บทที่ 5

โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของระบบ

เนื่องจากการเชื่อมต่อกันทางชั้นกายภาพของระบบ แบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนสถานีควบคุมกับส่วนโมดูลระยะไกล ดังนั้นงานทางด้านซอฟต์แวร์ของทั้ง 2 ส่วน จึงเป็นอิสระจากกัน ผู้วิจัยจะกล่าวถึงโครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของระบบเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนแรกเป็นโครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของสถานีควบคุมและส่วนที่สองเป็นโครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของโมดูลระยะไกล

โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของสถานีควบคุม

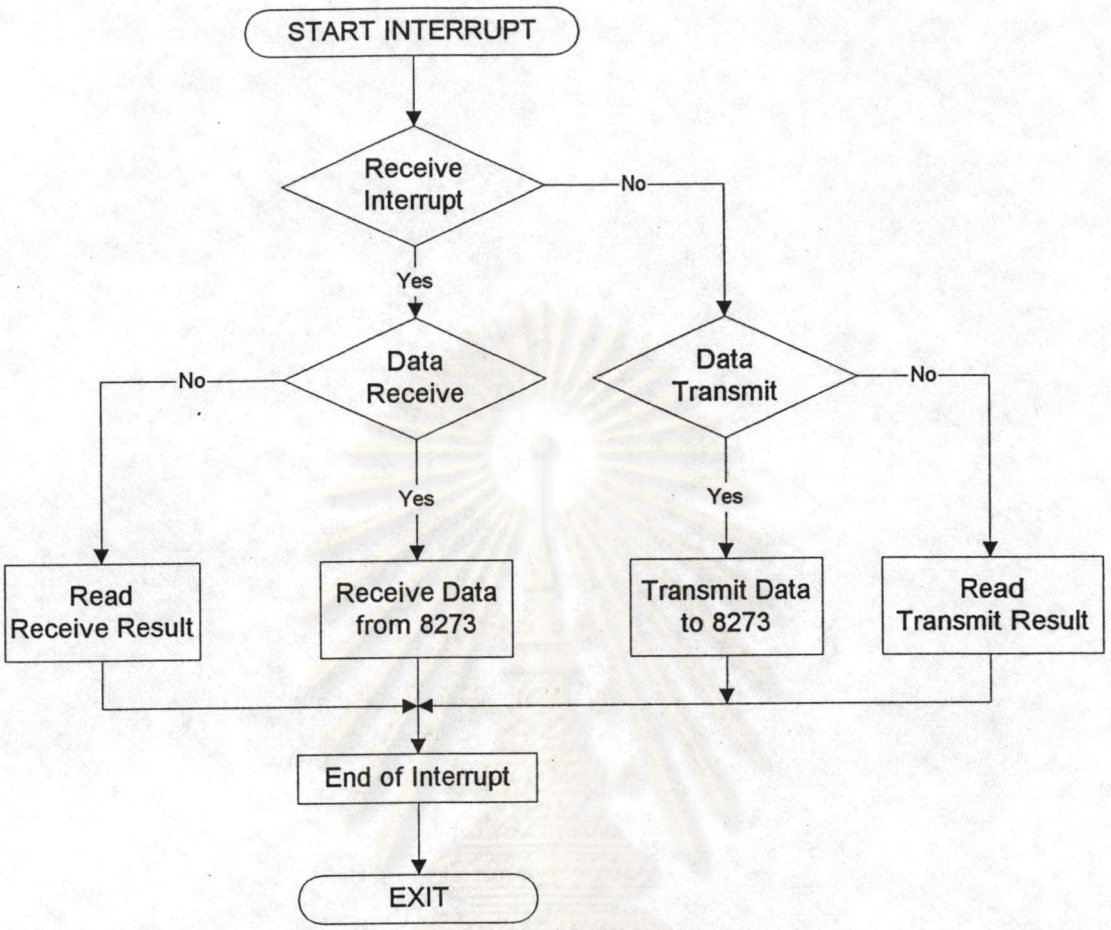
สำหรับซอฟต์แวร์ที่นำมาใช้งานกับสถานีควบคุม เป็นซอฟต์แวร์ควบคุมสำเร็จรูป ชื่อ GENESIS Control Series ซึ่งต้องมีการพัฒนาโปรแกรมส่วนไดร์เวอร์เพื่อควบคุมการทำงานของวงจรควบคุมโปรโตคอลได้อย่างถูกต้อง การพัฒนาโปรแกรมในส่วนนี้ใช้ภาษาชั้นสูงคือภาษา C

โครงสร้างหลักทางซอฟต์แวร์ของสถานีควบคุมประกอบด้วย 3 ส่วนคือ โปรแกรมอินเทอร์รัพต์ โปรแกรมหลัก และ ฟังก์ชันหลักของซอฟต์แวร์ GENESIS ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้

1 โปรแกรมอินเทอร์รัพต์

โปรแกรมอินเทอร์รัพต์ที่สถานีควบคุมนี้ ใช้ในการรับส่งข้อมูลผ่านตัวควบคุมโปรโตคอล โดยสัญญาณที่เป็นส่วนกำเนิดการเกิดอินเทอร์รัพต์ เป็นขาสัญญาณอินเทอร์รัพต์ส่ง (TxINT)และขาสัญญาณอินเทอร์รัพต์ (TxINT) ของตัวควบคุมโปรโตคอล

เมื่อเกิดสัญญาณอินเทอร์รัพต์แต่ละครั้ง จะมีการรับส่งข้อมูลขนาด 1 ไบต์ หรืออินเทอร์รัพต์ เพื่อให้ส่วนประมวลผลกลางอ่านผลการส่งหรือผลการรับแต่ละเฟรมข้อมูลแสดงเป็นผังงานของโปรแกรมดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงผังงานของโปรแกรมอินเทอร์รัพต์

2 โปรแกรมหลัก

ดังได้กล่าวในบทที่ 3 โปรแกรมหลักแบ่งเป็น 2 แบบ

2.1 โปรแกรมที่ทำงานเพียงครั้งเดียว

เป็นโปรแกรมที่ทำงานเพียงครั้งเดียวเพื่อกำหนดฮาร์ดแวร์ที่โปรแกรมได้ทำงานตามที่ระบบต้องการเช่น การกำหนดค่าของไทม์เมอร์ การกำหนดโมดต่าง ๆ ของตัวควบคุมโปรโตคอล นอกจากนี้แล้วจะทำการทดสอบการรับส่งข้อมูลภายในตัวควบคุมโปรโตคอลในตอนเริ่มเข้าสู่ระบบด้วย หากการทดสอบผ่านอย่างสมบูรณ์จึงจะสามารถเข้าสู่ระบบได้

สำหรับการกำหนดโมดการทำงานของตัวควบคุมโปรโตคอลมี 2 ส่วนคือ ส่วนการกำหนดโมดการทำงานของ 8273 เพื่อทดสอบการรับส่งข้อมูลภายใน แสดงดังตารางที่ 5.1 ส่วนที่สองเป็นการกำหนดโมดการทำงานของ 8273 เพื่อปฏิบัติงานจริง แสดงดังตารางที่ 5.2 (ดูรายละเอียดการใช้งานในภาคผนวก ก.)

Command Mode	Command	Parameter	Description
Reset One-Bit Deley	64 H	7F H	Stop one bit delay transmission
Set Data Transfer	97 H	01 H	Interrupt data transfer
Set Operating	91 H	20 H	HDLC mode
Set Serial I/O	A0 H	07 H	NRZI and loopback transfer
Receive Command	C0 H	B0,B1	General receive
Transmit Command	C8 H	L0,L1	Transmit frame

ตารางที่ 5.1 สรุปการโปรแกรมโมดการทำงานของ 8273 เพื่อทดสอบการรับส่งข้อมูลภายใน

Command Mode	Command	Parameter	Description
Reset One-Bit Deley	64 H	7F H	Stop one bit delay transmission
Set Data Transfer	97 H	01 H	Interrupt data transfer
Set Operating	91 H	20 H	HDLC mode
Set Serial I/O	A0 H	01 H	NRZI mode
Receive Command	C0 H	B0,B1	General receive
Receive Disable	C5 H	-	Receive disable
Transmit Command	C8 H	L0,L1	Transmit frame

ตารางที่ 5.2 สรุปการโปรแกรมโมดการทำงานของ 8273 เพื่อการดำเนินงานจริง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.2 โปรแกรมที่ทำงานแบบวนรอบ

โปรแกรมส่วนนี้ประกอบด้วย 2 ส่วนหลักคือ ส่วนแรกเป็นโปรแกรมบริการผู้ใช้ในส่วนการรับข้อมูลจากหน้าจอ โปรแกรมการแสดงผลต่าง ๆ และโปรแกรมที่ใช้ในจัดการข้อมูล และส่วนที่สองเป็นโปรแกรมตรวจสอบเงื่อนไขการรับส่งข้อมูล ถ้าตรวจสอบพบว่าเข้าเงื่อนไขการส่ง จะเริ่มกระบวนการส่งข้อมูลแล้วรอรับข้อมูลที่จะถูกตอบกลับมาในช่วงเวลาหนึ่งเพื่อนำข้อมูลเหล่านี้ไปวิเคราะห์ในระบบ

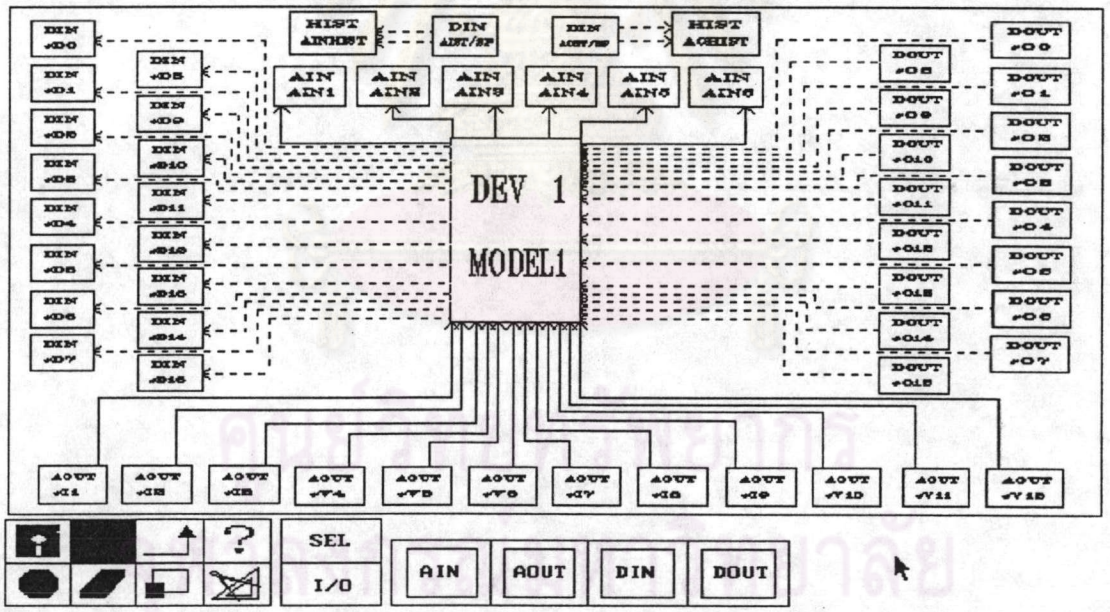
3 ฟังก์ชันหลักของซอฟต์แวร์ GENESIS ที่นำมาใช้ในงานวิจัยนี้

ซอฟต์แวร์ GENESIS นี้มีฟังก์ชันการใช้งานไว้รองรับการทำงานในหลาย ๆ ระบบจึงประกอบด้วยฟังก์ชันการทำงานที่หลากหลายและใช้งานได้ง่าย ผู้วิจัยจะขอกล่าวถึงฟังก์ชันสำคัญๆที่นำมาใช้ประกอบกับงานวิจัยนี้เท่านั้น ซึ่งมีส่วนสำคัญดังนี้

3.1 โปรแกรมการเริ่มต้นระบบ

การกำหนดการทำงานของระบบรวมจะต้องผ่านการตั้งรูปแบบการทำงานต่างๆ ภายในระบบที่ส่วนเริ่มต้นระบบ ซึ่งมีขั้นตอนที่สำคัญ 2 ส่วนด้วยกันคือ ส่วนแรกเป็นส่วนกำหนดรูปลักษณ์การต่อกันของอุปกรณ์ในระบบ (Strategy Configuration) และส่วนที่สองเป็นส่วนสร้างหน้าจอแสดงผลหรือแสดงค่าต่าง ๆ เป็นส่วนที่สร้างไว้เพื่อแสดงค่าสถานะต่าง ๆ ขณะการทำงานจริง ซึ่งในส่วนที่สองนี้ แสดงในบทที่ 6 หัวข้อการทดสอบ

รูปที่ 5.2 แสดงการกำหนดรูปลักษณ์การต่อกันของอุปกรณ์ในระบบการเก็บข้อมูลและควบคุมระยะไกลตามมาตรฐาน RS-485



รูปที่ 5.2 แสดง Strategy Configuration ของระบบ

3.2 ส่วนการรับข้อมูลจากผู้ใช้

ขณะที่ทำงาน (Runtime) ผู้ใช้สามารถป้อนข้อมูลในการควบคุมและกำหนดฟังก์ชันการแสดงหน้าจอ โดยการกดปุ่มต่าง ๆ รวมทั้งปุ่มฟังก์ชันของคีย์บอร์ด (ปุ่มที่ถูกใช้บ่อยคือปุ่มฟังก์ชัน เป็นปุ่มที่กำหนดการแสดงผลหรือฟังก์ชันที่สำคัญที่ระบบกำลังดำเนินการอยู่ ซึ่ง

ซอฟต์แวร์ GENESIS จะมีเมนูแสดงฟังก์ชันที่กระทำของแต่ละปุ่มฟังก์ชันที่ด้านล่างของหน้าจอ)

3.3 การแสดงผล

การแสดงผลเป็นส่วนสำคัญที่จะทำให้ผู้ใช้รับรู้ความเป็นไปของระบบ ซึ่งรายละเอียดของการแสดงผลว่าแสดงค่าอะไร รูปแบบเป็นอย่างไร ขึ้นอยู่กับขั้นตอนการเริ่มต้นระบบที่ได้กล่าวไว้แล้ว สำหรับการแสดงข้อผิดพลาดของระบบ จะมีข้อความแสดงข้อผิดพลาดที่ด้านล่างซ้ายของจอภาพ

3.4 การจัดการข้อมูล

ส่วนการจัดการข้อมูลมี 2 ขั้นตอน คือ ขั้นตอนแรกเป็นการนำข้อมูลในฐานข้อมูลที่ระบบต้องการส่ง ทำการส่งไปยังโมดูลระยะไกล ขั้นตอนที่สองเป็นการรอรับข้อมูลที่ถูกส่งมาจากโมดูลระยะไกล หากข้อมูลที่ได้รับไม่มีข้อผิดพลาดโปรแกรมส่วนนี้จะทำการเก็บค่าต่าง ๆ เข้าฐานข้อมูล เพื่อใช้ในกระบวนการอื่นต่อไป

<u>โครงสร้างทางซอฟต์แวร์ของโมดูลระยะไกล</u>

งานทางซอฟต์แวร์ของโมดูลระยะไกลมี 2 ลักษณะคืองานที่มีข้อจำกัดทางเวลามาก (Hard-Time Constraint) และงานที่มีข้อจำกัดทางเวลารองลงมา (Soft-time Constraint) สำหรับงานที่มีข้อจำกัดทางเวลามากของโมดูลระยะไกลได้แก่ งานการให้บริการรับส่งข้อมูล ส่วนงานที่มีข้อจำกัดทางเวลารองลงมาเช่น งานตรวจจับสถานะของสัญญาณภายนอก งานตรวจสอบ งานการแปลงผันสัญญาณแอนะลอกเป็นดิจิตอล เป็นต้น

ผู้วิจัยเลือกใช้การพัฒนาโปรแกรมทั้งหมดของโมดูลระยะไกลด้วยภาษาชั้นสูงได้แก่ ภาษา C` สำหรับไมโครคอนโทรลเลอร์ตระกูล MCS-51 [11] ซึ่งเป็นการจำลองการทำงานของไมโครคอนโทรลเลอร์ตัวจริง เมื่อได้โปรแกรมตามที่ต้องการจะนำไปโปรแกรมลงในหน่วยความจำ ROM ภายในตัวไมโครคอนโทรลเลอร์

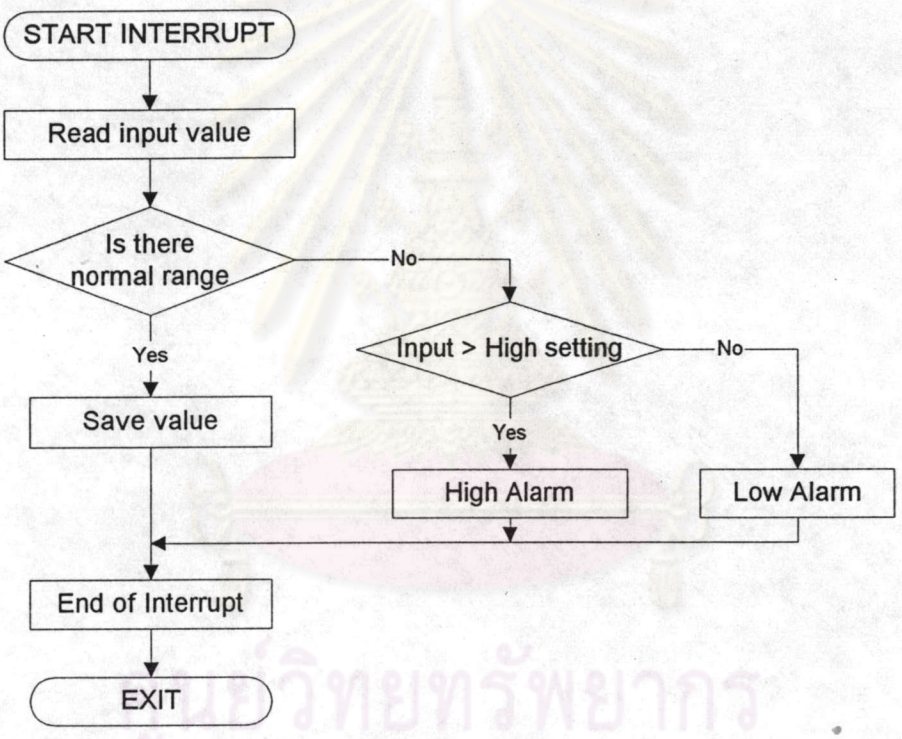
1 โปรแกรมอินเทอร์รัพต์

โปรแกรมอินเทอร์รัพต์ที่โมดูลระยะไกลมี 2 ชนิดคือ โปรแกรมอินเทอร์รัพต์ที่ใช้ในการรับส่งข้อมูล และโปรแกรมอินเทอร์รัพต์ที่เกิดจากตัวตั้งเวลาที่ใช้โมดูลของ PCA ในซีพียู ทำหน้าที่ตั้งเวลาการสุ่ม (Sampling Timer)

โปรแกรมอินเทอร์รัพต์ชนิดแรก ทำหน้าที่ให้บริการรับส่งข้อมูลหรืออ่านผลลัพท์การรับส่งข้อมูลแต่ละเฟรม ซึ่งตัวควบคุมโปรโตคอลจะเป็นผู้ขอบริการอินเทอร์รัพต์อีกที การทำงานของโปรแกรมส่วนนี้ จะตรวจสอบก่อนว่าการเกิดอินเทอร์รัพต์นั้นเป็นอินเทอร์รัพต์ส่วนรับหรือ

อินเทอร์รัพต์ส่วนส่ง เมื่อตรวจสอบได้แล้วว่าเป็นของส่วนใด ก็จะให้บริการแก่ส่วนนั้น ซึ่งรายละเอียดของผังงานแสดงดังรูปที่ 5.1

โปรแกรมอินเทอร์รัพต์ชนิดที่สอง เกิดจากตัวตั้งเวลาการสุ่ม (Sampling Timer)เมื่อถึงเวลาการสุ่มแต่ละครั้ง จะมีการตรวจสอบสถานะของสัญญาณอินพุต ว่าทีค่าสูงกว่าค่าสูงสุดที่ยอมได้ หรือมีค่าต่ำกว่าค่าต่ำสุดที่ยอมได้หรือไม่ หากอยู่ในช่วงการการทำงานปกติจะนำค่าสถานะของสัญญาณนั้นเก็บไว้ในหน่วยความจำ เพื่อรอการการขอข้อมูลจากสถานีควบคุมสำหรับผังงานของโปรแกรมส่วนนี้ แสดงดังรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.3 แสดงผังงานโปรแกรมอินเทอร์รัพต์ของตัวตั้งเวลาการสุ่ม

2 โปรแกรมหลัก

ดังได้กล่าวในบทที่ 3 โปรแกรมหลักแบ่งออกเป็น 2 แบบ

2.1 โปรแกรมที่ทำงานเพียงครั้งเดียว

ลักษณะการทำงานของโปรแกรมในส่วนนี้เหมือนกับที่กล่าวไว้ในหัวข้อ 2.1 ของสถานีควบคุม ในหัวข้อนี้จะกล่าวถึงเฉพาะการกำหนดโมดต่าง ๆ ของตัวควบคุมโปรโตคอล เพื่อการทดสอบการรับส่งข้อมูลภายในตัวควบคุมโปรโตคอล แสดงดังตารางที่ 5.3 และการกำหนด

โมดต่าง ๆ ของตัวควบคุม โปรโตคอลเพื่อปฏิบัติงานจริง แสดงดังตารางที่ 5.4 (ดูรายละเอียดการใช้งานในภาคผนวก ก.)

Command Mode	Command	Parameter	Description
Reset One-Bit Delay	64 H	7F H	Stop one bit delay transmmission
Set Data Transfer	97 H	01 H	Interrupt data transfer
Set Operating	91 H	20 H	HDLC mode
Set Serial I/O	A0 H	07 H	NRZI and loopback transfer
Receive Command	C1 H	B0,B1,A0,A1	Selective receive
Transmit Command	C8 H	L0,L1	Transmit frame

ตารางที่ 5.3 สรุปการโปรแกรมโมดการทำงานของ 8273 เพื่อทดสอบการรับส่งข้อมูลภายใน

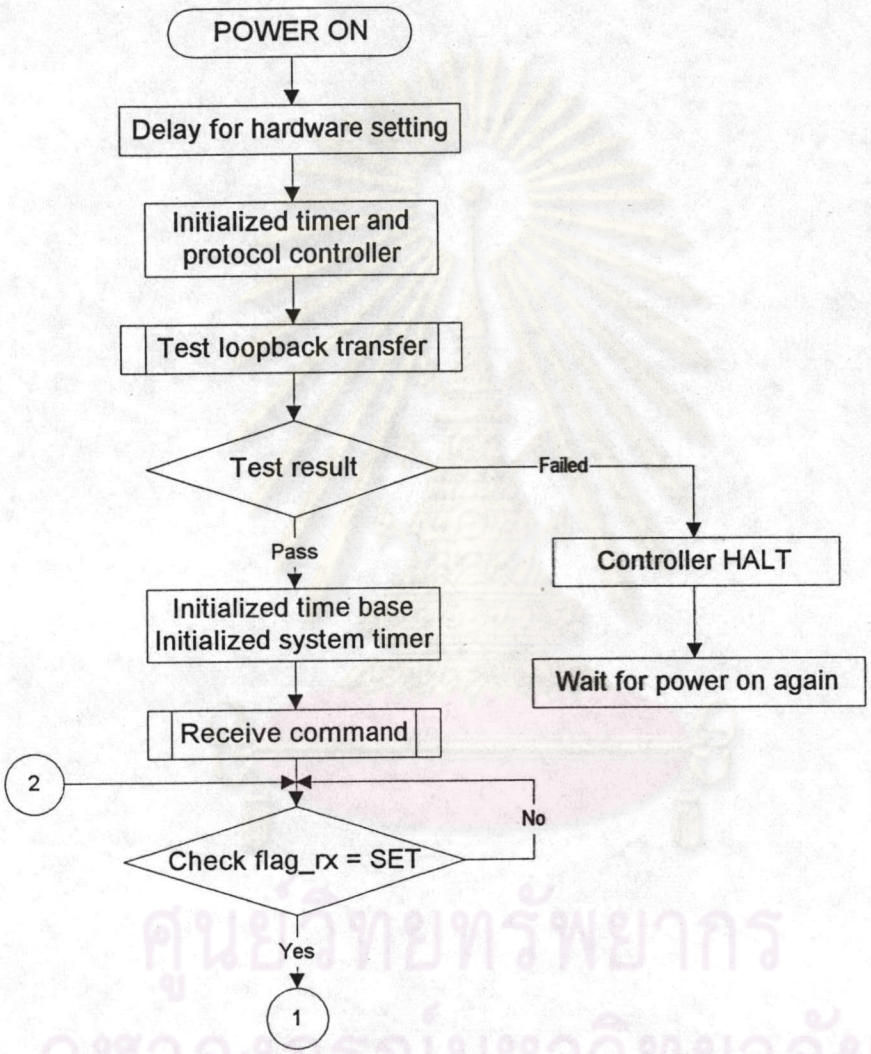
Command Mode	Command	Parameter	Description
Reset One-Bit Delay	64 H	7F H	Stop one bit delay transmmission
Set Data Transfer	97 H	01 H	Interrupt data transfer
Set Operating	91 H	20 H	HDLC mode
Set Serial I/O	A0 H	01 H	NRZI mode
Receive Command	C1 H	B0,B1,A0,A1	Selective receive
Receive Disable	C5 H	-	Receive disable
Transmit Command	C8 H	L0,L1	Transmit frame

ตารางที่ 5.4 สรุปการโปรแกรมโมดการทำงานของ 8273 เพื่อการดำเนินงานจริง

2.2 โปรแกรมที่ทำงานแบบวนรอบ

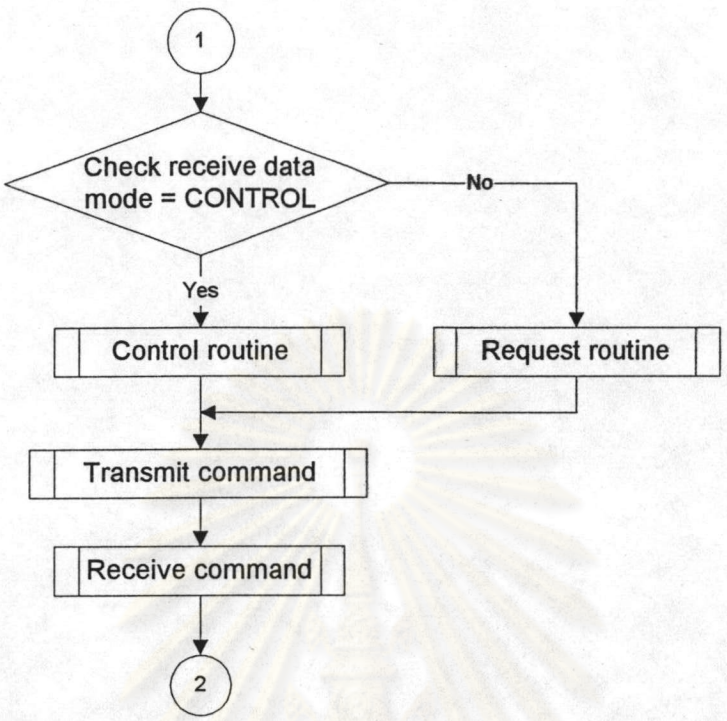
ประกอบด้วยโปรแกรมที่คอยตรวจสอบว่ามีข้อมูลของเฟรมคำสั่งมาที่โมดูลระยะไกลหรือไม่ หากมีเฟรมคำสั่งมาก็จะให้บริการทำงานตามคำสั่งที่ได้รับ แล้วส่งเฟรมตอบสนองกลับไปยังสถานีควบคุม นอกจากนั้นโปรแกรมส่วนนี้ยังประกอบด้วยโปรแกรมการตรวจสอบ

ฮาร์ดแวร์ ในกรณีที่ฮาร์ดแวร์นั้นต้องการตรวจสอบความถูกต้องก่อนการใช้งาน ได้แก่วงจรแปลงผันสัญญาณแอนะลอกเป็นสัญญาณดิจิตอล โครงสร้างการทำงานของโปรแกรมหลักแสดงได้ดังรูปที่ 5.4



รูปที่ 5.4 แสดงผังงานของโปรแกรมหลัก

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.4 แสดงผังงานของโปรแกรมหลัก (ต่อ)

3 รายละเอียดของโปรแกรมต่าง ๆ

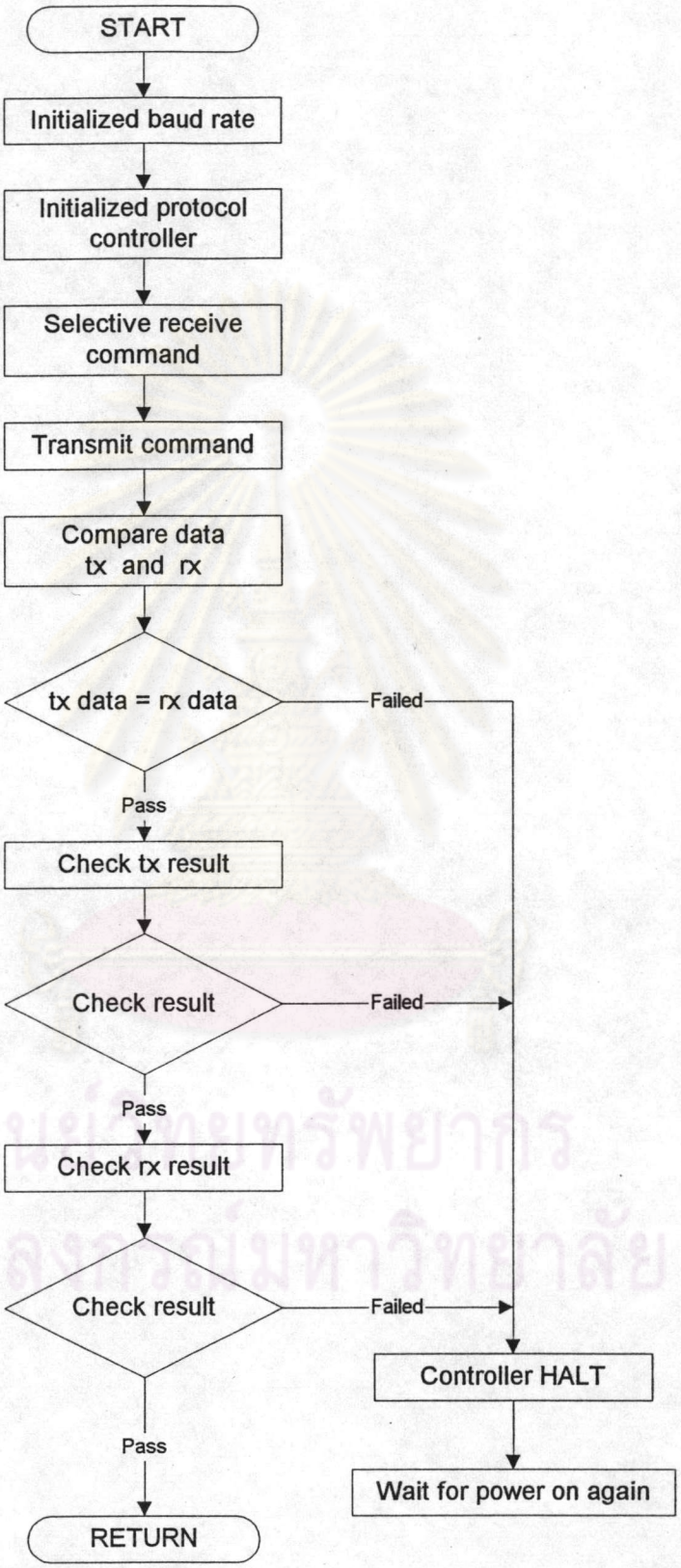
ในหัวข้อนี้ จะอธิบายถึงรายละเอียดของโปรแกรมย่อยในแต่ละส่วน ซึ่งอยู่ในส่วนโปรแกรมหลัก

3.1 โปรแกรมทดสอบการรับส่งข้อมูลภายในตัวควบคุมโปรโตคอล 'hdlc-check'

เป็นโปรแกรมที่ใช้ทดสอบการรับส่งข้อมูลภายในตัวควบคุมโปรโตคอล โดยใช้ขาสัญญาณอินเทอร์รัพต์ส่งเป็นสัญญาณให้ส่วนประมวลผลกลางทำการส่งข้อมูล ซึ่งข้อมูลที่ถูกส่งนั้นจะถูกส่งกลับเข้าตัวควบคุมโปรโตคอล การรับส่งข้อมูลแบบนี้เป็นการรับส่งข้อมูลเฉพาะภายในตัวควบคุมโปรโตคอล จำเป็นที่จะต้องทำการทดสอบก่อนการดำเนินงานจริง หากการทดสอบขั้นนี้ไม่ผ่านจะต้องทำการเริ่มต้นใหม่ทั้งหมดโดยจ่ายแหล่งจ่ายไฟอีกครั้งหนึ่ง ผังงานของโปรแกรมแสดงได้ดังรูปที่5.5

3.2 โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับฐานเวลา 'init-timebase'

เป็นโปรแกรมย่อยแบบทำงานเพียงครั้งเดียว เพื่อกำหนดค่าฐานเวลาให้กับโมดูล PCA โดยใช้ไทม์เมอร์โมดูล 0 (Timer 0) ซึ่งเป็นฮาร์ดแวร์ที่อยู่ภายในตัวซีพียู การทำงานของไทม์เมอร์โมดูล 0 ได้ถูกออกแบบให้อยู่ในโมดของการทำงานเป็น 8 บิต ที่โหลดค่าอัตโนมัติ (8



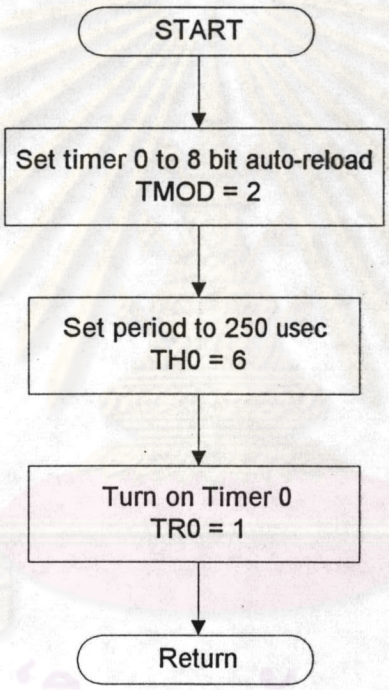
รูปที่ 5.5 แสดงผังงานของโปรแกรมการทดสอบรับส่งข้อมูลภายในตัวควบคุมโปรโตคอล

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

bit Auto-reload) โดยค่าดังกล่าวจะโหลดให้กับรีจีสเตอร์ TH หรือ TL เนื่องจากไทม์เมอร์ 0 มีการทำงานในลักษณะของไทม์เมอร์แบบนับขึ้น (Count-up Timer) ดังนั้นจะได้ว่า

ค่าข้อมูลของรีจีสเตอร์ TH หรือ TL = 256 - ค่าของฐานเวลาที่ต้องการ

ในการออกแบบเพื่อความสะดวกผู้วิจัยออกแบบให้ค่าฐานเวลาที่ต้องการเป็น 250 ไมโครวินาที ซึ่งค่าข้อมูลของรีจิสเตอร์ TH หรือ TL จะเท่ากับ 6 สำหรับผังงานของโปรแกรมจะเป็นการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับรีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้อง แสดงดังรูปที่ 5.6



รูปที่ 5.6 แสดงผังงานของโปรแกรมกำหนดค่าฐานเวลาสำหรับโมดูล PCA

3.3 โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับตัวตั้งเวลาการสุ่ม 'init-system-timer'

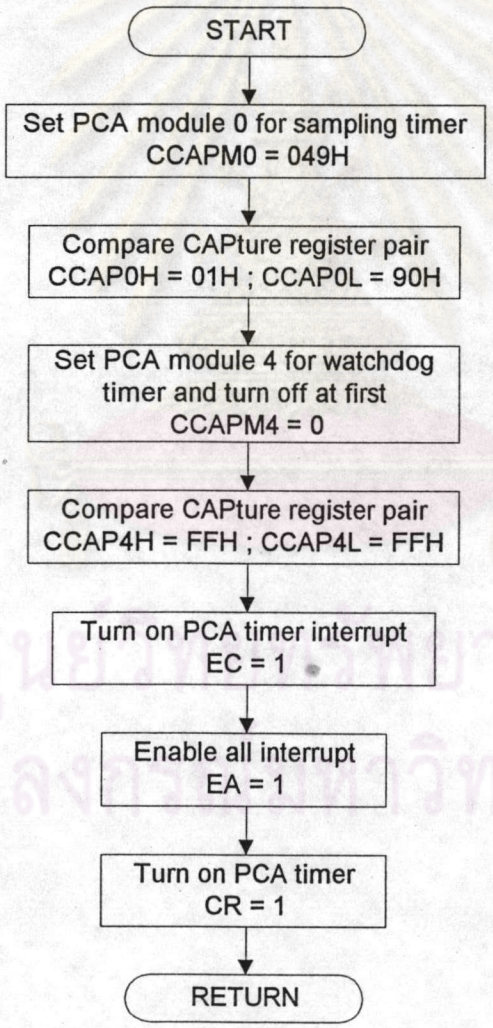
เป็นโปรแกรมย่อยในส่วนของโปรแกรมหลักที่ทำงานเพียงครั้งเดียว โดยจะทำการกำหนดค่าเริ่มต้นให้กับ PCA โมดูล 0 ซึ่งเป็นตัวตั้งเวลาการสุ่ม และโมดูล 4 ซึ่งเป็นตัวตั้งเวลาวอชด็อกค่าเวลาที่ตั้งของโมดูลทั้งสองจะมีขนาด 16 บิต ถูกเก็บค่าไว้ในคู่รีจิสเตอร์ภายในได้แก่ CCAP0H : CCAP0L สำหรับตัวตั้งเวลาการสุ่ม และ CCAP4H : CCAP4L สำหรับตัวตั้งเวลาวอชด็อก การคำนวณค่าดังกล่าวเป็นดังนี้

ค่าข้อมูลของ CCAP0H, CCAP0L = ค่าเวลาสุ่ม/ฐานเวลา

สำหรับค่าของตัวตั้งเวลาสุ่มสำหรับการสุ่ม 0.1 วินาทีคือ CCAP0H = 01H และ CCAP0L = 90H

สำหรับค่าของตัวตั้งเวลาวอชด็อกคือ CCAP4H = FFH และ CCAP4L = FFH เพื่อป้องกันการทำงานของตัวตั้งเวลาวอชด็อกทำงานในครั้งแรก

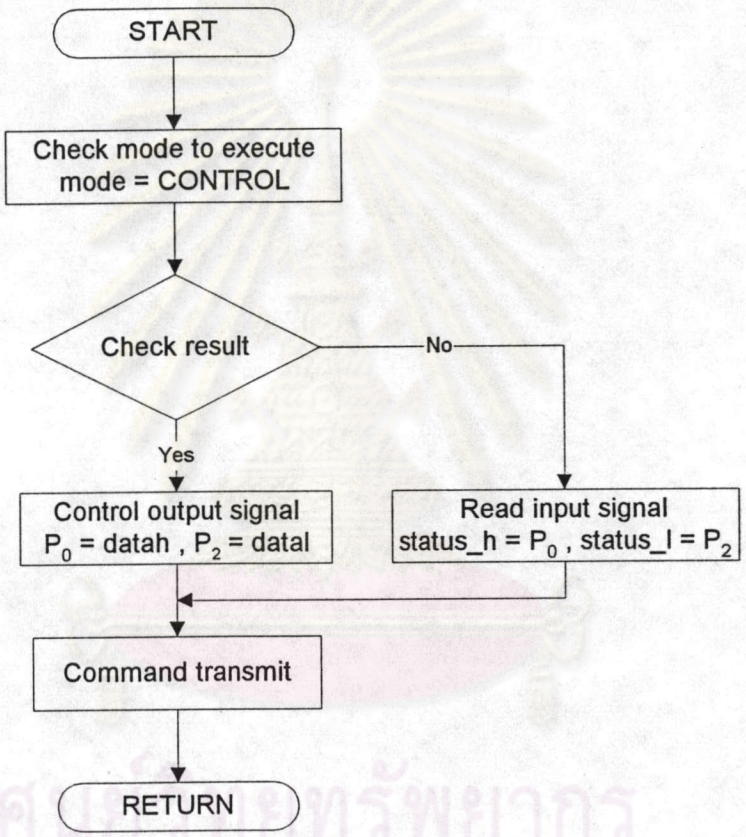
ผังงานของโปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นให้รีจิสเตอร์ที่เกี่ยวข้องดังแสดงในรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.7 แสดงผังงานของโปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นสำหรับตัวตั้งเวลาสุ่ม

3.4 โปรแกรมกำหนดโมดการติดต่อสื่อสารข้อมูล

เป็นโปรแกรมในส่วนของโปรแกรมหลักที่ทำงานแบบวนรอบ เมื่อตรวจพบว่าได้รับข้อมูลจากสถานีควบคุม จะต้องตรวจสอบก่อนว่าจะต้องทำงานที่โมดการสื่อสารชนิดฟังก์ชันขอข้อมูลหรือชนิดฟังก์ชันควบคุม จึงให้บริการตามโมดที่ส่งจากสถานีควบคุม หลังจากเสร็จกระบวนการทั้งหมด จึงทำการส่งเฟรมตอบสนองไปยังสถานีควบคุม เพื่อยืนยันการทำงานดังกล่าวผังงานของโปรแกรมส่วนนี้ แสดงดังรูปที่ 5.8

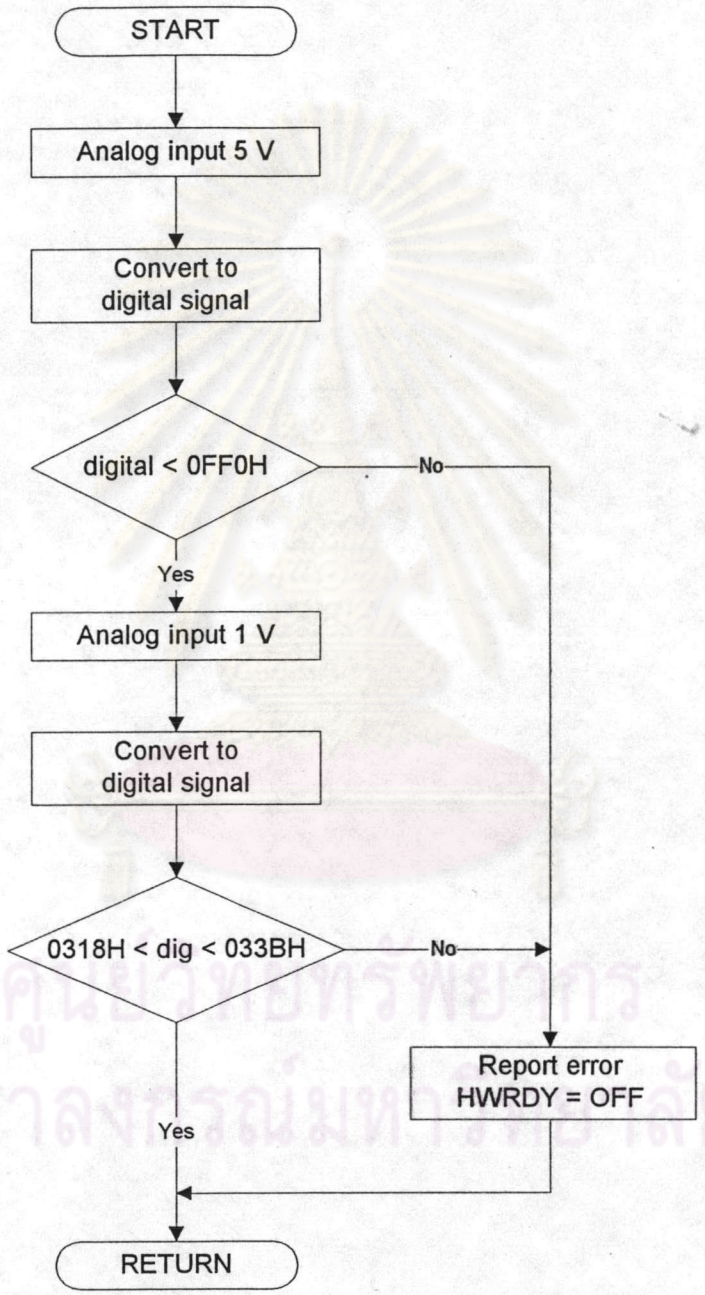


รูปที่ 5.8 แสดงผังงานโปรแกรมกำหนดโมดการสื่อสารข้อมูล

3.5 โปรแกรมตรวจสอบอินพุตเกินพิสัย

เป็นโปรแกรมในส่วนของโปรแกรมหลัก ที่ทำงานแบบวนรอบ ในการตรวจสอบความผิดพลาดของวงจรแปลงผันสัญญาณแอนะลอก เป็นสัญญาณดิจิตอล โดยการออกแบบฮาร์ดแวร์จะมีส่วนของอินพุตภายในที่มีขนาด 5 โวลต์ และ 1 โวลต์ ส่วนดังกล่าวจะใช้ในการตรวจสอบการแปลงผันสัญญาณอินพุต โดยวิธีการประมาณค่าแบบ Succesive ว่าถูกต้องหรือไม่

สำหรับค่าอินพุตภายใน 5 โวลต์ จะให้ค่าเชิงเลขเป็น OFFF H และสำหรับค่าอินพุตภายใน 1 โวลต์ จะให้ค่าเชิงเลขเป็น 033H ผังงานของโปรแกรมส่วนนี้ แสดงดังรูปที่ 5.9

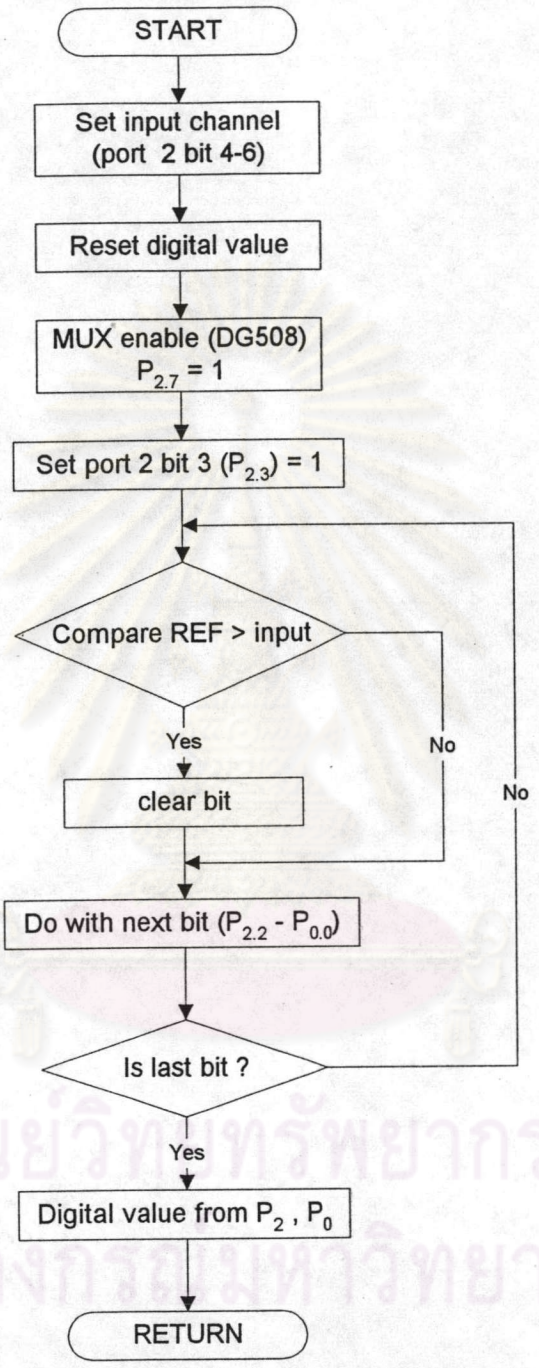


รูปที่ 5.9 ผังงานแสดงโปรแกรมตรวจสอบอินพุตเกินพิสัย

3.6 โปรแกรมการประมาณค่าอินพุตแบบ Successive

เป็นโปรแกรมที่ใช้ในการแปลงค่าแอนะลอกไปเป็นค่าดิจิตอลจากฮาร์ดแวร์วงจรแปลงผันสัญญาณ ซึ่งใช้พอร์ต 0 และพอร์ต 2 ของซีพียู ในการให้ค่าเชิงเลขขนาด 12 บิต โดยพอร์ต 2 ใช้ 4 บิตล่าง (P2.3-P2.0) และพอร์ต 0 ใช้ 8 บิต (P0.7-P0.0) เพื่อทำการประมาณค่าสัญญาณอินพุต ซึ่งซีพียูสามารถสั่งแต่ละบิตของพอร์ตได้โดยตรง ทำให้ลดเวลาที่ใช้ในการประมาณค่าอินพุตลดลง [9] การทำงานของโปรแกรมส่วนนี้ แสดงดังรูปที่ 5.10

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย



รูปที่ 5.10 แสดงผังงานโปรแกรมการประมาณค่าอินพุตแบบ Successive

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย