ห้องสมุดคณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2531

เครื่องช่วยอ่านตัวอักษร

โดย

นายเฉลิมพร	ศุภกิจอุดมการณ์	281054
นายณรงค์	เตรีกุล	281070
นายบุญชัย	เรืองวัฒนกุล	281128

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.ขนิษฐา แซ่ตั้ง

อภินันทนาการ

023094 -4.ส.ค.2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2531
ภาควิชา อิเลคทรอนิคส์
คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องช่วยอ่านตัวอักษร

ผู้จัดทำ

1. นายเฉลิมพร ศุภกิจอุดมการณ์ 281054
2. นายณรงค์ เตรีกุล 281070
3. นายบุญชัย เรืองวัฒนกุล 281128

อ.ชนิษฐา แซ่ตั้ง อาจารย์ที่ปรึกษา

(..................................)

023094

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
Abstract	ข
บทนำ	ค
บทที่ 1 ทฤษฎีพื้นฐานที่ควรทราบ	
ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับ ออพติคไฟเบอร์	1-9
ระบบไมโครคอมพิวเตอร์	9-14
การใช้งาน 8255	14-19
บทที่ 2 หลักการของเครื่องช่วยอ่านตัวอักษร	
หลักการของเครื่องช่วยอ่านตัวอักษร	20
ส่วนประกอบของเครื่องช่วยอ่านตัวอักษร	20-24
บทที่ 3 ส่วนหัวอ่าน	
หลักการของการตรวจจับโดยใช้แสง	25
หลักการและโครงสร้างของหัวอ่าน	25-29
บทที่ 4 โครงสร้างและวงจรส่วนควบคุม	
ส่วนแปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า	31-32
วงจรขยายสัญญาณ	32
วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ	33-34
วงจรรับข้อมูลและเก็บข้อมูล	34-39
ส่วนส่งข้อมูล	39-41
ส่วนแสดงผล	41-42
บทสรุปและวิจารณ์	43-44
ภาคผนวก	
โฟลวชาร์ตและโปรแกรม	46-48
Data sheet ของ TIL 414 และ TIL 39	49-52
Reference	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรเจคเครื่องช่วยอ่านตัวอักษร

โดย นายเฉลิมพร ศุภกิจอุดมการณ์ 281054
นายณรงค์ เตรีกุล 281070
นายบุญชัย เรืองวัฒนกุล 281128

อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.ขนิษฐา แซ่ลิ้ง

บทคัดย่อ

เครื่องช่วยอ่านตัวอักษรนี้ อาศัยหลักการส่งสัญญาณแสงอินฟราเรด เข้ากระทบ PATTERN ตัวอักษรหรือ PATTERN อื่นๆ ที่จะทำการอ่าน โดยการ SCAN หัวอ่าน ซึ่งเรียงกันในแนว COLOUM แล้วรับการสะท้อนของสัญญาณ โดย LINK ผ่าน OPTICAL FIBER จากนั้นทำการตรวจรับ ด้วย PHOTO-TRANSISTOR โดย DETECT ผลของการสะท้อนของพื้นที่สีขาว หรือสีดำ ออกมาเป็นสัญญาณ DIGITAL โดยอาศัย COMPARATOR สัญญาณที่ได้จากการสะท้อนจะเป็นระดับ VOLTAGE สูงหรือต่ำ แล้วทำการ INTERFACE เข้า I/O PORT ของ 8255 PIO ทาง INPUT PORT ซึ่งต่ออยู่กับ SINGLE BOARD Z-80 โดยอาศัยโปรแกรมทาง SOFTWARE ควบคุมการ INPUT / OUTPUT รวมทั้งการเก็บข้อมูล และการประมวลผล ,OUTPUT ที่ได้จะถูกนำไปแสดงผลทาง LED ซึ่งมีการจัดเรียงเป็นแบบ DOT MATRIX ขนาด 9x11

ประโยชน์ สามารถแสดงผล (DISPLAY) PATTERN ของตัวอักษร อีกทั้งยังสามารถนำไปประยุกต์ใช้กับการตรวจข้อสอบ และการสแกน BAR CODE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PATTERN SCANNER

BY CHALERMPORN SUPPHAKIJUDOMKARN 281054
NARONG TERIKUN 281070
BOONCHAI RUENGWATTANAKUL 281128

ADVISOR
KANITTA SAETANG

ABSTRACT

Pattern scanner use an infrared signal to collide with pattern to be read by scanner.The scanner will receive a reflection signal by link with optic fibre.and phototransistor. The phototransistor will detect the reflection on white area and black area. We use the comparator to convert output signal from phototransistor to digital signal and then interface with singleboard Z-80. The function of software is to control input data, output data,store data,processing and display to LED dot matrix 9*11

The pattern scanner can display a letter pattern. Besides that it may use to apply in inspection and answer sheet and scan bar code too.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทนำ

ในปัจจุบัน เทคโนโลยีและความก้าวหน้าทางอิเลคทรอนิคส์ มีอิทธิพลต่อความเป็นอยู่ในชีวิตประจำวัน อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้ สิ่งอำนวยความสะดวกต่างๆ นับวันยิ่งทวีจำนวนขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม พื้นฐานแห่งความต้องการ ยังคงขึ้นอยู่กับราคาที่จะต้องเสียไปกับเทคโนโลยีที่ทันสมัยเสมอ

เพื่อตอบสนองความต้องการทางด้านเทคโนโลยีที่คำนึงถึงความประหยัดกระผมใคร่ขอเสนอ เครื่องช่วยอ่านตัวอักษร ซึ่งอาศัยเทคโนโลยีทางด้าน Optoelectronic ร่วมกับการใช้ไมโครคอมพิวเตอร์แบบบอร์ดเดียว (Single board microprocessor Z-80) เครื่องช่วยอ่านตัวอักษร นี้ยังสามารถนำไปประยุกต์ ใช้เป็นเครื่องช่วยสอนคนตาบอด โดยการเปลี่ยนวงจรในส่วนแสดงผล หรือจะประยุกต์เป็นเครื่องสแกนตรวจข้อสอบ ก็โดยการแก้ไข Software ที่ใช้ กระผมหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงงานนี้ คงจะก่อให้เกิดประโยชน์แก่ท่านพอสมควร ข้อผิดพลาดต่างๆในปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ กระผมยินดีรับไว้แต่เพียงผู้เดียว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

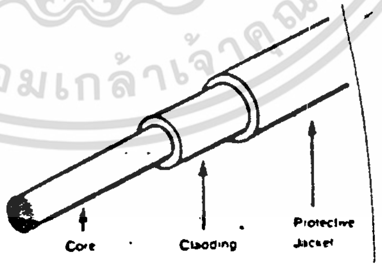
บทที่ 1
ทฤษฎีพื้นฐานที่ควรทราบ

1.1 ทฤษฎีพื้นฐานเกี่ยวกับ Optic Fiber

Optical fiber waveguide มีลักษณะโครงสร้างเล็กเหมือนเส้นด้าย มีส่วนแสงสามารถผ่านเข้าไปได้ เรียกว่าคอร์ (Core) และมีชั้นของ Cladding ล้อมรอบอยู่ Optical fiber ถูกออกแบบให้ใช้งานในระบบ transmission line โดยอาศัย electomagnetic energy ของความยาวคลื่นเฉพาะ ความสามารถในการนำข้อมูลขึ้นอยู่กับการออกแบบ fiber และวัสดุที่ใช้สร้างรวมทั้งค่า spectral width ของ electromagnetic energy source

การทำงานของ fiber สามารถอธิบายได้โดยอาศัยทฤษฎี eletromagnetic และ geometric, คุณสมบัติการสะท้อนกลับภายในหมด (Total Internal Reflection)

Fiber ที่มีใช้อยู่โดยทั่วไป แบ่งได้ตาม ฟังก์ชันที่แตกต่างกัน เช่น Single mode fiber มี Bandwidth ค่อนข้างกว้าง ขณะที่ Graded-index fiber ให้มีความสามารถในการนำข้อมูลอย่างเพียงพอ พร้อมทั้งความทนทาน ส่วนพวก Large-core step-index fiber เหมาะสำหรับการส่งผ่านแสงปริมาณมากจากแหล่งกำเนิดแสง characteristic ของ fibers ในทางปฏิบัติ อาจแตกต่างกับในทางอุดมคติ ซึ่งเป็นผลให้เกิดความไม่สมบูรณ์ทางฟิสิกส์ เช่น Material inhomogencity , ขนาดที่ผิดพลาดไป



รูป 1.1 แสดงโครงสร้างของท่อนำคลื่นแสงแบบเส้นเดียว

โครงสร้างทางฟิสิกส์

Optical fiber มีโครงสร้างเป็นแบบ long cylindrical ซึ่งโดยทั่วไปจะอยู่ในลักษณะ Circular cross section และมี Coaxial แบ่งอยู่ 2 บริเวณคือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

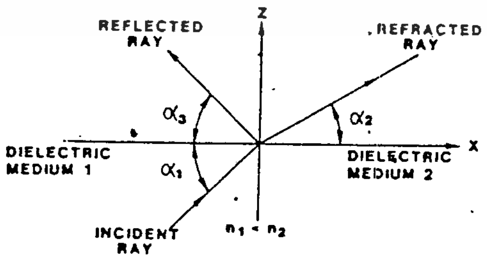
บริเวณภายในเป็นทางเดินแสง เรียกว่า core และบริเวณภายนอกจะเป็น cladding และจะมีบริเวณภายนอกอีกชั้นหนึ่งสำหรับการป้องกันและการเคลื่อนย้าย (handling) เราสามารถแบ่ง optic fiber ตามคุณสมบัติการกระจายสัญญาณเป็น 2 ชนิดใหญ่ ๆ ได้แก่ fiber ที่มี core มีค่า refractive index n_1 และที่ cladding มีค่า refractive index n_2 คงที่ ซึ่งจะหมายถึง step-index fiber waveguide คุณสมบัติการนำแสงได้ จะต้องเป็น $n_1 > n_2$ ส่วน fiber ที่มี core มีค่า refractive index แปรเปลี่ยนได้ จะหมายถึง graded-index fiber waveguide ข้อแตกต่างนี้เป็นการแบ่งแยกความสามารถของ optic ตาม Bandwidth ของข้อมูลที่จะส่ง fiber ที่มีใช้งานอยู่โดยทั่วไป จะมีชั้นของ Supporting structure เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพทางฟิสิกส์ ขนาดและเส้นผ่าศูนย์กลางของ core ต่อเส้นผ่าศูนย์กลางของ fiber ทั้งหมดจะควบคุมความไวของการแพร่กระจายแสง

ทฤษฎีเบื้องต้น

การแพร่กระจายคลื่นแสงตลอดความยาว fiber waveguide สามารถอธิบายได้โดยอาศัย Electromagnetic theory ลักษณะปัญหาค่าขอบเขต (Boundary value problem) คุณลักษณะของ eletromagnetic wave ที่แพร่ตลอดลงตามความยาว จะแสดงให้เห็นได้โดยอาศัยปรากฏการณ์ของ Reflection และ Refraction ที่ Dielectric interface

Reflection และ Refraction ที่ dielectric interface

Plane wave เดินทางเข้าไปในขอบเขตของตัวกลาง dielectric 2 ชนิด ที่มีความแตกต่างของ refractive index n_1 และ n_2 จะเกิดการหักเหและการสะท้อนที่ขอบเขตทั้งสอง ดังรูป 1.2



รูป 1.2 light ray ที่ dielectric interface x=0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

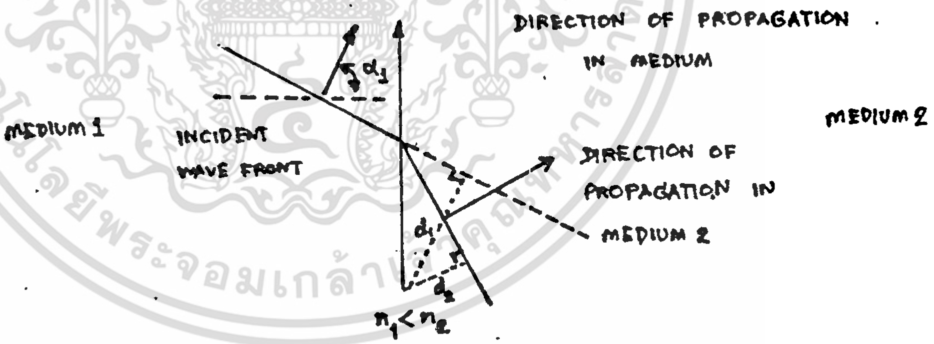
จากการใช้ maxwell's equation ประกอบกับเงื่อนไขขอบเขต (Boundaxy condition) เราพบว่า α_3 จะเท่ากับ α_1 เสมอ ; $\alpha_1 = \alpha_3$ ซึ่งเรารู้จักกันดีจากกฎการสะท้อนใน optic

มุมของการหักเห refraction α_2 สามารถหาจากความสัมพันธ์

$$\frac{\sin \alpha_1}{\sin \alpha_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

จากกฎของ Snell's law

สำหรับ $n_1 > n_2$; $\sin \alpha_2 < 1$ α_1 จะเป็น $\alpha_c = \sin^{-1}(\frac{n_2}{n_1})$ α_c คือ critical angle เมื่อ α มากกว่า α_c เล็กน้อยจะไม่มี refracted wave เกิดขึ้น ปรากฏการณ์นี้เรียกว่า Total internal refraction (TIR) คำตอบของคลื่นจะยังคงใช้ได้ก็ต่อเมื่อ $\alpha > \alpha_c$ ถ้าเราพิจารณาที่ refracted wave ดูเหมือนว่ามันจะแพร่กระจายไปได้อีกไม่ไกล เนื่องจากการลดทอนอย่างรวดเร็วขึ้นอยู่กับขอบเขต ยิ่ง $\alpha >> \alpha_c$ อัตราการลดทอนจะเพิ่มขึ้นมากเท่านั้น มุมวิกฤติ Critical angle จะยอมให้แสงอยู่ภายในตัวกลางได้และเกิด loss น้อยสุด ในการแพร่กระจายของคลื่น เปรียบเสมือน Bounded หรือ non radiative



รูป 1.3 wave front ข้าม dielectric bourdary (Snell's law)

ความเร็วของการแพร่กระจายคลื่น (Velocity of propagation) ในตัวกลาง 1 และ 2 เป็น $\frac{c}{n_1}$ และ $\frac{c}{n_2}$ ตามลำดับ ซึ่ง c คือความเร็วแสงในสุญญากาศ wave front จะเปลี่ยนทิศทางขึ้นอยู่กับความแตกต่างของความเร็ว

Relative distance ระหว่าง wave front ใน medium 1 และ 2 คือ

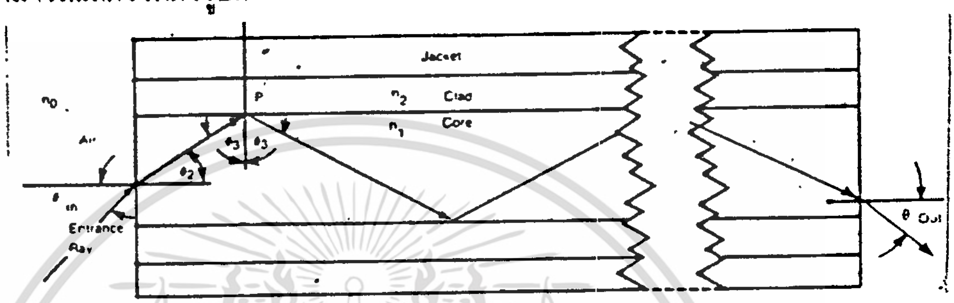
$$\frac{\sin x_1}{\sin x_2} = \frac{d_1}{d_2} = \frac{n_2}{n_1}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

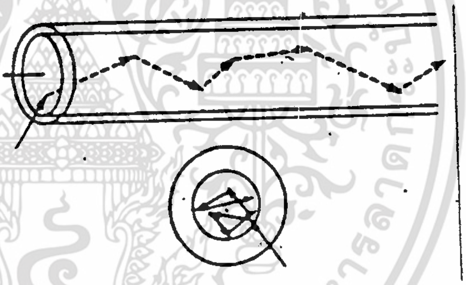
ซึ่อรู้จักในกฎของสแนล Snell's law ตามรูป 3

Numerical Aperture (N.A.)

เป็นพารามิเตอร์สำหรับ optical fiber เฉพาะค่าหนึ่ง ซึ่งแสดงถึงค่ามุมครึ่งหนึ่งของแสงที่ตกกระจาย บริเวณที่แสงจะเดินทางเข้าไปในสายท่อนำคลื่น แสงได้ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 1.4



รูป 1.4 แสดงให้เห็นการเดินทางของแสงในท่อนำคลื่นแสง



รูป 1.5 แสดงทิศทางของ Skew ray

เมื่อแสงเดินทางผ่านท่อนำคลื่นแสง เรียกว่า meridional ray มันเป็นไปได้ที่แสงผ่านเข้ามาในท่อนำคลื่นแสง โดยมีค่ามุมหนึ่ง ซึ่งแสงไม่ผ่านเข้าไปกระทบแกนของท่อนำคลื่นแสง (Core) เรียกว่า Skew ray ดังรูป 1.5

จากรูป 4 เราสามารถแสดงการหาค่า N.A. ได้ดังต่อไปนี้ โดยอาศัยกฎของสเนล

$$n_1 \sin\theta_3 = n_2 \sin\theta_4$$

(θ_4 คือมุมวิกฤติ ที่ทำให้เกิดปรากฏการณ์ TIR)

ดังนั้น $\theta_4 = 90°$

$$\sin\theta_3 = \frac{n_2}{n_1}$$

จากทฤษฎีทางเรขาคณิต : $\sin\theta_3 = \cos\theta_2$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังนั้น $\frac{n_2}{n_1} = \cos\theta_2$

$$n_o \sin\theta_{in} = n_1 \sin\theta_2$$

n_o = refractive index ในอากาศ (n_o = 1)

ดังนั้น $\sin\theta_{in} = n_1 \sin\theta_2$

ซึ่ง $\sin\theta_{in}$ สามารถหาได้ให้อยู่ในรูปของ n_1 และ n_2 ดังต่อไปนี้

$$1 = \sin^2\theta_2 + \cos^2\theta_2$$

$$1 = \frac{\sin^2\theta_{in}}{n_1^2} + \frac{n_2^2}{n_1^2}$$

$$\sin^2\theta_{in} = n_1^2 - n_2^2$$

$$\sin\theta_{in} = \sqrt{n_1^2 - n_2^2} = N.A.$$

ซึ่งเราจะกำหนดให้เป็น N.A. ประจำของ optic fiber นั้น ๆ

ข้อเปรียบเทียบของ waveguide ชนิดต่าง ๆ

Single mode waveguide

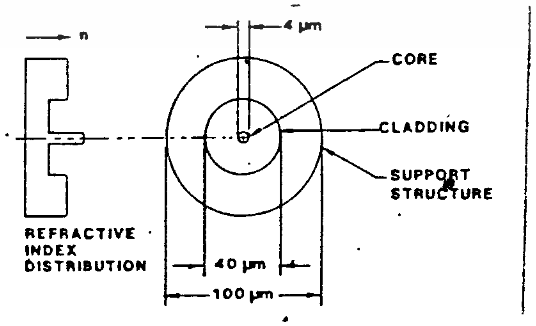
ใช้ได้กับคลื่น HE_{11} mode เท่านั้น มีโครงสร้างเป็น step-index ซึ่งเหมาะกับ single freqvency optical wave มีความสามารถในการนำข้อมูลได้มาก Bandwidth ได้ถึง 50 GHz.km ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับความยาวคลื่นที่ออกแบบ

ในทางปฏิบัติโครงสร้างอาจไม่สมบูรณ์ ทำให้เกิด loss เพิ่มขึ้น สำหรับ high-silice glass fiber ที่ละ 1 µm ด้วย Core refractive index 1.47 และ cladding refractive index 1.458 ค่าเส้นผ่าศูนย์กลางมากที่สุดที่ single-mode สามารถทำงานได้ดี สามารถหาจาก cut off relationship

$$\frac{2\pi\theta}{\lambda} (n_1^2 - n_2^2)^{1/2} = 2.4$$

หาค่า ได้ประมาณ 2.04 µm

แต่โครงสร้างจริง แสดงดังรูป 1.6



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูป 1.6 แสดง Cross section ของ single mode fiber

ความหนาของ cladding จะต้องตัดผลของสนามที่ขอบเขต cladding ออกได้ ดังนั้น fiber สามารถ handle โดยปราศจากการกระทบกระเทือนต่อคุณลักษณะของการแพร่กระจาย โดยทั่วไปกำหนดให้ประมาณ 10 เท่าของ เพื่อสามารถควบคุม loss ได้ เพราะต้องให้อัตราส่วนของ cladding ต่อ core มีค่ามาก ๆ และ cladding จะต้องสร้างจากวัสดุที่มี loss น้อยที่สุด และต้องหุ้มด้วย support structure ซึ่งมีอัตราส่วนต่อ core มากที่สุด

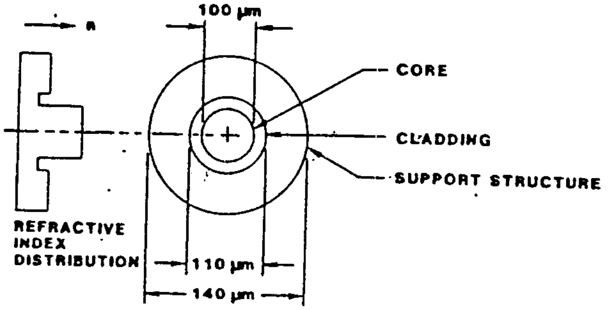
ใน high-silica fiber wave guide และ material dispersion จะอยู่ตรงข้ามกันเสมอ จากข้อเท็จจริงนี้ทำให้ single mode fiber มี baudwidth กว้างมากตลอด spectral region ของ source รู้จักกันว่า spectral width สามารถใช้กับการสื่อสารระยะไกล ๆ ได้ดี

Step-index fiber

ที่บริเวณ core มีลักษณะเป็น uniform refractive index แต่ทำงานที่ v > 24 ซึ่งใช้ได้กับจำนวน mode มากอย่างเพียงพอ เรียกว่า multimode step-index fiber คุณลักษณะของการแพร่กระจายขึ้นอยู่กับ mode ต่าง ๆ

ขนาดของ core และ mumerical aperture เพิ่มขึ้น จำนวน power ที่เข้าไปใน fiber จาก light source ด้วย emission area เพิ่มขึ้น dispersion ถูกควบคุมด้วยความแตกต่างของความยาว path ของ control ray (shortest path) กับ ray ที่แพร่กระจายที่มุมใกล้กับ critical angle

โดยทั่วไป multimode step index fiber สร้างจาก high silica glasses ด้วย 100 µm-core และ 140 µm outside dismeter ค่า refractive index ที่แตกต่างกันระหว่าง core และ cladding จะเลือกให้ได้ค่า numerical aperture สูงประมาณ 0.3 โครงสร้างโดยทั่วไป ตามรูป 1.7



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

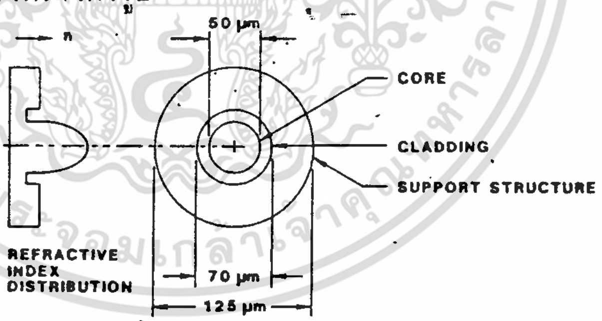
รูป 1.7 แสดงถึง cross section ของ multimode step index fiber ความหนาของ cladding มีค่าแตกต่างกันไป แต่อาจเลือกไว้เป็นตัวป้องกัน การ impurity ใน support tube จากการแพร่เข้าไปใน core ระหว่างขบวนการผลิต และจะเลือก refractive index ของ cladding ต่ำกว่า support tube ผลที่ได้จะเป็นการเพิ่ม mumerical aperture

Bandwidth และ loss ของ multimode step-index fiber ขึ้นอยู่กับความยาวและความบริสุทธิ์ของสาร bandwidth ขึ้นอยู่กับระยะทาง $\sim L^{1/2}$ bandwidth ที่น้อยที่สุดของ multimode fiber ขึ้นอยู่กับ numerical sperture (NA.) เท่านั้น ไม่ขึ้นอยู่กับ core diameter fiber ทั่วไป N.A. ประมาณ 0.25 มี bandwidth ประมาณ 20 MHz

Graded-index fiber

โดยการเปลี่ยนค่า refractive index ตามแนวรัศมีออกไปด้านข้าง จะได้ fiber ที่มี bandwidth กว้างขึ้น เรียก fiber นี้ว่า graded index fiber การเปลี่ยนค่า refractive index เป็นไปตามสมการ $n_r = n_1 (1-ar^n)$

โดยทั่วไป multimode graded index fiber ทำจาก high silica glasses มี core 50 µm และ 125 µm outside dismeter ด้วยค่า N.A. ประมาณ 0.2 โครงสร้างดังรูป 1.8



รูป 1.8 แสดงถึง cross section ของ multimode graded index fiber

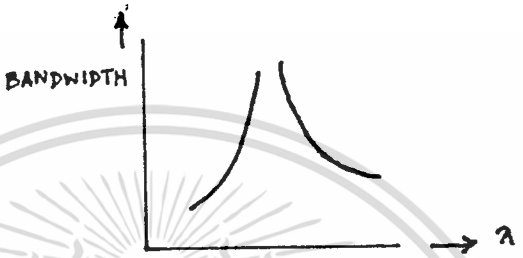
ข้อจำกัดความหนาของ cladding เช่นเดียวกับ กรณีของ step-index แต่อย่างไรก็ตาม cladding refractive index สามารถมีผลต่อ bandwidth ถ้ามีการเปลี่ยนแปลงค่า refractive index อย่างทันทีทันใดระหว่าง core กับ cladding

Bandwidth และ loss ของ graded index fiber ขึ้นอยู่กับเงื่อนไข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

exitstion, ความยาวของfiber, light source line width และความยาวคลื่นที่ใช้งาน เงื่อนไขการ exitstion และความยาวของ fiber เป็นผลมาจาก ความไม่สมบูรณ์ของ fiber และการโค้งงอ และที่ขึ้นอยู่กับ line width และความยาวคลื่นตรงศูนย์กลาง เกิดจากการเปลี่ยนแปลง refractive index ตามความยาวคลื่นของ material

ลักษณะ bandwidth ต่อความยาวคลื่นที่ใช้งานกับ graded index fiber ดังรูป 1.9



รูป 1.9 แสดง bandwidth เป็น function ของความยาวคลื่นที่ใช้งาน ใน graded index fiber

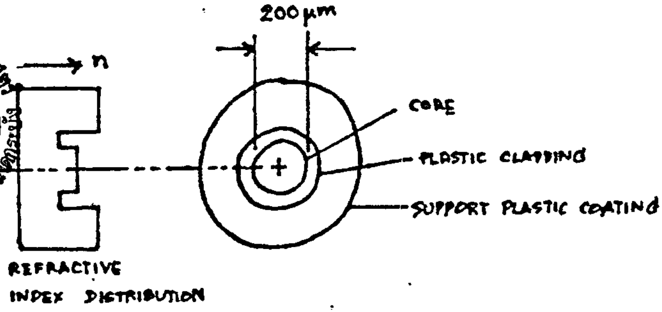
ค่าสูงสุดของ bandwidth และความคมของ curve ขึ้นอยู่กับ material ที่ใช้, source line width, fiber length และ dimensional tolerauce, เทคนิคการผลิต ทำให้ได้ bandwidth จำกัดประมาณ 1 GHz เหมาะกับงานที่ต้องการ bandwidth กว้างมาก ๆ

Plastic-clad fiber

การแทนที่ cladding และ support structure ด้วย plastic จะทำให้ได้ refrective index ต่ำกว่า core ที่บริเวณ core อาจเป็น homogeneous composition หรือ redially graded index การแทนที่ cladding จากแก้วมาเป็นพลาสติก ทำให้ประหยัด

Plastic-clad fiber มีข้อจำกัดในการใช้งานอยู่มาก เช่น plastic loss ทำให้ fiber มี loss จำกัดต่ำกว่า อายุการใช้งานมากกว่า refractive index เปลี่ยนกับอุณหภูมิ ทำให้ได้ค่าอุณหภูมิต่ำจำกัดที่ต่ำกว่าและ อุณหภูมิสูงจำกัดที่สูงกว่า โครงสร้างทั่วไป ดังรูป 1.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



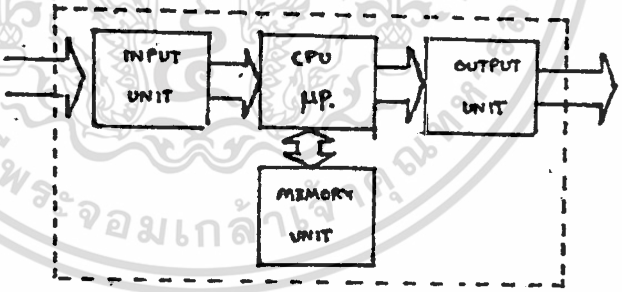
รูป 1.10 แสดงถึง cross section ของ plastic-coated silica fiber

Plastic-clad fiber เหมาะกับงานเฉพาะอย่างเช่น silicone-coated pure silica fiber มีความต้านทานที่ดีต่อการ radiation ที่ทำให้เกิด loss เพิ่ม และ silicone-coated pure silica fiber ที่มี core diameter มากในหน่วยของหลาย 100 µm ทำให้ได้ large-core high NA. fiber bandwidth อยู่ในหน่วยของ 20 MHz.km fiber ชนิดนี้มี loss ราว ๆ หลาย dB ต่อ km.

1.2 ระบบไมโครคอมพิวเตอร์

ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ ๆ 4 ส่วนดังต่อไปนี้

1. CENTRAL PROCESSING UNIT
2. INPUT UNIT
3. OUTPUT UNIT
4. MEMORY UNIT



รูป 1.11 แสดงบล็อกไดอะแกรมของระบบไมโครคอมพิวเตอร์

CPU ทำหน้าที่ประมวลผล จะประกอบไปด้วย หน่วยกระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิก (Arithmetic Logical Unit หรือ ALU), รีจีสเตอร์ภายในต่าง ๆ, หน่วยควบคุม (Control Unit หรือ CU) และลอจิกต่าง ๆ อีกมากมาย

ไมโครคอมพิวเตอร์ จะมีทางเดินของสัญญาณต่าง ๆ เรียกว่า BUS ซึ่งมีอยู่ 3 ชนิด คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
023094

1. บัสข้อมูล (Data Bus)

2. บัสตำแหน่ง (Address Bus)

3. บัสควบคุม (Control Bus)

บัสข้อมูล (Data Bus) เป็นบัส 2 ทิศทาง ใช้เป็นเส้นทางสำหรับนำพาข้อมูลที่เคลื่อนย้ายระหว่างส่วนต่าง ๆ ของระบบ ซึ่งส่วนมากจะเป็นการเคลื่อนย้ายข้อมูลระหว่างหน่วยความจำกับไมโครโปรเซสเซอร์ หรือระหว่าง ไมโครโปรเซสเซอร์กับอุปกรณ์อินพุท/เอาต์พุต

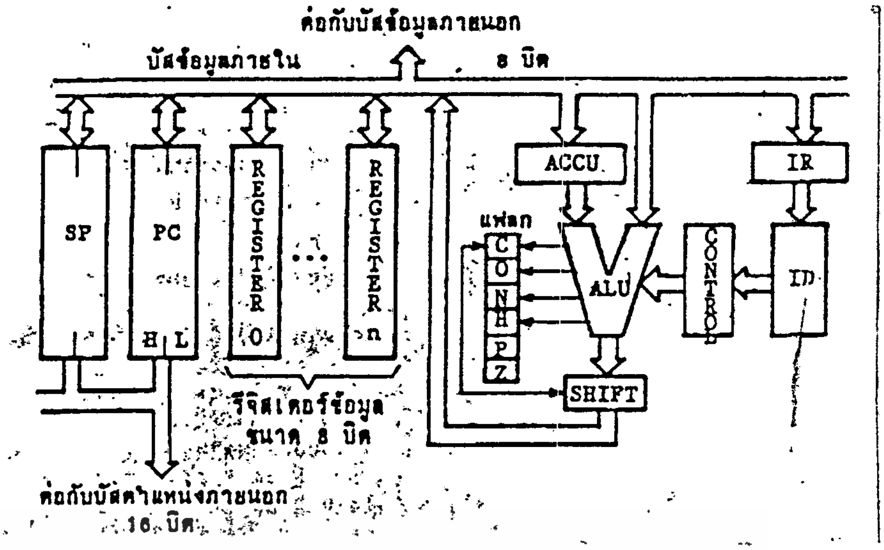
บัสตำแหน่ง (Address Bus) เป็นบัสทิศทางเดียว เป็นเส้นทางที่ใช้สำหรับนำพาสัญญาณ เพื่อกำหนดตำแหน่งที่สร้างขึ้นโดยไมโครโปรเซสเซอร์ สัญญาณที่ใช้ในการกำหนดตำหน่งของหน่วยความจำ เพื่อจะนำข้อมูลออกมาสู่ไมโครโปรเซสเซอร์ หรือนำข้อมูลจากไมโครโปรเซสเซอร์เข้าไปเก็บ หรือใช้ในการกำหนดตำแหน่งของอุปกรณ์อินพุต/เอาต์พุต

บัสควบคุม (Control Bus) เป็นเส้นทางผ่านของสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ที่ใช้ในระบบ เพื่อให้การทำงานของระบบสอดคล้องกัน

การทำงานของไมโครคอมพิวเตอร์ คำสั่งที่จะให้คอมพิวเตอร์ทำงาน ต้องถูกเตรียมมาก่อนแล้ว ลำดับของคำสั่งนี้เรียกว่า โปรแกรม ซึ่งโปรแกรมจะต้องถูกนำเข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำ ด้วยวิธีการต่าง ๆ คำสั่งเหล่านี้จะถูกเก็บไว้ในส่วนใดส่วนหนึ่งของหน่วยความจำ และเมื่อให้คอมพิวเตอร์ทำงานตามโปรแกรมต้องทำให้โปรเซสเซอร์เริ่มทำคำสั่งตั้งแต่จุดเริ่มต้นของโปรแกรมนั้น โดยการทำให้ค่าของโปรแกรมเคาร์เตอร์ (PC) มีค่าเท่ากับตำแหน่งเริ่มต้นของคำสั่งที่เราต้องการให้ทำ แล้วให้โปรเซสเซอร์เริ่มทำงาน โปรเซสเตอร์ก็จะทำงานตามลำดับขึ้นไปเรื่อย ๆ จนกว่าจะจบโปรแกรม นอกจากว่า โปรเซสเซอร์ถูกขัดจังหวะ (Interrupt) จากสัญญาณภายนอก ซึ่งจะมีผลทำให้การทำงานไม่เป็นไปตามลำดับของคำสั่ง

โครงสร้างของไมโครโปรเซสเซอร์ 8 บิต โดยทั่วไปในปัจจุบันจะมีสถาปัตยกรรมภายในที่คล้ายกัน ดังรูป 1.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 1.12 สถาปัตยกรรมภายในของไมโครโปรเซสเซอร์ 8 บิต

ส่วนประกอบภายในที่สำคัญของไมโครโปรเซสเซอร์ประกอบด้วย วงจรคณิตศาสตร์และลอจิก (Arithmetic Logic Unit หรือ ALU) รีจิสเตอร์ คำสั่ง (Instruction Register หรือ IR) วงจรถอดรหัสคำสั่ง (Instruction Decoder หรือ ID) หน่วยควบคุม (Control Unit) และรีจิสเตอร์ตำแหน่ง (Address Register) ส่วนประกอบสำคัญต่อไปนี้จะต่อกันด้วยบัสภายใน และบัสภายในจะต่อกับบัสภายนอก โดยผ่านบัฟเฟอร์ เพื่อเป็นการติดต่อกับวงจรภายนอกอีกทีหนึ่ง ซึ่งหน้าที่ของหน่วยต่าง ๆ อธิบายได้ดังนี้

หน่วยควบคุม (Contrel Unit)

หน่วยควบคุม เป็นหน่วยที่ใช้สร้างสัญญาณ เพื่อควบคุมการทำงานภายในของไมโครโปรเซสเซอร์ ให้ทำงานอย่างมีระเบียบและสัมพันธ์กัน โดยหน่วยควบคุมนี้จะรับสัญญาณมาจากวงจรถอดรหัส คำสั่งซึ่งถอดรหัสคำสั่งจากรีจิสเตอร์คำสั่ง ดังนั้นการทำงานภายในไมโครโปรเซสเซอร์ จึงขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ป้อนเข้ามาให้กับไมโครโปรเซสเซอร์

หน่วยคณิตศาสตร์และลอจิก (Arithmetic Logical Unit)

หน่วยคณิตศาสตร์และลอจิก มีหน้าที่กระทำทางคณิตศาสตร์และลอจิก หน่วย ALU นี้จะใช้รีจิสเตอร์พิเศษตัวหนึ่งเป็นอินพุท ซึ่งเรียกว่า แอคคิวมูเลเตอร์ (Accumulctor) หรือ ACC โดย ACC จะเป็นได้ทั้ง input หรือ output ของ ALU นอกจากนี้ยังสามารถใช้ในการเลื่อน (shift) และหมุน (Retate) ข้อมูลได้อีกด้วย

บล็อคทางด้านซ้ายของ ALU คือแฟลกหรือรีจิสเตอร์ แสดงสถานะ (status register หรือ condition code register) แฟลกนี้ใช้เก็บเงื่อนไขพิเศษต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นภายในไมโครโปรเซสเซอร์ ข้อมูลในแฟลกสามารถตรวจสอบได้โดยคำสั่งบางคำสั่ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เช่น JUMP, CALL

รีจีสเตอร์ (Register) แบ่งออกเป็น

1. รีจีสเตอร์ เพื่อใช้งานทั่วไป (General purpore register)

2. รีจีสเตอร์ สำหรับการอ้างตำแหน่ง (Address register)

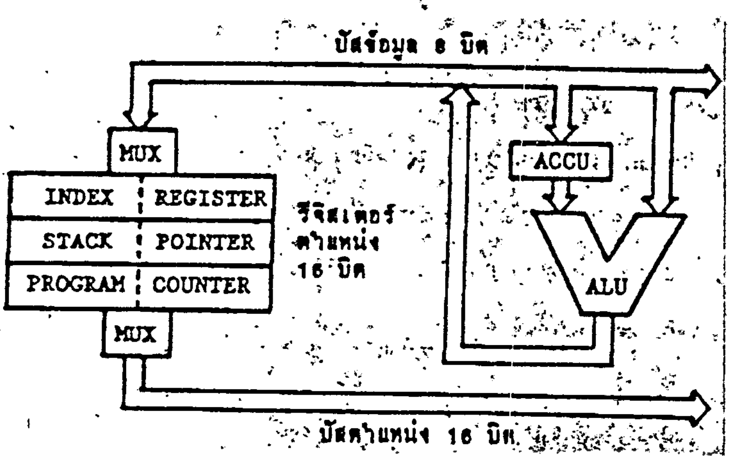
รีจีสเตอร์ใช้งานทั่วไป

ในไมโครโปรเซสเซอร์ขนาด 8 บิต รีจีสเตอร์จะมีขนาด 8 บิต หน้าที่ของรีจีสเตอร์เหล่านี้ไม่ได้ถูกกำหนดให้เฉพาะเจาะจงลงไป แต่โดยทั่วไปจะใช้สำหรับเก็บข้อมูลเพื่อให้ ALU กระทำกับช่วงข้อมูลต่าง ๆ เหล่านั้นด้วยความเร็วสูง เนื่องจากไม่ต้องติดต่อกับหน่วยความจำที่อยู่ภายนอก นอกจากนี้ไมโครโปรเซสเซอร์บางตัว ยังสามารถนำรีจีสเตอร์ 2 ตัวมาต่อร่วมกันได้ เรียกว่า คู่รีจีสเตอร์ (Register pair) โดยที่คู่รีจีสเตอร์นี้จะกลายเป็นรีจีสเตอร์ขนาด 16 บิต เพื่อทำงานพิเศษบางอย่าง เช่น การกระทำทางคณิตศาสตร์ 16 บิต หรือใช้เป็นตัวชี้ตำแหน่งข้อมูลในหน่วยความจำก็ได้ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับคำสั่งที่ใช้

รีจีสเตอร์สำหรับการอ้างตำแหน่ง

ใช้สำหรับเก็บตำแหน่งของหน่วยความจำที่ต้องการอ้างถึง ซึ่งอาจเป็นการอ้างถึงโดยคำสั่ง หรือการอ้างถึงโดยระบบก็ตาม ขนาดของรีจีสเตอร์นี้ อาจเป็น 8 บิต หรือ 16 บิตก็ได้ ขึ้นอยู่กับชนิดของไมโครโปรเซสเซอร์นั้น ๆ บางครั้งอาจเรียกว่า data counter หรือ pointer ในไมโครโปรเซสเซอร์ทั่วไปจะต้องมีอย่างน้อย 2 ตัว คือ โปรแกรมเคาน์เตอร์ (PC) และสแตคพอตเตอร์ (SP) ส่วนรีจีสเตอร์ตัวอื่น ๆ เช่น อินเด็กซ์รีจีสเตอร์ (IX) อาจมีหรือไม่ก็ได้ รีจีสเตอร์นี้จะต่อกับบัสตำแหน่ง ดังแสดงไว้ในรูป 1.13 เอาต์พุทของรีจีสเตอร์เหล่านี้ จะต่อไว้กับบัสตำแหน่ง โดยมีตัวเลือกข้อมูล (Multiptexer) เพื่อทำหน้าที่เลือกว่าจะนำข้อมูลมาจากรีจีสเตอร์ใด เพื่อไปกำหนดตำแหน่งที่ต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 1.13 รีจีสเตอร์ ตำแหน่งขนาด 16 บิต ที่ใช้สร้างข้อมูลบนบัสตำแหน่ง

โปรแกรมเคาน์เตอร์ (program counter หรือ pc)

ข้อมูลในโปรแกรมเคาน์เตอร์ คือตำแหน่งของคำสั่งต่อไปที่โปรเซสเซอร์จะต้องอ่านมาเพื่อปฏิบัติ กลไกการปฏิบัติตามรหัสคำสั่ง และลำดับขั้นตอนของการทำงานตามคำสั่งที่วางไว้ จะกำหนดโดยข้อมูลที่อยู่ในโปรแกรมเคาน์เตอร์นี้เอง สรุปก็คือ การปฏิบัติโปรแกรมจะเป็นไปแบบเรียงลำดับ และเพื่อที่จะดึงคำสั่งต่อไป โปรเซสเซอร์จำเป็นต้องดึงคำสั่งมาจากหน่วยความจำ ซึ่งขบวนการนี้ข้อมูลในโปรแกรมเคาน์เตอร์ จะส่งลงมาบนบัสตำแหน่งและส่งไปยังหน่วยความจำ หน่วยความจำจะอ่านข้อมูลจากตำแหน่งที่ถูกอ้างถึง และส่งข้อมูลที่อ่านได้ไปบนบัสข้อมูล โปรเซสเซอร์จะอ่านข้อมูลบนบัสข้อมูลนั้น ซึ่งข้อมูลหรือคำสั่งที่อ่านได้นี้คือคำสั่ง (operation code) นั่นเอง

สแตคพอยต์เตอร์ (stack pointer หรือ sp) ไมโครโปรเซสเซอร์ที่มีความสามารถสูง โดยทั่วไปจะต้องมีสแตค ซึ่งสแตคอาจเป็นรีจีสเตอร์ที่อยู่ในโปรเซสเซอร์เองหรือใช้หน่วยความจำภายนอกส่วนหนึ่ง เพื่อกำหนดให้เป็นสแตค ในการเก็บรักษาตำแหน่งสูงสุดของสแตคที่อยู่ในหน่วยความจำ จะใช้รีจีสเตอร์ที่เรียกว่า สแตคพอยนเตอร์ (sp) สแตคและสแตคพอยนเตอร์เป็นสิ่งที่จำเป็น และขาดไม่ได้ในการทำโปรแกรมย่อย (sub routine) และการทำโปรแกรมเกี่ยวกับการอินเตอร์รันต์

อินเด็กรีจีสเตอร์ (Index register หรือ IX)

ใช้อ้างตำแหน่งอีกตัวหนึ่ง ที่มีในไมโครโปรเซสเซอร์บางชนิดเท่านั้น และใช้กับคำสั่งที่มีการเข้าถึงข้อมูลแบบอินเด็กซ์ (Index addressing mode) ซึ่งอินเด็กซ์รีจีสเตอร์นี้ จะทำให้การเข้าถึงหน่วยความจำเป็นกลุ่มได้โดยสะดวก ข้อมูลในอินเด็กซ์รีจีสเตอร์อาจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เป็นค่าระยะห่าง (displacement) ซึ่งจะนำไปบวกกับค่าตำแหน่งฐาน (base adress) เพื่อใช้ชี้ตำแหน่งของหน่วยความจำที่ต้องการอ้างถึงหรือข้อมูลในอินเด็กซ์รีจีสเตอร์ อาจเป็นค่าตำแหน่งฐาน เพื่อนำไปบวกกับค่าระยะห่างที่กำหนดมากับคำสั่งก็ได้ ทั้งนี้แล้วแต่ไมโครโปรเซสเซอร์ตัวนั้น ๆ

สแตค (stack)

สแตคคือกลุ่มของรีจีสเตอร์ หรือส่วนหนึ่งของหน่วยความจำที่ถูกจัดเตรียมไว้ แบ่งออกเป็น

1. ฮาร์ดแวร์สแตค (hardware stack) สแตคแบบนี้เป็นรีจีสเตอร์ที่กำหนดไว้คงที่ ภายในตัวโปรเซสเซอร์เองซึ่งมีข้อดีในเรื่องของความเร็วในการทำงาน แต่มีข้อเสียคือจำนวนรีจีสเตอร์ที่ใช้เป็นสแตคจำกัด

2. ซอฟแวร์สแตค (software stack) ไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้งานอยู่ทั่วไปจะใช้ software stack เพราะจำนวนสแตคไม่ได้ถูกจำกัดด้วยจำนวนของรีจีสเตอร์ที่อยู่ภายใน แต่จะใช้ส่วนหนึ่งของหน่วยความจำ และใช้คำสั่งในการกำหนดตำแหน่ง เริ่มต้นของสแตค ตำแหน่งบนสุดของสแตคจะชี้โดยข้อมูลที่มีอยู่ในสแตคพอยน์เตอร์ ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 ใช้ลักษณะของสแตคแบบนี้

1.3 การใช้งาน 8255 PIA

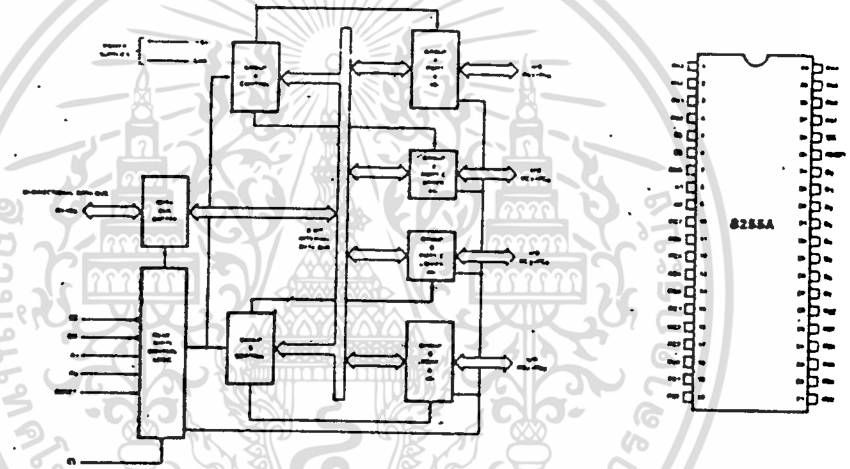
8255 PIA เป็นอุปกรณ์ LSI บรรจุใน package 40 ขา แบบ dual in line package หรือ DIP รูป 1.14 แสดงบล็อกไดอะแกรมของ 8255

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8255A/8255A-5
PROGRAMMABLE PERIPHERAL INTERFACE

- MCS-85™ Compatible 8255A-5
- 24 Programmable I/O Pins
- Completely TTL Compatible
- Fully Compatible with Intel® Microprocessor Families
- Improved Timing Characteristics
- Direct Bit Set/Reset Capability Easing Control Application Interface
- 40-Pin Dual In-Line Package
- Reduces System Package Count
- Improved DC Driving Capability

The Intel® 8255A is a general purpose programmable I/O device designed for use with Intel® microprocessors. It has 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. In the first mode (MODE 0), each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 to be input or output. In MODE 1, the second mode, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. Of the remaining 4 pins, 3 are used for handshaking and interrupt control signals. The third mode of operation (MODE 2) is a bidirectional bus mode which uses 8 lines for a bidirectional bus, and 5 lines, borrowing one from the other group, for handshaking.



รูป 1.14 แสดงบล็อคไดอะแกรมของ 8255 PIA

หน้าที่ของแต่ละบล็อกดังรูป จะอธิบายได้ด้วยต่อไปนี้

Group A Port A, Group A Port C (upper), Group B Port C (lower) และGroup B Port B เป็น input/output port ที่ใช้ติดต่อกับอุปกรณ์ภาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอก ซึ่งอาจเป็นได้ทั้ง input port หรือ output port แล้วแต่การโปรแกรม

Group A Control, Group B Control เป็นส่วนควบคุมกำหนดลักษณะการทำงานของ port ทั้ง 2 ว่าให้อยู่ในลักษณะการทำงานโหมด (mode) ไหนและ port ไหนเป็น input port, port ไหนเป็น output port โปรแกรมได้โดยการส่ง Control word ให้กับ 8255

Data bus buffer เป็นส่วนติดต่อกับ CPU โดยเป็น Buffer ข้อมูลให้กับ CPU ในการส่งผ่านข้อมูลเข้าหรือออกจาก CPU

R/W Control Logic เป็นส่วนติดต่อกับ CPU เป็น Buffer ควบคุมการให้ข้อมูลเข้าหรือออกจาก register ภายในของ 8255 (Data bus buffer)

รายละเอียดของการจัดเรียงขาของ 8255

D0 - D7 : BI-DIRECTIONAL BUS เป็นทางผ่านข้อมูลระหว่าง 8255 กับบัสข้อมูลของ CPU z-80

A0 - A1 : Address I/P กำหนดการเลือก register ภายในของ 8255

$\overline{CS}$: Chip Select I/P เมื่อมีสถานะ logic'0' CPU สามารถติดต่อกับ 8250 ได้

$\overline{RD}$: Read input เมื่อมีสถานะ logic '0' พร้อมทั้ง CS ข้อมูลจาก 8255 สามารถผ่านเข้าไปยัง z-80 ได้

$\overline{WR}$: Write input เมื่อมีสถานะ logic '0' พร้อมทั้ง CS ข้อมูลจาก z-80 สามารถผ่านเข้าไปยัง 8255 ได้

RESET : เมื่อมี logic '1' 8255 ทุกพอร์ทจะถูก set เป็น mode input

PA0-PA7, PB0-PB7 : input/output port ขนาด 8 บิต ใช้เชื่อมต่ออุปกรณ์ภายนอก

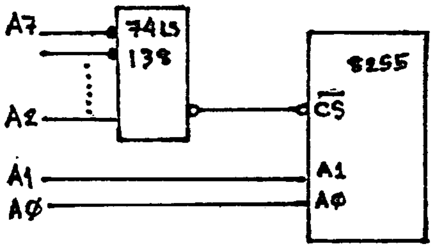
PC0-PC7 : I/O Port ขนาด 8 บิต แบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือ PC0-PC3, PC4-PC7 กลุ่มแรกใช้ Control PB0-PB7 ส่วนกลุ่มหลังใช้ Control PA0-Pa7 ใน mode การทำงานแบบ handshake

การเชื่อมต่อ 8255 กับ z-80

ต้องสร้างสัญญาณ CS ในการเลือกชิพ โดยการใช้ A0-A7 จาก z-80 มาสร้างสัญญาณเลือกพอร์ท แต่ 8255 มี A0 และ A1 อยู่แล้ว โดยทั่วไปจึงนิยมต่อโดยตรงกับ

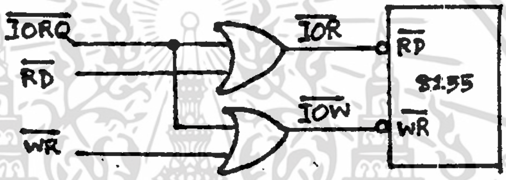
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

z-80 วงจรที่ใช้สร้าง $\overline{CS}$ ใช้ Decoder 74138 ดังรูป 1.15



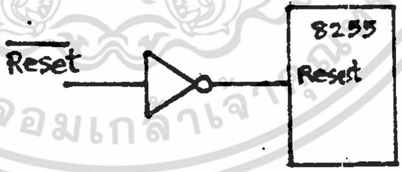
รูป 1.15 แสดงวงจรสร้างสัญญาณ $\overline{CS}$ ให้กับ 8255

ในการกำหนดการอ่านการเขียนข้อมูลให้กับ $\overline{WR}$ กับ $\overline{RD}$ ของ 8255 โดยการใช้สัญญาณ $\overline{IORQ}$ กับ $\overline{WR}$ และ $\overline{RD}$ ของ z-80 มาสร้างสัญญาณ $\overline{IOW}$ และ $\overline{IOR}$ ดังรูป 1.16



รูป 1.16 แสดงวงจรสร้างสัญญาณ $\overline{IOR}$ กับ $\overline{IOW}$

ในการสร้างสัญญาณ Reset ของ 8255 จะใช้ Inverter ต่อจากขา $\overline{Reset}$ ของ z-80 ดังรูปข้างล่างนี้



ในการต่อสาย data bus D0-D7 ของ 8255 ถ้าไม่มีการ load กับระบบบัสข้อมูลของระบบ เราสามารถต่อสัญญาณเหล่านี้เข้าโดยตรงกับระบบบัสข้อมูลของ z-80

Register ภายใน 8255

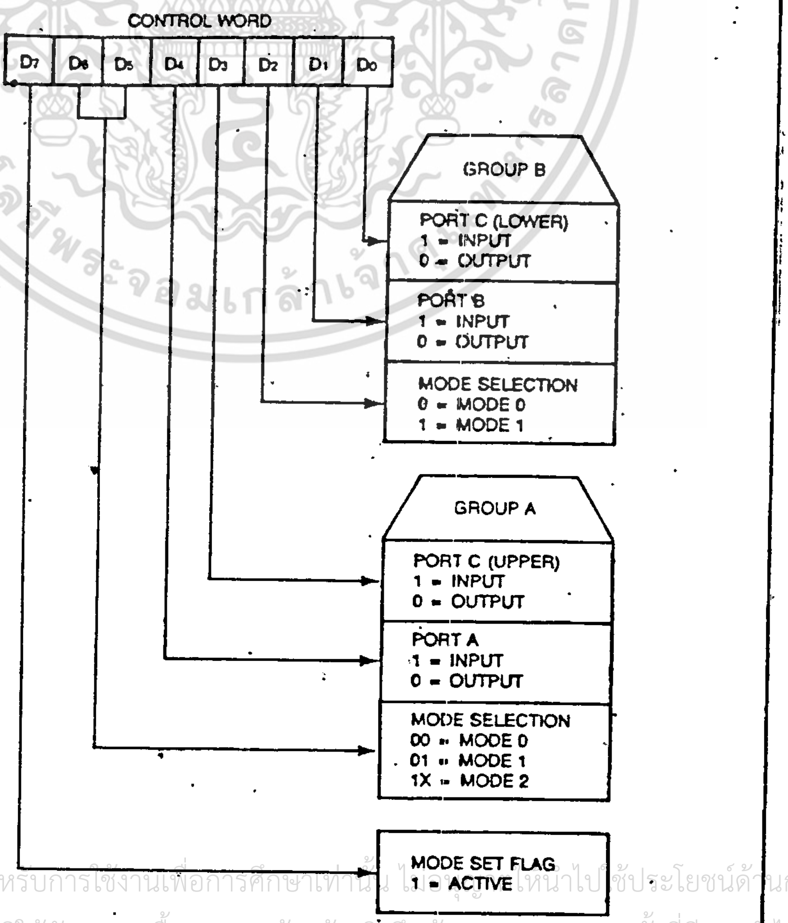
การโปรแกรมรีจิสเตอร์ภายใน 8255 ดังตารางต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DEVICE PIN (8255)				REGISTER NAME
RD	WR	A1	AØ	
1	Ø	Ø	Ø	WRITE PORT A
Ø	1	Ø	Ø	READ PORT A
1	Ø	Ø	1	WRITE PORT B
Ø	1	Ø	1	READ PORT B
1	Ø	1	Ø	WRITE PORT C
Ø	1	1	Ø	READ PORT C
1	Ø	1	1	WRITE CONTROL DATA
Ø	1	1	1	ILLEGAL READ REGISTER

การเขียน Control word

โดยการโปรแกรมให้ AØ และ A1 เป็น '1' ทั้งคู่และมีสัญญาณ $\overline{WR}$ ของ 8255 เป็น 'Ø' โดย $\overline{RD}$ เป็น '1' และมีสัญญาณ $\overline{CS}$ เป็น 'Ø' 8255 ก็จะทำการรับ Control word ตามที่เราโปรแกรมจะให้ 8255 ทำงานในโหมดไหน port ไหนเป็น input/output ดังรายละเอียดต่อไปนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานใน mode 0

จะต้องทำการเลือก Control word ให้ mode select ทั้ง A และ B เป็น 00 และทำการเลือก Port ไหนเป็น input port หรือ output port การทำงานใน mode 0 เป็นการเขียน 8255 ให้ทำงานเป็น input/output อย่างง่าย ส่วนการทำงานใน mode 1,2 จะต้องมีการ Handshake ซึ่งจะไม่ขอกล่าวในที่นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

หลักการของเครื่องช่วยอ่านตัวอักษร

2.1 หลักการของเครื่องช่วยอ่านตัวอักษร

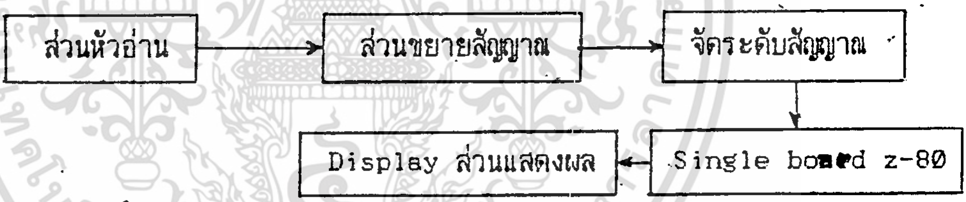
เครื่องช่วยอ่านตัวอักษรนี้ เป็นเครื่องมือในการอ่านอักษรหรือรูปแบบต่าง ๆ ออกแสดงผลทางแสง โดยมีวิธีการคือมีส่วนที่ทำหน้าที่ในการอ่าน ภาพอักษรหรือลายเส้นต่าง ๆ แล้วแปลงภาพต่าง ๆ เหล่านั้น ให้เป็นข้อมูลทางดิจิตอล หลังจากนั้นนำข้อมูลไปประมวลผลทางคอมพิวเตอร์ แล้วแสดงผลออกมาทางแสงผ่าน LED

2.2 ส่วนประกอบของเครื่องช่วยอ่านตัวอักษร

ประกอบด้วยส่วนที่สำคัญทั้งหมด 4 ส่วนคือ

1. ส่วนหัวอ่าน
2. ส่วนแปลงสัญญาณแสง
3. ส่วนควบคุม
4. ส่วนแสดงผล

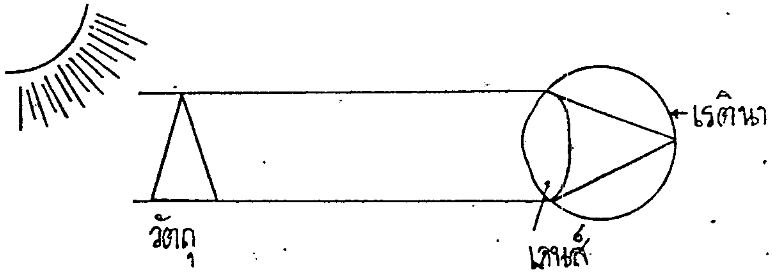
ซึ่งส่วนต่าง ๆ มีความสัมพันธ์กันดังรูป 2.1



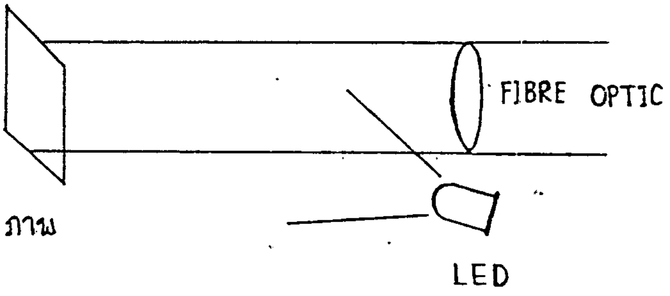
รูป 2.1 ส่วนประกอบของเครื่องช่วยอ่านตัวอักษร

2.3 ส่วนหัวอ่าน

หลักการของหัวอ่านคล้ายกับนัยน์ตาของมนุษย์ คือตาของคน เราจะรับรู้ได้จากการสะท้อนแสงจากวัตถุ ดังแสดงในรูป 2.2



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 2.2 แสดงความสัมพันธ์ที่คล้ายกันของตาคนเราและ ส่วนหัวอ่านอักษร

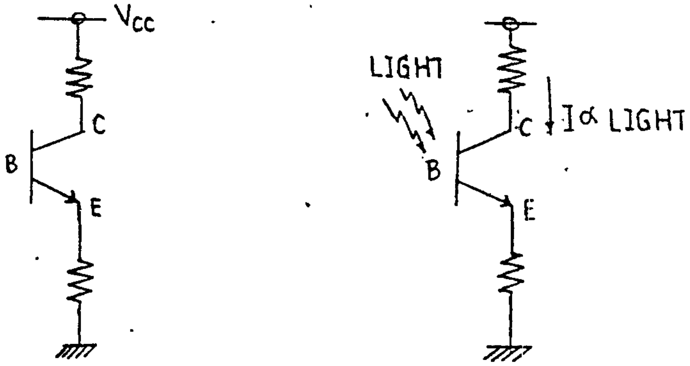
เนื่องจากวัตถุที่จะอ่านคือภาพของตัวอักษรหรือลายเส้นต่าง ๆ บนพื้นกระดาษ ซึ่งเป็นลักษณะของสีเข้มกับสีอ่อน ซึ่งจะมีคุณสมบัติในการสะท้อนแสงที่ต่างกัน เพื่อเป็นการสะดวกในการเก็บข้อมูลและควบคุมในระบบ DIGITAL ดังนั้นเราจะจัดระดับแสงสะท้อนจากภาพที่อ่านได้เป็น 2 ระดับเท่านั้นคือ สีเข้ม ซึ่งจะให้แสงสะท้อนน้อย หรือดูดกลืนแสงมากกว่าสีอ่อน ซึ่งจะสะท้อนได้มาก ด้วยหลักการนี้เอง เราจะนำมาใช้ตรวจสอบหรืออ่านได้ว่าเป็นตัวอักษรหรือภาพอะไร

สำหรับการที่จะทราบได้ว่าเป็นตัวอักษรอะไรนั้น เราจะแบ่งฉากออกเป็นพื้นที่เล็ก ๆ จำนวนมาก ซึ่งเป็นหลักการเดียวกับที่ใช้ในจอโทรทัศน์ ซึ่งจะแบ่งเป็นจอโทรทัศน์ออกเป็นจุดเล็ก ๆ จำนวนมาก ในเครื่องต้นแบบนี้ เราแบ่งพื้นที่ออกเป็นขนาด 9 * 11 จุด คือมีจุดทั้งหมด 99 จุด หลังจากที่เราได้ภาพมาตกบนฉากนี้แล้ว เราก็จะต้องนำภาพซึ่งเป็นสัญญาณทางแสงไปแปลงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า โดยผ่านทางเส้นใยนำแสง (fibre optics) ซึ่งเป็นตัวกลางในการนำแสง โดยจะใช้ fibre optics 1 เส้นต่อจุดบนฉาก 1 จุด แต่เราจะใช้วิธีการ scan ตัวอักษรไปทีละแถว โดยแบ่งตัวอักษร 1 ตัวออกเป็นขนาด 9 * 11 และ scan ไปจนครบ 9 แถว ดังนั้นเราจึงใช้ fibre optics ที่ส่งผ่านภาพนี้ 12 เส้น โดยเส้นที่ 12 มีสำหรับควบคุมการ scan

2.4 ส่วนแปลงสัญญาณแสง

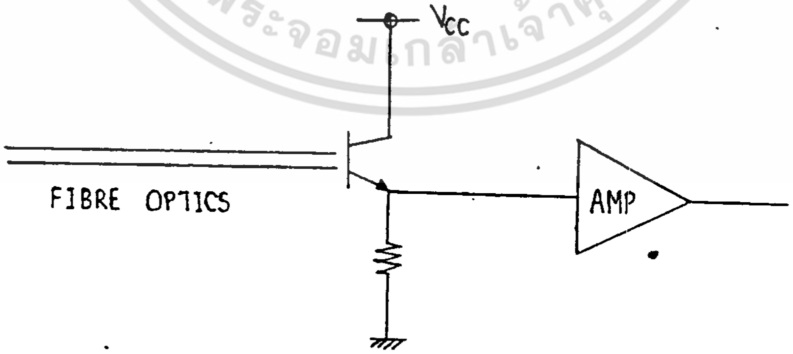
เนื่องจากภาพที่อ่านได้เป็นข้อมูลทางแสง เราจะต้องเปลี่ยนให้เป็นข้อมูลทางไฟฟ้าเสียก่อน โดยใช้ photo transistor ซึ่งเป็นอุปกรณ์ทาง semiconductor ที่ควบคุมได้ด้วยแสง ซึ่งจะใช้ขา base เป็นขาที่รับแสง เมื่อมีแสงเข้ามาก็จะมีกระแส IC ไหล เมื่อไม่มีแสงก็จะไม่มีกระแส IC ไหล ซึ่งมีลักษณะดังรูป 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

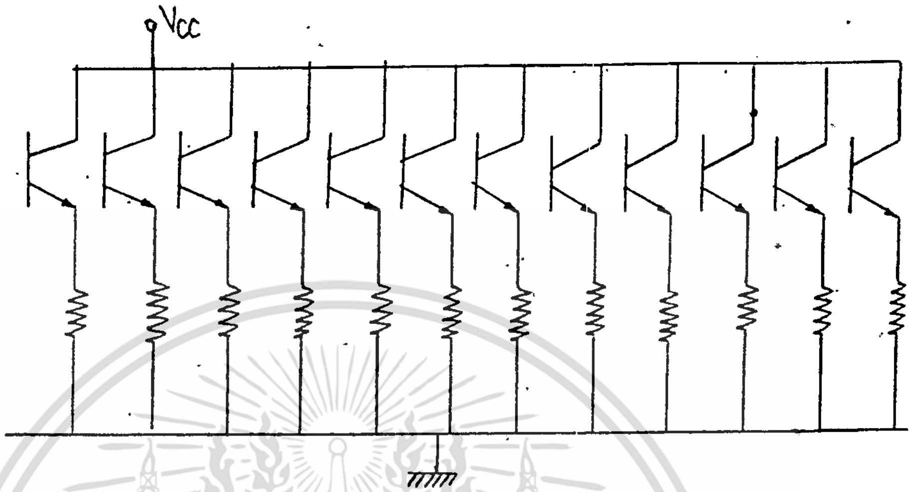


Fibre optics จำนวน 12 เส้น จากหัวอ่านจะถูกส่งมาต่อกับ photo transistor โดยทำ fibre optic 1 เส้น จะใช้ photo transistor 1 ตัว เนื่องจากเราใช้หลักการแบ่งตัวอักษรเป็นขนาด 9 * 11 และใช้หลักการ scan จึงเป็นการประหยัดแทนที่จะใช้จำนวนจุดต่อ fibre optic แล้วต่อ photo transistor 1 ตัว ซึ่งจะต้องใช้ถึง 99 ตัว และ fibre optics ถึง 99 เส้น

Photo transistor จำนวน 12 ตัว จะถูกนำมาจัดเรียงในลักษณะเป็นแถว เพื่อสะดวกในการต่อ fibre optics เราสามารถที่จะนำสัญญาณแสงซึ่งเปลี่ยนเป็นสัญญาณไฟฟ้าทางขา Emitter ของ photo transistor ทั้ง 12 ตัวพร้อม ๆ กัน แต่เนื่องจากสัญญาณที่ได้มีขนาดเล็กมาก ดังนั้นเราจะต้องนำไปขยายก่อน ซึ่งการขยายสัญญาณจะทำให้ได้ค่าที่สูงขึ้นสามารถนำไปใช้งานได้ ลักษณะการต่อ photo transistor จะเป็นดังรูป 2.4



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



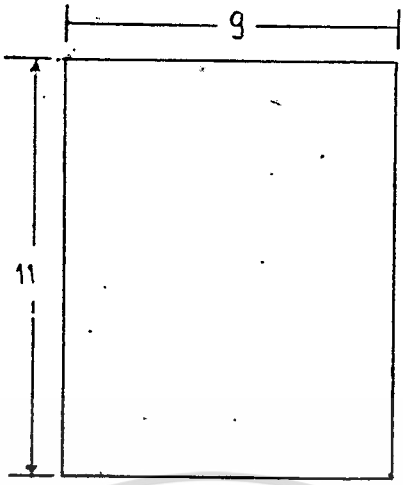
2.5 ส่วนควบคุม

ส่วนควบคุมจะทำหน้าที่หลายอย่าง คือควบคุมการทำงานทั้งหมด ตั้งแต่การควบคุมการเริ่มส่งสัญญาณแสง รับสัญญาณแสงที่สะท้อนเข้า fibre optics การรับข้อมูลเข้า port และการจัดเรียงข้อมูล การส่งข้อมูลออกไปยังส่วนแสดงผล ซึ่งส่วนนี้ถูกควบคุมด้วยไมโครโปรเซสเซอร์

2.6 ส่วนแสดงผล

เนื่องจากเครื่องนี้ ใช้ LED แบบ Matrix 9 * 11 (แต่สามารถประยุกต์ไปเป็นลักษณะของเข็มที่นูนขึ้นมา เพื่อใช้มือสัมผัสเพื่ออ่านได้) ซึ่งละเอียดพอที่จะนำมาทำเป็นส่วนแสดงผลที่สามารถออกเป็นลักษณะตัวอักษรได้ ดังรูป 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



LED 9×11

ในบทต่อ ๆ ไป เราจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของแต่ละส่วน ซึ่งจะกล่าวถึงแนวทางการออกแบบ การสร้าง ปัญหา และแนวทางการแก้ไข รวมทั้งการปรับปรุงและประยุกต์ใช้

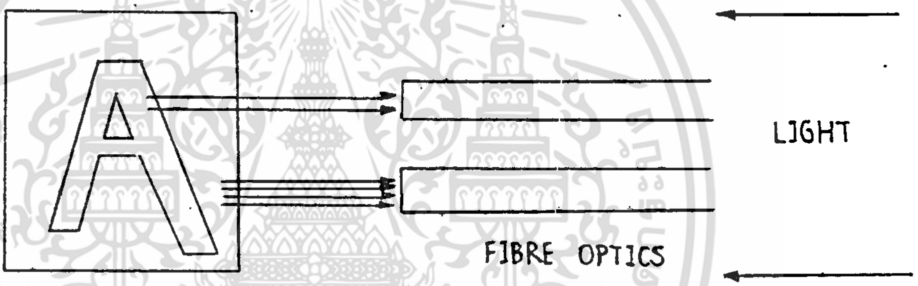
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ส่วนหัวอ่าน

3.1 หลักการของการตรวจจับโดยใช้แสง

หลักการสำคัญคือ ตรวจจับความแตกต่างของแสงที่สะท้อนจากตัววัตถุที่ต่างกัน โดยมีต้นกำเนิดแสง (light source) ส่งแสงกระทบกับผิวของวัตถุและใช้ตัวตรวจจับแสง (photo transistor) ตรวจจับปริมาณแสงที่สะท้อนจากผิววัตถุนั้น ซึ่งจะแปรตามตามความสามารถในการสะท้อน แสงของผิววัตถุนั้น photo dector จะทำหน้าที่เปลี่ยนพลังงานแสง ให้เป็นพลังงานไฟฟ้านำไปใช้งานได้

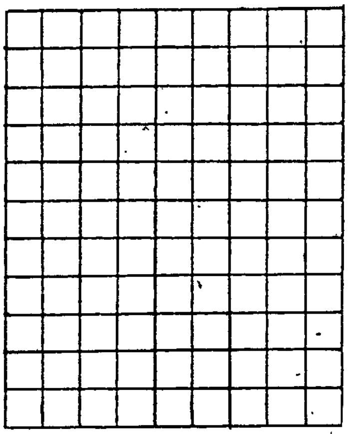
เรานำหลักการนี้มาใช้ในการอ่าน ลายเส้นหรือลายอักษรของสิ่งตีพิมพ์ต่าง ๆ ได้ โดยตรวจจับความแตกต่างของการสะท้อนแสง ระหว่างพื้นผิวที่มีลายเส้นหมึกหรือส่วนที่มีสีเข้ม กับส่วนที่เป็นพื้นผิวธรรมดา ซึ่งมักจะเป็นสีจาง ๆ



3.2 หลักการและโครงสร้างของหัวอ่าน

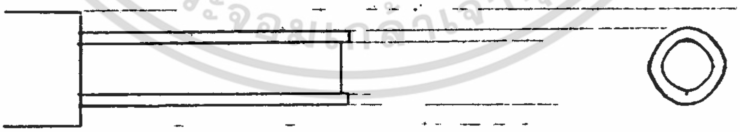
ในเครื่องช่วยอ่านตัวอักษร เราต้องการอ่านภาพของตัวอักษรและใช้วิธีการ scan ทีละแถวที่แบ่งตัวอักษรเป็นช่วง ๆ เพื่อการประหยัด ดังนั้นเราจึงแบ่งพื้นที่ของบริเวณส่วนที่จะทำการอ่านออกเป็นส่วนย่อย ในที่นี้เราแบ่งพื้นที่ของบริเวณที่อ่านเป็น dot matrix ขนาด 9 * 11 dot

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เราใช้ LED infaved จำนวน 8 ตัว เป็นตัวส่ง ที่เราใช้ LED แบบ infaved เพื่อที่จะนำเอา specifcation ที่ได้มา นำมาคำนวณให้สัมพันธ์กับ specification ของ fibre optics ได้ ซึ่งคุณสมบัติของ fibre optics ได้กล่าวไว้แล้วตั้งแต่ต้น เรานำเอา LED infaved 8 ตัวและ fibre optics ซึ่งเป็นเส้นใยนำแสงเข้ามาประกอบเป็นหัวอ่าน เราใช้ Plastic fibre optics ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1.0 mm. จำนวน 12 เส้น มาวางเรียงกันในลักษณะเป็นแถวเรียงกัน เพราะต้องการ scan ไปทีละแถว และเชื่อมต่อ fibre optics แต่ละเส้นเข้ากับ photo transistor แต่ละตัวตามตำแหน่งของมันที่กำหนดไว้

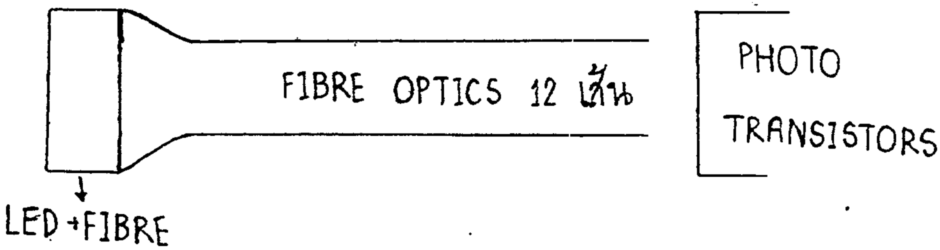
ส่วนปลายของ fibre optics ที่รับแสงนั้น มีมุมของการรับแสงค่อนข้างกว้าง ขึ้นอยู่กับค่า NA (Numerical Aperture) ของมัน เรานำ fibre Optics มาวางติดกัน และใช้ปลอกสายเพื่อช่วยในการตัดแสงใส่เข้าที่ปลาย fibre optics เพื่อป้องกันการรับแสงของ fibre แต่ละเส้นผิดพลาด



ส่วนประกอบที่สำคัญของหัวอ่าน จึงแบ่งได้เป็น 2 ส่วนคือ

1. ต้นกำเนิดแสง
2. ส่วนนำส่งแสงสะท้อน (fibre optics)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



สำหรับ photo transistor เป็นส่วนที่จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณทางแสงให้เป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ซึ่งเราจะแยกกล่าวถึงรายละเอียดในบทต่อไป

3.3 ต้นกำเนิดแสง

เราใช้ LED infared จำนวน 8 ตัวเพื่อช่วยในการกระจายแสงและความเข้มแสงเพียงพอที่ fibre optics สามารถรับเข้าได้เพียงพอ

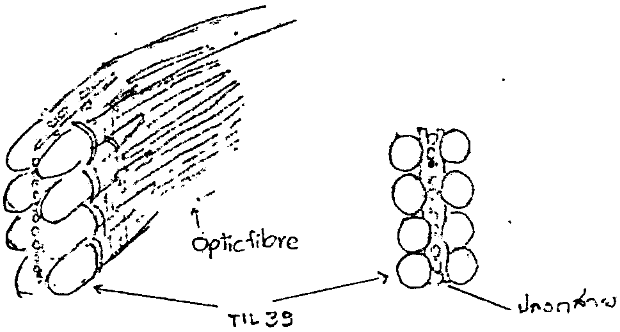
3.4 ส่วนนำส่งแสงสะท้อน (fibre optics)

เราใช้ optics fibre จำนวน 12 เส้น เส้นละ 40 cm.

3.5 การออกแบบหัวอ่าน

ลักษณะการอ่านข้อมูล เราจะทำการอ่านข้อมูลทีละ 1 column ซึ่งมีการเรียงสาย optical fibre ทั้งหมด 12 เส้น โดย optical fibre นี้มีเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 mm. สำหรับตัวส่งจะทำการประกอบเข้าที่ด้านข้างของ optical fibre โดยใช้ TIL39 ซึ่งเป็นตัวส่งแบบ infrared จำนวน 8 ตัว เรียงเป็น 2 แถว ลักษณะรวมของหัวอ่านแสดงดังรูปข้างล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปแสดงหัวอ่านสำเร็จรูป

วิธีประกอบการ (ดูรูปประกอบ)

1. นำปลอกสายเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มม. เรียงกันตามแนวยาวโดยให้มีความยาวเส้นละ 3 cm. ทั้งหมด 12 เส้น แล้วทากาว

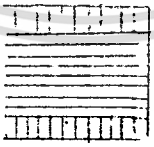
2. นำปลอกสายเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มม. เรียงกันตามแนวขวางกับข้อ 1 โดยเว้นช่องห่างจากปลายของปลอกสายตามข้อ 1 ประมาณ 7 มม.

3. เตรียมตัวส่ง intraved TIL39 จำนวน 8 ตัว นำมาเรียงขั้วระบบอนุกรมตามแนวยาวด้านละ 4 ตัว แล้วทำการบัดกรีเชื่อมระหว่างขา Cathode ของตัวหนึ่งกับขา Anode ของอีกตัวหนึ่ง

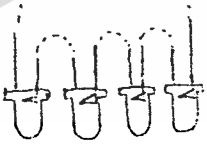
4. ทำการประกบกับแผง TIL39 ทั้ง 2 ด้านกับปลอกสาย

5. เตรียมสาย fibre optic ซึ่งมีความยาว 40 เซนติเมตรต่อ 1 เส้น ทำการปลอกฉนวนป้องกัน optic fibre ออกประมาณ 3.2 เซนติเมตร แล้วทำการฝนที่ปลาย optic ให้เรียบแล้วนำมาสวมเข้ากับปลอกสายที่เตรียมไว้แล้ว

1

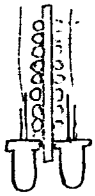


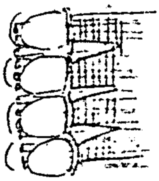
2



3

4.





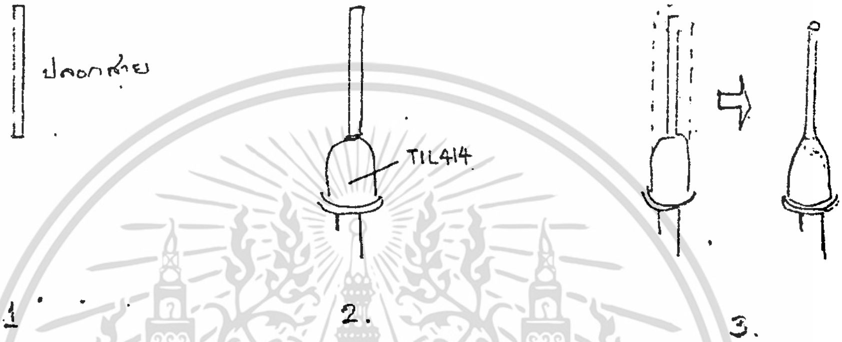
5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการประกอบตัวรับ TIL414 เข้ากับ optics fibre

ขั้นตอนการทำ (ดูรูปประกอบ)

1. เตรียมปลอกสายเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 มม. ยาว 2.5 เซนติเมตร
2. นำมาวางบน TIL 414 แล้วทากาวที่ขอบของปลอกสาย
3. นำท่อขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 4 มม. มาหุ้มแล้วทำการลนด้วยความร้อนจนท่อหดแหบติดกับปลอกสายและTIL414



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

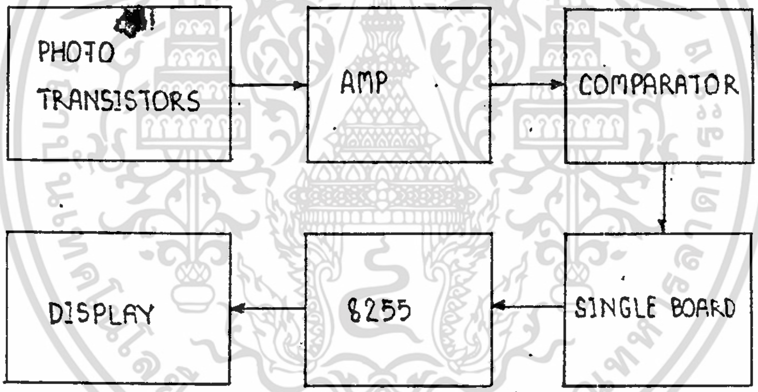
โครงสร้างและวงจรส่วนควบคุม

ส่วนควบคุมนี้จะเป็นส่วนที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณไฟฟ้าทั้งหมด ซึ่งจะเริ่มตั้งแต่สัญญาณไฟฟ้าที่ได้จากการเปลี่ยนมาจากสัญญาณแสง โดย photo transistor และผ่านขบวนการต่าง ๆ ไปจนถึงส่วนแสดงผลที่เป็น LED แบบ Matrix

ส่วนควบคุมจะแบ่งออกเป็นส่วนต่าง ๆ ได้ดังนี้

1. วงจรแปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า
2. วงจรขยายสัญญาณ (Amplifier)
3. วงจรเปรียบเทียบ (Comparator)
4. ส่วนรับข้อมูลและเก็บข้อมูล
5. ส่วนส่งข้อมูล
6. ส่วนแสดงผล

ซึ่งมีขั้นตอนการทำงานเป็น block diagram ดังรูปที่ 4.1



4.1 ส่วนแปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า

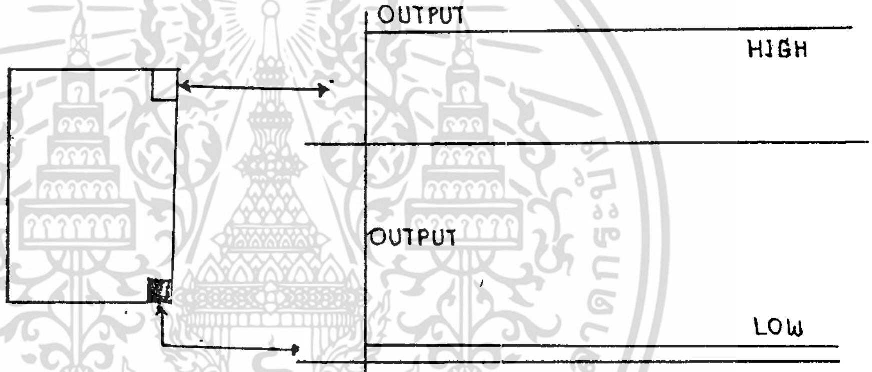
ด้วยเหตุผลของการประหยัดในการทำเครื่องนี้ เราเปลี่ยนแปลงจากการที่ต้องใช้ fibre optics ให้มีจำนวนครอบคลุมพื้นที่ของตัวอักษรทั้งหมด มาเป็นการ scan ตัวอักษรทีละแถว (ตัวอักษรแบ่งออกเป็น 11 แถว 9 คอลัมน์) จึงจะมีการใช้ micro processor เข้ามาควบคุมการทำงานของส่วนนี้ จึงจะสามารถที่จะลดจำนวน fibre optics และ photo transistor ได้

ในส่วนของวงจรแปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้า เนื่องจากไม่สามารถที่จะใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการสะท้อนจากแสงที่ผ่านทาง fibre optics เข้ามาช้า fibre optics ได้ เนื่องจากสัญญาณที่ได้มีค่าต่ำเกินไปจนไม่สามารถทำาการตรวจจับได้ จึงใช้หลักการใช้แสงจาก LED infored สะท้อนตัวอักษรเข้าไปใน fibre optics

ในที่นี้ใช้ photo transistor เบอร์ TIL414 ในความต้องการ เราต้องการให้ขณะที่ไม่มีสัญญาณแสงเข้ามาคือในกรณีที่สะท้อนพื้นเข้ม photo transistor จะไม่ active เพราะฉะนั้น output ของวงจรนี้จะมีลักษณะเป็น low level เมื่อแสงตกกระทบกับพื้นที่เป็นสีเข้ม แสงจะถูกดูดกลืนไป ดังนั้นสัญญาณแสงที่สะท้อนกลับเข้า fibre optic จะมีความเข้มของแสงต่ำมาก เมื่อผ่าน fibre optics เข้ามายังส่วนของ photo transistor จะต้องเป็นลักษณะ low level แต่ถ้าแสงตกกระทบส่วนที่ไม่เป็นส่วนของตัวอักษร คือส่วนที่เป็นพื้นสีอ่อน แสงจะถูกดูดกลืนเลย ทำให้สัญญาณแสงที่ผ่านเข้า fibre optics มีระดับสูงพอเพียง ดังนั้น output เป็นลักษณะ high level ดังรูป 4.2



เพราะว่าไม่สามารถที่จะทำให้ photo transistor ไม่ ative ขณะที่รับแสงที่สะท้อนจากพื้นเข้มได้ แต่เราก็สามารถตรวจจับความแตกต่างระหว่างการ scase การสะท้อนของแสงสะเทือนจากการที่แสงตกกระทบพื้นที่เข้มพื้นที่จางได้

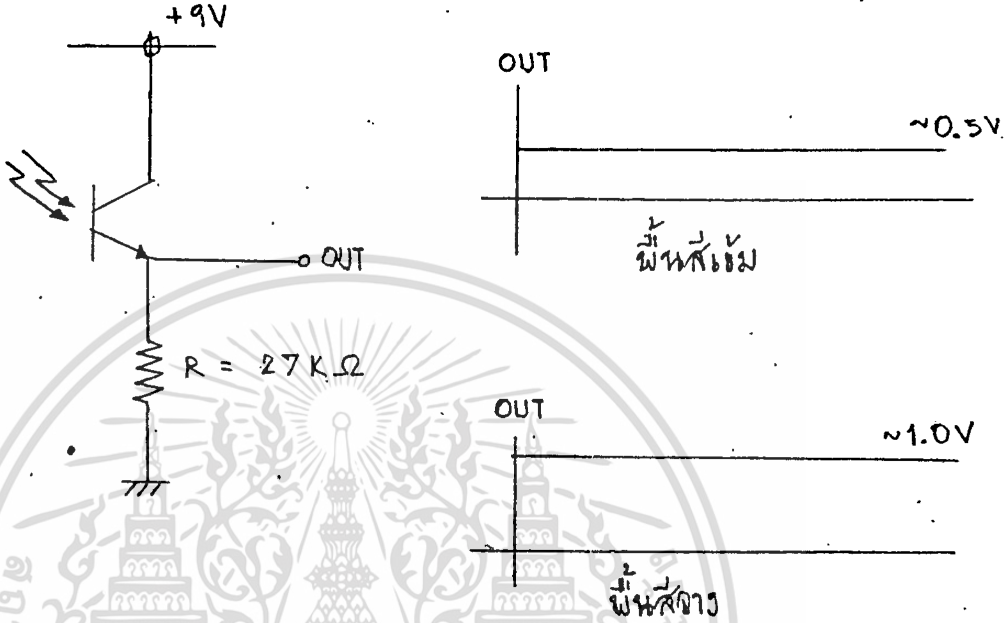
เนื่องจากเราไม่สามารถวัดความเข้มแสงที่ออกจาก optic fibre ได้และเนื่องจากตำแหน่งของ fibre optics ทุกเส้นไม่เหมือนกัน ความสามารถในการรับแสงจึงต่างกัน และจากการที่เราไม่สามารถให้ transistor cut off หรือ saturate ได้ตามที่ต้องการ ในที่นี้จึงอาศัยการทดลองโดยเปลี่ยนค่า resistor (R_1 ตามรูป 4.2) เพื่อนำค่าที่ดีที่สุด จากการทดลองเราสามารถนำจุดที่มีความแตกต่างกันระหว่างการสะท้อนได้ 0.3 Volt ซึ่งแต่ก็เป็นการยากต่อการนำไปใช้เป็น input ของ comparator

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขนาดของสัญญาณสะท้อนจากพื้นเข้ม ประมาณ 0.5 Volt

ขนาดของสัญญาณขณะสะท้อนจากพื้นจาง ประมาณ 1.0 Volt

วงจรของส่วนนี้กำหนด แสดงในรูป 4.3



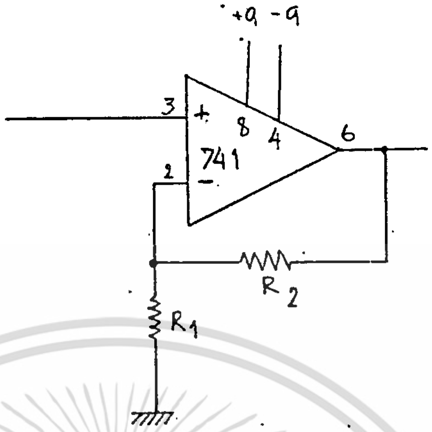
4.2 วงจรขยายสัญญาณ

เนื่องจาก output ที่ได้จากวงจรแปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่ขา Emitterroy photo transistor มีค่าความแตกต่างของสัญญาณที่ได้รับจากการสะท้อนจากพื้นที่เข้มและพื้นที่จางมีค่าไม่แตกต่างกันมาก โดยค่าที่ได้จะมีความแตกต่างกันประมาณ 0.5 Volt ซึ่งถ้านำเอาสัญญาณที่มีความแตกต่างกันระดับนี้ไปเข้า input ของวงจร Comprator จะทำให้มีความไม่สะดวกในการปรับ reference voltage ของ comparator

ดังนั้นจึงใช้วงจรขยายสัญญาณ เพื่อต้องการขยายระดับความแตกต่าง ๆ ให้มากขึ้น เพื่อที่จะสามารถทำการเปรียบเทียบความแตกต่าง ๆ ระหว่างการสะท้อนของตัวอักษรได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับวงจรขยายสัญญาณในที่นี้ใช้ Operation amplifier เบอร์ LM741 ต่อเป็นวงจร non-inresting ดังรูป



ต้องการให้ความแตกต่างมีขนาดประมาณ 2 Volt

$$\text{ดังนั้น gain} = \text{vout/vin} = 1 + \frac{R_2}{R_1}$$

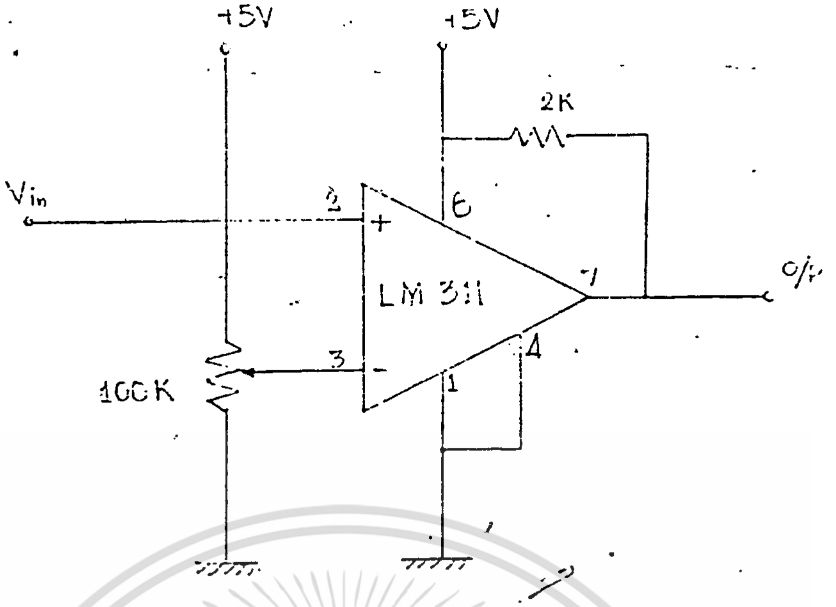
$$= 4$$

ใช้ R มีค่าตามรูป ซึ่งในแต่ละวงจรขยายสัญญาณ จะมีค่า resistor ที่ปรับค่าได้ใช้ในการปรับค่า gain ให้มีค่าเหมาะสมยิ่งขึ้น เนื่องจากว่าสัญญาณแสงที่สะท้อนเข้ามายัง fibre optics มีขนาดไม่เท่ากันในแต่ละเส้น เนื่องจากมีข้อจำกัดในส่วนของมุมตกกระทบของ LED infered และค่า NA ของ fibre optics ด้วย

4.3 วงจรเปรียบเทียบสัญญาณ

สัญญาณ output ที่ได้จาก Amplfier มีลักษณะเป็น analog และเป็นระดับที่ยังไม่สามารถใช้ในการ interface กับ 8255 ได้ (ในส่วนรับข้อมูลและเก็บข้อมูล) เพราะว่า output ของ op amp ไม่ใช่ระดับ logic ของ TIL เพื่อที่จะให้ข้อมูลที่ได้เป็น logic ทาง digital เพื่อ interface กับ 8255 จึงต้องนำสัญญาณ output ของ op amp ผ่านเข้าวงจรเปรียบเทียบสัญญาณ (Comparator) สัญญาณที่เป็น output ของ comparator จะมี 2 ระดับเท่านั้น คือ high level และ low level ซึ่งเป็นค่า logic ทาง digital ในส่วนของวงจรนี้จะใช้ comparator LM311 ดังรูป 4.5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ในวงจร comparator ในนี้ จะใช้ resistor ที่สามารถปรับค่าได้ เพื่อใช้ในการปรับค่า Reference voltage ที่ใช้ในการ compare กับสัญญาณ input สาเหตุเนื่องมาจากการสะเทือนของแสงที่เข้ามายัง fibre optics ในแต่ละเส้นไม่เท่ากัน สิ่งที่ต้องใช้ resistor ที่ปรับค่าได้ ปรับเพื่อความเหมาะสมในแต่ละวงจร

ใน LM311 จะเป็นแบบ open collector จึงต้องต่อ resistor 2 K ไว้เพื่อเป็นการ pull up

4.4 วงจรรับข้อมูลและเก็บข้อมูล

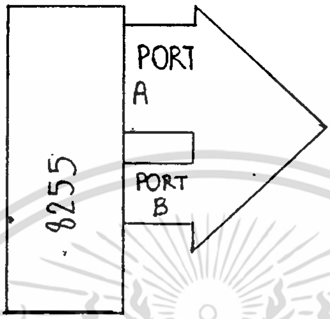
เมื่อได้ข้อมูลจากวงจร comparator แล้ว ข้อมูลที่ได้ในแต่ละแถวจะอยู่ในช่วงเวลาต่างกัน โดยแถวแรกของตัวอักษรจะถูกเก็บข้อมูลก่อน หลังจากนั้นจะเก็บข้อมูลไปเรื่อย ๆ จนหมดตัวอักษร เนื่องจากว่าเครื่องช่วยอ่านตัวอักษรนี้ เมื่อใช้เป็นตัว scan ไปทีละแถวของตัวอักษร ทำให้ข้อมูลที่ได้คลาดเคลื่อน จึงนำเอา fibre optics อีกเส้นเป็นตัว detect การเปลี่ยนแปลงในแต่ละแถว เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ค่อนข้างถูกต้อง

ปัจจุบัน single board มีการพัฒนาขึ้นให้ใช้งานได้อย่างกว้างขวางและสามารถประยุกต์ ในที่นี้จึงใช้ single board เป็นส่วนควบคุมการทำงานเกือบทั้งหมด โดยคำนึงถึงการประยุกต์ใช้ single board ร่วมกับเครื่องช่วยกันอ่านตัวอักษรต่อไปในอนาคต

ข้อมูลที่ออกจาก comparator ที่จะเข้าส่วนเก็บข้อมูลนั้น จะส่งผ่าน 8255 โดยผ่านเข้า input port โดยเราใช้ 8255 เป็น input port, output port ข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จาก comparator ในแถวจะมีข้อมูลจำนวน 11 ข้อมูล และตัว detect การเปลี่ยนแปลงในแต่ละแถวอีก 1 ข้อมูล และถูกส่งเข้ามาพร้อมกันใน 8255 มี port ร่วมอยู่ 3 port คือ port A,B และ C port ละ 8 bits ในการเลือก port ใดเป็น input port, output port นั้นสามารถเลือกได้โดยใช้ program ในที่นี้เราต้องใช้ input port 2 port เพื่อให้พอเพียงกับข้อมูลที่เข้ามา โดยใช้ port A 8 bit รวมกับ port B อีก 4 bit เป็น input port ดังรูป 4.6

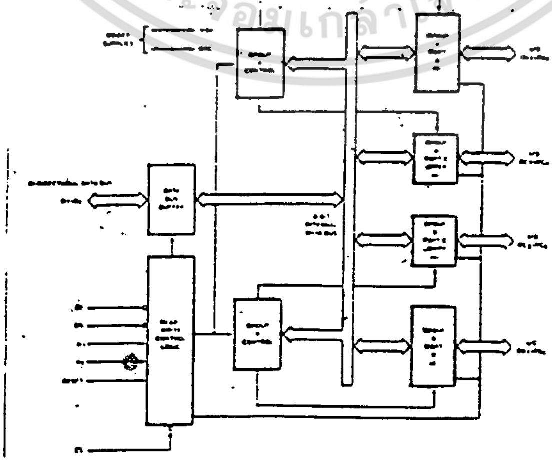


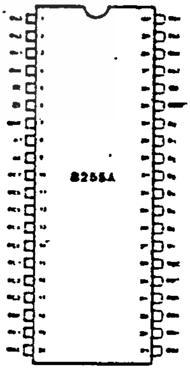
การใช้ 8255 PIA กับ single board

8255 เป็นอุปกรณ์ LSI (Large Scale Integrated Circuit) บรรจุอยู่ใน package 40 ขา แบบ Dip block diagram ของ 8255 แสดงรูปในรูป 4.7

- MCS-85™ Compatible 8255A-5
- 24 Programmable I/O Pins
- Completely TTL Compatible
- Fully Compatible with Intel® Microprocessor Families
- Improved Timing Characteristics
- Direct Bit Set/Reset Capability Easing Control Application Interface
- 40-Pin Dual In-Line Package
- Reduces System Package Count
- Improved DC Driving Capability

The Intel® 8255A is a general purpose programmable I/O device designed for use with Intel® microprocessors. It has 24 I/O pins which may be individually programmed in 2 groups of 12 and used in 3 major modes of operation. In the first mode (MODE 0), each group of 12 I/O pins may be programmed in sets of 4 to be input or output. In MODE 1, the second mode, each group may be programmed to have 8 lines of input or output. Of the remaining 4 pins, 3 are used for handshaking and interrupt control signals. The third mode of operation (MODE 2) is a bidirectional bus mode which uses 8 lines for a bidirectional bus, and 5 lines, borrowing one from the other group, for handshaking.





เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Block กลุ่มแรกที่จะกล่าวถึงได้แก่ block จำนวน 4 block ที่อยู่ทางด้านขวาของรูป ซึ่งจะเป็นส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ภายนอกอื่น ๆ โดยมีสาย pa0-pa7, pb0-pb7 และ pc0-pc7 เป็นทางผ่านของข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ภายนอกกับ 8255 สายสัญญาณเหล่านี้จะถูกแบ่งเป็น 3 I/O port ได้แก่ port A (PA), port B (PB) และ port C (PC) port เหล่านี้ แต่ละ port สามารถเป็นได้ทั้ง input และ output port และแต่ละ block จะมีสายสัญญาณเชื่อมเข้ากับ Data bus ภายในของ 8255

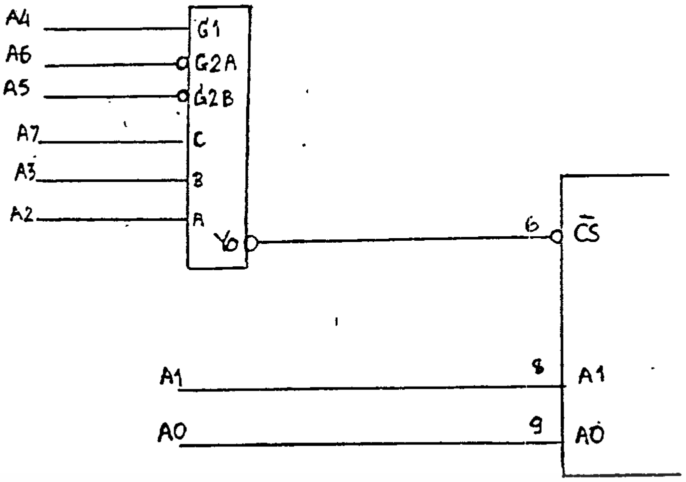
Block กลุ่มถัดมาได้แก่ Group A Control และ Group B Control ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดลักษณะตัวทำงานของทั้ง 3 I/O port (8255 มีลักษณะการทำงานที่แตกต่างกันอยู่ 3 mode สามารถกำหนดได้โดยส่งโปรแกรม Control word ให้กับ 8255) จากรูป 4.7 จะเห็นว่า port C นี้จะประกอบด้วย port ขนาด 4 bit 2 port กลุ่มหนึ่งจะถูกควบคุมโดย Group A Control อีกกลุ่มหนึ่ง จะถูกควบคุมโดย Group B Control

Block กลุ่มสุดท้ายที่จะกล่าวถึงได้แก่ Data bus Buffer และ Read Write Control Logic ซึ่งอยู่ใน Block เหล่านี้จะเป็นส่วนที่ติดต่อกับ CPU Data bus Buffer นี้จะเป็น buffer ให้กับ Data bus ของ CPU ส่วน Read/Write Control Logic จะเป็นส่วนควบคุมข้อมูลให้เข้าหรือออกจาก Registor ภายใน

ในการต่อ 8255 เข้ากับระบบของ z-80 สัญญาณต่าง ๆ ที่จะเกิดขึ้นจะเหมือนกับขบวนการติดต่อกับ I/O จะต้องเอาสัญญาณ A0-A1 จาก z-80 มาถอดรหัส เพื่อสร้างสัญญาณเลือก port แต่เนื่องจาก 8255 มีขา Address input อยู่แล้ว 2 ขา (A0, A1) ซึ่งโดยใช้ปกติแล้ว ขา A0,A1 จะต่อเข้าโดยตรงกับ A0,A1 จาก Address bus นั้นคือ 8255 ตัวหนึ่งจะใช้ค่า port Address ถึง 4 ค่า (2^2) ส่วนสัญญาณอีก 6 เส้น (A2-A7) จะนำไปถอดรหัสเพื่อทำสัญญาณเลือก Chip (Chip Select) ได้แก่ 8255

8255 มี port address อยู่ที่ 10H, 11H, 12H และ 13H จะใช้ 74LS138 เป็นตัวถอดรหัส port ดังรูป 4.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ขา Input CS จะ Active ก็ต่อเมื่อ A7-A2 มีค่าเท่ากับ 111000xx เมื่อเลือก Address E0H จะเป็น port A

E1H จะเป็น port B

E2H จะเป็น port C

E3H จะเป็น Control

ขั้นต่อไปจะต้องทำการต่อขา RD และ WR ของ 8255 เข้ากับสัญญาณควบคุม IOR และ IOW ของระบบ การที่เราไม่ต่อขา AD และ WR เข้ากันโดยตรง เพราะอาจเกิดกรณีที่ A7-A0 มีค่าตรงกับ 111000xxB ซึ่งจะทำให้เกิดการอ่านหรือเขียนข้อมูลกับ 8255 โดยที่ไม่ต้องการได้ในการแก้ปัญหา จึงใช้สัญญาณ IORQ จาก CPU มาทำเป็นสัญญาณ IOR และ IOW เพื่อแยกว่าเป็นการติดต่อกับ I/O ไม่ใช่หน่วยความจำ ดังแสดงในรูป 4.9

การต่อขา Reset ของ 8255 นั้นเป็น Active ที่ Logic "1" เข้ากับขา RESET ของ z-80 ซึ่ง Active ที่ Logic "0" นั้น จะต้องใช้ Inrerter ต่อเสียก่อน วงจรสมบูรณ์ของการ Interface 8255 เข้ากับระบบของ z-80 แสดงในรูป 4.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

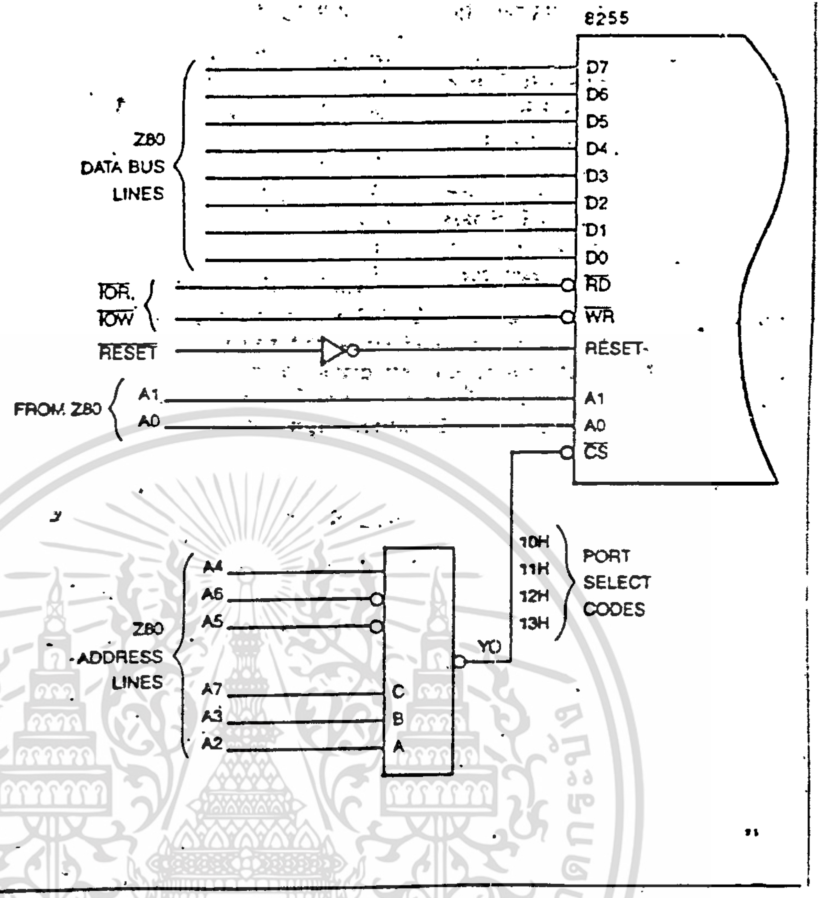


Figure 6.4: A complete schematic showing the interconnection between the Z80 and the 8255 device.

เราจะต้องกำหนด port A, B หรือ C เป็น Input port หรือ Output port เสียก่อนที่จะนำไปใช้งาน เราจะต้องส่งคำสั่งควบคุม (Control Word) ให้แก่ Control Register ก่อนคำสั่ง ควบคุมนี้จะกำหนดลักษณะการทำงานให้แก่แต่ละ Port ของ 8255 รูป 4.11 จะแสดงรายละเอียดของแต่ละ Control Registor นี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

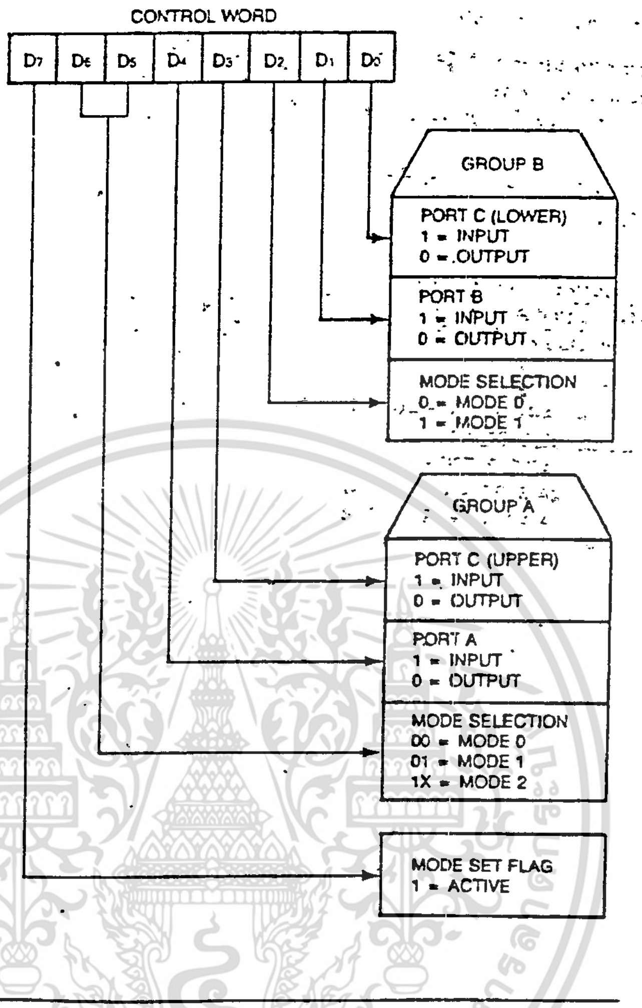


Figure 6.5: Bit definitions of the 8255 control register.

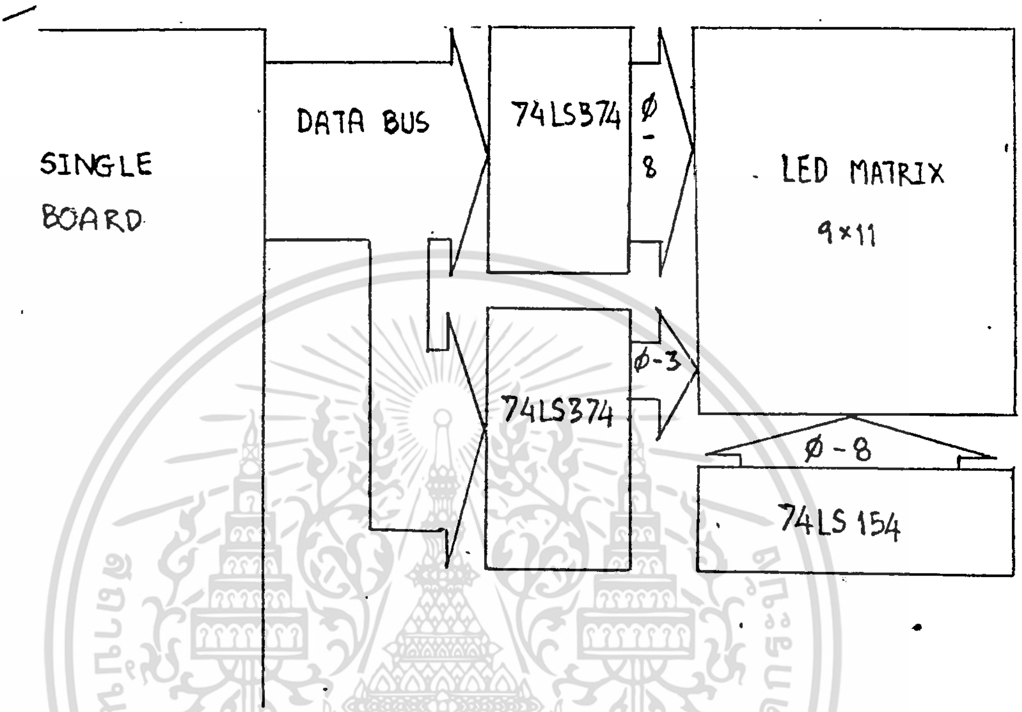
หลังจากเขียน Control Word และเลือก port แล้ว เมื่อมีข้อมูลเข้ามาที่ port ข้อมูล แต่ละแถวที่ถูกเก็บไว้ใน Memory เพื่อได้ข้อมูลครบแล้ว จึงนำไปยังหน่วยแสดงส่งข้อมูลและส่วน Display

4.5 ส่วนส่งข้อมูล

เพราะส่วนแสดงผลที่ใช้ในเครื่องช่วยการอ่านตัวอักษรนี้ เป็น LED-แบบ Matrix ขนาด 9 * 11 ส่วนส่งข้อมูลนั้น ไม่สามารถที่จะส่งทีเดียว 99 ข้อมูล เพราะ Single Board ใช้ z-80 เป็น CPU ดังนั้น Data จึงส่งออกมาทีละ 8 bit หรือ 8 ข้อมูลเท่านั้น แต่เราต้องการข้อมูลทีละ 11 ข้อมูล ถึง 9 ครั้งด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิธีที่จะทำได้สามารถทำได้โดย เราจึงดึง Data bus ทั้ง 8 เส้นต่อเข้ากับ 74LS374 2 ตัวด้วยกันซึ่ง 74LS374 จะเป็น Buffer Latch นอกจากจะทำหน้าที่เป็น Buffer แล้วยังทำหน้าที่เป็นที่พักข้อมูลและยังสามารถกำหนดควบคุมระยะของการส่งข้อมูล ออกทีละชุด วงจรส่งข้อมูลสมบูรณ์ จะเป็นดังรูป 4.12



จากวงจร Data bus จาก Single board ต่อเข้าขา Input ของ 74LS374 ทั้ง 2 ตัวโดยตรง แต่เราไม่ต้องการให้ 74LS374 ส่งข้อมูลออกพร้อมกัน เพราะถ้าส่งข้อมูลออกไปพร้อมกัน ก็จะทำให้ข้อมูลผิดพลาด จึงต้องใช้ขา CK ของ 74LS374 ทั้ง 2 เป็นขา port Write ดังรูป 4.12 จะเห็นว่าเราสามารถจะควบคุม 74LS374 ได้ เมื่อเราต้องการอ่านข้อมูลจาก Single board ก็โปรแกรมให้ CPU ส่ง IORQ และ WR ออกมา OR กัน จะได้ IOW เราจะนำเอาสัญญาณ IOW ที่ได้มา OR กับ Y_1 และ Y_2 จาก 74LS138 (ดังรูป 4.10) เพื่อกำหนด Output port ของ IC 74LS374 สองตัวให้ห่างกัน สัญญาณที่ได้จะ OR กัน ระหว่าง IOW กับ Y_1 หรือ Y_2 จะส่งเข้ามายังขา CK ของ 74LS374 ดังนั้น 74LS374 จะทำงานในช่วงเวลาต่างกัน เราจึงสามารถที่จะนำเอาข้อมูลจาก 74LS374 ทั้ง 2 ตัวมารวมกันเป็น 11 ข้อมูลได้ เมื่อได้ข้อมูลหรือ 11 ข้อมูลแล้ว เราจะต้องให้ส่งข้อมูลถึง 9 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดังที่กล่าวมาแล้วว่า เราใช้ port A และ port B เป็น input port แต่ยังเหลือ port C ที่ยังไม่ได้นำไปใช้งาน เนื่องจาก port C มีเพียง 8 bit แต่เราต้องการให้ข้อมูลส่งออก 9 ครั้ง จึงจะต้องมีสัญญาณ 9 เส้นด้วยกัน ที่จะทำให้ LED สว่างถึง 9 Column เราใช้ 74LS154 ซึ่งเป็น 4-to-16 demultiplexer เราจะต่อ Port C จำนวน 3 bit (ใช้ C0-C3) เข้ากับ input ของ 74LS154 ขา G ทั้ง 2 ของ 74LS154 เราจะไม่นำไปใช้งานต่อขา G ทั้งสองลง Ground เพราะว่าเราใช้ output 74LS154 จำนวน 9 เส้นเท่านั้น

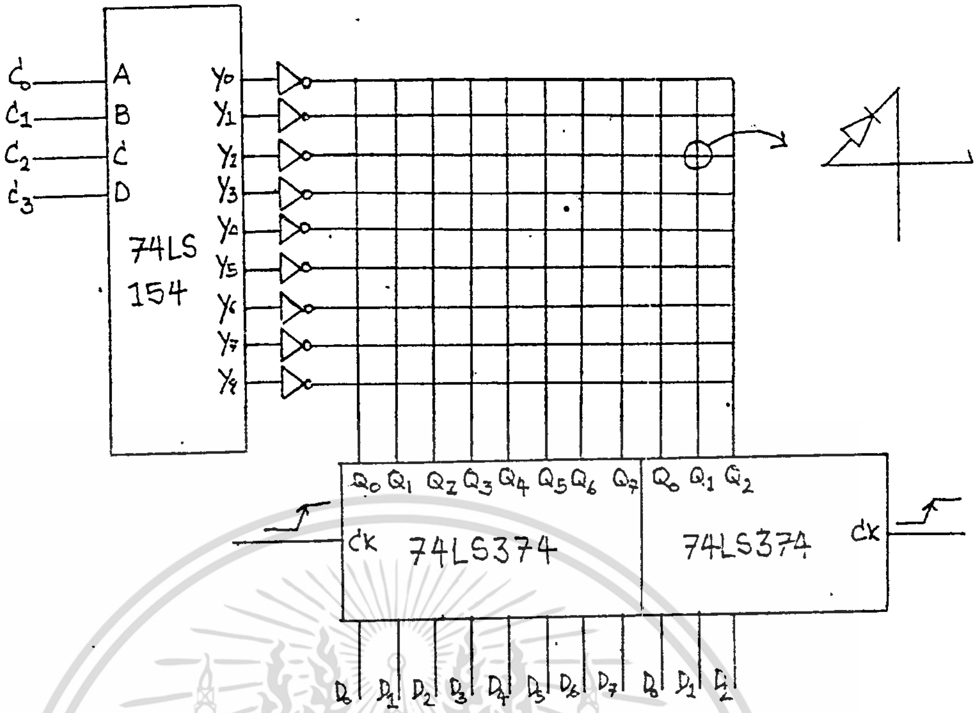
การทำงานของวงจรส่วนนี้ เมื่อ z-80 เจอโปรแกรมให้ต่อกับ I/O เราต้องการทำการ Write z-80 จะส่งสัญญาณ JORQ และ WR เป็นการบอกการติดต่อกับ I/O และ Write เมื่อ Single board ได้รับคำสั่งก็จะส่งข้อมูลออกมาเข้า 74LS374 ขณะเดียวกัน 74LS138 ก็จะทำการเลือก port ให้และสั่งสัญญาณออกมาเข้าที่ CK ของ 74LS374 และขณะเดียวกัน port C ของ 8255 ก็ส่งข้อมูลเข้า 74LS154 (port C ส่งข้อมูลเพื่อให้ 74LS154 ทำการ demultiplex) ข้อมูลที่ output ของ 74LS154 จะส่ง output ออกทีละ bit จนครบ 9 bit เมื่อครบทั้ง 9 ครั้ง หมายความว่า Single board ส่งข้อมูลออกมาครบหมดแล้ว

4.6 ส่วนแสดงผล

ในส่วนแสดงผล ในที่นี้ใช้ LED แบบ Matrix ขนาด 9 * 11 ในการประยุกต์ใช้สามารถใช้สัญญาณที่ข้าง LED มาใช้ในการผลักดันเข็มเล็ก ๆ ที่สามารถดันขึ้น-ลงได้ โดยใช้ร่วมกับ Relay ในที่นี้จะไม่พูดถึงการใช้ Relay ร่วมกับเข็มขนาดเล็ก ๆ ซึ่งเป็นการประยุกต์ใช้เป็นเครื่องช่วยอ่านสำหรับคนตาบอด

วงจรส่วนนี้ เป็นส่วนของ LED แบบ Dot Matrix โดยที่ต่อเข้ากับวงจรส่วนส่งข้อมูลตามที่ได้อธิบายไว้แล้ว ดังรูป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



จากรูป ถ้าเราสั่งให้ Single board ส่งข้อมูลออกมา CPU จะส่งข้อมูลออกมาทีละ 8 bit ใน 8 bit ของข้อมูลแถวแรก (1 แถวมี 11 bit) จะถูกเข้าไปยัง 74LS374 ตัวแรก โดยจะมี port write เป็นตัวควบคุม ในขณะเดียวกัน 8255 ที่ port C ก็จะทำการส่งข้อมูลให้กับ 74LS154 ข้อมูลที่ 8255 จะเป็นค่า 0-15 โดย 8255 จะส่งข้อมูลจาก 0000-1111 ตามลำดับ เมื่อ 8255 ส่ง 0000 ออกมา 74LS154 ก็จะรับข้อมูลและทำการ Demultiplex ขา D0 ของ 74LS154 จะเป็น Low level voltage ในขณะที่อีก 15 ขา มีสถานะ High level voltage เมื่อขา D0 ของ 74LS154 มีสถาน LOW แล้ว LED 8 ตัวแรกของแถวแรกก็จะดับหรือสว่าง แล้วแต่ข้อมูลที่ส่งออกมาจาก 74LS374 ถ้าข้อมูล bit ที่เป็น 0 ออกมาก็จะทำให้ LED ตัวนั้น ON คือ LED จะสว่างและจะ Latch ข้อมูลนั้นไว้ เมื่อ CPU ส่งมา 8 bit แรกแล้ว ก็จะส่งข้อมูลมาอีก 8 bit แต่เราใช้เพียงแค่ 3 bit ข้อมูลจะถูกส่งเข้า 74LS374 ตัวที่ 2 พร้อมกันสัญญาณ port write จาก CPU ก็จะส่งมาเพื่อทำการให้ 74LS374 ตัวที่ 2 ทำงาน ดังนั้น LED 8 ตัวในแถวแรกก็จะมีการสว่าง-ดับตามข้อมูลที่ได้รับมา

ข้อมูลอีก 8 แถวก็จะมีการส่งข้อมูลและทำงานในลักษณะที่เหมือนกัน เมื่อส่งข้อมูลออกมาครบจนหมด LED ก็จะ Display เป็นลักษณะตัวอักษรตามที่เราได้ทำการเก็บข้อมูลไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุปและวิจารณ์

เครื่องช่วยอ่านตัวอักษรที่ทำในโครงงานนี้ เป็นการพัฒนาจากเครื่องช่วยการอ่าน ซึ่งแต่เดิมนั้นใช้หลักการที่ว่า ส่วนที่รับการสะเทือนของแสงจะครอบคลุมพื้นที่ของตัวอักษรทั้งหมด ซึ่งก็หมายความว่า ถ้าแบ่งตัวอักษรในลักษณะเป็นช่องเล็ก ๆ ขนาด 9 * 11 ก็จะต้องใช้ตัวรับการสะท้อนแสงจำนวน 99 ชุดด้วยกัน ต้องใช้ Fibre Optics จำนวน 99 เส้น ซึ่งในประเทศไทยในขณะนี้ยังไม่มี Fibre Optics ที่มีขนาดเล็ก และมีคุณภาพพอเพียงที่จะใช้ที่มีขายในประเทศไทยขณะนี้เป็น Fibre Optics ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 1 mm. และมี Loss ในสายสูง ถ้านำมาใช้จะได้หัวอ่านที่มีขนาดใหญ่มาก และมีราคาแพง ในโครงงานนี้ใช้เพียง 12 เส้น ซึ่งสามารถประหยัดได้ถึง 87 เส้นด้วยกัน เมื่อ Fibre Optics รับแสงเข้ามาก็จะต้องใช้ Photo Transistor ทำการแปลงสัญญาณแสงเป็นสัญญาณทางไฟฟ้า ถ้าใช้ในรูปแบบเดิม จะต้องใช้ถึง 99 ตัวด้วยกัน ซึ่งราคาจะแพงมาก ในโครงงานนี้ใช้เพียง 12 ตัว ทำให้เกิดการประหยัดขึ้นมาก ในวงจรส่วนอื่น ๆ ใช้ลักษณะที่คล้าย ๆ กัน

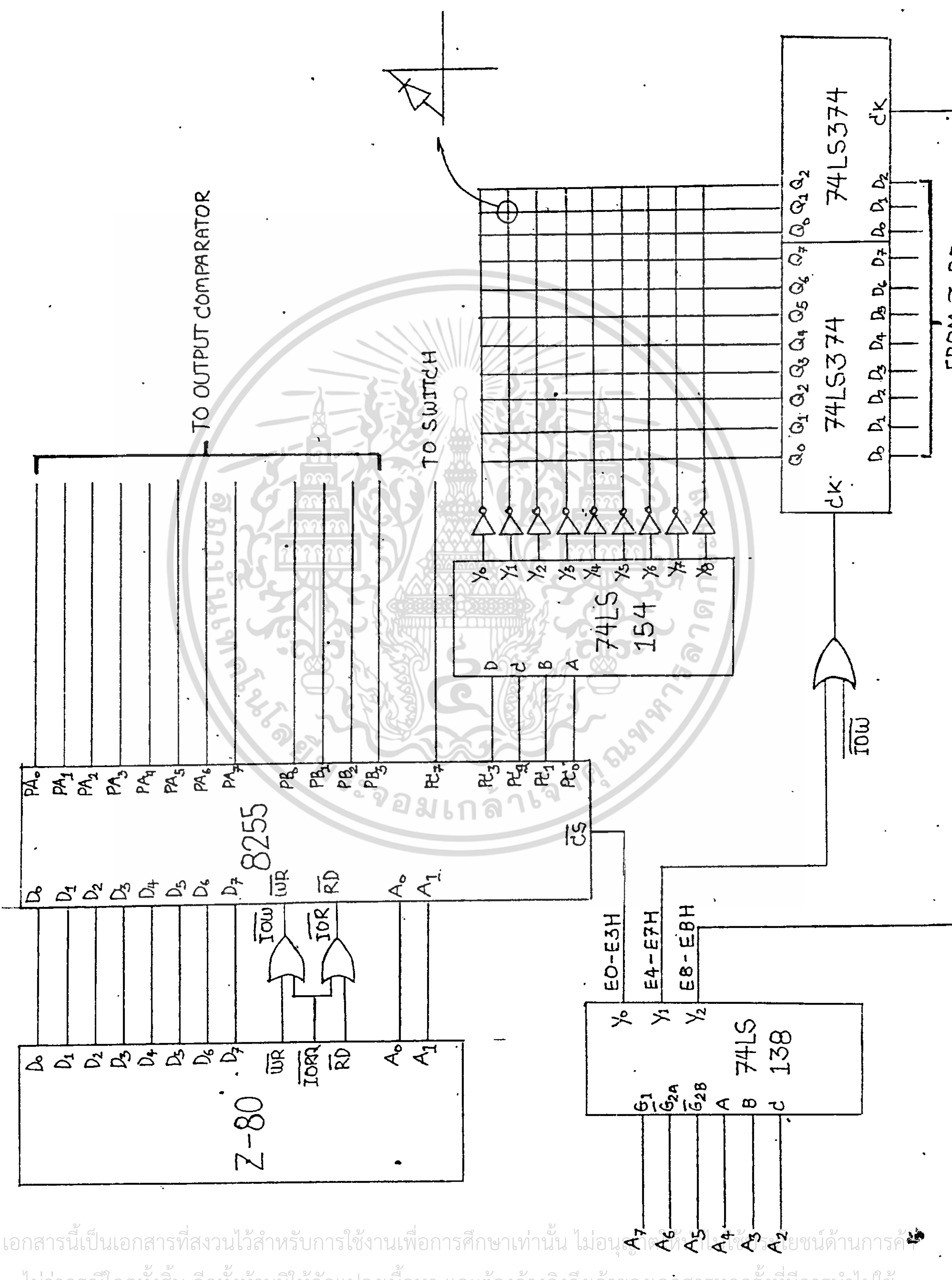
สำหรับในการปรับปรุงแก้ไข ในส่วนหัวอ่าน ถ้าใช้ลักษณะของ CCD Image Sensor ซึ่งเป็นอุปกรณ์พวก Semiconductor มีลักษณะเป็น Chip เล็ก ๆ ที่มีคุณสมบัติในการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นพลังงานไฟฟ้าโดยตรง ซึ่งมีราคาแพงมาก และหาซื้อได้ยากในเมืองไทยขณะนี้

ปัญหาในการทำโครงงานนี้ ส่วนมากจะเป็นการหาอุปกรณ์ ตามที่ได้กล่าวมาแล้วว่า ในเมืองไทยยังไม่มี Fibre Optics ที่มีคุณภาพสูงพอ ในต่างประเทศนั้นไม่สามารถซื้อได้ เพราะใช้ในจำนวนที่น้อย จึงจำเป็นที่จะต้องใช้ของคุณภาพต่ำ เนื่องจากเราใช้หลักการแบ่งตัวอักษรเป็นลักษณะ Matrix และ Scan ทีละแถว ซึ่งในการ Scan นั้นเราใช้มือในการ Scan ซึ่งเราไม่สามารถที่จะควบคุมความเร็วของมือที่ทำการ Scan ให้มีความเร็วคงที่ได้ เมื่อทำไม่ได้ก็จะทำให้เกิดการคลาดเคลื่อนของข้อมูลได้ ในการแก้ปัญหาในเรื่องนี้ เราอาจใช้ Fibre Optics เป็นตัว Sense การเปลี่ยนแถวในแต่ละแถว และใช้รูปแบบของตัวอักษรที่ออกแบบเอง โดยจะมีช่อง ๆ หนึ่งเป็นตัวบอกช่อง แต่ถ้าเราสามารถใช้เครื่องมือที่สามารถเคลื่อนตัวอักษรหรือเครื่องส่วนหัวอ่านให้มีความเร็วคงที่ได้ ก็จะสามารถแก้ไขปัญหานี้ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในการใช้ Micro Processer ทำการควบคุมการรับส่งข้อมูลนั้น เป็นประโยชน์ในการประยุกต์ใช้ เพื่อความสะดวกในส่วนอื่น ๆ เช่น อาจจะต่อ Steping Motor เพื่อบังคับให้หัวอ่านมีความเร็วคงที่เป็นต้น หรืออาจจะเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก ๆ ได้ เพื่อใช้ประโยชน์ในการ Print หรือแสดงข้อมูลเป็นประโยค, หรือเป็นหน้าเป็นเล่ม และสามารถใช้ประโยชน์ทางด้านอื่นได้อีกมาก

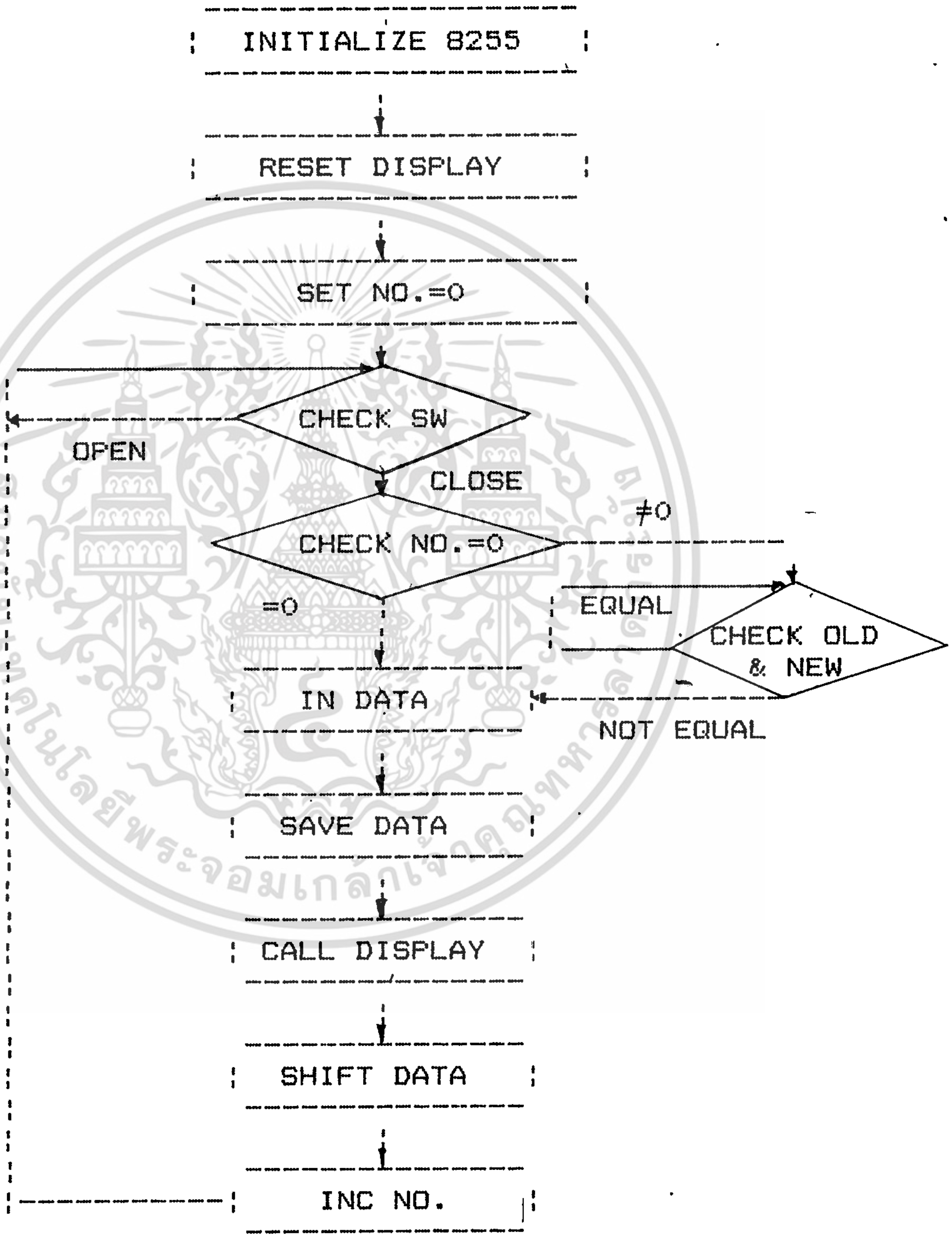
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

FLOWCHART



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
MAIN PROGRAM
                 LD A,9AH          ;CONTROL WORD
                 OUT<E3H>,A
                 LD A,FFH          ;RESET DISPLAY
                 OUT<E4H>,A
                 OUT<E8H>,A
                 LD L,00H          ;SET NO.=0
CHECK SW         IN A,<E2H>        ;CHECK SW
                 BIT 7,A
                 JPZ,CHECK SW
                 LD A,L
                 AND FFH
                 JPNZ,CHECK OLD&NEW DATA
IN DATA          IN A,<E0H>        ;IN DATA
                 LD B,A
                 IN A,<E1H>
                 LD<1911H>,A       ;SAVE DATA
                 LD B,A
                 LD<1910H>,A
CALL DISPLAY
                 LD A,<1902H>      ;SHIFT DATA
                 LD<1900H>,A
                 LD A,<1903H>
                 LD<1901H>,A
                 LD A,<1904H>
                 LD<1902H>,A
                 LD A,<1905H>
                 LD<1903H>,A
                 LD A,<1906H>
                 LD<1904H>,A
                 LD A,<1907H>
                 LD<1005H>,A
                 LD A,<1908H>
                 LD<1906H>,A
                 LD A,<1909H>
                 LD<1907H>,A
                 LD A,<190AH>
                 LD<1908H>,A
                 LD A,<190BH>
                 LD<1909H>,A
                 LD A,<190C>
                 LD<190AH>,A
                 LD A,<190DH>
                 LD<190BH>,A
                 LD A,<190EH>
                 LD<190CH>,A
                 LD A,<190FH>
                 LD<190DH>,A
                 LD A,<1910H>
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            LD<190EH>,A
            LD A,<1911H>
            LD<190FH>,A
            LD A,FFH
            LD<1910H>,A
            LD<1911H>,A
            INC L                ;INC NO.
            JP CHECK SW
CHECK OLD&NEW DATA
            IN A,<E1H>           ;CHECK OLD&NEW DATA
            OR F7H
            LD<1A00H>,A
            LD A,,1911H>
            OR F7H
            LD B,A
            LD A,<1A00H>
            CP B
            JP Z,CHECK OLD&NEW DATA
            JP IN DATA
SUB ROUTINE DISPLAY
            LD DE,0F00H
  ADDRESS   LD BC,1912H
            LD H,0917
  LOOP      LD A,FFH
            OUT<E4H>,A
            OUT<E8H>,A
            DEC BC
            DEC H
            LD A,H
            OUT<E2H>,A
            LD A,<BC>
            OUT<E4H>,A
            DEC BC
            LD A,<BC>
            OUT<E8H>,A
            LD A,H
            OR 00H
            JP NZ,LOOP
            DEC DE
            LD A,D
            OR 00H
            JP NZ,ADDRESS
            RET.
```


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

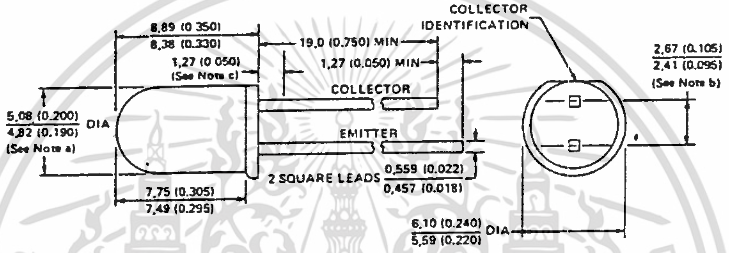
TYPE TIL414
N-P-N SILICON PHOTOTRANSISTOR

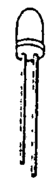
D2615, NOVEMBER 1980

- Designed for Automatic or Hand Insertion in Sockets or PC Boards
- Recommended for Industrial Applications Requiring Low-Cost Discrete Phototransistors
- Spectrally and Mechanically Matched with TIL38, TIL39, TIL905, and TIL906 IR-Emitting Diodes

mechanical data

This device has a clear molded epoxy body.





NOTES:
a. This diameter is measured 0,127 mm (0.005 inch) from the package shoulder.
b. Lead spacing is measured where the leads emerge from the package.
c. Within this zone the package contour is not controlled.

ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS AND PARENTHETICALLY INCHES

CL 10

absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

Collector-Emitter Voltage	35 V
Emitter-Collector Voltage	7 V
Continuous Device Dissipation at (or below) 25°C Free-Air Temperature (See Note 1)	50 mW
Operating Free-Air Temperature Range	−40°C to 80°C
Storage Temperature Range	−40°C to 100°C
Lead Temperature 1,6 mm (1/16 Inch) from Case for 5 Seconds	240°C

electrical characteristics at 25°C free-air temperature

PARAMETER		TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
$V_{(BR)CEO}$	Collector-Emitter Breakdown Voltage	$I_C = 100\ \mu A$, $E_e = 0$		35			V
$V_{(BR)ECO}$	Emitter-Collector Breakdown Voltage	$I_E = 100\ \mu A$, $E_e = 0$		7			V
I_D	Dark Current	$V_{CE} = 10\ V$, $E_e = 0$				50	nA
I_L	Light Current	$V_{CE} = 5\ V$, $E_e = 250\ \mu W/cm^2$,	See Note 2	100	700		µA
$V_{CE(sat)}$	Collector-Emitter Saturation Voltage	$I_C = 100\ \mu A$, $E_e = 250\ \mu W/cm^2$,	See Note 2		0.1		V

switching characteristics at 25°C free-air temperature

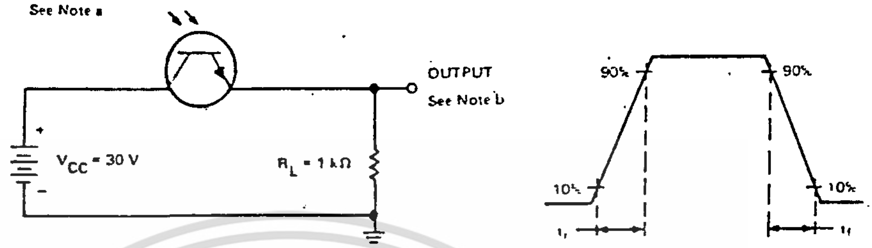
PARAMETER		TEST CONDITIONS		TYP	UNIT
t_r	Rise Time	$V_{CC} = 30\ V$,	$I_L = 800\ \mu A$,	8	µs
t_f	Fall Time	$R_L = 1\ k\Omega$,	See Figure 1	7	µs

NOTES:
1. Derate linearly to 80°C free-air temperature at the rate of 0.91 mW/°C.
2. Irradiance (E_e) is the radiant power per unit area incident upon a surface. For these measurements the source is an infrared-emitting diode, wavelength at peak emission is 930 nm, and spectral bandwidth is 45 nm.

Copyright © 1980 by Texas Instruments Incorporated

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PARAMETER MEASUREMENT INFORMATION



TEST CIRCUIT

OUTPUT VOLTAGE WAVEFORM

FIGURE 1

NOTES: a. Input irradiance is supplied by a pulsed gallium arsenide infrared emitter with rise and fall times of less than 50 ns. Incident irradiation is adjusted for I_L = 800 μA.

b. Output waveform is monitored on an oscilloscope with the following characteristics: t_r < 25 ns, R_{in} ≥ 1 MΩ, C_{in} < 20 pF.

TYPICAL CHARACTERISTICS

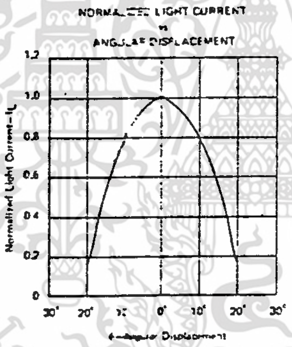


FIGURE 2

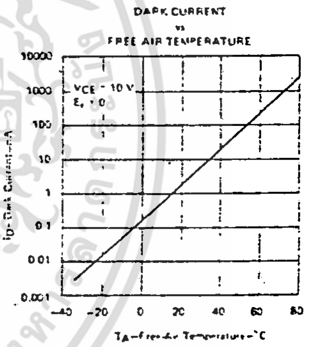


FIGURE 3

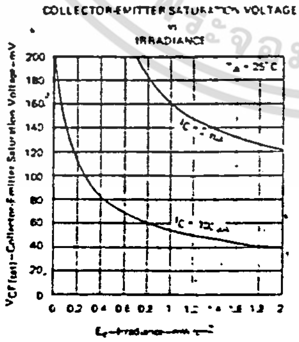


FIGURE 4

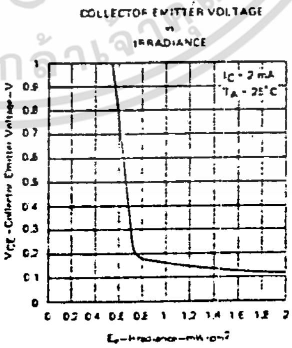


FIGURE 5

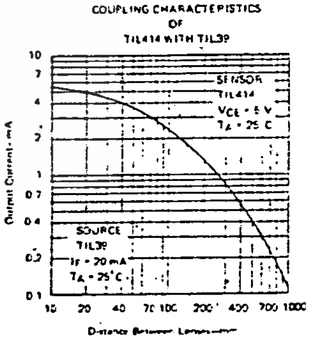


FIGURE 6

TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED
POST OFFICE BOX 225012 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

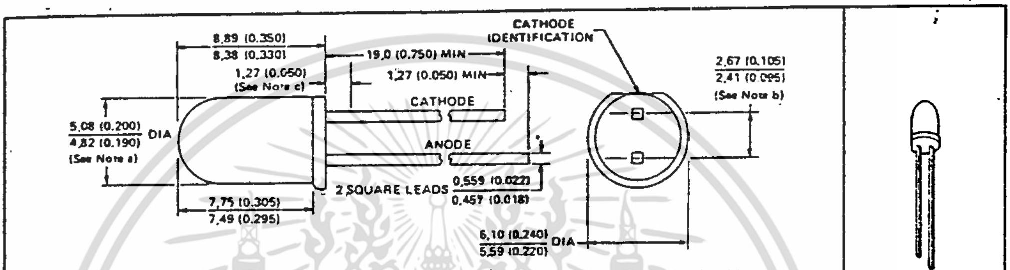
D2594, JULY 1980—REVISED APRIL 1983

DESIGNED TO EMIT NEAR-INFRARED RADIATION

- Output Spectrally Compatible with Silicon Sensors (e.g., TIL100, TIL413, TIL414)
- High Power Output with a Beam Angle of 20°

mechanical data

This device has a tinted molded plastic body similar in size to lamp style T-1 ¾



NOTES: a. This diameter is measured 0,127 mm (0.005 inch) from the package shoulder.
b. Lead spacing is measured where the leads emerge from the package.
c. Within this zone the package contour is not controlled.

ALL DIMENSIONS ARE IN MILLIMETERS AND PARENTHETICALLY IN INCHES

absolute maximum ratings at 25°C free-air temperature (unless otherwise noted)

Reverse Voltage .... 5 V
Continuous Forward Current at (or below) 25°C Free-Air Temperature (See Note 1) .... 100 mA
Peak Forward Current (See Note 2) .... 2 A
Operating Free-Air Temperature Range .... −40°C to 80°C
Storage Temperature .... −40°C to 100°C
Lead Temperature 1,6 mm (1/16 inch) from Case for 5 Seconds .... 240°C

operating characteristics at 25°C free-air temperature

	PARAMETER	TEST CONDITIONS		MIN	TYP	MAX	UNIT
P_O	Radiant Power Output	I_F = 100 mA,	See Note 3	6	8		mW
	Axial Power Output into a 10° Cone	I_F = 20 mA,	See Note 4		150		μW
I_e	Axial Radiant Intensity†	I_F = 100 mA,	See Note 3		35		mW/sr
λ_p	Wavelength at Peak Emission	I_F = 20 mA		915	940	975	nm
$\Delta\lambda$	Spectral Bandwidth Between Half-Power Points				50	75	nm
θ_{HI}	Emission Beam Angle Between Half-Intensity Points				20°		
V_F	Static Forward Voltage	I_F = 100 mA			1.4	1.75	V
		I_F = 1 A, duty cycle ≤ 1%	t_w = 10 μs;		2.55		
C	Capacitance	V_F = 0,	f = 1 MHz		25		pF
t_r	Radiant Pulse Rise Time‡	I_{FM} = 100 mA,	t_w ≥ 5 μs		600		ns
t_f	Radiant Pulse Fall Time‡				350		

†Axial radiant intensity is measured over 0.1 steradian on the mechanical axis. One steradian is the solid angle at the center of a sphere subtended by a portion of the surface area equal to the square of the radius of the sphere. There are 4 π steradians in a complete sphere.

‡Radiant pulse rise time is the time required for a change in radiant power output from 10% to 90% of its peak value for a step change in current; radiant pulse fall time is the time required for a change in radiant power output from 90% to 10% of its peak value for a step change in current.

NOTES: 1. Derate linearly to 80°C free-air temperature at the rate of 1.82 mA/°C.
2. This value applies for t_w ≤ 10 μs, f ≤ 1 kHz. See Figure 1.
3. These parameters must be measured using pulse techniques, t_w = 10 ms, duty cycle ≤ 1%.
4. The nominal 10° cone is defined by an aperture that has a diameter of 6.76 mm (0.266 inch) and is located 38.6 mm (1.52 inch) from the lens side of the flange.

Copyright © 1983 by Texas Instruments Incorporated

TEXAS INSTRUMENTS
INCORPORATED
POST OFFICE BOX 225012 • DALLAS, TEXAS 75265

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

PEAK FORWARD CURRENT
vs
PULSE WIDTH

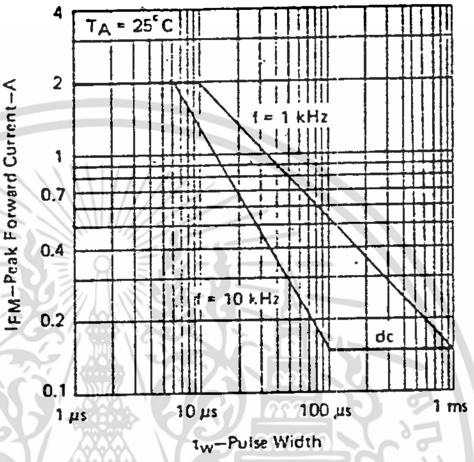


FIGURE 1

TYPICAL CHARACTERISTICS

FORWARD CONDUCTION CHARACTERISTICS

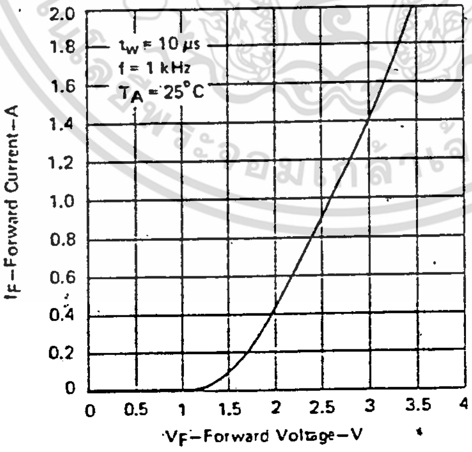


FIGURE 2

AXIAL RADIANT INTENSITY
vs
PEAK FORWARD CURRENT

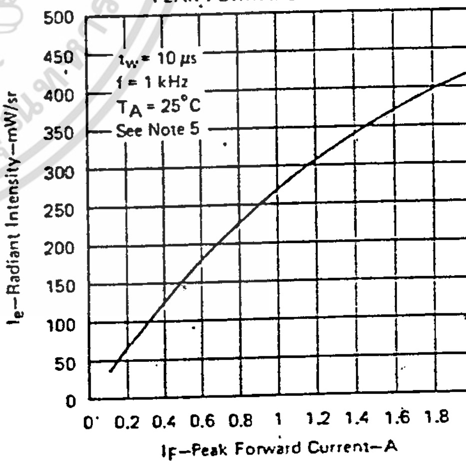


FIGURE 3

NOTE 5: Radiant intensity is measured over 0.01 steradian on the mechanical axis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

REFERENCE

<1> JAMES W. COFFROT ,"Z80 APPLICATION" COPYRIGHT 1983 BY SYBEX ,PRINTED IN THE UNITED STATE OF AMERICA.

<2> "OPTOELECTRONICS DATA BOOK <1983-1984>" , TEXAS INSTRUMENT.

<3> CHARLES K. KAO ,"OPTICAL FIBRE SYSTEM",PRINTED BY MC- GRAWHILL BOOK PROGRAM,1982

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้