บทที่ 4

การออกแบบโพรโทคอลและซอฟต์แวร์ระบบควบคุมกระจายแบบเวลาจริง

4.1 โพรโทคอลสำหรับระบบเครือข่ายกระจายแบบเวลาจริง

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้ออกแบบโพรโทคอลขึ้นใช้เฉพาะงานระบบเครือข่ายกระจายแบบเวลาจริง โดยได้พัฒนาและประยุกต์จาก Bisync Protocol และ SDLC Protocol เพื่อกำหนดโครงสร้างของข้อมูลในการติดต่อสื่อสารแบบเครือข่ายโดยมีรายละเอียดดังนี้

หนึ่งเฟรม (Frame) ของโพรโทคอลประกอบด้วย SYN byte จำนวน 3 bytes ตามด้วย Header และ Data Portion ตามลำดับ และปิดท้ายด้วย SYN byte อีก 3 bytes ดังแสดงในรูปที่ 4.1

SYN	SYN	SYN	HEADER PORTION	DATA PORTION	SYN	SYN	SYN

รูปที่ 4.1 เฟรมของระบบควบคุมกระจายแบบเวลาจริง

4.1.1 ส่วนของเฟรม Header Portion

ในส่วนของ Header ของระบบเครือข่ายได้ประยุกต์มาจาก SDLC Protocol โดยมีรายละเอียดดังนี้

ประกอบด้วย SOH 1 byte ตามด้วย Destination Address 1 byte และ Source Address 1 byte และตามด้วย TOC 1 byte ปิดท้ายด้วย CHKS 1 byte ดังแสดงในรูปที่ 4.2

SOH 8 bits	Destination address 8 bits	Source address 8 bits	TOC 8 bits	CHKS 8 bits

รูปที่ 4.2 ส่วนประกอบของเฟรม Header Portion

SOH : Start of Header (HEX = 01H) มีขนาด 8 บิต

เป็นส่วนแสดงการเริ่มต้นข้อความของ Header Portion มีขนาด 8 บิต

Destination Address : Address of Slave (HEX =01,02,03H,...FFH) มีขนาด 8 บิต

เป็นส่วนแสดงค่าตำแหน่งของตัวรับที่ตัวส่งต้องการติดต่อด้วย มีขนาด 8 บิต

Source Address : Address of Master (HEX =00H) มีขนาด 8 บิต

เป็นส่วนแสดงค่าตำแหน่งของตัวส่ง มีขนาด 8 บิต

TOC : Type of Command มีขนาด 2 บิต

เป็นส่วนที่ใช้แสดงถึงชนิดของข้อมูลที่อยู่ในส่วนของ Data Portion

CHKS : Check Sum มีขนาด 8 บิต

เป็นส่วนตรวจสอบการส่งและรับว่าข้อมูลถูกต้องหรือไม่ มีขนาด 8 บิต

TOC	ลักษณะของข้อมูลใน Data Portion
00	ข้อมูล
01	คำสั่ง

ตารางที่ 4.1 รหัส TOC กับชนิดของข้อมูลใน Data Portion

4.1.2 ส่วนของเฟรมใน Data Portion

ในส่วนของใน Data Portion ของระบบเครือข่ายกระจายแบบเวลาจริงประกอบด้วยส่วน STX 8 บิต และ Data 16 bytes และตามด้วย ETX 8 บิต และปิดท้ายด้วย CHKS 8 บิต ดังแสดงในรูปที่ 4.3

STX	DATA	ETX	CHKS
8 bits	16 bytes	8 bits	8 bits

รูปที่ 4.3 เฟรมของ Data Portion

STX : Start of Text (HEX =02H) 8 บิต

เป็นส่วนแสดงการเริ่มต้นข้อความของส่วน Data Portion มีขนาด 8 บิต

ETX : End of Text (HEX =03H) 8 บิต

เป็นส่วนแสดงการสิ้นสุดข้อความของส่วน Data Portion มีขนาด 8 บิต

DATA : เป็นส่วนแสดงข้อมูลที่ส่งและรับของระบบเครือข่ายมีขนาด 0-128 ไบต์

4.2 ชุดคำสั่งของระบบเครือข่ายกระจายแบบเวลาจริง

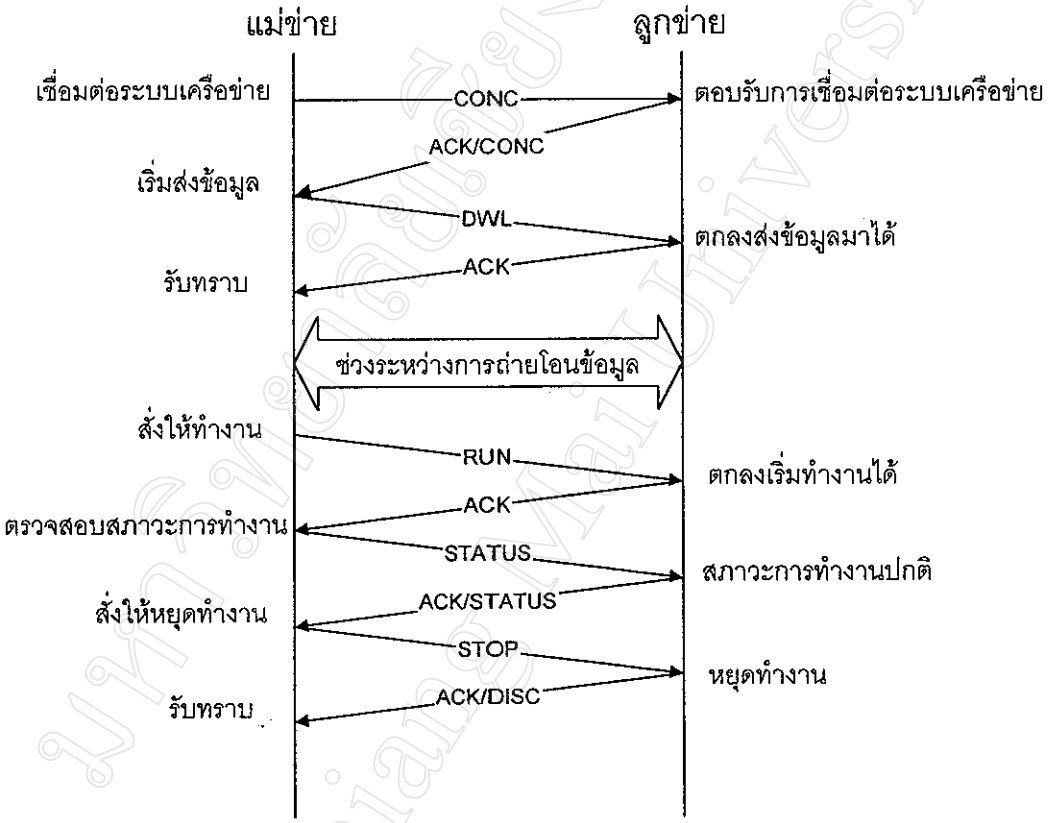
ชุดคำสั่งหรือฟังก์ชันในการทำงานของระบบเครือข่ายกระจายแบบเวลาจริงเพื่อใช้งานเฉพาะกับระบบนี้โดยมีคำสั่งต่างๆดังแสดงในตารางที่ 4.2

ชื่อคำสั่ง	รหัสคำสั่ง ASCII	รูปแบบการเขียนคำสั่ง	หน้าที่คำสั่ง
CONC: Connect Network	E1	STX I CONC I ETX	สำหรับเริ่มการเชื่อมต่อเข้ากับระบบ
DISC : Disconnect Network	E2	STX I DISC I ETX	สำหรับปลดการเชื่อมต่อออกจากระบบ
ACK : Acknowledge	E3	STX I ACK I ETX	สำหรับแจ้งระบบพร้อมรับข้อมูลและข้อมูลได้รับถูกต้อง
NAK : Non Acknowledge	E4	STX I NAK I ETX	สำหรับแจ้งข้อมูลที่ได้รับผิดพลาดและแจ้งให้ส่งข้อมูลซ้ำ
ALARM : ALARM	E5	STX I ALARM I ETX	สำหรับแจ้งระบบเมื่อเกิดเหตุฉุกเฉิน
STATUS : STATUS	E6	STX I STATUS I ETX	สำหรับแจ้งการตรวจสอบการทำงาน
DWL : Down Load	E7	STX I DWL I ETX	สำหรับถ่ายโอนข้อมูลโปรแกรมการทำงาน
RUN : RUN	E8	STX I RUN I ETX	สั่งลูกข่ายเริ่มทำงาน
STOP : STOP	E9	STX I STOP I ETX	สั่งลูกข่ายหยุดการทำงาน

ตารางที่ 4.2 รูปแบบคำสั่งการติดต่อสื่อสารข้อมูลของระบบ

4.3 รูปแบบการติดต่อข้อมูลระหว่างแม่ข่ายกับลูกข่ายโดยใช้คำสั่งต่างๆ

รูปแบบการติดต่อข้อมูลระหว่างแม่ข่ายกับลูกข่ายใช้โพรโทคอลที่ออกแบบไว้ ทำหน้าที่เป็นส่วนติดต่อระหว่างแม่ข่ายกับลูกข่ายโดยนำคำสั่งที่อยู่ในตารางที่ 4.2 มาใช้งาน การใช้งานจะเริ่มต้นที่แม่ข่ายจะทำการติดตั้งและเชื่อมต่อกับลูกข่ายโดยส่งคำสั่ง CONC ไปยังลูกข่ายเพื่อบอกให้ลูกข่ายทราบว่าแม่ข่ายต้องการติดตั้งลูกข่าย เมื่อลูกข่ายได้รับคำสั่ง CONC ลูกข่ายจะตอบรับโดยส่งคำสั่ง ACK กลับไปยังแม่ข่ายและลูกข่ายจะถูกติดตั้งเรียบร้อย



รูปที่ 4.4 รูปแบบการติดต่อข้อมูลระหว่างแม่ข่ายกับลูกข่าย

เมื่อแม่ข่ายต้องการที่จะส่งข้อมูลไปยังลูกข่าย แม่ข่ายจะทำการส่งคำสั่ง DWL ไปหาลูกข่าย เมื่อลูกข่ายได้รับคำสั่งรับข้อมูลลูกข่ายจะส่งคำสั่ง ACK กลับไปหาแม่ข่ายเพื่อบอกให้แม่ข่ายทราบว่าลูกข่ายพร้อมที่จะรับข้อมูลแม่ข่ายจะทำการโอนแฟ้มข้อมูลมายังลูกข่าย หลังจากที่ลูกข่ายได้รับข้อมูลเรียบร้อยลูกข่ายยังไม่สามารถทำงานได้แม่ข่ายจะทำหน้าที่เป็นตัวสั่งให้ลูกข่ายทำงานโดยแม่ข่ายจะส่งคำสั่ง RUN ไปยังลูกข่ายเมื่อลูกข่ายได้รับคำสั่ง RUN ลูกข่ายก็จะส่งคำสั่งตอบรับ

การทำงานกลับไปหาแม่ข่าย เมื่อขณะที่ลูกข่ายกำลังทำงานอยู่แม่ข่ายสามารถตรวจสอบสภาวะการทำงานได้โดยส่งคำสั่งตรวจสอบ STATUS มายังลูกข่ายเมื่อลูกข่ายได้รับคำสั่งตรวจสอบลูกข่ายก็จะรายงานสภาวะการทำงานเช่น สภาวะการทำงานปกติ เหตุฉุกเฉิน และสภาวะหยุดการทำงาน นอกจากนี้แม่ข่ายสามารถสั่งให้ลูกข่ายหยุดทำงานในขณะที่ทำงานได้โดยส่งคำสั่ง STOP ไปยังลูกข่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.4

4.4 การออกแบบซอฟต์แวร์ระบบควบคุมกระจายแบบเวลาจริง

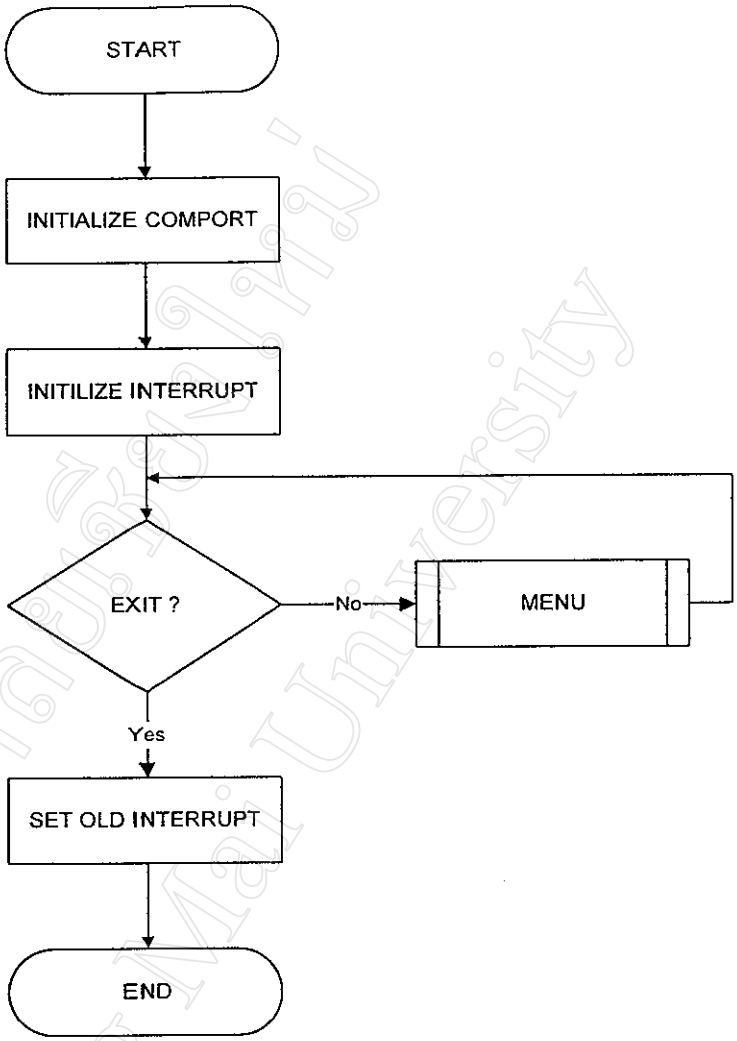
ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ออกแบบซอฟต์แวร์ประกอบด้วย 2 ส่วนด้วยกันคือ

1) โปรแกรมควบคุมหลักแม่ข่าย

2) โปรแกรมควบคุมหลักลูกข่าย

4.4.1 โปรแกรมควบคุมหลักแม่ข่าย

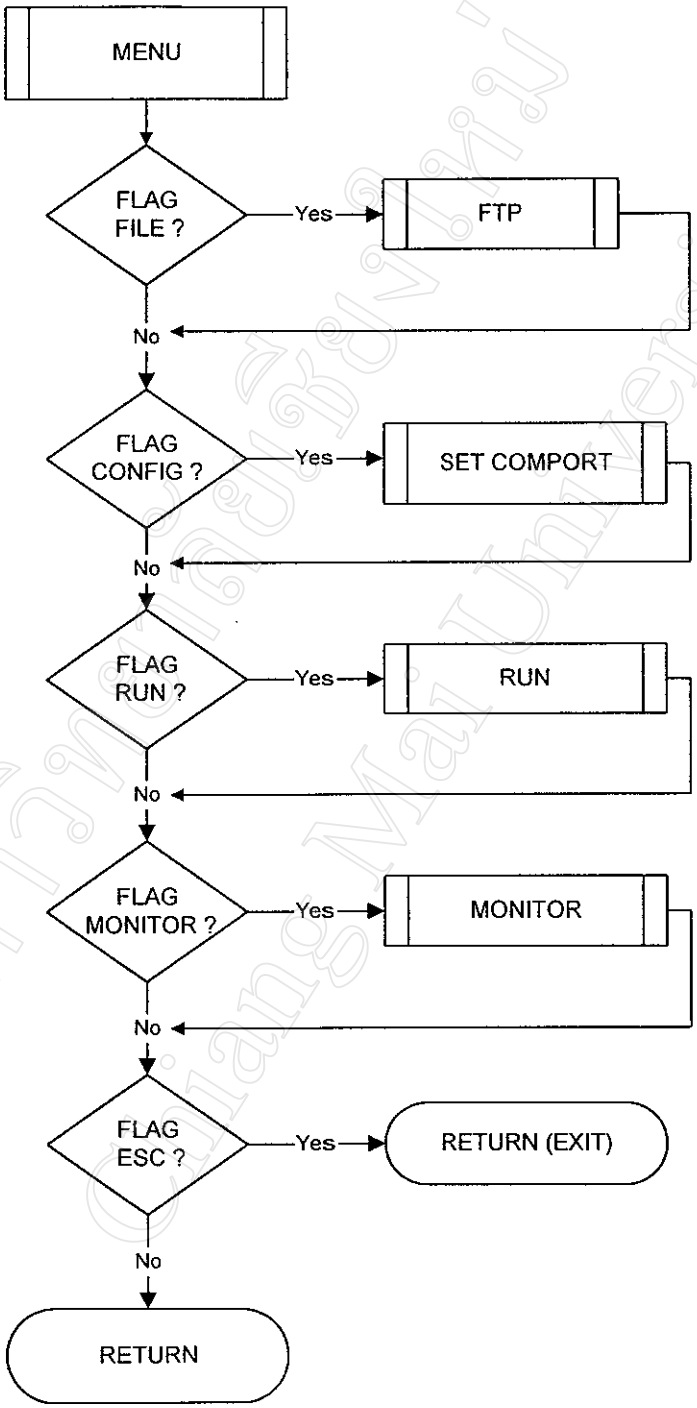
ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้ออกแบบโปรแกรมควบคุมหลักของแม่ข่ายสำหรับควบคุมการทำงานของระบบแม่ข่ายทั้งหมด การทำงานของโปรแกรมจะทำการตั้งค่าระบบทั้งหมดก่อน โดยเริ่มตั้งค่าพอร์ตสื่อสารและส่วนของการอินเตอร์รัพต์ หลังจากที่เครื่องแม่ข่ายทำการตั้งค่าเริ่มต้นส่วนต่างๆ ของระบบเรียบร้อยเครื่องแม่ข่ายจะทำการตรวจสอบแฟล็ก การทำงานของ EXIT ถ้าไม่มีการทำ EXIT ก็จะเข้าไปทำงานส่วนของ MENU สำหรับรายละเอียดเมนูแม่ข่ายจะกล่าวถึงต่อไปในส่วนของโปรแกรมเมนู แต่ถ้ามีการเลือกให้ EXIT ทำงานเป็นการเลือกให้ออกจากโปรแกรมและจะไปยังส่วนการคืนค่าการอินเตอร์รัพต์เก่า หลังจากนั้นจะทำการออกจากโปรแกรมควบคุมแม่ข่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.5



รูปที่ 4.5 ผังงานการทำงานโปรแกรมของเครื่องแม่ข่าย

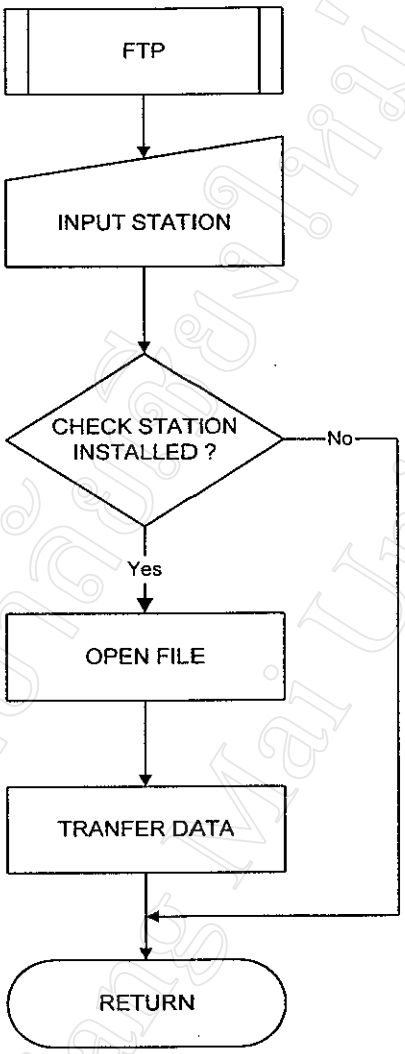
4.4.2 โปรแกรมเมนูของแม่ข่าย

การทำงานของโปรแกรมเมนูของแม่ข่าย จะเริ่มต้นตรวจสอบแฟล็กของไฟล์ (File) ถ้าแฟล็กถูกกำหนดให้ทำงาน โปรแกรม แม่ข่ายจะเข้าไปทำงานในส่วนของการจัดการเกี่ยวกับไฟล์ทันที เมื่อทำงานเสร็จเรียบร้อย จะเวียนตรวจสอบแฟล็กของ Config, Run และ Monitor และตรวจสอบจนถึงแฟล็ก ESC ถ้าแฟล็กตัวใดถูกกำหนดให้ทำงานก็จะเข้าไปทำงานในส่วนโปรแกรมย่อยนั้นทันทีเมื่อทำงานเสร็จเรียบร้อยก็จะทำการเคลียร์แฟล็กที่ถูกเซต และถ้าแฟล็ก ESC ถูกเซตให้ทำงานโปรแกรมจะออกจากโปรแกรมเมนูแม่ข่ายกลับไปสู่โปรแกรมหลัก ถ้าแฟล็ก ESC ไม่ถูกกำหนดให้มีการทำงานก็จะเวียนการตรวจสอบการทำงานของ Menu ต่างๆ ต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.6



รูปที่ 4.6 ผังงานการทำงานเมนูของแม่ข่าย

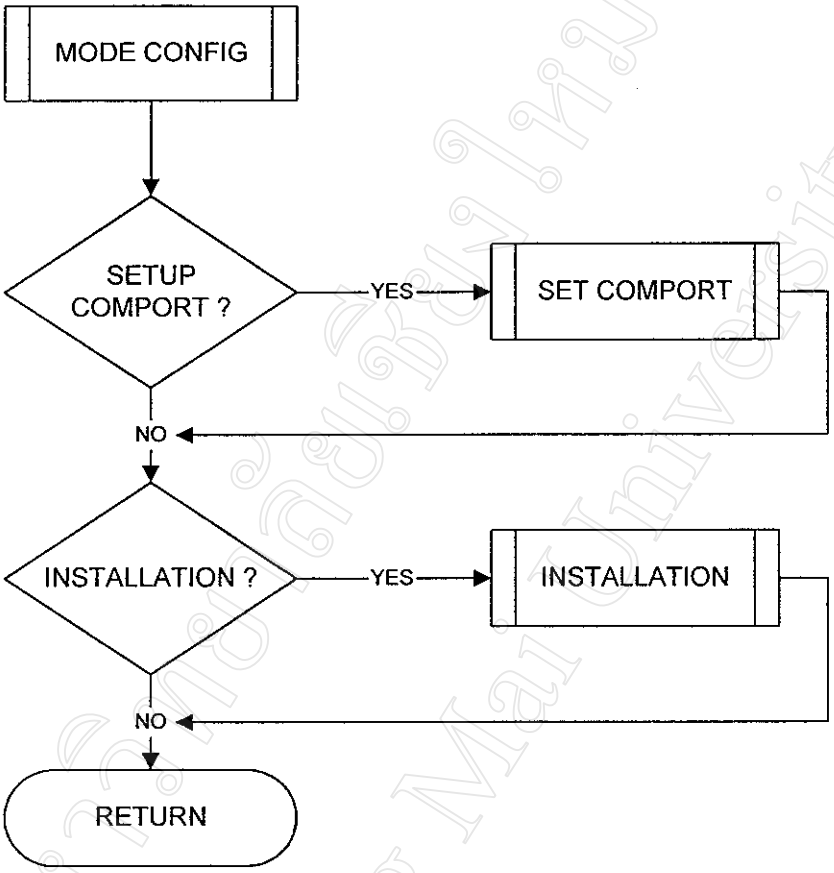
4.4.3 โปรแกรมเมนูการถ่ายโอนข้อมูล



รูปที่ 4.7 ผังงานการทำงานของเมนูการถ่ายโอนข้อมูล

ผังงานโปรแกรมเมนูการถ่ายโอนข้อมูล เป็นส่วนของโปรแกรมที่ทำหน้าที่ในการถ่ายโอนข้อมูลจากแม่ข่ายไปยังลูกข่าย โปรแกรมจะเริ่มต้นทำงานด้วยการับค่าข้อมูลส่วนที่เป็นหมายเลขประจำเครื่องลูกข่าย เมื่อรับค่าหมายเลขประจำเครื่องของลูกข่ายแล้วก็จะทำการตรวจสอบแฟล็กของการติดตั้งเครื่องลูกข่าย ถ้ายังไม่มีการติดตั้งก็จะกลับไปเมนูหลัก แต่ถ้าเครื่องลูกข่ายถูกติดตั้งเรียบร้อย โปรแกรมจะทำการเปิดแฟ้มข้อมูลที่ต้องการส่งไปยังลูกข่าย เมื่อเลือกแฟ้มข้อมูลที่ต้องการจะส่งเรียบร้อย จากนั้นจะทำการส่งแฟ้มข้อมูลจากเครื่องแม่ข่ายไปยังลูกข่าย และเมื่อส่งแฟ้มข้อมูลจนครบแล้วก็จะกลับไปยังเมนูหลักตามเดิมดังแสดงในรูปที่ 4.7

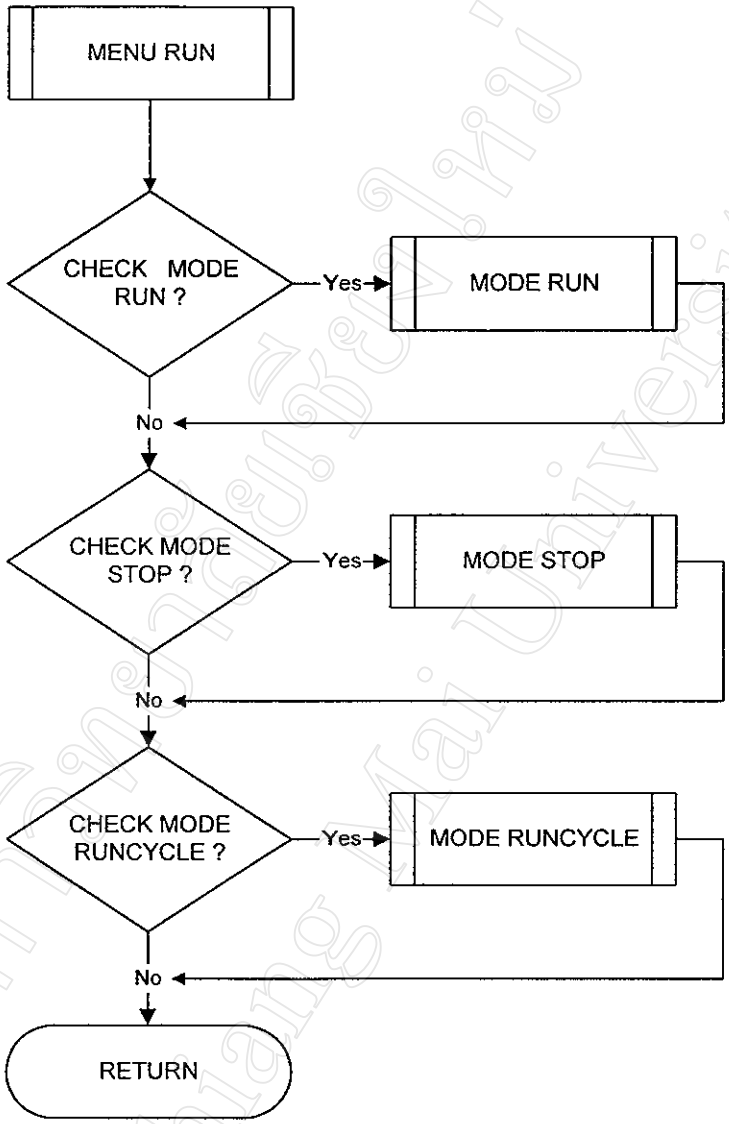
4.5.4 โปรแกรมเมนู Configuration



รูปที่ 4.8 ผังงานการทำงานเมนู Configuration

โปรแกรมเมนู Configuration ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมสำหรับติดตั้งส่วนติดต่อสื่อสารข้อมูลและติดตั้งเครื่องลูกข่าย เมื่อเริ่มต้นทำงานโปรแกรม Configuration จะตรวจสอบแฟล็กของการติดตั้งส่วนติดต่อสื่อสารข้อมูล ถ้าแฟล็กถูกกำหนดให้ทำงานก็จะเข้าไปทำงานในส่วนของการติดต่อสื่อสารได้แก่ กำหนดอัตราเร็วการส่งข้อมูล พอร์ตที่ใช้งาน บิตเริ่มต้น และบิตหยุด หลังจากทำการติดตั้งเรียบร้อย แฟล็กของส่วนติดต่อสื่อสารข้อมูลจะถูกเคลียร์และโปรแกรมจะตรวจสอบการติดตั้งเครื่องลูกข่าย ถ้ามีการกำหนดแฟล็กการติดตั้งเครื่องลูกข่าย โปรแกรมจะบริการในส่วนของการติดตั้งเครื่องลูกข่าย เมื่อติดตั้งเสร็จเรียบร้อยจะทำการเคลียร์แฟล็กของการติดตั้งเครื่องลูกข่ายและจะกลับสู่เมนูหลัก ดังแสดงในรูปที่ 4.8

4.4.5 โปรแกรมเมนูควบคุมการทำงาน (RUN)

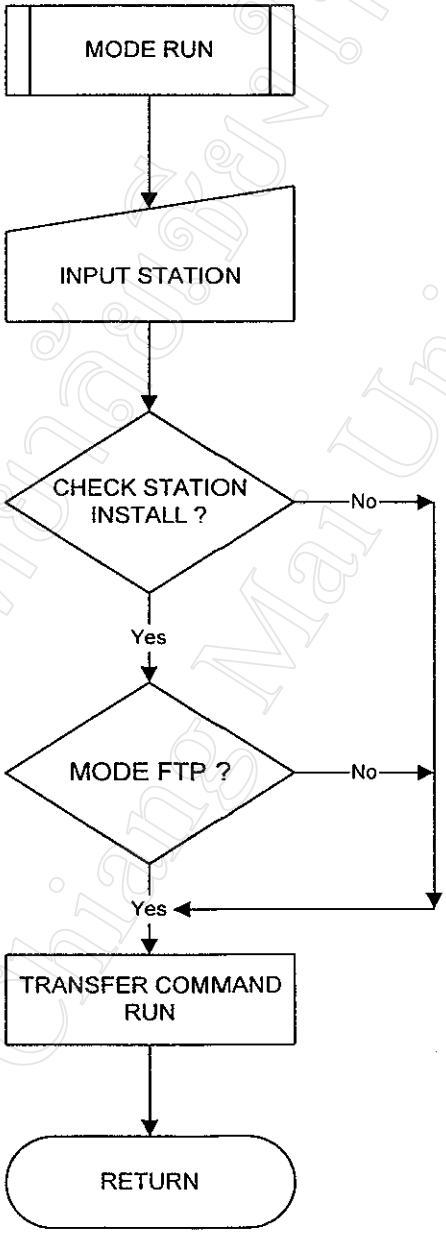


รูปที่ 4.9 ผังงานควบคุมการทำงาน (RUN)

โปรแกรมควบคุมการทำงานเป็นโปรแกรมสำหรับแม่ข่ายสั่งให้ลูกข่ายเริ่มทำงาน หรือหยุดทำงาน นอกจากนี้ยังสามารถกำหนดให้ลูกข่ายทำงานตามจำนวนรอบที่กำหนดได้ เริ่มต้นการทำงานโปรแกรมควบคุมการทำงานจะเริ่มเวียนตรวจสอบแฟล็กต่างๆ เช่น แฟล็ก RUN แฟล็ก STOP แฟล็ก RUNCYCLE ของโปรแกรมว่ามีงานใดที่ต้องการทำก็จะเข้าไปทำงานในส่วนนั้นทันที

เมื่อทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วจะทำการเคลียร์แฟล็กที่ถูกเซต เพื่อเป็นการบอกให้ทราบว่าได้ทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว และจะกลับไปเมนูหลัก ดังแสดงในรูปที่ 4.9

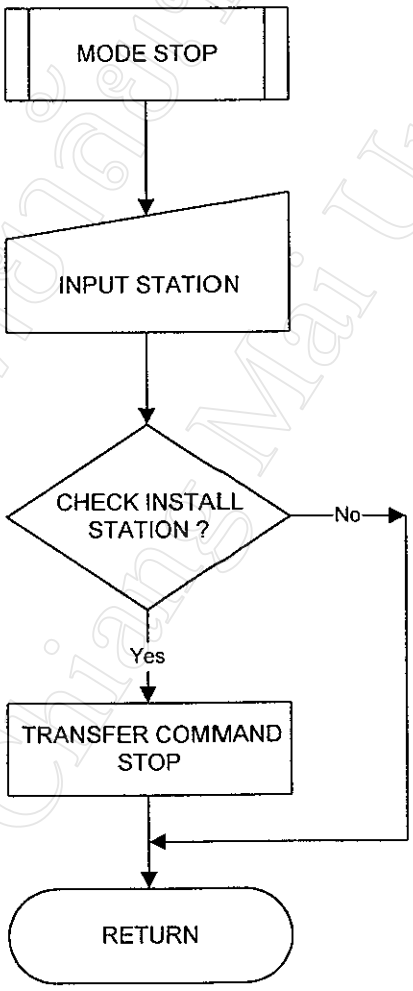
4.4.6 โปรแกรมเมนูย่อยควบคุมการทำงาน



รูปที่ 4.10 ผังงานโปรแกรมเมนูย่อยควบคุมการทำงาน

ผังงานโปรแกรมเมนูย่อยควบคุมการทำงาน ทำหน้าที่สำหรับสั่งให้ลูกข่ายทำงาน โปรแกรมเมนูย่อยควบคุมการทำงานจะรับค่าหมายเลขประจำเครื่องลูกข่ายที่ต้องการสั่งให้ทำงาน หลังจากนั้นจะตรวจสอบลูกข่ายตัวนั้นมีการติดตั้งแล้วหรือยัง และจะมาตรวจสอบว่าแฟ้มข้อมูลมีอยู่ภายในลูกข่ายแล้วหรือยัง ถ้าลูกข่ายมีการติดตั้งและมีแฟ้มข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะส่งคำสั่ง RUN ให้แก่ลูกข่าย แต่ถ้าไม่มีการติดตั้งลูกข่ายหรือแฟ้มข้อมูลในลูกข่าย โปรแกรมก็ออกจากโปรแกรมควบคุมการทำงานและจะกลับไปยังเมนูหลัก ดังแสดงในรูปที่ 4.10

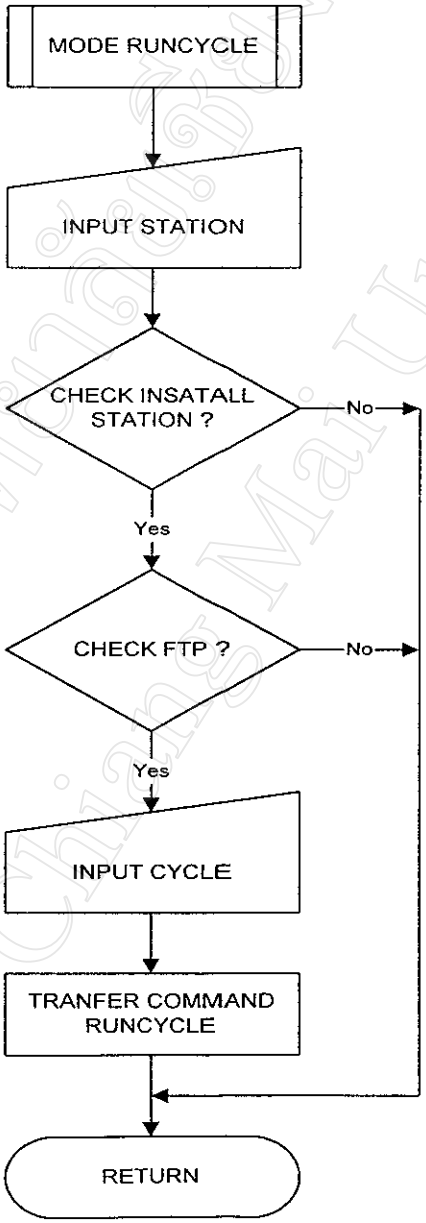
4.4.7 โปรแกรมเมนูย่อยสั่งให้หยุดทำงาน (STOP)



รูปที่ 4.11 ผังงานโปรแกรมเมนูย่อยสั่งให้หยุดทำงาน

โปรแกรมเมนูย่อยสั่งให้หยุดทำงาน ทำหน้าที่เป็นส่วนสั่งให้ลูกข่ายหยุดทำงาน โปรแกรมจะเริ่มต้นรับค่าหมายเลขประจำเครื่องลูกข่ายที่ต้องการสั่งให้หยุดทำงาน จากนั้นจะตรวจสอบว่าลูกข่ายตัวนั้นมีการติดตั้งหรือไม่ ถ้ามีการติดตั้งแม่ข่ายจะส่งคำสั่งหยุดทำงาน (STOP) ไปยังลูกข่ายตัวนั้น เมื่อเสร็จเรียบร้อยก็จะกลับไปยังเมนูหลัก ดังแสดงในรูปที่ 4.11

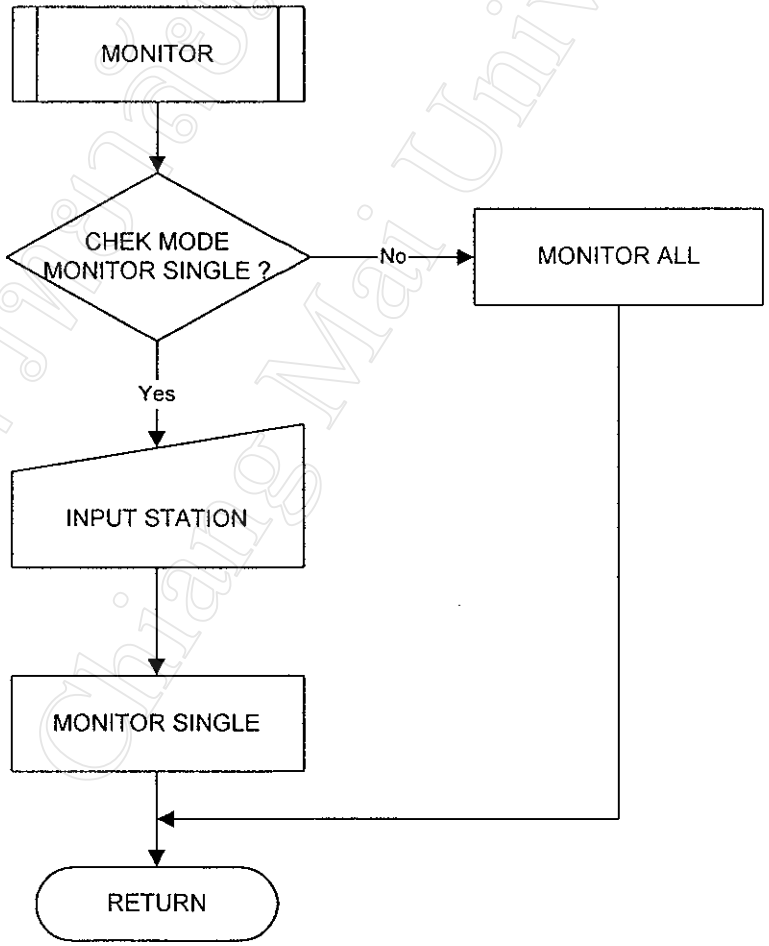
4.4.8 โปรแกรมเมนูย่อยควบคุมการทำงานแบบเป็นรอบ (RUNCYCLE)



รูปที่ 4.12 ผังงานโปรแกรมย่อยควบคุมการทำงานแบบเป็นรอบ

โปรแกรมเมนูย่อยควบคุมการทำงานแบบเป็นรอบ ทำหน้าที่สั่งให้ลูกข่ายทำงานเป็นจำนวนรอบได้ขึ้นอยู่กับต้องการสั่งให้ทำงานกี่รอบ เริ่มต้นการทำงานโปรแกรมจะรับค่าหมายเลขประจำเครื่องที่ต้องการสั่งให้ทำงานเป็นรอบ ต่อจากนั้นจะตรวจสอบว่ามีการติดตั้งเครื่องลูกข่ายและแฟ้มข้อมูลแล้วหรือไม่ ถ้ามีการติดตั้งลูกข่ายและมีแฟ้มข้อมูลแล้ว โปรแกรมจะมารับค่าจำนวนรอบที่ต้องการสั่งให้ทำกี่รอบ เมื่อได้รับค่าจำนวนรอบแล้วโปรแกรมจะส่งคำสั่งควบคุมการทำงานเป็นจำนวนรอบไปยังลูกข่าย เมื่อส่งเสร็จเรียบร้อยโปรแกรมจะกลับไปยังเมนูหลัก ดังแสดงในรูปที่ 4.12

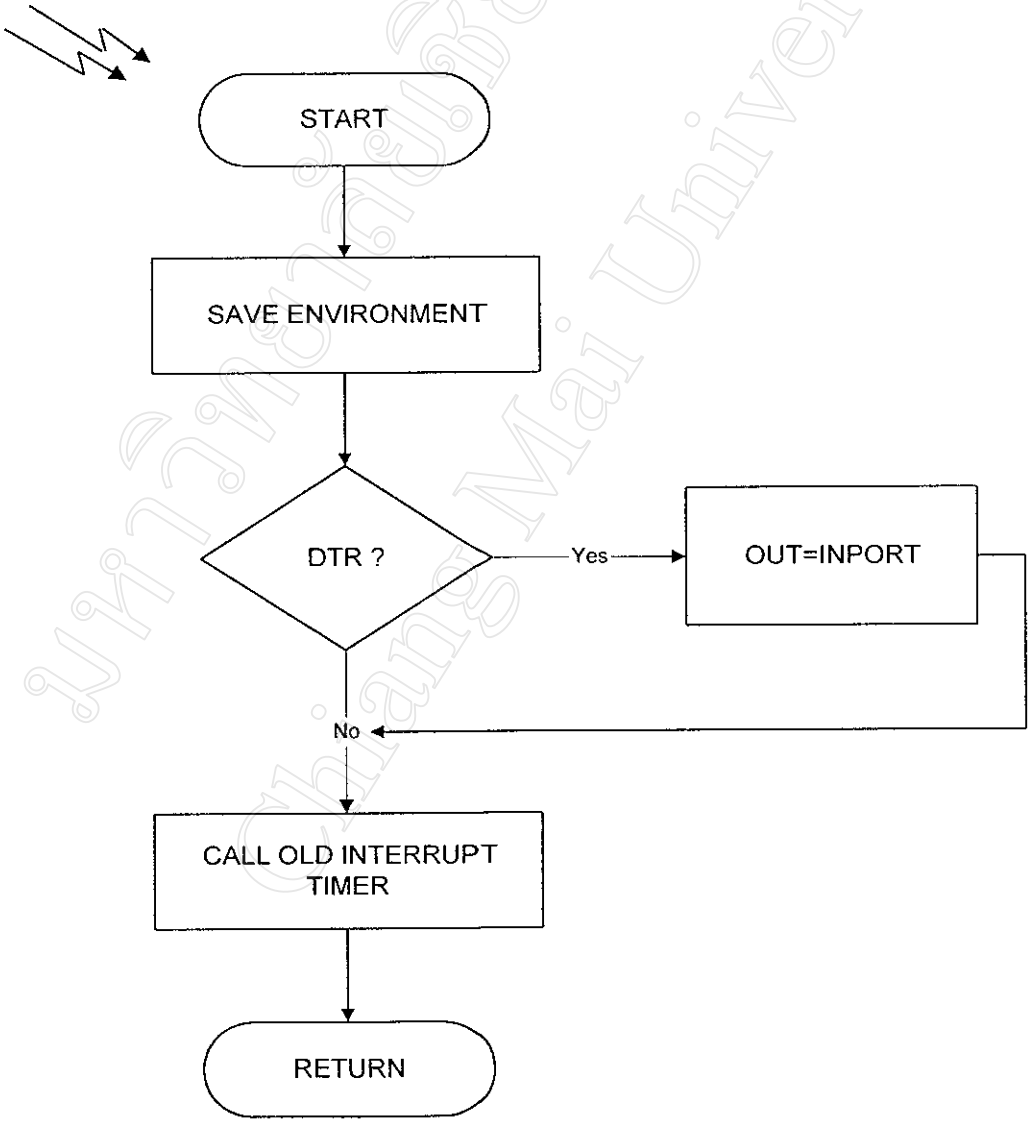
4.4.9 โปรแกรมเมนูย่อยเฝ้าตรวจดูการทำงาน (MONITOR)



รูปที่ 4.13 ผังงานโปรแกรมเมนูย่อยเฝ้าตรวจดูการทำงาน

โปรแกรมเมนูย่อยเฝ้าตรวจดูการทำงาน ทำหน้าที่เป็นส่วนเฝ้าตรวจดูการทำงานของลูกข่าย โปรแกรมสามารถเลือกเฝ้าตรวจดูการทำงานได้สองแบบคือ แบบที่หนึ่งตรวจสอบแบบลูกข่ายทีละตัว และแบบที่สองตรวจสอบลูกข่ายแบบทั้งหมด การเฝ้าตรวจดูการทำงานสามารถตรวจสอบได้ว่าลูกข่ายกำลังทำงานอะไรอยู่ มีการทำงานปกติหรือไม่ อีกทั้งมีเหตุฉุกเฉินเกิดขึ้นหรือไม่ เมื่อทำการเฝ้าตรวจดูการทำงานเสร็จเรียบร้อยก็จะกลับสู่เมนูหลัก ดังแสดงในรูปที่ 4.13

4.4.9 โปรแกรมเมนูย่อยอินเตอร์รัพต์ (INTERRUPT)



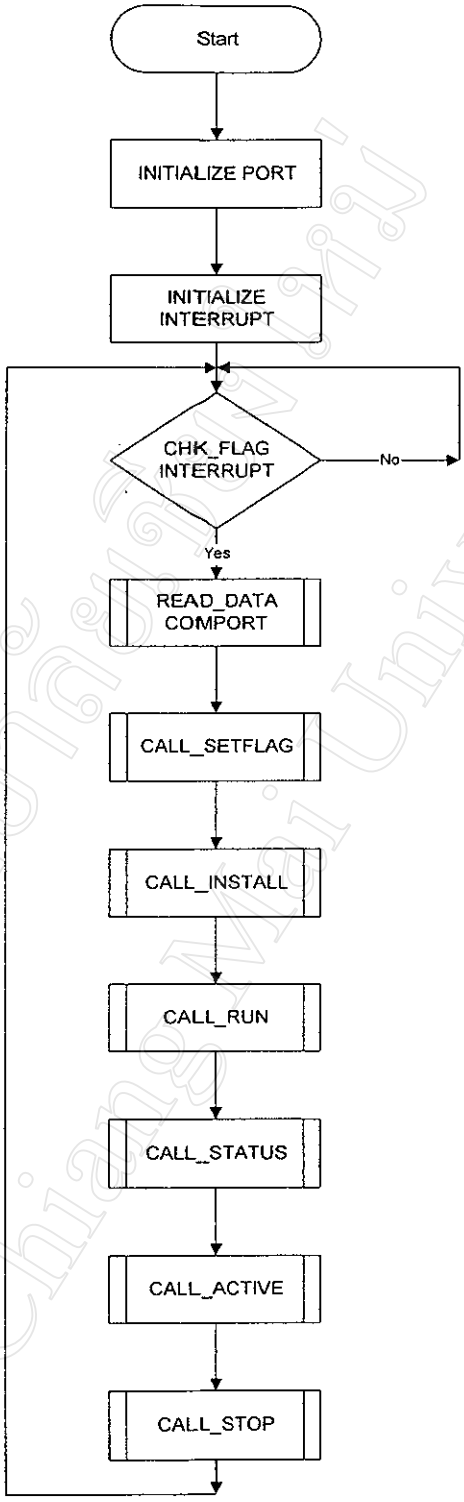
รูปที่ 4.14 ผังงานโปรแกรมอินเตอร์รัพต์

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

โปรแกรมบริการอินเตอร์รัพต์ ทำหน้าที่เป็นส่วนที่กำหนดการอินเตอร์รัพต์ให้กับแม่ข่าย โดยที่นี้ได้ใช้อินเตอร์รัพต์เวลาเป็นส่วนกำหนดการอินเตอร์รัพต์เวลา 18.2 ครั้งต่อวินาทีหรือทุกๆ 55 ms เพื่อจะตรวจสอบข้อมูลที่ตำแหน่งของพอร์ตอนุกรมของแม่ข่ายว่ามีข้อมูลใหม่เข้ามาหรือไม่ ถ้ามีข้อมูลเข้ามาใหม่ก็จะนำข้อมูลที่ได้รับไปทำในส่วนของเงื่อนไขต่อไป แต่ถ้าไม่มีข้อมูลใหม่เข้ามาที่พอร์ตอนุกรมก็จะคืนค่าอินเตอร์รัพต์เวลาและจะกลับไปยังเมนูหลักดังแสดงในรูปที่ 4.14

4.4.10 โปรแกรมควบคุมหลักของลูกข่าย

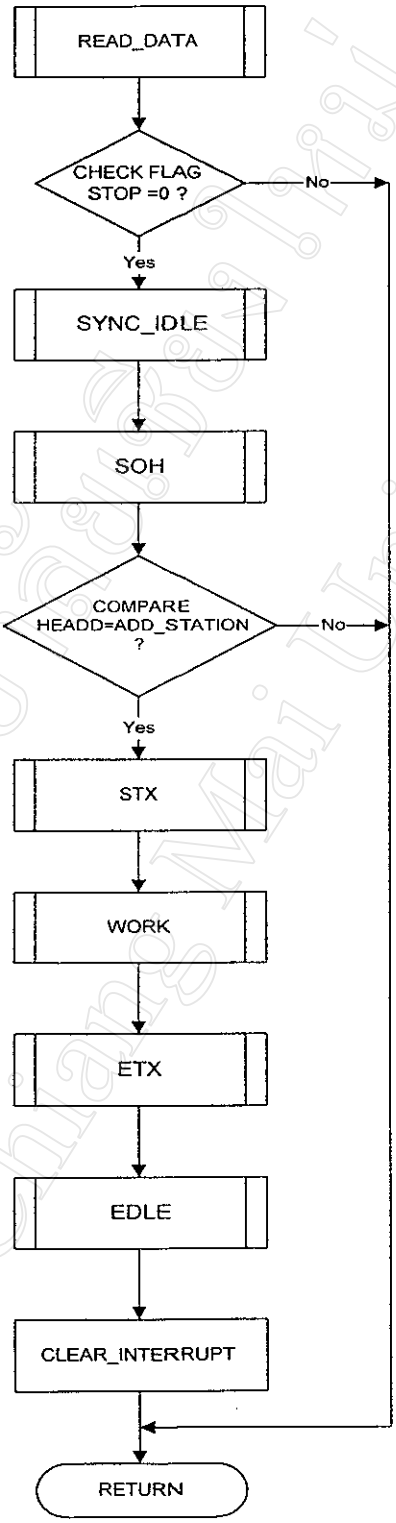
โปรแกรมควบคุมหลักของลูกข่าย ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมควบคุมระบบทั้งหมดของลูกข่าย โดยจุดเริ่มต้นการทำงานของโปรแกรมจะเริ่มที่ตำแหน่งแอดเดรส 2080H ซึ่งเป็นตำแหน่งของโมนิเตอร์โปรแกรม จะทำการตั้งค่าเริ่มต้นของพอร์ตอนุกรมและค่าอินเตอร์รัพต์ต่างๆ โดยผังงานจะแสดงดังรูปที่ 4.15 หลังจากทำการตั้งค่าเริ่มต้นต่างๆ เรียบร้อยแล้ว ลูกข่ายจะทำการเวียนตรวจสอบแฟล็กการอินเตอร์รัพต์ เมื่อแฟล็กการอินเตอร์รัพต์ถูกเซต โปรแกรมจะเข้าไปทำงานในส่วนของการอ่านข้อมูลจากพอร์ตอนุกรมเพื่อจะรับค่าข้อมูล และจะนำข้อมูลที่ได้รับส่งต่อไปยังการตรวจสอบว่าจะให้แฟล็กตัวใดทำงาน เมื่อแฟล็กตัวใดถูกเซต จะเข้าไปทำงานส่วนนั้นทันที และจะเวียนตรวจสอบส่วนต่างๆ ต่อไปคือ การติดตั้ง การสั่งให้ลูกข่ายหยุดทำงาน ตรวจสอบการทำงานของลูกข่าย เมื่อทำงานต่างๆ จนครบแล้วก็จะทำการเคลียร์แฟล็กที่ถูกเซต เพื่อเป็นการบอกให้ทราบว่าทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้ว จากนั้นจะเวียนตรวจสอบแฟล็กการอินเตอร์รัพต์และจะวนกลับมาเวียนตรวจสอบเช่นนี้เรื่อยไป



รูปที่ 4.15 ผังงานโปรแกรมควบคุมหลักของลูกข่าย

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

4.4.11 โปรแกรมย่อยการอ่านค่าข้อมูล (READ DATA)

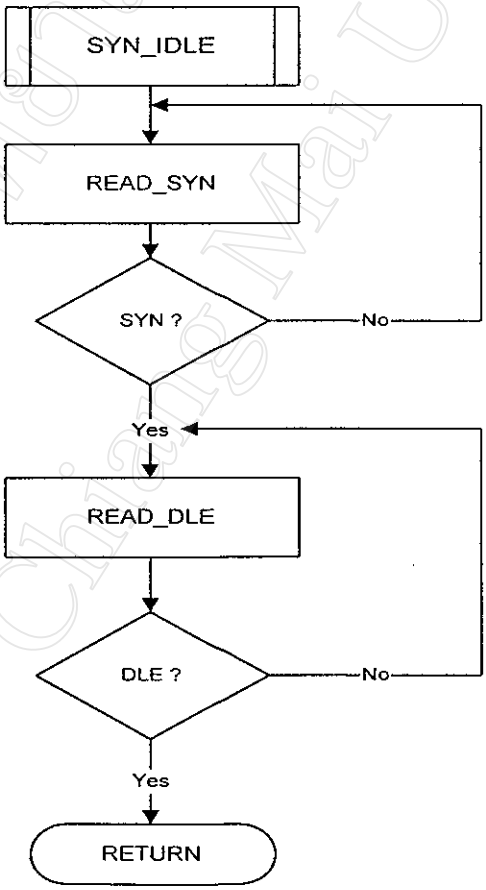


รูปที่ 4.16 ผังงานโปรแกรมย่อยการอ่านค่าข้อมูล

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ Chiang Mai University

โปรแกรมการอ่านค่าข้อมูล ทำหน้าที่เป็นส่วนอ่านค่าข้อมูลที่ได้รับจากเครื่องแม่ข่าย เมื่อได้รับข้อมูลเรียบร้อยจะนำข้อมูลที่ได้นำไปตรวจสอบแฟล็ก STOP ว่าเป็นศูนย์หรือไม่ถ้าไม่เป็นศูนย์ โปรแกรมจะเข้าไปทำงานในส่วนโปรแกรมย่อยตรวจสอบสัญญาณเริ่มต้นเฟรม (SYN_IDLE) และตามด้วยโปรแกรมย่อยส่วนรับหัวเฟรม (SOH) หลังจากนั้นโปรแกรมจะตรวจสอบค่าหมายเลขประจำเครื่องลูกข่ายตรงกับค่าของหมายเลขประจำเครื่องลูกข่ายหรือไม่ ถ้าตรงกับเครื่องลูกข่ายโปรแกรมจะเข้าไปในส่วนโปรแกรมย่อยของส่วนหัวข้อมูล (STX) จากนั้นจะเข้าไปในส่วนโปรแกรมย่อยรับข้อมูลนำข้อมูลที่ได้เข้าไปเก็บไว้ในส่วนของหน่วยความจำ และตามด้วยส่วนโปรแกรมย่อยปิดท้ายข้อมูล (ETX) และโปรแกรมย่อยตรวจสอบสัญญาณจบเฟรม จากนั้นจะทำการเคลียร์การอินเตอร์รัพต์ เมื่อเสร็จเรียบร้อยก็จะกลับสู่โปรแกรมหลัก ดังแสดงในรูปที่ 4.16

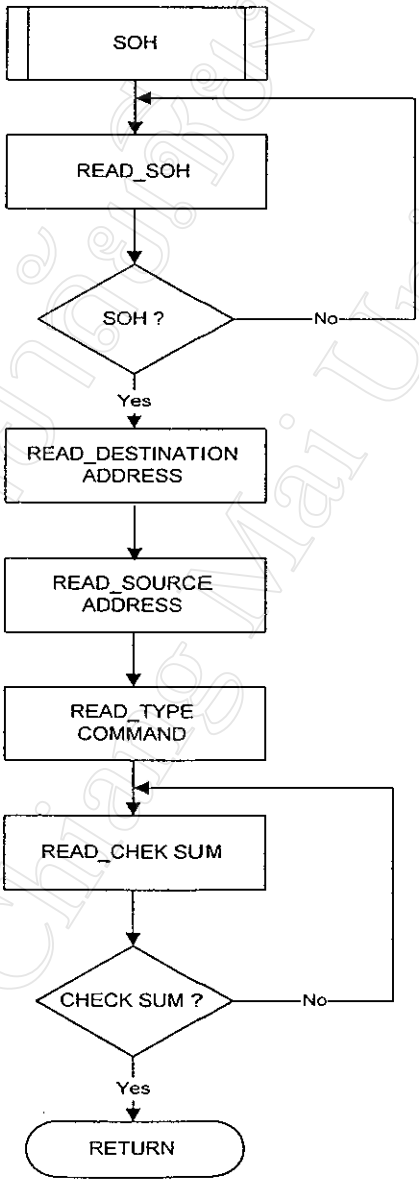
4.4.12 โปรแกรมย่อยเริ่มต้นเฟรม



รูปที่ 4.17 ผังงานโปรแกรมย่อยเริ่มต้นเฟรม

โปรแกรมย่อยเริ่มต้นเฟรม จะเริ่มต้นตรวจสอบสัญญาณ SYN_IDLE ของเฟรมข้อมูลว่าเป็นสัญญานเริ่มต้นของเฟรมข้อมูลหรือไม่ ถ้าค่าที่ได้รับเป็นสัญญานเริ่มต้นเฟรมก็จะบอกให้ลูกข่ายตัวนั้นทราบว่าให้พร้อมที่จะรับข้อมูลที่จะเข้ามา ดังแสดงในรูปที่ 4.17

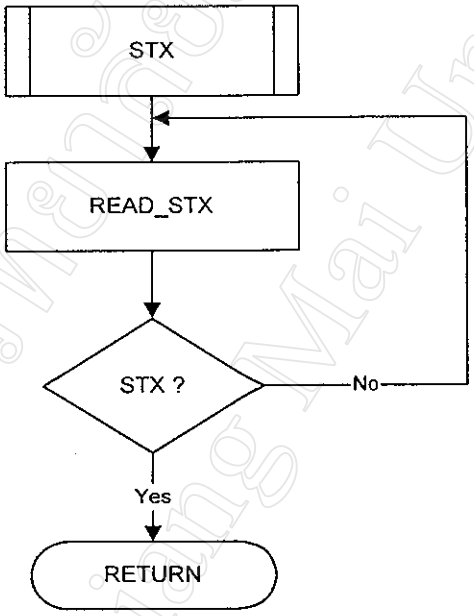
4.4.13 โปรแกรมย่อยเริ่มต้นหัวเฟรม (SOH)



รูปที่ 4.18 ผังงานโปรแกรมย่อยเริ่มต้นหัวเฟรม

โปรแกรมย่อยเริ่มต้นหัวเฟรม ทำหน้าที่เป็นส่วนบอกให้ทราบว่านี้คือส่วนหัวเฟรมที่รับเข้ามา เมื่อเริ่มต้นการทำงานจะตรวจสอบหัวเฟรม ถ้าเป็นหัวเฟรมเข้ามาลูกข่ายจะอ่านค่าหมายเลขประจำเครื่องปลายทาง และอ่านค่าหมายเลขประจำเครื่องต้นทางที่ส่งมา เพื่อตรวจสอบว่าตรงกับหมายเลขประจำเครื่องลูกข่าย เมื่อหมายเลขประจำเครื่องปลายทางที่ส่งมาตรงกับหมายเลขประจำเครื่องลูกข่ายจะอ่านค่าชนิดของคำสั่งและตรวจสอบค่าที่ได้รับทั้งหมดที่ส่งมาจากแม่ข่ายโดยใช้วิธีตรวจสอบผลรวมว่ามีค่าเท่ากับค่าที่ส่งมาหรือไม่ ถ้าค่าผลรวมตรวจสอบแล้วเท่าก็จะเป็นการส่งที่เสร็จเรียบร้อยและจะกลับไปยังเมนูการอ่านค่าข้อมูลต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.18

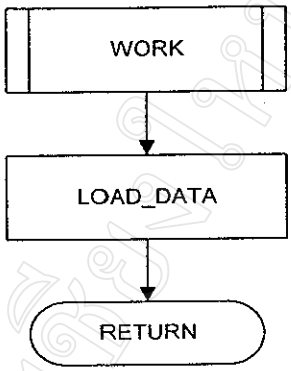
4.4.14 โปรแกรมย่อยเริ่มต้นส่งข้อมูล (STX)



รูปที่ 4.19 ผังงานโปรแกรมย่อยเริ่มต้นส่งข้อมูล

โปรแกรมย่อยเริ่มต้นส่งข้อมูล ทำหน้าที่คอยตรวจสอบเฟรมของการเริ่มต้นส่งข้อมูลเมื่อเริ่มต้นทำงานโปรแกรมจะตรวจสอบว่าเฟรมที่ได้คือการเริ่มต้นส่งข้อมูลหรือไม่ ถ้ามีกาส่งเฟรมเริ่มต้นส่งข้อมูลมายังลูกข่ายจะทำให้ลูกข่ายทราบและเตรียมพร้อมที่จะรับข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.19

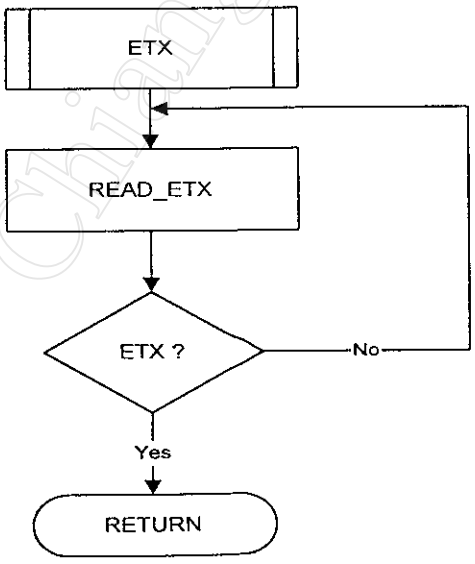
4.4.15 โปรแกรมย่อยรับข้อมูล



รูปที่ 4.20 ผังงานโปรแกรมย่อยรับข้อมูล

โปรแกรมย่อยรับข้อมูล ทำหน้าที่เป็นส่วนจัดการเกี่ยวกับข้อมูลต่างๆ เช่น ข้อมูลที่เป็นคำสั่ง หรือข้อมูลแบบแฟ้มข้อมูล เมื่อเริ่มต้นทำงานโปรแกรมจะทำการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำที่ตำแหน่งแอดเดรส 4080H และนำค่าข้อมูลเหล่านี้ไปใช้งานต่อไป ดังแสดงในรูปที่ 4.20

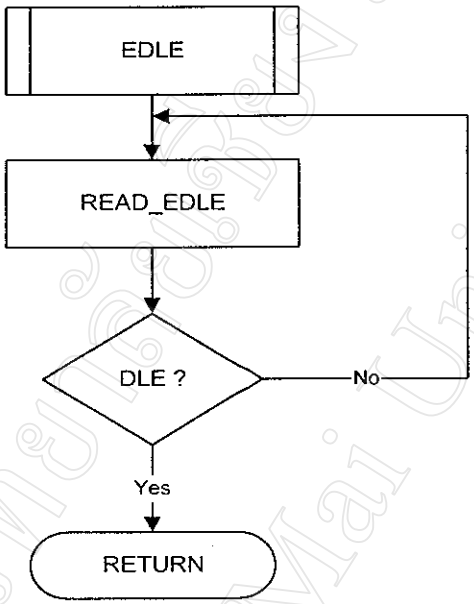
4.4.16 โปรแกรมย่อยปิดท้ายข้อมูล (ETX)



รูปที่ 4.21 ผังงานโปรแกรมย่อยปิดท้ายข้อมูล

โปรแกรมย่อยปิดท้ายข้อมูล ทำหน้าที่เป็นส่วนบอกให้ทราบว่าจบเฟรมข้อมูลในการส่งข้อมูล โปรแกรมจะเริ่มต้นทำการตรวจสอบว่ามีการส่งคำสั่ง ETX มายังลูกข่ายหรือไม่ ถ้ามีการส่งคำสั่ง ETX มายังลูกข่ายแสดงว่าการส่งข้อมูลเสร็จและจะปิดท้ายด้วยคำสั่ง ETX ดังรูปที่ 4.21

4.4.17 โปรแกรมย่อยการสิ้นสุดเฟรม

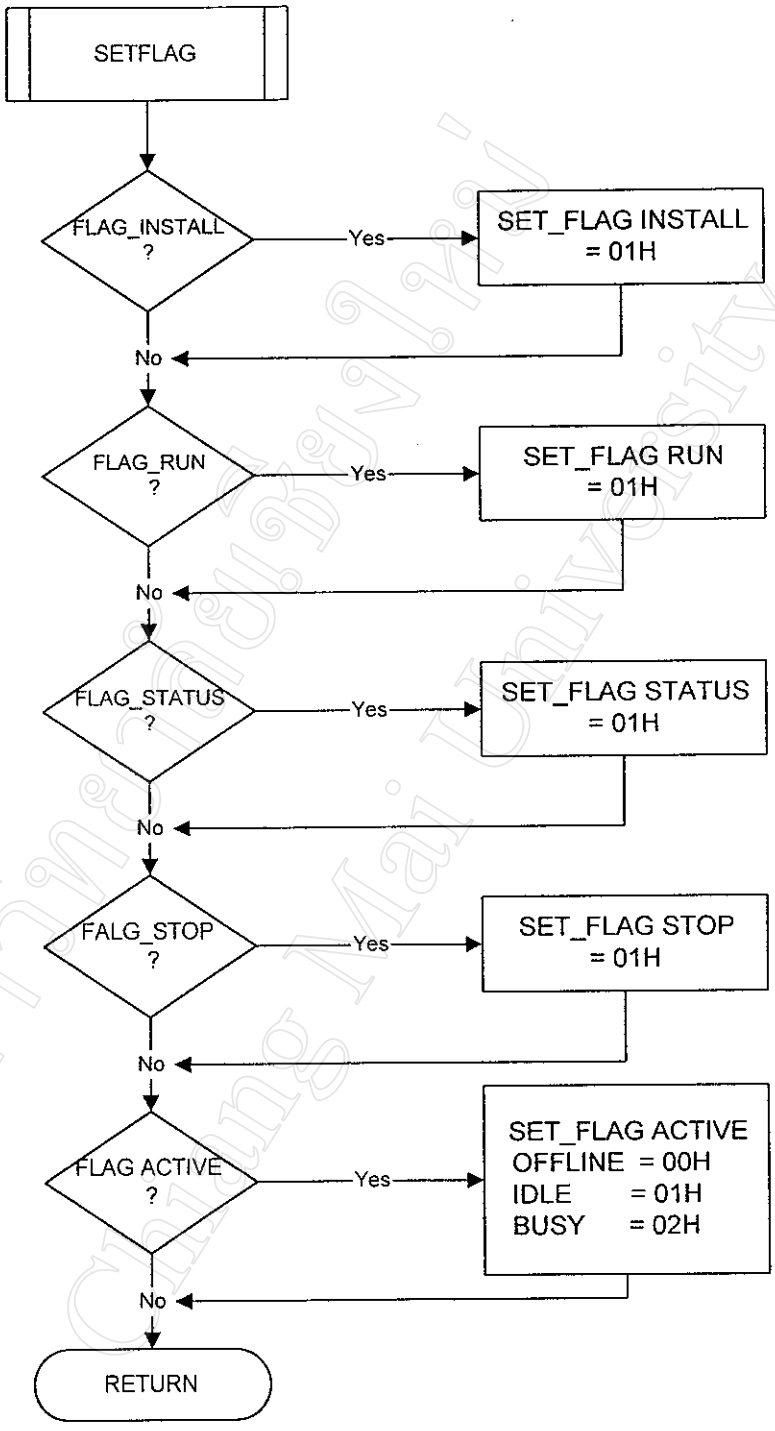


รูปที่ 4.22 ผังงานโปรแกรมย่อยการสิ้นสุดเฟรม

โปรแกรมย่อยการสิ้นสุดเฟรม ทำหน้าที่บอกให้ลูกข่ายทราบว่าการส่งเฟรมทั้งหมดสิ้นสุดแล้ว โปรแกรมจะเริ่มต้นตรวจสอบคำสั่งการสิ้นสุดเฟรม เมื่อตรวจพบคำสั่งสิ้นสุดเฟรมที่ส่งมายังลูกข่ายหลังจากส่งข้อมูลเรียบร้อยก็จะเป็นการบอกให้ลูกข่ายทราบว่าสิ้นสุดการส่งข้อมูลแล้ว ดังแสดงในรูปที่ 4.22

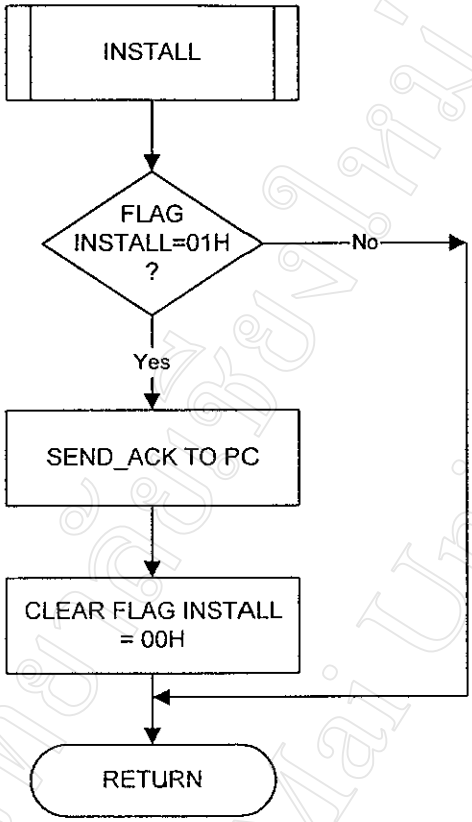
4.4.18 โปรแกรมย่อยกำหนดการทำงาน

โปรแกรมย่อยกำหนดการทำงาน ทำหน้าที่เป็นส่วนกำหนดการทำงานให้กับลูกข่ายเช่น การติดตั้ง การสั่งให้ทำงาน การตรวจสอบสภาวะการทำงาน การสั่งให้หยุดการทำงาน เมื่อเริ่มต้นทำงานจะเวียนตรวจสอบแฟล็กต่างๆ ถ้าแฟล็กตัวใดถูกเซตก็จะเข้าไปทำงานในส่วนนั้นทันที และเมื่อทำงานเสร็จเรียบร้อยก็จะทำการเคลียร์แฟล็กที่ทำงาน และจะกลับสู่เมนูการอ่านค่าข้อมูล ดังแสดงในรูปที่ 4.23



รูปที่ 4.23 ผังงานโปรแกรมย่อยกำหนดการทำงาน

4.4.20 โปรแกรมย่อยการติดตั้ง (INSTALL)

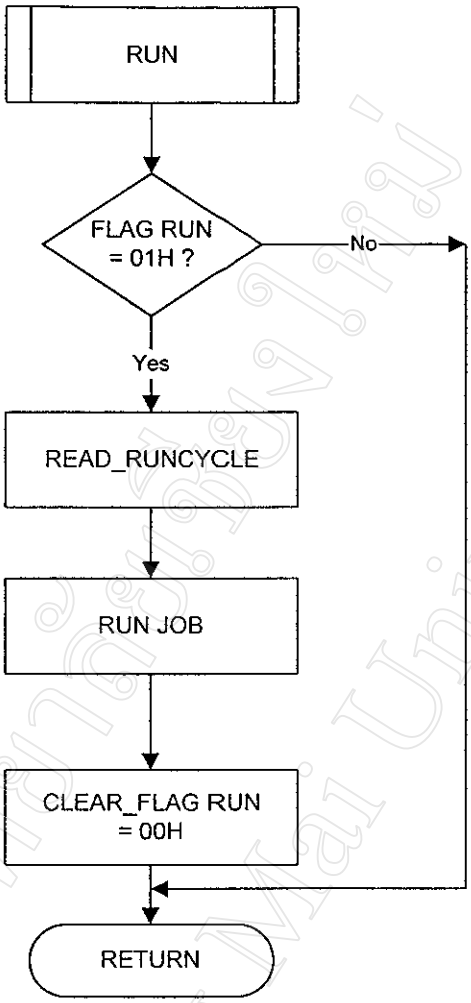


รูปที่ 4.24 ผังงานโปรแกรมย่อยการติดตั้ง

โปรแกรมย่อยการติดตั้ง ทำหน้าที่ติดตั้งเครื่องลูกข่าย เริ่มต้นโปรแกรมจะตรวจสอบแฟล็กการติดตั้งว่าเท่ากับ 01H หรือไม่ ถ้าแฟล็กเท่ากับ 01H จะส่งคำสั่ง ACK กลับไปยังแม่ข่ายเพื่อบอกให้ทราบว่าลูกข่ายทำการติดตั้งเรียบร้อย แล้วจะกลับสู่เมนูหลักของลูกข่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.24

4.4.20 โปรแกรมย่อยสั่งให้ทำงาน (RUN)

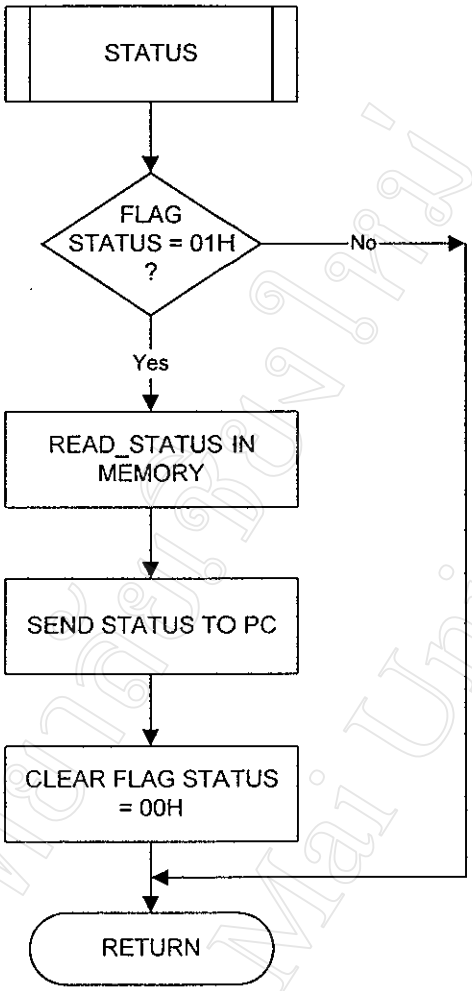
โปรแกรมย่อยสั่งให้ทำงานของลูกข่าย จะทำหน้าที่เป็นส่วนสั่งให้ลูกข่ายเริ่มต้นทำงาน เมื่อเริ่มต้นโปรแกรมจะตรวจสอบแฟล็กการสั่งให้ทำงานว่าเท่ากับ 01H หรือไม่ ถ้าแฟล็กถูกเซตก็จะอ่านค่าการสั่งให้ทำงานว่าจะให้ทำกี่รอบการทำงาน หลังจากนั้นจะเริ่มต้นการทำงานตามจำนวนรอบที่ได้รับจนเสร็จเรียบร้อย และจะกลับสู่เมนูหลักของลูกข่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.25



รูปที่ 4.25 ผังงานโปรแกรมย่อยสั่งให้ทำงาน

4.4.22 โปรแกรมย่อยตรวจสอบการทำงาน (STATUS)

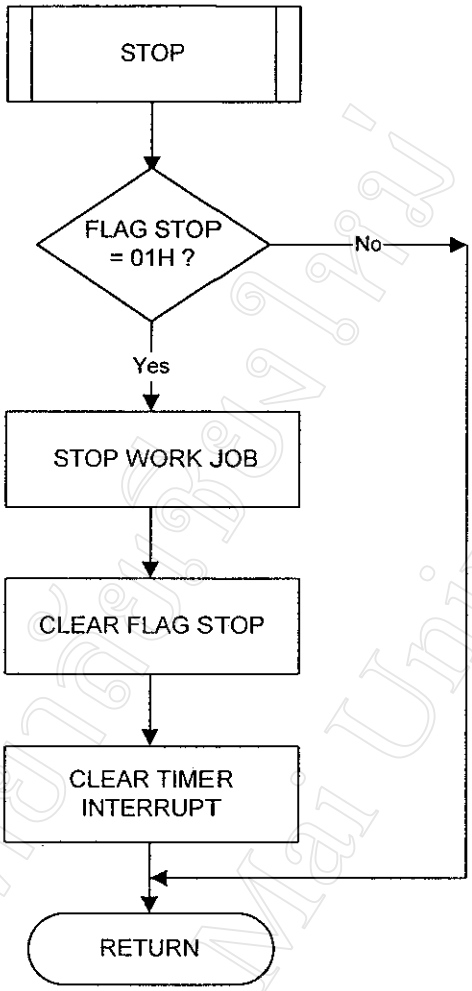
โปรแกรมย่อยตรวจสอบการทำงาน จะทำหน้าที่รายงานสภาวะการทำงานต่างๆ ให้กับแม่ข่าย เช่นสภาวะการทำงานปกติ การเกิดเหตุฉุกเฉิน เมื่อเริ่มต้นทำงานโปรแกรมจะตรวจสอบแฟล็กของการตรวจสอบการทำงานว่ามีค่าเท่ากับ 01H หรือไม่ถ้ามีการเซตแฟล็กโปรแกรมจะอ่านค่าสถานะการทำงานที่อยู่ในหน่วยความจำตำแหน่ง 4600H และจะส่งสถานะการทำงานต่างๆ กลับไปยังแม่ข่ายเมื่อเสร็จเรียบร้อย ก็จะกลับสู่โปรแกรมหลักของลูกข่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.26



รูปที่ 4.26 ผังงานโปรแกรมย่อยตรวจสอบการทำงาน

4.4.22 โปรแกรมย่อยสั่งให้หยุดทำงาน (STOP)

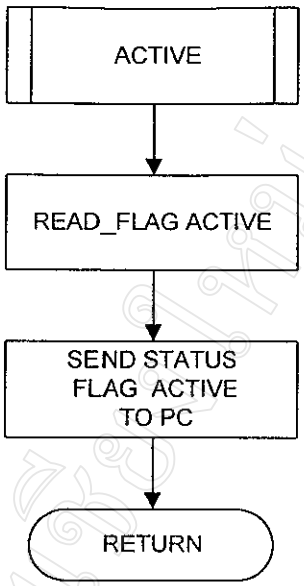
โปรแกรมย่อยสั่งให้หยุดทำงาน จะทำหน้าที่สั่งให้ลูกข่ายหยุดทำงาน เมื่อเริ่มทำงานจะตรวจสอบแฟล็กหยุดการทำงานว่าถูกเซตเป็น 01H หรือไม่ถ้าแฟล็กถูกเซตโปรแกรมจะเข้าไปทำงานในส่วนสั่งให้ลูกข่ายหยุดทำงาน และจะเคลียร์แฟล็กที่ถูกเซต และเคลียร์อินเตอร์รัพต์เวลา เมื่อทำงานเสร็จเรียบร้อย ก็จะกลับสู่โปรแกรมหลักของลูกข่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.27



รูปที่ 4.27 ผังงานโปรแกรมย่อยสั่งให้หยุดการทำงาน

4.4.23 โปรแกรมย่อยสภาวะทำงาน (ACTIVE)

โปรแกรมย่อยสภาวะทำงาน ทำหน้าที่เป็นโปรแกรมรายงานผลสภาวะของเครื่องลูกข่าย เช่น สภาวะลูกข่ายปิดเครื่อง (OFF-LINE) หรือ ลูกข่ายไม่ติดตั้ง (IDLE) และลูกข่ายไม่ว่าง (BUSY) เมื่อเริ่มต้นทำงานโปรแกรมจะอ่านค่าสภาวะแฟล็กภายในหน่วยความจำ และจะส่งค่าสภาวะการทำงานของลูกข่ายกลับไปยังแม่ข่าย เมื่อทำงานเสร็จเรียบร้อยก็จะกลับสู่เมนูหลักของลูกข่าย ดังแสดงในรูปที่ 4.28



รูปที่ 4.28 ผังงานโปรแกรมย่อยสภาวะทำงาน

มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Chiang Mai University