



## บทที่ 2

### โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์และซอฟต์แวร์ของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น

#### 2.1 โครงสร้างทางฮาร์ดแวร์ของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัล 256 พอร์ต

เนื่องจากตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัล เป็นโครงสร้างที่มีความเหมาะสมในระบบชุมสายโทรศัพท์ขนาดใหญ่ ดังนั้นทางห้องปฏิบัติการวิจัยระบบไฟฟ้าสื่อสาร ได้ทำการวิจัยเพื่อพัฒนาตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัลขึ้น เพื่อเป็นแนวทางการพัฒนาและสร้างตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขึ้นเองในประเทศ เพื่อตอบสนองต่อความต้องการของหน่วยงานขนาดใหญ่ที่เพิ่มขึ้น

ตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัล ที่พัฒนาขึ้นในห้องปฏิบัติการวิจัยระบบไฟฟ้าสื่อสารนี้ มีลักษณะโครงสร้างระบบแบ่งออกเป็นองค์ประกอบหลัก ๆ คือ

2.1.1. หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร (Communication Interface Device) อุปกรณ์หน่วยนี้จะทำหน้าที่เชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่มาต่อพ่วงกับตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ อุปกรณ์สื่อสารที่ต่อกับตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติแบ่งออกเป็น 2 ชนิด คือ อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์และ อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่นอกตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

2.1.1.1. อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์ ได้แก่ อุปกรณ์กำเนิดเสียง (Tone Generator) ซึ่งทำหน้าที่กำเนิดสัญญาณเสียงต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น สัญญาณหมุน (Dial Tone) เป็นต้น , อุปกรณ์กำเนิดสัญญาณเสียง DTMF (DTMF Transmitter) ซึ่งจะส่งสัญญาณ DTMF ออกไประหว่างขั้นตอนของการติดต่อ, อุปกรณ์ส่วนที่สามได้แก่ อุปกรณ์ถอดรหัสสัญญาณ DTMF (DTMF DECODER) ทำหน้าที่ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่ส่งมาจากโทรศัพท์ระหว่างการติดต่อ, อุปกรณ์สุดท้ายได้แก่ อุปกรณ์จัดการประชุม (Conference Service Device) เป็นอุปกรณ์ที่ช่วยให้มีการสนทนาเป็นกลุ่มได้ อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายในตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติเหล่านี้ จะถูกสร้างเป็นแผงวงจรอยู่ในตู้ชุมสายโทรศัพท์เลย

2.1.1.2. อุปกรณ์สื่อสารที่อยู่ภายนอกตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติได้แก่ เครื่องโทรศัพท์สายภายใน (Standard Subscriber), สายภายนอก (Central Office Line) และ ระบบโอเปอเรเตอร์ (Operator) อุปกรณ์สื่อสารเหล่านี้จะต่ออยู่นอกตู้ชุมสายโทรศัพท์ โดยจะต่อผ่านอุปกรณ์อินเตอร์เฟสติดต่อเข้ากับตู้ชุมสายโทรศัพท์

2.1.2 หน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา (Time Slot Interchange) คืออุปกรณ์ สวิตซ์ซึ่งทำหน้าที่แลกเปลี่ยนข่าวสาร ที่ส่งมาในช่องสัญญาณทางเวลา (Time slot) ในที่นี้ ข่าวสารก็คือ ข้อมูลที่ถูกเปลี่ยนรูปแบบมาจากสัญญาณเสียง โดยอุปกรณ์เชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร ข้อมูลนี้เป็นสัญญาณร่วม PCM (Pulse Code Modulation) ตามมาตรฐาน CCITT ที่จะ มัลติเพล็กซ์สัญญาณจากอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ 32 ช่องสัญญาณ และอัตราข้อมูลบนเส้นสัญญาณ ร่วมนี้จะมีค่าเป็น 2.048 Mbps ซึ่งส่งมาในเส้นสัญญาณร่วมทั้งหมด 8 เส้นซึ่งจะทำให้มีช่อง เวลาที่สามารถรับข่าวสารจากอุปกรณ์สื่อสารได้ทั้งหมด 256 อุปกรณ์ในเวลาเดียวกัน

2.1.3 หน่วยควบคุมระบบ (System Controller) หน่วยควบคุมระบบจะทำ หน้าที่ประมวลผลการติดต่อต่าง ๆ (Call Processing), จัดช่องทางการติดต่อสื่อสาร, จัดการบริหารข้อมูลเกี่ยวกับอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ

ตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัลที่พัฒนาขึ้นมีลักษณะที่แบ่งหน่วยควบคุมระบบเป็น สองส่วน คือ หน่วยควบคุมหลัก (Main Processor Unit-MPU) และหน่วยควบคุมย่อย (Peripheral Processor Unit-PPU)

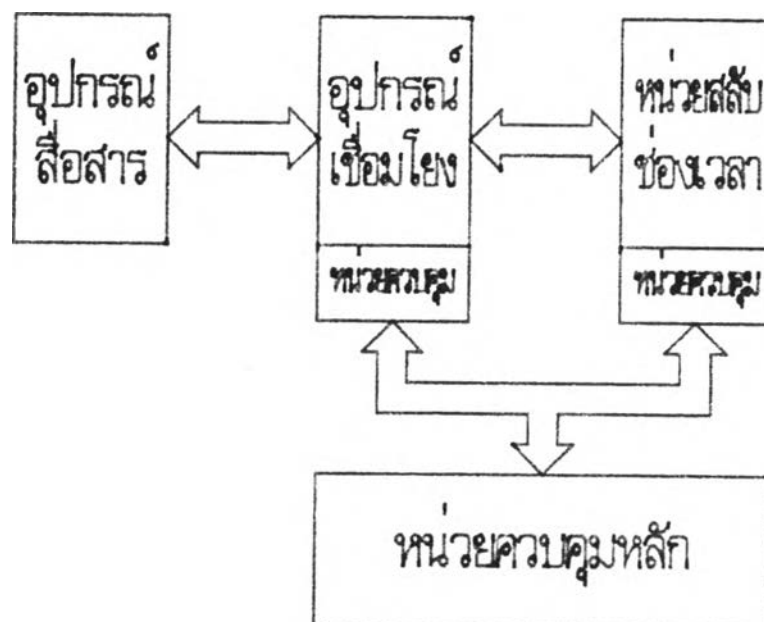
2.1.3.1 หน่วยควบคุมหลัก จะทำการควบคุมระบบการทำงานทั้งหมด โดย จะติดต่อรับส่งข้อมูล หรือสั่งงานอุปกรณ์ต่าง ๆ โดยผ่านทางหน่วยควบคุมย่อยอีกทีหนึ่ง ระบบที่ พัฒนาขึ้นขณะนี้ ได้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ทำหน้าที่เป็นหน่วยควบคุมหลัก เนื่องจากหน่วยควบคุมหลัก จะต้องทำงานที่ใช้ความสามารถในการประมวลผลสูง จะมีโปรแกรมประมวลผลที่ซับซ้อน การนำเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC มาเป็นหน่วยควบคุม หลักจะทำให้สามารถพัฒนาโปรแกรมด้วยภาษาชั้นสูงได้ง่าย เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์จะมี หน่วยความจำหลักและหน่วยความจำสำรอง ที่จะเป็นส่วนเก็บข้อมูลสำรองอื่น ๆ พร้อมอยู่แล้ว และสามารถทำการตรวจสอบการทำงาน (Debug) ของโปรแกรมได้ง่ายและสะดวกด้วย

2.1.3.2 หน่วยควบคุมย่อยจะทำหน้าที่รับผิดชอบ ตรวจสอบสถานะของอุปกรณ์ สื่อสารต่าง ๆ เช่น สถานะการยกหู/วางหู เป็นต้น นอกจากนี้จะทำหน้าที่ควบคุมการทำงานของ หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร , ควบคุมการทำงานหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา เพื่อให้ ระบบทำงานอย่างมีประสิทธิภาพ ทั้งเป็นการลดภาระการทำงานบางส่วนของหน่วยควบคุมหลัก ไปด้วย

หน่วยควบคุมหลักจะติดต่อรับส่งข่าวสารและข้อมูลกับหน่วยควบคุมย่อยหลาย ๆ ตัวที่ มาต่อเชื่อมอยู่ โดยอาศัยหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุม (MPU-PPU Interface) การติดต่อที่ เกิดขึ้นระหว่างหน่วยควบคุมหลักและหน่วยควบคุมย่อยผ่านหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุม เป็นไป ในลักษณะที่ หน่วยควบคุมหลักทำการตรวจสอบ (poll) สถานะความต้องการของหน่วยควบคุม

ย่อยแต่ละหน่วย ว่ามีความต้องการในการรับส่งข่าวสารหรือไม่ หากมีความต้องการในการติดต่อสื่อสารเกิดขึ้น หน่วยควบคุมหลักก็จะทำการอนุญาตให้หน่วยควบคุมย่อยนั้น ๆ ทำการส่งข่าวสารมาได้ เมื่อหน่วยควบคุมหลักพร้อมที่จะรับข้อมูลแล้ว

ตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น ในขณะนี้สามารถต่อกับอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ ได้ดังต่อไปนี้ โทรศัพท์สายภายใน, สายภายนอก และ ไอพีเอเรเตอร์คอนโซล และมีอุปกรณ์สื่อสารภายในระบบ คือ หน่วยถอดรหัส DTMF , หน่วยกำเนิดสัญญาณเสียง และ หน่วยกำเนิดสัญญาณ DTMF และจะมีหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา (Time Slot Interchange Unit) ทำให้ สามารถทำการติดต่อแลกเปลี่ยนข่าวสารกันได้จำนวน 256 ช่องเวลา โครงสร้างระบบเป็นดังที่แสดงในรูป 2.1



รูป 2.1 โครงสร้างของระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ

## 2.2 โปรแกรมควบคุมข้อมูลสายโทรศัพท์อัตโนมัติโดยทั่วไป

ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่มีขนาดใหญ่ จะมีจำนวนเครื่องโทรศัพท์ที่ต่อพ่วงอยู่จำนวนมาก ดังนั้นข้อมูลของการเปลี่ยนแปลงสถานะที่เกิดขึ้นเนื่องจากการใช้งานโทรศัพท์ จะถูกประมวลผลโดยหน่วยควบคุมหลัก ซึ่งเวลาที่ใช้ในการสั่งการอุปกรณ์เอาต์พุตต่าง ๆ จะใช้เพียงเล็กน้อยเท่านั้น เวลาที่เหลือส่วนใหญ่จะใช้ในการประมวลผลการเปลี่ยนสถานะที่เกิดขึ้นของเครื่องโทรศัพท์แต่ละเครื่อง การทำงานของโปรแกรมแบบนี้จะมีลักษณะที่มีกระบวนการหลาย ๆ กระบวนการถูกดำเนินการพร้อม ๆ กัน หรือ เกิดต่อเนื่องกันตลอดเวลา งานแต่ละงานจะถูกดำเนินการก่อน หรือหลังแล้วแต่ความสำคัญของงานเหล่านั้น โปรแกรมควบคุมการทำงานของระบบจะต้องมีความสามารถในการควบคุมการทำงานที่ดี ซึ่งควรจะต้องมีคุณสมบัติสำคัญดังต่อไปนี้ [2]

2.2.1 Execution Sequence Control (Executive) : Execution Sequence Control จะเป็นกลไกในการควบคุมตารางการใช้งานเวลาของโปรเซสเซอร์ (Processor Time) ให้เหมาะสม สำหรับการดำเนินงานต่าง ๆ ที่เกิดขึ้นที่มีความสำคัญที่ต่างกัน

2.2.2 Resource Management : เป็นคุณสมบัติในการจัดการ การใช้งานทรัพยากรส่วนกลางที่มีอยู่อย่างจำกัด เช่น หน่วยความจำกลาง, อุปกรณ์อินพุตเอาต์พุตต่าง ๆ เป็นต้น ให้มีการใช้งานอย่างมีประสิทธิภาพมากที่สุด และเพียงพอต่อการใช้งานในระหว่างการผลิตประมวลผลที่อาจเกิดขึ้นจำนวนมากได้

2.2.3 Traffic Load Control : จะต้องมีการตรวจสอบ การใช้งานของอุปกรณ์สื่อสารในระบบ คอยควบคุมมิให้มีการใช้งานที่มากเกินไป จนเกินสภาวะที่ไม่สามารถประมวลผลได้ เนื่องจากมีอุปกรณ์ส่วนกลางที่ไม่เพียงพอ ซึ่งจะทำให้ระบบไม่สามารถทำงานได้ตามปกติ

2.2.4 Service Continuity : ระบบชุมสายโทรศัพท์จะต้องมีการให้บริการที่ต่อเนื่อง แม้ว่า จะมีความผิดพลาดเกิดขึ้นจากทั้งซอฟต์แวร์หรือฮาร์ดแวร์ก็ตาม โดยในระบบจะต้องมีอุปกรณ์ที่ตรวจสอบการทำงานที่ผิดพลาดได้ และมีการสับเปลี่ยนการทำงานไปยังอุปกรณ์สำรองได้ โดยไม่มีการหยุดการให้บริการ และถ้าเกิดความผิดพลาดจากซอฟต์แวร์ก็อาจจะมีการรีเซ็ตระบบเพื่อเริ่มการทำงานใหม่ตั้งแต่ต้น

2.2.5 Program Maintainability : เป็นคุณสมบัติที่สามารถเพิ่มเติมความสามารถ หรือบริการพิเศษ (Feature) ให้ระบบได้ โดยไม่จำเป็นต้องแก้ไขฮาร์ดแวร์และหากมีการเปลี่ยนแปลงแก้ไขฮาร์ดแวร์ก็ไม่จำเป็นต้องแก้ไขซอฟต์แวร์ หรือแก้ไขเพียงเล็กน้อยเท่านั้น

ตัวอย่างของโปรแกรมควบคุมระบบ ที่ถูกพัฒนาขึ้นโดยมีคุณสมบัติดังกล่าว ได้แก่ โปรแกรมควบคุมระบบชุมสายอิเล็กทรอนิกส์ D-10 ซึ่งเป็นระบบชุมสายอิเล็กทรอนิกส์ที่ถูกพัฒนาขึ้นในญี่ปุ่น โดยความร่วมมือของ 4 บริษัทที่เป็นผู้ผลิตอุปกรณ์โทรศัพท์รายใหญ่ในญี่ปุ่น ระบบ D-10 นี้เป็นระบบชุมสายขนาดใหญ่ ที่ใช้ในระบบข่ายโทรศัพท์ภายในประเทศญี่ปุ่น โปรแกรมควบคุมระบบ D-10 ออกแบบให้มีคุณสมบัติต่าง ๆ ตามที่กล่าวมาแล้ว โดยโปรแกรมควบคุมระบบจะประกอบไปด้วยโปรแกรม 5 ส่วน คือ โปรแกรม Execution control, โปรแกรม Call processing, โปรแกรม Administrative, โปรแกรม Fault processing และโปรแกรม Diagnostic

โปรแกรม Execution Control จะจัดการแบ่งเวลาการทำงานในระบบที่มีการทำงานหลายงานพร้อมกัน, จะจัดลำดับการทำงานของขั้นตอนการทำงานตามลำดับความสำคัญของงาน ซึ่งทำให้เกิดการทำงานร่วมกันได้ระหว่างโปรเซสเซอร์หลายตัว และจะมีหน้าที่จัดการเรียกใช้ทรัพยากรส่วนกลางตามความต้องการที่เกิดขึ้น ซึ่งจะเป็นไปตามคุณสมบัติในข้อที่หนึ่งและสองที่กล่าวมาแล้ว ส่วนที่สอง คือ โปรแกรม Call Processing ซึ่งเป็นโปรแกรมที่จะจัดการเกี่ยวกับการรับรู้ และวิเคราะห์การเปลี่ยนแปลงสถานะที่เกิดขึ้น รวมทั้งการสั่งการทำงานเพื่อให้เกิดการตอบสนองการเปลี่ยนแปลงสถานะ

โปรแกรม Administrative มีหน้าที่จัดการบริหารระบบ โดยจะมีหน้าที่หลาย ๆ ประการ เช่น ตรวจสอบระดับการขอใช้บริการ (Service feature class) ของแต่ละคู่สาย รวมทั้งจัดการให้มีการเปลี่ยนแปลงได้เมื่อต้องการ, มีหน้าที่จัดการข้อมูลเฉพาะที่เกี่ยวกับคู่สาย, การจัดเก็บตารางเลขหมายโทรศัพท์, เก็บข้อมูลเกี่ยวกับกราฟฟิก และการรายงานผลกราฟฟิก เป็นต้น

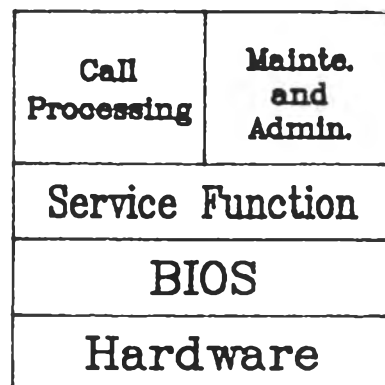
โปรแกรม Fault Processing เป็นโปรแกรมที่แก้ไขข้อผิดพลาดที่ทำงานโดยอัตโนมัติ โปรแกรมจะหาอุปกรณ์ต้นกำเนิดที่ทำให้เกิดข้อผิดพลาดแล้วทำการแก้ไข ซึ่งอาจจะทำโดยตัวอุปกรณ์นั้น ๆ ออกจากระบบ แล้วต่ออุปกรณ์ที่สำรองไว้ให้ทำงานแทน หรือรีเซ็ตการทำงานใหม่ โปรแกรมส่วนสุดท้าย คือ โปรแกรม Diagnostic เป็นส่วนที่ช่วยในการซ่อมแซม อุปกรณ์ที่เกิดความผิดพลาดให้ทำการซ่อมแซมได้ง่ายขึ้น

โปรแกรมที่พัฒนาสำหรับระบบ D-10 เขียนขึ้นมาในลักษณะเป็นโมดูล ทำให้มีความยืดหยุ่นมาก เมื่อมีการเปลี่ยนแปลง หรือแก้ไขทางฮาร์ดแวร์ โปรแกรมก็จะถูกแก้ไขในบางส่วนเท่านั้น หรือเมื่อมีการเพิ่มเติมฟังก์ชันบางอย่างสามารถทำได้ง่ายและสะดวก ซึ่งเป็นไปตาม คุณสมบัติข้อสุดท้าย

### 2.3 โปรแกรมควบคุมการทำงานของคัสตอมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัลที่จะพัฒนาขึ้น

โครงสร้างทางด้านฮาร์ดแวร์ของคัสตอมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัล 256 พอร์ตที่จะใช้พัฒนาโปรแกรมมีการควบคุมที่แบ่งการทำงานเป็น หน่วยควบคุมย่อย และ หน่วยควบคุมหลัก โดยหน่วยควบคุมย่อยจะมีโปรเซสเซอร์ซึ่งเรียกว่า Peripheral Processor (PPU) ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานในหน่วยเชื่อมโยงต่าง ๆ และจะทำงานย่อยในการประมวลผลข้อมูลบางอย่าง ตามคำสั่งของหน่วยควบคุมหลักที่เรียกว่า Main Processor Unit (MPU) ดังนั้นซอฟต์แวร์ที่พัฒนาขึ้น จะมีส่วนของโปรแกรมที่จะกำหนดการทำงานของหน่วยควบคุมย่อย ซึ่งหน่วยควบคุมย่อยจะมีหน้าที่ส่งผลของอินพุตที่เปลี่ยนแปลง หรือผลลัพธ์ที่ได้จากการประมวลผลงานย่อย ๆ บางอย่าง เช่น การหมุนหมายเลขโทรศัพท์ เป็นต้น ไปยังหน่วยควบคุมหลัก และจะคอยรับคำสั่งจากหน่วยควบคุมหลักมาปฏิบัติ นอกจากซอฟต์แวร์บนหน่วยควบคุมย่อยแล้ว ยังมีซอฟต์แวร์บน MPU ที่จะควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดอีกด้วย

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นจะเป็นโปรแกรมที่มีคุณสมบัติที่สำคัญตามที่กล่าวมาแล้ว สำหรับระบบควบคุมตามที่กล่าวมาแล้ว โปรแกรมจะถูกแบ่งออกเป็นชั้น ๆ เพื่อให้มีความเหมาะสมกับระบบที่ต้องการประมวลผลข้อมูลจากหลาย ๆ อุปกรณ์พร้อม ๆ กัน และจะทำให้สะดวกต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์บนไมโครโปรเซสเซอร์ย่อย ๆ แต่ละตัว รวมทั้งจะทำให้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นอยู่ในรูปแบบที่ทำการแก้ไขต่อเติมได้ง่าย รูปแบบของโปรแกรมแสดงในรูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของโปรแกรมควบคุม

โปรแกรมจะแบ่งออกเป็นชั้น ๆ คือ ไบออส (Basic Input Output System -BIOS), ฟังก์ชันบริการ (Service Function) และโปรแกรมหลัก หรือโปรแกรมส่วนประมวลผลการเรียกสาย (Call Processing Program) และโปรแกรมเม้นที่แนนซ์และแอดมินนิสเตรชั่น (Maintenance and Administration Program)

โปรแกรมชั้นล่างสุดที่เกี่ยวกับการทำงานของฮาร์ดแวร์ของระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ คือ ไบออส ไบออสจะมีหน้าที่ติดต่อกับฮาร์ดแวร์โดยตรง โดยจะทำการสั่งงานหรือตรวจสอบสถานะต่าง ๆ ของฮาร์ดแวร์ในส่วนที่ควบคุมอยู่ ในระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์ที่อัตโนมัติระบบดิจิทัล 256 พอร์ตนี้ ฮาร์ดแวร์มีการทำงานที่ต่าง ๆ กันหลายส่วนซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์สื่อสาร ฮาร์ดแวร์ของระบบจะมีหน้าที่ต่างกันขึ้นอยู่กับชนิดของอุปกรณ์สื่อสารที่เชื่อมโยงอยู่ แต่ละส่วนก็จะมีไบออสควบคุมการทำงานอยู่ ระหว่างการทำงานของหน่วยควบคุมย่อยบนหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร อุปกรณ์สื่อสารอาจจะมีการเปลี่ยนแปลงสถานะต่าง ๆ เกิดขึ้นได้ โปรแกรมในส่วนไบออสนี้จะทำหน้าที่ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น และจะรายงานไปยังหน่วยควบคุมหลัก ตามการสั่งงานของโปรแกรมควบคุมของหน่วยควบคุมย่อยนั้น ๆ ระหว่างการทำงานของโปรแกรมควบคุมระบบ หน่วยควบคุมหลักจะมีการสั่งการทำงานของฮาร์ดแวร์ส่วนต่าง ๆ ได้ โดยการเรียกใช้การทำงานของไบออสนี้

ไบออสนี้จะมีหน้าที่ควบคุมการทำงานฮาร์ดแวร์โดยตรง โดยจะเขียนขึ้นเป็นโปรแกรมย่อยสั้น ๆ ที่จะถูกเรียกใช้งานจากโปรแกรมในชั้นที่อยู่เหนือขึ้นไป ซึ่งได้แก่ ฟังก์ชันบริการ หรือ โปรแกรมหลัก ดังนั้นจำนวนโปรแกรมย่อยที่เป็นไบออสจะมีจำนวนไม่มากนัก การแยกส่วนของฮาร์ดแวร์ออกจากโปรแกรมควบคุมที่เหนือขึ้นไปโดยใช้ไบออสนี้ ทำให้การเปลี่ยนแปลงส่วนของฮาร์ดแวร์ทำได้โดยไม่มีผลกระทบต่อโปรแกรมในส่วนที่อยู่สูงขึ้นไป แม้กระทั่งการเปลี่ยนไมโครโพรเซสเซอร์ที่ทำหน้าที่ประมวลผลของหน่วยควบคุมย่อย ก็สามารถกระทำได้โดยมีการเปลี่ยนแปลงเพียงโปรแกรมในส่วนไบออส ระบบก็สามารถทำงานได้เหมือนเดิมได้

ฟังก์ชันบริการเป็นโปรแกรมส่วนที่สองที่อยู่เหนือขึ้นมาจากไบออส ฟังก์ชันบริการเป็นชั้นของโปรแกรมที่รวบรวมโปรแกรมย่อยที่ทำหน้าที่ให้บริการต่าง ๆ แก่โปรแกรมในส่วนที่อยู่เหนือขึ้นไป ซึ่งได้แก่ ส่วนของโปรแกรมหลัก ,โปรแกรมประมวลผลการเรียกสาย และโปรแกรมเม้นที่แนนซ์และแอดมินนิสเตรชั่น โปรแกรมส่วนฟังก์ชันบริการเป็นเพียงส่วนที่ให้บริการต่าง ๆ โดยจะไม่ติดต่อกับฮาร์ดแวร์โดยตรง การติดต่อกับฮาร์ดแวร์โดยตรงจะกระทำผ่านโปรแกรมไบออสเท่านั้น

ในระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ จะมีข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับระบบและข้อมูลที่เกี่ยวกับอุปกรณ์สื่อสารที่ต่อพ่วงอยู่จำนวนมาก โปรแกรมหลักจะทำงานได้ต้องอาศัยข้อมูลเหล่านี้ ดังนั้นจะต้องมีโปรแกรมย่อยต่าง ๆ ที่เป็นฟังก์ชันบริการทำหน้าที่ให้บริการการค้นหาข้อมูลเหล่านี้ด้วย การติดต่อรับรายงานข้อมูลการเปลี่ยนแปลงข้อมูลของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารต่าง ๆ ของหน่วยควบคุมหลักก็จะกระทำผ่านฟังก์ชันบริการเช่นกัน การสั่งงานฮาร์ดแวร์ของ หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแต่ละส่วน เช่น การเปิดปิดเสียงกระดิ่ง, การส่งสัญญาณหมุนไปยังโทรศัพท์ ก็จะอาศัยการทำงานของโปรแกรมฟังก์ชันบริการด้วย โปรแกรมในส่วนบริการนี้ทำให้แยกส่วนของโปรแกรมหลักและส่วนไบออสออกจากกันได้ และจะทำให้สามารถเพิ่มเติมโปรแกรมย่อยต่าง ๆ ได้ง่าย โปรแกรมย่อยที่จะเพิ่มเติมเหล่านี้จะทำให้ตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติมีความสามารถและบริการพิเศษเพิ่มขึ้น

โปรแกรมประมวลผลการเรียกสายหรือโปรแกรมหลัก ทำหน้าที่ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น ซึ่งเป็นข้อมูลที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมย่อย อาศัยข้อมูลการเปลี่ยนแปลงและข้อมูลสถานะ เดิมที่มีอยู่นี้มาประมวลผลการติดต่อที่เกิดขึ้น ให้เป็นไปตามโต๊ะแกรมสถานะที่กำหนด เช่น เมื่อมีการเปลี่ยนสถานะจากการวางหูเป็นการยกหู โปรแกรมประมวลผลการเรียกสายจะสั่งให้ต่อสัญญาณหมุนไปยังโทรศัพท์ที่มีการเปลี่ยนแปลง เป็นต้น การทำงานที่ต้องการให้เกิดขึ้นจะสั่งโดยเรียกใช้บริการของโปรแกรมย่อยฟังก์ชันบริการหรือไบออส โดยจะไม่มีคำสั่งงานไปยังฮาร์ดแวร์โดยตรง

โปรแกรมส่วนสุดท้าย คือ โปรแกรมเมนที่แนชและแอดมินิสเตรชัน โปรแกรมส่วนนี้จะ เป็นส่วนที่ใช้ในการกำหนด หรือแก้ไขข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับอุปกรณ์สื่อสารแต่ละอุปกรณ์ที่ มาต่อพ่วงกับระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติ ข้อมูลเหล่านี้เป็นข้อมูลที่สำคัญต่อการควบคุมระบบ เนื่องจากในระบบออกแบบให้มีหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารหลายแบบ หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแต่ละแบบจะมีการทำงานที่แตกต่างกันไป ดังนั้นระบบจะต้องมีข้อมูลที่บ่งบอกของชนิด และจำนวนหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแต่ละแบบที่ต่อพ่วงอยู่กับระบบ เพื่อจะสั่งงานได้อย่างถูกต้อง และจะต้องมีข้อมูลการกำหนดหมายเลขปลายทาง (Station Number) ของอุปกรณ์สื่อสาร เช่น หมายเลขโทรศัพท์ด้วย นอกจากการกำหนดการแก้ไขข้อมูลแล้ว ยังมี ส่วนที่ทำหน้าที่รายงานผลการใช้งานโทรศัพท์สายภายนอกไว้ด้วย การสั่งงานต่าง ๆ จะกระทำผ่านทางโปรแกรมในส่วนฟังก์ชันบริการตามที่กล่าวมาแล้ว

จะสังเกตได้ว่าโปรแกรมควบคุมระบบที่ถูกออกแบบให้มีลักษณะแบ่งเป็นชั้น ๆ แบบนี้มีการสั่งงานในลักษณะที่โปรแกรมในชั้นที่สูงกว่าเรียกใช้โปรแกรมในชั้นต่ำกว่า ทำให้การเปลี่ยนแปลงแก้ไขส่วนต่าง ๆ ทำได้ง่าย



โปรแกรมควบคุมระบบที่ทำการพัฒนาขึ้น จะมีแบ่งออกเป็น โปรแกรมควบคุมในหน่วยควบคุมหลัก และ โปรแกรมควบคุมของหน่วยควบคุมย่อย

ในหน่วยควบคุมย่อยแต่ละหน่วย โปรแกรมควบคุมจะถูกเขียนขึ้นด้วยภาษาแอสเซมบลี Z-80 โปรแกรมควบคุมหน่วยควบคุมย่อยจะมีลักษณะแบ่งเป็น 3 ชั้น คือ โบออส, ฟังก์ชันบริการ และ โปรแกรมหลัก โบออสจะมีหน้าที่หลักเป็นส่วนที่ควบคุมตรวจสอบการทำงานและส่งการทำงานของฮาร์ดแวร์โดยตรง ซึ่งจะ เป็นตัวแบ่งแยกโปรแกรมควบคุมส่วนฟังก์ชันบริการและโปรแกรมหลักออกจากฮาร์ดแวร์ ส่วนฟังก์ชันบริการจะเป็นที่รวมของโปรแกรมย่อยหน้าที่ให้บริการเฉพาะงานต่าง ๆ โดยจะขึ้นอยู่กับชนิดของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่ควบคุมอยู่

โปรแกรมหลักในหน่วยควบคุมย่อย จะเป็นส่วนที่ควบคุมการทำงานของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร โปรแกรมหลักนี้จะมีหน้าที่ในการตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงของอุปกรณ์สื่อสารที่ควบคุมอยู่ การตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงนี้โปรแกรมหลักจะ เรียกใช้ฟังก์ชันบริการที่มีหากมีการติดต่อกับฮาร์ดแวร์เกิดขึ้นระหว่างการทำงาน ฟังก์ชันบริการจะ เรียกใช้บริการของโบออสอีกทีหนึ่ง หากมีการเปลี่ยนแปลงเกิดขึ้นกับอุปกรณ์สื่อสาร การเปลี่ยนแปลงนี้จะถูกรายงานไปยังหน่วยควบคุมหลักโดยผ่านทางฟังก์ชันบริการและ โบออสตามลำดับชั้น

หน่วยควบคุมหลักจะมีโบออสที่ทำหน้าที่สั่งงานหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุมและฮาร์ดแวร์ส่วนอื่นๆ บางส่วน เหนือโบออสขึ้นมาจะมีฟังก์ชันบริการที่จะให้บริการต่าง ๆ ที่จำเป็น เช่น การติดต่อสื่อสารกับหน่วยควบคุมย่อย, การค้นหาข้อมูลและการสั่งงานหน่วยควบคุมย่อยต่าง ๆ เป็นต้น ฟังก์ชันบริการจะถูกเขียนเป็นโปรแกรมย่อย ๆ ที่มีการทำงานสั้น ๆ เพื่อให้การบริการเฉพาะงานเท่านั้น การติดต่อกับฮาร์ดแวร์ของฟังก์ชันบริการจะสั่งงานผ่านโบออสตามที่กล่าวมาแล้ว โปรแกรมหลักในหน่วยควบคุมหลักจะควบคุมการทำงานของหน่วยควบคุมหลักเพื่อจัดให้มีการติดต่อสื่อสารขึ้นระหว่างอุปกรณ์สื่อสาร โดยการควบคุมจะทำโดยอาศัยการเรียกใช้ฟังก์ชันบริการอีกครั้งหนึ่ง การเพิ่มความสามารถพิเศษสามารถกระทำได้โดยการเพิ่มโปรแกรมย่อยในส่วนฟังก์ชันบริการเท่านั้น

หน่วยควบคุมหลักจะควบคุมการทำงานของหน่วยควบคุมย่อยโดยอาศัยฟังก์ชันบริการและโบออสบนหน่วยควบคุมหลัก การสั่งงานหน่วยควบคุมย่อยจะกระทำโดยการส่งคำสั่งผ่านทางหน่วยเชื่อมโยงหน่วยควบคุม ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าโปรแกรมควบคุมในหน่วยควบคุมย่อยซึ่งประกอบไปด้วยโบออส, ฟังก์ชันบริการและโปรแกรมหลักนี้ ถูกมอง เป็นเพียง โบออสและฟังก์ชันบริการส่วนหนึ่งของหน่วยควบคุมหลักเท่านั้น ซึ่งจะทำให้การเปลี่ยนแปลงหน่วยควบคุมย่อยแต่ละส่วนไม่ส่งผลกระทบต่อมายัง โปรแกรมในส่วนควบคุมหลักเลย

โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะมีเฉพาะส่วนที่จำเป็นต่อการติดต่อพื้นฐานก่อนเท่านั้น เพื่อจะนำไปทดสอบการใช้งานกับตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัล 256 พอร์ตที่พัฒนาขึ้นสำหรับบริการพิเศษ (Service Feature) จะมีการพัฒนาขึ้นในเฉพาะส่วนที่มีความจำเป็นก่อน ดังจะกำหนดไว้ในขอบเขตของงานที่จะทำ แต่บริการพิเศษอื่น ๆ ที่ต้องการสามารถจะเขียนเพิ่มเติมได้ในภายหลัง

#### 2.4 ขอบเขตของงานวิจัย

โปรแกรมควบคุมตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่พัฒนาขึ้น จะมีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมควบคุมตู้ชุมสายโทรศัพท์อื่น ๆ ต่อไป โดยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นนี้จะใช้ควบคุมตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัล 256 พอร์ต ที่พัฒนาขึ้นในห้องปฏิบัติการวิจัยระบบไฟฟ้าสื่อสาร จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย โดยขอบเขตของงานวิจัยมีดังนี้

2.4.1. ออกแบบโครงสร้างทั่วไปของโปรแกรมควบคุมระบบ สำหรับตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัล 256 พอร์ต ที่พัฒนาขึ้น

2.4.2. พัฒนาโปรแกรมส่วนโอบอสนหน่วยควบคุมหลักและหน่วยควบคุมย่อยสำหรับอุปกรณ์อินเตอร์เฟซโทรศัพท์สายภายใน, สายภายนอก, โอเปอเรเตอร์คอนโซล (Operator Console)

2.4.3. พัฒนาโปรแกรมในส่วนที่เป็นฟังก์ชันบริการ และ โปรแกรมประมวลผลการเรียกสาย ทำให้สามารถควบคุมระบบให้สามารถมีการติดต่อ ระหว่างโทรศัพท์สายภายในได้ สามารถติดต่อสายภายนอกได้ และโทรศัพท์สายภายนอกสามารถติดต่อเข้ามาได้

2.4.4. พัฒนาโปรแกรมในส่วนฟังก์ชันบริการ จนทำให้ตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติมีบริการพิเศษ (Service Feature) ได้แก่ บริการการโอนสาย (Call Transfer) , การจองสาย (Call Back), การพักสาย, การติดต่อไปยังโอเปอเรเตอร์, การต่อสายตรง (Hot Line), การรับสายโดยโทรศัพท์เครื่องอื่นเมื่อโอเปอเรเตอร์ไม่ทำงาน (Night Connection-Fixed), และการแบ่งระดับการให้บริการ (Service Class) หลายระดับ

2.4.5. พัฒนาโปรแกรมในส่วนเมนูที่เน็กซ์และแอดมินนิสเตรชัน เพื่อทำให้ระบบมีความสามารถในการกำหนดข้อมูลหมายเลขโทรศัพท์, และข้อมูลเกี่ยวกับระดับการขอใช้บริการได้ และสามารถเก็บข้อมูลการใช้โทรศัพท์และรายงานผลออกทางเครื่องพิมพ์ได้