



บทที่ 6

## สรุปและขอเสนอแนะ

### 6.1 สรุปผลการวิจัย

วิทยานิพนธ์นี้ได้ทำการออกแบบและสร้างเครื่องต้นแบบของเครื่องควบคุมค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุด โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ เบอร์ Z80-CPU เป็นตัวควบคุมซึ่งได้ออกแบบเป็นแบบระบบเวลาจริง (Real Time System) โดยที่พียูจะคอยบริการและตอบสนองต่อสัญญาณอินเทอร์รัพท์จากอุปกรณ์ภายนอกต่าง ๆ

สำหรับการทำนายหาค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า เครื่องควบคุมจะรับสัญญาณพัลส์ที่ให้แก่เกิดออกมาจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า แล้วนำมาทำนายหาค่าความต้องการพลังงานไฟฟ้า ที่คาดว่าจะถูกใช้ไปในแต่ละช่วงเวลา 15 นาที โดยใช้เทคนิคการทำนายแบบเชิงเส้น และเทคนิคในการเปลี่ยนค่าตัวเลขที่มีหน่วยเป็นค่าทางไฟฟ้าไปเป็นค่าของจำนวนพัลส์ ที่ได้รับเข้ามาจากเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า ซึ่งจะช่วยให้ง่ายและรวดเร็วต่อการคำนวณและการควบคุมมาก จากผลของการทำนายถูกนำมาเปรียบเทียบกับค่าขีดจำกัดความต้องการพลังงานไฟฟ้า ที่สามารถโปรแกรมกำหนดค่าได้ แล้วนำผลของการเปรียบเทียบไปควบคุมการตัดหรือต่อภาระไฟฟ้า ที่ต่ออยู่กับเครื่องควบคุมจำนวน 8 ช่อง โดยการตัดภาระไฟฟ้าออกนี้ จะตัดออกตามระดับความสำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อยู่ในแต่ละช่อง ซึ่งสามารถโปรแกรมกำหนดระดับความสำคัญของอุปกรณ์ไฟฟ้าในแต่ละช่องได้โดยไม่ต้องกัน และถ้าหากว่าผลของการเปรียบเทียบบ่งบอกว่า อัตราของการใช้พลังงานในขณะนั้นน้อยกว่าค่าเดดแมน โดยได้ออกแบบให้ค่าเดดแมนมีค่าน้อยกว่าค่าขีดจำกัดอยู่ 6.25 % ภาระไฟฟ้าบางตัวก็จะถูกต่อเข้าไปโดยอัตโนมัติ แต่ภาระไฟฟ้าบางชนิดไม่สามารถทำการตัดแล้วต่อเข้าไปภายในเวลาที่สั้นได้ จึงได้ออกแบบให้เครื่องควบคุมสามารถโปรแกรมกำหนดค่าเวลาต่ำสุดของการตัดภาระไฟฟ้าในแต่ละช่องได้ด้วย และผู้ใช้อย่างยังสามารถเลือกการควบคุมภาระไฟฟ้าในแต่ละช่องได้โดยผู้ใช้อีกด้วย

นอกจากนี้ เครื่องควบคุมยังสามารถโปรแกรมกำหนดสเกลของระบบงานที่กำลังควบคุมอยู่ได้อีกด้วย จึงทำให้เครื่องควบคุมนี้มีความยืดหยุ่นในการใช้งานมาก

หลังจากที่ได้ออกแบบและสร้างพร้อมทั้งปรับปรุงแก้ไขเครื่องต้นแบบจนเรียบร้อยแล้ว ก็ได้ทำการทดสอบเครื่องควบคุมในห้องปฏิบัติการ โดยใช้วิธีการจำลองขนาดของภาระไฟฟ้า โดยใช้หลอดไฟแสงสว่างชนิดมีไส้และเครื่องทำน้ำร้อน แทนการทดสอบกับภาระไฟฟ้าของจริงที่มีขนาดใหญ่ ซึ่งได้ใช้วิธีการกำหนดสเกลของระบบงานที่กำลังควบคุม โดยการกำหนดด้วยการโปรแกรมที่เครื่องควบคุม และได้ผลของการทดสอบเป็นที่น่าพอใจมาก

เครื่องควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ที่ได้สร้างขึ้นมานี้ ใช้งบประมาณในการสร้างเครื่องต้นแบบราว 10,000 บาท โดยจะเห็นได้ว่า ราคาของเครื่องที่ผลิตขึ้นเองภายในประเทศมีราคาถูกกว่าของที่ผลิตในต่างประเทศอยู่มาก คือ ประมาณ 10 - 20 เท่า และถ้าหากสามารถผลิตได้เป็นจำนวนมากขึ้นแล้ว คาดว่าจะทำให้ราคาของเครื่องควบคุมนี้ถูกลงไปอีก และปริมาณของผู้ใช้เครื่องควบคุมนี้ก็จะมีมากขึ้นตามไปด้วย เพราะเครื่องควบคุมนี้มีราคาที่ถูก และจะส่งผลให้การใช้พลังงานไฟฟ้าภายในระบบ เป็นไปอย่างมีประสิทธิภาพ เพราะค่าโหลดแฟคเตอร์ของโรงงานอุตสาหกรรม และสำนักงานต่าง ๆ จะมีค่าสูงขึ้น

## 6.2 ข้อเสนอแนะเพื่อพัฒนาระบบต่อไปในอนาคต

เครื่องควบคุมที่ได้สร้างขึ้นมาในการทำวิทยานิพนธ์นี้ เป็นเครื่องควบคุมที่เกือบสมบูรณ์แบบ โดยเฉพาะทางด้านฮาร์ดแวร์แทบจะไม่ต้องเพิ่มเติมอะไรอีกมากนัก ส่วนใหญ่จะเป็นงานพัฒนาระบบทางด้านซอฟต์แวร์ ซึ่งเครื่องควบคุมยังเหลือหน่วยความจำแบบถาวรสำหรับเก็บโปรแกรมโมนิเตอร์ที่ยังไม่ได้ถูกใช้อีกประมาณ 1/2 กิโลไบต์ ทำให้สามารถแก้ไขและเพิ่มเติมโปรแกรมโมนิเตอร์ได้อีก และหน่วยความจำแบบชั่วคราวที่ต่ออยู่ก็มีความจุถึง 2 กิโลไบต์ ทำให้พอเพียงที่จะพัฒนาระบบทางด้านซอฟต์แวร์ได้อีกมาก ซึ่งพอจะสรุปประเด็นสำคัญที่ควรจะพัฒนาเครื่องควบคุมต่อไปในอนาคตได้อีก ดังนี้

- 1) เพิ่มหน่วยเก็บพลังงานไฟฟ้าสำรองให้กับเครื่องควบคุม เพื่อป้องกันไม่ให้อาข้อมูลในหน่วยความจำแบบชั่วคราวถูกลบออกเมื่อเกิดไฟฟ้ายับ
- 2) พัฒนาเครื่องควบคุมให้สามารถโปรแกรมกำหนด ค่าเวลาตัดสูงสุด (Maximum off-Time) และค่าเวลาต่อต่ำสุด (Minimum on-Time) ของภาระไฟฟ้าในแต่ละช่องได้ เพื่อเป็นการกระจายการใช้พลังงานไฟฟ้าออกไปยังภาระไฟฟ้าทุก ๆ ช่องได้ดียิ่งขึ้น และเป็นการป้องกันไม่ให้อาภาระไฟฟ้าบางตัวถูกตัดออกบ่อยจนเกินไป

- 3) พัฒนาเครื่องควบคุมให้สามารถโปรแกรมกำหนดเวลาภายในวัน (Time of Day) ที่จะทำการตัดหรือต่อภาระไฟฟ้าแต่ละช่องให้ตรงตามเวลาได้ เช่น ไฟแสงสว่างในบางจุด จะติดสว่างขึ้นเมื่อถึงเวลา 16.00 นาฬิกา และจะดับเมื่อถึงเวลา 6.00 นาฬิกา เป็นต้น ซึ่งจะทำให้สามารถลดการใช้พลังงานไฟฟ้าลงได้อีก โดยประหยัดค่ากระแสไฟฟ้าในส่วนของการพลังงานไฟฟ้า และเป็นการประหยัดการใช้กำลังงานคนด้วย

### 6.3 การประยุกต์เครื่องควบคุม

เครื่องควบคุมที่ได้สร้างขึ้นมานี้ เหมาะกับการนำไปติดตั้งในโรงงานอุตสาหกรรม หรือสำนักงานที่ใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก เพื่อใช้ควบคุมการจ่ายภาระไฟฟ้าที่ไม่มีผลกระทบกระเทือนต่อการผลิตต่าง ๆ เช่น เครื่องอัดอากาศ เครื่องสูบน้ำ ไฟแสงสว่าง และเครื่องปรับอากาศ ในบางจุด โดยการใช้งานในขั้นแรก อาจจะนำไปใช้บันทึกข้อมูลของการใช้พลังงานไฟฟ้าก่อน โดยยังไม่มีการควบคุมภาระไฟฟ้า เพื่อให้ทราบข้อมูลของการใช้พลังงานและกำลังงานไฟฟ้าในช่วงเวลาต่าง ๆ ของระบบเสียก่อน แล้วจึงค่อยโปรแกรมเครื่องควบคุม พร้อมทั้งควบคุมภาระไฟฟ้าโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะทำให้สามารถลดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าเฉลี่ยใน 15 นาทีสูงสุดลงได้ และทำให้ประสิทธิภาพของการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงขึ้น คือ เป็นการเพิ่มค่าโหลดแฟกเตอร์ของระบบ และจะทำให้ลดค่าใช้จ่ายในส่วนของการกระแสไฟฟ้า ซึ่งจะส่งผลให้สามารถลดต้นทุนในการผลิต