



บทที่ 5

ฟังก์ชันบริการ

โปรแกรมที่อยู่ในชั้นถัดขึ้นมาจากไบออส คือ โปรแกรมฟังก์ชันบริการ ซึ่งจะมีหน้าที่ทำงานย่อยต่าง ๆ ที่ไม่ใช้การติดต่อกับฮาร์ดแวร์ของระบบโดยตรง การติดต่อกับฮาร์ดแวร์จะกระทำได้โดยการส่งการผ่านโปรแกรมไบออสที่อยู่ในชั้นต่ำกว่าอีกทีหนึ่ง

โปรแกรมส่วนฟังก์ชันบริการนี้แยกเป็น 2 ส่วนคือ ฟังก์ชันบริการบนหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบต่าง ๆ และ ฟังก์ชันบนหน่วยควบคุมหลัก

ฟังก์ชันบริการในหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร มีการทำงานโดยหลักการ คือ ให้บริการกับโปรแกรมหลักในการทำงานต่าง ๆ ซึ่งจะทำให้โปรแกรมหลักสามารถดำเนินการทำงานไปได้ตรงตามหน้าที่ของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารนั้น ๆ ฟังก์ชันบริการในหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแต่ละชนิด มีส่วนที่เหมือนกันเรียกว่า ฟังก์ชันบริการร่วม ซึ่งเป็นส่วนที่จำเป็นต้องมีในหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารทุกชนิด และจะมีส่วนฟังก์ชันบริการที่ให้บริการทำงานกับงานเฉพาะ ซึ่งจะขึ้นอยู่กับชนิดของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสาร

5.1 ฟังก์ชันบริการร่วม

ฟังก์ชันบริการร่วม เป็น ส่วนที่ให้บริการพื้นฐานต่าง ๆ ที่จะต้องมีในหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารทุกชนิดอยู่แล้ว ฟังก์ชันบริการเหล่านี้ได้แก่

1. CLR_WR_INDEX (Clear Write Index) เป็นโปรแกรมย่อยที่ให้บริการในการตั้งค่าตัวชี้แอดเดรส (Index) ให้ชี้ไปแอดเดรสเริ่มต้นของบัฟเฟอร์ที่ใช้ในการส่งข้อมูล
2. CLR_RD_INDEX (Clear Read Index) เป็นโปรแกรมย่อยที่ให้บริการในการตั้งค่าตัวชี้แอดเดรสไปยังตำแหน่ง เริ่มต้นของบัฟเฟอร์ที่ใช้ในการรับข้อมูล
3. CHECK_DEV (Check Device Number) โปรแกรมย่อยนี้จะทำงานเมื่อหน่วยควบคุมย่อยได้รับคำสั่ง `_check_dev` ที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก เมื่อได้รับคำสั่ง `_check_dev` หมายความว่า หน่วยควบคุมหลักสอบถามหน่วยควบคุมย่อยที่กำลังติดต่อกำลัง หน่วยควบคุมย่อยนี้ควบคุมหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารชนิดใดอยู่ โปรแกรม CHECK_DEV จะทำหน้าที่ตอบหมายเลขอุปกรณ์ (Device Number) กลับไปยังหน่วยควบคุมหลักว่า ขณะนี้

ทำการควบคุมอุปกรณ์เชื่อมต่อเชิงชนิดโดย

4. SET_TSAC (Set TSAC) โปรแกรมนี้จะตอบสนองคำสั่ง `_set_tsac` ที่ส่งมา โดยจะทำการโปรแกรมวงจร TSAC ให้ทำหน้าที่ควบคุมการรับส่งข้อมูลในช่วงเวลาให้ตรงตามที่กำหนดมา

5. SET_PCM (Set PCM Line) โปรแกรมนี้จะตอบสนองต่อคำสั่ง `_set_pcm` โดยจะทำการโปรแกรมวงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์ให้รับข้อมูลจากเส้นสัญญาณร่วม (สายสัญญาณ PCM) ตามที่กำหนดมา

5.2 ฟังก์ชันบริการหน่วยเชื่อมต่อโทรศัพท์สายภายใน

โปรแกรมในหน่วยเชื่อมต่อโทรศัพท์สายภายใน นอกจากจะต้องทำหน้าที่ในการตรวจสอบสถานะ การยกหู, การวางหู, การแฟลช, การหมุนหมายเลขและการเปิดปิดสัญญาณกระดิ่งแล้ว ยังมีส่วนโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบการทำงานด้วย

การทำงานของโปรแกรมหน่วยเชื่อมต่อโทรศัพท์สายภายในนี้ เนื่องจากจะต้องอาศัยฐานเวลาเป็นตัวควบคุมการตรวจสอบการหมุนหมายเลข ดังนั้นโปรแกรมหลักจึงมีการแบ่งการทำงานเป็น 2 ส่วน คือ ส่วนทำงานทั่วไป และส่วนที่ทำงานตอบสนองการอินเตอร์รัปต์ ดังนั้นฟังก์ชันบริการจึงสามารถแบ่งการทำงานตามลักษณะการให้บริการได้ดังนี้ คือ

5.2.1. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการทั่วไป ฟังก์ชันบริการนี้จะให้บริการทั่วไป, การรายงานสถานะของโทรศัพท์ไปยังหน่วยควบคุมหลัก และการตั้งค่าเริ่มต้นต่าง ๆ ดังจะมีรายละเอียดต่อไปนี้

1. โปรแกรมส่วนตั้งค่าเริ่มต้น ได้แก่โปรแกรม `INIT_RING`, `INIT_LCTABLE` และ `INIT_TABLE` โปรแกรม `INIT_RING` จะทำการตั้งค่าเริ่มต้นของหน่วยความจำที่เก็บสถานะของการเปิดปิดสัญญาณกระดิ่งไว้, โปรแกรม `INIT_LCTABLE` เป็นโปรแกรมส่วนที่ทำหน้าที่ตั้งค่าเริ่มต้นของตารางข้อมูลที่ใช้เก็บสถานะการทำงานของโทรศัพท์แต่ละเครื่อง, โปรแกรม `INIT_TABLE` จะทำการตั้งค่าในหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลของค่าช่วงเวลาที่ใช้โปรแกรมไอซี TSAC และค่าที่ใช้โปรแกรมวงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์

2. โปรแกรมเปิดปิดสัญญาณกระดิ่ง โปรแกรมย่อยส่วนนี้มี 2 โปรแกรม คือ `EN_RINGLC` และ `DIS_RINGLC` ซึ่งจะตอบสนองต่อคำสั่งเปิดปิดสัญญาณกระดิ่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก

3. โปรแกรมรายงานสถานะของเครื่องโทรศัพท์ ฟังก์ชันบริการในหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายใน จะมีหน้าที่ทำหน้าที่รายงานสถานะของเครื่องโทรศัพท์ คือ โปรแกรม ON_HOOK จะรายงานการวางหู, โปรแกรม OFF_HOOK รายงานการยกหู, โปรแกรม FLASH รายงานการแฟลช และโปรแกรมย่อย DIAL_P รายงานการหมุนพัลส์หมายเลข โดยโปรแกรมต่าง ๆ เหล่านี้จะรายงานสถานะไปยังหน่วย ควบคุมหลักเพื่อการประมวลผลต่อไป ฟังก์ชันบริการเหล่านี้จะถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมฟังก์ชันบริการซึ่ง ANL_ST อีกทีหนึ่ง

5.2.2. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการการอินเตอร์รัปต์ และให้บริการตามคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก โดยที่หน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายในมีการทำงานตอบสนองต่อการอินเตอร์รัปต์ด้วย ระหว่างการอินเตอร์รัปต์หน่วยควบคุมย่อยจะทำการตรวจสอบสถานะการยกหู-วางหู และจะวิเคราะห์ข้อมูลนี้โดยอาศัยข้อมูลที่เก็บไว้จากช่วงเวลาก่อนหน้านี้ ประกอบในการประมวลผล เพื่อสรุปว่าขณะนี้โทรศัพท์เครื่องใดทำการยกหู, วางหู, หมุนหมายเลข หรือการแฟลช นอกจากนี้วิเคราะห์สถานะแล้วยังจะมีหน้าที่เปิดหรือปิดสัญญาณกระดิ่งตามคาบเวลาต่าง ๆ ที่กำหนดไว้ด้วย เพื่อให้เสียงกระดิ่งที่ส่งไปมีจังหวะดังและเงียบตามที่ตกลงไว้ ฟังก์ชันบริการส่วนนี้จะมิดังต่อไปนี้

1. EXEC_COM โปรแกรมย่อยนี้ทำหน้าที่ตอบสนองต่อคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก โดยจะตอบสนองต่อคำสั่ง _chk_dev, _set_tsac, _set_pcm, _en_ringle, _dis_ringle, _test_ringle, _ssi_click, set_test คำสั่งเหล่านี้ใช้ในการตรวจสอบหมายเลขอุปกรณ์, โปรแกรม MUX-DEMUX, โปรแกรม TSAC, เปิด-ปิดกระดิ่ง, ทดสอบกระดิ่ง, และเปิดกระดิ่งสั้น ๆ 1 ครั้ง

2. ANL_ST ฟังก์ชันบริการนี้ใช้ในการวิเคราะห์ สถานะการยกหู, การวางหู, การแฟลช และการหมุนหมายเลขโทรศัพท์ โดยอาศัยสถานะปัจจุบันและสถานะเดิมในการวิเคราะห์ข้อมูล โดยจะทำการประมวลผลตามการอินเตอร์รัปต์ทุก ๆ 11 วินาที

3. CLR_RING ไขยกเลิกสัญญาณกระดิ่งทุก ๆ ครั้งที่มีการยกหู

4. RING โปรแกรมย่อยสำหรับกำเนิดสัญญาณกระดิ่งให้มีการปิด-เปิดสัญญาณ ตามแพตเทิร์นตามที่กำหนด เพื่อป้องกันกับเครื่องโทรศัพท์ต่าง ๆ

5. CLICK เป็นโปรแกรมกำเนิดสัญญาณกระดิ่งสั้น ๆ 1 ครั้ง ใช้ส่งสัญญาณนี้กับเครื่องโทรศัพท์ที่มีการใช้บริการพิเศษในการฝากสาย (Call Forward)

5.2.3. ฟังก์ชันบริการที่ใช้ในการทดสอบภายในหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์ภายในมีโปรแกรมส่วนย่อย ๆ ที่ใช้ในการทดสอบ ซึ่งทำให้สามารถโทรศัพท์ติดต่อกันภายในหน่วยเดียวกันได้โดยหมายเลข 1-8 เท่านั้น โปรแกรมทดสอบจะเริ่มทำงานต่อเมื่อมีคำสั่ง `_set_test` ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก และยกเลิกเมื่อทำการรีเซ็ตหน่วยควบคุมย่อย ฟังก์ชันบริการที่มีหน้าที่ให้บริการการทดสอบคือ

1. CHECK_BUSY ใช้ตรวจสอบว่ามีการใช้สายปลายทางที่ต้องการติดต่อกับหรือไม่
2. CONNECT ใช้ในการต่อสัญญาของโทรศัพท์ 2 เครื่องเข้าหากัน ซึ่งจะโปรแกรมการทำงาน TSAC ทุกครั้ง โดยจะเรียกใช้โปรแกรม CONNECT_LC อีกที่
3. DISCONNECT ใช้ยกเลิกการติดต่อสื่อสารระหว่างโทรศัพท์ 2 เครื่อง

5.3 ฟังก์ชันบริการหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายนอก

โปรแกรมหน่วยเชื่อมโยงโทรศัพท์สายภายนอก มีหน้าที่ตรวจสอบสัญญาณการเรียกสาย หรือสัญญาณกระดิ่งที่เข้ามา, และทำการยกหู-วางหูสายภายนอก โปรแกรมหน่วยควบคุมย่อยหน่วยนี้อาศัยการอินเตอร์รัปต์จากวงจรนับ 8253 เพื่อเป็นฐานเวลาในการวิเคราะห์สัญญาณกระดิ่งว่ายังมีอยู่หรือไม่ ฟังก์ชันบริการสามารถแบ่งการทำงานตามลักษณะการให้บริการดังต่อไปนี้

5.3.1. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการทั่วไป โปรแกรมส่วนนี้ให้บริการงานทั่ว ๆ ไป ได้แก่การตั้งค่าเริ่มต้น, การยกหู-วางหู, การหมายเลข, รายงานเมื่อมีสัญญาณกระดิ่งเข้ามา โดยมีฟังก์ชันบริการดังต่อไปนี้

1. โปรแกรมตั้งค่าเริ่มต้น ได้แก่โปรแกรม INIT_TABLE, INIT_TSPCM, INIT_CNT และ INIT_STU โปรแกรม INIT_TABLE เป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่ตั้งค่าเริ่มต้นของตารางที่เก็บค่าที่โปรแกรมวงจรมัลติเพล็กซ์และคีมัลติเพล็กซ์, ไอซี TSAC, โปรแกรม INIT-TSPCM เป็นโปรแกรมที่ใช้โปรแกรม MUX-DEMUX และไอซี TSAC, โปรแกรม INIT_CNT ใช้ตั้งค่าเริ่มต้นของหน่วยความจำที่เป็นส่วนนับคาบเวลาของสัญญาณกระดิ่ง, และส่วนสุดท้าย INIT_STU ทำหน้าที่ โปรแกรมสถานะเริ่มต้นของสัญญาณเฮนซ์เชค ที่ใช้ในวงจรเชื่อมโยงหน่วยควบคุม

2. โปรแกรมรายงานการเรียกสาย มีหน้าที่ในการรายงานหน่วยควบคุมหลักว่าขณะนี้สัญญาณการเรียกสายส่งมาจากสายภายนอก และจะมีการรายงานอีกครั้งเมื่อสัญญาณ

การเรียกสายถูกยกเลิกไป โปรแกรมส่วนนี้ ได้แก่ โปรแกรม RINGING และ RING_CNL

3. โปรแกรมที่ทำหน้าที่ตอบสนองคำสั่งจากหน่วยควบคุม ได้แก่ โปรแกรม CO_ONHOOK, CO_OFFHOOK ทำหน้าที่ยกหู-วางหูสายภายนอก, โปรแกรม CO_FLASH ทำหน้าที่แฟลช และโปรแกรม CO_DIAL ซึ่งทำหน้าที่ส่งพัลส์การหมุนหมายเลขตามที่สั่งมา

5.3.2. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการการอินเตอร์รับต์และโปรแกรมหลักในระหว่างการอินเตอร์รับต์ หน่วยควบคุมย่อยจะทำหน้าที่ตอบสนองการอินเตอร์รับต์ โดยทำการตรวจสอบสถานะสัญญาณการเรียกสาย และจะเรียกโปรแกรมย่อย ANL_RING, และ ANL_ST ที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ว่า ขณะนี้มีสัญญาณการเรียกสายเข้ามาหรือไม่ และวิเคราะห์ว่าขณะนี้มีสายยกเลิกสัญญาณการเรียกสายแล้วหรือยัง โปรแกรมอีกส่วนหนึ่งคือ EXEC_COM ทำหน้าที่ตอบสนองต่อคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก คำสั่งที่ส่งมา คือ _chk_dev (ตรวจสอบหมายเลขอุปกรณ์), _set_tsac (โปรแกรมการทำงานของ TSAC), _set_pcm (โปรแกรมการทำงานของวงจรมัลติเพล็กซ์และดีมัลติเพล็กซ์), _co_onhook (การวางหูสายภายนอก), _co_offhook (การยกหูสายภายนอก), _co_flash (การแฟลช), _co_dial (สั่งให้หมุนหมายเลขโทรศัพท์)

5.4 ฟังก์ชันบริการหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF

หน้าที่ของหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF คือ ถอดรหัสสัญญาณ DTMF ที่ส่งมาจากโทรศัพท์สายภายในระหว่างการเรียกสาย ฟังก์ชันบริการของหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF จึงแบ่งออกตามลักษณะการทำงานดังต่อไปนี้

5.4.1. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการทั่วไป โปรแกรมส่วนนี้มีเพียงส่วนตั้งค่าเริ่มต้นคือ โปรแกรม INIT ทำหน้าที่โปรแกรมค่าเริ่มต้นของสัญญาณเฮนซ์ เซคที่ใช้ ระหว่างการติดต่อกับหน่วยควบคุมหลัก และโปรแกรม INIT_TSAC ที่จะโปรแกรมค่าเริ่มต้นของไอซี TSAC

5.4.2. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการระหว่างการอินเตอร์รับต์และให้บริการตอบสนองคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก โปรแกรมส่วนที่ตอบสนองต่อการอินเตอร์รับต์คือ โปรแกรม ANAL ซึ่งทำหน้าที่วิเคราะห์ว่ามีการส่งสัญญาณ DTMF หรือไม่ ถ้ามีการเริ่มส่งสัญญาณ DTMF มากี่จะรายงานผลไปยังหน่วยควบคุมหลักโดยการเรียก ฟังก์ชันบริการ อีกโปรแกรมหนึ่ง โปรแกรมอีกโปรแกรมในส่วนนี้คือ EXEC_COM ซึ่งเป็นส่วนที่ทำหน้าที่วิเคราะห์คำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลักและทำงานตามคำสั่งที่ส่งมา โดยคำสั่งที่ส่งมา ได้แก่ _chk_dev, _set_tsac, _set_pcm สามคำสั่งเท่านั้น

5.5 ฟังก์ชันบริการหน่วยแลกเปลี่ยนช่วงเวลา

หน่วยแลกเปลี่ยนช่วงเวลา เป็นส่วนสำคัญของตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติระบบดิจิทัล ทั้งนี้เนื่องจากจะเป็นศูนย์รวมของสัญญาณเสียงที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารในระบบ ซึ่งสัญญาณเสียงเหล่านี้จะถูกแปลงสัญญาณพีซีเอ็มทั้งหมดแล้ว หน้าที่หลักของหน่วยแลกเปลี่ยนช่วงเวลาคือจัดการสลับช่วงเวลาทำให้เกิดการติดต่อสื่อสารขึ้นได้ แต่ในวงจรหน่วยแลกเปลี่ยนเวลานี้จะมีส่วนกำเนิดสัญญาณเสียงโทนต่าง ๆ 4 ชนิด ซึ่งเป็นเสียงโทนพื้นฐานที่ใช้ระหว่างการติดต่อสื่อสาร เสียงโทนทั้งสิ้นจะถูกตัดต่อ หรือ เปิด-ปิดสัญญาณออกไปในช่วงเวลา การเปิด-ปิดเสียงโทนพื้นฐานเหล่านี้ จะทำให้เกิดสัญญาณโทนที่ใช้ในการติดต่อสื่อสารแบบต่าง ๆ เพิ่มขึ้น โดยจะมีการอินเตอร์รัปต์ทุก ๆ ช่วงเวลาที่กำหนดคาบเวลาในการเปิดปิดสัญญาณเหล่านี้ รายละเอียดของฟังก์ชันบริการจะมีดังต่อไปนี้

5.5.1. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการทั่ว ๆ ไป ฟังก์ชันบริการส่วนนี้ได้แก่ ส่วนที่ตั้งค่าเริ่มต้นและให้บริการอื่น ๆ ซึ่งได้แก่

1. ส่วนที่ตั้งค่าเริ่มต้นของระบบ ได้แก่ โปรแกรม INIT_PCM ซึ่งตั้งค่าเริ่มต้นของ MUX-DEMUX, โปรแกรม INIT_TONE ซึ่งใช้โปรแกรม TSAC ซึ่งควบคุมช่วงเวลาของโทนพื้นฐานทั้งสิ้น, โปรแกรม INIT_CNT ทำหน้าที่ตั้งค่าเริ่มต้นของหน่วยความจำที่เก็บค่าคาบเวลา ซึ่งจะใช้ในการกำเนิดโทนชนิดต่าง ๆ , โปรแกรม INIT_TSI ทำหน้าที่กำหนดสถานะเริ่มต้นของหน่วยความจำที่ทำหน้าที่ควบคุมการตัดต่อช่วงเวลา ซึ่งเรียกว่า Speech Control Ram และโปรแกรม INIT_STU ซึ่งจะตั้งค่าเริ่มต้นที่เก็บสถานะของช่วงเวลาแต่ละช่อง

2. ส่วนที่ทำหน้าที่อื่น ๆ ส่วนนี้มีโปรแกรมเดียวคือ โปรแกรม CNV_TS ซึ่งจะแปลงลักษณะข้อมูลที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก ให้อยู่ในรูปแบบเหมาะสมที่จะใช้เขียนลงใน Speech Control Ram

5.5.2. ฟังก์ชันบริการที่ใช้บริการระหว่างการอินเตอร์รัปต์ และส่วนที่ให้บริการในการตอบสนองคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก ฟังก์ชันบริการ ส่วนนี้ได้แก่

1. INC_CNT2 เป็นโปรแกรมน้อยที่จะเพิ่มค่าในหน่วยความจำที่ใช้นับคาบเวลา (Counter) ซึ่งจะใช้เป็นตัวกำหนดช่วงเวลาเปิด-ปิดเสียงโทนพื้นฐานเพื่อให้เกิดเสียงโทนแบบอื่น ๆ ขึ้น

2. ANL_TONE เป็นโปรแกรมที่จะนำค่าสถานะของช่วงเวลา (สถานะจะบอกถึงว่าช่วงเวลานี้ว่างอยู่, อยู่ระหว่างการติดต่อหรือมีเสียงโทนชนิดใดชนิดหนึ่งอยู่) และค่าจากหน่วยความจำที่ใช้ในช่วงเวลา มาประมวลผลเพื่อเปิด-ปิดสัญญาณโทนทำให้เกิดโทนแบบต่าง ๆ ขึ้น

3. EXEC_COM เป็นโปรแกรมที่ช่วยตีความคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก เพื่อตอบสนองต่อคำสั่งเหล่านี้ คำสั่งที่ส่งมาได้แก่ _c_tone (ทำการต่อสัญญาณเสียงโทนเข้าช่วงเวลา), _ex_ts (ต่อช่วงเวลาเข้าหากัน), _clr_tsi(เคลียร์ค่าใน Speech Control Ram) และ _test(ใช้ตั้งสภาวะทดสอบ) คำสั่งเหล่านี้จะถูกตีความและจะตอบสนองโดยการเรียกใช้ฟังก์ชันบริการ C_TONE, CLR_TSI, EX_TS และ TEST

5.5.3. ฟังก์ชันบริการที่ใช้กำเนิดสัญญาณโทน หน่วยควบคุมย่อยหน่วยนี้จะมีฟังก์ชันบริการที่ให้บริการในการกำเนิดเสียงโทน ที่ใช้ในการติดต่อแบบต่าง ๆ ทั้งหมด 10 เสียง, เสียงเพลง 1 ชุด (Music on hold) และสัญญาณ DTMF อีก 12 สัญญาณด้วย เสียงโทนต่าง ๆ ที่ใช้ระหว่างการติดต่อ (Call Processing) ได้แก่ สัญญาณหมุน (Dial tone-DT), สัญญาณสายไม่ว่าง (BUSY), สัญญาณสายปลายทางถูกเรียก (Ring back tone-RBT), สัญญาณหมุนแบบพิเศษ (Special dial tone), สัญญาณ Reorder tone (ROT), สัญญาณเตือน (Warning tone-WT), สัญญาณ Camp on (Camp), สัญญาณเงียบ (Null tone-NT) และสัญญาณตั้งบริการพิเศษ (Service set tone-SST)

5.6 ฟังก์ชันบริการหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์

โอเปอเรเตอร์เป็นส่วนหนึ่ง ที่มีความจำเป็นในระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดใหญ่ เนื่องจากตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดใหญ่ จะมีจำนวนคู่สายภายนอกต่อพ่วงกับระบบด้วยจำนวนมาก ดังนั้นการเรียกสายเข้ามาจากภายนอกจะมีเข้ามาอย่างต่อเนื่องตลอดเวลา โอเปอเรเตอร์จะเป็นส่วนที่จะรับสายภายนอกเหล่านี้ หน้าที่หลักของหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์คือ รายงานการยกหู, วางหู, การหมุนของโอเปอเรเตอร์, การส่งสัญญาณกระดิ่งและการแสดงหมายเลขโทรศัพท์ ฟังก์ชันบริการของหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์ จะมีการให้บริการกับโปรแกรมหลักดังต่อไปนี้

5.6.1. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการทั่วไปได้แก่ ส่วนที่ตั้งค่าเริ่มต้นของระบบได้แก่ โปรแกรม INIT_TSPCM ทำหน้าที่โปรแกรมไอซี 8255, โปรแกรมไอซี TSAC, วงจรมัลติเพล็กซ์และซีมัลติเพล็กซ์ และโปรแกรม INIT_HS ที่ทำหน้าที่ตั้งค่าเริ่มต้นของสัญญาณแฮนดี เซคที่ใช้ติดต่อกับหน่วยควบคุมหลัก

5.6.2. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการระหว่างการอินเตอร์รัปต์ และส่วนที่ให้บริการในการตอบสนองคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลักได้แก่

1. ANL_OPC2 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ทำหน้าที่วิเคราะห์ข้อมูล ที่ส่งมาจาก ไอโอเปอเรเตอร์คอนโซลซึ่งส่งผ่านมาทางพอร์ตอนุกรม และแปลงข้อมูลเหล่านี้ให้เป็นรูปแบบที่จะส่งไปให้หน่วยควบคุมหลักอีกทีหนึ่ง

2. EXEC_COM ทำหน้าที่ตอบสนองต่อคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลักซึ่งได้แก่ คำสั่ง _set_pcm, _set_tsac, check_dev และ _opi_dial สำหรับคำสั่งสุดท้ายนี้เป็นคำสั่งให้ไอโอเปอเรเตอร์คอนโซลแสดงหมายเลขโทรศัพท์ขึ้นมา

5.7 ฟังก์ชันบริการหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบอะซิงโครนัส

หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารแบบอะซิงโครนัส เป็นหน่วยที่ทำหน้าที่ติดต่อบริการรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 2 เครื่อง ทางพอร์ตสื่อสารข้อมูลแบบอนุกรม ซึ่งมีการส่งข้อมูลแบบอะซิงโครนัส หน้าที่ของหน่วยควบคุมย่อยในหน่วยเชื่อมโยงหน่วยนี้จะมีเพียงทำการโปรแกรมการทำงานของ MUX-DEMUX, โปรแกรม TSAC, ทำการรับข้อมูลทางพอร์ตสื่อสาร อนุกรม 8251 และส่งออกไปทางช่องเวลา และรับข้อมูลจากช่องเวลาส่งไปยังพอร์ตสื่อสารแบบอนุกรมที่อยู่บนหน่วยเชื่อมโยงข้อมูลแบบอะซิงโครนัสเท่านั้น ฟังก์ชันบริการในหน่วยนี้มีการแบ่งตามลักษณะการทำงานดังต่อไปนี้

5.7.1. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการทั่ว ๆ ไป ในหน่วยนี้จะมีแค่ฟังก์ชันบริการ ที่ทำการตั้งค่าเริ่มต้นเท่านั้นได้แก่ โปรแกรมย่อย INIT_TSPCM ซึ่งทำการโปรแกรมค่าเริ่มต้นให้แก่ MUX-DEMUX และ TSAC

5.7.2. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการระหว่างการอินเตอร์รัปต์ และให้บริการตอบสนองคำสั่งที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก ซึ่งมีอยู่ส่วนเดียวคือ EXEC_COM เป็นโปรแกรมย่อยที่ตอบสนองต่อคำสั่ง _set_pcm, _set_tsac และ check_dev ที่ส่งมาจากหน่วยควบคุมหลัก

5.8 ฟังก์ชันบริการของหน่วยควบคุมหลัก

ในตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติที่พัฒนาขึ้นนี้ ได้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ทำหน้าที่เป็นหน่วยควบคุมหลัก โปรแกรมการทำงานของหน่วยควบคุมหลักได้พัฒนาขึ้นด้วยภาษา C ดังนั้นฟังก์ชันบริการทั้งหมดในหน่วยควบคุมหลักจึงเขียนขึ้นด้วยภาษา C

หน่วยควบคุมหลักมีหน้าที่ในการประมวลผลการทำงานของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารที่ต่อพ่วงกับระบบ โดยการประมวลผลนี้อาศัยข้อมูลที่ถูกรายงานมาจากหน่วยควบคุมย่อยต่าง ๆ และข้อมูลที่เก็บไว้ในหน่วยควบคุมหลักเอง เนื่องจากจะต้องติดต่อกับหน่วยควบคุมย่อยที่อยู่ในหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์สื่อสารหลาย ๆ ชนิด ดังนั้นฟังก์ชันบริการในหน่วยควบคุมหลักจึงมีจำนวนมาก ซึ่งสามารถจะแบ่งออกตามลักษณะการทำงานได้ดังต่อไปนี้

5.8.1. ฟังก์ชันบริการในการตั้งค่าเริ่มต้น หลังจากจ่ายไฟเลี้ยง ให้ระบบจะต้องมีการตั้งค่าเริ่มต้น (Initialize) ให้กับระบบก่อนที่จะมีการทำงานเกิดขึ้น โดยหน่วยควบคุมหลักจะต้องทำการตรวจสอบอุปกรณ์ทั้งหมดที่ต่อกับระบบทั้งหมดก่อน และจึงตั้งค่าเริ่มต้นให้กับระบบได้ โปรแกรมที่เป็นส่วนที่บริการตั้งค่าเริ่มต้นต่าง ๆ มีดังต่อไปนี้

1. `init_data_Mat` โปรแกรมย่อยนี้จะทำหน้าที่อ่านข้อมูลจากไฟล์ซึ่งมาจากโปรแกรมเมเนจเม้นท์และแอดมินนิสเตรชัน ซึ่งเป็นข้อมูลเกี่ยวกับหมายเลขโทรศัพท์ข้อมูลระดับการให้บริการ (Service class) และข้อมูลอื่น ๆ เมื่ออ่านข้อมูลเสร็จจะทำการแปลงรูปแบบข้อมูลให้เป็นแบบที่นำมาใช้ได้ในระบบต่อไป

2. `init_data2` มีหน้าที่ตั้งค่าเริ่มต้นของข้อมูลในตารางเก็บข้อมูลชื่อว่า DEV ซึ่งเป็นตารางที่เก็บข้อมูลของอุปกรณ์สื่อสารทั้งหมดภายในระบบ ตารางเก็บข้อมูลของอุปกรณ์สื่อสารทุกชนิดจะเหมือนกันแต่ลักษณะการเก็บข้อมูลจะต่างกัน

3. `init_pcmtsac` มีหน้าที่ตั้งค่าเริ่มต้นของข้อมูลการใช้งานช่องเวลา (Time Slot) และเส้นสัญญาณรวมให้กับอุปกรณ์สื่อสาร โดยอุปกรณ์สื่อสารทุก ๆ อุปกรณ์จะถูกตั้งค่าการใช้งานช่องเวลาและเส้นสัญญาณรวมเมื่อเริ่มทำงาน ค่าข้อมูลในการใช้ช่องเวลาและเส้นสัญญาณรวมจะคงค่าไว้ตลอดการทำงานของโปรแกรม

4. `init_TSI` ทำหน้าที่ทำตำแหน่งสล็อตที่อยู่ของหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา เมื่อพบแล้วจะทำการรีเซ็ตการทำงานของหน่วยควบคุมย่อย ที่ควบคุมการทำงานของหน่วยแลกเปลี่ยนช่องเวลา และทำการตั้งค่าเริ่มต้นให้หน่วยความจำที่ควบคุมการจัดช่องเวลา (Speech Control Ram)

5. `init_DTMF` ทำหน้าที่หาค่าตำแหน่งของตาราง DEV ที่เก็บข้อมูลของหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF และนำค่าตำแหน่งไปเก็บไว้ในตาราง `dtmf_add`
6. `init_COI` ทำหน้าที่หาค่าตำแหน่งของตาราง DEV ที่เก็บข้อมูลของสายภายนอกที่ต่อพ่วงกับระบบ และนำค่าตำแหน่งไปเก็บไว้ในตาราง เพื่อความสะดวกในการค้นหาข้อมูล
7. `init_OPI` ทำหน้าที่หาค่าตำแหน่งของตาราง DEV ที่เป็นที่ยกข้อมูลของโอเปอเรเตอร์ไว้แล้วนำมาเก็บในตาราง เพื่อสะดวกต่อการค้นหา
8. `init_night` ทำหน้าที่หาค่าตำแหน่งของหมายเลขโทรศัพท์ที่ปลายทางที่จะทำหน้าที่แทนโอเปอเรเตอร์ในเวลากลางคืน (Night Connection Fixed)
9. `init_VAR` ทำหน้าที่ตั้งค่าเริ่มต้นสัญญาณแฮนด์เซค และหน่วยความจำที่เป็นที่ยกหมายเลขอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนสถานะ และตัวแปรอื่น ๆ

5.8.2. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการทั่ว ๆ ไป ได้แก่ โปรแกรมที่ให้บริการในการตั้งค่าเส้นสัญญาณร่วม, โปรแกรม TSAC หรือหาค่าตำแหน่งของอุปกรณ์เป็นต้น ฟังก์ชันบริการเหล่านี้บางส่วนจะทำการส่งคำสั่งไปยังงาน หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์ สื่อสารอื่น ๆ อีกทีหนึ่ง โปรแกรมส่วนนี้จะแบ่งออกย่อย ๆ ได้ดังต่อไปนี้

1. รีเซ็ตหน่วยควบคุมย่อย ได้แก่ โปรแกรม `reset_card` และโปรแกรม `reset_allcard`
2. หาค่าตำแหน่งของหน่วยเชื่อมโยงต่าง ๆ ได้แก่ `scan_card` ซึ่งจะหาค่าตำแหน่งสล็อตที่เสียบหน่วยเชื่อมโยงแบบต่าง ๆ
3. ตั้งค่าช่องเวลาและเส้นสัญญาณร่วม ได้แก่ โปรแกรม SPCM และ STSAC
4. อ่านค่าการหมุนหมายเลข ได้แก่ `GET_DIGIT` ที่ทำหน้าที่อ่านค่าหมายเลขที่หมุนของโทรศัพท์ภายในที่ได้มาจากการรายงานของหน่วยควบคุมย่อย
5. หาค่าตำแหน่งของอุปกรณ์สื่อสาร ได้แก่ `SEARCH_OPI`, `SEARCH_SSI`, `SERACH_DTMF` และ `SEARCH_CO` โปรแกรมย่อยเหล่านี้จะหาค่าตำแหน่งของอุปกรณ์โอเปอเรเตอร์, สายภายใน, หน่วยถอดรหัส DTMF และสายภายนอกที่อยู่ในสถานะที่ไม่ได้ถูกใช้งาน

5.8.3. ฟังก์ชันบริการที่ให้บริการกับโปรแกรมหลัก โปรแกรมย่อยเหล่านี้จะช่วยรับข้อมูล, ติดตามการเปลี่ยนแปลง และวิเคราะห์การเปลี่ยนสถานะหรือ State ของอุปกรณ์ โดยมีรายละเอียดคือ

1. scan_status ทำหน้าที่ตรวจสอบความต้องการในการส่งข้อมูลของหน่วยควบคุมย่อย ถ้ามีความต้องการก็จะทำการเรียก ฟังก์ชันบริการชื่อ rx_data ให้ทำการรับข้อมูลเข้ามา และวิเคราะห์ข้อมูลเหตุการณ์การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นโดยอาศัยโปรแกรม analyze_status อีกที โปรแกรมย่อย analyze status จะทำหน้าที่ตีความข้อมูลแล้วนำไปเก็บในตารางเก็บข้อมูลของอุปกรณ์นั้น ๆ

2. analyze_status มีหน้าที่วิเคราะห์สถานะ (state) ของอุปกรณ์ที่มีการเปลี่ยนแปลง เพื่อเรียกโปรแกรมย่อยมาทำหน้าที่จัดการส่งงานฮาร์ดแวร์ หรือเปลี่ยนแปลงข้อมูลในตารางข้อมูล DEV ซึ่งจะทำให้เกิดการเปลี่ยนสถานะเกิดขึ้น

5.8.4. ฟังก์ชันบริการที่เกี่ยวกับโทรศัพท์สายภายใน โปรแกรมในส่วนนี้สามารถแบ่งย่อยออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ให้บริการสอบถามข้อมูลต่าง ๆ เกี่ยวกับโทรศัพท์ภายใน เช่น โปรแกรม ASSI_STN เป็นโปรแกรมที่ตรวจสอบหมายเลขโทรศัพท์, โปรแกรม ASSI_IDLE ใช้สอบถามว่าโทรศัพท์เครื่องนี้อยู่ในสถานะ Idle หรือไม่ เป็นต้น

2. ส่วนที่ใช้สั่งงานไปยังหน่วยควบคุมย่อยที่ควบคุมโทรศัพท์สายภายใน ส่วนนี้มีเพียง 2 โปรแกรม คือ SSSI_RING ทำหน้าที่เปิดสัญญาณกระดิ่ง และ SSSI_CLICK ทำหน้าที่เปิดสัญญาณกระดิ่งสั้น ๆ 1 ครั้ง

5.8.5. ฟังก์ชันบริการที่เกี่ยวกับโทรศัพท์สายภายนอก โปรแกรม ฟังก์ชันบริการในส่วนนี้แบ่งย่อยได้ 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ให้บริการสอบถามข้อมูลเกี่ยวกับโทรศัพท์สายภายนอก ข้อมูลเหล่านี้ได้แก่ ข้อมูลเกี่ยวกับชนิดของสายภายนอก, ตำแหน่ง, และสภาวะของสายภายนอก ตัวอย่างโปรแกรมส่วนนี้ เช่น โปรแกรมย่อย ACO_POS มีหน้าที่สอบถามตำแหน่งของโทรศัพท์สายภายใน

2. ส่วนที่ใช้สั่งงานไปยังหน่วยควบคุมย่อยที่ควบคุมโทรศัพท์สายภายนอก ได้แก่ โปรแกรม SCO_HOOK ใช้สั่งงานทำให้การยกหู-วางหูโทรศัพท์สายภายนอก, โปรแกรม SCO_DIAL ใช้สั่งงานให้หมุนหมายเลขโทรศัพท์แบบพัลส์, และโปรแกรม SCO_FLASH ทำหน้าที่แฟลชสายภายนอก

5.8.6. ฟังก์ชันบริการที่เกี่ยวกับหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF ฟังก์ชันบริการในส่วนที่สั่งงานหน่วยถอดรหัสสัญญาณ DTMF จะมีเพียงส่วนที่ทำหน้าที่โปรแกรมช่องเวลา-เส้นสัญญาณร่วม และจะมีเพียงโปรแกรม ADTMF_DIGIT ซึ่งทำหน้าที่สอบถามหมายเลขที่สอบถามหมายเลขที่หน่วยถอดรหัสสามารถถอดรหัสได้เท่านั้น

5.8.7. ฟังก์ชันบริการที่เกี่ยวข้องกับหน่วยแลกเปลี่ยนช่วงเวลา โปรแกรมที่ติดต่อกับหน่วยแลกเปลี่ยนช่วงเวลา จะมีหน้าที่เกี่ยวกับการติดต่อสัญญาณต่าง ๆ และการจัดช่องสัญญาณแบ่งออกเป็น 2 ส่วน คือ

1. ส่วนที่ใช้ส่งสัญญาณเสียงโทนต่าง ๆ ที่ใช้ในการติดต่อ มี 3 โปรแกรม คือ โปรแกรม ENTONE ทำหน้าที่เปิดปิดโทนให้ออกในช่องเวลาที่กำหนด, โปรแกรม ENMUS ทำหน้าที่ส่งเสียงเพลง (Music on hold) ลงช่องเวลาที่กำหนด และ SEND_DTMF ทำหน้าที่ส่งสัญญาณ DTMF ออกช่องเวลาที่กำหนดเพื่อส่งไปยังโทรศัพท์สายภายนอก

2. ส่วนที่ทำหน้าที่จัดช่องสัญญาณ โปรแกรมส่วนนี้ได้แก่ CONNECT_TS และ CONNECT_TSDEV ที่ทำหน้าที่จัดทำให้เกิดการสลับช่องสัญญาณเพื่อให้เกิดการติดต่อกัน

5.8.8. ฟังก์ชันบริการที่เกี่ยวข้องกับหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์ โปรแกรมในส่วนนี้มีหน้าที่ให้บริการการส่งตัวเลขไปแสดงผลบนโอเปอเรเตอร์คอนโซล (SOPI_DIAL) และโปรแกรม IS_OPI ใช้สอบถามว่าอุปกรณ์นี้เป็นโอเปอเรเตอร์หรือไม่

โปรแกรมส่วนฟังก์ชันบริการนี้เป็นส่วนที่จะติดต่อกับไบออสเอง โดยจะถูกเรียกใช้งานโดยโปรแกรมหลักอีกครั้งหนึ่ง โปรแกรมในส่วนนี้มีจำนวนมากและมีลักษณะเป็นโปรแกรมย่อย ๆ ลึ้น ๆ ที่ให้บริการเพียงอย่างใดอย่างหนึ่งเท่านั้น ซึ่งจะช่วยให้สะดวกต่อการใช้งานและทำให้ซอฟต์แวร์มีลักษณะที่เปลี่ยนแปลงฮาร์ดแวร์ได้ง่าย โดยไม่ต้องเปลี่ยนแปลงซอฟต์แวร์มากนัก