



148

การออกแบบและสร้างเครื่องรับโทรศัพท์ไอเอสดีเอ็น

นายใหญ่ ภาวนานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

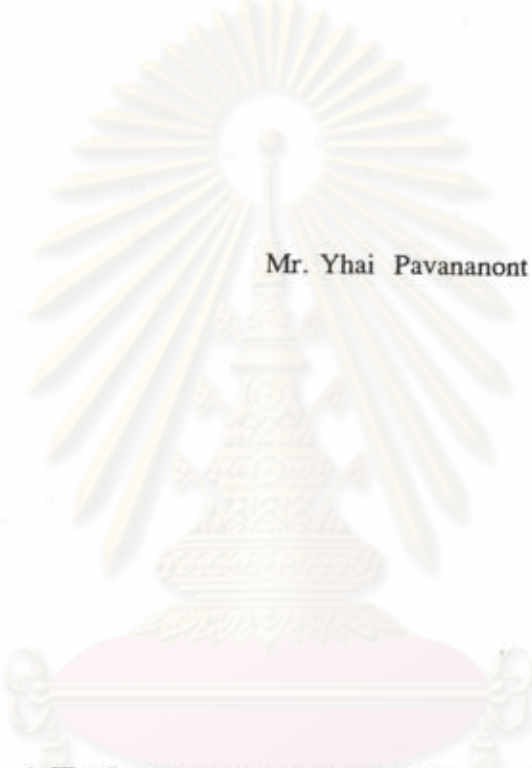
พ.ศ. 2538

ISBN 974-631-455-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16592311

**DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN ISDN TELEPHONE**



**Mr. Yhai Pavananont**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements**

**for the Degree of Master of Engineering**

**Department of Electrical Engineering**

**Graduate School**

**Chulalongkorn University**

**1995**

**ISBN 974-631-455-6**

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างเครื่องรับโทรศัพท์ไอเอสดีเอ็น  
โดย นายใหญ่ ภาวนานนท์  
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ทิมพุดิ



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้แนบวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาคามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

*สมิ ธีระ*

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ อุงสุวรรณ )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

*นง*

..... ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ อยู่ถนอม )

*ประสิทธิ์ ทิมพุดิ*

..... อาจารย์ที่ปรึกษา  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ทิมพุดิ )

*เทียนชัย ประดิษฐาน*

..... กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ดร. เทียนชัย ประดิษฐาน )

*มลิลา*

..... กรรมการ  
( อุตสาหกรรม มลิลา )

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภาคในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

ใหญ่ กวามานนท์ : การออกแบบ และสร้างเครื่องรับโทรศัพท์ไอเอสดีเอ็น (DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN ISDN TELEPHONE)

อาจารย์ที่ปรึกษา ผศ. ดร.ประสิทธิ์ ทิมพุดิ, 187 หน้า , ISBN 974-631-455-6

วิทยานิพนธ์นี้ กล่าวถึงการออกแบบ และสร้างเครื่องรับโทรศัพท์ไอเอสดีเอ็น เพื่อใช้กับโครงข่ายไอเอสดีเอ็นที่จุดอ้างอิง S ซึ่งมีโครงสร้างแบบ Basic Rate (2B+D) โดยโทรศัพท์ไอเอสดีเอ็นทำหน้าที่ ควบคุมการติดต่อสื่อสารที่จุดเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้บริการกับโครงข่าย ISDN โดยมีรูปแบบการรับส่งข้อมูลตามคำแนะนำของ CCITT Rec I.430 และจะมีการควบคุมการติดต่อสื่อสารภายในช่องสัญญาณ D ในระดับโปรโตคอลชั้นที่ 1, 2 และ 3 ตามแบบ LAP-D โปรโตคอล ซึ่งจะประกอบด้วยกระบวนการเชื่อมต่อ และปลดวงจรสื่อสารข้อมูล การแลกเปลี่ยนข่าวสาร Signalling กับโครงข่ายไอเอสดีเอ็น ส่วนฮาร์ดแวร์ของโทรศัพท์ไอเอสดีเอ็นนั้น จะใช้ไอซีของบริษัทซีเมน คือ PEB 2085 จะทำหน้าที่ในระดับโปรโตคอลชั้นที่ 1 และ 2 ส่วน CPU 8031 จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงาน ให้เป็นไปตาม LAP-D โปรโตคอล และ C 14403 จะทำหน้าที่ ในการแปลงสัญญาณเสียงไปเป็นสัญญาณดิจิทัล สำหรับซอฟต์แวร์นั้นจะมีโครงสร้างการทำงานตาม CCITT Rec Q.921 และ Q.931 ซึ่งเขียนด้วยภาษาแอสเซมบลีของ CPU 8031

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา .....  
สาขาวิชา .....  
ปีการศึกษา .....

ลายมือชื่อนิสิต .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาพร้อม .....

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

## C515838 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING

KEY WORD : DESIGN / CONSTRUCTION / ISDN / TELEPHONE

YHAI PAVANANONT : DESIGN AND CONSTRUCTION OF AN ISDN

TELEPHONE : THESIS ADVISOR : ASSIS. PROF. PRASIT TEEKAPUT ,Ph.D.

187 pp. ISBN 974-631-455-6

This thesis describes the design and construction of an ISDN telephone set in order to connect to ISDN network at S interface using basic rate access interface structure. The function of an ISDN telephone set will control communication of the User-Network interface, i.e., data format at S interface conforms to the CCITT Recommendation I.430 and communication is controlled by Link Access Procedure in D channel Protocol (LAP-D) that consists of link establishment and releases procedure as well as signalling information exchange procedure. In the hardware of ISDN telephone set consists of VLSI chip PEB 2085 support to 1st and 2nd layer, CPU 8031 AH for control operation of ISDN telephone set conforms to LAP-D protocol and MC 14403 codec is designed as an analog to digital convertor or digital to analog convertor. The software architecture conforms to CCITT Recommendation Q921 and Q931 and is developed by 8031 assembly language.

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา ..... วิศวกรรมไฟฟ้า  
สาขาวิชา ..... วิศวกรรมไฟฟ้าสื่อสาร  
ปีการศึกษา ..... 2537

ลายมือชื่อนิสิต ..... อนุ ทารานนท์  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ..... ประสิทธิ์ คุ้มแก้ว  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณอาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ทิมพุดิ ที่กรุณาใช้เวลาให้คำปรึกษา แนะนำ จัดหาอุปกรณ์ และเอกสารต่างๆ จนทำให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบพระคุณสภาวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้ทุนจำนวน 300,000.- บาท ในการทำวิจัยนี้

ขอขอบคุณนายธีรพงษ์ สิทธิกุลธร และนิสิตปี 4 ที่หน่วยวิจัยย่อย ISDN ทุกคนที่ให้ความช่วยเหลือ ในการประกอบฮาร์ดแวร์และจัดซื้ออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ และขอขอบคุณบริษัท บิ๊กريمแอนด์โก ที่ได้ให้ไอซีของซีเมนจำนวนหนึ่งและขอขอบคุณ คุณทัศนีย์ เจริญสุข ที่ได้ช่วยเหลือในการพิมพ์ต้นฉบับวิทยานิพนธ์ จนเสร็จสมบูรณ์

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ฎ
สารบัญภาพ.....	ฏ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
2. บทนำโครงข่าย ISDN.....	4
2.1 ชนิดของช่องสัญญาณระหว่างผู้ใช้กับชุมสาย ISDN.....	4
2.2 การเชื่อมต่อกับผู้ใช้บริการ.....	5
2.3 จุดอ้างอิงและหน้าที่ของอุปกรณ์.....	6
3. OSI MODEL.....	8
3.1 Layer ต่าง ๆ ของแบบจำลอง OSI.....	10
3.2 การให้บริการ.....	12
4. โพรโตคอลชั้นกายภาพ (Physical Layer Protocol).....	15
4.1 การให้บริการของ โพรโตคอลชั้นกายภาพ.....	16
4.2 รูปแบบการเชื่อมต่อวงจร.....	16
4.2.1 การเชื่อมต่อแบบจุดต่อจุด.....	16
4.2.2 รูปแบบการเชื่อมต่อแบบจุดต่อหลายจุด.....	16
4.3 โครงสร้างของเฟรมข้อมูล.....	19
4.3.1 โครงสร้างของเฟรมที่ส่งจาก NT ไปยัง TE.....	20
4.3.2 โครงสร้างของเฟรมที่ส่งจาก TE ไปยัง NT.....	20
4.4 ไลน์โคดดิ้ง (Line Coding).....	21

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
4.5 กระบวนการเชื่อมต่อ (Interface Procedure).....	22
4.5.1 การควบคุมการใช้ช่องสัญญาณ D.....	22
4.5.2 การไวงาน การเฉื่อยงาน.....	24
5. โพรโทคอลชั้นเชื่อมโยงข้อมูล.....	30
5.1 โพรโทคอลที่จุดเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้บริการกับโครงข่าย ISDN.....	31
5.1.1 เกณฑ์พื้นฐานที่ต้องการ.....	31
5.1.2 ลักษณะของโพรโทคอล LAP-D.....	32
5.1.3 หน้าที่ของโพรโทคอล LAP-D.....	32
5.1.4 การรับส่งข่าวสาร.....	33
5.2 รูปแบบเฟรมข้อมูลของโพรโทคอล LAP-D.....	34
5.2.1 แฟล็ก (Flag).....	34
5.2.2 ฟیلด์แอดเดรส (Address Field).....	35
5.2.3 ฟیلด์ควบคุม (Control Field).....	38
5.2.4 ฟیلด์ข่าวสาร (Information Field).....	42
5.2.5 ส่วนตรวจสอบความผิดพลาด (Frame Check Sequence).....	42
5.3 ขั้นตอนการสื่อสารในชั้นเชื่อมโยงข้อมูล.....	44
5.4 การติดต่อสื่อสารภายในโครงข่าย ISDN.....	46
5.4.1 การติดต่อสื่อสารระหว่างชั้นที่เท่ากัน(Peer to Peer Communication).....	46
5.4.2 การติดต่อสื่อสารระหว่างชั้นที่ต่างกัน(Layer to Layer Communication).....	46
5.5 ขบวนการจัดการกับค่า TEI (TEI Management Procedure Messages).....	48
6. โพรโทคอลชั้นโครงข่าย (NETWORK LAYER).....	54
6.1 Circuit-switched call control.....	55
6.2 โครงสร้างของข้อมูล.....	56
6.2.1 Common Part.....	57
6.2.2 Message-Specific Part.....	62
6.3 Compatibility Checking.....	65



สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
7. การออกแบบโทรศัพท์ดิจิทัลในระบบ ISDN.....	66
7.1 Microprocessor.....	66
7.1.1 การใช้งานหน่วยความจำ และ I/O Port.....	66
7.1.2 ระบบ BUS Interrupt และ Port.....	67
7.2 LCD Display.....	72
7.3 Keyboard.....	73
7.4 Codec MC 14403 (PCM coder & decoder).....	75
7.5 IC สำหรับ ISDN.....	76
7.5.1 IOM-1 Interface Mode (ADF2:IMS=0).....	83
7.5.1.1 IOM-1 Timing.....	85
7.5.1.2 SLD Interface.....	88
7.5.1.3 SSI (Serial Data Port A).....	89
7.5.1.4 B Channel Switching.....	91
7.5.1.5 Monitor Channel Handing.....	92
7.5.1.6 Command/Indicate (C/I) Channel Handing.....	96
7.5.1.7 TIC Bus Access.....	96
7.5.2 Individual Function.....	98
7.5.2.1 S/T Interface Pre Filter.....	102
7.5.2.2 Receiving Function.....	103
7.5.2.3 Level Detection Power Down (TE mode).....	104
7.5.2.4 Timing Recovery.....	105
7.5.2.5 D Chhannel Access.....	107
7.5.2.6 S and Q Channel Access.....	110
7.5.2.7 Terminal Specific Function.....	112
7.5.3 การอินเตอร์เฟสกับไมโครโปรเซสเซอร์.....	115
7.5.3.1 Interrupt structure and Logic.....	115

สารบัญ(ต่อ)

	หน้า
7.5.3.2 Control of edged triggered interrupt controllers.....	116
7.5.3.3 Activation/Deactivation of IOM interface.....	118
7.5.3.4 Activation/Deactivation of S/T interface.....	118
8. บทสรุป.....	129
8.1 งานที่ได้ทำไปแล้ว.....	129
8.2 ปัญหา.....	131
8.3 งานที่ควรทำต่อ.....	132
รายการอ้างอิง.....	133
ภาคผนวก ก Software.ที่ใช้กับ TE.....	134
ภาคผนวก ข Software.ที่ใช้กับ LT-S.....	172
ประวัติผู้เขียน.....	188



ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

## สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
4.1 แสดงสัญญาณที่แลกเปลี่ยนกันในกระบวนการ Activation.....	25
5.1 a Range of TEI value allocation.....	37
5.1 b SAPT values in Q.921.....	37
5.2 TEI Management Procedure Messages.....	50
6.1 Protocol Discriminator Coding.....	59
6.2 Message Type.....	61
7.1 Pin Definitions and Function.....	79
7.2 Operating Mode and Functions of Mode Specification Pins of the ISAC in the IOM-1 Mode.....	84
7.3 uP Access to B channel (IOM-1).....	91
7.4 TEM/PES Function Table.....	103
7.5 Priority Commands/Indication for TE/LT-T mode.....	109
7.6 Sand Q bit Position Identification and Multiframe Structure.....	111
7.7 .....	119
7.8 .....	120
7.9 Layer 1 Commands TE/LT-T.....	124
7.10 Layer 1 indicates TE/LT-T.....	125
7.11 Layer 1 commands LT-S.....	126
7.12 Layer 1 indicates LT-S.....	127

## สารบัญภาพ

ภาพที่	หน้า
2.1 อุปกรณ์ในระบบ ISDN และจุดอ้างอิงต่าง ๆ.....	7
3.1 แสดงถึงสถาปัตยกรรมของแบบจำลอง OSI.....	9
4.1 แสดงโครงสร้างของเฟรมข้อมูลที่จุดเชื่อมต่อมาตรฐาน S และ.....	18
4.3 แสดงการเข้ารหัสของสัญญาณดิจิทัล.....	21
4.4 แสดงการเปรียบเทียบสัญญาณในบิต D กับบิต E เพื่อใช้ในการควบคุมการใช้ช่องสัญญาณ D.....	23
4.5 แสดงกระบวนการไวงานและการเลี้ยงงาน.....	28
5.1 รูปแบบของเฟรมข้อมูลตามข้อกำหนดของโปรโตคอล LAP-D.....	35
5.2 แสดงส่วนประกอบของ Address.....	36
5.3 แสดงประเภทของส่วนควบคุม.....	39
5.4 แสดงรายละเอียดและรูปแบบของเฟรม FRMR.....	43
5.5 ขั้นตอนการเชื่อมโยงข้อมูล.....	45
5.6 แสดงโครงสร้างเฟรมของการจัดการกับค่า TEI.....	49
5.7 แสดง TEI assignment and check procedures.....	52
5.8 แสดง Double TEI assignment and verify procedures.....	53
6.1 Circuit-switched call control message folw (normal sequence typical example).....	56
6.2 Q.931 message format.....	58
6.3 รูปแบบของ Call Reference Value.....	60
6.4 แสดงรูปแบบของส่วนสำคัญข้อมูล (Information Element).....	63
6.5 Bearer capability information element.....	64
6.6 High layer compatibility information element.....	65
7.1 Block Diagram ของ TE และ LT-S.....	68
7.2 แสดงวงจรของ TE.....	69
7.3 แสดงวงจรของ LT-S.....	70

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
7.4 แสดงการจัดหน่วยความจำของ 8031.....	71
7.5 8031 Timing Diagram.....	72
7.6 Keyboard Scan Code.....	75
7.7 แสดงข้อมูลของพอร์ต SSI และสัญญาณ Clock ควบคุม.....	76
7.8 Interface ระหว่าง TE และ NT.....	77
7.9 Pin Configuration ของ PEB 2085.....	78
7.10 Logic Symbol.....	82
7.11 Functional Block Diagram.....	83
7.12 IOM-1 Frame Structure.....	85
7.13 IOM-1 Interface Signals/Timing Mode 0.....	86
7.14 IOM-1 Interface Signals/Timing Mode 1.....	87
7.15 IOM Port 0,1 (IOM-1).....	87
7.16 Connection of B channel Source/Destination to the ISAC-S Via SLD in timing mode 0.....	88
7.17 Connection of the ISAC-S as B channel Source/Destination to a Peripheral Board Controller Via SLD in timing mode 1.....	90
7.18 Connection of the B channel Source/Destination to the ISAC-S Via SSI.....	91
7.19 MONITOR Channel Protocol (IOM-1).....	96
7.20 Applications of IOM Bus Configuration.....	97
7.21 MONITOR Channel Structure on IDP1.....	97
7.22 MONITOR Channel Structure on IDP0.....	98
7.23 S/T interface Line Code.....	99
7.24 โครงสร้างเฟรมของ Layer 1 ที่จุดอ้างอิง S.....	100
7.25 Connection of the Line Transformer.....	101
7.26 Equivalent Internal Circuits of Receiver and Transmitter Stages.....	101
7.27 Pre Filter Connections and Example of 2 order RC Network.....	102

สารบัญภาพ(ต่อ)

ภาพที่	หน้า
7.28 Switching of the Receiver between high Sensitivity and Low Sensitivity.....	104
7.29 Clock System of the ISAC-S in NT/LT-S mode.....	105
7.30 Clock System of the ISAC-S in TE/LT-T mode.....	107
7.31 ตัวอย่างการชนกันของข้อมูล.....	110
7.32 แสดง ISAC-S Interrupt Structure.....	116
7.33 แสดง INT Handing.....	116
7.34 แสดง Service Program for Triggered Interrupt Controllers.....	117
7.35 Timing of INT Pin.....	119
7.36 .....	119
7.37 แสดง State Diagram ของ TE.....	121
7.38 แสดง State Diagram ของ LT-S.....	123

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย