

ปีการศึกษา 2532



ปริญญาโท เรื่อง เครื่องอบเด็ก (INFANT WARMER)

โดย

นาย จันทรยุทธ	คัชมาตย์	เลขประจำตัว	29.1030
นาย ผนังวุฒิ	ชำนาญกิจ	เลขประจำตัว	29.1055
นาย ศิระ	วัฒนศิริธรรม	เลขประจำตัว	29.1217

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ พลพัฒน์ ผดุงกุล

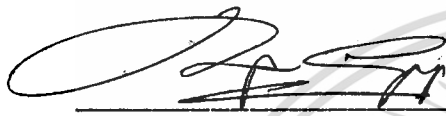
026926

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เรื่อง เครื่องอบเด็ก

ผู้จัดทำ	นาย จันทรยุทธ์ คัชมาตย์	เลขประจำตัว	29.1030
	นาย ณัฐวุฒิ ชำนาญกิจ	เลขประจำตัว	29.1055
	นาย ศิระ วัฒนศิริธรรม	เลขประจำตัว	29.1217



อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ พลผดุง ผดุงกุล)



เครื่องอบเด็ก

INFANT WARMER

ฉันทรรยกุลต์	คัชมาตย์	29.1030
ณัฐวุฒิ	ชำนาญกิจ	29.1055
ศิระ	วัฒนศิริธรรม	29.1217

อาจารย์ที่ปรึกษา :

อาจารย์ พลพดุง ผดุงกุล

ปีการศึกษา 2532

บทคัดย่อ

ปัญหานี้พบฉบับนี้เป็นกรนำเสนอโครงการที่ผู้จัดทำได้จัดทำขึ้น โดยใช้ชื่อว่าเครื่องอบเด็ก (INFANT WARMER) ซึ่งจะเป็นอุปกรณ์ที่ใช้รักษาอุณหภูมิที่ตัวเด็ก ทารกให้คงที่อยู่ตลอดเวลา ส่วนต่าง ๆ ของวงจรประกอบด้วย วงจรตรวจจับอุณหภูมิ (TEMPERATURE SENSOR) ซึ่งจะทำหน้าที่เปลี่ยนอุณหภูมิที่วัดได้ เป็นศักดาไฟฟ้า เพื่อนำมาเปรียบเทียบกับค่าที่ตั้งไว้ (เป็นอุณหภูมิที่ทางการแพทย์กำหนดขึ้น) แล้วนำสัญญาณที่ได้ผ่าน วงจรพัลส์วิตท์มอดดูเลชั่น (PULSE WIDTH MODULATION : PWM) เพื่อไปกระตุ้นให้ โซลิดสเตทรีเลย์ (SOLID STATE RELAY : SSR) ควบคุมหลอดอินฟราเรด (INFRARED HEATER) ให้จ่ายพลังงานความร้อนออกมา ถ้าอุณหภูมิที่วัดได้ยังไม่ถึงค่าที่ต้องการจะมีการนำสัญญาณป้อนกลับ (FEED BACK) มาเปรียบเทียบกับค่าใหม่จนกระทั่งได้อุณหภูมิที่ต้องการ โดยมีวงจรตั้งและจับเวลา (TIMER) เพื่อทราบระยะเวลาที่ใช้งาน

ระบบที่ถูกทำขึ้นมีระบบป้องกันความผิดพลาดในการทำงาน โดยจะมีการตรวจสอบและส่งสัญญาณเตือนความผิดพลาด ในรูปของแสงและเสียง

INFANT WARMER

CHANTHAYUK KHATCHAMART
NUTTAWUT CHUMNANKIT
SIRA VATTANASIRITHAM

ADVISOR:
PONPADUNG PADUNGKUL

ABSTRACT

THIS THESIS IS ABOUT INTRODUCTION TO THE INFANT WARMER WHICH THE INFANT STABILITY TEMPERATURE CONTROLLED DEVICE . THE CIRCUIT PART CONSIST OF TEMPERATURE SENSOR CIRCUIT THAT CHANGE THE INPUT TEMPERATURE TO BE THE VOLTAGE LEVEL. THE VOLTAGE LEVEL WITH THE EXIST DATA WITH IS THE MEDICAL USED TEMPERATURE .THE SIGNAL FROM THE FORMER PROCESS WILL BE THE INPUT OF THE PULSE WIDTH MODULATION (PWM) CIRCUIT AND USE ITS OUTPUT SIGNAL TO TRIG INFRARED HEATER CONTROLLED SOLIDSTATE RELAY (SSR) FOR DISSIPATION OF HEAT ENERGY OUTPUT. IF THE INPUT TEMPERATURE DOES NOT REACH THE EXPECTED TEMPERATURE ,THE FEEDBACK SIGNAL WILL BE USED FOR LOOKING UP NEW COMPARE DATA AND RUN THE SAME PROCESS AGAIN AND AGAIN . WHEN THE INPUT TEMPERATURE REACH THE EXPECTED DATA .THE FEEDBACK SIGNAL GOES OFF . DURING THE PROCESS, THE TIMER IS EXIST TO KNOW THE PROCESS PERIOD

THIS SYSTEM HAVE ITS BUILD-IN FALL SAFE SYSTEM BY DETECTING AND DISPLAY THE FALLSIGNAL IN FROM OF LIGHT AND SOUND .

สารบัญ

	หน้าที่
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	2
2.1 หลักการทำงานของเครื่องอบเด็ก	2
2.2 การตรวจจذبอุณหภูมิด้วย LM 335	3
2.3 ตัวเชื่อมโยงทางแลง	6
2.4 การเกิดสัญญาณรบกวนความถี่วิทยุ และการป้องกัน	12
2.5 การเกิดไฟกระชาก, ทรานเซียน และ การป้องกัน	13
2.6 การกำหนดช่วงแรงดันที่ยอมรับได้ (ช่วงฮิสเทอรีซิส)	14
2.7 วงจร เดีต์ต์ โชน	15
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้าง	22
3.1 ภาคแหล่งจ่ายไฟตรง	22
3.2 ภาคควบคุมการทำงานของหลอดอินฟาเรด	22
3.3 ภาคตรวจจذبอุณหภูมิ	24
3.4 ภาคตั้งและควบคุมค่าของอุณหภูมิ ให้ได้ตามที่ต้องการ	24
3.5 ภาคตั้งและควบคุมช่วงของอุณหภูมิ ที่ยอมรับได้	24
3.6 ภาคตรวจลอบ, เติอน และ ตัดการทำงาน เมื่อเกิด ความผิดพลาดต่าง ๆ	26
3.7 ภาคแสดงผลของอุณหภูมิขณะนั้น ๆ	28
3.8 ภาคตั้งเวลาการทำงาน	29
บทที่ 4 การทดลอง และ ผลการทดลอง	42
4.1 ขั้นตอนการทดลอง	42
4.2 ผลการทดลอง	43
บทที่ 5 วิจารณ์ และ สรุป	58
กิตติกรรมประกาศ	59
หนังสืออ้างอิง	
ภาคผนวก	

เด็กแรกเกิด หรือ เด็กอ่อน ที่ไม่มีความลมบูรณ์แข็งแรง หรือ กำลังได้รับความเจ็บป่วย จำเป็นที่จะต้องมีการรักษาอุณหภูมิที่ตัวเด็กให้คงที่อยู่ตลอดเวลาที่อุณหภูมิค่าหนึ่งเด็กจึงจะปรับตัวได้ดี (จากการศึกษาทางการแพทย์ พบว่าที่อุณหภูมิคงที่ประมาณ 37 องศาเซลเซียส จะเป็นอุณหภูมิที่เหมาะสม)

จากความจำเป็นดังกล่าว จึงมีการสร้างอุปกรณ์ขึ้นขึ้นมาโดยให้หลอดอินฟราเรด เป็นตัวกระจายความร้อน และ มีการควบคุมให้ได้อุณหภูมิ ตามต้องการตลอดการทำงาน แล้วได้ตั้งชื่ออุปกรณ์ขึ้นนี้ ว่า เครื่องอบเด็ก (INFANT WARMER)

ความلامารถในการทำงานของอุปกรณ์ คือ การควบคุมอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ โดยมีความผิดพลาดได้ไม่เกิน ± 0.5 องศาเซลเซียส ในการตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการ ใช้อุปกรณ์แบบ ทรัมป์เวลล์ (THUMB WHEEL) มีสัญญาณเตือนเป็นสัญญาณไฟและสัญญาณเสียงเมื่อเกิดความผิดพลาดต่าง ขึ้น เช่น เมื่ออุณหภูมิสูงผิดปกติ และเมื่อตัวตรวจจับอุณหภูมิ (TEMPERATURE SENSOR) เกิดความผิดพลาด มีการแสดงผลของอุณหภูมิเป็นดิจิตอล (DIGITAL) มีอุปกรณ์ตั้งเวลา (TIMER) และ แสดงจำนวนเวลาตั้งแต่เริ่มการทำงาน

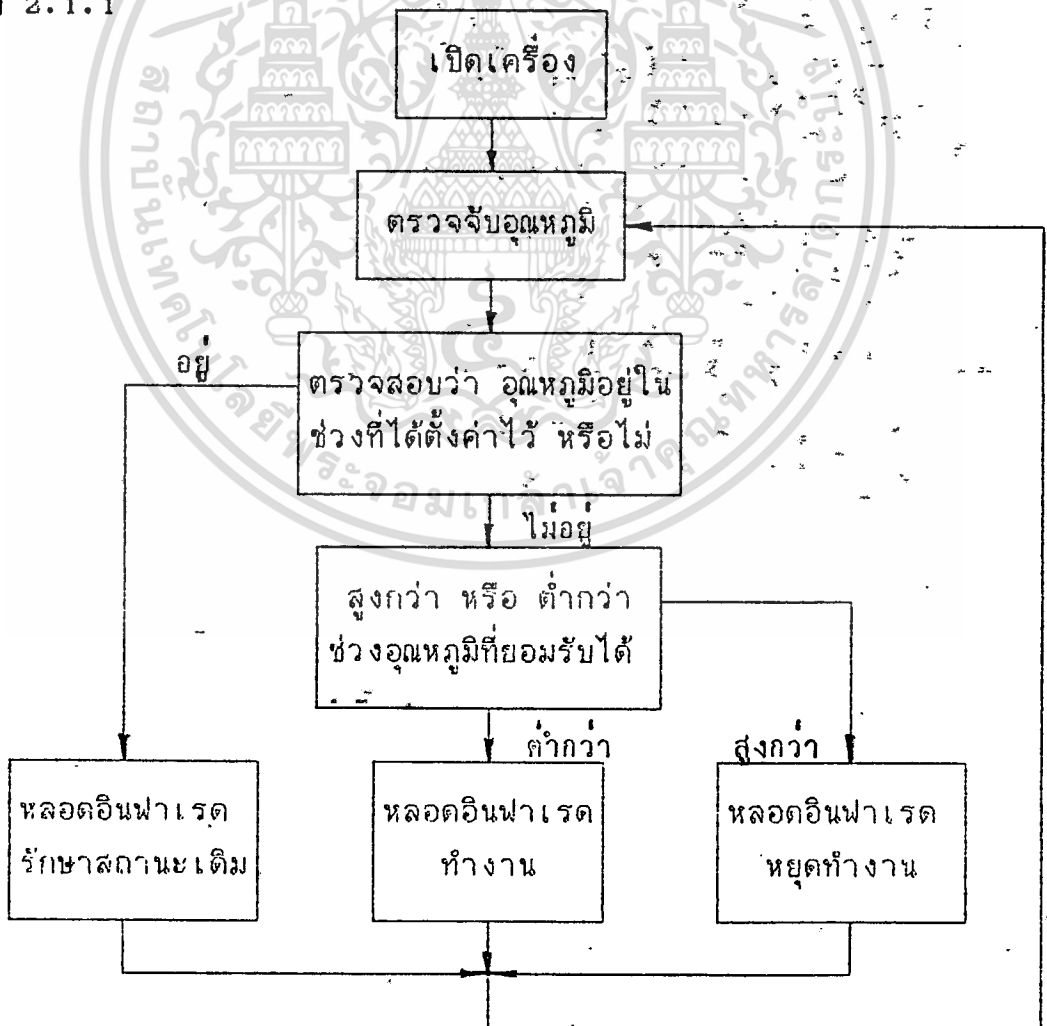
อุปกรณ์ขึ้นนี้ถ้านำเข้าจากต่างประเทศ จะมีราคาสูง ดังนั้นการสร้างอุปกรณ์ขึ้นนี้ขึ้นใช้เองภายในประเทศ จะก่อให้เกิดประโยชน์แก่วงการแพทย์ไทย เป็นอันมาก เพราะอุปกรณ์ขึ้นนี้มีราคาต่ำ โรงพยาบาลขนาดเล็กตามชนบท หรือ คลินิกที่มีเงินทุนน้อย ก็จะสามารถจัดซื้อมาใช้งานได้

2.1 หลักการทำงานของเครื่องอบเด็ก

อุปกรณ์เครื่องอบเด็กชิ้นนี้ มีการใช้หลอดอินฟราเรดเป็นตัวกระจายความร้อน โดยมีการตรวจจับอุณหภูมิ ณ. บริเวณที่ต้องการอยู่ตลอดเวลา ด้วยตัวตรวจจับอุณหภูมิซึ่งจะเปลี่ยนค่าของอุณหภูมิออกมาในรูปของแรงดันทางไฟฟ้า ค่าของอุณหภูมิซึ่งอยู่ในรูปของแรงดันไฟฟ้า ณ. เวลาต่าง ๆ นี้ จะถูกป้อนสัญญาณกลับมายังหน่วยประเมินผล เพื่อตรวจสอบว่าอยู่ในช่วงอุณหภูมิที่ต้องการหรือไม่ ผลจากการประเมินผลนี้จะถูกส่งไปยังหน่วยควบคุมการทำงานของหลอดอินฟราเรด ให้หลอดอินฟราเรดอยู่ในสถานะทำงาน, หยุดทำงาน หรือ ไม่ต้องเปลี่ยนสถานะ ซึ่งผลที่ได้ออกมา ก็คือการควบคุมให้ได้ค่าของอุณหภูมิคงที่ตลอดเวลาตามที่ต้องการ

การทำงานของอุปกรณ์จะเป็นไปตามบล็อกไดอะแกรม (BLOCK DIAGRAM)

ดังรูป 2.1.1



อธิบายการทำงานตามบล็อกไดอะแกรม

เพื่อความละเอียดในการทำความเข้าใจ จะสมมุติค่าของอุณหภูมิที่ต้องการขึ้นมา โดยสมมุติว่าต้องการจะได้อุณหภูมิ ณ. บริเวณที่ต้องการ เป็นอุณหภูมิคงที่ 37 องศาเซลเซียส ตลอดการปฏิบัติงาน และ ให้มีความคาดเคลื่อนได้ไม่เกิน 0.5 องศาเซลเซียส ซึ่งหมายความว่า ต้องการให้อุณหภูมิอยู่ในช่วง 36.5-37.5 องศาเซลเซียส ตลอดการทำงาน

การทำงานจะเป็นไปตามขั้นตอนต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

ขั้นที่ 1 เปิดเครื่อง

ขั้นที่ 2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิ วัดอุณหภูมิ ณ. บริเวณที่ต้องการที่จะควบคุมให้ได้ ตามที่ต้องการ โดยที่ค่าของอุณหภูมิที่วัดได้จะออกมาในรูปของแรงดันไฟฟ้า

ขั้นที่ 3 แรงดันไฟฟ้าที่ได้มา เมื่อตรวจสอบแล้ว พบว่าอุณหภูมียังต่ำกว่าช่วงที่ต้องการคือต่ำกว่า 36.5 องศา จึงส่งสัญญาณไปควบคุมให้หลอดอินฟาเรดทำงาน ซึ่งจะทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น

ขั้นที่ 4 ขณะที่หลอดอินฟาเรดทำงานไปเรื่อย ๆ อุณหภูมิ ณ. บริเวณที่ต้องการจะเพิ่มสูงขึ้น จนกระทั่งมีการตรวจสอบแล้วพบว่า อุณหภูมิสูงกว่า 36.5 องศา แต่ ยังต่ำกว่า 37.5 องศา จึงส่งสัญญาณไปควบคุมให้หลอดอินฟาเรดทำงานตามสถานะเดิมต่อไป คือยังอยู่ในสถานะทำงานต่อไป อุณหภูมิจึงสูงขึ้นไปอีก

ขั้นที่ 5 เมื่อตรวจสอบแล้วพบว่าอุณหภูมิสูงกว่าที่ต้องการแล้วคือ สูงกว่า 37.5 องศา ก็จะส่งสัญญาณไปควบคุมให้หลอดอินฟาเรดหยุดการทำงาน อุณหภูมิจึงลดต่ำลง

ขั้นที่ 6 เมื่ออุณหภูมิลดต่ำลงกว่า 37.5 องศา แต่ ยังไม่ต่ำกว่า 36.5 องศา ส่วนตรวจสอบจึงส่งสัญญาณไปควบคุมให้หลอดอินฟาเรดทำงานตามสถานะเดิมต่อไป คือยังอยู่ในสถานะหยุดทำงานต่อไป อุณหภูมิจึงต่ำลงอีก

ขั้นที่ 7 เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่า 36.5 องศา ส่วนตรวจสอบก็จะส่งสัญญาณไปควบคุมให้หลอดอินฟาเรดเริ่มต้นทำงานขึ้นมาอีก ทำให้อุณหภูมิสูงขึ้น จากนั้นไป การทำงานของวงจรก็จะวนรอบตั้งแต่ ขั้นตอนที่ 4 จนถึง ขั้นตอนที่ 7 ไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะสิ้นสุดการปฏิบัติงาน

2.2 การตรวจวัดอุณหภูมิด้วย LM 335 TEMPERATURE SENSOR

LM 335 เป็นวงจร อินทิเกรท เซอร์คิต (INTEGRATED CIRCUIT) ซึ่งใช้ทำเป็นตัวตรวจจับอุณหภูมิ สำหรับใช้ในย่านอุณหภูมิตั้งแต่ 0 - 100 องศาเซลเซียส มีสัญลักษณ์ดังรูป 2.2.1

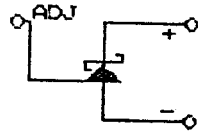
โดยพื้นฐานแล้ว LM 335 จะทำงานเช่นเดียวกับ ซีเนอร์ไดโอด (ZENER DIODE) ดังแสดงในรูป 2.2.2

แรงดันเอาต์พุท (OUTPUT VOLTAGE) จากวงจรนี้จะแปรโดยตรงกับอุณหภูมิ

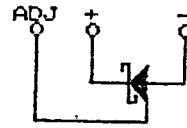
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัมบูรณ์ โดยมิตค่าเท่ากับ 10 มิลลิโวลท์ ต่อ อุณหภูมิที่เพิ่มขึ้น 1 องศาเซลวิน (10 mV / ° K) ในย่านอุณหภูมิที่ออกแบบมาใช้งาน

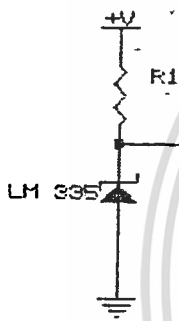


(ก)



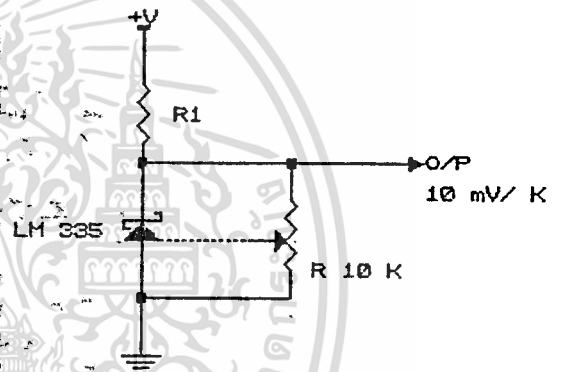
(ข)

รูปที่ 2.2.1 (ก) ลักษณะรูปร่างและการต่อขาของ LM 335H ในตัวถังโลหะ TO-46
(ข) เป็นของ LM 335Z ในตัวถังพลาสติก แบบ TO-92



รูปที่ 2.2.2

รูปที่ 2.2.2 วงจรพื้นฐานในการทำงานของ LM 335



รูปที่ 2.2.3

รูปที่ 2.2.3 การปรับแต่งความถูกต้อง

ค่าของตัวต้านทาน R_1 ในรูป 2.2.2 จะเป็นตัวกำหนดค่าของกระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์ตัวนี้ แต่เนื่องจากค่า ไดนามิค อิมพีแดนซ์ (DYNAMIC IMPEDANCE) ที่กระแส 1 มิลลิแอมป์ จะมีค่าโดยปกติ 0.6 โอห์ม (ohm) อุปกรณ์ตัวนี้จึงสามารถทำงานได้ในย่านกระแสตั้งแต่ 400 ไมโครแอมป์จนถึง 5 มิลลิแอมป์ โดยเสมือนว่าไม่มีการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติของตัวมันเลย กระแสฟอร์เวิร์ด (FORWARD CURRENT) หรือ กระแสรีเวอร์ส (REVERSE CURRENT) สูงสุด ที่ไหลผ่านอุปกรณ์ตัวนี้อย่างปลอดภัย ควรจะเป็น 10 มิลลิแอมป์ ถ้ากระแสสูงกว่านี้ จะทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวไอซีตัวนี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า R_1 ที่ใช้ในรูป 2.2.2 สามารถคำนวณได้จาก กระแสที่ไหลผ่านตัว ไอซีตัวนี้เท่ากับ 1 มิลลิแอมป์ โดยใช้สมการ

$$R_1 = (V - V_{out}) / 0.001$$

โดยที่ V = แรงดันไฟเลี้ยงวงจร

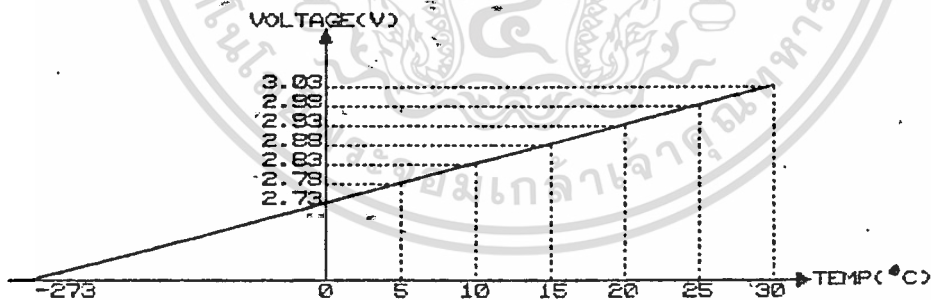
V_{out} = แรงดันเอาต์พุทของไอซี

ประโยชน์ที่สำคัญของ LM 335

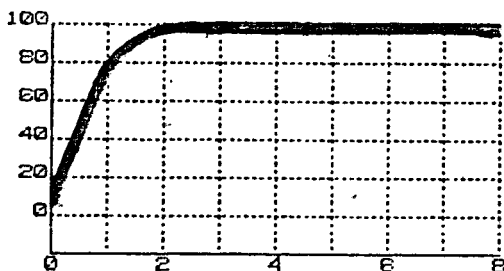
คือ จะให้เอาต์พุทที่เป็นเชิงเส้น ตามรูปที่ 2.2.4 ถึงแม้ว่าค่าเอาต์พุทของ LM 335 จากวงจรรูปที่ 2.2.2 จะอยู่ในข้อจำกัดที่กำหนดมา เราก็ควรจะมีการต่อขาลำหรับปรับแต่งความถูกต้องซึ่งมีอยู่ด้วย โดยการต่อตัวต้านทานปรับค่าได้เพียงตัวเดียวคร่อม LM 335 ดังแสดงในรูป 2.2.3 ในการใช้งานให้ปรับ V_{R_1} ให้ได้เอาต์พุทเท่ากับ 2.982 โวลต์ เมื่อ อยู่ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส เพื่อที่จะให้เกิดความเที่ยงตรง ตลอดย่านอุณหภูมิที่ใช้งาน

หมายเหตุ อุปกรณ์ LM 335 นี้ เมื่อได้มีการปรับค่าความถูกต้องแล้ว ค่าความผิดพลาดของอุณหภูมิจะไม่เกิน 2 องศาเซลเซียส , และ ความไม่เป็นเชิงเส้นที่ค่ากระแส 1 มิลลิแอมป์ จะเท่ากับ 0.3 องศาเซลเซียส ตลอดย่าน

ในอากาศ อุปกรณ์ตัวนี้ต้องใช้เวลาประมาณ 3 นาที จึงจะมีค่าอุณหภูมิถึงอุณหภูมิสุดท้าย หลังจากก็อุณหภูมิได้เปลี่ยนไป ตามกราฟ ดังรูปที่ 2.2.5



รูปที่ 2.2.4



รูปที่ 2.2.5

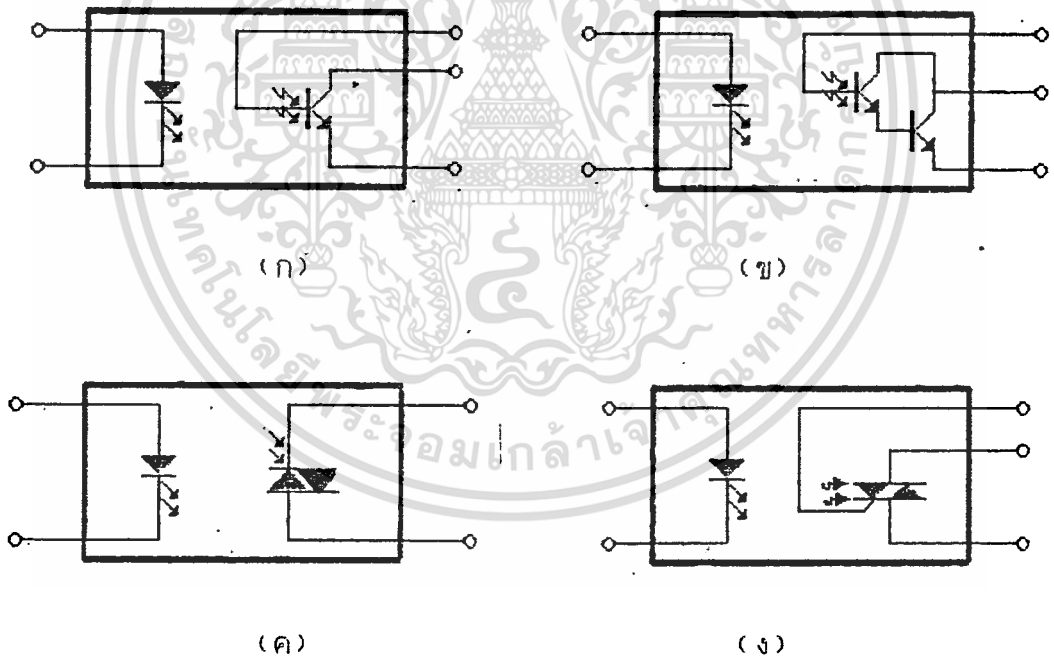
2.3 ตัวเชื่อมต่อโยงทางแสง (OPTO COUPLER)

ตัวเชื่อมต่อโยงทางแสง ส่วนมากจะนำไปใช้ในงานที่ต้องการแยกระบบไฟฟ้าของทั้งลองวงจรออกจากกัน เช่น เมื่อใช้เอาต์พุตที่เป็นแรงดันต่ำของวงจรทางดิจิทัล ไปควบคุมการทำงานของหลอดอินฟาเรด เป็นต้น

พื้นฐานของตัวเชื่อมต่อโยงทางแสง

ตัวเชื่อมต่อโยงทางแสงเป็นอุปกรณ์เดี่ยวที่ประกอบด้วยแหล่งกำเนิดแสง และ ตัวตรวจรับแสง โดยที่ทั้งสองส่วนแยกออกจากกันและกัน โดยมีฉนวนกั้นที่โปรงแสงคั่นกลาง และชิ้นส่วนทั้งหมดจะถูกบรรจุในตัวถังหีบแสง

แหล่งกำเนิดแสงสำหรับตัวเชื่อมต่อโยงทางแสง ส่วนมากแล้วจะใช้ ไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด (INFRARED EMITTING DIODE) ส่วนตัวตรวจรับ หรือ อุปกรณ์ภาคเอาต์พุตนั้น อาจจะเป็น โฟโตทรานซิสเตอร์ (PHOTO TRANSISTOR) , โฟโตดาร์ลิ่งตัน (PHOTO DARLINGTON) , สวิตช์สองทิศทางซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากกระตุ้น และ ไตรแอก ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง ซึ่งทั้ง 4 แบบนี้จะแสดงไว้ดังรูปที่ 2.3.1 (ก), (ข), (ค) และ (ง) ตามลำดับ



รูปที่ 2.3.1 ตัวเชื่อมต่อโยงทางแสงแบบทั่วไป (ก) มีภาคเอาต์พุตเป็นโฟโตทรานซิสเตอร์ (ข) มีภาคเอาต์พุตเป็นโฟโตดาร์ลิ่งตัน (ค) มีภาคเอาต์พุตเป็นสวิตช์สองทิศทางที่ทำงานเมื่อมีแสงมากกระตุ้น (ง) มีภาคเอาต์พุตเป็น ไตรแอก ที่ทำงานเมื่อมีแสงมากกระตุ้น

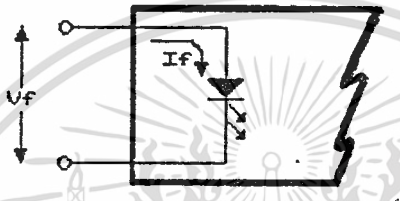
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวแปรต่าง ๆ ของตัวเชื่อมโยงทางแสงที่นำลงใจ

เนื่องจากเราลงใจเฉพาะวงจรรวมที่ต่ำ จึงจะจำกัดวงเฉพาะตัวแปรทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงของอุปกรณ์เหล่านี้ ตัวแปรทางด้านไฟฟ้ากระแสตรงสามารถแบ่งออกเป็น อินพุต , เอาท์พุท และ อัตราส่วนของการส่งผ่านกระแส (CURRENT TRANSFER RATIO)

ตัวแปรอินพุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรง ซึ่งเป็นตัวกำหนดตัวแปรทางด้านไฟฟ้าของไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด ได้แก่ กระแสของไดโอดเมื่อได้รับการไบอัสตรง (I_F) , แรงดันตกคร่อมไดโอดเมื่อได้รับไบอัสตรง (V_F) , และ แรงดันสูงสุดที่ทนได้เมื่อได้รับไบอัสกลับ (V_{R}) , ดังรูปที่ 2.3.2



รูปที่ 2.3.2 เป็นชิ้นส่วนทางด้านอินพุทของตัวเชื่อมโยงทางแสง

อัตราส่วนของการส่งผ่านกระแส หรือ CTR เป็นอัตราส่วนระหว่างกระแสอินพุต ต่อ กระแสเอาท์พุท ของตัวเชื่อมโยงทางแสง ส่วนใหญ่แทนด้วยตัวอักษรกรีกคือ η ซึ่งค่านี้จะขึ้นอยู่กับ ประสิทธิภาพของไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด และ ช่องว่างระหว่างชิ้นส่วนทางอินพุทและเอาท์พุท โดยที่พื้นที่, ความไว (SENSITIVITY) และ อัตราขยาย ของตัวตรวจรับก็มีบทบาทที่สำคัญเช่นกัน

เนื่องจากตัวแปรเอาท์พุททางด้านไฟฟ้ากระแสตรง และ ตัวแปรส่งถ่าย (TRANSFER PARAMETER) นั้นจะแตกต่างกันโดยขึ้นอยู่กับชนิดของชิ้นส่วนที่ใช้เป็นตัวตรวจรับที่ใช้ในตัวเชื่อมโยงทางแสง ซึ่งในที่นี้จะแจกแจงรายละเอียด และ กำหนดความหมาย โดยแยกออกไปตามตัวตรวจรับนั้น ๆ

-ตัวเชื่อมโยงทางแสงที่ใช้โฟโตรีซิสเตอร์ และ โฟโตดีอาร์ลิ่งตัน นั้นจะมีหลักการทำงานเหมือนกัน คือ รอยต่อระหว่างชาคอลเล็คเตอร์ (COLLECTOR) กับ ขาเบส (BASE) ถูกทำให้กว้างขึ้น แสงที่ตกกระทบบรอยต่อจะทำให้เกิดคู่อิเล็กตรอน (ELECTRON) และ โฮล (HOLE) ขึ้นมา เกิดการนำกระแสได้ ตัวแปรสำหรับตัวเชื่อมโยงทางแสงที่ใช้โฟโตรีซิสเตอร์ และ โฟโตดีอาร์ลิ่งตัน มีดังนี้

I_c : เป็นกระแสสูงสุดที่ไหลต่อเนื่องผ่านชาคอลเล็คเตอร์ (เอาท์พุท)

$V_{(BR)CEO}$: เป็นแรงดันพังทลายสูงสุด จากชาคอลเล็คเตอร์ ไปยังขาเบส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- $V_{(BR)CEO}$: เป็นแรงดันพ่วงหลายสูงสุด จากขาคอลเล็กเตอร์ ไปยังขาอิมิตเตอร์ (EMITTER)
- $V_{(BR)ECO}$: เป็นแรงดันพ่วงหลายสูงสุด จากขาอิมิตเตอร์ ไปยังขาคอลเล็กเตอร์
- $CTR_{(n)}$: เป็นอัตราส่วน (เป็นเปอร์เซ็นต์) ต่ำสุดระหว่าง กระแสเอาท์พุทของคอลเล็กเตอร์สูงสุดต่อกระแสไดโอด ที่ค่า V_{CE} และ I_F ที่กำหนด
- $V_{CE(sat)}$: เป็นแรงดันอิมิตตัว ระหว่าง ขาคอลเล็กเตอร์ และ ขาอิมิตเตอร์

- ตัวเชื่อมโยงทางแลงที่ใช้ลิวทซ์สองทิศทาง ซึ่งทำงานเมื่อมีแสงมากกระตุ้น เป็นภาคเอาท์พุทนั้นถูกออกแบบมาสำหรับใช้ในงานที่ต้องการแยกกวรทริก (TRIG) หรือ กระตุ้นตัว ไตรแอด (TRIAC) การแยกการลิวทซ์ทางด้านไฟกระแสสลับที่มีขนาดกระแสต่ำ และการแยกกันทางไฟฟ้ามีค่าสูง สำหรับอุปกรณ์ชนิดนี้ มีตัวแปรที่สำคัญดังนี้คือ

- $I_{T(RMS)}$: เป็นค่ากระแส RMS สูงสุด ขณะอยู่ในสถานะทำงาน
- V_{DRM} : เป็นค่าแรงดันซ้ำ ระหว่าง ขั้วเอาท์พุท เมื่ออยู่ในสถานะหยุดทำงาน
- V_{TM} : เป็นแรงดันยอดสูงสุด (PEAK VOLTAGE) เมื่อ อยู่ในสถานะที่ทำงาน
- I_{FT} : เป็นค่ากระแสกระตุ้นไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด สูงสุด ซึ่งต้องการใช้ เพื่อกงสถานะให้เอาท์พุทค้าง (LATCH) ไว้
- I_H : เป็นค่ากระแสยึด (HOLDING CURRENT) ซึ่งต้องการ สำหรับเอาท์พุทเพื่อที่จะยังคงสถานะค้างเอาไว้ได้

- ตัวเชื่อมโยงทางแลงที่ใช้ ไตรแอด ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสงนั้นถูกออกแบบมาใช้ในงานที่ต้องการแยกกันทางไฟฟ้าที่มีค่าสูงระหว่างวงจรด้านแรงดันต่ำและทางด้านไฟฟ้ากระแสสลับแรงดันสูง ตัวแปรที่สำคัญสำหรับอุปกรณ์ที่ใช้ ไตรแอด ที่ถูกกระตุ้นด้วยแสง มีดังนี้

- $I_{T(RMS)}$: เป็นค่ากระแส RMS สูงสุด เมื่ออยู่ในสถานะทำงาน
- V_{DRM} : เป็นค่าแรงดันซ้ำ ระหว่าง ขั้วเอาท์พุท เมื่ออยู่ในสถานะทำงาน
- V_{RM} : เป็นค่าแรงดันย้อนกลับสูงสุด
- I_{FT} : เป็นค่ากระแสกระตุ้นไดโอดเปล่งแสงอินฟาเรด สูงสุด ซึ่งต้องการใช้ เพื่อกงสถานะให้เอาท์พุทค้าง (LATCH) ไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



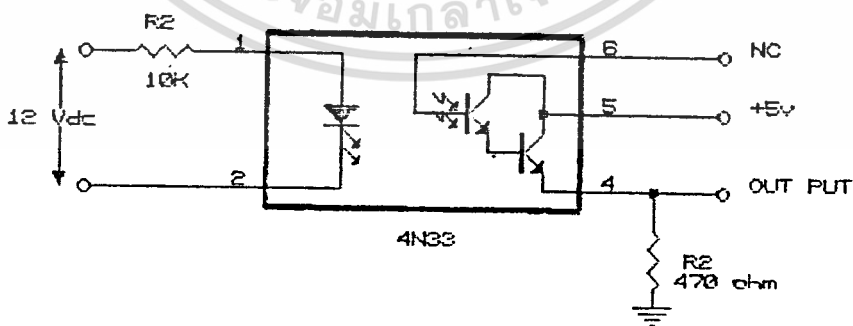
เป็นค่ากระแสยึด (HOLDING CURRENT) ซึ่งต้องการ
สำหรับเอาท์พุทเพื่อที่จะยังคงสถานะค้างเอาไว้ได้

ตัวอย่างการนำเอาตัวเชื่อมโยงทางแสงไปใช้งานต่าง ๆ

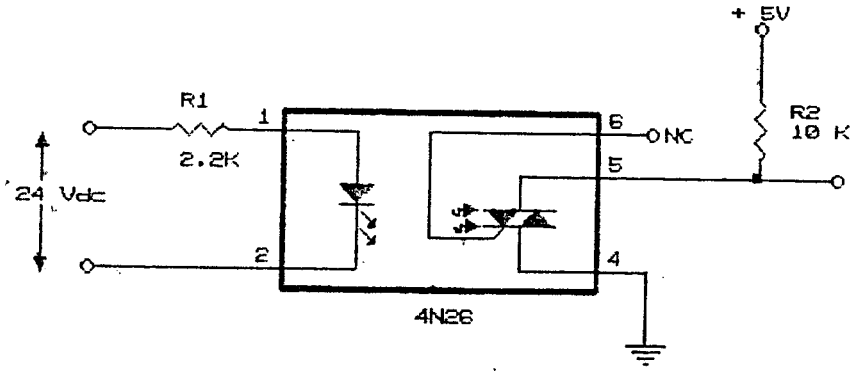
ตัวเชื่อมโยงทางแสงสามารถนำไปใช้ในงานต่าง ๆ ได้มากมายแล้วแต่ผู้ใช้จะ
ออกแบบเพื่อนำไปใช้ให้เหมาะสมในงานนั้น ๆ

ในที่นี่จะขอยกตัวอย่างบางตัวอย่างในการนำเอาตัวเชื่อมโยงทางแสง ไปใช้
งานต่าง ๆ โดยจะแสดงให้เห็นเฉพาะส่วนของวงจรเท่านั้น จะไม่อธิบายถึงการ
ทำงาน และ ขั้นตอนในการออกแบบ

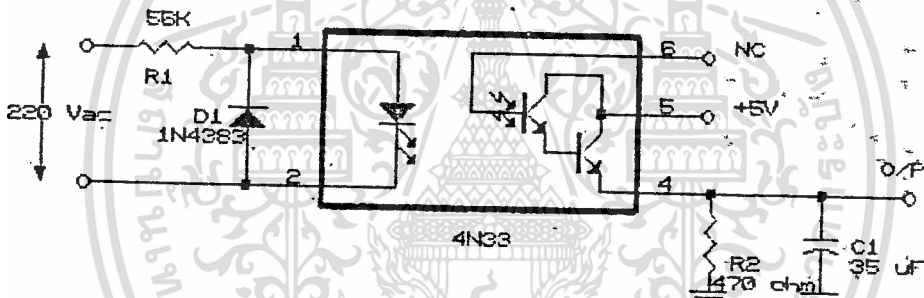
- นำไปใช้ในวงจรที่ออกแบบมาเพื่อ ใช้เปลี่ยนอิพทที่เป็น 12 Vdc ให้เป็น
5 Vdc ดังในรูปที่ 2.3.3
- นำไปใช้ในวงจรที่ออกแบบมาเพื่อ ใช้เปลี่ยนอิพทที่เป็น 24 Vdc ให้เป็น
5 Vdc โดยมีขั้วกลับกัน ดังในรูปที่ 2.3.4
- นำไปใช้ในวงจรที่ออกแบบมาเพื่อ ใช้เป็นวงจรไม่กลับสัญญาณซึ่งใช้ เปลี่ยน
แรงดันไฟลดับ 117 โวลท์ มาเป็นระดับลอจิก (LOGIC) 5 โวลท์ ดังในรูป
ที่ 2.3.5
- นำไปใช้ในวงจรที่ออกแบบมาเพื่อ ควบคุมกำลังงานของไฟกระแสลดับที่มีค่า
ไม่สูงนัก ดังในรูปที่ 2.3.6
- นำไปใช้ในวงจรที่ออกแบบมาเพื่อ กระตุ้นไทรแอด เพื่อใช้ควบคุมโหลที่มีค่า
สูง ๆ ดังในรูปที่ 2.3.7



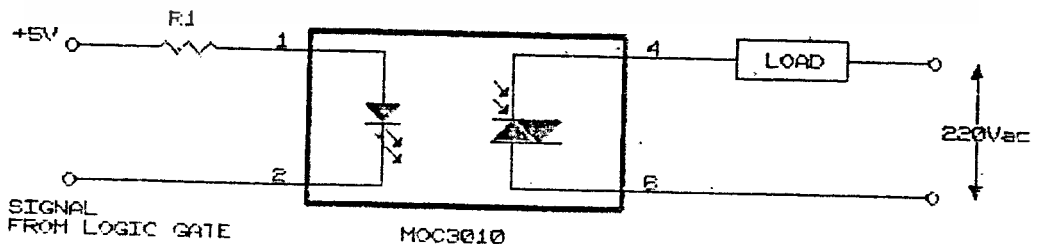
รูปที่ 2.3.3



รูปที่ 2.3.4

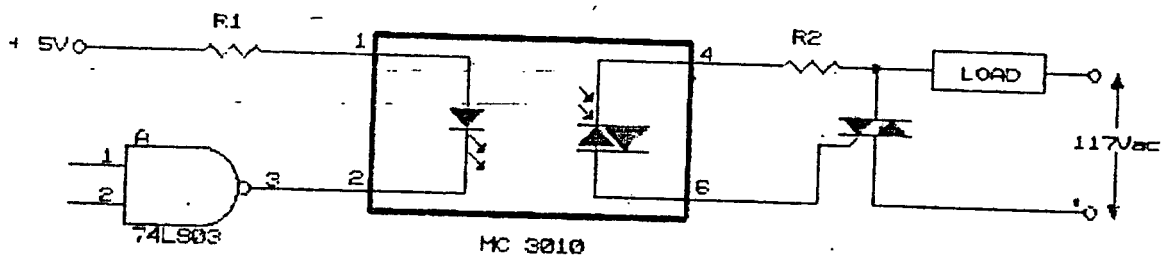


รูปที่ 2.3.5



รูปที่ 2.3.6

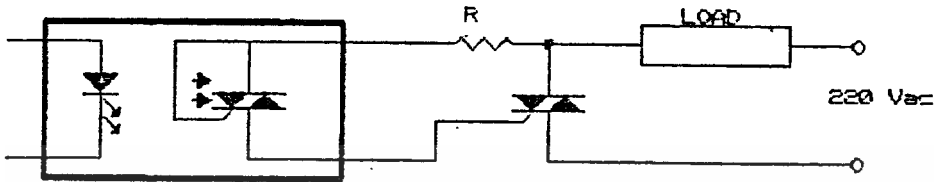
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3.6



2.4 การเกิดสัญญาณรบกวนวิทยุ (RADIO FREQUENCY INTERFERENCE)
และ การป้องกัน



รูปที่ 2.4.1

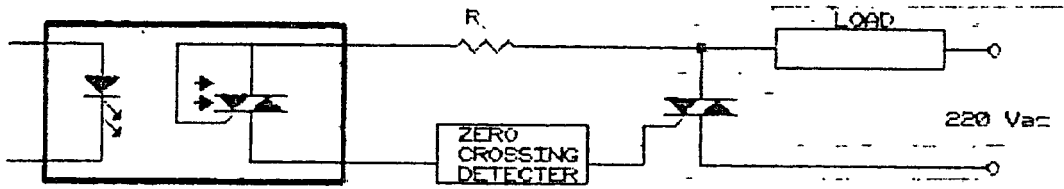
จากวงจรในรูปที่ 2.4.1 เป็นการทำการควบคุมให้ภาคไฟสูงทำงานโดยใช้ตัวเชื่อมโยงทางแสง แบบที่ใช้ไครแอคเป็นอุปกรณ์ทางเอาท์พุท ทุกครั้งที่ไครแอคเริ่มทำงาน กระแสที่จ่ายให้แก่โหลด (LOAD) ก็จะมีขึ้นอย่างรวดเร็วจาก ศูนย์ไปยังค่าที่กำหนด จากค่าความต้านทานภายในของโหลด และแรงดันที่ให้อุปกรณ์ในช่วงเวลาสั้นๆ ประมาณ $2-3 \times 10^5$ วินาที การเปลี่ยนแปลงอย่างทันทีทันใดนี้ จะส่งผลให้เกิดสัญญาณรบกวนความถี่วิทยุ (RFI) ขึ้น ซึ่งค่า RFI นี้จะมีค่ามากที่สุด ในตำแหน่งที่มีการทริกเฟส (PHASE) 90 องศา และมีค่าต่ำสุดที่ 0 และ 180 องศาในทุกครึ่งคาบของเวลาของสัญญาณไฟลลัมที่ใช้ เนื่องจาก RFI ที่เกิดขึ้นนี้จะก่อให้เกิดผลกระทบ ต่อการทำงานของอุปกรณ์ทุกชนิดที่เป็นอุปกรณ์ทางอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาจทำให้เกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ หรือ ทำให้อุปกรณ์เหล่านั้นทำงานผิดพลาด จึงควรจะมีการป้องกันการเกิด RFI นี้

การป้องกันการเกิดสัญญาณรบกวนความถี่วิทยุ

ทำได้โดยการใช้เทคนิค จุดตัดศูนย์ (ZERO CROSSING DETECTOR) เข้าช่วย เพื่อกำหนดจุดตัดที่จะบ่อนกระแสของไครแอค ให้เกิดขึ้นในจังหวะที่เฟสของสัญญาณไฟลลัมเป็น 0 หรือ 180 องศาเท่านั้น

วงจรที่ใช้ในการกำหนดจุดตัดศูนย์นี้ จะมีลักษณะของวงจรเป็นไปตามรูปที่ 2.4.2 ซึ่งในปัจจุบันวงจรถูกกำหนดจุดตัดศูนย์นี้ได้มีการทำเป็นวงจรสำเร็จรูปในรูปของตัว ไอซี เช่น ไอซีเบอร์ CA 3059 เป็นต้น

การใช้งานของวงจรมีจะทำได้โดยการต่อพ่วงเข้าไปวงจรเดิมดังรูปที่ 2.4.3

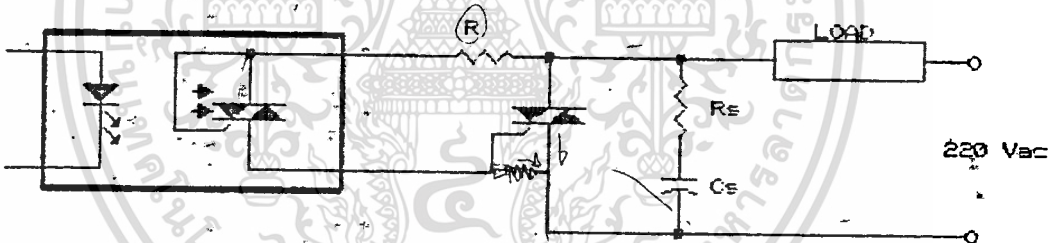


รูปที่ 2.4.3

2.5 การเกิดไฟกระชาก, ทรานเซียน และการป้องกัน

ขณะที่โหลดทางด้านไฟสูงมีการทำงานแบบ เปิด-ปิด สลับกันเป็นช่วง ๆ กัน ไปตลอดเวลา จะทำให้เกิดไฟกระชากและทรานเซียนขึ้น ซึ่งจะมีผลกับส่วนต่าง ๆ ของวงจรที่เกี่ยวข้องได้ จึงมีการออกแบบวงจรขึ้นมาเพื่อ ลดการเกิดเหตุการณ์ดังกล่าว เรียกว่า วงจรล้นปีเปอเร่ (snubber)

วงจรล้นปีเปอเร่ ประกอบด้วยอุปกรณ์เพียง 2 ตัว คือ ตัวต้านทาน (R_s) และ ตัวเก็บประจุ (C_s) ดังในรูปที่ 2.5.1



รูปที่ 2.5.1

การคำนวณหาค่า R_s และ C_s จะเป็นไปตามสมการดังนี้

$$V(t) = V_p \sin \omega t$$

$$dV/dt = V_p \omega \cos \omega t$$

$$dV/dt(\max) = V_p \omega = V_p 2\pi f$$

$$f = (dV/dt) / (2\pi V_p(\max))$$

โดยค่า dV/dt เป็นค่า maximum value of off state dV/dt ของ ทโหลด ซึ่งผู้ผลิตจะบอกมา

$$\text{จาก } f = (dV/dt)_{\min} / 2\pi V_{\max}$$

$$C_L = 1/[(2\pi f)^2 * L_L]$$

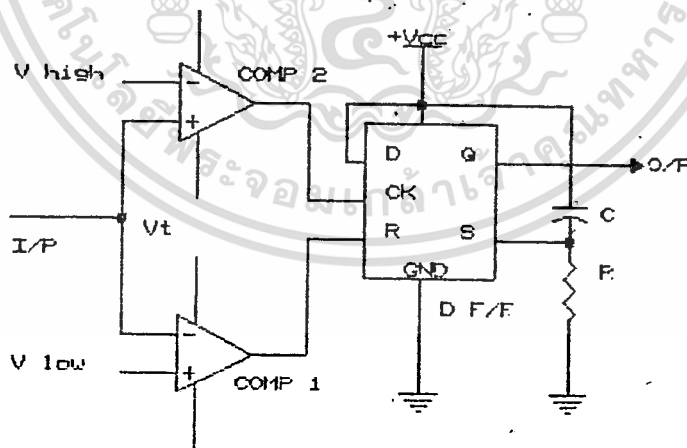
$$R_S = \sqrt{(L_L / C_S)}$$

ดังนั้นเมื่อเราทำการวัดค่า L_L ของโหลดออกมาได้ ก็จะทำให้เราทำการคำนวณหา C_S และ R_S ของวงจรล้นปีเปอร์ ออกมาได้

2.6 กำหนดช่วงของแรงดันที่ยอมรับได้ (ช่วงฮิสเทอรีสิส)

ในการทำงานของอุปกรณ์บางชนิด มีความจำเป็นต้องกำหนดแรงดันไฟฟ้าไว้เป็นช่วงของแรงดันที่ยอมรับได้เพื่อความเหมาะสมในการทำงานของวงจร และความปลอดภัยของวงจร เช่น การควบคุมการทำงานของหลอดอินฟาเรดด้วยแรงดันไฟฟ้า (เป็นแรงดันที่มาจาก TEMPERATURE SENSOR) ถ้าไม่มีคาร์ลสร้าง ช่วงแรงดันที่ยอมรับได้จะทำให้หลอดอินฟาเรดเปลี่ยนสถานะ (จากการทำงานเป็นหยุดทำงาน และ หยุดทำงานเป็นทำงาน) อยู่ตลอดเวลา ซึ่งจะเกิดผลกระทบต่อตัวหลอดอินฟาเรดเองหรือกระทบต่อวงจรล้นปีเปอร์ ได้

จึงมีการออกแบบวงจรที่ใช้กำหนดช่วงแรงดันที่ยอมรับได้ขึ้นโดยมีลักษณะดังรูปที่ 2.6.1



รูปที่ 2.6.1

จากวงจรในรูปที่ 2.6.1 ประกอบด้วยตัว คอมพารเตเตอร์ (COMPARATOR)

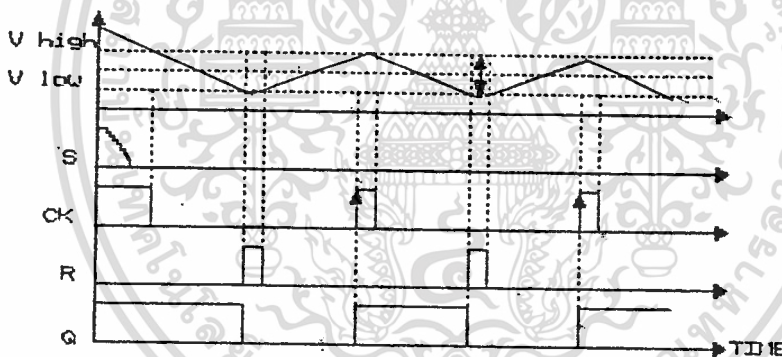
2 ตัว และ ดี ฟลิป-ฟลอป (D FLIP-FLOP) อีก 1 ตัว

การทำงานของวงจร

- เมื่อแรงดันที่เข้ามา (V_c) มีค่าต่ำกว่า V_{low} จะทำให้ เอาท์พุทของวงจร (จาก ดี ฟลิป-ฟลอป) มีค่าเป็น low
- เมื่อแรงดันที่เข้ามา (V_c) มีค่าอยู่ระหว่าง V_{low} กับ V_{high} เอาท์พุทของวงจร (จาก ดี ฟลิป-ฟลอป) จะเป็นการรักษาสถานะเดิมของการทำงานก่อนหน้านี้เอาไว้
- เมื่อแรงดันที่เข้ามา (V_c) มีค่าสูงกว่า V_{high} จะทำให้ เอาท์พุทของวงจร (จาก ดี ฟลิป-ฟลอป) มีค่าเป็น high

การทำงานของวงจรจะเป็นไปตามกราฟ ในรูปที่ 2.6.2

จากการทำงานของวงจรดังกล่าว จะเป็นการกำหนดช่วงของแรงดันที่ยอมรับได้ (ช่วงฮิสเทอรีซิส) กล่าวคือ ถ้าแรงดันอยู่ในช่วงระหว่าง V_{high} กับ V_{low} จะให้เอาท์พุท คงสถานะเดิมต่อไป



รูปที่ 2.6.2

2.7 วงจร เดีดต์-โซน (DEAD-ZONE CIRCUIT)

ในวงจรคอมพารเตเตอร์ (COMPARATOR) จะเป็นการบอกให้ทราบว่า สัญญาณที่ใส่เข้าไปนั้นมีขนาดสูงกว่าหรือต่ำกว่าระดับสัญญาณอ้างอิง (REFERENCE) เท่านั้น ไม่สามารถที่จะทราบได้ว่า สูงกว่า หรือ ต่ำกว่า เป็นจำนวนเท่าใด, จึงมีการออกแบบวงจรขึ้นมาเพื่อที่จะตรวจสอบให้ทราบได้ว่าสัญญาณที่ใส่เข้ามานั้นมีขนาด สูงกว่า หรือ ต่ำกว่า ระดับสัญญาณอ้างอิง เป็นจำนวนเท่าใด โดยให้วงจรดังกล่าวนี้มีชื่อว่า วงจร เดีดต์-โซน

วงจร เต็ดต์-โชน ที่จะกล่าวถึงนี้มีอยู่ 3 แบบ คือ

1. วงจร เต็ดต์-โชน ที่ใช้สำหรับวัดค่าระดับสัญญาณที่ต่ำกว่าระดับสัญญาณอ้างอิง
2. วงจร เต็ดต์-โชน ที่ใช้สำหรับวัดค่าระดับสัญญาณที่สูงกว่าระดับสัญญาณอ้างอิง
3. วงจร เต็ดต์-โชน ที่ใช้สำหรับวัดค่าระดับสัญญาณทั้งที่สูงกว่าและต่ำกว่าระดับสัญญาณอ้างอิง

ทั้ง 3 วงจรจะกล่าวถึงดังนี้

1. วงจร เต็ดต์-โชน ที่ใช้สำหรับวัดระดับสัญญาณที่ต่ำกว่าระดับสัญญาณอ้างอิง

ลักษณะของวงจรจะเป็นตามรูปที่ 2.7.1 , จากวงจรในรูป แหล่งจ่ายไฟ $+V$ และตัวต้านทาน mR จะเป็นตัวสร้างระดับสัญญาณอ้างอิง (REFERENCE VOLTAGE) V_{ref} ขึ้น , ค่า V_{ref} หาได้จากสมการ $V_{ref} = +V/m$, ซึ่งค่าที่เป็นลบของ V_{ref} คือ $-V_{ref}$ นี้จะเป็นตัวสร้างระดับของ เต็ดต์-โชน ขึ้น , ในรูปที่ 2.7.1 (ก) กระแส I จะไหลมาได้จาก $+V$ และ mR ตามสมการ $I = +V/mR$

เมื่อค่าแรงดัน E_i มีค่าเป็นบวก , ตัวไดโอด D_n จะนำกระแส ทำให้ได้ค่า V_{oA} และ V_{oB} เป็น 0 โวลต์

แต่เมื่อค่า E_i มีค่าเป็นลบ ตามรูปที่ 2.7.1 (ข) , ตัวไดโอด D_n จะไม่นำกระแส , ส่วนตัวไดโอด D_p จะนำกระแสได้ก็ต่อเมื่อ วงจรกระแส (LOOP CURRENT) E_i/R (ที่ไหลผ่าน E_i) มีกระแสไหลผ่านสูงกว่า กระแสจากวงจรกระแส V/mR (ที่ไหลผ่าน mR)

ค่าของแรงดัน E_i ที่สามารถจะทำให้ตัวไดโอด D_p ในรูป 2.7.1 (ข) นำกระแสได้นั้น อย่างน้อยที่สุดจะต้องมีค่าเท่ากับ $-V_{ref}$ ซึ่งสามารถคำนวณได้จากสมการดังนี้

$$- E_i/R = +V / mR$$

ได้ $E_i = -(+V/m) = -V_{ref}$

จากการทำงานของวงจรตามที่ได้กล่าวมาแล้วจะสรุปได้ดังนี้

ขณะที่แรงดันไฟฟ้า E_i มีค่ามากกว่า $-V_{ref}$ วงจรนี้จะไม่ส่งผ่านแรงดันนั้น ออกมา , เป็นผลให้เอาท์พุท V_{oA} และ V_{oB} มีค่าเป็น ศูนย์ โวลต์

ขณะที่แรงดันไฟฟ้า E_i มีค่าต่ำกว่า $-V_{ref}$ วงจรนี้จะแสดงถึง ขนาดและ รูปร่างของสัญญาณที่อยู่ต่ำกว่า $-V_{ref}$ ออกมาทางเอาท์พุท

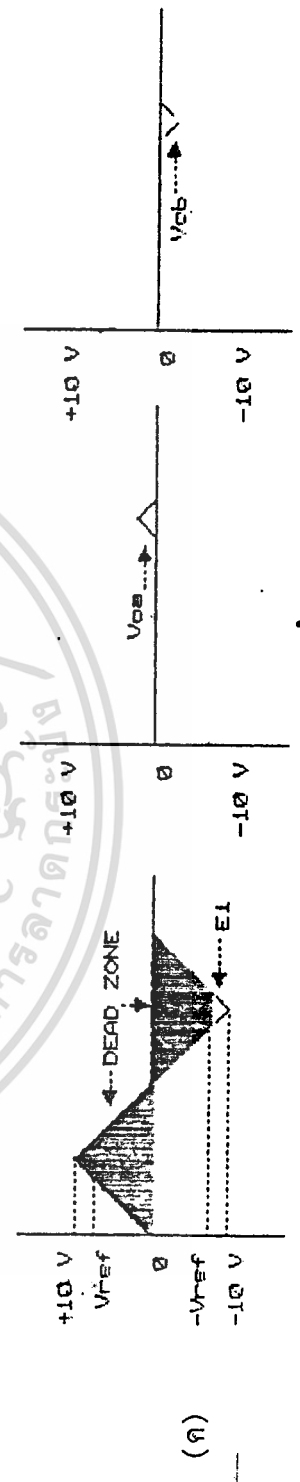
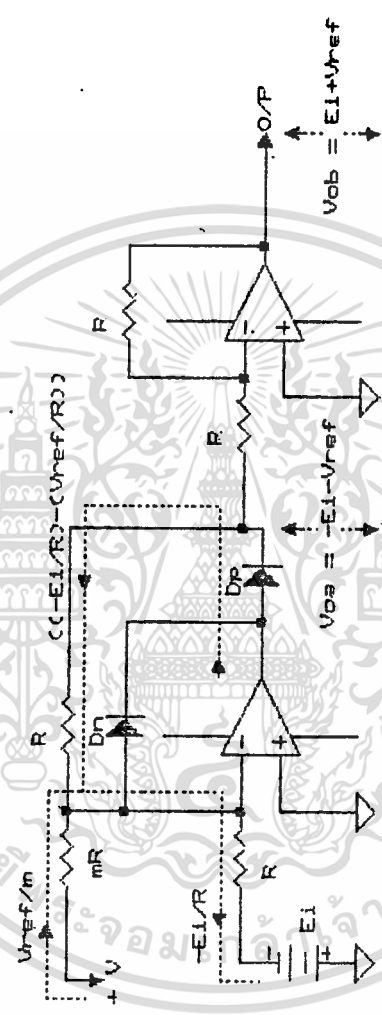
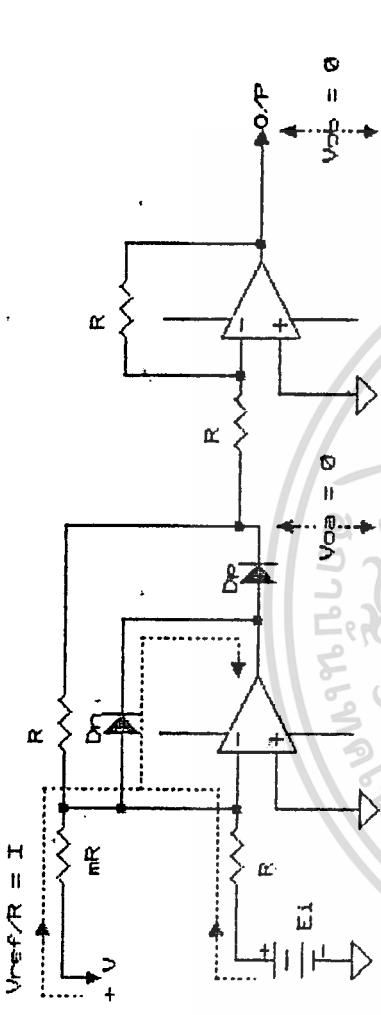
ซึ่งการทำงานของวงจรจะให้ผลออกมา ดังรูปที่ 2.7.1 (ค)

2. วงจร เต็มที่-โชน ที่ใช้สำหรับวัดระดับสัญญาณที่สูงกว่าระดับสัญญาณอ้างอิง
ถ้าตัวไดโอด ในรูปที่ 2.7.1 ถูกกลับด้าน, ผลลัพธ์ที่ได้ออกมา ก็จะเป็น
ระดับของสัญญาณที่สูงกว่าระดับสัญญาณอ้างอิง ($-V_{ref}$) ซึ่งวงจร และ ผล
จากการทำงานของวงจรจะเป็นไปตามรูปที่ 2.7.2 (ก) และ (ข) ตามลำดับ

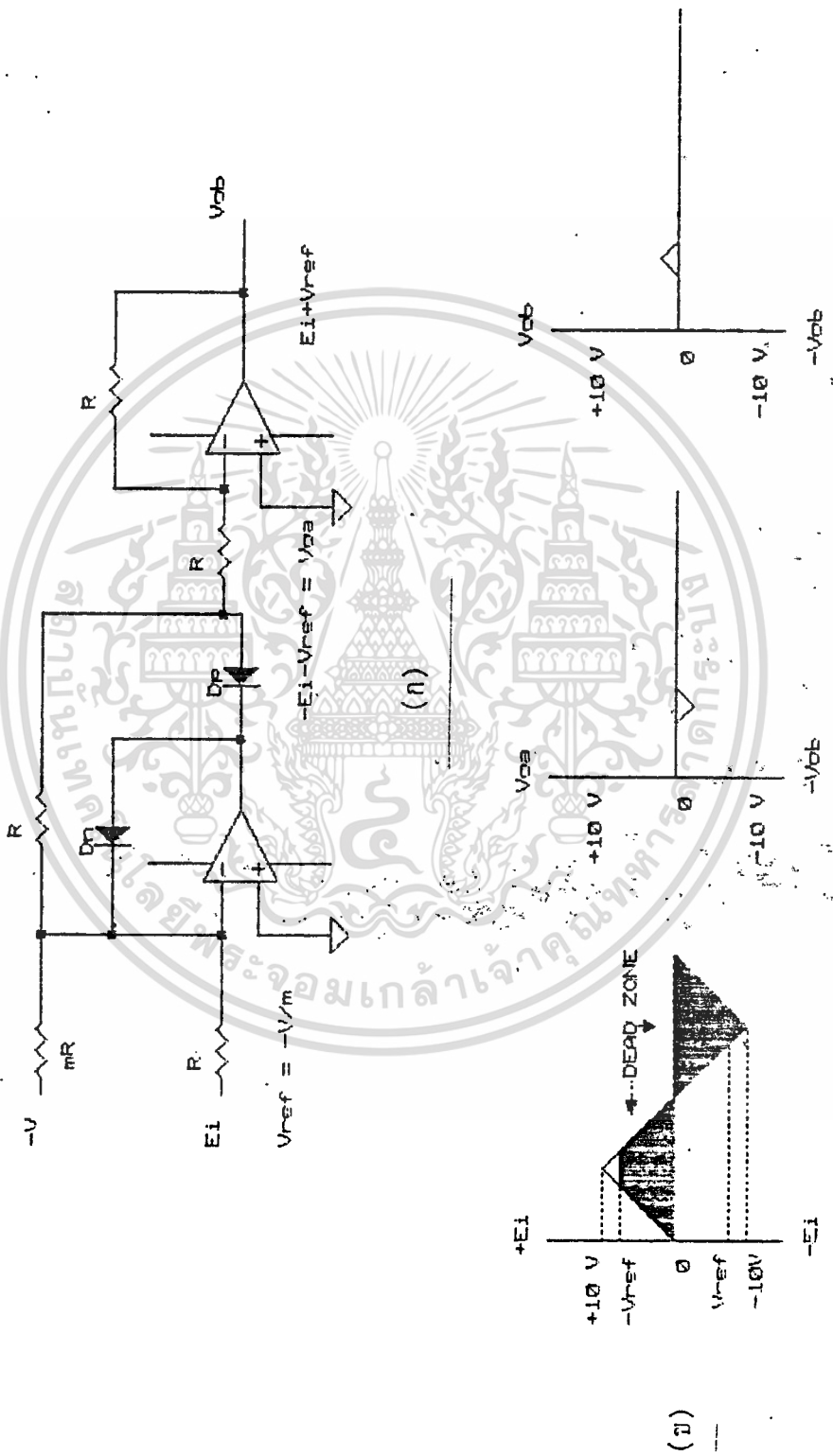
3. วงจร เต็มที่-โชน ที่ใช้สำหรับวัดระดับสัญญาณทั้งที่สูงกว่าและต่ำกว่าระดับ
สัญญาณอ้างอิง

เมื่อนำวงจรในรูปที่ 2.7.1 และ 2.7.2 มาใช้งานร่วมกัน โดย
ทำให้เป็นวงจรดังในรูปที่ 2.7.3(ก) จะทำให้ได้ผลออกมาเป็นระดับของสัญญาณทั้งที่
มีค่าสูงกว่าและต่ำกว่าระดับของสัญญาณอ้างอิง ($-V_{ref}$) ดังในรูปที่ 2.7.3(ข)



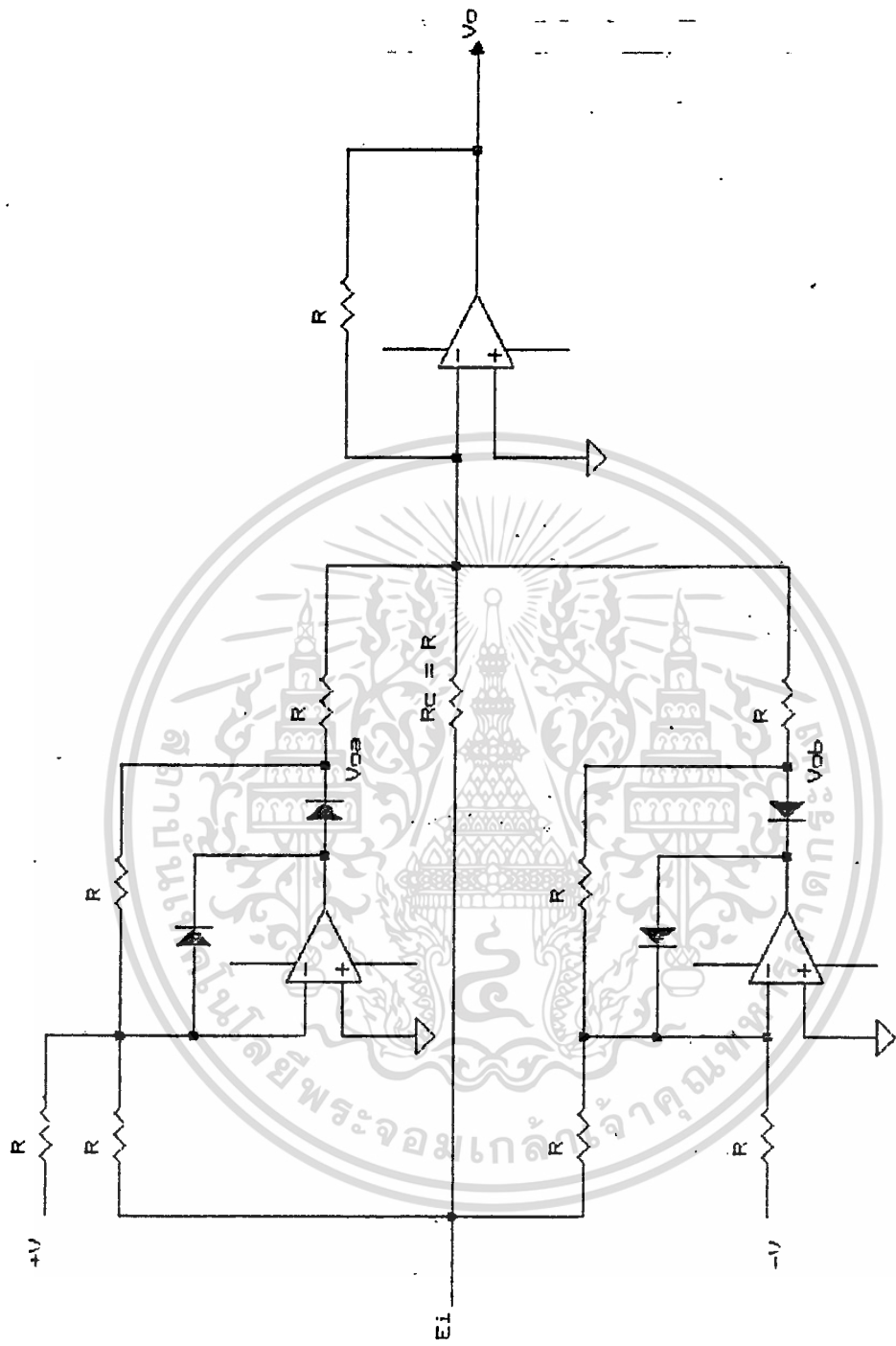


รูปที่ 2.7.1

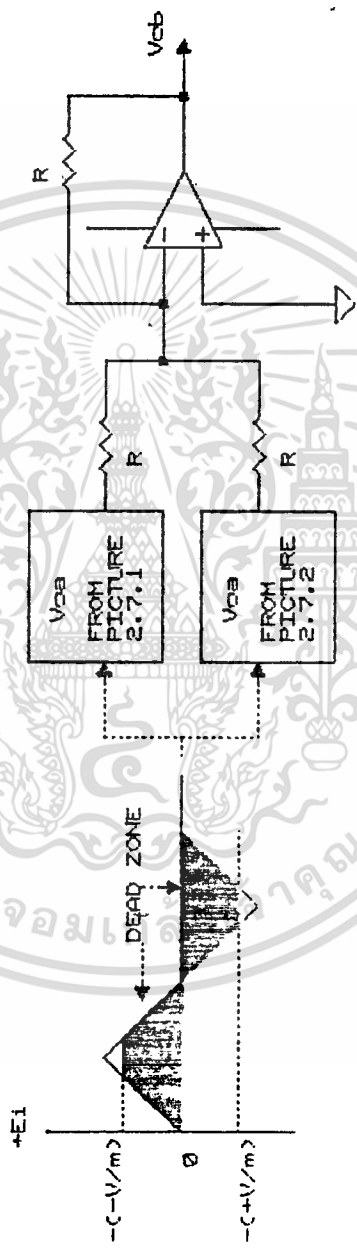
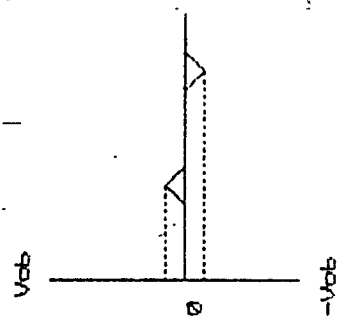


รูปที่ 2.7.2

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7.3 (ก)



รูปที่ 2.7.3 (ข)

บทที่ 3

การออกแบบ และการสร้าง

เพื่อให้อุปกรณ์ขึ้นนี้มีความสามารถตามที่ต้องการ คือ

- มีการกระจายความร้อนให้ได้อุณหภูมิตามที่ต้องการ และ คงที่ตลอดการทำงาน
- มีการตั้งอุณหภูมิที่ต้องการได้
- มีการตั้งเวลาการทำงานได้
- มีการตรวจลอบ, เตือน และ ตัดการทำงาน เมื่อเกิดความผิดพลาดต่าง ๆ ขึ้น
- มีการแสดงผลของอุณหภูมิขณะนั้น ๆ
- มีการแสดงผลของอุณหภูมิที่ต้องการ

จึงมีการออกแบบ และ ทำการสร้าง โดยแบ่งออกเป็น ภาคต่าง ๆ ดังนี้

- 3.1 ภาคแหล่งจ่ายไฟตรง
- 3.2 ภาคควบคุมการทำงานของหลอดอินฟาเรด เพื่อให้ได้อุณหภูมิที่ต้องการ
- 3.3 ภาคตรวจจับอุณหภูมิ
- 3.4 ภาคตั้งค่า และ ควบคุม ค่าของอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ
- 3.5 ภาคตั้งค่า และ ควบคุม ค่าของช่วงอุณหภูมิที่ยอมรับได้
- 3.6 ภาคตรวจลอบ, เตือน และ ตัดการทำงานเมื่อเกิดความผิดพลาดในลักษณะต่าง ๆ
- 3.7 ภาคแสดงผลของอุณหภูมิขณะนั้น ๆ
- 3.8 ภาคตั้งเวลาการทำงาน

3.1 ภาคแหล่งจ่ายไฟตรง

มีลักษณะของวงจรเป็นดังรูปที่ 3.1 วงจรภาคนี้ใช้จ่ายเป็นไฟเลี้ยงให้ LM 335

3.2 ภาคควบคุมการทำงานของหลอดอินฟาเรดเพื่อให้ได้อุณหภูมิตามต้องการ

การสร้างอุณหภูมิให้กับบริเวณที่ต้องการ จะเลือกใช้หลอดอินฟาเรด เป็นแหล่งกำเนิดความร้อน

คุณลักษณะของหลอดอินฟาเรดที่ใช้ คือ จะให้ความยาวคลื่นอยู่ในช่วง 10^{-2} cm. ถึง 4×10^{-2} m. , ให้ความถี่ 3×10^6 ถึง 7.5×10^5 MHz ทั่วหลอด เป็นแบบ CF และ CS (วางแนวนอน)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เลือกใช้ ไตรแอดเบอร์ Q 4010 L4 เป็นตัวกำหนด การนำกระแส หรือหยุดนำกระแส ของหลอดอินฟาเรด ซึ่งกำหนดด้วยกระแสที่ให้แก่ขาเกต (ไตรแอดเบอร์นี้กระแสเกตอย่างน้อยที่สุดต้องมีค่าเป็น 75 mA ไตรแอดจึงนำกระแส)

มีการต่อ ตัวความต้านทานค่า 330 โอห์ม และตัวเก็บประจุค่า 0.1 uF ครอบหุ้ม ขาเกต และ ขาเอาโนด ของไตรแอด เพื่อป้องกันความเสียหายของ ไตรแอดเองในกรณีที่ค่าอิมพีแดนซ์ (IMPEDANCE) ภายในขาเกตมีค่าสูงเกินไป ในช่วงของการทำงาน

ในขณะที่หลอดอินฟาเรด เริ่มทำงาน หรือ หยุดทำงาน อย่างทันทีทันใด อาจทำให้เกิดกระแสกระชาก หรือ เกิดทรานเซียน ชื่นได้ จึงมีการป้องกันโดยการใส่ วงจรล้นปเปอร์ไว์ซึ่งค่า C_p และ R_p ของวงจรล้นปเปอร์ไว์ คำนวณได้จากสมการดังนี้คือ

$$f = (dV/dt)_{min} / 2 \pi V_{n(max)}$$

$$C_p = 1 / [(2 \pi f)^2 * L_p]$$

$$R_p = \sqrt{L_p / C_p}$$

เมื่อทำการวัดค่า L_p ของหลอดออกมาได้แล้วก็จะคำนวณค่าของ C_p และ R_p ได้
 ค่า L_p วัดได้ = 0.19 mH ; ค่า $(dV/dt)_{min}$ กำหนดมา 60 V/us
 และค่า $V_{n(max)}$ กำหนดมา 294 V

เมื่อแทนค่าต่าง ๆ ลงในสมการทั้ง 3 สมการ แล้วทำการแก้สมการ ก็จะได้ออกมาดังนี้

$$f = 32.48 \text{ KHz}$$

$$C_p = 0.12 \text{ uF}$$

$$R_p = 39.79 \text{ ohm}$$

จึงเลือกใช้ค่า $C_p = 0.1 \text{ uF}$ และ $R_p = 39 \text{ ohm}$ มาใช้ใน วงจรล้นปเปอร์ไว์

เลือกใช้ตัว เชื่อมโยงทางแสงเบอร์ MOC 3041 มาเป็นตัวกลางในการใช้ วงจรทางด้านไฟต่ำ ควบคุมการทำงานของ วงจรทางด้านไฟสูง

ตัว MC 3041 นี้จะมีวงจร ตรวจจับแรงดันศูนย์อยู่ ซึ่งจะช่วยลดการเกิด สัญญาณรบกวนความถี่วิทยุ (RFI) ลงได้

การออกแบบของวงจรภาคนี้เป็นดังรูปที่ 3.2 ซึ่งมีหลักการทำงานดังนี้

สัญญาณที่ออกมาจาก ออร์เกต (or gate) เป็นสัญญาณที่มาจาก การประเมินผลว่าจะให้หลอดอินฟาเรด ทำงาน หรือ หยุดทำงาน ดังนี้

เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าที่ต้องการ จะต้องทำการควบคุมให้หลอดอินฟาเรดทำงาน
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เพื่อเพิ่มอุณหภูมิ สัญญาณที่ออกจากออร์เกทจะเป็น LOW ทำให้ LED (ที่เป็นอุปกรณ์ทางด้านอินพุทของตัวเชื่อมโยงทางแสง) นำกระแส เกิดแสงไปกระตุ้นให้ ไตรแอด (ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทางภาคเอาต์พุทของตัวเชื่อมโยงทางแสงตัวเดียวกัน) นำกระแส ซึ่งกระแสที่ไหลผ่านไปนี้จะ เป็นกระแสที่สูงพอที่จะจ่ายให้กับขาเกทของ ไตรแอดเบอร์ Q 4010L4 แล้วให้ไตรแอดทำงาน , เมื่อไตรแอด Q 4010L4 ทำงานแล้วหลอดอินฟาเรดก็จะถูกต่ออย่างครบวงจร ทำให้นำกระแส และ กระจายความร้อนออกมาได้

เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่ต้องการ จะต้องทำการควบคุม ให้หลอดอินฟาเรดหยุดทำงาน สัญญาณที่ออกจากออร์เกทจะเป็น HIGH ทำให้ LED ไม่นำกระแส การทำงานทางภาคไฟสูงจึงไม่เกิดขึ้น

3.3 ภาคตรวจจับอุณหภูมิ

ในการตรวจจับอุณหภูมิ เลือกใช้ LM 335 TEMPERATURE SENSOR เป็นตัวตรวจจับ ซึ่งจะให้ค่าเอาต์พุทออกมาเป็น $10 \text{ mV} / ^\circ\text{K}$ ที่เป็นเชิงเส้นตลอด

การที่ LM 335 จะทำงานได้จะต้องจ่ายกระแสให้ตัวมันประมาณ 1 mA จึงต้องคำนวณค่า ความต้านทานที่จะใช้สำหรับดึงกระแสมาจ่ายให้ดังนี้

$$R_i = (V_{cc} - V_{out}) / 0.001$$

จากค่า $V_{cc} = 5 \text{ V}$, และค่า V_{out} ที่ต้องการไม่เกิน 3.5 V จึงได้ค่าความต้านทานที่ต้องการออกมา = 1.5 K

การปรับแต่งความถูกต้องทำได้โดยการปรับ VR 10 K ให้ได้เอาต์พุทจาก LM 335 ออกมาเป็น 2.982 โวลท์ เมื่ออุณหภูมิอยู่ที่ 25°C

วงจรของภาคนี้จะเป็นดังรูปที่ 3.3

จากวงจรดังรูปมีการนำเอา ออปแอมป์เบอร์ LM 33074A มาต่อเป็นบัฟเฟอร์ (BUFFER) เพื่อป้องกัน โวลท์ตกเมื่อนำไปใช้งาน

3.4 ภาคตั้งค่า และ ควบคุมค่าของอุณหภูมิให้ได้ตามที่ต้องการ

วงจรในภาคนี้จะมีหลักการทำงานคือ นำค่าโวลท์เตจที่ได้มาจากการตรวจจับอุณหภูมิของ LM 335 มาทำการ มอดคูลเลท (MODULATE) กับสัญญาณ ออสซิลเลท ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(OSCILATE) ที่สร้างขึ้น ได้สัญญาณเป็นออกมาเป็นสัญญาณของการ พัลส์วิดมอด

ดูเลชัน (PULSE WIDTH MODURATION) ไปควบคุมตัวเชื่อมโยงทางแสงเพื่อกำหนดว่าจะให้หลอดอินฟาเรดทำงาน หรือ หยุดทำงาน เมื่อใด

การตั้งค่าของอุณหภูมิที่ต้องการจะตั้งได้จากขนาดแรงดันของสัญญาณออสซิเลท (การที่ต้องออกแบบวงจรเพื่อควบคุมให้หลอดอินฟาเรดทำงานเป็นช่วงๆ ในขณะที่ต้องการเพิ่มอุณหภูมิ เนื่องจาก ไม่ต้องการให้อุณหภูมิเพิ่มขึ้นเร็วเกินไป ซึ่งจะทำให้ควบคุมยาก)

ส่วนต่างๆ ของวงจรในภาคนี้เป็นดังนี้

3.4.1 วงจรเด็คต์ โชน

เป็นวงจรที่ตัดเอาสัญญาณอินพุทบางส่วนเพื่อมาทำการวิเคราะห์ เหตุที่เป็นเช่นนี้เนื่องมาจากช่วงโง้งงานของเครื่องจะมีอุณหภูมิอยู่ระหว่าง 32 °C ถึง 40 °C

ในที่นี้จะใช้สัญญาณที่มีระดับแรงดันตั้งแต่ 3 V ขึ้นไป เมื่อพิจารณาจากวงจรในรูปที่ 2.7.2 ของ บทที่2 จะได้ว่า

$$V_{ref} = + V/m$$

โดยที่ $V_{ref} = 3 V$; $+V = 12 V$

ฉะนั้นจะได้ $m = 4$ และ $R = 10 K$

ได้ $mR = 40 K$

ได้ $V_{out} = V_t - V_{ref} = V_t - 3$

ซึ่งวงจรเด็คต์ โชน ที่ได้ออกมาจากการออกแบบ และ คำนวณ จะเป็นดังรูปที่ 3.4.12

3.4.2 วงจรยกระดับแรงดัน

สัญญาณที่ออกมาจากวงจรเด็คต์ โชน มีขนาดสัญญาณที่ต่ำเกินไป จึงนำมาเข้าวงจรขยายแบบไม่กลับขั้วโดยใช้ ออปแอมป์ เลือกลำโพงออปแอมป์เบอร์ MC33074

ทำการออกแบบเพื่อให้มีอัตราการขยาย (GAIN) เป็น 23

$$\text{จาก } GAIN = 1 + (R_f + R_s)$$

ฉะนั้นจะได้ $R_f = 220 K$, $R_s = 10 K$

ต้องการจะยกระดับสัญญาณที่ได้มาให้สูงขึ้น จึงออกแบบโดยการนำเอาระดับอ้างอิงที่ต้องการมาบวกเข้ากับสัญญาณเดิม

ระดับที่ต้องการยกขึ้นมีค่า 3 V ทำได้โดยการแบ่งแรงดัน (DEVIDED VOLTAGE) มาจากแหล่งจ่ายไฟ

ระดับแรงดันที่ได้จากการแบ่งมานี้จะต้องนำมาผ่านวงจร บัฟเฟอร์ ด้วยเพื่อป้องกันการดึงกระแสจากวงจรส่วนอื่นๆ

ผลจากการบวกสัญญาณทั้งสอง เข้าด้วยกัน จะนำมาผ่านวงจรขยายแบบไม่กลับขั้ว ที่มีค่าเกนเท่ากับ 2 อีกครั้ง แล้วนำสัญญาณที่ได้ส่งไปยังวงจรส่วนต่อไป

วงจรของส่วนนี้จะจะเป็นดังรูปที่ 3.4.2

3.4.3 วงจรพัลส์วิดธ์มอดดูเลชั่น

วงจรพัลส์วิดธ์มอดดูเลชั่นนี้จะทำการมอดดูเลท (MODULATE) สัญญาณระหว่างสัญญาณออสซิลเลทที่จะสร้างขึ้น กับ สัญญาณที่มาจากวงจรระดับแรงดัน (จากหัวข้อที่ 3.4.2)

การสร้างสัญญาณออสซิลเลท จะสร้างจากวงจร ที่มีกวนนำเอาออปแอมป์มาใช้ ดังรูปที่ 3.3.4 โดยคำนวณความถี่ได้จากสมการ

$$f = 0.95/RC$$

โดย ค่าความต้านทานจะใช้แบบปรับค่าได้ และ ค่าตัวเก็บประจุจะเลือกใช้ค่า 0.1 uF

ค่าความถี่ที่เหมาะสมจะหาได้จากการทดลอง ซึ่งได้เท่ากับ 425 Hz

สัญญาณทั้งสองเมื่อนำมามอดดูเลทด้วย ตัวคอมพาราเตอร์ แล้วจะได้เป็นสัญญาณที่ส่งไปให้กับภาคควบคุมหลอดอินฟาเรด เพื่อกำหนดสถานะการทำงานของหลอดอินฟาเรด

การกำหนดค่าของอุณหภูมิที่ต้องการจะกำหนดได้จากการตั้งขนาดแรงดันไฟฟ้าของสัญญาณที่จะนำมา เป็นสัญญาณออสซิลเลท

วงจรของการทำงานในภาคนี้จะ เป็นดังรูปที่ 3.4.3

3.5 วงจรตั้งค่า และ ควบคุมช่วงของอุณหภูมิที่ยอมรับได้

ในการตั้งค่าอุณหภูมิที่ต้องการเพียงค่าเดียวจะทำให้ หลอดอินฟาเรดเปลี่ยนแปลงสถานะการทำงานอยู่ตลอดเวลา อันเนื่องมาจาก การเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อยของค่าอุณหภูมิจากค่าที่ได้ตั้งไว้ จึงมีการออกแบบวงจรในภาคนี้ขึ้นมาเพื่อใช้กำหนดช่วงของอุณหภูมิที่ยอมรับได้ หมายความว่า ถ้าอุณหภูมิขณะนั้น อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ ก็จะมีการส่งสัญญาณไปควบคุมให้หลอดอินฟาเรดทำงานตามสถานะเดิมก่อนหน้าต่อไป

การออกแบบวงจรจะนำเอาวงจรในรูปที่ 2.6.1 ในบทที่ 2 มาใช้งาน โดยส่วนของวงจรในภาคนี้จะ เป็นดังรูปที่ 3.5

หมายเหตุ จากการทำงานร่วมกันของวงจรตั้งแต่หัวข้อที่ 3.1 ถึง 3.5 จะเป็นการควบคุมให้หลอดอินฟาเรดกระจายความร้อนออกมาในปริมาณ และ เวลาที่เหมาะสมเพื่อให้ได้อุณหภูมิที่ออกมาเป็นไปตามต้องการ และ คงที่ตลอดการทำงาน

3.6 ภาคตรวจสอบ , เตือน และ ตัดการทำงานเมื่อเกิดความผิดปกติต่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการศึกษา

ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.1 วงจรเตือนเมื่ออุณหภูมิสูงเกิน

ออกแบบวงจรได้ดังรูปที่ 3.6.1 จากวงจรมีการตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 38 °C โดยการปรับ VR 1 ให้คักคาที่ขาลบ มีค่า 3.11 V , LM 324 จะทำงานให้เอาท์พุทเป็น high เมื่อคักคาที่ขาลบ มีค่ามากกว่า 3.11 V เท่านั้น, จากการทำงานอธิบายได้ดังนี้

ขณะที่อุณหภูมิต่ำกว่าที่ตั้งไว้ เอาท์พุทจาก 1m 324 จะเป็น low ทำให้เอาท์พุทจาก 555 เป็น high ตลอดเวลา , เป็นการไปอัส Q1 ให้ทำงาน, ดังนั้น Q2 จึงไม่ทำงาน ตัว BUZZER จึงไม่ดัง

แต่เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่ตั้งไว้ เอาท์พุทจาก 1m 324 จะเป็น high ทำให้เอาท์พุทจาก 555 ทำงานในลักษณะของวงจรรอสเตเบิล มัลติไวเบรเตอร์ ปกติ ซึ่งจะให้ค่าเอาท์พุทออกมาเป็น high และ low สลับกันไป ทำให้ไปควบคุม Q1, Q2 ให้ทำงาน และ หยุดทำงาน เป็นช่วงๆไป สลับกัน โดยที่ช่วงของการทำงานของ Q2 จะทำให้ BUZZER ดัง

ความถี่ของเอาท์พุทจาก 555 คำนวณจาก

$$f = 1.44 / (R4 + R5) C1$$

เมื่อ R4 = 1K, R5 = 1K, C1 = 1000uF

จะได้ f = 0.72 Hz

3.6.2 ตัวตรวจสอบความผิดพลาดของตัวตรวจจับอุณหภูมิ

มีการออกแบบวงจรตามรูป 3.6.2 ซึ่งการทำงานก็คือการเปรียบเทียบค่าเอาท์พุทของ LM335 ทั้งสองตัว แล้วมาทำการขยาย ถ้ามีความแตกต่างกันมาก แสดงว่าตัวใดตัวหนึ่งเกิดความผิดพลาด จะนำค่าเอาท์พุทนั้นไปเข้าวงจรส่วนที่ใช้ตัดการทำงาน และส่งสัญญาณเตือน

3.6.3 วงจรตรวจสอบความผิดพลาดของไฟเลี้ยงต่าง ๆ

มีการออกแบบวงจรตามรูปที่ 3.6.3 เพื่อให้วงจรมีการทำงานเป็นดังนี้

จากวงจร ไอซี 741 จะเป็นตัวขยายความแตกต่างโดยมีแรงดันจาก แบตเตอรี่ (BATTERY) เป็นแรงดันอ้างอิงทางขาลบ ส่วนขาลบจะต่ออยู่กับ R 30K และ VR 10K ซึ่งจะแบ่งแรงดันมาประมาณ 4V ในเวลาปกติ ไอซี 741 จะให้เอาท์พุทเป็น high ซึ่ง BUZZER จะไม่ดัง

ถ้าเกิดไฟกระแสสลับเกิน 220V จะทำให้วงจรแบ่งแรงดัน จับแรงดันเกิน 5V ซึ่งจะทำให้เอาท์พุทของ ไอซี 741 เป็น low ทำให้ BUZZER ดัง

ถ้าไฟดับ จะไม่มีไฟเลี้ยงเข้าขา 7 ของไอซี 741 ก็จะทำให้ BUZZER
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยญาติให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังเช่นกัน

ส่วนการที่ BUZZER จะดัง จะต้องมีไฟเลี้ยง จึงต้องมีแบตเตอรี่ (นิแคด) 1 ไร่ ซึ่งวงจรชาร์ตนิแคดนี้จะใช้ ไอซี 555 ต่อเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ นิกเกิล-แคดเมียม ซึ่งจะใช้หลักการวัดแรงดันที่แบตเตอรี่ว่าเต็มหรือยัง (4.8V) โดยกำหนดที่ขา 6 ซึ่งมี VR 25K เป็นตัวปรับ โดยเทียบกับแรงดันที่ขา 5 ซึ่งกำหนดโดย ซีเนอร์ไดโอด . แรงดันที่ขา 6 จะทำให้สัญญาณที่ขา 3 เป็น low ก็ต่อเมื่อแรงดันที่ขา 6 นี้ มากกว่าแรงดันที่ขา 5 จะเป็นการ ดิสชาร์ต

การที่จะทำให่วงจรประจุแบตเตอรี่ทำงาน (ชาร์ต) หรือ หยุดทำงาน (ดิสชาร์ต) สามารถปรับได้ที่ VR 2K และ VR 5K ถึงแม้ว่าวงจรจะหยุดทำงาน แบตเตอรี่ก็จะถูกประจุด้วยกระแสค่าต่ำ ตลอดเวลา

ส่วน LED จะเป็นตัวบอกว่าวงจรทำงาน (ชาร์ต) หรือไม่ทำงาน (ดิสชาร์ต) โดยที่ VR 25K ปรับแรงดันสูงสุดที่จะหยุดการประจุ (4.8V) (ปรับให้ LED1 เริ่มติดพอดี)

VR 2K ปรับแรงดันที่จะเริ่มการประจุ (4.4V) (ปรับให้ LED2 เริ่มติดพอดี)

สำหรับกระแสขณะประจุกำหนดโดย R2 ซึ่งหาได้จาก

$$R2 = (12 - V_{battery}) / I_{charge}$$

ในการชาร์ตจะใช้กระแสประจุประมาณ 10 % ของความจุของถ่าน นิแคด ซึ่งใช้ขนาด AA ต้องใช้ประมาณ 45 mA

3.7 ภาคแสดงผลของอุณหภูมิขณะนั้น

วงจรเป็นดังรูปที่ 3.7.1 วงจรนี้จะทำหน้าที่แสดงค่าของอุณหภูมิ ณ จุดที่ต้องการวัด ที่เวลานั้น

เลือกใช้ ICL 7107 3 1/2 DIGIT SINGLE CHIP A/D CONVERTER ทำหน้าที่ขับ LED 7-SEGMENT โดยตรง แต่ในที่นี้จะตัดหลักหน้าออก ให้แสดงเพียง สองหลัก กับ ทศนิยมอีก หนึ่งตำแหน่ง โดยค่าที่แสดงจะอยู่ในหน่วยองศาเซลเซียส

ICL 7107 แบ่งวงจรภายในออกเป็น ส่วนอนาล็อก (ANALOG) กับ ส่วนดิจิตอล (DIGITAL) โดยการจัดระบบเวลา สามารถทำได้โดย

- ใช้ ออสซิลเลเตอร์ ภายนอกที่ขา 40 หรือ
- ใช้ คริสตัล (CRYSTAL) ต่อที่ขา 39 และ 40 หรือ
- ใช้ อาร์-ซี ออสซิลเลเตอร์ ต่อที่ขา 38, 39 และ 40

ในการออกแบบเลือกใช้แบบ อาร์-ซี ออสซิลเลเตอร์

การต่อแบบนี้จะต้องระวัง ฮาร์โมนิก (HARMONIC) ของสัญญาณ 50 Hz ดังนั้นจึง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดก็ตาม อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ต้องมีการตั้งค่าความถี่ให้ได้ 200 KHz, 100 KHz, 50 KHz, etc. โดยสามารถคำนวณได้จากสมการ

$$f = 45/RC$$

เลือกใช้ที่ 50 KHz

ICL 7107 สามารถต่อได้แบบ V_{ref} 200mV FULL SCALE หรือ 2 V FULL SCALE ซึ่งจะเลือกใช้ แบบที่ 2 เพราะค่า V_{in} ในที่นี้ มากกว่า 200 mV และ จาก $V_{in} = 2V_{ref}$ ดังนั้นจึงต้องตั้งค่า $V_{ref} = 1V$

พิจารณา อินพุตที่รับมาจาก LM335 จะเป็นค่าแรงดันต่อองศาเซลเซียส จึงมีการออกแบบวงจรขึ้นมาดังรูปที่ 3.7.2 เพื่อเปลี่ยนให้เป็นค่าแรงดันต่อองศาเซลเซียส

เมื่อปรับ VR 2K จนได้เอาต์พุตจาก LM 308 เป็น 2.73 V แล้ว ค่าที่เปรียบเทียบกับนอกรมาก็จะเป็นค่าแรงดันต่อองศาเซลเซียส ตามต้องการ

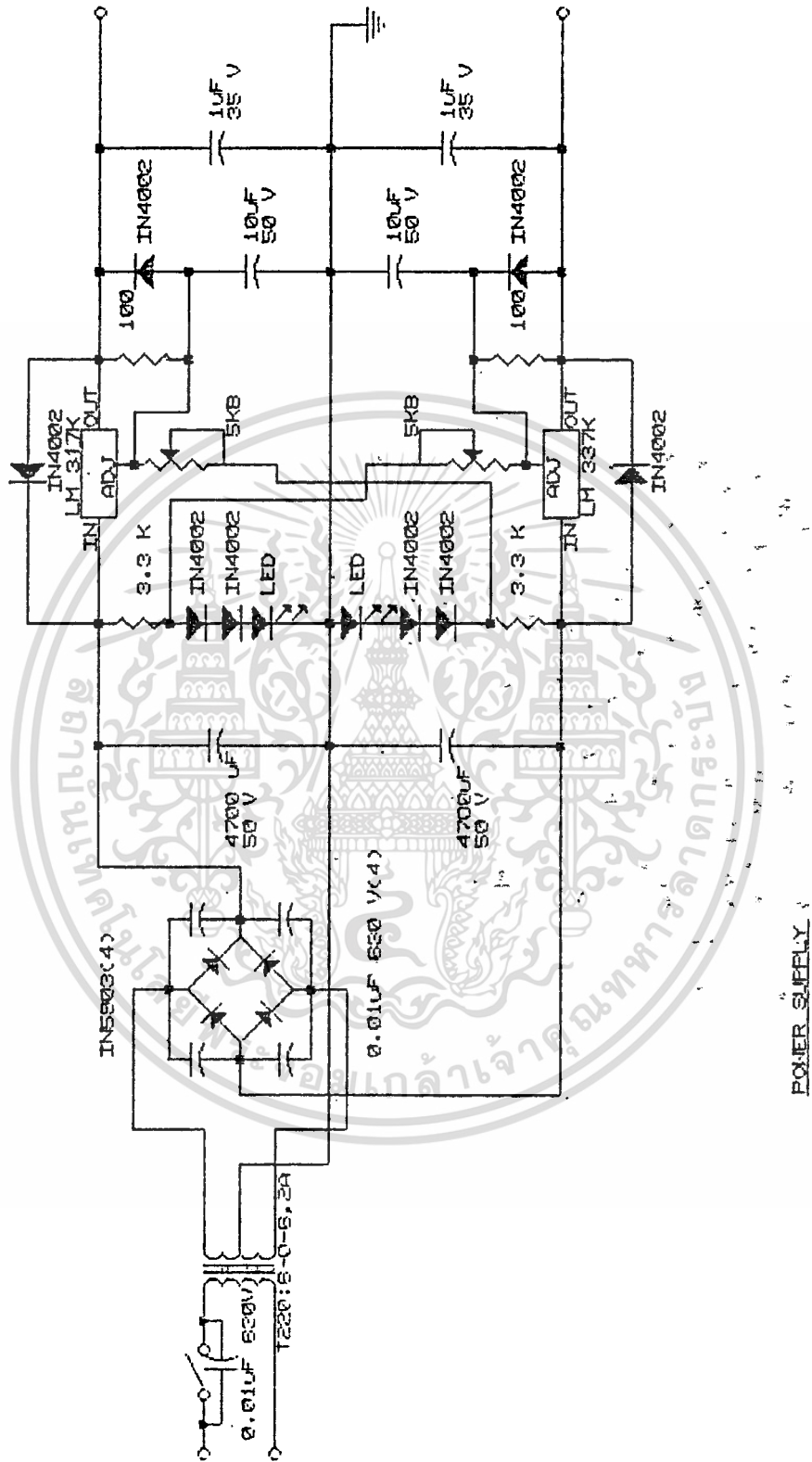
3.8 วงจรตั้งเวลาการทำงาน

จากวงจรที่ได้ออกแบบไว้ดังรูปที่ 3.8

มีการออกแบบให้ไอซี 1 (555) เป็นตัวกำเนิดสัญญาณพัลส์ (อะลเตอเบิ้ลมีลติไวรเบรเตอร์) ที่ปรับคาบเวลา ได้ที่ VR 1 และไอซี1 จะเป็นตัวกำหนดว่า จะให้ตั้งเวลาสูงสุดกี่ชั่วโมงพิจารณาจาก

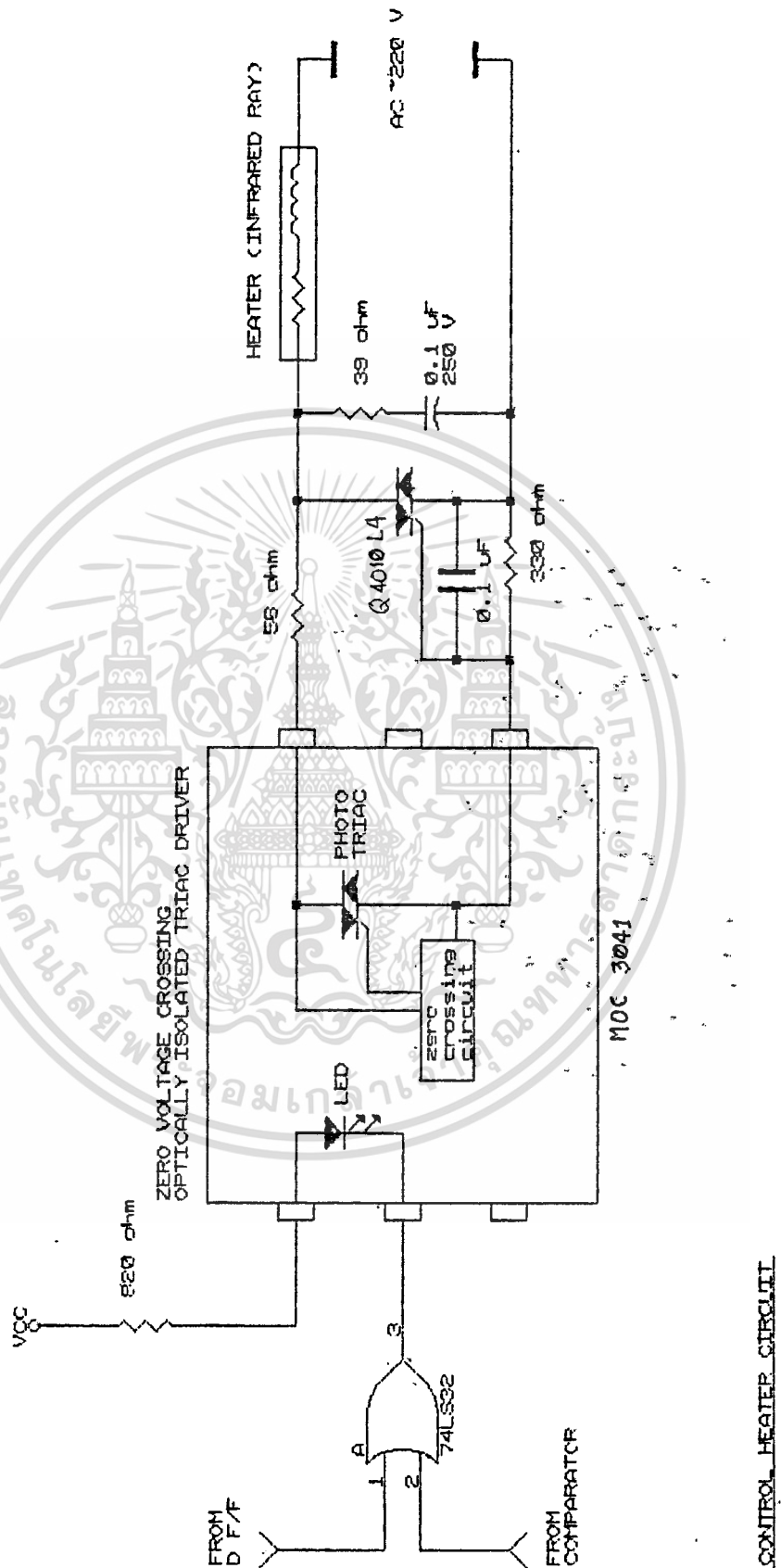
$$f = 1.44/2VR1 * C1$$

จะได้ว่า ถ้าตั้งเวลาสูงสุด 4 ชั่วโมง จะใช้ค่า $VR1 = 50 K$ และ $C1 = 25 \mu F$ โดยเอาต์พุตที่ได้ จะถูกส่งต่อเข้า ไอซี 2 (4020) ก็จะทำให้เอาต์พุตเป็น 1 ทำให้ Q1 ทำงานแบบอิมิตัว จึงไม่มีกระแสไหลผ่าน เอล ซี อาร์ ทำให้รีเลย์ตัดวงจรออกจากแหล่งจ่ายไฟ



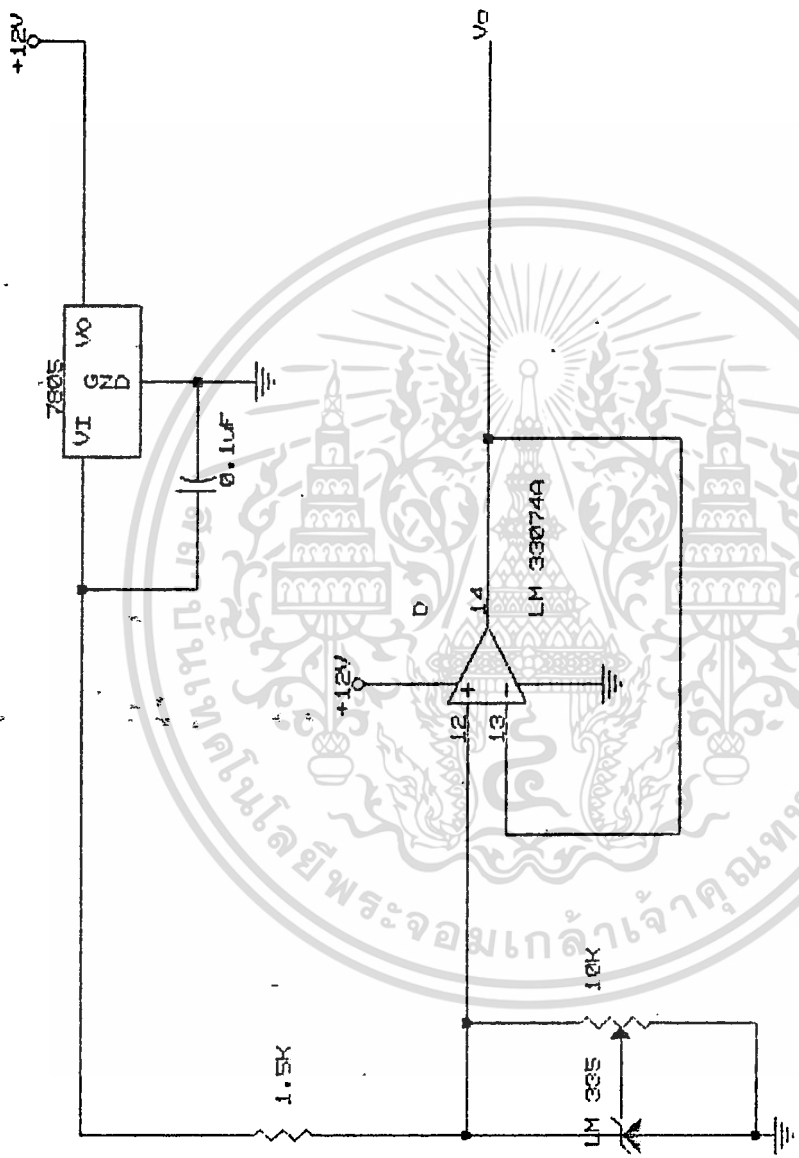
POWER SUPPLY

รูปที่ 3.1 วงจรแหล่งจ่ายไฟ



รูปที่ 3.2 วงจรควบคุมการทำงานของหลอดอินฟราเรด

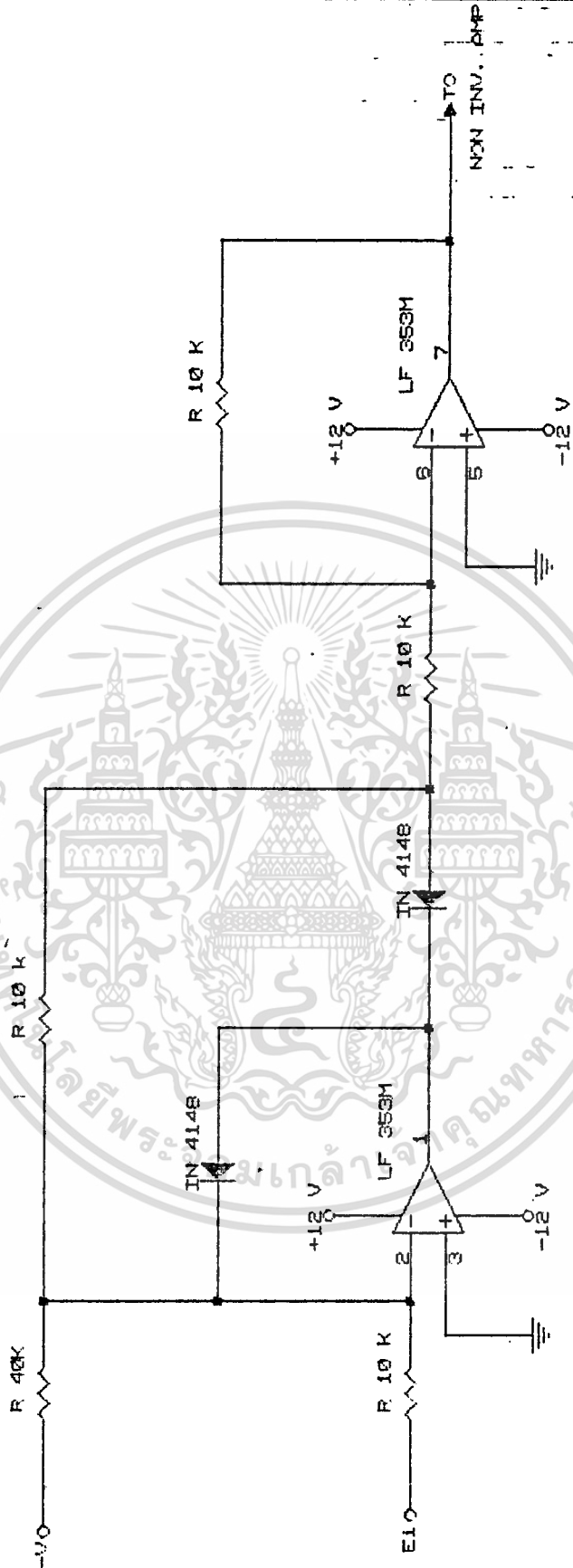
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 วงจรตรวจกับอุณหภูมิ

Size Document	Number	TEMPERATURE SENSOR	REV
A			
Date:	January 1, 1980	Sheet	of

DEAD_ZONE

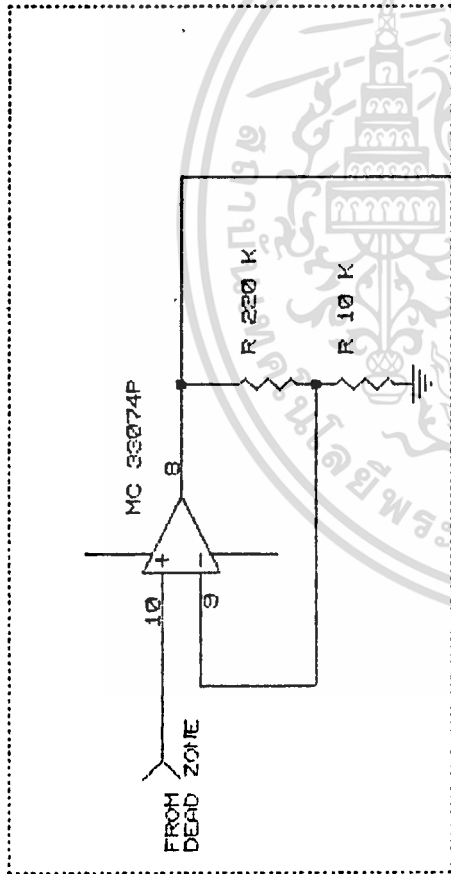


รูปที่ 3.4.1 วงจรแก้ดัด โชน

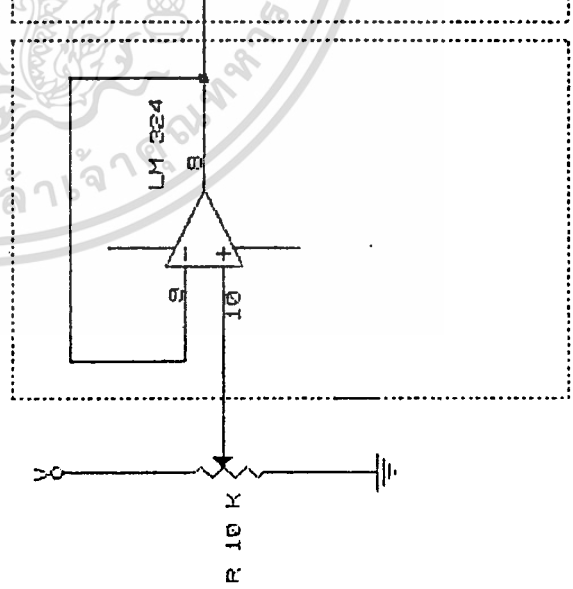
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

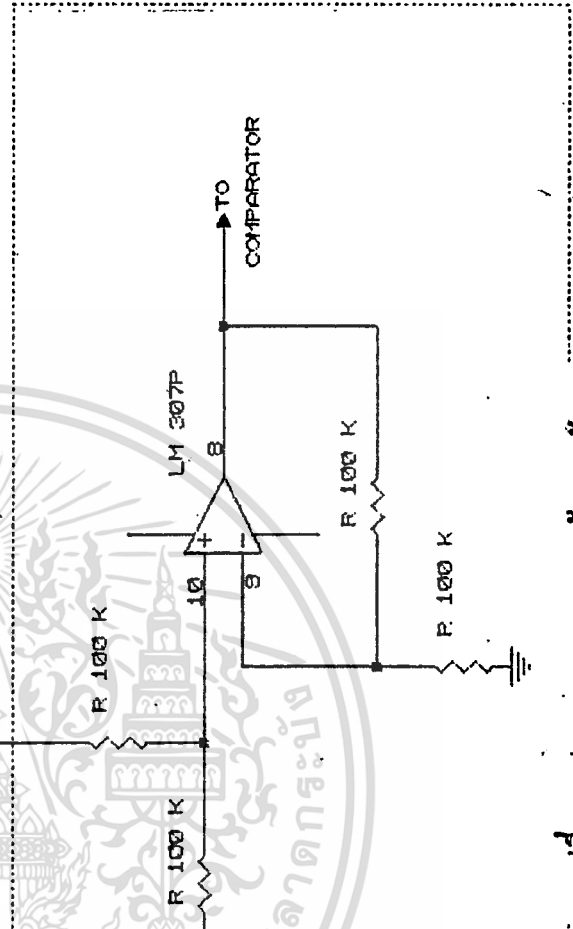
NON INV. AMP.



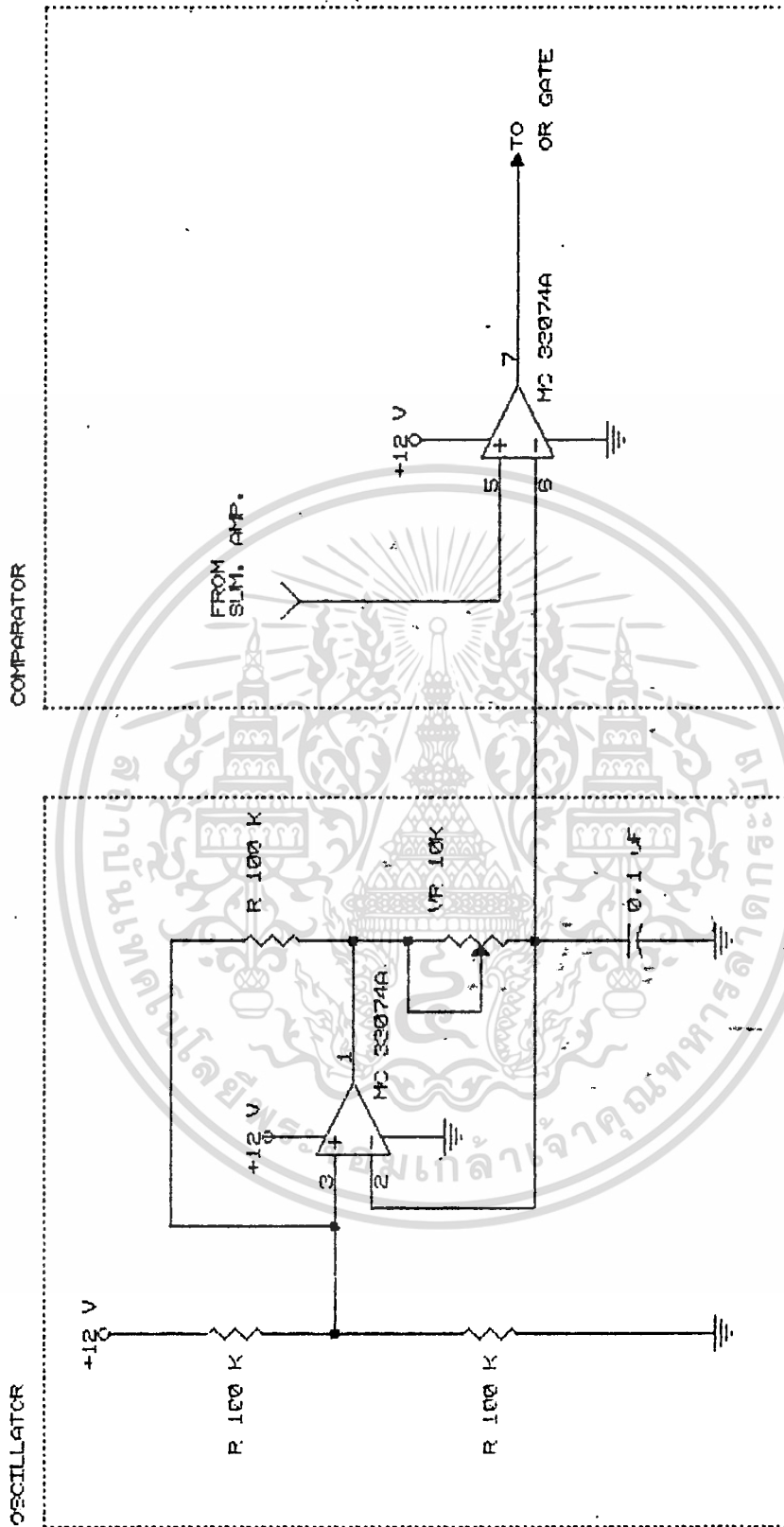
BUFFER



SUMMING AMP.

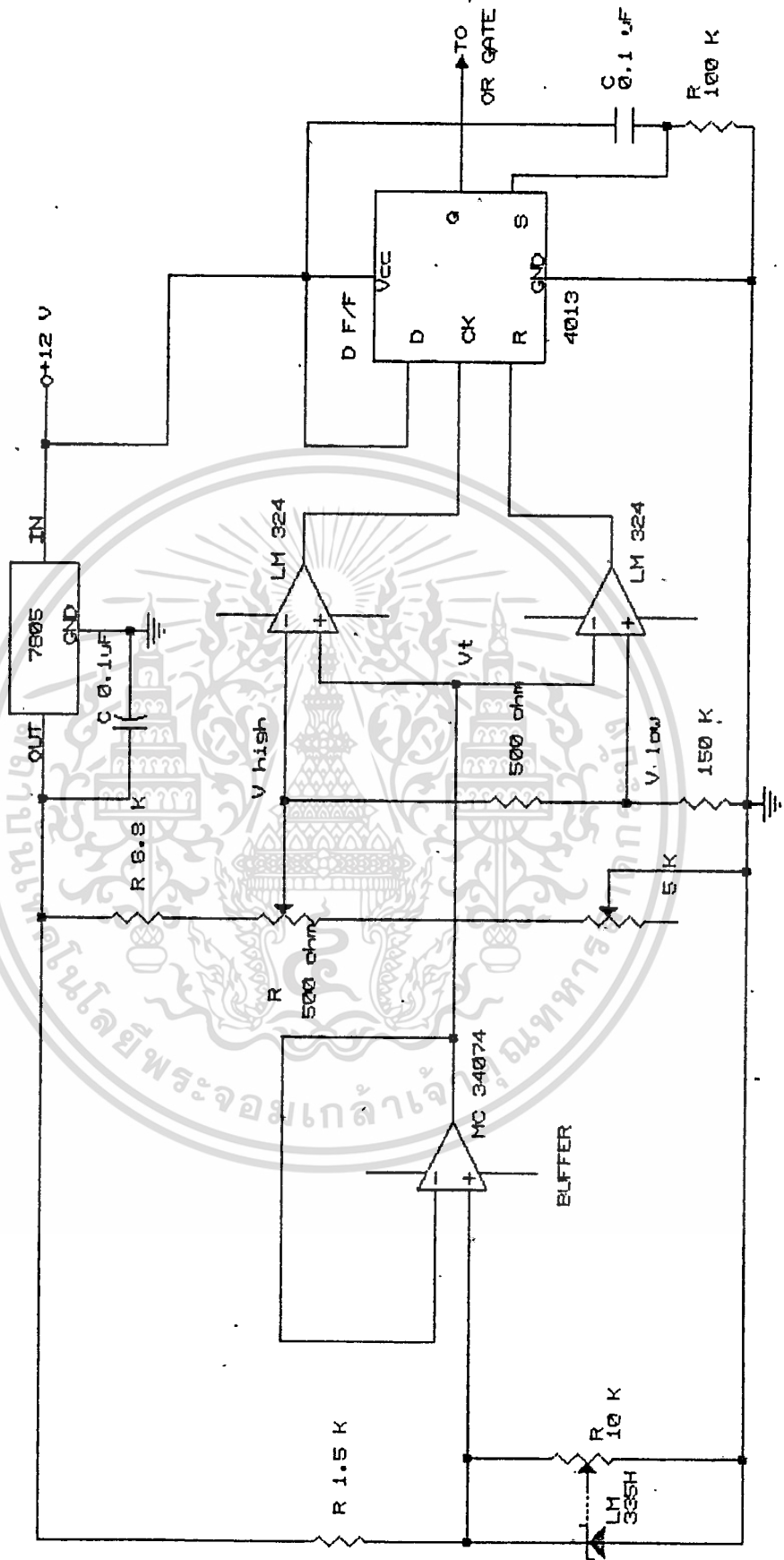


รูปที่ 3.4.2 วงจรยกแอมป์แรงดัน



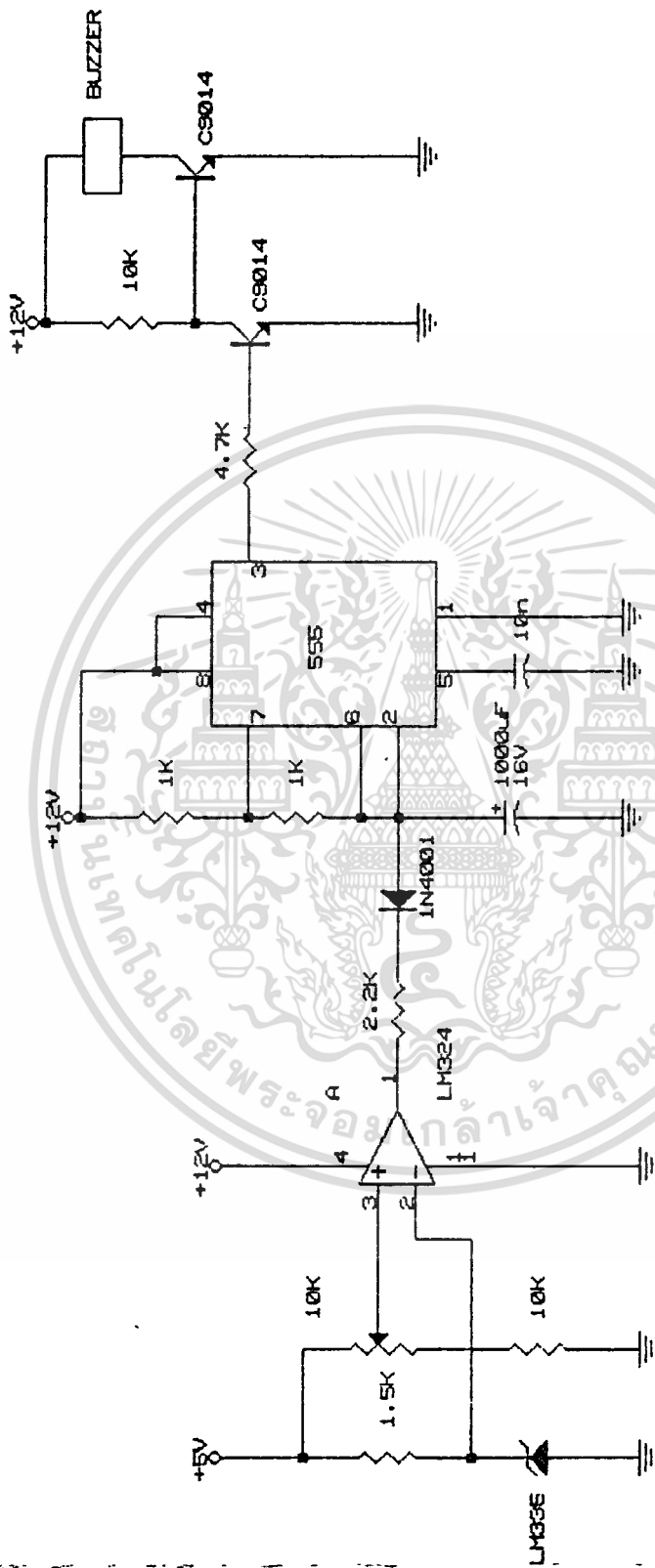
รูปที่ 3.4.5: วงจรเกิดพัลซที่ขอดตุเจอน

TEMPERATURE ACCEPTABLE CIRCUIT



รูปที่ 3.5 วงจรกำหนดช่วงแรงดันที่ยอมรับได้

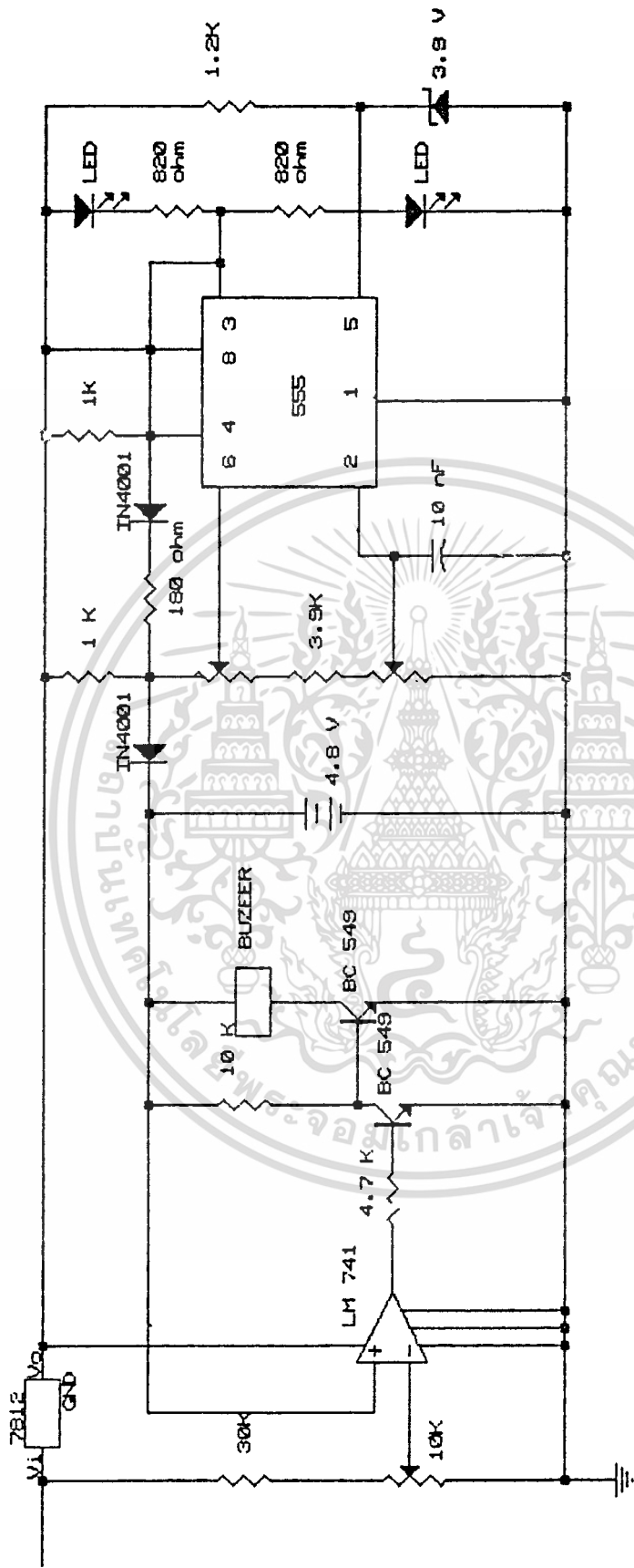
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9.1 วงจรเตือนเมื่ออุณหภูมิสูงเกินไป

Size	Document Number	REV
A	OVER-TEMPERATURE SENSOR	
Date:	January 1, 1980	Sheet of

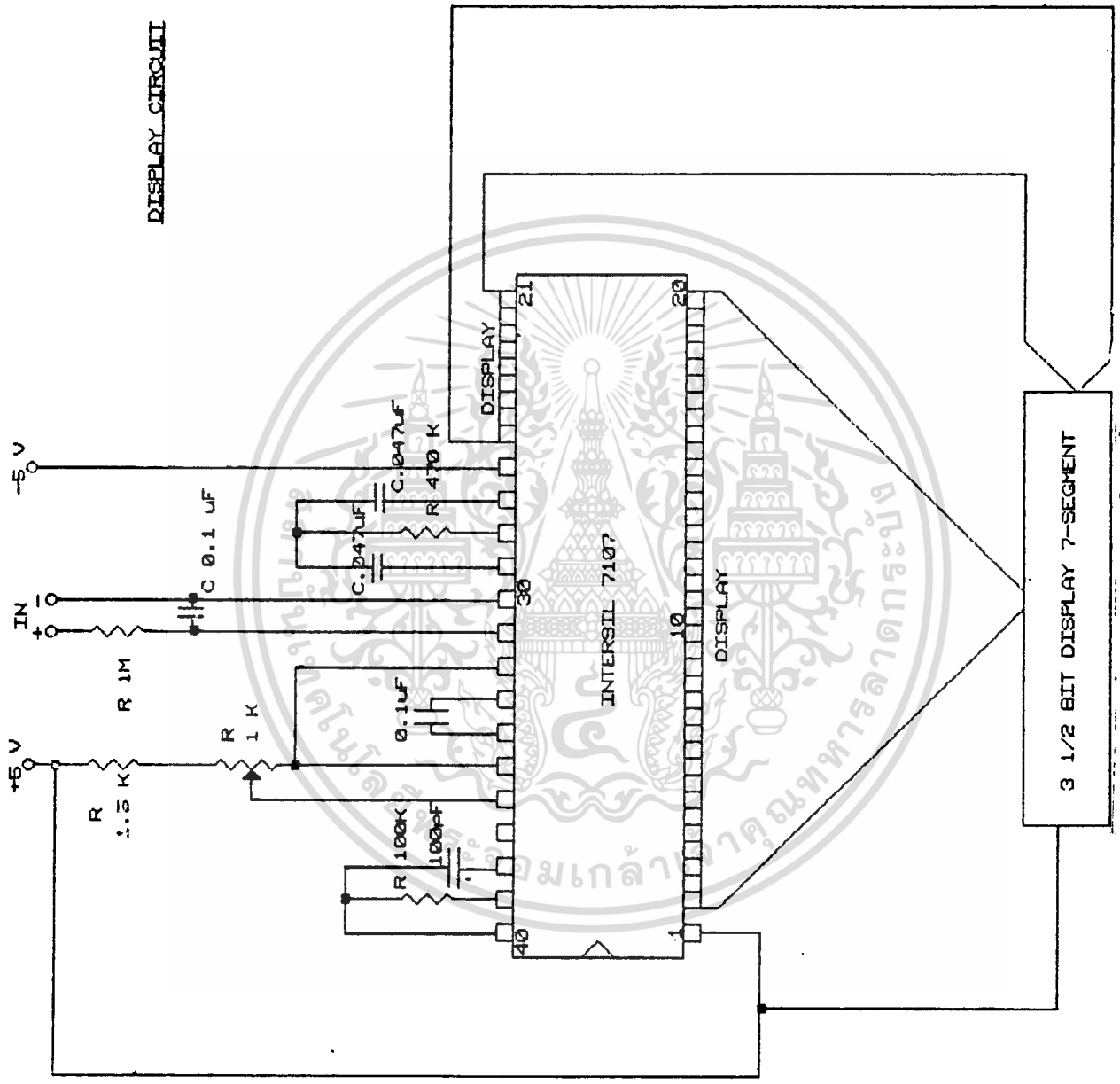
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.6.3 วงจรตรวจสอบความถี่ของไมโครเวฟ

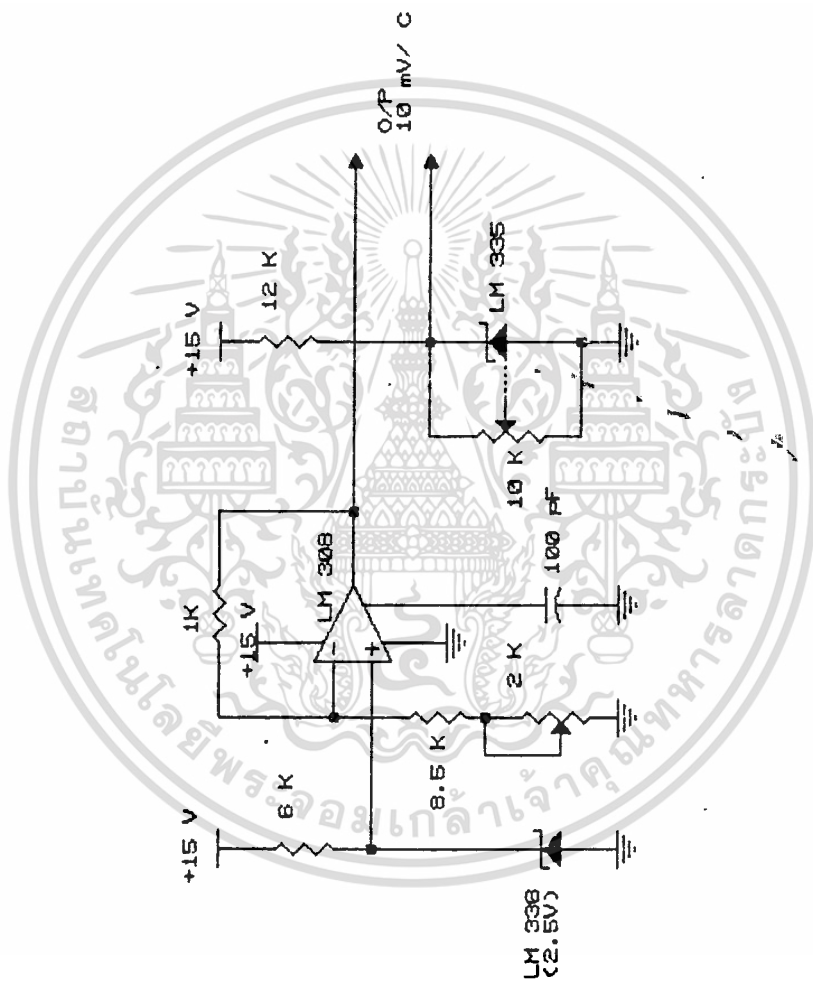
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DISPLAY CIRCUIT



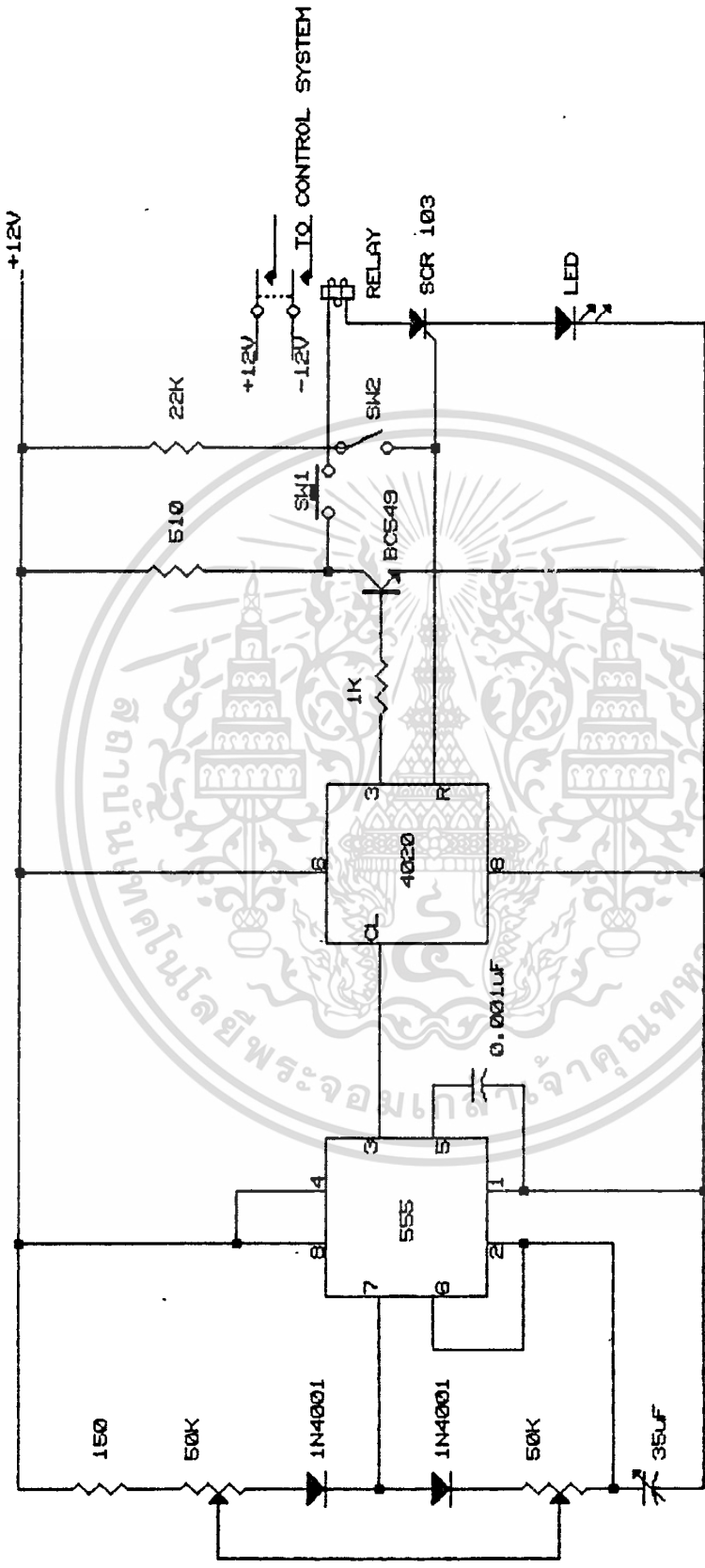
รูปที่ 3.7.1 วงจรแสดงเลขของจุดทศนิยมหนึ่งๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7.2 วงจรเปลี่ยนองศาเกิดวินเป็นเพคเซียด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.8 วงจรตั้งเวลากการทำงาน

Size	Document Number	REV
A	TIMER (4 HOUR)	
Date:	January 1, 1980	Sheet of

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลอง และ ผลการทดลอง

4.1 ขั้นตอนการทดลอง

1. ใช้ตัวตรวจจับอุณหภูมิ กับ พรอทวัดไข้ วัดอุณหภูมิที่ร่างกาย ณ จุดเดียวกัน เช่นที่ ข้อมือ แล้วดูว่าอุณหภูมิที่ตัวตรวจจับอุณหภูมิซึ่งแสดงที่ภาคแสดงผล ตรงกับที่อ่านได้จากพรอทวัดไข้หรือไม่ ถ้าไม่เท่าให้ทำการปรับให้เท่า โดยปรับที่ขา ADJ ของ LM 335
2. ตั้งค่า V_{high} ของวงจรไว้ที่ $37.5^{\circ}C$ คือที่ $3.10 V$
3. ปรับระยะห่างของหลอดอินฟาเรด กับ บริเวณที่จะทำการทดลอง ให้เท่ากับ 60 เซนติเมตร
4. วางตัวตรวจจับอุณหภูมิไว้ที่จุดกึ่งกลางของบริเวณที่จะทดลอง
5. ทำการ อุ่นเครื่องทิ้งไว้ ประมาณ 30 นาที เพื่อให้อุณหภูมิที่จะตัดต่อคงที่มากที่สุด กล่าวคือ ให้หลอดอินฟาเรดมีการเปลี่ยนสถานะจาก on ไป off และ จาก off ไป on โดยใช้เวลาที่เท่ากัน
6. ทำการวัดผลโดยวางพรอทวัดไข้ ไว้ทั่ว 12 จุด ในพื้นที่ที่จะใช้ทำการทดลอง โดยแต่ละจุดจะห่างกันประมาณ 20 เซนติเมตร ดังรูป



(ในการวางพรอท จะวางต่อเมื่อ อุณหภูมิที่ตัวตรวจจับอุณหภูมิ แสดงผลได้ต่ำสุด คือ ประมาณ $36.5^{\circ}C$)

7. เมื่ออุณหภูมิที่แสดงมีค่ามากที่สุดแล้ว จึงทำการบันทึกอุณหภูมิของแต่ละจุด โดยทำการทดลองซ้ำ 5 ครั้ง แล้วหาค่าเฉลี่ย

8. ทำการปิดเครื่อง ทิ้งไว้ให้หลอดอินฟาเรดเย็นลง แล้วจึงทำการทดลองซ้ำใหม่ตั้งแต่ต้นอีก โดยปรับระดับความสูงเป็น 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115 และ 120 เซนติเมตร ตามลำดับ .การเปลี่ยนระดับแต่ละครั้ง จะต้องอุ่นเครื่องไว้ประมาณ 30 นาที เสียก่อนแล้วจึงทำการทดลองและบันทึกผลการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. นำผลการทดลองทั้งหมด มาแสดง พร้อมทั้งทำเป็นกราฟแสดงถึง ความแตกต่างของอุณหภูมิ ณ ความสูงต่าง ๆ กับจุดต่าง ๆ ที่ทำการทดลอง

4.2 ผลการทดลอง

(แสดงอยู่ในหน้าถัดไป)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

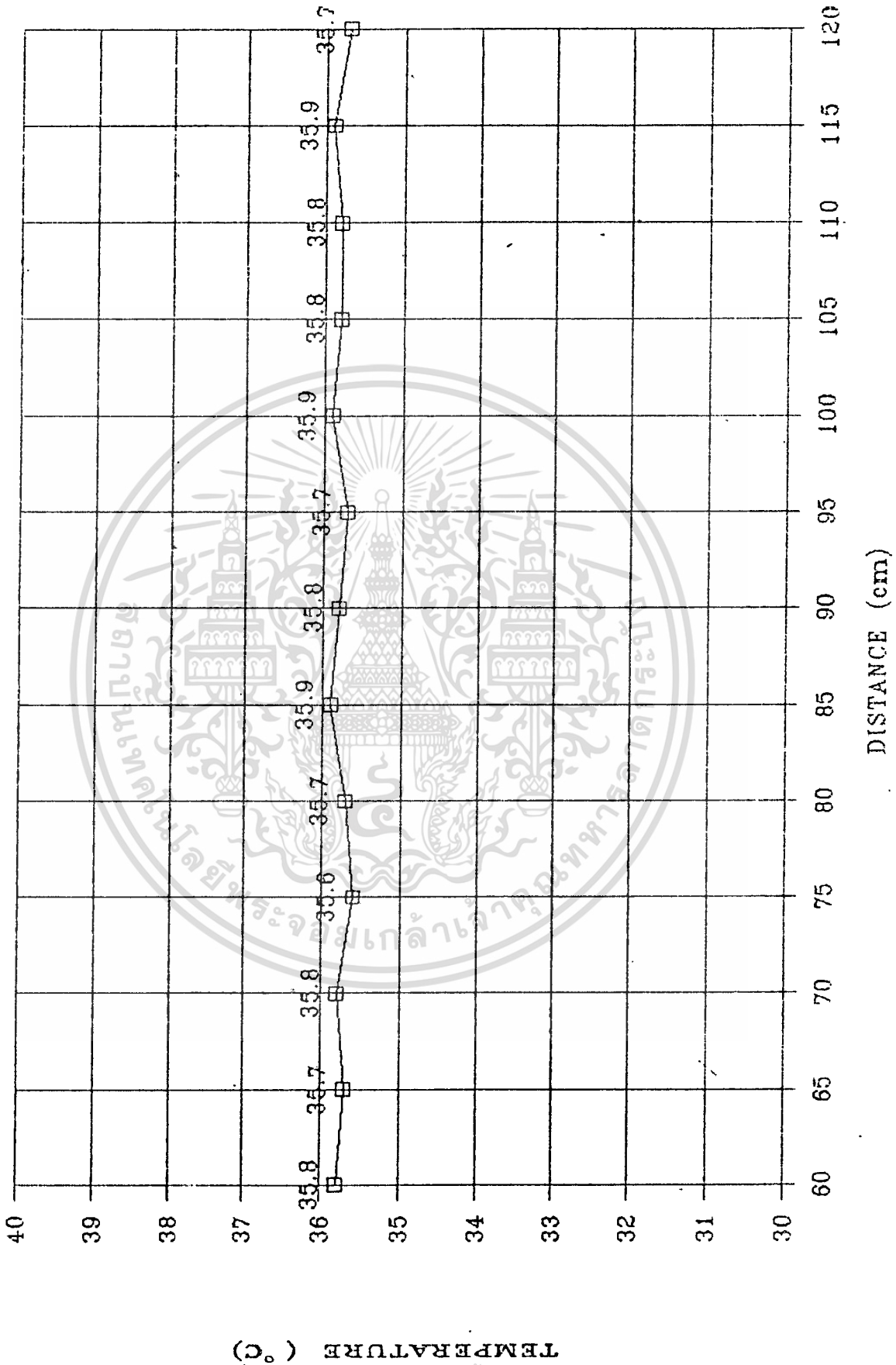
X	60cm	65cm	70cm	75cm	80cm	85cm	90cm	95cm	100cm	105cm	110cm	115cm	120cm
1	35.8	35.7	35.8	35.6	35.7	35.9	35.8	35.7	35.9	35.8	35.8	35.9	35.7
2	36.3	36.3	36.2	36.8	36.7	36.6	36.4	36.6	36.8	36.9	37.0	36.9	36.8
3	35.7	35.6	35.6	35.7	35.6	35.8	35.7	35.5	35.8	35.9	35.7	35.8	35.8
4	35.8	35.8	35.7	36.2	35.9	35.5	35.9	36.0	36.6	36.3	36.4	36.5	36.3
5	36.9	37.0	36.8	37.3	37.1	36.7	36.9	37.0	37.1	37.3	37.2	37.1	37.2
6	35.7	35.7	35.5	36.3	35.7	35.4	35.8	36.1	36.5	36.4	36.2	36.6	36.1
7	35.9	35.8	35.7	36.3	36.0	36.0	36.2	36.3	36.6	36.2	36.5	36.5	36.3
8	37.5	37.4	37.3	37.8	37.4	37.2	37.3	37.4	37.5	37.6	37.4	37.5	37.6
9	35.8	35.9	35.6	36.2	35.9	35.8	36.1	36.4	36.5	36.3	36.3	36.6	36.2
10	35.6	35.5	35.3	35.4	35.5	35.3	35.6	35.8	36.2	36.1	36.0	35.9	36.1
11	36.4	36.5	36.4	36.7	36.6	36.5	36.3	36.7	37.3	37.0	37.1	36.9	37.0
12	35.5	35.4	35.4	35.3	35.3	35.4	35.5	35.7	36.0	36.2	36.1	36.0	35.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

X	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
60cm	35.8	36.3	35.7	35.8	36.9	35.7	35.9	37.5	35.8	35.6	36.4	35.5
55cm	35.7	36.3	35.6	35.8	37.0	35.7	35.8	37.4	35.9	35.5	36.5	35.4
70cm	35.8	36.2	35.6	35.7	36.8	35.5	35.7	37.3	35.6	35.3	36.4	35.4
75cm	35.6	36.8	35.7	36.2	37.3	36.3	36.3	37.8	36.2	35.4	36.7	35.3
80cm	35.7	36.7	35.6	35.9	37.1	35.7	36.0	37.4	35.9	35.5	36.6	35.3
85cm	35.9	36.6	35.8	35.5	36.7	35.4	36.0	37.2	35.8	35.3	36.5	35.4
90cm	35.8	36.4	35.7	35.9	36.9	35.8	36.2	37.3	36.1	35.6	36.3	35.5
95cm	35.7	36.6	35.5	36.0	37.0	36.1	36.3	37.4	36.4	35.8	36.7	35.7
100cm	35.9	35.8	35.8	36.6	37.1	36.5	36.6	37.5	36.5	36.2	37.3	36.0
105cm	35.8	36.9	35.9	36.3	37.3	36.4	36.2	37.6	36.3	36.1	37.0	36.2
110cm	35.8	37.0	35.7	36.4	37.2	36.2	36.5	37.4	36.3	36.0	37.1	36.1
115cm	35.9	36.9	35.8	36.5	37.1	36.6	36.5	37.5	36.6	35.9	36.9	36.0
120cm	35.7	36.8	35.8	36.3	37.2	36.1	36.3	37.6	36.2	36.1	37.0	35.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

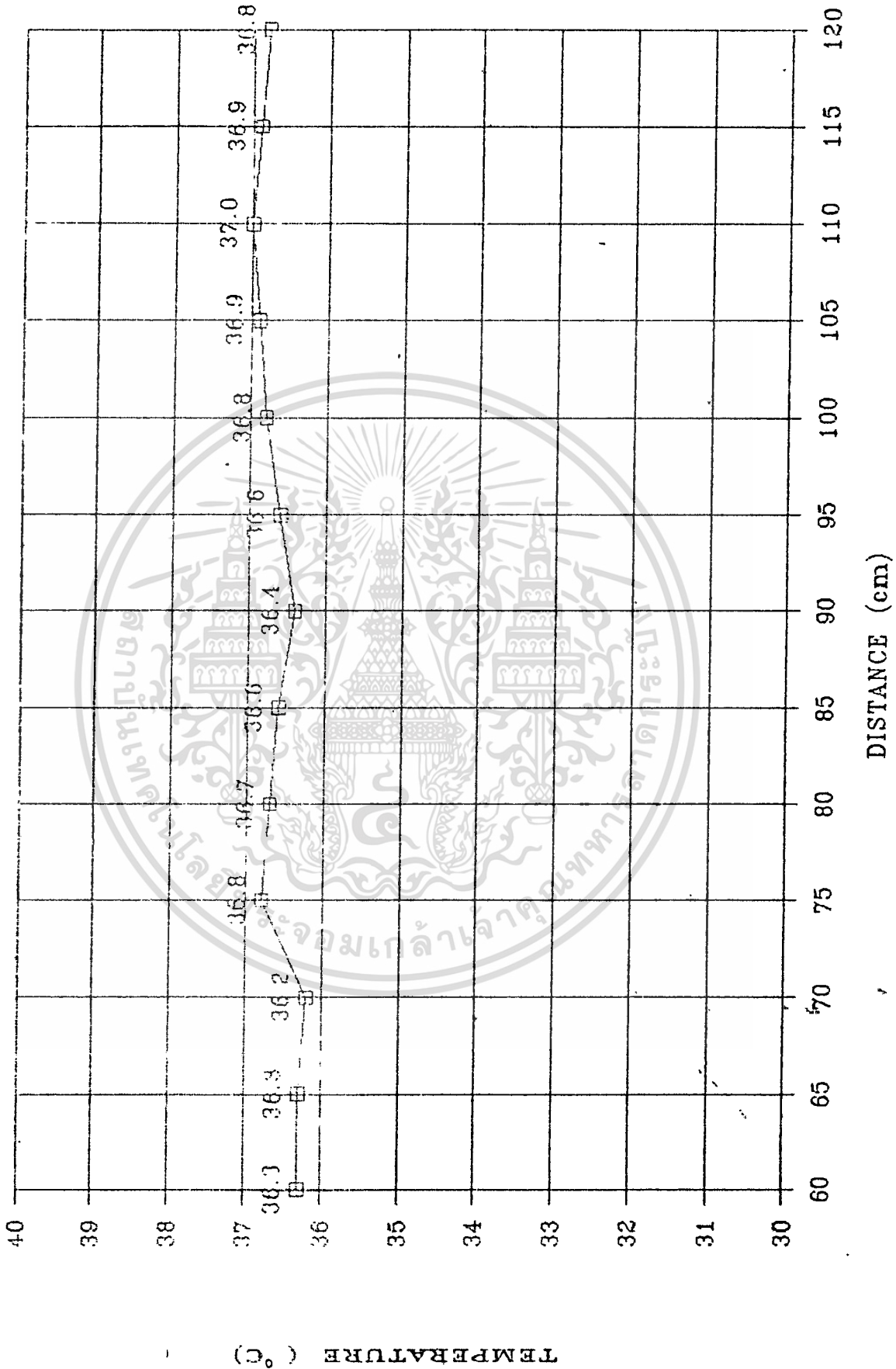
POINT 1 , 30 MINUTES .



TEMPERATURE (°C)

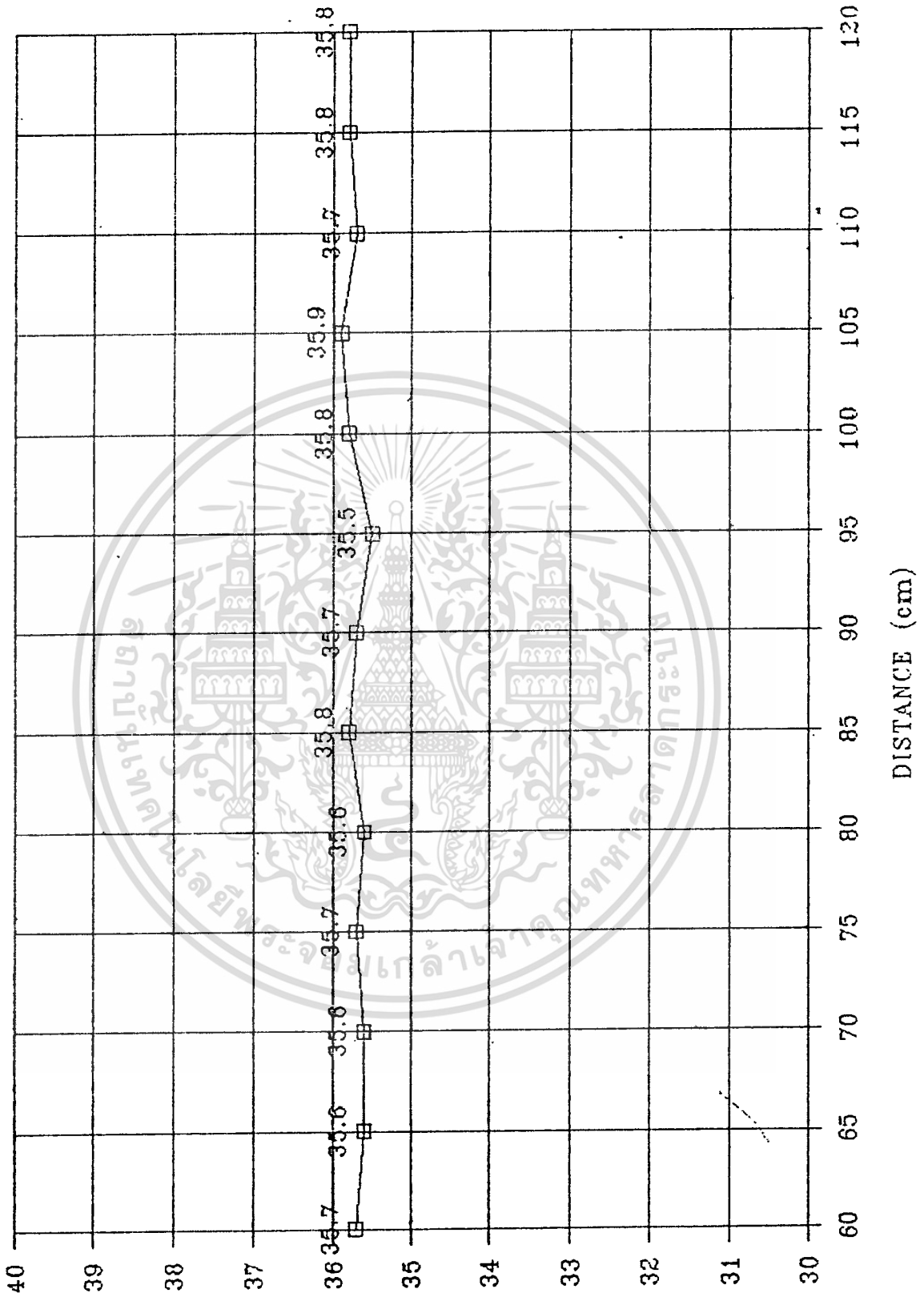
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POINT 2 , 30 MINUTES



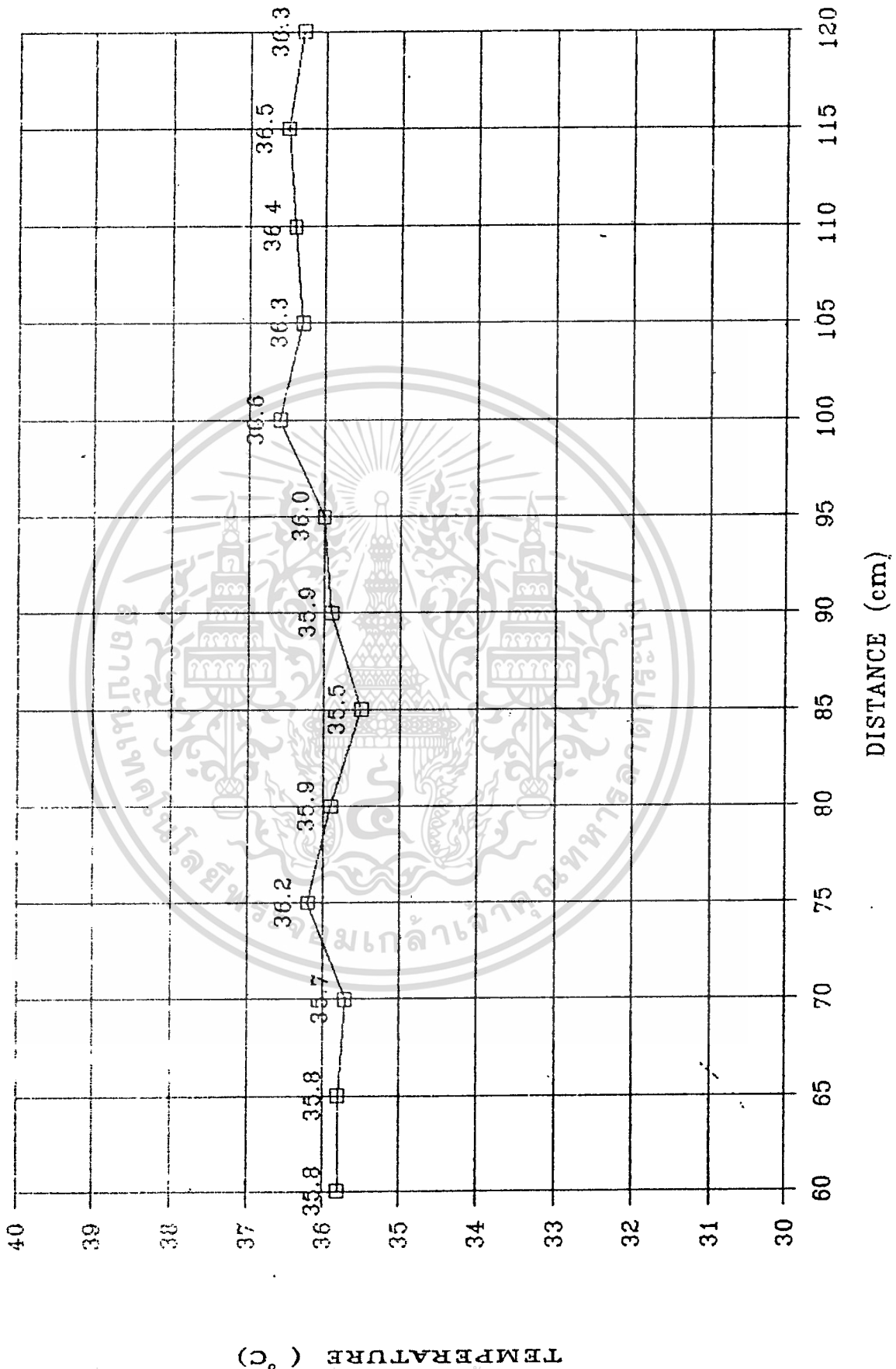
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POINT 3 , 30 MINUTES



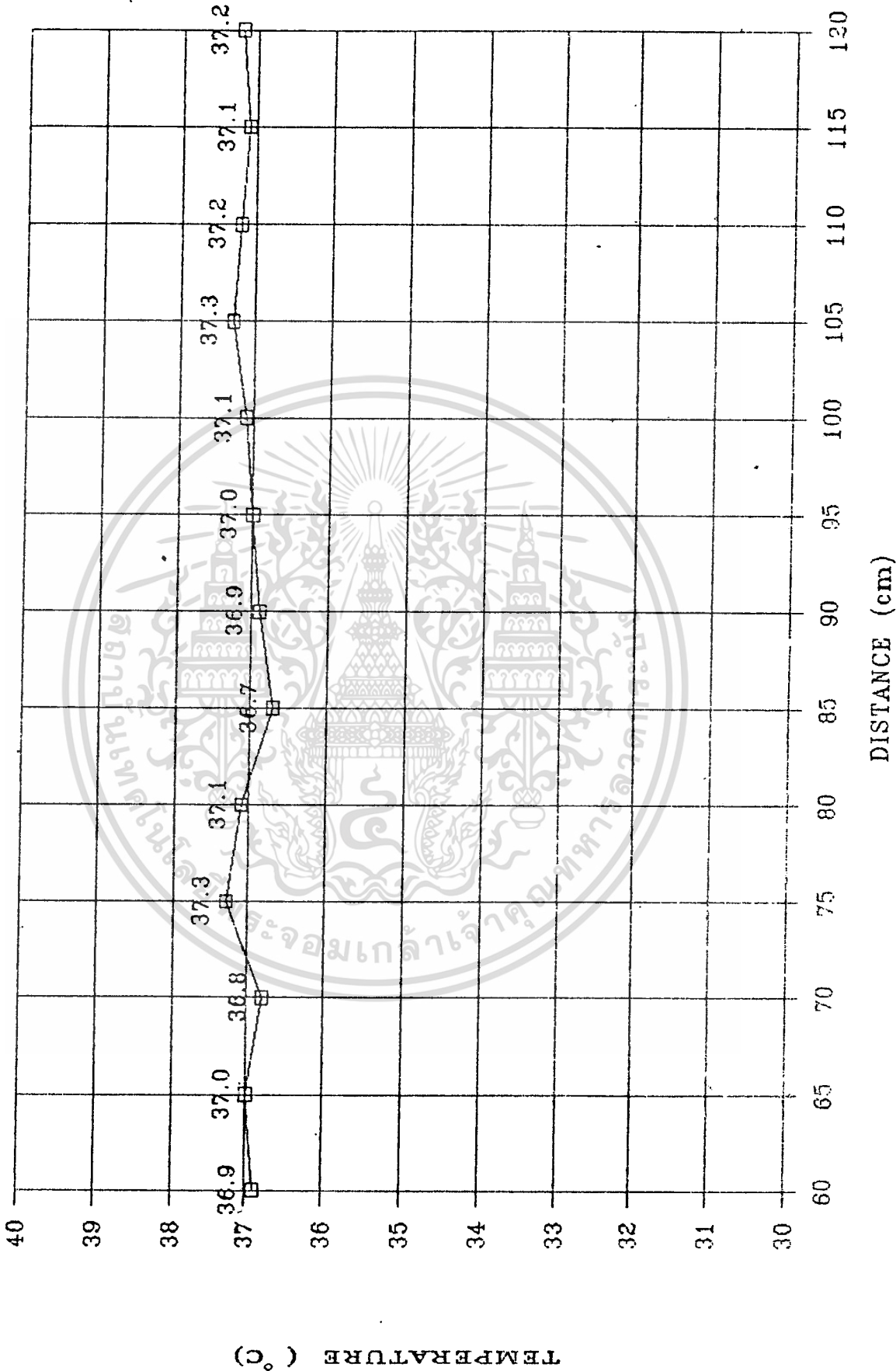
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POINT 4 , 30 MINUTES



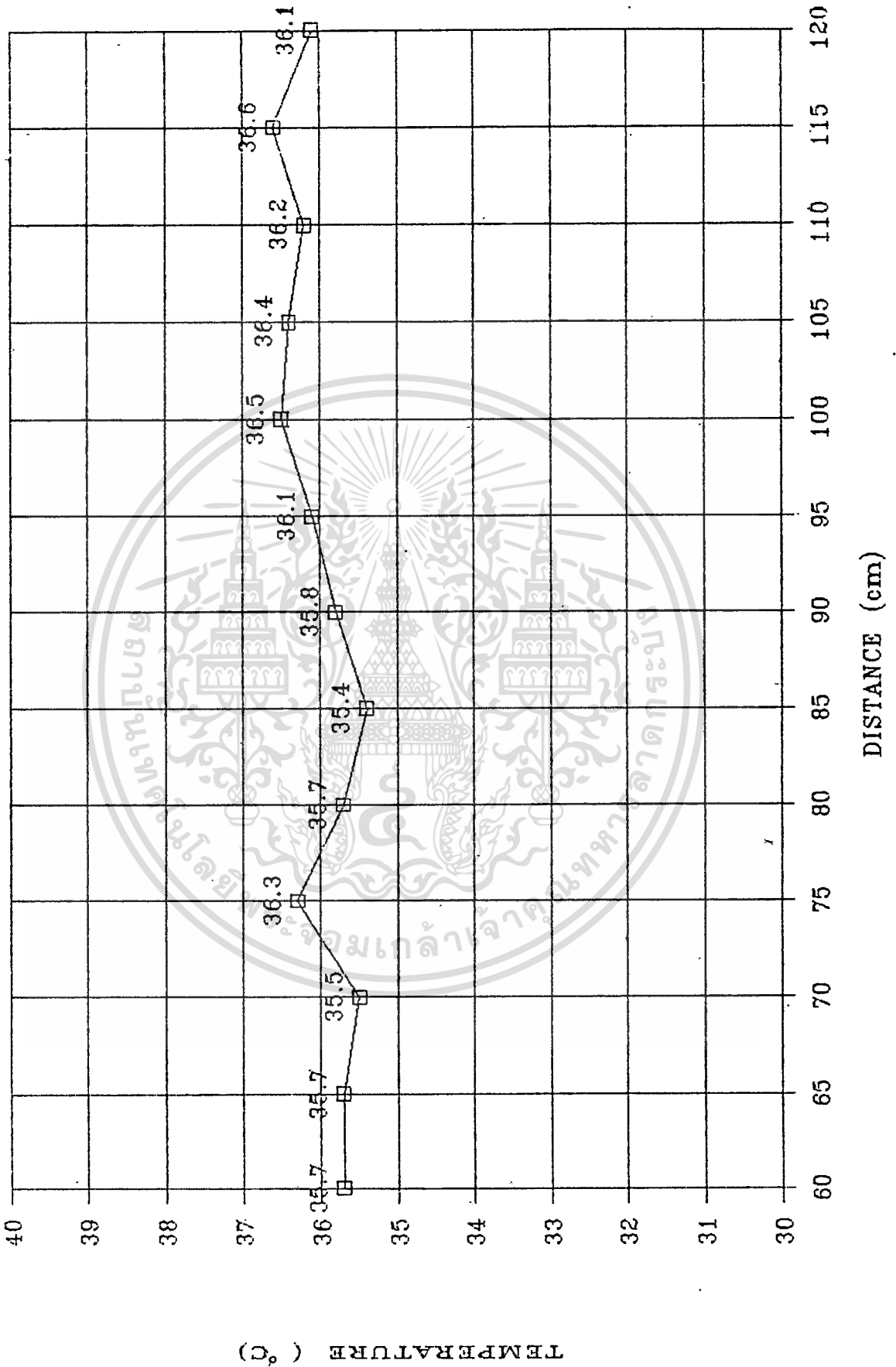
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POINT 5 , 30 MINUTES



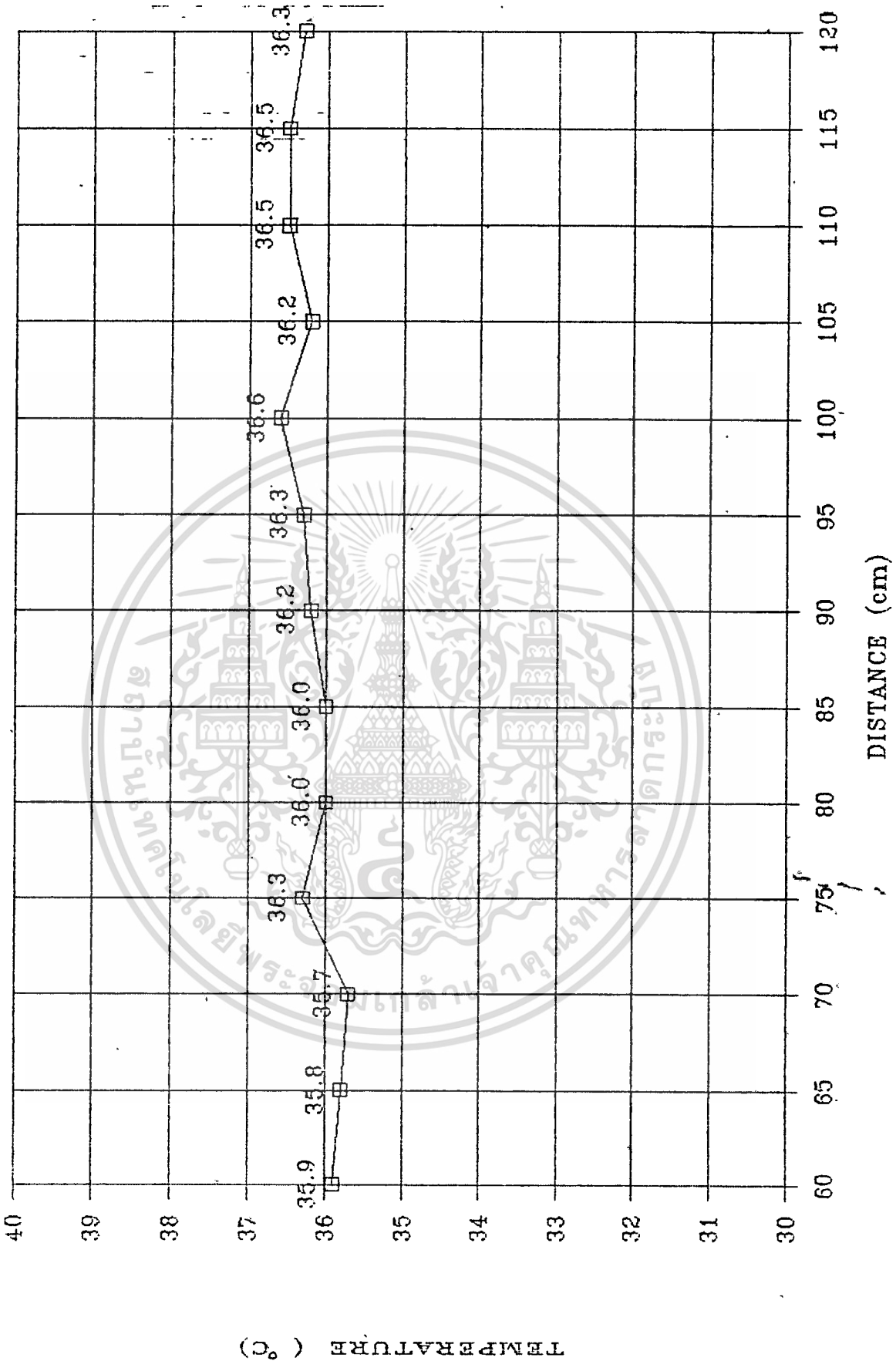
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POINT 6 , 30 MINUTES

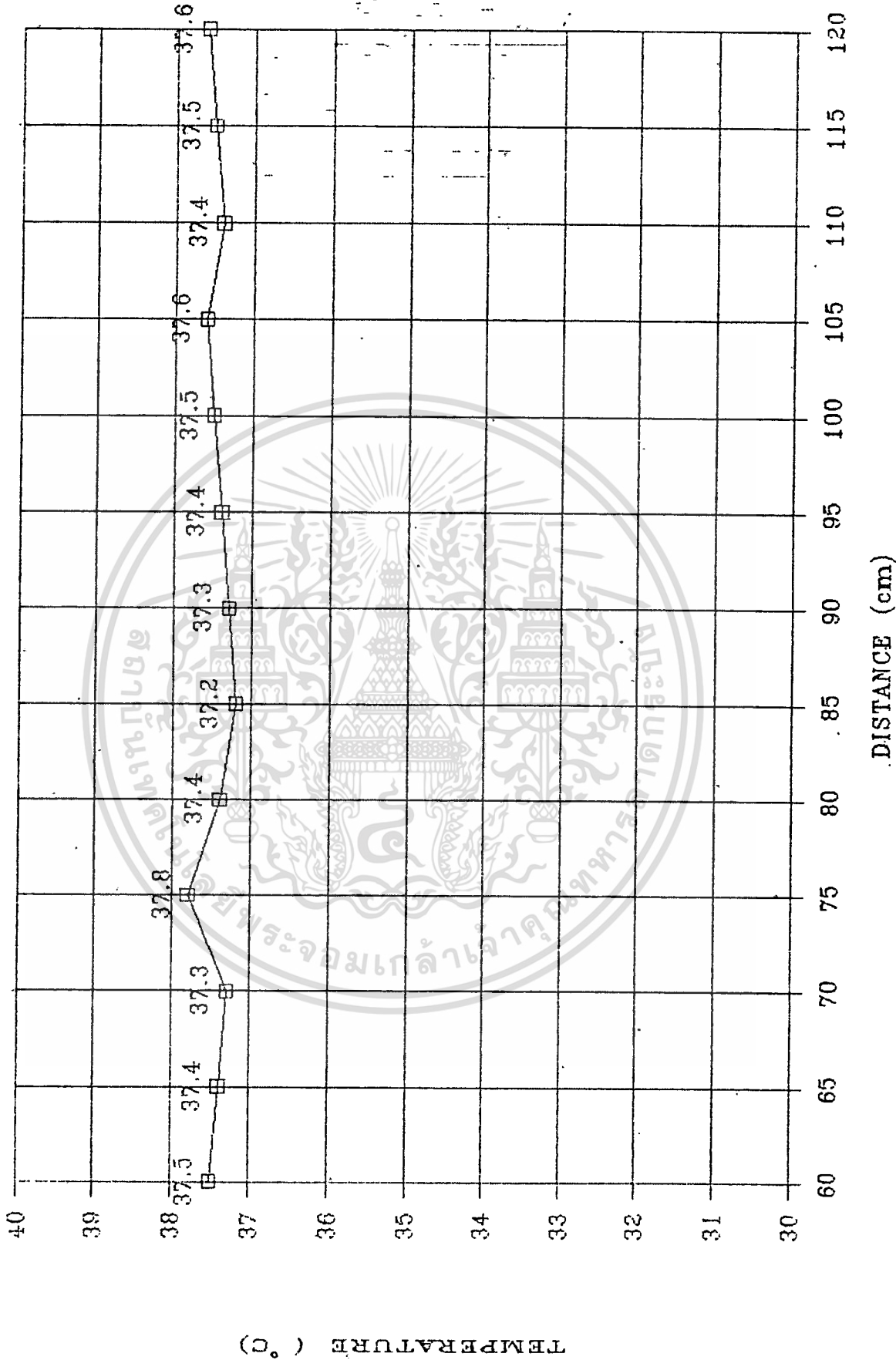


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

POINT 7 , 30 MINUTES

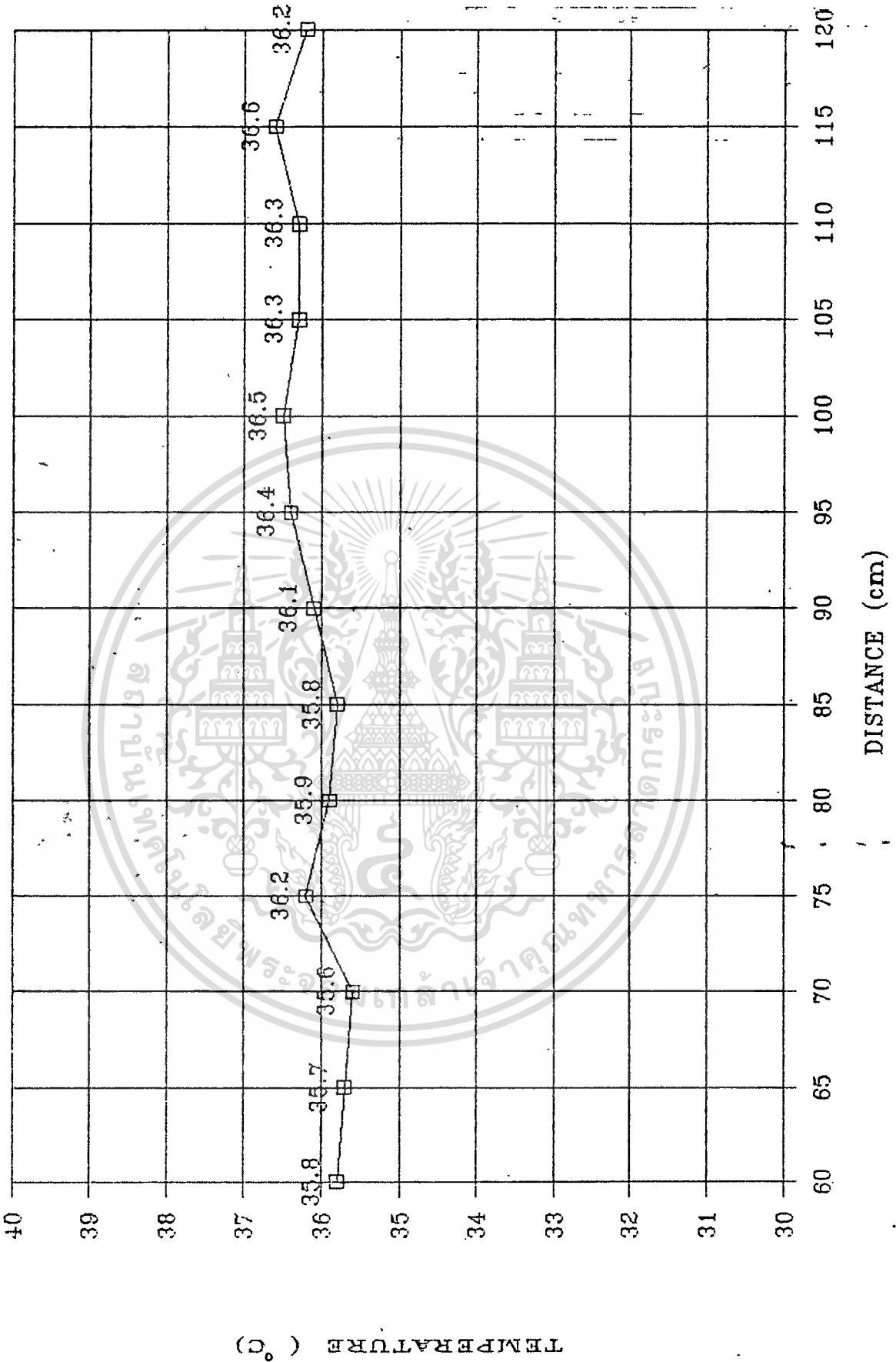


POINT 8 , 30 MINUTES



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

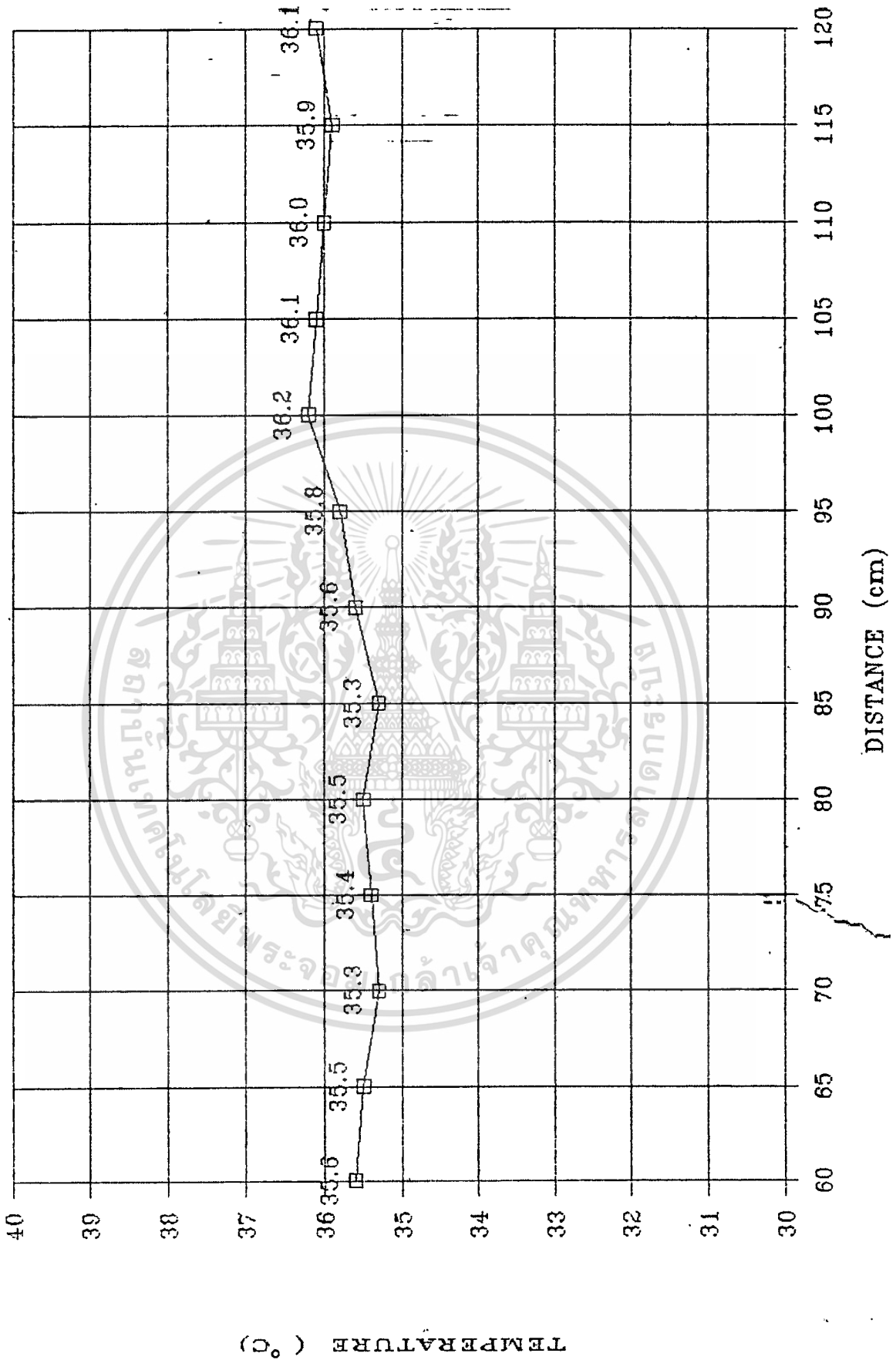
POINT 9 , 30 MINUTES



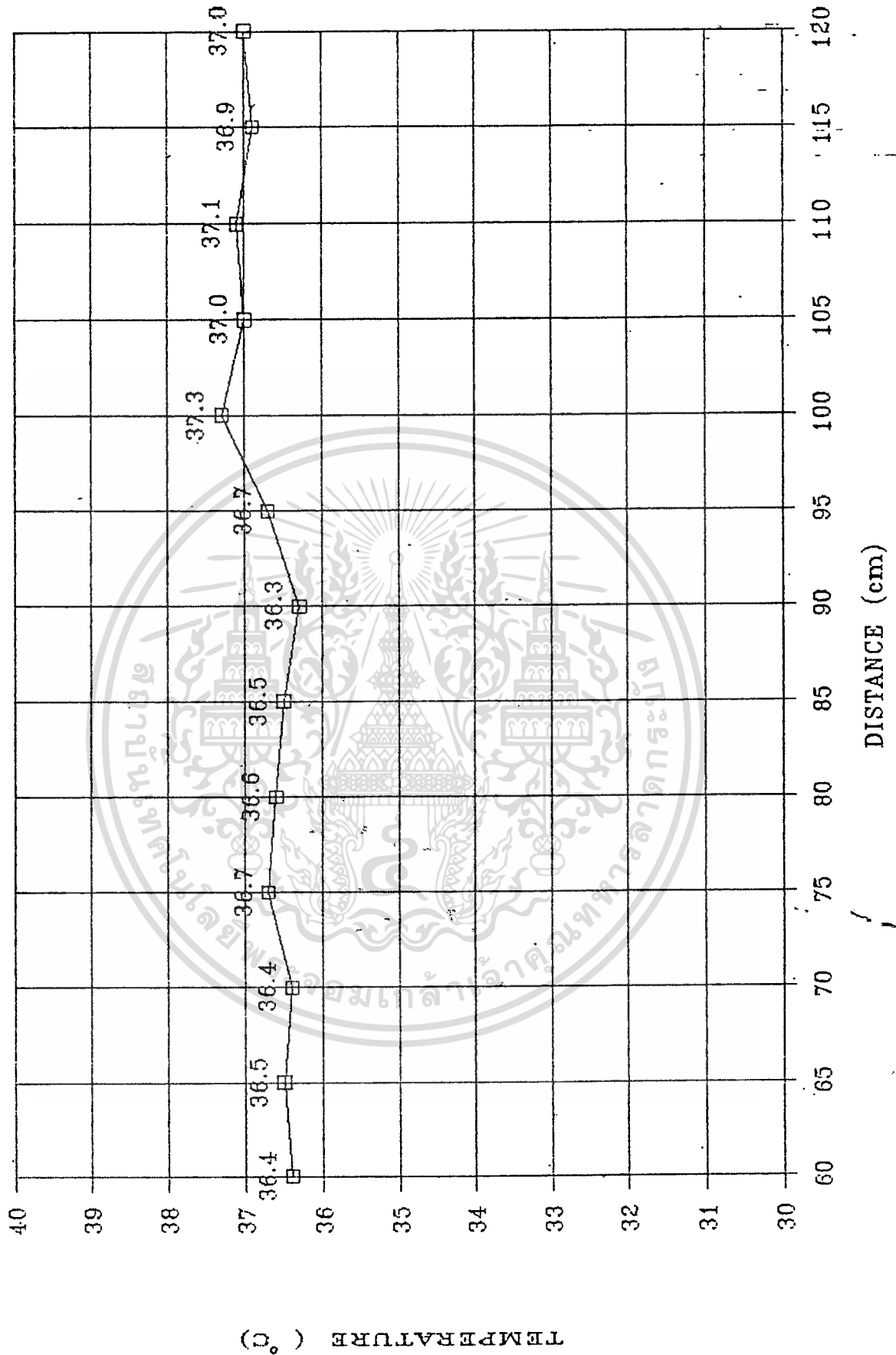
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไปว่ากรณิดังข้างต้น ลึกทั้งห้วงนี้ให้ตัดแปลงเป็น 54 และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

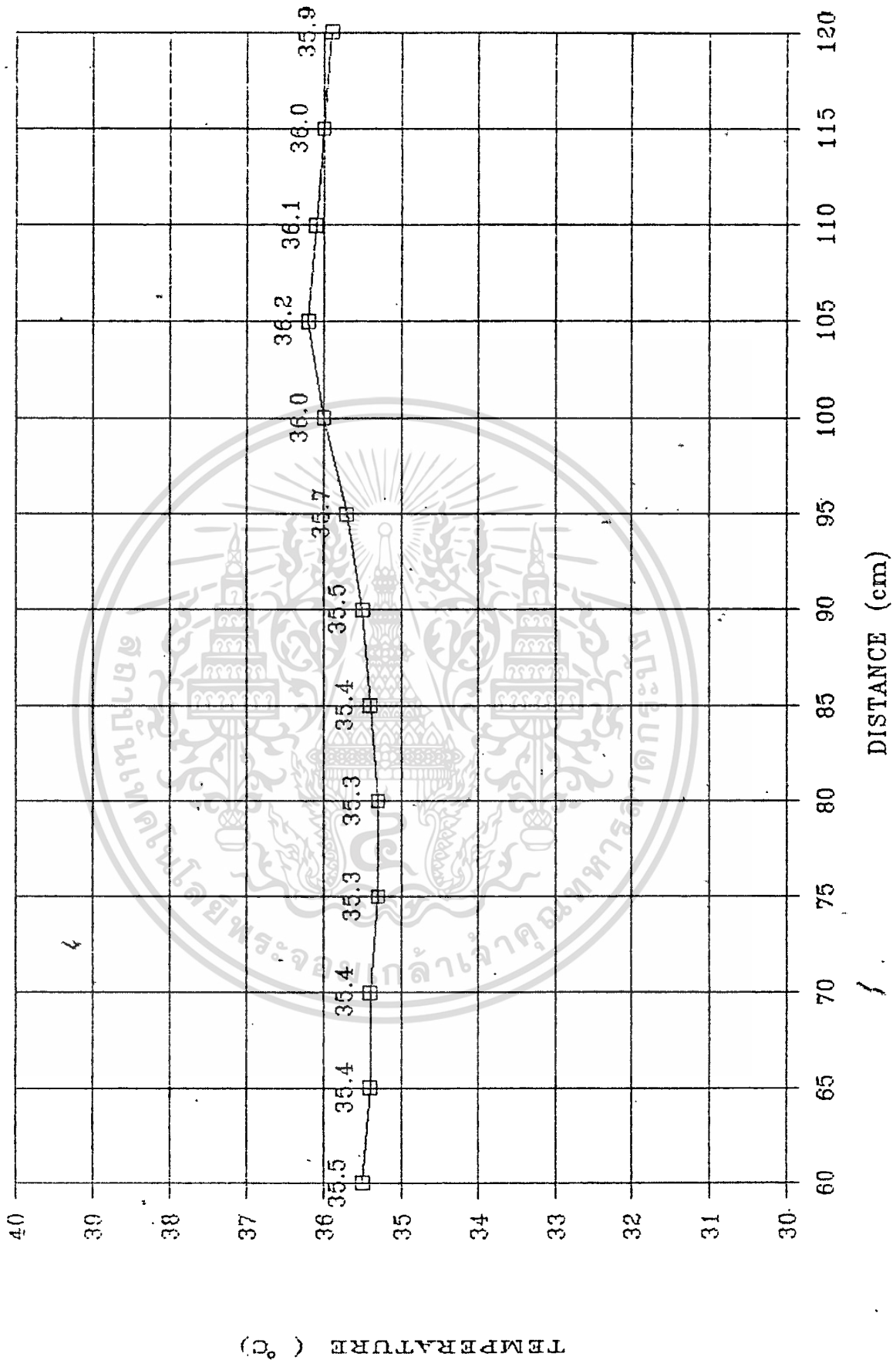
POINT 10 , 30 MINUTES



POINT 11 , 30 MINUTES



POINT 12 , 30 MINUTES



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

จากผลการทดลอง เมื่อได้ทำการปรับตัวตรวจจับให้ถูกต้องแล้ว จะสามารถตรวจจับอนุภาคได้ถูกต้อง และการควบคุมอนุภาคได้อยู่ในช่วงที่ตั้งไว้ มีค่าแน่นอนจนพอสมควร (32C - 40C) แต่การไ้ใช้งานตามปกติจะอยู่ที่ 37C

และจากการทดลองจะเห็นว่าเมื่อเปิดเครื่องให้ทำงานประมาณ 30 นาที ซึ่งเป็นเวลาที่เหมาะสมสำหรับให้อุณหภูมิภายในระบบเริ่มที่จะคงที่ และระยะความห่างระหว่างหลอดอินฟาเรดกับพื้นที่ ที่ทำการทดลองที่เหมาะสมคือ ช่วงระยะประมาณ 90-100 ซม. ดังแสดงให้เห็นได้โดยกราฟ

สำหรับข้อผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นในการใช้งานอาจเนื่องจาก

1. อุณหภูมิภายในห้องที่ทำการทดลองมีการเปลี่ยนแปลง มีสาเหตุมาจากลม เป็นต้น
2. หลอดอินฟาเรดและปรอทที่ใช้วัดค่ามีการดูดซับความร้อน ซึ่งทำให้ค่าที่วัดได้ไม่ตรงตามความเป็นจริง



กิตติกรรมประกาศ

- ขอขอบพระคุณ อาจารย์ พลผดุง ผดุงกุล ที่ได้ให้คำปรึกษาอันมีค่ามาโดยตลอด
- ขอขอบพระคุณ คณะพยาบาล และ เจ้าหน้าที่ห้องสมุดโรงพยาบาลตำรวจ
- ขอขอบพระคุณ เจ้าหน้าที่ห้องพยาบาล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง
- ขอขอบใจ เพื่อนนักศึกษา รุ่นที่ 25 คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยี เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



หนังสืออ้างอิง; Reference

1.Design of op-amp circuit with experiments

By HOWARD M.BERLIN

2.Motorola optoelectronic device data

3.Linear application databook 2

By National Semiconductor Corporation

4.Intersil applications handbook

5.Operational amplifiers and linear integrated circuits.

By ROBERT F.COUGHLIN

FREDERICT F.DRISCOLL





LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

Precision Temperature Sensors

General Description

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

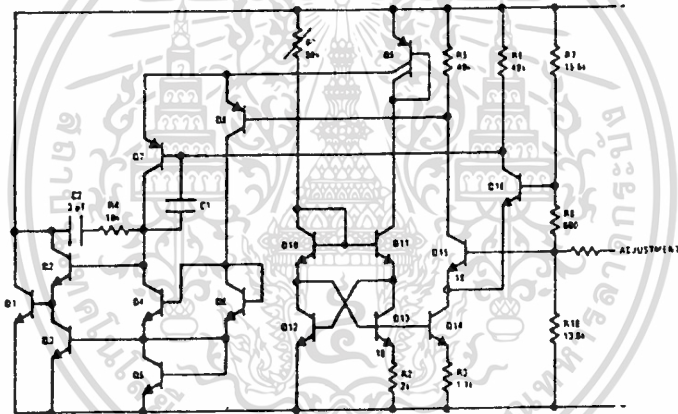
Applications for the LM135 include almost any type of temperature sensing over a -55°C to +150°C temperature range. The low impedance and linear output make interfacing to readout or control circuitry especially easy.

The LM135 operates over a -55°C to +150°C temperature range while the LM235 operates over a -40°C to +125°C temperature range. The LM335 operates from -40°C to +100°C. The LM135/LM235/LM335 are available packaged in hermetic TO-46 transistor packages while the LM335 is also available in plastic TO-92 packages.

Features

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

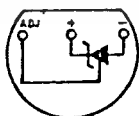
Schematic Diagram



TL/H/5696-1

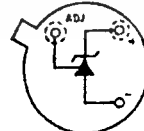
Connection Diagrams

TO-92
Plastic Package



BOTTOM VIEW

TO-46
Metal Can Package*



BOTTOM VIEW

TL/H/5696-B

Order Number LM335Z or LM335AZ
See NS Package Number Z03A

*Case is connected to negative pin
Order Number LM135H, LM235H,
LM335H, LM135AH, LM235AH or LM335AH
See NS Package Number H03H

LM135/LM235/LM335, LM135A/LM235A/LM335A

Absolute Maximum Ratings

If Military/Aerospace specified devices are required, contact the National Semiconductor Sales Office/Distributors for availability and specifications.
(Note 4)

Reverse Current	15 mA
Forward Current	10 mA
Storage Temperature	
TO-46 Package	-60°C to +180°C
TO-92 Package	-60°C to +150°C

Specified Operating Temp. Range

	Continuous	Intermittent (Note 2)
LM135, LM135A	-55°C to +150°C	150°C to 200°C
LM235, LM235A	-40°C to +125°C	125°C to 150°C
LM335, LM335A	-40°C to +100°C	100°C to 125°C
Lead Temp. (Soldering, 10 seconds)		
TO-92 Package:		260°C
TO-46 Package:		300°C

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

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

Temperature Accuracy LM335, LM335A (Note 1)

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

Electrical Characteristics (Note 1)

Parameter	Conditions	LM135/LM235 LM135A/LM235A			LM335 LM335A			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Operating Output Voltage Change with Current	$400\ \mu\text{A} \leq I_R \leq 5\text{ mA}$ At Constant Temperature		2.5	10		3	14	mV
Dynamic Impedance	$I_R = 1\text{ mA}$		0.5			0.6		Ω
Output Voltage Temperature Coefficient			+10			+10		mV/°C
Time Constant	Still Air		80			80		sec
	100 ft/Min Air		10			10		sec
	Stirred Oil		1			1		sec
Time Stability	$T_C = 125^\circ\text{C}$		0.2			0.2		°C/kyr

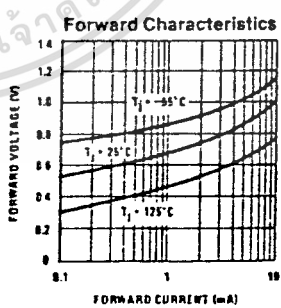
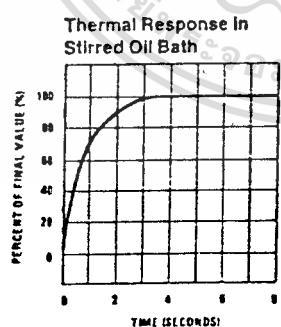
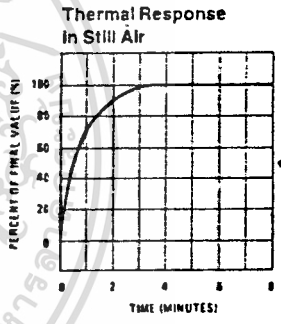
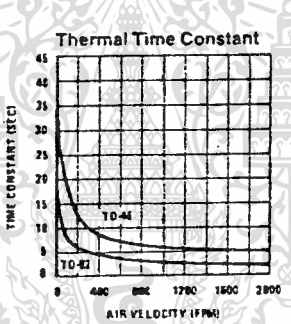
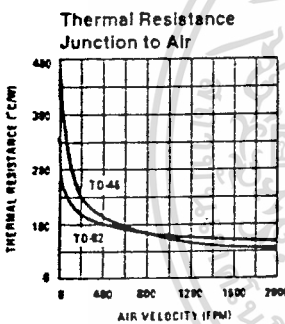
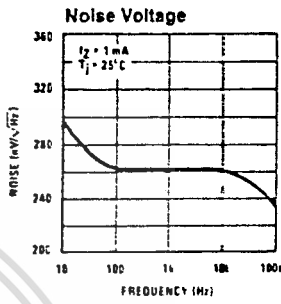
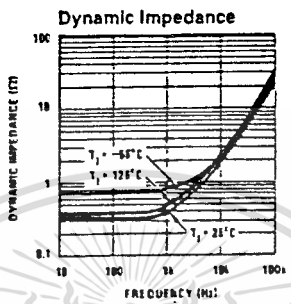
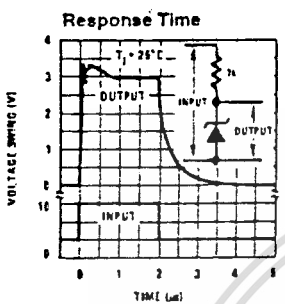
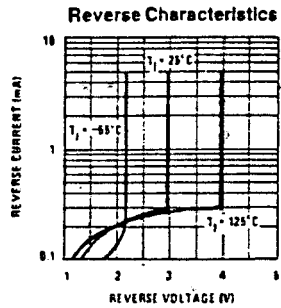
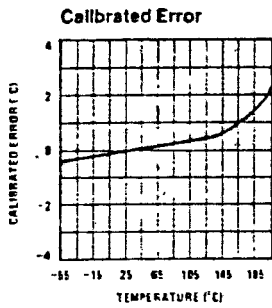
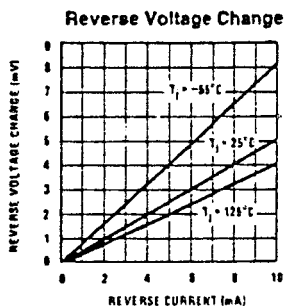
Note 1: Accuracy measurements are made in a well stirred oil bath. For other conditions, self heating must be considered.

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

Note 3: Thermal Resistance
 θ_{JA} (junction to ambient) TO-92 TO-46
 20°C/W 40°C/W
 θ_{JC} (junction to case) 170°C/W N/A

Note 4: Refer to RETS135H for military specifications

Typical Performance Characteristics



TL/H/5696-3



MC34074, A
MC35074, A
MC33074, A

Advance Information

HIGH SLEW RATE, WIDE BANDWIDTH, SINGLE SUPPLY QUAD OPERATIONAL AMPLIFIER

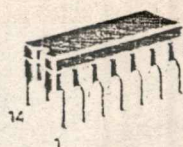
A standard low-cost Bipolar technology with innovative design concepts is employed for the MC34074 series of monolithic quad operational amplifiers. These devices offer 4.5 MHz of gain bandwidth product, 13 V/μs slew rate, and fast settling time without the use of JFET device technology. In addition, low input offset voltage can economically be achieved. Although these devices can be operated from split supplies, they are particularly suited for single supply operation, since the common mode input voltage range includes ground potential (V_{EE}). The all NPN output stage, characterized by no deadband crossover distortion and large output voltage swing, also provides high capacitive drive capability, excellent phase and gain margins, low open-loop high frequency output impedance and symmetrical source sinusoidal frequency response.

The MC34074, 33074, 35074 series of devices are available in standard or prime performance (A Suffix) grades and specified over commercial, industrial, vehicular or military temperature ranges.

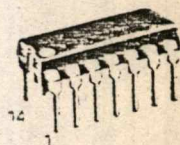
- Wide Bandwidth: 4.5 MHz
- High Slew Rate: 13 V/μs
- Fast Settling Time: 1.1 μs to 0.10%
- Wide Single Supply Operating Range: 3.0 to 44 Volts
- Wide Input Common Mode Range Including Ground (V_{EE})
- Low Input Offset Voltage: 2.0 mV Maximum (A Suffix)
- Large Output Voltage Swing: -14.7 V to +14.6 V for V_S = ±15 V
- Large Capacitance Drive Capability: 0 to 10,000 pF
- Low T.H.D. Distortion: 0.02%
- Excellent Phase Margins: 60°
- Excellent Gain Margins: 12 dB

QUAD HIGH PERFORMANCE SINGLE SUPPLY OPERATIONAL AMPLIFIERS

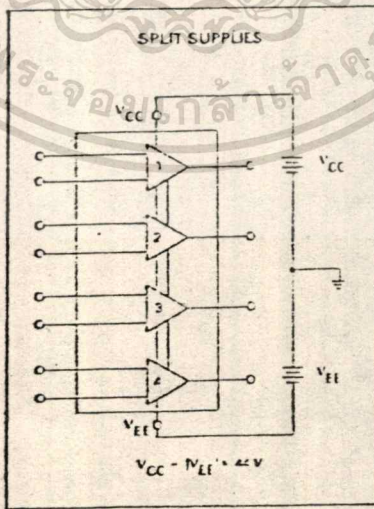
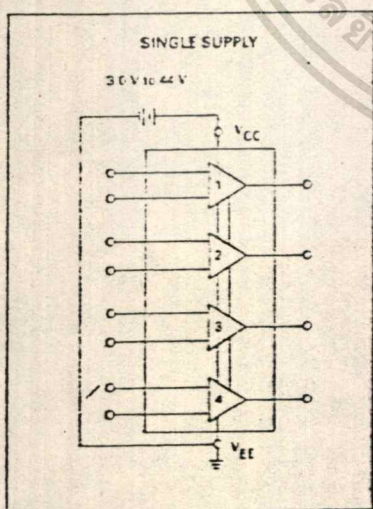
SILICON MONOLITHIC
INTEGRATED CIRCUIT



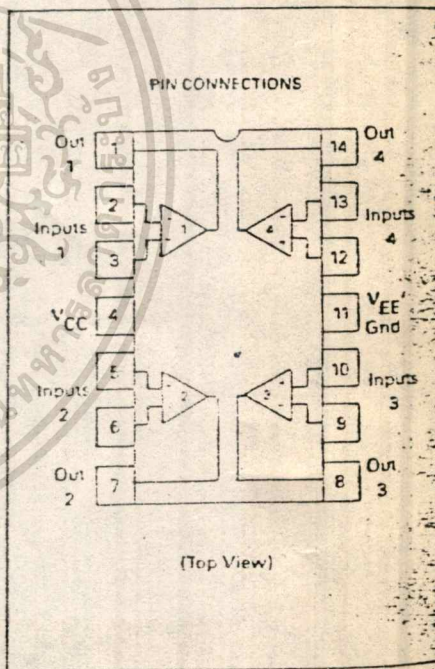
L SUFFIX
CERAMIC PACKAGE
CASE 632
MO-001AA



F SUFFIX
PLASTIC PACKAGE
CASE 646



This document contains information on a new product. Specifications and information herein are subject to change without notice.



ORDERING INFORMATION		
Device	Temperature Range	Package
MC35074L, AL	-55 to +125°C	Ceramic DP
MC33074L, AL	-40 to +85°C	Ceramic DP
MC33074F, AP	-40 to +85°C	Plastic DP
MC34074L, AL	0 to +70°C	Ceramic DP
MC34074F, AP	0 to +70°C	Plastic DP

© MOTOROLA INC., 1983

AD-177

DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS ($V_{CC} = +15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, R_L connected to ground, $T_A = T_{low}$ to T_{high} [Note 3] unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	MC35074A/34074A/33074A			MC35074/34074/33074			Units
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Input Offset Voltage ($V_{CM} = 0$) $V_{CC} = -15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, $T_A = -25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = -5.0\text{ V}$, $V_{EE} = 0\text{ V}$, $T_A = -25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = -15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, $T_A = T_{low}$ to T_{high}	V_{IO}	—	0.5	2.0	—	2.0	4.5	mV
Average Temperature Coefficient of Offset Voltage	$\Delta V_{IO} / \Delta T$	—	10	—	—	10	—	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Input Bias Current ($V_{CM} = 0$) $T_A = -25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{low}$ to T_{high}	I_{IB}	—	100	500	—	100	500	nA
Input Offset Current ($V_{CM} = 0$) $T_A = -25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{low}$ to T_{high}	I_{IO}	—	6.0	50	—	6.0	75	nA
Large Signal Voltage Gain $V_O = -10\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}$	A_{VOL}	50	100	—	25	100	—	V/mV
Output Voltage Swing $V_{CC} = +5.0\text{ V}$, $V_{EE} = 0\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}$, $T_A = -25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = -15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}$, $T_A = -25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = -15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}$, $T_A = T_{low}$ to T_{high}	V_{OH}	3.7	4.0	—	3.7	4.0	—	V
$V_{CC} = +5.0\text{ V}$, $V_{EE} = 0\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}$, $T_A = -25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = -15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, $R_L = 10\text{ k}$, $T_A = -25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = -15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}$, $T_A = T_{low}$ to T_{high}	V_{OL}	—	0.1	0.2	—	0.1	0.2	V
Output Short-Circuit Current ($T_A = -25^\circ\text{C}$) Input Overdrive = 1.0 V, Output to Ground Source Sink	I_{SC}	10 20	30 47	—	10 20	30 47	—	mA
Input Common Mode Voltage Range $T_A = -25^\circ\text{C}$ $T_A = T_{low}$ to T_{high}	V_{ICR}	V_{EE} to $(V_{CC} - 1.8)$			V_{EE} to $(V_{CC} - 1.8)$			V
		V_{EE} to $(V_{CC} - 2.2)$			V_{EE} to $(V_{CC} - 2.2)$			V
Common Mode Rejection Ratio ($R_S \leq 10\text{ k}$)	CMRR	80	97	—	70	97	—	dB
Power Supply Rejection Ratio ($R_S = 100\text{ }\Omega$)	PSRR	80	97	—	70	97	—	dB
Power Supply Current $V_{CC} = +5.0\text{ V}$, $V_{EE} = 0\text{ V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = +15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ $V_{CC} = +15\text{ V}$, $V_{EE} = -15\text{ V}$, $T_A = T_{low}$ to T_{high}	I_D	—	6.5	8.0	—	6.5	8.0	mA
		—	7.5	10	—	7.5	10	mA
		—	—	11	—	—	11	mA

NOTES: (continued)

- 3 $T_{low} = -55^\circ\text{C}$ for MC35074, MC35074A
- $T_{high} = +125^\circ\text{C}$ for MC35074, MC35074A
- -40°C for MC33074, MC33074A
- -85°C for MC33074, MC33074A
- 0°C for MC34074, MC34074A
- $+76^\circ\text{C}$ for MC34074, MC34074A

Motorola reserves the right to make changes to any products herein to improve reliability, function or design. Motorola does not assume any liability arising out of the application or use of any product or circuit described herein, neither does it convey any license under its patent rights nor the rights of others.



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

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

Characteristic	Symbol	MC35074A 34074A 33074A			MC35074/34074 33074			Unit
		Min	Typ	Max	Min	Typ	Max	
Slew Rate ($V_{in} = -10\text{ V}$ to $+10\text{ V}$, $R_L = 2.0\text{ k}$, $C_L = 500\text{ pF}$) $A_V = +1$ $A_V = -1$	SR	8.0	10	—	—	10	—	$\text{V}/\mu\text{s}$
Settling Time (10 V Step, $A_V = -1.0$) To 0.10% (= 1/2 LSB of 8-Bits) To 0.01% (= 1/2 LSB of 12-Bits)	t_s	—	1.1	—	—	1.1	—	μs
Gain Bandwidth Product ($f = 100\text{ kHz}$)	GBW	3.5	4.5	—	—	4.5	—	MHz
Power Bandwidth ($A_V = -1.0$, $R_L = 2.0\text{ k}$, $V_O = 20\text{ V}_{P-P}$, THD = 5.0%)	EBWp	—	200	—	—	200	—	kHz
Phase Margin $R_L = 2.0\text{ k}$ $R_L = 2.0\text{ k}$, $C_L = 300\text{ pF}$	ϕ_m	—	60	—	—	60	—	Degrees
Gain Margin $R_L = 2.0\text{ k}$ $R_L = 2.0\text{ k}$, $C_L = 300\text{ pF}$	A_m	—	12	—	—	12	—	dB
Equivalent Input Noise Voltage $R_S = 100\ \Omega$, $f = 1.0\text{ kHz}$	e_n	—	32	—	—	32	—	$\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$
Equivalent Input Noise Current ($f = 1.0\text{ kHz}$)	i_n	—	0.22	—	—	0.22	—	$\text{pA}/\sqrt{\text{Hz}}$
Input Capacitance	C_i	—	0.6	—	—	0.8	—	pF
Total Harmonic Distortion $A_V = -10$, $R_L = 2.0\text{ k}$, $2.0\text{ V} \leq V_O \leq 20\text{ V}_{P-P}$, $f = 10\text{ kHz}$	THD	—	0.02	—	—	0.02	—	%
Channel Separation ($f = 10\text{ kHz}$)	—	—	120	—	—	120	—	dB
Open-Loop Output Impedance ($f = 1.0\text{ MHz}$)	z_o	—	30	—	—	30	—	Ω

TYPICAL PERFORMANCE CURVES

FIGURE 1—INPUT OFFSET VOLTAGE versus TEMPERATURE FOR REPRESENTATIVE UNITS

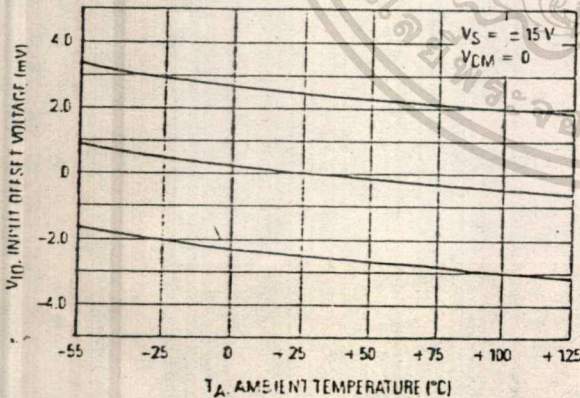
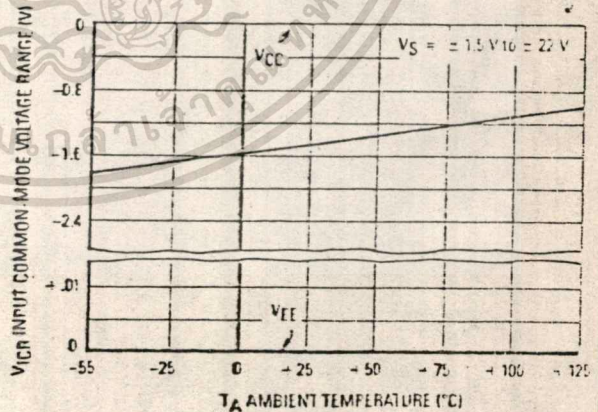


FIGURE 2—INPUT COMMON-MODE VOLTAGE RANGE versus TEMPERATURE



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ควรคัดลอกหรือทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาต และต้องแจ้งถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FIGURE 3—NORMALIZED INPUT BIAS CURRENT versus TEMPERATURE

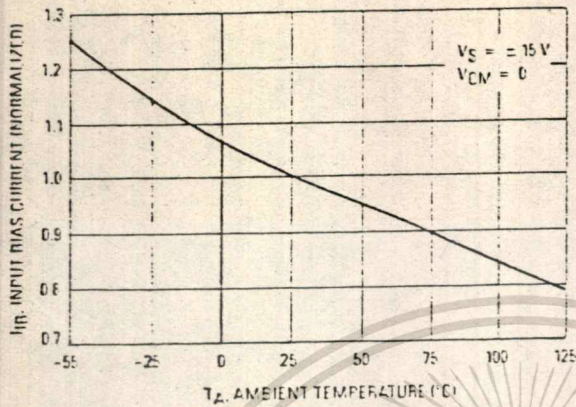


FIGURE 4—NORMALIZED INPUT BIAS CURRENT versus INPUT COMMON-MODE VOLTAGE

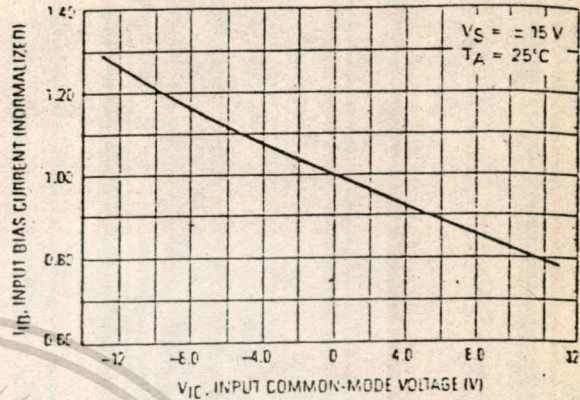


FIGURE 5—SPLIT SUPPLY OUTPUT VOLTAGE SWING versus SUPPLY VOLTAGE

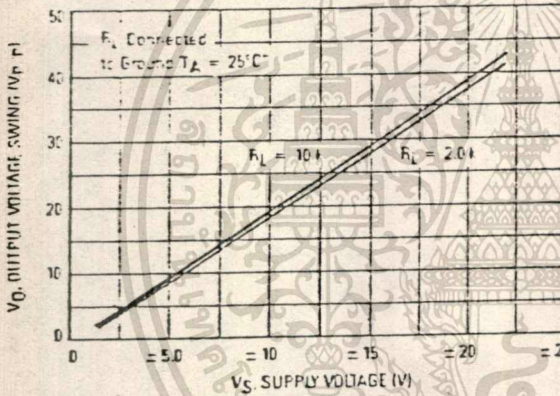


FIGURE 6—SPLIT SUPPLY OUTPUT SATURATION versus LOAD CURRENT

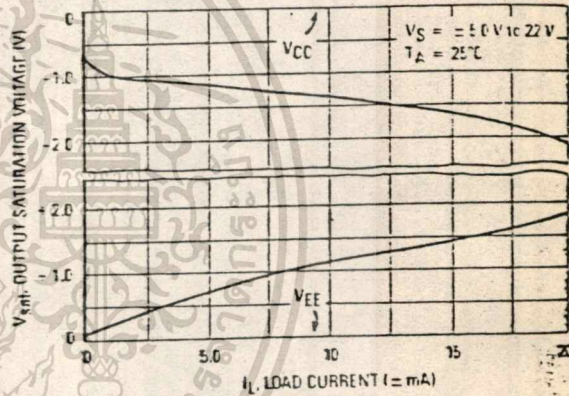


FIGURE 7—SINGLE SUPPLY OUTPUT SATURATION versus LOAD RESISTANCE TO GROUND

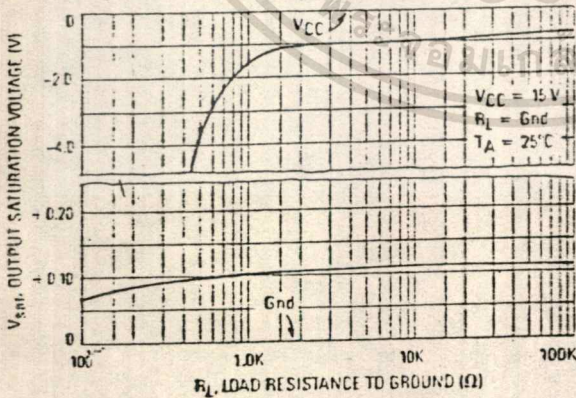


FIGURE 8—SINGLE SUPPLY OUTPUT SATURATION versus LOAD RESISTANCE TO V_CC

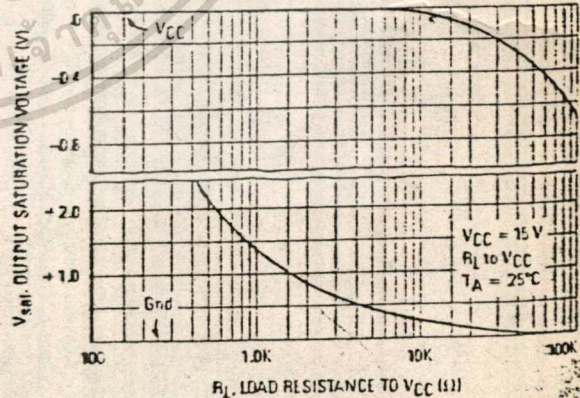


FIGURE 9—OUTPUT SHORT CIRCUIT CURRENT versus TEMPERATURE

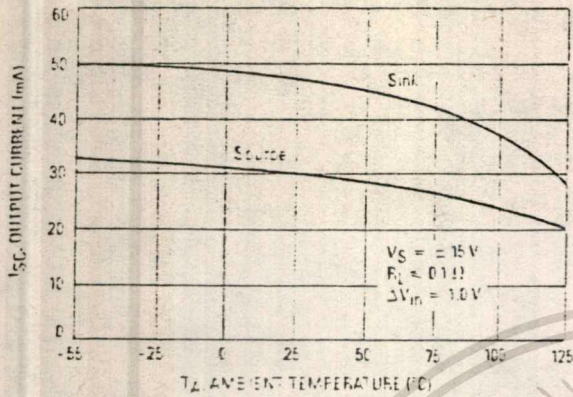


FIGURE 10—OUTPUT IMPEDANCE versus FREQUENCY

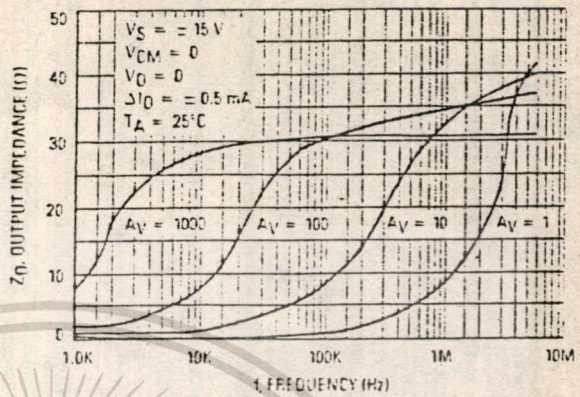


FIGURE 11—OUTPUT VOLTAGE SWING versus FREQUENCY

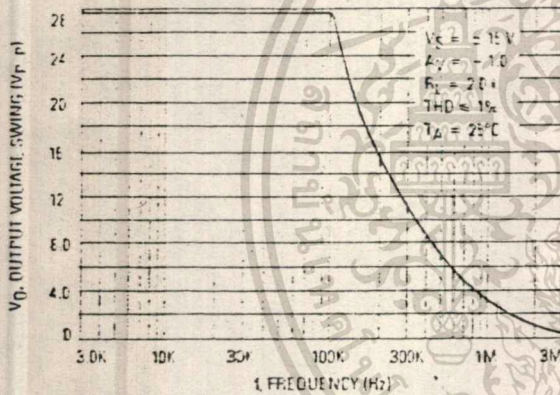


FIGURE 12—OUTPUT DISTORTION versus FREQUENCY

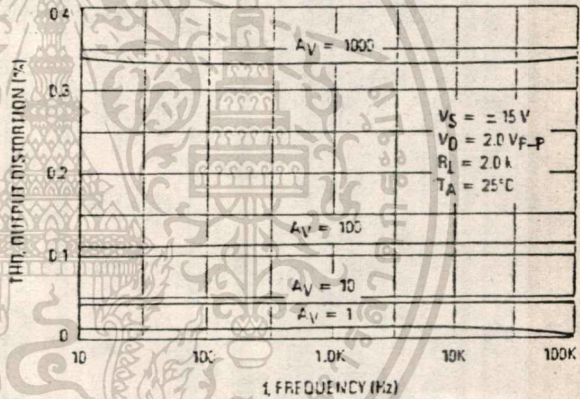


FIGURE 13—OUTPUT DISTORTION versus OUTPUT VOLTAGE SWING

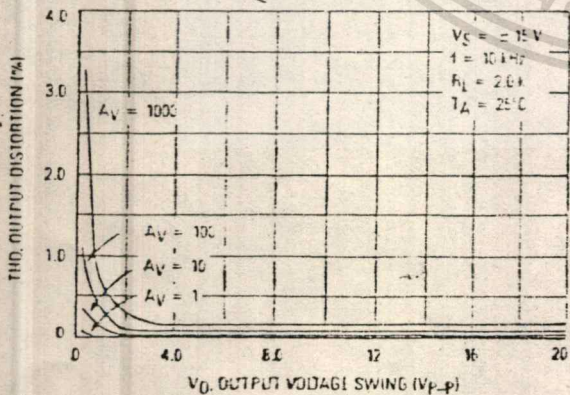
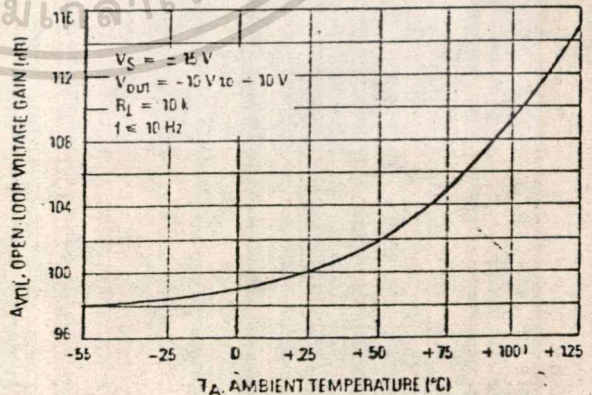


FIGURE 14—OPEN-LOOP VOLTAGE GAIN versus TEMPERATURE



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

FIGURE 15—OPEN-LOOP VOLTAGE GAIN AND PHASE versus FREQUENCY

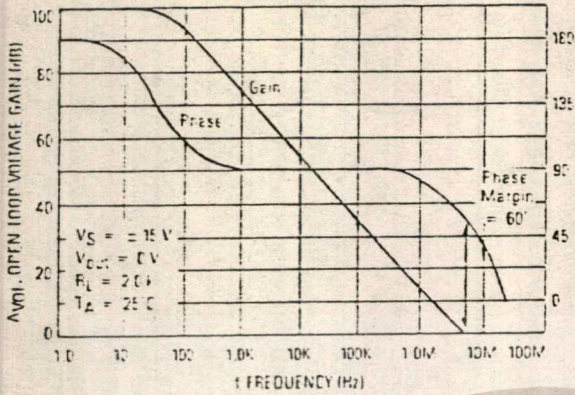


FIGURE 16—OPEN-LOOP VOLTAGE GAIN AND PHASE versus FREQUENCY

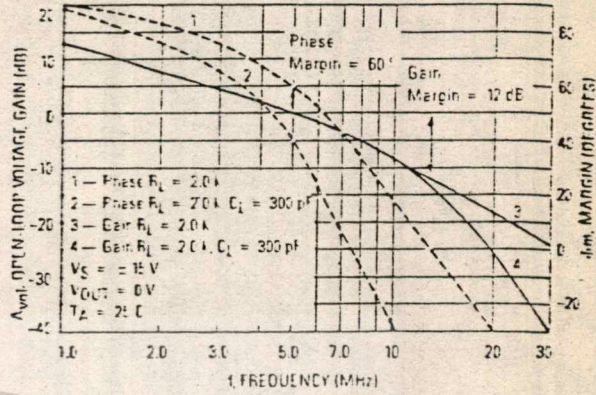


FIGURE 17—NORMALIZED GAIN BANDWIDTH PRODUCT versus TEMPERATURE

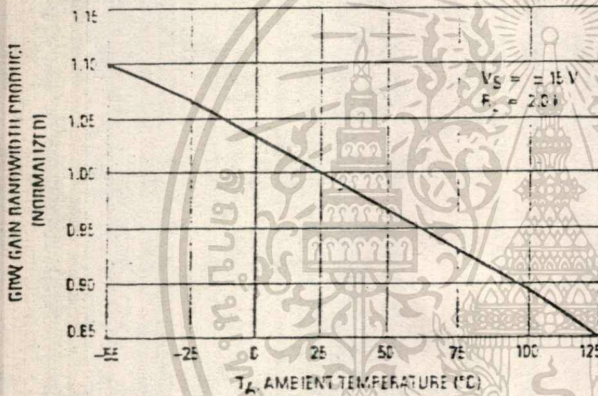


FIGURE 18—PERCENT OVERSHOOT versus LOAD CAPACITANCE

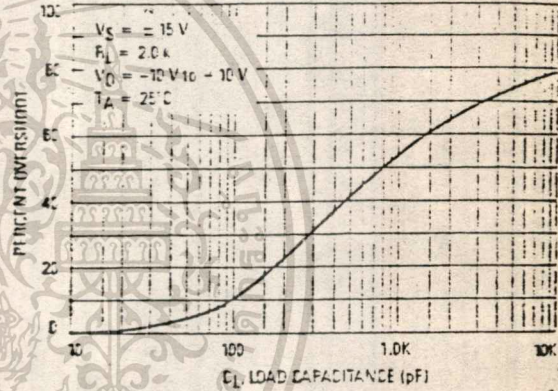


FIGURE 19—PHASE MARGIN versus LOAD CAPACITANCE

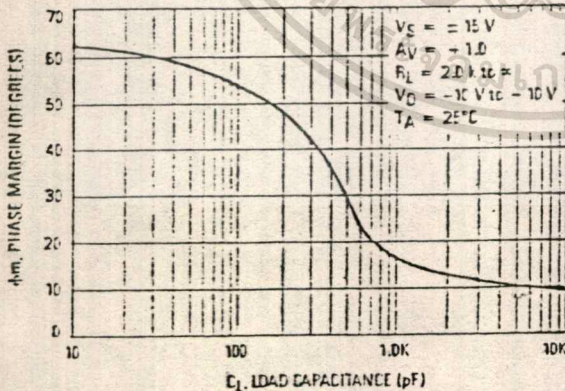
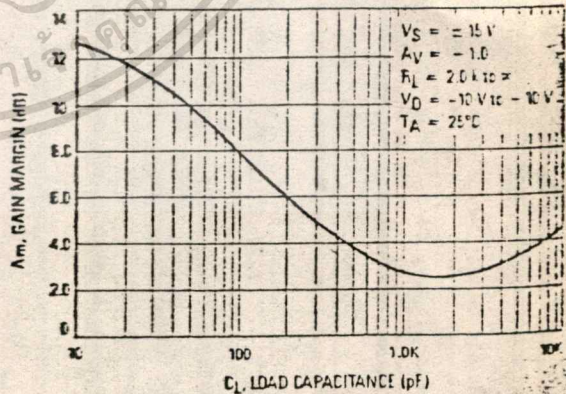


FIGURE 20—GAIN MARGIN versus LOAD CAPACITANCE



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

FIGURE 21—PHASE MARGIN versus TEMPERATURE

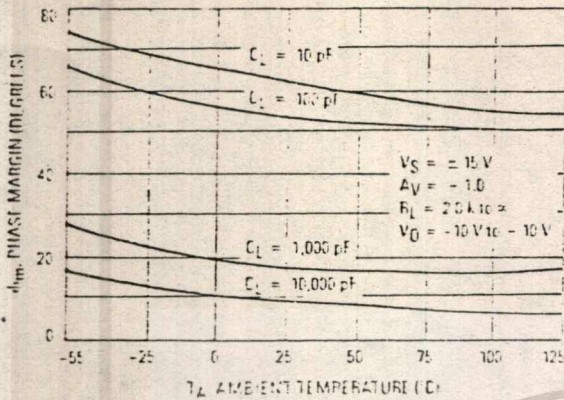


FIGURE 22—GAIN MARGIN versus TEMPERATURE

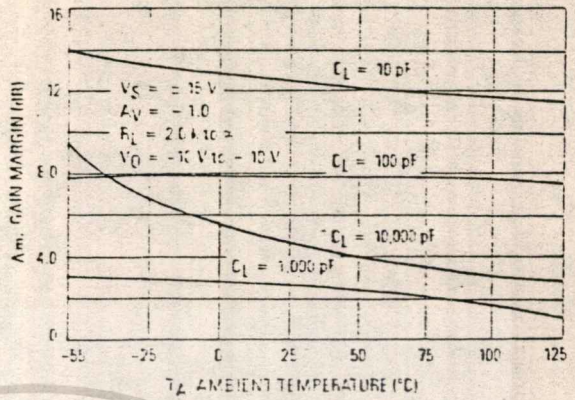


FIGURE 23—NORMALIZED SLEW RATE versus TEMPERATURE

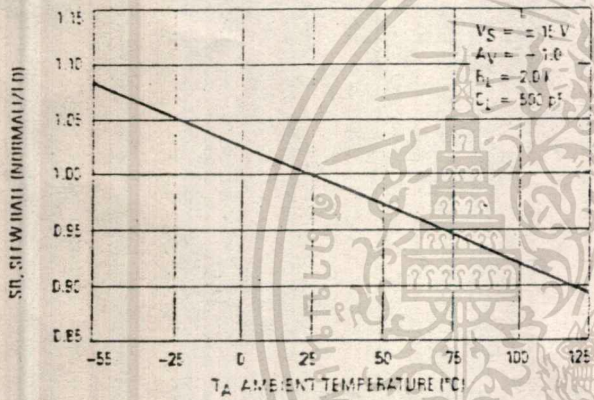


FIGURE 24—OUTPUT SETTLING TIME

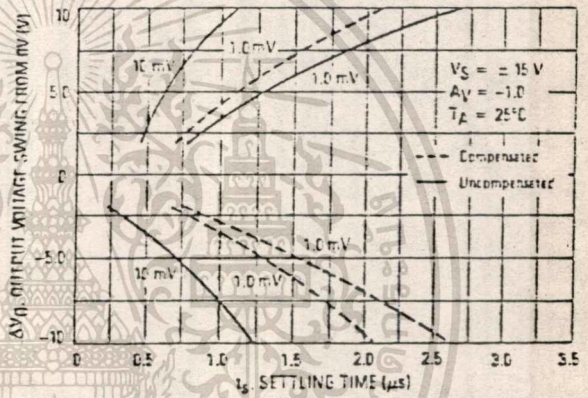


FIGURE 25—SMALL-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE

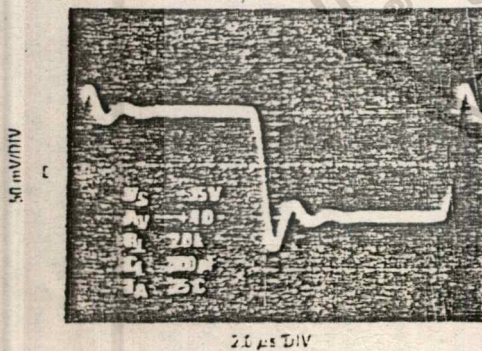
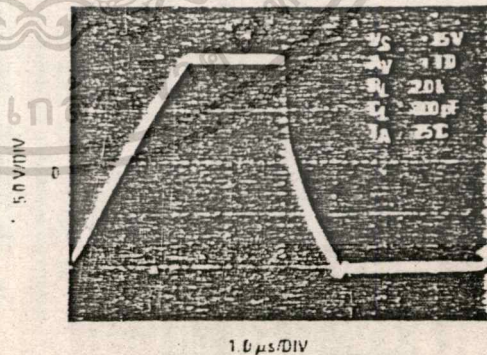


FIGURE 26—LARGE-SIGNAL TRANSIENT RESPONSE



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.

FIGURE 27—COMMON-MODE REJECTION RATIO versus FREQUENCY

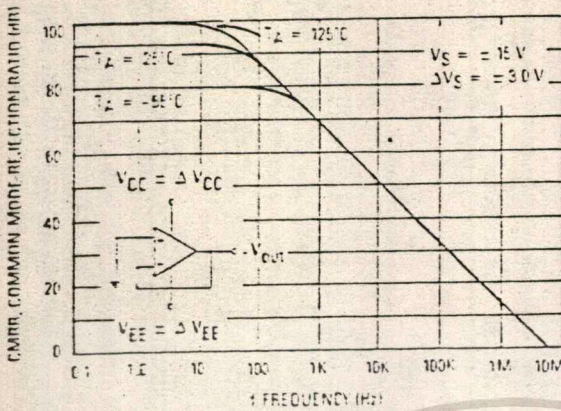


FIGURE 28—POWER SUPPLY REJECTION RATIO versus FREQUENCY

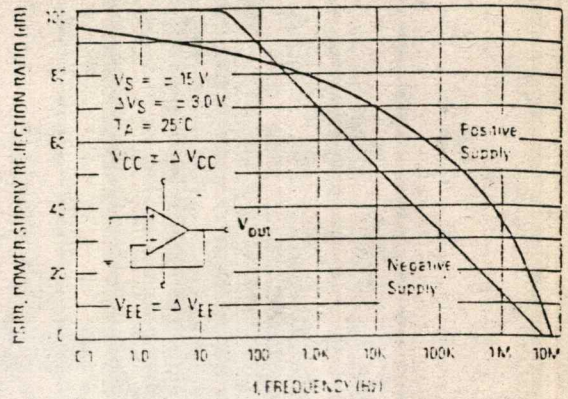


FIGURE 29—SUPPLY CURRENT versus SUPPLY VOLTAGE

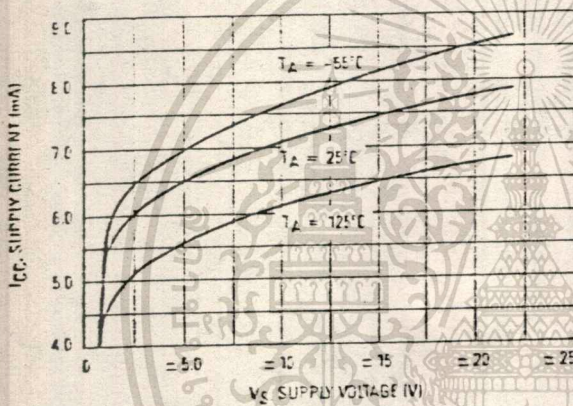


FIGURE 30—POWER SUPPLY REJECTION RATIO versus TEMPERATURE

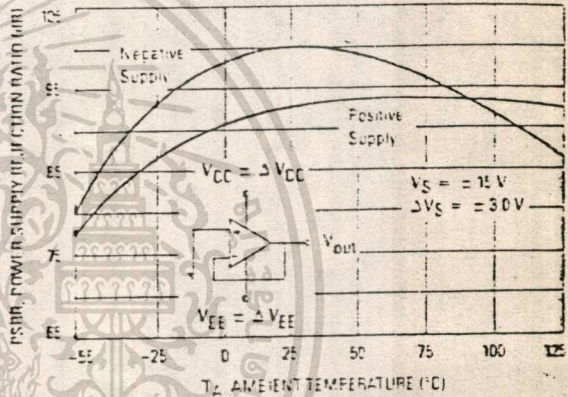


FIGURE 31—CHANNEL SEPARATION versus FREQUENCY

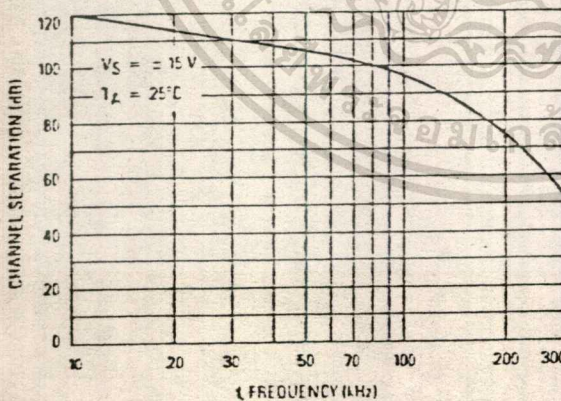
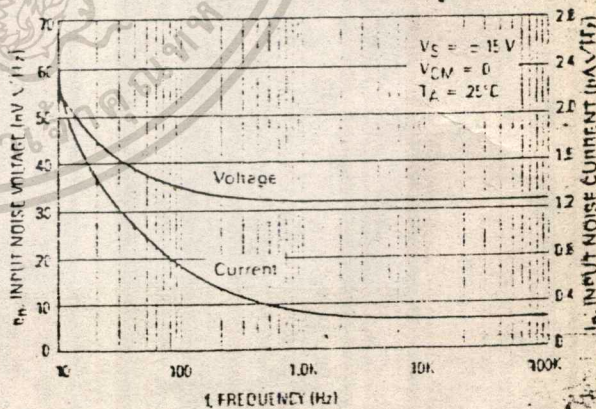


FIGURE 32—SPECTRAL NOISE DENSITY



MOTOROLA Semiconductor Products Inc.



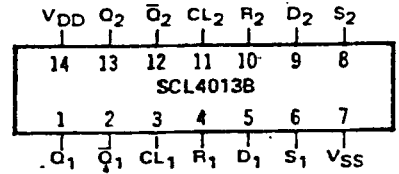
FEATURES

- ◆ Independent Set and Reset Controls
- ◆ Static Operation
- ◆ Logic Edge-Clocked Design
- ◆ 16MHz Toggle Rate @ 10Vdc
- ◆ Balanced Output Drive Current Specifications

DESCRIPTION

The SCL4013B consists of two identical, independent D-type Flip-Flops. These devices can be used for shift register applications, and, by connecting the \bar{Q} output to the Data input, for counter and toggle applications. The logic level present at the D input is transferred to the Q output during the positive-going transition of the Clock pulse. Setting or resetting is independent of the Clock and is accomplished by a high level on the Set or Reset line, respectively.

CONNECTION DIAGRAM
(all packages)



Add suffix for package:

- C 14-pin Cerdip
- D 14-pin Ceramic
- E 14-pin Epoxy
- F 14-pin Flat
- H Chip

TRUTH TABLE

CL	D	R	S	Q	\bar{Q}
0	0	0	0	0	1
0	1	0	0	1	0
0	x	0	0	0	0
0	x	0	1	0	1
0	x	0	1	1	0
0	x	1	1	1	1
1	x	x	x	x	x

NO CHANGE

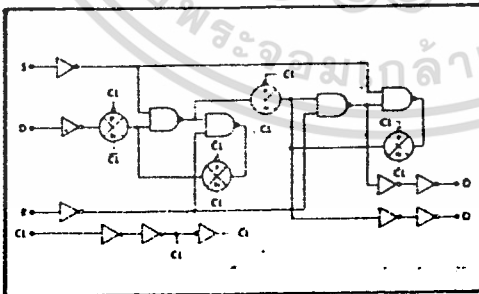
▲ = Level Change
x = Don't Care

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

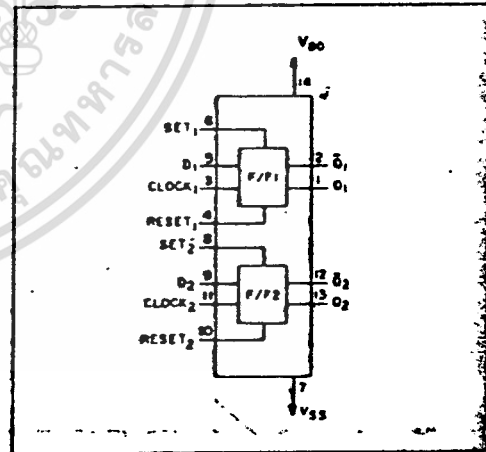
For maximum reliability:

- 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)

LOGIC DIAGRAM



BLOCK DIAGRAM



ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS^{1,2}

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} All valid input combinations	~	1.0	—	0.005	1.0	—	30	μA _{dc}
			—	2.0	—	0.01	2.0	—	60	
			—	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.

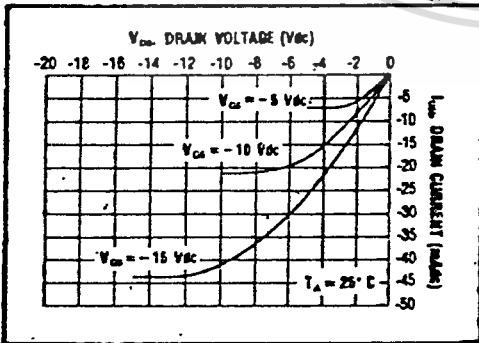
= + 85°C for E device.

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

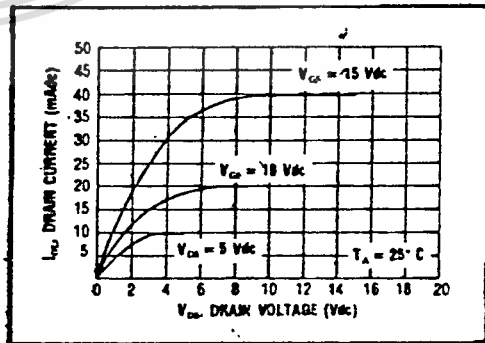
DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER	V _{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
CLOCKED OPERATION					
PROPAGATION DELAY TIME	t _{PLH, t_{PWL}}	5	—	125	250
		10	—	65	130
		15	—	45	90
OUTPUT TRANSITION TIME	t _{TLH, t_{TNL}}	5	—	100	200
		10	—	50	100
		15	—	40	80
MINIMUM CLOCK PULSE WIDTH	PW _{CL}	5	—	70	140
		10	—	30	60
		15	—	20	40
MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	f _{CL}	5	3.5	7.0	—
		10	8.0	16	—
		15	12.5	25	—
MAXIMUM CLOCK RISE AND FALL TIME ¹	t _{rCL, t_{fCL}}	5	15	—	—
		10	10	—	—
		15	5	—	—
MINIMUM SETUP TIME	t _{setup}	5	—	25	50
		10	—	10	20
		15	—	7.5	15
MINIMUM HOLD TIME	t _{hold}	5	—	-25	0
		10	—	-10	0
		15	—	-5	0
SET AND RESET OPERATIONS					
PROPAGATION DELAY TIME S to Q, R to Q	t _{PLH}	5	—	125	250
		10	—	65	130
		15	—	45	90
MINIMUM SET AND RESET PULSE WIDTH	PW _{S, PW_R}	5	—	65	130
		10	—	30	60
		15	—	25	50
SET AND RESET REMOVAL TIME	t _{rem}	5	—	0	25
		10	—	0	10
		15	—	0	5

¹ When units are cascaded, the maximum rise and fall times of the clock input should be equal to or less than the transition times of the data outputs driving data inputs, plus the propagation delay of the output driving stage for the output capacitive load.



Typical P-Channel
Source Current Characteristics



Typical N-Channel
Sink Current Characteristics



MOTOROLA

**ZERO VOLTAGE CROSSING
OPTICALLY ISOLATED TRIAC DRIVERS**

These devices consist of gallium-arsenide infrared-emitting diodes optically coupled to monolithic silicon detectors performing the functions of Zero Voltage Crossing bilateral triac drivers.

They are designed for use with a triac in the interface of logic systems to equipment powered from 220 Vac lines, such as solid-state relays, industrial controls, motors, solenoids and consumer appliances, etc.

- Simplifies Logic Control of 220 Vac Power
- Zero Voltage Crossing
- High Breakdown Voltage: $V_{DRM} = 400$ V Min
- High Isolation Voltage: $V_{ISO} = 7500$ Vac (Min)
- Small, Economical, 6-Pin DIP Package
- Same Pin Configuration as MOC2020 3021
- UL Recognized, File No. E54915
- dv/dt of 100 V/μs Typ

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

Rating	Symbol	Value	Unit
INFRARED EMITTING DIODE MAXIMUM RATINGS			
Reverse Voltage	V_R	6.0	Volts
Forward Current - Continuous	I_F	50	mA
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	120	mW
Permissible Power in Output Driver Derate above 25°C		1.33	mW/ $^\circ\text{C}$

OUTPUT DRIVER MAXIMUM RATINGS

Off-State Output Terminal Voltage	V_{DRM}	400	Volts
On-State RMS Current $T_A = 25^\circ\text{C}$	$I_T(\text{RMS})$	100	mA
Full Cycle, 50 to 60 Hz $T_A = 70^\circ\text{C}$		50	mA
Peak Nonrepetitive Surge Current $(PW = 10 \text{ ms})$	I_{TSM}	1.2	A
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	300	mW
Derate above 25°C		4.0	mW/ $^\circ\text{C}$

TOTAL DEVICE MAXIMUM RATINGS

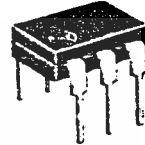
Isolation Surge Voltage (1) (Peak ac Voltage 60 Hz, 5 Second Duration)	V_{ISO}	7500	Vac
Total Power Dissipation @ $T_A = 25^\circ\text{C}$	P_D	330	mW
Derate above 25°C		4.4	mW/ $^\circ\text{C}$
Junction Temperature Range	T_J	-40 to +100	$^\circ\text{C}$
Ambient Operating Temperature Range	T_A	-40 to +70	$^\circ\text{C}$
Storage Temperature Range	T_{STG}	-40 to +150	$^\circ\text{C}$
Soldering Temperature (10 s)		260	$^\circ\text{C}$

1) Isolation Surge Voltage, V_{ISO} is an internal device electrical breakdown rating

**MOC3040
MOC3041**

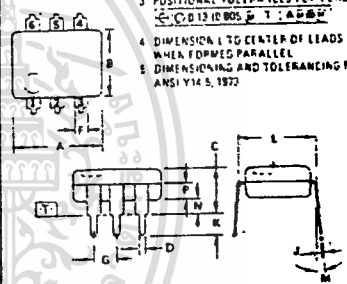
**OPTO
COUPLER / ISOLATOR
ZERO CROSSING
TRIAC DRIVER**

400 VOLTS



NOTES

- 1 DIMENSIONS A AND E ARE DATUMS
- 2 \square IS SEATING PLANE
- 3 POSITIONAL TOLERANCES PER LEADS $\leq \text{C: } 0.13 \text{ (D: } 0.05 \text{); T: } 0.05$
- 4 DIMENSION L TO CENTER OF LEADS WHEN FORMED PARALLEL
- 5 DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5, 1972

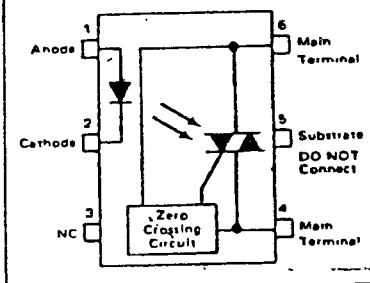


MILLIMETERS		INCHES	
DIM	MIN - MAX	MIN	MAX
A	6.13 - 6.85	0.241 - 0.270	0.350
B	6.10 - 6.60	0.240 - 0.260	0.260
C	2.97 - 3.04	0.115 - 0.120	0.120
D	0.41 - 0.51	0.016 - 0.020	0.020
E	1.07 - 1.78	0.042 - 0.070	0.070
G	2.54 BSC	0.100 BSC	0.100 BSC
H	0.25 - 0.30	0.008 - 0.012	0.012
I	2.94 - 3.31	0.100 - 0.152	0.152
J	7.62 BSC	0.300 BSC	0.300 BSC
M	0 - 150	0 - 150	0 - 150
N	0.31 - 2.54	0.012 - 0.100	0.100
P	1.27 - 2.83	0.050 - 0.080	0.080

- STYLE 6**
1. ANODE
 2. CATHODE
 3. NC
 4. MAIN TERMINAL
 5. SUBSTRATE
 6. MAIN TERMINAL

CASE 730A-01

COUPLER SCHEMATIC



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
LED CHARACTERISTICS					
Reverse Leakage Current (V _R = 6.0 V)	I _R	-	0.05	100	μA
Forward Voltage (I _F = 30 mA)	V _F	-	1.3	1.5	Volts
DETECTOR CHARACTERISTICS (I_F = 0 unless otherwise noted)					
Peak Blocking Current, Either Direction (Rated V _{DRM} , Note 1)	I _{DRM1}	-	2.0	100	nA
Peak On-State Voltage, Either Direction (I _{TM} = 100 mA Peak)	V _{TM}	-	1.8	3.0	Volts
Critical Rate of Rise of Off-State Voltage	dv/dt	-	100	-	V/μs

COUPLED CHARACTERISTICS

LED Trigger Current, Current Required to Latch Output (Main Terminal Voltage = 3.0 V, Note 2)	I _{FT}	-	-	30 15	mA
	MOC3040 MOC3041				
Holding Current, Either Direction	I _H	-	200	-	μA

ZERO CROSSING CHARACTERISTICS

Inhibit Voltage (I _F = Rated I _{FT} , MT1-MT2 Voltage above which device will not trigger.)	V _{IH}	-	15	40	Volts
Leakage in Inhibited State (I _F = Rated I _{FT} , Rated V _{DRM} , Off State)	I _{DRM2}	-	100	300	μA

- Note 1. Test voltage must be applied within dv/dt rating.
 Note 2. All devices are guaranteed to trigger at an I_F value less than or equal to max I_{FT}. Therefore, recommended operating I_F lies between max I_{FT} (30 mA for MOC3040, 15 mA for MOC3041) and absolute max I_F (50 mA).

TYPICAL ELECTRICAL CHARACTERISTICS

FIGURE 1 - ON-STATE CHARACTERISTICS

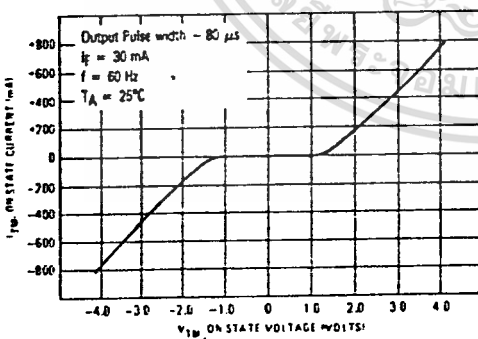
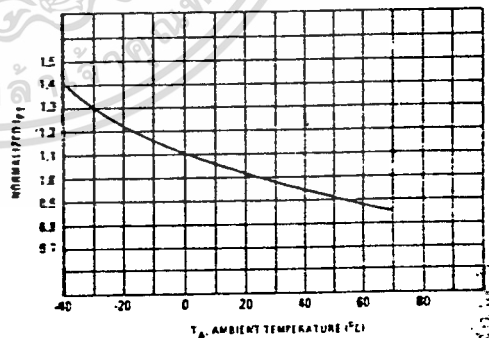


FIGURE 2 - TRIGGER CURRENT VERSUS TEMPERATURE



INTERMIL

ICL7106, 7107 3 1/2 Digit Single Chip A/D Converter

FEATURES

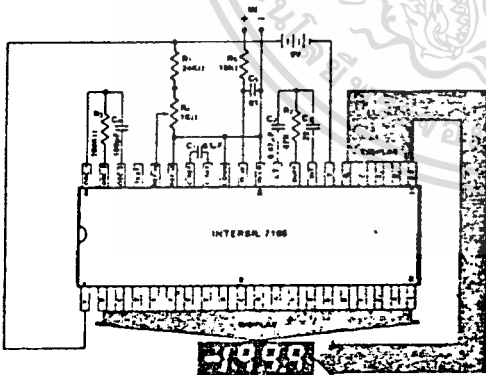
- Guaranteed zero reading for 0 volts input on all scales.
- True polarity at zero for precise null detection.
- 1 pA input current typical.
- True differential input and reference.
- Direct display drive - no external components required. — LCD ICL7106
— LED ICL7107
- Low noise - less than 15µV pk-pk.
- On-chip clock and reference.
- Low power dissipation - typically less than 10mW.
- No additional active circuits required.
- Evaluation Kit available.

GENERAL DESCRIPTION

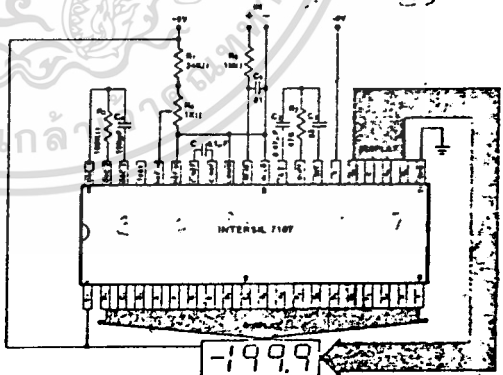
The Intersil ICL7106 and 7107 are high performance, low power 3-1/2 digit A/D converters. All the necessary active devices are contained on a single CMOS I.C., including seven segment decoders, display drivers, reference, and a clock. The 7106 is designed to interface with a liquid crystal display (LCD) and includes a backplane drive; the 7107 will directly drive an instrument-size light emitting diode (LED) display.

The 7106 and 7107 bring together an unprecedented combination of high accuracy, versatility, and true economy. High accuracy like auto-zero to less than 10µV, zero drift of less than 1µV/°C, input bias current of 10 pA max., and roll-over error of less than one count. The versatility of true differential input and reference is useful in all systems, but gives the designer an uncommon advantage when measuring load cells, strain gauges and other bridge-type transducers. And finally the true economy of single power supply operation (7106), enabling a high performance panel meter to be built with the addition of only 7 passive components and a display.

TYPICAL CONNECTION DIAGRAMS



ICL7106 with Liquid Crystal Display

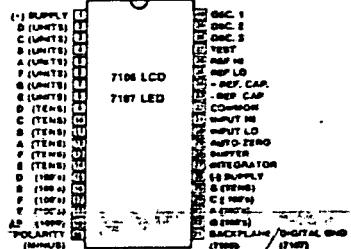


ICL7107 with LED Display

ORDERING INFORMATION

Part	Package	Temp. Range	Order Part #
7106	40 pin ceramic DIP	0°C to +70°C	ICL7106CDL
7106	40 pin plastic DIP	0°C to +70°C	ICL7106CPL
7107	40 pin ceramic DIP	0°C to +70°C	ICL7107CDL
7107	40 pin plastic DIP	0°C to +70°C	ICL7107CPL
7106 Kit	Evaluation kits contain IC, display, circuit board, passive components and hardware.		
7107 Kit	See page 10.		

PIN CONFIGURATION



ICL7106/ICL7107

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

ICL 7106

Supply Voltage (V+ to V-)	15V
Analog Input Voltage (either input) (Note 1)	V+ to V-
Reference Input Voltage (either input)	V+ to V-
Clock Input	Test to V+
Power Dissipation (Note 2)	
Ceramic Package	1000mW
Plastic Package	800mW
Operating Temperature	0°C to +70°C
Storage Temperature	-65°C to +160°C
Lead Temperature (Soldering, 60 sec)	300°C

ICL 7107

Supply Voltage (V+ to V-)	6V
Analog Input Voltage (either input) (Note 1)	V+ to V-
Reference Input Voltage (either input)	V+ to V-
Clock Input	Gnd to V+
Power Dissipation (Note 2)	
Ceramic Package	1000mW
Plastic Package	800mW
Operating Temperature	0°C to +70°C
Storage Temperature	-65°C to +160°C
Lead Temperature (Soldering, 60 sec)	300°C

Note 1: Input voltages may exceed the supply voltages provided the input current is limited to $\pm 100\mu\text{A}$.

Note 2: Dissipation rating assumes device is mounted with all leads soldered to printed circuit board.

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Note 3)

CHARACTERISTICS	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Zero Input Reading	Vin = 0.0V Full Scale = 200.0 mV	-000.0	± 000.0	+000.0	Digital Reading
Ratiometric Reading	Vin = Vref Vref = 100 mV	999	999/1000	1000	Digital Reading
Rollover Error (Difference in reading for equal positive and negative reading near Full Scale)	-Vin = +Vin = 200.0mV	-1	± 2	+1	Counts
Linearity (Max. deviation from best straight line fit)	Full scale = 200mV or full scale = 2.000V	-1	± 2	+1	Counts
Common Mode Rejection Ratio (Note 4)	Vcm = $\pm 1\text{V}$, Vin = 0V. Full Scale = 200.0mV.		50		$\mu\text{V/V}$
Noise (Pk - Pk value not exceeded 95% of time)	Vin = 0V Full Scale = 200.0mV		15		μV
Leakage Current @ Input	Vin = 0V		1	10	pA
Zero Reading Drift	Vin = 0 0°C < TA < 70°C		0.2	1	$\mu\text{V}/^\circ\text{C}$
Scale Factor Temperature Coefficient	Vin = 199.0mV 0°C < TA < 70°C (Ext. Ref. 0ppm/°C)		1	5	ppm/°C
Supply Current (Does not include LED current for 7107)	Vin = 0		0.8	1.8	mA
Analog Common Voltage (With respect to pos. supply)	25K Ω between Common & pos. Supply	2.4	2.8	3.2	Volts
Temp. Coeff. of Analog Common (with respect to pos. Supply)	25K Ω between Common & pos. Supply		80		ppm/°C
7106 ONLY Pk-Pk Segment Drive Voltage (Note 5)	V Supply = 9V	4	5	6	Volts
7106 ONLY Pk-Pk Backplane Drive Voltage (Note 5)	V Supply = 9V	4	5	6	Volts
7107 ONLY Segment Sinking Current (Except Pin 19)	+Supply = 5.0V Segment voltage = 3V	5	8.0		mA
7107 ONLY Segment Sinking Current (Pin 19 only)	+Supply = 5.0V Segment voltage = 3V	10	16		mA

Note 3: Unless otherwise noted, specifications apply to both the 7106 and 7107 at TA = 25°C, fclock = 48kHz. 7106 is tested in the circuit of Figure 1. 7107 is tested in the circuit of Figure 2.

Note 4: Refer to "Differential Input" discussion on page 4.

Note 5: Back plane drive is in phase with segment drive for 'off' segment, 180° out of phase for 'on' segment. Frequency is 20 times conversion rate. Average DC component is less than 50mV.