บทที่ 8

บทสรุป

8.1 งานที่ได้ทำไปแล้ว

งานวิจัยที่ได้ทำไปแล้ว ก็คือ การออกแบบ และสร้างโทรศัพท์ดิจิตอล ในระบบ ISDN ให้สามารถติดต่อสื่อสารกับโครงข่าย ISDN แต่เมื่อทำการประกอบ Hardware เสร็จเรียบร้อยแล้ว จะทดสอบการทำงานได้อย่างไร ดังนั้นจึงทำการออกแบบ และสร้างอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แทนโครงข่าย ISDN ขึ้นมาพร้อมๆกัน ซึ่งอุปกรณ์นี้มีชื่อเรียกว่า LT-S (Subscriber Line Termination)สรุปได้ว่างานวิจัยนี้จะทำการออกแบบและสร้างโทรศัพท์ดิจิตอลในระบบ ISDN และอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่แทนโครงข่าย ISDN หรือ LT-S ซึ่งงานวิจัยนี้สามารถแบ่งออกเป็น 3 ส่วนด้วยกัน คือ

1. การศึกษาโปรโตคอลของโทรศัพท์ในระบบ ISDN และ LT-S ซึ่งโปรโตคอลของโทรศัพท์ดิจิตอลในระบบ ISDN จะถูกแบ่งออกเป็นชั้นๆ ด้วยกันทั้งหมด 3 ชั้น คือ

1.1 Physical Layer หรือ โปรโตคอลชั้นที่ 1 ของโทรศัพท์ดิจิตอลในระบบ ISDN ซึ่งจะกล่าวถึงรายละเอียดของ การเข้ารหัสสายส่ง (Line Code) การจัดเฟรม และการมัลติเพล็กซ์โครงสร้างของเฟรม (Framing and Multiplex) การ Activate และการ Deactivate โทรศัพท์ รวมไปถึงการรับส่งสัญญาณ INFO ต่างๆ

1.2 Data Link Layer หรือโปรโตคอลชั้นที่ 2 ของโทรศัพท์ดิจิตอลในระบบ ISDN ซึ่งจะกล่าวถึง การรับส่งข้อมูลแบบ Point to Point และPoint to Multi Point การรับส่งเฟรมคำสั่งเฟรมข้อมูล รวมไปถึงขบวนการจัดการกับค่า TEI เช่น การขอกำหนดค่า TEI

1.3 Network Layer หรือโปรโตคอลชั้นที่ 3 ของโทรศัพท์ดิจิตอล ในระบบ ISDN ซึ่งจะกล่าวถึง การเริ่มขอเชื่อมวงจรสื่อสาร (Setup) การขอเชื่อมต่อวงจรสื่อสาร (Connect) การขอยกเลิกวงจรสื่อสาร (Disconnect) และ การยกเลิกวงจรสื่อสาร (Release) รวมไปถึงการขอใช้บริการต่าง ๆ เช่น บริการสื่อ (Bearer Service) ซึ่งจะกล่าวถึงอัตราการรับส่งข้อมูล และรูปแบบของข้อมูล

2. ฮาร์ดแวร์ ของตัวโทรศัพท์ดิจิตอล ในระบบ ISDN และ ตัว LT-S ซึ่งอุปกรณ์ทั้งสองจะต่างกันเล็กน้อย ตรงที่ LT-S จะไม่มีวงจร ที่ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล (Codec) ส่วนอื่นจะเหมือนกันทุกประการ ดังนั้นจึงขอกล่าวถึงฮาร์ดแวร์ของตัวโทรศัพท์ดิจิตอลในระบบ ISDN ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น 3 ส่วน ด้วยกัน คือ

2.1 ส่วนที่เชื่อมโยงกับ S-bus ประกอบด้วยอุปกรณ์หลัก คือ ISDN Subscriber Access Controller เบอร์ PEB 2085 ของบริษัท SIEMENS ซึ่งเป็น IC ที่ทำหน้าที่ ควบคุมการทำงาน ในชั้นที่ 1 และชั้นที่ 2 บางส่วน รวมทั้งการเชื่อมโยงกับ S-Bus

PEB 2085 ถูกออกแบบมา สำหรับให้ใช้งาน ในโครงข่าย ISDN Basic Access โดยสามารถนำ มาสร้างเป็น Subscriber Terminal Equipment และ Exchange Terminal Equipment โดยคุณสมบัติต่างๆ ของ IC ได้กล่าวไว้ในบทที่ 7 แล้ว

2.2 ส่วนที่ควบคุม การทำงานของโทรศัพท์ดิจิตอล ในระบบ ISDN จะประกอบด้วยไมโครโปรเซสเซอร์ ROM, RAM ส่วนแสดงผล, และคีบอร์ด

2.3 Codec เป็นส่วนที่ ทำหน้าที่แปลงสัญญาณอนาลอก เป็นสัญญาณดิจิตอล และแปลงสัญญาณดิจิตอลกลับไปเป็นสัญญาณอนาลอก โดยจะใช้ IC ของ MOTOROLLA เบอร์ MC 14403

3. ซอฟท์แวร์ เป็นชุดคำสั่งที่สั่งให้ CPU ทำงาน ซึ่งจะเขียนด้วย ภาษาแอสแซมบลี้ของ 8031AH ซึ่งจะแบ่งออกเป็นซอฟท์แวร์ที่ใช้สำหรับโทรศัพท์ดิจิตอล ในระบบ ISDN และ LT-S โดยซอฟท์แวร์ ที่สร้างขึ้น จะถูกแบ่งการทำงานออกเป็นชั้นๆ เหมือนกับ การแบ่งชั้นของโปรโตคอลของโทรศัพท์ดิจิตอลในระบบ ISDN โดยที่โปรโตคอลในชั้นที่ 1 IC ของ SIEMENS PEB2085 ได้ให้ฟังก์ชั่น การทำงานมาเรียบร้อยแล้ว ภายในตัว IC เพียงแต่ผู้ใช้งาน เขียนคำสั่งลงไปในหน่วยความจำของ PEB2085 ให้เป็นไปตามข้อกำหนดของ CCITT I.430 ส่วนโปรโตคอลในชั้นที่ 2 IC ของ SIEMENS PEB 2085 ได้สร้างสัญญาณ Flag ทั้งหัว และท้ายของเฟรม พร้อมกับสัญญาณข้อมูลที่ใช้ในการตรวจสอบความผิดพลาด (Frame Check Sequence) ส่วนค่าในฟิลด์ Address และ Control ผู้ใช้งาน จะต้องเขียนชุดคำสั่ง ที่ทำให้ CPU เขียน และอ่านค่าลงบนหน่วยความจำ ภายในของ IC PEB 2085 และสุดท้าย เป็นโปรโตคอลในชั้นที่ 3 ซึ่งจะเป็นหน้าที่ของ CPU ทั้งหมดที่ เขียนและอ่านค่าจากหน่วยความจำ ภายใน IC PEB 2085 เพื่อให้การทำงานเป็นไปตามข้อกำหนดต่างๆ ของโปรโตคอล

8.2 ปัญหา

1. ในขณะที่เริ่ม ทำการออกแบบ Hardware เนื่องจากผู้ทำวิจัย ยังมีความเข้าใจเกี่ยวกับ ISDN ไม่เพียงพอ ทำให้การทำความเข้าใจ PEB 2085 ใช้เวลาค่อนข้างมาก

2. ในการออกแบบ PCB ต้องมีการแก้ไขหลายครั้ง เนื่องจากทางผู้ที่รับทำแผ่น PCB จะมีขนาดของดอกสว่านหรือขนาดของรูต่างๆ ที่เป็นมาตรฐานอยู่แล้วและยังมีข้อจำกัดด้านขนาดของสายวงจรที่เล็กที่สุด ที่ผู้ที่รับทำแผ่น PCB จะทำได้ ซึ่งทางผู้ทำวิจัยไม่ทราบมาก่อน จึงต้องมีการแก้ไข PCB หลายครั้ง

3. การซื้ออุปกรณ์จะมีปัญหาในช่วงแรก เนื่องจากไม่ทราบว่า อุปกรณ์ที่ต้องการใช้มีลักษณะอย่างไร หรือมีแบบใด ค่าใดที่มีขายบ้างทำให้ต้องเสียเวลาไปซื้ออุปกรณ์หลายครั้ง นอกจากนี้ ยังมีอุปกรณ์บางชนิด ที่ต้องสั่งทำ เช่น Crystal ต้องสั่งฝนเพราะไม่มีขาย ส่วน Isolating Transformer ก็ต้องสั่งพัน ซึ่งมีผู้รับพันน้อยมาก ต้องเสียเวลาหาร้านที่รับพันนาน

4. หลังจากประกอบวงจรแล้ว ก็พบปัญหาเรื่อง Time Delay ซึ่งวงจร ที่ออกแบบในตอนแรกจะไม่มี D1 ,D2 (จากรูป ISDN Sheet 1,2) เนื่องจากถ้าดูจาก Timing Diagram จะพบว่าวงจรสามารถทำงานได้ โดย 74LS138 จะให้ Output ตาม A0-A15 และ Output นี้จะเปลี่ยนแปลงทุกครั้ง ที่ขอบลงของสัญญาณ Data และ Data จะต้องถูก Latch ไว้ที่ Output ของ LS373 แต่ในความเป็นจริงแล้ว สัญญาณ Output ของ LS138 จะถูกหน่วงเวลาออกไป ทำให้ Data ที่ออกจาก LS373 ผิดพลาดจึงได้ใส่ D1,D2 ไว้ เพื่อทำหน้าที่เป็น OR Gate เนื่องจากสัญญาณ /RD,/WR จะ Inactive ก่อนที่ Address จะเปลี่ยนแปลง

5. Reference Clock 512 kHz และ 8 kHz ที่ป้อนเข้า LT-S ไม่มีเสถียรภาพ ซึ่งในการทดสอบครั้งแรก ความถี่ได้เลื่อนจาก 8 kHz เป็น 7.46 kHz ในขณะที่ ต่อวงจร Clock นั้น Output เป็น 8 kHz ได้จึงออกแบบ Clock ใหม่ โดยใช้ Crystal ช่วยควบคุมความถี่ให้มีเสถียรภาพ ดังนั้น TE และ LT-S จึงรับส่งสัญญาณได้ แต่ยังไม่ Synchronize

6. ในการเขียน Command ให้ Layer 1 จะต้อง Set BAC bit ใน CIXR ด้วยทุกครั้ง ซึ่งตอนแรกผู้ทำวิจัย อ่านคู่มือไม่เข้าใจในจุดนี้ จึงทำให้ระบบไม่ Synchronous เมื่อทำการแก้ไขระบบก็สามารถที่จะ Synchronize แต่ยัง Activate ไม่ได้ นอกจากนี้ในบางครั้ง TE ก็แสดงสภาวะ Lost Frame ขึ้นมา ส่วน LT-S ก็แสดงสถานะ Receiver not Sync. ขึ้นมาด้วย

7. จากปัญหาในข้อ 6 ผู้ทำวิจัย ได้ติดที่จุดนี้อยู่นาน และได้กลับไปศึกษา ระบบใหม่

ทั้งในส่วน Hardware และ Software จึงพบว่าเกิดจาก Impedance ของวงจรด้านส่งและด้านรับไม่ match กัน จึงได้ทำการค้นคว้า หาข้อมูลเกี่ยวกับการ matching impedance ของ PEB 2085 และคำนวณค่าความต้านทานและตัวเก็บประจุที่จะต่อเข้าวงจร เพื่อให้เกิดการ matching ทั้งทางด้านรับและด้านส่ง เมื่อแก้ไขแล้วระบบก็สามารถทำงานใน Layer 1 ตาม CCITT I.430 ได้อย่างมีเสถียรภาพดี

8.3 งานที่ควรทำต่อ

1. ออกแบบวงจร Protection ให้กับระบบ
2. ปัจจุบัน TE และ LT-S เชื่อมต่อกันด้วยสายที่สั้นควรใช้สายที่ยาวกว่านี้ให้เหมือนสภาพใช้งานจริง คือ ประมาณ 1 km และปรับปรุง Hardware ให้ทำงานที่ความยาวนี้ได้
3. พัฒนา Software ให้สามารถรับส่งข้อมูลคอมพิวเตอร์ได้
4. พัฒนา Hardware ในส่วนของรายละเอียด หรือ Feature ของโทรศัพท์ เช่น วงจรสัญญาณกระดิ่ง และ ระบบ Hand Free เป็นต้น

สำหรับวงจร ที่อยู่ในรายงานฉบับนี้ ผู้ทำวิจัยได้ทำการ ออกแบบระบบ Protection ไว้หมดแล้ว แต่ยังไม่ได้ประกอบเป็นวงจรที่ใช้งานจริง อย่างไรก็ตาม วงจรต้นแบบที่ใช้งานอยู่ในขณะนี้ ก็สามารถใช้งานได้ดี และสามารถที่จะนำไปพัฒนา Software ต่อใน Layer ที่สูงขึ้นต่อไปได้ทัน

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย