บทที่ 1

บทนำ

1.1 บทนำทั่วไป

แรงดันเกินสภาวะชั่วครู่หรือแรงดันเสิร์จ เป็นแรงดันที่มีขนาดเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วและเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาอันสั้น โดยสามารถแบ่งตามต้นเหตุที่เกิดได้เป็น 2 ประเภท คือ ประเภทแรกเป็นแรงดันเกินที่เกิดจากปัจจัยภายนอกระบบส่งจ่าย เช่น เกิดจากปรากฏการณ์ฟ้าผ่า เรียกว่า เสิร์จฟ้าผ่า (Lightning Surge) ส่วนประเภทที่สองเป็นแรงดันเกินที่เกิดจากปัจจัยภายในระบบส่งจ่าย เช่น เกิดจากการทำงานของสวิตช์ตัดต่อวงจร เรียกว่า เสิร์จสวิตชิ่ง (Switching Surge) [1] ซึ่งแรงดันเกินสภาวะชั่วครู่เหล่านี้ ถึงแม้ว่าจะเกิดขึ้นในช่วงระยะเวลาสั้นๆ แต่ก็อาจทำความเสียหายให้กับอุปกรณ์ไฟฟ้าได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งในระบบจ่ายไฟแรงดันต่ำ (Low-Voltage Distribution) เพราะอุปกรณ์ไฟฟ้าหลายชนิดในปัจจุบันมีการควบคุมการทำงานด้วยวงจรอิเล็กทรอนิกส์ หรือวงจรรวม (Integrated Circuits) ซึ่งมักมีความสามารถในการทนต่อการรบกวนจากภายนอกต่ำ ส่งผลให้อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถูกรบกวนนั้นเกิดข้อบกพร่องในการทำงาน และบางครั้งอาจจะทำให้ผู้ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าเกิดอันตรายขึ้นได้ ดังนั้นการทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จึงเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อให้มั่นใจว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์สามารถทนต่อการรบกวนดังกล่าวได้ในระดับหนึ่ง ซึ่งในทางปฏิบัติการตรวจสอบและทดสอบอุปกรณ์ใดๆ ควรจะต้องมีมาตรฐานอ้างอิง เพื่อให้การปฏิบัติการทดสอบ วิธีการทดสอบ การวิเคราะห์ผลการทดสอบ รวมทั้งผลการทดสอบเป็นข้อมูลที่เชื่อถือได้ สำหรับการทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ จะแบ่งการทดสอบออกเป็นหลายชนิด เช่น การทดสอบภูมิคุ้มกันเสิร์จ (Surge Immunity Test) การทดสอบภูมิคุ้มกันภาวะชั่วครู่อย่างเร็วทางไฟฟ้า (Electrical Fast Transient/Burst Immunity Test) การทดสอบภูมิคุ้มกันการปล่อยประจุไฟฟ้าสถิต (Electrostatic Discharge Immunity Test) และการทดสอบภูมิคุ้มกันคลื่นแกว่ง (Oscillatory Wave Immunity Test) เป็นต้น โดยการทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ยังแบ่งระดับการทดสอบออกเป็นหลายระดับตามระดับการถูกรบกวนและประเภทของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งมาตรฐานในการทดสอบ เช่น IEC, IEEE, ANSI, JIS, VDE, BS เป็นต้น ในส่วนประเทศไทยมีมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม และมาตรการด้านสิ่งแวดล้อม โดยอ้างอิงกับมาตรฐาน IEC ซึ่งเป็นมาตรฐานสากลระหว่างประเทศเป็นหลัก เพื่อใช้ในตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ สำหรับการผลิตและการนำเข้าเพื่อขายในประเทศ

1.2 ที่มาของปัญหา

แรงดันเสิร์จจัดเป็นทรานเซียนต์ทางไฟฟ้าที่มีลักษณะเป็นคลื่นจร (Travelling Wave) ซึ่งมีผลทำให้คุณภาพทางไฟฟ้าของระบบ เช่น ขนาดแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า หรือ ความถี่ทางไฟฟ้าเกิดเปลี่ยนแปลงไปชั่วขณะ ลักษณะสัญญาณที่ปรากฏขึ้นมักเกิดเป็นพัลส์แคบๆ (Short Duration Pulses) ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นในสายป้อนไฟฟ้าจะเกิดเป็นลักษณะการผสมรวม (Superimposing) ไปบนรูปคลื่นสัญญาณไซน์ของไฟระบบ โดยไม่จำกัดว่าจะเกิดขึ้นในช่วงบวกหรือลบของสัญญาณรูปคลื่นไซน์ ซึ่งเมื่อเกิดขึ้นจะก่อให้เกิดสภาพของแรงดันเกินแบบเฉียบพลันในระบบไฟฟ้า แรงดันเกิดเสิร์จอาจมีขนาดเพียงสองสามเท่าของแรงดันไฟปกติหรืออาจมีขนาดสูงถึงหลายสิบเท่า โดยมีช่วงเวลาของการเกิดไม่แน่นอนอาจสั้นเพียง 0.5 ไมโครวินาทีไปจนถึงหลายมิลลิวินาที ลักษณะการเกิดนอกจากจะเป็นแบบพัลส์เดี่ยวแล้วอาจเกิดเป็นแบบหลายพัลส์ (Multipulse) ต่อเนื่องกันไป หรือเป็นแบบพัลส์การแกว่งของสัญญาณ (Oscillation Pulse) โดยแรงดันเสิร์จที่เกิดขึ้นในระบบจ่ายไฟแรงดันต่ำจะมีพลังงานสูงมากพอที่จะทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าทำงานผิดพลาดหรือเสียหายได้ โดยเฉพาะอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ที่มีความไวต่อการเปลี่ยนแปลงของแรงดันเสิร์จและมีความคงทนต่ำ ดังนั้นปัญหาแรงดันเสิร์จในระบบแรงดันต่ำนับเป็นปัญหาสำคัญที่มีผลกระทบโดยตรงต่อการทำงานของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์

ในการค้าสากลการผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ชนิดต่างๆ เพื่อจะวางจำหน่ายในตลาด ผู้ผลิตจะต้องนำอุปกรณ์ไฟฟ้าดังกล่าวมาทำการทดสอบด้านการใช้งาน (Functional Test) การทดสอบความปลอดภัยของผู้ใช้งาน (Product Safety Test) การทดสอบความคงทนต่อการเปลี่ยนแปลงของสภาพแวดล้อม (Environmental Test) การทดสอบความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility) ก็เป็นอีกมาตรฐานหนึ่งซึ่งถูกกำหนดให้การทดสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าต่างๆ จะต้องผ่านการทดสอบตามมาตรฐานที่กำหนด สำหรับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะศึกษาและจัดสร้างเครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำที่สามารถสร้างรูปคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำอ้างอิงตามมาตรฐานกำหนด เพื่อนำไปทดสอบภูมิคุ้มกันคลื่นแกว่งของอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งจะเป็นแนวทางในการพัฒนาเพิ่มขีดความสามารถทางด้านการตรวจสอบอุปกรณ์ไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ตามมาตรฐานสากล

1.3 ขอบเขตของวิทยานิพนธ์

งานวิจัยนี้จะทำการออกแบบและสร้างเครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำ 100 kHz อ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 61000-4-12 และ IEC 61000-4-18 โดยทำการทดสอบเครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำผ่านอุปกรณ์ Coupling/Decoupling Network (CDN) แบบ 1 เฟส

1.4 ขั้นตอนการทำวิทยานิพนธ์

1. ศึกษาข้อกำหนดทางเทคนิค มาตรฐาน และการทดสอบภูมิคุ้มกันคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำอ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 61000-4-12 [2] และ IEC 61000-4-18 [3]
2. ศึกษาและออกแบบเครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำ
3. ประกอบสร้างเครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำ
4. ทดสอบคุณสมบัติของรูปคลื่นที่สร้างได้จากเครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำอ้างอิงตามมาตรฐานกำหนด
5. ศึกษาและออกแบบอุปกรณ์ Coupling/Decoupling Network (CDN) แบบ 1 เฟส
6. ประกอบสร้างอุปกรณ์ Coupling/Decoupling Network (CDN) แบบ 1 เฟส
7. ทดสอบเครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำผ่านตัวอุปกรณ์ Coupling/Decoupling Network (CDN) แบบ 1 เฟส
8. ประเมินผล และเปรียบเทียบผลการทดสอบตามมาตรฐานกำหนด
9. สรุปผลการวิจัย และจัดทำเอกสารวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ชุดเครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำที่ได้ออกแบบสร้างขึ้น สามารถสร้างรูปคลื่นที่มีลักษณะสมบัติอ้างอิงตามมาตรฐานกำหนด
2. เป็นเครื่องต้นแบบสำหรับการศึกษาวิจัย และเป็นพื้นฐานการออกแบบสร้างเครื่องกำเนิดคลื่นแกว่งแบบหน่วงซ้ำที่พิกัดแรงดันสูงขึ้นต่อไป
3. ได้ความรู้ และประสบการณ์ที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในการออกแบบสร้างและทดสอบภูมิคุ้มกันแบบอื่นๆ