

ม่านบังแดดอัตโนมัติ

AUTOMATIC SUNLIGHT CURTAIN



โดย
นายอัปคุตรอระหะ คอเลาะ

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน... 50310
วัน,เดือน,ปี 29 เม.ย. 2547

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

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ม่านบังแดดอัตโนมัติ
AUTOMATIC SUNLIGHT CURTAIN



ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญาานิพนธ์ปีการศึกษา 2545

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

เรื่อง ม่านบังแดดอัตโนมัติ

AUTOMATIC SUNLIGHT CURTAIN

โดย

นายอัปศุรवेश ดอเถาะ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ม่านบังแดดอัตโนมัติ

นายอัครเดช คอเกาะ

ผศ. พิชัย คุณิรวานิชกร อาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2545

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ เป็นการนำวงจรอิเล็กทรอนิกส์ต่างๆ มาประยุกต์ใช้งาน ให้ควบคุมม่านบังแดดอัตโนมัติ โดยใช้ LDR เป็นเซ็นเซอร์ ตรวจสอบความเข้มของแสงเป็นระบบอัตโนมัติ ใช้ความต้านทานปรับค่าได้เป็นระบบเมนวล และใช้อุปกรณ์ตระกูล TLP298 มาควบคุมการขับเคลื่อนของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับคือ การประหยัดพลังงานไฟฟ้าภายในอาคาร ลดค่าใช้จ่ายของค่าไฟฟ้าแสงสว่าง และเครื่องปรับอากาศ เป็นต้น



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

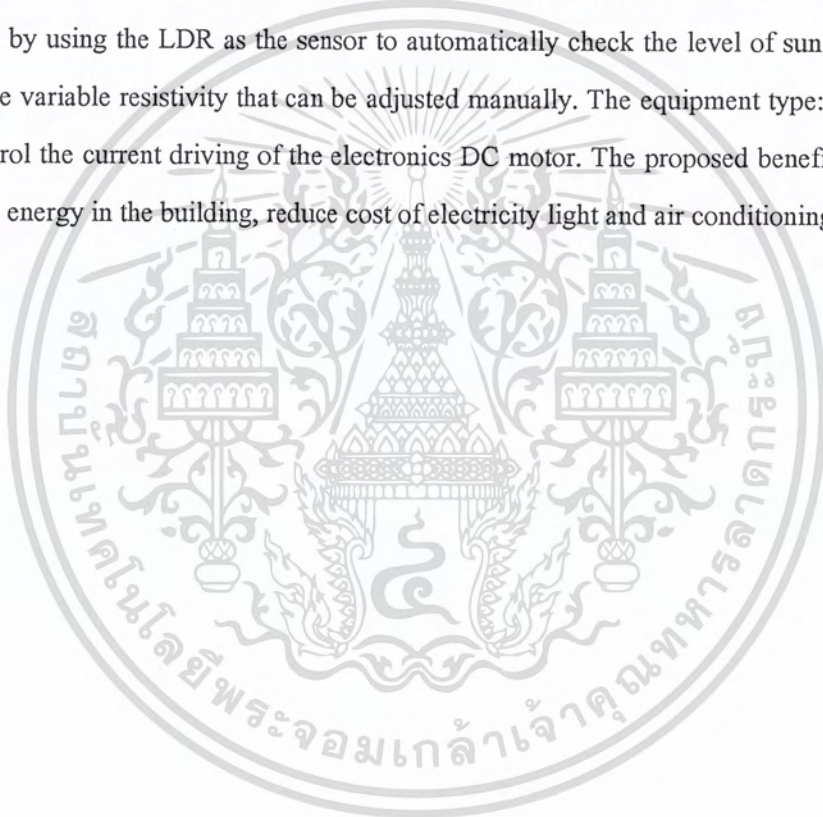
AUTOMATIC SUNLIGHT CURTAIN

Mr. Abdulrawsae Dawloh

Mr. Pichai Kusiriwanichakorn Advisor

ABSTRACT

This thesis is subjected to apply the electronics circuits to control the automatic sunlight curtain by using the LDR as the sensor to automatically check the level of sunlight intensity. It uses the variable resistivity that can be adjusted manually. The equipment type: TLP298 is used to control the current driving of the electronics DC motor. The proposed benefit of the thesis is to save energy in the building, reduce cost of electricity light and air conditioning usage.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิติกรรมประกาศ

ข้าพเจ้าผู้จัดทำปฏิญานิพนธ์ ขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษาปฏิญานิพนธ์ ผศ. พิชัย
 คุศิริวานิชกร เป็นอย่างสูงที่คอยให้คำแนะนำปรึกษาด้วยดี ตลอดจนอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้
 ถ่ายทอดวิชาความรู้ตลอดระยะเวลาการศึกษาของข้าพเจ้า และขอขอบคุณผู้บริหารหัวหน้างาน
 คุณมารีนา เจริญศักดิ์วิโรจน์ ที่ให้โอกาสข้าพเจ้าได้ศึกษาต่อในระดับปริญญาตรี รวมทั้งพี่ ๆ
 เพื่อน ๆ ที่ทำงานที่คอยให้กำลังใจช่วยเหลือในเรื่องเครื่องมือ อุปกรณ์ และทุนทรัพย์ และเพื่อน ๆ
 ร่วมห้องภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ วิทยาเขตชุมพรทุกคนด้วยเช่นกัน

นายอัครเดช ดอเถาะ

รหัส 43515948



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญรูป	IV
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 หลักการทำงาน	1
1.2 บล็อกไดอะแกรมโครงการ	2
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 ตัวต้านทานไวแสง	4
2.2 วงจรตามสัญญาณแรงดัน	7
2.3 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	8
2.4 วงจรเปรียบเทียบแบบหน้าต่าง	9
2.5 อุปกรณ์ขับเคลื่อนมอเตอร์	10
2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง	12
บทที่ 3 การออกแบบวงจร	18
3.1 หลักการออกแบบวงจรมันบังแดดอัตโนมัติ	18
3.2 การออกแบบส่วนอินพุท	18
3.3 การออกแบบส่วนควบคุมการปรับองศาของมันเป็น	19
3.4 การออกแบบส่วนควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของมัน	25
3.5 วงจรรวมมันบังแดดอัตโนมัติ	28
3.5 วงจรภาคจ่ายไฟ	29
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	30
4.1 ผลการทดลองส่วนอินพุท	30
4.2 ผลการทดลองส่วนควบคุมการปรับองศาของมัน	31
4.3 ผลการทดลองวงจรป้องกันมอเตอร์	33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5 สรุปผลและวิจารณ์ผลการทดลอง

34

ภาคผนวก

เอกสารอ้างอิง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

	หน้า
รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโครงการ	2
รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์และโครงสร้างของตัวต้านทานไวแสง	4
รูปที่ 2.2 แสดงผลการตอบสนองต่อแสงของสารที่ใช้ทำ LDR	5
รูปที่ 2.3 ผลการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในทันทีทันใดของ LDR	6
รูปที่ 2.4 แสดงวงจรตัวแบ่งแรงดันที่ใช้ LDR	6
รูปที่ 2.5 วงจรตามสัญญาณแรงดัน	7
รูปที่ 2.6 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน	8
รูปที่ 2.7 วงจร Window Comparator	9
รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะและโครงสร้างของไอซี L298	10
รูปที่ 2.9 การควบคุมขาต่าง ๆ ของ IC เบอร์ TPIC 0298	11
รูปที่ 2.10 ตารางการทำงานของไอซีเบอร์ TPIC 0298	11
รูปที่ 2.11 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดา	12
รูปที่ 2.12 Separately Excited Motor	13
รูปที่ 2.13 Speed ของมอเตอร์ลดลงเมื่อเพิ่มความต้านทานค่าต่าง ๆ $R2 > R1$	15
รูปที่ 2.14 Armature Voltage Control ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง แบบ Separately Excited	16
รูปที่ 2.15 Field Current Control	17
รูปที่ 3.1 วงจรเปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นแรงดันไฟฟ้า	18
รูปที่ 3.2 วงจรวินโดว์คอมพารเตอร์ 1	20
รูปที่ 3.3 วงจรควบคุมและขับมอเตอร์ 1	22
รูปที่ 3.4 วงจรป้องกันมอเตอร์ 1	23
รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์	24
รูปที่ 3.6 วงจรวินโดว์คอมพารเตอร์ 2	25
รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน	26
รูปที่ 3.8 วงจรควบคุมและขับมอเตอร์ 2 และวงจรป้องกันมอเตอร์ 2	27
รูปที่ 3.9 วงจรรวมม่านบังแดดอัตโนมัติ	28
รูปที่ 3.10 วงจรภาคจ่ายไฟ	29

สารบัญรูป(ต่อ)

	หน้า
รูปที่ 4.1 (ก) ผลการวัดแรงดัน V_{LDR} ที่ความเข้มแสงต่าง ๆ	30
(ข) กราฟผลการวัดแรงดัน V_{LDR} ที่ความเข้มแสงต่าง ๆ	30
รูปที่ 4.2 (ก) มุมองศาที่แรงดันอินพุตค่าต่าง ๆ	31
(ข) กราฟมุมมองศาที่แรงดันอินพุตค่าต่าง ๆ	31
รูปที่ 4.3 (ก) มุมองศาที่แรงดันอินพุตค่าต่าง ๆ	32
(ข) กราฟมุมมองศาที่แรงดันอินพุตค่าต่าง ๆ	32



บทที่ 1

บทนำ

โครงการม่านบังแดดอัตโนมัติ เป็นโครงการที่มีแนวความคิดที่จะช่วยประหยัดพลังงาน ลดค่าใช้จ่ายในอาคาร ที่มีการติดตั้งเครื่องปรับอากาศ โดยเฉพาะอาคารที่มีแสงแดดส่องเข้ามาถึงภายในอาคาร ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้เครื่องปรับอากาศต้องทำงานหนักมากขึ้น หรือเครื่องปรับอากาศจะต้องดึงพลังงานไฟฟ้ามาใช้มากขึ้น โดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงฤดูร้อนที่ยาวนานของบ้านเราเป็นช่วงขาดแคลนพลังงาน จึงมีความจำเป็นอย่างมากที่จะต้องประหยัดพลังงาน นอกจากนี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานในลักษณะอื่น ๆ ได้เช่นราวตากผ้าอัตโนมัติที่ควบคุมตามความเข้มของแสงได้

โครงการนี้ถูกออกแบบโดยใช้ทฤษฎีต่าง ๆ ของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ แทนการควบคุมโดยไมโครคอนโทรลเลอร์ การทำงานของม่านบังแดดอัตโนมัติจะใช้ LDR เป็นอุปกรณ์ตรวจการเปลี่ยนแปลงความเข้มของแสงค่าต่าง ๆ

1.1 หลักการทำงาน

แบ่งการทำงานออกเป็น 3 ส่วนใหญ่ ๆ ดังนี้

1.1.1 ส่วนอินพุท เป็นส่วนที่ทำหน้าที่ เปลี่ยนสัญญาณแสงที่มีความเข้มค่าต่าง ๆ เป็นแรงดันไฟฟ้า นำแรงดันไฟฟ้าไปใช้ควบคุมส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน และควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน ส่วนอินพุทประกอบด้วย 2 ส่วน คือ

- ส่วนควบคุมโดยอัตโนมัติ (Auto)
- ส่วนควบคุมโดยผู้ใช้ (Manual)

1.1.2 ส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน องศาของการเปิดปิดจะเปลี่ยนแปลงตามแรงดันไฟฟ้าของส่วนอินพุท ประกอบด้วย

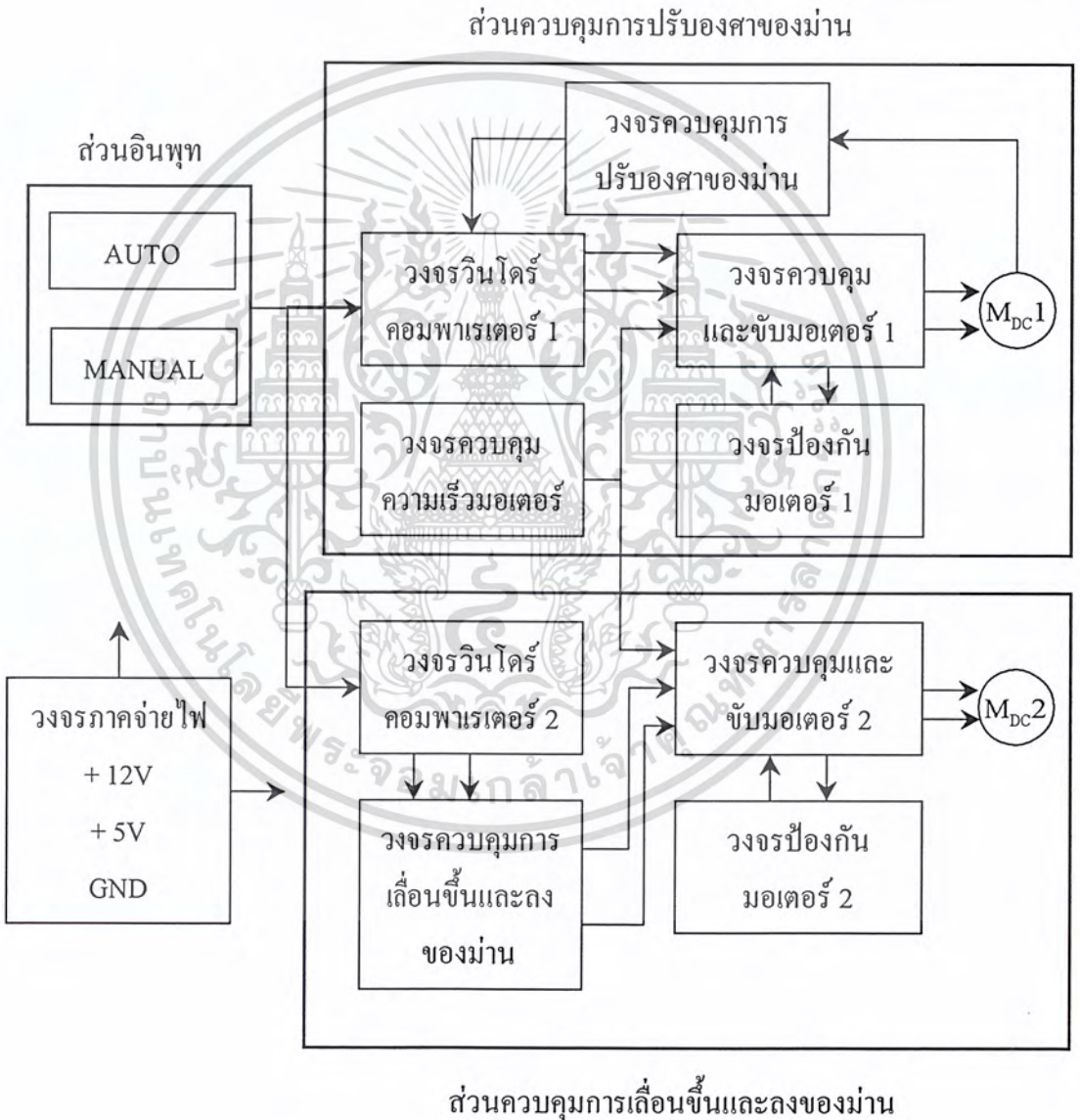
- วงจรวินโดว์คอมพารเตอร์ 1
- วงจรควบคุมและขับเคลื่อนมอเตอร์ 1
- วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์
- วงจรป้องกันมอเตอร์ 1
- วงจรควบคุมการปรับองศาของม่าน

1.1.3 ส่วนควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน ม่านจะถูกเลื่อนขึ้นเมื่อแรงดันไฟฟ้าจากส่วนอินพุทมีค่าสูงกว่าระดับแรงดันอ้างอิงที่ถูกต้องค่าไว้ และม่านจะเลื่อนลงเมื่อระดับแรงดันมีค่าต่ำกว่าระดับแรงดันอ้างอิง ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- วงจรวินโดร์คอมพารเตอร์ 2
- วงจรควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน
- วงจรควบคุมและขับเคลื่อนมอเตอร์ 2
- วงจรป้องกันมอเตอร์ 2

1.2 บล็อกไดอะแกรมของโครงการ



รูปที่ 1.1 แสดงบล็อกไดอะแกรมของโครงการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของมอเตอร์ ใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงมาควบคุมการหมุน เพราะการควบคุมความเร็ว หรือตำแหน่งทำได้ง่ายและมีความซับซ้อนน้อย การควบคุมทำได้ในช่วงกว้างมีความเที่ยงตรงและมีประสิทธิภาพสูง การควบคุมโดยการควบคุมสัปดาห์ที่คร่อมอาร์มเอเจอร์ และกระแสที่ฟิลด์

ภาคจ่ายไฟ ใช้แหล่งจ่ายไฟ 2 ชุดคือ +12 โวลต์กับกราวด์ และ +5 โวลต์กับกราวด์



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ตัวต้านทานไวแสง (Light Dependent Resistor)

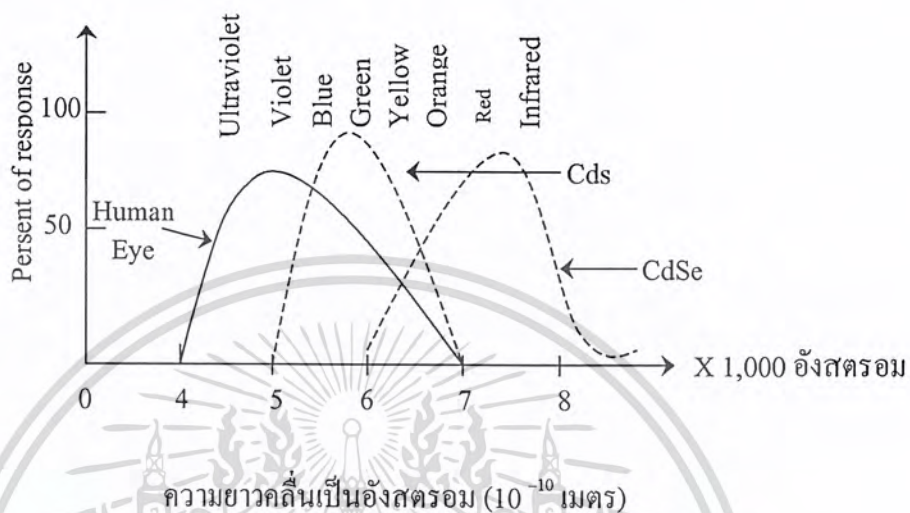
ตัวต้านทานไวแสง (LDR) บางครั้งเรียกว่า ตัวต้านทานพลังแสง (Photoresistor) ซึ่งจะมีค่าความต้านทานที่ขึ้นอยู่กับความเข้มของแสง สัญลักษณ์และโครงสร้างของตัวต้านทานไวแสงแสดงในรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์และโครงสร้างของตัวต้านทานไวแสง

ตัวต้านทานไวแสง (LDR) ทำจากสารกึ่งตัวนำชนิดแคดเมียมซัลไฟด์ (Cadmium Sulfide : CdS) หรือ แคดเมียมซีลีไนด์ (Cadmium Selenide : CdSe) ฉาบลงบนเซรามิกที่ใช้เป็นฐานรองผลการตอบสนองต่อแสงที่มากตกกระทบบนสารกึ่งตัวนำที่นำมาใช้ทำตัวต้านทานไวแสง คือ ถ้าเป็นแคดเมียมซัลไฟด์ (CdS) จะอยู่ในช่วงประมาณ 5,000 ถึง 7,000 โอห์มสตรอม ซึ่งจะใกล้เคียงกับช่วงการตอบสนองต่อแสงของสายตามนุษย์ (Human Eye) ซึ่งอยู่ในช่วง 4,000 ถึง 7,000 โอห์ม เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่เสียค่าใช้จ่ายไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

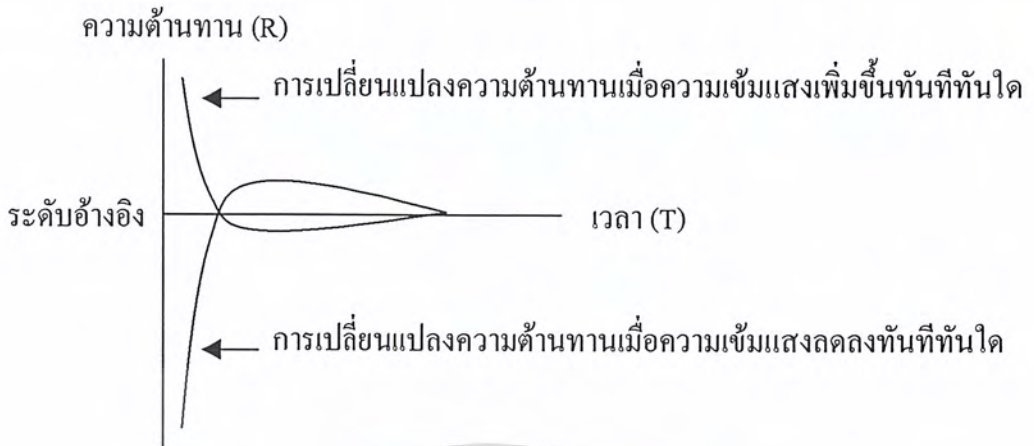
อัสตรอม และถ้าเป็นแคดเมียมซีลีไนด์ (CdSe) จะมีผลการตอบสนองต่อแสงในช่วง 6,000 ถึง 8,000 กว่าอัสตรอม โดยค่าก่อนไปทางอินฟราเรด (Infrared) ดังแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงผลการตอบสนองต่อแสงของสารที่ใช้ทำแอลดีอาร์

อัตราส่วนระหว่าง ความต้านทานของแอลดีอาร์ ในขณะที่ไม่มีแสง กับขณะมีแสง อาจเป็นได้ ตั้งแต่ 100, 1000 หรือ 10000 เท่า โดยทั่วไปค่าความต้านทานในขณะที่ไม่มีแสงจะอยู่ในช่วง ประมาณ $0.5 \text{ M}\Omega$ ขึ้นไป ในที่มีดสันทอาจจะมีมากกว่า $2 \text{ M}\Omega$ และในขณะที่มีแสงอาจจะประมาณ $10\text{-}20 \text{ K}\Omega$ ลงไป

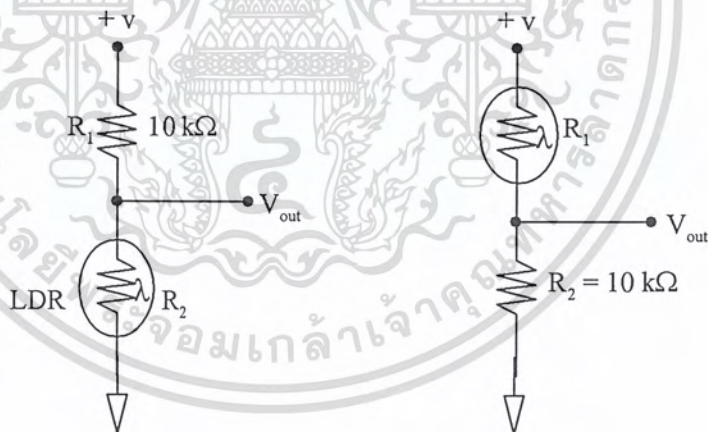
คุณลักษณะของ LDR อีกประการคือ ปรากฏการณ์ที่เกิดขึ้นจากความเข้มของแสงเปลี่ยนแปลงอย่างฉับพลัน กล่าวคือ ถ้า LDR ได้รับแสงที่มีความเข้มสูงความต้านทานจะมีค่าต่ำ และในทันทีที่ความเข้มแสงถูกลดลงเหลือเพียงระดับอ้างอิงความต้านทานจะค่อย ๆ เพิ่มขึ้นไปจนถึงค่าความต้านทานที่มันควรจะเป็นในระดับอ้างอิง แต่แทนที่มันจะหยุดอยู่ระดับอ้างอิง มันกลับเพิ่มเลขขึ้นไปอีกแล้วจึงจะลดลงมาอยู่ในระดับอ้างอิงเหมือนกับว่ามันเบรคไม่ทัน และในทำนองเดียวกันถ้าเก็บมันไว้ในที่มีความเข้มแสงน้อย ๆ แล้วเปลี่ยนความเข้มเป็นระดับอ้างอิงทันที ความต้านทานก็จะลดเลขต่ำลงมาจากระดับอ้างอิงแล้วจึงขึ้นไปใหม่ ปรากฏการณ์นี้แสดงได้ดังรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 ผลการเปลี่ยนแปลงความเข้มแสงในทันทีทันใดของ LDR

จากปรากฏการณ์นี้ ทำให้ความเร็วในการเปลี่ยนระดับความต้านทาน จากค่าหนึ่งไปอีกค่าหนึ่งช้ามาก จึงทำให้ LDR ใช้ได้กับงานความถี่ต่ำ ๆ เท่านั้น

การต่อใช้งานพื้นฐาน ใช้เป็นวงจรตัวแบ่งแรงดัน ดังแสดงในรูปที่ 2.4



ก) แรงดันเอาต์พุตลดลงเมื่อแสง
มาตกกระทบบตา

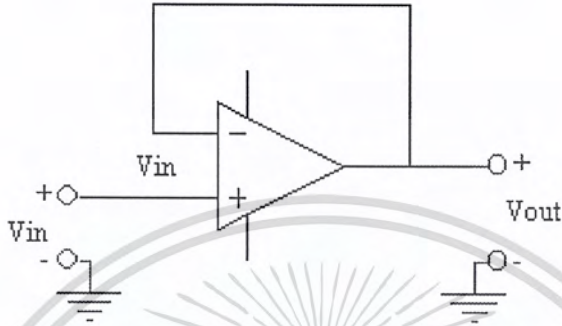
ข) แรงดันเอาต์พุตเพิ่มขึ้นเมื่อแสงมา
มาตกกระทบบ LDR

รูปที่ 2.4 แสดงวงจรตัวแบ่งแรงดันที่ใช้ LDR

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 วงจรตามสัญญาณแรงดัน (Voltage Follower)

วงจรตามสัญญาณแรงดัน มีลักษณะการต่อวงจรดังรูปที่ 2.5 สัญญาณ V_{out} จะป้อนกลับมายังขั้ว inverting input



รูปที่ 2.5 วงจรตามสัญญาณแรงดัน

จากรูปอาศัยกฎของแรงดันเคอร์ชอฟฟ์ จะได้ว่า

$$V_{in} + V_i = V_{out} \quad (2.1)$$

อาศัยคุณสมบัติของออปแอมป์ $V_{out} = A_{OL} \cdot V_i$ หรือ $V_i = \frac{V_{out}}{A_{OL}}$

จะได้

$$V_{in} + \frac{V_{out}}{A_{OL}} = V_{out} \quad (2.2)$$

เนื่องจากค่าอัตราขยายลูปเปิด A_{OL} มีค่าสูงมากประมาณอนันต์ ดังนั้นจะได้

$$V_{in} \approx V_{out} \quad (2.3)$$

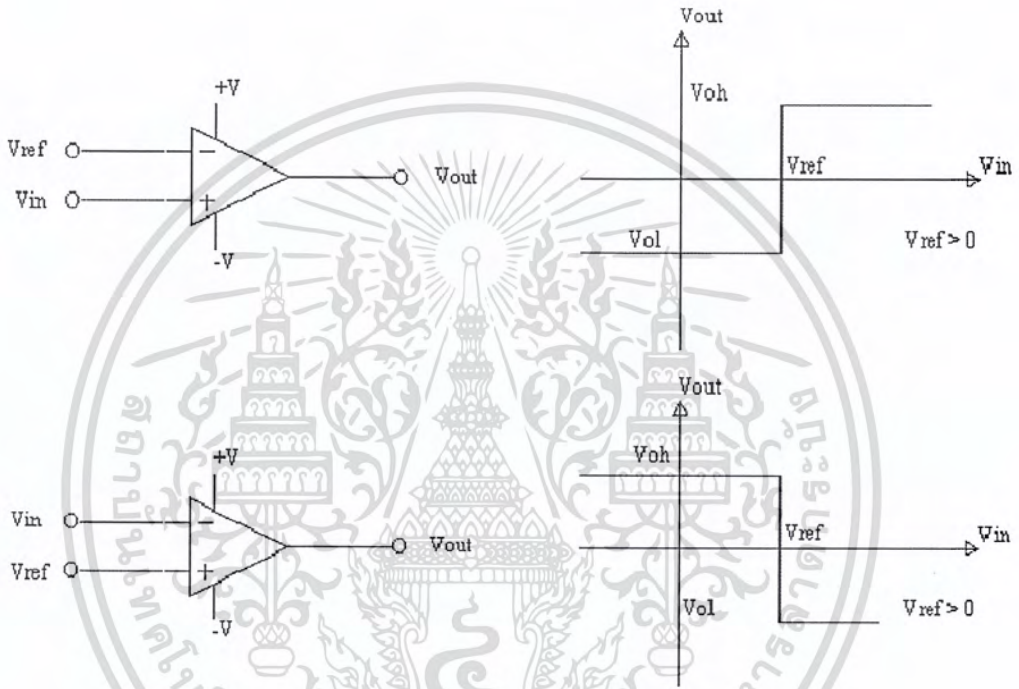
หรืออัตราขยายลูปปิด (Close – Loop Voltage Gain, A_{CL}) มีค่าเท่ากับ

$$A_{CL} = \frac{V_{out}}{V_{in}} \approx 1 \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.3 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน (Voltage Comparators)

หน้าที่ของวงจรเปรียบเทียบแรงดันคือ ทำการเปรียบเทียบแรงดันอินพุตที่ป้อนให้วงจร กับแรงดันอ้างอิงที่ตั้งค่าไว้แล้ว ทำให้เกิดแรงดันเอาต์พุตของวงจร เปลี่ยนแปลงอยู่สองสถานะคือ สถานะสูง (High) กับสถานะต่ำ (Low) วงจรเปรียบเทียบแรงดันและกราฟคุณสมบัติของวงจร แสดงได้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 วงจรเปรียบเทียบแรงดัน

การทำงานของวงจรมีความสัมพันธ์สรุปได้ดังนี้

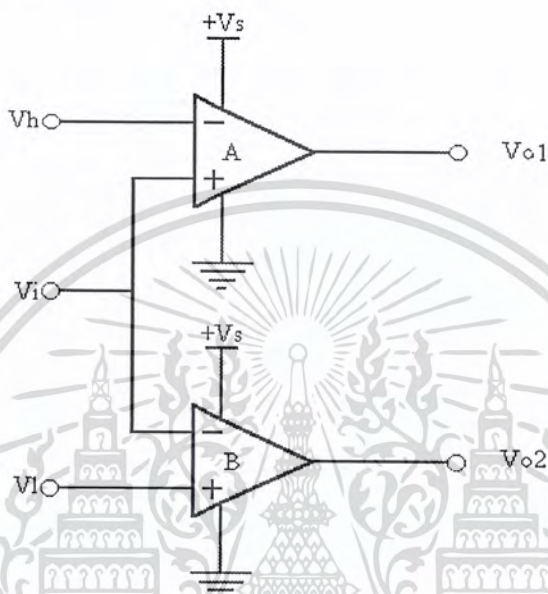
รูปที่ 2.6 (ก) $V_{out} = V_{OH}$ เมื่อ $V_{in} > V_{REF}$

รูปที่ 2.6 (ข) $V_{out} = V_{OL}$ เมื่อ $V_{in} < V_{REF}$

เมื่อ V_{OH} และ V_{OL} คือแรงดันเอาต์พุตอิมิตัวของออปแอมป์ในสถานะสูง และ สถานะต่ำตามลำดับ

2.4 วงจรเปรียบเทียบแบบหน้าต่าง (Window Comparator)

ถ้านำ Comparator แบบ Non-inverting และ Inverting ซึ่งมีแรงดันอ้างอิงต่างกัน มาต่อรวมกันจะได้ Window Comparator ดังรูปที่ 2.7 ซึ่งสามารถตรวจจับระดับแรงดัน Input V_i อยู่ระหว่าง V_L และ V_H หรือไม่



รูปที่ 2.7 วงจร Window Comparator

สามารถอธิบายการทำงานได้ 3 ช่วงคือ

1. ช่วง V_i น้อยกว่า V_L ดังนั้น Op-Amp (B) ตัวที่เปรียบเทียบ V_i กับ V_L จะมีเอาต์พุต (V_{O2}) เป็น $+V_{sat} (+V_s)$ และ Op-Amp (A) ตัวที่เปรียบเทียบ V_i กับ V_H มีค่าตรงข้ามมีเอาต์พุต (V_{O1}) เป็น $-V_{sat}$

2. ช่วง V_i มากกว่า V_L และ V_i น้อยกว่า V_H ดังนั้น Op-Amp (B) จะทำให้ได้เอาต์พุต (V_{O2}) เป็น $-V_{sat} (+V_s)$ และ Op-Amp (A) จะให้เอาต์พุต (V_{O1}) เป็น $-V_{sat}$

3. ช่วง V_i มากกว่า V_H ดังนั้น Op-Amp (A) ตัวที่เปรียบเทียบ V_i กับ V_H จะมีเอาต์พุต (V_{O1}) เป็น $+V_{sat} (+V_s)$ และ Op-Amp (B) จะมีเอาต์พุต (V_{O2}) มีค่าตรงข้ามเป็น $-V_{sat}$

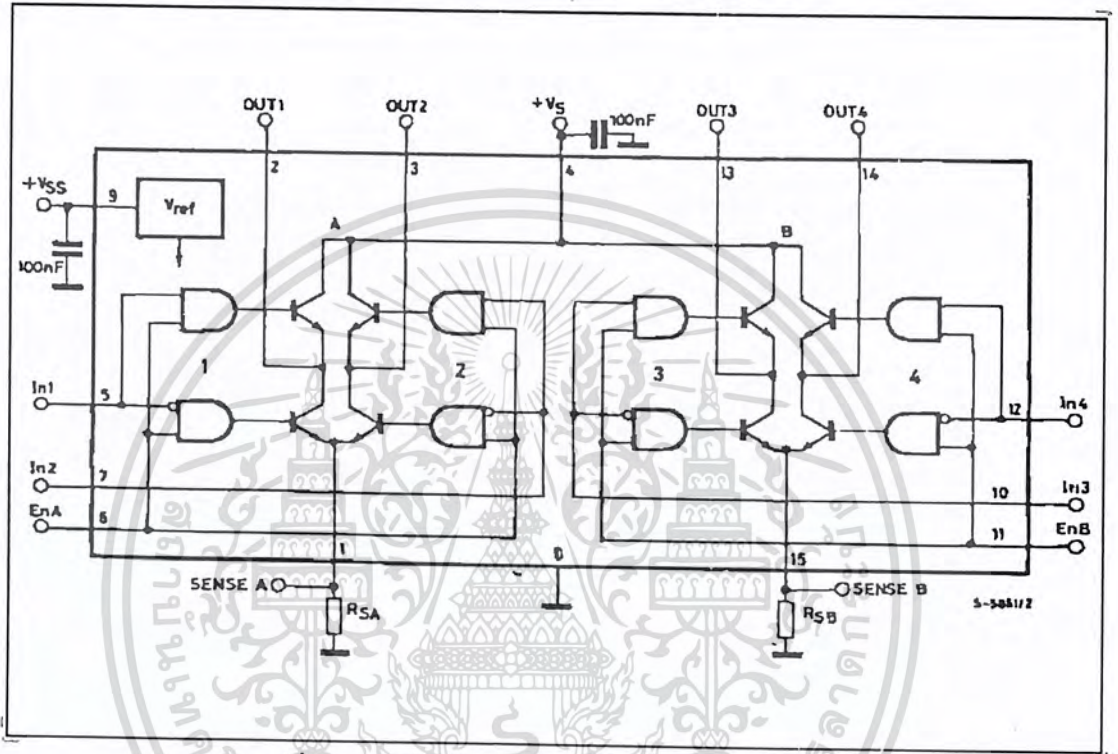
สามารถสรุปเหตุการณ์ที่เกิดขึ้นข้างต้นได้ดังนี้

กรณี	$V_i < V_L$	จะได้เอาต์พุต	$V_{O1} = 0,$	$V_{O2} = +V_{sat}$
	$V_i > V_H$	จะได้เอาต์พุต	$V_{O1} = +V_{sat},$	$V_{O2} = 0$
	$V_L < V_i < V_H$	จะได้เอาต์พุต	$V_{O1} = 0,$	$V_{O2} = 0$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.5 อุปกรณ์ขับเคลื่อนมอเตอร์

ส่วนของอุปกรณ์ขับเคลื่อนมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง จะใช้ไอซีเบอร์ L298N ของ SGSTHOMSON หรืออาจเป็นเบอร์ TPIC0298 ของ TEXAS INSTRUMENT หรือตระกูล TLP298 ทั้งหมด ลักษณะของตัวไอซีและโครงสร้าง แสดงดังรูปที่ 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงลักษณะและโครงสร้างของไอซี L298

เป็นไอซีที่ถูกออกแบบ ให้มีลักษณะการทำงาน 2 ชุด จะใช้งานชุดเดียว หรือ 2 ชุด พร้อมกันก็ได้สามารถขับเคลื่อนกระแสสูงถึง 2 แอมแปร์ และแรงดันตั้งแต่ 5 ถึง 46 โวลต์ เป็นไอซีที่ถูกออกแบบให้ขับโหลดที่เป็นตัวเหนี่ยวนำต่าง ๆ เช่น อุปกรณ์รีเลย์, โซลีนอยด์, มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง สเตปปีงมอเตอร์

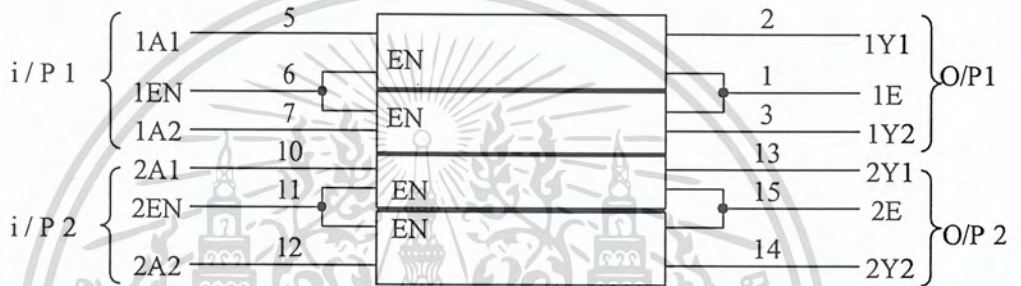
ในส่วนอินพุททั้งหมด จะถูกควบคุมด้วยแรงดันระดับลอจิก (TTL) และแต่ละเอาต์พุท (OUT) จะถูกขับด้วยวงจรที่เป็นคาร์ลิงตัน โดยในแต่ละส่วนของส่วนเอาต์พุท (OUT) จะถูกควบคุมด้วยขา Enable (EN) กล่าวคือ เอาต์พุท OUT1 และ OUT2 จะควบคุมโดยขา EnA และเอาต์พุท OUT3 และ OUT4 จะควบคุมโดยขา EnB โดยที่ EN นี้จะทำงาน (ON) เมื่อระดับแรงดันสูง (TTL) และจะไม่ทำงาน (OFF) เมื่อระดับแรงดันมีค่าต่ำ

ในแต่ละส่วนของเอาต์พุทนี้ การใช้งานถ้าเป็นโซลีนอยด์หรือมอเตอร์ สามารถที่จะให้มันหมุนตรงกันข้ามได้ และกระแสในแต่ละส่วนของเอาต์พุทอาจจะสูงอาจเกิดความเสียบกับไอซี ดังนั้นขา RSA และ RSB ซึ่งเป็นขาไว้สำหรับป้องกันปัญหาดังกล่าวได้ ดังนั้นจึงควรต่อความต้าน

ทานระหว่างขา RSA กับ GND และขา RSB กับ GND และสามารถจะนำขา RSA หรือ RSB ไปเป็นส่วนป้อนกลับให้กับวงจรได้

ในการใช้งานการควบคุมมอเตอร์ต่าง ๆ นี้ มอเตอร์จะถูกควบคุมให้หมุนช้าหรือหมุนเร็ว หรือกลับทางหมุน ซึ่งเป็นการเปลี่ยนแปลงระดับแรงดันที่ทันทีทันใด ทำให้เกิดทรานเซียนต์หรือแรงดันสูงมากทำให้อาจเกิดความเสียหายแก่อุปกรณ์ไอซีได้ ดังนั้นจะต้องต่อไดโอดป้องกันที่ขาเอาต์พุตทั้งหมดกับขา V_{CC1} และ V_{CC2}

ในส่วนของอุณหภูมิไอซี TPIC0298 ถูกออกแบบให้ใช้งานที่อุณหภูมิ 0°C ถึง 70°C



รูปที่ 2.9 การควบคุมต่างๆ ของ IC เบอร์ TPIC0298

ตารางการทำงานของไอซีเบอร์ TPIC0298 แสดงได้ดังรูปที่ 2.10

INPUT		OUTPUT
A	EN	Y
H	H	H
L	H	L
X	L	Z

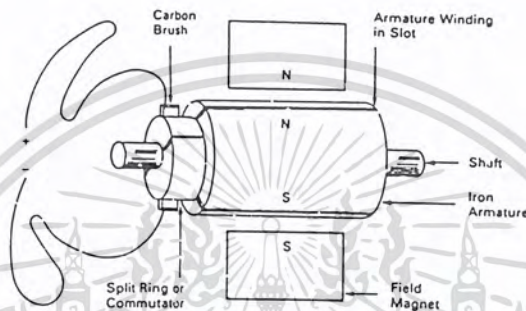
รูปที่ 2.10 ตารางการทำงานของไอซีเบอร์ TPIC0298

2.6 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง (Direct Current Motors)

มอเตอร์ไฟฟ้าจะทำการเปลี่ยนพลังงานไฟฟ้าได้เป็นพลังงานกล

2.6.1 ลักษณะโครงสร้างและหลักการทำงาน

ลักษณะโครงสร้าง ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง เหมือนกับเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง แสดงได้ดังรูปที่ 2.11



มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดา

รูปที่ 2.11 มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบธรรมดา

หลักการทำงานง่าย ๆ ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ประกอบด้วยแม่เหล็ก 2 อัน คือ แม่เหล็กอันแรกจะไม่เคลื่อนที่เรียกว่า Field หรือ Stator ส่วนแม่เหล็กอันที่ 2 จะอยู่กับเพลาและทำให้หมุนได้เรียกว่า Amation หรือ Rotor

ส่วนอาร์เมเจอร์ประกอบด้วย สายไฟอย่างหนาพันอยู่ในร่องในแกนเหล็ก เมื่อมีกระแสไหลผ่านสายไฟจะทำให้เกิดแม่เหล็กไฟฟ้า และเนื่องจากอาร์เมเจอร์จะต้องสามารถหมุนได้อย่างอิสระ จึงต้องอยู่ต่อกำลังไฟฟ้าเข้ากับขดลวดอาร์เมเจอร์ผ่าน Split ring ซึ่งอยู่ติดกับเพลา กำลังไฟที่ต่อกับ Split ring หรือ Commutator นี้จะไหลผ่านแปรง (Brushes) ซึ่งจะเคลื่อนที่ไปตามบน Commutator

ความเร็วพื้นฐานของมอเตอร์เรียกว่า Base speed คือความเร็วที่มอเตอร์ได้รับกับอัตราแรงเคลื่อนไฟฟ้าอาร์เมเจอร์และอัตราของ Field Flux

Speed Regulation ของมอเตอร์ คือ การวัดว่ามอเตอร์มีความเร็วช้าลงเท่าไรจากความเร็วพื้นฐานเมื่อเราใส่ Load เข้าไปในมอเตอร์

ส่วนของคอมมูเตเตอร์ แยกออกเป็น 2 ส่วน ทำมาจากทองแดงและมีทวนกั้นแต่ละส่วน ส่วนแปรงนั้นทำมาจากผงถ่านอัดแน่น ซึ่งเป็นตัวนำไฟฟ้าและมีคุณสมบัติอ่อนกว่า Commutator

เอกสารนี้จัดทำจากทองแดงแปรงจะถูกวางอยู่กับ Commutator โดยมีสปริงยึดติดอยู่ มอเตอร์บางชนิดสปริงไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นี้สามารถปรับแต่ได้ การปรับปฏิบัติตามคำแนะนำจากบริษัทผู้ผลิต เพื่อป้องกันการสึกของแปรง และการเกิดการ Carbonization กับอาร์เมเจอร์

- ให้
- T_d = แรงบิดที่เกิดขึ้น (Torque) ในตัวนำอาร์เมเจอร์, Newton – Meter
 - F = แรงที่เกิดขึ้น (Force) ในตัวนำอาร์เมเจอร์, Newton (N)
 - B = Magnetic Field Density, Wb / m^2
 - I = กระแสที่ไหลในตัวนำ, A
 - l = ความยาวของตัวนำที่ตัดเส้นแรงแม่เหล็ก, m
 - r = ความยาวรัศมีของอาร์เมเจอร์, m

แรงที่เกิดขึ้นในตัวนำ

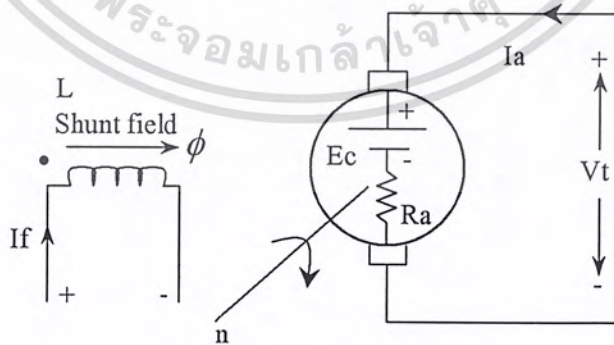
$$F = BIl \quad N \quad (2.5)$$

และแรงบิดที่ขั้วระดับให้เกิดขึ้น

$$T = F \cdot r \quad N\cdot m \quad (2.6)$$

2.6.2 Electromagnetic Power และ Torque

ขณะที่อาร์เมเจอร์หมุนตัวนำหรือขดลวดในอาร์เมเจอร์จะหมุนตัดเส้นแรงแม่เหล็กจึงเกิด Generated EMF ในขดลวดอาร์เมเจอร์ด้วย แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า Counter EMF E_c ซึ่งมีค่าเท่ากับ E_g



รูปที่ 2.12 Separately Excited Motor

ในเครื่องกำเนิดไฟฟ้ากระแสตรง

$$E_c = K_a \cdot \phi \cdot n \quad \text{Volts} \quad (2.7)$$

เมื่อ $K_a = ZP/a =$ ค่าคงที่ในเครื่องกลไฟฟ้า

$\phi =$ Flux per pole, Wb

$n =$ ความเร็วของอาร์เมเจอร์, รอบต่อนาที (rps)

Electromagnetic Power

$$P_d = E_c \cdot I_a \quad \text{Watts} \quad (2.8)$$

ในเครื่องกลไฟฟ้ากำลังไฟฟ้า P_d จะถูกเปลี่ยนไปเป็นกำลังทางกล นั่นคือ

$$E_c \cdot I_a = 2\pi n \cdot T_d \quad (2.9)$$

เมื่อ $T_d =$ Electromagnetic Torque, N-m

$I_a =$ กระแสในวงจอาร์เมเจอร์, A

$n =$ ความเร็วรอบของอาร์เมเจอร์, rps

$E_c =$ Counter EMF ในอาร์เมเจอร์, V

$$\text{ดังนั้น} \quad T_d = \frac{E_c \cdot I_a}{2\pi n} = \frac{K_a \cdot \phi \cdot n \cdot I_a}{2\pi n} = \frac{K_a \cdot \phi \cdot I_a}{2\pi} \quad \text{N}\cdot\text{m} \quad (2.10)$$

เนื่องจาก Magnetic Flux, ϕ แปรผันตามกระแสไฟฟ้า I_f ในขดลวดสนามแม่เหล็ก ดังนั้น สมการ 2.10 สามารถเขียนใหม่ได้

$$T_d = k_m \cdot I_f \cdot I_a \quad (2.11)$$

เมื่อ $k_m =$ ค่าคงที่ของมอเตอร์

$I_f =$ กระแสไฟฟ้าในขดลวดสนามแม่เหล็ก, A

$I_a =$ กระแสไฟฟ้าในขดลวดอาร์เมเจอร์, A

เอาท์พุท Torque ของมอเตอร์

$$T_o = \frac{P_o}{2\pi n} \quad \text{N}\cdot\text{m} \quad (2.12)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

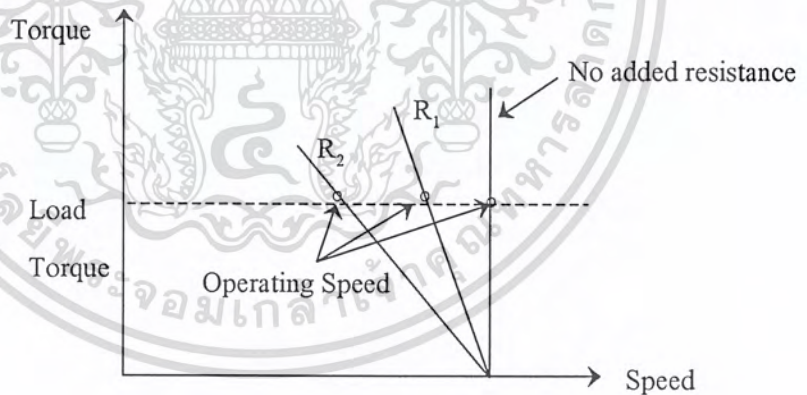
2.6.3 การควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

2.6.3.1 Armature Resistance

เป็นการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงด้วยการต่อความต้านทานอนุกรมกับวงจรรอาร์เมเจอร์เพราะว่า

$$\begin{aligned} E_c &= V_t - I_a \cdot R \\ K_a \cdot \phi \cdot n &= V_t - I_a \cdot R \\ n &= \frac{V_t - I_a \cdot R}{K_a \cdot \phi} \end{aligned} \quad (2.13)$$

กรณีที่เป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ Shunt, $R = R_a$ ถ้าเป็นมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ Series หรือแบบ Compound $R = R_a + R_s$ จะเห็นว่าถ้าเพิ่มความต้านทานอนุกรมกับวงจรรอาร์เมเจอร์ ความเร็วของมอเตอร์จะลดลงดังแสดงในรูปที่ 2.13

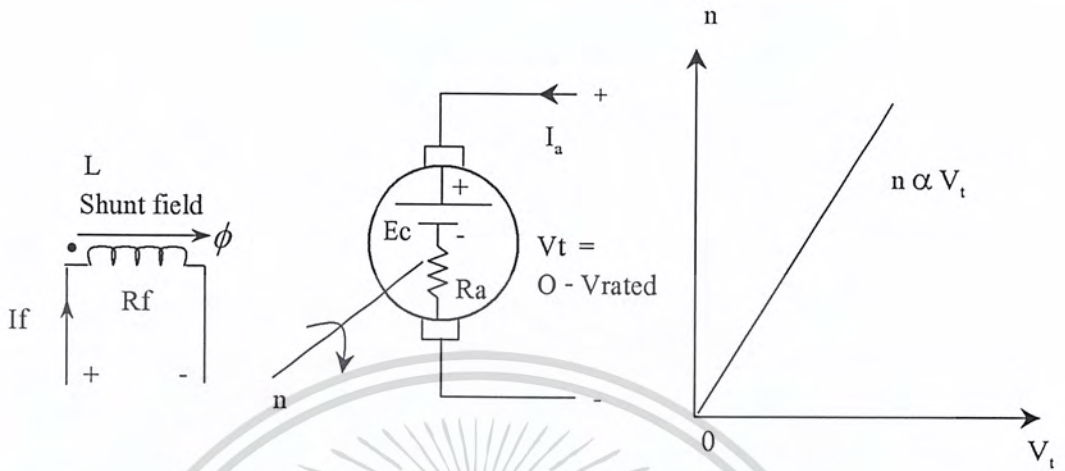


รูปที่ 2.13 Speed ของมอเตอร์ลดลงเมื่อเพิ่มความต้านทานค่าต่างๆ

2.6.3.2 Armature Voltage

เป็นการควบคุมความเร็วของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง ด้วยการเปลี่ยนแปลงแรงดันไฟฟ้าที่วงจรรอาร์เมเจอร์ลักษณะการควบคุมแบบนี้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะเป็นแบบ Separately Excited ดังรูปที่ 2.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 Armature Voltage Control ของมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงแบบ Separately Excited

วิธีการควบคุมนี้กระแสไฟฟ้าในขดลวดสนามแม่เหล็ก (I_f) จะคงที่ดังนั้นสมการ 6.14 จะเห็นว่าความเร็วของมอเตอร์จะแปรผันโดยตรงกับแรงดันไฟฟ้า V_t ซึ่งความเร็วของมอเตอร์สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตั้งแต่จุดหยุดนิ่งถึงความเร็วสูงสุดของมอเตอร์

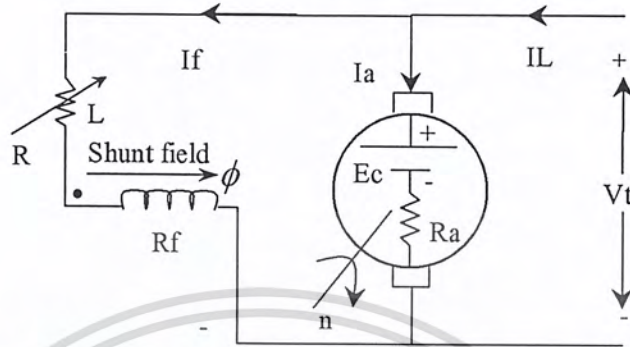
2.6.3.2 Field Current

การควบคุมความเร็วมอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงวิธีนี้แรงดันไฟฟ้า ที่ป้อนให้มอเตอร์คงที่ ดังนั้นสมการ 6.14 จะเห็นว่าความเร็วของมอเตอร์จะแปรผันกับเส้นแรงแม่เหล็ก ϕ นั่นคือ

$$n \propto \frac{1}{\phi}$$

แต่เนื่องจากเส้นแรงแม่เหล็ก ϕ แปรผันโดยตรงกับ I_f เพราะฉะนั้น

$$n \propto \frac{1}{I_f}$$



รูปที่ 2.15 Field Current Control

ถ้าปริมาณของกระแสไฟฟ้า I_f มาก ความเร็วของมอเตอร์จะลดลง แต่ถ้าปริมาณของกระแสไฟฟ้า I_f น้อยมอเตอร์จะมีความเร็วสูงขึ้น

2.6.4 การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรง

การเลือกใช้มอเตอร์ไฟฟ้ากระแสตรงจะต้องคำนึงถึงความสามารถ หรือพิสัยของมอเตอร์ (Motor Rating) โดยขณะทำงานจะต้องไม่ทำให้มอเตอร์เกิดความพร้อมมากเกินไปหรือกระแสไฟฟ้าสูงสุดเท่ากับพิสัยของมอเตอร์ โดยทั่วไปแล้วเพื่อให้อายุการใช้งานของมอเตอร์ยาวนานจะเลือกใช้มอเตอร์ที่พิสัยสูงกว่าโหลดประมาณ 1.2 เท่าหรือใช้งาน 80% ของพิสัยของมอเตอร์ หลักเกณฑ์การเลือกมอเตอร์ต้องพิจารณาดังนี้

1. Shaft Power
2. ชนิดการขับโหลด
3. ความเร็วรอบ
4. Frame Size
5. แรงดันไฟฟ้า
6. ลักษณะโครงสร้างของมอเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบวงจร

3.1 หลักการออกแบบวงจรม่านบังแดดอัตโนมัติ

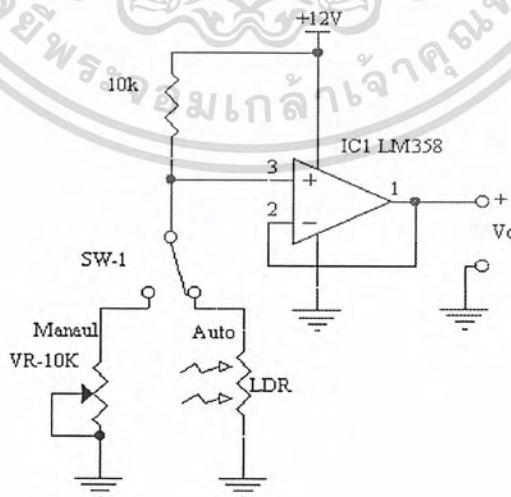
การออกแบบวงจรม่านบังแดดอัตโนมัตินี้จะนำวงจรทางอิเล็กทรอนิกส์จากทฤษฎีต่าง ๆ จากบทที่ 2 มาประยุกต์ในการออกแบบ

การทำงานของวงจรม่านบังแดดอัตโนมัติ แบ่งได้ 3 ส่วนใหญ่ คือ

1. ส่วนอินพุท
2. ส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน
3. ส่วนควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน

3.2 การออกแบบส่วนอินพุท

ส่วนอินพุท เป็นส่วนของวงจรเปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นแรงดันไฟฟ้า ส่วนนี้ใช้ตัวต้านทานไวแสง (LDR) ใช้เพื่อปรับเป็นอัตโนมัติ และใช้ความต้านทานปรับค่าได้เพื่อใช้เป็นเมนวล กรณีไม่ต้องการปรับอัตโนมัติ ทำงานร่วมกับวงจรบัฟเฟอร์ (Buffer) ระดับแรงดันที่เอาต์พุทของวงจรบัฟเฟอร์ เปลี่ยนแปลงขึ้นกับความเข้มของแสง โดยเมื่อแสงแดกมีความเข้มแสงมากจะทำให้ได้แรงดันที่เอาต์พุทเข้าใกล้ศูนย์โวลต์ และถ้าแสงแดกมีความเข้มแสงน้อยจะทำให้แรงดันเอาต์พุทเข้าใกล้แหล่งจ่ายไฟ (V_{cc}) ลักษณะของวงจรเปลี่ยนแปลงสัญญาณแสงเป็นแรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วงจรเปลี่ยนสัญญาณแสงเป็นแรงดันไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาค้นคว้าเท่านั้น เมื่อผู้ดูแลเห็นไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความต้านทานไวแสง (LDR) โดยทั่วไปแล้ว ในขณะที่ไม่มีแสงมาตกกระทบจะมีความต้านทานอยู่ในช่วงประมาณ 500 k Ω ขึ้นไป ในขณะที่มีคาสนิตอาจมีค่ามากกว่า 2 M Ω และในขณะที่มีแสงจะมีความต้านทานประมาณ 10-20 k Ω

3.2.1 ส่วนควบคุมโดยอัตโนมัติ (Auto)

ส่วนที่ใช้ความต้านทานไวแสง (LDR) ปรับค่าอัตโนมัติ ตามความเข้มของแสงใช้หลักการของวงจรแบ่งแรงดันจะได้ สมการของแรงดันตกคร่อม LDR คือ

$$V_{LDR} = \frac{V_{cc} \cdot R_{LDR}}{R_{LDR} + 10k\Omega} \quad (3.1)$$

เมื่อ $V_{LDR} = V_i$
จะได้ $V_o = V_i$

3.2.1 ส่วนควบคุมโดยผู้ใช้ (Manual)

ส่วนที่ใช้ความต้านทานปรับค่าได้ ปรับค่าตามผู้ใช้ โดยไม่ขึ้นกับความเข้มของแสง ใช้หลักการของวงจรแบ่งแรงดันจะได้ สมการของแรงดันตกคร่อม VR คือ

$$V_{VR} = \frac{V_{cc} \cdot R_{VR}}{R_{VR} + 10k\Omega} \quad (3.2)$$

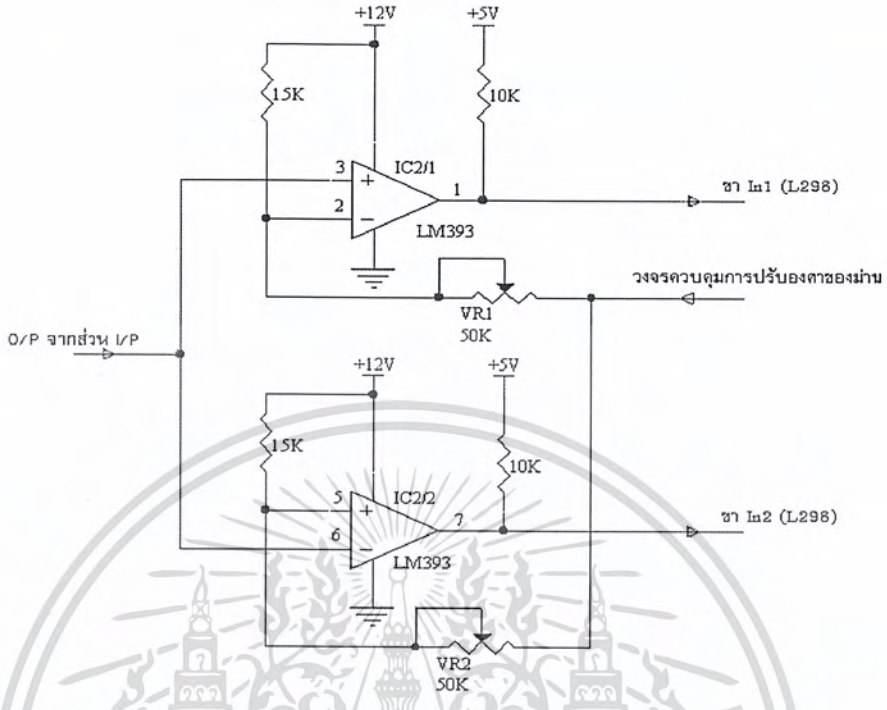
เมื่อ $V_{VR} = V_i$
จะได้ $V_o = V_i$

3.3 การออกแบบส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน

ส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน จะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.3.1 วงจรวินโดว์คอมพิวเตอร์ 1

วงจรวินโดว์คอมพิวเตอร์ 1 ใช้หลักการของวงจรเปรียบเทียบแบบหน้าต่าง ซึ่งมีแรงดันอ้างอิงต่างกันมาใช้ วงจรวินโดว์คอมพิวเตอร์ 1 แสดงได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 วงจรวินโดว์คอมพารเตอรื 1

การออกแบบวงจร IC2 ใช้ LM393 ออกแบบวงจรวินโดว์คอมพารเตอรื 1 โดยมีแรงดันอ้างอิงที่ขา Inverting ของ IC2/1 และแรงดันอ้างอิงที่ขา Non-Inverting ของ IC2/2 แรงดันอ้างอิงนี้ใช้หลักการของวงจรแบ่งแรงดันให้แรงดันอ้างอิงทั้งสองมีค่าเป็น V_{REF} จะได้

$$V_{REF} = \frac{V_{CC} \cdot R_{VR1,2}}{R_{VR1,2} + 10k\Omega} \tag{3.3}$$

เมื่อ

แรงดันอ้างอิงที่ขา Inverting ของ IC2/1 ถูกกำหนดโดยความต้านทานของ VR1 และแรงดันอ้างอิงที่ขา Non-Inverting ของ IC2/2 ถูกกำหนดโดยความต้านทานของ VR2

ที่เอาท์พุทของ IC2 ต่อ R-Pull Up ไว้ เพื่อกำหนดให้เอาท์พุทมีระดับเป็นลอจิกเพื่อเป็นอินพุทของ L298

การทำงานของวงจรรูปที่ 3.2

ไอซี 2/1 ถูกต่อเป็นวงจรมอนิเตอร์สแตนด์บาย สัญญาณแรงดันเอาต์พุตจากส่วนอินพุตจะเข้าที่ขาบวก (+) โดยเปรียบเทียบกับแรงดันที่ขาลบ (-) ซึ่งเป็นระดับแรงดันอ้างอิง (V_{REF}) ถ้าอินพุตที่ขาบวก (+) ต่ำกว่าระดับแรงดันอ้างอิง จะได้เอาต์พุตของไอซี 2/1 เท่ากับศูนย์โวลต์ (ลอจิก 0) และถ้าอินพุตที่ขาบวก (+) สูงกว่าระดับแรงดันอ้างอิงจะได้เอาต์พุตของไอซี 2/1 เท่ากับ 5 โวลต์ (ลอจิก 1) กล่าวโดยสรุป

คือ ถ้า $V_i < V_{REF}$ จะได้ $V_o = 0$ โวลต์ (ลอจิก 0)

ถ้า $V_i > V_{REF}$ จะได้ $V_o = 5$ โวลต์ (ลอจิก 1)

ส่วนไอซี 2/2 ถูกต่อเป็นวงจรมอนิเตอร์สแตนด์บาย การทำงานจะตรงกันข้ามกับวงจรมอนิเตอร์สแตนด์บาย กล่าวคือ สัญญาณแรงดันเอาต์พุตจากส่วนอินพุตจะเข้าที่ขาลบ (-) โดยเปรียบเทียบกับแรงดันที่ขาบวก (+) ซึ่งเป็นระดับแรงดันอ้างอิง (V_{REF}) ถ้าอินพุตขาลบ (-) ต่ำกว่าระดับแรงดันอ้างอิง จะได้เอาต์พุตของไอซี 2/2 เท่ากับ 5 โวลต์ (ลอจิก 1) และถ้าอินพุตที่ขาลบ (-) สูงกว่าระดับแรงดันอ้างอิง จะได้เอาต์พุตของไอซี 2/2

คือ ถ้า $V_i < V_{REF}$ จะได้ $V_o = 5$ โวลต์ (ลอจิก 1)

ถ้า $V_i > V_{REF}$ จะได้ $V_o = 0$ โวลต์ (ลอจิก 0)

ดังนั้นจะนำเอาต์พุตของไอซี 2 นี้ซึ่งมีลอจิกที่ต่างกันมาควบคุมให้มอเตอร์ตัวที่ 1 หมุน โดยให้เป็นอินพุตของวงจรควบคุมและขับเคลื่อนมอเตอร์ 1 ซึ่งจะได้กล่าวต่อไป จากวงจรรูปที่ 3.2 พบว่าระดับของแรงดันอ้างอิง (V_{REF}) จะมีการเปลี่ยนแปลง เนื่องจากการป้อนกลับจากวงจรควบคุมการปรับองศาของมอเตอร์

3.3.2 วงจรควบคุมและขับเคลื่อนมอเตอร์ 1

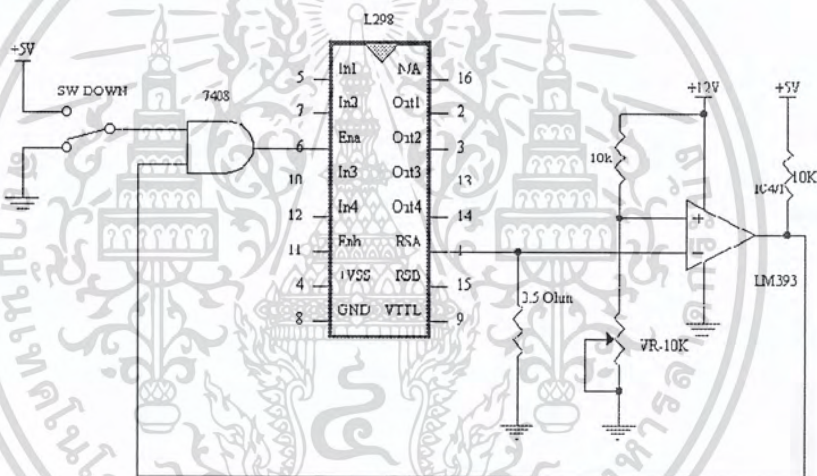
วงจรควบคุมและขับเคลื่อนมอเตอร์ 1 ใช้ไอซี L298N ควบคุมและใช้ขา EnA, In1, In2 สำหรับขับเคลื่อนมอเตอร์ 1 การออกแบบวงจรควบคุมและขับเคลื่อนมอเตอร์ 1 แสดงได้ดังรูปที่

3.3

โรร่วมพารเตอร์ 1 มีการเปลี่ยนแปลงตามความเข้มของแสงเพื่อเป็นระดับแรงดันอ้างอิงค่าใหม่ ถ้าหากความเข้มของแสงมีการเปลี่ยนแปลง จะทำให้มอเตอร์หมุนเปลี่ยนแปลงตามไปด้วย และระดับแรงดันอ้างอิงนี้ก็จะเปลี่ยนแปลงตามไปด้วยอีกเช่นกัน

3.3.4 วงจรป้องกันมอเตอร์ 1

เป็นส่วนที่ใช้ป้องกันไอซี L298 เมื่อเกิดการขัดข้องของการหมุนของมอเตอร์ 1 โดยจะมีแรงดันออกที่ขา RSA ของไอซี L298 สูงเกิน 0.25V โดยปกติขณะมอเตอร์หมุนในสภาวะปกติ จะกินกระแสไม่เกิน 500 Ma หรือให้มอเตอร์หยุดหมุนจึงออกแบบวงจรป้องกันมอเตอร์ 1 แสดงดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรป้องกันมอเตอร์ 1

การออกแบบ

ใช้วงจรเปรียบเทียบแรงดัน ทำการเปรียบเทียบแรงดัน โดยให้อินพุตเข้าที่ขา Inverting ของ IC4/1 ซึ่งมีขนาดแรงดัน 0.25V เปรียบเทียบกับแรงดันอ้างอิงที่ขา Non – Inverting

เมื่อ $V_i > V_{REF}$ ทำให้เอาต์พุตของ IC 4/1 มีระดับแรงดัน 0 โวลต์

$V_i < V_{REF}$ ทำให้เอาต์พุตของ IC 4/1 มีระดับแรงดัน 5 โวลต์

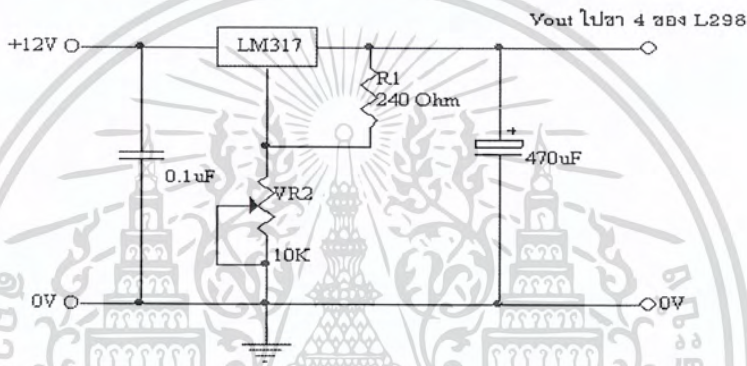
นำเอาต์พุต IC 4/1 มา AND กับสวิตช์ควบคุมตัวถัง เพื่อเปิดปิดให้ขา EnA ของ ไอซี L298

ค่าระดับแรงดันอ้างอิงที่ขา Non – Inverting ใช้หลักการวงจรแบ่งแรงดัน

3.3.5 วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์

ไอซี L298 มีไฟเลี้ยงที่ขา 9 (ขา VTLL) ซึ่งเป็นระดับลอจิกคือ 5 โวลต์ และขา 4 (ขา Vcc) เป็นขาสำหรับป้อนแรงดันควบคุมความเร็วของมอเตอร์ 1 และมอเตอร์ 2 ซึ่งใช้แรงดันที่ขา 4 ร่วมกัน

การออกแบบ วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์ ใช้วงจรปรับระดับแรงดันใช้ไอซี LM 317 เป็น ไอซีเรกูเลเตอร์ 3 ขา สามารถปรับแรงดันตั้งแต่ 1.2 โวลต์ ถึง 37 โวลต์ให้กระแสได้ 1.5 แอมแปร์ วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์แสดงดังรูปที่ 3.5



รูปที่ 3.5 วงจรควบคุมความเร็วมอเตอร์

สมการแรงดันเอาต์พุต คือ

$$V_{out} \approx 1.25 \text{ V} + \left(\frac{1 + R_2}{R_1} \right) \quad (3.4)$$

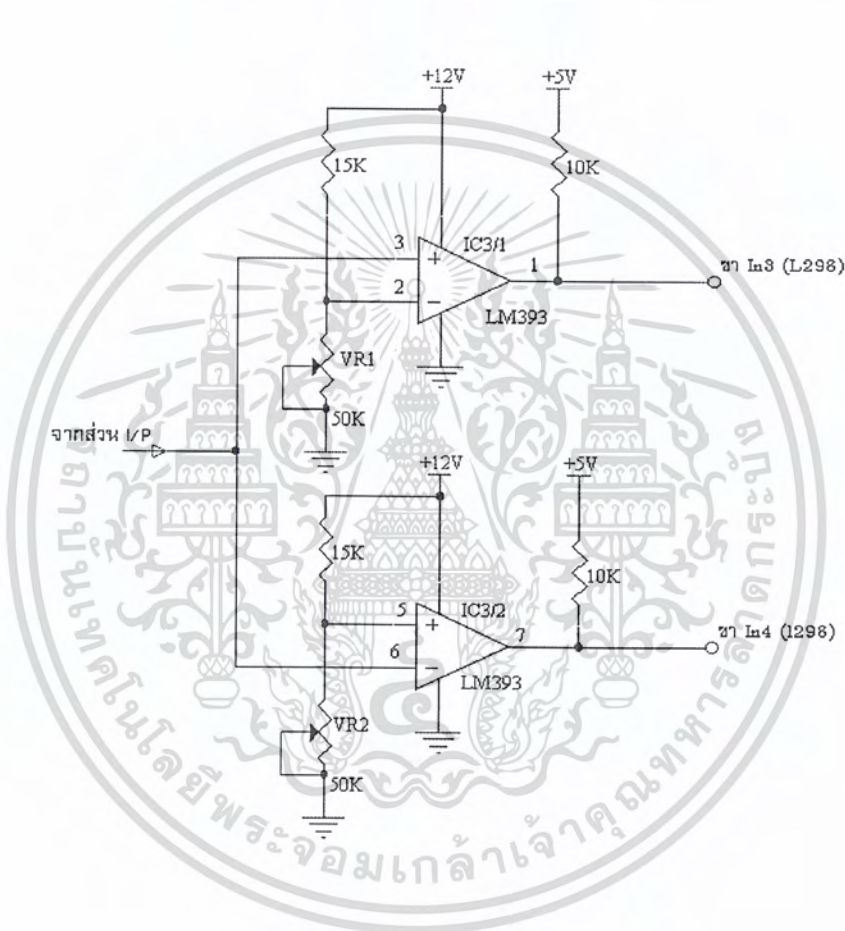
จากวงจรรูปที่ 3.5 สามารถปรับแรงดันได้ไม่เกิน 12V ซึ่งโดยปกติแล้วขา 4 (ขา Vcc) สามารถรับแรงดันได้ตั้งแต่ 3-40 โวลต์

3.4 การออกแบบส่วนควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน

ส่วนควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน ประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

3.4.1 วงจรวินโดว์คอมพารเตอ์ 2

เป็นวงจรที่ทำงาน เช่นเดียวกับวงจรวินโดว์คอมพารเตอ์ 1 แต่จะมีระดับแรงดันอ้างอิงคงที่ ไม่เปลี่ยนแปลง เพื่อกำหนดจุดทำงานของการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน แสดงดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 วงจรวินโดว์คอมพารเตอ์ 2

การออกแบบ ใช้หลักการของวงจรเปรียบเทียบแรงดันแบบหน้าต่าง ซึ่งมีแรงดันอ้างอิงต่างกันมาใช้ ระดับแรงดันอ้างอิงใช้หลักการของวงจรแบ่งแรงดัน และที่เอาท์พุทของ IC 3 ต่อ R-Pull Up เพื่อกำหนดค่าให้เอาท์พุทมีระดับเป็นลอจิก เพื่อเป็นอินพุทให้ไอซี L298 เพื่อกำหนดการทำงานของมอเตอร์ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.4.2 วงจรควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน

เป็นส่วนที่ออกแบบให้เปิดและปิดขา E_{nB} ของไอซี L298 เพื่อให้มอเตอร์ตัวที่ 2 ทำงานโดยมีอินพุต 4 ค่า ได้แก่ อินพุตจากเอาต์พุตของ IC 3/1 อินพุตจากเอาต์พุตของ IC 3/2 อินพุตจากสวิตช์ตัวล่าง และอินพุตจากสวิตช์ตัวบน โดยอินพุตแต่ละตัว ทำงานที่ระดับแรงดันลอจิก

กำหนดให้

อินพุตจากเอาต์พุตของ IC 3/1 = A

อินพุตจากเอาต์พุตของ IC 3/2 = B

อินพุตจากสวิตช์ตัวล่าง = C

อินพุตจากสวิตช์ตัวบน = D

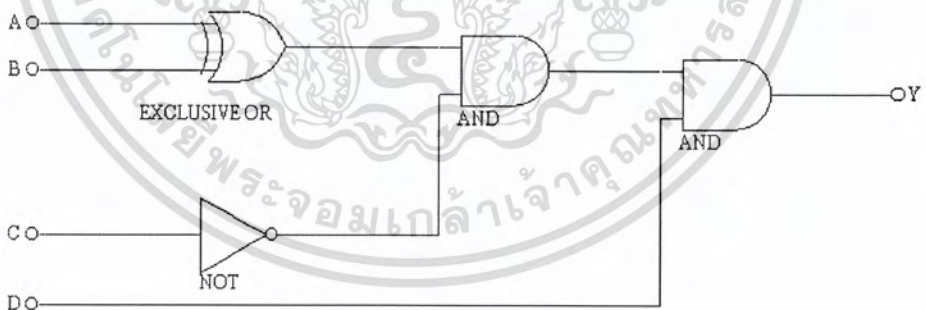
เงื่อนไขของเอาต์พุตที่จะทำให้ขา E_{nB} เป็นลอจิก “1” คือ

$$Y = A\bar{B}\bar{C}D + \bar{A}B\bar{C}D$$

$$Y = (A\bar{B} + \bar{A}B)\bar{C}D$$

$$Y = (A\oplus B)\bar{C}D$$

ดังนั้นจะได้วงจรควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน แสดงดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 วงจรควบคุมการเลื่อนขึ้นและลงของม่าน

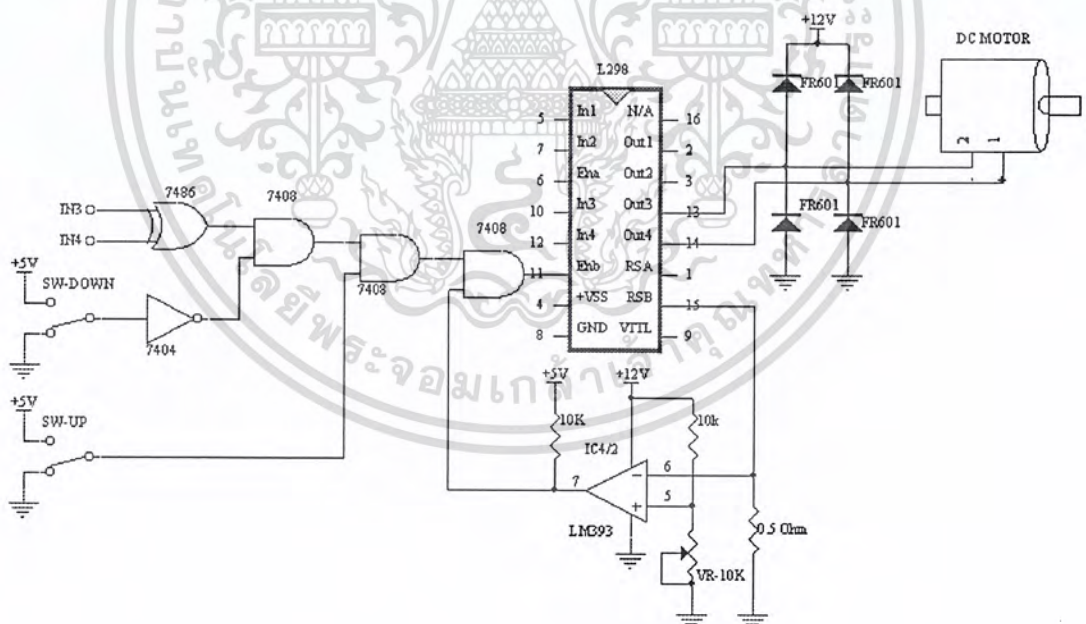
3.4.3 วงจรควบคุมและขับเคลื่อนมอเตอร์ 2

เช่นเดียวกันกับ ส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน ใช้อินพุต In3 อินพุต In4 และขา EmB ของไอซี L298 ส่วนด้านเอาต์พุตที่ใช้ขา Out 3 และขา Out 4 ของไอซี L298 ควบคุมมอเตอร์ 2

การออกแบบวงจร จะใช้เอาต์พุตขา IC 3/1 ของวงจรคอมพารเตอร 2 ต่อโดยตรงเข้ากับขา In 3 ของไอซี L298 และเอาต์พุตขา IC 3/2 ของวงจรคอมพารเตอร 2 ต่อโดยตรงเข้ากับขา In 4 ของไอซี L298 ส่วนขา EmB ของไอซี L298 จะได้มาจากเอาต์พุต Y ของวงจรควบคุมการเคลื่อนขึ้นและลงของม่าน มา AND กับวงจรป้องกันมอเตอร์ 2 แสดงดังรูปที่ 3.8

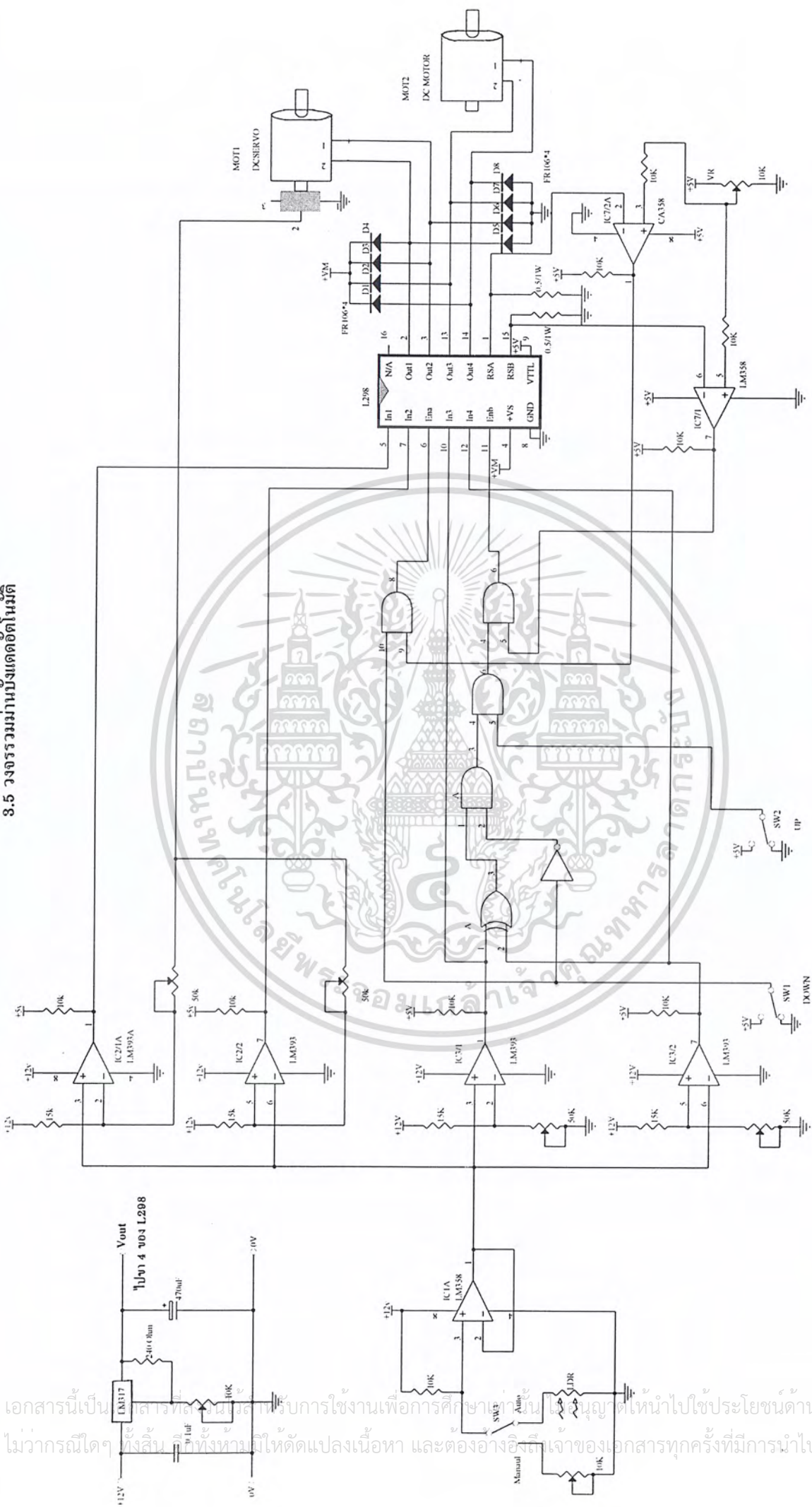
3.4.4 วงจรป้องกันมอเตอร์ 2

การออกแบบ เช่นเดียวกันกับ วงจรป้องกันมอเตอร์ 1 โดยได้รับแรงดันอินพุตจากขา RSB ของไอซี L298 เอาต์พุตที่ได้จะมา AND กับเอาต์พุต Y ของวงจรควบคุมการเคลื่อนขึ้นและลงของม่าน แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 วงจรควบคุมและขับเคลื่อนมอเตอร์ 2 และวงจรป้องกันมอเตอร์ 2

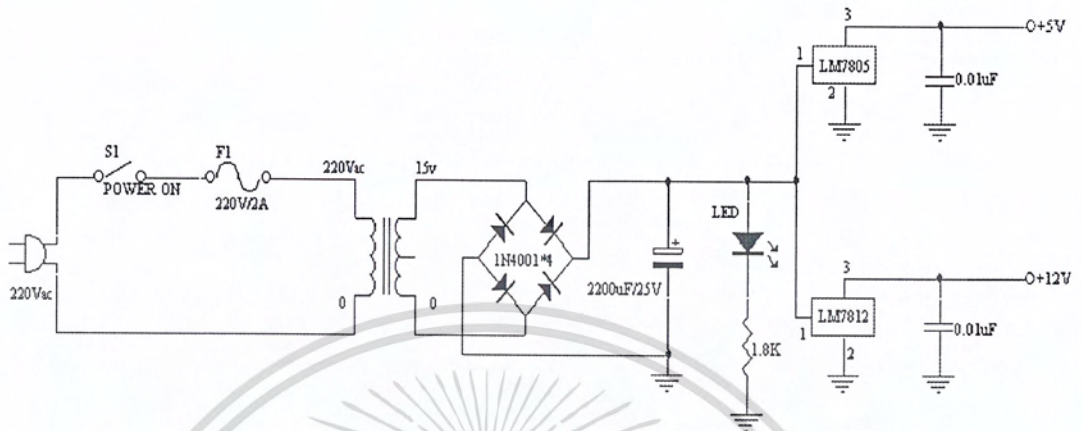
3.5 วงจรรวมม่านบังแดดอัตโนมัติ



รูปที่. 3.9 วงจรม่านบังแดดอัตโนมัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้บริการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่ควรนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น หากมีข้อผิดพลาดหรือข้อสงสัย กรุณาแจ้งให้เราทราบ และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 วงจรภาคจ่ายไฟ



รูปที่ 3.10 วงจรภาคจ่ายไฟ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

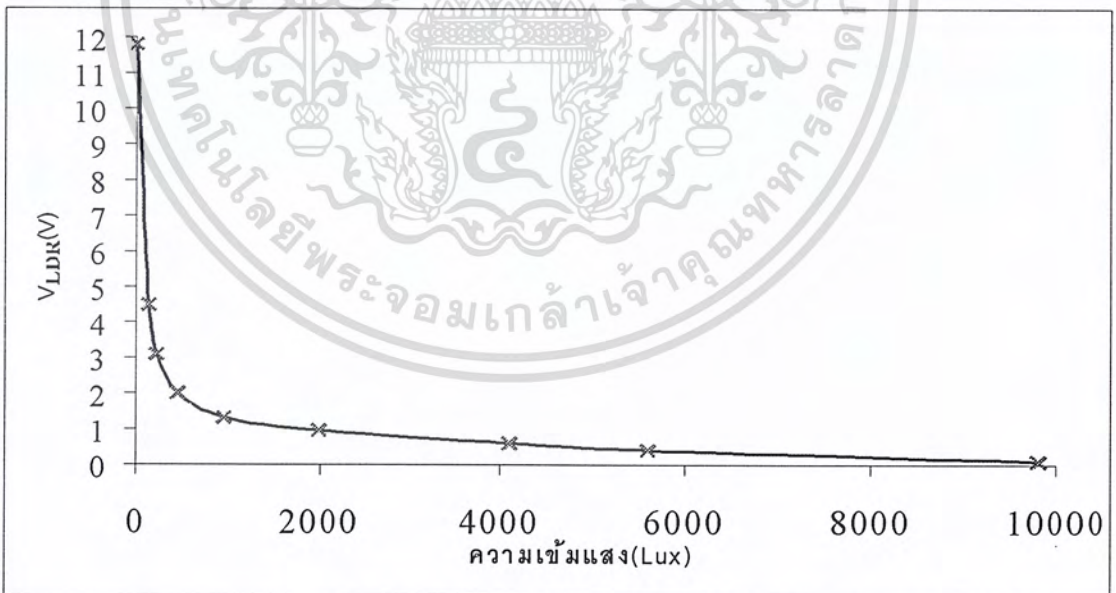
4.1 ผลการทดลองส่วนอินพุท

4.1.1 ส่วนควบคุมโดยอัตโนมัติ (Auto)

รูปที่ 4.1 แสดงผลการวัดแรงดันตกคร่อม LDR ที่ความเข้มแสงค่าต่าง ๆ

ความเข้มแสง (LUX)	V_{LDR} (V)	ความเข้มแสง (LUX)	V_{LDR} (V)
0	11.8	1990	0.95
137	4.5	4100	0.6
220	3.1	5600	0.4
450	2.0	9800	0.1
960	1.3		

(ก) ผลการวัดแรงดัน V_{LDR} ที่ความเข้มแสงต่าง ๆ



(ข) กราฟผลการวัดแรงดัน V_{LDR} ที่ความเข้มแสงต่าง ๆ

รูปที่ 4.1 (ก) ผลการวัดแรงดัน V_{LDR} ที่ความเข้มแสงต่าง ๆ

(ข) กราฟผลการวัดแรงดัน V_{LDR} ที่ความเข้มแสงต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่ออนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

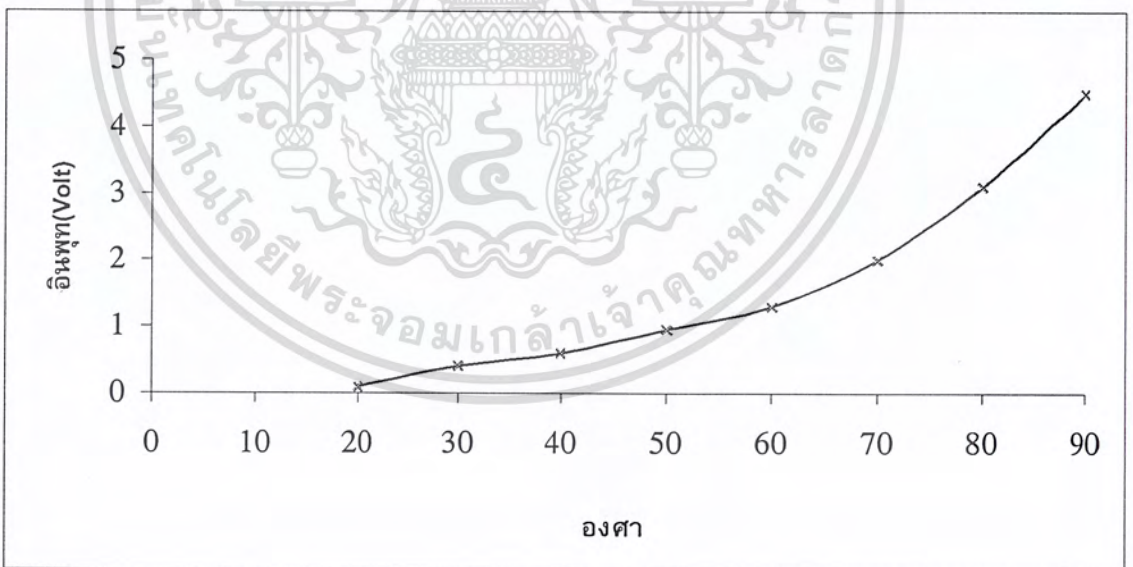
4.2 ผลการทดลองส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน

4.2.1 ส่วนควบคุมโดยอัตโนมัติ (AUTO)

ผลการทดลอง ส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน ของส่วนควบคุมโดยอัตโนมัติ ที่แรงดันเอาต์พุตของส่วนอินพุตค่าต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 4.2

อินพุต (Volt)	องศา	อินพุต (Volt)	องศา
4.5	90	0.95	50
3.1	80	0.6	40
2.0	70	0.4	30
1.3	60	0.1	20

(ก) มุมองศาที่แรงดันอินพุตค่าต่าง ๆ



(ข) กราฟมุมมองศาที่แรงดันอินพุตค่าต่าง ๆ

รูปที่ 4.2 (ก) มุมองศาที่แรงดันอินพุตค่าต่าง ๆ

(ข) กราฟมุมมองศาที่แรงดันอินพุตค่าต่าง ๆ

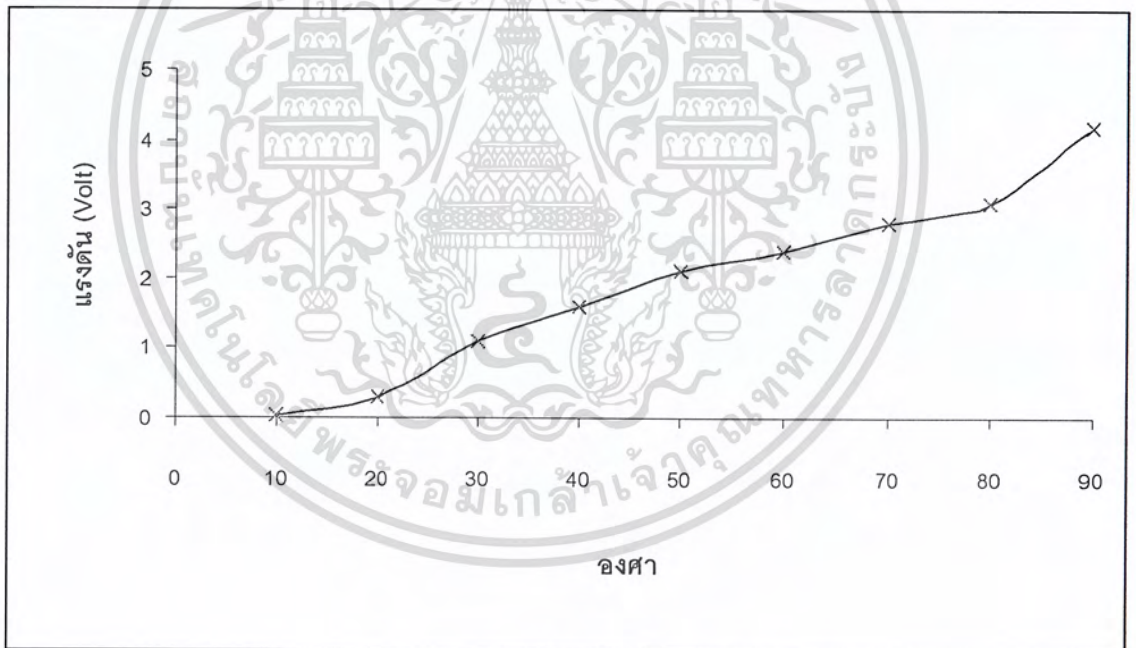
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2 ส่วนควบคุมโดยผู้ใช้ (Manual)

ผลการทดลอง ส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน ของส่วนควบคุมโดยผู้ใช้ ที่แรงดันเอาต์พุทของส่วนอินพุทค่าต่าง ๆ แสดงดังรูปที่ 4.3

อินพุท (Volt)	องศา	อินพุท (Volt)	องศา
4.2	90	1.6	40
3.1	80	1.1	30
2.8	70	0.3	20
2.4	60	0.03	10
2.1	50		

(ก) มุมองศาที่แรงดันอินพุทค่าต่าง ๆ



(ข) กราฟมุมมองศาที่แรงดันอินพุทค่าต่าง ๆ

รูปที่ 4.3 (ก) มุมองศาที่แรงดันอินพุทค่าต่าง ๆ

(ข) กราฟมุมมองศาที่แรงดันอินพุทค่าต่าง ๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.3 ผลการทดลองวงจรป้องกันมอเตอร์

4.3.1 วงจรป้องกันมอเตอร์ 1

ก. ขณะทำงานปกติ

แรงดันคร่อม R ที่ขา RSA เท่ากับ 0.25V

เอาต์พุทของวงจรป้องกันมอเตอร์ 1 เท่ากับ 5 V

ข. ขณะทำงานไม่ปกติ

แรงดันคร่อม R ที่ขา RSA มากกว่า 0.25V

เอาต์พุทของวงจรป้องกันมอเตอร์ 1 เท่ากับ 0 V

4.3.2 วงจรป้องกันมอเตอร์ 2

ก. ขณะทำงานปกติ

แรงดันคร่อม R ที่ขา RSB เท่ากับ 0.25V

เอาต์พุทของวงจรป้องกันมอเตอร์ 2 เท่ากับ 5 V

ข. ขณะทำงานไม่ปกติ

แรงดันคร่อม R ที่ขา RSB มากกว่า 0.25V

เอาต์พุทของวงจรป้องกันมอเตอร์ 2 เท่ากับ 0 V



บทที่ 5

สรุปและวิจารณ์ผลการทดลอง

การทำงานของม่านบังแดดอัตโนมัตินี้ สามารถควบคุมม่านให้ปรับองศาของม่านตามความเข้มของแสงได้ โดยนำผลการเปลี่ยนแปลงของความต้านทานของ LDR และยังสามารถปรับโดยเมนูนวล โดยใช้ความต้านทานปรับค่าได้แทน LDR

ส่วนควบคุมโดยอัตโนมัติ (Auto) ในส่วนอินพุท จะได้ค่าแรงดันเท่ากับ 0.1 โวลต์ที่ความเข้มแสง สูงถึง 9800 Lux และ ค่าแรงดันเท่ากับ 11.8 โวลต์ ที่ความเข้มแสงต่ำสุด ซึ่งจะพบว่า แรงดันคร่อม LDR มีค่าตั้งแต่ 0.1 ถึง 11.8 โวลต์ เป็นการตอบสนองที่กว้างพอสมควร

ส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน ในส่วนควบคุมโดยอัตโนมัติ ที่ความเข้มตั้งแต่ 137 Lux ถึง 9800 Lux จะได้แรงดันคร่อม LDR มีค่าตั้งแต่ 4.5 โวลต์ และลดลงถึง 0.1 โวลต์ ซึ่งเป็นช่วงที่ความเข้มแสงสูง แสงสามารถทำให้เกิดความร้อนภายในบ้านเรือนได้ ดังนั้นสามารถนำแรงดันค่าตั้งแต่ 0.1 โวลต์ ถึง 4.5 โวลต์ กำหนดมุมองศาของม่านได้ จากการออกแบบวงจรม่านบังแดดอัตโนมัติ โครงนี้กำหนดให้มุมตั้งแต่ 20 องศา ถึง 90 องศา และหากแรงดันสูงกว่านี้ หมายถึงความเข้มแสงลดลงจะทำให้ม่านถูกยกขึ้น

ส่วนควบคุมการปรับองศาของม่าน ในส่วนควบคุมโดยผู้ใช้ จะได้แรงดันตั้งแต่ 0.03 โวลต์ ถึง 4.2 โวลต์ และกำหนดมุมองศาได้ตั้งแต่ 10 องศา ถึง 90 องศา และหากแรงดันสูงกว่านี้ ม่านจะถูกเลื่อนขึ้น

ส่วนของวงจรป้องกันมอเตอร์ 1 และ วงจรป้องกันมอเตอร์ 2 ขณะทำงานปกติซึ่งมอเตอร์หมุนได้อิสระ จะมีแรงดันค่า 0.25 โวลต์ หรือใช้กระแส 0.5 แอมแปร์ และหากมอเตอร์หมุนไม่อิสระ จะได้แรงดันที่สูงกว่า 0.25 โวลต์ หรือใช้กระแสมากกว่า 0.5 แอมแปร์ ดังนั้นจึงกำหนดแรงดันอ้างอิงที่จุดทั้งสองนี้ไว้ที่ค่า 0.3 โวลต์ หากแรงดันเกิน 0.3 โวลต์นี้ จะทำให้เอาท์พุทของวงจรทั้งสอง มีสถานะลอจิกเป็นศูนย์ อุปกรณ์ขับเคลื่อนกระแสไอซี L298 จะหยุดทำงาน

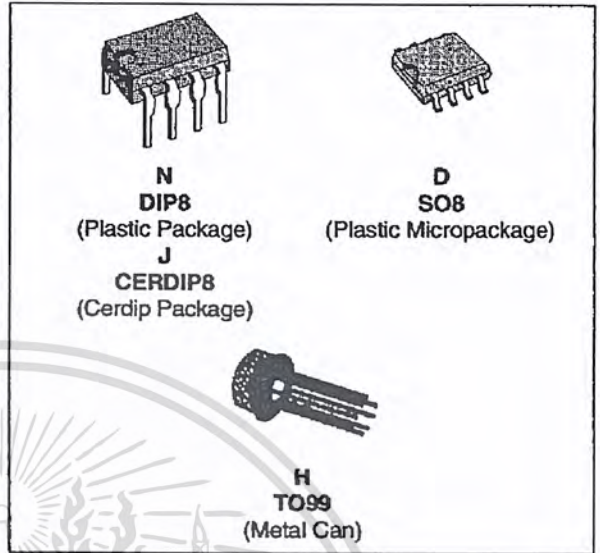


ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOW POWER DUAL OPERATIONAL AMPLIFIERS

- INTERNALLY FREQUENCY COMPENSATED
- LARGE DC VOLTAGE GAIN : 100dB
- WIDE BANDWIDTH (unity gain) : 1.1MHz (temperature compensated)
- VERY LOW SUPPLY CURRENT/AMPLI (500µA) - ESSENTIALLY INDEPENDENT OF SUPPLY VOLTAGE
- LOW INPUT BIAS CURRENT : 20nA (temperature compensated)
- LOW INPUT OFFSET VOLTAGE : 2mV
- LOW INPUT OFFSET CURRENT : 2nA
- INPUT COMMON-MODE VOLTAGE RANGE INCLUDES GROUND
- DIFFERENTIAL INPUT VOLTAGE RANGE EQUAL TO THE POWER SUPPLY VOLTAGE
- LARGE OUTPUT VOLTAGE SWING 0V TO ($V_{CC} - 1.5V$)



DESCRIPTION

These circuits consist of two independent, high gain, internally frequency compensated which were designed specifically to operate from a single power supply over a wide range of voltages. The low power supply drain is independent of the magnitude of the power supply voltage.

Application areas include transducer amplifiers, dc gain blocks and all the conventional op-amp circuits which now can be more easily implemented in single power supply systems. For example, these circuits can be directly operated off the standard +5V power supply voltage which is used in logic systems and will easily provide the required interface electronics without requiring any additional power supply.

In the linear mode the input common-mode voltage range includes ground and the output voltage can also swing to ground, even though operated from only a single power supply voltage.

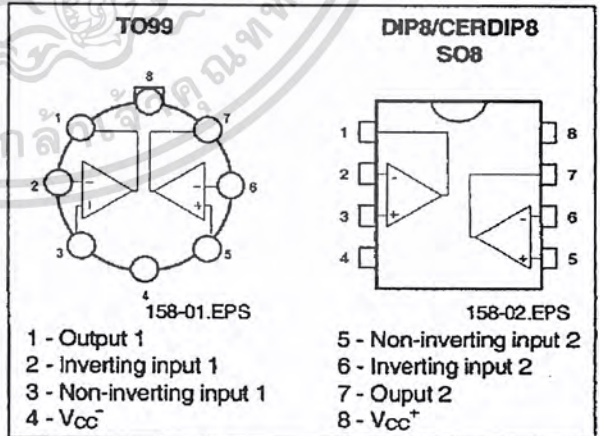
The gain-bandwidth product is temperature compensated.

ORDER CODES

Part Number	Temperature Range	Package			
		H	N	J	D
LM158/A	-55°C, +125°C	•	•	•	•
LM258/A	-40°C, +105°C	•	•	•	•
LM358/A	0°C, +70°C	•	•	•	•
LM2904	-40°C, +105°C	•	•	•	•

Examples : LM158H, LM258N, LM2904D

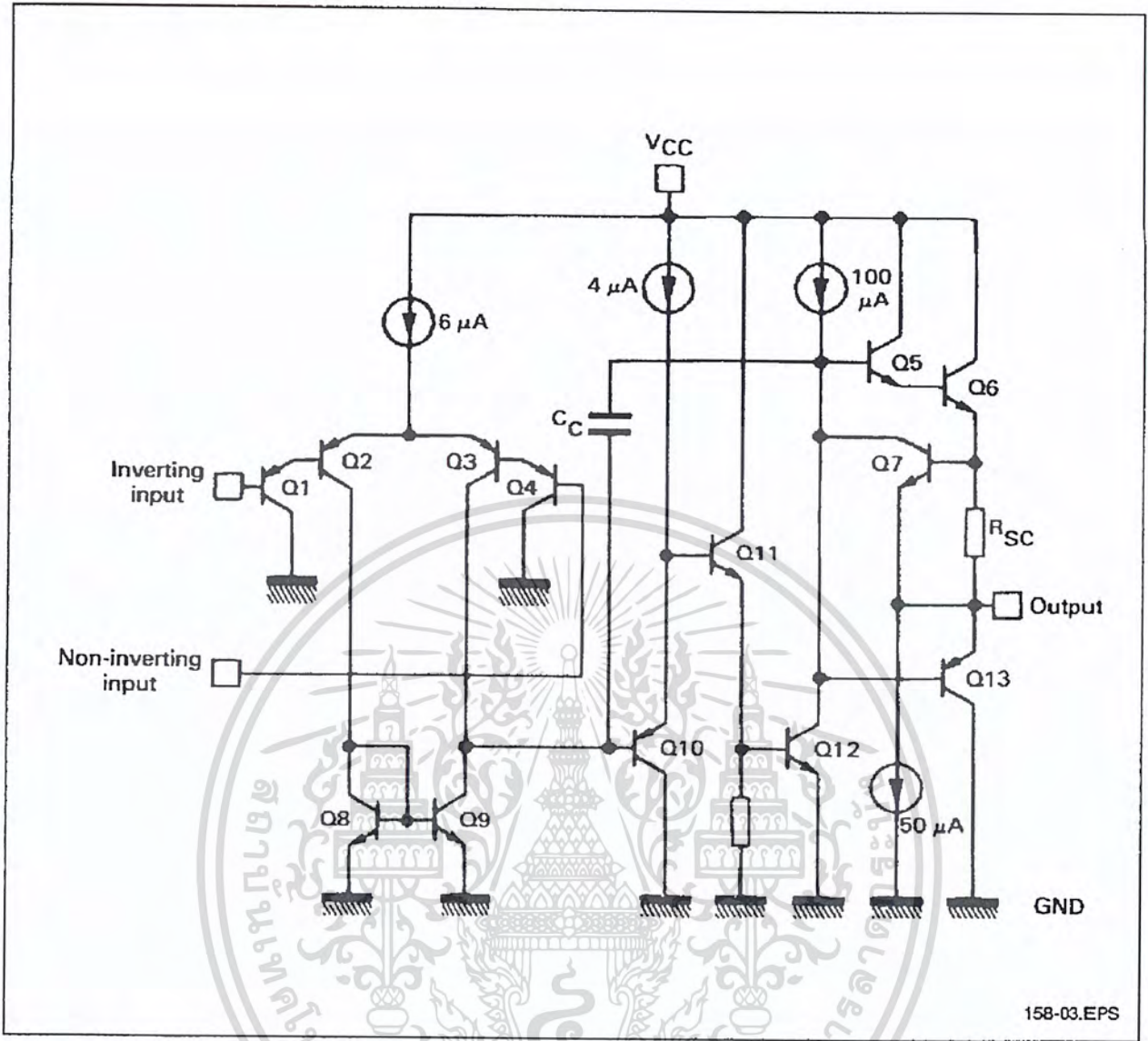
PIN CONNECTIONS (top views)



This Material Copyrighted By Its Respective Manufacturer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SCHEMATIC DIAGRAM (1/2 LM158)



158-03.EPS

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	LM158,A	LM258,A LM2904	LM358,A	Unit
V _{CC}	Supply Voltage	+32	+32	+32	V
V _i	Input Voltage	-0.3 to +32	-0.3 to +32	-0.3 to +32	V
V _{id}	Differential Input Voltage	+32	+32	+32	V
	Output Short-circuit Duration - (note 2)	Infinite			
P _{tot}	Power Dissipation	500	500	500	mW
I _{in}	Input Current - (note 1)	50	50	50	mA
T _{oper}	Operating Free-air Temperature Range	-55 to +125	-40 to +105	0 to +70	°C
T _{stg}	Storage Temperature Range	-65 to +150	-65 to +150	-65 to +150	°C

158-02.TBL

This Material Copyrighted By Its Respective Manufacturer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

 $V_{CC}^+ = +5V$, $V_{CC}^- = \text{Ground}$, $V_O = 1.4V$, $T_{amb} = 25^\circ C$ (unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	LM158A LM258A LM358A			LM158 - LM258 LM358 - LM2904			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
V_{io}	Input Offset Voltage - (note 3) $T_{amb} = 25^\circ C$ LM158, LM258 LM158A $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$ LM158, LM258		1	3 2		2	7 5 9 7	mV
i_{io}	Input Offset Current $T_{amb} = 25^\circ C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$		2	10 30		2	30 40	nA
i_{ib}	Input Bias Current - (note 4) $T_{amb} = 25^\circ C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$		20	50 100		20	150 200	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain ($V_{CC} = +15V$, $R_L = 2k\Omega$, $V_O = 1.4V$ to $11.4V$) $T_{amb} = 25^\circ C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$	50 25	100		50 25	100		V/mV
SVR	Supply Voltage Rejection Ratio ($R_S = 10k\Omega$) ($V_{CC}^+ = 5$ to $30V$) $T_{amb} = 25^\circ C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$	65 65	100		65 65	100		dB
I_{CC}	Supply Current, all Amp, no Load $V_{CC} = +5V$, $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$ $V_{CC} = +30V$, $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$		0.7	1.2 2		0.7	1.2 2	mA
V_{ICM}	Input Common Mode Voltage Range ($V_{CC} = +30V$) - (note 6) $T_{amb} = 25^\circ C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	V
CMR	Common-mode Rejection Ratio ($R_S = 10k\Omega$) $T_{amb} = 25^\circ C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$	70 60	85		70 60	85		dB
I_O	Output Short Circuit Current ($V_{CC} = +15V$, $V_O = 2V$, $V_{id} = +1V$)	20	40	60	20	40	60	mA
I_{sink}	Output Current Sink ($V_{id} = -1V$) $V_{CC} = +15V$, $V_O = 2V$ $V_{CC} = +15V$, $V_O = +0.2V$	10 12	20 50		10 12	20 50		mA μA
V_{OPP}	Output Voltage Swing ($R_L = 2k\Omega$) $T_{amb} = 25^\circ C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	0 0		$V_{CC}^+ - 1.5$ $V_{CC}^+ - 2$	V
V_{OH}	High Level Output Voltage ($V_{CC}^+ = 30V$) $T_{amb} = 25^\circ C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$ $T_{amb} = 25^\circ C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$	26 26 27 27	27 28		26 26 27 27	27 28		V
V_{OL}	Low Level Output Voltage ($R_L = 10k\Omega$) $T_{amb} = 25^\circ C$ $T_{min.} \leq T_{amb} \leq T_{max.}$		5	20 20		5	20 20	mV
SR	Slew Rate ($V_{CC} = 15V$, $V_I = 0.5$ to $3V$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$, $T_{amb} = 25^\circ C$, unity gain)	0.3	0.6		0.3	0.6		V/ μs

168-03.TBL

7929237 0052906 5T9

3/12

397

This Material Copyrighted By Its Respective Manufacturer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

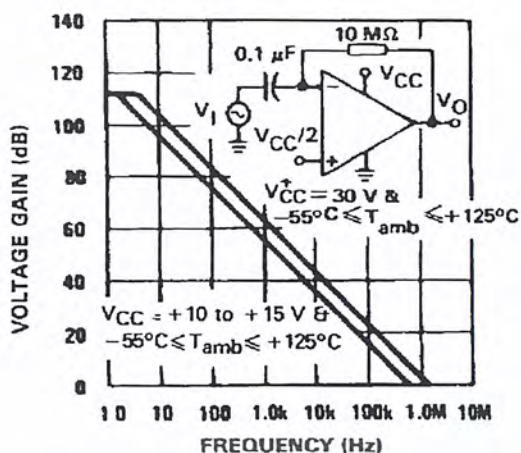
Symbol	Parameter	LM158A LM258A LM358A			LM158 - LM258 LM358 - LM2904			Unit
		Min.	Typ.	Max.	Min.	Typ.	Max.	
GBP	Gain Bandwidth Product ($V_{CC} = 30V$, $f = 100kHz$, $T_{amb} = 25^{\circ}C$, $V_{in} = 10mV$, $R_L = 2k\Omega$, $C_L = 100pF$)	0.7	1.1		0.7	1.1		MHz
THD	Total Harmonic Distortion ($f = 1kHz$, $A_v = 20dB$, $R_L = 2k\Omega$, $V_{CC} = 30V$, $C_L = 100pF$, $T_{amb} = 25^{\circ}C$, $V_O = 2pp$)		0.02			0.02		%
e_n	Equivalent Input Noise voltage ($f = 1kHz$, $R_s = 100\Omega$, $V_{CC} = 30V$)		55			55		$\frac{nV}{\sqrt{Hz}}$
DV_{io}	Input Offset Voltage Drift		7	15		7	30	$\mu V/^{\circ}C$
DI_{io}	Input Offset Current Drift		10	200		10	300	$pA/^{\circ}C$
V_{O1}/V_{O2}	Channel Separation (note 5) $1kHz \leq f \leq 20kHz$		120			120		dB

- Notes :
- This input current only exist when the voltage at any of the input leads is driven negative. It is due to the collector-base junction of the input PNP transistor becoming forward biased and thereby acting as input diode clamps. In addition to this diode action, there is also NPN parasitic action on the IC chip. This transistor action can cause the output voltages of the Op-amps to go to the V_{CC} voltage level (or to ground for a large overdrive) for the time duration that an input is driven negative. This is not destructive and normal output will set up again for input voltage higher than $-0.3V$.
 - Short-circuits from the output to V_{CC} can cause excessive heating if $V_{CC} > 15V$. The maximum output current is approximately 40mA independent of the magnitude of V_{CC} . Destructive dissipation can result from simultaneous short-circuits on all amplifiers.
 - $V_O = 1.4V$, $R_s = 0\Omega$, $5V < V_{CC} < 30V$, $0 < V_{ic} < V_{CC} - 1.5V$.
 - The direction of the input current is out of the IC. This current is essentially constant, independent of the state of the output so no loading change exists on the input lines.
 - Due to the proximity of external components insure that coupling is not originating via stray capacitance between these external parts. This typically can be detected as this type of capacitance increases at higher frequencies.
 - The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than $0.3V$. The upper end of the common-mode voltage range is $V_{CC} - 1.5V$. But either or both inputs can go to $+32V$ without damage.

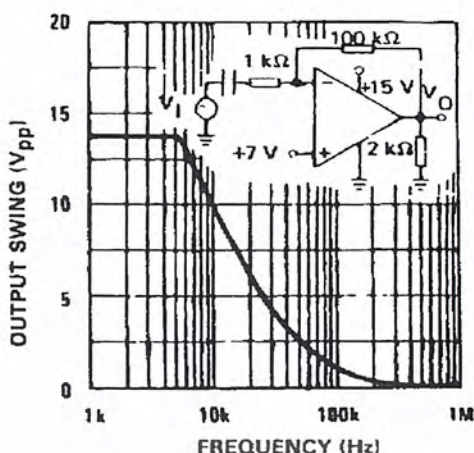
This Material Copyrighted By Its Respective Manufacturer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

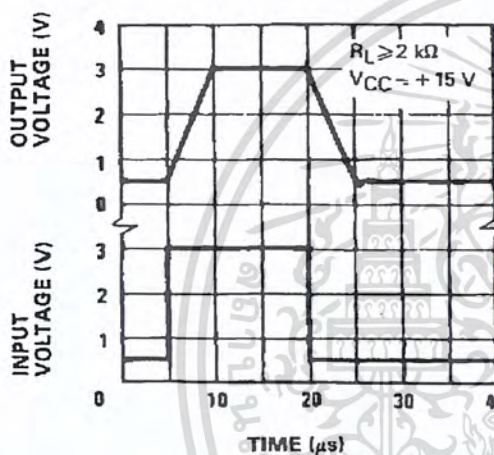
OPEN LOOP FREQUENCY RESPONSE (Note 3)



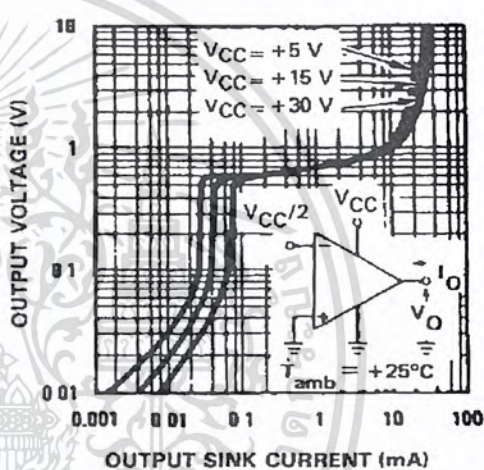
LARGE SIGNAL FREQUENCY RESPONSE



VOLTAGE FOLLOWER PULSE RESPONSE

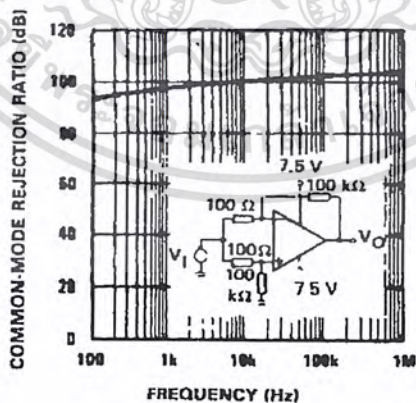


OUTPUT CHARACTERISTICS



158-04.EPS

COMMON-MODE REJECTION RATIO



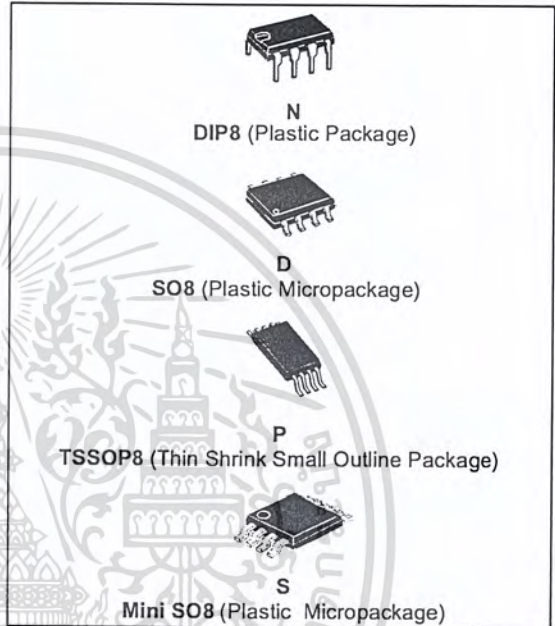
158-05.EPS

7929237 0052908 371



LOW POWER DUAL VOLTAGE COMPARATORS

- WIDE SINGLE SUPPLY VOLTAGE RANGE OR DUAL SUPPLIES : +2V TO +36V OR ±1V TO ±18V
- VERY LOW SUPPLY CURRENT (0.4mA) INDEPENDENT OF SUPPLY VOLTAGE (1mW/comparator at +5V)
- LOW INPUT BIAS CURRENT : 25nA TYP
- LOW INPUT OFFSET CURRENT : ±5nA TYP
- LOW INPUT OFFSET VOLTAGE : ±1mV TYP
- INPUT COMMON-MODE VOLTAGE RANGE INCLUDES GROUND
- LOW OUTPUT SATURATION VOLTAGE : 250mV TYP. (I_o = 4mA)
- DIFFERENTIAL INPUT VOLTAGE RANGE EQUAL TO THE SUPPLY VOLTAGE
- TTL, DTL, ECL, MOS, CMOS COMPATIBLE OUTPUTS

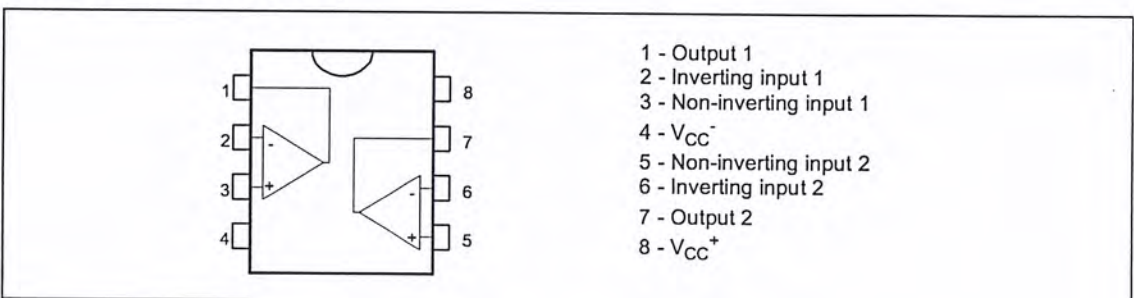


DESCRIPTION

These devices consist of two independent low voltage comparators designed specifically to operate from a single supply over a wide range of voltages. Operation from split power supplies is also possible.

These comparators also have a unique characteristic in that the input common-mode voltage range includes ground even though operated from a single power supply voltage.

PIN CONNECTIONS (top view)



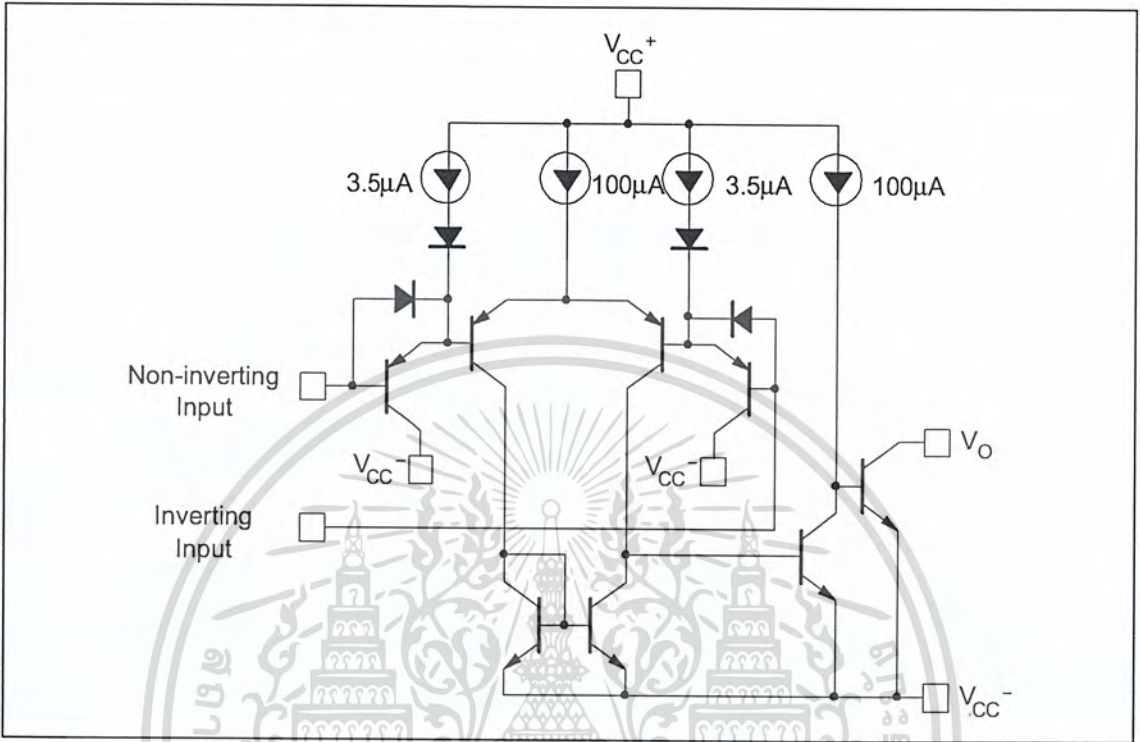
ORDER CODE

Part Number	Temperature Range	Package			
		N	D	P	S
LM193	-55°C, +125°C	•	•	•	•
LM293	-40°C, +105°C	•	•	•	•
LM393	0°C, +70°C	•	•	•	•

Example : LM393D

N = Dual in Line Package (DIP)
 D = Small Outline Package (SO) - also available in Tape & Reel (DT)
 P = Thin Shrink Small Outline Package (TSSOP) - only available in Tape & Reel (PT)
 S = MiniSO Package (MiniSO) only available in Tape & Reel (ST)

SCHEMATIC DIAGRAM (1/2 LM193)



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{CC}	Supply voltage	± 18 or 36	V
V_{id}	Differential Input Voltage	± 36	V
V_i	Input Voltage	-0.3 to +36	V
	Output Short-circuit to Ground - note 1)	Infinite	
P_d	Power Dissipation 2)	DIP8	1250
		SO8	710
		TSSOP8	625
		Mini SO8	580
T_{stg}	Storage Temperature Range	-65 to +150	$^{\circ}C$

- Short-circuits from the output to V_{CC}^+ can cause excessive heating and eventual destruction. The maximum output current is approximately 20mA independent of the magnitude of V_{CC}^+ .
- P_d is calculated with $T_{amb} = +25^{\circ}C$, $T_j = +150^{\circ}C$ and $R_{thja} = 100^{\circ}C/W$ for DIP8 package
 $= 175^{\circ}C/W$ for SO8 package
 $= 200^{\circ}C/W$ for TSSOP8 package
 $= 215^{\circ}C/W$ for Mini SO8 package

OPERATING CONDITIONS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_{icm}	Common Mode Input Voltage Range	0 to $V_{CC}^+ - 1.5$	V
T_{oper}	Operating Free-Air Temperature range	LM193	-55 to +125
		LM293	-40 to +125
		LM393	0 to +70

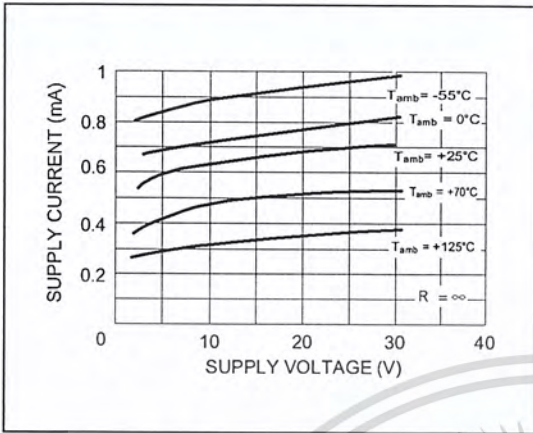
ELECTRICAL CHARACTERISTICS

 $V_{CC^+} = +5V$, $V_{CC^-} = 0V$, $T_{amb} = +25^\circ C$ (unless otherwise specified)

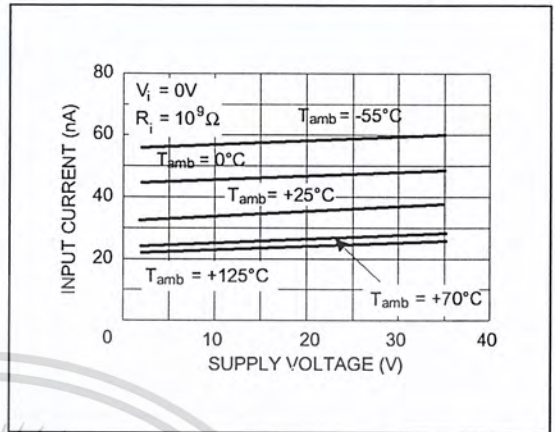
Symbol	Parameter	Min	Typ.	Max.	Unit
V_{io}	Input Offset Voltage - note 1) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		1	5 9	mV
I_{ib}	Input Bias Current - note 2) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		25	250 400	nA
I_{io}	Input Offset Current $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		5	50 150	nA
A_{vd}	Large Signal Voltage Gain $V_{CC} = 15V$, $R_L = 15k\Omega$, $V_o = 1V$ to $11V$	50	200		V/mV
I_{CC}	Supply Current (all comparators) $V_{CC} = 5V$, no load $V_{CC} = 30V$, no load		0.4 1	1 2.5	mA
V_{icm}	Input Common Mode Voltage Range - note 3) $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$	0 0		$V_{CC^+} - 1.5$ $V_{CC^+} - 2$	V
V_{id}	Differential Input Voltage - note 4)			V_{CC^+}	V
I_{sink}	Output Sink Current $V_{id} = 1V$, $V_o = 1.5V$	6	16		mA
V_{OL}	Low Level Output Voltage $V_{id} = -1V$, $I_{sink} = 4mA$ $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		250	400 700	mV
I_{OH}	High Level Output Current ($V_{id} = 1V$) $V_{id} = 1V$, $V_{CC} = V_o = 30V$ $T_{amb} = +25^\circ C$ $T_{min} \leq T_{amb} \leq T_{max}$		0.1	1	nA μA
t_{re}	Response Time - note 5) $R_L = 5.1k\Omega$ to V_{CC^+}		1.3		μs
t_{rel}	Large Signal Response Time $V_i = TTL$, $V_{(ref)} = +1.4V$, $R_L = 5.1k\Omega$ to V_{CC^+}		300		ns

- At output switch point, $V_o = 1.4V$, $R_s = 0$ with V_{CC^+} from $5V$ to $30V$, and over the full common-mode range ($0V$ to $V_{CC^+} - 1.5V$).
- The direction of the input current is out of the IC due to the PNP input stage. This current is essentially constant, independent of the state of the output, so no loading charge exists on the reference of input lines.
- The input common-mode voltage of either input signal voltage should not be allowed to go negative by more than $0.3V$. The upper end of the common-mode voltage range is $V_{CC^+} - 1.5V$, but either or both inputs can go to $+30V$ without damage.
- Positive excursions of input voltage may exceed the power supply level. As long as the other voltage remains within the common-mode range, the comparator will provide a proper output state. The low input voltage state must not be less than $-0.3V$ (or $0.3V$ below the negative power supply, if used).
- The response time specified is for a $100mV$ input step with $5mV$ overdrive. For larger overdrive signals $300ns$ can be obtained.

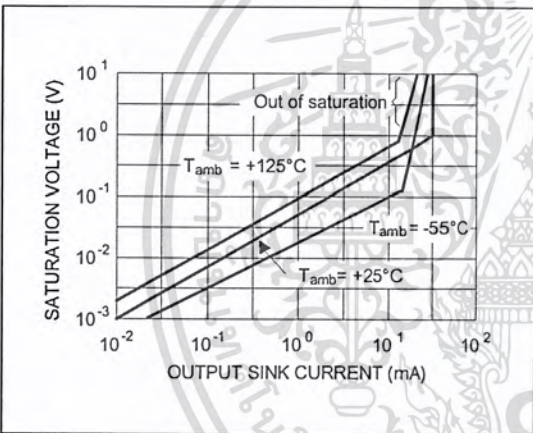
SUPPLY CURRENT versus SUPPLY VOLTAGE



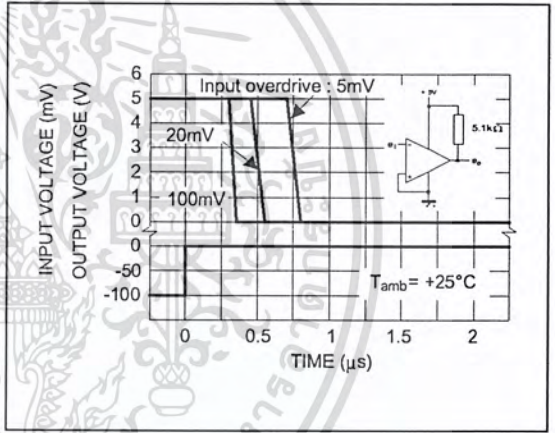
INPUT CURRENT versus SUPPLY VOLTAGE



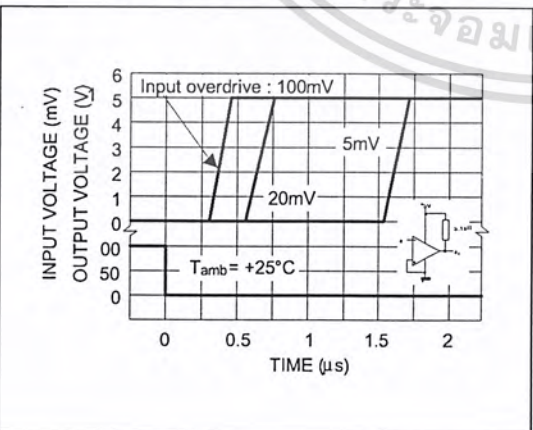
OUTPUT SATURATION VOLTAGE versus OUTPUT CURRENT



RESPONSE TIME FOR VARIOUS INPUT OVERDRIVES - NEGATIVE TRANSITION

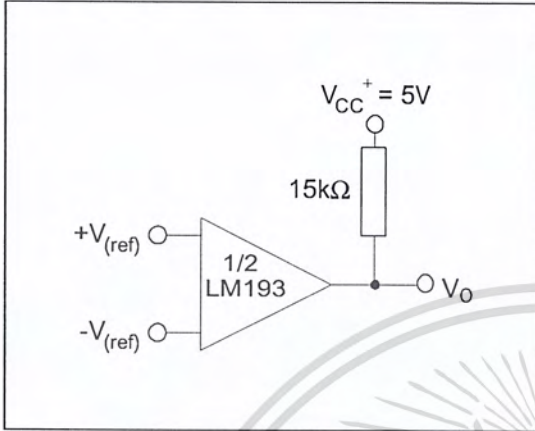


RESPONSE TIME FOR VARIOUS INPUT OVERDRIVES - POSITIVE TRANSITION

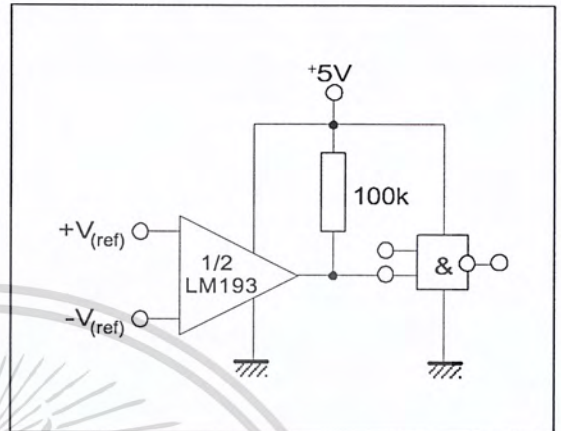


TYPICAL APPLICATIONS

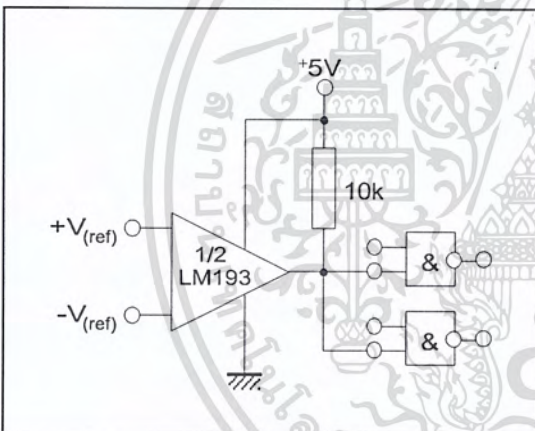
BASIC COMPARATOR



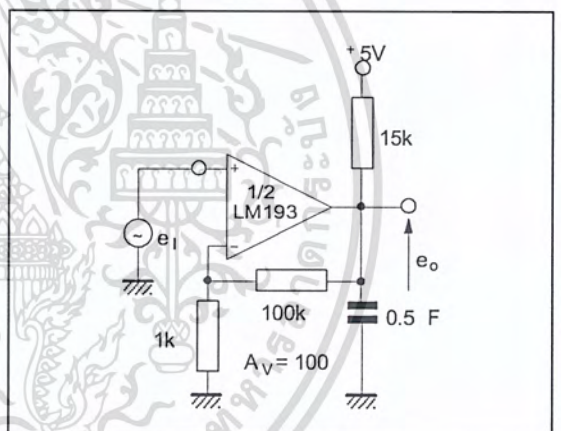
DRIVING CMOS



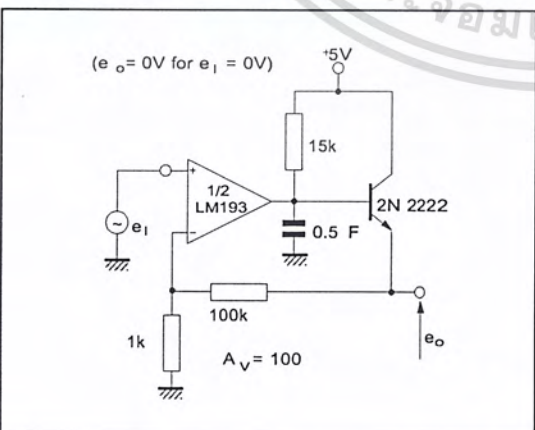
DRIVING TTL



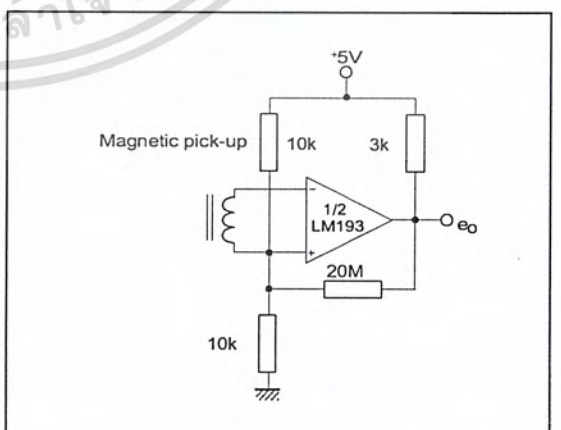
LOW FREQUENCY OP AMP



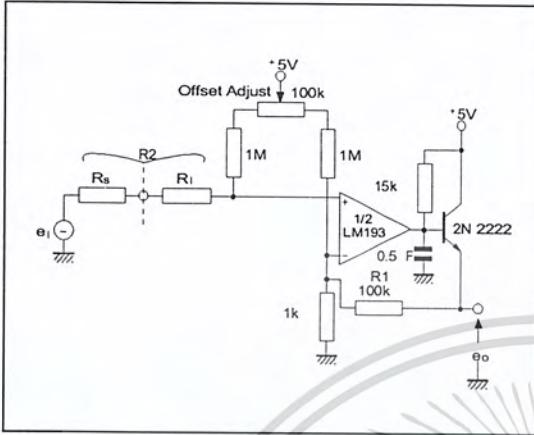
LOW FREQUENCY OP AMP



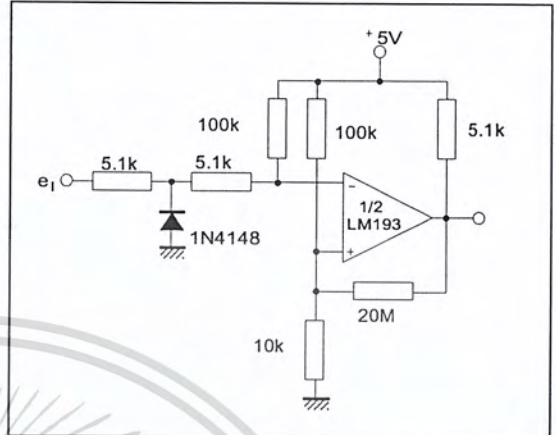
TRANSDUCER AMPLIFIER



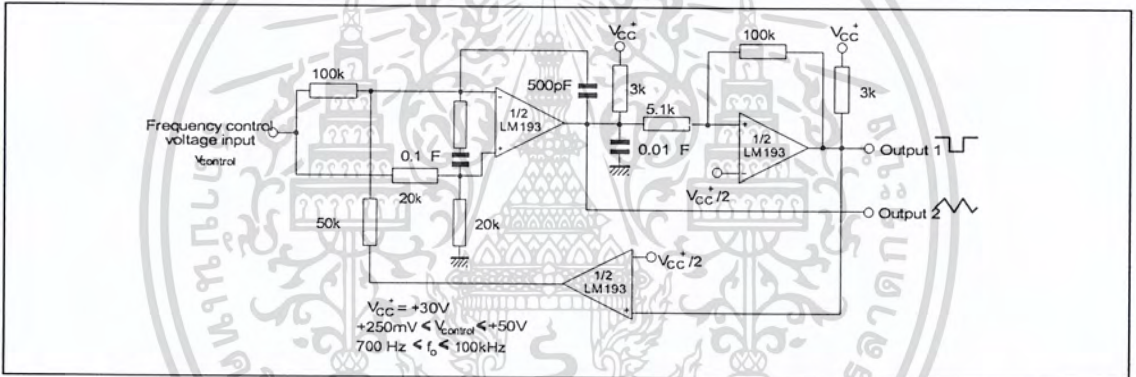
LOW FREQUENCY OP AMP WITH OFFSET ADJUST



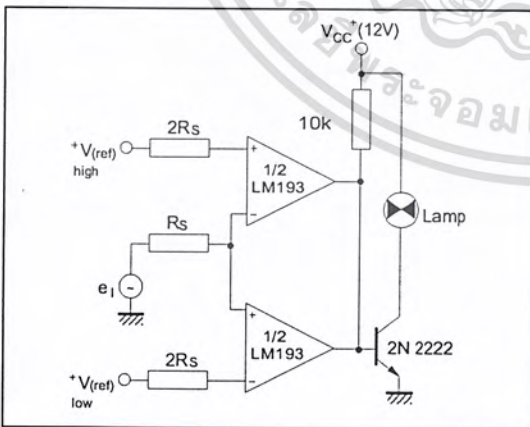
ZERO CROSSING DETECTOR (single power supply)



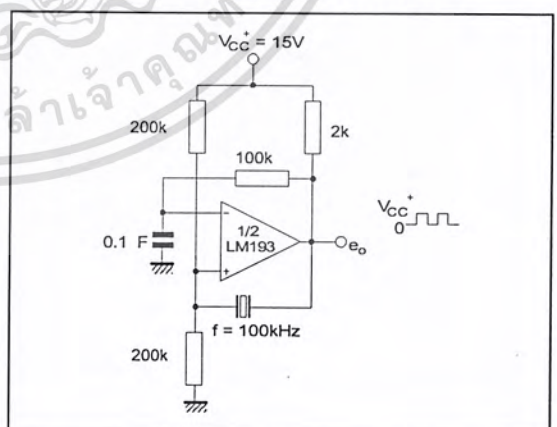
TWO-DECADE HIGH-FREQUENCY VCO



LIMIT COMPARATOR

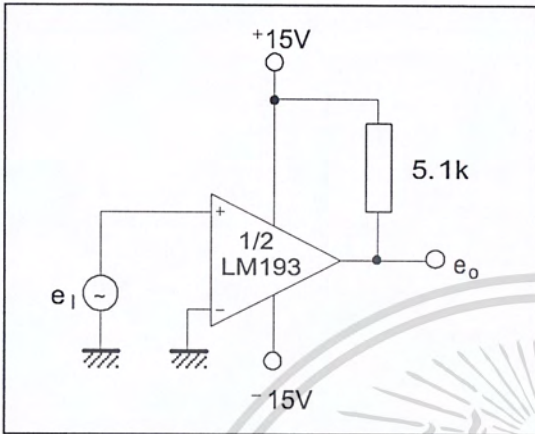


CRYSTAL CONTROLLED OSCILLATOR

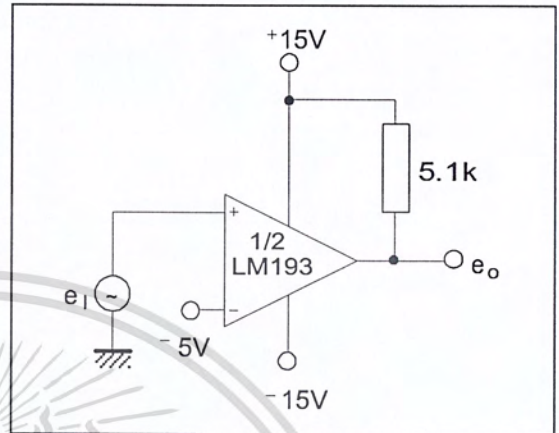


SPLIT-SUPPLY APPLICATIONS

ZERO CROSSING DETECTOR



COMPARATOR WITH A NEGATIVE REFERENCE

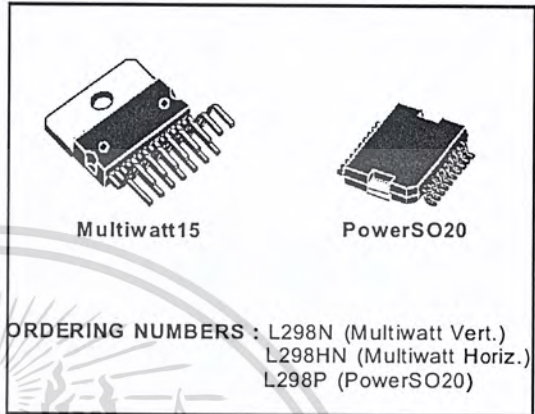


DUAL FULL-BRIDGE DRIVER

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

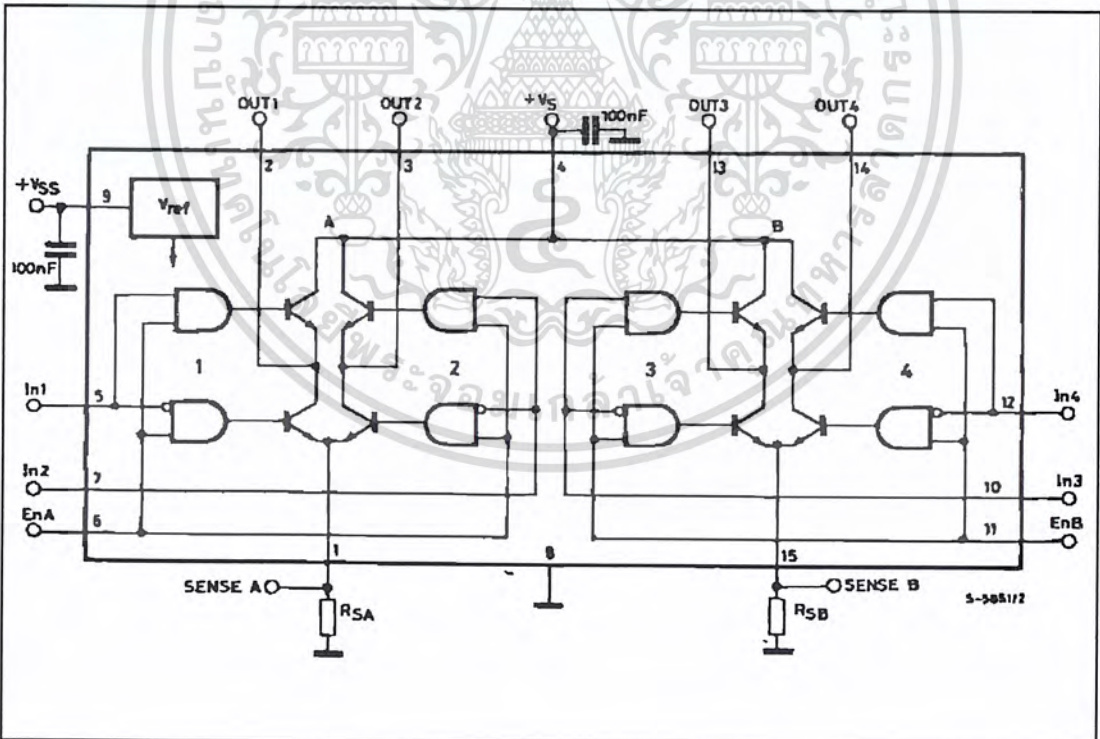
DESCRIPTION

The L298 is an integrated monolithic circuit in a 15-lead Multiwatt and PowerSO20 packages. 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 enable inputs are provided to enable or disable the 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 con-



nection of an external sensing resistor. An additional supply input is provided so that the logic works at a lower voltage.

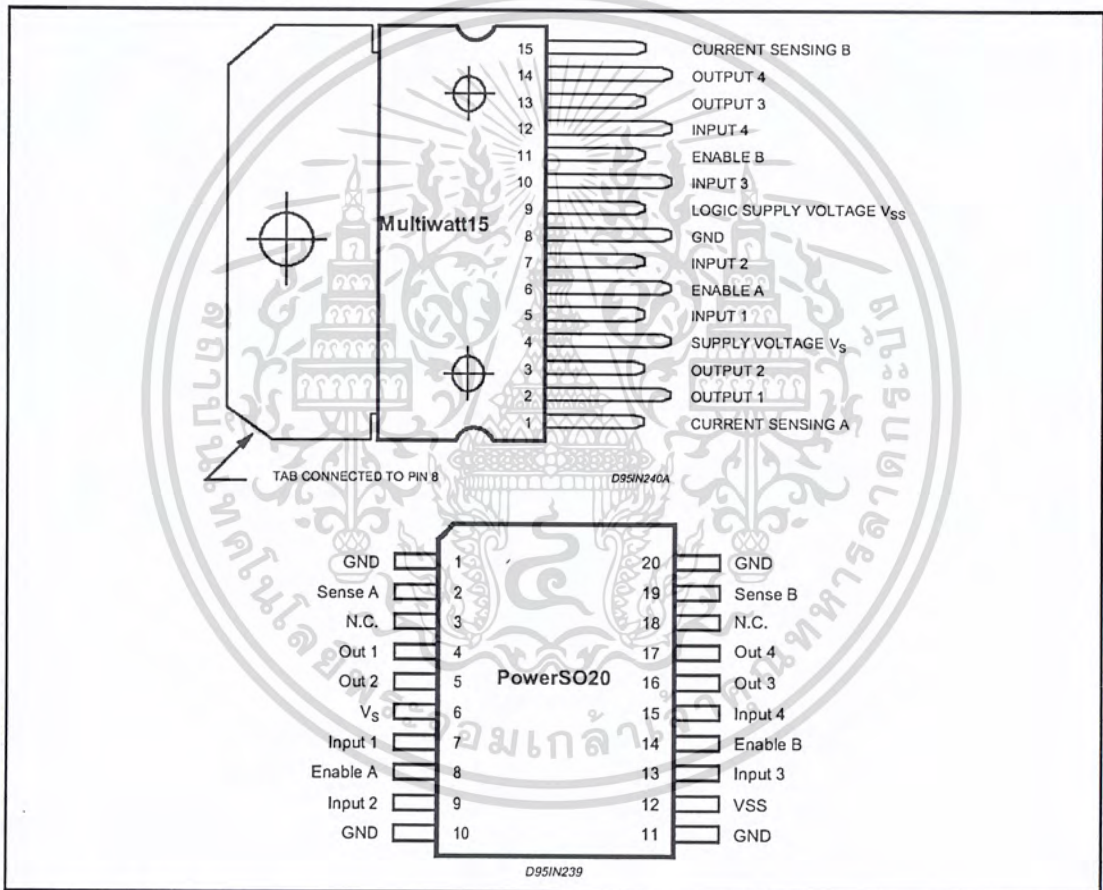
BLOCK DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Symbol	Parameter	Value	Unit
V_S	Power Supply	50	V
V_{SS}	Logic Supply Voltage	7	V
V_I, V_{en}	Input and Enable Voltage	-0.3 to 7	V
I_O	Peak Output Current (each Channel)		
	- Non Repetitive ($t = 100\mu s$)	3	A
	- Repetitive (80% on -20% off; $t_{on} = 10ms$)	2.5	A
	-DC Operation	2	A
V_{sens}	Sensing Voltage	-1 to 2.3	V
P_{tot}	Total Power Dissipation ($T_{case} = 75^\circ C$)	25	W
T_{op}	Junction Operating Temperature	-25 to 130	$^\circ C$
T_{stg}, T_j	Storage and Junction Temperature	-40 to 150	$^\circ C$

PIN CONNECTIONS (top view)



THERMAL DATA

Symbol	Parameter		PowerSO20	Multiwatt15	Unit
$R_{th j-case}$	Thermal Resistance Junction-case	Max.	-	3	$^\circ C/W$
$R_{th j-amb}$	Thermal Resistance Junction-ambient	Max.	13 (*)	35	$^\circ C/W$

(*) Mounted on aluminum substrate



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PIN FUNCTIONS (refer to the block diagram)

MW. 15	PowerSO	Name	Function
1;15	2;19	Sense A; Sense B	Between this pin and ground is connected the sense resistor to control the current of the load.
2;3	4;5	Out 1; Out 2	Outputs of the Bridge A; the current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 1.
4	6	V _S	Supply Voltage for the Power Output Stages. A non-inductive 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
5;7	7;9	Input 1; Input 2	TTL Compatible Inputs of the Bridge A.
6;11	8;14	Enable A; Enable B	TTL Compatible Enable Input: the L state disables the bridge A (enable A) and/or the bridge B (enable B).
8	1,10,11,20	GND	Ground.
9	12	V _{SS}	Supply Voltage for the Logic Blocks. A 100nF capacitor must be connected between this pin and ground.
10; 12	13;15	Input 3; Input 4	TTL Compatible Inputs of the Bridge B.
13; 14	16;17	Out 3; Out 4	Outputs of the Bridge B. The current that flows through the load connected between these two pins is monitored at pin 15.
–	3;18	N.C.	Not Connected

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (V_S = 42V; V_{SS} = 5V, T_J = 25°C; unless otherwise specified)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
V _S	Supply Voltage (pin 4)	Operative Condition	V _{IH} +2.5		46	V
V _{SS}	Logic Supply Voltage (pin 9)		4.5	5	7	V
I _S	Quiescent Supply Current (pin 4)	V _{en} = H; I _L = 0 V _i = L V _i = H		13 50	22 70	mA mA
I _{SS}	Quiescent Current from V _{SS} (pin 9)	V _{en} = L V _{en} = H; I _L = 0 V _i = L V _i = H V _i = X		24 7	36 12 6	mA mA mA
V _{iL}	Input Low Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		-0.3		1.5	V
V _{iH}	Input High Voltage (pins 5, 7, 10, 12)		2.3		V _{SS}	V
I _{iL}	Low Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V _i = L			-10	μA
I _{iH}	High Voltage Input Current (pins 5, 7, 10, 12)	V _i = H ≤ V _{SS} - 0.6V		30	100	μA
V _{en} = L	Enable Low Voltage (pins 6, 11)		-0.3		1.5	V
V _{en} = H	Enable High Voltage (pins 6, 11)		2.3		V _{SS}	V
I _{en} = L	Low Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V _{en} = L			-10	μA
I _{en} = H	High Voltage Enable Current (pins 6, 11)	V _{en} = H ≤ V _{SS} - 0.6V		30	100	μA
V _{CEsat(H)}	Source Saturation Voltage	I _L = 1A I _L = 2A	0.95	1.35 2	1.7 2.7	V V
V _{CEsat(L)}	Sink Saturation Voltage	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)	0.85	1.2 1.7	1.6 2.3	V V
V _{CEsat}	Total Drop	I _L = 1A (5) I _L = 2A (5)	1.80		3.2 4.9	V V
V _{sens}	Sensing Voltage (pins 1, 15)		-1 (1)		2	V

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (continued)

Symbol	Parameter	Test Conditions	Min.	Typ.	Max.	Unit
T ₁ (V _i)	Source Current Turn-off Delay	0.5 V _i to 0.9 I _L (2); (4)		1.5		μs
T ₂ (V _i)	Source Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (2); (4)		0.2		μs
T ₃ (V _i)	Source Current Turn-on Delay	0.5 V _i to 0.1 I _L (2); (4)		2		μs
T ₄ (V _i)	Source Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (2); (4)		0.7		μs
T ₅ (V _i)	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V _i to 0.9 I _L (3); (4)		0.7		μs
T ₆ (V _i)	Sink Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (3); (4)		0.25		μs
T ₇ (V _i)	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V _i to 0.9 I _L (3); (4)		1.6		μs
T ₈ (V _i)	Sink Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (3); (4)		0.2		μs
f _c (V _i)	Commutation Frequency	I _L = 2A		25	40	KHz
T ₁ (V _{en})	Source Current Turn-off Delay	0.5 V _{en} to 0.9 I _L (2); (4)		3		μs
T ₂ (V _{en})	Source Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (2); (4)		1		μs
T ₃ (V _{en})	Source Current Turn-on Delay	0.5 V _{en} to 0.1 I _L (2); (4)		0.3		μs
T ₄ (V _{en})	Source Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (2); (4)		0.4		μs
T ₅ (V _{en})	Sink Current Turn-off Delay	0.5 V _{en} to 0.9 I _L (3); (4)		2.2		μs
T ₆ (V _{en})	Sink Current Fall Time	0.9 I _L to 0.1 I _L (3); (4)		0.35		μs
T ₇ (V _{en})	Sink Current Turn-on Delay	0.5 V _{en} to 0.9 I _L (3); (4)		0.25		μs
T ₈ (V _{en})	Sink Current Rise Time	0.1 I _L to 0.9 I _L (3); (4)		0.1		μs

- 1) 1) Sensing voltage can be -1 V for t ≤ 50 μsec; in steady state V_{sens} min ≥ -0.5 V.
- 2) See fig. 2.
- 3) See fig. 4.
- 4) The load must be a pure resistor.

Figure 1 : Typical Saturation Voltage vs. Output Current.

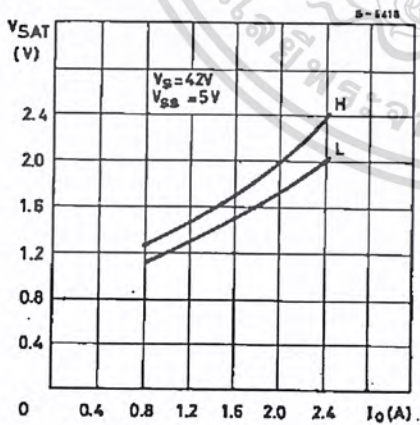
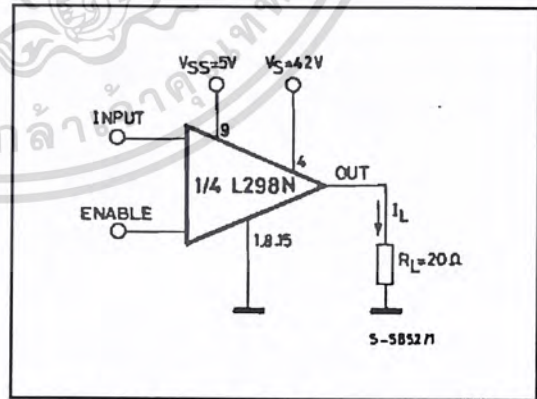


Figure 2 : Switching Times Test Circuits.



Note : For INPUT Switching, set EN = H
For ENABLE Switching, set IN = H

Figure 3 : Source Current Delay Times vs. Input or Enable Switching.

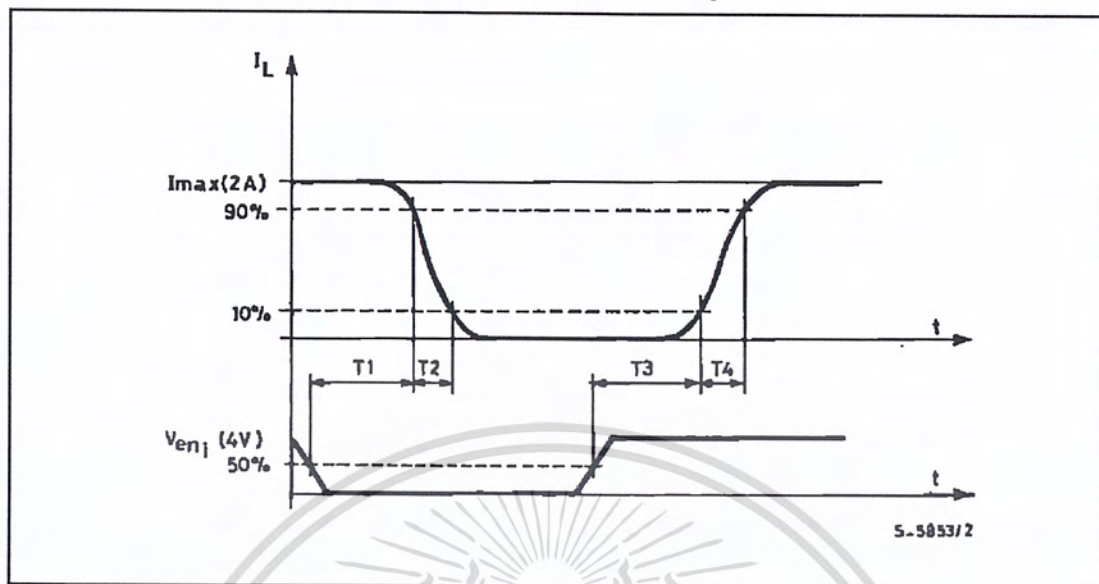
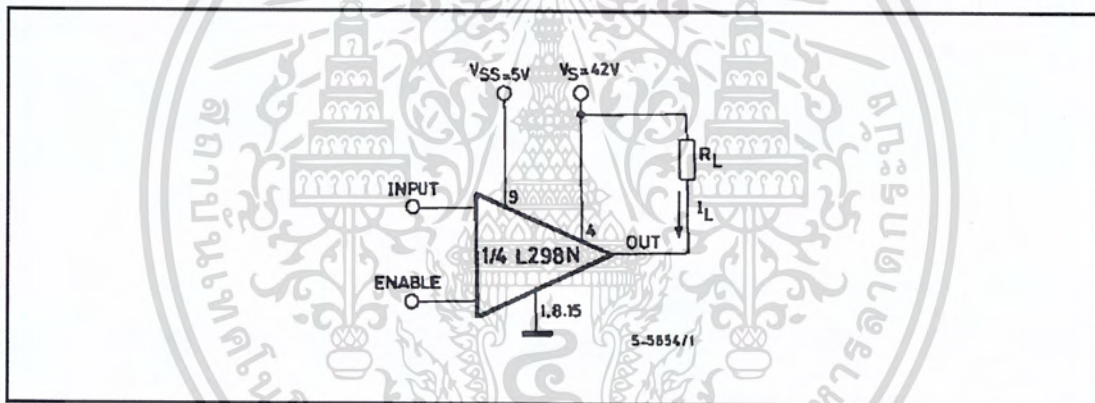


Figure 4 : Switching Times Test Circuits.



Note : For INPUT Switching, set EN = H
For ENABLE Switching, set IN = L

Figure 5 : Sink Current Delay Times vs. Input 0 V Enable Switching.

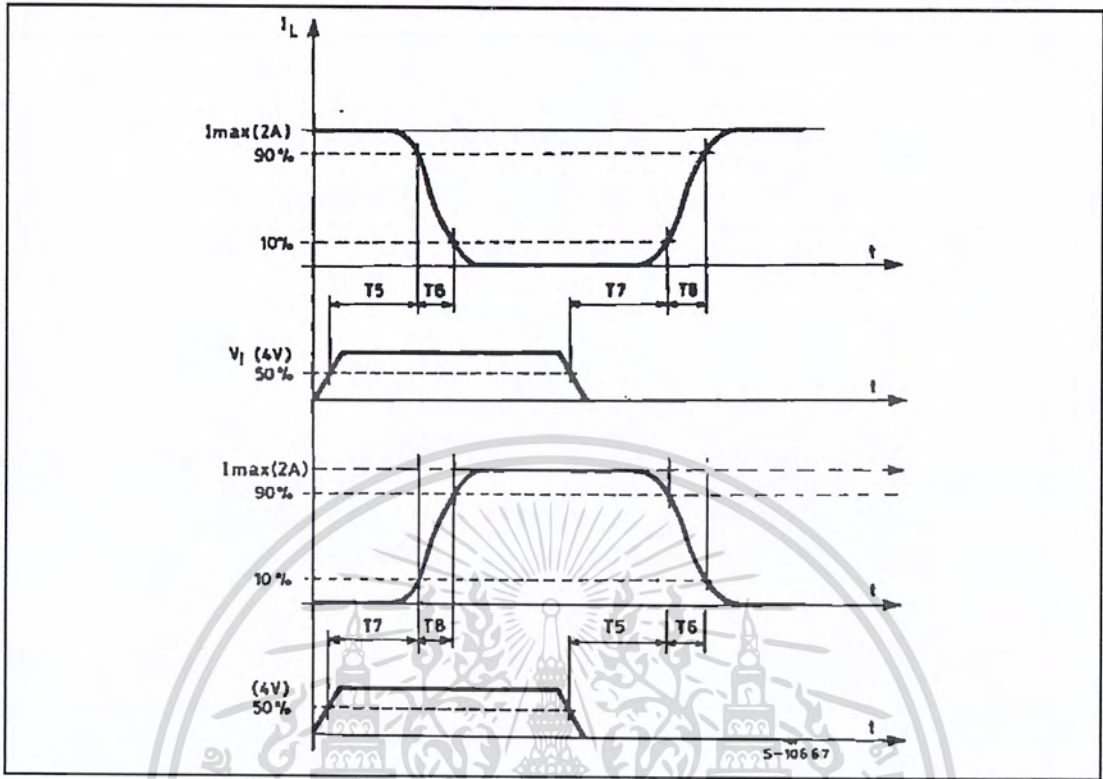
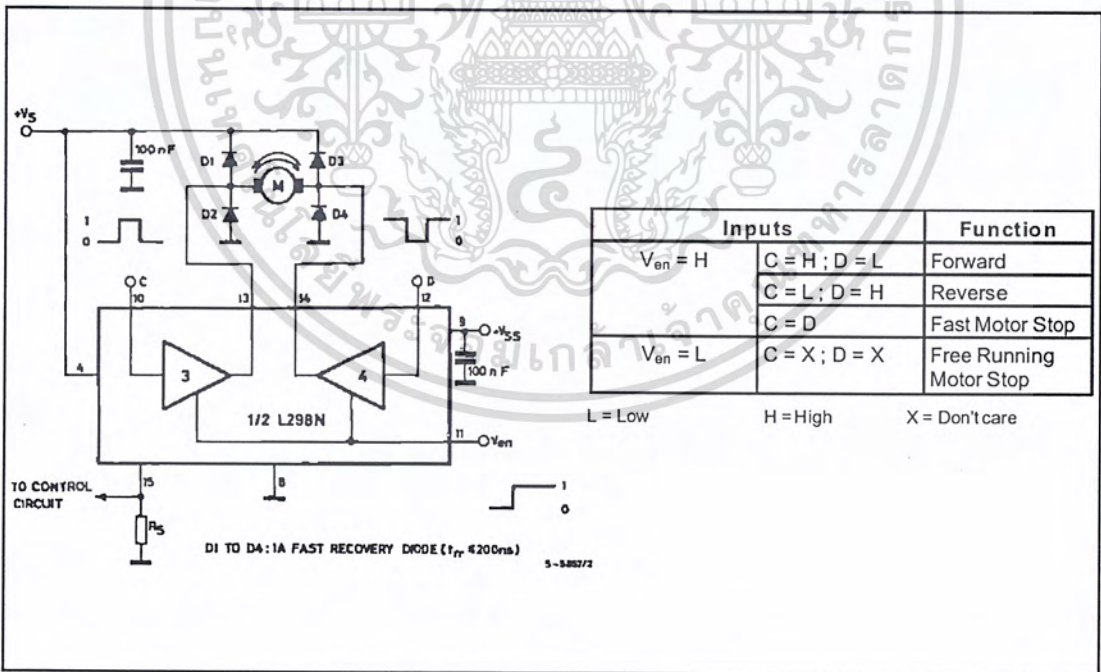
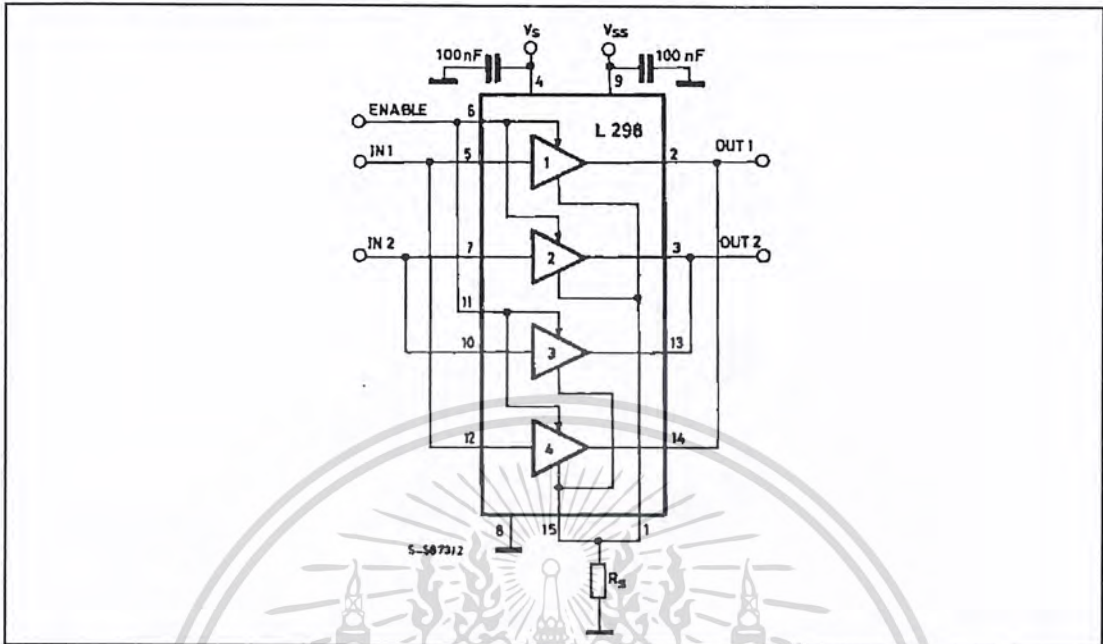


Figure 6 : Bidirectional DC Motor Control.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Figure 7 : For higher currents, outputs can be paralleled. Take care to parallel channel 1 with channel 4 and channel 2 with channel 3.



APPLICATION INFORMATION (Refer to the block diagram)

1.1. POWER OUTPUT STAGE

The L298 integrates two power output stages (A; B). The power output stage is a bridge configuration and its outputs can drive an inductive load in common or differential mode, depending on the state of the inputs. The current that flows through the load comes out from the bridge at the sense output: an external resistor (R_{SA} ; R_{SB}) allows to detect the intensity of this current.

1.2. INPUT STAGE

Each bridge is driven by means of four gates the input of which are $In1$; $In2$; EnA and $In3$; $In4$; EnB . The In inputs set the bridge state when The En input is high; a low state of the En input inhibits the bridge. All the inputs are TTL compatible.

2. SUGGESTIONS

A non inductive capacitor, usually of 100 nF, must be foreseen between both V_s and V_{ss} , to ground, as near as possible to GND pin. When the large capacitor of the power supply is too far from the IC, a second smaller one must be foreseen near the L298.

The sense resistor, not of a wire wound type, must be grounded near the negative pole of V_s that must be near the GND pin of the I.C.

Each input must be connected to the source of the driving signals by means of a very short path.

Turn-On and Turn-Off: Before to Turn-ON the Supply Voltage and before to Turn it OFF, the Enable input must be driven to the Low state.

3. APPLICATIONS

Fig 6 shows a bidirectional DC motor control Schematic Diagram for which only one bridge is needed. The external bridge of diodes $D1$ to $D4$ is made by four fast recovery elements ($t_{tr} \leq 200$ nsec) that must be chosen of a VF as low as possible at the worst case of the load current.

The sense output voltage can be used to control the current amplitude by chopping the inputs, or to provide overcurrent protection by switching low the enable input.

The brake function (Fast motor stop) requires that the Absolute Maximum Rating of 2 Amps must never be overcome.

When the repetitive peak current needed from the load is higher than 2 Amps, a paralleled configuration can be chosen (See Fig.7).

An external bridge of diodes are required when inductive loads are driven and when the inputs of the IC are chopped; Shottky diodes would be preferred.

This solution can drive until 3 Amps In DC operation and until 3.5 Amps of a repetitive peak current.

On Fig 8 it is shown the driving of a two phase bipolar stepper motor ; the needed signals to drive the inputs of the L298 are generated, in this example, from the IC L297.

Fig 9 shows an example of P.C.B. designed for the application of Fig 8.

Figure 8 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Circuit.

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

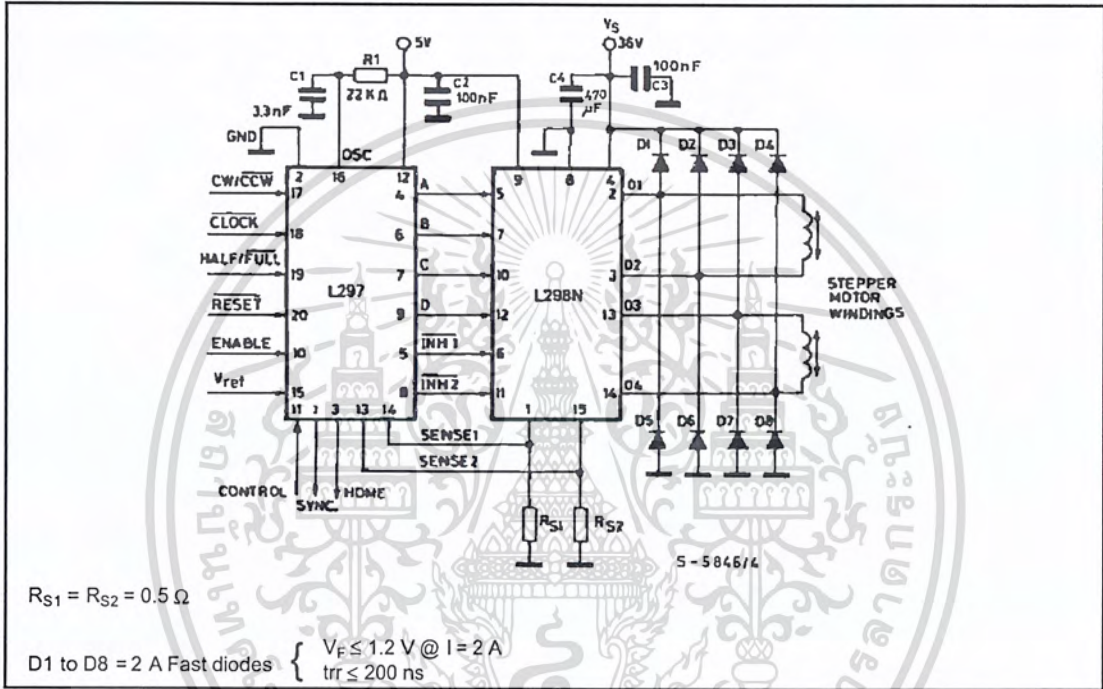


Fig 10 shows a second two phase bipolar stepper motor control circuit where the current is controlled by the I.C. L6506.

Figure 9 : Suggested Printed Circuit Board Layout for the Circuit of fig. 8 (1:1 scale).

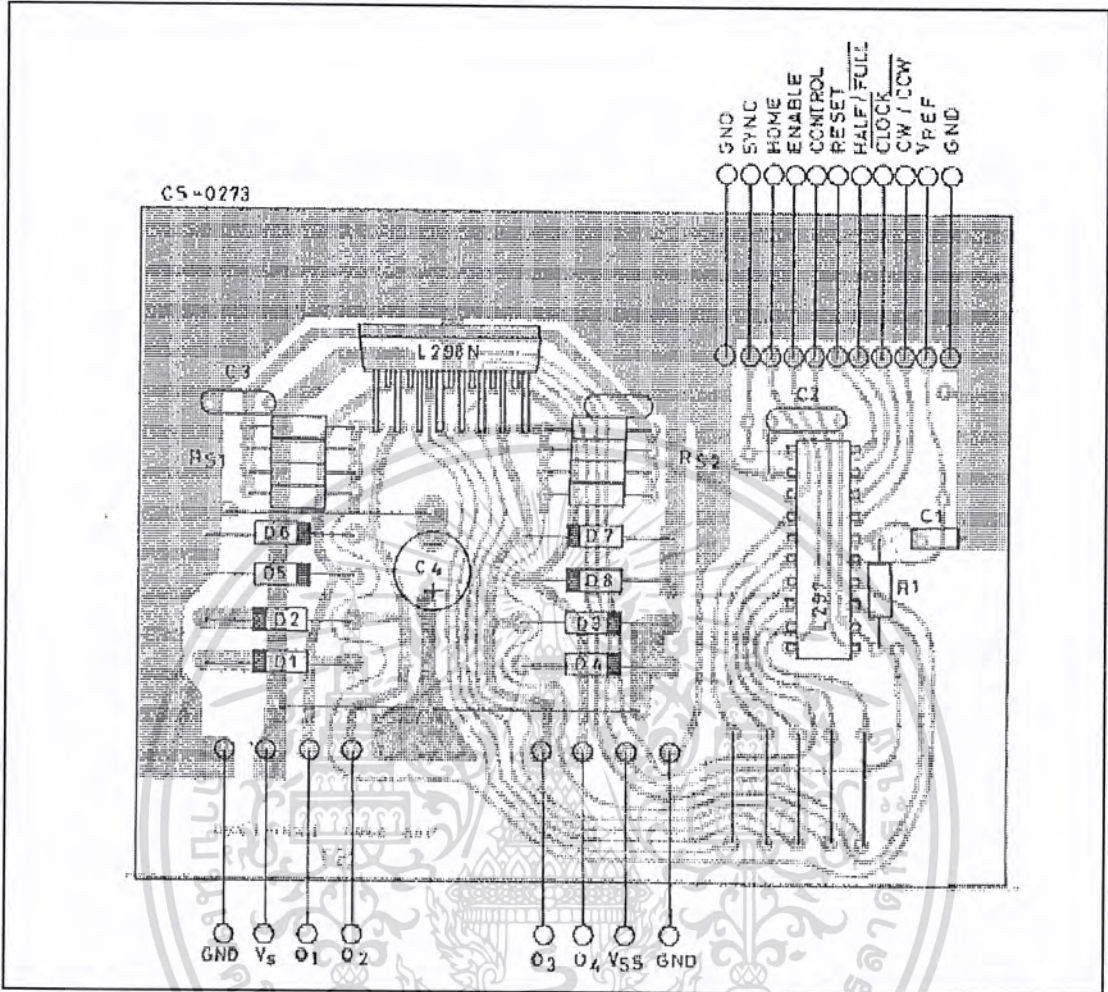
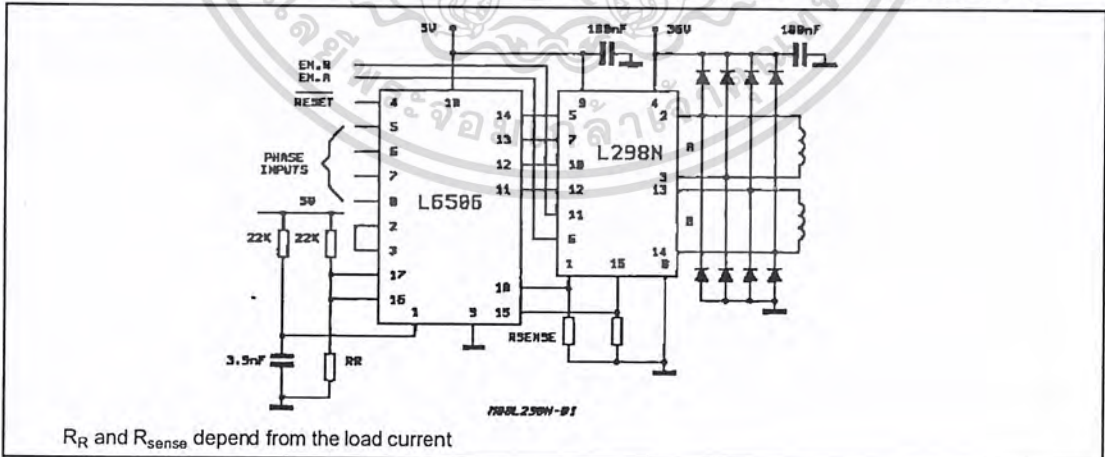
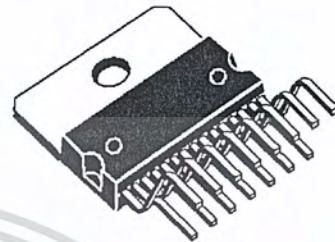


Figure 10 : Two Phase Bipolar Stepper Motor Control Circuit by Using the Current Controller L6506.

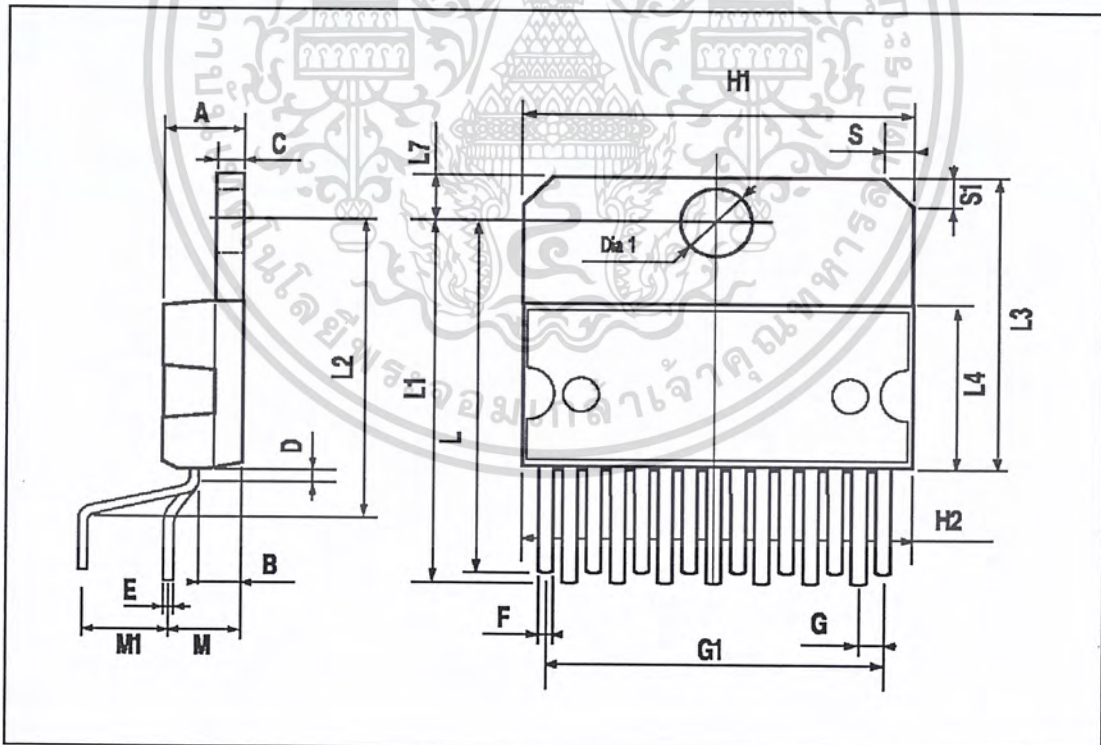


DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			5			0.197
B			2.65			0.104
C			1.6			0.063
D		1			0.039	
E	0.49		0.55	0.019		0.022
F	0.66		0.75	0.026		0.030
G	1.02	1.27	1.52	0.040	0.050	0.060
G1	17.53	17.78	18.03	0.690	0.700	0.710
H1	19.6			0.772		
H2			20.2			0.795
L	21.9	22.2	22.5	0.862	0.874	0.886
L1	21.7	22.1	22.5	0.854	0.870	0.886
L2	17.65		18.1	0.695		0.713
L3	17.25	17.5	17.75	0.679	0.689	0.699
L4	10.3	10.7	10.9	0.406	0.421	0.429
L7	2.65		2.9	0.104		0.114
M	4.25	4.55	4.85	0.167	0.179	0.191
M1	4.63	5.08	5.53	0.182	0.200	0.218
S	1.9		2.6	0.075		0.102
S1	1.9		2.6	0.075		0.102
Dia1	3.65		3.85	0.144		0.152

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



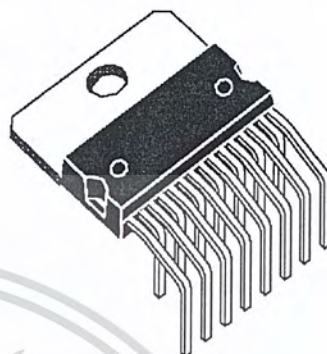
Multiwatt15 V



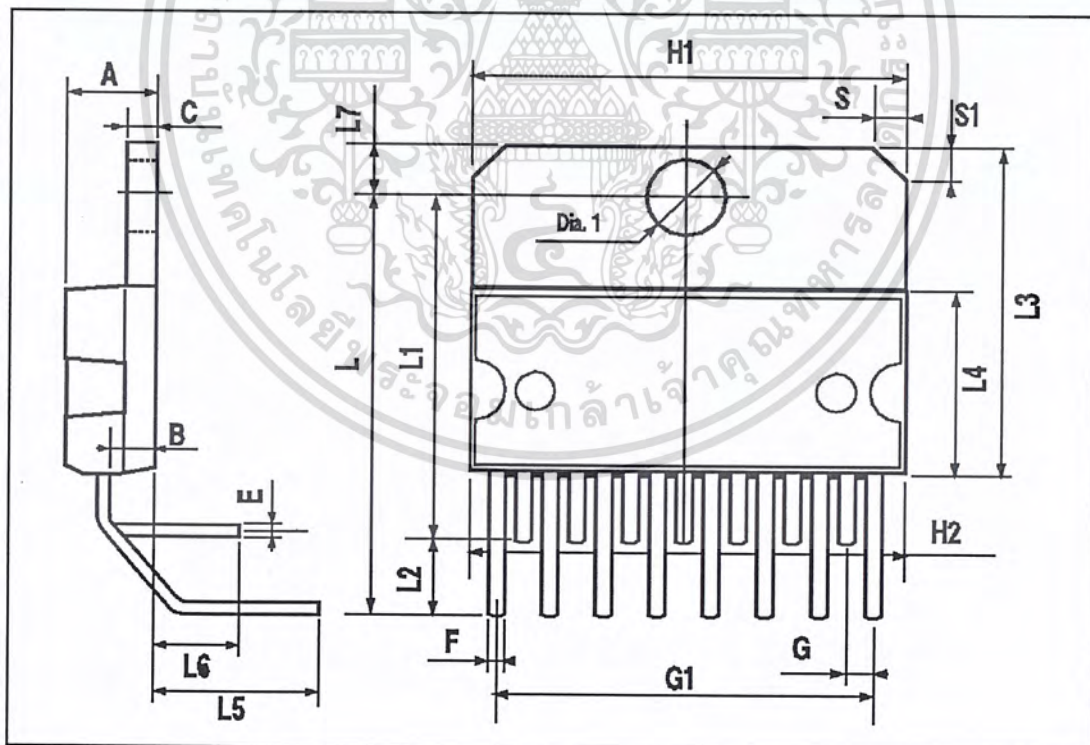
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			5			0.197
B			2.65			0.104
C			1.6			0.063
E	0.49		0.55	0.019		0.022
F	0.66		0.75	0.026		0.030
G	1.14	1.27	1.4	0.045	0.050	0.055
G1	17.57	17.78	17.91	0.692	0.700	0.705
H1	19.6			0.772		
H2			20.2			0.795
L		20.57			0.810	
L1		18.03			0.710	
L2		2.54			0.100	
L3	17.25	17.5	17.75	0.679	0.689	0.699
L4	10.3	10.7	10.9	0.406	0.421	0.429
L5		5.28			0.208	
L6		2.38			0.094	
L7	2.65		2.9	0.104		0.114
S	1.9		2.6	0.075		0.102
S1	1.9		2.6	0.075		0.102
Dia1	3.65		3.85	0.144		0.152

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



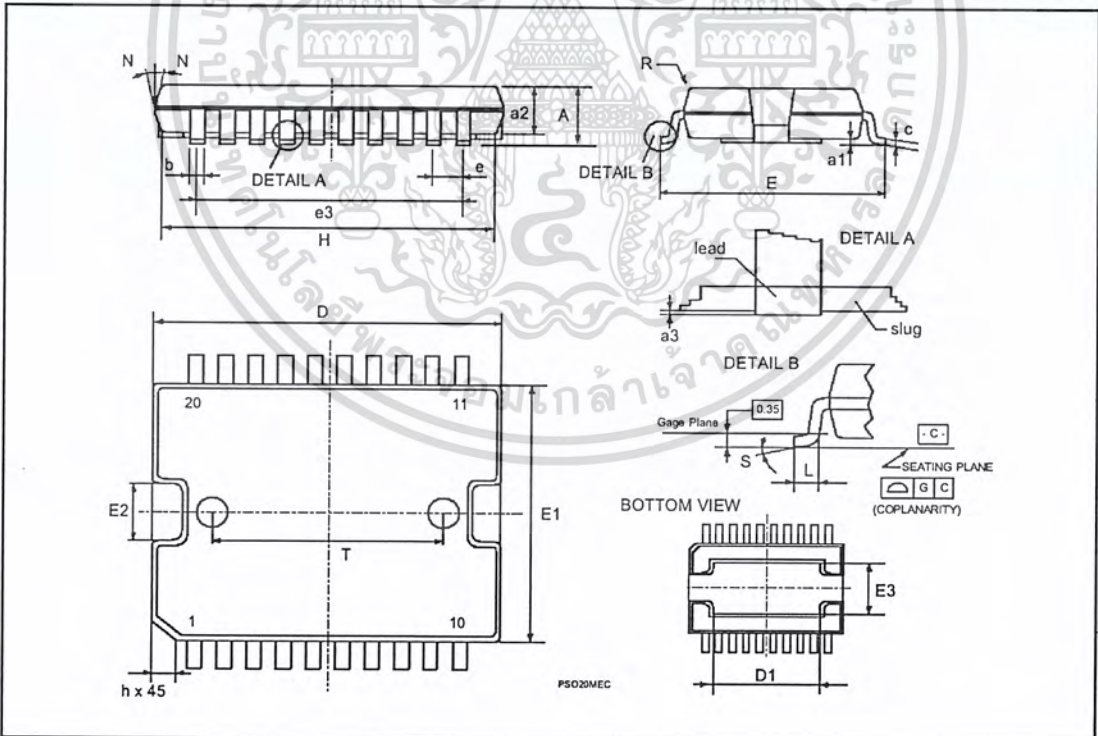
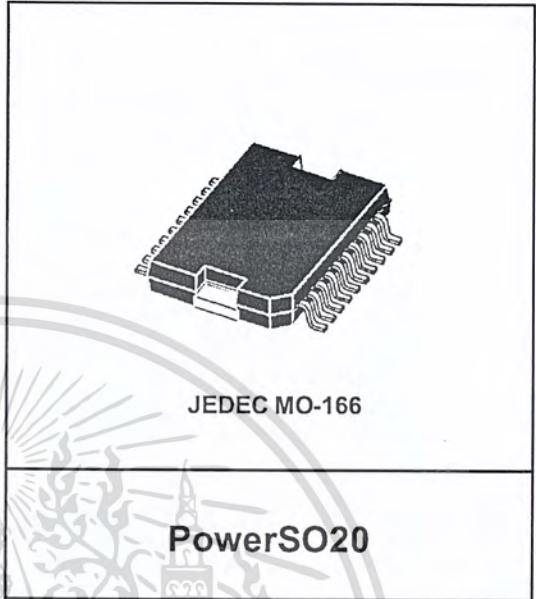
Multiwatt15 H



DIM.	mm			inch		
	MIN.	TYP.	MAX.	MIN.	TYP.	MAX.
A			3.6			0.142
a1	0.1		0.3	0.004		0.012
a2			3.3			0.130
a3	0		0.1	0.000		0.004
b	0.4		0.53	0.016		0.021
c	0.23		0.32	0.009		0.013
D (1)	15.8		16	0.622		0.630
D1	9.4		9.8	0.370		0.386
E	13.9		14.5	0.547		0.570
e		1.27			0.050	
e3		11.43			0.450	
E1 (1)	10.9		11.1	0.429		0.437
E2			2.9			0.114
E3	5.8		6.2	0.228		0.244
G	0		0.1	0.000		0.004
H	15.5		15.9	0.610		0.626
h			1.1			0.043
L	0.8		1.1	0.031		0.043
N	10° (max.)					
S	8° (max.)					
T		10			0.394	

(1) "D and F" do not include mold flash or protrusions.
 - Mold flash or protrusions shall not exceed 0.15 mm (0.006").
 - Critical dimensions "E", "G" and "a3"

OUTLINE AND MECHANICAL DATA



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดลอกเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



Information furnished is believed to be accurate and reliable. However, STMicroelectronics assumes no responsibility for the consequences of use of such information nor for any infringement of patents or other rights of third parties which may result from its use. No license is granted by implication or otherwise under any patent or patent rights of STMicroelectronics. Specification mentioned in this publication are subject to change without notice. This publication supersedes and replaces all information previously supplied. STMicroelectronics products are not authorized for use as critical components in life support devices or systems without express written approval of STMicroelectronics.

The ST logo is a registered trademark of STMicroelectronics
 © 2000 STMicroelectronics – Printed in Italy – All Rights Reserved
 STMicroelectronics GROUP OF COMPANIES

Australia - Brazil - China - Finland - France - Germany - Hong Kong - India - Italy - Japan - Malaysia - Malta - Morocco -
 Singapore - Spain - Sweden - Switzerland - United Kingdom - U.S.A.
<http://www.st.com>



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

- [1] ผศ. มนตรี สุวรรณกิจการ, เทคโนโลยีไฟฟ้า, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 2541.
- [2] สุเชียร เกียรติสุนทร , ระบบควบคุมทางอุตสาหกรรม , สำนักพิมพ์ดวงกมล (2520) จำกัด กรุงเทพฯ ฯ , 2521.
- [3] ผศ. วรพงษ์ ตั้งศรีรัตน์ , อปแอมป์และการประมวลผลสัญญาณอนาล็อก , บริษัท ว. เพ็ชรสกุล จำกัด , 2545
- [4] อนันท์ คัมภีรานนท์ , อิเล็กทรอนิกส์ อุตสาหกรรม 1 , บริษัทสกายบุ๊กส์ จำกัด , 2541.
- [5] นภัทร วัฒนเทมินทร์ , อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ , บริษัทสกายบุ๊กส์ จำกัด , 2541.
- [6] อุดมศักดิ์ ชัยยืน , Power Electronics I, ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี , 2528.
- [7] ไชยชาญ หินเกิด, เครื่องกลไฟฟ้ากระแสตรง, สำนักพิมพ์ ส.ส.ท กรุงเทพฯ , 2543
- [8] สถาบันอิเล็กทรอนิกส์กรุงเทพ , อิเล็กทรอนิกส์แฮนด์บุ๊ค , ฉบับที่ 42 มกราคม – กุมภาพันธ์ 2543.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้คัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้