การแสดงภาพด้วย LED สองสีต่างระดับจำนวน 256 สี

LED ARRAY DISPLAY WITH 256 COLORS

โดย

นายจีรศักดิ์ กิ่งแก้ว

นายฉัตรชัย เอื้อละพันธุ์

นางสาวปัทมา สาวัลย์จรัสกุล

วัน เดือน ปี ๑ ส.ค. ๒๕๔๐

เลขทะเบียน ๐๓๗๑๑๙

เลขเรียกหนังสือ T ๓๘๓๑๒ ๙๖๓ ก.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

037119

การแสดงภาพด้วย LED สองสีต่างระดับจำนวน 256 สี

LED ARRAY DISPLAY WITH 256 COLORS

โดย

นายจีรศักดิ์ กิ่งแก้ว รหัส 35104073

นายฉัตรชัย เอื้อละพันธุ์ รหัส 35104085

นางสาวปัทมา ลาวัลย์จรัสกุล รหัส 35104267

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ประภากร สุวรรณะ

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาวิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปีการศึกษา 2538

ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง การแสดงภาพด้วย LED สองสีต่างระดับจำนวน 256 สี

ผู้จัดทำ

1. นายจีรศักดิ์	กิ่งแก้ว	รหัส 35104073
2. นายฉัตรชัย	เอื้อละพันธุ์	รหัส 35104085
3. นางสาวปัทมา	ลาวัลย์จรัสกุล	รหัส 35104267

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ ประภากร สุวรรณะ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแสดงภาพด้วย LED 2 สีต่างระดับจำนวน 256 สี

นายจีรศักดิ์ กิ่งแก้ว
นายฉัตรชัย เอื้อละพันธุ์
นางสาวปัทมา ลาวัลย์จรัสกุล
อ. ประภากร สุวรรณะ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้นำเสนอโครงงานการแสดงภาพด้วย LED 2 สีที่สามารถควบคุมระดับสีได้ทั้งหมดประมาณ 256 สี โดยการศึกษาภาคแรก จะเป็นการนำเอาข้อมูลที่ป้อนเข้ามา มาเป็นตัวกำหนดความกว้างของสัญญาณพัลส์ (Pulse width modulation) ที่ใช้ในการขับ LED ทั้ง 2 สี (สีเขียวและสีแดง) ทำให้ได้ระดับความสว่างของแต่ละสีเป็น 16 ระดับ ส่วนในภาคการศึกษาที่ 2 จะเป็นการพัฒนาขนาดของ LED ARRAY ให้มีขนาดใหญ่มากยิ่งขึ้น โดยสามารถต่อเติมขยายขนาดของบอร์ดได้โดยง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LED ARRAY DISPLAY WITH 256 COLORS

JEERASAK KINGKAEW
CHATCHAI EAWLAPAN
PATTAMA LAWANJARASKUL
PRAPAKORN SUWANNA Advisor
1995

ABSTRACT

This thesis presents the two-colored LED (Light Emitting Diode) Display Board to become up to two hundred and fifty-six colors. The first semester is to use data from data source to define the pulse width modulation which is used to drive red and green led to become 256 colors. In second semester is to develope to more complex LED array application. This board is designed for the future development and the size extension.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คำนำ

ปัจจุบันสื่อในการนำเสนอข้อมูลได้พัฒนาไปอย่างรวดเร็ว และมีผู้ให้ความสนใจเป็นจำนวนมาก สื่ออย่างหนึ่งที่มีคนให้สนใจมากจำนวนหนึ่งนั่นก็คือ แผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะเป็นประเด็นหลักของหนังสือเล่มนี้

แผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ ที่จะกล่าวถึงมีเนื้อหาสาระสำคัญดังนี้

ในตอนต้นของหนังสือเล่มนี้จะอธิบายถึงทฤษฎีและหลักการทำงาน เพื่อให้ผู้อ่านสามารถเข้าใจได้โดยง่าย จากนั้นจะกล่าวถึงการทดลองที่ผู้จัดทำได้ทำการศึกษาค้นคว้า ท้ายสุดนี้จะบอกถึงปัญหาที่เกิดขึ้น เพื่อให้ผู้ที่สนใจสามารถนำไปวิเคราะห์และนำไปใช้ได้

ท้ายนี้ ขออภัย มา ณ ที่นี้ด้วย หากหนังสือเล่มนี้มีข้อผิดพลาดใด ๆ

คณะผู้จัดทำ

15/3/39

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

เรื่อง	หน้า
บทนำ	1
บทที่ 1 ทฤษฎี	2
1.1 การทำงานของแผงแสดงผลทั่ว ๆไป	2
1.2 หลักการควบคุมระดับสี	3
1.3 คุณสมบัติของ LED	6
1.4 การแบ่งระดับสีและการผสมสี	11
บทที่ 2 หลักการทำงานของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์	14
2.1 รายละเอียดโดยสังเขปของแต่ละส่วนในแผงแสดงผล	16
2.2 การออกแบบวงจร	21
บทที่ 3 การอินเตอร์เฟสกับไมโครคอมพิวเตอร์	35
บทที่ 4 การทดลองและวงจรที่ใช้ในการทดลอง	38
4.1 การทดลองวงจรควบคุมแผงแสดงผลขนาด 8*32 ด็อท	38
บทที่ 5 ผลการทดลอง	44
5.1 ผลการทดลองวงจรควบคุมทางแนวนอนและแนวตั้ง	44
5.2 ผลการทดลองวงจรควบคุมระดับสี	44
5.3 ผลการทดลองจากการนำอาร์เรย์ทั้ง 4 มารวมกัน	44
5.4 ผลการทดลองในส่วนอินเตอร์เฟสกับไมโครคอนโทรลเลอร์	45
บทที่ 6 สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง	46
บทที่ 7 แนวทางการพัฒนาและแก้ไขปัญหา	47
ภาคผนวก	
กิตติกรรมประกาศ	
บรรณานุกรม	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

	หน้า
รูปที่ 1.1 โครงสร้างหลักของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ทั่ว ๆ ไป	2
รูปที่ 1.2 หลักการเบื้องต้นของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์แบบแสดงได้หลายระดับสีโดยการควบคุมทางแนวนอน	4
รูปที่ 1.3 แสดงการควบคุมความสว่างของ LED	5
รูปที่ 1.4 (ก) สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของ LED	7
(ข) โครงสร้างและการเกิดอิเล็กโตรลูมิเนเซนส์ของ LED	7
รูปที่ 1.5 คุณสมบัติและกราฟแสดงคุณลักษณะของ LED	11
รูปที่ 1.6 ผลของการจ่ายกระแสฟอร์เวิร์ดคงที่เป็นเวลา T ของช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว	12
รูปที่ 1.7 การป้อนกระแสฟอร์เวิร์ดให้แก่ LED ในช่วงเวลาไม่เท่ากัน	13
รูปที่ 2.1 บล็อคไดอะแกรมของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์	15
รูปที่ 2.2 แผนภาพเวลาของการสแกนทางแนวนอน	17
รูปที่ 2.3 แผนภาพของการสแกนทางแนวตั้ง	19
รูปที่ 2.4 ทิศทางการแสดงผลบนแผง LED	20
รูปที่ 2.5 การจัดวาง LED แบบดือทแมททริกซ์ขนาด 8*8 ดือทและการต่อ LED ในแต่ละจุด	22
รูปที่ 2.6 การต่อ LED 2 สีบนแผง และวงจรภายใน	24
รูปที่ 2.7 วงจรขับกระแสสำหรับ LED 1 จุดบนแผงแสดงผล	24
รูปที่ 2.8 (ก) วงจรขับกระแสทางด้านแนวนอน	25
(ข) วงจรขับกระแสทางด้านแนวตั้ง	25
รูปที่ 2.9 การต่อริงเคาน์เตอร์เบอร์ 4017 8 สเตท	27
รูปที่ 2.10 วงจรมัลติเพล็กเซอร์ขนาด 8 แถว	29
รูปที่ 2.11 วงจรควบคุมระดับสี	30
รูปที่ 2.12 แผนภาพเวลาของวงจรควบคุมระดับสี	33
รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมของส่วนอินเตอร์เฟส	35

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้า

รูปที่ 3.2 การทำงานของระบบ 36
รูปที่ 4.1 การจัดวาง LED ขนาด 8*32 ด็อท 39
รูปที่ 4.2 วงจรส่วนควบคุมระดับสีและการมัลติเพล็กซ์ทางแนวนอน 40
รูปที่ 4.3 วงจรควบคุมการแสดงผลทางแนวตั้ง 41
รูปที่ 4.4 วงจรขับกระแสทางแนวตั้ง 42
รูปที่ 4.5 วงจรขับกระแสทางแนวนอน 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ในปัจจุบันนี้เทคโนโลยีทางด้านสารสนเทศเข้ามามีบทบาทอย่างมากในชีวิตประจำวัน เพราะปัจจุบันเป็นโลกของข่าวสารข้อมูลที่เป็นหนึ่งเดียวกันทั่วโลกทำให้ต้องการสื่อที่สามารถแสดงข่าวสารข้อมูลรวมทั้งภาพการเคลื่อนไหวต่าง ๆ เพื่อให้สามารถดึงดูดความสนใจ และสามารถสื่อสารให้ทุกคนได้เข้าใจในข้อมูลข่าวสารนั้น ๆ

แผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics display board) ก็เป็นอีกสื่อหนึ่งที่เป็นที่นิยมใช้กันมากในปัจจุบัน ซึ่งในอดีตยังคงใช้ระบบการแสดงข้อมูลแบบเป็น 7-Segment และต่อมาจึงมีการพัฒนาเป็นแบบจุดแสดงผล (Dot Matrix Display) ซึ่งมีความละเอียดของภาพมากกว่าเดิม

ในตอนต้นการแสดงผลแบบจุดยังคงใช้หลอด LED แบบธรรมดาที่สามารถแปล่งแสงออกมาเป็นสีเดียว ควบคุมการปิดเปิดโดยมนุษย์ ต่อมาเนื่องจากเทคโนโลยีทางด้านอิเล็คทรอนิกส์มีการพัฒนาอย่างก้าวหน้า สามารถเพิ่มระดับสีและสิ่งที่ใช้ในการแสดงผลให้มากขึ้น เพื่อให้เกิดความเหมือนจริงมากที่สุด และนำคอมพิวเตอร์มาใช้ในการควบคุมด้วย จากความสำคัญดังกล่าว จึงได้เกิดโครงงาน " การแสดงภาพด้วย LED 2 สีต่างระดับจำนวน 256 สี " ขึ้นมา โดยดัดแปลงวิธีการควบคุมการปรับระดับสีให้มีความเหมาะสมมากยิ่งขึ้น โดยขนาดของ LED ARRAY ที่มีขนาดใหญ่ขึ้นนั้น จะประกอบไปด้วย ARRAY เล็ก ๆ ขนาด 8*32 ต่อทหลาย ๆ ARRAY รวมเข้าด้วยกัน ซึ่งจะช่วยทำให้ภาพที่เกิดขึ้นมีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ทำให้จำนวนภาพต่อนาทีมีขนาดเท่าเดิมในขณะที่แผงแสดงผลมีขนาดใหญ่ขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

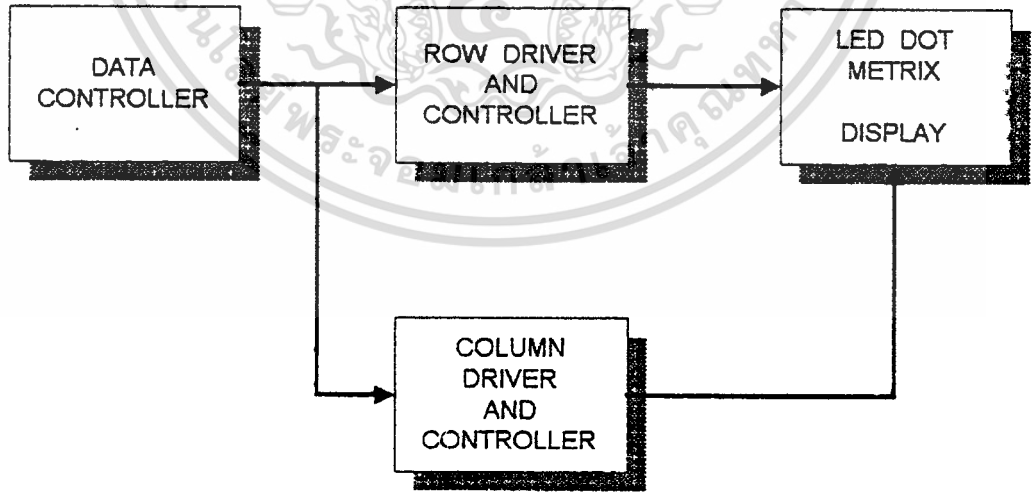
บทที่ 1

ทฤษฎี

ในบทนี้จะกล่าวถึงการทำงานของแผงแสดงผลทั่ว ๆ ไป คุณสมบัติและคุณลักษณะของ LED รวมไปถึงหลักการที่ใช้ในการแบ่งระดับสีด้วย

1.1 การทำงานของแผงแสดงผลทั่ว ๆ ไป

โดยการพัฒนาแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์อย่างกว้างขวางและต่อเนื่องกันมาโดยตลอด ทำให้การแสดงผลใกล้เคียงและสามารถแสดงผลแทนจอภาพคอมพิวเตอร์หรือโทรทัศน์ได้ โครงสร้างต่าง ๆ ของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ทั่ว ๆ ไปจะมีลักษณะที่คล้าย ๆ กัน ดังแสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่1.1 โครงสร้างหลักของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ทั่ว ๆ ไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของลิขสิทธิ์ที่ใช้ในการทำงานนี้

จากรูปที่ 1.1 จะเห็นได้ว่าโครงสร้างหลักของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์จะประกอบไปด้วย 4 ส่วนหลัก ๆ คือ

ส่วนที่ 1 คือ ส่วนควบคุมการส่งข้อมูล (DATA CONTROLLER) มีหน้าที่ในการจัดการเกี่ยวกับข้อมูลบนแผงแสดงผล (DISPLAY BOARD) และยังเป็นส่วนที่สร้างสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ของระบบ เช่น สร้างสัญญาณควบคุมทางด้านแนวนอนและแนวตั้งเพื่อให้ส่วนต่าง ๆ ทำงานประสานกัน (SYNCHRONIZE) ได้อย่างถูกต้อง

ส่วนที่ 2 คือ ส่วนควบคุมและวงจรขับกระแสทางด้านแนวนอน (ROW DRIVER AND CONTROLLER) สำหรับจัดการเรื่องข้อมูลทางแนวนอนที่ได้รับมาจากส่วนที่ 1 ในการเปิดหรือปิดวงจรแถว (ROW) นั้น ๆ เพื่อใช้ในการแสดงผลในลักษณะของการติดและดับก่อนที่จะส่งข้อมูลที่ได้รับมาแก่แผงแสดงผล และยังทำให้การแสดงผลที่ได้แน่นอนและสามารถควบคุมเป็นจุด ๆ ได้

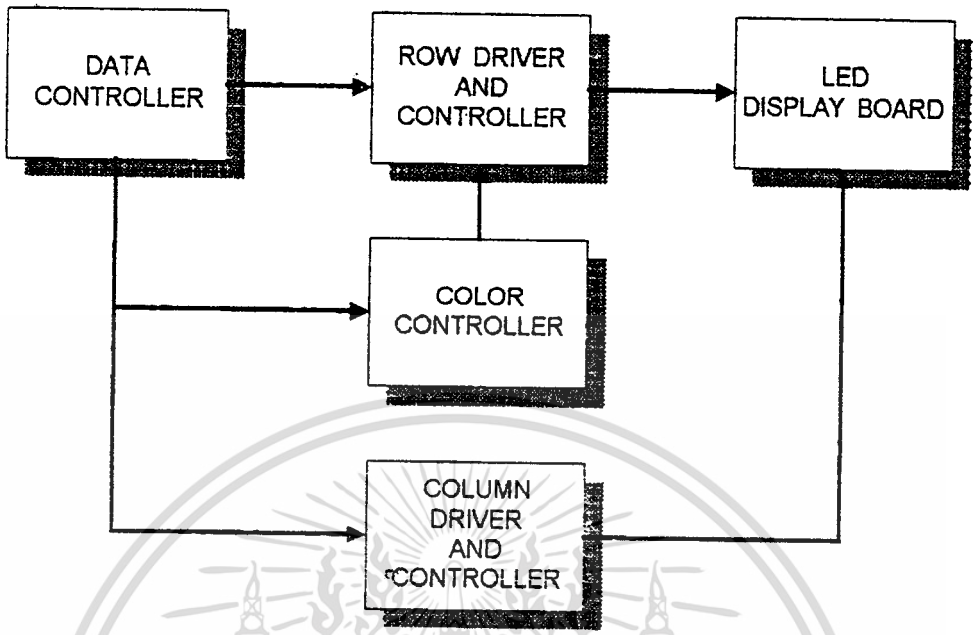
ส่วนที่ 3 คือ ส่วนควบคุมและวงจรขับกระแสทางด้านแนวตั้ง (COLUMN DRIVER AND CONTROLLER) สำหรับการจัดการข้อมูลในแต่ละหลัก (COLUMN) ที่ได้รับมาจากส่วนที่ 1 การทำงานคล้ายคลึงกับส่วนควบคุม และวงจรขับกระแสทางแนวนอนและทั้ง 2 ส่วนนี้ จะต้องมีการทำงานที่ประสานกันอย่างดี เพื่อให้การควบคุมแผงแสดงผลเป็นไปอย่างถูกต้องและแม่นยำ

ส่วนที่ 4 คือ ส่วนของแผงแสดงผล (DISPLAY BOARD) เป็นส่วนที่ใช้ในการแสดงผลจากข้อมูลที่ได้รับมาทางด้านแนวตั้งและแนวนอน ซึ่งส่วนนี้จะใช้ไดโอดเปล่งแสง (LIGHT EMITTING DIODE : LED) เป็นส่วนประกอบ

1.2 หลักการควบคุมระดับสี

ในส่วนของโครงงานนี้ จะเสนอแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ที่ได้รับการพัฒนาขึ้นมาและเป็นกำลังเป็นที่นิยมกันอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งก็คือ แผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ที่สามารถแสดงผลได้หลาย ๆ สี โดยใช้วิธีการผสมสีระหว่าง LED สีแดงและสีเขียว และสามารถแบ่งระดับของสีที่ถูกผสมขึ้นมาได้ แต่หลักการเบื้องต้นของแผงแสดงผลแบบนี้ยังคงมีลักษณะเหมือนเดิม แต่จะเพิ่มส่วนควบคุมระดับสีขึ้นมาเท่านั้น ดังรูปที่ 1.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



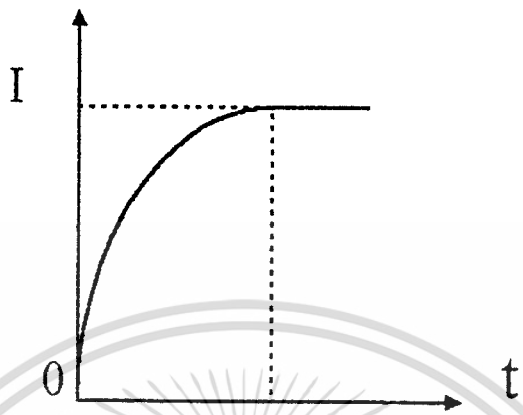
รูปที่ 1.2 หลักการเบื้องต้นของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์แบบแสดงผลได้หลายระดับสีโดยการควบคุมทางแนวนอน

ส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมและแบ่งระดับสี มีวิธีที่ใช้ในการควบคุมอยู่ 2 วิธีดังนี้ คือ

วิธีที่ 1 เป็นการควบคุมความสว่าง LED โดยการควบคุมกระแสไฟตรงที่ป้อนให้กับ LED ตรง ๆ โดยวิธีนี้ LED จะสว่างมากหรือน้อยขึ้นอยู่กับจำนวนกระแสที่ไหลผ่านตัวมัน การควบคุมในลักษณะนี้สามารถกำหนดความสว่างได้ค่อนข้างแม่นยำแต่การออกแบบส่วนควบคุมมีความซับซ้อนยุ่งยากจึงได้พัฒนาและดัดแปลงมาเป็นวิธีที่ 2

วิธีที่ 2 เป็นการควบคุมกระแสที่ป้อนให้ LED เช่นกัน แต่แทนที่จะควบคุมตรง ๆ เช่นวิธีแรก แต่จะกระทำทางอ้อมโดยควบคุมช่วงเวลาที่ป้อนกระแสไหลผ่าน LED ดังรูปที่ 1.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 1.3 แสดงการควบคุมความสว่างของ LED

จากรูปที่ 1.3 การควบคุมวิธีที่ 1 เป็นการควบคุมกระแสตามแนวแกน I_{dc} (แกน Y) ถ้าต้องการให้ LED สว่างเต็มที่จะต้องควบคุมให้กระแสไฟตรงไหลผ่าน LED เต็มที่ (ในที่นี้คือ I_{MAX} หมายถึงกระแสไหลผ่านเต็มที่ตามข้อกำหนด (SPECIFICATION) จากโรงงานผู้ผลิต LED นั้น ๆ เมื่อต้องการให้ความสว่างลดลงจะต้องลดกระแสลงเป็นอัตราส่วนตามความเหมาะสม ดังนั้นถ้าต้องการให้ LED สามารถเปลี่ยนแปลงระดับความสว่างได้ 16 ระดับ จะต้องสร้างวงจรจ่ายกระแสคงตัวที่สามารถเปลี่ยนแปลงกระแสได้ 16 ค่าด้วยเช่นกัน ตามแนวความคิดนี้ในทางปฏิบัติจะกระทำได้แต่มีความยุ่งยาก อีกทั้งต้นทุนยังมีราคาแพงอีกด้วย

แต่ถ้าถือว่าความผิดพลาดของระดับความสว่างเล็กน้อย (เช่น กระแสไหลผ่าน LED แตกต่างกัน 1 mA) สายตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกแยะออกได้ จะประมาณเอาว่า LED แปรผันตรงกับเวลานับตั้งแต่เริ่มให้กระแสไหลผ่าน LED เป็นต้นไป จนถึง LED มีความสว่างมากที่สุด (คือช่วงเวลา T_{MAX} เป็นช่วงเวลาเริ่มต้นจ่ายกระแสไฟตรงให้แก่ LED จนกระทั่งกระแสสามารถผ่าน LED เต็มที่ตามข้อกำหนดจากโรงงานผู้ผลิต) เมื่อนำเอาช่วงเวลาดังกล่าวข้างต้นมาทำการแบ่งออกเป็นช่วง ๆ ก็จะสามารถควบคุมความสว่างของ LED ได้เช่นเดียวกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

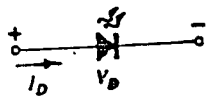
โดยอาศัยแนวความคิดดังตัวอย่างที่กล่าวมาข้างต้นจะเห็นว่า สามารถควบคุมความสว่างและระดับสีได้เช่นเดียวกับวิธีแรก แต่การสร้างวงจรทำได้ง่ายกว่า ในโครงงานนี้จึงเลือกเอาวิธีที่สองมาทำการทดลอง และสร้างเป็นแผงแสดงอิเล็กทรอนิกส์

1.3 คุณสมบัติของ LED

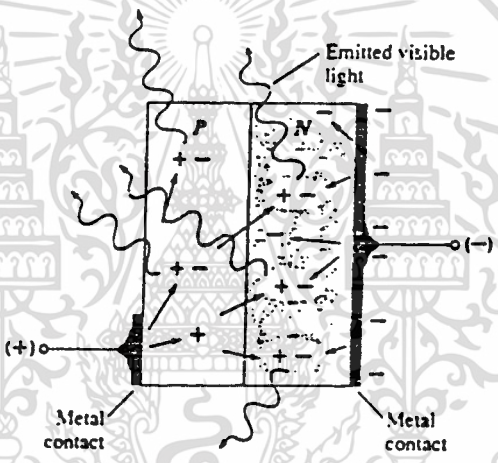
แผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ในโครงงานนี้ ส่วนแสดงผลจะประกอบด้วย LED เป็นหัวใจสำคัญ ดังนั้นจึงต้องทำความเข้าใจเกี่ยวกับคุณสมบัติและการทำงานของตัว LED ให้เข้าใจเพื่อจะนำไปใช้ในการแบ่งระดับสีของ LED

LED เป็นไดโอดชนิดหนึ่งซึ่งสามารถเปล่งแสงได้ ซึ่งโครงสร้างของ LED จะมีลักษณะเป็นสารกึ่งตัวนำชนิดพี (P-TYPE) และชนิดเอ็น (N-TYPE) ต่อกันเป็นพี-เอ็นจังก์ชั่น LED จะสามารถเปล่งแสงออกมาได้ก็ต่อเมื่อมีการจ่ายกระแสฟอร์เวิร์ดไบอัสให้กับมัน กระแสฟอร์เวิร์ดไบอัสนี้จะไปกระตุ้นอิเล็กตรอนและโฮลข้ามพี-เอ็นจังก์ชั่นเพื่อมารวมตัวกัน ในการรวมตัวกันนี้จะมีการปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของโฟตอนซึ่งเป็นอนุภาคของแสง ซึ่งต่างจากอุปกรณ์แบบอื่น ๆ ที่ปลดปล่อยพลังงานออกมาในรูปของความร้อน สำหรับสารกึ่งตัวนำที่นิยมมาสร้าง LED จะใช้แกลเลี่ยมอาร์เซไนด์ฟอสไฟด์ (GALLIUM ARSENIDE PHOSPHIDE : GaAsP) หรือแกลเลี่ยมฟอสไฟด์ (GALLIUM PHOSPHIDE : GaP) ซึ่งสารทั้งสองชนิดนี้ จะใช้กระแสไฟไม่มากในการไบอัสเพื่อให้เกิดการปลดปล่อยโฟตอนออกมา การให้แสงของLEDโดยการจ่ายกระแสไฟฟ้าเรียกว่า อิเล็กโตรลูมิเนเซนส์ (ELECTROLUMINESCENCE) ดังรูปที่ 1.4 (ก) และ(ข) แสดงสัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของ LED และโครงสร้าง และการเกิดอิเล็กโตรลูมิเนเซนส์ของ LED ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

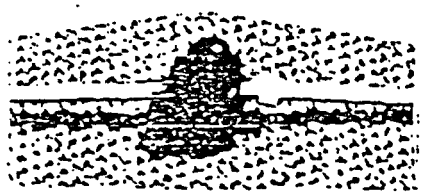


(ข)

รูปที่ 1.4 (ก) สัญลักษณ์ทางไฟฟ้าของ LED

(ข) โครงสร้างและการเกิดอิเล็กโตรลูมิเนเซนส์ของ LED

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก) รูปร่างของ LED

Absolute Maximum Ratings at T_A = 25°C

Parameter	High Eff. Red 4160	Units
Power dissipation	120	mW
Average forward current	20[1]	mA
Peak forward current	60	mA
Operating and storage temperature range	−55°C to 100°C	
Lead soldering temperature [1.6 mm (0.063 in.) from body]	230°C for 3 seconds	

[1] Derate from 50°C at 0.2 mA/°C.

(ข) Absolute Maximum Rating

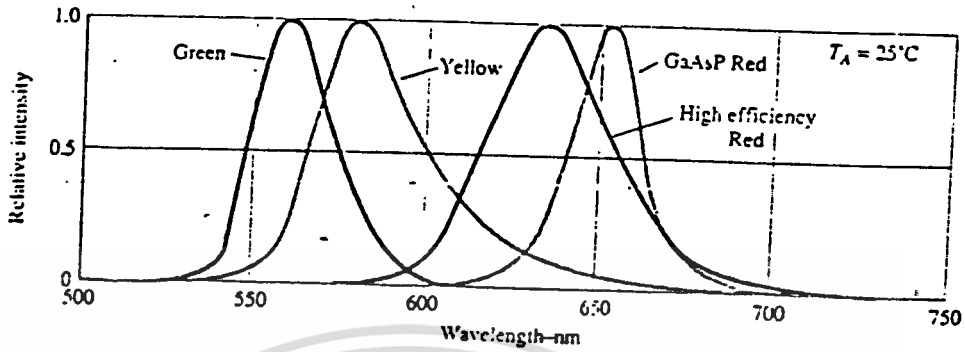
Electrical/Optical Characteristics at T_A = 25°C

Symbol	Description	High Eff. Red 4160 Min.	Typ.	Max.	Units	Test Conditions
						I_F = 10 mA
I_V	Axial luminous intensity	1.0	3.0		mcd	
$2\theta_{1/2}$	Included angle between half luminious intensity points		80		deg.	Note 1
λ_{peak}	Peak wavelength		635		nm	Measurement at peak
λ_d	Dominant wavelength		628		nm	Note 2
τ_s	Speed of response		90		ns	
C	Capacitance		11		pF	V_F = 0; f = 1 Mhz
θ_{JC}	Thermal resistance		120		°C/W	Junction to cathode lead at 0.79 mm (.031 in) from body
V_F	Forward voltage		2.2	3.0	V	I_F = 10 mA
BV_R	Reverse breakdown voltage	5.0			V	I_R = 100 µA
η_v	Luminous efficacy		147		lm/W	Note 3

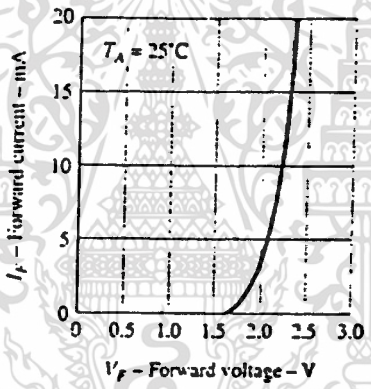
NOTES:
1. $\theta_{1/2}$ is the off-axis angle at which the luminous intensity is half the axial luminous intensity.
2. The dominant wavelength, λ_d, is derived from the CIE chromaticity diagram and represents the single wavelength that defines the color of the device.
3. Radiant intensity, I_e, in watts/steradian, may be found from the equation $I_e = I_v/\eta_v$, where I_v is the luminous intensity in candelas and η_v is the luminous efficacy in lumens/watt.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

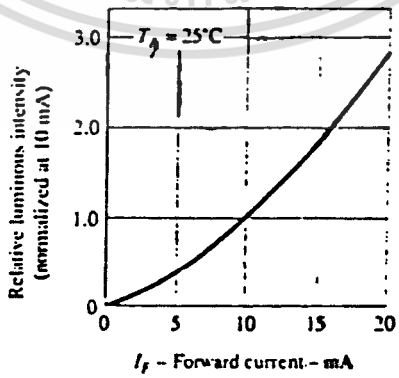
(ค) คุณสมบัติทางไฟฟ้าและทางแสง



(ง) ความสัมพันธ์ของความเข้มของแสงต่อความยาวคลื่น

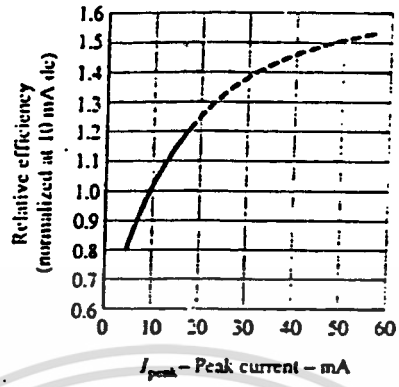


(จ) กระแสฟอร์เวิร์ดเปลี่ยนแปลงตามแรงดันฟอร์เวิร์ด



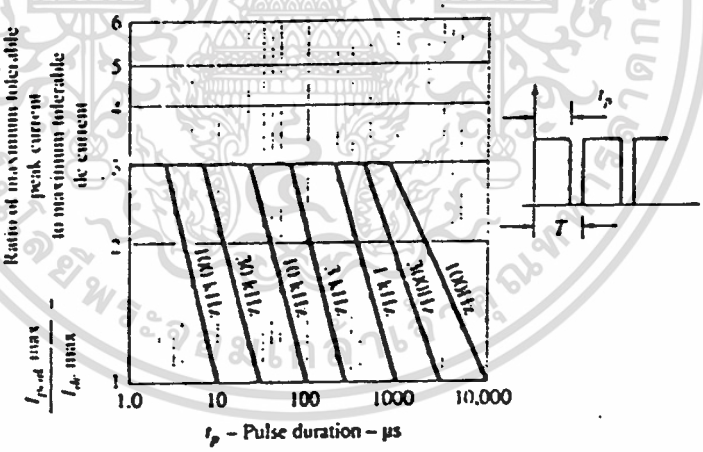
(ฉ) ความสัมพันธ์ของความเข้มของแสงต่อกระแสฟอร์เวิร์ด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



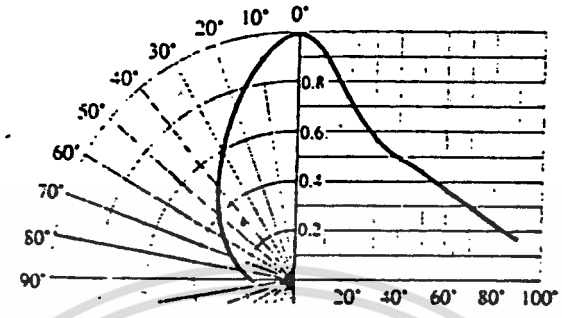
(ช) ความสัมพันธ์ของประสิทธิภาพเปลี่ยนแปลงตาม

กระแสพีค (Peak)



(ช) กระแสพีคสูงสุดเปลี่ยนแปลงตามความกว้างของ Pulse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ฌ) ความสัมพันธ์ของการส่องแสงต่อมุมมอง

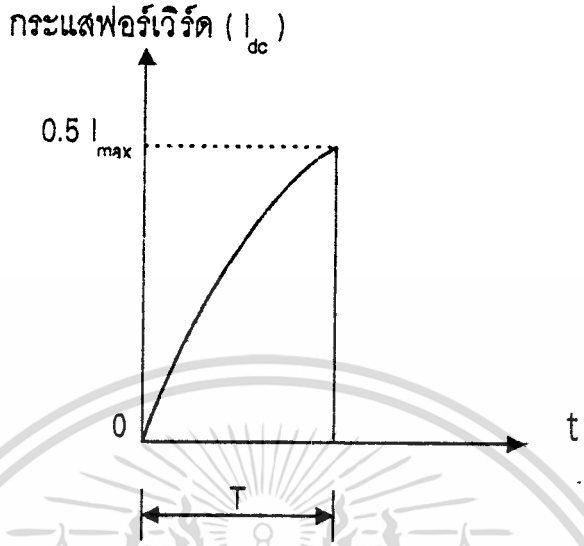
รูปที่ 1.5 (ก)-(ฌ) คุณสมบัติและกราฟแสดงคุณลักษณะของ LED บริษัทฮิวเลทแพคการ์ดแบบไฮแอฟฟิซิเอรซี (High-efficiency)

จากรูปที่ 1.5 เป็นการยกตัวอย่าง LED ขึ้นมาเบอร์หนึ่งจะเห็นได้ดังรูปที่ 1.5 (ฉ) LED จะให้ความเข้มแสงไม่เท่ากันถ้ากระแสฟอร์เวิร์ดที่จ่ายให้ LED ไม่เท่ากันและรูป 1.5 (จ) การเปลี่ยนแปลงของกระแสฟอร์เวิร์ดต่อแรงดันฟอร์เวิร์ด จากคุณสมบัติในข้อนี้สามารถนำไปใช้ในการแบ่งระดับสีของ LED ได้

1.4 การแบ่งระดับสีและผสมสี

โครงงานนี้เลือกใช้การควบคุมกระแสฟอร์เวิร์ดด้วยการควบคุมเวลาในการจ่ายกระแสให้ LED โดยแบ่งช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว (T_{MAX}) ซึ่งกำหนดให้ช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว คือช่วงเวลาสูงที่สุด 100% ถ้าต้องการให้ LED สว่าง 50% จากความสว่างมากที่สุดที่ LED ตอบสนองต่อกระแสไฟฟ้าตรงมีค่าเท่ากับ I_{MAX} ก็ทำการจ่ายกระแสฟอร์เวิร์ดให้แก่ LED ด้วยเวลา50% I_{MAX} ของช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว กระแสฟอร์เวิร์ดจะสามารถไหลผ่านตัว LED ได้เพียง 50% จากI_{MAX} ของกระแสฟอร์เวิร์ดที่ LED สามารถนำกระแสได้ที่สภาวะอิ่มตัว ดังรูปที่ 1.6 ผลของจ่ายกระแสฟอร์เวิร์ดคงที่เป็นเวลา 50% ของช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว (T_{MAX})

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารนี้ทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

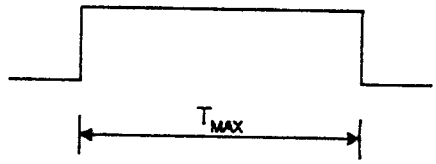


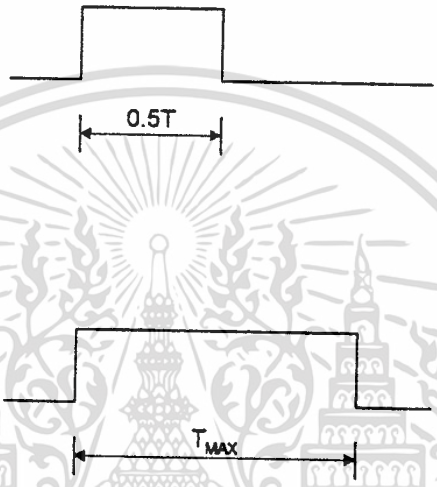
รูปที่ 1.6 ผลของการจ่ายกระแสฟอร์เวิร์ดคงที่เป็นเวลา T
ของช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว

LED ปัจจุบันนี้ ได้พัฒนาให้มีหลายรูปแบบมาก และมี LED แบบ 2 สีในตัวถังเดียวกันดังนั้นการแบ่งระดับสีจากหลักการข้างต้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการผสมสีของ LED ได้ดังนี้

โดยทั่ว ๆ ไป LED แบบ 2 สี ในตัวถังเดียวกัน จะมีสีเขียวและสีแดง การผสมสีก็คือการควบคุมเวลาในการให้กระแสฟอร์เวิร์ดแก่ LED ทั้ง 2 สี มีค่าเท่ากันหรือไม่เท่ากันก็ได้ เช่น ป้อนกระแสฟอร์เวิร์ดให้แก่ LED สีแดงนาน 50% ของช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว และป้อนกระแสฟอร์เวิร์ดให้แก่ LED สีเขียวนานเท่ากันกับช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว จะทำให้ LED สีแดงตอบสนองต่อกระแสฟอร์เวิร์ดที่ 0.5 I_{MAX} และ LED สีเขียวตอบสนองต่อกระแสฟอร์เวิร์ดที่ I_{MAX} ทำให้ LED สีแดงเปล่งแสงสว่างออกมาไม่เท่ากันกับ LED สีเขียว จะเกิดการผสมสีได้ระดับหนึ่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 1.7 การป้อนกระแสฟอร์เวิร์ดให้แก่ LED ในช่วงเวลาไม่เท่ากัน
(ก) ช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัวมีค่า T_{MAX}
(ข) ป้อนกระแสฟอร์เวิร์ดนาน 0.5 T_{MAX} ของช่วงเวลา เข้าสู่สภาวะอิ่มตัวให้ LED สีแดง
(ค) ป้อนกระแสฟอร์เวิร์ดนาน 100% ของช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัวให้ LED สีเขียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

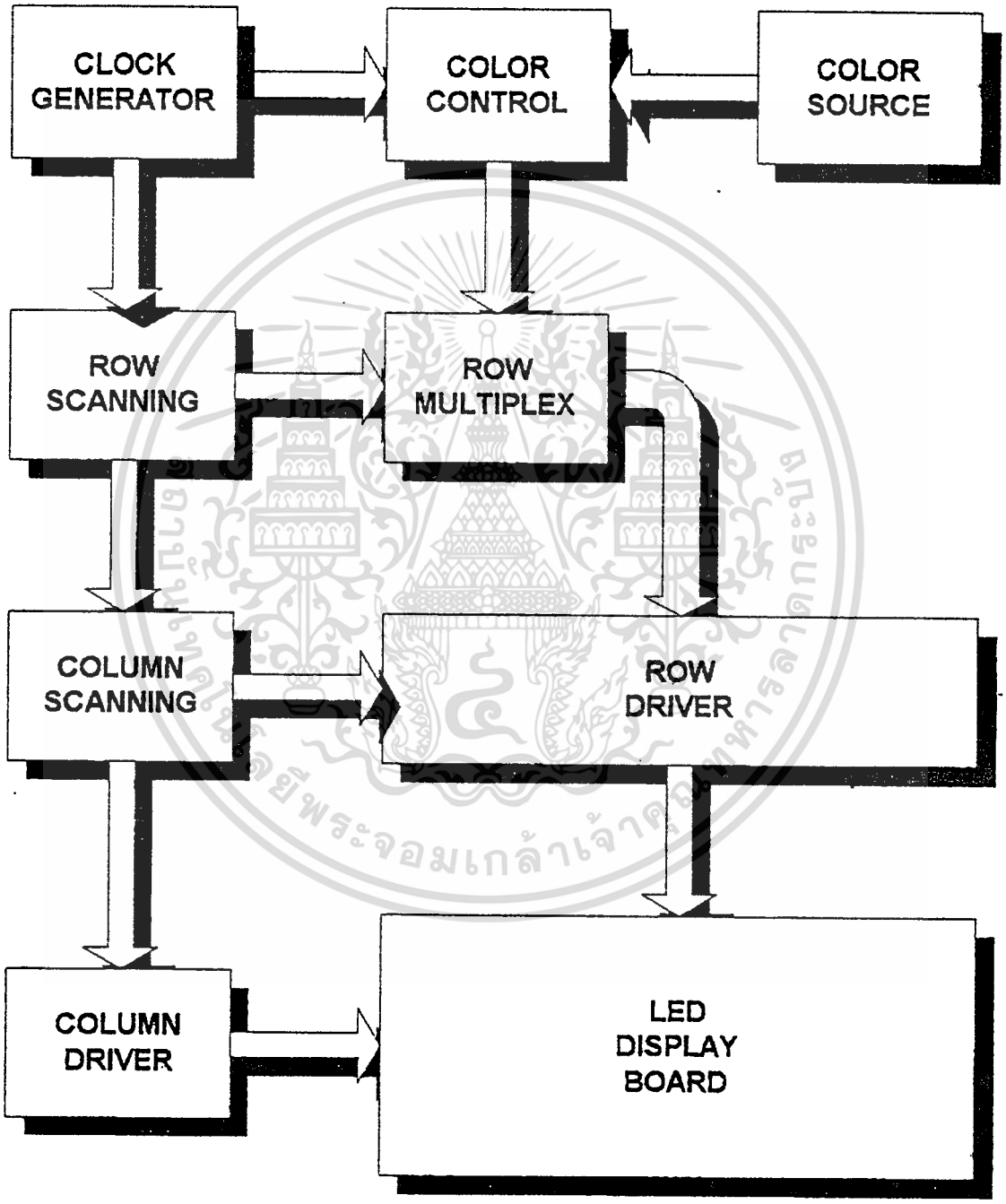
บทที่ 2

หลักการทำงานของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิคส์

ในบทนี้จะขอกล่าวถึง การทำงานของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิคส์ที่ใช้ในโครงงานนี้ให้เข้าใจถึงรายละเอียดและวิธีการทำงานของแผงอิเล็กทรอนิคส์ โดยโครงสร้างการทำงานของแผงอิเล็กทรอนิคส์ ประกอบไปด้วยส่วนต่าง ๆ ดังนี้

- ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock Generator)
- ส่วนควบคุมสี (Color Control)
- ส่วนควบคุมการสแกนทางแนวนอน (Row Scanning)
- มัลติเพล็กเซอร์ทางแนวนอน (Row Multiplexer)
- ส่วนขับกระแสทางแนวนอน (Row Driver)
- ส่วนควบคุมการสแกนทางแนวตั้ง(Column Scanning)
- ส่วนขับกระแสทางแนวตั้ง (Column Driver)
- แผง LED แสดงผล (LED Display Board)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.1 บล็อคไดอะแกรมของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิคส์

2.1 รายละเอียดโดยสังเขปของแต่ละส่วนจะเป็นดังนี้

2.1.1 ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock Generator)

ส่วนนี้จะเป็นส่วนที่ควบคุมจังหวะในการทำงานของส่วนต่าง ๆ ในระบบให้มีการทำงานที่พร้อมเพรียงกัน (Synchronize) โดยการใช้สัญญาณนาฬิกา ที่ถูกสร้างขึ้นจากส่วนนี้ไปควบคุมส่วนอื่น ๆ สัญญาณนาฬิกาที่สร้างขึ้นจะมี 2 ชุด ชุดหนึ่งเป็นสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน (Clock Base) และอีกชุดหนึ่งจะมีความถี่น้อยกว่าสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน 16 เท่า สัญญาณนาฬิกาพื้นฐานจะถูกส่งไปควบคุมการแบ่งระดับสี และสัญญาณนาฬิกาชุดหลังจะส่งไปยังส่วนควบคุมการสแกนทางแนวนอนและส่วนควบคุมระดับสีอีกด้วย

2.1.2 ส่วนควบคุมสี (Color Control)

การควบคุมระดับสีก็คือ การควบคุมความกว้างของช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว หรือควบคุมความกว้างของพัลส์ (Pulse) นั่นเอง ดังนั้นการทำงานในส่วนนี้ จะเป็นการทำการแปลงข้อมูลทางดิจิตอลเลขไบนารี (Binary Number) 4 บิทต่อ 1 สี ให้เป็นขนาดความกว้างของพัลส์ ความกว้างของพัลส์สามารถแบ่งได้ถึง 16 ระดับต่อ 1 สี จากระดับ 0000-1111 โดยที่ข้อมูล 1111 เมื่อถูกเปลี่ยนให้เป็นพัลส์แล้ว จะมีขนาดกว้างสุด และลดลงไปเรื่อย ๆ จาก 1110 จนกระทั่งข้อมูลเป็น 0000 จะมีความกว้างน้อยที่สุด

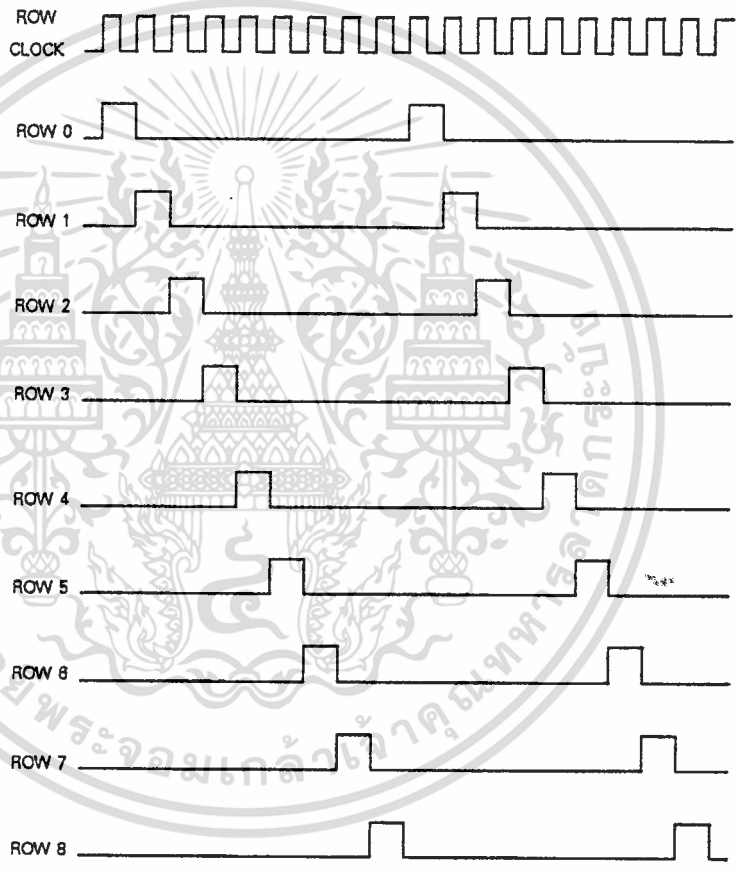
เนื่องจากโครงงานนี้ เป็นแผงแสดงอิเล็กทรอนิคส์ที่สามารถแบ่งระดับสีและผสมสีได้ระหว่างสีแดงและสีเขียวของ LED ดังนั้นส่วนนี้จะต้องได้รับข้อมูลที่มีขนาด 8 บิท โดยกำหนดให้บิท 0-3 เป็นข้อมูลสีเขียวและ 4-7 เป็นข้อมูลสีแดง จึงทำให้สามารถผสมสีได้ถึง 256 สี

2.1.3 ส่วนควบคุมการสแกนทางแนวนอน (Row Scanning)

ในส่วนนี้จะเป็นการควบคุมการเปิดและปิดวงจรทางแนวนอน การทำงานมีลักษณะเหมือนสวิทช์ (Switch) เลือกแถวที่แสดงผล ให้แสดงผลทีละ 4 แถว เริ่มจากแถวที่ 1 , 9 , 17 , 25 ไปจนถึง 4 แถวสุดท้ายแล้ววนกลับมา 4 แถวแรกใหม่ โดยที่ระยะเวลาในการเปิดวงจร (Open Circuit) แต่ละครั้งจะมีขนาดเท่ากับช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัว หรือเท่ากับขนาดพัลส์ที่กว้างที่สุดของข้อมูลสี ลักษณะของการทำงานตามที่กล่าวมาสามารถแสดง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แผนภาพของเวลาได้ดังรูปที่ 2.2และส่วนนี้ยังมีหน้าที่อีกอย่างหนึ่งคือ ควบคุมการทำงานของส่วนควบคุมการสแกนทางแนวตั้ง โดยเมื่อแสดงผลครบทุกแถวแล้ว ส่วนควบคุมการสแกนทางแนวนอนจะส่งสัญญาณควบคุมไปยังส่วนควบคุมการสแกนทางแนวตั้ง เพื่อทำการเปลี่ยนหลักที่แสดงผล



รูปที่ 2.2 แผนภาพเวลาของการสแกนทางแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

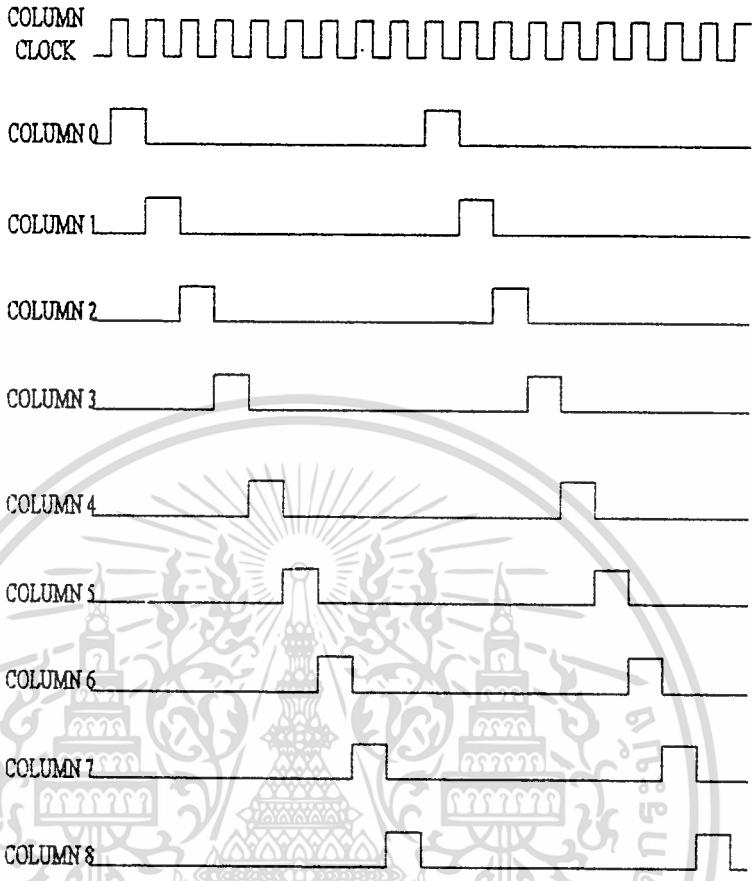
2.1.4 มัลติเพล็กเซอร์ทางด้านแนวนอน (Row Multiplexer)

ส่วนนี้จะทำการมัลติเพล็กซ์ (Multiplex) ข้อมูลสี รวมเข้ากับข้อมูลทางด้านแนวนอนเพื่อกำหนดแถวที่แสดงผลและระยะเวลาในการแสดงผล เพื่อให้ได้ระดับสีตามที่ต้องการ และส่วนของมัลติเพล็กเซอร์นี้จะต้องมี 2 ชุดคือ ชุดหนึ่งสำหรับการมัลติเพล็กซ์ข้อมูลสีแดงกับข้อมูลทางแนวนอน และอีกชุดหนึ่งสำหรับมัลติเพล็กซ์ข้อมูลสีเขียวกับข้อมูลทางแนวนอน ซึ่งอาจกล่าวได้ว่า มัลติเพล็กเซอร์ทางด้านแนวนอนเป็นตัวกำหนดเวลาในการเปิด-ปิดวงจรของแถวที่แสดงผล

2.1.5 ส่วนควบคุมการสแกนทางแนวตั้ง (Column Scanning)

การทำงานของส่วนนี้จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกับส่วนควบคุมการสแกนทางด้านแนวนอนกล่าวคือ มีลักษณะเป็นสวิทช์เปิด-ปิด วงจรที่ถูกกำหนดเวลาให้มีขนาดเท่ากับเวลาในการสแกนครบทุกแถว จึงจะเป็นการเปลี่ยนหลักที่แสดงผลไปยังหลักถัดไปเช่นนี้เรื่อย ๆ จนถึงหลักสุดท้าย และวนกลับมายังหลักที่ 1 อีกครั้ง สามารถเขียนแผนภาพเวลาได้ดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 แผนภาพเวลาของการสแกนทางแนวตั้ง

2.1.6 ส่วนขับกระแสทางด้านแนวนอน (Row Driver)

ส่วนนี้จะเป็นวงจรขยายกระแสตามการควบคุมของการมัลติเพล็กเซอร์ทางด้านแนวนอน เนื่องจากส่วนของมัลติเพล็กซ์ไม่สามารถขับกระแสได้สูงมากพอที่จะทำให้ LED เปล่งแสงสว่างได้เต็มที่ในระยะเวลาสั้น ๆ

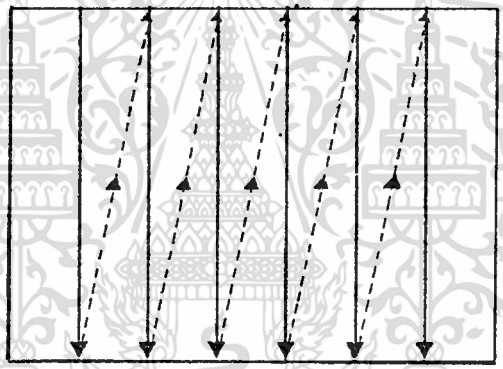
2.1.7 ส่วนขับกระแสทางด้านแนวตั้ง (Column Driver)

ส่วนนี้จะมีลักษณะการทำงานเหมือนกับส่วนขับกระแสทางแนวนอน เพียงแต่ว่าส่วนขับกระแสทางด้านแนวตั้งนี้ จะถูกควบคุมจากส่วนควบคุมการสแกนทางแนวตั้ง และระยะเวลาในการทำงานของวงจรขับกระแสแต่ละหลักจะใช้เวลานานกว่าส่วนขับกระแสทางด้านแนวนอน โดยจะสแกนนานเป็นเวลาเท่ากับการสแกนทางแนวนอนครบทุกแถว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
037119

2.1.8 แผง LED แสดงผล (LED Display Board)

การแสดงผลของ LED บนแผงนี้จะถูกควบคุมจากทางด้านแนวนอนและแนวตั้งที่สัมพันธ์กัน โดยจะแสดงผลทีละ 4 จุด แต่จะเป็นการแสดงผลที่เร็วมาก ๆ จนเห็นเป็นรูปภาพที่ต่อเนื่องกัน LED จะถูกขับให้นำกระแสทีละ 4 จุด โดยมีข้อมูลชุดที่ 1 (แถวที่ 1 , 9 , 17 , 25) นำกระแส ส่วนการสแกนทางแนวตั้งจะบังคับให้หลักที่ 1 นำกระแสทำให้กระแสฟอร์เวิร์ดที่จ่ายให้กับ LED ครบวงจร LED จึงสว่างอยู่ชั่วขณะหนึ่งแล้วจึงดับ ต่อมาจะมีข้อมูลชุดต่อไปเข้ามาแทนที่ในทันทีจนครบทุกจุดบนแผงแสดงผลโดยสามารถแสดงทิศทางของการแสดงผลได้ดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 ทิศทางการแสดงผลบนแผง LED Display Board

2.1.9 การทำงานของระบบรวม

จากหัวข้อที่ผ่านมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่าส่วนต่าง ๆ จะต้องนำมาทำงานให้ได้ความสัมพันธ์ตลอดเวลา ดังนั้นสามารถอธิบายการทำงานของระบบได้ดังนี้

การทำงานของระบบจะเริ่มเมื่อมีข้อมูล 8 บิทจากภายนอก คือแหล่งจ่ายข้อมูลสี (Color Data Source) ส่งมาให้แก่ส่วนควบคุมสี ส่วนควบคุมสีจะรับข้อมูลเลขไบนารี 8 บิท มาเปลี่ยนเป็นขนาดความกว้างพัลส์โดยบิท 0-3 เป็นข้อมูลของสีเขียวและบิท 4-7 เป็นข้อมูลของสีแดง ข้อมูล 4 บิทในแต่ละสีทำให้สามารถแบ่งระดับสีได้ถึง 16 ระดับ เมื่อส่วนควบคุมสีทำการเปลี่ยนข้อมูลเรียบร้อยแล้วจะส่งข้อมูลนั้นไปยังส่วนมัลติเพล็กซ์ทางด้านแนวนอน และสัญญาณควบคุมส่วนการสแกนทางแนวนอนจะส่งสัญญาณไปยังส่วนขับกระแสทางแนวนอนและแนวตั้ง ส่วนขับกระแสทั้งสองด้านจะทำการส่งข้อมูลไปยังส่วนแสดงผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น

2.2 การออกแบบวงจร

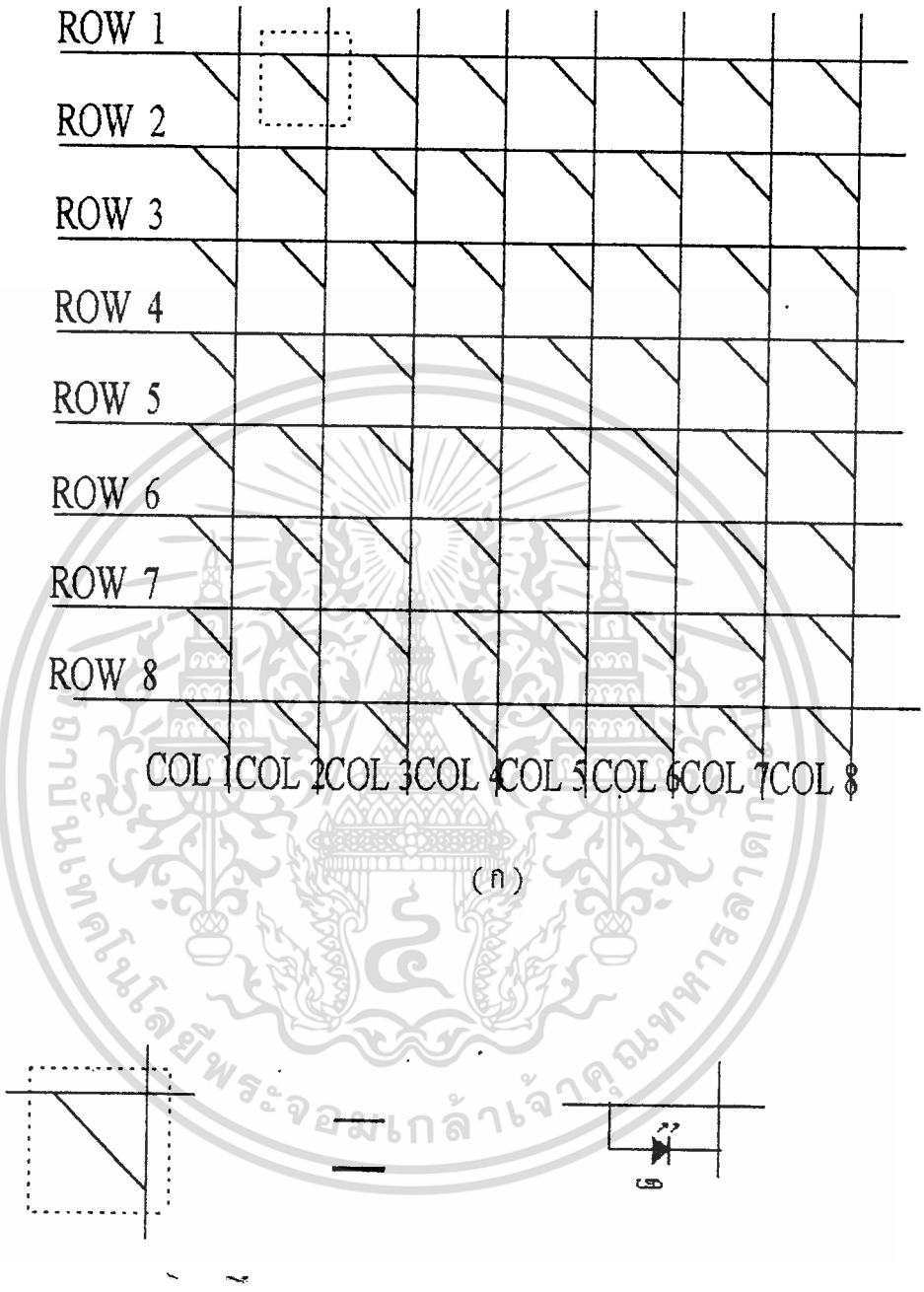
หลังจากที่ได้รับทราบการทำงานส่วนต่าง ๆ มาแล้ว ต่อไปนี้จะเป็นการกล่าวถึงการออกแบบส่วนต่าง ๆ เพื่อให้ได้การทำงานตามต้องการ โดยใช้แผงแสดงผลขนาด 8*8 จุด เป็นตัวอย่างในการออกแบบ เพราะการออกแบบวงจรใหญ่ จะเป็นการนำเอาวงจรเล็ก ๆ ไปต่อร่วมกัน การออกแบบแผงแสดงผลขนาด 8*8 จุด จะได้กล่าวดังต่อไปนี้

2.2.1 การจัดวาง LED

การควบคุมการแสดงผลของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ ในโครงงานนี้จะควบคุม LED แต่ละจุดโดยตรง ดังนั้นการจัดวาง LED เพื่อให้ง่ายต่อการควบคุมการไบอัส LED จึงเลือกใช้การจัดวาง LED แบบด็อทแมตริกซ์ (Dot Matrix)

จากรูปที่ 2.5 (ก) การจัดวาง LED แบบด็อทแมตริกซ์ จะทำให้ง่ายต่อการควบคุม LED ในแต่ละจุด โดยผ่านการควบคุมไบอัสไปทางแนวนอนและแนวตั้งตัดกัน โดยการใช้ LED 1 ดวงต่อ 1 จุดบนแผงแสดงผล แต่ในโครงงานนี้เป็นการแบ่งระดับสีและผสมสีกันระหว่างสีแดงและสีเขียวใน 1 จุดบนแผงแสดงผล ดังนั้นรูปที่ 2.5 (ข) สามารถเขียนใหม่ได้ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



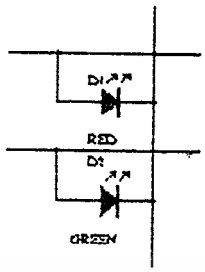
(ก)

(ข)

รูปที่ 2.5 (ก) การจัดวาง LED แบบดือทแมททริกซ์ขนาด 8*8 ดือท

(ข) การต่อ LED ในแต่ละจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)

(ข)

รูปที่ 2.6 (ก) การต่อ LED 2 สีใน 1 จุดบนแผงแสดงผล

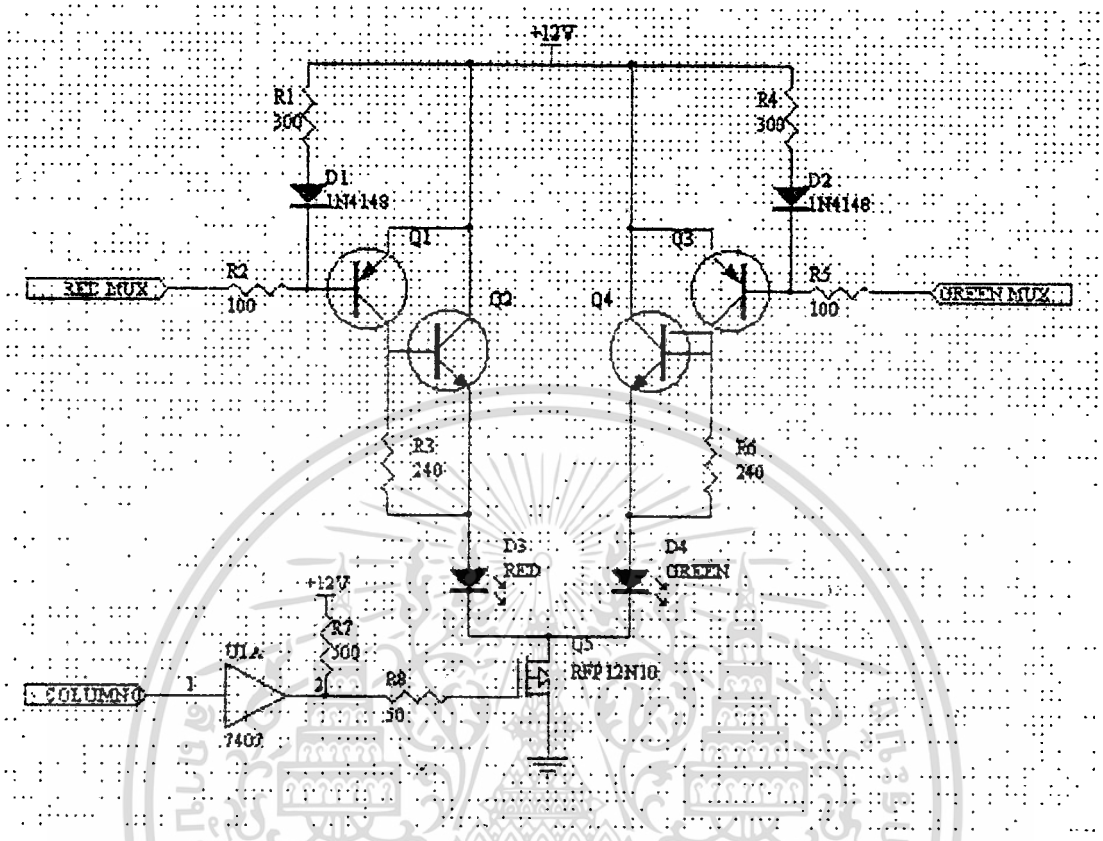
(ข) วงจรภายในของ LED 2 สีแบบคาโทดร่วม

(Common Cathode)

2.2.2 วงจรขับกระแส (Driver Circuit)

เนื่องจาก LED ต้องใช้กระแสไฟตรงขนาด 125 มิลลิแอมป์ สำหรับสีแดงและ 105 มิลลิแอมป์สำหรับสีเขียว เพื่อใช้ในการเปล่งแสงสว่างสูงสุด ดังนั้นจึงต้องมีขับการะแส โดยการนำทรานซิสเตอร์เข้ามาช่วยในการขยายการะแสที่จ่ายให้แก่ LED เนื่องจากวงจรควบคุมการแสดงผลทางแนวนอนและแนวตั้งไม่สามารถจ่ายกระแสไฟตรงได้ถึง 125 มิลลิแอมป์ รูปที่2.7 แสดงวงจรขับกระแสสำหรับ LED แต่ละจุดบนแผงแสดงผล

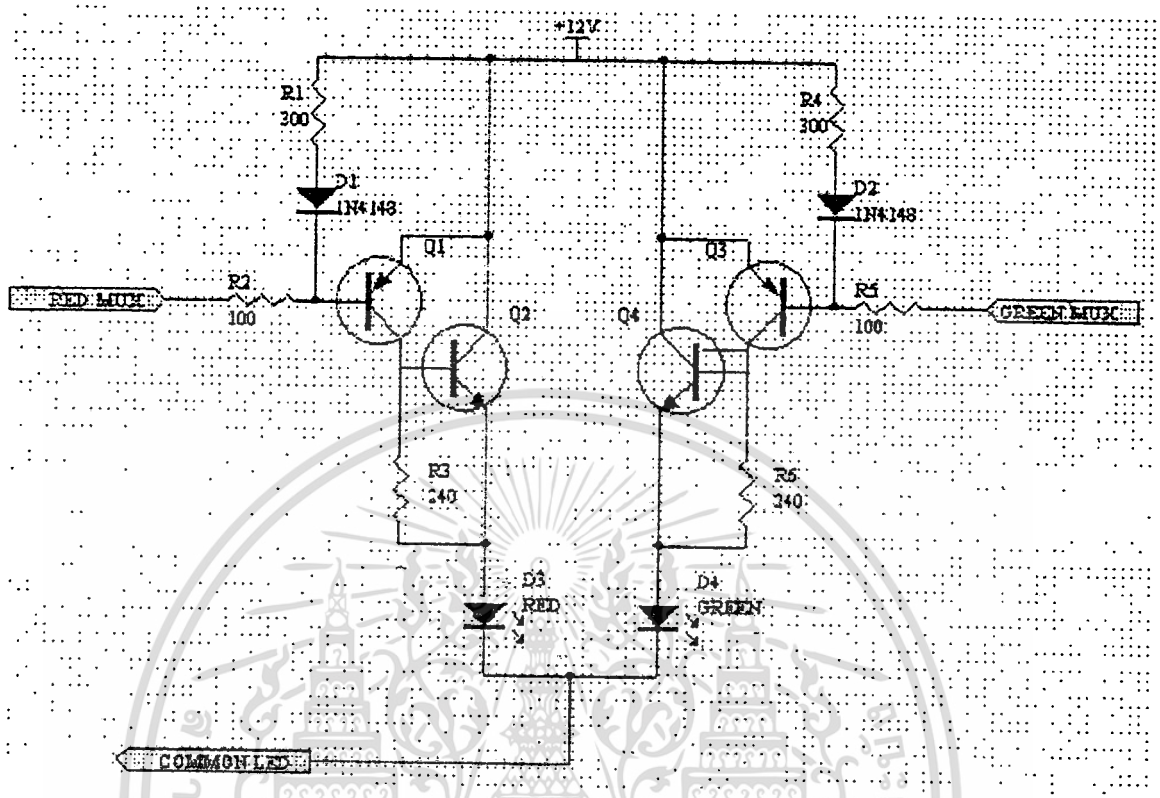
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



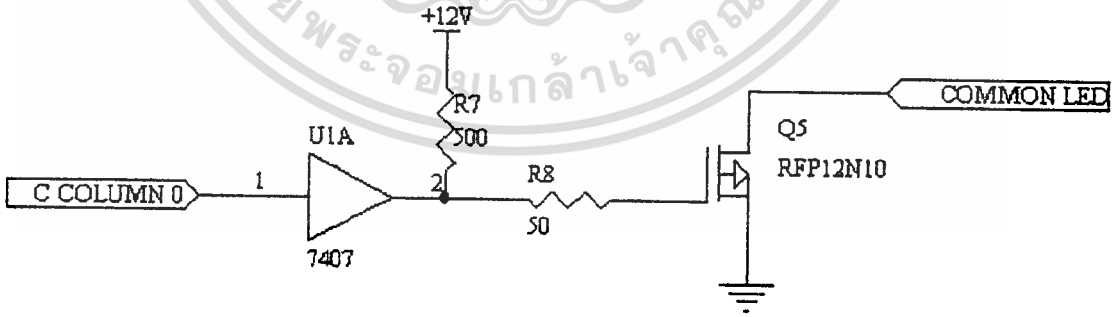
รูปที่ 2.7 วงจรขับกระแสสำหรับ LED 1 จุดบนแผงแสดงผล

จากรูปที่ 2.7 สามารถแบ่งวงจรขับกระแสได้เป็น 2 ส่วน คือส่วนของวงจรขับกระแสทางด้านแนวตั้ง และส่วนขับกระแสทางด้านแนวนอน ดังรูปที่ 2.8 (ก) และ (ข) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ก)



(ข)

รูปที่ 2.8 (ก) วงจรขับกระแสทางด้านแนวนอน
(ข) วงจรขับกระแสทางด้านแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2.1 การทำงานของงจรขับกระแสทางแนวนอน

จากรูปที่ 2.8 การทำงานของวงจรขับกระแสทางแนวนอนนั้น ถูกแยกออกจากกัน โดยที่ D_1 คือ LED สีแดง และ D_2 คือ LED สีเขียว โดยมีทรานซิสเตอร์ Q_1 , Q_2 ซึ่งต่อกันแบบดาร์ลิงตันและตัวต้านทาน R_1 , R_2 เป็นส่วนของวงจรขับกระแสให้ LED สีแดง และ R_4 ,R_5 ขับกระแสให้ LED สีเขียว ซึ่งการทำงานของวงจรขับกระแสทั้ง 2 ชุดเหมือนกัน ดังนั้นสามารถยกตัวอย่างการทำงานของวงจรขับกระแสของชุดใดชุดหนึ่ง เพื่อทำความเข้าใจได้

จากรูปที่ 2.8 (ก) อินพุทของวงจรขับกระแสทางแนวนอนนั้น ได้มาจากส่วนมัลติเพล็กเซอร์ทางแนวนอน ซึ่งเป็นส่วนที่ควบคุมการเปิด-ปิดวงจรของทรานซิสเตอร์ Q_1 โดยการให้ลอจิก □ 1□ ผ่านอินเวอร์เตอร์ และบัฟเฟอร์ไดรเวอร์เบอร์ 7406 ที่มีภาคเอาท์พุทเป็นแบบโอเพนคอลเลคเตอร์ ซึ่งขณะที่วงจรมัลติเพล็กเซอร์ทางด้านแนวตั้งให้ลอจิก □ 1□ มาที่อินพุทของอินเวอร์เตอร์ จากนั้นผ่านบัฟเฟอร์ ทำให้กระแสไฟตรงจาก V_{CC} ไหลผ่านตัวต้านทาน R_1 โดยลักษณะของภาคเอาท์พุทของบัฟเฟอร์จะต้องมีตัวต้านทานพูลอัพ ซึ่งจากรูป 2.8 (ก) R_1 ทำหน้าที่เป็นตัวต้านทานพูลอัพด้วย นอกจากนี้ตัวต้านทาน R_1 ยังทำหน้าที่ร่วมกับ R_2 ในการกำหนดกระแสเบสของทรานซิสเตอร์ Q_1 โดยที่ทรานซิสเตอร์ Q_1 และ Q_2 จะทำการขยายกระแสเบสด้วยค่าอัตราขยายกระแสของทรานซิสเตอร์ทั้งสองตัวคูณกัน ซึ่งทรานซิสเตอร์ได้ถูกกำหนดไว้ให้ทำงานที่กระแสคอลเลคเตอร์อยู่ในสภาวะอิ่มตัว ดังนั้นเมื่อทรานซิสเตอร์แอคทีฟจะเสมือนว่าขาคอลเลคเตอร์และขาอีมิตเตอร์ของทรานซิสเตอร์ของทรานซิสเตอร์ต่อกันโดยตรง แรงดันที่ตกคร่อมขาทั้งสองจะมีค่า 0 โวลท์ ขนาดของ R_1 , R_2 และ R_3 จะถูกกำหนดตามสมการที่ 2.1-2.2 ดังนี้

V_E = โวลเตจตกคร่อม LED + โวลเตจที่ตกคร่อมภาคเอาท์พุทของวงจรขับกระแสทางแนวตั้ง

$$R_3 = \frac{V_B - V_{BE} - V_E}{I_B} \quad \text{.....สมการที่ 2.2}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

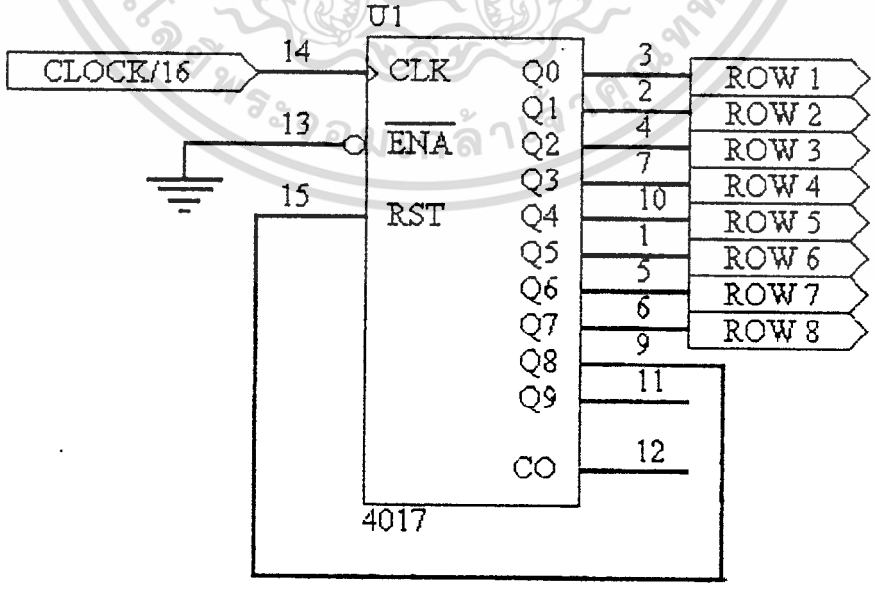
$$I_B = \frac{I_{C(SAT)}}{B} \quad \text{.....สมการที่ 2.3}$$

2.2.2.2 การทำงานของวงจรขับกระแสทางแนวตั้ง

จากรูปที่ 2.8 (ข) แสดงให้เห็นถึงวงจรขับกระแสทางด้านแนวตั้ง ซึ่งนำเอา MOSFET จำนวน 16 ตัว มาใช้เป็นตัวขับกระแสของ LED ในแนวแถวโดยทำหน้าที่เหมือนสวิทช์เปิดและปิดเลือกแถวของ LED ที่ติด

2.2.3 ส่วนควบคุมการสแกนทางแนวนอนและแนวตั้ง

จากที่ได้กล่าวถึงการทำงานของส่วนควบคุมการสแกนจากหัวข้อข้างต้น จะเห็นได้ว่าการทำงานของส่วนควบคุมการสแกนทางด้านแนวตั้งและแนวนอนมีลักษณะการทำงานที่เหมือนกัน ดังนั้นในการออกแบบจึงเลือกใช้วงจรที่เหมือนกันและยกตัวอย่างการทำงานของวงจรควบคุมการสแกนทางแนวนอนมาอธิบาย ก็สามารถเข้าใจถึงการทำงานทางด้านแนวตั้งด้วย ริงเคาน์เตอร์ที่ใช้ในการออกแบบจะใช้กับ LED ขนาด 8 หลัก สามารถแสดงการต่อริงเคาน์เตอร์ 4017 ทำการนับ 8 สเตท (State) จาก 0-7 ได้ดังรูปที่ 2.9



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.9 การต่อริงเคาน์เตอร์เบอร์ 4017 8สเตท

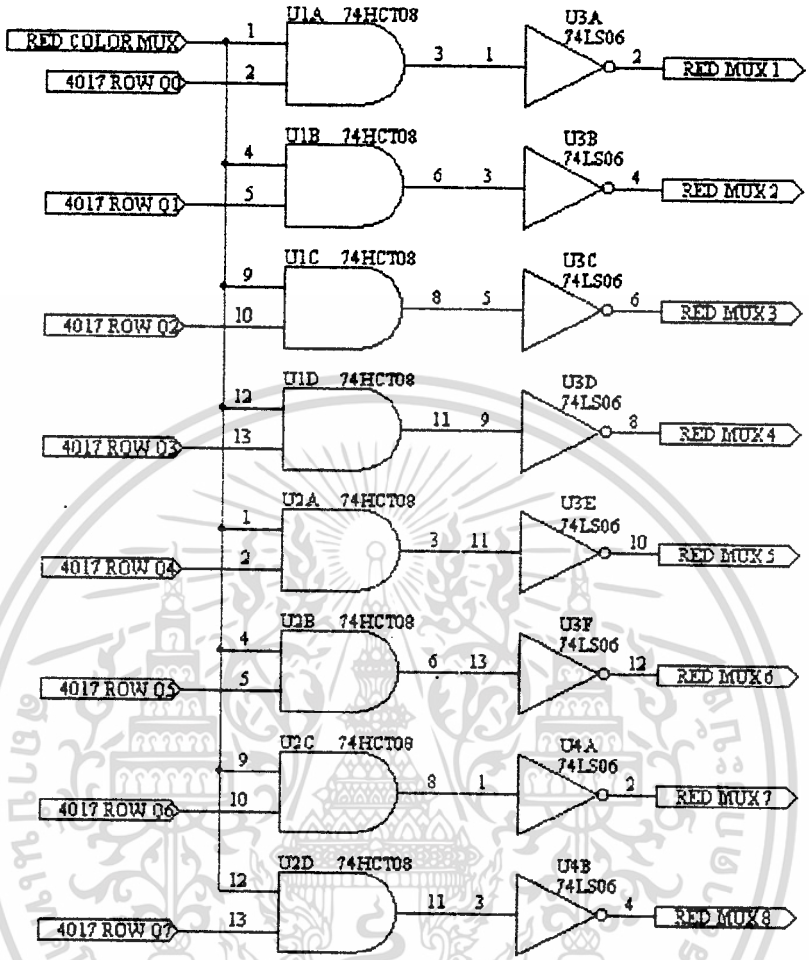
จากรูปที่ 2.9 สัญญาณนาฬิกาที่ป้อนให้แก่ริงเคาน์เตอร์ 4017 จะต้องมีคาบเวลาน้อยกว่าทางด้านแนวตั้ง 8 เท่า โดยให้วงจรขับกระแสทางด้านแนวนอนทำงานครบทั้ง 8 แถว ก่อนจึงจะทำการเปลี่ยนหลักไปยังหลักถัดไป

การควบคุมทางแนวนอนนี้ต้องการให้แถว LED นำกระแสครั้งละ 1 แถว จากแถวแรกไปจนถึงแถวสุดท้ายแล้วจึงวนกลับมายังแถวแรกใหม่โดยที่ระยะเวลาในการนำกระแสของ LED แต่ละแถวมีค่าเท่ากัน ซึ่งการทำงานแบบนี้เป็นลักษณะการทำงานของริงเคาน์เตอร์ เพื่อให้ได้ผลตามที่ต้องการจึงเลือกใช้เดเคดเคาน์เตอร์เบอร์ 4017 ซึ่งทำงานแบบริงเคาน์เตอร์

2.2.4 มัลติเพล็กเซอร์ทางด้านแนวนอน (Row Multiplexer)

จากหัวข้อที่ 2.1.4 ได้กล่าวมาแล้วว่า มัลติเพล็กเซอร์จะนำการรวมข้อมูลสี เข้ากับข้อมูลการแสดงผลทางแนวนอน เพื่อนำไปควบคุมวงจรขับกระแสทางด้านแนวนอนและจะมีมัลติเพล็กเซอร์ของชุดสีแดงและชุดสีเขียว ประกอบอยู่ด้วยกัน ซึ่งมีการทำงานที่เหมือนกัน ดังนั้นการอธิบายถึงวิธีการออกแบบและวงจรของส่วนนี้ สามารถนำชุดใดชุดหนึ่งมาเพื่ออธิบายความเข้าใจก็ได้ วงจรของมัลติเพล็กเซอร์ทางด้านแนวนอนเป็นดังรูปที่ 2.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.10 วงจรมัลติเพล็กเซอร์ขนาด 8 แถว

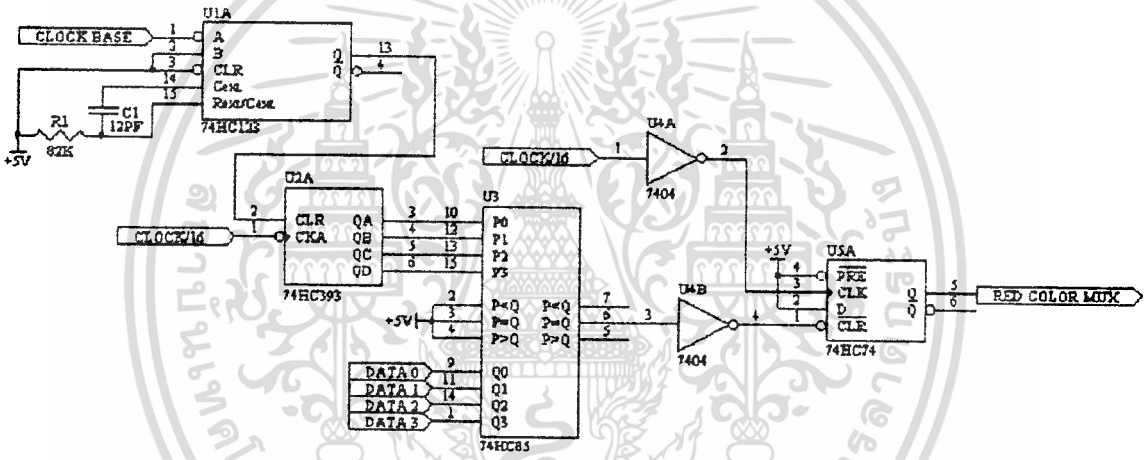
จากวงจรอินพุทของมัลติเพล็กเซอร์มี 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนที่ 1 ได้รับจากวงจรควบคุมระดับสี และอีกส่วนหนึ่งได้รับจากวงจรควบคุมการสแกนทางด้านแนวนอน โดยเมื่อแอนด์เกท (AND GATE) U1A ได้รับสัญญาณระดับลอจิก " 1 " จากเอาท์พุทของ Q_0 ของริงเคาน์เตอร์ในวงจรสแกนทางแนวนอน โดยที่แอนด์เกทตัวอื่น ๆ ได้รับสัญญาณลอจิก " 0 " ทำให้แอนด์เกท U1A ทำการเปิดเกทเพื่อรอสัญญาณสีจากส่วนควบคุมระดับสี ดังนั้นเอาท์พุทของแอนด์เกท U1A จะเป็นไปตามสัญญาณสี ผ่านไปยังอินเวอร์เตอร์บัฟเฟอร์ไดรเวอร์ (Inverter Buffer Driver) U3A เบอร์ 74LS06 ต่อไปยังส่วนวงจรขับกระแสทางแนวนอนแถวที่ 1 เมื่อมีสัญญาณนาฬิกาลูกที่ 2 เข้ามายังวงจรสแกนทางแนวนอน Q_0 จะให้ลอจิก " 0 " ออกมา ทำให้แอนด์เกท U1A หยุดทำงาน แต่ Q_1 จากวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สแกนทางแนวนอนจะให้ลอจิก " 1 " แก่แอนด์เกท U1B แทน U1B จะเริ่มทำงานเช่นนี้เรื่อยไปจนครบทุกแถวแล้วจึงวนกลับมาเริ่มทำงานที่ U1A ใหม่

2.2.5 วงจรระดับสี

จากที่กล่าวมาแล้วในหัวข้อที่ 2.1.2 ว่า การควบคุมระดับสีคือการควบคุมความกว้างพัลส์ ตามข้อมูลเลขไบนารี 4 บิทต่อ 1 สีทางด้านอินพุท เอาท์พุทที่ได้ของวงจรนี้เป็นความกว้างพัลส์ สามารถแสดงวงจรได้ดังรูปที่ 2.11



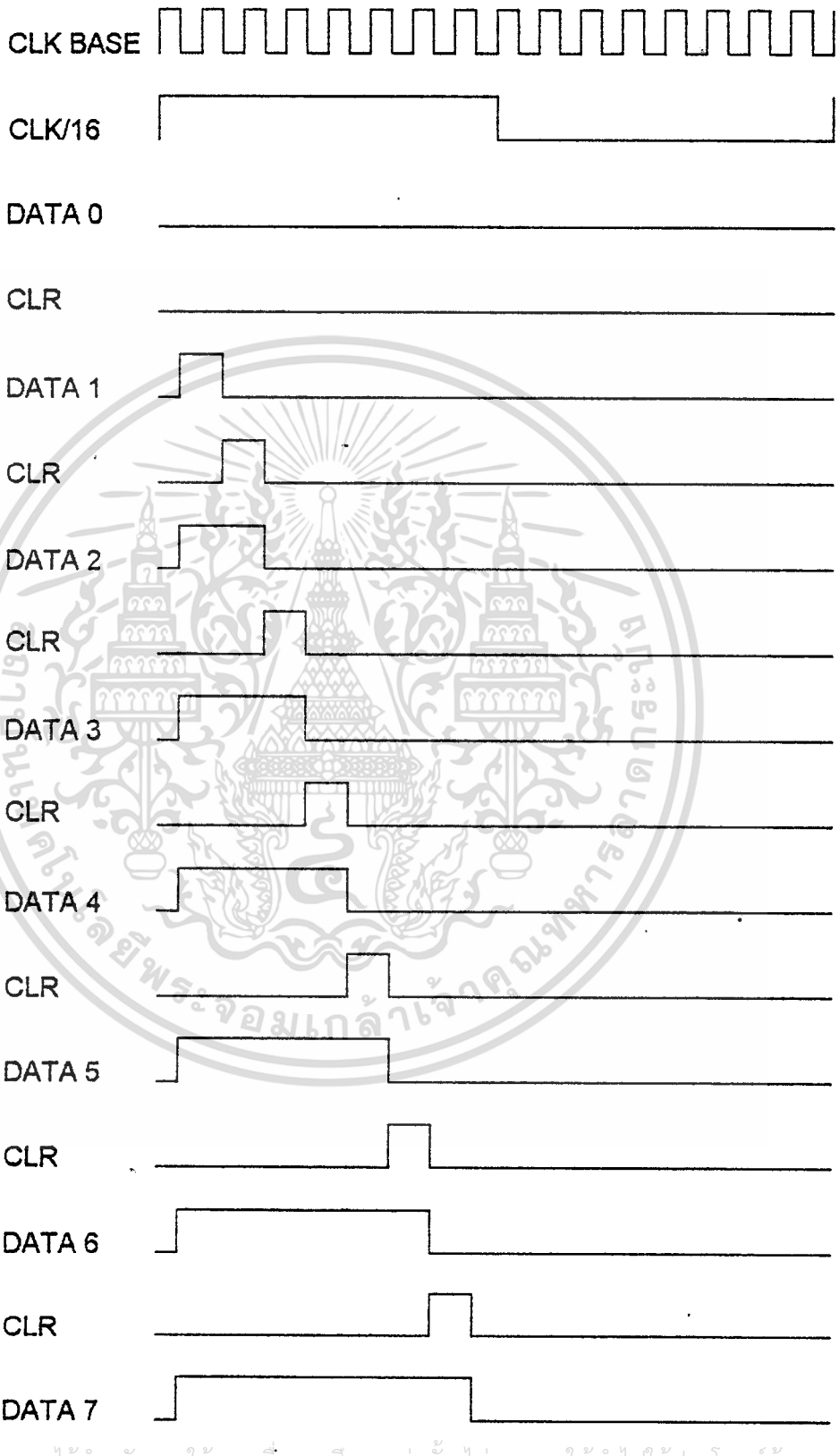
รูปที่ 2.11 วงจรควบคุมระดับสี

เมื่อข้อมูลเลขไบนารี 4 บิทเข้ามาที่อินพุท 4 บิท (B_0 , B_1 , B_2 , B_3) ของแมกนิจูทคอมพาราเตอร์แบบ 4 บิท (4-Bit Magnitude Comparator) U3 เบอร์ 74HC85 ข้อมูลจะรอการเปรียบเทียบกับข้อมูลที่เข้ามาสู่อินพุทอีก 4 บิท (A_0 , A_1 , A_2 , A_3) ที่มาจากโฟร์สเตทริปเปิลเคาน์เตอร์ (4-stage Binary Ripple couter) U2A เบอร์ 74HC393 ซึ่งจะทำการเริ่มนับจาก 0000-1111 เมื่อมีสัญญาณนาฬิกาเข้ามายังขา 1 โดยเมื่อมีการนับถึงค่า 1111 U1 จะถูกรีเซทให้เริ่มนับ 0000 ใหม่ โดยสัญญาณรีเซทจะถูกสร้างจากสัญญาณนาฬิกาที่ทำการหาร 16 โดยใช้ ฟร์สเตทไบนารีเคาน์เตอร์ เบอร์ 74HC393 เช่นเดียวกับ U2A ส่วน U1A เบอร์ 74HC123 ซึ่งทำงานเป็นโมโนสเตเบิ้ลมัลติไวเบรเตอร์ (Monostable Multivibrator) ส่งสัญญาณลอจิก " 1 " มายังขารีเซท (ขา 2) ของ U1 เมื่อค่าที่นับได้เท่ากับข้อมูลที่รออยู่

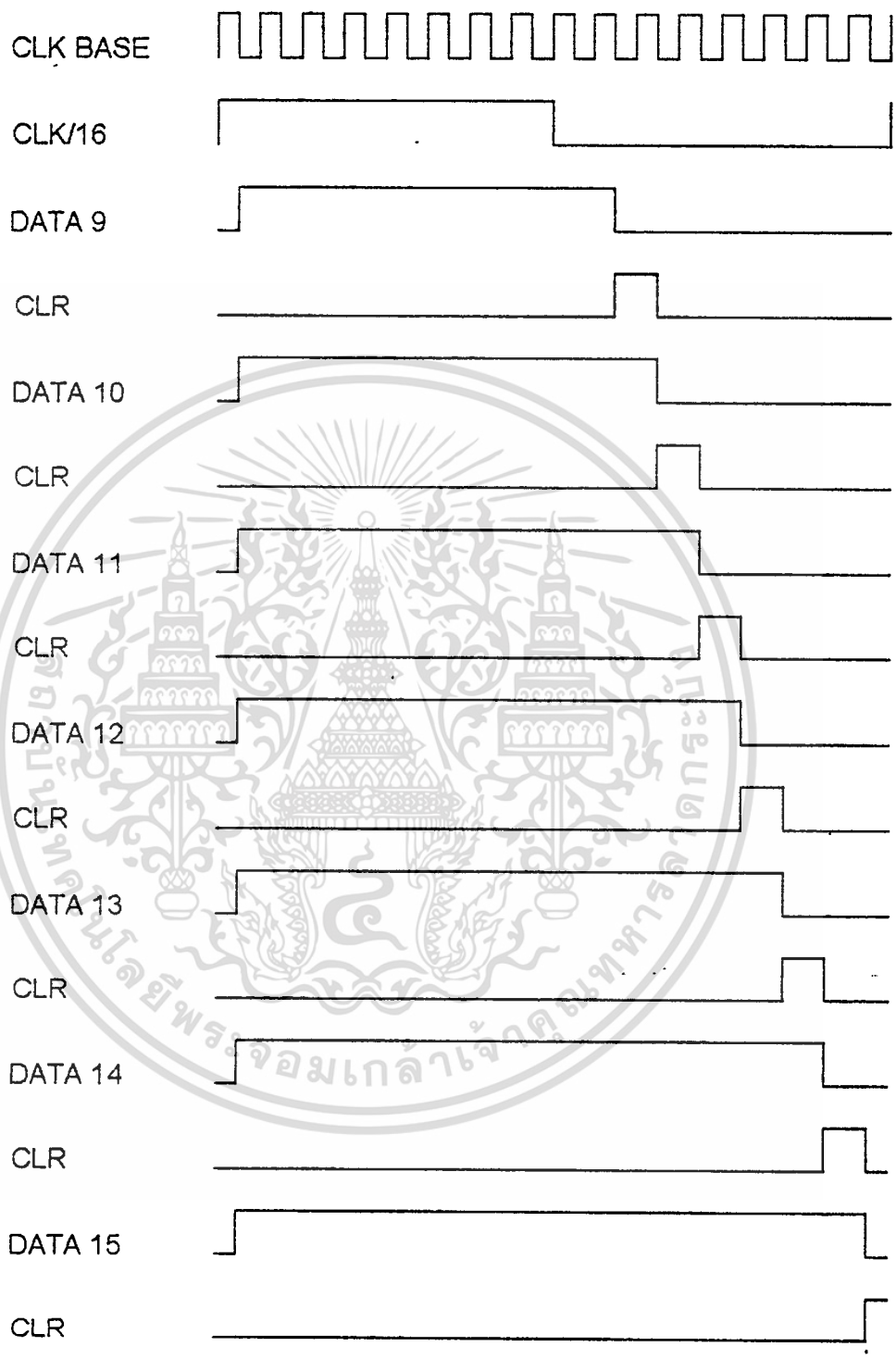
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของผลงานทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

U3 จะให้ค่าเอาท์พุทเป็น 1 (High) ออกมาที่ขา 6 (INPUT A=B) ผ่านอินเวอร์เตอร์เข้าสู่ขารีเซท (ขา 1) ของ U5A ซึ่งเป็นดี-ฟลิปฟลอป (D Flip-Flop) เบอร์ 74HC74 สัญญาณที่ได้จากขา 6 ของ U3 ผ่านอินเวอร์เตอร์นี้ จะเป็นตัวกำหนดขนาดความกว้างของพัลส์ที่เป็นเอาท์พุท (ขา 5) ของ U5A ให้ได้ตรงตามข้อมูลที่เรากำหนด มีการทำงานโดย ปกติขารีเซทของ U5A จะเป็น 1 ซึ่งจะทำให้เอาท์พุท Q_1 (ขา 5) มีค่าเป็น 0 เสมอ (โดยต้องต่อขา 4,2 เข้ากับ V_{cc}) แต่เมื่อสัญญาณที่เข้ามาที่ขารีเซทเป็น 0 ก็จะทำให้เอาท์พุท Q_1 มีค่าเป็น 1 จนกว่าสัญญาณที่ป้อนเข้ามาที่ขา 3 (Clock) จะมีการเปลี่ยนจาก 0 ไปเป็น 1 ก็จะทำให้สัญญาณที่ขาเอาท์พุท Q_1 กลับเป็น 0 ดังเดิม สัญญาณที่ป้อนเข้าที่ขา 3 ก็คือสัญญาณนาฬิกาที่ผ่านวงจรหาร 16 แล้วผ่านอินเวอร์เตอร์นั่นเอง เพราะฉะนั้นสัญญาณที่ได้จากขา Q_1 ของ U5 จึงมีความกว้างในแต่ละรอบการทำงาน (นับ 0000-1111) ไม่เท่ากันเปลี่ยนแปลงไปตามข้อมูลที่เราป้อนให้ ดังแสดงได้ดังแผนภาพเวลาดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 แผนภาพเวลาของวงจรควบคุมระดับสี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.6 ส่วนกำเนิดสัญญาณนาฬิกา (Clock Generator)

ความถี่ของสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน ขึ้นอยู่กับการแสดงผลของแผง LED การแสดงผลบนแผง LED มีลักษณะติดและดับครั้งละ 1 จุด ดังนั้นความถี่ของสัญญาณนาฬิกาพื้นฐานต้องมีค่าสูงพอที่สามารถทำให้ตามนุษย์มองเห็นการแสดงผลบนแผง LED เป็นภาพนิ่งได้โดยไม่มีการพริ้วของภาพ คือต้องสามารถแสดงผลได้ 25 ภาพใน 1 วินาที แต่ในโครงงานนี้นั้นเราให้แสดงผล 100 ภาพ (อาจจะใช้ 50 ภาพ)ใน 1 วินาที ดังนั้นสามารถยกตัวอย่าง วิธีการคำนวณความถี่พื้นฐาน โดยเป็นการแสดงผลของ LED ขนาด 8*8 ดอท ได้ดังนี้

การแสดงผล 1 ภาพ ใช้ความถี่	100			Hz
การแสดงผลทางแนวตั้ง 8 หลักใช้ความถี่	100*8	=	800	Hz
การแสดงผลทางแนวนอน 8 แถวใช้ความถี่	800*8	=	6.4	KHz
สัญญาณนาฬิกาพื้นฐานที่ต้องใช้ความถี่	$6.4*10^3*16$	=	102.4	KHz

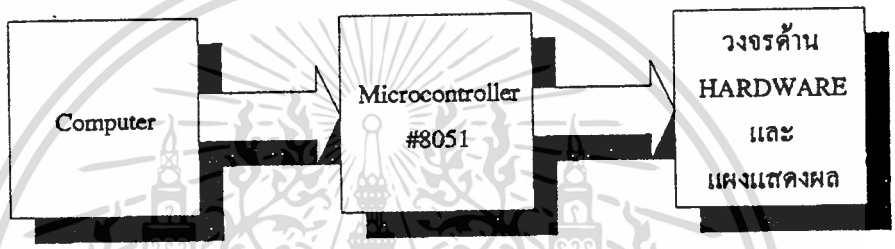
จากตัวอย่างการคำนวณหาความถี่ของสัญญาณนาฬิกาพื้นฐาน แสดงไว้ว่าการแสดงผลของแผง LED ขนาด 8*8 จะต้องใช้ความถี่ไม่ต่ำกว่า 102.4 KHz ดังนั้นถ้าขนาดของแผงแสดงผลมีขนาดใหญ่ขึ้นตามลำดับเพื่อให้การแสดงผลไม่เกิดการสั่นไหว สำหรับโครงงานนี้เราทำเป็นอาร์เรย์ย่อย ๆ ขนาด 8*32 และหลอด LED สว่างทีละ 4 หลอด โดยให้ภายใน 1 วินาทีแสดงภาพได้ 100 ภาพ เพราะฉะนั้นจะต้องใช้สัญญาณนาฬิกาพื้นฐานสำหรับแต่ละอาร์เรย์เป็น 409.6 KHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การอินเตอร์เฟสกับไมโครคอมพิวเตอร์

ในบทนี้จะกล่าวถึง การควบคุมการทำงานของระบบโดยใช้ไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 สามารถเขียนบล็อกไดอะแกรมได้ดังนี้

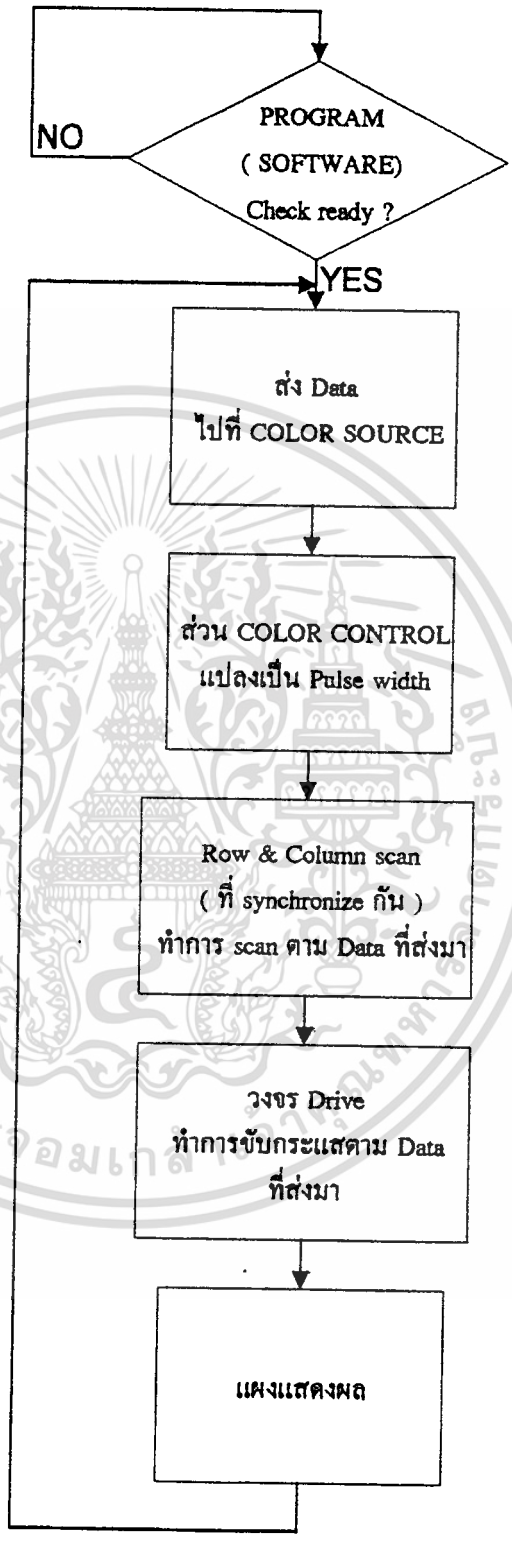


รูปที่ 3.1 บล็อคไดอะแกรมของส่วนอินเตอร์เฟส

จากบล็อกไดอะแกรมจะเห็นได้ว่าเราสามารถออกแบบให้แผงแสดงผลแสดงรูปที่เราต้องการได้ แล้วแต่ว่าผู้เขียนโปรแกรมจะเขียนอย่างไร เพื่อให้ไมโครคอนโทรลเลอร์ทำงาน โดยจะทำหน้าที่ในการรับและส่งข้อมูลจากคอมพิวเตอร์ไปยังส่วนแสดงผล โปรแกรมการใช้งานในส่วนนี้จะใช้เฉพาะโปรแกรมแอสเซมบลีของคอนโทรลเลอร์เบอร์ 8051 เท่านั้น ซึ่งการใช้งานยังอยู่ในขอบเขตที่จำกัดอยู่ โดยผู้ใช้สามารถนำไปดัดแปลงเพื่อให้ประสิทธิภาพดีขึ้นได้

ที่กล่าวมาสามารถเขียนการทำงานของระบบได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 การทำงานของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะได้ว่าการทำงานของระบบเป็นดังนี้

ข้อมูลที่ต้องการแสดงจะอยู่ในตัวโปรแกรม จะถูกส่งจากคอมพิวเตอร์ไปยังคอนโทรลเลอร์ โดยตัวคอนโทรลเลอร์จะเป็นตัวควบคุมการทำงานและส่งข้อมูลไปยังส่วน HARDWARE โดยส่วนนี้จะทำงานไปตามที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

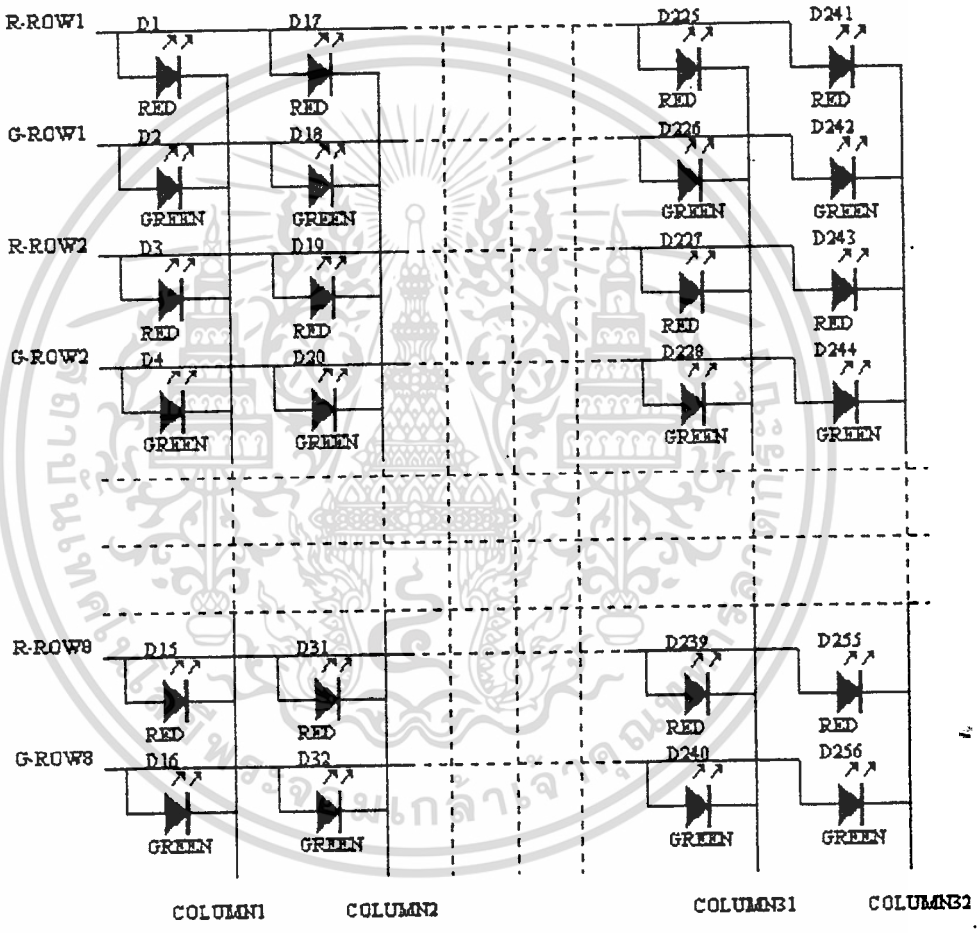
การทดลองและวงจรที่ใช้ในการทดลอง

ในบทนี้จะเป็นการกล่าวถึง การทดลองวงจรควบคุมแผงแสดงผลของ LED ขนาด 8*32 ด็อทดังนี้

4.1 การทดลองวงจรควบคุมแผงแสดงผลขนาด 8*32 ด็อท

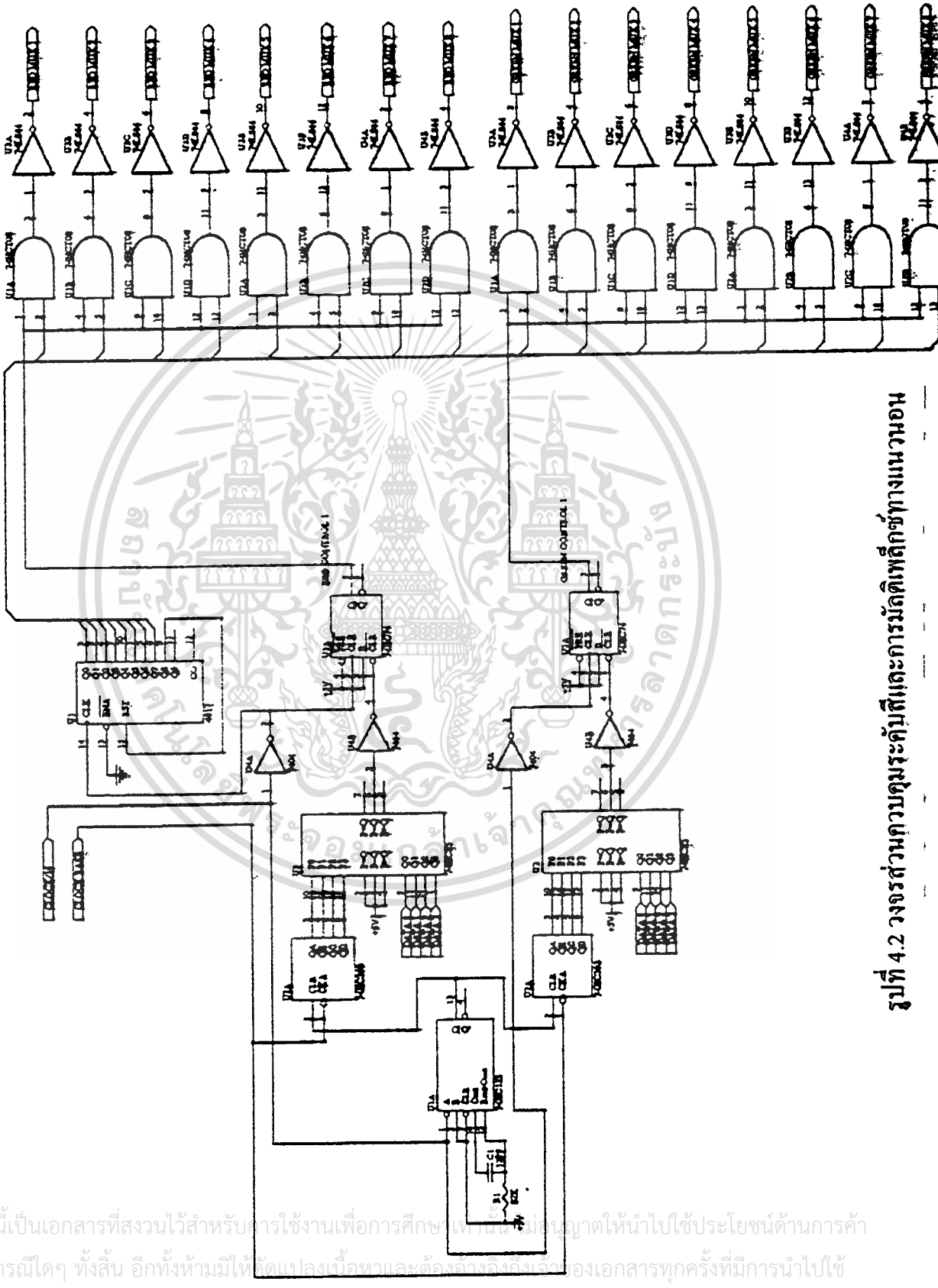
การทดลองในส่วนนี้เป็นการทดลองต่อแผง LED ขนาด 32 คอลัมน์ 8 แถว โดยนำวงจรที่ออกแบบไว้สำหรับแผงแสดงผลขนาด 8*8 ด็อทที่ได้ออกแบบมาแล้วมาขยายขนาดให้ได้วงจรขนาด 8*32 ด็อท โดยเพิ่มจำนวนวงจรต่าง ๆ ให้สามารถควบคุมได้ทุกคอลัมน์ ทุกแถว สามารถเขียนเป็นวงจรที่สมบูรณ์ได้ดังรูปที่ 4.1, 4.2, 4.3, 4.4 และ 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



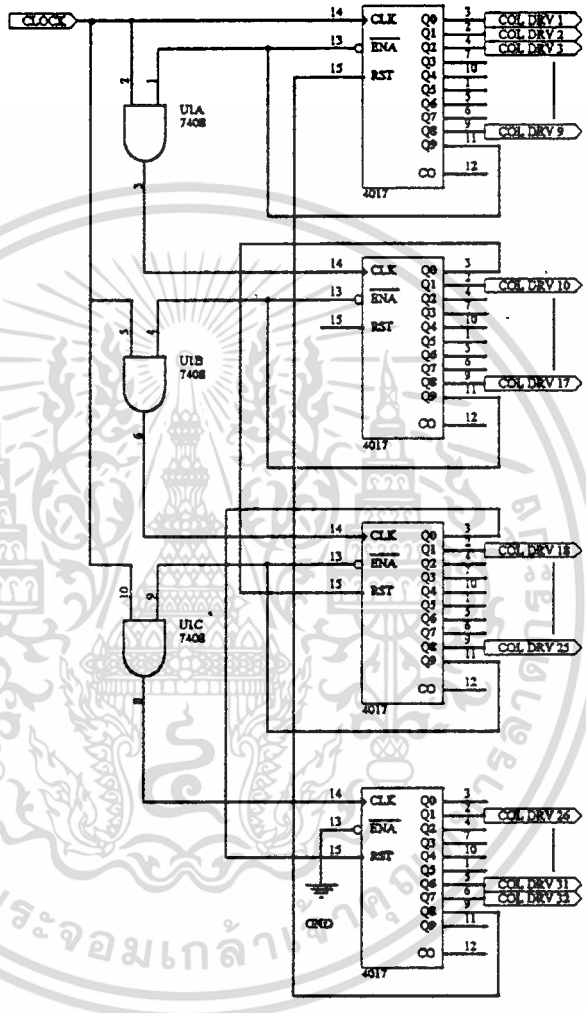
รูปที่ 4.1 การจัดวาง LED ขนาด 8*32 ดอท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



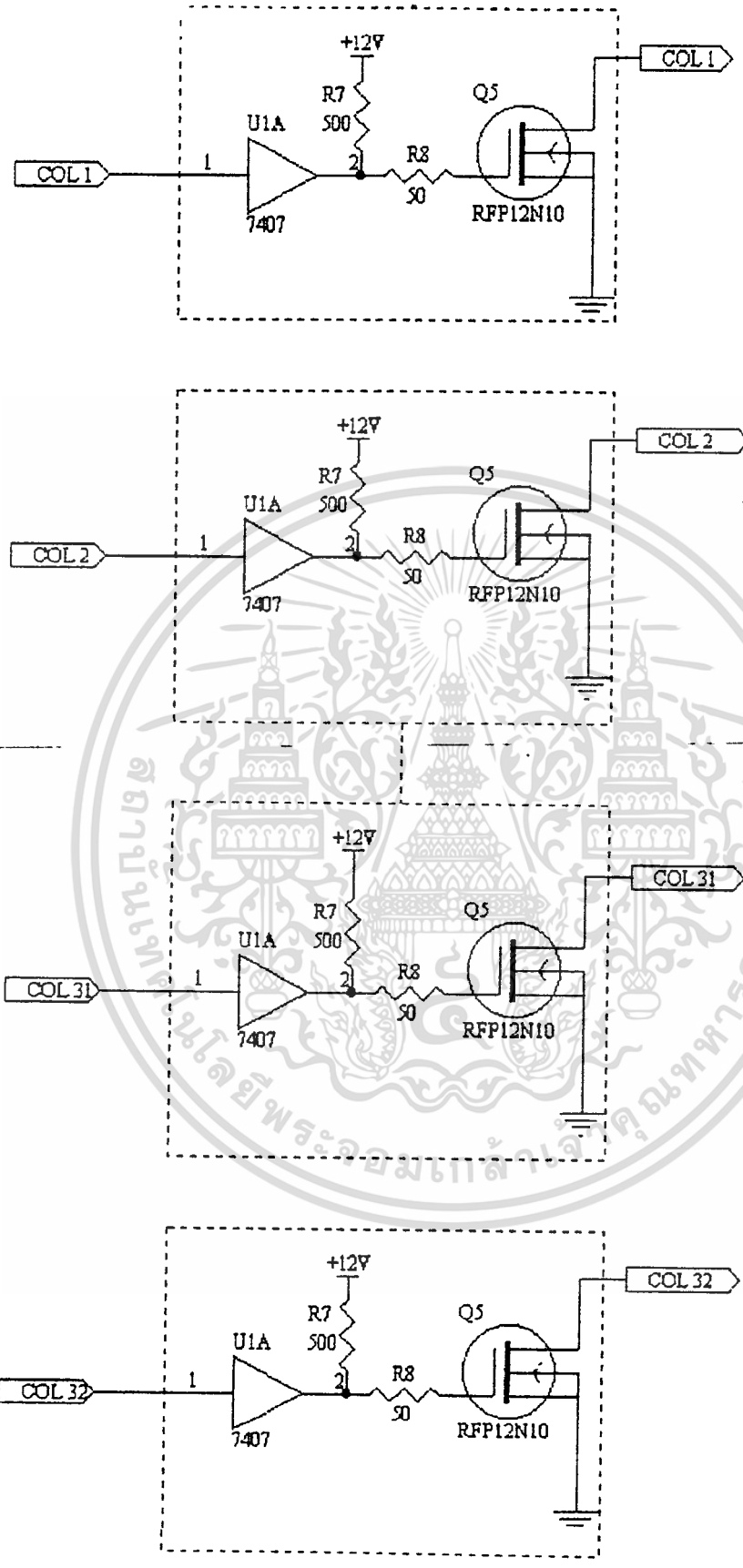
รูปที่ 4.2 วงจรส่วนควบคุมระดับสีและการมัลติเพล็กซ์ทางแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



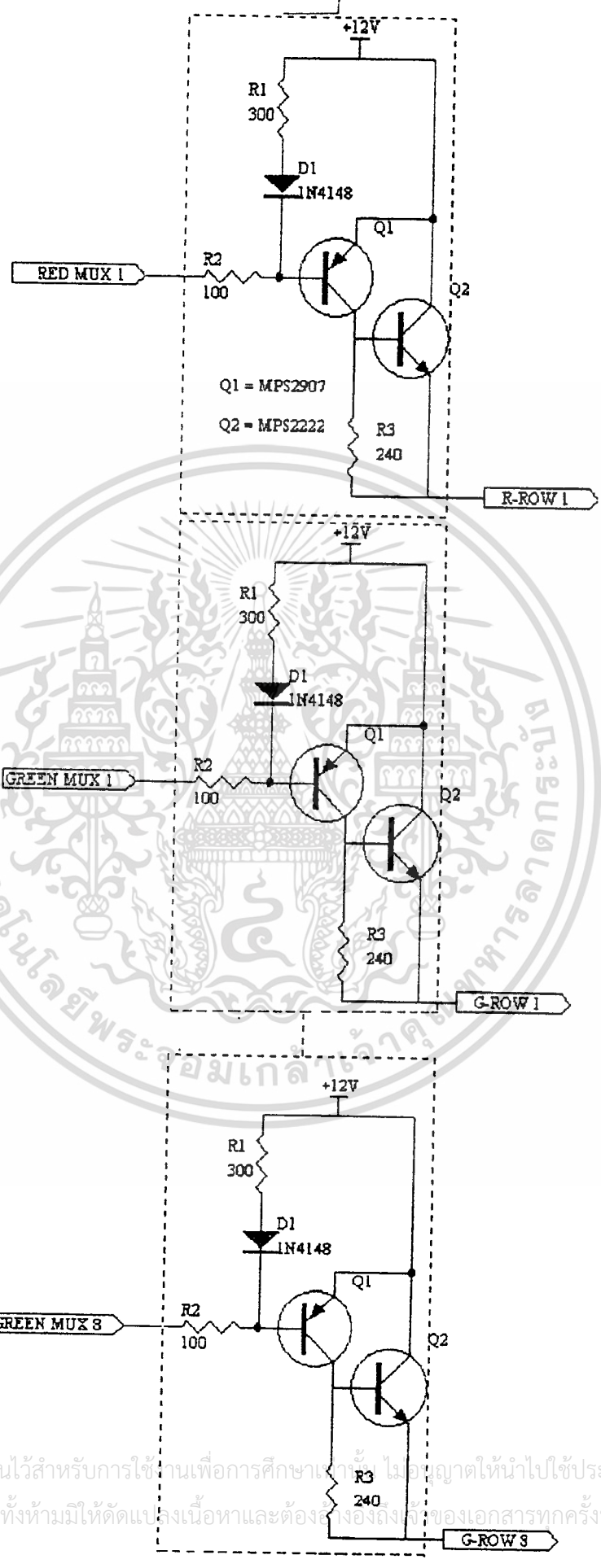
รูปที่ 4.3 วงจรควบคุมการแสดงผลทางแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.4 วงจรขับกระแสทางแนวตั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 วงจรขับกระแสทางแนวนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

ผลการทดลอง

ในบทนี้เป็นการกล่าวถึงผลการทดลองในบทที่ 4 เพื่อพิสูจน์สมมติฐานในบทที่ 1 และนำผลการทดลองในส่วนอื่น ๆ ไปใช้ในการปรับปรุงวงจรและแก้ไขข้อผิดพลาดในการออกแบบวงจรควบคุมแผงแสดงผลที่ผ่านมา

5.1 ผลการทดลองวงจรควบคุมทางแนวนอนและแนวตั้ง

จากการทดลองวงจรแต่ละส่วนจะได้ว่าวงจรสามารถทำงานได้เป็นอย่างดี โดยความถี่ในการสแกนทางแนวนอนจะเป็น 8 เท่าของทางด้านแนวตั้ง และแผนภาพเวลาหลังจากใช้สโคปจับดูแล้วจะได้ภาพเหมือนทฤษฎีดังที่ได้กล่าวมาแล้วข้างต้น

5.2 ผลการทดลองวงจรควบคุมระดับสี

จะได้ว่าความกว้างของพัลส์ของข้อมูลแต่ละระดับจะแตกต่างกันดังนี้ โดยข้อมูลค่า " 0" จะได้ค่าความกว้างของพัลส์ต่ำที่สุด และจะเรียงตามลำดับไปเรื่อย ๆ ซึ่งค่าของข้อมูล " 15" จะมีค่าความกว้างของพัลส์มากที่สุดนั่นเอง และผลที่ได้ก็เป็นไปตามที่หวังไว้

5.3 ผลการทดลองจากการนำอาร์เรย์ทั้ง 4 มารวมกัน

จากการสร้างอาร์เรย์เพิ่มขึ้นอีก 3 อาร์เรย์ตามอาร์เรย์ที่ได้ออกแบบไว้ในตอนแรก เมื่อนำอาร์เรย์ทั้งหมดมาต่อรวมกันแล้วป้อนข้อมูลเข้าไปปรากฏว่าเกิดการรบกวนกันของสัญญาณขึ้นเมื่อทำการเชื่อมต่อกับวงจรขับกระแส มีผลทำให้เกิดการกะพริบอย่างมากไม่สามารถควบคุมได้ และคาดว่าน่าจะเป็นเพราะสาเหตุบางประการดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ตัวอุปกรณ์ FET เองในการสวิทช์ซึ่งอาจทำให้เกิดการกระชาก ทำให้สัญญาณที่ได้มีความผิดเพี้ยนไป

- การต่อกราวด์ภายในวงจร ก็น่าจะเป็นอีกสาเหตุหนึ่ง

5.4 ผลการทดลองในส่วนอินเตอร์เฟสกับไมโครคอนโทรลเลอร์

เมื่อต่อแผงแสดงผลเข้ากับตัวคอนโทรลเลอร์ แล้วทำการส่งข้อมูล โดยแผงแสดงผลที่ทดลองนั้น เป็นขนาด 8*32 จุด ซึ่งเป็นขนาด 1 array นั่นเอง ผลที่ได้ไม่เป็นที่น่าพอใจนัก โดยผู้จัดสามารถให้แผงแสดงผลทุกจุดเป็นสีเขียวหรือสีแดงได้ตามที่ต้องการ และสามารถแบ่งระดับสีได้ แต่ไม่สามารถคอนโทรลแต่ละจุดบนแผงได้ ทำได้เพียงให้ทุกจุดใน 1 array แสดงผลที่เหมือนกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

สรุปและวิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการทำงานที่ ผ่านมา เป็นการศึกษาการทำงานของแผงแสดงผลอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อทำความเข้าใจในหลักการทำงานและวิธีการออกแบบในแต่ละส่วนของวงจร ซึ่งเห็นได้ว่าสามารถที่จะออกแบบในส่วนย่อย ๆ ก่อน แล้วค่อยนำส่วนย่อย ๆ เหล่านั้นมาประกอบกันให้มีขนาดใหญ่ขึ้น เนื่องจากในการทำงานไม่ว่าในอาร์เรย์ขนาดเล็กหรือขนาดใหญ่จะมีการทำงานเหมือนกันหมด แต่ปัญหาจะมาจากการปิด-เปิดของทรานซิสเตอร์ที่เร็วจนไม่สามารถจ่ายกระแสได้อย่างเต็มที่ โดยจะทำให้การส่องสว่างของ LED น้อยลง ดังนั้นจึงควรปรับปรุงวงจรขับกระแสให้สามารถจ่ายกระแสได้เร็วขึ้น ซึ่งอาจนำ FET (Field Effect Transistor , FET) เข้ามาช่วยในการทำงานขับกระแสแทนทรานซิสเตอร์

นอกจากนั้นการศึกษาการแบ่งระดับสีของ LED ตามสมมติฐานที่ตั้งขึ้นมาโดยใช้หลักการควบคุมช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัวโดยใช้ข้อมูล 4 บิทเพื่อแบ่งระดับสีให้ได้ 16 ระดับ และจากการทดลองที่ผ่านมายังสามารถนำหลักการนี้ไปแบ่งระดับสีให้ได้ละเอียดถึง 256 สี แต่อย่างไรก็ตามสายตาของมนุษย์ไม่สามารถแยกแยะสีได้ละเอียดมากนัก และการตอบสนองของ LED ต่อกระแสภายในช่วงเวลาเข้าสู่สภาวะอิ่มตัวในระยะเวลาอันสั้นและไม่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นระดับสีที่อยู่ในระดับที่ใกล้กันอาจจะมีขนาดความสว่างและความเข้มของแสงใกล้เคียงกันมาก แต่อย่างไรก็ตามก็ไม่เป็นปัญหามากนักเพราะเนื่องมาจากความสามารถในการแยกแยะสีของสายตามนุษย์ไม่สามารถแยกความแตกต่างที่ละเอียดขนาดนี้ได้นั่นเอง

ท้ายสุดนี้เนื่องจาก LED ที่ใช้มีเพียง 2 สีใน 1 หลอด ดังนั้นการผสมสีให้ได้ลักษณะที่ใกล้เคียงธรรมชาติไม่สามารถทำได้ แต่ถ้ามีการนำ LED ที่ประกอบด้วยไส้หลอด 3 สีคือ สีแดง สีเขียว และสีน้ำเงินเพิ่มเข้ามาแล้ว การผสมสีก็สามารถที่จะทำได้โดยใช้หลักการดังที่ได้กล่าวมาข้างต้น โดยวิธีการแบ่งระดับสีและวิธีควบคุมก็คงมีลักษณะเหมือนเดิม แต่ปัญหาจะอยู่ที่ LED สีน้ำเงินในปัจจุบันนี้ยังมีราคาสูงมากและความเข้มของแสงที่ให้ก็น้อยกว่าสีอื่น ๆ ในขณะที่ให้กระแสเท่ากับการขับหลอดสีอื่น ๆ จึงทำให้ควบคุมได้ยาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7

แนวทางการพัฒนาและแก้ไขปัญหา

จากที่ได้กล่าวถึงปัญหาไปบ้างแล้วในบทที่ 6 นั้นเมื่อนำวงจรมาประกอบกันจนครบชุดปรากฏว่ามีจุดบกพร่องอีกมากมายที่ทำให้แผงแสดงผลไม่สามารถทำงานได้ตามวัตถุประสงค์ ปัญหาและแนวทางแก้ไขปัญหาสามารถสรุปออกเป็นข้อ ๆ ได้ดังต่อไปนี้

7.1 ปัญหาทางด้านการรบกวนกันของสัญญาณ

เนื่องจากวงจรนี้เป็นวงจรีที่ได้ออกแบบขึ้นมาใหม่และเป็นวงจรที่ทำงานเกี่ยวกับความถี่ที่ค่อนข้างสูงและต้องการความแม่นยำทางด้านความถี่มาก การรบกวนกันทางความถี่ของแต่ละวงจรที่นำมาประกอบกันเป็นสาเหตุหลักที่ทำให้การทำงานไม่เป็นไปตามที่ต้องการ วิธีการแก้ไขคือ

- พยายามเดินสายไฟและสายสัญญาณต่าง ๆ เช่น สัญญาณนาฬิกา , สายไฟเลี้ยงและสายกราวด์ ให้สั้นที่สุดและควรมีคาร์ปาซิเตอร์ลดสัญญาณรบกวนที่ตัว IC ทุกตัว นอกจากนั้นควรแยกสายกราวด์ของระบบที่เป็นอนาลอกและระบบที่เป็นดิจิตอลออกจากกัน โดยระบบที่เป็นอนาลอก เช่น วงจรขับกระแส ส่วนระบบที่เป็นดิจิตอล เช่น วงจรส่วนควบคุมการปรับระดับสี

-แผ่นลายวงจรของวงจรทั้งหมดควรจะเป็นแผ่นเดียวกัน เพื่อลดการเดินสายไปสู่แผ่นต่าง ๆ ทำให้สัญญาณเกิดการลดทอนมากภายในสาย

7.2 ปัญหาทางด้านไฟเลี้ยงของวงจร

เนื่องจากวงจรขับกระแสต้องการไฟเลี้ยงที่สามารถจ่ายกระแสได้มาก ทำให้เพาเวอร์ซัพพลายที่นำมาเป็นตัวจ่ายกระแสนั้นต้องมีประสิทธิภาพสูงพอ วิธีแก้ไขคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- ควรแยกเพาเวอร์ซัพพลายในการจ่ายไฟให้กับวงจรของแต่ละอาร์เรย์ ซึ่งจะช่วยแก้ปัญหาการจ่ายกระแสไม่พอ และยังช่วยในการลดสัญญาณรบกวนที่อาจเกิดขึ้นในวงจรหนึ่งไม่ให้เข้าไปรบกวนอีกวงจรหนึ่งได้โดยผ่านทางไฟเลี้ยง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7404, LS04, S04 Inverters

Hex Inverter
Product Specification

Logic Products

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
7404	10ns	12mA
74LS04	9.5ns	2.4mA
74S04	3ns	22mA

ORDERING CODE

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±5%; T_A = 0°C to +70°C
Plastic DIP	N7404N, N74LS04N, N74S04N
Plastic SO	N74LS04D, N74S04D

NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications see the Signetics Military Products Data Manual.

FUNCTION TABLE

INPUT	OUTPUT
A	Y
L	H
H	L

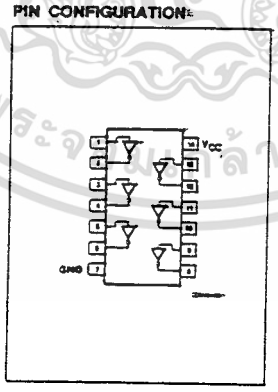
H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

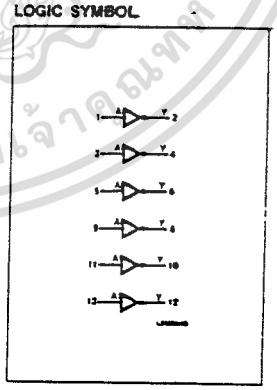
PINS	DESCRIPTION	74	74S	74LS
A	Input	1ul	1Sul	1LSul
Y	Output	10ul	10Sul	10LSul

NOTE:
Where a 74 unit load (ul) is understood to be 40μA I_{IH} and −1.6mA I_{IL}, a 74S unit load (Sul) is 50mA I_{IH} and −2.0mA I_{IL}, and 74LS unit load (LSul) is 20μA I_{IH} and −0.4mA I_{IL}.

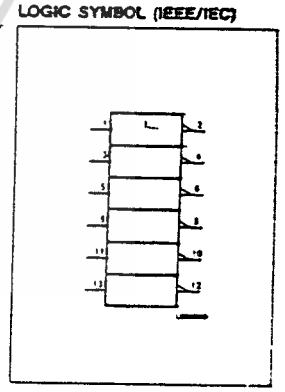
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL



LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7406, 07
Inverter/Buffer/Drivers

'06 Hex Inverter Buffer/Driver (Open Collector)
'07 Hex Buffer/Driver (Open Collector)
Product Specification

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
7406	10ns (t_{PLH}) 15ns (t_{PHL})	31mA
7407	6ns (t_{PLH}) 20ns (t_{PHL})	25mA

ORDERING CODE

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±5%; T_A = 0°C to +70°C
Plastic DIP	N7406N, N7407N
Plastic SO	N7406D, N7407D

NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications, see the Signetics Military Products Data Manual.

FUNCTION TABLE

'06		'07	
INPUT	OUTPUT	INPUT	OUTPUT
A	Y_n	A	Y
H	L	H	H
L	H	L	L

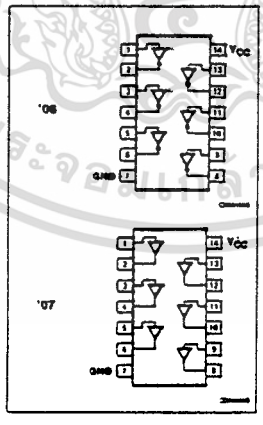
H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

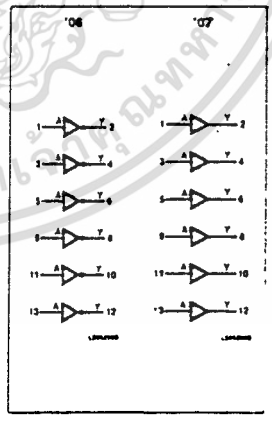
PINS	DESCRIPTION	74
A	Input	1ul
Y	Output	10ul

NOTE:
Where a 74 unit load (ul) is understood to be 40µA I_{IH} and −1.6mA I_{IL}.

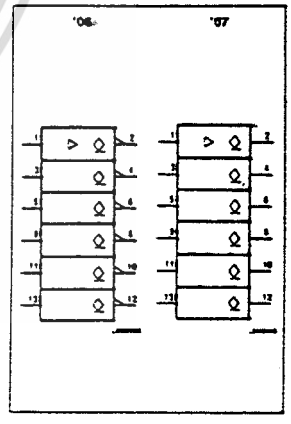
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL



LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7408, LS08, S08
Gates

Quad Two-Input AND Gate
Product Specification

Logic Products

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
7408	15ns	18mA
74LS08	9ns	3.4mA
74S08	5ns	25mA

ORDERING CODE

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±5%; T_A = 0°C to +70°C
Plastic DIP	N7408N, N74LS08N, N74S08N
Plastic SO	N74LS08N, N74S08N

NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications, see the Signetics Military Products Data Manual.

FUNCTION TABLE

INPUTS		OUTPUT
A	B	Y
L	L	L
L	H	L
H	L	L
H	H	H

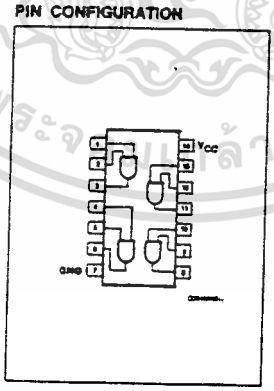
H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

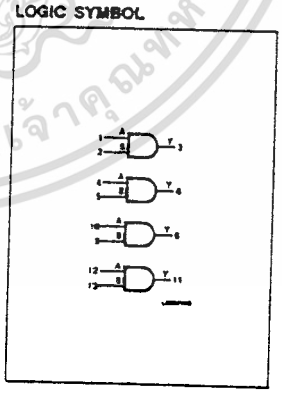
PINS	DESCRIPTION	74	74S	74LS
A, B	Inputs	1ul	1Sul	1LSul
Y	Output	10ul	10Sul	10LSul

NOTE:
Where a 74 unit load (ul) is understood to be 40μA I_{IH} and −1.6mA I_{IL}, a 74S unit load (Sul) is 50μA I_{IH} and −2.0mA I_{IL}, and 74LS unit load (LSul) = 20μA I_{IH} and −0.4mA I_{IL}.

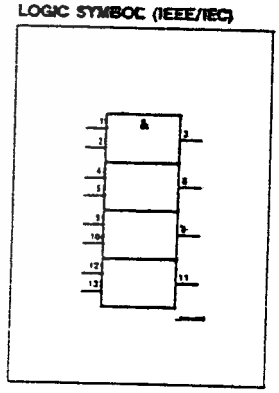
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL



LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7474, LS74A, S74
Flip-Flops

Dual D-Type Flip-Flop
Product Specification

Logic Products

DESCRIPTION

The '74 is a dual positive edge-triggered D-type flip-flop featuring individual Data, Clock, Set and Reset inputs; also complementary Q and $\overline{Q}$ outputs.

Set ($\overline{S}_D$) and Reset ($\overline{R}_D$) are asynchronous active-LOW inputs and operate independently of the Clock input. Information on the Data (D) input is transferred to the Q output on the LOW-to-HIGH transition of the clock pulse. The D inputs must be stable one set-up time prior to the LOW-to-HIGH clock transition for predictable operation. Although the Clock input is level-sensitive, the positive transition of the clock pulse between the 0.8V and 2.0V levels should be equal to or less than the clock-to-output delay time for reliable operation.

TYPE	TYPICAL f_{MAX}	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
7474	25MHz	17mA
74LS74A	33MHz	4mA
74S74	100MHz	30mA

NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications, see the Signetics Military Products Data Manual.

ORDERING CODE

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±5%; T_A = 0°C to +70°C
Plastic DIP	N7474N, N74LS74AN, N74S74N
Plastic SO	N741S74A, N74S74D

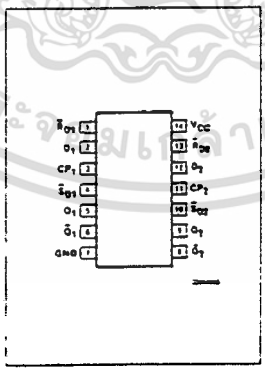
NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications, see the Signetics Military Products Data Manual.

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

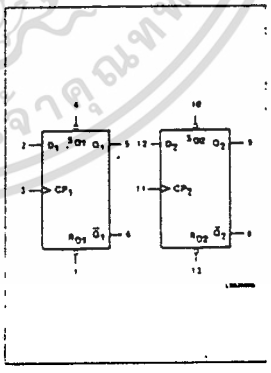
PINS	DESCRIPTION	74	74S	74LS
D	Input	1ul	1Sul	1LSul
$\overline{R}_D$	Input	2ul	3Sul	2LSul
$\overline{S}_D$	Input	1ul	2Sul	2LSul
CP	Input	2ul	2Sul	1LSul
Q,$\overline{Q}$	Outputs	10ul	10Sul	10LSul

NOTE:
Where a 74 unit load (ul) is understood to be 40μA I_{IH} and −1.6mA I_{IL}, a 74S unit load (Sul) is 50μA I_{IH} and −2.0mA I_{IL}, and 74LS unit load (LSul) is 20μA I_{IH} and −0.4mA I_{IL}.

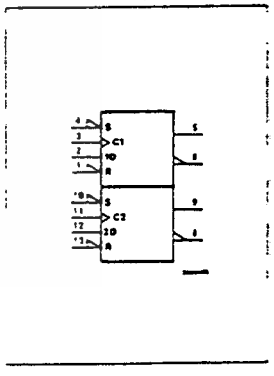
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL

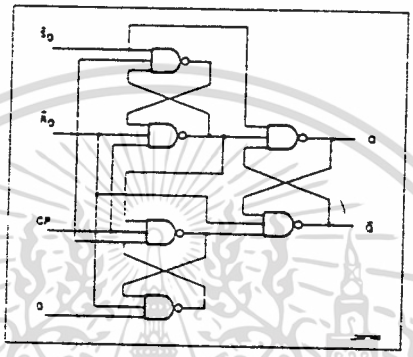


LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM



MODE SELECT — FUNCTION TABLE

OPERATING MODE	INPUTS			OUTPUTS	
	$\bar{S}_D$	$\bar{R}_D$	CP	D	Q	$\bar{Q}$
Asynchronous Set	L	H	X	X	H	L
Asynchronous Reset (Clear)	H	L	X	X	L	H
Undetermined[1]	L	L	X	X	H	H
Load "1" (Set)	H	H	↑	h	H	L
Load "0" (Reset)	H	H	↑	l	L	H

h = HIGH voltage level steady state.
h = HIGH voltage level one set-up time prior to the LOW-to-HIGH clock transition.
L = LOW voltage level steady state.
l = LOW voltage level one set-up time prior to the LOW-to-HIGH clock transition.
X = Don't care.
↑ = LOW-to-HIGH clock transition.

NOTE:
(1) Both outputs will be HIGH while both $\bar{S}_D$ and $\bar{R}_D$ are LOW, but the output states are unpredictable if $\bar{S}_D$ and $\bar{R}_D$ go HIGH simultaneously.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Over operating free-air temperature range unless otherwise noted.)

PARAMETER		74	74LS	74S	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	7.0	7.0	7.0	V
V_{IN}	Input voltage	−0.5 to +5.5	−0.5 to +7.0	−0.5 to +5.5	V
I_{IN}	Input current	−30 to +5	−30 to +1	−30 to +5	mA
V_{OUT}	Voltage applied to output in HIGH output state	−0.5 to $+V_{CC}$	−0.5 to $+V_{CC}$	−0.5 to $+V_{CC}$	V
T_{A}	Operating free-air temperature range	0 to 70			°C

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

PARAMETER		74			74LS			74S			UNIT
		Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply voltage	4.75	5.0	5.25	4.75	5.0	5.25	4.75	5.0	5.25	V
V_{IH}	HIGH-level input voltage	2.0			2.0			2.0			V
V_{IL}	LOW-level input voltage			+0.8			+0.8			+0.8	V
I_{IK}	Input clamp current			−12			−18			−18	mA
I_{OH}	HIGH-level output current			−400			−400			−1000	µA
I_{OL}	LOW-level output current			16			8			20	mA
T_{A}	Operating free-air temperature	0		70	0		70	0		70	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7485, LS85, S85
Comparators

4-Bit Magnitude Comparator
Product Specification

Logic Products

FEATURES
- Magnitude comparison of any binary words
- Serial or parallel expansion without extra gating
- Use 74S85 for very high speed comparisons

DESCRIPTION
The '85 is a 4-bit magnitude comparator that can be expanded to almost any length. It compares two 4-bit binary, BCD, or other monotonic codes and presents the three possible magnitude results at the outputs. The 4-bit inputs are weighted ($A_0 - A_3$) and ($B_0 - B_3$), where A_3 and B_3 are the most significant bits.

The operation of the '85 is described in the Function Table, showing all possible logic conditions. The upper part of the table describes the normal operation under all conditions that will occur in a single device or in a series expansion scheme.

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
7485	23ns	55mA
74LS85	23ns	10mA
74S85	12ns	73mA

ORDERING CODE

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±5%; T_A = 0°C to +70°C
Plastic DIP	N7485N, N74LS85N, N74S85N
Plastic SO	N74LS85D, N74S85D

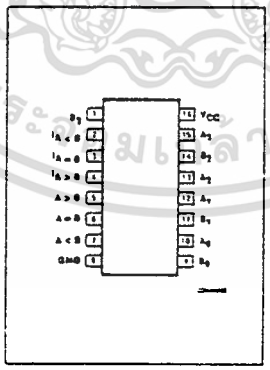
NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications, see the Signetics Military Products Data Manual.

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

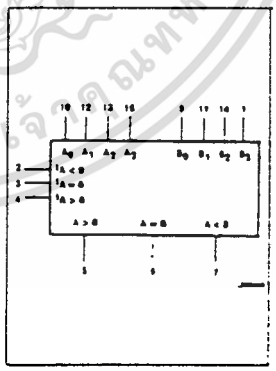
PINS	DESCRIPTION	74	74S	74LS
$A_0 - A_3$, $B_0 - B_3$, $I_{A=B}$	Inputs	3ul	3Sul	3LSul
$I_{A<B}$, $I_{A>B}$	Inputs	1ul	1Sul	1LSul
A = B, A < B, A > B	Outputs	10ul	10Sul	10LSul

NOTE:
Where a 74 unit load (ul) is understood to be 40uA I_{IH} and −1.6mA I_{IL}, a 74S unit load (Sul) is 50uA I_{IH} and −2.0mA I_{IL}, and 74LS unit load (LSul) is 20uA I_{IH} and −0.4mA I_{IL}.

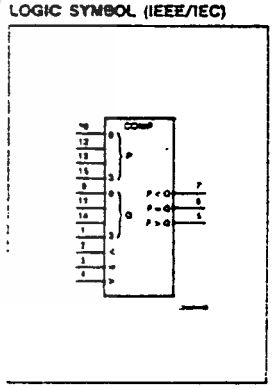
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL

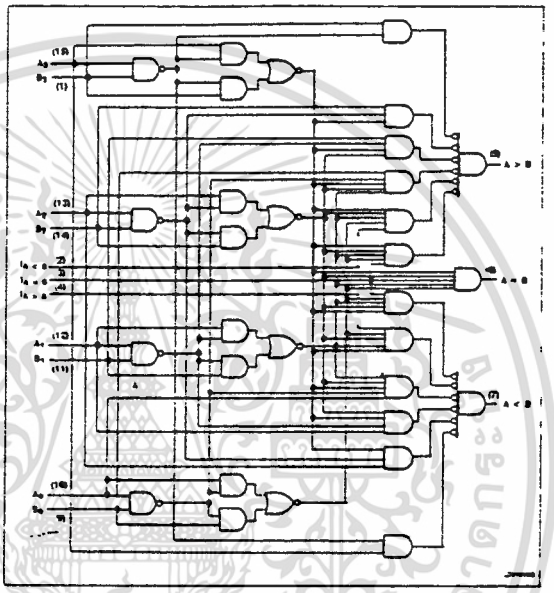


LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM



FUNCTION TABLE

COMPARING INPUTS				CASCADING INPUTS			OUTPUTS		
A_3, B_3	A_2, B_2	A_1, B_1	A_0, B_0	$I_{A>B}$	$I_{A<B}$	$I_{A=B}$	A > B	A < B	A = B
$A_3 > B_3$	X	X	X	X	X	X	H	L	L
$A_3 < B_3$	X	X	X	X	X	X	L	H	L
$A_3 = B_3$	$A_2 > B_2$	X	X	X	X	X	H	L	L
$A_3 = B_3$	$A_2 < B_2$	X	X	X	X	X	L	H	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 > B_1$	X	X	X	X	H	L	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 < B_1$	X	X	X	X	L	H	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 > B_0$	X	X	X	H	L	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 < B_0$	X	X	X	L	H	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	H	L	L	H	L	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	L	H	L	L	H	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	L	L	H	L	L	H
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	X	X	H	L	L	H
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	H	H	L	L	L	L
$A_3 = B_3$	$A_2 = B_2$	$A_1 = B_1$	$A_0 = B_0$	L	L	L	H	H	L

H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level
X = Don't care

In the upper part of the table the three outputs are mutually exclusive. In the lower part of the table, the outputs reflect the feed-forward conditions that exist in the parallel expansion scheme.

The expansion inputs $I_{A>B}$, $I_{A=B}$, and $I_{A<B}$ are the least significant bit positions. When used for series expansion, the A > B, A = B and A < B outputs of the least significant word are connected to the corresponding $I_{A>B}$, $I_{A=B}$, and $I_{A<B}$ inputs of the next higher stage. Stages can be added in this manner to any length, but a propagation delay penalty of about 15ns is added with each additional stage. For proper operation the expansion inputs of the least significant word should be tied as follows: $I_{A>B}$ = LOW, $I_{A=B}$ = HIGH, and $I_{A<B}$ = LOW.

The parallel expansion scheme shown in Figure 1 demonstrates the most efficient general use of these comparators. In the parallel expansion scheme, the expansion inputs can be used as a fifth input bit position except on the least significant device which must be connected as in the serial scheme. The expansion inputs are used by tieing $I_{A>B}$ as an "A" input, $I_{A<B}$ as a "B" input and setting $I_{A=B}$ LOW. The '86 can be used as a 5-bit comparator only when the outputs are used to drive the ($A_0 - A_3$) and ($B_0 - B_3$) inputs of another '85 device. The parallel technique can be expanded to any number of bits as shown in Table 1.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74123
Multivibrator

Dual Retriggerable Monostable Multivibrator
Product Specification

Logic Products

FEATURES

- DC triggered from active HIGH or active LOW inputs
- Retriggerable for very long pulses — up to 100% duty cycle
- Direct reset terminates output pulse
- Compensated for V_{CC} and temperature variations

DESCRIPTION

The '123 is a dual retriggerable monostable multivibrator with output pulse width control by three methods. The basic pulse time is programmed by selection of external resistance (R_{ext}) and capacitance (C_{ext}) values. Once triggered, the basic pulse width may be extended by retriggering the gated active LOW going edge input ($\overline{A}$) or the active HIGH going edge input (B), or be reduced by use of the overriding active LOW reset.

The basic output pulse width is essentially determined by the values of external capacitance and timing resistance.

TYPE	TYPICAL PROPAGATION DELAY	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
74123	24ns	45mA

NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications, see the Signetics Military Products Data Manual.

ORDERING CODE

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±5%; T_A = 0°C to +70°C
Plastic DIP	N74123N
Plastic SO	N74123D

For pulse widths when $C_{ext} \leq 1000pF$, see Figure A.

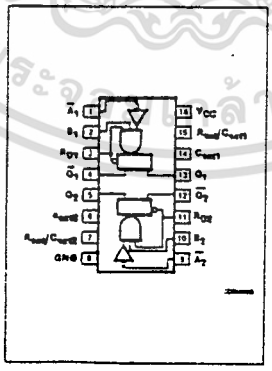
When $C_{ext} > 1000pF$, the output pulse width is defined as:

$$t_W = 0.28\ R_{ext} \cdot C_{ext} \left(1 + \frac{2.7}{R_{ext}}\right)$$

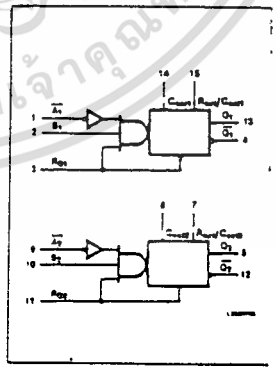
The external resistance and capacitance are normally connected as shown in Figure B. If an electrolytic capacitor is to be used with an inverse voltage rating of less than 1V then Figure C should be used. (Inverse voltage rating of an electrolytic is normally specified at 5% of the forward voltage rating.) If the inverse voltage rating is 1V or more (this includes a 100% safety margin) then Figure B can be used. Note that if Figure C is used the timing equations change as follows:

$$t_W \cong 0.25\ R_{ext} \cdot C_{ext} \left(1 + \frac{2.7}{R_{ext}}\right)$$

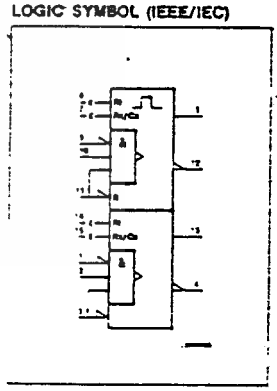
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL



LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Multivibrator 74123

FUNCTION TABLE

INPUTS			OUTPUTS	
R_D	$\overline{A}$	B	Q	$\overline{Q}$
L	X	X	L	H
X	H	X	L	H
X	X	L	L	H
H	L	↑	⎍	⎎
H	↓	H	⎍	⎎
↑	L	H	⎍	⎎

H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level
X = Don't care
↑ = LOW-to-HIGH transition
↓ = HIGH-to-LOW transition
⎍ = One HIGH-level pulse
⎎ = One LOW-level pulse

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

PINS	DESCRIPTION	74
$\overline{A}$, B	Inputs	1ul
R_D	Input	2ul
Q, $\overline{Q}$	Outputs	10ul

NOTE:
A 74 unit load (ul) is understood to be 40μA I_{IH} and −1.6mA I_{IL}.

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Over operating free-air temperature range unless otherwise noted.)

	PARAMETER	74	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	7.0	V
V_{IN}	Input voltage	−0.5 to +5.5	V
I_{IN}	Input current	−30 to +5	mA
V_{OUT}	Voltage applied to output in HIGH output state	−0.5 to +V_{CC}	V
T_A	Operating free-air temperature range	0 to 70	°C

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

	PARAMETER	74			UNIT
		Min.	Nom.	Max.	
V_{CC}	Supply voltage	4.75	5.0	5.25	V
I_{IC}	Input clamp current			−12	mA
I_{OH}	HIGH-level output current			−800	μA
I_{OL}	LOW-level output current			16	mA
T_A	Operating free-air temperature	0		70	°C
V_{IH}	HIGH-level input voltage	2.0			V
V_{IL}	LOW-level input voltage			+0.8	V

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TYPICAL PERFORMANCE CHARACTERISTICS

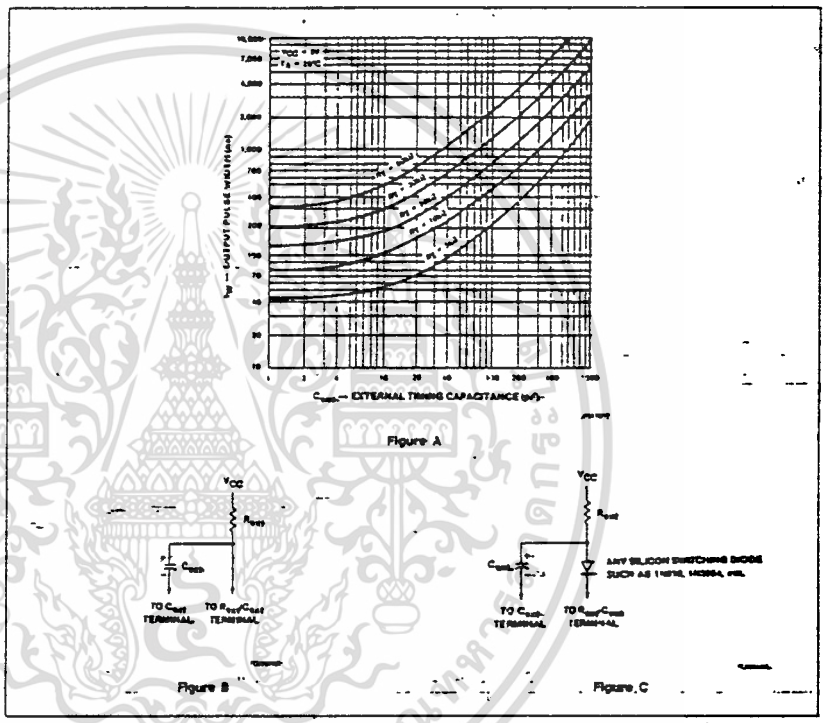


Figure A

Figure B

Figure C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

74LS393
Counter

Dual 4-Bit Binary Ripple Counter
Product Specification

Logic Products

TYPE	TYPICAL f_{MAX}	TYPICAL SUPPLY CURRENT (TOTAL)
74LS393	35MHz	15mA

FEATURES
- Two 4-bit binary counters
- Divide-by any binary module up to 28 in one package
- Two Master Resets to clear each 4-bit counter individually

DESCRIPTION
The '393 is a Dual 4-bit Binary Ripple Counter with separate Clock and Master Reset inputs to each counter. The operation of each half of the '393 is the same as the '93 except no external clock connections are required. The counters are triggered by a HIGH-to-LOW transition of the Clock ($\overline{CP}_a$ and $\overline{CP}_b$) inputs. The counter outputs are internally connected to provide Clock inputs to succeeding stages. The outputs of the ripple counter do not change synchronously and should not be used for high speed address decoding.

ORDERING CODE

PACKAGES	COMMERCIAL RANGE V_{CC} = 5V ±5%; T_A = 0°C to +70°C
Plastic DIP	N74LS393N
Plastic SO-14	N74LS393D

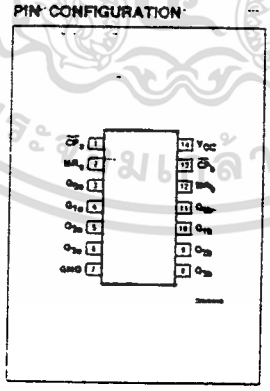
NOTE:
For information regarding devices processed to Military Specifications, see the Signetics Military Products Data Manual.

INPUT AND OUTPUT LOADING AND FAN-OUT TABLE

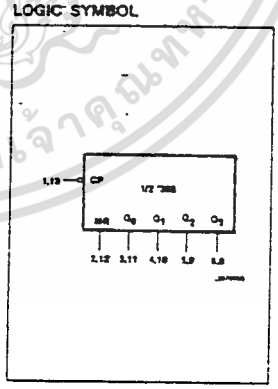
PINS	DESCRIPTION	74LS
MR	Master Reset input	1LSul
$\overline{CP}$	Clock input	4LSul
O	Output	10LSul

NOTE:
Where a 74LS unit load (LSul) is 20μA I_{IH} and −0.4mA I_{IL}.

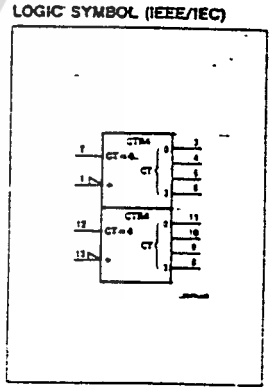
PIN CONFIGURATION



LOGIC SYMBOL

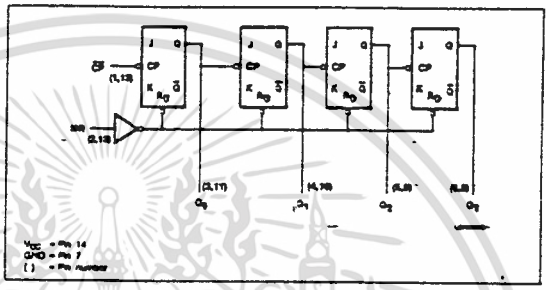


LOGIC SYMBOL (IEEE/IEC)



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

LOGIC DIAGRAM



The Master Resets (MR_A and MR_B) are active-HIGH asynchronous inputs to each 4-bit counter identified by the "a" and "b" suffixes in the Pin Configuration. A HIGH level on the MR input overrides the clock and sets the outputs LOW.

COUNT SEQUENCE FOR ½ THE '393

COUNT	OUTPUTS			
	Q_0	Q_1	Q_2	Q_3
0	L	L	L	L
1	H	L	L	L
2	L	H	L	L
3	H	H	L	L
4	L	L	H	L
5	H	L	H	L
6	L	H	H	L
7	H	H	H	L
8	L	L	L	H
9	H	L	L	H
10	L	H	L	H
11	H	H	L	H
12	L	L	H	H
13	H	L	H	H
14	L	H	H	H
15	H	H	H	H

H = HIGH voltage level
L = LOW voltage level

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS (Over operating free-air temperature range unless otherwise noted)

	PARAMETER	74LS	UNIT
V_{CC}	Supply voltage	7.0	V
V_{IN}	Input voltage	−0.5 to +7.0	V
I_{IN}	Input current	−30 to +1	mA
V_{OUT}	Voltage applied to output in HIGH output state	−0.5 to +V_{CC}	V
T_A	Operating free-air temperature range	0 to 70	°C

RECOMMENDED OPERATING CONDITIONS

	PARAMETER	74LS			UNIT
		Min	Nom	Max	
V_{CC}	Supply voltage	4.75	5.0	5.25	V
V_{IH}	HIGH-level input voltage	2.0			V
V_{IL}	LOW-level input voltage			+0.8	V
I_{IK}	Input clamp current			−18	mA
I_{OH}	HIGH-level output current			−400	µA
I_{OL}	LOW-level output current			8	mA
T_A	Operating free-air temperature	0		70	°C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณ อาจารย์ ประภากร สุวรรณะ และอาจารย์ทุกท่านเป็นอย่างสูง ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ และเป็นที่ปรึกษาปัญหาต่าง ๆที่เกิดขึ้นขณะทำการทดลองมาโดยตลอด

และขอขอบคุณพี่ ๆ และน้อง ๆ ทุกคน ที่คอยให้ความช่วยเหลือทั้งแรงกายและแรงใจในการทำงานครั้งนี้ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

1. Theordor F. Bogert, " Introduction to digital circuit" , 467 p., 1992

2. Lite Vision Coperation , " 256 Color realtime display control system manual" , 1992

3. Robert Biylestad ," Electronics Device and Circuit Theory" , Louis Nashelsky ,368 p. , 1992

4. Albert Paul Malvino ," Digital Principles and Application" , 287 p. , 1986

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้