

## การใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด Using Artificial Neural Networks for Designing of Electrical System for Buildings

บัณฑิต ฤทธิ์ทอง<sup>1</sup> และ ฉัตรชัย สุภพิทักษ์สกุล<sup>2</sup>

### บทคัดย่อ

บทความนี้นำเสนอวิธีการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการหาข้อมูลอุปกรณ์ไฟฟ้า เพื่อช่วยในการวางแผน และประเมินราคาการติดตั้งระบบไฟฟ้า โดยใช้ตัวแปรที่ต้องการออกแบบเป็นตัวป้อนเข้าหรืออินพุต ซึ่งได้แก่ ประเภทห้องชุด ขนาดพื้นที่ห้องชุด (20-100 ตารางเมตร) ระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ชนิดของระบบไฟฟ้า (1 เฟส หรือ 3 เฟส) โดยคิดที่ห้องชุด 1 ห้อง และส่วนเอาต์พุต หรือค่าตอบที่ต้องการได้แก่ ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ขนาดสายเฟส ขนาดสายดิน ขนาดท่อโลหะ ระยะทางการเดินสาย โดยนำตัวแปรดังกล่าวมาใช้ในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งข้อมูลที่ใช้ได้มาจากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย จากผลการทดสอบวิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบได้อย่างรวดเร็วแม้ผู้ใช้ไม่มีความชำนาญในการออกแบบ ซึ่งผลที่ได้อยู่ในระดับที่น่าพอใจ

**คำสำคัญ:** โครงข่ายประสาทเทียมชนิดแพร่ค่าย้อนกลับ, การออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

### Abstract

This paper proposes a novel technique for designing the electrical system of buildings using an Artificial Neural Network (ANN). The ANN is employed as a classifier for searching the data of the required electrical equipments in the data base which can help in saving time for estimating budget and planning for the electrical system installation. The data that obtained from the calculation according to the Electrical Installation Standard of Thailand are used as ANN training and testing sets. The data for an apartment as follows: types of the apartment, the apartment area (20-100 m<sup>2</sup>), air-condition system, electrical system (1 or 3 phase) are used as inputs of the ANN. The size of meter, circuit breaker, dimension of phase conductors, grounding conductors, metal conduits and the length of conductors are employed as output of the ANN. The satisfactory results were provided with a short time consuming although it was used by a new designer.

**Keywords:** Back-propagation neural network, Electrical System design for buildings

## 1. บทนำ

ปัจจุบันเมื่อรับงานออกแบบระบบไฟฟ้าจากเจ้าของโครงการ วิศวกรไฟฟ้าต้องนำเสนอหลักการข้อมูลอุปกรณ์ระบบไฟฟ้าและประมาณราคาเบื้องต้น เพื่อนำเสนอเจ้าของโครงการเพื่อประกอบการตัดสินใจในการลงทุน ผู้ออกแบบต้องใช้ความชำนาญ ทักษะ ระเบิดระวัง ความผิดพลาดที่อาจเกิดจากผู้ออกแบบ เนื่องจากต้องใช้ข้อมูลรายละเอียดมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก อีกทั้งกระบวนการออกแบบ เพื่อนำไปประมาณราคาที่ไม่ใกล้เคียงกับการติดตั้งจริงต้องใช้เวลานาน จากข้อมูลที่ได้จากผู้ที่อยู่ในธุรกิจรับออกแบบระบบไฟฟ้า และการสืบค้นงานวิจัยในประเทศไทย พบว่าการออกแบบระบบไฟฟ้าที่ใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์มาช่วยมีไม่มาก ที่สืบค้นพบเป็นงานวิจัยของ คุณเรืองรัตน์ ประเสริฐไทย [1] เป็นการนำเสนอโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนามาจาก Visual Basic มาช่วยในการวางแผนการจ่ายโหลด และสายป้อนสำหรับอาคารชุด ซึ่งโปรแกรมดังกล่าวใช้ในการเลือกจำนวนชุดของสายป้อน และขนาดภาระไฟฟ้าของสายป้อนแต่ละชุดเท่านั้น เนื่องการเขียนโปรแกรมมาใช้งานระบบไฟฟ้า นอกจากผู้เขียนต้องมีความรู้ ความเข้าใจเกี่ยวกับระบบไฟฟ้าเป็นอย่างดีแล้ว ยังต้องมีความรู้ในกระบวนการเขียนโปรแกรมอีกด้วย ซึ่งต้องใช้ระยะเวลาในการศึกษา อีกทั้งขั้นตอนการเขียนค่อนข้างยุ่งยากสำหรับคนที่ไม่มีความรู้ด้านการเขียนโปรแกรมมาก่อน ดังนั้นเพื่อให้การนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการออกแบบระบบง่ายขึ้นบทความนี้ นำเสนอการประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งมีคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้ โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมด ทำให้ได้คำตอบเร็ว และขั้นตอนการเรียนรู้โปรแกรมที่จะนำมาใช้งานน้อยกว่า ที่สำคัญโมเดลสามารถเรียนรู้เพิ่มเติมได้ในกรณีที่มีข้อมูลใหม่เข้ามา อาจจะทำให้ได้ว่าเป็นการนำความรู้ด้านการออกแบบระบบไฟฟ้าด้วยผู้ชำนาญสอนให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถเพิ่มขึ้น

เพื่อช่วยลดขั้นตอนในการคำนวณ และระยะเวลาในการออกแบบระบบไฟฟ้า

ในบทความนี้ หัวข้อที่ 2 จะกล่าวถึงวิธีการคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุดที่ใช้เป็นข้อมูลในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม หัวข้อที่ 3 เป็นแนะนำโครงข่ายประสาทเทียมโดยสังเขป และอธิบายการประยุกต์โครงข่ายประสาทเทียมมาใช้ในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด หัวข้อที่ 4 ส่วนหัวข้อที่ 5 และ 6 เป็นการทดลอง ประเมินผล และสรุปผลการทดลอง

## 2. การคำนวณระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

ข้อมูลที่จะนำไปใช้เป็นค่าของตัวแปรที่นำไปสอน และทดสอบโครงข่ายนั้นจะคำนวณตามมาตรฐานที่ใช้ในประเทศไทย ดังต่อไปนี้

### 2.1 การคำนวณโหลดห้องชุด

คำนวณโหลดตามพื้นที่ใช้สอยทั้งหมด รวมทั้งห้องครัวและห้องน้ำ แต่ไม่รวมพื้นที่ส่วนที่เป็นระเบียงหรือเฉลียง การคำนวณจะแยกตามประเภทของห้องชุด โดยไม่นำค่าคิมาณด์แฟกเตอร์มาคำนวณ ตามตารางที่ 1 [2]

ตารางที่ 1 สูตรการคำนวณ โหลดห้องชุด

| ประเภท  | พื้นที่ห้อง ตร.ม. | สูตรการคำนวณ หน่วยเป็น (VA)    |                             |
|---|-------------------|--------------------------------|-----------------------------|
|   |                   | ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง | มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง |
| 1. อยู่อาศัย  | ไม่เกิน 55        | $VA=(90 \times A)+1,500$       | $VA=(20 \times A)+1,500$    |
|   | ไม่เกิน 180       | $VA=(90 \times A)+3,000$       | $VA=(20 \times A)+3,000$    |
|   | เกิน 180          | $VA=(90 \times A)+6,000$       | $VA=(20 \times A)+6,000$    |
| 2. สำนักงานหรือร้านทั่วไป(ทุกขนาด)                        |                   | $VA=155 \times A$              | $VA=85 \times A$            |
| 3. อุตสาหกรรม(ทุกขนาด)                                    |                   | $VA=220 \times A$              |                             |
| กำหนดให้ A = พื้นที่ห้องไม่รวมเฉลียงหรือระเบียงเป็น ตร.ม. |                   |                                |                             |

**2.2 เครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของห้องชุด**

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำให้ใช้ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าตามโหลดห้องชุดที่คำนวณได้มา กำหนดขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าสำหรับห้องชุด โดยขนาดต้องไม่เล็กกว่าที่กำหนดของการไฟฟ้านครหลวง (กฟน.) และการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค (กฟภ.) หรือใช้ตามตารางที่ 2-5 [2-3]

ตารางที่ 2 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

| ประเภท                                 | พื้นที่ห้อง (ตร.ม.) | โหลดสูงสุดของเครื่องวัด(A) | ขนาดเครื่องวัด  |
|--|---------------------|----------------------------|-----------------|
| ไม่มีระบบทำ<br>ความเย็นจาก<br>ส่วนกลาง | ไม่เกิน 55          | 30                         | 15(45) A 1 เฟส  |
|  | ไม่เกิน 150         | 75                         | 30(100) A 1 เฟส |
|  | ไม่เกิน 180         | 30                         | 15(45) A 3 เฟส  |
| มีระบบทำ<br>ความเย็นจาก<br>ส่วนกลาง    | ไม่เกิน 35          | 10                         | 5(15) A 1 เฟส   |
|  | ไม่เกิน 180         | 30                         | 15(45) A 1 เฟส  |
|  | ไม่เกิน 690         | 30                         | 15(45) A 3 เฟส  |

ตารางที่ 3 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงาน หรือร้านค้าทั่วไป (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

| ประเภท                                 | พื้นที่ห้อง (ตร.ม.) | โหลดสูงสุดของเครื่องวัด(A) | ขนาดเครื่องวัด  |
|--|---------------------|----------------------------|-----------------|
| ไม่มีระบบทำ<br>ความเย็นจาก<br>ส่วนกลาง | ไม่เกิน 40          | 30                         | 15(45) A 1 เฟส  |
|  | ไม่เกิน 105         | 75                         | 30(100) A 1 เฟส |
|  | ไม่เกิน 125         | 30                         | 15(45) A 3 เฟส  |
| มีระบบทำ<br>ความเย็นจาก<br>ส่วนกลาง    | ไม่เกิน 80          | 30                         | 15(45) A 1 เฟส  |
|  | ไม่เกิน 190         | 75                         | 30(100) A 1 เฟส |
|  | ไม่เกิน 230         | 30                         | 15(45) A 3 เฟส  |

ตารางที่ 4 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

| ประเภท                                 | พื้นที่ห้อง (ตร.ม.) | โหลดสูงสุดของเครื่องวัด(A) | ขนาดเครื่องวัด  |
|--|---------------------|----------------------------|-----------------|
| ไม่มีระบบทำ<br>ความเย็นจาก<br>ส่วนกลาง | ไม่เกิน 55          | 36                         | 15(45) A 1 เฟส  |
|  | ไม่เกิน 150         | 80                         | 30(100) A 1 เฟส |
| มีระบบทำ<br>ความเย็นจาก<br>ส่วนกลาง    | ไม่เกิน 35          | 12                         | 5(15) A 1 เฟส   |
|  | ไม่เกิน 180         | 36                         | 15(45) A 1 เฟส  |
| ส่วนกลาง                               | ไม่เกิน 180         | 36                         | 15(45) A 3 เฟส  |
|  | ไม่เกิน 690         | 36                         | 15(45) A 3 เฟส  |

ตารางที่ 5 ขนาดเครื่องวัดสำหรับห้องชุดประเภทสำนักงาน หรือร้านค้าทั่วไป (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

| ประเภท                                 | พื้นที่ห้อง (ตร.ม.) | โหลดสูงสุดของเครื่องวัด(A) | ขนาดเครื่องวัด  |
|--|---------------------|----------------------------|-----------------|
| ไม่มีระบบทำ<br>ความเย็นจาก<br>ส่วนกลาง | ไม่เกิน 40          | 36                         | 15(45) A 1 เฟส  |
|  | ไม่เกิน 105         | 80                         | 30(100) A 1 เฟส |
|  | ไม่เกิน 125         | 36                         | 15(45) A 3 เฟส  |
| มีระบบทำ<br>ความเย็นจาก<br>ส่วนกลาง    | ไม่เกิน 80          | 36                         | 15(45) A 1 เฟส  |
|  | ไม่เกิน 190         | 80                         | 30(100) A 1 เฟส |
|  | ไม่เกิน 230         | 36                         | 15(45) A 3 เฟส  |

**2.3 การป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัด**

ต้องติดตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ทางด้านไฟเข้าเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าทุกเครื่อง เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีขนาดพิกัดตามสมการที่ (1) [4]

$$I_{CB} \geq 1.25 I_L \tag{1}$$

โดยที่  $I_{CB}$  คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A),  $I_L$  คือ กระแสโหลด (A)

**2.4 การกำหนดขนาดตัวนำประธานเข้าห้องชุด**

พิกัดกระแสของตัวนำประธานตามสมการที่ (2) [4] และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 6 mm<sup>2</sup>

$$I_C \geq I_{CB} \tag{2}$$

โดยที่  $I_C$  คือ ขนาดพิกัดกระแสของตัวนำ (A)  
 $I_{CB}$  คือ ขนาดพิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์ (A)

หมายเหตุ \* ขนาดค่าสุดของสายดินของบริษัทไฟฟ้าใช้สำหรับที่อยู่อาศัยหรืออาคารของผู้ใช้ไฟที่อยู่ใกล้หม้อแปลงระบบจำหน่ายภายในระยะ 100 เมตร

**2.5 แรงดันตก (Voltage drop)**

แรงดันตกจากจุดรับไฟจนถึงจุดใช้ไฟจุดสุดท้ายรวมกันต้องไม่เกิน 5% การคำนวณค่าแรงดันตกตามสมการที่ (3)-(6) [2-4]

1 เฟส 2 สาย  $VD \approx \sqrt{3}I(R \cos \theta + X \sin \theta)$  (3)

$\% VD = \left( \frac{VD}{220} \right) \times 100\%$  (4)

3 เฟส 4 สาย  $VD \approx \sqrt{3}I(R \cos \theta + X \sin \theta)$  (5)

$\% VD = \left( \frac{VD}{380} \right) \times 100\%$  (6)

โดยที่  $VD$  คือ แรงดันตก (V)  
 $I$  คือ กระแสไฟฟ้าที่ไหลในวงจร (A)  
 $R$  คือ ค่าความต้านทานทางเดียวของสายไฟฟ้า ( $\Omega$ )  
 $X$  คือ ค่ารีแอกแตนซ์ทางเดียวของสายไฟฟ้า ( $\Omega$ )  
 $\cos \theta$  คือ ค่าตัวประกอบกำลังของโหลด (P.F.)

**2.6 ขนาดสายดินของบริษัทไฟฟ้า**

การเลือกขนาดสายดินตามขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตามตารางที่ 6 [3]

ตารางที่ 6 ขนาดค่าสุดของสายดินของบริษัทไฟฟ้า

| พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินไม่เกิน (แอมแปร์) | ขนาดค่าสุดของสายดินของบริษัทไฟฟ้า (ตัวนำทองแดง) (ตร.มม.) |
|--|--|
| 16   | 1.5*   |
| 20   | 2.5*   |
| 40   | 4*   |
| 70   | 6*   |
| 100  | 10   |
| 200  | 16   |

**2.7 จำนวนสายไฟฟ้าสูงสุดในท่อร้อยสาย**

คำนวณจากพื้นที่หน้าตัดรวมทั้งจำนวนและเปลือกของสายทุกเส้น ในท่อร้อยสายต้องไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 7 [3] โดยพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสายคำนวณตามสมการที่ (7) [4]

$A = \frac{\pi d^2}{4}$  (7)

โดยที่  $A$  คือ พื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย ( $mm^2$ )  
 $d$  คือ เส้นผ่านศูนย์กลาง (mm)

ตารางที่ 7 พื้นที่หน้าตัดสูงสุดรวมของสายไฟทุกเส้นคิดเป็นร้อยละเทียบกับพื้นที่หน้าตัดของท่อร้อยสาย

| จำนวนสายในท่อสาย                        | 1  | 2  | 3  | 4  | มากกว่า 4 |
|---|----|----|----|----|-----------|
| สายไฟทุกชนิดยกเว้นสายชนิดปลอกตะกั่วหุ้ม | 53 | 31 | 40 | 40 | 40        |
| สายไฟชนิดมีปลอกตะกั่วหุ้ม               | 55 | 30 | 40 | 38 | 35        |

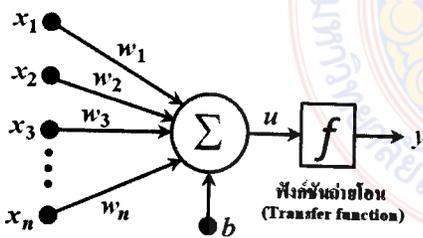
**3. โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Network)**

ในปัจจุบันนี้คอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางแต่ยังคงมีขีดความสามารถจำกัดอยู่เมื่อเทียบกับสมองมนุษย์ ซึ่งสมองสามารถจดจำและเรียนรู้จากประสบการณ์ในอดีตและนำไปปรับใช้กับสถานการณ์ปัจจุบัน ดังนั้นจึงได้มีการศึกษาการทำงานของสมอง เพื่อนำมาเป็นแบบจำลองของเซลล์ประสาท โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) และศึกษากระบวนการเรียนรู้ (Learning Algorithm) เพื่อนำมาประยุกต์ใช้กับเครื่องคอมพิวเตอร์ ซึ่งการนำทฤษฎีต่างๆ ของโครงข่ายประสาทที่ผ่านการพัฒนามาหลายสิบปีมาประยุกต์ใช้กับงานจริงมีอย่างมากมายหลายด้าน เช่น โทรคมนาคม นำมาใช้ในการบีบข้อมูล

และภาพ ระบบนักบินอัตโนมัติ การแปลภาษาพูด การจดจำเสียง การจดจำภาพ การจดจำรูปแบบ ซึ่งจะจดจำแบบเดิมและจำรูปภาพนั้นเมื่อพบอีกครั้ง นอกจากนี้ยังมีการใช้งานแบบอื่น เช่น การใช้ในระบบควบคุม การวิเคราะห์การตลาด เป็นต้น

ในส่วนของ การนำโครงข่ายประสาทเทียมเข้ามาประยุกต์ใช้งานที่เกี่ยวกับไฟฟ้ากำลังมีหลายด้านด้วยกัน เช่น ปัญหาไหลคโพลว์ (Load Flow) ในการพยากรณ์ความต้องการกำลังไฟฟ้า (Load Forecasting) [5] และปัญหาการจ่ายโหลดอย่างมีประสิทธิภาพ (Economic Load Dispatch) [6] การประมาณค่าความสูญเสียทางไฟฟ้าในหม้อแปลงจำหน่าย [7,8] เป็นต้น เนื่องจากคุณสมบัติในการแยกแยะข้อมูลจำนวนมากได้ โดยใช้การเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ได้ฝึกสอน อีกทั้งวิธีการคำนวณเป็นแบบขนานคือทำการคำนวณข้อมูลที่ป้อนให้พร้อมกันทั้งหมดทำให้ได้คำตอบเร็ว บทความนี้จึงมีแนวคิดที่จะประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นอัลกอริทึมที่เลียนแบบการเรียนรู้ของสมองมนุษย์ ซึ่งเป็นการเชื่อมต่อกันจากเซลล์ประสาทตั้งแต่หนึ่งเซลล์เป็นโครงข่ายโดยที่อินพุตทุกตัวจะต่อเข้ากับทุกเซลล์ รูปที่ 1 แสดงแบบจำลองของเซลล์ประสาท หรือนิวรอนที่มีหลายอินพุต



รูปที่ 1 แบบจำลองของนิวรอนที่มีหลายอินพุต

ในหนึ่งเซลล์ประสาท หรือ หนึ่งนิวรอนประกอบไปด้วยอินพุต  $x_1, x_2, \dots, x_n$  ถูกเชื่อมต่อเข้ากับค่าถ่วงน้ำหนัก (weight,  $w_1, w_2, w_3, \dots, w_n$ ) โดยผลคูณของอินพุตกับค่าถ่วงน้ำหนักจะถูกรวมกันกับค่าไบแอส (bias,  $b$ ) เป็นอินพุตของฟังก์ชันถ่ายโอน โดยที่  $f$  คือฟังก์ชันถ่ายโอน

(Transfer Function) ซึ่งมีหลายชนิด อาทิ เช่น Linear Function หรือ Sigmoid Function เพื่อเป็นเอาต์พุตของนิวรอน ( $y$ ) ตามสมการที่ 8 [9,10]

$$y = f\left(\sum_{i=1}^n w_i x_i + b\right) \quad (8)$$

ฟังก์ชันถ่ายโอน (Transfer Function) เป็นตัวกำหนดค่าเอาต์พุต ฟังก์ชันถ่ายโอนแบบ Sigmoid ที่ใช้ในการฝึกสอน ตามสมการที่ 9

$$f(u) = \frac{1}{(1+e^{-u})} \quad (9)$$

### 3.1 การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียม

การเรียนรู้ของโครงข่ายประสาทเทียมจะมีประสิทธิภาพเพียงใดนั้นขึ้นอยู่กับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งการสอนโครงข่ายประสาทเทียม คือ การหาค่าถ่วงน้ำหนักที่เหมาะสมให้แก่โครงข่ายนั้นๆ ซึ่งโครงข่ายประสาทเทียมสามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภท ตามลักษณะการเรียนรู้คือ การเรียนรู้จากตัวอย่าง (Supervised Learning) การเรียนรู้วิธีนี้จะมีการกำหนดคู่ของการฝึกสอนระหว่างอินพุตกับเอาต์พุตที่ต้องการให้โครงข่ายประสาทเทียม ที่เรียกว่า “เทรนนิ่งแพร์ (Training Pairs)” โครงข่ายประสาทเทียมจะถูกฝึกสอนไปตามจำนวนของคู่ที่ป้อน (จำนวนคู่ของอินพุตกับเอาต์พุตที่ต้องการให้โครงข่ายประสาทเทียมรู้จัก) เอาต์พุตที่คำนวณได้จากโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกเปรียบเทียบให้สอดคล้องกับเป้าหมาย ค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะถูกป้อนกลับไปโครงข่ายประสาทเทียม และเปลี่ยนแปลงค่าถ่วงน้ำหนักให้สอดคล้องกับอัลกอริทึม ที่ทำให้แนวโน้มของข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นระหว่างเอาต์พุต กับเป้าหมาย โดยเฉลี่ยมีค่าต่ำลง หลังจากการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกทดสอบ โดยให้เฉพาะค่าอินพุต แต่ไม่ให้เอาต์พุตที่ต้องการ และพิจารณาเอาต์พุตที่ได้จากโครงข่ายประสาทเทียม ใกล้เคียงกับค่าเอาต์พุตที่ต้องการหรือไม่

การเรียนรู้ไม่มีตัวอย่าง (Unsupervised Learning) การเรียนรู้โดยวิธีนี้จะป้อนข้อมูลอินพุตเข้าสู่โครงข่ายและ

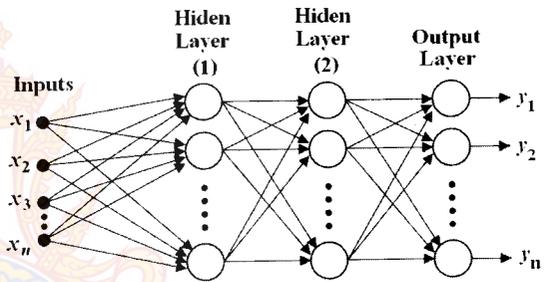
ภายในโครงข่ายจะมีโหนดเอาต์พุตจำนวนหลายโหนดด้วยกัน โดยแต่ละโหนดจะแทนกลุ่มของข้อมูลที่มีคุณสมบัติเหมือนกัน เมื่อป้อนข้อมูลอินพุตเข้าสู่โครงข่ายจะคำนวณค่าความสัมพันธ์ ที่มีอยู่ภายในเซตของอินพุตโดยอาศัยค่านำหนักเป็นตัวแยกความแตกต่างของข้อมูลอินพุตไปเก็บไว้ในโหนดเอาต์พุตของโครงข่าย การสอนโดยวิธีนี้จะไม่สามารถระบุได้ว่าข้อมูลเอาต์พุต โหนดใดเป็นข้อมูลของกลุ่มไหน ผู้ใช้จะต้องกำหนดเอง ซึ่งนิยมใช้ในการแยกแยะ (Classification) การจัดกลุ่ม (Cluster) [5]

**3.2 สถาปัตยกรรมของโครงข่ายประสาทเทียม [9]**

ในการสร้างเซลล์ประสาทเพียงหนึ่งเซลล์ โดยใช้แนวความคิดจากเซลล์ประสาททางชีววิทยา การจะนำเซลล์ประสาทเทียมมาใช้งานได้นั้น ต้องใช้เซลล์ประสาทที่มีคุณลักษณะต่างกัน (ค่าถ่วงน้ำหนักจะทำให้คุณสมบัตินี้ของเซลล์ประสาทเทียมแต่ละเซลล์มีคุณลักษณะแตกต่างกันไป) มาเชื่อมต่อเซลล์ประสาทหลายๆ ตัวเข้าด้วยกันให้เกิดลักษณะของโครงข่ายเป็นชั้นๆ หรือที่เรียกว่า “เลเยอร์ (Layer)” ซึ่งประสาทเซลล์แต่ละตัวที่อยู่ในชั้นเดียวกันจะไม่มี การเชื่อมต่อถึงกันประเภทของโครงสร้างการเชื่อมต่อ โครงข่ายประสาทเทียม พอจะแบ่งออกเป็น 2 แบบ คือ โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียว (Single Layer Neural Network) จะประกอบไปด้วยเซลล์ประสาทที่จัดเรียงตัวอยู่ในชั้นต่างๆ อันได้แก่ ชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุต สาเหตุที่จัดโครงสร้างแบบนี้เป็นแบบชั้นเดียว เนื่องมาจากนับชั้นเอาต์พุตเพียงชั้นเดียวเท่านั้นว่า เป็นชั้นของเซลล์ประสาทสำหรับชั้นอินพุตจะไม่พิจารณาว่าเป็นชั้นของเซลล์ประสาท เพราะเป็นชั้นที่ไม่มีการประมวลผลใดๆ จะทำหน้าที่เพียงแค่รับข้อมูลอินพุตเข้ามาและส่งต่อไปให้กับชั้นถัดไปเท่านั้น

โครงข่ายประสาทเทียมแบบชั้นเดียวมีข้อจำกัดไม่สามารถนำมาใช้แก้ปัญหาในบางกรณีได้ นักวิจัยจึงได้นำเสนอรูปแบบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (Multilayer Neural Network) ซึ่งมีโครงสร้างจากการจัดเรียงของตัวเซลล์ประสาทตั้งแต่ 2 ชั้นขึ้นไป (ไม่นับรวมชั้นอินพุต) โดยรูปของการทำงานที่ป้อนไปข้างหน้า (Feed - Forward) ซึ่งชั้นที่อยู่ระหว่างชั้นอินพุตและชั้นเอาต์พุต เรียกว่า

“ชั้นซ่อน (Hidden Layer)” ซึ่งชั้นซ่อนเป็นตัวเพิ่มความ สามารถให้แก่โครงข่าย ทั้งนี้จำนวนของชั้นซ่อนสามารถมีได้มากกว่า 1 ชั้น จำนวนของชั้นซ่อนและจำนวนของนิวรอนในแต่ละชั้นจะมีค่าไม่คงที่ ซึ่งแต่ละชั้นอาจจะมีจำนวนนิวรอนที่แตกต่างกันขึ้นอยู่กับการใช้งาน ตามรูปที่ 2 ชุดข้อมูลเอาต์พุตที่ได้จากชั้นหนึ่งจะถูกส่งให้เป็นข้อมูลอินพุตสำหรับชั้นต่อไป โดยค่าเอาต์พุตชั้นสุดท้าย ซึ่งเอาต์พุตของโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกนำไปเปรียบเทียบกับค่าความผิดพลาดกับค่าเอาต์พุตที่ต้องการ (Target Output) ค่าความผิดพลาดที่คำนวณได้นำไปใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนักของโครงข่ายประสาทเทียมให้เปลี่ยนไปในทางที่ถูกต้องมากขึ้น [5,9]



รูปที่ 2 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น

**4. การประยุกต์ใช้โครงข่ายประสาทเทียม**

ในบทความนี้เลือกใช้โครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นป้อนค่าไปข้างหน้า (Feed-forward Multilayer Neural Network) และมีการปรับค่าถ่วงน้ำหนักในแต่ละชั้นแบบแพร่ค่าย้อนกลับ (Back - Propagation) ประกอบด้วยชั้นอินพุต (Input Layer), ชั้นซ่อน (Hidden Layer), ชั้นเอาต์พุต (Output Layer) โดยมีการเชื่อมโยงในแต่ละชั้นแบบต่อถึงกันหมดคือ ทุกๆนิวรอนในชั้นอินพุตจะส่งสัญญาณไปยังชั้นซ่อนชั้นแรก ส่งต่อไปจนถึงชั้นซ่อนสุดท้ายและจะส่งสัญญาณไปยังชั้นเอาต์พุต วิธีการคำนวณลักษณะนี้มีชื่อตามลักษณะดังกล่าวว่า Forward - Propagation ชั้นต่อไปจะเป็นการคำนวณแบบ Backward - Propagation จะนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาต์พุตโครงข่ายมาเปรียบเทียบกับเอาต์พุตเป้าหมายเพื่อคำนวณค่าผิดพลาด แล้วค่าผลต่างจะ

ถูกส่งกลับไปยังชั้นซ่อน ขั้นตอนสุดท้ายจะนำค่าผิดพลาดที่ได้มาใช้ในการปรับค่าถ่วงน้ำหนัก โดยการปรับค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสจะมีอัลกอริทึม สำหรับใช้ในการปรับค่าโดยคิดจากค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นแล้วนำค่าผิดพลาดนั้นไปคำนวณหาค่าถ่วงน้ำหนักและค่าไบแอสค่าใหม่ กระบวนการจะกลับไปทำซ้ำในขั้นตอนแรกจนกระทั่งค่าผิดพลาดที่มีค่าน้อยกว่าค่าผิดพลาดต่ำสุดที่กำหนดไว้ [5]

โดยตัวแปรอินพุตสำหรับโครงข่ายประสาทเทียมที่นำมาใช้งานสำหรับออกแบบอาคารชุดจำนวน 1 ห้อง มีทั้งหมด 4 ตัวแปร คือ 1.พื้นที่ห้อง 2. ประเภทของอาคารชุด 3.ระบบทำความเย็น และ 4. ระบบไฟฟ้า ตามตารางที่ 8

ตารางที่ 8 การกำหนดค่าตัวแปรอินพุต

| Input          | Possible Values                           |
|----------------|---|
| พื้นที่ห้อง    | 20 – 100 ตารางเมตร                        |
| ประเภท         | 1: อยู่อาศัย                              |
|                | 2: สำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป              |
|                | 3: อุตสาหกรรม                             |
| ระบบทำความเย็น | 1: ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง         |
|                | 2: มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง            |
|                | 3: ไม่มีและไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง |
| ระบบไฟฟ้า      | 1 เฟส                                     |
|                | 3 เฟส                                     |

จากการคำนวณจำนวนข้อมูลที่นำไปกำหนดค่าตัวแปรอินพุต มีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด หลังจากนั้นทำการปรับข้อมูลอินพุตที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุต (Pre-processing) ให้เป็นมาตรฐานเดียวกัน (Normalization) ให้อยู่ในช่วง -1 ถึง 1 ตามสมการที่ 10 [9] และ อินพุตสำหรับโครงข่ายฯ ตามตารางที่ 9

$$Normalized\ Input = \left[ \frac{2x(Input - MinInput)}{(MaxInput - MinInput)} \right] - 1 \quad (10)$$

ตารางที่ 9 ข้อมูลอินพุตสำหรับฝึกสอนและทดสอบโครงข่าย

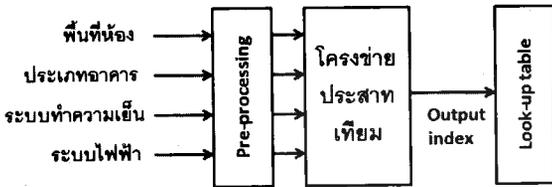
| ชุดที่ | Normalized input              |                |                |           |
|--------|-------------------------------|----------------|----------------|-----------|
|        | พื้นที่ห้อง (m <sup>2</sup> ) | ประเภทของอาคาร | ระบบทำความเย็น | ระบบไฟฟ้า |
| 1      | -0.616                        | -1             | -1             | -1        |
| 2      | -0.616                        | -1             | -1             | -0.96     |
| 3      | -0.616                        | -1             | -0.98          | -1        |
| 809    | 1                             | -0.960         | -0.960         | -1        |
| 810    | 1                             | -0.960         | -0.960         | -0.960    |

หลังจากได้ข้อมูลอินพุตที่ต้องการ ทำการกำหนดค่าตัวแปรเอาต์พุตที่ได้จากการคำนวณตามมาตรฐานการติดตั้งไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย ซึ่งสามารถแบ่งออกได้ 9 ประเภท ข้อมูลตามตารางที่ 10 ซึ่งจะใช้เป็นข้อมูลแสดงผลใน Look-up Table โดยจำนวนข้อมูลที่ได้จากการกำหนดค่าตัวแปรอินพุต มีจำนวนทั้งหมด 810 ชุด แบ่งออกเป็นชุดฝึกสอนจำนวน 730 ชุด และทดสอบจำนวน 80 ชุด

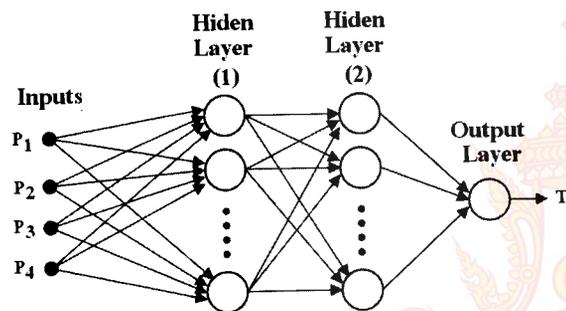
ตารางที่ 10 การกำหนดค่าตัวแปรเอาต์พุต

| Output Index | Look-up Table           |                |                           |                           |                |                |
|--------------|-------------------------|----------------|---------------------------|---------------------------|----------------|----------------|
|              | ขนาดเครื่องวัด (A)      | เบรกเกอร์ (AT) | สายเฟส (mm <sup>2</sup> ) | สายดิน (mm <sup>2</sup> ) | ท่อโลหะ (นิ้ว) | ระยะ VD 2% (m) |
| 1            | ไม่มีค่า                |                |                           |                           |                |                |
| 2            | 5(15) 1เฟส กพน., กฟภ.   | 16 1เฟส        | 2x6                       | 1x4                       | 3/4            | 60             |
| 3            | 15(45) 1เฟส กพน.        | 50 1เฟส        | 2x16                      | 1x6                       | 1              | 53             |
| 4            | 15(45) 1เฟส กพน., กฟภ.  | 50 1เฟส        | 2x16                      | 1x6                       | 1              | 53             |
| 5            | 30(100) 1เฟส กพน., กฟภ. | 100 1เฟส       | 2x50                      | 1x10                      | 1-1/2          | 61             |
| 6            | 50(150) 1เฟส กพน.       | 125 1เฟส       | 2x70                      | 1x16                      | 1-1/2          | 65             |
| 7            | 15(45) 3เฟส กพน.        | 50 3เฟส        | 4x16                      | 1x6                       | 1-1/4          | 106            |
| 8            | 15(45) 3เฟส กพน., กฟภ.  | 50 3เฟส        | 4x16                      | 1x6                       | 1-1/4          | 106            |
| 9            | 30(100) 3เฟส กพน., กฟภ. | 100 3เฟส       | 4x50                      | 1x10                      | 2              | 120            |

จากข้อมูลของ 4 อินพุต และ 1 เอาท์พุต จำนวน 730 ชุด จะถูกนำมาฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม ตามรูปที่ 3 และโครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมของงานที่นำเสนอตามรูปที่ 4



รูปที่ 3 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม

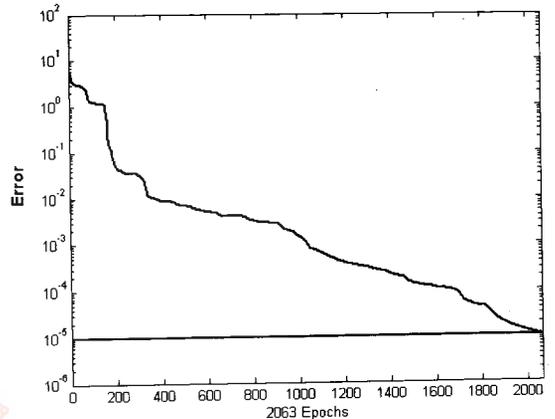


รูปที่ 4 โครงสร้างของโครงข่ายประสาทเทียมที่นำเสนอ

โครงข่ายประสาทเทียมที่ใช้ประกอบไปด้วย 4 อินพุต 2 ชั้นซ่อน และ 1 ชั้นเอาท์พุต โดยใช้ฟังก์ชันถ่ายโอน Hyperbolic Tangent Sigmoid (Tansig) ในชั้นซ่อน (Hidden Layer), และ Linear ในชั้นเอาท์พุต (Output Layer) โดยค่าเอาท์พุตเป็นเลขดัชนีที่ใช้ในการชี้ค่า Look - up Table

ในส่วนอัลกอริทึมในการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมใช้แบบ Levenberg - Marquardt [12] เนื่องจากมีเสถียรภาพ และมีอัตราการฝึกสอนที่สั้น และใช้เวลาการฝึกสอนน้อย ซึ่งจากการฝึกสอนพบว่าจำนวนนิวรอนที่เหมาะสมในชั้นซ่อน (Hidden Layer) ที่ 1 เท่ากับ 15 นิวรอน และชั้นซ่อนที่ 2 เท่ากับ 14 นิวรอน เพื่อให้ได้ค่าเอาท์พุตตรงกับอินพุตที่ป้อนเข้าไป โดยสมรรถนะของกระบวนการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียมตามรูปที่ 5 ซึ่งมีการฝึกสอนจำนวน 2063 รอบ ผลลัพธ์ที่ได้เอาท์พุตเป็นเลขดัชนี 1 ถึง 9 โดยจะนำไปชี้ค่า Look - up Table ตามตาราง

ที่ 10 เพื่อให้มีการแสดงผลเป็นข้อมูลที่น่าไปใช้ในการประเมิน โดยมีการแสดงผลที่ทำการออกแบบในเบื้องต้นตามรูปที่ 6



รูปที่ 5 สมรรถนะการฝึกสอนโครงข่ายประสาทเทียม

รูปที่ 6 ผลที่ได้จากเอาท์พุตเลขดัชนี 1 และ 2

### 5. ผลการทดลอง

โครงข่ายประสาทเทียมที่ผ่านการฝึกสอน จะถูกทดสอบ โดยป้อนข้อมูลอินพุตของชุดฝึกสอน และสังเกตผลเอาท์พุตที่เป็นเลขดัชนีว่าตรงกับ ชุดเอาท์พุตที่ใช้เป็นตัวอย่างในการฝึกสอนหรือไม่ จากผลจากการทดสอบพบว่าโครงข่ายประสาทเทียมสามารถให้คำตอบที่ถูกต้องทั้งหมด

ซึ่งแสดงว่าโครงข่ายฯ สามารถจัดประเภทของอินพุท และ เอาท์พุทที่ถูกต้อง หลังจากนั้นได้นำข้อมูลที่เตรียมไว้ ทดสอบ จำนวน 80 ชุด โดยเลือกเฉพาะค่าอินพุทมาทดสอบ และนำผลลัพธ์ที่ได้จากเอาท์พุทเป็นเลขดัชนีจากโครงข่ายฯ มาเทียบกับค่าเอาท์พุทของชุดทดสอบทั้ง 80 ชุด จากการ ทดสอบพบว่าเอาท์พุทที่ไม่ถูกต้อง จำนวน 3 ชุด จาก 80 ชุด กล่าวคือเลขดัชนีที่ได้มาจากโครงข่ายฯ ไม่ถูกต้อง เมื่อ มาคำนวณค่าผิดพลาดคิดเป็นเปอร์เซ็นต์ได้ 3.75% ซึ่ง ในการนำไปใช้งานจริงไม่ต้องการค่าความผิดพลาด สาเหตุ ของการผิดพลาดเนื่องมาจากค่าของ ตัวแปรอินพุทมีค่า ใกล้เคียงกันจากขั้นตอนก่อนกระบวนการ (Pre-processing) ในการลดความผิดพลาดสามารถทำได้โดยนำชุดข้อมูลที่ ผิดพลาดมาเพิ่มในชุดฝึกสอนแล้วทำการฝึกสอนโครงข่ายฯ อีกครั้ง ส่วนการแสดงผลนั้นขึ้นอยู่กับเลขดัชนีเอาท์พุท ซึ่งถ้าค่าถูกต้องจะได้รับการแสดงผลที่ถูกต้องเช่นกัน

ในการฝึกสอนโครงข่ายฯ นั้นจะใช้เวลาพอสมควร จากการทดลองใช้เวลาในการฝึกสอน 12 นาที โดยประมาณ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับจำนวนข้อมูลที่ใช้ในการฝึกสอนและความเร็ว ของคอมพิวเตอร์ที่ใช้ แต่สามารถลดเวลาในการฝึกสอนได้ โดยการเพิ่มจำนวนเซลล์ประสาทในชั้นซ่อน[10] ในส่วน ของการใช้งานนั้น จะใช้เวลาน้อยมากในการประมวลผล เนื่องจากการประมวลผลแบบขนาน จากการทดลองใช้ เวลาประมาณ 0.06 วินาที ประมวลผลโดยใช้โปรแกรม MATLAB ด้วยคอมพิวเตอร์ที่ใช้ CPU: Pentium 4 ความเร็ว 1.80Ghz RAM: 512 MB

## 6. สรุปผลการทดลอง

การศึกษานี้เป็นการนำเสนอการประยุกต์ใช้โครง ข่ายประสาทเทียม ชนิดแพร่ค่าย้อนกลับในการออกแบบ ระบบไฟฟ้าสำหรับอาคารชุด จากผลการศึกษาแสดงให้เห็น ว่า วิธีที่นำเสนอสามารถหาคำตอบ และช่วยในการออกแบบ ได้ แม้ไม่มีความชำนาญ อีกทั้งลดระยะเวลาในการ ออกแบบได้มาก มีความถูกต้องใกล้เคียงความเป็นจริงโดยมี ความผิดพลาดอยู่ที่ 3.75% ซึ่งสามารถนำไปขยายใช้กับ ห้องชุดที่มีขนาดพื้นที่ใหญ่ขึ้นได้ เพียงแต่ปรับข้อมูลที่ใช้ ในการฝึกสอน

ส่วนของกระบวนการฝึกสอน และการทดสอบ โครงข่ายประสาทเทียม แสดงให้เห็นว่าถ้าทำการฝึกสอน ข้อมูลทุกชุดจะ ได้คำตอบที่มีความถูกต้อง ไม่มีค่าความ ผิดพลาด และสามารถใช้เป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป ในอนาคต

ในส่วนของ การป้องกันข้อมูลในการป้อนข้อมูล อินพุทผิดพลาด เพื่อที่จะให้ได้คำตอบที่มีความถูกต้อง ยัง ไม่ได้ดำเนินการ และการประเมินประสิทธิภาพของวิธีที่ นำเสนอนั้นในบทความนี้ ยังไม่ได้ทำการประเมิน แต่มี แนวทางในการดำเนินการโดยการนำไปให้วิศวกรผู้ออกแบบ ระบบไฟฟ้าทดลองใช้ และตรวจสอบเทียบความถูกต้องกับ การคำนวณแบบที่ใช้อยู่

## เอกสารอ้างอิง

- [1] เรืองรัตน์ ประเสริฐไทย, 2545. การวางแผนการจ่ายโหลด และสายป้อนสำหรับอาคารชุดโดยโปรแกรม คอมพิวเตอร์ (อาคารชุดประเภทอาคารสำนักงาน หรือประเภทที่อยู่อาศัย). วิทยานิพนธ์ วิศวกรรม ศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.
- [2] ลือชัย ทองนิล, 2541. การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า มาตรฐาน. พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ: สงเสริม เทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น).
- [3] วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์, 2550. มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับ ประเทศไทย. พิมพ์ครั้งที่ 4, กรุงเทพฯ: วิศวกรรม สถานแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์.
- [4] ประสิทธิ์ พิทยพัฒน์, 2548. การออกแบบระบบไฟฟ้า (Electrical System Design). พิมพ์ครั้งที่ 2. กรุงเทพฯ: บริษัท เอ็มแอนเคดี จำกัด.
- [5] ภูริสัมพันธ์ ลักขมร, 2548. การทำนายการจ่ายโหลด อย่างประหยัดโดยวิธีโครงข่ายประสาทเทียม. วิทยานิพนธ์ วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า. สถาบันเทคโนโลยี พระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.