



บทที่ 6

ระบบโอเปอเรเตอร์ และอุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหารระบบ

ระบบโอเปอเรเตอร์ เป็นอุปกรณ์ซึ่งช่วยอำนวยความสะดวก ในการรับ และโอนสายนอกไปยัง เลขหมายภายในที่ต้องการ ในระบบตู้ชุมสายโทรศัพท์อัตโนมัติขนาดเล็ก อาจมีการกำหนดให้เครื่องโทรศัพท์ภายในเครื่องใดเครื่องหนึ่ง ทำหน้าที่เป็นโอเปอเรเตอร์ไปเลย แต่สำหรับในระบบใหญ่ ๆ แล้ว ระบบโอเปอเรเตอร์ เป็นสิ่งจำเป็นในการตอบสนองความต้องการของผู้ใช้บริการด้วยความสะดวก และช่วยลดข้อผิดพลาดในการให้บริการ

ระบบโอเปอเรเตอร์ โดยทั่วไปจะประกอบไปด้วย โอเปอเรเตอร์คอนโซล และหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์ ซึ่งมีรายละเอียดหน้าที่การทำงานของแต่ละส่วนดังนี้

โอเปอเรเตอร์คอนโซล จะเป็นอุปกรณ์ที่ตั้งอยู่หน้าผู้ที่ปฏิบัติหน้าที่ เป็นโอเปอเรเตอร์ มีลักษณะเหมือนโทรศัพท์ ซึ่งเพิ่มคีย์บอร์ด และภาคแสดงผลจำนวนหนึ่ง เข้าไป คีย์บอร์ดจะมีคีย์ที่เป็นตัวเลขเหมือนของหน้าปัดโทรศัพท์แบบกดปุ่ม และคีย์พิเศษเฉพาะงานอีกจำนวนหนึ่ง ซึ่งอาจจะประกอบด้วย คีย์สำหรับตอบรับสายนอก คีย์สำหรับการพักสาย คีย์สำหรับการโอนสาย และอื่น ๆ อีกมากขึ้นตามความสามารถของระบบโอเปอเรเตอร์นั้น

ส่วนในภาคแสดงผลอาจประกอบด้วย ภาคแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และภาคแสดงผลบอกสถานะของโทรศัพท์ภายใน สายนอก ซึ่งเป็น LED ตัวเดียว ๆ เป็นต้น โอเปอเรเตอร์บางระบบอาจแสดงตัวหนังสือแบบ Dot Matrix ก็มี ภาคแสดงผลที่ละเอียดชัดเจน จะช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานเป็นโอเปอเรเตอร์สามารถติดตามงานได้อย่างตลอดเวลา หากมีข้อผิดพลาดเช่น โอนสายผิด ก็อาจจะแก้ไขได้ทันที่ ในขณะที่เดียวกัน คีย์บอร์ดเฉพาะงานก็จะช่วยให้กระบวนการต่าง ๆ สั้นลง ทำให้สามารถทำงานกับระบบโทรศัพท์ได้โดยสะดวก

สำหรับในส่วนของหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์นั้น มีไว้สำหรับเป็นสื่อกลางการติดต่อระหว่าง โอเปอเรเตอร์คอนโซล กับหน่วยควบคุมหลักของระบบ เนื่องจากโอเปอเรเตอร์คอนโซลจำเป็นต้องเรียกดูสถานะของอุปกรณ์สื่อสารในระบบเช่น สถานะของสายใน สถานะของสายนอก เป็นต้น นอกจากนั้นโอเปอเรเตอร์คอนโซลยังจำเป็นต้องส่งความต้องการขอใช้บริการต่าง ๆ จากหน่วยควบคุมหลัก ดังนั้นถ้าจะให้ช่องการสื่อสารระหว่างโอเปอเร

เรเตอร์คอนโซล กับหน่วยควบคุมหลัก อยู่ในลักษณะเดียวกับโทรศัพท์ภายใน ก็จะทำให้เกิดความล่าช้าในการปฏิบัติงาน ดังนั้นหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์นอกจากจะมีวงจรในการเชื่อมโยงสัญญาณเสียงสำหรับโทรศัพท์แล้ว ยังต้องมีพอร์ตสื่อสารข้อมูลขึ้นมาอีกด้วย และในบางระบบสัญญาณเสียงก็อาจจะถูกมัลติเพล็กซ์รวมในช่องเดียวกับพอร์ตสื่อสารข้อมูลเลย

ในส่วนของอุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหารระบบ (Maintenance & Administration) นั้นจะมีหน้าที่ เป็นช่องทางการติดต่อระหว่างผู้บำรุงรักษาตู้ชุมสายโทรศัพท์ กับหน่วยควบคุมของระบบ

ผู้บำรุงรักษาตู้ชุมสายโทรศัพท์ สามารถที่จะเข้าไปขอดู และแก้ไขตัวแปรที่ใช้กำหนดการทำงานบางอย่างของตู้ชุมสายได้ เช่น เข้าไปขอดูเลขหมายของเครื่องโทรศัพท์ภายในเครื่องใดเครื่องหนึ่ง หรือ เข้าไปขอเปลี่ยนระดับชั้นของเครื่องโทรศัพท์ เช่นนี้เป็นต้น และในบางครั้งหากหน่วยควบคุมระบบพบข้อผิดพลาดบางอย่างในระบบ ก็จะมีการรายงานผลดังกล่าวออกสู่ จอ หรือ เครื่องพิมพ์ของอุปกรณ์นี้ ยกตัวอย่างเช่น หากหน่วยควบคุมหลักขอติดต่อกับหน่วยควบคุมย่อยตัวใด แล้วไม่มีการตอบรับกลับมาในเวลาที่เหมาะสม หน่วยควบคุมหลักอาจทำนายว่ามีการผิดพลาดของหน่วยควบคุมย่อยตัวนี้ และส่งผลการรายงานเพื่อให้อำนาจตรวจสอบต่อไป

อุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหารระบบนี้ ก็จะประกอบไปด้วยตัวคอนโซล และหน่วยเชื่อมโยงเช่นเดียวกับของ ระบบโอเปอเรเตอร์ เนื่องจากระบบนี้จะต้องรับคำสั่งต่าง ๆ ที่มีความสลับซับซ้อนมากกว่าของระบบโอเปอเรเตอร์ ส่วนของคอนโซลจึงต้องประกอบด้วยคีย์บอร์ดตัวอักษรต่าง ๆ และมีการแสดงผลทางจอมอนิเตอร์แทนที่จะเป็นเพียงหลอด LED ดังนั้นในส่วนของ เมนที่แนชคอนโซลนี้เราจะใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ทำงานร่วมกับโปรแกรมประยุกต์ที่จะเขียนขึ้น และจะติดต่อกับหน่วยเชื่อมโยง เมนที่แนชบนตู้ชุมสายโดยผ่านทางการ์ดสื่อสารแบบอะซิงโครนัสแบบทั่วไป

สำหรับในส่วนของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหารระบบนี้ จะมีลักษณะเดียวกับของหน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์ทุกประการ เว้นแต่จะไม่มีการเชื่อมโยงโทรศัพท์ภายในอยู่ด้วยเท่านั้น

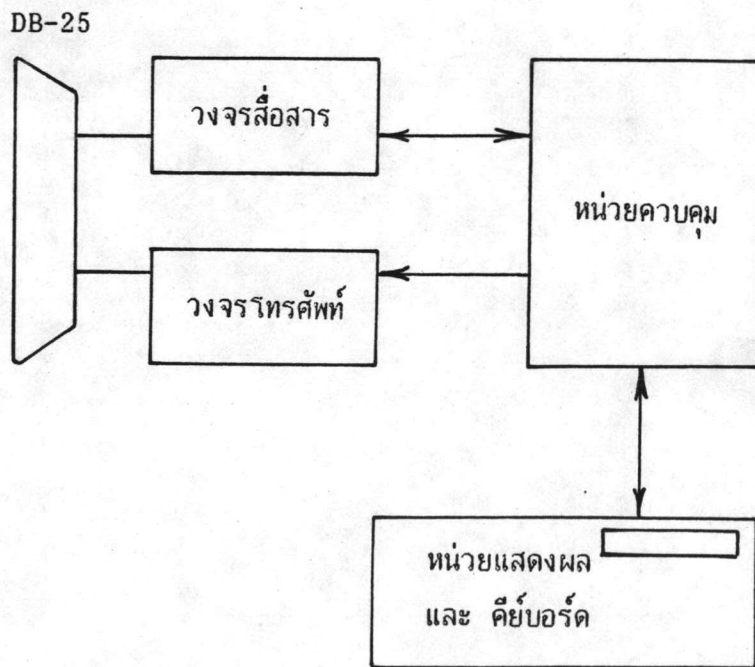
รายละเอียดของโอเปอเรเตอร์คอนโซล หน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์ และหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหารระบบ ที่ออกแบบ และสร้างขึ้นมานี้ จะแสดงในรายละเอียดของแต่ละหน่วยดังต่อไปนี้

6.1 โอเปอเรเตอร์คอนโซล

ในระบบที่ออกแบบขึ้นมาใหม่ โอเปอเรเตอร์คอนโซล จะมีช่องสัญญาณเสียง กับช่องสัญญาณข้อมูลอยู่แยกกัน ดังนั้นภายในตัวโอเปอเรเตอร์คอนโซล จึงแบ่งองค์ประกอบได้เป็น 2 ส่วนซึ่งอยู่ค่อนข้างจะอิสระต่อกัน คือ ส่วนที่เป็นวงจรถerotศัพท์ และส่วนที่เป็นระบบไมโครคอมพิวเตอร์ที่มี คีย์บอร์ด และภาคแสดงผล

ในส่วนของวงจรถerotศัพท์นั้นจะใช้วงจรถerotศัพท์แบบอินทิเกรต ที่สามารถตัดแปลงให้สามารถรับการควบคุมจาก ส่วนไมโครคอมพิวเตอร์ผ่าน I/O พอร์ตได้ เช่นสามารถ สั่งให้ยกหู หรือวางหู โดยสัญญาณทางไฟฟ้าได้ หรือสามารถดูสถานะ การยกหู วางหูจริงได้ เป็นต้น

สำหรับในส่วนที่เป็นไมโครคอมพิวเตอร์นั้น ได้ออกแบบและสร้างโดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ Z-80 CPU ร่วมกับหน่วยความจำ EPROM และ RAM เป็นตัวควบคุมระบบ ซึ่งประกอบไปด้วย ส่วนที่ทำหน้าที่สแกนคีย์บอร์ด/ดีสเพลย์ และส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมวงจรถerotศัพท์แบบอะซิงโครนัสที่ใช้ในการติดต่อกับ หน่วยเชื่อมโยงโอเปอเรเตอร์ที่อยู่บนแผงวงจรถerotศัพท์ ใดอะแกรมโครงสร้างของโอเปอเรเตอร์คอนโซล แสดงได้ดังในรูปที่ 6.1



รูปที่ 6.1 โครงสร้างของโอเปอเรเตอร์คอนโซล

ในส่วน Keyboard/Display Interface นั้น ใช้สำหรับแสดงผลโดยวิธีมัลติเพล็กซ์ 16 หลัก โดยจัดเป็นหน่วยแสดงผลในรูปตัวเลข 7 เซกเมนต์จำนวน 7 หลัก และในรูปของของ LED ที่ทำหน้าที่แสดงสถานะของสายนอกจำนวน 6 ชุด รวมทั้ง LED ที่ทำหน้าที่ประจำอยู่ตามฟังก์ชันคีย์ต่าง ๆ การแสดงผลนี้ อาจเป็นไปในทันทีที่ผู้ปฏิบัติงานกดคีย์บอร์ด หรืออาจแสดงโดยได้รับคำสั่งมาจากหน่วยเชื่อมโยงไอเบอเรเตอร์ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับหน้าที่ และ จังหวะการปฏิบัติงาน

นอกจากการแสดงผลแล้ว Keyboard/Display Interface ยังต้องทำหน้าที่คอยตรวจจับการกดคีย์ จากแผงคีย์บอร์ด ซึ่งข้อมูลนี้อาจถูกส่งเพื่อโต้ตอบกับหน่วยเชื่อมโยงไอเบอเรเตอร์ทันที หรืออาจเก็บในบัฟเฟอร์เพื่อรวบรวมพารามิเตอร์ทั้งหมดก่อนส่งไปยังหน่วยเชื่อมโยงก็ได้ วงจรในส่วนนี้ ได้ใช้อุปกรณ์เพริเพอรัลของบริษัทอินเทล เบอร์ 8279 ในการทำหน้าที่ทั้งการแสดงผล และการตรวจจับคีย์บอร์ด

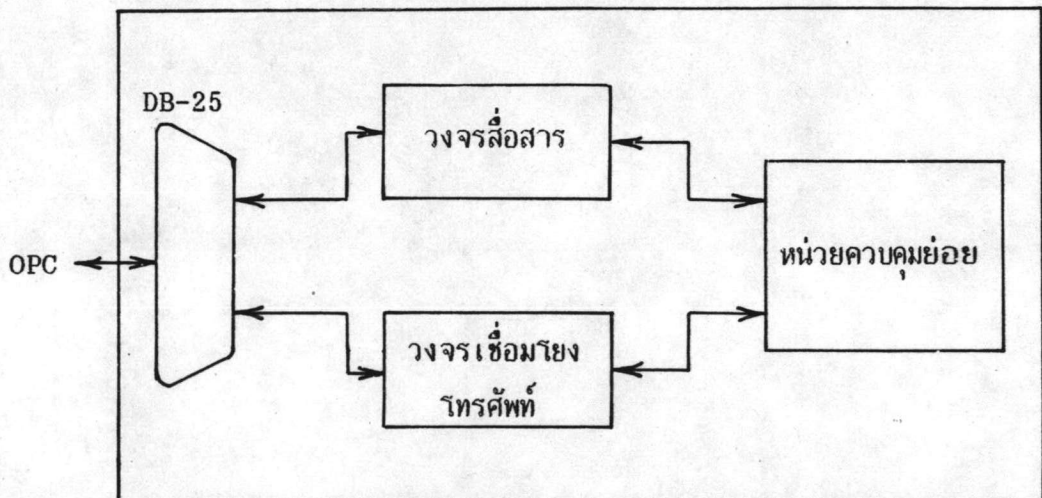
สำหรับในส่วนที่ทำหน้าที่สื่อสารกับหน่วยเชื่อมโยงไอเบอเรเตอร์นั้น ในระบบที่ออกแบบขึ้นมาใช้ วงจรรวมเบอร์ 8251 ของบริษัทอินเทล โดยโปรแกรมให้ทำงานในโหมดอะซิงโครนัส สำหรับติดต่อกับหน่วยเชื่อมโยงไอเบอเรเตอร์ด้วยสายสัญญาณตามมาตรฐาน RS-232C โดยผ่านคอนเนกเตอร์ DB-25 เดิมที่การออกแบบส่วนอินเตอร์เฟสนี้ ได้ใช้อุปกรณ์เชื่อมโยงมาตรฐานที่จำเป็นต้องใช้แหล่งจ่ายไฟขนาด $\pm 12V$ แต่ต่อมาเมื่อมีการออกแบบหน่วยเชื่อมโยงไอเบอเรเตอร์นั้น จำเป็นต้องมีการแปลงไฟจาก 5V เป็น $\pm 12V$ เพราะบนแผงวงจรด้านหลังไม่มีแหล่งจ่ายไฟขนาด $\pm 12V$ ให้ใช้ จึงต้องสร้างวงจรแปลงขึ้นมา ซึ่งต่อมากายหลังได้ใช้โครงสร้างเช่นนี้ในไอเบอเรเตอร์คอนโซลด้วย จึงทำให้ในไอเบอเรเตอร์คอนโซลมีเพียงแหล่งจ่ายไฟ 5V เท่านั้น

การทำงานของโปรแกรมควบคุมบนไอเบอเรเตอร์คอนโซล ใช้วิธีการ Polling เพื่อตรวจจับการเปลี่ยนแปลงสถานะของคีย์บอร์ด และ พอร์ตสื่อสาร ว่ามีอินพุตเข้ามาหรือไม่ ถ้ามีก็ให้ปฏิบัติงานตามคำสั่งที่ได้รับเข้ามานั้น การยกหู วางหูโทรศัพท์จะกระทำผ่านคีย์บอร์ด เนื่องจากสายนอกอาจมีจำนวนมากกว่าหนึ่งสาย การยกหูเพื่อตอบรับจึงต้องระบุด้วยว่าตอบรับสายใด สัญญาณกระดิ่งจากหน่วยเชื่อมโยงจะถูกส่งมายัง ไอเบอเรเตอร์คอนโซลในรูปแบบของข่าวสารทางพอร์ตอนุกรม

6.2 หน่วยเชื่อมโยงไอเบอเรเตอร์

สำหรับส่วนนี้จะประกอบไปด้วยหน่วยควบคุมย่อย ซึ่งมีโครงสร้างเหมือนหน่วยเชื่อม

โยงอุปกรณ์สื่อสารอื่น ๆ ซึ่งจะคอยควบคุมวงจรเชื่อมโยงโทรศัพท์ภายในจำนวน 1 วงจร และมีพอร์ตสื่อสารเหมือนกับของ ไอเบอเรเตอร์คอนโซล อีก 1 ชุด อัตราข้อมูลของพอร์ตสื่อสารนี้สร้างจากสัญญาณนาฬิกาของหน่วยควบคุมย่อย (6MHz) นำไปบรีสเกลก่อนด้วย Programmable Interval Timer เบอร์ 8253 ซึ่งสามารถกำเนิดสัญญาณนาฬิกา ซึ่งใช้ควบคุมอัตราข้อมูลได้ตั้งแต่ 300 bps จนถึง 9600 bps รายละเอียดโครงสร้างของหน่วยเชื่อมโยงไอเบอเรเตอร์คอนโซลนี้ แสดงได้ดังในรูปที่ 6.2

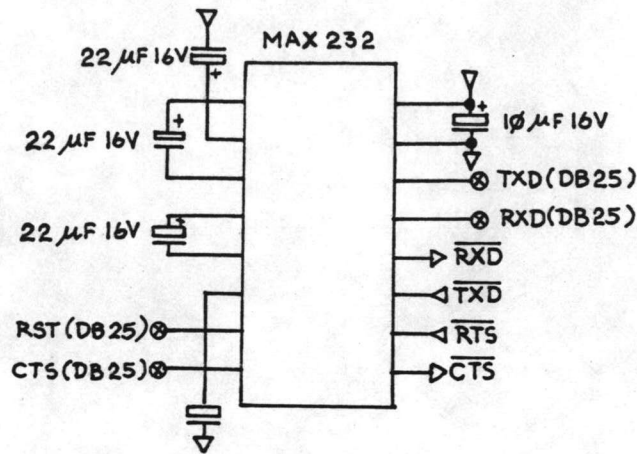


รูปที่ 6.2 โครงสร้างของหน่วยเชื่อมโยงไอเบอเรเตอร์

สำหรับภาคพร้อมท์เอ็นท์ที่ใช้เชื่อมโยงกับไอเบอเรเตอร์คอนโซลนั้น ดังที่ได้กล่าวแล้วว่า จำเป็นต้องมีการแปลงไฟเดี่ยว 5V จากแผงวงจรด้านหลังมาใช้ ส่วนนี้ได้ออกแบบโดยใช้วงจรรวมเบอร์ MAX232 ของบริษัทแมกซ์ิมันทีเกรตโปรดักส์ ซึ่งเป็นทั้งตัวสร้างสัญญาณไฟคู่ประมาณ $+10V$ และมีตัวไดรเวอร์ และรีซีฟเวอร์ ในตัวอีก 2 คู่ การต่อวงจรรวมนี้ แสดงดังในรูปที่ 6.3

สำหรับการทำงานของโปรแกรมควบคุมบนหน่วยเชื่อมโยงไอเบอเรเตอร์นี้ จะเป็นโปรแกรมที่คอยตรวจ การยกหู วางหูของโทรศัพท์ และข้อมูลที่ได้รับมาจากไอเบอเรเตอร์คอนโซลเท่านั้น โปรแกรมการติดต่อกับหน่วยควบคุมหลักจะทำได้โดยผ่านทางโปรแกรมอื่น

เทอร์มินัล และอาศัย I/O พอร์ตเดียวกันกับหน่วยควบคุมย่อยที่ใช้ควบคุมอุปกรณ์สื่อสารอื่น ๆ



รูปที่ 6.3 วงจรอินเทอร์เฟซ RS-232C

6.3 หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหารระบบ

สำหรับโครงสร้างของหน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหารระบบนี้ จะเหมือนกับของหน่วยเชื่อมโยงระบบโอเพอเรเตอร์ทุกประการ ยกเว้นแต่จะไม่มีวงจรเชื่อมโยงโทรศัพท์ภายในอยู่เท่านั้น พอร์ตสื่อสารของหน่วยนี้จะเชื่อมโยงเข้ากับพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัสของการสื่อสารบนไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC ซึ่งจะทำงานในโปรแกรมซึ่งเราเขียนขึ้นมาเพื่อทำงานเป็น เมนที่แนชคอนโซล ซึ่งที่จริงแล้วจะใช้ไมโครคอมพิวเตอร์รุ่นใดก็ได้ที่มีพอร์ตสื่อสารอนุกรมแบบอะซิงโครนัสอยู่ ข้อมูลระหว่างตัวคอนโซล และหน่วยควบคุมนี้ จะเป็นข้อมูลที่อุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหารระบบส่งความต้องการในการทำงานมายังหน่วยควบคุมย่อย ซึ่งจะได้ส่งต่อไปยังหน่วยควบคุมหลักอีกทีหนึ่ง และในขณะเดียวกันก็จะคอยรับ ผลลัพธ์บางอย่างที่มาจากหน่วยควบคุม

โปรแกรมควบคุมบนอุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหารระบบ จะเป็นโปรแกรมอะไรก็ได้ที่สามารถทำงานได้บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ IBM PC และต้องสามารถติดต่อกับพอร์ตสื่อสารแบบอะซิงโครนัสสนลือตได้ด้วย

โปรแกรมควบคุมบนหน่วยเชื่อมโยงนั้น จะทำหน้าที่คอยรับส่งข่าวสารกับตัวอุปกรณ์
ซ่อมบำรุง และบริหารระบบ ตามมาตรฐานที่กำหนดขึ้นเองทั้งสองฝ่าย ส่วนการติดต่อกับหน่วย
ควบคุมหลักนั้น ก็จะกระทำได้โดยผ่านโปรแกรมบริการอินเทอร์เน็ตเหมือนหน่วยควบคุมย่อยอื่น

หน่วยเชื่อมโยงโอเพอเรเตอร์ และ หน่วยเชื่อมโยงอุปกรณ์ซ่อมบำรุง และบริหาร
ระบบ ซึ่งก็คือฟอร์ทสื่อสารแบบอนุกรมนั้น แสดงรายละเอียดในภาคผนวก ซ