

การใช้ประโยชน์เครื่องเลียนแบบเครื่องปฏิกรณ์

ในวิศวกรรมนิวเคลียร์

นายวิทยา ตระกูลวานนท์



004716

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

แผนกวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี

บัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. ๒๕๒๑

UTILIZATION OF REACTOR SIMULATOR  
IN NUCLEAR ENGINEERING

Mr. Withaya Trunavongsanont

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

1978

หัวข้อวิทยานิพนธ์

การใช้ประโยชน์เครื่องเลียนแบบเครื่องปฏิกรณ์

ในวิศวกรรมนิวเคลียร์

โดย

นายวิทยา ตระกูลวงษา

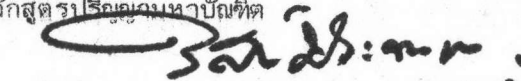
แผนกวิชา

นิวเคลียร์เทคโนโลยี

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ วิชาห์ มังคละวิรัช

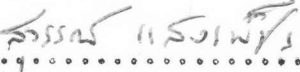
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่ง  
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(ศาสตราจารย์ ดร. วิศิษฐ์ ประจวบเหมาะ)


คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

.....ประธานกรรมการ

(ศาสตราจารย์ สุวรรณ แสงเพชร)

.....กรรมการ

(อาจารย์ วิชาห์ มังคละวิรัช)

.....กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ชัชชัย สุมิตร)

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การใช้ประโยชน์เครื่องเลียนแบบเครื่องปฏิกรณ์ในวิศวกรรมนิวเคลียร์
ชื่อนิสิต	นายวิทยา ตระณาวงษานนท์
อาจารย์ที่ปรึกษา	อาจารย์ วิรุพท์ มังคละวิรัช
แผนกวิชา	นิวเคลียร์เทคโนโลยี
ปีการศึกษา	๒๕๒๐



บทคัดย่อ

ในการนำเครื่องยูนิเวอร์ซัลรีแอกเตอร์ซิมูเลเตอร์ (Universal Reactor Simulator) มาใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อการศึกษาของแผนกวิชานิวเคลียร์เทคโนโลยี แบ่งออกได้เป็น ๒ ตอน ในตอนแรกเป็นการกล่าวถึงความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการทำงานแบบเชิงเส้นของแอนะล็อกคอมพิวเตอร์ (analog computer) ในหัวข้อนี้ได้กล่าวถึงรายละเอียดเกี่ยวกับส่วนประกอบและหน้าที่ของส่วนประกอบของแอนะล็อกคอมพิวเตอร์ที่ทำงานแบบเชิงเส้น นอกจากนี้ยังได้กล่าวถึงการทำให้ไทม์สเกล (time scaling) และแอมพลิจูดสเกล (amplitude scaling) ซึ่งมีความสำคัญมากสำหรับแอนะล็อกคอมพิวเตอร์ ตอนที่สองเป็นการทดลองทางนิวเคลียร์ต่าง ๆ ซึ่งสามารถใช้แอนะล็อกคอมพิวเตอร์แก้ปัญหาได้เช่น ซีนอนพอยชันนิง ซามาเรียมพอยชันนิง การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี การก่อกัมมันต์ การแอดเทนนูเอตของรังสีแกมมา และ สมการคิเนติกของเครื่องปฏิกรณ์



Thesis Title      Utilization of Reactor Simulator in Nuclear  
Engineering  
Name                Mr. Withaya Trunavongsanont  
Thesis Advisor    Mr. Virul Mangclaviraj  
Department        Nuclear Technology  
Academic Year     1977

#### ABSTRACT

The study of utilization of Universal Reactor Simulator in Nuclear Technology are divided into two parts. The first part deal with the description of the background of linear operation of analog computer. It describes the principle of linear computing circuits, time and amplitude scaling. The second part gives the experiment for nuclear science problems which can be solved by analog computer e.g. Xenon poisoning, Samarium poisoning, radioactive decays, activation, gamma attenuation and reactor kinetic equations.

กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอขอบพระคุณอย่างสูงต่ออาจารย์วิรุฬห์ มังคละวิรัช และ คุณศิริชัย เขียนมีสุข ผู้ซึ่งได้ให้คำแนะนำและข้อปรึกษาที่เป็นประโยชน์ตลอดจนการแนะแนวทางต่าง ๆ อันเป็นผลให้วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ผู้เขียนขอขอบคุณผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.จรรยา บุญยวบ ผู้ซึ่งอำนวยความสะดวกในด้าน เครื่องมือและสถานที่ทดลองของแผนกไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

นอกจากนี้ผู้เขียนขอขอบคุณต่อเจ้าหน้าที่กองอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ สำนักงานพลังงานปรมาณูเพื่อสันติ ที่ได้มีส่วนช่วยเหลือในการทำวิทยานิพนธ์นี้ ได้สำเร็จตามวัตถุประสงค์

วิทยา ตระกูลวงษานนท์



สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย	ข
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ง
รายการตารางประกอบ	ช
รายการรูปประกอบ	ซ
บทที่	
๑. บทนำ	๑
๒. ความรู้ทั่วไปเกี่ยวกับการใช้แอนาล็อกคอมพิวเตอร์	๒
๒.๑ วงจรการคำนวณแบบเชิงเส้น	๓
๒.๒ การแก้ปัญหาคอมพิวเตอร์เฟอ เรนเชียลแบบเชิงเส้นที่มี สัมประสิทธิ์คงที่	๑๒
๒.๓ สัญลักษณ์ต่าง ๆ ที่ใช้ในแอนาล็อกคอมพิวเตอร์	๑๔
๒.๔ การทำไทม์สเกลและการทำแอมพลิจูดสเกล	๑๘
๒.๕ การทำฟังก์ชันเวลาและการทำแอมพลิจูดสเกล	๓๓
๒.๖ การประมาณค่าสูงสุด	
๒.๗ การรวมไทม์สเกลและแอมพลิจูดสเกลเข้าด้วยกัน	๖๑
๓. การทดลอง	
๓.๑ พิสูจน์โปรแกรมคอมพิวเตอร์	๖๔
๓.๒ การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี	๘๘
๓.๓ การก่อกัมมันต์	
๓.๔ การแอด เทนนูเอตของรังสีแกมมา	๑๐๗
๓.๕ สมการดิเนติก	๑๑๒





๔. สรุปและข้อเสนอแนะ	๑๔๕
เอกสารอ้างอิง	๑๔๗
ภาคผนวก	๑๔๙
ประวัติ	๑๕๕



## รายการตารางประกอบ

ตารางที่	หน้า
๑. การประมาณค่าสูงสุดของสมการดิฟเฟอเรนเชียลอันดับสองที่มี สภาวะเริ่มต้นแบบต่าง ๆ	๕๓
๒. ค่าโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองขึ้นอนพอยชันนิ่งขณะ เดินเครื่องปฏิกรณ์	๗๒
๓. ค่าโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองขึ้นอนพอยชันนิ่ง ภายหลังการดับเครื่องปฏิกรณ์	๘๐
๔. ค่าโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองขามาเริ่มพอยชันนิ่ง ขณะเดินเครื่องปฏิกรณ์	๘๒
๕. ค่าโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองขามาเริ่มพอยชันนิ่ง ภายหลังการดับเครื่องปฏิกรณ์	๘๓
๖. ค่าโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองการสลายตัวของ สารกัมมันตรังสี	๑๐๒
๗. ค่าโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองการก่อกัมมันต์	๑๐๗
๘. ค่าโพเทนชิโอมิเตอร์ที่ใช้ในการทดลองการแอดเทกนุเอต ของรังสีแกมมา	๑๑๑

## รายการรูปประกอบ

รูปที่	หน้า
๑. แอมพลิไฟเออร์ที่มีการขยายสูง	๔
๒. วงจรการเปลี่ยนสเกล	๔
๓. วงจรการบวก	๔
๔. วงจรการลบ	๗
๕. อินทิเกรเตอร์	๗
๖. อินทิเกรเตอร์รวม	๑๐
๗. ดิฟเฟอเรนเชียลเตอร์	๑๐
๘. โพลีโนเมียลอินทิเกรเตอร์	๑๑
๙. รูปแบบคอมพิวเตอรืในการแก้สมการดิฟเฟอเรนเชียล	๑๔
๑๐. สัญลักษณ์การบวก	๑๖
๑๑. สัญลักษณ์อินทิเกรเตอร์	๑๖
๑๒. สัญลักษณ์อินทิเกรเตอร์รวม	๑๖
๑๓. รูปแบบคอมพิวเตอรืในการแก้สมการดิฟเฟอเรนเชียล	๑๗
$\ddot{Y} + 5.4 \dot{Y} + 0.58 Y = c(t)$	๑๗
๑๔. การแสดงแกนของเวลาหลังจากการทำโหม้สเกล	๒๑
๑๕. ระบบการแกว่งของมวลสปริง	๒๔
๑๖. รูปแบบคอมพิวเตอรืที่ทำแอมพลิจูดสเกลโดยใช้สเกลแพคเตอร์ที่มีมิติ	๒๔
๑๗. รูปแบบคอมพิวเตอรืที่ทำแอมพลิจูดสเกลโดยวิธีการทำตัวแปรให้เป็นรูปแบบทั่วไป	๓๑
๑๘. รูปแบบคอมพิวเตอรืของ $Y(t) = 25 \sin (2t + \pi/3)$	๓๔
๑๙. รูปแบบคอมพิวเตอรืของ $Y(t) = 25 \sin (2t + \pi/3)$ ที่ทำให้อยู่ในรูปแบบทั่วไปแล้ว	๓๔



รูปที่	หน้า
๒๐. กราฟของ $Y(t) = 25 \sin(2t + \pi/3)$	๓๙
๒๑. รูปแบบคอมพิวเตอรืของ $Y(t) = 5(1 - e^{-.5t} \cos 2t)$	๔๒
๒๒. รูปแบบคอมพิวเตอรืของ $g(t) = 0.5t^2$	๔๕
๒๓. รูปแบบคอมพิวเตอรืของ $f(t) = 0.5t^2 + 10e^{-2t}$	๔๕
๒๔. ลูกตุ้มนาฬิกาแบบง่าย	๔๘
๒๕. รูปแบบคอมพิวเตอรืของการเคลื่อนที่ของลูกตุ้ม	๔๘
๒๖. รูปแบบคอมพิวเตอรืของสมการ $\ddot{X} + .05\dot{X} + 5X = 0$	๕๕
๒๗. รูปของฟังก์ชัน $Y(t) = 50 \sin(20t + \pi/3)$	๖๓
๒๘. รูปแบบคอมพิวเตอรืของซินอนพอยซันนิงระหว่างการเดินเครื่องปฏิกรณ์	๖๙
๒๙. รูปแบบคอมพิวเตอรืของซินอนพอยซันนิงภายหลังการดับเครื่องปฏิกรณ์	๗๙
๓๐. ซินอนพอยซันนิงระหว่างการเดินเครื่องปฏิกรณ์	๘๑
๓๑. ซินอนพอยซันนิงภายหลังการดับเครื่องปฏิกรณ์	๘๒
๓๒. ซินอนพอยซันนิงภายหลังการดับเครื่องปฏิกรณ์ $\phi = 2.5 \times 10^{13}$	๘๓
๓๓. ซินอนพอยซันนิงภายหลังการดับเครื่องปฏิกรณ์ $\phi = 1 \times 10^{14}$	๘๔
๓๔. รูปแบบคอมพิวเตอรืของซามาเรียมพอยซันนิงระหว่างการเดินเครื่องปฏิกรณ์	๘๙
๓๕. รูปแบบคอมพิวเตอรืของซามาเรียมพอยซันนิงภายหลังการดับเครื่องปฏิกรณ์	๙๔
๓๖. ซามาเรียมพอยซันนิงระหว่างการเดินเครื่องปฏิกรณ์	๙๕



## รูปที่

รูป  
หน้า

๓๗.	ขามา เรียมพอยชันนิ่งภายหลังการดับ เครื่องปฏิกรณ์	๔๖
๓๘.	รูปแบบคอมพิวเตอร์ของการสลายตัวของสารกัมมันตรังสี	๑๐๐
๓๘.	การสลายตัวของสารกัมมันตรังสี	๑๐๑
๔๐.	รูปแบบคอมพิวเตอร์ของการก่อกัมมันต์	๑๐๕
๔๑.	การก่อกัมมันต์	๑๐๖
๔๒.	รูปแบบคอมพิวเตอร์ของการแอด เทนยูเอตรังสีแกมมา	๑๐๘
๔๓.	การแอด เทนยูเอตรังสีแกมมา	๑๑๐
๔๔.	เครื่องยูนิเวอซลรีแอกเตอร์ซีมูลเลเตอร์	๑๑๗
๔๔.	แผงควบคุม	๑๑๘
๔๖.	กัลวานอิมิตเตอร์	๑๒๐
๔๗.	โพเทนซีโอมิเตอร์	๑๒๒
๔๘.	อินเวตเตอร์	๑๒๓
๔๘.	อินทิเกรเตอร์	๑๒๔
๔๐.	ออลซิลเลเตอร์	๑๒๖
๔๑.	เพอเทอ เบซันยูนิตและซอสยูนิต	๑๒๗
๔๒.	คิเนติกซีมูลเลเตอร์	๑๓๐
๔๓.	เครื่องบันทึกอิเล็กทรอนิกส์	๑๓๓
๔๔.	ระดับกำลังที่รีแอกทิวิตีต่าง ๆ	๑๓๔
๔๕.	ระดับกำลังเมื่อ เปลี่ยนรีแอกทิวิตีที่ละน้อย	๑๓๖
๔๖.	ระดับกำลังที่รีแอกทิวิตีต่าง ๆ	๑๓๗
๔๗.	การเพิ่มรีแอกทิวิตีขึ้นอย่างรวดเร็ว	๑๓๘
๔๘.	การลดรีแอกทิวิตีลงอย่างรวดเร็ว	๑๓๘
๔๘.	ระดับของดีเลย์นิวตรอน	๑๔๐
๖๐.	ลักษณะของการเพอเทอ เบซัน	๑๔๒