บทที่ 2

การออกแบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอลขนาด 256 พอร์ต

2.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

ตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ทั้งที่เป็นระบบอนาลอก และระบบดิจิตอล ตั้งแต่ตู้ชุมสายโทรศัพท์ขนาดเล็กซึ่งออกแบบมาสำหรับใช้ในบ้านพักอาศัย จนถึงตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดใหญ่ ที่สามารถให้บริการการสื่อสารในรูปแบบอื่น ๆ นอกเหนือจากการสื่อสารด้วยเสียง จะมีโครงสร้างคล้ายคลึงกัน กล่าวคือ สามารถแบ่งโครงสร้างของระบบ ออกเป็นองค์ประกอบหลัก ๆ ได้ 3 หน่วยด้วยกันคือ

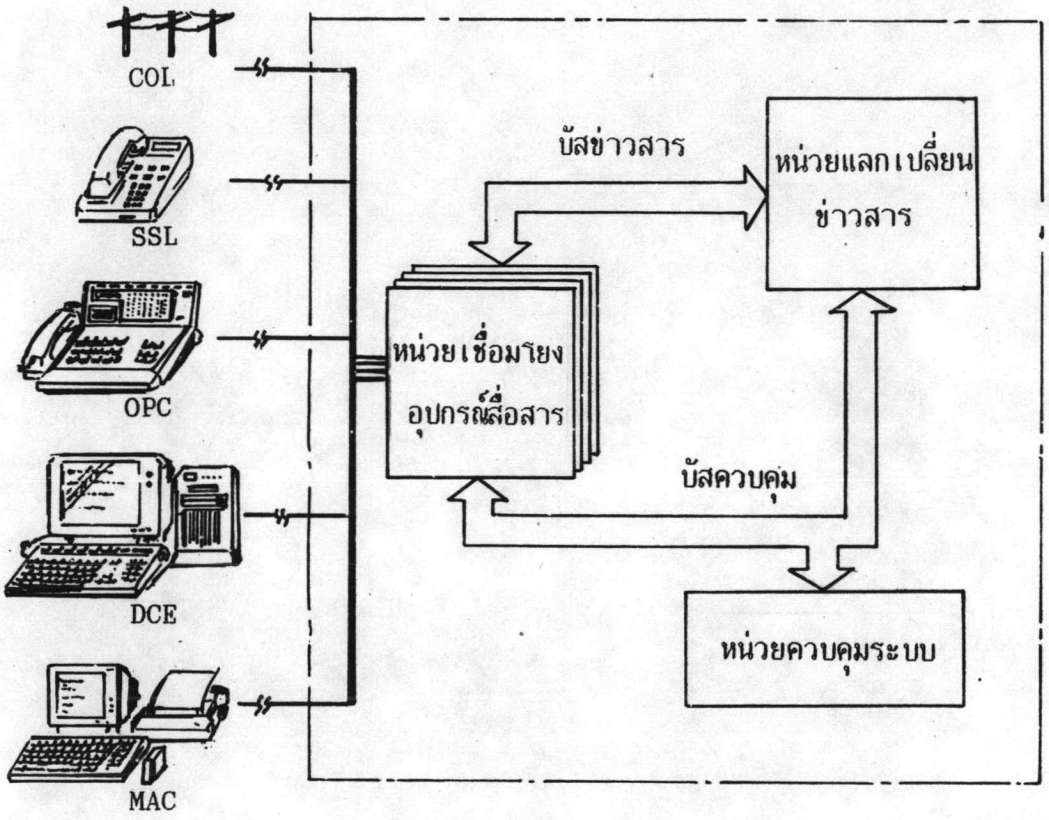
1. หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร (Communication Device Interface)
2. หน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสาร (Information Interchange)
3. หน่วยควบคุมระบบ (System Controller)

องค์ประกอบทั้งสามนี้ จะเชื่อมโยงเป็นโครงสร้างของตู้ชุมสายโทรศัพท์ดังแสดงในรูปที่ 2.1

สำหรับตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็กนั้น องค์ประกอบทั้ง 3 ส่วนนี้ อาจจะอยู่บน แผงวงจรเดียวกันเลย ส่วนในตู้ชุมสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่แล้ว องค์ประกอบเหล่านี้จะแยกกันอยู่คนละแผงวงจร โดยจะมีจุดเชื่อมโยงผ่านคอนเนกเตอร์ และแผ่นวงจรพิมพ์แผ่นหลัง (Backplane) ซึ่งจะมีกลุ่มสายสัญญาณต่าง ๆ 3 กลุ่มดังนี้

- สายส่งกำลัง ใช้จ่ายกำลังไฟขนาดต่าง ๆ ให้ทุก ๆ ส่วนของระบบ
- บัสข่าวสาร เป็นเส้นทางเดินของสัญญาณเสียง หรือข้อมูลที่แปลงมาจากเสียง
- บัสควบคุม เป็นเส้นทางควบคุมระหว่างองค์ประกอบต่าง ๆ ของระบบ

องค์ประกอบบางตัวอาจต้องใช้แผงวงจรมากกว่า 1 แผงวงจรขึ้นอยู่กับขนาดของระบบ โดยเฉพาะอย่างยิ่งหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารในระบบ จะมีอยู่หลายประเภท รายละเอียดขององค์ประกอบทั้งสามนี้จะแยกกล่าวอธิบายได้ในหัวข้อย่อยต่อไปนี้



COL : CENTRAL OFFICE LINE

SSL : STANDARD SUBSCRIBER LINE

OPC : OPERATOR CONSOLE

DCE : DATA COMMUNICATION EQUIPMENT

MAC : MAINTENANCE & ADMINISTRATION CONSOLE

รูปที่ 2.1 โครงสร้างโดยทั่วไปของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

2.2 หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร

ในระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ จะมีหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารอยู่หลายชนิด ทั้งชนิดที่มีความจำเป็นต้องมีเพื่อให้บริการพื้นฐานกับผู้ใช้โทรศัพท์ และชนิดที่มีเพิ่มเติมขึ้นมาเพื่อขยายขีดความสามารถ และรูปแบบในการให้บริการให้มากขึ้น โดยเฉพาะในระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่ มักจะมีหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารในรูปแบบอื่น ซึ่งไม่ใช่การสื่อสารด้วยเสียง ดังนั้นในการออกแบบตู้ชุมสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่ หรือแม้แต่ขนาดปานกลาง จึงนิยมออกแบบเป็นระบบดิจิตอล เพื่อความสะดวกในการให้บริการการสื่อสารหลาย ๆ รูปแบบ

หน้าที่ของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารโดยทั่วไป มีดังนี้

1. ตรวจจับสถานะพื้นฐานต่าง ๆ ของอุปกรณ์สื่อสารที่เชื่อมโยงอยู่
2. ส่งสัญญาณควบคุมต่าง ๆ ตามมาตรฐานของอุปกรณ์สื่อสาร
3. แปลงรูปแบบของสัญญาณ ให้เข้ากับมาตรฐานของหน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูล

ความหมายของอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้คือ อุปกรณ์ซึ่งเป็นต้นกำเนิดสัญญาณเพื่อส่งไปยังหน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูล หรืออุปกรณ์ซึ่งคอยรับสัญญาณจากหน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูล หรืออุปกรณ์ซึ่งเป็นทั้งต้นกำเนิด และเป็นผู้รับสัญญาณ อุปกรณ์สื่อสารของตู้ชุมสายโทรศัพท์อาจแบ่งออกได้เป็น 2 ประเภท ตามตำแหน่งที่อยู่ ดังนี้

1. อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์
2. อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายนอกตู้ชุมสายโทรศัพท์

2.2.1 อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์

หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่เชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์จะไม่มีจุดต่อออกภายนอกตู้ชุมสายโทรศัพท์ เนื่องจากอุปกรณ์สื่อสารประเภทนี้อยู่บนแผงวงจรเดียวกันกับหน่วยเชื่อมโยงนี้เลย หน้าที่ของอุปกรณ์สื่อสารประเภทนี้ คือ คอยรับ และ/หรือ ส่งข่าวสารซึ่งใช้เป็นสัญญาณโต้ตอบระหว่างอุปกรณ์สื่อสารภายนอกตู้ชุมสายโทรศัพท์ กับตัวตู้ชุมสายเอง เพื่อให้หน่วยควบคุมระบบในตู้ชุมสายโทรศัพท์ สามารถตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการได้อย่างถูกต้อง อุปกรณ์สื่อสารภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์ ที่จำเป็นสำหรับการทำงาน

พื้นฐานของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ มีดังนี้

1. อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเสียง (Tone Generator) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณเสียง ซึ่งจำเป็นต้องใช้ในระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์ อันได้แก่ สัญญาณ Call Progress Tone ซึ่งใช้เป็นสัญญาณเพื่อบอกให้ผู้ใช้บริการ ทราบถึงสภาวะต่าง ๆ ของตู้ชุมสายโทรศัพท์หรือของเลขหมายปลายทาง สัญญาณเหล่านี้ได้แก่ Dial Tone, Busy Tone, Ring-Back Tone เป็นต้น นอกจากนี้ยังมี สัญญาณเสียง DTMF ซึ่งใช้สำหรับการโทรสายนอกซ้ำเบอร์เดิม หรือโทรจากหน่วยความจำที่ตั้งไว้ล่วงหน้า หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเสียงนี้จะมีหน้าที่ควบคุมการกำเนิดสัญญาณ และส่งสัญญาณดังกล่าวเข้าสู่หน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูล ตามคำสั่งของหน่วยควบคุมระบบ

รายละเอียดของอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเสียง จะแตกต่างกันไปตามระบบของตู้ชุมสายโทรศัพท์ที่ออกแบบขึ้น เช่น ในระบบอนาลอก อาจใช้เป็นตัวสร้างสัญญาณเสียงที่ใช้อุปกรณ์ทาง อนาลอกกำเนิดขึ้นมา หรือในระบบดิจิตอล อุปกรณ์ตัวนี้จะเป็นตัวกำเนิดรูปแบบของสัญญาณข้อมูลข่าวสารที่สมนัยกับสัญญาณอนาลอกมาตรฐานเพื่อส่งไปยังหน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูลระบบดิจิตอล ที่รับข้อมูลในรูปสัญญาณดิจิตอลโดยตรง

รูปแบบของจังหวะการเปิดปิดสัญญาณเสียงอาจทำการกำเนิดขึ้นที่นี่โดยตรง หรือเป็นเพียงอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเสียงแบบต่อเนื่อง เพื่อให้อุปกรณ์อื่น เช่น หน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูลเป็นตัวสร้างจังหวะการเปิดปิดขึ้น

2. อุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF Decoder) คืออุปกรณ์ที่ทำหน้าที่คอยรับและถอดรหัสสัญญาณเสียง DTMF ที่ส่งมาจากเครื่องโทรศัพท์ภายใน กระบวนการรับสัญญาณดังกล่าวก็จะมีลักษณะที่ต่างกันไปตามระบบของตู้ชุมสาย ในระบบอนาลอก มักใช้อุปกรณ์ DTMF Decoder ชนิดวงจรรวมสำเร็จรูปในการถอดรหัสสัญญาณอนาลอก ออกมาเป็นข้อมูล 4 บิตส่งให้กับหน่วยควบคุมระบบ เพื่อแสดงตำแหน่งของปุ่มที่ถูกกด ส่วนในระบบดิจิตอลนั้น อาจทำการประมวลผลสัญญาณข่าวสารในรูปแบบสัญญาณดิจิตอล ที่รับมาจากหน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูลโดยตรง หรืออาจจะทำการแปลงสัญญาณดิจิตอลนี้ให้เป็นสัญญาณอนาลอกเสียก่อน แล้วจึงทำการถอดรหัส DTMF ในทำนองเดียวกับวิธีการที่ใช้ในระบบอนาลอกก็ได้ สำหรับหน่วยเชื่อมโยง อุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF นี้ จะคอยควบคุมให้อุปกรณ์นี้คอยรับสัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์ที่ระบุโดยหน่วยควบคุมระบบ และส่งข้อมูลจากการถอดรหัส DTMF นี้ให้หน่วยควบคุมระบบเพื่อทำการประมวลผลการเรียกใช้โทรศัพท์ต่อไป

จำนวนของอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ จะแปรไปตามจำนวนของเครื่องโทรศัพท์ที่เชื่อมโยงอยู่กับตู้ชุมสาย และความต้องการประสิทธิภาพในการให้บริการ

3. อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณ DTMF (DTMF Transmitter) เป็นอุปกรณ์ที่ทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณ DTMF เพื่อส่งไปยังชุมสายโทรศัพท์ภายนอก โดยผ่านหน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูลและหน่วยเชื่อมโยงสายนอก โดยปกติแล้วสัญญาณ DTMF นี้จะถูกส่งโดยตรงจากเครื่องโทรศัพท์ภายในที่ต้องการโทรออก แต่การเพิ่มอุปกรณ์นี้เข้าไป จะช่วยเพิ่มความสามารถในการโทรออกได้ เช่น การทวนสัญญาณการหมุนครั้งสุดท้าย การหมุนเลขหมายจากหน่วยความจำของตู้ชุมสายโทรศัพท์ เป็นต้น นอกจากนี้ยังเพิ่มความสามารถในลักษณะที่ต้องการใช้โทรศัพท์ภายในที่เป็นแบบหมุน กับสายนอกที่รับสัญญาณในรูปแบบ DTMF ได้อีกด้วย

ในตู้ชุมสายโทรศัพท์บางระบบจะออกแบบอุปกรณ์นี้ไว้กับหน่วยเชื่อมโยงสายนอกเลย บางระบบอาจออกแบบอุปกรณ์ส่งสัญญาณ DTMF นี้ ไว้กับอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF หรือในบางระบบอาจให้เป็นส่วนหนึ่งของวงจรกำเนิดสัญญาณเสียง หน้าที่ของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์กำเนิดสัญญาณ DTMF นี้คือ จะทำการกำเนิดสัญญาณเสียง DTMF สั้น ๆ ตามคำสั่งที่ได้จากหน่วยควบคุมระบบ

4. อุปกรณ์จัดการประชุม (Conference Service Device) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้มีการสนทนาแบบเป็นกลุ่มได้ ลักษณะการทำงานของอุปกรณ์จัดการประชุมนี้คือ จะรับสัญญาณเสียงจากผู้สนทนาทั้งหมดเข้ามาทำการเลือกรวม และจัดส่งกลับไปยังเครื่องโทรศัพท์ให้เหมาะสม คือสัญญาณที่ส่งกลับมายังเครื่องโทรศัพท์เครื่องใดใด จะเป็นผลรวมของสัญญาณเสียงของเครื่องโทรศัพท์เครื่องอื่น ๆ ในกลุ่มทั้งหมด โดยไม่มีสัญญาณของตัวเอง รายละเอียดของอุปกรณ์จัดการประชุมนี้จะขึ้นกับระบบของตู้ชุมสายโทรศัพท์ คือ วงจรสำหรับรวมสัญญาณของอุปกรณ์จัดการประชุมนี้ ในระบบอนาลอกจะเป็นวงจรรวมในระบบอนาลอกแบบธรรมดา ส่วนในระบบดิจิตอลนั้น จำต้องมีกระบวนการที่ซับซ้อนกว่า เพราะสัญญาณข้อมูลเสียงไม่ใช่ได้มาจากการแปลงแบบเชิงเส้นจึงนำมาบวกกันโดยตรงไม่ได้ สัญญาณดังกล่าวจำเป็นต้องผ่านการแปลงรูปให้เป็นเชิงเส้นเสียก่อนที่จะนำไปประมวลผล ซึ่งการประมวลผลของอุปกรณ์จัดการประชุมในระบบดิจิตอลนี้ อาจทำได้ทั้งโดยใช้อุปกรณ์ทางฮาร์ดแวร์ หรือใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ในการประมวลผล

5. อุปกรณ์ให้บริการไปรษณีย์เสียง (Electronic Voice Mail) เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ฝากข่าวสารในกรณีที่เครื่องรับโทรศัพท์ปลายทางไม่มีผู้รับสาย อุปกรณ์นี้จะมีในตู้สาขาโทรศัพท์ขนาดใหญ่ซึ่งเป็นตู้สาขาในระบบดิจิตอล ลักษณะโครงสร้างของไปรษณีย์อิเลคทรอนิกส์ จะเป็นหน่วยความจำขนาดใหญ่ ที่ใช้สำหรับเก็บข้อมูลข่าวสารจากเครื่องโทรศัพท์ที่ต้องการฝากข่าวสารให้กับเครื่องโทรศัพท์ซึ่งไม่มีผู้รับ และเครื่องโทรศัพท์ที่ถูกกำหนดให้เป็นผู้รับจะสามารถอ่านข่าวสารดังกล่าวกลับมาได้

2.2.2 หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่อยู่นอกตู้ชุมสายโทรศัพท์

อุปกรณ์สื่อสารที่อยูนอกตู้ชุมสายโทรศัพท์นี้เป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ผู้ใช้งานอยู่ การเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารประเภทนี้ จะเชื่อมโยงกับหน่วยเชื่อมโยงที่ออกแบบเฉพาะสำหรับอุปกรณ์สื่อสารแต่ละชนิด โดยผ่านสายสัญญาณตามมาตรฐานของอุปกรณ์สื่อสารชนิดนั้น ๆ อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายนอกตู้ชุมสายโทรศัพท์นี้ มีดังนี้

1. เครื่องโทรศัพท์ภายใน (Standard Subscriber) เป็นอุปกรณ์สื่อสารที่คุ้นเคยกันดี เพราะเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้กันอยู่เป็นประจำ ปกติแล้ว เครื่องโทรศัพท์ที่ใช้กัน จะเชื่อมโยงกับสายโทรศัพท์จากองค์การโทรศัพท์ ดังนั้น หน่วยเชื่อมโยงเครื่องโทรศัพท์ภายในจะต้องให้บริการสัญญาณพื้นฐานต่าง ๆ แก่เครื่องโทรศัพท์ ได้เช่นเดียวกับทาง ชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ ได้แก่ การจ่ายไฟฟ้ากระแสตรง เมื่อมีการยกหูโทรศัพท์ การตรวจจับสภาวะการยกหูของเครื่องโทรศัพท์ การจ่ายสัญญาณกระดิ่ง เป็นต้น นอกจากนี้ หน่วยเชื่อมโยงเครื่องโทรศัพท์ภายใน ยังต้องทำหน้าที่เป็นตัวเชื่อมโยงสัญญาณข่าวสารระหว่างเครื่องโทรศัพท์ กับหน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูล โดยแปลงสัญญาณเสียงที่ได้รับจากเครื่องโทรศัพท์ให้เหมาะสมกับมาตรฐานของ หน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูล เช่นเป็นสวิชท์แบบอนาลอก แบบสองสาย หรือแบบสี่สาย หรืออาจเป็นระบบดิจิตอล ซึ่งหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์ภายใน จะต้องทำหน้าที่สุ่มสัญญาณ ควอนไตซ์สัญญาณ เข้ารหัสให้เป็นสัญญาณดิจิตอล และส่งไปยังหน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูล ตามช่องเวลาที่ถูกระบุโดย หน่วยควบคุมระบบ รวมทั้งกระทำกระบวนการกลับกันด้วย

2. สายนอก (Central Office Line) สำหรับอุปกรณ์สื่อสารชุดนี้ ก็คือ หน่วยเชื่อมโยงเครื่องโทรศัพท์ของชุมสายโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ ดังนั้นหน่วยเชื่อมโยงสายนอกของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ จะต้องทำหน้าที่จำลองการทำงานของทุกอย่างที่เครื่องโทรศัพท์ทำได้ เพื่อสร้างสัญญาณโต้ตอบกับหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์ขององค์การโทรศัพท์ นอกจาก

นี้หน่วยเชื่อมโยงสายนอกนี้ ก็ยังต้องทำหน้าที่แปลงสัญญาณข่าวสารระหว่างสายนอก กับหน่วยแลกเปลี่ยนข้อมูล ในทำนองเดียวกับหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์ภายใน

3. ระบบโอเปอเรเตอร์ (Operator) ในตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็กนั้น อาจจะไม่จำเป็นต้องมีอุปกรณ์ตัวนี้ เพราะสามารถกำหนดเครื่องโทรศัพท์ภายใน เครื่องใดเครื่องหนึ่งให้ทำหน้าที่เป็นโอเปอเรเตอร์ได้ แต่ในตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดใหญ่นั้น จะมีสายนอกอยู่เป็นจำนวนมาก จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์นี้ เพื่อความสะดวก และมีประสิทธิภาพในการให้บริการ หน้าที่ของระบบโอเปอเรเตอร์นี้คือ คอยรับสัญญาณเรียกเข้าจากภายนอกที่ต้องการโทรหาเครื่องโทรศัพท์ภายในของระบบ โต้ตอบกับผู้โทรเข้าเพื่อสอบถามความต้องการติดต่อ และโอนสายนอกดังกล่าวไปยังเครื่องโทรศัพท์ภายในตามความประสงค์ของผู้โทรเข้า และต้องสามารถตรวจดูสถานะของสายนอกได้ทุกสายตลอดเวลา เพื่อให้บริการผู้โทรเข้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ

หน่วยเชื่อมโยงระบบโอเปอเรเตอร์นี้ จะต้องมีสายสัญญาณเชื่อมระหว่างตัวมัน กับโอเปอเรเตอร์ เพื่อเป็นเส้นทางสำหรับสัญญาณเสียง และสัญญาณการโต้ตอบระหว่างโอเปอเรเตอร์กับหน่วยควบคุมระบบซึ่งเป็นสัญญาณประเภทข้อมูล ซึ่งทั้งสัญญาณเสียง และสัญญาณข้อมูลนี้เป็นสายเส้นเดียวกัน โดยใช้เทคนิคการมัลติเพล็กซ์เชิงเวลาก็ได้ หรืออาจแยกกันคนละเส้นสัญญาณก็ได้ ในกรณีนี้ สัญญาณเสียงอาจเป็นได้ทั้งในรูปแบบของสัญญาณเสียงเช่นเดียวกับสัญญาณของเครื่องโทรศัพท์ภายในก็ได้ หรืออาจเป็นสัญญาณข้อมูลทาง PCM ก็ได้

ดังนั้นหน้าที่ของหน่วยเชื่อมโยงระบบโอเปอเรเตอร์นี้ คือให้บริการสัญญาณพื้นฐานต่าง ๆ แก่ระบบโอเปอเรเตอร์ และทำหน้าที่เป็นพอร์ตสื่อสารระหว่าง โอเปอเรเตอร์ กับหน่วยควบคุมระบบของตู้ชุมสายโทรศัพท์

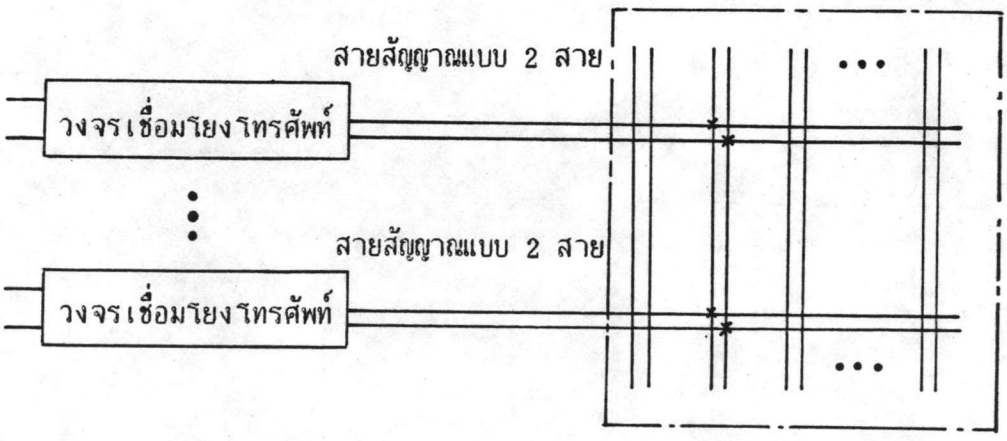
สำหรับอุปกรณ์สื่อสารภายนอกตู้ชุมสายโทรศัพท์ทั้ง 3 ชนิด ที่ได้กล่าวมาแล้วนั้น ถือได้ว่าเป็นอุปกรณ์สื่อสารที่จำเป็นในการให้บริการการสื่อสารทางโทรศัพท์ อย่างไรก็ตาม ตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดใหญ่ ๆ นั้น จะมีขีดความสามารถในการให้บริการการสื่อสารข้อมูลระหว่างเครื่องคอมพิวเตอร์ได้ด้วย ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีหน่วยเชื่อมโยงสำหรับอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลในรูปแบบต่าง ๆ อีกมากมาย ขึ้นอยู่กับมาตรฐานของอุปกรณ์สื่อสารข้อมูลที่หน่วยเชื่อมโยงนั้นควบคุมอยู่

2.3 หน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสาร

หน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสารในตู้ชุมสายโทรศัพท์นั้น เป็นอุปกรณ์ที่สำคัญตัวหนึ่งของระบบ หน้าที่ของหน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสาร จะเหมือนกัน ไม่ว่าจะเป็นตู้ชุมสายโทรศัพท์ขนาดเล็ก หรือขนาดใหญ่ ลักษณะโครงสร้างจะแตกต่างกันไปตามขนาด และระบบของตู้ชุมสาย ในหัวข้อเรื่องนี้จะจำแนกลักษณะโครงสร้างของหน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสาร เป็น 2 ลักษณะ ตามวิธีการส่งผ่านข่าวสาร คือเป็นระบบอนาลอก และระบบดิจิตอล ซึ่งทั้งสองระบบนี้ ก็จะมีโครงสร้างที่ออกแบบมาแตกต่างกันไปอีก ดังจะได้แยกอธิบายแต่ละระบบดังนี้

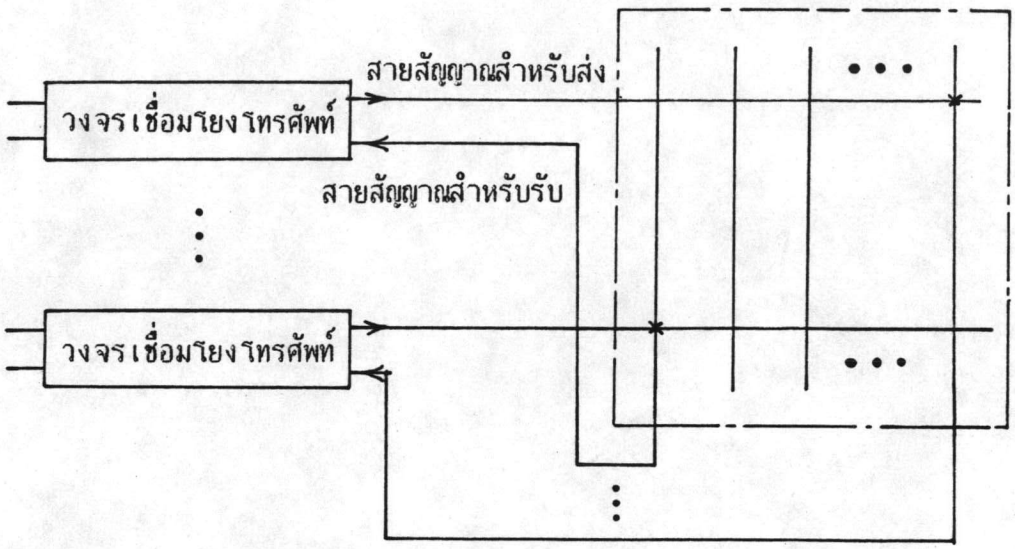
2.3.1 หน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสารระบบอนาลอก

ในตู้ชุมสายโทรศัพท์ระบบอนาลอกนั้น ดังได้กล่าวแล้วว่า หน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์จะทำหน้าที่แปลงสัญญาณจากเครื่องโทรศัพท์ได้ 2 วิธีด้วยกัน คือ แปลงเป็นแบบสองสาย และเป็นแบบสี่สาย ดังนั้นในหน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสารนี้ ก็จะมีโครงสร้างที่แตกต่างกัน เป็น 2 แบบด้วยกัน ตามลักษณะของสัญญาณดังกล่าว



รูปที่ 2.2 โครงสร้างของหน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสาร แบบ 2 สาย

ตามรูปที่ 2.2 เป็นรูปแสดงโครงสร้างหน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสาร (สวิทช์) แบบ 2 สาย ซึ่งเป็นตัวนำสัญญาณทั้งรับทั้งส่งจากโทรศัพท์แต่ละเครื่องจะถูกเชื่อมต่อถึงกันโดยตรง



รูปที่ 2.3 โครงสร้างของหน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสาร แบบ 4 สาย

ส่วนในรูปที่ 2.3 เป็นรูปแสดงโครงสร้างสวิทช์แบบ 4 สาย ในระบบนี้ หน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์ทั้งของสายใน และสายนอก จะต้องมีการแปลงสัญญาณจากแบบ 2 สายเป็นแบบ 4 สาย (หรือ 3 สายถ้าใช้สายดินเดียวกัน) คือเป็นสัญญาณรับ และส่งแยกเส้นกัน ก่อนที่จะส่งมาทำการสวิทช์ที่หน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสาร

โครงสร้างในแบบแรกจะมีข้อดีที่ การออกแบบหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สร้างได้ง่าย เพราะหน่วยเชื่อมโยงไม่ต้องมีการวงจรแปลงสัญญาณ 2 สาย เป็น 4 สาย แต่อาจมีปัญหาเนื่องจากไม่สามารถทำการขยายสัญญาณได้เหมือนโครงสร้างในแบบหลัง

2.3.2 <u>หน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสารระบบดิจิตอล</u>

ในระบบที่ใช้หน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสารระบบดิจิตอล หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารทั้งหมดในระบบ จะต้องทำการแปลงสัญญาณสัญญาณจากอุปกรณ์สื่อสารแต่ละตัว ให้เป็นสัญญาณข้อมูลในอัตราคงที่ (โดยทั่วไปเป็น 64 kbps) ก่อนที่จะส่งมายังหน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสาร เพื่อจัดส่งข่าวสารกลับไปยังคู่สนทนา และในทำนองกลับกันก็ต้องมีส่วนที่ทำการแปลงข่าวสารที่

ได้รับจากหน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสารกลับไปเป็น สัญญาณตามมาตรฐานของอุปกรณ์สื่อสารที่เชื่อมโยงอยู่กับระบบ

สัญญาณที่ถูกนำมายังหน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสารนี้ จะถูกมัลติเพล็กซ์เชิงเวลาอยู่เป็นช่องเวลา ดังนั้น ในระบบดิจิตอลจึงเรียกหน่วยแลกเปลี่ยนข่าวสารนี้ว่า หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา (Time Slot Interchange)

หลักการทำงานของหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลานี้คือ หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลาจะจัดเก็บสัญญาณข้อมูลที่ได้รับมาจากหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร เขียนลงในหน่วยความจำส่วนหนึ่ง และอ่านกลับออกมา เพื่อส่งให้กับหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่เป็นคู่สนทนาของกันและกัน ทั้งนี้จะเป็นไปตามคำสั่งที่ได้รับมาจากหน่วยควบคุมระบบอีกต่อหนึ่ง [6],[7]

โดยทั่วไปแล้วข้อมูลทางดิจิตอลที่จะส่งไปยังหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลานี้จะอยู่ในรูปของขบวนข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งข้อมูลจากแต่ละอุปกรณ์สื่อสาร จะถูกมัลติเพล็กซ์เชิงเวลาเข้าไปบนเส้นสัญญาณร่วมเดียวกัน เนื่องจากอัตราการรับส่งข้อมูลของอุปกรณ์สื่อสารส่วนใหญ่ มีอัตราข้อมูลต่ำกว่าความสามารถในการแลกเปลี่ยนช่องเวลาของระบบ การมัลติเพล็กซ์เชิงเวลาจะช่วยให้สายสัญญาณต่าง ๆ ของระบบน้อยลงเป็นอย่างมาก และหน้าที่ของการมัลติเพล็กซ์เชิงเวลานี้ก็จะอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร ซึ่งมีรายละเอียดแตกต่างกันในอุปกรณ์สื่อสารที่ต่างกัน

สำหรับการมัลติเพล็กซ์เชิงเวลานี้ มีมาตรฐานที่ใช้กันอยู่ 2 มาตรฐานด้วยกัน คือ

1. มาตรฐานที่ใช้ในแถบอเมริกาเหนือ (DS-1 Line) : มาตรฐานนี้ เส้นสัญญาณร่วมเส้นหนึ่งจะมัลติเพล็กซ์สัญญาณ จากอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ ได้ 24 ช่อง และให้อัตราข้อมูลบนเส้นสัญญาณร่วมเป็น 1.544 Mbps

2. มาตรฐานที่กำหนดโดย CCITT : มาตรฐานนี้ เส้นสัญญาณร่วมเส้นหนึ่งจะมัลติเพล็กซ์สัญญาณจากอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ ได้ถึง 32 ช่องสัญญาณ และให้อัตราข้อมูลบนเส้นสัญญาณร่วมเป็น 2.048 Mbps

2.4 หน่วยควบคุมระบบ

หน่วยควบคุมระบบจะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ทุกชิ้นของระบบ รวมทั้งการจัดเก็บสถานะ และนำไปประมวลผลข้อมูล ตามความต้องการของผู้ใช้บริการด้วย

สำหรับในระบบโทรศัพท์แล้ว งานที่หน่วยควบคุมระบบจะต้องทำ สามารถจำแนกได้เป็น 3 ส่วนด้วยกันคือ

1. ประมวลผลสัญญาณการขอติดต่อต่าง ๆ (Call Processing)
2. จัดช่องทางการสื่อสารให้อุปกรณ์สื่อสาร (Overall Coordinating)
3. ให้บริการเพื่อการซ่อมบำรุง และการบริหารระบบ (Maintenance & Administration)

งาน Call Processing ของหน่วยควบคุมระบบคือ การสนองตอบการขอใช้บริการต่าง ๆ จากผู้ใช้อุปกรณ์สื่อสารที่เชื่อมโยงกับระบบ ตามมาตรฐานของอุปกรณ์สื่อสารนั้น ๆ เช่น สำหรับโทรศัพท์ภายในนั้น เมื่อผู้ใช้บริการยกหูโทรศัพท์ขึ้นมา ก็ต้องมีการส่งสัญญาณ Dial Tone ไปยังเครื่องโทรศัพท์ที่เรียกเข้ามา รวมทั้งต้องคอยรับสัญญาณการหมุนจากเครื่องโทรศัพท์เครื่องนั้น ไม่ว่าจะเป็นแบบ สัญญาณเสียง หรือแบบสัญญาณพัลส์ ซึ่งเมื่อได้รับสัญญาณดังกล่าวนี้แล้ว ก็ต้องคอยส่งสัญญาณสัญญาณเสียงกลับไปยังผู้เรียกตามความเหมาะสมของสถานะของเครื่องโทรศัพท์ที่เป็นเลขหมายปลายทาง เช่นถ้าเลขหมายปลายทางไม่ว่างก็ต้องส่งสัญญาณ Busy Tone กลับไปยังผู้เรียก แต่ถ้าเลขหมายปลายทางวางหูอยู่ ก็จะส่งสัญญาณ Ring-Back Tone กลับไปยังผู้เรียก พร้อมกับส่ง สัญญาณกระดิ่งไปยังเครื่องเลขหมายปลายทางนั้น

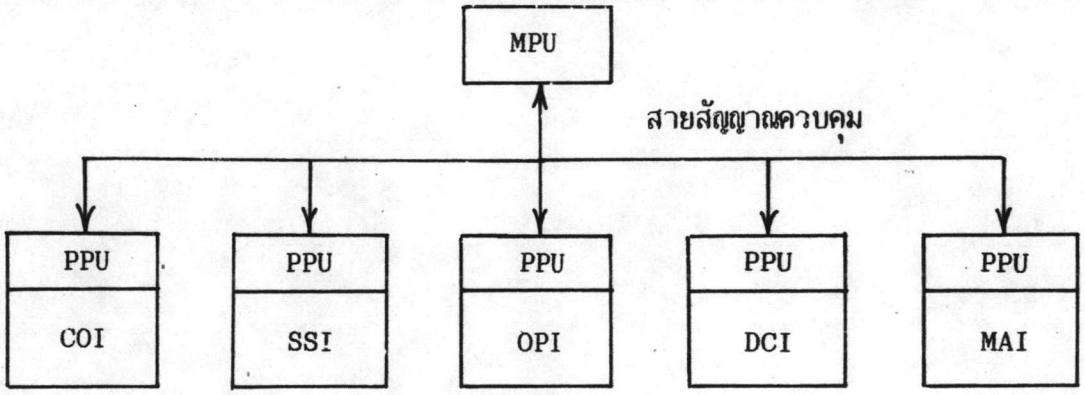
Overall Coordinating หมายถึงงานการจัดเก็บสถานะต่าง ๆ ของอุปกรณ์สื่อสารทุกตัวในระบบ เช่น หมายเลขอุปกรณ์ ชนิดของอุปกรณ์ ระดับชั้นของอุปกรณ์ สถานะของอุปกรณ์ เลขหมายของคู่สนทนาในขณะนั้น และอื่น ๆ ที่อาจเพิ่มขึ้นตามความสามารถในการให้บริการของระบบ

สถานะต่าง ๆ เหล่านี้ จะถูกปรับเปลี่ยนอยู่เสมอตามจังหวะการทำงานของระบบ เพื่อใช้เป็นข้อมูลอ้างอิงของหน่วยควบคุมระบบ ในการจัดช่องทางการสื่อสารเพื่อสนองความต้องการของผู้ใช้บริการ

Maintenance & Administration เป็นส่วนที่ทำหน้าที่รายงานผลการทำงาน

ของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในระบบ และใช้ในการปรับเปลี่ยนสถานะบางอย่างของอุปกรณ์สื่อสาร เช่นเปลี่ยนเลขหมายของเครื่องโทรศัพท์บางตัว หรือเปลี่ยนระดับชั้นของโทรศัพท์ เป็นต้น

การออกแบบหน่วยควบคุมระบบของตู้ชุมสายโทรศัพท์นี้ จะมีรายละเอียดของระบบแตกต่างกันไปตามขนาดของระบบที่ต้องการออกแบบขึ้นมา โดยทั่วไปแล้ว ในระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์ขนาดเล็กมาก ๆ เช่น มีโทรศัพท์ไม่เกิน 10 เครื่องก็อาจใช้ ไมโครโปรเซสเซอร์ประเภท ไมโครคอมพิวเตอร์ชิพเดียว ก็ได้ แต่ในระบบที่ใหญ่ขึ้นมาบ้างเล็กน้อย คือมีจำนวนโทรศัพท์ไม่เกิน 30 - 60 เครื่องนั้น มักใช้ ไมโครโปรเซสเซอร์ ขนาด 8 บิต พร้อมหน่วยความจำ และอุปกรณ์ I/O ภายนอก ส่วนในระบบที่ใหญ่กว่านี้ขึ้นไปแล้ว การออกแบบระบบมักจะมีการใช้อุปกรณ์ควบคุมประเภทไมโครโปรเซสเซอร์มากกว่า 1 ตัวในการประกอบเป็นหน่วยควบคุมระบบ เพื่อช่วยให้มีความสามารถเพียงพอต่อการให้บริการแก่ผู้ใช้บริการ ซึ่งกระบวนการจัดไมโครโปรเซสเซอร์หลาย ๆ ตัวเข้าเป็นหน่วยควบคุมเดียวกันนี้ เป็นไปในลักษณะที่มีหน่วยควบคุมหลัก 1 ตัว และหน่วยควบคุมย่อยหลาย ๆ ตัว ดังแสดงในรูปที่ 2.4



MPU : MAIN PROCESSOR UNIT

PPU : PERIPHERAL PROCESSOR UNIT

COI : CENTRAL OFFICE INTERFACE

SSI : STANDARD SUBSCRIBER INTERFACE

OPI : OPERATOR CONSOLE INTERFACE

DCI : DATA COMMUNICATION INTERFACE

MAI : MAINTENANCE & ADMINISTRATION INTERFACE

รูปที่ 2.4 แสดงโครงสร้างการควบคุมของระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์

017235

การทำงานของระบบทั้งหมดจะถูกควบคุมโดยหน่วยควบคุมหลัก ส่งผ่านรหัสคำสั่งไปยังหน่วยควบคุมย่อยแต่ละตัวให้นำไปปฏิบัติในรายละเอียดต่อไป หน่วยควบคุมย่อยนี้สามารถออกแบบได้เป็น 2 ลักษณะตามงานที่ต้องรับผิดชอบได้แก่

1. Preprocessing Processor
2. Functional Processor

หน่วยควบคุมย่อยแบบ Preprocessor นี้จะรับผิดชอบต่ออุปกรณ์ในระบบจำนวนหนึ่ง โดยจะควบคุมการทำงานโดยละเอียดต่ออุปกรณ์ที่ถูกควบคุมอยู่ทุกอย่าง ยกตัวอย่างเช่น หน่วยควบคุมย่อยสำหรับควบคุมหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์ภายใน 8 เครื่อง จะต้องคอยรับสถานะการยกหู วางหู หรือการส่งพัลส์หมายเลขของเครื่องโทรศัพท์ทั้ง 8 เครื่องนี้อยู่ตลอดเวลา และต้องคอยส่งสัญญาณกระดิ่งไปยังเครื่องโทรศัพท์เครื่องใดเครื่องหนึ่ง ตามคำสั่งที่มีจากหน่วยควบคุมหลัก รวมทั้งจะต้องมีหน้าที่จัดช่องเวลาเพื่อการมัลติเพล็กซ์สัญญาณข่าวสารของโทรศัพท์ทั้ง 8 เครื่องนี้ด้วย หากเป็นระบบดิจิตอล

ส่วนหน่วยควบคุมย่อยในแบบ Functional Processor นั้น หน่วยควบคุมย่อย 1 ตัวจะทำหน้าที่โดยเฉพาะอย่างใดอย่างหนึ่ง เพื่อตอบโต้การทำงานของอุปกรณ์สื่อสารชนิดเดียวกัน ทั้งระบบ เช่น หน่วยควบคุมย่อยสำหรับทำหน้าที่ตรวจจับสถานะการยกหู ก็จะทำหน้าที่ตรวจจับการยกหู วางหู และประมวลผลเลขหมายที่หมุนจาก เครื่องโทรศัพท์ทุกเครื่องในระบบ เช่นนี้เป็นต้น

สำหรับตัวหน่วยควบคุมหลักนั้น บางครั้งมีการออกแบบให้มีจำนวนมากกว่า 1 ตัว อาจจะเพื่อเพิ่มความเชื่อถือได้ในการทำงาน หรือจำเป็นต้องมีการแบ่งภาระในการรับผิดชอบต่อหน่วยควบคุมย่อยในระบบที่ใหญ่มาก ๆ ก็ได้

2.5 โครงสร้างของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอลขนาด 256 พอร์ตที่ทำการออกแบบและสร้างขึ้น

ในหัวข้อ 2.1 ได้กล่าวถึงระบบโดยทั่วไปของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ รวมทั้งแนวทางการออกแบบ ในแต่ละส่วนของตู้ชุมสายโทรศัพท์ ทั้งระบบอนาลอก และระบบดิจิตอล

ตั้งแต่ขนาดเล็กจนถึงขนาดใหญ่ สำหรับในหัวข้อนี้จะ อธิบายถึงแนวทางและเหตุผลที่เลือกใช้ในการออกแบบระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอลขนาด 256 พอร์ต ที่ได้ออกแบบและพัฒนาขึ้น

สำหรับคำว่า "พอร์ต" ในที่นี้หมายถึง จำนวนช่องทางการสื่อสารที่หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลาสามารถให้บริการได้ ซึ่งช่องทางการสื่อสารทั้ง 256 พอร์ตนี้ จะถูกใช้งานทั้งจากอุปกรณ์สื่อสารภายใน เช่น อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเสียง และอุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF และจากอุปกรณ์สื่อสารภายนอกตู้ชุมสายโทรศัพท์ ดังนั้น จำนวนของอุปกรณ์สื่อสารภายนอกที่จะเชื่อมโยงกับระบบที่ออกแบบขึ้นมานี้ จะมีจำนวนน้อยกว่า 256 เครื่องบ้างเล็กน้อย ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความต้องการในประสิทธิภาพ และรูปแบบการให้บริการ

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าระบบของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ จะแบ่งโครงสร้างหลักออกได้เป็น 3 องค์ประกอบด้วยกันคือ หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา และหน่วยควบคุมระบบ ดังนั้นจะได้อธิบายถึงแนวทาง และเหตุผลที่เลือกใช้ในการออกแบบแต่ละองค์ประกอบดังต่อไปนี้

2.5.1 หน่วยควบคุมระบบ

ตู้ชุมสายโทรศัพท์ที่ออกแบบขึ้นมานี้ นับได้ว่ามีขนาดใหญ่ และจะต้องสามารถเชื่อมโยงกับอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ มากมาย เช่น โทรศัพท์ภายใน สายนอก อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเสียง อุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF อุปกรณ์สื่อสารข้อมูลทางดิจิตอล เป็นต้น ดังนั้นการใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบเพียงตัวเดียวมาทำหน้าที่ตอบสนองการทำงานของอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ เหล่านี้ทั้งหมด จะทำได้ยากมาก หรือมิฉะนั้นก็จะทำไม่ได้เลย ประกอบกับในปัจจุบันนี้ ราคาของอุปกรณ์ทางด้าน ไมโครโปรเซสเซอร์ ซึ่งนำมาใช้เป็นอุปกรณ์ควบคุมนั้น ก็ได้ต่ำลงมาก การใช้อุปกรณ์ควบคุมระบบแบบมัลติโปรเซสเซอร์ จึงเป็นการคุ้มค่ากว่าการพยายามเขียนโปรแกรมควบคุมที่มีประสิทธิภาพมาก ๆ เพื่อให้อุปกรณ์ควบคุมระบบเพียงตัวเดียวสามารถรองรับการทำงานได้โดยไม่มีข้อบกพร่อง ซึ่งอาจไม่ประสบความสำเร็จ และเป็นการเสียเวลาไปโดยเปล่าประโยชน์ เพราะต้องทำการออกแบบขึ้นมาใหม่ในภายหลัง

ดังนั้นการออกแบบหน่วยควบคุมระบบในงานนี้ จึงได้ใช้แนวทางการออกแบบโดยใช้อุปกรณ์ควบคุมแบบมัลติโปรเซสเซอร์ คือมีหน่วยควบคุมหลัก 1 ตัว และหน่วยควบคุมย่อยอีกจำนวนหนึ่ง (ขึ้นกับจำนวนอุปกรณ์สื่อสารแต่ละชนิดในระบบ)

จากที่ได้กล่าวมาแล้วว่า หน่วยควบคุมย่อยนั้น มีแนวทางการออกแบบได้ 2 ลักษณะ

ด้วยกันคือ แบบ Preprocessing Processor และแบบ Functional Processor สำหรับการออกแบบตู้ชุมสายโทรศัพท์นี้ ได้ใช้รูปแบบของหน่วยควบคุมย่อยแบบ Preprocessing Processor ทั้งนี้เป็นไปด้วยเหตุผลดังต่อไปนี้

1. สามารถตรวจสอบการทำงานของระบบได้ทุกระยะของการพัฒนา เนื่องจากองค์ประกอบย่อยแต่ละตัวสามารถทำงานได้สมบูรณ์ในตัวของมันเอง
2. ระบบจะสามารถสร้างได้ตั้งแต่ขนาดเล็ก ๆ ที่มีอุปกรณ์ร่วมที่จำเป็นจำนวนหนึ่งกับหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารตามจำนวนความต้องการอุปกรณ์สื่อสาร ไปจนถึงขนาดที่เต็มความสามารถของระบบได้โดยง่าย โดยการเพิ่มหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่ต้องการเพิ่มเข้าไปเท่านั้น
3. การเชื่อมโยงองค์ประกอบย่อยต่าง ๆ เข้าด้วยกันทำได้โดยง่าย เนื่องจากภาระการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์สื่อสารได้มอบหมายให้แก่ หน่วยควบคุมย่อยตัวเดียว และการเชื่อมโยงระบบเข้าด้วยกัน จะเป็นเพียงการสื่อสารข้อมูลระหว่างหน่วยควบคุมหลัก และ หน่วยควบคุมย่อยเท่านั้น

2.5.2 <u>หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา</u>

หลักของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิตอลคือ ทำการสุ่มสัญญาณเสียงที่ได้รับมาจากเครื่องรับโทรศัพท์ด้วยอัตรา 8 kHz แล้วนำสัญญาณที่สุ่มได้มาทำการแปลงเป็นรหัสดิจิตอลเพื่อส่งออกเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบอนุกรมต่อไป ซึ่งทางภาครับก็จะรับสัญญาณอนุกรมนี้มาแปลงเป็นสัญญาณอนาลอกอีกทีหนึ่ง

ทั้งนี้ถ้าสัญญาณอนุกรมมีอัตราสูงมากพอแล้ว เราจะสามารถส่งสัญญาณเสียงได้มากกว่า 1 สัญญาณบนเส้นสัญญาณอนุกรมเส้นหนึ่ง

เนื่องจากช่วงห่างระหว่างการสุ่มสัญญาณแต่ละครั้งมีค่าเท่ากับ 125 ไมโครวินาที และข้อมูลที่สัญญาณเสียงถูกแปลงเป็นสัญญาณข้อมูลนั้น มีขนาด 8 บิต อัตราข้อมูลของสัญญาณเสียงนี้บนเส้นสัญญาณอนุกรมดังกล่าวจะเป็น 64 kbps การจะทำให้สามารถส่งสัญญาณเสียงที่แปลงเป็นสัญญาณดิจิตอลแบบอนุกรมนี้ให้ได้มากกว่าหนึ่งสัญญาณ บนเส้นสัญญาณอนุกรมเดียวกัน จะต้องใช้เทคนิคการมัลติเพล็กซ์สัญญาณเชิงเวลา โดยให้อัตราข้อมูลบนเส้นสัญญาณอนุกรมนี้มีค่าเป็นจำนวนเท่าของ 64 kbps ซึ่งมาตราฐานที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันมีอยู่ 2 มาตรฐานดังที่ได้เคยกล่าวมาแล้ว คือ มาตราฐาน DS-1 Line และมาตราฐานของ CCITT

ในการออกแบบนี้ได้ยึดตามมาตราฐานของ CCITT ซึ่งมีอัตราข้อมูลบนเส้นสัญญาณอนุกรมเส้นหนึ่งมีค่าเท่ากับ 2.048 Mbps ดังนั้นเราจึงสามารถส่งสัญญาณจากอุปกรณ์สื่อสารที่ใช้อัตราข้อมูล 64 kbps เข้าสู่เส้นสัญญาณอนุกรมดังกล่าวนี้ได้เส้นละ 32 สัญญาณ การเลือกมาตราฐานการมัลติเพล็กซ์สัญญาณของ CCITT นี้ นอกจากจะเป็นมาตรฐานที่ใช้กันมากแล้ว ยังมีเหตุผลอีกประการหนึ่งคือ การมัลติเพล็กซ์ตามมาตรฐานนี้สามารถ มัลติเพล็กซ์สัญญาณได้มากกว่าอีกมาตรฐานหนึ่ง ซึ่งจะมีผลดีคือ ทำให้ระบบของเรามีขนาดใหญ่ขึ้นได้อีก 25 % ในโครงสร้างที่เหมือนกัน

ในระบบตู้ชุมสายที่ออกแบบ และสร้างขึ้นมานี้ จะใช้เส้นสัญญาณอนุกรมสำหรับการมัลติเพล็กซ์จำนวน 8 ชุด ซึ่งจะทำให้ได้ช่องทางการสื่อสารทั้งหมด 256 ช่อง เส้นสัญญาณอนุกรมสำหรับการมัลติเพล็กซ์นี้ ต่อไปจะขอเรียกว่า "เส้นสัญญาณร่วม" ซึ่งแบ่งได้เป็น เส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่ง และเส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับ อย่างละ 8 เส้น

การส่งข้อมูลข่าวสารจากอุปกรณ์สื่อสารเข้าสู่เส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่งนี้ เป็นหน้าที่ของวงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารตัวนั้น ต้องเลือกส่งเข้าในช่องเวลา และเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่งที่ถูกต้องตามคำสั่งที่ได้รับมาจากหน่วยควบคุมหลัก

สำหรับการรับข้อมูลข่าวสารนั้น วงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร จะต้องเลือกรับข่าวสารจากช่องเวลา และเส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับที่ถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้บริการ สำหรับในระบบที่ออกแบบขึ้นมานี้จะให้อุปกรณ์สื่อสารตัวหนึ่งมีช่องเวลา และเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่ง และรับคงที่ จึงต้องเป็นหน้าที่ของหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลาที่ต้องทำการรับข่าวสารจากเส้นสัญญาณร่วมสำหรับส่ง มาจัดส่งกลับไปทางเส้นสัญญาณร่วมสำหรับรับ ให้ถูกต้องตามความต้องการของผู้ใช้บริการ

หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลานี้ จะมีหน่วยควบคุมย่อยที่มีหน้าที่ควบคุมมันอยู่ โดยการรับคำสั่งโดยตรงจากหน่วยควบคุมหลัก

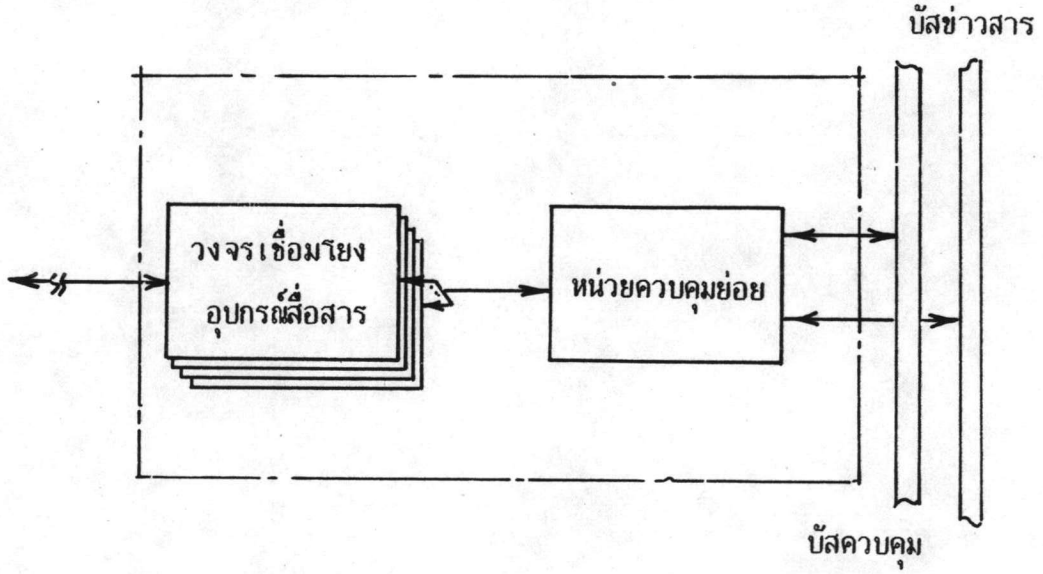
2.5.3 หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร

หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารของตู้ชุมสายโทรศัพท์ที่ออกแบบขึ้นมานี้ จะมีอยู่หลายชนิด แต่ละชนิดก็จะมีอยู่เป็นจำนวนมาก จากที่ได้กล่าวถึงหน่วยควบคุมย่อยมาแล้วว่าจะใช้หน่วยควบคุมย่อยในการควบคุมอุปกรณ์สื่อสารจำนวนหนึ่ง ดังนั้นการออกแบบหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารนี้ จะใช้โครงสร้างของหน่วยควบคุมย่อยเดียวกัน ตลอดจนไปถึงตำแหน่งของ I/O พอร์ตที่ใช้ในส่วนที่เหมือนกันของอุปกรณ์สื่อสารที่ต่างกัน เช่น I/O พอร์ตที่ใช้สำหรับการ

กำหนดช่องเวลาใช้งาน และเส้นสัญญาณร่วมที่วงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่ถูกควบคุมอยู่ต้องใช้ หรือเช่น ตำแหน่งของ I/O พอร์ตสำหรับใช้ในการติดต่อกับหน่วยควบคุมหลัก เป็นต้น

โดยทั่วไปแล้ว หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารบนแผงวงจรหนึ่ง ๆ จะสามารถบรรจุวงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารได้มากกว่าหนึ่งวงจร เช่น หน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์ภายใน จะมีวงจรเชื่อมโยงโทรศัพท์ภายในอยู่ถึง 8 วงจร เป็นต้น

โครงสร้างของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์สื่อสารแบบใด จะมีโครงสร้างดังแสดงในรูปที่ 2.5 อันประกอบไปด้วย หน่วยควบคุมย่อย และวงจรเชื่อมโยงหน่วยควบคุม ซึ่งทำหน้าที่เป็นช่องทางการติดต่อระหว่างหน่วยควบคุมย่อย และหน่วยควบคุมหลัก องค์ประกอบทั้งสองหน่วยนี้จะเหมือนกันทุกหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร ส่วนวงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารนั้น จะมีลักษณะ และจำนวนแตกต่างกันไปขึ้นอยู่กับอุปกรณ์สื่อสารที่เชื่อมโยงอยู่



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร

สำหรับรายละเอียดของ หน่วยควบคุมย่อย และวงจรเชื่อมโยงหน่วยควบคุมนั้น จะอธิบายในบทที่ 3 ต่อไป ส่วนรายละเอียดของวงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่ได้ออกแบบและสร้างขึ้นมานั้น จะแยกอธิบายในบทต่าง ๆ ดังนี้

บทที่ 5 จะกล่าวถึงรายละเอียดในการออกแบบวงจรเชื่อมโยงโทรศัพท์ภายใน วงจรเชื่อมโยงสายนอก และวงจรรับสัญญาณ DTMF

บทที่ 6 จะกล่าวถึงรายละเอียดของระบบโอเปอเรเตอร์ วงจรเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์คอนโซล และวงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหารระบบ

ส่วนในบทที่ 7 จะอธิบายถึง การออกแบบวงจรเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบอะซิงโครนัส ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC

2.6 แนวทางในการสร้างและพัฒนาเครื่องต้นแบบ

ตามปกติแล้วชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติจะมีขนาดทางฮาร์ดแวร์ที่สมบูรณ์ใหญ่มาก การติดตั้งระบบมักจะอยู่ในรูปโครงราง ที่มีช่องสำหรับเสียบแผงวงจรต่าง ๆ ของระบบ โดยมีคอนเนกเตอร์บนแผงวงจรด้านหลัง (Backplane) รองรับจุดต่อจากแผงวงจรต่าง ๆ เพื่อเชื่อมเส้นสัญญาณต่าง ๆ ที่ต้องใช้ร่วมกัน คือ สายสำหรับจ่ายกระแสไฟฟ้า สายสัญญาณบัสควบคุม และสายสัญญาณบัสข่าวสาร

ในการสร้างพัฒนาเครื่องต้นแบบของชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่ออกแบบขึ้นมานี้ ได้ทำการสร้างโครงรางสำหรับรองรับแผงวงจรขนาด 8" x 10" ได้จำนวน 16 แผ่น เพื่อใช้สำหรับทดลองแผงวงจรต่าง ๆ ที่ได้ทดลองสร้างขึ้น ด้านหลังของโครงรางจะเป็นแผงวงจรด้านหลัง (Backplane) ที่มีลายทองแดงเชื่อมต่อคอนเนกเตอร์มาตรฐาน DIN ตัวเมียขนาด 64 ขา

ไดอะแกรมขาของคอนเนกเตอร์บน Backplane แสดงดังรูปที่ 2.6

หน้าที่ของขาแต่ละขาบนคอนเนกเตอร์ สามารถแบ่งออกได้เป็น 3 กลุ่ม ซึ่งมีรายละเอียดของแต่ละกลุ่มดังนี้

1. ขาคอนเนกเตอร์ในกลุ่มจ่ายกำลังไฟ

สำหรับขาคอนเนกเตอร์ในกลุ่มนี้จะใช้สำหรับจ่ายกำลังงานไฟฟ้าให้กับแผงวงจรทุกแผงบนโครงราง ซึ่งประกอบไปด้วย

+5V : ใช้สำหรับจ่ายกำลังไฟให้กับอุปกรณ์ในหน่วยควบคุม ซึ่งเป็นไอซีในตระกูล TTL เป็นส่วนใหญ่

GND : เป็นสายดินของระบบ

-5V : สำหรับจ่ายไฟลบให้กับวงจร CODEC

-48V : ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟสำหรับวงจรป้อนกระแสไฟฟ้าให้กับโทรศัพท์ภายใน

RINGING : เป็นสัญญาณกระดิ่งของเครื่องโทรศัพท์ภายใน เป็นสัญญาณไฟสลับขนาด 70 Vrms ซ้อนทับอยู่บน แหล่งไฟตรง -48V .

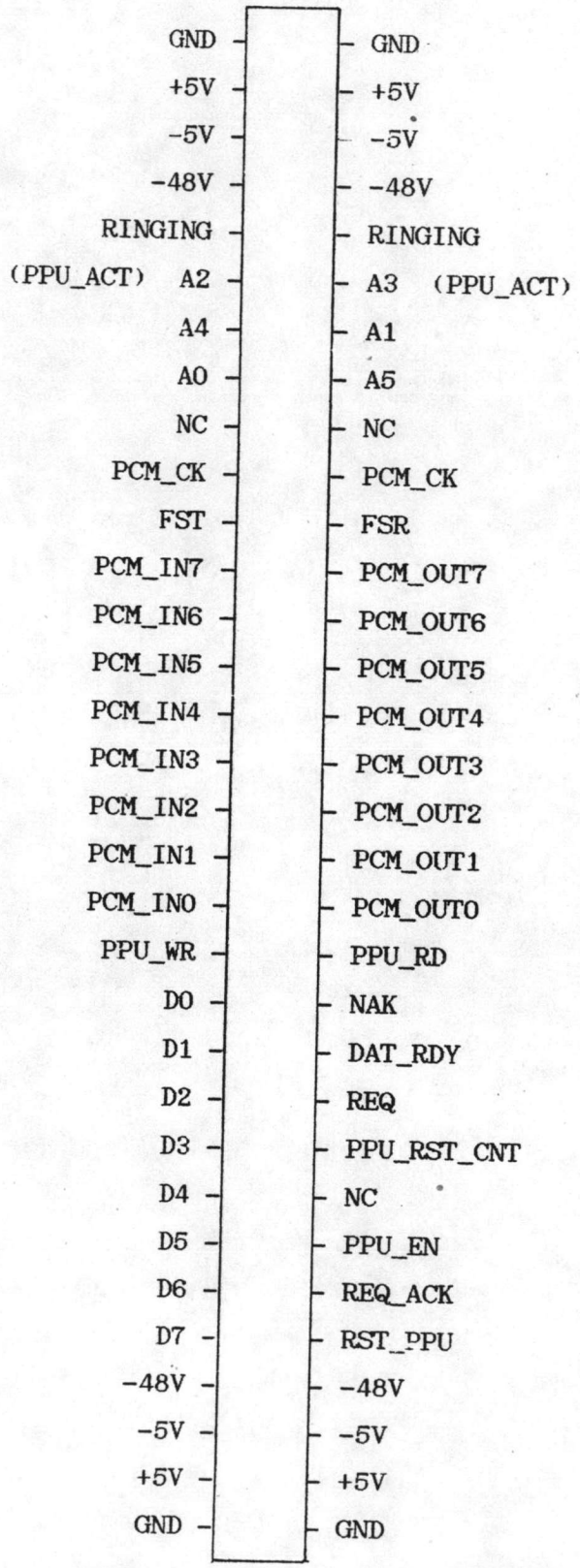
2. ขาคอนเนกเตอร์ในกลุ่มบัสควบคุม

กลุ่มขาคอนเนกเตอร์เหล่านี้ใช้เป็นช่องทางสำหรับ หน่วยควบคุมย่อยใช้เป็นช่องทางสื่อสารกับ หน่วยควบคุมหลัก ซึ่งรายละเอียดหน้าที่ของแต่ละขาในกลุ่มนี้ จะได้อธิบายต่อไปในบทที่ 3 ในหัวข้อ หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์ควบคุม

3. ขาคอนเนกเตอร์ในกลุ่มบัสข่าวสาร

สำหรับขาคอนเนกเตอร์ในกลุ่มนี้จะทำหน้าที่ เป็นตัวนำสัญญาณที่สำคัญต่อการกำหนดจังหวะเวลาในการมัลติเพล็กซ์ข่าวสารให้กับระบบทั้งหมด และจะเป็นตัวนำข่าวสารจากหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารไปยังหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา และในทำนองกลับกัน ก็จะนำข่าวสารที่ได้รับการจัดสรรแล้วจากหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา กลับมายังหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร เพื่อส่งกลับไปยังอุปกรณ์สื่อสารอีกต่อหนึ่ง

รายละเอียดการทำงานแต่ละขาในกลุ่มนี้ จะถูกกล่าวถึงอย่างละเอียดต่อไปใน บทที่ 4 ในหัวข้อหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา



รูปที่ 2.6 ไดอะแกรมขาคอนเนกเตอร์บนแผงวงจรด้านหลัง