การนำแนวทางเชิงวัตถุมาพัฒนาโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าบนไมโครซอฟต์วินโดวส์

นายชัยวิทย์ พู่วณิชย์

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-710-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I17012211

AN OBJECT-ORIENTED APPROACH TO DEVELOP A CIRCUIT SIMULATION PROGRAM ON THE MICROSOFT WINDOWS

Mr.Chaivit Poovanich

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering
Department of Electrical Engineering
Graduate School
Chulalongkorn University
1996

ISBN 740-633-710-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การนำแนวทางเชิงวัตถุมาพัฒนาโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าบนไมโครซอฟต์วินโดวส์
โดย	นายชัยวิทย์ พู่วณิชย์
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ลีลารัศมี

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

.....คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร.โคทม อารียา)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร.เอกชัย ลีลารัศมี)

.....กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สมชาย ประสิทธิ์จูตระกูล)

.....กรรมการ
(ดร.ฐิต ศิริบูรณ์)

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

ชัยวิทย์ พู่วณิชย์ : การนำแนวทางเชิงวัตถุมาพัฒนาโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าบนไมโครซอฟต์วินโดวส์ (AN OBJECT-ORIENTED APPROACH TO DEVELOP A CIRCUIT SIMULATION PROGRAM ON THE MICROSOFT WINDOWS)
อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร. เอกชัย ลีลารัศมี, 77 หน้า. ISBN 974-633-710-6

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอคลาสต่าง ๆ ที่ได้จากการนำแนวทางเชิงวัตถุมาวิเคราะห์เพื่อออกแบบโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าที่ทำงานบนไมโครซอฟต์วินโดวส์ โปรแกรมดังกล่าวจะมีการติดต่อกับผู้ใช้แบบกราฟิกโดยรับอินพุตจากผู้ใช้เป็นรูปผังวงจรไฟฟ้าและสามารถจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าได้ 3 แบบ คือ การจำลองเพื่อหาจุดทำงานสงบของวงจร, การจำลองการทำงานทางเวลา และการจำลองการทำงานทางความถี่ โดยใช้ขั้นตอนวิธีการจำลองการทำงานเดียวกับที่ใช้ในโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า "เล็ก" 6.0

คลาสที่ได้จากการออกแบบนี้ได้ถูกนำไปปรับใช้งานร่วมกับคลาสไลบรารี่เอ็มเอฟซี เพื่อเขียนต้นแบบโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าเพื่อให้ได้โปรแกรมต้นแบบซึ่งสามารถเพิ่มอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ชนิดใหม่ที่ใช้ในการจำลองการทำงานได้ โดยการสืบทอดคลาสของอุปกรณ์ชนิดใหม่จากคลาสที่ออกแบบไว้แล้วกำหนดข้อมูลและวิธีที่เป็นลักษณะเฉพาะของคลาสที่สืบทอดนั้น โดยคลาสของอุปกรณ์ที่เพิ่มเข้าไปในโปรแกรมไม่กระทบกระเทือนต่อคลาสที่ควบคุมการทำงานของโปรแกรม

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....
ปีการศึกษา 2538 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

C715451 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEERING
KEY WORD: OBJECT-ORIENTED/ CIRCUIT SIMULATION

CHAIVIT POOVANICH : AN OBJECT-ORIENTED APPROACH TO DEVELOP A CIRCUIT SIMULATION PROGRAM ON THE MICROSOFT WINDOWS,
THESIS ADVISOR : ASSO.PROF.EKACHAI LEELARASMEE, Ph.d. 77 pp.
ISBN 974-633-710-6

This thesis presents various classes that are obtained from an object-oriented analysis for designing an electronic circuit simulation program on the Microsoft Windows. This program has a graphical user interface that receives an input from a user in a form of a schematic diagram. The program is also able to perform 3 types of simulation; i.e. DC, Transient and AC, by using the same algorithms that were used in circuit simulation program "LEK 6.0".

The designed classes are modified to work with a special class library, called MFC (Microsoft Foundation Class Library), for writing a prototype circuit simulation program that can add a new electronic component into the program by deriving a component class from the designed classes and defining specified data and methods of the derived class without any effect to the classes that control the program.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า	ลายมือชื่อนิสิต ชัยวิทย์ พูนวนิช
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา เอกชัย ลีลารัศมี
ปีการศึกษา 2538	ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ ข้าพเจ้าขอขอบพระคุณ รศ.ดร.เอกชัย ลีลารัศมี ซึ่งเป็นผู้ที่ให้คำปรึกษา ตลอดจนการสนับสนุนทางด้านตำรา, เครื่องคอมพิวเตอร์และซอฟต์แวร์ที่ใช้ในการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณสำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) ผู้ให้ทุนการศึกษาและการวิจัย แก่ข้าพเจ้าเป็นระยะเวลา 1 ปี และบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่ให้ทุน "ผู้ช่วยสอน" แก่ข้าพเจ้าเป็นเวลา 6 เดือน

ขอขอบคุณห้องปฏิบัติการวิจัยระบบเชิงเลข (DSRL) ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ซึ่งเป็นสถานที่การวิจัย และขอบคุณ พี่ ๆ เพื่อน ๆ น้อง ๆ ร่วมสาขาระบบเชิงเลขทุกคนที่ให้คำแนะนำ ติชม และเป็นกำลังใจให้กับข้าพเจ้า

สุดท้ายนี้ข้าพเจ้าใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ของข้าพเจ้าที่ให้การสนับสนุนในด้านการศึกษาแก่ข้าพเจ้าจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญภาพ ..... ฌ

1. บทนำ 1
   - 1.1 ความสำคัญของปัญหาและที่มาของวิทยานิพนธ์ 1
   - 1.2 วัตถุประสงค์ 2
   - 1.3 ขอบเขตของการวิจัย 3
   - 1.4 ขั้นตอนการดำเนินการวิจัย 5
   - 1.5 ประโยชน์ที่ได้รับจากการวิจัย 5
2. ทฤษฎีพื้นฐาน 6
   - 2.1 หลักการเชิงวัตถุ 6
   - 2.2 สัญลักษณ์ที่ใช้ในการวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ 7
   - 2.3 การวิเคราะห์และออกแบบเชิงวัตถุ 10
   - 2.4 การเขียนโปรแกรมเชิงวัตถุ 12
   - 2.5 ภาษาโปรแกรมเชิงวัตถุ C++ 13
   - 2.6 คลาสไลบรารี่ MFC รุ่นที่ 4.0 15
   - 2.7 การจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าของโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า "เล็ก" 18
3. คลาสที่เกี่ยวกับการติดต่อกับผู้ใช้ของโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า 22
   - 3.1 คลาสที่เกี่ยวกับการติดต่อกับผู้ใช้ที่เป็นมาตรฐานของไมโครซอฟต์วินโดวส์ 22
   - 3.2 คลาสที่เกี่ยวกับวงจร 26
   - 3.3 คลาสที่เกี่ยวกับอุปกรณ์และตัวสร้างอุปกรณ์ 28

สารบัญ (ต่อ)

3.4 รูปแบบทั่วไปของคลาส Component 31

3.5 คลาสของ Component ชนิดต่าง ๆ 33

3.6 พฤติกรรมของวัตถุ 45

3.7 การติดต่อส่งข่าวสารระหว่างวัตถุ 47

4. คลาสที่เกี่ยวกับการจำลองการทำงานของโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า 49

4.1 คลาสจำนวนเชิงซ้อนและคลาสเมตริกซ์ทั่วไป (Complex Number Class and Generic Matrix Class) 49

4.2 คลาสสมการวงจรไฟฟ้า (Circuit Equation Class) 52

4.3 คลาสแบบจำลองของอุปกรณ์ 54

4.4 คลาสตัวควบคุมการแก้สมการวงจรไฟฟ้า 55

4.5 คลาสผลการจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า 57

4.6 พฤติกรรมของ Simulator และการติดต่อส่งข่าวสารระหว่างวัตถุที่เกี่ยวข้องกับการจำลองการทำงาน 58

5. ต้นแบบโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า 61

5.1 คุณสมบัติของต้นแบบโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า 61

5.2 การใช้งานต้นแบบโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า 62

5.2 ตัวอย่างการใช้งาน 67

6. สรุปผลงานและข้อเสนอแนะ 69

6.1 สรุปผลงาน 69

6.2 ข้อเสนอแนะ 71

รายการอ้างอิง 73

ภาคผนวก 74

ภาคผนวก ก. ลำดับชั้นของคลาสไลบรารี่ MFC รุ่นที่ 4.0 75

ประวัติผู้เขียน 77

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 1.1 โปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าที่ต้องการจะออกแบบ 4
รูปที่ 2.1 สัญลักษณ์ของคลาส 7
รูปที่ 2.2 สัญลักษณ์ของคลาสและวัตถุ 7
รูปที่ 2.3 สัญลักษณ์ของลำดับชั้นแบบ Gen-Spec Structure 8
รูปที่ 2.4 สัญลักษณ์ของลำดับชั้นแบบ Whole-Part Structure 8
รูปที่ 2.5 สัณลักษณ์ของความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุ 9
รูปที่ 2.6 สัญลักษณ์ของการติดต่อระหว่างวัตถุ 9
รูปที่ 2.7 ตัวอย่างสัญลักษณ์ของคลาสที่มีวิธีเป็นฟังก์ชันเสมือน 10
รูปที่ 2.8 แผนผัง Object Life-History ของเครื่องตอบรับโทรศัพท์ 12
รูปที่ 2.9 ความสัมพันธ์ระหว่าง Document และ View 16
รูปที่ 2.10 คลาสที่นักเขียนโปรแกรมต้องสืบทอดต่อจากคลาสในคลาสไลบรารี่ MFC 17
รูปที่ 2.11 ตราประจำอุปกรณ์ของตัวต้านทาน 19
รูปที่ 2.12 ขั้นตอนการจำลองการทำงานแบบ DC 20
รูปที่ 2.13 ขั้นตอนการจำลองการทำงานแบบ Transient 20
รูปที่ 2.14 ขั้นตอนการจำลองการทำงานแบบ AC 21
รูปที่ 3.1 ลำดับชั้นของคลาสที่สืบทอดมาจากคลาสของคลาสไลบรารี่ MFC 23
รูปที่ 3.2 ความสัมพันธ์ระหว่างวัตถุกรอบหน้าต่าง (Frame Object) กับวัตถุช่องหน้าต่าง (View Object) 24
รูปที่ 3.3 ความสัมพันธ์ระหว่างคลาสและวัตถุช่องหน้าต่างชนิดต่าง ๆ กับคลาสและวัตถุกรอบหน้าต่างชนิดต่าง ๆ 24
รูปที่ 3.4 บริเวณเลื่อนอัตโนมัติ (Autoscroll Region) ของ AutoScrollView 25
รูปที่ 3.5 ลำดับชั้นแบบ Whole-Part Structure แสดงส่วนประกอบของ LEKDoc และ Circuit 27
รูปที่ 3.6 คลาสและวัตถุ Circuit 27

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.7 ลำดับชั้นของคลาสที่เกี่ยวกับอุปกรณ์และตัวสร้างอุปกรณ์ 29
รูปที่ 3.8 ลำดับชั้นแสดงส่วนประกอบของ ComponentView 30
รูปที่ 3.9 ตัวอย่างรูปของ Component ที่ปรากฏในช่องหน้าต่าง Circuit View 31
รูปที่ 3.10 รูปร่างทั่วไปของรูป Component 31
รูปที่ 3.11 ลำดับชั้นของ Circuit, Component และส่วนประกอบของ Component 32
รูปที่ 3.12 รูปของส่วนประกอบของ Resistor 34
รูปที่ 3.13 คลาส Resistor 34
รูปที่ 3.14 รูปของส่วนประกอบของ Capacitor 35
รูปที่ 3.15 คลาส Capacitor 35
รูปที่ 3.16 รูปของส่วนประกอบของ Inductor 36
รูปที่ 3.17 คลาส Inductor 36
รูปที่ 3.18 รูปของส่วนประกอบของ DCVoltageSource 37
รูปที่ 3.19 คลาส DCVoltageSource 37
รูปที่ 3.20 รูปของส่วนประกอบของ Diode 38
รูปที่ 3.21 คลาส Diode 38
รูปที่ 3.22 รูปของส่วนประกอบของ Wire 39
รูปที่ 3.23 คลาส Wire 40
รูปที่ 3.24 รูปของส่วนประกอบของ Ground 41
รูปที่ 3.25 คลาส Ground 41
รูปที่ 3.26 variable index ที่ชี้ในสมการเมตริกซ์ของวงจรไฟฟ้า 42
รูปที่ 3.27 รูปของส่วนประกอบของ VoltageProbe 43
รูปที่ 3.28 คลาส VoltageProbe 43
รูปที่ 3.29 รูปของส่วนประกอบของ CurrentProbe 44
รูปที่ 3.30 คลาส CurrentProbe 44
รูปที่ 3.31 พฤติกรรมของ ComponentView 46
รูปที่ 3.32 พฤติกรรมของ CircuitView 46

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 3.33 การติดต่อระหว่างวัตถุเมื่อผู้ใช้ใช้เมาส์ลากรูปอุปกรณ์ไปวาดผังวงจร 47

รูปที่ 3.34 การติดต่อกันระหว่างวัตถุเมื่อผู้ใช้จัดการกับ Component ที่เลือก 48

รูปที่ 4.1 คลาสและวัตถุ ComplexNumber 50

รูปที่ 4.2 คลาส GenericMatrix 50

รูปที่ 4.3 ลำดับชั้นของคลาสที่สืบทอดจากคลาส GenericMatrix 51

รูปที่ 4.4 ลำดับชั้นของคลาสที่สืบทอดจากคลาส CircuitEquation 53

รูปที่ 4.5 ลำดับชั้นของ CircuitEquation และส่วนประกอบของ CircuitEquation โดยใช้คลาสเท็มเพลท 53

รูปที่ 4.6 ลำดับชั้นของคลาสที่สืบทอดจากคลาส Model 55

รูปที่ 4.7 ลำดับชั้นของ Simulator 56

รูปที่ 4.8 ส่วนประกอบ DCOutput, TROutput และ ACOutput ของ DCOutputView, TROutputView และ ACOutputView ตามลำดับ 58

รูปที่ 4.9 พฤติกรรมของโดยทั่วไปของ Simulator 59

รูปที่ 4.10 การติดต่อระหว่างวัตถุขณะจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า 60

รูปที่ 5.1 ต้นแบบโปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า 63

รูปที่ 5.2 กรอบข้อความสำหรับกำหนดคุณสมบัติของตัวต้านทาน 64

รูปที่ 5.3 กรอบข้อความสำหรับกำหนดคุณสมบัติของตัวเก็บประจุ 64

รูปที่ 5.4 กรอบข้อความสำหรับกำหนดคุณสมบัติของตัวเหนี่ยวนำ 64

รูปที่ 5.5 กรอบข้อความสำหรับกำหนดคุณสมบัติของแหล่งกำเนิดแรงดันไฟตรง 65

รูปที่ 5.6 กรอบข้อความสำหรับกำหนดคุณสมบัติของไดโอด 65

รูปที่ 5.7 กรอบข้อความสำหรับกำหนดพารามิเตอร์ของการจำลองการทำงานแบบ DC 66

รูปที่ 5.8 กรอบข้อความสำหรับกำหนดพารามิเตอร์ของการจำลองการทำงานแบบ AC 66

รูปที่ 5.9 กรอบข้อความสำหรับกำหนดพารามิเตอร์ของการจำลองการทำงานแบบ Transient 67

รูปที่ 5.10 ผังวงจรไฟฟ้าที่วาดโดยผู้ใช้ 67

รูปที่ 5.11 ผลการจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าแบบ DC ของวงจรในรูปที่ 5.10 68

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

รูปที่ 5.12 ผลการจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าแบบ Transient ของวงจรในรูปที่ 5.10..... 68

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย