สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัยและการพัฒนาฉบับสมบูรณ์

เครื่องจัดสัญญาณสำหรับโครงข่ายให้บริการร่วมแบบดิจิตอล
(ISDN Terminal)

อิทธิชัย อรุณศรีแสงไชย

ภาควิชาวิศวกรรมอิเลคทรอนิคส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

โดยได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติ
ปีงบประมาณ 2536

RCH
TK
5103.95
.T245
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 32233
วัน, เดือน, ปี 11 ส.ค. 2542

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล
Data terminal for Digital Switching Exchange

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้กล่าวถึงการสร้างเครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล ขบวนการสร้างแบ่งได้เป็นสองส่วนใหญ่ๆคือ ส่วนของซอฟแวร์และส่วนของฮาร์ดแวร์ เครื่องที่สร้างได้มีคุณสมบัติการทำงาน ตามมาตรฐานของ CCITT โดยมีฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆดังต่อไปนี้ การต่อเชื่อมชั้นที่ 1, LAP-D ที่ชั้น 2, D แชลแนลที่ชั้น 3, V.120 อินเตอร์เฟสโมเด็มของช่องสัญญาณสำหรับแพคเก็ตดาต้า, V.110 อินเตอร์เฟสโมเด็มสำหรับสัญญาณดิจิตอล, และโปรโตคอลสำหรับผู้ใช้

SUMMARY

This paper described the construction of data terminal for digital switching exchange. The total construction process is partitioned in to 2 phases; solfware phase and hardware phase. The constructed terminal having necessary fanctions according to the standard of CCITT as; Layer 1 interface, Layer 2 LAP-D, Layer 3 D channel, V.120 B-chan. packetization, V.110 bit-rate adaption and User-interface protocols.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญเรื่อง

	หน้า
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 ทฤษฎีการสื่อสารข้อมูลที่ใช้ในโครงการนี้	
2.1 โปรโตคอลต่างๆที่ใช้ในการออกแบบ	
-Protocol V.110 การอินเตอร์เฟสข้อมูลสำหรับสัญญาณดิจิตอล	2
-การสื่อสารข้อมูลบนมาตรฐาน LAP-D (X.25) Protocol	2
-จุดอ้างอิง	4
2.2 เครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล	6
-การทำงานของเครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล	6
บทที่ 3 การออกแบบสร้างและวิเคราะห์สัญญาณของ	
เครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล	9
3.1 ส่วนสร้างสัญญาณต่างๆ	
-สัญญาณไดอัลโทน	9
-สัญญาณไม่ว่าง	9
-สัญญาณเรียกกลับ	10
-สัญญาณเรียก	10
3.2 ส่วนแยกสัญญาณคู่สายโทรศัพท์และถอดรหัสความถี่โทรศัพท์	10
-ส่วนแยกสัญญาณคู่สายโทรศัพท์	10
-ส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์	13
3.3 ส่วนแปลงสัญญาณข้อมูลและการฟิลเตอร์	13
3.4 ส่วนจัดเฟรมข้อมูลและการเชื่อมต่อ	14
-MC145474	14
-MC145488	14
-AMP416L8	14
3.5 ส่วนควบคุม	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6 ผลการทดลอง 17
-ส่วนสัญญาณโทรศัพท์ 18
-ส่วนแยกสัญญาณคู่สาย 18
-ส่วนแปลงสัญญาณและการฟิลเตอร์ 19
-ส่วนวงจรถอดระหัสความถี่ 19
-ส่วนจัดเฟรมข้อมูลและการเชื่อมต่อ 20

บทที่ 4 บทวิจารณ์
4.1 ปัญหาและอุปสรรค 23
4.2 ผลที่ได้รับจากโครงการนี้ 23
4.3 บทสรุป 23
4.4 รายชื่อบทความที่ได้รับการเผยแพร่จากโครงการนี้ 24
เอกสารอ้างอิง 24
ภาคผนวก
บทความที่ได้รับการเผยแพร่จากโครงการนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

1. บทนำ

โครงข่ายบริการร่วมระบบดิจิตอล หรือที่เรียกว่า โครงข่าย ISDN เป็นโครงข่ายบริการทางการสื่อสารสมัยใหม่ที่สามารถให้บริการหลายๆ รูปแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้นว่า บริการโทรศัพท์ บริการโทรสาร บริการการสื่อสารข้อมูล ฯลฯ อุปกรณ์สื่อสารปลายทางที่จะให้การบริการรูปแบบต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วก็จะมีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อที่จะเชื่อมต่อกับโครงข่าย ISDN เช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องโทรศัพท์ระบบดิจิตอลเครื่องโทรสารระบบดิจิตอล ก็จะถูกพัฒนาและนำมาใช้กับโครงข่ายนี้ ดังจะเห็นได้จากประเทศที่พัฒนาแล้วประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่จะนำเอาโครงข่าย ISDN เข้ามาให้บริการทางด้านการติดต่อสื่อสาร แต่อุปกรณ์สื่อสารปลายทางที่ใช้อยู่เป็นรูปแบบของระบบอนาล็อก ในรายงานวิจัยฉบับนี้จึงนำเสนอ การออกแบบและพัฒนาเครื่องต่อข้อมูลสำหรับโครงข่าย ISDN ซึ่งจะมีฟังก์ชั่นพื้นฐานการทำงานต่างๆ ที่สามารถต่อเชื่อมข้อมูลจากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Terminal Equipment) เข้ากับโครงข่าย ISDN

ในรายงานการวิจัยฉบับนี้ ส่วนแรกจะอธิบายรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับเครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอลนี้ไว้ และส่วนที่สองจะอธิบายถึงการออกแบบโครงสร้างของเครื่อง ในส่วนที่สามจะอธิบายในเรื่องของการทดลองและผลของการทดลอง ส่วนสุดท้ายจะกล่าวถึงบทสรุปและแนวทางที่จะทำการพัฒนาต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

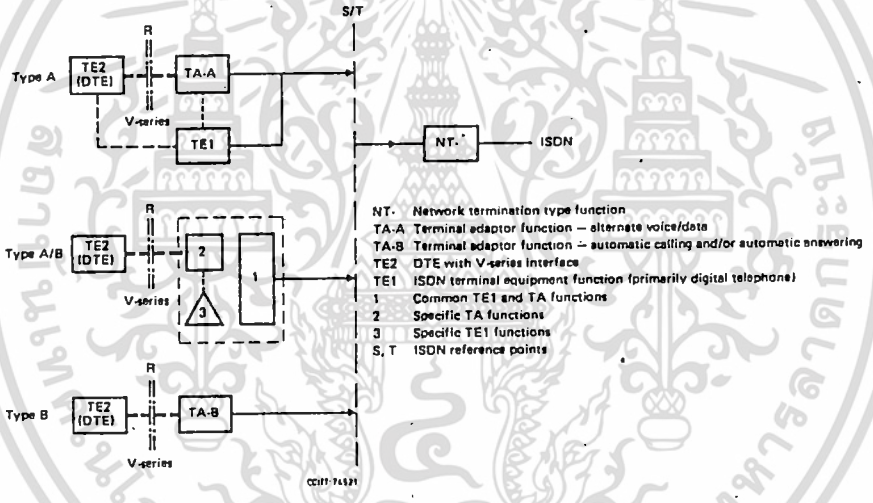
ทฤษฎีการสื่อสารข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัยนี้

โดยปรกติของการสื่อสารในระบบดิจิตอลนั้นข้อมูลต่างๆไม่ว่าจะเป็นข้อมูลเสียง ข้อมูลภาพ หรือข้อมูลจากอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data Terminal Equipment) ล้วนถูกส่งด้วยความเร็วสูงทั้งสิ้น ดังนั้นเพื่อที่จะให้ข้อมูลนั้นถูกส่งไปยังผู้รับปลายทางอย่างถูกต้อง จึงจำเป็นอยู่เองที่จะต้องมีการนำเอาโปรโตคอลเข้ามาใช้ในการควบคุมข้อมูลเหล่านั้น

โปรโตคอลนั้นมีอยู่หลายชนิดด้วยกันแต่ที่สามารถนำมาใช้กับเครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอลนั้นมีอยู่ 2 ชนิดดังนี้

2.1.1 Protocol V.110 การอินเตอร์เฟสข้อมูลสำหรับสัญญาณดิจิตอล

Rec. V.110 นี้เป็น Rec. ที่สนับสนุนการจัดส่งสัญญาณของอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (Data-Terminal Equipment) ที่เป็นอุปกรณ์ ISDN ประเภทที่ 2 (TE2) ที่มีการอินเตอร์เฟสชนิด V ให้สามารถเชื่อมต่อกับโครงข่าย ISDN ได้และจะมีลักษณะการเชื่อมต่อดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 แสดง Customer Access ของ Rec.V.110

จากรูป แสดงลักษณะของการจัดฟังก์ชั่นบล็อคที่อยู่ในลักษณะของ Customer Acess Rec.V.110 ซึ่งจะเป็นการเชื่อมต่อระหว่างอุปกรณ์สื่อสารข้อมูล (DTE) ที่เป็น V-Interface กับโครงข่าย ISDN

2.1.2 การสื่อสารข้อมูลบนมาตรฐาน LAP-D (X.25) Protocol

2.1.2.1 รายละเอียดของโปรโตคอล X.25

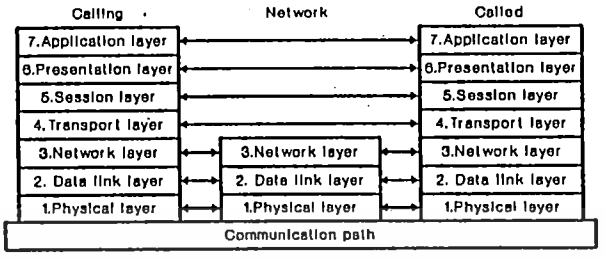
ในการส่งข้อมูลแพคเก็ตจะใช้โปรโตคอลของ X.25 ในการอินเตอร์เฟสในโครงข่ายการส่งข้อมูลแพคเก็ต โดยใช้มาตรฐานของโปรโตคอล X.25 จาก CCITT ซึ่งจะมีรายละเอียดอยู่ใน 3 Layer ของ OSI Model ในการส่งข้อมูลแบบ Circuit Switching จะใช้โปรโตคอลเพียง 1 Layer เท่านั้น ส่วนในการส่งข้อมูลแบบ Packet Switching จะใช้โปรโตคอลทั้ง 3 Layer ดังแสดงในรูปที่ 2.2 (ก) และ (ข) ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

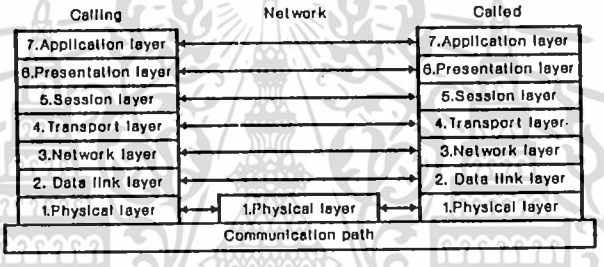
Layer 1 Physical Layer จะเป็นการใช้งาน X.21

Layer 2 Data Link Layer จะใช้รูปแบบของ HDLC, LAP-D

Layer 3 Network Layer จะเป็นการส่งข้อมูลแพคเก็ตที่สามารถมีได้หลายช่องสัญญาน



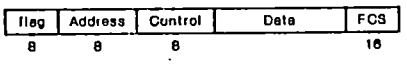
รูปที่ 2.2 (ก) OSI Model สำหรับ Packet Switching



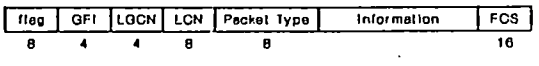
รูปที่ 2.2 (ข) OSI Model สำหรับ Circuit Switching

2.1.2.2 ลักษณะการส่งข้อมูลของ X.25

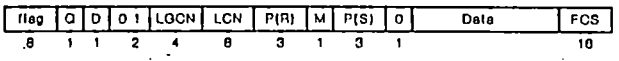
ลักษณะเฟรมข้อมูลของ X.25 จะใช้รูปแบบเฟรมของ HDLC LAP-B โดยจะมีแอดเดรสข้อมูลที่ต้องการส่ง รวมถึงส่วนที่ใช้ในการควบคุมการส่งข้อมูล เช่น แอดเดรสของ DTE (Data Terminal Equipment) ปลายทาง และชนิดของแพคเก็ต เป็นต้นซึ่งจะมีลักษณะดังรูปที่ 2.3



เฟรมของ HDLC



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(2)

เฟรมของ X.25 ซึ่งจะมี 2 รูปแบบคือ

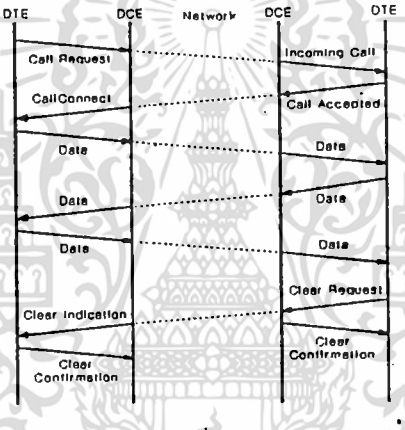
1) เฟรมในการควบคุมการส่งข้อมูล

2) เฟรมของข้อมูล

รูปที่ 2.3 แสดงรายละเอียดของเฟรมต่างๆที่ใช้ในการส่งข้อมูลแพคเก็ต

2.1.2.3 ลำดับขั้นการส่งข้อมูลแบบแพคเก็ต

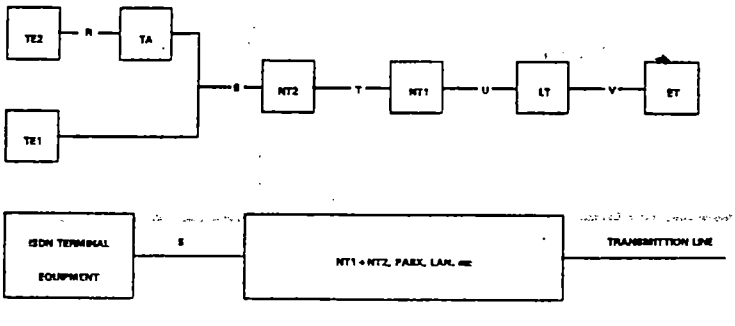
การส่งข้อมูลแบบแพคเก็ตในโหมดของ Virtual Call ซึ่งเริ่มต้นตั้งแต่ การส่งแพคเก็ตร้องขอการส่งข้อมูล จนกระทั่งสามารถส่งข้อมูลไปยังปลายทางได้ และเมื่อการส่งข้อมูลสิ้นสุดลง ก็จะมีการส่งแพคเก็ตในการเคลียร์การส่งข้อมูล จาก DTE ด้านส่งไปยัง DTE ด้านรับดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงลำดับการส่งข้อมูลของการทำงานใน X.25 Virtual Call

2.1.3 จุดอ้างอิง (Referance point)

เนื่องจาก ISDN ต้องให้บริการแก่อุปกรณ์หลายชนิดที่แตกต่างกันทั้งทางด้านอัตราเร็วในการถ่ายทอดข้อมูลและรูปแบบการให้บริการ CCITT จึงกำหนดจุดอ้างอิงต่างๆขึ้นมา ก็เพื่อที่จะให้บริษัทต่างๆทำการผลิตอุปกรณ์ที่ได้มาตรฐานเดียวกัน ตามจุดอ้างอิงต่างๆซึ่งมีดังนี้คือจุด R จุด S จุด T จุด U และจุด V ซึ่งสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.5

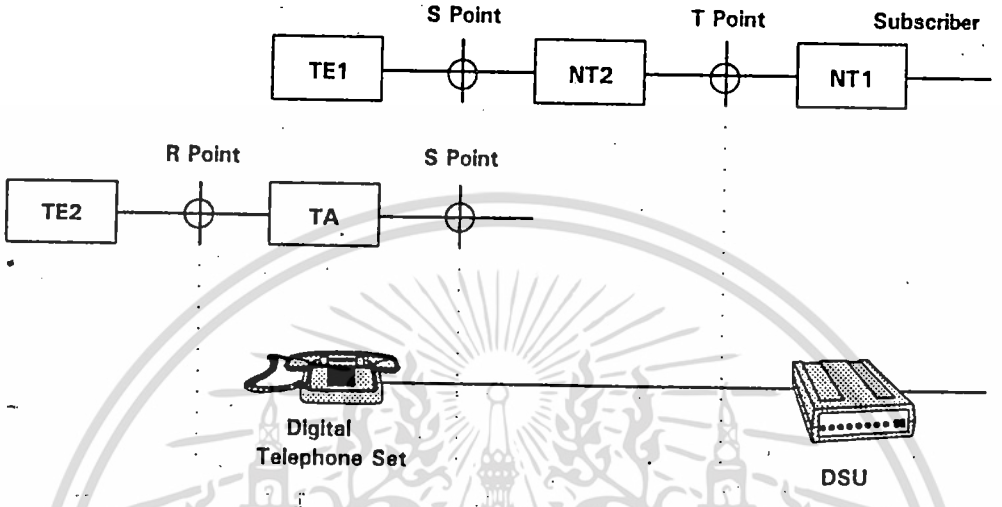


รูปที่ 2.5 แสดงจุดอ้างอิง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

นอกจากนี้ CCITT ยังได้กำหนดหน้าที่ของอุปกรณ์ต่างๆที่ใช้ในโครงข่าย ISDN และอุปกรณ์อินเตอร์เฟส โดยเรียกว่า Function/Protocol Book ซึ่งมีรายละเอียดต่างๆ ดังนี้

1. TE1 (Terminal Equipment) เป็นอุปกรณ์ที่ถูกออกแบบให้สอดคล้องกับมาตรฐานแบบเบสิคแอคเซส(Basic access) เพื่อใช้ในการติดต่อของ TE1 ที่ต่ออยู่บนจุดอ้างอิง S ดังแสดงในรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 แสดงจุดอ้างอิง S และ TE1

2. TE2 (Terminal Equipment 2) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์ที่ไม่ใช่อุปกรณ์ ISDN(non -ISDN Terminal) ซึ่งเป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการส่งเช่น X.24 เทอร์มินอล X.25 แพคเก็ตเทอร์มินอลและ X.21 ข้อมูลแบบเซอร์กิตสวิตช์เทอร์มินอล เป็นต้น จุด R เป็นจุดอ้างอิงที่ใช้ในการอินเตอร์เฟสระหว่าง TE2 กับ TA

3. TA (Terminal Adapter) เป็นอุปกรณ์อินเตอร์เฟสระหว่าง TE2 กับโครงข่าย ISDN การทำงานของ TA มีหน้าที่ดังนี้

3.1 เปลี่ยนแปลงอัตราเร็วในการส่งข้อมูลของ TE2 ที่จุดอ้างอิง R ให้ได้เอาต์พุตที่จุดอ้างอิง S เป็นสัญญาณดิจิตอล 64 Kbps (ช่องสัญญาณ B) TE2 ใช้อุปกรณ์อนาล็อกสัญญาณที่จุดอ้างอิง R จะต้องทำให้เป็นสัญญาณดิจิตอลใน TA

3.2 เปลี่ยนโปรโตคอลที่ใช้ในการส่งข้อมูลของ TE2 ปัจจุบัน CCITT ได้กำหนดว่ามี TA 3 แบบเพื่อใช้กับ X.21 และX.21 bis เซอร์กิตสวิตช์ เทอร์มินอล X.25 แพกเก็ตเทอร์มินอล และอนุกรม V เทอร์มินอล TA จึงต้องเปลี่ยนโปรโตคอลที่ใช้กับอุปกรณ์ทั้ง 3 ให้เป็นโปรโตคอลที่ใช้กับช่องสัญญาณ D ที่เรียกว่า LAP-D

4. NT1 (Network Terminal) เป็นอุปกรณ์ที่ต่อเชื่อมกับปลายสายของผู้ใช้ เพื่อการต่อเชื่อมทางไฟฟ้า อุปกรณ์นี้ติดตั้งโดยหน่วยงานที่ให้บริการ ISDN จุดอ้างอิงที่ NT1 ต่อเชื่อมกับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

NT2 คือ จุดอ้างอิง T

5. NT2 (Network Terminal 2) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่สวิตชิ่งและทำการรวบรวมข้อมูลของผู้ใช้ ตัวอย่างของ NT2 ได้แก่ PABX หรือ LAN ฯลฯ NT2 มีพอร์ทที่ต่อเทอร์มินอลได้สูงสุด 8 พอร์ทโดยมีรูปแบบของการต่อเป็นแบบบัส

ที่จุดอ้างอิง S ถ้ามีอุปกรณ์เพียงตัวเดียวเท่านั้นที่ต่อกับ NT2 ได้โดยตรงจุดอ้างอิง S และ T จะเป็นจุดเดียวกันในกรณีที่ไม่มีการใช้ NT2 คงมีเพียง NT1เท่านั้น NT2 นี้ติดตั้งอยู่ในบริเวณบ้านหรือสำนักงานของผู้ใช้

6. L.T. (Line Termination) เป็นอุปกรณ์ที่ตั้งอยู่ในชุมสาย ISDN สำหรับการต่อสายของผู้ใช้ชุมสายอ้างอิงอยู่ระหว่าง LT กับ NT1

7. ET (Exchane Terminal) เป็นอุปกรณ์ที่ติดตั้งอยู่ในชุมสาน ISDN สำหรับทำหน้าที่รับส่งสัญญาณเพื่อการเริ่มต้นการติดต่อระหว่างชุมสาย ISDN

2.2 เครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล

เครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอลถูกสร้างขึ้นมา เพื่อใช้ในการแปลงสัญญาณในอุปกรณ์ปัจจุบันที่มิได้มีรูปแบบการส่งข้อมูลในโครงข่าย ISDN ให้มีรูปแบบ ISDN ซึ่งจะทำให้อุปกรณ์ต่างๆในโครงข่ายปัจจุบัน สามารถทำการติดต่อสื่อสารกับระบบ ISDN ได้ เช่น โครงข่ายโทรศัพท์ ที่มีการส่งข้อมูลต่ำ แต่เมื่อมีการต่อเชื่อม (interface) ระหว่างโทรศัพท์กับ TA แล้วสัญญาณเสียงที่ออกมา จะเป็นสัญญาณดิจิตอลความเร็วสูง 192 Kpbs สำหรับต่อเชื่อมกับโครงข่าย ISDN

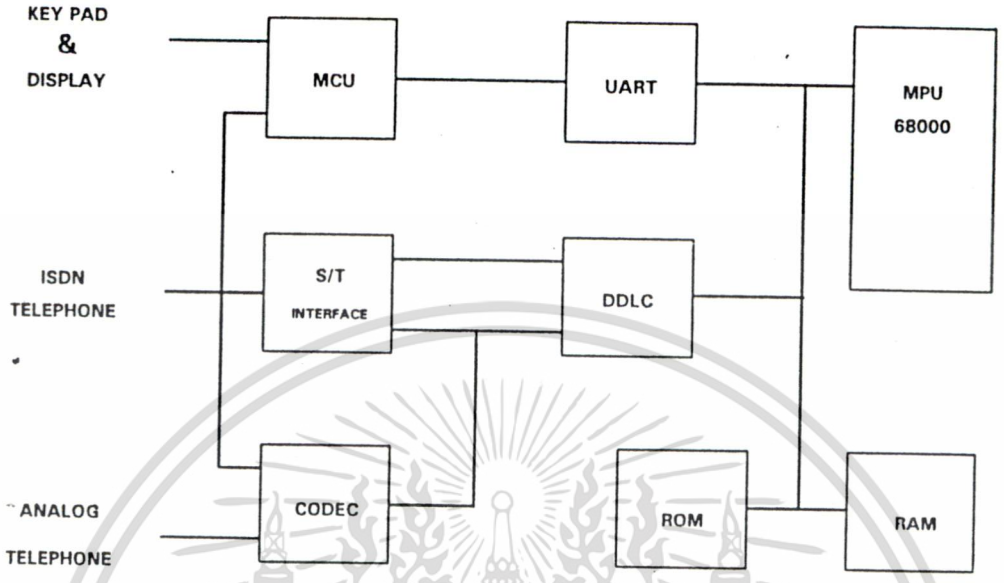
เครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล

การทำงานของเครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล จะเป็นการทำงานในด้านการจัดสัญญาณเสียงในโทรศัพท์ธรรมดาให้สามารถใช้งานร่วมกับโครงข่าย ISDN ได้ซึ่งต้องมีการเปลี่ยนจากสัญญาณอนาล็อกมาเป็นสัญญาณดิจิตอล พร้อมทั้งมีการจัดเฟรมโดยใช้โปรโตคอลการควบคุมการเชื่อมต่อ LAP-D ซึ่งสามารถเขียนบล็อคไดอะแกรมได้ดังนี้

Analog Telephone : ส่วนโทรศัพท์ที่ไม่ได้อยู่ในโครงข่ายของ ISDN

Codec and Filter : ส่วนนี้มีหน้าที่ในการแปลงสัญญาณโทรศัพท์ในรูปของอนาล็อกให้เป็นสัญญาณดิจิตอลที่มีอัตราเร็วในการส่งค่าคงที่ค่าหนึ่งเช่น 64 kbps โดยเริ่มจากการที่แยกคู่สายโทรศัพท์ให้เป็นสายรับและสายส่งก่อน (four-wire)แล้วจึงนำสัญญาณมาทำการแปลงให้อยู่ในรูปสัญญาณระบบดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.7 แสดงบล็อคไดอะแกรมของเครื่องต่อข้อมูลสำหรับชุมสายโทรศัพท์แบบดิจิตอล

Data Link Controller : ส่วนนี้มีหน้าที่ในการจัดการระบบเฟรมต่างๆรวมทั้งหน้าที่ใน

*Bit-Level HDLC processing

*flag

*abort

*zero insertion

*residue bit handler

+TEI.SAPI Address Comparision

CPU and Memory : ส่วนนี้จะเป็นส่วนควบคุมในการประมวลผลต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับสัญญาณควบคุม cpu จะมีการติดต่อกับหน่วยความจำในการอ้างแอดเดรสต่างๆ ซึ่งสามารถแบ่งการควบคุมหลักๆได้ดังนี้

- การควบคุมรหัสและการฟิลเตอร์จะเป็นการควบคุมสัญญาณต่างๆ ของระบบเช่น Ring tone ,Ring back tone เป็นต้น
- การควบคุม Data Link Controller จะเป็นการควบคุม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจัดการในส่วนของ Data Link Controller

ISDN Telephone : ผลที่ได้รับจากการเปลี่ยนแปลงสัญญาณของโทรศัพท์อนาล็อกนี้ จะทำให้โทรศัพท์อนาล็อกนั้น สามารถใช้ในการติดต่อสื่อสารในโครงข่าย ISDN ได้เหมือนกับโทรศัพท์ที่ใช้ในโครงข่าย ISDN

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

การออกแบบสร้างและวิเคราะห์สัญญาณต่างๆในเครื่องเทอร์มินอลอะแดปเตอร์ สำหรับโครงข่ายการให้บริการร่วมระบบดิจิตอล

ในส่วนของการออกแบบสร้างเครื่องเทอร์มินอลอะแดปเตอร์(TA:Terminal Adapter) สำหรับโครงข่ายร่วมระบบดิจิตอลนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น 5 ส่วนดังนี้

1. ส่วนสร้างสัญญาณต่างๆของโทรศัพท์
2. ส่วนแยกสัญญาณคู่สายโทรศัพท์และส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์(Subscriber Line & DTMF Receiver)
3. ส่วนแปลงสัญญาณให้เป็นรูปดิจิตอลและการฟิลเตอร์ (Code and Filter)
4. ส่วนจัดเฟรมข้อมูลและการเชื่อมต่อ (DDLC and S/T Interface)
5. ส่วนควบคุม (Microprocessor Unit)

3.1 ส่วนสร้างสัญญาณต่างๆของโทรศัพท์

3.1.1 สัญญาณให้หมุน (Dial Tone)

วงจรสร้างสัญญาณให้หมุนจะใช้ IC TIMER เบอร์ 555 สร้างเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์ กำเนิดสัญญาณที่มีความถี่ประมาณ 400 Hz โดยมีหลักการคำนวณดังนี้

$$f(DIAL) = 1.44/(Ra+2Rb)*C$$
$$= 1.44/(0.82+360)*1000*0.01uF$$
$$= 400\ Hz$$

$$duty\ circle = Ra/(Ra+2Rb)$$
$$= 180/(0.82+360)$$
$$= 0.5$$

โดยที่สัญญาณให้หมุน ถูกส่งเข้าที่ขาสัญญาณรับ(R-6)ซึ่งควบคุมการทำงานโดยไมโครโปรเซสเซอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3.1

3.1.2. สัญญาณไม่ว่าง (BUSY TONE)

วงจรสร้างสัญญาณไม่ว่าง ใช้ IC TEMER เบอร์ 555 จำนวน 2 ตัว สร้างเป็นวงจรออสซิลเลเตอร์โดยที่ตัวแรกสร้างเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 400 Hz ซึ่งมีหลักการเหมือนวงจรสร้างสัญญาณให้หมุน ส่วนตัวที่สอง สร้างสัญญาณที่มีความถี่ 1 Hz โดยมีหลักการคำนวณดังนี้

ON = 0.5 sec OFF =0.5 sec

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.1.3. สัญญาณเรียกกลับ (Ringback Tone)

วงจรสร้างสัญญาณเรียกกลับ จะใช้ I.C. TIMER เบอร์ 555 จำนวน 2 ตัว สร้างวงจรออสซิลเลเตอร์ โดยที่ตัวแรกสร้างเป็นสัญญาณความถี่ประมาณ 400 Hz ซึ่งมีหลักการเหมือนวงจรสร้างสัญญาณให้หมุน ส่วนตัวที่สอง สร้างสัญญาณที่มีความถี่ 1 Hz โดยมีหลักการคำนวณดังนี้

ON = 1 sec OFF = 3 sec

f(DIAL) = 1.44/(Ra+2Rb)*C

= 1.44/(30+120)*1000*4.7uF

= 0.25 Hz

duty circle = Ra/(Ra+2Rb)

= 30/(30+90)

= 0.25

แล้วนำทั้ง 2 สัญญาณมารวมกัน โดยผ่าน แอนเกท (AND GATE) แล้วจะได้สัญญาณเรียกกลับที่สมบูรณ์ ดังรูปที่ 3.1

3.1.4. สัญญาณเรียก (Ringing Tone)

ส่วนนี้จะใช้หม้อแปลงขนาด 220/100 โวลท์ แปลงไฟ AC จาก 220 เป็น 100 โวลท์ เพื่อให้ได้สัญญาณเรียกตามต้องการ

3.1.5 ส่วนแยกสัญญาณคู่สายโทรศัพท์และถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

(Subscriber Line & DTMF Receiver)

1) ส่วนแยกสัญญาณคู่สายโทรศัพท์

จากวงจรในรูปที่ 3.2 เราใช้ I.C. เบอร์ 3419 เป็นตัวหลักในการทำงาน ซึ่งเรียกว่า Subscriber Loop Interface Circuit (SLIC) โดยทำหน้าที่ในการแยกสัญญาณโทรศัพท์ให้เป็นสัญญาณรับส่งที่แยกจากกันซึ่งแต่ละส่วนมีหน้าที่ดังนี้

- การปรับอัตราขยายของสัญญาณส่ง ทำได้โดยการปรับอัตราขยายของออปแอมป์
- การปรับอัตราขยายของสัญญาณรับ ทำได้โดยการเปลี่ยนค่าความต้านทานที่ต่อขา 17 ซึ่งเรียกว่า Rrx โดยการลดค่า Rrx ลง อัตราการขยายก็จะเพิ่มขึ้น
- การแสดงสถานะการยกหูของโทรศัพท์ (Hook Status Output) จะดูได้จากขา 14 (HSO) คือ ถ้าไม่มีการยกหู(On-Hook) จะให้สถานะโลจิกเป็น 1 เมื่อมีการยกหูจะให้สถานะโลจิกเป็น 0
- การควบคุมสัญญาณเรียก (Ringing) ทำได้โดยให้สถานะลอจิกเป็น 0 ที่ขาเบสของทรานซิสเตอร์ MPSA56 เพื่อให้ทรานซิสเตอร์ MPSA56,MPAS06 และ MOC3030

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

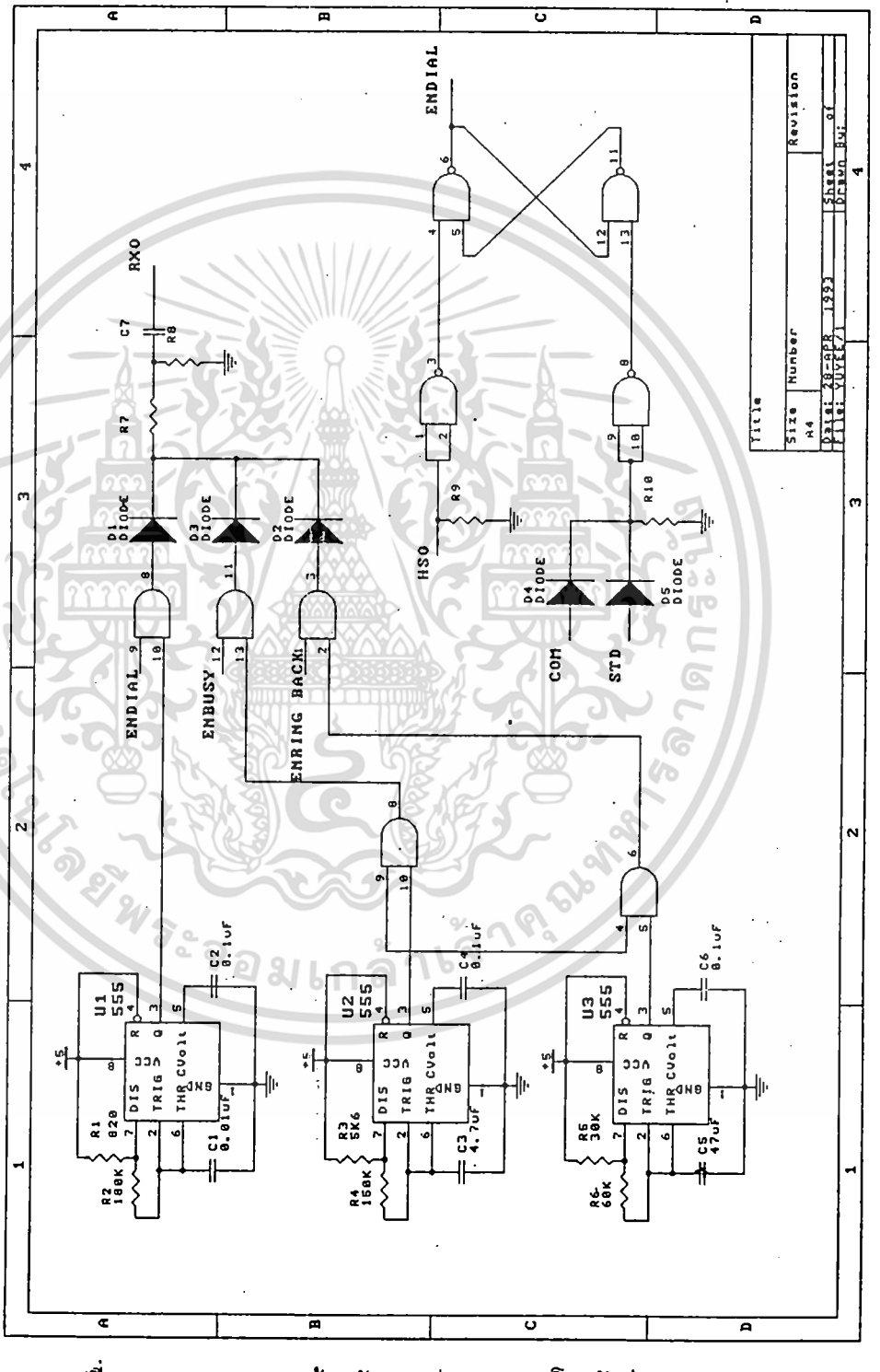
f(DIAL) = 1.44/(Ra+2Rb)*C

= 1.44/(5.6+300)*1000*4.7uF = 1 Hz

duty circle = Ra/(Ra+2Rb)

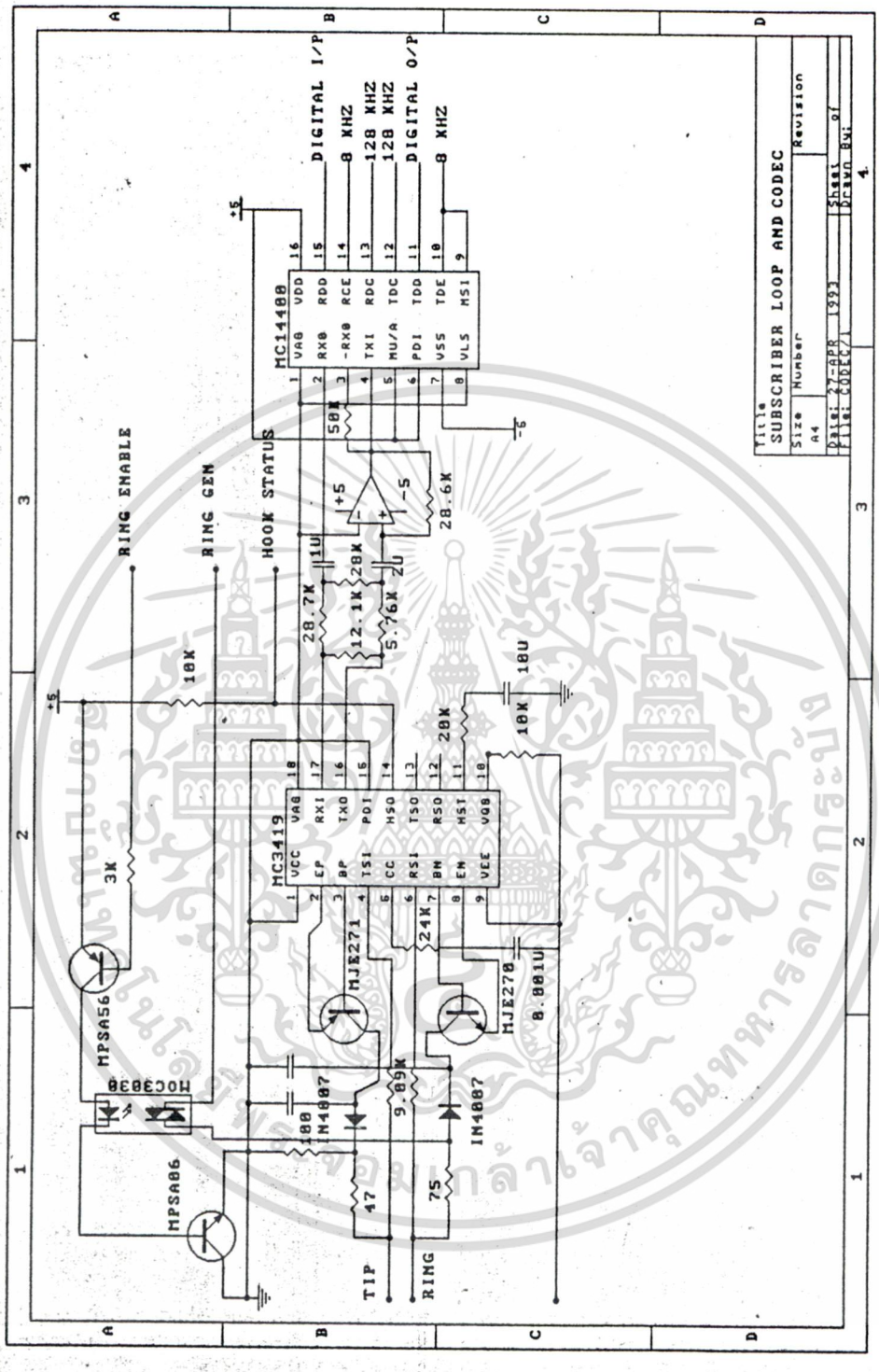
= 150/(5.6+300) = 0.49

แล้วนำทั้ง 2 สัญญาณมารวมกัน โดยผ่าน แอนเกท (AND GATE) แล้วจะได้สัญญาณ ไม่ว่างที่สมบูรณ์



รูปที่ 3.1 แสดงวงจรสร้างสัญญาณต่างๆ ของโทรศัพท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 แสดงส่วนแยกสัญญาณคู่สายโทรศัพท์และแปลงสัญญาณโทรศัพท์ให้เป็นดิจิตอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทำงาน สัญญาณเรียกก็จะถูกส่งผ่านไปยังโทรศัพท์

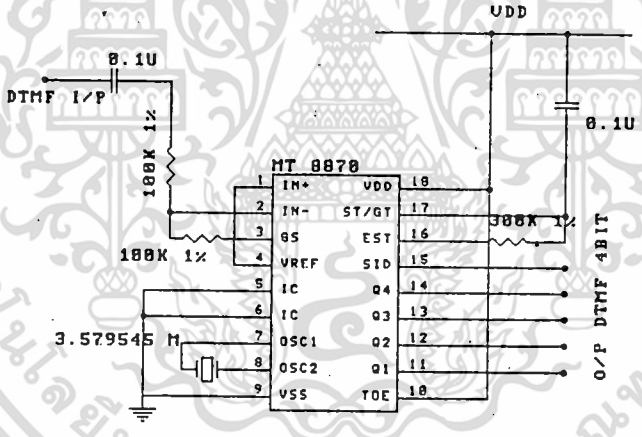
นอกจากนี้ SLIC เบอร์ 3419 ยังเป็นตัวจ่ายกำลังไฟฟ้า (power feeding) +18 โวลท์ ให้กับ โทรศัพท์อนาล็อกอีกด้วย

2) ส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

ทำหน้าที่ในการเปลี่ยนสัญญาณคู่ความถี่ หรือ DTMF ให้เป็นตัวเลข Binary ขนาด 4บิท แล้วจึงส่งไปให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำการประมวลผลต่อไป

จากวงจรในรูปที่ 3.3 จะเห็นได้ว่าใช้ไอซี MT8870 เป็นตัวถอดรหัสความถี่ โทรศัพท์ โดยที่สัญญาณอินพุทถูกแยกเป็น 2 กลุ่มความถี่คือช่วงความถี่สูงและช่วงความถี่ต่ำ ความถี่ที่ถูกกรองเรียบร้อยผ่านวงจรถอดรหัสความถี่ออกเป็นตัวเลข และมีการตรวจสอบความถี่ที่เข้ามาว่าเป็นความถี่ DTMF หรือไม่ เพื่อที่จะป้องกันความถี่อื่นผสม ถ้าถูกต้อง สัญญาณที่ขา Est จะแอคทีฟก่อนที่จะแสดงผลออกทางเอาท์พุท จะมีการตรวจสอบช่วงความถี่ว่ามีระยะเวลาตามที่กำหนดหรือไม่ วงจรอินพุทปรับอัตราขยายได้โดยใช้สูตร

INPUT GAIN = R2/R1



รูปที่ 3.3 แสดงวงจรส่วนถอดรหัสความถี่โทรศัพท์

3.3 ส่วนแปลงสัญญาณข้อมูลและการฟิลเตอร์ (Code AND Filter)

ส่วนของการแปลงสัญญาณข้อมูลและการฟิลเตอร์ จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณของข้อมูลจากโทรศัพท์ซึ่งอยู่ในรูปสัญญาณอนาล็อก ให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอล (Voice Digitalization) ในที่นี้เราใช้ I.C. เบอร์ MC 14400 ซึ่งมีการทำงานแบบซิงโครนัส โดยมีสัญญาณซิงโครนัสที่ 2.048 MHz การทำงานจะให้ผลดังนี้คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. สัญญาณอินพุทที่เป็นสัญญาณอนาล็อกเข้ามาทางขา TX จะทำการแปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปของสัญญาณดิจิตอล เอาท์พุทขนาด 64 kbps ออกทางขา TDD
2. สัญญาณอินพุทที่เป็นสัญญาณดิจิตอลเข้ามาทางขา RDD จะทำการแปลงสัญญาณให้อยู่ในรูปอนาล็อกเป็นเอาท์พุทออกทางขา Rx

3.4 ส่วนจัดเฟรมข้อมูลและการเชื่อมต่อ

ในการจัดเฟรมข้อมูลและการเชื่อมต่อจะใช้อุปกรณ์ที่ทำหน้าที่ต่างๆดังนี้ คือ

3.4.1 S/T TRANSEIVER

MC145474 S/T TRANSEIVER มีหน้าที่ในการจัดสัญญาณและการเชื่อมต่อที่จุดอ้างอิง S และจุด T สามารถเป็น IDL (INTERCHIP DATA LINK) ,ใช้ทำงานร่วมกับส่วนของ Dual Datalink Controller (MC145488) ซึ่งสามารถจะประยุกต์ใช้ในการติดต่อใน Laver1 และ Laver2 ภายใต้การควบคุมของ CPU 68000 ดังแสดงในรูปที่ 3.4

3.4.2 DUAL DATALINK CONTROLLER

MC145488 DUAL DATALINK CONTROLLER มีลักษณะภายในมี LAP-D Controller อยู่ 2 ช่องสัญญาณ พร้อมกับมีส่วนควบคุม DMA (DIrect MemoevAccess) ภายในด้วยและช่องสัญญาณสามารถทำงานแบบฟูลดูเพล็กซ์ (Full Duplex) ซึ่งใช้ในการทำงานของโครงข่ายISDN และสามารถจะประยุกต์ใช้งานในรูปแบบของ HDLC (High level Data Link Controller) เป็นโปรโตคอลมาตรฐาน และพร้อมกันนี้สามารถนำไปใช้ร่วมกับ MC14774 S/T TRANSCEIVER ภายใต้การควบคุมของ MPU 68000

3.4.3 PAL (Programmable Array Logic)

AMP A16L8 เป็น PAL (Programmable Array Logic) มีหน้าที่เหมือนวงจรเกทโดยทั่วไป แต่ถ้าต้องการฟังก์ชั่นทางคณิตศาสตร์มากๆ และมีอินพุท/เอาท์พุท หลายๆพอร์ท จึงมีการนำเอา PAL มาใช้ในการควบคุมสัญญาณต่างๆ โดยเป็น ChipSelect สำหรับขยายAddress Register ดังตัวอย่างโปรแกรมเช่น

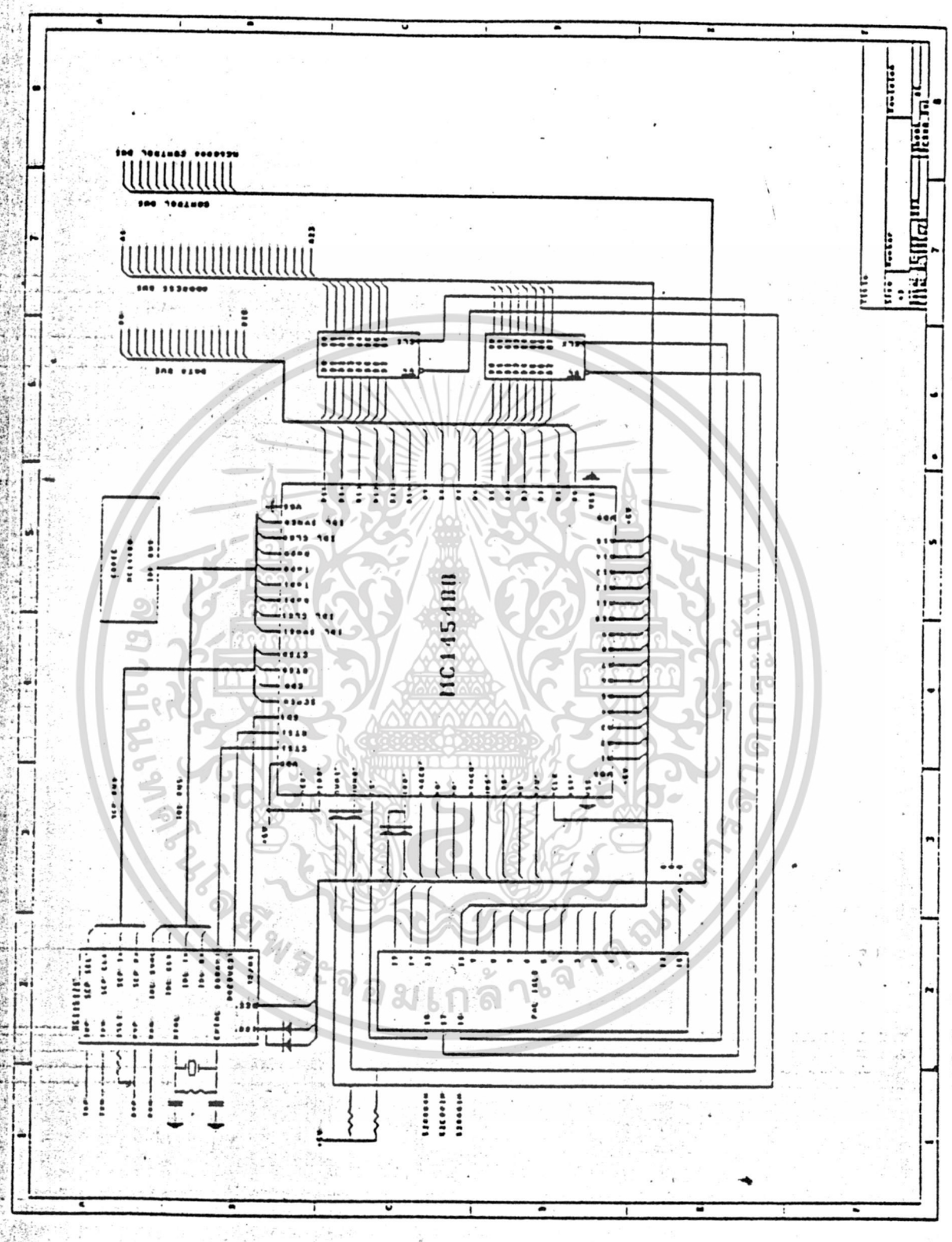
/520000h = /A23.A22./A21.A20./A19./A18.A17./A15./A14./AS

/528001h = /A23.A22./A21.A20./A19./A18.A17.A15./A14./AS/LDS

/52C000h = /A23.A22./A21.A20./A19./A18.A17.A15.A14./AS/LDS

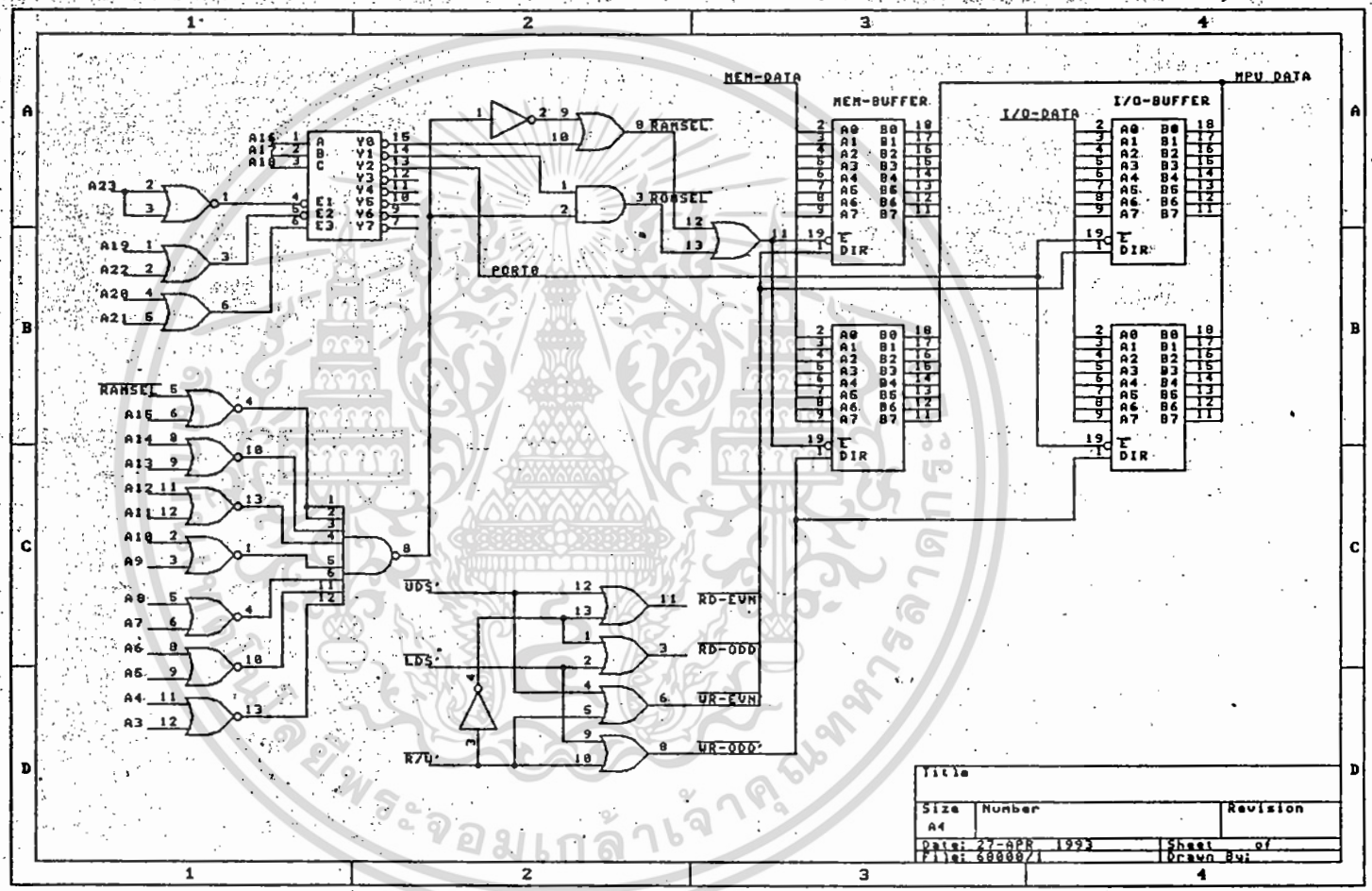
ซึ่งในการใช้ AMP A16L8 ทำให้ลดเนื้อที่ของวงจรอันเกิดจากการใช้เกท ทำให้เกิดความละดวกรวดเร็ว และถูกต้องในการต่อวงจรเอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.4ก แสดงวงจรลวนการจัดเพรมข้อมูลและการเชื่อมต่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.45 แสดงวงจรตัวอย่างของ 8051 MCU

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

3.5 ส่วนควบคุม (Microprocessor Unit)

ส่วนควบคุมจะใช้ CPU อยู่ 2 ตัวคือ

1. 8051 Microcontroller (MCU) ขนาด 8 บิต

2. 68000 Microprocessor (MPU) ขนาด 16 บิต

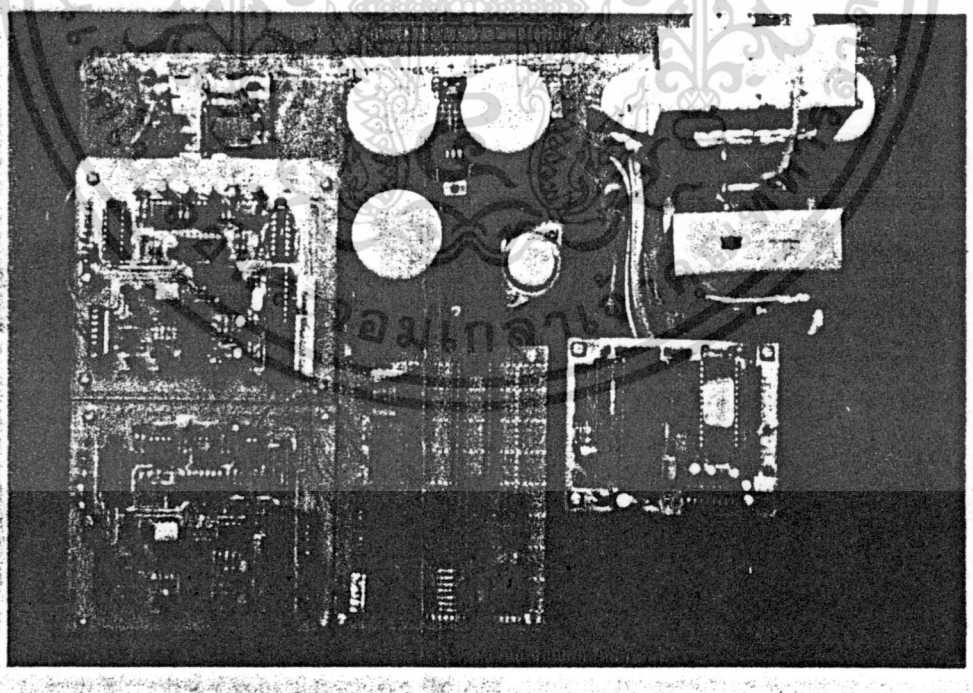
โดยแต่ละตัว จะทำหน้าที่ต่างกันดังนี้

8051Microcontroller จะรับคำสั่งมาจาก MPU 68000 เพื่อนำมาใช้ในการสร้างสัญญาณต่างๆ(SignallingGenerator) ในวงจรคู่สายโทรศัพท์ เช่น สัญญาณ Ringing tone สัญญาณ Ringback tone สัญญาณ Busy tone เป็นต้น ซึ่งจะทำการโปรแกรมเป็นภาษาแอสแซมบลี

68000 Microprocesessor(MPU) มีหน้าที่ในการควบคุมส่วนต่างๆของระบบ รวมถึงการสร้างสัญญาณเพื่อควบคุม 8051 ด้วย

3.6 ผลการทดลอง

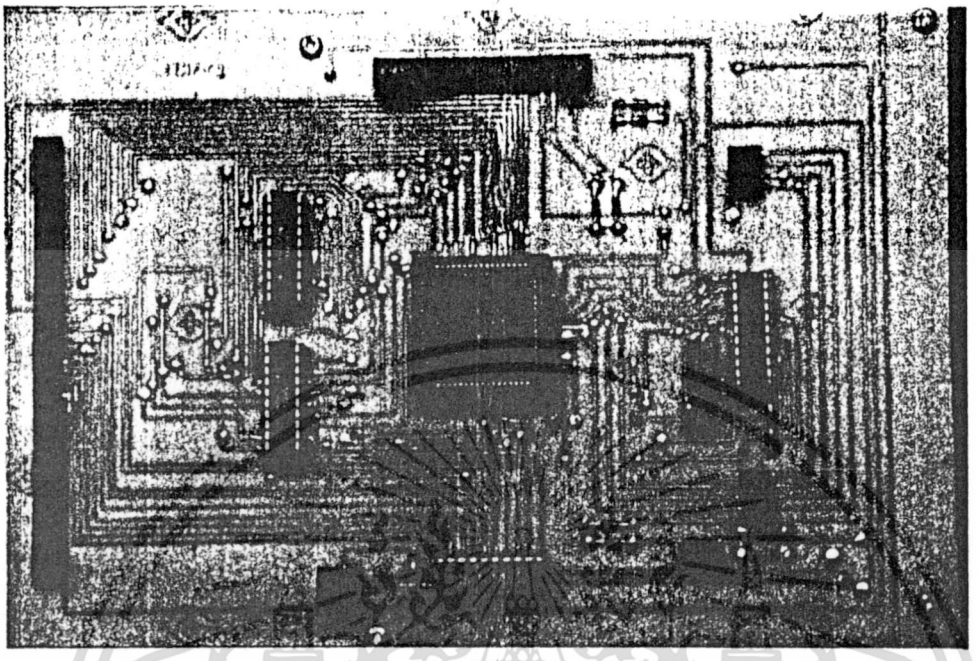
จากการออกแบบสร้างวงจรของเครื่องเทอร์มินอลอะแดปเตอร์ เพื่อทำการสร้างตามวงจรที่ได้ออกแบบไว้นั้น จะสามารถแสดงได้ดังในรูปที่ 3.5 และ 3.6 และผลการทำงานของเครื่องเทอร์มินอลอะแดปเตอร์จะสามารถทดสอบได้ดังนี้



รูปที่ 3.5 แสดงเครื่องเทอร์มินอลอะแดปเตอร์ที่ได้สร้างขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

32233



รูปที่ 3.6 แสดงเครื่องโทรศัพท์มือถือและแต่ละส่วนที่ได้ออกแบบขึ้น

3.6.1 ส่วนของสัญญาณโทรศัพท์

	ความถี่ทางทฤษฎี	ความถี่ที่วัดได้	%Error
สัญญาณ Dial Tone	400Hz	367Hz	8.25
สัญญาณ Busy Tone	1Hz	3Hz	200
สัญญาณ Ringing Tone	50Hz	50Hz	

3.6.2 ส่วนแยกสัญญาณคู่สาย(SUBSCRIBER LOOP)

วงจรสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการคือ

- ส่วน HYBRIDGE สามารถแยกสัญญาณทางด้านรับและด้านส่งได้ โดยสามารถปรับ SIDE TONE ได้ตามความต้องการ

- อัตราขยายทางด้านส่ง ใช้การปรับความต้านทาน Feedback ของ OPAMP เพื่อให้ได้สัญญาณเสียงที่ไม่ผิดเพี้ยน โดยทำการทดลองที่อัตราขยาย 2.5 เท่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สถานะที่ขา	Function	ผลการทดสอบ
HSO(ขา14)	Hook Status output.	วางหู สถานะโลจิก 1
		ยกหู สถานะโลจิก 0

3.6.3 ส่วนแปลงสัญญาณและการฟิลเตอร์(Code & Filter)

ในการทดสอบส่วนที่เป็นการฟิลเตอร์ ทำได้โดยการต่อขา Digital Inputและ Output เข้าด้วยกัน จากนั้นป้อนสัญญาณจาก SignalGeneratorเข้าที่ขาอินพุทอนาล็อก หลังจากนั้นใช้ออสซิลโลสโคปจับสัญญาณที่ขาเอาท์พุทอนาล็อก ปรับความถี่ที่ Signal Generator ตั้งแต่ความถี่ 0 Hz ไปเรื่อยๆจะเห็นว่าที่ความถี่ตั้งแต่ 4 KHz ขึ้นไป จะไม่มีสัญญาณออกที่ขาเอาท์พุทอนาล็อก

ส่วนการแปลงสัญญาณ ทำได้โดยการต่อวงจรทั้งหมดจำนวน 2 ชุดเข้าด้วยกัน คือส่วนของ Subscriber Loop Interface Circuit และส่วนของ Codec ส่วนแหล่งกำเนิดความถี่จะได้โดยใช้ความถี่ในการ Sampling 8 KHz ความถี่ของสัญญาณซิงโครนัส 128 KHz จากนั้นต่อโทรศัพท์เข้ากับวงจร ซึ่งจากผลการทดลองสามารถทำการติดต่อระหว่างโทรศัพท์ทั้งสองด้านได้โดยที่มีคุณภาพเสียงที่ดีมีสัญญาณ รบกวนเล็กน้อย

3.6.4 ส่วนวงจรถอดรหัสความถี่

No.	STD	Q4	Q3	Q2	Q1
1.	H	0	0	0	1
2.	H	0	0	1	0
3.	H	0	0	1	1
4.	H	0	1	0	0
5.	H	0	1	0	1
6.	H	0	1	1	0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

No.	STD	Q4	Q3	Q2	Q1
7.	H	0	1	1	1
8.	H	1	0	0	0
9.	H	1	0	0	1
0.	H	1	0	1	0

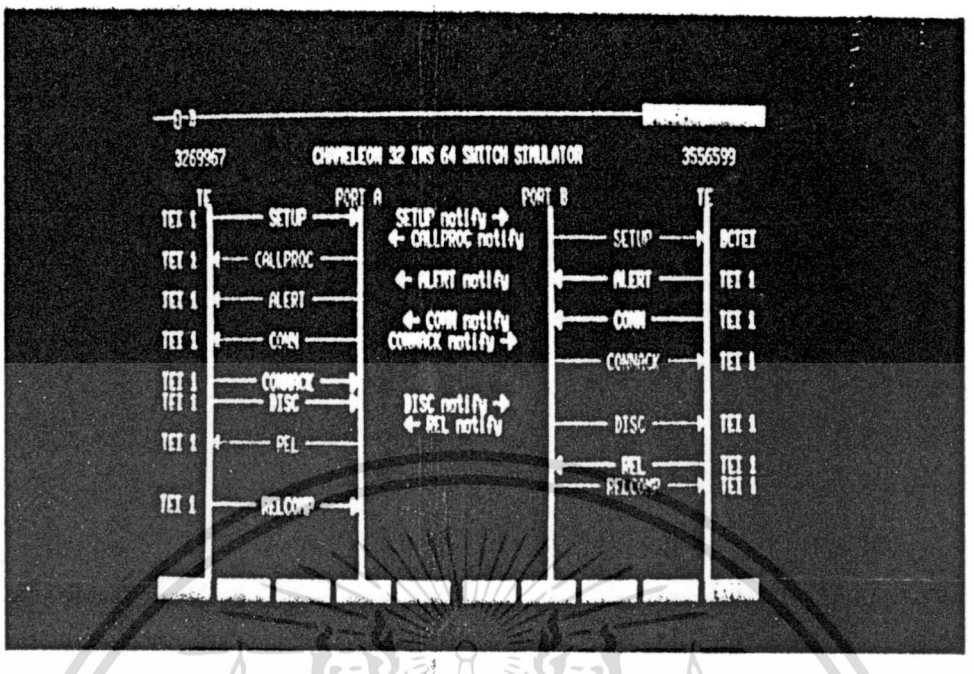
H = logic HIGH

3.6.5 ส่วนจัดเฟรมข้อมูลและการเชื่อมต่อ (DDLC & S/T Interface)

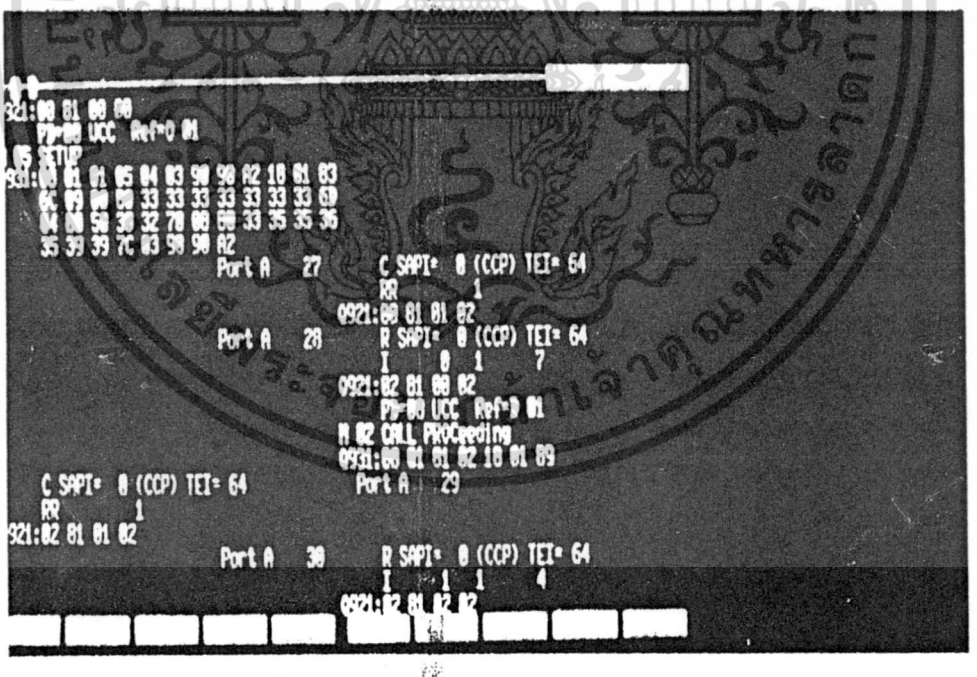
ในส่วนนี้เป็นการทดลองว่าเครื่องจัดสัญญาณสำหรับโครงข่ายบริการร่วมแบบดิจิตอลสามารถใช้ร่วมกับระบบโครงข่ายให้บริการร่วมแบบดิจิตอล โดยใช้เครื่องโปรโตคอลอนาไลเซอร์ทำการชิมมูเลทเป็นเน็ทเวอร์คเทอร์มินอล(NT : Network Terminal) เพื่อเป็นโครงข่ายทดลองให้กับเครื่องวัดสัญญาณโครงข่ายให้บริการร่วมระบบดิจิตอล รวมทั้งแสดงผลที่เกิดจากการติดต่อระหว่างเครื่องจัดสัญญาณสำหรับโครงข่ายให้บริการร่วมระบบดิจิตอลกับโครงข่ายด้วย โดยเมื่อเราเซ็ทให้เครื่องจัดสัญญาณของเรามีหมายเลขเป็น 3269967 ติดต่อไปยังหมายเลข 3556599 ซึ่งเป็นเครื่องโทรศัพท์แบบ ISDN เมื่อทำการติดต่อจะได้สัญญาณการติดต่อ เช่น การเซ็ทอัพโปรโตคอลในการส่ง และลำดับขั้นในการติดต่อ ซึ่งสามารถแสดงได้ดังในรูปที่ 3.5

เมื่อทำการแยกการวิเคราะห์เฉพาะการติดต่อใน Layer 3 เพื่อศึกษาถึงรายละเอียดของโปรโตคอล ที่ทำการโปรแกรมลงใน Driver (DDLC)ของ TA จะให้รายละเอียดดังรูปที่ 3.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

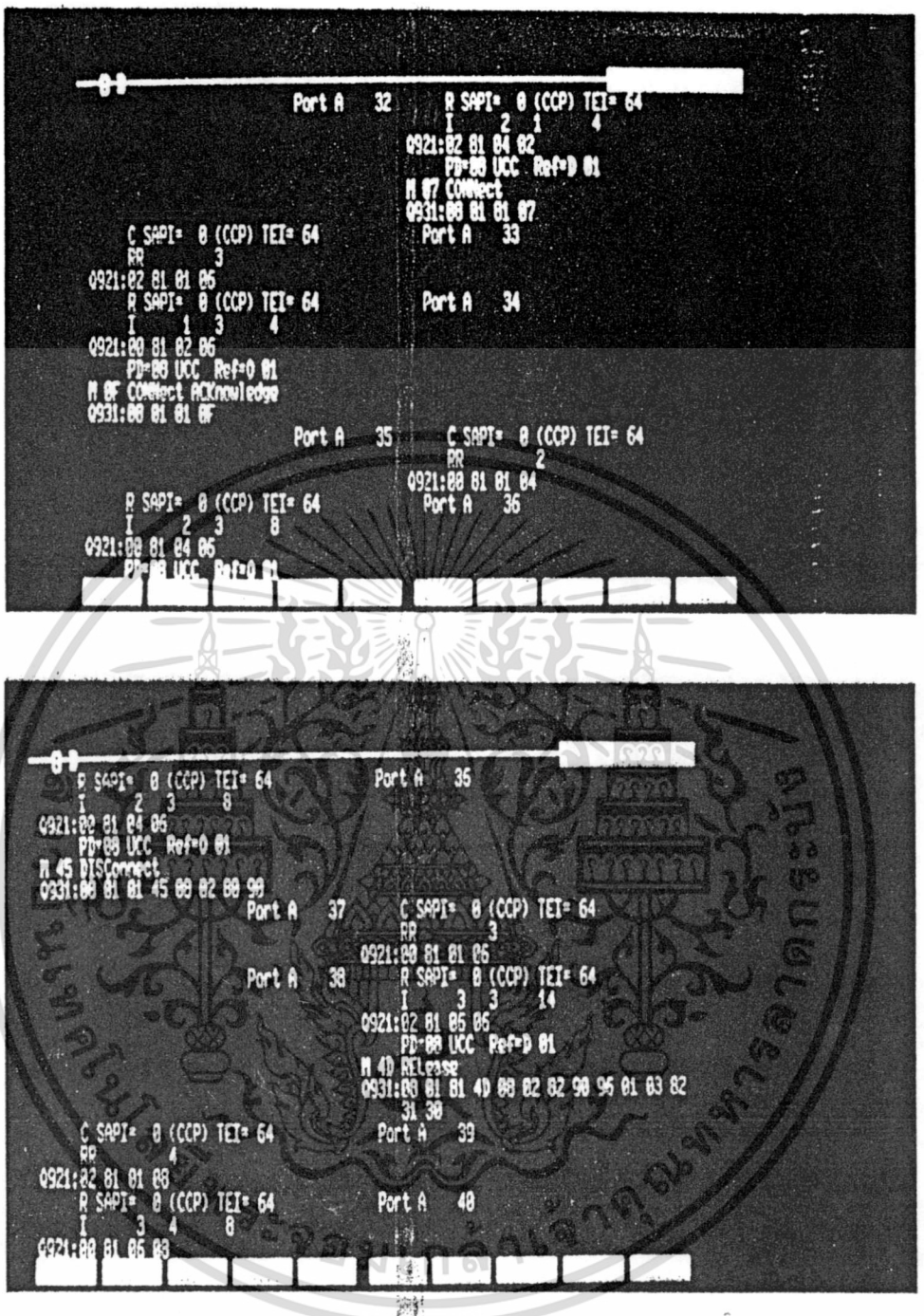


รูปที่ 3.7 แสดงลำดับขั้นการติดต่อจาก TA ไปยัง NT และ TE



รูปที่ 3.8 แสดงรายละเอียดใน Layer3 จาก TA ไปยัง NT

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงรายละเอียดใน Layer3 จาก TA ไปยัง NT

โดยเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลที่ได้จาก TA ทั่วๆไปที่มีขายกันอยู่ในท้องตลาดนั้นจะเห็นว่าข้อมูลที่ใช้ในการติดต่อใกล้เคียงกันมาก และสามารถติดต่อทำงานร่วมกันได้ จากการที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น จะเห็นได้ว่า DDLC นั้นสามารถส่งข้อมูลผ่าน Driver Software เพื่อติดต่อกับโครงข่าย ISDN ได้ตามที่เราได้ทำการโปรแกรมไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

บทวิจารณ์

4.1 ปัญหาและอุปสรรค

สำหรับในการออกแบบสร้าง เครื่องวัดสัญญาณสำหรับโครงข่ายให้บริการร่วมระบบดิจิตอล ได้ประสบปัญหาทางด้านวัสดุอุปกรณ์ที่นำมาใช้ ที่มีขายอยู่ในท้องตลาดเมืองไทยนั้นมีราคาแพงมาก หรืออุปกรณ์และคู่มือบางอย่างไม่สามารถหาได้ในประเทศไทย ซึ่งแก้ปัญหาโดยขอความช่วยเหลือด้านอุปกรณ์และเอกสารที่จำเป็นจาก JICA ประเทศญี่ปุ่น ให้การสนับสนุนด้านอุปกรณ์และให้คำปรึกษาทางด้านข้อมูลต่างๆ

4.2 ผลที่ได้รับจากโครงการนี้

สำหรับผลที่ได้รับจากโครงการวิจัยนี้ คือสามารถนำผลการวิจัยของเครื่องจัดสัญญาณสำหรับโครงข่ายระบบดิจิตอล ไปทำการพัฒนาเพื่อการใช้งานจริง อันจะยังประโยชน์ในการสงวนเงินตราที่ออกไปยังต่างประเทศที่จะต้องใช้ เพื่อการจัดหาเทคโนโลยีในส่วนนี้เข้ามาอีกทั้งยังสามารถใช้ในการช่วยการวิเคราะห์ ความเป็นไปในการที่จะเลือกใช้โปรโตคอลต่างๆที่เหมาะสมสำหรับประเทศไทย เพื่อให้งบประมาณถูกใช้อย่างมีประสิทธิภาพ รวมทั้งยังเอาผลการวิจัยนี้ มาเป็นพื้นฐานในการพัฒนาอุปกรณ์ผู้ใช้ปลายทางที่ต่อเชื่องกับโครงข่ายให้บริการร่วมระบบดิจิตอลต่างๆได้อีก เช่น FAX โทรศัพท์ เป็นต้น ซึ่งจะเป็นการลงทุนเงินตราที่จะออกไปยังต่างประเทศ รวมไปถึงการพัฒนาเทคโนโลยีต่างๆภายในประเทศนั้นด้วย รวมทั้งการนำเอาเครื่องจัดสัญญาณโครงข่ายระบบดิจิตอลมาใช้ประโยชน์ ในด้านการเรียนการสอนของสถาบันและนักศึกษาอีกส่วนหนึ่งด้วย

4.3 บทสรุป

การวิเคราะห์การอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้ปลายทางกับโครงข่าย ISDN โดยใช้เครื่องโปรโตคอลอนาไลเซอร์ จำลองตัวเองให้ทำหน้าที่เป็นโครงข่ายISDN ผลจากการวิเคราะห์ที่ได้นำไปเปรียบเทียบกับมาตราฐานของ CCITT หรือมาตราฐานที่อาจจะกำหนดขึ้นเพื่อใช้เฉพาะกับระบบโครงข่าย ISDN ของประเทศไทยในอนาคตก็ได้ ทำให้ทราบว่าเครื่องผู้ใช้ปลายทางนั้นๆ ซึ่งอาจเป็นเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอล เครื่องโทรสารกรุ๊ปสี่ หรือเครื่องสื่อสารเพื่อทำให้การเชื่อมต่อนั้นเป็นไปอย่างถูกมาตรฐาน อันยังประโยชน์ในการสร้างและพัฒนาเครื่องผู้ใช้ปลายทางชนิดต่างๆขึ้นมาใช้ภายในประเทศ การวิเคราะห์ที่แสดงในบทนี้ของงานวิจัยนี้ เป็นการวิเคราะห์การอินเตอร์เฟสของเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลกับโครงข่าย ISDNเท่านั้น แต่ด้วยหลักการเดียวกันสามารถทำการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

วิเคราะห์การอินเตอร์เฟสของเครื่องโทรสารกรุ๊ปสี่ หรือเครื่องสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์กับโครงข่ายISDN ได้ด้วย

4.4 รายชื่อบทความที่ได้รับการตีพิมพ์เผยแพร่จากโครงการนี้

1. วิเคราะห์การอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้และโครงข่ายร่วมแบบดิจิตอล, ประชุมใหญ่วิชาการทางวิศวกรรม ประจำปี2535, จัดโดย วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ระหว่าง 26-29 พฤศจิกายน 2535 หน้า 453-460

2. การพัฒนาโทรศัพท์ดิจิตอลสำหรับโครงข่ายบริการร่วมระบบดิจิตอล, ประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้า ประจำปี 2535, จัดโดย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า ธนบุรี ระหว่าง 3-4 ธันวาคม 2535 หน้า (2-5) - (2-9).

เอกสารอ้างอิง

1.PARMODE K.VERMA ;ISDN SYSTEMS ARCHITECTURE, TECHNOLOGY AND APPLICATIONS AT&T BELL LABORATORIES,U.S.A.

2.CCITT RECOMENDATION BLUE BOOK;"IXth PLENARY ASSEMBLY",MELBERN GENEVA 1989.

3.CCITT RECOMEMDATION RED BOOK;VIIIth PLENARY ASSEMBLY", MALAGA-TORREMOLINOS GENEVA 1985.

4.GARY C.KESSLER;ISDN CONCEPT,FACILITIES AND SERVICES,MACGRAW HALL INCROPORATION.

5.NIT USER NETWORK INTERFACE RECOMENDATION.

6.HERMANN J.HELGETT;INTERGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK,THE GEORGE WASHINGTON D.C.UNIVERSITY,WASHINGTON D.C.1991.

7.WILLIAM STALLINGS;ISDN AN INTRODDUCTION.

8.MOTOROLA;TELECOMMUNICATIONS DEVICE DATA, U.S.A. 1989.

9.MOTOROLA;MC68302 INTEGRATED MULTIPROTOCOL PROCESSSOR USER 'S MANUAL, MOTOROLA LIMITED,JAPAN 1991.

10.KENNETH J. AYALA;THE 8051 MICROCONTROLLER ARCHITECTURE,PORGRAMMING AND APPLICATION. U.S.A. 1991.

11.TEKELEC, CHAMELEON PROTOCOL INTERPRETATION MANUAL, TEKELEC, TEPTEMBER 26,1989.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประชุมใหญ่ทางวิชาการประจำปี 2535
วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ 28-29 พฤศจิกายน 2535

วิเคราะห์การอินเตอร์เฟสระหว่างผู้ใช้และโครงข่าย ให้บริการร่วมแบบดิจิตอล

ANALYSIS OF USER-NETWORK INTERFACES FOR ISDN SYSTEM

มนูญ สุขเกษม
รองศาสตราจารย์

อิทธิชัย อรุณศรีแสงไชย
อาจารย์

เอกชัย วิมูลชาติ
นักศึกษาระดับปริญญาโท

คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ ประเทศไทย

บทคัดย่อ

ในบทความวิจัยฉบับนี้กล่าวถึงการวิเคราะห์การอินเตอร์เฟสแบบ BRI ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้กับโครงข่ายให้บริการร่วมแบบดิจิตอล ด้วยเครื่องโปรโตคอลอนาไลเซอร์ โดยทำการวิเคราะห์จากการใช้ช่องสัญญาณ B และ D ของโครงข่ายให้บริการร่วมแบบดิจิตอลตามมาตรฐานของ CCITT ที่ได้จำลองขึ้น ผลจากการวิเคราะห์ ทำให้ทราบถึงลำดับขั้นการติดต่อ โหมดของการส่งรับข้อมูล มาตรฐานในการเข้ารหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล และระดับของโปรโตคอลที่ใช้ในแต่ละเครื่องให้บริการต่างๆ เช่นโทรศัพท์แบบดิจิตอล โทรสารแบบดิจิตอล (กลุ่ม 4) หรือเครื่องคอมพิวเตอร์เพื่อการสื่อสาร ดังจะเป็นประโยชน์ในการพัฒนาเครื่องให้บริการปลายทาง ISDN สำหรับประเทศไทยต่อไปในอนาคต

SUMMARY

The BRI (Basic Rate Interface) interface between user and network in ISDN system was analized and result data were described in this paper. The specified ISDN network was simulated under the recommendation of CCITT by using protocol analyser. The result data of B and D channel such as transfer mode, coding standard, protocol link, protocol level etc. of Digital telephone set, digital facsimile (G.4) machine and computer machine are used for future ISDN terminals development in Thailand.

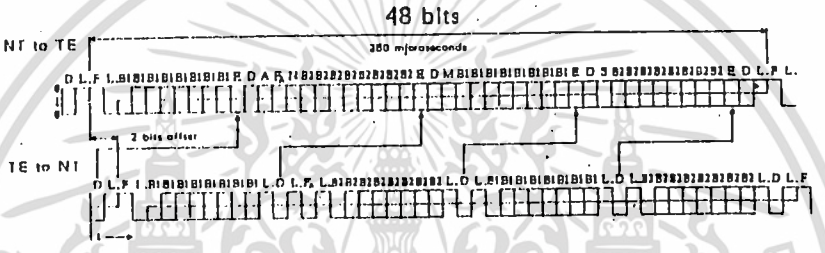
บทนำ

นับตั้งแต่โทรศัพท์เครื่องแรกประกฏตัวขึ้นบนโลก โดยการคิดค้นและสร้างขึ้นของนาย อเล็กซ์ซานเดอร์ เกรแฮมเบล แล้ว เทคโนโลยีที่เกี่ยวกับการสื่อสารก็ได้ถูกพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ อย่างสม่ำเสมอ เพื่อพัฒนาคุณภาพของการสื่อสารให้ดีขึ้นและให้บรรลุเป้าหมายร่วมกันที่ว่า"การติดต่อสื่อสารสามารถที่จะกระทำเมื่อไหร่, ที่ไหน และกับใครก็ได้ตามที่ต้องการ" จนเจนปัจจุบันเทคโนโลยีใหม่ๆดังกล่าวก็ยังคงถูกคิดค้นและพัฒนาขึ้นเรื่อยๆ ต่อเนื่องจากยุคของอนาลอกมาสู่ยุคของดิจิตอล จากการใช้เสียงอย่างเดียวเพื่อการสื่อสาร มาเป็นการใช้ได้ทั้งภาพและข้อมูลต่างๆในเวลาเดียวกันหรือที่เรียกทั่วๆไปในปัจจุบันว่าโครงข่ายการให้บริการร่วมระบบดิจิตอล (ISDN) ประเทศที่ก้าวหน้ามากๆทางเทคโนโลยีการสื่อสาร อาทิเช่น ฝรั่งเศส และ ญี่ปุ่น ได้มีการนำระบบ ISDN ดังกล่าวมาใช้ในเชิงพาณิชย์แล้วตั้งแต่ปี พ.ศ. 2531 ประเทศไทยก็มีโครงการจะเริ่มใช้ในปีพ.ศ.นี้เช่นกัน บทความวิจัยนี้กล่าวถึงการวิเคราะห์การอินเตอร์เฟสแบบ BRI (Basic Rate Interface) ระหว่างเครื่องผู้ใช้ปลายทางกับโครงข่ายการให้บริการร่วมระบบดิจิตอล ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาและสร้างเครื่องผู้ใช้บริการปลายทาง ISDN ตามมาตรฐานสากลขึ้นใช้ภายในประเทศไทย อันจะบังเกิดประโยชน์ต่อการพัฒนาเศรษฐกิจและสังคมของประเทศ ทั้งในรูปแบบของการสงวนเงินตรา และการเรียนรู้เทคโนโลยีใหม่ๆไปในเวลาเดียวกัน

ในบทความนี้จะกล่าวถึงหลักการของการอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องผู้ใช้ปลายทางกับโครงข่าย ISDN วิธีการและผลการวิเคราะห์โดยใช้เครื่องโปรโตคอลอนาไลเซอร์ ตามลำดับ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการของการอินเตอร์เฟส

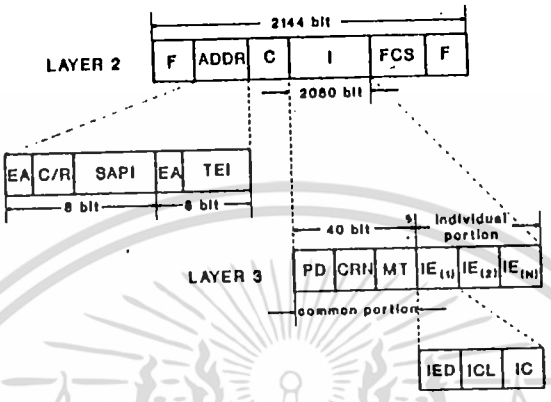


รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของแต่ละเฟรมที่จุดอินเตอร์เฟสระหว่าง TE กับ NT

การอินเตอร์เฟสเพื่อการสื่อสารระหว่างเครื่องผู้ใช้ปลายทาง(TE:TerminalEquipment)กับโครงข่าย (NT:NetworkTerminal)ตามมาตรฐานสากลของCCITTที่เกี่ยวกับโครงข่ายการให้บริการร่วมระบบดิจิตอล (ISDN) สามารถแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภทคือ BRI (Basic-Rate Interface) และ PRI (Primary Rate Interface) [1 4] ในที่นี้จะขอกล่าวเน้นเฉพาะแบบBRI เท่านั้นรูปที่ 1แสดงโครงสร้างของเฟรมที่จุดอินเตอร์เฟสแบบ BRI อันประกอบด้วยช่องสัญญาณ B1,B2 และ D หรือเรียกทั่วๆไปว่า 2B+D นั่นเอง มีความเร็วรวมในการส่ง/รับเป็น 192 Kb/s ช่องสัญญาณ B1 จะมีความเร็วในการส่ง/รับเท่ากับช่องสัญญาณ B2 คือ 64 Kb/s ส่วนช่องสัญญาณ D จะมีความเร็วในการ ส่ง/รับเป็น 16 Kb/s

ช่องสัญญาณชนิดBสามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้ทั้งแบบเซอร์กิตสวิตชิง(Circuit Switching)และแพคเก็ต สวิตชิง(PacketSwitching) ส่วนช่องสัญญาณชนิด D สามารถใช้ติดต่อสื่อสารได้เฉพาะแบบ แพคเก็ตสวิตชิง (Packet Switching) เท่านั้น กับเป็นทางผ่านของสัญญาณควบคุมต่างๆดังแสดงในรูปที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ส่วนการติดต่อในระดับที่ 2

F : Flag บอกค่าของเฟรม,แยกเฟรมออกจากกัน
ADDR : Address มี 5 ส่วน
EA : บอก Octet หน้า(0)/หลัง(1)
C/R : คำสั่ง/ตอบรับ
SAPI : บอกจุดการให้บริการ
TEI : บอกหมายเลข TEI
C : Control ส่วนควบคุมในระดับ 2
FCS : Frame Check Sequence ใช้ในการตรวจสอบค่าผิดพลาดของข้อมูล

ส่วนการติดต่อในระดับที่ 3

I : Information Frame เฟรมของข่าวสารในระดับ 3 มีส่วนประกอบ 4 ส่วน
PD : บอกโปรโตคอลที่ใช้งาน
CRN : บอกหมายเลขเรียกอ้างอิง
MT : ชนิดของข้อความ
IE : Information Element ส่วน ประกอบของข่าวสารมี 3 ส่วน
IED : บอกหน้าที่ของข่าวสาร
ICL : บอกค่าความยาวของข่าวสาร
IC : บอกข้อมูลของข่าวสารนั้นๆ

รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างของสัญญาณควบคุมต่างๆในระดับ 2 และระดับ 3

รูปที่2แสดงโครงสร้างของสัญญาณควบคุมต่างๆที่ส่งผ่านในช่องสัญญาณD เพื่อทำการ SetUp การอินเตอร์เฟสก่อนที่จะมีการสับเปลี่ยนไปใช้ช่องสัญญาณ B1,B2 หรือ D เพื่อทำการติดต่อสื่อสารทั้งแกน เซอร์กิต สวิตชิ่ง และ แพคเก็ต สวิตชิ่ง ได้ต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

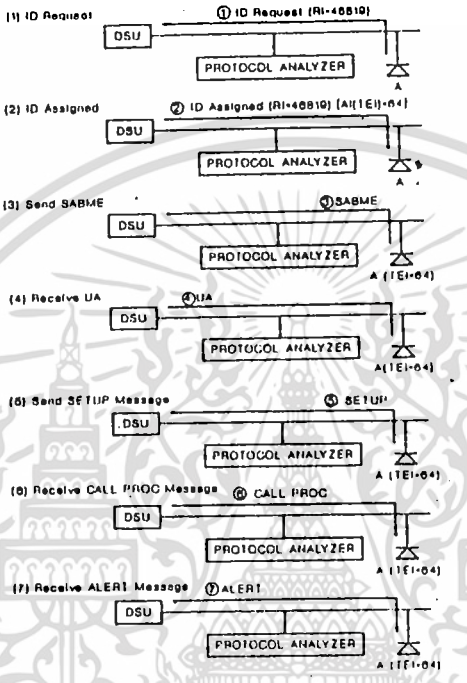
นอกเหนือจากการอินเตอร์เฟสกันทางกายภาพ โดยการเอาสายเคเบิ้ลหรือสายโทรศัพท์มาต่อเชื่อมกันโดยตรง และมีสัญญาณ INFO 0 ถึง INFO 4 เป็นตัวตรวจสอบและควบคุมในระดับ 1 (Layer 1) แล้ว ในรูปที่2 ยังแสดงถึงความสัมพันธ์ของสัญญาณควบคุมต่างๆที่ใช้เพื่อการอินเตอร์เฟสในระดับ 2 (Layer 2) และระดับ 3 (Layer 3) ระดับ 2 เป็นการเชื่อมต่อของข้อมูลที่จำเป็นต่างๆ (Data link) ของเครื่องผู้ใช้ปลายทางเข้ากับโครงข่ายแล้วคือตัวอย่าง ADDR ซึ่งหมายถึง แอดเดรส จะมีข้อมูล SAPI (Service Access Point Identifier) และ TEI (Terminal Endpoint Identifier) ของเครื่องผู้ใช้ปลายทาง ส่วนในระดับ 3 เป็นการเชื่อมต่อโครงข่าย(Network layer) จะประกอบไปด้วยสัญญาณควบคุมต่างๆเพื่อทำให้การอินเตอร์เฟสสมบูรณ์ อาทิเช่น PD (Protocol Discriminator) เป็นตัวบ่งบอกโปรโตคอลที่ใช้, MT (Message Type) บอกชนิดของข้อความว่าเป็น Setup, Callproceeding และอื่นๆ IE (Information Element) จะบ่งบอกถึงองค์ประกอบของข่าวสารสัญญาณควบคุมต่างๆ ตลอดจนข้อมูลดังกล่าวข้างต้นที่แสดงในรูปที่ 2 นี้ จะต้องอ้างอิงกับค่ามาตรฐานของ CCITT ด้วย ทั้งนี้เพื่อทำให้การอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องผู้ใช้ปลายทาง กับโครงข่ายให้บริการร่วมระบบดิจิตอลเป็นไปอย่างถูกต้อง

<u>วิธีการและผลการวิเคราะห์</u>

รูปที่ 3(ก) แสดงวิธีการจัดการการอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลกับ โครงข่าย ISDN โดยผ่าน DSU (Digital Signal Unit) ผลการวิเคราะห์ที่ได้จากเครื่องโปรโตคอลอนาไลเซอร์จะแสดงในรูปที่ 3(ข) การวิเคราะห์ที่แสดง ให้เห็นในรูป 3(ก) และ 3(ข) เป็นผลที่ได้จากการอินเตอร์เฟสในโหมดของการเรียกจากเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลไปยังโครงข่ายและเกิดขึ้นใน Layer ที่ 2 และ Layer ที่ 3 นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ในโหมดอื่นๆได้อีกด้วย อาทิเช่น โหมดการเรียกจากโครงข่ายมายังเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอล เพียงเครื่องเดียว หรือโหมดการเรียกจากโครงข่ายมายังเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลที่มีมากกว่าหนึ่งเครื่อง

จากรูปที่ 3 (ก) และ (ข) เราสามารถเรียนรู้ได้ว่าการอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลกับโครงข่ายสามารถทำได้ 7 ขั้นตอนด้วยกันแต่ละขั้นตอนในรูปที่ 3(ก) สามารถวิเคราะห์ได้รายละเอียดที่สัมพันธ์กันขั้นตอนต่อขั้นตอนดังแสดงในรูปที่ 3(ข) กล่าวโดยง่ายๆก็คือแต่ละขั้นตอนในรูป 3(ก) จะประกอบด้วยกลุ่มขององค์ประกอบอะไรบ้างในรูป 3(ข) เมื่อพิจารณาถึงรายละเอียดภายในกลุ่มขององค์ประกอบในรูป 3 (ข) ทำให้เราระบุได้ว่าขั้นตอนที่ (1), (2), (3), (4) เกิดขึ้นในระดับ 2 เนื่องจากมีเทอมของ SAPI, TEI ซึ่งเป็นองค์ประกอบของระดับ 2 ตามที่แสดงในรูปที่ 2 และเทอม Q.921 ซึ่งเป็นชื่อของโปรโตคอลตามมาตรฐานของ CCITT ที่ใช้ในระดับ2 เท่านั้น ในทำนองเดียวกันเราก็สามารถระบุได้ว่าขั้นตอนที่ (5), (6), (7) เกิดขึ้นในระดับ 3 เนื่องจากมีเทอมของ I ซึ่งหมายถึง Information Element Discriminator ซึ่งเป็นองค์ประกอบของระดับ 3 ดังแสดงในรูปที่ 2 และเทอม Q.931 ซึ่งเป็นชื่อของโปรโตคอลตามมาตรฐานของ CCITT ที่ใช้ในระดับ 3 เท่านั้น ดังนั้นจากตัวอย่างดังกล่าวข้างต้นจะเห็นว่าขั้นตอนที่มีรายละเอียดมากที่สุดคือขั้นตอนที่(5) และเกิดขึ้นที่ระดับ 3 จึงอาจกล่าวได้ว่าถ้าต้องการวิเคราะห์ให้ได้ข้อมูลมากขึ้นแค่ไหนก็ต้องกระทำในระดับที่สูงขึ้นเหมาะแค่นั้น ในทำนองเดียวกันด้วยการใช้เครื่องโปรโตคอลอนาไลเซอร์ดังกล่าว ทำให้เราสามารถเรียนรู้การอินเตอร์เฟสของเครื่องใช้ปลายทางอะไรก็ได้กับโครงข่าย ISDN ทั้งนี้ก็โดยการอ้างอิงกับมาตรฐานของ CCITT

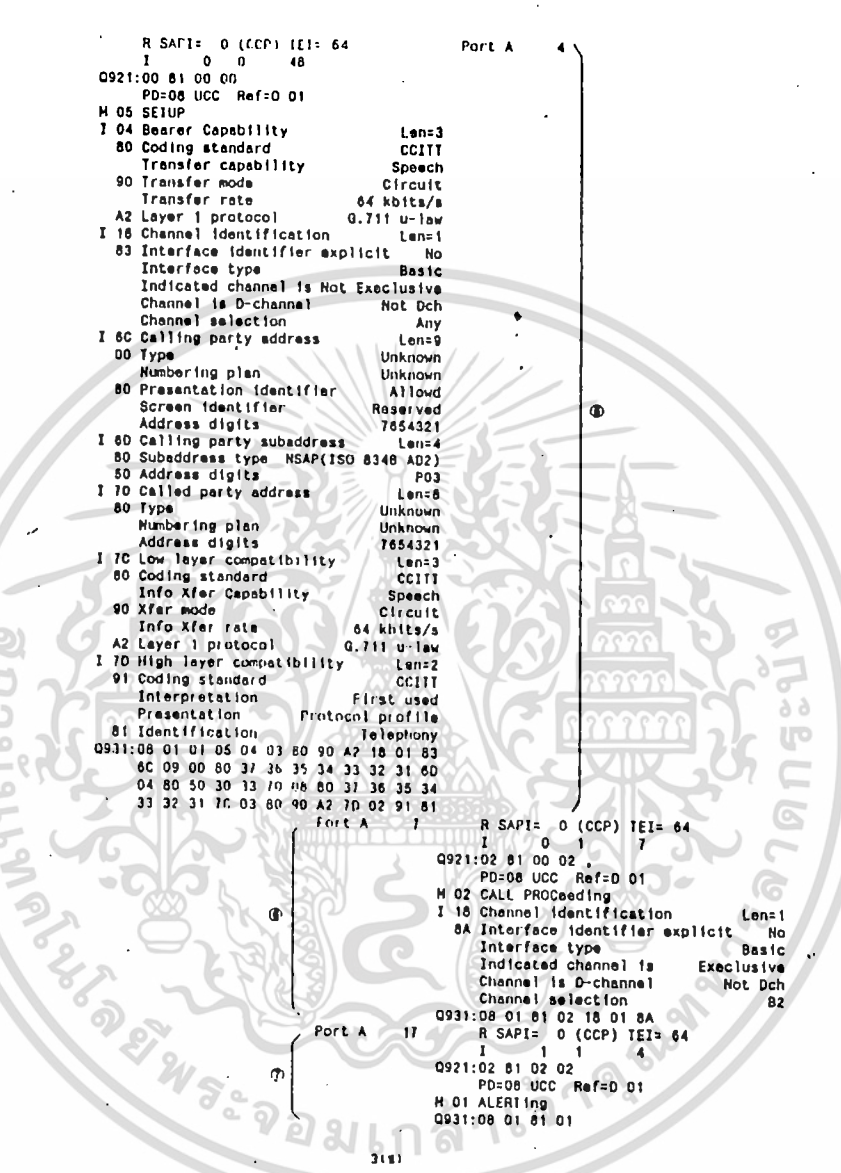
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



3(n)

```
R SAPI= 63 (MP)  TEI=127          Port A     0
UI               S                                  ①
MEI=15  RI=46819
Msg=1   ID Request
AI=127 Prefered TEI=Any
Q921:FC FF 03 0F B6 E3 01 FF
                    Port A     1      R SAPI= 63 (MP)  TEI=127
                                      UI               S
                                      MEI=15  RI=46819
                                      Msg=2   ID Assigned
                                      AI=64  TEI=64  Assigned
                                    Q921:FE FF 03 0F B6 E3 02 81
R SAPI=  0 (CCP) TEI= 64              Port A     2          ⑤
SABME        P
Q921:00 81 7F
                    Port A     3      C SAPI=  0 (CCP) TEI= 64
                                      UA               P
                                    Q921:00 81 73
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3(ก) แสดงการใช้เครื่องโปรโตคอลอนาไลเซอร์เพื่อทำการวิเคราะห์การอินเตอร์เฟส
ในหมวดของการเรียก และ(ข) แสดงผลการวิเคราะห์ที่ได้ ที่สัมพันธ์กัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทสรุป

การวิเคราะห์การอินเตอร์เฟสระหว่างเครื่องผู้ใช้ปลายทางกับโครงข่าย ISDN โดยใช้เครื่องโปรโตคอลอนาไลเซอร์จำลองตัวเองทำหน้าที่เป็นโครงข่าย ISDN นั้น ผลการวิเคราะห์ที่ได้สามารถนำไปเปรียบเทียบกับมาตรฐานของ CCITT หรือมาตรฐานที่อาจจะกำหนดขึ้นเพื่อใช้เฉพาะกับระบบโครงข่าย ISDN ของประเทศไทยในอนาคตก็ได้ ทำให้ทราบว่าเครื่องผู้ใช้ปลายทางนั้นๆ ซึ่งอาจจะเป็นเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลเครื่องโทรสารกรุ๊ป4 หรือเครื่องสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ มีระดับมาตรฐานเป็นอย่างไร ตรงตามข้อกำหนดหรือไม่ต้องปรับปรุงตรงไหนบ้างเพื่อทำให้การเชื่อมต่อเป็นไปอย่างสมบูรณ์ อันจะยังประโยชน์ในการสร้างและพัฒนาเครื่องผู้ใช้ปลายทางชนิดต่างๆขึ้นมาใช้เองภายในประเทศ การวิเคราะห์ที่เสดงในบทความวิจัยนี้เป็นการวิเคราะห์การอินเตอร์เฟสของเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลกับโครงข่าย ISDN เท่านั้น แต่ด้วยหลักการเดียวกันนี้ก็สามารถทำการวิเคราะห์การอินเตอร์เฟสของเครื่องโทรสารกรุ๊ป 4 หรือเครื่องสื่อสารข้อมูลคอมพิวเตอร์ กับโครงข่าย ISDN ได้ด้วย

เอกสารอ้างอิง

1. Pramode K. Verma, ISDN System Architecture, Technology and Applications, PRENTICE HALL, New Jersey, 1990
2. CCITT, INTEGRATED SERVICES DIGITAL NETWORK (ISDN), VOLUME III FASCICLE III.5, VIII[th] PLENARY ASSEMBLY, MALAGA-TORREMOLINOS, 8-19 October 1984
3. NTT, ISDN Integrated Service Digital Network Outline, Nippon Telegraph and Telephone,
4. TEKELEC, CHAMELEON PROTOCOL INTERPRETATION MANUAL, TEKELEC, September 26, 1989

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(T-2) # การพัฒนาเครื่องโทรศัพท์ดิจิตอลสำหรับโครงข่ายบริการร่วมระบบดิจิตอล

The Development of Digital Telephone Subscriber for ISDN

สุพจน์ องค์สวนะคมกุล* นิชฎ์ บุตรา* อิทธิชัย อรุณศรีแสงไชย** ถวิล นิ่งมา***

บทคัดย่อ

บทความนี้เสนอการออกแบบและพัฒนาเครื่องโทรศัพท์ระบบดิจิตอล ที่จะนำมาใช้กับโครงข่ายบริการร่วมระบบดิจิตอล (Integrated Service Digital Network) ซึ่งจะเป็นโครงข่ายที่ให้บริการการสื่อสารสมัยใหม่ทำให้มีบริการทางการสื่อสารมากยิ่งขึ้น เช่นโทรศัพท์ระบบดิจิตอล โทรสารระบบดิจิตอลเป็นต้น โดยเครื่องโทรศัพท์ที่ทำการพัฒนาขึ้นนี้จะจัดเป็นอุปกรณ์สื่อสารปลายทาง (Terminal Equipment) ของโครงข่าย ISDN โดยมีส่วนประกอบที่สำคัญ 2 ส่วนคือ ส่วนของการเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุทของสัญญาณอนาล็อก (Analog I/O Interface) และส่วนวงจร I-Interface โดยนำเอา IC LSI#OKI6895 และ #NTT9035 มาทำหน้าที่ต่างๆ ตามลำดับ และได้ทำการทดลองการทำงานของเครื่องโทรศัพท์กับเครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอล โดยเครื่องนี้จะจำลองการทำงานในลักษณะของโครงข่าย ISDN เพื่อที่จะทดลองติดต่อกับเครื่องโทรศัพท์ที่ได้พัฒนาขึ้น ซึ่งผลของการทดลองปรากฏว่าสามารถส่งและรับข้อความที่เป็นโปรโตคอลของการสื่อสารกับส่วนของ NT ได้ ดังจะเห็นได้จากรูปแสดงผลของเครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอล จากผลของการทดลองแสดงว่าเครื่องโทรศัพท์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นนี้สามารถให้บริการในลักษณะของเครื่องโทรศัพท์ระบบดิจิตอลและนำไปเชื่อมต่อกับโครงข่าย ISDN ได้

Abstruct

This paper described the designation and developing of ISDN digital telephone subscriber. The constructed subscribers was devided into two main parts, which are the part of analog I/O interface using IC LSI#OKI6895 and the part of I-interface circuit using IC LSI#NTT9035. Its working functions and features have been confirmed by connected with ISDN protocol analyzer. The results shown significant effective transmitting and receiving data between its and network terminals according to the standard ISDN communication protocol.

1. บทนำ

โครงข่ายบริการร่วมระบบดิจิตอล หรือที่เรียกว่า โครงข่าย ISDN เป็นโครงข่ายบริการทางการสื่อสารสมัยใหม่ที่สามารถให้บริการหลายๆ รูปแบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ เป็นต้นว่า บริการโทรศัพท์ บริการโทรสาร บริการการสื่อสารข้อมูล ฯลฯ อุปกรณ์สื่อสารปลายทางที่จะให้การบริการรูปแบบต่างๆ ที่กล่าวมาแล้วก็จะมีการพัฒนาขึ้นมาเพื่อที่จะเชื่อมต่อกับโครงข่าย ISDN เช่นกัน ไม่ว่าจะเป็นเครื่องโทรศัพท์ระบบดิจิตอล เครื่องโทรสารระบบดิจิตอล ก็จะถูกพัฒนาและนำมาใช้กับโครงข่ายนี้ ดังจะเห็นได้จากประเทศที่พัฒนาแล้ว [1] ประเทศไทยก็เป็นประเทศหนึ่งที่จะนำเอาโครงข่าย ISDN เข้ามาให้บริการทางด้านการติดต่อสื่อสาร แต่อุปกรณ์สื่อสารปลายทางที่ใช้อยู่เป็นรูปแบบของระบบอนาล็อก [2] ในบทความนี้จึงนำเสนอ การออกแบบและพัฒนาเครื่องโทรศัพท์ระบบดิจิตอลสำหรับโครงข่าย ISDN ซึ่งจะมีฟังก์ชั่นพื้นฐานและการทำงานต่างๆ เหมือนกับเครื่องโทรศัพท์ธรรมดาแบบเดิม นอกจากนั้นแล้วได้ทำการเพิ่มเอาฟังก์ชั่นใหม่ที่ใช้สำหรับการติดต่อและการบริการในลักษณะโครงข่าย ISDN เข้าไปด้วย เป็นต้นว่า ฟังก์ชั่นของการเรียกระหัสประจำคู่สาย ฟังก์ชั่นของการแสดงผลในการใช้โทรศัพท์ ฯลฯ [3]

ในบทความนี้ ส่วนแรกจะอธิบายรายละเอียดต่างๆ ที่เกี่ยวกับเครื่องโทรศัพท์นี้ไว้ และส่วนที่สองจะอธิบายถึงการออกแบบโครงสร้างของเครื่อง ในส่วนที่สามจะอธิบายในเรื่องของการทดลองและผลของการทดลอง ส่วนสุดท้ายจะกล่าวถึงบทสรุปและแนวทางที่จะทำการพัฒนาต่อไป

2. คุณสมบัติของเครื่องโทรศัพท์

เครื่องโทรศัพท์ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้นนี้จะใช้เชื่อมต่อกับโครงข่ายISDN ที่เป็น Basic Rate Access โดยที่สัญญาณเอาท์พุทของเครื่องจะจัดอยู่ที่ช่องสัญญาณ B ที่มีอัตราการส่งข้อมูลเป็น 64 Kb/s [4] และจะมีฟังก์ชั่นการทำงานต่างๆ ดังตารางที่ 1

จากตารางที่ 1 จะแสดงฟังก์ชั่นต่าง ๆ ของเครื่องโทรศัพท์ฯ โดยส่วนแรกจะเป็นฟังก์ชั่นของการเรียกโทรศัพท์ ซึ่งจะเป็นลักษณะที่ใช้งานทั่วๆ

ตารางที่ 1 แสดงฟังก์ชั่นต่างๆ ของเครื่องโทรศัพท์ฯ

ลำดับชั้น	ฟังก์ชั่น
การเรียกโทรศัพท์	- การเรียกโทรศัพท์ธรรมดา - การยกเลิกการเรียก - การโทรเรียงย่อ - การกำหนดลักษณะของการเรียกโทรศัพท์ - การเลือกโหมดของการที่จะส่งข้อมูล ID จากเครื่องโทรศัพท์ไปยังชุมสายฯ
การรับสายโทรศัพท์	- การเลือกลักษณะของเสียงและปรับระดับความดังของสัญญาณเรียก - การเลือกลักษณะของสัญญาณเรียกจากเลขหมายโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา - การเลือกการรับสายโทรศัพท์ในลักษณะเป็นคู่สายหลักหรือคู่สายย่อย
การติดต่อสื่อสาร	- การติดต่อสื่อสารในลักษณะสัญญาณเสียงโดยการใช้แฮนด์เซ็ท - การติดต่อสื่อสารโดยใช้แฮนด์ฟรี - การนักสายด้วยเสียงดนตรี - การส่งสัญญาณ DTMF ไปที่ส่วนของ B Channel

---

* นักศึกษาระดับปริญญาโท

** อาจารย์ ภาควิชาอิเล็กทรอนิกส์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

*** รองศาสตราจารย์ ภาควิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลำดับชั้น	ฟังก์ชั่น
ส่วนแสดงผล	- แสดงเลขหมายโทรศัพท์ของคู่สนทนา - แสดงเลขหมายโทรศัพท์ที่กำลังจะเรียก - แสดงระยะเวลาของการใช้โทรศัพท์ - แสดงค่าบริการของการใช้โทรศัพท์ - แสดงเวลาขณะที่ใช้งานโทรศัพท์ - แสดงสถานะของเครื่องโทรศัพท์
การบันทึกข้อมูลและส่วนแสดงผลข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้	- แสดงเลขหมายที่เรียกออกสุดท้าย - แสดงเลขหมายติดต่อไม่สำเร็จ - แสดงค่าใช้จ่ายของการเรียกทางไกล
การเรียกใช้ฟังก์ชั่นพิเศษของโครงข่าย ISDN	- การประชุมร่วม 3 คู่สาย - การคอยสาย (Call Waiting) - การโอนสาย (Call Transfer) ฯลฯ

ไปและมีฟังก์ชั่นใหม่เพิ่มเข้ามาคือ ฟังก์ชั่นที่การกำหนดลักษณะของการเรียกโทรศัพท์ ซึ่งจะเป็นฟังก์ชั่นที่กำหนดลำดับของการเรียกโทรศัพท์ได้โดยตรง โดยจะกำหนดเลขหมายไว้ล่วงหน้าตามลำดับก่อนการเรียก นอกจากนั้นแล้วยังมีฟังก์ชั่นของการเลือกโหมดของการส่งข้อมูล ID ว่าจะแจ้งให้ทราบหรือไม่ เมื่อผู้เรียกต้องการที่จะทราบเลขหมายที่เรียกเข้ามา

ฟังก์ชั่นกลุ่มที่ 2 เป็นฟังก์ชั่นของการรับสายโทรศัพท์ ซึ่งจะประกอบไปด้วยฟังก์ชั่นของการเลือกลักษณะเสียงและปรับระดับความดังสัญญาณเรียก สำหรับฟังก์ชั่นที่เพิ่มขึ้นในโครงข่าย ISDN ก็ประกอบไปด้วย

1. การเลือกลักษณะของสัญญาณเรียกจากเลขหมายโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา ซึ่งลักษณะของสัญญาณนี้จะสามารถกำหนดได้ตามความต้องการของผู้ใช้เครื่องโทรศัพท์

2. การเลือกการรับสายโทรศัพท์ในลักษณะเป็นคู่สายหลักหรือคู่สายย่อย ซึ่งเป็นบริการที่จัดให้กับผู้เรียก โดยจะเป็นการกำหนดเลขหมายของผู้รับว่าเป็นคู่สายหลักหรือคู่สายย่อยได้

สำหรับฟังก์ชั่นของการติดต่อสื่อสารนั้นจะมีหลาย ๆ ฟังก์ชั่นที่มีอยู่ในเครื่องโทรศัพท์แบบอนาล็อกอยู่แล้ว สำหรับฟังก์ชั่นที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อที่จะใช้กับโครงข่าย ISDN ก็คือฟังก์ชั่นของการส่งสัญญาณ DTMF ไปที่ส่วนของช่องสัญญาณ B(B Channel) ซึ่งจะเป็นฟังก์ชั่นที่ให้การบริการรูปแบบอื่นๆ จากส่วนชุมสายโทรศัพท์ เป็นต้นว่าฟังก์ชั่นของการสั่งงานระยะไกล เป็นต้น

ในส่วนของการแสดงผลนั้น เครื่องโทรศัพท์จะมีฟังก์ชั่นของการแสดงเลขหมายโทรศัพท์ของคู่สนทนา ค่าบริการของการใช้โทรศัพท์ ระยะเวลาที่ใช้เครื่องโทรศัพท์รวมไปถึงแสดงสถานะของเครื่องโทรศัพท์ด้วย

สำหรับฟังก์ชั่นของการบันทึกข้อมูลและส่วนที่แสดงผลข้อมูลที่ได้ทำการบันทึกไว้ โดยเครื่องโทรศัพท์ที่ได้ทำการออกแบบชิ้นนี้จะสามารถเก็บข้อมูลที่เป็นเลขหมายสุดท้ายได้ 3 เลขหมาย ซึ่งสามารถที่จะนำมาแสดงผลและใช้ในฟังก์ชั่นของการโทรเรียกย่อได้อีกด้วย

ในส่วนสุดท้ายของฟังก์ชั่นของเครื่องโทรศัพท์นี้ก็คือส่วนของการเรียกใช้ฟังก์ชั่นที่ให้บริการในโครงข่าย ISDN ซึ่งจะเป็นฟังก์ชั่นพื้นฐานของการให้บริการของชุมสายโทรศัพท์ในโครงข่าย ISDN นี้ เป็นต้นว่า ฟังก์ชั่นของการประชุมร่วม 3 คู่สาย ฟังก์ชั่นของการคอยสาย (Call Waiting) ฟังก์ชั่นของการโอนสาย (Call Transfer) ฯลฯ

3. การออกแบบเครื่องโทรศัพท์

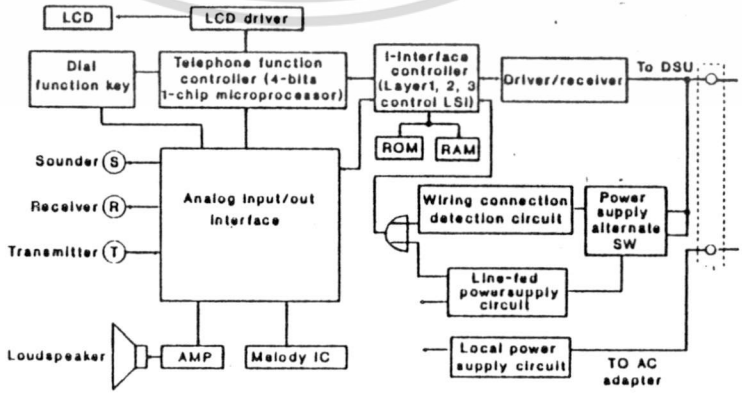
3.1 โครงสร้างของเครื่องโทรศัพท์

จากรูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของเครื่องโทรศัพท์ระบบดิจิตอลสำหรับ ISDN ในส่วนแรกเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ Driver & Receiver สัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์ ซึ่งจะทำงานตามระดับพลังงานของสัญญาณจากคู่สายโทรศัพท์ และทำหน้าที่ควบคุมการส่งข้อมูลที่เป็น TEI (Terminal Endpoint Identifier) สำหรับส่วนของการเชื่อมต่อ I-Interface และส่วนที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับสัญญาณอนาล็อกจะนำเอา IC LSI มาใช้สำหรับควบคุมการทำงานและจะอธิบายรายละเอียดของ IC LSI นั้นในส่วนต่อไป ส่วนไมโครโปรเซสเซอร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานของฟังก์ชั่นต่าง ๆ ของเครื่องโทรศัพท์จะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เอนกประสงค์ขนาด 4 บิท HD81502 ในส่วนของวงจรแหล่งจ่ายไฟที่รับจากคู่สายโทรศัพท์จะใช้วงจร DC to DC Convertor ซึ่งจะจ่ายแรงดันไฟฟ้า 5 โวลท์ให้กับเครื่องโทรศัพท์

สำหรับส่วนของอุปกรณ์แสดงผลของเครื่องโทรศัพท์นี้ จะแสดงข้อมูลออกมาเป็นลักษณะของตัวเลข ซึ่งจะง่ายต่อการควบคุมและการกำหนดข้อมูลที่จะนำมาแสดงผล โดยใช้อุปกรณ์แสดงผลที่เป็น LCD(Liquid crystal) และจะมีลักษณะเป็นเซ็กเม็นต์ 128 เซ็กเม็นต์ ในส่วนของคีย์บอร์ดนั้นจะเป็นลักษณะของ Push Button Switch รวมไปถึงฟังก์ชั่นคีย์ต่างๆ ด้วย

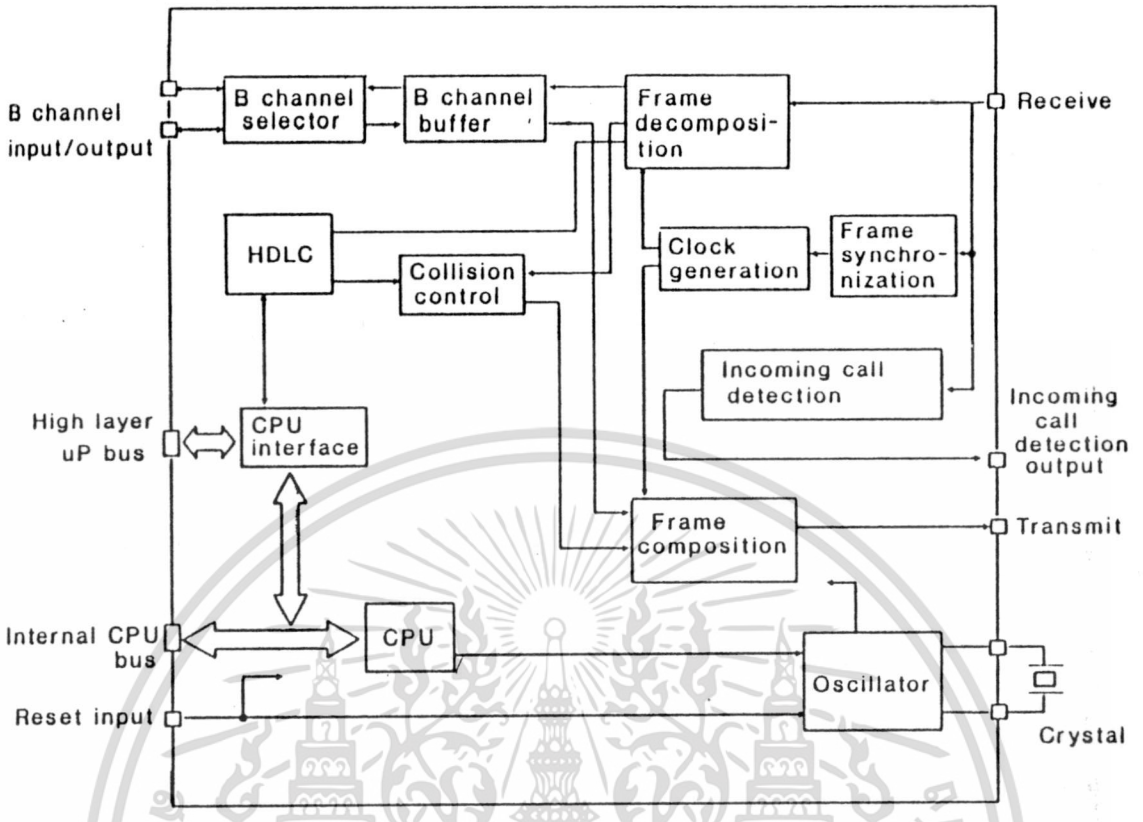
3.2 รายละเอียดของ LC LSI ของวงจร I-Interface

จากรูปที่ 2 เป็นรูปที่แสดงโครงสร้างของ LC LSI ที่ทำหน้าที่ในการเชื่อมต่อ I-Interface NTT9035 โดยจะควบคุมที่ Layer1 และ 2 ซึ่งจะมีวัตถุประสงค์หลายๆ อย่างด้วยกัน ซึ่งจะเป็นลักษณะของการติดต่อสื่อสารที่ไม่ใช่สัญญาณเสียง สำหรับการส่งข้อมูลระหว่าง Layer ต่างๆที่ระดับสูงๆและการส่งข้อมูลแบบแพคเก็ทกับ ROM จะใช้หลักการของการเรียกใช้หน่วยความจำโดยตรง (Direct Access Memory:DMA) สำหรับฟังก์ชั่นของการพักการทำงาน ฟังก์ชั่นต่างๆ ของเมื่อมีการรับโทรศัพท์แล้ว ที่จัดไว้



รูปที่ 1 แสดงโครงสร้างของเครื่องโทรศัพท์ที่ทำการพัฒนาขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 แสดงโครงสร้างภายในของ IC LSI ที่นำมาใช้ในวงจร I-Interface

ตารางที่ 2 แสดงหลักการต่างๆ ที่ใช้ออกแบบส่วนซอฟท์แวร์

Item	Content
การเชื่อมต่อกับโครงข่าย	- CCITT I-Series
ลักษณะการเชื่อมต่อในระดับสูง	- การส่งข้อมูลอินพุทและเอาท์พุท - การเชื่อมต่อทางลอจิกโดยใช้หลักการเดิม
การส่งข้อมูลอินพุทเอาท์พุทของช่องสัญญาณ B	- B1 และ B2 จะมีการทำงานที่สัมพันธ์กัน - การส่งข้อมูลอินพุทเอาท์พุทจะซิงค์กับสัญญาณนาฬิกาภายในและภายนอก
ระยะการทำงาน	- การทำงานแบบ Slave - การทำงานที่เป็นแบบพาสซีฟ, เอ็กซ์เทนพาสซีฟและการจัดโครงสร้างแบบจุดต่อจุด - การทำงานที่สัมพันธ์กันระหว่าง Layer 1 และ Layer 2
Layer 2-3	- โหมดการทำงานแบบ Circuit Switch - ทำงานที่โครงข่าย INS 64

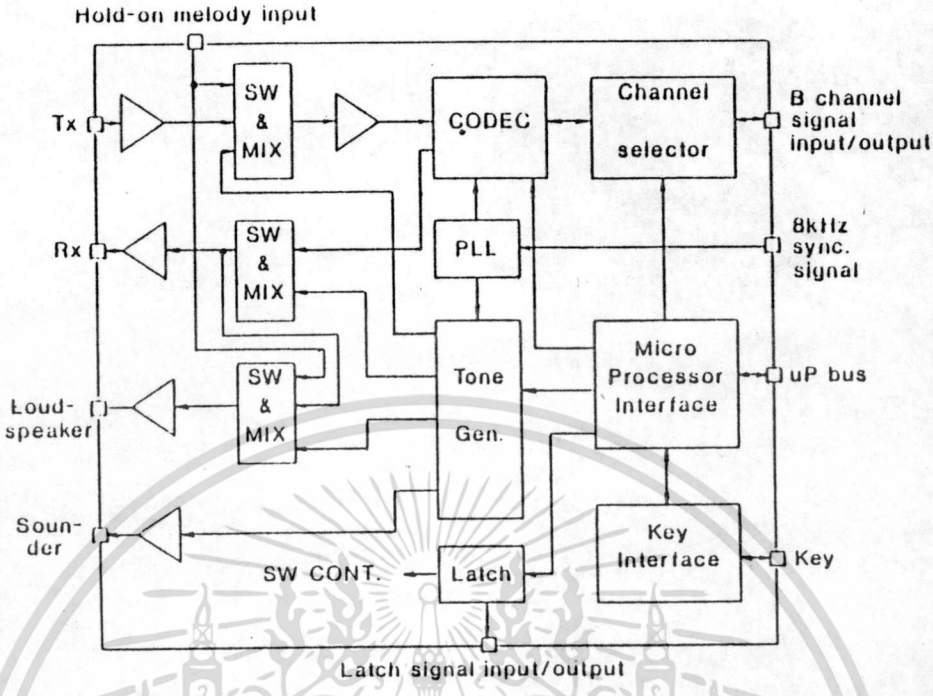
ในเครื่องโทรศัพท์นี้จะทำงานด้วยแรงดันไฟฟ้าจากคู่สายโทรศัพท์ที่ส่งมาจากส่วนชุมสายโทรศัพท์ ในส่วนของซอฟท์แวร์ที่ได้ออกแบบตามหลักการต่างๆ จากตารางที่ 2 นั้น จะเก็บไว้ที่ ROM รวมไปถึงซอฟท์แวร์ที่ใช้ควบคุมการทำงานที่ Layer 2 และ 3 ก็จะอยู่ใน ROM ตัวนี้ด้วยเช่นกัน โดยจะมีบัสข้อมูลภายนอกขนาด 4 บิทที่เชื่อมต่ออยู่กับตัวไมโครโปรเซสเซอร์อยู่ด้วย

3.3 รายละเอียดของ IC LSI ที่ใช้เชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุทเอาท์พุทของสัญญาณอนาล็อก

สำหรับ IC LSI ที่ทำหน้าที่เชื่อมต่อกับส่วนของสัญญาณอนาล็อกนี้ จะใช้เบอร์ OKI6895 ซึ่งส่วนแรกจะเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณขับให้กับตัวทรานสดิวเซอร์แบบ Electro-acoustic ที่เชื่อมต่ออยู่กับ Trasmitter Receiver และ Speaker นอกจากนั้นแล้ว LSI ตัวนี้ ยังมีส่วนของวงจรสร้างสัญญาณต่างๆ ที่เป็นสัญญาณ Signalling ต่างๆ เป็นต้นว่า Dial Tone, Busy Tone ฯลฯ สำหรับสัญญาณ DTMF ที่ใช้สำหรับฟังก์ชั่นพิเศษต่างๆ ส่วนวงจรส่งสร้างสัญญาณเพื่อการควบคุมระยะไกล ส่วนของวงจรเข้ารหัสและถอดรหัสสัญญาณเสียง ส่วนของวงจรที่เชื่อมต่อกับไมโครโปรเซสเซอร์และวงจรที่เชื่อมต่อกับที่ย็บอร์ดจะถูกออกแบบให้ทำงานได้บน IC LSI นี้เพียงตัวเดียว

ในส่วนของวงจรเข้ารหัสถอดรหัสสัญญาณเสียง (CODEC) จะใช้ในลักษณะของ -Law ซึ่งจะกำหนดเงื่อนไขของการใช้พลังงานไว้ 3 เงื่อนไขโดยที่จะกำหนดจากส่วนของเครื่องโทรศัพท์ สำหรับส่วนของ PLL ที่เป็นลักษณะวงจรอนาล็อกจะต้องมีการจัดให้ระดับออร์เดอร์ของสัญญาณนาฬิกาสูงกว่าสัญญาณซิงค์โครนัสและสัญญาณนาฬิกาของอินพุทและเอาท์พุท นอกจากนั้นแล้วส่วนของ PLL ที่ใช้หลักการสวิทช์คาปาซิเตอร์นี้จะถูกนำไปใช้กับส่วนอื่นๆ อีก เป็นต้นว่า ส่วนสร้างสัญญาณ DTMF ฯลฯ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

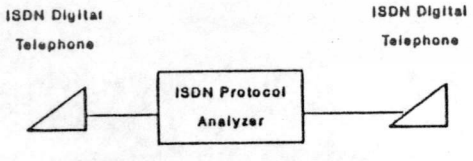


รูปที่ 3 แสดงโครงสร้างภายในของ IC LSI ส่วนเชื่อมต่อกับอุปกรณ์อินพุทและเอาท์พุทของสัญญาณอนาล็อก

สำหรับส่วนที่เชื่อมต่ออยู่กับอุปกรณ์ทรานสดิวเซอร์แบบ Electro - acoustic ที่จัดให้เชื่อมต่อโดยตรงกับส่วนของทรานส์มิสเตอร์เป็นอุปกรณ์ Electret-condensor และสำหรับส่วนของรีซีฟเวอร์นั้นจะจัดให้เชื่อมต่อกับ Piezo-electric ส่วนของลำโพงจะมีวงจรที่ทำหน้าที่ขยายสัญญาณอยู่ภายนอก โดยอุปกรณ์ที่ใช้จะเป็น Piezo-electric เช่นเดียวกับส่วนของรีซีฟเวอร์

4. การทดลองและผลของการทดลอง

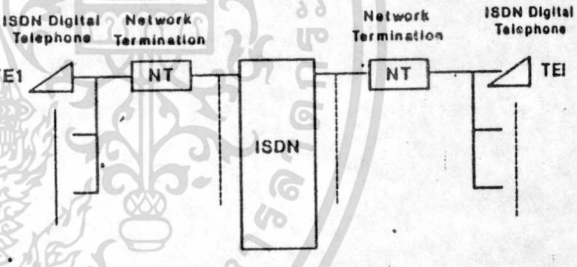
สำหรับการพัฒนาเครื่องโทรศัพท์สำหรับ ISDN นั้น จะเป็นการพัฒนาอุปกรณ์สื่อสารปลายทางเพื่อที่จะรองรับโครงข่าย ISDN ในอนาคต ดังนั้นในขณะที่ทำการวิจัยนี้ยังไม่มีโครงข่าย ISDN จริงในการทดลอง ทางคณะที่ทำการวิจัยจึงได้ทำการทดลองการทำงานของเครื่องโทรศัพท์นี้ด้วยเครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอล[5] โดยจะมีลักษณะของการเชื่อมต่อแสดงไว้ดังรูปที่ 4 ซึ่งจะทำการจำลองการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ เมื่อนำไปเชื่อมต่อกับโครงข่าย ISDN จริง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 6



รูปที่ 4 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์ที่พัฒนาขึ้นกับเครื่องวิเคราะห์โปรโตคอลเพื่อที่จะจำลองการทำงาน

ในการทดลองได้ทำการกำหนดลักษณะการทำงานของโครงข่าย ISDN (INS64) สำหรับ Physical Layer และ Basic Rate Interface ดังนี้

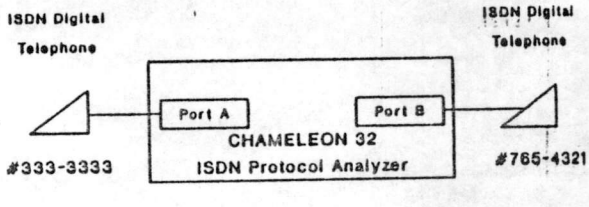
1. ลักษณะของการจำลองจะเป็นโครงข่าย ISDN
2. กำหนดให้พอร์ทที่เชื่อมต่อเป็นอุปกรณ์ต่อเชื่อมโครงข่าย (NT)



รูปที่ 5 แสดงการนำเอาเครื่องโทรศัพท์ที่ได้พัฒนาขึ้นไปเชื่อมต่อกับโครงข่าย ISDN

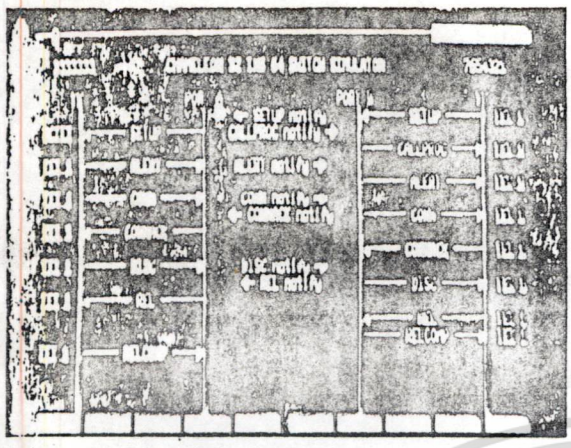
3. การเข้าระหัสสัญญาณจะเป็น NRZ มีอัตราการส่งข้อมูลที่ช่องสัญญาณ D เป็น 16 Kb/s
4. กำหนดหมายเลขโทรศัพท์ให้เป็น #333-3333 และ #7654321
5. กำหนดค่า TEI1:[073] และ TEI2:[074]

จากที่ได้กำหนดลักษณะการทำงานของโครงข่าย ISDN แล้ว ก็ทำการเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์เข้ากับเครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอลดังแสดงในรูปที่ 6



รูปที่ 6 แสดงการเชื่อมต่อระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับเครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 7 แสดงลำดับขั้นของการติดต่อสื่อสารระหว่างเครื่องโทรศัพท์ทั้งสองเครื่อง โดยผ่านเครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอล

จากรูปที่ 6 กำหนดให้เครื่องโทรศัพท์ที่ต่ออยู่กับพอร์ท B(#7654321) เรียกมายังเครื่องโทรศัพท์ที่เชื่อมต่ออยู่กับพอร์ท A(#3333333) เมื่อติดต่อกันได้แล้วก็ทำการวางแฮนด์เซ็ทของเครื่องโทรศัพท์ทั้งสองเครื่อง และจะปรากฏลำดับขั้นของการติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์ทั้งสองเครื่องดังแสดงรูปที่ 7

จากรูปที่ 7 ที่แสดงลำดับขั้นของการติดต่อสื่อสารที่ทำการเชื่อมต่อเครื่องโทรศัพท์กับเครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอล ดังรูปที่ 6 โดยจะเริ่มจากเครื่องโทรศัพท์ #7654321 ที่เชื่อมต่ออยู่กับพอร์ท B เรียกมายังเครื่องโทรศัพท์ #3333333 ที่เชื่อมต่ออยู่กับพอร์ท A ซึ่งเครื่องโทรศัพท์ #7654321 จะส่งข้อความ SETUP ไปยัง NT ที่พอร์ท B แสดงว่าเครื่องโทรศัพท์ #7654321 นี้ต้องการเรียกไปยัง #3333333 จากนั้น NT ของพอร์ท A จะส่งข้อความ SETUP ไปยังเครื่อง #3333333 ต่อจากนั้นก็จะเข้าสู่กระบวนการ CALLPROC(Call Processing) โดย NT ของพอร์ท B จะส่งข้อความ CALLPROC ให้กับเครื่อง #7654321 สำหรับเครื่อง #3333333 หลังจากที่ได้รับข้อความ SETUP แล้ว ก็จะส่งข้อความ ALERT มายัง NT ของพอร์ท A ซึ่งจะแสดงว่าเครื่อง #3333333 เตรียมพร้อมที่จะทำการติดต่อสื่อสารแล้ว จากนั้น NT ของพอร์ท B จะส่งข้อความALERT มาให้กับเครื่อง #7654321 เช่นเดียวกัน เมื่อเครื่องโทรศัพท์ทั้งสองพร้อมสำหรับการติดต่อสื่อสารแล้ว เครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอล ก็จะจัดการสนทนาของเครื่องโทรศัพท์ทั้งสอง ซึ่งจะจัดอยู่ในลำดับขั้นของ CONN Notify โดยจะมีข้อความ CONNACK (Connection Acknowledge) ที่จะเป็นตัวบอกสำหรับการเริ่มการสนทนา

เมื่อการสนทนาสิ้นสุดลง ส่วนของเครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอล จะทำการนิจฉาเครื่องที่ทำการวางแฮนด์เซ็ทก่อน จากรูปที่ 7 ในการทดลองเครื่อง #3333333 จะวางแฮนด์เซ็ทก่อน ซึ่งเครื่องโทรศัพท์จะต้องส่งข้อความ DISC ไปยัง NT ของพอร์ท A จากนั้น NT ของพอร์ท B ก็จะส่งข้อความ DISC ให้กับเครื่อง #7654321 สำหรับลำดับขั้นสุดท้ายที่เป็น REL Notify เครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอล จะทำการยกเลิกช่องสัญญาณที่ใช้ติดต่อสื่อสารและจะหยุดการติดต่อสื่อสารด้วยข้อความ RELCOMP (Release Complete) ซึ่งจะเป็นข้อความสุดท้ายสำหรับการวิเคราะห์การทำงานของเครื่องโทรศัพท์เมื่อทดลองการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ ที่ได้ทำการพัฒนาขึ้น

5. บทสรุป

จากผลของการทดลองจะเห็นได้ว่าเครื่องโทรศัพท์ที่ทำการพัฒนาขึ้นนี้สามารถติดต่อสื่อสารกับโครงข่าย ISDN ที่จำลองลักษณะการทำงานด้วยเครื่องวิเคราะห์ ISDN โปรโตคอลได้ ดังแสดงในรูปที่ 7 จากการทดลองไม่ว่าจะเป็นการส่งข้อความ SETUP, ALERT หรือข้อความอื่น ๆ เครื่องโทรศัพท์ก็สามารถส่งข้อความตอบรับได้ ซึ่งแสดงให้เห็นถึงการทำงานของเครื่องโทรศัพท์ที่สามารถนำไปเชื่อมต่อกับโครงข่าย ISDN ที่จะให้บริการในอนาคตอันใกล้นี้ นอกจากนั้นแล้วยังเป็นแนวทางของการพัฒนาอุปกรณ์สื่อสารปลายทางที่จะนำมาใช้กับโครงข่าย ISDN ได้อีกด้วย

เอกสารอ้างอิง

[1] Asian ISDN Council (AIC) , ISDN Base Technology Guidebook, April 1990

[2] สำนักงานปลัดกระทรวงคมนาคม, รายงานผลการจัดทำแผนจัดตั้งระบบ ISDN แห่งชาติ, กรกฎาคม 2532

[3] Y. Nishino and H. Oikawa, " An ISDN Basic Feature Telephone Set", NIT REVIEW, Vol.3 No.2, pp 89 - 97 March 1991

[4] S. Ohkoshi, K. Matsumoto and S. Nakano," A Digital Telephone Set for ISDN ", IEEE Journal on Selected Areas of Communication, November 1986

[5] TEKELEK(TA), Chameleon 32 User Manual, 1992

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

39239