

บทที่ 3

ซอฟต์แวร์ของเครื่องบันทึกเวลา

3.1 ความเบื้องต้น

ในบทนี้เราจะกล่าวถึง ข้อกำหนดทางซอฟต์แวร์ การทำงาน การตรวจจับความผิดพลาดและรหัสผิดพลาดของเครื่องบันทึกเวลา นอกจากนี้เราจะกล่าวถึงบัตรพนักงานที่ใช้กับเครื่องบันทึกเวลา พร้อมทั้งการกำหนดรูปแบบรหัสของบัตรพนักงาน ประการสุดท้ายเราจะกล่าวถึงโปรแกรมควบคุมการทำงาน รายละเอียดคำสั่งของโปรแกรมสามารถดูได้ในภาคผนวก ง.

3.2 ข้อกำหนดทางซอฟต์แวร์

ข้อกำหนดทางซอฟต์แวร์ คือ ข้อกำหนดสำหรับการเขียนโปรแกรมควบคุมเครื่องบันทึกเวลา ข้อกำหนดทางซอฟต์แวร์มี ดังนี้

- สามารถสร้างสัญญาณนาฬิกาพร้อมทั้งตั้งเวลาจริงได้
- สามารถบันทึกรหัสพนักงานได้ไม่น้อยกว่า 1000 คน
- สามารถตั้งสัญญาณเตือนเวลาได้ 7 ช่องทาง แต่ละช่องทางสามารถตั้งเวลาได้ 2 เวลา คือ สัญญาณเตือนเวลาเริ่มทำงานและเลิกทำงาน
- สามารถรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมกับไมโครคอมพิวเตอร์ได้
- สามารถตั้งอัตรารับส่งข้อมูลแบบอนุกรมได้ พร้อมทั้งสัญญาณตรวจสอบ
- สามารถตรวจสอบความผิดพลาดพร้อมทั้งแสดงผลความผิดพลาดได้

3.3 การทำงานของเครื่องบันทึกเวลา

ในหัวข้อนี้เราจะกล่าวถึงการทำงานของเครื่องบันทึกเวลา ซึ่งจะเป็นแนวทางประการหนึ่งสำหรับเขียนโปรแกรมควบคุมการทำงานในหัวข้อที่ 3.6 ในที่นี้เราจะกล่าวถึงการทำงานของเครื่องบันทึกเวลาขณะติดต่อกับผู้ใช้ซึ่งแบ่งเป็น 3 หัวข้อย่อย คือ

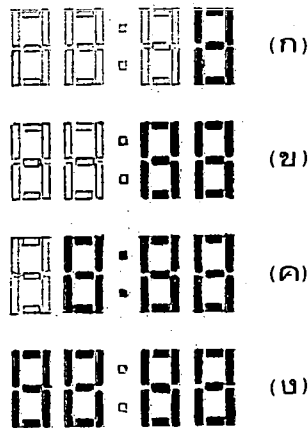
- การแสดงผลข้อมูล
- บันทึกข้อมูลและคำสั่ง
- ขั้นตอนสั่งการทำงาน

3.3.1 การแสดงผลข้อมูล

การแสดงผลข้อมูล คือ การแสดงสภาวะต่าง ๆ หรือข้อมูลขณะทำงาน ได้แก่

- แสดงสภาวะเริ่มต้น
- แสดงสภาวะกำหนดเวลา
- แสดงสภาวะกำหนดสัญญาณติดต่อ
- แสดงสภาวะตรวจสอบเวลา
- แสดงสภาวะเวลาปกติ
- แสดงสภาวะรอกอย
- แสดงสภาวะผิดพลาด

1) การแสดงสภาวะเริ่มต้น คือ การแสดงสภาวะเมื่อเปิดสวิตช์แหล่งจ่ายกำลังหรือเมื่อกดปุ่มรีเซท การแสดงสภาวะเริ่มต้นจะเป็นรูปเคลื่อนที่ ซึ่งเป็นการตรวจสอบหลอดเปล่งแสงเจ็ดส่วนก่อนทำงาน รูปเคลื่อนที่นี้จะเคลื่อนที่ไปทางซ้ายทีละหนึ่งหลักจนครบ 4 หลัก (ต่อไปเราจะเรียกสภาวะสุดท้ายนี้ว่าสภาวะคงที่) ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงสภาวะเริ่มต้น

- (ก) แสดงระยะที่ 1
- (ข) แสดงระยะที่ 2
- (ค) แสดงระยะที่ 3
- (ง) แสดงระยะที่ 4

2) การแสดงสภาวะกำหนดเวลา คือ การแสดงข้อมูลเวลาที่ได้รับจากแป้นกด
ดังแสดงในรูปที่ 3.2 การแสดงสภาวะกำหนดเวลามี 2 ประเภท ดังนี้

- การแสดงข้อมูลเวลาจริง
- การแสดงข้อมูลเวลาเตือน



รูปที่ 3.2 แสดงสภาวะกำหนดเวลา

การแสดงข้อมูลเวลาจริงหรือเรียกว่าการแสดงข้อมูลตั้งเวลานาฬิกา ข้อมูล
ประกอบด้วย วินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือน ปี(ค.ศ.) ตามลำดับ การแสดงข้อมูล
แบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางซ้ายเป็นข้อมูล
- จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางขวาเป็นสภาวะข้อมูล (ดูตาราง 3.1)

การแสดงข้อมูลเวลาเตือนหรือเรียกว่าการแสดงข้อมูลตั้งเวลาเตือน ประกอบด้วย
7 ช่องทาง แต่ละช่องทางมีข้อมูล 2 ชุด คือ ข้อมูลเวลาเตือนเข้าทำงานและข้อมูล
เวลาเตือนเลิกทำงาน ข้อมูลแต่ละชุดข้อมูลแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

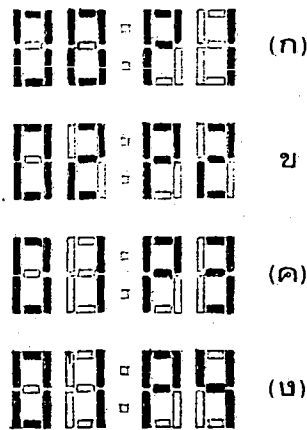
- จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางซ้ายเป็นข้อมูล
- จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางขวาเป็นสภาวะข้อมูล (ดูตาราง 3.2)

3) การแสดงสภาวะกำหนดสัญญาณติดต่อ คือ การกำหนดรูปแบบการติดต่อข้อมูล
แบบอนุกรม ดังแสดงในรูปที่ 3.3 การแสดงสภาวะการกำหนดสัญญาณติดต่อแบ่งออก
เป็น 4 สภาวะ ดังนี้

- การแสดงสภาวะการกำหนดหมายเลขเครื่องบันทึกเวลา
- การแสดงสภาวะการกำหนดอัตรารับส่งข้อมูล
- การแสดงสภาวะการกำหนดจำนวนบิทหยุด
- การแสดงสภาวะการกำหนดสัญญาณตรวจสอบ

การแสดงสภาวะการกำหนดสัญญาณติดต่อแบ่งเป็น 2 ส่วน คือ

- จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางซ้ายเป็นข้อมูล
- จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางขวาเป็นสภาวะข้อมูล



รูปที่ 3.3 แสดงสภาวะกำหนดสัญญาณติดต่อข้อมูล

- (ก) แสดงสภาวะการกำหนดหมายเลขเครื่องบันทึกเวลา
- (ข) แสดงสภาวะการกำหนดอัตรารับส่งข้อมูล
- (ค) แสดงสภาวะการกำหนดจำนวนบิทหยุด
- (ง) แสดงสภาวะการกำหนดสัญญาณตรวจสอบ

4) การแสดงสภาวะตรวจเวลา คือ การแสดงข้อมูลเวลาที่เก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว การแสดงสภาวะตรวจเวลาแบ่งออกเป็นข้อมูลจำนวน 2 ประเภท ดังนี้

- การแสดงข้อมูลตรวจสอบเวลาจริง
- การแสดงข้อมูลตรวจสอบเวลาเตือน

การแสดงข้อมูลตรวจสอบเวลาจริง คือ การแสดงเวลานาฬิกาปัจจุบันขณะนั้น ดังแสดงในรูปที่ 3.4 การแสดงเวลานาฬิกาแบ่งเป็นชุด ๆ จำนวน 4 ชุด ดังนี้

- ชุดแสดงข้อมูลวินาที
 - จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางซ้ายเป็นข้อมูลวินาที
- ชุดแสดงข้อมูลชั่วโมงและนาที
 - จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางซ้ายเป็นข้อมูลชั่วโมง
 - จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางขวาเป็นข้อมูลนาที
- ชุดแสดงข้อมูลเดือนและวันที่
 - จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางซ้ายเป็นข้อมูลเดือน
 - จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางขวาเป็นข้อมูลวันที่
- ชุดแสดงข้อมูล ปี(ค.ศ.)

๐๐:๐๐ (ก)

๐๐:๐๐ (ข)

๐๐:๐๐ (ค)

๐๐:๐๐ (ง)

รูปที่ 3.4 สภาวะตรวจสอบเวลาจริง

- (ก) แสดงข้อมูลวินาที
- (ข) แสดงข้อมูลชั่วโมงและนาที
- (ค) แสดงข้อมูลเดือนและวันที่
- (ง) แสดงข้อมูลปี (ค.ศ.)

การแสดงผลภาวะตรวจสอบเวลาเดือน คือ การแสดงผลข้อมูลเวลาเดือนที่กำหนดไว้ในหน่วยความจำ ดังแสดงในรูปที่ 3.5 การแสดงผลข้อมูลเวลาเดือนจะขึ้นอยู่กับข้อมูลช่องที่กำหนดให้ (ผ่านแป้นกด) การแสดงผลข้อมูลเวลาเดือนจะแสดงเป็นชุด ๆ จำนวน 2 ชุด ดังนี้

- ชุดแสดงเวลาชั่วโมงและนาทีสำหรับเดือนเวลาเข้าทำงาน
- ชุดแสดงเวลาชั่วโมงและนาทีสำหรับเดือนเวลาเลิกทำงาน

การแสดงผลข้อมูลเวลาเดือนแต่ละชุดแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางซ้ายเป็นข้อมูลชั่วโมง

จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางขวาเป็นข้อมูลนาที

๐๐:๐๐ (ก)

๐๐:๐๐ (ข)

รูปที่ 3.5 แสดงสภาวะตรวจสอบเวลาเดือน

- (ก) แสดงเวลาชั่วโมงและนาทีสำหรับเดือนเวลาเข้าทำงาน
- (ข) แสดงเวลาชั่วโมงและนาทีสำหรับเดือนเวลาเลิกทำงาน

5) การแสดงสภาวะเวลาปกติ คือ การแสดงเวลาชั่วโมงและนาที ของข้อมูลเวลานาฬิกาปัจจุบันขณะนั้น พร้อมทั้งแสดงไฟกระพริบที่ตำแหน่งจุดทศนิยมทุก ๆ หนึ่งวินาที ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.6 การแสดงสภาวะเวลาปกติแบ่งเป็น 3 ส่วน ดังนี้

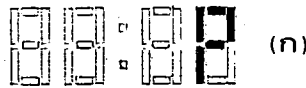
- จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางซ้ายเป็นข้อมูลชั่วโมง
- จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางขวาเป็นข้อมูลนาที
- จุดทศนิยมหรือไฟกระพริบแสดงจังหวะของข้อมูลวินาที



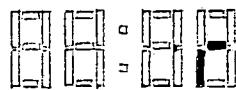
รูปที่ 3.6 แสดงสภาวะเวลาปกติ

6) การแสดงสภาวะรอกอย คือ การแสดงสภาวะกำลังทำงานของเครื่องบันทึกเวลา ดังแสดงในรูป 3.7 การแสดงสภาวะรอกอยมี 3 ชนิด ดังนี้

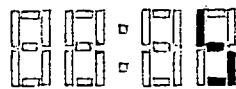
- การแสดงสภาวะรอกอยการอ่านบัตรพนักงาน
- การแสดงสภาวะรอกอยการดึงบัตรออกจากช่องบัตร
- การแสดงสภาวะรอกอยการรับส่งข้อมูลกับไมโครคอมพิวเตอร์



(ก)



(ข)



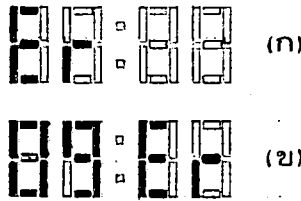
(ค)

รูปที่ 3.7 แสดงสภาวะรอกอย

- (ก) แสดงสภาวะรอกอยการอ่านบัตรพนักงาน
- (ข) แสดงสภาวะรอกอยการดึงบัตรออกจากช่องบัตร
- (ค) แสดงสภาวะรอกอยการรับส่งข้อมูลกับไมโครคอมพิวเตอร์

7) การแสดงสภาวะผิดปกติ คือ การแสดงข้อมูลผิดปกติที่เกิดจากการทำงานของเครื่องบันทึกเวลา ดังแสดงในรูปที่ 3.8 การแสดงสภาวะผิดปกติแบ่งได้ 2 ชนิด ดังนี้

- การแสดงสภาวะผิดปกติเริ่มต้น
- การแสดงสภาวะผิดปกติทั่วไป



รูปที่ 3.8 แสดงสภาวะผิดปกติ

(ก) แสดงสภาวะผิดปกติเริ่มต้น

(ข) แสดงสภาวะผิดปกติทั่วไป

การแสดงความผิดปกติเริ่มต้น คือ การแสดงความผิดปกติขณะเริ่มเปิดสวิตช์เครื่องบันทึกเวลาจะตรวจสอบขนาดหน่วยความจำ และอื่น ๆ เมื่อเกิดความผิดปกติเครื่องบันทึกเวลาจะแสดงความผิดปกติเริ่มต้น ดังรูปที่ 3.8 (ก) เมื่อเกิดความผิดปกติเริ่มต้น เครื่องบันทึกเวลาจะหยุดทำงาน (Hang)

การแสดงความผิดปกติทั่วไป คือ การแสดงความผิดปกติจากการสั่งผิดขั้นตอนหรือกำหนดข้อมูลผิดปกติ และอื่น ๆ เมื่อเกิดความผิดปกติเครื่องบันทึกเวลาจะแสดงความผิดปกติทั่วไป ดังรูปที่ 3.7 (ข) เมื่อเกิดความผิดปกติทั่วไป เครื่องบันทึกเวลาจะแสดงรูปแบบความผิดปกติช่วงระยะเวลาหนึ่ง แล้วจึงกลับเข้าสู่สภาวะคงที่ต่อไป

การแสดงความผิดปกติทั่วไปแบ่งเป็น 2 ส่วน ดังนี้

- จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางซ้ายเป็นหมายเลขผิดปกติ
- จำนวน 2 หลักของหน่วยแสดงผลทางขวาเป็นสภาวะผิดปกติ

3.3.2. แป้นกดข้อมูลและคำสั่ง

แป้นกดข้อมูลและคำสั่ง เป็น แป้นกดมาตรฐานชนิดเมตริก (Matrix) ขนาด 16 ปุ่ม แป้นกดข้อมูลและคำสั่งแบ่งออกเป็นกลุ่มต่าง ๆ ตามหน้าที่ได้ 2 กลุ่ม คือ

- กลุ่มข้อมูล
- กลุ่มคำสั่ง

กลุ่มข้อมูล คือ กลุ่มปุ่มกดทำหน้าที่แทนตัวเลข มีจำนวน 10 ปุ่ม ดังนี้
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 และ 0

กลุ่มคำสั่ง คือ กลุ่มปุ่มกดทำหน้าที่แทนคำสั่ง มีจำนวน 6 ปุ่ม ดังนี้

- ปุ่มป้อนข้อมูล (ENTER) คือ ปุ่มคำสั่งรับข้อมูลจากปุ่มกด
- ปุ่มลบข้อมูล (CLEAR) คือ ปุ่มคำสั่งลบสถานะลงหนึ่งสถานะ
- ปุ่มลบหมด (AC) คือ ปุ่มคำสั่งเริ่มต้นสถานะใหม่
- ปุ่มเวลา (TIME) คือ ปุ่มคำสั่งกำหนดข้อมูลเวลาจริง
- ปุ่มเตือน (ALARM) คือ ปุ่มคำสั่งกำหนดข้อมูลเวลาเตือน
- ปุ่มโปรแกรมหรือปุ่มตรวจสอบ (PROG/TEST) คือ ปุ่มคำสั่งกำหนดสัญญาณรับส่งข้อมูลกับไมโครคอมพิวเตอร์หรือปุ่มคำสั่งตรวจสอบข้อมูลเวลา

3.3.3. ขั้นตอนสั่งการทำงาน

ขั้นตอนสั่งการทำงาน คือ การสั่งให้ทำงานหรือกำหนด (ป้อน) ข้อมูลผ่านแป้นกด ขั้นตอนสั่งการทำงานสามารถแบ่งได้ 5 ขั้นตอน ดังนี้

- ขั้นตอนกำหนดข้อมูลเวลาจริง
- ขั้นตอนกำหนดข้อมูลเวลาเตือน
- ขั้นตอนกำหนดสัญญาณรับส่งข้อมูล
- ขั้นตอนสั่งเริ่มทำงาน
- ขั้นตอนตรวจสอบข้อมูลเวลา

1) ขั้นตอนกำหนดข้อมูลเวลาจริง คือ การตั้งเวลานานาฬิกา ขั้นตอนการทำงานอธิบายได้ ดังนี้

เมื่อเครื่องบันทึกเวลาอยู่ในสถานะคงที่ ให้กดปุ่ม TIME บนหลอดเปล่งแสงเจ็ดส่วนจะแสดงสถานะกำหนดค่าเวลาจริง สถานะกำหนดค่าเวลาจริงแสดงไว้ในตารางที่ 3.1 ต่อมาให้กดปุ่มข้อมูล ข้อมูลจากปุ่มกดจะเลื่อนเข้าแทนที่ในหลักที่ 2 ของหน่วย

แสดงผล ข้อมูลในหลักที่ 2 ของหน่วยแสดงผลจะเลื่อนเข้าไปแทนที่ในที่ 1 ของหน่วยแสดงผล และข้อมูลในหลักที่ 1 ของหน่วยแสดงผลจะถูกเลื่อนหายไป เมื่อต้องการเปลี่ยนสภาวะกำหนดข้อมูลเวลาจริง ให้กดปุ่ม **ENTER** ทุกครั้ง เมื่อกำหนดข้อมูลครบแล้ว การทำงานของเครื่องบันทึกเวลาจะกลับเข้าสู่สภาวะคงที่

การแสดงผล	สภาวะกำหนดค่า
	ข้อมูลวินาที ข้อมูลนาฬิกา ข้อมูลชั่วโมง ข้อมูลวัน ข้อมูลเดือน ข้อมูลปี(ค.ศ.) ส่วนล่าง ข้อมูลปี(ค.ศ.) ส่วนบน

ตารางที่ 3.1 สภาวะกำหนดค่าเวลาจริง

เพื่อให้เข้าใจการป้อนข้อมูลอย่างชัดเจน จึงพิจารณาตัวอย่างการกำหนดเวลาจริงเพียงกรณีเดียวต่อไปนี้ สมมติให้เราต้องการกำหนดข้อมูลเวลา 7.45 น. ของวันที่ 2 เดือน มกราคม พ.ศ. 2529 (ค.ศ. 1986) การป้อนข้อมูลทำตามขั้นตอนต่อไปนี้

- เข้าสู่สภาวะกำหนดข้อมูลเวลาจริง	ให้กดปุ่ม	TIME
- กำหนดข้อมูลวินาที	ให้กดปุ่ม	0 0 ENTER
- กำหนดข้อมูลนาฬิกา	ให้กดปุ่ม	4 5 ENTER
- กำหนดข้อมูลชั่วโมง	ให้กดปุ่ม	0 7 ENTER
- กำหนดข้อมูลวัน	ให้กดปุ่ม	0 2 ENTER
- กำหนดข้อมูลเดือน	ให้กดปุ่ม	0 1 ENTER
- กำหนดข้อมูลปี (ค.ศ.) ส่วนล่าง	ให้กดปุ่ม	8 6 ENTER
- กำหนดข้อมูลปี (ค.ศ.) ส่วนบน	ให้กดปุ่ม	1 9 ENTER

2) ขั้นตอนกำหนดข้อมูลเวลาเตือน คือ การตั้งเวลาเตือน ขั้นตอนการทำงาน อธิบายได้ดังนี้

เมื่อเครื่องบันทึกเวลาอยู่ในสภาวะคงที่ ให้กดปุ่ม **ALARM** บนหลอดเปล่งแสง เจ็ดส่วนจะแสดงสภาวะกำหนดค่าเวลาเตือน สภาวะกำหนดค่าเวลาเตือนแสดงไว้ใน ตารางที่ 3.2 การกำหนดค่าเวลาเตือนแบ่งเป็น 7 ช่องทาง แต่ละช่องทางสามารถ กำหนดข้อมูลได้ 2 ชุด คือ ชุดข้อมูลเวลาเตือนเข้าทำงานและชุดข้อมูลเวลาเตือนเลิก ทำงาน แต่ละชุดเวลาจะมีข้อมูลนาฬิกาและข้อมูลชั่วโมง การกำหนดค่าจะต้องกำหนด ตามลำดับ คือ กำหนดข้อมูลนาฬิกาและชั่วโมงเวลาเข้าทำงาน กำหนดข้อมูลนาฬิกาและ ชั่วโมงเวลาเลิกทำงาน ทำเช่นนี้ทั้งหมด 7 ช่องทาง ถ้าช่องทางใดไม่ต้องการเรา ต้องใส่ค่าศูนย์

การแสดงผล	สภาวะกำหนดค่า
	ข้อมูลนาฬิกา ข้อมูลชั่วโมง

ตารางที่ 3.2 สภาวะกำหนดค่าเวลาเตือน

3) ขั้นตอนกำหนดสัญญาณรับส่งข้อมูล คือ การกำหนดรูปแบบการรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม ขั้นตอนกำหนดสัญญาณรับส่งข้อมูลอธิบายได้ ดังนี้

เมื่อเครื่องบันทึกเวลาอยู่ในสภาวะคงที่ ให้กดปุ่ม **PROG** ในสภาวะนี้ข้อมูลที่ได้จากแป้นกดจะกำหนดกลุ่มข้อมูล คือ

- ข้อมูลเท่ากับ 1 หมายถึง กลุ่มข้อมูลหมายเลขหน่วยเครื่องบันทึกเวลา
- ข้อมูลเท่ากับ 2 หมายถึง กลุ่มข้อมูลอัตรารับส่งข้อมูลแบบอนุกรม
- ข้อมูลเท่ากับ 3 หมายถึง กลุ่มข้อมูลสัญญาณตรวจสอบการติดต่อรับส่งข้อมูล
- ข้อมูลเท่ากับ 4 หมายถึง กลุ่มข้อมูลสัญญาณจำนวนบิตหยุด

กลุ่มข้อมูลหมายเลขหน่วยเครื่องบันทึกเวลากำหนดข้อมูลได้ตั้งแต่ 00 ถึง 99 โดยการป้อนข้อมูลผ่านแป้นกด

กลุ่มข้อมูลอัตรารับส่งข้อมูลแบบอนุกรมกำหนดข้อมูลผ่านแป้นกดได้ ดังนี้

- ข้อมูลเท่ากับ 1 หมายถึง อัตรารับส่งข้อมูลเท่ากับ 300 บิตต่อวินาที
- ข้อมูลเท่ากับ 2 หมายถึง อัตรารับส่งข้อมูลเท่ากับ 600 บิตต่อวินาที
- ข้อมูลเท่ากับ 3 หมายถึง อัตรารับส่งข้อมูลเท่ากับ 1200 บิตต่อวินาที
- ข้อมูลเท่ากับ 4 หมายถึง อัตรารับส่งข้อมูลเท่ากับ 2400 บิตต่อวินาที
- ข้อมูลเท่ากับ 5 หมายถึง อัตรารับส่งข้อมูลเท่ากับ 4800 บิตต่อวินาที

กลุ่มข้อมูลสัญญาณตรวจสอบการติดต่อบริการรับส่งข้อมูลกำหนดข้อมูลผ่านแป้นกดได้ ดังนี้

- ข้อมูลเท่ากับ 0 หมายถึง ไม่มีการตรวจสอบ
- ข้อมูลเท่ากับ 1 หมายถึง ตรวจสอบรหัสคู่
- ข้อมูลเท่ากับ 2 หมายถึง ตรวจสอบรหัสคี่

กลุ่มข้อมูลสัญญาณจำนวนบิตหยุดกำหนดผ่านแป้นกดได้ ดังนี้

- ข้อมูลเท่ากับ 0 หมายถึง จำนวนบิตหยุดเป็น 1
- ข้อมูลเท่ากับ 1 หมายถึง จำนวนบิตหยุดเป็น 1.5
- ข้อมูลเท่ากับ 2 หมายถึง จำนวนบิตหยุดเป็น 2

4) ขั้นตอนสั่งเริ่มทำงาน คือ ขั้นตอนทำงานหลังจากกำหนดข้อมูลต่าง ๆ แล้ว ขั้นตอนสั่งเริ่มทำงานอธิบายได้ ดังนี้

เมื่อเครื่องบันทึกเวลาอยู่ในสถานะคงที่ให้โยกสวิตช์ที่อยู่บนแผงปุ่มกดไปที่ตำแหน่ง ON แล้วจึงกดปุ่ม **ENTER** เครื่องบันทึกเวลาจะเริ่มทำงานทันที โดยการตรวจสอบข้อมูลภายในหน่วยความจำ ในสถานะนี้ถ้าเกิดความผิดพลาดเครื่องบันทึกเวลาจะแสดงคามผิดพลาดทั่วไป มิฉะนั้นเครื่องบันทึกเวลาจะแสดงสถานะเวลาปกติ สถานะนี้เราจะเรียกว่าสถานะทำงานปกติ

5) ขั้นตอนตรวจสอบข้อมูลเวลา คือ ขั้นตอนตรวจสอบข้อมูลเวลาที่กำหนดไว้ในหน่วยความจำชั่วคราว ขั้นตอนตรวจสอบข้อมูลเวลามีทำงานอธิบายได้ ดังนี้

เมื่อเครื่องบันทึกเวลาอยู่ในสถานะทำงาน ให้กดปุ่ม **TEST** ในสถานะนี้ข้อมูลที่ได้จากแป้นกดจะกำหนดกลุ่มตรวจสอบ ดังนี้

- ข้อมูลเท่ากับ 1 หมายถึง กลุ่มตรวจสอบข้อมูลเวลาจริง
- ข้อมูลเท่ากับ 2 หมายถึง กลุ่มตรวจสอบข้อมูลเวลาเตือน

กลุ่มตรวจสอบข้อมูลเวลาจริง คือ การนำข้อมูลเวลานาฬิกาปัจจุบันขณะนั้นมาแสดงบนหน่วยแสดงผล ซึ่งการแสดงข้อมูลเวลาจริงอธิบายไว้ในหัวข้อ 3.3.1 เมื่อต้องการเปลี่ยนสถานะแสดงข้อมูลให้กดปุ่ม **ENTER** จนกว่าจะแสดงข้อมูลครบตามรูปที่ 3.4 แล้วจะกลับเข้าสู่สถานะทำงานปกติ

กลุ่มตรวจสอบข้อมูลเวลาเตือน คือ การนำข้อมูลเวลาที่กำหนดไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวมาแสดงบนหน่วยแสดงผล ซึ่งการแสดงข้อมูลเวลาเตือนอธิบายไว้ในหัวข้อ

3.3.1 เมื่อต้องการเปลี่ยนสถานะแสดงผลให้กดปุ่ม ENTER จนกว่าจะแสดงข้อมูลครบตามรูปที่ 3.5 แล้วจะกลับเข้าสู่สภาวะทำงานปกติ

3.4 การตรวจจับความผิดพลาดและรหัสผิดพลาด

การตรวจจับความผิดพลาดและรหัสผิดพลาดเป็นสิ่งสำคัญ สำหรับการทำงานด้วยระบบไมโครโปรเซสเซอร์ เพราะการตรวจจับความผิดพลาดทำให้การทำงานสมบูรณ์ยิ่งขึ้น และเป็นเครื่องแสดงความเที่ยงตรงประการหนึ่ง การตรวจสอบความผิดพลาดแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

- กลุ่มความผิดพลาดเริ่มต้น
- กลุ่มความผิดพลาดทั่วไป

กลุ่มความผิดพลาดเริ่มต้น คือ การตรวจสอบความผิดพลาดต่าง ๆ ตั้งแต่เริ่มเปิดสวิตช์แหล่งจ่ายกำลัง จนกระทั่งเครื่องบันทึกเวลาอยู่ในสภาวะคงที่ ความผิดพลาดนี้ ได้แก่ หาขนาดหน่วยความจำไม่ได้ หน่วยความจำชั่วคราว กำหนดค่าสแตค พอยเตอร์ (Stack pointer) ผิดตำแหน่ง

กลุ่มความผิดพลาดทั่วไป คือ การตรวจสอบความผิดพลาดหลังจากเครื่องบันทึกเวลาผ่านสภาวะคงที่แล้ว รายละเอียดการแสดงความผิดพลาดแสดงไว้ในหัวข้อ 3.3.1

รหัสความผิดพลาดทั่วไปของเครื่องบันทึกเวลากำหนดไว้ ดังนี้

- รหัสผิดพลาด 01 หมายถึง การป้อนข้อมูลผ่านแป้นกดผิดพลาด
- รหัสผิดพลาด 02 หมายถึง ขั้นตอนกำหนดเวลาจริงผิดพลาด
- รหัสผิดพลาด 03 หมายถึง ขั้นตอนกำหนดเวลาเตือนผิดพลาด
- รหัสผิดพลาด 04 หมายถึง ขั้นตอนกำหนดสัญญาณรับส่งข้อมูลผิดพลาด
- รหัสผิดพลาด 05 หมายถึง ข้อมูลเวลาจริงผิดพลาด
- รหัสผิดพลาด 06 หมายถึง ข้อมูลเวลาเตือนผิดพลาด
- รหัสผิดพลาด 07 หมายถึง หน่วยตรวจจับรหัสพนักงานผิดพลาด
- รหัสผิดพลาด 08 หมายถึง สวิตช์ทำงานปิดอยู่
- รหัสผิดพลาด 09 หมายถึง ตำแหน่งรหัสบัตรพนักงานผิดพลาด
- รหัสผิดพลาด 10 หมายถึง อ่านรหัสพนักงานคนเดียวสองหน
- รหัสผิดพลาด 11 หมายถึง ขั้นตอนหรือข้อมูลกลุ่มการตรวจสอบเวลาผิดพลาด

3.5 บัตรพนักงานและรหัสพนักงาน

บัตรพนักงานที่ใช้กับเครื่องบันทึกเวลา เป็นบัตรแข็งทั่วไปขนาด 15 บรรทัดต่อหน้า และต้องเจาะรหัสประจำตัวพนักงานเพื่อให้แสงผ่านได้ แสงที่ผ่านนี้จะทำให้โฟโตทรานซิสเตอร์ทำงาน ซึ่งผลการทำงานจะได้สัญญาณไฟฟ้าสำหรับนำไปถอดรหัสเป็นเลขฐานสอง บัตรพนักงานและรหัสพนักงานแสดงไว้ในรูปที่ 3.9

กำหนดให้รูปแบบของรหัสพนักงานมี ดังนี้

- หลักข้อมูลจำนวน 12 หลัก กำหนดให้หลักทางขวาเป็นหลักที่มีน้ำหนักต่ำสุด
- หลักตรวจสอบตำแหน่งจำนวน 1 หลัก กำหนดให้แสดงสถานะเป็น 1 เสมอ
- การแสดงผลสถานะ กำหนดให้ตำแหน่งที่เจาะแสดงสถานะเป็น 1

เลขที่		ชื่อ	
C125		และเกียรติ ศรีนคร	
ตำแหน่ง		แผนก	
ช่างเทคนิค		ช่างเทคนิค	
บัตรลงเวลา			
เดือน		ปี	
ร.น.	ร.น.	ร.น.	ร.น.
1	2	3	4
5	6	7	8
9	10	11	12
13	14	15	
สถานะ	สถานะ	สถานะ	สถานะ
Please note that the above is correct and receipt is acknowledged โปรดทราบว่าข้อมูลข้างต้นถูกต้องและรับทราบไว้เรียบร้อยแล้ว			
Signature			
พนักงานบันทึกชื่อ			

Least Significance Code

Position Check Code

รูปที่ 3.9 บัตรพนักงานและรหัสพนักงาน

3.6 โปรแกรมควบคุมการทำงาน

ความสามารถของเครื่องบันทึกเวลาจะถูกกำหนดโดยโปรแกรมควบคุมการทำงานหรือเรียกว่า โปรแกรม มอนิเตอร์ (Monitor program) โปรแกรมควบคุมจะบันทึกไว้ในหน่วยความจำถาวร โปรแกรมควบคุมการทำงานแบ่งได้ ดังนี้

- โปรแกรมหลัก (Main program)
- โปรแกรมอินเทอร์รัพท์ (Interrupt program)
- โปรแกรมย่อย (Subprogram/subroutine)

3.6.1 โปรแกรมหลัก คือ โปรแกรมขนาดใหญ่ที่สุดและควบคุมการทำงานส่วนใหญ่ทั้งหมดของเครื่องบันทึกเวลา การทำงานของโปรแกรมหลักแสดงไว้ในรูปที่ 3.10 ซึ่งสามารถอธิบายพอสังเขปได้ ดังนี้

(ตัวเลขในวงเล็บหมายถึงขั้นตอนการทำงานในผังงาน)

(1) สภาวะเริ่มต้น คือ สภาวะเมื่อเปิดสวิทช์ครั้งแรกหรือเมื่อกดปุ่มรีเซทบนบอร์ด
 (2) โปรแกรมหลักจะทำการตรวจสอบสภาวะเริ่มแรก ถ้าไม่ใช่สภาวะเริ่มแรก (หมายถึงไม่ใช่เปิดสวิทช์ครั้งแรก) โปรแกรมหลักก็จะทำงานในขั้นตอนต่อไป มิฉะนั้นโปรแกรมหลักจะเรียกโปรแกรมย่อยเพื่อทำการปรับสภาวะเริ่มแรก เช่น การหาตำแหน่งและขนาดของหน่วยความจำ การจัดส่วนหน่วยความจำชั่วคราว ตลอดจนกำหนดค่าต่าง ๆ ที่จำเป็นต่อการทำงานของเครื่องบันทึกเวลา หลังจากนั้นจะเข้าสู่ขั้นตอนที่ (3) ต่อไป

(3) โปรแกรมหลักจะตรวจสอบสภาวะตั้งเวลา ถ้าไม่ใช่สภาวะตั้งเวลา (หมายถึงไม่มีการกดปุ่มตั้งเวลา) โปรแกรมมอนิเตอร์จะทำงานในขั้นตอนต่อไป มิฉะนั้นโปรแกรมหลักจะเรียกโปรแกรมย่อยเพื่อทำการตั้งเวลา ในการตั้งเวลา

ข้อมูลเวลาจะถูกป้อนเข้าโดยอาศัยแป้นพิมพ์ ข้อมูลเวลาแบ่งเป็น 2 กลุ่ม คือ

- กลุ่มข้อมูลตั้งเวลาจริง ได้แก่ วินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือนและปี(ค.ศ.)
- กลุ่มข้อมูลตั้งเวลาเดือน สำหรับแต่ละช่องทาง ได้แก่ นาทีและชั่วโมง

เวลาเดือนนี้ให้นำไปควบคุมรีเลย์เปิดปิดวงจรให้สัญญาณเดือน

ภายหลังการตั้งเวลาโปรแกรมมอนิเตอร์จะทำงานในขั้นตอนที่ (4) ต่อไป

(4) โปรแกรมหลักจะตรวจสอบสภาวะตั้งสัญญาณติดต่อก่อน ถ้าไม่ใช่สภาวะตั้งสัญญาณติดต่อก่อน (หมายถึงไม่มีการกดปุ่มตั้งสัญญาณติดต่อก่อน) โปรแกรมหลักจะทำงานในขั้นตอนต่อไป มิฉะนั้นโปรแกรมหลักจะเรียกโปรแกรมย่อยเพื่อตั้งสัญญาณติดต่อก่อน ในการตั้งสัญญาณติดต่อก่อน ข้อมูลจะถูกป้อนโดยอาศัยแป้นกดเวลา ข้อมูลการตั้งสัญญาณติดต่อก่อน ได้แก่ หมายเลขเครื่องบันทึกเวลา อัตรารับส่งข้อมูล สัญญาณตรวจสอบและจำนวนบิตหยุด ภายหลังการตั้งสัญญาณติดต่อก่อน โปรแกรมหลักจะทำงานในขั้นตอนที่ (5) ต่อไป

(5) โปรแกรมหลักจะตรวจสอบสถานะทำงาน ถ้าไม่ใช่สถานะทำงาน (หมายถึงไม่มีการกดปุ่มป้อนข้อมูลและสวิตซ์การทำงานบนแผงปุ่มกดไม่อยู่ในตำแหน่ง ON) โปรแกรมหลักจะกลับไปทำงานในขั้นตอนที่ (3) มิฉะนั้นโปรแกรมหลักจะทำในขั้นตอนที่ (6) ต่อไป

(6) โปรแกรมหลักจะตรวจบัตรพนักงาน ถ้าไม่มีบัตรพนักงานสอดเข้าเครื่องบันทึกเวลา โปรแกรมหลักจะทำงานในขั้นตอนที่ (7) มิฉะนั้นโปรแกรมหลักก็จะเรียกโปรแกรมย่อยเพื่ออ่านรหัสพนักงานและเวลานาฬิกาขณะนั้น เพื่อบันทึกลงบนหน่วยความจำ หลังจากนั้นโปรแกรมหลักจะทำงานในขั้นตอนที่ (7) ต่อไป

(7) สถานะนี้โปรแกรมหลักจะตรวจสอบสถานภาพการรับส่งข้อมูล สถานะนี้แบ่งเป็น 2 สถานะ คือ

- สถานะขอข้อมูล (Data Request)
- สถานะข้อมูลล้นหน่วยความจำ (Memory Overflow)

สถานะขอข้อมูล โปรแกรมหลักจะตรวจจับสัญญาณขอข้อมูลจากไมโครคอมพิวเตอร์ เมื่อไม่มีสัญญาณขอข้อมูลโปรแกรมหลักจะทำงานในขั้นตอนที่ (8) มิฉะนั้นโปรแกรมหลักก็จะเรียกโปรแกรมย่อย เพื่อการรับส่งข้อมูลให้กับไมโครคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นโปรแกรมหลักก็จะทำงานในขั้นตอนที่ (8) ต่อไป

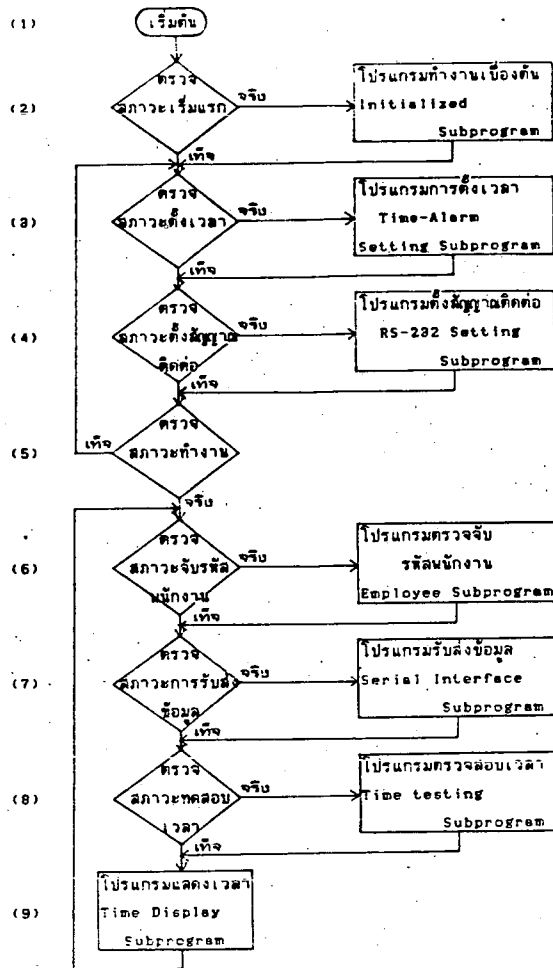
สถานะข้อมูลล้นหน่วยความจำ โปรแกรมหลักจะตรวจอัตราข้อมูล อัตราข้อมูลได้จากการเปรียบเทียบจำนวนข้อมูลที่บรรจุอยู่ภายในหน่วยความจำ กับจำนวนทั้งหมดของหน่วยความจำ ถ้าอัตราส่วนน้อยกว่า 75% โปรแกรมหลักก็จะทำงานในขั้นตอนที่ (8) มิฉะนั้นโปรแกรมหลักจะเรียกโปรแกรมย่อย เพื่อรับส่งข้อมูลให้กับไมโครคอมพิวเตอร์ หลังจากนั้นโปรแกรมหลักจะทำในขั้นตอนที่ (8) ต่อไป

(8) สถานะทดสอบเวลา ถ้าไม่เป็นสถานะทดสอบเวลา (หมายถึงปุ่มทดสอบเวลาไม่ถูกกด) โปรแกรมหลักก็จะไปทำงานในขั้นตอนที่ (9) มิฉะนั้นโปรแกรมหลักจะเรียกโปรแกรมย่อย เพื่อแสดงเวลาที่กำหนดให้ในขั้นตอนสั่งการทำงาน (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 3.3.3) โปรแกรมย่อยนี้ประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

- การแสดงเวลานาฬิกา ได้แก่ วินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือนและปี(ค.ศ.)
- การแสดงเวลาเตือน ได้แก่ วินาทีและชั่วโมง สำหรับแต่ละช่องทาง

ภายหลังการแสดงเวลา โปรแกรมหลักจะทำในขั้นตอนที่ (9) ต่อไป

(9) สถานะแสดงผลเวลา โปรแกรมหลักจะเรียกโปรแกรมย่อย เพื่อแสดงผลเวลาจริง ได้แก่ นาทีและชั่วโมง พร้อมทั้งสัญญาณกระพริบที่ตำแหน่งจุดทศนิยม หลังจากนั้นโปรแกรมหลักก็จะกลับไปทำงานในขั้นตอนที่ (6)



รูปที่ 3.10 ผังโปรแกรมหลัก

3.6.2 โปรแกรมอินเตอร์รัทท์ เป็น โปรแกรมสร้างเวลานาฬิกา โปรแกรมจะทำงานต่อเมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัทท์จากไอซีวงจรรีบเวลาเบอร์ Z80-CTC กำหนดให้ช่องทางที่ 3 ของไอซีวงจรรีบ เป็น หน่วยสร้างสัญญาณอินเตอร์รัทท์ทุก ๆ 1/31 วินาที โปรแกรมอินเตอร์รัทท์แสดงไว้ในรูปที่ 3.11 ซึ่งสามารถอธิบายพอสังเขปได้ดังนี้

(ตัวเลขในวงเล็บหมายถึงขั้นตอนในผังงาน)

(1) สถานะเริ่มต้น คือ สถานะเมื่อมีสัญญาณการอินเตอร์รัทท์

(2) สถานะเพิ่มค่าจำนวนนับการอินเตอร์รัทท์ ในสถานะนี้โปรแกรมอินเตอร์รัทท์เพิ่มค่าจำนวนอินเตอร์รัทท์จากเดิมหนึ่งค่า หลังจากนั้นโปรแกรมอินเตอร์รัทท์จะทำงานในสถานะที่ (3)

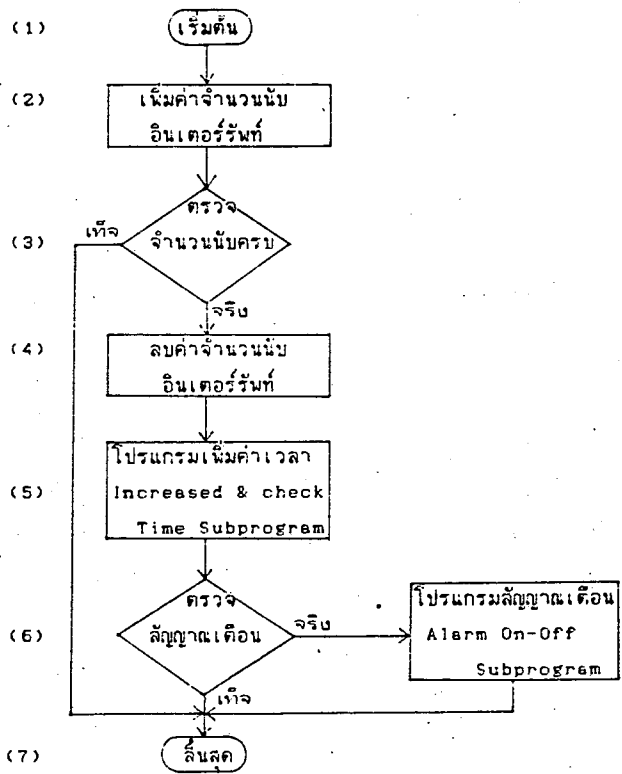
(3) สถานะตรวจสอบจำนวนนับ ในสถานะนี้โปรแกรมอินเตอร์รัทท์จะตรวจสอบจำนวนนับว่าเท่ากับ 31 ครั้งหรือไม่ เมื่อจำนวนนับเท่ากับ 31 ครั้งแสดงว่าเวลาจริงครบ 1 วินาที โปรแกรมอินเตอร์รัทท์จะทำงานในขั้นตอนที่ (4) มิฉะนั้นโปรแกรมอินเตอร์รัทท์ไปทำงานในขั้นตอนที่ (7) ซึ่งเป็นสถานะสิ้นสุดการทำงาน

(4) สภาวะลดค่าจำนวนอินเตอร์รัพท์ ในสภาวะนี้โปรแกรมอินเตอร์รัพท์จะลดค่าเดิมเพื่อเริ่มนับใหม่ หลังจากนั้นโปรแกรมอินเตอร์รัพท์จะทำงานในขั้นตอนที่ (5)

(5) สภาวะเพิ่มค่านาฬิกา ในสภาวะนี้โปรแกรมอินเตอร์รัพท์จะเรียกโปรแกรมย่อยเพื่อเพิ่มค่าเวลานาฬิกาทุก ๆ หนึ่งวินาที พร้อมทั้งตรวจสอบเวลานาฬิกาเปรียบเทียบกับค่าสูงสุดในตาราง (Maximum table) หลังจากนั้นโปรแกรมอินเตอร์รัพท์จะทำงานในขั้นตอนที่ (6) ต่อไป

(6) สภาวะตรวจสอบเวลาเตือน ในสภาวะนี้โปรแกรมอินเตอร์รัพท์จะนำข้อมูลเวลาเตือนที่ได้จากสภาวะตั้งเวลาเตือน (ดูรายละเอียดในหัวข้อที่ 3.3.3) เปรียบเทียบกับเวลาปัจจุบัน ถ้าเวลาไม่ตรงกันโปรแกรมอินเตอร์รัพท์จะทำงานในขั้นตอนที่ (7) มิฉะนั้นโปรแกรมอินเตอร์รัพท์จะเรียกโปรแกรมย่อยเพื่อส่งสัญญาณเตือน โดยปิดเปิดวงจรรีเลย์ตามช่องทางการทำงานทุก ๆ หนึ่งวินาที เป็นระยะเวลาไม่เกิน 10 วินาที หลังจากนั้นโปรแกรมอินเตอร์รัพท์จะทำงานในขั้นตอนที่ (7) ต่อไป

(7) สภาวะสิ้นสุด เป็น สภาวะสุดท้ายของโปรแกรมอินเตอร์รัพท์ การทำงานของโปรแกรมอินเตอร์รัพท์จะกลับเข้าสู่โปรแกรมหลักเพื่อทำงานตามปกติต่อไป



รูปที่ 3.11 ผังโปรแกรมอินเตอร์รัพท์

3.6.3 โปรแกรมย่อย เป็น โปรแกรมช่วยการทำงานให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้นหรือโปรแกรมทำงานเฉพาะอย่าง โปรแกรมย่อยของเครื่องบันทึกเวลาแบ่งได้ ดังนี้

- โปรแกรมทำงานเบื้องต้น (Initialization subprogram)
- โปรแกรมตั้งเวลา (Time-Alarm setting subprogram)
- โปรแกรมตั้งสัญญาณติดต่อ (RS-232C setting subprogram)
- โปรแกรมอ่านรหัสพนักงาน (Employee reading subprogram)
- โปรแกรมรับส่งข้อมูล (Data communication subprogram)
- โปรแกรมตรวจสอบเวลา (Time testing subprogram)
- โปรแกรมแสดงเวลาปกติ (Time display subprogram)
- โปรแกรมเพิ่มเวลานาฬิกา (Increased time subprogram)
- โปรแกรมสัญญาณเตือน (Alarm on-off subprogram)

หมายเหตุ: ในที่นี้เราจะกล่าวถึงการทำงานของโปรแกรมย่อยอย่างพอสังเขปเท่านั้น รายละเอียดของโปรแกรมย่อยเราจะกล่าวไว้ในภาคผนวก ง.

1) โปรแกรมทำงานเบื้องต้น คือ โปรแกรมย่อยสำหรับกำหนดค่าเริ่มแรกให้กับเครื่องบันทึกเวลา โปรแกรมทำงานเบื้องต้นประกอบด้วย 2 ส่วน ดังนี้

- การหาขนาดหน่วยความจำ
- การกำหนดค่าคงที่

โปรแกรมงานเบื้องต้นจะหาขนาดหน่วยความจำ แล้วจึงหนดค่าคงที่ต่าง ๆ ตามลำดับ การทำงานแต่ละขั้นตอนอธิบายได้ ดังนี้

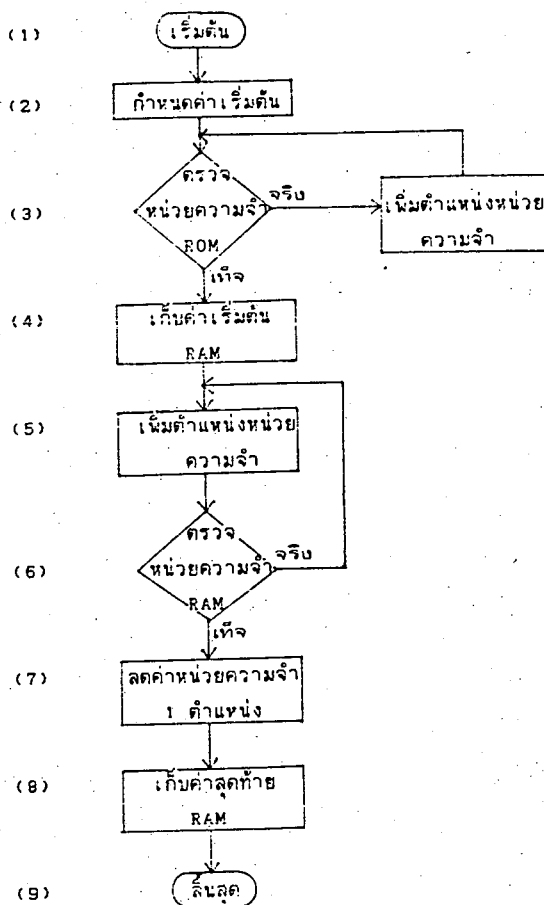
1.1) การหาขนาดหน่วยความจำ เป็น โปรแกรมหาขนาดหน่วยความจำชั่วคราวอย่างอัตโนมัติ ข้อกำหนดในการหาขนาดหน่วยความจำอย่างอัตโนมัติ คือ

- ขนาดของหน่วยความจำต้องเพิ่มเป็นขั้น ๆ ละ 2 กิโลไบต์
- หน่วยความจำถาวรต้องอยู่ที่ตำแหน่งต่ำกว่าหน่วยความจำชั่วคราว
- หน่วยความจำชั่วคราวจะถูกขึ้นโดยหน่วยความจำถาวรไม่ได้

การทำงานของโปรแกรมหาขนาดหน่วยความจำแสดงไว้ในรูปที่ 3.12

การทำงานแบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

- การหาตำแหน่งเริ่มต้นของหน่วยความจำชั่วคราว
- การหาตำแหน่งสุดท้ายของหน่วยความจำชั่วคราว



รูปที่ 3.12 ผังโปรแกรมหาหน่วยความจำ

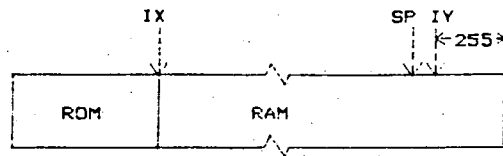
1.2) การกำหนดค่าคงที่ เป็น โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นการทำงาน

โปรแกรมกำหนดค่าเริ่มต้นแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

- ขั้นตอนกำหนดค่ารีจิสเตอร์ (Initial register)
- ขั้นตอนกำหนดค่าหน่วยความจำ (Initial memory)
- ขั้นตอนกำหนดค่าอุปกรณ์อินเตอร์เฟส (Initial interface)

ขั้นตอนกำหนดค่ารีจิสเตอร์ คือ การกำหนดหน้าที่ของรีจิสเตอร์ภายใน ซีพียู ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.13 ขั้นตอนกำหนดค่ารีจิสเตอร์แบ่งได้ ดังนี้

- กำหนดให้รีจิสเตอร์ IX ทำหน้าที่อ้างอิงถึงตำแหน่งเก็บรหัสพนักงานและข้อมูลเวลา IX มีค่าเท่ากับตำแหน่งจุดเริ่มต้นของหน่วยความจำชั่วคราว
- กำหนดให้รีจิสเตอร์ IY ทำหน้าที่อ้างอิงถึงตำแหน่งแสดงผลและตำแหน่งสถานะการทำงานและอื่น ๆ IY มีค่าเท่ากับตำแหน่งก่อนค่าสุดท้ายของหน่วยความจำชั่วคราวเป็นจำนวน 255 ไบต์
- กำหนดให้สแตกพอยเตอร์ SP ทำหน้าที่อ้างอิงถึงตำแหน่งทศของคำสั่งการทำงาน เช่น คำสั่ง CALL RET PUSH POP RETI RETN และ RST เป็นต้น SP มีค่าเท่ากับตำแหน่งก่อนค่าของรีจิสเตอร์ IY เป็นจำนวน 1 ไบต์



รูปที่ 3.13 การกำหนดตำแหน่งรีจิสเตอร์ภายใน ซีพียู

ขั้นตอนกำหนดค่าหน่วยความจำ คือ การกำหนดค่าสภาวะขณะทำงาน ข้อมูลสภาวะขณะทำงานแบ่งเป็น 2 ชนิด ดังนี้

- ข้อมูลสภาวะ (Status buffer)
- ข้อมูลแสดงผล (Display buffer)

ตำแหน่งหน่วยความจำที่เก็บข้อมูลสภาวะและข้อมูลแสดงผลแสดงไว้ใน

รูปที่ 3.14 โดยค่าตำแหน่งที่ระบุไว้จะอ้างอิงกับค่าของรีจิสเตอร์ IY เช่น ค่า UNIT เป็นตำแหน่งเก็บหมายเลขเครื่องบันทึกเวลา UNIT มีค่าเท่ากับ 0DH (ในเลขฐาน16) ซึ่งมีความหมายว่า ตำแหน่งที่เก็บจริงอยู่ที่ตำแหน่ง IY+0DH เป็นต้น

```

*-----*
*   RAM BUFFER/SYSTEM PARAMETER  STACK PACK   *
*-----*
ZERO      .EQ  00H  ;FULLY DISPLAY
FIRST     .EQ  01H  ;FIRST DIGIT DISPLAY
SECOND    .EQ  02H  ;SECOND DIGIT DISPLAY
THIRD     .EQ  03H  ;THIRD DIGIT DISPLAY
FTMP      .EQ  04H  ;FULLY TEMPORARY BUFFER
STEMP     .EQ  08H  ;SINGLE TEMPORARY BUFFER
TIME      .EQ  09H  ;TIME STATE BUFFER
ALARM     .EQ  0AH  ;ALARM STATE BUFFER
SET       .EQ  0BH  ;PATTERN COMMUNICATION SETTING
BELL      .EQ  0CH  ;PATTERN RELAY BELLING
UNIT      .EQ  0DH  ;TIME RECORDER UNIT
BUAD      .EQ  0EH  ;COMMUNICATION BUAD RATE
LOW1      .EQ  0FH  ;LOWER RAM LIMIT (LOWER BYTE)
LOW2      .EQ  10H  ;LOWER RAM LIMIT (HIGHER BYTE)
HIGH1     .EQ  11H  ;HIGHER RAM LIMIT (LOWER BYTE)
HIGH2     .EQ  12H  ;HIGHER RAM LIMIT (HIGHER BYTE)
RES1      .EQ  13H  ;POWERUP CODE (LOWER BYTE)
RES2      .EQ  14H  ;POWERUP CODE (HIGHER BYTE)
TIBUF     .EQ  15H  ;FIRST REAL TIME BUFFER
TIBUF1    .EQ  1CH  ;LAST REAL TIME BUFFER
SEC       .EQ  16H  ;SECOND TIME DATA BUFFER
MIN       .EQ  17H  ;MINUTE TIME DATA BUFFER
HOUR      .EQ  18H  ;HOUR TIME DATA BUFFER
DAY       .EQ  19H  ;DAY TIME DATA BUFFER
MONTH     .EQ  1AH  ;MONTH TIME DATA BUFFER
YEAR      .EQ  1BH  ;YEAR TIME DATA BUFFER (LOWER BYTE)
HYEAR     .EQ  1CH  ;YEAR TIME DATA BUFFER (HIGHER BYTE)
ALBUF     .EQ  1DH  ;FIRST ALARM DATA BUFFER
ALBUF1    .EQ  39H  ;LAST ALARM DATA BUFFER
    
```

รูปที่ 3.14 ตำแหน่งกำหนดค่าสภาวะระบบ

ขั้นตอนกำหนดค่าอุปกรณ์อินเตอร์เฟส เป็น การกำหนดค่าให้อุปกรณ์อินเตอร์เฟส
ต่าง ๆ ขั้นตอนกำหนดค่าอุปกรณ์อินเตอร์เฟสมี ดังนี้

-กำหนดค่าวงจรรับส่งข้อมูลแบบขนานเบอร์ 8255 ประกอบด้วย
กำหนดให้พอร์ต A และพอร์ต B เป็นพอร์ตขาออก
กำหนดให้พอร์ต C เป็นพอร์ตขาเข้า

-กำหนดค่าวงจรนับเวลาเบอร์ Z80-CTC ประกอบด้วย
กำหนดให้ช่องทางที่ 0 สร้างสัญญาณอัตรารับส่งข้อมูล มีค่าดังนี้คือ
DISABLE INTERRUPT, TIMER MODE, PRESCALER=16
CONTINUED OPERATION, TIME CONSTANT=208

ค่าคงที่เวลาจะถูกนับเฟอ์เก็บไว้ในหน่วยความจำชื่อ BUAD
กำหนดให้ช่องทางที่ 1 สร้างสัญญาณอัตรารับส่งข้อมูล มีค่าดังนี้คือ
DISABLE INTERRUPT, TIMER MODE, PRESCALER=16
CONTINUED OPERATION, TIME CONSTANT=26

กำหนดให้ช่องทางที่ 2 สร้างสัญญาณอัตรารับส่งข้อมูล มีค่าดังนี้คือ
DISABLE INTERRUPT, TIMER MODE, PRESCALER=16
CONTINUED OPERATION, TIME CONSTANT=13

กำหนดให้ช่องทางที่ 3 สร้างสัญญาณอินเตอร์รัพท์ มีค่าดังนี้คือ
ENABLE INTERRUPT, TIMER MODE, PRESCALER=256
CONTINUED OPERATION, TIME CONSTANT=252

-กำหนดค่าวงจรรับส่งข้อมูลแบบอนุกรมเบอร์ 8251 ประกอบด้วยรูปแบบดังนี้
1 STOP BIT, 8 BIT DATA, BUAD RATE FACTOR=1
NONE PARITY CHECK

รูปแบบการรับส่งจะถูกนับเฟอ์ไว้ในหน่วยความจำชื่อ SET

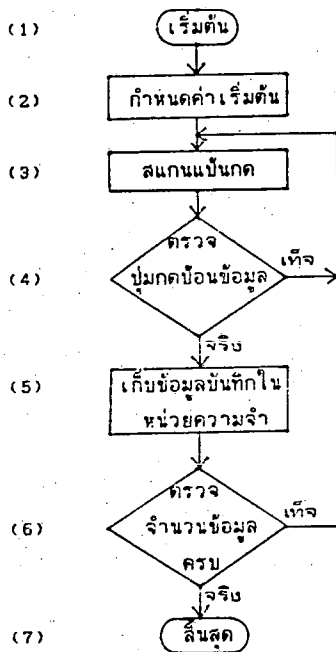
2) โปรแกรมตั้งเวลา คือ โปรแกรมตั้งเวลาให้กับเครื่องบันทึกเวลาโดยอาศัย
แป้นกด โปรแกรมตั้งเวลาประกอบด้วยโปรแกรม 2 ส่วน ดังนี้

-โปรแกรมตั้งเวลาจริง (Time setting subroutine)

-โปรแกรมตั้งเวลาเตือน (Alarm setting subroutine)

การทำงานของโปรแกรมตั้งเวลาแสดงไว้ในรูปที่ 3.15 ซึ่งสามารถอธิบาย
ได้พอสังเขป ดังนี้

โปรแกรมเริ่มจากสถานะเริ่มต้น แล้วจึงเข้าสู่สถานะกำหนดค่าเริ่มต้น ต่อจากนั้น โปรแกรมจะสแกนหาข้อมูล จนกระทั่งปุ่มกดรับข้อมูลถูกกด ข้อมูลที่ได้จะถูกเก็บไว้ใน หน่วยความจำพร้อมกับตรวจจำนวนข้อมูล ถ้าข้อมูลไม่ครบชุดข้อมูล (รายละเอียดชุดข้อมูล อยู่ในตาราง 3.1 และ 3.2) โปรแกรมจะกลับไปสแกนหาข้อมูลต่อไป แต่ถ้าจำนวน ข้อมูลครบชุดข้อมูล โปรแกรมจะเข้าสู่สถานะสิ้นสุด



รูปที่ 3.15 ผังโปรแกรมตั้งเวลา

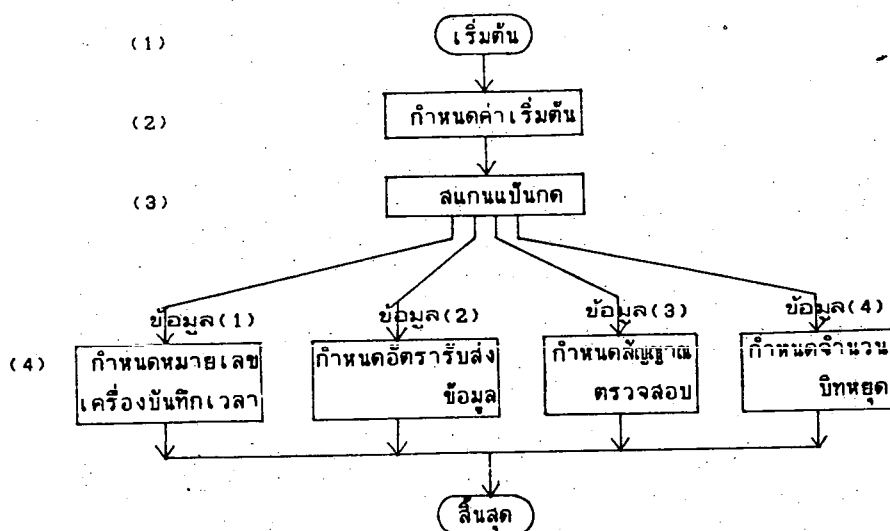
3) โปรแกรมตั้งสัญญาณติดต่อ คือ โปรแกรมกำหนดรูปแบบการติดต่อรับส่งข้อมูล ดังแสดงไว้ในรูปที่ 3.16 การทำงานของโปรแกรมตั้งสัญญาณติดต่ออธิบายได้ ดังนี้ โปรแกรมเริ่มจากสถานะเริ่มต้น แล้วจึงเข้าสู่สถานะกำหนดค่าเริ่มต้น ต่อจากนั้น โปรแกรมจะสแกนหาข้อมูล จนกระทั่งปุ่มกดรับข้อมูลถูกกด ข้อมูลที่ได้จะถูกแจกแจง เพื่อกำหนดการทำงานในขั้นตอนต่อไป

เมื่อข้อมูลเท่ากับ 1 โปรแกรมจะกำหนดค่าหมายเลขเครื่องบันทึกเวลา ข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกลงบนหน่วยความจำชื่อ UNIT หลังจากนั้นโปรแกรมจะเข้าสู่สถานะสิ้นสุดการทำงาน

เมื่อข้อมูลเท่ากับ 2 โปรแกรมจะกำหนดค่าอัตรารับส่งข้อมูลแบบขนาน ข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกลงบนหน่วยความจำชื่อ BUAD หลังจากนั้นโปรแกรมจะเข้าสู่สถานะสิ้นสุดการทำงาน

เมื่อข้อมูลเท่ากับ 3 โปรแกรมจะกำหนดสัญญาณตรวจสอบการรับส่งข้อมูล
ข้อมูลที่ได้จะถูกบันทึกลงบนหน่วยความจำชื่อ SET (ใช้เฉพาะบิต 4 และ 5 เท่านั้น)
หลังจากนั้นโปรแกรมจะเข้าสู่สภาวะสิ้นสุดการทำงาน

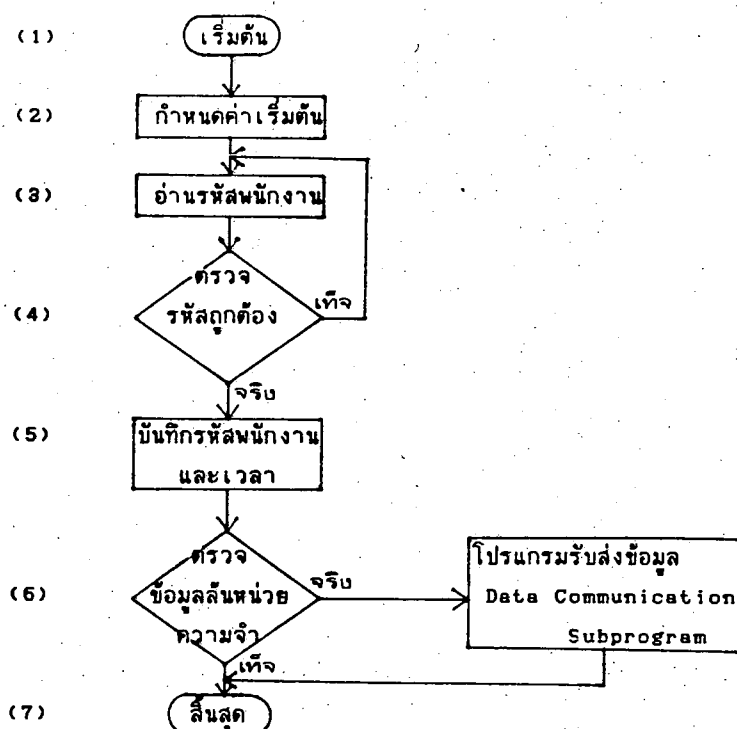
เมื่อข้อมูลเท่ากับ 4 โปรแกรมจะกำหนดจำนวนบิตหยุด
ลงบนหน่วยความจำชื่อ SET (ใช้เฉพาะบิต 6 และ 7 เท่านั้น) หลังจากนั้นโปรแกรม
จะเข้าสู่สภาวะสิ้นสุด



รูปที่ 3.16 ผังโปรแกรมตั้งสัญญาณติดต่อ

4) โปรแกรมอ่านรหัสพนักงาน คือ โปรแกรมอ่านรหัสพนักงานจากบัตรพนักงาน
ผ่านทางหน่วยตรวจจักรรหัสพนักงาน ดังแสดงในรูปที่ 3.17 การทำงานของ
โปรแกรมอ่านรหัสพนักงานอธิบายได้พอสังเขป ดังนี้

โปรแกรมจะเริ่มจากสภาวะเริ่มต้น แล้วจึงเข้าสู่สภาวะกำหนดค่าเริ่มต้น
หลังจากนั้นโปรแกรมจะอ่านรหัสพนักงานจากหน่วยตรวจจักรรหัสพนักงาน พร้อมทั้ง
ตรวจสอบความถูกต้องของรหัส ถ้ารหัสที่ได้ไม่ถูกต้องโปรแกรมจะกลับไปอ่านรหัส
พนักงานใหม่ ถ้ารหัสพนักงานที่ได้ถูกต้องโปรแกรมจะบันทึกรหัสพนักงานพร้อมทั้ง
ข้อมูลเวลาขณะนั้น หลังจากนั้นโปรแกรมจะตรวจสอบสภาวะข้อมูลล้นหน่วยความจำ
โดยการนำจำนวนข้อมูลที่เก็บอยู่ในหน่วยความจำเปรียบเทียบกับจำนวนทั้งหมดของ
หน่วยความจำ ถ้าอัตราส่วนน้อยกว่า 75% โปรแกรมจะทำงานในขั้นตอนสิ้นสุด
มิฉะนั้นโปรแกรมจะเรียกโปรแกรมย่อย เพื่อรับส่งข้อมูลให้กับไมโครคอมพิวเตอร์
หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำงานในขั้นตอนสิ้นสุดต่อไป



รูปที่ 3.17 ผังโปรแกรมอ่านบัตรพนักงาน

5) โปรแกรมรับส่งข้อมูล คือ โปรแกรมการรับส่งข้อมูลกับไมโครคอมพิวเตอร์ ข้อมูลสำหรับการรับส่งมีจำนวน 2 ชุด ดังนี้

- ชุดข้อมูลหัวเรื่อง (Heading data)

- ชุดข้อมูลดิบ (Raw data)

การติดต่อรับส่งข้อมูลแต่ละชุดจะต้องมีคำสั่งควบคุมทุกครั้ง คำสั่งควบคุมมี ดังนี้

- คำสั่งควบคุม 00 FF 41 หมายถึง เริ่มต้นชุดข้อมูลหัวเรื่อง

- คำสั่งควบคุม 00 FF 42 หมายถึง เริ่มต้นชุดข้อมูลดิบ

- คำสั่งควบคุม 00 FF 43 หมายถึง ข้อมูลที่รับมาผิดพลาดให้รับใหม่ 1 ไบท์

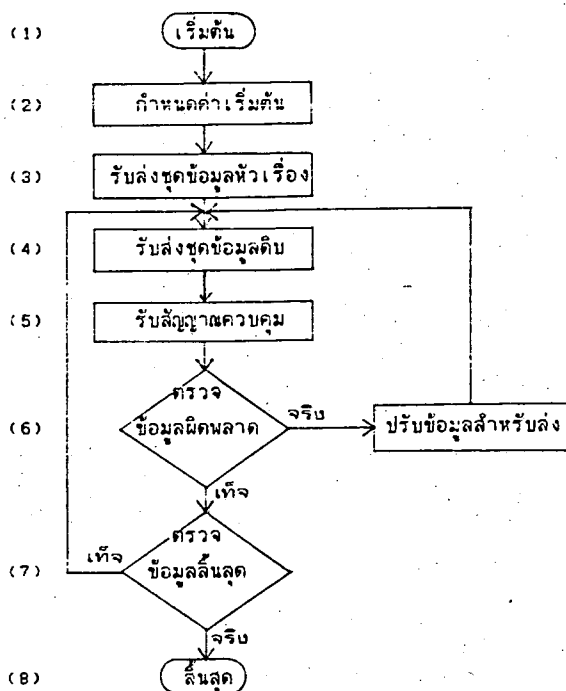
- คำสั่งควบคุม 00 FF 44 หมายถึง ข้อมูลที่ส่งไปผิดพลาดให้ส่งใหม่ 1 ไบท์

- คำสั่งควบคุม 00 FF 45 หมายถึง ข้อมูลที่รับส่งผิดพลาดให้เริ่มต้นใหม่

- คำสั่งควบคุม 00 FF 46 หมายถึง ข้อมูลสิ้นสุดหรือข้อมูลสมบูรณ์

การรับส่งข้อมูลแสดงไว้ในรูปที่ 3.18 ซึ่งสามารถอธิบายได้พอสังเขป ดังนี้

โปรแกรมเริ่มจากสถานะเริ่มต้น แล้วจึงเข้าสู่สถานะกำหนดค่า หลังจากนั้นโปรแกรมจะส่งชุดข้อมูลส่วนหัวและชุดข้อมูลดิบ ต่อมาโปรแกรมตรวจสอบคำสั่งควบคุม ซึ่งแบ่งเป็น 2 ส่วน คำสั่งควบคุมแสดงข้อมูลรับส่งผิดพลาดหมด และคำสั่งควบคุมแสดงข้อมูลสิ้นสุด เมื่อพบคำสั่งควบคุมแสดงข้อมูลรับส่งผิดพลาดหมด โปรแกรมจะลบค่าชุดข้อมูลเก่าแล้วจึงติดต่อรับส่งข้อมูลใหม่ มิฉะนั้นโปรแกรมจะตรวจสอบคำสั่งควบคุมข้อมูลสิ้นสุด เมื่อพบคำสั่งควบคุมแสดงข้อมูลสิ้นสุดแสดงว่าไมโครคอมพิวเตอร์ตอบรับข้อมูลเรียบร้อยแล้ว โปรแกรมจะเข้าสู่สถานะสิ้นสุด มิฉะนั้นโปรแกรมจะกลับไปตรวจคำสั่งควบคุม จนกระทั่งโปรแกรมพบคำสั่งควบคุมสิ้นสุด โปรแกรมจะเข้าสู่สถานะสิ้นสุด



รูปที่ 3.18 ผังโปรแกรมรับส่งข้อมูล

6) โปรแกรมตรวจสอบเวลา คือ โปรแกรมแสดงข้อมูลเวลาที่ตั้งไว้ (ดูรายละเอียดในหัวข้อ 3.3.3) นำมาแสดงผลทางหลอดเบร้งแสงเจ็ดส่วน การแสดงข้อมูลเวลาแบ่งออกเป็น 2 ชนิด ดังนี้

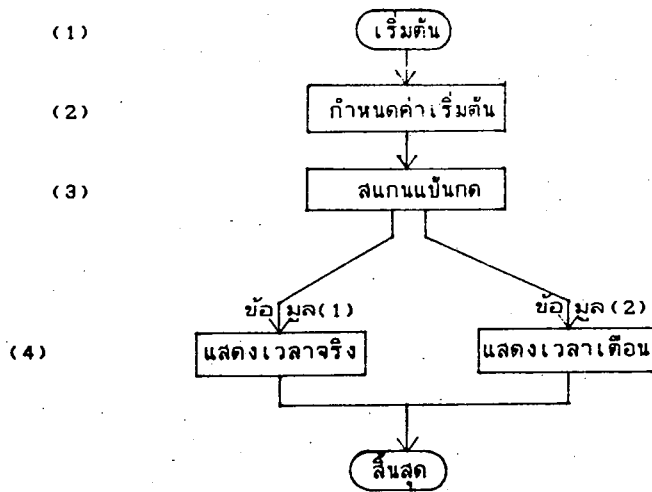
- การแสดงข้อมูลเวลาจริง
- การแสดงข้อมูลเวลาเตือน

การทำงานของโปรแกรมตรวจสอบเวลาแสดงไว้ในรูปที่ 3.19 ซึ่งอธิบายได้พอสังเขป ดังนี้

โปรแกรมเริ่มจากสถานะเริ่มต้น แล้วจึงเข้าสู่สภาวะที่กำหนดค่าเริ่มต้น หลังจากนั้นโปรแกรมจะทำการสแกนข้อมูล จนกระทั่งปุ่มกดรับข้อมูลถูกกด ข้อมูลที่ได้จะถูกแจกแจงเพื่อกำหนดขั้นตอนการทำงานต่อไป

เมื่อข้อมูลเท่ากับ 1 โปรแกรมจะเรียกโปรแกรมย่อยเพื่อแสดงข้อมูลเวลาจริง ข้อมูลเวลาจริง ได้แก่ วินาที นาที ชั่วโมง วัน เดือนและปี(ค.ศ.) หลังจากนั้นโปรแกรมจะเข้าสู่สภาวะสิ้นสุด

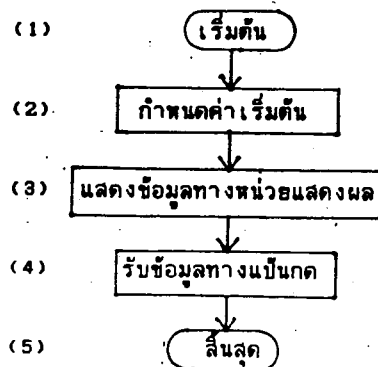
เมื่อข้อมูลเท่ากับ 2 โปรแกรมจะเรียกโปรแกรมย่อยเพื่อแสดงข้อมูลเวลาเตือน ข้อมูลเวลาเตือน ได้แก่ นาทีและชั่วโมง สำหรับแต่ละช่องการทำงาน หลังจากนั้นโปรแกรมจะเข้าสู่สภาวะสิ้นสุด



รูปที่ 3.19 ผังโปรแกรมตรวจสอบเวลา

7) โปรแกรมแสดงเวลาปกติ คือ โปรแกรมแสดงเวลาจริงขณะทำงาน ข้อมูลเวลาจริง ได้แก่ นาทีและชั่วโมง พร้อมทั้งไฟกระพริบที่ตำแหน่งจุดทศนิยม การทำงานของโปรแกรมแสดงไว้ในรูปที่ 3.20 ซึ่งอธิบายการทำงานได้ ดังนี้

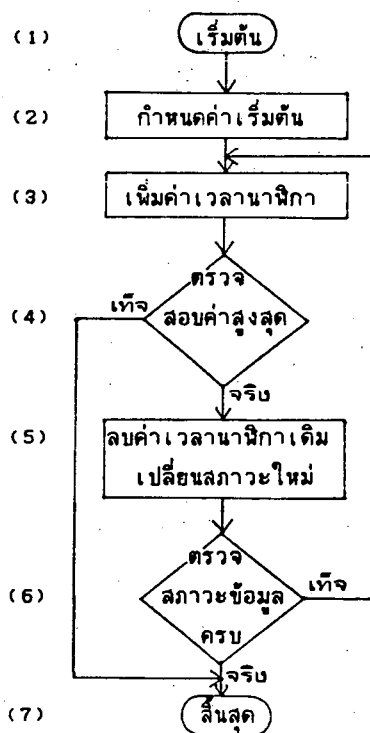
โปรแกรมเริ่มจากสถานะเริ่มต้น แล้วจึงเข้าสู่สถานะกำหนดเวลาเริ่มต้น หลังจากนั้นโปรแกรมจะนำข้อมูลเวลาจริงที่เก็บไว้ในหน่วยความจำชั่วคราวมาแสดงผล พร้อมทั้งแสดงจุดทศนิยมจะดับและติดทุก ๆ หนึ่งวินาที ต่อมาโปรแกรมจะสแกนข้อมูลจากแป้นกด หลังจากนั้นโปรแกรมจะเข้าสู่สถานะสิ้นสุด ข้อมูลที่ได้จะถูกแจกแจง โดยโปรแกรมหลักเพื่อทำงานตามหน้าที่ของปุ่มกดต่อไป



รูปที่ 3.20 ผังโปรแกรมแสดงเวลาปกติ

8) โปรแกรมเพิ่มค่าเวลานาฬิกา คือ โปรแกรมเพิ่มเวลานาฬิกาทุก ๆ หนึ่งวินาที และตรวจสอบเวลานาฬิกาโดยการเปรียบเทียบ กับค่าที่กำหนดในตารางค่าสูงสุด (Maximum table) การทำงานของโปรแกรมเพิ่มค่าเวลานาฬิกาแสดงไว้ในรูปที่ 3.21 ซึ่งอธิบายได้พอสังเขป ดังนี้

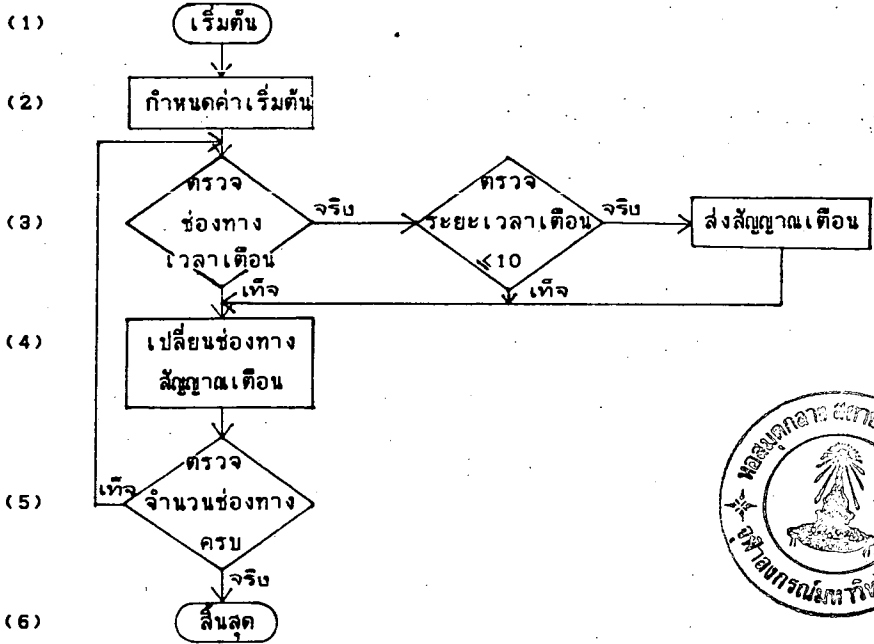
โปรแกรมเริ่มจากสถานะเริ่มต้น แล้วจึงเข้าสู่สถานะกำหนดค่าเริ่มต้น หลังจากนั้นโปรแกรมจะเพิ่มค่าในข้อมูลเวลานาฬิกา ต่อมาจึงตรวจสอบข้อมูลที่ได้เปรียบเทียบกับค่าสูงสุดในตาราง ถ้าข้อมูลไม่เท่าโปรแกรมจะเข้าสู่สถานะสิ้นสุด มิฉะนั้นโปรแกรมจะลบค่าข้อมูลเวลาเดิม แล้วจึงเปลี่ยนสถานะเพิ่มค่าเวลานาฬิกาใหม่ ต่อมาโปรแกรมจะตรวจจำนวนสถานะข้อมูลเวลาครบ ถ้าจำนวนสถานะข้อมูลเวลาครบ (ดูรายละเอียดขั้นตอนในหัวข้อ 3.3.3) โปรแกรมจะเข้าสู่สถานะสิ้นสุด มิฉะนั้นโปรแกรมจะกลับไปทำงานขั้นตอนเพิ่มค่าเวลานาฬิกา จนกระทั่งจำนวนสถานะข้อมูลเวลาครบ โปรแกรมจึงจะเข้าสู่สถานะสิ้นสุด



รูปที่ 3.21 ผังโปรแกรมเพิ่มค่าเวลานาฬิกา

9) โปรแกรมสัญญาณเตือน คือ โปรแกรมส่งสัญญาณเตือนโดยปิดเปิดวงจรรีเลย์ ซึ่งตรงกับตำแหน่งช่องทางนั้น ๆ การทำงานจะปิดเปิดทุก ๆ หนึ่งวินาที เป็นระยะเวลาไม่เกิน 10 วินาที การทำงานของโปรแกรมสัญญาณเตือนแสดงไว้ในรูปที่ 3.22 ซึ่งสามารถอธิบายพอสังเขปได้ ดังนี้

โปรแกรมเริ่มจากสถานะเริ่มต้น แล้วจึงเข้าสู่สภาวะกำหนดค่าเริ่มต้น หลังจากนั้นโปรแกรมจะตรวจสอบเวลาเดือน โดยการนำข้อมูลกำหนดเวลาเดือนเปรียบเทียบกับเวลานาฬิกาปัจจุบัน ถ้าข้อมูลเวลาไม่ตรงกันโปรแกรมจะตรวจสอบช่องทางอื่นต่อไป ถ้าข้อมูลเวลาตรงกันโปรแกรมจะตรวจสอบระยะเวลาที่ส่งสัญญาณเดือน ถ้าระยะเวลา มากกว่า 10 วินาที โปรแกรมจะตรวจสอบช่องทางอื่นต่อไป มิฉะนั้นโปรแกรมจะส่งสัญญาณเดือนไปยังรีเลย์ผ่านทางนอร์ชขาออกตำแหน่ง 6800H เพื่อเปิดเปิดอุปกรณ์เดือน เวลาสำหรับช่องทางนั้น ๆ หลังจากนั้นโปรแกรมจะช่องทางอื่น ๆ ต่อไป แล้วจึงตรวจจำนวนช่องทางทำงานครบ ถ้าจำนวนช่องทางทำงานครบโปรแกรมจะเข้าสู่สภาวะสิ้นสุด มิฉะนั้นโปรแกรมจะกลับไปตรวจสอบเวลาเดือนต่อไป จนกระทั่งจำนวนช่องทางทำงานครบ โปรแกรมจะเข้าสู่สภาวะสิ้นสุด



รูปที่ 3.22 ผังโปรแกรมสัญญาณเดือน

3.7 การจัดแบ่งหน่วยความจำชั่วคราวและหน่วยความจำถาวร

การจัดแบ่งหน่วยความจำชั่วคราวและหน่วยความจำถาวร คือ การแบ่งส่วนการใช้หน่วยความจำของเครื่องบันทึกเวลา ดังแสดงในรูปที่ 3.23 การจัดแบ่งหน่วยความจำแบ่งได้เป็น 2 ชนิด ดังนี้

-การจัดแบ่งหน่วยความจำถาวร (ROM arrangement)

-การจัดแบ่งหน่วยความจำชั่วคราว (RAM arrangement)

การจัดแบ่งหน่วยความจำถาวร เริ่มจากตำแหน่ง 0000H ถึง 07FFH ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

-ส่วนโปรแกรมหน่วงเวลากำลั้ง (Power-up delay)

-ส่วนค่าคงที่และตาราง (System parameter and table)

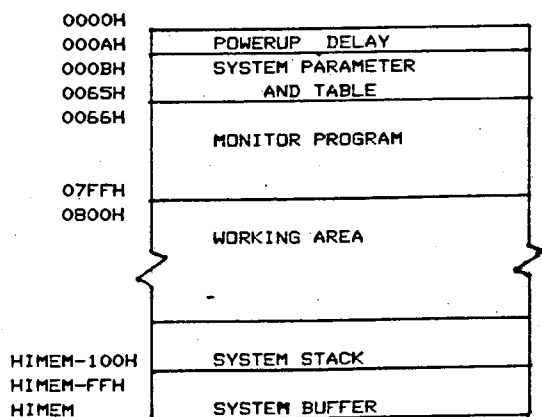
-ส่วนโปรแกรมมอนิเตอร์ (Monitor program)

การจัดแบ่งหน่วยความจำชั่วคราว เริ่มจากตำแหน่ง 0800H ถึง 38FFH หน่วยความจำชั่วคราวสามารถเพิ่มได้ขึ้น ๆ ละ 2 กิโลไบต์ จนกระทั่งถึงตำแหน่งสูงสุด (HIMEM) ประกอบด้วย 3 ส่วน คือ

-ส่วนพื้นที่เก็บข้อมูล (Working area)

-ส่วนพื้นที่ทศของระบบ (System Stack)

-ส่วนพื้นที่บัฟเฟอร์ของระบบ (System buffer)



รูปที่ 3.23 การจัดแบ่งหน่วยความจำชั่วคราวและถาวร

3.8 สรุป

เครื่องบันทึกเวลาประกอบด้วยส่วนสำคัญ 2 ประการ คือ ฮาร์ดแวร์ของเครื่องบันทึกเวลาและซอฟต์แวร์ของเครื่องบันทึกเวลา ในบทที่ 2 เราได้กล่าวถึงองค์ประกอบด้านฮาร์ดแวร์ของเครื่องบันทึกเวลา ส่วนบทนี้ เราได้กล่าวถึงองค์ประกอบด้านซอฟต์แวร์ของเครื่องบันทึกเวลา ซึ่งเป็นโปรแกรมควบคุมการทำงานและควบคุมการรับส่งข้อมูลกับไมโครคอมพิวเตอร์ โปรแกรมควบคุมหรือเรียกว่าโปรแกรม มอนิเตอร์ ประกอบด้วย

- โปรแกรมหลัก
- โปรแกรมอินเตอร์รัพท์
- โปรแกรมย่อย

ไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไปจะไม่มีอุปกรณ์ติดต่อรับส่งข้อมูลแบบอนุกรม (RS-232 Communication) เพื่อให้การติดต่อรับส่งข้อมูลระหว่างเครื่องบันทึกเวลากับไมโครคอมพิวเตอร์เป็นไปอย่างสมบูรณ์ เราจึงต้องสร้างอุปกรณ์รับส่งข้อมูลเพื่อติดตั้งกับไมโครคอมพิวเตอร์ อุปกรณ์รับส่งข้อมูลนี้เราจะกล่าวในบทต่อไป