ปีการศึกษา 2533

เครื่องส่งข้อมูลทางสายไฟฟ้าส่งกำลัง

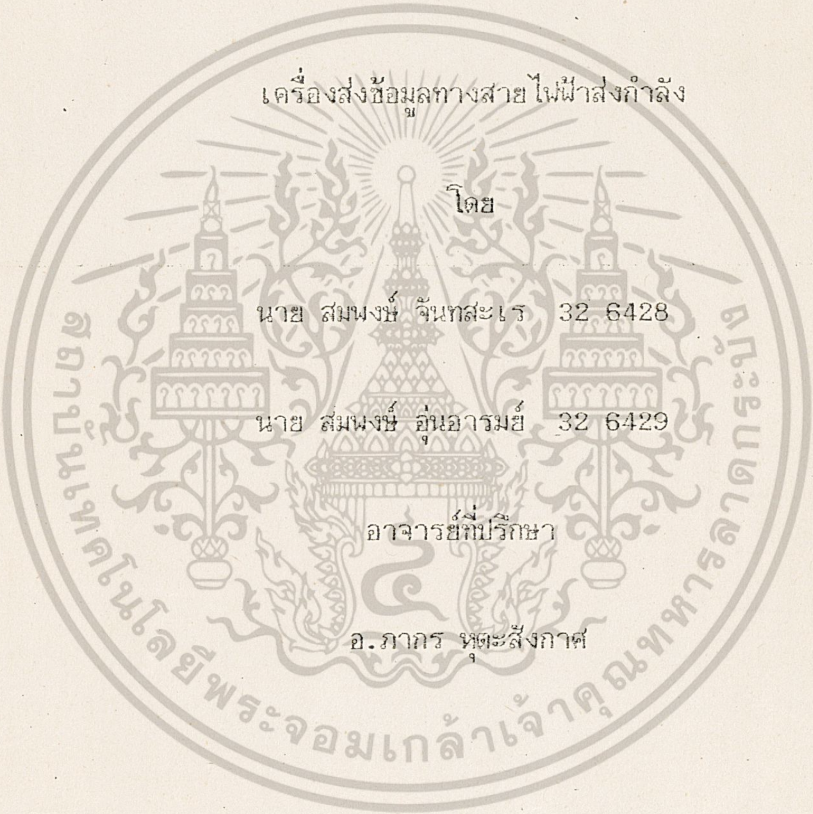
โดย

นาย สมพงษ์ จันทสะเร 32 6428

นาย สมพงษ์ อุ่นอารมย์ 32 6429

อาจารย์ที่ปรึกษา

อ.ภาคร พุทธสังกาศ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า - ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

028752

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2533

ภาควิชา คอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง เครื่องส่งข้อมูลทางสายไฟฟ้าส่งกำลัง

ผู้จัดทำ

1. นาย สมพงษ์ จันทสะเร 32 6428
2. นาย สมพงษ์ อุ่นอารมย์ 32 6429

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.ภากร พุทะสังกาศ)

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

028752

เครื่องส่งข้อมูลทางสายไฟฟ้ากำลัง

(AC.-LINE MODEM)

นาย สมพงษ์ จันทสะเร 326428
นาย สมพงษ์ อุ่นอารมย์ 326429

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้เรียบเรียงขึ้นจากการทดลองสร้าง การทำงานของเครื่องส่งข้อมูลทางสายไฟฟ้าส่งกำลังนี้ ทำงานในลักษณะ Full Duplex และใช้เทคนิคการส่งแบบ Frequency Shift Keying ซึ่งเป็นลักษณะเดียวกับการทำงานของ Modem # BELL 212a หรือ CCITT V.22 ความแตกต่างอยู่ที่ความถี่ของเครื่องส่งข้อมูลทางสายไฟฟ้าส่งกำลังนี้จะสูงกว่า และการส่งไม่ส่งผ่านระบบโทรศัพท์ แต่ใช้สายไฟฟ้าส่งกำลังแทน จึงจำเป็นต้องออกแบบส่วนรับส่งสัญญาณซึ่งจะต้องมีคุณสมบัติป้องกันส่วนต่างๆให้เหมาะสม เช่น ส่วนป้องกันแรงดันและสัญญาณ 50 hz จากสายไฟฟ้าส่งกำลังและวงจร Bandpass Filter เป็นต้น ในเครื่องแต่ละเครื่องจะประกอบด้วยชุดส่งและชุดรับ โดยที่ชุดส่งทำการสร้างความถี่ตามลักษณะของข้อมูลแล้ว จะทำการ Modulate ลงในสายไฟฟ้าส่งกำลัง ส่วนชุดรับจะทำการรับความถี่ที่ส่งจากเครื่องอีกเครื่องหนึ่งที่อยู่บนสายไฟฟ้าส่งกำลังเดียวกัน โดยที่จะต้องมีความถี่ตรงกับชุดที่รับที่กำหนดไว้แล้ว มาทำการ Demodulate และมาทำการเปลี่ยนกลับเป็นข้อมูลเดิมที่ได้ส่งมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในการติดต่อสื่อสารข้อมูล โดยเฉพาะในระบบคอมพิวเตอร์ด้วยแล้วการส่งผ่านข้อมูลทางสายจากจุดหนึ่งไปอีกจุดหนึ่งนั้น การส่งข้อมูลแบบอนุกรมก็เป็นแบบหนึ่งที่ใช้กันอย่างกว้างขวางส่วนสาย Cable ที่ลากระหว่างจุดต่างๆ บางครั้งก็เป็นอุปสรรคกับการเดินหรือการทำงาน ถ้ากรณีมีสาย Cable อยู่เป็นจำนวนมากก็อาจทำให้สับสนว่าสายใดมาจากจุดใด รวมถึงค่าใช้จ่ายในการติดตั้งสายที่ค่อนข้างสูง ซึ่งเหล่านี้เป็นข้อเสียของการติดต่อสื่อสารข้อมูลของคอมพิวเตอร์ที่ใช้วิธีการต่อสายเป็นจุดต่อจุด ด้วยเหตุนี้ เราจึงทำการทดลองเพื่อศึกษาความเป็นไปได้ของการส่งข้อมูลผ่านลงในสายไฟฟ้าส่งกำลัง ว่าจะสามารถทำได้จริงหรือไม่ เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาไปสู่ความสะดวกและประหยัดยิ่งขึ้น

ความเป็นจริงอย่างหนึ่งคือ ในสายไฟฟ้านั้นมีความเปลี่ยนแปลงต่างๆ ที่เราไม่สามารถคาดหมายได้ การออกแบบส่วนต่างๆ ที่ใช้รับส่งสัญญาณจะต้องทำให้ค่าความเปลี่ยนแปลงหรือสัญญาณรบกวนต่างๆ ไม่มีผลต่อระบบภายในวงจรหรือให้ค่าความเปลี่ยนแปลงหรือสัญญาณรบกวนต่างๆ ไม่มีผลต่อระบบภายในวงจร หรือให้มีผลกระทบต่ำที่สุดเท่าที่จะทำได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การสื่อสารข้อมูล

วิวัฒนาการของไมโครอีเล็กทรอนิกส์

ในยุคปัจจุบันและต่อไปในอนาคตการนำเอาเทคโนโลยีของคอมพิวเตอร์ ไปประยุกต์ใช้งานต่างๆ จะแพร่หลายมากขึ้น เราอาจจะต้องพบกับข้อความแปลกๆ เช่น Plug in Home หมายถึง การนำเอาไปใช้ในงานบ้านต่างๆ Paperless Office หมายถึง สำนักงานที่ใช้คอมพิวเตอร์ บันทึกรายละเอียดต่างๆ แทนที่จะใช้กระดาษ Telecommuting หมายถึง การสื่อสารระยะทางไกลๆ โดยส่งผ่านเครื่องคอมพิวเตอร์

ในปัจจุบันการตอบสนองให้ตรงจุดประสงค์ของผู้ใช้บริการการสื่อสารข้อมูล ได้มีการปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพสูงขึ้นอย่างมาก ซึ่งเราจะเรียกบริการหรือข่าวสารที่ตอบสนองต่อความต้องการของผู้ใช้ว่า Information Utility ดังเช่น ในขณะนี้การบริการในลักษณะดังกล่าวมีแหล่งให้อยู่อยู่สองระบบคือ การบริการที่ใช้ระบบการจัดสรรเวลา หรือ Time-Sharing System และอีกระบบคือ การบริการ Teletex และ Viewdata ซึ่งเราเรียกแหล่งข่าวสาร (Data Source) หรือ ธนาคารข้อมูล (Data Bank) ในลักษณะนี้ว่า Source หรือ Micronet .

มาตราฐานสากลในการ Interface

องค์กรต่างๆ ได้สร้างมาตราฐานของตนเองขึ้นมาใช้ซึ่งมีอยู่มากมาย ดังนั้น จึงจำเป็นต้องสร้างมาตราฐานต่างๆที่ใช้กันอยู่ให้ครบถ้วน

EIA : The Electronic Industries Association

เป็นมาตราฐานที่กำหนดขึ้นโดยสมาคมโรงงานอุตสาหกรรมผู้ผลิตอุปกรณ์ อีเล็กทรอนิกส์สหรัฐอเมริกา มาตราฐานที่ตั้งขึ้นมาใช้กำหนดมาตราฐานของเครื่องมืออุปกรณ์ อีเล็กทรอนิกส์ต่างๆในการกำหนดมาตราฐานจะให้รหัส RS เป็นหลัก เช่น มาตราฐาน RS-232C ซึ่งใช้กันแพร่หลายในระบบ การสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ โดยจะกล่าวถึงมาตราฐานของลักษณะสัญญาณไฟฟ้าในการอินเตอร์เฟสเทอร์มินัล เข้ากับ โมเด็ม หรือ อินเตอร์เฟสเทอร์มินัล เป็นต้นนอกจากนี้มาตราฐานอื่นที่มีการตั้งขึ้นมาใช้ก็ประกอบด้วย ETA- RS449, RS-422Aและ RS-423Aเป็นต้น

CCITT: The Consultative Committee In International Telegraphy and Telephony.

เป็นองค์กรสากลที่กำหนดมาตราฐานเกี่ยวกับ การควบคุมระบบภาษี แนะนำมาตราฐาน หรือ กำหนด มาตราฐานของระบบสื่อสารระหว่างประเทศทั้งโทรเลข และโทรศัพท์ม CCITT เป็นหน่วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

งานหนึ่งของ ITU หรือ International Telecommunication Union โดยมีหน้าที่เกี่ยวข้องกับการกำหนดมาตราฐานทางด้านการสื่อสารข้อมูล

CCITT Study group VII:ทำหน้าที่พัฒนาและค้นคว้าเกี่ยวกับมาตราฐานการสื่อสารข้อมูลที่ติดต่อกันเป็นเครือข่าย โดยผลงานการวิจัยต่าง ๆ จะตีพิมพ์เผยแพร่ลงในวารสาร ISO X-Series Recommendation.

CCITT : Study group XVII: ทำหน้าที่พัฒนาที่เกี่ยวกับการสื่อสารทางโทรศัพท์ โดยผลงานต่างๆจะมีการตีพิมพ์ ลงในเอกสาร ISO V- Series Documents

สำหรับมาตราฐานของ CCITT ที่ใช้กันแพร่หลายทางด้านการสื่อสารข้อมูลดังเช่น

V.28 ใช้แทน RS- 232 C ได้
V.10 ใช้แทน EIA RS-423A ได้
V.11 ใช้แทน EIA RS-422A ได้ และ
V.21 ใช้แทน EIA RS-449 ได้ เป็นต้น

ในการกำหนดมาตราฐานของ CCITT จะกำหนด ออกมาเป็นฉบับต่างๆ คือ Series A,B, C,D,E,F,.....Z ทุกๆ ปี จะมีการร่วมประชุดปรึกษาหารือกันระหว่างประเทศสมาชิก ในข้อกำหนดใหม่ๆ หรือปรับปรุงมาตราฐานเก่าให้ทันสมัยทุกๆ 2-4 ปี จะออกหนังสือ Recommendation Series ต่างๆ ให้ทันสมัยขึ้น การอ้างถึงRecommendation ของ CCITT ปีใด สีอะไร ตัวอย่าง เช่น CCITT Recommendation Yellow book Series.....Year หรือ Orange Book Series.....Year เป็นต้น

ISO: The Internation Standard Organization

เป็นองค์กรที่ตั้งอยู่ในเมืองเจนีวา, ประเทศสวิทเซอร์แลนด์ ซึ่งทำหน้าที่กำหนดมาตราฐานทางกายภาพของอุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในการสื่อสารโทรคมนาคม โดยเฉพาะที่เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์และอินเฟอร์เมชั่นโพรเซสซิ่งองค์กรนี้ จะประสานงานกับ CCITT อย่างใกล้ชิด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ANSI :The American National Standard Institute

มาตารฐานของ ANSI ส่วนใหญ่จะเกี่ยวกับ

1. ให้ความหมายหรือข้อกำหนดของลักษณะของระบบผลิตสัญญาณ และรับสัญญาณที่ใช้ในระบบสื่อสารทั่วไป
2. กำหนดคุณภาพ กและคุณลักษณะของข้อมูลที่กำลังส่งออก
3. ให้บริการเกี่ยวกับมาตราฐานสากล และมาตราฐานภาสยในประเทศสหรัฐอเมริกา

Federal Governmemt Standard

เป็นหน่วยงานของรัฐบาล สหรัฐอเมริกา ที่ทำหน้าที่กำหนดมาตราฐานทางด้านการสื่อสารในส่วนที่เกี่ยวกับการสื่อสารข้อมูล เมื่อถูกกำหนดใช้เป็นมาตราฐานโดย National Bureau of Standard (NBS) แล้วเราจะรู้จักกันในชื่อของ Federal Information Frocessing Standard ซึ่งมาตราฐานส่วนใหญ่ จะเหมือนกับมาตราฐานของ EIA

Millitary Standard -188

เป็นมาตราฐานของทหาร ซึ่งถูกกำหนดเป็นมตราฐานสำหรับเทคนิคการสื่อสารโทรคมนาคมของทหาร ตัวอย่างหนึ่งของมาตราฐานคือ MIL-STD-185,MIL-STD-188A และ MIL-STD-1888 และที่ใช้กันแพร่หลายคือ MIL-STD-188C มาตราฐานเหล่านี้เรียกว่า MIL-STD-188 ซึ่งใน Series นี้ อาจจะแยกออกเป็นหลายหมวด เช่นมาตราฐาน Common Long Haul /Tractical ใช้ MIL-STD-188-100 เป็นต้น

Bell System

Bell เป็นมาตราฐานที่กำหนดโดยองค์กร (ซึ่งมีลักษณะคล้ายกับองค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย) ทางโทรศัพท์ของบริษัท Bell Laboratory มาตราฐานของ Bell เป็นหน่วยงานที่ใหญ่มากในสหรัฐอเมริกา และมีส่วนแบ่งการขายในตลาดสูง ทำให้อุปกรณ์ชนิดที่จะใช้ร่วมกันกับระบบโทรศัพท์ของ Bell ก็เริ่มผ่อนปรน กรือแก้ไขข้อกำหนด ของตนให้เข้ากับ CCITT ได้ (เฉพาะบางส่วนเท่านั้น)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โปรโตคอลและเน็ทเวิร์ดฟังก์ชั่น

โปรโตคอล (Protocal) หมายถึง กฎเกณฑ์ ขบวนการ และรูปแบบของภาษาซึ่งได้ถูกกำหนดขึ้นในการสื่อสารข้อมูล โดยจะอยู่ในรูปของซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์ ประกอบกัน ลักษณะของโปรโตคอล ได้แก่รูปแบบของการส่งของข้อมูลที่เป็นแบบ HDX(Half Duplux) แบบ FDX (Full-Ffill Duplex) และ (Full-Full Duplex) เป็นต้น

โปรโตาคอลที่พบเห็นการใช้งานบ่อยครั้ง ก็เช่น SDLC (Sydeonous Data Link Control) ซึ่งกำหนดและสร้างขึ้นโดยบริษัท IBM, HDLC(High Level Data Link Control) ของบริษัท Honey well นอกจากนี้ยังมีโปรโตคอล ที่สร้างขึ้น โดยบริษัท อื่น ๆ อีกมากมาย เช่น DDCMP (Digital Data Comminicatiom Message Protocol), BDLC.DLC,CDC,NAPLP ซึ่งก็มีโาครงการสร้างที่แตกต่างกันออกไป

การส่งผ่านข้อมูล

โดยทั่วไป หลักใหญ่ของการส่งข้อมูลในคอมพิวเตอร์ หรือระหว่างคอมพิวเตอร์ด้วยกัน จะมีลักษณะของการส่งข้อมูลอยู่ 2 แบบ คือส่งแบบขนานและส่งแบบอนุกรม ดังกล่าวมาแล้ว ว่าคำสั่งหรือข้อมูลอยู่ในรูปบองบิท คือหลายๆ บิทประกอบเป็นคำๆ หนึ่ง(word) หรือคำสั่งหนึ่งๆ ดังในรูป 2.1 ได้แสดงถึงกลุ่มของบิทที่มีการใช้งานในไมโครคอมพิวเตอร์ โดยในการกำหนดแอดเดรสของหน่วยความจำ หรือการเขียนคำสั่ง และขบวนการอื่นๆ ล้วนแต่ต้องดัดแปลงให้อยู่ในเลขศูนย์ กับเลขหนึ่งเสมอ จึงจะทำให้ซีพียูรับรู้ และปฏิบัติตามได้ จึงได้มีการกำหนดลักษณะมาตราฐานของข้อมูลดังนี้

"ถ้าข้อมูลหนึ่งตัวเมื่อแปลงให้อยู่ในรูปของเลขฐานสองประกอบด้วย 4 บิท เราเรียกว่า 4บิท ไมโคร หรือ 1 นับเบิ้ล (Nybble)"

"การส่งข้อมูลประกอบไปด้วยกลุ่มของบิทที่มี 8บิท เราเรียกว่า 1ไปรท์ (Byte)"

การส่งข้อมูลแบบอนุกรม : ข้อมูลแต่ละบิทจะถูกส่งเรียงกันออกไปเป็นลำดับต่อเนื่องจากกันที่ละบิทเช่น ถ้าข้อมูลเป็น 1010 :เลข 0 ทางขวามือสุดซึ่งเป็น LSB (Least Significant bit) ส่งออกไปก่อน ตามด้วยบิทที่สองคือ เลข 1 และบิทที่ 3 คือเลข 0 และบิทสุดท้าย คือ เลข1 ซึ่งเป็น MSB (Most Significant Bit) ตามลำดับ โดยสายส่งข้อมูลจะมีเพียวเส้นเดียวเท่านั้น

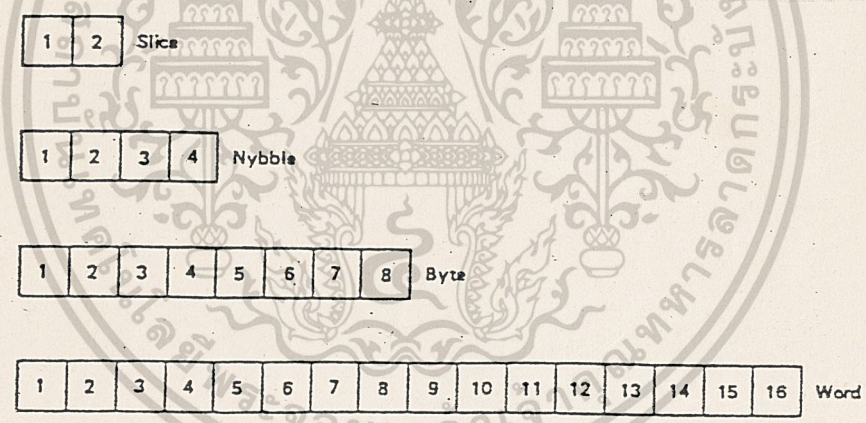
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การส่งข้อมูลแบบขนาน : ข้อมูลทุก ๆ บิท จะถูกส่งออกไปพร้อม ๆ กันในครั้งเดียว เช่น ถ้าข้อมูลเป็น 1010 ทั้งสี่บิทนี้ จะถูกส่งออกไปพร้อมกันโดยผ่านสายส่งข้อมูลที่มี 4 เส้น โดยแต่ละบิทจะส่งในสายส่งคนละเส้น

การควบคุมการส่งผ่านข้อมูล

เราได้ทราบลักษณะการส่งผ่านข้อมูลมาแล้ว ทั้งการส่งแบบขนานและอนุกรม ซึ่งการส่งทั้งสองลักษณะนี้จะต้องมีการซิงโครไนซ์ระหว่างเครื่องส่งเครื่องส่งและเครื่องรับ เพื่อให้การรับส่งข้อมูลเป็นไปด้วยความพร้อมเพียง และถูกต้องซึ่งถ้าหากการรับส่งข้อมูลขาดการซิงค์โครไนซ์กันแล้ว จะเกิดข้อบกพร่องได้ดังนี้คือ

- เครื่องส่งจะทำการส่งข้อมูล ทั้งๆ ที่ เครื่องทางด้านรับยังไม่พร้อมที่จะรับข้อมูล
- เครื่องส่งอาจจะไม่ส่งข้อมูล แม้ว่าเครื่องรับพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้วก็ตาม
- เครื่องรับสุ่มรับข้อมูลด้วยเวลาที่ผิด ๆ ทำให้รับข้อมูลที่คลาดเคลื่อนเข้ามา
- เครื่องส่งหลาย ๆ เครื่องส่งข้อมูลเข้ามายังเครื่องรับเครื่องเดียวในเวลาเดียวกัน



รูปที่ 2.1 แสดงรูปแบบของข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

RS-232-C

ก่อนอื่นเราจะกล่าวถึง ปัญหาที่เกิดขึ้นในการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์อีเลกทรอนิคส์ การส่งข้อมูล จะเกิดขึ้นได้จะต้องมี แหล่งสัญญาณ (Source) แหล่งรับสัญญาน (Destination) และการเชื่อมต่อระหว่างแหล่งสัญญาณสองแหล่งนี้ ในการส่งข้อมูลระหว่างชิพไอซีสองตัวที่อยู่บนแผ่นวงจรพิมพ์(Printed circuit card) แผ่นเดียวกัน เช่น ในการอ่านข้อมูลจากหน่วยความจำเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นระหว่าง CPU และ หน่วยความจำซึ่งเป็นขบวนการที่เกิดขึ้นระหว่าง CPU และหน่วยความจำบางตัวด้วย บนแผ่นวงจรพิมพ์

โดยทั่ว ๆ ไป ข้อมูลจะถูกแทนด้วยเลขฐานสอง ระดับแรงดัน +5 โวลท์และแทนลอจิก 1 และระดับแรงดัน 0 โวลท์จะแทนลอจิก 0 การแทนลอจิกด้วยระดับแรงดันเหล่านี้ เรียกว่าการแทนระดับสัญญสณของอุปกรณ์ TTL(Transistor-Transistor Logic) ซึ่งการแทนระดับสัญญาณแบบนี้ ถูกใช้ทั่ว ๆ ไป ในการส่งข้อมูลระหว่างอุปกรณ์ชิ้นหนึ่งไปยังอีกชิ้นหนึ่งภายในเครื่องคอมพิวเตอร์

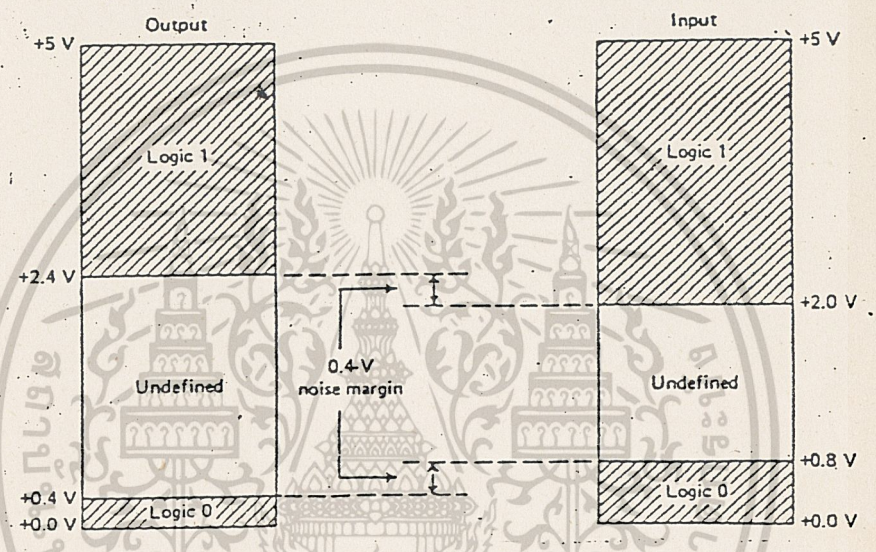
จากรูปที่ 3.1 จะเห็นว่ามีระดับแรงดันอยู่ช่วงหนึ่ง เรียกว่า ช่วงการเปลี่ยนสถานะซึ่งไม่อาจระบุได้ว่าสัญญาณนี้ทางด้านรับจะมีช่วงนั้นเป็นลอจิก 0 หรือ 1ช่วงของสัญญาณนี้ทางด้านรับจะมีช่วงแคบกว่าทางด้านขนส่ง ดังนั้นระดับแรงดันทางด้านรับที่ใช้แทนลอจิก 0 หรือ 1 จะมีช่วงกว้างๆ กว่าทางด้านส่ง

Physical-Layer communications protocols.

Physical-Layer communications protocols คือ กลุ่มของข้อกำหนดที่เกี่ยวข้องกับเชื่อมต่อทางกล (mechanical connections) เช่นขนาดของคนเน็คเตอร์ คุณสมบัติทางสัญญาณไฟฟ้าและคุณสมบัติที่เกี่ยวกับหน้าที่ของสัญญาณเหล่านี้ ซึ่งข้อกำหนดเหล่านี้จะต้องเป็นไปตามมาตราฐาน

ในการสื่อสารข้อมูล ข้อมูลจะถูกส่งไปมาระหว่างอุปกรณ์อิเล็กทรอนิคส์ผ่านทางการอินเทอร์เฟส ซึ่งประกอบด้วยสัญญาณไฟฟ้าและคอนเน็คเตอร์(ตัวต่อสายเคเบิลเข้ากับอุปกรณ์) ข้อมูลที่ส่งจะถูกแทนด้วยสัญญาณด้วยการเปลี่ยนแปลงขแงกระแสและแรงดันการสื่อสารข้อมูลจะเป็นไปได้ก็ต่อเมื่อ อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้เป็นไปตามลำดับข้อกำหนดใน Physical layer communications protocolsโปรโตคอลนี้ได้กำหนด ข้อกำหนดต่าง ๆไว้อย่างชัดเจนเพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาบางอย่างขึ้นได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูป 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
028752

การสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรมตามมาตราฐาน RS-232-C ลักษณะทั่ว ๆ ไป

ถ้าเราอ่านแคตตาลอก(Cataloque) ของเทอร์มินัลหรือเครื่องพิมพ์เราจะเห็นข้อความ "RS-232-C Compatible" ข้อความนั้นหมายความว่าอุปกรณ์ตัวนั้นสามารถต่อกับคอมพิวเตอร์ได้โดยใช้คอนเน็คเตอร์แบบ 25 ขา คุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้าและคุณสมบัติทางกลของการอินเตอร์เฟส ต้องเป็นไปตามมาตราฐาน RS-232-C ซึ่งถูกกำหนดโดย EIA

เนื่องจากความต้องการในการสื่อสารข้อมูลผ่านทางเครื่อข่ายโทรศัพท์มีมากขึ้นเรื่อย ๆ ดังนั้น จึงต้องมีการกำหนดมาตราฐานที่เรียกว่า RS-232-C ขึ้นเพื่อใช้เป็นมาตราฐานแก่อุปกรณ์ที่ถกผลิตจากบริษัทต่าง ๆ ในสหรัฐอเมริกา Bell System Operating Telephone companies เป็รบริษัทหลักทรัพย์บริษัทแรกที่เป็นผู้ผลิตและติดตั้งระบบสื่อสารข้อมูล ขณะที่อุปกรณ์เกี่ยวกับคอมพิวเตอร์ต่าง ๆ ได้ถูกพัฒนาขึ้นเรื่อย ๆ โดยบริษัทต่าง ๆ เทอร์มินัลบแลบะอุปกรณ์อื่น ๆ มักถูกออกแบบให้สามารถอินเตอร์เฟสกับ Bell modem ได้

มาตราฐาน RS-232-C ได้ถูกตีพิมพ์โดย EIA ในปี ค.ศ.1969 ตัวอักษร RS แทน "Recommend Standard", 232 แทนหมายเลขของมาตราฐาน ส่วนอักษร c แสดงให้รู้ว่ามาตราฐานได้รับแก้ไขกี่ครั้ง

ตามมาตราฐาน RS-232-C ที่ถูกตีพิมพ์โดย EIA ได้กล่าวถึงการสื่อสารข้อมูลระหว่าง Data Terminal Equipment (DTE) และ Data Communication (DCE)

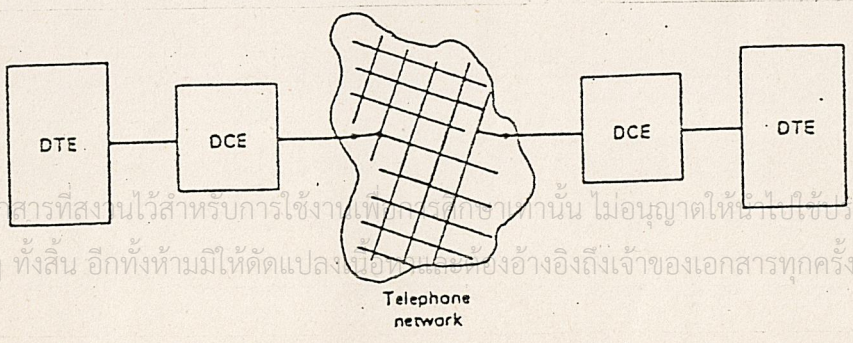
DCE : อุปกรณ์ที่มีฟังชั่นก์การทำงานต่างๆ ที่ทำให้เกิดการเชื่อมต่อ, ทำให้การเชื่อมต่อดำรงไป และยุติการเชื่อมต่อ นอกจากนี้ยังใช้เปลี่ยนลักษณะของสัญญาณและสร้างรหัสสัญญาณต่างๆ ที่จำเป็นต้องใช้ ในการสื่อสารข้อมูลระหว่าง DTE (Data Terminal Equipment) และ Data Circuit โดย DCE อาจเป็นส่วนใดส่วนหนึ่งของคอมพิวเตอร์หรือไม่ก็ได้

DTE :

1. เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบไปด้วยตัวส่งข้อมูล (Data Source) หรือตัวรับข้อมูล (Data Sink) หรือเป็นทั้งตัวส่งและตัวรับข้อมูลก็ได้

2. เป็นอุปกรณ์ที่ประกอบด้วย Function Unit ต่อไปนี้ Control Logic, Buffer store และอุปกรณ์อินพุทหรือเอาท์พุทจำนวนหนึ่งตัวหรือมากกว่าก็ได้

และลักษณะของ DCE และ DTE ที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลได้แสดงไว้ในรูป 3.2 ตามลักษณะการทำงานที่อธิบายไว้ข้างต้น



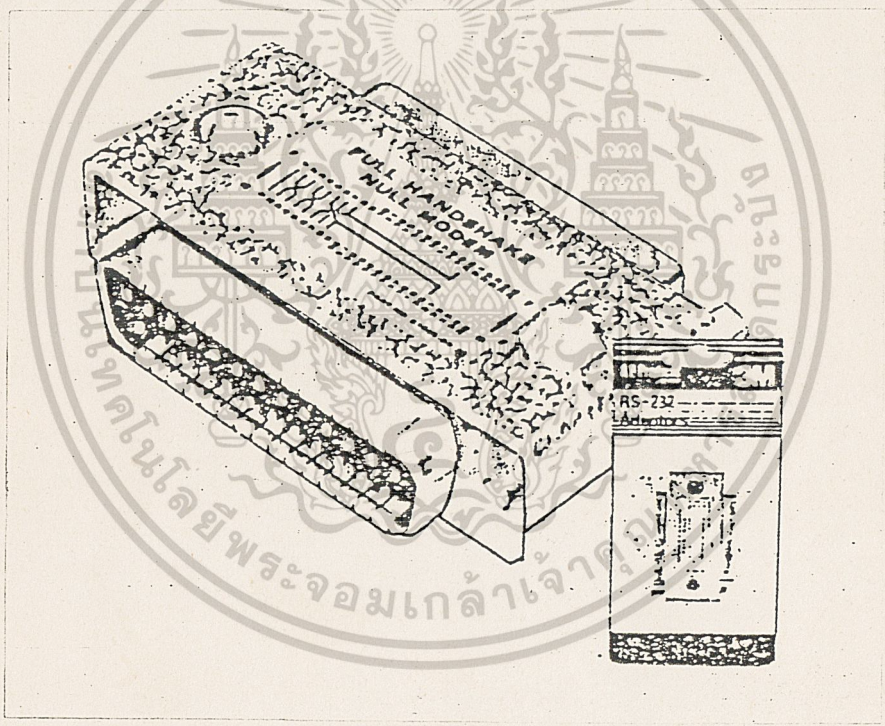
รูปที่ 3.2 ลักษณะของ DCE และ DTE ที่ใช้ในวงจรการสื่อสารข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ถ้า Terminal และ Computer ของเราเป็น DCE หรือ DTE ทั้งคู่เราจะทำการสื่อสารข้อมูลได้อย่างไร ปัญหาที่เกิดขึ้นเหล่านี้เราแก้ไขได้โดยใช้ Cable ที่เรียกว่า Null Modem การทำงานของ Null-Modem นั้นก็เป็นไปตามชื่อของมันคือ

1.Null หมายความว่า อุปกรณ์ตัวนี้ไม่สามารถทำงานอะไรได้โดยใช้เคเบิล (cable) ที่เรียกว่า "Null modem" การทำงานของ Null-modem นั้นเป็นไปตามชื่อของมัน

2.Modem แสดงว่าอุปกรณ์ตัวนี้เป็น DCE ด้วยเหตุนี้เราจึงใช้ null modem แทรกเข้าไประหว่าง DTE สองตัว เพื่อทำให้เราสามารถทำการสื่อสารข้อมูลโดยผ่าน RS-232-C ได้



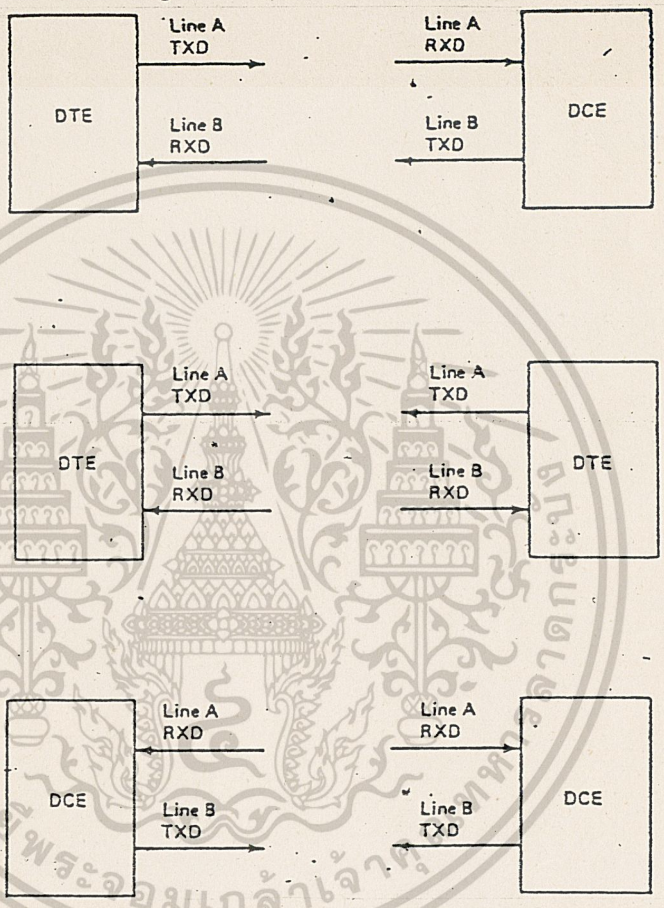
รูปที่ 3.3 null-modem

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำหรับลักษณะของสาย(line) ที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลของ DTE เป็นดังนี้

1.สายที่ใช้ในการรับและส่งข้อมูลของ DTE และ DCE มีอยู่สองเส้น แต่ละเส้นจะมีทิศทางการเคลื่อนที่ของข้อมูลกำหนดไว้ต่างทิศทางกัน (ดูรูป 3.4)

2.DTE จะส่งข้อมูลทาง Line A และ DCE จะรับข้อมูลทาง Line A เช่นเดียวกัน DCE จะส่งข้อมูลทาง Line B ดังแสดงในรูป 3.4



จากรูปที่ 3.4 ถ้า DTE สองตัว ทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลกัน ข้อมูลจะถูกส่งออกทาง Line A และ รับทาง Line B ทั้งคู่ ดังนั้นการสื่อสารข้อมูลไม่สามารถจะเกิดขึ้นได้ สำหรับกรณีที่ DCE สองตัว ทำการแลกเปลี่ยนข้อมูลก็เป็นเช่นเดียวกัน DCE ทั้งสองตัวจะรับข้อมูลทาง Line A และส่งข้อมูลทาง Line B เมื่อเราต่อ Line A เข้าด้วยกัน และต่อ Line B เข้าด้วยกันข้อมูลใน Line B จะต้านกันเอง ส่วนใน Line A ไม่มีข้อมูลที่จะรับ ปัญหานี้แก้โดยใช้ Null-Modem Cable จะทำการไข้ว Line A เข้ากับ Line B ดังรูปที่ 3.5 ดังนั้น DTE 1 สามารถรับข้อมูลที่ส่งจาก DTE 2 ได้ และ DTE 2 ก็สามารถรับข้อมูลจาก DTE 1 ได้เช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สัญญาณที่ขาทุกขาของ Connector ของ RS-232-C จะเป็นสภาวะ (Status) ใดสภาวะหนึ่งในแต่ละคู่ของคู่ต่อไป

MARK /SPACE

ON /OFF

LOGIC 0 /LOGIC 1

ความสัมพันธ์ระหว่างสถานะของสัญญาณคู่ต่างๆกับระดับแรงดันได้แสดงไว้ในตาราง 3.1 ขอให้สังเกตด้วยว่า RS-232-C ใช้ Negative Logic แทนระดับแรงดันต่างๆ (Negative Logic คือ วิธีการเปรียบเทียบระดับแรงดันแบบหนึ่ง ถ้าระดับแรงดันหนึ่งมีค่าเป็นลบมากกว่าอีกระดับหนึ่ง ระดับแรงดันที่มีค่าเป็นลบมากกว่าจะเป็น Logic "ON" ดังนั้น 1 = -V , Ground หรือ OFF ส่วน 0 = +V หรือ ON โดยแรงดันของระดับสัญญาณต่างๆจะถูกวัดเทียบกับ Signal Ground ซึ่งจะกล่าวถึงในภายหลัง นอกจากนี้ช่วงของระดับของแรงดันระหว่าง -3 ถึง +3 Volt จะเป็นช่วงของการเปลี่ยนแปลง Logic ดังนั้นจึงไม่มีการระบุสถานะของสัญญาณในช่วงนี้

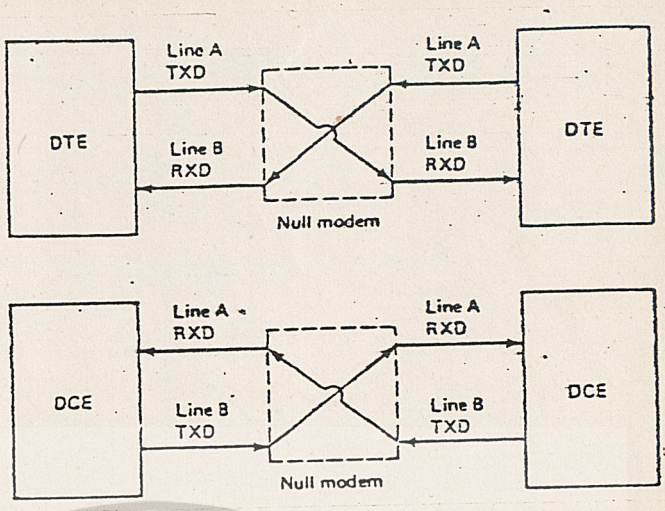
ตารางที่ 3.1

	Signal Voltage	
Status	$-25V < V_1 < -3V$	$3V < V_1 < 25V$
Binary logic state	1	0
Signal condition	MARK	SPACE
Function	OFF	ON

2. ในการแทน Logic 1 หรือสถานะ MARK ตัวขับสัญญาณ (Driver) ต้องจ่ายแรงดันระหว่าง -5 ถึง -15 Volt ส่วนในการแทน Logic 0 หรือ Space ตัวขับสัญญาณต้องจ่ายแรงดันระหว่าง +5 ถึง +15 Volt

จากข้อ 1. และ ข้อ 2. แสดงว่า RS-232-C ยอมให้มี Noise Margin ได้ไม่เกิน 2 Volt สำหรับความสัมพันธ์ระหว่างระดับแรงดันและสถานะของสัญญาณได้แสดงไว้ในรูปที่ 3.7

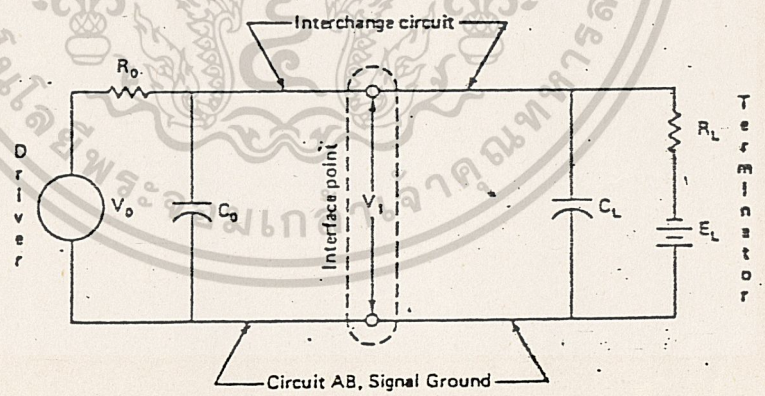
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ลักษณะการทำงานของ Null-Modem ที่ใช้ในการ Interface ระหว่าง DTE หรือ DCE สองตัว

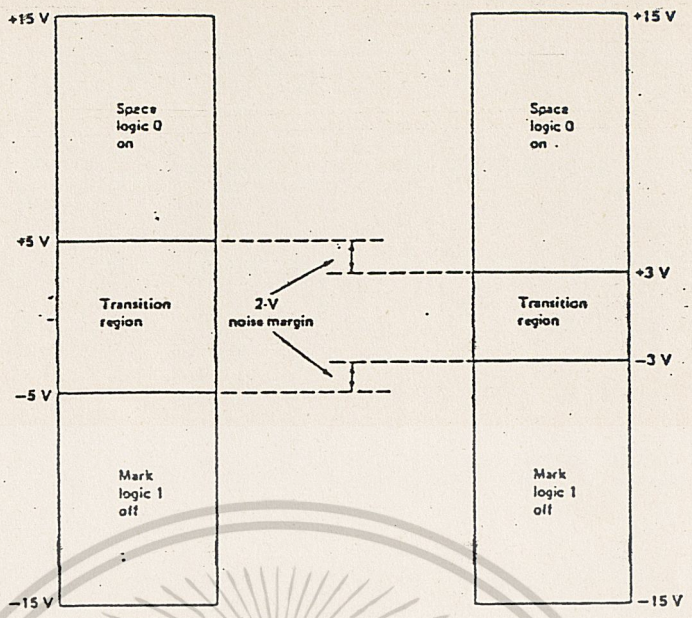
คุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้า

เราจะอธิบายคุณสมบัติของสัญญาณไฟฟ้าของ RS-232-C ในหัวข้อนี้โดยใช้รูปที่ 3.6 ประกอบ



รูปที่ 3.6 RS-232-C Interface Circuit (EIA)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 คุณสมบัติทางไฟฟ้าของการ Interface แบบ RS-232-C

จากที่ได้อธิบายมาอาจมีข้อสงสัยว่าทำไมไม่ใช้สถานะ Logic แบบ TTL สาเหตุที่ไม่ใช้การแทน Logic แบบ TTL ก็เพราะสถานะ Logic แบบ TTL ถูกรบกวนจากสัญญาณต่างๆ ได้ง่าย นอกจากนี้ยังมีปัญหาเกี่ยวกับระยะทางที่สื่อสารข้อมูลอีกด้วย สำหรับสาเหตุที่ต้องใช้แรงดันในช่วง -15 ถึง -3 Volt และ +3 ถึง +15 Volt ก็เพราะในขณะที่กำลังทำการพัฒนา RS-232-C ขึ้นนั้น ในวงจร COMPUTOR ต่างๆโดยทั่วๆไปมีการใช้ระดับแรงดันในช่วงเหล่านี้อยู่

3.ตัวเก็บประจุ CL ที่ต่อขนานกับอุปกรร์รับข้อมูลปลายทางจะต้องมีค่าไม่เกิน 2500 Pf โดยค่านี้ไม่รวมค่าความจุไฟฟ้าของสายเคเบิลเข้าไปด้วย

4.แรงดันขณะเปิดวงจรหรือขณะที่ไม่มี Load (Vo) จะต้องไม่เกิน 25 Volt ซึ่งก็คือแรงดันใดๆ ใน Circuit ของการ Interface แบบ RS-232-C ต้องไม่เกิน 25 Volt

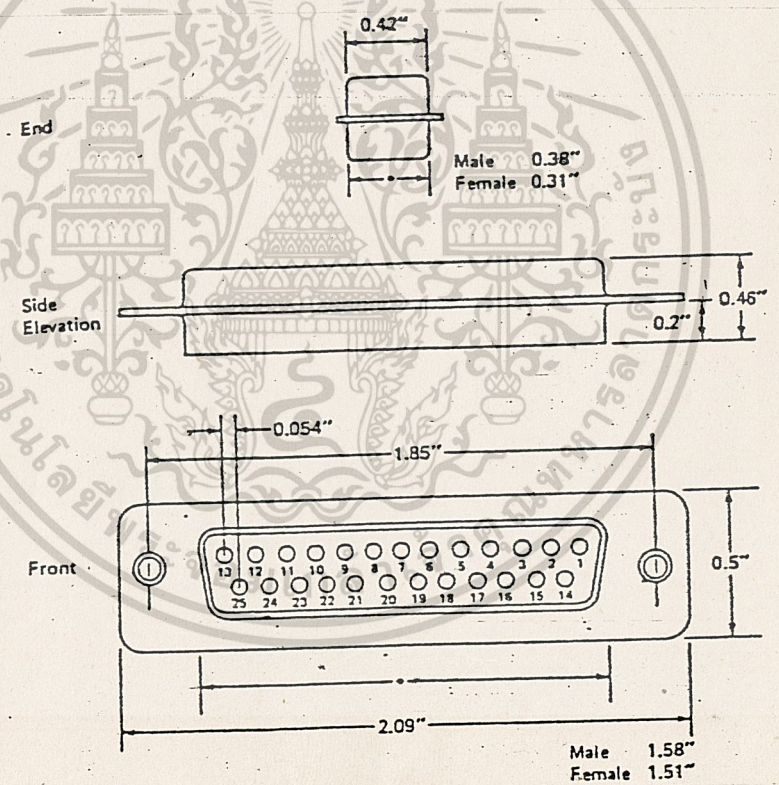
5.วงจรรับสัญญาณที่ใช้กับ RS-232-C ต้องสามารถทนต่อการลัดวงจรที่เกิดขึ้นได้ (เช่น ขาสองขาเกิดลัดวงจรโดยไม่ตั้งใจ) โดยไม่ทำให้เกิดความเสียหายต่อตัวมันเองหรืออุปกรณ์เกี่ยวข้องด้วย เช่น Terminal, Modem, Port I/O และอุปกรณ์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติทางกลของการ Interface

ตามมาตราฐานของ RS-232-Cไม่ได้กล่าวถึง Plug ตัวผู้ หรือ Socket ของ Connecto เลยว่าต้องมีรูปร่างลักษณะอย่างไร ในปัจจุบันเรานิยมใช้ Connector แบบ DB-25 (บางทีเรียก-แบบ D-type 25 pin Connector)ในการ Interface แบบมาตราฐาน RS-232-C Connector แบบนี้เทียบเท่าแบบ ISO 2113 ซึ่งเป็นมาตราฐานที่ประกาศใช้โดย International Organization for Standardization (ISO)

สำหรับรายละเอียดทางกลของ Plug ตัวผู้ (DB-25-P) และ Plug ตัวเมีย (DB-25-S) แสดงไว้ในรูปที่ 3.8ขอให้สังเกตด้วยว่า Connector ตัวผู้จะใช้กับ DTE ส่วน Connector ตัวเมียใช้กับ DCE



รูปที่ 3.8 ลักษณะทางกลของ Connector แบบ DB-25

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะการทำงานของวงจรต่างๆ

จากตารางที่ 3.2 จะเห็นได้ว่า ตัวอักษรในวงเล็บที่อยู่ท้ายวงจรประเภทต่างๆ จะเป็นตัวอักษรตัวแรกของกลุ่มตัวอักษร (ประกอบด้วยตัวอักษรสองหรือสามตัว) ซึ่งใช้กันทั่วๆไปในการอธิบายสัญญาณต่างๆที่เกี่ยวข้องกับการใช้งาน RS-232-C

ตารางที่ 3.2

Interchange circuit	Connector pin assignment	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 Return	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 Transmitted Data			X				
SBB	16	Secondary Received Data		X					
SCA	19	Secondary Request to Send					X		
SCB	13	Secondary Clear to Send				X			
SCF	12	Secondary Received Line Signal Detector				X			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Circuit AA: Protective Ground

ลวดตัวนำของวงจรนี้จะถูกต่อเข้ากับตัวถังของอุปกรณ์เพื่อใช้เป็น Ground เมื่อเปรียบเทียบกับ Protective Ground กับ Signal Ground จะเห็นว่า Signal Ground มีความสำคัญมากกว่า

Circuit AB: Signal Ground or Common Return

วงจรนี้ถูกใช้เป็นจุดอ้างอิงของสัญญาณที่ใช้ในวงจรต่างๆ ยกเว้นวงจร AA (Protective Ground)วงจรนี้เป็นวงจรเดียวที่ต้องถูกต่อไว้เสมอไม่ว่าเป็นการประยุกต์ใช้งานแบบใด

Circuit BA: Transmitted Data

สัญญาณของวงจรนี้จะถูกส่งจาก DTE ไปยัง DCE,DTE จะทำให้วงจร BA (Transmitted Data) มีสถานะ Logic เป็น "1" (mark) ตลอดเวลาที่ไม่มีการส่งข้อมูล

ในระบบทุกระบบที่ใช้มาตราฐาน RS-232-C จะไม่ทำการส่งข้อมูลนอกจากว่าวงจรต่อไปนี้มีสถานะ Logic เป็น "0" (ON)

1.วงจร CA (Request to Send)

2.วงจร CB (Clear to Send)

3.วงจร CC (Data Set Ready)

4.วงจร CD (Data Terminal Ready)

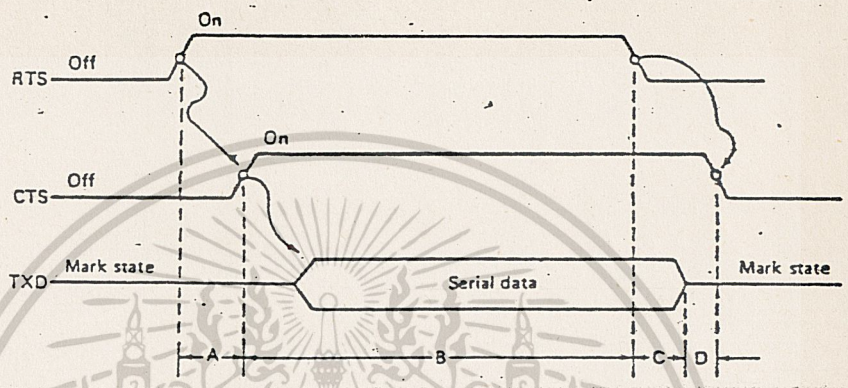
Circuit BB: Received Data

สัญญาณของวงจรนี้จะถูกส่งจาก DCE ไปยัง DTE วงจรนี้จะอยู่ในสถานะ Mark (Logic "0") Received Data(วงจร BB) จะมีสภาวะเป็น Off (Logic "1") นอกจากนี้ Received Data จะคงอยู่ในสภาวะ Off อีกช่วงระยะเวลาสั้นๆระยะเวลาหนึ่งหลังจากที่ Request to Send เปลี่ยนสภาวะจาก ON เป็น Off เมื่อการส่งข้อมูลเกิดขึ้นเรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Circuit CA: Request to Send

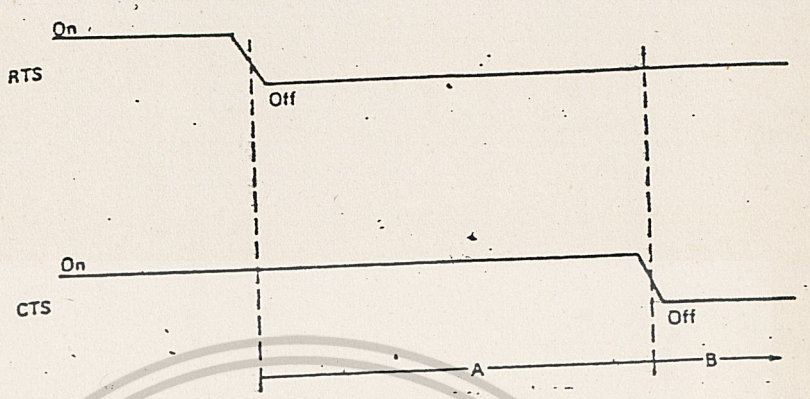
สัญญาณ Request to Send นี้ถูกส่งจาก DTE ไปยัง DCE ลักษณะการทำงานร่วมกันของสัญญาณ Request to Send (RTS) และสัญญาณ Clear to Send (CTS หรือ วงจร CB) ซึ่งเกิดขึ้นในการส่งข้อมูลระหว่าง DTE และ DCE แสดงไว้ในรูปที่ 3.9 และ 3.10



รูปที่ 3.9 การทำ Handshake ของสัญญาณ RTS และ CTS ในช่วง A DTE จะป้อนสัญญาณ RTS แสดงให้ DCE ทราบว่า DTE ต้องการส่งข้อมูลซึ่งจะเกิดขั้นตอนเหล่านี้คือ DCE จะจัดจั้งช่องทางการสื่อสารและป้อนสัญญาณ CTS (เป็น "ON") ซึ่งแสดงให้ DTE ทราบว่า DTE สามารถเริ่มต้นส่งข้อมูลได้แล้ว แต่ TXD จะอยู่ในสภาวะ Mark อยู่ ในช่วง B ข้อมูลจะถูกส่งผ่านทางวงจร Transmitted Data เมื่อข้อมูลถูกส่งออกไปจนหมดแล้ว DTE จะ Off สัญญาณ RTS. เพื่อบอกให้ DCE ทราบว่า DTE ไม่ต้องการส่งข้อมูลอีกต่อไป ในช่วง C เมื่อ DCE ส่งข้อมูลทั้งหมดออกไปยัง Communication Link เสร็จแล้ว วงจร TXD จะกลับเข้าสู่สภาวะ Mark ในช่วง D, DCE จะแจ้งให้ DTE ทราบว่า DCE พร้อมแล้วที่จะรับข้อมูลชุดใหม่เพื่อส่งออกไป โดยการ Off สัญญาณ CTS

การเปลี่ยนสถานะจาก ON ไปเป็น Off ของสัญญาณ RTS เป็นการสั่งให้ DCE ส่งข้อมูลที่ยังเหลืออยู่ที่จุดเชื่อมต่อ (Interface Point) ของวงจร Transmitted Data ออกไปยังช่องทางการสื่อสารและออกจาก Mode การส่งข้อมูล (ในกรณีของ Full-Duplex หรือ Simplex)หรือเข้าสู่ Mode การรับข้อมูล (ในกรณีของ Half-Duplex) DCE จะตอบสนองต่อสัญญาณนี้โดยทำให้สัญญาณ Clear to Send มี Logic เป็น "1" (Off)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 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 ใหม่เมื่อใดก็ได้เนื่องจาก CTS มีสภาวะเป็น Off

การทำ Handshake โดยใช้ Request to Send กับ Clear to Send ที่อธิบายไปนั้น ใช้ได้ทั้งในการส่งข้อมูลทีละ Character หรือทีละ Block ตัวอย่างเช่น สมมุติให้หนึ่ง Character ประกอบด้วย bit ต่างๆ 10 bitเมื่อทำการส่งข้อมูลแต่ละ Character ดังนี้ เมื่อส่งข้อมูลครบ 10 bit, DTE จะปล่อนสัญญาณลงในสาย Request to Send สำหรับการทำ Handshake ในการส่งข้อมูลครั้งละ block นั้น DTE จะส่ง Character พิเศษที่บอกจุดสิ้นสุดของ block (End of Transmission Charracter) เพิ่มเข้าไปด้วย และเมื่อถึงจุดสิ้นสุดของบล็อกข้อมูล DTE จะ OFF สัญญาณ Request to Send ในการตอบสนองต่อเหตุการณ์เหล่านี้ DCE จะ OFF สัญญาณ Clear to Send เมื่อคาร์แรกเตอร์พิเศษที่บอกจุดสิ้นสุดของข้อมูลได้ถูกส่งจาก DCE ออกไปยังเครือข่ายการสื่อสาร – (Communication network) เรียบร้อยแล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Circuit CB:Clear to Send

สัญญาณนี้เป็นสัญญาณควบคุมซึ่งถูกส่งจาก DCE ไปยัง DTE เพื่อบอกให้ DTE ทราบว่า DCE พร้อมที่จะรับข้อมูลที่จะส่งมาจาก DTE บนสาย Transmitted Data แล้ว เมื่อสัญญาณ Clear to Send อยู่ในสภาวะ ON รวมทั้งสัญญาณ Request to Send, Data Set Ready หรือ Data Terminal Ready มีสภาวะเป็น ON ด้วยการ ON ของสัญญาณ เหล่านี้จะบอกให้ DTE ทราบว่าข้อมูลที่ส่งไปยัง DTE จะถูก DCE รับไว้และส่งต่อไปยัง Communication Channel เมื่อสัญญาณ Clear to Send อยู่ในสภาวะ OFF จะบอกให้ DTE ทราบว่า DCE ไม่พร้อมที่จะรับข้อมูล ดังนั้น DTE จะยังไม่ส่งข้อมูลออกมา

Circuit CC:Data Set Ready

สัญญาณนี้เป็นสัญญาณควบคุมที่ส่งจาก DCE ไปยัง DTE ในกรณีที่ Data Set Ready อยู่ในสภาวะ ON แสดงว่า DCE ได้ถูกต่อกับ Communication Channel เรียบร้อยแล้ว ในกรณีที่ DCE ของเราสามารถต่อโทรศัพท์ได้โดยอัตโนมัติ การที่ Data Set Ready เป็น ON หมายความว่า DCE ของเรา (local) ได้ต่อโทรศัพท์(เรียก) DCE ของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่เราต้องการติดต่อด้วย (Remote) ได้รับการตอบรับต่อการเรียกทำให้เกิดการเชื่อมต่อกันของ Communication Channel ขึ้นระหว่าง DCE ทั้งสองด้าน ทำให้สามารถทำการสื่อสารระหว่างกันได้ เมื่อ Communication Channel ถูกเชื่อมต่อแล้ว ระบบเข้าสู่โหมดการส่งข้อมูล (ไม่ใช่โหมดการส่งสัญญาณเสียง คือเราพูดสายไม่ได้)

Circuit CD:Data Terminal Ready

สัญญาณควบคุมตัวนี้จะถูกส่งจาก DTE ไปยัง DCE สัญญาณ Data Terminal Ready ต้องอยู่ในสภาวะ ON ก่อนที่ DCE จะ ON สัญญาณ Data set Ready ขณะใดก็ตามที่ DCE ต่อกับช่องทางการสื่อสารแล้ว Data Terminal Ready เปลี่ยนสภาวะจาก ON เป็น OFF, DCE จะตัดการเชื่อมต่อระหว่าง DCE กับ Communication Channel ทิ้งในทันที

Circuit CE:Ring Indicator

สัญญาณนี้เป็นสัญญาณควบคุมที่ถูกส่งจาก DCE ไปยัง DTE เมื่อสัญญาณนี้มีสภาวะเป็น ON แสดงว่ากำลังได้รับสัญญาณเสียงกริ่ง (Ringing Signal) ที่มีเข้ามาสำหรับช่วงเงียบระหว่างเสียงกริ่ง (เงียบและดังเป็นช่วงๆ) และในกรณีที่ DCE ไม่ได้รับสัญญาณเสียงกริ่ง สัญญาณ Ring Indicator จะมีสภาวะเป็น OFF เราใช้สัญญาณควบคุมตัวนี้ในกรณีที่ใช้โมเด็มที่สามารถตอบรับต่อการเรียกได้โดยอัตโนมัติ (Auto answer)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Circuit CF:Received Line Signal Detector

สัญญาณนี้ส่งจาก DCE ไปยัง DTE เมื่อได้รับสัญญาณ carrier (ซึ่งต้องเป็นตามข้อกำหนด-ของบริษัทผู้ผลิต DCE ด้วย)ที่ส่งมาจาก DCE อีกด้านหนึ่ง (Remote side) สัญญาณ Received - Line Signal Detecter Channal จะมีสภาวะเป็น ON แสดงว่า DCE จับสัญญาณใน Communic- tion Channal ซึ่งจะถูกนำไป demodulate ได้แล้วในโมเด็มแบบต่างๆ สายเส้นนี้จะถูกต่อกับ LE เพื่อแสดงให้รู้ว่าขณะนี้มีสัญญาณ carrier เข้ามาหรือไม่

ในการใช้งานเทอร์มินัลที่มีจำหน่ายในท้องตลาด ส่วนมากเราต้องให้สัญญาณนี้มีสภาวะ high เป็นตลอดเวลาก่อนที่จะรับหรือส่งข้อมูล

โครงสร้างทั่ว ๆ ไปของมาตราฐาน RS-232-C.

เนื่องจากรูปแบบของกลุ่มสัญญาณที่ใช้ในการสื่อสารข้อมูลมีแตกต่างกันออกไปมากมายขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบที่ต้องการใช้ โครงสร้างของระบบอาจเป็นไปได้หลายแบบตั้งแต่เทอร์มินัลเข้ากับไมโครคอมพิวเตอร์ ซึ่งเป็นการอินเตอร์เฟสแบบง่าย ๆ ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์ของเราร่วมกับเครื่องคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นโดยอาศัยการมัลติเพลกซ์ (Multi-plexed) ใช้ส่งและรับข้อมูลแบบซิงโ (Synchronous) หรือใช้กับสาย Dedicated line (สายที่ใช้ในการส่งข้อมูลเพียงอย่างเดียวใช้สัญญาณเสียงไม่ได้) ซึ่งเป็นการใช้ร่วมกับเทอร์มินัลปลายทางเครื่องอื่น ๆ อย่างไรก็ตาม EIA ไ มาตราฐาน ของการใช้สายสัญญาณออกเป็นกลุ่มาตามสภาพของระบบต่าง ๆ กลุ่มของสัญญาณที่ใช้ร่วมกับระบบไมโครคอมพิวเตอร์ถูกแบ่งออกเป็น 7 กลุ่ม ดังนี้

-ใช้ในการส่งข้อมูลอย่างเดียว (Transmit only)
-ใช้ในการส่งข้อมูลอย่างเดียวแต่ใช้สัญญาณ RTS ด้วย
-ใช้ในการรับข้อมูลอย่างเดียว (Receive only)
-ใช้ส่งและรับข้อมูลแบบฮาล์ฟดูเพล็ก (Half Duplex)
-ใช้ส่งและรับข้อมูลแบบฟูลดูเพล็ก (Full Duplex)
-ใช้ส่งและรับข้อมูลแบบฟูลดูเพล็ก แต่ใช้สัญญาณ RTS ด้วย
-แบบพิเศษ (Special)

การอินเตอร์เฟสแบบต่าง ๆ ที่กล่าวมานี้ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.3 ซึ่งได้ระบุสายสัญญาณใดบ้างที่ต้องต่อในการอินเตอร์เฟสแต่ละแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 3.3 RS-232-C Standard Configuration

	RS-232-C interchange circuit	Transmit only	Transmit only with RTS	Receive only	Half duplex	Full duplex	Full duplex with RTS	Special
1	Protective Ground	-	-	-	-	-	-	0
7	Signal Ground	X	X	X	X	X	X	X
2	Transmitted Data	X	X		X	X	X	0
3	Received Data			X	X	X	X	0
4	Request to Send		X		X		X	0
5	Clear to Send	X	X		X	X	X	0
6	Data Set Ready	X	X	X	X	X	X	0
20	Data Terminal Ready	S	S	S	S	S	S	0
22	Ring Indicator	S	S	S	S	S	S	0
8	Received Line Signal Detector			X	X	X	X	0

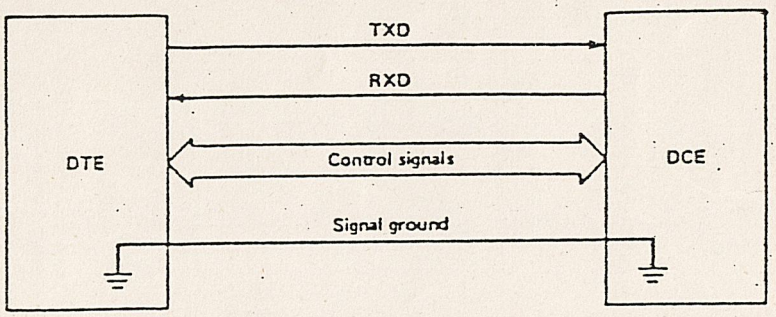
X = ใช้งานในทุกกรณี

S = ใช้ในกรณีที่ระบบของเราเกี่ยวพันกับเครือข่ายโทรศัพท์ด้วย

O = เลือกใช้ตามลักษณะของระบบของเรา

จากตารางที่ 3.3 จะเห็นว่ามีเซอร์กิตอยู่เซอร์กิตหนึ่งที่ต้องต่ออยู่เสมอ คือ เซอร์กิต Signal Ground (ขา 7) ส่วนเซอร์กิตอื่นจะต่อหรือไม่ขึ้นกับการประยุกต์ใช้งานของเรา ให้เลือกจากวิธีการส่งข้อมูลของเราว่าเป็นแบบใดและต้องดูด้วยว่าเข้ากับระบบของเราได้หรือไม่

การประยุกต์ใช้งานของการส่งข้อมูลแบบ Full-Duplex ที่ใช้กันมากในระบบไมโครคอมพิวเตอร์คือ ใช้กับเทอร์มินัลคือ ใช้กับเทอร์มินัลที่ทำหน้าที่ส่งและรับข้อมูลดังนี้ คาร์แรกเตอร์จะถูกส่งจากคีย์บอร์ดไปยังไมโครคอมพิวเตอร์และถูกสะท้อน (echo) ไปแสดงบนจอภาพ หรือพิมพ์ออกที่เครื่องพิมพ์ ในกรณี เช่นนี้ ข้อมูลจะเคลื่อนที่ ในสองทิศทางพร้อม ๆ กัน โดยถูกส่งและรับจาก DTE (คีย์บอร์ดและจอภาพ) กับ DCE (พอร์ทอินพุท/เอาพุท์แบบอนุกรมของไมโครคอมพิวเตอร์) ดังแสดงในรูปที่ 3.10



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

หลักการทำงานของเครื่องส่งข้อมูลทางสายไฟฟ้าส่งกำลัง

การทำงานของเครื่องนี้มีลักษณะการสื่อสารสองทิศทางซึ่งเป็นลักษณะของฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) การส่งสัญญาณเป็นแบบฟรีเควนซี่ชิฟคีย์ (FSK) โดยที่จะต้องมีชุดรับส่ง 2 ชุด ตั้งอยู่ในสองตำแหน่งที่ต้องการทำการสื่อสาร โดยการกำหนดให้จุดหนึ่งเป็นออริจิเนท (Originate และอีกจุดหนึ่งเป็นอาเส์เซอร์ (Answer) ดังรูป

อุปกรณ์ทั้งสองชุดมีวงจรเหมือนกันจะต่างกันที่การกำหนดค่าอุปกรณ์และความถี่

ออริจิเนท/	วงจรส่ง	เมื่อข้อมูลเป็นศูนย์ (Mark)	ความถี่ส่ง 80 KHz
		เมื่อข้อมูลเป็นหนึ่ง (Space)	ความถี่ส่ง 85 KHz
	วงจรรับ	เมื่อข้อมูลเป็นศูนย์ (Space)	ความถี่รับ 90 KHz
		เมื่อข้อมูลเป็นหนึ่ง (Mark)	ความถี่รับ 95 KHz
อาเซอร์/	วงจรส่ง	เมื่อข้อมูลเป็นศูนย์ (Space)	ความถี่ส่ง 90 KHz
		เมื่อข้อมูลเป็นหนึ่ง (Mark)	ความถี่ส่ง 95 KHz
	วงจรรับ	เมื่อข้อมูลเป็นศูนย์ (Space)	ความถี่รับ 80 KHz
		เมื่อข้อมูลเป็นหนึ่ง (Mark)	ความถี่รับ 85 KHz

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูป 4.1 เป็นบล็อกไดอาแกรมของเอซีไลน์โมเดม ซึ่งแบ่งออกเป็นภาคใหญ่ ๆ ได้ 2 ภาค คือ ภาคส่งสัญญาณและภาครับสัญญาณ

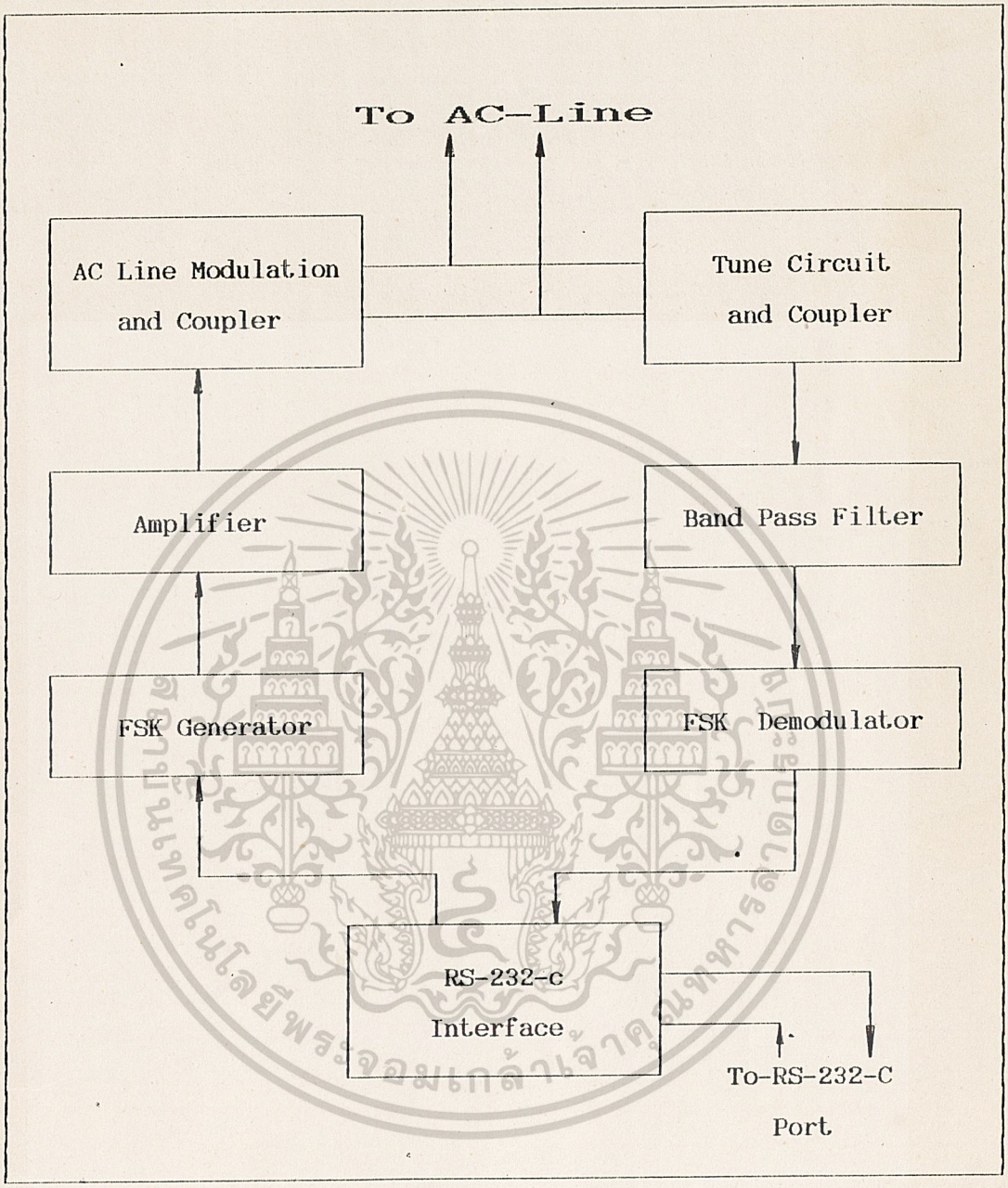
ภาคส่ง

รับสัญญาณจาก Port RS-232-C ของอุปกรณ์ภายนอกเข้ามาทาง RS-232-C Interface ทำการปรับแรงดัน (Voltage) ของ Port ให้เข้ามาอยู่ในระดับการใช้งานกับ TTL ส่งสัญญาณให้กับวงจร FSK Genertor ซึ่งใช้ IC เบอร์ XR-2206 ทำการเปลี่ยนสัญญาณข้อมูล "0" หรือ "1" ให้เป็นความถี่ต่างกันสองความถี่แทนข้อมูลแต่ (Amplifier) หลังจากขยายสัญญาณแล้วส่งต่อไปยังวงจร AC-Line Modulator and Coupler ทำการผสมความถี่ที่มีค่าแทนข้อมูลเข้าไปยังระบบสายไฟฟ้าส่งกำลัง

ภาครับ

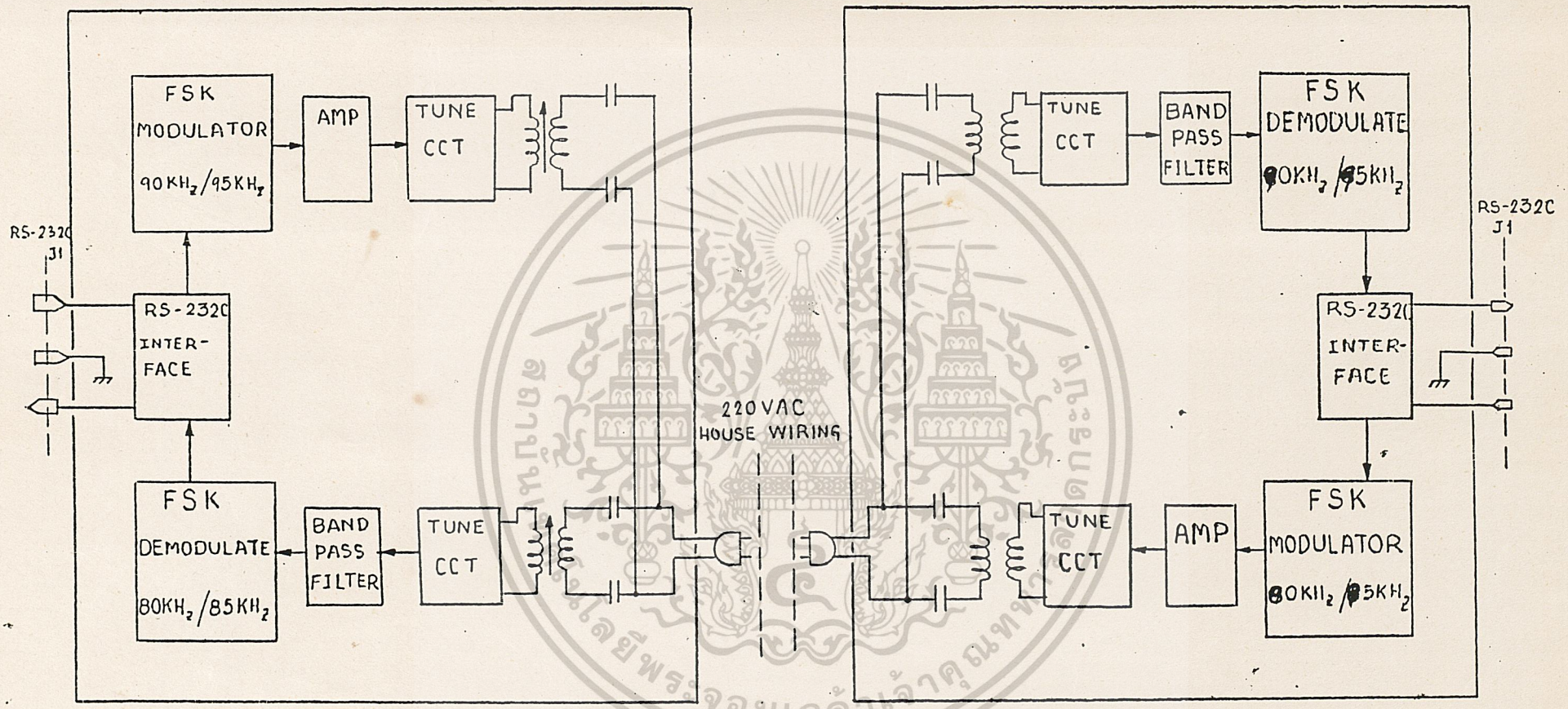
รับสัญญาณจากสายไฟฟ้าส่งกำลังเข้ามาในวงจรจูน (Tune Circuit and Coupler) ทำการรับสัญญาณในย่านความถี่ที่กำหนดซึ่งสัญญาณนี้เป็นสัญญาณที่ผสมผสานระหว่างสัญญาณของ AC-line Modem ทั้งสองที่ทำการสื่อสารกันอยู่ เนื่องจากย่านความถี่อยู่ใกล้เคียงกัน ดังนั้นเพื่อแยกรับเอาสัญญาณที่ส่งมาจาก AC-Line Modem ที่อยู่ปลายทางให้ผ่านเข้ามาได้เพียงอย่างเดียวไม่ให้ความถี่ที่ส่งจากภาคส่งชุดเดียวกันเข้ามารบกวน จึงผ่านสัญญาณนี้เข้าวงจร Band Pass Filter เพื่อแยกเอาเฉพาะความถี่ที่ต้องการ จากนั้นส่งผ่านไปยังวงจร FSK Demodulator ซึ่งใช้ IC เบอร์ XR-2211 เพื่อแปลงความถี่ที่รับให้กลับเป็นค่า "0" หรือ "1" ตามค่าที่ส่งมาจากชุดปลายทาง จากนั้นส่งต่อไปยังวงจร RS - 232 - C Port เพื่อส่งต่อไปยังอุปกรณ์ภายนอก

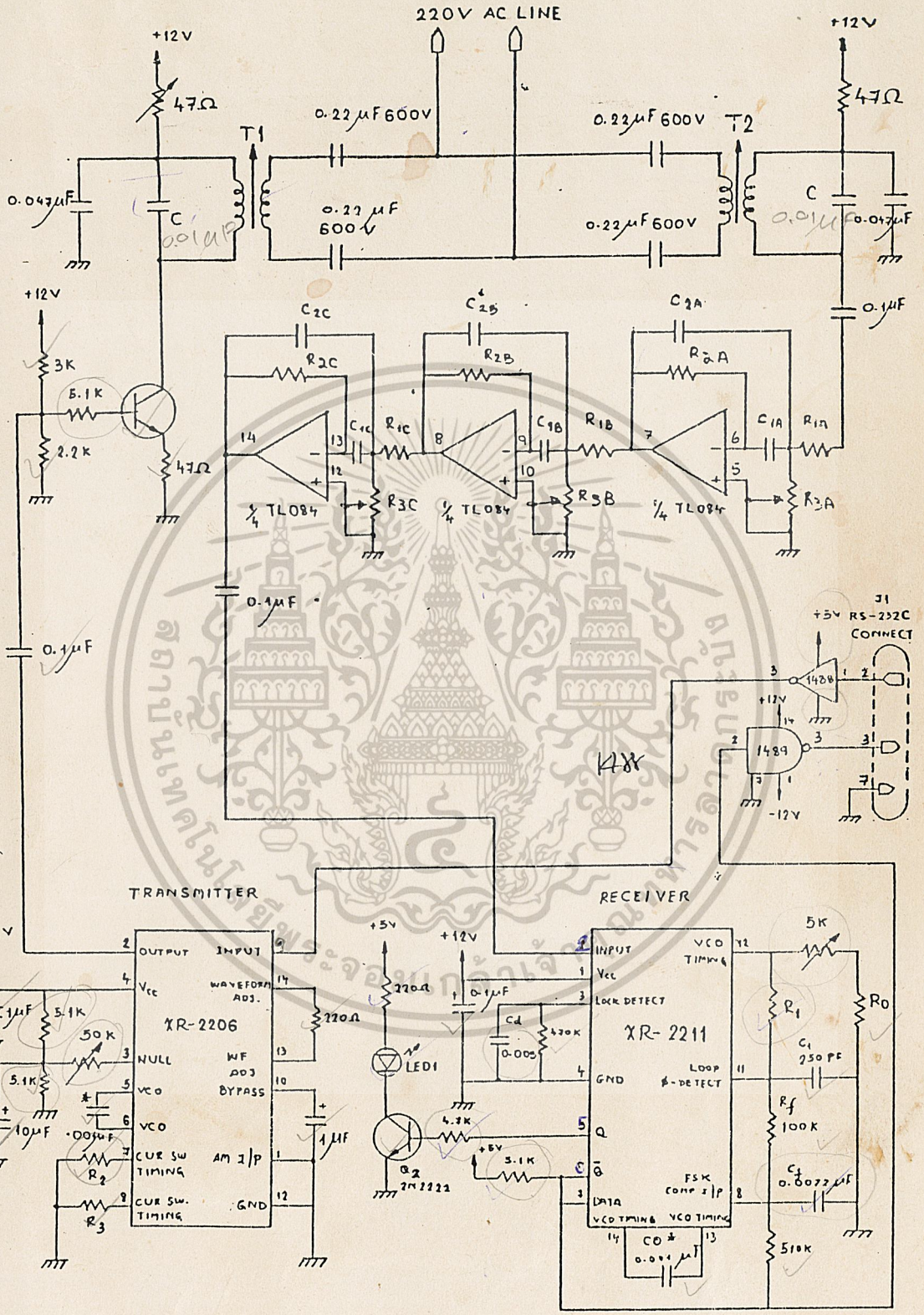
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.1 Block Diagram

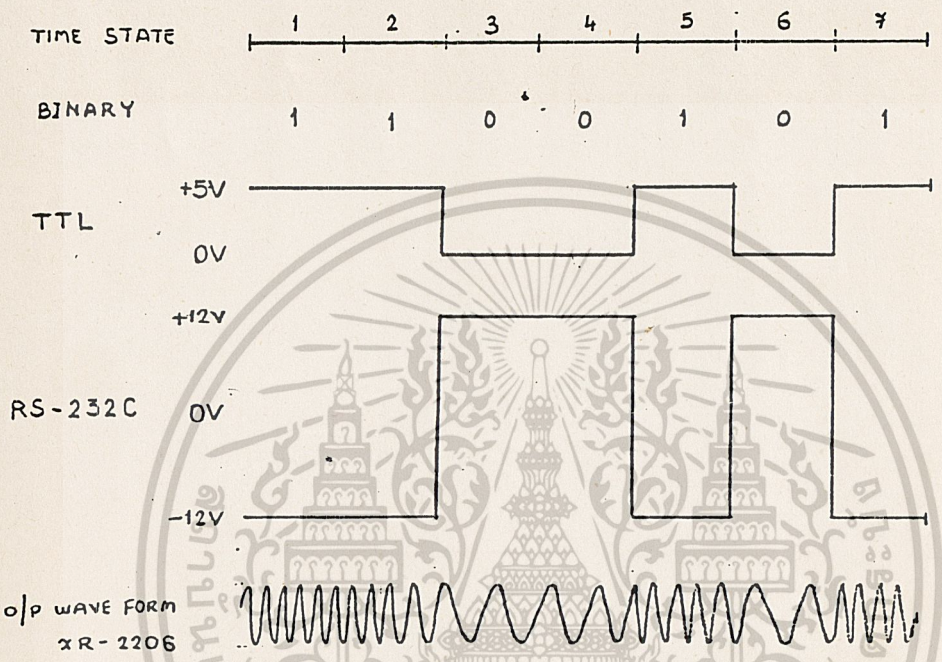
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

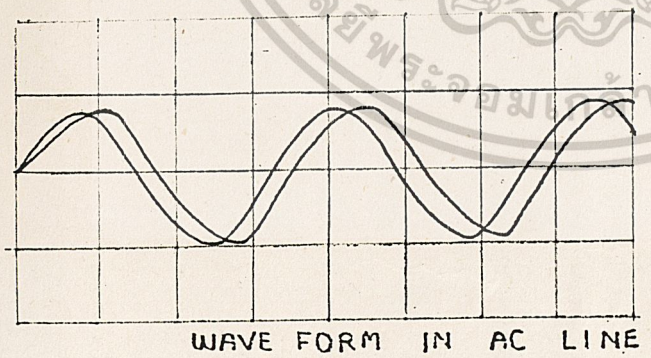

FSK
MODULATOR
90KH$_z$/95KH$_z$
AMP
TUNE
CCT
RS-232C
J1
RS-232C
INTER-
FACE
FSK
DEMODULATE
80KH$_z$/85KH$_z$
BAND
PASS
FILTER
TUNE
CCT
220VAC
HOUSE WIRING
TUNE
CCT
BAND
PASS
FILTER
FSK
DEMODULATE
90KH$_z$/95KH$_z$
RS-232C
J1
RS-232C
INTER-
FACE
TUNE
CCT
AMP
FSK
MODULATOR
80KH$_z$/85KH$_z$



	ORIGINATE		ANSWER		ANSWER	ORIGINATE
	R_2	R_3	R_2	R_3		
VALVE	11.76 K	12.5 K	10.53 K	11.11 K	R_1 170 K	191 K
					R_0 10 K	9.1 K
FREQ	85 KH_2	80 KH_2	95 KH_2	90 KH_2	f_0 87.5 KH_2	92.5 KH_2

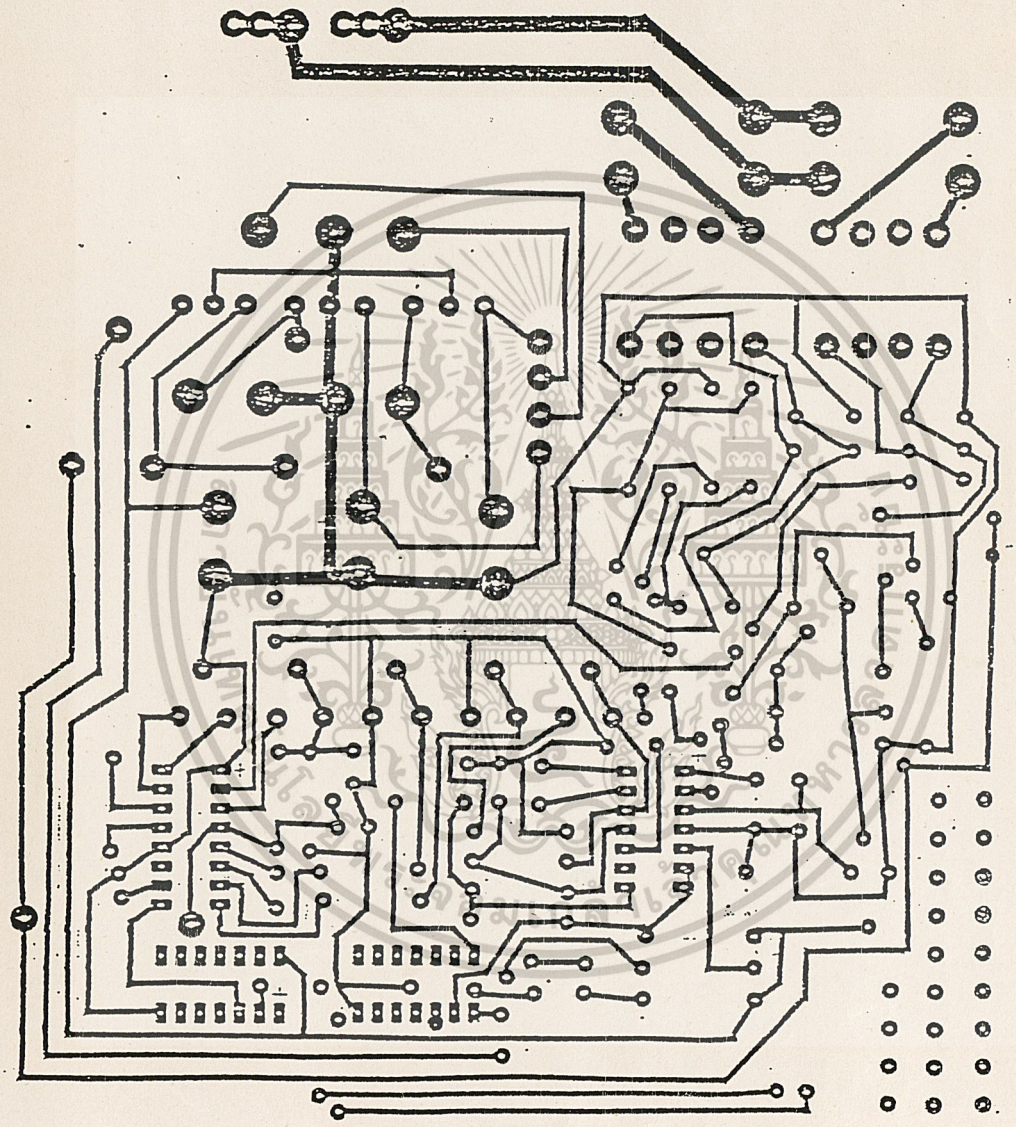
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



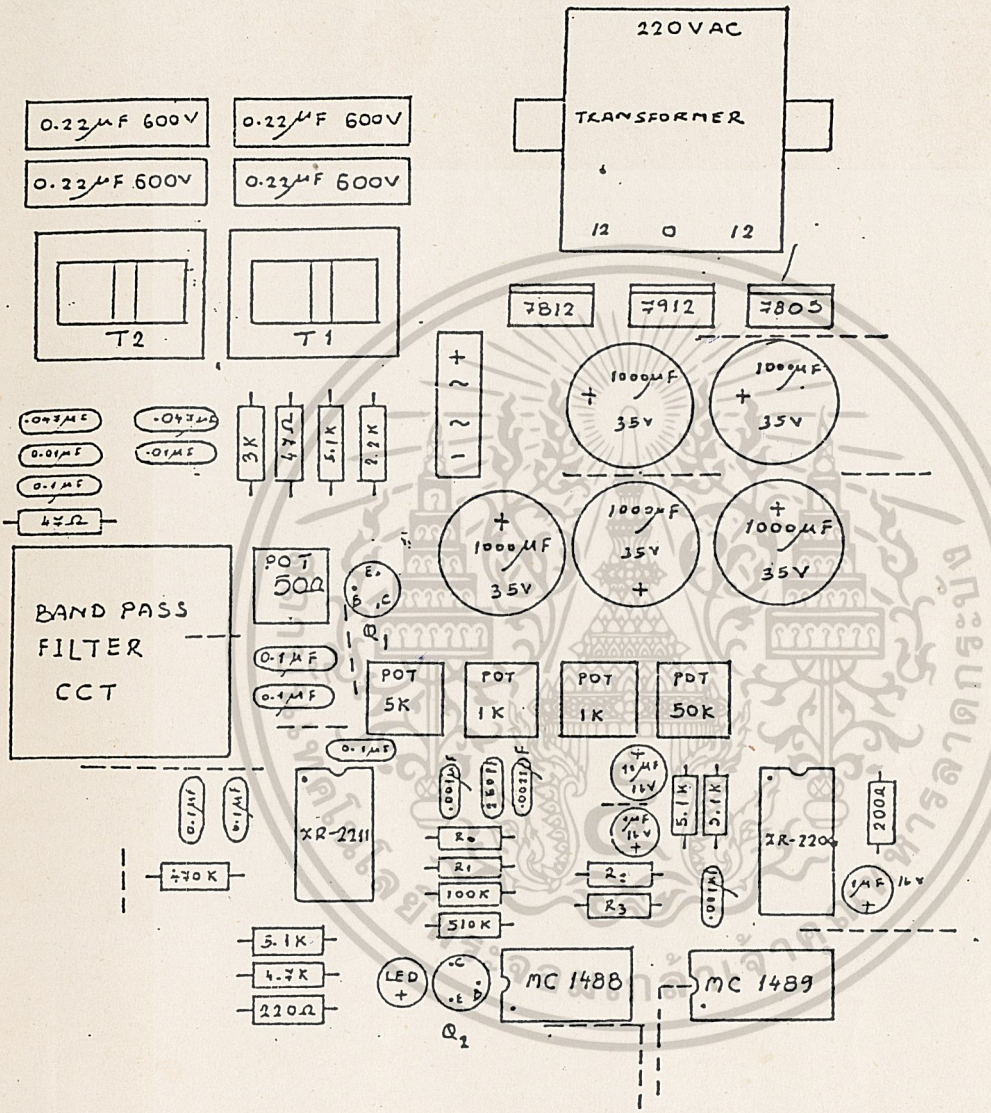


WAVE FORM IN AC LINE

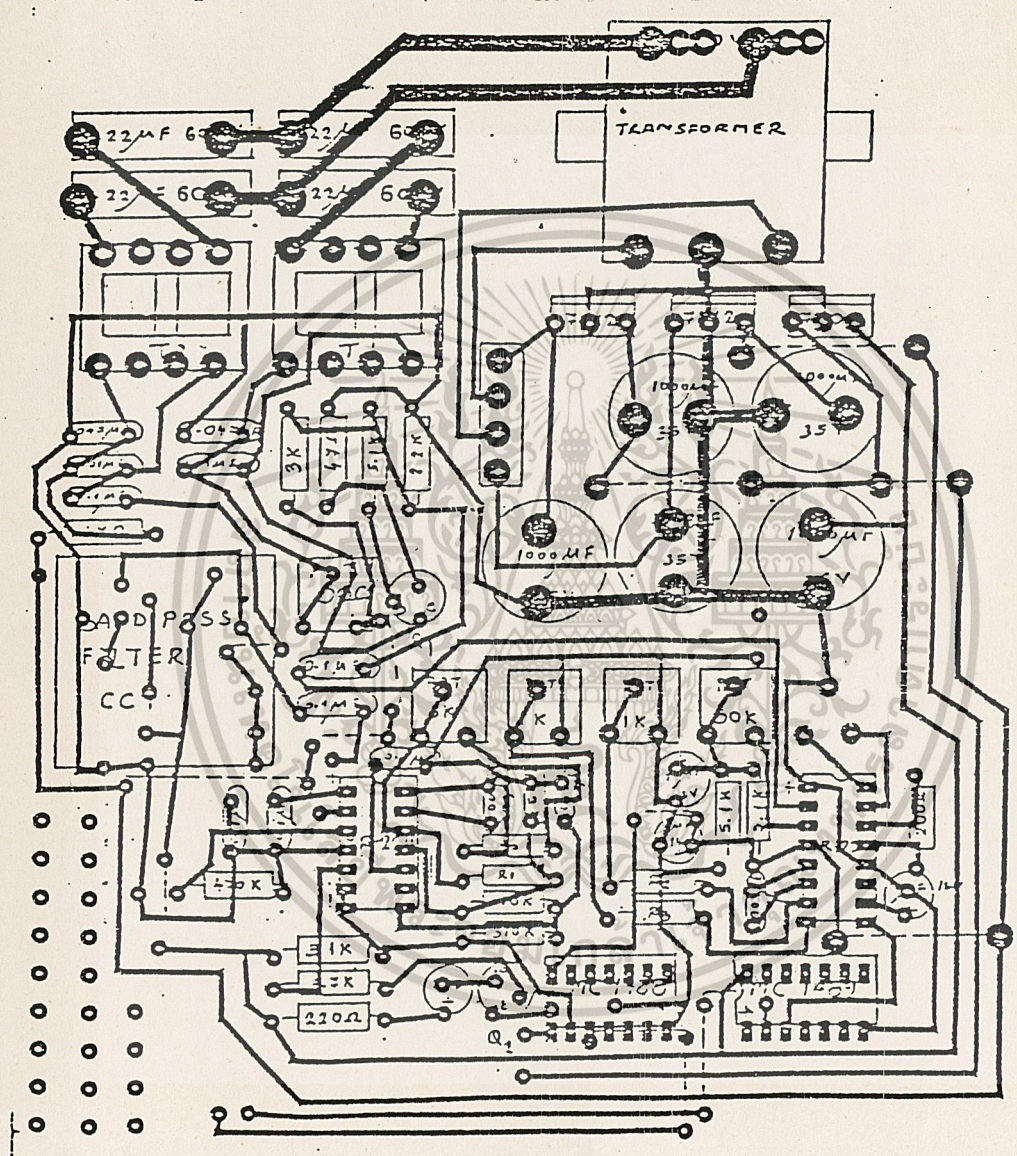
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

IC XR-2206

เป็นอุปกรณ์ อีเล็คทรอนิกส์ที่ใช้ในการสร้างความถี่ ซึ่งผลิตโดย บริษัท Exar Integrated Systems โดยที่อุปกรณ์ตัวนี้สามารถที่จะผลิตความถี่ Sine, Sguare, Triangle และ Pulse wave forms มีเสถียรภาพสูงให้ความแน่นอนเชื่อถือได้ สำหรับ Out put Wave form สามารถที่จะปรับระดับแรงดัน (Amplitude) และความถี่ผสมผสาน (Moudlate) โดยอาศัยแรงดันมาจากภายนอก ความถี่ที่อุปกรณ์ตัวนี้สามารถผลิตได้อยู่ในช่วง 0.01 Hz ถึง 1 MHz ความถี่ของการ Sweep เกินกว่า 2000 : 1 ช่วงของความถี่แล้วยังมีผลน้อยมากต่อสัญญาณรบกวน (Distortion)

การประยุกต์ใช้งานได้อีกหลายอย่าง เช่น

- Wave form Generation
- Sweep Generation
- AM/FM Generation
- V/F Conversion
- FSK Generation
- Phase Locked Loops (VCO)

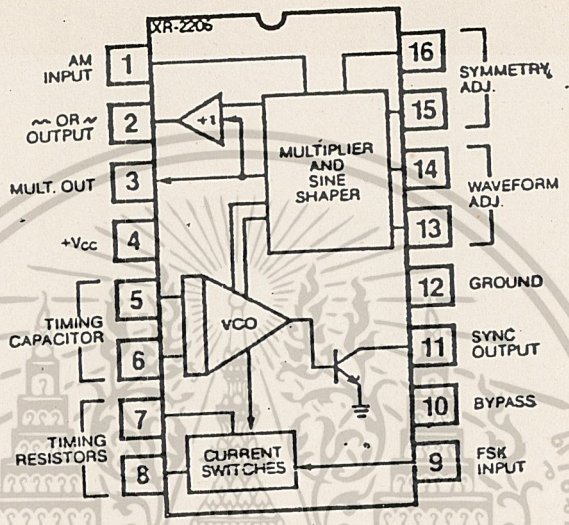
การประเมินค่าสูงสุดตามคุณลักษณะมีดังนี้

Power Supply	26 V
Power Dissipation	750 mw
Derate Above 25 Deg.C	5 mw/Deg.c
Total timing Current	6 ma
Storage Temperature	-65 Deg.c to +150 Deg.c

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

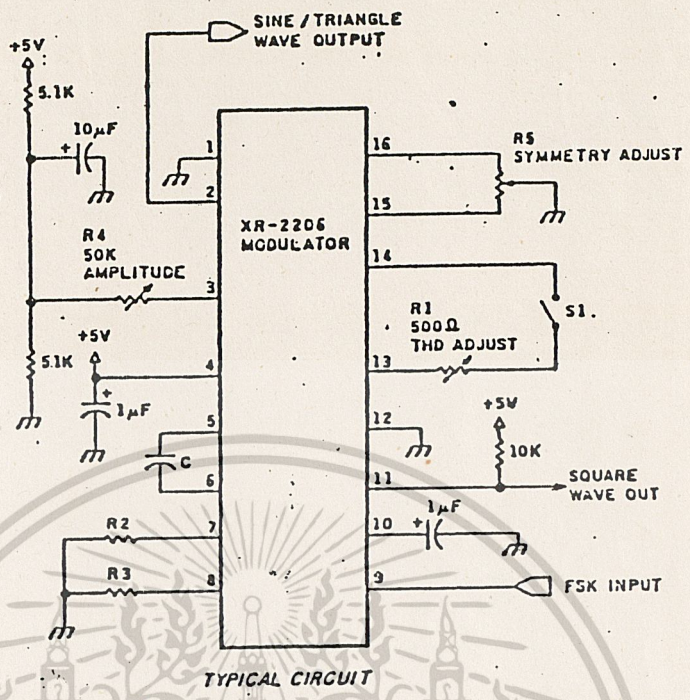
โครงสร้างของ IC XR-2206

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



ประกอบไปด้วย 4 Block ใหญ่ ๆ คือ Voltage-Controlled Oscillator (VCO), Analog multiplier และ Sine-shaper, A unity gain buller Amplifier, และ Set of current switches VCO นั้นจะผลิตความถี่ออกทาง Output ที่มีสัดส่วนเป็นไปตามกระแส Input ที่ซึ่งความถี่ที่ผลิตนั้นจะถูกกำหนดโดยค่า R และ C โดยต่อเทียบกับ Ground สำหรับรายละเอียดอื่น ๆ และตัวอย่างของการนำไปใช้งานให้ได้ในคู่มือที่แนบมา จากนี้จะขอกล่าวถึงวงจรตัวอย่างที่ใช้ในการทำโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



TYPICAL CIRCUIT

วงจรที่ใช้ในการทดลอง Modulation

ความถี่ที่สามารถจะถูกเลือกได้ด้วย R_2, R_3 และ C ระหว่างขา 5,6,7 และ 8 สัญญาณ FSK Input จะถูกป้อนเข้ามาที่ขา 9 ในที่นี้เรากำหนดความถี่ในกรณีที่ระดับสัญญาณ "1" เข้ามาที่ขา 9 ได้จาก

$$f_H = \frac{1}{R_2 C}$$ และระดับสัญญาณ "0" มีความถี่

$$f_L = \frac{1}{R_3 C}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดย R_2 และ R_3 มีค่าเป็น Ohm สำหรับ C มีค่าเป็น Farads R_2 และ R_3 มีอยู่ระหว่าง 10 K.ohm ถึง 100 K.ohm และ C เป็นพวก โพลีคาร์บอเนต (Polycarbonate), โพลีสไตล์ลีน (Polystyrene) หรือ ไมล่าร์ (Mylar) สำหรับอุณหภูมิที่คงที่ เราได้เลือกใช้ C = 0.001 Mocro F.

ในกรณีที่ใช้ความถี่	85	KHz	ใช้	R_2	=	11.76	Kohm
ในกรณีที่ใช้ความถี่	95	KHz	ใช้	R_2	=	10.53	Kohm
ในกรณีที่ใช้ความถี่	80	KHz	ใช้	R_3	=	12.50	Kohm
ในกรณีที่ใช้ความถี่	90	KHz	ใช้	R_3	=	11.11	Kohm

สำหรับในกรณีที่ใช้ R_2 และ R_3 ควรใช้ค่าผิดพลาด -1% หรืออาจใช้ความต้านทานปรับค่าต่อรวมเข้าไปด้วยกับค่าที่มีความผิดพลาด 5% จึงจะทำให้เกิดค่าใกล้เคียง เราจะต้องพิจารณาค่าของ R_2 และ R_3 ด้วย จึงมีผลต่อ ฮาร์โมนิค (Harmonic) รวม ในกรณีที่ใช้ในการทดลองนี้ ที่เปอร์-เซ็นต์ดีสทอร์ชั่น (Distortion) ต่ำ ๆ ไม่มีผลเกิดขึ้น R_5 ที่ต่อระหว่างขา 15 และ 16 เป็นการปรับค่าให้ได้รูปคลื่นสมมาตรกัน ซึ่งอาจจะลอยไว้โดยไม่ต่ออะไรก็ได้ สำหรับ R_1 ใส่ไว้เผื่อเป็นตัวปรับร่างที่สวยงาม เราอาจจะใช้ R_1 =200 โอห์มใส่แทนที่ไว้ โดยตลอดสำหรับ Output ที่ออกมาจากขา 2, 3 และ 11 แต่เราใช้เอาท์พุทที่ขา 2 อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ใช้นั้นจะต้องมีเสถียรภาพต่อความถี่ดีพอ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IC-XR-2211

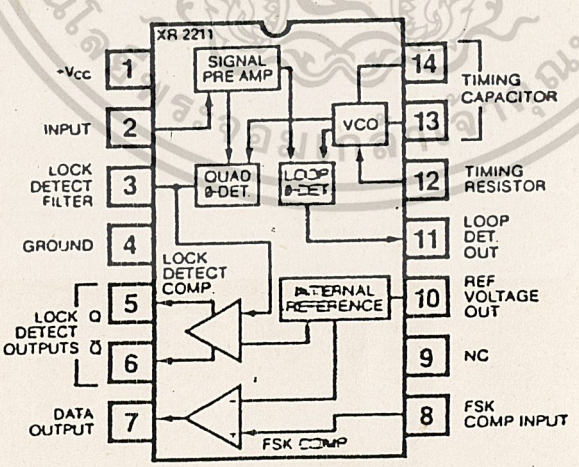
เป็น IC phase-locked loop (PLL) ได้ถูกออกแบบมาเพื่อปรับข้อมูลโดยเฉพาะ และเหมาะอย่างยิ่งสำหรับ FSK Application มันทำงานในช่วงของแรงดันที่กว้างมากคือตั้งแต่ -4.5 ถึง 20 V. และช่วงของความถี่ที่สามารถทำได้คือ 0.01 Hz ถึง 300 KHz และยังสามารถที่ใช้กับสัญญาณอินพุทที่เป็นอนาล็อค (Analog) 2 mV และ 3 mV นอกจากนี้แล้วยังใช้ร่วมกับอุปกรณ์มาตราฐานได้อีก เช่น บวก DTL, TTL และตระกูล ECL

สามารถที่จะประยุกต์ไปใช้เป็นอย่างอื่น เช่น

- FSK Demodulation
- Data Synchronization
- Tone Decoding
- FM Detection
- Carrier Detection

โครงสร้างของ XR-2211

FUNCTIONAL BLOCK DIAGRAM



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากโครงสร้างจะประกอบด้วยส่วนต่าง ๆ โดยมีหลักใหญ่คือ PLL ซึ่งเป็นโครงสร้างมาจาก Input Preamplifier ผลคูณทางอนาล็อคใช้ phase detector และหลักการวิธีของ VCO Preamplifier จะใช้โดยมีขีดจำกัดที่อินพุทไม่เกินไปกว่า 2 mV rms เป็นภาคขยายที่จะคงที่ในระดับของสัญญาณอินพุทสูง ๆ ของ phase detector นั้นใช้ digitalexclusive – OR GATE ที่เอาท์พุทจะให้ผลรวมออกมาและความถี่ที่แตกต่างกันของ Input และ VCO เอาท์พุท VCO นั้นเป็นการใช้กระแสควบคุมการผลิตความถี่ สำหรับ f_o นั้นถูกกำหนดโดย R_o กับ Ground และกระแสที่มาจาก phase detector

Reference Voltage V_r (ขาที่ 10) เป็นขาที่มี bias ภายในที่แรงดันเปรียบเทียบโดย

$$V_r = \frac{V^+}{2} - 650 \text{ mV}$$

ระดับแรงดัน DC ที่ขานี้จากแรงดันเปรียบเทียบ ภายในไปเป็นระดับของแรงดันที่ขา 5, 8 11 และ 12 ที่ขา 10 นี้อาจจะใช้ C o.1 Micro F. มาต่อไว้กับ Ground เพื่อ bypass ให้วงจทำงานสม่ำเสมอ

Loop Phase Detector Output (ขาที่ 11) ที่จุดนี้เป็นเอาท์พุทที่มีค่าความต้านทานสูง ใช้สำหรับ loop phase detector PLL ก็จะมี Loop filter เป็นแบบโดย R_1 และ C_1 ที่ต่ออยู่ที่ขา 11 กรณีที่ยังไม่สัญญาณอินท์พุทหรือไม่มี phase error กับ PLL ระดับแรงดัน DC นี้ก็จะใกล้เคียงกับ V_r

VCO control Input (ขาที่ 12) VCO นี้เป็นความถี่ที่วิ่งได้ตลอดเวลา ซึ่งจะคำนวณหาค่าได้โดย external timing resistor (R_o), ความถี่ที่ขาหาได้มาจากสูตร

$$f_o = \frac{1}{R_o C_o} \text{ Hz}$$

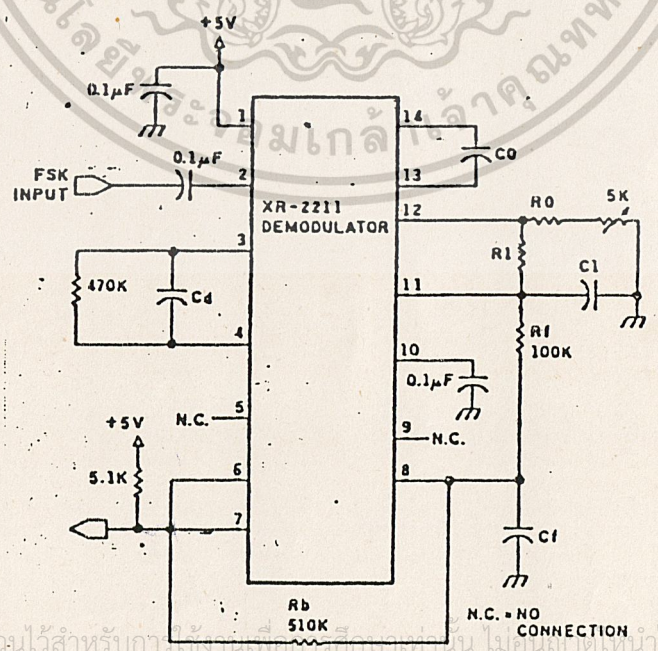
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดที่ C_o เป็น Timing Capacitor คร่อมอยู่ที่ขา 13 และ 14 เพื่อเสถียรภาพของการทำงานเขาจึงกำหนดให้ R_o อยู่ในช่วง 10 K.ohm ถึง 100 K.ohm และที่ขา 12 นี้มีค่าความต้านต่ำ

VCO Timing Capacitor : (ขา 13 และ 14) ความถี่ VCO ที่จะเป็นสัดส่วนกับค่า C ภายนอก และอาจจะใช้ค่าความจุในย่าน 200 พิคโคฟารัด ถึง 10 ไมโครฟารัด

VCO Frequency Adjustment : สามารถที่จะปรับแต่งโดยต่อความต้านทานปรับค่าอนุกรมกับ R_o ที่ขา 12

สำหรับการประยุกต์ใช้ต่าง ๆ ให้ดูจากคู่มือที่แนบมาด้วย ในการทดลองขั้นแรกของการทำงานนั้นความถี่ศูนย์กลางของ demodulate จะถูกผ่านไปได้ที่ศูนย์กลางของความถี่ที่เราได้กำหนดการตีเทด (detect) เอาไว้ กล่าวคือ พาสแบนด์ที่เรากำหนดไว้โดยสัญญาณคู่ที่มีความถี่ 80/85 KHz และ 92.5 KHz เราสามารถที่จะคำนวนค่า Commpound ต่าง ๆ ได้โดยใช้สูตร โดยทั่วไป R_o จะอยู่ในช่วง 10 K.ohm ถึง 100 K.ohm แต่ค่าที่ใช้เราจะเป็นผู้กำหนดเอง บ่อยครั้งที่ผลออกมาแล้วทำให้ค่า f_o มากเกินไปจากการคำนวน เราจึงต้องการใช้ R ปรับค่าต่อเข้าช่วยเล็กน้อย สำหรับ C_o ใช้ 0.001 ไมโครฟารัด จากนั้นคำนวณหาค่า R จะได้ค่า R = 12.12 K.ohm และ 10.81 K.ohm จากการคำนวณออกมาจะเห็นว่าค่าเหล่านี้หาซื้อยากตามท้องตลาดจึงใช้ R ปรับค่าได้ประมาณ 5 K.ohm มาอนุกรมกับ R ที่หาซื้อได้ง่าย เช่น 10 K.ohm และ 9.1 ohm เข้าไปแทนที่



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6

วงจรและคัพเปลอร์ (Tune and Coupler Circuit)

อุปกรณ์ต่าง ๆ ในวงจรและคัพเปลอร์นี้นอกจากทำหน้าที่รับสัญญาณแล้ว ในการสร้างวงจรส่วนที่รับสัญญาณจากสายไปป้อนส่งกำลังนั้นยังสร้างให้มีหน้าที่ต่าง ๆ ดังนี้ (ดูรูปวงจรประกอบในบทที่4)

1. <u>ส่วนที่เป็นวงจรจูน</u> หม้อแปลง T2 และแคปปาซิเตอร์ C ซึ่งประกอบกันขึ้นมาทำงานเป็นวงจรจูนแบบ RLC

2. <u>ส่วนป้องกันแรงดันจากสายส่งกำลัง</u> คือแคปปาซิเตอร์ 0.22 ไมโครฟารัด 600 โวลท์ ทำหน้าที่ตัดแรงดันสูงจากสายส่งกำลังเนื่องจากค่าความต้านทานสูงต่อความถี่ต่ำ

3. <u>ส่วนป้องกันสัญญาณ 50 ไซเกิล (Hz)</u> คือหม้อแปลง T2 ของวงจรจูนเช่นกันเนื่องจากแกนหม้อแปลงเป็นเฟอร์ไรท์ (Ferrite) จึงตัดสัญญาณ 50 ไซเคิลได้ อีกทั้งการพันหม้อแปลงนี้เป็นการพันแบบแยกขดกันจึงตัดการคัปปลิ้ง (Coupling) ระหว่างขดของสัญญาณ 50 ไซเคิลได้

การสร้างหม้อแปลงรับสัญญาณ

- ใช้แกนเฟอร์ไรท์ เพื่อให้ทำงานที่ย่านความถี่สูงที่เราใช้ในการรับส่งสัญญาณและป้องกัน 50 ไซเคิลจากสายส่งกำลัง
- ใช้แกนแม่เหล็กที่ครบลูปแม่เหล็ก เช่นใช้แกน E, I เพื่อเพิ่มค่าควอลิตี้แฟกเตอร์ (Quality factor) ทำให้แบนด์วิด (Bandwidth) แคบลง
- ใช้เทอร์เรโทร (Turn Ratio) ที่สูงเพื่อลดค่าผลการะทบของวงจรภายนอกที่เราไม่สามารถควบคุม ค่าอินดักแตนซ์ หรือ แคปปาซิแตนซ์ที่เกิดขึ้นในสายส่งกำลัง
- ในการพันขดลวดควรพันแบบแยกขดกันเพื่อ
  1. ตัดการรบกวนจาก 50 ไซเกิลที่จะเหนี่ยวนำระหว่างขดลวด
  2. เพื่อความปลอดภัยจากแรงดันสูงไม่ให้เข้ามาสู่วงจรในกรณีช็อตรอบ

สมการหลักในการคำนวน

$$W_r = \frac{1}{\sqrt{LC}}$$

$$B = \frac{1}{RC}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การวัดค่าอินดัคแตนซ์และควอลิตี้แฟคเตอร์

ในขดลวดจริงนั้นมีค่าสูญเสียซึ่งแทนค่าความต้านทาน (R_p) ต่อขนานอยู่กับค่าอินดัคแตนซ์ ค่าความต้านทานนี้มีผลกับแบนด์วิดซ์ (Bandwidth) ซึ่งเราไม่สามารถหลีกเลี่ยงที่จะต้องวัด เพื่อควบคุมค่าความต้านทานนี้ให้ได้ ในการวัดเราอาจใช้บริด (Bridge), คิวมิเตอร์ (Q-meter) หรือ อาร์แอลซีมิเตอร์ (RLC meter) ก็ได้ ซึ่งเครื่องมือเหล่านี้จะให้ค่าในเทอมของ Q, W และ L

ค่าคิวแฟคเตอร์ในวงจรอนุกรม

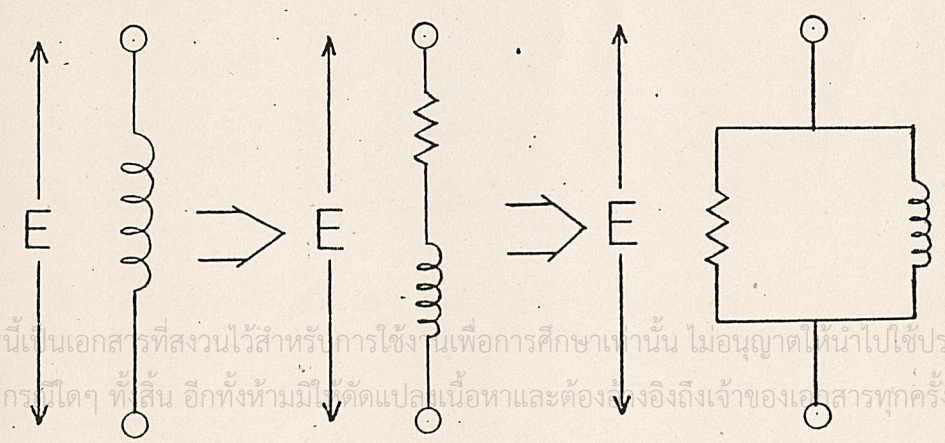
$$Q_s = \frac{\text{Reactive Power}}{\text{Real Power}} = \frac{I^2 X L_s}{I^2 R_s} = \frac{WL_s}{R_s}$$

ค่าคิวแฟคเตอร์ในวงจรขนาน

$$Q_p = \frac{E^2/XL_p}{E^2/R_p} = \frac{R_p}{WL_p}$$

ค่าแบนด์วิดซ์ $B = \frac{1}{R_p C}$

รูปที่ 6.1 แสดงวงจรเทียบเท่าของขดลวด



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การเปลี่ยนค่าของ Q_s, L_s, R_s เป็นรูปแบบของ Q_p, L_p, R_p

การแปลงค่าต่างในที่นี้ให้เป็นค่าเทียบเท่า (Eqvivalent) ต้องแปลงที่ความถี่เดียวกัน

$$\frac{1}{R_s + jWL_s} = \frac{1}{R_p} \quad \frac{1}{jWL_p}$$

คอนดูเกทซ้ายมือ:

$$\frac{R_s}{R^2 + (WL_s)^2} - \frac{jWL_s}{R^2S + (WL_s)^2} = \frac{1}{R_p} + \frac{1}{jWL}$$

ดังนั้น

$$\frac{1}{R_p} = \frac{R_s}{R^2_s\ (WL_s)^2}$$

$$R_p = R_s \{ 1 + (WL_s/R_s)^2 \}$$

$$R_p = R_s \{ 1 + (Q_s)^2 \}$$

$$\frac{1}{jWL_p} = \frac{-jWL_s}{R^2_s + (WL_s)^2}$$

$$L_p = \frac{(R_s)^2 + (WL_s)^2}{W^2 L_s}$$

$$L_p = L_s \{ \frac{(R_s)^2}{W^2 (L_s)^2} + 1 \}$$

$$L_p = L_s \left(1 + \frac{1}{(Q_s)^2} \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่า $Q_p = Q_s$ เมื่อค่าของ Q มากกว่า 10 ซึ่งสามารถทำให้สมการง่ายขึ้นดังนี้

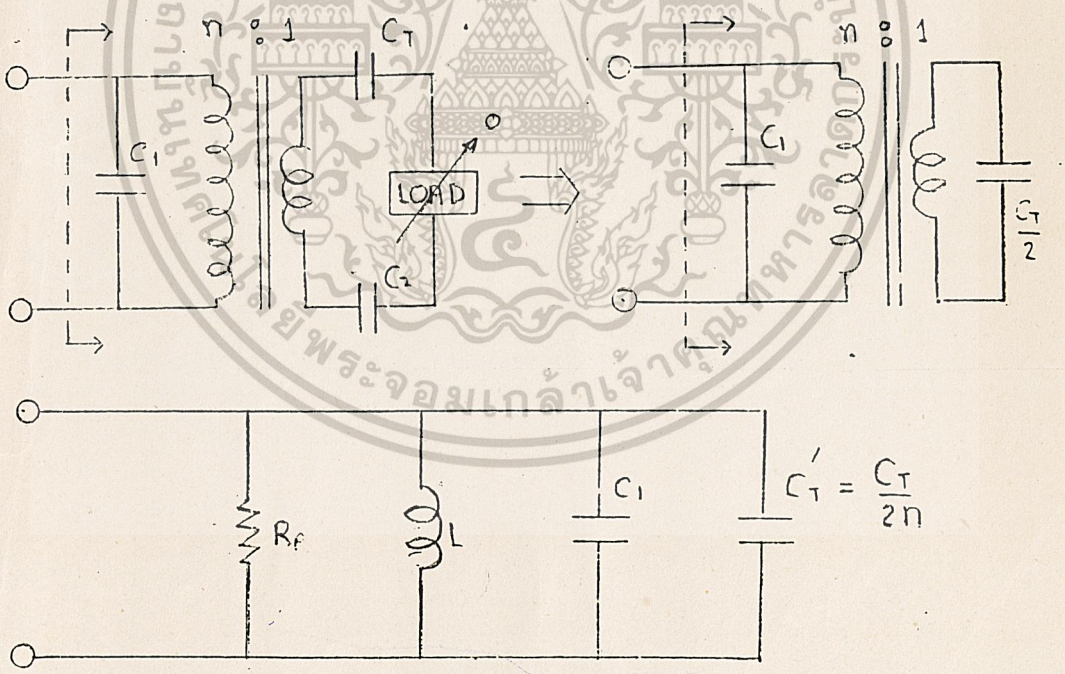
$$R_p = R_s Q^2$$

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

$$Q = \frac{WL_s}{R_p} = \frac{R_p}{WL_p}$$

การคำนวณหม้อแปลงและการกำหนดค่าแคปปาซิแตนซ์

จากวงจรเราจะกำหนดให้ค่าอิมพีแดนซ์ของสายไฟฟ้าส่งกำลังมีค่าต่ำมากจนถือว่าเป็นศูนย์ ด้วยเหตุผลที่ว่า ในวงจรไฟฟ้าย่อมมีโหลด (Load) และ R , L , C ซึ่งเราไม่สามารถคาดได้ว่าช่วงเวลาใดค่าต่าง ๆ เหล่านี้จะเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร ในการคำนวณเราจึงคิดให้ค่า R มีค่าต่ำมากส่วนค่า L และ C หักล้างกันเป็นศูนย์



รูปที่ 6.2 Equivalent RLC Resonance Circuit

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวงจรเราใช้ แคปปาซิเตอร์คัปปลิ้ง (Coupling) กับสายส่งกำลังค่า 0.22 ไมโครฟารัด (Micro F.) 2 ตัว

$$C'_t = \frac{C_t}{2n}$$

ค่า Tranfer Capacitance

$$C'_t = \frac{0.22}{2n^2} = \frac{0.11}{n^2} \text{ ไมโครฟารัด}$$

เราจะสามารถกำหนดค่า C_1 ได้จาก $= C - C'_t$

โดยที่ค่า C ได้มาจากการกำหนดค่าความถี่เรโซแนนซ์ (Wr) และค่า L ที่วัดได้จากการทดลอง ไปแทนค่าในสูตร

$$W_r = \frac{1}{LC}$$

$$L = \frac{1}{(Wr)^2 C}$$

ค่า Transfer Capacitance นี้จะใช้เป็นค่าต่ำสุดของแคปปาซิแตนซ์ที่จะสามารถเป็นไปได้ของวงจรจูน ดังนั้นค่าอินดัคแตนซ์ (Inductance) สูงสุดที่จะได้จากการจัดหม้อแปลงต้องไม่เกินค่านี้ที่ความถี่เรโซแนนซ์ค่าหนึ่ง ๆ

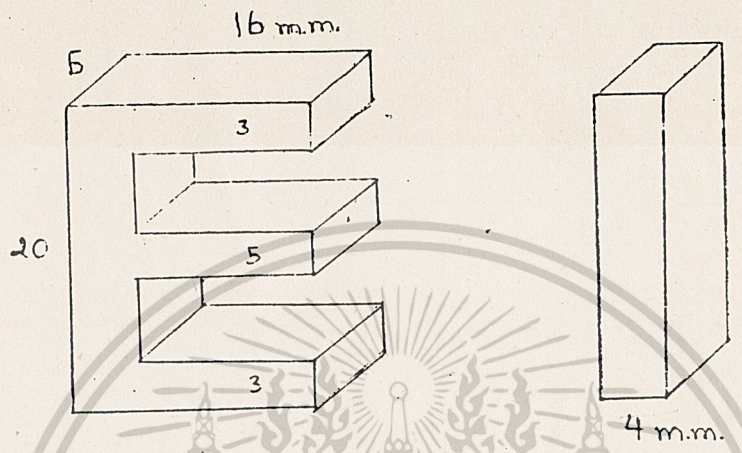
ในการทดลองจัดหม้อแปลงนี้เราใช้เครื่องมือวัดค่า R, L, C ของ Phillip Model PM6303 ในวงจรนี้ ใช้ความถี่เรโซแนนซ์ที่

82.5 กิโลเฮิร์ท สำหรับวงจรจูนของชุด Answer และ

92.5 กิโลเฮิร์ท สำหรับวงจรจูนของชุด Originate

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การกำหนดค่าความถี่เรโซแนนซ์ 82.5 และ 92.5 กิโลเฮิร์ท ก็เพราะเป็นค่ากึ่งกลางของความ 80, 85 กิโลเฮิร์ทและ 90, 95 กิโลเฮิร์ทตามลำดับ



ตารางที่ 6.1 ผลการทดลองในการพันหม้อแปลง

Turn ratio	n	ทาง Primary						ค่า C ที่ความถี่	
		Q_s	R_p ohm	R_s ohm	L_p ไมโครHenry	L_s ไมโครHenry	$C_t = \frac{0.11}{n^2} * 10^3$ (nF)	82.5 KHz	92.5
12:4	3	7.1	14.2	0.274	317.2	311.1	12.22	11.7	9.3
15.3	5	9.17	28.82	0.338	499.7	493.9	4.4	7.5	6
16.2	8	10.8	38.23	0.325	564.6	560.1	1.72	6.59	5.2
18.2	9	11.8	58.65	0.415	787.4	781.8	1.36	4.73	3.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากที่กล่าวมาจะเห็นว่าค่า n จะมีผลกระทบต่อ C_t ในความเป็นจริงแล้วค่า C_t นี้จะมีโอกาสเปลี่ยนตามค่าแคปปาซิแตนซ์ไม่เว้นในสายไฟฟ้าส่งกำลังได้เว้นดังนั้น เราจึงควรเลือกค่า n ให้สูงเพื่อว่าค่า C_t จะได้ลดต่ำลงเมื่อ C_t ต่ำจะทำให้กำหนดค่า C_1 ได้มากขึ้น ดังนี้นความเปลี่ยนแปลงของ C_t มีผลกระทบกับ Center frequency ของวงจรจูนน้อยลง อีกทั้งเมื่อค่า n มากขึ้นจะทำให้ R_p ของวงจรสูงขึ้นซึ่งจะทำให้ลด Band Width ลงอีกด้วย

จากตารางผลการทดลองพันหม้อแปลงจะพบว่าขอลวด 16:2 เป็นขดลวดที่เหมาะสมที่สุดในที่นี้เพราะให้ค่า Q ได้สูงประมาณ 10 ซึ่งค่า C_t ไม่เกินค่า C ที่ความถี่หนึ่ง ๆ และค่าความแตกต่างของ C_t กับ C มีค่าสูงกว่าค่าอื่น ๆ

สรุปการพันหม้อแปลง

1. ค่าแบนด์วิดที่ได้มีค่าประมาณ 10 KHz (จาก $B = \frac{Wr}{Q}$) ซึ่งทำให้ย่านของความถี่ที่ผ่านเข้ามาค่อนข้างกว้างกว่าที่ต้องการ จึงจำเป็นต้องใช้วงจร Band Pass Filter เข้ามาแยกความถี่ในภาครับ
2. ค่า Turn Ratio ที่ต่ำทำให้มีนอยส์ (Noise) จากสายไฟฟ้าส่งกำลังเข้ามารบกวนในระบบมาก อัตราส่วนจำนวนรอบที่ควรใช้ ควรจะเป็นอัตราส่วนที่สูง หรือวัดให้ได้ค่า Q ของหม้อแปลงตั้งแต่ 10 ขึ้นไป
3. แกนเฟอร์ไรท์ ชนิดที่ไม่ครบลูปแม่เหล็กคือมีส่วนที่เป็นแกนอากาศจะทำให้ค่า Q ไม่คงที่ และค่อนค่างต่ำแบนด์วิดจะกว้างมาก เมื่อนำมาใช้งานจะมีนอยส์เข้ามารบกวนในระบบมาก
4. ถ้าหากต้องการแบนด์วิดที่แคบลงกว่าที่ใช้นี้จะต้องใช้แกนเฟอร์ไรน์ครบลูปที่มีขนาดเพิ่มเท่าที่หน้าตัดของแกนน้อยลง ทำให้สามารถเพิ่ม Turn Ratio มากขึ้นได้ทำให้ค่า Q สูงขึ้นแบนด์วิดก็จะแคบลงมาด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

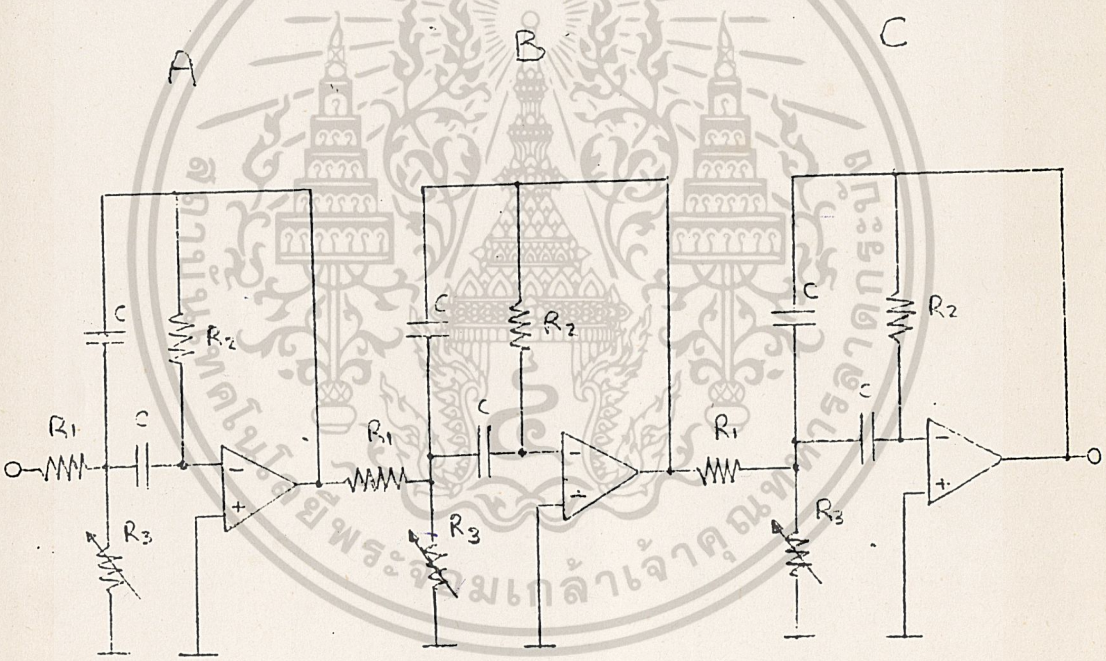
บทที่ 7

วงจร แบนด์พาสฟิลเตอร์

(Band Pass Filter)

การใช้งานวงจรฟิลเตอร์นั้นเรากำหนดให้เป็นส่วนของอินพุท (Input) ก่อนเข้าวงจรมอดูเลเตอร์ สัญญาณรบกวนใดๆ ที่จุดนี้จะมีผลกับคุณภาพของวงจร สำหรับ IC เบอร์ XR-2211 ที่จะทำงานที่ค่าความผิดพลาดต่ำแล้ว ค่าสัญญาณอินพุทควรสูงกว่าค่าสัญญาณรบกวนอย่างน้อย 6 db

รูปแบบวงจรใช้งานจริงและค่าอุปกรณ์เป็นดังนี้



รูปที่ 7.1 วงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 7.1 อุปกรณ์และความถี่เรโซแนนซ์

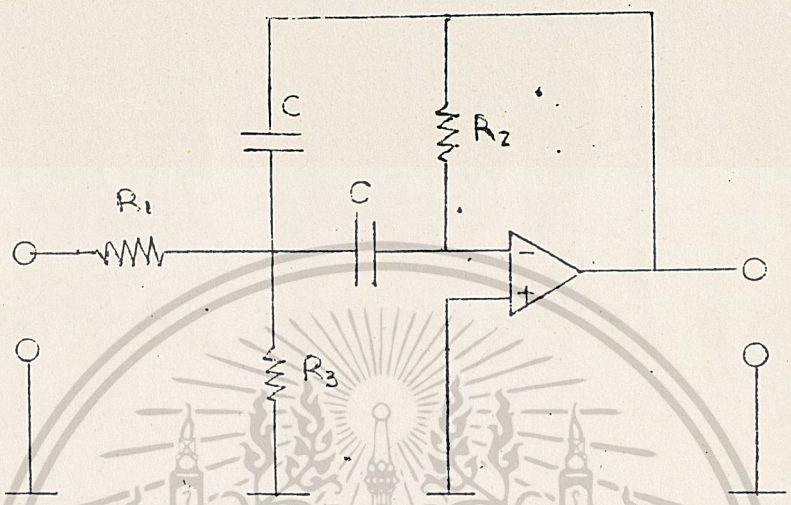
		FF KHz	W_o	R_1 Kohm	R_2 Kohm	R_3 Kohm	C nF	Ar g.
Originate	A	80	502.7K	9947	2487	100.5	1	2
	B	85	834.1K	9362	2341	95	1	2
	C	82.5	518.4K	9646	2411	97.4	1	2
Answer	A	95.8	597K	8377	2094	85	1	2
	B	90	565.5K	8842	2210	89.3	1	2
	C	92.5	581.2K	8603	2151	87	1	2

วงจรที่ใช้นี้เป็นแบบชีบิชชิฟิลเตอร์ (Chebychev Filter) ซึ่งมีวงจรที่เหมือนกันอยู่ 3 ภาค โดยกำหนดค่าความถี่เรโซแนนซ์ต่างกันตามตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์หลายฟิลเตอร์

(Bandpass Filter with multiple negetive feedback)



รูปที่ 6.2 วงจรเซฟบิชฟิลเตอร์

ความถี่เรโซแนนซ์ (Resonance frequency):

$$f_r = \frac{1}{2\pi C}\sqrt{\frac{R_1+R_3}{R_1R_2R_3}} \qquad (1)$$

เกนที่ความถี่เรโซแนนซ์ (Gain at f_r):

$$-A_r = \frac{R_2}{2R_1} \qquad (2)$$

แบนด์วิด (Band width):

$$B = \frac{1}{\pi R_2 C} \qquad (3)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ควอลิตี้แฟคเตอร์ (Q-factor):

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

จากสมการ (3):

$$C = \frac{1}{\pi R_2 B} \quad \text{หรือ} \quad R_2 = \frac{1}{\pi CB}$$

จากสมการ (2):

$$R_2 = 2R_1 A_r$$

แทนค่า C ในสมการ(1):

$$f_r = \frac{\pi R_2 B}{2\pi}\sqrt{\frac{R_1 + R_3}{R_1 R_2 R_3}}$$

แทนค่า R_2 :

$$f_r = \frac{2R_1 A_r B}{2}\sqrt{\frac{R_1 + R_3}{R_1 2R_1 A_r R_3}}$$

$$f_r^2 = B^2 \frac{(R_1 + R_3) A_r}{2R_3}$$

$$\frac{2f_r^2}{A_r B^2} = \frac{R_1}{R_3} + 1$$

$$R_1 = \left\{ \frac{2f_r^2}{A_r B^2} - 1 \right\} R_3 \qquad \text{_____(4)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การออกแบบ

1. กำหนดเกนของวงจรให้มีค่า 2

จะทำให้ทราบอัตราส่วนของ R_1, R_2, R_3

$$R_2 = 4R_1$$

$$R_3 = \frac{R_1}{(Q^2-1)}$$

2. แทนค่า R_1, R_3 ลงในสมการ 1 จะได้

$$W_c = \frac{Q}{2R_1}$$

3. -กำหนดค่า C เป็นค่านาโนฟารัด ตามค่าอุปกรณ์ที่มี

ในที่นี้กำหนดให้ C = 1 นาโนฟารัด

-กำหนดค่า Q ไม่ต่ำกว่า 10

ในที่นี้กำหนดให้ Q = 10

-จะได้ค่า R_1 ประมาณ 10 KOhm ทำการ tune R_3

ในทางปฏิบัติอาจใช้การทดลองเปลี่ยนค่า C และ R_1 ไปจนใกล้เคียงจุดที่ที่ ต้องการแล้วปรับค่า R_3

หรืออาจจะเขียนโปรแกรมคอมพิวเตอร์เช่น Lotus พร็อท (Plot) กราฟโดยเปลี่ยนค่า C และ R_1 โดยหาจุดตัดที่ตามค่าที่เราต้องการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

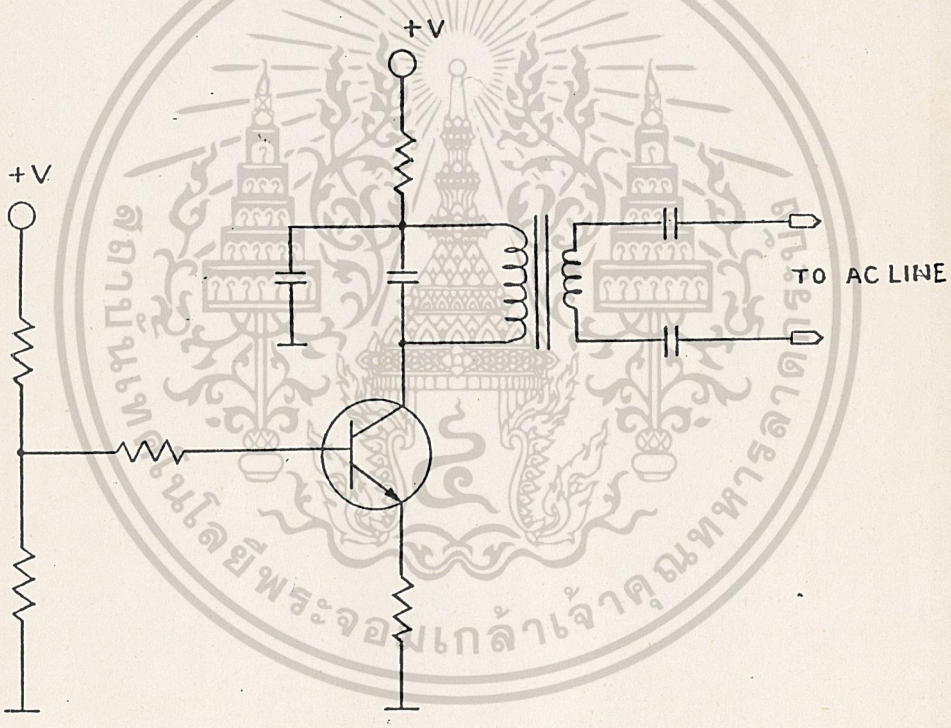
บทที่ 8

วงจรเอซีไลน์มอดดูเลชั่นและคัพเปลอร์

AC-Line Modulation and Coupler circuit

การออกแบบวงจรในส่วนนี้จุดใหญ่ก็คือชุด **Transformer** ซึ่งก็ใช้หลักการเดียวกับในภาครับ คือ สร้างให้เป็นวงจร RLC: เรโซแนนซ์ที่ความถี่ที่ต้องการจะส่งคือ

- ชุด **Originate** ตั้งความถี่เรโซแนนซ์ไว้ที่ 82.5 KHz
- ชุด **Answer** ตั้งความถี่เรโซแนนซ์ไว้ที่ 92.5 KHz



รูปที่ 8.1 แสดงวงจรขยายสัญญาณมอดดูเลทและคัพเปลอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุป

ผลจากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า

1. ค่าความถี่ที่กำหนดขึ้นสำหรับชุด **Originate** และ **Answer** ควรจะกำหนดให้มีย่านที่ห่างกันมากกว่า ค่าแตกต่างของความถี่ที่แทนค่า **Mark** และ **Space** ของแต่ละชุดอย่างน้อย 1 เท่าตัว เช่น

ชุด **Originate** ส่งค่า **Space** ที่ 80 KHz **Mark** ที่ 85 KHz

ชุด **Answer** ก็ควรตั้งความถี่ให้ห่างจากค่าของ **Originate** อย่างน้อย 10 KHz เช่นที่ความถี่ Space ที่ 95 KHz Mark ที่ 100 KHz เป็นต้น เหตุผลก็เพราะว่า ในการสร้างหม้อแปลงในวงจรจูนและ วงจรแบนด์พาสฟิลเตอร์นั้น ถ้าตั้งความถี่ให้ห่างกันจะทำให้ไม่ต้องกำหนดค่า **Q** ให้สูงจนเกินไป จะทำให้ง่ายต่อการออกแบบและปรับค่าต่าง ๆ แต่สิ่งที่ต้องคำนึงถึงอย่างหนึ่งคือ ความถี่ที่กำหนดขึ้นมานั้น จะต้องไม่ใช่ค่า ที่เป็น ฮาโมนิก **(Harmonic)** ซึ่งกันและกัน

2. การออกแบบวงจรแบ็นด์พาสฟิลเตอร์นั้นในทางปฏิบัติถ้าจะให้สะดวกในการหาค่าอุปกรณ์ที่มีอยู่และได้ค่าที่ถูกต้องแล้ว ควรใช้คอมพิวเตอร์ช่วยในการคำนวณซึ่งอาจใช้โปรแกรมสำเร็จรูปเช่น โลตัส เป็นต้น

3. คุณภาพของวงจรที่สร้างขึ้นนั้นจะขึ้นอยู่กับการออกแบบกำหนดค่าต่างๆ ที่ได้คำนึงถึงผลที่จะเกิดขึ้นจริง ๆ ในสายส่งกำลัง

4. XR-2211 ควรได้รับแรงดันอินพุทที่เหมาะสมที่ขา 2 โดยกำหนดเกน (Gain) ของวงจรแบนด์พาสฟิวเตอร์ หรือ แอกเทนนูเอท (Attenuate) รับแรงดันที่จะป้อนเข้าในไอซีตัวนี้ และค่าระดับ **Signal to noise ratio** ควรมีค่าสูง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

กมล เจนจิระพงศ์เวช "สัญญาณรบกวนกับระบบจ่ายไฟ", เซมิคอนดักเตอร์ , บริษัทซีเอ็ดยูเคชั่น ,มี.ค. พ.ศ.2530

วัฒนา รัตนอาภาโรจน์ แบะ มนต์ชัย เตชะปิยะวงศ์, "A Computerized wireless AC Control System:, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง, พ.ศ.2530

Harry Helms, "Linear IC Device 1987 Sorce Book",A Technipubs Prentice Hall Publication, 1987.

Harry Helms, "Operation Amplifier 1987 Source Book",A Technipubs Prentice Hall Publication, 1987.

Steven A Ciarcia, "Build A Power-Line Carrier-Current Modem",Byte, August 1983.

"The Linear Control Data Book" Texs Instruments Incorporated.

"The Linear Interface Application Volumn 1" Texs Instruments Incorporated.

Warren H Lewis, "Recommended Power and Signal Grounding for Control and Computer Rooms", IEEE Transaction on Industry Applications, Vol. IA-21, N 6, November/ December 1985.

"Wireless Intercom", สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Robert F. Coughlin, "Principle and Application of Semiconducotrs and circuits", Prentice-Hall,Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.

U. Tietze, Ch.Schenk,"Advance Electronic circuit" Springer Verlag berlin Heidelberg New York 1978.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหาและต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้