เครื่องส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุ
(RADIO FREQUENCY DATA ACQUISITION)

โดย

นาย นฤทธิ์ วงษ์แสง 37012011
นาย วุฒิชัย กำเลิศกล้า 37012030
นาย สมยศ พิศาล 37012031

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ กฤดากร กล่อมการ

วัน เดือน ปี 30 ก.ค. 2540
เลขทะเบียน 036947
เลขเรียกหนังสือ T 38040 น.39ค

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษา ตามหลักสูตรอุตสาหกรรมศาสตรบัณฑิต

ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

036947

หัวข้อปริญญานิพนธ์ เครื่องส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุ
RADIO FREQUENCY DATA ACQUISITION

ชื่อนักศึกษา นาย นฤทธิ์ วงษ์แสง
นาย วุฒิชัย กำเลิศกล้า
นาย สมยศ พิศาล
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ กฤตากร กล่อมการ
ภาควิชา เทคนิคอุตสาหกรรม
คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2538

ปริญญานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาอุตสาหกรรมศาสตร์บัณฑิต

คณะกรรมการสอบปริญญานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
( )

.....กรรมการ
( )

.....กรรมการ
( )

.....กรรมการ
( )

.....กรรมการ
( )

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุ

โดย

นาย นฤทธิ์ วงษ์แสง 37012011

นาย วุฒิชัย กำเลิศกล้า 37012030

นาย สมยศ พิศาล 37012031

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ. กฤดากร กล่อมการ

ปีการศึกษา 2538

บทคัดย่อ

ในระบบการสื่อสารข้อมูลจากที่หนึ่ง ไปยังอีกที่หนึ่งนั้น สามารถทำได้หลายวิธี ซึ่งในแต่ละวิธีนั้นจะต้องคำนึงถึงประสิทธิภาพของการรับและส่งข้อมูล ซึ่งหมายถึงข่าวสารที่รับได้ด้านปลายทาง จะต้องมีความเที่ยงตรงแม่นยำหรือมีความผิดเพี้ยนน้อยที่สุด ในเงื่อนไขที่สามารถจะยอมรับได้

ในโครงงานนี้จะได้กล่าวถึงการส่งข้อมูล โดยใช้ ET-BASIC STAMPร่วมกับคลื่นความถี่วิทยุกระจายออกอากาศไปยังเครื่องรับ โดยการใช้หลักการเปลี่ยนสัญญาณข้อมูลข่าวสารให้เป็นสัญญาณ FSK แล้วทำการมอดูเลทกับคลื่นพาหะความถี่163.41 MHz ส่งออกอากาศไป

ในทางด้านรับก็จะรับสัญญาณเพื่อมาทำการดีมอดูเลทแบบ FSK ให้ได้เป็นสัญญาณที่แท้จริงหรือข้อมูลที่ส่งมาทางด้านส่ง ซึ่งในโครงงานนี้จะเป็นการสื่อสารข้อมูลลักษณะที่เป็นแบบ Simplex

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

RADIO FREQUENCY DATA ACQUISITION

BY

Mr. Narit Wongsang 37012011

Mr. Wuttichai Kumlerdkla 37012030

Mr. Somyot Phisarn 37012031

ADVISOR

Mr. Kridakorn Klomkarn

SEMESTER 1995

ABSTRACT

There are many method of data communication system which transmitted from one place to another. The efficiency in each method must have high accuracy or low distortion inaccept condition.

The data communication in this project will use ET-BASIC STAMP and Radio frequency wave to propagate on air to destination by information conversion which FSK signal modulated with carrier frequency 163.410 Mhz propagate on air.

In the receiver will receive signal for demodulate FSK signal. In this project use Simplex data communication .

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎี	
ET-BASIC STAMP	3
ชุดคำสั่งที่ใช้กับ BASIC STAMP	5
วงจรของ ET-BASIC STAMP	9
การใช้งาน Procomm plus	10
อุปกรณ์อินเตอร์เฟส (RS-232)	21
คุณสมบัติทางกลของการอินเตอร์เฟส	28
บทที่ 3 การออกแบบและการสร้างวงจร	
การออกแบบวงจร FSK Modulator	41
การออกแบบ FSK Demodulator	43
การออกแบบวงจร Band Pass Filter	47
บล็อกไดอะแกรมและวงจรต่างๆ	51
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	56
บทที่ 5 สรุปผลการทดลอง	63
กิตติกรรมประกาศ	64
เอกสารอ้างอิง	65
ภาคผนวก	66

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันเทคโนโลยีทางด้านโทรคมนาคมได้มีการพัฒนาไปอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุ ได้มีการนำการสื่อสารด้วยคลื่นวิทยุมาประยุกต์ใช้งานอย่างมากมาย โดยเฉพาะความถี่ย่าน VHF ซึ่งใช้ในการสื่อสารย่านวิทยุตำรวจ นอกจากความถี่ย่าน VHF ไม่เพียงแต่ใช้ในการติดต่อข่าวสารในลักษณะพูดคุยผ่านวิทยุมือถือในย่าน VHF แล้ว แต่ความถี่ในย่าน VHF นี้ยังสามารถประยุกต์ใช้งานในการส่งข้อมูลแบบอื่นได้ เนื่องจากบางครั้งในงานควบคุมต่างๆ เราไม่จำเป็นที่จะใช้ CPU Controller ที่มีขนาดใหญ่นำมาควบคุมงานขนาดเล็ก ซึ่งจะทำให้เกิดความสิ้นเปลืองและยุ่งยาก ในปัจจุบันนี้ได้มี CPU Micro Controller ที่มีขนาดเล็กและใช้ง่ายมีความสะดวกในการใช้ โดยใช้โปรแกรม ภาษาเบสิก เขียนโปรแกรมขึ้นมาเพื่อป้อนให้กับ Board Basic Stamp ที่มี Micro Controller # PIC16C56 ทำงานร่วมกับ EEPROM ขนาด 256 byte ทำให้การทดสอบและการใช้งานทำได้โดยทันที โดยที่ไม่จำเป็นต้อง Copy EEPROM อีกทำให้รวดเร็วและสะดวก

งานวิจัยนี้มีแนวความคิดที่จะนำมาประยุกต์ใช้งาน ในการส่งข้อมูลโดยใช้ความถี่ 163.410 Mhz ซึ่งใช้ในกิจการของตำรวจ โดยให้มีสถานีตำรวจเป็นศูนย์กลางการรส่งข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ศูนย์กลางได้รับนี้จะเป็นชื่อตำรวจ ทะเบียนรถตำรวจ และรหัสเรียกขาน ซึ่งข้อมูลเหล่านี้จะถูกโปรแกรมเอาไว้ใน BOARD BASIC STAMP และจะนำส่งออกทางคลื่นวิทยุ 163.410 Mhz ซึ่งเครื่องส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นนี้จะนำไปติดไว้บนรถตำรวจ ซึ่งอธิบายได้ดังนี้

เมื่อเจ้าหน้าที่ตำรวจบนรถตำรวจทำการเปิดเครื่องส่งข้อมูลด้วยคลื่นวิทยุ ข้อมูลจากเครื่องส่งที่ติดไว้บนรถก็จะส่งออกมาตลอดเวลาทางคลื่นวิทยุความถี่ 163.410 Mhz และตราบใดที่รถตำรวจยังปฏิบัติหน้าที่อยู่ในพื้นที่ที่รับผิดชอบแล้ว ซึ่งยังไม่หลุดจากรัศมีที่ทางสถานีศูนย์กลางรับคลื่นวิทยุได้ ทางสถานีศูนย์กลางก็ยังสามารถรับสัญญาณจากรถได้ตลอดเวลา เมื่อทางสถานีศูนย์กลางได้รับสัญญาณที่ส่งมาจากรถแล้ว ซึ่งทางสถานีรับจะใช้เครื่องรับวิทยุเป็นภาครับข้อมูลจากภาครับจะถูกดีเทคออกมาจากสัญญาณความถี่วิทยุ และจะผ่าน RS 232 และจะแสดงข้อมูลที่หน้าจอเครื่อง PC ข้อมูลที่แสดงบนจอนั้นจะประกอบไปด้วย ชื่อตำรวจที่ปฏิบัติการบนรถ ทะเบียนรถ และรหัสเรียกขาน ซึ่งทำให้เจ้าหน้าที่ตำรวจที่ประจำอยู่บนรถยนต์ที่กำลังออกปฏิบัติ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่ ไม่จำเป็นต้องติดสื่อสารโดยการพูดคุยกับสถานีตลอดเวลา ทางสถานีศูนย์กลางก็จะรู้ตลอดเวลาว่า รถยนต์ของตำรวจที่กำลังออกปฏิบัติหน้าที่อยู่นั้นยังอยู่ในพื้นที่ตลอด และยังสามารถติดต่อสื่อสารกันได้อยู่ ทำให้สามารถติดต่อสื่อสารได้ง่ายในกรณีที่ต้องการความช่วยเหลือ

นอกจากนี้แล้วเครื่องส่งข้อมูลโดยใช้คลื่นวิทยุไม่เพียงแต่ใช้ในกิจการของตำรวจเพียงอย่างเดียว แต่ยังสามารถประยุกต์ใช้งานอื่นๆได้อีกอย่างมากมาย ตัวอย่างเช่น การนำมาประยุกต์ใช้เป็น RF-TAG เนื่องจากในปัจจุบันท่านผู้ผลิตสินค้าจะพิมพ์สินค้าจะพิมพ์บาร์โค้ดติดที่กล่องสินค้าที่ตัวสินค้าเองตามห้างสรรพสินค้าและซุบเปอร์มาร์เก็ต ก็จะติดป้ายราคาที่ตัวสินค้าพร้อมแถบบาร์โค้ดนี้เสมอ บาร์โค้ดนี้จะใช้ในการตรวจสอบรหัสสินค้าและราคาสินค้าที่เครื่องเก็บเงิน การอ่านบาร์โค้ดใช้เครื่องบาร์โค้ด สแกนเนอร์ ซึ่งสามารถอ่านรหัสได้อย่างแม้นยำและรวดเร็ว ทำให้การคิดราคาสินค้าได้รวดเร็วมาก เป็นการเพิ่มประสิทธิภาพการทำงาน และปรับปรุงคุณภาพการบริการให้กับลูกค้าของห้างได้เป็นอย่างดียิ่ง เทคนิคการส่งข้อมูลในคลื่นใช้การโมดูเลตแบบ FSK (Frequency Shift Keying) ซึ่งใช้ 2 ความถี่ในการแทนข้อมูล 0 และ 1 ชนิดของระบบ RF-ID ระบบ RF-ID มีทั้งชนิดคลื่นความถี่ต่ำประมาณ 134 Khz จนถึงความถี่สูง 2.0 Ghz ชนิดคลื่นความถี่ต่ำเหมาะสำหรับการอ่านในระยะใกล้ และไม่ต้องมีแบตเตอรีในป้าย สำหรับคลื่นความถี่สูงเหมาะสำหรับการอ่านข้อมูลระยะไกลและมีจำนวนข้อมูลมากมักจะใช้กับการจำแนกรถยนต์ในขณะวิ่งนอกจากป้าย RF-Tag และเครื่องอ่านยังมีชนิดต่างๆ ให้เลือกเพื่อให้เหมาะกับการใช้งานต่างๆอีกด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎีที่ใช้ในโครงงาน

ET-BASIC STAMP

ET-BASIC STAMP เป็นชุดควบคุมที่ใช้งานควบคุมต่างๆ ได้โดยง่ายและสะดวกมากโดยเราสามารถใช้ภาษา Basic เขียนโปรแกรมใช้งานขึ้นมาแล้วนำเข้าสู่บอร์ด ET-Basic Stamp ทางด้าน Printer Port ของเครื่อง PC เขียนลงในหน่วยความจำของบอร์ด ET-Basic Stamp ซึ่งเป็นหน่วยความจำแบบ EEPROM ขนาด 256 BYTE ทดสอบการทำงานแล้วนำไปใช้ได้โดยทันทีไม่จำเป็นต้องกลับมา Copy EEPROM อีก รวดเร็วและสะดวกที่สุด

ตัวหลักของบอร์ดนี้ก็คือ PIC16C56 CPU แบบ Micro Controller ของบริษัท MicroShip ซึ่งได้บรรจุตัวโปรแกรม Pbasic ของบริษัท Parallax ซึ่งทำงานแบบ Interpreter เอาไว้ในตัวทำงานรวมกับตัวเก็บโปรแกรมซึ่งเป็น EEPROM เบอร์ 93LC56 ซึ่งสามารถเก็บข้อมูลได้ 256 BYTE

โดยในหนึ่งคำสั่งภาษา Basic นั้นจะใช้ประมาณ 2-3 BYTE ซึ่งเราสามารถเขียนคำสั่ง Basic ได้ 80-100 คำสั่ง ความเร็วในการทำงานของตัวภาษา Basic นี้ประมาณ 2000 คำสั่ง/วินาที โดยใช้ความถี่ 4 MHz ในการรันต์ส่วน Port ใช้งานตัวบอร์ด ET-BASIC นี้จะมี PORT จำนวน 8 Line ให้ใช้งานโดยจะเป็น input port หรือ out port ก็ได้ใน 8 line นี้เช่น input 3 output 5 หรือ input 7 output 1 ก็ได้ซึ่งอาจจะดูน้อยไปแต่ถ้าเทียบกับความง่ายในการใช้งานแล้วนั้นก็นับว่าใช้ได้ โดยเฉพาะถ้าเรานำไปใช้งานควบคุมขนาดเล็กก็จะเหมาะมาก

ความสามารถของ Port แต่ละ line นั้น สามารถ SNK กระแสได้ 25 MA และ source กระแสได้ 20 MA แต่ในการใช้งานควรจะรวมกันทั้ง 8 line แล้วไม่ควรเกิน 60 MA <SNK> และ 40 MA<Sourec>

ฮาร์ดแวร์

ฮาร์ดแวร์ ที่สามารถสร้างขึ้นนี้ได้พัฒนาเปลี่ยนแปลงวงจรให้สามารถนำมาใช้งานได้ง่ายและสะดวกขึ้นโดยจะเป็นตัว Basic Stamp ของบริษัท Parallax ซึ่งเป็น ผู้เขียนและพัฒนานำตัวภาษา Basic นั้นใส่ในตัว CPU PIC 16C56 นี้

จะเห็นว่าตัวเบอร์ IC เพียง 2 ตัวเท่านั้น คือ PIC 16C56 และ EEPROM 93LC56 โดย CPU PIC 16C56นั้นจะมี Block Diagram ภายใน

การทำงานเราจะต้องใช้ Port RA0 - RA3 ไปเป็นส่วนที่ติดต่อทำงานกับ EEPROM 93LC56 และใช้ขา RTCC (Read Clock Counter) ซึ่งเป็นขา input แบบ ชมิตทริก-เกอร์ รับข้อมูลจาก เครื่อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

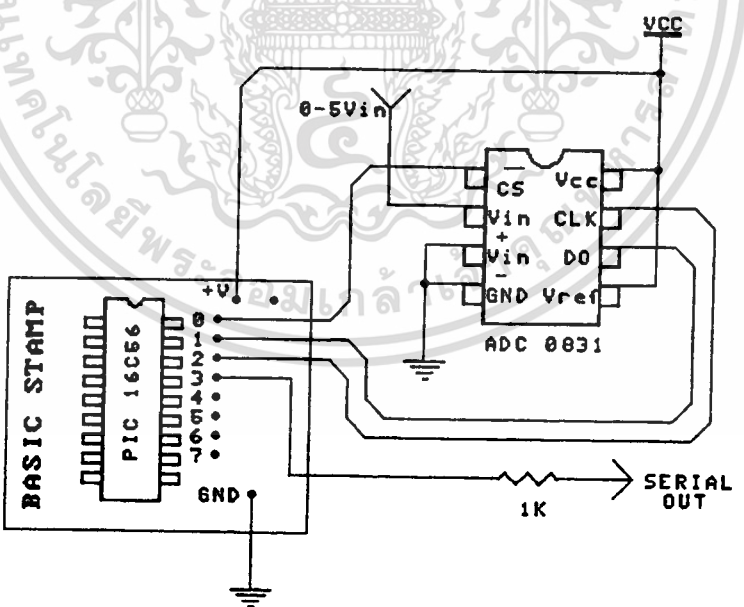
PC ซึ่งจะส่วข้อมูลที่ เราคีย์เป็นภาษา Basic และแปลง Code ส่งทาง printer port มายังตัว CPU เราจะมี Port ใช้งานเป็น input หรือ output คือ Port RB0-RB7

ในส่วนนี้จะเป็นวงจร ET-Basic Stamp ซึ่งเพิ่มเติมวงจรบางส่วนเข้าไปจากวงจรเดิมโดยเพิ่มในส่วนการต่อใช้งานกับ Port RS-232 ได้ ใช้ IC MAX232 และใช้ Jumper TX/RX เป็นตัวต่อการใช้งานของขา P6 (RB6),P7 (RB7) นอกจากนี้ยังเพิ่มในส่วนการติดต่อกับ LCD module แบบ Character Type โดยใช้ในลักษณะการติต่อกับ LCD แบบ 4 byte คือ D4 ,D5 ,D6 ,D7 ต่อกับ P0 (RB0),P2(RB2),P3(RB3) และใช้ P4(RB4) เป็นขาสัญญาณ RS (Register Selection) P5(RB5) เป็นขาสัญญาณ Enable Signal ของ LCD Module ใช้ Jp Prn เป็นขั้วต่อกับเครื่อง PC ใช้พัฒนา Basic ขั้ว 34 Pin ใช้ต่อเข้ากับบอร์ด IO ต่างๆ ของ ETT ที่มีขายอยู่ได้เลยและ JP SK สำหรับต่อลำโพงโดยต่อผ่าน C 10 UF

ตัวอย่างการนำไปใช้งาน

Analog to digital Converter (ADC)

สัญญาณที่ได้จาก sensor นั้นเป็นสัญญาณ Analogต้องทำให้เป็นสัญญาณ Digital โดยใช้วงจร ADC ซึ่งวงจรที่ใช้ในโครงงานนี้ใช้ IC เบอร์ ADC0831 เป็น IC ที่เปลี่ยนสัญญาณอนาลอกให้เป็นสัญญาณดิจิตอล ที่มีขนาด 8 บิท serial



การเชื่อมต่อ 0831ต้องการ 3 อินพุท/เอาท์พุท 2ใน3 สายสามารถนำไป Multiplex กับสัญญาณอื่นๆ ที่ขา CS (Chip Selec) จะต้องแยกสายออกมาต่างหาก ไฟ i/p ที่ป้อนแก่ ADC ถูก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควบคุมด้วยขา Vref และ Vin (-) Vref ถูกตั้งค่า voltage ไว้ที่ซึ่ง ADC จะมี O/P Fullscal ที่ 255 ขณะที่ Vin(-)ถูกตั้งค่า แรงดันไฟไว้ที่ 0 ดังตัวอย่าง Vin(-) คือ กราวด์และที่ Vref อยู่ที่ 5 โวลท์ ซึ่งอย่างไรก็ตามค่าต่างๆ เหล่านี้หมายถึงค่าที่สามารถ นำมาทั้ง 2 ค่ามาใกล้กันโดยที่มีค่าเท่ากับ 1 โดยที่จะไม่ทำให้ค่าความเที่ยงตรงหรือความเป็นเชิงเส้นนั้นผิดเพี้ยนเลย เราอาจจะใช้ diode ต่อคร่อมก็ได้

การทำงาน

โปรแกรมจะทำการสุ่มค่าโวลท์ ที่ I/P ของ #831 ทุกๆ 2วินาที และจะส่งด้วยอัตรา 2400 baud อนุกรมอยู่ โปรแกรมส่วนย่อย conv จะทำงานตามข้อมูลที่ได้รับไปจาก ADC ซึ่งจะให้ ADC ทำงานโดยให้ CS=LOW ดังนั้นสายสัญญาณ CLK จะปรากฏ O/P ออกมา

เมื่อไหร่ที่ทั้ง 8 บิท เลื่อนครบ 1 byte ก็จะทำให้ ADC หยุดทำงาน โดยการทำให้ CS=HIGH

ซึ่งกระบวนการทั้งหมดนี้ใช้เวลาประมาณ 20 msec

ชุดคำสั่งที่ใช้กับ BASIC STAMP

BRANCH

BRANCH offset,(address0,address1,...addressN)

> Offset is a variable/constant which specifies which address to branch to (0 - N)

> Address are labels which specify where to branch

BUTTON

BUTTON pin,downstate,delay,bytevariable,targetstate,address

DEBUG

DEBUG is used to send text and variable back to the PC

EEPROM

EEPROM {location},(data,data,...)

END

END takes no parameter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FOR...NEXT

FOR variable = start TO end {STEP {-}increment}

.

.

NEXT{variable}

GOSUB

GOSUB address

GOTO

GOTO address

HIGH

HIGH pin

IF...THEN

IF variable?? value {AND/OR variable...} THEN address

INPUT

INPUT pin

> Pin is a variable/constant(0-7)which specifies the I/O pin to use

LET

{LET} variable = {-}value??value...

LOOKDOWN

LOOKDOWN target,(value0,value1,...valueN),variable

LOOKUP

LOOKUP ofset,(value0,value1,...valueN),variable

LOW

LOW pin

NAP

NAP period

OUTPUT

OUTPUT pin

PAUSE

PAUSE milliseconds

POT

POT pin,scale,variable

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

PULSIN

PULSIN pin,state,variable

PULSOUT

PULSOUT pin,time

PWM

PWM pin,duty,cycles

RANDOM

RANDOM wordvariable

READ

READ location,variable

RETURN

RETURN from subroutine

REVERSE

REVERSE pin

SERIN

SERIN pin,baudmode,(qualifier,qualifier,...)

SERIN pin,baudmode,{#}variable,{#}variable,...

SERIN pin,baudmode,(qualifier,qualifier,...),{#}variable,{#}variable,..

> baudmode is a variable/constant (0-7)which specifies the serial pot mode. Baudmode can be either the # or symbol shown

#	symbol	baud rate	true/inverted input
0	T2400	2400	true
1	T1200	1200	true
2	T600	600	true
3	T300	300	true
4	N2400	2400	inverted
5	N1200	1200	inverted
6	T600	600	inverted
7	N300	300	inverted

SEROUT

SEROUT pin,baudmode,({#}data,{#}data,...)

> baudmode is a variable/constant (0-15) which specifies the serial port mode.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

#	Symbol	Baud Rate	True/inverted	open/driven
0	T2400	2400	true	alwaydriven
1	T1200	1200	true	alwaydriven
2	T600	600	true	alwaydriven
3	T300	300	true	alwaydriven
4	N2400	2400	inverted	alwaydriven
5	N1200	1200	inverted	alwaydriven
6	N600	600	inverted	alwaydriven
7	N300	300	inverted	alwaydriven
8	OT2400	2400	true	open drain
9	OT1200	1200	true	open drain
10	OT600	600	true	open drain
11	OT300	300	true	open drain
12	ON2400	2400	inverted	open source
13	ON1200	1200	inverted	open source
14	ON600	600	inverted	open source
15	ON300	300	inverted	open source

SLEEP

SLEEP seconds

> seconds is a variable/constant (1-65535) which specifies the duration of sleep in second. The length of sleep can range from 1 second to slightly over 18 houre

SOUND

SOUND pin,(note,duration,note,duration,...)

TOGGLE

TOGGLE pin

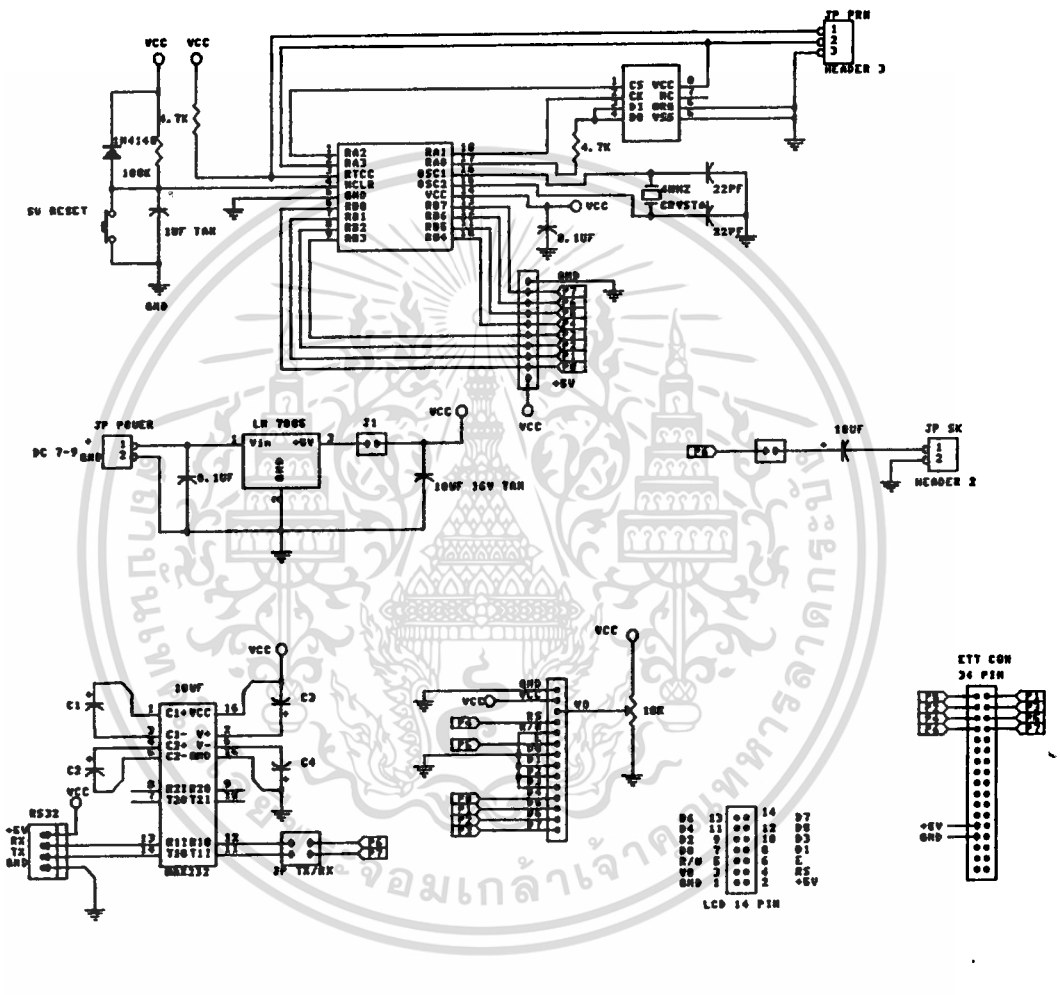
place pin in output state and toggle state

WRITE

WRITE location,data

Store data in EEPROM location

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ET-BASIC STAMP

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Procomm plus

ศัพท์ในโปรแกรมอำนวยความสะดวก Setup ในโปรแกรมอำนวยความสะดวกในการกำหนดที่อยู่ของคีย์บอร์ดในคีย์ Meta และตารางแปลคีย์เหล่านี้

ปกติ Procomm Plus จะดูแต่ในไดเรกทรอรี่ที่กำลังใช้งานอยู่เท่านั้น ถ้าต้องการให้เก็บไฟล์เหล่านี้ไว้ในไดเรกทรอรี่อื่น ให้กำหนดไดเรกทรอรี่นั้นลงในคำสั่ง SET PCPLUS ในไฟล์ AUTOEXEC.BAT แล้ว PROCOMM PLUS จะค้นหาไฟล์เหล่านี้ในไดเรกทรอรี่นั้นถ้าค้นหาไม่พบในไดเรกทรอรี่ที่กำลังใช้งานอยู่ในขณะนั้น

เช่น ถ้าต้องการเก็บไฟล์ต่างๆของ Procomm Plus ไว้ในไดเรกทรอรี่ \COM\PCPLUS ก็จะต้องใส่คำสั่งต่อไปนี้ไว้ในไฟล์ AUTOEXEC.BAT ด้วยคือ

SET PCPLUS=C:\COMPCPLUS

ถ้าได้กำหนดตัวแปลของสภาพแวดล้อมนี้ลงไปแล้ว และต่อมาเกิดตัดสินใจว่าต้องการที่จะเก็บไฟล์ต่างๆ ของ PROCOMM PLUS ไว้ให้ได้หลาย ๆ ชุด ก็สามารถลบตัวแปรนั้นออกไปได้โดยพิมพ์ว่า

SET PCPLUS =

ที่เครื่องหมายพร้อมรับคำสั่งของดอส แล้วกดคีย์ Enter

คำสั่ง Files Procomm plus จำเป็นต้องเรียกหลายไฟล์ในขณะเดียวกันได้ (ไฟล์ต่างๆ ที่ Procomm plus ใช้อยู่ในภาคผนวกท้ายเล่ม) เพื่อให้เรียกไฟล์เหล่านี้ได้ จะต้องแน่ใจว่าคำสั่ง FILES ในไฟล์ Config.sys อย่างน้อยที่สุดต้องเท่ากับ 20

คำสั่ง Buffers คำสั่งนี้สามารถกำหนดให้เป็นจำนวนสูงเท่าไรก็ตามแต่ต้องการ

เพื่อให้เข้าถึงดิสก์ได้เร็ว ให้ใส่คำสั่ง Buffers ไว้ในไฟล์ Config.sys ดังนี้

Buffers =20 ถ้าคอมพิวเตอร์ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ 80286,80386 หรือ 80486

Buffers =10 ถ้าคอมพิวเตอร์ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ 8088 หรือ 8086

การ Configgure PROCOMM PLUS

แม้ว่า Procom plus จะเปลี่ยนตัวแปรในการติดตั้งได้มากกว่า 100 ตัวก็ตาม แต่ก็มีสิ่งเดียวเท่านั้นที่ต้องทำในการเริ่มสตาร์คือ การระบุพอร์ต Com ที่ Procomm plus ใช้ (ซึ่งทำแล้วใน Pcinstal) วิธีเปลี่ยนตัวแปรอื่น ๆ ของ Setup

Pcinstal ได้ดัดแปลง Procomm plus ให้กับโมเด็มเรียบร้อยแล้ว (ถ้าเป็นหนึ่งในโมเด็มที่ปรากฏอยู่ในรายการ) ถ้าเปลี่ยนโมเด็มใหม่ PC instal ก็สามารถดัดแปลง Procomm plus ให้กับโมเด็มใหม่ได้ โดยเพียงแต่สตาร์ท PC instal อีกครั้งด้วยการใส่แผ่นโปรแกรมไว้ในไดรฟ์ A แล้วพิมพ์ว่า

A: PCinstal

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่เครื่องหมายพร้อมรับคำสั่งของดอส แล้วกด Enter เพื่อเริ่มต้นถ้าใช้โมเด็มที่ไม่ปรากฏในรายการที่มีให้เลือกในระหว่างการติดตั้งก็จะต้องให้ข้อมูลในวิธีการทำงานของโมเด็มแก่ Procomm Plus อย่างพอเพียง โดยใช้โปรแกรมอำนวยความสะดวก Setup (หลังจากที่สตาร์ท Procomm plus แล้ว) ให้ในคู่มือของโมเด็มว่า Procomm plus ต้องการทราบอะไรบ้าง

การสตาร์ท Procomm plus

การสตาร์ท Procomm Plus ในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ฮาร์ดดิสก์ ต้องตรวจดูให้แน่ใจว่าเครื่องหมายพร้อมรับคำสั่งของดอสปรากฏอยู่ในจอภาพหากเรียบร้อยแล้วพิมพ์ลงไปว่า

cd\pcplus

หรือไดเรกทรอรีที่ติดตั้ง Procomm Plus ไว้แล้วกดคีย์ enter หลังจากนั้นพิมพ์ลงไปว่า

PC plus

และกดคีย์ Enter เครื่องหมาย Procomm plus จะปรากฏขึ้นในจอภาพ และ Procomm Plus จะกำหนดค่าเริ่มต้นให้แก่โมเด็มโดยส่งแถวคำสั่งต่าง ๆ ไปให้แก่โมเด็ม

กดคีย์ใดๆ เพื่อป้อนโหมดเทอร์มินัลให้แก่ Procomm Plus การป้อนโหมดเทอร์มินัลเข้าไปเพื่อจะได้ดำเนินการต่อไป

การสตาร์ท Procomm Plus ในคอมพิวเตอร์ที่ใช้ในดิสก์ไดรฟ์ ก่อนที่จะสตาร์ทโปรแกรม Procomm plus ควรก๊อบปี้แผ่นดิสก์ใช้งานของแผ่นดิสก์ Procomm Plus ไว้ หลังจากตรวจดูให้แน่ใจแล้วว่ามีเครื่องหมายพร้อมรับคำสั่งของดอส ปรากฏอยู่ในจอภาพ ให้ใส่แผ่นดิสก์ใช้งานของ Procomm Plus จะปรากฏ เข้าไปในไดรฟ์ A เสร็จแล้วพิมพ์ลงไปว่า

หมายเหตุ โปรแกรม Procomm Plus จำเป็นต้องเรียกไปยังแผ่นดิสก์ใช้งานของ Procomm Plus ในไดรฟ์ A อยู่ตลอดเวลา จึงต้องปล่อยแผ่นดิสก์ไว้ในไดรฟ์ A ในขณะที่กำลังรันโปรแกรม Procomm Plus อยู่

การสตาร์ท Procomm Plus ด้วยวิธีอื่น

สามารถเติมคำสั่งมูลฐานในการสตาร์ท Procomm Plus ลงไปให้เหมาะกับการติดตั้งฮาร์ดแวร์ และเหมาะกับความพอใจของแต่ละบุคคลได้

การสตาร์ท Procomm Plus ในลักษณะพิเศษ ให้พิมพ์สวิตช์ลงไปหลัง Pcplus ที่ เครื่องหมายพร้อมรับคำสั่งของดอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1

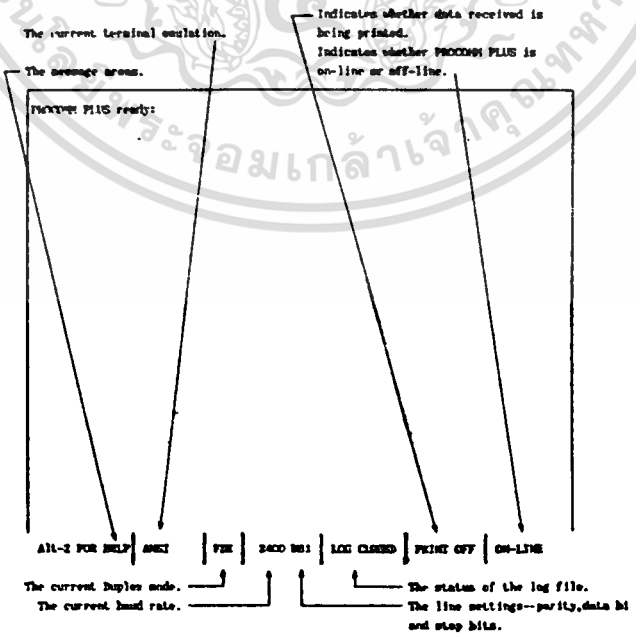
พิมพ์ว่า	หมายความว่า
Pcplus /s	สตาร์ท Procomm Plus โดยไม่ให้เกิดเสียงดังขึ้นเมื่อเปิดและปิดวินโดว์ ถ้าต้องการใช้ Procomm Plus โดยไม่ให้มีเสียงดังอยู่เสมอ เป็นการง่ายกว่าที่จะปิดเสียงเหล่านี้เสีย โดยใช้โปรแกรมอำนวยความสะดวก Setup ดังที่ได้อธิบายไว้
Pcplus /b	สตาร์ท Procomm Plus เพื่อให้แสดงผลเป็นสีขาวดำ แม้ว่าจอภาพจะเป็นจอสีก็ตาม
Pcplus /f FILENAME	สตาร์ท Procomm Plus แล้วเอ็กซีคิวต์ไฟล์สคริปต์ตามชื่อที่กำหนดให้ในทันที เช่นเมื่อป้อน Pcplus /fstartup จะสตาร์ท Procomm Plus แล้วเอ็กซีคิวต์ไฟล์สคริปต์ Startup.asx

สามารถรวมสวิตช์ต่างๆ ได้มากกว่าหนึ่งสวิตช์ (โดยเรียงลำดับอย่างไรก็ได้) ไว้หลัง PC plus ได้ เช่น สามารถสตาร์ท Procomm plus ได้โดยป้อนว่า

pcplus /s/b/fstartup ที่เครื่องหมายพร้อมรับคำสั่งของดอสแล้วกดคีย์ enter

จอภาพโหมดเทอร์มินัล

เราสามารถป้อนคำสั่งต่างๆ ของ procomm plus ได้ เมื่อ procomm plus อยู่ในโหมดเทอร์มินัล



รูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรทัดล่างของจอภาพเรียกว่า บรรทัดแสดงสถานะ (status line) ส่วนมีอะไรอยู่บรรทัดแสดงสถานภาพนี้จะได้ทราบในภายหลัง

การใช้คำสั่งต่างๆ ของ Procomm plus

การแจ้งให้ Procomm plus ทำในสิ่งที่ต้องการทำได้โดยป้อนคำสั่งลงไป procomm plus รับคำสั่งต่างๆ ได้สองวิธี คือ

1. ป้อนคำสั่งไปโดยใช้คีย์ ALT หรือ CTRL สามารถป้อนคำสั่งของ procomm plus ได้ทั้งหมดด้วยวิธีนี้

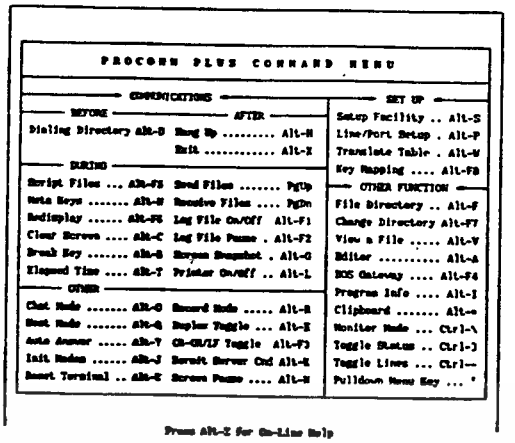
2. ป้อนคำสั่งได้จากบรรทัดในเมนูแบบดึงลงมาซึ่งสามารถทำให้ เมนูนี้เกิดขึ้นที่ด้านบนของจอภาพได้ สามารถป้อนคำสั่งของ procomm plus ด้วยวิธีนี้ได้เกือบทั้งหมด แต่หลังจากที่เรียกบรรทัดของเมนูขึ้นมาแล้ว คำสั่งต่างๆ เลือกจากเมนูได้ด้วยเคอร์เซอร์ เมื่อกดคีย์ Enter จะเป็นการให้คำสั่งทำงาน ในขณะที่กดคีย์ ESC จะกลับไปยังเมนูที่แล้วมา สามารถเลือกคำสั่งในเมนูได้ด้วยการกดคีย์ตัวอักษรของชื่อคำสั่งได้เช่นกัน ถ้าเลือกเมนูย่อย (ซึ่งแสดงรายการคำสั่งต่างๆ อีกรายการหนึ่ง) ก็จำเป็นต้องกดคีย์ ALT ไว้พร้อมกับกดคีย์อักษรตัวแรกของชื่อเมนูย่อย ถ้าใช้เมาส์ก้สามารถใช้เมาส์เรียกบรรทัดในเมนูและเลือกคำสั่งหรือเมนูย่อยให้กดปุ่มเมาส์ที่โหมดเทอร์มินัลเพื่อแสดงเมนูแล้วเลื่อนแถบสว่างตรงคำสั่งที่เลือกและกดปุ่มซ้ายของเมาส์เป็นการป้อนคำสั่งนั้น ถ้ากดปุ่มขวาของเมาส์ในขณะที่บรรทัดในเมนูแบบดึงลงมากำลังทำงานอยู่ จะพากลับไปยังเมนูที่แล้วมา

การใช้คีย์ ALT และคีย์ CTRL

ป้อนคำสั่งของ Procomm plus แบบใช้คีย์ ALT หรือคีย์ CTRL ได้โดยกดคีย์ ALT หรือคีย์ CTRL ไว้ ในขณะเดียวกันก็ให้กดคีย์ฟังก์ชันหรือคีย์ตัวอักษรที่เหมาะสม เช่น วิธีป้อนคำสั่ง ALT-Z ซึ่งแสดงเมนูคำสั่ง(เป็นรายการคำสั่งทั้งหมดที่กดคีย์ ALT) มีดังนี้

กดคีย์ ALT ไว้แล้วกดคีย์ Z

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2

สามารถป้อนคำสั่งได้เกือบทั้งหมดที่เป็นรายการอยู่ในโหมดเมนูคำสั่งได้เช่นเดียวกับที่ป้อนคำสั่ง ALT-Z โดยกดคีย์ ALT ไว้ในขณะที่กดคีย์อื่นด้วย ดังเห็นในเมนูแล้วว่ามีข้อยกเว้นสำหรับคีย์ Pgup หรือ PgDn กับคีย์ CTRL-\ CTRL-I และ CTRL- -

หมายเหตุ ตลอดส่วนที่เหลือของหนังสือเล่มนี้การกดคีย์ผสมของคีย์ ALT กับคีย์อื่นและคีย์ CTRL กับคีย์อื่น จะเขียนในลักษณะเดียวกับ ALT-Z

สามารถแสดงเมนูคำสั่งได้เมื่อต้องการค้นหาคำสั่งที่จะใช้อย่างไรก็ดีสามารถป้อนคำสั่งโดยใช้คีย์ ALT หรือ CTRL เมื่อไรก็ได้ในโหมดเทอร์มินัล โดยไม่คำนึงว่าจะมีเมนูคำสั่งปรากฏอยู่ในจอภาพหรือไม่

หมายเหตุ เมนูคำสั่งเป็นส่วนหนึ่งของโปรแกรมอำนวยความสะดวกในการให้ความช่วยเหลือของ Procomm plus การกดคีย์ ALT - Z จะแสดงข้อมูลเกี่ยวกับสิ่งที่กำลังทำอยู่ เช่น สมมุติว่าในขณะนี้กำลังกดคีย์ ALT-Z อยู่แล้ว procomm plus จะแสดงข้อมูลให้ความช่วยเหลือเกี่ยวกับโหมดเทอร์มินัลโดยสามารถเลือกเรื่องใดๆ หรือ ค้นหาบรรทัดข้อความภายในโปรแกรมอำนวยความสะดวก ในการให้ความช่วยเหลือได้

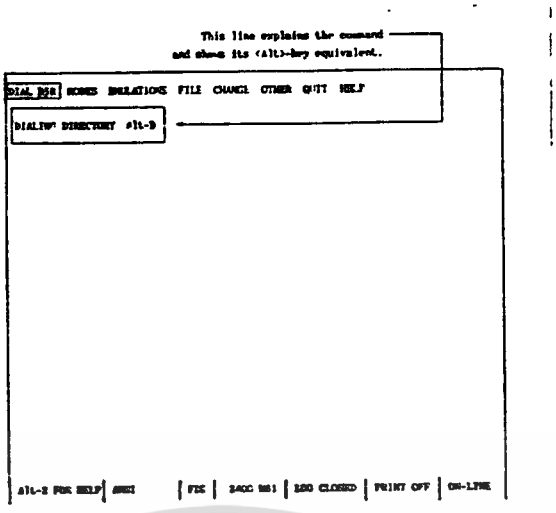
การลบเมนูคำสั่งออกจากจอภาพ ทำได้โดยการกดคีย์ ESC

การใช้บรรทัดในเมนูแบบดึงข้อมูลลงมา

ก่อนที่จะใช้บรรทัดในเมนูแบบดึงลงมาเพื่อให้คำสั่งแก่ procomm plus จะต้องให้บรรทัดในเมนูนั้นทำงาน ซึ่งทำได้โดยใช้คีย์บอร์ดหรือใช้เมาส์ก็ได้

การให้บรรทัดในเมนูทำงานจากคีย์บอร์ด ให้กด ในคีย์ส่วนใหญ่ คีย์ที่นี้เครื่องหมาย tilde (~) อยู่ข้างบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.3

ในการทำให้บรรทัดในเมนูทำงานด้วยเมาส์ให้กดปุ่มใดก็ได้

สามารถเลือกคำสั่งจากเมนูจากบรรทัดในเมนูได้สามวิธี คือ

1. โดยกดคีย์ ALT แล้วกดคีย์ตัวอักษรตัวแรกของเมนูย่อยหรือของคำสั่ง ถ้าจะเลือกเมนูย่อย ก็สามารถเลือกคำสั่งได้โดยกดคีย์ตัวแรกของคำสั่งและกดคีย์ enter

2. โดยทำแถบสว่างที่คำสั่ง และกดคีย์ Enter ถ้าเลือกเมนูย่อยให้ใช้คีย์ลูกศรขึ้นและลงเอง ทำแถบสว่างที่คำสั่งแล้วกดคีย์ Enter

3. โดยการทำแถบสว่างที่คำสั่ง แล้วกดปุ่มซ้ายของเมาส์

แตกต่างไปจากบรรทัดในเมนูที่คล้ายๆ กันในโปรแกรมอื่นๆ บรรทัดในเมนูของ procomm plus จะหายไปในทันที่เลือกคำสั่ง สำหรับการไม่ให้บรรทัดในเมนูทำงานโดยไม่ต้องเลือกคำสั่งให้กดคีย์ ESC เราจะทราบวิธีใช้บรรทัดในเมนูทันทีที่กำหนดพอร์ต Com ที่โมเด็มใช้

ถ้าต้องการใช้คีย์อื่นนอกเหนือจากคีย์ เพื่อเรียกบรรทัดในเมนูก้สามารถกำหนดคีย์นั้นได้โดยใช้โปรแกรมอำนวยความสะดวก SETUP เช่นเดียวกันถ้าไม่ต้องการใช้บรรทัดในเมนูเลยก็สามารถทำให้บรรทัดในเมนูไม่ทำงานได้โดยใช้โปรแกรมอำนวยความสะดวก setup

<u>การกำหนดพอร์ต Com</u>

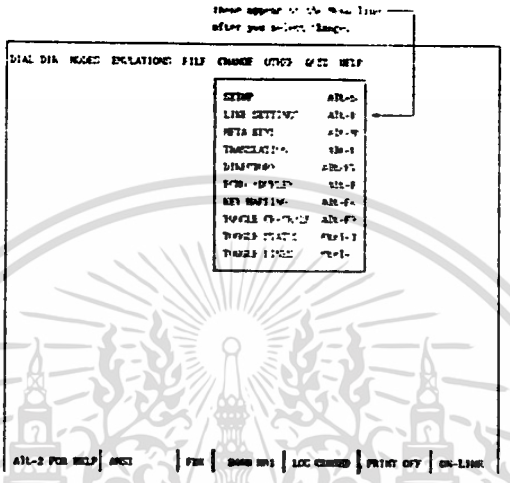
ก่อนที่จะใช้สายโทรศัพท์ (on-line) จำเป็นต้องบอก procomm plus ว่าโมเด็มใช้พอร์ต Com ใดก่อน แม้ว่า Pcinstal จะได้เลือกพอร์ต Com ให้กับ Procomm plus ไปแล้วในระหว่างติดตั้งแล้วตามพอร์ต com เป็นตัวแปรการติดต่อสื่อสารที่ต้องเปลี่ยนอยู่เสมอ เพราะฉะนั้นเราจะใช้ตัวแปรนี้เพื่อให้บรรทัดในเมนูแบบดึงลงมาทำงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เราจะทำเช่นว่านี้โดยกด ALT-P แต่ในที่นี้เราจะใช้บรรทัดในเมนูเพื่อเรียนรู้วิธีการทำงาน เริ่มต้นด้วยการให้บรรทัดในเมนูทำงานโดยการกดคีย์

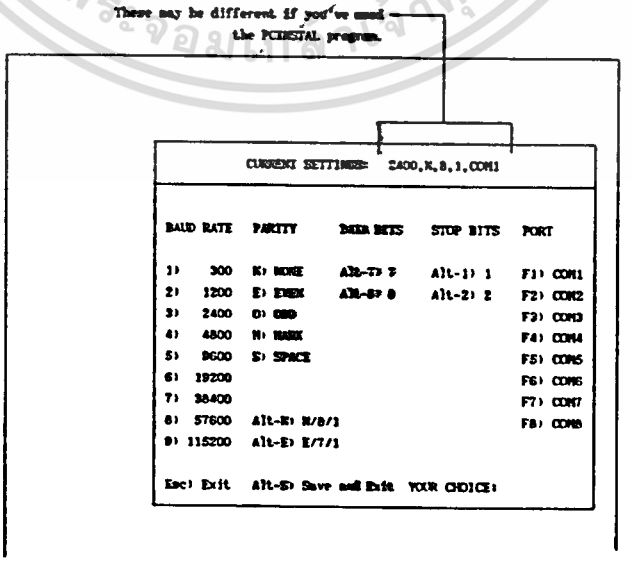
ในการกำหนดพอร์ต Com จำเป็นต้องเลือก change เมนูย่อยก่อนการเลือกคำสั่งนี้ให้กดคีย์ ALT-C หรือ จะใช้เมาส์โดยใช้คีย์เคอร์เซอร์ทำแถบแสดงที่คำสั่งก็ได้

กดคีย์ลูกศรขวา 4 ครั้ง เพื่อเลื่อนแถบสว่างไปที่คำสั่ง change



รูปที่ 2.4

ในบรรทัดเมนูนี้ให้เลือกคำสั่ง line setting โดยการกดคีย์ L และกดคีย์ Enter เพื่อเลือกคำสั่ง Line Setting Procomm plus จะแสดงจอภาพของคำสั่ง Line Setting



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้าพอร์ต com ที่กำลังใช้อยู่เป็นคนละพอร์ตที่ปรากฏอยู่ที่ด้านบนของจอภาพแล้ว ให้กดคีย์ฟังก์ชัน F1 ถึง F8 ที่ปรากฏอยู่ต่อจากพอร์ต com ที่โมเด็มกำลังใช้งานอยู่ พอร์ต Com ที่เลือกไว้จะไปปรากฏที่ด้านบนของจอภาพ

การบันทึกการเปลี่ยนแปลงที่ทำไว้ และปิดจอภาพของ line setting ให้ดคีย์ ALT-S procomm plus จะลบจอภาพออกไป

การออกจาก Procomm Plus

การออกจาก Procomm plus และกลับไปยัง Dos ให้กดคีย์ ALT-X procomm Plus จะขอคำยืนยันว่าต้องการยกเลิก และกลับไปยัง DOS กดคีย์ V เพื่อยืนยันว่าต้องการจะเลิก

ตัวอย่างเช่น

- พิมพ์ A: เพื่อเปลี่ยนไดรฟ์ที่กำลังใช้อยู่เป็นไดรฟ์ A
- พิมพ์ \Word เพื่อเปลี่ยนไดเรกทรอรี่ที่กำลังใช้งานอยู่เป็น \Word
- พิมพ์ d:\telecomm เพื่อเปลี่ยน path ที่กำลังใช้งานอยู่เป็น D:\TELECOMM

คำสั่งนี้เป็นวิธีที่เหมาะในการเปลี่ยนไปยังไดเรกทรอรี่ที่บรรจุไฟล์ที่ต้องการให้ข้อมูลไป (upida)

Chart Mode

เมื่อกำลังสนทนาอยู่กับอีกคนหนึ่งแบบ ON-line สิ่งที่พิมพ์ลงในคอมพิวเตอร์จะปรากฏในคอมพิวเตอร์อีกเครื่องหนึ่งในที่เดียวกับสิ่งที่พิมพ์ลงไปดังนั้นจึงยากที่จะบอกถึงความแตกต่างระหว่างคอมพิวเตอร์ทั้งสองนั้นได้ ถ้าให้ chart Mode ทำงานแล้ว Procomm plusจะแยกจอภาพออกเป็นสองส่วน

ตัวอักษรจากคอมพิวเตอร์เครื่องที่อยู่ไกลจะปรากฏอยู่ในส่วนบน และสิ่งที่เราพิมพ์ลงไปจะปรากฏอยู่ในส่วนล่าง

chart mode มีประโยชน์มากโดยเฉพาะถ้าใช้ CB Simulator ของ CompuServe

การให้ Chart mode ทำงาน ให้กดคีย์ ALT-O หรือ เลือกคำสั่ง MODES แล้วเลือกคำสั่ง chart จากบรรทัดเมนู

ถ้าทำให้ข้อมูลที่บันทึกไว้ในดิสก์ทำงาน (กดคีย์ ALT-F1) หรือพิมพ์ข้อมูล (กดคีย์ ALT-L) ก่อนที่จะให้โหมดการสนทนา (chart mode) ทำงานข้อมูลเหล่านั้นจะทำงานต่อไปในโหมดการสนทนานี้ ในโหมดการสนทนานี้ สามารถแสดงผลข้อมูลที่เลื่อนออกไปนอกจอภาพส่วนที่เป็นของคอมพิวเตอร์ในระยะไกล (Remode) หรือจอภาพส่วนของคอมพิวเตอร์ของเรา (local) ได้อีก (โดยกดคีย์ ALT - F6)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจแก้ และส่งสิ่งที่พิมพ์ออกไป ไม่เหมือนกับโหมดเทอร์มินัลซึ่งส่งแต่ละคาแรกเตอร์ไปยังคอมพิวเตอร์เครื่องที่อยู่ไกลในทันทีที่พิมพ์ลงไปสิ่งพิมพ์ในโหมดสนทนาจะยังไม่ออกไปจนกว่าจะพิมพ์ไปจนจบบรรทัดโดยกดคีย์ Enter อย่างนี้เรียกว่า Block mode

ให้กดคีย์ Backspace เพื่อตรวจแก้ในบรรทัดนั้น กดคีย์ Enter เพื่อส่งข้อความในบรรทัดนั้นไปยังคอมพิวเตอร์ในระยะไกล

หมายเหตุ โหมดการสนทนาสามารถส่งตัวอักษรต่างๆ ออกไปได้เช่นเดียวกันกับโหมดเทอร์มินัล ให้ใช้โปรแกรมอำนวยความสะดวก setup เพื่อเปลี่ยนค่าของ chart mode จาก blockไปเป็นcharacter

การออกจากโหมดการสนทนา ให้กดคีย์ ESC Procomm plus จะกลับไปยังโหมดเทอร์มินัล

Clear Screen

คำสั่งนี้จะทำการลบจอภาพ และ กำหนด สีของจอภาพใหม่โดยกดคีย์ ALT-C หรือเลือกคำสั่ง Other แล้วเลือก Clear Screen จากบรรทัดเมนู

หมายเหตุใช้คำสั่งนี้เมื่อติดต่อกับระบบที่เปลี่ยนสีของจอภาพของเราแต่ไม่กำหนดสีของจอภาพใหม่เมื่อเลิกติดต่อ

Clipboard

Procomm plus จะมีไฟล์ชื่อ Cliboard เพื่อช่วยเลื่อนและย้ายไฟล์จากคอมพิวเตอร์ระยะไกล มายังคอมพิวเตอร์ระยะไกล มายังคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลของเราได้โดยอัตโนมัติ ชื่อไฟล์จะถูกตัดจากจอภาพลงไว้ใน clipboard ต่อไปจะสามารถส่งชื่อไฟล์เดียว กลุ่มของชื่อไฟล์หรือทั้งรายการไปยังคอมพิวเตอร์ระยะไกลเพื่อประมวลผลได้

ปกติแล้ว Clipboard ใช้เพื่อเลือกไฟล์ต่าง ๆในรายการไฟล์ ของ bulletin board เพื่อบรรจุข้อมูลลงไป ต่อมาเมื่อ BBS ขอทราบไฟล์ที่ต้องการจะให้บรรจุข้อมูลแล้ว Procomm plus สามารถป้อนแต่ละชื่อไฟล์เรียงไปตามลำดับได้

ในขณะที่ทำการตัดอยู่นั้น Procomm plus จะค้นหาชื่อไฟล์ในจอภาพที่แสดงผลอยู่ ชื่ออาจมีความยาวได้ถึง 8 ตัวอักษรตามด้วยจุดและนามสกุลไฟล์ได้อีก 3 ตัวอักษร

การเรียก Clipboard กดคีย์ ALT กับ = หรือเลือก FILE แล้วเลือก clipboard จากเมนู Procomm plus จะหยุดภาพของเทอร์มินัลในขณะนั้นไว้ แล้วแสดงเมนูย่อยของคำสั่งให้

การเริ่มตัดชื่อไฟล์ กดคีย์ C

การเลือกชื่อไฟล์ กดคีย์ลูกศรขึ้นลงเพื่อ เลื่อนไฟล์ขึ้นหรือลง แล้วกดคีย์ Enter เพื่อเลือกชื่อไฟล์ในขณะนั้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจบการตัดสินไฟล์ ให้กดคีย์ ESC

ถ้าต้องการแสดงผลอีกจอภาพหนึ่งของชื่อไฟล์ จากคอมพิวเตอร์ในระยะไกล ให้ออกจากเมนูย่อยของ clipboard กลับไปยังโหมดเทอร์มินัลเป็นการชั่วคราวด้วยคีย์ ESC แล้วแสดงจอภาพใหม่ของข้อมูลและกลับไปยัง clipboard ด้วยคำสั่งแบบกดคีย์ ALT-= นอกจากนี้ยังสามารถจับรายการไฟล์ยาวๆ ไว้ใน Redosplay buffer แล้วตัดไปไว้ใน Clipboar จากจอแสดงผลใหม่สามารถทำการตรวจแก้ชื่อไฟล์ โดยการเพิ่มหรือแก้ไขชื่อไฟล์โดยตรงได้

การตรวจแก้ชื่อไฟล์ของ Clipboard ให้กดคีย์ E สามารถใช้คีย์ในการตรวจแก้มาตรฐานของ Procomm plus เพื่อเพิ่ม แก้ไข หรือ ลบชื่อไฟล์ได้ เมื่อตรวจแก้รายการของ clipboard เสร็จแล้วก็สามารถส่งชื่อไฟล์ไปยังคอมพิวเตอร์ในระยะไกลได้

การปะชื่อไฟล์เดียวจาก Clipboard ให้กดคีย์ S เป็นคำสั่ง single paste ที่ส่งไฟล์บนสุดไปยังคอมพิวเตอร์ในระยะไกลและลบชื่อไฟล์นั้นออกจาก Clipboard ไปแล้วเลื่อนชื่อไฟล์ที่เหลือทั้งหมดขึ้นมา

หมายเหตุ รายการเลือกนี้มีประโยชน์โดยเฉพาะอย่างยิ่งทำการบรรจุรายการไฟล์ของ clipboard พร้อมด้วยโพรโตคอลอย่างเช่น Xmodem ลงไปเมื่อคอมพิวเตอร์ ในระยะไกลขอทราบแต่ละไฟล์มาสามารถใช้ single paste ทำการปะชื่อไฟล์จาก clipboard ให้และลบชื่อไฟล์นั้นออกไปโดยอัตโนมัติ

การปะไฟล์ที่ทำเครื่องหมายไว้จาก Clipboard ให้กดคีย์ T เป็น คำสั่ง Tag Paste เพื่อส่งชื่อไฟล์จำนวนหนึ่งไปยังคอมพิวเตอร์ในระยะไกล แต่ละไฟล์ที่ส่งไปนั้นจะแยกจากไฟล์ต่อไปด้วยคาแรกเตอร์ของการแยกจากกัน (separater) ปกติจะเป็นเว้นวรรคเซมิโคลอน หรือการปัดแคร่ เราเลือกว่า Procom plus จะใช้ตัวแยกจากกันตัวไหนได้จากโปรแกรม Setup ไฟล์ท้ายรายการจะตามหลังด้วยการปัดแคร่ และทำเครื่องหมายไฟล์ที่จะปะ ได้ โดยใช้คีย์ต่างๆ คล้ายกับใน dialing directory ชื่อไฟล์ที่ทำเครื่องหมายไว้นี้จะลบออกไปหลังจากที่ปะแล้ว

การปะชื่อไฟล์ทั้งหมดจาก clipboard ให้กดคีย์ P เป็นคำสั่ง paste all เพื่อส่งไฟล์ใน Clipboard ทั้งหมดไปที่คอมพิวเตอร์ในระยะไกล เช่นเดียวกับ Tag paste ที่แต่ละไฟล์จะแยกจากไฟล์ต่อไปด้วยเว้นวรรค เซมิโคลอน หรือการปัดแคร่ไฟล์ในลำดับสุดท้ายจะตามหลังด้วยการปัดแคร่ ชื่อไฟล์จะไม่ถูกลบออกไปหลังจากที่ปะแล้ว

การออกจาก Clipboard ให้กดคีย์ ESC

CR-CR/LF TOGGLE

เพื่อให้คอมพิวเตอร์ของเราสามารถแสดงผลข้อความที่ส่งมาโดยคอมพิวเตอร์ระยะไกลได้อย่างถูกต้อง แต่ละบรรทัดข้อความจึงควรจะตามหลังด้วยทั้งการปัดแคร่ (CR-Carriage return)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
036947

และการขึ้นบรรทัดใหม่ (LF-Line Feed) การปัดแคร่จะเลื่อนเคอร์เซอร์ไปยังต้นบรรทัดนั้นแล้ว การขึ้นบรรทัดใหม่จะนำเคอร์เซอร์ไปยังบรรทัดต่อไป คอมพิวเตอร์ระยะไกลส่วนใหญ่ จะจบบรรทัดข้อความที่ส่งมายังคอมพิวเตอร์ของเราด้วยการปัดแคร่และการขึ้นบรรทัดใหม่ (CR/LF)

ถ้าคอมพิวเตอร์จบบรรทัดข้อความด้วยการปัดแคร่อย่างเดียวเท่านั้นเคอร์เซอร์ก็จะไม่เลื่อนลงไปที่บรรทัดต่อไปเมื่อบรรทัดนั้นเต็มแล้ว หรือเมื่อยัง Clipboard กดคีย์ Enter แล้วถ้าเกิดเหตุการณ์เช่นนี้ให้สับสวิตช์คำสั่งนี้ไปยัง Cr/LF แล้ว procomm plus จะเพิ่มการขึ้นบรรทัดใหม่ให้กับการปัดแคร่ที่ได้รับทุกตัว

ถ้าข้อความที่ปรากฏมีเว้นวรรคเป็นสองเท่าแสดงว่าคอมพิวเตอร์ทั้งสองเครื่องเพิ่มการขึ้นบรรทัดใหม่เข้าไป ให้ใช้คำสั่งนี้เพื่อเว้นการขึ้นบรรทัดใหม่เสีย

การสลับกันระหว่าง CR กับ CR/LF ที่ท้ายบรรทัด ให้กดคีย์ ALT - F3 หรือเลือกคำสั่ง Change แล้วเลือกสวิตช์ CR-CR/LF จากบรรทัดเมนูสามารถเปลี่ยนค่าที่กำหนดไว้โดยปริยายสำหรับสภาพนี้ โดยใช้โปรแกรมอำนวยความสะดวก setup

Dialing Directory

ชื่อและหมายเลขของคอมพิวเตอร์ที่เรียกจะเก็บไว้ใน dialing directory

การทำให้ dialing directory ทำงาน ให้กดคีย์ ALT-D หรือเลือกคำสั่ง Dial Dir จากบรรทัดของเมนู

Dos Gateway

Procomm plus สามารถรันคำสั่งของดอส หรือรันโปรแกรมอื่นๆ ได้โดยไม่ต้องออกจาก Procomm plus

การเรียก dos ให้กดคีย์ ALT-F4 หรือเลือกคำสั่ง other แล้วเลือก dos gateway จากบรรทัดเมนู

สำหรับการให้คำสั่ง Dos Gateway ทำงานนั้น จะต้องตั้งหลายๆ อย่างให้ถูกต้องเสียก่อน ข้อแรกไฟล์ Command.com จะต้องอยู่ในไดเรกทรอรี่แรกของฮาร์ดดิสก์หรือถ้าใช้ฟลอปปี้ดิสก์ไฟล์นี้จะต้องอยู่ในดิสไดรฟ์ A โปรแกรมหรือคำสั่งของ Dos ที่ต้องการรัน จะต้องอยู่ในไดเรกทรอรีที่กำลังใช้งานอยู่ หรืออยู่ในไดเรกทรอรีที่กำหนดไว้ใน Dos path อย่างใดอย่างหนึ่งข้อสุดท้ายคอมพิวเตอร์จะต้องมีหน่วยความจำเหลือพอรันโปรแกรมหรือคำสั่งของดอสได้

การกลับไปยัง Procomm Plus ให้พิมพ์ว่า Exit ที่เครื่องหมายพร้อมรับคำสั่งของดอส แล้วกดคีย์ Enter

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อุปกรณ์อินเตอร์เฟส RS-232

ทฤษฎีและการใช้งาน

ก่อนเราจะกล่าวถึงปัญหาที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ การส่งข้อมูลขึ้นได้นั้นจะต้องมีแหล่งกำเนิดสัญญาณ (Source) แหล่งรับสัญญาณ (Distination) และการเชื่อมต่อระหว่างชิฟไอซีสองตัวที่อยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์ (Printed circuit card) แผ่นเดียวกันเช่น ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำซึ่งเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นระหว่าง CPU และหน่วยความจำบางตัวบนแผ่นวงจรพิมพ์ ข้อมูลที่ส่งไปจะเดินทางไปตามลายวงจรที่อยู่บนแผ่นพลาสติก ซึ่งในระหว่างขบวนการนี้จะมีปัญหาบางอย่างเกิดขึ้นดังจะอธิบายต่อไป

โดยทั่วๆ ไปข้อมูลจะถูกแทนด้วยเลขฐานสองระดับแรงดัน +5 V จะแทนด้วยลอจิก 1 และระดับแรงดัน 0 V จะแทนลอจิก 0 การแทนลอจิกด้วยระดับแรงดันเหล่านี้เรียกว่าการแทนระดับสัญญาณของอุปกรณ์ TTL (Transistor - Transistor Logic) ซึ่งการแทนระดับสัญญาณแบบนี้ ถูกใช้กันทั่วๆไปในการส่งข้อมูลระหว่าง อุปกรณ์ชิ้นหนึ่งไปยังอีกชิ้นหนึ่งภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ แต่มันเป็นการไม่เหมาะสมที่จะกำหนดระดับแรงดันในการแทนลอจิก 0 หรือ 1 ที่จำเพาะเจาะจงลงไปเป็นค่าเฉพาะเพียงค่าเดียว ดังนั้นระดับแรงดันในการที่ใช้แทนลอจิก 0 หรือ 1 จึงถูกกำหนดเป็นพิสัย (Range) พิสัยนี้แสดงไว้ในรูปที่ 1 จากรูปจะเห็นได้ว่าพิสัยของแรงดันที่ส่งจากอุปกรณ์ที่เป็นตัวส่งจะแตกต่างจากพิสัยของแรงดันที่ถูกปรับโดยอุปกรณ์ที่เป็นตัวรับ (พิสัยที่แทนลอจิก 0 และ 1) นั่นก็คือตัวส่ง (Sender หรือ Transmitter แต่ในบางก็เรียกตัวสร้างสัญญาณว่า (Generator) หรือตัวรับสัญญาณ (Driver)) จะต้องจ่ายแรงดันที่มีระดับต่ำที่สุดเท่ากับ 2.4 V ในการส่งลอจิก 1 แต่ในภาครับสัญญาณ ตัวรับ (Receiver หรือ Transmitter) จะถือว่าระดับแรงดันที่มีระดับสัญญาณอยู่ระหว่าง 2.4-2.0 V เป็นลอจิกหนึ่งด้วย สำหรับสาเหตุที่ถือว่าระดับสัญญาณในช่วง 2.4-2.0 V เป็นลอจิก 1 ก็เนื่องจากมีการสูญเสีย (Loss)ของสัญญาณระหว่างตัวส่งและตัวรับ ความคลาดเคลื่อนของระดับแรงดันที่เกิดขึ้นนี้เรียกว่า "noise margin" ซึ่งมีค่าเท่ากับ 0.4 V ไม่ว่าจะเป็นกรณีของลอจิก 0 หรือ 1 สำหรับลอจิก 0 ความคลาดเคลื่อนเกิดขึ้นจากสัญญาณรบกวน(noise) ที่ปนเข้ามา ในทางปฏิบัติความคลาดเคลื่อนนี้ถูกยอมรับให้ใช้งานทั่วๆ ไปซึ่งจะเห็นได้ในข้อกำหนดของคุณสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเตอร์เฟสแบบมาตรฐาน จากรูปที่ 1 จะเห็นว่ามีระดับแรงดันอยู่ช่วงหนึ่ง เรียกว่าช่วงของสัญญาณนี้ทางด้านรับจะมีช่วงแคบกว่าทางด้านส่งดังนั้นระดับแรงดันทางด้านรับที่ใช้แทนลอจิก 0 หรือ 1 จะมีช่วงกว้างๆกว่าทางด้านส่ง

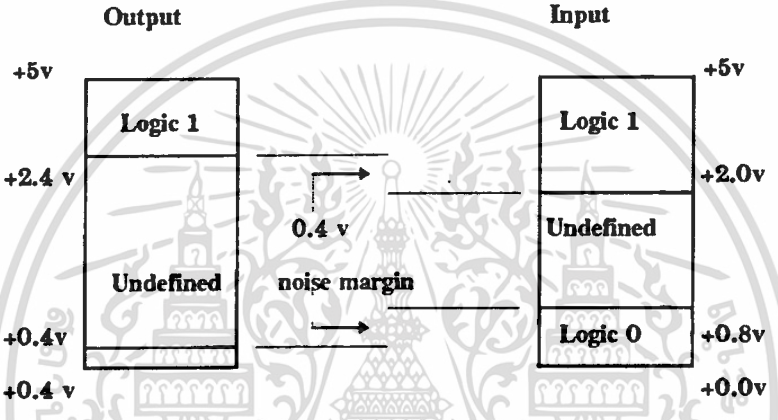
ในการส่งข้อมูลภายในเครื่องคอมพิวเตอร์ เราจะถือว่าระดับสัญญาณที่ส่งและรับ(ซึ่งใช้การแทนระดับสัญญาณแบบ TTL) เป็นแบบอุดมคติ เนื่องจากเหตุผลต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. กำลังที่ใช้และการกระจ่ายความร้อนมีค่าต่ำ

2. สัญญาณที่ใช้เป็นสัญญาณลอจิกแบบ TTL ซึ่งสามารถจ่ายให้แก่ชิฟไอซีโดยตรง โดยไม่ต้องใช้ Line Driver และวงจรรับข้อมูลที่มีราคาแพง

3. การอิเตอร์เฟสระหว่างอุปกรณ์ TTL จะทำงานที่ความถี่สูง ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในการส่งข้อมูลภายในคอมพิวเตอร์



คุณสมบัติทางไฟฟ้าของการอินเตอร์เฟสที่ใช้การแทนระดับสัญญาณแบบTTL

ต่อไปจะกล่าวถึงปัญญหาที่เกิดขึ้นในการสื่อสารข้อมูลระหว่างอุปกรณ์แต่ละชิ้นที่ไม่ได้อยู่ในเครื่องๆ เดียวกัน (ไม่ได้อยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์เดียวกัน) เช่นการติดต่อระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์สองเครื่องในสำนักงานเดียวกัน เทคนิคที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลภายในเครื่องคอมพิวเตอร์นั้นไม่เพียงพอที่จะนำไปประยุกต์ใช้กับการติดต่อระหว่างเครื่องหรืออุปกรณ์แต่ละชิ้นได้ เราต้องเพิ่มเทคนิคบางอย่างเข้าไปอีกเพื่อให้การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องเป็นไปได้อย่างถูกต้อง ในปัจจุบันมีเทอร์มิเนอร์บางตัวที่ใช้ระดับสัญญาณแบบ TTL กับคอมพิวเตอร์หลัก ซึ่งถ้าเราทำการสื่อสารข้อมูลด้วยระดับสัญญาณนี้ในระยะมากว่า 2-3ฟุต อาจจะมีปัญหาหรือข้อยุ่งยากเกิดขึ้นบางข้อเนื่องจาก

1. ระดับสัญญาณ TTL มักถูกเหนี่ยวนำจากสัญญาณรบกวนจากภายนอกได้ง่าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

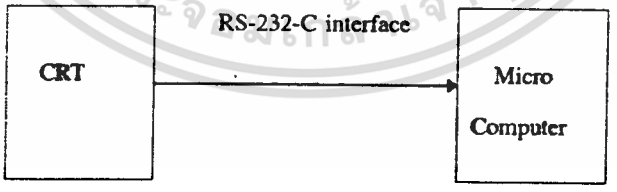
2. การสูญเสีย (loss) ไปในสายทำให้ระดับแรงดันของสัญญาณที่ส่งออกไปลดลงซึ่งมีผลกระทบที่สำคัญต่อระดับแรงดัน 0-5 v ของ TTLเพราะว่าสัญญาณสูญเสียของแรงดันไปเพียง 2-3 V สามารถทำให้ลอจิกต่างๆ ที่ได้รับผิดพลาดไป

การสื่อสารข้อมูลโดยใช้ระดับสัญญาณ TTL นี้มักใช้ในการสื่อสารข้อมูลแบบขนาน ซึ่งจะทำได้ยากถ้าระยะทางที่ใช้ในการรับส่งข้อมูลยาวเป็นสิบๆ ฟุตดังเหตุผลต่อไปนี้ความเชื่อถือได้และราคา

ความเชื่อถือได้ก็คือ สัญญาณจะต้องไม่ถูกหน่วงให้ช้าลง (Delay) ซึ่งจะทำให้เฟสเปลี่ยนแปลงไป รวมทั้งปัญหาเกี่ยวกับ Skewing

ราคาของสายเคเบิลและคอนเนคเตอร์ (connector) ที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบขนานนั้นมีราคาแพงว่าแบบอนุกรม

ในต้นปี1967 John Van Geen วิศวกรของ Stanfocd Research Institute ได้ประสบความสำเร็จในการสร้างโมเด็มที่สามารถเคลื่อนย้ายได้ง่าย (Protable) เป็นคนแรกและได้ผลิตออกจำหน่ายโดยบริษัท Anderson-Jacobson Corporation ในเดือนสิงหาคม 1967 ความสำเร็จของอุปรณ์ชิ้นนี้คือ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก และค่าใช้จ่ายในการเชื่อมต่อกับโทรศัพท์ที่ใช้กันทั่วโลกเพื่อทำการสื่อสารข้อมูลมีค่าต่ำนอกจากนี้การแปลงสัญญาณไบนารี่ (0,1) ไปเป็นสัญญาณที่สามารถส่งไปตามเครือข่ายได้นั้นสามารถทำได้โดยใช้ asoustic modem แต่ปัญหาที่ตามมาก็คือจะต้องมีการกำหนดมาตรฐานของการอินเตอร์เฟสระหว่างอุปกรณ์ดิจิตอลที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลกับโมเด็มเสียก่อน ในปี 1967 (Electronics Industry Association (EIA)
ได้กำหนดมาตรฐานขึ้นมามาตรฐานนี้มีชื่อว่าRS-232-C (แม้ในปัจจุบันมาตรฐานนี้ยังถูกใช้ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วๆไป รวมทั้งระบบที่มีขนาดใหญ่กว่าด้วย)



รูปที่ 2.6 ลักษณะ ของระบบที่ใช้

<u>คุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้า</u>

เราจะอธิบายของสัญญาณไฟฟ้าของ RS-232-C ในหัวข้อนี้ โดยใช้รูปที่ 5 ประกอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สัญญาณที่ขาทุกขาที่คอนเนคเตอร์ของ RS-232-C จะเป็นสภาวะใดสภาวะหนึ่งในแต่ละคู่ของคู่ต่อไปนี้

MARK/SPACE

ON/OFF

logic 0 / logic 1

ความสัมพันธ์ระหว่างสถานะของสัญญาณคู่ต่างๆ กับแรงดันได้แสดงไว้ในตารางที่ 1 ขอให้สังเกตด้วยว่า Rs-232-C ใช้ลอจิกลบ แทนระดับแรงดันต่างๆ ลอจิกลบ คือวิธีการเปรียบเทียบแรงดันแบบหนึ่ง ถ้าระดับแรงดันซึ่งมีค่าเป็นลบมากกว่าอีกระดับแรงดันหนึ่ง ระดับแรงดันที่มีค่าเป็นลบมากกว่าจะเป็นลอจิก "สูง" ดังนี้ 1 = -V, กราวด์ หรือ Off ส่วน 0 = +V หรือ ON โดยแรงดันของระดับสัญญาณต่างๆ จะถูกวัดเทียบกับเซอร์กิต Signal Ground ซึ่งในภายหลังนอกจากนี้ช่วงของระดับแรงดันระหว่าง -3 ถึง +3 โวลต์จะเป็นช่วงของการเปลี่ยนแปลงลอจิก ดังนั้นจึงไม่มีการระบุของสถานะของแรงดันในช่วงนี้

Status	Signal voltage	
	- 25V<V1<-3V	3V<V1<25V
Binary logic		
State	1	0
signal Condition	Mark	Space
Function	Off	On

2. ในการแทนลอจิกหนึ่งหรือสถานะ MARK ตัวขับสัญญาณ (driver) ต้องจ่ายแรงดันระหว่าง -5 ถึง -15 โวลต์ ในส่วนการแทนลอจิก 0 หรือ Space ตัวขับสัญญาณต้องจ่ายแรงดันระหว่าง +5 ถึง +15 โวลต์

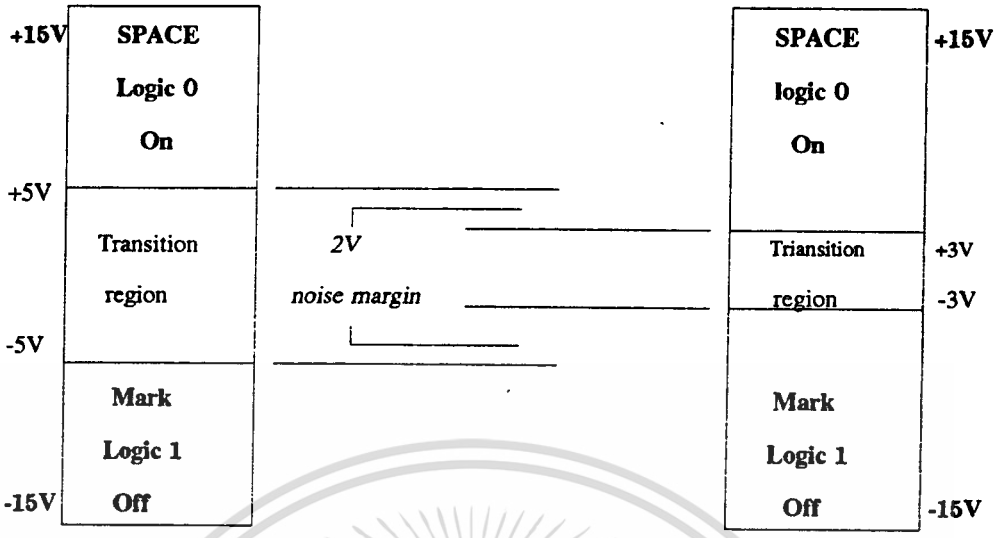
จาข้อ 1 และข้อ 2 แสดงว่า Rs-232-C ต้องมี Noise Margin ได้ไม่เกิน 2 โวลต์ สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างแรงดันและสถานะของสัญญาณได้แสดงไว้ในรูปที่ 5 จากรูปจะเห็นได้ว่า line driver หรือตัวกำเนิดสัญญาณต้องการส่งลอจิก 0 line driver จะต้องจ่ายแรงดันระหว่าง +5 ถ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

+15 โวลต์ แทน ลอจิก 0 จากการเปรียบเทียบระดับสัญญาณของตัวส่งและตัวรับจะเห็นว่า RS-232-C ยอมให้มีการ Drop ของสัญญาณในช่วง 2 โวลต์เกิดขึ้นได้สำหรับในด้านการส่งลอจิก 1 ก็เป็นเช่นเดียวกัน

Interchange Circuit	Connector pin Assigment	Description	Gnd	Data		Control		Timing	
				From DCE	to DCE	From DCE	to DCE	From DCE	to DCE
AA	1	Protective Ground	x						
AB	7	Signal Ground/Common Hcturn	x						
BA	2	Transmitted Data			x				
BB	3	Received Data		x					
	4	Request to Send					x		
	5	Clear to Send				x			
	6	Data Set Ready				x			
	20	Data Terminal Ready					x		
	22	Ring Indicator				x			
	8	Received Line Signal Detector				x			
	21	Signal Quality Detector				x			
	23	Data signal Rate Selector [DTE]					x		
	23	Data signal Rate Selector [DCE]				x			
DA	24	Transmitter Signal Element Timing [DTE]							x
DB	15	Transmitter Signal Element Timing [DCE]						x	
DD	17	Receiver Signal Element Timing [DCE]						x	
SBA	14	Secondary Tranmitted Data			x				
SBB	16	Secondary Received Data		x					
SCA	19	Secondary Received Data					x		
SCB	13	Secondary Clear To Send				x			
SCF	12	Secondary Received Line Signal Delector				x			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของอินเตอร์เฟสแบบ RS-232-C

จากที่ได้อธิบายมาอาจมีข้อสงสัยว่าทำไมไม่ใช้สถานะแบบ TTL ซึ่งระดับแรงดันมีค่าระหว่าง 0 ถึง +5 โวลต์ และทำไมต้องใช้แรงดันระหว่าง -15 ถึง -3 และ +3 ถึง +15 โวลต์สาเหตุที่ไม่ใช้การแทนลอจิกแบบ TTL ถูกรบกวนจากสัญญาณรบกวนต่างๆ ได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับระยะทางที่สามารถทำการสื่อสารข้อมูลอีกด้วย สำหรับสาเหตุที่ต้องใช้แรงดันในช่วง -15 ถ

คอมพิวเตอร์ต่างๆ โดยทั่วไปมีการใช้ระดับแรงดันในช่วงนี้อยู่ อนึ่งทรานซิสเตอร์ที่มีขากันทั่วๆ ไปสามารถทำงานได้ในช่วงเหล่านี้ และยังทนต่อสัญญาณรบกวนต่างๆที่เข้ามาได้ นอกจากนี้ยังสามารถทำงานในความถี่สูงๆ ได้ สูงถึง 20,000 บิท/วินาที ยิ่งกว่านั้นสถานะ Mark และสถานะ Space ยังถูกแทนด้วยการไหลของกระแสในทิศทางที่ตรงข้ามกันและความแตกต่างของแรงดันที่สถานะ Mark และ Space มีค่าสูงถึง 6 โวลต์เป็นอย่างน้อย ข้อดีต่างๆ ที่กล่าวมานี้ช่วยให้การส่งข้อมูลมีเสถียรภาพดี

3. ตัวเก็บประจุ C_L ที่ต่อขนานกับอุปกรณ์รับข้อมูลปลายทางจะต้องมีค่าไม่เกิน 25000 pf โดยค่านี้ไม่รวมค่าความจุไฟฟ้าของสายเคเบิลเข้าไปด้วย

หมายเหตุ ตามข้อกำหนดข้อนี้ ระยะทางที่สามารถใช้ทำการสื่อสารข้อมูลได้ต้องไม่เกิน 50 ฟุตซึ่งถูกกำหนดไว้ในมาตรฐาน RS-232-C

4. แรงดันขณะเปิดวงจรหรือขณะที่ไม่มีโหลด (V_O) จะต้องไม่เกิน 25 โวลต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. วงจรรับสัญญาณที่ใช้กับ RS-232-C ต้องสามารถทนต่อการลัดวงจรที่เกิดขึ้นได้โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวมันเองหรืออุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องด้วย เช่น เทอร์มินัล,โมเด็ม, พอร์ท I/O และอุปกรณ์ต่างๆ ที่ต่อเข้ากับเคเบิลที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสแบบ RS-232-C

ตารางที่ 3 รายละเอียดต่าง ๆ พร้อมด้วยสัญญาณกำกับของคอนเนคเตอร์

ขา	เซอร์กิต	ความหมายของเซอร์กิต
1	AA	Protective Ground
2	BA	Transmited Data
3	BB	Received Data
4	CA	Request to Send
5	CB	Clear to Send
6	CC	Data set Ready
7	AB	Signal Ground
8	CF	Recived Line Signal Detector
9/10	-	(Reserved for Data set Testing)
11	-	Unassigned
12	SCF	Secondary Recived Line Signal Dector
13	SCB	Secondary Clear to Send
14	SBA	Secondary Transmitted Data
15	DB	Transmit Signal Element Timing (DEC Source)
16	SBB	Secondary Receive Data
17	DD	Receive Signal Element Timing
18	-	Unassigned
19	SCA	Secondary Request to Sendd
20	CD	Data Terminal Ready
21	CG	Signal Quality Dectector
22	CE	Ring Indicator
23	CH/CI	Data Signal Rate Select (DTE/DCE Source)
24	DA	Transmit Signal Elecment Timing (DTE Source)
25	-	Unassigned

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกลของการอินเตอร์เฟส

รายละเอียดของขาต่างๆ ของคอนเนคเตอร์ตามมาตรฐาน RS-232-C ได้แสดงไว้ในตาราง 3.2 ของให้สังเกตด้วยว่าตามมาตรฐาน RS-232-C ไม่ได้กล่าวถึงปลั๊กตัวผู้ (Plug) หรือปลั๊กตัวเมีย(Socket) ของคอนเนคเตอร์เลยว่ามีรูปร่างลักษณะอย่างไร ในปัจจุบันใช้คอนเนคเตอร์แบบ DB-25

(บางทีเรียกแบบ D-type 25 pin connector) ในการอินเตอร์เฟสมาตรฐาน RS-232-C คอนเนคเตอร์แบบนี้เทียบเท่าแบบ ISO 1123 ซึ่งเป็นมาตรฐานที่ประกาศใช้ โดย Internation Organization for Standardization [ISO] สำหรับรายละเอียดเพิ่มเติมของคอนเนคเตอร์แบบนี้หาได้จาก ISO/draft International Standard 2110. "Data Communication: 25-Pin DTE/DCE Interface Connector nad Pin Assignments" [Revision of ISO 2110-1972],February 1979,.

ลักษณะการทำงานของเซอร์กิตต่างๆ

เซอร์กิตต่างๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2 ซึ่งสามารถแยกออกเป็นประเภทต่างๆได้ 5 ประเภทคือ

1. กราวด์ หรือ Common Return [A]
2. เซอร์กิตข้อมูล [B]
3. เซอร์กิตควบคุม [C]
4. เซอร์กิตของสัญญาณฐานเวลา [Timing Circuit] [D]
5. เซอร์กิตของแชนแนลที่สอง [S]

จากตารางที่ 3 จะเห็นได้ว่าตัวอักษรในวงเล็บที่อยู่ท้ายเซอร์กิตประเภทต่างๆจะเป็นตัวอักษรตัวแรกของกลุ่มตัวอักษร (ประกอบด้วยตัวอักษรสองหรือสามตัว) ซึ่งใช้กันทั่วๆ ไปในการอธิบายสัญญาณต่างๆ ที่ เกี่ยวข้องกับการใช้งาน RS-232-C จากตารางที่ 3 เซอร์กิตต่างๆ ของ RS-232-C ถูกแบ่งออกเป็นประเภทๆ โดยใช้กลุ่มของตัวอักษรดังอธิบายไว้ข้างต้นนอกจากนี้ในตารางยังแสดงทิศทางการเคลื่อนที่ของข้อมูล สัญญาณควบคุมและสัญญาณเวลาว่าส่งจาก DCE หรือ DTE รวมทั้งการกำหนดขาสัญญาณที่ใช้กำกับเซอร์กิตต่างๆ สำหรับลักษณะการทำงานของเซอร์กิตต่างๆ มีดังนี้

Circuit AA: Protecive Ground

ลวดตัวนำของเซอร์กิตนี้จะถูกต่อเข้ากับตัวถังของอุปกรณ์เพื่อใช้เป็นสายดินเมื่อเปรียบเทียบ Protecive กับ Dignal Ground จะเห็นได้ว่า Signal Ground มีความสำคัญกว่ามากดังนั้น Protecive Ground จึงมักไม่ถูกต่อ การกระทำเช่นนี้ไม่เป็นการทำผิดข้อกำหนดในมาตรฐาน RS-232-C เนื่องจากว่า RS-232-C ได้กำหนดให้กรณีนี้เป็นกรณีเลือกใช้งาน [Option]

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Circuit AB: Signal หรือ Common Return

เซอร์กิตนี้ถูกใช้เป็นจุดอ้างอิงของสัญญาณที่ใช้ในเซอร์กิตต่างๆ ยกเว้นเซอร์กิต AA [Protective Ground] เซอร์กิตนี้เป็นเซอร์กิตเดียวที่ต้องถูกต่อไว้เสมอไม่ว่าเป็นการประยุกต์ใช้งานแบบใด

Circuit BB: Received Data

สัญญาณของเซอร์กิตนี้จะถูกส่งจาก DTE ไปยัง DCE.DTE จะทำให้เซอร์กิต BA [Transmitted Data] มีสถานะลอจิกเป็น 1 [Mark] ตลอดเวลาที่ไม่มีการส่งข้อมูลนอกจากว่าเซอร์กิตต่อไปนี้มีสถานะลอจิกเป็น 0 [NO]

1. เซอร์กิต CA [Reguest to Send]
2. เซอร์กิต CB [Clear to Send]
3. เซอร์กิต CC [Data Set Ready]
4. เซอร์กิต CD [Data Terminal Ready]

สำหรับการทำงานร่วมกันของเซอร์กิตเหล่านี้ จะอธิบายไว้ในหัวข้อถัดไป ในบางกรณีเราอาจจะต้องใช้ null malem ร่วมกับเซอร์กิตนี้ ตัวอย่างเช่นในระบบคอมพิวเตอร์ระบบหนึ่งเราทำการอินเตอร์เฟสคอมพิวเตอร์ อินเตอร์เฟสของเราเข้ากับเทอร์มินัลผ่านทาง RS-232-C ถ้าเทอร์มินัลเป็น DTE (ปกติมักจะเป็นเช่นนี้ด้วย) และคอมพิวเตอร์ทำตัวเป็น DCE คอมพิวเตอร์จะคอยรับสัญญาณที่ส่งจากเทอร์มินัลผ่านทางสาย Transmitted Data (การส่งข้อมูลนี้เราใช้ DTE เป็นตัวอ้างอิงไม่ใช่ DCE) แต่ถ้าคอมพิวเตอร์ทำตัวเป็น DTE และส่งข้อมูลผ่านทางเซอร์นี้จะเกิดปัญหาขึ้นคือ อุปกรณ์ทั้งสองตัวจะส่งข้อมูลลงบนสายเส้นเดียวกันทำให้เกิดการต้านจึงต้องใช้ Null Modem ช่วยแก้ปัญหานี้

ปัญหาที่สำคัญอีกข้อหนึ่งคือ ในเซอร์กิตซึ่งจะต้องอยู่ในสภาวะ ON ก่อนที่จะมีการส่งข้อมูลแต่กลับไม่อยู่ในสภาวะ ON สาเหตุนี้อาจเกิดจากการทำงานที่ผิดพลาดของตัวเทอร์มินัลพอร์ต I/O ของคอมพิวเตอร์ หรือเกิดจากตัวสายเคเบิลที่ต่อระหว่างเทอร์มินัลกับคอมพิวเตอร์ถ้ามีปัญหาเหล่านี้เกิดขึ้นในขณะที่เราส่งข้อมูลโดยใช้ RS-232-C ปัญหาของเราอาจเกิดจากสัญญาณใดสัญญาณหนึ่งข้างต้นเป็น OFF หรือเทอร์มินัลของเราทำการส่งข้อมูลบนสายเดียวกับที่คอมพิวเตอร์ใช้ส่งข้อมูลสำหรับการตรวจสอบข้อผิดพลาดเหล่านี้จะอธิบายในตอนท้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Circiut BB Received Data

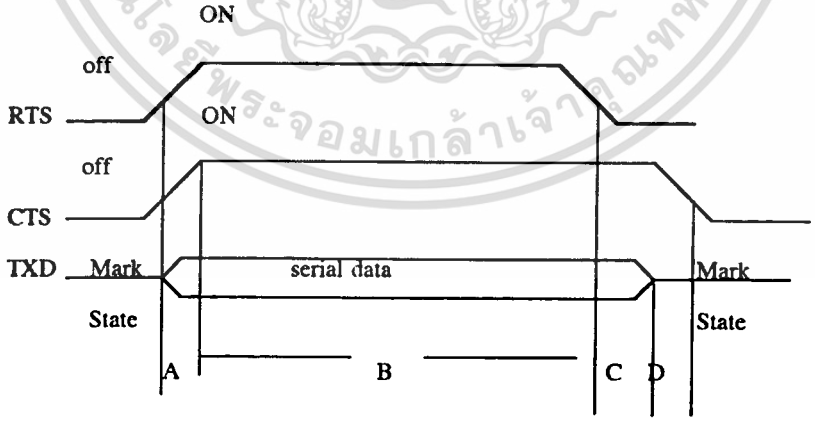
สัญญาณของเซอร์กิตนี้จะส่งจาก DCE ไปยัง DTE เซอร์กิตนี้จะอยู่ในสถานะ MARK (ลอจิก 0) Received Data (เซอร์กิต BB) จะมีสภาวะเป็น OFF (ลอจิก 1) นอกจากนี้ Received Data จะยังคงอยู่ในสภาวะ OFF อีกช่วงระยะเวลาสั้นๆ ระยะเวลาหนึ่งหลังจากที่ reguest to Send เปลี่ยนสภาวะจาก ON ไปเป็น OFF เมื่อการส่งข้อมูลเกิดขึ้นหลังจากที่ Reguest to Send เปลี่ยนสภาวะจาก ON ไปเป็น OFF เมื่อการส่งข้อมูลเกิดขึ้นเรียบร้อยแล้ว

Circuit CA: Request to Send

สัญญาณ Request to Send [RTS] และสัญญาณ Clear to Send [CTS หรือเซอร์กิต CB] ซึ่งเกิดขึ้นในการส่งข้อมูลระหว่าง DTE และ DCE แสดงไว้ในรูปที่ 6 และ 7

ในการส่งข้อมูลแบบ simplex และ full-duplex เมื่อ request to Send มีสถานะของลอจิก 0 ON จะทำให้ DCE อยู่ในโหมดการส่งข้อมูล [transmit Mode] ในที่นี้การที่ DCE อยู่ในโหมดการส่งข้อมูลหมายความว่า DCE อยู่ในโหมดการส่งข้อมูล [Communication link] ตัวอย่างเช่น ถ้า DCE ของเราเป็นโมเด็มเมื่อ DCE จะอยู่ในโหมดการส่งข้อมูล (คือ DCE จะไม่ส่งข้อมูลที่ได้รับจาก DTE ออกไปยังตัวกลางในการสื่อสารข้อมูล)

ในกรณี half-duplex เมื่อ Request to send อยู่ในสถานะ ON,DCE จะอยู่ในโหมดการส่งข้อมูลแต่ถ้า Request to send อยู่ในสภาวะ OFF ,DCE จะอยู่ในโหมดการรับข้อมูล(คือ DCE จะรับข้อมูลจากเครือข่ายการสื่อสารและการส่งข้อมูลเหล่านี้ไปยัง DTE)



รูปที่ 2.8 การทำ handshake ของสัญญาณ RTS และ CTE ในช่วง A DTE

แสดงให้ DCE ทราบว่า DTE ต้องการส่งข้อมูลซึ่งจะเกิดขึ้นตอนเหล่านี้คือ DCE จะจัดตั้งช่องทางการสื่อสาร CTS (เป็น ON) ซึ่งแสดงให้ DCE ทราบว่า DTE สามารถเริ่มต้นส่งข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แล้ว แต่ TDX จะยังอยู่ในสภาวะ MARK อยู่ในช่วง B ข้อมูลจะถูกส่งผ่านทางเซอร์กิต thansmitted data เมื่อข้อมูลถูกส่งออกไปจนหมดแล้ว DTE จะ OFF สัญญาน RTS เพื่อบอกให้ DTE ไม่ต้องการส่งข้อมูลอีกแล้ว

ต่อไปช่วง C เมื่อ DCE ส่งข้อมูลทั้งหมดออกไปยัง communication link เสร็จแล้ว เซอร์กิต TDX จะกลับเข้าสู่สภาวะ MARK ในช่วง D DCE แจ้งให้ DTE ทราบว่า DCE พร้อมแล้วที่จะรับส่งข้อมูลชุดใหม่เพื่อส่งออกไปโดยการ OFF สัญญาน CTS

จากรูปที่ 2.8 ขอให้ดูสภาวะการเปลี่ยนแปลงจาก ON ไปเป็น OFF และจาก OFF ไปเป็น ON ของสัญญาน Reguest to Send การเปลี่ยนแปลงสภาวะของสัญญาน Reguest to Send จาก OFF เป็น ON จะ Trigger DCE ให้อยู่ในโหมดการส่งข้อมูล และทำตามขั้นตอนต่างๆ ที่ทำให้การสื่อสารข้อมูล เกิดขึ้นได้ เช่นการต่อโทรศัพท์ไปยังคอมพิวเตอร์หลัก (Host Computer)ถ้าDCE ตัวนั้นสามารถต่อโทรศัพท์ได้โดยอัตโนมัติ ในระบบไมโครคอมพิวเตอร์โดยทั่วๆ ไปสาย Reguest to Send จะถูกต่อกับสาย Coear to Send โดยตรง

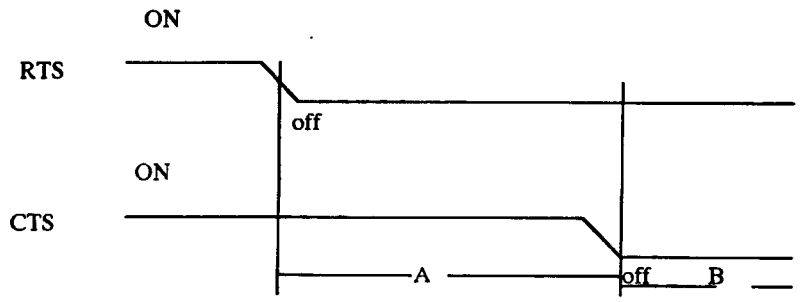
ดังนั้นเมื่อไรก็ตามที่ DTE ป้อนสัญญาน Request to Send DTE ก็ได้รับสัญญาณตัวนี้กลับมา โดยส่งมาทางสาย Clear to Send (รายละเอียดเพิ่มเติมของเรื่องนี้จะกล่าวในการทดลอง) เมื่อการทำขั้นตอนต่างๆ ที่ทำให้เกิดการสื่อสารข้อมูลได้เกิดขึ้นเรียบร้อยแล้ว DCE จะทำให้ Clear to Send (เซอร์กิต CB) มีค่าลอจิกเป็น 0 [ON] ซึ่งเป็นการบอกให้ DTE ทราบว่าสามารถส่งข้อมูลทางเซอร์กิต Transmit Data ข้ามจุดเชื่อมต่อ [Infterface Point] ได้แล้ว

การเปลี่ยนสถานะจาก ON ไปเป็น OFF ของสาย RTS เป็นการส่งให้ DCE ส่งข้อมูลที่ยังเหลืออยู่ที่จุดเชื่อมต่อ [Interface Point] ของเซอร์กิต Transmitted Data ออกไปยังช่องทางการส

การรับข้อมูล(ในกรณีของ haft-duplex)DCE จะตอบสนองต่อสัญญาณนี้โดยทำให้สัญญาณ Clesr to send มีลอจิกเป็น 1 [OFF]

จากรูปที่ 2.8 เมื่อใดก็ตามที่ Request to send เปลี่ยนสถานะจาก ON เป็น OFF Request to send จะ On ใหม่ได้อีกครั้งหนึ่งก็ต่อเมื่อ DCE สั่งให้ clear to send เปลี่ยนสถานะจาก ON เป็น OFF แล้ว การทำเช่นนี้เป็นการป้องกันไม่ให้เกิด overrun error ขึ้นซึ่งก็คือ DTE ทำการส่งข้อมูล ชุดใหม่มาอีก ในขณะที่ DCE ยังส่งข้อมูลชุดใหม่มาอีก ในขณะที่ DCE ยังส่งข้อมูลชุดเก่าไม่เรียบร้อย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.9 ในช่วง (A) DTE ไม่สามารถ ON สัญญาณ RTS ใหม่อีกครั้งหนึ่งได้ DTE ต้องรอจนกระทั่ง DCE ส่งข้อมูลที่เหลือออกไปจนหมดโดย DCE จะ OFF สัญญาณ CTS เพื่อแสดงให้ DTE ทราบว่ามันพร้อมที่จะรับข้อมูลชุดใหม่แล้วในช่วง (B) DTE สามารถ ON สัญญาณ RTS ใหม่เมื่อใดก็เนื่องจาก CTS มีสภาวะเป็น OFF

การทำ handshake โดยใช้ Request to send กับ Clear to send ที่อธิบายไปนั้นใช้ได้ทั้งในการส่งข้อมูลที่ละคาร์แรกเตอร์หรือที่ละ block (เราใช้โปรโตคอลที่มีระดับสูงกว่า Physical - level Protocol ในการกำหนดลักษณะของคาร์แรกเตอร์หรือ block) ตัวอย่างเช่นสมมุติให้หนึ่งคาร์แรกเตอร์ประกอบด้วยบิทต่างๆ 10 บิท DTE จะป้อนสัญญาณลงในสาย Request to send และคอยรับสัญญาณจาก DCE ทางสาย Clear to send สำหรับ handshake ในการส่งข้อมูลทีละบล็อกนั้น DTE จะส่งคาร์แรกเตอร์พิเศษที่บอกจุดสิ้นสุดของบล็อก end of transmission characteer] เพิ่มเข้าไปด้วย และเมื่อถึงจุดสิ้นสุดของบล็อกข้อมูล DTE จะ OFF สัญญาณ Request to send ในการตอบสนองต่อเหตุการณ์เหล่านี้ Dce จะ Off สัญญาณ clear to send เมื่อคาร์แรกเตอร์พิเศษที่บอกจุดสิ้นสุดของข้อมูลได้ถูกส่งจาก DCE ออกไปยังเครือข่าย การสื่อสาร [communication network] เรียบร้อยแล้ว

จากที่อธิบายไว้ในเซอร์กิต BA,DTE จะส่งข้อมูล ได้ก็ต่อเมื่อ Request to send Clear tosend,Data set readry และ Data Terminal readry และ D ata Set readry ON เรียบร้อยแล้ว สัญญาณ Request to send จะ ON ตามมาและ DCE จะตอบสนองต่อสัญญาณนี้ โดยการส่งสัญญาณ Clear to send เป็น ON กลับมา DTE, DTE จะส่งข้อมูลออกทางเซอร์กิต Transmitted Data ได้

(เราสามารถ ON สัญญาณ Request to send เมื่อไร็ตามที่ Clear to send เป็น Off โดยไม่ต้องสนใจสภาวะของเซอร์กิตอื่นๆ)

สิ่งที่น่าสนใจอีกข้อหนึ่งคือ สัญญาณ Requet to send เป็นสัญญาณที่ ใช้ระหว่าง DTE,DCE เท่านั้น เนื่องจากว่า การเชื่อมโยงโดยสายโทรศัพท์ ไมโครเวฟ หรือดาวเทียมจะแยก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

DCE ทางด้านผู้ส่ง [lecal] และผู้รับ ออกจากกัน [remoed] ดังนั้นสัญญาณนี้จะไม่ถูกส่งไปยังอุปกรณ์ใดๆ ที่อยู่ทางด้านที่เราจะติดต่อด้วย [remoed]และสัญญาณ นี้ก็ไม่ได้บอกสถานะ [status] ของเครื่องทางด้านผู้รับด้วยเช่นกัน

การใช้งาน เซอร์กิต request to send ยังเป็นตัวก่อให้เกิดปัญหาในการอินเตอร์เฟสขึ้น

:

[Universal Synchronous /Asynchronous] เป็นพอร์ต I/O แบบ อนุกรม สาเหตุของปัญหาข้อนี้จะอธิบายในตอนท้ายของบทนี้

Circuit CB: Clear to send

สัญญาณเป็นสัญญาณควบคุมซึ่งถูกส่งจาก DCE ไปยัง DTE เพื่อบอกให้ DTE ทราบว่า DCE พร้อมที่จะส่งข้อมูลที่จะส่งมาจาก DTE บนสาย Transmittered Data แล้วเมื่อสัญญาณ Clear to send อยู่ในสภาวะ ON รวมทั้งสัญญาณ Request to send ,Data Set readry หรือ Data Terminal readry มีสภาวะเป็น On ด้วย การ On ของสัญญาณเหล่านี้จะบอให้ DTE ทราบว่าข้อมูลที่ส่งไปยัง DCE จะถูก DCE รับไว้และส่งต่อไปยัง comnunication Chanel เมื่อสัญญาณ Clear to send อยู่ในสภาวะ Off จะบอกให้ DTE ทราบว่า DTE ไม่พร้อมที่จะรับข้อมูลดังนั้น DTE จะยังไม่สามารถส่งข้อมูลออกมา (ต้องป้อนสัญญาณ RTS ใหม่)

Clear to send จะอยู่ในสภาวะ ON ก็ต่อเมื่อสัญญาณ Request to send (เซอร์กิต CA) และ data set readry (เซอร์กิต CC) จะอยู่ในสภาวะ ON ทั้งคู่ถ้าไม่ใช้ขา Request to send จะเป็นอย่างไรจึงขึ้นอยู่กับสถานะของสัญญาณ Data set readry ว่าเป็น ON หรือ Off

ในการอินเตอร์เฟสตามมาตรฐานของ RS-232-C ซึ่งทำการอินเตอร์เฟสระหว่าง DTE และ DCE ในกรณีที่มีเครือข่ายสวิตชิ่งโทรศัพท์ เข้าเกี่ยวพันด้วย เราต้องใช้เซอร์กิตต่อไปนี้เพิ่มเข้าไปด้วย

1. เซอร์กิต CC: Data Set Readry
2. เซอร์กิต CD: Data Terminal Readry
3. เซอร์กิต CE: Ring Indicator
4. เซอร์กิต CF: Received Line Signal Delector

เนื่องจากการทำงานของเซอร์กิตต่อไปนี้เกี่ยวกับเครือข่ายโทรศัพท์ ดังนั้นถ้าเราทำการติดติอในระยะสั้นๆ ไม่ผ่านเครือข่ายโทรศัพท์) โดยใช้งานที่น่าสนใจมากที่สุดของเซอร์กิตเหล่านี้ คือการใช้งานร่วมกับอุปกรณ์ที่สามารถต่อโทรศัพท์เข้ามา) โดยอัตโนมัติ (auto answer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หน้าที่สำคัญ Data set readry และ Data Terminal readry คือมัน เป็นตัวแสดงให้เราทราบว่าอุปกรณ์ของเราพร้อมที่จะทำการสื่อสารข้อมูล (Equipment Readines) หรือไม่ สำหรับรายละเอียดของเรื่องนี้จะอธิบายในหัวข้อ "การรับส่งข้อมูลแบบ full duplex" ถ้า Data set readry อยู่ในสภาวะ ON จะบอกให้ DTE ทราบว่า DCE พร้อมที่จะส่งข้อมูลที่รับจาก DTE ออกไปยังเครือข่ายการสื่อสารแล้ว (เช่น เครือข่ายโทรศัพท์,ไมโครเวฟ)ในลักษณะเดียวกัน Data Terminal ready อยู่ในสภาวะ ON แสดงว่า DTE พร้อมที่ จะสวข้อมูลไปให้ DCE โดยส่งข้อมูลออกทางเซอร์กิต Transmitted Data ดังที่ได้ อธิบายไว้ใน "Circiut BA: Transmitted Data" ทั้ง Data set ready และ Data Terminal Ready จะต้องอยู่ในสภาวะ ON ก่อนที่จะมีการส่งข้อมูลเกิดขึ้น แต่เนื่องจากสัญญาณเหล่านี้ไม่ค่อยถูกใช้ในกรณีที่ทำการอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ดังนั้นข้อมูลจะถูกส่งเมื่อใดจึงขึ้นอยู่กับสภาวะของสัญญาณ Request set readry และ Clear to send

Circuit CC: Data Set Ready

สัญญาณนี้เป็นสัญญาณควบคุมที่ส่งจาก DCE ไปยัง DTE ในกรณีที่ data set ready อยู่ในสภาวะ ON แสดงว่า DCE ได้ถูกต่อกับ Commnunication Channel เรียบร้อยแล้ว ในกรณีที่ DCE ของเราสามารถต่อโทรศัพท์ ได้โดยอัตโนมัติการที่ data set readry เป็น ON หมายความว่า DCE ของเรา (local) ได้ต่อโทรศัพท์(เรียก) DCE ของเครื่องคอมพิวเตอร์ ที่เราต้องการติดต่อด้วย (remode) ได้ตอบรับต่อการเรียกทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันของ Communication Channel ขึ้นระหว่าง DCE ทั้งสองด้าน ทำให้สามารถทำการสื่อสารข้อมูลระหว่างกันได้เมื่อ communication channel ถูกเชื่อมต่อแล้ว ระบบเข้าสู่โหมดการส่งข้อมูล (ไม่ใช่โหมดการส่งสัญญาณเสียง คือเราพูดสายไม่ได้)

Circuit CD: Data Terminal readry

สัญญาณควบคุมตัวนี้จะถูกส่งจาก DTE ไปยัง DCE สัญญาณ Data Terminal Readry ต้องอยู่ในสภาวะ ON ก่อนที่ DCE จะ ON สัญญาณ Data set readry (ซึ่งบอกให้รู้ว่า DCE ถูกเชื่อมต่อเข้าทางการสื่อสาร communication channel แล้ว และสามารถส่งข้อมูลได้) ขณะใดก็ตามที่ DCE ต่อกับช่องทางการสื่อสารแล้ว Data Terminal Readry เปลี่ยนสภาวะจาก ON เป็น Off , DCE จะตัดการเชื่อมต่อระหว่าง DEC กับ communication Channel ทั้งในทันที

Circuit CE: Ring Indicator

สัญญาณนี้เป็นสัญญาณควบคุมที่ส่งจาก DCE ไปยัง DTE เมื่อสัญญาณนี้มีสภาวะเป็น ON แสดงว่า DCE กำลังได้รับสัญญาณเสียงกริ่ง (เงียบและดังเป็นช่วงๆ) และในกรณีที่ DCE ไม่ได้รับสัญญาณเสียงกริ่ง สัญญาณ Ring Indicator จะมีสถาวะเป็น Offf เราใช้สัญญาณควบคุมตัวนี้ในกรณีที่ใช้โมเด็มที่สามารถตอบรับต่อการเรียกได้โดยอัตโนมัติ (auto answer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Circuit CF: Received Line Signal Delector

สัญญาณนี้ส่ง จาก DCE ไปยัง DTE ได้รับสัญญาณ Carrier (ซึ่งต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของบริษัทผู้ผลิต DCE ด้วย) ที่ส่งมาจาก DCE อีกด้านหนึ่ง (remoed Side) สัญญาณ Received Line Delector จะมีสภาวะเป็น ON แสดงว่า DCE จับสัญญาณใน Communication channel ซึ่งจะถูกนำไป demodulate ได้แล้ว ในโมเด็มแบบต่างๆ สายเส้นนี้จะถูกต่อกับ LED เพื่อแสดงให้รู้ว่าขณะนี้มีสัญญาณ Carrier เข้ามาหรือไม่

สาเหตุ: สัญญาณนี้มีชื่ออีกชื่อหนึ่งว่า Data Carrier Delector (DCD)

ในการใช้งานเทอร์มินัลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ส่วนมากเราต้องให้สญญาณนี้มีสภาวะเป็น high ตลอดเวลาก่อนที่ จะรับหรือส่งข้อมูล ตัวอย่างของเทอร์มินัลที่เราต้องทำเช่นนี้ได้แก่ Texas Inrument Silent 700 series ซึ่งมี acoutic - couple modem ติดตั้งไว้ภายในและมีพอร์ต Rs-232-C ให้ใช้ในการต่อกับโมเด็มภายนอก Received Line Signal Delector จะมีสภาวะเป็น On เมื่อโมเด็มภายในตรวจจับ carrier ที่ส่งมาจากโมเด็มอีกด้านหนึ่ง (remoed) ได้ (โมเด็มตัวนี้ต้องสามารถตอบรับการเรียกโดยอัตโนมัติ) ในอีกกรณีหนึ่งถ้าเราต้องการอินเตอร์เฟส Selent 700 เข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์ โดยตรง (ไม่ผ่าน โมเด็ม) เรายังต้องทำให้สาย Received Line signal Delector มีสภาวะเป็น ON เสมอ โดยทั่วๆ ไปมักจะต่อขาสัญญาณนี้เข้ากับขาสัญญาณตัวอท่นที่มีอยู่บนคอนเนคเตอร์ เช่นขา Data Terminal readry เทคนิคนี้เรียกว่า "juping"สำหรับเซอร์กิตที่เหลือคือ

Circuit CG: Signl Quality Delector

Circuit CH: Data Signal Rate Selector (DTE Source)

Circuit CI: Data Signal Rate Selector (DTE Source)

Circuit DA: Transmit Signal Timing (DTE Source)

Circuit DB: Transmit Signal Timing (DTE Source)

Circuit DD: Received Signal Timing (DTE Source)

Circuit SBA: Secondary Transmit Data

Circuit SBB: Secondary Received Data

Circuit SCA: Secondary Request to Send

Circuit SCB: Secondary Clear to send

Circuit SCF: Secondary Received Signal Delector

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โครงสร้างทั่วๆ ไปของมาตรฐาน RS-232-C

ดังที่ได้กล่าวไว้ตอนต้น มาตรฐาน RS-232-C ไม่ได้กำหนด ลักษณะโครงสร้างของคอนเนคเตอร์ไว้เลย ดังนั้นเราสามารถเลือกใช้คอนเนคเตอร์แบบใดก็ได้ อย่างไรก็ตาม EIA ได้ระบุไว้ว่าคอนเนคเตอร์ที่เข้ามาตรฐานของทหารแบบ Mill-C-24308 (MS-18275) สามารถใช้ในการอินเตอร์เฟสตามมารตฐาน RS-232-C ได้เป็นอย่างดี (แต่EIA ได้กล่าวย้ำไว้ด้วยว่ามาตรฐาน MILL นี้ได้เป็นส่วนหนึ่งในมาตรฐาน RS-232-C) การขาดมาตรฐานของคอนเนคเตอร์นี้ได้ก่อให้เกิดปัญหาบางประการขึ้น

จากมาตรบน RS-232-C เราจะเห็นว่ามีการใช้สัญญาณต่างๆ อยู่เป็นจำนวนมากดังนั้นในการใช้งานเราอาจสงสัยว่าควรจะใช้สัญญาณเส้นใดบ้างจึงเหมาะกับระบบของเรา (จากทั้งหมด 21 เซอร์กิต) ข้อสงสัยข้อนี้ตอบได้ยาก เนื่องจากรูปแบบของกลุ่มสัญญาณที่ต้องใช้ในการสื่อสารข้อมูลมีแตกต่างกันออกไป มากมายขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบ ที่ต้องการใช้โครงสร้างของระบบอาจเป็นไปได้หลายแบบตั้งแต่การต่อเทอร์มินัลเข้ากับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการอินเตอร์เฟสแบบง่ายๆ ใช้คอมพิวเตอร์ของเราร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นโดยอาศัยการมัลติเพล็กซ์ ใช้ส่งและรับข้อมูลแบบซิงโครนัส(Synchronous) หรือใช้กับสาย Dedicated Line (สายที่ใช้ในการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียว ใช้ส่งสัญญาณเสียงไม่ได้) ซึ่งเป็นการใช้ร่วมกับเทอร์มินัลปลายทางเครื่องอื่นๆ อย่างไร็ตามสภาพของระบบต่างๆ กลุ่มของสัญญาณที่ใช้ร่วมกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ถูกแบ่งออกดเป็น 7 กลุ่มดังนี้

- ใช้ในการส่งข้อมูลอย่างเดียว (Transmit only)
- ใช้ในการส่งข้อมูลอย่างเดียวแต่ใช้สัญญาณ RTS ด้วย
- ใช้ในการรับข้อมูลอย่างเดียว (Received only)
- ใช้ส่งและรับข้อมูลฮาร์ฟดูเพล็กซ์ (Haft Duplex)
- ใช้ส่งและรับข้อมูลฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex)
- ใช้ส่งและรับข้อมูลแบบฟูลดูเพล็กซ์ แต่ใช้สัญญาณ RTS ด้วย
- แบบพิเศษ (Special)

การอินเตอร์เฟสแบบต่างๆ ที่กล่าวมานี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 4 ซึ่งได้ระบุสายสัญญาณใดบ้างที่ต้องต่อในการอินเตอร์เฟสแต่ละแบบ (เราได้ตัดสัญญาณที่ใช้ในการส่งข้อมูลแบบซิงโครนัสทิ้งไปเนื่องจากว่าในระบบไมโครคอมพิวเตอร์มักจะไม่ใช้การส่งข้อมูลแบบนี้)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4 RS-232-C Standard Configgulations

RS-232-C InterChange Circuit Spacial	Terminal Transmit only	only with RTS	Received Only	Haft duplex	Full duplex	Full Duplex with RTS
1 Protective Ground 0	-	-	-	-	-	-
7 Signal Ground x	x	x	x	x	x	x
,2 Transmitted Data 0	x	x		x	x	x
3 Received Data			x	x	x	x
4 Request to send 0		x		x		x
5 Clear to Send 0	x	x		x	x	x
6 Data set Readry 0	x	x	x	x	x	x
20 Data Terminal Readry 0	s	s	s	s	s	s
22 Ring Indicator 0	s	s	s	s	s	s
8 Received Line Signal Delector 0			x	x	x	x
51						

x= **ใช้งานในทุกกรณี**

s= **ใช้ในกรณีระบบของเราเกี่ยวพันกับเครือข่ายโทรศัพท์**

0= **เลือกใช้ตามลักษณะของระบบเรา**

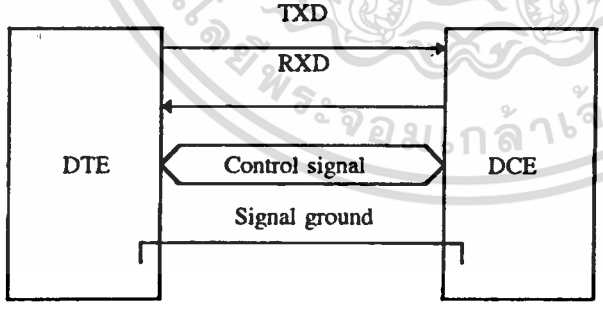
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4 จะเห็นว่ามีเซอร์กิตอยู่เซอร์หนึ่งที่ต้องต่ออยู่เสมอคือ เซอร์กิต Signal Ground (ขา 7) ส่วนเซอร์กิตอื่นจะต่อหรือไม่ขึ้นกับการประยุกต์ใช้งานของเรา ให้เลือกวิธีการส่งข้อมูลเราว่าเป็นแบบใดและต้องดูด้วยว่าเข้ากับระบบของเราได้หรือไม่

ในการส่งข้อมูลแบบ full duplex นั้นระบบไมโครคอมพิวเตอร์ส่วนใหญ่ มักใช้อุปกรณ์ที่มุ่งข้อมูลในทิศทางเดียว เช่นใช้รับข้อมูลอย่างเดียวก็คือเครื่องพิมพ์ หรือส่งข้อมูลอย่างเดียว เช่น จอย์สติกค์ (joystick) ต่เนื่องจากระบบเคเบิลแบบ full-duplex ตามมาตรฐาน RS-232-C ถูกออกแบบให้ใช้ส่งข้อมูลได้ในสองทิศทาง ดังนั้นเราสามารถใช้สายเคเบิลกับอุปกรณ์ที่ใช้รับข้อมูลอย่างเดี่ยวเช่น เครื่องพิมพ์ หรือจะนำไปใช้กับอุปกรณ์ตัวอื่นได้ในทันทีโดยไม่ต้องแก้ไขเพิ่มเติมอะไรอีก

การประยุกต์ใช้งานของการส่งข้อมูลแบบ full duplex ที่ใช้กันมากในระบบไมโครคอมพิวเตอร์คือ ใช้กับเทอร์มินัลที่ใช้ทำหน้าที่รับและรับส่งข้อมูลดังนี้ คาร์แรกเตอร์จะถูกส่งจากค

ที่เครื่องพิมพ์ ในกรณีเช่นนี้ข้อมูลจะเคลื่อนที่ในกรณีเช่นี้ข้อมูลจะเคลื่อนที่ในสองทิศทางพร้อมๆ กัน โดยถูกส่งและรับจาก DTE กับ DCE (พอร์ต I/O แบบอนุกรมไมโครคอมพิวเตอร์) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 8 ในตารางที่ 4 ได้แสดง การอินเตอร์เฟสแบบ full-duplex ไว้สองแบบด้วยกันคือแบบที่ใช้และไม่ใช้สาย Request to send ซึ่งเป็นไปตามที่กำหนดไว้โดย EIA การใช้สายสัญญาณ Request to send นั้นสามารถเลือกใช้ได้แต่ถ้าพอร์ต I/O ของไมโครคอมพิวเตอร์ ของเราเป็นแบบ USART เราต้องใช้สัญญาณ RTS เสมอดังนั้นในการประกอบสายเคเบิลควรต่อสาย RTS เผื่อไว้ด้วย



รูปที่ 2.10 ลักษณะพื้นฐานของการส่งข้อมูลแบบ full-duplex

ลักษณะการต่อ RS-232-C ที่ไม่ใช่แบบมาตรฐาน

ในรูปที่ 2.10 แสดงไดอะแกรมรูปภาพของการต่อ RS-232-C แบบต่างๆ ที่ไม่ใช่แบบมาตรฐาน ในระบบไมโครคมพิวเตอร์มักจะใช้ในการต่อเคเบิล RS-232-C ตามรูปที่ 2.10 รูปที่ 9.a

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แสดงการต่อสายเคเบิลแบบ full-duplex ซึ่งถูกต้องตามมาตรฐานทุกอย่าง ลักษณะการทำงานของการต่อแบบนี้ได้อธิบายไว้ในหัวข้อก่อนๆ สำหรับรูปที่ 9.b ถึง e แสดงการต่อที่ต่างออกไป จากมาตรฐาน โดยไดอะแกรมแต่ละรูปแทนคอนเนคเตอร์ด้วยกลองสี่เหลี่ยมผืนผ้าขอบบนและ ได้กำหนดไว้ด้วยว่าคอนเนคเตอร์ตัวใด เป็น DTE หรือ DCE หมายเลขที่เขียนกำกับไว้ในคอนเนคเตอร์แต่ละตัว แทนขาของคอนเนคเตอร์ที่ใช้กับเซอร์กิตต่างๆ เซอร์กิตแต่ละตัวแทนด้วยเส้นตรงแนวนอน พร้อมด้วยอักษรต่างๆ กำกับไว้ ลูกศรที่ปลายเส้นตรงแต่ละเส้นแสดงทิศทางการส่งสัญญาณ สำหรับของการเลือกใช้งาน ว่าควรจะเลือกใช้งาน
ไดอะแกรมรูปใดจึงจะเหมาะสมกับระบบขออธิบายในหัวข้อ ถัดไป

Threee-Wire Economy Model

จากไดอะแกรมรูปภาพในรูปที่ 9.b สายเคเบิลที่ใช้นั้นใช้เพียงสามเส้นคือใช้ที่ขา 2,3และ 7 การต่อสายเคเบิลแบบนี้ส่วนมากมักใช้ในการอินเตอร์เฟสกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ แต่บางระบบที่เราต้องต่อสายเคเบิลเพิ่มเข้าไปอีก ดังนั้นจะอธิบายต่อไป

การต่อสายเคเบิลแบบนี้ใช้ในการส่งข้อมูลแบบ full duplex ซึ่งเป็นแบบที่ใช้เซอร์กิตน้อยที่สุด คือใช้เพียงขา 2 Transmitted Data ,ขา 3 Received Data และขา 7 Signal Ground (เป็นตัวอ้างอิงของระดับแรงดันที่ขา 2 และขา 3

ข้อผิดพลาด ที่เกิดขึ้นบ่อยที่สุดในการใช้งานสายเคเบิลแบบ Three-Wire Econoy model ค่

ด้วยดังนั้นอุปกรณ์เหล่านี้จะส่งข้อมูลได้ก็ต่อเมื่อมันได้รับสัญญาณ Clear to send ก่อนอุปกรณ์ที่ใช้งานในลักษณะนี้ได้แก่ IC พวก USART ซึ่งใช้เป็นพอร์ต I/O แบบ USART ทำการส่งข้อมูล

Three-wire Luxuary Loop Back

จากรูปที่ 9.b และ 9.c จะเห็นได้ว่าไดอะแกรมในรูปที่ 9.c มีการแก้ไขเพิ่มเติมโดยทำ loop back สายสัญญาณดังนี้

Request to send ต่อกับ Clear to send

Request to send ต่อกับ Received Line Signal Delector

Data Terminal Readry ต่อกับ Data Set readry

การต่อสายแบบนี้เป็นการแก้ปัญหาต่างๆ ที่กล่าว ไว้ในหัวข้อก่อน อย่างไรก็ตามยังมีวิธีการอินเตอร์เฟสที่ต่างไปจากนี้ แต่การต่อสายแบบนั้นยังอาศัยหลักการต่อที่ได้อธิบายไว้ข้างต้น โดยเลือกต่อเฉพาะสายสัญญาณเพียงบางเส้นเท่านั้น เช่นการต่อสาย Request to send เข้ากับ Clear to send ก็เพียงพอที่จะทำให้ระบบไมโครคอมพิวเตอร์ทำการสื่อสารข้อมูลได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับหลักการเหตุผลของการต่อแบบต่าง ๆ ดูได้จาก State-transmition diagram ที่ได้อธิบายไปแล้วในหัวข้อ การส่งข้อมูลแบ full duplex สำหรับสาเหตุของการต่อ Data Terminal Readry เข้ากับ Data Set readry นั้นเป็นการทำให้เข้าสู่ Eqoipment Readiness Phase ทันทีที่ DTE ป้อนสัญญาณ Data Terminal Readry ปกติสัญญาณนี้จะ ON เมื่อเราเปิดสวิทช์จ่ายไฟให้กับ DTE เมื่อ DTE ป้อนสัญญาณ Request to send ระบบจะเข้าสู่ Circuit Assurance phase ในทันทีเนื่องจาก Request to send ถูกต่อเข้ากับ Received Line Signal Delector (ปกติ Request to send จะ ON เมื่อเราจ่ายไฟให้แก่ DTE) หรือ จะกล่าวได้อีกทางหนึ่งก็คือเหตุการณ์ Request to send ที่ เกิดขึ้นจะเป็นตัวทริกก์ (trigger) ให้เกิดเหตุการณ์ Data Carrier Delector นอกจากนี้ขา Request to send ยังถูกต่อกับขา Clear to Send ดังนั้นเมื่อ Request to send มีสภาวะเป็น ON จะทำให้เกิด Channel Readiness phase ขึ้นทันที ดังนั้นถ้า Data Terminal Readry และ Request to send ยังอยู่ในสภาวะเป็น ON จะทำให้เกิด Channel Readiness phase ขึ้นทันที ดังนั้นถ้า Data Terminal Readry และ Request to send ยังอยู่ในสภาวะ On เราจะเข้าสู่สภาวะ Data - Exchange state ได้ ในทันที

อย่างไรก็ตามการต่อ (jump) สายเคเบิลแบบนี้ (ซึ่งช่วยให้เราส่งข้อมูลแบบ full duplex ได้โดยแทนเหตุการณ์ด้วยการต่อสายเข้าด้วยกัน) ได้ตัดการตรวจสอบเหตุการณ์บางส่วนทิ้งไปเพื่อลดความซับซ้อนของระบบ เช่น การต่อขา Data Terminal Readryเข้ากับขา Data set readryโดยปกติ Data set redry จะ ON ได้ก็ต่อ connect sequence ขึ้นแล้วและ (AND) Data Terminal Readry มีสภาวะเป็น ON แต่การต่อสายสองเส้นนี้เข้าด้วยกัน Data set readry จะ ON ตามสัญญาณ Data Terminal readry เพียงอย่างเดียวจึงเป็นการตัดการตรวจสอบ Connec sequence ทิ้งไปสำหรับการต่อขา Request to send เข้ากับขา Data Carrier Delect จะตรวจสอบสัญญาณ Carrier ที่ต้องส่งมาจาก DCE ทางด้านที่เราจะติดต่อด้วย (remoed) ออกไป การต่อขา Request to send เข้ากับขา Clear to send จะตัดการทำ handshake ระหว่าง Request to send กับ Clear to send ทิ้ง ซึ่งอาจก่อให้เกิด overrun error ขึ้น จากที่กล่าวมาขอให้สังเกตุด้วยว่า การต่อสายใช้งานพิจารณาให้เข้ากับระบบของเราด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างวงจร

การออกแบบ FSK Modulator

ในการออกแบบ FSK Modulator ได้นำเอาไอซีเบอร์ XR2206 ซึ่งเป็นโมโนลิธิคฟังก์ชั่นเยนเนอเรเตอร์ กำเนิดรูปคลื่นเอาท์พุทได้ทั้งคลื่นซายน์ คลื่นสามเหลี่ยม คลื่นสี่เหลี่ยม หรือ แรมป์ (Ramp)โดย มีย่านความถี่ตั้งแต่ 0.01 Hz ถึง 1.0 MHz

ในกรณีนี้เราจะใช้ XR 2206 เป็นตัวกำเนิดคลื่นรูปซายน์ในลักษณะ FSK Generrator โดยใช้ไทม์มิ่งรีซิทเตอร์ R_{mm} และ R_{ms} ที่ต่อระหว่างขา 7 และ 8 กับกราวด์ตามลำดับ โดยที่สัญญาณดิจิตอลที่ ป้อนมายังขา 9 ของไอซี เป็นตัวกำหนดสัญญาณเอาท์พุท (ขา 2) ถ้าขา 9 อยู่ในสถานะวงจรเปิดหรือ มี V_{in} > 2V แล้ว R_{mm} จะเป็นตัวกำเนิดไทม์มิ่งร่วมกับตัวเก็บประจุที่ต่อคร่อมระหว่างขา 5 กับขา 6 หรือในทำนองกลับกันถ้าขา 9 มี V_{in} < 1V แล้ว R_{ms} จะเป็นตัวกำเนิดไทม์มิ่ง รวมกับตัวเก็บประจุ ระหว่างขา 5 กับขา 6 เช่นเดียวกัน) จึงทำให้ความถี่เอาท์พุทจะอยู่ในช่วงระหว่าง F_m กับ F_s จะเป็นอิสระต่อกัน และสามารถเปลี่ยนแปลงความถี่ได้โดยการเลือกค่า R_{mm} และ R_{ms} ตามสมการข้าง ล่าง

$$F_m = \frac{1}{R_{mm} C_m}$$

$$F_s = \frac{1}{R_{ms} C_m}$$

ตัวเก็บประจุระหว่างขา 5 กับขา 6 จะอยู่ในช่วง 1,000pF - 100uF และตัวต้านทาน R_{mm} และ R_{ms} จะอยู่ในช่วง 4K - 200K

จากสมการเพื่อให้ง่ายในทางปฏิบัติกำหนดให้ C_m = 0.001F หาค่า R_{mm} และ R_{ms} เมื่อกำหนด F_m = 85KHz และ F_s = 80KHz

$$R_{mm} = \frac{1}{F_m C_m} \qquad \frac{1}{85*10^3*0.001*10^{-6}} = 11.76K$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

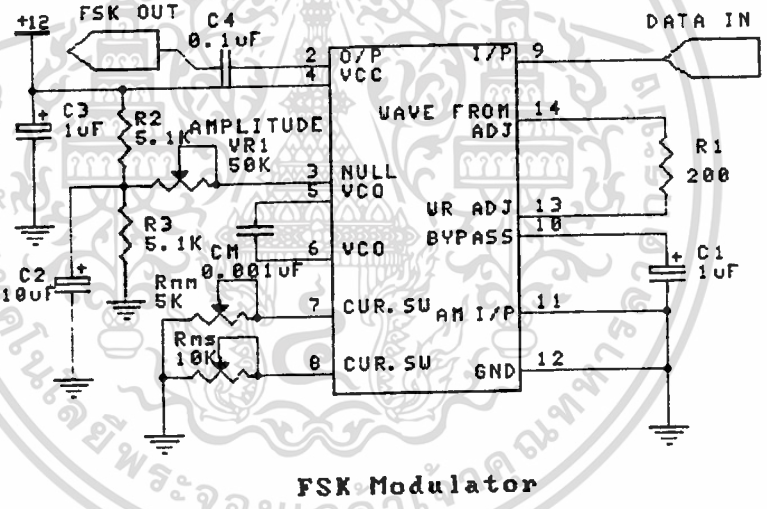
เนื่องจากเราต้องปรับความถี่ได้อิสระ ดังนั้นจึงใช้โพเทนโอมิเตอร์ 20 K ต่อระหว่างขา 7 กับกราวด์

$$R_{ms} = \frac{1}{F_{ms}\, C_s}$$

$$= \frac{1}{85*10^{3}*0.001*10^{-6}}$$

$$= 12.5K$$

เนื่องจากเราต้องสามารถปรับความถี่ได้อิสระ ดังนั้นจึงใช้โพเท็นโอมิเตอร์ 20K ระหว่างขา 8 กับกราวด์ วงจรจะเป็นดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วงจร FSK Modulator

<u>การปรับแต่งระดับเอาท์พุทไฟตรง</u>

ระดับแรงดันไฟตรงที่ขาเอาท์พุท (ขา 2) จะมีค่าโดยประมาณเท่ากับแรงดันไบอัสที่ขา 3 จากวงจรจะเห็นว่าแรงดันที่ขา 3 จะได้จากการแบ่งแรงดันระหว่างค่าความต้านทาน 5.1 K สองตัวกับแรงดันไฟเลี้ยงประมาณ 6V เมื่อแรงดันไฟเลี้ยงในวงจรเป็น +12V และสามารถปรับโดยโพเทนชิโอมิเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

50K ที่อนุกรมกับขา 3 ดังนั้นการปรับที่ขา 3 เป็นการปรับระดับของสัญญาณเอาท์พุทขา 2 ให้อยู่ในระดับที่ต้องการ

การปรับความผิดเพี้ยนรูปคลื่นของสัญญาณเอาท์พุท

ขา 13 และ 14 มีไว้สำหรับปรับแต่งรูป เพื่อปรับการผิดเพี้ยน (Distortion) ของรูปสัญญาณอันเนื่องจากความผิดเพี้ยนของฮาร์โมนิกส์ โดยการต่อค่าความต้านทานเข้าไประหว่างขา 13 และ 14 แต่ในคู่มือ XR2206 แนะนำให้ใช้ค่า 200 โดยไม่มีการปรับแต่งแต่อย่างใด

การพิจารณาค่าแบนด์วิทธ์

ในการหาค่าแบนด์วิทที่แคบที่สุดจำเป็นต้องรู้ค่า F_m,F_s และ Bit Rate ซึ่งใช้ความเร็ว 600 bps เราหา F_n ได้ดังนี้

$$\text{จาก MI} = \frac{\Delta F}{F_a}$$

$$\text{เมื่อ} = |F_m - F_s|$$

$$= |85KHz - 80KHZ|$$

$$= 5\ KHz$$

F_a = Bit Rate ซึ่งก็คือ baud Rate

$$= 600$$

$$\text{จะได้ MI} = \frac{560KHz}{600} = 8.33$$

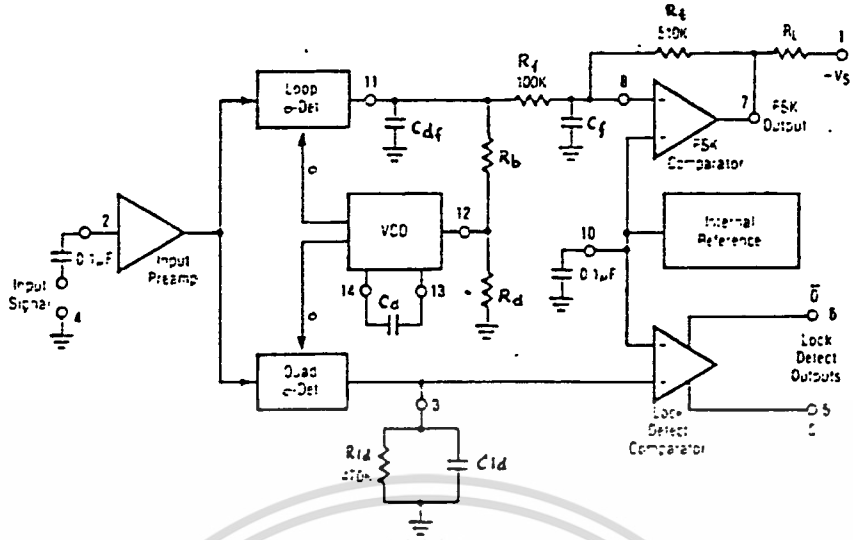
การออกแบบ FSK Demodulator

ในการออกแบบ FSK Demodulator ได้นำไอซีเบอร์ XR 2211 ซึ่งเป็นโมโนลิธิคเฟสล็อกลูป โดยย่านความถี่ในการใช้งานตั้งแต่ 0.01Hz จนถึง 300KHz

โครงสร้างภายในของไอซีเบอร์ XR 2211 ประยุกต์วงจรเป็น FSK Demodulator จะเป็นดังรูปที่ 3.2 ส่วนประกอบหลักของ PLL ใน XR 2211 ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1. Signal Pre-Amp มีหน้าที่จำกัดขนาดของสัญญาณอินพุท ให้อยู่ในค่าประมาณ 2mV rms และขยายอีกครั้งเพื่อให้เป็นสัญญาณระดับสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

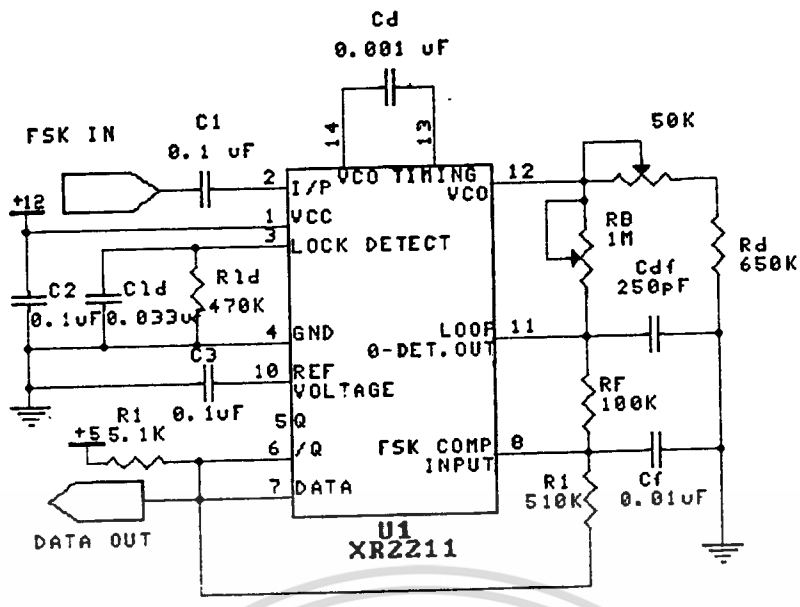


รูปที่ 3.2 โครงสร้างภายในของ FSK Demodulator

2. VCO (Voltage Control Oscillator) มีเฟสดีเทคเตอร์เป็นภาคแรก โดยเอาท์พุทจะได้เป็นความถี่ผลบวก และความถี่ผลต่างคือ 2F และ 0Hz ตามลำดับ เมื่อเฟสดีเทคอยู่ในสถานะผลบวก ก็จะได้ DC Error Vpltage ออกไปยัง VCO เพื่อควบคุมการผลิตความถี่ออกมาค่าหนึ่ง ในภาวะปกติ ความถี่ฟรีรันนิ่ง (F_o) จะ set ค่าโดยความต้านทาน R_d และคาปาซิเตอร์ C_d โดยขับผ่านความต้านทาน R_b ซึ่งสามารถหา F_o ได้จาก

$$F_o = \frac{1}{R_d C_d}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



FSK DEMODULATOR

รูปที่ 3.3 วงจร FSK Demodulator

จากวงจรในรูปที่ 3.3 อุปกรณ์ภายนอกคือ R_dC_d จะ set Free running frequency Center Frequency (F_o) ของ PLL : R_b จะเป็นแบนด์วิท, C_{df} เซ็ท Damping factor หรือ Filter time constance , C_f และ R_f สำหรับเซ็ท Data FSK Output ค่าความต้านทาน R_t (510K) ระหว่างขา 7 กับขา 8 เป็นตัวป้อนกลับทางบวกเพื่อให้ Transition Time ของเอาท์พุท FSK เร็วขึ้น

ดังนั้นการออกแบบวงจรจะต้อง หาอุปกรณ์ภายนอกที่จะนำมาต่อดังนี้คือ

1. คำนวณค่า Center Frequency (F_o) ของ PLL จาก

$$F_o = \frac{F_m + F_s}{2} = \frac{1KHz + 2\ KHz}{2} = 1.50KHz$$

2. เลือก Timing Capacitor (C_d) เพื่อง่ายในทางปฏิบัติเลือก

$$C_d = C_o$$

$$C_o = \frac{1}{Ro\ fo}$$

$$= \quad 1$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$= \frac{15K * 1.5K}{0.044f}$$

3. หาค่า R_d จาก

$$R_d = \frac{1}{F_o C_d} = \frac{1}{1.5*10^3*0.001*10^{-6}} = 670K$$

ใช้ตัวต้านทาน 670K ต่ออนุกรมกับโพเทนชิโอมิเตอร์

4. หา R_b เพื่อตั้ง Bandwidth จาก

$$R_b = \frac{R_d F_o}{\Delta F} \text{ ; เมื่อ } F = |F_m - F_a|$$

$$= \frac{670*10^3*1.5*10^3}{1*10^3}$$

$$= 1M$$

ใช้โพเทนโอมิเตอร์ 1 M

5. หาค่า C_{df} เพื่อตั้ง Damping Factor จาก

$$\text{Dampling Factor} = \frac{1}{4} \frac{C_d}{C_{df}}$$

โดยทั่วๆไป Damping Factor กำหนดให้เป็น 1/2

เพราะฉะนั้น $\frac{C_{df}}{4} = \frac{C_d}{4} = 0.044F$

6. หาค่า C_f และ $R_f = 100K$ $R_t = 510K$ จะหา C_f ได้จาก

$$C_f = 3/\text{Baud Rate} \quad (F)$$

$$= \frac{3}{300}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

= 0.001 f

7. หาค่า C_{1d} เมื่อ R_{1d} = 470K

C_{1d} = 16 µF

$$\frac{F_m - F_s}{2}$$

= 16 µF

$$\frac{F_m - F_s}{2}$$

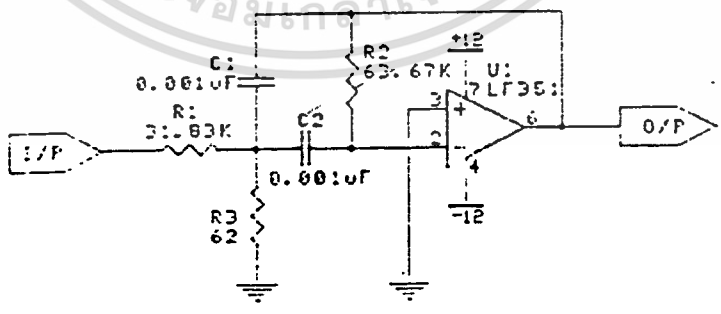
= 16 µF

$$\frac{1*10^3}{2}$$

= 0.032 F

การออกแบบวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ (Band Pass Filter) สำหรับ FSK

การใช้งานของวงจรฟิลเตอร์นั้นเรากำหนดให้เป็นส่วนของอินพุทก่อนเข้าวงจร ดีมอดูเลเตอร์ สัญญาณรบกวนใดๆ ที่จุดนี้จะมีผลกับคุณภาพของวงจร สำหรับ IC XR2260ที่จะทำงานที่ค่าความผิดพลาด ต่ำแล้วค่าสัญญาณอินพุทควรสูงกว่าค่าสัญญาณรบกวนอย่างน้อย 6 เดซิเบล (dB) ซึ่งรูปแบบของวงจรฟิลเตอร์จะเป็นดังรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 วงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์เป็นแบบ Narrow Band Active Filter โดยที่มีแบนด์วิท $B < 0.1W_r$ และมี Quality Factor , Q>10 ซึ่งสามารถหาค่าต่างๆของวงจรตามสมการต่อไปนี้

$$W_{f1} = 2*2K = 12.57k$$

$$W_{f2} = 2*1K = 6.28K$$

$$B = W_{f1} - W_{f2}$$

$$= 12.57-6.28$$

$$= 6.29K$$

$$W_r = \frac{W_{f1} + W_{f2}}{2}$$

$$= 9.425K$$

$$Q = \frac{W_r}{B}$$

$$= \frac{9.425K}{6.29K}$$

$$= 1.5$$

$$R_2 = \frac{2}{B*C}$$

$$= \frac{2}{6.29*10^{3}*.001*10^{-6}}$$

$$= 320K$$

$$R_1 = \frac{R_2}{2}$$

$$= 160K \text{ ---- } 200K$$

$$R_3 = \frac{R_2}{4Q^2 - 2}$$

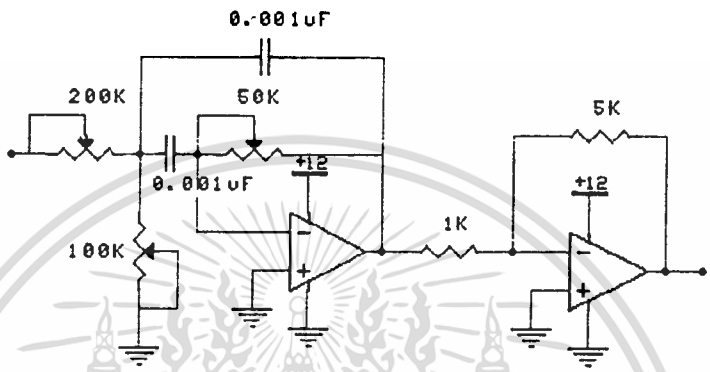
$$= 320K$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7

= 46K —— 100K

เมื่อกำหนดให้ $C = C_1 = C_2 = 0.001F$ แล้วคำนวณหาค่า R_1, R_2, R_3 จะได้ $R_1 = 200k$ $R_2 = 500K$, $R_3 = 100K$ ดังรูปที่ 3.5

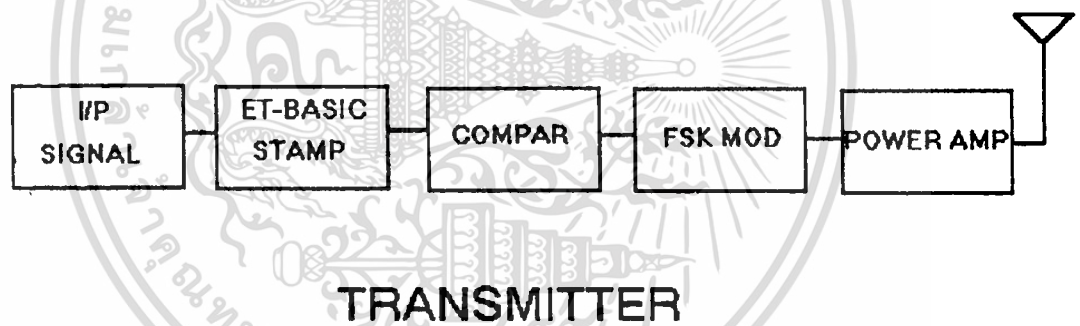


RX BPF

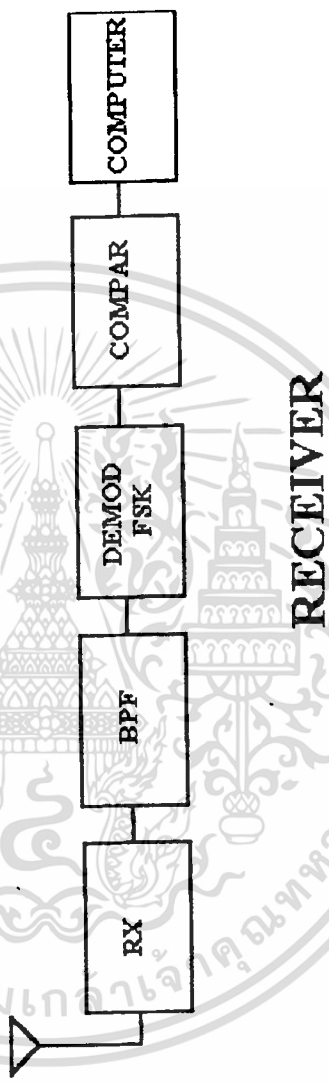
รูปที่ 3.5 วงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์สำหรับ FSK

เพื่อความสะดวกในทางปฏิบัติจะใช้ตัวต้านทานปรับค่าได้แทน และสัญญาณที่ได้จากวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ จะนำมาขยายให้มีอัตราพอที่จะให้วงจรดีมอดูเลเตอร์ ดีมอดูเลทสัญญาณได้

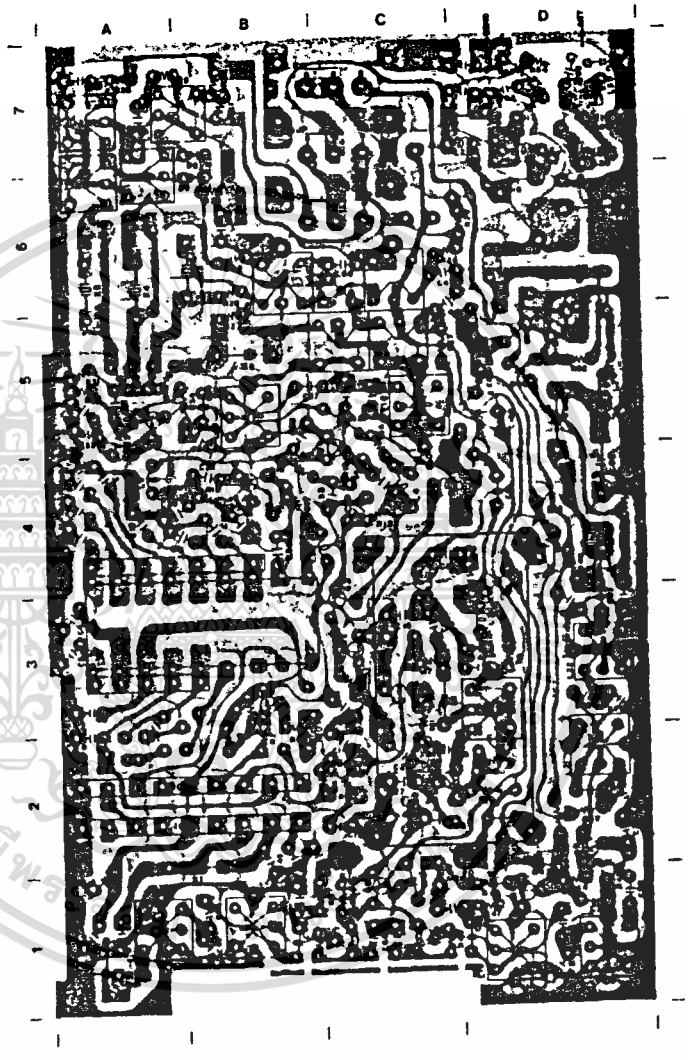
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



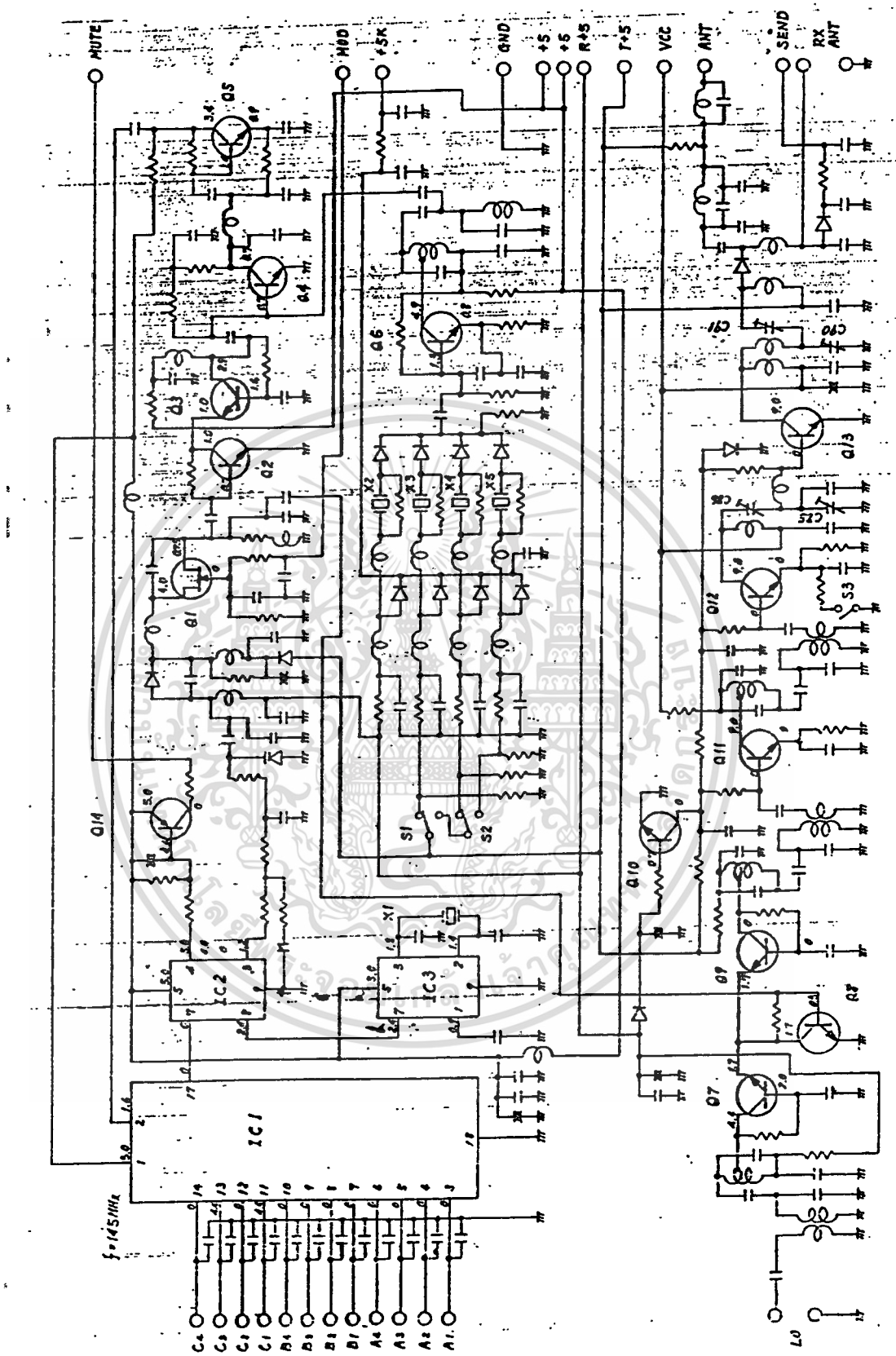
TRANSMITTER



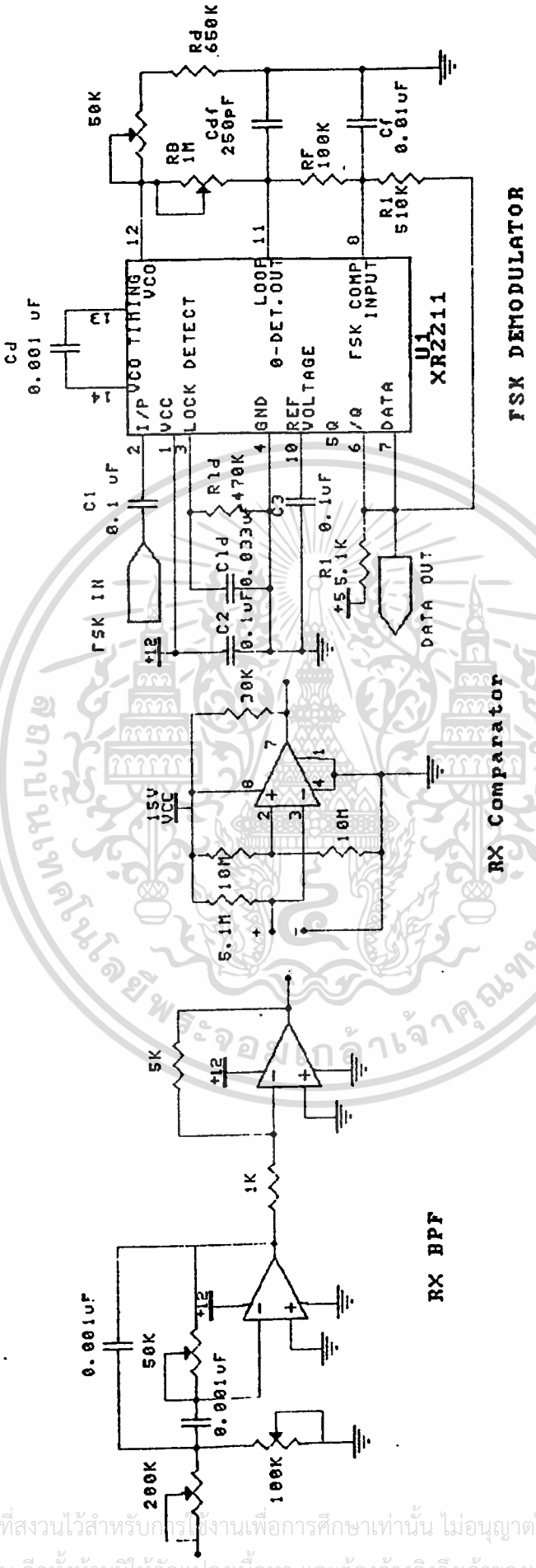
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



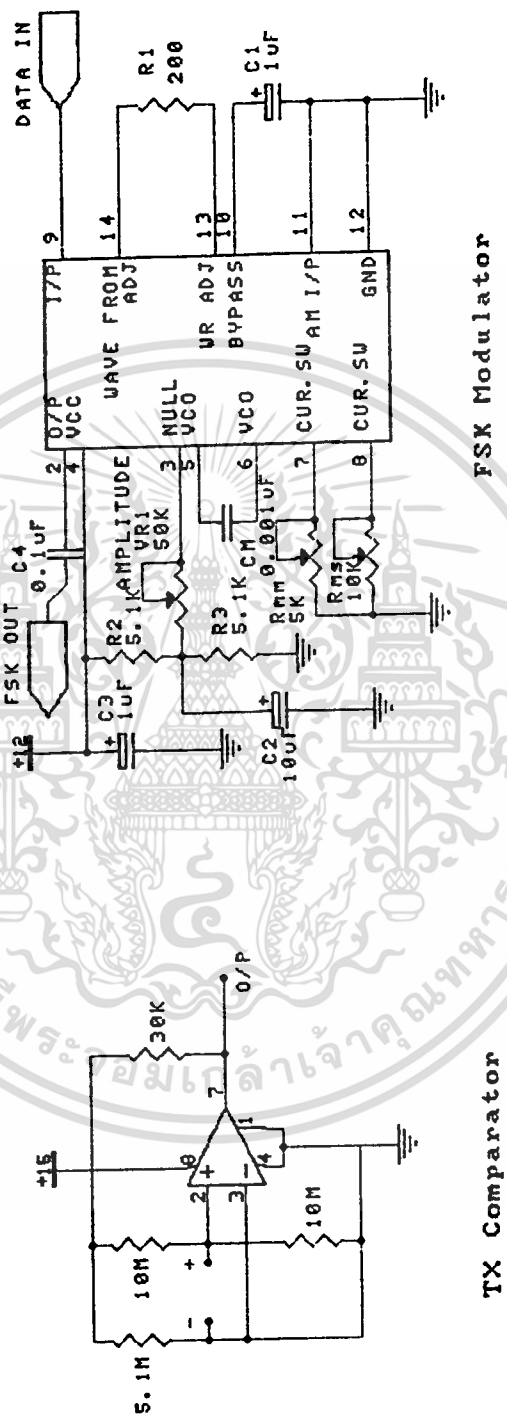
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



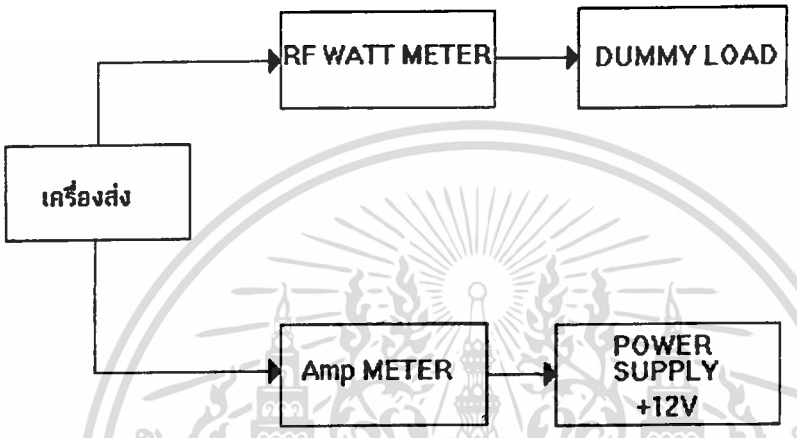
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

การทดลองและผลการทดลอง

4.1 ทดลองภาคส่ง

ทดลองวงจรออสซิสเล.ตอร์และภาคขยายออกอากาศโดยวิธีต่อดังบล๊อกไดอะแกรม



ผลการทดลอง

เมื่ออ่านที่ RF WATTMETER จะได้กำลังขยายออกอากาศ 10 mW และอ่านที่ FREQUENCY COUNTER จะอ่านความถี่ได้ 163.410 Mhz ขณะกดส่งได้เพียง 5 วินาทีปรากฏว่าทรานซิทเตอร์ Q13 (2SC1947) ร้อนมาก ทดลองปรับ C90 และ C91 ซึ่งคาปาซิเตอร์สองตัวนี้เป็นตัวลดกระแสของ Q13 ขณะ Q13 ทำงาน จากปรับผลปรากฏการว่า ทรานซิทเตอร์ Q13 ร้อนมากจนเข็ม RF WATTMETER ไม่ขึ้น ลองปิดการจ่ายไฟที่ภาคส่งและถอดทรานซิทเตอร์ Q13 ออกมาวัด ปรากฏว่าทรานซิทเตอร์ Q13 ช๊อตระหว่างขาเบสและคอลเลคเตอร์

ทดลองเปลี่ยนทรานซิทเตอร์ Q13 ใหม่แล้วทำการทดลองวัดความถี่และกำลังขยายออกอากาศตามใหม่ ปรากฏว่าได้ความถี่ 163.410 Mhz แต่กำลังขยายออกอากาศวดไดเพียง 10 mW ทำการปรับกำลังขยายออกอากาศ (RF POWER) ตามขั้นตอนดังนี้

4.1.1 กดส่งโดยป้อนไฟ 5 volt ตามวงจร แล้วทำการปรับ L19 และ L20 อ่านที่ RF Wattmeter ให้ได้ Power สูงสุด

4.1.2 กดสวิทช์ส่งแล้วทำการปรับ C85, C86, C90, C91 ให้ได้ Power สูงสุด

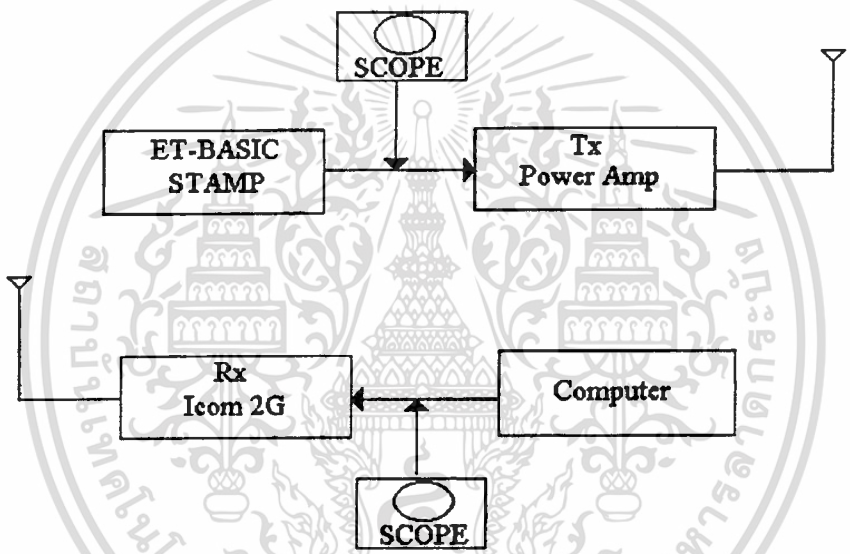
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.3 กดสวิทช์ส่งและปรับที่ L21 และ L22 และอ่านที่ RF Wattmeter ให้ได้ Power สูงสุดและเวลาปรับต้องดูที่แอมป์มิเตอร์ด้วยว่าขณะกดส่งต้องไม่เกิน 500 mA มิฉะนั้นแล้วทรานซิทเตอร์ Q13 จะร้อนจนพัง

ผลการทดลอง

จากการทดลองเปลี่ยนทรานซิทเตอร์ Q13 ใหม่ และทำการปรับ RF Power ใหม่ ปรากฏว่ามี RF Power ออกมา 1.2 Watt และทรานซิทเตอร์ Q13 ไม่ร้อนแม้จะกดสวิทช์ส่งนานถึง 30 วินาที

4.2 ทดลองการส่งและการรับข้อมูลโดยต่อตามบล๊อกไดอะแกรมข้างล่าง



4.2.1 ที่ภาคส่งนำสัญญาณจากบอร์ดเบสิกสแตมป์เข้ามาลอดที่ขาเกทของ Q1 (2SK 192) ของวงจรภาคส่ง

4.2.2 ที่ภาครับใช้วิทยุ ICOM 2G โดยตั้งความถี่ไว้ที่ 163.410 Mhz และลดปุ่ม SQL จนเสียงซ่าเงียบหายไป หลังจากนั้นต่อสัญญาณออกที่จุด SP (Speaker) ของวิทยุแล้วนำสัญญาณนี้ไปเข้าที่เครื่องคอมพิวเตอร์ที่พอทร์ RS-232

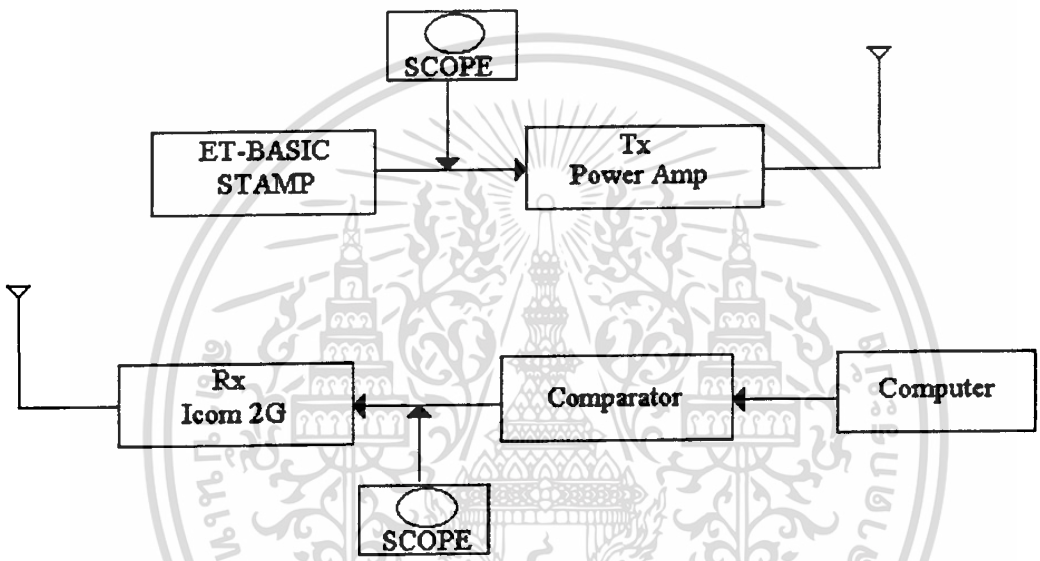
ผลการทดลอง

เมื่อกดสวิทช์ที่เครื่องส่งและดูที่สัญญาณที่ออกจากบอร์ดเบสิกแสตมป์จากออสซิโลสโคป สัญญาณจะเป็นรูปพัสช์โดยจังหวะเร็วช้าของพัสช์กำหนดที่บอร์ดเรจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สังเกตุสัญญาณที่ออกจากวิทยุทางเครื่องรับจากออสซิโลสโคป ปรากฏว่าสัญญาณเป็นรูปไซน์ที่มีความผิดเพี้ยนมาก (Distortion) และอ่านที่หน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์จะปรากฏอักขระที่ผิดเพี้ยนอ่านไม่ได้

4.3 ทดลองเพิ่มวงจรคอมพาเรเตอร์ (Comparator) ที่ภาครับก่อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อจัดสัญญาณทางภาครับที่ออกจากวิทยุที่ผิดเพี้ยนให้สวยงาม ตามบล๊อกไดอะแกรมข้างล่าง



ผลการทดลอง

เมื่อเพิ่มวงจรคอมพาเรเตอร์ทางภาครับเข้าไปปรากฏว่าสัญญาณและอักขระที่หน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์เหมือนกับยังไม่ได้ใส่คอมพาเรเตอร์

4.4 ทดลองวงจร วงจร FSK Modulator และ วงจร FSK Demodulator โดยไม่ทางเครื่องส่งและเครื่องรับ โดย FSK Modulator ใช้ไอซีเบอร์ XR 2206 และ FSK Demodulator ใช้ไอซีเบอร์ XR 2211 ดังบล๊อกไดอะแกรม

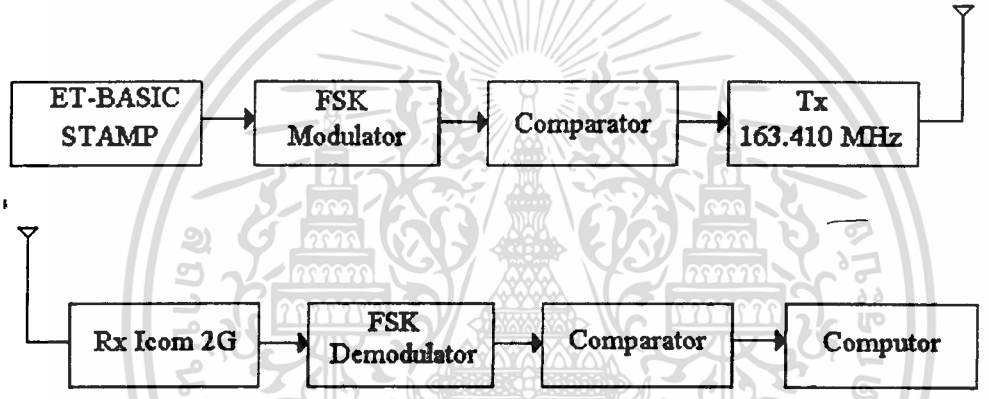
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลการทดลอง

ปรากฏว่าสัญญาณออกจากบอร์ดเบสิกแสตมป์และสัญญาณก่อนเข้าเป็นพัสซ์ และมีเฟสตรงกัน และข้อมูลที่หน้าจอของคอมพิวเตอร์ก็อ่านได้รู้เรื่องซึ่งมีข้อความปรากฏดังนี้

DRIVER = NARIT NUMBER = 1234 CODE = 001

4.5 ทดลอง ต่อวงจร FSK Modulator ที่ภาคส่ง และวงจร FSK Demodulator ที่ภาครับ ดังบล๊อกไดอะแกรม

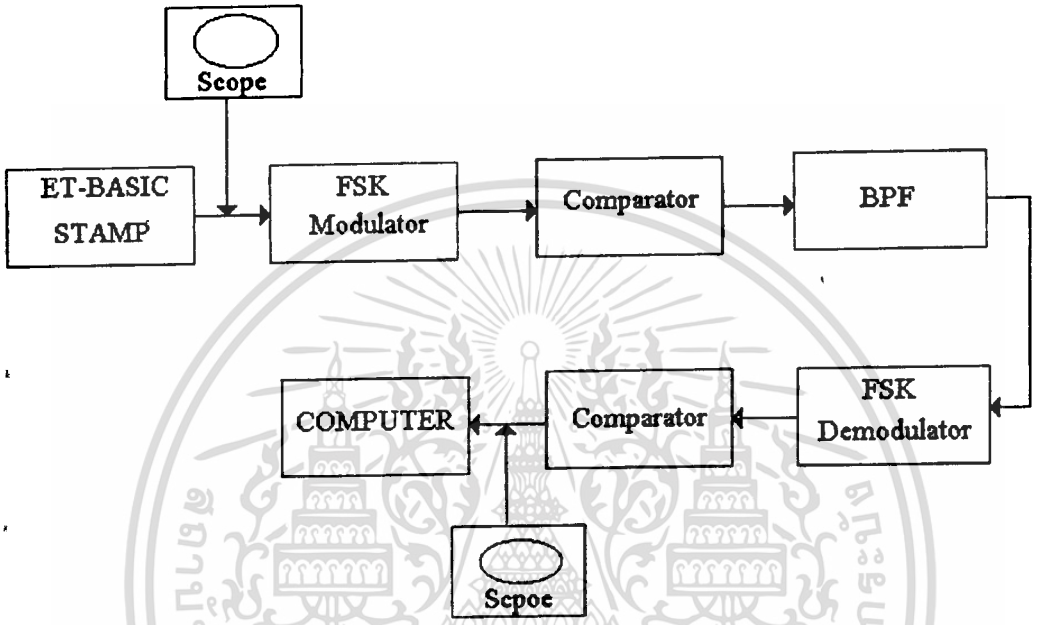


ผลการทดลอง

เมื่อดูสัญญาณที่ออสซิโลสโคปทางภาครับปรากฏว่าที่แอมปลิจูดของสัญญาณจะมีสัญญาณรบกวน (Noise) ที่ขอบบวก และอ่านที่หน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์ปรากฏว่าบางทีข้อมูลก็อ่านรู้เรื่อง บางทีก็มีอักขระเพี้ยน แสดงข้อมูลที่ส่งออกอากาศมามีสัญญาณรบกวนในอากาศปะปนมาด้วย ต้องใช้วงจรฟิลเตอร์กำจัดออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.6 ทดลองเพิ่มวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ (Band Pass Filter) โดยไม่ต้องใช้เครื่องรับและเครื่องส่งดังบล๊อกไดอะแกรม

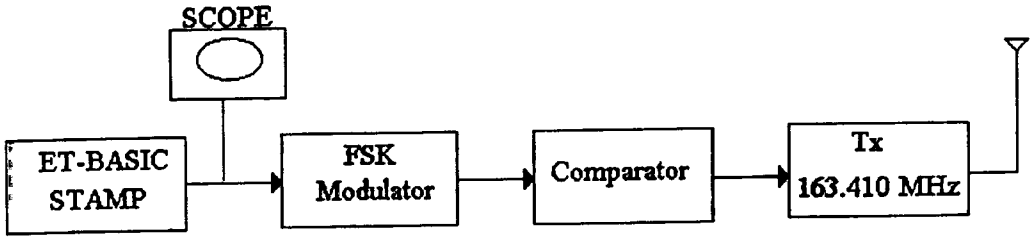


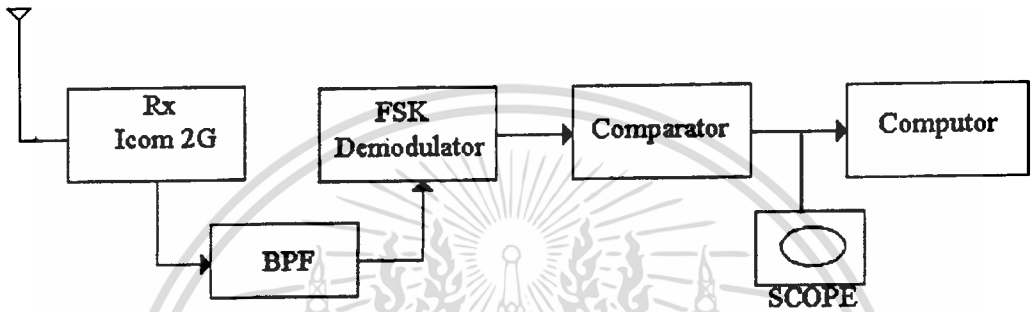
ผลการทดลอง

สัญญาณจากออสซิโลสโคปที่ B ก่อนเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์มีความคมชัดมากและข้อมูลที่หน้าของเครื่องคอมพิวเตอร์ก็อ่านได้รู้เรื่อง

4.7 นำวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์มาต่อที่ภาครับ และส่งข้อมูลออกจากภาคส่ง ดังบล๊อกไดอะแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้





ผลการทดลอง

สังเกตุสัญญาณที่ออสซิโลสโคปทางภาคส่ง และสัญญาณที่ออสซิโลสโคปทางภาครับปรากฏว่าสัญญาณมีเฟสตรงกัน และสัญญาณที่ทางภาครับไม่มีสัญญาณรบกวน และที่หน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์มีข้อมูลแสดงตลอดเหมือนกับข้อมูลที่โปรแกรมไว้ในบอดร์เบสิกสแตมป์ทางภาคส่ง ข้อมูลที่หน้าจอของเครื่องคอมพิวเตอร์อ่านได้ดังนี้

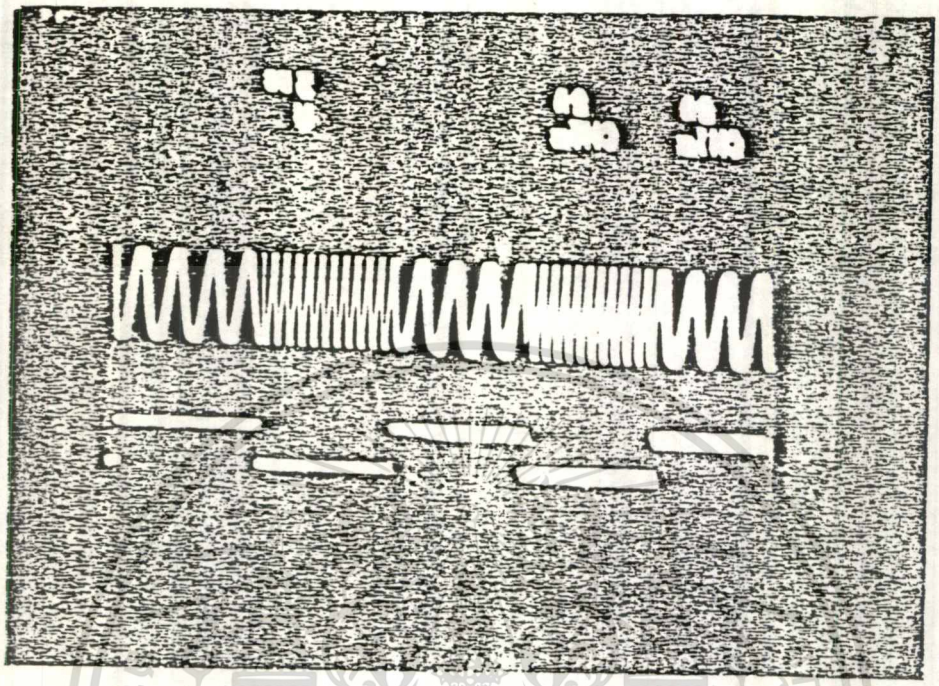
Driver = Mr Narit Number = 1234 Code = 001

เป็นอันว่างานวิจัยนี้เป็นไปตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทดลองวงจร Modulator แบบ FSK

ทำการส่งข้อมูล (data) ผ่านวงจรเครื่องส่ง FSK เมื่อดูจากสโคปจะได้ดังรูป



จากรูปเป็นการแสดงผล FSK Modulator โดยใช้ IC XR 2206

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลการทดลอง

จากการดำเนินการได้มีปัญหาเกิดขึ้นในขณะทำการทดลองวงจรและปัญหาของโครงงาน ซึ่งสามารถแก้ไขได้ทั้งหมด ปัญหาต่างๆและการแก้ไขมีดังต่อไปนี้

1. ในการปรับแต่งเพิ่มกำลังส่งของภาคส่ง ต้องไม่ให้กระแสของทรานซิทเตอร์ภาคขยายกำลัง (RF Power) ที่ขาคอลเลเตอร์เกินกว่าที่ดาต้าชีทกำหนด มิฉะนั้นแล้วเมื่อกดสวิทช์ส่งทรานซิทเตอร์จะร้อนมากและพังในที่สุด

2. วงจรมอดดูเลชั่นที่เป็นแบบอนาล็อกเช่น วงจรที่ใช้ในวิทยุสื่อสารทั่วไปนั้นไม่สามารถนำสัญญาณที่เป็นดิจิตอลเข้าไปมอดดูเลชั่นได้ ถ้านำสัญญาณที่เป็นดิจิตอลเข้าไปมอดดูเลชั่นในวงจรมอดดูเลชั่นแบบอนาล็อกจะทำให้ข้อมูลผิดเพี้ยน ทางภาครับก็จะดีเทคสัญญาณที่ผิดเพี้ยนออกไป ทำให้การสื่อสารข้อมูลไม่ตรงกับความเป็นจริง จากในการทำโครงงานนี้จะต้องทำสัญญาณจาก ET- BASIC - STAMP ไปมอดดูเลเตอร์แบบฟรีเควนซี่ชีพคีย์อิ่ง (Frequency Shift Keying) จะเป็นสัญญาณไซน์ (SIN) สองความถี่ จึงสามารถนำมามอดดูเลเตอร์ในวงจรมอดดูเลเตอร์แบบอนาล็อกได้ ที่ภาครับก็ต้องมีวงจรดีมอดดูเลเตอร์แบบฟรีเควนซี่ชีพคีย์อิ่ง (Frequency Shift Keying)เพื่อดีเทคสัญญาณไซน์ (SIN) สองความถี่ให้เป็นสัญญาณดิจิตอลเหมือนเดิม

3. ในการส่งข้อมูลออกอากาศนั้น จะมีสัญญาณรบกวน (Noise) ปะปนมาในอากาศ เมื่อเครื่องรับรับสัญญาณเข้ามาจะมีสัญญาณรบกวนปะปนมาด้วย ซึ่งเป็นผลทำให้สัญญาณข้อมูลที่ได้รับมานั้นมีการผิดพลาด การแก้ไขคือสัญญาณที่ออกจากวิทยุภาครับควรผ่านวงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์ก่อน และสามารถแก้ไขได้อีกแบบคือปรับสัญญาณที่วงจร Frequency Shift Keying Modulator ให้มีความแรงขึ้น

4. วงจร Frequency Shift Keying Demodulator เมื่อทำงานผิดพลาดทำให้การ Modulator สัญญาณที่ได้รับออกมาผิดซึ่งทั้งนี้เนื่องมาจากการคำนวณค่ารีซิทเตอร์และคาปาซิเตอร์ที่ใช้ในวงจร Frequency Shift Keying Modulator และวงจร Frequency Shift Keying Demodulator นั้นมี ความยุ่งยากในการหาอุปกรณ์ที่จะนำมาใช้ในวงจรให้เท่ากับค่าที่คำนวณได้จากสูตร วิธีการแก้ไข คือพยายามหาค่าอุปกรณ์ที่มีค่าเท่ากับหรือใกล้เคียงมากสุดเท่าที่จะทำได้มาใช้ในวงจร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

กลุ่มผู้จัดทำโครงงาน Radio Frequency Data Acquisition ขอขอบพระคุณท่าน อาจารย์กฤดากร กล่อมการ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงงานที่ใช้งานที่ได้ช่วยให้คำแนะนำปรึกษาด้านต่างๆ ในโครงงานนี้มาโดยตลอด

คณะผู้จัดทำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หนังสืออ้างอิง

1. กฤษดา วิศวธีรานนท์ "ป้าย ID คลื่นวิทยุ" วารสารส่งเสริมเทคโนโลยี ฉบับที่ 119 พ.ศ. 2538

2. คู่มือและการใช้งาน BOARD ET-BASIC STAMP

3. การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์และระบบเครือข่าย
น.ต. ฉัตรชัย สุมามาลย์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
' OLD MAN GROUP
' PROGRAM: RF-TAG.BAS
        serout 7,T300,(0)
        serout 7,T300,("A")
        serout 7,T300,(0)
        serout 7,T300,("D")
SENT:   serout 7,T300,(32)          'Sent Blank Space
        serout 7,T300,(32)          'Sent Blank Space
        serout 7,T300,("P")         'Sent P to pin 7
        serout 7,T300,("o")         'Sent o to pin 7
        serout 7,T300,("l")         'Sent l to pin 7
        serout 7,T300,("i")         'Sent i to pin 7
        serout 7,T300,("c")         'Sent c to pin 7
        serout 7,T300,("e")         'Sent e to pin 7
        serout 7,T300,(32)          'Sent Blank Space
        serout 7,T300,("N")         'Sent N to pin 7
        serout 7,T300,("a")         'Sent a to pin 7
        serout 7,T300,("m")         'Sent m to pin 7
        serout 7,T300,("e")         'Sent e to pin 7
        serout 7,T300,(61)          'Sent = to pin 7
        serout 7,T300,("M")         'Sent M to pin 7
        serout 7,T300,("r")         'Sent r to pin 7
        serout 7,T300,(46)          'Sent . to pin 7
        serout 7,T300,("N")         'Sent N to pin 7
        serout 7,T300,("A")         'Sent A to pin 7
        serout 7,T300,("R")         'Sent R to pin 7
        serout 7,T300,("I")         'Sent I to pin 7
        serout 7,T300,("T")         'Sent T to pin 7
        serout 7,T300,(32)          'Sent Blank space to pin 7
        serout 7,T300,("C")         'Sent C to pin 7
        serout 7,T300,("a")         'Sent a to pin 7
        serout 7,T300,("r")         'Sent r to pin 7
        serout 7,T300,(32)          'Sent Blank Space
        serout 7,T300,("N")         'Sent N to pin 7
        serout 7,T300,("u")         'Sent U to pin 7
        serout 7,T300,("m")         'Sent M to pin 7
        serout 7,T300,("b")         'Sent B to pin 7
        serout 7,T300,("e")         'Sent E to pin 7
        serout 7,T300,("r")         'Sent R to pin 7
        serout 7,T300,(61)          'Sent = to pin 7
        serout 7,T300,(65)          'Sent A to pin 7
        serout 7,T300,(49)          'Sent 1 to pin 7
        serout 7,T300,(50)          'Sent 2 to pin 7
        serout 7,T300,(51)          'Sent 3 to pin 7
        serout 7,T300,(52)          'Sent 4 to pin 7
        serout 7,T300,(32)          'Sent Blank space to pin 7
        serout 7,T300,("C")         'Sent C to pin 7
        serout 7,T300,("o")         'Sent o to pin 7
        serout 7,T300,("d")         'Sent d to pin 7
        serout 7,T300,("e")         'Sent e to pin 7
        serout 7,T300,(61)          'Sent = to pin 7
        serout 7,T300,(50)          'Sent 2 to pin 7
        serout 7,T300,(50)          'Sent 2 to pin 7
        serout 7,T300,(50)          'Sent 2 to pin 7
        serout 7,T300,(50)          'Sent 2 to pin 7
        pause 2000
        goto  sent
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSK Demodulator/Tone Decoder

GENERAL DESCRIPTION

The XR-2211 is a monolithic phase-locked loop (PLL) system especially designed for data communications. It is particularly well suited for FSK modem applications. It operates over a wide supply voltage range of 4.5 to 20V and a wide frequency range of 0.01 Hz to 300 kHz. It can accommodate analog signals between 2 mV and 3V, and can interface with conventional DTL, TTL, and ECL logic families. The circuit consists of a basic PLL for tracking an input signal within the pass band, a quadrature phase detector which provides carrier detection, and an FSK voltage comparator which provides FSK demodulation. External components are used to independently set center frequency, bandwidth, and output delay. An internal voltage reference proportional to the power supply provides ratio metric operation for low system performance variations with power supply changes.

The XR-2211 is available in 14 pin DTL ceramic or plastic packages specified for commercial or military temperature ranges.

FEATURES

Wide Frequency Range	0.01 Hz to 300 kHz
Wide Supply Voltage Range	4.5V to 20 V
DTL/TTL/ECL Logic Compatibility	
FSK Demodulation, with Carrier Detection	
Wide Dynamic Range	2 mV to 3 V rms
Adjustable Tracking Range (±1% to ±80%)	
Excellent Temp. Stability	20 ppm/°C, typ.

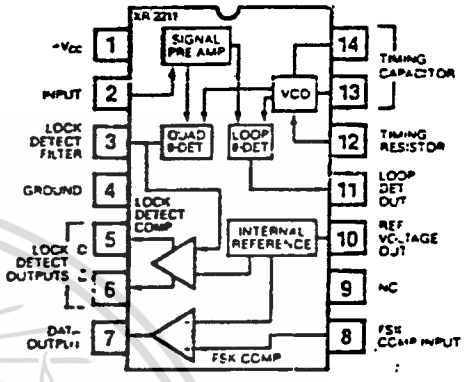
APPLICATIONS

FSK Demodulation
Data Synchronization
Tone Decoding
FM Detection
Carrier Detection

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Supply	20V
Input Signal Level	3V rms
Power Dissipation	
Ceramic Package	750 mW
Derate Above T_A = +25°C	6 mW/°C
Plastic Package	
Derate Above T_A = +25°C	5.0 mW/°C

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



ORDERING INFORMATION

Part Number	Package	Operating Temperature
XR-2211M	Ceramic	−55°C to +125°C
XR-2211CN	Ceramic	0°C to +70°C
XR-2211CP	Plastic	0°C to +70°C
XR-2211N	Ceramic	−40°C to +85°C
XR-2211P	Plastic	−40°C to +85°C

SYSTEM DESCRIPTION

The main PLL within the XR-2211 is constructed from an input preamplifier, analog multiplier used as a phase detector, and a precision voltage controlled oscillator (VCO). The preamplifier is used as a limiter such that input signals above typically 2MV RMS are amplified to a constant high level signal. The multiplying-type phase detector acts as a digital exclusive or gate. its output (unfiltered) produces sum and difference frequencies of the input and the VCC output, f input + f input (2f input) and f input - f input (0 Hz) when the phase detector output to remove the "sum" frequency component while passing the difference (DC) component to drive the VCO. The VCO is actually a current controlled oscillator with its nominal input current (f_0) set by a resistor (R_0) to ground and its driving current with a resistor (R_1) from the phase detector.

The other sections of the XR-2211 act to: determine if the VCO is driven above or below the center frequency (FSK comparator); produced both active high and active low outputs to indicate when the main PLL is in lock (quadrature phase detector and lock detector comparator).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XR-2211

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions: Test Circuit of Figure 1, $V^+ = V^- = 6V$, $T_A = +25°C$, $C = 5000$ pF, $R_1 = R_2 = R_3 = R_4 = 20$ kΩ, $R_L = 4.7$ kΩ. Binary Inputs grounded, S_1 and S_2 closed, unless otherwise specified.

PARAMETER	XR-2211/2211M			XR-2211C			UNITS	CONDITIONS
	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
GENERAL								
Supply Voltage	4.5		20	4.5		20	V	
Supply Current		4	7		5	9	mA	$R_0 \geq 10$ kΩ. See Fig. 4
OSCILLATOR SECTION								
Frequency Accuracy		±1	±3		±1		%	Deviation from $f_0 = 1/R_0C_0$
Frequency Stability								$R_1 = 1/2$
Temperature		±20	±50		±20		ppm/°C	See Fig. 8.
Power Supply		0.05	0.5		0.05		%/V	$V^+ = 12 \pm 1$V. See Fig. 7.
		0.2			0.2		%/V	$V^+ 5 \pm 0.5$V. See Fig. 7.
Upper Frequency Limit	100	300			300		kHz	$R_0 = 8.2$ kΩ, $C_0 = 400$ pF
Lowest Practical								
Operating Frequency			0.01		0.01		Hz	$R_0 = 2$ MΩ, $C_0 = 50$ μF
Timing Resistor, R_0								See Fig. 5.
Operating Range	5		2000	5		2000	kΩ	
Recommended Range	15		100	15		100	kΩ	See Figs. 7 and 8.
LOOP PHASE DETECTOR SECTION								
Peak Output Current	±150	±200	±300	±100	±200	±300	μA	Measured at Pin 11.
Output Offset Current		±1			±2		μA	
Output Impedance		1			1		MΩ	
Maximum Swing	±4	±5		±4	±5		V	Referenced to Pin 10.
QUADRATURE PHASE DETECTOR								Measured at Pin 3.
Peak Output Current	100	150			150		μA	
Output Impedance		1			1		MΩ	
Maximum Swing		11			11		V pp	
INPUT PREAMP SECTION								Measured at Pin 2.
Input Impedance		20			20		kΩ	
Input Signal								
Voltage Required to								
Cause Limiting		2	10		2		mV rms	
VOLTAGE COMPARATOR SECTIONS								
Input Impedance		2			2		MΩ	Measured at Pins 3 and 8.
Input Bias Current		100			100		nA	
Voltage Gain	55	70		55	70		dB	$R_L = 5.1$ kΩ
Output Voltage Low		300			300		mV	$I_C = 3$ mA
Output Leakage Current		0.01			0.01		μA	$V_O = 12$V
INTERNAL REFERENCE								
Voltage Level	4.9	5.3	5.7	4.75	5.3	5.85	V	Measured at Pin 10.
Output Impedance		100			100		Ω	

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Reference Voltage, V_R (Pin 10): This pin is internally biased at the reference voltage level, V_R: $V_R = V+/2 - 650$ mV. The dc voltage level at this pin forms an internal reference for the voltage levels at Pins 5, 8, 11 and 12. Pin 10 *must* be bypassed to ground with a 0.1 μF capacitor for proper operation of the circuit.

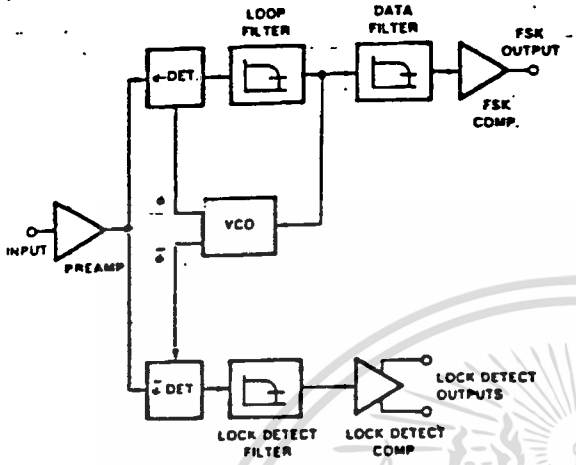


Figure 1. Functional Block Diagram of a Tone and FSK Decoding System Using XR-2211

Loop Phase Detector Output (Pin 11): This terminal provides a high impedance output for the loop phase detector. The PLL loop filter is formed by R_1 and C_1 connected to Pin 11 (see Figure 2). With no input signal, or with no phase error within the PLL, the dc level at Pin 11 is very nearly equal to V_R. The peak voltage swing available at the phase detector output is equal to $\pm V_R$.

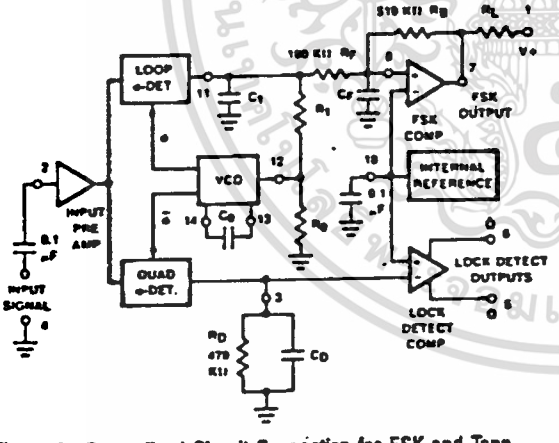


Figure 2. Generalized Circuit Connection for FSK and Tone Detection

VCO Control Input (Pin 12): VCO free-running frequency is determined by external timing resistor, R_0, connected from this terminal to ground. The VCO free-running frequency, f_0, is:

$$f_0 = \frac{1}{R_0 C_0} \text{ Hz}$$

where C_0 is the timing capacitor across Pins 13 and 14. For optimum temperature stability, R_0 must be in the range of 10 KΩ to 100 KΩ see Figure 8).

This terminal is a low impedance point, and is internally biased at a dc level equal to V_R. The maximum timing current drawn from Pin 12 must be limited to ≤ 3 mA for proper operation of the circuit.

VCO Timing Capacitor (Pins 13 and 14): VCO frequency is inversely proportional to the external timing capacitor, C_0, connected across these terminals (see Figure 5). C_0 must be nonpolar, and in the range of 200 pF to 10 μF.

VCO Frequency Adjustment: VCO can be fine-tuned by connecting a potentiometer, R_X, in series with R_0 at Pin 12 (see Figure 9).

VCO Free-Running Frequency, f_0: XR-2211 does not have a separate VCO output terminal. Instead, the VCO outputs are internally connected to the phase detector sections of the circuit. However, for set-up or adjustment purposes, VCO free-running frequency can be measured at Pin 3 (with C_D disconnected), with no input and with Pin 2 shorted to Pin 10.

DESIGN EQUATIONS

(See Figure 2 for definition of components.)

1. VCO Center Frequency, f_0:

   $f_0 = 1/R_0C_0$ Hz

2. Internal Reference Voltage, V_R (measured at Pin 10):

   $V_R = V+/2 - 650$ mV

3. Loop Low-Pass Filter Time Constant, τ:

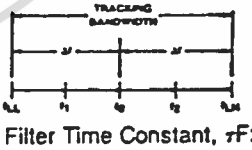
   $\tau = R_1C_1$

4. Loop Damping, ζ:

   $$\zeta = 1/4\sqrt{\frac{C_0}{C_1}}$$

5. Loop Tracking Bandwidth, $\pm\Delta f/f_0$:

   $\Delta f/f_0 = R_0/R_1$



6. FSK Data Filter Time Constant, τF:

   $\tau F = R_F C_F$

7. Loop Phase Detector Conversion Gain, $K\phi$: ($K\phi$ is the differential dc voltage across Pins 10 and 11, per unit of phase error at phase detector input):

   $K\phi = 02V_R/\pi$ volts/radian

8. VCO Conversion gain, K_0: (K_0 is the amount of change in VCO frequency, per unit of dc voltage change at Pin 11):

   $K_0 = -1/V_RC_0R_1$ Hz/volt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Total Loop Gain, K_T:

$K_T = 2\pi K_\phi K_0 = 4/C_0R_1$ rad/sec/volt

10. Peak Phase Detector Current I_A:

$I_A = V_R$ (volts)/25 mA

APPLICATIONS INFORMATION

FSK DECODING

Figure 9 shows the basic circuit connection for FSK decoding. With reference to Figures 2 and 9, the functions of external components are defined as follows: R_0 and C_0 set the PLL center frequency, R_1 sets the system bandwidth, and C1 sets the loop filter time constant and the loop damping factor. C_F and R_F form a one-pole post-detection filter for the FSK data output. The resistor R_B (= 510 KΩ) from Pin 7 to Pin 8 introduces positive feedback across the FSK comparator to facilitate rapid transition between output logic states.

Recommended component values for some of the most commonly used FSK bands are given in Table 1.

Design Instructions:

The circuit of Figure 9 can be tailored for any FSK decoding application by the choice of five key circuit components: R_0, R_1, C_0, C_1 and C_F. For a given set of FSK mark and space frequencies, f_1 and f_2, these parameters can be calculated as follows:

a) Calculate PLL center frequency, f_0:

$$f_0 = \frac{f_1 + f_2}{2}$$

b) Choose value of timing resistor R_0, to be in the range of 10 KΩ to 100 KΩ. This choice is arbitrary. The recommended value is R_0 = 20 KΩ. The final value of R_0 is normally fine-tuned with the series potentiometer, R_X.

c) Calculate value of C_0 from design equation (1) or from Figure 6:

$C_0 = 1/R_0f_0$

d) Calculate R_1 to give a Δf equal to the mark space deviation:

$R_1 = R_0[f_0/(f_1 - f_2)]$

e) Calculate C_1 to set loop damping. (See design equation No. 4.):

Normally, $\zeta = 1/2$ is recommended.

Then: $C_1 = C_0/4$ for $\zeta = 1/2$

f) Calculate Data Filter Capacitance, C_F:

For R_F = 100 KΩ, R_B = 510 KΩ, the recommended value of C_F is:

$C_F = 3/(\text{Baud Rate})\ \mu F$

Note: All calculated component values except R_0 can be rounded to the nearest standard value, and R_0 can be varied to fine-tune center frequency, through a series potentiometer, R_X. (See Figure 9.)

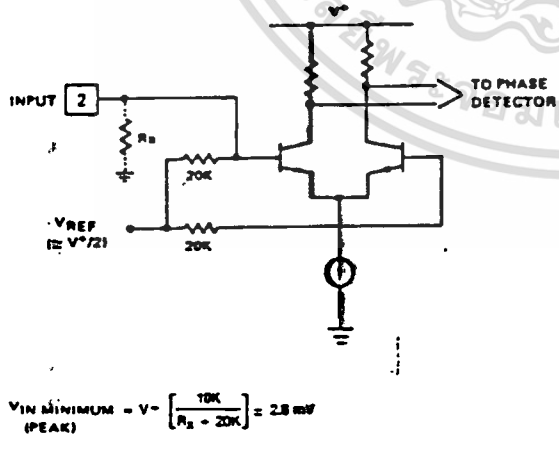


Figure 3. Desensitizing Input Stage

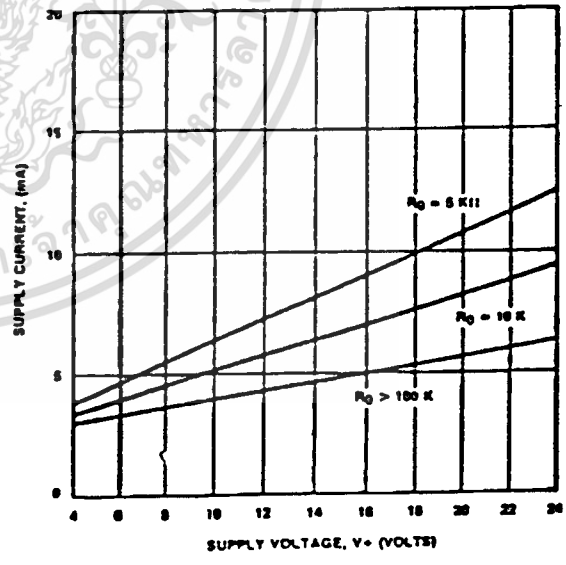


Figure 4. Typical Supply Current vs V+ (Logic Outputs Open Circuited)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

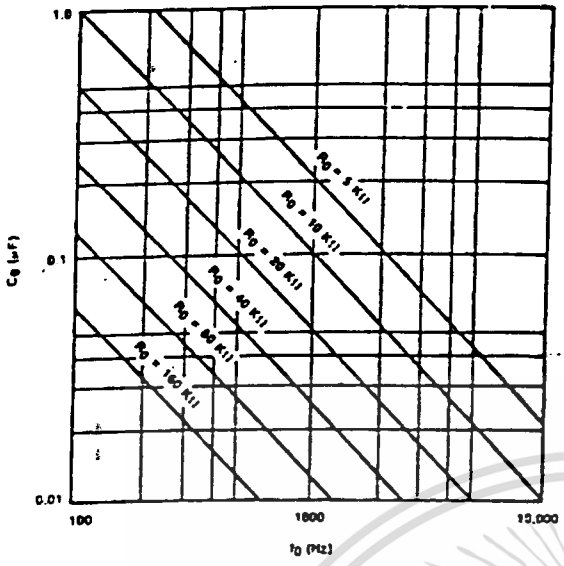


Figure 5. VCO Frequency vs Timing Resistor

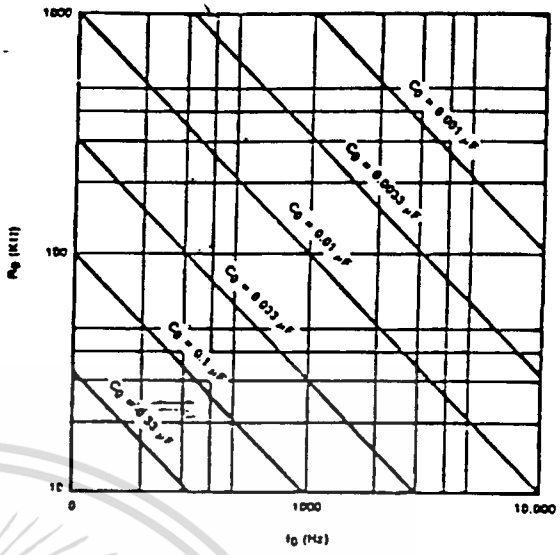


Figure 6. VCO Frequency vs Timing Capacitor

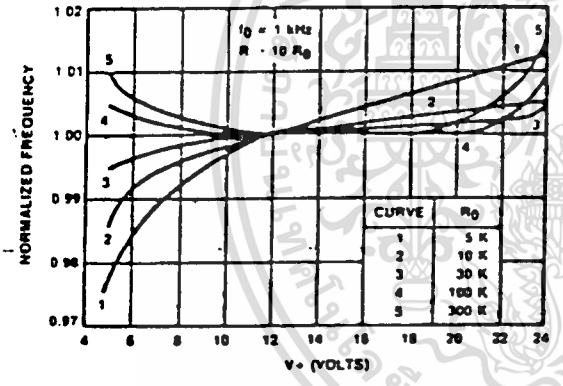


Figure 7. Typical f_0 vs Power Supply Characteristics

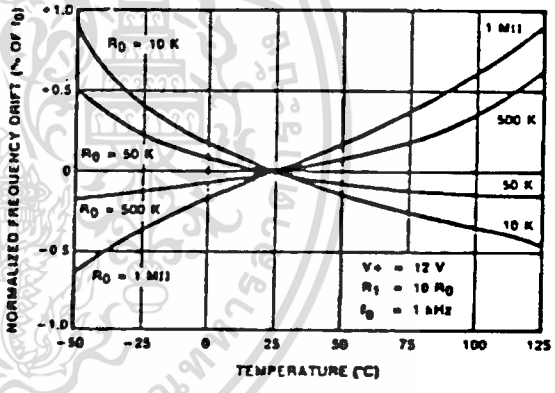


Figure 8. Typical Center Frequency Drift vs Temperature

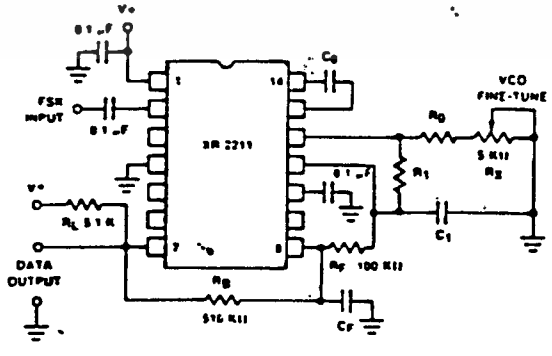


Figure 9. Circuit Connection for FSK Decoding

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Design Example:

75 Baud FSK demodulator with mark space frequencies of 1110/1170 Hz:

Step 1: Calculate f_0: f_0 (1110 + 1170) (1/2) = 1140 Hz

Step 2: Choose R_0 - 20 KΩ (18 KΩ fixed resistor in series with 5 KΩ potentiometer)

Step 3: Calculate C_0 from Figure 6: C_0 = 0.044 μF

Step 4: Calculate R_1: R_1 = R_0 (2240/60) = 380 KΩ

Step 5: Calculate C_1: C_1 = C_0/4 = 0.011 μF

Note: All values except R_0 can be rounded to *nearest* standard value.

Table 1. Recommended Component Values for Commonly Used FSK Bands. (See Circuit of Figure 9.)

FSK BAND	COMPONENT VALUES
300 Baud f_1 = 1070 Hz F_2 = 1270 Hz	C_0 = 0.039 μF C_F = 0.005 μF C_1 = 0.01 μF R_0 = 18 KΩ R_1 = 100 KΩ
300 Baud f_1 = 2025 Hz f_2 = 2225 Hz	C_0 = 0.022 μF C_F = 0.005 μF C_1 = 0.0047 μF R_0 = 18 KΩ R_1 = 200 KΩ
1200 Baud f_1 = 1200 Hz f_2 = 2200 Hz	C_0 = 0.027 μF C_F = 0.0022 μF C_1 = 0.01 μF R_0 = 18 KΩ R_1 = 30 KΩ

FSK DECODING WITH CARRIER DETECT:

The lock detect section of XR-2211 can be used as a carrier detect option, for FSK decoding. The recommended circuit connection for this application is shown in Figure 10. The open collector lock detect output, Pin 6, is shorted to data output (Pin 7). Thus, data output will be disabled at "low" state, until there is a carrier within the detection band of the PPL, and the Pin 6 output goes "high," to enable the data output.

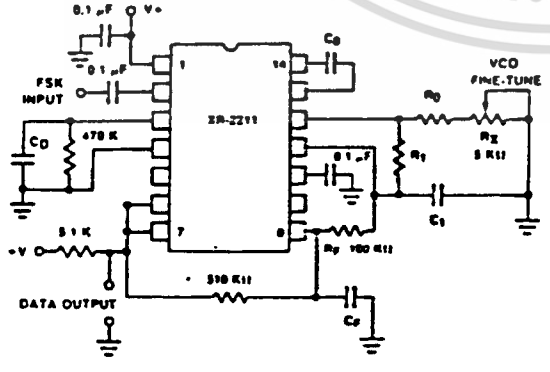


Figure 10. External Connectors for FSK Demodulation with Carrier Detect Capability

Note: Data Output is "Low" When No Carrier is Present.

The minimum value of the lock detect filter capacitance C_D is inversely proportional to the capture range, ± Δf_c. This is the range of incoming frequencies over which the loop can acquire lock and is always less than the tracking range. It is further limited by C_1. For most applications, $\Delta f_c > \Delta f/2$. For R_D = 470 KΩ, the approximate minimum value of C_D can be determined by:

C_D (μF) ≥ 16/capture range in Hz.

With values of C_D that are too small, chatter can be observed on the lock detect output as an incoming signal frequency approaches the capture bandwidth. Excessively large values of C_D will slow the response time of the lock detect output.

TONE DETECTION:

Figure 11 shows the generalized circuit connection for tone detection. The logic outputs, Q and $\overline{Q}$ at Pins 5 and 6 are normally at "high" and "low" logic states, respectively. When a tone is present within the detection band of the PLL, the logic state at these outputs become reversed for the duration of the input tone. Each logic output can sink 5 mA of load current.

Both logic outputs at Pins 5 and 6 are open collector type stages, and require external pull-up resistors R_{L1} and R_{L2}, as shown in Figure 11.

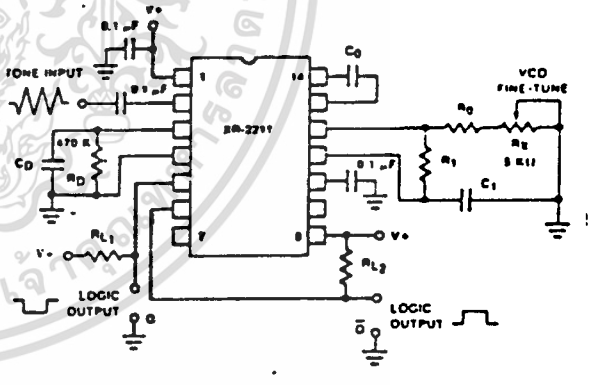


Figure 11. Circuit Connection for Tone Detection

With reference to Figures 2 and 11, the functions of the external circuit components can be explained as follows: R_0 and C_0 set VCO center frequency; R_1 sets the detection bandwidth; C_1 sets the low pass-loop filter time constant and the loop damping factor. R_{L1} and R_{L2} are the respective pull-up resistors for the Q and $\overline{Q}$ logic outputs.

Design Instructions:

The circuit of Figure 11 can be optimized for any tone detection application by the choice of the 5 key circuit components: R_0, R_1, C_0, C_1 and C_D. For a given input,

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

:ne tone frequency, f_S, these parameters are calcu-:ated as follows:

a) Choose R_0 to be in the range of 15 KΩ to 100 KΩ. This choice is arbitrary.

b) Calculate C_0 to set center frequency, f_0 equal to f_S (see Figure 6): $C_0 = 1/R_0 f_S$

c) Calculate R_1 to set bandwidth $\pm\Delta f$ (see design equation No. 5):

$R_1 = R_0(f_0/\Delta f)$

Note: The total detection bandwidth covers the frequency range of $f_0 \pm \Delta f$.

d) Calculate value of C_1 for a given loop damping factor;

$C_1 = C_0/16\,\zeta^2$

Normally $\zeta = 1/2$ is optimum for most tone detector applications, giving $C_1 = 0.25\,C_0$.

Increasing C_1 improves the out-of-band signal rejection, but increases the PLL capture time.

e) Calculate value of filter capacitor C_D. To avoid chatter at the logic output, with R_D = 470 KΩ, C_D must be:

$C_D(\mu F) \geq$ (16/capture range in Hz)

Increasing C_D slows down the logic output response time.

Design Examples:

Tone detector with a detection band of 1 kHz ± 20 Hz:

a) Choose R_0 = 20 KΩ (18 KΩ in series with 5 KΩ potentiometer).

b) Choose C_0 for f_0 = 1 kHz (from Figure 6): C_0 = 0.05 μF.

c) Calculate R_1: $R_1 = (R_0)(1000/20) = 1$ MΩ.

d) Calculate C_1: for $\zeta = 1/2$, $C_1 = 0.25$, C_0 = 0.013 μF.

e) Calculate C_D: $C_D = 16/38 = 0.42$ μF.

f) Fine-tune center frequency with 5 KΩ potentiometer, R_X.

LINEAR FM DETECTION:

XR-2211 can be used as a linear FM detector for a wide range of analog communications and telemetry applications. The recommended circuit connection for this application is shown in Figure 12. The demodulated output is taken from the loop phase detector output (Pin 11), through a post-detection filter made up of R_F and C_F, and an external buffer amplifier. This buffer amplifier is necessary because of the high impedance output at Pin 11. Normally, a non-inverting unity gain op amp can be used as a buffer amplifier, as shown in Figure 12.

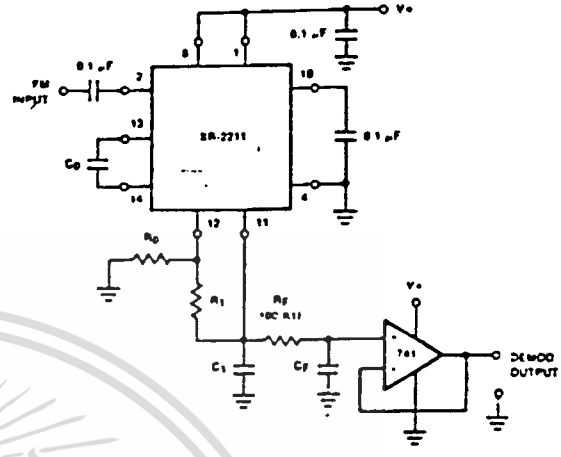


Figure 12. Linear FM Detector Using XR-2211 and an External Op Amp. (See Section on Design Equation for Component Values.)

The FM detector gain, i.e., the output voltage change per unit of FM deviation can be given as:

$V_{out} = R_1 V_R/100 R_0$ Volts/% deviation

where V_R is the internal reference voltage ($V_R = V+/2$ - 650 mV). For the choice of external components R_1, R_0, C_D, C_1 and C_F see section on design equations.

PRINCIPLES OF OPERATION

Signal Input (Pin 2): Signal is ac coupled to this terminal. The internal impedance at Pin 2 is 20 KΩ. Recommended input signal level is in the range of 10 mV rms to 3V rms.

Quadrature Phase Detector Output (Pin 3): This is the high impedance output of quadrature phase detector and is internally connected to the input of lock detect voltage comparator. In tone detection applications, Pin 3 is connected to ground through a parallel combination of R_D and C_D (see Figure 2) to eliminate the chatter at lock detect outputs. If the tone detect section is not used, Pin 3 can be left open circuited.

Lock Detect Output, Q (Pin 5): The output at Pin 5 is at "high" state when the PLL is out of lock and goes to "low" or conducting state when the PLL is locked. It is an open collector type output and requires a pull-up resistor, R_L, to V+ for proper operation. At "low" state, it can sink up to 5 mA of load current.

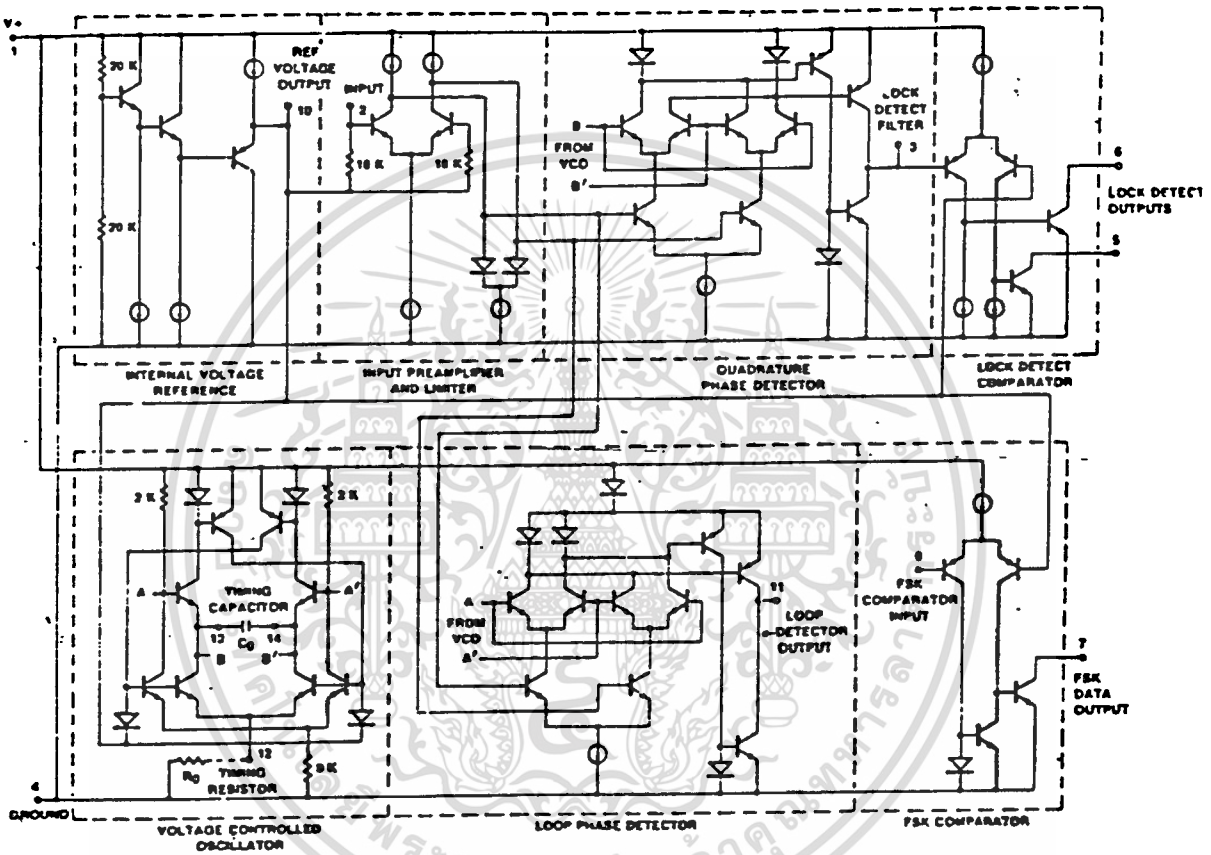
Lock Detect Complement, $\bar{Q}$ (Pin 6): The output at Pin 6 is the logic complement of the lock detect output at Pin 5. This output is also an open collector type stage which can sink 5 mA of load current at low or "on" state.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

FSK Data Output (Pin 7): This output is an open collector logic stage which requires a pull-up resistor, R_L, to V^+ for proper operation. It can sink 5 mA of load current. When decoding FSK signals, FSK data output is at "high" or "off" state for low input frequency, and at "low" or "on" state for high input frequency. If no input signal is present, the logic state at Pin 7 is indeterminate.

FSK Comparitor Input (Pin 8): This is the high impedance input to the FSK voltage comparator. Normally, an FSK post-detection or data filter is connected between this terminal and the PLL phase detector output (Pin 11). This data filter is formed by R_F and C_F of Figure 2. The threshold voltage of the comparator is set by the internal reference voltage, V_R, available at Pin 10.

EQUIVALENT SCHEMATIC DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

EXAR

XR-2206

Monolithic Function Generator

GENERAL DESCRIPTION

The XR-2206 is a monolithic function generator integrated circuit capable of producing high quality sine, square, triangle, ramp, and pulse waveforms of high stability and accuracy. The output waveforms can be both amplitude and frequency modulated by an external voltage. Frequency of operation can be selected externally over a range of 0.01 Hz to more than 1 MHz.

The circuit is ideally suited for communications, instrumentation, and function generator applications requiring sinusoidal tone, AM, FM, or FSK generation. It has a typical drift specification of 20 ppm/°C. The oscillator frequency can be linearly swept over a 2000:1 frequency range, with an external control voltage, having a very small affect on distortion.

FEATURES

Low-Sine Wave Distortion	0.5%, Typical
Excellent Temperature Stability	20 ppm/°C, Typical
Wide Sweep Range	2000:1, Typical
Low-Supply Sensitivity	0.01%V, Typical
Linear Amplitude Modulation	
TTL Compatible FSK Controls	
Wide Supply Range	10V to 26V
Adjustable Duty Cycle	1% to 99%

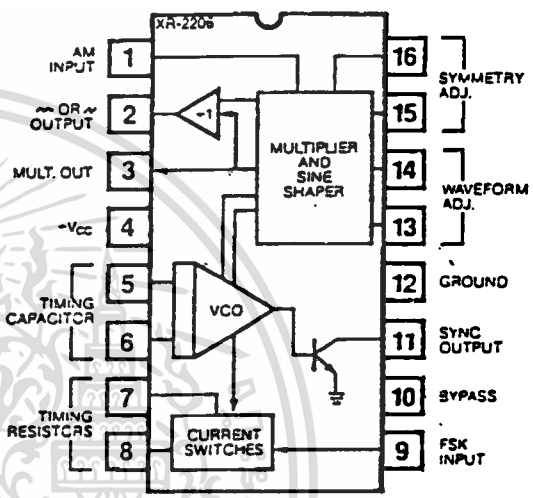
APPLICATIONS

- Waveform Generation
- Sweep Generation
- AM/FM Generation
- VF Conversion
- FSK Generation
- Phase-Locked Loops (VCO)

ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

Power Supply	26V
Power Dissipation	750 mW
Derate Above 25°C	5 mW/°C
Total Timing Current	6 mA
Storage Temperature	−65°C to +150°C

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



ORDERING INFORMATION

Part Number	Package	Operating Temperature
XR-2206M	Ceramic	−55°C to +125°C
XR-2206N	Ceramic	0°C to +70°C
XR-2206P	Plastic	0°C to +70°C
XR-2206CN	Ceramic	0°C to +70°C
XR-2206CP	Plastic	0°C to +70°C

SYSTEM DESCRIPTION

The XR-2206 is comprised of four functional blocks: a voltage-controlled oscillator (VCO), an analog multiplier and sine-shaper; a unity gain buffer amplifier; and a set of current switches.

The VCO actually produces an output frequency proportional to an input current, which is produced by a resistor from the timing terminals to ground. The current switches route one of the timing pins current to the VCO controlled by an FSK input pin, to produce an output frequency. With two timing pins, two discrete output frequencies can be independently produced for FSK Generation Applications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

XR-2206

ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Test Conditions: Test Circuit of Figure 1, $V^+ = 12V$, $T_A = 25°$, $C = 0.01\ \mu F$, $R_1 = 100\ k\Omega$, $R_2 = 10\ k\Omega$, $R_3 = 25\ k\Omega$ unless otherwise specified. S_1 open for triangle, closed for sine wave.

PARAMETERS	XR-2206M			XR-2206C			UNITS	CONDITIONS
	MIN	TYP	MAX	MIN	TYP	MAX		
GENERAL CHARACTERISTICS								
Single Supply Voltage	10		26	10		26	V	
Split-Supply Voltage	±5		±13	±5		±13	V	
Supply Current		12	17		14	20	mA	$R_1 \geq 10\ k\Omega$
OSCILLATOR SECTION								
Max. Operating Frequency	0.5	1		0.5	1		MHz	C = 1000 pF, R_1 = 1 kΩ
Lowest Practical Frequency		0.01			0.01		Hz	C = 50 μF, R_1 = 2 MΩ
Frequency Accuracy		±1	±4		±2		% of f_o	$f_o = 1/R_1C$
Temperature Stability		±10	±50		±20		ppm/°C	0°C ≤ T_A ≤ 70°C, $R_1 = R_2$ = 20 kΩ
Supply Sensitivity		0.01	0.1		0.01		%/V	V_{LOW} = 10V, V_{HIGH} = 20V, $R_1 = R_2$ = 20 kΩ
Sweep Range	2000:1	2000:1			2000:1		f_H/f_L	f_H @ R_1 = 1 kΩ, f_L @ R_1 = 2 MΩ
Sweep Linearity								
10:1 Sweep		2			2		%	f_L = 1 kHz, f_H = 10 kHz
1000:1 Sweep		8			8		%	f_L = 100 kHz, f_H = 100 kHz
FM Distortion		0.1			0.1		%	±10% Deviation
Recommended Timing Components								
Timing Capacitor: C	0.001		100	0.001		100	μF	See Figure 4.
Timing Resistors: R_1 & R_2	1		2000	1		2000	kΩ	See Note 1, Figure 2.
Triangle Sine Wave Output								
Triangle Amplitude		160			160		mV/kΩ	Figure 1, S_1 Open
Sine Wave Amplitude	40	60	80		60		mV/kΩ	Figure 1, S_1 Closed
Max. Output Swing		6			6		V p-p	
Output Impedance		600			600		Ω	
Triangle Linearity		1			1		%	
Amplitude Stability		0.5			0.5		dB	For 1000:1 Sweep
Sine Wave Amplitude Stability		4800			4800		ppm/°C	See Note 2.
Sine Wave Distortion								
Without Adjustment		2.5			2.5		%	R_1 = 30 kΩ
With Adjustment		0.4	1.0		0.5	1.5	%	See Figures 6 and 7.
Amplitude Modulation								
Input Impedance	50	100		50	100		kΩ	
Modulation Range		100			100		%	
Carrier Suppression		55			55		dB	
Linearity		2			2		%	For 95% modulation
Square-Wave Output								
Amplitude		12			12		V p-p	Measured at Pin 11.
Rise Time		250			250		nsec	C_L = 10 pF
Fall Time		50			50		nsec	C_L = 10 pF
Saturation Voltage		0.2	0.4		0.2	0.6	V	I_L = 2 mA
Leakage Current		0.1	20		0.1	100	μA	V_{11} = 26V
FSK Keying Level (Pin 9)	0.8	1.4	2.4	0.8	1.4	2.4	V	See section on circuit controls
Reference Bypass Voltage	2.9	3.1	3.3	2.5	3	3.5	V	Measured at Pin 10.

Note 1: Output amplitude is directly proportional to the resistance, R_3, on Pin 3. See Figure 2.
Note 2: For maximum amplitude stability, R_3 should be a positive temperature coefficient resistor.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

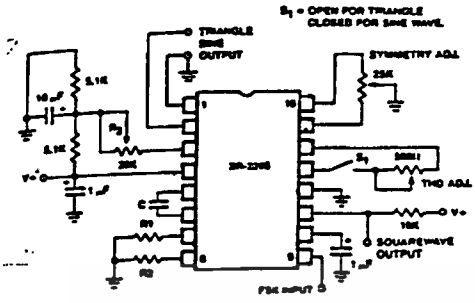


Figure 1. Basic Test Circuit.

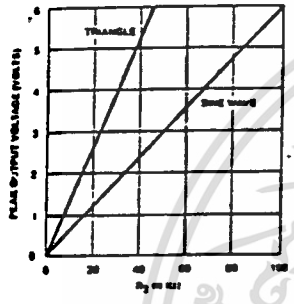


Figure 2. Output Amplitude as a Function of the Resistor, R_3, at Pin 3.

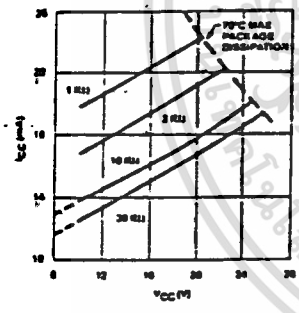


Figure 3. Supply Current versus Supply Voltage, Timing, R.

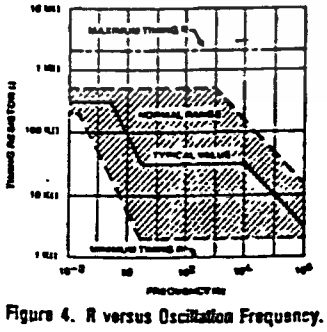


Figure 4. R versus Oscillation Frequency.

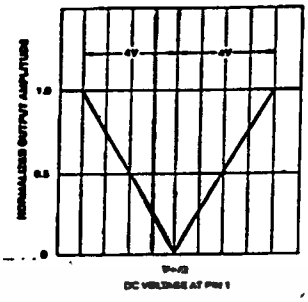


Figure 5. Normalized Output Amplitude versus DC Bias at AM Input (Pin 1).

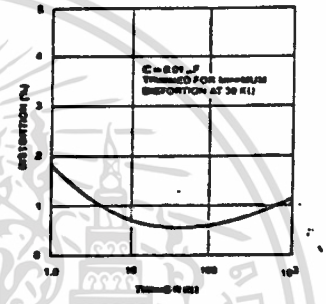


Figure 6. Trimmed Distortion versus Timing Resistor.

Figure 7. Sine Wave Distortion versus Operating Frequency with Timing Capacitors Varied.

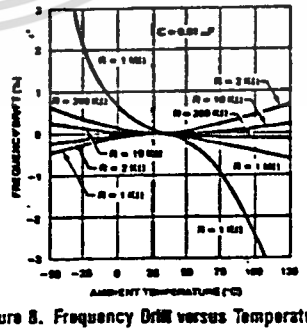


Figure 8. Frequency Drift versus Temperature.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

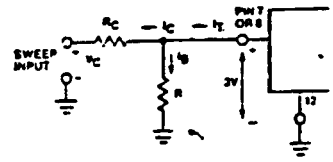


Figure 9. Circuit Connection for Frequency Sweep.

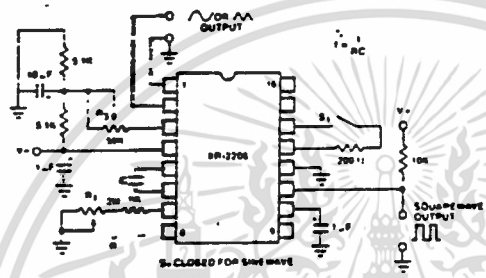


Figure 10. Circuit for Sine Wave Generation without External Adjustment. (See Figure 2 for Choice of R_3).

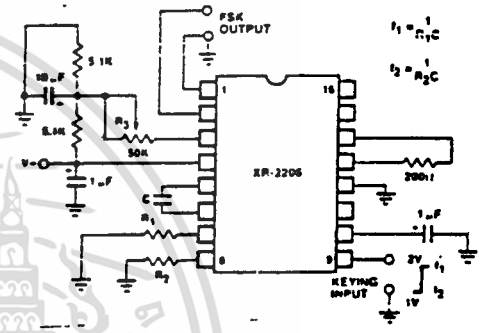


Figure 12. Sinusoidal FSK Generator.

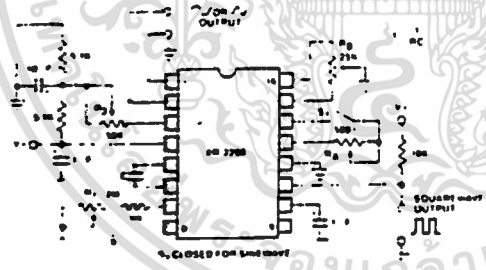


Figure 11. Circuit for Sine Wave Generation with Minimum Harmonic Distortion. (R_3 Determines Output Swing—See Figure 2.)

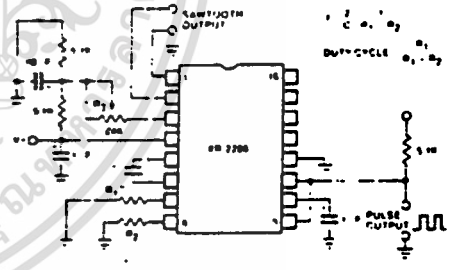


Figure A3. Circuit for Pulse and Ramp Generation.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

...quency-Shift Keying:

...e XR-2206 can be operated with two separate timing ...istors, R_1 and R_2, connected to the timing Pin 7 and ...respectively, as shown in Figure 12. Depending on ...e polarity of the logic signal at Pin 9, either one or the ...er of these timing resistors is activated. If Pin 9 is ...en-circuited or connected to a bias voltage ≥ 2V, only ... is activated. Similarly, if the voltage level at Pin 9 is ...V, only R_2 is activated. Thus, the output frequency ...ll be keyed between two levels, f_1 and f_2, as:

$$f_1 = 1/R_1C \text{ and } f_2 = 1/R_2C$$

... split-supply operation, the keying voltage at Pin 9 is ...erenced to V^-.

...put DC Level Control:

...e dc level at the output (Pin 2) is approximately the ...me as the dc bias at Pin 3. In Figures 10, 11 and 12, ...n 3 is biased midway between V^+ and ground, to ...e an output dc level of $+V^+/2$.

...PLICATIONS INFORMATION

...e Wave Generation

...thout External Adjustment:

...gure 10 shows the circuit connection for generating a ...usoidal output from the XR-2206. The potentiometer, ... at Pin 7, provides the desired frequency tuning. The ...ximum output swing is greater than $V^+/2$, and the ...ical distortion (THD) is <2.5%. If lower sine wave ...tortion is desired, additional adjustments can be pro...ed as described in the following section.

...e circuit of Figure 10 can be converted to split-supply ...eration, simply by replacing all ground connections ...n V^-. For split-supply operation, R_3 can be directly ...nnected to ground.

...e External Adjustment:

...e harmonic content of sinusoidal output can be re...ced to ≈0.5% by additional adjustments as shown ... Figure 11. The potentiometer, R_A, adjusts the sine-...aping resistor, and R_B provides the fine adjustment ... the waveform symmetry. The adjustment procedure ...as follows:

Set R_B at midpoint, and adjust R_A for minimum distortion.

With R_A set as above, adjust R_B to further reduce distortion.

...angle Wave Generation

...e circuits of Figures 10 and 11 can be converted to ...angle wave generation, by simply open-circuiting Pin ... and 14 (i.e., S_1 open). Amplitude of the triangle is ap...ximately twice the sine wave output.

FSK Generation

Figure 12 shows the circuit connection for sinusoidal FSK signal operation. Mark and space frequencies can be independently adjusted, by the choice of timing resistors, R_1 and R_2; the output is phase-continuous during transitions. The keying signal is applied to Pin 9. The circuit can be converted to split-supply operation by simply replacing ground with V^-.

Pulse and Ramp Generation

Figure 13 shows the circuit for pulse and ramp waveform generation. In this mode of operation, the FSK keying terminal (Pin 9) is shorted to the square-wave output (Pin 11), and the circuit automatically frequency-shift keys itself between two separate frequencies during the positive-going and negative-going output waveforms. The pulse width and duty cycle can be adjusted from 1% to 99%, by the choice of R_1 and R_2. The values of R_1 and R_2 should be in the range of 1 kΩ to 2 MΩ.

PRINCIPLES OF OPERATION

Description of Controls

Frequency of Operation:

The frequency of oscillation, f_o, is determined by the external timing capacitor, C, across Pin 5 and 6, and by the timing resistor, R, connected to either Pin 7 or 8. The frequency is given as:

$$f_o = \frac{1}{RC} \text{ Hz}$$

and can be adjusted by varying either R or C. The recommended values of R, for a given frequency range, as shown in Figure 4. Temperature stability is optimum for 4 kΩ < R < 200 kΩ. Recommended values of C are from 1000 pF to 100 μF.

Frequency Sweep and Modulation:

Frequency of oscillation is proportional to the total timing current, I_T, drawn from Pin 7 or 8:

$$f = \frac{320\ I_T\ (\text{mA})}{C\ (\mu\text{F})} \text{ Hz}$$

Timing terminals (Pin 7 or 8) are low-impedance points, and are internally biased at +3V, with respect to Pin 12. Frequency varies linearly with I_T, over a wide range of current values, from 1 μA to 3 mA. The frequency can be controlled by applying a control voltage, V_C, to the activated timing pin as shown in Figure 9. The frequency of oscillation is related to V_C as:

$$f = \frac{1}{RC}1 + \frac{R}{R_C}\left(1 - \frac{V_C}{3}\right) \text{ Hz}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

where V_C is in volts. The voltage-to-frequency conversion gain, K, is given as:

$$K = \delta f/\delta VC = -\frac{0.32}{R_C C} \text{ Hz/V}$$

CAUTION: For safety operation of the circuit, I_T should be limited to ≤3 mA.

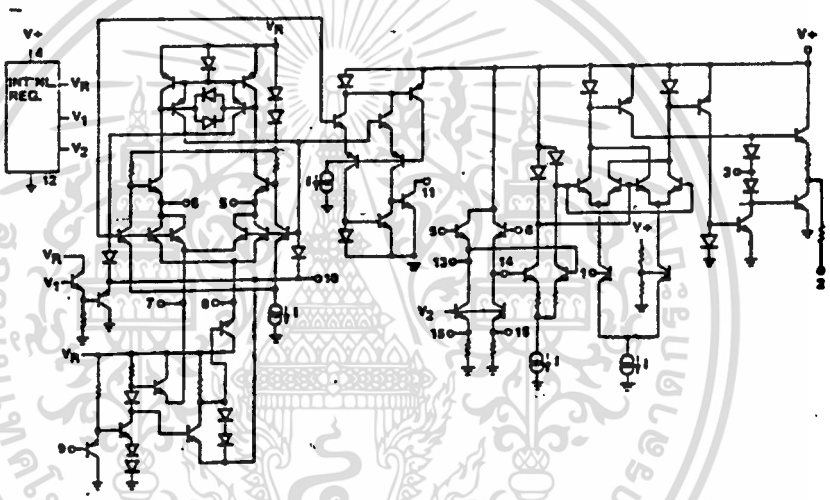
Output Amplitude:

Maximum output amplitude is inversely proportional to the external resistor, R_3, connected to Pin 3 (see Figure 2). For sine wave output, amplitude is approximately 60 mV peak per kΩ of R_3; for triangle, the peak amplitude is approximately 160 mV peak per kΩ of R_3. Thus, for example, R_3 = 50 kΩ would produce approximately ±3V sinusoidal output amplitude.

Amplitude Modulation:

Output amplitude can be modulated by applying a dc bias and a modulating signal to Pin 1. The internal impedance at Pin 1 is approximately 100 kΩ. Output amplitude varies linearly with the applied voltage at Pin 1, for values of dc bias at this pin, within ±4 volts of $V^+/2$ as shown in Figure 5. As this bias level approaches $V^+/2$, the phase of the output signal is reversed, and the amplitude goes through zero. This property is suitable for phase-shift keying and suppressed-carrier AM generation. Total dynamic range of amplitude modulation is approximately 55 dB.

CAUTION: AM control must be used in conjunction with a well-regulated supply, since the output amplitude now becomes a function of V^+.



EQUIVALENT SCHEMATIC DIAGRAM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้