

## บทที่ 2

## การพัฒนาข่ายวงจรท้องถิ่นที่ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

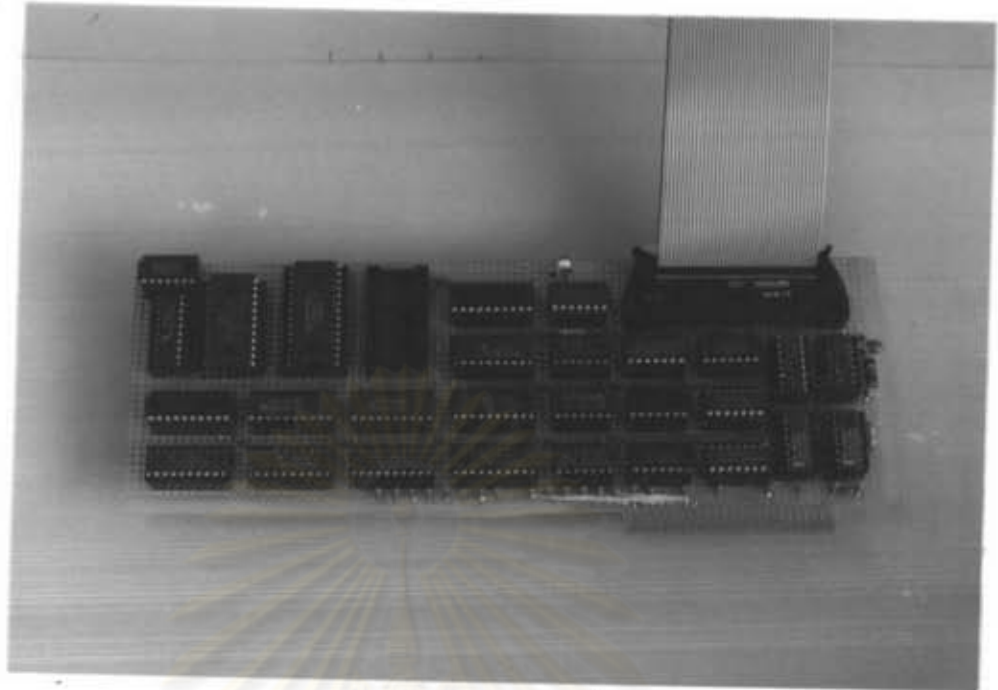
2.1 แนวทางการพัฒนาข่ายวงจรท้องถิ่น

จากหัวข้อที่ 1.2 ที่กล่าวมาแล้ว จะเห็นได้ว่าข่ายวงจรท้องถิ่นที่ได้จัดสร้างขึ้นมานั้น เน้นหนักไปทางด้านฮาร์ดแวร์เป็นส่วนใหญ่ คือเป็นการออกแบบส่วนฮาร์ดแวร์ไว้ให้สามารถที่จะรับคำสั่งและทำงานได้ตามลักษณะงานที่กำหนดไว้ แต่คำสั่งควบคุมหรือ ซอฟต์แวร์ นั้น ยังมิได้มีการพัฒนาแต่อย่างใด ซอฟต์แวร์ซึ่งเขียนไว้เดิมนั้น เป็นการตรวจสอบฮาร์ดแวร์คร่าวๆ ว่าสามารถทำงานได้เท่านั้น ดังนั้นการพัฒนาข่ายวงจรท้องถิ่น จึงมุ่งไปทางด้านการพัฒนาโปรแกรมควบคุม หรือซอฟต์แวร์ ที่ใช้กับข่ายวงจรนี้ อย่างไรก็ตามจากการพิจารณารายละเอียดทางด้านฮาร์ดแวร์ พบว่ามีข้อจำกัดที่สำคัญบางประการ คือองค์ประกอบของหน่วยควบคุมสถานี ยังมีความสามารถไม่มากนัก ไม่เหมาะกับการขยายระบบโดยรวมอีกต่อไป จึงได้ทำการเปลี่ยน CPU จากเดิม ซึ่งใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ ๘๐๘๕ ซึ่งเป็นชนิด ซินเดี่ย (Single Chip Microprocessor) มาเป็นเบอร์ ๘๐๘๕ ทำให้ต่ออุปกรณ์บริการระบบได้มากกว่า เนื่องจากเป็นชนิดสากล (Universal Microprocessor)

ส่วนทางด้านการพัฒนาซอฟต์แวร์ซึ่งเป็นประเด็นสำคัญที่สุดนั้น เนื่องจากซอฟต์แวร์ควบคุมการทำงานของระบบต้องมีขนาดใหญ่เพราะฟังก์ชันของระบบมีมาก จึงจำเป็นต้องมีอุปกรณ์พัฒนาซอฟต์แวร์ ช่วยจึงจะทำให้การพัฒนาเป็นไปอย่างรวดเร็ว ดังนั้นก่อนที่จะทำการเขียนโปรแกรมควบคุมนั้น จึงได้ทำการออกแบบและสร้างอุปกรณ์พัฒนาซอฟต์แวร์ขึ้น ดังรูป 2.1 โดยให้สามารถใช้กับไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ ๘๐๘๕ เป็นหลัก

โดยอาศัยอุปกรณ์พัฒนาซอฟต์แวร์ สำหรับข่ายวงจรท้องถิ่นนี้จะทำให้การพัฒนาซอฟต์แวร์ง่ายขึ้นเป็นอันมาก เนื่องจากผู้พัฒนาสามารถติดตามโปรแกรมควบคุมที่ได้เขียนขึ้นว่าทำงานถูกต้องตามที่ต้องการหรือไม่

สำหรับรายละเอียดเกี่ยวกับการใช้งานอุปกรณ์พัฒนาซอฟต์แวร์ จะอยู่ในเอกสารอ้างอิง [4]



รูปที่ 2.1 รูปถ่ายของอุปกรณ์พัฒนาซอฟต์แวร์ของข่ายวงจรท้องถิ่น

## 2.2 แนวความคิดทางด้านการให้บริการของระบบ

การที่ข่ายวงจรท้องถิ่นจะสามารถให้บริการแก่ผู้ใช้ในควรมีบริการดังต่อไปนี้

2.2.1 การติดต่อภายในสถานี เนื่องจากอุปกรณ์ในระบบมีทั้งอุปกรณ์โทรศัพท์ และอุปกรณ์รับส่งข้อมูล จึงขอแยกกล่าวแต่ละกรณี ดังนี้

### 2.2.1.1 การติดต่อภายในสถานีโดยอุปกรณ์โทรศัพท์

ในการเรียกภายในสถานี เมื่อผู้ใช้โทรศัพท์ยกหูโทรศัพท์ หน่วยควบคุมสถานีจะต่อสัญญาณ Dial Tone เข้ากับทางเดินเสียงของโทรศัพท์นั้น จากนั้นผู้ใช้ต้องกดปุ่มโทรศัพท์เพื่อเลือกหมายเลขปลายทางโดย หมายเลขแรก ที่เลือกต้องเป็นหมายเลขปลายทางของสถานีนั้น และอีกสองหมายเลขหลังเป็นหมายเลขของอุปกรณ์โทรศัพท์ภายในสถานีนั้นเมื่อผู้ใช้กดปุ่มเลือกหมายเลขแรกแล้ว หน่วยควบคุมสถานีจะตัดสัญญาณ Dial Tone ออกจากโทรศัพท์เครื่องนั้น ดังรูป 2.2 คืออุปกรณ์ A ติดต่อกับ Dial Tone คืออุปกรณ์ F ส่วนขั้นตอนการติดต่อลำดับต่อไปจะเหมือนกับชุมสายโทรศัพท์สาขาทั่วไป ดังเอกสารอ้างอิง [5] คือ มีสถานะการเรียกโดยสัญญาณกระดิ่ง และติดต่อกับ Ring Back Tone คืออุปกรณ์ E ดังรูป 2.3 สถานะผู้ถูกเรียกยกหูโทรศัพท์ ดังรูป 2.4 คือ A ติดต่อกับ B และสถานะปลายทางไม่ว่างดังรูป 2.5 คือ A ติดต่อกับ Busy Tone (อุปกรณ์ D) นั้นเองสถานะที่จะแสดงนั้น แสดงการติดต่อที่สัมพันธ์กับตารางการสวิตช์[3] โดยข้อมูลในตารางการสวิตช์ 3 บิตแรกที่มีนัยสำคัญสูงสุด คือ X,R และ T

จะใช้ควบคุมการติดต่อภายนอก, การรับและการส่ง ตามลำดับ และอีก 5 บิตที่เหลือ คือ D และ DV\* ใช้เลือกอุปกรณ์ ในที่นี้จะแสดงสถานะของตารางการสวิตช์ โดยแบ่งตารางเป็นสอง ส่วนส่วนแรกคือ 3 บิตแรกจะแสดงชื่อบิตโดยเฉพาะบิตซึ่งมีค่าเป็น 1 เท่านั้น และส่วนหลังจะใส่ ตัวอักษรเพื่อแทนหมายเลขอุปกรณ์ทั้ง 5 บิตที่เหลือ ในกรณีแสดงหลายช่องซ้อนกัน ช่องบนจะเป็น ช่องเวลาซึ่งมาก่อนช่องล่าง

T	DV F
RT	A
R	DV F

รูปที่ 2.2 แสดงสถานะการติดต่อภายใน โดยอุปกรณ์โทรศัพท์

T	DV E
RT	A
R	DV E

รูปที่ 2.3 แสดงสถานะกำลังเรียก

T	A
RT	B
R	A

รูปที่ 2.4 แสดงสถานะผู้ถูกเรียก ยกหูโทรศัพท์

T	D
RT	A
R	D



รูปที่ 2.5 แสดงสถานะอุปกรณ์ปลายทางไม่ว่าง

#### 2.2.1.2 การติดต่อภายในสถานีโดยอุปกรณ์รับส่งข้อมูล

ในการที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูล (ไมโครคอมพิวเตอร์) จะทำการติดต่อกับอุปกรณ์รับส่งข้อมูลหมายเลขอื่นนั้น ผู้ใช้ไมโครคอมพิวเตอร์จะต้องเรียกโปรแกรมที่มีชื่อว่า SIGNAL.COM เข้ามาในหน่วยความจำของเครื่องก่อน จากนั้นบนจอภาพ จะปรากฏอักษรให้บอกหมายเลขสถานี และอุปกรณ์ของผู้ใช้ดังรูป จากนั้นจะมีการให้ผู้ใช้เลือกรหัสผ่าน (Pass Word) ซึ่งจะเปลี่ยนไปตาม หมายเลขสถานีและหมายเลขอุปกรณ์ของผู้ใช้ด้วย ในกรณีที่ผู้ใช้เลือกรหัสผ่านผิดผู้ใช้จะไม่สามารถผ่านเข้าสู่ขั้นตอนต่อไปได้ แต่ในกรณีที่ผู้ใช้เลือกรหัสผ่านได้ถูกต้อง โปรแกรมจะเข้าสู่เมนูการใช้งานด้านการสื่อสารดังรูป 2.6

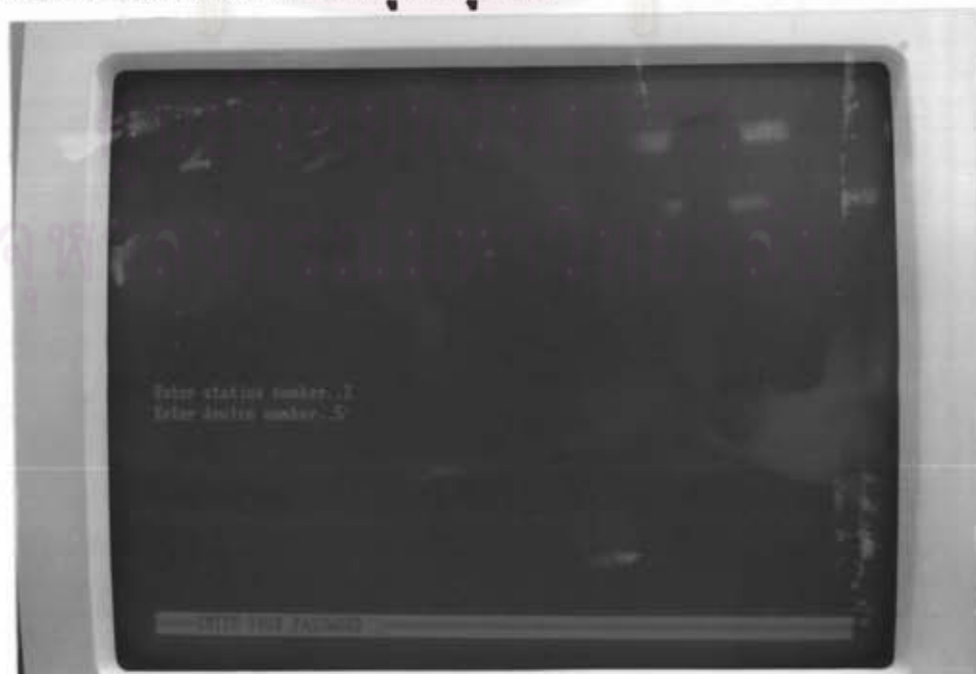


รูปที่ 2.6 แสดงเมนูในการสื่อสาร โดยอุปกรณ์รับส่งข้อมูล  
ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 3 รูปแบบ คือ  
(1) การส่งไฟล์ข้อมูลไปยังอุปกรณ์ปลายทาง

- (2) การเรียกไฟล์ข้อมูลจากอุปกรณ์ปลายทาง
  - (3) การส่งไฟล์ข้อมูลไปพิมพ์ที่อุปกรณ์ปลายทาง
- เมื่อผู้ใช้เลือกการทำงานในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งแล้ว ลำดับต่อไปผู้ใช้จะต้องกำหนดชื่อไฟล์ที่จะรับ-ส่ง และหมายเลขอุปกรณ์ปลายทาง ดังรูปที่ 2.7

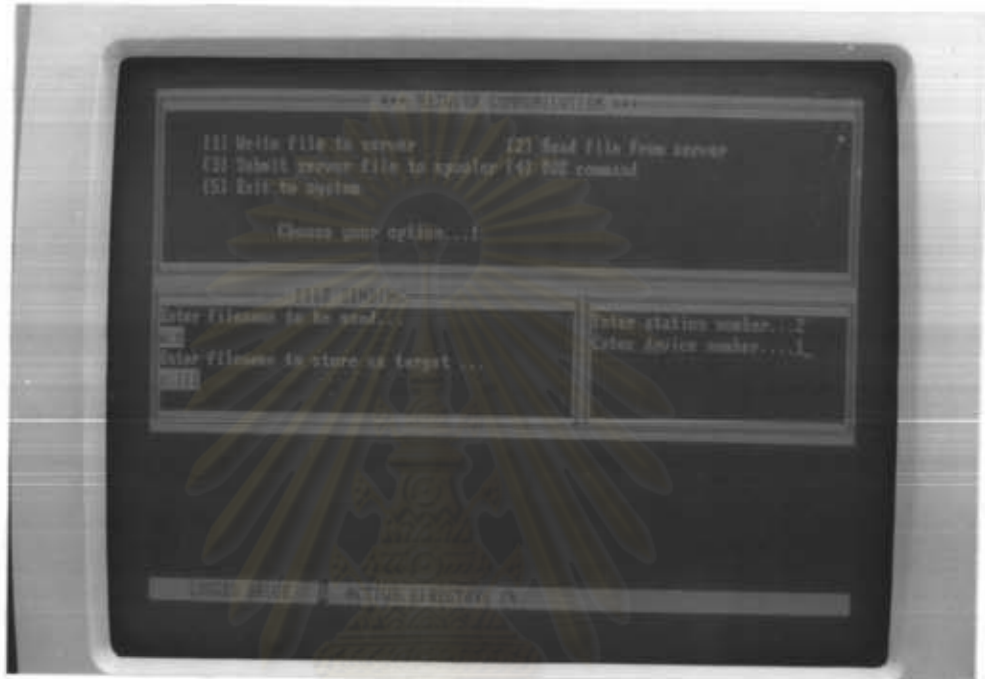


รูปที่ 2.7 แสดงการติดต่อสื่อสาร โดยอุปกรณ์รับส่งข้อมูล จากนั้นผู้ใช้อุปกรณ์ต้นทางจะต้องทำการเลือกหมายเลขสถานีและหมายเลขอุปกรณ์ปลายทางเสียก่อน แล้วจึงเริ่มการส่งข้อมูล ดังรูป 2.8

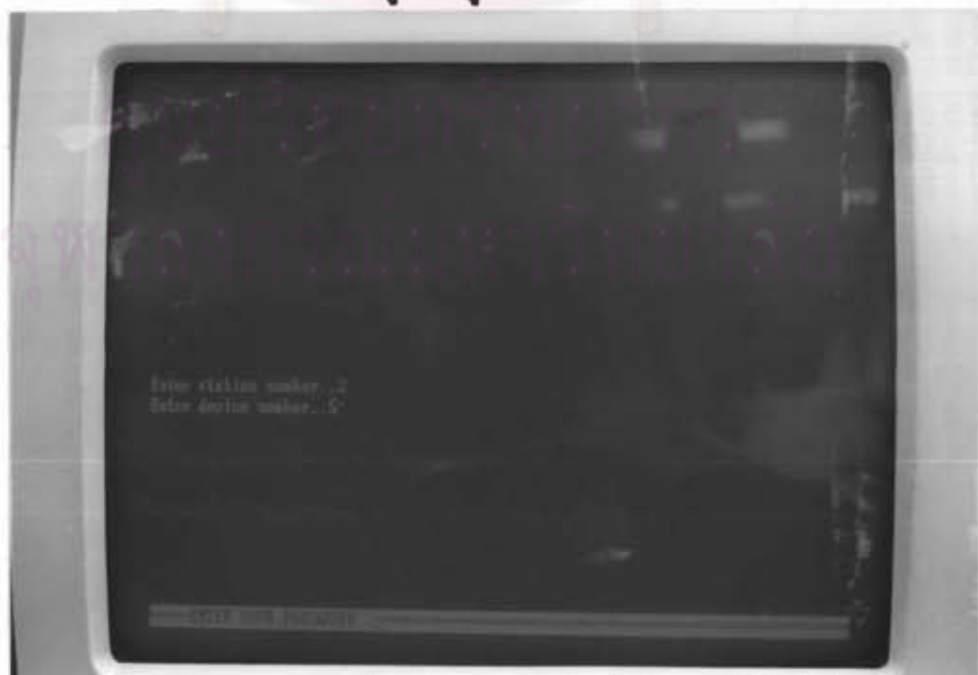


รูปที่ 2.8 แสดงการส่งหมายเลขสถานีและหมายเลขอุปกรณ์ปลายทางให้แก่หน่วยควบคุมสถานี

- (2) การเรียกไฟล์ข้อมูลจากอุปกรณ์ปลายทาง  
 (3) การส่งไฟล์ข้อมูลไปพิมพ์ที่อุปกรณ์ปลายทาง  
 เมื่อผู้ใช้เลือกการทำงานในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งแล้ว ลำดับต่อไปผู้ใช้จะต้องกำหนดชื่อไฟล์ที่จะรับ-ส่ง และหมายเลขอุปกรณ์ปลายทาง ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงการติดต่อสื่อสาร โดยอุปกรณ์รับส่งข้อมูล  
 จากนั้นผู้ใช้อุปกรณ์ต้นทางจะต้องทำการเลือกหมายเลขสถานีและหมายเลขอุปกรณ์ปลายทางเสียก่อน แล้วจึงเริ่มการส่งข้อมูล ดังรูป 2.8

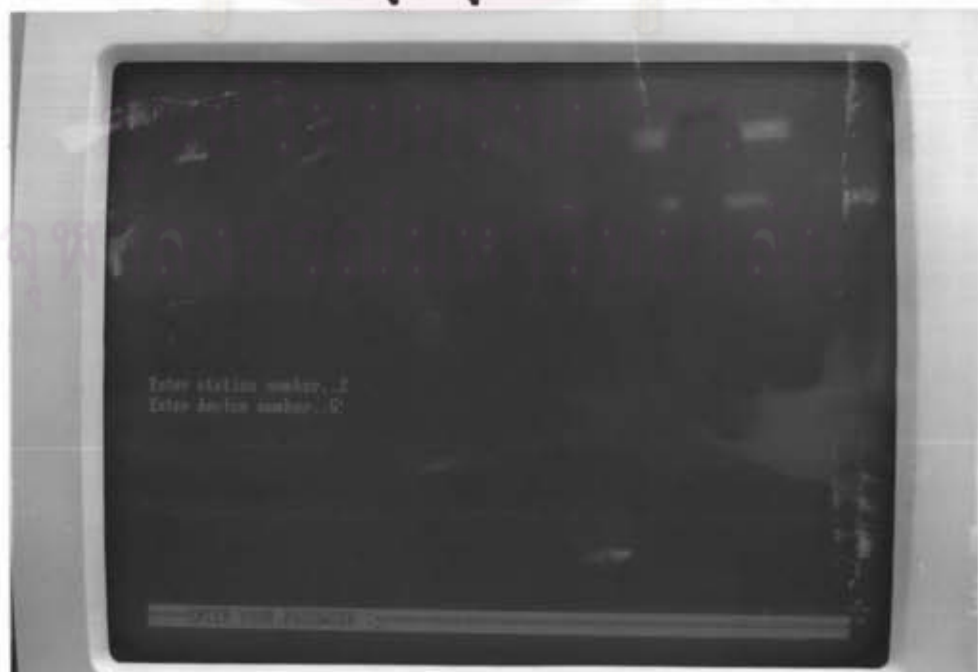


รูปที่ 2.8 แสดงการส่งหมายเลขสถานีและหมายเลขอุปกรณ์ปลายทางให้แก่หน่วยควบคุมสถานี

- (2) การเรียกไฟล์ข้อมูลจากอุปกรณ์ปลายทาง  
 (3) การส่งไฟล์ข้อมูลไปพิมพ์ที่อุปกรณ์ปลายทาง
- เมื่อผู้ใช้เลือกการทำงานในรูปแบบใดรูปแบบหนึ่งแล้ว ลำดับต่อไปผู้ใช้จะต้องกำหนดชื่อไฟล์ที่จะรับ-ส่ง และหมายเลขอุปกรณ์ปลายทาง ดังรูปที่ 2.7



รูปที่ 2.7 แสดงการติดต่อสื่อสาร โดยอุปกรณ์รับส่งข้อมูล  
 จากนั้นผู้ใช้อุปกรณ์ต้นทางจะต้องทำการเลือกหมายเลขสถานีและหมายเลขอุปกรณ์  
 ปลายทางเสียก่อน แล้วจึงเริ่มการส่งข้อมูล ดังรูป 2.8



รูปที่ 2.8 แสดงการส่งหมายเลขสถานีและหมายเลขอุปกรณ์ปลายทางให้แก่หน่วยควบคุมสถานี

ส่วนในกรณีที่อุปกรณ์รับส่งข้อมูลปลายทางในร่าง อุปกรณ์รับส่งข้อมูลทางด้านส่ง จะส่งข้อมูลให้กับอุปกรณ์ปลายทางเลขดังรูป 2.9 โดยรูปแบบของการรับส่งเช่น ฟอร์แมตในการรับส่ง , การจัดบล็อกข้อมูลในการรับส่งกล่าวไว้ในเอกสารอ้างอิง [6] ส่วนรูปที่ 2.10 แสดงผลบนจอภาพทางด้านฝ่ายรับ เมื่อมีข้อมูลถูกส่งเข้ามา



รูปที่ 2.9 แสดงผลบนจอภาพอุปกรณ์ต้นทาง เมื่อกำลังส่งข้อมูล



รูปที่ 2.10 แสดงผลบนจอภาพอุปกรณ์ปลายทาง เมื่อมีข้อมูลถูกส่งเข้ามา



## 2.2.2 การติดต่อระหว่างสถานี

### 2.2.2.1 การติดต่อระหว่างสถานีโดยอุปกรณ์โทรศัพท์

การติดต่อระหว่างสถานีนั้นมีขั้นตอนอย่างเดียวกันกับการติดต่อภายในสถานีเพียงแต่ผู้ใช้ต้องกดเลือกหมายเลขแรกเป็นเบอร์สถานีปลายทาง สถานีอื่น ที่ไม่ใช่หมายเลขสถานีตนเอง

### 2.2.2.2 การติดต่อระหว่างสถานีโดยอุปกรณ์รับส่งข้อมูล

สามารถทำได้เช่นเดียวกันกับการติดต่อภายในสถานี ในหัวข้อ 2.2.1.2 เพียงแต่ผู้ใช้เลือกหมายเลขปลายทางเป็นเบอร์สถานีอื่นเท่านั้น

2.2.3 การเรียกออกภายนอกข่ายวงจรท้องถิ่น การเรียกออกภายนอกข่ายวงจรท้องถิ่นนั้น มีลักษณะเดียวกันกับการเรียกออกจากตู้สาขาโทรศัพท์ ไปยังข่ายสายโทรศัพท์สาธารณะนั่นเอง โดยผู้ใช้โทรศัพท์กดปุ่มเครื่องหมาย "\*" บนหน้าปัดซึ่งจะเป็นการต่อเข้ากับคู่สายภายนอก จากนั้นผู้ใช้ก็สามารถติดต่อกับโทรศัพท์ของข่ายโทรศัพท์สาธารณะได้

2.2.4 การเรียกเข้าภายในข่ายวงจรท้องถิ่น ฟังก์ชันการเรียกเข้าภายในข่ายวงจรท้องถิ่นนี้ ใ้ใช้กับกรณีอุปกรณ์โทรศัพท์เท่านั้น เช่นเดียวกับหัวข้อ 2.2.3 คือเมื่อมีโทรศัพท์จากภายนอกเรียกเข้ามายังข่ายวงจรท้องถิ่นนี้โทรศัพท์ดังกล่าวจะถูกต่อเข้ากับเลขหมายของพนักงาน (Operator) เพื่อให้พนักงานทำการโอนสายไปยังอุปกรณ์ปลายทางอีกครั้งหนึ่ง โดยวิธีการในการโอนสายสำหรับพนักงานนั้น ทำเช่นเดียวกันกับการโอนสายในระบบข่ายวงจรท้องถิ่น ดังจะกล่าวในหัวข้อ 2.2.5 ต่อไป

2.2.5 การโอนเลขหมาย ฟังก์ชันการโอนเลขหมาย สำหรับอุปกรณ์โทรศัพท์ภายในข่ายวงจรท้องถิ่นนั้น ใช้ในกรณีซึ่งเมื่อโทรศัพท์เครื่องต้นทางเรียกมายังหมายเลขใดหมายเลขหนึ่งในระบบ แล้วผู้ซึ่งต้นทางประสงค์จะพูดด้วยมิได้อยู่ที่หมายเลขนั้น แต่ไปอยู่ที่อีกหมายเลขหนึ่ง จึงต้องให้ผู้รับทำการโอนไปยังหมายเลขดังกล่าว โดยสามารถทำการโอนได้ทั้งการติดต่อภายในและภายนอกสถานี

สำหรับวิธีการในการโอนเลขหมายนั้น เมื่อผู้รับซึ่งอยู่ปลายทางต้องการโอนเลขหมาย ผู้โอนต้องเคาะแป้นวางหูภายในช่วงเวลา 3 วินาที (ถ้าวางหูนานสายจะขาด) เมื่อผู้โอนเคาะแป้นวางหูแล้ว ทั้งต้นทางและผู้โอนจะได้ยินเสียงสัญญาณให้โอนสาย จากนั้น ผู้ทำการโอนกดปุ่มเครื่องหมาย "\*" เพื่อตัดสัญญาณการโอนแล้วให้ผู้โอนกดปุ่มเลือกเบอร์ปลายทางที่ต้องการจะโอนอีก 2 เลขหมายในกรณีที่มีเบอร์ปลายทางว่าง และผู้ที่อยู่ปลายทางรับสายแล้วสามารถต่อเลขหมายต้นทางเข้ากับเลขหมายปลายทางที่ถูกโอนด้วยการวางหู อุปกรณ์ที่เป็นผู้โอน

ส่วนกรณีที่มีหมายเลขปลายทางที่ถูกโอนนั้นไม่ว่าง หรือว่างแต่ผู้รับปลายทางไม่อยู่ ผู้โอนสามารถ  
 ต่อกลับไปยังต้นทางได้โดยการเคาะแป้นวางหูอีกครั้งหนึ่ง

2.2.6 การจองเลขหมาย การจองเลขหมายนั้น สามารถทำได้ในกรณีซึ่งหมายเลข  
 เลขต้นทางเรียกไปยังหมายเลขปลายทางแล้วหมายเลขปลายทางไม่ว่าง หมายเลขต้นทาง  
 สามารถทำการจองเลขหมายจนกว่าเบอร์ปลายทางจะว่าง แล้วหน่วยควบคุมสถานีจะทำการเตือน  
 ต้นทางให้ว่าหมายเลขปลายทางขณะนั้นว่างแล้วสำหรับวิธีการในการจองเลขหมายนั้น เมื่อต้น  
 ทางต่อไปยังปลายทางแล้วปรากฏว่าปลายทางไม่ว่าง ต้นทางต้องเคาะแป้นวางหูภายในเวลา 3  
 วินาทีจากนั้นต้นทางที่ทำการจองสายจะได้รับสัญญาณเสียงการจองเลขหมายแสดงว่าหน่วยควบคุม  
 สถานีรับรู้สถานะการจองเลขหมายแล้ว ให้ผู้จองเลขหมายวางหู เมื่อใดก็ตามที่หมายเลขปลาย  
 ทางว่างลง จะมีสัญญาณกระดิ่งดังขึ้นที่ต้นทาง เป็นการเตือนต้นทางว่าขณะนี้หมายเลขปลายทาง  
 ว่างแล้ว เมื่อต้นทางได้รับสัญญาณกระดิ่ง ต้องยกหูขึ้นภายในเวลา 20 วินาที (มีฉะนั้นหน่วยควบ  
 คุมสถานีจะยกเลิกสถานะการจองสาย หรือถ้าต้นทางยกหูก่อนได้รับสัญญาณกระดิ่งเรียก หน่วย  
 ควบคุมสถานี จะยกเลิกการจองเลขหมายเช่นกัน)

เมื่อต้นทางยกหูแล้ว จะได้รับสัญญาณ Ring Back Tone เหมือนกับในกรณีเริ่ม  
 กดปุ่มเลือกหมายเลขใหม่ จากนั้นเมื่อผู้ใช้ปลายทางยกหูโทรศัพท์สองเครื่องจะสามารถติดต่อกัน  
 ได้ตามปกติ (ในกรณีที่เลขหมายปลายทางยกหูก่อนที่หมายเลขผู้จองจะยกหูในเวลา 20 วินาที ดัง  
 กล่าวข้างต้น หน่วยควบคุมสถานี จะยกเลิกการจองเลขหมายด้วย)

### 2.3 วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์

วิทยานิพนธ์ เรื่อง การพัฒนาโปรแกรมควบคุมข่ายวงจรท้องถิ่น โดยใช้โปรโตคอล  
 CSMA/CD มีวัตถุประสงค์ ดังต่อไปนี้

คือ เพื่อควบคุมการติดต่อสื่อสารสัญญาณเสียงและข้อมูลภายในข่ายวงจรท้องถิ่น  
 ให้เป็นไปอย่างถูกต้องและมีประสิทธิภาพดี