

เว็บไซต์สำหรับระบบจัดการหม้อแปลงและระบบจำหน่ายแรงดันต่ำอัตโนมัติ

Website for Transformer and Low Voltage Distribution Management System

ธีระพล เหมือนขาว¹ จตุรพร เกราะแก้ว² สมชาย เปียนสูงเนิน¹ ศิริชัย แดงอม¹ นิตพงษ์ ปานกลาง¹ ณัฐวุฒิ โสมะเกษครินทร์¹
เกียรติศักดิ์ คิวขุนทด³ กร สุพรรณโรจน์¹

¹ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

²ภาควิชาคณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

39 ม.1 ต.คลองหก อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110 โทร. 0-2549-4197 โทรสาร 0-2549-4197 E-mail kjatura@yahoo.com

³กองพัฒนาระบบไฟฟ้า การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค 200 ถนนนางงามวงศ์วาน เขตจตุจักร กรุงเทพมหานคร 10900

บทคัดย่อ

เว็บไซต์สำหรับระบบจัดการหม้อแปลงและระบบจำหน่ายแรงดันต่ำอัตโนมัติได้รับการออกแบบและพัฒนาขึ้นด้วยเทคนิค Object-Oriented โดยใช้ระบบฐานข้อมูล PostgreSQL PEAR Framework ภาษา PHP ภาษา JavaScript ภาษา HTML และ OpenFlashChart เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพการจัดการและการให้บริการข้อมูล แก่ผู้ที่ทำงานภายในการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคในการเฝ้าและจัดการหม้อแปลงในระบบจำหน่ายให้มีการตรวจสอบ รายงานข้อมูล การแจ้งเตือนการทำงานผิดปกติของหม้อแปลงและอุปกรณ์ป้องกัน โดยรับข้อมูลมาจากตัวรวบรวมข้อมูลที่หม้อแปลงที่ส่งผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ตเข้าสู่สำนักงานการไฟฟ้า และนำเสนอข้อมูล และกราฟ ต่าง ๆ ในรูปแบบของเว็บไซต์ที่ใช้งานง่าย สะดวก และสวยงาม

คำสำคัญ: ระบบจัดการผ่านเว็บไซต์ ระบบบริหารหม้อแปลงอัตโนมัติ ระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ

Abstract

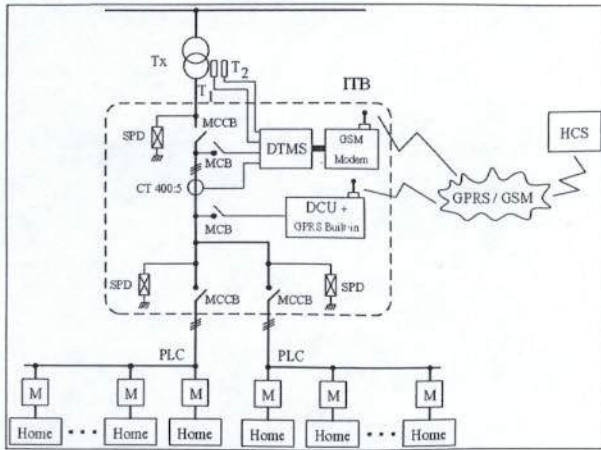
The website for Transformer and Low Voltage Distribution Management System has been developed by Object-Oriented technique. We use PostgreSQL as ORDBMS, PEAR as PHP Object framework, PHP as server scripting, JavaScript, AJAX and HTML as browser scripting and OpenFlashChart as graphical display. This website is for optimization operations of the officers in Power Authority of Thailand (PEA) to Monitoring and management of transformers in the distribution system. This system provides the inspections, reports and alerts malfunction of the transformer and protection devices. Data are collected from the DCU at transformer site will be sent via Internet to the Office of PEA and presented in the form of various user-friendly site that is convenient and beautiful.

Keywords: Management System via Website, Transformer Management System, Low-Voltage Distribution System

1. บทนำ

การจัดการและเฝ้าดูการทำงานของระบบต่างผ่านทางเว็บไซต์มีการพัฒนามาหลาย ๆ ระบบ เช่น [1] นำเสนอระบบเฝ้าดูข้อมูลของแมชชีน มีการวินิจฉัยและทำนายพฤติกรรมของแมชชีนด้วยพีชชีและนิวรอลเน็ตเวิร์ค พร้อมแสดงภาพออนไลน์ผ่านเว็บแคม เพื่อให้สามารถควบคุมแมชชีนจากระยะไกลได้ [2] ได้พัฒนาระบบเฝ้าดูประสิทธิภาพของระบบไฟฟ้าแบบเรียลไทม์ผ่านเว็บโดยประยุกต์ GPS มาช่วยในเรื่องของการตั้งเวลาให้ตรงกันทุก ๆ สถานที่ ซึ่งได้ช่วยให้วิศวกรสามารถเข้าถึงข้อมูลของระบบได้ทั้งทางอินเทอร์เน็ตและอินเทอร์เน็ต ระบบนี้ยังเพิ่มข้อได้เปรียบให้ในกรณีที่บริษัทเข้าแข่งขันการประมูลงานเนื่องจากสามารถนำเสนอข้อมูลเรียลไทม์ได้โดยไม่ต้องส่งวิศวกรเข้าไปในพื้นที่ [3] ใช้เครื่องมือตรวจสอบรูปแบบของคลื่นรบกวนในโรงงานที่เกิดจากฮาร์โมนิกส์ โดยเครื่องมือตรวจสอบเหล่านั้นมีโมดูลที่สามารถเชื่อมต่ออินเทอร์เน็ตได้ เพื่อส่งข้อมูลเข้ามาวิเคราะห์ และสร้างรายงานแบบอัตโนมัติ [4] ได้พัฒนากล่อง PD เก็บข้อมูลการเสื่อมสภาพของฉนวนกันความร้อน เนื่องจากความล้มเหลวของฉนวนจะทำให้เกิดความผิดปกติแรงและใช้เวลาซ่อมแซมนาน ซึ่งกล่อง PD นี้ก็จะต่ออยู่กับอุปกรณ์วัดการเสื่อมสภาพและส่งข้อมูลไปยังระบบฐานข้อมูลบนเครื่องแม่ข่ายผ่านเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ทำให้ผู้ใช้งานสามารถเรียกดูข้อมูลได้ทุกเวลาที่ต้องการ

ระบบบริหารจัดการหม้อแปลงและระบบจำหน่ายแรงดันต่ำแบบอัตโนมัติ เป็นระบบที่สามารถอ่านค่ามิเตอร์อัตโนมัติและเฝ้าติดตามข้อมูลหม้อแปลงเพื่อการซ่อมแซม การบำรุงรักษา และเพิ่มประสิทธิภาพการให้บริการ โดยแบ่งระบบออกเป็น 3 ส่วน ประกอบด้วยระบบการเก็บข้อมูลผู้ใช้ไฟฟ้าแบบอัตโนมัติในระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ ระบบตรวจวัดและเฝ้าติดตามข้อมูลของหม้อแปลงและศูนย์ประมวลผลส่วนกลาง



รูปที่ 1 องค์ประกอบของระบบบริหารจัดการหม้อแปลงและระบบจำหน่ายแรงดันแบบอัตโนมัติ

การออกแบบและพัฒนาระบบ

2.1 องค์ประกอบของระบบเว็บไซต์

ระบบเว็บไซต์จัดเก็บข้อมูลและส่วนแสดงผล ประกอบด้วย

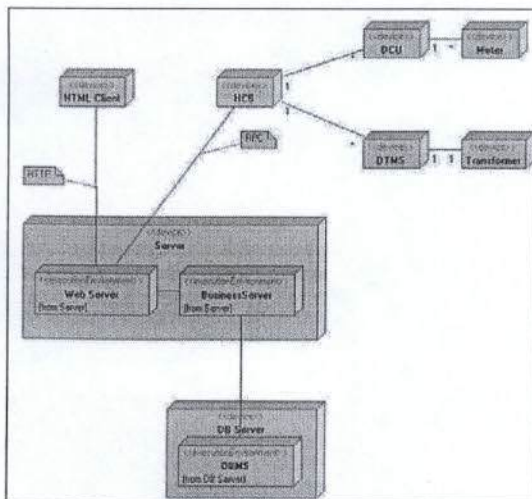


Web Server เป็นส่วนหนึ่งของเว็บไซต์ทำหน้าที่ติดต่อผู้ใช้งานผ่าน HTML Client

- DB Server เป็นส่วนที่จัดเก็บข้อมูลในส่วนแสดงผล
- HCS เป็นส่วนจัดเก็บข้อมูลหม้อแปลง และระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ
- HTML Client เป็นเว็บเบราว์เซอร์ที่ผู้ใช้งานใช้ดูส่วนแสดงผล
- DCU และ Meter เป็นส่วนดึงข้อมูลระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ

DTMS และ Transformer เป็นส่วนดึงข้อมูลหม้อแปลง

องค์ประกอบของเว็บไซต์สำหรับระบบจัดการหม้อแปลงและระบบจำหน่ายแรงดันต่ำอัตโนมัติแสดงในรูปที่ 2



รูปที่ 2 องค์ประกอบของระบบเว็บไซต์

2.2 การออกแบบระบบ

เว็บไซต์สำหรับระบบจัดการหม้อแปลงและระบบจำหน่ายแรงดันต่ำอัตโนมัติ ประกอบด้วย 2 ส่วนคือ

1) ส่วนจัดเก็บข้อมูล ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลของหม้อแปลงและข้อมูลระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ ข้อมูลของหม้อแปลงได้แก่ ค่าพลังงานต่าง ๆ และค่าพลังงานรวม ค่าแรงดันและค่าความไม่สมดุลของแรงดัน ค่ากระแสและค่าความไม่สมดุลของกระแส อุณหภูมิตำแหน่งต่าง ๆ เพื่อหาอายุการใช้งานคงเหลือของหม้อแปลง เป็นต้น ส่วนข้อมูลของระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ เป็นข้อมูลได้แก่ ค่าพลังงานและค่าพลังงานรวมของมิเตอร์

2) ส่วนแสดงผล ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลดิบจากส่วนจัดเก็บข้อมูล และข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ การแสดงผลจะอยู่ในรูปแบบของกราฟและตาราง ผู้ที่ใช้งานส่วนแสดงผล คือ ผู้ปฏิบัติงานของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค และคณะที่ปรึกษา ดังนั้นการเลือกเทคโนโลยีที่เหมาะสมกับส่วนแสดงผล คือ เทคโนโลยีอินเทอร์เน็ต ซึ่งจะทำให้ผู้ที่ใช้งานสามารถเข้ามาติดตามผลข้อมูลได้ทันที และการพัฒนาเป็นเว็บไซต์มีความยืดหยุ่นสูง กล่าวคือ สามารถแก้ไขข้อผิดพลาดและพัฒนาเพิ่มเติมส่วนแสดงผลบนเว็บไซต์ โดยไม่จำเป็นต้องกระจายโปรแกรมส่วนแสดงผลไปยังผู้ใช้ทุกคน

2.3 การวิเคราะห์ความต้องการระบบ

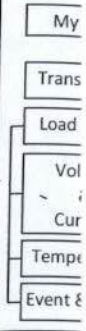
เว็บไซต์นี้ทำหน้าที่แสดงผลข้อมูลหม้อแปลงและระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ และนอกจากนี้แล้วเว็บไซต์ของการแสดงผลจำเป็นต้องมีส่วนการบริหารจัดการผู้ที่เข้าใช้งานเว็บไซต์เพื่อจำกัดการใช้งาน โดยเราได้แบ่งผู้ใช้เว็บไซต์ออกเป็น 3 ประเภท

- ผู้ใช้ทั่วไป เป็นผู้ใช้ที่สามารถเข้ามาดูข่าวสารต่าง ๆ บนเว็บไซต์ได้ แต่ไม่สามารถเข้าถึงส่วนแสดงผลข้อมูลได้
- ผู้ปฏิบัติงาน เป็นผู้ใช้ที่สามารถเข้ามาดูส่วนแสดงผลข้อมูล โดยมีชื่อและรหัสผ่านเพื่อเข้าใช้งาน นอกจากนี้สามารถสร้างข่าวสารต่าง ๆ ได้
- ผู้บริหารเว็บไซต์ เป็นผู้ใช้งานที่สามารถสร้างชื่อและรหัสผ่านแก่ผู้ปฏิบัติงานใหม่ได้

2.4 การออกแบบเว็บไซต์

สำหรับการออกแบบเว็บไซต์ มีการจัดหมวดหมู่ดังรูปที่ 3 ซึ่งในหน้าแรกประกอบด้วย

- News เป็นหน้าเว็บสำหรับแจ้งข่าวสารต่าง ๆ ของระบบ
- Member สำหรับเจ้าหน้าที่ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค Login เข้าสู่ระบบ
- Links เป็นการเชื่อมต่อไปยังเว็บไซต์ที่เกี่ยวข้อง



ดังนี้

แจ้งถึงเจ้าหน้าที่

ของระบบ

1

แรงดันต่ำ

ของหม้อแปลง

2.5 การวิเคราะห์

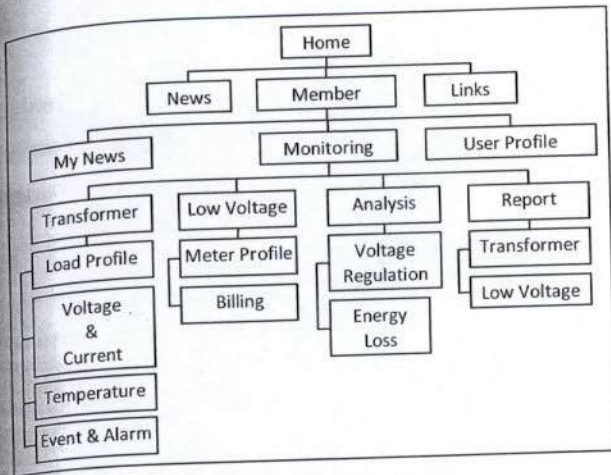
สำหรับการคำนวณ

ดังนี้

1)

โด

2)



รูปที่ 3 แผนผังเว็บไซต์

ในส่วนของ Member เมื่อเข้าสู่ระบบแล้วจะสามารถทำงานได้

ดังนี้

- 1) My News เป็นหน้าเว็บตรวจสอบข่าวสารส่วนตัว ที่มีการแจ้งถึงเจ้าหน้าที่เป็นรายบุคคล
- 2) Monitoring สำหรับดูข้อมูล การวิเคราะห์ และรายงานของระบบ
- 3) User Profile สำหรับแก้ไขข้อมูลส่วนตัว

ในส่วน Monitoring ประกอบด้วยหน้าเว็บดังต่อไปนี้

- 1) Transformer สำหรับดูข้อมูลต่าง ๆ ของหม้อแปลง
- 2) Low Voltage สำหรับดูข้อมูลต่าง ๆ ของระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ
- 3) Analysis สำหรับดูผลการวิเคราะห์ เปรียบเทียบข้อมูลของหม้อแปลงกับระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ
- 4) Report สำหรับดูข้อมูลต่าง ๆ ในรูปแบบของรายงาน

2.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

สำหรับการแสดงผลบนหน้าเว็บไซต์บางส่วนเป็นข้อมูลที่ได้จากการคำนวณก่อนการแสดงผลเพื่อการวิเคราะห์ข้อมูลของผู้ใช้งาน มีดังนี้

- 1) ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ คำนวณได้จาก

$$S = \sqrt{P^2 + Q^2} \quad (1)$$

โดยที่ S คือค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ
P คือค่ากำลังไฟฟ้าจริง
Q คือค่ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟ

- 2) ร้อยละของแรงดันไม่สมดุล คำนวณได้จาก

$$\%PVUR = \frac{\text{Max}(|V_i - \bar{V}|)}{\bar{V}} \times 100 \quad (2)$$

โดยที่ %PVUR คือร้อยละค่าแรงดันไม่สมดุล
 V_i คือค่าแรงดันแต่ละค่าที่วัดได้
 $\bar{V}$ คือค่าแรงดันเฉลี่ย

- 3) ร้อยละของกระแสไม่สมดุล คำนวณได้จาก

$$\%PCUR = \frac{\text{Max}(|I_i - \bar{I}|)}{\bar{I}} \times 100 \quad (3)$$

โดยที่ %PCUR คือร้อยละกระแสไม่สมดุล
 I_i คือค่ากระแสแต่ละค่าที่วัดได้
 $\bar{I}$ คือค่ากระแสเฉลี่ย

- 4) อุณหภูมิและอายุคงเหลือของหม้อแปลง คำนวณได้จาก

ขั้นที่ 1 คำนวณหาอุณหภูมิขดลวด (Winding Hot Spot Temperature, Θ_H) ตามสมการ

$$\Theta_H = \Theta_A + (\Theta_{TO} - \Theta_A) * \left(\frac{\Delta\Theta_{HAIR}}{\Theta_{TOIR}} \right) \quad (4)$$

โดยที่ Θ_H คืออุณหภูมิขดลวด
 Θ_A คืออุณหภูมิแวดล้อม ได้จากการวัด
 Θ_{TO} คืออุณหภูมิน้ำมันด้านบน
 Θ_{HAIR} คือ อุณหภูมิขดลวดที่เพิ่มจากอุณหภูมิแวดล้อม ได้จากการทดสอบที่พิกัดหม้อแปลง
 Θ_{TOIR} คือ อุณหภูมิน้ำมันด้านบนที่เพิ่มจากอุณหภูมิแวดล้อม ได้จากการทดสอบที่พิกัดหม้อแปลง

ขั้นที่ 2 คำนวณหาองค์ประกอบอัตราการใช้งาน (Aging acceleration factor, F_{AA})

$$F_{AA} = \text{EXP}^{\left[\frac{1500}{353} \left(\frac{1500}{\Theta_H + 273} - \frac{1500}{\Theta_{TO} + 273} \right) \right]} \quad (5)$$

โดยที่ F_{AA} คือ องค์ประกอบอัตราการใช้งาน

ขั้นที่ 3 คำนวณหาองค์ประกอบค่าสมมูลของวันที่ถูกใช้งาน (Equivalent Aging factor, F_{EQA})

$$F_{EQA} = \frac{\sum_{n=1}^N F_{A_n} \Delta t_n}{\sum_{n=1}^N \Delta t_n} \quad (6)$$

โดยที่ F_{EQA} คือองค์ประกอบค่าสมมูลของวันที่ถูกใช้งาน

F_{A_n} คือ องค์ประกอบอัตราการใช้งานที่ช่วงเวลา n

N คือ จำนวนช่วงเวลาใน 1 วัน

Δt_n คือ ระยะห่างของเวลา (สำหรับโครงการใช้ 15 นาที หรือ 0.25 ชั่วโมง)

ขั้นที่ 4 คำนวณหรือร้อยละการลดลงของอายุการใช้งาน (% Loss of Life)

$$\% \text{ Loss of life} = \frac{F_{EQA} \times t \times 100}{\text{Normal insulation life}} \quad (7)$$

โดยที่ t คือ ช่วงเวลาที่พิจารณาเป็นวันหรือชั่วโมงตามหน่วยของอายุฉนวน

Normal insulation life คือ อายุการใช้งานของฉนวนหม้อแปลง

5) พลังงานสูญเสีย คำนวณได้จาก

$$kWh_{\text{Loss}} = kWh_{\text{Transformer}} - \sum_{h=1}^N kWh_h \quad (8)$$

โดยที่ kWh_{Loss} คือ พลังงานไฟฟ้าสูญเสีย

$kWh_{\text{Transformer}}$ คือ พลังงานไฟฟ้าที่จ่ายจากหม้อ

แปลง

kWh_h คือ พลังงานไฟฟ้าที่มีเตอร์ h

N คือ จำนวนมิเตอร์ทั้งหมด

6) ร้อยละแรงดันตก คำนวณได้จาก

$$\%VR = \frac{V_s - V_R}{V_s} \times 100 \quad (9)$$

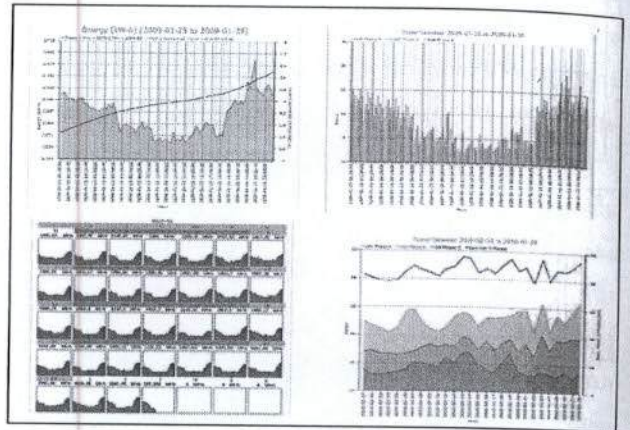
โดยที่ $\%VR$ คือ ร้อยละแรงดันตก

V_s คือ แรงดันต้นทาง

V_R คือ แรงดันปลายทาง

3. ผลการทดลอง

เว็บไซต์สำหรับระบบจัดการหม้อแปลงและระบบจำหน่ายแรงดันต่ำอัตโนมัติสามารถแสดงข้อมูลโหลดโปรไฟล์ของหม้อแปลงและมิเตอร์ในระบบจำหน่ายแรงดันต่ำ โดยผู้ใช้งานสามารถเลือกช่วงเวลาและเฟสที่ต้องการดูข้อมูลได้



รูปที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลโหลดโปรไฟล์ของหม้อแปลง

4. สรุป

การพัฒนาเว็บไซต์สำหรับระบบจัดการหม้อแปลงและระบบจำหน่ายแรงดันต่ำอัตโนมัติ ได้ช่วยให้ผู้ปฏิบัติงานสามารถเรียกดูข้อมูลได้อย่างสะดวก และทุกเวลาที่ต้องการ สามารถนำข้อมูลที่ได้ออกจากวิเคราะห์ไปบริหารจัดการหม้อแปลงและระบบจำหน่ายแรงดันต่ำได้อย่างรวดเร็ว

เอกสารอ้างอิง

- [1] Jarrah, M.A. Al-Ali, and A.R., "Web-based monitoring and fault diagnostics of machinery," The IEEE International Conference on Mechatronics 2004, 3-5 June 2004, pp. 525 - 530.
- [2] Haung, S.H., Lee, W.J., Wang, S.P., Chen, J.H., and Hsu, C.H., "Web-based real time power system dynamic performance monitoring system," Industry Applications Conference, 2005. Vol. 4, 2-6 Oct. 2005., pp. 2651 - 2656
- [3] Trovao, J.P., Santos, F.M., Silva, M.J., Jorge, H.M., "A web-based monitoring approach for power systems in industrial plants," IEEE International Symposium on Industrial Electronics, 2008, June 30 2008-July 2 2008, pp. 1769 - 1774.
- [4] Berlijn, S., Markalous, S., Strom, K., "Web-based PD monitoring of a generator in Loforsen Sweden," International Conference on Condition Monitoring and Diagnosis, 2008. CMD 2008, 21-24 April 2008, pp. 167 - 170.