หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทที่ 4

การติดตั้งและใช้งานเครื่องควบคุม

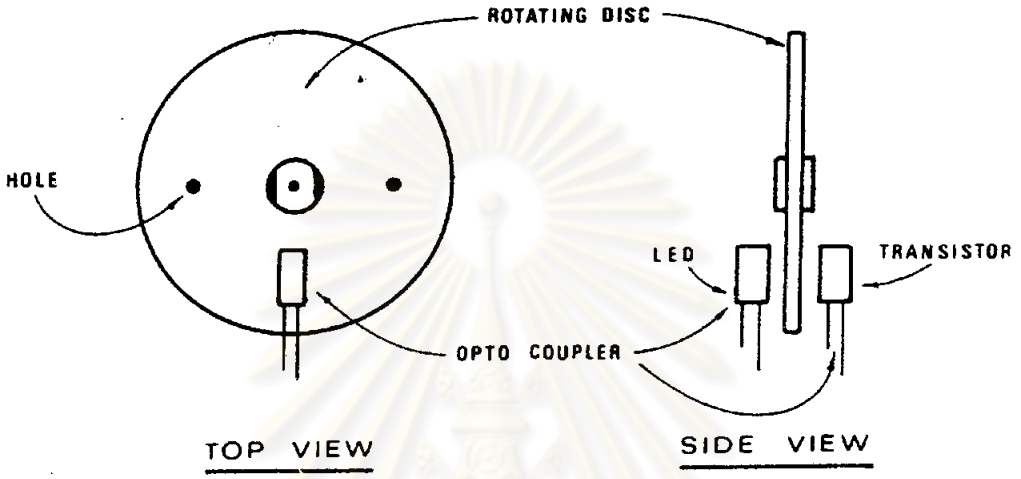
4.1 การติดตั้งเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

เครื่องควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ต้องการสัญญาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าที่เป็นสัญญาณพัลส์ที่มีขนาดแรงดัน ±12 โวลท์ จึงได้ติดตั้งตัวออปโตคัปเปลอร์ (Opto Coupler) เบอร์ TLP507 ประกบตัวจานหมุนภายในเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า โดยที่ตัวจานหมุนได้เจาะรูไว้โดยรอบให้อยู่ในแนวรัศมีเดียวกันกับที่ได้ติดตั้งตัวออปโตคัปเปลอร์ไว้ ดังในรูปที่ 4.1 ในขณะที่ตัวจานหมุนได้หมุนไปจนรูที่เจาะไว้ตรงกับตำแหน่งของตัวออปโตคัปเปลอร์ หลอดแอลอีดีซึ่งถูกไบอัส (Bias) ด้วยแรงดัน ±12 โวลท์ ตามวงจรในรูปที่ 4.2 จะส่องแสงผ่านรูไปกระทบตัวทรานซิสเตอร์ไวแสงที่อยู่ฝั่งตรงข้าม ทำให้ตัวทรานซิสเตอร์นำกระแส และส่งผลให้ระดับแรงดันในสายสัญญาณตกลงเป็น -12 โวลท์ โดยในเวลาปกติตัวทรานซิสเตอร์ไวแสงไม่ถูกแสงจึงไม่นำกระแส ทำให้ระดับแรงดันในสายสัญญาณเป็น +12 โวลท์

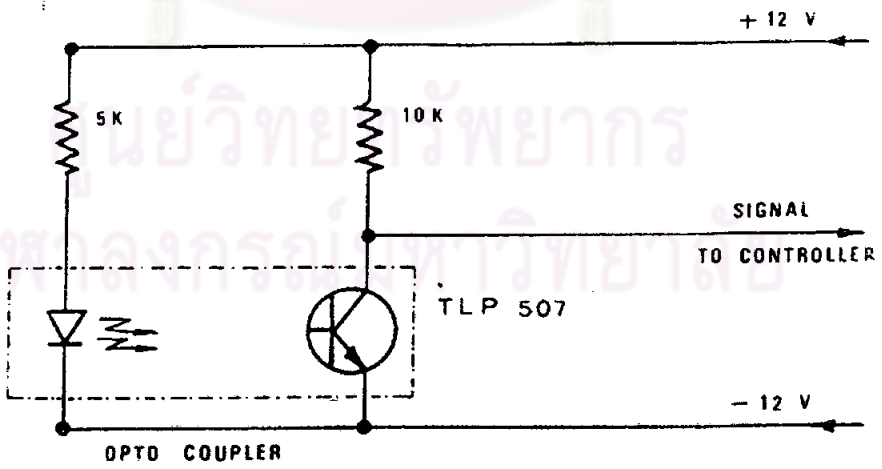
เมื่อติดตั้งตัวออปโตคัปเปลอร์เข้ากับเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าเรียบร้อยแล้ว ก็สามารถนำเอาสายสัญญาณทั้ง 3 สาย ตามรูปที่ 4.2 ต่อเข้ากับเครื่องควบคุมได้ทันที เพราะเครื่องควบคุมได้จัดเตรียมแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ขนาดแรงดัน +12 และ -12 โวลท์ ไว้ให้เรียบร้อยแล้ว โดยตำแหน่งที่จะติดตั้งสายสัญญาณการใช้พลังงานไฟฟ้าเข้ากับเครื่องควบคุมได้อธิบายไว้ในหัวข้อที่ 4.2

4.2 การติดตั้งเครื่องควบคุม

เครื่องควบคุมที่สร้างขึ้นมาได้บรรจุอยู่ในกล่องโลหะกว้าง 32.0 ซม. สูง 23.0 ซม. และหนา 9.0 ซม. โดยมีลักษณะและส่วนประกอบทางด้านบนของกล่องดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.3 ซึ่งมีขั้วต่อสาย (Terminal block) และแจค (Jack) ต่าง ๆ สำหรับต่อพ่วงกับอุปกรณ์อื่นเพิ่ม



รูปที่ 4.1 แสดงการติดตั้งตัวออปโตคัปเปลอร์ประกบตัวจานหมุนในเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า



รูปที่ 4.2 แสดงการต่อวงจรตัวออปโตคัปเปลอร์ที่ติดตั้งในเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

เข้าไปในขณะติดตั้งก่อนการใช้งานตามหมายเลขที่กำกับไว้ ดังรายการต่อไปนี้

1) กระบอกฟิวส์ (Fuse Holder) สำหรับใส่ฟิวส์ขนาด 1 แอมป์ เพื่อทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าที่จ่ายให้กับเครื่องควบคุมไม่ให้เครื่องควบคุมใช้กระแสไฟฟ้าเกินขนาด

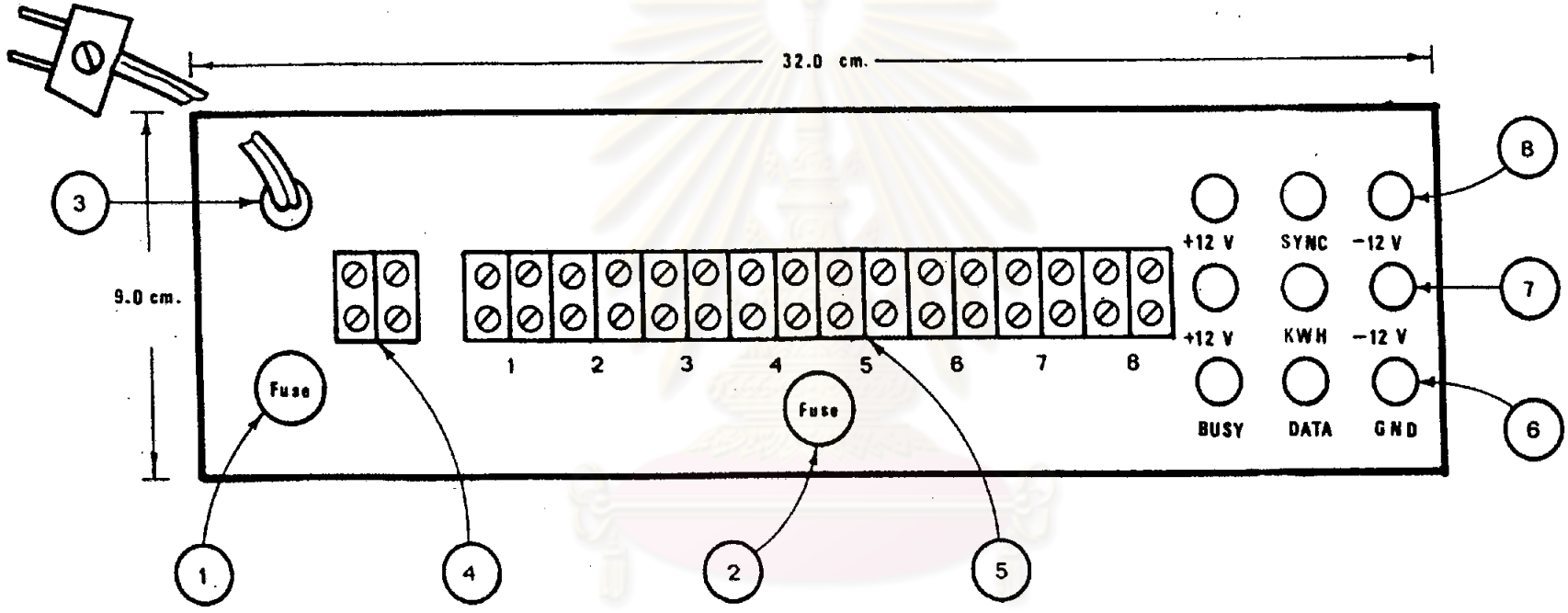
2) กระบอกฟิวส์ (Fuse Holder) สำหรับใส่ฟิวส์ขนาด 5 แอมป์ เพื่อทำหน้าที่จำกัดกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านหน้าสัมผัสของตัวรีเลย์ภายในเครื่องควบคุม

3) ปลัก (Plug) สำหรับป้อนไฟกระแสสลับขนาดแรงดัน 220 โวลท์ เพื่อใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับเครื่องควบคุม

4) ขั้วต่อสายจำนวน 1 คู่ สำหรับป้อนไฟกระแสสลับขนาดแรงดัน 220 โวลท์ โดยแหล่งจ่ายไฟชุดนี้จะไหลผ่านหน้าสัมผัสของตัวรีเลย์ทั้ง 8 ตัว ก่อนที่จะต่อออกไปยังขั้วต่อสายทั้ง 8 คู่ ตามหมายเลข 5 เพื่อใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับตัวแมกเนติคคอนแทคเตอร์ (Magnetic Contactor) ที่จะต่อพ่วงกับขั้วต่อสายตามหมายเลข 5 นี้ การที่แยกขั้วต่อสายสำหรับจ่ายไฟเข้าเครื่องควบคุมออกเป็น 2 ชุด เพื่อให้สามารถเลือกแหล่งจ่ายไฟที่จะต่อเข้าขั้วต่อสายชุดนี้ให้เหมาะสมกับความต้องการของตัวแมกเนติคคอนแทคเตอร์ ซึ่งบางชนิดต้องการแหล่งจ่ายไฟกระแสตรง ขนาดแรงดัน 12 โวลท์

5) ขั้วต่อสายจำนวน 8 คู่ เรียงต่อกัน สำหรับส่งสัญญาณควบคุมภาระไฟฟ้าออกมารวม 8 ช่อง แต่ตัวรีเลย์ภายในเครื่องควบคุมมีขนาดเล็กและทนกระแสผ่านหน้าสัมผัสได้ต่ำ ซึ่งภาระไฟฟ้าที่ใช้งานจริงต้องการกระแสสูง จึงต้องต่อสัญญาณควบคุมที่ออกมาจากขั้วต่อสายทั้ง 8 ช่องนี้เข้ากับตัวแมกเนติคคอนแทคเตอร์อีกต่อหนึ่ง โดยผู้ใช้จะต้องเลือกขนาดของตัวแมกเนติคคอนแทคเตอร์ให้เหมาะสมกับขนาดของภาระไฟฟ้าในแต่ละช่องและแหล่งจ่ายไฟที่ป้อนเข้าขั้วต่อสายหมายเลข 4 ด้วย

6) แจคจำนวน 3 ตัว สำหรับต่อกับเครื่องพิมพ์ที่สามารถรับสัญญาณตามมาตราฐาน EIA-RS-232C [10] โดยแยกขั้วรับ/ส่งสัญญาณทั้ง 3 ออกเป็น ขั้วกราวน์ (Ground) ขั้วส่งข้อมูล (Data) ไปยังเครื่องอพิมพ์ และขั้วรับสัญญาณไม่ว่าง (Busy) เข้ามาจากเครื่องพิมพ์



รูปที่ 4.3 ลักษณะทางด้านบนของกล่องเครื่องควบคุม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

7) แจคจำนวน 3 ตัว สำหรับต่อพ่วงกับเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าเพื่อรับสัญญาณของการใช้พลังงานไฟฟ้าเข้ามาที่ขั้วกลาง โดยขั้วด้านข้างทั้งสองจะเป็นแหล่งจ่ายไฟ +12 โวลท์ และ -12 โวลท์ เพื่อให้ผู้ใช้ใช้เป็นแหล่งจ่ายไฟให้กับตัวออปโตคัป-เปลอร์ (Opto Coupler) ที่ติดตั้งอยู่กับเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าโดยไม่ต้องหาแหล่งจ่ายไฟจากที่อื่นมาเพิ่มเติม

8) แจคจำนวน 3 ตัว สำหรับต่อกับเครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า เพื่อรับสัญญาณซิงค์เข้ามาที่ขั้วกลาง โดยขั้วด้านข้างทั้งสองเป็นแหล่งจ่ายไฟ +12 โวลท์ และ -12 โวลท์ ซึ่งผู้ใช้อาจไม่ต่อเครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้า เข้ากับเครื่องควบคุมก็ได้ เพราะที่ด้านหน้าของเครื่องควบคุมมีสวิทช์ซิงค์เพื่อให้เลือกใช้ได้ตามความเหมาะสม ดังที่ได้อธิบายมาแล้วในหัวข้อที่ 2.4

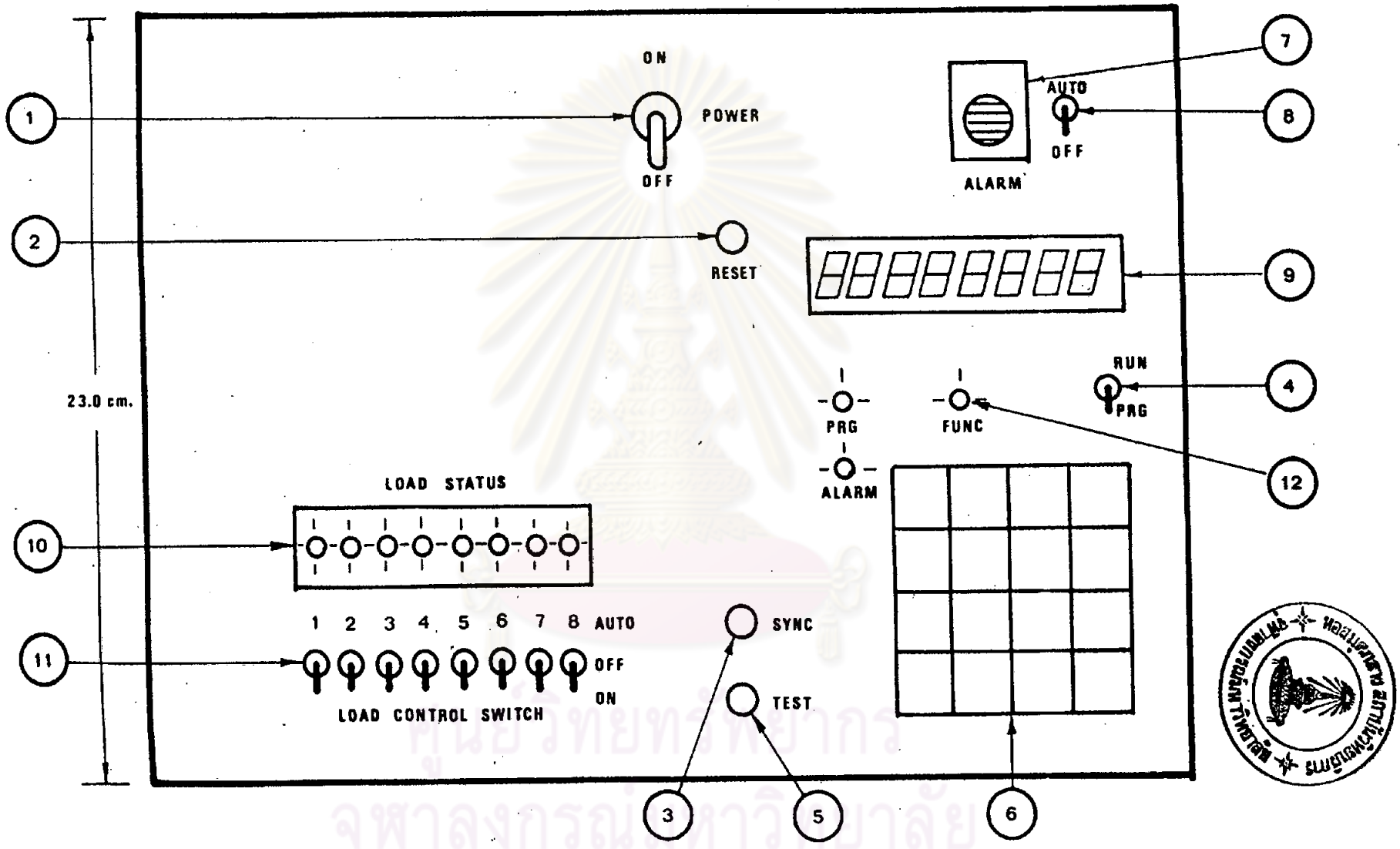
หลังจากที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ตามรายการที่ได้อธิบายมาข้างต้นนี้เรียบร้อยแล้ว เครื่องควบคุมก็พร้อมที่จะเริ่มทำงานได้ทันที แต่ผู้ใช้จะต้องทราบถึงหน้าที่การทำงานของสวิทช์ต่าง ๆ ที่อยู่ทางด้านหน้าของเครื่องควบคุมเสียก่อน ดังที่ได้แสดงส่วนประกอบทางด้านหน้าของเครื่องควบคุมไว้ในรูปที่ 4.4 โดยหน้าที่การทำงานในส่วนต่าง ๆ ตามหมายเลขที่กำกับไว้มีดังต่อไปนี้

1) สวิทช์กำลัง (Power Switch) เป็นสวิทช์จ่ายไฟให้กับเครื่องควบคุมเมื่อสวิทช์อยู่ในตำแหน่ง ON จะเป็นการป้อนไฟเข้าเครื่องและเครื่องจะเริ่มทำงานทันที

2) สวิทช์เริ่ม (Reset Switch) เป็นสวิทช์กด ใช้ทำการรีเซทเครื่อง ใช้ในกรณีที่เครื่องยังไม่เริ่มทำงานหลังจากที่เริ่มป้อนไฟเข้าเครื่องแล้ว

3) สวิทช์ซิงค์ (Sync Switch) เป็นสวิทช์กด ใช้ทำการซิงโครไนซ์ให้เครื่องทำงานพร้อมเพรียงกับเครื่องวัดค่าความต้องการพลัง ไฟฟ้า ของการไฟฟ้า ดังที่ได้อธิบายรายละเอียดในการใช้สวิทช์ตัวนี้ ในหัวข้อที่ 2.4

4) สวิทช์ รัน/โปรแกรม (Run/Program Switch) เป็นสวิทช์แบบคันโยก ใช้สำหรับอนุญาตให้ใช้แผงกดป้อนข้อมูลได้หรือไม่ได้ เมื่อสวิทช์อยู่ในตำแหน่ง RUN จะเป็นการไม่อนุญาตให้ใช้แผงกดป้อนข้อมูล



รูปที่ 4.4 ลักษณะทางด้านหน้าของกล่องเครื่องควบคุม

5) สวิทช์ทดสอบ (Test Switch)ใช้กดทดสอบความผิดพลาดของเครื่องด้วยตนเอง การที่จะใช้สวิทช์ตัวนี้ได้ สวิทช์ รัน/โปรแกรม จะต้องอยู่ในตำแหน่งโปรแกรม

6) แผงกดป้อนข้อมูล (Keyboard) สำหรับใช้โปรแกรมกำหนดค่าข้อมูลต่าง ๆ เข้าเครื่องควบคุมก่อนที่จะเริ่มทำการควบคุม ซึ่งจะได้กล่าวถึงรายละเอียดของขั้นตอนการโปรแกรมในหัวข้อถัดไป

7) ตัวส่งเสียงเตือน (Alarm) ทำหน้าที่ส่งเสียงเตือนให้ผู้ใช้ทราบถึงสภาวะวิกฤตที่อาจเกิดขึ้นได้

8) สวิทช์ควบคุมตัวส่งเสียงเตือน เมื่อสวิทช์อยู่ในตำแหน่ง OFF เป็นการไม่อนุญาตให้ตัวส่งเสียงเตือนส่งเสียงออกมา แต่ถ้าอยู่ในตำแหน่ง AUTO จะส่งเสียงเตือนออกมาเองเมื่อเกิดสภาวะที่วิกฤตขึ้น

9) หน่วยแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน จำนวน 8 ตัวเรียงต่อกัน ใช้สำหรับแสดงค่าเวลาและข้อมูลต่าง ๆ

10) หน่วยแสดงสถานะของภาระไฟฟ้าโดยหลอดแอลอีดี ถ้าหลอดใดติดสว่างแสดงว่าภาระไฟฟ้าในช่องที่ตรงกับหลอดแอลอีดีนั้นอยู่ในสถานะใช้งาน แต่ถ้าดับมืดแสดงว่าไม่ได้ใช้

11) สวิทช์ควบคุมภาระไฟฟ้า (Load Control Switch) ใช้ควบคุมภาระไฟฟ้าในแต่ละช่องด้วยผู้ใช้เอง ถ้าสวิทช์อยู่ในตำแหน่ง AUTO ภาระไฟฟ้าในช่องที่ตรงกับสวิทช์ตัวนั้นจะถูกควบคุมจากเครื่องควบคุมโดยอัตโนมัติ ถ้าอยู่ในตำแหน่ง OFF เป็นการงดใช้ภาระไฟฟ้าในช่องนั้น และถ้าอยู่ในตำแหน่ง ON เป็นการใช้งานภาระไฟฟ้าในช่องนั้นตลอดเวลา

12) หน่วยแสดงสถานะของเครื่องควบคุมโดยหลอดแอลอีดี จำนวน 3 หลอด โดยหลอด PRG จะติดสว่างเมื่อเครื่องควบคุมอยู่ในโหมดโปรแกรมและผู้ใช้สามารถใช้แผงกดป้อนข้อมูลได้ หลอด ALARM จะติดสว่างเมื่อเกิดสภาวะที่วิกฤตขึ้น และจะดับไปเองเมื่อผ่านพ้นสภาวะที่วิกฤตไปแล้ว ส่วนหลอด FUNC จะติดสว่างเมื่อคีย์ FUNC

ได้ถูกกดเพื่อบอกให้ทราบว่าเครื่องควบคุมจะใช้ความหมายที่สองของคีย์ที่จะถูกกดเป็นตัวต่อไป

4.3 การใช้งานเครื่องควบคุม

ก่อนการใช้งานเครื่องควบคุม จะต้องมีการโปรแกรมกำหนดค่าเวลา ค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า สเกลของระบบงานที่กำลังควบคุม ระดับความสำคัญและค่าเวลาต่ำสุดของภาระไฟฟ้าในแต่ละช่อง โดยการป้อนข้อมูลต่าง ๆ ผ่านทางแผงกดป้อนข้อมูลที่อยู่ทางด้านหน้าของเครื่องควบคุม ซึ่งจะได้อธิบายถึงขั้นตอนการโปรแกรมกำหนดค่าต่าง ๆ ต่อไป

ในขั้นแรกหลังจากที่ได้ติดตั้งอุปกรณ์ต่าง ๆ เข้ากับเครื่องควบคุมเรียบร้อยแล้ว ให้เปิดสวิทช์กำลังไว้ที่ตำแหน่ง ON หน่วยแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน จะเริ่มแสดงค่าเวลาออกมาทันที โดยมีรูปแบบเป็น 00-00-00 ซึ่งคล้ายกับนาฬิกาทั่วไป จากหลักทางซ้ายมือไปทางขวามือจะเป็นค่าชั่วโมง นาที และวินาที ตามลำดับ เมื่อครบเวลาทุก 1 วินาที นาฬิกาของเครื่องควบคุมจะเพิ่มค่าเวลาในหลักวินาทีขึ้นทีละ 1 ไปเรื่อย ๆ ถ้าหากเริ่มป้อนไฟเข้าเครื่องควบคุมแล้ว หน่วยแสดงผลยังไม่แสดงค่าเวลาดังที่ได้อธิบายมานี้ ก็ให้กดสวิทช์เริ่ม (Reset Switch) เพื่อทำการรีเซทให้เครื่องเริ่มทำงาน

เมื่อเครื่องเริ่มทำงานแล้ว ให้ลองทดสอบเครื่องควบคุมโดยการสับสวิทช์ รับ/โปรแกรม ไว้ที่ตำแหน่งโปรแกรม แล้วกดสวิทช์ทดสอบ (Test Switch) ถ้าหากหน่วยแสดงผลแสดงคำว่า ALL PASS แสดงว่าเครื่องควบคุมพร้อมที่จะเริ่มทำงานต่อไปได้ แต่ถ้ามีความผิดพลาดเกิดขึ้น หน่วยแสดงผลจะแสดงให้ทราบถึงจุดผิดพลาดที่เกิดขึ้น ตามตารางที่ 4.1

สำหรับการใช้งานแผงกดป้อนข้อมูลทุกครั้งจะต้องสับสวิทช์ รับ/โปรแกรม ไว้ ณ ตำแหน่งโปรแกรมก่อนเสมอ เพื่อเป็นการอนุญาตให้ใช้แผงกดป้อนข้อมูลได้ ซึ่งจะเป็นการป้องกันไม่ให้เครื่องควบคุมนำเอาค่าข้อมูลขณะที่กำลังโปรแกรมยังไม่เสร็จสิ้นไปใช้งาน เมื่อโปรแกรมและตรวจสอบค่าข้อมูลต่าง ๆ ถูกต้องเรียบร้อยแล้วจึงสับสวิทช์ รัน/โปรแกรม ไว้ ณ ตำแหน่งรัน เพื่อสั่งให้เครื่องควบคุมนำเอาค่าข้อมูลใหม่ไปใช้งานได้ และทุกครั้งก่อนการป้อนค่าข้อมูลในแต่ละขั้นตอนควรจะทำการลบค่าข้อมูลที่กำลังปรากฏอยู่บนหน่วยแสดงผล โดยการกด คีย์ FUNC และตามด้วย CLR

หน่วยแสดงผลจะแสดงรูปแบบออกมาเป็น ----0000 แสดงว่าเครื่องควบคุมพร้อมที่จะเริ่มรับค่าข้อมูลใหม่เข้าไปได้ โดยการกดป้อนค่าข้อมูลที่เป็นตัวเลขตั้งแต่ 1 ถึง 4 หลักเข้าไปก่อนแล้วตามด้วยฟังค์ชั่นคีย์ (Function Key) คือคีย์ที่เป็นตัวอักษรต่าง ๆ เพื่อสั่งให้เครื่องควบคุมนำเอาค่าข้อมูลที่เป็นตัวเลขที่กำลังปรากฏอยู่บนหน่วยแสดงผลไปประมวลตามขั้นตอนที่ถูกโปรแกรมไว้ในโปรแกรมโมนิเตอร์ว่า ฟังค์ชั่นคีย์ใดจะต้องนำเอาค่าข้อมูลไปประมวลอย่างไรบ้าง

ข่าวสารที่ปรากฏบนหน่วยแสดงผล	จุดที่เกิดผิดพลาด
Error-00	หน่วยความจำแบบถาวรเบอร์ 2716 ตัวที่ 1 (MEM0)
Error-01	หน่วยความจำแบบถาวรเบอร์ 2716 ตัวที่ 2 (MEM1)
Error-02	หน่วยความจำแบบชั่วคราวเบอร์ 6116 (MEM2)

ตารางที่ 4.1 แสดงจุดผิดพลาดในเครื่องควบคุมตามข่าวสารที่ปรากฏบนหน่วยแสดงผล

ถ้าหากระหว่างการโปรแกรมกำหนดค่าต่าง ๆ ให้กับเครื่องควบคุม มีการกดคีย์ผิดขั้นตอน เครื่องควบคุมจะทำการลบค่าข้อมูลในขั้นตอนที่กำลังโปรแกรมอยู่ และแสดงผลออกมาเป็น ----0000 เพื่อบอกให้ทราบว่าจะต้องทำการโปรแกรมกำหนดค่าข้อมูลในขั้นตอนนั้นใหม่

4.4 การตั้งเวลาให้เครื่องควบคุม

เครื่องควบคุมสามารถโปรแกรมตั้งเวลาเพื่อใช้ในการแสดงค่าเวลาภายในวันหนึ่ง ๆ ให้ถูกต้อง และทุกช่วงสิ้นสุดเวลา 15 นาทีของการควบคุม ค่าเวลาในขณะนั้นจะถูกส่งออกไปพิมพ์พร้อมกับค่าข้อมูลของการใช้พลังงาน เพื่อให้ผู้ใช้ใช้เป็นข้อมูลในการจัดการใช้พลังงานให้มีประสิทธิภาพยิ่งขึ้น ซึ่งขั้นตอนในการตั้งเวลามีดังต่อไปนี้

1) ป้อนค่าข้อมูลที่เป็นตัวเลขจำนวน 4 หลัก โดย 2 หลักแรกเป็นค่าชั่วโมง และ 2 หลักหลังเป็นค่านาที

2) กดคีย์ FUNC

3) กดคีย์ TIME ค่าข้อมูลจำนวน 4 หลักที่ป้อนเข้าไปจะถูกใช้เป็นค่าเวลาภายในเครื่องควบคุมทันที

4.5 การกำหนดค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า

ขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า สามารถโปรแกรมกำหนดได้ตั้งแต่ 1 ถึง 9,999 กิโลวัตต์ โดยมีขั้นตอนการโปรแกรมดังต่อไปนี้

1) ป้อนค่าข้อมูลที่เป็นตัวเลข ตั้งแต่ 1 ถึง 4 หลัก ตามค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า ที่ต้องการควบคุม

2) กดคีย์ DLM หลังจากได้ทำตามขั้นตอนดังกล่าวแล้ว หน่วยแสดงผลจะแสดงออกมาเป็น Ltd.- xxxx โดย xxxx คือ ค่าตัวเลขจำนวน 4 หลัก ตามค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า ที่ได้ป้อนเข้าไปในขั้นตอนแรก

4.6 การกำหนดสเกลให้กับเครื่องควบคุม

การโปรแกรมกำหนดค่าสเกลให้กับเครื่องควบคุม เป็นการกำหนดค่าอัตราส่วนของจำนวนพัลส์ที่ให้กำเนิดออกมาจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าต่อหน่วยของกิโลวัตต์-ชั่วโมง โดยจะขึ้นอยู่กับขนาดของเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้ และจำนวนรูที่เจาะไว้ที่จานหมุนภายในเครื่องวัดนั้น เช่น เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้ามีค่าคงที่ของจำนวนรอบของจานหมุนต่อหน่วยกิโลวัตต์-ชั่วโมง เป็น 400 รอบ/กิโลวัตต์-ชั่วโมง และที่จานหมุนได้เจาะรูไว้จำนวน 2 รู ดังนั้น ค่าของสเกลที่จะถูกป้อนให้กับเครื่องควบคุมจะมีค่าเป็น 2 × 400 = 800 พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง แต่ในบางกรณีที่เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าที่ใช้อยู่มีขนาดเล็กและทนกระแสไฟฟ้าได้ต่ำกว่าขนาดของภาระไฟฟ้าที่ใช้งานจริง จึงจำเป็นต้องใช้เคอร์เรนท์ทรานสฟอร์มเมอร์ (Current Transformer) ช่วยลดขนาดของกระแสไฟฟ้าที่ภาระไฟฟ้าใช้ เพื่อให้เหมาะสมกับขนาดของเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า ดังแสดงวงจรการต่อเคอร์เรนท์ทรานสฟอร์มเมอร์ร่วมกับเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้าในรูปที่ 4.5 ดังนั้น ค่าของสเกลที่จะป้อนให้กับเครื่องควบคุมจึงมีค่าคงที่ของตัวเคอร์เรนท์ทรานสฟอร์มเมอร์เข้ามา

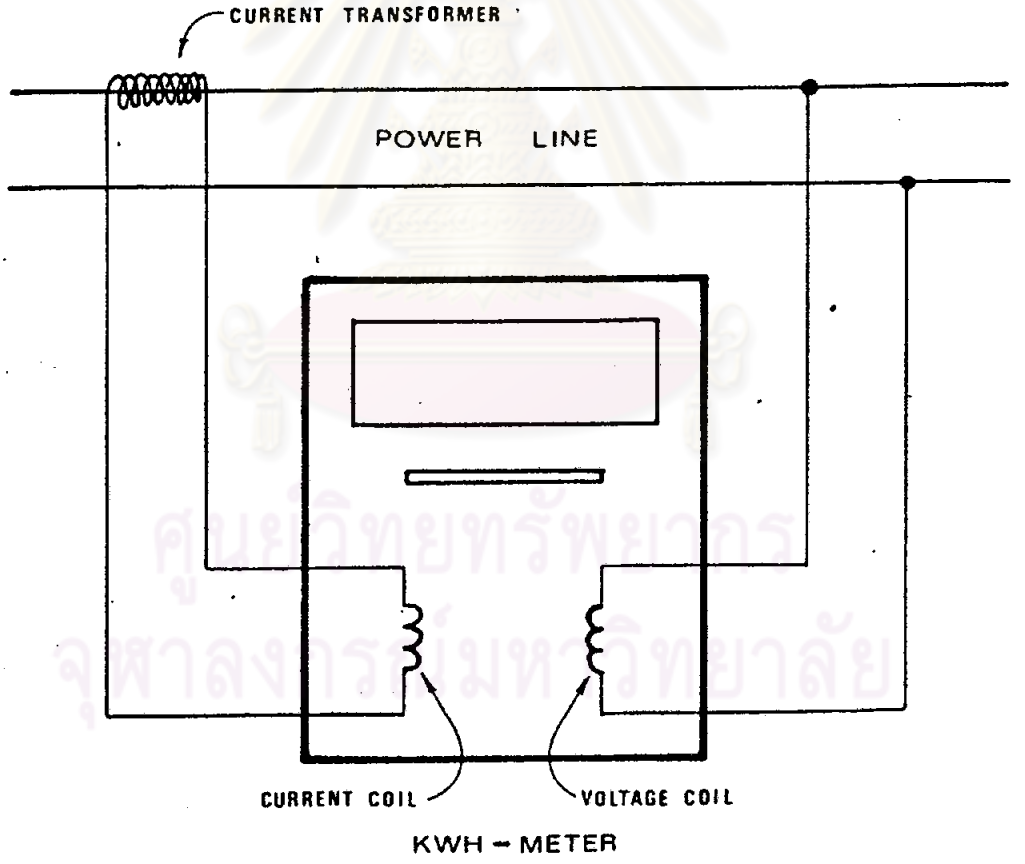
เกี่ยวข้องด้วย โดยสามารถคำนวณหาค่าของสเกลได้จากสูตร

$$\text{Scale} = \frac{(\text{KWH-Meter Constant}) \times (\text{Number of Hole})}{(\text{Current Transformer Ratio})} \quad \text{Pulse/kwh}$$

โดย KWH-Meter Constant คือค่าคงที่ของเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า มีหน่วยเป็น จำนวนรอบ/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

Number of Hole คือจำนวนรูที่เจาะไว้ที่ตัวจานหมุนของเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

Current Transformer Ratio เป็นค่าอัตราส่วนของกระแสไฟฟ้าที่ตัวเคอร์เรนท์-ทรานสฟอร์มเมอร์



รูปที่ 4.5 วงจรการต่อเคอร์เรนท์ทรานสฟอร์มเมอร์รวมกับเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า

ตัวอย่างเช่น เครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้ามีค่าคงที่ 400 รอบ/กิโลวัตต์-ชั่วโมง และที่ตัวจานหมุนได้เจาะรูไปโดยรอบ จำนวน 2 รู และตัวเคอร์เรนท์ทรานสฟอร์มเมอร์ มีค่าอัตราส่วน 100/5 ดังนั้นค่าสเกลที่จะถูกใช้ป้อนให้กับเครื่องควบคุมมีค่าเท่ากับ

$$\text{Scale} = \frac{(400) \times (2)}{(100/5)} = 40 \text{ Pulse/kwh}$$

ซึ่งค่าตัวเลขที่ได้จากการคำนวณข้างต้น จะถูกใช้เป็นตัวกำหนดสเกลของระบบงานที่กำลังควบคุม โดยขั้นตอนในการกำหนดสเกลมีดังต่อไปนี้

1) ป้อนค่าข้อมูลที่เป็นตัวเลข จำนวน 2 ถึง 4 หลัก ตามค่าของสเกลที่คำนวณได้ โดยค่าต่ำสุดที่สามารถใช้ได้ คือ 10 พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง และค่าสูงสุดไม่เกิน 9,999 พัลส์/กิโลวัตต์-ชั่วโมง

2) กดคีย์ SCL เครื่องควบคุมจะนำเอาค่าตัวเลขที่ปรากฏอยู่ก่อนหน้านี้เข้าไปเป็นค่าของสเกลทันที พร้อมกับแสดงผลออกมาเป็น SCAL. xxxx โดย xxxx เป็นค่าของสเกลที่ถูกกดป้อนเข้าไปในขั้นตอนแรก

4.7 การโปรแกรมกำหนดระดับความสำคัญและค่าเวลาตัดต่ำสุด

ภายในเครื่องควบคุมมีรีเลย์จำนวน 8 ตัว ซึ่งถูกใช้เป็นตัวควบคุมภาระไฟฟ้า รวม 8 ช่อง โดยแต่ละช่องสามารถโปรแกรมระดับความสำคัญ และค่าเวลาตัดต่ำสุดได้โดยไม่ขึ้นต่อกัน ในการโปรแกรมกำหนดค่าข้อมูลต่าง ๆ ให้กับตัวรีเลย์ต้องโปรแกรมทีละตัวจนสิ้นสุดขั้นตอนสุดท้าย แล้วจึงโปรแกรมตัวอื่นต่อไป ในการอ้างถึงรีเลย์ตัวใด ผู้ใช้จะต้องกดป้อนข้อมูลตัวเลข ได้ตั้งแต่ 1 ถึง 8 แล้วตามด้วยคีย์ RLN เครื่องควบคุมจะนำเอาค่าข้อมูลเดิมของรีเลย์ตัวที่อ้างถึงมาแสดงทันที ซึ่งจะมีรูปแบบเป็น -x-y--zz โดย x เป็นหมายเลขประจำตัวรีเลย์ที่อ้างถึง และ y เป็นค่าระดับความสำคัญของตัวรีเลย์ในช่องนั้น จะมีค่าได้ตั้งแต่ 0 ถึง 9 โดย 9 หมายความว่ามีระดับความสำคัญสูงสุด และเลขถัดไปจะมีระดับความสำคัญรองลงไปจนถึงเลข 0 แสดงว่าไม่มีความสำคัญเลย ซึ่งรีเลย์ตัวที่มีระดับความสำคัญเป็น 0 จะไม่ถูกใช้งานเลย ส่วน zz เป็นค่าเวลาตัดต่ำสุดของรีเลย์ในช่องนั้น ถ้าหากไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าระดับความสำคัญ และเวลา

ตัดต่ำสุดก็สามารถข้ามไปโปรแกรมรีเลย์ตัวอื่นต่อไปได้ โดยขั้นตอนในการโปรแกรมตัวรีเลย์ในแต่ละช่องมีดังต่อไปนี้

1) กดป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขจำนวน 1 หลัก โดยเป็นหมายเลขประจำช่องของตัวรีเลย์ที่ต้องการจะโปรแกรม

2) กดคีย์ RLN ในขั้นตอนนี้เครื่องควบคุมจะนำเอาค่าข้อมูลเดิมของตัวรีเลย์ในช่องที่อ้างถึงนี้ออกมาแสดง ถ้าหากไม่ต้องการเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลใด ๆ ก็สามารถข้ามไปโปรแกรมรีเลย์ตัวอื่น โดยเริ่มทำตามขั้นตอนที่ 1 แต่ถ้าหากต้องการเปลี่ยนแปลงค่าข้อมูลใหม่ ให้ทำตามขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

3) กดป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขจำนวน 1 หลัก โดยเป็นหมายเลขแสดงระดับความสำคัญของตัวรีเลย์ที่กำลังอ้างถึง

4) กดคีย์ PRIO ค่าระดับความสำคัญจะเปลี่ยนไปเป็นหมายเลขตามที่กดป้อนเข้าไปในขั้นตอนที่ 3

5) กดป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขจำนวน 2 หลัก โดยเป็นค่าที่ไม่เกิน 30 ซึ่งจะเป็นค่าที่ใช้กำหนดเวลาตัดต่ำสุดของภาระไฟฟ้าในช่องที่กำลังอ้างถึง โดยจะมีหน่วยเป็นนาที

6) กดคีย์ DLY ค่าเวลาตัดต่ำสุดจะถูกรับเข้าไปทันที และหน่วยแสดงผลจะแสดงออกมาเป็น -x-y--zz แสดงว่าได้สิ้นสุดขั้นตอนในการโปรแกรม กำหนดค่าข้อมูลให้กับรีเลย์ในช่อง x เรียบร้อยแล้ว โดยจะมีระดับความสำคัญเป็น y และมีค่าเวลาตัดต่ำสุดเป็น zz นาที

4.8 การสั่งพิมพ์บันทึกผล

โดยปกติทุกช่วงสิ้นสุดเวลา 15 นาทีของการควบคุม เครื่องควบคุมจะส่งค่าเวลาและค่าพลังงานสะสมที่ใช้ไปภายในวันนั้น และค่าความต้องการที่ใช้ไปในช่วงเวลา 15 นาทีที่ผ่านมาออกไปพิมพ์ยังเครื่องพิมพ์ แต่ผู้ใช้สามารถสั่งให้เครื่องพิมพ์พิมพ์ค่าข้อมูลดังกล่าวออกมาเมื่อไรก็ได้ โดยการกดสั่งทางแผงกดป้อนข้อมูล ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) กดคีย์ FUNC

2) กดคีย์ PRN เครื่องพิมพ์จะพิมพ์ค่าข้อมูลต่าง ๆ ออกมาทันที ดังแสดงตัวอย่างข้อมูลที่พิมพ์ออกมาตามรูปที่ 4.6 ในส่วนแรกจะเป็นค่าเวลาในขณะที่เครื่องพิมพ์กำลังพิมพ์ ส่วนที่สองเป็นค่าพลังงานสะสมที่ถูกใช้ไปในวันนั้น โดยเริ่มนับค่าพลังงานสะสมตั้งแต่เวลา 00:00 นาฬิกาของแต่ละวัน และค่าข้อมูลนี้จะถูกลบออกเมื่อเวลา 24:00 นาฬิกา สำหรับส่วนที่สามเป็นค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าที่ได้ถูกใช้ไปในแต่ละช่วงเวลา 15 นาที

```
TIME 00-52-41    0008 KWH    0010 KW
TIME 01-07-41    0011 KWH    0011 KW
TIME 01-22-41    0014 KWH    0010 KW
TIME 01-37-41    0017 KWH    0011 KW
TIME 01-52-41    0019 KWH    0009 KW
TIME 02-07-41    0022 KWH    0011 KW
TIME 02-22-41    0024 KWH    0010 KW
TIME 02-37-41    0027 KWH    0010 KW
TIME 02-52-41    0030 KWH    0010 KW
TIME 03-07-41    0032 KWH    0010 KW
TIME 03-22-41    0035 KWH    0010 KW
TIME 03-37-41    0037 KWH    0010 KW
TIME 03-52-41    0040 KWH    0010 KW
TIME 04-07-41    0042 KWH    0009 KW
TIME 04-22-41    0045 KWH    0010 KW
TIME 04-37-41    0047 KWH    0009 KW
```

รูปที่ 4.6 แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่พิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์

4.9 การสั่งแสดงค่าพลังงานสะสม

ผู้ใช้สามารถสั่งให้เครื่องควบคุมแสดงค่าพลังงานสะสม ที่ถูกใช้ไปในวันนั้น ออกมายังหน่วยแสดงผลได้ โดยการกดแผงกดป้อนข้อมูลตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) กดคีย์ FUNC

2) กดคีย์ ECON หน่วยแสดงผลจะแสดงออกมาเป็น Engy. xxxx โดยค่า xxxx เป็นค่าตัวเลขจำนวน 4 หลัก ที่แสดงค่าพลังงานสะสมที่ถูกใช้ไปในวันนั้น ซึ่งมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์-ชั่วโมง

4.10 การสั่งแสดงค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด

ค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ที่ถูกใช้ไปภายในวันนั้น สามารถเรียกออกมาแสดงได้ โดยการกดแผงกดป้อนข้อมูล ตามขั้นตอนดังต่อไปนี้

1) กดคีย์ FUNC

2) กดคีย์ PEAK หน่วยแสดงผลจะแสดงออกมาเป็น PEA.- xxxx โดย xxxx เป็นค่าตัวเลขจำนวน 4 หลัก ที่แสดงค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุดที่ถูกใช้ไปในวันนั้น โดยมีหน่วยเป็น กิโลวัตต์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย