รหัสโครงงาน 54EE114

ชุดปฏิบัติการและโปรแกรมช่วยสอนการทดสอบและการประยุกต์ใช้หม้อแปลงกระแส

Laboratory and Computer Aided Instruction for Current Transformer Testing and Applications

บทคัดย่อ (Abstract)

โครงงานนี้เป็นการนำเสนอชุดทดลองและโปรแกรมช่วยสอนการทดสอบหม้อแปลงกระแส โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เป็นสื่อการสอนและชุดทดลองคุณสมบัติของหม้อแปลงกระแสในวิชา EEG 451 (ปฏิบัติการวิศวกรรมไฟฟ้ากำลัง)ในโครงงานนี้แบ่งการทดลองเป็นการทดลองทั้งหมด 7 การทดลองได้แก่ (การทดลองที่1 การทดสอบอัตราส่วนของหม้อแปลง) (การทดลองที่2 การทดสอบอัตราการแปลงกระแส) (การทดลองที่3 วิเคราะห์ผลลัพธ์ที่ได้จากการวัดเปรียบเทียบกับทฤษฎี) (การทดลองที่4 การใช้หม้อแปลงกระแสวัดกระแสไฟฟ้า ในระบบไฟฟ้าสามเฟส) (การทดลองที่5 ศึกษารูปแบบการต่อหม้อแปลงกระแสใช้งานในระบบไฟฟ้าสามเฟส) (การทดลองที่6 การหา Residual Current ในระบบไฟฟ้าสามเฟส) (การทดลองที่7 วัดกระแสทุติยภูมิในวงจรผลต่าง (Differential Circuit))เพื่อหาค่าอัตราส่วนการแปลงกระแส การทดลองอัตราการแปลงกระแส ผลของเบอร์เดนเมื่อต่อทางด้านทุติยภูมิ การใช้หม้อแปลงกระแสวัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าสามเฟส ศึกษารูปแบบการต่อหม้อแปลงกระแสใช้งานในระบบไฟฟ้าสามเฟส การหา Residual Current ในระบบไฟฟ้าสามเฟส วัดกระแสทุติยภูมิในวงจรผลต่าง

กิตติกรรมประกาศ

การจัดทำโครงงานนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดี ก็เนื่องมาจากความร่วมมือหลายฝ่ายด้วยกัน ทั้งได้รับคำแนะนำเกี่ยวกับการใช้อุปกรณ์จากอาจารย์ที่ปรึกษารวมทั้งอาจารย์ประจำภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า เจ้าหน้าที่และเพื่อน ๆ ที่มีส่วนเกี่ยวข้องให้ทำปรึกษาชี้แนะและอำนวยความสะดวกในการทำโครงงานนี้ จึงใคร่ขอขอบคุณทุกๆท่านเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้ด้วยสิ่งใดที่โครงงานนี้มีความผิดพลาด ทางคณะผู้จัดทำจะขอรับแต่เพียงผู้เดียว ส่วนความดีความชอบทั้งหลายทางคณะผู้จัดทำขอมอบให้กับผู้สนับสนุนโครงงานนี้ทุก ๆ ท่าน

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	ก
กิตติกรรมประกาศ	ข
สารบัญ	ค
สารบัญตาราง	จ
สารบัญภาพ	ฉ
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหาของโครงงาน	1
1.2 จุดประสงค์โครงงาน	1
1.3 ขอบเขตของโครงงาน	1
1.4 ประโยชน์ของโครงงาน	2
1.5 ส่วนประกอบของโครงงาน	2
1.6 โครงสร้างของโครงงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง	4
2.1 หลักการทั่วไปหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า	4
2.2 ชนิดของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า	4
2.3 การเหนี่ยวนำทางแม่เหล็กไฟฟ้า	6
2.4 หลักการของหม้อแปลงกระแส	10
2.5 การใช้หม้อแปลงกระแสสำหรับเครื่องวัด	12
2.6 เบอร์เดนของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า	15
2.7 เส้นโค้งสมบัติแม่เหล็ก	19
2.8 คุณลักษณะของหม้อแปลงกระแส	22
2.9 โครงสร้าง	28

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.10 แคลป์ม - ออนแอมมิเตอร์	33
2.11 ผลของวงจรเปิดทางด้านทุติยภูมิ	34
2.12 ประเภทของหม้อแปลงกระแส	37
2.13 การต่อหม้อแปลงกระแส	40
2.14 หม้อแปลงกระแส	44
2.15 การกำหนดขั้วของหม้อแปลง	46
2.16 การกำหนดขั้วของหม้อแปลงกระแส	48
บทที่ 3 ออกแบบชุดปฏิบัติการ	57
3.1 อุปกรณ์การทดลอง	57
3.2 ซอฟแวร์	59
บทที่ 4 การทดลองและผลการทดลอง	63
4.1 การทดลองที่ 1 การทดสอบอัตราส่วนของหม้อแปลง (Ratio Test)	63
4.2 การทดลองที่ 2 การทดลองอัตราการแปลงกระแส	65
4.3 การทดลองที่ 3 ผลของเบอร์เดนเมื่อต่อทางทุติยภูมิ	67
4.4 การทดลองที่ 4 การใช้หม้อแปลงกระแสวัดกระแสไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าสามเฟส	71
4.5 การทดลองที่ 5 ศึกษารูปแบบการต่อหม้อแปลงกระแสใช้งานในระบบสามเฟส	72
4.6 การทดลองที่ 6 การหา Residual Currentในระบบไฟฟ้าสามเฟส	74
4.7 การทดลองที่ 7 วัดกระแสทุติยภูมิในวงจรผลต่าง	76
บทที่ 5 สรุปและข้อเสนอแนะ	78
เอกสารอ้างอิง	79
ภาคผนวก	80

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 2.1 ตัวอย่างของค่าต่าง ๆ ในเส้นโค้งสมบัติแม่เหล็ก 21

ตารางที่ 2.2 ขีดจำกัดของความคลาดเคลื่อน ชั้น 0.1 – 1.0 38

ตารางที่ 2.3 ขีดจำกัดของความคลาดเคลื่อน ชั้น 3.0 – 5.0 39

ตารางที่ 2.4 มาตรฐานอัตราส่วนกระแสของหม้อแปลงกระแส 44

ตารางที่ 2.5 พิกัดแรงดันด้านแรงสูงของหม้อแปลงกระแสไฟฟ้า 45

ตารางที่ 2.6 เบอร์เดนมาตรฐานของหม้อแปลงกระแส 45

ตารางที่ 2.7 ขั้วต่อของหม้อแปลงกระแส 47

ตารางที่ 4.1 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.1 64

ตารางที่ 4.2 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ 4.2 66

ตารางที่ 4.3 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ $R_L = 0$ *Ohm* 68

ตารางที่ 4.4 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ $R_L = 2$ *Ohm* 69

ตารางที่ 4.5 ตารางบันทึกผลการทดลองที่ $R_L = 3$ *Ohm* 70

ตารางที่ 4.6 ผลของกระแสจากการเปิดวงจรในแต่ละเฟส 72

สารบัญภาพ

หน้า

ภาพที่ 1.1 โครงสร้างของโครงงาน 3

ภาพที่ 2.1 หม้อแปลงกระแสแบบแกนวงกลม 5

ภาพที่ 2.2 คลิปออน – แอมป์มิเตอร์ 5

ภาพที่ 2.3 สนามแม่เหล็กที่เกิดขึ้นจากแท่งแม่เหล็ก 7

ภาพที่ 2.4 เส้นแรงแม่เหล็กรั่วไหล 8

ภาพที่ 2.5 หลักการเบื้องต้นของหม้อแปลง 11

ภาพที่ 2.6 หม้อแปลงกระแสไฟฟ้า 13

ภาพที่ 2.7 หม้อแปลงแรงดัน 13

ภาพที่ 2.8 วงจรทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแส 17

ภาพที่ 2.9 วงจรจริงของหม้อแปลงกระแส 18

ภาพที่ 2.10 วงจรหม้อแปลงกระแสอุดมคติกับอิมพีแดนซ์กระตุ้น 18

ภาพที่ 2.11 วงจรสมมูลทางด้านทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแส 19

ภาพที่ 2.12 เส้นโค้งสมบัติแม่เหล็กของหม้อแปลงกระแส 20

ภาพที่ 2.13 Phase angle with P.F. 23

ภาพที่ 2.14 Ratio R with secondary current 23

ภาพที่ 2.15 Variation of phase angle with secondary current 24

ภาพที่ 2.16 Ring Type Core 26

ภาพที่ 2.17 Spiral Type Core 26

ภาพที่ 2.18 หม้อแปลงกระแส Wound Type 28

ภาพที่ 2.19 หม้อแปลงกระแสแบบ Bar Type 29

ภาพที่ 2.20 Stampings for Window Type c.t 29

ภาพที่ 2.21 หม้อแปลงกระแสแบบร้อยสายผ่าน 31

ภาพที่ 2.22 หม้อแปลงกระแสแบบร้อยสายผ่านช่องสี่เหลี่ยมแบบแนวตั้ง 32

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 2.23 หม้อแปลงกระแสแบบร้อยสายผ่านแบบช่องสี่เหลี่ยมแบบแนวนอน 33

ภาพที่ 2.24 แคลป์ม-ออน แอมมิเตอร์ 34

ภาพที่ 2.25 การต่อขดลวดทุติยภูมิของหม้อแปลงกระแส 35

ภาพที่ 2.26 ขอบเขตแมกเนไตซิ่งเคิร์ฟที่ถูกใช้งาน 36

ภาพที่ 2.27 Demagnetization of C.T Core 37

ภาพที่ 2.28 การต่อหม้อแปลงกระแสแบบวาย 41

ภาพที่ 2.29 การต่อหม้อแปลงกระแสแบบวีหรือเดลต้าเปิด 42

ภาพที่ 2.30 การต่อหม้อแปลงกระแสแบบเดลต้า 43

ภาพที่ 2.31 การต่อหม้อแปลงกระแสกับรีเลย์วัดค่าผลต่างป้องกันสายส่งแบบ 1 เฟส 43

ภาพที่ 2.32 การกำหนดขั้วของหม้อแปลงกระแส 48

ภาพที่ 2.33 การทดสอบขั้วของหม้อแปลงกระแสด้วยไฟฟ้ากระแสตรง 51

ภาพที่ 2.34 การทดสอบขั้วของหม้อแปลงกระแสด้วยไฟฟ้ากระแสสลับ 52

ภาพที่ 2.35 การทดสอบอัตราส่วนของหม้อแปลงกระแส 53

ภาพที่ 2.36 การทดสอบคุณสมบัติการกระตุ้นของหม้อแปลงกระแส 54

ภาพที่ 2.37 คุณสมบัติการกระตุ้นของหม้อแปลงกระแส 54

ภาพที่ 3.1 Current Transformer 56

ภาพที่ 3.2 ภาพที่ 3.2 โปรแกรม (Auto Ware) 58

ภาพที่ 3.3 การเขียนผังขั้นตอน (Flow Chart) 60

ภาพที่ 3.4 รหัสที่ลงให้กับวัตถุเพื่อกำหนดการควบคุม 61

ภาพที่ 3.5 หน้าเมนูของโปรแกรม 62

ภาพที่ 3.6 การทดลองที่ 1 การทดสอบอัตราส่วนของหม้อแปลง (Ratio Test) 62

สารบัญภาพ (ต่อ)

หน้า

ภาพที่ 4.1 การทดสอบอัตราส่วนของหม้อแปลง 63

ภาพที่ 4.2 กราฟการทดสอบอัตราส่วนของหม้อแปลงกระแส (Ratio Test) 64

ภาพที่ 4.3 การต่อวงจรเพื่อดูผลอัตราการแปลงกระแส 65

ภาพที่ 4.4 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของ I_1 และ I_2 66

ภาพที่ 4.5 การทดลองเพื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของ $\mathbf{I_{2Norm}}$ และ I_2 67

ภาพที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ที่ $R_L = 0\ \Omega$ 68

ภาพที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ที่ $R_L = 2\ \Omega$ 69

ภาพที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ที่ $R_L = 3\ \Omega$ 70

ภาพที่ 4.9 การหม้อแปลงในระบบจ่ายไฟฟ้าสามเฟสสามสาย 71

ภาพที่ 4.10 การต่อหม้อแปลงกระแสแบบเดลต้าในระบบจ่ายไฟฟ้าสามเฟส 73

ภาพที่ 4.11 การต่อหม้อแปลงกระแสแบบสตาร์ในระบบจ่ายไฟฟ้าสามเฟส 73

ภาพที่ 4.12 การต่อหม้อแปลงกระแสหาค่า Residual Current 75

ภาพที่ 4.13 การทดสอบขั้วหม้อแปลงกระแส วัดกระแสทุติยภูมิในวงจรผลต่าง 76