บทที่ 5
สรุปผลการวิจัย

จากการศึกษาถึงคุณภาพของแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าขณะเกิดความผิดพร่องขึ้นทั้งแบบสมมาตรและไม่สมมาตร เพื่อออกแบบและสร้างชุดป้องกันระบบไฟฟ้าด้วยSSCB แทนการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ และทำให้เกิดความผิดพลาดน้อยที่สุด เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ป้องกันระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ สามารถสั่งให้ปลดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่เกิดปัญหาออกจากระบบไฟฟ้า อย่างรวดเร็วเพื่อไม่ให้เกิดความเสียหายไปยังระบบและตัวอุปกรณ์ไฟฟ้า โดยการสร้างแบบจำลองในโปรแกรม MATLAB/SIMULINK จำลองเกิดความผิดพร่องแบบสมมาตรและไม่สมมาตรนำมาใช้กับระบบจำหน่ายไฟฟ้าแรงดันต่ำที่ 380 โวลต์ ออกแบบโครงสร้างของSSCB ด้วยอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังไอจีบีที เพื่อลดการเกิดอาร์คจากการเคลื่อนที่ของหน้าสัมผัส เหมือนกับอุปกรณ์ป้องกันทั่วๆไป

5.1 สรุปผลการวิจัย

5.1.1 ผลของการศึกษาคุณภาพของแรงดันและกระแสเมื่อเกิดความผิดพร่อง แบบสมมาตร และไม่สมมาตรโดยอ้างอิงมาตรฐานสากล

จากการศึกษาถึงคุณภาพของแรงดันไฟฟ้า พบว่าแรงดันในระบบไฟฟ้า มีการเปลี่ยนแปลงได้หลายรูปแบบขึ้นอยู่กับชนิดของความรุนแรงของการเกิดความผิดพร่อง สำหรับงานวิจัยนี้เรามุ่งประเด็นแก้ปัญหาการเกิดแรงดันตก แรงดันเกิน ในกรณีที่เกิดความผิดพร่องทั้งแบบ Upstream และ Downstream ศึกษาการเปลี่ยนแปลงรูปคลื่นของแรงดันและกระแสไฟฟ้าที่เกิดขึ้น การเกิดความไม่สมดุลของแต่ละเฟส โดยตามมาตรฐานระบุไว้ว่า ช่วงระยะเวลาเกิดแรงดันตกชั่วขณะ อยู่ที่เวลา 0.5 คาบ จนถึง 1 นาที ซึ่งมีผลของการเกิดแรงดันตกที่ 0.1 ถึง 0.9 เปอร์ยูนิต กรณีกระแสเกิน กระแสลัดวงจร ซึ่งมีผลของการเกิดกระแสเกินที่ 0.2 เปอร์ยูนิตแล้วแต่ความรุนแรงของความผิดพร่องที่เกิดขึ้น ส่วนสาเหตุของการเกิดความความผิดพร่องในระบบไฟฟ้าที่ส่งผลให้แรงดันเกิดความไม่สมมาตรขึ้น แบ่งได้เป็น 4 ประเภทนั้นคือ 1 เฟสลงกราวด์2เฟสลงกราวด์และระหว่างเฟสกับเฟส การเกิดความไม่สมมาตรของแรงดัน 3 เฟส

5.1.2 ผลของการศึกษาเซอร์กิตเบรกเกอร์

จากการศึกษาเซอร์กิตเบรกเกอร์ของประเทศไทยที่ใช้กันได้ใช้มาตรฐาน IEC 60898 ซึ่งเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐานนี้ ใช้สำหรับติดตั้งกับ บ้านที่อยู่อาศัยและอาคารทั่วไป เมื่อเกิดไฟฟ้าลัดวงจร ส่งผลให้เกิดกระแสไฟฟ้าไหลผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์ในปริมาณมากๆ ถ้าปริมาณกระแสไฟฟ้าที่ไหลผ่านมีค่ามากกว่า ค่ากระแสเกินทริปทันที (Over Current Instantaneous Tripping)ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ เซอร์กิตเบรกเกอร์จะตัดวงจรทันทีภายในเวลา 0.1 วินาที อุณหภูมิใช้งานของเซอร์กิตเบรกเกอร์อยู่ที่ -5°C -40°C อุณหภูมิเฉลี่ย 24 ชั่วโมงไม่เกิน 35 °C กำหนดค่าการเคลียร์ความผิดพร่องของเซอร์กิตเบรกเกอร์ในระยะเวลาตามมาตรฐาน IEEE Std 242-2001 การเกิดความผิดพร่องในระบบไฟฟ้าดังกล่าวเป็นพื้นฐาน สำหรับแนวคิดในการสร้างอุปกรณ์ป้องกันสำหรับระบบไฟฟ้าซึ่งต้องมีคุณภาพดี โดยเลือกศึกษาถึงข้อบกพร่องของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีในปัจจุบัน และความต้องการของอุปกรณ์ป้องกันที่มีประสิทธิภาพสูง เคลียร์ความผิดพร่องออกจากระบบได้อย่างรวดเร็ว และไม่เกิดการอาร์คที่ตัวอุปกรณ์

5.1.3 ผลการศึกษาการทำงานอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง

ผลการศึกษาวิวัฒนาการของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังแสดงให้เห็นถึงระดับ Voltage, Current, Frequency ของอุปกรณ์ Power Switching Devices การควบคุมการทำงาน การตอบสนอง (Response Time) ของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง โดยเลือกอุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับการสวิตชิ่งเมื่อเกิดความผิดพร่องในระบบ สามารถสั่งให้ ตัด-ต่อ วงจรได้ จากข้อมูลข้างต้นจึงเลือกศึกษาทรานซิสเตอร์กำลังและมอสเฟตกำลัง เนื่องจากมีการพัฒนาอุปกรณ์โดยนำเอาข้อดีของอุปกรณ์ทั้ง 2 ชนิดมาร่วมกันจนสามารถได้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังชนิดใหม่ขึ้นมา เรียกชื่ออย่างเป็นทางการว่า “ไอจีบีที” (Insulate Gate Bipolar Transistor : IGBT)

5.1.4 ผลการศึกษาการออกแบบเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบโซลิดสเตท

การศึกษาการสวิตชิ่งสารกึ่งตัวนำ เพื่อการออกแบบSSCB สามารถทำงานภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด เมื่อต่อเข้ากับระบบไฟฟ้า โดยการตรวจจับความผิดพร่องในระบบด้วยวิธี RMS เมื่อแรงดันต่ำกว่า 0.9 เปอร์ยูนิต กระแสลัดวงจรไม่เกิน 0.3 เปอร์ยูนิต ถ้าเกิดความผิดพร่องขึ้นในระบบจะส่งสัญญาณเพื่อจุดชนวนที่ขาเกตของไอจีบีที และใช้เวลาในการตัดวงจรออกจากระบบไฟฟ้าเมื่อตรวจจับแล้วประมาณ 0.005 วินาที เนื่องจากคุณสมบัติของอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังมีความไวในช่วงหยุดนำกระแสได้เร็วกว่ากลไกการเคลื่อนที่ทางกลของหน้าสัมผัสเซอร์กิตเบรกเกอร์

5.2 ข้อเสนอแนะ

จากการศึกษาเป็นการวิเคราะห์การออกแบบและนำผลการวิเคราะห์ด้วยการจำลองโมเดลทางคณิตศาสตร์ของระบบจำหน่ายไฟฟ้า 3เฟส ด้วยโปรแกรม MATLAB/SIMULINK นำค่าที่ได้จากการออกแบบมา มาสร้าง SSCB โดยใช้วิธีการตรวจจับความผิดพร่องที่เกิดขึ้นด้วยผ่านพล็อตโมดูลแอนะล็อกอินพุต NI 9201 8 ช่องสัญญาณและส่งสัญญาณผ่านโมดูลแอนะล็อกเอาท์พุต NI 9264 16 ช่องสัญญาณ เขียนเงื่อนไขการตรวจจับความผิดปกติของแรงดันและกระแสไฟฟ้า โดยใช้โปรแกรม LAB VIEW กรณีแรงดันตก แรงดันเกิน กระแสเกิน กระแสลัดวงจร ความผิดปกติของความถี่ไฟฟ้า สามารถแสดงผลการทำงานของรูปคลื่นแรงดันและกระแสไฟฟ้า ความถี่ในระบบไฟฟ้า และเมื่อตรวจจับความผิดพร่องในระบบได้ก็จะส่งสัญญาณไปยังชุดขับขาเกตของไอจีบีทีเพื่อให้หยุดนำกระแสพร้อมกันทั้ง 3 เฟส การออกแบบชุดตัด-ต่อวงจรไฟฟ้า SSCB ข้อเสนอแนะในการเลือกเนื่องจากไอจีบีที เป็นอุปกรณ์ที่เหมาะสำหรับนำมาใช้กับไฟฟ้ากระแสตรงดังนั้นโครงสร้างภายในของอุปกรณ์จึงมีไดโอดต่อคร่อมระหว่างขาเดรน และขาซอร์สทำให้เมื่อนำไปใช้กับไฟฟ้ากระแสสลับโดยตรงทำให้มีการนำกระแสในส่วนของรูปคลื่นไซน์ด้านลบด้วย เพราะฉะนั้นในการเลือกควรเลือกที่ไม่มีไดโอดคร่อมอยู่ภายใน และควรใช้ไดโอดป้องกันภายนอกต่ออนุกรมในวงจรหลายๆ ตัว ก่อนเข้าไปที่ขาเดรนของไอจีบีที

เนื่องจากผู้วิจัยพึ่งเริ่มต้นศึกษาหลักการควบคุม รวมทั้งในการออกแบบตัวอุปกรณ์ จึงยังไม่สามารถวิเคราะห์ถึงผลการทำงานที่อาจส่งผลในการออกแบบตัวอุปกรณ์ที่นำไปใช้งานเชิงปฏิบัติได้ เช่นการเกิดค่าฮาร์โมนิกส์ เกิดค่าการสูญเสียหรืออื่นๆ ดังนั้นจึงควรมีการวิจัยในส่วนงานนี้ต่อไป