โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า

นาย กอบเกียรติ กาญจนาพงศ์กุล

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
ปีการศึกษา 2540

ISBN 974-637-119-3

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17591156

A COMPUTER-AIDED DESIGN PROGRAM FOR ELECTRICAL CONTROL CUBICLE DESIGN

Mr. Kobkiat Kanjanapongkul

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfilment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering in Electrical Engineering

Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University

Academic Year 1997
ISBN 974-637-119-3

หัวข้อวิทยานิพนธ์	โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า
โดย	นายกอบเกียรติ กาญจนาพงศ์กุล
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(ศาสตราจารย์ นายแพทย์ ศุภวัฒน์ ชุติวงศ์)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. สุขุมวิทย์ ภูมิวุฒิสาร)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ)

..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. เอกชัย ลีลารัศมี)

..... กรรมการ
(คุณนิธิ สุจริตวรกุล)

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

กอบเกียรติ กาญจนาพงศ์กุล : โปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า (A COMPUTER-AIDED DESIGN PROGRAM FOR ELECTRICAL CONTROL CUBICLE DESIGN) อ.ที่ปรึกษา : อ.ดร. สมบูรณ์ จงชัยกิจ, 87 หน้า. ISBN 974-637-119-3

วิทยานิพนธ์นี้กล่าวถึงการออกแบบและพัฒนาโปรแกรมคอมพิวเตอร์ช่วยในการออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้าด้วยโปรแกรม AutoCAD r12 for Windows โดยสามารถออกแบบตู้ได้ 4 แบบ ได้แก่ ตู้แบบปิดหุ้ม ตู้แบบแผงคู่ ตู้แบบบานพับหน้า และตู้แบบดูเพล็กซ์ โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน ANSI/IEEE C37.21-1985 (IEEE Standard for Control Switchboards)

โปรแกรมประกอบด้วย 3 ส่วน ได้แก่ ส่วนจัดการฐานข้อมูลอุปกรณ์ ตู้ และภาพสัญลักษณ์ที่ใช้ในการออกแบบแผนภาพสคีมาติก ส่วนจัดการงานออกแบบซึ่งเป็นตัวจัดการงานออกแบบทั้งหมดภายในโปรแกรมได้แก่ การจัดวางอุปกรณ์ลงในตู้ การสร้างแผนภาพสคีมาติก และการออกแบบทางเดินสายไฟ และส่วนสุดท้ายคือส่วนจัดการรายงานผลการออกแบบ ทำหน้าที่จัดแสดงข้อมูลผลการออกแบบในรูปแบบรายงาน โดยข้อมูลรายงานบรรจุอยู่ในไฟล์ประเภทตัวอักษร (Text File) ซึ่งสามารถเรียกดูได้ โดยใช้โปรแกรมบรรณาธิการ (Text Editor) ทั่วไป

ผลการทดสอบโปรแกรมปรากฏว่าสามารถใช้ออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้าได้ และผลการออกแบบเป็นที่น่าพอใจ

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C719019 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD:
CUBICLE / SWITCHBOARD / SCHEMATIC DIAGRAM / CUBICLE LAYOUT

KOBKIAT KANJANAPONGKUL : A COMPUTER-AIDED DESIGN PROGRAM FOR ELECTRICAL CONTROL CUBICLE DESIGN.
THESIS ADVISOR : DR. SOMBOON CHONGCHAIKIT, 87 pp.
ISBN 974-637-119-3

This thesis describes the design and development of Computer-Aided Design Program for Electrical Control Cubicle Design with AutoCAD r12 for Windows under Microsoft Windows 3.1. The scope of work is to design 4 types of cubicle: enclosed-type, dual-type, swingrack-type, and duplex type, according to ANSI/IEEE C37.21-1985 (IEEE Standard for Control Switchboards).

The program consists of 3 sections: the first section is to manage data of device, cubicle, and symbol which are used in the schematic-diagram design task. The second section is the design management. This section manages design tasks: cubicle-layout design, schematic-diagram design, and routing design. The last section presents the design results with design reports. These reports are created as text files which can be read by text-file editor program.

The test shows that this program can be used to design electrical control cubicle and shows satisfactory results.

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2540 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ
กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ
สารบัญตาราง ..... ญ
สารบัญรูป ..... ฐ

บทที่ 1 บทนำ 1
ความเบื้องต้น 1
วัตถุประสงค์ 2
ขอบเขตของการวิจัย 2
ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ 2
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
บทที่ 2 การออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้า 4
มาตรฐานแผงสวิทช์ควบคุม ANSI/IEEE C37.21-1985 4
แผนภาพ 9
1. แผนภาพเส้นเดี่ยว 9
2. แผนภาพตรรกควบคุม 10
3. แผนภาพการจัดวางแผงอุปกรณ์ 11
4. รายการอุปกรณ์ 12
5. แผนภาพสคีมาติก 12
6. แผนภาพการเชื่อมต่อขั้วอุปกรณ์ 12
ขั้นตอนการผลิตตู้ควบคุมไฟฟ้า 13
ปัญหาที่พบในการทำงาน 14
แนวคิดในการปรับปรุงวิธีการออกแบบ 15

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

บทที่ 3 การออกแบบโปรแกรม 19
โครงสร้างโปรแกรม 19
ส่วนจัดการฐานข้อมูล 20
1. ข้อมูลสัญลักษณ์ 21
2. ข้อมูลอุปกรณ์ 21
2.1 ขนาด 21
2.2 ระนาบติดตั้งอุปกรณ์ 23
2.3 การกำหนดขั้วต่อสายให้กับอุปกรณ์ 24
2.4 การเชื่อมโยงกับสัญลักษณ์ 26
2.5 ข้อมูลทั่วไป 27
3. ข้อมูลตู้ควบคุมไฟฟ้า 28
3.1 ส่วนประกอบต่างๆ 28
ส่วนจัดการงานออกแบบ 37
1. งานออกแบบผังตู้ 37
1.1 การวางอุปกรณ์ลงบนแผงติดตั้ง 37
1.2 การตรวจสอบการทับซ้อนของวัตถุ 38
2. งานออกแบบวงจรไฟฟ้า 44
2.1 การวางสัญลักษณ์ 44
2.2 การเดินสายเชื่อมต่อ 45
2.3 วงจรย่อย 46
2.4 ข้อมูลการเชื่อมต่ออุปกรณ์ 47
3. งานออกแบบทางเดินสายไฟ 52
3.1 การออกแบบทางเดินสายไฟบนแผงติดตั้งอุปกรณ์ 52
3.2 การคำนวณความยาวสายไฟ 57
3.3 การแสดงข้อมูลการเดินสายไฟ 60

สารบัญ (ต่อ)

หน้า

ส่วนจัดการรายงานผลการออกแบบ 62
1. รายการอุปกรณ์ 62
2. รายการเชื่อมต่อขั้วอุปกรณ์ 63
3. ตารางสายไฟ 64
4. รายการราคา 65
บทที่ 4 การทดสอบโปรแกรม 66
การทดสอบ 66
ขั้นตอนการทดสอบ 67
1. จัดเตรียมข้อมูลอุปกรณ์ ตู้ และสัญลักษณ์ 67
1.1 ข้อมูลสัญลักษณ์ 67
1.2 ข้อมูลอุปกรณ์ 67
1.3 ข้อมูลตู้ 68
2. ติดตั้งอุปกรณ์ 69
3. บันทึกแผนภาพสดีมาติกลงในโปรแกรม 70
4. ป้อนข้อมูลทางเดินสายไฟบนแผงติดตั้งอุปกรณ์ 71
ผลการออกแบบ 72
1. รายการอุปกรณ์ 72
2. รายการเชื่อมต่อขั้วอุปกรณ์ 73
3. ตารางสายไฟ 75
4. รายการราคา 77
บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ 78
สรุปผลการทำวิทยานิพนธ์ 78
ข้อเสนอแนะ 79
รายการอ้างอิง 80
ภาคผนวก 81
ภาคผนวก ก. การออกแบบโครงสร้างเมนูและฟังก์ชั่นในโปรแกรม 82
ประวัติผู้เขียน 87

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

ตารางที่ 3.1 การติดตั้งอุปกรณ์บนแผงชนิดต่างๆ ของตู้แต่ละแบบ 29
ตารางที่ 4.1 การเชื่อมต่อขั้วอุปกรณ์ 70

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

รูปที่ หน้า

รูปที่ 2.1 ภาพด้านข้างของแผงสวิตช์บอร์ดแบบต่างๆ 6
รูปที่ 2.2 ตัวอย่างแผนภาพเส้นเดี่ยว 9
รูปที่ 2.3 ตัวอย่างแผนภาพตรรกควบคุม 10
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างการจัดวางแผงอุปกรณ์ 11
รูปที่ 2.5 ขั้นตอนการผลิตตู้ควบคุมไฟฟ้า 13
รูปที่ 2.6 การออกแบบตู้ควบคุมไฟฟ้าโดยใช้แนวคิดการจัดการข้อมูลแบบ 3 มิติ 16
รูปที่ 2.7 การติดตั้งอุปกรณ์ในตำแหน่งที่ไม่เหมาะสม 17
รูปที่ 2.8 การเดินสายไฟระหว่างขั้วอุปกรณ์ในแผนภาพสคีมาติก 17
รูปที่ 2.9 ตำแหน่งอุปกรณ์บนแผงบานพับ 18
รูปที่ 2.10 ตัวอย่างแผนภาพการเชื่อมต่อขั้วอุปกรณ์ 18
รูปที่ 3.1 โครงสร้างโปรแกรม 19
รูปที่ 3.2 ตัวอย่างสัญลักษณ์ 21
รูปที่ 3.3 การสร้างอุปกรณ์ 22
รูปที่ 3.4 การจำลองอุปกรณ์ 22
รูปที่ 3.5 การกำหนดระนาบติดตั้งและระยะติดตั้ง 23
รูปที่ 3.6 การกำหนดระนาบติดตั้งอุปกรณ์ 24
รูปที่ 3.7 การกำหนดตำแหน่งขั้วต่อสายลงบนด้านต่างๆ ของอุปกรณ์ 25
รูปที่ 3.8 การกำหนดขั้วต่อสาย 25
รูปที่ 3.9 การเชื่อมโยงสัญลักษณ์กับอุปกรณ์ 26
รูปที่ 3.10 การเชื่อมโยงโนดของสัญลักษณ์กับขั้วต่อสายของอุปกรณ์ 26
รูปที่ 3.11 การกำหนดขนาดและประเภทของตู้ควบคุม 28
รูปที่ 3.12 การกำหนดรายละเอียดภายในตู้แบบปิดหุ้ม 30
รูปที่ 3.13 ตู้แบบปิดหุ้ม 31
รูปที่ 3.14 การกำหนดรายละเอียดภายในตู้แบบแผงคู่ 32
รูปที่ 3.15 ตู้แบบแผงคู่ 33
รูปที่ 3.16 การกำหนดรายละเอียดภายในตู้แบบบานพับหน้า 34

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 3.17 ตู้แบบบานพับหน้า 34
รูปที่ 3.18 การกำหนดรายละเอียดภายในตู้แบบดูเพล็กซ์ 35
รูปที่ 3.19 ตู้แบบดูเพล็กซ์ 36
รูปที่ 3.20 ขั้นตอนการติดตั้งอุปกรณ์ 37
รูปที่ 3.21 พื้นที่แรเงาที่เกิดจากการทับซ้อนของวัตถุ 2 ชิ้น 39
รูปที่ 3.22 การจับคู่วัตถุเพื่อตรวจสอบการทับซ้อน 39
รูปที่ 3.23 การแทงทะลุ 40
รูปที่ 3.24 ผังงานของการตรวจสอบการทับซ้อนของกล่อง 2 ใบ 41
รูปที่ 3.25 ผังงานของการตรวจสอบการแทงทะลุ 42
รูปที่ 3.26 การตรวจสอบตำแหน่งของจุดตัดบนระนาบ 43
รูปที่ 3.27 ขั้นตอนการวางอุปกรณ์ในงานออกแบบวงจรไฟฟ้า 44
รูปที่ 3.28 ขั้นตอนการเดินสายเชื่อมต่อ 45
รูปที่ 3.29 สายหลักและสายกิ่ง 46
รูปที่ 3.30 การเก็บบันทึกวงจรย่อย 46
รูปที่ 3.31 ภาพแสดงแผงติดตั้งอุปกรณ์ของตู้แบบปิดหุ้ม 47
รูปที่ 3.32 ภาพแสดงแผงติดตั้งอุปกรณ์ของตู้แบบแผงคู่ 48
รูปที่ 3.33 ภาพแสดงแผงติดตั้งอุปกรณ์ของตู้แบบบานพับหน้า 49
รูปที่ 3.34 ภาพแสดงแผงติดตั้งอุปกรณ์ของตู้แบบดูเพล็กซ์ 49
รูปที่ 3.35 ฟังก์ชันแสดงข้อมูลการเชื่อมต่อขั้วต่อสาย 50
รูปที่ 3.36 ฟังก์ชันแสดงข้อมูลสายเชื่อมต่อ 51
รูปที่ 3.37 การออกแบบรางเดินสายไฟบนแผงติดตั้งอุปกรณ์ 53
รูปที่ 3.38 การกำหนดตำแหน่งรางเดินสายไฟแนวตั้งในตู้แบบบานพับหน้า 54
รูปที่ 3.39 แสดงพื้นที่ว่าง A1-A5 56
รูปที่ 3.40 ผังงานของการคำนวณข้อมูลการเดินสายไฟ 57
รูปที่ 3.41 การออกแบบรางเดินสายไฟบนแผงติดตั้ง 58
รูปที่ 3.42 ข้อมูลสายไฟย่อย 60
รูปที่ 3.43 แสดงภาพเส้นทางเดินสายไฟ 60

สารบัญภาพ (ต่อ)

รูปที่ หน้า

รูปที่ 3.44 ตารางสายไฟ 61
รูปที่ 3.45 การกำหนดรายละเอียดภายในรายงาน 62
รูปที่ 3.46 ตัวอย่างรายการอุปกรณ์ 63
รูปที่ 3.47 รายงานการเชื่อมต่อขั้วอุปกรณ์ 63
รูปที่ 3.48 ตารางสายไฟ 64
รูปที่ 3.49 รายการราคา 65
รูปที่ 4.1 ตัวอย่างการทดสอบโปรแกรม 66
รูปที่ 4.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการทดสอบ 67
รูปที่ 4.3 ตำแหน่งอุปกรณ์ภายในตู้ 69
รูปที่ 4.4 การกำหนดทางเดินสายไฟบนแผงติดตั้งอุปกรณ์ 71
รูปที่ 4.5 รายการอุปกรณ์ 72
รูปที่ 4.6 รายการชื่อมต่อขั้วอุปกรณ์ 73
รูปที่ 4.7 ตารางสายไฟ 75
รูปที่ 4.8 รายการราคา 77
รูปที่ ก.1 โครงสร้างเมนูของโปรแกรม 82
รูปที่ ก.2 การเลื่อนภาพ 83
รูปที่ ก.3 การหมุนภาพ 84
รูปที่ ก.4 รายการอุปกรณ์ 84
รูปที่ ก.5 การเปิดประตู 85

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย