



บทที่ 10

## โปรแกรมหลัก

โปรแกรมหลักมีหน้าที่ควบคุมตู้สาขาโทรศัพท์ ให้ทำงานแบบสถานะ กับเครื่องรับโทรศัพท์แต่ละเครื่อง โปรแกรมส่วนนี้จะกำหนดความสามารถในการทำงาน และการให้บริการพิเศษต่าง ๆ ของตู้สาขาโทรศัพท์

ในบทนี้จะอธิบายถึงการทำงานของโปรแกรมหลักที่พัฒนาขึ้น โดยจะกล่าวถึงการใช้งานหน่วยความจำก่อน แล้วจึงจะบรรยายการทำงานของโปรแกรม

### 10.1 การใช้งานหน่วยความจำในโปรแกรมหลัก

ในช่วงเริ่มต้นของโปรแกรมหลักจะทำการขอหน่วยความจำ RAM จากโปรแกรมส่วนควบคุมอินพุต เอ้าท์พุท ซึ่งโปรแกรมส่วนควบคุมอินพุต เอ้าท์พุท จะทำการจัดสรรหน่วยความจำให้ พร้อมทั้งส่งแอดเดรสเริ่มต้นของหน่วยความจำนั้นกลับมาให้ทางรีจิสเตอร์ HL โปรแกรมหลักจะนำค่าแอดเดรสไปเก็บไว้ในรีจิสเตอร์ IX แล้วการอ้างถึงหน่วยความจำจะอ้างอิงเทียบกับรีจิสเตอร์ IX ทำให้การเข้าถึงหน่วยความจำเป็นแบบ RELATIVE ไม่ผูกพันกับตำแหน่งที่แท้จริงของหน่วยความจำ

เนื่องจากโปรแกรมหลักใช้รีจิสเตอร์ IX สำหรับเก็บจุดเริ่มต้นของหน่วยความจำ ดังนั้นโปรแกรมจะต้องรักษาค่าในรีจิสเตอร์ IX เอาไว้ ห้ามทำการแก้ไขเปลี่ยนแปลงค่าใน IX เป็นอันขาด

### 10.2 สำหรับหน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์และประจำสายนอก

สำหรับหน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์และประจำสายนอกนั้น โปรแกรมหลักจะแยกขอกับหน่วยความจำที่ใช้โดยรีจิสเตอร์ IX เนื่องจากหน่วยความจำสองส่วนหลังนี้จะมีขนาดไม่แน่นอน แปรเปลี่ยนไปตามจำนวนเครื่องรับโทรศัพท์และจำนวนสายนอก โดยก่อนที่

จะทำการขออนุญาตหน่วยความจำ โปรแกรมหลักจะต้องคำนวณก่อนว่าจะต้องการใช้หน่วยความจำเท่าไร โดยคิดจากจำนวนเครื่องรับโทรศัพท์คูณด้วยขนาดของหน่วยความจำสำหรับเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องหนึ่ง (ในโปรแกรมที่หลักเขียนขึ้นต้องการหน่วยความจำ 48 ไบต์ ต่อเครื่อง) และ เช่นเดียวกับกรณีของสายนอก

▽

(IX)	PQ
(IX+1)	RS
(IX+2)	TU
(IX+3)	VW

RSPQH

หน่วยความจำ ของ เครื่องรับโทรศัพท์หมายเลข 0
หน่วยความจำ ของ เครื่องรับโทรศัพท์หมายเลข 1
หน่วยความจำ ของ เครื่องรับโทรศัพท์หมายเลข 2

เครื่องละ 64 ไบต์

VWPUH

หน่วยความจำ ของ สายนอกที่ 0
หน่วยความจำ ของ สายนอกที่ 1

สายนอกละ 64 ไบต์

รูปที่ 10.1 ตำแหน่งของหน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์และสายนอก

โปรแกรมหลักจะทำกาเก็บแอดเดรสเริ่มต้นของหน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์เอาไว้ที่ (IX) และ (IX+1) และของสายนอกไว้ที่ (IX+2) และ (IX+3)

สำหรับโครงสร้างของหน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์นั้นแบ่งเป็นท่อน ๆ มีขนาดท่อนละ 48 ไบต์ โดยท่อนแรกสำหรับเครื่องรับโทรศัพท์หมายเลข 0 ท่อนต่อไปสำหรับเครื่องรับโทรศัพท์หมายเลข 1 เรื่อยไป ในแต่ละท่อนจะมีรายละเอียดดังนี้คือ

ไบต์ที่ 0 และ ไบต์ที่ 1 ตัวแปร \$STATE เป็นตัวแปรขนาด 2 ไบต์ สำหรับเก็บสถานะของเครื่องรับโทรศัพท์ โดยการเก็บจะเก็บแอดเดรสเริ่มต้นของโปรแกรมประจำสถานะการที่ไม่เก็บหมายเลขสถานะนั้น เพราะว่าถ้าเก็บหมายเลขสถานะ จะทำให้โปรแกรมควบคุมต้องไปเปิดตารางแอดเดรสของโปรแกรมประจำสถานะ ซึ่งจะเป็นการยุ่งยากและต้องเตรียมตารางไว้ นอกจากนี้การเก็บแอดเดรสจะเป็นการอ้างอิงสถานะ โดยชื่อ (LEBEL) ซึ่งจะทำให้สื่อความหมายได้ดีกว่าการอ้างอิงหมายเลข

ไบต์ที่ 2 ตัวแปร \$EX ใช้สำหรับเก็บหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์ปลายทาง

ไบต์ที่ 3 ตัวแปร \$ICM ใช้สำหรับเก็บหมายเลขอ้างอิงของช่องสัญญาณเสียง ซึ่งกำลังถูกใช้งานอยู่ในขณะนี้ (ในกรณี ระบบสวิตซ์แบบอนาลอก นั้น ช่องสัญญาณเสียงจะเป็น ICM LINK ถ้าเป็นระบบดิจิทัล ช่องสัญญาณเสียงจะเป็น TIME SLOT คู่หนึ่ง)

ไบต์ที่ 4 ตัวแปร \$TEMP เป็นตัวแปรสำหรับใช้งานชั่วคราว

ไบต์ที่ 5 ถึง 15 ตัวแปร \$NUMBER ใช้สำหรับเก็บตัวเลขที่ผู้ใช้โทรศัพท์หมุน หรือ กดปุ่มเข้ามา มีโครงสร้างเป็นแบบ STRING ในโปรแกรมที่เขียนขึ้นไว้ในหน่วยความจำไว้ 11 ไบต์ จะเก็บตัวเลขได้มากที่สุด 10 หลัก

ไบต์ที่ 16 ตัวแปร \$CO ใช้สำหรับเก็บหมายเลขของสายนอก ในการโทรออก และการรับสายนอก

ไบต์ที่ 17 ตัวแปร \$FN ใช้ในการให้บริการพิเศษ โดยจะเก็บหมายเลขของการ

บริการพิเศษที่กำลังใช้งานอยู่

ไบนารี 18 ตัวแปร \$FN\_EX ใช้ในการให้บริการพิเศษ เก็บหมายเลขอ้างอิงของเครื่องรับโทรศัพท์ที่เกี่ยวข้องในการให้บริการพิเศษ เช่น เก็บหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์ที่ถูกจอง ในการจองสาย

ความหมายของค่าที่เก็บใน \$FN และ \$FN\_EX มีดังนี้

\$FN เป็น 0 ไม่ได้กำลังให้บริการพิเศษใดๆ

\$FN เป็น 1 เตรียมไว้สำหรับ HOT LINE

\$FN เป็น 2 กำลังทำการจองสายอยู่ \$FN\_EX เก็บหมายเลขของเครื่องที่ถูกจอง

\$FN เป็น 3 กำลังทำการฝากสายอยู่ \$FN\_EX เก็บหมายเลขของเครื่องที่ถูกฝาก

ไบนารี 19 ถึง 29 ตัวแปร \$LAST ใช้สำหรับเก็บตัวเลขที่โทรออก สำหรับการโทรออกซ้ำเบอร์เดิม มีโครงสร้างเป็น STRING เหมือน \$NUMBER

ไบนารี 30 ตัวแปร \$TYPE เก็บชนิดของเครื่องรับโทรศัพท์ว่าเป็นชนิดหมุน หรือกดปุ่ม ถ้าเป็นชนิดหมุน \$TYPE จะมีค่าเป็น 0 ถ้าเป็นชนิดกดปุ่มจะมีค่าเป็น 1

ไบนารี 31 ตัวแปร \$CLASS ใช้สำหรับเก็บ CLASS OF SERVICE ของเครื่องรับโทรศัพท์ ซึ่งมีความหมายดังนี้

กรณี \$CLASS เป็น 0 รับสายได้คนเดียว ห้ามโทรศัพท์

กรณี \$CLASS เป็น 1 โทรภายในได้คนเดียว

กรณี \$CLASS เป็น 2 โทรออกได้ แต่ห้ามโทรทางไกล

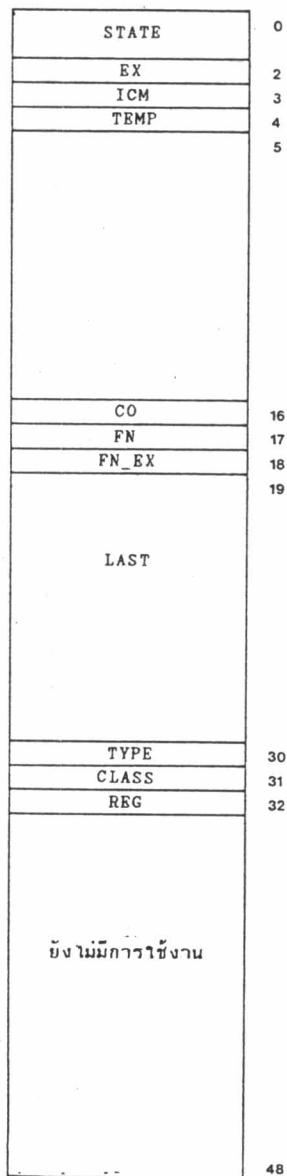
กรณี \$CLASS เป็น 3 โทรทางไกลได้ แต่ห้ามโทรออกต่างประเทศ

กรณี \$CLASS เป็น 4 ไม่มีข้อห้าม

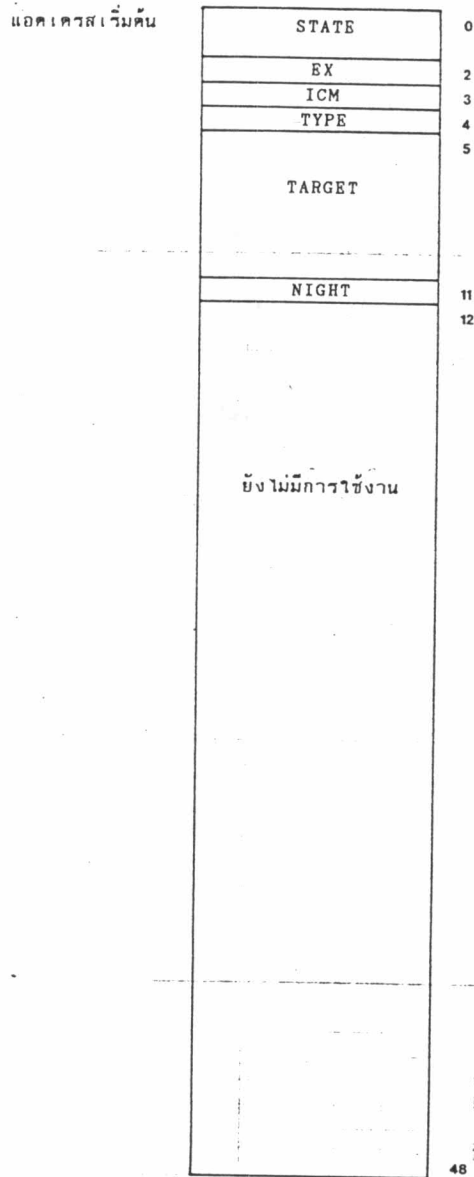
ไบนารี 32 ตัวแปร \$REG ใช้สำหรับเก็บหมายเลขของตัวรับสัญญาณกดปุ่ม ในกรณีโทรศัพท์เป็นชนิดกดปุ่ม ใช้งานร่วมกับตัวแปร \$TYPE

บิตที่ 33 ถึง 47 ยังไม่มีการใช้งาน เตรียมไว้สำหรับขยายในอนาคต

แอดเดรสเริ่มต้น



รูปที่ 10.2 หน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์



รูปที่ 10.3 หน่วยความจำประจำสายนอก

สำหรับสายนอกนั้นแต่ละสายจะได้รับหน่วยความจำสายนอก 48 ไบต์ โดยมีรายละเอียดดังนี้

ไบนารี 0 และ 1 ตัวแปร \$STATE เป็นตัวแปรขนาด 2 ไบนารี ใช้เก็บสถานะของสายนอก ค่าที่เก็บเป็นแอดเดรสของโปรแกรมประจำสถานะ ในทำนองเดียวกับของกรณีเครื่องรับโทรศัพท์

ไบนารี 2 ตัวแปร \$EX ใช้สำหรับเก็บหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์คู่สนทนา

ไบนารี 3 ตัวแปร \$ICM ใช้สำหรับเก็บหมายเลขอ้างอิงของช่องสัญญาณเสียง ซึ่งกำลังถูกใช้งานอยู่ในขณะนี้ (ในกรณี ระบบสวิตซ์แบบอนาล็อก นั้น ช่องสัญญาณเสียงจะเป็น ICM LINK ถ้าเป็นระบบดิจิทัล ช่องสัญญาณเสียงจะเป็น TIME SLOT คู่หนึ่ง)

ไบนารี 4 ตัวแปร \$TEMP เป็นตัวแปรสำหรับใช้งานชั่วคราว

ไบนารี 5 ถึง 10 ตัวแปร \$TARGET เป็นตัวแปรขนาด 6 ไบนารี ใช้เก็บหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์ 6 เครื่องที่จะเป็นผู้รับสายในกรณีที่มีการโทรเข้ามาจากสายนอกนี้ โดยแต่ละ ไบนารีก็เก็บหมายเลขของเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องหนึ่ง เมื่อมีการเรียกเข้ามา สายนอกจะทำการตรวจสอบโทรศัพท์เครื่องแรกก่อน หากเครื่องรับโทรศัพท์เครื่องแรกไม่ว่างก็จะตรวจสอบเครื่องในลำดับต่อไป

### 10.3 การเข้าถึงหน่วยความจำประจำเครื่องโทรศัพท์

จากที่ผ่านมาจะพบว่า การจะเข้าถึงหน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์ ค่อนข้างจะยุ่งยาก เช่นต้องการแก้ไขหน่วยความจำ ไบนารี 3 (\$ICM) ของโทรศัพท์ หมายเลข 2 จะมีขั้นตอนดังนี้

1. ต้องหาแอดเดรสเริ่มต้นของหน่วยความจำประจำเครื่องโทรศัพท์ก่อน โดยดูที่รีจิสเตอร์ IX ซึ่งเก็บแอดเดรสเริ่มต้นของหน่วยความจำประจำเครื่องโทรศัพท์ หรือ หน่วยความจำของโทรศัพท์หมายเลข 0
2. หลังจากที่ได้แอดเดรสเริ่มต้นของ หน่วยความจำทั้งหมดแล้ว ทำการบวกด้วย 48 สองครั้ง (เนื่องจากแต่ละเครื่องใช้หน่วยความจำ 48 ไบนารี) ก็จะได้แอดเดรสเริ่มต้นของโทรศัพท์หมายเลข 2

3. เมื่อบวกด้วย 3 อีกครั้ง จะได้โบท์ที่ 3 ของโทรศัพท์หมายเลข 2

ดังนั้น เพื่อให้ง่ายขึ้นจึงได้เตรียมโปรแกรมย่อยเอาไว้ด้วยมีชื่อว่า LCMEMIIY เป็นโปรแกรมย่อยภายในโปรแกรมหลักของ การเรียกใช้ โดยใส่หมายเลขของโทรศัพท์ไปให้โปรแกรมย่อย LCMEMIIY แล้วโปรแกรมย่อยนี้จะคำนวณแอดเดรสเริ่มต้นของหน่วยความจำของโทรศัพท์เครื่องนั้น และส่งมาทางรีจิสเตอร์ IY ซึ่งสามารถจะอ้างหน่วยความจำเดียวกับ IY ได้ทันที เช่น หน่วยความจำโบท์ที่ 3 (\$ICM) ของโทรศัพท์หมายเลข 2 ก็ส่งค่า 2 ไปให้โปรแกรมย่อย LCMEMIIY เมื่อกลับมาจากโปรแกรมย่อยรีจิสเตอร์ IY จะชี้ไปยังหน่วยความจำโบท์ที่ 0 ของโทรศัพท์หมายเลข 2 หน่วยความจำที่ต้องการจะอยู่ที่  $IY + 3$  และกรณีของสายนอก ก็จะมีโปรแกรมย่อย COMEMIIY ในทำนองเดียวกัน

#### 10.4 การทำงานแบบสถานะ

การทำงานแบบสถานะในส่วนโปรแกรมหลัก จะประกอบด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน คือ

1. หน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์ และ สายนอก
2. โปรแกรมย่อยประจำสถานะ
3. โปรแกรมควบคุมการทำงานแบบสถานะ

หน่วยความจำประจำเครื่องรับโทรศัพท์ และ สายนอก จะใช้เก็บข้อมูลทั้งหมดเกี่ยวกับเครื่องโทรศัพท์ อันได้แก่ สถานะของโทรศัพท์ และ รายละเอียดย่อยอื่นๆ

โปรแกรมย่อยประจำสถานะนั้น มีลักษณะเป็นโปรแกรมย่อยจะมีจำนวนโปรแกรมเท่ากับจำนวนสถานะ โปรแกรมเหล่านี้จะถูกเรียกใช้โดยโปรแกรมควบคุมการทำงานแบบสถานะ โดยโปรแกรมควบคุมจะเรียกใช้โปรแกรมของสถานะที่ตรงกับสถานะของโทรศัพท์ โปรแกรมย่อยประจำสถานะนั้น จะดูหน่วยความจำประจำโทรศัพท์เครื่องนั้นว่าในขณะที่อยู่ในสถานะใด มีสภาพแวดล้อมอย่างไร ซึ่งจะทำให้รู้ว่า ต้องตรวจสอบเงื่อนไขอะไรบ้างในการเปลี่ยนสถานะ ถ้าไม่พบเงื่อนไขที่ถูกต้องก็จะมีมีการย้ายสถานะ และจะทำการออกจากโปรแกรมโดยไม่เปลี่ยนแปลงหน่วยความจำของโทรศัพท์เครื่องนั้น แต่ถ้าพบเงื่อนไขที่เป็นจริง ก็จะทำให้การเปลี่ยนแปลงค่าในตัวแปร \$STATE ให้เป็นแอดเดรสเริ่มต้นของสถานะใหม่นั้น รวมทั้งจะต้องทำการปรับสภาพของเครื่องรับโทรศัพท์ให้มีสภาพตรงกับสถานะใหม่ด้วย



โปรแกรมส่วนที่ทำหน้าที่ควบคุมการทำงานแบบสถานะ เป็นโปรแกรมเล็ก ๆ ตัวหนึ่ง แต่เป็นส่วนหลักภายในโปรแกรม โปรแกรมส่วนนี้จะทำงานเป็น 2 ขั้นตอน ขั้นแรกจะทำ การ INITIALIZE ระบบโดยการตั้งค่าเริ่มต้นให้กับหน่วยความจำของโทรศัพท์แต่ละเครื่อง ในกรณีที่โทรศัพท์อยู่ในสถานะใช้งาน สถานะเริ่มต้นจะเป็น IDLE {3} แต่ถ้าอยู่ในสถานะไม่ใช้งาน สถานะเริ่มต้นก็จะเป็น OFF {0} เมื่อทำการตั้งค่าเริ่มต้นแล้ว จะเข้าสู่ขั้นที่ 2 ซึ่งทำงานวนอยู่ตลอดไป โดยในแต่ละรอบจะทำการอ่านสถานะของโทรศัพท์ว่าอยู่ในสถานะใด แล้วเรียกใช้โปรแกรมย่อยสำหรับสถานะนั้น ถ้าไม่มีการเปลี่ยนแปลงสถานะในรอบต่อไปก็ยังคงเรียกโปรแกรมย่อยตัวเดิม จนกว่าจะมีการเปลี่ยนสถานะ ในรอบต่อไปก็จะเรียกใช้ โปรแกรมย่อยของสถานะใหม่