บทที่ 5 บทสรุปและข้อเสนอแนะ

การวิจัยครั้งนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อการพัฒนา อุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟกระโชกทางด้านไฟฟ้าแรงต่ำ เพื่อแก้ไขปัญหาทางด้านระบบคุณภาพกำลังไฟฟ้า และทำการทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันแรงดันไฟเกินที่เกิดขึ้นในระบบ การพัฒนาอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟกระโชกที่มีอยู่ในปัจจุบันให้มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น สำหรับการป้องกันไฟกระโชกทางด้านไฟเอซี ได้ทำการออกแบบโดยเพิ่มชุดโหลดอิเล็กทรอนิกส์เข้าไปในอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟกระโชกชุดเดิม เพื่อใช้ในการแก้ไขปัญหาแรงดันไฟเกินที่เกิดในเวลาอันสั้น การหาประสิทธิภาพในการป้องกันแรงดันไฟกระโชก สามารถสรุปผลการวิจัยได้ดังนี้

5.1 สรุปผลการวิจัย

การวิจัยครั้งนี้ได้ทำการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟกระโชกทางด้านเอซี โดยอุปกรณ์ป้องกันนี้มีความสามารถในการป้องกันอยู่ 2 โหมดการป้องกัน ผู้วิจัยแบ่งสรุปผลการวิจัยออกเป็น 2 ส่วนคือ

5.1.1 สรุปผลการทดสอบความสามารถอุปกรณ์ในการป้องกันแรงดันไฟเกินในสภาวะชั่วขณะ โดยผลการทดสอบ เป็นไปตามที่ได้ทำการออกแบบไว้คือ ชุดโหมดป้องกันแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะนี้สามารถลดทอนแรงดันไฟกระโชก ที่ใช้สัญญาณรูปคลื่นทำการทดสอบที่พิกัดแรงดันที่ 6000 โวลต์ (1.2/50μS) ให้ค่าแรงดันไฟฟ้าปล่อยผ่าน มีค่าต่ำ ซึ่งค่าเฉลี่ยของพิกัดแรงดันอยู่ในเกณฑ์ที่กำหนด (<600V) และสามารถยอมรับได้ ในชุดอุปกรณ์โหมดนี้จะทำหน้าที่ป้องกันแรงดันไฟกระโชกในลักษณะที่มีพิกัดกระแส และแรงดันมีค่าความชันสูงมาก ระยะเวลาที่เกิดขึ้นจะเร็วประมาณ 5nS-5mS ลักษณะการเกิดความผิดพร่องในระบบไฟฟ้าที่จะทำให้ชุดอุปกรณ์โหมดนี้ทำงานอย่างเช่น การเกิดฟ้าผ่า หรือการเกิดจากการสวิตซิ่ง ของอุปกรณ์ในระบบเป็นต้น

5.1.2 การพัฒนาออกแบบวงจรเพื่อเลียนแบบการทำงานของอุปกรณ์กำจัดเสิร์จ ด้วยการใช้โปรแกรมสำหรับใช้ช่วยในการวิเคราะห์ออกแบบพัฒนาคุณสมบัติของวงจรกำจัดเสิร์จด้านแรงต่ำให้สามารถใช้ป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าได้เป็นอย่างมีประสิทธิภาพ

5.1.3 การพัฒนาและออกแบบวงจรโดยใช้อุปกรณ์ป้องกัน Gas Discharge Tube สามารถป้องกันแรงดันเกินเสิร์จได้ตามมาตรฐานกำหนด โดยมีแรงดันขาออกอยู่ประมาณ 300- 400 V ซึ่งจะไม่ทำให้อุปกรณ์ที่ต่ออยู่สามารถทำงานได้ตามปกติ

5.1.4 สรุปผลการทดสอบความสามารถของอุปกรณ์ในการป้องกันแรงดันเกินช่วงสั้น โดยผลการทดสอบอุปกรณ์ป้องกันเป็นไปอย่างที่ได้ออกแบบไว้ คือ อุปกรณ์ชุดนี้จะทำหน้าที่ลดทอนแรงดันไฟเกินที่เกิดขึ้นในลักษณะของค่าแรงดันค่าประสิทธิผล มีขนาดของแรงดันเพิ่มขึ้นมากกว่ามาตรฐานที่กำหนด ซึ่งอยู่ช่วงเวลาประมาณ 10mS–1min การทดสอบโดยการจ่ายแรงดันไฟเกินมาตรฐานที่กำหนดตามค่าแรงดันต่างๆ ผลปรากฏว่า ค่าแรงดันไฟที่ตกคร่อมชุดอุปกรณ์ มีค่าพิกัดแรงดันที่ตกคร่อมโหลดอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่กำหนด (220V ±10%) ลักษณะการเกิดความผิดพร่องในระบบไฟฟ้าที่จะทำให้ชุดอุปกรณ์โหมดนี้ทำงานอย่างเช่น การปลดโหลดขนาดใหญ่ออกจากระบบ ทำให้แรงดันสวิงในช่วงสั้น และเกิดจากแรงดันไฟไม่สมดุล นแต่ละเฟส เป็นต้น

5.1.5 สรุปแรงดันขาออกจะมีค่าประมาณ 450- 550 V ซึ่งแท้จริงแล้วแรงดันขาออกควรมีค่าประมาณ 550 V ที่เป็นเช่นนั้นเพราะใน การ ติดตั้งองค์ประกอบโหลดอิเล็กทรอนิกส์แต่ละชนิดในชุดกับดักควรพยายามออกแบบการจัดวางให้เหมาะสมไม่ให้ขาขององค์ประกอบแต่ละชนิดจะยาวเกินไปเพื่อลดปัญหาค่าความต้านทานของวงจรเพิ่มขึ้น จึงต้องมีการติดตั้งวาริสเตอร์หรือองค์ประกอบอื่นที่สามารถตัดกระแสพลังงานต่อเนื่องนี้ได้ สำหรับวาริสเตอร์นั้นถ้าเลือกใช้รุ่นที่มีแรงดันแคลมป์น้อยกว่า 700 V ก็อาจจะทำให้ระดับแรงดันที่เหลือจากการแคลมป์ ต่ำลง แต่ครั้งนี้จะต้องคำนึงถึงค่าแรงดันที่ทำงานสูงสุด ของวาริสเตอร์ด้วยเพื่อไม่ให้วาริสเตอร์เสื่อมสภาพอายุการใช้งานเร็ว

5.2 อภิปรายผล

การวิจัยโดยการนำเอาโปรแกรมคอมพิวเตอร์มาใช้จำลองการทำงานของวงจรทางไฟฟ้าและอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งถือได้ว่า เป็นแนวทางหนึ่งในการพัฒนารูปแบบของการศึกษาทางด้านนี้ โดยก่อนหน้านี้แล้วการที่จะออกแบบวงจรที่จะสามารถใช้งานได้จริงต้องมีการออกแบบและคำนวณอย่างมาก ทั้งยังต้องมีการทดลองในการป้อนแรงดันไฟฟ้าเข้าไปให้กับวงจรที่สร้างขึ้นเพื่อที่จะทดสอบการทำงานว่า จะสามารถทำงานได้ตามที่ต้องการหรือไม่ มีอัตราความทนต่อการเปลี่ยนแปลงกระแสและแรงดันเพียงใดในบางครั้งอาจเกิดความผิดพลาดหรือสร้างความเสียหายต่ออุปกรณ์หรือเครื่องมือวัดที่นำมาใช้ด้วยและอาจเป็นอันตรายต่อผู้ที่ทำการทดลองด้วย

ซึ่งการออกแบบวงจร โดยการใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์จะสามารถนำมาใช้ในการแก้ไขปัญหาทางไฟฟ้าที่มีอยู่มากมาย การออกแบบวงจรให้ตรงกับความต้องการใช้งานจริงของงานในลักษณะต่างๆ แล้วแต่ว่ามีการใช้งานในองค์กรเป็นอย่างไร นอกจากจะสามารถออกแบบการป้องกันด้านฟ้าผ่าแล้วยังจะสามารถป้องกันจากการเกิดสวิตซิ่งของอุปกรณ์ใช้งานอื่นๆ อีกด้วย

การวิจัยนี้เป็นการดำเนินการในลักษณะการแก้ไขปัญหาของระบบกำลังไฟฟ้าอีกลักษณะหนึ่ง ซึ่งการเกิดปัญหาด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าในปัจจุบันมีขนาดหลายลักษณะ ซึ่งขึ้นอยู่กับลักษณะของระบบและโหลดที่ใช้ของแต่ละองค์กร การออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟกระโชกทางด้านไฟเอซี ที่มีขายอยู่ทั่วไปเป็นอุปกรณ์ป้องกัน ที่จะเกิดความเสียหายกับระบบในลักษณะฟ้าผ่า และการเกิดจากการสวิตซิ่งของอุปกรณ์ในระบบเป็นต้น เมื่ออุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ เกิดความเสียหาย เรามักจะสันนิษฐานว่าเกิดจากฟ้าผ่าเป็นส่วนมาก เพราะช่วงนั้นเป็นช่วงที่เกิดฝนฟ้าคะนองพอดี แต่ในความเป็นจริงสาเหตุที่ทำให้อุปกรณ์ได้รับความเสียหายนั้น มีสาเหตุอื่นๆ อีกมากมาย เช่น การปลดและต่อกลับเข้าระบบของโหลดขนาดใหญ่หลังจากเกิดไฟดับชั่วขณะ จะทำให้แรงดันไฟผิดปกติ หรือ เกิดจากแรงดันไฟไม่สมดุล (Voltage Unbalance) ในแต่ละเฟสของระบบกำลังไฟฟ้า เป็นต้น การความสำคัญในเรื่องความปลอดภัย และให้ความสำคัญในการป้องกันความเสียหายที่จะเกิดขึ้นกับอุปกรณ์ไฟฟ้า และอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ทำให้จัดซื้ออุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟกระโชกมาติดตั้งในระบบไฟฟ้า แต่การป้องกันของอุปกรณ์นั้น ไม่สามารถที่จะป้องกันแรงดันไฟกระโชกได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เสียหายบ่อยๆ ผู้วิจัยจึงทำการศึกษาปัญหาและหาวิธีแก้ไขปัญหา โดยแบ่งปัญหาที่เกิดแรงดันไฟกระโชกออกเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ และลักษณะการเกิดแรงดันเกินช่วงสั้น และทำการศึกษาวัสดุที่ใช้ในการลดทอนแรงดันไฟกระโชกที่เกิดขึ้นเป็น 2 ลักษณะ คือ ลักษณะที่เกิดจากแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ โดยจะใช้วัสดุลดทอนแรงดันไฟเกิน ได้แก่ วัสดุ Gas Discharge Tube (GDT) และวัสดุ Metal Oxide Varistor (MOV) เป็นต้น และลักษณะที่เกิดจากแรงดันไฟเกิน ช่วงสั้น โดยจะใช้วัสดุลดทอนแรงดันเกิน ได้แก่ ชุดโหลดอิเล็กทรอนิกส์ เป็นต้น การออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟกระโชกในระบบไฟแรงต่ำ ที่มีชุดป้องกันทั้ง 2 ชุด จะทำให้มีประสิทธิภาพในการป้องกันแรงดันไฟกระโชกได้เป็นอย่างดี และทำให้ปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นในปัจจุบันสามารถลดลงได้

5.3 ข้อเสนอแนะ

การออกแบบอุปกรณ์ป้องก้นแรงดันไฟกระโชกที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้าแรงต่ำนั้น จะต้องเป็นไปตามที่มาตรฐานของ IEEE กำหนดการออกแบบอุปกรณ์ป้องกันแรงดันไฟกระโชก ที่มีประสิทธิภาพควรจะต้องสามารถป้องกันแรงดันไฟกระโชกแบบแรงดันเกินในสภาวะชั่วขณะ และแรงดันเกินในช่วงสั้นได้ หรืออาจจะพัฒนาให้สามารถป้องกันแรงดันไฟเกินได้ ซึ่งลักษณะปัญหาเหล่านี้ยังเป็นปัญหาใหญ่ที่เกิดขึ้นบ่อยมากในระบบกำลังไฟฟ้าในปัจจุบัน ในการออกแบบวงจรป้องกันแรงดันไฟเกินที่เกิดขึ้นในระบบไฟฟ้า 220 V 50 Hz นั้น มีการกำหนด ให้เป็นไปตามมาตรฐานของ IEEE std C62.41 โดยการใช้โปรแกรม Pspice นั้น ยังมีข้อบกพร่องอยู่ไม่น้อยเช่น ปัญหาทางด้านอุณหภูมิ การเสื่อมคุณภาพของอุปกรณ์จากการใช้งาน เป็นต้น ซึ่งปัญหาเหล่านี้ในโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ไม่ได้มีการกำหนดไว้ เมื่อเราทดลองในแต่ละครั้งก็เหมือนกับนำอุปกรณ์ตัวใหม่มาต่อใช้อยู่เสมอ ไม่มีการเสื่อมคุณภาพแต่อย่าง ต่างจากอุปกรณ์จริงที่ใช้งานกันจะมีการเสื่อมคุณภาพลงตลอดเมื่อมีการเปลี่ยนแปลงอุณหภูมิและแรงดันไฟฟ้าที่รับเข้ามา ปัญหาเหล่านี้จึงควรที่จะต้องมีการคำนึงถึงให้มากเมื่อนำวงจรที่ออกแบบไปต่อใช้จริง ผลที่ได้อาจจะไม่ตรงกับการทดลองในคอมพิวเตอร์ทั้งหมด การที่จะพัฒนาให้ชุดอุปกรณ์โหลดอิเล็กทรอนิกส์ป้องกันแรงดันไฟเกินทางด้านเอซี ได้นั้น จะต้องคำนึงถึงขนาดของระบบกำลังไฟฟ้าด้วย เพราะว่าระบบที่มีขนาดใหญ่ การออกแบบชุดอุปกรณ์โหลดอิเล็กทรอนิกส์ที่ใช้ป้องกันระบบนั้นจะต้องมีขนาดใหญ่ตามไปด้วย และการออกแบบชุดอุปกรณ์โหลดอิเล็กทรอนิกส์แล้วจะต้องคำนึงถึงการระบายความร้อนให้กับอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ด้วย ถ้าหากระบายความร้อนได้ดีจะทำให้อุปกรณ์ป้องกันสามารถรับพลังงานไฟกระโชก ที่เกิดขึ้นทางด้านเอซีได้เป็นเวลานานมากขึ้นด้วย