

บทที่ 1

บทนำ



## 1.1 บทนำทั่วไป

เนื่องจากอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้ในระบบส่งจ่ายและการคำนวณของระบบมีโอกาสได้รับแรงดันเกินอิมพัลส์ อันอาจเกิดจากปรากฏการณ์ทางธรรมชาติคือ ฟ้าผ่า หรือการทำงานของสวิตช์ตัดตอนคือ สวิตซ์อิมพัลส์ ซึ่งมีขนาดเกินกว่าแรงดันระบบหลายเท่า การคำนวณของอุปกรณ์และระบบจะต้องทนต่อแรงดันเกินได้ระดับหนึ่ง ฉะนั้น อุปกรณ์ต่างๆ ก่อนที่จะนำไปติดตั้งใช้ใน ระบบจึงต้องมีการทดสอบด้วยแรงดันอิมพัลส์ แรงดันอิมพัลส์ที่ใช้ทดสอบจะกำหนดด้วยขนาดรูปคลื่น และชั่วแรงดัน ซึ่งต้องเป็นไปตามที่มาตรฐานกำหนด สำหรับอุปกรณ์ที่ใช้กับแรงดันระบบสูงสุดไม่เกิน 300 kV มาตรฐานกำหนดการทดสอบการคำนวณด้วยแรงอิมพัลส์แบบรูปคลื่น ฟ้าผ่า ซึ่งเรียกว่า Basic Impulse Insulation Level (BIL) [1]

เนื่องจากแรงดันอิมพัลส์เป็นแรงดันที่ไม่เป็นคาบ เกิดขึ้นและหายไปอย่างรวดเร็ว ฉะนั้น การวัดแรงดันอิมพัลส์จึงต้องใช้ระบบวัดที่มีความไวและคุณสมบัติเฉพาะ การวัดแรงดันอิมพัลส์ที่ใช้ในปัจจุบันอาจวัดได้ด้วยแกปทรงกลมและโวลเตจดีไวเดอร์ แต่การวัดด้วยแกปทรงกลมนั้นมักจะใช้เพียงเพื่อทำการปรับเทียบ (calibration) ระบบวัด ทั้งนี้เพราะว่าการวัดด้วยแกปทรงกลมเป็นการวัดค่ายอดเท่านั้น โดยไม่ทราบลักษณะรูปคลื่นแรงดันที่เปลี่ยนแปลงไปตามเวลา ในทางปฏิบัติจึงนิยมใช้โวลเตจดีไวเดอร์ในการวัด โดยอาศัยหลักการลดทอนแรงดันลงมาให้ต่ำพอด้วยอิมพีแดนซ์ แล้วใช้อุปกรณ์วัดหรือบันทึก เช่น โวลต์มิเตอร์วัดค่ายอดและออสซิลโลสโคปที่ช่วยให้บันทึกรูปคลื่นได้

## 1.2 ที่มาของปัญหา

ประเทศไทยเราสามารถผลิตอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงสูงขึ้นใช้ในประเทศได้หลายชนิดนับเป็นเวลาหลายปีแล้ว และมีแนวโน้มที่จะผลิตใช้กับระบบ 230 kV ในอนาคตอันใกล้นี้ อุปกรณ์

เหล่านี้จะต้องทดสอบ BIL เท่ากับ 950 kV [1] โวลเตจดีไวเคอร์ที่ใช้วัดแรงดันอิมพัลส์ยังต้องตั้งชื่อจากต่างประเทศด้วยราคาที่สูงมาก จึงสมควรที่จะได้มีการพัฒนาออกแบบสร้างอิมพัลส์โวลเตจดีไวเคอร์ขึ้น เพื่อเป็นการประหยัดและพัฒนาเทคโนโลยีในด้านนี้ให้สามารถประกอบสร้างขึ้นใช้เองได้ทุกระดับแรงดัน

### 1.3 ผลงานการศึกษาในอดีต

ที่หน่วยปฏิบัติการวิจัยไฟฟ้าแรงสูงได้เคยออกแบบสร้างอิมพัลส์โวลเตจดีไวเคอร์แบบต่างๆ ดังนี้

1) แบบความต้านทานขนาด 300 kV [2] โดยโวลเตจดีไวเคอร์แบบความต้านทานที่สร้างขึ้นได้ค่าเวลาตอบสนอง 17 ns และเมื่อใส่ซีลคั้งจะได้ค่าเวลาตอบสนอง 10 ns ซึ่งเหมาะสำหรับใช้วัดแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นฟ้าผ่าทั้งรูปคลื่นเต็มและรูปคลื่นตัดที่หน้าคลื่น อย่างไรก็ตามที่ระดับแรงดัน 1000 kV โวลเตจดีไวเคอร์แบบความต้านทานจะยังมีเวลาตอบสนองที่เร็วอยู่หรือไม่ เนื่องจากความสูงของโวลเตจดีไวเคอร์จะเพิ่มขึ้นตามระดับแรงดัน และค่าเก็บประจุสเตรย์ก็จะเพิ่มขึ้นตามความสูง ซึ่งหมายถึงเวลาตอบสนองก็จะช้าลง จึงสมควรที่จะได้ศึกษาถึงคุณสมบัติของโวลเตจดีไวเคอร์แบบนี้

2) แบบตัวเก็บประจุที่ตัวเก็บประจุภาคแรงสูงเป็นตัวเก็บประจุเดี่ยวขนาด 400 kV [3] กรณีของโวลเตจดีไวเคอร์แบบตัวเก็บประจุเดี่ยว เหมาะสำหรับใช้วัดแรงดันอิมพัลส์ แต่มีข้อเสียคือ ใช้บันทึกรูปคลื่นแรงดันที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว เช่น แรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นตัดที่หน้าคลื่นได้ไม่สิ้นัก และเมื่อใช้โวลเตจดีไวเคอร์ชนิดนี้กับระบบแรงดันที่สูงมากๆ โครงสร้างของโวลเตจดีไวเคอร์จะมีขนาดใหญ่มาก ซึ่งจะทำให้ต้นทุนการผลิตสูงและเป็นปัญหาในการออกแบบสร้าง ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จึงไม่ทำการศึกษาโวลเตจดีไวเคอร์แบบนี้

3) แบบตัวเก็บประจุที่มีความต้านทานหน่วยขนาด 400 kV [4] โวลเตจดีไวเคอร์แบบตัวเก็บประจุมีความต้านทานหน่วยกระจายในภาคแรงสูงมีข้อดีคือ ใช้บันทึกรูปคลื่นที่มีการเปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็วได้ดี เนื่องจากในภาวะทรานเซียนด์ โวลเตจดีไวเคอร์แบบนี้จะมีคุณสมบัติการถ่ายโอนเหมือนกับโวลเตจดีไวเคอร์แบบความต้านทาน และสามารถใช้กับระบบแรงดันสูงมากๆ ได้โดยที่โครงสร้างของโวลเตจดีไวเคอร์มีขนาดไม่ใหญ่นัก ดังนั้น ในงานวิจัยนี้จะทำการศึกษาโวลเตจดีไวเคอร์แบบนี้ เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติกับโวลเตจดีไวเคอร์แบบความต้านทาน

#### 1.4 ขอบข่ายงานวิจัย

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบและสร้างอิมพัลส์โวลเตจดีไวเซอร์ให้วัดแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นฟ้าผ่าได้ถึง 1000 kV มีค่าสเกลแฟกเตอร์ประมาณ 1000 โดยจะทำการออกแบบสร้างขึ้นมา 2 แบบคือ

- 1) แบบความต้านทาน ใช้ลวด Ni-Cr พันแบบไร้ความเหนียวนำเป็นत्वความต้านทานภาคแรงสูง
- 2) แบบตัวเก็บประจุ ใช้ตัวเก็บประจุภาคแรงสูงเป็นแบบตัวเก็บประจุย่อยต่ออนุกรม โดยมีत्वความต้านทานหน้าต่ออนุกรมกระจายภายในภาคแรงสูง และเพื่อให้สามารถใช้ดิจิตอลอสซิลโลสโคปวัดและบันทึกรูปคลื่นได้ จะทำการออกแบบสร้างตัวลดทอนขึ้นทั้ง 2 แบบเช่นเดียวกัน โดยมีค่าสเกลแฟกเตอร์ประมาณ 37.5 เมื่อประกอบสร้างเสร็จแล้วจะทำการศึกษาผลของत्वความต้านทานหน้าที่มีต่อผลตอบสนองรูปคลื่นของโวลเตจดีไวเซอร์ หากค่าสเกลแฟกเตอร์โดยใช้วิธีวัดค่าอิมพีแดนซ์ และนำโวลเตจดีไวเซอร์ที่สร้างขึ้นทั้ง 2 แบบทดสอบวัดเปรียบเทียบกับแรงดันอิมพัลส์รูปคลื่นฟ้าผ่า ทั้งรูปคลื่นเต็มและรูปคลื่นตัดที่หน้าคลื่น เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติ

ศูนย์วิทยทรัพยากร  
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย