

การพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนโดยการสร้างโปรแกรมแมทแล็บ
จำลองด้านวิศวกรรมการ
DEVELOPMENT AND RECONSTRUCTION OF A TEACHING PROGRAM AND
MEASURING ITS EFFICIENCY OF COURSE ON CONTROL SYSTEM ENGINEERING
USING MATLAB SIMULATION/ SIMULINK

พจน์ ชัยอ้าย

ภาควิชาไฟฟ้าและอุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี

Poth Chaiai

Department of Electrical and Industrial, Faculty of Industrial Technology,
Uttaradit Rajabhat University

(Received: January 9, 2023; Revised: April 15, 2023; Accepted: April 20, 2023)

*ผู้ประสานงาน : พจน์ ชัยอ้าย อีเมล : Poth_P@hotmail.com

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์ เพื่อการพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนโดยการสร้างโปรแกรมแมทแล็บจำลองโมเดลด้านวิศวกรรมการควบคุม ของนักศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้า ระดับปริญญาตรี วิธีการดำเนินวิจัย สร้างชุดการสอนเพื่อหาประสิทธิภาพชุดโดยโปรแกรมแมทแล็บจำลองด้านวิศวกรรมการควบคุม ใช้ทดลองกับนักศึกษาสาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า ปีการศึกษา 2563 จำนวน 20 คน ทำการวิเคราะห์หาประสิทธิภาพโดยใช้สถิติค่าความเชื่อมั่นของแบบทดสอบ การคำนวณหาประสิทธิภาพของชุดการสอน

ผลการวิจัยครั้งนี้พบว่า ชุดการสอนโดยการสร้างโปรแกรมแมทแล็บจำลองด้านวิศวกรรมการควบคุม ที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพเท่ากับ 90.50/ 82.50 แสดงว่าประสิทธิภาพชุดการสอน มีค่าร้อยละ 80 ตามมาตรฐาน

คำสำคัญ: แมทแล็บจำลอง, ซิมูลิงค์, วิศวกรรมการควบคุม

ABSTRACT

The objectives of the current research were to develop a teaching program with Matlab, Modern Control System Engineering Simulation, and to measure the

program's impact. The sample group was 20 Electrical Technology students in the 2019 academic year at Uttaradit Rajabhat University. The data were analyzed by using the test analysis statistics and calculation of efficiency.

The findings of this study showed that the efficiency of the program was 90.50/ 82.50 The efficiency of the teaching program was 80 % as defined in the research hypothesis.

Keywords: MATLAB simulation, Simulink, Control engineering

1. บทนำ

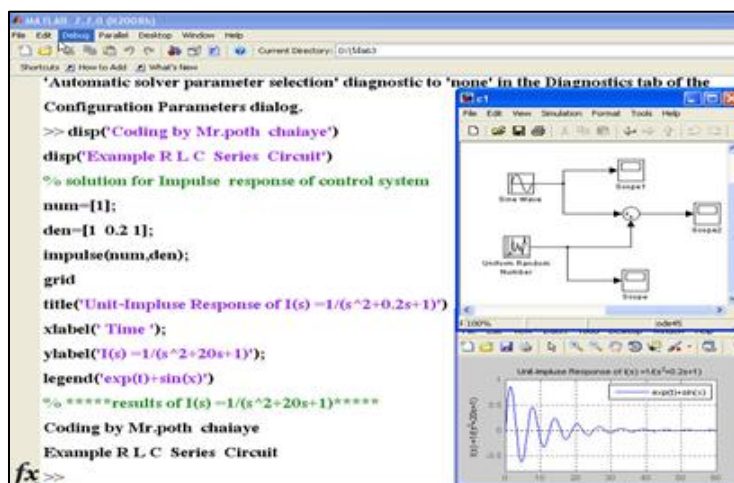
การศึกษาเทคโนโลยีไฟฟ้าในยุค 4.0 การฝึกทักษะให้เหมาะสมกับระดับความรู้ความสามารถของผู้เรียนแบ่งเป็นประเด็นหลักๆ [2] 1. ระบบจัดการเรียนการสอนที่ตอบโจทย์การเรียนรู้การหาผลลัพธ์ทางเทคโนโลยีวิศวกรรมในยุคระบบการศึกษาสมัยใหม่ (Innovative Education System) 2. สื่อดิจิทัลเสมือนจริงอุปกรณ์การวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ด้านการจำลองทางวิศวกรรม ที่ตอบโจทย์ได้การศึกษาทางวิศวกรรมอย่างมีประสิทธิภาพ 3. การเปลี่ยนแปลงการวิธีการศึกษาวิธีใหม่ๆ เป็นการเรียนรู้เชิงพัฒนาต่อยอดเชิงประยุกต์ (Innovative) ร่วมกับการศึกษาระบบเทคโนโลยีที่ใช้งาน 4. สร้างโอกาสและเครือข่าย (Eco System) การร่วมมือทางการศึกษาทางวิชาชีพทางด้านเทคโนโลยีบริษัทผู้ผลิต ด้านการศึกษาเทคโนโลยี วิเคราะห์ระบบไฟฟ้าสู่ระบบ Computing ปัญหาการเรียนการสอนสมัยใหม่ เพิ่มทักษะของผู้เรียน ในระบบอุตสาหกรรม 4.0 มี การศึกษาการจัดการการควบคุมในทศวรรษที่ 21 (Twenty first century development) การควบคุมระบบไฟฟ้าอัจฉริยะ (Smart Grid) ให้มีการพัฒนาและพัฒนาต่อยอดเชื่อมโยงองค์ประกอบหลายๆด้านของเทคโนโลยีการศึกษาสมัยใหม่ (Smart Technology Education) หลายส่วนเข้าด้วยกัน การออกแบบวิเคราะห์โดยการจำลอง (Simulation) โมเดลคณิตศาสตร์วิศวกรรมไฟฟ้า ด้วยคอมพิวเตอร์ด้านวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า เพื่อช่วยแก้ไขปัญหาการเรียนการสอนทางเทคโนโลยีสมัยใหม่ให้สอดคล้อง ผู้วิจัยจึงพัฒนาหาประสิทธิภาพชุดการสอนการโดยโปรแกรมทางวิศวกรรมแมทแล็บการจำลองการวิเคราะห์ระบบควบคุม

2. การจำลองการสร้างโปรแกรมแมทแล็บจำลองด้านวิศวกรรมการควบคุม

ห้องจำลองการทดสอบระบบไฟฟ้ากำลังอัจฉริยะในอนาคต ประกอบด้วย ห้องเครื่องมืออุปกรณ์ และระบบจำลองระบบไฟฟ้ากำลังขนาดใหญ่ เช่นส่วนสวิตช์เกียร์ (Switch Gear) เซอร์คิต

เบรกเกอร์ (Circuit Breaker) อุปกรณ์ป้องกัน (Protection) หม้อแปลงระบบไฟฟ้ากำลัง (Power Transformer) ส่วนระบบอัตโนมัติ (PLC, DSC) ส่วนซอฟต์แวร์คอมพิวเตอร์ (SCAD, Network Management, DMS) สามารถจำลอง (Interact) ส่วนที่สำคัญระบบไฟฟ้ากำลัง (Current, Voltage, Power) สามารถออกแบบและจำลองเข้าสู่ระบบ และแสดงผลพร้อมเชื่อมโยงแสดงผลพร้อมเข้ากับการ์กับอุปกรณ์อื่น ๆ ได้อย่างรวดเร็ว ถูกต้องและสามารถอภิปรายผลในปัจจุบันและอนาคต ระบบไฟฟ้านั้นได้อย่างมีประสิทธิภาพ โดยการวิจัยเสนอ จากวิธีการคำนวณสู่การจำลอง เริ่มจากการเตรียมข้อมูลของระบบนั้น ๆ (Provides) การแสดงเหตุการณ์ (Situation) สรุปอภิปรายผล เพื่อพัฒนาและหาประสิทธิภาพชุดการสอนโดยการสร้างโปรแกรมแม่แบบจำลองด้านวิศวกรรมการควบคุม

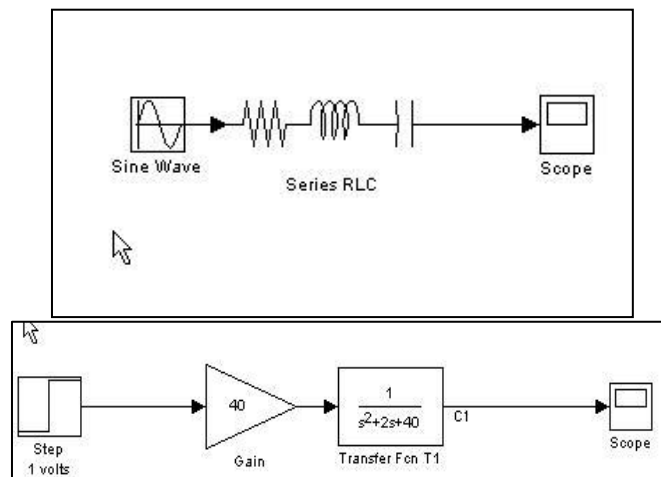
โปรแกรมแมทแล็บ (MATLAB) [4], [6] เป็นโปรแกรมสำหรับการศึกษาทางด้านระบบวิศวกรรมเพื่อการหาผลลัพธ์ทาง การจำลอง (Simulation) ในหน้าต่าง (Simulink) ซึ่งจะมีส่วนประกอบ ทางด้านการจำลองควบคุมวิศวกรรมไฟฟ้า (Control System Simulation) เพื่อวิเคราะห์หาผลตอบสนองของระบบวิศวกรรมนั้น ๆ ผู้ใช้สามารถออกแบบการจำลอง การเปลี่ยนแปลงข้อมูล การวิเคราะห์แสดงจลภาพการวัดทางวิศวกรรม ซึ่งสามารถแสดงได้ทั้ง 2 มิติ และ 3 มิติและการวิเคราะห์เชิงตัวเลข ทำให้การวิเคราะห์ผลลัพธ์ของระบบวิศวกรรมนั้น ๆ มีความถูกต้อง มีประสิทธิภาพ เสนอทฤษฎีในการวิเคราะห์ระบบที่ใช้การจำลองระบบไฟฟ้าด้วยการควบคุมสมัยใหม่ (Modern Control System) ในรูปที่ 1



รูปที่ 1 วิธีการออกแบบการระบบจำลองควบคุม

ขั้นตอนการแก้ปัญหาทางจรไฟฟ้าด้วยวิธี สมการอนุพันธ์กำหนดค่าเริ่มต้น

ในการศึกษาการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าการจำลองโมเดลทางวิศวกรรมเพื่อวิเคราะห์ระบบควบคุมสมัยใหม่ [5] โดยการแก้ปัญหาด้วยทฤษฎีต่างๆ เช่นการวิเคราะห์เชิงตัวเลขทางด้านการวิเคราะห์ในรูปแบบจำนวนเชิงซ้อน การแก้ปัญหาด้วยวิธีการแก้สมการเชิงอนุพันธ์อันดับกำหนดค่าเริ่มต้น การแก้ปัญหาด้วยวิธีลาปลาซทรานส์ฟอร์ม การเขียนสคริปต์ให้กับระบบ ซึ่งในบทความเสนอการแก้ปัญหาด้วยวิธีการใช้ เครื่องมือในการจำลอง (Simulation) ในระบบการแก้สมการไม่เชิงเส้น (Nonlinear) แสดงผลออกมาเพื่อทำการวิเคราะห์ระบบนั้น ๆ ซึ่งมีลำดับขั้นตอนการแสดงผลการวิเคราะห์



รูปที่ 2 ระบบของการวิเคราะห์ (Electrical Model)

จากรูปที่ 2. ระบบของการวิเคราะห์วงจรไฟฟ้าทางกล (Mechanical Model)

$$y''+ay'+by = r(t) \quad (1)$$

โดยที่ $y(0) = k(0), y'(0) = k1$

ขั้นตอน. 1 $y = \mathcal{L}(y), R = \mathcal{L}(r)$

เขียนสมการให้อยู่ในรูปแบบการทรานส์ฟอร์มลาปลาซโดเมนความถี่

$$[s^2y - sy(0) - y'(0)] + a[sy - y(0)] + by = R(s)$$

$$(s^2as + b)y = (s - a)y(0) + y'(0) + r(s) \quad (2)$$

ขั้นตอน 2 เขียนให้อยู่ในรูปสมการ $Q=Y/R$

$$Q(s) = \frac{1}{s^2 + as + b} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} Y(s) &= [(s+a)y(o) + y'(o)] \\ Q(s) + R(s) \cdot Q(s) \end{aligned} \quad (4)$$

กำหนดค่าเริ่มต้น $y(0) = y'(0) = 0$, ทาการหาค่า $y = RQ$

ขั้นตอน 3 หาผลลัพธ์ $y(t) = \mathcal{L}^{-1}(Y)$ ทำการทรานส์ฟอร์มลาปาซผลกลับในรูปแบบเวลา
การจำลองโดยการสร้างแต่ละบล็อก จากหน้าต่าง Simulink ใน Tool Power System blockset
เลือก Powerlib11 Powerlib11 / Elementary, Electrical ดังรูปที่ 3

2. การพัฒนาผลสัมฤทธิ์ทางการเรียน ชุดการสอนทางวิศวกรรมไฟฟ้า

ความหมายของการพัฒนาชุดการสอน

ชุดการสอน หมายถึง การขยายความคิด พัฒนาการเรียนการสอน การบูรณาการความคิด
วิทยาการคำนวณ ในระบบการศึกษา การสร้างกิจกรรมการเรียนการสอน การบูรณาการวิทยาการ
คำนวณ โดยเน้นการสร้างกิจกรรมที่ Active, Constructive, International, Authentic,
Cooperative, ให้เข้าสู่การเปลี่ยนแปลงพัฒนาการสอนแบบ Instruction เป็น Designed Thinking
ช่วยพัฒนาให้มีความสำคัญ [3]

ชุดการสอน หมายถึง . การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนวิชาวงจรไฟฟ้ากระแสตรง
หลักสูตรประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง ชุดของสื่อประสม (Multi - Media) ที่สอดคล้องกับเนื้อหาวิชา
และประสบการณ์ในการเรียนของแต่ละหน่วย โดยการนำวิธีการจัดระบบมาใช้ ทั้งนี้เพื่อช่วยในการ
เปลี่ยนพฤติกรรมการเรียนรู้ของผู้เรียน ให้บรรลุผลตามจุดมุ่งหมายที่วางไว้ และช่วยให้การสอนของ
ครูดำเนินไปโดยสะดวกและมีประสิทธิภาพ [1]

3. การสร้างโมเดลจำลองการวิเคราะห์โดยใช้โปรแกรมแมทแล็บ

3.1 การทดสอบ

ระบบไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ โปรแกรมแมทแล็บที่สร้างขึ้นเพื่อให้ได้มาตรฐาน โดยแสดงการจำลองป้อนสัญญาณ (Electrical Signal) แสดงผลลัพธ์ทางด้านเอาต์พุต วงจรไฟฟ้า RC, RL RLC กำหนดให้ $L=20$ mH ต่อกับแรงดัน 115 V. หาค่ากระแสไฟฟ้า ผ่านการทรานส์ฟอร์มวงจรไฟฟ้า และโมเดลควบคุม

วิธีทำ

1. จากกฎแรงดันของเคอร์เชอฟ (KVL) เขียนสมการแรงดันได้

$$Ri - \frac{1}{C} \int_0^t i dt - E_0 = 0$$

2. แทนค่า $R=1540 \Omega$, $C=125 \mu F$, $E=115$ V ในสมการ(1) KVL

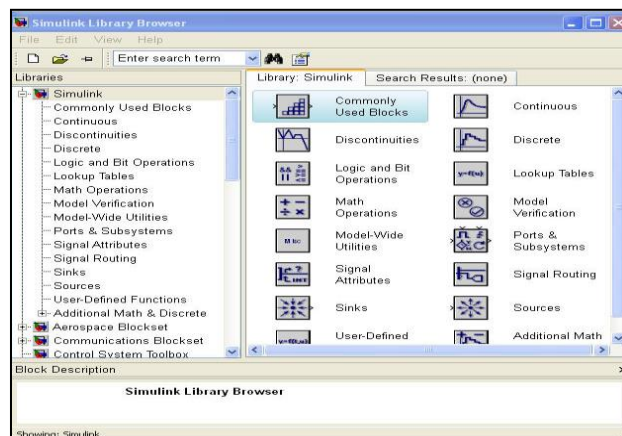
$$1450i + \frac{1}{125 \times 10^{-6}} \int_0^t i dt = 115$$

3. ทำการแปลงลาปาสแต่ละเทอมในรูปแบบอินทิกรัล ($I(s)$) รูปแบบความถี่ $i(t)$ ได้

$$\mathcal{L}[i] = \frac{115}{(1540s + 8000)}, i = 0.0747e^{-5.19t}$$

ขั้นตอนการสร้างโมเดลการจำลองในโปรแกรมแมทแล็บ

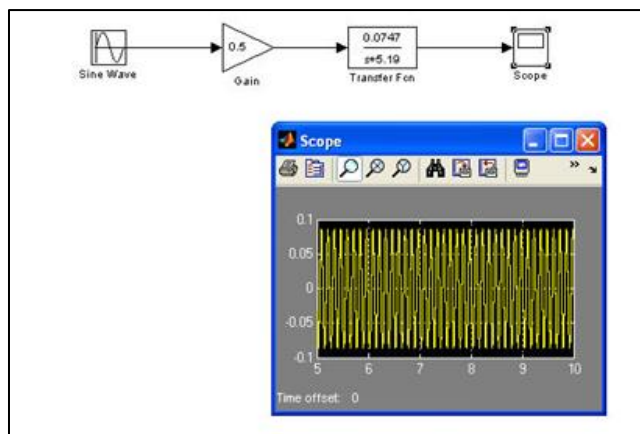
1. เปิดโปรแกรม MATLAB > Simulink Library Brower > New Model



รูปที่ 3 หน้าต่าง Simulink Library Brower

การจำลองโมเดลทางไฟฟ้า เลือ ก New Model (Simulink Power System Blockset Simulation)

3.โมเดลทางระบบควบคุม (Simulink ,Control System Simulation)



รูปที่ 4 สัญลักษณ์การวิเคราะห์กระแสวงจร RC

4. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพ

1. การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการเรียนการสอน
2. ผลของค่าประสิทธิภาพของชุดการเรียนโปรแกรม
3. การวิเคราะห์ผลสัมฤทธิ์ทางการเรียนจากการทำใบทดสอบของแต่ละหัวข้อเรื่อง

การวิเคราะห์หาประสิทธิภาพชุดการเรียนการสอนโดยการสร้างโปรแกรมแม่แบบจำลองด้านวิศวกรรม การควบคุมอัตโนมัติสมัยใหม่นำไปใช้กับกลุ่มตัวอย่าง 20 คน ผลการวิจัยปรากฏดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 คะแนนประสิทธิภาพชุดการเรียน

รายการ	N	(ΣX)	$\bar{x}$	ร้อยละ
คะแนนจากการทำใบทดสอบ	20	903	42.25	90.50
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ	20	825	41.25	82.50

ตารางที่ 2 ผลของค่าประสิทธิภาพของชุดการสอน

ค่าประสิทธิภาพ	ร้อยละ
คะแนนจากการทำใบทดสอบ	90.50
คะแนนจากการทำแบบทดสอบ	82.50

5. อภิปรายผล

ตั้งสมมุติฐานว่าชุดการสอนที่สร้างขึ้นมามีประสิทธิภาพตามเกณฑ์กำหนด 80/80 ผู้วิจัยได้นำชุดการสอนที่สร้างขึ้นไปใช้กับกลุ่มตัวอย่างซึ่งเป็นนักศึกษา สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า ของมหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรดิตถ์ใน ปีการศึกษา 2562 จำนวน 20 คน ปรากฏดังนี้

1. เปรียบเทียบกับการสอนโดยไม่ได้ใช้สื่อการสอนการใช้โปรแกรมแมทแล็บ วิเคราะห์วงจรไฟฟ้า 3 ในระบบควบคุมมีความเห็นโดยรวมเป็นรายบุคคลอยู่ในระดับมากที่สุด
2. เปรียบเทียบชุดการสอนที่สร้างขึ้นมีประสิทธิภาพ 90.50/82.50 ซึ่งเป็นไปตามเกณฑ์ที่กำหนด

เอกสารอ้างอิง

- [1] มนต์รี. (2536). การสร้างและหาประสิทธิภาพชุดการสอนการแปลงแรงดันไฟฟ้า กระแสสลับเป็นแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงปรับค่าได้. วิทยานิพนธ์ครุศาสตร์อุตสาหกรรม มหาวิทยาลัย สาขาวิชาไฟฟ้า ภาควิชาครุศาสตร์ไฟฟ้า. สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ.
- [2] ล้วน สารยศ และ อังคณา สารยศ. (2536). หลักการวิจัยทางการศึกษา. กรุงเทพมหานคร. สำนักพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมวิชาการ.
- [3] ยืน ภู่วรรณ. (2562). การพัฒนาเทคโนโลยีมีเดีย. กรุงเทพฯ: ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ และ คอมพิวเตอร์.
- [4] Moore, H. (2015). **Matlab6 for Engineers**. Singapore: Mc Graw-Hill.
- [5] Irwin, D.J. and Nelms, R.M. (2002). **Basic Engineering Circuit Analysis**. New York: John Wiley & Son.
- [6] Ogata, K. (2018). **Matlab for Control Engineers**. Singapore: Pearson Addison Wesley.