

การจัดการพลังงานสำหรับสถานีไฟฟ้าย่อยของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย บนพื้นฐานของโครงข่ายประสาทเทียม

Energy System Management for Substation of Electricity Generating Authority of Thailand base on Artificial Neural Network

ศิริพงษ์ ลือชัย กวิน สอนิเพิ่มพูน*

ภาควิชาวิศวกรรมอุตสาหการ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยนเรศวร

99 หมู่ 9 ถนนสีหราชเดโชชัย อำเภอเมือง จังหวัดพิษณุโลก 65000

Siraphong Luechai, Kawin Sonthipermpon*

Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Naresuan University,

99 Moo9, Siharajdachochai Road, Moug, Phitsanulok 65000

*Corresponding author Email: Sonkawin@nu.ac.th

(Received: February 24, 2020; Accepted: July 8, 2020)

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอการแก้ปัญหาความไม่สม่ำเสมอของแรงดันไฟฟ้าในสถานีไฟฟ้าโดยใช้วิธีการเทคนิคโครงข่ายประสาทเทียม มีวัตถุประสงค์เพื่อให้ค่าระดับแรงดันไฟฟ้ามีความเสถียรเพิ่มมากขึ้น โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ อนึ่งหลังจากได้แบบจำลองแล้วเปรียบเทียบผลการศึกษาค้นคว้า พบว่าค่าทางไฟฟ้าที่ได้จากวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมกับค่าทางไฟฟ้าเดิมนั้น มีส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงจาก 2.4503 เหลือ 0.7559 หรือลดลง 69.15 % และความแปรปรวนลดลงจาก 6.0041 เหลือ 0.5714 หรือลดลง 90.48 % ดังนั้นวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมจึงมีประสิทธิภาพสามารถทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้ามีความเสถียรเพิ่มมากขึ้น

คำสำคัญ: การหาค่าที่เหมาะสม ปัญญาประดิษฐ์ โครงข่ายประสาทเทียม ตัวปรับแรงดันหม้อแปลงไฟฟ้า

ABSTRACT

The Irregular and unstable Electrical Power Problems solving of Power Station with Artificial Neural Network Technique aims make the voltage value to stable and to create the mathematics model. From the comparison result found that the obtainable electrical value of the artificial neural network method with the initial electrical value. The standard deviation has decreased from 2.4503 to 0.7559 , representing 69.15% and the variance has decreased from 6.0041 to 0.5714 , representing 90.48%. Therefore, the artificial neural network method has increased voltage stability.

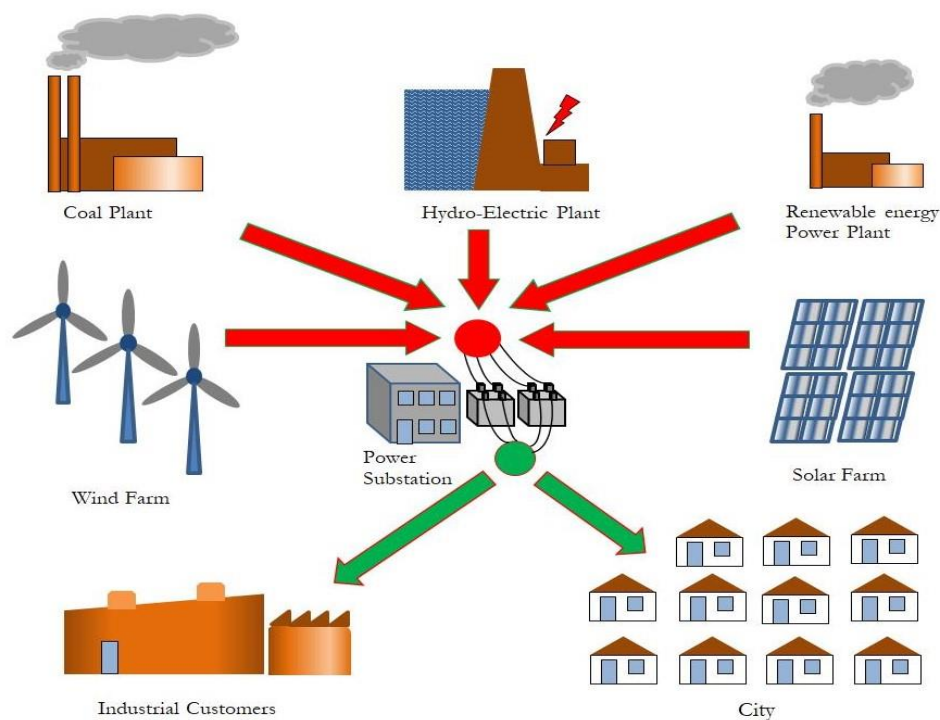
Keyword: Optimization, Artificial intelligence, Artificial neural network, Tap changer

1. บทนำ

เนื่องจากสถานีไฟฟ้าย่อย (Power Sub Station) ได้ประสบปัญหาแรงดันไฟฟ้าขาเข้าที่ผลิตจากแหล่งธรรมชาติมีความไม่มีความสม่ำเสมอ [1] ซึ่งมาจากหลายสาเหตุ ดังเช่น ในกรณีศึกษาสถานีไฟฟ้าย่อยจังหวัดพิษณุโลก โดยหม้อแปลงไฟฟ้ารับแรงดันไฟฟ้าขาเข้า 230 kVA จ่ายออก 115 kVA แต่มีแหล่งส่งกำลังไฟฟ้าหลายแหล่ง ไม่ว่าจะเป็น จากสายส่งหลักจากเหมืองแม่เมาะ จากโซลาร์ฟาร์ม (Solar Farm) จากโซลาร์บนหลังคา (Solar Roof Top) ซึ่งมีความไม่แน่นอนของแสงแดดในแต่ละวัน พลังงานลม (Wind Farm) จากกังหันลมซึ่งมีความไม่เท่ากันในแต่ละวัน การผลิตกระแสไฟฟ้าจากโรงไฟฟ้าที่ใช้ก๊าซชีวภาพ (Biomass) การผลิตไฟฟ้าโดยเครื่องจักรไอน้ำที่ใช้ถ่านหิน น้ำมัน ก๊าซธรรมชาติโดยเอเจนและแหล่งอื่น ๆ โดยแสดงดังรูปที่ 1 กราฟแรงดันไฟฟ้า ซึ่งการที่แรงดันไฟฟ้าได้รับมาจากหลายแหล่งมาสู่สถานีไฟฟ้าย่อยนี้มีค่าที่สูงต่ำมากมาย การปรับค่าแรงดันไฟฟ้าภายในสถานีไฟฟ้านั้นเจ้าหน้าที่จะทำการปรับค่าด้วยมือตามความชำนาญของแต่ละคน ที่ถึงแม้จะ

ได้รับการฝึกฝนมาใกล้เคียงกันแต่ก็จะไม่คงที่ ซึ่งการปรับค่าที่ไม่คงที่ดังกล่าวนี้เอง ทำให้เกิดความเสียหายต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าที่เชื่อมต่อกับระบบได้ และอาจเกิดปัญหาอื่นตามมาอีก อย่างไรก็ตามในการปรับค่าจะกำหนดให้ค่าแรงดันขาเข้าและขาออกไม่ใหเกินค่าที่กำหนดคือ -3% ถึง $+7\%$ [2] เพื่อให้เครื่องมือทางไฟฟ้าทำงานได้ตามปกติ ในการปรับค่านั้นจะมีการตรวจสอบและบันทึกค่าทุก 15 นาที เมื่อรวมทั้ง 365 วันทำให้มีค่าที่ทำการบันทึกไว้ใน 1 ปีทั้งหมดประมาณ 35,040 ชุดข้อมูล ซึ่งเป็นข้อมูลจำนวนมากและยากแก่การนำมาวิเคราะห์ประสิทธิภาพของการจ่ายไฟฟ้าของสถานีไฟฟ้า

วิธีการโครงข่ายประสาทเทียมถูกนำมาใช้อย่างแพร่หลาย มีการนำมาใช้กับ ค่า PID ในการปรับค่าเครื่องปรับอากาศ [3] การสร้างแอปพลิเคชันเพื่อการทำงานแบบอัตโนมัติของ PID กับวิธีการโครงข่ายประสาทเทียม [4] การออกแบบตัวควบคุม PID ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับระบบเครื่องปรับแรงดันไฟฟ้าอัตโนมัติในโปรแกรม Matlab [5] และการออกแบบระบบควบคุม PID ร่วมกับโครงข่ายประสาทเทียมแก้ปัญหาแบบไม่เชิงเส้น



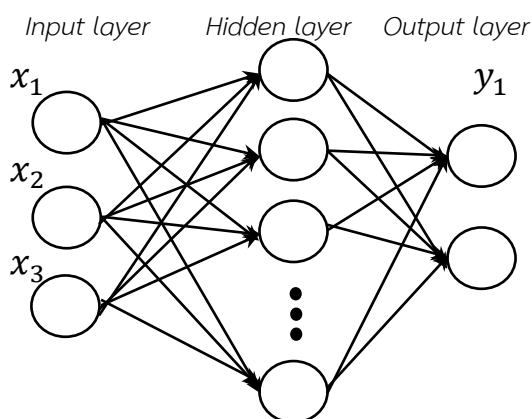
รูปที่ 1 ภาพแสดงผังของแหล่งจ่ายไฟฟ้าหลายแหล่ง

ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อจำลองการคิดของสมองในการหาค่าที่เหมาะสมในการปรับแรงดันไฟฟ้าซึ่งจะทำให้ค่าระดับแรงดันไฟฟ้ามีความสม่ำเสมอ โดยการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยใช้เทคนิคโครงข่ายประสาทเทียมเพื่อให้การปรับค่าแรงดันไฟฟ้าให้มีความเสถียรมากขึ้น

2. ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network : ANN)

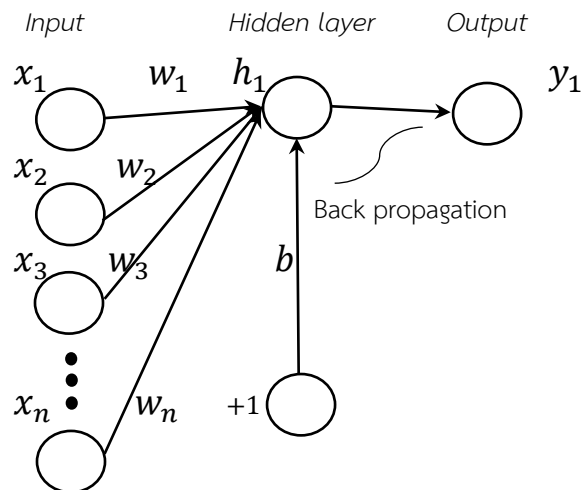
โครงข่ายประสาทเทียมเป็นการทำให้กระบวนการหาค่าที่เหมาะสม (Optimization) ประเภทการเรียนรู้โดยมีผู้สอน (Supervised learning) โดยการให้คอมพิวเตอร์จำค่าที่ได้จากการปรับทั้งหมด ซึ่งวิธีการโครงข่ายประสาทเทียมนี้จะมี การแบ่งส่วนที่ต้องคำนวณออกเป็น 3 ส่วนคือ Input layer, Hidden layer, Output layer [6] [7] ดังรูปที่ 2 โดยส่วน Input layer จะใส่ข้อมูลดิบลงไป แล้วนำมาประมวลผลที่ Hidden layer และวิเคราะห์ค่าที่ Output layer โดยที่เส้นลูกศรคือค่าน้ำหนัก (w : weight) ซึ่งในการหาโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมนั้นต้องทำการหาค่าน้ำหนักจนกว่าจะได้ค่าน้ำหนัก (w : weight) ที่เหมาะสม



รูปที่ 2 โครงสร้างโครงข่ายประสาทเทียม

โดยแต่ละส่วนนั้นจะมีโหนด (Node) อยู่จำนวนหนึ่ง โดยการป้อนค่าเริ่มต้น (x : Input) โดยแต่ละโหนดนั้นจะมีการกำหนดน้ำหนัก (w : weight) ที่

เหมาะสมเพื่อให้ค่าผลลัพธ์ (y : output) ซึ่งในกระบวนการทั้งหมดก็จะมีการทวนสอบ (Back propagation) เพื่อปรับให้ค่าน้ำหนักที่ออกมาเข้าใกล้ถูกต้องให้มากที่สุด [8] ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 การทำงานของโครงข่ายประสาทเทียม

โดยในส่วนของการข้อมูล Input จะนำมาจากข้อมูลค่า ระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ PID ซึ่งจะกล่าวถึงในหัวข้อ 2.2

2.2 ระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ (PID Controller)

วิธีการปรับค่าใดก็ได้ก็ตามให้เข้าสู่ค่าที่เราตั้ง (Set point) ด้วยความรวดเร็วและนุ่มนวลมากที่สุด เนื่องจากการปรับกระแสไฟฟ้าและแรงดันนั้นต้องหลีกเลี่ยงไฟกระชากให้ได้มากที่สุด โดย PID (Proportional-Integral-Derivative Controller) คือวิธีคำนวณ ขึ้นอยู่กับสามตัวแปรคือค่าสัดส่วน ปริพันธ์ และ อนุพันธ์ โดยการปรับค่าคงที่ใน PID ตัวควบคุมสามารถปรับรูปแบบการควบคุมให้เหมาะสมกับที่กระบวนการต้องการได้ การตอบสนองของตัวควบคุมจะอยู่ในรูปของการไหวตัวของตัวควบคุมจนถึงค่าความผิดพลาด ค่าโอเวอร์ชูต (Overshoots) และ ค่าแกว่งของระบบ (Oscillation)

โดยการควบคุมแบบ PID ใช้สมการที่ 1 [1]

ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 เดือน พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2563

$$u(t) = P_{out}(t) + I_{out}(t) + D_{out}(t) \quad (1)$$

เมื่อ $P_{out}(t)$, $I_{out}(t)$, $D_{out}(t)$ เป็นผลของสัญญาณขาออกจากระบบควบคุม PID โดยเทอมค่าสัดส่วน ปริพันธ์ และอนุพันธ์ จะเป็นไปตามสมการ (2) (3) (4)

$$P_{out} = K_p e(t) \quad (2)$$

$$I_{out} = K_i \int_0^t e(\tau) d\tau \quad (3)$$

$$D_{out} = K_d \frac{d}{dt} e(t) \quad (4)$$

เมื่อ

$u(t)$: ผลรวมของสัญญาณขาออก

P_{out} : สัญญาณขาออกของเทอมสัดส่วน

I_{out} : สัญญาณขาออกของเทอมปริพันธ์

D_{out} : สัญญาณขาออกของเทอมอนุพันธ์

K_p : อัตราขยายสัดส่วน, ตัวแปรปรับค่าได้

K_i : อัตราขยายปริพันธ์ ตัวแปรปรับค่าได้

K_d : อัตราขยายอนุพันธ์ ตัวแปรปรับค่าได้

τ : ตัวปริพันธ์หุน

e : ค่าความผิดพลาด คือ $SP - PV$

t : เวลา

มีการเปรียบเทียบการเลือกจำนวน Hidden layer โดยใช้สูตรค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) ตามสมการ (5)

$$MSE = \frac{(a_1 - b_1)^2 + \dots + (a_n - b_n)^2}{n} \quad (5)$$

โดยที่

MSE: คือค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง

ตัวแปร $a_1 \dots a_n$: คือค่าข้อมูลที่แท้จริง

ตัวแปร $b_1 \dots b_n$: คือผลลัพธ์ที่ได้จากการพยากรณ์

ตัวแปร $c_1 \dots c_n$: คือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

หลังจากได้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมแล้วจะเปรียบเทียบความเสถียรของแรงดันไฟฟ้าโดยใช้ สูตรการหาส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของข้อมูล ตามสมการ (6)

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu)^2}{n}} \quad (6)$$

โดยที่

σ : คือส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน

$x_1, x_2, x_3, \dots, x_n$: เป็นข้อมูลทั้งหมด

จำนวน n หน่วย

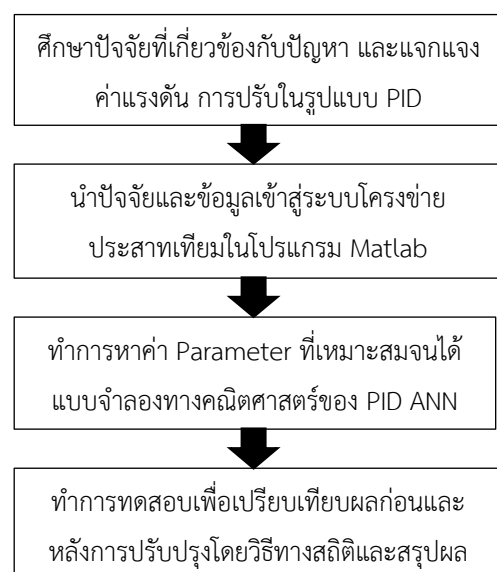
μ : แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตของข้อมูลแรงดันไฟฟ้า

n : คือจำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.3 การใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ Matlab ซึ่งเป็นปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) โดยจะประยุกต์นำเอาวิธีการและเทคนิคในข้อ 2.1 และ ข้อ 2.2 มาใช้ในการหาค่าที่เหมาะสมโดยนำค่าทางไฟฟ้าของระบบควบคุมแบบสัดส่วน-ปริพันธ์-อนุพันธ์ PID Controller มาเข้าประมวลผลด้วยเทคนิควิธีโครงข่ายประสาทเทียม [9] โดยใช้โปรแกรม Matlab [10] [11] เพราะเจ้าหน้าที่เป็นมนุษย์อาจมีความผิดพลาด (Human Error) จากการทำงานซ้ำเดิม จากความเมื่อยล้าในการทำงานหรือจากสาเหตุต่าง ๆ การปรับค่าแรงดันไฟฟ้าเหล่านี้จึงควรต้องใช้ปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence) ให้คอมพิวเตอร์ปรับค่าแทนทำให้มีความเสถียรของระบบที่มากกว่าการทำงานของมนุษย์

3. วิธีการดำเนินการวิจัย

การใช้วิธีการทำให้ค่าที่ปรับมีความเสถียรสม่ำเสมอมากขึ้นมี 4 ขั้นตอน ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 วิธีการดำเนินการวิจัย

ขั้นตอนที่ 1 วิเคราะห์จากข้อมูลค่าแรงดันไฟฟ้าโดยมีแรงดันขาเข้าคือ 230 kVA และขาออกคือ 115 kVA ที่ได้ปี พ.ศ.2561 ทุก 15 นาทีตลอดทั้งปี เป็นจำนวน 35,040 ชุด รวมถึงการศึกษาข้อจำกัดต่าง ๆ ทั้งทางไฟฟ้าด้านทางปลายทาง ความปลอดภัย และทางกฎหมาย

ขั้นตอนที่ 2 นำข้อมูลมาเข้ารูปแบบฟังก์ชัน PID Controller จะได้ค่าความคลาดเคลื่อน (Error) ของ PID แล้วนำค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้ที่เหมาะสมปรับเข้ากับระบบโครงข่ายประสาทดเทียม โดยใช้ชุดคำสั่งสำเร็จรูป (Toolbox) โครงข่ายประสาทดเทียม และมีการเขียนฟังก์ชันเพิ่มเติมเข้าไปเพื่อให้ได้รูปแบบที่เหมาะสม โดยโครงข่ายประสาทดเทียมให้ค่า Input ($X_1, X_2, X_3, \dots, X_n$) คือแรงดันไฟฟ้าขาเข้า (230 kVA) การปรับตัวด้านทาน (TAP Changer) ความคลาดเคลื่อนขาเข้า (E_p, E_i, E_d) ค่าคงที่ (K_p, K_i, K_d) และกำหนดค่า Output คือแรงดันไฟฟ้าขาออก (115 kVA) ความคลาดเคลื่อนขาออก (E_p, E_i, E_d) ค่าคงที่ (K_p, K_i, K_d) [12] [13]

ขั้นตอนที่ 3 ทำการทดสอบหาค่า parameter ที่เหมาะสม หา Hidden layer โดยในส่วนของ Hidden layer นั้นต้องการหาเพื่อหาจำนวนที่เหมาะสมโดยใช้ MSE เทียบกับเวลาที่ใช้ในการคำนวณด้วย โดยใช้โปรแกรม Matlab โดยใช้คอมพิวเตอร์ Laptop ยี่ห้อ ACER รุ่น Aspire VX 15, CPU 7th Generation Intel Core i7-7700HQ up to 3.8GHz 6MB cache, NVIDIA GeForce GTX 1050 4GB GDDR5, 8 GB RAM DDR4, 128GB SSD, 1TB HDD ซึ่งมีสมรรถนะใกล้เคียงกับเครื่องคอมพิวเตอร์ของสถานีไฟฟ้าในการวิเคราะห์ ซึ่งจะ Input ($V_{A_{input}}, K_p, K_i, K_d, E_p, E_i, E_d$) และ Output ($KVA_{Output}, K_p, K_i, K_d, E_p, E_i, E_d, \text{Tap Changer Number}$) ในการสุ่มหาจำนวนของ hidden layer จะใช้องค์ประกอบอยู่ 2 ส่วนคือเวลาที่ใช้ในการคำนวณ และเปอร์เซ็นต์ความแม่นยำ

ขั้นตอนที่ 4 ได้แบบจำลองโครงข่ายประสาทดเทียมที่ต้องการ นำไปเขียนเป็นฟังก์ชัน เพื่อนำไปใช้ในการพยากรณ์และปรับค่าแรงดันไฟฟ้า รวมทั้ง เปรียบเทียบ

ผลก่อนและหลังการปรับปรุงโดยใช้วิธีทางสถิติและสรุปผลต่อไป

ทั้งนี้ในกระบวนการดำเนินการวิจัยทั้งหมดนั้นต้องคำนึงถึงความปลอดภัย ความแปรปรวนของผู้ผลิต ความต้องการไฟฟ้าของผู้ซื้อ กฎหมายทางไฟฟ้าและวิธีการปฏิบัติงานจริงของเจ้าหน้าที่สถานที่ไฟฟ้าเป็นหลัก

4. ผลการทดลอง

การทดสอบโดยการแบ่งข้อมูลแรงดันไฟฟ้า 115 kVA จำนวน 35,040 ชุด (364 วัน $\times$ 24 ชั่วโมง $\times$ 4 ค่า) ออกเป็นสัดส่วน Train Ratio, Validation Ratio, Test Ratio เป็น 70, 15, 15 ตามลำดับ

4.1 หาจำนวน Hidden layer

โดยแบ่ง hidden layer เพื่อทดสอบเป็น 5, 10, 50, 100, 200 และเปรียบเทียบโดยใช้สูตรค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสอง (Mean Square Error: MSE) [14] โดยผลที่ได้เป็นดังตารางที่ 1

ตารางที่ 1 การหาจำนวน Hidden Layer

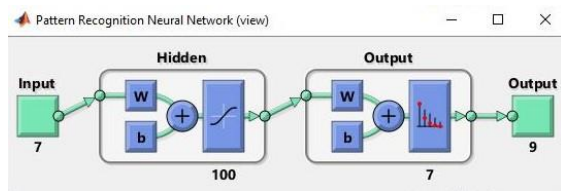
จำนวน HIDDEN LAYER	เวลาที่ใช้	MSE
5	1.21 นาที	36.57
10	1.81 นาที	28.42
50	2.47 นาที	17.26
<u>100</u>	<u>4.78 นาที</u>	<u>3.24</u>
200	10.68 นาที	3.10

พิจารณาแล้ว Hidden layer ที่เหมาะสมคือ 100 นำมาใช้ในการคำนวณต่อไป เพราะค่า MSE มีค่า 3.24 มีความแม่นยำสูง Hidden layer มากกว่านี้ค่า MSE ก็ไม่เปลี่ยนแปลงจากเดิมมาก และเกินไปจะเกิดความจำป็นและใช้เวลาในการคำนวณมากขึ้น

4.2 ผลจากโปรแกรม Matlab

ข้อมูลประกอบการอ้างอิงผลจากการใช้ Input layer จำนวน 7 โหนด Hidden layer จำนวน 100 โหนด และ Output layer จำนวน 9 โหนด ดังรูปที่ 5

ปีที่ 15 ฉบับที่ 2 เดือน พฤษภาคม – สิงหาคม พ.ศ. 2563



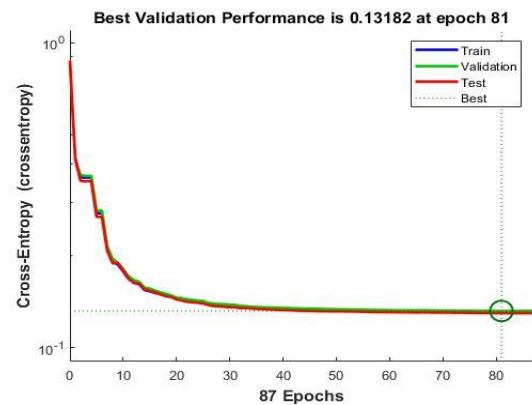
รูปที่ 5 แสดงการเลือก Hidden Layer จำนวน 100

จากนั้นใช้การกำหนดค่าโหนดโครงข่ายประสาทเทียม ในรูปที่ 5 เพื่อ Run หาแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งจะสุ่มหาตัวเลขค่าน้ำหนักของแต่ละโหนดซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่าแบบจำลองดังกล่าวจะมีความแม่นยำเป็นที่น่าพอใจ โดยการวิเคราะห์ความแม่นยำใช้ Confusion Matrix เพื่อหาอัตราส่วนระหว่างค่าพยากรณ์กับผลลัพธ์ โดยค่าพยากรณ์มีความตรงกันและเกาะกลุ่มใกล้เคียงกับผลลัพธ์ที่ได้แสดงดังรูปที่ 6

Confusion Matrix										
Output Class	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
	0	0	0	0	38	84	14	3	0	0.0%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	100%
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NaN%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	NaN%
	0	0	93	72	30	4	0	0	0	46.7%
	0.0%	0.0%	0.3%	0.2%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	53.3%
	0	0	495	3308	2134	988	96	0	0	47.1%
	0.0%	0.0%	1.4%	9.6%	6.2%	2.9%	0.3%	0.0%	0.0%	52.9%
	0	0	46	3916	10568	5313	1544	65	1	49.3%
	0.0%	0.0%	0.1%	11.3%	30.6%	15.4%	4.5%	0.2%	0.0%	50.7%
	0	0	0	73	1384	2858	1148	187	13	50.5%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.2%	4.0%	8.3%	3.3%	0.5%	0.0%	49.5%
	0	0	0	0	3	3	4	2	0	33.3%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	66.7%
	0	0	0	0	0	2	3	8	4	47.1%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	52.9%
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	NaN%
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	NaN%
	NaN%	NaN%	14.7%	44.9%	74.6%	30.9%	0.1%	3.0%	0.0%	48.8%
	NaN%	NaN%	85.3%	55.1%	25.4%	69.1%	99.9%	97.0%	100%	51.2%
Target Class										

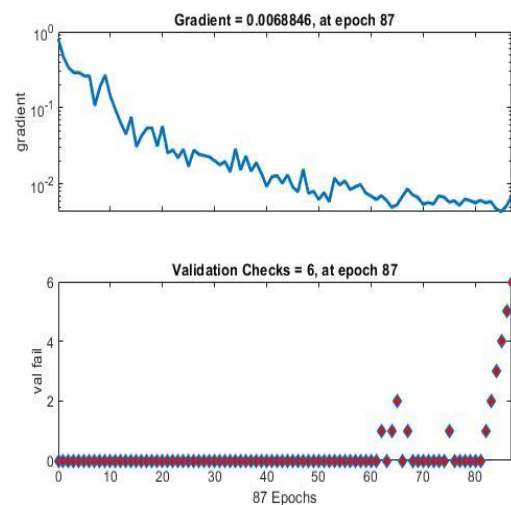
รูปที่ 6 แสดง Confusion Matrix (Total)

การสุ่มโดยแบ่งข้อมูลออกเป็น 3 กลุ่มคือ Train, Validation, Test และสุ่มค่าน้ำหนักไปเรื่อย ๆ โดยทำซ้ำจนกว่าจะได้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม โดยการตรวจสอบค่าตัวแปรในแบบจำลองจนได้ Best Validation Performance เท่ากับ 0.13182 ที่การสุ่มครั้งที่ 81 ดังรูปที่ 7



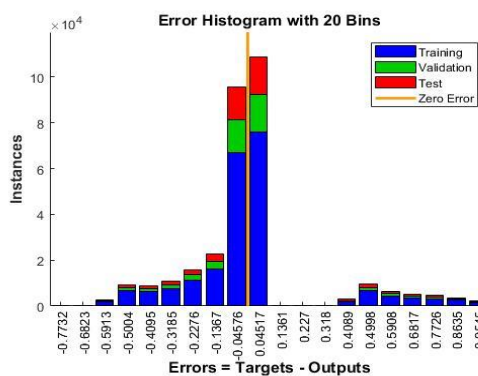
รูปที่ 7 แสดง Best Validation Performance

หลังจากได้แบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียม แล้วจะทำ Validation Check อีก 6 ครั้งหาค่าพยากรณ์กับผลลัพธ์โดยรวมตรงกัน 6 ครั้งถือว่าแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมนี้เชื่อถือได้ โดยรวมจำนวนการสุ่มทั้งหมดตั้งแต่เริ่มคือ 87 ครั้ง ดังรูปที่ 8



รูปที่ 8 แสดง Training State

จากการสุ่มข้อมูลที่แบ่งออกเป็น 3 ส่วน คือ Test จำนวนร้อยละ 15 , Validation จำนวนร้อยละ 15 และ Train จำนวนร้อยละ 70 จะทำการตรวจสอบค่าความผิดพลาด Error โดยแสดงเป็นแผนภูมิแท่ง โดยค่าที่ได้ส่วนใหญ่ เข้าใกล้ค่า 0 คือค่าที่ค่ามีความผิดพลาดน้อย น่าเชื่อถือ ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 แสดง Error Histogram

แบบรายวัน แสดงดังรูปที่ 10 และกราฟแสดงผลแบบรายปีแสดงดังรูปที่ 11

โดยที่

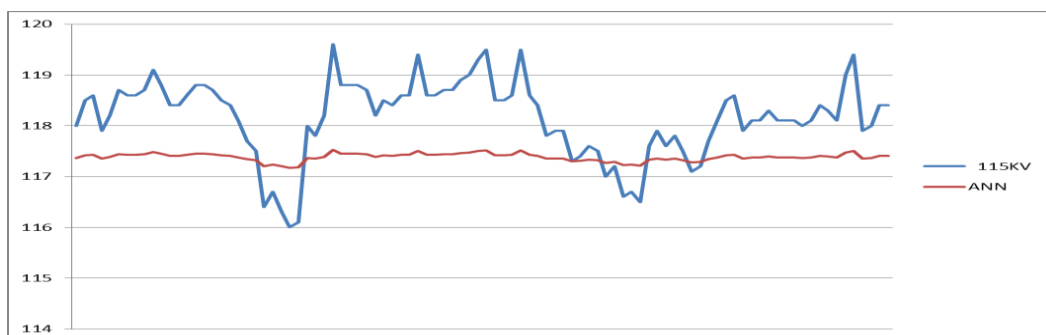
115KV MAIN BUS#1: คือค่าแรงดันไฟฟ้าจริง(เดิม)

ANN: คือค่าแรงดันไฟฟ้าที่ปรับตามกระบวนการ

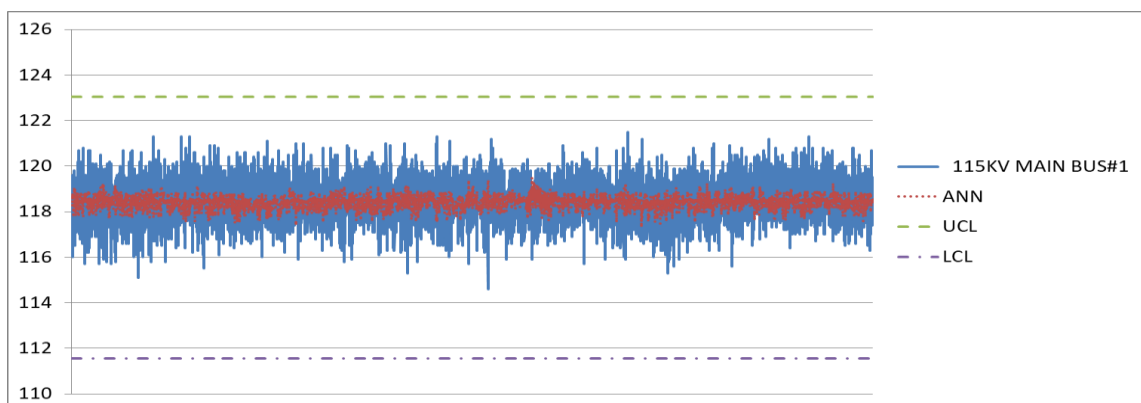
โครงข่ายประสาทเทียม Artificial Neural Network

UCL: เขตควบคุมบน Upper Control Limit

LCL: เขตควบคุมล่าง Lower Control Limit



รูปที่ 10 ค่าเดิมที่ปรับด้วยมือคน (น้ำเงิน) และค่าที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียม (แดง) ใน 1 วัน



รูปที่ 11 ค่าเดิมที่ปรับด้วยมือคน(เส้นทึบสีน้ำเงิน) และค่าที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียม (เส้นจุดสีแดง) ใน 1 ปี

หลังจากที่ได้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของโครงข่ายประสาทเทียมแล้ว เมื่อนำค่าแรงดันไฟฟ้าเดิมมาเทียบกับค่าที่ได้จากแบบจำลอง จะเห็นได้ว่ากราฟมีความเรียบและเสถียรมากขึ้น โดยผลส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงจาก 2.4503 เหลือ 0.7559 และ ความแปรปรวนลดลงจาก 6.0041 เหลือ 0.5714 โดยได้กราฟแสดงผล

5. สรุป

จากค่าที่ได้จากกระบวนการที่ใช้วิธีโครงข่ายประสาทเทียมเปรียบเทียบกับค่าทางไฟฟ้าแรกเริ่ม จะเห็นได้ว่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานลดลงจาก 2.4503 เหลือ 0.7559 คิดเป็นลดลง 69.15 % และ ความแปรปรวนลดลงจาก 6.0041 เหลือ 0.5714 คิดเป็นลดลง 90.48 % แสดงว่าวิธีการปรับโดยใช้พื้นฐานโครงข่ายประสาทเทียมสามารถทำให้ค่าแรงดันไฟฟ้ามีความเสถียรเพิ่มมากขึ้น

6. ข้อเสนอแนะและงานที่จะทำต่อไป

จากงานวิจัยจะเห็นได้ว่า สามารถทำให้แรงดันไฟฟ้ามีความเสถียรขึ้น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตที่สามารถที่จะนำงานวิจัยนี้ไปขยายผลสู่สถานอื่นต่อไปได้

นอกจากนี้งานที่ควรจะทำต่อไปคือการนำแบบจำลองโครงข่ายประสาทเทียมที่ได้นี้ ไปพัฒนาเป็นแอปพลิเคชันหรือปรับปรุงเป็นระบบอัตโนมัติต่อไปเพื่อให้สถานีไฟฟ้าอยู่ใช้งานง่ายขึ้น

7. กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณผู้บริหารและบุคลากรในสถานีไฟฟ้าพิษณุโลก2 การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอนุเคราะห์ข้อมูลในการทำวิจัยเป็นอย่างดีและรองศาสตราจารย์ ดร.กวิน สนธิเพิ่มพูนอาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำปรึกษาตลอดการทำวิจัยจนงานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

8. เอกสารอ้างอิง

- [1] Mercier, Cherkaoui, & Oudalov, "Optimizing a battery energy storage system for frequency control application in an isolated power system.", *IEEE transactions on Power Systems*, 24 (3), pp. 1469-1477, 2009
- [2] Handbook for Power System Control Center, Electricity Generating Authority of Thailand in Northern Region, 2017, pp. 71
- [3] M. Malekabadi, M. Haghparast and F. Nasiri, "Air Condition's PID Controller Fine-Tuning Using Artificial Neural Networks and Genetic Algorithms", *Molecular Diversity Preservation International (MDPI)*, 2018
- [4] D. Sui and Z. Jiao, "Application of Neural Network in Optimization of PID Controller", *Metallurgical and Mining Industry (MMI)*, No. 7, 2015
- [5] R. Rattanawaorahirunkul, J. Seekuka, S. Supannarach and P. Kutchomsri, "Optimal PID Controller design for Automatic Voltage Regulator Systems", *Journal of Information Science and Technology* 4 (1), pp. 21-26, 2013
- [6] D. Jetpipattanapong and R. Tanapattanadol, "A Comparative Impact Study of the Changing Number of Outputs in Artificial Neuron Network on Yom River Tide Forecasting, Phrae Province", *Journal of Environmental Management*, Volume 6, No. 2, Jul-Dec 2010
- [7] A. Zribi, M. Chtourou, M. Djemel, "A New PID Neural Network Controller Design for Nonlinear Processes", *Journal of Circuits, Systems and Computers*, Vol. 27, No. 04, 2018
- [8] M. Hemmatinezhad, A. G. Zahedi. S. Shafiee, "Prediction the success of Nation in Asian Games using neural network", *Sport SPA Vol.* 8, Issue 1, pp. 33-42, 2011
- [9] G. W. Irwin, K. Warwick and K. J. Hunt (1995)., "Neural Network Applications in Control", *European Journal of Engineering Education*, 21(2), p. 216, 2010
- [10] L. Wuttisittikulkij, "MATLAB Books for Electrical Engineering Applications", Chulalongkorn University Press, 2010.
- [11] S. Srikasem, M. Songchaikul, S. Srisuphaprida, "MATLAB book for solving engineering problems", Rangsit University Press, 2nd edition, 1999.
- [12] S. Supharat, Handbook of Water Forecasting by Artificial Neural Networks, Irrigation Development Institute, 2001.
- [13] N. Somchaiwong, Control System Book 2, Khongchang Publisher, 2009.
- [14] N. Umdee, Thesis, Optimization of activity based costing based on artificial neural network, Naresuan University, 2015.