

เครื่องควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ
AUTOMATIC LIGHTING CONTROLLER



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้ปีการศึกษา 2536 ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาโท ปีการศึกษา 2536

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง

โครงการ เครื่องควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ

โดย	นายกิตติ	เต่าทอง	เลขประจำตัว 33.100021
	นายกิตติศักดิ์	จารุเอนก	เลขประจำตัว 33.100029
	นายคุณาริป์	ภาสวณิชยพงศ์	เลขประจำตัว 33.100043



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ

AUTOMATIC LIGHTING CONTROLLER

โดย นายกิตติ เต่าทอง
 นายกิตติศักดิ์ จารุเอนก
 นายคุณาธิป ภาสุวณิชยพงศ์

อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์วิทยา ทิพย์สุวรรณพร

บทคัดย่อ

เครื่องควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยในการควบคุมแสงสว่างภายในห้อง โดยมีการทำงาน 2 โหมด คือ โหมดแมนนวล และโหมดอัตโนมัติ โดยในโหมดแมนนวลจะสามารถสั่งให้มู่ลี่เปิด-ปิดได้โดยตรง โดยการกดปุ่มที่แผงควบคุมของเครื่อง ส่วนในโหมดอัตโนมัติจะใช้ตัววัดแสงแปลงสัญญาณความเข้มแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าในรูปของแรงดัน จากนั้นจะผ่านวงจรขยายและวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอล แล้วส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์(8032) ไปทำการประมวลผลตามโปรแกรม สัญญาณที่ได้จากการประมวลผลจะไปควบคุมวงจรขับเคลื่อนมอเตอร์ เพื่อเปิด-ปิดมู่ลี่ ในโหมดการทำงานนี้สามารถตั้งระดับความเข้มแสงได้ 4 ระดับ คือ 0, 500, 1,000, 1,500 ลักซ์

ABSTRACT

The automatic lighting controller is a equipment for controlling light in the room. This equipment can work in manual mode and automatic mode which manual mode is the directly opening and closing of curtain control. The other, automatic mode, uses light intensity transducers to convert photo signal to electrical signal in voltage form which is amplified by differential amplifier circuit and converted to digital signal by A/D converter circuit. The microcontroller(8032) processes this digital signal by according to software. The signals, result of processing, is taken to control stepper motor circuit to open or close the curtain. In automatic mode user can set the light intensity level of 4 levels which is 0, 500, 1,000, 1,500 lux

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ.....	ก
บทที่ 1 บทนำและหลักการทํางานเบื้องต้น.....	1
บทที่ 2 ส่วนประมวลผลกลาง.....	2
บทที่ 3 STEPPER MOTOR.....	10
บทที่ 4 ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของรีโมทคอนโทรล.....	17
บทที่ 5 บทสรุปและแนวทางการพัฒนาโครงการ.....	29
กิตติกรรมประกาศ.....	34
เอกสารอ้างอิง.....	35
ภาคผนวก.....	36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำและหลักการทํางานเบื้องต้น

ปัจจัยพื้นฐานของคนในปัจจุบันนี้ นอกจาก อาหาร เครื่องนุ่งห่ม ที่อยู่อาศัย และยารักษาโรคแล้ว สิ่งทีขาดไม่ได้เลยคือ ความสะดวกสบายนั่นเอง จะเห็นได้ว่าปัจจุบันทุกสิ่งทุกอย่างก็ต้องสะดวกสบายไปหมดไม่ว่า จะเป็นเรื่องการกิน การนอน ฯลฯ เรื่องที่สำคัญเรื่องหนึ่งที่จะลืมเสียไม่ได้คือเรื่องการทำงาน

การทำงานที่จะกล่าวถึงนี้ เป็นการทำงานในออฟฟิศ หรือ สถานที่อื่นที่ต้องการแสงสว่างในการทำงาน ซึ่งเราพบว่ามีปัญหามากมายในเรื่องของแสงสว่างที่ใช้ในการทำงาน ไม่ว่าจะเป็นแสงสว่างมากเกินไป หรือน้อยไป ซึ่งล้วนเป็นอุปสรรคต่อการทำงานเป็นอย่างมาก ดังนั้นจึงได้ประดิษฐ์เครื่องมือสำหรับเป็นตัวช่วยควบคุมแสงสว่างในห้องทํางาน ให้เหมาะสม เครื่องมือนี้มีชื่อเรียกว่า เครื่องควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ (AUTOMATIC LIGHTING CONTROLLER)

หลักการทํางานเบื้องต้นของเครื่องควบคุมแสงสว่างอัตโนมัติ

เครื่องนี้จะใช้ PHOTOVOLTAIC CELL เป็นทรานสดิวเซอร์ทำหน้าที่เปลี่ยนความเข้มของแสงให้เป็น แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง สัญญาณแรงดันไฟฟ้าที่ได้จากทรานสดิวเซอร์นี้ จะแปรผันตามกันเป็นลักษณะเชิงเส้นกับ ความเข้มของแสง สัญญาณนี้จะถูกขยายที่วงจรถยายให้ไ้ระดับแรงดันที่เหมาะสมสำหรับทำการแปลงสัญญาณให้เป็นสัญญาณดิจิทัล ก่อนที่จะส่งให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลต่อไป

ทรานสดิวเซอร์จะมี 2 ตัวคือจะติดตั้งไว้ภายในห้อง 1 ตัวและอีก 1 ตัวจะติดตั้งไว้ภายนอกห้องเพื่อรับค่าความเข้มแสงของทั้งสองที่ แล้วก็ผ่านวงจรถยายและแปลงสัญญาณตามลำดับดังกล่าวข้างต้นเพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลตามโปรแกรม ในส่วนของโปรแกรมจะเป็นเงื่อนไขการปิด-เปิดของมู่ลี่และ หลอดฟลูออเรสเซนต์โดยมีเงื่อนไขต่างๆ ต่อไปนี้

1. ถ้าความเข้มของแสงจากภายนอกน้อยกว่าค่าความเข้มที่ต้องการดั่งที่เลือกไว้ หลอดฟลูออเรสเซนต์จะติด

2. ถ้าความเข้มแสงจากภายนอกมากกว่าค่าความเข้มที่เลือกไว้ และ

2.1 ค่าความเข้มแสงภายในน้อยกว่าค่าที่เลือกไว้ มู่ลี่จะเปิดรับแสง

2.2 ค่าความเข้มแสงภายในมากกว่าค่าที่เลือกไว้ มู่ลี่จะปิดเพื่อหรีแสง

การเลือกค่าความเข้มแสงสามารถเลือกได้ที่ตัวเครื่อง โดยจะมีค่าความเข้มแสงที่เหมาะสมสำหรับสถานที่ต่างๆ ให้เลือก 4 สถานที่

เมื่อไมโครคอนโทรลเลอร์ทำการประมวลผลเรียบร้อยแล้ว จะส่งสัญญาณเอาท์พุทออกมา สัญญาณนี้จะถูกนำไปมัลติเพล็กซ์ กับสัญญาณที่เกิดจากการควบคุมของผู้ใช้โดยการกดปุ่มที่ตัวเครื่องหรือจากรีโมทคอนโทรลไร้สาย สัญญาณที่ได้จากไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกเลือก เมื่อเครื่องทํางานในโหมด AUTOMATIC และสัญญาณที่เกิดจากการควบคุมของผู้ใช้จะถูกเลือก เมื่อเครื่องทํางานอยู่ในโหมด MANUAL สัญญาณที่ถูกเลือก จะไปควบคุมวงจรถาย STEPPER MOTOR หรือ ขั้วรีเลย์ต่อไป รายละเอียดของการทำงานและวงจรถายของบล็อกต่างๆ จะแสดงไว้ในบทต่อไป

บทที่ 2

ส่วนประมวลผลกลาง

ในส่วนประมวลผลกลางโครงการนี้แบ่งออกเป็นภาคการทำงานได้ 4 ภาคคือ

1. ภาคเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (ANALOG TO DIGITAL CONVERTER)

และ แสดงผล

2. ภาคประมวลผล

3. ภาคมัลติเพล็กซ์ (MULTIPLEX)

4. ภาคแหล่งจ่ายไฟ (POWER SUPPLY)

ในแต่ละภาคจะมีรายละเอียดการทำงานดังต่อไปนี้

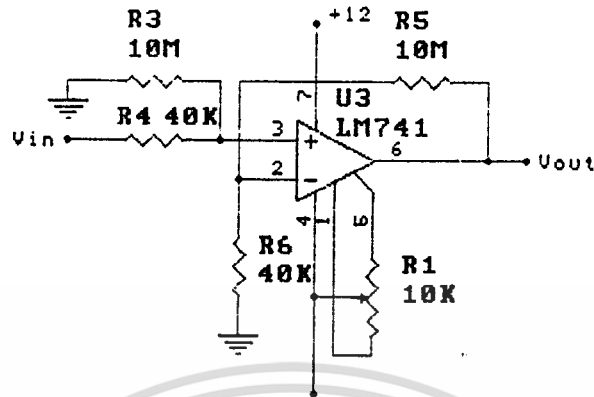
ภาคเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลและแสดงผล

การทำงานของวงจรในภาคนี้ จะเป็นการรับสัญญาณอินพุตจากทรานสดิวเซอร์ ซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อกมาแปลงเป็นสัญญาณดิจิทัล แล้วส่งสัญญาณนี้ไปยังวงจรภาคประมวลผล และ ในส่วนของการแสดงผล จะมีไอซีทำหน้าที่เปลี่ยนสัญญาณจากทรานสดิวเซอร์ไปขับ LCD ขนาด 3.5 หลักได้โดยตรง โดยไอซีตัวนี้จะใช้อุปกรณ์ต่อร่วมเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

หัวใจหลักของวงจรในภาคนี้คือ ทรานสดิวเซอร์ ทรานสดิวเซอร์ที่ใช้ในโครงการนี้ คือ PHOTOVOLTAIC CELL ซึ่งเป็นทรานสดิวเซอร์ที่เปลี่ยนพลังงานแสง ไปเป็นพลังงานไฟฟ้า โดยจะเปลี่ยนพลังงานแสงในรูปของความเข้ม เป็นพลังงานไฟฟ้าในรูปของแรงเคลื่อนไฟฟ้า โดยตัวมันจะมีช่วงที่เป็นเชิงเส้น ในช่วงของความเข้มแสง 0 ถึง 2,000 ลักซ์ และมีอัตราส่วนความเป็นเชิงเส้นของมันเป็น 0.1 มิลลิโวลต์ ต่อ 10 ลักซ์ ดังนั้น แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จาก ทรานสดิวเซอร์ตัวนี้ในย่านที่เป็นเชิงเส้นคือ 0 ถึง 20 มิลลิโวลต์ อุณหภูมิในการใช้งานอยู่ในช่วง 0 ถึง 50 องศาเซลเซียส (32 ถึง 122 องศาฟาเรนไฮต์)

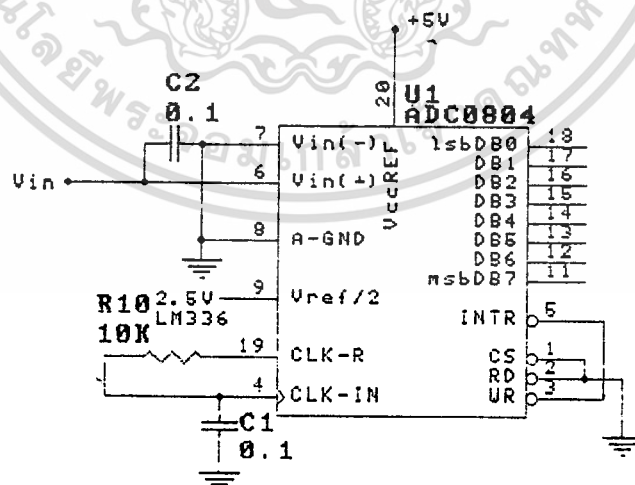
ในโครงการนี้จะใช้ทรานสดิวเซอร์ 2 ตัว โดยจะใช้รับความเข้มแสงภายในห้อง 1 ตัว และ รับความเข้มแสงจากภายนอกอีก 1 ตัว

แรงเคลื่อนไฟฟ้าที่ได้จาก PHOTOVOLTAIC CELL ทั้ง 2 ตัวซึ่งเป็นสัญญาณอนาล็อก แปรตามความเข้มของแสง จะถูกนำมาขยายให้ได้ระดับสูงสุดที่ 2,000 ลักซ์ (20 มิลลิโวลต์) ให้เป็น 5 โวลต์ เพื่อให้เหมาะสมกับวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิทัลดังจะกล่าวต่อไป ดังนั้นจึงต้องขยายสัญญาณขึ้นเท่ากับ 250 เท่า ในโครงการนี้ใช้ออปแอมป์เบอร์ $\mu A741$ ต่อเป็นวงจรขยายความแตกต่าง (DIFFERENTIAL AMPLIFIER) ดังรูปที่ 1 ค่าโวลเตจที่ได้จากการขยายจะเป็นสัดส่วนโดยตรงกับ R_1 และ R_2 โดยที่ $V_o = (R_2/R_1)V_i$ จากวงจรจะมีค่าของ R_1 และ R_2 เป็น 10 เมกกะโอห์ม และ 40 กิโลโอห์ม ตามลำดับ สาเหตุที่ต้องใช้ความต้านทานค่าสูงมากๆ เพราะจะทำให้วงจรขยายมีเสถียรภาพ และ สัญญาณที่ได้จากการขยายจะมีความเพี้ยนน้อย คือ จะเป็นเชิงเส้นมากขึ้นนั่นเอง จากวงจรสามารถรับ OFFSET VOLTAGE ได้ที่ VR โวลเตจที่ได้หลังจากทำการขยายแล้วจะมีค่าอยู่ในช่วง 0 ถึง 5 โวลต์



รูปที่ 1 วงจรขยาย 250 เท่า

สัญญาณอนาล็อก 0 ถึง 5 โวลต์จากวงจรถ่าย จะถูกนำมาเข้าวงจรแปลงสัญญาณอนาล็อกเป็นดิจิตอลขนาด 8 บิตโดยใช้ ไอซี ADC0804 โดยต้องวงจรตามรูปที่ 2 เนื่องจากวงจรจะให้ค่าดิจิตอลเอาต์พุตขนาด 8 บิต ดังนั้นวงจรนี้จะรับระดับสัญญาณอินพุตที่มีผลต่อสัญญาณเอาต์พุตได้เท่ากับ $2^8 = 256$ ระดับ นั่นคือ สัญญาณเอาต์พุตจะเปลี่ยนไป 1 ระดับ เมื่อสัญญาณอินพุตเปลี่ยนไป $5/256 = 19.5$ มิลลิโวลต์ ซึ่งมีความละเอียดพอเพียงแล้วสำหรับโครงการนี้



รูปที่ 2 วงจร ANALOG TO DIGITAL CONVERTER

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สัญญาณดิจิทัลจากวงจร A/D CONVERTER จะถูกนำไปให้ไมโครโปรเซสเซอร์ทำการประมวลผล โดยจะต่อสัญญาณที่ได้จากความเข้มแสงภายในห้องเข้ากับ PORT B ของ 8255 ซึ่งเป็นไอซี สำหรับอินเตอร์เฟสไมโครโปรเซสเซอร์กับอินพุตและเอาต์พุต ส่วนสัญญาณที่ได้จากความเข้มแสงภายนอกจะถูกต่อเข้ากับ PORT C ของ 8255

การเลือกระดับความเข้มแสงที่ต้องการ เพื่อให้เครื่องควบคุมแสงปรับระดับความลาดเอียงของมู่ลี่ เพื่อให้ได้ความเข้มแสงภายในห้องตามระดับที่ต้องการ ในโครงการนี้สามารถเลือกได้ 4 ระดับ ซึ่งเป็นระดับที่ใช้งานกันเป็นส่วนมากคือ

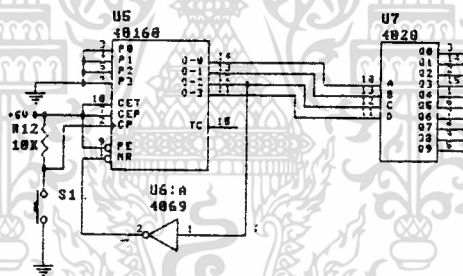
1. งานที่ต้องการความละเอียดสูง เช่น งานเขียนแบบ งานประกอบชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น จะต้องการความเข้มแสงสว่างประมาณ 2,000 ลักซ์

2. การอ่าน เขียนหนังสือ พิมพ์ติด ต้องการความเข้มประมาณ 750 ลักซ์

3. ห้องประชุม สัมมนา ห้องเรียน ต้องการความเข้มแสงประมาณ 500 ลักซ์

4. บ้านใด และทางเดินต่างๆ ต้องการความเข้มของแสงประมาณ 100 ลักซ์

วงจรสำหรับการเลือกระดับความเข้มแสงที่ต้องการ จะเป็นวงจรรับที่ถูกกำหนดให้นับ 3 คือจะนับ 0 1 2 และ 3 แล้วกลับมานับ 0 ใหม่อีก วนอย่างนี้ไปเรื่อยๆ การต่อวงจรเป็นไปตามรูปที่ 3 สำหรับคล็อกที่ใช้สำหรับการนับจะมาจากปุ่มที่ผู้ใช้กด



รูปที่ 3 วงจรแสดงการเลือกค่าความเข้มแสงที่ต้องการ

วงจรรับจะใช้ CMOS เบอร์ 40160 เป็นตัวนับคล็อกจากการกด เลข BCD จากเอาต์พุตของ 40160 จะถูกแปลงเป็นเลขฐานสิบโดย CMOS เบอร์ 4028 เอาต์พุตที่ได้จาก 4028 จะมีค่าตามตาราง

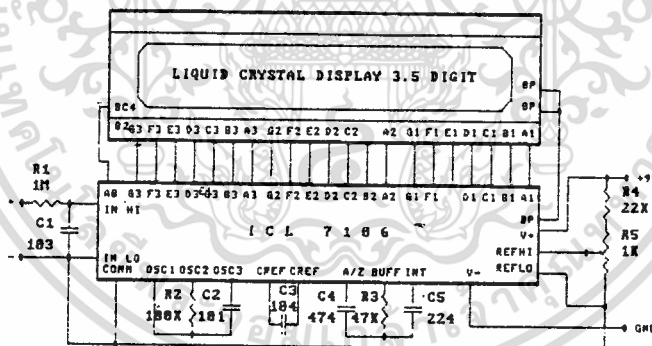
กดครั้งที่	OUTPUT ของ 40160	OUTPUT ของ 4028
0	0000	000000001
1	0001	000000010
2	0010	000000100
3	0011	0000001000
4(0)	0000	000000001

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ผ่านการคัดค้าน
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเห็นว่าเอาต์พุตของ 4028 จะมีการเปลี่ยนแปลงที่นิบเบิลค่าเท่านั้น และจะวนลูปเมื่อมีการกดครบทุกๆ 4 ครั้ง ดังนั้นเราจะต่อ 4 บิต ของนิบเบิลค่านี้เข้ากับ PORT A ของ 8255 ที่บิต 0 ถึง 3 ส่วนอีก 4 บิตที่เหลือจะต่อลงกราวด์ เพื่อให้ไมโครโปรเซสเซอร์รับค่าจาก PORT A เพียง 4 ค่าคือ 01H 02H ,04H และ 08H เท่านั้นเพื่อเป็นการจับคู่เลือกค่าความเข้มแสงซึ่งจะใช้ซอฟต์แวร์ในการจับคู่ เช่น ถ้า PORT A = 01H จะตั้งค่าความเข้มแสงที่ต้องการเป็น 2,000 ลักซ์ เป็นต้น

การแสดงค่าความเข้มของแสง จะแสดงค่าความเข้มของแสงภายในห้อง สัญญาณที่นำมาใช้จึงมาจากทรานสดิวเซอร์ที่อยู่ภายในห้อง การแปลงค่าโวลเตจที่ได้จากทรานสดิวเซอร์มาแสดงออกทาง LCD DISPLAY เป็นค่าความเข้มแสงนั้น ในโครงงานนี้ใช้ ไอซี เบอร์ ICL7106 ซึ่งจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาล็อกจากทรานสดิวเซอร์ เป็นสัญญาณดิจิตอล และสร้างสัญญาณมาขับ LCD DISPLAY ขนาด 3.5 หลักโดยตรง อินพุตที่ได้จากทรานสดิวเซอร์ซึ่งมีค่าสูงสุดที่ 20 มิลลิโวลต์ แต่ไอซี ICL 7106 สามารถรับค่าที่ทำให้ได้เอาต์พุตออกมาเต็มสเกล คือ 3.5 หลัก ค่าสุดที่ 200 มิลลิโวลต์ ดังนั้นค่าจริงจึงเป็น 10 เท่าของค่าที่แสดงทาง LCD

การปรับแต่งเพื่อให้ได้ค่าที่ถูกต้อง ต้องปรับให้โวลเตจระหว่างขา IN HI และ IN LO มีค่าเป็นครึ่งหนึ่งของอินพุต ดังนั้นจึงต้องปรับ VR ให้โวลเตจคร่อม IN HI และ IN LO มีค่าเป็น 100 มิลลิโวลต์ วงจรของส่วนแสดงผลแสดงไว้ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 วงจรส่วนแสดงค่าความเข้มแสง

ภาคประมวลผล

ในส่วนของภาคประมวลผล โครงงานนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8032AH ทำหน้าที่ประมวลผล และส่งสัญญาณไปควบคุมการทำงานของ วงจรขับ STEPPER MOTOR และเปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ ในกรณีที่แสงสว่างจากภายนอกไม่เพียงพอ หรือ ปิดเมื่อแสงสว่างจากภายนอกพอเพียงที่จะทำให้ห้องสว่างตามค่าที่ได้ตั้งไว้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่เผยแพร่ไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นับญาติเห็นาเป็ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในโครงการนี้ใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์ 8032AH ร่วมกับชิป ROM ซึ่งบรรจุโปรแกรมแปลภาษาเบสิกให้เป็นภาษาเครื่อง เพื่อความสะดวกในการเขียนโปรแกรมควบคุม ไมโครคอนโทรลเลอร์จะรับค่าอินพุตต่างๆ จาก 8255 ดังต่อไปนี้

1. คำตัวเลือกการตั้งค่าความเข้มแสงที่ต้องการโดยจะมีค่าเพียง 4 ค่าเท่านั้นคือ 01H 02H 04H และ 08H ค่าต่างๆ เหล่านี้จะมาจากส่วนของวงจรเลือกค่าความเข้มแสงที่ต้องการตั้งที่กล่าวมาแล้วในภาคเปลี่ยนสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล(รูปที่ 4) สัญญาณของค่าต่างๆ เหล่านี้จะถูกต่อเข้ากับ PORT A ของ 8255

ค่าต่างๆ เหล่านี้จะถูกจับคู่กับค่าความเข้มแสงโดยโปรแกรม โดยมีค่าต่างๆ ดังต่อไปนี้

1. เมื่อค่าที่ PORT A เป็น 01H ค่าความเข้มของแสงที่ถูกตั้งไว้คือ 100 ลักซ์
2. เมื่อค่าที่ PORT A เป็น 02H ค่าความเข้มของแสงที่ถูกตั้งไว้คือ 500 ลักซ์
3. เมื่อค่าที่ PORT A เป็น 04H ค่าความเข้มของแสงที่ถูกตั้งไว้คือ 750 ลักซ์
4. เมื่อค่าที่ PORT A เป็น 08H ค่าความเข้มของแสงที่ถูกตั้งไว้คือ 2,000 ลักซ์

2. ค่าความเข้มแสงภายในห้องที่ผ่านวงจร A/D CONVERTER แล้ว ขนาด 8 บิตจะถูกต่อเข้ากับ PORT B ของ 8255

3. ค่าความเข้มแสงภายนอกห้องที่ผ่านวงจร A/D CONVERTER แล้ว ขนาด 8 บิตจะถูกต่อเข้ากับ PORT C ของ 8255

ส่วนเอาต์พุตซึ่งเป็นสัญญาณควบคุมที่ได้จากการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์จะถูกกำหนดให้ส่งออกมาทาง PORT 1 ของ 8032AH โดยมีรายละเอียดของแต่ละบิตดังต่อไปนี้

PORT1.0 เป็นสวิตช์ปิด-เปิด หลอดฟลูออเรสเซนต์

PORT1.1 เป็นสวิตช์เลือกให้ STEPPER MOTOR หมุน ถ้าบิตนี้เป็น 0 MOTOR จะหมุนทวนเข็มนาฬิกา และถ้าเป็น 1 จะหมุนตามเข็มนาฬิกา

PORT1.2 เป็นสวิตช์เลือกให้ STEPPER MOTOR หมุน แบบ HALF หรือ FULL STEP โดยถ้าบิตนี้เป็น 0 จะหมุนแบบ HALF STEP ถ้าเป็น 1 จะหมุนแบบ FULL STEP ในโครงการนี้จะให้บิตนี้เป็น 1 เสมอเพราะต้องการให้หมุนแบบ HALF STEP

PORT1.3 ถ้าเป็น 0 จะรีเซ็ต คือ STEPPER MOTOR จะอยู่ในตำแหน่งเริ่มต้น

PORT1.4 จะถูกเซตให้เป็น 1 เมื่อต้องการควบคุม STEPPER MOTOR ให้หมุนตามต้องการ

PORT1.5 เป็นสวิตช์ฮอนาเบิลเมื่อต้องการให้ STEPPER MOTOR หมุนให้ เซตบิตนี้เป็น 1 และถ้าต้องการให้หยุดหมุนก็ให้สถานะ 0 ที่บิตนี้

PORT1.6 ไม่ได้ใช้

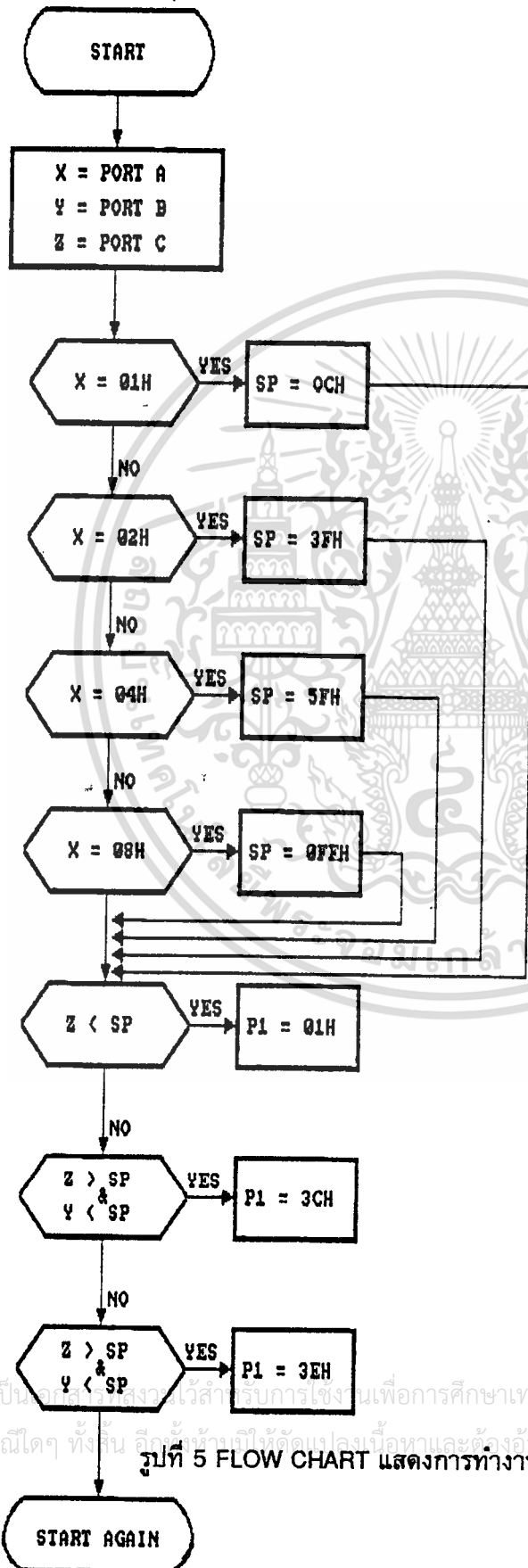
PORT1.7 ไม่ได้ใช้

PORT1.0 จะเป็นบิตควบคุมหลอดฟลูออเรสเซนต์ ส่วน PORT1.1 ถึง PORT1.5 จะเป็นกลุ่มบิตที่ควบคุมการทำงานของ STEPPER MOTER

เอกสารนี้เป็นโปรแกรมควบคุมจะเขียนขึ้นโดยใช้ภาษาเบสิก เพราะสะดวกกว่าการใช้ภาษา ASSEMBLY มาก การรับอินพุตของไมโครคอนโทรลเลอร์ PORT A, B และ C ของ 8255 จะถูกตีโค้ด ให้เป็นหน่วยความ

จำภายนอกที่ตำแหน่ง 0E0E0H , 0E0E1H และ 0E0E2H ตามลำดับ ดังนั้นการอ้างถึงค่าอินพุตต่างๆ ในโปรแกรมจะถูกอ้างด้วยหน่วยความจำตำแหน่งเหล่านี้เสมอ ส่วนการส่งสัญญาณเอาต์พุตจะส่งไปที่ PORT 1 ของ 8032AH ได้โดยตรง

โปรแกรมควบคุม สามารถเขียนแสดงเป็น FLOW CHART แสดงการทำงานได้ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 FLOW CHART แสดงการทำงานของโปรแกรมควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารลิขสิทธิ์สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างถึงชื่อเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรแกรมภาษาเบสิกที่ใช้ควบคุมมีดังต่อไปนี้

- 10 X = XBY(0E0E0H) ;X = ค่าตัวเลือกความเข้มแสง
 20 Y = XBY(0E0E1H) ;Y = ค่าความเข้มแสงภายใน
 30 Z = XBY(0E0E2H) ;Z = ค่าความเข้มแสงภายนอก
 40 K = ;K = ค่าความแตกต่างของ
 ความเข้มแสงภายนอกและภายใน
 50 IF X = 01H THEN SP = 0CH + K ELSE
 IF X = 02H THEN SP = 3FH + K ELSE
 IF X = 04H THEN SP = 5FH + K ELSE SP = 0FFH
 ;กำหนดค่าความเข้มแสงตามตัวเลือก
 60 IF Z < SP THEN P1 = 01H ELSE
 IF (Z > SP).AND.(Y < SP) THEN P1 = 3CH ELSE
 IF (Z > SP).AND.(Y > SP) THEN P1 = 3EH ELSE P1 = 00H
 ;ถ้าความเข้มแสงภายนอกน้อยกว่าค่าที่ต้องการก็เปิดไฟถ้าความเข้มภายในพอแต่
 ความเข้มแสงภายในต่ำกว่าค่าที่ต้องการ
 ก็เปิดมู่ลี่ แต่ถ้าสูงกว่าที่ต้องการก็ปิดมู่ลี่
 70 GOTO 10 ;ไปเริ่มต้นโปรแกรมใหม่

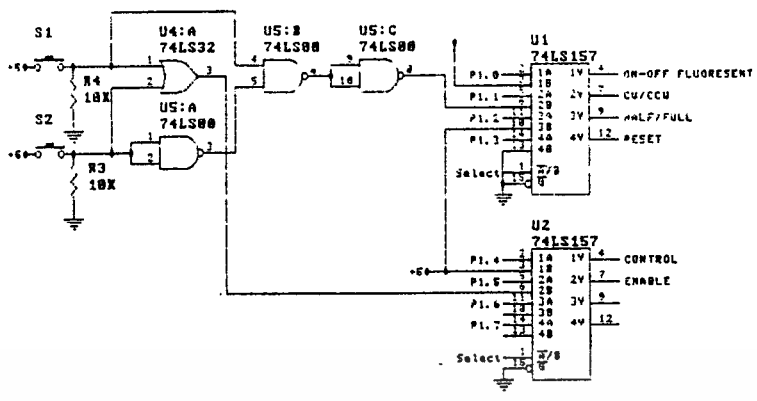
ภาคมัลติเพล็กซ์

สัญญาณควบคุมที่ได้จากการประมวลผลของไมโครคอนโทรลเลอร์ ที่ถูกส่งที่ PORT 1 จะถูกมัลติเพล็กซ์กับสัญญาณที่ได้จากปุ่มกดที่ตัวเครื่องเอง หรือจากรีโมทคอนโทรล ในโหมดการทำงานแบบแมนนวลที่ภาคนี้

การมัลติเพล็กซ์นี้จะใช้สัญญาณ 6 บิตส่งที่ได้จาก PORT 1 ของไมโครคอนโทรลเลอร์ คือในโหมดการทำงานแบบอัตโนมัติตั้งที่ได้กล่าวมาแล้วในภาคประมวลผล กับ สัญญาณที่ได้จากการทำงานในโหมดแมนนวล ซึ่งได้แก่ปุ่มกดต่างๆ และรีโมทคอนโทรล

การมัลติเพล็กซ์จะใช้ไอซี TTL เบอร์ 74LS157 เป็นตัวมัลติเพล็กซ์ โดยมีสัญญาณเลือกจากการกดปุ่ม และจากรีโมทคอนโทรล ส่วนวงจรในโหมดแมนนวลประกอบด้วยปุ่มกดให้ STEPPER MOTOR หมุนซ้าย และหมุนขวา วงจรแสดงไว้ดังรูปที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

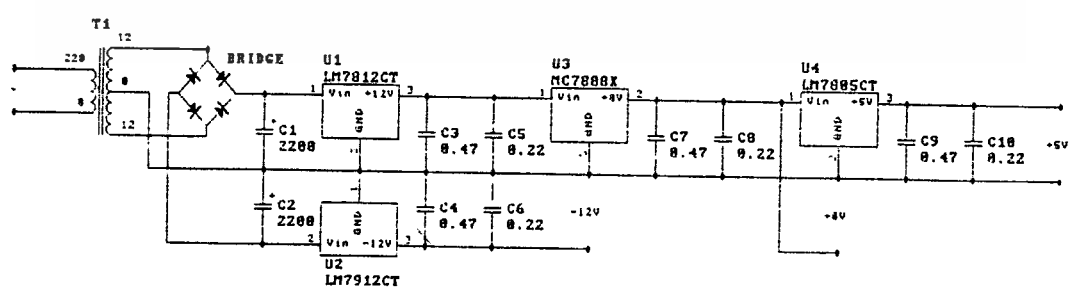


รูปที่ 6 แสดงวงจรมัลติเพล็กซ์และวงจรในโหมดแมนนวล

สัญญาณที่ได้จากการมัลติเพล็กซ์จะถูกนำไปใช้งานควบคุมตามหน้าที่ของสัญญาณนั้นๆ คือ กลุ่มสัญญาณควบคุม STEPPER MOTOR จะถูกนำไปต่อเข้ากับวงจรขับและควบคุม STEPPER MOTOR ส่วนสัญญาณควบคุมการปิด-เปิดหลอดฟลูออเรสเซนต์ จะถูกนำไปต่อเข้ากับทรานซิสเตอร์เพื่อขับรีเลย์ต่อไป

ภาคแหล่งจ่ายไฟ

วงจรต่างๆ ของเครื่องควบคุมแสงนี้ต้องการแรงดันไฟเลี้ยงแตกต่างกันออกไป แหล่งจ่ายไฟจึงต้องมีค่าแรงดันหลายค่าเพื่อให้วงจรต่างๆ สามารถทำงานได้ทั้งหมด ดังนั้นในแหล่งจ่ายไฟของเครื่องควบคุมแสงนี้ จึงมีค่าแรงดันค่าต่างๆ คือ +12 โวลท์ , -12 โวลท์ , +8 โวลท์ และ +5 โวลท์ โดยค่าแรงดันต่างๆ เหล่านี้ได้จากไอซีเรกูเลเตอร์ทั้งสิ้น วงจรของแหล่งจ่ายไฟแสดงไว้ดังรูปที่ 7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
รูปที่ 7 วงจรแหล่งจ่ายไฟ
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

STEPPER MOTOR

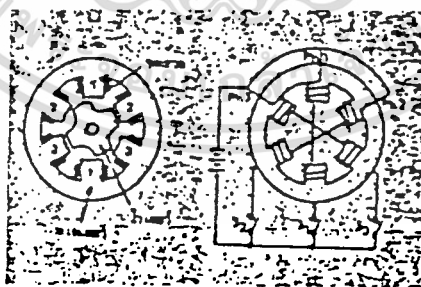
ในปัจจุบันนี้จะเห็นว่า สเต็ปป์มอเตอร์มีใช้อยู่ในหลายๆ งาน เช่นในเครื่องพิมพ์, ใน X - Y พล็อตเตอร์, ในแขนกล, หรือในเครื่องถ่ายภาพเอกสาร เพราะสเต็ปป์มอเตอร์มีข้อได้เปรียบมอเตอร์ไฟตรงแบบธรรมดา คือ สเต็ปป์มอเตอร์มีการควบคุมแบบรูปเปิด ทำให้ง่ายต่อการควบคุมและเรายังสามารถที่จะรู้ตำแหน่งของมอเตอร์ได้ตลอดเวลาอย่างแน่นอนแม่นยำ ดังนั้นงานที่ต้องการควบคุมตำแหน่งที่แน่นอนจึงมักเลือกใช้สเต็ปป์มอเตอร์

การควบคุมสเต็ปป์มอเตอร์ส่วนใหญ่ใช้ 2 วิธีคือ วิธีแรกใช้คอมพิวเตอร์หรือซีจีสเต็ปป์มอเตอร์ควบคุม ส่วนอีกแบบหนึ่งใช้วงจรดิจิทัลควบคุม ซึ่งวิธีแรกนั้นจะต้องทำชุดอินเทอร์เฟสระหว่างคอมพิวเตอร์กับสเต็ปป์มอเตอร์ และจะต้องมีซอฟต์แวร์เพื่อควบคุมสเต็ปป์มอเตอร์ให้ทำงาน วิธีนี้มีข้อเสียคือ ความยุ่งยากในการเขียนโปรแกรม ซึ่งต้องอาศัยความรู้และเทคนิคในการเขียนโปรแกรมอย่างมาก แต่ก็มีข้อดีคือ สามารถที่จะควบคุมตำแหน่งของสเต็ปป์มอเตอร์ได้แน่นอนถูกต้อง และมีความละเอียดดีมาก

ก่อนที่จะกล่าวถึงการทำงานของวงจรควบคุมสเต็ปป์มอเตอร์ เราก็มารู้พื้นฐานหลักการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์ และวิธีการควบคุมสเต็ปป์มอเตอร์กันก่อน

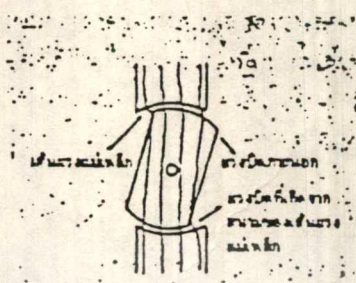
โครงสร้างและการทำงานของสเต็ปป์มอเตอร์

ภายในสเต็ปป์มอเตอร์ประกอบด้วย สเตเตอร์, โรเตอร์ และขดลวด ประกอบเข้าด้วยกัน ดังรูปที่ 1 (สมมติเป็นมอเตอร์แบบ 3 เฟส)



รูปที่ 1 ภาพหน้าตัดของ Stepping Motor แบบ 3 เฟส

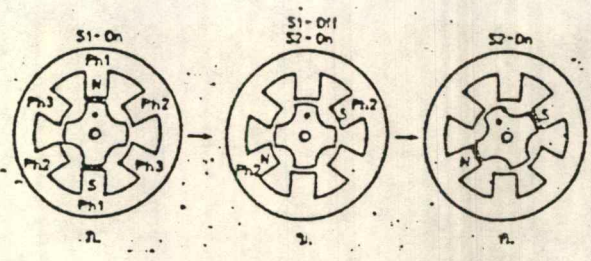
เนื่องจากสเต็ปป์มอเตอร์นี้มีโรเตอร์เป็นเหล็กอ่อน ซึ่งมีคุณสมบัติพยายามปรับตัวเอง ให้อยู่ในแนวที่เส้นแม่เหล็กผ่านมากที่สุด ดังในรูปที่ 2 เมื่อเกิดเส้นแรงแม่เหล็กขึ้นที่สเตเตอร์ตัดผ่านโรเตอร์ ตัวโรเตอร์ก็จะพยายามปรับตัวเองให้เส้นแรงแม่เหล็กตัดผ่านตัวเองมากที่สุด โดยการหมุนตัวเองทำให้เกิดมุมของการหมุนขึ้น และมอเตอร์จะหยุดหมุนเมื่อเส้นแรงแม่เหล็กที่ตัดผ่านตัวมันถึงจุดที่มากที่สุด



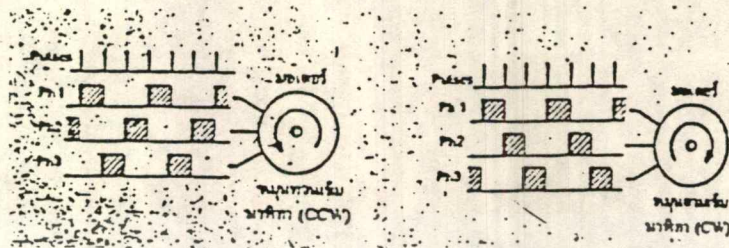
รูปที่ 2 แรงแม่เหล็กที่ทำให้เกิดแรงบิด

การทำให้สเต็ปมอเตอร์หมุน ก็ทำได้โดยอาศัยหลักการนี้ แต่ต้องให้เส้นแรงแม่เหล็กเกิดขึ้น โดยรับช่วงต่อกันไปเรื่อยๆ ดังรูปที่ 3 ซึ่งแสดงถึงการหมุนของมอเตอร์ โดยทิศทางการหมุนขึ้นอยู่กับทิศทางการขั้วกระแสเข้าขดลวดว่าจะให้ไปทางไหน และเมื่อต้องการให้มอเตอร์หยุดก็หยุดการขับโรเตอร์ มอเตอร์ก็จะหยุด ณ ตำแหน่งสุดท้ายที่มีการขับที่สเตเตอร์ ดังนั้นเราจึงสามารถรู้ตำแหน่งของมอเตอร์ได้ โดยการนับจำนวนพัลส์ที่ป้อนให้มอเตอร์โดยใช้สูตร

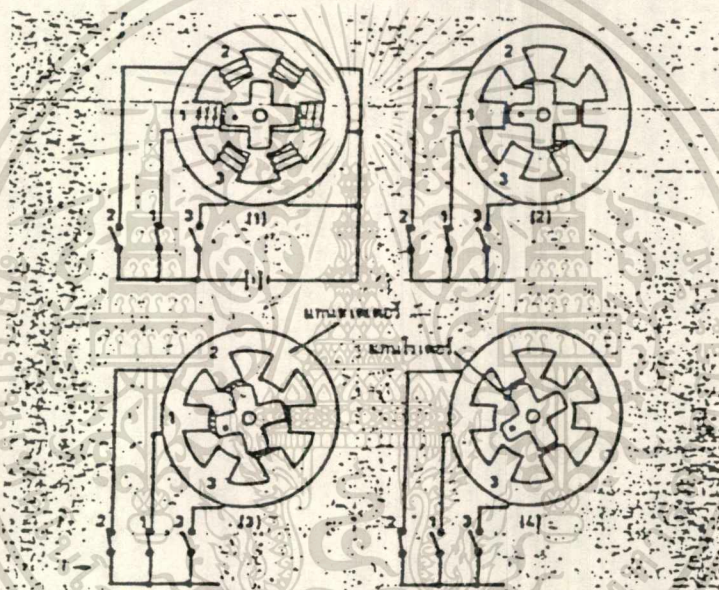
$$\text{มุมที่เปลี่ยนไป} = \text{ค่ามุมต่อสเต็ป} \times \text{จำนวนพัลส์ที่ป้อนให้}$$



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
รูปที่ 3 แสดงการเคลื่อนที่ทีละสเต็ป เมื่อกระตุ้นเฟส 1 เฟส 2



รูปที่ 4 แสดงการกระตุ้น แบบเดินหน้าและถอยหลัง



รูปที่ 5 แสดงการทำงานของสแต็ปปีงมอเตอร์

การกระตุ้นขดลวดสเตเตอร์

ดังที่รู้กันแล้วว่าการทำให้สแต็ปปีงหมุนได้นั้น จะต้องกระตุ้นเฟสของขดลวดสเตเตอร์ให้เรียงกันไปเรื่อยๆทางใดทางหนึ่ง ถ้าต้องการให้หมุนกลับ ก็กระตุ้นเฟสในทิศทางกลับกัน ซึ่งการ กระตุ้นเฟสของสเตเตอร์มีอยู่ 3 แบบคือ

1. การกระตุ้นเฟสเดียว เรียกว่า แบบ single phase excitation
2. การกระตุ้นสองเฟส เรียกว่า แบบ two phase excitation
3. การกระตุ้นโดยใช้ แบบ 1 และ 2 สลับกัน เรียกว่า แบบ one-two-phase excitation หรือแบบ half step operation

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการขับแบบกระตุ้น 2 เฟส เส้นแรงแม่เหล็กจะไม่ผ่านแกนเหล็กเป็นเส้นตรงเลยทีเดียวเหมือนแบบกระตุ้นเฟสเดียว แต่จะวกกลับมาเข้าสู่แกนทางด้านข้างๆ ดังรูปที่ 9 และเส้นแรงแม่เหล็กส่วนหนึ่งจะมาจากแกนตรงข้าม ดังรูปที่ 10

สถานะนาฬิกาที่	R	1	2	3	4	5	6	7	8
เฟสที่ 1	■			■			■		
เฟสที่ 2		■		■	■			■	
เฟสที่ 3			■			■			■

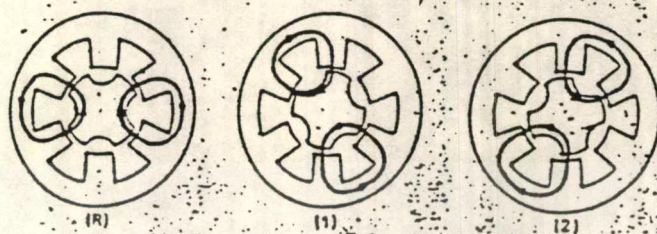
รูปที่ 6 แสดงการกระตุ้นแบบเฟสเดียว

สถานะนาฬิกาที่	R	1	2	3	4	5	6	7	8
เฟสที่ 1	■	■	■	■	■	■	■	■	■
เฟสที่ 2		■	■	■	■	■	■	■	■
เฟสที่ 3	■	■	■	■	■	■	■	■	■

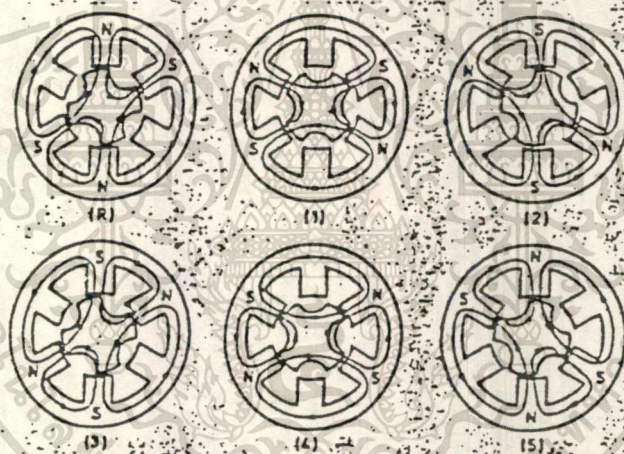
รูปที่ 7 แสดงการกระตุ้นแบบ 2 เฟส

สถานะนาฬิกาที่	R	1	2	3	4	5	6	7	8
เฟสที่ 1	■	■					■	■	■
เฟสที่ 2		■	■	■	■			■	■
เฟสที่ 3				■	■	■			■

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมีรูปที่ 8 แสดงการกระตุ้นแบบครึ่งสเต็ปของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 9 เส้นแรงแม่เหล็กเมื่อขั้วแบบ 2 เฟส



รูปที่ 10 ลักษณะเส้นแรงแม่เหล็กเมื่อขั้วแบบ 2 เฟส

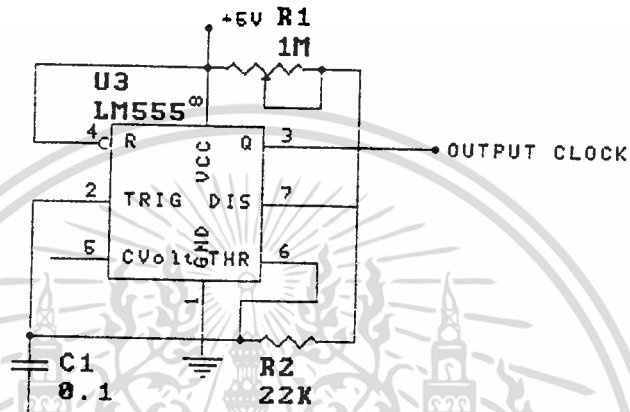
การขั้วสเต็ปป์มอเตอร์แบบกระตุ้น 2 เฟสนี้ จะมีลักษณะเดียวกันกับการขั้วแบบกระตุ้นเฟสเดียว แต่ในการกระตุ้นแต่ละครั้งนั้นจะกระตุ้นที่เดียวพร้อมกันทั้ง 2 เฟส จะต่างก็ตรงที่การขั้วแบบ 2 เฟสนั้น เข้าตำแหน่งแต่ละสเต็ปป์ได้เร็วกว่าแบบเฟสเดียวและแรงบิดมากกว่าการขั้วแบบเฟสเดียวด้วย ดังนั้นในโครงการนี้จึงใช้การขั้วแบบกระตุ้น 2 เฟส

การเกิดออสซิลเลตของสเต็ปป์มอเตอร์

ความเร็วของการหมุนของสเต็ปป์มอเตอร์เป็นลิเนียร์ กับความถี่ ที่ป้อนให้สเต็ปป์มอเตอร์ แต่เมื่อเราป้อนความถี่ขึ้นเรื่อยๆ จนถึงความถี่ค่าหนึ่ง สเต็ปป์มอเตอร์ก็จะหยุดหมุน เนื่องจากการที่ โรเตอร์หมุนตามฟลักซ์แม่เหล็กไม่ทัน เราจะเรียกปรากฏการณ์นี้ว่า "มอเตอร์เกิดการออสซิลเลต" ซึ่ง

มอเตอร์แต่ละตัวจะออกซิลเลตที่มีความถี่แตกต่างกันไป โดยทั่วไปจะออกซิลเลตที่มีความถี่ประมาณ 500 Hz ในการขับแบบกระตุ้น 1 หรือ 2 เฟส และจะออกซิลเลตที่มีความถี่ประมาณ 1 KHz เมื่อขับแบบครึ่งสเต็ป แต่เมื่อลดความถี่ให้ต่ำลงมอเตอร์จะไม่หมุนทันที และเมื่อความถี่ลดลงจนถึงค่าความถี่หนึ่ง มอเตอร์จึงจะเริ่มหมุนอีกครั้ง นั่นก็คือ มอเตอร์มีฮิสเทอรีซิส ซึ่งมอเตอร์จะเริ่มหมุนที่ความถี่ประมาณ 200 Hz ในการขับแบบ 1 หรือ 2 เฟส และที่ความถี่ประมาณ 150 Hz เมื่อขับแบบครึ่งสเต็ป

โครงการนี้จะใช้การขับแบบครึ่งสเต็ป โดยใช้ความถี่คล็อกที่ปรับได้ระหว่าง 130 Hz ถึง 1.5 KHz โดยใช้ไอซี LM555 ต่อแบบ อะอสเตเบิลล์มัลติไวเบเรเตอร์ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 11



รูปที่ 11 วงจรอะอสเตเบิลล์มัลติไวเบเรเตอร์

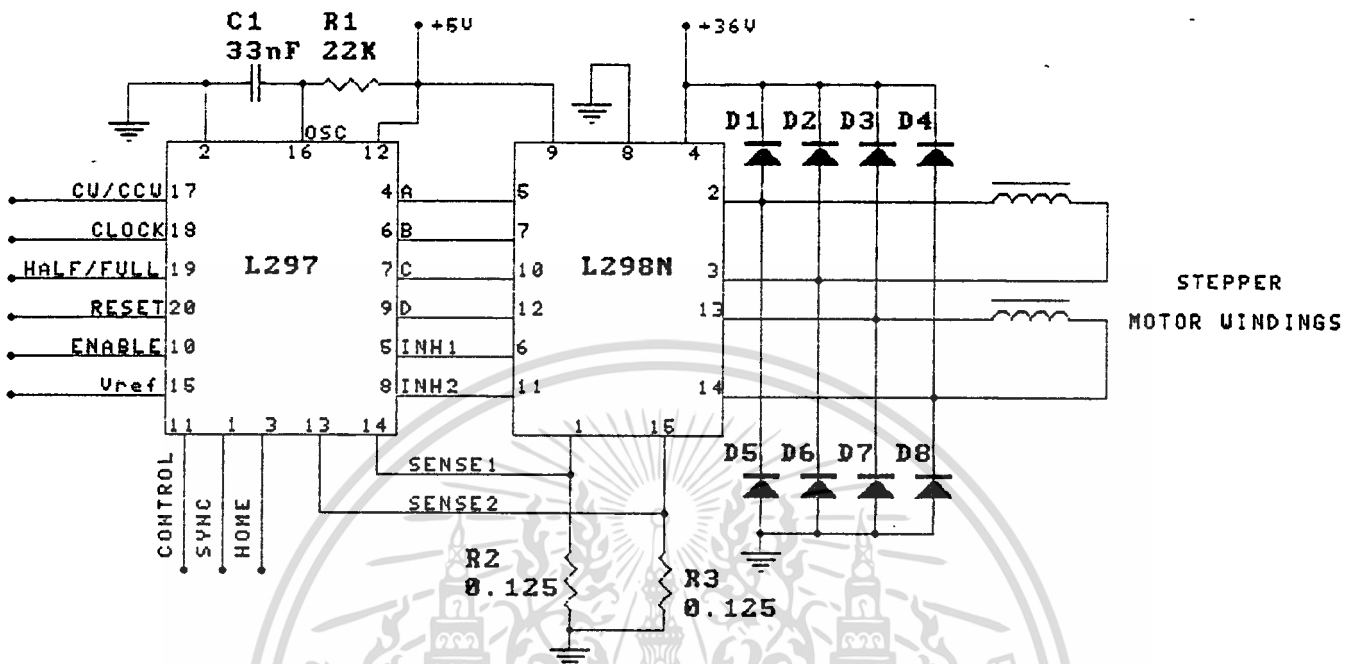
ส่วนที่ทำหน้าที่ขับเคลื่อนมัลติสำหรับโครงการนี้คือ STEPPER MOTOR ซึ่งจากการออกแบบวงจรส่วนที่ควบคุมนั้น ต้องการสัญญาณสำหรับควบคุมการหมุนเพียง 3 สัญญาณ คือ

- สัญญาณควบคุมทิศทางหมุน ซึ่งมีอยู่ 2 ทิศทางคือ หมุนตามเข็มนาฬิกาและหมุนทวนเข็มนาฬิกา

- สัญญาณกระตุ้นการหมุน (pulse) ซึ่งเมื่อมอเตอร์ได้รับสัญญาณนี้ จะหมุนไป 1 step ดังนั้นความเร็วในการหมุนของมอเตอร์จึงสามารถควบคุมได้ โดยสัญญาณกระตุ้นการหมุนนี้เอง หากต้องการให้หมุนด้วยความเร็วต่ำ ก็ส่งสัญญาณไปกระตุ้นด้วยความถี่ต่ำ หากต้องการความเร็วสูง ก็ส่งสัญญาณไปกระตุ้นด้วยความถี่สูง

- สัญญาณควบคุมการหมุน (enable) เป็นสัญญาณที่อนุญาตให้ สัญญาณกระตุ้นเข้าไปกระตุ้นมอเตอร์ให้หมุนได้หรือไม่ หากสัญญาณส่วนนี้ไม่ทำงาน สัญญาณกระตุ้น ก็ไม่สามารถเข้าไปกระตุ้นมอเตอร์ให้หมุนได้ สำหรับการเคลื่อนที่ของสองแกน คือแกน x และ แกน z ซึ่งจะต้องมีส่วนขับเคลื่อนทั้งสองแกน โดยที่แต่ละแกนจะมีส่วนควบคุมการเคลื่อนที่แยกออกจากกันโดยเด็ดขาด แต่มีลักษณะการควบคุมเหมือนกัน และในขณะการทำงาน จะต้องเคลื่อนที่พร้อมกันทั้งสองแกน โดยต้องมีความสัมพันธ์ของการเคลื่อนที่ที่สอดคล้องกัน จึงสามารถเคลื่อนที่ได้ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์สงวนไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 วงจรขับ STEPPER MOTOR ที่ใช้ในโครงการนี้ แสดงไว้ดังรูปที่ 12
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 12 วงจรขับ STEPPER MOTOR

สาเหตุที่เลือกใช้ STEPPER MOTOR เป็นตัวขับเคลื่อน

ปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ได้พัฒนาขึ้นอย่างรวดเร็วจนสามารถนำไปใช้ควบคุมการทำงานของมอเตอร์ และมอเตอร์ที่นิยมนำมาใช้กันอย่างแพร่หลายชนิดหนึ่งก็คือ สเตปป์มอเตอร์ เพราะสามารถควบคุมได้ง่ายและถูกต้องแม่นยำสามารถควบคุมความเร็ว โดยการเปลี่ยนแปลงความถี่ที่ป้อนเข้าวงจรควบคุม ซึ่งมุมของการเคลื่อนที่ในแต่ละพัลส์นั้น จะขึ้นอยู่กับคุณสมบัติของมอเตอร์แต่ละตัว และยังคงเหมาะที่จะเชื่อมต่อกับระบบคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ทฤษฎีและหลักการพื้นฐานของรีโมทคอนโทรล

ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับรีโมทคอนโทรล

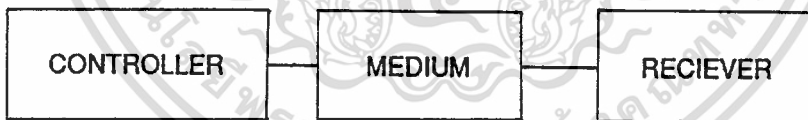
การส่งแบบรีโมทคอนโทรลเป็นการติดต่อกันระหว่างตัวรับกับตัวส่ง โดยผ่านตัวกลางแบบต่าง ๆ เช่น คลื่นแสง คลื่นวิทยุ เป็นต้น โดยอาศัยลักษณะตัวกลางนี้ อาจแบ่งการส่งออกได้เป็น 3 แบบ คือ

1. การส่งผ่านข้อมูลแบบใช้สาย เป็นการที่ใช้สายสัญญาณส่งผ่านข้อมูลต่างๆ เพื่อควบคุมทางด้านปลายทาง สัญญาณที่ส่งไปควบคุมอาจเป็นสัญญาณกระแสหรือโวลเตจก็ได้ การควบคุมแบบนี้มีเสถียรภาพดี แต่มีข้อเสีย คือ ถ้าเป็นการส่งระยะไกล สัญญาณอาจเกิดการลดทอนในสาย และเสียค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสูง

2. การส่งผ่านข้อมูลแบบใช้แสง การส่งแบบนี้อาศัยแสงเป็นตัวกลาง ซึ่งส่วนมากจะเป็นแสง INFRARED เพราะไม่ยุ่งยากซับซ้อนในการผลิตแสงและไม่เกิดอันตรายต่อผู้ใช้ด้วย บางครั้งอาจใช้แสงแบบเลเซอร์ (LASER) ก็ได้ แต่อาจเกิดอันตรายต่อผู้ใช้ได้ ดังนั้นจึงไม่นิยมกัน ข้อเสียของการส่งแบบใช้แสงนี้ คือ ส่งได้ระยะทางไม่ไกลมากนัก และมีทิศทางมุมรับส่งที่จำกัด

3. การส่งผ่านข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุ นิยมใช้ในการส่งข้อมูลในระยะทางที่ไกลๆ การควบคุมทำได้เที่ยงตรง มีประสิทธิภาพสูง แต่ยุ่งยากในการทำและมีราคาแพงด้วย

หลักการเบื้องต้นของรีโมทคอนโทรล

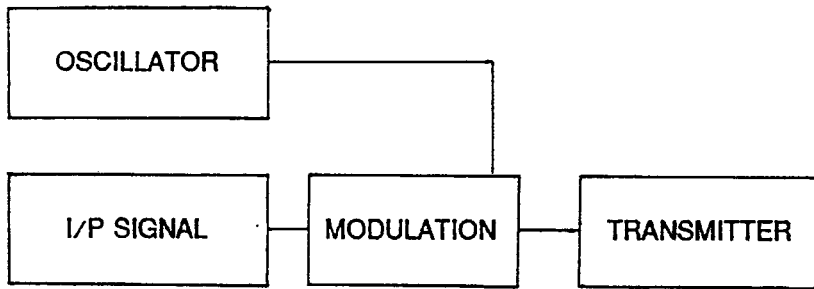


รูปที่ 1

โดยทั่วไป ระบบรีโมทคอนโทรล จะต้องมีส่วนประกอบอย่างน้อย 2 ส่วนหลัก ดังรูปที่ 1 คือ ภาครับและภาคส่ง และจะต้องมีตัวกลางในการส่งข้อมูลเชื่อมระหว่าง ตัวรับ และตัวส่ง

ภาคส่ง ประกอบด้วยตัวผลิตความถี่เพื่อนำไปควบคุมขบวนการทางด้านรับและวงจรกำเนิดความถี่พาหะ เพื่อนำมาทำการมอดดูเลชัน (modulation) กับ สัญญาณควบคุม แล้วจึงส่งไปให้ตัวส่งส่งสัญญาณออกไป ดังรูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2

ภาครับ ทำหน้าที่รับสัญญาณควบคุมที่ด้านตัวกลางมาจากภาคส่ง ฉะนั้นภาครับจึงต้องมีความสามารถในการรับความถี่ที่ส่งมาจากเครื่องส่งเท่านั้น เพื่อป้องกันการรบกวนจากสัญญาณอื่นๆ วงจรภาคนี้ประกอบด้วย ตัวรับสัญญาณ วงจรขยายสัญญาณและตัวถอดสัญญาณ เพื่อให้ทำงานตามสัญญาณควบคุมจากเครื่องส่ง ดังรูปที่ 3

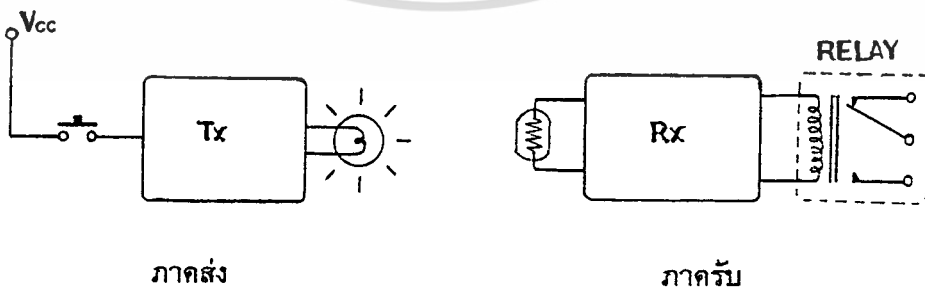


รูปที่ 3

ทฤษฎีเกี่ยวกับการควบคุมระยะไกลโดยใช้แสง

การควบคุมระยะไกลที่ใช้แสงนั้น สามารถแบ่งออกตามลักษณะของแสงได้ เป็น 2 ประเภท คือ

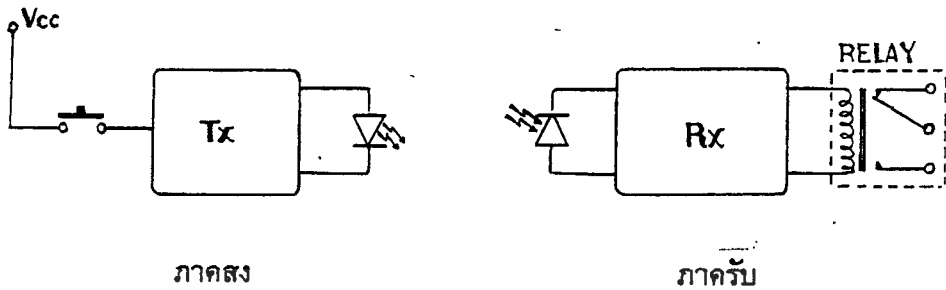
1. แสงที่มองเห็นได้ (Visible light) ได้แก่ แสงอาทิตย์ แสงจากหลอดไฟฟ้า แสงจากการเผาไหม้ แสงเลเซอร์ และ แสงจากแหล่งกำเนิดแสงต่างๆ เป็นต้น ซึ่งเป็นแสงที่อยู่ในย่านที่ตาของมนุษย์สามารถมองเห็นได้ มีหลักการทำงานอย่างง่าย ๆ ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 แสดงหลักการทำงานของการควบคุมระยะไกลที่ใช้แสงที่มองเห็น

เอกสารนี้เป็นของสำนักงานส่งเสริมการค้าในต่างประเทศ ณ นครโฮจิมินห์ ประเทศเวียดนาม การนำไปใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาตถือว่าผิดกฎหมาย การทำซ้ำโดยไม่ได้รับอนุญาตจะถือว่าผิดกฎหมาย และจะดำเนินการฟ้องร้องดำเนินคดีตามกฎหมายที่เกี่ยวข้อง

2. แสงที่มองไม่เห็น (Invisible light) ได้แก่ แสงอินฟราเรด และ แสงอัลตราไวโอเล็ต เป็นต้น ซึ่งในโครงการนี้เราใช้แสงอินฟราเรด แสงที่ไต่กล่าวมานี้ เป็นแสงที่อยู่ในช่วงที่ตามมนุษย์ไม่สามารถมองเห็นได้ มีหลักการง่ายๆ ดังรูปที่ 5



รูปที่ 5 แสดงหลักการทำงานของการควบคุมระยะไกลที่ใช้แสงที่มองไม่เห็น

การนำไปใช้งาน ได้แก่ การใช้สำหรับควบคุมอุปกรณ์หรือเครื่องมือ เครื่องใช้ไฟฟ้า การควบคุมการปิด-เปิดของประตู วงจรกันขโมย เป็นต้น

ทฤษฎีเกี่ยวกับ LED INFRARED

LED INFRARED เป็นอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำชนิดหนึ่ง มีโครงสร้างเป็น p-n junction เหมือนไดโอดทั่วไป แต่ต่างจากไดโอดทั่วไป คือ สามารถให้แสงในช่วงของ ย่านอินฟราเรดได้

คุณสมบัติของ LED INFRARED

ในการใช้งานจะต้องทำการไบอัสตรงให้แก่รอยต่อ p-n junction เมื่อแรงดันตกคร่อมรอยต่อ p-n junction ของอินฟราเรดไดโอดมีค่ามากกว่าแรงดัน threshold แล้วจะทำให้อินฟราเรดไดโอดสามารถนำกระแสได้ ซึ่งจะเป็นแหล่งกำเนิดโฟตอน (photon) ที่ยอดเยี่ยมมาก จากการวิจัยพบว่า รอยต่อของแกเลียมอาร์เซไนด์ (GaAs) ซึ่งจะให้แสงในย่านใกล้อินฟราเรด สามารถให้กำเนิดโฟตอน 88 ตัวต่ออิเล็กตรอน 100 ตัว ซึ่งเป็นประสิทธิภาพที่สูงมาก

LED INFRARED มีค่าแรงดันตกคร่อมรอยต่อที่ทำให้สามารถทำงานได้ต่าง ๆ กันไปดังตัวอย่างที่แสดงในตาราง

ชนิดของสาร	ความยาวคลื่น (nm)	แรงดัน (V)
GaAs	940	1.50
AlGaAs	880	1.75

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LED INFRARED ที่ทำจาก GaAs ให้กำลังงานประมาณ 5 mW ที่กระแสไบอัสตรง 100mA ส่วน LED INFRARED ที่ทำจาก AlGaAs จะให้กำลังงานเป็น 2 เท่า เมื่อให้กระแสไบอัสตรงค่าเดียวกัน แต่ LED INFRARED ที่ทำจาก AlGaAs มีข้อดีกว่า GaAs ดังนี้

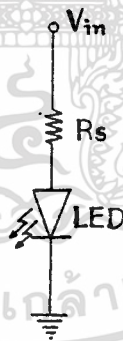
1. มี risetime และ falltime ที่เร็วกว่าคือประมาณ 0.5 microsecond แต่ GaAs มีค่าประมาณ 1.5 microsecond

2. มีความยาวคลื่นที่ใกล้เคียงกับความยาวคลื่นที่ซิลิคอนโฟโตทรานซิสเตอร์ ทำให้มีความไวสูง

3. ไม่ถูกดูดกลืนด้วยละอองน้ำในอากาศ จึงเหมาะกับการสื่อสารด้วยแสงภายนอก

การสร้างไดโอด อินฟราเรดนั้นได้มีการพัฒนามานาน วิธีที่นิยมกันในการสร้างไดโอดอินฟราเรด ก็คือ Heterojunction วิธีการสร้างแบบนี้จะได้ชั้นของสารกึ่งตัวนำหลายชั้นซึ่งมีคุณสมบัติทางแสงและทางไฟฟ้าต่างกันเล็กน้อย การที่มีชั้นสารหลายชั้นนี้ เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการเปล่งแสงของไดโอด ทั้งนี้เนื่องจากได้ลดพื้นที่บริเวณรอยต่อ P-N ลง ชั้นนอกสุดของ Heterojunction มีความโปร่งใสให้แสงผ่านได้มากกว่ารอยต่อ P-N ของไดโอดที่ใช้การสร้างแบบ Homojunction ทำให้พลังงานแสงที่ได้มากกว่า 2 เท่า

นอกจากนี้แล้ว ยังมีการพัฒนาเป็น LED INFRARED กำลังสูง เช่น OD-663 , OD-50L , OD-100 เป็นต้น ไดโอดอินฟราเรดเหล่านี้ จะต้องขับด้วยกระแสค่อนข้างสูง ดังนั้นในการใช้งานจึงต้องทำการติดแผ่นระบายความร้อนภายนอกที่เหมาะสมด้วย และจะต้องมีการจำกัดกระแสที่ใช้ในการขับไดโอดอินฟราเรดด้วย โดยการต่อตัวความต้านทานอนุกรมเข้ากับตัวไดโอดอินฟราเรด หากใช้กระแสเกินพิกัดจะทำให้อายุการใช้งานสั้นลง



รูปที่ 6 การจำกัดกระแสของ LED

จากรูปสามารถคำนวณหาค่าตัวความต้านทานที่ต่ออนุกรมได้จากความสัมพันธ์ดังต่อไปนี้

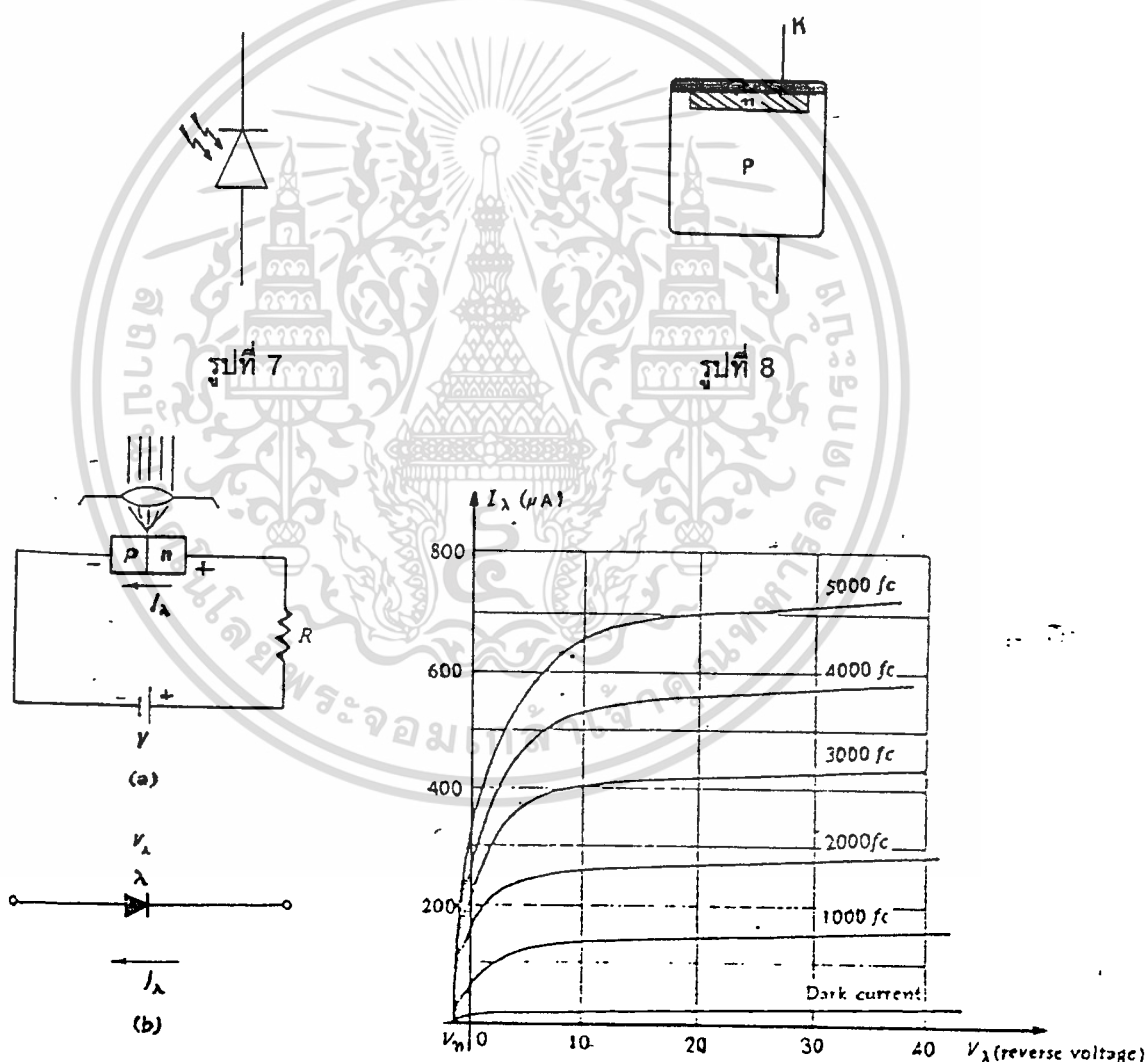
$$R_s = \frac{(V_{in} - V_{led})}{I_{led}}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทฤษฎีเกี่ยวกับ Photo diode

เป็นอุปกรณ์ที่มีความไวต่อแสง และเป็นอุปกรณ์กึ่งตัวนำที่ทำมาจาก P-N junction Photo diode จะทำงานก็ต่อเมื่อได้รับแสงสว่าง มาตกกระทบตรงบริเวณรอยต่อ แม้จะเพียงเล็กน้อยก็ตามก็จะทำให้ Photo diode ทำงานได้

ปกติบริเวณรอยต่อของ P-N junction จะมีพื้นที่รับแสงน้อยมาก ดังนั้น โครงสร้างด้านหน้าที่ทำเป็นเลนส์ ซึ่งทำจากแก้วหรือพลาสติก เพื่อที่จะรวมแสงให้มาตกกระทบที่บริเวณรอยต่อ P-N junction เริ่มแรกนั้น Photo diode จะทำจากสารพวก Germanium แต่ปัจจุบันนี้ทำมาจากสารซิลิกอนทั้งหมด สัญลักษณ์ของโฟโตไดโอด แสดงดังรูปที่ 7 และ โครงสร้างของโฟโตไดโอด แสดงดังรูปที่ 8



รูปที่ 9 แสดงคุณสมบัติของโฟโตไดโอด

การทำงานของโฟโตไดโอด จะต้องจัดให้เป็นแบบไบอัสกลับ ดังรูปที่ 9 จะมีอัตราการทำงานที่อุณหภูมิสูงสุดอยู่ในช่วง 100-125 องศาเซลเซียส แรงดันไบอัสกลับ 50-200 โวลท์ และ อัตราทานกำลัง 50-100 มิลลิวัตต์ นอกจากนี้ ยังทำงานอยู่ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 200 กิโลเฮิรตซ์

รายนก้าล้ง 50-100 มิลลิวัดต์ นอกจากนี้ ยังทำงานอยู่ในช่วงความถี่ตั้งแต่ 200 กิโลเฮิรท์สำหรับไดโอดทำงานช้า (Slower diode) ถึง 1 เมกะเฮิรท์ สำหรับไดโอดที่ทำงานเร็ว แต่สำหรับไฟโด้ไดโอดที่ทำด้วยซิลิกอน จะตอบสนองได้ดีที่ลุดที่ความยาวคลื่น 800-900 นาโนเมตร และอยู่ในย่านของแสงอินฟราเรดด้วย แต่สำหรับเยอรมันเนียมที่ใช้ทำไฟโด้ไดโอดจะมีช่วงการทำงานที่กว้างมาก ความยาวคลื่นตั้งแต่ 200 ถึงมากกว่า 1400 นาโนเมตร การใช้งานไฟโด้ไดโอดจะใช้ในการเป็นพัลส์ดีเทคเตอร์ของแสงเลเซอร์ หรือการติมอหตุเลขันของระดับสัญญาณที่ต่ำมาก

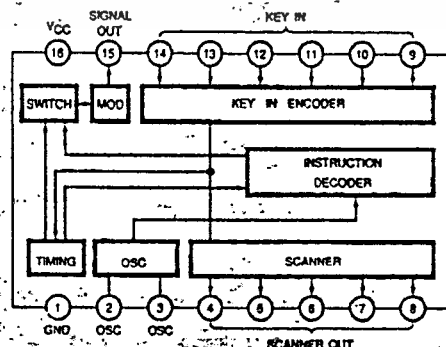
รีโมทคอนโทรล ที่ใช้กับ AUTOMATIC LIGHTING CONTROL (ALC)

ในส่วนของรีโมทคอนโทรล ใน ALC นี้สร้างขึ้น เพื่ออำนวยความสะดวกในการควบคุมเครื่องในระยะเวลาไกล และ เพื่อเพิ่มขีดความสามารถของ ALC เนื่องจากในบางเวลาเราอาจต้องการความสว่างภายในห้องมากขึ้นหรือน้อยลงจากปกติ ซึ่งเราสามารถควบคุมความสว่างได้ตามต้องการ

รีโมทคอนโทรลนี้เป็นระบบควบคุมแบบไร้สาย ส่งข้อมูลด้วยสัญญาณพัลส์ความถี่ในย่านอินฟราเรด ซึ่งที่ตัวรีโมทจะมีปุ่มสำหรับ เปิด-ปิด เครื่อง ALC , เปลี่ยน Function เป็น Auto หรือ Manual , เปิด-ปิด ไฟแสงสว่าง และ ปรับระดับ ขึ้น-ลง ของมัลติหน้าต่าง เพื่อควบคุมความสว่างภายในห้องตามต้องการ โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ 3 ส่วนด้วยกัน คือ

ภาคส่ง

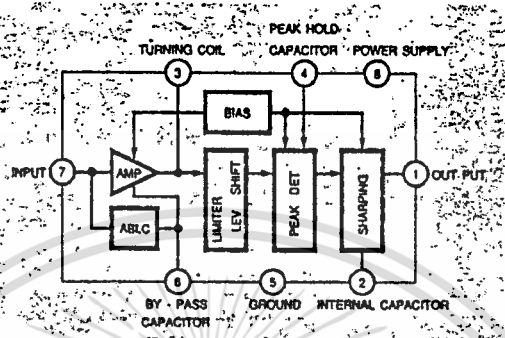
ทำหน้าที่ในการส่งสัญญาณไปยังภาครับ โดยผ่านตัวกลาง คือ อากาศ ซึ่งสัญญาณที่ส่งออกไปนั้นจะถูก Modulate กับสัญญาณพาหะที่มีความถี่สูง และสัญญาณที่ส่งไปจะมีสัญญาณคลื่นอยู่ในช่วงของอินฟราเรด โดยวงจรนี้จะถูกควบคุมการทำงานด้วย IC เบอร์ M 58484P ซึ่งจะเป็นตัวส่งสัญญาณพัลส์ที่เป็นความถี่ที่แตกต่างกันตามการกดปุ่มควบคุมทาง Input โดยมี X'Tal เป็นตัวกำเนิดความถี่ฐานเวลาให้กับ IC เอาต์พุตพัลส์ความถี่ที่ได้จะออกทางขา 15 และจะถูกขยายกระแสพัลส์ความถี่ก่อนที่จะผ่านไปยัง LED Infrared ทั้ง 2 ตัว เพื่อส่งสัญญาณพัลส์ความถี่ในรูปของแสงอินฟราเรดไปยังภาครับ



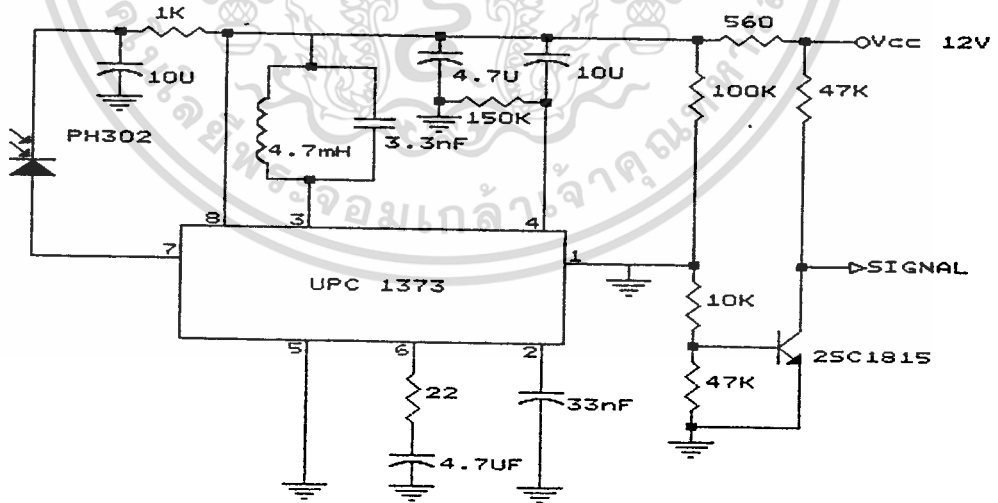
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีก รูปที่ 10 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของ M 58484P ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาครับ

เป็นส่วนที่รับพัลส์ความถี่มาในรูปของแสงอินฟราเรด และทำการขยายพัลส์ความถี่ โดยใช้ IC เบอร์ uPC 1373 โดยที่สัญญาณที่มาจากภาคส่ง จะมายัง Photo Diode ซึ่งเป็นตัวรับแสงสัญญาณพัลส์ความถี่ และถูกขยายก่อนที่สัญญาณจะผ่านไปยังภาคควบคุมต่อไป



รูปที่ 12 แสดงโครงสร้างภายในของ uPC 1373

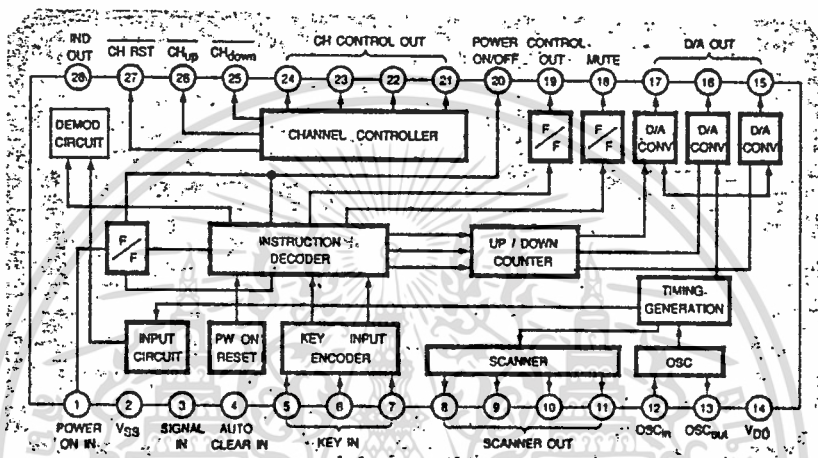


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแต่ง ปรับเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงที่มาของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

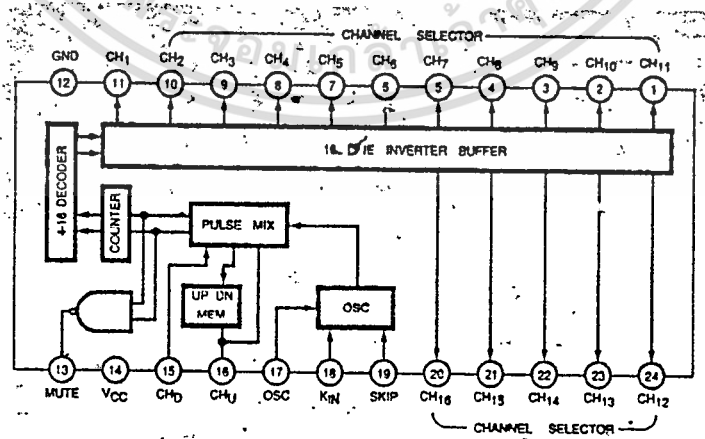
รูปที่ 13 แสดงวงจรของภาครับ

ภาคควบคุม

เป็นส่วนที่นำสัญญาณพัลส์ความถี่จากภาครับมาทำการถอดรหัส เพื่อนำสัญญาณไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ซึ่งได้แก่ มอเตอร์ชนิดที่มี Stepper Motor เป็นตัวขับให้มูลิ่ ปรับระดับขึ้นหรือลง , ระบบไฟแสงสว่าง ที่มี Relay เป็นสวิตซ์ ปิด-เปิด ตามความต้องการ และพร้อมทั้งยังสามารถควบคุม Function การทำงานเป็นแบบ Auto หรือ Manual ได้โดยใช้ IC M 58485P ร่วมกับ uPC 1363C เป็นตัวถอดรหัส เมื่อทำการถอดรหัสแล้ว ก็นำสัญญาณนั้นไปควบคุมอุปกรณ์ต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น

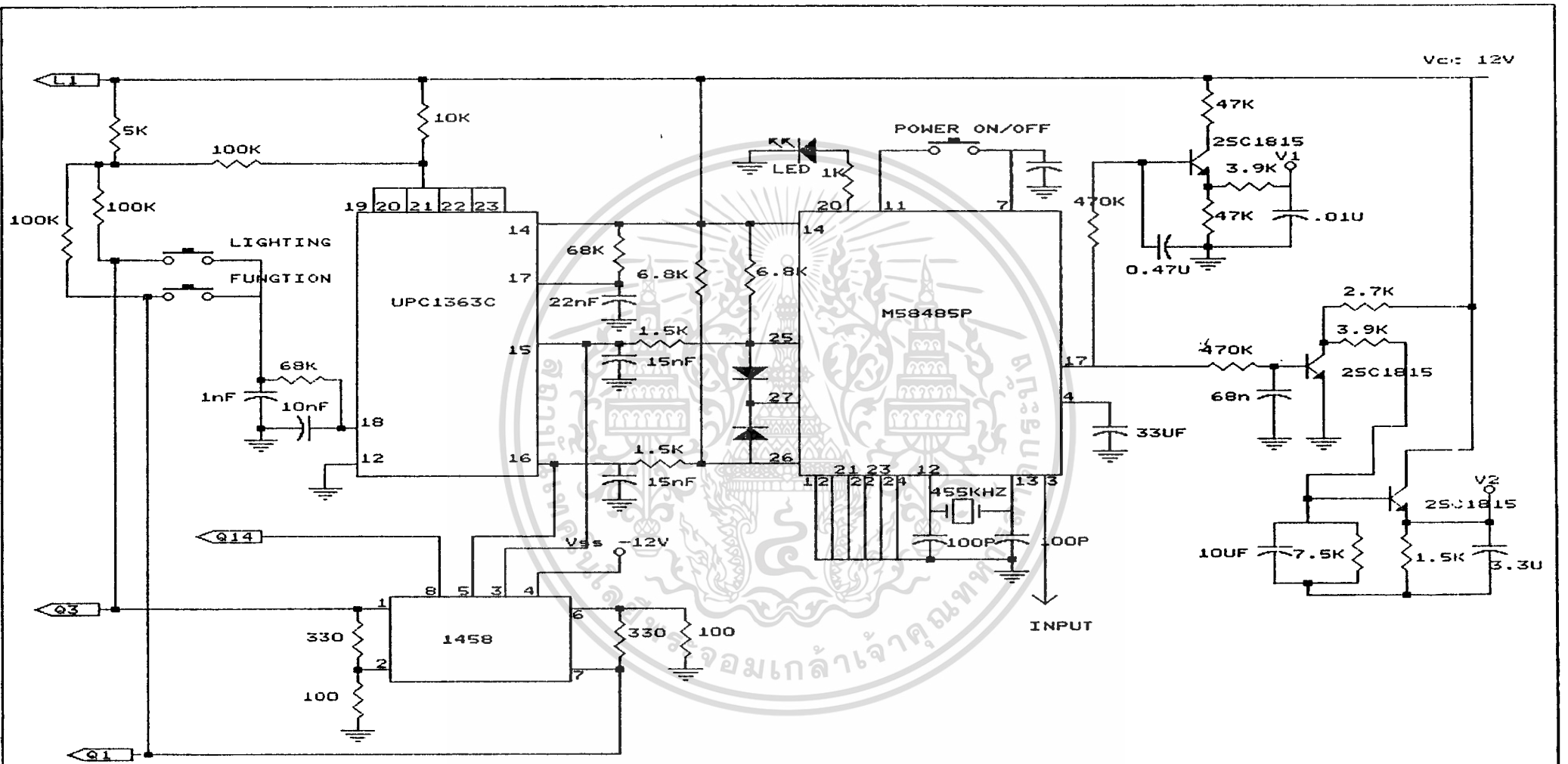


รูปที่ 14 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของ M 58485P



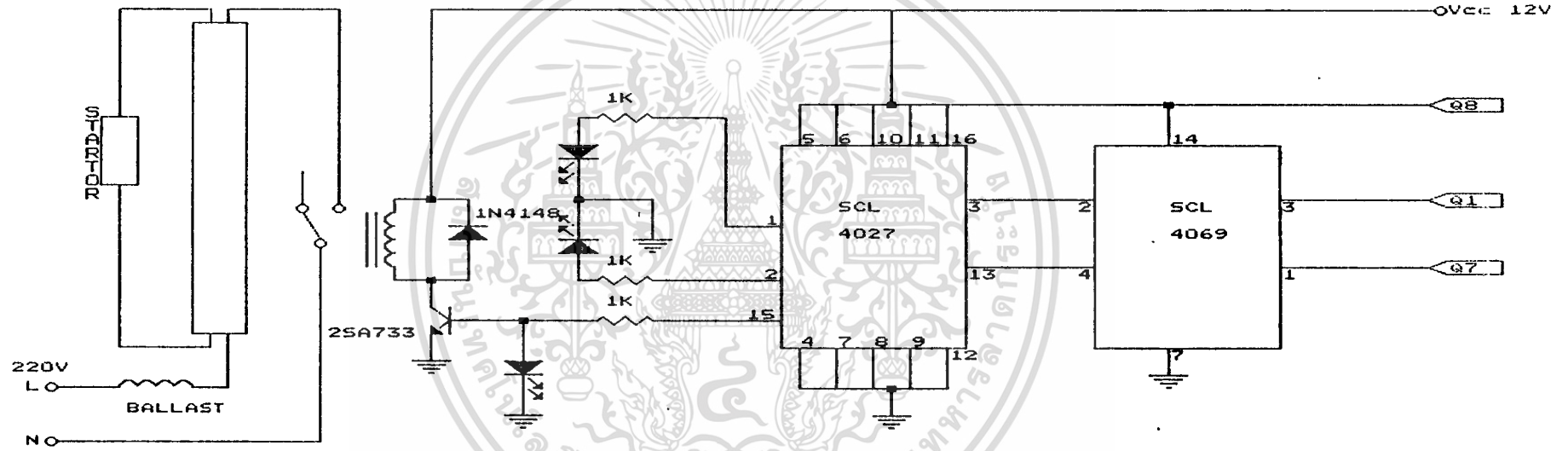
รูปที่ 15 แสดงลักษณะโครงสร้างภายในของ uPC 1363C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้ทำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 แสดงวงจรของภาคควบคุม

Size	Document Number	REV
A		
Date:	March 17, 1994	Sheet of



รูปที่ 16 แสดงวงจรของภาคควบคุม (ต่อ)

Size	Document Number	REV
A		
Date:	March 18, 1994	Sheet of

สรุปผลการทดลอง

จากการทดสอบ รีโมทคอนโทรล ควบคุมอุปกรณ์ที่ระยะต่างๆ พบว่าขนาดของสัญญาณ จะมีขนาดเล็กลง เมื่อระยะทางเพิ่มขึ้น และจะมีสัญญาณรบกวนจากแสงภายนอกเพิ่มขึ้นด้วย ซึ่งมีผลทำให้ การรับสัญญาณมีความคลาดเคลื่อน จึงไม่ได้ผลตามต้องการ การแก้ไขอาจทำได้โดยนำแผ่นกรองแสง ซึ่งควรมีสีแดง ไปติดที่ด้านหน้าของ Photo Diode และ LED Infrared เพื่อช่วยลดสัญญาณรบกวน ทำให้ส่งสัญญาณได้ไกลขึ้น

อีกประการหนึ่งที่ทำให้การทดลองประสบปัญหา คือ การทดลองนี้ได้นำเอา IC ที่ใช้ในการทำ รีโมทคอนโทรลของ เครื่องรับโทรทัศน์ ซึ่งได้แก่ IC เบอร์ M 58484 , M 58485P , uPC 1363C และ uPC 1373 มาประยุกต์ ดัดแปลง เสียใหม่ เพื่อใช้กับ ALC ปัญหาคือ เมื่อได้ทำการทดลองแล้ว ผลไม่ตรงตามต้องการ เราจะหาคู่มือ หรือ ข้อมูล (Data) มาดูได้ยากมาก เนื่องจากไม่ใช่ IC ที่ใช้กันอยู่ทั่วไป แต่เราก็ได้ทำการทดลอง แก้ไข ปรับปรุง จนสามารถใช้งานได้ ตามต้องการ



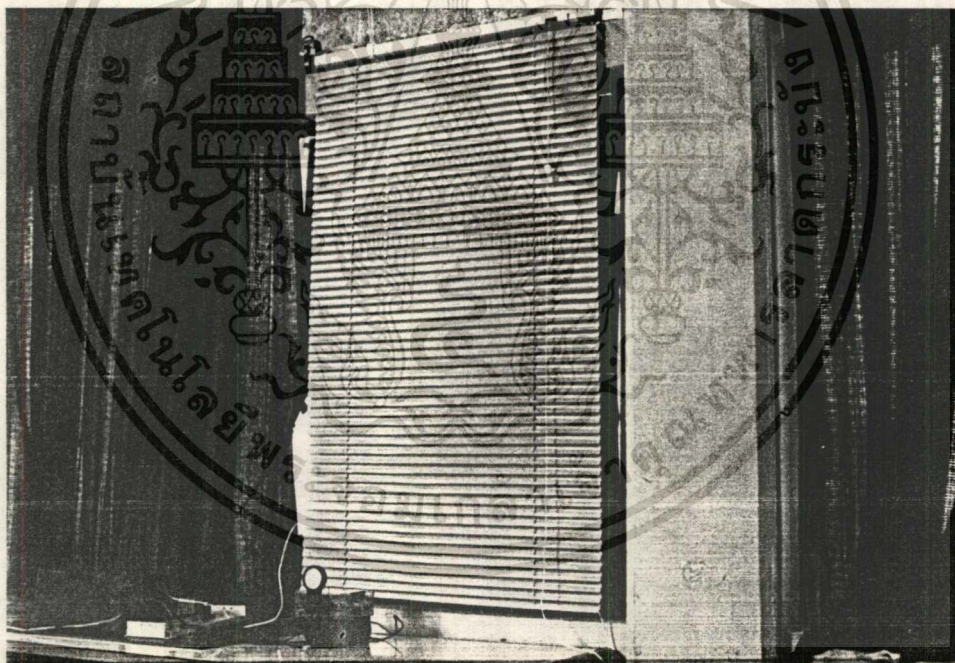
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

บทสรุปและแนวทางการพัฒนาโครงการ

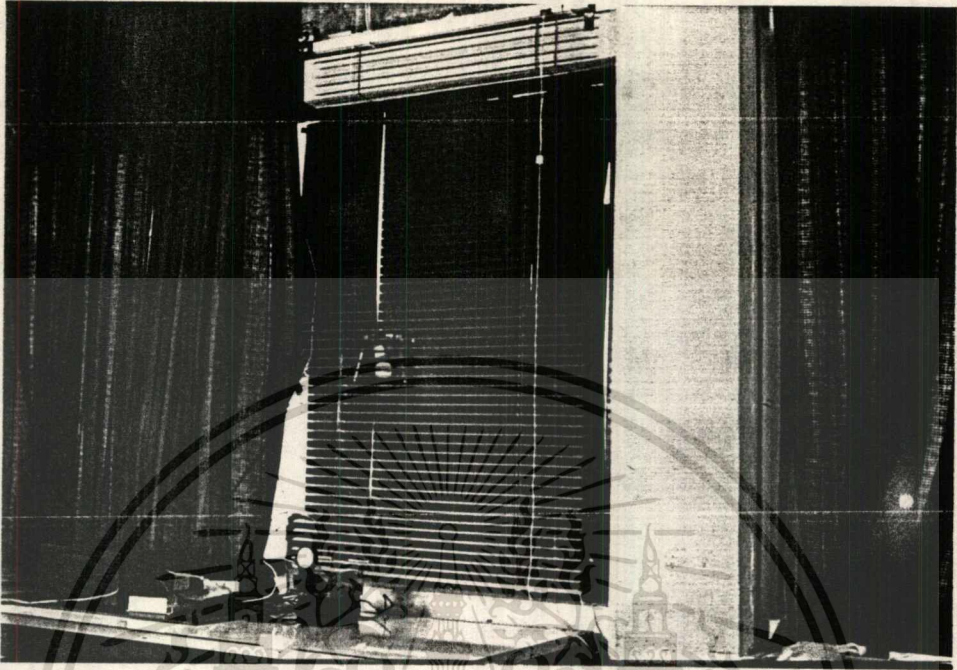
สรุปผลการทดลอง

หลังจากการเตรียมอุปกรณ์ และลงอุปกรณ์ลงบนแผ่น PCB เรียบร้อยแล้ว ก็ได้ทำการทดลอง โดยจ่ายไฟให้เครื่องทำงานซึ่งได้ผลเป็นที่น่าพอใจ โดยเครื่องสามารถ ปิด-เปิด มู่ลี่ได้ ตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ คือ เมื่อปรับค่าความเข้มแสงที่ต้องการเพิ่มขึ้น มู่ลี่จะเปิดรับแสงมากขึ้น และเมื่อลดค่าความเข้มแสงที่ต้องการลงมู่ลี่จะปิดลงมา ทั้งนี้ในสภาวะที่แสงจากภายนอกคงที่ หรือในสภาวะที่กำหนด ให้ค่าความเข้มที่ต้องการคงที่ แล้วปรับแสงจากภายนอก ก็จะได้เห็นได้ชัดเจนว่า เมื่อมู่ลี่อยู่ในสภาวะคงตัว แล้วมีการปรับ หรือการเปลี่ยนแปลงของความเข้มแสงสว่างจากภายนอก จะทำให้ใบของมู่ลี่ปรับตามไปด้วย โดยเมื่อแสงจากภายนอกสูงขึ้น ก็จะทำให้มู่ลี่ปิดลงจนเข้าสู่สภาวะคงตัว คือ ความเข้มแสงภายในได้ตามค่าที่ตั้งไว้ หรือเมื่อลดความเข้มแสงลงมู่ลี่ก็จะเปิดมากขึ้น เพื่อให้ความเข้มภายใน ได้ตรงตามจุดที่ตั้งไว้ รูปแสดง การ ปิด-เปิด มู่ลี่แสดงไว้ดังต่อไปนี้

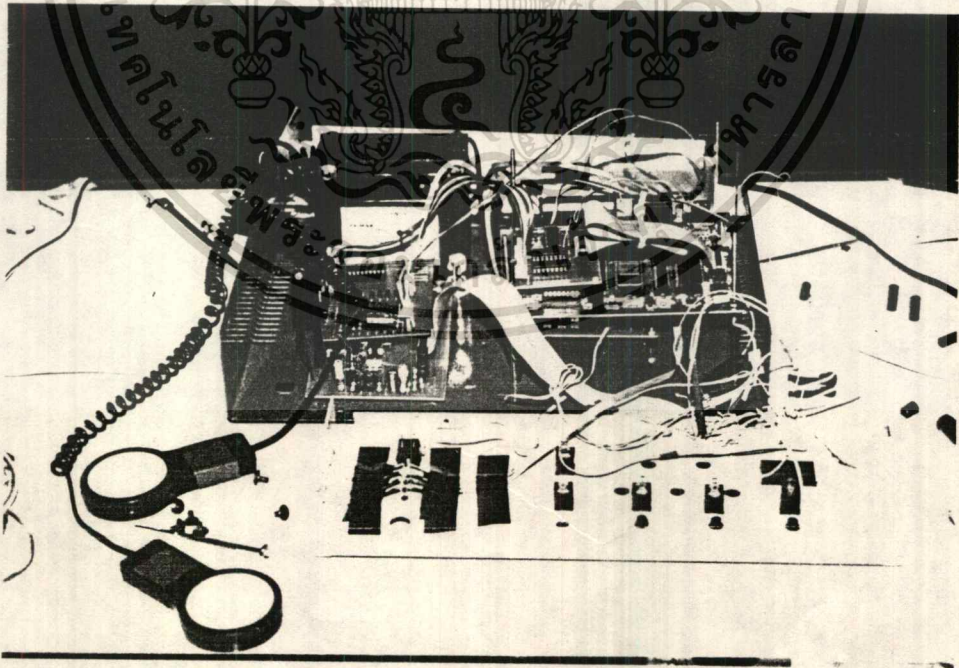


รูปแสดงการปิดของมู่ลี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

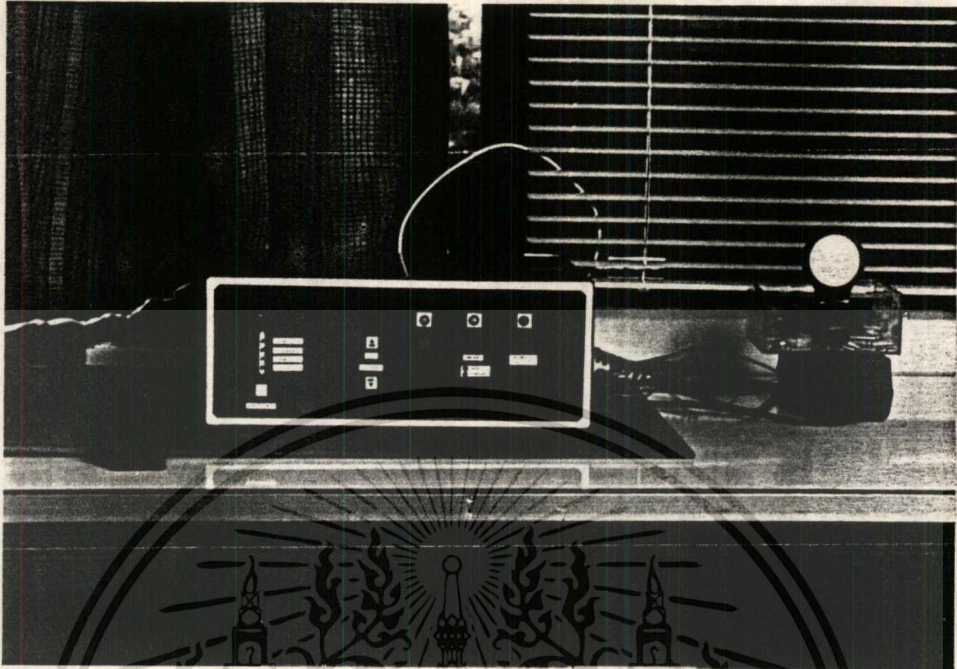


รูปแสดงการเปิดของมู่ลี่



รูปชุดทดลอง

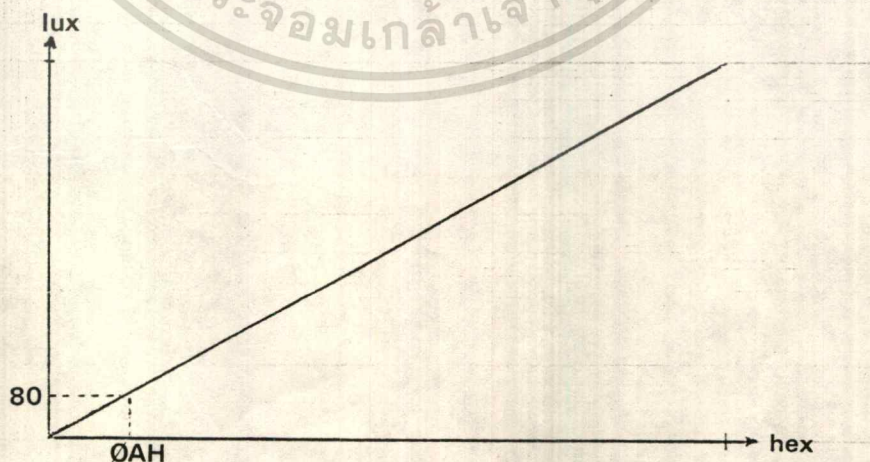
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษานั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



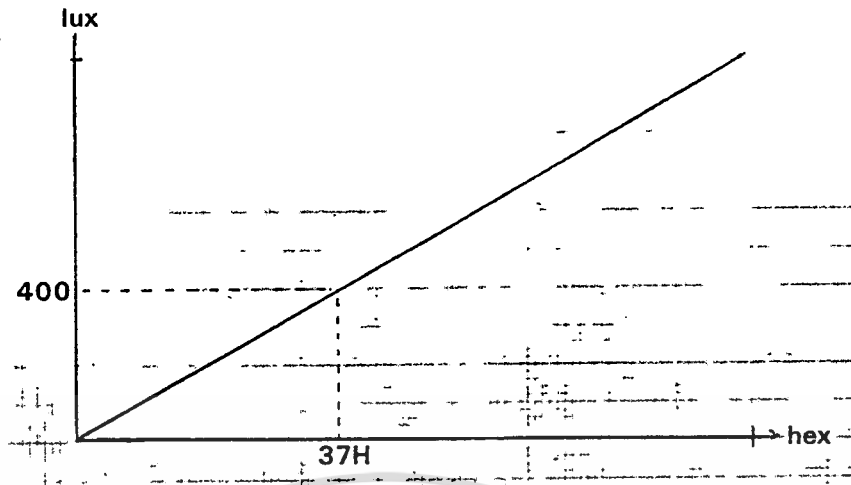
รูปแสดงALC ที่เสร็จสมบูรณ์

การหาช่วงความสว่างที่มีผู้สามารถปรับบานเกล็ด เพื่อรับแสงเพิ่มให้ถึง SET POINT นั้น สามารถมาในรูปของกราฟได้ โดย ให้แกนตั้ง หมายถึง ความเข้มของแสงสว่าง มีหน่วยเป็นลักซ์ (Lux) และแกนนอน หมายถึง ค่าที่รับจาก ตัววัดแสงภายนอก ซึ่งถูกแปลงมาเป็นสัญญาณ DIGITAL ในรูปของ เลขฐาน 16 (Hex)

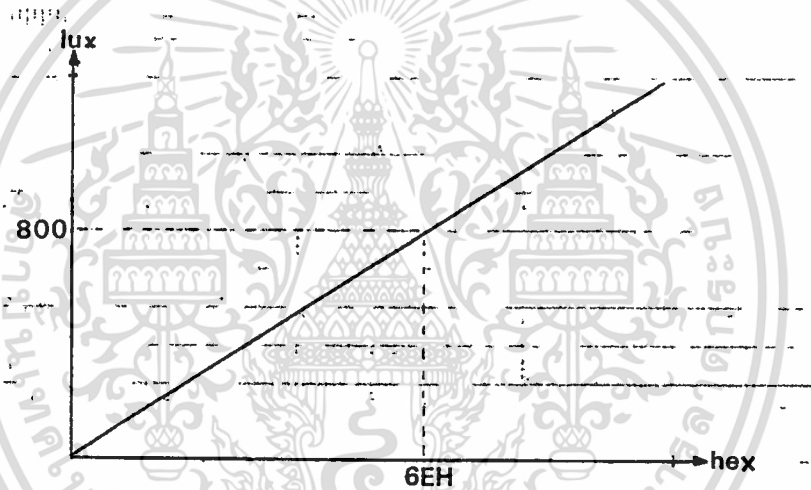
ที่ SET POINT ช่วงความสว่างดังกล่าวจะต่างกันด้วย ดังแสดงในกราฟ



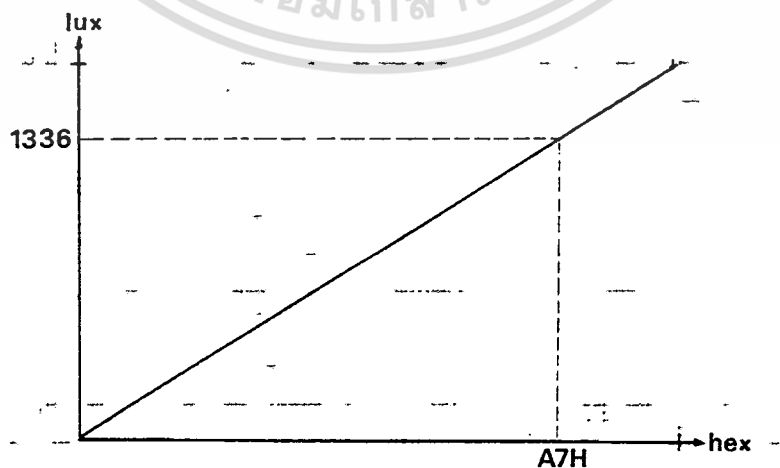
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อใช้ในการเรียนการสอนเท่านั้น ไม่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับค่าที่รับจากตัววัดแสงซึ่งอยู่ในรูปเลขฐาน 16
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแบบไปเผยแพร่ต่อสาธารณชนโดยเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
 เมื่อ SET POINT เป็น 00H



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับค่าที่รับจากตัววัดแสงซึ่งอยู่ในรูปเลขฐาน 16
เมื่อ SET POINT เป็น 15H



กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับค่าที่รับจากตัววัดแสงซึ่งอยู่ในรูปเลขฐาน 16
เมื่อ SET POINT เป็น 30 H



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
กราฟแสดงความสัมพันธ์ระหว่างความเข้มแสงกับค่าที่รับจากตัววัดแสงซึ่งอยู่ในรูปเลขฐาน 16
เมื่อ SET POINT เป็น 45H

จากกราฟ เราจะทราบค่า แสงจากภายนอกที่น้อยที่สุดที่ยังสามารถทำให้มู่ลี่ปรับรับแสงได้จนถึง SET POINT โดยค่าที่ได้นี้ จะนำมาใช้ในโปรแกรม เพื่อกำหนดการทำงานของ มู่ลี่ว่า ถ้าแสงจากภายนอกต่ำกว่าค่านี้ แสดงว่า แสงจากภายนอกไม่สว่างเพียงพอที่จะทำให้ ความสว่างในห้อง ถึง SET POINT ได้ ดังนั้น จึงหยุดการทำงานของมอเตอร์ เพื่อป้องกันการสูญเสียของมู่ลี่ หรือเรียกว่าการป้องกัน OUT OF CONTROL ของมู่ลี่

แนวทางการพัฒนา

เครื่องควบคุมแสงสว่างอัตโนมัตินี้ แม้ว่า สามารถจะทำงานตามที่ได้ตั้งเป้าหมายไว้แล้ว แต่ก็ยังมีจุดด้อยที่ต้องการแก้ไข หรือเพิ่มเติม เพื่อให้เป็นเครื่องที่สมบูรณ์แบบ โดยมีแนวทางแก้ไข หรือเพิ่มเติมดังต่อไปนี้

1. ควรที่จะให้ทำการเปิดไฟอัตโนมัติได้ด้วย ในกรณีที่แสงสว่างจากภายนอกไม่เพียงพอที่จะทำให้แสงสว่างภายในห้องสว่างได้จนถึงค่าที่ต้องการ

ในการติดตั้งหลอดเรืองแสงควรติดตั้งกระจายหลาย ๆ จุดภายในห้อง แต่ละจุดควรมีหลอดขนาด 40 วัตต์ จำนวน 2-4 หลอด เพื่อให้เครื่องค่อยๆ เปิดทีละหลอด พร้อมกันทุกๆ จุด และเพิ่มไปที่หลอดจนถึงค่าที่ต้องการ และมีการปรับอย่างละเอียด โดยใช้การปรับมู่ลี่

2. ในการวัดค่า อินพุท ของความเข้มแสงภายในห้อง ควรใช้ตัววัดแสงหลายๆ ตัว แล้วนำค่าที่ได้ทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย ซึ่งจะได้ค่า ที่แน่นอน กว่าการใช้ตัววัดแสงเพียงตัวเดียว

3. ควรจะมีการปรับความเร็วของ มอเตอร์ ได้ด้วย โดยให้สัมพันธ์กับช่วงความแตกต่างของค่าความเข้มแสงที่ต้องการ กับค่าความเข้มแสงภายในห้อง ในขณะนั้น โดยถ้ามีความแตกต่างกันมากก็ให้มอเตอร์หมุนเร็ว ถ้าความแตกต่างน้อย ให้มอเตอร์หมุนช้า ทั้งนี้เพื่อลดเวลาในการทำงาน

กิตติกรรมประกาศ

โครงการ และ ปรินญาณิพนธ์ฉบับนี้ มีอาจสำเร็จลุล่วงไปได้ ถ้าไม่มีบุคคลต่างๆ ดังต่อไปนี้

- อาจารย์วิทยา ทิพย์สุวรรณพร อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งให้ความช่วยเหลือและให้คำปรึกษา ในทุกๆ ด้าน
- อาจารย์ประภาส อุดคคิมพันธ์ุ ที่ให้คำปรึกษา และให้ยืมอุปกรณ์ต่างๆระหว่าง การทำโครงการ
- เพื่อนๆ หลายคน ที่ให้ความช่วยเหลือและให้กำลังใจ
- เพื่อนร่วมงานในกลุ่ม ที่ให้ความร่วมมือกันเป็นอย่างดี

ดังนั้นทางคณะผู้จัดทำ ขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์ และ ขอขอบคุณ ทุกๆ ท่านที่ได้กล่าวถึงมา ณ โอกาสนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. Handbook, "CMOS Databook", National Semiconductor Inc., U.S.A., 1980
2. Intel®, "MCS BAISC-52", User's Manual, Intel Corporation, 1990
3. PHILLIPS, Signetics Microcontroller Users' Guide, PHILIPS Electronics and components and materials division, PHILIPS Co.
4. พิพัฒน์ เลาทสงคราม ผศ., ไมโครคอนโทรลเลอร์ MCS-48 MCS-51, ภาควิชาเทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, 1992



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ICL7106/ICL7107

3½-Digit LCD/LED

Single-Chip A/D Converter



ICL7106/ICL7107

GENERAL DESCRIPTION

The Intersil ICL7106 and 7107 are high performance, low power 3½-digit A/D converters containing all the necessary active devices on a single CMOS I.C. Included are seven-segment decoders, display drivers, a reference, and a clock. The 7106 is designed to interface with a liquid crystal display (LCD) and includes a backplane drive; the 7107 will directly drive an instrument-size light emitting diode (LED) display.

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

FEATURES

- Guaranteed Zero Reading for 0 Volts Input on All Scales
- True Polarity at Zero for Precise Null Detection
- 1pA Typical Input Current
- True Differential Input and Reference
- Direct Display Drive — No External Components Required — LCD ICL7106 — LED ICL7107
- Low Noise — Less Than 15µV p-p
- On-Chip Clock and Reference
- Low Power Dissipation — Typically Less Than 10mW
- No Additional Active Circuits Required
- New Small Outline Surface Mount Package Available
- Evaluation Kit Available

2

ORDERING INFORMATION

Part Number	Temperature Range	Package
ICL7106CPL	0°C to +70°C	40 pin plastic DIP
ICL7106CJL	0°C to +70°C	40 pin CERDIP
ICL7106CM44	0°C to +70°C	44 pin Surface Mount
ICL7107CJL	0°C to +70°C	40 pin CERDIP
ICL7107CPL	0°C to +70°C	40 pin plastic DIP
ICL7106EV/Kit ICL7107EV/Kit	Evaluation kits contain IC, display, circuit board, passive components and hardware.	

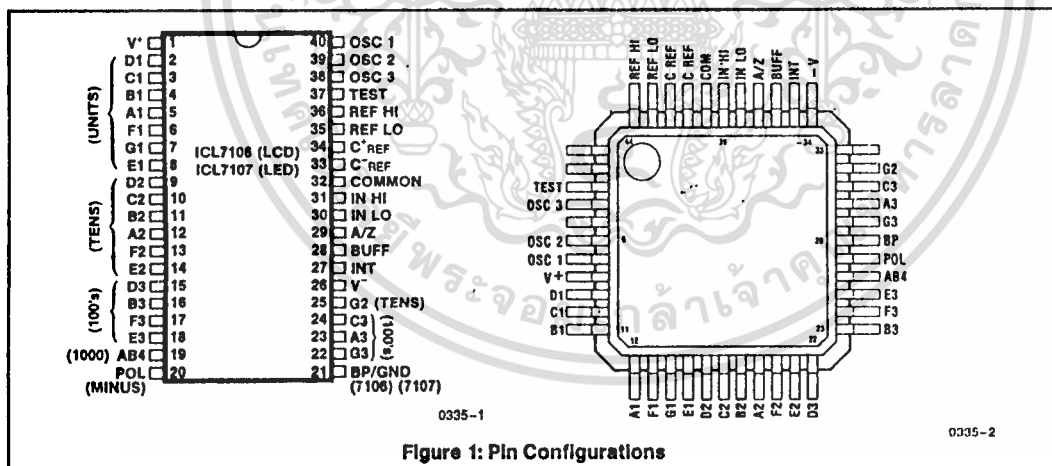


Figure 1: Pin Configurations

INTERSIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

301650-003

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ICL7106/ICL7107



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Supply Voltage	
ICL7106, V ⁺ to V ⁻	15V
ICL7107, V ⁺ to GND	+6V
ICL7107, V ⁻ to GND	-9V
Analog Input Voltage (either input)(Note 1)	V ⁺ to V ⁻
Reference Input Voltage (either input)	V ⁺ to V ⁻
Clock Input	
ICL7106	TEST to V ⁺
ICL7107	GND to V ⁺

Power Dissipation (Note 2)	
Ceramic Package	1000mW
Plastic Package	800mW
Operating Temperature	0°C to +70°C
Storage Temperature	-65°C to +150°C
Lead Temperature (Soldering, 10sec)	300°C

NOTE: Stresses above those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions above those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Note 1: Input voltages may exceed the supply voltages provided the input current is limited to ±100µA.

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

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Note 3)

Characteristics	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
Zero Input Reading	V _{IN} = 0.0V Full Scale = 200.0mV	-000.0	±000.0	+000.0	Digital Reading
Ratiometric Reading	V _{IN} = V _{REF} V _{REF} = 100mV	999	999/1000	1000	Digital Reading
Rollover Error (Difference in reading for equal positive and negative inputs near Full Scale)	-V _{IN} = +V _{IN} = 200.0mV	-1	±.2	+1	Counts
Linearity (Max. deviation from best straight line fit)	Full scale = 200.0mV or full scale = 2.000V (Note 6)	-1	±.2	+1	Counts
Common Mode Rejection Ratio (Note 4)	V _{CM} = ±1V, V _{IN} = 0V Full Scale = 200.0mV		50		µV/V
Noise (Pk-Pk value not exceeded 95% of time)	V _{IN} = 0V Full Scale = 200.0mV		15		µV
Leakage Current Input	V _{IN} = 0 (Note 6)		1	10	pA
Zero Reading Drift	V _{IN} = 0 0° < T _A < 70°C (Note 6)		0.2	1	µV/°C
Scale Factor Temperature Coefficient	V _{IN} = 199.0mV 0° < T _A < 70°C (Ext. Ref. Oppm/°C) (Note 6)		1	5	ppm/°C
V ⁺ Supply Current (Does not include LED current for 7107)	V _{IN} = 0		0.8	1.8	mA
V ⁻ Supply Current (7107 only)			0.6	1.8	mA
Analog Common Voltage (With respect to Pos. Supply)	25kΩ between Common & Pos. Supply	2.4	2.8	3.2	V
Temp. Coeff. of Analog Common (With respect to Pos. Supply)	25kΩ between Common & Pos. Supply		80		ppm/°C

INTERMIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ICL7106/ICL7107



ICL7106/ICL7107

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Note 3) (Continued)

Characteristics	Test Conditions	Min	Typ	Max	Unit
7106 ONLY Pk-Pk Segment Drive Voltage Pk-Pk Backplane Drive Voltage (Note 5)	$V^+ \text{ to } V^- = 9V$	4	5	6	V
7107 ONLY Segment Sinking Current (Except Pin 19 & 20)	$V^+ = 5.0V$ Segment voltage = 3V	5	8.0		mA
(Pin 19 only)		10	16		mA
(Pin 20 only)		4	7		mA

NOTES: 3. Unless otherwise noted, specifications apply to both the 7106 and 7107 at $T_A = 25^\circ C$, $f_{clock} = 48kHz$. 7106 is tested in the circuit of Figure 2. 7107 is tested in the circuit of Figure 3.

4. Refer to "Differential Input" discussion.
5. Back plane drive is in phase with segment drive for 'off' segment, 180° out of phase for 'on' segment. Frequency is 20 times conversion rate. Average DC component is less than 50mV.
6. Not tested, guaranteed by design.

2

TEST CIRCUITS

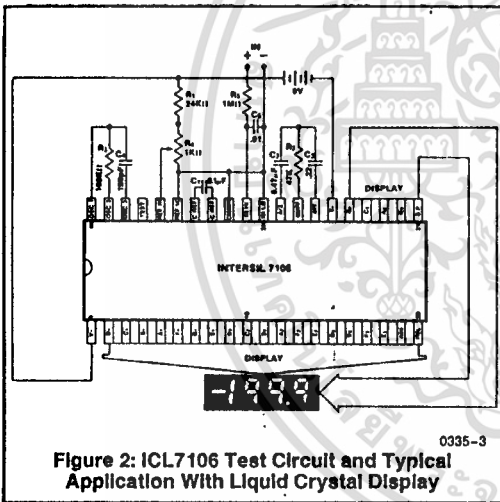


Figure 2: ICL7106 Test Circuit and Typical Application With Liquid Crystal Display

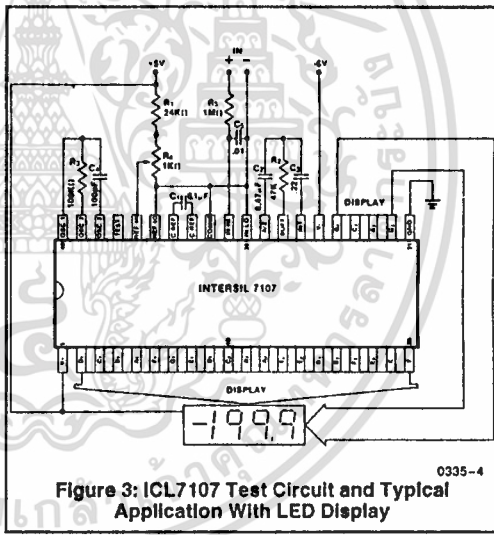


Figure 3: ICL7107 Test Circuit and Typical Application With LED Display

INTERSIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

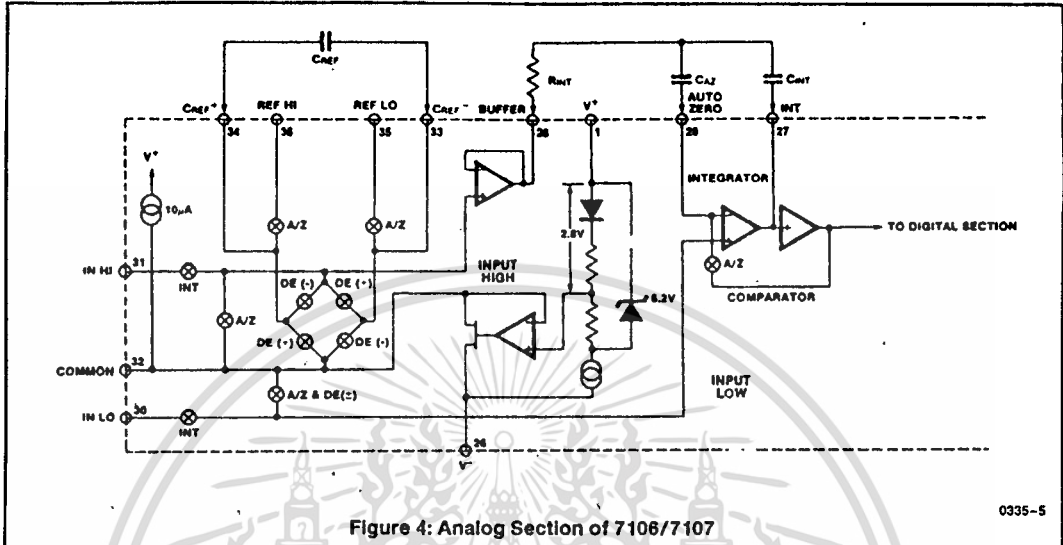


Figure 4: Analog Section of 7106/7107

0335-5

DETAILED DESCRIPTION

Analog Section

Figure 4 shows the Analog Section for the ICL7106 and 7107. Each measurement cycle is divided into three phases. They are (1) auto-zero (A/Z), (2) signal integrate (INT) and (3) de-integrate (DE).

Auto-zero phase

During auto-zero three things happen. First, input high and low are disconnected from the pins and internally shorted to analog COMMON. Second, the reference capacitor is charged to the reference voltage. Third, a feedback loop is closed around the system to charge the auto-zero capacitor C_{AZ} to compensate for offset voltages in the buffer amplifier, integrator, and comparator. Since the comparator is included in the loop, the A/Z accuracy is limited only by the noise of the system. In any case, the offset referred to the input is less than $10\mu V$.

Signal Integrate phase

During signal integrate, the auto-zero loop is opened, the internal short is removed, and the internal input high and low are connected to the external pins. The converter then integrates the differential voltage between IN HI and IN LO for a fixed time. This differential voltage can be within a wide common mode range: up to one volt from either supply. If, on the other hand, the input signal has no return with respect to the converter power supply, IN LO can be tied to analog COMMON to establish the correct common-mode voltage. At the end of this phase, the polarity of the integrated signal is determined.

De-integrate phase

The final phase is de-integrate, or reference integrate. Input low is internally connected to analog COMMON and input high is connected across the previously charged reference capacitor. Circuitry within the chip ensures that the

capacitor will be connected with the correct polarity to cause the integrator output to return to zero. The time required for the output to return to zero is proportional to the input signal. Specifically the digital reading displayed is

$$1000 \left(\frac{V_{IN}}{V_{REF}} \right)$$

Differential Input

The input can accept differential voltages anywhere within the common mode range of the input amplifier, or specifically from 0.5 volts below the positive supply to 1.0 volt above the negative supply. In this range, the system has a CMRR of 86 dB typical. However, care must be exercised to assure the integrator output does not saturate. A worst case condition would be a large positive common-mode voltage with a near full-scale negative differential input voltage. The negative input signal drives the integrator positive when most of its swing has been used up by the positive common mode voltage. For these critical applications the integrator output swing can be reduced to less than the recommended 2V full scale swing with little loss of accuracy. The integrator output can swing to within 0.3 volts of either supply without loss of linearity. See Application Note A032 for a discussion of the effects of stray capacitance.

Differential Reference

The reference voltage can be generated anywhere within the power supply voltage of the converter. The main source of common mode error is a roll-over voltage caused by the reference capacitor losing or gaining charge to stray capacitance on its nodes. If there is a large common mode voltage, the reference capacitor can gain charge (increase voltage) when called up to de-integrate a positive signal but lose charge (decrease voltage) when called up to de-integrate a negative input signal. This difference in reference for positive or negative input voltage will give a roll-over error. However, by selecting the reference capacitor such that it is

INTERSIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

ICL7106/ICL7107

INTERSIL

ICL7106/ICL7107

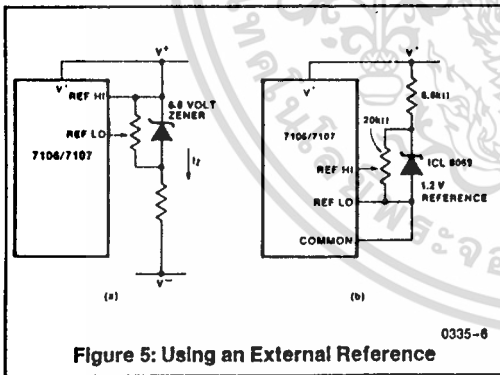
large enough in comparison to the stray capacitance, this error can be held to less than 0.5 count worst case. (See Component Value Selection.)

Analog COMMON

This pin is included primarily to set the common mode voltage for battery operation (7106) or for any system where the input signals are floating with respect to the power supply. The COMMON pin sets a voltage that is approximately 2.8 volts more negative than the positive supply. This is selected to give a minimum end-of-life battery voltage of about 6V. However, analog COMMON has some of the attributes of a reference voltage. When the total supply voltage is large enough to cause the zener to regulate (>7V), the COMMON voltage will have a low voltage coefficient (0.001%/V), low output impedance ($\approx 15\Omega$), and a temperature coefficient typically less than 80ppm/°C.

The limitations of the on-chip reference should also be recognized, however. With the 7107, the internal heating which results from the LED drivers can cause some degradation in performance. Due to their higher thermal resistance, plastic parts are poorer in this respect than ceramic. The combination of reference Temperature Coefficient (TC), internal chip dissipation, and package thermal resistance can increase noise near full scale from 25 μ V to 80 μ Vp-p. Also the linearity in going from a high dissipation count such as 1000 (20 segments on) to a low dissipation count such as 1111 (8 segments on) can suffer by a count or more. Devices with a positive TC reference may require several counts to pull out of an overrange condition. This is because overrange is a low dissipation mode, with the three least significant digits blanked. Similarly, units with a negative TC may cycle between overrange and a nonoverrange count as the die alternately heats and cools. All these problems are of course eliminated if an external reference is used.

The 7106, with its negligible dissipation, suffers from none of these problems. In either case, an external reference can easily be added, as shown in Figure 5.



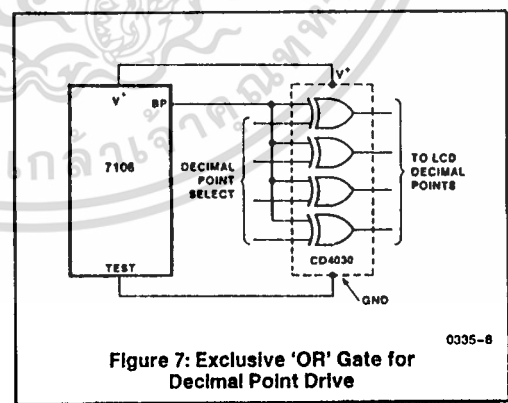
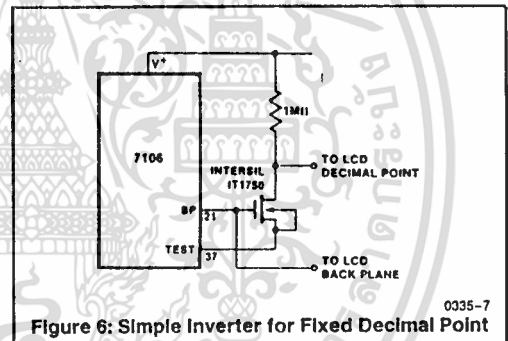
Analog COMMON is also used as the input low return during auto-zero and de-integrate. If IN LO is different from analog COMMON, a common mode voltage exists in the system and is taken care of by the excellent CMRR of the converter. However, in some applications IN LO will be set at a fixed known voltage (power supply common for instance). In this application, analog COMMON should be tied to the same point, thus removing the common mode voltage from the converter. The same holds true for the reference voltage. If reference can be conveniently tied to analog COMMON, it should be since this removes the common mode voltage from the reference system.

Within the IC, analog COMMON is tied to an N channel FET that can sink approximately 30mA of current to hold the voltage 2.8 volts below the positive supply (when a load is trying to pull the common line positive). However, there is only 10 μ A of source current, so COMMON may easily be tied to a more negative voltage thus over-riding the internal reference.

TEST

The TEST pin serves two functions. On the 7106 it is coupled to the internally generated digital supply through a 500 Ω resistor. Thus it can be used as the negative supply for externally generated segment drivers such as decimal points or any other presentation the user may want to include on the LCD display. Figures 6 and 7 show such an application. No more than a 1mA load should be applied.

2



INTERSIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

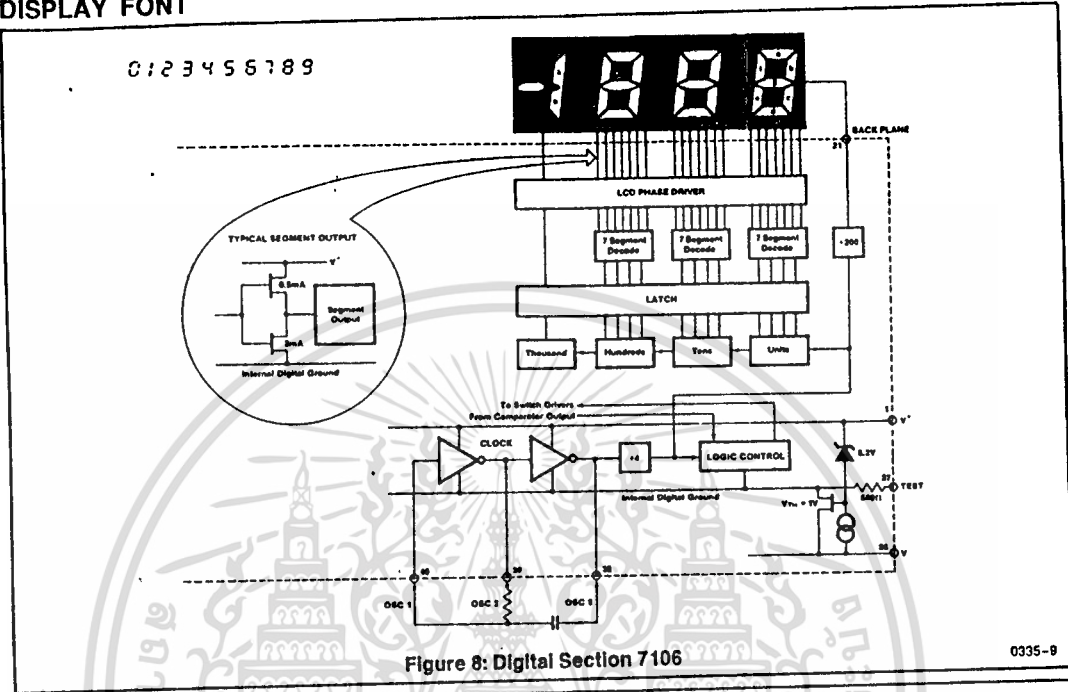


Figure 8: Digital Section 7106

0335-9

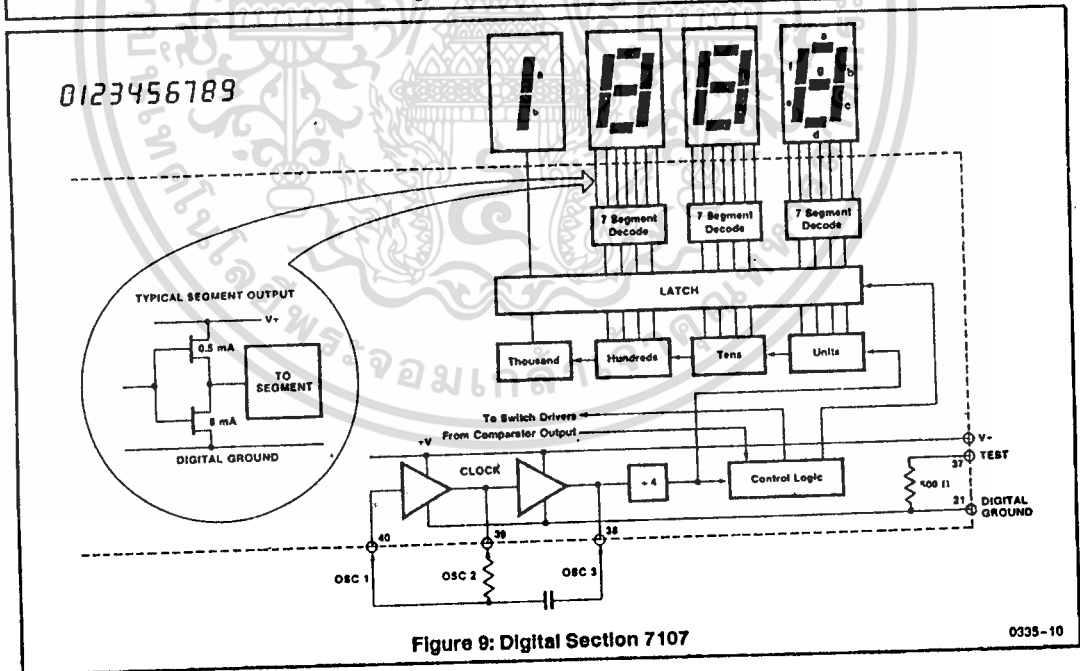


Figure 9: Digital Section 7107

0335-10

INTERMIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ICL7106/ICL7107



ICL7106/ICL7107

The second function is a "lamp test". When TEST is pulled high (to V^+) all segments will be turned on and the display should read — 1888. The TEST pin will sink about 10mA under these conditions.

Caution: on the 7106, in the lamp test mode, the segments have a constant DC voltage (no square-wave) and may burn the LCD display if left in this mode for several minutes.

DIGITAL SECTION

Figures 8 and 9 show the digital section for the 7106 and 7107, respectively. In the 7106, an internal digital ground is generated from a 6 volt Zener diode and a large P channel source follower. This supply is made stiff to absorb the relative large capacitive currents when the back plane (BP) voltage is switched. The BP frequency is the clock frequency divided by 800. For three readings/second this is a 60Hz square wave with a nominal amplitude of 5 volts. The segments are driven at the same frequency and amplitude and are in phase with BP when OFF, but out of phase when ON. In all cases negligible DC voltage exists across the segments.

Figure 9 is the Digital Section of the 7107. It is identical to the 7106 except that the regulated supply and back plane drive have been eliminated and the segment drive has been increased from 2 to 8 mA, typical for instrument size common anode LED displays. Since the 1000 output (pin 19) must sink current from two LED segments, it has twice the drive capability or 16mA.

In both devices, the polarity indication is "on" for negative analog inputs. If IN LO and IN HI are reversed, this indication can be reversed also, if desired.

System Timing

Figure 10 shows the clocking arrangement used in the 7106 and 7107. Three basic clocking arrangements can be used:

1. An external oscillator connected to pin 40.
2. A crystal between pins 39 and 40.
3. An R-C oscillator using all three pins.

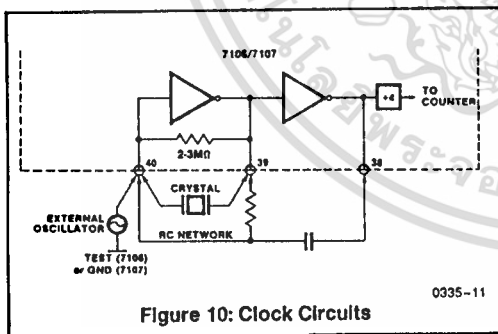


Figure 10: Clock Circuits

The oscillator frequency is divided by four before it clocks the decade counters. It is then further divided to form the three convert-cycle phases. These are signal integrate (1000 counts), reference de-integrate (0 to 2000 counts) and auto-zero (1000 to 3000 counts). For signals less than full scale, auto-zero gets the unused portion of reference deintegrate. This makes a complete measure cycle of 4,000 counts (16,000 clock pulses) independent of input voltage. For three readings/second, an oscillator frequency of 48kHz would be used.

To achieve maximum rejection of 60Hz pickup, the signal integrate cycle should be a multiple of 60Hz. Oscillator frequencies of 240kHz, 120kHz, 80kHz, 60kHz, 48kHz, 40kHz, $33\frac{1}{3}$ kHz, etc. should be selected. For 50Hz rejection, Oscillator frequencies of 200kHz, 100kHz, $66\frac{2}{3}$ kHz, 50kHz, 40kHz, etc. would be suitable. Note that 40kHz (2.5 readings/second) will reject both 50 and 60Hz (also 400 and 440Hz).

COMPONENT VALUE SELECTION

Integrating Resistor

Both the buffer amplifier and the integrator have a class A output stage with $100\mu\text{A}$ of quiescent current. They can supply $20\mu\text{A}$ of drive current with negligible non-linearity. The integrating resistor should be large enough to remain in this very linear region over the input voltage range, but small enough that undue leakage requirements are not placed on the PC board. For 2 volt full scale, $470\text{k}\Omega$ is near optimum and similarly a $47\text{k}\Omega$ for a 200.0 mV scale.

Integrating Capacitor

The integrating capacitor should be selected to give the maximum voltage swing that ensures tolerance build-up will not saturate the integrator swing (approx. 0.3 volt from either supply). In the 7106 or the 7107, when the analog COMMON is used as a reference, a nominal ± 2 volt full scale integrator swing is fine. For the 7107 with ± 5 volt supplies and analog COMMON tied to supply ground, a ± 3.5 to ± 4 volt swing is nominal. For three readings/second (48kHz clock) nominal values for C_{INT} are $0.22\mu\text{F}$ and $0.10\mu\text{F}$, respectively. Of course, if different oscillator frequencies are used, these values should be changed in inverse proportion to maintain the same output swing.

An additional requirement of the Integrating capacitor is that it must have a low dielectric absorption to prevent roll-over errors. While other types of capacitors are adequate for this application, polypropylene capacitors give undetectable errors at reasonable cost.

Auto-Zero Capacitor

The size of the auto-zero capacitor has some influence on the noise of the system. For 200mV full scale where noise is very important, a $0.47\mu\text{F}$ capacitor is recommended. On the 2 volt scale, a $0.047\mu\text{F}$ capacitor increases the speed of recovery from overload and is adequate for noise on this scale.

2

INTERMIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ICL7106/ICL7107



Reference Capacitor

A 0.1µF capacitor gives good results in most applications. However, where a large common mode voltage exists (i.e. the REF LO pin is not at analog COMMON) and a 200mV scale is used, a larger value is required to prevent roll-over error. Generally 1.0µF will hold the roll-over error to 0.5 count in this instance.

Oscillator Components

For all ranges of frequency a 100kΩ resistor is recommended and the capacitor is selected from the equation $f = \frac{0.45}{RC}$. For 48kHz clock (3 readings/second), C = 100pF.

Reference Voltage

The analog input required to generate full-scale output (2000 counts) is: $V_{IN} = 2V_{REF}$. Thus, for the 200.0mV and 2.000 volt scale, V_{ref} should equal 100.0 mV and 1.000 volt, respectively. However, in many applications where the A/D is connected to a transducer, there will exist a scale factor other than unity between the input voltage and the digital reading. For instance, in a weighing system, the designer might like to have a full scale reading when the voltage from the transducer is 0.682V. Instead of dividing the input down to 200.0mV, the designer should use the input voltage directly and select $V_{REF} = 0.341V$. Suitable values for integrating resistor and capacitor would be 120kΩ and 0.22µF. This makes the system slightly quieter and also avoids a divider network on the input. The 7107 with ±5V supplies can accept input signals up to ±4V. Another advantage of this system occurs when a digital reading of zero is desired for $V_{IN} \neq 0$. Temperature and weighing systems with a variable tare are examples. This offset reading can be conveniently generated by connecting the voltage transducer between IN HI and COMMON and the variable (or fixed) offset voltage between COMMON and IN LO.

7107 Power Supplies

The 7107 is designed to work from ±5V supplies. However, if a negative supply is not available, it can be generated from the clock output with 2 diodes, 2 capacitors, and an inexpensive I.C. Figure 11 shows this application. See ICL7660 data sheet for an alternative.

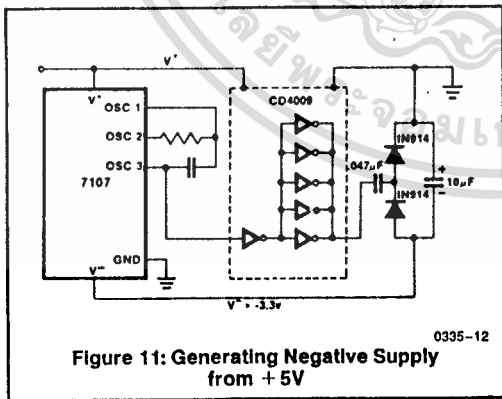


Figure 11: Generating Negative Supply from +5V

In fact, in selected applications no negative supply is required. The conditions to use a single +5V supply are:

1. The input signal can be referenced to the center of the common mode range of the converter.
2. The signal is less than ±1.5 volts.
3. An external reference is used.

TYPICAL APPLICATIONS

The 7106 and 7107 may be used in a wide variety of configurations. The circuits which follow show some of the possibilities, and serve to illustrate the exceptional versatility of these A/D converters.

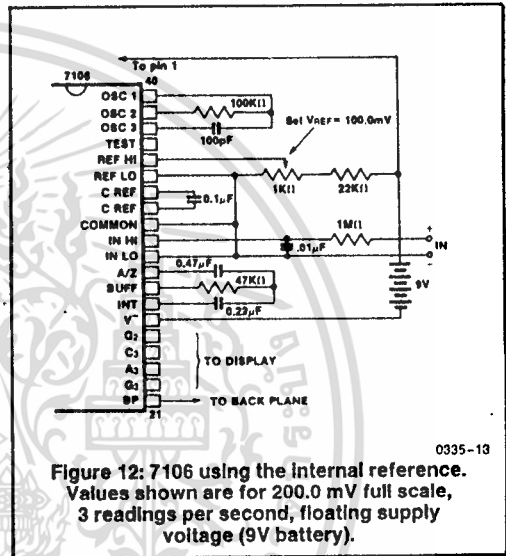
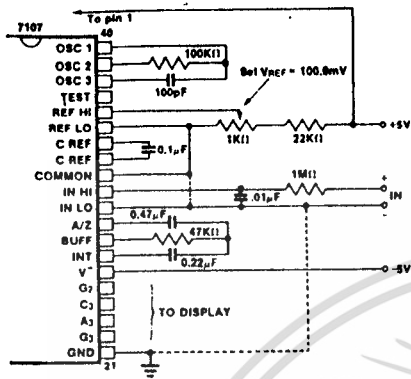


Figure 12: 7106 using the internal reference. Values shown are for 200.0 mV full scale, 3 readings per second, floating supply voltage (9V battery).

INTERMIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

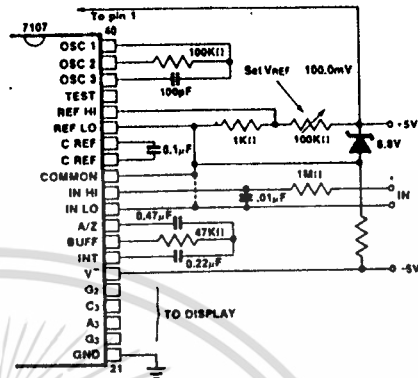
NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



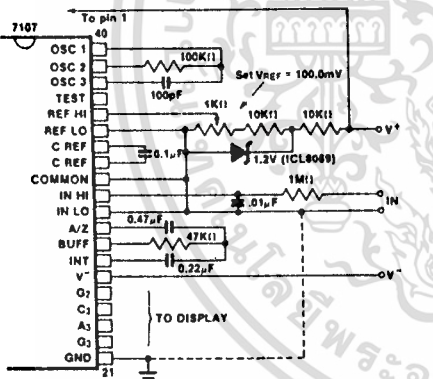
0335-14

Figure 13: 7107 using the internal reference. Values shown are for 200.0mV full scale, 3 readings per second. IN LO may be tied to either COMMON for inputs floating with respect to supplies, or GND for single ended inputs. (See discussion under Analog COMMON.)



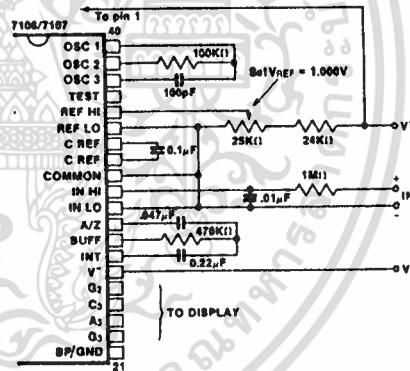
0335-16

Figure 15: 7107 with Zener diode reference. Since low T.C. zeners have breakdown voltages ~ 6.8V, diode must be placed across the total supply (10V). As in the case of Figure 15, IN LO may be tied to either COMMON or GND.



0335-15

Figure 14: 7107 with an external band-gap reference (1.2V type). IN LO is tied to COMMON, thus establishing the correct common mode voltage. If COMMON is not shorted to GND, the input voltage may float with respect to the power supply and COMMON acts as a pre-regulator for the reference. If COMMON is shorted to GND, the input is single ended (referred to supply ground) and the pre-regulator is over-ridden.



0335-17

Figure 16: 7106/7107: Recommended component values for 2.000V full scale.

INTERSIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ICL7106/ICL7107

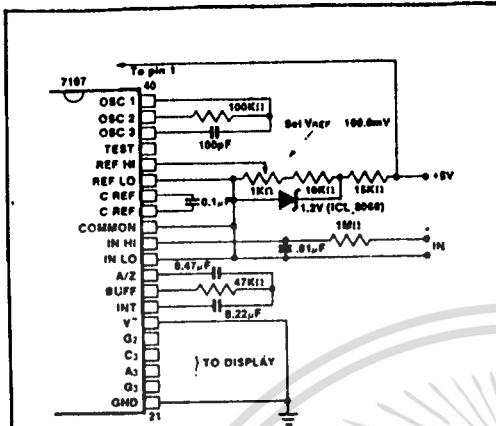


Figure 17: 7107 operated from single +5V supply. An external reference must be used in this application, since the voltage between V+ and V- is insufficient for correct operation of the internal reference.

0335-18

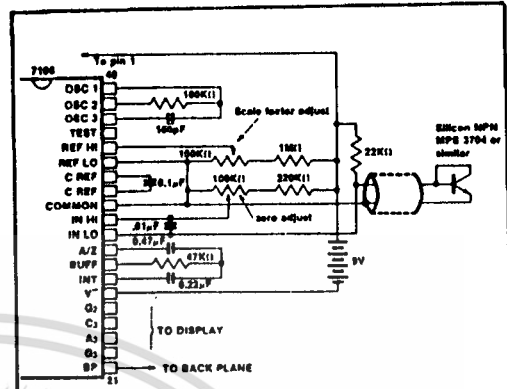


Figure 19: 7106 used as a digital centigrade thermometer. A silicon diode-connected transistor has a temperature coefficient of about $-2\text{mV}/^\circ\text{C}$. Calibration is achieved by placing the sensing transistor in ice water and adjusting the zeroing potentiometer for a 000.0 reading. The sensor should then be placed in boiling water and the scale-factor potentiometer adjusted for 100.0 reading.

0335-20

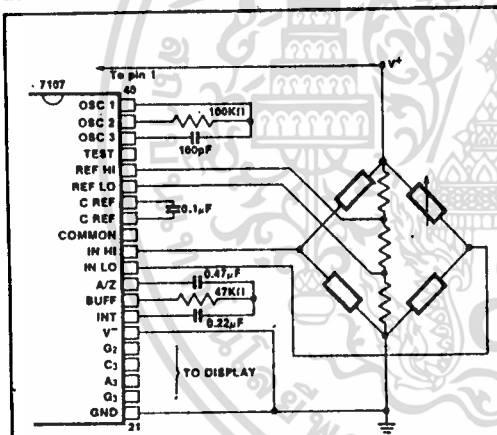


Figure 18: 7107 measuring ratiometric values of Quad Load Cell. The resistor values within the bridge are determined by the desired sensitivity.

0335-19

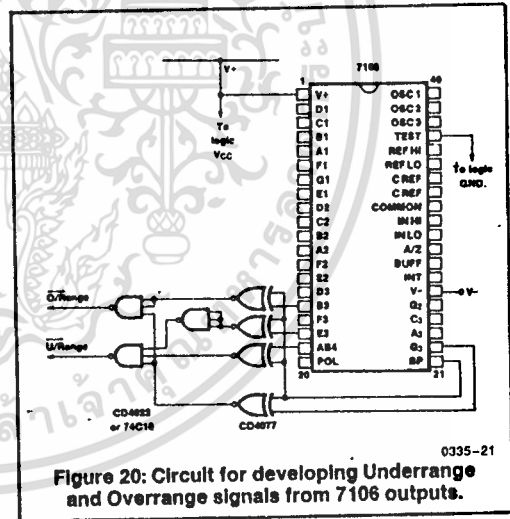


Figure 20: Circuit for developing Underrange and Overrange signals from 7106 outputs.

0335-21

INTERMIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

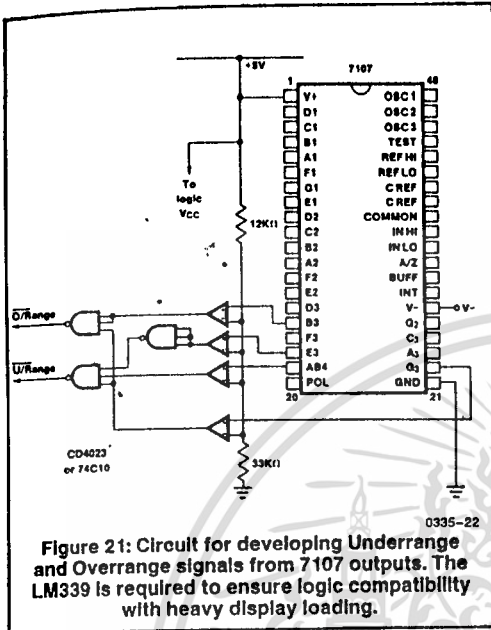


Figure 21: Circuit for developing Underrange and Overrange signals from 7107 outputs. The LM339 is required to ensure logic compatibility with heavy display loading.

al components required, then wiring a breadboard, can often cause delays of days or sometimes weeks. To avoid this problem and facilitate evaluation of these unique circuits, Intersil is offering a kit which contains all the necessary components to build a 3 1/2-digit panel meter. With the help of this kit, an engineer or technician can have the system "up and running" in about half an hour.

Two kits are offered, the ICL7106EV/KIT and the ICL7107EV/KIT. Both contain the appropriate IC, a circuit board, a display (LCD for 7106EV/KIT, LEDs for 7107EV/KIT), passive components, and miscellaneous hardware.

APPLICATION NOTES

- A016 "Selecting A/D Converters", by David Fullagar.
- A017 "The Integrating A/D Converter", By Lee Evans.
- A018 "Do's and Don'ts of Applying A/D Converters", by Peter Bradshaw and Skip Osgood.
- A023 "Low Cost Digital Panel Meter Designs", by David Fullagar and Michael Dufort.
- A032 "Understanding the Auto-Zero and Common Mode Performance of the ICL7106/7/9 Family", by Peter Bradshaw.
- A046 "Building a Battery-Operated Auto Ranging DVM with the ICL7106", by Larry Goff.
- A052 "Tips for Using Single-Chip 3 1/2-Digit A/D Converters", by Dan Watson.

2

7106/7107 EVALUATION KITS

After purchasing a sample of the 7106 or the 7107, the majority of users will want to build a simple voltmeter. The parts can then be evaluated against the data sheet specifications, and tried out in the intended application. However, locating and purchasing even the small number of addition-

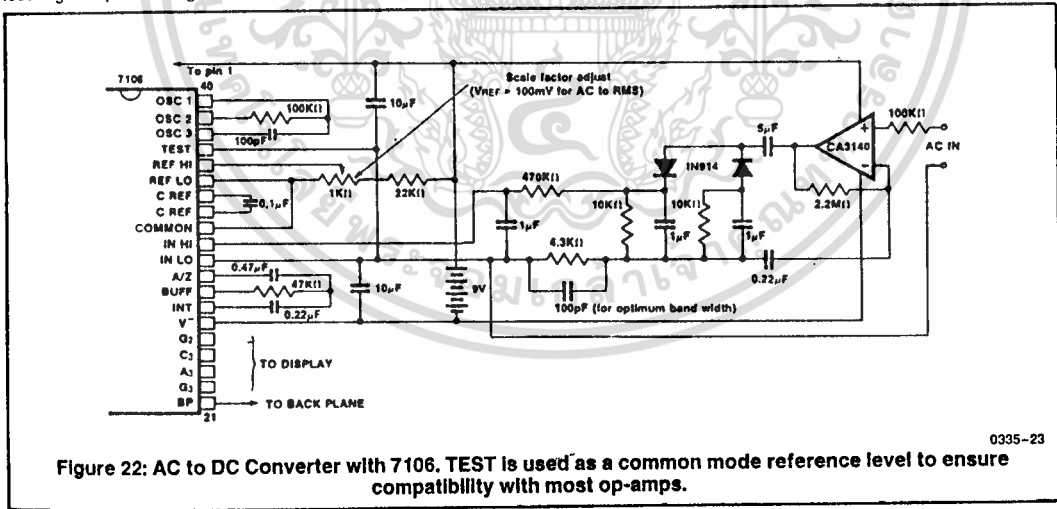
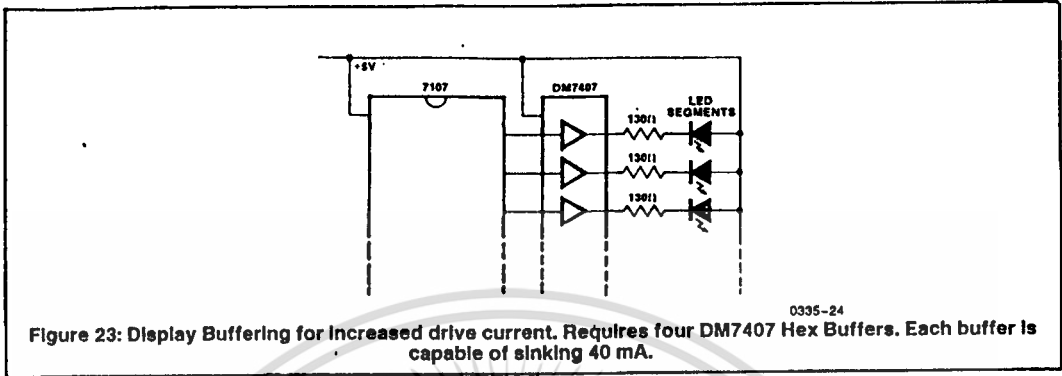


Figure 22: AC to DC Converter with 7106. TEST is used as a common mode reference level to ensure compatibility with most op-amps.

INTERSIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.
NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



INTERSIL'S SOLE AND EXCLUSIVE WARRANTY OBLIGATION WITH RESPECT TO THIS PRODUCT SHALL BE THAT STATED IN THE WARRANTY ARTICLE OF THE CONDITION OF SALE. THE WARRANTY SHALL BE EXCLUSIVE AND SHALL BE IN LIEU OF ALL OTHER WARRANTIES, EXPRESS, IMPLIED OR STATUTORY, INCLUDING THE IMPLIED WARRANTIES OF MERCHANTABILITY AND FITNESS FOR A PARTICULAR USE.

NOTE: All typical values have been characterized but are not tested.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4027B



CMOS DUAL J-K FLIP-FLOP

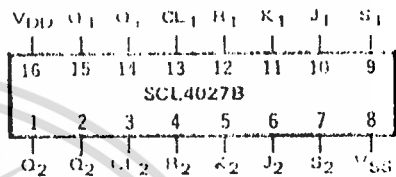
FEATURES

- ◆ Individual Set and Reset Controls
- ◆ Fully Static Operation
- ◆ Logic Edge-Clocked Design
- ◆ 8MHz Toggle Rate @ 10Vdc
- ◆ Balanced Output Drive Current Specifications

DESCRIPTION

The SCL4027B consists of two identical independent CMOS J-K master-slave Flip-Flops. The SCL4027B is useful in performing control, register, and toggle functions. Logic levels present at the J and K inputs along with internal self-steering control the state of each flip-flop; changes in the flip-flop state are synchronous with the positive-going transition of the Clock pulse. Set and Reset functions are independent of the Clock and are initiated when a high level signal is present at either the Set or Reset input.

CONNECTION DIAGRAM (d.I packages)



Add suffix for package:

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

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

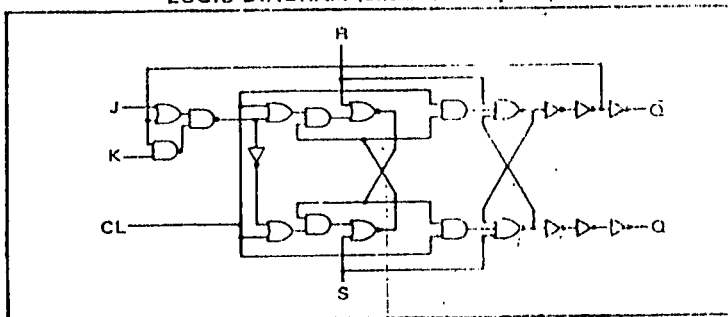
DC Supply Voltage	$V_{DD} - V_{SS}$	3 to 15	Vdc
Operating Temperature	T_A	-55 to 125	°C
C, D, F, H Device		-40 to 185	°C
E Device			

TRUTH TABLE

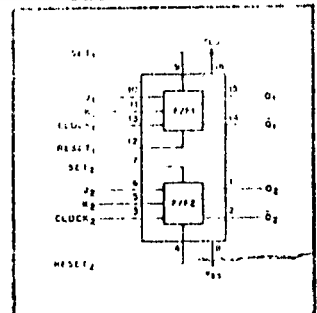
● t_{n-1} INPUTS					† t_n OUTPUTS		
CL▲	J	K	S	R	Q	Q̄	
1	1	X	0	0	0	1	0
1	X	0	0	0	1	1	0
1	0	X	0	0	0	0	1
1	X	1	0	0	1	0	1
1	X	X	0	0	X		(No Change)
X	X	X	1	0	X	1	0
X	X	X	0	1	X	0	1
X	X	X	1	1	X	1	1

WHILE 1 HIGH LEVEL
 0 LOW LEVEL
 ▲ LEVEL CHANGE
 X DON'T CARE
 ● t_{n-1} REFERS TO THE INTERVAL PRIOR TO THE POSITIVE CLOCK PULSE TRANSITION
 † t_n REFERS TO THE TIME INTERVAL AFTER THE POSITIVE CLOCK PULSE TRANSITION

LOGIC DIAGRAM (one of two Flip Flops)



BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ตามการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

STATIC CHARACTERISTICS

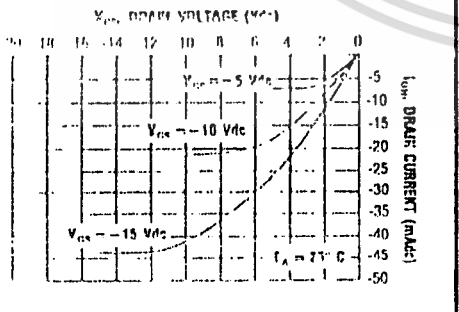
PARAMETER	V _{DI} (Vdc)	CONDITIONS	T _{LOW} ¹		+25°C			T _{HIGH} ¹		Units
			Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUILSCURRENT DEVICE CURRENT	5	V _{IN} = V _{SS} or V _{DD} All valid input combinations	1.0	-	0.005	1.0	-	30	μA/dc	
	10		2.0	-	0.01	2.0	-	60		
	15		4.0	-	0.02	4.0	-	120		

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

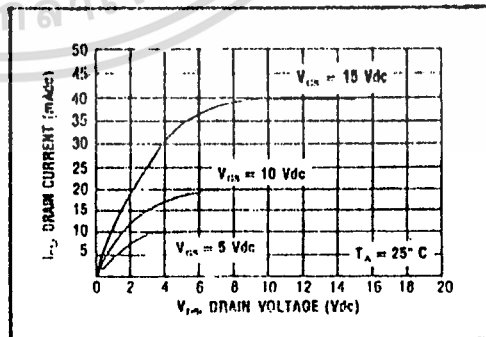
DYNAMIC CHARACTERISTICS (C_L = 50pF, T_A = 25°C)

PARAMETER	V _{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units	
CLOCKED OPERATION						
PROPAGATION DELAY TIME	t _{PLH} , t _{PLH}	5	-	175	350	ns
	t _{PLH} , t _{PLH}	10	-	80	160	
	t _{PLH} , t _{PLH}	15	-	60	120	
OUTPUT TRANSITION TIME	t _{PLH} , t _{PLH}	5	-	100	200	ns
	t _{PLH} , t _{PLH}	10	-	50	100	
	t _{PLH} , t _{PLH}	15	-	40	80	
MINIMUM CLOCK PULSE WIDTH	PW _{CLK}	5	-	165	330	ns
	PW _{CLK}	10	-	60	120	
	PW _{CLK}	15	-	50	100	
MAXIMUM CLOCK FREQUENCY	f _{CLK}	5	1.5	3.0	-	MHz
	f _{CLK}	10	4.0	8.0	-	
	f _{CLK}	15	5.0	10	-	
MAXIMUM CLOCK RISE AND FALL TIME ¹	t _{CL, Rise}	5	15	-	-	μs
	t _{CL, Rise}	10	5	-	-	
	t _{CL, Rise}	15	3	-	-	
MINIMUM SET UP TIME	t _{Setup}	5	-	100	200	ns
	t _{Setup}	10	-	50	100	
	t _{Setup}	15	-	40	80	
MINIMUM HOLD TIME	t _{hold}	5	-25	0	0	ns
	t _{hold}	10	-10	0	0	
	t _{hold}	15	-6	0	0	
SET AND RESET OPERATION						
PROPAGATION DELAY TIME S to Q, R to Q	t _{PLH}	5	-	150	300	ns
	t _{PLH}	10	-	70	140	
	t _{PLH}	15	-	55	110	
MINIMUM SET AND RESET PULSE WIDTH	PW _S , PW _R	5	-	100	200	ns
	PW _S , PW _R	10	-	50	100	
	PW _S , PW _R	15	-	40	80	
SET AND RESET REMOVAL TIME	t _{rem}	5	-	0	25	ns
	t _{rem}	10	-	0	10	
	t _{rem}	15	-	0	5	

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



Typical P-Channel Source Current Characteristics



Typical N-Channel Sink Current Characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCL4069UB



CMOS HEX INVERTER

FEATURES

- ↑ Fully 74 Series Compatible
- ↑ Diode Protection on all Inputs
- ↑ Balanced Output Drive Current Specifications
- ↑ Pin Compatible with 74C04

DESCRIPTION

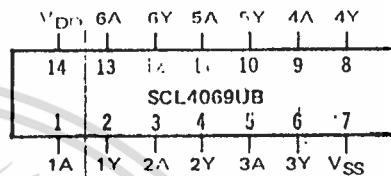
The SCL4069UB consists of six CMOS inverter circuits. The device is intended for general-purpose inverter applications where the higher output drive and level-shifting feature of the SCL4009UB and SCL4049UB are not required.* The SCL4069UB is particularly useful for quasi-linear circuits such as oscillators (See Applications Information).

*For pin-to-pin compatibility with the SCL4009UB and SCL4049UB, the SCL449UB is available.

SCHEMATIC DIAGRAM (one of six inverters)



CONNECTION DIAGRAM (all packages)



Add suffix for package:

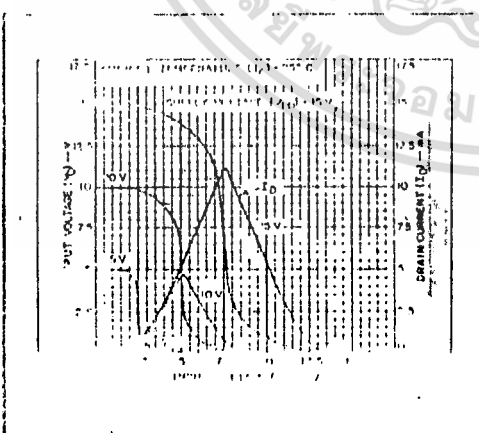
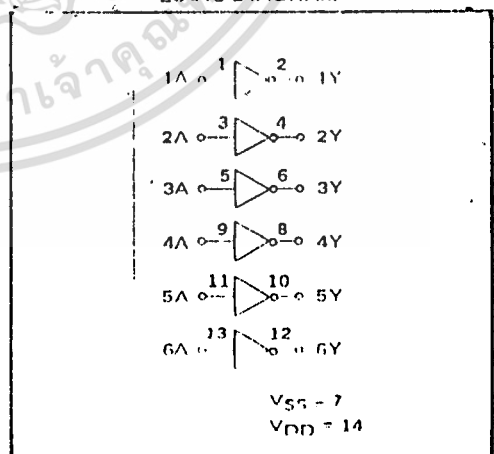
- C 14-pin Cerdip
- D 14-pin Ceramic
- E 14-pin Epoxy
- F 14-pin Flat
- H Chip

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

For maximum reliability:

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

LOGIC DIAGRAM



Typical current and voltage transfer characteristics

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

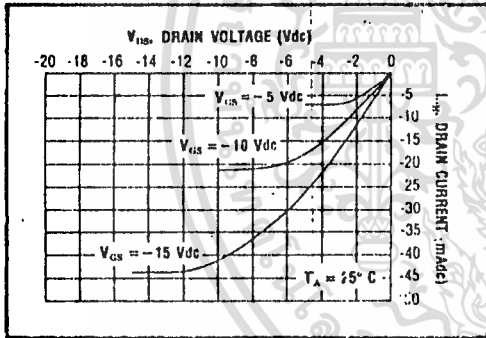
STATIC CHARACTERISTICS

PARAMETER	V _{DD} (Vdc)	CONDITIONS	T _{LOW} ²		+25°C			T _{HIGH} ¹		Units
			Min.	Max.	Min.	Typ.	Max.	Min.	Max.	
QUIESCENT DEVICE CURRENT	5	V _{IN} -V _{SS} or V _{DD} All valid input combinations	-	0.05	-	0.0005	0.05	-	1.5	μA _{dc}
	10		0	0.10	-	0.001	0.10	-	3.0	
	15		-	0.20	-	0.002	0.20	-	6.0	

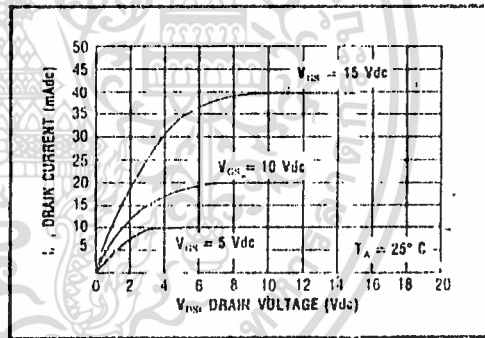
- NOTES: ¹ Remaining Static Electrical Characteristics are listed under "SCL4000B Series Family Specifications".
² T_{LOW} = -55°C for C, D, F, H device.
 -40°C for E device.
³ T_{HIGH} = +125°C for C, D, F, H device.
 = +85°C for E device.
⁴ This device has been designed for a rated output drive current specification. Consult Family Specifications.

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

PARAMETER		V _{DD} (Vdc)	Min.	Typ.	Max.	Units
PROPAGATION DELAY TIME	t _{PLH} , t _{PHL}	5	-	60	170	nS
		10	-	30	60	
		15	-	25	50	
OUTPUT TRANSITION TIME	t _{PLZ} , t _{PHZ}	5	-	100	200	nS
		10	-	50	100	
		15	-	40	80	

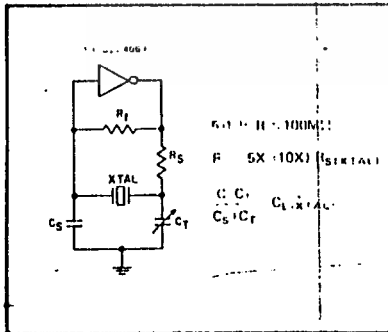


Typical P-Channel Source Current Characteristics

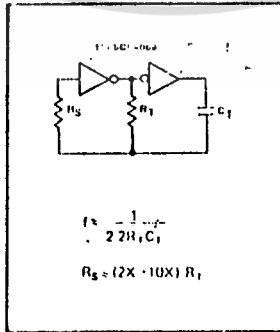


Typical N-Channel Sink Current Characteristics

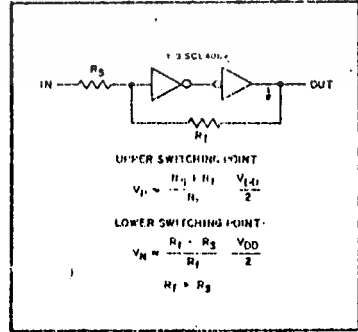
APPLICATIONS INFORMATION



Typical crystal oscillator circuit



Typical RC oscillator circuit



Input pulse shaping circuit (Schmitt Trigger)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LINEAR INTEGRATED CIRCUITS



ADVANCE DATA

STEPPER MOTOR CONTROLLERS

- NORMAL/WAVE DRIVE
- HALF/FULL STEP MODES
- CLOCKWISE/ANTICLOCKWISE DIRECTION
- SWITCHMODE LOAD CURRENT REGULATION
- PROGRAMMABLE LOAD CURRENT
- FEW EXTERNAL COMPONENTS
- RESET INPUT & HOME OUTPUT
- ENABLE INPUT
- STEP PULSE DOUBLER (L297A ONLY)

The L297 Stepper Motor Controller IC generates four phase drive signals for two phase bipolar and four phase unipolar step motors in microcomputer-controlled applications. The motor can be driven in half step, normal and wave drive modes and on-chip PWM chopper circuits permit switchmode control of the current in the windings. A feature of this device is that it requires only clock, direction and mode input signals. Since the phases are generated internally the burden on the microprocessor, and the programmer, is greatly reduced. Mounted in a 20-pin plastic package, the L297 can be used with monolithic bridge drivers such as the L298 or L293E, or with discrete transistors and darlingtonts. The L297A also includes a clock pulse doubler.

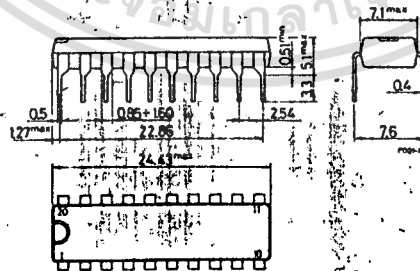
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_s	Supply voltage	10	V
V_i	Input signals	7	V
P_{tot}	Total power dissipation ($T_{amb} = 70^\circ\text{C}$)	1	W
T_{stg}, T_j	Storage and junction temperature	-40 to +150	$^\circ\text{C}$

ORDERING NUMBERS: L297
L297A

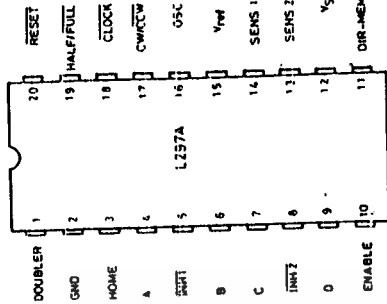
MECHANICAL DATA

Dimensions in mm



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

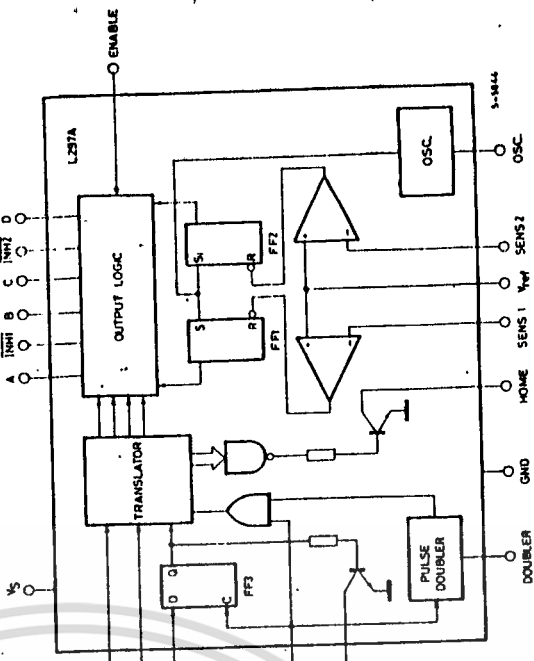
CONNECTION DIAGRAM



ภาควิชา

เทคโนโลยีการวัดมุมทางอุตสาหกรรม

BLOCK DIAGRAM

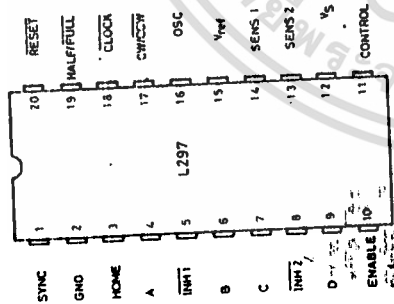


THERMAL DATA

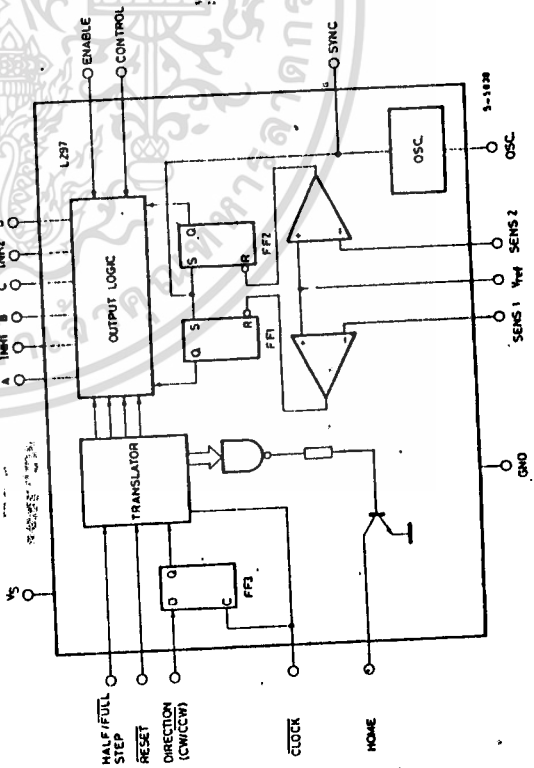
R_{th j-amb} Thermal resistance junction-ambient

max. 80 °C

CONNECTION DIAGRAM



BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่เว้นกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN FUNCTIONS - L297

N°	NAME	FUNCTION
1	SYNC	Output of the on-chip chopper oscillator. The SYNC connections of all L297s to be synchronized are connected together and the oscillator components are omitted on all but one. If an external clock source is used it is injected at this terminal.
2	GND	Ground connection.
3	HOME	Open collector output that indicates when the L297 is in its initial state (ABCD = 0101). The transistor is open when this signal is active.
4	A	Motor phase A drive signal for power stage.
5	INH1	Active low inhibit control for driver stages of A and B phases. When a bipolar bridge is used this signal can be used to ensure fast decay of load current when a winding is de-energized. Also used by chopper to regulate load current if CONTROL input is low.
6	B	Motor phase B drive signal for power stage.
7	C	Motor phase C drive signal for power stage.
8	INH2	Active low inhibit control for drive stages of C and D phases. Same functions as INH1.
9	D	Motor phase D drive signal for power stage.
10	ENABLE	Chip enable input. When low (inactive) INH1, INH2, A, B, C and D are brought low.
11	CONTROL	Control input that defines action of chopper. When low chopper acts on INH1 and INH2; when high chopper acts on phase lines ABCD.
12	V _s	5V supply input.
13	SENS ₂	Input for load current sense voltage from power stages of phases C and D.

PIN FUNCTIONS - L297 (continued)

N°	NAME	FUNCTION
14	SENS ₁	Input for load current sense voltage from power stages of phases A and B.
15	V _{ref}	Reference voltage for chopper circuit. A voltage applied to this pin determines the peak load current.
16	OSC	An RC network (R to V _{cc} , C to ground) connected to this terminal determines the chopper rate. This terminal is connected to ground on all but one device in synchronized multi-L297 configurations. $f \cong 1/0.69 RC$, $R > 10 k\Omega$.
17	CW/CCW	Clockwise/counterclockwise direction control input. Physical direction of motor rotation also depends on connection of windings. Synchronized internally therefore direction can be changed at any time.
18	CLOCK	Step clock. An active low pulse on this input advances the motor one step. This signal occurs on the rising edge of this signal.
19	HALF/FULL	Half/full step select input. When high selects half step operation, when low selects full step operation. One-phase-on full step mode is obtained by selecting FULL when the L297's translator is at an even-numbered state. Two-phase-on full step mode is set by selecting FULL when the translator is at an odd numbered position. (The home position is designated state 1).
20	RESET	Reset input. An active low pulse on this input restores the translator to the home position (state 1, ABCD = 0101).

PIN FUNCTIONS - L297A

Pin function of the L297A are identical to those of the L297 except for pins 1 and 11.

FUNCTIONS

N°	NAME	FUNCTIONS
1	DOUBLER	An RC network connected to this pin determines the delay between an input clock pulse and the corresponding ghost pulse.
11	DIR-MEM	Direction Memory. Inverted output of the direction flip flop. Open collector output.

CIRCUIT OPERATION

The L297(A) is intended for use with a dual bridge driver, quad darlington array or discrete power devices in step motor driving applications. It receives step clock, direction and mode signals from the systems controller (usually a microcomputer chip) and generates control signals for the power stage.

The principal functions are a translator, which generates the motor phase sequences, and a dual PWM chopper circuit which regulates the current in the motor windings. The translator generates three different sequences, selected by the HALF/FULL input. These are normal (two phases energised), wave drive (one phase energised) and half-step (alternately one phase energised/two phases energised). Two inhibit signals are also generated by the L297 in half step and wave drive modes. These signals, which connect directly to the L298's enable inputs, are intended to speed current decay when a winding is de-energised. When the L297 is used to drive a unipolar motor the chopper acts on these lines.

An input called CONTROL determines whether the chopper will act on the phase lines ABCD or the inhibit lines INH1 and INH2. When the phase lines are chopped the non-active phase line of each pair (AB or CD) is activated (rather than interrupting the line then active). In L297 + L298 configurations this technique reduces dissipation in the load current sense resistors.

A common on-chip oscillator drives the dual chopper. It supplies pulses at the chopper rate which set the two flip-flops FF1 and FF2. When the current in a winding reaches the programmed peak value the voltage across the sense resistor (connected to one of the sense inputs SENS₁ or SENS₂) equals V_{ref} and the corresponding comparator resets its flip flop, interrupting the drive current until the next oscillator pulse arrives. The peak current for both windings is programmed by a voltage divider on the V_{ref} input.

Ground noise problems in multiple configurations can be avoided by synchronising the chopper oscillators. This is done by connecting all the SYNC pins together, mounting the oscillator RC network on one device only and grounding the OSC pin on all other devices.

The L297A includes a pulse doubler on the step clock line which is intended to simplify the implementation of multiple stepping. A ghost pulse is generated automatically after each input pulse, delayed by the time $0.75 R_d C_d$.

The RC network should be dimensioned to place the ghost pulse roughly halfway between clock pulses. If pin 1 (DOUBLER) is grounded the doubler function is disabled.

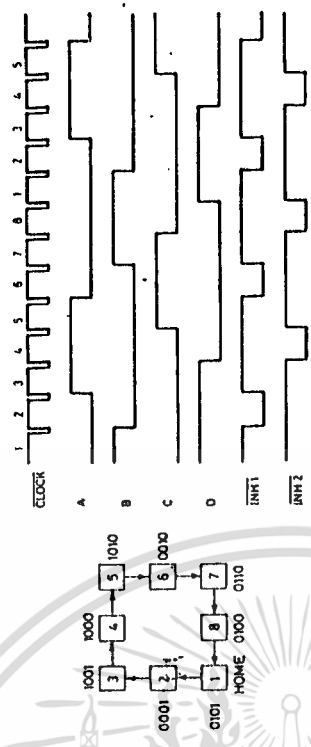
MOTOR DRIVING PHASE SEQUENCES

The L297's translator generates phase sequences for normal drive, wave drive and half step modes. The state sequences and output waveforms for these three modes are shown below. In all cases the translator advances on the low to high transition of CLOCK.

Clockwise rotation is indicated; for anticlockwise rotation the sequences are simply reversed. RESET restores the translator to state 1, where ABCD = 0101.

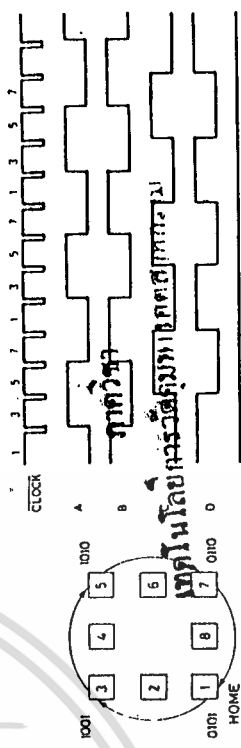
Half step mode

Half step mode is selected by a high level on the HALF/FULL input.



Normal drive mode

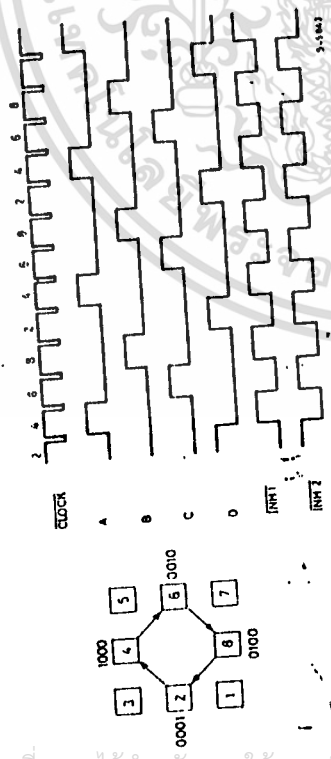
Normal drive mode (also called "two-phase-on" drive) is selected by a low level on the HALF/FULL input when the translator is at an odd numbered state (1, 3, 5 or 7). In this mode the INH1 and INH2 outputs remain high throughout.



MOTOR DRIVING PHASE SEQUENCES (continued)

Wave drive mode

Wave drive mode (also called "one-phase-on" drive) is selected by a low level on the HALF/FULL input when the translator is at an even numbered state (2, 4, 6 or 8).



ELECTRICAL CHARACTERISTICS (Refer to the block diagram $T_{amb} = 25^{\circ}C$, $V_s = 5V$ unless otherwise specified)

Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_s	Supply voltage (pin 12)	4.75	50	7	V
I_s	Quiescent supply current (pin 12)			0.8	mA
V_i	Input voltage (pins 11, 17, 18, 19, 20)	Low		V_s	V
I_i	Input current (pin 11, 17, 18, 19, 20)	High	2	-100	μA
V_{err}	Enable input voltage (pin 10)	$V_1 = L$		10	μA
I_{en}	Enable input current (pin 10)	$V_1 = H$		1.5	V
		Low		V_s	V
		High	2	-100	μA
		$V_{an} = L$		10	μA
		$V_{an} = H$			μA

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V_o	Phase output voltage (pins 4, 6, 7, 9)			0.4	V
					V
		3.9			V
V_{inh}	Inhibit output voltage (pins 5, 8)			0.4	V
					V
		3.9			V
I_{leak}	Leakage current (pins 3, 11 *)			1	μA
					μA
				0.4	V
V_{sat}	Saturation voltage (pins 3, 11 *)			5	mV
V_{off}	Comparators offset voltage (pins 13, 14, 15)			10	μA
I_b	Comparator bias current (pins 13, 14, 15)	-100		3	V
V_{ref}	Input reference voltage (pin 15)	0			μs
t_{CLK}	Clock time	0.5			μs
t_S	Set up time	1			μs
t_H	Hold time	1			μs
t_R	Reset time	1			μs
t_{RCLK}	Reset to clock delay	1			μs

* L297A only.

ภาควิชา

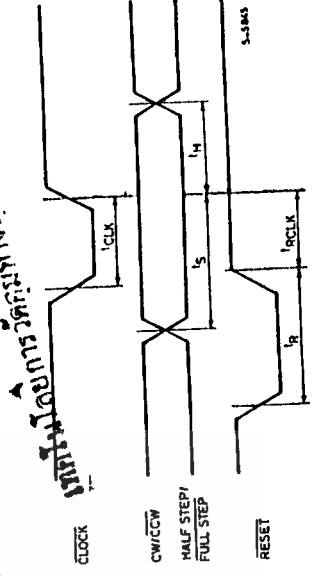


Fig. 1

LINEAR INTEGRATED CIRCUITS

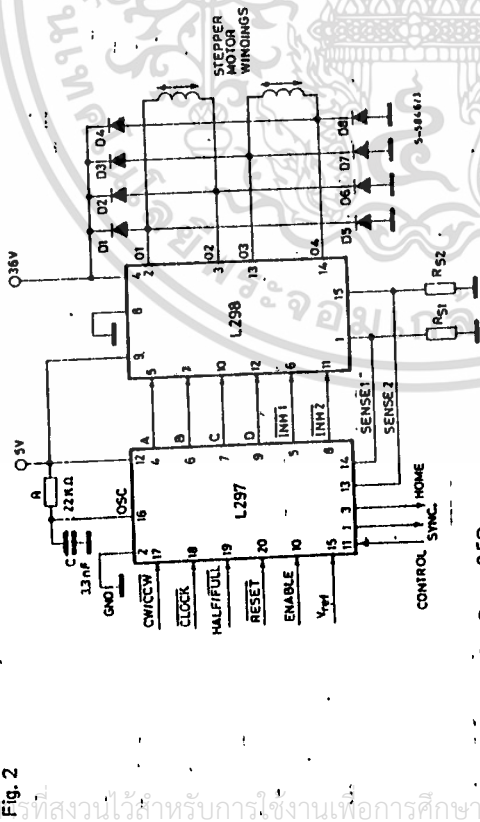
ADVANCE DATA

APPLICATION INFORMATION

Two phase bipolar stepper motor control circuit

This circuit drives bipolar stepper motors with winding currents up to 2A. The diodes are fast 2A types.

Fig. 2



$R_{S1} R_{S2} = 0.5\Omega$

D1 to D8 = 2A Fast diodes

$V_F < 1.2V @ I = 2A$

$t_{rr} < 200 ns$

Fig. 3 - Synchronising L297s

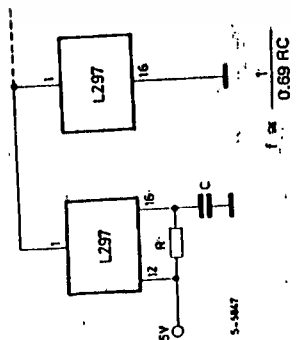
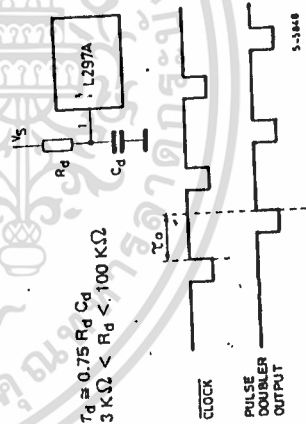


Fig. 4 - Pulse doubler (L297A)



$\tau_D \approx 0.75 R_D C_D$

$3 K\Omega < R_D < 100 K\Omega$

DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

- POWER SUPPLY VOLTAGE UP TO 46V
- TOTAL DC CURRENT UP TO 4A
- LOW SATURATION VOLTAGE
- OVERTEMPERATURE PROTECTION
- LOGICAL "0" INPUT VOLTAGE UP TO 1.5V (HIGH NOISE IMMUNITY)

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt® package. It is a high voltage, high current dual full-bridge driver designed to accept standard TTL logic levels and drive inductive loads such as relays, solenoids, DC and stepping motors. Two inhibit inputs are provided to disable device independently of the input signals. The emitters of the lower transistors of each bridge are connected together and the corresponding external terminal can be used for the connection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

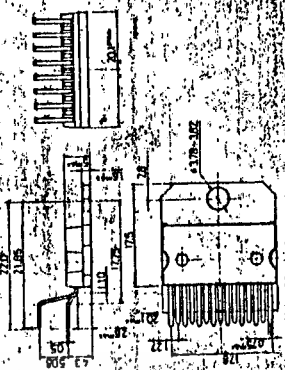
ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

V_S	Power supply	50
V_{SS}	Logic supply voltage	7
V_{I1}, V_{inh}	Input and inhibit voltage	-0.3 to 7
I_O	Peak output current (each channel)	3
	— non repetitive ($t = 100 \mu s$)	2.5
	— repetitive (80% on - 20% off; $t_{on} = 10 ms$)	2
V_{sens}	DC operation	-1 to 2.3
P_{tot}	Sensing voltage	25
T_{stg}, T_J	Total power dissipation ($T_{case} = 75^\circ C$)	-40 to 150
	Storage and junction temperature	

ภาควิชา
วิศวกรรมไฟฟ้า
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี

ORDERING NUMBER: L298

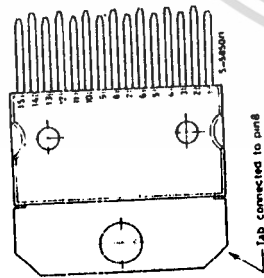
MECHANICAL DATA



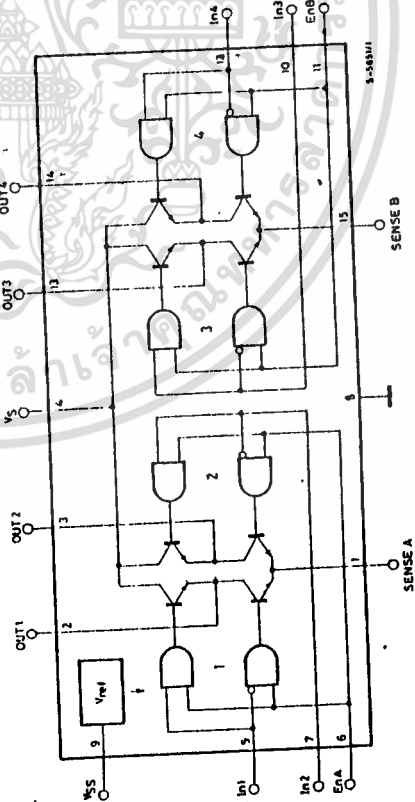
Supersedes issue dated 3/83

CONNECTION DIAGRAM

(top view)



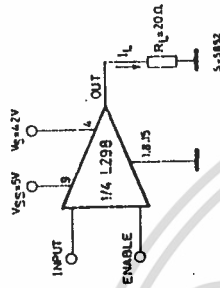
BLOCK DIAGRAM



THERMAL DATA

R _{th j-case}	Thermal resistance junction-case	max.	3 °C/W
R _{th j-amb.}	Thermal resistance junction-ambient	max.	35 °C/W

Fig. 1 - Switching times test circuits



Note: For INPUT chopper, set EN = H

Fig. 1a - Source Current Delay Times vs. Input or Enable Chopper.

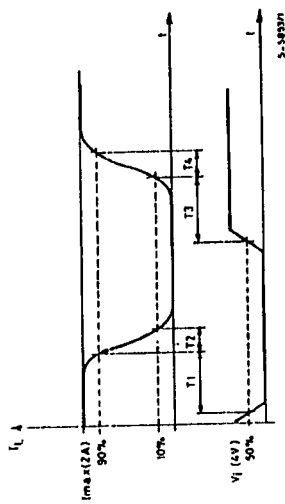
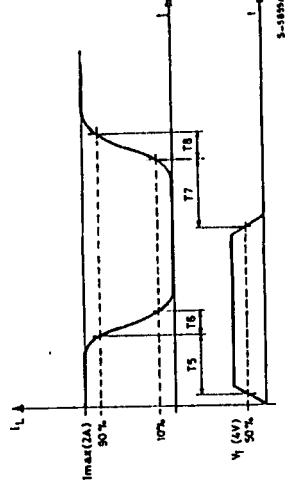


Fig. 2a - Sink Current Delay Times vs. Input or Enable Chopper.



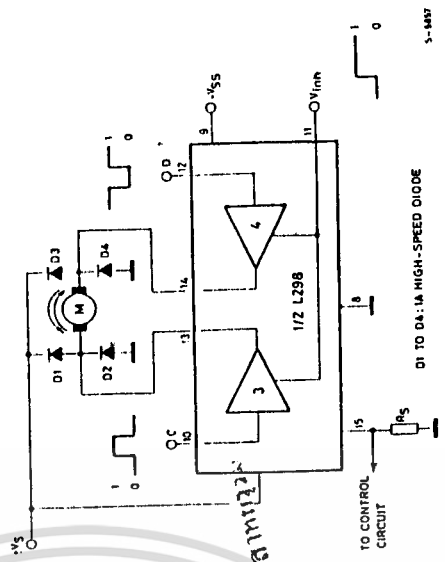
Note: For INPUT chopper, set EN = H

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
T_4 (V _I)	Source current rise time 0.1 I _L to 0.9 I _L (2)		0.35		μs
T_5 (V _I)	Sink current turn-off delay 0.5 V _I to 0.9 I _L (3)		0.7		μs
T_6 (V _I)	Sink current fall time 0.9 I _L to 0.1 I _L (3)		0.2		μs
T_7 (V _I)	Sink current turn-on delay 0.5 V _I to 0.1 I _L (3)		1.5		μs
T_8 (V _I)	Sink current rise time 0.1 I _L to 0.9 I _L (3)		0.2		μs
f_c	Commutation frequency I _L = 2A		25	40	KHz

1) Sensing voltage can be -1V for t ≤ 50 μsec; in steady state V_{sens} min > -0.5V.
 2) See fig. 1a.
 3) See fig. 2a.

Fig. 3 - Bidirectional DC motor control



INPUTS	FUNCTION
C = H; D = L	Turn right
C = L; D = H	Turn left
C = D	Fast motor stop
C = X; D = C	Free running motor stop

L = Low H = High X = Don't care

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (for each channel, V_s = 42V, V_{ss} = 5V, T_j = 25°C)

Parameter	Test conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V _s	Supply voltage (pin 4)	V _{IH} ± 2.5		46	V
V _{ss}	Logic supply voltage (pin 9)	4.5		7	V
I _s	Quiescent supply current (pin 4)	V _I = L V _I = H	3 15	7 20	mA
I _{ss}	Quiescent current from V _{ss} (pin 9)	V _I = L V _I = H	5 1.5	10 3	mA
V _I L	Input low voltage (pins 5, 7, 10, 12)	-0.3		1.5	V
V _I H	Input high voltage (pins 5, 7, 10, 12)	2.3		V _{ss}	V
I _I L	Low voltage input current (pins 5, 7, 10, 12)		30	100	μA
I _I H	High voltage input current (pins 5, 7, 10, 12)			1.5	μA
V _I in L	Inhibit low voltage (pins 6, 11)	2.3		7	V
V _I in H	Inhibit high voltage (pins 6, 11)			-10	V
I _I in L	Low voltage inhibit current (pins 6, 11)		30	100	μA
I _I in H	High voltage inhibit current (pins 6, 11)			1.2	μA
V _{CE sat} (H)	Source saturation voltage	V _I = H < V _{ss} - 0.6V		1.8	V
V _{CE sat} (L)	Sink saturation voltage	I _L = 1A I _L = 2A		2.8	V
V _{CE sat}	Total drop	I _L = 1A I _L = 2A		1.7	V
V _{sens}	Sensing voltage (pins 1, 15)			3.4	V
T ₁ (V _I)	Source current turn off delay	0.5 V _I to 0.9 I _L (2)		5.2	μs
T ₂ (V _I)	Source current fall time	0.9 I _L to 0.1 I _L (2)		0.2	μs
T ₃ (V _I)	Source current turn-on delay	0.5 V _I to 0.1 I _L (2)		2.5	μs



Fig. 4 - Two phase bipolar stepper motor control circuit

This circuit drives bipolar stepper motors with winding currents up to 2A.

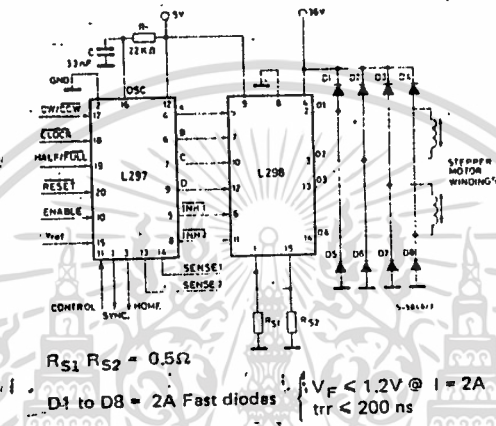
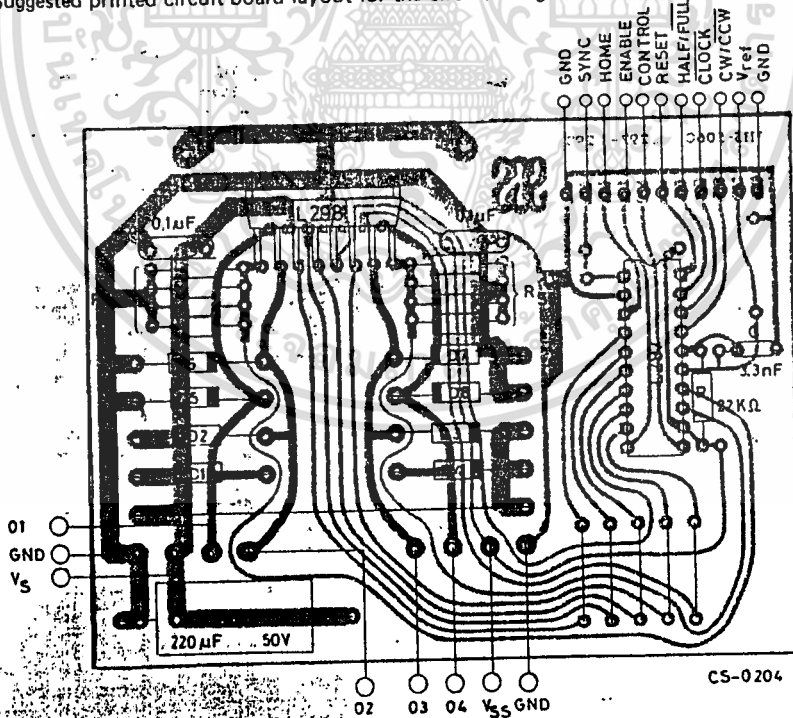


Fig. 5 - Suggested printed circuit board layout for the circuit of fig 4 (1:1 scale)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้