บทที่ 1

บทนำ

1.1 ที่มาและความสำคัญของปัญหา

หม้อแปลงเป็นอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้กันอย่างแพร่หลายใช้ในการถ่ายทอดกำลังงานไฟฟ้าจากแรงดันระดับหนึ่งไปยังแรงดันอีกระดับหนึ่ง โดยที่ความถี่ของระบบไฟฟ้านั้นไม่เปลี่ยนแปลง ในกรณีที่หม้อแปลงใช้ในการเพิ่มแรงดัน เราเราเรียกว่าหม้อแปลงขึ้น (Step Up Transformer) แต่ถ้าใช้ในการลดแรงดัน จะเรียกว่าหม้อแปลงลง (Step Down Transformer) ซึ่งหม้อแปลงก็มีอยู่ให้เห็นอยู่ทั่วไปใน อุปกรณ์เครื่องใช้ไฟฟ้าภายในบ้านหรือแทบจะทุกที่ที่มีการส่งจ่ายกำลังงานไฟฟ้าเลยก็ว่าได้ หม้อแปลงนั้นก็มีด้วยกันอยู่หลายประเภทด้วยกันขึ้นอยู่กับลักษณะของการใช้งาน

จากอดีตจนถึงปัจจุบัน จะเห็นว่าในอุปกรณ์ไฟฟ้ามีความต้องการใช้หม้อแปลงจำนวนมาก นั่นหมายถึงต้องมีการออกแบบสร้างเพื่อตอบสนองความต้องการเป็นจำนวนมากเช่นกัน ซึ่งในการออกแบบส่วนมากหากคำนวณด้วยมือเองนั้น เราจำเป็นต้องประมวลผลข้อมูลรายละเอียดค่าจำเพาะของวัสดุต่างๆที่จำเป็นในการออกแบบจำนวนมาก ทำให้เกิดความล่าช้าและมีโอกาสเกิดข้อผิดพลาดในการคำนวณได้ง่าย ซึ่งหากเรารวบรวมการคำนวณและรายละเอียดค่าจำเพาะของวัสดุต่างๆที่จำเป็นในการออกแบบสร้างและคำนวณประสิทธิภาพของหม้อแปลงไว้ในโปรแกรมๆหนึ่งเพื่อมาเป็นเครื่องมือช่วยในการทำงาน จะช่วยให้เราสามารถทำงานบรรลุวัตถุประสงค์ได้อย่างสะดวกและรวดเร็ว เนื่องจากช่วยลดระยะเวลาจากที่จะต้องคำนวณด้วยตนเอง

จึงเป็นที่มาของโครงงานนี้ได้คิดค้นการแก้ปัญหาการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยการเขียนโปรแกรมออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าโดยให้โปรแกรมนั้นสามารถใช้งานง่าย สะดวก เพื่อเป็นการแก้ปัญหาที่อาจเกิดขึ้น จากการออกแบบคำนวณด้วยมือและเป็นเครื่องมือช่วยในการประกอบอาชีพในอนาคตของตนเองและผู้ที่สนใจต่อไป

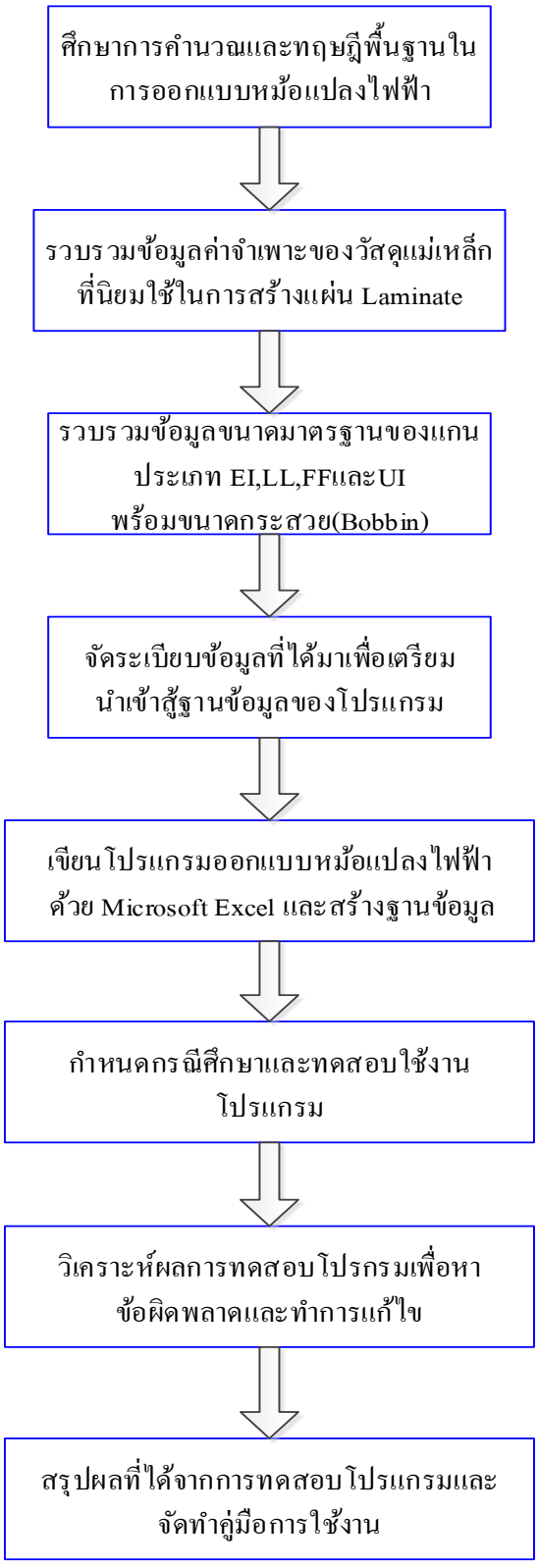
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

1. ศึกษาทฤษฎีพื้นฐาน ในการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าความถี่ต่ำ ขนาดพิกัดกำลังไม่เกิน 5kVAแรงดันทางด้าน InputและOutput ไม่เกิน 400 V, 50 Hz
2. วิเคราะห์วิธีการออกแบบสร้างหม้อแปลงไฟฟ้า และสร้างฐานข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการออกแบบ
3. เพื่อสร้างโปรแกรมออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าที่สามารถใช้งานได้ง่ายใช้ระบบปฏิบัติการ Windows XP หรือ รุ่นหลังจากนั้นได้
4. เพื่อประยุกต์ใช้โปรแกรม Microsoft Excelมาช่วยในการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า
5. เพื่อวิเคราะห์และฝึกฝนการแก้ปัญหาต่างๆที่เกิดจากการทำโครงงาน
6. เพื่อให้เกิดทักษะการทำงานอย่างมีระบบ จากการทำโครงงาน

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

1. ออกแบบและเขียนโปรแกรมออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าด้วยโปรแกรม Microsoft Excel
2. ออกแบบและเขียนโปรแกรม ที่สามารถออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดพิกัดไม่เกิน 5KVแรงดัน InputและOutput ไม่เกิน 400 V และหม้อแปลงความถี่สูงที่ใช้กับ Converter ความถี่ไม่เกิน 200 KHz แรงดัน 24 V
3. ออกแบบและสร้างโปรแกรมที่สามารถออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังได้ 2 ประเภท คือ Shell Type และ Core Type
4. ออกแบบและสร้างโปรแกรม ที่สามารถออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าที่มีหลายTap และหลาย Output ได้สูงสุด 4 ค่า
5. ออกแบบ และ เขียนโปรแกรม ให้แสดงข้อมูลผลลัพธ์ในรูปแบบของตาราง ซึ่งประกอบด้วยข้อมูลดังนี้
    - ขนาดพิกัดและแรงดันของหม้อแปลง
    - ขนาด, จำนวนของแกนและกระสวยที่ต้องใช้
    - ขนาด AWG, จำนวนที่ต้องใช้ (Kg) ของขดลวดฝั่งปฐมภูมิและฝั่งทุติยภูมิ
    - จำนวนรอบของขดลวดฝั่งปฐมภูมิและฝั่งทุติยภูมิ
    - ค่ากำลังงานสูญเสียและประสิทธิภาพของหม้อแปลง(ค่าจากการคำนวณ)

1.4 โครงสร้างของโครงงาน



ภาพที่ 1.1 โครงสร้างของโครงงาน

1.5 ประโยชน์ของโครงงาน

1. สามารถใช้เป็นตัวคำนวณในการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้า
2. สามารถใช้เป็นตัวคำนวณในการทดสอบประสิทธิภาพของหม้อแปลง
3. โปรแกรมช่วยลดความล่าช้าและความผิดพลาดที่อาจเกิดขึ้นจากการออกแบบด้วยมือ
4. เป็นโปรแกรมที่สามารถใช้ในการทำงานได้จริงและสามารถจำหน่ายในเชิงพาณิชย์ต่อไปในอนาคตได้

1.6 วรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1. COLONEL WM. T. MCLYMAN, (2004): ได้กล่าวถึงการออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าแบบ Power Transformer, Converter Transformer แสดงถึงขั้นตอนวิธีการคำนวณหาค่าต่างๆแบบ Step by Step ดังนี้

- คำนวณ apparent power(P_t)
- คำนวณ electrical conditions(K_e)
- คำนวณ geometry(K_g)
- เลือก laminate จากค่า K_g ที่คำนวณได้
- คำนวณจำนวนรอบขดลวด primary (N_p)
- คำนวณความหนาแน่นของกระแส (J)
- คำนวณกระแสในขดลวด primary (I_{in})
- คำนวณ primary bare wire area, $A_{wp(B)}$
- เลือกขนาดลวด primary จากค่า $A_{wp(B)}$ที่คำนวณได้
- คำนวณ primary resistance (R_p)
- คำนวณ primary copper loss, (P_p) จากค่า R_pที่คำนวณได้
- คำนวณ secondary bare wire area, $A_{wp(B)}$
- เลือกขนาดลวด secondary จากค่า $A_{wp(B)}$ที่คำนวณได้
- คำนวณ secondary resistance (R_s)
- คำนวณ secondary copper loss, (P_s) จากค่า R_sที่คำนวณได้
- คำนวณ primary and secondary copper loss (P_{cu}) จากค่า P_pและ P_sที่คำนวณได้
- คำนวณ transformer regulation(α)

- คำนวณ watts per kilogram(W/K)

- คำนวณ core loss, (P_{fe}) จากค่า W/K ที่คำนวณได้

- คำนวณ total loss($P\sum$)

- คำนวณ watts per unit area (¥)

- คำนวณ temperature rise (T_r)

- คำนวณ window utilization (K_u)

ซึ่งผู้เขียนให้สมการการคำนวณไว้อย่างครบถ้วน แต่ยังไม่ได้รวบรวมข้อมูล ค่าจำเพาะของวัสดุที่ใช้ประกอบการคำนวณและออกแบบหม้อแปลงไฟฟ้าไว้ในงานเขียน

2. RR Donoelley, (2003): ได้กล่าวถึงวิธีการเลือก Core Diameter, Flux Density, Type of Core, Leg Length, Type of Windings, Tap changerและConductor แสดงถึงขั้นตอนการคำนวณกำลังงานสูญเสียของ Core และ Copper กล่าวถึงการควบคุม Stray Loss ในหม้อแปลง