หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 2

การออกแบบระบบ

2.1 ข่ายงานของระบบ

ระบบควบคุมที่ออกแบบและสร้าง จะคำนึงถึงเรื่องของเวลาเป็นสำคัญ จะต้องเที่ยงตรงและแม่นยำมาก เพราะในการควบคุมและการคำนวณหาค่ากำลังงานไฟฟ้าจะมีค่าของเวลาเป็นตัวแปรอยู่ด้วย ดังนั้นในการออกแบบระบบนี้จึงต้องเป็นแบบระบบเวลาจริง (Real Time System) [7] เพื่อป้องกันไม่ให้ซีพียูทำงานบางอย่างนานเกินไป ซึ่งเมื่อซีพียูกลับมาทำงานที่เกี่ยวข้องกับเวลาแล้ว อาจทำให้การนับเวลาและการคำนวณในบางจุดผิดพลาดได้

ในการออกแบบระบบควบคุมแบบระบบเวลาจริง จะมีข่ายงานที่สำคัญดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.1 โดยประกอบไปด้วยงานพื้นฐานที่ซีพียูจะทำอยู่เป็นประจำ 9 งาน ดังต่อไปนี้

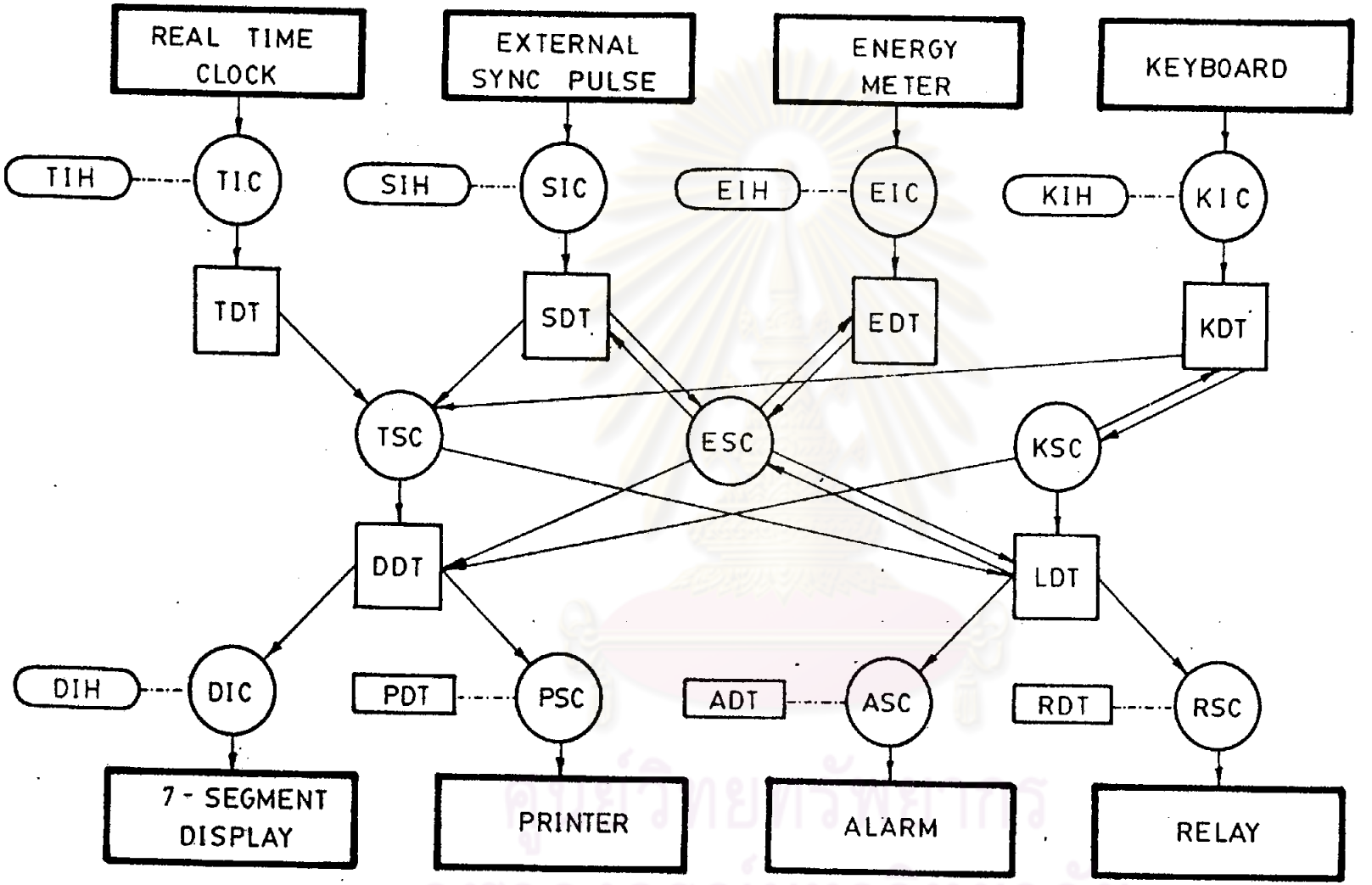
1) Time data task (TDT) เป็นงานที่จัดการเกี่ยวกับ ข้อมูลทางเวลาให้กับระบบทั้งหมด

2) Synchronization data task (SDT) จัดการทำงานของระบบให้พร้อมเพรียงกับสัญญาณซิงค์จากเครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า หรือจากการกดสวิทช์ซิงค์ สำหรับในกรณีที่เครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า เป็นแบบที่ไม่มีสัญญาณซิงค์ออกมาให้

3) Energy data task (EDT) เป็นงานที่ทำหน้าที่ประมวลข้อมูลที่ป้อนเข้ามาจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

4) Keyboard data task (KDT) ทำหน้าที่ประมวลข้อมูลที่ถูกกดป้อนเข้ามาจากแผงกดป้อนข้อมูล

5) Display data task (DDT) ทำหน้าที่ประมวลข้อมูลต่าง ๆ เพื่อเตรียมไว้สำหรับการส่งออกไปแสดงผลและการพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์



รูปที่ 2.1 ขายงานของระบบควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด

6) Load data task (LDT) ทำหน้าที่ประมวลข้อมูลเพื่อการตัดสินใจในการตัดหรือต่อภาระไฟฟ้าตามช่องต่าง ๆ

7) Printer data task (PDT) เป็นงานที่จัดการเรียงข้อมูลและส่งข้อมูลที่ต้องการพิมพ์ออกไปยังเครื่องพิมพ์

8) Alarm data task (ADT) เป็นงานที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปยังตัวส่งเสียงเตือนเพื่อเตือนให้ผู้ใช้ทราบถึงสภาวะที่วิกฤตต่าง ๆ

9) Relay data task (RDT) เป็นงานที่ทำหน้าที่ส่งสัญญาณออกไปควบคุมตัวรีเลย์เพื่อให้ตัวรีเลย์ตัดหรือต่อภาระไฟฟ้าตามช่องต่าง ๆ

สำหรับอุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ ที่ต่อพ่วงอยู่กับระบบ ได้ออกแบบให้อุปกรณ์บางตัวสามารถกำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ (Interrupt Signal) เข้ามาได้ โดยที่อุปกรณ์เหล่านั้นจะมีพอร์ท (Port) ประจำตัว ที่ได้จัดเตรียมไว้ให้เรียบร้อยแล้ว ซึ่งพอร์ทแต่ละพอร์ทจะทำหน้าที่ให้กำเนิดสัญญาณอินเตอร์รัพท์ พร้อมกับเป็นตัวส่งผ่านข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ ให้กับซีพียู โดยที่ซีพียูจะต้องมีงานบริการที่คอยตอบสนองต่อการขออินเตอร์รัพท์เหล่านั้นไว้ด้วย ซึ่งงานบริการเหล่านี้ จะทำหน้าที่ประมวลข้อมูลขั้นแรกไว้ก่อน แล้วเก็บข้อมูลที่ได้ไว้ในหน่วยความจำส่วนหนึ่ง พร้อมกับทำการเซท (Set) แฟลก (Flag) เอาไว้ สำหรับบอกให้ซีพียูทราบว่าได้มีข้อมูลถูกป้อนเข้ามารอไว้ให้ซีพียูรับไปประมวลอีกต่อหนึ่ง โดยระบบควบคุมที่ได้ออกแบบนี้จะมีงานบริการ และช่องเก็บข้อมูลสำหรับการตอบสนองต่อการขออินเตอร์รัพท์ต่าง ๆ ดังต่อไปนี้

1) Time interrupt handler (TIH) and time interrupt channel (TIC) ใช้สำหรับงานที่เกี่ยวกับการป้อนสัญญาณกำหนดเวลาให้กับระบบทั้งหมด

2) Synchronization interrupt handler (SIH) and synchronization interrupt channel (SIC) ใช้สำหรับการส่งผ่านสัญญาณซิงค์ให้กับระบบ

3) Energy interrupt handler (EIH) and energy interrupt channel (EIC) ใช้สำหรับการรับสัญญาณของการใช้พลังงานจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าเพื่อเตรียมไว้ให้ซีพียูมารับไปประมวลอีกต่อหนึ่ง

013312

4) Keyboard interrupt handler (KIH) and keyboard interrupt channel (KIC) ทำหน้าที่ส่งผ่านสัญญาณจากการกดแผงกดป้อนข้อมูล

5) Display interrupt handler (DIH) and display interrupt channel (DIC) ทำหน้าที่ส่งข้อมูลออกไปยังหน่วยแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน

ในส่วนงานของระบบ นอกจากจะประกอบไปด้วยงานพื้นฐานต่าง ๆ และงานที่ทำหน้าที่บริการต่อการขออินเตอร์รัพท์แล้วยังประกอบด้วยช่องสำหรับเก็บข้อมูลทางด้านซอฟท์แวร์ (Software Channel) ซึ่งเป็นหน่วยความจำแบบชั่วคราวส่วนหนึ่งที่สามารถเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลภายในได้ตลอดเวลา ใช้สำหรับเก็บข้อมูลที่ประมวลได้มาจากงานหนึ่งเตรียมไว้สำหรับงานอื่น ๆ มารับไปประมวลต่อ โดยทิศทางของการส่งผ่านข้อมูลระหว่างช่องเก็บข้อมูลต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.1 และช่องเก็บข้อมูลทางด้านซอฟท์แวร์จะประกอบไปด้วย

1) Time software channel (TSC) ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับเวลา

2) Energy software channel (ESC) ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานไฟฟ้า

3) Keyboard software channel (KSC) ใช้เก็บข้อมูลเกี่ยวกับการกดแผงกดป้อนข้อมูล

4) Printer software channel (PSC) ใช้เก็บข้อมูลที่เตรียมไว้สำหรับการส่งออกไปพิมพ์

5) Alarm software channel (ASC) ใช้เก็บข้อมูลสถานะของการส่งเสียงเตือน

6) Relay software channel (RSC) ใช้เก็บข้อมูลสถานะของการ ตัด/ต่อ ภาระไฟฟ้าในแต่ละช่อง

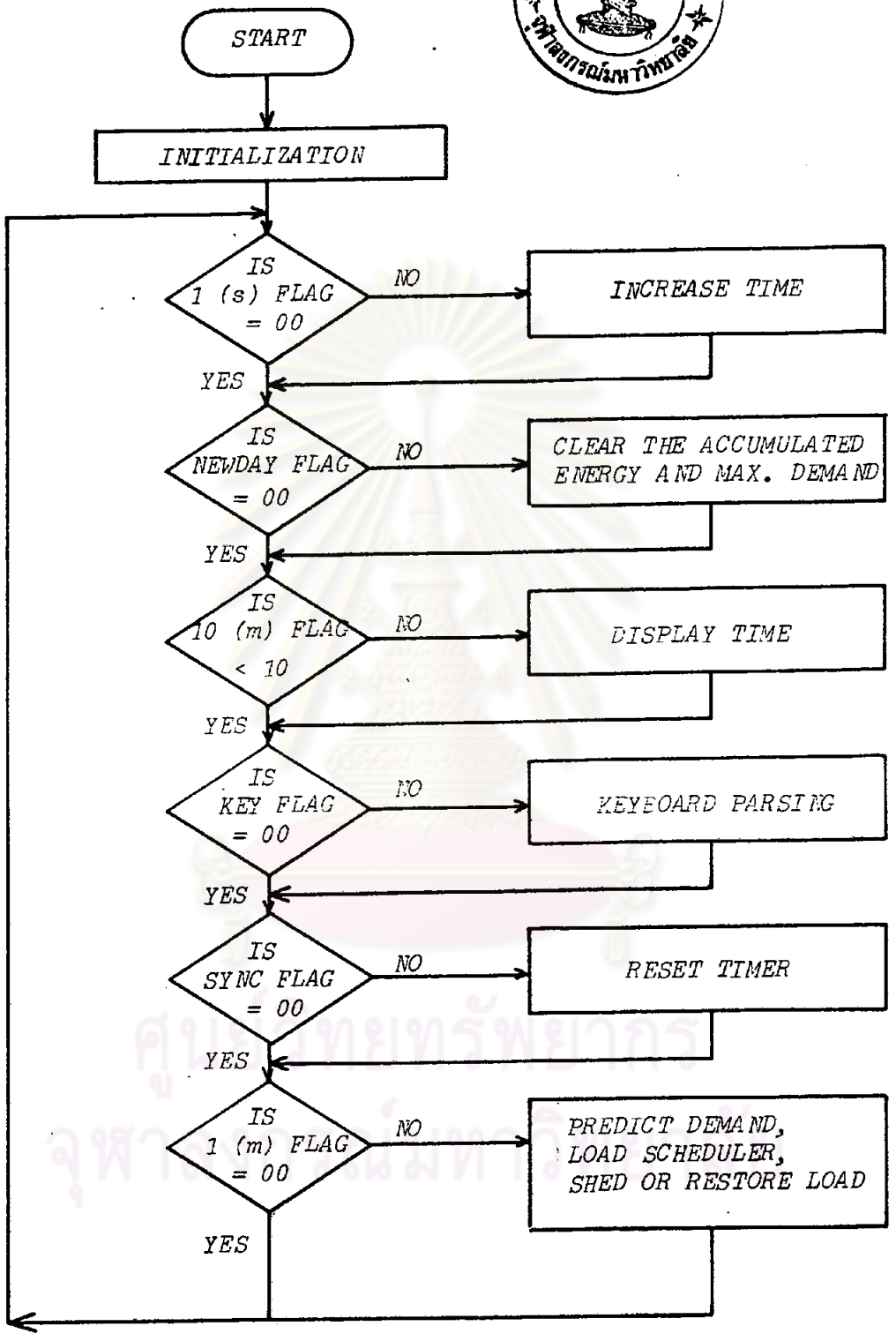
2.2 โปรแกรมโมนิเตอร์

โปรแกรมโมนิเตอร์ เป็นโปรแกรมที่ควบคุมการทำงานของระบบทั้งหมดให้เป็นไปตามขั้นตอนตามที่ได้ออกแบบไว้ โดยจุดเริ่มต้นของโปรแกรมจะเริ่ม ณ ตำแหน่ง 0000H (H หมายถึงการอ้างตัวเลขในระบบฐาน 16) ซึ่งจะเป็นตำแหน่งที่อยู่ของอีพรอม โดยผังงานอย่างสังเขปของโปรแกรมโมนิเตอร์ของระบบควบคุมได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.2 สิ่งแรกที่ซีพียูจะทำหลังจากเปิดเครื่องหรือหลังจากการกดสวิทช์เริ่ม (Reset Switch) คือ ทำการอินนิเชียล (Initialization) ระบบทั้งหมดก่อน เช่น ทำการโปรแกรมอุปกรณ์บางตัวที่จำเป็นต้องโปรแกรมกำหนดหน้าที่ของการทำงานของตัวอุปกรณ์นั้นก่อนใช้งาน และลบหน่วยความจำแบบชั่วคราว เพราะหน่วยความจำชนิดนี้จะมีค่าข้อมูลแบบสุ่มเมื่อเริ่มป้อนไฟเข้า

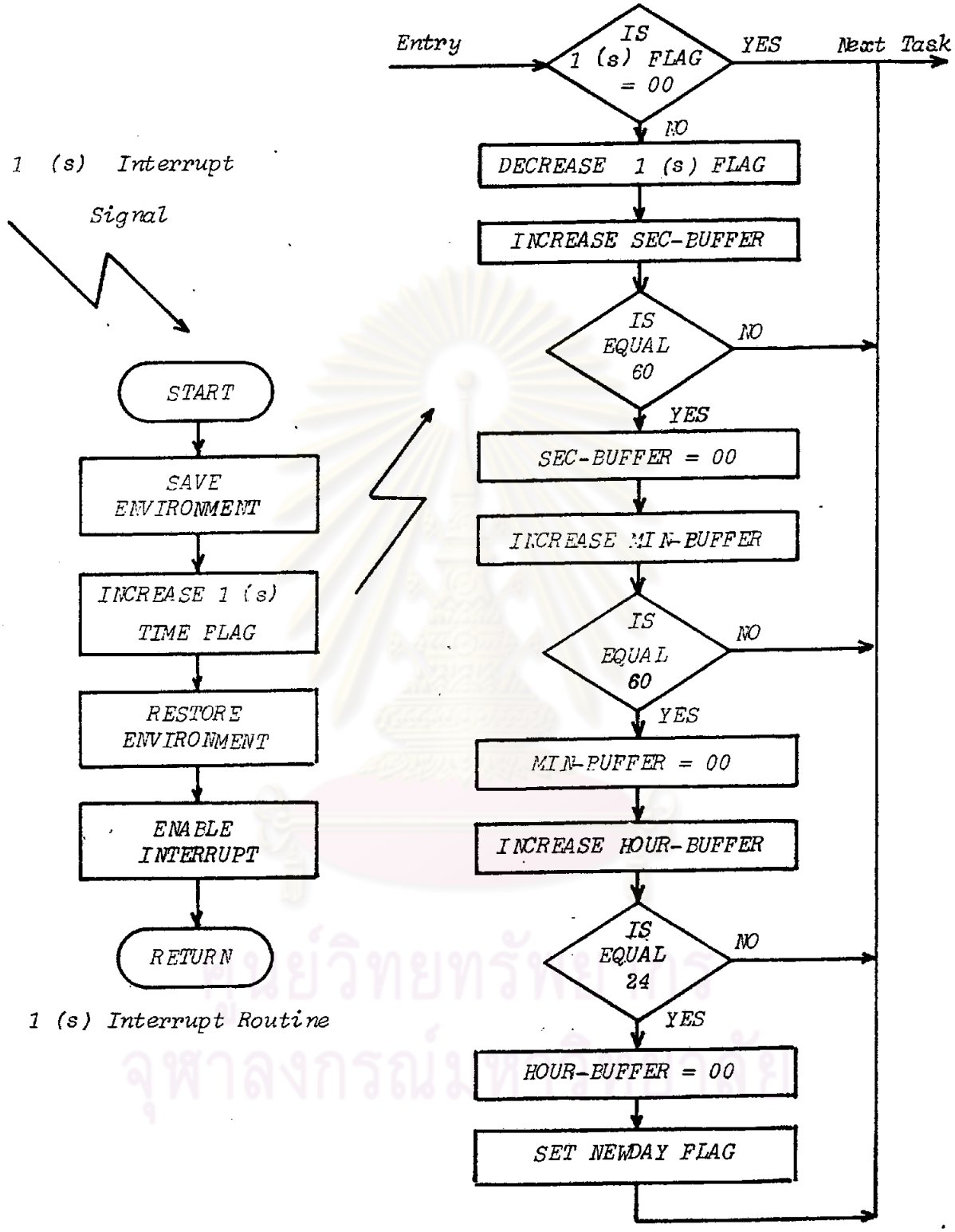
หลังจากที่ซีพียูทำการอินนิเชียลส่วนต่าง ๆ ของระบบเรียบร้อยแล้วซีพียูจะเริ่มทำการตรวจแฟลกต่าง ๆ ของระบบว่ามีงานใดที่ต้องการให้ซีพียูทำก็จะเข้าไปทำงานนั้นทันที เมื่อทำงานเสร็จเรียบร้อยแล้วซีพียูก็จะรีเซท (Reset) แฟลกนั้น เพื่อเป็นการบอกให้ทราบว่าได้ทำงานนั้นเรียบร้อยแล้ว และก็จะเข้าไปตรวจดูแฟลกอื่น ๆ ต่อไปว่ามีงานใดที่ต้องการให้ซีพียูทำอีก เมื่อทำงานต่าง ๆ จนครบแล้วก็จะวนกลับไปตรวจแฟลกของงานแรกอีก และก็จะเวียนทำเช่นนี้เรื่อยไป

2.3 การออกแบบงานกำหนดเวลาให้กับระบบ

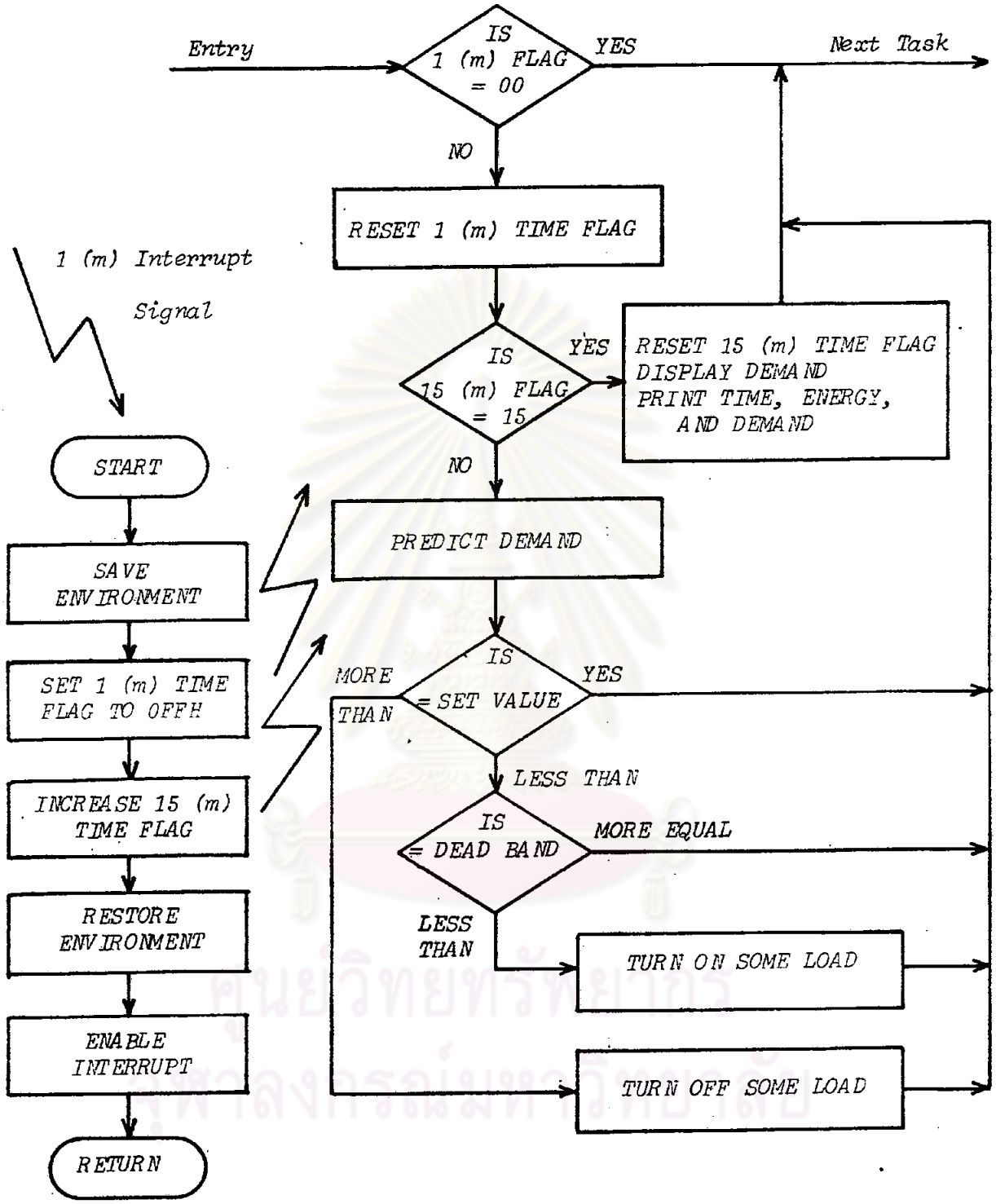
การกำหนดเวลาและขั้นตอนการทำงานให้กับส่วนต่าง ๆ ของระบบควบคุม ได้ใช้หลักการอินเตอร์รัพท์ จากตัวนาฬิกากำหนดเวลาจริงซึ่งใช้ไอซี เบอร์ Z80-CTC ทำหน้าที่ส่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์เข้ามาทุก ๆ 1 วินาที และทุก ๆ 1 นาที โดยสัญญาณอินเตอร์รัพท์ทุก 1 วินาที ถูกใช้เป็นตัวกำหนดเวลา สำหรับใช้ในการนับเวลาภายในวันหนึ่ง ๆ เพื่อประโยชน์ในการแสดงค่าของเวลาภายในวันนั้นให้ถูกต้อง และใช้ในการพิมพ์ค่าเวลาในขณะที่เครื่องพิมพ์กำลังพิมพ์ค่าข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้าอยู่ โดยผังงาน (Flow Chart) ของการกำหนดเวลา 1 วินาที จะแยกออกเป็น 2 ส่วน ในส่วนแรกเป็นงานที่ตอบสนองต่อการขออินเตอร์รัพท์ ซึ่งเป็นรูทีน (Routine) สั้น ๆ ทำหน้าที่เพิ่มค่าของตัวนับเวลา 1 วินาที ขึ้นทีละหนึ่ง ดังแสดงผังงานไว้ในรูปที่ 2.3 และในส่วนที่สองเป็นงานหลักของการนับเวลา 1 วินาที ทำหน้าที่คำนวณหาค่าเวลาเป็นชั่วโมง นาที และวินาที แล้วเก็บค่าเวลาเอาไว้ในหน่วยความจำส่วนหนึ่งเพื่อรอให้งานอื่นนำเอาไปใช้ โดยผังงานของการนับเวลาได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.3 เช่นกัน



รูปที่ 2.2 ผังงานอย่างสังเขปของโปรแกรมโมนิเตอร์



รูปที่ 2.3 ผังงานของการกำหนดเวลา 1 วินาที



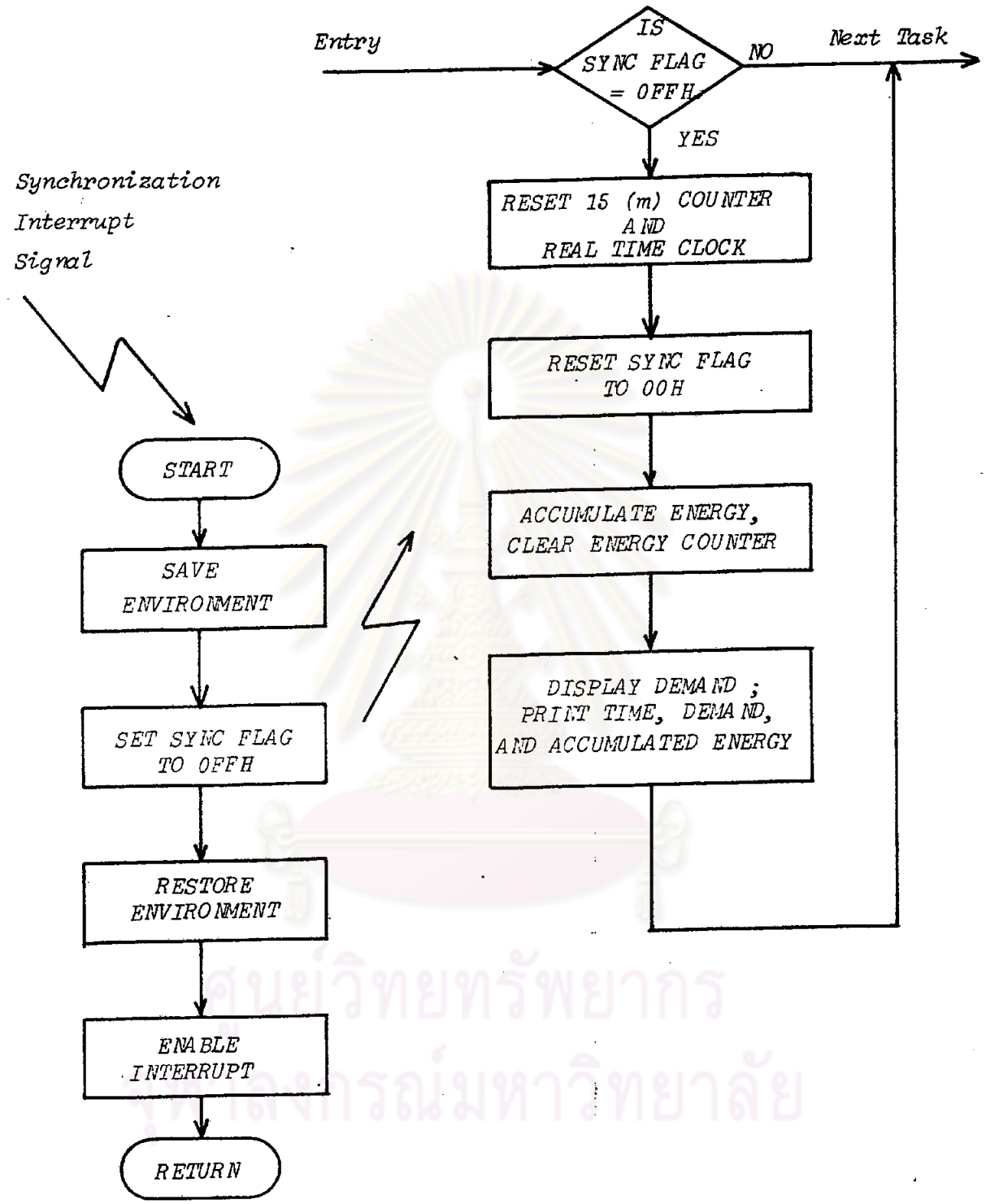
รูปที่ 2.4 ผังงานของการควบคุมภาระไฟฟ้าทุก 1 นาที

สำหรับสัญญาณการขออินเตอร์รัพท์ทุก 1 นาที ถูกใช้เป็นตัวกำหนดจุดเริ่มของการคำนวณและทำนายหาค่าอัตราของการใช้พลังงานไฟฟ้าว่า จะเกินขีดจำกัดที่กำหนดไว้หรือไม่ พร้อมกับทำการตัดหรือต่อภาระไฟฟ้าบางช่องด้วย โดยผังงานของการตอบสนองต่อการขออินเตอร์รัพท์ทุก 1 นาที ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.4 และงานหลักของการคำนวณพร้อมกับคุมภาระไฟฟ้าในช่องต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.4 เช่นกัน

2.4 การออกแบบงานเกี่ยวกับการซิงโครไนซ์

ในการออกแบบระบบควบคุมเพื่อให้สามารถทำงานได้พร้อมเพรียงกับเครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ได้ออกแบบไว้ให้ผู้ใช้สามารถเลือกการทำงานได้ 2 แบบ โดยแบบแรกใช้สำหรับกรณีที่เครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า เป็นชนิดที่ให้กำเนิดสัญญาณซิงค์ออกมา ผู้ใช้ก็เพียงแต่ต่อสัญญาณซิงค์นี้เข้ากับ เครื่องควบคุมได้ทันที โดยข้อกำหนดของสัญญาณซิงค์นี้จะต้องเป็นสัญญาณไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นพัลส์ (Pulse) ขนาดแรงดัน +12 โวลท์ โดยขณะที่ในเวลาปกติจะมีขนาดแรงดันเป็น -12 โวลท์ เพื่อให้สอดคล้องกับความสามารถของตัวอุปกรณ์ที่ต่ออยู่ด้วย ซึ่งจะได้กล่าวถึงต่อไปในการออกแบบระบบทางด้านฮาร์ดแวร์ (Hardware) แต่ถ้าหากว่าเครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า เป็นแบบที่ไม่มีสัญญาณซิงค์ออกมาให้ ผู้ใช้ก็สามารถเลือกการทำงานของระบบเป็นแบบที่สองได้ โดยเครื่องควบคุมจะมีสวิทช์ซิงค์เพื่อให้ผู้ใช้กดพร้อมกับ การรีเซทเครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ก็จะเป็นการกำหนดจุดเริ่มต้นของการควบคุมไปพร้อมกันกับเครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ได้ และเมื่อเครื่องควบคุมทำงานไปครบ 15 นาที เครื่องก็จะทำการรีเซทตัวเอง โดยถือว่าการควบคุมในช่วงเวลาต่อไปจะพร้อมกับเครื่องวัดค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าเสมอ แต่ในความเป็นจริงแล้วเวลาของเครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า กับเครื่องควบคุมอาจจะคลาดเคลื่อนจากกันนิดหน่อย ดังนั้นผู้ใช้จะต้องคอยตรวจสอบและทำการรีเซทเครื่องควบคุมเป็นประจำ โดยปกติมักจะทำการรีเซทเป็นประจำเดือนพร้อมกับการรีเซทเครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า โดยพนักงานของการไฟฟ้า

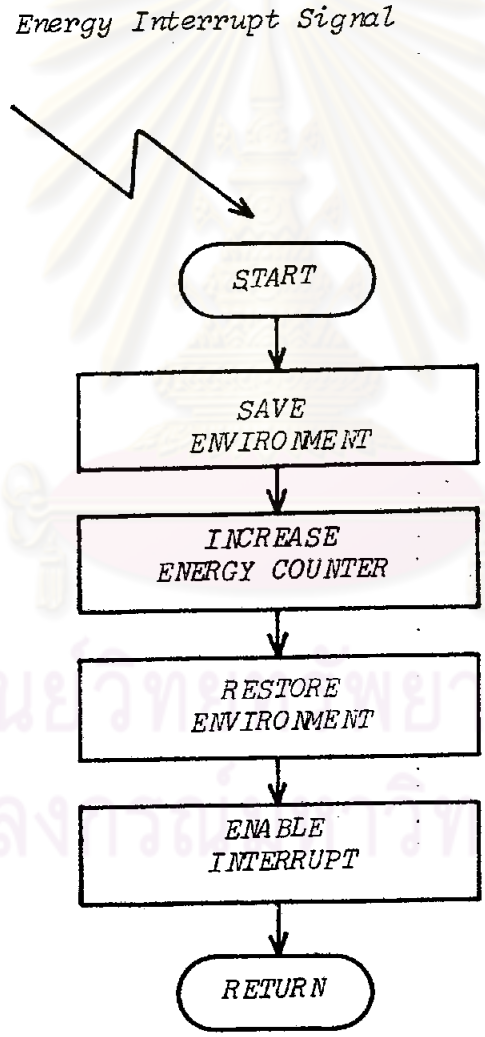
สำหรับผังงานในส่วนที่ทำหน้าที่ซิงโครไนซ์ เครื่องควบคุมนี้ได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.5 โดยส่วนแรกเป็นส่วนที่ทำหน้าที่ตอบสนองต่อการอินเตอร์รัพท์จากสัญญาณซิงค์ และในส่วนที่สองทำหน้าที่รีเซทตัวนาฬิกา กำหนดเวลา 1 นาที และสะสมค่าของพลังงานไฟฟ้าพร้อมกับแสดงค่าข้อมูลเกี่ยวกับการใช้พลังงานออกทางหน่วยแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และพิมพ์ออกทางเครื่องพิมพ์ด้วย



รูปที่ 2.5 ผังงานของการซิงโครไนซ์ระบบควบคุมกับสัญญาณซิงค์

2.5 การออกแบบงานวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

ในการวัดค่าพลังงานไฟฟ้า ได้ใช้เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (KWH-Meter) ทำหน้าที่ป้อนสัญญาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าให้กับเครื่องควบคุม โดยสัญญาณที่ป้อนเข้ามานี้ต้องเป็นสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดแรงดัน -12 โวลท์ ซึ่งในเวลาปกติจะมีขนาดเป็น +12 โวลท์ ในขณะที่มีสัญญาณพัลส์ป้อนเข้ามาทุกครั้งก็จะเป็นการอินเตอร์รัพท์ให้ซีพียูทำการนับค่าพลังงานสะสมเข้าไว้ในหน่วยความจำ เพื่อรอให้งานอื่นมารับข้อมูลไปประมวลอีกต่อหนึ่ง โดยผังงานของการวัดค่าพลังงานไฟฟ้าได้แสดงไว้ดังรูปที่ 2.6



รูปที่ 2.6 ผังงานของการนับค่าพลังงานไฟฟ้า

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

2.6 การออกแบบงานเกี่ยวกับแผงกดป้อนข้อมูล

แผงกดป้อนข้อมูลที่ออกแบบไว้มีคีย์ (Key) จำนวน 16 ตัว โดยจะมีการวางตำแหน่งของคีย์ต่าง ๆ ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.7 พร้อมกับได้แสดงความหมายของตัวอักษรย่อประจำคีย์ต่าง ๆ เอาไว้ด้วย แต่การติดต่อกันระหว่างแผงกดป้อนข้อมูลกับซีพียู จะติดต่อกันเป็นรหัสประจำตัวของคีย์แต่ละตัว ซึ่งแต่ละคีย์จะมีรหัสประจำตัวเป็นข้อมูลจำนวน 2 ไบท์ โดยจะเป็นค่าข้อมูลทางด้านแนวตั้ง 1 ไบท์ และทางด้านแนวนอนอีก 1 ไบท์ ค่าข้อมูลทั้งสองไบท์นี้จะถูกกำหนดขึ้นมาจากการออกแบบวงจรทางด้านฮาร์ดแวร์ ซึ่งในการออกแบบระบบควบคุมนี้จะมีค่าข้อมูลที่เป็นรหัสประจำตำแหน่ง (Position Code) ของคีย์ต่าง ๆ ดังในรูปที่ 2.8

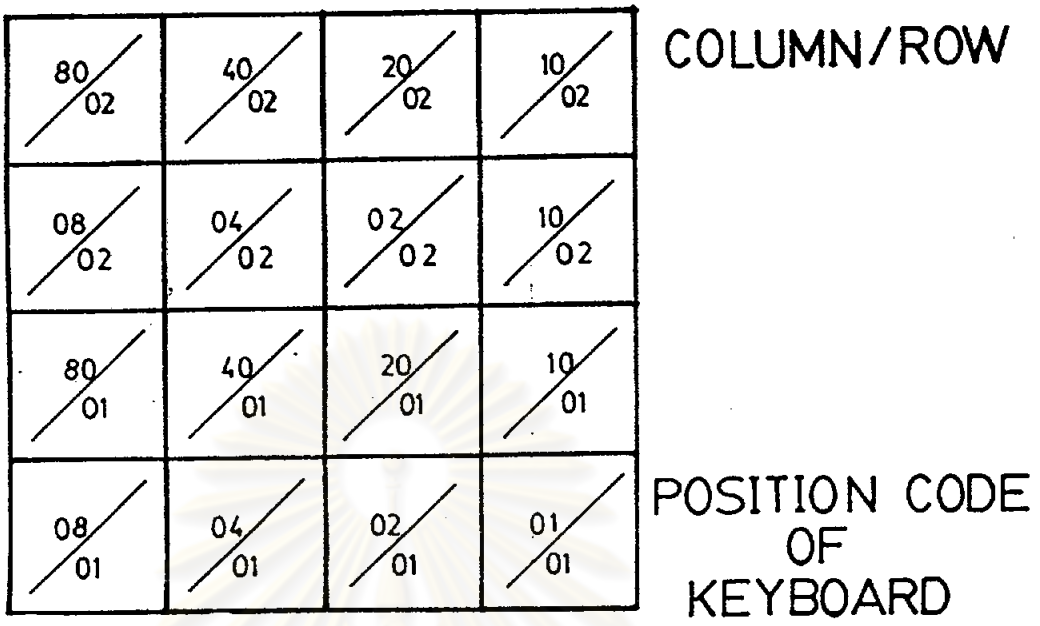
เมื่อซีพียูรับข้อมูลที่เป็นรหัสประจำตำแหน่งของคีย์ใดเข้ามาแล้วซีพียูก็จะทำการเข้ารหัสเสียใหม่ให้เหลือเป็นข้อมูลเพียงไบท์เดียวเพื่อให้เหมาะสมและง่ายต่อการประมวลข้อมูลต่อไป โดยข้อมูลไบท์เดียวนี้จะถูกเรียกว่ารหัสภายใน (Internal Code) โดยคีย์ต่าง ๆ จะมีรหัสภายในประจำตัวเอง ดังแสดงไว้ในรูปที่ 2.9 จากนั้นซีพียูก็จะเริ่มทำการตีความตามโปรแกรมที่ได้โปรแกรมไว้ว่ารหัสภายในที่ได้รับเข้ามาเป็นของคีย์ใดและจะต้องทำงานอะไร โดยใช้เทคนิคของการเปิดตาราง (Look up Table) แล้วซีพียูก็จะกระโดดไปทำงานต่าง ๆ ตามขั้นตอนที่ได้กำหนดไว้โดยลำดับและขั้นตอนต่าง ๆ ของการทำงานที่เกี่ยวกับการประมวลข้อมูลที่ถูกป้อนเข้ามาจากแผงกดป้อนข้อมูลได้ออกแบบไว้ตามคีย์ชาร์ท (Keychart) ตามรูปที่ 2.10 และตารางตีความของแผงกดป้อนข้อมูล (Keyboard Parser State Table) [6] ดังที่ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.1 สำหรับการทำงานโดยสังเขปของหมายเลขประจำงานต่าง ๆ ได้แสดงไว้ในตารางที่ 2.2

จากการออกแบบงานเกี่ยวกับการแผงกดป้อนข้อมูลตามที่กล่าวมาข้างต้น จะเห็นได้ว่าพวกฟังค์ชั่นคีย์ (Function Key) สามารถใช้งานได้ 2 ความหมาย โดยความหมายแรกจะเป็นความหมายตามตัวอักษรที่อยู่ในบรรทัดบนของคีย์แต่ละตัว สามารถใช้ได้โดยการกดคีย์ตัวนั้นทันที แต่ถ้าหากต้องการใช้งานคีย์ใดในความหมายที่สองตามตัวอักษรที่อยู่ในบรรทัดล่าง จะต้องกดคีย์ FUNC ก่อนแล้วจึงกดตามด้วยคีย์ที่ต้องการ โดยรายละเอียดในการใช้งานแผงกดป้อนข้อมูลจะได้อธิบายต่อไปในบทที่ 4

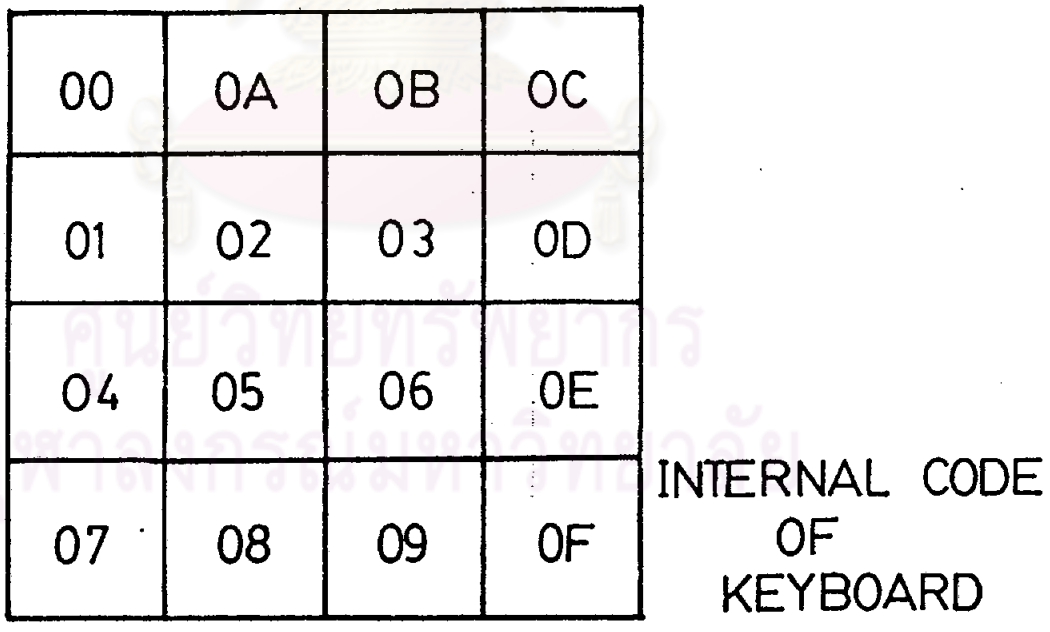
0	RLN / PRN	PRIO / ECON	DLY / TIME
1	2	3	DLM / PEAK
4	5	6	SCL / P/kwh
7	8	9	FUNC / CLR

RLN = RELAY NUMBER
PRIO = PRIORITY
DLY = DELAY TIME
DLM = DEMAND LIMIT
SCL = SCALE
FUNC = SECOND FUNCTION
PRN = PRINT
ECON = ENERGY CONSUMED
TIME = TIME
PEAK = PEAK DEMAND USED
P/kwh = PULSE PER KILOWATT-HOUR
CLR = CLEAR

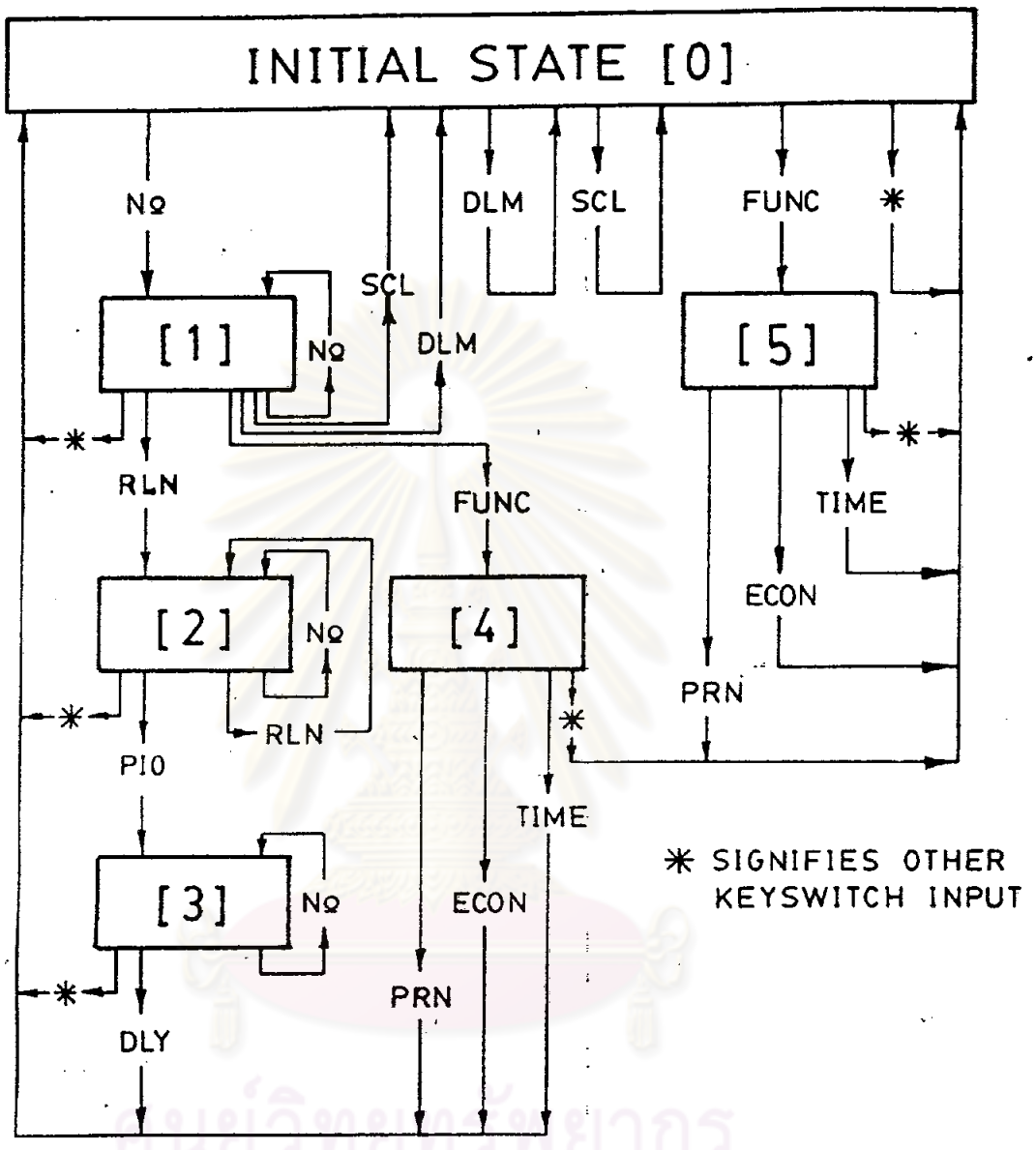
รูปที่ 2.7 แสดงการวางตำแหน่งและความหมายของอักษรย่อของคีย์ต่าง ๆ



รูปที่ 2.8 แสดงรหัสประจำตำแหน่งของคีย์ต่าง ๆ



รูปที่ 2.9 แสดงรหัสภายในของคีย์ต่าง ๆ



รูปที่ 2.10 คีย์ชาร์ท (Keychart) แสดงลำดับและขั้นตอนการทำงานของการกดคีย์ต่าง ๆ

KEYBOARD PARSER STATE TABLE

PRESENT STATE	KEYSWITCH	INTERNAL KEY CODE	NEXT STATE	ACTION ROUTINE NUMBER
0	No	00 - 09	1	0
	DLM	OD	0	4
	SCL	OE	0	6
	FUNC	OF	5	1
	*	*	0	2
1	No	00 - 09	1	0
	RLN	OA	2	9
	DLM	OD	0	3
	SCL	OE	0	5
	FUNC	OF	4	1
	*	*	0	2
2	No	00 - 09	2	0
	RLN	OA	2	9
	PRIO	OB	3	7
	DLY	OC	0	6
	*	*	0	2
3	No	00 - 09	3	0
	PRIO	OB	3	7
	DLY	OC	0	8
	*	*	0	2
4	PRN	OA	0	E
	ECON	OB	0	C
	TIME	OC	0	A
	*	*	0	2
5	PRN	OA	0	E
	ECON	OB	0	C
	TIME	OC	0	B
	PEAK	OD	0	D
	P/kwh	OE	0	6
	*	*	0	2

ตารางที่ 2.1 ตารางตีความของการกดแผงกดป้อนข้อมูล

BRIEF DESCRIPTION OF ACTION ROUTINES

ACTION ROUTINE	FUNCTION
ACT0	SHIFT AND ADD KEY DATA TO KEY BUFFER
ACT1	TURN ON SECOND FUNCTION LED
ACT2	CLEAR ALL KEY BUFFER
ACT3	LOAD DATA IN KEY BUFFER ONTO DEMAND LIMIT BUFFER
ACT4	DISPLAY DEMAND LIMIT
ACT5	LOAD DATA IN KEY BUFFER ONTO SCALE BUFFER
ACT6	DISPLAY SCALE
ACT7	LOAD DATA IN KEY BUFFER ONTO PRIORITY BUFFER
ACT8	LOAD DATA IN KEY BUFFER ONTO RELAY BUFFER
ACT9	DISPLAY THE PROGRAMMED RELAY
ACTA	SET TIME BY DATA IN KEY BUFFER
ACTB	DISPLAY TIME
ACTC	DISPLAY ENERGY CONSUMED IN THIS DAY
ACTD	DISPLAY PEAK DEMAND USED IN THIS DAY
ACTE	PRINT ALL MESSAGE TO PRINTER

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 2.2 อธิบายการทำงานโดยสังเขปของหมายเลขประจำงานต่าง ๆ

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

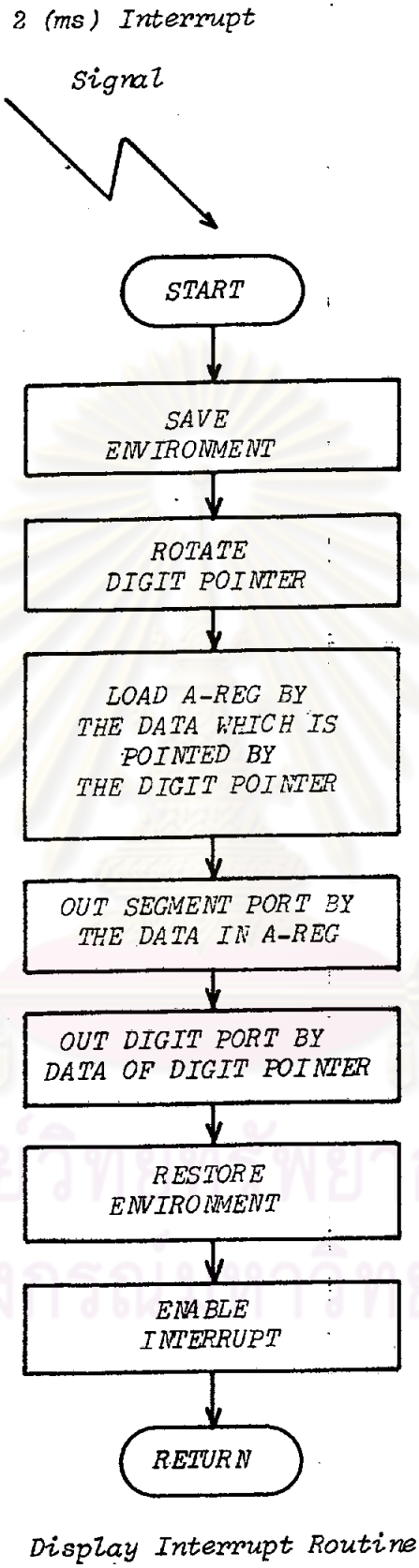
2.7 การออกแบบงานแสดงผล

หน่วยแสดงผลใช้หลอดแอลอีดีแบบตัวเลข 7 ส่วน จำนวน 8 ตัว เรียงต่อกัน สำหรับใช้แสดงค่าข้อมูลที่สำคัญต่าง ๆ การออกแบบได้ใช้หลักการมัลติเพลกซ์ (Multiplex) [3] เพื่อที่จะได้ลดจำนวนตัวอุปกรณ์ และกระแสไฟฟ้าที่จะต้องจ่ายให้กับหน่วยแสดงผล ซึ่งส่งผลให้สามารถลดขนาดของภาคจ่ายไฟลงได้อีกด้วย การแสดงผลจึงต้องแสดงครั้งละหนึ่งหลัก และช่วงเวลาถัดมาก็จะแสดงในหลักต่อไป เมื่อแสดงผลจนครบทั้ง 8 หลัก แล้วก็จะเวียนกลับมาแสดงผลในหลักแรกอีก โดยช่วงเวลาที่ใช้ในการกวาด (Scan) หน่วยแสดงผลแต่ละหลักถูกกำหนดจากตัวนาฬิกากำหนดเวลาจริงส่งสัญญาณอินเตอร์รัพท์เข้ามาที่ซีพียูทุก 2 มิลลิวินาที เพื่อให้เร็วพอที่จะทำให้ตาไม่สามารถมองเห็นการกระพริบของหน่วยแสดงผลได้ ซีพียูก็จะตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์นี้ โดยการนำเอาข้อมูลจากหน่วยความจำส่วนที่สำรองไว้สำหรับงานแสดงผลจำนวน 2 ไบท์ ซึ่งเป็นข้อมูลที่เป็นรหัสแบบตัวเลข 7 ส่วน 1 ไบท์ และอีกไบท์เป็นข้อมูลที่ใช้ในการเลือกว่าหลักใดจะต้องติดสว่างให้ตรงกับข้อมูลในไบท์แรก แล้วซีพียูจะส่งข้อมูลทั้ง 2 ไบท์นี้ออกไปยังพอร์ทเลือกส่วน (Segment Port) และพอร์ทเลือกหลัก (Digit Port) ตามลำดับ โดยผังงานของการแสดงผลได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.11

การแสดงผลโดยใช้หลักการอินเตอร์รัพท์นี้ ทำให้ลดงานในการแสดงผลและง่ายต่อการออกแบบทางด้านซอฟท์แวร์มาก เพราะไม่ต้องพะวงอยู่กับการกวาดหน่วยแสดงผลเลย เพียงแต่แปลงข้อมูลที่ต้องการแสดงผลให้เป็นรหัสแบบตัวเลข 7 ส่วน แล้วส่งเข้าไปไว้ในหน่วยความจำที่สำรองไว้เท่านั้น เมื่อมีสัญญาณอินเตอร์รัพท์ 2 มิลลิวินาที ซีพียูก็จะจัดการเรื่องการกวาดหน่วยแสดงผลให้เอง

2.8 หลักการทำนายหาค่าความต้องการพลังไฟฟ้า

ในการทำนายหาค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ของเครื่องควบคุม ผู้ใช้จะต้องกำหนดสเกลของระบบงานที่กำลังควบคุมและค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า ให้กับเครื่องควบคุมก่อนการใช้งาน โดยกำหนดให้ค่าของสเกลมีหน่วยเป็นจำนวนพัลส์ต่อหนึ่งกิโลวัตต์-ชั่วโมง ซึ่งค่าของสเกลนี้ถูกกำหนดขึ้นมาจากขนาดของเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า (KWH-Meter) และค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า มีหน่วยเป็นกิโลวัตต์ จากนั้นเครื่องควบคุมจะนำเอาค่าทั้งสองนี้



รูปที่ 2.11 ผังงานการแสดงผลโดยการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ 2 มิลลิวินาที

ไปคำนวณหาจำนวนพัลส์ที่จะใช้เป็นเป้าหมายในการควบคุมของแต่ละช่วงเวลา 15 นาที ดังตัวอย่างต่อไปนี้

กำหนดให้ Scale = x Pulse/kwh

และ Demand Limit = y kw

ดังนั้น จำนวนพัลส์ที่ถูกใช้เป็นเป้าหมายในการควบคุมมีจำนวนเท่ากับ

$$\text{Number of Pulse} = \frac{(x \text{ Pulse/kwh}) \times (y \text{ kw}) \times (15 \text{ min})}{(60 \text{ min/h})} \text{ Pulse}$$

$$= \frac{xy}{4} \text{ Pulse}$$

ถ้ากำหนดให้ x = 100 Pulse/kwh และ y = 50 kw จะทำให้ได้จำนวนพัลส์ที่ถูกใช้เป็นเป้าหมายในการควบคุมมีค่าเท่ากับ 1,250 พัลส์ ฉะนั้นในแต่ละช่วงเวลา 15 นาที เครื่องควบคุมจะต้องควบคุมการใช้พลังงานไว้ไม่ให้จำนวนพัลส์ที่ถูกส่งมาจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าเกิน 1,250 พัลส์ ซึ่งเครื่องควบคุมจะคำนวณหาค่าอัตราของการใช้พลังงานไฟฟ้าและทำนายหาค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ที่คาดว่าจะใช้ไป โดยใช้เทคนิคการทำนาย (Predictive Technique) เช่นเดียวกับที่ได้อธิบายมาแล้วในบทที่ 1 แต่การคำนวณและการทำนายจะเป็นหน่วยของจำนวนพัลส์แทนการคำนวณในหน่วยทางไฟฟ้าต่าง ๆ เพื่อให้เหมาะสมและง่ายต่อการออกแบบเครื่องควบคุมทั้งทางด้านซอฟท์แวร์และฮาร์ดแวร์

สำหรับการกำหนดค่าเดดแบน (Dead Band) ได้ออกแบบให้ค่าเดดแบนมีค่าต่ำกว่าค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า อยู่ 6.25 % เพื่อให้ง่ายต่อการคำนวณ เพราะค่า 6.25 % ของขีดจำกัดก็คือการนำเอาค่าขีดจำกัดที่เป็นเลขฐานสองมาชิฟท์ไปทางขวา (Shift Right) จำนวน 4 ครั้ง แล้วนำค่าที่ได้ไปลบออกจากค่าขีดจำกัดก็จะได้ค่าผลลัพธ์เป็นค่าเดดแบน ซึ่งจะทำให้ประหยัดเวลาในการคำนวณลงมาก