

# ระบบพัฒนาฟาร์มเลี้ยงไก่ด้วยตัวประมวลผลทางอิเล็กทรอนิกส์

## ELECTRONIC CONTROL SYSTEM TO DEVELOP FARM CHICKEN



เลขหมู่..... 2544  
เลขทะเบียน..... 46262  
วัน, เดือน, ปี..... 2 1 ส.ค. 2546

.b.....  
.i.....

ปฏิญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านธุรกิจ  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบพัฒนาฟาร์มเลี้ยงไก่ด้วยตัวประมวลผลทางอิเล็กทรอนิกส์  
ELECTRONIC CONTROL SYSTEM TO DEVELOP FARM CHICKEN



ปริญญาานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต  
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์  
คณะวิศวกรรมศาสตร์  
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง  
ปีการศึกษา 2544

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วันที่ 25 มีนาคม พ.ศ. 2545

โครงการในปริญญานิพนธ์ ชื่อโครงการ ระบบพัฒนาฟาร์มเลี้ยงไก่ด้วยตัวประมวลผลทางอิเล็กทรอนิกส์ จัดทำโดย นายอาเขต บุญธาราม อาจารย์ที่ปรึกษา รศ.ดร.สุริภณ สมควรพาณิชย์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ โดยร่วมกับภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง โดยได้ดำเนินการ ออกแบบ สร้างระบบระบบพัฒนาฟาร์มเลี้ยงไก่ด้วยตัวประมวลผลทางอิเล็กทรอนิกส์ พร้อมทั้งทำการทดลองสมรรถภาพของระบบเป็นที่เรียบร้อยแล้ว ซึ่งได้รับการสนับสนุนทุนในการสร้างโครงการทั้งหมดจากภาควิชาเทคโนโลยีการผลิตสัตว์ คณะเทคโนโลยีการเกษตรผ่านทาง ผศ.อนุชา แสงโสภณ จึงขอขอบคุณและรับมอบโครงการระบบพัฒนาฟาร์มเลี้ยงไก่ด้วยตัวประมวลผลทางอิเล็กทรอนิกส์มา ณ  
ที่นี้

ลงชื่อ

( ผศ.อนุชา แสงโสภณ )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2544

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบพัฒนาฟาร์มเลี้ยงไก่ด้วยตัวประมวลผลทางอิเล็กทรอนิกส์

จัดทำโดย

นายอาเขต บุญทาราม

โครงการนี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมทั้งจะทำการสอบได้



(รศ.ดร. สุริภณ สมควรพานิชย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


แบบฟอร์มรับรองความพร้อมในการสอบ

ปริญญานิพนธ์เรื่อง ระบบพัฒนาฟาร์มเลี้ยงไก่ด้วยตัวประมวลผลทางอิเล็กทรอนิกส์  
ELECTRONIC CONTROL SYSTEM TO DEVELOP FARM CHICKEN

จัดทำโดย

นายอาเขต บุญทาราม

โครงการนี้ได้รับการตรวจสอบแล้ว พร้อมที่จะทำการสอบได้



(รศ.ดร. สุริภณ สมควรพาณิชย์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ระบบพัฒนาฟาร์มเลี้ยงไก่ด้วยตัวประมวลผลทางอิเล็กทรอนิกส์

อาเขต บุญทาราม

รศ.ดร.สุริภณ สมควรพาณิชย์

ปีการศึกษา 2544

## บทคัดย่อ

ในการทำฟาร์มเลี้ยงไก่เนื่อนั้น ปัจจัยต่าง ๆ ที่ส่งผลกระทบต่อการเจริญเติบโตของไก่ อาทิ เช่น อุณหภูมิ ความชื้น และแสงสว่าง เป็นต้น จำเป็นจะต้องมีการควบคุมเพื่อที่จะให้ผลผลิตมาก โดยใช้พลังงานหรือต้นทุนน้อยที่สุด ดังนั้นในโครงการนี้จึงได้เสนอการควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ดังที่กล่าวมาด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ในระบบที่ออกแบบนั้นสามารถตรวจสอบอุณหภูมิและความชื้นภายในฟาร์มเลี้ยงไก่ และควบคุมแสงสว่างให้เพียงพอกับความต้องการของไก่ โดยที่ระบบสามารถแสดงผลข้อมูลที่ตรวจสอบได้ภายในฟาร์ม ข้อมูลที่เก็บมาจะเข้าสู่การตัดสินใจของตัวประมวลผลในการสั่งงานในส่วนของระบบควบคุมพัดลม สเปร์ย์น้ำ และหลอดไฟ ซึ่งระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ในฟาร์มเลี้ยงไก่ที่กล่าวมาสามารถควบคุมได้ทั้งแบบอัตโนมัติ และควบคุมจากผู้ใช้งานได้โดยตรง

# ELECTRONIC CONTROL SYSTEM TO DEVELOP FARM CHICKEN

Mr. Arket Boontaram

Assoc.Prof.Dr. Suripon Somkuarnpanit

Academic Year 2001

## ABSTACT

Running a farm chicken, there are many factors that effect on chicken's growth such as, temperature, humidity and light. According to these factors you have to control them to increase more products by using energy and capital money safely. This product is represented the electronics system control. It can control the temperature, humidity and light in the farm. It shows the data that is occurred and examined in the farm. This data is collected into the describe process system. The systems of fanning, water to blow and electric lights in the farm can be control by both automation and the users.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อ	I
ABSTRACT	II
สารบัญ	III
สารบัญรูปภาพ	V
สารบัญตาราง	VI
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 โรงเรือนและพื้นฐานความต้องการของไก่	3
2.1 ลักษณะของฟาร์มไก่	3
2.2 ลักษณะโครงสร้างของโรงเรือน	3
2.3 การระบายอากาศ	4
2.4 ความชื้นภายในโรงเรือน	5
2.5 อุปกรณ์ให้แสงสว่างภายในโรงเรือน	5
บทที่ 3 โครงสร้างของระบบควบคุมโรงเรือนเลี้ยงไก่	6
3.1 ภาคตรวจจับ	6
3.2 ภาคประมวลผลย่อย	6
3.3 ตัวประมวลผลหลัก	7
3.4 ตัวประมวลผลย่อยส่งงานผู้ควบคุมไฟ 220 V	7
3.5 ผู้ควบคุมไฟ 220 V	7
3.6 ภาครักษาอุณหภูมิของระบบ	7
3.7 การออกแบบการใช้งานของระบบควบคุมอุณหภูมิ,ความชื้น,แสงสว่าง	8
บทที่ 4 การออกแบบและการสร้างระบบควบคุมการเลี้ยงไก่	10
4.1ภาคตรวจวัดอุณหภูมิและความชื้น	10
4.2 การออกแบบวงจรการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล	12
4.3 การออกแบบวงจรภาครับการกดคีย์ข้อมูล	13
4.4 ภาคประมวลผลย่อย	13
4.5 ภาคประมวลผลหลัก	14
4.6 วงจรรักษาเสถียรภาพของระบบ (อุณหภูมิ)	16
4.7 การออกแบบกล่องควบคุมสวิทช์ รีเลย์กำลัง	18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.7 การออกแบบกล่องควบคุมสวิตช์ รีเลย์กำลัง	18
4.8 การออกแบบภาคควบคุมสวิตช์	18
4.9 ภาคควบคุม ส่วนของรีเลย์กำลัง	19
4.10 การออกแบบตู้ CONTROL	20
4.11 การสื่อสารแบบอนุกรม RS485	20
4.12 Timing Diagram ของการทำงานควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า	24
บทที่ 5 การทดลองการวัดอุณหภูมิ,ความชื้นและแสงสว่าง	32
5.1การทดลองส่วนของอุณหภูมิ	32
5.2การทดลองส่วนของความชื้น	36
5.3การทดลองส่วนของแสงสว่าง	39
สรุปผลการทดลอง	40
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	



## สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 หลังกาโรงเรือนไก่ แบบหน้าจั่ว 2 ชั้น และแบบหน้าจั่ว	4
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบโดยรวม	9
รูปที่ 4.1 ภาคตรวจวัดอุณหภูมิ ,ความชื้น, แสดงผลการสื่อสาร RS485	10
รูปที่ 4.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิ	11
รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ตรวจจับความชื้น Philips	11
รูปที่ 4.4 กราฟคุณสมบัติของตัวตรวจจับความชื้น Philips	12
รูปที่ 4.5 บล็อกแสดงการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล	12
รูปที่ 4.6 วงจรภาครับข้อมูล	13
รูปที่ 4.7 วงจรภาคตรวจจับแสง	14
รูปที่ 4.8 ลักษณะของสัญญาณ	14
รูปที่ 4.9 ลักษณะขาและการทำงานของ 24LC256	15
รูปที่ 4.10 การกำหนดแอดเดรส	16
รูปที่ 4.11 การกำหนดการเขียนข้อมูล	16
รูปที่ 4.12 การกำหนดการอ่านข้อมูล	16
รูปที่ 4.13 ผู้ควบคุมที่มีระบบระบายอากาศ	17
รูปที่ 4.14 สัญญาณจาก ไอซี DS1620	17
รูปที่ 4.15 ระบบระบายความร้อน	18
รูปที่ 4.16 กล้องควบคุมสวิตช์รีเลย์กำลัง	18
รูปที่ 4.17 รูปแสดงวงจรภายใน IC ULN2003A	19
รูปที่ 4.18 การเชื่อมต่อวงจรผ่านการรับ ส่งข้อมูลด้วย RS485	21
รูปที่ 4.19 รูปโครงสร้างของไอซีเบอร์ 75176 และตารางการทำงาน	21
รูปที่ 4.20 รูปแสดงการเปรียบเทียบระหว่างการรับ ส่งข้อมูลแบบ RS232และRS485	22
รูปที่ 4.21 timing Diagram การสื่อสารข้อมูลของตัวแม่และตัวลูกตัวที่ 1	23
รูปที่ 4.22 timing Diagram การสื่อสารข้อมูลของตัวแม่และตัวลูกตัวที่ 2	23
รูปที่ 4.23 timing Diagram การสื่อสารข้อมูลของตัวแม่และตัวลูกตัวที่ 3	23
รูปที่ 4.24 timing Diagram ของพัลลวมเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าค่าที่กำหนด	24
รูปที่ 4.25 timing Diagram ของพัลลวมเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนด 1°C	24
รูปที่ 4.26 timing Diagram ของพัลลวมเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนด 2°C	24

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.27 timing Diagram ของพัลสมเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าค่าที่กำหนด $3^{\circ}\text{C}$	25
รูปที่ 4.28 timing Diagram ของสเปร์ย์น้ำเมื่อความชื้นต่ำกว่าค่าที่กำหนด	25
รูปที่ 4.29 timing Diagram ของการควบคุมแสงสว่าง	25
รูปที่ 4.30 วงจรการออกแบบที่ 1	26
รูปที่ 4.31 วงจรการออกแบบที่ 2	27
รูปที่ 4.32 วงจรการออกแบบที่ 3	28
รูปที่ 4.33 วงจรการออกแบบที่ 4	29
รูปที่ 4.34 วงจรการออกแบบที่ 5	30
รูปที่ 4.35 วงจรการออกแบบที่ 6	31
รูปที่ 5.2 การทดลองการรับแสง	39
กราฟที่ 5.1 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับแรงดัน	33
กราฟที่ 5.2 กราฟแสดงอุณหภูมิเฉลี่ยและตัวสอบเทียบอุณหภูมิ	35
กราฟที่ 5.3 การทดลองวัดอุณหภูมิภายใน 1 วัน	36
กราฟที่ 5.4 กราฟแสดงการเปลี่ยนแปลงของคาปาซิเตอร์เทียบกับความชื้นสัมพัทธ์	37
กราฟที่ 5.5 ตัวตรวจจับความชื้นเทียบกับกระเปาะเปียกกระเปาะแห้ง	38
กราฟที่ 5.6 ตัวตรวจจับความชื้นเทียบกับกระเปาะเปียกกระเปาะแห้ง 1 วัน	39
กราฟที่ 5.4 กราฟแสดงผลกระทบของแสงสว่างเทียบกับความต้านทานของ LDR	40

## สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 4.1 ตารางคุณสมบัติของ 4N26	19
ตารางที่ 5.1 การทดลองการวัดอุณหภูมิเทียบกับแรงดัน	32
ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของตัวตรวจจับอุณหภูมิ	33
ตารางที่ 5.3 การทดลองการวัดอุณหภูมิใน 1 วันเทียบกับตัวสอบเทียบ	35
ตารางที่ 5.4 การเปลี่ยนแปลงตัวเก็บประจุเทียบกับความชื้นสัมพัทธ์	36
ตารางที่ 5.5 ตัวตรวจจับความชื้นเทียบกับกระเปาะเปียกกระเปาะแห้ง	37
ตารางที่ 5.6 การทดลองวัดความชื้นสัมพัทธ์	38
ตารางที่ 5.7 ตารางผลการทดลองผลของ LDR ที่มีต่อแสง	39



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# บทที่ 1

## บทนำ

### 1.1 ความเป็นมา

ปัจจุบันการบริโภคอาหารประเภทโปรตีนที่มีราคาสูงมีความสำคัญมากในเศรษฐกิจยุคปัจจุบัน ซึ่งอาหารโปรตีนที่มีราคาสูงมากคือ “ไก่” สัตว์เลี้ยงประเภทนี้คนไทยนิยมเลี้ยงมากแต่ในอดีตเป็นการเลี้ยงแบบพอกินตามชนบท ดังนั้นจึงมีราคาแพง ต่อมาได้มีบริษัทต่าง ๆ ได้นำการเลี้ยงไก่เข้าสู่ระบบการเลี้ยงแบบอุตสาหกรรม ได้มีการกระจายฟาร์มเลี้ยงไก่ออกสู่เกษตรกรในชนบทเพื่อป้อนเข้าสู่โรงงาน ดังนั้นการเลี้ยงไก่ในปัจจุบันจึงเป็นเชิงธุรกิจ โดยมีการเลี้ยงจำนวนมากผู้บริโภคจึงสามารถบริโภคเนื้อไก่ได้ในราคาที่ถูกลง แต่ไก่เนื้อพันธุ์ไทยไม่สามารถที่จะนำมาเลี้ยงในเชิงอุตสาหกรรมได้ เพราะมีคุณสมบัติที่ไม่เหมาะสมหลายอย่าง จึงได้มีบริษัทต่าง ๆ นำไก่สายพันธุ์จากต่างประเทศมาเลี้ยงในเชิงอุตสาหกรรม เพราะมีตัวเนื้อแน่น โตเร็ว แต่มักจะตกใจง่าย ไม่ทนต่อสภาพอากาศอัตรการตายจึงเกิดค่อนข้างสูง ดังนั้นจึงเกิดการพัฒนาค้นพันธุ์ อาหาร และการจัดการ สำหรับในด้านการจัดการนี้เป็นส่วนที่เรานำเอาเทคโนโลยีเข้ามาจัดการเพื่อเพิ่มผลผลิตลดอัตรการตาย และก่อให้เกิดรายได้สูงสุด

ในระบบการจัดการภายในโรงเลี้ยงมีความสำคัญมาก เพราะส่งผลกระทบต่อจำนวนของไก่ ความเสี่ยงในการลงทุน การใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ควบคู่กับการเลี้ยงสัตว์เป็นสิ่งใหม่ และมีราคาแพงมาก และส่วนใหญ่เป็นอุปกรณ์ที่นำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งบางอย่างไม่เหมาะสมกับสภาพอากาศและความเป็นจริงในประเทศไทย จึงได้เกิดความคิดในการทำ “ระบบควบคุมโรงเรือนเลี้ยงไก่” ขึ้น เพื่อลดระดับราคาของระบบและสามารถทำให้เกิดกำไรมากที่สุดมาสู่เกษตรกร

นับว่าเป็นเครื่องมือที่มีประโยชน์อย่างยิ่ง หากมีการส่งเสริมให้เกษตรกรนำไปใช้งานสำหรับการเลี้ยงไก่จริง เพราะนั่นหมายถึงการลดต้นทุนในการนำเข้า เครื่องมือที่มีราคาแพงจากต่างประเทศ ทำให้เกษตรกรมีรายได้จากการประกอบอาชีพการเลี้ยงไก่เพิ่มมากขึ้น และส่งผลให้คุณภาพของไก่ที่ควบคุมได้มาตรฐานในระดับที่ตลาดต้องการได้

### 1.2 วัตถุประสงค์

1. สามารถที่จะใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ เข้ามาใช้ประโยชน์ในทางการเกษตร
2. สามารถลดอัตรการตายของไก่ในการเลี้ยงในฤดูกาลต่าง ๆ ได้
3. สามารถควบคุมปัจจัยต่าง ๆ ในโรงเรือนเลี้ยงไก่ได้ในระดับหนึ่ง
4. สามารถที่จะสร้างระบบควบคุมที่ถูกต้องและสามารถใช้งานได้จริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 1.3 ข้อมูลในการออกแบบ (จากการสอบถามจากผู้ใช้งาน)

- สามารถแสดงผลอุณหภูมิ และควบคุมระบบให้มีอุณหภูมิตกลงได้ในระดับหนึ่ง
- สามารถแสดงผลความชื้น และควบคุมระบบให้มีความชื้นเพิ่มขึ้นหรือลดลงได้ และทำงานในลักษณะที่ เปิดสเปร์ย์น้ำ 3 นาที และปิดสเปร์ย์น้ำ 1 นาที เป็นเวลา 2 ชั่วโมง
- ต้องสามารถควบคุมให้ภายในโรงเรือนมีแสงสว่างที่เพียงพอและมีการดับไฟทั้งหมดในเวลากลางคืน 1 ชั่วโมง
- ระบบต้องมีความน่าเชื่อถือ ใช้ออกแบบให้มีการระบายความร้อนในจุดต่างๆในกล่องควบคุมโดยใช้การระบายความร้อนโดยอุณหภูมิสูงกว่าที่ตั้งไว้

จากการสอบถามผู้ใช้งาน เราสามารถสร้างระบบควบคุมทางอิเล็กทรอนิกส์ขึ้นมาได้ แต่เราต้องพิจารณาถึงโรงเรือนที่มีอยู่เป็นหลัก เพราะการติดตั้งระบบเราไม่สามารถที่จะสร้างโรงเรือนที่เหมาะสมได้ ในการสร้างนี้จะใช้โรงเรือนเลี้ยงไก่เนื้อของทางคณะเทคโนโลยีการเกษตร ภาควิชาการผลิตสัตว์ ซึ่งเป็นโรงเรือนแบบเปิดมีอุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้แล้ว และสามารถใช้งานได้ดังนี้

1. พัฒนาระบายอากาศ ขนาด 4 แอมป์ 6 ตัว
2. สเปร์ย์น้ำขนาด 5 แอมป์ พร้อมท่อทางเดิน
3. หลอดไฟ 3 แลวด

ปัญหาที่เกิดขึ้นของโรงเรือนเป็นปัญหาเรื่องของอุณหภูมิที่เกิดขึ้นการระบายความร้อนออกจากโรงเรือนทำได้ยากและยังมีความร้อนที่เกิดขึ้นภายในอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ภายในตู้ควบคุมจึงต้องออกแบบระบบให้มีเสถียรภาพเพื่อยืดอายุการใช้งานของอุปกรณ์และไม่ให้ระบบล้มเหลวจากอุณหภูมิ

### 1.4 เนื้อหาโครงการงาน

ในการสร้างโครงการงานนี้มีเนื้อหาต่าง ๆ ที่สำคัญซึ่งแยกไว้เป็นบท ดังนี้

- บทที่ 1 กล่าวสรุปแนวคิดในการทำโครงการงาน
- บทที่ 2 โรงเรือนและพื้นฐานความต้องการของไก่เนื้อ
- บทที่ 3 โครงสร้างโดยรวมของระบบควบคุมโรงเรือนเลี้ยงไก่
- บทที่ 4 การออกแบบและการสร้างระบบควบคุมการเลี้ยงไก่
- บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง
- บทที่ 6 สรุปผลการทดลอง

## บทที่ 2

### โรงเรือนและพื้นฐานความต้องการของไก่

โรงเรือนเป็นองค์ประกอบของการเลี้ยงไก่ ในการออกแบบโรงเรือนที่ถูกต้องเหมาะสมจะทำให้ไก่อยู่อย่างสบายมีการเจริญเติบโตดีและให้ผลผลิตที่ดี ในประเทศไทยตั้งอยู่ในอากาศแบบร้อนชื้นโรงเรือนจึงเน้นในทางด้านการระบายของอากาศที่ดี

#### 2.1 ลักษณะของฟาร์มไก่

โดยทั่วไปสามารถแบ่งออกได้ 2 ประเภท คือ

##### 2.1.1 การเลี้ยงแบบบนพื้นคอก

การเลี้ยงไก่บนพื้นคอก พื้นอาจเป็นพื้นดิน คอนกรีต หรือยกพื้นด้วย ตะแกรง ลวดตาข่าย

##### 2.1.2 การเลี้ยงแบบขังกรง

การเลี้ยงแบบขังกรงนิยมในไก่ไข่ เลี้ยงตั้งแต่ 1 ตัวขึ้นไป อาจวางซ้อนกัน 2-4 ชั้น ตั้งอยู่บนเนื้อพื้นดิน

#### 2.2 ลักษณะโครงสร้างของโรงเรือน

โรงเรือนที่เหมาะสมสำหรับการเลี้ยงไก่ ควรมีลักษณะต่าง ๆ ดังนี้

**2.2.1 ความกว้าง** ควรมีความกว้างประมาณ 30-40 ฟุต (9.8 - 12.2 เมตร) ถ้ากว้างมากไปจะทำให้ความลาดเอียงของหลังคาน้อยเกินไป อากาศถ่ายเทไม่สะดวก ทำให้อุณหภูมิภายในโรงเรือนสูง

**2.2.2 ความยาว** ขึ้นอยู่กับความเหมาะสม และปัจจัยต่าง ๆ ไม่ควรสร้างยาวเกิน 105 เมตร และกั้นเป็นห้อง ๆ

**2.2.3 ความสูง** จากพื้นถึงชายคาประมาณ 8-10 ฟุต (2.4 - 3 เมตร)

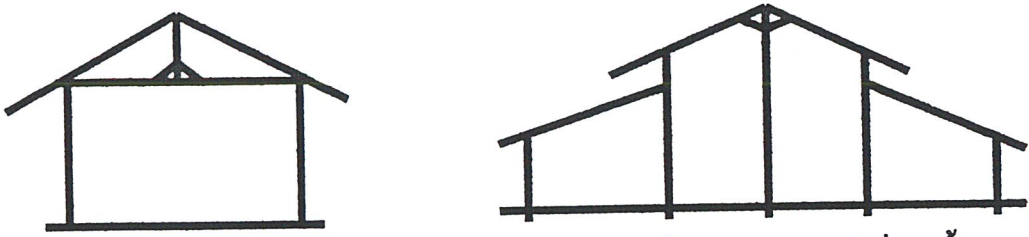
**2.2.4 หลังคา** ใช้แบบหน้าจั่ว 2 ชั้น เพราะสามารถระบายอากาศได้ดี มีความลาดเอียง ถ้ามุงด้วยจากจะเอียง 30 - 45 องศา ถ้ามุงด้วยสังกะสีจะเอียง 8 - 15 องศา

**2.2.5 พื้นคอก** แบ่งออกเป็นพื้นคอนกรีต พื้นดิน

**2.2.6 ฝาผนัง** (Walls and partition) นิยมใช้ลวดตาข่ายกั้นด้านข้างโรงเรือน เพื่อให้มีการระบายอากาศที่ดี และป้องกันการแพร่เชื้อของสัตว์อื่น ๆ ด้านหัวและท้ายโรงเรือนสามารถปิด

ทับได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 หลังคาโรงเรือนไก่ แบบหน้าจั่ว และ แบบหน้าจั่ว 2 ชั้น

### 2.3 การระบายอากาศ

ในประเทศไทยอยู่ในอากาศร้อนชื้น อุณหภูมิทั่วไปสูงกว่า 30 องศาเซลเซียส การระบายอากาศจึงมีความสำคัญมากต่อการเลี้ยงไก่ สภาพอุณหภูมิที่เหมาะสมกับการเลี้ยงไก่อยู่ประมาณ 18.3 – 23.9 องศาเซลเซียส เมื่ออุณหภูมิสูงเกินกว่า 27 องศาเซลเซียส ไก่จะเริ่มอึดอัด และสมรรถภาพการผลิตเริ่มลดลง ที่อุณหภูมิ 38 องศาเซลเซียส ผลผลิตไก่จะลดลงอย่างรวดเร็วและไก่จะเริ่มตาย โดยที่ความร้อนภายในโรงเรือนเกิดขึ้นจากการแผ่รังสีความร้อนจากดวงอาทิตย์ผ่านหลังคาเข้ามาภายในโรงเรือนและความร้อน จากการเมตาบอลิซึมภายในตัวไก่เอง ซึ่งออกจากการหายใจ เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นไก่จะกินอาหารลดลง เพื่อลดการเมตาบอลิซึม และลดการเกิดความร้อน การเจริญเติบโตลดลง ความสมบูรณ์ของพันธุ์ต่ำลง อัตราการตายสูง ไก่จะกินน้ำมากขึ้นและเพิ่มอัตราการหายใจ การระบายอากาศจะช่วยลดอุณหภูมิภายในโรงเรือนเพื่อให้ไก่อยู่สบายและยังมีผลต่อการระบายความชื้น การกำจัดก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์จากการหายใจ เมื่อไก่มีอายุที่มากขึ้นต้องมีการระบายอากาศเพิ่มขึ้นตามปริมาณความชื้น และความร้อนที่ไก่ขับออกมา

#### แนวทางการแก้ไขในการลดอุณหภูมิในโรงเรือน

- คิดพัคลมเพื่อช่วยระบายอากาศและความชื้น
- ใช้สปริงเกอร์พ่นบนหลังคา
- คิดเครื่องพ่นน้ำแบบฝอยให้พ่น โดยอัตโนมัติทุก ๆ ครึ่งชั่วโมง
- ปรับโปรแกรมแสงโดยให้แสงเพิ่มขึ้นในช่วงอากาศเย็น เพื่อให้ไก่มีเวลากินอาหารเพิ่มขึ้น

### 2.4 ความชื้นภายในโรงเรือน

ความชื้นภายในโรงเรือน ประกอบไปด้วยความชื้นจากอากาศ จากการหายใจของไก่ ความชื้นจากมูล และการระเหยของน้ำจากภาชนะที่ให้น้ำ โดยที่ความชื้นสัมพัทธ์ ที่เหมาะสมควรอยู่ระหว่าง 50 – 70 % และสูงสุดไม่ควรเกิน 80% ถ้าความชื้นสูงหรือต่ำไป จะก่อให้เกิดปัญหาต่อสุขภาพของไก่ ถ้าอากาศร้อนและมีความชื้นสูงจะทำให้การระบายความร้อนออกจากตัวไก่ทำได้ลำบาก แต่ถ้าอากาศร้อนแห้งจะทำให้ไก่สูญเสียน้ำจากร่างกายมากทำให้ไก่ไม่แข็งแรง ความชื้นภายในโรงเรือนสามารถลดลงได้โดย เพิ่มการระบายอากาศให้มากขึ้น และเพิ่มความชื้นได้ด้วยการ

เอกสารนี้ฟ้นละอองน้ำภายในโรงเรือน ารใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภายในโรงเรียนสามารถลดลงได้โดย เพิ่มการระบายอากาศให้มากขึ้น และเพิ่มความชื้นได้ด้วยการ พ่นละอองน้ำภายในโรงเรียน

## 2.5 อุปกรณ์ให้แสงสว่างภายในโรงเรียน

การให้แสงสว่างภายในโรงเรียนนิยมใช้หลอดไฟต่าง ๆ ดังนี้

- หลอดไฟธรรมดา (INCANDESCENT BALB) มีอายุการใช้งานสั้น ประสิทธิภาพในการให้แสงต่ำ แต่ราคาถูก
- หลอดฟลูออโรสเซนต์ (FLUORESCENT) ประสิทธิภาพในการให้แสงดี
- หลอดไอปรอท (MERCURY VAPORLAMP) ประสิทธิภาพในการให้แสงดีมาก

ปริมาณแสงที่จำเป็นคือ พอให้มองเห็นน้ำและอาหาร และความเข้มแสงขั้นต่ำที่มีผลต่อการ กระตุ้นต่อมใต้สมองส่วนหน้า และกระตุ้นการไข่มจะเท่ากับ 0.5 – 1 ฟุตเทียน โดยทั่วไปใช้ประมาณ 0.5 – 3.0 ฟุตเทียน

ดังนั้นเมื่อเราทราบถึงคุณสมบัติโดยรวมของระบบการเลี้ยงไก่ข้างคั้นแล้วเราต้องศึกษาระบบ ของระบบทางไฟฟ้าและระบบจ่ายน้ำด้วย ระบบทั้งหมดต้องมีการศึกษาในส่วนต่างๆ และรายละเอียดอย่างรอบคอบเพราะเป็นการลงทุนที่สูงและอาจทำให้ผลผลิตที่เกิดขึ้นมีปัญหาได้ดังนั้น อุปกรณ์ที่นำมาใช้จึงต้องมีความน่าเชื่อถือสูง และยืดหยุ่นต่อการเปลี่ยนแปลงของระบบโดยรวม ตัว ตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นต้องมีความน่าเชื่อถือสูงและมีความไวในการตรวจจับที่รวดเร็วเช่น ถ้าตัวตรวจจับความชื้นตรวจจับความชื้นของระบบได้เข้าโรงเลี้ยงไก่อาจจะเปียกชื้นและทำให้ไก่ เป็นโรคได้

## บทที่ 3

### โครงสร้างของระบบควบคุมโรงเรือนเลี้ยงไก่

สามารถแสดงโครงสร้างหลักดังรูปที่ 3.1 โดยแสดงโครงสร้างทั้งหมดของระบบ

#### 3.1 ภาคตรวจจับ

ประกอบด้วย ตรวจจับอุณหภูมิ , ตรวจจับความชื้น , ตรวจจับแสง ซึ่งอุณหภูมิ และความชื้นมีผลอย่างมากต่อการเจริญเติบโตของไก่เนื้อ ซึ่งในระดับอุณหภูมิและความชื้นต่าง ๆ กัน ระดับการกินอาหาร การเจริญเติบโตแตกต่างกัน ดังนั้นหัวใจหลักจึงเกิดขึ้นที่ภาคตรวจจับ นี้ ซึ่งต้องมีการตั้งค่าได้ และสามารถส่งค่าต่าง ๆ ไปสู่ตัวประมวลผลไปวิเคราะห์และ เพื่อสั่งการทำงานต่อไป ในการทำงานในสภาพแวดล้อม ในบรรยากาศมีอัตราการเปลี่ยนแปลงไม่มากนัก(ความแปรปรวนต่ำ) ดังนั้น การรับค่าจาก ตัวตรวจจับจึงมีการรับค่า เป็นระยะๆ เท่านั้น ส่วนในเรื่องของแสงสว่างนั้นมีความสำคัญน้อยมาก แต่มีผลกระทบต่อ การเจริญเติบโตของไก่ ในเรื่องการกินอาหาร โดยที่แสงสว่างต้องให้วันละ 23 ชั่วโมง โดยใช้แสงระดับประมาณเห็นตัวไก่ (5 lux) ซึ่งมีอีก 1 ชั่วโมง ที่เหลือต้องปิดเพื่อให้ไก่เกิดการชินกับการเกิดไฟดับ มิฉะนั้นเมื่อเกิดไฟดับขึ้นไก่จะวิ่งชนกันตายซึ่งจะเกิดการสูญเสียมาก

#### 3.2 ภาคประมวลผลย่อย

ประกอบด้วย ตัวประมวลในที่นี้ใช้ ตัวประมวลผล เบอร์89S8252 ของ ATMAL โดยทำหน้าที่อ่านค่าจากตัวตรวจจับ โดยสัญญาณจากตัวตรวจจับผ่านเข้ามาถูกแปลงเป็นระดับสัญญาณดิจิทัล โดยผ่านวงจร แปลงอนาลอกเป็นดิจิทัล เมื่อตัวประมวลผลกลางได้รับข้อมูลแล้วจะส่งค่าแสดงผลที่ทาง 7 เซกเมนต์ ซึ่งจะแสดงทั้งอุณหภูมิ, ความชื้น โดยสามารถตั้งค่าจุดตัดของอุณหภูมิ และความชื้นได้ และสามารถส่งค่าตอบรับกับตัวประมวลผลหลัก

ตัวประมวลผลย่อยนี้จะมีตัวตรวจจับ ประเภทอุณหภูมิ ,ความชื้นติดอยู่ภายในเลข ซึ่งออกมาในรูปแบบกล่องวัดความชื้นและอุณหภูมิ สำหรับการ ใช้งานจริงเราจะนำไปติดตั้งที่ภายในโรงเรือนเลข ในการออกแบบจะติดตั้ง 3 ตัว และ สามารถแสดงอุณหภูมิ ความชื้นเป็นอิสระต่อกัน โดยจะถูกกำหนดให้เป็นตัวลูกข่ายซึ่งการทำงานนั้นจะถูกควบคุมด้วยตัวประมวลผลหลักที่เป็นแม่ข่ายโดยจะใช้สายสื่อสารสัญญาณ 2 เส้นในการติดต่อสื่อสารและส่งข้อมูลการรับและส่งข้อมูลนั้นจะกระทำได้เมื่อมีสัญญาณอนุญาตจากตัวแม่ข่ายเท่านั้น โดยเราใช้ลักษณะการส่งข้อมูลแบบ RS 485ซึ่งทำให้เราสามารถนำส่วนของภาคประมวลผลย่อยนี้ไปแสดงผลและตรวจจับสัญญาณที่จุดไหนก็ได้ภายในโรงเรือน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 3.3 ตัวประมวลผลหลัก

จะเป็นตัวเก็บข้อมูลหลัก และวิเคราะห์ผลส่งงานไปสู่ระบบการควบคุมรีเลย์ในการขอข้อมูลจากลูกข่าย จะทำการขอโดยการส่งสัญญาณอนุญาตในการติดต่อสื่อสารระหว่างแม่ข่ายและลูกข่ายเสียก่อนจึงจะเริ่มส่งข้อมูลกันได้ โดยในตัวประมวลผลหลักจะทำการรับข้อมูลในส่วนของอุณหภูมิและความชื้นจากส่วนประมวลผลย่อย และในส่วนของแสงสว่างจะทำการตรวจจับด้วยตนเอง ในตัวประมวลผลหลักต้องมีการออกแบบให้มีนาฬิกาในการ ตั้งตัดต่อระบบรดน้ำ และสิ่งที่ไม่ได้คือเมื่อตัวประมวลผลหลักได้รับข้อมูลมาแล้วต้องมีการวิเคราะห์จัดเก็บข้อมูลที่ได้จากตัวประมวลผลย่อย เพื่อวิเคราะห์และประมวลผลได้อย่างสมบูรณ์

### 3.4 ตัวประมวลผลย่อยสั่งงานตู้ควบคุมไฟ 220 โวลต์

เป็นตัวประมวลผลย่อยที่สำคัญ เป็นตัวควบคุมพัดลม สเปร์ย์น้ำ แสงสว่าง ซึ่งจะรับคำสั่งการทำงานจากตัวประมวลผลหลักในระบบอัตโนมัติ และ ควบคุมด้วยตัวเองจากระบบมือควบคุมในการควบคุมตู้ควบคุมไฟ เราต้องมีการส่งข้อมูลสู่ตู้ควบคุมไฟ เพื่อทำการสั่งงานโดยจะใช้ระดับลอจิกสูงหรือต่ำในการทำงาน โดยมีการแสดงผลการทำงานของอุปกรณ์ ภายในตู้ควบคุมไฟทาง หลอดแอลอีดี

### 3.5 ตู้ควบคุมไฟ 220 โวลต์

#### 3.5.1 แผงวงจรควบคุม รีเลย์

ในการออกแบบต้องคำนึงถึงการรบกวนกันของระบบ และความปลอดภัยของระบบจากไฟ AC 220 V. ซึ่งในการออกแบบจะใช้แหล่งจ่ายไฟอีกชุดหนึ่ง ภายในวงจรและใช้การแยกกราวด์ของวงจรถับของระบบ โดยการแยกจะใช้วิธีทางแสง

#### 3.5.2 แผง หน้าสัมผัส

ภายในตู้ ควบคุมไฟ จะมีรีเลย์ อยู่ 2 ชนิด คือ รีเลย์ ควบคุม โหลดต่ำ คือ หลอดไฟ ใช้ 3 ตัว (3 แถว) และ รีเลย์ ควบคุมมอเตอร์พัดลม และสเปร์ย์น้ำ ซึ่งการใช้จะใช้แบบ คอนแทคเตอร์ และมีตัว โอเวอร์โหลด กันการเกิดการช็อต หรือโหลดเกินกำลัง ด้วยมอเตอร์ที่ใช้ประมาณ 5 แอมป์ จึงใช้ คอนแทคเตอร์ 10 แอมป์ และใช้ โอเวอร์โหลด 5 แอมป์

### 3.6 ภาครักษาอุณหภูมิของระบบ

ในส่วนนี้เป็นส่วนที่ตรวจสอบอุณหภูมิภายในตู้ควบคุมไม่ให้เกินค่าอุณหภูมิที่ตั้งไว้เพราะถ้าในตู้ควบคุมไม่มีการตรวจสอบในส่วนนี้ระบบอาจร้อนและเสียดังงายไม่ทนต่อการใช้งาน ในระบบที่เกิดขึ้นนี้จะทำการเปิดพัดลมระบายอากาศออกจากตู้ควบคุมทันทีเมื่อมีอุณหภูมิในตู้สูงเท่ากับที่ตั้งค่าไว้ และพัดลมจะระบายอากาศจากภายในตู้ออกสู่ภายนอกจนกระทั่งภายในตู้มีอุณหภูมิลดลงจึงจะตัดการทำงานของพัดลม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

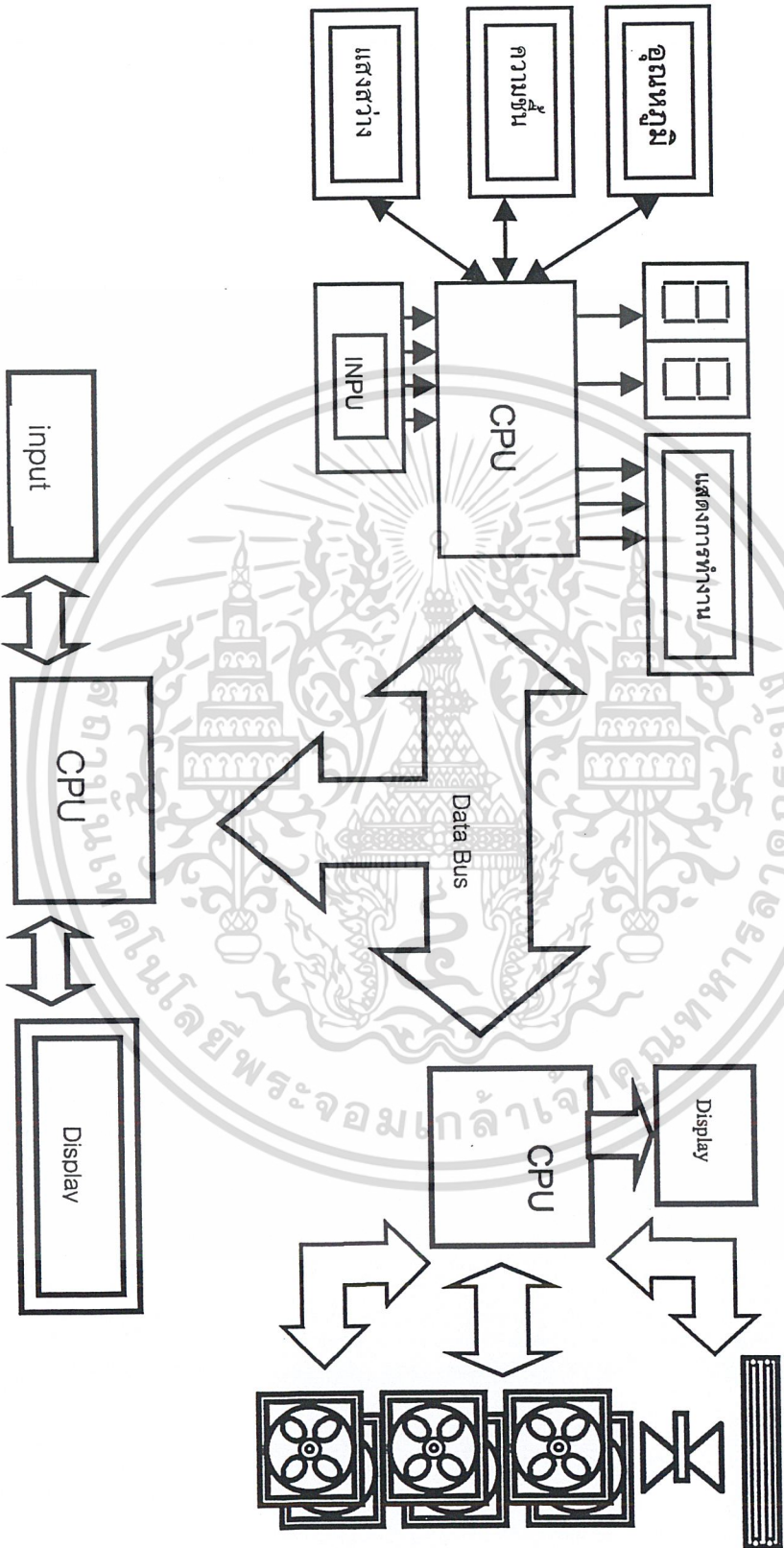
### 3.7 การออกแบบการใช้งานของระบบควบคุมอุณหภูมิ , ความชื้น ,แสงสว่าง

1. อุณหภูมิที่สามารถตรวจสอบได้ 0 – 99 องศาเซลเซียส ซึ่งจะเน้นความเที่ยงตรงที่อุณหภูมิใช้งานปกติ 20 – 50 องศาเซลเซียส
2. ความชื้นที่สามารถตรวจสอบได้ 10 – 99 %RH เน้นความเที่ยงตรงที่ความชื้น 30 – 80 % RH (ความชื้นสัมพัทธ์)
3. การตั้งค่าอุณหภูมิ จะตั้งอุณหภูมิตัดเมื่ออุณหภูมิสูงเกินไปสามารถปรับได้ 25 – 37 องศาเซลเซียส
4. การตั้งค่าความชื้น ตัดเมื่อความชื้นสูงกว่าที่ตั้งไว้ สามารถปรับได้ 40 – 80 %RH
5. แสงสว่างตรวจจับเมื่อมีแสงภายนอกน้อยจะทำการเปิดไฟภายในโรงเรือน

ในการออกแบบระบบควบคุมนี้จะออกแบบให้การควบคุมยืดหยุ่นมากที่สุดและเหมาะสมสำหรับผู้ใช้ที่ไม่มีความรู้ทางอิเล็กทรอนิกส์เลย แต่สามารถใช้งานได้เต็มประสิทธิภาพได้ เพียงแค่ตั้งค่าเพียงเล็กน้อยก่อนเริ่มต้นระบบเท่านั้น และเมื่อไฟดับระบบจะหยุดการทำงานและเมื่อไฟฟ้ามาตามปกติระบบจะโหลดค่าเริ่มแรกจากหน่วยความจำของระบบและจะสามารถทำงานได้อย่างปกติ

ข้อควรคำนึงระบบนี้จะต้องติดตั้งใช้งานจริงในโรงเรือนเลี้ยงไก่ จึงต้องคำนึงถึงความมีเสถียรภาพของระบบที่เกิดจากความร้อนของอุปกรณ์ทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ต่าง ๆ จึงต้องมีระบบการระบายความร้อนที่ดีเพื่อควบคุมการขาดเสถียรภาพของระบบจากอุณหภูมิที่สูงเกินไป จึงออกแบบโดยมี ไอซี ที่ใช้เป็นเทอร์โมสตัด ซึ่งเมื่ออุณหภูมิภายในกล่องทำงานสูงจนถึงระดับหนึ่งจะควบคุมพัดลมในการระบายความร้อนจนกระทั่งอุณหภูมิของกล่องลดลงจนถึงจุดอุณหภูมิการทำงานที่ปกติ

แผนผังการควบคุม อุณหภูมิ, ความชื้น, แสงสว่าง ในโรงเลี้ยงไก่ ระบบ



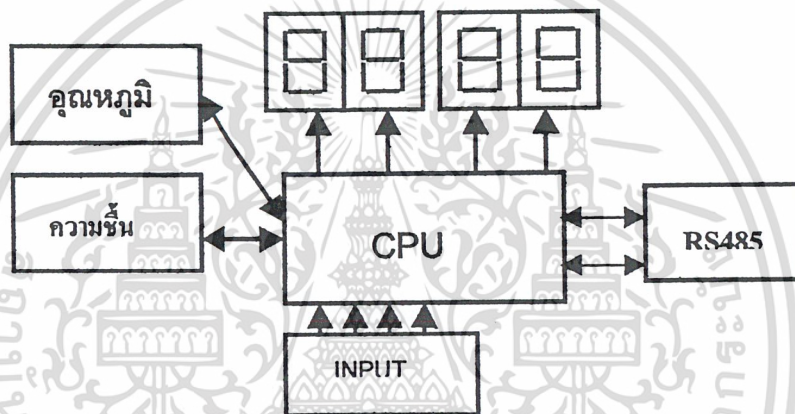
รูปที่ 3.1 โครงสร้างของระบบ โดยรวม

## บทที่ 4

### การออกแบบและการสร้างระบบควบคุมการเลี้ยงไก่

#### 4.1 ภาควัดอุณหภูมิ, ความชื้นและภาคแสดงผล

ในการออกแบบในภาคนี้ใช้ตัวตรวจจับอุณหภูมิเบอร์ LM 35 และตัวตรวจจับความชื้นแบบเปลี่ยนแปลงค่าความจุไฟฟ้าตามค่าความชื้นสัมพัทธ์ของบริษัทฟิลิปปี โดยในระบบจะถูกควบคุมด้วยไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 และมีลักษณะการส่งข้อมูล ใน แบบมาตรฐาน RS485



รูปที่ 4.1 ภาควัดอุณหภูมิ, ความชื้น, แผลงผล และการสื่อสาร RS485

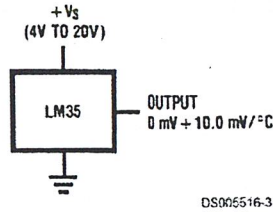
#### 4.1.1 การออกแบบอุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิ

ในการออกแบบจะใช้ตัวตรวจจับอุณหภูมิเบอร์ LM35 วงจรใน Design 5 โดยไอซีจะใช้ของของบริษัท National โดยมีข้อมูลหลัก ๆ ที่ใช้ในการออกแบบ ได้จากข้อมูลของตัวไอซี LM35 ในภาคผนวก โดยที่ การทำงานของ ไอซีเบอร์นี้มีหลักการการทำงานคือตรวจจับอุณหภูมิแล้วทำการเปลี่ยนอุณหภูมิที่ได้มาเป็นค่าของแรงดันในระดับหน่วยของมิลลิโวลต์ และยังสามารถที่จะต่อกับ ไอซีแปลงสัญญาณอะนาลอกเป็นดิจิตอลของบริษัทเดียวกันนี้ และมีข้อมูลที่น่าสนใจดังนี้

- ตอบสนองต่ออุณหภูมิในหน่วยองศาเซลเซียส
- มีความเป็นเชิงเส้น โดยมีค่าการเปลี่ยนแปลง +10 มิลลิโวลต์/องศาเซลเซียส
- สามารถตอบสนองต่ออุณหภูมิในช่วง -55 องศาเซลเซียส ถึง + 150 องศาเซลเซียส
- มีการต่อใช้งานที่ง่ายโดยรับอุณหภูมิและแปลงค่าออกมาเป็นแรงดัน
- ทำงานในช่วง 4 ถึง 30 โวลต์
- การใช้งานมีอุปกรณ์ต่อร่วนน้อยมาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Typical Applications

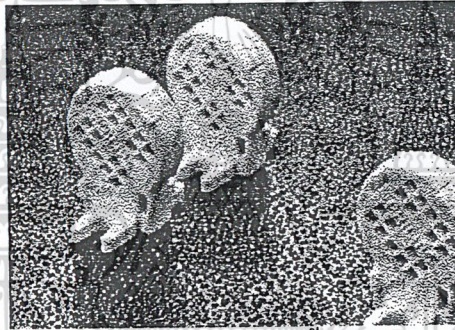


รูปที่ 4.2 ตัวตรวจจับอุณหภูมิ

FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor  
(+2°C to +150°C)

### 4.1.2 การออกแบบตัวตรวจจับความชื้น

การออกแบบภาคตรวจจับความชื้น เลือกตัวตรวจจับความชื้นของบริษัท Philips ซึ่งค่าความชื้นในอากาศที่วัดได้จะได้อ่านอยู่ในรูปของความจุไฟฟ้า ซึ่งค่าของตัวเก็บประจุที่วัดได้จะอยู่ในช่วง 110pF – 150pF ที่ความถี่ 100KHz และสามารถวัดความชื้นในช่วง 10 %RH – 90%RH



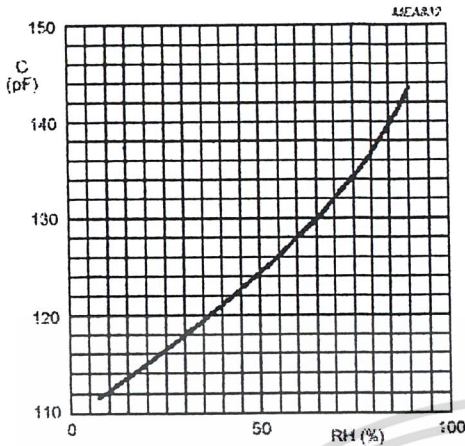
รูปที่ 4.3 อุปกรณ์ตรวจจับความชื้น Philips

ในการออกแบบวงจรการทำงาน โดยใช้เงื่อนไขของความชื้นในอากาศเปลี่ยนแปลงตามค่าตัวเก็บประจุ เราจึงนำคุณสมบัตินี้มาใช้โดยออกแบบให้อุปกรณ์ตรวจจับความชื้นเป็นค่าตัวเก็บประจุที่เปลี่ยนแปลงค่า โดยต่อร่วมกับวงจรอะอสเตบิลโคยมีไอซีเบอร์ 555 และตัวตรวจจับเป็นหัวใจหลักในการทำงาน ซึ่งวงจรการทำงานได้ถูกออกแบบในรูป DESIGN 5 เนื่องจากในการออกแบบได้ประสบปัญหา โดยค่าความจุที่ได้จากตัวตรวจจับนั้นมีค่าที่น้อยมากในหน่วยของ pF จึงต้องมีการออกแบบให้สามารถนำวงจรนี้มาใช้งานผลิตความถี่ได้ โดยต่อ  $R_A=R_B=1$  เมกะโอห์มเพื่อผลิตความถี่ในช่วงของ KHz และต่อเข้ากับขา T0 ของไอซี 89C51 ซึ่งจะทำการนับพัลส์ใน 1 วินาทีเพื่อหาความชื้นในอากาศที่เกิดขึ้น

ในการออกแบบวงจรจากกราฟคุณสมบัตินี้ต้องคำนึงถึงคุณสมบัติต่างๆ ของข้อมูลของตัวตรวจจับความชื้นเป็นสำคัญ โดยกราฟคุณสมบัติที่ให้มาดังรูปที่ 4.4 นั้นเป็นการวัดหาคุณสมบัติการเปลี่ยนแปลงของค่าความจุไฟฟ้ากับค่าความชื้นสัมพัทธ์ที่ความถี่ 100 kHz แต่ในวงจรที่เราออกแบบนั้นไม่ได้มีการตอบสนองที่ 100 kHz จึงต้องมีการพิจารณาคุณสมบัติบางประการคือค่าความจุไฟฟ้าที่วัดได้ที่ 100kHz จะมีค่าผิดพลาดประมาณ 15 % เราจึงสามารถนำค่าที่ได้ จากกราฟบวก กับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เปอร์เซ็นต์ผิดพลาด ณ ความถี่ต่างๆ ขึ้นอีก 15 % และสามารถใช้ค่าความจุไฟฟ้าที่ได้คำนวณความถี่ที่เกิดขึ้นจากวงจรอะสเตเบิลได้



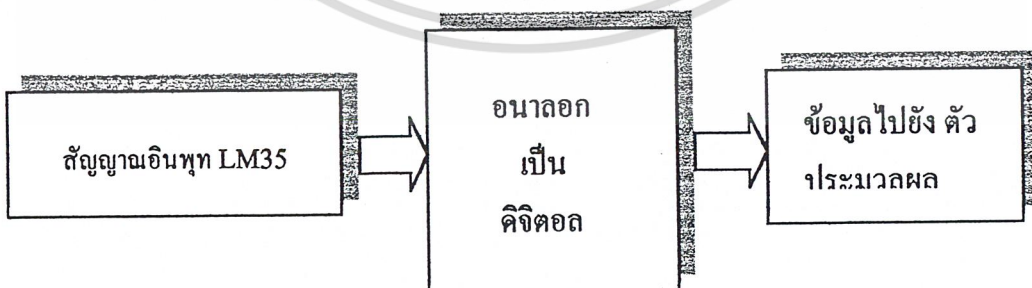
รูปที่ 4.4 กราฟคุณสมบัติของตัวตรวจ  
จับความชื้น Philips

#### 4.1.3 การออกแบบภาคแสดงผลค่าอุณหภูมิ และความชื้น

ในการออกแบบภาคแสดงผลจะผ่านค่าข้อมูลจากไมโครคอนโทรลเลอร์ผ่านไอซีเบอร์ 74LS248 เพื่อทำการแสดงผลทาง 7 เซ็กเมนต์ การใช้ไอซีเบอร์ 74LS248 เพื่อให้ง่ายต่อการแสดงผลและการเขียน โปรแกรมสั่งงาน โดยที่ข้อมูลที่ได้จากตัวตรวจจับทั้งอุณหภูมิ ความชื้น จะผ่านเข้าสู่ตัวประมวลผล และตัวประมวลผลจะเป็นตัวสั่งงานในการแสดงผล โดยส่งข้อมูลออกออกสู่พอร์ทเอ และพอร์ทบี ซึ่งพอร์ททั้งสองนั้นจะทำให้เกิดการแสดงผลออกทาง 7 เซ็กเมนต์ ทั้งอุณหภูมิและความชื้น โดยสามารถวงจรการออกแบบการ DESING 2

#### 4.2 การออกแบบวงจรการเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

ในการออกแบบวงจรส่วนนี้เข้าทำการออกแบบด้วยการรับ อินพุต เป็นแรงดันจากตัวตรวจจับอุณหภูมิ โดยใช้ไอซีเบอร์ ADC 0804 ซึ่งเป็น การแปลงสัญญาณ แรงดันไฟฟ้าเป็นเลขฐาน 16 และส่งข้อมูลออกให้ภาคประมวลผลแบบขนานซึ่งการทำงานสามารถที่จะส่งข้อมูลไปยังตัวประมวลผลได้ถูกต้องแม่นยำ และตัวประมวลผลสามารถรับข้อมูลได้อย่างถูกต้องและเกิดความง่ายในการเขียน โปรแกรมควบคุม



รูปที่ 4.5 บล็อกแสดงการแปลงสัญญาณอนาลอกเป็นดิจิตอล

ในการให้ข้อมูลแบบขนานนี้ ทำให้ง่ายต่อการออกแบบในการรับข้อมูลและการเขียนโปรแกรมบนตัวไมโครคอนโทรลเลอร์ ในการออกแบบวงจร การเปลี่ยนสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิทัล เราต้องพิจารณาข้อมูลทางด้าน อินพุต และแรงดันอ้างอิง ( $V_{ref}$ ) และอัตราการแปลงสัญญาณ ในการออกแบบมี สัญญาณไฟตรงมีช่วงอยู่ระหว่าง 0 – 1.25 โวลต์ ซึ่งเพิ่มขึ้น 10 มิลลิโวลต์/องศาเซลเซียส เราจึงต้องออกแบบขา  $V_{ref}$  ของ ADC0804 มีค่า 1.25 โวลต์ เพื่อที่สามารถแปลงค่าอุณหภูมิได้ในช่วง 0 – 125 องศาเซลเซียส และสิ่งที่สำคัญอีกส่วนหนึ่งคือ คล็อกออปชั่น โดยเราสามารถกำหนดค่า คล็อก ที่เข้าสู่วงจร โดยใช้ ตัวประมวลผล หรือการตั้งค่า อุปกรณ์ RC ภายนอกตามสูตร

$$f(CLK) = 1 / (1.1 * RC) \dots\dots\dots(4.1)$$

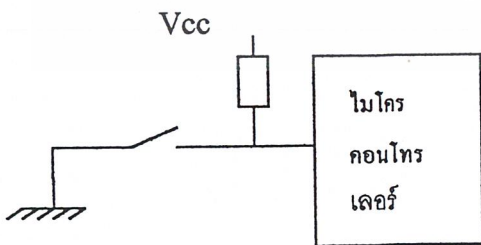
โดยการกำหนด ค่า ของ R = 10K

$$f(CLK) = 1 / (1.1 * 10K * 150pf) = 444.44KHz$$

โดยที่การออกแบบการใช้ค่า C > 50 PF ส่วนขา CS และ RD จะให้ต่อลงกราวด์ เพื่อให้มีการรับ อินพุต ตลอดเวลา โดยเราใช้ขา WR เป็นขาในการสั่งงานให้เกิดเอาท์พุทในการตรวจสอบว่าข้อมูลถูกแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัลแล้วหรือยังสามารถทำการตรวจจากขา INTR จาก DESING 1

**4.3 การออกแบบวงจรภาครับการกคีย์ข้อมูล**

ในการใช้พอร์ท ของ AT89C51 เป็น พอร์ทอินพุต เราต้องมีการเขียนค่า 1 ลงไปในพอร์ทที่ต้องการ เพื่อให้เกิดสมบัตเป็น ไฮ อิมพีแดนท์ ดังนั้นในการออกแบบวงจรภาครับ อินพุตสามารถที่จะ ออกแบบโดยใช้แนวความคิดว่า เมื่อกดสวิตช์แล้ว วงจรจะได้รับค่า 0 และเมื่อมีการปล่อยสวิตช์วงจรรับค่า 5 โวลต์ จะเกิดขึ้นเมื่อมีการอ่านค่าจากไมโครคอนโทรลเลอร์ ดังรูปที่ 4.6 และสามารถพิจารณา วงจร ได้จาก DESING 2



รูปที่ 4.6 วงจรภาครับข้อมูล

**4.4 ภาคประมวลผลย่อย**

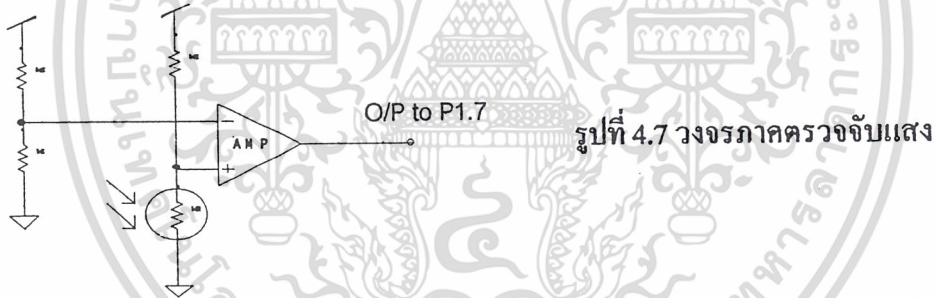
ภาคประมวลผลนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ AT89C51 ซึ่งมีหน่วยความจำภายใน 4 K byte ซึ่งในส่วนนี้จะเป็นส่วนประมวลผลจากการรับค่าอุณหภูมิ และความชื้น ไปโดยที่ค่าข้อมูลเอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่ได้จากจากตัวตรวจจับอุณหภูมิจะผ่านวงจรอนาล็อกเป็นดิจิตอลและเข้าสู่ตัวประมวลผลและค่าข้อมูลที่ได้จากตัวตรวจจับความชื้นจะผ่านวงจรอะอสเตบิลที่มีไอซี 555 ควบคุมเข้าสู่ขาT0 ของตัวประมวลผล ข้อมูลนั้นจะถูกจัดการสู่ภาคแสดงผลอุณหภูมิและความชื้น และสามารถตัดสินใจในการส่งข้อมูลที่ได้ผ่านเส้นทางการสื่อสารแบบRS485 สู่ตัวประมวลผลหลักซึ่งใช้ในการควบคุมอุปกรณ์พัดลม และ สปาร์กน้ำได้ สามารถพิจารณาจาก DESING 2

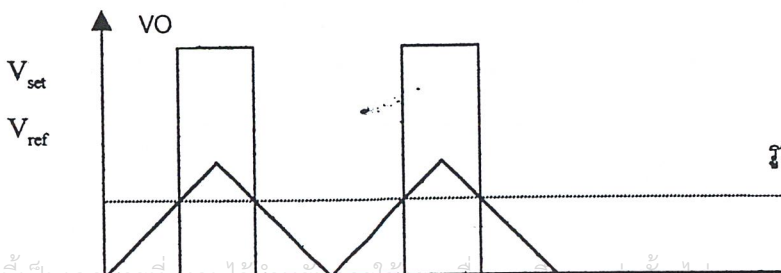
4.5 ภาคประมวลผลหลัก

ในส่วนของภาคนี้ได้ทำการออกแบบพิจารณาวงจรจาก DESING3 ซึ่งได้ออกแบบมาเป็นตัวแม่ข่ายในการอนุญาตการรับส่งข้อมูลของระบบ ประมวลผล เก็บข้อมูล วิเคราะห์ สั่งการทำงานของอุปกรณ์ ตรวจสอบแสง ส่วนต่างๆที่กล่าวมานี้เป็นส่วนสำคัญมากจึงทำให้ ภาคประมวลผลหลักมีความสำคัญมากข้อมูลทั้งหมดจะตัดสินใจที่นี่และสั่งการทำงานได้ทันที และสามารถเก็บข้อมูลอุณหภูมิและความชื้นได้ถึง 32 กิโลไบต์โดยภาคนี้จะต่อร่วมกันเป็นระบบเครือข่ายกับภาคประมวลผลย่อยโดยภาคนี้จะป็นจุดศูนย์กลางการสั่งงานของระบบ

4.5.1 การออกแบบวงจรภาคตรวจจับแสง



ในการออกแบบวงจรภาคนี้เราได้ทำการออกแบบ โดยใช้หลักการของวงจรตรวจสอบระดับแรงดันที่เป็นบวกแบบไม่กลับ หรืออนอินเวอร์โดยมีแรงดันทางด้านอินพุต ได้จากการเปลี่ยนแปลงความต้านทานของ แอลดีอาร์ ในระดับแสงต่างๆ ซึ่งเกิดการเปลี่ยนแปลงแรงดันทางด้านอินพุต ที่เข้าทางขานอนอินเวอร์ตัง และเราจะป้อนระดับแรงดันที่เทียบเคียง  $V_{ref}$  ป้อนให้ขาอินพุตลบ เมื่อแรงดันของอินพุตที่ได้จาก แอลดีอาร์ สูงเกินระดับแรงดันเปรียบเทียบจะทำให้แรงดันทางด้านเอาท์เท่ากับหรือใกล้เคียงกับแหล่งจ่ายไฟ



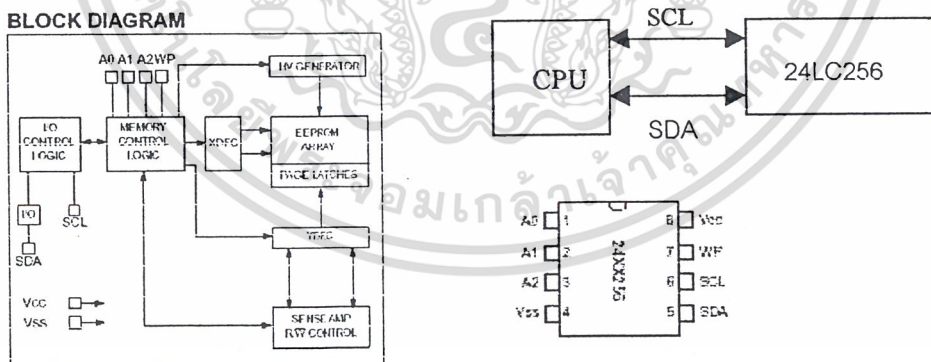
รูปที่ 4.8 ลักษณะของสัญญาณ

ในการออกแบบเราได้ตั้งค่าแรงดันอ้างอิงที่ 1.7 โวลต์ โดยการตั้งแรงดันอ้างอิงได้มาจากระดับของแสงในช่วงเย็น โดยความต้านทานของแอลดีอาร์ จะมีค่าเพิ่มมากขึ้นเมื่อได้รับแสงน้อยลง ในช่วงเย็นแสงที่ได้จะทำให้เกิดความต้านทานประมาณ 25 กิโลโอห์ม จึงนำค่านี้มาออกแบบเป็นวงจรเปรียบเทียบแรงดัน

$$V_o = V_{ref} = (5 \times 25k) / (50k + 25k) = 1.7 \text{ โวลต์}$$

#### 4.5.2 การออกแบบวงจรการเก็บข้อมูล

เราใช้การเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำแบบถาวรเป็นลักษณะของ EEPROM เบอร์ 24LC256 ของบริษัท MICROCHIP ซึ่งมีการเขียนข้อมูลและอ่านข้อมูลแก่อนุกรมโดยผ่านสายสัญญาณ 2 เส้นคือ ขา SCL และ ขา SDA ซึ่งในหน่วยความจำประเภทนี้เป็นหน่วยความจำเป็นเก็บข้อมูลถาวรและกินกำลังไฟต่ำเพราะมีโครงสร้างภายในเป็นแบบ ซิมอส และหน่วยความจำประเภทนี้มีข้อดีหลายอย่างคือ ใช้การสื่อสารเพียงสายสัญญาณ 2 เส้น และสามารถลบและเขียนด้วยไฟฟ้าประมาณ 100,000 ครั้ง และข้อมูลที่เราเขียนลงไปจะสามารถเก็บไว้ได้ประมาณมากกว่า 200 ปี โดยที่หน่วยความจำเบอร์นี้สามารถเก็บข้อมูลได้ประมาณ 32 กิโลไบต์ ข้อมูลนี้ได้มาจากคาส์ซีของ บริษัท MICROCHIP

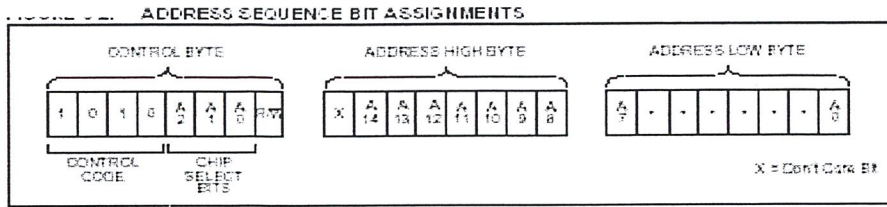


รูปที่ 4.9 ลักษณะขาและการทำงานของ 24LC256

ในการออกแบบเราได้ออกแบบไว้ที่ แอสแอดเรส 00H โดยต้องกำหนดฮาร์ดแวร์ที่ A0, A1,A2 โดยจะต่อลงกราว และขาWR (write protect input) ต่อลงกราวด้วยเช่นกัน และขาSCL, ขา SDA ต่อเข้ากับขาของไมโครคอนโทรลเลอร์ เมื่อเราเซตในส่วนของฮาร์ดแวร์ในลักษณะนี้แล้วต้องพิจารณาการกำหนดค่าในโปรแกรมให้ตรงกันโดยพิจารณาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

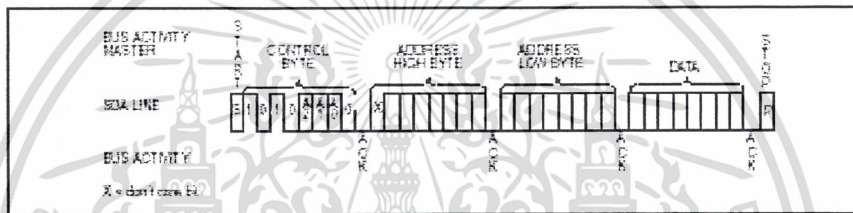
ในส่วนการกำหนดแอดเดรส (Device Addressing)



รูปที่ 4.10 การกำหนดแอดเดรส

บิตที่ใช้กำหนดตำแหน่งของ 24LC256 เพื่อให้ตรงกับที่กำหนดโดยฮาร์ดแวร์ที่ขา A0, A1,A2 จะกำหนดได้จากบิต A0,A1,A2 ในส่วนของ Control Byte

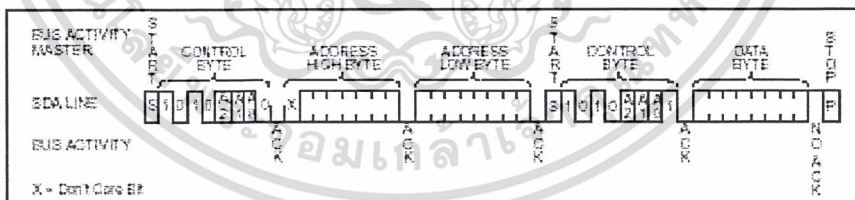
ในส่วนของการเขียนข้อมูล (Data Byte Write)



รูปที่ 4.11 การกำหนดการเขียนข้อมูล

เริ่มจาก START และตามด้วย CONTROL CODE 4 BIT และตามด้วย ADDRESS ของ 24LC256 อีก 3 BIT และปิดท้ายด้วยบิต R/W ซึ่งเมื่อต้องการเขียนบิต R/W จะต้องเป็น 0 และต่อท้ายด้วย 3 ไบท์ของ Address high ,Address Low และ Data ตามลำดับ

ในส่วนของการอ่านข้อมูล (Data Byte Read)



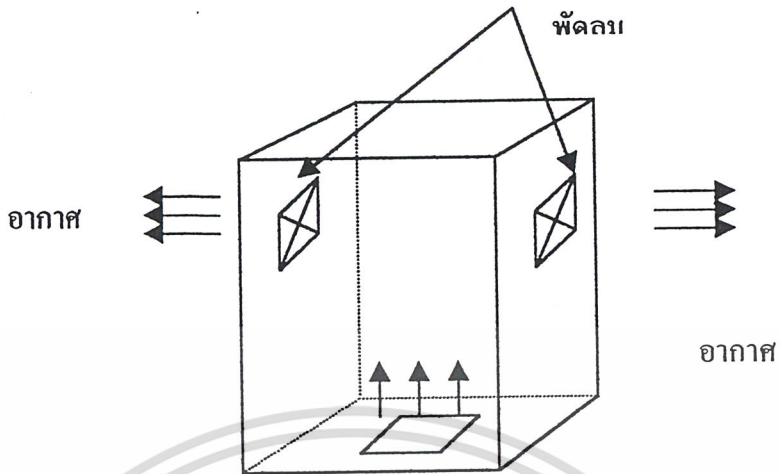
รูปที่ 4.12 การกำหนดการอ่านข้อมูล

ขั้นตอนการอ่านข้อมูลจะเหมือนกับขั้นตอนการเขียนข้อมูลจะแตกต่างกันที่บิต R/W จะต้องถูกเซตเป็น 1 ซึ่งเป็นการอ่าน Diagram ของการอ่านเป็น ไบท์

4.6 วงจรรักษาเสถียรภาพของระบบ (อุณหภูมิ)

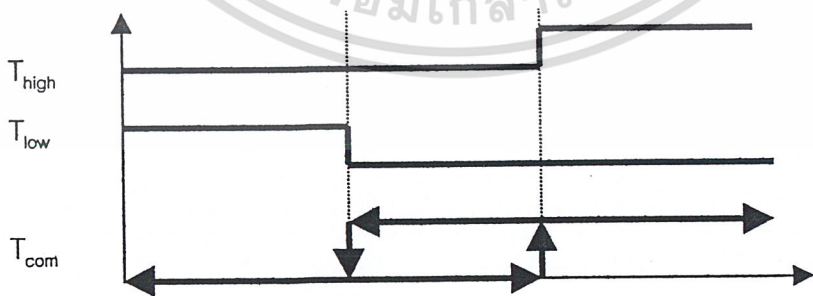
เนื่องจากระบบต้องมีการเปิดระบบควบคุมทิ้งไว้ตลอดเวลาที่มีการเลี้ยงไฟ และในส่วนของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ก็ต้องมีการกินกระแสจึงมีสิ่งที่ไม่ดีคือความร้อนที่เกิดขึ้นรวมทั้งส่วนของคอนแทรกเตอร์ต่าง ๆ ที่ควบคุมมอเตอร์และรีเลย์โดยสิ่งต่างเหล่านี้ล้วนทำให้เกิดความร้อนทั้งสิ้น สิ่งที่เราต้องควบคุมคือ ความร้อนที่เกิดขึ้นภายในตู้ควบคุม โดยเราต้องมีการออกแบบการ

เอกรบายความร้อนในตู้ให้มีอุณหภูมิในช่วงหนึ่ง ๆ ที่ระบบไม่เกิดความเสียหายและมีความคงทนด้านการคำนวณว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.13 ตู้ควบคุมที่มีระบบระบายอากาศ

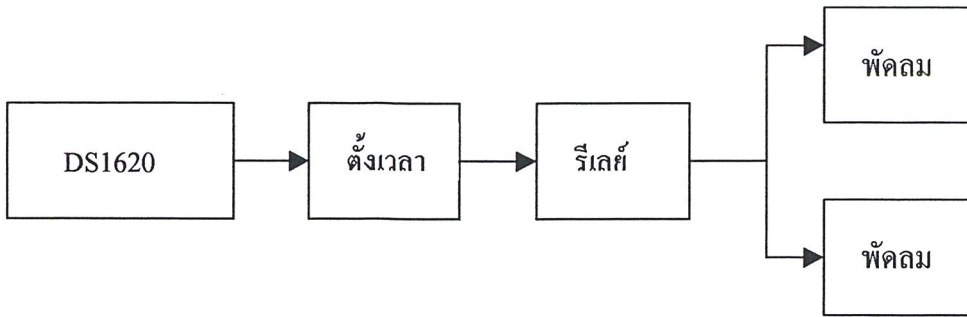
เมื่อเราออกแบบระบบควบคุมโดยมีการนำอากาศจากภายนอกไหลผ่านอุปกรณ์ต่าง ๆ เพื่อระบายความร้อนภายในตู้ควบคุมสิ่งที่เราต้องคำนึงถึงตอนนี้คือ ตัวของพัดลมดูดอากาศไม่สามารถจะเปิดทิ้งไว้ตลอดเวลาจึงได้มีการอุปกรณ์ควบคุมการทำงานของพัดลม โดยการควบคุมอุณหภูมิเข้ามาออกแบบจึงสามารถออกแบบให้พัดลมทำงานได้ในช่วงอุณหภูมิที่กำหนด อุปกรณ์ตรวจจับอุณหภูมิที่ทำงานในลักษณะตรวจจับอุณหภูมิและควบคุมพัดลมเมื่ออุณหภูมิภายในระบบสูงเกินกว่าที่ระบบได้ตั้งไว้ ไอซีที่ตอบสนองการใช้งานดังกล่าวนี้คือ ไอซีของบริษัท DALLAS SEMICONDUCTOR เบอร์ DS1620 ซึ่งทำงานเป็นดิจิทัลเทอร์โมมิเตอร์และเทอร์โมสแตสในการทำงานระบบจะทำงานในส่วนของเทอร์โมสแตสคือ เมื่อถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ที่ยอมรับได้สูงสุดพัดลมจะทำงานจนกว่าจะถึงอุณหภูมิที่ยอมรับได้ต่ำสุด มีขาต่าง ๆ คือ  $T_{HIGH}$ ,  $T_{LOW}$ ,  $T_{COM}$  โดยที่ขาทั้ง 3 นี้การทำงานดังนี้



รูปที่ 4.14 สัญญาณจาก ไอซี DS1620

ลักษณะของกราฟนี้ เราจะได้ขา  $T_{com}$  มาเป็นตัวสั่งการทำงานของพัดลม โดยผ่านวงจรตั้งเวลา วงจรตั้งเวลาจะทำงานคือ เมื่อมีสัญญาณของ  $T_{com}$  เกิดขึ้นวงจรจะตั้งเวลาคือ ให้พัดลมเปิด 1 ชั่วโมง และปิด 5 นาที สลับกันไปตลอดเมื่อ  $T_{com}$  ยังมีการสั่งงานอยู่

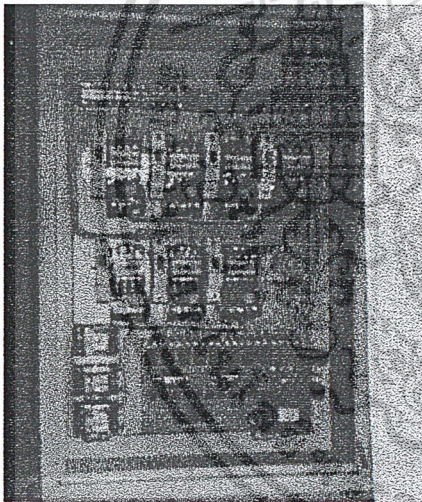
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการศึกษาเท่านั้น ไมออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.15 ระบบระบายความร้อน

รูปวงจรถูกแสดงใน design 6 โดยอุณหภูมิที่ตั้งไว้คือ ที่อุณหภูมิสูงสุดที่ยอมรับได้คือ 34 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิที่ยอมรับได้คือ 32 องศาเซลเซียส การทำงานเมื่อภายในตู้มีอุณหภูมิสูงถึง 34 องศาเซลเซียส พัฒมจะทำงานจนกว่าอุณหภูมิจะทำงานลดลงเหลือ 32 องศาเซลเซียส

#### 4.7 การออกแบบกล่องควบคุมสวิตช์ รีเลย์กำลัง



รูปที่ 4.16 กล่องควบคุมสวิตช์ รีเลย์กำลัง

#### 4.8 การออกแบบภาคควบคุมสวิตช์

ในการออกแบบนี้ เราต้องออกแบบให้มีสวิตช์ที่ใช้ควบคุม 10 สวิตช์ โดยสามารถควบคุม พัฒม 6 ตัว สปริงน้ำ 1 ตัว หลอดไฟ 3 แถว 3 ตัว ซึ่งสามารถควบคุมทั้งในระบบใช้มือและระบบอัตโนมัติได้ โดยการควบคุมแบบอัตโนมัติจะเป็นการรับค่าจากกล่องตรวจจับอุณหภูมิและความชื้นในตัวคอนโทรลเลอร์ จะทำหน้าที่รับข้อมูลการสั่งงานในการเปิดปิดสวิตช์ รีเลย์จากการรับสวิตช์ทางอินพุท โดยส่วนวงจรภาคเอาต์พุท รีเลย์ จะต่อจากพอร์ทของไมโครคอนโทรลเลอร์ สู่อิซีเบอร์ 74LS04 เพื่อทำการขับกระแสสู่แผงวงจรภายในตู้ควบคุมไฟ 220 โวลท์

ในภาคการควบคุมนี้ จะมีส่วนของวงจรที่ไม่ซับซ้อน แต่จะเน้นการเขียนโปรแกรมการสั่งงานเพื่อ

### 4.9 ภาคควบคุม ส่วนของ รีเลย์กำลัง

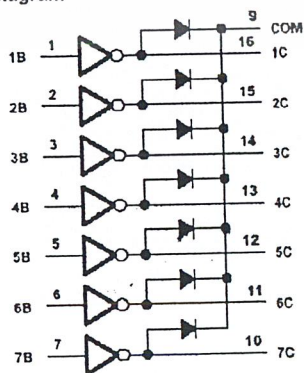
ในภาคควบคุมนี้ถูกออกแบบมาโดยที่มีการรับอินพุต เป็นไฟ 0 โวลต์ หรือ +5 โวลต์ จากกล่องควบคุมสวิตช์การออกแบบเนื่องจากภาคควบคุมนี้ต้องใช้การควบคุมไฟ เอซี 220 โวลต์ จึงต้องมีการแยกกราวด์ออกจากระบบไมโครคอนโทรลเลอร์ เพื่อป้องกันการกวนกันของระบบ และเพื่อความปลอดภัยของวงจรภาคคอนโทรลเลอร์ การออกแบบจะใช้ภาคจ่ายไฟอีก 1 ชุด ซึ่งจะจ่ายไฟ 10 โวลต์ เป็นไฟเลี้ยงการทำงานของวงจร การแยกไฟและกราวด์ออกจากระบบคอนโทรลเลอร์ จะใช้ออฟไดคัพเพลอร์เป็นตัวแยกวงจรออกจากกันในที่นี้เราจะใช้เบอร์ 4N26 โดยมีตารางคุณสมบัติดังนี้

ตารางที่ 4.1

		ค่าต่ำสุด	ค่าปกติ	ค่าสูงสุด	หน่วย
INPUT	$I_F$		1.1	80	MA
	$V_F(I_F=10MA)$			1.5	V
	$V_R$			3	V
OUTPUT	$I_C$	70		100	MA
	$V_{(BR)CBO}$	30			V
	$V_{(BR)BCO}$	7			V
ตัวแปร เชื่อมโยง	$CTR(I_F=10MA, V_{CB}=10V)$	20			%
	$V_{CB(SAT)}(I_F=50MA, I_C=2MA)$		0.1	0.5	V

ส่วนในการออกแบบวงจรในส่วนของวงจรขับรีเลย์ ใช้ไอซีเบอร์ ULN2003A ซึ่งต้องการแรงดันอินพุต 3 โวลต์ โดยที่สามารถให้กระแสที่เอาท์พุท ได้ 300 มิลลิแอมป์ ซึ่งพองับ รีเลย์ 12 VDC/220 VAC ให้ทำงานได้

logic diagram



รูปที่ 4.17 รูปแสดงวงจรภายใน IC ULN2003A

ในการออกแบบเราต้องรู้แรงดันอินพุต สูงสุดของไอซีเบอร์ULN2003A เสียก่อน จาก ข้อมูล ULN2003A ของบริษัทTECAS INSTRUMENTSมี  $V_{IH}(MAX) = 3\text{ V}$ และเรากำหนด $R_2 = 10\text{ K}$  วิธีการออกแบบ

$$I_c = V_{IH} / R_2 = 3 / 10K \dots\dots(4.2)$$

$$= 0.3\text{ mA}$$

จากตารางค่า n เป็นค่าอัตรากระแสผ่านกระแสของตัวเชื่อมโยงทางแสง

$$n = 0.20$$

$$I_f = I_c / n = 0.3\text{mA} / 0.20 \dots\dots(4.3)$$

$$= 1.5\text{ mA}$$

จากตารางคุณสมบัติของ 4N26

$$I_f \text{ สูงสุด} = 80\text{ mA} \quad I_f \text{ ที่คำนวณ} = 1.5\text{ mA}$$

$$I_c \text{ สูงสุด} = 100\text{ mA} \quad I_c \text{ ที่คำนวณได้} = 0.3\text{ mA}$$

$$\text{ทำการหาค่าของ } R_1 = (V_{in} - V_f) / I_f \dots\dots(4.4)$$

$$= (5 - 1.1) / 1.5\text{ mA}$$

$$= 2.6\text{ K}$$

รูปวงจรที่ได้ทำการออกแบบไว้แล้ว สามารถค้นหาจาก DESING 4

#### 4.10 การออกแบบตู้ CONTROL

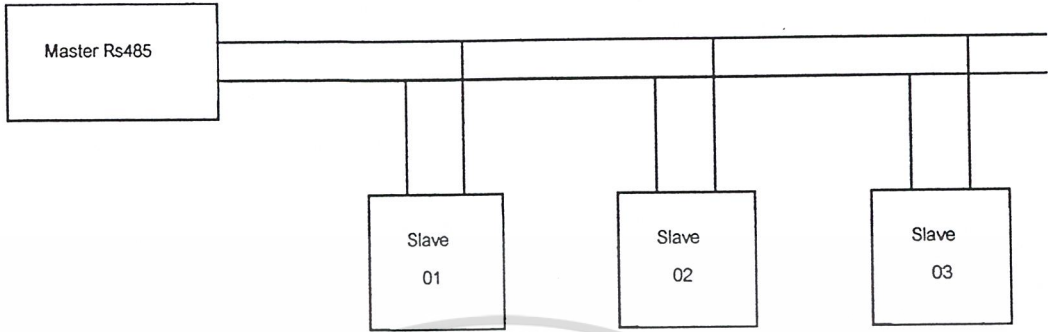
วงจรภาคควบคุม รีเลย์ไฟสูง ได้ทำการประกอบไว้ภายในตู้ ควบคุมไฟ 220 โวลท์ ซึ่งภายในตู้ ควบคุมไฟ 220 โวลท์ ประกอบด้วย คอนแทคเตอร์ พร้อม โอเวอร์โหลด 7 ตัว ขนาด 10 แอมป์ เพื่อทำการขับโหลด ที่เป็นมอเตอร์พัดลมและ สเปร์ย์น้ำ และมี รีเลย์กำลัง 3 ตัว ใช้สำหรับขับหลอดไฟ 3 แดวง ภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ และในส่วนของไฟสูงจะมีการป้องกันระบบด้วยการใช้เบรกเกอร์ 10 แอมป์ควบคุมคอนแทคเตอร์โดยทุกตัวแยกอิสระต่อกัน และภาค คอนโทรล จะใช้ฟิวส์ 6 แอมป์ เป็นารป้องกันระบบ

#### 4.11 การสื่อสารแบบอนุกรม RS485

การรับส่งข้อมูลแบบนี้ จะมีลักษณะคล้ายกับแบบ RS422 ซึ่งข้อกำหนดและคุณสมบัติของสัญญาณต่าง ๆ จะเหมือนกันกับ RS422 ทั้งหมด แต่การรับส่งแบบนี้จะมีข้อดีพิเศษกว่า แบบ RS422 ก็คือ ใช้สายสัญญาณในการรับส่ง เพียงคู่เดียวเท่านั้น ซึ่งการรับส่งแบบนี้จะใช้การรับส่งแบบ “Half Duplex” กล่าวคือ สามารถทำหน้าที่ได้ทั้งรับข้อมูลและส่งข้อมูลโดยใช้สัญญาณ คู่เดิมเพียงคู่เดียวแต่ในการรับหรือส่งข้อมูลนั้นต้องทำแบบสลับกันรับสลับกันส่งไม่สามารถจะทำหน้าที่พร้อมกันทั้งสองอย่างในช่วงเวลาเดียวกันได้ซึ่งลักษณะจะเหมือนกันกับการใช้วิทยุ รับส่งของตำรวจนั้น

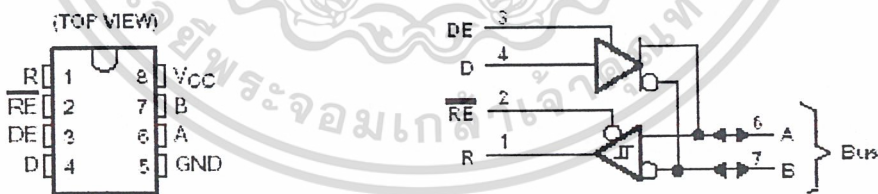
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอง ซึ่งจะ สังเกตเห็นว่าทางด้านฝ่ายรับนั้นก็ต้องทำหน้าที่คอยฟังข้อความที่ฝ่ายส่งพูดอย่างเดียวกันกว่าจะหมดข้อความเสียก่อนจึงจะสามารถเปลี่ยนหน้าที่จากรับเป็นส่งได้ ถ้าหากส่งพร้อมกันทั้งคู่ก็ไม่สามารถสื่อสารกันได้



รูปที่ 4.18 การเชื่อมต่อวงจรผ่านการรับ ส่งข้อมูลด้วย RS485

เนื่องจากการสื่อสารแบบนี้ จะใช้สัญญาณเพียง 1 คู่ (2 เส้น) ในการทำหน้าที่ทั้งรับและส่ง และยังสามารถต่ออุปกรณ์ร่วมกันได้มากถึง 32 ตัว พร้อมกันในเวลาเดียวกัน ดังนั้นจึงต้องมีการจัดลำดับการรับส่งข้อมูลที่ตีจึงจะสามารถรับส่งกันได้อย่างมีประสิทธิภาพตามต้องการได้ จึงส่งผลทำให้การรับส่งแบบนี้มีความสลับซับซ้อนมากขึ้น เพราะต้องมีการเขียน โปรแกรมเพื่อ คอยกำหนดทิศทางรวมทั้งจัดแบ่งควบคุม ลำดับการสื่อสารภายในสายส่งให้กับอุปกรณ์แต่ละตัว ที่ต่ออยู่ว่าจะให้อุปกรณ์ตัวใดทำหน้าที่เป็นตัวส่งและให้อุปกรณ์ตัวใดทำหน้าที่เป็นตัวรับ ซึ่งจะต้องเขียน โปรแกรมเพื่อควบคุมให้มีการส่งข้อมูลออกมาในสายสัญญาณได้เพียงครั้งละ 1 ตัวเท่านั้น เพราะถ้าหากมีการส่งข้อมูลออกมาในสายสัญญาณพร้อมกันในเวลาเดียวกันมากกว่า 1 ตัว แล้วก็จะทำให้ฝ่ายรับไม่สามารถรับข้อมูลที่ถูกต้องได้และเกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นการใช้ระบบ RS485 นี้จะต้องมีการออกแบบและวางแผนไว้ล่วงหน้าทั้งทางด้านของอุปกรณ์ฮาร์ดแวร์



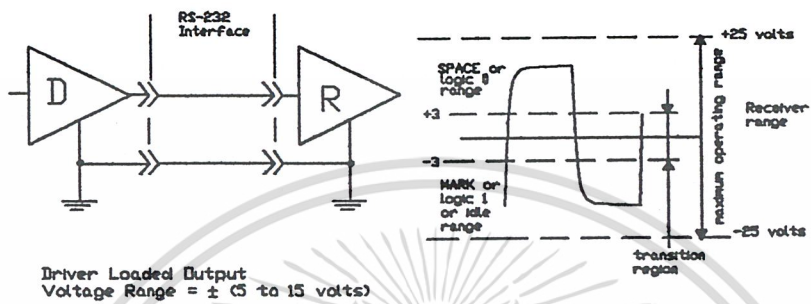
Function Tables

DRIVER				RECEIVER		
INPUT D	ENABLE DE	OUTPUTS A B		DIFFERENTIAL INPUTS A - B	ENABLE RE	OUTPUT R
H	H	H	L	$V_{ID} \geq 0.2V$	L	H
L	H	L	H	$-0.2V < V_{ID} < 0.2V$	L	?
X	L	Z	Z	$V_{ID} < -0.2V$	L	L
				X	H	Z
				Open	L	H

H = high level, L = low level, ? = indeterminate, X = irrelevant, Z = high impedance (off)

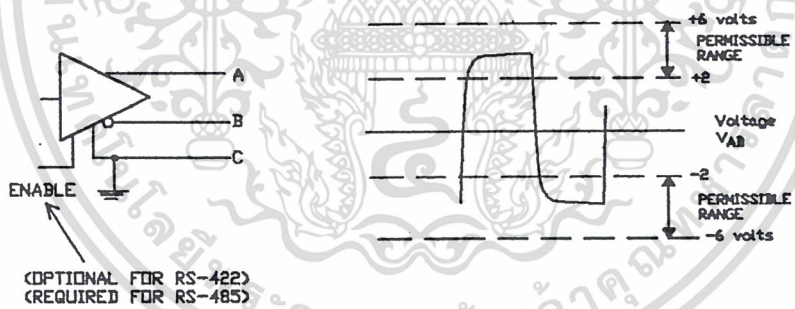
รูปที่ 4.19 รูปโครงสร้างของไอซีเบอร์75176และตารางการทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



RS-232 Interface Circuit

Figure 1.1

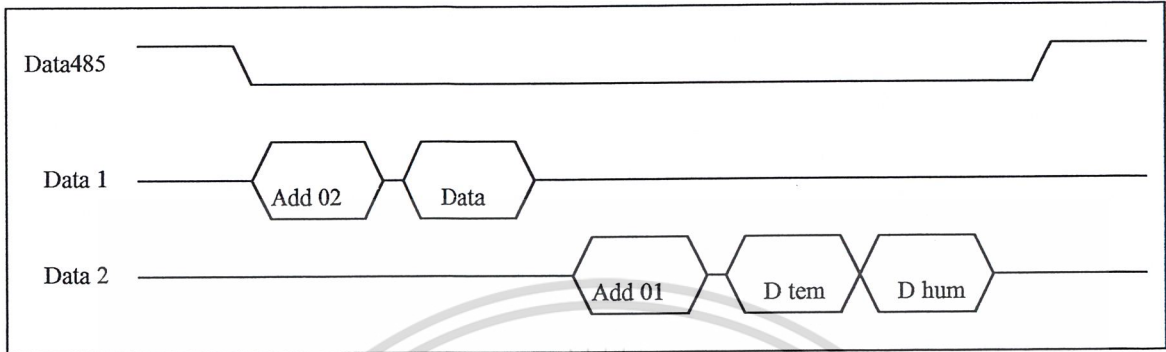


BALANCED DIFFERENTIAL OUTPUT LINE DRIVER

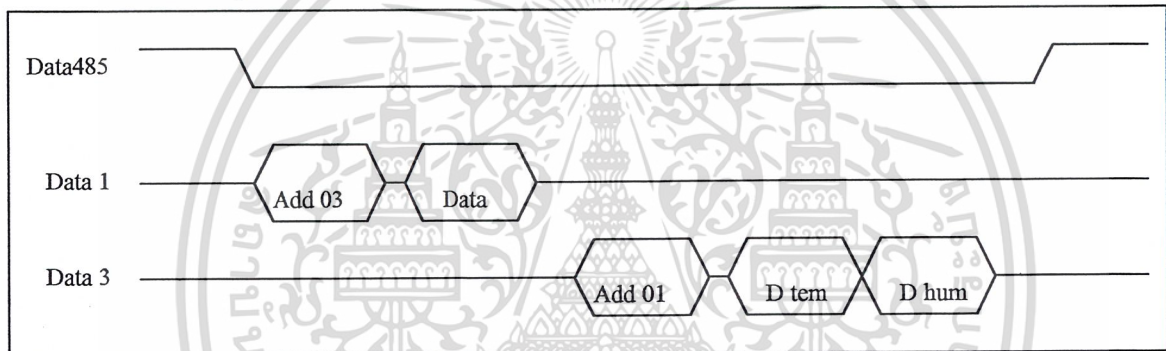
รูปที่ 4.20 รูปแสดงการเปรียบเทียบระหว่างการรับ ส่งข้อมูลแบบ RS232 และ RS485

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราสามารถทำการติดต่อสื่อสารระหว่างไมโครคอนโทรลเลอร์ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์หลักโดยการทำงานสื่อสารระหว่างกันจะเกิดขึ้นตาม timing Diagram ดังนี้



รูปที่ 4.21 timing Diagram การสื่อสารข้อมูลของตัวแม่ และ ตัวลูกตัวที่ 1



รูปที่ 4.22 timing Diagram การสื่อสารข้อมูลของตัวแม่ และ ตัวลูกตัวที่ 2



รูปที่ 4.23 timing Diagram การสื่อสารข้อมูลของตัวแม่ และ ตัวลูกตัวที่ 3

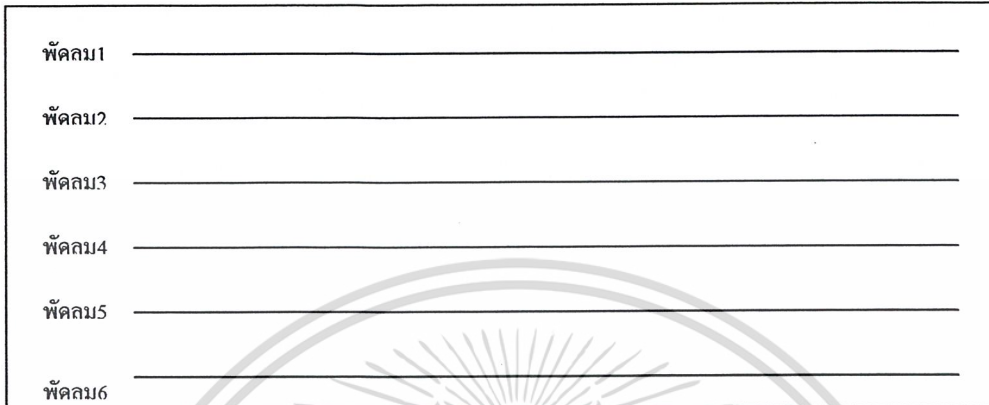
การทำงานเริ่มจากการตรวจสอบสัญญาณ Data485 เป็นคำสั่งสื่อสารข้อมูลจะเกิดการว่างขึ้นตัวแม่จะส่งข้อมูลที่อยู่ที่ตัวรับตัวที่ 1 ออกไปพร้อมกับข้อมูลคำสั่ง ตัวรับข้อมูลทั้ง 3 ตัวจะทำการรับข้อมูลพร้อมกันและตรวจสอบว่าที่อยู่ตรงกับตัวเองหรือไม่ ถ้าตรงกันจะทำการรับข้อมูลคำสั่งที่ส่งมาจากตัวแม่ทำการประมวลผลและส่งข้อมูลที่อยู่ที่ของตัวแม่ออกมาในสายตามด้วยข้อมูลของอุณหภูมิ ความชื้นและจะทำให้จะกลับอยู่ในส่วนของการรอรับข้อมูล ซึ่งการส่งข้อมูลลักษณะนี้ตัวแม่จะกระทำการส่ง 3 ครั้งเพื่อขอข้อมูลของอุณหภูมิและความชื้นของตัวลูกทั้ง 3 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#### 4.12 Timing Diagram ของการทำงานควบคุมอุปกรณ์ไฟฟ้า

ทำการตั้งอุณหภูมิไว้ที่ 29 องศาเซลเซียส

เมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าที่กำหนดพัดลมทุกตัวจะหยุดทำงาน



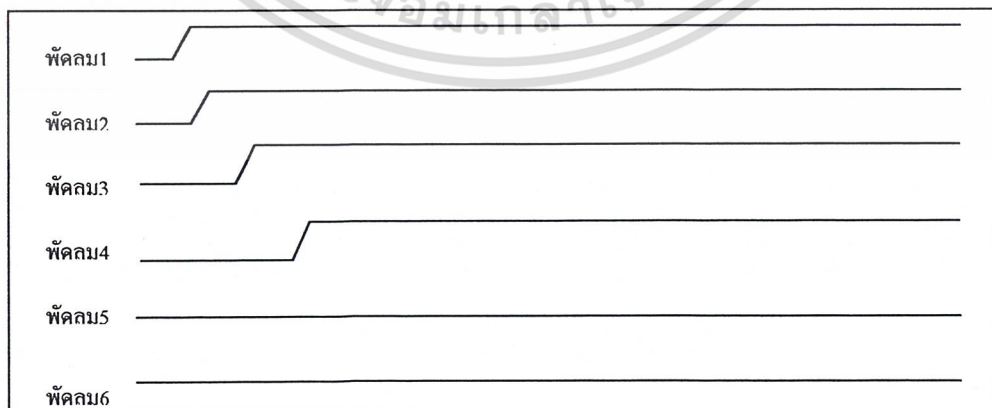
รูปที่ 4.24 Timing Diagram ของพัดลมเมื่ออุณหภูมิต่ำกว่าที่กำหนด

เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่ตั้งไว้ 1 องศา



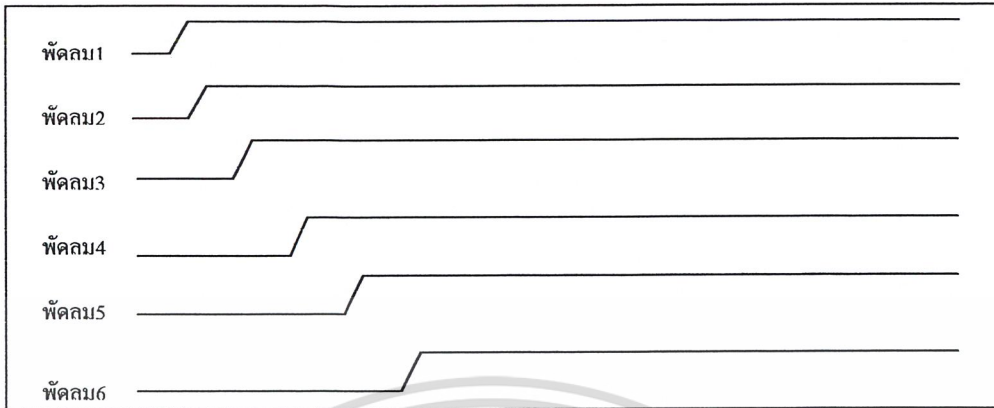
รูปที่ 4.25 Timing Diagram ของพัดลมเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนด 1 องศา

เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่ตั้งไว้ 2 องศา



รูปที่ 4.26 Timing Diagram ของพัดลมเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนด 2 องศา

เมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่ตั้งไว้ 3 องศา



รูปที่ 4.27 Timing Diagram ของพัลลวมเมื่ออุณหภูมิสูงกว่าที่กำหนด 3 องศา

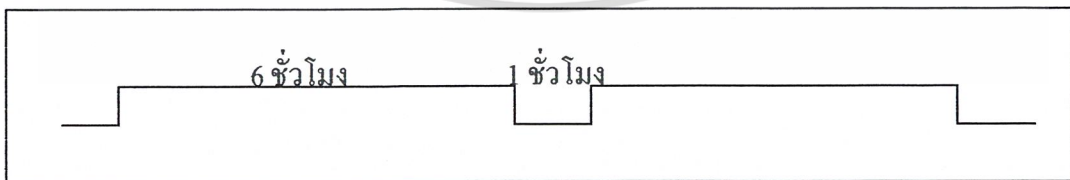
เมื่อทำการตั้งความชื้นไว้ที่ 56%RH

การทำงานจะทำงานโดยการที่ควบคุมให้ความชื้นคงที่โดยถ้าความชื้นไม่ถึง 56%RH สเปร์ย์น้ำจะทำงานและเมื่อความชื้นเกินสเปร์ย์น้ำจะหยุดทำงาน พิจารณาที่ความชื้นไม่ถึงค่าที่ตั้งไว้สเปร์ย์น้ำจะทำงานแบบเปิด 1 นาที หยุด 3 นาทีจนกว่าจะครบ 2 ชั่วโมงหรือความชื้นเกินค่าที่ตั้งไว้



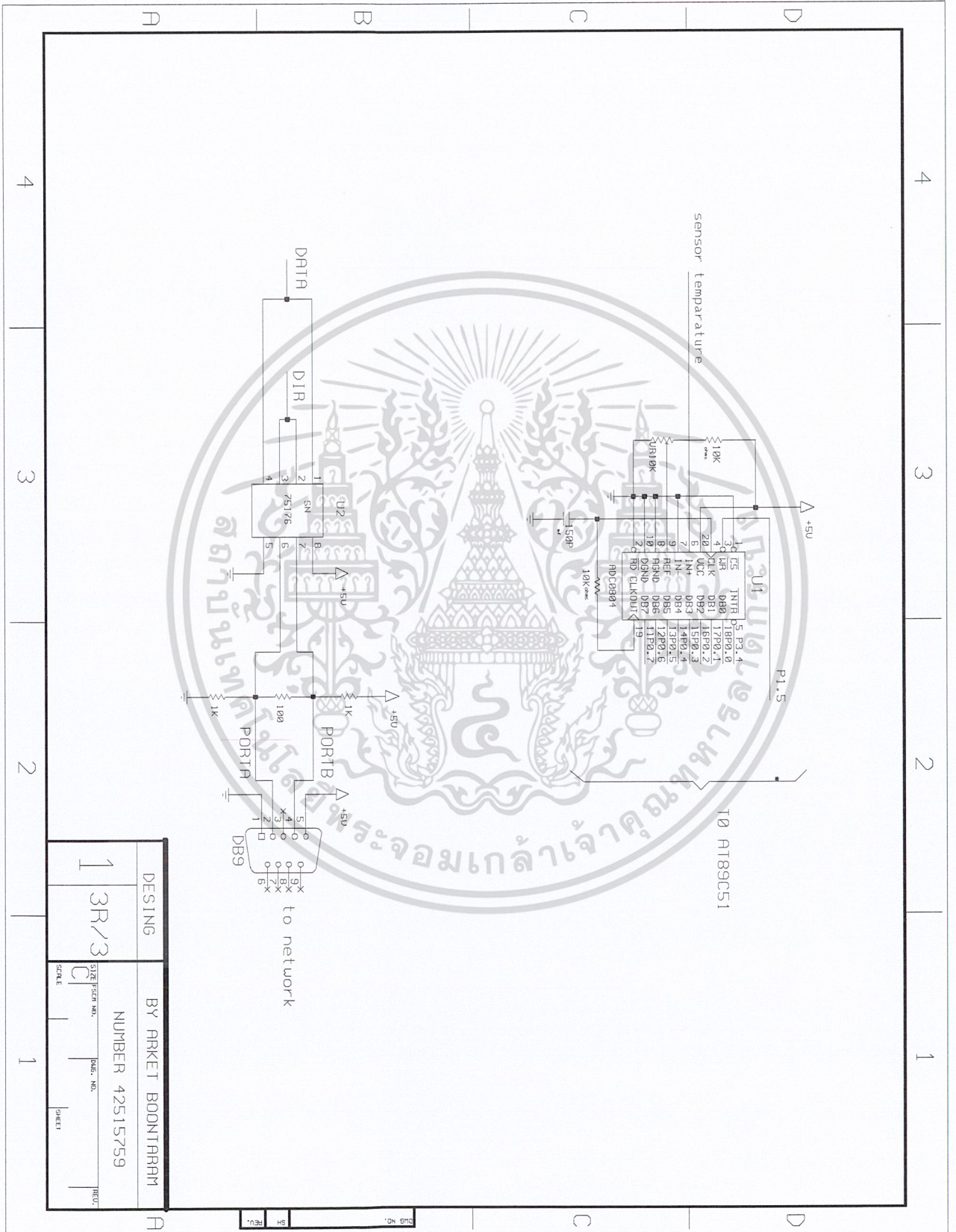
รูปที่ 4.28 Timing Diagram ของสเปร์ย์น้ำเมื่อความชื้นต่ำที่กำหนด

และการทำงานของแสงสว่างเมื่อเวลามีจะทำการเปิดหลอดไฟ 3 แดวงและต้องมีการปิดไฟ 1 ชั่วโมงตามการทำงาน



รูปที่ 4.29 Timing Diagram ของการควบคุมแสงสว่าง

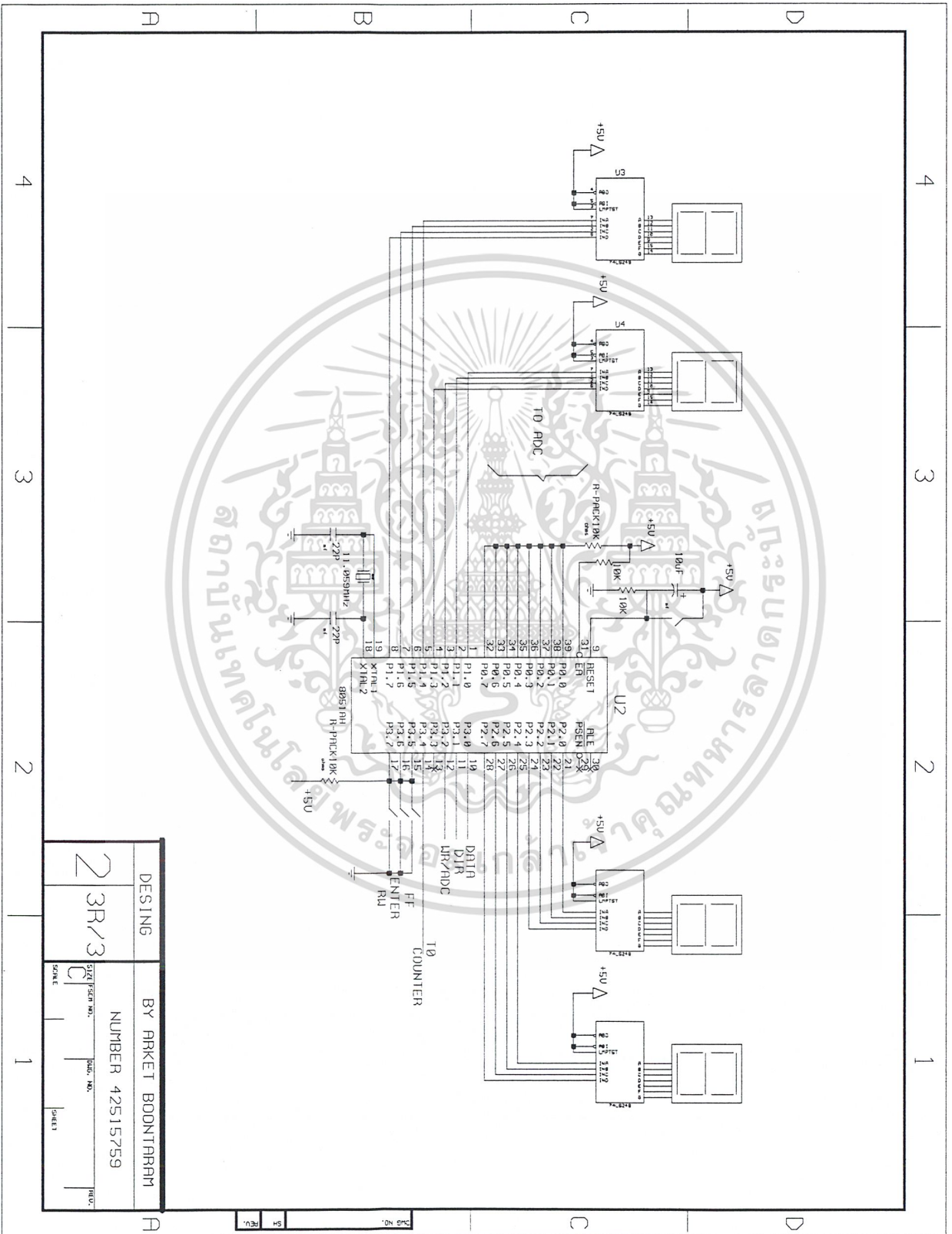
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.30 วงจรการออกแบบที่ 1

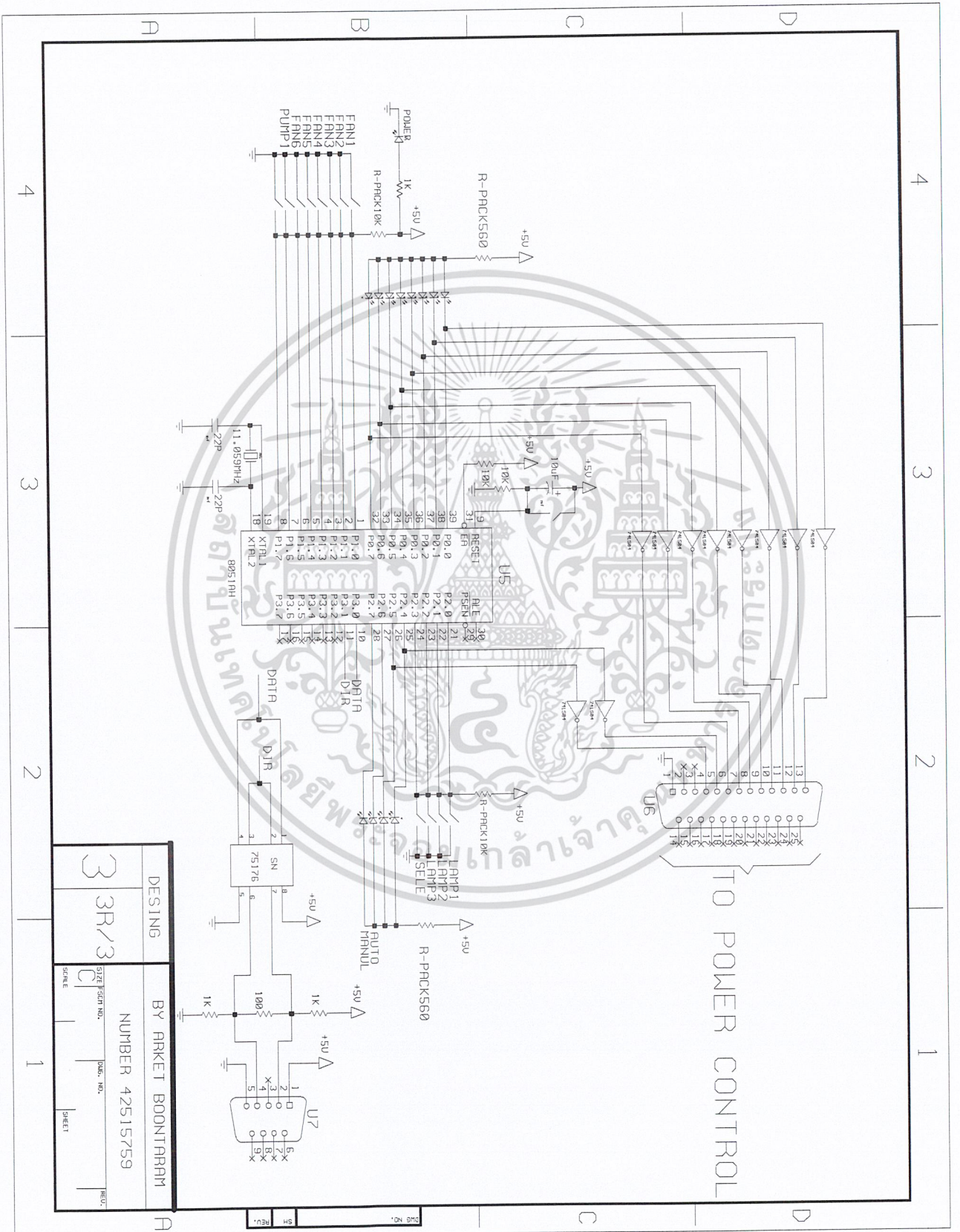
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DESIGN	BY RAKKET BOONTARANG		
1	3R/3	STATE PAPER NO.	DATE
C	NUMBER 42515759	PAGE NO.	SHEET



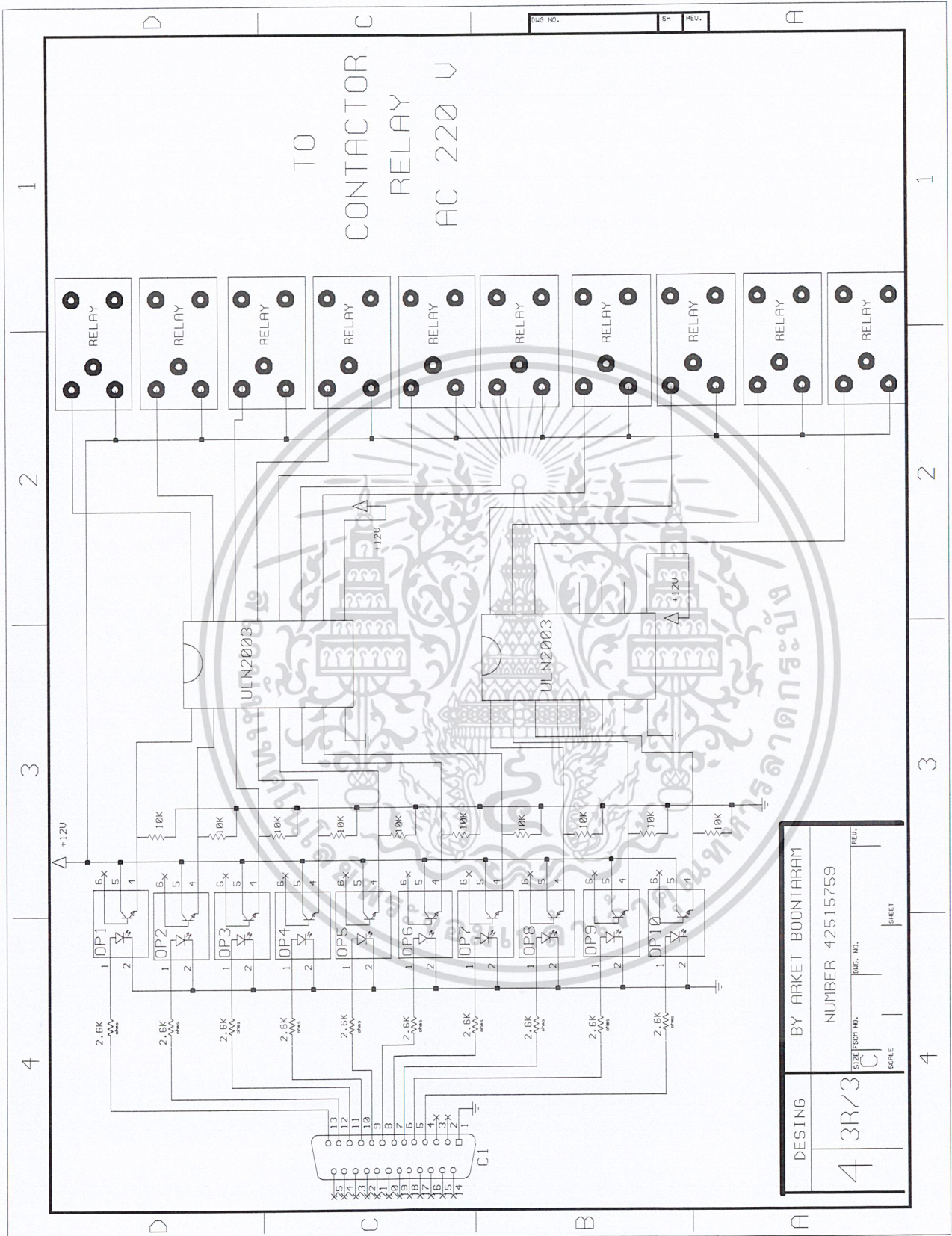
รูปที่ 4.31 วงจรออกแบบที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เฉพาะภายในเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



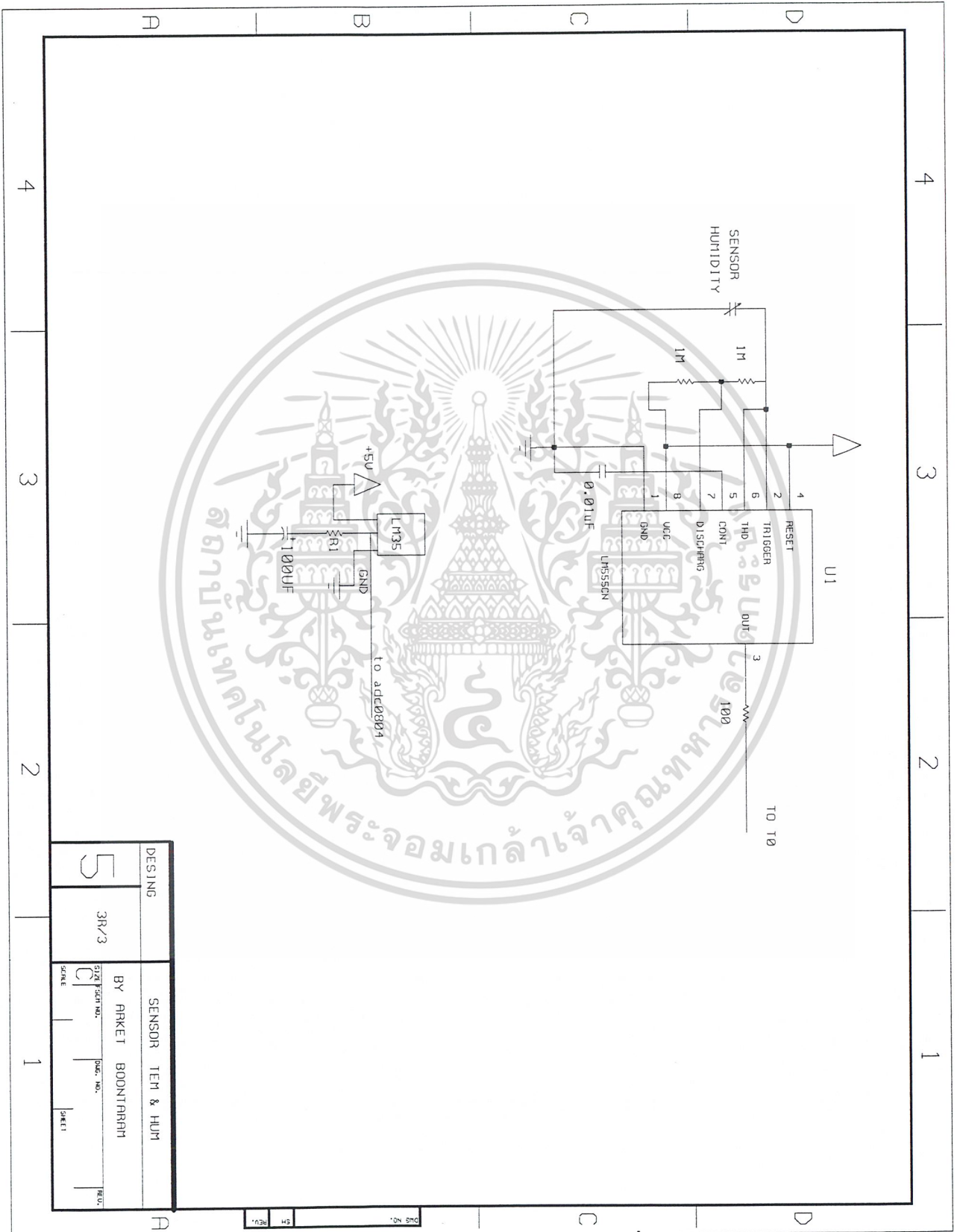
รูปที่ 4.32 วงจรการออกแบบที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



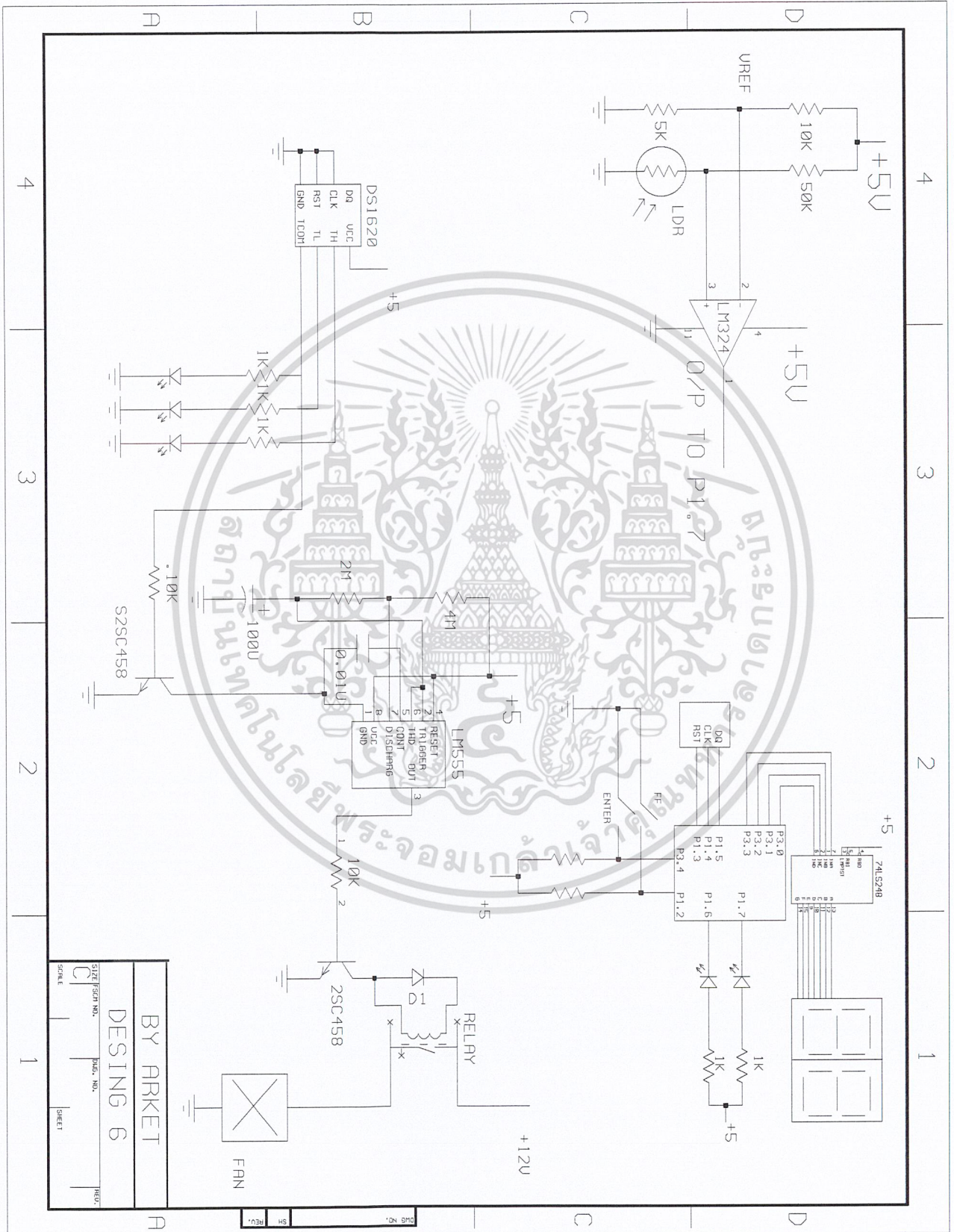
รูปที่ 4.33 วงจรการออกแบบที่ 4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



DESIGN	SENSOR TEM & HUM	
3R/3	BY	ARKET BOONTARAKH
5	DATE	REV.
	SCHEM	SHEET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้รูปที่ 4.34 วงจรการออกแบบที่ 5 เท่านั้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.35 วงจรการออกแบบที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บทที่ 5

### การทดลองการตรวจรับอุณหภูมิ ความชื้นและแสงสว่าง

#### 5.1 ส่วนของอุณหภูมิแบ่งการทดลองออกเป็น 3 ขั้นตอนคือ

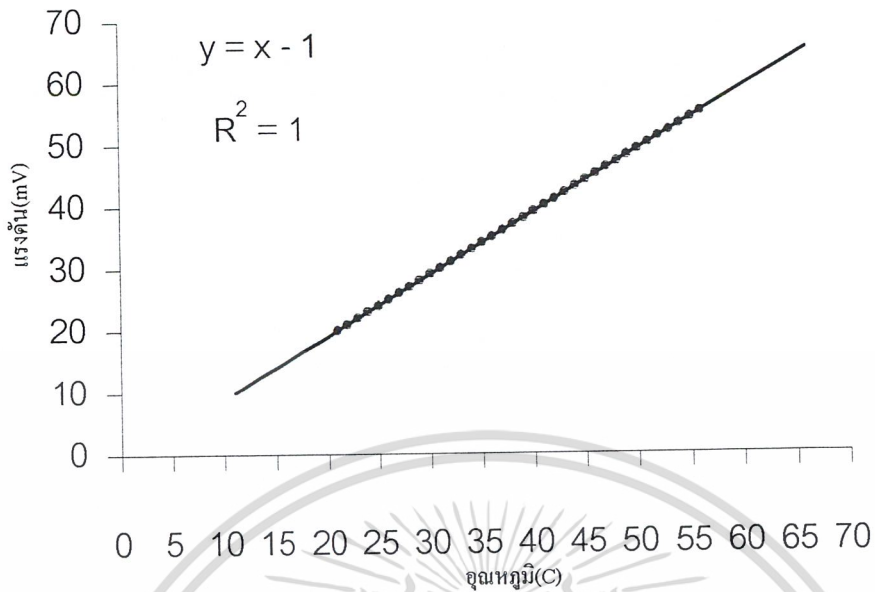
##### 5.1.1 การเปลี่ยนแปลงแรงดันของLM35 เทียบกับ อุณหภูมิช่วง 21 – 56 องศาเซลเซียส

การทดลองนี้จะทำการทดลองโดยการนำเอาไอซีเบอร์ LM35 มาทำการทดลองโดยเพิ่มอุณหภูมิค่าต่างๆตั้งแต่ 21 – 56 องศาเซลเซียสและทำการวัดค่าแรงดันที่ขา เอาท์พุทของ ไอซีเบอร์LM35 โดยใช้มิเตอร์แบบเข็มตั้งย่าน 2.5 โวลท์ทำการลดและเพิ่มอุณหภูมิโดยใช้น้ำแข็งและหัวแร้งใส่ในกล่องพลาสติกปิดที่มีตัวตรวจจับอุณหภูมิLM35อยู่ใน โดยสามารถตรวจวัดแรงดันที่เปลี่ยนแปลงต่ออุณหภูมิได้ดังนี้

ตารางผลการทดลองที่ 5.1การทดลองวัดอุณหภูมิเทียบกับแรงดัน

อุณหภูมิ (C°)	แรงดัน (mV)	อุณหภูมิ (C°)	แรงดัน (mV)	อุณหภูมิ (C°)	แรงดัน (mV)
21	20	33	32	45	44
22	21	34	33	46	45
23	22	35	34	47	46
24	23	36	35	48	47
25	24	37	36	49	48
26	25	38	37	50	49
27	26	39	38	51	50
28	27	40	39	52	51
29	28	41	40	53	52
30	29	42	41	54	53
31	30	43	42	55	54
32	31	44	43	56	55

จากตารางการทดลองที่ 5.1 เราสามารถนำมาเขียนกราฟและสามารถสรุปได้ว่าอุณหภูมิที่วัดได้เทียบกับค่าของแรงดันที่เกิดจาก ไอซีเบอร์ LM35 มีค่าที่เป็นเชิงเส้นซึ่งเป็นค่าที่ใกล้เคียงกับข้อมูลของทางบริษัท โดยอัตราการเปลี่ยนแปลงของแรงดันต่อค่าของอุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงคือ 10 มิลลิโวลท์ต่อ 1 องศาเซลเซียสจากการทดลองการวัดค่านี้มีการผิดพลาดจากแรงดันที่ได้จากข้อมูลของบริษัทยประมาณ 10 มิลลิโวลท์ซึ่งเป็นค่าที่สามารถชดเชยได้ทั้งในทางโปรแกรมและการออกแบบวงจร



กราฟที่ 5.1 แสดงความสัมพันธ์ระหว่างอุณหภูมิกับแรงดันตามตารางการทดลองที่ 5.1

5.1.2 การเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิของตัวตรวจจับอุณหภูมิที่ออกแบบไว้ 3 จุด กับ ตัวสอบเทียบอุณหภูมิและเทอร์โมมิเตอร์ ในช่วงอุณหภูมิ 22 – 50 องศาเซลเซียส

ตารางที่ 5.2 การเปรียบเทียบอุณหภูมิของตัวตรวจจับอุณหภูมิต่างๆ ในหน่วย (°C)

ตัวตรวจจับ1	ตัวตรวจจับ2	ตัวตรวจจับ3	ค่าเฉลี่ย	ตัวสอบเทียบ	เทอร์โมมิเตอร์
22	22	22	22	21.9	21.8
23	23	23	23	22.5	22
23	23	24	23.3	24.2	23
23	23	24	23.3	24.1	23.5
24	24	24	24	24.0	24
24	24	24	24	24.4	24
25	25	25	25	24.9	24
25	25	25	25	26.2	24
26	26	27	26.3	26.2	26
27	27	27	27	27.1	27
27	27	27	27	27.4	27
28	28	28	28	27.4	27.8
28	28	28	28	27.4	28
28	29	28	28.3	28	28.3
29	29	29	29	29.1	29
30	30	30	30	30.6	30

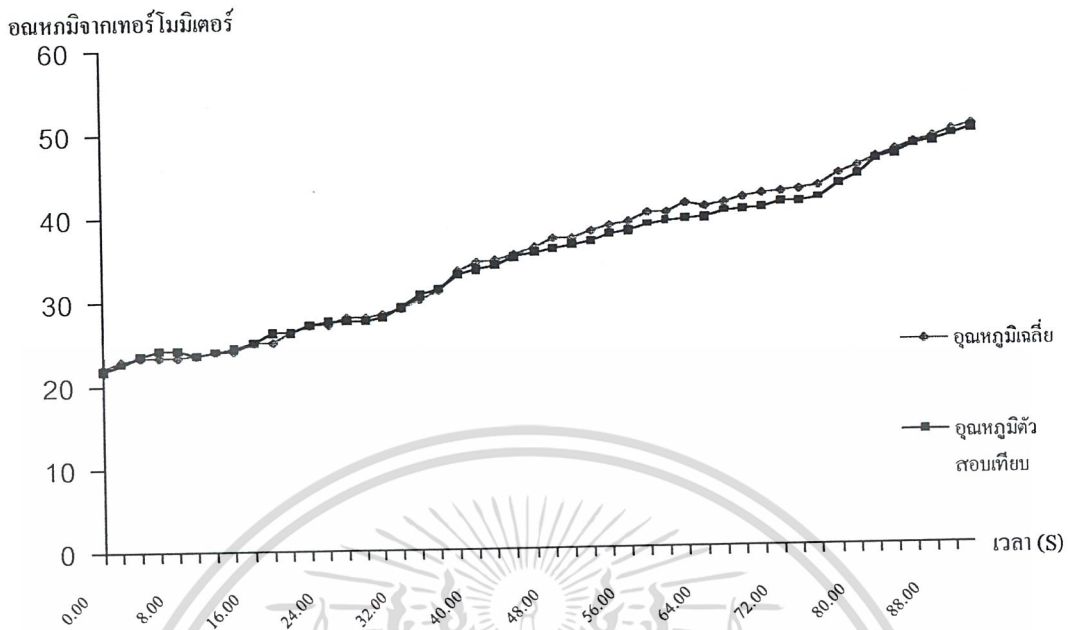
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งาน 31 เพื่อการศึกษา 31 นั้น ไม่อนุ 31.3 ให้นำไปใช้ประ 31 ษณด้านกรค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวตรวจจับ1	ตัวตรวจจับ2	ตัวตรวจจับ3	ค่าเฉลี่ย	ตัวสอบเทียบ	เทอร์โมมิเตอร์
34	33	33	33.3	32.9	32.8
35	34	34	34.3	33.5	33.8
35	34	35	34.6	33.9	35
36	35	35	35.3	34.9	35.8
36	36	36	36	35.4	36
37	36.7	37	37	35.9	37
37	37	37	37	36.3	38
38	38	38	38	36.7	38
39	39	38	38.6	37.6	38.6
39	39	39	39	38	39
40	40	40	40	38.6	39.4
40	40	40	40	39	39.8
41	41	41	41	39.1	40.2
41	41	40	40.6	39.4	41.3
41	41	41	41	40.1	41
42	42	41	41.6	40.3	41.2
42	42	42	42	40.5	42
43	42	42	42.3	41	42.8
43	43	42	42.6	41.1	43
43	43	43	43	41.4	43
45	44	44	44.3	43.2	44
46	45	45	45.3	44.2	45
47	46	46	46.3	46.1	46
47	47	47	47	46.7	47.2
48	48	48	48	47.8	48
49	49	48	48.6	48.2	49
49	50	49	49.3	48.8	50
50	50	50	50	49.6	50

จากการทดลองอุณหภูมิที่วัดได้จากตัวตรวจจับอุณหภูมิต่างๆมีค่าใกล้เคียงกับตัวสอบเทียบ และเทอร์โมมิเตอร์ซึ่งผลการทดลองที่ได้มาในตารางนั้นได้นำมาพล็อตออกมาเป็นกราฟซึ่งจะได้ค่าของอุณหภูมิเฉลี่ยของตัวตรวจจับทั้ง 3 ตัวและส่วนของตัวสอบเทียบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



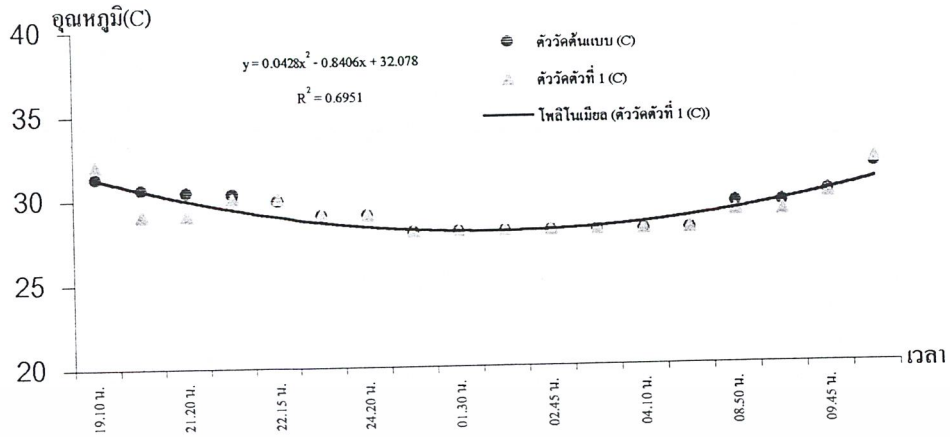
กราฟที่ 5.2 แสดงอุณหภูมิเฉลี่ยและตัวสอบเทียบอุณหภูมิตามตารางที่ 5.2

### 5.1.3 การทดลองวัดอุณหภูมิใน 1 วันเทียบกับตัวสอบเทียบ

ตารางผลการทดลองที่ 5.3 การทดลองวัดอุณหภูมิภายใน 1 วัน

เวลา	ตัววัดตัวที่ 1 (°C)	ตัววัดตัวที่ 2 (°C)	ตัววัดตัวที่ 3 (°C)	ตัววัดต้นแบบ (°C)
19.10 น.	32	31	31	31.3
20.55 น.	29	29	29	30.6
21.20 น.	29	29	29	30.4
21.45 น.	30	30	30	30.3
22.15 น.	30	30	30	29.9
23.50 น.	29	29	29	29
24.20 น.	29	29	29	29
24.45 น.	28	28	28	28
01.30 น.	28	28	28	28
02.20 น.	28	28	28	28
02.45 น.	28	28	28	28
02.50 น.	28	28	28	28
04.10 น.	28	28	28	28
07.45 น.	28	28	28	28
08.50 น.	29	29	29	29.5
09.10 น.	29	29	29	29.5
09.45 น.	30	30	30	30.1
12.30 น.	32	32	32	31.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่สามารถนำเนื้อหาไปใช้ประโยชน์ในเชิงพาณิชย์ใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 5.3 การทดลองวัดอุณหภูมิภายใน 1 วันตามตารางที่ 5.3

## 5.2 ส่วนของความชื้นแบ่งการทดลองได้ 3 ขั้นตอน

### 5.2.1 การทดลองการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวเก็บประจุ เทียบกับความชื้นสัมพัทธ์

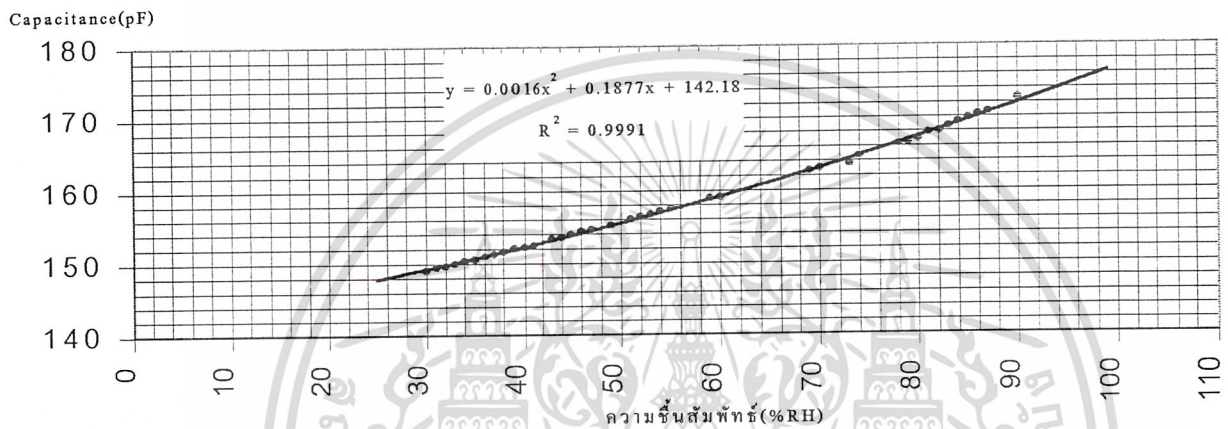
ตารางที่ 5.4 ตารางการเปลี่ยนแปลงตัวเก็บประจุเทียบกับความชื้นสัมพัทธ์

ความชื้นสัมพัทธ์(%RH)	Capacitance(pF)	ความถี่ (Hz)	ความชื้นสัมพัทธ์(%RH)	Capacitance(pF)	ความถี่ (Hz)
30	149.06	3220	53	156.70	3063
31	149.39	3213	54	157.11	3055
32	149.62	3208	55	157.48	3048
33	150	3200	59	158.88	3021
34	150.37	3192	60	159.04	3018
35	150.56	3188	69	162.60	2952
36	150.94	3180	70	162.98	2945
37	151.22	3174	73	163.59	2934
38	151.61	3166	74	164.66	2915
39	152.04	3157	78	166.20	2888
40	152.23	3153	79	166.49	2883
41	152.47	3148	80	166.89	2876
43	153.40	3129	81	167.83	2860
44	153.6	3125	82	168	2857
45	154.04	3116	83	168.65	2846
46	154.39	3109	84	169.25	2836
47	154.68	3103	85	169.79	2827
49	155.23	3092	86	170.27	2819
51	156.04	3076	87	170.63	2813
52	156.35	3070	90	172.53	2782

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษเท่านั้น ไมอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองการเปลี่ยนแปลงค่าของคาปาซิเตอร์เทียบกับค่าความชื้นสัมพัทธ์โดยทำการวัดค่าของตัวเก็บประจุผ่านทาง การวัดค่าของความถี่ที่เปลี่ยนแปลงไปกับค่าของความชื้นสัมพัทธ์ในการทดลองการวัดค่าความถี่นี้จะต้องใช้เครื่องนับความถี่ซึ่งใช้ในการตรวจนับความถี่ที่ออกมาจากวงจรออสซิลเลเตอร์ที่ใช้ไอซี 555 โดยมีตัวตรวจจับความชื้นเป็นตัวคาปาซิเตอร์ที่ใช้ออสซิลเลเตอร์ความถี่ออกมาทำการเซตการทดลองภายในกล่องควบคุมโดยเพิ่มและลดความชื้นสัมพัทธ์จากการให้ละอองน้ำและให้ความร้อนกราฟที่วัดได้จากการทดลองจะมีลักษณะที่เป็นเชิงเส้นในช่วง 30 –90 %RH

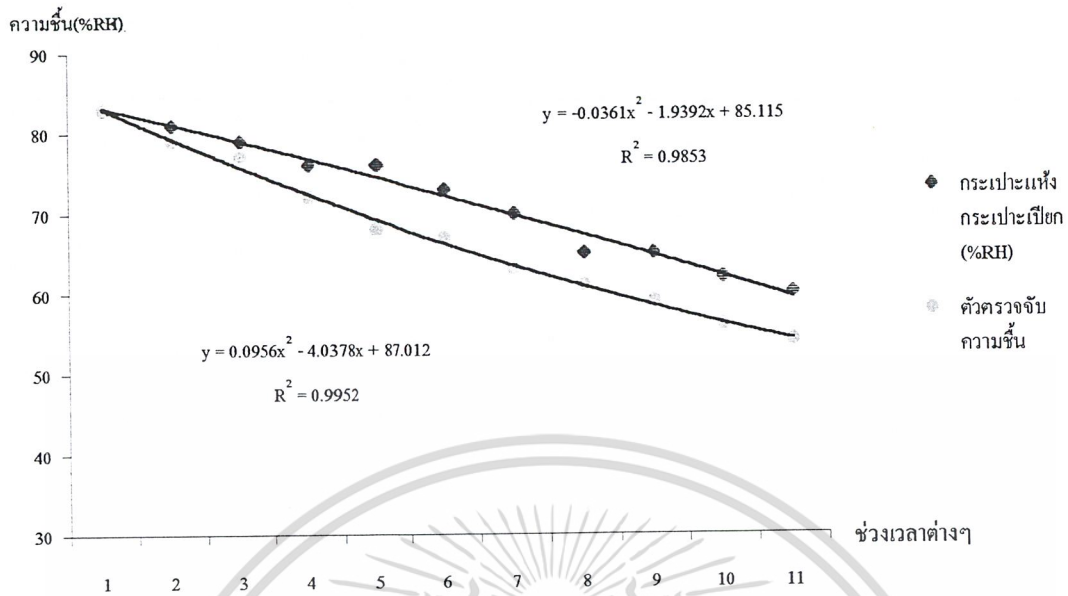


กราฟที่ 5.4 แสดงการเปลี่ยนแปลงของคาปาซิเตอร์เทียบกับความชื้นสัมพัทธ์ตามตารางที่ 5.4

### 5.2.2 การทดลองการเปลี่ยนแปลงค่าของตัวตรวจจับกับกระเปาะเปียกกระเปาะแห้ง ตารางที่ 5.5 ตัวตรวจจับความชื้นเทียบกับกระเปาะเปียกกระเปาะแห้ง

ความชื้นสัมพัทธ์		
กระเปาะแห้งกระเปาะเปียก (% RH)	ตัวตรวจจับความชื้น (% RH)	ค่าผิดพลาด (%)
30-28.5 (83)	83	0
31-29 (81)	79	2.5
32-29.5 (79)	77	2.5
33-30 (76)	72	5.3
34-31 (76)	68	10.5
35-31.5 (73)	67	8.2
36-32 (70)	63	10
37-32 (65)	61	6.2
38-33 (65)	59	9.2
39-33.5 (62)	56	9.7
40-34 (60)	54	10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



กราฟที่ 5.5 ตัวตรวจจับความชื้นเทียบกับกระเปาะเปียกกระเปาะแห้งตามตารางที่ 5.5

จากการทดลองการทำงานของตัวตรวจจับความชื้นเทียบกับกระเปาะเปียกกระเปาะแห้งเราสามารถหาค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นได้จากค่าของเปอร์เซ็นต์ผิดพลาด ค่าผิดพลาดต่างๆที่เกิดขึ้นอาจเกิดจากการอ่านค่าของข้อมูลจากกระเปาะเปียกกระเปาะแห้งและ อาจเกิดจากการออกแบบซึ่งข้อมูลผิดพลาดเป็นข้อมูล ที่สามารถยอมรับได้ในงานในส่วนของการควบคุมระบบฟาร์มเลี้ยงไก่ซึ่งระบบไม่ต้องการความเที่ยงตรงในส่วนของความชื้นมากนักส่วนใหญ่นงานนั้นจะขึ้นอยู่กับอุณหภูมิโดยความชื้นสัมพัทธ์ที่เกิดขึ้นจะเกิดจากการสเปรย์จากหัวฉีดน้ำซึ่งมีปริมาณที่เป็นละอองและระเหยอย่างรวดเร็ว จึงสรุปได้ว่าเราสามารถนำผลความชื้นต่างๆที่ได้มาใช้ได้ในการทำงาน

### 5.2.3 การทดลองวัดความชื้นใน 1 วันเทียบกับตัวสอบเทียบ

ในการทดลองค่าความชื้นสัมพัทธ์ตัวแปรต่างๆเช่นอุณหภูมิ ภาชนะที่ทำการทดลอง แรงแลมถึงต่างๆ เหล่านี้มีผลต่อการทำงานของตัวตรวจจับความชื้นสัมพัทธ์อย่างมากโดยจะเกิดขึ้นเมื่อเราเซตการทดลองขึ้นมาแต่เมื่อเราใช้การวัดค่าของความชื้นสัมพัทธ์ในอากาศจริงๆตัวตรวจจับจะตรวจจับความชื้นที่จุดต่างๆโดยจะตรวจจับความชื้นบริเวณ โดยรอบตัวตรวจจับโดยจะมีการเปลี่ยนแปลงที่เข้ามาเมื่อเทียบกับในกล่องทดลองดังนั้นการทดสอบที่เกิดขึ้นจึงต้องมีการทดลองกับงานจริงๆเพื่อวิเคราะห์หาค่าต่างๆเพื่อให้ได้ข้อมูลที่ถูกต้องและใกล้เคียงกับความเป็นจริงมากที่สุดและเป็นการทดสอบเกียรติภาพความคงทนของวงจรได้อย่างดี

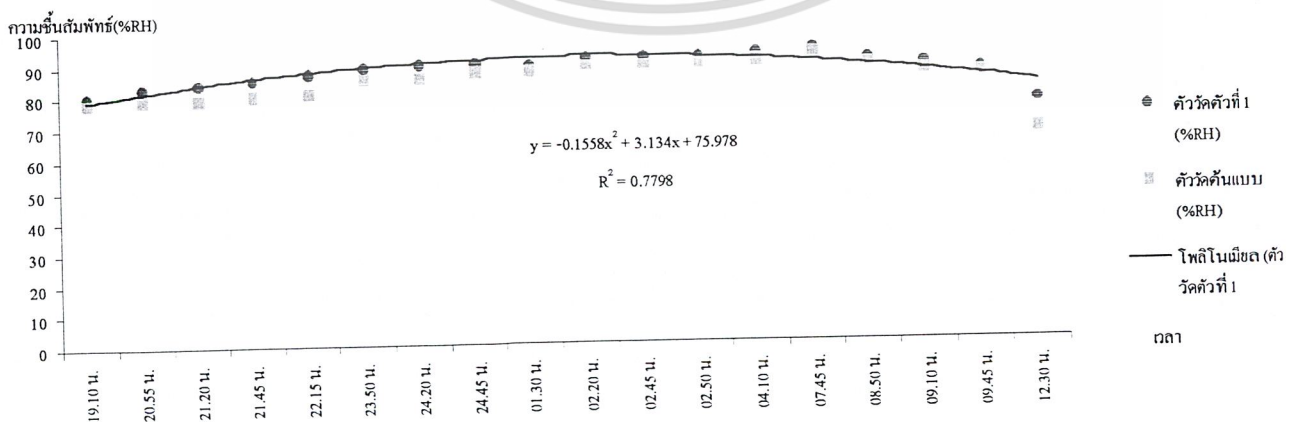
ผลการทดลองการวัดความชื้นสัมพัทธ์ตลอด 1 วันโดยทำการวัดจากกระเปาะเปียกกระเปาะแห้งเทียบ

กับตัวตรวจวัดที่ทำขึ้น

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาสำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 5.6 การทดลองการวัดความชื้นสัมพัทธ์ 1 วัน

เวลา	ตัววัดตัวที่ 1 (%RH)	ตัววัดตัวที่ 2(%RH)	ตัววัดตัวที่ 3(%RH)	ตัววัดต้นแบบ(%RH)
19.10 น.	80	78	79	78
20.55 น.	83	82	81	79
21.20 น.	84	83	82	79
21.45 น.	85	84	82	80
22.15 น.	87	86	85	81
23.50 น.	89	89	89	85
24.20 น.	90	90	91	85
24.45 น.	90	90	96	87
01.30 น.	89	89	90	87
02.20 น.	91	90	91	88
02.45 น.	91	91	92	88
02.50 น.	91	90	91	89
04.10 น.	92	93	92	90
07.45 น.	93	92	91	92
08.50 น.	90	90	89	88
09.10 น.	88	88	88	86
09.45 น.	86	86	85	85
12.30 น.	76	73	73	67



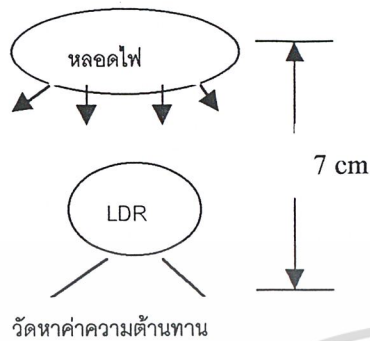
กราฟที่ 5.6 ตัวตรวจจับความชื้นเทียบกับกระเปาะเปียกกระเปาะแห้ง 1 วันตามตารางที่ 5.6

เอกสารนี้เป็นทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### 5.3 ส่วนการออกแบบตัวตรวจจับแสงสว่าง

#### 5.3.1 ทำการทดลองโดยการควบคุมแสงบนตัวตรวจจับแสง เทียบกับค่าความต้านทาน



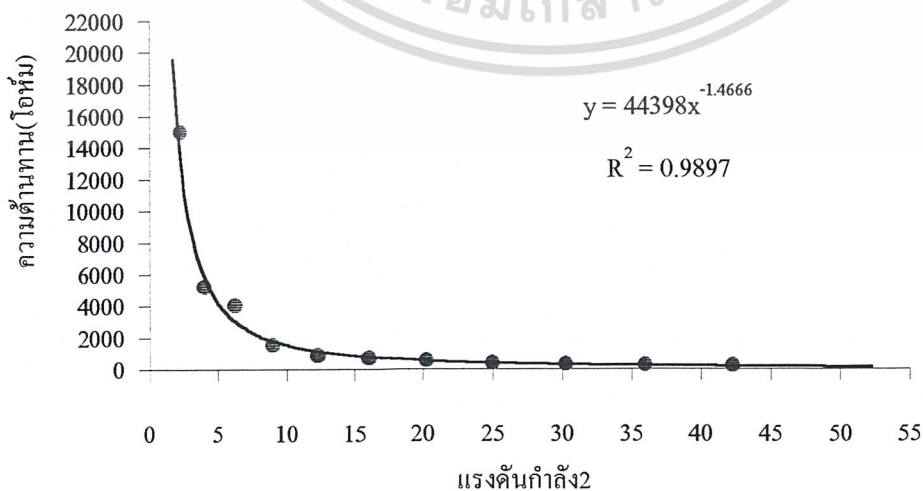
รูปที่ 5.2 การทดลองการรับแสง

ในการทดลองได้ออกแบบการทดลองโดยการนำเอาหลอดไฟขนาด 6 โวลต์ สูงเหนือ LDR อยู่ที่ 7 เซนติเมตร แล้วค่อยๆ ปรับแรงดันไฟที่ให้กับหลอดไฟตั้งแต่ 1.5 โวลต์จนถึง 6.5 โวลต์ โดยมีช่วงห่าง 0.5 โวลต์ และทำการวัดความต้านทานที่ LDR โดยใช้มิเตอร์ตรวจจับความต้านทานได้ค่าดังนี้

ตารางที่ 5.7 ตารางผลการทดลองผลของ LDR ที่มีต่อแสง

แรงดัน <sup>2</sup> (โวลต์ <sup>2</sup> )	ความต้านทาน (โอห์ม)	แรงดัน <sup>2</sup> (โวลต์ <sup>2</sup> )	ความต้านทาน(โอห์ม)
2.25	15000	20.25	550
4	5200	25	400
6.25	4000	30.25	300
9	1500	36	250
12.25	900	42.25	200
16	700		

จากค่าที่ได้เราสามารถนำมาเขียนเป็นกราฟได้ดังรูป



กราฟที่ 5.7 ผลกระทบของแสงสว่างเทียบกับความต้านทานของ LDR ตามตารางที่ 5.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์หรือการเชิงอื่นเพื่อการศึกษาเท่านั้น มิใช่อยู่ให้คนอื่นไปใช้โดยไม่ขออนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการทดลองตัวตรวจจับแสงเราได้ทำการทดลองโดยการให้แสงในระดับแรงดันต่างๆและวัดความต้านทานที่เกิดขึ้นในการออกแบบวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์จะทำการออกแบบจากการทดลองนี้ในการออกแบบจะใช้แสงระดับหนึ่งที่ตรวจวัดได้โดยค่าที่ได้จะออกมาในรูปของความต้านทานประมาณ 5 กิโลโอห์มซึ่งจะได้แสงจากการทดลองใกล้เคียงกับแสงที่อยู่ภายนอกเวลาค่ำ

### สรุปผลการทดลอง

ในการทดลองได้ทำการเซตการทดลองโดยอาศัยการประกอบตู้ขนาด 4096 ลูกบาศก์เซนติเมตร โดยใช้ในการทดลองการวัดอุณหภูมิในช่วง 20 องศาเซลเซียสถึง 60 องศาเซลเซียสโดยการทดลองนี้ใช้กล่องพลาสติก น้ำแข็ง และหัวแร้ง โดยในตู้การทดลองสามารถควบคุมความชื้นได้ประมาณ 30%RH ถึง 90%RH และอุณหภูมิประมาณ 20 ถึง 60 องศาเซลเซียส

ในการตรวจจับอุณหภูมิค่าที่ได้มีความแตกต่างกันเล็กน้อยเมื่อเทียบกับเทอร์โมมิเตอร์ดังนั้นจึงสามารถนำค่าที่ได้มาตรวจจับอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ได้อย่างดีและสามารถควบคุมอุณหภูมิภายในโรงเรือนเลี้ยงไก่ได้

ในการตรวจจับความชื้นค่าที่ได้มีความแตกต่างกันประมาณบวกลบ 5 เปอร์เซ็นต์จึงมีความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้เพราะใช้ในการควบคุมสเปรย์น้ำเพียงอย่างเดียวและมีผลต่อไก่ในส่วนของความชื้นปริมาณมากๆซึ่งในการควบคุมสเปรย์น้ำจะตัดการทำงานก่อนถึงความชื้นที่จุดนั้น และในโปรแกรมยังมีส่วนที่ป้องกันความชื้นปล่อยมามากเกินไปโดยจำกัดการฉีดน้ำให้ฉีด 1 นาทีและหยุด 3 นาที

ในการตรวจจับแสงสว่างเราสามารถตรวจจับได้อย่างดีเพราะผลกระทบต่ออุปกรณ์มีน้อยมากและรวมกับวงจรตรวจจับและรับค่าที่ดีเราจึงสามารถรับค่าแสงสว่างและนำค่าที่ได้นั้นมาควบคุมหลอดไฟภายในโรงเรือนได้อย่างมีคุณภาพและสามารถควบคุมการเลี้ยงไก่ได้ตรงตามหลักการคือต้องมีการปิดไฟ 1 ชั่วโมงภายใน 1 วัน

ในระบบกล่องควบคุมซึ่งมีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ย่อมทำให้เกิดความร้อนดังนั้นเพื่อความน่าเชื่อถือของระบบจึงได้มีการติดตั้งพัดลมที่ระบายอากาศ 2 ตัวเป็นตัวดูดอากาศเข้าและดูดอากาศออกซึ่งพัดลมจะมีการทำงานเมื่ออุณหภูมิถึงจุดที่ตั้งไว้เท่านั้นเมื่อพัดลมยังไม่มีการทำงานจะสามารถประหยัดไฟฟ้าในการเลี้ยงวงจรได้มาก

ดังนั้นการสรุปผลอุปกรณ์หลักๆที่ได้กล่าวมาแล้วสามารถสรุปได้ว่าเราสามารถนำระบบทั้งหมดมาควบคุมการเลี้ยงไก่ได้โดยสมบูรณ์และครอบคลุมการใช้งานและการทำงานตามที่ระบบต้องการและตรงตามความต้องการของผู้ใช้งาน



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## โปรแกรมภายใน MCS51

```

DIR485 EQU P3.3
DATA485 EQU P3.2
AX EQU 1AH
BX EQU 1BH
CX EQU 1CH
ORG 0000H
    MOV SP,#5FH
    LCALL PW_DELAY
    AJMP ONERXC
ORG 000BH
LCALL INTERRUPTIMER0
RETI

ORG 001BH
LCALL INTERRUPTIMER1
RETI
INTERRUPTIMER0:
CLR TR0
    DJNZ 26H,ERROR
    MOV 26H,#14 ;1S
    DJNZ 27H,ERROR
    MOV 27H,#60 ;1MIN
    DJNZ 28H,ERROR
    LCALL AUTORUN
    MOV 28H,#2 ;2MIN ;MOV 28H,#5
    DJNZ 29H,ERROR
    MOV 29H,#30 ;1H ;MOV 29H,#24
    LCALL LIGHT
    LCALL LCLOSE
    DJNZ 2EH,ERROR
    MOV 2EH,#2 ;2H
    LCALL WREPROM

ERROR: SETB TR0
    RET
INTERRUPTIMER1:
CLR TR1
    DJNZ 2AH,ERRORR1
    MOV 2AH,#14
    DJNZ 2BH,ERRORR1
    MOV 2BH,#60
    SETB P0.6 ;OPEN 1 MIN
    DJNZ 2CH,ERRORR1
    MOV 2CH,#4 ;CLOSE 3 MIN
    CLR P0.6
    DJNZ 2DH,ERRORR1
    MOV 2DH,#30
    ERRORR1: SETB TR1
    RET
WREPROM: MOV R0,2AH
    MOV R1,24H ;T
    INC 2AH
    LCALL IPW
    MOV R0,2AH
    MOV R1,25H ;H
    INC 2AH
    LCALL IPW
    RET
AUTORUN:
    MOV R3,#01H
    LCALL HUNTER
    MOV 13H,1DH
    MOV 14H,1EH
    LCALL DELAY10S
    MOV R3,#02H
    LCALL HUNTER
    MOV 15H,1DH
    MOV 16H,1EH
    LCALL DELAY10S
    MOV R3,#03H
    LCALL HUNTER
    MOV 17H,1DH
    MOV 18H,1EH
    LCALL ADDCHANG
    LCALL SETP6
    LCALL SETP10
    LCALL SETP11
    CLR DIR485
    RET
AUTORUN1:
    MOV R3,#01H
    LCALL HUNTER
    MOV 13H,1DH
    MOV 14H,1EH
    LCALL DELAY10S
    MOV R3,#02H
    LCALL HUNTER
    MOV 15H,1DH
    MOV 16H,1EH
    LCALL DELAY10S
    MOV R3,#03H
    LCALL HUNTER
    MOV 17H,1DH
    MOV 18H,1EH

```

LCALL ADDCHANG	CLR DIR485
LCALL SETP6	RET
LCALL SETP8	INPUT: LCALL SETINPUT
CLR DIR485	jb p3.5,compu
RET	JNB P1.0,FAN1
ATIMER1: MOV 2AH,#14; MS TIME	jb p3.5,compu
MOV 2BH,#60; 1 MIN TIME	JNB P1.1,FAN2
MOV 2CH,#4; 5 MIN TIME	jb p3.5,compu
MOV 2DH,#24; 2 H TIME	JNB P1.2,FAN3
RET	jb p3.5,compu
ONERXC: MOV 31H,#01H	JNB P1.3,FAN4
MOV 2FH,#00H	jb p3.5,compu
MOV 30H,#00H	JNB P1.4,FAN5
MOV 2AH,#00H	jb p3.5,compu
MOV 26H,#14	JNB P1.5,FAN6
MOV 27H,#60	jb p3.5,compu
MOV 28H,#2	JNB P1.6,PUMP
MOV 29H,#30	jb p3.5,compu
MOV 2EH,#2	JNB P2.3,LAMP1
MOV IP,#02H	jb p3.5,compu
MOV TMOD,#11H	JNB P2.2,LAMP2
MOV IE,#8AH	jb p3.5,compu
MOV 12H,#00H	JNB P2.1,LAMP3
LCALL SETVAL	jb p3.5,compu
MOV 24H,19H	JNB P2.0,SELE
MOV 25H,20H	jb p3.5,compu
LCALL WREPROM	LJMP INPUT
LCALL AACHANG	FAN1: LJMP FAN1_1
SETB TR0; STRAT TIME	FAN2: LJMP FAN2_1
CLR TR1	FAN3: LJMP FAN3_1
mov 24h,#40	FAN4: LJMP FAN4_1
mov 25h,#40	FAN5: LJMP FAN5_1
AUTO: SETB P2.7	FAN6: LJMP FAN6_1
SETB P2.6	PUMP: LJMP PUMP_1
MOV A,#00H	LAMP1: LJMP LAMP1_1
SETB P2.4	LAMP2: LJMP LAMP2_1
CLR P2.5	LAMP3: LJMP LAMP3_1
MMM:	SELE: LJMP SELE_1
JNB P2.0,MANU	SETINPUT:
LCALL SINTER	SETB P1.0
SJMP MMM	SETB P1.1
MANU: MOV 2FH,#00H	SETB P1.2
MOV 30H,#00H	SETB P1.3
MOV 31H,#01H	SETB P1.4
LJMP SELE_1	SETB P1.5
compu:	SETB P1.6
ljmp inter	SETB P2.3
HUNTER:	SETB P2.2
MOV R3,#01H	SETB P2.1
LCALL TXX	SETB P2.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่จัดทำขึ้นไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

RET
FAN1_1: JB P1.0,FAN1_11
        AJMP FAN1_1
FAN1_11: LCALL PW_DELAY
        MOV A,08H
        CJNE A,#01H,FAN1_1OPEN
        CJNE A,#00H,FAN1_1CLOSE
        AJMP FAN1_1
FAN1_1OPEN: CLR P0.0
        MOV 08H,#01H
        LJMP INPUT
FAN1_1CLOSE: SETB P0.0
        MOV 08H,#00H
        LJMP INPUT
FAN2_1: JB P1.1,FAN2_11
        AJMP FAN2_1
FAN2_11: LCALL PW_DELAY
        MOV A,09H
        CJNE A,#01H,FAN2_1OPEN
        CJNE A,#00H,FAN2_1CLOSE
        AJMP FAN2_1
FAN2_1OPEN: CLR P0.1
        MOV 09H,#01H
        LJMP INPUT
FAN2_1CLOSE: SETB P0.1
        MOV 09H,#00H
        LJMP INPUT
FAN3_1: JB P1.2,FAN3_11
        AJMP FAN3_1
FAN3_11: LCALL PW_DELAY
        MOV A,0AH
        CJNE A,#01H,FAN3_1OPEN
        CJNE A,#00H,FAN3_1CLOSE
        AJMP FAN3_1
FAN3_1OPEN: CLR P0.2
        MOV 0AH,#01H
        LJMP INPUT
FAN3_1CLOSE: SETB P0.2
        MOV 0AH,#00H
        LJMP INPUT
FAN4_1: JB P1.3,FAN4_11
        AJMP FAN4_1
FAN4_11: LCALL PW_DELAY
        MOV A,0BH
        CJNE A,#01H,FAN4_1OPEN
        CJNE A,#00H,FAN4_1CLOSE
        AJMP FAN4_1
FAN4_1OPEN: CLR P0.3

```

```

FAN4_1CLOSE: SETB P0.3
        MOV 0BH,#00H
        LJMP INPUT
FAN5_1: JB P1.4,FAN5_11
        AJMP FAN5_1
FAN5_11: LCALL PW_DELAY
        MOV A,0CH
        CJNE A,#01H,FAN5_1OPEN
        CJNE A,#00H,FAN5_1CLOSE
        AJMP FAN5_1
FAN5_1OPEN: CLR P0.4
        MOV 0CH,#01H
        LJMP INPUT
FAN5_1CLOSE: SETB P0.4
        MOV 0CH,#00H
        LJMP INPUT
FAN6_1: JB P1.5,FAN6_11
        AJMP FAN6_1
FAN6_11: LCALL PW_DELAY
        MOV A,0DH
        CJNE A,#01H,FAN6_1OPEN
        CJNE A,#00H,FAN6_1CLOSE
        AJMP FAN6_1
FAN6_1OPEN: CLR P0.5
        MOV 0DH,#01H
        LJMP INPUT
FAN6_1CLOSE: SETB P0.5
        MOV 0DH,#00H
        LJMP INPUT
PUMP_1: JB P1.6,PUMP_11
        AJMP PUMP_1
PUMP_11: LCALL PW_DELAY
        MOV A,0EH
        CJNE A,#01H,PUMP_1OPEN
        CJNE A,#00H,PUMP_1CLOSE
        AJMP PUMP_1
PUMP_1OPEN: CLR P0.6
        LCALL ATIMER1
        SETB TR1
        MOV 0EH,#01H
        LJMP INPUT
PUMP_1CLOSE: SETB P0.6
        CLR TR1
        MOV 0EH,#00H
        LJMP INPUT
LAMP1_1: JB P2.3,LAMP1_11
        AJMP LAMP1_1
LAMP1_11: LCALL PW_DELAY

```

```

MOV 0BH,#01H
LJMP INPUT

```

```

MOV A,0FH
CJNE A,#01H,LAMP1_1OPEN

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CJNE A,#00H,LAMP1_ICLOSE
AJMP LAMP1_1
LAMP1_IOPEN: CLR P0.7
MOV 0FH,#01H
LJMP INPUT
LAMP1_ICLOSE: SETB P0.7
MOV 0FH,#00H
LJMP INPUT
LAMP2_1: JB P2.2,LAMP2_11
AJMP LAMP2_1
LAMP2_11: LCALL PW_DELAY
MOV A,10H
CJNE A,#01H,LAMP2_IOPEN
CJNE A,#00H,LAMP2_ICLOSE
AJMP LAMP2_1
LAMP2_IOPEN: CLR P2.7
MOV 10H,#01H
LJMP INPUT
LAMP2_ICLOSE: SETB P2.7
MOV 10H,#00H
LJMP INPUT
LAMP3_1: JB P2.1,LAMP3_11
AJMP LAMP3_1
LAMP3_11: LCALL PW_DELAY
MOV A,11H
CJNE A,#01H,LAMP3_IOPEN
CJNE A,#00H,LAMP3_ICLOSE
AJMP LAMP3_1
LAMP3_IOPEN: CLR P2.6
MOV 11H,#01H
LJMP INPUT
LAMP3_ICLOSE: SETB P2.6
MOV 11H,#00H
LJMP INPUT
SELE_1: JB P2.0,SELE_11
AJMP SELE_1
SELE_11:
LCALL PW_DELAY
MOV A,12H
CJNE A,#01H,SELE_IOPEN
CJNE A,#00H,SELE_ICLOSE
AJMP SELE_1
SELE_IOPEN: CLR TR0 ;STOP TIMER
CLR P2.4
SETB P2.5
MOV 12H,#01H
LCALL CONMAM
LCALL DECON
LJMP INPUT
SELE_ICLOSE: SETB TR0 ;SET TIMER
CLR TR1 ;CLOSE TIMER
CLR P2.5
SETB P2.4
MOV 12H,#00H
LCALL CONMAM
LCALL DECON
LJMP AUTO
CONMAM: MOV 08H,#00H
MOV 09H,#00H
MOV 0AH,#00H
MOV 0BH,#00H
MOV 0CH,#00H
MOV 0DH,#00H
MOV 0EH,#00H
MOV 0FH,#00H
MOV 10H,#00H
MOV 11H,#00H
RET
STAR: CLR RI
CLR DIR485
LOOP0: JNB RI,LOOP1
LOOP1: JB DATA485,LOOP0
LCALL SIN
CJNE A,#04H,STAR
CLR RI
CLR DIR485
LOOP2: JNB RI,LOOP3
LOOP3: JB DATA485,LOOP2
LCALL SIN
MOV 19H,A
CLR DIR485
ASTAR: CLR RI
CLR DIR485
ALOOP0: JNB RI,ALOOP1
ALOOP1: JB DATA485,ALOOP0
LCALL SIN
CJNE A,#04H,ASTAR
CLR RI
CLR DIR485
ALOOP2: JNB RI,ALOOP3
ALOOP3: JB DATA485,ALOOP2
LCALL SIN
MOV 20H,A
CLR DIR485
RET
SIN: MOV PSW,#0
PUSH 0
PUSH ACC
LCALL BAUDEDELAY
MOV R0,#8

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SI1: POP ACC	JNZ LAYD
MOV C,DATA485	POP ACC
RR A	POP DPL
PUSH ACC	POP DPH
LCALL BAUDELAY	RET
DJNZ R0,SI1	SETVAL:
LCALL BAUDELAY	MOV A,#00H
CLR DIR485	MOV 08H,A
POP ACC	MOV 09H,A
POP 0	MOV 0AH,A
RET	MOV 0BH,A
DELAY2S: MOV R1,#200	MOV 0CH,A
DLOOP1: MOV R2,#10	MOV 0DH,A
DLOOP2: MOV R5,#0E6H	MOV 0EH,A
DLOOP3: NOP	MOV 0FH,A
NOP	MOV 10H,A
DJNZ R5,DLOOP3	MOV 11H,A
DJNZ R2,DLOOP2	;MOV 12H,A
DJNZ R1,DLOOP1	MOV 13H,A
RET	MOV 14H,A
;*****DALAY 10S	MOV 15H,A
DELAY10S: MOV R1,#1000	MOV 16H,A
D101: MOV R2,#10	MOV 17H,A
D102: MOV R5,#0E6H	MOV 18H,A
D103: NOP	MOV 19H,A
NOP	MOV 20H,A
DJNZ R5,D103	MOV 21H,A
DJNZ R2,D102	MOV 22H,A
DJNZ R1,D101	MOV 23H,A
RET	MOV 1AH,A;AX
;*****	MOV 1BH,A;BX
PW_DELAY: PUSH DPH	MOV 1CH,A;CX
PUSH DPL	MOV ACC,#00H
PUSH ACC	RET
MOV DPTR,#8000H	DECON: ; LCALL SETVAL
PW_DEL: INC DPTR	LCALL DELAY
MOV A,DPL	LCALL DELAY
ORL A,DPH	SETB P0.0
JNZ PW_DEL	LCALL DELAY
POP ACC	LCALL DELAY
POP DPL	SETB P0.1
POP DPH	LCALL DELAY
RET	LCALL DELAY
DELAY: PUSH DPH	SETB P0.2
PUSH DPL	LCALL DELAY
PUSH ACC	LCALL DELAY
MOV DPTR,#1000H	SETB P0.3
LAYD: INC DPTR	LCALL DELAY
MOV A,DPL	LCALL DELAY
ORL A,DPH	SETB P0.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P0.5
LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P0.6
LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P0.7
LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P2.7
LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P2.6
LCALL DELAY
LCALL DELAY
RET
DECON1:
LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P0.0
LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P0.1
LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P0.2
LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P0.3
LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P0.4
LCALL DELAY
LCALL DELAY
SETB P0.5
RET
TXX:
SETB DIR485
SETB DATA485
LCALL DELAY2S
LCALL DELAY2S
MOV A,R3
LCALL SOUT
LCALL DELAY5MS
SLOOP0: JB DATA485,SLOOP0
MOV 1DH,A ;MOV 13H,A
LCALL DELAY5MS
SLOOP1: JB DATA485,SLOOP1

LCALL SIN
MOV 1EH,A ;MOV 14H,A
RET
SOUT: PUSH ACC
SETB DIR485
LCALL BAUDEDELAY
MOV R0,#8
SO1: POP ACC
MOV DATA485,C
RR A
PUSH ACC
LCALL BAUDEDELAY
DJNZ R0,SO1
SETB DATA485
LCALL BAUDEDELAY
CLR DIR485
POP ACC
RET
BAUDEDELAY:
PUSH ACC
MOV A,#11
BD0: DEC A
JNZ BD0
POP ACC
RET
DELAY10MS: MOV R2,#10
D10MS2: MOV R5,#0E6H
D10MS3: NOP
NOP
DJNZ R5,D10MS3
DJNZ R2,D10MS2
RET
DELAY5MS: MOV R2,#5
D5MS2: MOV R5,#0E6H
D5MS3: NOP
NOP
DJNZ R5,D5MS3
DJNZ R2,D5MS2
RET
CONVE: MOV A,#00H
MOV R0,A
MOV DPTR,#TABLE
CONV: MOV A,R0
MOV C A,@A+DPTR
CJNE A,23H,INCONV
MOV 23H,R0
RET
INCONV: MOV A,R0
INC R0
AJMP CONV

```

COMPARE:

MOV A,21H  
CJNE A,22H,COMP  
MOV AX,#01H  
RET

COMP: MOV A,#00H

ACOMP: CJNE A,21H,CCCI

AJMP COMP1

CCCI: CJNE A,22H,CCCC

AJMP COMP2

CCCC: INC A

LJMP ACOMP

COMP1: MOV CX,#01H

RET

COMP2: MOV BX,#01H

RET

ADDCHANG:

MOV 23H,13H

LCALL CONVE

MOV 13H,23H ;\*

MOV 23H,14H

LCALL CONVE

MOV 14H,23H ;\*

MOV 23H,15H

LCALL CONVE

MOV 15H,23H ;\*

MOV 23H,16H

LCALL CONVE

MOV 16H,23H ;\*

MOV 23H,17H

LCALL CONVE

MOV 17H,23H ;\*

MOV 23H,18H

LCALL CONVE

MOV 18H,23H ;\*

RET

AACHANG:

MOV 23H,19H

LCALL CONVE

MOV 19H,23H ;\*

MOV 23H,20H

LCALL CONVE

MOV 20H,23H ;\*

RET

SETP6: LCALL AXBXCX

MOV 21H,15H

MOV 22H,13H

LCALL COMPARE

MOV A,#01H

CJNE A,BX,KLOOP

MOV 13H,15H

KLOOP: LCALL AXBXCX

MOV 21H,17H

MOV 22H,13H

LCALL COMPARE

MOV A,#01H

CJNE A,BX,KLOOP1

MOV 13H,17H

KLOOP1: MOV 24H,13H

RET

SETP8: LCALL AXBXCX

MOV 21H,16H

MOV 22H,14H

LCALL COMPARE

MOV A,#01H

CJNE A,BX,HLOOP

MOV 14H,16H

HLOOP: LCALL AXBXCX

MOV 21H,18H

MOV 22H,14H

LCALL COMPARE

MOV A,#01H

CJNE A,BX,AHLOOP1

MOV 14H,18H

AHLOOP1: MOV 25H,14H

AXBXCX: MOV AX,#00H

MOV BX,#00H

MOV CX,#00H

RET

DELAY20S:

LCALL DELAY10S

LCALL DELAY10S

RET

SETP10: LCALL AXBXCX

MOV 21H,13H

MOV 22H,19H

LCALL COMPARE

MOV A,#01H

CJNE A,BX,TLOOP

MOV A,#00H

AJMP WORKT1

TLOOP: AJMP WORKT2

WORKT2:

LCALL AXBXCX

LCALL DECON1

RET

WORKT1: CLR P2.6

LCALL AXBXCX

MOV A,19H

MOV RO,#01H

RET

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COMPT: INC A,	LCALL DELAY2S
CJNE A,13H,DECLLOOP	CLR P0.5
LCALL AFAN123456	LCALL DELAY2S
LCALL AFAN12	LCALL SETPH
RET	CLR P0.6
DECLLOOP: DJNZ R0,COMPT	RET
MOV R0,#01H	;*****
COMPTT: INC A	SETPH: LCALL AXBXCX
CJNE A,13H,DECLLOOP1	MOV 21H,14H
LCALL AFAN123456	MOV 22H,20H
LCALL AFAN1234	LCALL COMPARE
RET	MOV A,#01H
DECLLOOP1: DJNZ R0,COMPTT	CJNE A,CX,HLOOPH1
LCALL AFAN123456	AJMP WORKKHH2
RET	HLOOPH1: AJMP WORKKHH1
AFAN12: CLR P0.0	WORKKHH1:
LCALL DELAY2S	SETB P0.6
CLR P0.1	RET
LCALL DELAY2S	WORKKHH2: CLR P0.6
SETB P0.2	RET
LCALL DELAY2S	SETP11: LCALL AXBXCX
SETB P0.3	MOV 21H,14H
LCALL DELAY2S	MOV 22H,20H
SETB P0.4	LCALL COMPARE
LCALL DELAY2S	MOV A,#01H
SETB P0.5	CJNE A,CX,HLOOP1
RET	AJMP WORKH2
AFAN1234:	HLOOP1: AJMP WORKH1
CLR P0.0	WORKH1: CLR TR1
LCALL DELAY2S	SETB P0.6
CLR P0.1	RET
LCALL DELAY2S	WORKH2: MOV A,20H
CLR P0.2	MOV R0,#04H
LCALL DELAY2S	COMPH: DEC A
CLR P0.3	CJNE A,14H,HDECLLOOP
LCALL DELAY2S	LCALL SPFAN1256
SETB P0.4	CLR P0.6
LCALL DELAY2S	LCALL SPFAN12
SETB P0.5	RET
RET	HDECLLOOP: DJNZ R0,COMPH
AFAN123456:	MOV R0,#04H
CLR P0.0	COMPH1: DEC A
LCALL DELAY2S	CJNE A,14H,HDECLLOOP1
CLR P0.1	LCALL SPFAN1256
LCALL DELAY2S	RET
CLR P0.2	HDECLLOOP1: DJNZ R0,COMPH1
LCALL DELAY2S	LCALL SPFAN1256
CLR P0.3	RET
LCALL DELAY2S	SPFAN12: CLR P0.0
CLR P0.4	LCALL DELAY2S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

CLR P0.1	CALL CDEL
LCALL DELAY2S	SETB IPSDA
CLR P0.6	LCALL PW_DELAY
LCALL DELAY2S	RET
RET	IPWRB: CLR ERRORF
SPFAN1256:	MOV R2,#8
LCALL ATIMER1	IPWRB1: RLC A
SETB TR1	MOV IPSDA,C
CLR P0.0	CALL CHIGH
LCALL DELAY2S	CALL CLOW
CLR P0.1	DJNZ R2,IPWRB1
LCALL DELAY2S	SETB IPSDA
CLR P0.4	CALL CHIGH
LCALL DELAY2S	JNB IPSDA,IPWRB2
CLR P0.5	SETB ERRORF
LCALL DELAY2S	IPWRB2: CALL CLOW
CLR P0.6	RET
RET	CHIGH: SETB IPSCl
TABLE: DB 00H,01H,02H,03H,04H,05H,06H,07H,08H,09H	NOP
DB 10H,11H,12H,13H,14H,15H,16H,17H,18H,19H	NOP
DB 20H,21H,22H,23H,24H,25H,26H,27H,28H,29H	NOP
DB 30H,31H,32H,33H,34H,35H,36H,37H,38H,39H	NOP
DB 40H,41H,42H,43H,44H,45H,46H,47H,48H,49H	RET
DB 50H,51H,52H,53H,54H,55H,56H,57H,58H,59H	CLOW: CLR IPSCl
DB 60H,61H,62H,63H,64H,65H,66H,67H,68H,69H	NOP
DB 70H,71H,72H,73H,74H,75H,76H,77H,78H,79H	NOP
DB 80H,81H,82H,83H,84H,85H,86H,87H,88H,89H	NOP
DB 90H,91H,92H,93H,94H,95H,96H,97H,98H,99H	NOP
IPSCl EQU P3.6	RET
IPSDA EQU P3.7	CDEL: NOP
ERRORF EQU 00H	NOP
DATBUF EQU 21H	NOP
IPW: SETB IPSDA	NOP
SETB IPSCl	NOP
CLR IPSDA	RET
CALL CDEL	IPR: SETB IPSDA
CLR IPSCl	SETB IPSCl
SETB IPSDA	CLR IPSDA
MOV A,#10100000B	CALL CDEL
CALL IPWRB	CLR IPSCl
JB ERRORF,IPW9	MOV A,#10100000B
MOV A,R0	CALL IPWRB
ANL A,#11111111B	JB ERRORF,IPR9
CALL IPWRB	MOV A,R0
JB ERRORF,IPW9	ANL A,#11111111B
MOV A,R1	CALL IPWRB
CALL IPWRB	JB ERRORF,IPR9
IPW9: CLR IPSCl	CLR IPSCl
SETB IPSCl	SETB IPSCl

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

CALL CDEL
SETB IPSDA
SETB IPSDA
SETB IPSCL
CLR IPSDA
CALL CDEL
CLR IPSCL
MOV A,#10100001B
CALL IPWRB
JB ERRORF,IPR9
CALL IPRDB ;DATA
JB ERRORF,IPR9
MOV R1,A
IPR9: CLR IPSDA
SETB IPSCL
CALL CDEL
SETB IPSDA
RET
IPRDB: CLR ERRORF
MOV R2,#8
IPRDB1: CALL CHIGH
MOV C,IPSDA
RLC A
CALL CLOW
DJNZ R2,IPRDB1
SETB IPSDA
CALL CHIGH
JB IPSDA,IPRDB2
SETB ERRORF
IPRDB2: CALL CLOW
RET
inter: lcall setreg
clr tr0 ;STOP TIMER
LCALL RXDATA
cjne a,#02h,return
ljmp exit02
return: CJNE A,#01H,gERROR
lcall autorun1
mov a,#01h
lcall txdata
MOV A,24h
LCALL TXDATA
nop
MOV A,25h
LCALL TXDAT
hhh: jnb p3.5,hhh
gERROR:sjmp inter
setreg: MOV SCON,#50H
MOV TMOD,#20H
MOV TH1,#0FDH
SETB TR1
ret
TXDATA:
CLR TI
MOV SBUF,A
JNB TI,$
RET
RXDATA:
CLR RI
JNB RI,$
MOV A,SBUF
CLR RI
RET
exit02:
nop
mov a,#02h
lcall txdata
MOV A,24h
LCALL TXDATA
nop
MOV A,25h
LCALL TXDATA
setb tr0
ljmp input
SINTER: JNB P1.7,EEND
MOV 2FH,#01H
MOV A,#01H
CJNE A,31H,SINTER1
CLR P0.7
LCALL DELAY
CLR P2.7
LCALL DELAY
CLR P2.6
MOV 31H,#00H
SINTER1:
RET
EEND: MOV 2FH,#00H
RET
LIGHT: MOV A,#01H
CJNE A,2FH,ALIGHT
CLR P0.7
LCALL DELAY
CLR P2.7
LCALL DELAY
CLR P2.6
INC 30H
RET
ALIGHT: MOV 31H,#01H
MOV 30H,#00H
SETB P0.7

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
LCALL DELAY
SETB P2.7
LCALL DELAY
SETB P2.6
RET
LCLOSE: MOV A,#07H
CJNE A,30H,LCLOSE1
SETB P0.7
LCALL DELAY
SETB P2.7
LCALL DELAY
SETB P2.6
MOV 30H,#00H
RET
LCLOSE1: RET
End.
```



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## LM35 Precision Centigrade Temperature Sensors

### General Description

The LM35 series are precision integrated-circuit temperature sensors, whose output voltage is linearly proportional to the Celsius (Centigrade) temperature. The LM35 thus has an advantage over linear temperature sensors calibrated in ° Kelvin, as the user is not required to subtract a large constant voltage from its output to obtain convenient Centigrade scaling. The LM35 does not require any external calibration or trimming to provide typical accuracies of  $\pm 1/4^\circ\text{C}$  at room temperature and  $\pm 3/4^\circ\text{C}$  over a full  $-55$  to  $+150^\circ\text{C}$  temperature range. Low cost is assured by trimming and calibration at the wafer level. The LM35's low output impedance, linear output, and precise inherent calibration make interfacing to readout or control circuitry especially easy. It can be used with single power supplies, or with plus and minus supplies. As it draws only  $60\ \mu\text{A}$  from its supply, it has very low self-heating, less than  $0.1^\circ\text{C}$  in still air. The LM35 is rated to operate over a  $-55$  to  $+150^\circ\text{C}$  temperature range, while the LM35C is rated for a  $-40$  to  $+110^\circ\text{C}$  range ( $-10$  with improved accuracy). The LM35 series is available packaged in

hermetic TO-46 transistor packages, while the LM35C, LM35CA, and LM35D are also available in the plastic TO-92 transistor package. The LM35D is also available in an 8-lead surface mount small outline package and a plastic TO-220 package.

### Features

- Calibrated directly in ° Celsius (Centigrade)
- Linear  $+ 10.0\ \text{mV}/^\circ\text{C}$  scale factor
- $0.5^\circ\text{C}$  accuracy guaranteeable (at  $+25^\circ\text{C}$ )
- Rated for full  $-55$  to  $+150^\circ\text{C}$  range
- Suitable for remote applications
- Low cost due to wafer-level trimming
- Operates from 4 to 30 volts
- Less than  $60\ \mu\text{A}$  current drain
- Low self-heating,  $0.08^\circ\text{C}$  in still air
- Nonlinearity only  $\pm 1/4^\circ\text{C}$  typical
- Low impedance output,  $0.1\ \Omega$  for 1 mA load

### Typical Applications

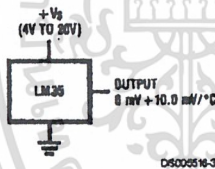
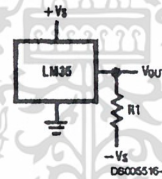


FIGURE 1. Basic Centigrade Temperature Sensor  
( $+2^\circ\text{C}$  to  $+150^\circ\text{C}$ )



Choose  $R_1 = -V_S/50\ \mu\text{A}$   
 $V_{\text{out}} = +1,500\ \text{mV}$  at  $+150^\circ\text{C}$   
 $= +250\ \text{mV}$  at  $+25^\circ\text{C}$   
 $= -550\ \text{mV}$  at  $-55^\circ\text{C}$

FIGURE 2. Full-Range Centigrade Temperature Sensor

## Electrical Characteristics

(Notes 1, 6)

Parameter	Conditions	LM35			LM35C, LM35D			Units (Max.)
		Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	Typical	Tested Limit (Note 4)	Design Limit (Note 5)	
Accuracy, LM35, LM35C (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	±0.4	±1.0		±0.4	±1.0	±1.5	°C
	$T_A = -10^\circ\text{C}$	±0.5			±0.5		±1.5	°C
	$T_A = T_{\text{MAX}}$	±0.8	±1.5		±0.8		±1.5	°C
	$T_A = T_{\text{MIN}}$	±0.8		±1.5	±0.8		±2.0	°C
Accuracy, LM35D (Note 7)	$T_A = +25^\circ\text{C}$				±0.6	±1.5		°C
	$T_A = T_{\text{MAX}}$				±0.9		±2.0	°C
	$T_A = T_{\text{MIN}}$				±0.9		±2.0	°C
Nonlinearity (Note 8)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	±0.3		±0.5	±0.2		±0.5	°C
Sensor Gain (Average Slope)	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	+10.0	+9.8, +10.2		+10.0		+9.8, +10.2	mV/°C
Load Regulation (Note 3) $0 \leq I_L \leq 1 \text{ mA}$	$T_A = +25^\circ\text{C}$	±0.4	±2.0		±0.4	±2.0		mV/mA
	$T_{\text{MIN}} \leq T_A \leq T_{\text{MAX}}$	±0.5		±5.0	±0.5		±5.0	mV/mA
Line Regulation (Note 3)	$T_A = +25^\circ\text{C}$	±0.01	±0.1		±0.01	±0.1		mV/V
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	±0.02		±0.2	±0.02		±0.2	mV/V
Quiescent Current (Note 9)	$V_S = +5\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56	80		56	80		µA
	$V_S = +5\text{V}$	105		158	91		138	µA
	$V_S = +30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	56.2	82		56.2	82		µA
	$V_S = +30\text{V}$	105.5		161	91.5		141	µA
Change of Quiescent Current (Note 3)	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}, +25^\circ\text{C}$	0.2	2.0		0.2	2.0		µA
	$4\text{V} \leq V_S \leq 30\text{V}$	0.5		3.0	0.5		3.0	µA
Temperature Coefficient of Quiescent Current		+0.39		+0.7	+0.39		+0.7	µA/°C
Minimum Temperature for Rated Accuracy	In circuit of Figure 1, $I_L = 0$	+1.5		+2.0	+1.5		+2.0	°C
Long Term Stability	$T_J = T_{\text{MAX}}$ , for 1000 hours	±0.08			±0.08			°C

Note 1: Unless otherwise noted, these specifications apply:  $-55^\circ\text{C} \leq T_J \leq +150^\circ\text{C}$  for the LM35 and LM35A;  $-40^\circ\text{C} \leq T_J \leq +110^\circ\text{C}$  for the LM35C and LM35CA; and  $0^\circ\text{C} \leq T_J \leq +100^\circ\text{C}$  for the LM35D.  $V_S = +5\text{Vdc}$  and  $I_{\text{LOAD}} = 50 \mu\text{A}$ , in the circuit of Figure 2. These specifications also apply from  $+2^\circ\text{C}$  to  $T_{\text{MAX}}$  in the circuit of Figure 1. Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 2: Thermal resistance of the TO-46 package is  $400^\circ\text{C/W}$ , junction to ambient, and  $24^\circ\text{C/W}$  junction to case. Thermal resistance of the TO-92 package is  $180^\circ\text{C/W}$  junction to ambient. Thermal resistance of the small outline molded package is  $220^\circ\text{C/W}$  junction to ambient. Thermal resistance of the TO-220 package is  $90^\circ\text{C/W}$  junction to ambient. For additional thermal resistance information see table in the Applications section.

Note 3: Regulation is measured at constant junction temperature, using pulse testing with a low duty cycle. Changes in output due to heating effects can be computed by multiplying the internal dissipation by the thermal resistance.

Note 4: Tested Limits are guaranteed and 100% tested in production.

Note 5: Design Limits are guaranteed (but not 100% production tested) over the indicated temperature and supply voltage ranges. These limits are not used to calculate outgoing quality levels.

Note 6: Specifications in boldface apply over the full rated temperature range.

Note 7: Accuracy is defined as the error between the output voltage and  $10\text{mV}/^\circ\text{C}$  times the device's case temperature, at specified conditions of voltage, current, and temperature (expressed in °C).

Note 8: Nonlinearity is defined as the deviation of the output-voltage-versus-temperature curve from the best-fit straight line, over the device's rated temperature range.

Note 9: Quiescent current is defined in the circuit of Figure 1.

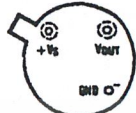
Note 10: Absolute Maximum Ratings indicate limits beyond which damage to the device may occur. DC and AC electrical specifications do not apply when operating the device beyond its rated operating conditions. See Note 1.

Note 11: Human body model,  $100 \text{ pF}$  discharged through a  $1.5 \text{ k}\Omega$  resistor.

Note 12: See AN-450 "Surface Mounting Methods and Their Effect on Product Reliability" or the section titled "Surface Mount" found in a current National Semiconductor Linear Data Book for other methods of soldering surface mount devices.

## Connection Diagrams

**TO-46  
Metal Can Package\***



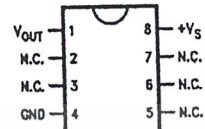
BOTTOM VIEW  
DS000516-1

\*Case is connected to negative pin (GND)

Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH, LM35CAH or LM35DH

See NS Package Number H03H

**SO-8  
Small Outline Molded Package**



DS000516-21

N.C. = No Connection

Top View

Order Number LM35DM

See NS Package Number M08A

**TO-92  
Plastic Package**

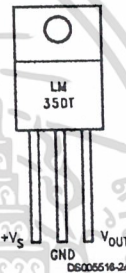


BOTTOM VIEW  
DS000516-2

Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ

See NS Package Number Z03A

**TO-220  
Plastic Package\***



DS000516-24

\*Tab is connected to the negative pin (GND).

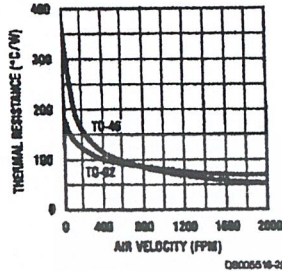
Note: The LM35DT pinout is different than the discontinued LM35DP.

Order Number LM35DT

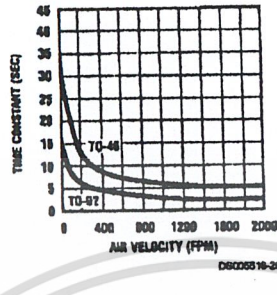
See NS Package Number TA03F

## Typical Performance Characteristics

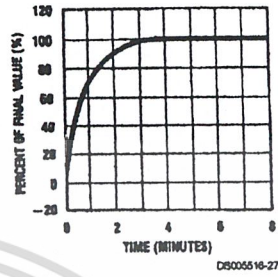
**Thermal Resistance Junction to Air**



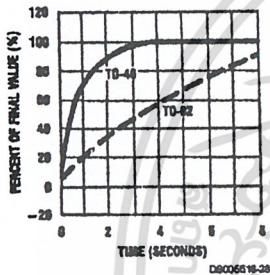
**Thermal Time Constant**



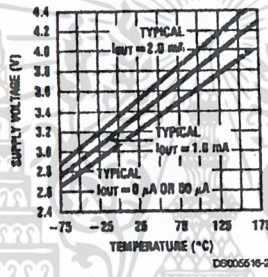
**Thermal Response in Still Air**



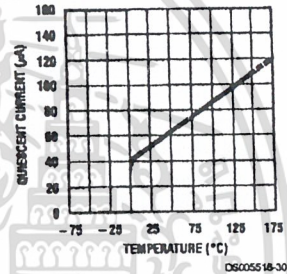
**Thermal Response in Stirred Oil Bath**



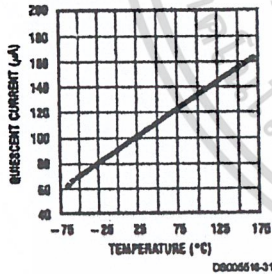
**Minimum Supply Voltage vs. Temperature**



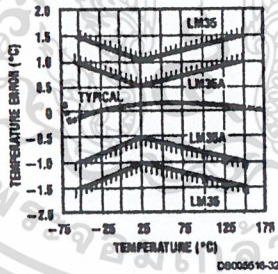
**Quiescent Current vs. Temperature (In Circuit of Figure 1.)**



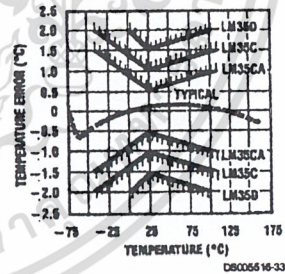
**Quiescent Current vs. Temperature (In Circuit of Figure 2.)**



**Accuracy vs. Temperature (Guaranteed)**



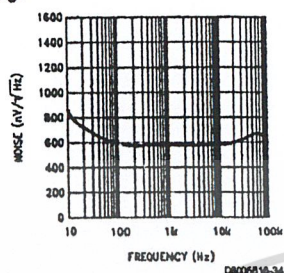
**Accuracy vs. Temperature (Guaranteed)**



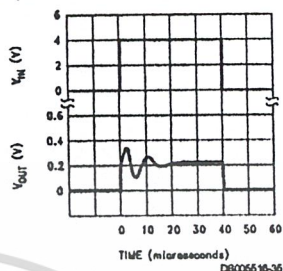
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Typical Performance Characteristics (Continued)

Noise Voltage



Start-Up Response



## Applications

The LM35 can be applied easily in the same way as other integrated-circuit temperature sensors. It can be glued or cemented to a surface and its temperature will be within about 0.01°C of the surface temperature.

This presumes that the ambient air temperature is almost the same as the surface temperature; if the air temperature were much higher or lower than the surface temperature, the actual temperature of the LM35 die would be at an intermediate temperature between the surface temperature and the air temperature. This is especially true for the TO-92 plastic package, where the copper leads are the principal thermal path to carry heat into the device, so its temperature might be closer to the air temperature than to the surface temperature.

To minimize this problem, be sure that the wiring to the LM35, as it leaves the device, is held at the same temperature as the surface of interest. The easiest way to do this is to cover up these wires with a bead of epoxy which will insure that the leads and wires are all at the same temperature as the surface, and that the LM35 die's temperature will not be affected by the air temperature.

The TO-46 metal package can also be soldered to a metal surface or pipe without damage. Of course, in that case the V- terminal of the circuit will be grounded to that metal. Alternatively, the LM35 can be mounted inside a sealed-end metal tube, and can then be dipped into a bath or screwed into a threaded hole in a tank. As with any IC, the LM35 and accompanying wiring and circuits must be kept insulated and dry, to avoid leakage and corrosion. This is especially true if the circuit may operate at cold temperatures where condensation can occur. Printed-circuit coatings and varnishes such as Humiseal and epoxy paints or dips are often used to insure that moisture cannot corrode the LM35 or its connections.

These devices are sometimes soldered to a small light-weight heat fin, to decrease the thermal time constant and speed up the response in slowly-moving air. On the other hand, a small thermal mass may be added to the sensor, to give the steadiest reading despite small deviations in the air temperature.

## Temperature Rise of LM35 Due To Self-heating (Thermal Resistance, $\theta_{JA}$ )

	TO-46, no heat sink	TO-46*, small heat fin	TO-92, no heat sink	TO-92*, small heat fin	SO-8 no heat sink	SO-8** small heat fin	TO-220 no heat sink
Still air	400°C/W	100°C/W	180°C/W	140°C/W	220°C/W	110°C/W	90°C/W
Moving air	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W	105°C/W	90°C/W	28°C/W
Still oil	100°C/W	40°C/W	90°C/W	70°C/W			
Stirred oil	50°C/W	30°C/W	45°C/W	40°C/W			
(Clamped to metal, infinite heat sink)		(24°C/W)			(85°C/W)		

\*Wakefield type 201, or 1" disc of 0.020" sheet brass, soldered to case, or similar.

\*\*TO-92 and SO-8 packages glued and leads soldered to 1" square of 1/16" printed circuit board with 2 oz. foil or similar.

## Typical Applications

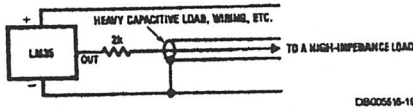


FIGURE 3. LM35 with Decoupling from Capacitive Load

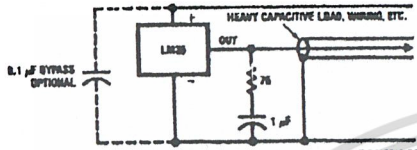


FIGURE 4. LM35 with R-C Damper

### CAPACITIVE LOADS

Like most micropower circuits, the LM35 has a limited ability to drive heavy capacitive loads. The LM35 by itself is able to drive 50 pf without special precautions. If heavier loads are anticipated, it is easy to isolate or decouple the load with a resistor; see Figure 3. Or you can improve the tolerance of capacitance with a series R-C damper from output to ground; see Figure 4.

When the LM35 is applied with a 200Ω load resistor as shown in Figure 5, Figure 6 or Figure 8 it is relatively immune to wiring capacitance because the capacitance forms a bypass from ground to input, not on the output. However, as with any linear circuit connected to wires in a hostile environment, its performance can be affected adversely by intense electromagnetic sources such as relays, radio transmitters, motors with arcing brushes, SCR transients, etc. as its wiring can act as a receiving antenna and its internal junctions can act as rectifiers. For best results in such cases, a bypass capacitor from  $V_{IN}$  to ground and a series R-C damper such as 75Ω in series with 0.2 or 1 μF from output to ground are often useful. These are shown in Figure 13, Figure 14, and Figure 16.

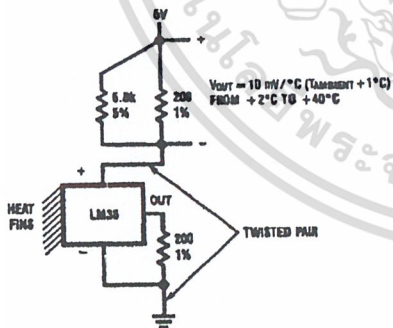


FIGURE 5. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Grounded Sensor)

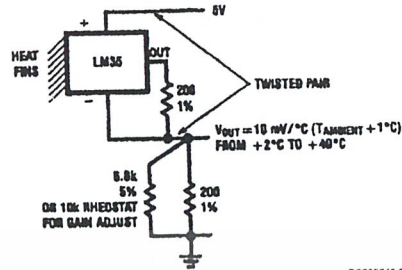


FIGURE 6. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

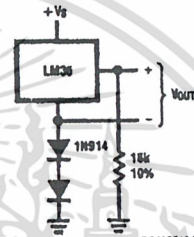


FIGURE 7. Temperature Sensor, Single Supply, -55° to +150°C

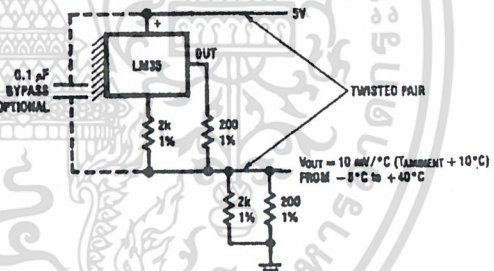


FIGURE 8. Two-Wire Remote Temperature Sensor (Output Referred to Ground)

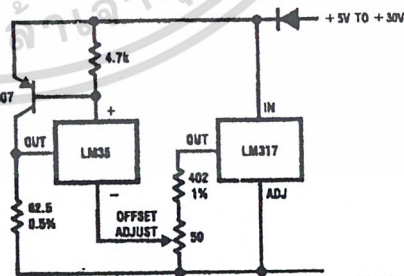
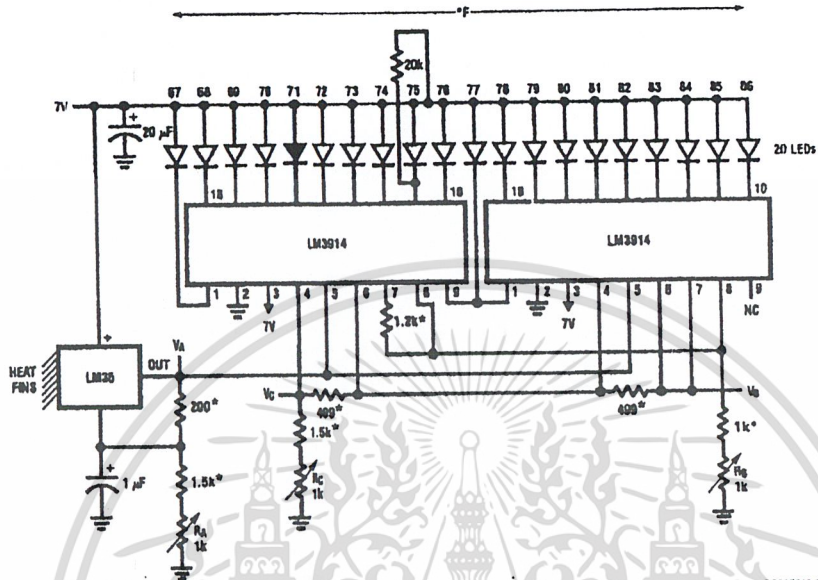


FIGURE 9. 4-To-20 mA Current Source (0°C to +100°C)



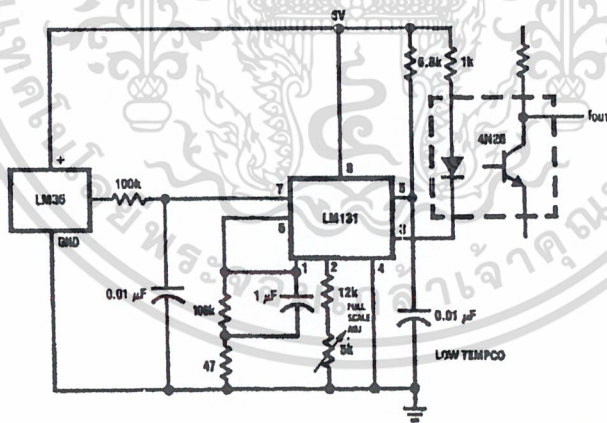
Typical Applications (Continued)



\*=1% or 2% film resistor  
 Trim R<sub>B</sub> for V<sub>B</sub>=3.075V  
 Trim R<sub>C</sub> for V<sub>C</sub>=1.955V  
 Trim R<sub>A</sub> for V<sub>A</sub>=0.075V + 100mV/°C × T<sub>ambient</sub>  
 Example, V<sub>A</sub>=2.275V at 22°C

DS00516-10

FIGURE 15. Bar-Graph Temperature Display (Dot Mode)

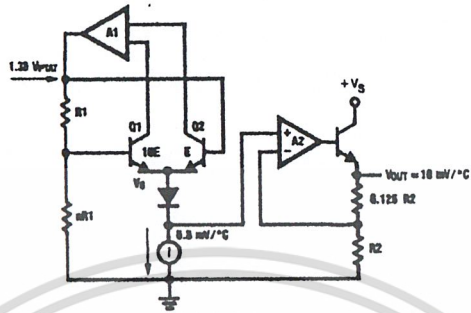


DS00516-15

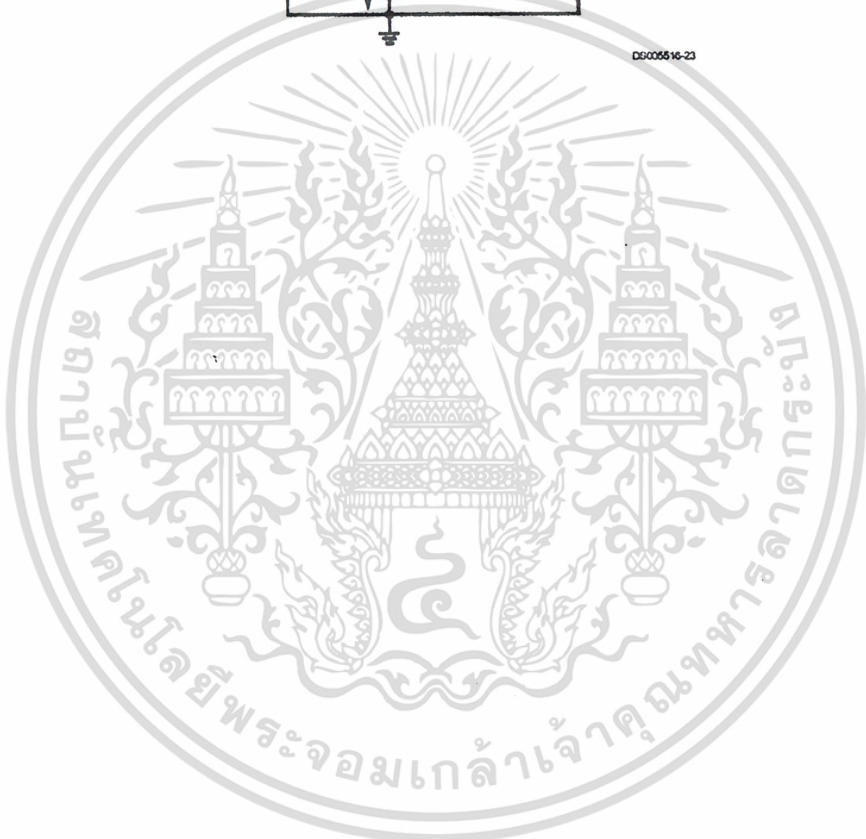
FIGURE 16. LM35 With Voltage-To-Frequency Converter And Isolated Output  
 (2°C to +150°C; 20 Hz to 1500 Hz)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

### Block Diagram

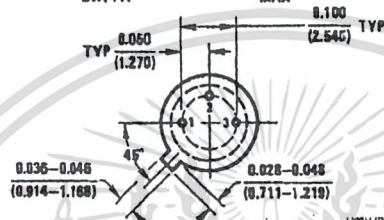
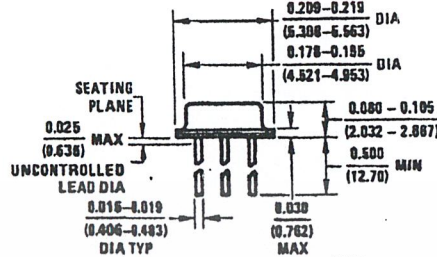


DC005516-23

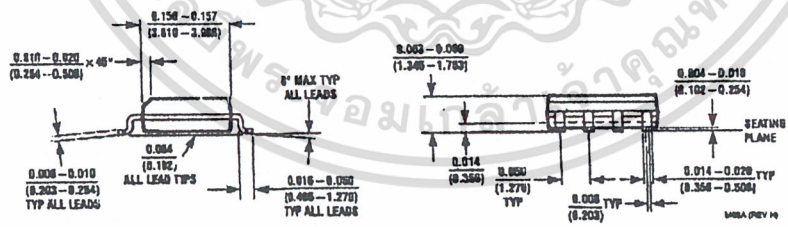
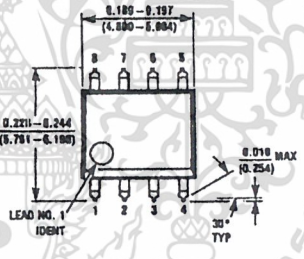


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted



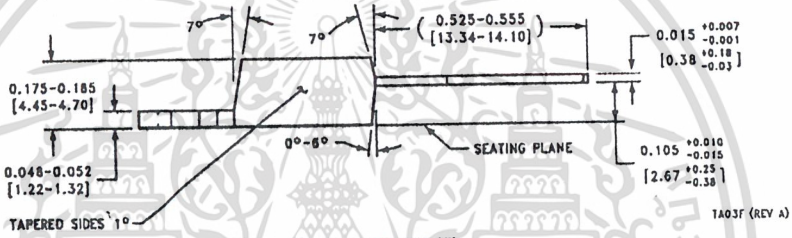
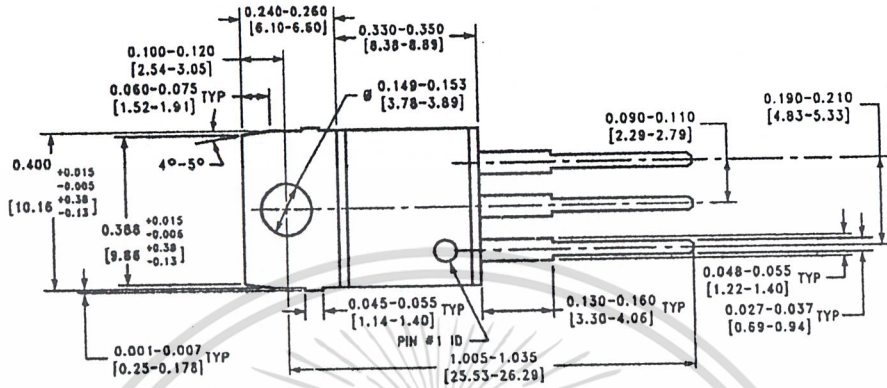
**TO-46 Metal Can Package (H)**  
Order Number LM35H, LM35AH, LM35CH,  
LM35CAH, or LM35DH  
NS Package Number H03H



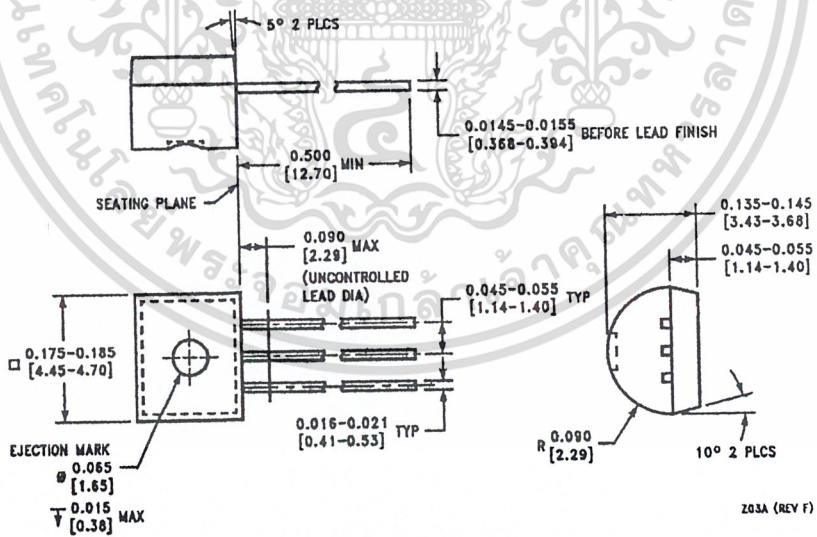
**30-8 Molded Small Outline Package (M)**  
Order Number LM35DM  
NS Package Number M08A

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

**Physical Dimensions** inches (millimeters) unless otherwise noted (Continued)



**Power Package TO-220 (T)**  
**Order Number LM35DT**  
**NS Package Number TA03F**



**TO-92 Plastic Package (Z)**  
**Order Number LM35CZ, LM35CAZ or LM35DZ**  
**NS Package Number Z03A**

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


**Notes**



**LIFE SUPPORT POLICY**

NATIONAL'S PRODUCTS ARE NOT AUTHORIZED FOR USE AS CRITICAL COMPONENTS IN LIFE SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS WITHOUT THE EXPRESS WRITTEN APPROVAL OF THE PRESIDENT AND GENERAL COUNSEL OF NATIONAL SEMICONDUCTOR CORPORATION. As used herein:

1. Life support devices or systems are devices or systems which, (a) are intended for surgical implant into the body, or (b) support or sustain life, and whose failure to perform when properly used in accordance with instructions for use provided in the labeling, can be reasonably expected to result in a significant injury to the user.
2. A critical component is any component of a life support device or system whose failure to perform can be reasonably expected to cause the failure of the life support device or system, or to affect its safety or effectiveness.

 <p><b>National Semiconductor Corporation Americas</b> Tel: 1-800-272-9969 Fax: 1-800-737-7018 Email: support@nec.com <a href="http://www.national.com">www.national.com</a></p>	<p><b>National Semiconductor Europe</b> Fax: +49 (0) 1 80-530 85 85 Email: europe.support@nec.com Deutsch Tel: +49 (0) 1 80-530 85 85 English Tel: +49 (0) 1 80-532 78 32 Français Tel: +49 (0) 1 80-532 83 55 Italiano Tel: +49 (0) 1 80-534 16 80</p>	<p><b>National Semiconductor Asia Pacific Customer Response Group</b> Tel: 65-2544466 Fax: 65-2504498 Email: asa.support@nec.com</p>	<p><b>National Semiconductor Japan Ltd.</b> Tel: 81-3-6639-7560 Fax: 81-3-5639-7507</p>
---	---	--	---

National does not assume any responsibility for use of any circuitry described, no circuit patent licenses are implied and National reserves the right at any time without notice to change said circuitry and specifications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

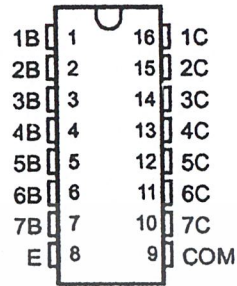
# ULN2001A, ULN2002A, ULN2003A, ULN2004A DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

SLRS027 – DECEMBER 1976 – REVISED APRIL 1993

## HIGH-VOLTAGE HIGH-CURRENT DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

- 500-mA Rated Collector Current (Single Output)
- High-Voltage Outputs . . . 50 V
- Output Clamp Diodes
- Inputs Compatible With Various Types of Logic
- Relay Driver Applications
- Designed to Be Interchangeable With Sprague ULN2001A Series

D OR N PACKAGE  
(TOP VIEW)

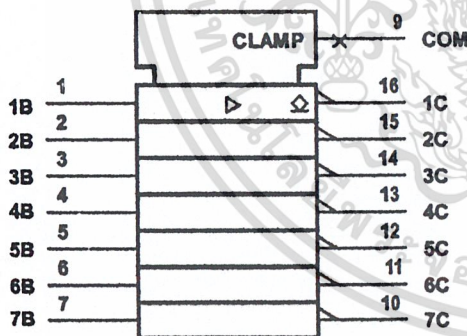


### description

The ULN2001A, ULN2002A, ULN2003A, and ULN2004A are monolithic high-voltage, high-current Darlington transistor arrays. Each consists of seven npn Darlington pairs that feature high-voltage outputs with common-cathode clamp diodes for switching inductive loads. The collector-current rating of a single Darlington pair is 500 mA. The Darlington pairs may be paralleled for higher current capability. Applications include relay drivers, hammer drivers, lamp drivers, display drivers (LED and gas discharge), line drivers, and logic buffers. For 100-V (otherwise interchangeable) versions, see the SN75465 through SN75469.

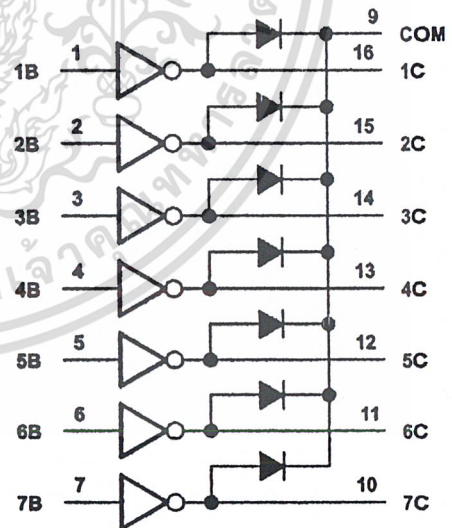
The ULN2001A is a general-purpose array and can be used with TTL and CMOS technologies. The ULN2002A is specifically designed for use with 14- to 25-V PMOS devices. Each input of this device has a zener diode and resistor in series to control the input current to a safe limit. The ULN2003A has a 2.7-k $\Omega$  series base resistor for each Darlington pair for operation directly with TTL or 5-V CMOS devices. The ULN2004A has a 10.5-k $\Omega$  series base resistor to allow its operation directly from CMOS devices that use supply voltages of 6 to 15 V. The required input current of the ULN2004A is below that of the ULN2003A, and the required voltage is less than that required by the ULN2002A.

### logic symbol†



† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

### logic diagram



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

 **TEXAS  
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1993, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานในเพื่อการค้าเท่านั้น มิได้อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ULN2001A, ULN2002A, ULN2003A, ULN2004A DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

SLRS027 – DECEMBER 1976 – REVISED APRIL 1993

## electrical characteristics, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST FIGURE	TEST CONDITIONS	ULN2001A			ULN2002A			UNIT
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX	
$V_{I(on)}$ On-state input voltage	6	$V_{CE} = 2\text{ V}$ , $I_C = 300\text{ mA}$						13	V
$V_{CE(sat)}$ Collector-emitter saturation voltage	5	$I_I = 250\ \mu\text{A}$ , $I_C = 100\text{ mA}$		0.9	1.1		0.9	1.1	V
		$I_I = 350\ \mu\text{A}$ , $I_C = 200\text{ mA}$		1	1.3		1	1.3	
		$I_I = 500\ \mu\text{A}$ , $I_C = 350\text{ mA}$		1.2	1.6		1.2	1.6	
$V_F$ Clamp forward voltage	8	$I_F = 350\text{ mA}$		1.7	2		1.7	2	V
$I_{CEX}$ Collector cutoff current	1	$V_{CE} = 50\text{ V}$ , $I_I = 0$			50			50	$\mu\text{A}$
	2	$V_{CE} = 50\text{ V}$ , $T_A = 70^\circ\text{C}$ , $V_I = 6\text{ V}$ , $I_I = 0$			100			100	
$I_{I(off)}$ Off-state input current	3	$V_{CE} = 50\text{ V}$ , $I_C = 500\ \mu\text{A}$ , $T_A = 70^\circ\text{C}$	50	65		50	65		$\mu\text{A}$
$I_I$ Input current	4	$V_I = 17\text{ V}$				0.82	1.25		mA
$I_R$ Clamp reverse current	7	$V_R = 50\text{ V}$ , $T_A = 70^\circ\text{C}$			100			100	$\mu\text{A}$
		$V_R = 50\text{ V}$			50			50	
$h_{FE}$ Static forward current transfer ratio	5	$V_{CE} = 2\text{ V}$ , $I_C = 350\text{ mA}$	1000						
$C_i$ Input capacitance		$V_I = 0$ , $f = 1\text{ MHz}$		15	25		15	25	pF

## electrical characteristics, $T_A = 25^\circ\text{C}$ (unless otherwise noted)

PARAMETER	TEST FIGURE	TEST CONDITIONS	ULN2003A			ULN2004A			UNIT	
			MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
$V_{I(on)}$ On-state input voltage	6	$V_{CE} = 2\text{ V}$	$I_C = 125\text{ mA}$						5	V
			$I_C = 200\text{ mA}$						6	
			$I_C = 250\text{ mA}$						2.4	
			$I_C = 275\text{ mA}$						2.7	
			$I_C = 300\text{ mA}$						3	
			$I_C = 350\text{ mA}$							
$V_{CE(sat)}$ Collector-emitter saturation voltage	5	$I_I = 250\ \mu\text{A}$ , $I_C = 100\text{ mA}$		0.9	1.1		0.9	1.1	V	
		$I_I = 350\ \mu\text{A}$ , $I_C = 200\text{ mA}$		1	1.3		1	1.3		
		$I_I = 500\ \mu\text{A}$ , $I_C = 350\text{ mA}$		1.2	1.6		1.2	1.6		
$I_{CEX}$ Collector cutoff current	1	$V_{CE} = 50\text{ V}$ , $I_I = 0$			50			50	$\mu\text{A}$	
	2	$V_{CE} = 50\text{ V}$ , $T_A = 70^\circ\text{C}$ , $V_I = 1\text{ V}$ , $I_I = 0$			100			100		
$V_F$ Clamp forward voltage	8	$I_F = 350\text{ mA}$		1.7	2		1.7	2	V	
$I_{I(off)}$ Off-state input current	3	$V_{CE} = 50\text{ V}$ , $I_C = 600\ \mu\text{A}$ , $T_A = 70^\circ\text{C}$	50	65		50	65		$\mu\text{A}$	
$I_I$ Input current	4	$V_I = 3.85\text{ V}$		0.93	1.35				mA	
		$V_I = 5\text{ V}$				0.35	0.5			
		$V_I = 12\text{ V}$				1	1.45			
$I_R$ Clamp reverse current	7	$V_R = 50\text{ V}$			50			50	$\mu\text{A}$	
		$V_R = 50\text{ V}$ , $T_A = 70^\circ\text{C}$			100			100		
$C_i$ Input capacitance		$V_I = 0$ , $f = 1\text{ MHz}$		15	25		15	25	pF	



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ULN2001A, ULN2002A, ULN2003A, ULN2004A DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

SLRS027 - DECEMBER 1976 - REVISED APRIL 1993

switching characteristics,  $T_A = 25^\circ\text{C}$

PARAMETER	TEST CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNIT
$t_{PLH}$ Propagation delay time, low-to-high-level output	See Figure 9		0.25	1	$\mu\text{s}$
$t_{PHL}$ Propagation delay time, high-to-low-level output			0.25	1	$\mu\text{s}$
$V_{OH}$ High-level output voltage after switching	$V_S = 50\text{ V}$ , See Figure 10	$V_S - 20$			mV

## PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

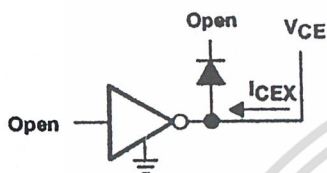


Figure 1.  $I_{CEX}$  Test Circuit

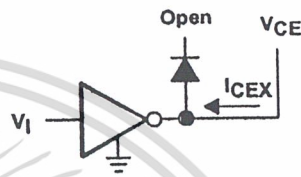


Figure 2.  $I_{CEX}$  Test Circuit

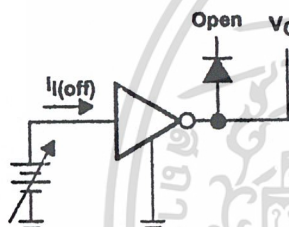


Figure 3.  $I_{I(off)}$  Test Circuit

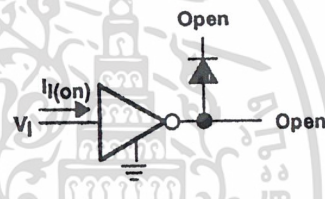
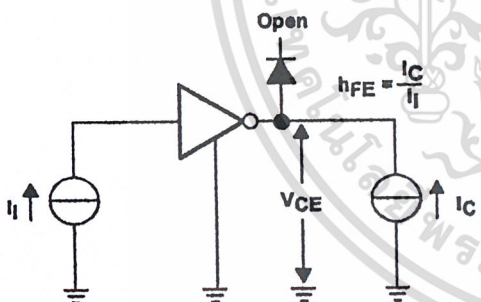


Figure 4.  $I_I$  Test Circuit



NOTE:  $I_I$  is fixed for measuring  $V_{CE(sat)}$ , variable for measuring  $h_{FE}$ .

Figure 5.  $h_{FE}$ ,  $V_{CE(sat)}$  Test Circuit

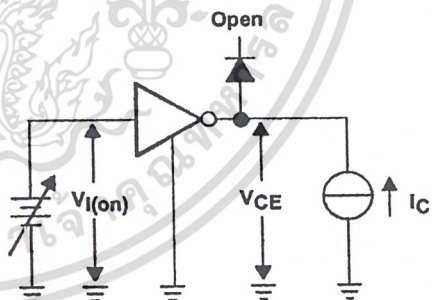


Figure 6.  $V_{I(on)}$  Test Circuit

**TEXAS  
INSTRUMENTS**

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

# ULN2001A, ULN2002A, ULN2003A, ULN2004A DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

SLRS027 – DECEMBER 1976 – REVISED APRIL 1993

## PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

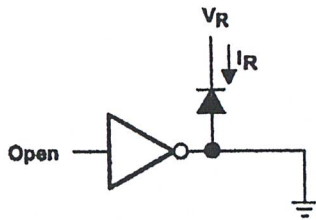


Figure 7.  $I_R$  Test Circuit

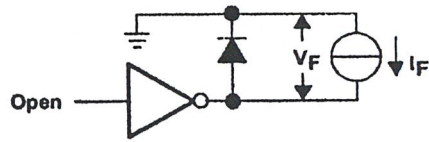
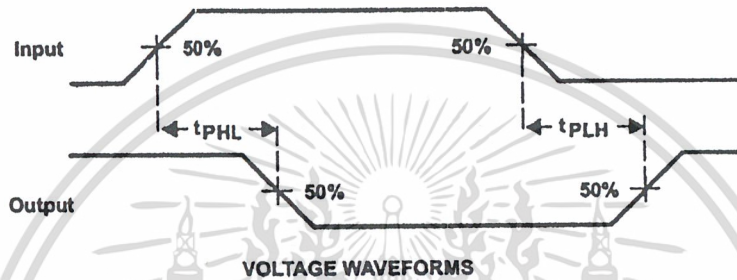
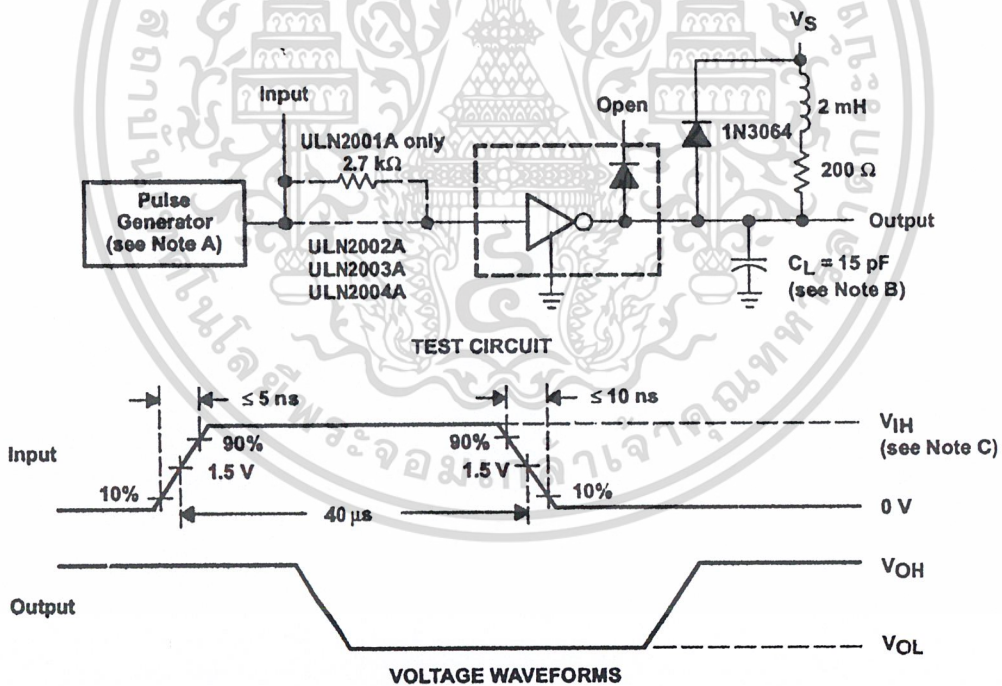


Figure 8.  $V_F$  Test Circuit



VOLTAGE WAVEFORMS

Figure 9. Propagation Delay Time Waveforms



VOLTAGE WAVEFORMS

- NOTES: A. The pulse generator has the following characteristics: PRR = 12.5 kHz,  $Z_O = 50 \Omega$ .  
 B.  $C_L$  includes probe and jig capacitance.  
 C. For testing the ULN2001A and the ULN2003A,  $V_{IH} = 3 \text{ V}$ ; for the ULN2002A,  $V_{IH} = 13 \text{ V}$ ; for the ULN2004A,  $V_{IH} = 8 \text{ V}$ .

Figure 10. Latch-Up Test Circuit and Voltage Waveforms



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

# ULN2001A, ULN2002A, ULN2003A, ULN2004A DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

SLRS027 - DECEMBER 1976 - REVISED APRIL 1993

## TYPICAL CHARACTERISTICS

COLLECTOR-EMITTER  
SATURATION VOLTAGE  
vs  
COLLECTOR CURRENT  
(ONE DARLINGTON)

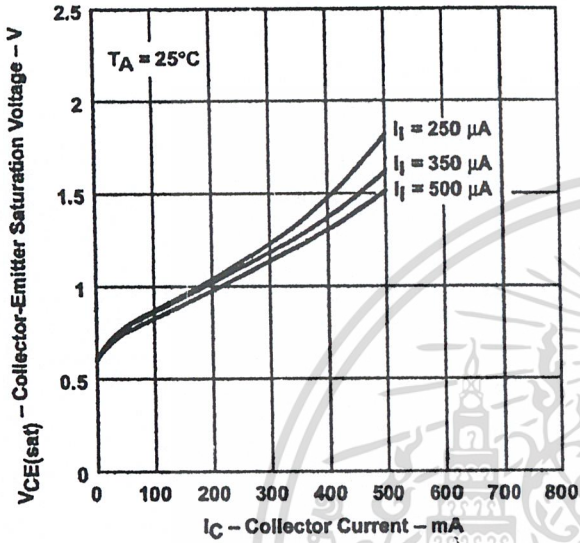


Figure 11

COLLECTOR-EMITTER  
SATURATION VOLTAGE  
vs  
TOTAL COLLECTOR CURRENT  
(TWO DARLINGTONS PARALLELED)

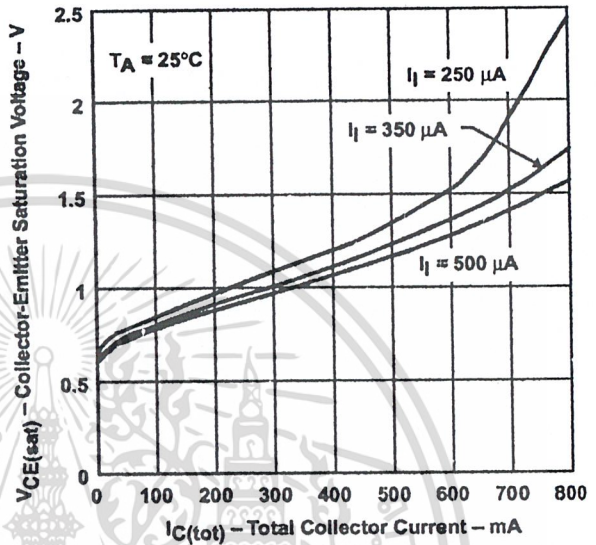


Figure 12

COLLECTOR CURRENT  
vs  
INPUT CURRENT

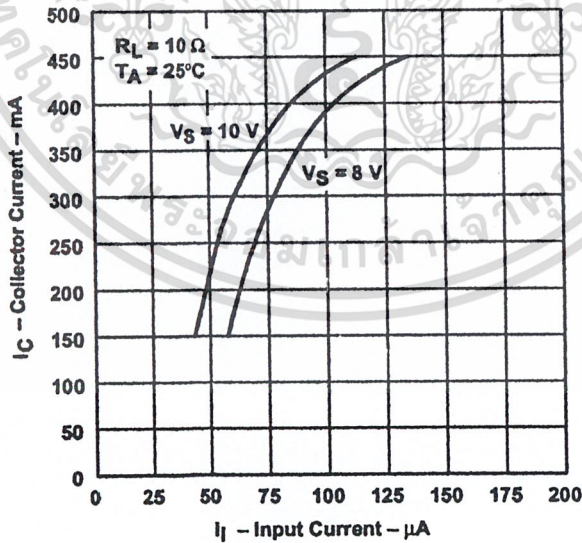


Figure 13



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

# ULN2001A, ULN2002A, ULN2003A, ULN2004A DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

SLRS027 – DECEMBER 1976 – REVISED APRIL 1993

## THERMAL INFORMATION

**D PACKAGE  
MAXIMUM COLLECTOR CURRENT  
VS  
DUTY CYCLE**

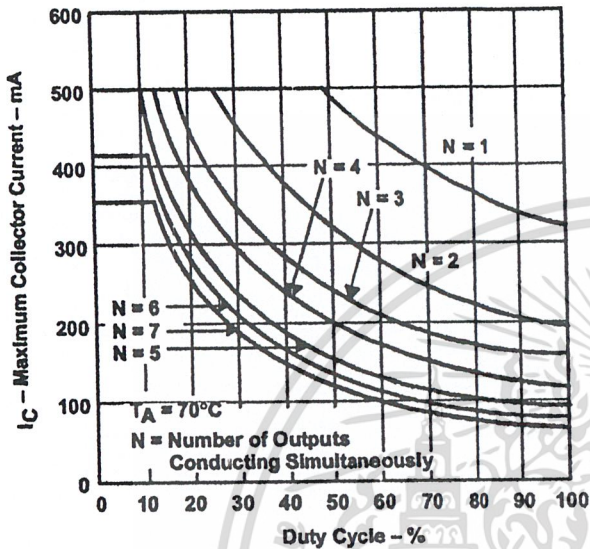


Figure 14

**N PACKAGE  
MAXIMUM COLLECTOR CURRENT  
VS  
DUTY CYCLE**

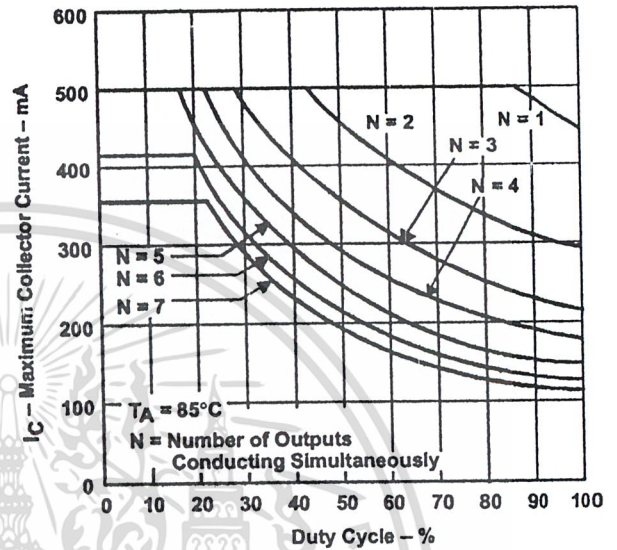


Figure 15



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรณีสืบค้นเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# ULN2001A, ULN2002A, ULN2003A, ULN2004A DARLINGTON TRANSISTOR ARRAYS

SLRS027 - DECEMBER 1976 - REVISED APRIL 1993

## APPLICATION INFORMATION

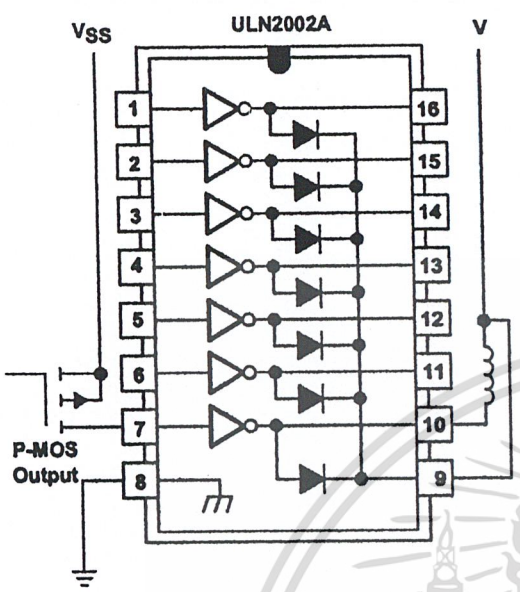


Figure 16. P-MOS to Load

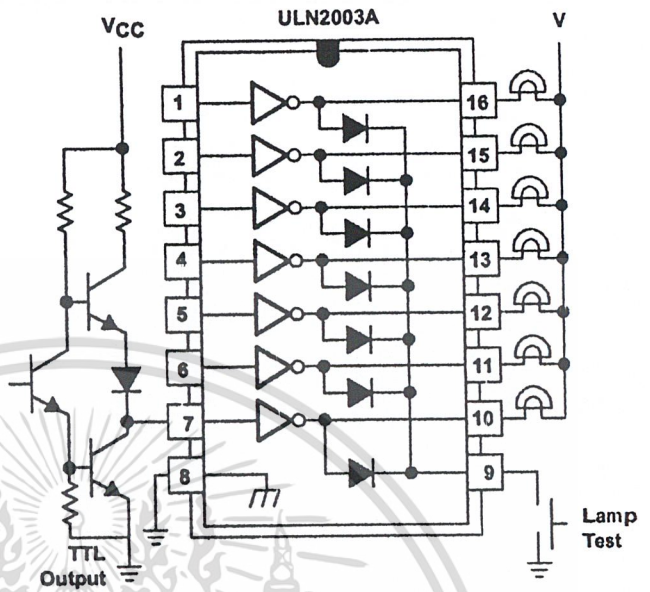


Figure 17. TTL to Load

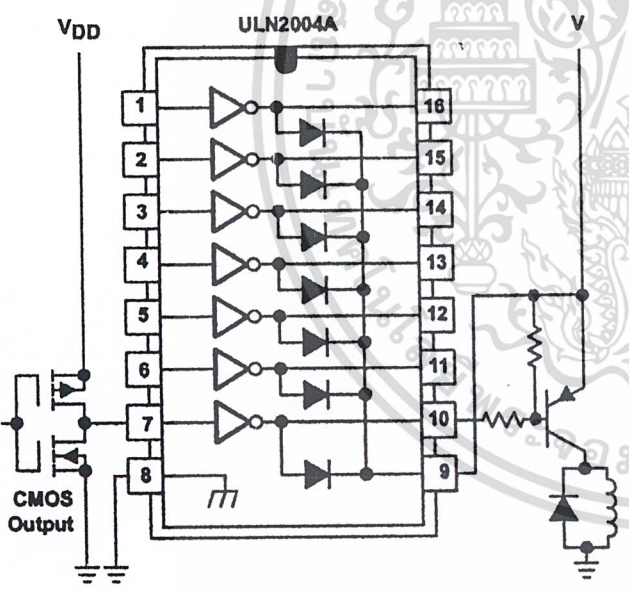


Figure 18. Buffer for Higher Current Loads

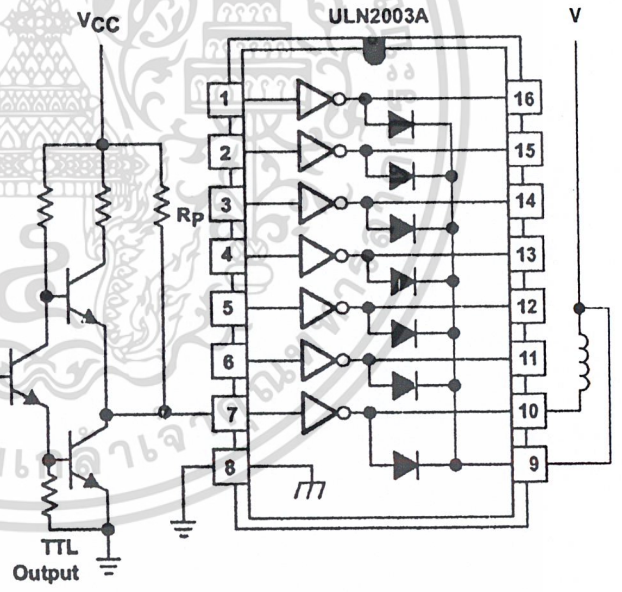


Figure 19. Use of Pullup Resistors to Increase Drive Current



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## IMPORTANT NOTICE

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

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

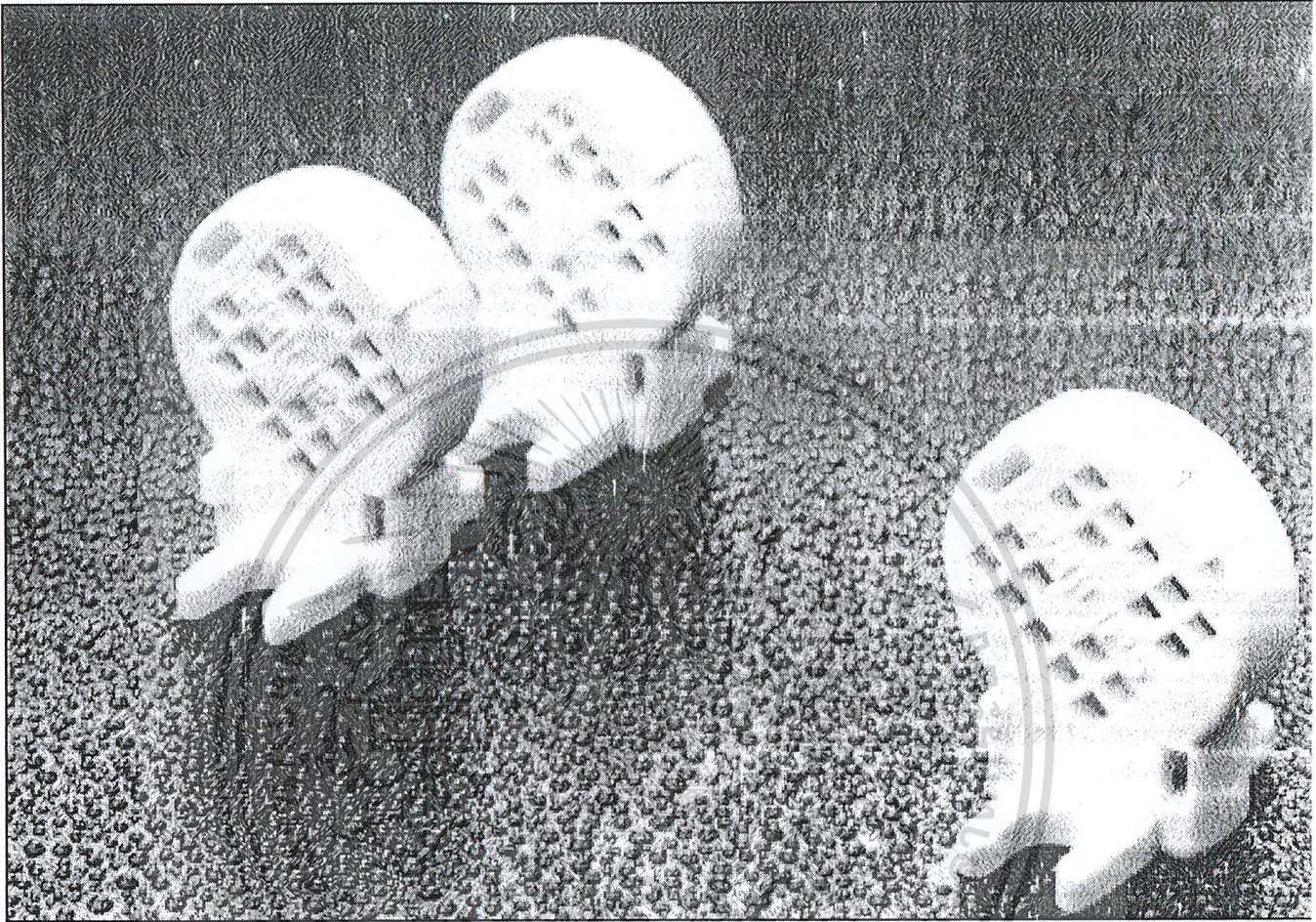
CERTAIN APPLICATIONS USING SEMICONDUCTOR PRODUCTS MAY INVOLVE POTENTIAL RISKS OF DEATH, PERSONAL INJURY, OR SEVERE PROPERTY OR ENVIRONMENTAL DAMAGE ("CRITICAL APPLICATIONS"). TI SEMICONDUCTOR PRODUCTS ARE NOT DESIGNED, AUTHORIZED, OR WARRANTED TO BE SUITABLE FOR USE IN LIFE-SUPPORT DEVICES OR SYSTEMS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

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

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

Copyright © 1998, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



## Moisture control with Philips' humidity sensor

*Let's make things better.*

Philips  
Components



**PHILIPS**

นี่เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น กรุณาอย่าเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## Humidity sensor

2322 691 90001

### APPLICATIONS

- Humidity measurements in electronic hygrometers for domestic use
- Self-regulating air humidifiers, etc.

### DESCRIPTION

This capacitive atmospheric humidity sensor consists of a non-conductive foil, which is covered on both sides with a layer of gold. The dielectric constant of the foil changes as a function of the relative humidity of the ambient atmosphere and, accordingly, the capacitance value of the sensor is a measure for relative humidity. The foil is clamped between contact springs and assembled in a plastic housing. It is provided with two connecting pins which fit printed-circuit boards with a grid pitch of 2.54 mm, provision is also made for fastening with 3 mm bolts. The characteristics are not affected by incidental water condensation on the sensor foil. It should not be exposed to either acetone or chlorine vapours.

### QUICK REFERENCE DATA

PARAMETER	VALUE	UNIT
Humidity range (RH)	10 to 90	%
Capacitance at +25 °C; 43% RH; 100 kHz	122 ±15%	pF
Sensitivity between 12 and 75% RH	0.4 ±0.05	pF/%RH
Frequency	1 to 1000	kHz
Maximum AC or DC voltage	15	V
Storage humidity range (RH)	0 to 100	%
Ambient temperature range:		
operating	0 to +85	°C
storage	-25 to +85	°C
Drop test:		
height of free fall	1	m
Mass	≈1.3	g

Humidity sensor

2322 691 90001

MECHANICAL DATA

Marking

PHILIPS H1.

Mounting

The device can be soldered directly on to a printed-circuit board or fastened with 3 mm bolts.

Soldering

Solderability:  $\leq 240\text{ }^{\circ}\text{C}; \leq 4\text{ s.}$

Resistance to heat:  $\leq 240\text{ }^{\circ}\text{C}; \leq 4\text{ s.}$

Robustness of terminations

Tensile strength: 10 N.

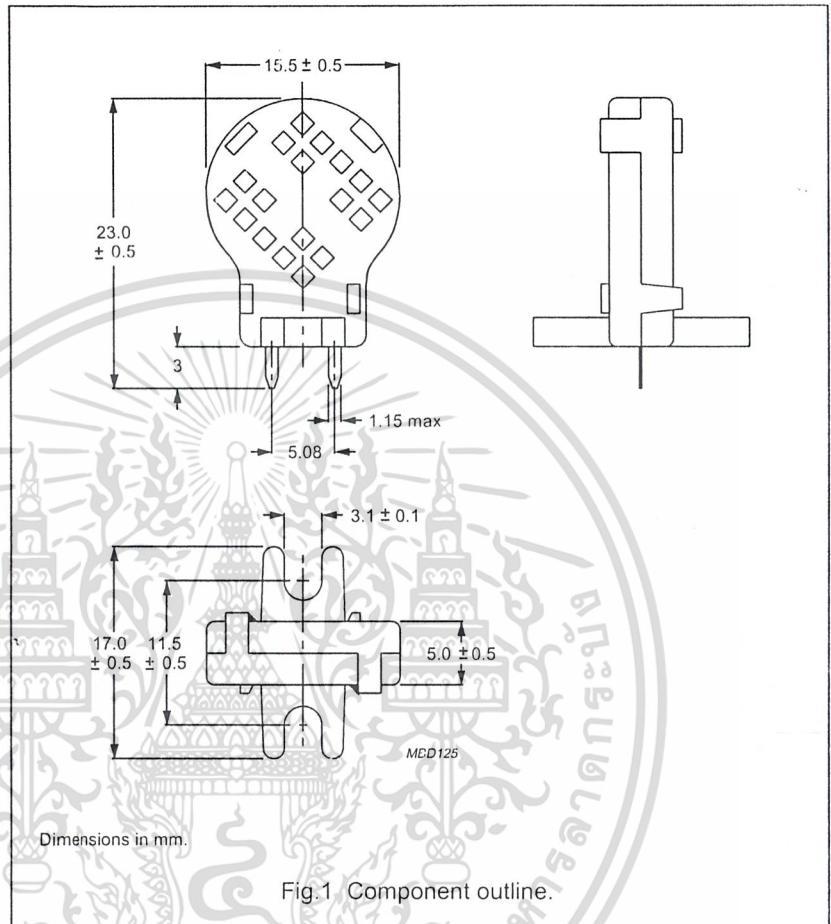


Fig.1 Component outline.

## Humidity sensor

2322 691 90001

## ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Unless otherwise stated, measurements are in accordance with "IEC publication 539". Stability is in accordance with "CECC 43000" and "IEC 68-2".

PARAMETER	VALUE	UNIT
Humidity range (RH)	10 to 90	%
Capacitance at +25 °C; 43% RH; 100 kHz	122 ±15%	pF
Tan δ at +25 °C; 100 kHz; 43% RH	≤0.035	
Sensitivity between 12 and 75% RH	0.4 ±0.05	pF/%RH
Frequency range	1 to 1000	kHz
Temperature dependence	0.1	%RH/K
Response time in minutes (to 90% of indicated RH change at +25 °C, in circulating air):		
between 10 and 43% RH	<3	
between 43 and 90% RH	<5	
Hysteresis (for RH excursion of 10 to 90 to 10%)	≈3	%
Maximum AC or DC voltage	15	V
Storage humidity range (RH)	0 to 100	%
Ambient temperature range:		
operating	0 to +85	°C
storage	-25 to +85	°C
Mass	≈1.3	g

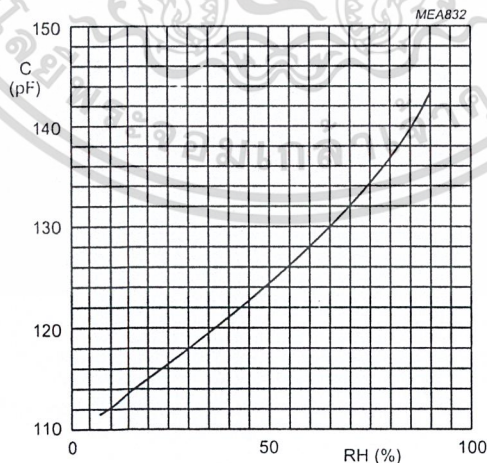


Fig.2 Typical capacitance as a function of relative humidity.

# Moisture control with Philips' capacitive humidity sensor

Philips' capacitive humidity sensor has already proven itself over many years as one of the most effective and economical means of measuring and controlling humidity.

The sensor operates by sensing changes in capacitance of a thin-film polymer membrane as it absorbs moisture from its surroundings. Compared with many alternatives, it's simple to operate, highly reliable and fast. What's more, its long-term characteristics are unaffected by condensation of water on the membrane surface and other aggressive pollutants in the air.

Used in, for example, home hygrometers, weather stations, air-conditioners, climate controllers and tumble dryers, it's capable of providing long, trouble-free service with minimum maintenance.

Designed for a measuring range between 10% and 90% relative humidity the sensor's relatively linear characteristic allows it to be easily incorporated into simple, inexpensive measuring circuitry.

## Humidity control the Philips way

Accurate measurement and control of humidity is an important requirement of today's world. The humidity of the air, i.e. the amount of water vapour it contains, influences not only our comfort but also the effectiveness of many professional and industrial processes. Though several types of electronic humidity sensor exist, Philips' capacitive sensor has long proven to be one of the most reliable, durable and easiest to use.

The sensor is made up of a polymer film coated on both sides with a very thin air-permeable gold layer to form a capacitive element. The film is clamped between spring contacts inside a perforated plastic housing. Changes in relative humidity (RH) of the surrounding air cause a change in dielectric constant of the polymer film leading to a change of sensor capacitance. The relationship between sensor capacitance and relative humidity is a rather simple one which means that the sensor can easily be incorporated into an electrical measuring circuit.

## Features and benefits

- long-term reliability
- high sensitivity
- fast response
- high immunity against contaminants
- operates with simple measuring circuitry

## Proven in a host of applications

Important application areas where Philips' sensor has already proven itself include:

- Heating, ventilating and air-conditioning systems
- Industrial-control installations
- Climate-control systems in, for example, industrial clean rooms, operating theatres, computer rooms and green-houses
- Climatic chambers
- Drying processes
- Printing industry

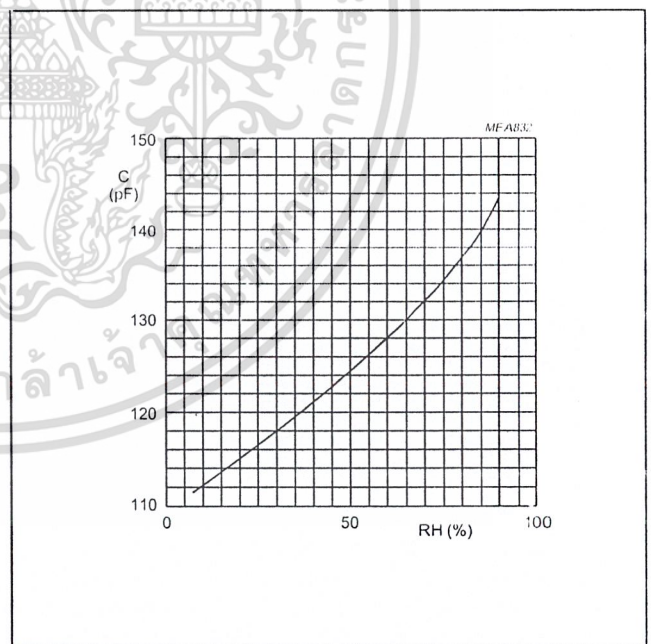


Fig.1 A simple relationship between capacitance and RH means the sensor can easily be incorporated into an electrical measuring circuit

## Sensor specifications

Electrical	
Humidity range:	10 to 90%rh
Capacitance @ +25 °C, 43%rh, 100 kHz:	122 ± 15% pF
Dissipation factor @ +25 °C, 43%rh, 100 kHz:	≤ 0.035
Sensitivity between 12 and 75%rh:	0.4 ± 0.05 pF/%rh
Frequency range:	1 to 1000 kHz
Temperature dependence:	0.1%rh/K
Response time*:	
between 10 and 43%rh:	< 3 min
between 43 and 90%rh:	< 5 min
Hysteresis**:	≈ 3%
Maximum voltage:	15 Vp-p
Operating and storage temperature range:	-25 to + 85 °C

Mechanical	
Height:	20.0 mm
Width:	15.5 mm
Thickness:	5.0 mm
Lead distance:	5.08 mm

\* to 90% of indicated %rh change at + 25 °C, in circulating air  
 \*\* for excursion from 10%rh to 90%rh and back to 10%rh

## Working with Philips' humidity sensor

### Measuring circuitry

Measuring relative humidity using Philips' sensor involves the detection of relatively small capacitance changes. Depending on the level of precision required, several measuring circuits are possible. The circuit of Fig.2, using a metastable flip-flop IC offers simple measurement without linearization.

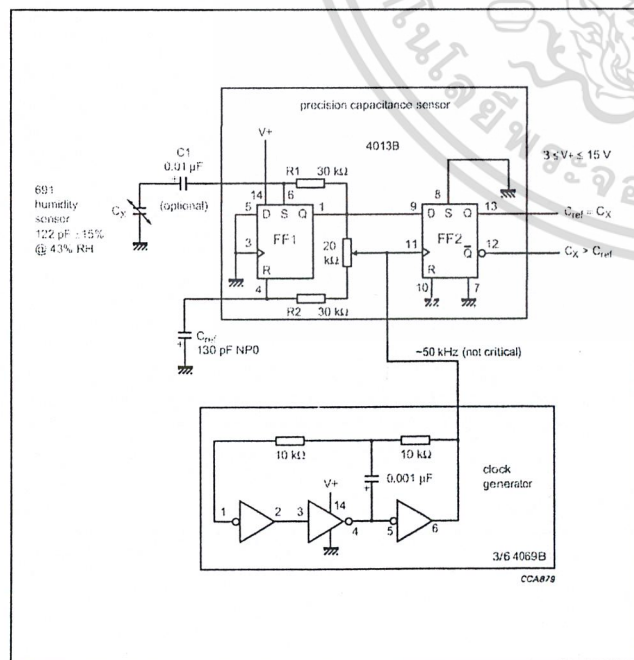


Fig.2 Measuring circuit without linearization based on metastable flip-flop. (Circuit courtesy of W. Stephen Woodward of University of North Carolina)

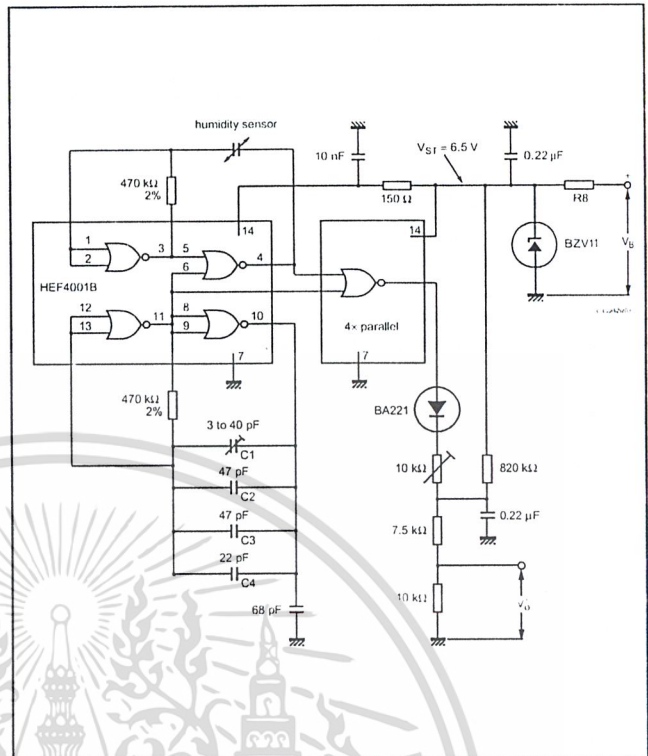


Fig.3 Measuring circuit with linearization. In the circuit,  $R_g$  is chosen so that  $R_g \approx (V_B - V_{ST}) / (2 \text{ mA}) \Omega$

For higher precision, the measuring circuit of Fig.3 incorporating a linearizing network can be used. This circuit is suitable for connecting to an external power supply.

### Measuring-circuit calibration

The measuring circuit may be calibrated using a saturated salt solution in a small airtight container to create a standard relative humidity environment (ASTM Designation E 104). The saturated salt solution should be prepared from reagent grade chemicals and reagent water produced by distillation or by ion exchange.

### Recommended salts (ASTM E 104)

	RH @ 25 °C
Lithium chloride LiCl	11.3%
Potassium acetate $K_2H_3O_2$	22.5%
Magnesium chloride $MgCl_2$	32.8%
Potassium carbonate $K_2CO_3$	43.2%
Magnesium nitrate $Mg(NO_3)_2$	52.9%
Sodium chloride NaCl	75.3%
Potassium chloride KCl	84.3%
Potassium nitrate $KNO_3$	93.6%
Potassium sulphate $K_2SO_4$	97.3%

Potassium carbonate is usually chosen as a reference since its RH (43.2%) falls approximately in the middle of the measuring range of the sensor and because its temperature stability is high (from 43.1%rh at 0 °C to 43.2%rh at 30 °C).

### Response time and hysteresis

The response time is defined as the time it takes for the sensor's reading to change by 90% of the total change following an immediate change of relative humidity. The response time obviously varies according to the relative humidity level, being shorter for low humidity levels than for higher levels.

The sensor's response also shows hysteresis due to the difference between the speed of moisture absorption and the speed of evaporation. The hysteresis value in the specification is given for steps of 10%rh allowing a stabilization time of 30 minutes between steps.

### Maximum applied voltage

The sensor is a tough component with high dielectric strength able to withstand both DC and AC voltages up

to 15 V. What's more, a low dissipation factor means it can accept high-amplitude measuring voltages without overheating. And in contrast to many competing technologies it meets the most stringent static-discharge specifications.

### Operating frequency

The sensor's dissipation factor increases with humidity. It also falls with measuring frequency to a minimum value at around 1 kHz after which it increases again. When working at low levels of humidity (< 50%rh), it's therefore possible to use relatively low (< 1 kHz) measuring frequencies. But for the most reliable results over the total operating range of the sensor, measuring frequencies should be between 1 kHz and 1000 kHz.

### Working in aggressive atmospheres

Although the sensor is virtually unaffected by most air pollutants including ammonia, the vapour of some solvents such as acetone will attack the foil and should be avoided when building the sensor into an assembly. Dusty environments should also be avoided since the hygroscopic properties of some dust particles can affect sensor reading if they're allowed to build up on the surface of the foil.

## RELATIVE HUMIDITY

The humidity of the air is a measure of the amount of water vapour it contains. At any given temperature, water will continue to be absorbed by the air either until all available water has evaporated or the air has become *saturated*. Once the air is saturated, it contains its full capacity of water and no further evaporation will take place unless the temperature increases.

### Defining relative humidity

*Relative humidity (RH)* is a convenient way of expressing the amount of water vapour contained in a volume of air. It's defined as the ratio (in percent) of the mass of water vapour in the air to the mass required to produce saturation at the same temperature. When the air is saturated, therefore, its RH is 100%.

The presence (or absence) of water vapour in air influences many physical, chemical and biological processes. Our comfort, for example, depends a lot on humidity since a very humid atmosphere (i.e. at or close to saturation) limits our bodies' ability to perspire and cool us. Usually, the most comfortable climatic conditions are between 45 and 65%rh and for us to remain comfortable, the humidity must decrease as the temperature rises. For example, at 30 °C, 70%rh is considered uncomfortable while 30%rh is quite tolerable.

By introducing humidity monitoring instrumentation, the energy management systems of office and industrial buildings could be better optimized and a lot of energy saved without loss of comfort by adapting the efficiency of energy management according to the season and the external climatic conditions.

## Mechanical data and ordering

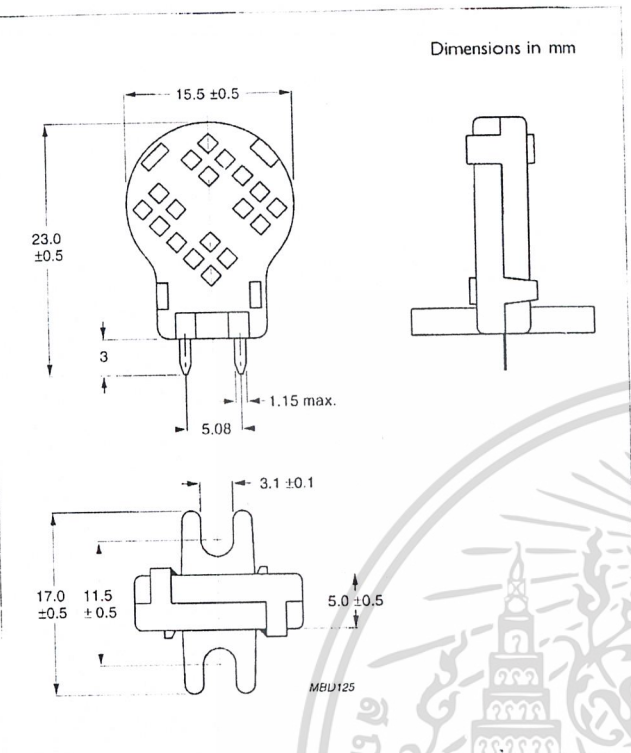


Fig.4 Component outline

### Marking

PHILIPS H1.

### Mounting

The device can be soldered directly on to a printed-circuit board or fastened with 3 mm bolts.

### Soldering

Solderability:  $\leq 240$  °C;  $\leq 4$  s.

Resistance to heat:  $\leq 240$  °C;  $\leq 4$  s.

### Robustness of terminations

Tensile strength: 10 N.

### Ordering code

2322 691 90001.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกหรือเผยแพร่ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# Philips Components - a worldwide company

**Australia:** Philips Components Pty Ltd, NORTH RYDE,  
Tel. (02) 9805 4455, Fax. (02) 9805 4466.

**Austria:** Österreichische Philips Industrie GmbH, WIEN,  
Tel. (01) 601 01 12 41, Fax. (01) 60 101 12 11.

**Belarus:** Philips Office Belarus, MINSK,  
Tel. (5172) 200 924/733, Fax. (5172) 200 773.

**Benelux:** Philips Nederland B.V., EINDHOVEN, NL.,  
Tel. (+31 40) 2783 749, Fax. (+31 40) 2788 399.

**Brazil:** Philips Components, SÃO PAULO,  
Tel. (011) 821 2333, Fax. (011) 829 1849.

**Canada:** Philips Electronics Ltd., SCARBOROUGH,  
Tel. (0416) 292 5161, Fax. (0416) 754 6248.

**China:** Philips Company, SHANGHAI,  
Tel. (021) 6485 0600, Fax. (021) 6485 5615.

**Denmark:** Philips Components A/S, COPENHAGEN S,  
Tel. (32) 883 333, Fax. (31) 571 949.

**Finland:** Philips Components, ESPOO,  
Tel. 9 (0)-615 800, Fax. 9 (0)-615 80510.

**France:** Philips Composants, SURESNES,  
Tel. (01) 4099 6161, Fax. (01) 4099 6493.

**Germany:** Philips Components GmbH, HAMBURG,  
Tel. (040) 2489-0, Fax. (040) 2489 1400.

**Greece:** Philips Hellas S.A., TAVROS,  
Tel. (01) 4894 339/(01) 4894 239, Fax. (01) 4814 240.

**Hong Kong:** Philips Hong Kong, KOWLOON,  
Tel. 2784 3000, Fax. 2784 3003.

**India:** Philips India Ltd., MUMBAI,  
Tel. (022) 4930 311, Fax. (022) 4930 966/4950 304.

**Indonesia:** P.T. Philips Development Corp., JAKARTA,  
Tel. (021) 794 0040, Fax. (021) 794 0080.

**Ireland:** Philips Electronics (Ireland) Ltd., DUBLIN,  
Tel. (01) 76 40 203, Fax. (01) 76 40 210.

**Israel:** Rapac Electronics Ltd., TEL AVIV,  
Tel. (03) 6450 444, Fax. (03) 6491 007.

**Italy:** Philips Components S.r.l., MILANO,  
Tel. (02) 6752 2531, Fax. (02) 6752 2557.

**Japan:** Philips Japan Ltd., TOKYO,  
Tel. (0) 3 3740 5135, Fax. (0) 3 3740 5035.

**Korea (Republic of):** Philips Electronics (Korea) Ltd., SEOUL,  
Tel. (02) 709 -1472, Fax. (02) 709 1480.

**Malaysia:** Philips Malaysia SDN Berhad  
Components Division, PULAU PINANG,  
Tel. (03) 750 5213, Fax. (03) 757 4880.

**Mexico:** Philips Components, EL PASO, U.S.A.,  
Tel. (915) 772 4020, Fax. (915) 772 4332.

**New Zealand:** Philips New Zealand Ltd., AUCKLAND,  
Tel. (09) 815 4000, Fax. (09) 849 7811.

**Norway:** Norsk A/S Philips, OSLO,  
Tel. (22) 74 8000, Fax. (22) 74 8341.

**Pakistan:** Philips Electrical Industries of Pakistan Ltd., KARACHI,  
Tel. (021) 587 4641-49, Fax. (021) 577 035/587 4546.

**Philippines:** Philips Semiconductors Philippines Inc., METRO MANILA,  
Tel. (02) 816 6345, Fax. (02) 817 3474.

**Poland:** Philips Poland Sp. z.o.o., WARSZAWA,  
Tel. (022) 612 2594, Fax. (022) 612 2327

**Portugal:** Philips Portuguesa S.A.,  
Philips Components: LINDA-A-VELHA,  
Tel. (01) 416 3160/416 3333, Fax. (01) 416 3174/416 3366.

**Russia:** Philips Russia, MOSCOW,  
Tel. (095) 755 6918, Fax. (095) 755 6919.

**Singapore:** Philips Singapore Pte Ltd., SINGAPORE,  
Tel. 350 2000, Fax. 355 1758.

**South Africa:** S.A. Philips Pty Ltd., JOHANNESBURG,  
Tel. (011) 470 5911, Fax. (011) 470 5494.

**Spain:** Philips Components, BARCELONA,  
Tel. (93) 301 63 12, Fax. (93) 301 42 43.

**Sweden:** Philips Components AB, STOCKHOLM,  
Tel. (+46) 8 632 2000, Fax. (+46) 8 632 2745.

**Switzerland:** Philips Components AG, ZÜRICH,  
Tel. (01) 488 22 11, Fax. (01) 481 77 30.

**Taiwan:** Philips Taiwan Ltd., TAIPEI,  
Tel. (02) 2134 2900, Fax. (02) 2134 2929.

**Thailand:** Philips Electronics (Thailand) Ltd., BANGKOK,  
Tel. (02) 745 4090, Fax. (02) 398 0793.

**Turkey:** Türk Philips Ticaret A.S., GÜLTEPE/ISTANBUL,  
Tel. (0212) 279 2770, Fax. (0212) 282 6707.

**United Kingdom:** Philips Components Ltd., DORKING,  
Tel. (01306) 512 000, Fax. (01306) 512 345.

## United States:

• Display and Wire Wound Components, ANN ARBOR, MI,  
Tel. (313) 996 9400, Fax. (313) 761 2776.

• Magnetic Products, SAUGERTIES, NY,  
Tel. (914) 246 2811, Fax. (914) 246 0487.

• Philips Components, JUPITER, FL,  
Tel. (561) 745 3300, Fax. (561) 745 3600.

For literature: (800) 447 3762.

**Yugoslavia (Federal Republic of):** Philips Components, BELGRADE,  
Tel. (0) 11 625 344/373, Fax. (0) 11 635 777.

**For all other countries apply to:** Philips Components,  
Marketing Communications, BAE-1, P.O. Box 218, 5600 MD EINDHOVEN,  
The Netherlands, Fax +31-40-2724 547

COB13 Philips Electronics N.V. 1997

*All rights are reserved. Reproduction in whole or in part is prohibited without the prior written consent of the copyright owner.*

*The information presented in this document does not form part of any quotation or contract, is believed to be accurate and reliable and may be changed without notice. No liability will be accepted by the publisher for any consequence of its use. Publication thereof does not convey nor imply any license under patent- or other industrial or intellectual property rights.*

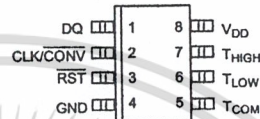
Printed in The Netherlands 9398 083 44011 Date of release: 07/97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

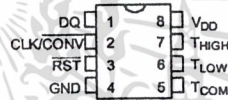
## FEATURES

- Requires no external components
- Supply voltage range covers from 2.7V to 5.5V
- Measures temperatures from  $-55^{\circ}\text{C}$  to  $+125^{\circ}\text{C}$  in  $0.5^{\circ}\text{C}$  increments. Fahrenheit equivalent is  $-67^{\circ}\text{F}$  to  $+257^{\circ}\text{F}$  in  $0.9^{\circ}\text{F}$  increments
- Temperature is read as a 9-bit value
- Converts temperature to digital word in 1 second (max)
- Thermostatic settings are user-definable and non-volatile
- Data is read from/written via a 3-wire serial interface (CLK, DQ, RST)
- Applications include thermostatic controls, industrial systems, consumer products, thermometers, or any thermally sensitive system
- 8-pin DIP or SOIC (208 mil) packages

## PIN ASSIGNMENT



DS1620S 8-PIN SOIC (208 MIL)  
See Mech Drawings Section



DS1620 8-PIN PDIP (300 MIL)  
See Mech Drawings Section

## PIN DESCRIPTION

DQ	- 3-Wire Input/Output
CLK/CONV	- 3-Wire Clock Input and Stand-alone Convert Input
RST	- 3-Wire Reset Input
GND	- Ground
T <sub>HIGH</sub>	- High Temperature Trigger
T <sub>LOW</sub>	- Low Temperature Trigger
T <sub>COM</sub>	- High/Low Combination Trigger
V <sub>DD</sub>	- Power Supply Voltage (3V - 5V)

## DESCRIPTION

The DS1620 Digital Thermometer and Thermostat provides 9-bit temperature readings which indicate the temperature of the device. With three thermal alarm outputs, the DS1620 can also act as a thermostat. T<sub>HIGH</sub> is driven high if the DS1620's temperature is greater than or equal to a user-defined temperature TH. T<sub>LOW</sub> is driven high if the DS1620's temperature is less than or equal to a user-defined temperature TL. T<sub>COM</sub> is driven

high when the temperature exceeds TH and stays high until the temperature falls below that of TL.

User-defined temperature settings are stored in non-volatile memory, so parts can be programmed prior to insertion in a system, as well as used in stand-alone applications without a CPU. Temperature settings and temperature readings are all communicated to/from the DS1620 over a simple 3-wire interface.

### OPERATION—MEASURING TEMPERATURE

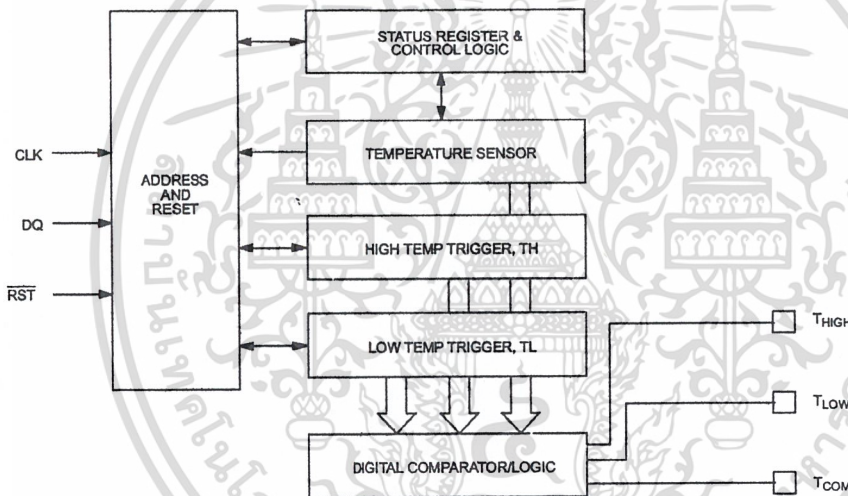
A block diagram of the DS1620 is shown in Figure 1. The DS1620 measures temperatures through the use of an on-board proprietary temperature measurement technique. A block diagram of the temperature measurement circuitry is shown in Figure 2.

The DS1620 measures temperature by counting the number of clock cycles that an oscillator with a low temperature coefficient goes through during a gate period determined by a high temperature coefficient oscillator. The counter is preset with a base count that corresponds to  $-55^{\circ}\text{C}$ . If the counter reaches zero before the gate period is over, the temperature register, which is also preset to the  $-55^{\circ}\text{C}$  value, is incremented, indicating that the temperature is higher than  $-55^{\circ}\text{C}$ .

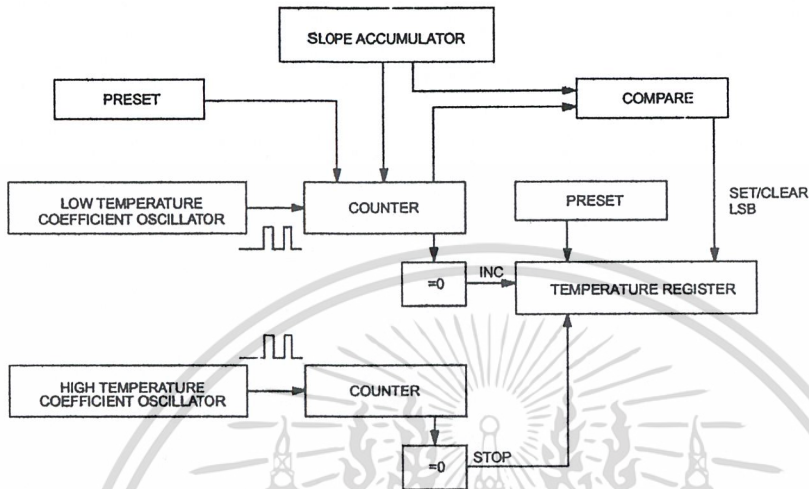
At the same time, the counter is then preset with a value determined by the slope accumulator circuitry. This circuitry is needed to compensate for the parabolic behavior of the oscillators over temperature. The counter is then clocked again until it reaches zero. If the gate period is still not finished, then this process repeats.

The slope accumulator is used to compensate for the nonlinear behavior of the oscillators over temperature, yielding a high resolution temperature measurement. This is done by changing the number of counts necessary for the counter to go through for each incremental degree in temperature. To obtain the desired resolution, therefore, both the value of the counter and the number of counts per degree C (the value of the slope accumulator) at a given temperature must be known.

DS1620 FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM Figure 1



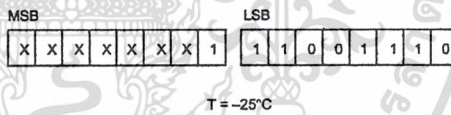
TEMPERATURE MEASURING CIRCUITRY Figure 2



This calculation is done inside the DS1620 to provide 0.5°C resolution. The temperature reading is provided in a 9-bit, two's complement reading by issuing a READ TEMPERATURE command. Table 1 describes the exact relationship of output data to measured temperature. The data is transmitted serially through the 3-wire serial interface, LSB first. The DS1620 can measure temperature over the range of -55°C to +125°C in 0.5°C increments. For Fahrenheit usage, a lookup table or conversion factor must be used.

DS1620 as either a 9-bit word (taking  $\overline{RST}$  low after the 9th (MSB) bit), or as two transfers of 8-bit words, with the most significant 7 bits being ignored or set to zero, as illustrated in Table 1. After the MSB, the DS1620 will output 0s.

Note that temperature is represented in the DS1620 in terms of a 1/2°C LSB, yielding the following 9-bit format:



TEMPERATURE/DATA RELATIONSHIPS

Table 1

TEMP	DIGITAL OUTPUT (Binary)	DIGITAL OUTPUT (Hex)
+125°C	0 11111010	00FA
+25°C	0 00110010	0032h
+1/2°C	0 00000001	0001h
+0°C	0 00000000	0000h
-1/2°C	1 11111111	01FFh
-25°C	1 11001110	01CEh
-55°C	1 10010010	0192h

Higher resolutions may be obtained by reading the temperature, and truncating the 0.5°C bit (the LSB) from the read value. This value is TEMP\_READ. The value left in the counter may then be read by issuing a READ COUNTER command. This value is the count remaining (COUNT\_REMAIN) after the gate period has ceased. By loading the value of the slope accumulator into the count register (using the READ SLOPE command), this value may then be read, yielding the number of counts per degree C (COUNT\_PER\_C) at that temperature. The actual temperature may be then be calculated by the user using the following:

Since data is transmitted over the 3-wire bus LSB first, temperature data can be written to/read from the

$$TEMPERATURE = TEMP\_READ - 0.25 + \frac{(COUNT\_PER\_C - COUNT\_REMAIN)}{COUNT\_PER\_C}$$

DETAILED PIN DESCRIPTION Table 2

PIN	SYMBOL	DESCRIPTION
1	DQ	Data Input/Output pin for 3-wire communication port.
2	CLK/CONV	Clock input pin for 3-wire communication port. When the DS1620 is used in a stand-alone application with no 3-wire port, this pin can be used as a convert pin. Temperature conversion will begin on the falling edge of CONV.
3	RST	Reset input pin for 3-wire communication port.
4	GND	Ground pin.
5	T <sub>COM</sub>	High/Low Combination Trigger. Goes high when temperature exceeds TH; will reset to low when temperature falls below TL.
6	T <sub>LOW</sub>	Low Temperature Trigger. Goes high when temperature falls below TL.
7	T <sub>HIGH</sub>	High Temperature Trigger. Goes high when temperature exceeds TH.
8	V <sub>DD</sub>	Supply Voltage. 2.7V – 5.5V input power pin.

### OPERATION—THERMOSTAT CONTROLS

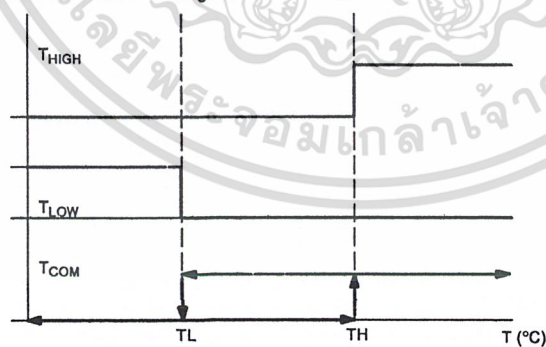
Three thermally triggered outputs, T<sub>HIGH</sub>, T<sub>LOW</sub>, and T<sub>COM</sub>, are provided to allow the DS1620 to be used as a thermostat, as shown in Figure 3. When the DS1620's temperature meets or exceeds the value stored in the high temperature trip register, the output T<sub>HIGH</sub> becomes active (high) and remains active until the DS1620's measured temperature becomes less than the stored value in the high temperature register, TH. The T<sub>HIGH</sub> output can be used to indicate that a high temperature tolerance boundary has been met or exceeded, or as part of a closed loop system can be used to activate a cooling system and to deactivate it when the system temperature returns to tolerance.

The T<sub>LOW</sub> output functions similarly to the T<sub>HIGH</sub> output. When the DS1620's measured temperature equals or

falls below the value stored in the low temperature register, the T<sub>LOW</sub> output becomes active. T<sub>LOW</sub> remains active until the DS1620's temperature becomes greater than the value stored in the low temperature register, TL. The T<sub>LOW</sub> output can be used to indicate that a low temperature tolerance boundary has been met or exceeded, or as part of a closed loop system, can be used to activate a heating system and to deactivate it when the system temperature returns to tolerance.

The T<sub>COM</sub> output goes high when the measured temperature meets or exceeds TH, and will stay high until the temperature equals or falls below TL. In this way, any amount of hysteresis can be obtained.

### THERMOSTAT OUTPUT OPERATION Figure 3



## OPERATION AND CONTROL

The DS1620 must have temperature settings resident in the TH and TL registers for thermostatic operation. A configuration/status register is also used to determine the method of operation that the DS1620 will use in a particular application, as well as indicating the status of the temperature conversion operation. The configuration register is defined as follows:

### CONFIGURATION/STATUS REGISTER

DONE	THF	TLF	NVB	1	0	CPU	1SHOT
------	-----	-----	-----	---	---	-----	-------

where

- DONE** = Conversion Done bit. 1=conversion complete, 0=conversion in progress.
- THF** = Temperature High Flag. This bit will be set to 1 when the temperature is greater than or equal to the value of TH. It will remain 1 until reset by writing 0 into this location or by removing power from the device. This feature provides a method of determining if the DS1620 has ever been subjected to temperatures above TH while power has been applied.
- TLF** = Temperature Low Flag. This bit will be set to 1 when the temperature is less than or equal to the value of TL. It will remain 1 until reset by writing 0 into this location or by removing power from the device. This feature provides a method of determining if the DS1620 has ever been subjected to temperatures below TL while power has been applied.
- NVB** = Nonvolatile Memory Busy Flag. 1=write to an E<sup>2</sup> memory cell in progress. 0=nonvolatile memory is not busy. A copy to E<sup>2</sup> may take up to 10 ms.
- CPU** = CPU use bit. If CPU=0, the CLK/CONV pin acts as a conversion start control, when RST is low. If CPU is 1, the DS1620 will be used with a CPU communicating to it over the 3-wire port, and the operation of the CLK/CONV pin is as a normal clock in concert with DQ and RST. This bit is stored in nonvolatile E<sup>2</sup> memory, capable of at least 50,000 writes. The DS1620 is shipped with CPU=0.
- 1SHOT** = One-Shot Mode. If 1SHOT is 1, the DS1620 will perform one temperature

conversion upon reception of the Start Convert T protocol. If 1SHOT is 0, the DS1620 will continuously perform temperature conversion. This bit is stored in nonvolatile E<sup>2</sup> memory, capable of at least 50,000 writes. The DS1620 is shipped with 1SHOT=0.

For typical thermostat operation, the DS1620 will operate in continuous mode. However, for applications where only one reading is needed at certain times, and to conserve power, the one-shot mode may be used. Note that the thermostat outputs (T<sub>HIGH</sub>, T<sub>LOW</sub>, T<sub>COM</sub>) will remain in the state they were in after the last valid temperature conversion cycle when operating in one-shot mode.

### OPERATION IN STAND-ALONE MODE

In applications where the DS1620 is used as a simple thermostat, no CPU is required. Since the temperature limits are nonvolatile, the DS1620 can be programmed prior to insertion in the system. In order to facilitate operation without a CPU, the CLK/CONV pin (pin 2) can be used to initiate conversions. Note that the CPU bit must be set to 0 in the configuration register to use this mode of operation. Whether CPU=0 or 1, the 3-wire port is active. Setting CPU=1 disables the stand-alone mode.

To use the CLK/CONV pin to initiate conversions, RST must be low and CLK/CONV must be high. If CLK/CONV is driven low and then brought high in less than 10 ms, one temperature conversion will be performed and then the DS1620 will return to an idle state. If CLK/CONV is driven low and remains low, continuous conversions will take place until CLK/CONV is brought high again. With the CPU bit set to 0, the CLK/CONV will override the 1-shot bit if it is equal to 1. This means that even if the part is set for one-shot mode, driving CLK/CONV low will initiate conversions.

### 3-WIRE COMMUNICATIONS

The 3-wire bus is comprised of three signals. These are the RST (reset) signal, the CLK (clock) signal, and the DQ (data) signal. All data transfers are initiated by driving the RST input high. Driving the RST input low terminates communication. (See Figures 4 and 5.) A clock cycle is a sequence of a falling edge followed by a rising edge. For data inputs, the data must be valid during the rising edge of a clock cycle. Data bits are output on the

falling edge of the clock, and remain valid through the rising edge.

When reading data from the DS1620, the DQ pin goes to a high impedance state while the clock is high. Taking  $\overline{\text{RST}}$  low will terminate any communication and cause the DQ pin to go to a high impedance state.

Data over the 3-wire interface is communicated LSB first. The command set for the 3-wire interface as shown in Table 3 is as follows.

#### Read Temperature [AAh]

This command reads the contents of the register which contains the last temperature conversion result. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

#### Write TH [01h]

This command writes to the TH (HIGH TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock in the 9-bit temperature limit which will set the threshold for operation of the  $T_{\text{HIGH}}$  output.

#### Write TL [02h]

This command writes to the TL (LOW TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock in the 9-bit temperature limit which will set the threshold for operation of the  $T_{\text{LOW}}$  output.

#### Read TH [A1h]

This command reads the value of the TH (HIGH TEMPERATURE) register. After issuing this command, the next nine clock cycles clock out the 9-bit temperature limit which sets the threshold for operation of the  $T_{\text{HIGH}}$  output.

#### Read TL [A2h]

This command reads the value of the TL (LOW TEMPERATURE) register. After issuing this command, the

next nine clock cycles clock out the 9-bit temperature limit which sets the threshold for operation of the  $T_{\text{LOW}}$  output.

#### Read Counter [A0h]

This command reads the value of the counter byte. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

#### Read Slope [A9h]

This command reads the value of the slope counter byte from the DS1620. The next nine clock cycles will output the contents of this register.

#### Start Convert T [EEh]

This command begins a temperature conversion. No further data is required. In one-shot mode, the temperature conversion will be performed and then the DS1620 will remain idle. In continuous mode, this command will initiate continuous conversions.

#### Stop Convert T [22h]

This command stops temperature conversion. No further data is required. This command may be used to halt a DS1620 in continuous conversion mode. After issuing this command, the current temperature measurement will be completed, and then the DS1620 will remain idle until a Start Convert T is issued to resume continuous operation.

#### Write Config [0Ch]

This command writes to the configuration register. After issuing this command, the next eight clock cycles clock in the value of the configuration register.

#### Read Config [ACh]

This command reads the value in the configuration register. After issuing this command, the next eight clock cycles output the value of the configuration register.

DS1620 COMMAND SET Table 3

INSTRUCTION	DESCRIPTION	PROTOCOL	3-WIRE BUS DATA AFTER ISSUING PROTOCOL	NOTES
<b>TEMPERATURE CONVERSION COMMANDS</b>				
Read Temperature	Reads last converted temperature value from temperature register.	AAh	<read data>	
Read Counter	Reads value of count remaining from counter.	A0h	<read data>	
Read Slope	Reads value of the slope accumulator.	A9h	<read data>	
Start Convert T	Initiates temperature conversion.	EEh	Idle	1
Stop Convert T	Halts temperature conversion.	22h	Idle	1
<b>THERMOSTAT COMMANDS</b>				
Write TH	Writes high temperature limit value into TH register.	01h	<write data>	2
Write TL	Writes low temperature limit value into TL register.	02h	<write data>	2
Read TH	Reads stored value of high temperature limit from TH register.	A1h	<read data>	2
Read TL	Reads stored value of low temperature limit from TL register.	A2h	<read data>	2
Write Config	Writes configuration data to configuration register.	0Ch	<write data>	2
Read Config	Reads configuration data from configuration register.	ACh	<read data>	2

**NOTES:**

1. In continuous conversion mode, a Stop Convert T command will halt continuous conversion. To restart, the Start Convert T command must be issued. In one-shot mode, a Start Convert T command must be issued for every temperature reading desired.
2. Writing to the E<sup>2</sup> typically requires 10 ms at room temperature. After issuing a write command, no further writes should be requested for at least 10 ms.

**FUNCTION EXAMPLE**

Example: CPU sets up DS1620 for continuous conversion and thermostatic function.

CPU MODE	DS1620 MODE (3-WIRE)	DATA (LSB FIRST)	COMMENTS
TX	RX	0Ch	CPU issues Write Config command
TX	RX	00h	CPU sets DS1620 up for continuous conversion
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	01h	CPU issues Write TH command
TX	RX	0050h	CPU sends data for TH limit of +40°C
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	02h	CPU issues Write TL command
TX	RX	0014h	CPU sends data for TL limit of +10°C
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	A1h	CPU issues Read TH command
RX	TX	0050h	DS1620 sends back stored value of TH for CPU to verify
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	A2h	CPU issues Read TL command
RX	TX	0014h	DS1620 sends back stored value of TL for CPU to verify
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620
TX	RX	Eh	CPU issues Start Convert T command
TX	RX	Toggle $\overline{\text{RST}}$	CPU issues Reset to DS1620



**ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS\***

Voltage on Any Pin Relative to Ground	-0.5V to +7.0V
Operating Temperature	-55°C to +125°C
Storage Temperature	-55°C to +125°C
Soldering Temperature	260°C for 10 seconds

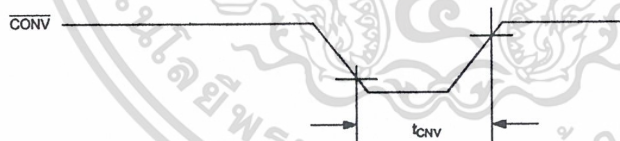
\* This is a stress rating only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operation sections of this specification is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods of time may affect reliability.

**RECOMMENDED DC OPERATING CONDITIONS**

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Supply	$V_{DD}$	2.7		5.5	V	1
Logic 1	$V_{IH}$	2.0		$V_{CC}+0.3$	V	1
Logic 0	$V_{IL}$	-0.3		+0.6	V	1

**DC ELECTRICAL CHARACTERISTICS**(-55°C to +125°C;  $V_{DD}=2.7V$  to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITION	MIN	MAX	UNITS	NOTES
Thermometer Error	$T_{ERR}$	0°C to +70°C -55°C to +0°C and 70°C to 125°C		$\pm 1/2$	°C	10, 11
			See Typical Curve			
Logic 0 Output	$V_{OL}$			0.4	V	3
Logic 1 Output	$V_{OH}$		2.4		V	2
Input Resistance	$R_I$	$\overline{RST}$ to GND DQ, CLK to $V_{DD}$	1 1		$M\Omega$ $M\Omega$	
Active Supply Current	$I_{CC}$	0°C to +70°C		1	mA	4, 5
Standby Supply Current	$I_{STBY}$	0°C to +70°C		1	$\mu A$	4, 5

**SINGLE CONVERT TIMING DIAGRAM (STAND-ALONE MODE)**

**AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS**(-55°C to +125°C; V<sub>DD</sub>=2.7V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Temperature Conversion Time	T <sub>TC</sub>		400	1000	ms	
Data to CLK Setup	t <sub>DC</sub>	35			ns	6
CLK to Data Hold	t <sub>CDH</sub>	40			ns	6
CLK to Data Delay	t <sub>CDD</sub>			100	ns	6, 7, 8
CLK Low Time	t <sub>CL</sub>	285			ns	6
CLK High Time	t <sub>CH</sub>	285			ns	6
CLK Frequency	f <sub>CLK</sub>	DC		1.75	MHz	6
CLK Rise and Fall	t <sub>R</sub> , t <sub>F</sub>			500	ns	
RST to CLK Setup	t <sub>CC</sub>	100			ns	6
CLK to RST Hold	t <sub>CCH</sub>	40			ns	6
RST Inactive Time	t <sub>CWH</sub>	125			ns	6, 9
CLK High to I/O High-Z	t <sub>CDZ</sub>			50	ns	6
RST Low to I/O High-Z	t <sub>RDZ</sub>			50	ns	6
Convert Pulse Width	t <sub>CNV</sub>	250 ns		500 ms		
NV Write Cycle Time	t <sub>WR</sub>		10	50	ms	12

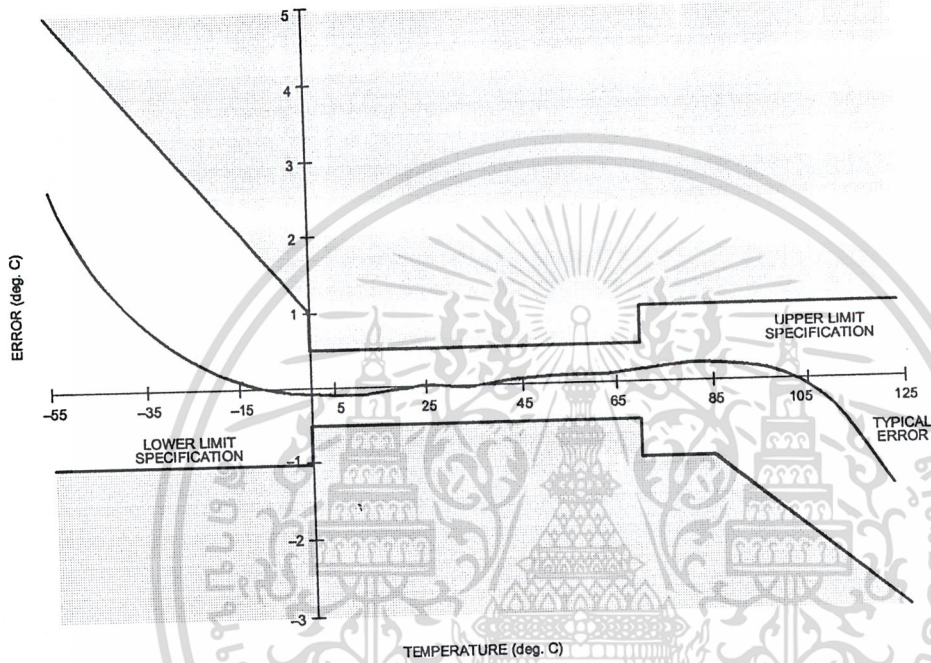
**AC ELECTRICAL CHARACTERISTICS**(-55°C to +125°C; V<sub>DD</sub>=2.7V to 5.5V)

PARAMETER	SYMBOL	MIN	TYP	MAX	UNITS	NOTES
Input Capacitance	C <sub>I</sub>		5		pF	
I/O Capacitance	C <sub>I/O</sub>		10		pF	

**NOTES:**

- All voltages are referenced to ground.
- Logic one voltages are specified at a source current of 1 mA.
- Logic zero voltages are specified at a sink current of 4 mA.
- I<sub>CC</sub> specified with DQ pin open and CLK pin at V<sub>DD</sub>.
- I<sub>CC</sub> specified with V<sub>CC</sub> at 5.0V and RST=GND.
- Measured at V<sub>IH</sub> = 2.0V or V<sub>IL</sub> = 0.8V.
- Measured at V<sub>OH</sub> = 2.4V or V<sub>OL</sub> = 0.4V.
- Load capacitance = 50 pF.
- t<sub>CWH</sub> must be 10 ms minimum following any write command that involves the E<sup>2</sup> memory.
- See typical curve for specification limits outside 0°C to 70°C range.
- Thermometer error reflects temperature accuracy as tested during calibration.
- Writing to the nonvolatile memory should only take place in the 0°C to 70°C temperature range.
- Valid for design revisions D1 and above. The supply range for Rev. C2 and below is 4.5V ≤ 5.5V.

## TYPICAL PERFORMANCE CURVE

DS1620 DIGITAL THERMOMETER AND THERMOSTAT  
TEMPERATURE READING ERROR

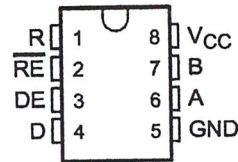
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

# SN65176B, SN75176B DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVERS

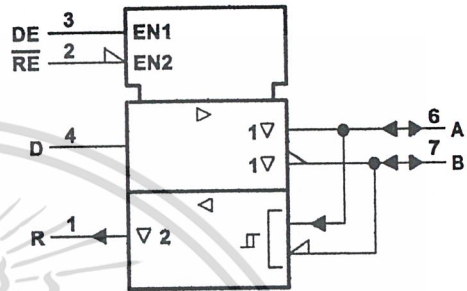
SLLS101A - JULY 1985 - REVISED MAY 1995

- Bidirectional Transceivers
- Meet or Exceed the Requirements of ANSI Standards EIA/TIA-422-B and RS-485 and ITU Recommendations V.11 and X.27
- Designed for Multipoint Transmission on Long Bus Lines in Noisy Environments
- 3-State Driver and Receiver Outputs
- Individual Driver and Receiver Enables
- Wide Positive and Negative Input/Output Bus Voltage Ranges
- Driver Output Capability . . .  $\pm 60$  mA Max
- Thermal Shutdown Protection
- Driver Positive and Negative Current Limiting
- Receiver Input Impedance . . . 12 k $\Omega$  Min
- Receiver Input Sensitivity . . .  $\pm 200$  mV
- Receiver Input Hysteresis . . . 50 mV Typ
- Operate From Single 5-V Supply

D OR P PACKAGE  
(TOP VIEW)



logic symbol†



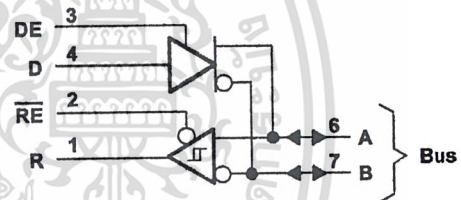
† This symbol is in accordance with ANSI/IEEE Std 91-1984 and IEC Publication 617-12.

## description

The SN65176B and SN75176B differential bus transceivers are monolithic integrated circuits designed for bidirectional data communication on multipoint bus transmission lines. They are designed for balanced transmission lines and meet ANSI Standards EIA/TIA-422-B and RS-485 and ITU Recommendations V.11 and X.27.

The SN65176B and SN75176B combine a 3-state differential line driver and a differential input line receiver, both of which operate from a single 5-V power supply. The driver and receiver have active-high and active-low enables, respectively, that can be externally connected together to function as a direction control. The driver differential outputs and the receiver differential inputs are connected internally to form differential input/output (I/O) bus ports that are designed to offer minimum loading to the bus whenever the driver is disabled or  $V_{CC} = 0$ . These ports feature wide positive and negative common-mode voltage ranges making the device suitable for party-line applications.

logic diagram (positive logic)



## Function Tables

DRIVER

INPUT D	ENABLE DE	OUTPUTS	
		A	B
H	H	H	L
L	H	L	H
X	L	Z	Z

RECEIVER

DIFFERENTIAL INPUTS A - B	ENABLE RE	OUTPUT R
$V_{ID} \geq 0.2$ V	L	H
$-0.2$ V $< V_{ID} < 0.2$ V	L	?
$V_{ID} \leq -0.2$ V	L	L
X	H	Z
Open	L	H

H = high level, L = low level, ? = indeterminate, X = irrelevant, Z = high impedance (off)

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

TEXAS  
INSTRUMENTS

POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

Copyright © 1995, Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับกรใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

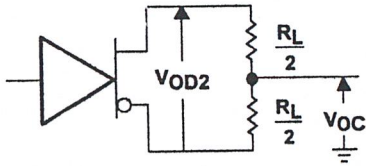


Figure 1. Driver  $V_{OD}$  and  $V_{OC}$

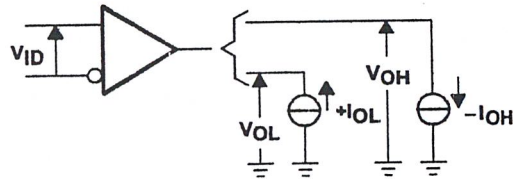


Figure 2. Receiver  $V_{OH}$  and  $V_{OL}$

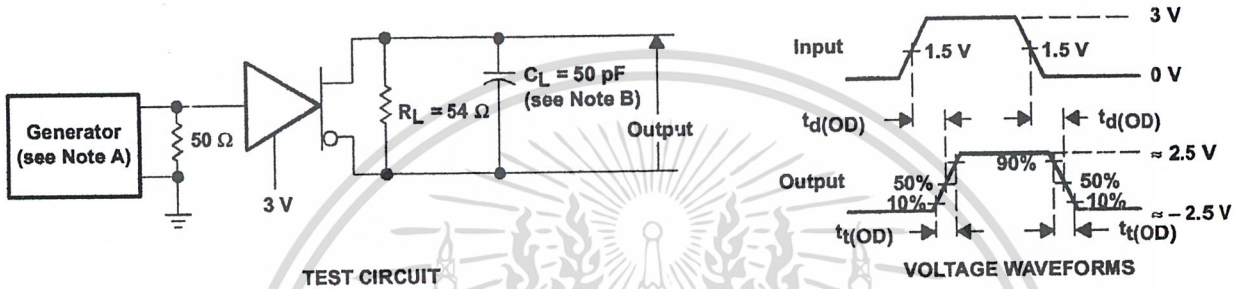


Figure 3. Driver Test Circuit and Voltage Waveforms

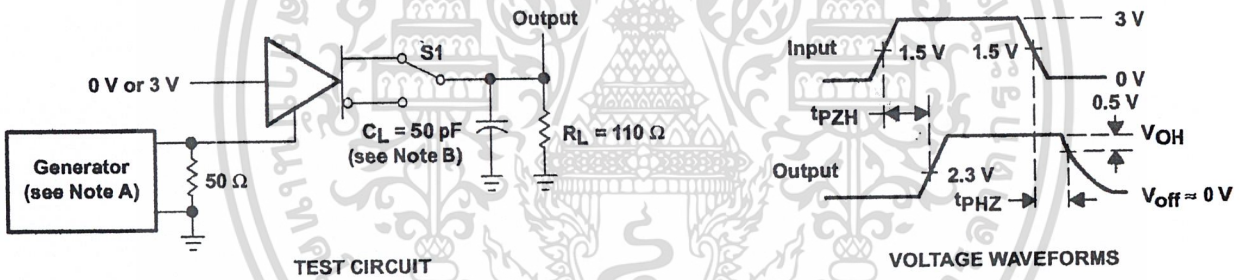


Figure 4. Driver Test Circuit and Voltage Waveforms

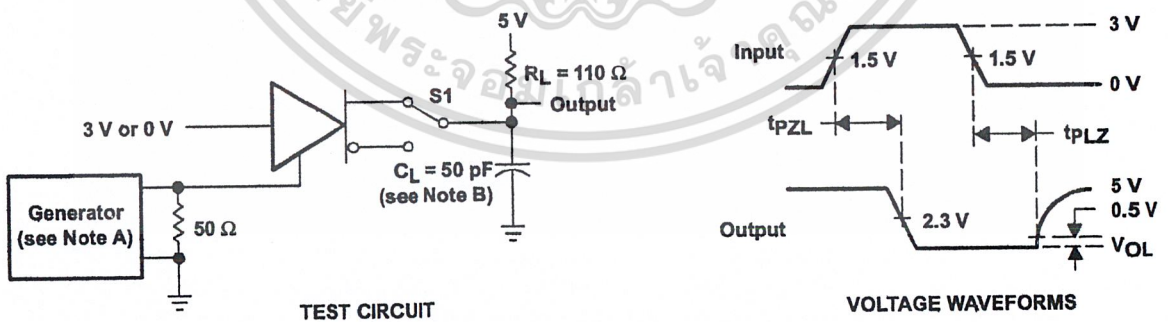


Figure 5. Driver Test Circuit and Voltage Waveforms

- NOTES: A. The input pulse is supplied by a generator having the following characteristics: PRR  $\leq$  1 MHz, 50% duty cycle,  $t_r \leq$  6 ns,  $t_f \leq$  6 ns,  $Z_0 = 50 \Omega$   
B.  $C_L$  includes probe and jig capacitance.

# SN65176B, SN75176B DIFFERENTIAL BUS TRANSCEIVERS

SLLS101A - JULY 1985 - REVISED MAY 1995

## PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION

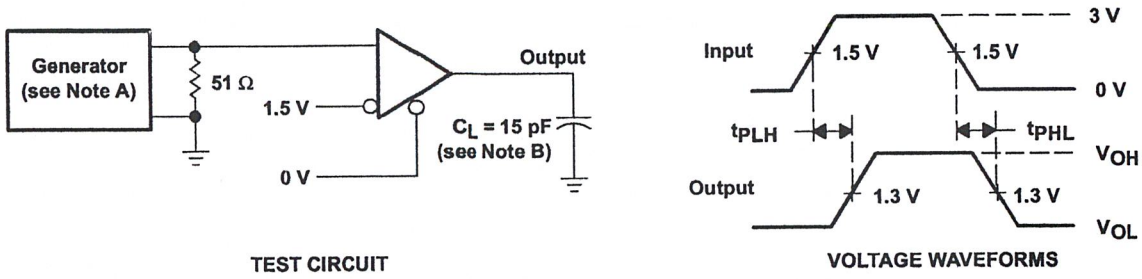


Figure 6. Receiver Test Circuit and Voltage Waveforms

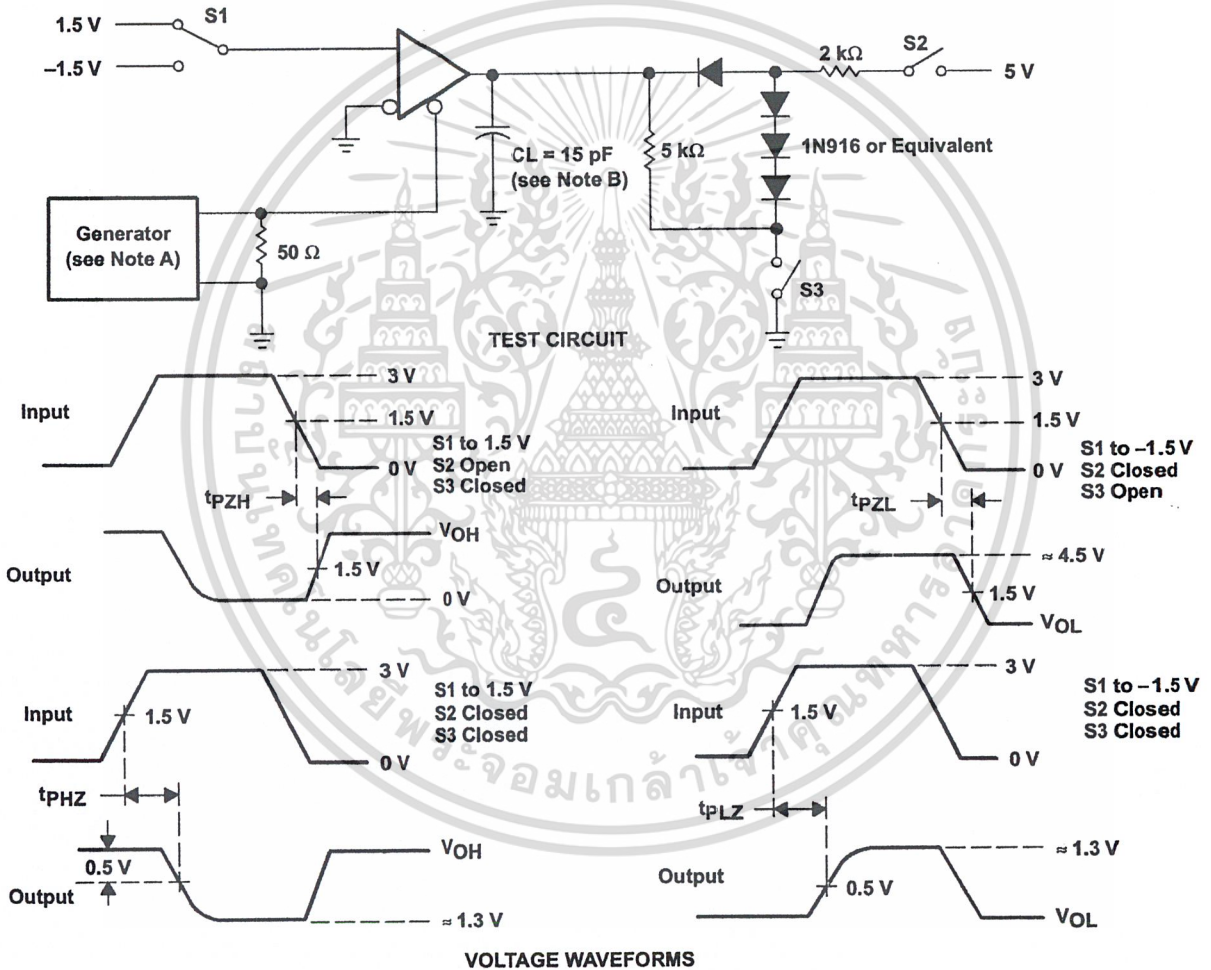


Figure 7. Receiver Test Circuit and Voltage Waveforms

- NOTES: A. The input pulse is supplied by a generator having the following characteristics: PRR  $\leq$  1 MHz, 50% duty cycle,  $t_r \leq$  6 ns,  $t_f \leq$  6 ns,  $Z_O = 50 \Omega$ .
- B.  $C_L$  includes probe and jig capacitance.



POST OFFICE BOX 655303 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ภายในเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## กิตติกรรมประกาศ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จเป็นรูปเล่มที่สมบูรณ์ขึ้นมานั้น กระผมขอขอบพระคุณ อาจารย์ รศ.ดร.สุริภณ สมควรพาณิชย์ ที่ให้คำชี้แนะแนวทางในการทำโครงการ ช่วยแก้ไขปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น ขอขอบพระคุณอาจารย์ ผศ.ขนิษฐา แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษาในการทำโครงการ ขอขอบพระคุณ ผศ.อนุชา แสงโสภณ คณะเทคโนโลยีการเกษตรภาควิชาผลิตสัตว์ ที่ให้คำแนะนำข้อมูลการทำงาน เงินทุนสนับสนุน ตลอดจนให้ใช้โรงเรียนเลี้ยงไก่ในการทำทดลอง และ ขอขอบคุณเพื่อนทุกคนที่ให้ความสนใจด้วยดีมาตลอด

สุดท้ายนี้ขอขอบพระคุณบิดา มารดาผู้ซึ่งให้กำเนิด เลี้ยงดู อบรมสั่งสอนและให้ความสนับสนุนทางการศึกษาโดยตลอด

นายอาเขต บุญทารม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

## บรรณานุกรม

1. ประเมษฐ์ ประณยานันท์ “คู่มือและการประยุกต์ใช้งานไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51”  
สำนักพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัดมหาชน
2. ชัยวัฒน์ ลิ้มพรจิตรวิไล “เรียนรู้และปฏิบัติการไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-51”  
สำนักพิมพ์ บริษัท อินโนเวตีฟ เอ็กเพอริเมนต์
3. “คู่มือเทียบเบอร์ไอซี TTL” ,สำนักพิมพ์ บริษัท ซีเอ็ดยูเคชั่น จำกัดมหาชน
4. Sencer Yeralan “Programming and Interfacing the 8051 ”, Addison-Wesley Publishing  
Company
5. EDA ALTIUM “P-CAD DESIGN PCB”, TOTAL EDA FROM ALTIUM, ANIBM  
COMPANY
6. Robert F. Coughlin “Operational Amplifiers and Linear Intergrated Circuit”,Prentice-Hall
7. ATMEL Corporation “ 89C51 Data Sheet ”
8. National Semiconductor Corporation “ LM35 LM75176 and 0804 Data Sheet ”
9. TEXAS INSTRUMENT “ULN2003A Data Sheet”
10. Philips Component “Humidity sensor Data Sheet”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า  
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้