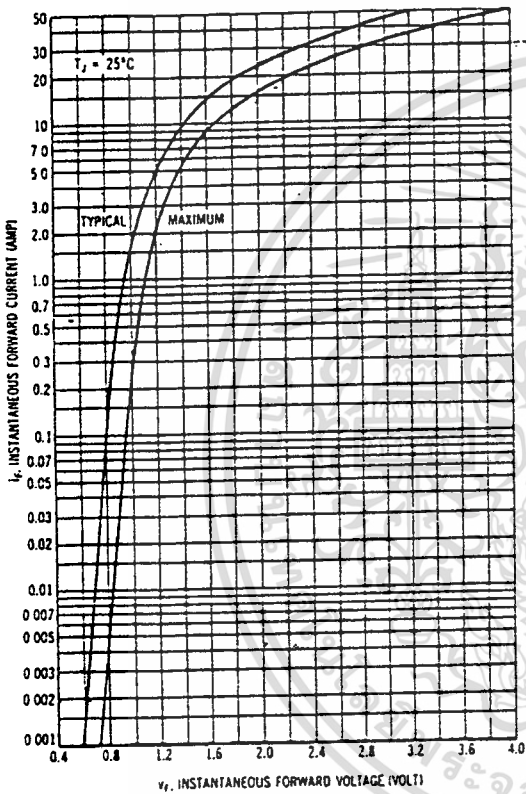


FIGURE 2 — MAXIMUM SURGE CAPABILITY

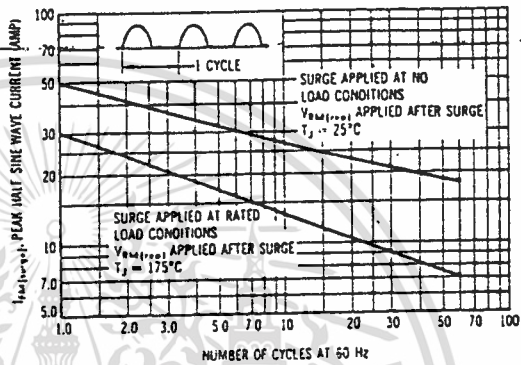


FIGURE 3 — FORWARD VOLTAGE TEMPERATURE COEFFICIENT

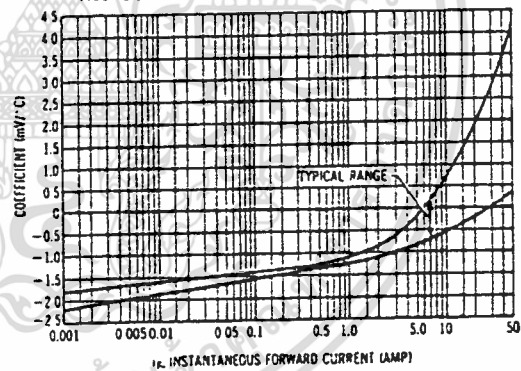
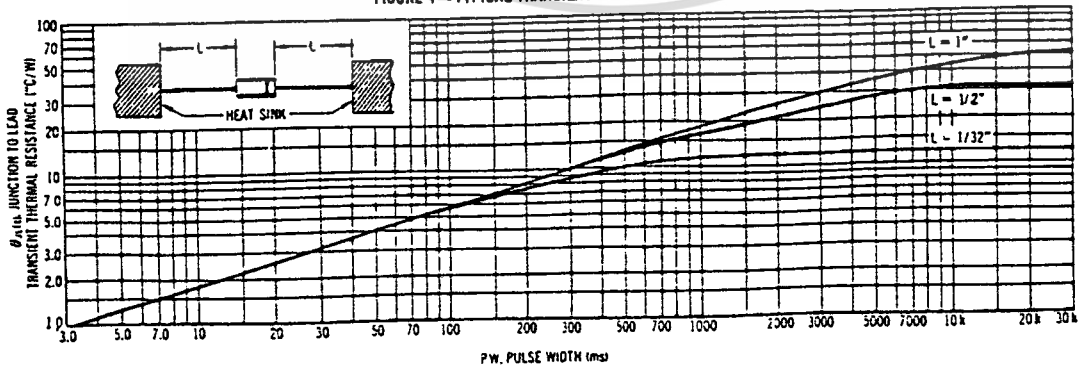


FIGURE 4 — TYPICAL TRANSIENT THERMAL RESISTANCE



FOR $R_{\theta(j-l)}$ VALUES AT PULSE WIDTHS LESS THAN 3.0 ms, THE ABOVE CURVE CAN BE EXTRAPOLATED DOWN TO 10 μ s AT A CONTINUING SLOPE OF 1/2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1N4001 thru 1N4007 (continued)

CURRENT DERATING DATA

FIGURE 5 — LEAD TEMPERATURE DERATING (DC ONLY)

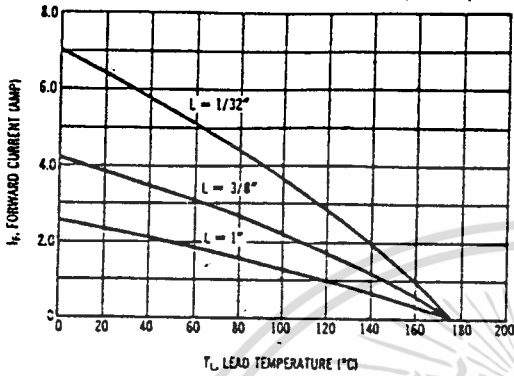


FIGURE 6 — RESISTIVE, INDUCTIVE LOADS

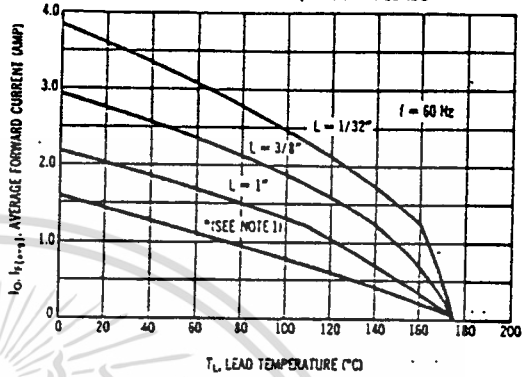


FIGURE 7 — CAPACITIVE LOADS

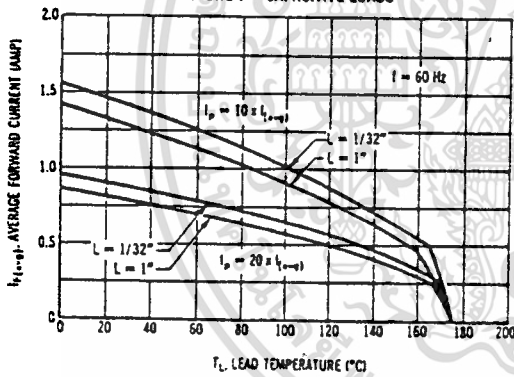
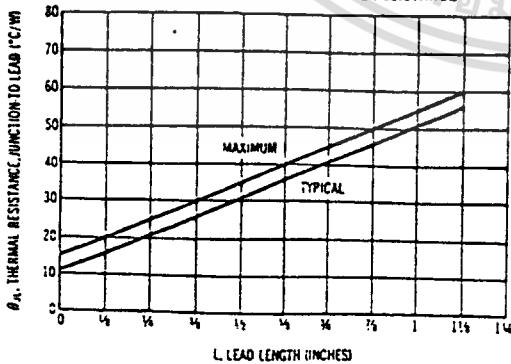


FIGURE 8 — STEADY-STATE THERMAL RESISTANCE



NOTES

NOTE 1

Data shown for thermal resistance junction-to-ambient (θ_{JA}) for the mountings shown is to be used as typical guideline values for preliminary engineering or in case the tie point temperature cannot be measured.

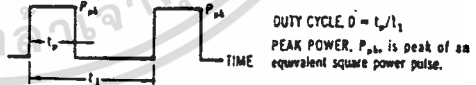
TYPICAL VALUES FOR θ_{JA} IN STILL AIR



MOUNTING METHOD	LEAD LENGTH, L (IN.)	θ_{JA}
1	1/32	55 $^{\circ}C/W$
	3/8	75 $^{\circ}C/W$
2	1	85 $^{\circ}C/W$
	1.4	95 $^{\circ}C/W$

*Using Mounting Method 1 or 2 with $L = 1"$ the curve marked * in Figure 6 can be used for 60 Hz half-wave resistive/inductive load (Rating vs. Ambient Temperature). The abscissa of Figure 6 then indicates T_L in $^{\circ}C$.

NOTE 2



To determine maximum junction temperature of the diode in a given situation, the following procedure is recommended:

The temperature of the lead should be measured using a thermocouple placed on the lead as close as possible to the tie point. The thermal mass connected to the tie point is normally large enough so that it will not significantly respond to heat surges generated in the diode as a result of pulsed operation once steady-state conditions are achieved. Using the measured value of T_L , the junction temperature may be determined by:

$$T_J = T_L + \Delta T_{JL}$$

where ΔT_{JL} is the increase in junction temperature above the lead temperature. It may be determined by:

$$\Delta T_{JL} = P_{pb} \left[\theta_{JL(t_1)} \cdot D + (1 - D) \cdot \theta_{JL(t_1 + t_p)} - \theta_{JL(t_p)} - \theta_{JL(t_1)} \right]$$

where $\theta_{JL(t_1)}$ = value of transient thermal resistance at time t_1 , i.e.:

$\theta_{JL(t_1 + t_p)}$ = value of $\theta_{JL(t_1)}$ at time $t_1 + t_p$,

$\theta_{JL(t_p)}$ = value of $\theta_{JL(t_1)}$ at end of pulse width t_p ,

$\theta_{JL(t_1)}$ = value of $\theta_{JL(t_1)}$ at time t_1

1N4001 thru 1N4007 (continued)

TYPICAL DYNAMIC CHARACTERISTICS

FIGURE 9 — FORWARD RECOVERY TIME

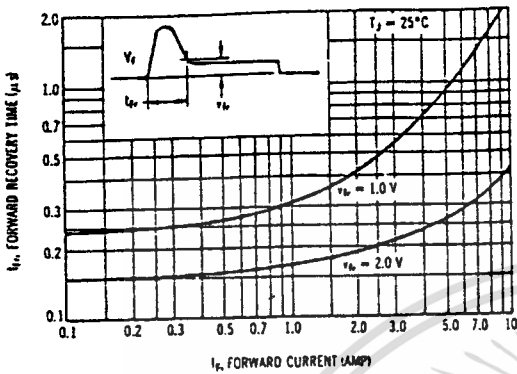


FIGURE 10 — REVERSE RECOVERY TIME

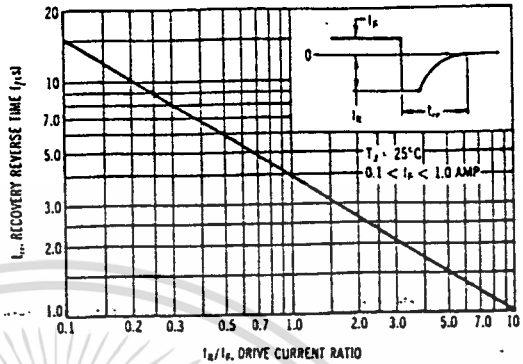


FIGURE 11 — RECTIFICATION WAVEFORM EFFICIENCY

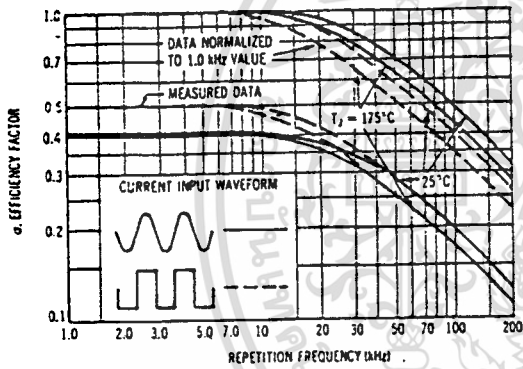
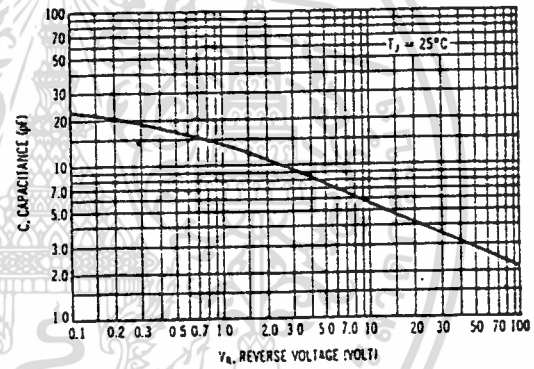
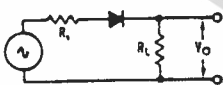


FIGURE 12 — JUNCTION CAPACITANCE



RECTIFIER EFFICIENCY NOTE

FIGURE 13 — SINGLE-PHASE HALF-WAVE RECTIFIER CIRCUIT



The rectification efficiency factor σ shown in Figure 11 was calculated using the formula:

$$\sigma = \frac{P_{dc}}{P_{ac}} = \frac{\frac{V_o^2 \sigma_{dc}}{R_L}}{\frac{V_o^2 \sigma_{rms}}{R_L}} \cdot 100\% = \frac{V_o^2 \sigma_{dc}}{V_o^2 \sigma_{dc} - V_o^2 \sigma_{ac}} \cdot 100\% \quad (1)$$

For a sine wave input $V_m \sin \omega t$ to the diode, assumed lossless, the maximum theoretical efficiency factor becomes:

$$\sigma_{(sine)} = \frac{\frac{V_m^2}{2R_L}}{\frac{V_m^2}{2R_L}} \cdot 100\% = \frac{1}{2} \cdot 100\% = 50\% \quad (2)$$

For a square wave input of amplitude V_m the efficiency factor becomes:

$$\sigma_{(square)} = \frac{\frac{V_m^2}{2R_L}}{\frac{V_m^2}{R_L}} \cdot 100\% = 50\% \quad (3)$$

(A full wave circuit has twice these efficiencies)

As the frequency of the input signal is increased, the reverse recovery time of the diode (Figure 10) becomes significant, resulting in an increasing ac voltage component across R_L which is opposite in polarity to the forward current, thereby reducing the value of the efficiency factor σ , as shown on Figure 11.

It should be emphasized that Figure 11 shows waveform efficiency only; it does not provide a measure of diode losses. Data was obtained by measuring the ac component of V_o with a true rms ac voltmeter and the dc component with a dc voltmeter. The data was used in Equation 1 to obtain points for Figure 11.

1N4057, A thru 1N4085, A

For Specifications, See 1N429 Data.

1N5221 thru 1N5281 series (SILICON)

CASE 51
(DO-7)

500 Milliwatt surmetic 20 silicon zener diodes - a complete series of Zener Diodes in the popular DO-7 case with higher ratings, tighter limits, better operating characteristics and a full set of designers' curves that reflect the superior capabilities of silicon-oxide-passivated junctions. All this in an axial-lead, transfer-molded plastic package offering protection in all common environmental conditions.

MAXIMUM RATINGS

Junction and Storage Temperature: -65 to $+200^{\circ}\text{C}$

Lead Temperature not less than $1/16$ " from the case for 10 seconds: 230°C

DC Power Dissipation: 500 mW @ $T_L = 75^{\circ}\text{C}$, Lead Length = $3/8$ "
(Derate $4.0\text{ mW}/^{\circ}\text{C}$ above 75°C)

Surge Power: 10 Watts (Non-recurrent square wave @ $PW = 8.3\text{ ms}$, $T_J = 55^{\circ}\text{C}$, Figure 16)

MECHANICAL CHARACTERISTICS

CASE: Void free, transfer molded, thermosetting plastic.

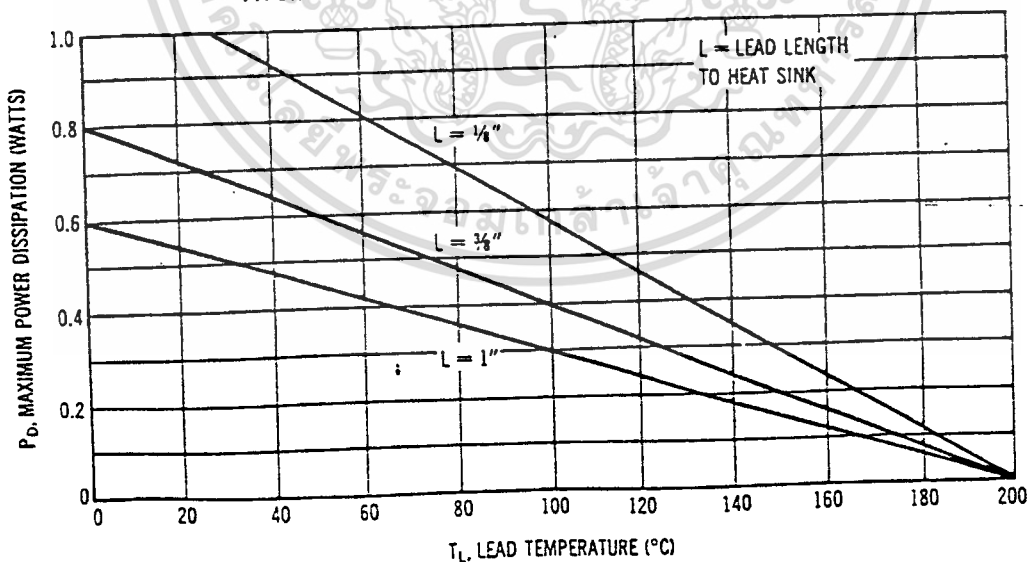
FINISH: All external surfaces are corrosion resistant. Leads are readily solderable and weldable.

POLARITY: Cathode indicated by color band. When operated in zener mode, cathode will be positive with respect to anode.

MOUNTING POSITION: Any.

WEIGHT: 0.18 gram (approximately).

FIGURE 1 - POWER-TEMPERATURE DERATING CURVE



1N5221 thru 1N5281 series (continued)

ELECTRICAL CHARACTERISTICS $T_A = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted). Based on dc measurements at thermal equilibrium; lead length = $\frac{3}{16}$ " ; thermal resistance of heat sink = 30°C/W . $V_s = 1.1 \text{ Max @ } I_s = 200 \text{ mA}$ for all types.

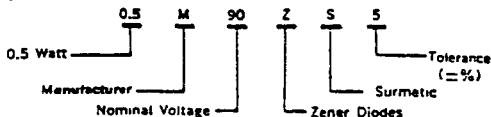
JEDEC Type No. (Note 1)	Nominal Zener Voltage $V_Z @ I_{ZT}$ Volts (Note 2)	Test Current I_{ZT} mA	Max Zener Impedance A & B Suffix Only		Max Reverse Leakage Current			Max Zener Voltage Temp. Coeff. (A & B Suffix Only) θ_{VZ} (%/°C) (Note 3)	
			$Z_{ZT} @ I_{ZT}$ Ohms	$Z_{ZK} @ I_{ZK} = 0.25 \text{ mA}$ Ohms	A & B Suffix Only		Non-Suffix $I_s @ V_s$ Used For Suffix A μA		
					$I_s @ V_s$ Volts μA	A			B
1N5221	2.4	20	30	1200	100	0.95	1.0	200	-0.065
1N5222	2.5	20	30	1250	100	0.95	1.0	200	-0.065
1N5223	2.7	20	30	1700	75	0.95	1.0	150	-0.060
1N5224	2.8	20	30	1400	75	0.95	1.0	150	-0.060
1N5225	3.0	20	29	1600	50	0.95	1.0	100	-0.075
1N5226	3.3	20	28	1600	25	0.95	1.0	100	-0.070
1N5227	3.6	20	24	1700	15	0.95	1.0	100	-0.065
1N5228	3.9	20	23	1900	10	0.95	1.0	75	-0.060
1N5229	4.3	20	22	2900	5.0	0.95	1.0	50	+0.055
1N5230	4.7	20	19	1900	5.0	1.9	2.0	50	-0.030
1N5231	5.1	20	17	1500	5.0	1.9	2.0	50	-0.030
1N5232	5.6	20	11	1600	5.0	2.9	3.0	50	-0.038
1N5233	6.0	20	7.0	1500	5.0	3.3	3.5	50	-0.038
1N5234	6.2	20	7.0	1000	5.0	3.4	4.0	50	-0.045
1N5235	6.8	20	5.0	750	3.0	4.8	5.0	30	-0.050
1N5236	7.5	20	6.0	500	3.0	5.7	6.0	30	-0.058
1N5237	8.2	20	8.0	530	3.0	6.2	6.5	30	-0.062
1N5238	8.7	20	8.0	600	3.0	6.2	6.5	30	-0.063
1N5239	9.1	20	10	500	3.0	6.7	7.0	30	-0.058
1N5240	10	20	17	600	3.0	7.6	8.0	30	-0.075
1N5241	11	20	22	700	2.0	8.0	8.4	30	-0.078
1N5242	12	20	30	600	1.0	8.7	9.1	10	-0.077
1N5243	13	20	13	600	0.5	9.4	9.9	10	-0.079
1N5244	14	20	15	600	0.1	9.5	10	10	-0.082
1N5245	15	20	18	600	0.1	10.5	11	10	-0.082
1N5246	16	20	17	600	0.1	11.4	12	10	-0.083
1N5247	17	20	18	600	0.1	12.4	12	10	-0.084
1N5248	18	20	21	400	0.1	13.3	14	10	-0.085
1N5249	19	20	23	600	0.1	13.3	14	10	-0.086
1N5250	20	20	25	600	0.1	14.3	15	10	-0.086
1N5251	22	20	30	500	0.1	16.2	17	10	-0.087
1N5252	24	20	29	600	0.1	17.1	18	10	-0.088
1N5253	25	20	35	400	0.1	18.1	19	10	-0.089
1N5254	27	20	41	600	0.1	20	21	10	-0.090
1N5255	28	20	44	600	0.1	20	21	10	-0.091
1N5256	30	20	49	400	0.1	22	23	10	-0.091
1N5257	33	20	58	700	0.1	24	25	10	-0.092
1N5258	36	20	70	700	0.1	26	27	10	-0.093
1N5259	39	20	80	600	0.1	29	30	10	-0.094
1N5260	43	20	93	300	0.1	31	32	10	-0.095
1N5261	47	20	103	1000	0.1	34	36	10	-0.095
1N5262	51	20	125	1100	0.1	37	39	10	-0.096
1N5263	56	20	150	1200	0.1	41	43	10	-0.096
1N5264	60	20	170	1400	0.1	44	46	10	-0.097
1N5265	62	20	185	1400	0.1	45	47	10	-0.097
1N5266	68	20	230	1600	0.1	49	52	10	-0.097
1N5267	75	20	270	1700	0.1	53	56	10	-0.098
1N5268	82	20	330	2000	0.1	59	62	10	-0.098
1N5269	87	20	370	2200	0.1	55	58	10	-0.099
1N5270	91	20	400	2300	0.1	66	69	10	-0.099
1N5271	100	20	500	2500	0.1	72	76	10	-0.110
1N5272	110	20	750	3000	0.1	80	84	10	-0.110
1N5273	120	20	900	4000	0.1	96	91	10	-0.110
1N5274	130	20	1100	4500	0.1	94	99	10	-0.110
1N5275	140	20	1300	4500	0.1	101	106	10	-0.110
1N5276	150	0.85	1500	5000	0.1	108	114	10	-0.110
1N5277	160	0.80	1700	5500	0.1	116	122	10	-0.110
1N5278	170	0.74	1900	5500	0.1	123	129	10	-0.110
1N5279	180	0.68	2200	6000	0.1	130	137	10	-0.110
1N5280	190	0.66	2400	5500	0.1	137	144	10	-0.110
1N5281	200	0.65	2500	7000	0.1	144	152	10	-0.110

NOTE 1 — TOLERANCE AND VOLTAGE DESIGNATION

Tolerance designation — The JEDEC type numbers shown indicate a tolerance of $\pm 10\%$ with guaranteed limits on only V_Z , I_s , and V_s as shown in the above table. Units with guaranteed limits on all six parameters are indicated by suffix "A" for $\pm 10\%$ tolerance and suffix "B" for $\pm 5.0\%$ units.

Non-Standard voltage designation — To designate units with zener voltages other than those assigned JEDEC numbers, the type number should be used.

EXAMPLE:



NOTE 2 — SPECIAL SELECTIONS AVAILABLE INCLUDE:

1 — Nominal zener voltages between those shown.

2 — Matched sets: (Standard Tolerances are $\pm 5.0\%$, $\pm 3.0\%$, $\pm 2.0\%$, $\pm 1.0\%$) depending on voltage per device.

- Two or more units for series connection with specified tolerance on total voltage. Series matched sets make zener voltages in excess of 200 volts possible as well as providing lower temperature coefficients, lower dynamic impedance and greater power handling ability.
- Two or more units matched to one another with any specified tolerance.

3 — Tight voltage tolerances: 1.0%, 2.0%, 3.0%.

NOTE 3 — TEMPERATURE COEFFICIENT (θ_{VZ})

Test conditions for temperature coefficient are as follows:

- $I_{ZT} = 7.5 \text{ mA}$, $T_1 = 25^\circ\text{C}$, $T_2 = 125^\circ\text{C}$ (1N5221A, B thru 1N5242A, B.)
- $I_{ZT} = \text{Rated } I_{ZT}$, $T_1 = 25^\circ\text{C}$, $T_2 = 125^\circ\text{C}$ (1N5243A, B thru 1N5281A, B.)

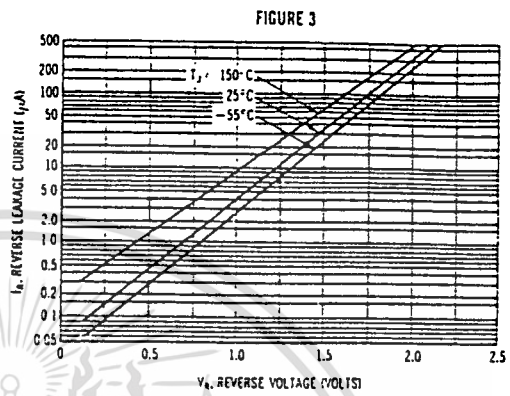
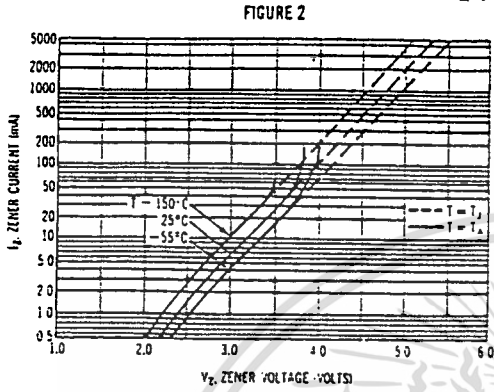
Device to be temperature stabilized with current applied prior to reading breakdown voltage at the specified ambient temperature.

1N5221 thru 1N5281 series (continued)

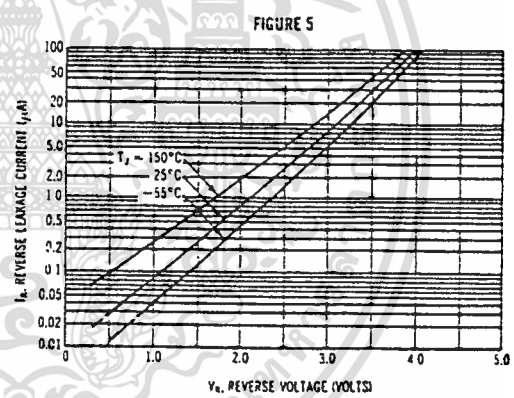
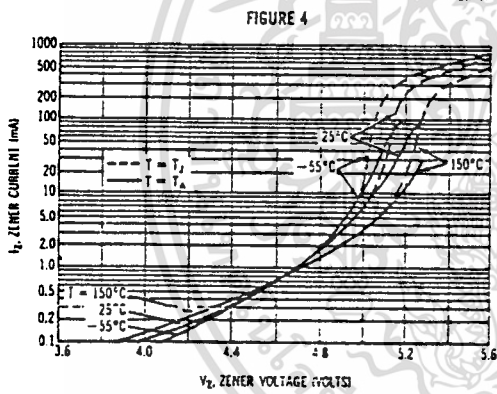
TYPICAL REVERSE CHARACTERISTICS FOR SELECTED ZENER DIODES

Curves marked T_A were obtained from dc measurements at thermal equilibrium; lead length = $\frac{1}{2}$ ". Thermal resistance of heat sink = $30^\circ\text{C}/\text{W}$. Curves marked T_J were obtained from pulse tests; mounting conditions are not a factor.

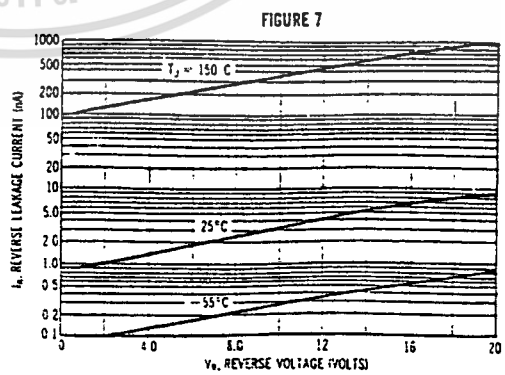
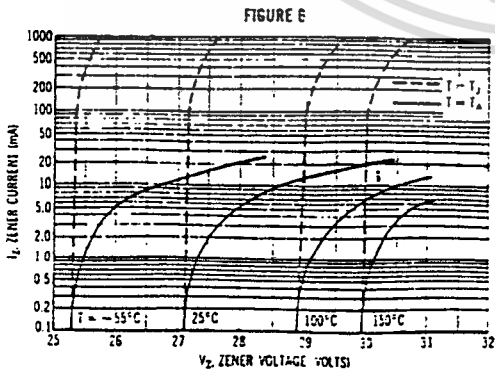
$V_{Z(\text{Nominal})} = 3.3 \text{ Volts}$



$V_{Z(\text{Nominal})} = 5.1 \text{ Volts}$



$V_{Z(\text{Nominal})} = 27 \text{ Volts}$



1N5221 thru 1N5281 series (continued)

TEMPERATURE COEFFICIENTS AND VOLTAGE REGULATION
(90% of the units are in the ranges indicated)

FIGURE 8 — RANGE FOR UNITS TO 12 VOLTS

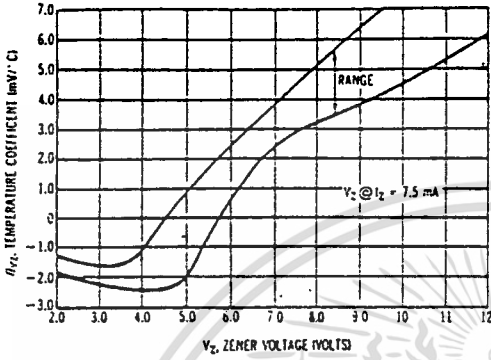


FIGURE 9 — RANGE FOR UNITS 12 TO 200 VOLTS

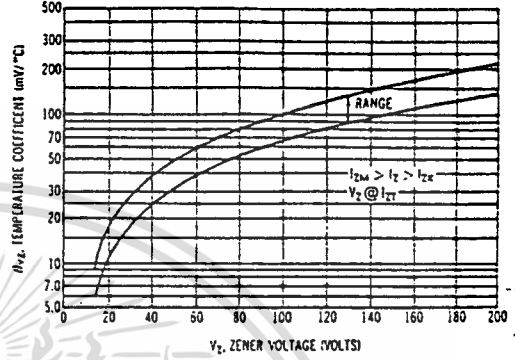


FIGURE 10 — EFFECT OF ZENER CURRENT

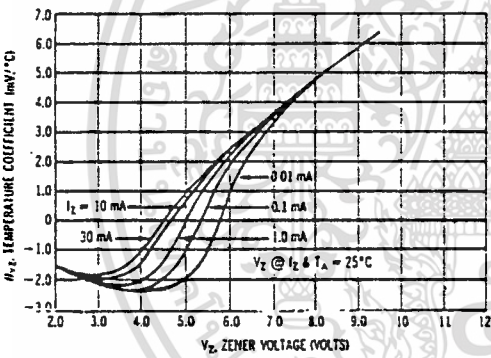
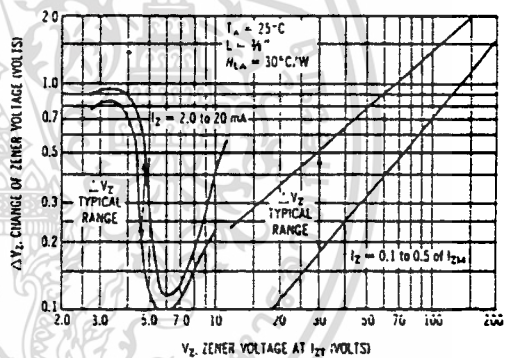


FIGURE 11 — VOLTAGE REGULATION



TYPICAL ZENER IMPEDANCE

FIGURE 12 — EFFECT OF ZENER CURRENT

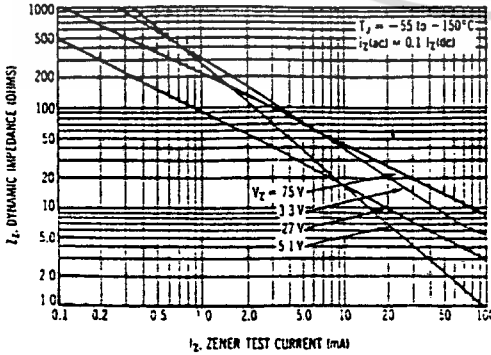
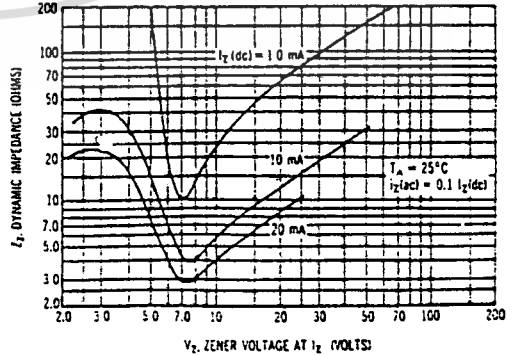


FIGURE 13 — EFFECT OF ZENER VOLTAGE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 14—TYPICAL THERMAL RESPONSE

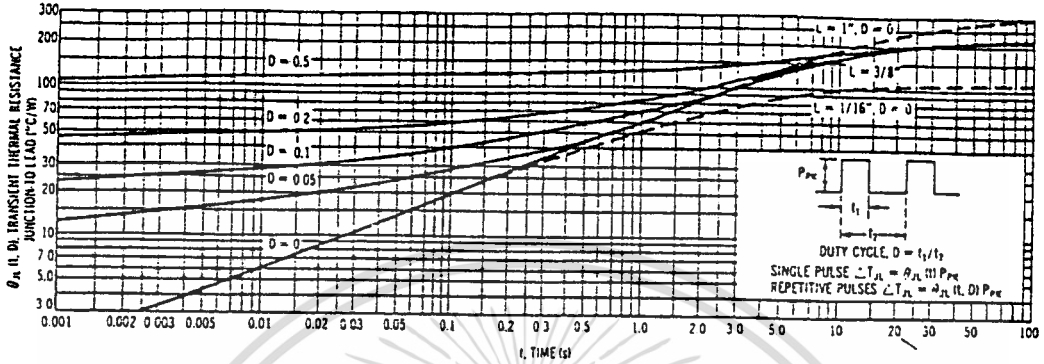
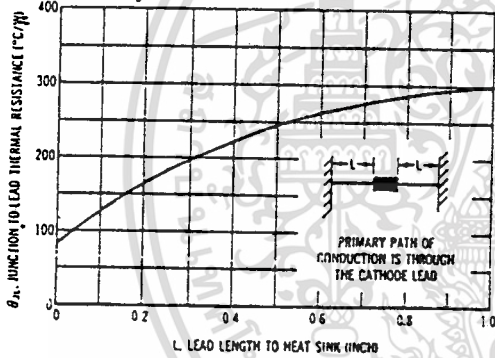


FIGURE 15—TYPICAL THERMAL RESISTANCE



APPLICATION NOTE

Since the actual voltage available from a given zener diode is temperature dependent, it is necessary to determine junction temperature under any set of operating conditions, in order to calculate its value. The following procedure is recommended:

Lead Temperature, T_L , should be determined from:

$$T_L = \theta_{LA} P_D + T_A$$

θ_{LA} is the lead-to-ambient thermal resistance and P_D is the power dissipation. θ_{LA} is generally 30-40°C/W for the various clips and tie points in common use and for printed circuit board wiring.

Junction Temperature, T_J , may be found from:

$$T_J = T_L + \Delta T_{JL}$$

ΔT_{JL} is the increase in junction temperature above the lead temperature and may be found from Figure 14 for a train of power pulses or from Figure 15 for ac power.

For worst-case design, using expected limits of I_Z , limits of P_D and the extremes of T_J (ΔT_J) may be estimated. Changes in voltage, V_Z , can then be found from:

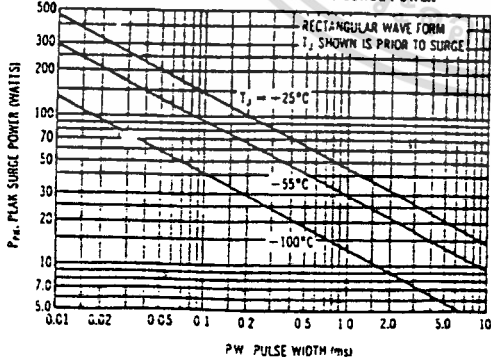
$$\Delta V = A_{VZ} \Delta T_J$$

A_{VZ} , the zener voltage temperature coefficient, is found from Figures 8, 9, and 10.

Under high power-pulse operation, the zener voltage will vary with time and may also be affected significantly by the zener resistance. For best regulation, use short leads, especially to the cathode, and keep current excursions as low as possible.

Data of Figure 14 should not be used to compute surge capability. Surge limitations are given in Figure 16. They are lower than would be expected by considering only junction temperature, as current crowding effects cause temperatures to be extremely high in small spots resulting in device degradation should the limits of Figure 16 be exceeded.

FIGURE 16—MAXIMUM NON-REPETITIVE SURGE POWER



1N5221 thru 1N5281 Series (continued)

FIGURE 17—TYPICAL CAPACITANCE

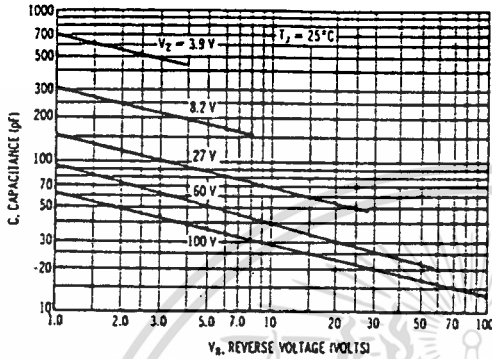


FIGURE 18—TYPICAL FORWARD CHARACTERISTICS

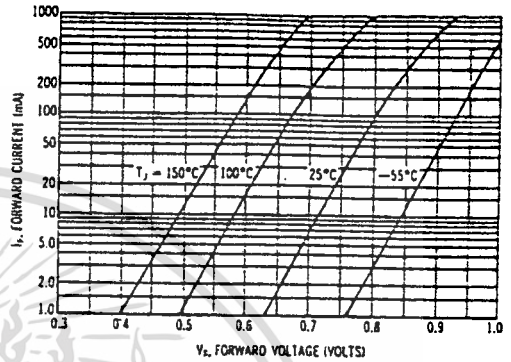


FIGURE 19—TYPICAL NOISE DENSITY

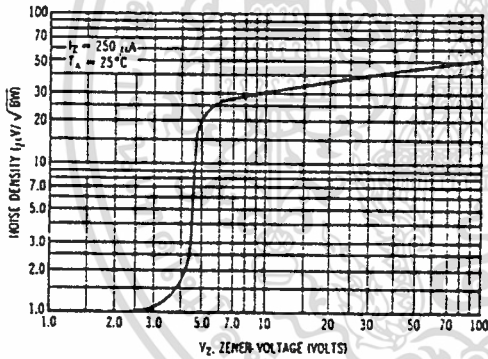
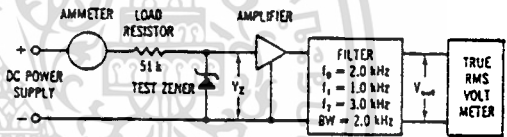


FIGURE 20—NOISE DENSITY MEASUREMENT METHOD



$$\text{NOISE DENSITY (VOLTS PER SQUARE ROOT BANDWIDTH)} = \frac{V_{\text{out}}}{\text{OVERALL GAIN} \sqrt{\text{BW}}}$$

WHERE: BW = FILTER BANDWIDTH (Hz)
 V_{out} = OUTPUT NOISE (VOLTS RMS)

The input voltage and load resistance are high so that the zener diode is driven from a constant current source. The amplifier is low noise so that the amplifier noise is negligible compared to that of the test zener. The filter bandwidth is known so that the noise density can be calculated from the formula shown. The data of Figure 19 and the formula can also be used to find noise for any system bandwidth.

1N4082-1N4158A

TYPE	MATERIAL	REPLACEMENT	REF.	IDENTIFICATION	RECTIFIERS					ZENER DIODES			
					V _R (volts)	V _F (volts)	I _O (Amps)	I _R (mA)	I _{FSM} (Amps)	V _Z (nom)	I _{ZT} mA	Tol V _Z %	P _D
					SIGNAL DIODES					REFERENCE DIODES			
					PRV (volts)	V _F @ I _F (volts)	I _F	I _R	t _{rr} (μs)	V _Z (nom)	T _C °C	I _{ZT} mA	Temp Range
1N4082	S		1N429	DR						140	0.005	25	-55/100
1N4082A	S		1N429	DR						140	0.002	25	-55/100
1N4083	S		1N429	DR						150	0.005	25	-55/100
1N4083A	S		1N429	DR						150	0.002	25	-55/100
1N4084	S		1N429	DR						175	0.005	25	-55/100
1N4084A	S		1N429	DR						175	0.002	25	-55/100
1N4085	S		1N429	DR						200	0.005	25	-55/100
1N4085A	S		1N429	DR						200	0.002	25	-55/100
1N4086	S		1N429	DR						200	0.002	25	-55/100
1N4087	S			DS	70	1.0	200M	0.25M	200				
1N4088	S			DS	50	0.975	30M	90N	2.5				
1N4088	S			DS	30	1.0	100M	0.2M					
1N4089	S			R*	400	1.2	400	0.2	75				
1N4090	G	Backward Diode											
1N4091	S	Varactor Diode, see Table on Page 1-102											
1N4092	S			DS		1.0	5.0M	1.0*					
1N4093	S			DS	50	1.0	5.0M	1.0					
1N4094	S	1N2624B	1N2620	DR						9.6			
1N4095	S	1N5231A	1N5221	DZ						5.0	5.0	10	330M
1N4096	S	1N4763A	1N4728	DZ						90	8.0	5.0	3.0W
1N4097	S	1N4764A	1N4728	DZ						100	5.0	5.0	3.0W
1N4098	S	1M150ZS5	1N4728	DZ						150	5.0	5.0	3.0W
1N4099	S		1N4099	DZ						6.8	0.25	5.0	250M
1N4100	S		1N4099	DZ						7.5	0.25	5.0	250M
1N4101	S		1N4099	DZ						8.2	0.25	5.0	250M
1N4102	S		1N4099	DZ						8.7	0.25	5.0	250M
1N4103	S		1N4099	DZ						9.1	0.25	5.0	250M
1N4104	S		1N4099	DZ						10	0.25	5.0	250M
1N4105	S		1N4099	DZ						11	0.25	5.0	250M
1N4106	S		1N4099	DZ						12	0.25	5.0	250M
1N4107	S		1N4099	DZ						13	0.25	5.0	250M
1N4108	S		1N4099	DZ						14	0.25	5.0	250M
1N4109	S		1N4099	DZ						15	0.25	5.0	250M
1N4110	S		1N4099	DZ						16	0.25	5.0	250M
1N4111	S		1N4099	DZ						17	0.25	5.0	250M
1N4112	S		1N4099	DZ						18	0.25	5.0	250M
1N4113	S		1N4099	DZ						19	0.25	5.0	250M
1N4114	S		1N4099	DZ						20	0.25	5.0	250M
1N4115	S		1N4099	DZ						22	0.25	5.0	250M
1N4116	S		1N4099	DZ						24	0.25	5.0	250M
1N4117	S		1N4099	DZ						25	0.25	5.0	250M
1N4118	S		1N4099	DZ						27	0.25	5.0	250M
1N4119	S		1N4099	DZ						28	0.25	5.0	250M
1N4120	S		1N4099	DZ						30	0.25	5.0	250M
1N4121	S		1N4099	DZ						33	0.25	5.0	250M
1N4122	S		1N4099	DZ						36	0.25	5.0	250M
1N4123	S		1N4099	DZ						39	0.25	5.0	250M
1N4124	S		1N4099	DZ						43	0.25	5.0	250M
1N4125	S		1N4099	DZ						47	0.25	5.0	250M
1N4126	S		1N4099	DZ						51	0.25	5.0	250M
1N4127	S		1N4099	DZ						56	0.25	5.0	250M
1N4128	S		1N4099	DZ						60	0.25	5.0	250M
1N4129	S		1N4099	DZ						62	0.25	5.0	250M
1N4130	S		1N4099	DZ						68	0.25	5.0	250M
1N4131	S		1N4099	DZ						75	0.25	5.0	250M
1N4132	S		1N4099	DZ						82	0.25	5.0	250M
1N4133	S		1N4099	DZ						87	0.25	5.0	250M
1N4134	S		1N4099	DZ						91	0.25	5.0	250M
1N4135	S		1N4099	DZ						97	0.25	5.0	250M
1N4136	S		1N4099	DZ						100	0.25	5.0	250M
1N4137	S			R	200	1.6	70	16	750				
1N4137	S			R	400	1.6	70	12	750				
1N4138	S			R	600	1.6	70	8.0	750				
1N4139	S	1N4719	1N4719	R	50	1.0	3.0	0.1	300				
1N4140	S	1N4720	1N4719	R	100	1.0	3.0	0.1	300				
1N4141	S	1N4721	1N4719	R	200	1.0	3.0	0.1	300				
1N4142	S	1N4722	1N4719	R	400	1.0	3.0	0.1	300				
1N4143	S	1N4723	1N4719	R	600	1.0	3.0	0.1	300				
1N4144	S	1N4724	1N4719	R	800	1.0	3.0	0.1	300				
1N4145	S	1N4725	1N4719	R	1000	1.0	3.0	0.1	300				
1N4146	S		1N4719	R	1200	1.0	3.0	0.1	300				
1N4147	S			DS	30	1.0	30M	0.1*	10				
1N4148	S			DS	75	1.0	10M	25N	4.0				
1N4149	S			DS	75	1.0	10M	25N	4.0				
1N4150	S			DS	50	1.0	200M	0.1*	6.0				
1N4151	S			DS	50	1.0	50M	50N	2.0				
1N4152	S			DS	30	0.88	20M	50N	2.0				
1N4153	S			DS	50	0.88	20M	50N	2.0				
1N4154	S			DS	25	1.0	30M	0.1*	4.0				
1N4155	S			DS	400	1.0	100H	0.1*	10				
1N4156	S			DS	20	1.84	0.1A	50N					
1N4157	S			DS	20	2.66	0.1A	50N					
1N4158	S	1N4736	1N4728	DZ						6.8	37	20	1.0W
1N4158A	S	1N4736	1N4728	DZ						6.8	37	10	1.0W

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSISTOR NUMBER	PN OA LT	PACK-AGE	LEAD INFO	VCS MAX	VCE MAX	VEB MAX	I C MAX	T J MAX	P TOT	F T MIN	C OB MAX	H FE	H FE BIAS	USE MFR	EUR EQUIV	USA EQUIV	ISS	
BC419	PS	TO106	L17	25V	20V	5V	100MA	125C	250MWF	75M	9P	125MM	2MA	ALG	VAL	9C204	2N4249	C
BC419A	PS	TO106	L17	25V	20V	5V	100MA	125C	250MWF	75M	9P	125MM	2MA	ALG	VAL	9C204	2N4249	C
BC419B	PS	TO106	L17	25V	20V	5V	100MA	125C	250MWF	75M	9P	240MM	2MA	ALN	VAL	9C206	2N4250	C
BC420	PS	TO18	L01	150V	150V	6V	100MA	175C	400MWF	75M	8P	70MM	2MA	ALE	SGT		2N4357	C
BC420A	PS	TO18	L01	180V	180V	6V	100MA	125C	400MWF	75M	8P	120MM	2MA	ALE	OBS	9CW43	2N3930	C
BC424	NS	TO92	L15	80V	80V	4V	500MA	135C	500MWF	50M		50/250	2MA	AMG	MOB	9C387	2N4401	1
BC425	NS	TO92	L15	60V	60V	4V	500MA	135C	500MWF	50M		50/250	2MA	AMG	MOB	9C387	2N4401	1
BC426	PS	TO92	L15	80V	80V	4V	500MA	135C	500MWF	50M		50/250	2MA	AMG	MOB	9C388	2N4403	1
BC427	PS	TO92	L15	60V	60V	4V	500MA	135C	500MWF	50M		50/250	2MA	AMG	MOB	9C388	2N4403	1
BC429	NS	TO126	L59	45V	45V	5V	1A	150C	6WC	100M	10P	50/160	150MA	AMG	TIB	80169	2N4923	1
BC429A	NS	TO126	L59	60V	60V	5V	1A	150C	6WC	100M	10P	50/160	150MA	AMH	TIB	80140	2N4920	1
BC430	PS	TO126	L59	45V	45V	5V	1A	150C	6WC	100M	10P	50/160	150MA	AMH	TIB	80140	2N4920	1
BC430A	PS	TO126	L59	60V	60V	5V	1A	150C	6WC	100M	10P	50/160	150MA	AMH	TIB	80140	2N4920	1
BC431	NS	X10	L20		60V		500MA		625MWF	100M		63/240	100MA	AMG	TFK		2N6014	1
BC431/10	NS	TO92	L74	70V	60V	5V	1A	150C	500MWF	50M	24P	57/150	100MA	AMH	SID	9C487B	2N6220	2
BC431/16	NS	TO92	L74	70V	60V	5V	1A	150C	500MWF	50M	24P	106MM	100MA	AMH	SID	9C487B	2N6220	2
BC432	PS	X10	L20		60V		500MA		625MWF	100M		63/240	100MA	AMG	TFK		2N6014	1
BC432/10	PS	TO92	L74	70V	60V	5V	1A	150C	500MWF	50M	24P	67/150	100MA	AMH	SID	9C5281B	2N6014	2
BC432/16	PS	TO92	L74	70V	60V	5V	1A	150C	500MWF	50M	24P	106MM	100MA	AMH	SID	9C5281B	2N6014	2
BC437	NS	X19	L41	50V	45V	6V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	110MM	2MA	ALG	MIJ	9C182L	2N3710	1
BC437A	NS	X19	L41	50V	45V	6V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	110MM	2MA	ALG	MIJ	9C182L	2N3710	1
BC437B	NS	X19	L41	50V	45V	6V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	200MM	2MA	ALG	MIJ	9C184L	2N3707	1
BC438	NS	X19	L41	30V	20V	6V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	110MM	2MA	ALG	MIJ	9C182L	2N3710	1
BC438A	NS	X19	L41	30V	20V	6V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	110MM	2MA	ALG	MIJ	9C182L	2N3710	1
BC438B	NS	X19	L41	30V	20V	6V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	200MM	2MA	ALG	MIJ	9C184L	2N3707	1
BC439	NS	X19	L41	30V	20V	6V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	420MM	2MA	ALN	MIJ	9C184L	2N3707	1
BC439B	NS	X19	L41	30V	20V	6V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	200MM	2MA	ALN	MIJ	9C182L	2N3710	1
BC439C	NS	X19	L41	30V	20V	6V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	200MM	2MA	ALG	MIJ	9C184L	2N3707	1
BC440	NS	TO39	L04	50V	40V	5V	2A	200C	1NF	50M	20P	40MM	500MA	AMG	ATI	9FY51	2N2297	1
BC441	NS	TO39	L04	75V	50V	5V	2A	200C	1NF	50M	20P	40/250	500MA	AMG	ATI	95542	2N5320	0
BC445	NS	TO92	L15	60V	60V	5V	200MA	150C	350MWF	100M	5P	70MM	10MA	AMH	MOB		2N5551	1
BC446	PS	TO92	L15	60V	60V	5V	200MA	150C	350MWF	100M	5P	70MM	10MA	AMH	MOB	9C388	2N4403	1
BC447	NS	TO92	L15	80V	80V	5V	200MA	150C	350MWF	100M	5P	70MM	10MA	AMH	MOB		2N5551	1
BC448	PS	TO92	L15	80V	80V	5V	200MA	150C	350MWF	100M	5P	70MM	10MA	AMH	MOB	95W24	2N2907A	1
BC449	NS	TO92	L15	100V	100V	5V	200MA	150C	350MWF	100M	5P	70MM	10MA	AMH	MOB	9FR25	2N5551	1
BC450	PS	TO92	L15	100V	100V	5V	200MA	150C	350MWF	100M	5P	70MM	10MA	AMH	MOB	95W24	2N2907A	1
BC451	NS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	110MM	2MA	ALG	TOS	9C416	2N6220	2
BC451A	NS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	110MM	2MA	ALG	TOS	9C109	2N930	1
BC451B	NS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	200MM	2MA	ALG	TOS	9C109C	2N930	1
BC451C	NS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	420MM	2MA	ALG	TOS	9C109C	2N930	1
BC452	NS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	110MM	2MA	ALG	TOS	9C416	2N6220	2
BC452A	NS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	110MM	2MA	ALG	TOS	9C109	2N930	1
BC452B	NS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	200MM	2MA	ALG	TOS	9C109	2N930	1
BC452C	NS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	420MM	2MA	ALG	TOS	9C109C	2N930	1
BC453	NS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	110MM	2MA	ALN	TOS	9C416	2N6220	2
BC453A	NS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	110MM	2MA	ALN	TOS	9C416	2N6220	2
BC453B	NS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	200MM	2MA	ALN	TOS	9C109C	2N930	1
BC453C	NS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	4P5	420MM	2MA	ALN	TOS	9C109C	2N930	1
BC454	PS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	125MM	2MA	ALG	TOS	9C309	2N6007	2
BC454A	PS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	125MM	2MA	ALG	TOS	9C179	2N3965	1
BC454B	PS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	220MM	2MA	ALG	TOS	9C179	2N3965	1
BC454C	PS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	420MM	2MA	ALG	TOS	9C179	2N3965	1
BC455	PS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	125MM	2MA	ALG	TOS	9C309	2N6007	2
BC455A	PS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	125MM	2MA	ALG	TOS	9C179	2N3965	1
BC455B	PS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	220MM	2MA	ALG	TOS	9C179	2N3965	1
BC455C	PS	TO92	L15	50V	45V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	420MM	2MA	ALG	TOS	9C179	2N3965	1
BC456	PS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	125MM	2MA	ALN	TOS	2N556B	2N6007	2
BC456A	PS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	125MM	2MA	ALN	TOS	9C179	2N3965	1
BC456B	PS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	220MM	2MA	ALN	TOS	9C179	2N3965	1
BC456C	PS	TO92	L15	30V	30V	5V	100MA	125C	300MWF	150M	6P	420MM	2MA	ALN	TOS	9C179	2N3965	1
BC460	PS	TO39	L04	50V	40V	5V	2A	200C	1NF	50M		40/250	500MA	AMG	ATI	95518	2N5323	0
BC461	PS	TO39	L04	75V	50V	5V	2A	200C	1NF	50M		40/250	500MA	AMH	ATI		2N4929	0
BC462	PS	X09	L10	25V	28V	5V	1A5	175C	800MWF	100M		50/280	500MA	AMG	MUB	9CX36	2	
BC463	NS	X09	L10	25V	28V	5V	1A5	175C	800MWF	100M		50-280	500MA	AMG	MUB	9CX32	2	
BC464	PS	X09	L10	25V	28V	5V	1A5	175C	800MWF	100M		95/280	500MA	AMG	MUB	9CX36	2	
BC465	NS	X09	L10	25V	28V	5V	1A5	175C	800MWF	100M		95/280	500MA	AMG	MUB	9CX32	2	
BC467	NS	X19	L45	50V	45V	5V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	220MM	2MA	ALG	MIJ	9C184L	2N3707	1
BC467A	NS	X19	L45	50V	45V	5V	100MA	125C	220MWF	200M	3P5	120MM	2MA	ALG	MIJ	9C194L	2N3707	1
BC467B	NS	X19	L45	50V	4													

TRANSISTOR NUMBER	PM QLT	PACK-AGE	LEAD INFO	VCS MAX	VCE MAX	VEB MAX	I C MAX	T J MAX	P TOT	F T MIN	C OB MAX	H FE	N BIAS	USE MFR	EUR EQUIV	USA EQUIV
BC521	NS	T092	L15	45V	45V	8V	100MA	150C	625MWF			380MH	2MA ALG	FCB	BC109C	2N930
BC521C	NS	T092	L15	60V	60V	8V	100MA	150C	625MWF			380MH	2MA ALG	FCB	BC109C	2N930
BC521D	NS	T092	L15	60V	60V	8V	100MA	150C	625MWF			750MH	2MA ALG	FCB		
BC522	NS	T092	L15	30V	30V	8V	100MA	150C	625MWF			750MH	2MA ALG	FCB	BC109C	
BC522C	NS	T092	L15	30V	30V	8V	100MA	150C	625MWF			400MH	2MA ALG	FCB	BC109C	
BC522D	NS	T092	L15	30V	30V	8V	100MA	150C	625MWF			750MH	2MA ALG	FCB	BC109C	
BC522C	NS	T092	L15	30V	30V	8V	100MA	150C	625MWF			1200MH	2MA ALG	FCB		
BC523	NS	T092	L15	60V	60V	12V	100MA	150C	625MWF			180MH	2MA ALN	FCB	BC107B	
BC523B	NS	T092	L15	60V	60V	12V	100MA	150C	625MWF			180MH	2MA ALN	FCB	BC107B	
BC523C	NS	T092	L15	60V	60V	12V	100MA	150C	625MWF			380MH	2MA ALN	FCB	BC107B	
BC524	NS	T092	L15	45V	45V	8V	100MA	150C	625MWF			240MH	2MA ALN	FCB	BC109C	2N930
BC524B	NS	T092	L15	45V	45V	8V	100MA	150C	625MWF			240MH	2MA ALN	FCB	BC109C	2N930
BC524C	NS	T092	L15	45V	45V	8V	100MA	150C	625MWF			450MH	2MA ALN	FCB	BC109C	2N930
BC525	PS	T092	L15	45V	35V	6V	100MA	135C	625MWF	200M	5P	100MH	2MA ALG	FCB	BC350A	2N3905
BC526	PS	T092	L15	60V	50V	6V	200MA	150C	625MWF	200M	5P	60MH	2MA ALG	FCB	BC177	2N5401
BC526A	PS	T092	L15	60V	50V	6V	200MA	150C	625MWF	200M	5P	100MH	2MA ALG	FCB	BC177	2N5401
BC526B	PS	T092	L15	50V	50V	6V	200MA	150C	625MWF	200M	5P	200MH	2MA ALG	FCB	BC177	2N5401
BC526C	PS	T092	L15	60V	50V	6V	200MA	150C	625MWF	200M	5P	350MH	2MA ALG	FCB	BC352B	2N3906
BC527	PS	T092	L15	60V	60V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	60/300	150MA ALG	FCB		
BC527/6	PS	T092	L15	60V	60V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	40/100	100MA ALG	FCB		
BC527/10	PS	T092	L15	60V	60V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	63/160	100MA ALN	FCB		
BC527/16	PS	T092	L15	60V	60V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	100MH	100MA ALN	FCB		
BC528	PS	T092	L15	80V	80V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	50/300	150MA ALN	FCB		
BC528/6	PS	T092	L15	80V	80V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	40/100	150MA ALN	FCB		
BC528/10	PS	T092	L15	80V	80V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	63/160	100MA ALN	FCB		
BC528/16	PS	T092	L15	80V	80V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	100MH	100MA ALN	FCB		
BC529	PS	T092	L15	50V	30V	6V	200MA	150C	625MWF	100M	2P	60/300	50MA ALG	FCB	BC178	2N2907A
BC530	PS	T092	L15	130V	120V	6V	100MA	150C	625MWF	100M	5P	40/180	100MA ALG	FCB	BFW43	2N4358
BC531	PS	T092	L15	160V	150V	6V	100MA	150C	625MWF	100M	5P	60/240	100MA ALG	FCB	BFW43	2N4358
BC532	NS	T092	L15	150V	140V	6V	100MA	135C	625MWF	100M	5P	60/250	150MA ALG	FCB	BFT59	2N2896
BC533	NS	T092	L15	180V	160V	6V	100MA	135C	625MWF	100M	5P	80/250	100MA ALG	FCB	BFT59	2N2896
BC534	PS	T092	L15	80V	80V	6V	500MA	150C	625MWF	100M	5P	50MH	100MA ALN	FCB	BC327	
BC535	NS	T092	L15	30V	60V	6V	500MA	150C	625MWF	50M	5P	50MH	100MA ALN	FCB	BFR25	2N4390
BC537	NS	T092	L15	50V	50V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	50/300	150MA ALN	FCB	BC387	2N5551
BC537/6	NS	T092	L15	50V	50V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	40/100	100MA ALN	FCB	BC387	2N5551
BC537/10	NS	T092	L15	50V	50V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	63/160	100MA ALN	FCB	BC387	2N5551
BC537/16	NS	T092	L15	50V	50V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	100MH	100MA ALN	FCB	BC387	2N5551
BC538	NS	T092	L15	30V	80V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	50/300	150MA ALN	FCB		
BC538/6	NS	T092	L15	30V	80V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	40/100	100MA ALN	FCB		
BC538/10	NS	T092	L15	80V	80V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	63/160	100MA ALN	FCB		
BC538/16	NS	T092	L15	80V	80V	6V	1A	150C	625MWF	15P	5P	100MH	100MA ALN	FCB		
BC546	NS	T092	L74	30V	65V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	125MH	2MA ALN	VAL	BC338	2N5818
BC546A	NS	T092	L15	30V	65V	6V	100MA	150C	500MWF	150M	4P5	110MH	2MA ALN	VAL	BC300	2N4410
BC546B	NS	T092	L15	80V	65V	6V	100MA	150C	500MWF	150M	4P5	200MH	2MA ALN	VAL	BC300	2N5551
BC546VI	NS	T092	L74	30V	65V	6V	100MA	150C	500MWF	150M	4P5	75/150	2MA ALN	SID	BC533	2N6219
BC547	NS	T092	L74	50V	45V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	110MH	2MA ALN	MUB	BC338	2N5818
BC547A	NS	T092	L74	50V	45V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	110MH	2MA ALN	MUB	BC338	2N5818
BC547B	NS	T092	L74	50V	45V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	200MH	2MA ALN	MUB	BC337	2N5818
BC547C	NS	T092	L74	50V	45V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	420MH	2MA ALN	MUB	BC239	2N5827
BC547VI	NS	T092	L74	50V	45V	6V	100MA	150C	500MWF	150M	4P5	75/150	2MA ALG	SID	BC237B	2N5825
BC548	NS	T092	L74	30V	30V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	110MH	2MA ALN	MUB	BC547	2N5818
BC548A	NS	T092	L74	30V	30V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	110MH	2MA ALN	MUB	BC547A	2N5818
BC548B	NS	T092	L74	30V	30V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	200MH	2MA ALN	MUB	BC547B	2N5818
BC548C	NS	T092	L74	30V	30V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	420MH	2MA ALN	MUB	BC547C	2N5818
BC549	NS	T092	L74	30V	30V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	110MH	2MA ALN	MUB	BC548	2N5818
BC549A	NS	T092	L74	30V	30V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	110MH	2MA ALG	MUB	BC237B	2N5825
BC549B	NS	T092	L74	30V	30V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	200MH	2MA ALN	MUB	BC548B	2N5818
BC549C	NS	T092	L74	30V	30V	6V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	420MH	2MA ALN	MUB	BC548C	2N5818
BC550	NS	T092	L15	50V	45V	5V	100MA	150C	500MWF	200M	4P5	240MH	2MA ALG	VAL	BC547B	2N5818
BC550B	NS	T092	L74	50V	45V	5V	100MA	150C	500MWF	150M	4P5	200MH	2MA ALN	VAL	BC109C	2N930
BC550C	NS	T092	L74	50V	45V	5V	100MA	150C	500MWF	150M	4P5	420MH	2MA ALN	VAL	BC109C	2N930
BC551	PS	T092	L74	50V	45V	5V	100MA	150C	500MWF	150M	4P5	140MH	2MA ALG	MUB	BC307	2N6015
BC556	PS	T092	L74	50V	65V	5V	100MA	150C	500MWF	150M	5P	75/450	2MA ALG	SID	BC307	2N6015
BC556A	PS	T092	L74	50V	65V	5V	100MA	150C	500MWF	150M	5P	125MH	2MA ALG	TFK	BC309	2N6003
BC556B	PS	T092	L74	50V	65V	5V	100MA	150C	500MWF	150M	5P	240MH	2MA ALG	TFK	BC556B	2N6007
BC556VI	PS	T092	L74	50V	65V	5V	200MA	150C	500MWF	75M	5P	75/150	2MA ALN	SID	BC531	2N6014
BC557	PS	X10	L20	50V	45V	5V	200MA	150C	300MWF	75M	5P	75M	2MA ALG	MUB	BC307	2N6015
BC557A	PS	T092	L15	50V	45V	5V	100MA	150C	500MWF	75M	5P	125MH	2MA ALG	VAL		
BC557B	PS	T092	L15	50V	45V	5V	100MA	150C	500MWF	75M	5P	200MH	2MA ALG	SID	BC556B	2N6007
BC557VI	PS	T092	L74	50V	45V	5V	200MA	150C	500MWF	75M	5P	75/150	2MA ALG	SID	BC488	
BC558	PS	T092	L15	30V	25V	5V	100MA	150C	500MWF	75M	7P	75/475	2MA ALG	VAL		
BC558A	PS	X10	L20	30V	25V	5V	100MA	150C	500MWF	75M	7P	125MH	2MA ALG	MUB	BC307	2N6015
BC558B	PS	X10	L20	30V	25V	5V	100MA	150C	500MWF	75M	7P	240MH	2MA ALN	MUB	BC307B	2N6015
BC558C	PS	X10	L20	30V	25V	5V	100MA	150C	500MWF	75M	7P	420MH	2MA ALN	MUB	BC559C	2N6007
BC558VI	PS	T092	L74	30V	30V	5V	200MA	150C	500MWF	75M	5P	75/150	2MA ALG	SID	BC321	2N5813

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะผิดใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TRANSISTOR NUMBER	PM CA LT	PACK-AGE	LEAD INFO	VCE MAX	VCE MAX	VEB MAX	I C MAX	T J MAX	P TOT	F T MIN	C OB MAX	H FE	H FE BIAS	USE	MFR	EUR EQUIV	USA EQUIV	1
BUY41	NS	T05	L04	125V	80V		3A	200C	15WC	40M		40/300	1A	RHH	TIB			1
BUY43	NS	X03	L05	40V	40V	7V	4A	200C	31WC	1M		40MM	500MA	AHP	SID	80149		1
BUY43/8	NS	X03	L05	40V	40V	7V	4A	200C	31WC	1M		40/100	500MA	AHP	SID	80149		1
BUY43/10	NS	X03	L05	40V	40V	7V	4A	200C	31WC	1M		40/100	500MA	AHP	SID	80149		1
BUY43/18	NS	X03	L05	40V	40V	7V	4A	200C	31WC	1M		100MM	500MA	AHP	SID	80149		1
BUY44	NS	T03	L05	150V	150V	6V	7A	200C	30WC	15M		3MM	6A	RHH	SID	BUY88		1
BUY46	NS	X03	L05	90V	55V	7V	4A	200C	31WC	500K		25MM	500MA	AHP	ATB	80149		1
BUY46/4	NS	X03	L05	90V	55V	7V	4A	200C	31WC	500K		25/63	500MA	AHP	ATB	80149		1
BUY46/6	NS	X03	L05	90V	55V	7V	4A	200C	31WC	500K		40/100	500MA	AHP	ATB	80149		1
BUY47	NS	T039	L04	150V	120V	6V	10A	200C	7WC	90M		40MM	2A	AHH	SGI	BUY47		1
BUY48	NS	T039	L04	200V	170V	6V	10A	200C	7WC	90M		40MM	2A	AHH	SGI	BUY47		1
BUY49	NS	T039	L04	250V	220V	6V	10A	200C	7WC	90M		40MM	2A	RHE	ATB			1
BUY49S	NS	T039	L04	200V	200V		2A	200C	7WC	50M	35P	40MM	500MA	RHE	SGI	BSS46	2N5152	1
BUY51	NS	T061	L46	60V	60V		30A	200C	150WC	10M		20/150	10A	RHG	TIB			1
BUY51A	NS	T03	L05	60V	60V		30A	200C	150WC	10M		20/150	10A	RHG	TIB			1
BUY52	NS	T061	L46	60V	60V		30A	200C	150WC	10M		20/150	15A	RHG	TIB			1
BUY52A	NS	T03	L05	60V	60V		30A	200C	150WC	10M		20/150	15A	RHG	TIB			1
BUY53	NS	T061	L46	100V	100V		30A	200C	160WC	10M		20/150	10A	RHH	TIB			1
BUY53A	NS	T03	L05	100V	100V		30A	200C	150WC	10M		20/150	10A	RHH	TIB			1
BUY54	NS	T061	L46	100V	100V		30A	200C	150WC	10M		20/150	15A	RHG	TIB			1
BUY54A	NS	T03	L05	100V	100V		30A	200C	150WC	10M		20/150	15A	RHG	TIB			1
BUY55	NS	X06	L08	150V	125V	6V	10A	200C	60WC	10M		3MM	7A	RHH	SID			1
BUY56	NS	X06	L08	250V	150V	6V	10A	200C	60WC	10M		3MM	7A	RHH	SID			1
BUY57	NS	T03	L05	110V	125V	5V	15A	200C	100WC	25M		10MM	12A	RHH	SID	30Y56	2N5038	1
BUY58	NS	T03	L05	200V	160V	5V	15A	200C	100WC	25M		10MM	12A	RHE	SID			1
BUY59	NS	T05	L04	500V	325V	6V	1A	200C	10WC			20MM	100MA	AME	TIB	8F259	2N3439	1
BUY60	NS	T05	L04	800V	400V	6V	1A	200C	10WC			20MM	10MA	AME	TIB	BUY60	2N3439	1
BUY61	NS	T05	L04	500V	325V	6V	3A	200C	10WC			20MM	1A	AHE	TIB			1
BUY62	NS	T05	L04	600V	400V	6V	3A	200C	10WC			20MM	1A	AHE	TIB			1
BUY63	NS	T066	L43	500V	325V	6V	3A	200C	10WC			20MM	1A	AHE	TIB			1
BUY64	NS	T066	L43	600V	400V	6V	3A	200C	10WC			20MM	1A	AHE	TIB			1
BUY65	NS	T066	L43	600V	400V	6V	10A	200C	30WC			20MM	4A	AHE	TIB			1
BUY66	NS	T03	L05	400V	325V	5V	25A	150C	160WC			30/90	1A	AHE	TIB	BUX23		1
BUY67	NS	T03	L05	400V	350V	5V	5A	200C	75WC			30/120	1A	AHE	TIB	BUX23		1
BUY68	NS	T039	L04	100V	60V	6V	5A	200C	7WC	50M		40/250	1A	RHP	ATB	BSV64		1
BUY69A	NS	T03	L05	1KV			10A	200C	100WC	2M		15MM	2500MA	AHE	TIB			1
BUY69B	NS	T03	L05	800V			10A	200C	100WC	2M		15MM	2500MA	AHE	TIB			1
BUY69C	NS	T03	L05	500V			10A	200C	100WC	2M		15MM	2500MA	AHE	TIB			1
BUY70A	NS	T03	L05	1KV			10A	200C	75WC	2M		15MM	1A	AHE	TIB			1
BUY70B	NS	T03	L05	800V			10A	200C	75WC	2M		15MM	1A	AHE	TIB			1
BUY70C	NS	T03	L05	500V			10A	200C	75WC	2M		15MM	1A	AHE	TIB			1
BUY71	NS	T03	L05	2K2V			10A	200C	40WC			4MM		AHE	TIB			1
BUY72	NS	X06	L08	280V	200V	6V	10A	200C	60WC			8MM	7A	AHE	SID			1
BUY73	NS	T03	L05	230V	200V	5V	15A	200C	100WC	25M		8MM	12A	RHE	SID	BUX24		1
BUY74	NS	T03	L05	400V	250V	7V	12A	175C	110WC	10M		5MM	10A	RHE	SID			1
BUY75	NS	T03	L05	600V	300V	7V	12A	175C	110WC	10M		5MM	10A	RHE	SID			1
BUY76	NS	T03	L05	750V	350V	7V	12A	175C	110WC	10M		4MM	10A	RHE	SID	BUX24		1
BUY77	NS	T03	L05	400V	250V	7V	8A	200C	60WC	15M		5MM	5A	AHE	SID	BUY120		1
BUY78	NS	T03	L05	600V	300V	7V	8A	200C	60WC	15M		5MM	5A	RHE	SID	BUY134		1
BUY79	NS	T03	L05	750V	350V	7V	8A	200C	60WC	15M		4MM	5A	RHE	SID	BUY134		1
BUY80	NS	T039	L04	150V	60V	7V	5A	175C	20WC	40M		35MM	100MA	RHP	FEB	BSV64		1
BUY81	NS	T039	L04	150V	60V	7V	7.5A	175C	24WC	40M		30MM	100MA	RHP	FEB			1
BUY82	NS	T039	L04	150V	60V	7V	10A	175C	30WC	40M		30MM	100MA	RHP	FEB			1
BUY83	NS	T066	L43	140V			3A	200C	25WC			25/100	500MA	RMS	TFK			1
BUY84	NS	T03	L05	800V	300V	8V	15A	150C	100WC			5MM	9A	AHE	SGB			1
BUY85	NS	T03	L05	600V	250V	8V	15A	150C	100WC			4MM	5A	AHE	SGB			1
BUY86	NS	T03	L05	200V	120V	5V	7A	190C	62WC			15MM	5A	RHS	MUB	BUY88		1
BUY87	NS	T03	L05	300V	150V	5V	7A	190C	62WC			30MM	2A	RHS	MUB	BUY88		1
BUY88	NS	T03	L05	400V	150V	5V	7A	150C	62WC			30MM	1A	RHS	MUB	BUY88		1
BUY90	PS	T039	L04	150V	60V	7V	10A	175C	30WC	40M		25MM	2A	RHP	FEB	BUY92	2N3792	1
BUY91	PS	T039	L04	150V	60V	7V	7.5A	175C	24WC	40M		40MM	2A	RHP	FEB	BUY92		1
BUY92	NS	T039	L04	150V	60V	7V	10A	175C	30WC	40M		40MM	2A	RHP	FEB			1
BUY93	NS	T03	L05	120V			3A	175C	50WC	4M		10MM	500MA	AMH	JNR	80X95	2N5759	2
BUY94	NS	T03	L05	80V			3A	175C	50WC	4M		20MM	500MA	AMH	JNR	80X95	2N5759	2
BUY95	NS	T03	L05	40V			3A	175C	50WC	4M		20MM	500MA	AMG	JNR	80X95	2N5759	2
CS9011	NS	T092	L14		18V	3V	100MA	150C	600MWF	100M	3P	29/280	1MA	ALG	NAT	8C347A	2N3904	2
CS9012	PS	T092	L14		25V	3V	1A	150C	600MWF	200M	20P	64/202	5MA	AMG	NAT	8C388	2N4403	2
CS9013	NS	T092	L14		25V	3V	1A	150C	600MWF	200M	20P	64/202	5MA	AMG	NAT	8C387	2N4401	2
CS9014	NS	T092	L14		18V	3V	100MA	150C	1WF	150M	3P5	60MM	1MA	ALG	NAT	8C347A	2N3904	2
CS9015	PS	T092	L14		18V	3V	100MA	150C	600MWF	300M	5P	50MM	1MA	ALG	NAT	8C350A	2N3906	2
CS9016	NS	T092	L14		20V	3V	12MA	135C	300MWF	375M	5P5	29/146	1MA	VLA	NAT	8F369	2N918	2
CS9018	NS	T092	L14		12V	2V	100MA	135C	300MWF	600M	1P7	29/198	1MA	ULG	NAT	8F357	2N5770	2
CV SERIES	SEE		APP		E													
D1688	NS	T098	L21		30V	12V	3V	25MA	200MWF	500M	1P5	20MM	5MA	TUO	DEU	8FX73	2N3983	1
D16P1	NS	T098	L21		18V	12V	200MA	125C	400MWF	60M	10P	20MM	2MA	ALD	DEU	8CR36	2N3704	1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณอย่างสูงต่อ อาจารย์ประดิษฐ์ วัชรพิบูลย์ ในฐานะอาจารย์ที่ปรึกษา
ที่ได้ช่วยให้คำปรึกษา และแนะนำในระหว่างการทำโครงการและปริิฤฎานิพนธ์ ฉบับนี้ตั้งแต่
ต้นจนจบการศึกษาให้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี รวมทั้งเพื่อนนักศึกษาเทคนิคอุตสาหกรรม ทุกคน
ที่ให้ความช่วยเหลือ และน้องแอมที่ให้ใช้ computer ในการจัดทำ thesis



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

-อัครเดช สิ้นธุรงค์ "การปรับอากาศ" หจก.ประสิทธิ์ภัณฑ์แอนด์พรินต์ติ้ง

432 พหลโยธิน จตุจักร กทม 10900

-Robert F. Coughlin และ Frederick F. Driscoll

"Operation Amplifiers and Linear Intergrated Circuits"

เอช.เอ็ม กรุ๊ป จำกัด 178/103 ถนนสาธุประดิษฐ์

-นรินทร์ เนาวประทีป "ออปแอมป์" หจก. สำนักพิมพ์อิเล็กทรอนิกส์เซ็นเตอร์

648/62 ปากซอยบางยี่ขัน ถนนจรัญสนิทวงศ์ บางกอกน้อย กทม. 10700