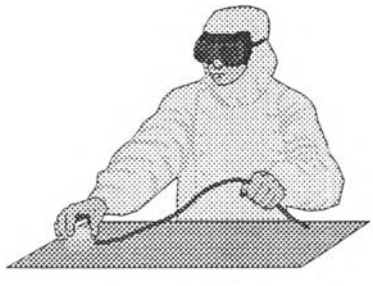
บทที่ 1

บทนำ

1.1 ประวัติความเป็นมาของ "เล็ก 6.0" และแนวเหตุผลของวิทยานิพนธ์

โปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ (Electronics Circuit Simulator) มีบทบาทที่สำคัญมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากสามารถให้ผู้ใช้หรือผู้ออกแบบวงจรสามารถตรวจสอบวงจรที่ตนออกแบบได้ก่อนการปฏิบัติจริงเพื่อตรวจสอบประสิทธิภาพของวงจร หรือใช้วัดค่าตัวแปรที่ยากต่อการวัดจริง โดยที่ผู้ใช้มีเพียงเครื่องคอมพิวเตอร์ และโปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ ก็สามารถจำลองการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ที่ต้องการศึกษาได้ด้วยตนเอง ซึ่งการจำลองการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์นั้นมีการพัฒนาทำการวิจัยต่อเนื่องกันมาเป็นเวลานาน ซึ่งพอจะแบ่งกลุ่มที่พัฒนาออกได้เป็น 2 กลุ่มคือ กลุ่มการจำลองเชิงตัวเลข (Numerical Simulation) และกลุ่มการจำลองเชิงสัญลักษณ์ (Symbolic Simulation)



(ก)

(ข)

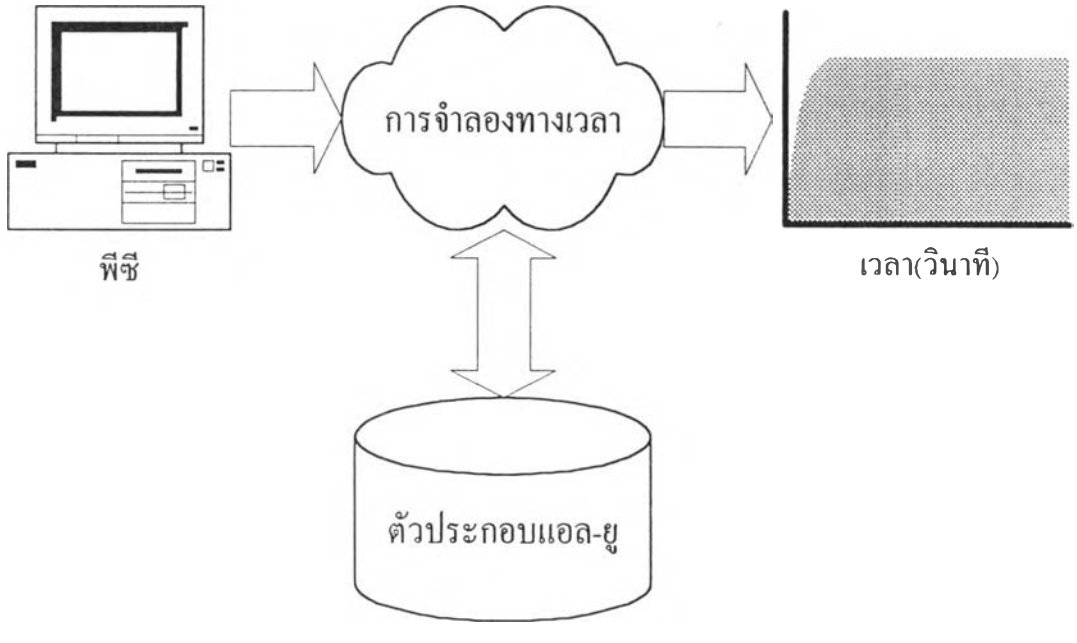
รูปที่ 1.1 ภาพเปรียบเทียบการศึกษาการทำงานของวงจรไฟฟ้า
(ก) การลงมือต่ออุปกรณ์จริง (ข) การใช้โปรแกรมจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้า

การจำลองวงจรเชิงสัญลักษณ์นั้นมีข้อดีคือสามารถบอกได้ถึงคุณสมบัติของวงจรโดยรวม เนื่องจากจะแสดงผลของการวิเคราะห์ติดอยู่ในรูปของสัญลักษณ์ ทำให้ผู้ใช้สามารถทำความเข้าใจถึงการทำงานของวงจรได้ดีกว่าการจำลองเชิงตัวเลข แต่จะมีข้อด้อยกว่าการจำลองเชิงตัวเลขคือต้องใช้เนื้อที่หน่วยความจำในการพัฒนามาก และไม่สามารถใช้วิเคราะห์วงจรประเภทไม่เชิงเส้นได้ ตัวอย่างของโปรแกรมที่ใช้การจำลองเชิงสัญลักษณ์นั้นได้แก่ ISAAC[1] และ SNAP[2][3] เป็นต้น ส่วนการจำลองวงจรเชิงตัวเลขนั้น ผู้ใช้จะต้องเป็นผู้กำหนดค่าพารามิเตอร์ทุกตัวในวงจร ซึ่งจะไม่สามารถติดค่าพารามิเตอร์ไว้เป็นตัวแปรได้ดังโปรแกรมจำลองเชิงสัญลักษณ์ แต่โปรแกรมจำลองเชิงตัวเลขนั้นจะมีข้อดีคือ ใช้เนื้อที่หน่วยความจำน้อยในการพัฒนา และสามารถใช้วิเคราะห์วงจรได้ทั้งที่เป็นเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้น อีกทั้งยังให้ผลของการจำลองใกล้เคียงกับการทำงานจริงมากจนเป็นที่ยอมรับกันทั่วไป ทำให้มีการพัฒนากันอย่างต่อเนื่องมาเป็นเวลานาน ตัวอย่างของโปรแกรมที่ใช้กับวิธีการจำลองเชิงตัวเลขนั้น ได้แก่ SPICE[4] เล็ก[5]-[7] เป็นต้น

"เล็ก 6.0" เป็นโปรแกรมจำลองเชิงตัวเลขตัวหนึ่งที่มีประสิทธิภาพมากสำหรับใช้ในการวิเคราะห์วงจรทางด้านอิเล็กทรอนิกส์ ถูกเขียนขึ้นโดย รศ.ดร.เอกชัย ลีลารัศมี หัวหน้าห้องปฏิบัติการวิจัยระบบเชิงเลข ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย เมื่อปี พ.ศ. 2534 ด้วยภาษาปาสคาล ซึ่งสามารถใช้วิเคราะห์การทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดต่างๆได้ดังต่อไปนี้ ความต้านทาน, ตัวเหนี่ยวนำ, ตัวเก็บประจุ, แหล่งกำเนิดกระแส, แหล่งกำเนิดแรงดัน, สวิตช์, ไดโอด, ทรานซิสเตอร์, ออปแอมป์ เป็นต้น และในส่วนของการคำนวณนั้นได้เลือกวิธีโมดิฟายด์โนดัล[8] (Modified Nodal) มาใช้ในการสร้างสมการเมตริกซ์ซึ่งเป็นวิธีที่ดัดแปลงมาจากวิธีสมการปม[9], ทำการแก้สมการเมตริกซ์ด้วยวิธีแยกตัวประกอบแอล-ยู (LU-factorization)[9], แก้สมการพีชคณิต (Algebraic Equations) แบบไม่เชิงเส้นด้วยวิธี Newton Raphson Iteration[9], และแก้สมการอนุพันธ์ (Differential Equation) ด้วยวิธี Backward Euler Integration[9]

เนื่องจากขั้นตอนวิธีคำนวณของโปรแกรมจำลองวงจรเชิงตัวเลขที่ใช้กันอย่างแพร่หลายนั้น จะเป็นแบบที่ใช้สำหรับการจำลองการทำงานวงจรไฟฟ้าแบบทั่วไป (General Purpose) ยังมีข้อด้อยในบางกรณีคือ อาจทำงานช้าในกรณีที่ต้องการจำลองวงจรเป็นเวลานานๆ ในปัจจุบันวงจรเชิงเส้นแบบท่อนซึ่งส่วนใหญ่เป็นวงจรทางด้านอิเล็กทรอนิกส์กำลังได้ถูกนำมาใช้มากขึ้นเรื่อยๆ และมักต้องทำการจำลองเป็นเวลานานๆ วงจรประเภทนี้มีลักษณะเฉพาะที่สามารถคิดหาวิธีเพิ่มความเร็วในการคำนวณได้อีก ซึ่งเป็นที่มาของวิทยานิพนธ์นี้ที่จะมุ่งพัฒนาความเร็วที่ใช้ในการคำนวณของขั้นตอนวิธีจำลองวงจรเชิงตัวเลข และเพื่อความสะดวกจะขอยกโปรแกรม "เล็ก6.0" เป็นตัวแทนของโปรแกรมจำลองวงจรเชิงตัวเลขทั้งหลาย เพื่อนำมาพัฒนาความเร็วที่ใช้ในการคำนวณ ให้ทำการวิเคราะห์วงจรได้อย่างรวดเร็ว

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าโปรแกรม “เล็ก 6.0” จะทำการสร้างสมการเมตริกซ์ด้วยวิธีโมดิฟายด์โนดัล และแก้สมการด้วยวิธีการแยกตัวประกอบแอล-ยู ซึ่งจะเหมือนกับโปรแกรมจำลองเชิงตัวเลขอื่นๆทั่วไป ซึ่งถ้าพิจารณาให้ดีจะพบว่าในบางกรณีแล้วสามารถลดเวลาที่ใช้ในการคำนวณแบบทั่วไปของโปรแกรม “เล็ก 6.0” ได้ในกรณีที่มีการแก้สมการวงจร Ax=b หลายครั้ง และเมตริกซ์ A มีค่าคงเดิมส่วนเวกเตอร์ b มีค่าเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งไม่มีความจำเป็นที่จะต้องสร้างสมการเมตริกซ์แล้วแยกตัวประกอบแอล-ยูใหม่ ดังนั้นวิทยานิพนธ์นี้จึงได้เสนอขั้นตอนวิธีใหม่ที่ได้เพิ่มความรู้จำให้กับโปรแกรม “เล็ก 6.0” ซึ่งจะทำให้โปรแกรม “เล็ก 6.0” มีความฉลาดขึ้นในการจำแนกเมตริกซ์ที่จะทำการแยกตัวประกอบแอล-ยูได้ว่าเคยแยกตัวประกอบแอล-ยูไปแล้วหรือยัง ถ้ายังไม่เคยก็จะทำการแยกตัวประกอบแอล-ยู แล้วทำการบันทึกเก็บไว้เพื่อนำกลับมาใช้ใหม่ แต่ถ้าเคยแยกตัวประกอบแอล-ยูแล้วก็จะนำเอาสิ่งที่เคยทำไปแล้วกลับมาใช้ใหม่ได้เลย หรือแม้กระทั่งในกรณีที่ต้องแยกตัวประกอบแอล-ยูใหม่ก็อาจไม่ต้องแยกตัวประกอบแอล-ยูใหม่ทั้งเมตริกซ์ เนื่องจากขั้นตอนวิธีในการแยกตัวประกอบแอล-ยูในเมตริกซ์หนึ่งๆ ก็สามารถคิดค้นหาวิธีเพิ่มความเร็วในการคำนวณได้อีก



รูปที่ 1.2 แผนภาพแสดงการทำงานของขั้นตอนวิธีที่สามารถนำตัวประกอบแอล-ยูกลับมาใช้ใหม่

ดังนั้นวิทยานิพนธ์เรื่องนี้จึงมุ่งเน้นที่จะลดเวลาในการทำการจำลองทางเวลาของโปรแกรม “เล็ก 6.0” ดังที่จะนำเสนอต่อไปในเนื้อหาของวิทยานิพนธ์

1.2 วัตถุประสงค์

1. เพื่อพัฒนาขั้นตอนวิธีเฉพาะทางสำหรับวงจรเชิงเส้นแบบท่อนที่สามารถจำลองการทำงานทางเวลาได้เร็วกว่าขั้นตอนวิธีแบบเดิมของ "เล็ก 6.0" ที่ใช้กับวงจรทั่วไป
2. เพื่อดัดแปลงโปรแกรม "เล็ก 6.0" ให้สามารถใช้ขั้นตอนวิธีเฉพาะทางนี้ในการวิเคราะห์วงจรเชิงเส้นแบบท่อนได้

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

1. สามารถลดเวลาในการแยกตัวประกอบแอล-ยูในกรณีของวงจรเชิงเส้นแบบท่อน โดยการนำค่าตัวประกอบแอล-ยูกลับมาใช้ใหม่
2. สามารถลดเวลาในการแยกตัวประกอบแอล-ยูนอกเหนือจากการลดเวลาในข้อที่ 1 โดยการแยกตัวประกอบแอล-ยูแบบบางส่วน
3. สามารถลดเวลาในการคำนวณจากส่วนอื่นๆ นอกเหนือจากในส่วนของการแยกตัวประกอบแอล-ยู เช่น รูทีนในการสร้างสมการเมตริกซ์
4. สามารถดัดแปลงโปรแกรม "เล็ก 6.0" ให้สามารถใช้ขั้นตอนวิธีใหม่นี้ในการวิเคราะห์วงจรเชิงเส้นแบบท่อนได้
5. สามารถปรับปรุงโปรแกรม "เล็ก 6.0" ให้ใช้หน่วยความจำยืดขยายในการเก็บค่าผลเฉลยได้

1.4 ขั้นตอนการดำเนินงาน

1. ศึกษาการใช้งานโปรแกรม Borland's Turbo Profiler 3.0 ซึ่งเป็นโปรแกรมที่ใช้ร่วมในการพัฒนาและปรับปรุงประสิทธิภาพของโปรแกรม โดยจะนำมาใช้จับเวลาที่ใช้ไปในแต่ละรูทีนของ "เล็ก 6.0"
2. ศึกษาขั้นตอนวิธีที่ใช้ในการคำนวณของ "เล็ก 6.0" โดยมุ่งความสนใจไปยังการทำการจำลองทางเวลา (Time Simulation)
3. ศึกษาและพัฒนาขั้นตอนวิธีที่สามารถนำเอาตัวประกอบแอล-ยูกลับมาใช้ใหม่ได้
4. ทดลองนำขั้นตอนวิธีในข้อที่ 3 มาแทนลงไปในโปรแกรมเดิม เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพ ซึ่งจะใช้เกณฑ์การพิจารณาจากเวลาที่ใช้ในการทำการจำลองทางเวลา

5. ทดลองใช้งานหาข้อผิดพลาด แล้วปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น
6. ปรับปรุงให้ "เล็ก 6.0" สามารถใช้หน่วยความจำยืดขยายในการเก็บค่าผลเฉลยได้
7. ศึกษาและพัฒนาขั้นตอนวิธีที่ใช้เร่งความเร็วในการแยกตัวประกอบแอล-ยู
8. ทดลองนำขั้นตอนวิธีในข้อที่ 6 มาแทนลงไปในโปรแกรมเดิม เพื่อทำการทดสอบประสิทธิภาพ และทดลองใช้งานหาข้อผิดพลาด แล้วปรับปรุงให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น ซึ่งจะใช้เกณฑ์การพิจารณาจากเวลา และปริมาณหน่วยความจำที่ใช้
9. เขียนวิทยานิพนธ์และรายงานสรุปผล

1.5 <u>ประโยชน์ที่ได้รับจากการทำวิจัย</u>

1. ได้เรียนรู้ถึงขั้นตอนวิธีและหลักการการทำงานของโปรแกรมจำลองการทำงานทางอิเล็กทรอนิกส์ "เล็ก6.0"
2. ได้โปรแกรมจำลองการทำงานของวงจรอิเล็กทรอนิกส์ตัวใหม่ที่สามารถทำการจำลองทางเวลาในกรณีของวงจรเชิงเส้นแบบท่อนได้อย่างรวดเร็ว
3. ได้ความรู้ในด้าน Procedural Programming, Data Structure, Numerical Methods

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย