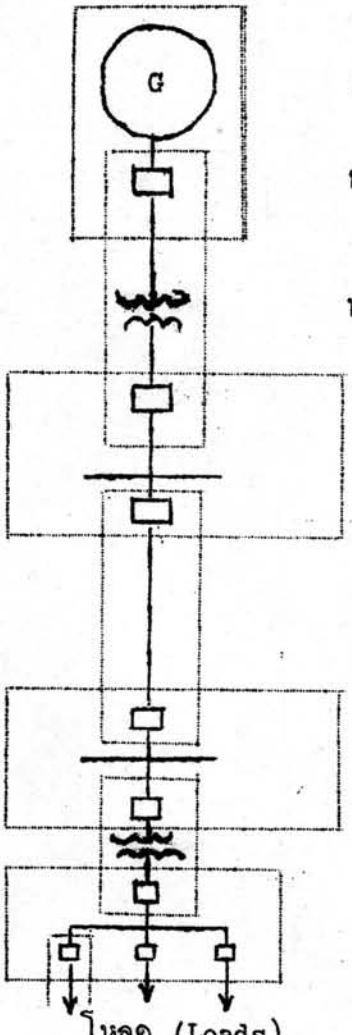
บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันพลังงานไฟฟ้าเป็นพลังงานที่มีประโยชน์ และต้องการเป็นอย่างสูง เกือบทุกประเทศมีอัตราการใช้พลังงานไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว โดยเฉพาะประเทศที่กำลังพัฒนา มีการเพิ่มแหล่งผลิต ขยายขอบข่ายการส่ง (Transmission) การจ่ายกระแสไฟฟ้าออกไปอย่างกว้างขวาง ระบบกำลังไฟฟ้าอย่างง่าย ๆ คือ พลังงานไฟฟ้าถูกผลิตจากเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ระดับแรงดันหนึ่ง และจะเปลี่ยนระดับแรงดันให้สูงขึ้นโดยหม้อแปลง (ดูรูปภาพประกอบ) เพื่อความสดวกและมีระเบียบ จะมีบัส (Bus) เป็น



เครื่องกำเนิดไฟฟ้า (Generator)

กลไกตัดตอน (Breaker)

หม้อแปลง (Transformer)

บัส (Bus)

สายส่งไฟฟ้า (Transmission Line)

บัส

หม้อแปลง

บัส

สายจ่ายไฟฟ้า (Distribution Line)

รูปที่ 1.1 ระบบกำลังไฟฟ้าแบบง่าย

ที่รับกระแสไฟฟ้า แล้วส่งต่อโดยระบบสายส่งจากที่หนึ่งไปยังอีกที่หนึ่ง หรือเปลี่ยนระดับแรงดันโดยหม้อแปลง จ่ายกระแสไฟไปตามที่ต่าง ๆ เพื่อจ่ายกระแสไฟฟ้าแก่อุปกรณ์ไฟฟ้าทั้งหลาย (Loads)

ทางเดินของไฟฟ้าทั้งหมดต้องอยู่ในสภาวะที่ถูกต้อง มีฉนวนพอเพียง ถ้ามิฉะนั้นแล้วจะเกิดการลัดวงจรขึ้นได้ ถ้ากระแสไฟลัดวงจรมีปริมาณมาก จะก่อให้เกิดความร้อนสูง เป็นสัดส่วนกับกำลังสองของกระแสซึ่งมีจำนวนมากนั้น ความเสียหายจะมากขึ้นไปตามระยะเวลาที่เกิดอยู่ เราจึงต้องมีการป้องกันระบบ โดยใช้ระบบรีเลย์เพื่อพยายามลดความเสียหาย และลดการหยุดชะงักการจ่ายไฟ ระบบกำลังไฟฟ้าเพื่อให้มีการจ่ายไฟที่เชื่อถือได้

รีเลย์ คืออุปกรณ์ที่ตรวจรู้ว่ามีส่วนของระบบใดทำงานผิดปกติ และส่งสัญญาณไปเปิด เซอร์กิท เบรคเกอร์ (Circuit Breaker) ที่เหมาะสม เพื่อแยกส่วนนั้นออกจากระบบที่เหลือในเวลาที่เร็วที่สุดเท่าที่จะเร็วได้ เพื่อลดความเสียหายของอุปกรณ์หรือส่วนนั้น และหรือลดผลที่อาจจะตามมาทำให้ระบบที่เหลืออยู่เสียหายได้ เช่น ระดับแรงดันต่ำมาก (Under Voltage) ความถี่เปลี่ยนแปลง (เช่น Under Frequency) จนทำให้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าบางตัวไม่อยู่ในสถานะที่จะจ่ายกระแสไฟฟ้าได้ เป็นต้น จึงได้มีการแบ่งส่วนของการป้องกัน (Zone of Protection) ไว้เป็นส่วน ๆ ดังตัวอย่างเส้นใข่ปลาในรูปแบบง่าย ๆ นั้น

ลักษณะเฉพาะตัวที่รีเลย์ควรมี[1, 2]

1. ความไว (Sensitivity) สูง หมายถึงรีเลย์สามารถรับรู้สิ่งผิดปกติตามหน้าที่ของมัน ว่าได้เกิดผิดปกติขึ้นแล้ว

---

[1]General Electric Company The Art of Protective Relaying

[2]Westinghouse Electric Corporation Applied Protective Relaying

2. ความสามารถในการแยกแยะ (Selectivity) ดี หมายถึงรีเลย์สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องว่าเกิดผิดปกติ (Fault) ขึ้นในเขต (Zone) ที่อยู่ในหน้าที่ของมันเท่านั้น หรืออาจกล่าวได้ว่ารีเลย์จะไม่ทำงานผิดหน้าที่ไป เพื่อให้ระบบที่ปกติคงอยู่ได้มาก

3. ความเร็ว (Speed) สูง หมายถึงรีเลย์สามารถทำงานได้รวดเร็ว (ยกเว้นรีเลย์ชนิดถ่วงเวลา) เพื่อลดความเสียหายที่จะเกิดขึ้น

ในรูปแบบของการป้องกันระบบ (System Protection) ยังต้องการ

4. ความเชื่อถือได้ (Reliability) ดี คือระบบรีเลย์ที่ใช้จะต้องแน่นอนว่า ไม่ว่าฟอลต์ (Fault) จะอยู่ในรูปใด ที่ตำแหน่งไหน จะต้องขจัดให้หายไป จึงมีการจัดแบบ (Scheme) เป็นการป้องกันขั้นต้น (Primary Protection) และการป้องกันซ้อนหรือสำรอง (Back up Protection) ในแต่ละเขต (Zone) ของการป้องกันต้องซ้อนกัน

5. ประหยัด

เนื่องจากหม้อแปลงไฟฟ้าเป็นอุปกรณ์จำเป็นที่สำคัญที่ใช้อยู่ในระบบไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก วิทยานิพนธ์นี้ได้ศึกษาสาเหตุต่าง ๆ ที่ทำให้หม้อแปลงเสียหาย การป้องกันที่ใช้สำหรับหม้อแปลง รูปแบบของดิฟเฟอร์เรนเชี่ยล (Differential) รีเลย์ และโอเวอร์เคอร์เรนท์ (Over Current) รีเลย์ ที่ใช้งานอยู่ในระบบ ซึ่งยังคงมีราคาสูง แม้ในราคาเฉพาะตัวรีเลย์เอง ได้ออกแบบและสร้าง สแตติครีเลย์ สำหรับการป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้า ซึ่งเป็นรีเลย์ที่รวมการทำงานใน 3 ลักษณะที่จำเป็นสำหรับการป้องกันหม้อแปลงไว้ด้วยกัน คือ

มีโอเวอร์เคอร์เรนท์ รีเลย์ แบบถ่วงเวลาผันกลับ (Inverse time Over Current Relay) เพื่อทำหน้าที่ป้องกันการจ่ายกระแสเกินกำหนด (Over Load) และเป็น โอเวอร์เคอร์เรนท์ รีเลย์ เชิงซ้อน (Back up Over Current Relay) ด้วย

มีโอเวอร์เคอร์เรนท์ รีเลย์ แบบทำงานทันที (Instantaneous Over Current Relay) สำหรับป้องกันเมื่อมีกระแสฟอลต์ (Fault) รุนแรง

มีรีเลย์แบบ ดิฟเฟอร์เรนท์เชี่ยล (Differential Relay) ซึ่งมีองศาการป้องกันที่สูงมาก และแน่นอนมาก เพราะมีคุณลักษณะการทำงานแบบเปอร์เซนต์ไบอัส (Percent Bias) พร้อมด้วยฮาร์โมนิค เรสเทรนท์(Harmonics Restraint) จะไม่เกิดทำงานผิดหน้าที่ได้ง่าย

รีเลย์ที่ออกแบบจะสามารถช่วยลดค่าใช้จ่ายในการป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าลงได้บ้าง เช่น ลดหม้อแปลงกระแส (Current Transformer) ที่ใช้งานลง เนื่องจากเป็นรีเลย์ตัวเดียวกัน จึงตรวจวัดกระแสจากจุดเดียวกันได้ ส่วนประกอบวงจรที่สำคัญใช้ ไอ ซี (I.C. = Integrated Circuit) เป็นหลัก ซึ่งในปัจจุบันได้มีการใช้ ไอ ซี อย่างแพร่หลาย สามารถหาได้ในท้องตลาดด้วยราคาพอสมควร ปัจจุบันนี้สแตติค รีเลย์ ได้มีการผลิตออกจำหน่ายแล้ว โดยใช้ ทรานซิสเตอร์ (Transistor) เป็นส่วนประกอบวงจรหลัก ในรูปแยกกันเฉพาะตัว เพื่อความแน่นอนในการใช้ป้องกัน ทั้งนี้เพราะสแตติค รีเลย์ ต้องการแหล่งจ่ายกระแสตรง (D.C. Power Supply) โดยเฉพาะต่างหากที่อาจเป็นจุดเสียหายได้ ดังนั้นจึงได้มีการออกแบบใช้ สแตติค รีเลย์ หลาย ๆ หน้าที่ประกอบกันอยู่บนแผง (Board) เฉพาะเดียวกัน อันจะเป็นการประหยัดได้มาก เพราะสามารถลดจุดตรวจวัดที่ต้องใช้หม้อแปลงกระแส (Current Transformer) หม้อแปลงแรงดัน (Potential Transformer) ลงได้ สแตติค รีเลย์ มีขนาดและน้ำหนักน้อย จึงสามารถรวมกันได้สดวก สามารถสร้างแหล่งจ่ายกระแสตรง (D.C. Power Supply) ได้พิเศษเฉพาะแผง เช่นซ้อนกัน 2 ชุดเพื่อความแน่นอนมากขึ้น เป็นต้น

รีเลย์ที่ได้ออกแบบสร้างและทดลองนี้ เป็นเพียงการเสนอแนวความคิดเท่านั้น ไม่ได้เน้นถึงการนำไปใช้งานจริงในระบบ ซึ่งจะต้องมีปัญหาอีกหลายอย่างที่ต้องพิจารณา (รีเลย์นี้ยังขาดส่วนเอาท์พุท (Output) จริง)

อนึ่ง การเขียนวิทยานิพนธ์นี้ ได้พยายามใช้ภาษาไทยโดยตลอด จึงมีการใช้คำทับศัพท์บ้าง ซึ่งจะได้วงเล็บภาษาอังกฤษตามไว้ด้วย