การออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

นายเอกชัย แสงอินทร์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2526

ISBN 974-562-835-2

013312

T 183458 6C

DESIGN AND CONSTRUCTION OF MICROPROCESSOR-BASED ELECTRICAL MAXIMUM DEMAND CONTROLLER

Mr. Akachai Sang-in

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School

Chulalongkorn University

1983

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

โดย นายเอกชัย แสงอินทร์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ พรศักดิ์สิทธิ์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สุประดิษฐ์ บุนนาค)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุณห์ไวทยะ)

..... กรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.เทียนชัย ประดิสถายน)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ พรศักดิ์สิทธิ์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การออกแบบและสร้างเครื่องควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด โดยใช้ไมโครโปรเซสเซอร์

ชื่อนิสิต นายเอกชัย แสงอินทร์

อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ พรศักดิ์สิทธิ์

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2526

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

บทคัดย่อ

เครื่องควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด ที่ได้สร้างขึ้นมาในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ใช้ไมโครโปรเซสเซอร์เบอร์ Z-80 เป็นตัวควบคุม โดยใช้เทคนิคการทำนายแบบเชิงเส้นเพื่อหาค่าความต้องการพลังไฟฟ้า ที่คาดว่าจะถูกใช้ไปในช่วงเวลา 15 นาที แล้วนำมาเปรียบเทียบกับค่าขีดจำกัดความต้องการที่สามารถโปรแกรมกำหนดค่าได้ จากผลลัพธ์ที่ได้ถูกนำไปใช้เป็นข้อมูลในการควบคุมภาระไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับเครื่องควบคุมจำนวน 8 ช่อง เพื่อควบคุมไม่ให้ค่าความต้องการเกินขีดจำกัด สำหรับการกำหนดเวลาเริ่มต้นของการควบคุมทุกช่วงเวลา 15 นาที สามารถทำได้โดยการกดสวิทช์ที่เครื่องควบคุม หรืออาจจะต่อพ่วงกับ เครื่องวัดค่าความต้องการพลังไฟฟ้าของการไฟฟ้า ถ้าหากเครื่องวัดนั้นสามารถให้กำเนิดสัญญาณชิงค์ออกมาได้

ในการตรวจจับสัญญาณของการใช้พลังงานไฟฟ้า เครื่องควบคุมจะรับสัญญาณพัลส์ที่ได้ให้กำเนิดออกมาจากจานหมุนในเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า และ แสดงค่าความต้องการพลังไฟฟ้าที่ถูกใช้ไปทุกช่วงเวลา 15 นาที ออกทางหน่วยแสดงผลแบบตัวเลข 7 ส่วน และทางเครื่องพิมพ์

สำหรับช่องส่งสัญญาณออกไปควบคุมภาระไฟฟ้าทั้ง 8 ช่อง สามารถโปรแกรมให้มีระดับความสำคัญ และ ค่าเวลาตัดต่ำสุดของภาระไฟฟ้าในแต่ละช่องได้โดยไม่ขึ้นต่อกัน และ ผู้ใช้ยังสามารถเลือกการควบคุมได้ด้วยตนเองอีก

ในขั้นสุดท้ายเป็นการทดสอบเครื่องควบคุมในห้องปฏิบัติการ โดยได้ผลของการควบคุมมีค่าความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจ

Thesis Title DESIGN AND CONSTRUCTION OF MICROPROCESSOR-BASED ELECTRICAL MAXIMUM DEMAND CONTROLLER

Name Mr. Akachai Sang-in

Thesis Advisor Assistant Professor Prasit Pornsaksit , Ph.D.

Department Electrical Engineering

Academic Year 1983

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ABSTRACT

A maximum electricity demand controller has been developed, based on the Zilog Z-80 microprocessor. The demand in each 15-minute interval is predicted by a linear extrapolation technique and is compared to the programmable demand limit. The electrical loads at the 8 output channels are controlled according to the outcome of this comparison. The 15-minute interval can be synchronized either manually or from the Utility's demand meter (if available).

The controller monitors the energy consumed by receiving pulses originated from the rotating disc of a precision kilowatt-hour meter. At the end of each time interval, the total demand is displayed on the 7-segment LED display and can be logged by using the printer.

The 8 output channels have independent programmable priority levels and minimum off-time delays. Each channel can also be controlled manually.

The controller has been satisfactorily tested in the laboratory.

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สำเร็จได้ด้วยความช่วยเหลือจาก ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ พรศักดิ์สิทธิ์ ที่ได้ให้คำแนะนำที่เป็นประโยชน์ และ เป็นอาจารย์ที่ปรึกษา ตลอดเวลาของการทำวิทยานิพนธ์นี้ อีกทั้ง รองศาสตราจารย์ ดร.ประโมทย์ อุณห์ไวทยะ รองศาสตราจารย์ ดร.เทียนชัย ประดิสถายน รองศาสตราจารย์ ดร.ประสิทธิ์ ประพิณมงคลการ ผู้ช่วย-ศาสตราจารย์ กฤษดา วิศวธีรานนท์ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์ และผู้ช่วย-ศาสตราจารย์ ดร.ชาตรี ศรีไพพรรณ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในด้าน การจัดหาอุปกรณ์ และเครื่องมือต่าง ๆ รวมทั้งได้ให้คำแนะนำ และเอกสารประกอบที่เป็นประโยชน์ต่อการทำวิทยานิพนธ์ ข้าพเจ้าจึงใคร่ที่จะขอกราบขอบพระคุณคณาจารย์ทุกท่านที่ได้กล่าวนามมาข้างต้น

สุดท้ายนี้ ข้าพเจ้าขอขอบคุณ คุณพัชรินทร์ เมหินีวงศ์ และ คุณศรีพูรย์ ขอดแสงมา ที่ได้ช่วยตรวจทาน และ พิมพ์ต้นฉบับให้ถูกต้อง ขอขอบคุณ คุณกิติชัย แสงอินทร์ ที่ได้ช่วยในการวาดรูปภาพประกอบต่าง ๆ และ ขอขอบคุณ คุณสุรเกียรติ มธุรสสกุลวงศ์ วิศวกรประจำบริษัทยูเนี่ยนอุตสาหกรรมสิ่งทอ ที่ได้ให้ข้อมูลที่สำคัญบางส่วนต่อการทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ด้วย

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญรูปภาพ ..... ญ

บทที่

1. บทนำ 1

1.1 ประวัติความเป็นมาของปัญหา 1

1.2 วัตถุประสงค์ของการวิจัย 4

1.3 ทฤษฎีและหลักการ 4

1.4 ขอบเขตของการวิจัย 7

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากการวิจัย 12

2. การออกแบบระบบ 13

2.1 ข่ายงานของระบบ 13

2.2 โปรแกรมโมนิเตอร์ 17

2.3 การออกแบบงานกำหนดเวลาให้กับระบบ 17

2.4 การออกแบบงานเกี่ยวกับการซิงโครไนซ์ 21

2.5 การออกแบบงานวัดค่าพลังงานไฟฟ้า 23

2.6 การออกแบบงานเกี่ยวกับแผงกดป้อนข้อมูล 24

2.7 การออกแบบงานแสดงผล 30

2.8 หลักการทำนายหาค่าความต้องการพลังไฟฟ้า 30

3. การออกแบบระบบทางด้านฮาร์ดแวร์ 33

3.1 การออกแบบหน่วยป้อนข้อมูลเข้าและหน่วยแสดงผล 33

3.2 การออกแบบหน่วยกำหนดเวลาให้กับระบบ 36

3.3 การออกแบบหน่วยอินเตอร์เฟสกับเครื่องพิมพ์ 39

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

3.4 การออกแบบหน่วยควบคุมภาระไฟฟ้า 39
3.5 การออกแบบหน่วยความจำ 41
3.6 การออกแบบหน่วยปฏิบัติงานกลาง 43
4. การติดตั้งและใช้งานเครื่องควบคุม 46
4.1 การติดตั้งเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า 46
4.2 การติดตั้งเครื่องควบคุม 46
4.3 การใช้งานเครื่องควบคุม 53
4.4 การตั้งเวลาให้เครื่องควบคุม 54
4.5 การกำหนดค่าขีดจำกัดความต้องการพลังไฟฟ้า 55
4.6 การกำหนดสเกลให้กับเครื่องควบคุม 55
4.7 การโปรแกรมกำหนดระดับความสำคัญและค่าเวลาตัดต่ำสุด 57
4.8 การสั่งพิมพ์บันทึกผล 58
4.9 การสั่งแสดงค่าพลังงานสะสม 59
4.10 การสั่งแสดงค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 60
5. การทดสอบเครื่องควบคุม 61
5.1 การเตรียมการทดสอบเครื่องควบคุม 61
5.2 ผลการทดลอง 63
6. สรุปและข้อเสนอแนะ 71
6.1 สรุปผลการวิจัย 71
6.2 ข้อเสนอแนะเพื่อการพัฒนาระบบต่อไปในอนาคต 72
6.3 การประยุกต์เครื่องควบคุม 73
เอกสารอ้างอิง 74
ภาคผนวก ก. โปรแกรมโมนิเตอร์ของเครื่องควบคุม 76
ภาคผนวก ข. วงจรแหล่งจ่ายไฟให้กับเครื่องควบคุม 110
ประวัติผู้เขียน 111

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่

2.1 ตารางตีความของการกดแผงกดป้อนข้อมูล 28

2.2 อธิบายการทำงานโดยสังเขปของหมายเลขประจำงานต่าง ๆ 29

3.1 แสดงตำแหน่งไอซีหน่วยความจำที่ซีพียูจะติดต่อด้วย 45

3.2 แสดงหมายเลขประจำพอร์ทของอุปกรณ์ อินพุท/เอาท์พุท 45

4.1 แสดงจุดผิดพลาดในเครื่องควบคุมตามข่าวสารที่ปรากฏบนหน่วยแสดงผล 54

5.1 ตารางการต่อภาระไฟฟ้าตามช่องต่าง ๆ 62

5.2 ตารางข้อมูลที่ได้โปรแกรมกำหนดให้กับภาระไฟฟ้าแต่ละช่อง 62

5.3 ตารางกำหนดเงื่อนไขและข้อมูลในการทดสอบเครื่องควบคุมครั้งที่ 1 . 65

5.4 ตารางแสดงผลการทดสอบเครื่องควบคุมครั้งที่ 1 66

5.5 ตารางกำหนดเงื่อนไขและข้อมูลในการทดสอบเครื่องควบคุมครั้งที่ 2 . 67

5.6 ตารางแสดงผลการทดสอบเครื่องควบคุมครั้งที่ 2 68

5.7 ตารางกำหนดเงื่อนไขและข้อมูลในการทดสอบเครื่องควบคุมครั้งที่ 3 . 69

5.8 ตารางแสดงผลการทดสอบเครื่องควบคุมครั้งที่ 3 70

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญรูปภาพ

หน้า

รูปที่

1.1 กราฟแสดงตัวอย่างของการใช้พลังงานสะสม ณ เวลาต่าง ๆ 5

1.2 กราฟแสดงตัวอย่างของการใช้กำลังงานไฟฟ้าในขณะที่ภาระไฟฟ้าบางตัวตัด/ต่อ 5

1.3 ส่วนประกอบที่สำคัญของเครื่องควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 8

1.4 แสดงส่วนประกอบของหน่วยปฏิบัติงานกลาง 10

2.1 ข่ายงานของระบบควบคุมค่าความต้องการพลังไฟฟ้าสูงสุด 14

2.2 ผังงานอย่างสังเขปของโปรแกรมโมนิเตอร์ 18

2.3 ผังงานของการกำหนดเวลา 1 วินาที 19

2.4 ผังงานของการควบคุมภาระไฟฟ้าทุก 1 นาที 20

2.5 ผังงานของการซิงโครไนซ์ระบบควบคุมกับสัญญาณซิงค์ 22

2.6 ผังงานของการนับค่าพลังงานไฟฟ้า 23

2.7 แสดงการวางตำแหน่งและความหมายของอักษรย่อของคีย์ต่าง ๆ 25

2.8 แสดงรหัสประจำตำแหน่งของคีย์ต่าง ๆ 26

2.9 แสดงรหัสภายในของคีย์ต่าง ๆ 26

2.10 คีชาร์ท (Keychart) แสดงลำดับและขั้นตอนการทำงานของการกดคีย์ต่าง ๆ 27

2.11 ผังงานการแสดงผลโดยการตอบสนองต่อสัญญาณอินเตอร์รัพท์ 2 มิลลิวินาที 31

3.1 วงจรหน่วยแสดงผลทางหลอดไฟแอลอีดีแบบตัวเลข 7 ส่วน และหน่วยรับข้อมูลเข้าทางแผงกดป้อนข้อมูล 35

3.2 แสดงหน่วยกำหนดเวลาจริง หน่วยอินเตอร์เฟสกับเครื่องพิมพ์ และหน่วยป้อนข้อมูลออกไปควบคุมรีเลย์ 37

3.3 หน่วยควบคุมรีเลย์ 40

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

หน้า

3.4 แสดงการต่อวงจรหน่วยความจำ 42

3.5 แสดงหน่วยปฏิบัติงานกลางพร้อมกับวงจรให้กำเนิดสัญญาณควบคุมต่าง ๆ . 44

4.1 แสดงการติดตั้งตัวออปโตคัปเปลอร์ประกบตัวจานหมุนในเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า 47

4.2 แสดงการต่อวงจรตัวออปโตคัปเปลอร์ที่ติดตั้งในเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า 47

4.3 ลักษณะทางด้านบนของกล่องเครื่องควบคุม 49

4.4 ลักษณะทางด้านหน้าของกล่องเครื่องควบคุม 51

4.5 วงจรการต่อเคอร์เรนท์ทรานสฟอร์มเมอร์ร่วมกับเครื่องวัดค่าพลังงานไฟฟ้า 56

4.6 แสดงตัวอย่างของข้อมูลที่พิมพ์ออกมาทางเครื่องพิมพ์ 59

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย