สงวนลิขสิทธิ์ตามพระราชบัญญัติ

สื่อสารข้อมูลผ่านเส้นใยแสง

และ

มัลติเพลกเซอร์แบบแบ่งเวลา

โดย

นาย เกรียงศักดิ์ สุวรรณทา รหัส 34132142

นาย ธวัชกฤษณ์ ธิบูรย์บุญ รหัส 34132149

นาย เรืองศักดิ์ เพชรประดับ รหัส 34132160

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

สาขาเทคโนโลยีโทรคมนาคม

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2535

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032687

DATA COMMUNICATION BY OPTICAL FIBER

AND

TDM MULTIPLEXER

By

Mr. Kriangsak Suwanta Code 34132142

Mr. Thavatkrit Thiboonboon Code 34132149

Mr. Ruangsak Petchpradab Code 34132160

THIS PROJECT REPORT SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT OF THE REQUIRMENTS

FOR THE DEGREE OF BACHELOR OF ENGINEERING

DEPARTMENT OF TECHNOLOGY COMMUNICATION ENGINEERING

FACULTY OF ENGINEERING

KINGMONGKUT INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032687

ชื่อโครงงาน สื่อสารข้อมูลผ่านเส้นใยแสงและมัลติเพลกเซอร์แบบแบ่งเวลา

โดย นาย เกรียงศักดิ์ สุวรรณทา ระหัส 34132142

นาย ธวัชกฤษณ์ ธิบูรณ์บุญ ระหัส 34132149

นาย เรืองศักดิ์ เพชรประดับ ระหัส 34132160

สาขา เทคโนโลยีโทรคมนาคม

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

ผศ.นิกร สุขุดมะดันติ

คณะกรรมการปริญญานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(.....)

..... กรรมการ

(.....)

..... กรรมการ

(.....)

..... กรรมการ

(.....)

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
สารบัญรูป	ง
บทที่	
1 บทนำ	
- ความเป็นมาและปัญหา	1
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
- ขอบเขตของโครงงาน	2
2 ทฤษฎีของ OPTO DEVICE และ OPTICAL FIBER	3
3 RS 232-C	23
4 การมัลติเพลกซ์	34
5 การออกแบบวงจร	37
6 การทดลองวัดสัญญาณ	49
สรุป	53
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทคัดย่อ

การสื่อสารข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของสัญญาณดิจิตอลทำพร้อมกันหลายๆช่องสัญญาณ โดยการใช้ ระบบมัลติเพลกซ์แบบแบ่งเวลา (TIME DIVISION MULTIPLEX) ใช้วิธีจัดช่วงเวลาให้เหมาะสมกับจำนวนช่องสัญญาณที่จะส่งและความถี่ของ CLOCK ที่จุดทำงานของ MULTIPLEXER แล้วนำสัญญาณจาก TDM MULTIPLEXER ส่งออกผ่าน OPTICAL FIBER ด้วยความเร็วสูง ใช้หลักการ RECOVERY CLOCK ในการที่จะทำให้ TDM MULTIPLEX ต้นทางและปลายทาง SYNC กัน

การส่งข้อมูลทั้งหมดเป็นแบบ FULL DUPLEX สามารถส่งและรับข้อมูลเป็นอิสระต่อกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ABSTRACT

THE DATA COMMUNICATION SYSTEM IN FORM DIGITAL SIGNAL CAN WORK SEVER CHANNEL IN THE SAME TIMEBY BY TIME DIVISION MULTIPLEX SYSTEM. USE DIVIDING TIME SLOT BY AMOUNT OF CHANNEL AND FREQUENCY OF CLOCK OF MULTIPLEXER. ALL SIGNAL FROM OUT PUT TDM MULTIPLEXER SEND PASS OPTICAL FIBER SYSTEM BY HIGH SPEED. USE PRINCIPLE OF RECOVERY CLOCK FOR SYNCHRONIZATION OF TRANSMITTION AND RECEPTION.

ALL TRANSMISSION IS FULL DUPLEX SYSTEM,SENDING AND RECIEVING IS INDEPENDENT ON ANATHOR ONE.IT WORK BY FREE.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

โครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ดีพอสมควร ต้องขอกราบขอบคุณ ผศ. นิกร สุขุตมดันติ ที่ได้ให้ความกรุณาให้คำปรึกษาและให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ต่อการแก้ปัญหาที่เกิดขึ้นตลอดระยะเวลาที่ทำโครงงานนี้ และที่จะต้องขอขอบคุณเป็นพิเศษ สำหรับที่ทำการสื่อสารข้อมูล แผนกกองโทรเลข การสื่อสารแห่งประเทศไทย ซึ่งได้ให้ความอนุเคราะห์ ตลอดจนเครื่องมือและห้องทดลอง ซึ่งผู้จัดทำขอสำนึกในบุญคุณ

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
ABSTRACT	ข
กิตติกรรมประกาศ	ค
บทที่	
1 บทนำ	
- ความเป็นมาและปัญหา	1
- ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ	2
- ขอบเขตของโครงงาน	2
2 ทฤษฎีของ OPTO DEVICE และ OPTICAL FIBER	3
3 RS 232-C	23
4. การมัลติเพลกซ์	34
5 การออกแบบวงจร	37
6 การทดลองวัดสัญญาณ	49
สรุป	53
เอกสารอ้างอิง	54
ภาคผนวก	55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ความเป็นมาและปัญหา

การสื่อสารข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์ ON-LINE ในบ้านเรายังเป็นแบบใช้ผ่านสายแบบ METAL CABLE ซึ่งใช้กับการส่งข้อมูลของระบบคอมพิวเตอร์ที่ SPEED สูงๆระดับ KILOBIT/SEC ไม่ได้ เพราะมี LOSS ในสายสูง BAND WIDTH ไม่กว้างและมีปัญหาจุดต่อสายมีสนิมหรือมีออกไซด์จับ เป็นเหตุให้เกิดการ LOSS ในสาย

การนำเอา OPTICAL FIBER มาใช้แทนสายแบบ METAL CABLE ปัจจุบันมีทำกันแล้วในหลายประเทศที่เจริญทางเทคโนโลยี เพราะมีข้อดีคือ BAND WIDTH กว้างมาก LOSS มีน้อยมาก ไม่มีการรบกวนจากสนามแม่เหล็กไฟฟ้า สามารถส่งข้อมูลด้วยความเร็วสูง ค่า DELAY TIME ในการส่งผ่านสายมีค่าต่ำมาก จะเห็นว่ามีข้อได้เปรียบสายแบบ METAL CABLE อยู่มาก

ในบ้านเรามีการนำเอา OPTICAL FIBER CABLE มาเริ่มใช้แล้ว ทั้งการสื่อสารแห่งประเทศไทยและองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทยเริ่มใช้งาน OPTICAL FIBER CABLE แล้วเป็นบางส่วน อีกไม่นานระบบ ISDN จะถูกนำมาใช้ในบ้านเราและ OPTICAL FIBER CALE นี่แหละจะต้องถูกใช้งานมากเพื่อรองรับการใช้งานของระบบ ISDN นี้

จึงเป็นการสมควรที่จะมีการทดลองและศึกษาข้อมูลในการใช้งาน OPTICAL FIBER CABLE เพื่อการใช้งานที่จะมีมานี้ โครงงานนี้จึงเกิดมีขึ้นมาด้วยเหตุผลดังกล่าวมานี้ และเนื่องจาก OPTICAL FIBER มี BAND WIDTH กว้างมาก สามารถรับงานสื่อสารใหญ่ๆได้ โครงงานนี้จึงรวม MULTIPLEXER ระบบ TDM เข้ามาใช้งานร่วมกับ OPTICAL FIBER ด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถติดต่อสื่อสารข้อมูลผ่าน optical fiber ได้พร้อมกันหลายช่องสัญญาณ
2. สามารถที่เข้าใจการ interface ระหว่างสัญญาณไฟฟ้ากับสัญญาณแสง
3. สามารถเข้าใจและสามารถสร้าง Multiplexer TDM ได้
4. สามารถนำวงจรในโครงงานนี้มาประยุกต์ใช้งานจริงได้

ขอบเขตของโครงงาน

1. สามารถที่จะสื่อสารข้อมูลผ่าน Optical fiber ได้พร้อมกัน 4 channel
2. multiplexer ใช้แบบ TDM ต้อง syncronized
3. เป็นการสื่อสารแบบ Full Duplex ที่ผ่าน optical fiber 2 เส้น
4. computer ที่นำมาใช้สามารถที่จะส่ง-รับเป็นอิสระจาก channel อื่น
5. compuetr ที่นำมาใช้ต้องมี card RS 232-c และใช้ soft ware ชื่อ x-talk ในการส่งสัญญาณสื่อสารข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีของ OPTO DEVICE และ OPTICAL FIBER

ในบทนี้เป็นการศึกษาเกี่ยวกับการใช้ fiber optic ในการสื่อสาร โดยต้องการใช้ติดต่อ ระหว่างแหล่งข้อมูล 2 แหล่ง ตามจุดประสงค์ ที่แท้จริงนั้น ต้องการที่จะติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ เป็นหลัก

บทนี้จะประกอบไปด้วย เนื้อหาดังนี้ คือ

1. จะอธิบายถึงทฤษฎีที่เกี่ยวข้องต่างๆ ซึ่งประกอบไปด้วย opto electronic devices ต่างๆ ได้แก่ light source และlight detecting device จำพวก photo diode, phototransistor, photodarlington

2. ข้อดีและปัญหาที่เกิดขึ้น ในระบบการสื่อสารผ่านเส้นใยแสง

3. การเคลื่อนที่ของแสงในเส้นใยแสง

4. การแตกกระจายของรูปสัญญาณจากสายใยแสง

5. การแบ่งชนิดสายตามลักษณะดัชนีการหักเหแสงของแกน

6. แบนวิดธ์ของสายใยแสง

7. ความสูญเสียของสัญญาณในเส้นใยแสง

8. โครงสร้างของสายใยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

OPTO ELECTRONIC DEVICE

จะอธิบายพื้นฐานของ semiconductor device ที่สร้างใน optoelectronic ซึ่งกฎเกณฑ์ และ การทำงาน ของมันตลอดจน junction ของวงจร ของมันจะทำให้ designer มีความเข้าใจมากยิ่งขึ้นใน characterictic ของมันตลอดจนสามารถเอาไปประยุกต์ใช้งานได้

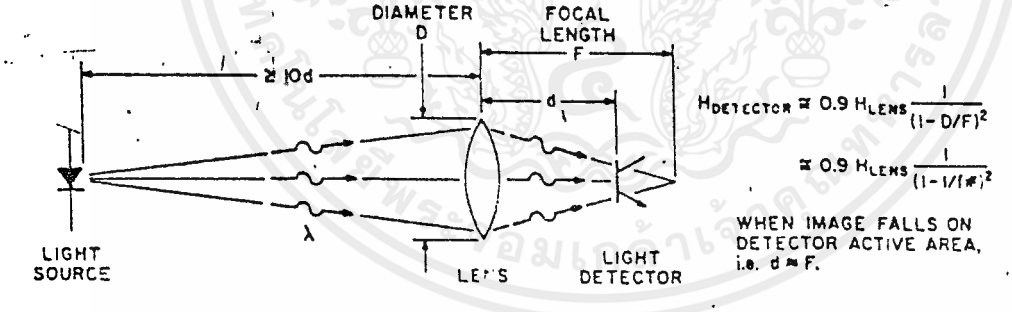
1. Light sources

มี Light sources มากมายที่เราจะพูดถึงเช่น Light Eitter Diode (LED)trangsten Lamp , Neon Lamp , Flouresoent Lamp และ Xenon Lamp เพราะว่า Light Emitter ส่วนที่ถูกออกแบบให้ทำงานเป็น Light sourcrs ซึ่งเราจะได้ยกเอามา อธิบายเป็นบางตัวเช่นพวก semiconductor พวก diode source,laser diode และ Light Emitter Diode (LED) Junction Luminescence หรือ Junction Electroluminescence เกิดขึ้นเสมือน เป็นผลของไฟกระแสตรง ที่ voltage ต่ำๆมีป้อนให้กับ cystal ที่มี pn junction ซึ่งเป็นพื้นฐานของ Light Emitter diode (LED) เปล่งแสงเมื่อมีการ bias ในทิศทาง Forward การเปล่งแสงนี้ สามารถที่จะเป็นทั้งพวกที่มองไม่เห็น เช่น Infared หรือพวกที่มองเห็นเป็น spectrum ซึ่ง semiconductor Light source สามารถสร้าง ขึ้นในช่องของความยาวคลื่นที่กว้างและขยายจากจุดที่ใกล้ Ultra vioret ไปจนมากกว่า Infared แต่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถึงกระนั้นก็ตาม มันยังมีขอบเขตของความยาวคลื่น มากกว่า 500nm ซึ่ง LED จะเป็นพวกInfared Emitting Diode ซึ่ง แทนด้วย IRED

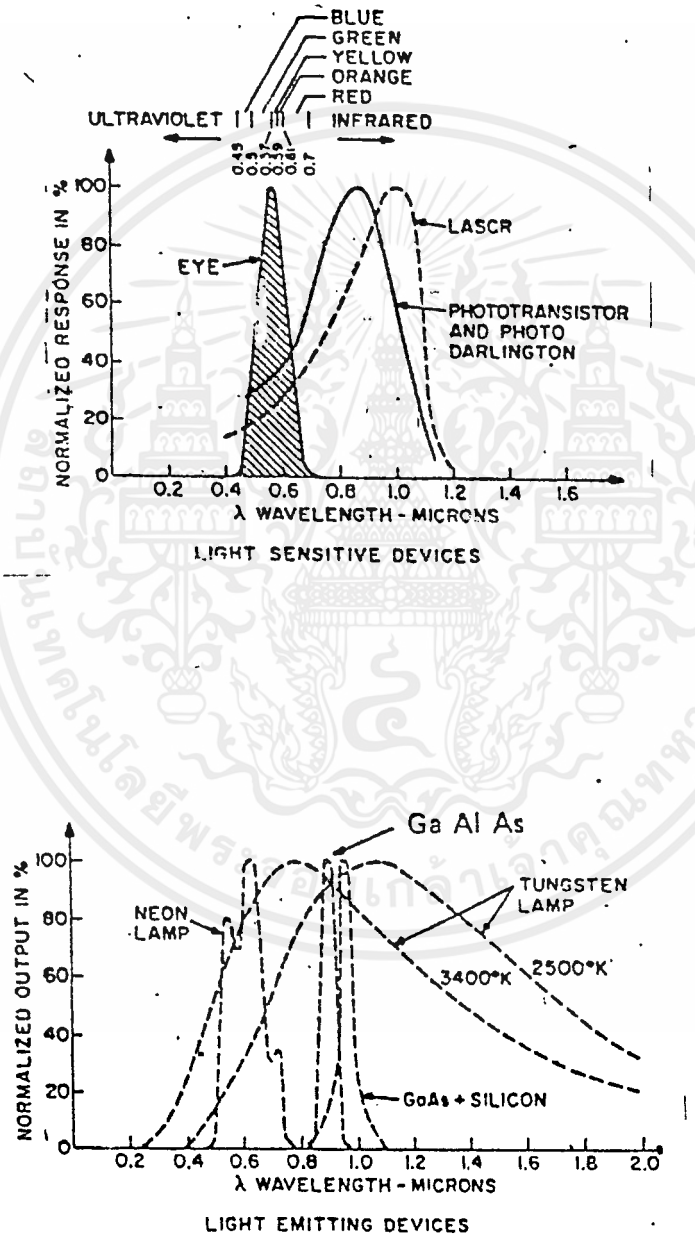
ซึ่ง IRED ก็คือ LED ที่เปล่งแสงที่มองไม่เห็นในช่วงใกล้ Infared กระแส forward bias จะไหลไปใน pn junction ทำให้ hold ถูกฉีดเข้าไปใน N-type และอิเล็คตรอนถูกฉีดเข้าไปใน P-type เมื่อ miniority carrier มารวมกันใหม่ พลังงานจะถูกแปรไปตาม band ของ semiconductor ซึ่งถูกปล่อยออก บางส่วนของพลังงานนี้ถูกปล่อยออกเป็นแสง ในขณะที่ส่วนที่เหลือ จะถูกปล่อยออกเป็นความร้อน ซึ่งพลังงานจะประกอบอยู่ในรูปของ photon ของแสงที่มีความถี่ (เช่นสี) และ LED ที่มีband gao emergency ที่ถูกทำก็จะให้ ความถี่ของแสงที่กระจายออกสูงกว่า



รูปที่ 2.1 DETETION WITH A CONVERGING LENS

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางไฟฟ้าของ LED, Laser Diode และ IRED จะเหมือนกับ pn junction ของdiode อื่นๆที่มี Higher forward voltage drop ที่มากกว่า silicon diode เนื่องจากการมี Higher band gao emergy และ low reverse break down voltage เนื่องจาก droping level ตัวการ hight production ที่มี Efficient



รูปที่ 2.2 NORMALIZED SPECTAL CHARACTERISTICS OF LIGHT SENSITIVE AND LIGHT EMITTING DIODE

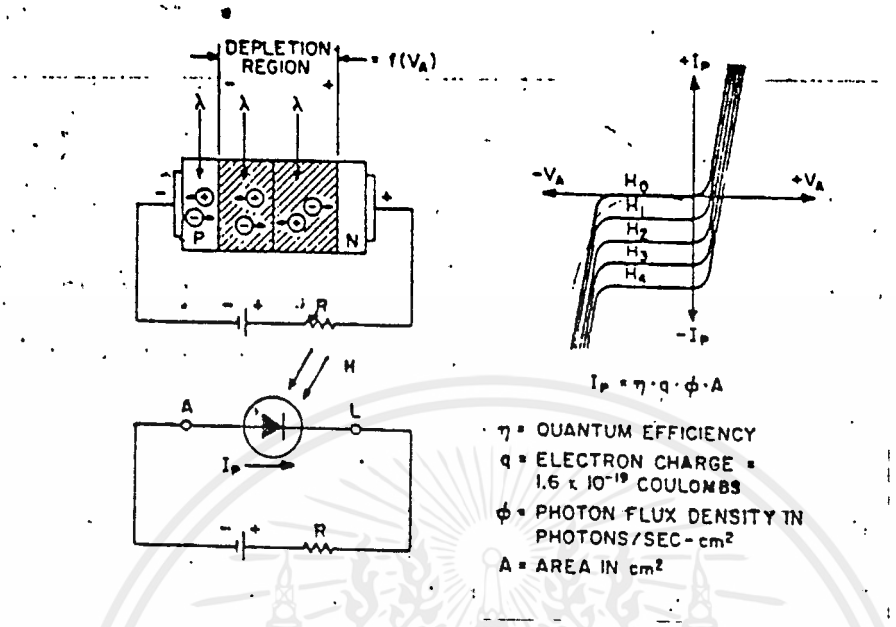
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Light Detector มีพื้นฐานอยู่บนเทคโนโลยีของ Mass product silicon semiconductor ซึ่งเปลี่ยนสัญญานแสงให้เป็นสัญญาณไฟฟ้า และเป็นส่วนสำคัญของ Modern semiconductor optoelectronic picture และ Light Detector

2. Photo Diode

เราจะเข้าใจดียิ่งขึ้นเมื่อดูที่ reverse bias junction และ photodiode เมื่อแสงที่มี ความยาวคลื่นเฉพาะ วิ่งมากระทบรอยต่อ hole - electron pair จะถูกสร้างขึ้นและไหลผ่าน junction โดยทางสนามที่สร้างผ่าน depletion region เป็นผลทำให้มีกระแสไฟฟ้าไหลมี photo current เกิดขึ้นใน วงจรภายนอก ซึ่งขึ้นอยู่กับ ความสามารถในการส่องแสงของมัน มันจะประพฤติตัวเป็นเสมือน current generator ที่คงที่ให้ออกมา จนถึง avalence voltage ดังแสดงในรูป 1.2 มี temperature coeffi cient และ time response ในช่วง submicro second ที่ spectial response และ speed สามารถที่จะปรับได้ โดยคุณสมบัติทางเรขาคณิต และ doping ของรอยต่อ การเพิ่มขึ้นของ พื้นที่ของรอยต่อจะเพิ่มความไวแสง (sensitivity) (คิดเป็น photo current) ต่อหน่วยของการส่องแสง ของ photo diode โดยให้ photon ที่มากขึ้นแต่มันก็เป็นการเพิ่มความจุของรอยต่อ เช่นกัน ซึ่งจะทำให้ response time เพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3 LIGHT SENSITIVE REVERSE BIASED PN JUNCTION PHOTO DIODE

Absorption cofficient ของแสงใน silicon จะลดลงด้วยการเพิ่มขึ้นของความยาวคลื่นที่ส่งไป ดังนั้นขณะที่ ความยาวคลื่นที่เปล่งออกลดลง ด้วยการเพิ่มของความยาวคลื่นที่ส่งไป ดังนั้นขณะที่ ความยาวคลื่นที่เปล่งออกลดลง จำนวนเปอร์เซ็นของ hole-electron pair จะถูกสร้าง และเข้าใกล้ พื้นผิวของ silicon มากยิ่งขึ้น และ เป็นผลทำให้ photo diode แสดง peak response point ออกมาที่ความยาวคลื่นบางค่า และ ที่ - ความยาวคลื่นนี้ จำนวนของ hole-electron pair ที่มากที่สุด และจะถูกสร้างใกล้ๆกับ รอยต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Silicon Light Detector

โดยทั่วไป ประกอบด้วย รอยต่อ และภาคขยาย junction diode จะไวต่อแสง ในบางระดับ ของความยาวคลื่นของแสง ในบางกรณี light emitting diode สามารถ ที่จะถูกใช้ในการ detect ความยาวคลื่น ของแสงอย่างไรก็ตาม มันก็เป็นตัวที่ไวแสงต่อความยาวคลื่นที่เปล่ง ออกไปซึ่งขึ้นอยู่กับ bulk material จะถูกกลืนความยาวคลื่น เพื่อสร้าง hole electron pair ซึ่ง photo diode ที่เราใช้ในที่นี้จะมี output efficiency ที่สูงโดยขึ้นกับการลดลงของ bulkabsorbtion ที่ 880 nm ซึ่งจะแสดงความไม่ไวต่อแสงที่ 880 nm สำหรับบางกรณี

4. Avalence Photo Diode

เป็นรูปแบบหนึ่งของระบบภาคขยายที่ใช้ร่วมกับ photo diode เมื่อใช้ในการขยายกระแส photodiode ที่สร้างจาก hole-electron pair ซึ่งจะให้ความไวแสงและความเร็วสูง อย่างไรก็ตาม ความสมดุลย์ ระหว่าง สัญญาณรบกวน กับ gain นั้นเป็นไปได้ยากมาก และ ราคาค่อนข้างสูง และในเรื่องอุณหภูมิ และการควบคุมตลอดจนต่าง voltage bias นี้ค่อนข้างสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

032687

5. Photo Transister

Light - sensitive transister เป็นส่วนของพื้นฐานที่ง่ายที่สุด ของการต่อร่วม photo diode และภาคขยาย เมื่อรับแสงตรงขณะไบอัสย้อนกลับที่รอยต่อ pn (คอลเลคเตอร์ - เบส) กระแสเบส จะถูกสร้าง และขยายโดยกระแส gain ของ transister การ ไบอัส จากภายนอกของเบสนั้นสามารถทำได้ ซึ่งจะได้สูตรของกระแส อิมิเตอร์ คือ

$$IE = (IP + IB)(hfe+1)$$

เมื่อ IP = โปรตรอนที่สร้างกระแสเบส

IE = กระแสอิมิเตอร์

IB = กระแสเบส

hfe = DC current gain ของ transister

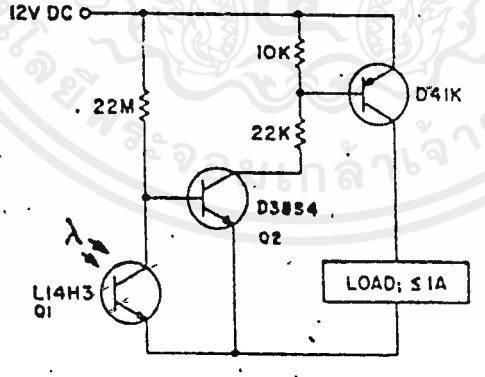
ซึ่งแสดงให้เห็นว่า ทรานซิสเตอร์นี้ จะมีผลกระทบกระเทือน เมื่อระดับของการมีความแตกต่างที่เบส และกำหนดว่า response จะแปรไปตาม hfe ซึ่งแปรตามกระแส voltage และตามอุณหภูมิ และ switching time ของการรวมกันจะถูกบังคับโดย RC time constant ของเบส ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าความจุของ photo diode ต่อร่วมกับกระแสเบส ที่ต่ำ และ อินพุท อิมพีแดนท์ ที่สูงคูณด้วย voltage gain ของภาคขยาย ซึ่งจะทำให้เห็นได้ว่าสำหรับ photo detector นั้นจะ "HIGHER GAIN"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า hfe ที่สูง และพื้นที่รอยต่อบอง คอลเลคเตอร์-เบส ที่กว้างต้องการความไวแสงของ photo transister ที่สูงซึ่ง สามารถทำให้ระดับ dark current ที่สูงเมื่อรอยต่อคอลเลคเตอร์-เบส เป็นการไบอัสย้อนกลับซึ่ง

$$I_{CBO}\ (dark) = hfe\ I_{CBO}$$

ซึ่งI_{CBO} คือกระแส Leakage ของรอยต่อ คอลเลคเตอร์-เบส ซึ่งขึ้นกับ พื้นที่รอยต่อและขอบเขตของพื้นที่ผิว ซึ่งจะต้องระวังให้มี dark currentของ photo transister ที่ค่าต่ำและมีความไวสูง dark current จะมีผลต่อการใช้งานถึงระดับ แสงที่ต่ำโดยจะทำให้รอยต่อเบส-คอลเลคเตอร์ แยกออกจากการไบอัสย้อนกลับ เช่น V_{CEO} น้อยกว่า ไบอัสข้างหน้า ของ silicon diode ซึ่งจะทำให้ Light-current ถูก detectในช่วง นาโนเมตร



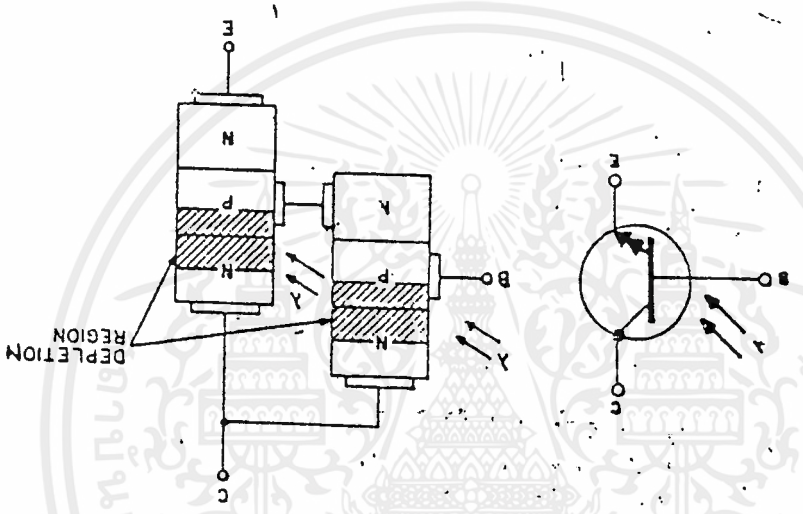
รูปที่ 2.4 USE OF PHOTO TRANSISTER AT VERY LOW LIGHT LEVELS

วงจรนี้จะ turn on เมื่อให้แสงแก่ Q1 drop ต่ำกว่า 0.5 Foot-cendle

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Photo Darlington

จะทำงานเหมือน photo transister ยกเว้นมันให้ Current gain สูงกว่า



รูปที่ 2.5 SYMBOL AND CONSTRUCTION OF PHOTO DARLINGTON

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อดีและปัญหาที่เกิดขึ้นในระบบการสื่อสารผ่านเส้นใยแสง

การสื่อสารผ่านเส้นใยแสงมีข้อดีกว่าการสื่อสารที่ใช้สัญญาณพาห์ที่เป็นคลื่นไฟฟ้าอยู่หลายประการคือ

ก bandwidth กว้างกว่ามาก

ข ขนาดเล็ก น้ำหนักเบา

ค ไม่มีการรบกวน จากการเหนี่ยวนำทางไฟฟ้า

ง ไม่เป็นสนิม

จ วัตถุดิบที่ใช้ทำคือสารที่มีอยู่ในทรายคือ sio_2 หาได้ง่าย สามารถสร้างในราคาถูก

การสื่อสารผ่านเส้นใยแสงมีข้อเสียคือ

ก ยาก ในการเชื่อมต่อ เพราะต้องการความเที่ยงตรงสูง

ข ยากต่อการ coupling และ dividing สัญญาณ

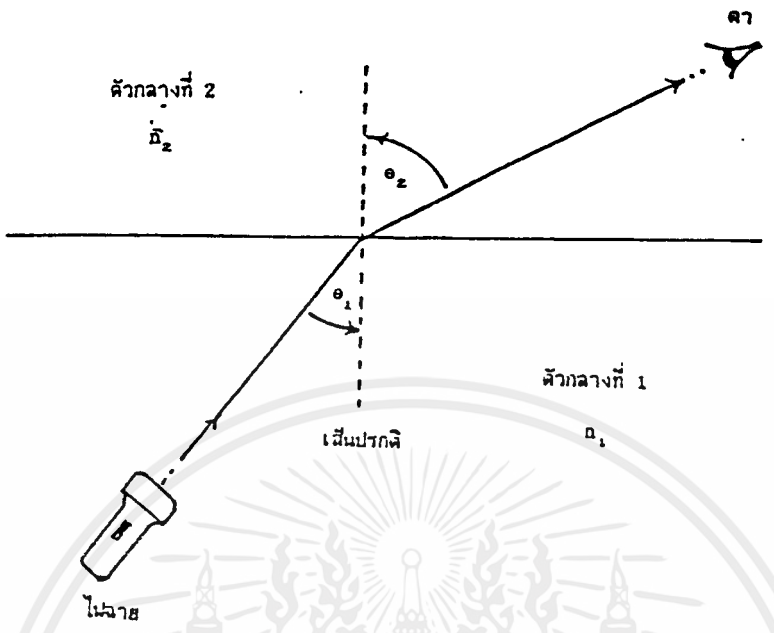
ค ใช้ส่งกำลังงานไฟฟ้าสำหรับเลี้ยงระบบไม่ได้แต่ปัญหาเหล่านี้ดูไม่สำคัญเมื่อเทียบกับข้อดี

การเคลื่อนที่ของแสงในเส้นใยแสง

เมื่อแสงเดินทางผ่านตัวกลาง 2 ชนิดที่มีดัชนีการหักเหแสง(light reflactive index) ที่ต่างกัน จะมีการหักเหเกิดขึ้นตาม Snell's low คือ

$$\sin\theta_1/\sin\theta_2 = n_2/n_1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 การหักเหของแสง

เมื่อ n_1, n_2 คือดัชนีการหักเหของแสงของตัวกลางที่ 1 และ 2 ตามลำดับ

$0_1, 0_1$ คือค่ามุมของแสงที่ทำกับเส้นปกติ (normal line) บนผิวรอยต่อของตัวกลางทั้งสอง ดังรูปที่ 2.6

ดังนั้น เมื่อมีการฉายลำแสงสู่แท่งแก้วตันที่วางอยู่ในอากาศด้วยมุมตกกระทบต่างๆ ดังในรูป 2.7

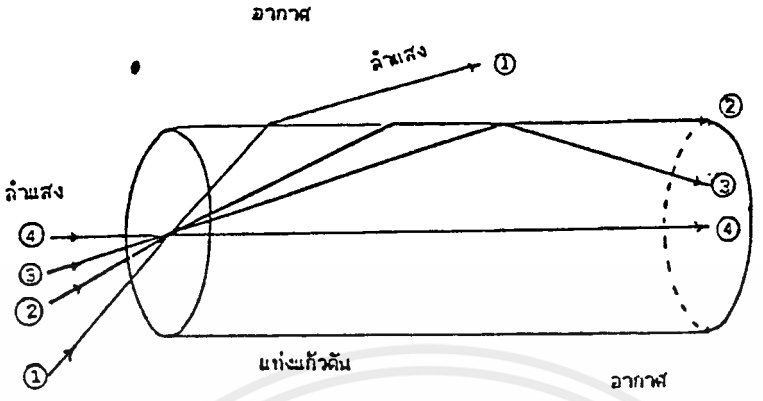
ลำแสงที่ 1 มุมตกกระทบมีขนาดเล็ก จึงหักเหหลุผ่านแท่งแก้วไป

ลำแสงที่ 2 มุมตกกระทบมีขนาดที่เรียกว่ามุมวิกฤต จะทำให้แสงหักเหไปขนานกับผนังแท่งแก้ว

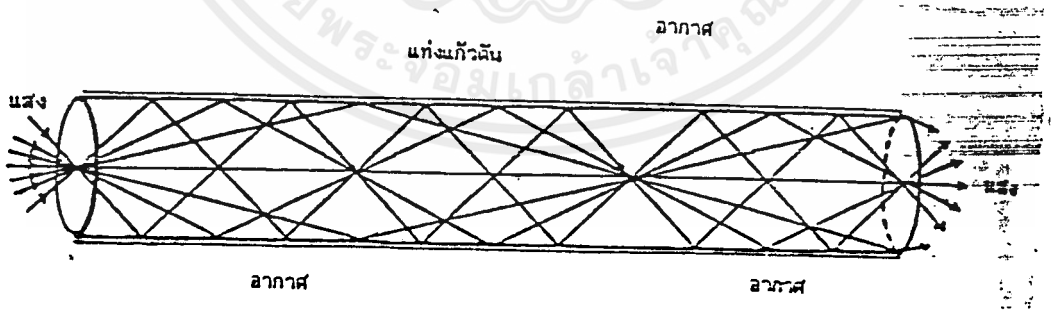
ลำแสงที่ 3 มุมตกกระทบมีขนาดโตกว่ามุมวิกฤต ลำแสงจะสะท้อนกลับไปในแท่งแก้ว และจะสะท้อนไปเรื่อยตามความยาวแท่งแก้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำแสงที่ 4 มุมตกกระทบไม่มี แสงจะเดินทางไปตามแนวกลางของแท่งแก้ว



รูปที่ 2.7 การหักเหของแสงผ่านแท่งแก้วดัน



รูปที่ 2.8 แสดงการเคลื่อนที่ของแสงในเส้นใยแสง

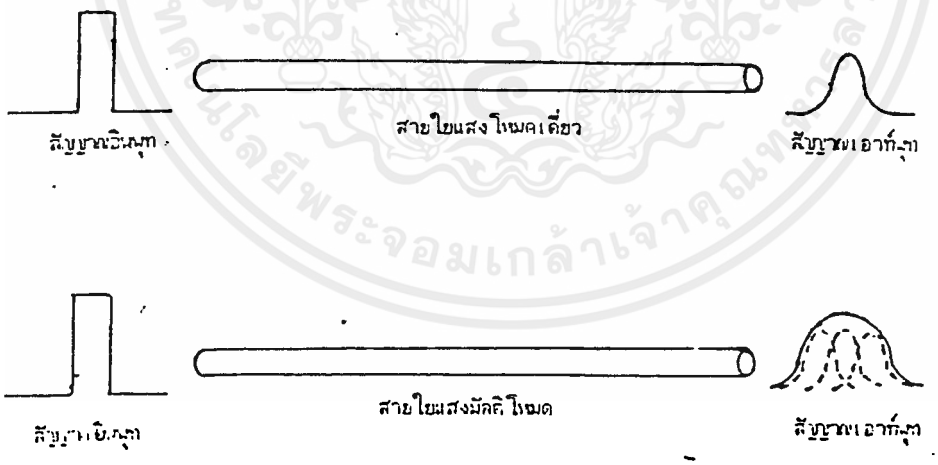
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแตกกระจายของรูปสัญญาณจากสายใยแสง

เนื่องจากการสะท้อนของแสงในสายเส้นใยแสงมีมุมต่างกัน ทำให้เวลาในการเดินทางไปสู่ปลายอีกด้านไม่เท่ากันทำให้เกิดความเพี้ยน เรียกว่า การแตกกระจาย (dispersion) ของสัญญาณซึ่งแบ่งได้เป็น

-สายใยแสงโหมดเดี่ยว (single mode fiber) จะมีลำแสงอยู่เพียงแนวเดียว

-สายใยแสงมัลติโหมด (multi mode fiber) จะมีลำแสงเกิดหลายแนว ดังรูป 2.9



รูปที่ 2.9 การแตกกระจายของสัญญาณในสายใยแสง

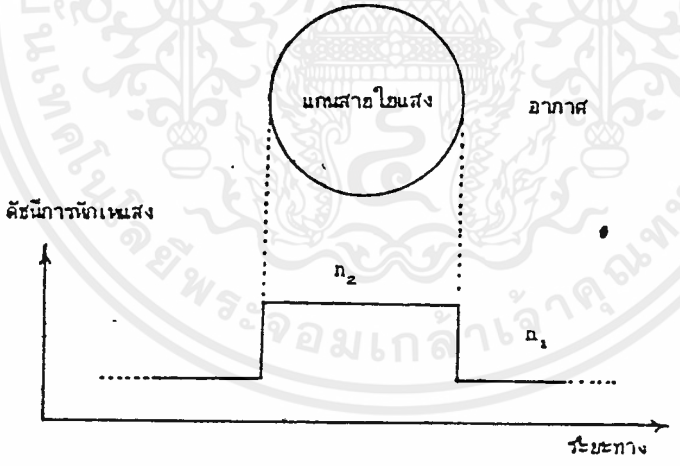
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การแบ่งชนิดสายตามลักษณะดัชนีการหัก เหแสงของแกน

นอกจากการแบ่ง ชนิดตามลักษณะการแตกระจายแล้ว Optic fiber ยังสามารถแบ่งชนิดตามลักษณะดัชนีของการหัก เหแสงของแกน ดังนี้

-ชนิดดัชนีขั้นบันได (step index fiber)

จะ เกิดดัชนีแบบนี้กับ multi mod fiber มีการกระจายของแสงที่ output มาก

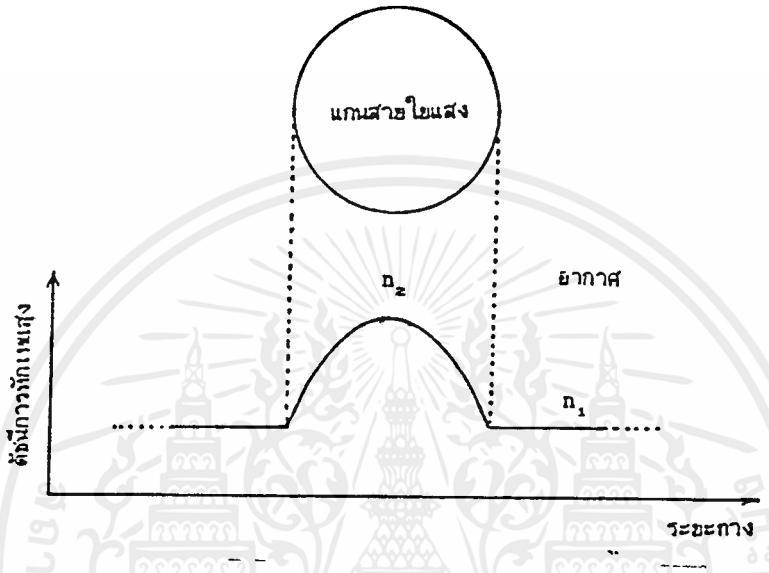


รูปที่ 2.10 ดัชนีการหัก เหแสงของสายใยแสงชนิดดัชนีขั้นบันได

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

-ชนิดดัชนีรูปมน (graded-index fiber)

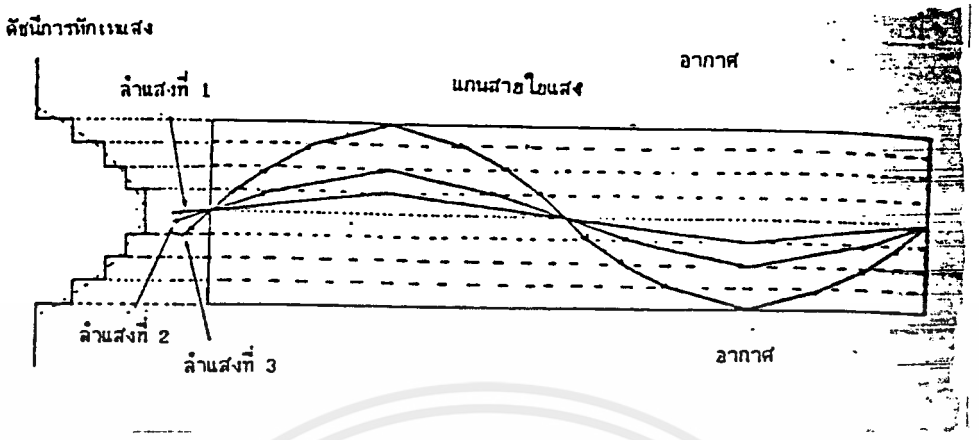
เป็นสายใยแสง multi mode ที่มีการสร้างให้มีดัชนีการหัก เหแสงมีค่าค่อยๆ เปลี่ยนไปดังแสดงในรูปที่ 2.11



รูปที่ 2.11 ดัชนีการหัก เหแสงของสายใยแสงชนิดดัชนีรูปมน

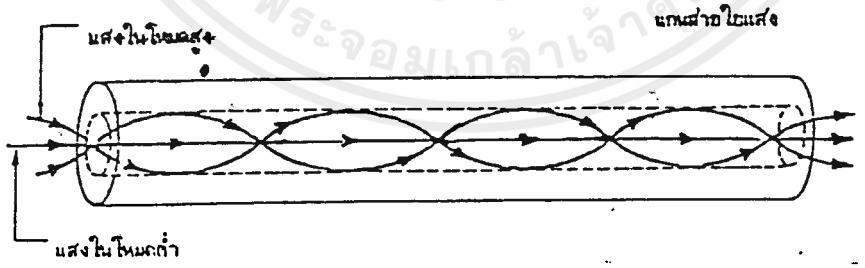
โครงสร้างของ เส้นใยแสงชนิดดัชนีรูปมน จะมีตัวกลางแบบหลายชั้น แต่ละชั้นมีความหนาแน่นที่ต่างกัน จากรูปที่ 2.12 แสดงดัชนีการหัก เหแสงรูปมน โดยที่ชั้นในสุดความหนาแน่นสูงสุด แสงจะ เดินทางได้ช้าสุดแต่มีระยะ เดินทางของแสงสั้นสุดคือ ลำแสงที่ 1 ชั้นกลางมีความหนาแน่นรองลงมาแสงจะเดินทางได้ เร็วกว่าชั้นในแต่ระยะทาง ไกลออกไปอีกคือ ลำแสงที่ 2 ส่วนตัวกลางชั้นนอกสุดมีความหนาแน่นน้อยสุด แสงจะ เดินทางได้ เร็วสุด แต่ระยะทางไกลกว่าชั้นอื่นๆคือลำแสงที่ 3 เพราะฉนั้นแสงที่ผ่านสายใยแก้วชนิดดัชนีมน จึง เดินทางมาถึงปลายใน เวลาที่ เท่ากันได้ ค่าการแตกกระจายของสัญญาณจึงน้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.12 การประมาณดัชนีการหัก เหแสงรูปมนด้วยดัชนีรูปขั้นบันได เพื่อ

อธิบายการ เดินทางของแสงภายในสายใยแสงชนิดดัชนีรูปมน



รูปที่ 2.13 การ เดินทางของแสงภายในสายใยแสงดัชนีรูปมน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบนวิดธ์ของสายใยแสง

แบนวิดธ์ของสายส่งนั้น เป็นตัวกำหนดปริมาณ หรืออัตราการส่งข้อมูลผ่านสายส่งสัญญาณนั้น ยิ่งมีแบนวิดธ์กว้างก็ยิ่ง เป็นการ เพิ่มค่าอัตราการส่งข้อมูล เท่านั้น

สำหรับสายใยแสง ตัวกำหนดแบนวิดธ์คือ ค่าการแตกกระจายของสัญญาณในสายใยแสงนั้น ถ้าค่าการแตกกระจายของสัญญาณในสายใยแสงนั้นมาก ความชัด เจนในการรับสัญญาณที่ความถี่สูงจะมีน้อย นั่นคือแบนวิดธ์ในสายใยแสงนั้นจะแคบลง

การสูญ เสียของสัญญาณในสายใยแสง

สา เหตุของการสูญ เสียลดทอนสัญญาณในสายใยแสงมี 4 อย่างหลักๆ คือ

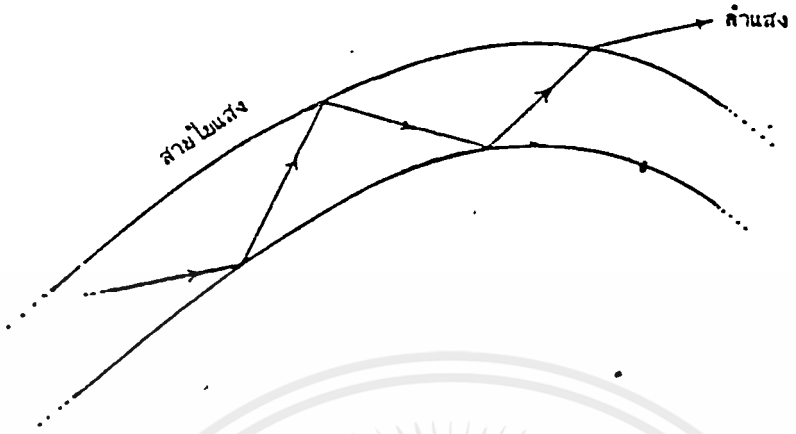
ก ความสูญ เสีย เนื่องมาจากการแผ่รังสี หรือการกระจัดกระจายของคลื่น (scattering loss) เกิดจากความไม่สมบูรณ์ของ เนื้อสาร เพราะมีสิ่ง เจือปนอื่น เช่น อนุภาคของน้ำ

ข ความสูญ เสีย เพราะถูกซึมซับพลังงาน (absorbtion loss) เนื่องจาก เนื้อสารซับ เอาพลังงาน เอาไว้ โดยแปรรูปพลังงานแสงไป เป็นรูปอื่น เช่น ความร้อน

ค ความสูญ เสียที่จุดต่ออุปกรณ์ (connection loss) เกิดขึ้น เพราะ เราไม่สามารถติดตั้งเครื่องมืออย่างมีประสิทธิภาพอย่างอุดมคติได้

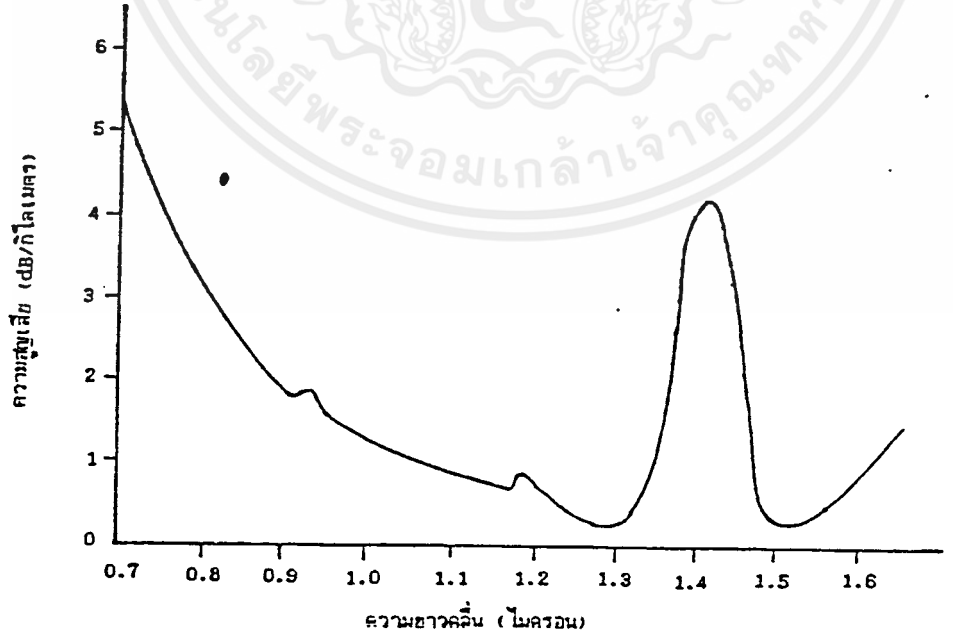
ง ความสูญ เสียจากการโค้งงอของสายใยแสง (bending loss) เมื่อ เกิดการโค้งงอของสายใยแสง จะทำให้ค่ามุมตกกระทบที่ผนังของสาย เปลี่ยนไป และถ้าโค้งมากแสงบางส่วนจะ เกิดการหักเหออกนอกสายใยแสงดังรูป 2.14 จึง เกิดการสูญ เสียได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.14 การสูญเสียจากการโค้งงอของสายใยแสง

ปัจจุบันสายใยแสงที่ผลิตได้ มีการสูญเสียจากสองสาเหตุแรกน้อยมากดังแสดงในรูปที่ 2.15 จะสังเกตุเห็นว่า ที่ความยาวคลื่น 1.3 และ 1.5 ไมครอน มีการสูญเสียน้อยมาก



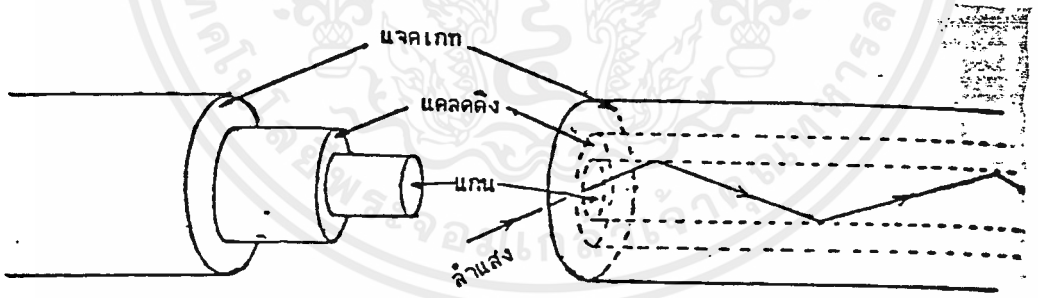
รูปที่ 2.15 การสูญเสียภายในสายใยแสง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างของสายใยแสง

โครงสร้างของสายใยแสงแสดงดังรูปที่ 2.16 ซึ่งประกอบด้วย

- แกน (core) เป็นตัวนำแสง
- แคลดดิง (cladding) เป็นตัวรักษาคุณสมบัติการเดินทางของแสงภายในแกนสาย และป้องกันความเสียหายที่จะเกิดกับแกน
- แจคเกท (jacket) ป้องกันความเสียหายที่จะเกิด เป็นชั้นนอกสุด



รูปที่ 2.16 โครงสร้างของสายใยแสงโดยทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

RS-232C

เนื่องจาก ต้องการสื่อสาร ข้อมูลผ่านทางเครือข่ายโทรศัพท์ มีมากขึ้นเรื่อยๆดังนั้น จึงจำเป็นต้องมี การกำหนดมาตราฐาน ที่เรียกว่า RS-232-C ขึ้น เพื่อใช้เป็น มาตราฐาน แต่อุปกรณ์ที่ถูกผลิต จากบริษัทต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกา Bell system Qperating telephone companies เป็นบริษัทแรก ที่เป็นผู้ผลิต และติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูล และเป็นผู้ผลิตอุปกรณ์ต่างที่ใช้ในการอินเทอร์เฟส อุปกรณ์ดิจิตอล กับเครือข่าย โทรศัพท์รายใหญ่ ๆ

มาตราฐาน RS-232-C ที่ถูกตีพิมพ์โดย EIA ได้กล่าวถึง การสื่อสารข้อมูล ระหว่าง DATA TERMINAL EQUIPMENT (CTE) และ DATA COMMUNICATION EQUIPMENT (DCE)แต่ในปัจจุบัน ตัวย่อ DCE จะแทน DATA CIRCUIT TERNINATING EQUIPMENT คำจำกัดความของ DCE และ DTE ซึ่งจะแสดงไว้ข้างล่าง ได้ตัดมาจาก คำแปลศัพท์ (glassaeg) ในหนังสือ "Technical Aspect of Data communication" ซึ่งเขียนโดย John Mcnamara (Digital Press, 1977) ดังนี้

DCE:

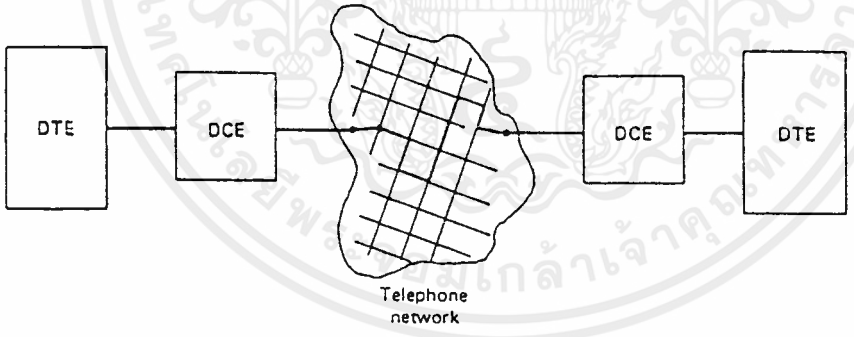
อุปกรณ์ที่มี function การทำงานต่าง ๆ ที่ทำให้เกิดการเชื่อมต่อ ยังคงดำรงต่อไป และยุติการเชื่อมต่อ นอกจากนี้ยังใช้เปลี่ยน ลักษณะของสัญญาน และสร้างรหัส สัญญานต่าง ๆ ที่จำเป็นต้องใช้ใน การสื่อสารข้อมูลระหว่าง (data terminal equiment) และ data circuit โดย DCE อาจเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของ คอมพิวเตอร์ หรือไม่ก็ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTE:

1. เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วย ตัวส่งข้อมูล (Data Source) หรือตัวรับข้อมูล (DataLink) หรือเป็นทั้ง ตัวรับข้อมูล หรือ ตัวส่งข้อมูล ก็ได้

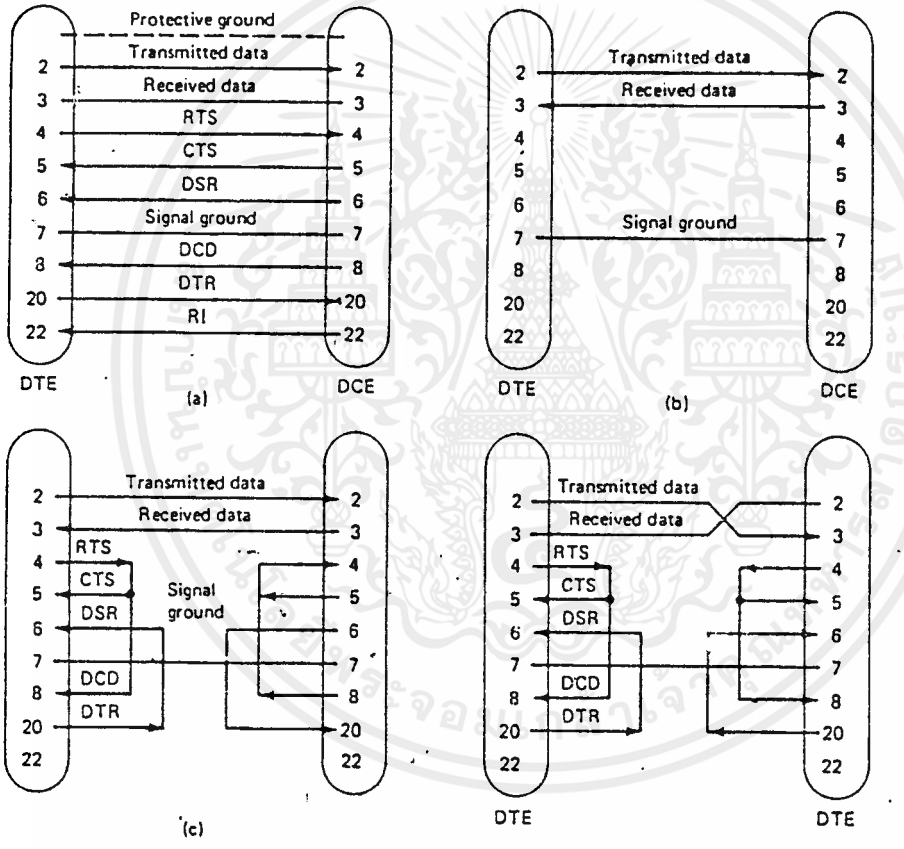
2. เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย function unit ต่อไปนี้ contral logic,buffer store และ อุปกรณ์อินพุท หรือ เอาท์พุท จำนวนหนึ่งตัว หรือมากกว่าก็ได้ หรือรวมเครื่อง computer ไปด้วยก็ได้ DTE อาจจะรวมส่วน error control,Synchronization และความสามารถในการบ่ง หรือระบุว่าต้องเกี่ยวข้องกับอุปกรณ์ตัวใด (station incenfication capability) เข้าไปด้วยก็ได้



รูปที่ 3.1 แสดงลักษณะของ DCE และ DTE ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในความเป็นจริงแล้ว DTE มักจะแทน แหล่งกำเนิดข้อมูล แหล่งแรก และ หรืออุปกรณ์ที่เป็น แหล่งรับข้อมูล แหล่งสุดท้าย เช่น เครื่องพิมพ์(เป็น อุปกรณ์ที่ รับข้อมูลได้เพียงอย่างเดียว) จะเป็น DTE เพราะเป็น อุปกรณ์ที่ รับข้อมูลเป็นตัวสุดท้าย หรือ crt/Keyboard เป็นทั้ง ตัวรับข้อมูล และ ตัวกำเนิดข้อมูล ส่วน DCE เป็นอุปกรณ์ที่ทำให้ การสื่อสารข้อมูล ระหว่างแหล่งกำเนิดกับตัวรับข้อมูลที่ปลายทาง ทำให้สะดวกขึ้น



รูปที่ 3.2 ลักษณะ ของการส่งและรับข้อมูลของ DCE และ DTE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปถ้า DTE 2 ตัว ทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ข้อมูลจะถูกส่งออกทาง Line A และ รับทาง Line B เมื่อเราต่อ Line A เข้าด้วยกันและต่อ Line B เข้าด้วยกัน ข้อมูลใน Line B จะต้านกันเอง ส่วนใน Line A ไม่มีข้อมูลที่จะรับปัญหานี้แก้ไขได้ โดยใช้ null modem เข้าช่วย null modem จะช่วย ทำการไขว้ Line A กับ Line B ดังนั้น DTE 1 สามารถรับข้อมูลที่ส่งจาก DTE 2 ได้และ DTE 2 ก็สามารถรับข้อมูลจาก DTE 2 ได้เช่นกัน

ต่อไปนี้ จะอธิบายนิยาม และ คำศัพท์บางตัวที่จำเป็นต้องทราบ ก่อนที่จะอ่าน ข้อกำหนดต่าง ๆ ในมาตราฐาน RS-232-C ที่ถูกกำหนดโดย EIA ในหัวข้อถัดไป RS-232-C interface circuit

INTERFACE POINT:

ขอบเขตของการเชื่อมต่อสัญญาน ที่ใช้ในการอินเทอร์เฟส จะถูกส่งผ่านไปมา ระหว่างอุปกรณ์ ในลักษณะสัญญานไฟฟ้า

INTERFACE CIRCUIT:

เซอร์กิตระหว่าง DTE และ DCE ที่เราใช้ใน การควบคุมและเปลี่ยนข้อมูล และเป็นสัญญานฐานเวลา เซอร์กิต signal ground จะเป็นจุดอ้างอิงของสัญญานเหล่านี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวรับ (DRIVER) : ตัวส่งข้อมูลแบบไบนารี่ (BINARY)

ตัวรับ (TERMINATOR) : ตัวรับข้อมูลที่ส่งมาแบบไบนารี่

MARK : เทียบเท่าลอจิก 1 (แทนแบบลอจิกบวก)

SPACE : เทียบเท่าลอจิก 0

SIMPLEX CHANNEL:

ช่องทางการสื่อสารข้อมูล สามารถส่งข้อมูลไปได้ ในทิศทางเดียวเท่านั้น ไม่สามารถสวนทาง ไม่ว่าจะเป็นเวลาเท่าใด ก็ตาม (ส่ง สวนทางเดิมไม่ได้และส่งพร้อมกันไม่ได้) เช่น การส่งข้อมูลจาก COMPUTER ไปยังจอภาพ ส่งได้เฉพาะจากคอมพิวเตอร์ไปจอภาพ จอภาพไม่สามารถส่งข้อมูลมาให้คอมพิวเตอร์ได้

HALF-DUPLEX CHANNEL:

ช่องทาง การสื่อสารข้อมูล ที่สามารถส่งข้อมูลได้ทั้ง 2 ทิศทางแต่ส่ง พร้อมกันไม่ได้ ในการส่งข้อมูล อัตราการส่งข้อมูล จะอยู่ในช่วง(range) เดียวกันไม่ว่าจะ ส่งข้อมูล ในทิศทางใดก็ตาม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FULL-DUPLEX CHANNEL:

ช่องทาง การสื่อสารข้อมูล ที่สามารถส่งข้อมูลได้ใน 2 ทิศทาง เพราะช่องทางการสื่อสารได้มีการเชื่อมต่อไว้มากกว่า 1 ช่องทางในการส่งทั้ง 2 ทิศทางนั้น อัตราการส่งข้อมูล จะอยู่ในช่วง (range) เดียวกัน

SYNCHRONOUSE DATA TRANSMISSION CHANNEL:

ข้อมูลแต่ละคำ(word) จะถูกส่งออกไปอย่าง ไม่มีกำหนด เวลาอย่างแน่นอน รวมทั้งระยะห่างระหว่างคำด้วย

DATA SET:

ในกรณีการส่งข้อมูลอุปกรณ์ชิ้นนี้จะ Modulate ข้อมูลที่ได้รับมาแล้วส่งออกไปทางเครือข่ายโทรศัพท์ ในกรณี ข้อมูลอุปกรณ์ ชิ้นนี้จะ demodulate สัญญาณที่ได้รับ เข้ามา เมื่อดึงข้อมูล ออกจากสัญญาณนั้น ๆ แล้วส่งต่อไปยังอุปกรณ์ปลายทาง

หมายเหตุ ลอจิกบวก (positive logic) หมายถึง วิธีการเปรียบเทียบระดับแรงดัน ถ้าระดับแรงดัน หนึ่งมีค่าเป็นบวก มากกว่า ระดับแรงดัน อีกระดับหนึ่ง ระดับแรงดัน ที่มีค่ามากกว่าจะเป็นลอจิก "สูง"ดังนี้

1 = +v

0 = -v, กราวนด์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้า:

เราจะอธิบาย คุณสมบัติของสัญญานไฟฟ้าของ RS-232-C ในหัวข้อนี้ โดยใช้รูปประกอบ

1. สัญญานที่ขาทุกขาที่ connecter ของ RS-232-C จะเป็นสภาวะ (status) ใดสภาวะหนึ่งในแต่ละคู่ต่อไปนี้

MARK/SPACE

ON/OFF

LOGIC 0 / LOGIC 1

ลอจิกลบ (negative logic) คือวิธี การเปรียบเทียบ ระดับแรงดัน แบบหนึ่งถ้าระดับแรงดันหนึ่ง มีค่าเป็นลบ มากกว่าอีก ระดับแรงดันหนึ่ง แรงดันระดับ ที่มีค่าเป็นลบมากกว่าจะเป็นลอจิก "สูง" ดังนี้ 1 = -v,กราวินด์ หรือ off ส่วน 0=+v หรือ ON โดยแรงดันของระดับสัญญานต่าง ๆ จะถูกวัดเทียบกับ เซอร์กิต Sinal ground จะกล่าวถึงภายหลัง นอกจากนี้ช่วงของ ระดับแรงดันระหว่าง -3 ถึง +3 v จะเป็นช่วงของการเปลี่ยนแปลงลอจิก ดังนั้นจึงไม่มี การระบุสถานะของสัญญาน ในช่วงนี้

2. ในการแทนลอจิก 1 หรือสถานะ MARK ตัวรับสัญญาน (driver) ต้องจ่าย แรงดันระหว่าง -5 ถึง -15 v ส่วนในการแทน ลอจิก 0 หรือ SPACE ตัวรับ สัญญานต้องจ่ายแรงดันระหว่าง +5 ถึง +15 v จากข้อ 1 และข้อ 2 แสดงว่า RS-232-C ยอมให้มี Noise Margin ได้ไม่เกิน 2 v ตัวกำเนิดสัญญาณต้องการส่งลอจิก 0 line driver จะต้องจ่ายแรงดันระหว่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+5 ถึง+15v ส่วน line driver หรือ ตัวรับสัญญานปลายทางจะถือว่า แรงดันที่อยู่ ภายในช่วง +3 ถึง +15 v แทนลอจิก 0 จาก การเปรียบเทียบระดับ สัญญานของ ตัวส่ง และ ตัวรับจะเห็นว่า RS-232 ยอมให้มีการ drop ของสัญญานในช่วง 2 v เกิดขึ้นได้ สำหรับในด้านการส่งลอจิก 1 ก็เช่นเดียวกัน

สาเหตุที่ไม่ใช้ การแทนลอจิกแบบ TTL ก็เพราะ สถาณะลอจิกแบบ TTL ถูกรบกวนจาก สัญญานรบกวนต่าง ๆได้ง่าย นอกจากนี้ ยังมีปัญหาเกี่ยวกับ ระยะทางที่สามารถ ทำการสื่อสารข้อมูลอีกด้วย สำหรับสาเหตุที่ต้องใช้แรงดัน ในช่วง -15v ถึง -3v และ +3v ถึง +15v ก็เพราะในขณะที่กำลังพัฒนา RS-232-C ขึ้นนั้น ในวงจร คอมพิวเตอร์ต่าง ๆ โดยทั่ว ๆ ไปมีการใช้ ระดับแรงดันเหล่านี้อยู่ อนึ่งทรานซิสเตอร์ ที่มีขายกันทั่วไป สามารถทำงานที่ ความถี่สูงได้ สูงถึง 20,000 บิทต่อวินาที (bps) ยิ่งกว่านั้นสถานะ MARK และสถานะ space ยังถูกแทนด้วย การไหลของกระแส ในทิศทางที่ตรงกันข้ามกัน และ ความแตกต่าง ของแรงดันที่สถานะ MARK และ SPACE มีค่าสูงถึง 6 โวลต์ เป็นอย่างน้อย ข้อดีต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ช่วยให้ การส่งข้อมูล ที่เสถียรภาพดี

คุณสมบัติทางกลของการอินเตอร์เฟส:

ข้อสังเกต มาตราฐาน RS-232-C ไม่ได้กล่าวถึง plug ตัวผู้ หรือ plug ตัวเมีย (socket)ของ คอนเนคเตอร์ เลยว่ามีรูปร่าง ลักษณะอย่างไร ในปัจจุบันใช้คอนเนคเตอร์ แบบ PB+25 (บางทีเรียกแบบ D-TYPE 25 PIN CONNECTER) ในการอินเทอร์เฟสตามมาตรฐาน RS-232-C คอนเนคเตอร์ แบบนี้เทียบเท่าแบบ ISO 2113 ซึ่งเป็นมาตราฐานที่ประกาศใช้โดย International Organization for standard (ISO) สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ของคอนเนคเตอร์นี้หาได้จาก ISO Draff International Standard 2110, "DATA Communication : 25-pin DTE/DCE Interface Connecter and Pin Assignment" (Rerision of ISO 2110-1972) February 1979

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูล (DATA TRANSMITTION)

การจำแนกวิธีการส่งตามลักษณะการจัดข้อมูล นอกจากการจำแนกวิธีการส่งข้อมูลแล้วยังสามารถจำแนกออกตาม ลักษณะการจัดข้อมูลได้อีก ซึ่ง การส่งตามลักษณะ การจัดนั้น เราแบ่งออกเป็น 2 วิธี

1. การส่งแบบขนาน (Parallel Transmission)
2. การส่งแบบอนุกรม (Serial Transmission)

ในที่นี้จะพูดถึง การส่งแบบอนุกรมเท่านั้น ถ้าผู้อ่านอยากศึกษา วิธีการส่งแบบขนานสามารถหาอ่านจากหนังสือ การสื่อสารข้อมูลได้จำแนกออก

การส่งแบบอนุกรม

วิธีการที่ได้ รับความนิยมแพร่หลายที่สุด สำหรับการส่งข่าวสาร คือ การส่ง แบบอนุกรม ใน การส่งแบบอนุกรม นั้นบิททั้งหมด ของตัวอักษรหนึ่งตัว จะถูกนำมา ส่งทีละบิต ต่อกันไปเรื่อย ๆ ตามแชนแนล ซึ่งมีอยู่เพียงแชนแนลเดียว ดังแสดงในรูป ทาง ด้านรับ เมื่อรับข้อมูลมาแล้ว ก็นำมาจัดเป็น ตัวอักษรขึ้นใหม่ ให้ตรงกับชุดของตัวอักษรที่ทาง ด้านส่งมา ซึ่งวิธีการดังกล่าวนี้ จะต้อง ประกอบด้วย ความสัมพันธ์ในการทำงานระหว่าง ด้านรับ และ ด้านส่ง 2 ชนิด คือ (1) ความสัมพันธ์ทาง บิท (BIT Synchronization) และ (2) ความสัมพันธ์ของตัวอักษร (Character Synchronization)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในระบบการสื่อสารข้อมูลนั้น ข้อมูลที่ส่งออกไป จะไปอยู่ในรูปของสัญญานไฟฟ้า (เป็นสัญญาน ANALOG) วิ่งผ่านไปตาม สายส่ง ซึ่งมักจะ เกิดปัญหา เรื่อง เกิด ความผิดพลาด ของสัญญานขึ้นมา ซึ่งปัจจัยอย่างหนึ่งที่ เป็นสา เหตุ ก็คือ ระยะทางที่ส่งผ่านข้อมูลถ้าระยะทางยิ่งไกล ความผิดพลาดของข้อมูล ก็จะ เพิ่มขึ้น เป็น เงาตามตัว เช่นกัน

เทคนิคการ Modulate แบบ Digital

การ Modulate แบบ Digital ซึ่งมีเพียง 2 ระดับ เท่านั้นคือ 0 กับ 1 โดยทั่วไป เทคนิคที่ใช้มีอยู่หลายแบบคือ

1.Frequency Shift Keying : FSK

2.Phass Shift Keying : PSK

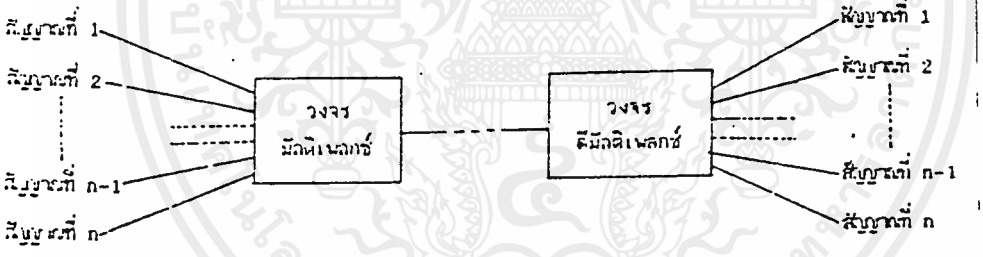
3.Amplitude Shift Keying : ASK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การมัลติ เพลกซ์

การมัลติ เพลกซ์ (multiplex) เป็นการรวมสัญญาณข้อมูล จากแหล่งกำ เนิดสัญญาณหลายๆ แหล่ง เพื่อที่จะส่งไปในช่องสัญญาณหรือ transmission link เดียวกัน และทางด้านรับสามารถ ที่จะแยกสัญญาณที่ส่งมา เหล่านั้น ออก เป็นอิสระจากกันได้ดัง เดิม และการแยกสัญญาณ ที่ส่งมา เหล่านั้นออกจากกันให้กลับคืนดัง เดิมนั้น เรียกว่า การดีมัลติ เพลกซ์ (demultiplex)



รูปที่ 4.1 รูปประกอบการอธิบาย เรื่องการมัลติ เพลกซ์

การมัลติ เพลกซ์ (multiplex) พื้นฐานที่สำคัญแบ่ง เป็น 2 แบบ คือ การมัลติ เพลกซ์ โดยการแบ่ง เวลาหรือ TDM (time division multiplex) และการมัลติ เพลกซ์โดยการแบ่งความถี่ หรือ FDM (frequency division multiplex) ในที่นี้จะขอกล่าว เฉพาะการมัลติ เพลกซ์แบบ แบ่ง เวลา

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การมัลติเพลกซ์แบบแบ่งเวลา(time division multiplex)

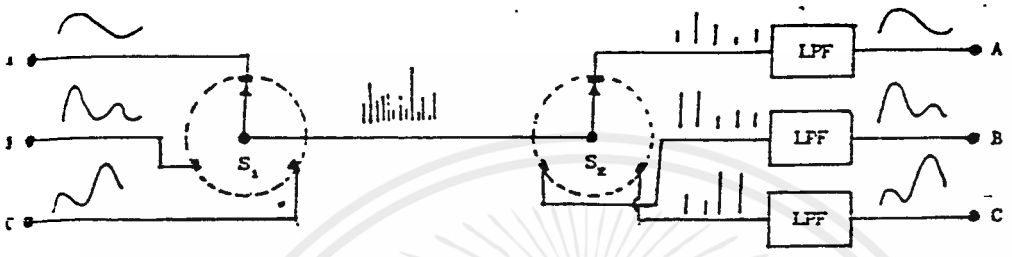
การมัลติเพลกซ์แบบแบ่งเวลา หรือ TDM คือระบบการใช้ช่องสัญญาณช่องเดียว สำหรับการส่งสัญญาณข้อมูล จากเครื่องส่งสัญญาณย่อยหลายๆ เครื่อง ไปยังเครื่องรับสัญญาณเครื่อง โดยอาศัยการแบ่งเวลา (time sharing) ในการใช้ช่องสัญญาณนั้นให้เครื่องส่ง-รับสัญญาณย่อยๆ แต่ละคู่นั้นเป็นลำดับวนกันไป

ในการส่งสัญญาณดิจิตอลหรือแบบดิสครีทนั้น สัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารระหว่างเครื่องส่งกับเครื่องรับทั้งหลายไม่จำเป็นต้องทำการส่งไป โดยต่อเนื่องกันเหมือนสัญญาณอนาลอก เราสามารถที่จะส่งสัญญาณในเวลาที่ห่างกันเป็นช่วงๆ โดยการจัดช่วงเวลาให้เหมาะสมแล้ว เราก็จะสามารถที่จะ multiplex--สัญญาณทั้งหลายรวมเข้าช่องสัญญาณเดียวกันได้โดยไม่รบกวนกันเลย

เราสามารถที่จะ multiplex สัญญาณอนาลอกผ่านช่องสัญญาณได้เช่นกัน ตามรูปที่ 4-2 มีการนำสวิทช์หมุน 2 ชุดมาต่อประกอบกันเป็นวงจร TDM สวิทช์หมุนนี้จะช่วยจัดการให้มีการส่งสัญญาณระหว่างเครื่องส่งกับเครื่องรับ 3 ชุดคือ A-A' B-B' และ C-C' ได้โดยใช้สายส่งสัญญาณเพียงสายเดียว

โดยอาศัยทฤษฎีการสุ่มตัวอย่าง เราสามารถที่จะควบคุมสวิทช์ทั้งสองในรูป 4-2 ให้หมุนสัมพันธ์ไปพร้อมๆกัน โดยอัตราการหมุนที่มีจำนวนรอบต่อวินาทีมากกว่า 2 เท่าของความถี่สูงสุดของสัญญาณที่เป็นส่วนประกอบของสัญญาณอินพุททั้ง 3 สวิทช์ s_1 จะทำหน้าที่สุ่มตัวอย่างของสัญญาณทั้ง 3 ส่งออกมายังสายส่งสัญญาณอย่างสม่ำเสมอ ในขณะที่สวิทช์ s_2 จะทำหน้าที่แยกสัญญาณทั้งหมดที่ส่งมาทั้งหมดจ่ายออกไปตามเอาท์พุทที่เหมาะสม ซึ่งจะต้อง syncronuose อย่างสอดคล้องกับสัญญาณอินพุทที่เข้ามาจากด้านสวิทช์ s_1 ส่วน LPF ด้านเอาท์พุทจะทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิสครีทที่เกิดจากการสุ่มตัวอย่างสัญญาณกลับให้เป็นสัญญาณอนาลอกอย่างเดิม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-2 TDM

ในวงจรตามรูปที่ 9-2 สวิทช์ s_1 ทางด้านซ้ายมือทำหน้าที่เป็น multiplexer ขณะที่สวิทช์ s_1 ทางด้านซ้ายมือทำหน้าที่เป็น demultiplexer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การออกแบบวงจร

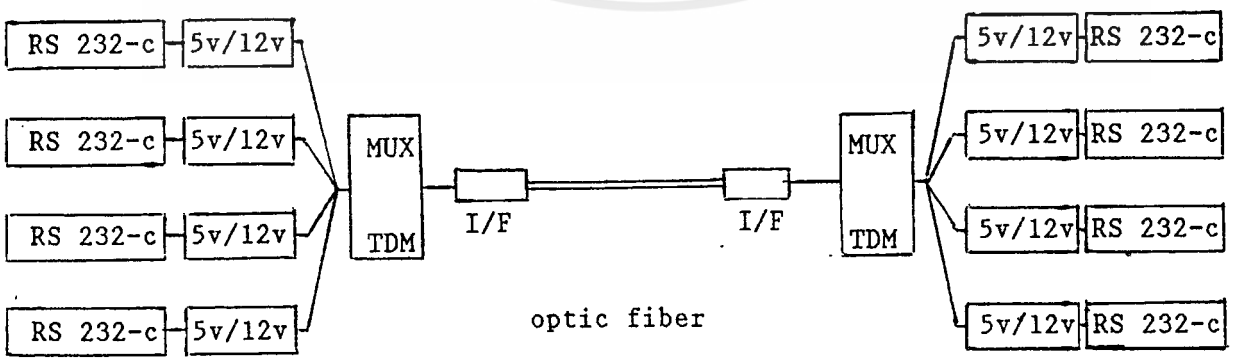
จุดประสงค์

เพื่อที่จะส่งสัญญาณข้อมูลดิจิตอลจากพอร์ตอนุกรม RS 232-C ของคอมพิวเตอร์ ผ่านวงจรสื่อสารข้อมูลนี้ โดยให้สามารถส่งและรับข้อมูลพร้อมกันทีละ 4 channel แบบ Full duplex

ส่วนประกอบของวงจร

สามารถแสดงเป็น Block Diagram ได้ดังรูป 5-1 โดยมีส่วนประกอบของวงจรเป็นส่วนแยกได้ดังนี้

1. วงจร Interface card สำหรับ optic fiber
2. สายใยแสง (Optical fiber cable)
3. terminal ของ user ทั้งสองด้าน ต้นทางและปลายทาง ใช้คอมพิเตอร์ pc ทั่วไป
4. วงจร interface ระหว่าง input/output multiplexer กับ port RS 232-C
5. วงจร multiplexer แบบ TDM



รูปที่ 5-1 แสดง block diagram ทั้งหมดของวงจรสื่อสารข้อมูลผ่านเส้นใยแสง

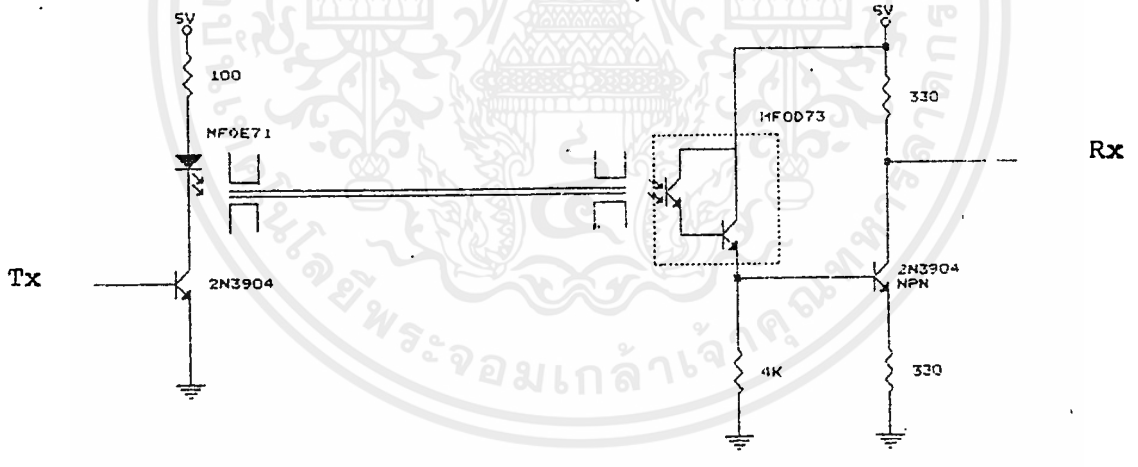
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Interface card สำหรับ optical fiber

ในด้านส่งทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลจาก output ของ multiplexer ซึ่งเป็นสัญญาณไฟฟ้าให้เป็นสัญญาณในรูปแสง แล้วส่งเข้าสาย optical fiber ไปยังปลายทางด้านรับ

ในด้านรับทำหน้าที่แปลงสัญญาณดิจิตอลที่อยู่ในรูปแสงจาก optical fiber ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลที่เป็นไฟฟ้าแล้วส่งเข้า input ของส่วน demultiplex ของ multiplexer TDM ปลายทาง

ส่วนประกอบของวงจร inetrface card optical fiber มีดังในรูป 5-2



รูปที่ 5-2 ส่วนประกอบของวงจร inetrface card optical fiber

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5-2 แบ่งเป็น interface ด้านส่ง (Tx) และด้านรับ (Rx)

ด้านส่ง (Tx)

ใช้ LED ความเข้มสูง สีแดงเบอร์ MFOE71 เป็น source light และใช้ทรานซิสเตอร์เบอร์2N3904 เป็นตัว switchการ on-off ของ LED การ modulate สัญญาณดิจิตอลจาก output ของ multiplexer เข้ากับแสงใช้วิธี on-off keying

baud rate ในการส่งจะเท่ากับสัญญาณ input ที่รับเข้ามา ถ้าสัญญาณ input ที่รับเข้ามามี baud rate สูง baud rate ในการส่งออกสู่ optic fiber ก็จะสูงตามเท่ากัน

ด้านรับ (Rx)

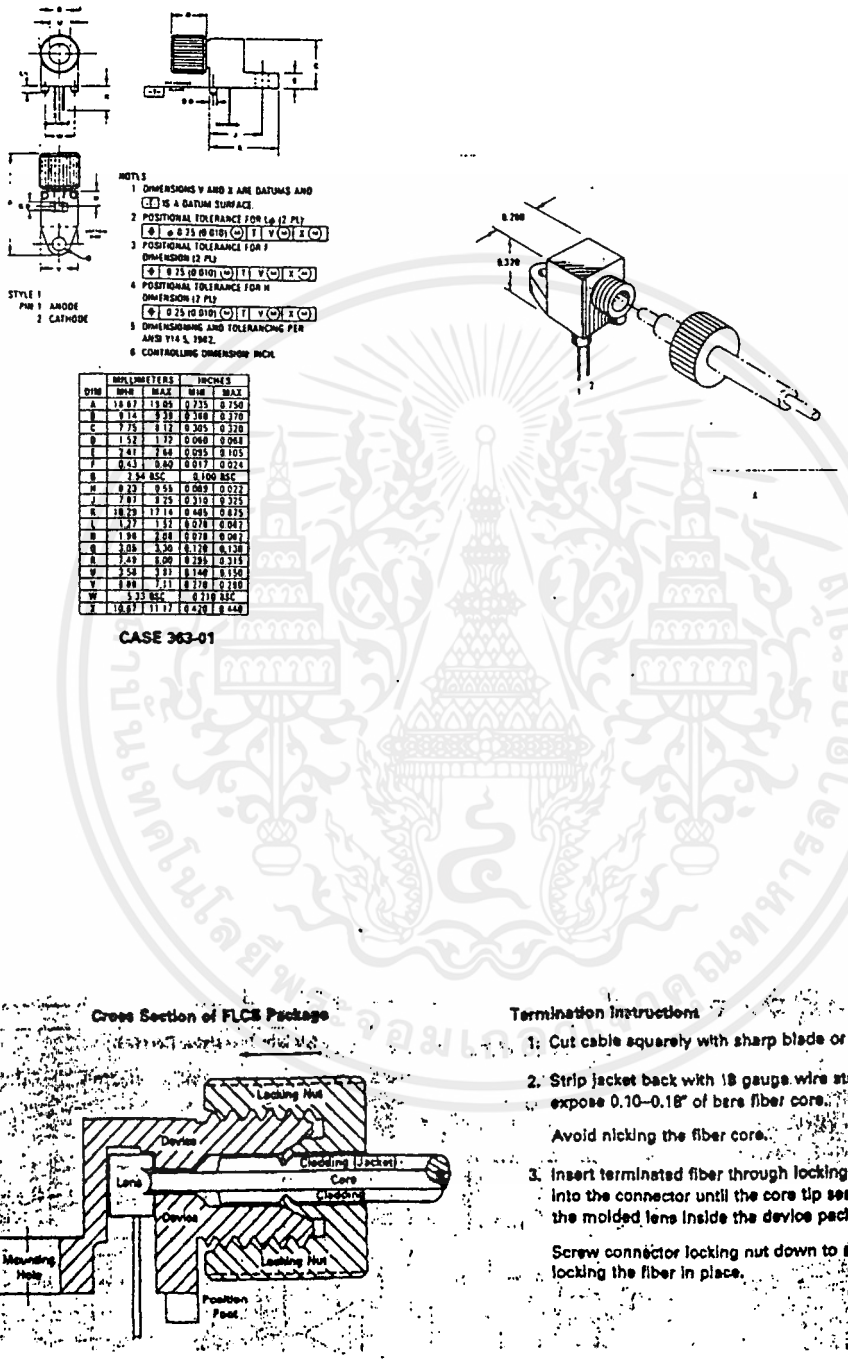
ใช้ opto transistor แบบ darlington เบอร์ MFOD73 เป็นตัวรับสัญญาณดิจตตอลที่อยู่ในรูปแสง ที่เดินทางมาในสาย optical fiber และมีทรานซิสเตอร์เบอร์ 2N3904 ช่วยขับสัญญาณในการรับให้แรงขึ้น ส่วน 74LS32 NAND schmittrigger ช่วยเกลาสัญญาณที่รับมาจาก optical fiber ซึ่งอาจเพี้ยนจากการเดินทางที่มาตาม optical fiber ให้เป็น pulse โดยสมบูรณ์

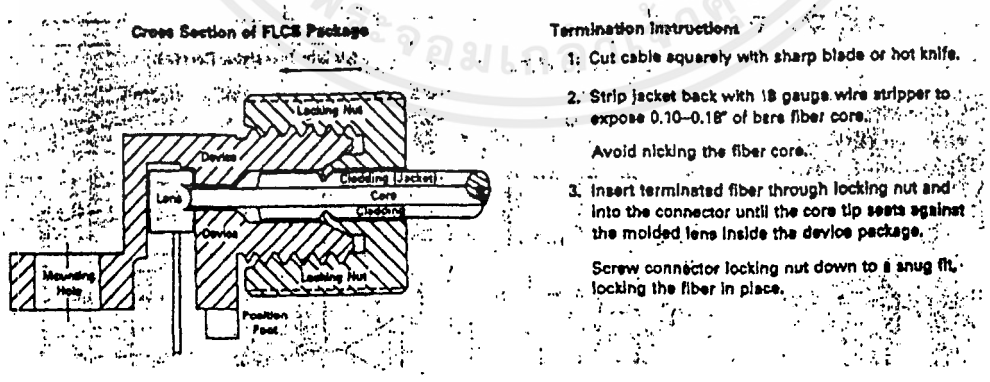
สายส่งสายใยแสง (OpticaL fiber transmission line)

optical fiber ที่ใช้เป็นสายส่งนี้เป็นแบบ single mode ราคาค่อนข้างต่ำ เส้นผ่าศูนกลาง 1 mm. มี cladding เป็น plastic ไม่มี jacket

สาย optical fiber รุ่นนี้สามารถใช้กับ LED เบอร์ MFOE71 และpoto transistor เบอร์ MFOD73 ได้พอดีเลยซึ่งอยู่ส่วน interfacing card การต่อสาย optical fiber เข้ากับตัวรับ-ส่ง แสดงดังในรูป 5-3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





รูปที่ 5-3 แสดงภาพของตัวส่งแสง LED เบอร์ MFDE71 ตัวรับแสง MFOD73 และการต่อเชื่อม

เข้าด้วยกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

TERMINAL ที่ใช้ส่งและรับ

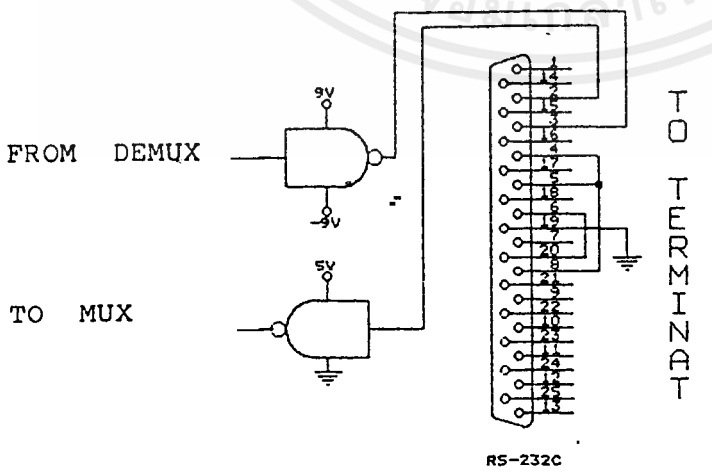
ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ pc ที่มี card RS 232-C ซึ่งใช้สื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม และยังต้องใช้ soft ware ชื่อ X-TALK ใช้ประกอบกันในการส่งข้อมูลทดลอง โดยความเร็วในการส่งข้อมูลออกที่ card RS 232-C ต้องตั้ง speed ในการส่งให้ตรงกันทั้งด้านต้นทางและปลายทาง

วงจร interfacing ระหว่าง input/output ของ MUX กับ RS 232-C

เนื่องจากสัญญาณข้อมูลที่ส่งออกจาก RS 232-C ของ terminal มีแรงดันที่ระดับ +12 voltถึง -12 volt แต่ input/output ของ multiplexer มีระดับแรงดัน 0 volt ถึง +5 volt

ฉะนั้นจึงจำเป็นต้องมี interface คอยเชื่อมให้สามารถแลกเปลี่ยนสัญญาณกันได้ โดยการเปลี่ยนระดับแรงดันโดย IC เบอร์ MC1489 และ IC เบอร์ MC 1488

การเชื่อมโยงเข้ากับ connecter RS 232-C เป็นดังรูปที่ 5-4



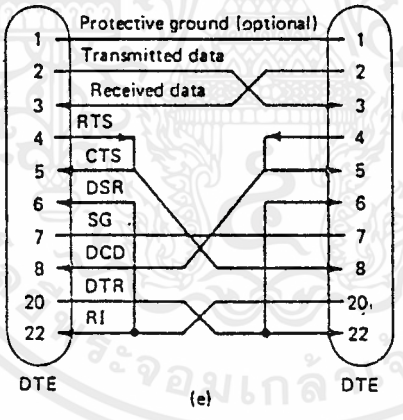
รูปที่ 5-4 แสดงวงจร interfacing input/output ของ MUX กับ RS 232-C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตามรูปที่ 5-4 IC เบอร์ MC1489 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณที่ระดับแรงดัน +12 Voltและ -12 Voltให้เป็นสัญญาณระดับ 0 volt ถึง 5 volt เพื่อใช้กับ IC TTL ใน MUX

IC เบอร์ MC1488 ทำหน้าที่แปลงสัญญาณ ที่ระดับแรงดัน 0 Voltและ 5 Voltให้เป็นสัญญาณระดับ -12 volt และ +12 volt เพื่อใช้กับ card RS 232-C ใน terminal

ในการต่อรวมทั้งด้านรับและด้านส่ง สามารถเขียนลักษณะการจัด conector RS 232-C ทั้งสองด้านได้ดังรูปที่ 5-5 นี้



รูปที่ 5-5 แสดงลักษณะของการต่อ connector RS 232-C ด้านต้นทางและปลายทาง

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้ในเชิงพาณิชย์ ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DTE_1 และ DTE_2 คือส่วนของ RS 232-C ของ $terminal_1$และ $terminal_2$ ขา 2 คือ TX ต้องต่อไปหาขาที่ 3 คือ RX ของ terminal ตรงข้าม ส่วนขา RTS (reques to send),CTS (clear to send) และ DCD (data carrier detect) ต่อเข้าหากัน เป็นการต่อหลอกเครื่อง terminal ทั้ง 2 ด้านและ DTR (data terminal ready) ต่อกับ DSR (data set ready)

ในการใช้งานจริงกับระบบใหญ่ ต้องการความแม่นยำสูง ต้องต่อขาทั้งหมดให้ตรงกันทั้ง 2 ด้าน ยกเว้น ขา TX ต้องต่อไขว้กับขา RX ของด้านตรงข้าม

TDM MULTIPLEXER

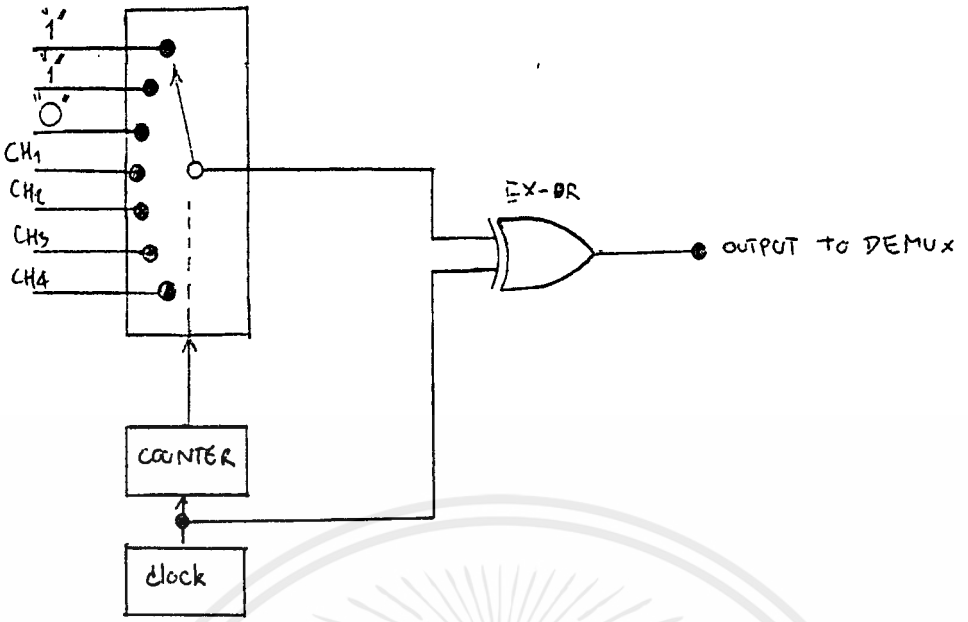
แบ่งเป็น 2 ส่วนใหญ่ๆคือ ส่วน multiplex และ demultiplex

ส่วนของวงจร MULTIPLEX

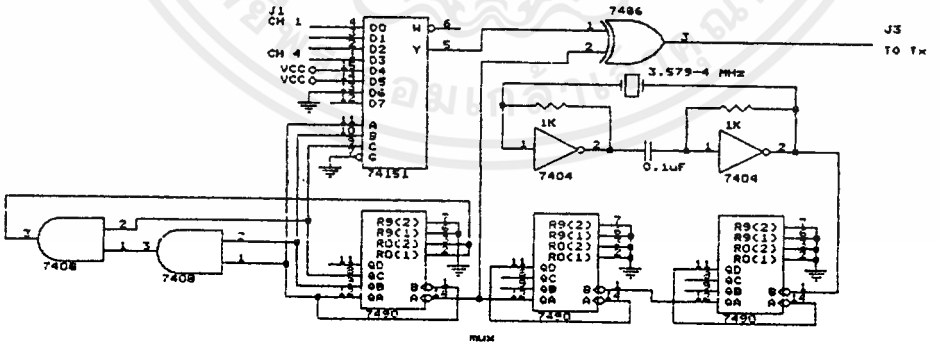
สามารถแบ่งย่อยออกไปตาม equivalent cct. ได้ตามรูปที่ 5-6ก คือ

- selector switch เลือก channel input
- counter ควบคุมการสวิทช์ของ selector switch
- clock source
- ส่วน modulate clock กับ สัญญาณที่จะส่งออก output

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5.6 ก equivalent cct. ของส่วน multiplex

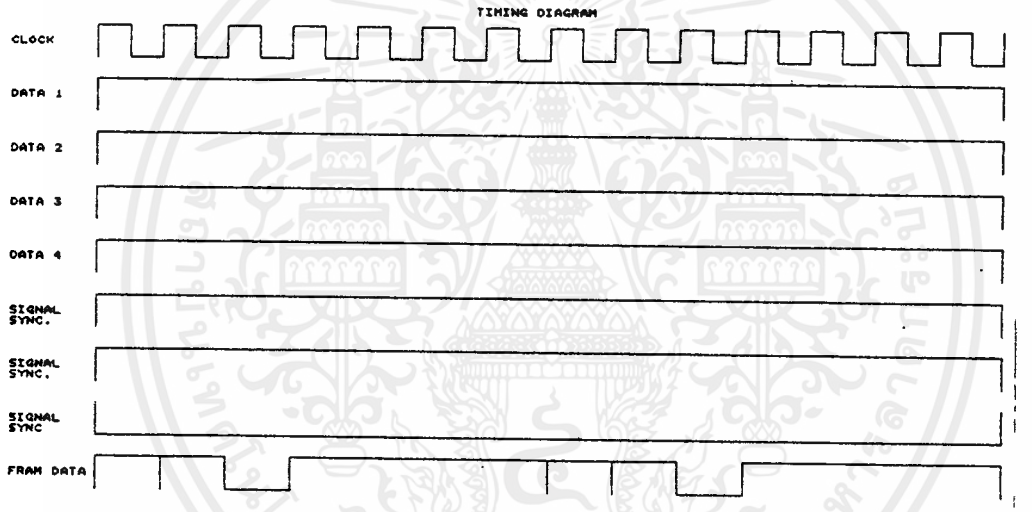


รูปที่ 5.6 ข วงจรจริง ของส่วน multiplex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนการทำงานของวงจรในการเลือกสัญญาณ input แสดงตาม timing diagram ใน

รูปที่ 5.7 เป็นสัญญาณที่วัดตามจุดวัดในรูปที่ 5.6 ข



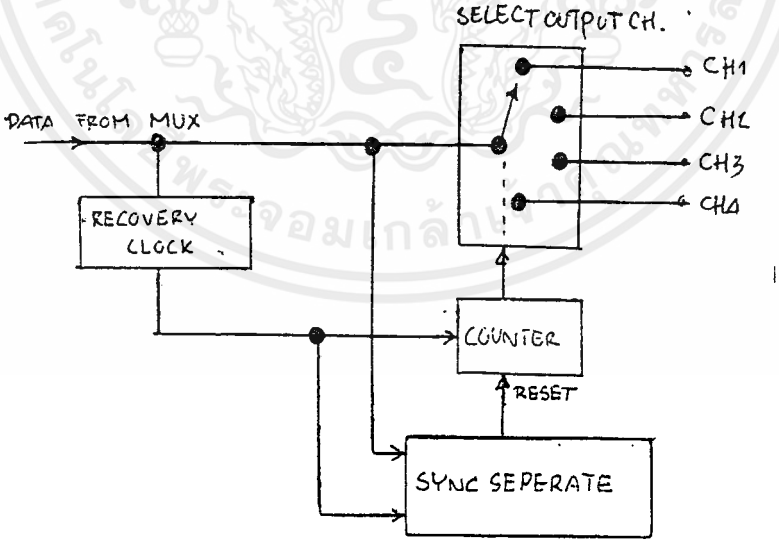
รูปที่ 5.7 แสดงการทำงานของ วงจรส่วน multiplex โดย timing diagram

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ ดัดแปลง เผยแพร่ หรือแสวงหาผลประโยชน์ทางการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนของวงจร DEMULTIPLEX

สามารถแบ่งย่อยออกไปตาม equivalent cct. ได้ตามรูปที่ 5.8 คือ

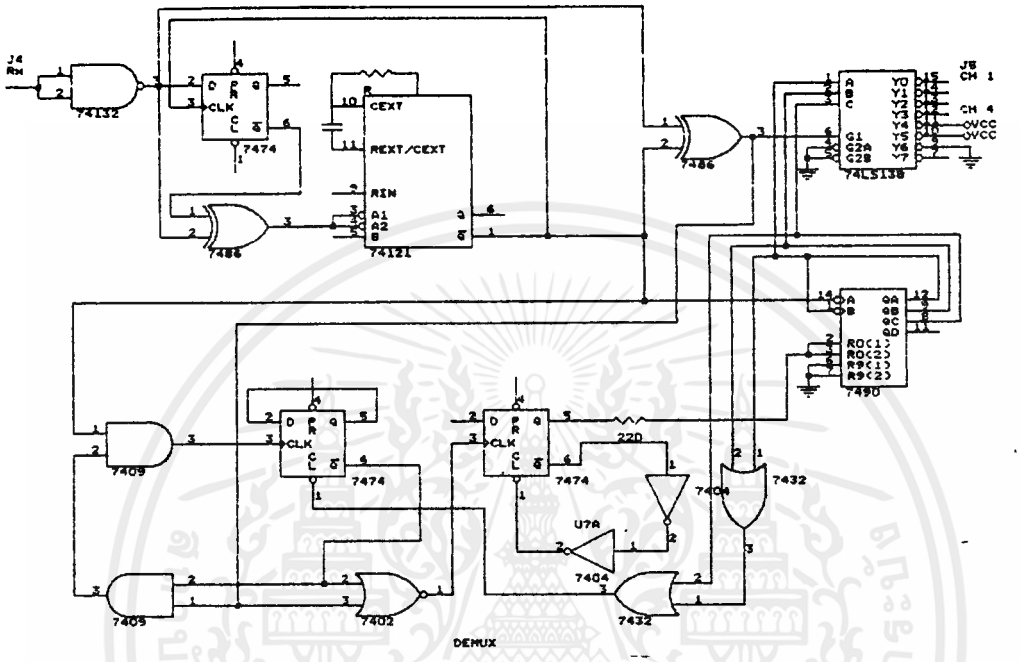
- Recovery clock โดยนำ data ที่ EX-OR มากับ clock (ที่รับจาก FIBER)นั้น มาผ่าน F/F เพื่อหน่วงเวลา 1/2 time clock,แล้วนำมา EX-OR กับ data input(ที่รับจาก FIBER) จะได้ recovery clock
- Counter control select output channel จะนับ 7 แล้วรีเซ็ตการนับด้วยสัญญาณ RESET จากส่วนแยก SYNC (2hight llow SYNC)
- SYNC SEPERATE จะแยก SYNC 2hight llow ออกจาก DATA ที่รับมา
- switch แยก channel output ,control ด้วย binary code จาก counter จะสวิทช์วน



รูปที่ 5.8 equivalent cct. ของส่วน demultiplexer

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรจริงของส่วน demultiplex แสดงในรูปที่ 5-9 ประกอบด้วย



รูปที่ 5.9 วงจรจริงของส่วน demultiplex

ส่วน Recovery clock

ประกอบด้วย F/F ต่ออนุกรมกับ EX-OR และ MONO STABLE 74121 ทำงานโดยเริ่มที่ F/F เก็บสถานะบิทแรกที่ได้รับมาเก็บไว้ แล้วรับข้อมูลบิทต่อไปมาทำการ EX-OR กับบิทแรกที่เก็บไว้ใน F/F เพื่อแยกเอา clock ที่ส่งมาจากด้านตรงข้ามเพื่อรับเอาข้อมูลที่มี clock ผสมอยู่แยกเอาเฉพาะสัญญาณจริงที่ส่งมาทั้ง 4 channel ด้านส่งการทำงานแสดงตาม timing diagram ในรูปที่ 5.10

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

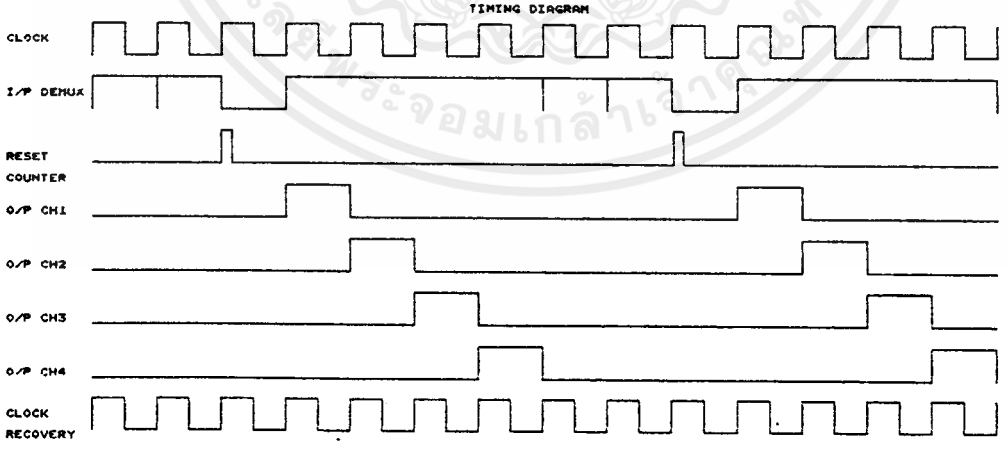
clock ที่ recovery ได้ต้องนำมาผ่าน monostable เพื่อกำหนด timeให้ตรงกับด้านส่งที่ส่งมา จะได้ clock ที่สมบูรณ์ที่ขา Q ของ MONO STABLE 74121 ค่า time ของ clock ที่ได้จาก output monostable มีค่า

$$t = 1.44\ RC \qquad \text{(วินาที)}$$

ส่วน counter และแยก channel output

counter จะทำการนับ 4 แล้ว reset ตัวเอง ส่วนแยก channel จะทำการปล่อย output ออกที่ output channel ตามที่ counter 7490 ส่งระหัสมา control 74151 เป็นตัวทำหน้าที่ swithing เลือก channel output, สัญญาณจาก 74155 เป็นสัญญาณที่แยก channel แล้ว ซึ่งจะส่งต่อไปให้วงจรส่วน interface MUX กับ RS 232-C ต่อไป

วงจรและ timing diagram แสดงในรูปที่ 5.10

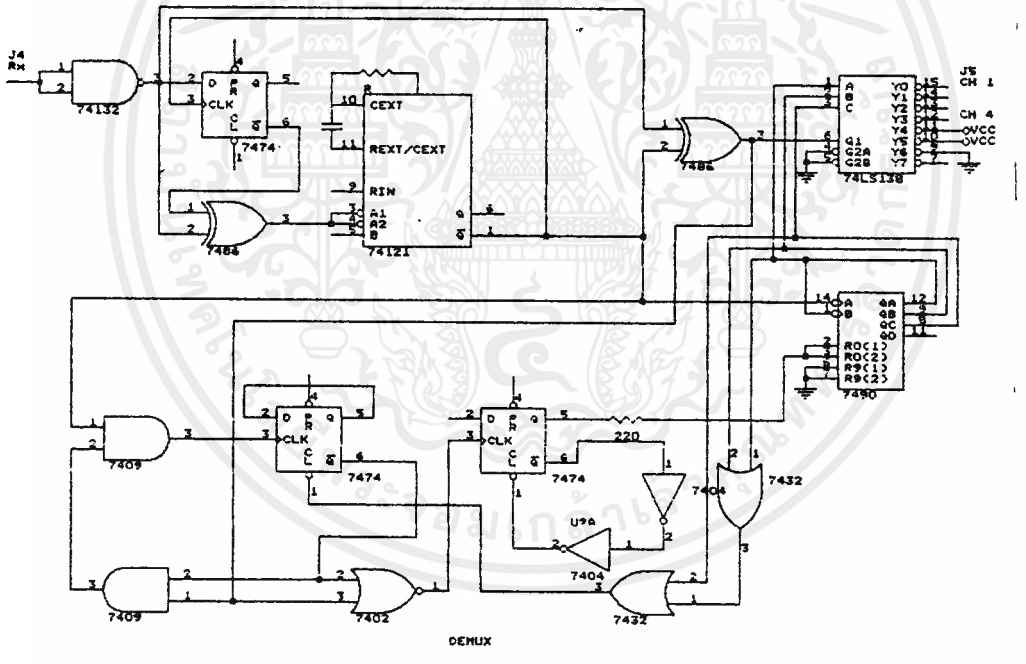


รูปที่ 5.10 แสดงวงจรและ timing diagram ของส่วนแยก channel

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนแยก SYNC (SYNC SEPERATE)

sensor 2 hight โดย T F/F (ที่สร้างจาก 7474)แล้ว sensor llow ด้วย NAND GATE เงื่อนไขคือเมื่อ T F/F sensor 2hight แล้วต้อง active logic low ที่ output Q- เรา เอา logic low นี้ไปเข้า NAND GATE กับ data ที่ส่งมาจากสันทางเพื่อ sensor llow เมื่อ NAND GATE active,F/Fที่อนุกรมกับมันจะจ่าย output ไปรีเซ็ต COUNTER



รูปที่ 5.10 แสดงวงจรส่วนแยก SYNC (SYNC SEPERARTE)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

การทดลองวัดสัญญาณ

การทดลองนี้มีการวัด 2 อย่างคือ

1. วัดความเที่ยงตรงในการ RECOVERY CLOCK ของด้านรับคือส่วน DEMULTIPLEX
2. วัด BIT ERROR RATE ของการส่งข้อมูลแบบ ASYNCHRONOUSE ในแต่ละ ช่องสัญญาณ

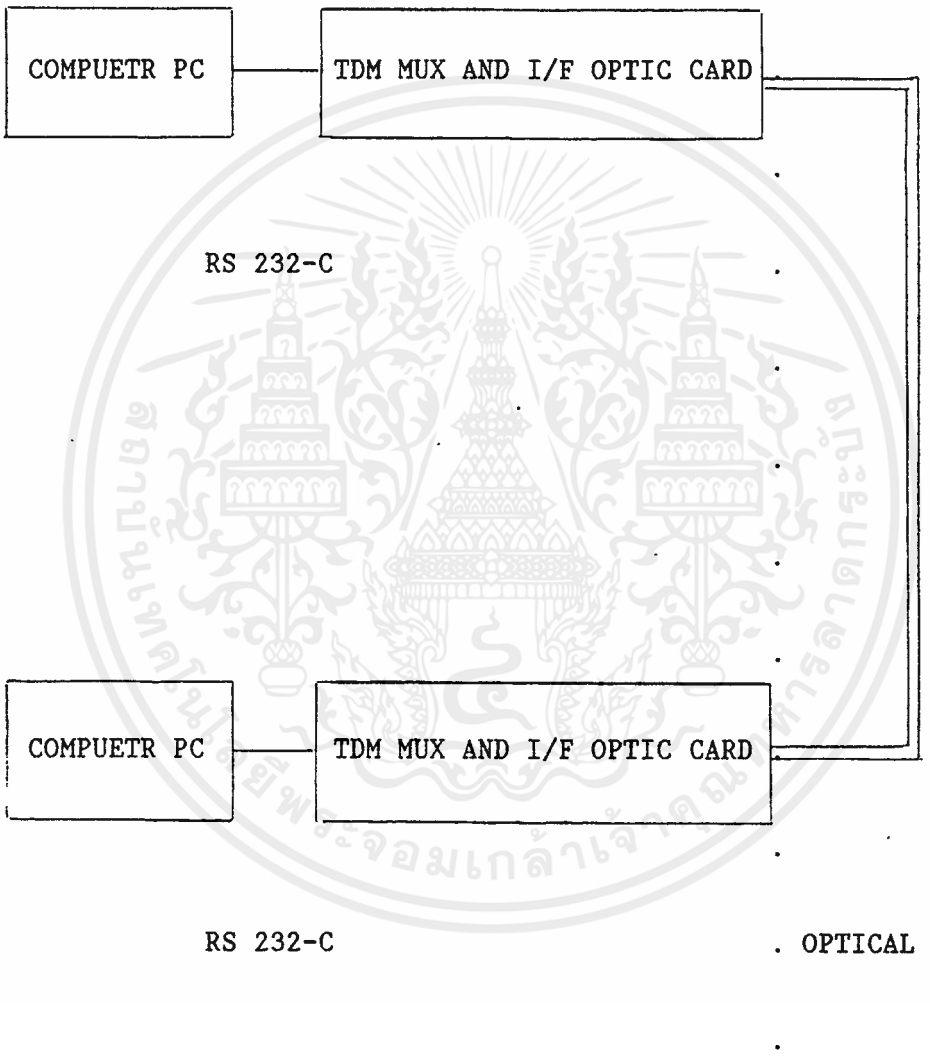
อุปกรณ์การทดลอง

1. ชิ้นงานโครงงาน MULTIPEXER และชุด OPTICAL FIBER
2. OSCILLOSCOPE
3. COMPUTER PC จำนวน 2 เครื่อง พร้อม CARD RS 232-C
4. สาย CONNECTER RS 232-C 25 PIN 2 เส้น
5. แผ่น DISKET บรรจุโปรแกรมชื่อ X-TALK สำหรับ TRANSFER DATA และวัด BIT ERROR RATE

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการทดลอง

1. ต่อวงจรดังรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1

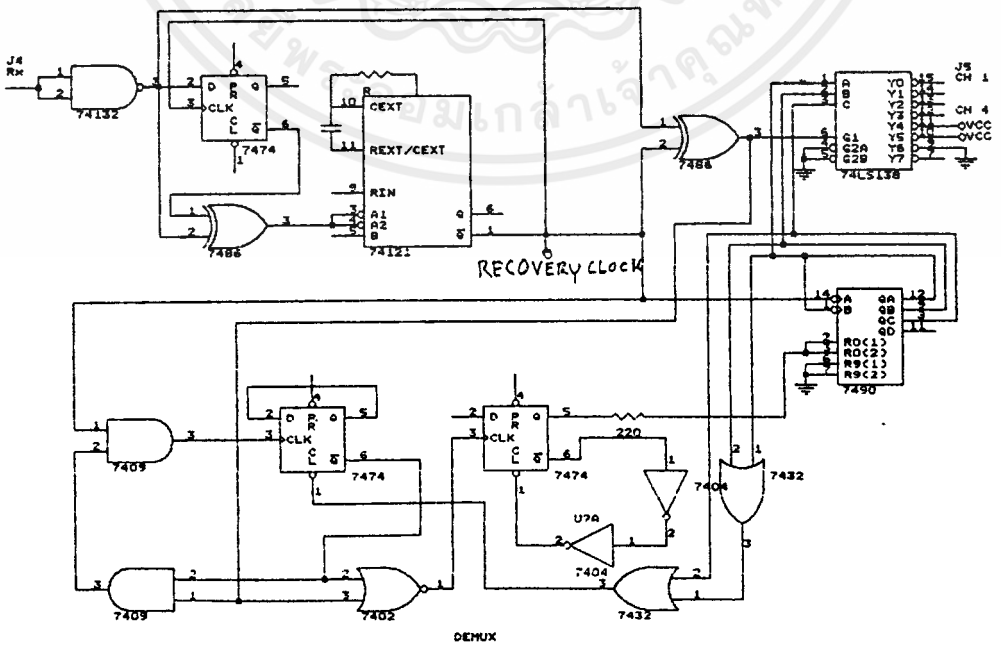
2. ใช้ OSCILLOSCOPE ทำการวัด CLOCK ของส่วน MULTIPLEX ของ MUX ตัวบน เทียบกับ CLOCK ที่ RECOVERY ได้ ที่ส่วน DEMULTIPLEX ของ MUX ตัวล่าง วาด CLOCK ทั้งสอง เทียบกันและ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บันทึกค่าความถี่ที่วัดได้ บันทึกผลลงในตารางการทดลองที่ 1

CLOCK	รูปสัญญาณที่วัดได้	ความถี่ที่วัดได้ (KH_Z)
Source Clock from MUX_1		
Recovery Clock at MUX_2		

ตารางการทดลองที่ 1



รูปที่ 6.1 จุดวัด SOURCE CLOCK และ RECOVERY CLOCK

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการ TEST BIT ERROR RATE โดยการ RUN โปรแกรม X-TALK ที่ TERMINAL ปลายทางทั้งสองด้านโดยเลือก CHANNEL ให้ตรงกัน ทดลองส่งตัวอักษรโดยกด KEYBOARD ของ COMPUTER PC ตามตารางที่ 2 ดูผลการรับของเครื่อง COMPUTER ปลายทางที่จอแสดงผล ว่าตรงกันกับการกด KEYBOARD ของด้านส่งหรือไม่ บันทึกผลการทดลองในตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

อักษรด้านส่ง	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z
อักษรด้านรับ	

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 2

4. ใช้โปรแกรม X-TALK ส่ง PATTERN ทดสอบ BIT ERROR RATE ที่ SPEED ต่างๆ ตามตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3 ดูค่า BER จากจอเครื่อง COMPUTER ตัวรับ

TX SPEED (BPS)	300	1200	2400	4800	9600
RX BER (%)					

ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สรุปผลของโครงงาน

โครงงานนี้ได้ศึกษาและออกแบบสร้างชุดทดลองต้นแบบ วงจร Multiplexer โดยผ่านสาย Fiber optic จากการทดลองได้เจอปัญหามากมาย ซึ่งสามารถที่จะสรุปได้ดังนี้

1. ส่วนของ Module fiber optic ทางด้านรับ ซึ่งใช้ Photo transister ไม่สามารถที่จะตอบสนองความถี่ทางด้านรับได้ ทำให้ไม่สามารถที่ จะทำการ Detect สัญญาณได้

2. ส่วนของวงจร Clock Recovery จะต้องทำการปรับความถี่ให้มีค่าใกล้เคียงกับ Clock ของระบบมากที่สุด มิฉะนั้นแล้วจะไม่สามารถ Detect Data ออกจาก Clock ได้

3. คุณภาพของอุปกรณ์ ที่ใช้ไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ ในการใช้งานจริง

4. โครงงานนี้เป็นเพียงแนวความคิดริเริ่ม อาจทำให้ประสิทธิภาพ ในการใช้งานไม่ค่อยดีเท่าที่ควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ธานินทร์ ถาวรศาสนวงศ์, ทินกร ดุ๊ก. <u>การอินเทอร์เฟส IBM PC</u>

   พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : พิสิกส์ เซ็นเตอร์

2. ชูชัย ธนะสารตั้งเจริญ, ทินกร ดุ๊ก. <u>การสื่อสารข้อมูล</u>

   พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : พิสิกส์ เซ็นเตอร์

3. ดร. วิวัตน์ กิรานนท์. <u>พื้นฐานการสื่อสาร</u>

   พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพมหานคร : สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MFOE71

FIBER OPTIC LOW COST SYSTEM
FLCS INFRARED-EMITTING DIODE

. . . designed for low cost, medium frequency, short distance Fiber Optic Systems using 1000 micron core plastic fiber.

Typical applications include: high isolation interconnects, disposable medical electronics, consumer products, and microprocessor controlled systems such as coin operated machines, copy machines, electronic games, industrial clothes dryers, etc.

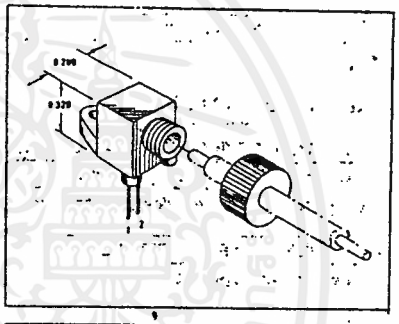
- Fast Response — > 10 MHz
- Spectral Response Matched to FLCS Detectors: MFOD71, 72, 73
- FLCS Package
  - — Low Cost
  - — Includes Connector
  - — Simple Fiber Termination and Connection
  - — Easy Board Mounting
  - — Molded Lens for Efficient Coupling
  - — Mates with 1000 Micron Core Plastic Fiber (DuPont OE1040, Eska SH4001)

FLCS LINE

FIBER OPTICS

INFRARED-EMITTING DIODE

GALLIUM ALUMINUM ARSENIDE
820 nm

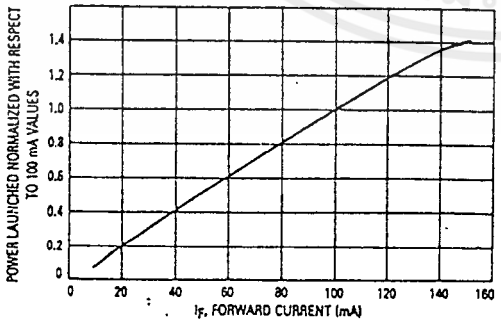


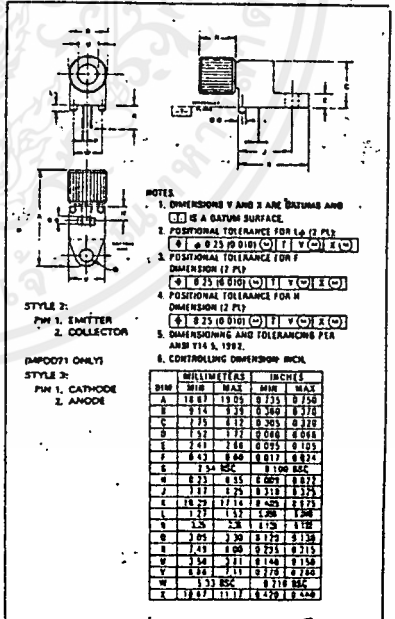
MAXIMUM RATINGS

Rating	Symbol	Value	Unit
Reverse Voltage	V_R	6.0	Volts
Forward Current	I_F	150	mA
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C Derate above 25°C	P_D(1)	150 2.5	mW mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range	T_J, T_{stg}	−40 to +85	°C

(1) Measured with the device soldered into a typical printed circuit board.

FIGURE 1 — NORMALIZED POWER LAUNCHED versus FORWARD CURRENT





NOTES:
1. DIMENSIONS Y AND X ARE DATUMS AND [-] IS A DATUM SURFACE.
2. POSITIONAL TOLERANCE FOR Ls (2 PL)
3. POSITIONAL TOLERANCE FOR F DIMENSION (2 PL)
4. POSITIONAL TOLERANCE FOR H DIMENSION (2 PL)
5. DIMENSIONING AND TOLERANCING PER ANSI Y14.5, 1982.
6. CONTROLLING DIMENSION: INCH.

STYLE 2:
PIN 1. EMITTER
2. COLLECTOR

(MFOD71 ONLY)
STYLE 3:
PIN 1. CATHODE
2. ANODE

DIM	MILLIMETERS MIN	MILLIMETERS MAX	INCHES MIN	INCHES MAX
A	18.67	19.05	0.735	0.750
B	9.14	9.39	0.360	0.370
C	7.75	8.13	0.305	0.320
D	1.52	1.72	0.060	0.068
E	2.41	2.66	0.095	0.105
F	0.43	0.66	0.017	0.026
G	2.54 BSC		0.100 BSC	
H	0.23	0.35	0.009	0.014
J	3.17	3.75	0.125	0.375
K	16.79	17.14	0.625	0.675
L	1.27	1.52	0.050	0.060
N	3.56	3.56	0.140	0.140
Q	3.05	3.30	0.120	0.130
R	7.49	8.00	0.295	0.315
U	3.56	3.81	0.140	0.150
V	6.86	7.11	0.270	0.280
W	5.33 BSC		0.210 BSC	
X	18.67	19.17	0.470	0.490

CASE 363-01

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Fig. No.	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Reverse Breakdown Voltage (I_R = 100 μA)	—	$V_{(BR)R}$	2.0	4.0	—	Volts
Forward Voltage (I_F = 100 mA)	—	V_F	—	1.5	2.0	Volts

OPTICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Fig. No.	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Power Launched	2, 4	P_L	110	165	—	μW
Optical Rise and Fall Time	3	t_r, t_f	—	25	35	ns
Peak Wavelength (I_F = 100 mA)	1	λ_P	—	820	—	nm

For simple fiber termination instructions, see the MFOD71, 72 and 73 data sheet.

FIGURE 2 — POWER LAUNCHED TEST SET

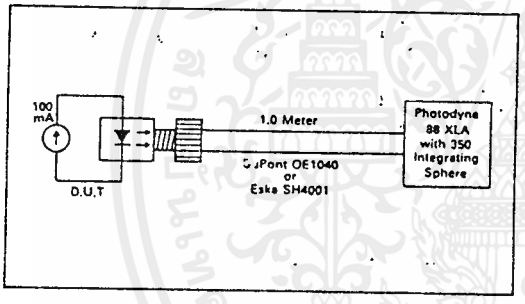


FIGURE 3 — POWER LAUNCHED (P_L) versus FIBER LENGTH

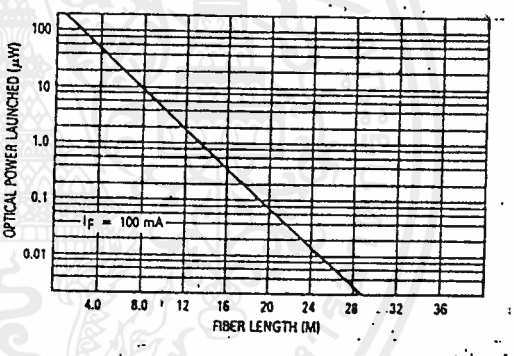


FIGURE 4 — OPTICAL RISE AND FALL TIME TEST SET (10%–90%)

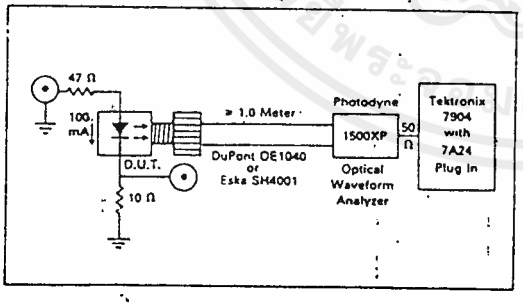
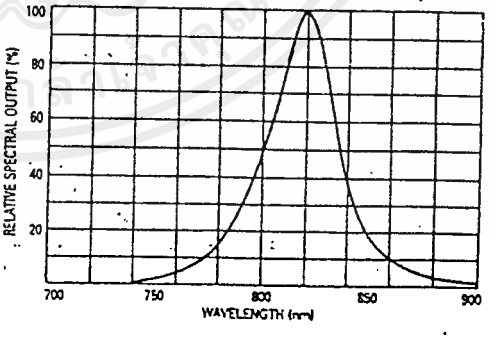


FIGURE 5 — TYPICAL SPECTRAL OUTPUT versus WAVELENGTH



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

MOTOROLA

MFOD71
MFOD72
MFOD73

FIBER OPTIC LOW COST SYSTEM
FLCS DETECTORS

... designed for low cost, short distance Fiber Optic Systems using 1000 micron core plastic fiber.

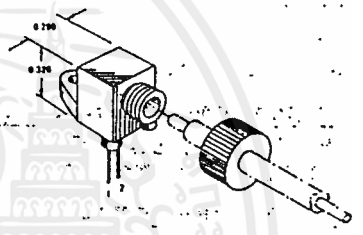
Typical applications include: high isolation interconnects, disposable medical electronics, consumer products, and microprocessor controlled systems such as coin operated machines, copy machines, electronic games, industrial clothes dryers, etc.

- Fast PIN Photodiode: Response Time <5.0 ns
- Standard Phototransistor
- High Sensitivity Photodarlington
- Spectral Response Matched to MFOE71 LED
- Annular Passivated Structure for Stability and Reliability
- FLCS Package
  - — Includes Connector
  - — Simple Fiber Termination and Connection (Figure 4)
  - — Easy Board Mounting
  - — Molded Lens for Efficient Coupling
  - — Mates with 1000 Micron Core Plastic Fiber (DuPont OE1040, Eska SH4001)

FLCS LINE

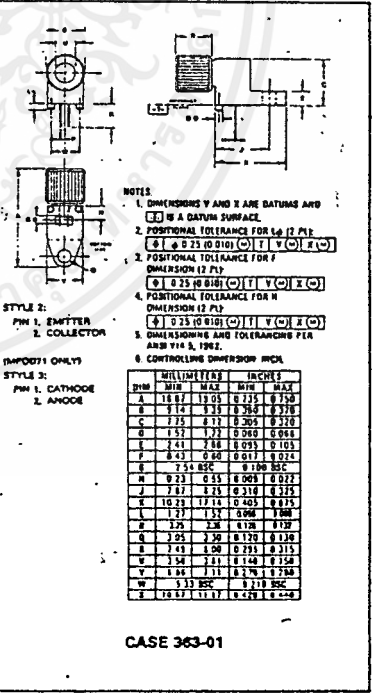
FIBER OPTICS

DETECTORS



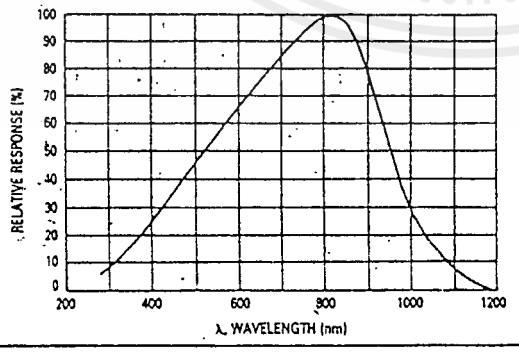
MAXIMUM RATINGS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Rating		Symbol	Value	Unit
Reverse Voltage	MFOD71	V_R	100	Volts
Collector-Emitter Voltage	MFOD72 MFOD73	V_{CEO}	30 60	Volts
Total Power Dissipation @ T_A = 25°C MFOD71 Derate above 25°C MFOD72/73 Derate above 25°C		P_D	 100 1.67 150 2.5	 mW mW/°C mW mW/°C
Operating and Storage Junction Temperature Range		T_J, T_{stg}	−40 to +85	°C



CASE 363-01

FIGURE 1 — RELATIVE SPECTRAL RESPONSE



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Characteristic	Symbol	Min	Typ	Max	Unit
Dark Current (V_R = 20 V, R_L = 1.0 MΩ) T_A = 25°C T_A = 85°C	I_D	— —	0.06 10	10 —	nA
Reverse Breakdown Voltage (I_R = 10 μA)	$V_{(BR)R}$	50	100	—	Volts
Forward Voltage (I_F = 50 mA)	V_F	—	—	1.1	Volts
Series Resistance (I_F = 50 mA)	R_s	—	8.0	—	ohms
Total Capacitance (V_R = 20 V; f = 1.0 MHz)	C_T	—	3.0	—	pF

OPTICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C)

Responsivity (V_R = 5.0 V, Figure 2)	R	0.15	0.2	—	μA/μW
Response Time (V_R = 5.0 V, R_L = 50 Ω)	$t_{(resp)}$	—	5.0	—	ns

MFOD72/MFOD73

STATIC ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Collector Dark Current (V_{CE} = 10 V)		I_D	—	—	100	nA
Collector-Emitter Breakdown Voltage (I_C = 10 mA)	MFOD72 MFOD73	$V_{(BR)CEO}$	30 60	—	—	Volts

OPTICAL CHARACTERISTICS (T_A = 25°C unless otherwise noted)

Responsivity (V_{CC} = 5.0 V, Figure 2)	MFOD72 MFOD73	R	80 1,000	125 1,500	—	μA/μW
Saturation Voltage (λ = 820 nm, V_{CC} = 5.0 V) (P_{in} = 10 μW, I_C = 1.0 mA) (P_{in} = 1.0 μW, I_C = 2.0 mA)	 MFOD72 MFOD73	$V_{CE(sat)}$	— — —	— 0.25 0.75	— 0.4 1.0	Volts
Turn-On Time	R_L = 2.4 kΩ, P_{in} = 10 μW, λ = 820 nm, V_{CC} = 5.0 V	MFOD72	t_{on}	—	10	—	μs
Turn-Off Time			t_{off}	—	60	—	μs
Turn-On Time	R_L = 100 Ω, P_{in} = 1.0 μW, λ = 820 nm, V_{CC} = 5.0 V	MFOD73	t_{on}	—	125	—	μs
Turn-Off Time			t_{off}	—	150	—	μs

TYPICAL COUPLED CHARACTERISTICS

FIGURE 2 — RESPONSIVITY TEST CONFIGURATION

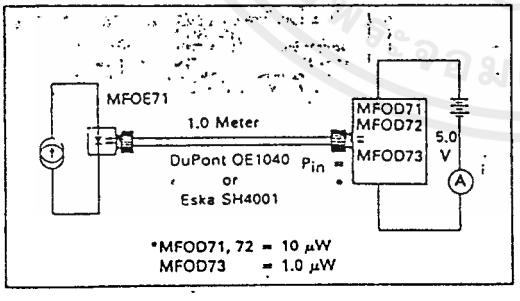
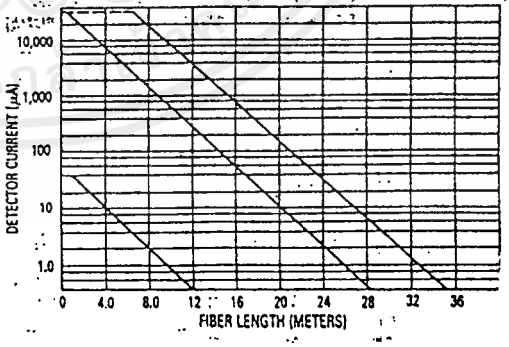
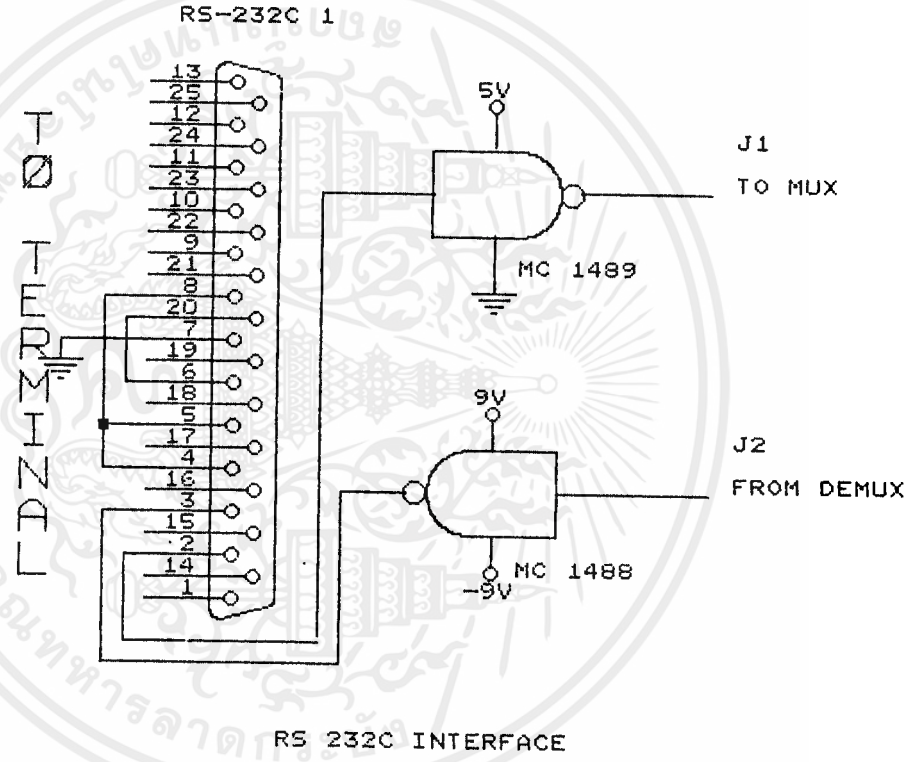


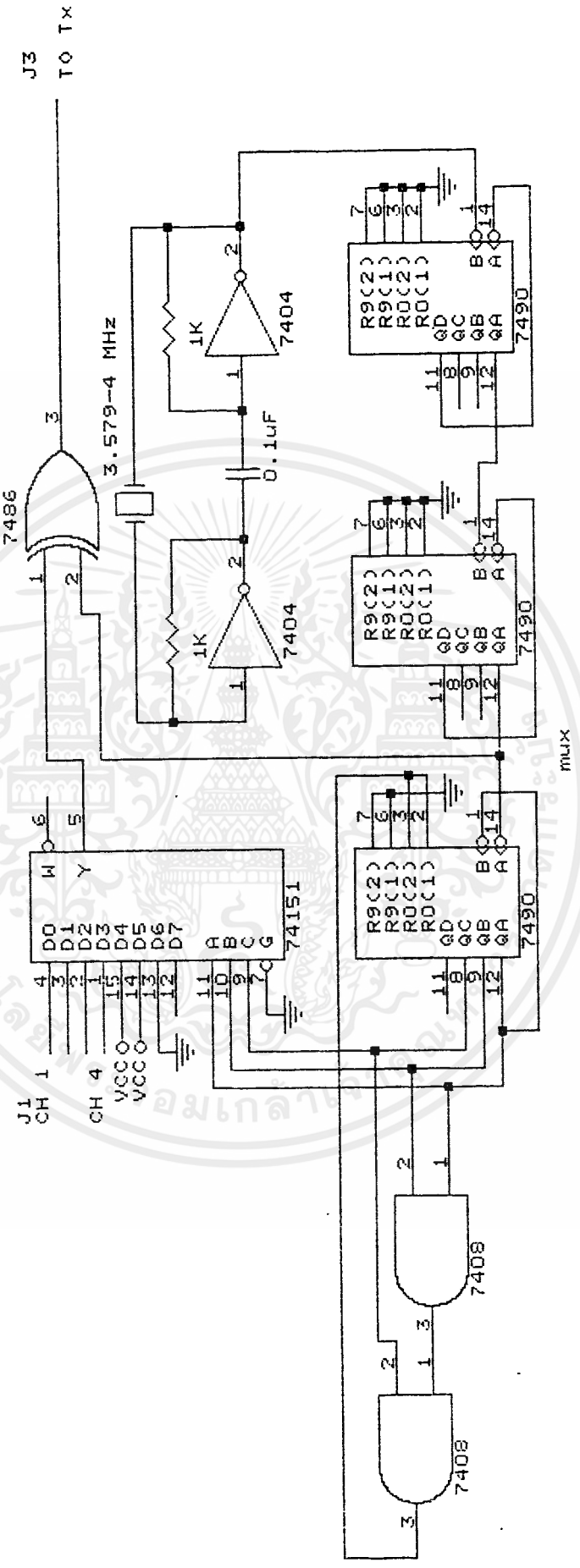
FIGURE 3 — DETECTOR CURRENT versus FIBER LENGTH



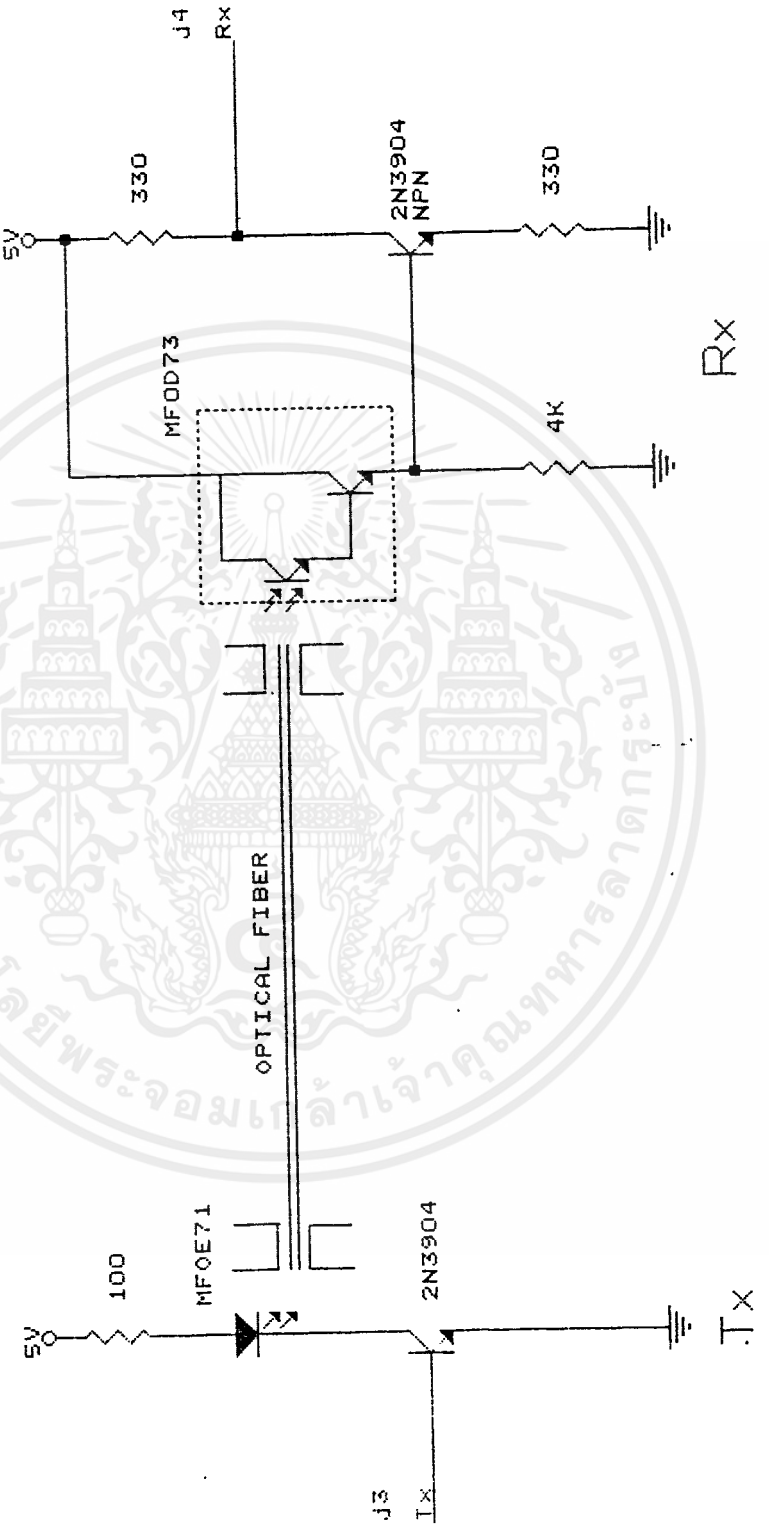
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



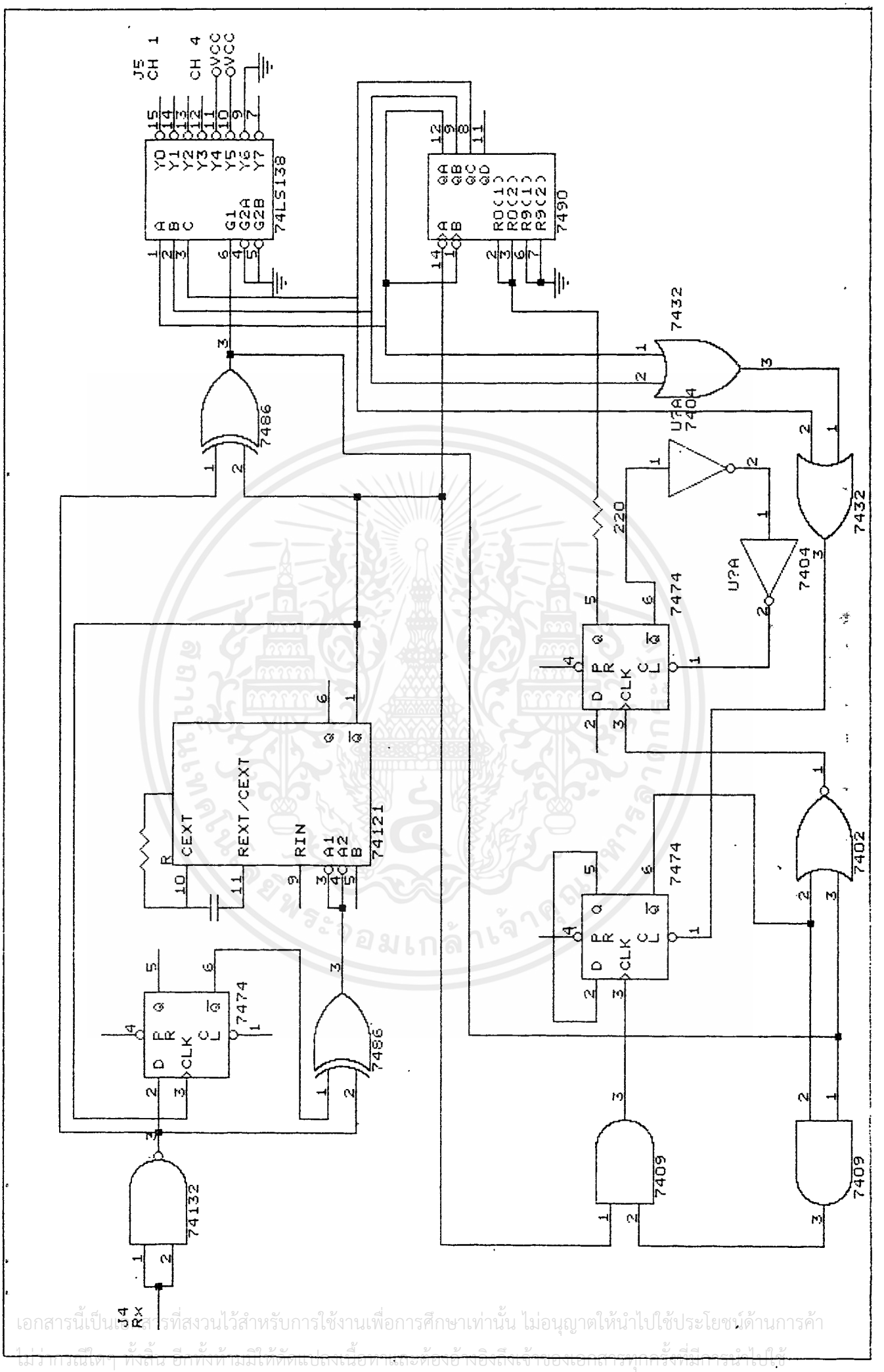
RS 232C INTERFACE



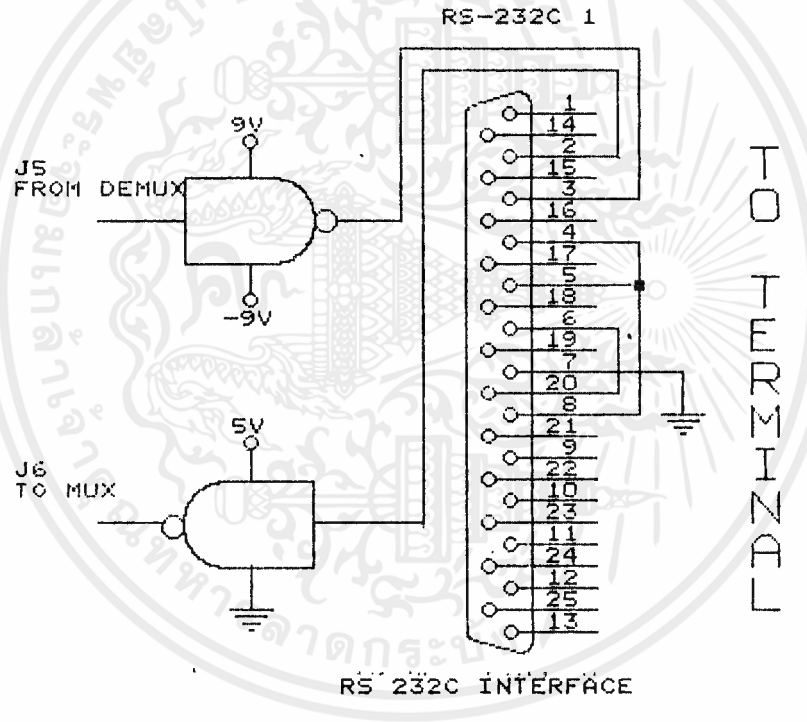
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


RS-232C 1
9V
J5
FROM DEMUX
-9V
5V
J6
TO MUX
1
14
2
15
3
16
4
17
5
18
6
19
7
20
8
21
9
22
10
23
11
24
12
25
13
TO TERMINAL
RS 232C INTERFACE