หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 3

การออกแบบและการสร้างระบบ

ระบบเก็บข้อมูลและควบคุมระยะไกลตามมาตรฐาน RS-485 เมื่อพิจารณาถึงลักษณะการติดต่อสื่อสารสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ สถานีควบคุม (Master Station) และ โมดูลระยะไกล (Remote Module) โดยระบบนี้มีการติดต่อสื่อสารระหว่างสถานีควบคุมกับโมดูลระยะไกลผ่านทางสายสัญญาณ 2 เส้นมีฉนวนหุ้ม (Twisted Pair Wire) อ้างอิงตามมาตรฐาน EIA RS-485 กล่าวคือสถานีควบคุมสามารถควบคุมโมดูลระยะไกล ที่อยู่ห่างออกไปเป็นระยะไกลที่สุดได้ถึง 1,320 เมตร มีอัตราเร็วในการรับส่งข้อมูลสูงสุด 7,200 บิตต่อวินาที

ระบบที่ออกแบบนี้ ส่วนโปรโตคอลที่ใช้ในระบบการสื่อสารข้อมูล เป็นโปรโตคอลเอชดีแอลซี ที่มีรูปลักษณ์ (Configuration) แบบรูปลักษณ์ไม่สมดุลย์ (Unbalanced Configuration) และมีโมดการติดต่อสื่อสารแบบโมดการตอบสนองปกติ (NRM : Normal Response Mode) จำนวนโมดูลระยะไกลมากที่สุด 31 โมดูล โดยสถานีควบคุมที่ใช้ในระบบนี้เป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (ISA Bus Slot) ทำหน้าที่ควบคุมการติดต่อสื่อสารภายในระบบทั้งหมด โมดูลระยะไกล สามารถส่งเฟรมตอบสนองได้ก็ต่อเมื่อ ได้รับเฟรมคำสั่งจากสถานีควบคุมอย่างสมบูรณ์แล้วเท่านั้น และโมดูลระยะไกลต้องคอยการอนุญาตจากสถานีควบคุมก่อน จึงจะสามารถส่งเฟรมข้อมูลครั้งต่อไป

เพื่อให้เข้าใจแนวคิดการสร้างระบบการออกแบบและการสร้างระบบเก็บข้อมูลและควบคุมระยะไกลตามมาตรฐาน RS-485 นี้สามารถอธิบายเป็น 4 หัวข้อหลักคือ ฟังก์ชันการติดต่อสื่อสารข้อมูล รายละเอียดของโปรโตคอลที่ใช้รับส่งข้อมูล แนวคิดการออกแบบฮาร์ดแวร์ และแนวคิดการออกแบบซอฟต์แวร์ รายละเอียดของหัวข้อหลักดังกล่าวมีดังต่อไปนี้

ฟังก์ชันการติดต่อสื่อสารข้อมูล

การติดต่อสื่อสารข้อมูลระหว่างสถานีควบคุมกับโมดูลระยะไกลนั้น เป็นการติดต่อแบบครึ่งดูเพลกซ์ (Half-duplex) โดยสถานีควบคุมมีหน้าที่ควบคุมแต่ละโมดูลระยะไกล และมีหน้าที่สร้างคำสั่งในระบบรวมทั้งหมด เพื่อให้ระบบมีกระบวนการทำงานตามที่ต้องการ การส่งผ่านข้อมูลประกอบด้วยเฟรมข้อมูล 1 เฟรม เมื่อสถานีควบคุมต้องการติดต่อกับโมดูลระยะไกลหนึ่ง

คอยรับเฟรมคำสั่งจากสถานีควบคุม หรือทำงานตามคำสั่งที่ได้รับเมื่อทำงานเสร็จสมบูรณ์ก็จะส่งเฟรมตอบสนองกลับไปยังสถานีควบคุม

การกำหนดฟังก์ชันติดต่อสื่อสารข้อมูลในระบบนี้ เน้นการจัดการเรื่องการเก็บข้อมูลและควบคุมโมดูลต่าง ๆ จึงกำหนดให้มีฟังก์ชันหลัก 2 ฟังก์ชัน คือฟังก์ชันขอข้อมูล (Request Function) และฟังก์ชันควบคุม (Control Function) ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

ฟังก์ชันขอข้อมูล ฟังก์ชันนี้จัดเป็นฟังก์ชันการทำงานเบื้องหลัง (Background Operation Function) ของสถานีควบคุมโดยสถานีควบคุมจะพิจารณาส่งเฟรมคำสั่งเพื่อขอข้อมูลเฉพาะโมดูลที่ต่อในระบบ (Online) เท่านั้นและจัดลำดับในการขอข้อมูลของแต่ละโมดูลระยะไกล โดยใช้การกำหนดเวลาที่ตั้งไว้เป็นเกณฑ์

สถานีควบคุมจะทำการส่งเฟรมคำสั่งเพื่อขอข้อมูลไปยังโมดูลระยะไกลตามเวลาที่มาถึง (Scan Time) ของแต่ละโมดูล การกำหนดเวลาที่มาถึงของแต่ละโมดูลจะต้องถูกตั้งค่าไว้แล้วในขั้นตอนกำหนดรูปลักษณ์ของระบบ (System Configuration) เมื่อโมดูลระยะไกลได้รับเฟรมคำสั่งเพื่อขอข้อมูลแล้วก็จะส่งเฟรมตอบสนองที่มีข้อมูลตามที่สถานีควบคุมต้องการกลับไป เพื่อให้สถานีควบคุมนำข้อมูลเหล่านั้นไปใช้ประโยชน์ในการวิเคราะห์หรือควบคุมระบบต่อไป

ข้อกำหนดอีกประการหนึ่งของระบบคือ เมื่อสถานีควบคุมต้องการข้อมูลจากโมดูลระยะไกลใด ๆ ก็จะส่งเฟรมคำสั่งไปโมดูลนั้น จะมีเพียงโมดูลเดียวเท่านั้นที่ต้องส่งเฟรมตอบสนองกลับไปยังสถานีควบคุม หากสถานีควบคุมไม่ได้รับเฟรมตอบสนองภายในช่วงเวลาหนึ่งจะยกเลิกการรับข้อมูลจากโมดูลระยะไกลในครั้งนี้ พร้อมกับแสดงข้อผิดพลาดในการขอข้อมูลแล้วส่งเฟรมคำสั่งไปยังโมดูลระยะไกลที่อยู่ในลำดับถัดไป

ระบบที่ออกแบบนี้ มีการกำหนดให้โมดูลระยะไกลส่งเฟรมตอบสนองได้ก็ต่อเมื่อได้รับเฟรมคำสั่งจากสถานีควบคุมเท่านั้น เพื่อป้องกันการชนกันของเฟรมข้อมูลที่ส่งจากแต่ละสถานี ทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการติดต่อสื่อสารน้อยมาก และทำให้สถานีควบคุมสามารถควบคุมการติดต่อสื่อสารได้อย่างมีประสิทธิภาพ

<u>รายละเอียดของโปรโตคอลที่ใช้รับส่งข้อมูล</u>

โปรโตคอลที่ใช้รับส่งข้อมูลในระบบเก็บข้อมูลและควบคุมระยะไกลนี้ เป็นโปรโตคอลเอชดีแอลซี โดยสถานีควบคุมจะส่งเฟรมคำสั่ง 1 เฟรม ขณะเดียวกันโมดูลระยะไกลจะส่งเฟรมตอบสนองจำนวน 1 เฟรม ซึ่งทั้งสถานีควบคุมและโมดูลระยะไกลจะมีการรับส่งข้อมูลทีละเฟรม โดยที่ภายในเฟรมประกอบด้วยฟิลด์ต่าง ๆ ดังนี้

Flag	Address	Control	Information	FCS	Flag

- ฟิลด์แฟลก (Flag) : แฟลกเปิดและแฟลกปิด ลำดับข้อมูลเฟลกประกอบด้วย '01111110' มีขนาด 1 ไบต์ (8 บิต)

- ฟิลด์เขตที่อยู่ (Address) : เป็นฟิลด์เขตที่อยู่ของโมดูลระยะไกล แต่ละโมดูลระยะไกลจะมีฟิลด์เขตที่อยู่เพียงตำแหน่งเดียว และไม่ซ้ำกันภายในระบบ มี ขนาด 1 ไบต์(8 บิต)

- ฟิลด์ควบคุม (Control) : เป็นฟิลด์ที่ใช้ระบุจำนวนเฟรมข้อมูลที่รับหรือส่งในชุดข้อมูลใด ๆ มีขนาด 1 ไบต์ (8 บิต)

- ฟิลด์ข้อสนเทศ (Information) : ประกอบด้วยส่วนกำหนดฟังก์ชันการติดต่อสื่อสาร ขนาด 1 ไบต์และส่วนข้อมูล ขนาด 1 ไบต์ ถึง 4 ไบต์ ขึ้นอยู่กับฟังก์ชันการติดต่อสื่อสาร ซึ่งจะอธิบายในรายละเอียดในหัวข้อถัดไป

- ฟิลด์ตรวจสอบลำดับเฟรม (FCS) : เป็นส่วนที่ใช้ตรวจสอบความผิดพลาดของข้อมูลมีขนาด 2 ไบต์ (16 บิต)

โปรโตคอลที่ใช้รับส่งข้อมูล เมื่อพิจารณาถึงโครงสร้างการเชื่อมต่อของข้อมูลระหว่างสถานีควบคุมกับโมดูลระยะไกล สามารถแบ่งโปรโตคอลของข้อมูลที่ใช้รับส่งข้อมูลเป็น 2 ส่วนหลักคือ โปรโตคอลการส่งข้อมูลจากสถานีควบคุมไปยังโมดูลระยะไกล โปรโตคอลการรับข้อมูลที่สถานีควบคุมได้รับจากโมดูลระยะไกล

1.โปรโตคอลการส่งข้อมูลจากสถานีควบคุมไปยังโมดูลระยะไกล

เนื่องจากโมดูลระยะไกลที่ใช้ในระบบเก็บข้อมูลและควบคุมระยะไกลนี้ มีหลายชนิด แต่เมื่อพิจารณาจากการจัดกลุ่มตามลักษณะของข้อมูลสามารถแบ่งเป็น 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรกเป็นกลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลของโมดูลดิจิตอลอินพุตและโมดูลแอนะลอกอินพุต กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มฟังก์ชันควบคุมของโมดูลดิจิตอลเอาต์พุต และกลุ่มสุดท้ายเป็นกลุ่มฟังก์ชันควบคุมของโมดูลแอนะลอกเอาต์พุต ซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

1.1 กลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลขอโมดูลดิจิตอลอินพุตและโมดูลแอนะลอกอินพุต ข้อมูลในเฟรม 1 เฟรม ที่สถานีควบคุมส่งไปยังโมดูลชนิดอินพุต ประกอบด้วยฟิลด์เขตที่อยู่ 1 ไบต์, ฟิลด์ควบคุม 1 ไบต์, ฟิลด์ข้อสนเทศ 2 ไบต์ และฟิลด์ตรวจสอบลำดับเฟรม 2 ไบต์ แสดงดังรูปที่ 3.1

1.2 กลุ่มฟังก์ชันควบคุมของโมดูลดิจิตอลเอาต์พุต ข้อมูลใน 1 เฟรม ที่สถานีควบคุมส่งไปยังโมดูลดิจิตอลเอาต์พุต ฟิลด์ต่าง ๆ มีจำนวนไบต์เท่ากับกลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลของโมดูลอินพุต ยกเว้นฟิลด์ข้อสนเทศที่มีจำนวนไบต์แตกต่างไปกล่าวคือ แสดงดังรูปที่ 3.2

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ไบต์ 1 : ฟิลด์เขตที่อยู่	0	0	0	A4	A3	A2	A1	A0	มีได้ 31 เลขหมาย ระหว่าง 00 H ถึง 1E H
ไบต์ 2 : ฟิลด์ควบคุม	0	0	0	0	1	0	0	0	มีค่าเท่ากับ 08 H
ไบต์ 3 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	0	0	0	1	รหัสของฟังก์ชันขอข้อมูล
ไบต์ 4 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	C3	C2	C1	C0	ช่องสัญญาณ 16 ช่อง มีค่าระหว่าง 00-0F H
	FCS1								
	FCS2								

รูปที่ 3.1 โปรโตคอลของข้อมูลกลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลของโมดูลอินพุต

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ไบต์ 1 : ฟิลด์เขตที่อยู่	0	0	0	A4	A3	A2	A1	A0	มีได้ 31 เลขหมาย ระหว่าง 00 H ถึง 1E H
ไบต์ 2 : ฟิลด์ควบคุม	0	0	0	0	1	0	0	0	มีค่าเท่ากับ 08 H
ไบต์ 3 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	0	0	0	1	รหัสของฟังก์ชันควบคุม
ไบต์ 4 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	C3	C2	C1	C0	ช่องสัญญาณ 16 ช่อง มีค่าระหว่าง 00-0F H
ไบต์ 5 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	1	1	0	0	0	*	รหัสควบคุม เมื่อมีค่า 30 H คำสั่ง'OFF' 31 H คำสั่ง 'ON'
	FCS1								
	FCS2								

รูปที่ 3.2 โปรโตคอลของข้อมูลกลุ่มฟังก์ชันควบคุมโมดูลดิจิตอลเอาต์พุต

1.3 กลุ่มฟังก์ชันควบคุมของโมดูลแอนะลอกเอาต์พุต ข้อมูลในเฟรม 1 เฟรม ที่สถานีควบคุมส่งไปยังโมดูลแอนะลอกเอาต์พุต ฟิลด์ต่าง ๆ มีจำนวนไบต์เท่ากับกลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลของโมดูลอินพุต ยกเว้นฟิลด์ข้อสนเทศที่มีจำนวนไบต์แตกต่างไป กล่าวคือ มีฟิลด์ข้อสนเทศจำนวน 4 ไบต์ แสดงดังรูปที่ 3.3

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ไบต์ 1 : ฟิลด์เขตที่อยู่	0	0	0	A4	A3	A2	A1	A0	มีได้ 31 เลขหมาย ระหว่าง 00 H ถึง 1E H
ไบต์ 2 : ฟิลด์ควบคุม	0	0	0	0	1	0	0	0	มีค่าเท่ากับ 08 H
ไบต์ 3 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	0	0	0	1	รหัสของฟังก์ชันควบคุม
ไบต์ 4 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	C3	C2	C1	C0	ช่องสัญญาณ 16 ช่อง มีค่าระหว่าง 00-0F H
ไบต์ 5 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	V7	V6	V5	V4	V3	V2	V1	V0	เป็นค่าของแรงดันหรือกระแสที่ต้องการควบคุม
ไบต์ 6 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	U7	U6	U5	U4	U3	U2	U1	U0	โดยค่าอยู่ระหว่าง 0000H ถึง FFFFH
	FCS1								
	FCS2								

รูปที่ 3.3 โปรโตคอลของข้อมูลกลุ่มฟังก์ชันควบคุมโมดูลแอนะลอกเอาต์พุต

2.โปรโตคอลการรับข้อมูลที่สถานีควบคุมได้รับจากโมดูลระยะไกล

เมื่อพิจารณาถึงการจัดกลุ่มตามลักษณะของข้อมูล สามารถแบ่งเป็นกลุ่มย่อยได้ 3 กลุ่ม คือกลุ่มแรกเป็นกลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลของโมดูลดิจิตอลอินพุต กลุ่มที่สองเป็นกลุ่มฟังก์ชันควบคุมของโมดูลดิจิตอลเอาต์พุต และกลุ่มสุดท้ายเป็นกลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลและควบคุม ของโมดูลแอนะลอก

2.1 กลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลของโมดูลดิจิตอลอินพุต ข้อมูลใน 1 เฟรมที่สถานีควบคุมจะได้รับจากโมดูลดิจิตอลอินพุตนี้ ประกอบด้วยฟิลด์เขตที่อยู่ 1 ไบต์, ฟิลด์ควบคุม 1 ไบต์, ฟิลด์ข้อสนเทศ 3 ไบต์ และฟิลด์ตรวจสอบลำดับเฟรม 2 ไบต์ แสดงดังรูปที่ 3.4

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ไบต์ 1 : ฟิลด์เขตที่อยู่	0	0	0	A4	A3	A2	A1	A0	มีได้ 31 เลขหมาย ระหว่าง 00 H ถึง 1E H
ไบต์ 2 : ฟิลด์ควบคุม	0	0	0	0	1	0	0	1	มีค่าเท่ากับ 09 H
ไบต์ 3 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	0	0	0	1	รหัสของฟังก์ชันขอข้อมูล
ไบต์ 4 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	C4	C3	C2	C1	C0	ช่องสัญญาณ 16 ช่อง มีค่าระหว่าง 00-0F H
ไบต์ 5 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	1	1	0	0	0	*	รหัสข้อมูล เมื่อมีค่า 30 H สถานะ'OFF' 31 H สถานะ 'ON'
FCS1									
FCS2									

รูปที่ 3.4 โปรโตคอลของข้อมูลกลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลโมดูลดิจิตอลอินพุต

2.2 กลุ่มฟังก์ชันควบคุมของโมดูลดิจิตอลเอาต์พุต ข้อมูลใน 1 เฟรมที่สถานีควบคุมได้รับจากโมดูลดิจิตอลเอาต์พุตมีจำนวนไบต์ของข้อมูล เท่ากับกลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลของ โมดูลดิจิตอลอินพุตฟิลด์ต่าง ๆ ขอข้อมูลแสดงได้ด้วยรูปที่ 3.5

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ไบต์ 1 : ฟิลด์เขตที่อยู่	0	0	0	A4	A3	A2	A1	A0	มีได้ 31 เลขหมาย ระหว่าง 00 H ถึง 1E H
ไบต์ 2 : ฟิลด์ควบคุม	0	0	0	0	1	0	0	1	มีค่าเท่ากับ 09 H
ไบต์ 3 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	0	0	1	0	รหัสของฟังก์ชันควบคุม
ไบต์ 4 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	C3	C2	C1	C0	ช่องสัญญาณ 16 ช่อง มีค่าระหว่าง 00-0F H
ไบต์ 5 : ฟิลด์ข้อสนเทศ	0	0	1	1	0	0	0	*	ทวนรหัสควบคุม เมื่อมีค่า 30 H คำสั่ง'OFF' 31 H คำสั่ง 'ON'
FCS1									
FCS2									

รูปที่ 3.5 โปรโตคอลของข้อมูลกลุ่มฟังก์ชันควบคุมโมดูลดิจิตอลเอาต์พุต

2.3 กลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลและควบคุมของโมดูลแอนะลอก ข้อมูลในเฟรมหนึ่งของโมดูลแอนะลอกเอาต์พุตต่างจากโมดูลแอนะลอกอินพุต คือไบต์แรกของฟีลด์ข้อสนเทศทำหน้าที่กำหนดฟังก์ชันการสื่อสารข้อมูล เมื่อกำหนดเป็นฟังก์ชันขอข้อมูลของโมดูลแอนะลอก ไบต์แรกของฟีลด์ข้อสนเทศมีค่า 01H ส่วนฟังก์ชันควบคุมของโมดูลแอนะลอกเอาต์พุต ไบต์แรกของฟีลด์ข้อสนเทศมีค่า 02H ไบต์ข้อมูลที่เป็นค่าของแรงดันหรือกระแสมี 2 ไบต์ ฟีลด์ต่าง ๆ แสดงด้วยรูปที่ 3.6

	D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	
ไบต์ 1 : ฟีลด์เขตที่อยู่	0	0	0	A4	A3	A2	A1	A0	มีได้ 31 เลขหมาย ระหว่าง 00 H ถึง 1E H
ไบต์ 2 : ฟีลด์ควบคุม	0	0	0	0	1	0	0	1	มีค่าเท่ากับ 09 H
ไบต์ 3 : ฟีลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	0	0	*	*	รหัสของฟังก์ชันของข้อมูล 01 H หรือ 02 H
ไบต์ 4 : ฟีลด์ข้อสนเทศ	0	0	0	0	C3	C2	C1	C0	ช่องสัญญาณ 6 ช่อง มีค่าระหว่าง 01-06 H
ไบต์ 5 : ฟีลด์ข้อสนเทศ	V7	V6	V5	V4	V3	V2	V1	V0	เป็นค่าของแรงดันหรือกระแสที่ต้องการควบคุม
ไบต์ 6 : ฟีลด์ข้อสนเทศ	U7	U6	U5	U4	U3	U2	U1	U0	โดยค่าอยู่ระหว่าง 0000H ถึง FFFFH
	FCS1								
	FCS2								

รูปที่ 3.6 โปรโตคอลของข้อมูลกลุ่มฟังก์ชันขอข้อมูลและควบคุมของโมดูลแอนะลอก

โปรโตคอลการรับส่งข้อมูลของระบบ สรุปได้ด้วยตารางที่ 3.1

ชนิดของโมดูล	ข้อมูลที่สถานีควบคุมส่งไปยังโมดูลระยะไกล	ข้อมูลที่สถานีควบคุมรับจากโมดูลระยะไกล
1.โมดูดิจิตอลอินพุต	ฟังก์ชันขอข้อมูล F A C I1 I2 FCS F	ฟังก์ชันขอข้อมูล F A C I1 I2 I3 FCS F
2.โมดูลดิจิตอลเอาต์พุต	ฟังก์ชันควบคุม F A C I1 I2 I3 FCS F	ฟังก์ชันควบคุม F A C I1 I2 I3 FCS F
3.โมดูลแอนะลอกเอาต์พุต	ฟังก์ชันขอข้อมูล F A C I1 I2 FCS F	ฟังก์ชันขอข้อมูล F A C I1 I2 I3 I4 FCS F
4.โมดูลแอนะลอกอินพุต	ฟังก์ชันควบคุม F A C I1 I2 I3 I4 FCS F	ฟังก์ชันควบคุม F A C I1 I2 I3 I4 FCS F

ตารางที่ 3.1 สรุปโปรโตคอลการรับส่งข้อมูลภายในระบบ

แนวคิดการออกแบบฮาร์ดแวร์

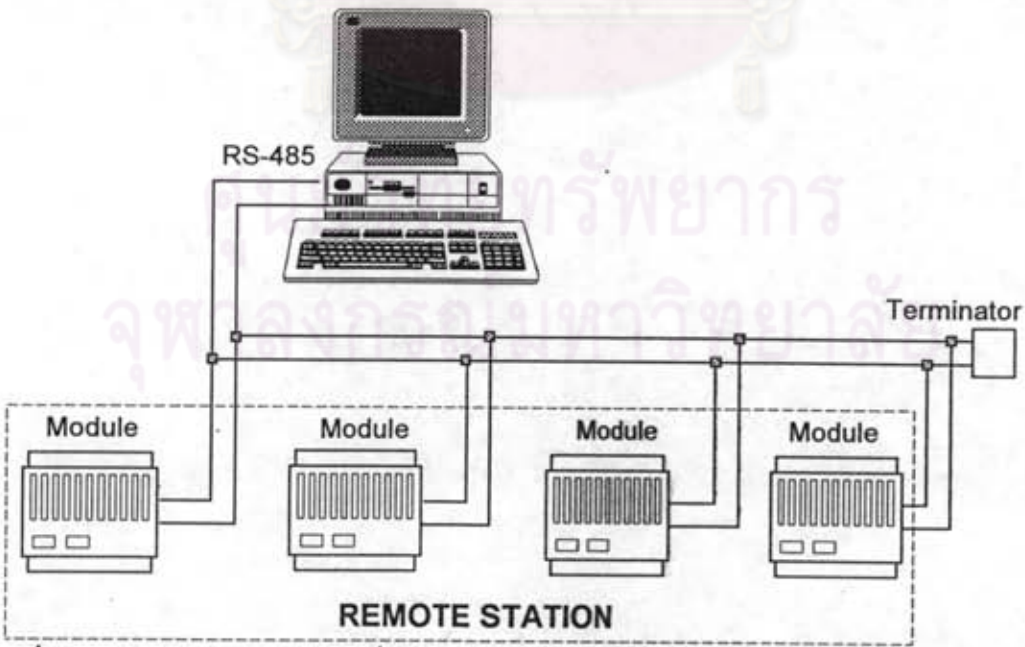
ระบบเก็บข้อมูลและควบคุมระยะไกลตามมาตรฐาน RS-485 ประกอบด้วยส่วนฮาร์ดแวร์ที่สำคัญ 2 ส่วนหลักคือ สถานีควบคุม (Master Station) และโมดูลระยะไกล (Remote Module)

1 แนวคิดการออกแบบฮาร์ดแวร์ของสถานีควบคุม (Master Station)

สำหรับสถานีควบคุมในงานวิจัยนี้ใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ (ISA Bus Slot) ทำงานที่ความถี่สัญญาณนาฬิกา 12 เมกกะเฮิรทซ์ และหน่วยความจำไม่ต่ำกว่า 1024 กิโลไบต์ ทำหน้าที่ควบคุมระบบทั้งหมด รวมถึงควบคุมระบบการติดต่อสื่อสารทั้งหมด โดยการควบคุมระบบการติดต่อสื่อสารนั้น ผู้วิจัยได้ออกแบบวงจรของตัวควบคุมโปรโตคอลที่มีชิพสนับสนุนเบอร์ Intel 8273 (Programmable HDLC/SDLC Protocol Controller)[7] เป็นส่วนสำคัญเพื่อควบคุมการรับส่งข้อมูลให้ได้ข้อมูลตามที่ระบบต้องการ

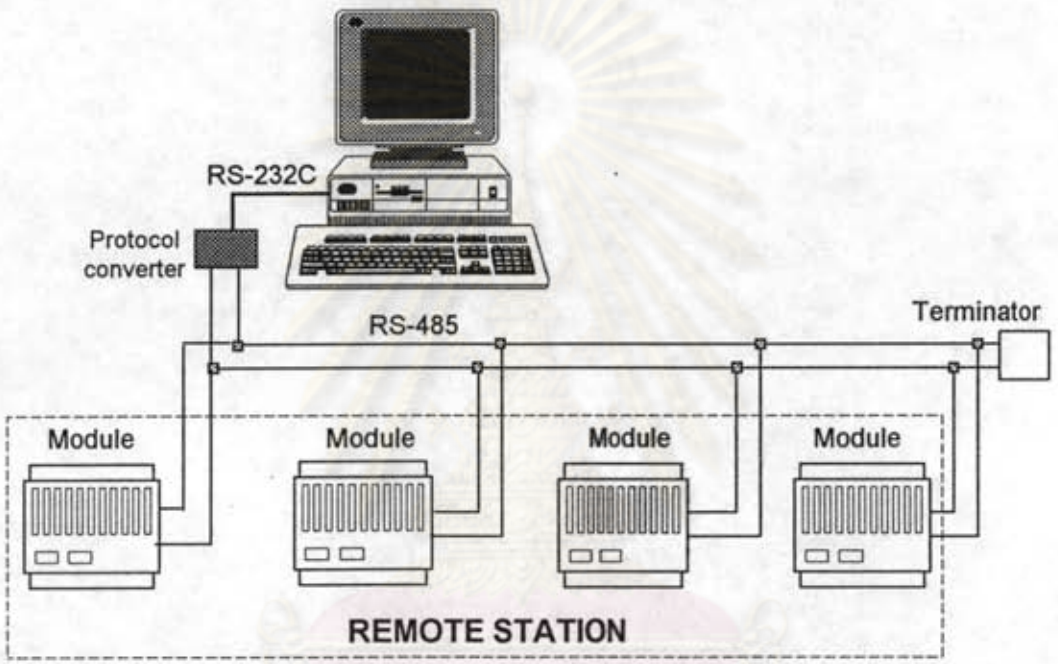
แนวทางการออกแบบของวงจรควบคุมโปรโตคอลที่สถานีควบคุมมี 2 แนวทางคือ ออกแบบแผงวงจรควบคุมโปรโตคอลเสียบอยู่ในสลอต (Slot) ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ และ ออกแบบเป็นโมดูลควบคุมโปรโตคอลที่แยกออกจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

1 ออกแบบแผงวงจรควบคุมโปรโตคอล เสียบอยู่ในสลอต (Slot) ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ โดยมีการติดต่อสื่อสารกับโมดูลระยะไกลผ่านสายสัญญาณ RS-485 ดังรูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 โครงสร้างของระบบ ที่ออกแบบส่วนควบคุมโปรโตคอล เสียบอยู่ในสลอตของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

2. ออกแบบเป็นโมดูลควบคุมโปรโตคอล ที่แยกออกจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อสถานีควบคุมต้องการติดต่อสื่อสารกับโมดูลระยะไกลมี 2 ขั้นตอนในการติดต่อคือ ขั้นตอนที่ 1 จะต้องติดต่อระหว่างสถานีควบคุมกับโมดูลควบคุมโปรโตคอลผ่านทางสายสัญญาณ RS-232 ส่วนขั้นตอนที่ 2 จะมีการติดต่อสื่อสารระหว่างโมดูลควบคุมโปรโตคอลกับโมดูลระยะไกล ผ่านทางสายสัญญาณ RS-485 แสดงดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 โครงสร้างของระบบ ที่ออกแบบส่วนควบคุมโปรโตคอลเป็นโมดูล แยกจากเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ผู้วิจัยเลือกการออกแบบส่วนควบคุมโปรโตคอลตามแนวทางที่ 1 กล่าวคือออกแบบส่วนควบคุมโปรโตคอลเป็นแผงวงจรเสียบอยู่ในสลอตของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ เนื่องจากการพิจารณาถึงข้อได้เปรียบและข้อเสียเปรียบของทั้ง 2 แนวทาง จะเห็นว่าแนวทางที่ 1 มีข้อได้เปรียบมากกว่าแนวทางที่ 2 แสดงตามตารางที่ 3.2

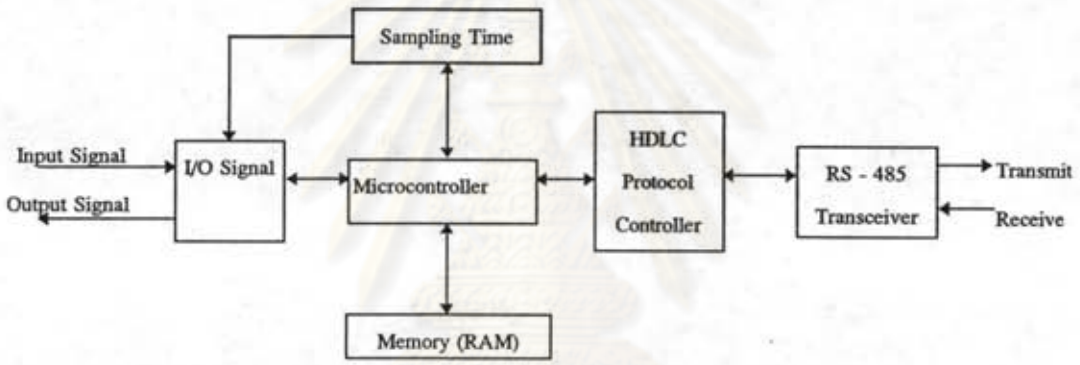
แนวทางที่ 1	แนวทางที่ 2
ข้อดี	ข้อดี
1.ไม่ต้องใช้ส่วนประมวลผลกลางเพิ่มเติม โดยใช้ส่วนประมวลผลกลาง ของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์	1.สะดวกต่อการติดตั้งและเคลื่อนย้าย
2.การออกแบบวงจรควบคุมโปรโตคอลมีความซับซ้อนน้อยกว่า ทำให้ข้อดีของชิพสนับสนุนเบอร์ Intel 8273ไม่ถูกลดประสิทธิภาพ	
3.ออกแบบซอฟต์แวร์ ในโมดการติดต่อสื่อสารเพียงขั้นตอนเดียว	
4.การส่งข้อมูลและรับข้อมูลในการติดต่อสื่อสารแต่ละครั้ง ใช้เวลารวมน้อยกว่า	
ข้อเสีย	ข้อเสีย
1.ความยุ่งยากในการติดตั้งมีมากกว่า	1.ต้องเพิ่มเติมส่วนประกอบของวงจรควบคุมโปรโตคอล เช่น ส่วนประมวลผลกลาง หน่วยความจำ เป็นต้น
	2.การออกแบบวงจรควบคุมโปรโตคอลซับซ้อนกว่า แต่ไม่ได้ทำให้ประสิทธิภาพของการรับส่งข้อมูลดีขึ้นหรือเร็วขึ้นเลย
	3.ทำให้บางฟังก์ชันการทำงานของชิพสนับสนุน Intel 8273 ไม่สามารถนำมาใช้งานได้ เช่น การถ่ายเทข้อมูลโดยวิธีเข้าถึงหน่วยความจำโดยตรง (Direct Memory Access transfer) เป็นต้น
	4. ออกแบบซอฟต์แวร์ ในโมดการติดต่อสื่อสาร 2 ขั้นตอน
	5. การรับส่งข้อมูลใน การติดต่อสื่อสารแต่ละครั้ง ใช้เวลารวมมากกว่า

ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบข้อดีและข้อเสียของการออกแบบวงจรควบคุมโปรโตคอลทั้ง 2 แนวทาง

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2 แนวคิดการออกแบบฮาร์ดแวร์ของโมดูลระยะไกล (Remote Module)

โครงสร้างพื้นฐานของโมดูลระยะไกลแสดงได้โดยรูปที่ 3.9 ประกอบด้วยส่วนประมวลผลกลาง ทำหน้าที่ประมวลผลและควบคุมการทำงานของโมดูล โดยมีการติดต่อกับสัญญาณภายนอก 2 ส่วนหลักคือ ส่วนที่หนึ่งส่วนการรับส่งสัญญาณอินพุตและเอาต์พุตกับระบบภายนอก และส่วนที่สองส่วนการติดต่อสื่อสารกับตัวควบคุมโปรโตคอลการรับส่งข้อมูล นอกจากนั้นยังมี ส่วนไทม์เมอร์ (Timer) ซึ่งจะกำเนิดเวลาการสุ่ม (Sampling Time) เพื่อนำระดับสัญญาณอินพุตของระบบภายนอกมาประมวลผล กรณีผู้ใช้งานระบบต้องการเก็บข้อมูลเป็นจำนวนมาก ก่อนที่จะส่งข้อมูลกลับไปยังสถานีควบคุมก็สามารถทำได้โดยเก็บข้อมูลในหน่วยความจำเป็นแบบ Static RAM



รูปที่ 3.9 แสดงโครงสร้างพื้นฐานของโมดูลระยะไกล

การพิจารณาในส่วนหลัก ๆ ของฮาร์ดแวร์โมดูลระยะไกล สามารถพิจารณาเป็น ส่วนหลักคือ

1. ส่วนประมวลผลกลาง (CPU)
2. ส่วนควบคุมโปรโตคอล
3. ส่วนสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต

ส่วนประกอบผลกลาง (CPU) ผู้วิจัยเลือกใช้ส่วนประมวลผลกลางตระกูล MCS-51[8] เบอร์ 87C51FB ทำงานที่ความถี่ 12 เมกะเฮิรตซ์ส่วนประมวลผลกลางนี้เป็นไมโครคอนโทรเลอร์ (Microcontroller) ขนาด 8 บิต ที่ภายในนอกจากจะมีส่วนประมวลผลกลางเป็นแกน (Core) แล้วยังมีอุปกรณ์ภายนอก (Peripheral) ที่สำคัญได้แก่ พอร์ตจำนวน 4 พอร์ต, ไทม์เมอร์จำนวน 3 ตัว และ PCA (Programmable Counter Array) 1 ชุด

ส่วนควบคุมโปรโตคอล ผู้วิจัยเลือกใช้ชิพสนับสนุนเบอร์ Intel 8273 (Programmable HDLC/SDLC Controller) เป็นส่วนสำคัญในการควบคุมโปรโตคอลรับส่งข้อมูลภายในระบบ โดยออกแบบให้สัมพันธ์กันระหว่างส่วนประมวลผลกลาง กับฟังก์ชันชิพสนันสนุน การทำงานของชิพสนับสนุนนี้มีฟังก์ชันที่สำคัญในการติดต่อสื่อสารโดยไม่เพิ่มภาระให้กับส่วนประมวลผลกลาง เช่น การคำนวณในฟิลด์ตรวจสอบลำดับเฟรม เป็นต้น

ส่วนสัญญาณอินพุตและเอาต์พุต ในงานวิจัยนี้สามารถแบ่งสัญญาณเหล่านี้เป็นกลุ่มใหญ่ได้ 2 กลุ่ม คือ กลุ่มสัญญาณดิจิตอล และกลุ่มสัญญาณแอนะลอก กลุ่มสัญญาณดิจิตอลนั้นแต่ละช่องสัญญาณเป็นอิสระต่อกันมีจำนวน 16 ช่องสัญญาณต่อโมดูล ส่วนกลุ่มสัญญาณแอนะลอกมีจำนวนช่องสัญญาณ 6 ช่องสัญญาณต่อโมดูล โดยสัญญาณแอนะลอกจะต้องมีการแปลงผันสัญญาณจากแอนะลอกไปเป็นดิจิตอล หรือแปลงผันสัญญาณดิจิตอลไปเป็นสัญญาณแอนะลอก ในงานวิจัยนี้ใช้วงจรแปลงผันสัญญาณ A/D และ D/A ขนาด 12 บิต

<u>แนวคิดการออกแบบซอฟต์แวร์</u>

แนวคิดการออกแบบซอฟต์แวร์มีหลักในการพิจารณา 3 ข้อดังนี้

1. โครงสร้างของงาน (Task) ภายในระบบ
2. วิธีการทำงานของซอฟต์แวร์
3. การออกแบบโปรแกรมการทำงาน

1 โครงสร้างของงาน (Task) ภายในระบบ

เป็นขั้นตอนการพิจารณางานหลักทั้งหมดที่มีในระบบ แล้วทำงานแยกงานหลักเป็นงานย่อยเพื่อให้ง่ายต่อการพัฒนาซอฟต์แวร์ สำหรับโครงสร้างของงานในระบบสามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ ส่วนแรกเป็นโครงสร้างของงานที่สถานีควบคุม ส่วนที่สองเป็นโครงสร้างของงานที่โมดูลระยะไกล

1.1 โครงสร้างของงานที่สถานีควบคุม

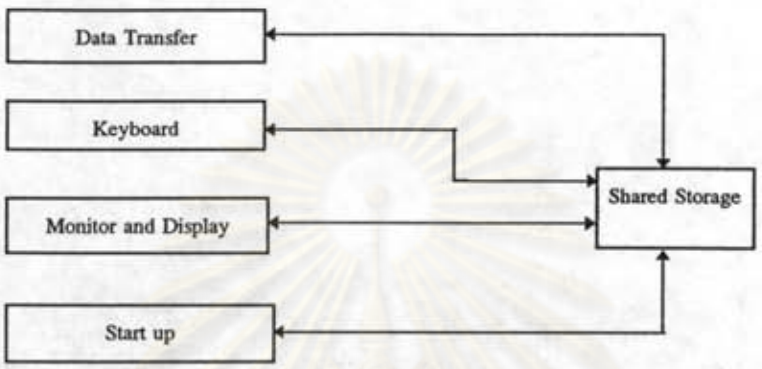
จากรูปที่ 3.10 ส่วนของงานที่สำคัญที่สุดคือ ส่วนการสื่อสารข้อมูล (Data Transfer) ส่วนงานที่สำคัญอื่นๆ ได้แก่ การบริการการรับข้อมูลและการควบคุมจากปุ่มกด (Keyboard), งานการแสดงผลและแสดงสถานะต่าง ๆ ของระบบ (Monitor and Display) สำหรับงานขณะเริ่มต้น (Start up) เป็นงานที่กระทำเพียงครั้งเดียวขณะเริ่มต้นระบบ

1.2 โครงสร้างของงานที่โมดูลระยะไกล

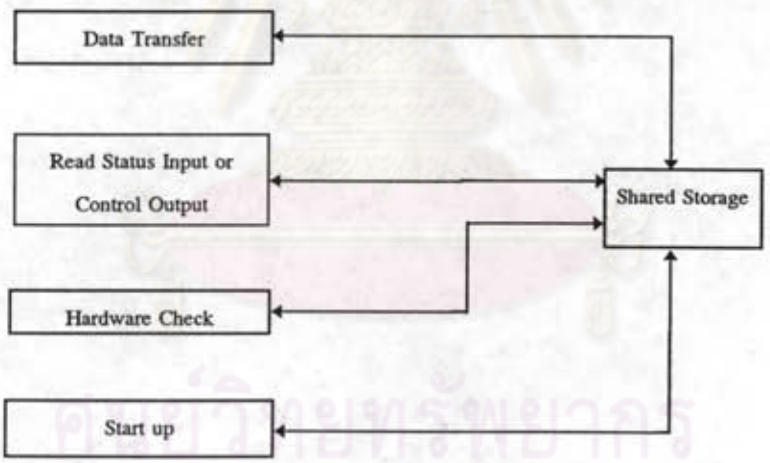
จากรูปที่ 3.11 ส่วนของงานที่สำคัญที่สุดคือ ส่วนการสื่อสารข้อมูล (Data

I16748268

Transfer) ส่วนงานที่สำคัญอื่นๆ ได้แก่ การอ่านค่าสถานะของอินพุตหรือควบคุมเอาต์พุต (Read Status Input or Control Output), งานการตรวจสอบฮาร์ดแวร์ (Hardware Check) และงานขณะเริ่มต้น (Start up)



รูปที่ 3.10 แสดงงานหลักของสถานีควบคุม



รูปที่ 3.11 แสดงงานหลักของโมดูลระยะไกล

2 วิธีการทำงานของซอฟแวร์

เป็นขั้นตอนการพิจารณาเลือกวิธีการทำงานที่เหมาะสมกับระบบ สำหรับวิธีการทำงานของซอฟต์แวร์ มีวิธีการที่สำคัญอยู่ 3 วิธีได้แก่

1. วิธีการทำงานแบบโปรแกรมเดียว (Single Program Approach)
2. วิธีการทำงานแบบโปรแกรมเบื้องหน้าเบื้องหลัง (Foreground / Background Program Approad)

3. วิธีการทำงานแบบพหุคูณ (Multi-tasking Program Approach)

ผู้วิจัยเลือกใช้วิธีที่ 2 คือวิธีการทำงานแบบโปแกรมเบื้องหน้าเบื้องหลัง ทั้งนี้เพื่อแบ่งงานที่มีข้อจำกัดทางเวลามาก (Hard Time Constraint) ได้แก่ งานการสื่อสารข้อมูลให้เป็นอิสระออกจากการทำงานของงานที่มีข้อจำกัดทางเวลาน้อย (Soft Time Constraint)

3 การออกแบบโปรแกรมการทำงาน

เป็นขั้นตอนการออกแบบโปรแกรม เพื่อพิจารณาถึงส่วนประกอบของซอฟต์แวร์ที่สำคัญสำหรับการออกแบบโปรแกรมการทำงาน สามารถแบ่งเป็น 2 ส่วนหลักคือ

1. การออกแบบโปรแกรมการทำงานที่สถานีควบคุม
2. การออกแบบโปรแกรมการทำงานที่โมดูลระยะไกล

3.1 การออกแบบโปรแกรมการทำงานที่สถานีควบคุม

จากการพิจารณาในหัวข้อ 3.4.2 การออกแบบโปรแกรมแบ่งได้เป็น 2 แบบคือ

1. โปรแกรมอินเทอร์รัพต์ (Interrupt Program)
2. โปรแกรมหลัก (Main Program)

3.1.1 โปรแกรมอินเทอร์รัพต์ (Interrupt Program)

เป็นโปรแกรมในลักษณะของโปรแกรมเบื้องหน้า (Foreground Program) ที่รวมงานที่มีข้อจำกัดทางด้านเวลามาก สำหรับงานที่สถานีควบคุมนี้จะรับสัญญาณอินเทอร์รัพต์ผ่านขาสัญญาณของอินเตอร์รัพต์ระดับ 5 (IRQ5 : Interrupt Request 5) ซึ่งจะไปขัดจังหวะการทำงานของงานที่มีข้อจำกัดทางเวลาน้อย

3.1.2 โปรแกรมหลัก (Main Program)

เป็นโปรแกรมในลักษณะของโปรแกรมเบื้องหลัง (Background Program) ที่รวมงานที่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาน้อย ลักษณะโปรแกรมหลักแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

ก.โปรแกรมที่ทำงานเพียงครั้งเดียว

เป็นโปรแกรมที่ทำงานขณะเริ่มเข้าสู่ระบบเก็บข้อมูลและควบคุมระยะไกลตามมาตรฐาน RS-485 เพื่อกำหนดสถานะของฮาร์ดแวร์ที่โปรแกรมได้

ข.โปรแกรมที่ทำงานแบบวนรอบ

เป็นโปรแกรมที่ใช้เวลาในส่วนที่เหลือ จากการทำโปรแกรมอินเทอร์รัพต์ ซึ่งประกอบด้วยงานรับข้อมูลจากผู้ใช้งานการแสดงผล

3.2 การออกแบบโปรแกรมการทำงานที่โมดูลระยะไกล

การออกแบบโปรแกรมใช้หลักการเดียวกับการออกแบบโปรแกรมที่สถานีควบคุม กล่าวคือประกอบด้วยโปรแกรมอินเทอร์รัพต์และโปรแกรมหลัก

3.2.1 โปรแกรมอินเทอร์รัพต์ (Interrupt Program)

เป็นโปรแกรมในลักษณะของโปรแกรมเบื้องหน้า (Foreground Program) ที่รวมงานที่มีข้อจำกัดทางด้านเวลามาก สำหรับงานที่โมดูลระยะไกลในส่วนโปรแกรมอินเทอร์รัพต์นี้ แบ่งเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนที่รับสัญญาณอินเทอร์รัพต์จากภายนอกผ่านขาสัญญาณ INT 0 เพื่อใช้ในงานการรับส่งข้อมูล สำหรับงานอินเทอร์รัพต์อีกส่วนได้รับสัญญาณจากไทม์เมอร์ (Timer) ของเวลาการสุ่ม (Sampling Time) เพื่ออ่านสถานะของอินพุต

3.2.2โปรแกรมหลัก (Main Program)

เป็นโปรแกรมในลักษณะของ โปรแกรมเบื้องหลัง (Background Program) ที่รวมงานที่มีข้อจำกัดทางด้านเวลาน้อย ลักษณะโปรแกรมแบ่งได้เป็น 2 ประเภทคือ

ก. โปรแกรมที่ทำงานเพียงครั้งเดียว

ข. โปรแกรมที่ทำงานแบบวนรอบ เป็นโปรแกรมที่ใช้เวลาในส่วนที่เหลือจากการทำโปรแกรมอินเทอร์รัพต์ ได้แก่ งานการวินิจฉัยฮาร์ดแวร์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย