

ข่ายวงจรท้องถิ่นสำหรับการสื่อสารสัญญาณเสียงและข้อมูล



นายสุวิทย์ นาคพิระยุทธ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2527

ISBN 974-563-750-5

008892

1 10101367

LOCAL AREA NETWORK FOR VOICE AND DATA COMMUNICATION

Mr. Suvit Nakpeerayuth

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

1984

หัวข้อวิทยานิพนธ์

ข่ายวงจรท้องถิ่นสำหรับการสื่อสารสัญญาณเสียงและข้อมูล

โดย

นายสุวิทย์ นาคพิระยุทธ

ภาควิชา

วิศวกรรมไฟฟ้า

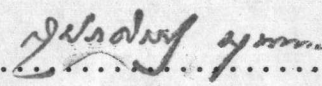
อาจารย์ที่ปรึกษา

รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ศรีไพพรรณ

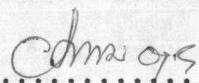
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

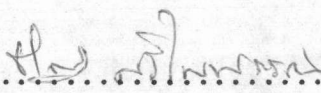
รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต โรจน์อารยานนท์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการ
ศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

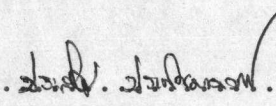

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ ชุนนาค)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.โคทม อาริยา)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ศรีไพพรรณ)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต โรจน์อารยานนท์)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ สุธชนม์ สัตยประกอบ)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



หัวข้อวิทยานิพนธ์	ข่ายวงจรถองถิ่นสำหรับการสื่อสารสัญญาณและข้อมูล
ชื่อนิสิต	นายสุวิทย์ นาคพิระยุทธ
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติศรี ศรีไพพรรณ
อาจารย์ที่ปรึกษาร่วม	รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต โรจน์อารยานนท์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา	2527

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้ จะกล่าวถึงการออกแบบข่ายวงจรถองถิ่นสำหรับการสื่อสารสัญญาณเสียงและข้อมูล ระบบมีโครงสร้างแบบลูบซึ่งมีการไหลของข้อมูลในทิศทางเดียว และใช้การส่งแบบมัลติเพลกซ์เชิงเวลาแบบซิงโครนัสที่อัตรา 2.048 เมกกะบิตต่อวินาที ในหนึ่งลูบมีได้ถึง 7 สถานี แต่ละสถานีมีโทรศัพท์ได้ 10 เครื่อง และอุปกรณ์รับส่งข้อมูล 16 เครื่อง และสามารถจัดการติดต่อระหว่างอุปกรณ์ภายในแต่ละสถานีได้ 10 คู่ หรือระหว่างสถานีได้ 30 คู่ ทุกสถานีประกอบด้วยหน่วยควบคุมสถานีที่ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ และหน่วยอินเตอร์เฟซจำนวนเท่ากับอุปกรณ์โทรศัพท์และอุปกรณ์รับส่งข้อมูล สัญญาณโทรศัพท์มีความกว้างแถบความถี่ 3.4 กิโลเฮิรตซ์ สัญญาณข้อมูล เป็นแบบอนุกรมโตๆ ซึ่งมีอัตราไม่เกิน 8 กิโลบิตต่อวินาที และใช้สัญญาณควบคุมของ CCITT V.24 หน่วยควบคุมสถานีทั้งหมดจะใช้ช่องเวลาร่วมอันเดียวกันสำหรับประสานการทำงานระหว่างกัน และใช้ในการจองช่องเวลาสำหรับอุปกรณ์ในสถานีของตนเอง ได้มีการสร้างระบบเล็กที่สุดซึ่งประกอบด้วย 2 สถานี แต่ละสถานีมีหน่วยอินเตอร์เฟซโทรศัพท์และหน่วยอินเตอร์เฟซข้อมูลอย่างละหนึ่งหน่วย เพื่อใช้ในการทดสอบและพิสูจน์การทำงานของระบบ ระบบสามารถทำงานได้แต่ความเชื่อถือได้ยังไม่สูงนัก

Thesis Title Local Area Network for Voice and Data Communication
Name Suvit Nakpeerayuth
Thesis Advisor Associate Professor Chatri Sripaipan
Thesis Co-advisor Associate Professor Bandhit Rojarauanont
Department Electrical Engineering
Academic Year 1984

ABSTRACT

This thesis describes the design of a local area network for voice and data communication. The network has a unidirectional loop architecture with a maximum of 7 stations and uses synchronous time division multiplex to transmit data at 2.048 Mb/s. and can link up to 10 pairs of devices in each station or 30 pairs of devices in different stations. Every station has a microprocessor-based station controller unit and several interface units, each for 3.4 kHz bandwidth telephone signal of any serial data not exceeding 8 Kb/s with CCITT V.24 control signals. All the station controllers use a common time slot to communicate with one another and to reserve time slots for their own devices. A minimum system configuration consisting of two stations with one telephone interface unit and one data interface unit in each station has been constructed for testing and verifying the system. The system can work properly but the reliability is not very high.



ผู้เขียนขอขอบคุณสถาบันวิจัยและพัฒนา คณะวิศวกรรมศาสตร์ ที่สนับสนุนโครงการวิจัยนี้ ด้วยเงินอุดหนุนการวิจัยงบประมาณแผ่นดิน ปี 2525 ขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ชาติศรีไพพรรณ และ รองศาสตราจารย์ ดร.บัณฑิต โรจน์อารยานนท์ ที่ได้ช่วยเหลือด้านคำแนะนำ จัดหาเอกสาร เครื่องมือ และอุปกรณ์ รวมทั้งให้กำลังใจในการทำวิจัยแก่ผู้เขียนเป็นอันมาก

ขอขอบคุณ คุณสมนึก ภูศิริไพบูลย์ คุณชาย แต่บรรพกุล คุณอนัน จารุวิทย์โกวิท คุณทักษิณ วีชระวิทย์ากุล คุณวุฒิโรจน์ อัสศวัดนานานกุล คุณสมศักดิ์ วาณิชอนันต์ชัย คุณวรวิทย์ ตั้งลีตานนท์ และคุณวสันต์ จันทร์สัจจา ซึ่งได้ช่วยผู้เขียนทำวิจัยอย่างเต็มความสามารถ และเป็นกำลังหลักในการทำงานทั้งหมด

ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่ของห้องปฏิบัติการสื่อสารและห้องปฏิบัติการสารกึ่งตัวนำทุกท่าน ที่ช่วยอำนวยความสะดวกต่างๆ และขอขอบคุณผู้จัดพิมพ์ต้นฉบับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ คือ คุณวิมล ประทักษ์นกุล ซึ่งได้ช่วยทำให้วิทยานิพนธ์สำเร็จ เป็นรูปเล่มสมบูรณ์



	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ค
กิตติกรรมประกาศ	ง
สารบัญญตารางประกอบ	ช
สารบัญญรูปประกอบ	ฉ
บทที่	
1. บทนำ	
1.1 ความเป็นมา	1
1.2 LAN แบบต่างๆ	2
1.3 วัตถุประสงค์และประโยชน์ของการวิจัย	6
2. ลักษณะทั่วไปของระบบ	
2.1 เป้าหมายการออกแบบระบบ	7
2.2 โครงสร้างของระบบ	7
2.3 วิธีการรับส่งข้อมูล	11
2.4 องค์ประกอบของแต่ละสถานี	14
2.4.1 อินเทอร์เน็ต	14
2.4.2 หน่วยควบคุมสถานี	17
2.4.3 หน่วยอินเทอร์เน็ต	19
2.4.4 หน่วยอุปกรณ์ช่วย	22
2.5 การทำงานของสถานี	23
2.5.1 ระบบหมายเลข	23
2.5.2 ตารางการสวิตช์	24
2.5.3 การไหลอุปกรณ์	28
2.5.4 การรับส่งซิกแนลลิงก์กับอุปกรณ์	29

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
2.6 การทำงานของระบบ	
2.6.1 การรับส่งซิกแนลระหว่างสถานี	37
2.6.2 การติดต่อแบบต่างๆ	40
2.6.3 ความผิดปกติในระบบ	43
3. รายละเอียดวงจรและการทำงาน	
3.1 หน่วยควบคุมรูป	45
3.1.1 ลักษณะทั่วไป	45
3.1.2 การทำงานของวงจร	46
3.2 วงจรพร้อมท์เอนด์สำหรับสถานี	
3.2.1 ลักษณะทั่วไป	50
ก) วงจรถอดรหัสไบเฟสและแยกสัญญาณนาฬิกา	50
ข) วงจรเฟสล็อกคูล	51
3.2.2 การทำงานของวงจร	55
ก) วงจรถอดรหัสไบเฟสและแยกสัญญาณนาฬิกา	55
ข) เฟสฟรีคววนซิติเทคเตอร์	57
ค) ชาร์จปั๊ม	58
ง) โวลเตจคอนโทรลลออสซิลเลเตอร์	58
จ) ฟิลเตอร์	59
3.3 หน่วยควบคุมสถานี	60
3.3.1 วงจรไมโครโปรเซสเซอร์	60
3.3.2 วงจรควบคุมตามเวลาจริง	64
3.4 หน่วยอินเตอร์เฟสโทรศัพท์	71
3.4.1 ลักษณะทั่วไป	71
ก) วงจรใส่และถอดรหัสเสียง	71
ข) วงจรฟิลเตอร์	74
ค) วงจรไฮบริดและไฟเลี้ยงโทรศัพท์	78

สารบัญ (ต่อ)

บทที่	หน้า
3.4.2 การทำงานของวงจร	80
3.5 หน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูลแบบโปร่งใส	83
3.5.1 ลักษณะทั่วไป	83
3.5.2 การทำงานของวงจร	85
4. การวัดคุณสมบัติของวงจร	
4.1 วงจรเฟสล็อกคูลูป	89
4.1.1 วิธีการวัด	89
4.1.2 ผลการวัด	91
4.2 วงจรโทรศัพท์	92
4.3 วงจรรับส่งข้อมูลแบบโปร่งใส	93
5. บทสรุป	
5.1 สรุปงานที่ทำ	97
5.2 วิจารณ์และเสนอแนะ	98
เอกสารอ้างอิง	101
ภาคผนวก ก. คำศัพท์	103
ภาคผนวก ข. แผนผังอุปกรณ์บนแผ่นวงจร	106
ประวัติผู้เขียน	110

สารบัญตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
2.1 ชื่อและหน้าที่ของอินเตอร์เฟลลัส	15
2.2 การรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์ในช่องเวลา 1-15 และ 17-31	27
2.3 สถานะโพลของอุปกรณ์ที่ถูกเลือกในช่องเวลา 0 และ 16	27
2.4 สัญญาณซิงค์หรือซิกแนลลิงที่เข้าสู่สถานี	28
2.5 ผลต่อหน่วยความจำชั่วคราวที่ใช้สำหรับการติดต่อภายใน	28
2.6 สัญญาณซิกแนลลิงบนอินเตอร์เฟลลัสสำหรับอุปกรณ์ชนิดต่างๆ	31
2.7 รหัสเสียงสัญญาณแจ้งหมายเลขแบบ DTMF	33
3.1 การใส่และถอดรหัสสำหรับ μ -255 PCM	73
3.2 ค่า C_2 , C_1 และ R ในวงจรอันดับ 2 ทั้ง 4 ชุด	78
3.3 การแบ่งแรงดัน TS และ RS เพื่อใช้ตรวจสอบการยกหูโทรศัพท์	82

สารบัญรูปประกอบ

รูป	หน้า
1.1 การแบ่งตามลักษณะการต่อกัน	3
1.2 การแบ่งตามลักษณะการเข้าใช้ช่องสัญญาณ	4
1.3 การแบ่งตามประเภทของตัวกลางที่ใช้ เป็นช่องสัญญาณ	5
2.1 โครงสร้างของระบบ เป็นแบบรูปซึ่งมีการไหลของข้อมูลในทิศทางเดียว	8
2.2 การรับส่งข้อมูลแบบพูลดูเพลกซ์สำหรับโครงสร้างแบบรูปดังกล่าว	9
2.3 การใส่รหัสไบเฟสเพื่อให้มีขอบสัญญาณเกิดขึ้นทุกบิต	10
2.4 สัญญาณไบเฟสจะใช้สเปกตรัมเพิ่มขึ้นจาก NRZ เท่าตัว	10
2.5 เปร้มการส่งข้อมูลแบบ PCM-30	12
2.6 ก) การมัลติเพลกซ์เชิงเวลาทำให้เสมือนมีสายสัญญาณ 32 คู่สายขนานกันอยู่ ข) การรับอย่างเดี่ยว ค) การส่งอย่างเดี่ยว ง) การรับและส่งคนละคู่สาย .	13
2.7 องค์ประกอบที่สำคัญของหน่วยควบคุมสถานีและความสัมพันธ์ระหว่างกัน	18
2.8 องค์ประกอบของหน่วยอินเตอร์เฟสโทรศัพท์	21
2.9 องค์ประกอบของหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูลแบบโปร่งใส	22
2.10 องค์ประกอบของอุปกรณ์กำเนิดและถอดรหัสเสียงสัญญาณ	23
2.11 การอ้างหมายเลขอุปกรณ์ในรูป	24
2.12 ตารางการสวิตซ์	25
2.13 การสวิตซ์ข้อมูลถูกควบคุมด้วย X และ T	25
2.14 โครงสร้างของชิกแนลลิงพื้นฐาน	38
2.15 ตัวอย่างการแสดงความสัมพันธ์ของตารางการสวิตซ์	42
3.1 วงจรหน่วยควบคุมรูป	47
3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างสัญญาณต่างๆ ในหน่วยควบคุมรูป	49
3.3 องค์ประกอบของวงจรอาร์จิมป์เฟสล็อกคูลูป	52
3.4 สเตททรานซิชั่นไดอะแกรมของเฟสฟรีแควนซีดีเทคเตอร์ชนิด 3 สถานะ	52
3.5 บล็อกไดอะแกรมของวงจรอาร์จิมป์เฟสล็อกคูลูปโดยประมาณ	53
3.6 วงจรฟร็อนท์เอ็นด์ทั้งหมด	56

สารบัญรูปประกอบ (ต่อ)

รูป	หน้า
3.7 องค์ประกอบของวงจรไมโครโพรเซสเซอร์แสดงสัญญาณเข้าออกทั้งหมด	60
3.8 วงจรไมโครโพรเซสเซอร์	62
3.9 วงจรควบคุมตามเวลาจริงส่วนข้อมูลและสัญญาณเวลา	65
3.10 สัญญาณเวลาต่างๆ ในวงจรควบคุมตามเวลาจริง	68
3.11 วงจรควบคุมตามเวลาจริงส่วนตารางการสวิตช์และซิกแนลลิง	70
3.12 การใส่รหัสแบบ μ -Law โดยการประมาณด้วยเส้นตรง 4 ช่วงแรก	73
3.13 อัตราส่วนสัญญาณต่อความเพี้ยนที่ขนาดสัญญาณต่างๆ	74
3.14 คุณสมบัติของวงจรฟิลเตอร์ภาคส่งตาม CCITT G.712	75
3.15 คุณสมบัติของวงจรฟิลเตอร์ภาครับตาม CCITT G.712	76
3.16 วงจรอันดับ 2 แต่ละชุดในวงจรฟิลเตอร์	77
3.17 วงจรไฮบริดและไฟเลี้ยงโทรศัพท์	78
3.18 คุณสมบัติของเครื่องโทรศัพท์และจุดทำงาน	79
3.19 วงจรอินเตอร์เฟสโทรศัพท์	81
3.20 หลักการส่งข้อมูลด้วยรหัสแบบทรานซิชัน	84
3.21 วงจรหน่วยอินเตอร์เฟสข้อมูลแบบไปรับใส่	86
3.22 สัญญาณเวลาต่างๆ ในวงจรใส่รหัสแบบทรานซิชัน	87
4.1 สัญญาณนาฬิกาที่ถูกมอดูเลททางความถี่เมื่อดูด้วยออสซิลโลสโคป	90
4.2 ผลของการลดการสั่นของขอบสัญญาณนาฬิกาด้วยวงจรเฟสล็อกคูล เมื่อเทียบกับค่า ทางทฤษฎีจากการออกแบบ	92
4.3 บล็อกไดอะแกรมของวงจรโทรศัพท์ทั้งหมด	93
4.4 ผลตอบทางความถี่ของวงจรฟิลเตอร์	94
4.5 ผลตอบทางความถี่รวมของวงจรโทรศัพท์	95
4.6 ความเพี้ยนรวมที่จุดต่างๆ ในวงจรโทรศัพท์	96