หน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232

นาย ธนัญ จารุวิทยโกวิท

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539

ISBN 974-634-075-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I16844099

An ISDN Interface Unit for Personal Computer via the RS232 port

Mr. Tanun Jaruvitayakovit

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1996

ISBN 974-634-075-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	หน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232
โดย	นาย ธนัญ จารุวิทยโกวิท
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	อ.ดร. วาทิต เบญจพลกุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. วาทิต เบญจพลกุล)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล)

..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร.ทับทิม อ่างแก้ว)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ธนัญ จารุวิทยโกวิท : หน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232 (AN ISDN INTERFACE UNIT FOR PERSONAL COMPUTER VIA THE RS232 PORT) อาจารย์ที่ปรึกษา : อ.ดร. วาทิต เบญจพลกุล, 66 หน้า. ISBN 974-634-075-1

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้คือการออกแบบและประดิษฐ์หน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232 (อุปกรณ์ปลายทาง) เพื่อเป็นต้นแบบของการพัฒนาต่อไปในอนาคต

จากการทดสอบการทำงานโดยใช้ซอฟต์แวร์แอสเซมบลีสำหรับหน่วยประมวลผล 8051 พบว่าหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232 สามารถติดต่อสื่อสารกับแบบจำลองโครงข่าย ISDN ที่จุดอ้างอิงมาตรฐาน S (LT-S) ที่ประดิษฐ์ขึ้นในส่วน Layer 1, 2 และ 3 ของแบบจำลองอ้างอิงมาตรฐาน OSI ได้ตาม ITU Recommendation I.430-431, Q.920-921 และ Q.930-931 ตามลำดับ

การเชื่อมต่อระหว่างโครงข่าย ISDN และอุปกรณ์ปลายทางสามารถสร้างได้โดยการร้องขอการแอคตีเวตจากด้านโครงข่าย ISDN หรือจากด้านอุปกรณ์ปลายทางก็ได้ หลังจากระบบแอคตีเวตแล้วหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232 สามารถส่งเฟรมโต้ตอบกับ LT-S เพื่อขอกำหนดหมายเลขอุปกรณ์ปลายทาง (TEI), ขอเริ่มต้นการเชื่อมต่อ, ส่งข้อมูล และขอสิ้นสุดการเชื่อมต่อในช่องสัญญาณ D

นอกจากนี้หน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232 สามารถส่งเฟรมเพื่อขอเริ่มต้นการเชื่อมต่อ, ส่งข้อมูล และขอสิ้นสุดการเชื่อมต่อในช่องสัญญาณ B จาก LT-S ได้ด้วย

จากการทดสอบการทำงานพบข้อผิดพลาดในการส่งข้อมูลในช่องสัญญาณ D และ B คือถ้าส่งข้อมูลที่มีความยาวเฟรมข้อมูลละ 28 ถึง 32 ไบต์ เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของข้อมูลจะมีค่าในช่วง 80 ถึง 95 เปอร์เซ็นต์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า	ลายมือชื่อนิสิต ธนัญ จารุวิทยโกวิท
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2538	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C715915 MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD: ISDN / INTERFACE / RS232
TANUN JARUVITAYAKOVIT : AN ISDN INTERFACE UNIT FOR PERSONAL COMPUTER VIA THE RS232 PORT.
THESIS ADVISOR : WATIT BENJAPOLAKUL. D.Eng. 66 pp.
ISBN 974-634-075-1

The objective of this study is to design and implement an ISDN Interface unit for personal computers via the RS232 port (TE), as a model for future development.

Testing by an Assembly language for microcontroller 8051, the ISDN interface unit for personal computer via the RS232 port can communicate with LT-S, which is a simulator of ISDN network at S reference point, in Layer 1, 2 and 3 of OSI model according to ITU-Recommendation I.430-431, Q.920-921 and Q.930-931 respectively.

Interfacing between ISDN network and Terminal Equipment can be established by activation request either from LT-S or from the TE. After the system was activated, the ISDN Interface unit for personal computer via the RS232 communicates with LT-S in order to request terminal equipment number (TEI), to establish communication link, send data and release communication link on D channel.

In addition, the ISDN Interface unit for personal computers via the RS232 port can also establish communication link, send data and release communication link on B channel.

By Testing, an error occurs in sending data in D and B channel process. If TE sends a data frame which have lengths of 28 to 32 bytes, the percentage of accuracy is in the range of 80 to 95 percent.

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต ธนัญ จารุวิทยกวิท

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ อาจารย์ ดร. วาทิต เบญจพลกุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ได้ให้คำปรึกษาและคำแนะนำจนวิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบหัวข้อวิทยานิพนธ์ รองศาสตราจารย์ ดร. ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ, รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล และอาจารย์ ดร. ทับทิม อ่างแก้ว ที่ได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำต่าง ๆ ในการทำวิทยานิพนธ์ และเนื่องจากทุนการวิจัยครั้งนี้ได้รับมาจากทุนโครงการศิษย์ก้นกุฏิของภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จึงขอขอบพระคุณมา ณ ที่นี้ด้วย

ขอขอบพระคุณหน่วยวิจัยโครงข่าย กองวิจัยอุปกรณ์โทรคมนาคม ฝ่ายวิจัยและพัฒนา องค์การโทรศัพท์แห่งประเทศไทย จังหวัดปทุมธานี ที่ให้ใช้โครงข่าย ISDN ในการทดสอบการทำงานของหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232 ที่ประดิษฐ์ขึ้น

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งคอยให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ฌ
สารบัญรูป ..... ญ
บทที่ 1. บทนำ 1
ความเป็นมาของปัญหา 1
วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์ 2
ขอบเขตของวิทยานิพนธ์ 2
ขั้นตอนและวิธีดำเนินการวิจัย 2
ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัยนี้ 3
บทที่ 2. โครงข่ายบริการสื่อสารร่วมระบบดิจิตอล (ISDN) 4
จุดอ้างอิงมาตรฐาน (Reference Point) 5
ช่องสัญญาณและลักษณะการเชื่อมต่อในโครงข่าย ISDN 6
แบบจำลองอ้างอิงมาตรฐาน OSI (Open System Interconnection) 6
บทที่ 3. การออกแบบฮาร์ดแวร์ 9
วงจรหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232 9
วิธีการทดสอบการทำงานของหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232 14
บทที่ 4. อัลกอริทึมของโปรแกรม 18
อัลกอริทึมของโปรแกรมในส่วน Layer 1 18
อัลกอริทึมของโปรแกรมในส่วน Layer 2 26
อัลกอริทึมของโปรแกรมในส่วน Layer 3 37
บทที่ 5. ผลการทดสอบการทำงานของระบบโดยรวม 41
ผลการทดสอบในส่วน Layer 1 41

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ผลการทดสอบในส่วน Layer 2 42
ผลการทดสอบในส่วน Layer 3 46
บทที่ 6. สรุปและข้อเสนอแนะ 51
สรุปผล 51
ข้อเสนอแนะ 52

รายการอ้างอิง 53
ภาคผนวก 54
ภาคผนวก ก. รีจิสเตอร์ต่าง ๆ ภายในไอซี PEB-2085 และตำแหน่ง (Address) 55
ภาคผนวก ข. คำสั่งและคำชี้บอก (Command/Indication) ในส่วน Layer 1 สำหรับ TE (Terminal Equipment) และ LT-S (Line Terminal ที่ S-interface) 59
ภาคผนวก ค. คำสั่งและคำตอบรับ (Command/Response) ของโปรโตคอลในชั้นที่ 2 63

ประวัติผู้เขียน 66

สารบัญตาราง

ตาราง หน้า

4.1 ขั้นตอนการ Initialization ของไอซี PEB-2085 20

4.2 หมายเลข SAPI (Service Access Point Identifier) ตามมาตรฐาน ITU-Recommendation Q.921 30

4.3 หมายเลข TEI (Terminal Endpoint Identifier) ตามมาตรฐาน ITU-Recommendation Q.921 30

5.1 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของข้อมูลที่ส่งในช่องสัญญาณ D 45

5.2 เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของข้อมูลที่ส่งในช่องสัญญาณ B 49

ข.1 คำสั่งที่โปรแกรมลงในรีจิสเตอร์ CIXR ของ TE เพื่อส่งสัญญาณออกไปใน S-bus 60

ข.2 คำชี้บอกต่าง ๆ ที่ได้จากรีจิสเตอร์ CIRR ของ TE เพื่อให้รับรู้ถึงสัญญาณที่ส่งมาจาก LT-S. 61

ข.3 คำสั่งที่โปรแกรมลงในรีจิสเตอร์ CIXR ของ LT-S เพื่อส่งสัญญาณออกไปใน S-bus 62

ข.4 คำชี้บอกต่าง ๆ ที่ได้จากรีจิสเตอร์ CIRR ของ LT-S เพื่อให้รับรู้ถึงสัญญาณที่ส่งมาจาก TE 62

สารบัญรูป

รูป		หน้า
2.1	บริการต่าง ๆ ของโครงข่ายบริการสื่อสารร่วมระบบดิจิตอล	4
2.2	ไลน์โค้ดดิงแบบ Pseudo-Ternary	5
2.3	ชนิดของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโครงข่าย ISDN และจุดอ้างอิงมาตรฐาน	5
2.4	แบบจำลองอ้างอิงมาตรฐาน OSI	8
3.1	บล็อกแผนภาพของวงจรที่ออกแบบ	10
3.2	บล็อกแผนภาพแบบจำลองโครงข่าย ISDN ที่จุดอ้างอิง S (LT-S)	10
3.3	รูปวงจรของหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232	12
3.4	รูปวงจรแบบจำลองโครงข่าย ISDN (LT-S)	13
3.5	ภาพจำลองการทดสอบการทำงานของระบบ	14
3.6	การติดตั้ง Protocol Analyzer เพื่อทดสอบการทำงานของระบบ	15
3.7	ภาพถ่ายหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคลผ่านทางพอร์ต RS232	16
3.8	ภาพถ่ายแบบจำลองโครงข่าย ISDN (LT-S)	16
3.9	ภาพถ่าย Protocol Analyzer ที่ใช้ทดสอบการทำงานของระบบ	17
4.1	Flow Chart ของโปรแกรมที่เขียนในส่วน Layer 1	19
4.2	ขั้นตอนการ Activate ในส่วน layer 1	22
4.3	แผนภาพสภาวะของ TE	23
4.4	แผนภาพสภาวะของ LT-S	24
4.5	รูปแบบของเฟรมตามมาตรฐาน LAPD	27
4.6	กระบวนการเติมบิตศูนย์ (Zero bit insertion)	28
4.7	ส่วนบอกตำแหน่งของเฟรมข้อมูลตามมาตรฐาน LAPD	29
4.8	แผนภาพสภาวะของ Data Link Layer	32
4.9	แผนภาพสภาวะของการเชื่อมต่อใน Data Link Layer ที่มองจาก Network Layer	33
4.10	ตัวอย่างกระบวนการร้องขอหมายเลข TEI และเริ่มสร้างเส้นทางการเชื่อมต่อในช่องสัญญาณ D	33

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

4.11 ตัวอย่างกระบวนการส่งข้อมูลในช่องสัญญาณ D 34
4.12 ตัวอย่างกระบวนการร้องขอสิ้นสุดการเชื่อมต่อในช่องสัญญาณ D 35
4.13 ลักษณะของเฟรมข้อมูลในส่วน Layer 2 ของไอซี PEB-2085 36
4.14 รูปแบบของเฟรมในส่วน Layer 3 37
4.15 ขั้นตอนการขอเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ปลายทางในช่องสัญญาณ B 39
4.16 ขั้นตอนการส่งข้อมูลในช่องสัญญาณ B 39
4.17 ขั้นตอนการขอยกเลิกการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์ปลายทางในช่องสัญญาณ B 40
5.1 ภาพถ่ายจอ Protocol Analyzer แสดงสัญญาณที่รับ-ส่งในส่วน Layer 1 41
5.2 เฟรมโต้ตอบระหว่างหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ผ่านทางพอร์ต RS232 และ LT-S เพื่อร้องขอกำหนดหมายเลข TEI ซึ่งตรวจจับได้โดย Protocol Analyzer 42
5.3 เฟรมโต้ตอบระหว่างหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ผ่านทางพอร์ต RS232 และ LT-S เพื่อขอเริ่มต้นการเชื่อมต่อในช่องสัญญาณ D ซึ่งตรวจจับได้โดย Protocol Analyzer 43
5.4 เฟรมโต้ตอบระหว่างหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ผ่านทางพอร์ต RS232 และ LT-S เพื่อส่งข้อมูลในช่องสัญญาณ D ซึ่งตรวจจับได้โดย Protocol Analyzer 44
5.5 เฟรมโต้ตอบระหว่างหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ผ่านทางพอร์ต RS232 และ LT-S เพื่อขอสิ้นสุดการเชื่อมต่อในช่องสัญญาณ D ซึ่งตรวจจับได้โดย Protocol Analyzer 45
5.6 เฟรมโต้ตอบระหว่างหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ผ่านทางพอร์ต RS232 และ LT-S เพื่อขอเริ่มต้นการเชื่อมต่อในช่องสัญญาณ B ซึ่งตรวจจับได้โดย Protocol Analyzer 47
5.7 เฟรมโต้ตอบระหว่างหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ผ่านทางพอร์ต RS232 และ LT-S เพื่อส่งข้อมูลในช่องสัญญาณ B ซึ่งตรวจจับได้โดย Protocol Analyzer 48

สารบัญรูป (ต่อ)

รูป หน้า

5.8 เฟรมโต้ตอบระหว่างหน่วยเชื่อมต่อโครงข่าย ISDN สำหรับเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล ผ่านทางพอร์ต RS232 และ LT-S เพื่อขอสิ้นสุดการเชื่อมต่อในช่องสัญญาณ B ซึ่ง ตรวจจับได้โดย Protocol Analyzer 49