บทที่ 4

การออกแบบและรายละเอียดส่วนซอฟต์แวร์

การออกแบบซอฟต์แวร์ของระบบ

ซอฟต์แวร์ของระบบแบ่งออกเป็นส่วนหลักได้ 2 ส่วนคือ

ก. ซอฟต์แวร์ควบคุมติดต่อสื่อสารบน IBM PC ทำการออกแบบภายใต้ระบบปฏิบัติการแบบ Windows เราจึงเลือกใช้ภาษา Visual Basic ซึ่งมีข้อดีเนื่องจาก

1) เป็นภาษาที่ใช้ในการพัฒนาโปรแกรมภาษาใต้ระบบปฏิบัติการแบบ Windows ได้ง่าย

2) สามารถสร้างโปรแกรมที่เต็มไปด้วย กราฟิคัลยูเซอร์อินเตอร์เฟซ (Graphical user Interface หรือ GUI) ได้ง่าย

3) เป็นภาษาที่สนับสนุนการทำงานในแบบ Event-driven programming

4) การจัดตัวแปรใน Visual Basic มีกฎเกณฑ์ ซึ่งง่ายในการเข้าใจและการจดจำ

5) เป็นภาษาที่เขียนโปรแกรมควบคุมพอร์ตอนุกรมสื่อสาร RS232-C ได้

ข. ซอฟต์แวร์ ควบคุมติดต่อสื่อสารบนตัวควบคุมเทอร์มินัลโนด ทำการออกแบบด้วยภาษาแอสเซมบลี (Assembly language Program) ของไมโครคอนโทรลเลอร์เบอร์ 80C31 เหตุที่เลือกภาษาแอสเซมบลีในการพัฒนาโปรแกรมเนื่องจาก

1) โปรแกรมที่พัฒนามีขนาดกลางและไม่มีความซับซ้อนในการควบคุมมากนัก
2) ต้องการความรวดเร็วในการประมวลผลให้ใกล้เคียงกับเวลาที่เป็นจริงที่สุด
3) สามารถจัดหาเครื่องมือที่ช่วยพัฒนาโปรแกรมได้เป็น อีพรอมอีมูเลเตอร์ (EPROM Emulator)

ซอฟต์แวร์ควบคุมติดต่อสื่อสารบนไมโครคอมพิวเตอร์

ซอฟต์แวร์ควบคุมติดต่อสื่อสารบน IBMPC ใช้ภาษา Visual Basic ลักษณะโปรแกรมที่ออกแบบจะมีลักษณะเป็น Form ซึ่งก็คือ เป็น Windows นั่นเอง โดยการออกแบบจะมีทั้งหมด 4 Formดังนี้

1. Configuration Form

   เป็น Form เริ่มแรกที่แสดงให้ผู้ใช้เห็น ซึ่งเป็น Form ที่ถามค่า Set-up ต่าง ๆ ดังนี้

   ก. ค่าแอดเดรส ประจำตัวของผู้ใช้งาน ซึ่งป้อนได้ 6 ตัวอักษร

   ข. ค่า SSID ของผู้ใช้งาน

   ค. ค่า Acknowledgement Timer (T1)

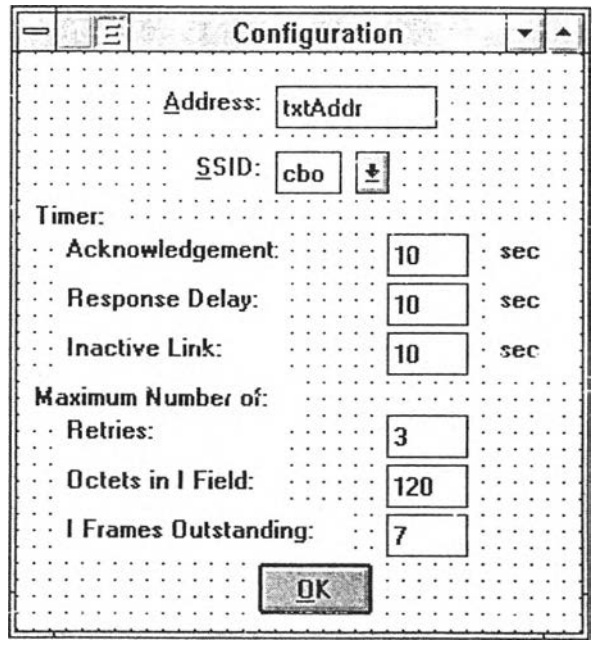
   ง. ค่า Response Delay Time (T2)

   จ. ค่า Inactive Link Timer (T3)

   ฉ. ค่า Maximum Number of Retries (N2)

   ช. ค่า Maximum Octets in I Field

   ซ. ค่า Maximum Number of I Frames Outstanding



รูปที่ 4.1 Configuration Form บนจอ PC

2. Main Form

เป็น Form ใช้ขณะที่สถานีสื่อสารนี้อยู่ในขั้นตอน พร้อมจะติดต่อกับสถานีสื่อสารข้อมูลอื่น Form นี้ มีปุ่มใช้งานอยู่ 4 ปุ่ม

ก. ปุ่ม Connect

เป็นปุ่มเมื่อต้องการต่อเชื่อมเส้นทางสื่อสาร (Link Connection) เมื่อใช้อุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง (Mouse) ทำการ click ปุ่มนี้ก็จะปรากฏ Address Form ซึ่งจะอธิบายต่อไป

ข. ปุ่ม Disconnect

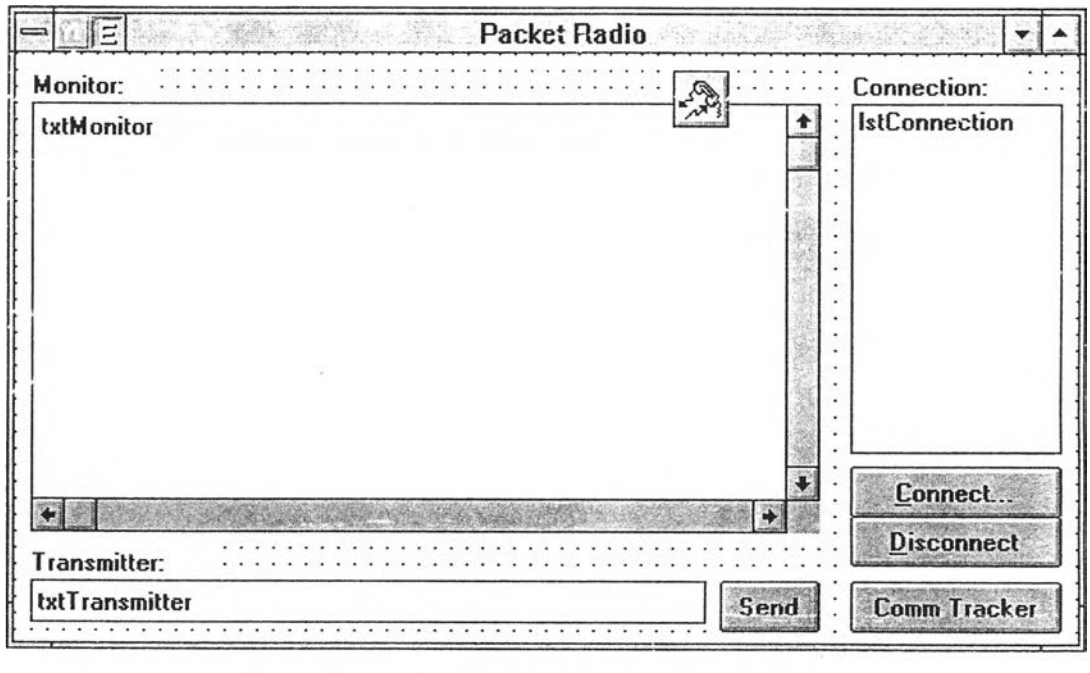
เป็นปุ่มเมื่อต้องการยกเลิกเส้นทางสื่อสาร (Link Disconnection) กับสถานีสื่อสารข้อมูลที่ได้สร้างเส้นทางสื่อสารไว้แจ้ง

ค. ปุ่ม Command Tracker

เป็นปุ่มใช้ช่วยในการแก้ไขและพัฒนาโปรแกรมต่อไปในอนาคต เมื่อใช้อุปกรณ์ชี้ตำแหน่ง (Mouse) ทำการกดปุ่มนี้ก็จะปรากฏ Tracker Form ซึ่งจะอธิบายต่อไป

ง. ปุ่ม Send

เป็นปุ่มที่ใช้ในการส่งข้อมูล หลังจากสร้างเส้นทางสื่อสารไว้เรียบร้อยแล้ว



รูปที่ 4.2 Main Form บนจอ PC

3. Address Form

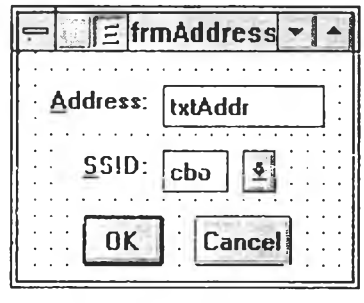
เป็น Form ที่เกิดขึ้นหลังจากที่โปรแกรมเข้าสู่ Main Form แล้วและหลังจากที่ใช้อุปกรณ์ชี้ตำแหน่งทำการกดปุ่ม connect เป็นปุ่มแสดงความต้องการสร้างเส้นทางสื่อสาร และเมื่อเกิด Address Form บน Form มีส่วนให้ป้อนค่า 2 ส่วนคือ

ก. ส่วน Address

ส่วนนี้ป้อนค่าตัวอักษรได้ 6 ตัวอักษร ซึ่งจะเป็นแอดเดรสของสถานีปลายทางที่ต้องการติดต่อด้วย

ข. ส่วน SSID

ส่วนนี้เลือกค่า SSID ของสถานีปลายทางที่ต้องการติดต่อด้วย



รูปที่ 4.3 Address Form บนจอ PC

4. Tracker Form

เป็น Form ที่ใช้ในการแก้ไขและพัฒนาโปรแกรม โดยจะมีส่วนแสดงผลใน Form ซึ่งจะแสดงข้อมูลในการส่งออกและรับเข้าไมโครคอมพิวเตอร์ โดยมีปุ่มทำงานอยู่ 2 ปุ่ม

ก. ปุ่ม Clear

เป็นปุ่มสำหรบ clear ตัวอักษร ตัวเลข บนกรอบภายใน Command Tracker

ข. ปุ่ม Reset State

เป็นปุ่มสำหรับ Reset state ให้ไปที่ state "0" โดยโปรแกรมในขณะรับข้อมูลในส่วนนี้กำหนด state ไว้ 6 state ดังนี้

State 0 รอเก็บ Source Address

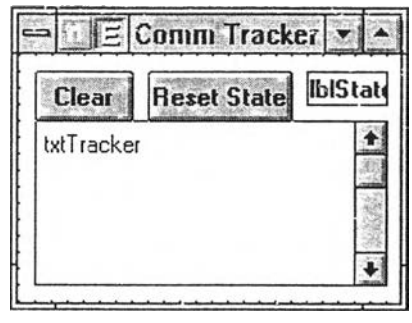
State 1 รอเก็บ Destination Address

State 2 รอเก็บ Repeater Address (ในกรณีไม่ใช้ก็จะผ่านส่วนนี้ไป)

State 3 รอเก็บ ส่วน Control Field

State 4 รอเก็บ ส่วน PID (ในกรณีนี้ไม่ใช้)

State 5 รอเก็บ ส่วน Information Field



รูปที่ 4.4 Tracker Form บนจอ PC

ซอฟต์แวร์ควบคุมติดต่อสื่อสารบนตัวควบคุมเทอร์มินัลโนด

1. แผนผังหน่วยความจำ (Memory Map)

แผนผังการใช้หน่วยความจำทั้งหมดประกอบด้วยหน่วยความจำที่เป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานของ TNC เก็บไว้ใน EPROM เริ่มต้นจาก แอดเดรส OOOOH ถึงแอดเดรสสูงสุดไม่เกิน 8000H ประกอบด้วยโปรแกรม 3 ส่วนคือ โปรแกรม Initial โปรแกรมการตั้งค่า (Set-up mode) โปรแกรมควบคุมการทำงาน (Operation mode)

เนื้อที่ของ RAM แบ่งออกเป็น 4 ส่วนคือ

ก. หน่วยความจำของค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของโพรโทคอล AX.25 มีแอดเดรสตั้งแต่ 8000H ภายในประกอบด้วยหน่วยความจำขนาด 1 ไบต์ จำนวน 7 ค่าและหน่วยความจำขนาด 6 ไบต์ จำนวน 1 ค่า โดยแสดงดังตารางที่ 4.1

แอดเดรส	ค่าพารามิเตอร์ที่เก็บ
8000H	Acknowledgement Timer T1 (sec)
8001H	Response Delay Timer T2 (sec)
8002H	Inactive Link Timer T3 (sec)
8003H	Maximum Number of Retries N2
8004H	Maximum Nober of Octets/I Frame N1
8005H	Maximum Number of I Frames Outstanding K
8006H	1 st CH CALL SIGN
8007H	2 nd CH CALL SIGN
8008H	3 rd CH CALL SIGN
8009H	4 th CH CALL SIGN
800AH	5 th CH CALL SIGN
800BH	6 th CH CALL SIGN
800CH	SSID

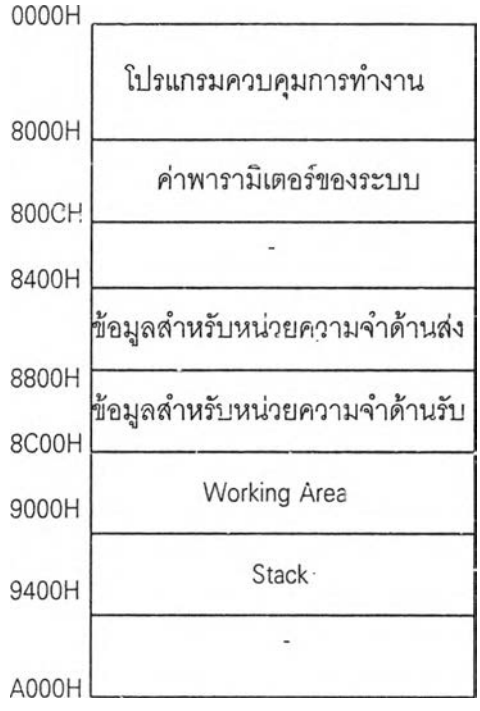
ตารางที่ 4.1 ค่าพารามิเตอร์ที่เก็บไว้ในหน่วยความจำที่เป็น RAM

ข. หน่วยความจำของข้อมูลส่ง มีแอดเดรสตั้งแต่ 8400H ถึงแอดเดรส 8800H โดยเป็น Buffer ของข้อมูลที่จะส่ง

ค. หน่วยความจำของข้อมูลรับ มีแอดเดรสตั้งแต่ 8800H ถึงแอดเดรส 8C00H โดยเป็น Buffer ของข้อมูลที่ได้รับมา

ง. Working Area เป็นหน่วยความจำที่ใช้สำหรับการประมวลผลและการทำงานของอุปกรณ์

จ. หน่วยความจำ Stack แผนผังหน่วยความจำดังในรูปที่ 4.5



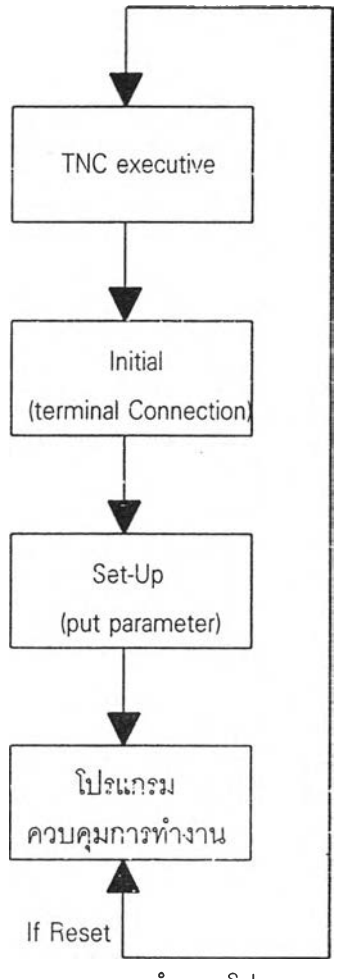
รูปที่ 4.5 แผนผังหน่วยความจำของ TNC

2.แผนผังพอร์ต (I/O Map)

พอร์ตข้อมูลสำหรับการอินเตอร์เฟซ ประกอบด้วยแอดเดรสของ CPU 80C31 ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ตารางที่ 3.2

3.ขั้นตอนการทำงานโปรแกรมของระบบ

เมื่อเริ่มเปิดเครื่อง TNC TNC จะรีเซตตัวเองแล้วเข้าสู่โปรแกรม Initial โปรแกรมนี้จะทำหน้าที่ในการติดต่อกับไมโครคอมพิวเตอร์ ผ่านทางพอรต์อนุกรม RS232-C โดยผลัดกันรับและส่งข้อมูลด้วยค่าต่าง ๆ ที่กำหนดในโปรแกรม ถ้าการรับ-ส่งค่านั้นถูกต้อง ก็จะผ่านขั้นตอนนี้เข้าสู่โปรแกรมตั้งค่า ซึ่งโปรแกรมนี้จะทำการตั้งค่าต่าง ๆ ตามโพรโทคอล AX.25 โดยค่าต่าง ๆ จะส่งมาจากไมโครคอมพิวเตอร์ผ่านทางพอร์ตอนุกรม แล้วเก็บค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ลงตามแอดเดรสที่ได้กำหนดไว้ จากนั้นโปรแกรมก็จะเปลี่ยนเข้าสู่โปรแกรมควบคุมการทำงาน ซึ่งภายในโปรแกรมควบคุมการทำงาน โดยโปรแกรมจะตรวจสอบสถานะต่าง ๆ ของ TNC รวมทั้งตรวจสอบเงื่อนไขการเปลี่ยนสถานะ และทำการเปลี่ยนสถานะของ TNC ซึ่งรายละเอียดจะกล่าวต่อไปแผนภาพแสดงการทำงานของระบบเป็นดังรูป 4.6



รูปที่ 4.6 แผนภาพการทำงานโปรแกรมของระบบ

4. โปรแกรม Initial

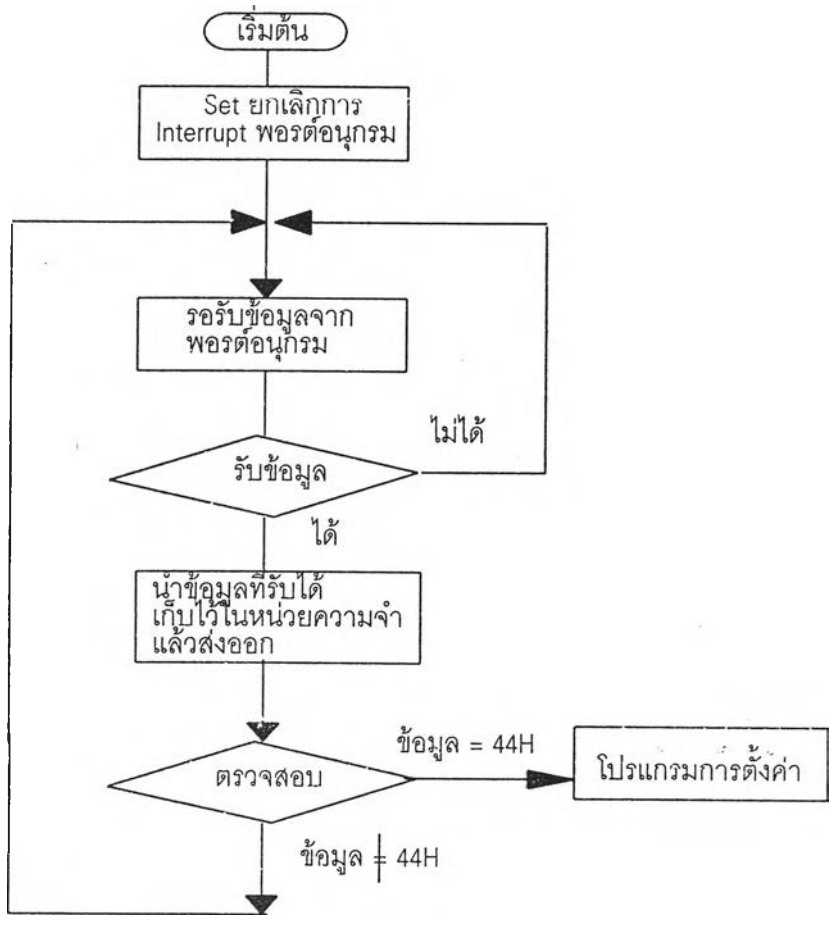
เป็นโปรแกรมที่เมื่อเปิดเครื่อง TNC หรือภายหลังที่เรารีเซตฮาร์ดแวร์ของ TNC แล้วขั้นตอนแรกจะเข้าสู่โปรแกรม Initial โดยจะรอรับข้อมูลที่ส่งมาจากไมโครคอมพิวเตอร์ด้วยอักษร ASCII จำนวน 3 ตัวคือ 41H, 42H, 43H โดยจะส่งและรับเป็นจำนวน 12 ครั้ง โดยโปรแกรมการรับ-ส่งข้อมูลผ่านพอร์ตอนุกรมของ CPU 80C31 นั้น แบ่งออกได้ 3 วิธีคือ

ก. การรับและส่งข้อมูลด้วยวิธีใช้ตัวหน่วงเวลา

ข. การรับและส่งข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบบิต RI/บิต TI

ค. การรับและส่งข้อมูลโดยใช้การอินเตอร์รัปต์

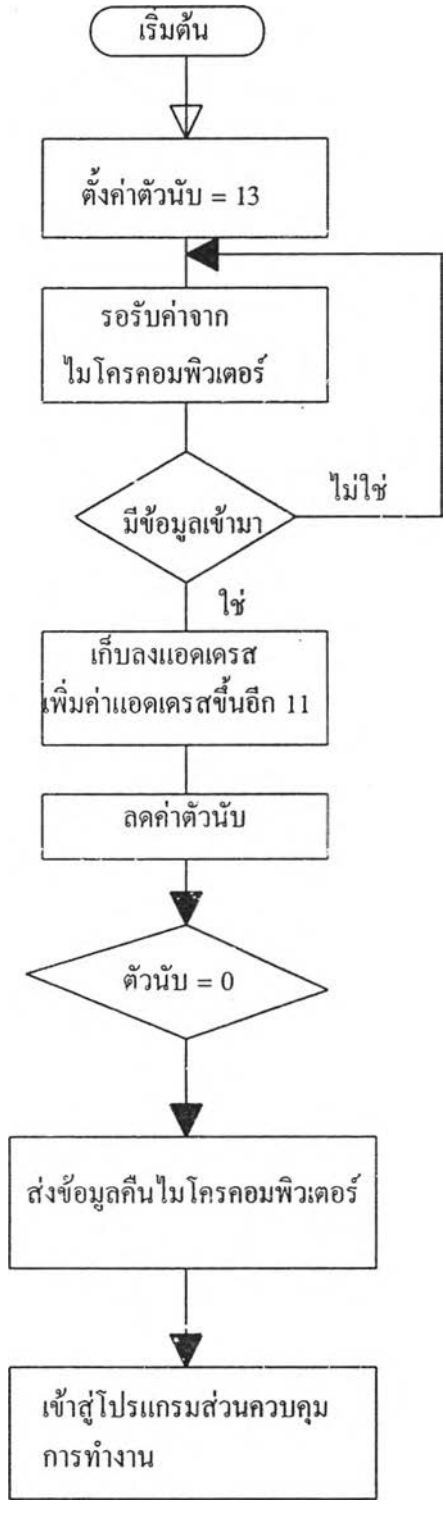
เนื่องจากโปรแกรมในส่วน Initial นี้ การทำงานของโปรแกรมไม่มีความซับซ้อนมากนักเราจึงเลือกวิธีการส่ง-รับข้อมูลด้วยวิธีการตรวจสอบบิต RI/บิต TI โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม Initial เป็นดังนี้



รูปที่ 4.7 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรม Initial

5. โปรแกรมการตั้งค่า

หลังจากที่โปรแกรมทำงานผ่านขั้นตอน Initial มาแล้ว ก็จะมาถึงการตั้งค่า ซึ่ง

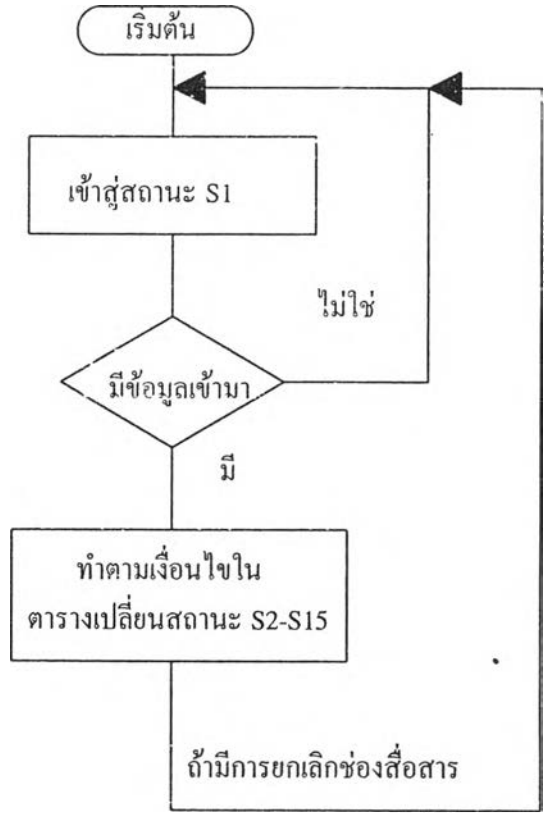


รูปที่ 4.8 โฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมการตั้งค่า

ค่าเหล่านี้มีความสำคัญเนื่องจากจะนำค่าที่ตั้งเหล่านี้ไปใช้ในโปรแกรมควบคุมการทำงาน ค่าที่ตั้งจะรับมาจากไมโครคอมพิวเตอร์ทางพอรต์อนุกรม RS-232 เช่นเดียวกับโปรแกรม Initial การรับ-ส่ง

ข้อมูลพอรต์อนุกรมของ CPU 80C31 เราใช้วิธีตรวจสอบบิต RI/บิต TI โดยมีโฟลว์ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมการตั้งค่าดังรูป 4.8

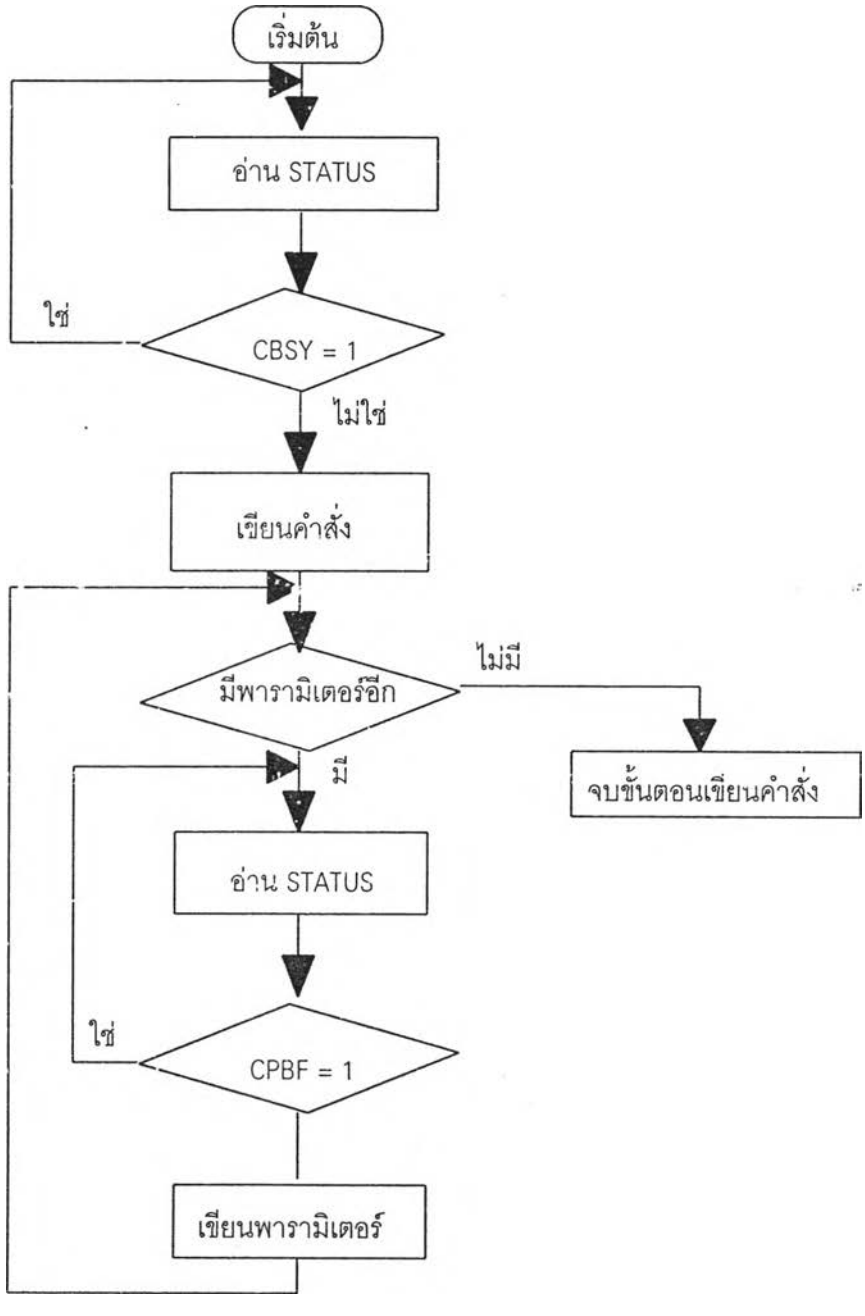
เมื่อเริ่มเข้าสู่โปรแกรมการตั้งค่า ก็จะตั้งค่าตัวนับเป็น 13 เนื่องจากเรามีหน่วยความจำอยู่13ไบต์ที่ต้องเก็บค่าพารามิเตอร์ จากนั้นโปรแกรมจะรอรับข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์ ถ้ามีข้อมูลเข้ามาก็จะเอาค่านั้นเก็บไว้ที่แอดเดรส 8000H ซึ่งเป็นแอดเดรสแรก จากนั้นจะเพิ่มค่าแอดเดรสขึ้นอีกหนึ่งโดยมี pointer ชี้แอดเดรสอยู่จากนั้นลดค่าตัวนับลง ถ้าตัวนับเท่ากับ "0" แสดงว่าข้อมูลที่ส่งมาครบแล้ว แต่ถ้าตัวนับยังไม่เท่ากับ"0"แสดงว่ายังรับค่าพารามิเตอร์มาเก็บไว้ไม่ครบก็จะไปรอรับข้อมูลต่อถ้ารับค่าพารามิเตอร์ครบแล้วโปรแกรมก็จะส่งข้อมูลแอดเดรส 8000H ถึงแอดเดรส 800CH กลับไปยังไมโครคอมพิวเตอร์แล้วก็รอรับข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์ ถ้าข้อมูลที่ได้รับมีค่าเป็น 44H แสดงว่า ค่าพารามิเตอร์รับได้ถูกต้องถ้ามีค่าเป็นอย่างอื่นแสดงว่ารับค่าพารามิเตอร์ได้ไม่ถูกต้องก็จะไปรอรับข้อมูลค่าพารามิเตอร์ใหม่



รูปที่ 4.9 โฟลว์ชาร์ตหลักการทำงานของโปรแกรมควบคุม

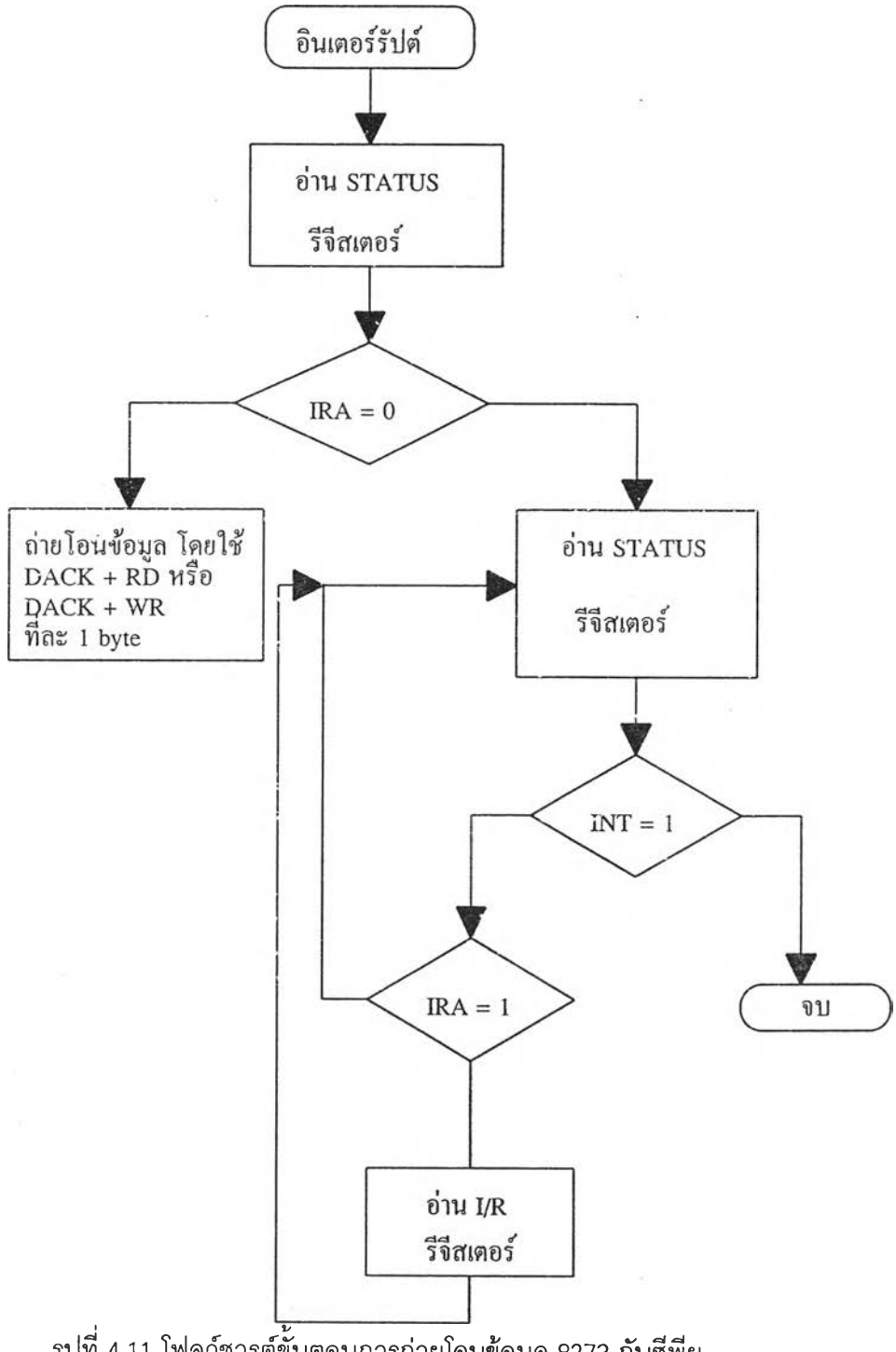
6. โปรแกรมควบคุมการทำงาน

หลังจากที่ผ่านโปรแกรมตั้งค่าเรียบร้อยแล้ว ก็จะเข้าสู่โปรแกรมควบคุมการทำงาน ซึ่งจะเข้าสู่สถานะแรกในโปรแกรมคือ สถานะ Disconnected (S1) ซึ่งสถานะต่าง ๆ ของ TNC จะมีทั้งหมด 16 สถานะ การเปลี่ยนสถานะตามเงื่อนไขในตารางการเปลี่ยนสถานะของ TNC



รูปที่ 4.10 โฟลว์ชาร์ตขั้นตอนการเขียนคำสั่งให้ 8273

ตามโพรโทคอลแบบ AX.25 บทที่ 2 ในตารางที่ 2.1 - 2.3 จะเห็นว่า การเปลี่ยนสถานะของ TNC ขึ้นกับว่ากลุ่มข้อมูลที่ TNC รับได้นั้นเป็นเฟรมแบบอะไร หรือเกิดเหตุการณ์ต่าง ๆ ขึ้น เช่นเกิดเวลาที่ตั้ง (T1) หมดเวลาลงหรือเมื่อเกิดการเรียกซ้ำเกินจำนวน N2 ครั้ง หรืออาจจะมีการรับคำสั่งมาจากไมโครคอมพิวเตอร์ ให้ทำงานตามคำสั่งซึ่งการทำงานเป็นไปตามตารางการเปลี่ยนสถานะโฟลว์-ชาร์ตการทำงานของโปรแกรมควบคุมการทำงาน



รูปที่ 4.11 โฟลว์ชาร์ตขั้นตอนการถ่ายโอนข้อมูล 8273 กับซีพียู

ขั้นตอนการรับส่งเฟรมข้อมูลของคู่สถานีสื่อสารนั้น CPU 80C31 ต้องป้อนคำสั่งให้ไอซีเบอร์ 8273 ขั้นตอนการเขียนคำสั่งให้ ไอซี 8273 เป็นดังรูปที่ 4.10

จากรูปที่ 4.10 จะเห็นว่า ก่อนการเขียนคำสั่ง เขียนพารามิเตอร์ จะต้องมีการตรวจสอบบิตภายใน Status Register Bit ที่ 7 Command busy (CBSY) ถ้า CBSY เท่ากับ"0"แสดงว่า Command phase ได้เสร็จสิ้นแล้ว อนึ่งขณะที่ CBSY ยังคงมีค่าเท่ากับ"1"ถ้ามีการเขียนคำสั่งลงใน Command Register อีกจะทำให้เกิดการผิดพลาดขึ้นได้ และบิตที่ 5 Command Parameter Buffer Full (CPBF) CPBF เท่ากับหนึ่งเมื่อ Parameter Register เต็ม และจะถูก Reset เมื่อ 8273 ยอมรับพารามิเตอร์ที่ถูกเขียนลงไป ในกรณีที่คำสั่งบางชนิดต้องการพารามิเตอร์มากกว่า1ค่า ซีพียูจะทำการตรวจสอบบิตนี้ก่อนที่จะเขียนพารามิเตอร์ตัวต่อไป การส่งผ่านข้อมูลของ 8273 นั้น เราใช้วิธีการให้ 8273ให้สัญญาณอินเตอร์รัปต์กับซีพียูเมื่อ8273ต้องการรับหรือส่งข้อมูล โดยมีโฟลว์ชาร์ตการรับส่งข้อมูลรวมทั้งการตรวจสอบผลลัพธ์ (Results) ดังรูปที่ 4.11

จากโฟลว์ชาร์ตการถ่ายโอนข้อมูล เกิดเมื่อมีคำสั่งจากซีพียูให้ 8273 ทำการส่ง (คำสั่ง Transmit Frames) หรือทำการรับข้อมูล (คำสั่ง Receive) 8273 ก็จะให้สัญญาณอินเตอร์รัปต์ไปยังซีพียู ซึ่งในวงจรได้ออกแบบแยกสัญญาณอินเตอร์รัปต์ด้านรับและสัญญาณอินเตอร์รัปต์ด้านส่ง และหลังจากที่เกิดอินเตอร์รัปต์แล้ว ซีพียูจะไปทำโปรแกรมส่วนบริการอินเตอร์รัปต์ ตามโฟลว์-ชาร์ต โดยจะตรวจสอบ บิตที่ 1 ของ Status Register คือ Receiver Interrupt Result Aunilable (RXIRA) ซึ่งเกิดในกรณีทำคำสั่งให้รับข้อมูล และตรวจสอบบิตที่ 0 คือ Transmitter Interrupt Result Availabel (TXIRA) ซึ่งเกิดในกรณีทำคำสั่งให้ส่งข้อมูล และการอ่านผลลัพธ์ว่าการส่งหรือการรับสมบูรณ์ หรือมีความผิดพลาดอย่างไร ซีพียูจะอ่านผลลัพธ์จากบิตที่ 3 หรือบิตที่ 2 ของ Status Register บิตที่ 3 คือ Receiver Interrput (RXINT) บิตที่ 2 คือ Transmitter Interrupt (TXINT) ถ่ายโอนข้อมูล 1 ไบต์ จะเกิดการอินเตอร์รัปต์ 1 ครั้ง แต่การอินเตอร์รัปต์ เพื่อให้ผลลัพธ์จะอินเตอร์รัปต์ 1 ครั้ง ต่อการส่ง 1 เฟรม

ในโปรแกรมควบคุมการทำงานนี้จะมีโปรแกรมย่อยคือ โปรแกรมตั้งเวลา โปรแกรม-ตรวจสอบสถานะ โปรแกรมควบคุมการทำงานเครื่องรับ-ส่งวิทยุ โดยโปรแกรมเหล่านี้จะถูกเรียกจากโปรแกรมหลักของโปรแกรมควบคุมการทำงาน