

การออกแบบและสร้างโมเดม V.26 bis พร้อมซอฟต์แวร์ควบคุมการติดต่อสื่อสาร

นาย วิทยากร อัครวิเศษ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2531

ISBN 974-568-756-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

014302

17347191

A DESIGN AND CONSTRUCTION OF V.26 BIS MODEM WITH COMMUNICATION
CONTROL SOFTWARE

Mr. Widhyakorn Asdornwised


A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

1988

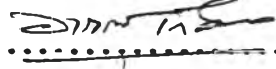
ISBN 974-568-756-1


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างโมเด็ม V.26 bis พร้อมซอฟต์แวร์ควบคุมการ
ติดต่อสื่อสาร
โดย นายวิทยากร อัครวิเศษ
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ไรจน์อารยานนท์


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

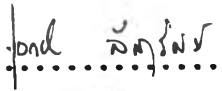
.....  คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วิษรามัย)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....  ประธานกรรมการ
(ศาสตราจารย์ อามรณ์ เก่งพล)

.....  อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต ไรจน์อารยานนท์)

.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ ouchanon)

.....  กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ลีลาภิรมย์)

วิทยากร อัครวิเศษ : การออกแบบและสร้างโมเด็ม V.26 bis พร้อมซอฟต์แวร์ควบคุมการติดต่อสื่อสาร (A DESIGN AND CONSTRUCTION OF V.26 bis MODEM WITH COMMUNICATION CONTROL SOFTWARE) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.บัณฑิต ไรจน์อารยานนท์, 199 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ กล่าวถึงการออกแบบและสร้างโมเด็ม V.26 bis พร้อมซอฟต์แวร์ควบคุมการติดต่อสื่อสาร เพื่อใช้สื่อสารข้อมูลระหว่างคอมพิวเตอร์กับคอมพิวเตอร์ ผ่านข่ายสายโทรศัพท์ โดยเน้นการสื่อสารข้อมูลของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลเป็นหลัก อ้างอิงตามข้อแนะนำและมาตรฐานสากลต่าง ๆ เช่น CCITT, EIA-, NBS, และ ANSI โมเด็ม V.26 bis มีความสามารถในการใช้งานในข่ายสายโทรศัพท์ทั่วไป (GSTN) ที่อัตราการติดต่อสื่อสาร 1200 baud (1200 หรือ 2400 บิตต่อวินาที) การมอดูเลตเป็นแบบดิฟเฟอเรนเชียลเฟสซีฟคีย์อิง (DPSK) การออกแบบโมเด็มเป็นแบบใช้ภายนอก ซึ่งอินเตอร์เฟสกับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล หรืออุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทางโดยผ่านทาง RS-232-C โมเด็มนี้มีส่วนประกอบ 2 ส่วน ส่วนแรกได้แก่ หน่วยติดต่อสื่อสารอัตโนมัติ (ACU) ซึ่งควบคุมด้วยระบบไมโครคอมพิวเตอร์ ส่วนที่สองเป็น หน่วยมอดูเลชันและดีมอดูเลชันสัญญาณคลื่นพาหะของสัญญาณเชิงเลข ส่วนของซอฟต์แวร์ควบคุมการติดต่อสื่อสาร ประกอบด้วย โปรแกรมสำหรับโอนย้ายแฟ้มข้อมูล, ชุดคำสั่ง, โพรโทคอลควบคุมการรับส่งข้อมูลและการติดต่อสื่อสาร ตลอดจนซอฟต์แวร์อื่น ได้แก่ โปรแกรมเก็บเบอร์โทรศัพท์, โปรแกรมแสดงแฟ้มข้อมูล, โปรแกรมแสดงรายชื่อบันทึกแฟ้มข้อมูล, โปรแกรมรักษาความปลอดภัยข้อมูลและระบบไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิสิต
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

WIDHYAKORN ASDORNWISED : A DESIGN AND CONSTRUCTION OF V.26 bis
MODEM WITH COMMUNICATION CONTROL SOFTWARE. THESIS ADVISOR :
ASSO. PROF. BANDHIT ROJARAYANONT, PH.D. 199 PP.

This thesis presents a design and construction of V.26 bis modem with communication control software that can be used for computer to computer communications via telephone network, with emphasis on personal computer communications. Conforming to international standards such as CCITT, EIA-, NBS, and ANSI, this V.26 bis modem can be used over the general switched telephone network (GSTN) and operates at 1200 bauds (1200 or 2400 bps) with differential phase shift keying (DPSK) modulation. This V.26 bis modem is designed as a stand-alone device that interfaces with a personal computer or data terminal equipment (DTE) via EIA-standard RS-232-C. The modem consists of two parts. The first part is the Automatic Calling and Answering unit (ACU) which is controlled by a microcomputer system. The second part is the digital carrier modulation and demodulation unit. The communication control software consists of file transfer, command set, transmission and operation protocols, and other softwares such as telephone directory, file and disk directory, data security and electronic mail.

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2530

ลายมือชื่อนิติ
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนโครงการวิจัยนี้ ด้วยเงินอุดหนุนจากโครงการเสริมการพัฒนาหน่วยปฏิบัติงานวิจัยของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ประจำปี 2529 ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร. พันฑิต โรจน์อารยานนท์ ท่านอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้กรุณาให้คำแนะนำ จัดหาเอกสาร เครื่องมือ และ อุปกรณ์ในการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณทรงฤทธิ์ ลีมีคเดช คุณเว็ชชัย เลิศพงษ์พิพจน์ คุณธเนศ โชติรัตนวิทักษ์ คุณอุกฤษณ์ กীরติพัฒน์ คุณจรัส สุวรรณวัฒน์พร และ คุณณัฐกิจ สารเกษตริน ที่ได้ช่วยเหลือให้คำแนะนำและเป็นกำลังในการทำงานจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ห้องปฏิบัติการวิจัย ไฟฟ้าสื่อสาร เพื่อนร่วมชั้นเรียนปริญญาโทที่ได้ช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกต่างๆ

ท้ายนี้ ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งสนับสนุนในด้านการเงินและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเบื้องต้น.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย.....	2
1.3 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย.....	3
2. แนวทางในการออกแบบ.....	4
2.1 หลักการสื่อสารข้อมูลผ่านข่ายสายโทรศัพท์.....	4
2.1.1 ข้อกำหนดด้านแบนด์วิดท์.....	4
2.1.2 อุปกรณ์สื่อสารข้อมูลหรือโมเด็ม.....	8
2.1.3 การรับส่งข้อมูล.....	10
2.1.4 มาตรฐานของโมเด็มแบบ Voice Grade Line	12
2.1.5 มาตรฐานการติดต่อสื่อสารระหว่างอุปกรณ์รับส่ง	
ข้อมูลปลายทางและอุปกรณ์ติดต่อสื่อสารอัตโนมัติ.	13
2.1.6 โพรโทคอลในการสื่อสารข้อมูล.....	15
2.2 เหตุผลที่เลือกพัฒนาโมเด็ม V.26 bis และพัฒนา	
โปรแกรมควบคุมการติดต่อสื่อสาร.....	16
2.3 องค์ประกอบและการทำงานของโมเด็ม V.26 bis	
ที่ทำการพัฒนา.....	19
2.3.1 อุปกรณ์มอดูเลชันและดีมอดูเลชัน.....	19
2.3.2 ระบบควบคุมไมโครคอมพิวเตอร์.....	19
2.3.3 อุปกรณ์อินเตอร์เฟสโทรศัพท์.....	21

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า	
2.3.4	อุปกรณ์ที่ เรียลอินเตอร์เฟส.....	23
2.3.5	ระบบ ไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์.....	25
2.4	ซอฟต์แวร์ควบคุมการติดต่อสื่อสารบน IBM PC.....	26
2.5	โปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล.....	28
3.	รายละเอียดวงจรและการทำงานของโมเด็ม V.26 bis.....	30
3.1	ภาคมอดูเลชันและดีมอดูเลชัน.....	30
3.1.1	ลักษณะทั่วไป.....	30
3.1.2	การทำงานของวงจร.....	31
3.2	อุปกรณ์ติดต่อสื่อสารอัตโนมัติ.....	41
3.2.1	อุปกรณ์หมุนและรับโทรศัพท์อัตโนมัติ.....	41
3.2.2	อุปกรณ์อินเตอร์เฟสโทรศัพท์.....	44
3.3	อุปกรณ์ที่ เรียลอินเตอร์เฟส.....	47
3.3.1	วงจรรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส.....	47
3.3.2	วงจรควบคุมการรับส่งข้อมูล.....	48
3.3.3	อุปกรณ์แปลงการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส เป็นแบบซิงโครนัส.....	50
3.4	วงจรไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์.....	53
4.	รายละเอียดในส่วนซอฟต์แวร์ควบคุมการติดต่อสื่อสาร.....	55
4.1	ซอฟต์แวร์ควบคุมการติดต่อสื่อสารบน IBM PC.....	55
4.1.1	โปรแกรมหลัก.....	55
4.1.2	โปรแกรมที่ทำหน้าที่จัดการระบบ.....	57
4.1.3	โปรแกรมสนับสนุน.....	64
4.1.4	โปรแกรมควบคุมการทำงานของฮาร์ดแวร์.....	65
4.2	โครงสร้างโปรแกรมควบคุมการทำงานของอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล.....	67
4.2.1	แผนผังหน่วยความจำ.....	67
4.2.2	แผนผังพอร์ต.....	68

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.2.3 ชุดคำสั่ง.....	70
4.2.4 State Diagram.....	71
4.3 โปรแกรมควบคุมการติดต่อสื่อสารของอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล	71
4.3.1 โปรแกรมตั้งค่าเริ่มต้น.....	71
4.3.2 โปรแกรมตรวจสอบสถานะการทำงาน.....	73
4.3.3 โปรแกรมควบคุมการทำงาน.....	73
4.3.4 โปรแกรมสนับสนุน.....	74
5. การทดสอบการทำงานรวม.....	76
5.1 ภาคมอดูเลชันและดีมอดูเลชัน.....	76
5.1.1 รูปแบบการทดสอบ.....	76
5.1.2 ผลการทดสอบ.....	77
5.2 อุปกรณ์แปลงการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเป็น แบบซิงโครนัส.....	77
5.2.1 รูปแบบการทดสอบ.....	77
5.2.2 ผลการทดสอบ.....	79
5.3 วงจรไสบริด.....	84
5.4 อุปกรณ์ติดต่อสื่อสารอัตโนมัติ.....	87
5.5 ระบบไปรษณีย์อิเล็กทรอนิกส์และวงจรรนาฬิกาจริง.....	87
5.6 โปรแกรมโอนย้ายแฟ้มข้อมูล.....	87
5.7 โปรแกรมรักษาความปลอดภัยข้อมูล.....	88
5.8 โปรแกรมจำลองการจัดการของ IBM PC.....	88
5.9 โปรแกรมอื่นๆ.....	89
6. บทสรุป.....	90
6.1 สรุปผลการวิจัย.....	90
6.2 วิจารณ์และข้อเสนอแนะ.....	91

สารบัญ(ต่อ)

เอกสารอ้างอิง.....	93
ภาคผนวก ก. องค์ประกอบทางความถี่ของข้อมูล NRZ และ ข้อมูล Scrambling.....	98
ภาคผนวก ข. คุณสมบัติของสายส่งแบบเกลียวคู่ (Twist Pair)...	100
ภาคผนวก ค. ข้อเสนอแนะ V.26 bis ของ CCITT.....	102
ภาคผนวก ง. การออกแบบฟิลเตอร์อุปกรณ์มอดูเลชัน-ดีมอดูเลชัน...	108
ภาคผนวก จ. รายละเอียด IC MC 6172 และ 6173.....	109
ภาคผนวก ฉ. แผนวงจรพิมพ์.....	133
ภาคผนวก ช. โปรแกรมควบคุมการทำงาน	134
ประวัติผู้เขียน.....	199

สารบัญตาราง

ตาราง	หน้า	
2.1	ชื่อแนะนำ V. Series ของ CCITT.....	12
2.2	ตารางเปรียบเทียบคุณสมบัติของ Voice Grade โมเด็ม.....	17
3.1	การเข้ารหัสด้วยวิธีต่างเฟสตามมาตรฐาน Bell และ CCITT..	29
4.1	แผนผังของพอร์ต.....	69
4.2	ชุดคำสั่ง.....	70
5.1	ผลการทดสอบการรับส่งข้อมูลที่อัตรา 1200 บิตต่อวินาที.....	82
5.2	ผลการทดสอบการรับส่งข้อมูลที่อัตรา 2400 บิตต่อวินาที.....	83
5.3	ผลการทดสอบ ค่า Transhybrid Rejection ของวงจรไฮบริด เมื่อตัดโหนดด้วยค่าความต้านทานต่างๆ.....	85
5.4	ผลการคำนวณวงจรไฮบริด ด้วยโปรแกรม LEC ค่า Transhybrid Rejection ของวงจรไฮบริด เมื่อตัดโหนดด้วยค่าความต้านทานต่างๆ	86
5.5	ผลการทดสอบวงจรไฮบริด ทดสอบผ่านข่ายสายโทรศัพท์ภายใน คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.....	86
ข.2	การลดทอนทางขนาดและเฟสในช่องสัญญาณโทรศัพท์แบบต่างๆ.....	101

สารบัญภาพ

รูป	หน้า	
2.1	พลังงานเฉลี่ยที่ความถี่ต่างๆของสัญญาณเสียงพูด.....	5
2.2	เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการรับฟัง.....	5
2.3	ความหนาแน่นของกำลังงานสเปคตรัมเฉลี่ยของการมอดูเลต แบบ ASK.....	7
2.4	ความหนาแน่นของกำลังงานสเปคตรัมเฉลี่ยของการมอดูเลต แบบ FSK.....	8
2.5	การต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทางกับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลตาม มาตรฐาน RS-366 แบบ VI หรือ 801.....	14
2.6	การต่ออุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทางกับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลตาม มาตรฐาน RS-366 แบบ VII.....	14
2.7	บล็อกไดอะแกรมโมเดม V.26 bis.....	20
2.8	บล็อกไดอะแกรมอุปกรณ์อินเตอร์เฟสโทรศัพท์.....	22
2.9	การเชื่อมต่ออุปกรณ์แปลงการรับส่งแบบอะซิงโครนัสเป็นแบบ ซิงโครนัสกับอุปกรณ์อะซิงโครนัสซีเรียลพอร์ตและอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล	25
3.1	ลักษณะสัญญาณของการมอดูเลตแบบ DPSK.....	31
3.2	ลักษณะรูปคลื่น DPSK และสัญญาณแอนเวลโลป.....	32
3.3	บล็อกไดอะแกรมระบบมอดูเลชันและดีมอดูเลชัน.....	33
3.4	วงจรมอดูเลชันแบบ 2400 bps DPSK.....	34
3.5	วงจรดีมอดูเลชันแบบ 2400 bps DPSK.....	36
3.6	วงจรอควอไลซ์เซอร์.....	37
3.7	วงจรไสบริด.....	40
3.8	วงจรระบบไมโครคอมพิวเตอร์ Z-80.....	42
3.9	วงจรพอร์ต 8255 พอร์ตอนุกรม และหน่วยความจำ.....	43
3.10	วงจรอินเตอร์เฟสโทรศัพท์แบบ Dry Transformer.....	45
3.11	วงจรผสมมูลย์ในการคำนวณหาค่าอิมพีแดนซ์ 600 โอห์มของ อุปกรณ์อินเตอร์เฟสโทรศัพท์.....	46

สารบัญฐาน (ต่อ)

รูป	หน้า
3.12	วงจรรควบคุมการรับส่งข้อมูล..... 49
3.13	ผังวงจรรูปการแปลงการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส เป็นแบบ ซิงโครนัส..... 51
3.14	วงจรรูปการแปลงการรับส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส เป็นแบบซิงโครนัส 52
4.1	โปรแกรมการทำงานของโปรแกรมหลักของซอฟต์แวร์ควบคุมการติด ต่อสื่อสารบน IBM PC..... 56
4.2	โปรแกรมการโอนย้ายแฟ้มข้อมูล..... 59
4.3	การทำงานตามอัลกอริทึมการรักษาความปลอดภัยข้อมูล..... 62
4.4	อัลกอริทึมการรักษาความปลอดภัยตามมาตรฐาน DES..... 63
4.5	หน่วยความจำของผู้ใช้..... 67
4.6	แผนผังหน่วยความจำบนอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล..... 68
4.7	State Diagram..... 72
4.8	ลักษณะไบต์ข้อมูลที่เป็นพารามิเตอร์ของพอร์ต 8250..... 75
5.1	รูปแบบในการทดสอบ..... 78
ก.1	ความหนาแน่นกำลังงานสเปคตรัมของสัญญาณพัลส์สี่เหลี่ยม..... 98
ข.1	การลดทอนทางขนาดของสายส่งแบบเกลียวคู่ (Twist Pair)... 100