บทที่ 3

อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่าย

การเกิดลัดวงจรขึ้นในระบบสามารถเกิดขึ้นมาจากหลายสาเหตุ เช่น สภาวะอากาศการเกิดฝนตกหนักหรือเกิดลมพายุ ทำให้กิ่งไม้หรือต้นไม้พาดผ่านสายไฟฟ้าทำให้เกิดการลัดวงจรขึ้นได้ หรือจะเกิดจากที่ฉนวนในสายไฟฟ้าเกิดความเสียหายเนื่องจากความร้อนสูง เป็นต้น ดังนั้นในระบบจำหน่ายจึงจำเป็นต้องมีระบบการป้องกันเพื่อที่จะป้องกันความเสียหายต่ออุปกรณ์ในระบบรวมทั้งโหลดไฟฟ้าต่างๆด้วย โดยบทที่ 2 ได้อธิบายถึงประเภทของการลัดวงจรและแสดงวิธีการคำนวณค่ากระแสลัดวงจร รวมทั้งค่าแรงดันในช่วงระหว่างเกิดการลัดวงจร และค่ากระแสลัดวงจรที่ไหลในแต่ละสาย จากค่ากระแสลัดวงจรที่คำนวณได้จากบทที่ 2 จะถูกนำมาใช้ในการเลือกพิกัดของอุปกรณ์ประกอบป้องกัน และการตั้งค่าการทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่าย โดยรายละเอียดของอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายจะกล่าวไว้ในหัวข้อต่อไปนี้

3.1 อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่าย [15-16]

อุปกรณ์ป้องกัน มีหน้าที่ในการกำจัดการลัดวงจรออกจากระบบ เพื่อป้องกันความเสียหายที่เกิดขึ้นกับสายส่งหรืออุปกรณ์ต่างๆในระบบจำหน่าย อุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่ายส่วนใหญ่จะประกอบด้วย เซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโคลสเซอร์ และฟิวส์ จะเห็นได้ว่าในระบบจำหน่ายจะมีอุปกรณ์ที่ใช้ในการป้องกันหลายตัว ดังนั้นเพื่อให้อุปกรณ์แต่ละตัวสามารถทำงานสัมพันธ์กันได้อย่างถูกต้อง จึงต้องมีการตั้งค่าการทำงานร่วมกันของแต่ละอุปกรณ์ โดยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะพิจารณาอุปกรณ์ป้องกัน 3 ชนิด ประกอบด้วย เซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโคลสเซอร์ และฟิวส์ รายละเอียดของอุปกรณ์แต่ละชนิด แสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

3.1.1 เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

เซอร์กิตเบรกเกอร์ โดยส่วนมากจะติดตั้งอยู่ที่ต้นทางสายป้อนของระบบจำหน่าย หรืออยู่หลังสถานีไฟฟ้าย่อย ทำหน้าที่ป้องกันสายป้อน และเป็นอุปกรณ์ป้องกันสำรอง (Backup protection) กรณีที่รีโคลสเซอร์ หรือฟิวส์ไม่สามารถทำงานได้ เซอร์กิตเบรกเกอร์จะทำงานเมื่อกระแสที่ไหลผ่านเกินค่าที่ตั้งไว้ (Overcurrent protection) โดยคุณลักษณะในการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ มีหลายคุณลักษณะ อาทิเช่น Standard Inverse (SI), Very Inverse (VI), Extremely Inverse (EI) และ Definite Time (DT) เป็นต้น [16] เส้นโค้งคุณลักษณะแต่ละประเภทสามารถแสดงได้ดังรูปที่ 3.1 [16] สำหรับคุณลักษณะของเซอร์กิจเบรกเกอร์สามารถนำไปเขียน

เป็นสมการทางคณิตศาสตร์ได้ตาม 2 มาตรฐานคือ มาตรฐาน IEEE [17] และมาตรฐาน IEC ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะเลือกใช้ตามมาตรฐานของ IEC ทั้งนี้เพราะมาตรฐานดังกล่าวเป็นมาตรฐานที่การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคนำไปใช้งาน โดยสมการทางคณิตศาสตร์คุณลักษณะของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC แสดงได้ดังนี้ [16]

$$t(I) = TD\left[\frac{A}{(\frac{I}{I_{pickup}})^{B} - 1}\right] \tag{3.1}$$

โดย

TD คือ ตัวประกอบค่าเวลา

t คือ เวลาในการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์

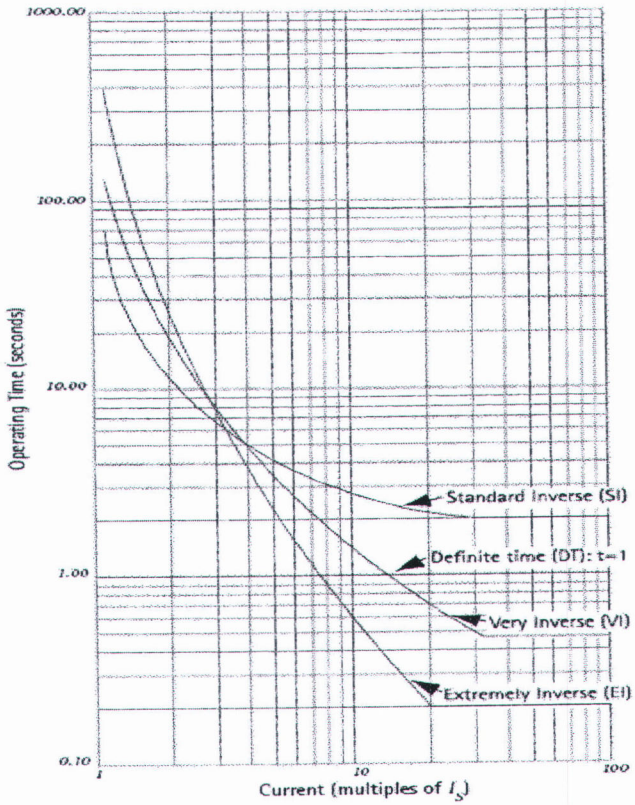
I คือ กระแสลัดวงจรที่ผ่านเซอร์กิตเบรกเกอร์

I_{pickup} คือ ค่ากระแสเริ่มต้นทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์

สำหรับพารามิเตอร์ A และ B สามารถหาได้จากความชันของกราฟคุณลักษณะของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละชนิด โดยค่าพารามิเตอร์ตามมาตรฐาน IEC ของสามคุณลักษณะมาตราฐานแสดงได้ดังตารางที่ 3.1

ตารางที่ 3.1 ค่าพารามิเตอร์คุณลักษณะของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC

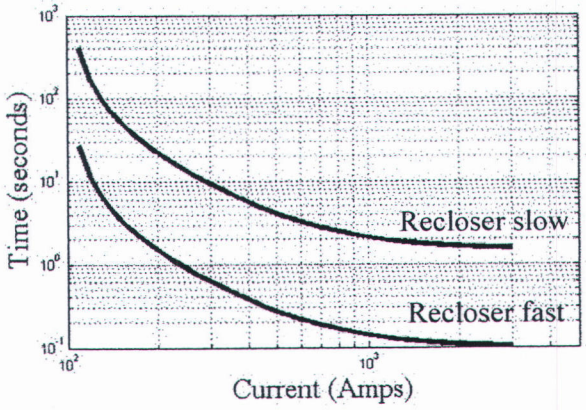
Relay Type	**A**	**B**
Standard Inverse (SI)	0.02	0.14
Very Inverse (VI)	1	13.5
Extremely Inverse (EI)	2	80



รูปที่ 3.1 คุณลักษณะของเซอร์กิตเบรกเกอร์แต่ละชนิด

3.1.2 รีโคลสเซอร์ (Recloser) [15]

รีโคลสเซอร์ เป็นอุปกรณ์ที่ใช้ในการตรวจจับและแยกการลัดวงจรชั่วคราวออกจากการลัดวงจรถาวร โดยการทำงานของรีโคลสเซอร์จะมีด้วยกัน 2 จังหวะ ประกอบด้วย จังหวะแรกเป็นการทำงานแบบเร็ว (Fast mode) และจังหวะที่สองเป็นการทำงานแบบช้า (Slow mode) เมื่อมีการลัดวงจรเกิดขึ้นในระบบ รีโคลสเซอร์จะทำงานเพื่อทำการตัดวงจรโดยใช้ช่วงการทำงานแบบเร็ว เพื่อตรวจสอบว่าการลัดวงจรที่เกิดขึ้นว่าเป็นแบบชั่วคราวหรือถาวร ถ้าการลัดวงจรที่เกิดขึ้นเป็นแบบชั่วคราวระบบจะกลับคืนสู่ภาวะปกติ (Reclosure) โดยไม่มีการตัดวงจร อย่างไรก็ตามถ้าการลัดวงจรนั้นยังคงอยู่ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเป็นการลัดวงจรแบบถาวร รีโคลสเซอร์จะทำการตัดวงจรโดยใช้ช่วงการทำงานแบบช้า ในระบบจำหน่ายที่เป็นแบบสายบนดิน (Overhead) การลัดวงจรแบบชั่วคราวจะเกิดขึ้นประมาณร้อยละ 80 ถึง 95 ของการลัดวงจรทั้งหมด จากคุณลักษณะของรีโคลสเซอร์ที่คล้ายกับคุณลักษณะของเซอร์กิตเบรกเกอร์ดังนั้นสมการทางคณิตศาสตร์จึงแสดงได้ในลักษณะเดียวกัน และจากสมการที่ (2.1) สามารถแสดงตัวอย่างคุณลักษณะของรีโคลสเซอร์ได้ดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 คุณลักษณะของรีโคลสเซอร์

รีโคลสเซอร์สามารถที่จะแบ่งชนิดออกได้เป็น 3 ชนิดด้วยกัน คือ 1) ชนิดหนึ่งเฟส และสามเฟส โดยชนิดแบบหนึ่งเฟสจะใช้เมื่อโหลดเป็นแบบหนึ่งเฟส เมื่อเกิดการลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสขึ้นรีโคลสเซอร์จะทำการตัดการลัดวงจรที่เฟสนั้นออกจากระบบ ดังนั้นแหล่งจ่ายไฟฟ้ายังคงสามารถที่จะจ่ายให้ไฟให้กับเฟสอื่นๆ ได้ สำหรับชนิดสามเฟสนั้นจะใช้เมื่อมีความจำเป็นที่ต้องตัดการเชื่อมต่อออกทั้งสามเฟส ทั้งนี้เนื่องจากไม่ต้องการให้เกิดการไม่สมดุลของโหลดในระบบ 2) ชนิดกลไกลแบบไฮโดรลิกหรือการทำงานแบบอิเล็กโทรนิค 3) ชนิดน้ำมันหรือแบบสูญญากาศ นอกจากนี้เมื่อทำการติดตั้งรีโคลสเซอร์เข้ามาในระบบซึ่งมีปัจจัยที่ควรที่จะคำนึงพิจารณาดังนี้

1) แรงดันของระบบที่จะติดตั้งรีโคลสเซอร์

2) ระดับของกระแสลัดวงจร

3) ค่ากระแสโหลดสูงสุด

4) ค่ากระแสลัดวงจรน้อยที่สุดในขอบเขตการทำงานของรีโคลสเซอร์

5) การทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ตัวอื่นๆ ที่อยู่เหนือขึ้นไปยังแหล่งจ่าย และที่อยู่ต่ำลงมาไปยังโหลด

6) ความไวในการป้องกันสำหรับการลัดวงจรแบบหนึ่งเฟสลงดิน

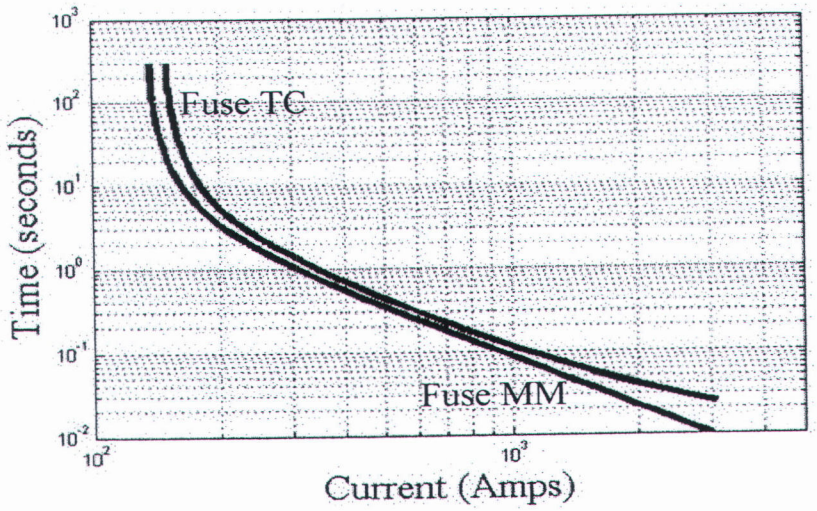
3.1.3 ฟิวส์ (Fuse) [15]

ฟิวส์ เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินชนิดหนึ่ง โดยใช้ความร้อนจากกระแสที่ไหลผ่านตัวฟิวส์ที่เกินค่าที่กำหนดไว้เป็นตัวทำการตัดวงจร โดยมีค่าคุณลักษณะด้วยกัน 2 ค่า คือ ค่าหลอมละหลายขั้นต่ำ (Minimum Melting: MM) และค่าที่ใช้ในการหลอมละลายทั้งหมด (Total Clearing: TC) ชนิดของฟิวส์ที่นิยมใช้ในระบบจำหน่ายจะมีด้วยกัน 2 ชนิด คือ K (fast types) และ T (slow

types) การเลือกใช้ขึ้นอยู่กับ อัตราส่วนความเร็ว โดยที่อัตราส่วนความเร็ว คือ อัตราส่วนของค่าน้อยที่สุดของกระแสหลอมละลาย (Minimum melt current) ที่เกิดจากการทำงานที่ 0.1 วินาที ถึงค่ากระแสน้อยสุดในการหลอมละลายที่ 300 วินาที สำหรับชนิด K อัตราส่วนความเร็ว 6-8 และชนิด T 10-13 โดยขนาดของฟิวส์ที่นิยมเลือกใช้ คือ 6 A, 10 A, 15 A, 25 A, 40 A, 65 A, 100 A, 140 A และ 200 A และที่ไม่นิยมใช้ คือ 8 A, 12 A, 20 A, 30 A, 50 A และ 80 A สำหรับกราฟคุณลักษณะของฟิวส์ชนิด K แสดงได้รูปที่ 3.3 จากคุณลักษณะที่แสดงในกราฟล็อก-ล็อก สามารถที่จะประมาณคุณลักษณะของฟิวส์ด้วยฟังก์ชันอันดับสองของสมการเส้นโค้ง อย่างไรก็ตามช่วงกราฟที่พิจารณาสามารถที่จะประมาณให้เป็นเส้นตรงได้ ดังนั้นสมการทั่วไปของคุณลักษณะของฟิวส์สามารถแสดงได้ดังนี้

$$\log(t) = a\log(I) + b \tag{3.2}$$

โดย a และ b คือ สัมประสิทธิ์ที่ได้มาจากวิธีการปรับเส้นโค้ง (curve fitting) [7]



รูปที่ 3.3 คุณลักษณะของฟิวส์ชนิด K

สำหรับข้อมูลที่จำเป็นใช้ในการเลือกฟิวส์ที่เหมาะสมเพื่อใช้ในระบบจำหน่ายจะประกอบไปด้วย 1) ระดับของแรงดันและระดับฉนวน 2) ชนิดของระบบ 3) ค่ากระแสลัดวงจรสูงสุด 4) ค่ากระแสโหลด สำหรับข้อมูลทั้ง 4 นี้จะถูกนำไปพิจารณาหาค่ากระแสฟิวส์ปกติ แรงดัน และคุณลักษณะความสามารถของการลัดวงจร(short current circuit capability characteristics) ค่ากระแสฟิวส์ปกติของฟิวส์ควรมากกว่าค่ากระแสสูงสุดไหลต่อเนื่องของโหลด สำหรับค่าแรงดันของฟิวส์สามารถหาได้จาก ค่าสูงสุดของแรงดันเฟสและแรงดันสาย ชนิดของการลงดินของระบบ

และจำนวนเฟส และสุดท้ายคุณลักษณะความสามารถของการลัดวงจรของฟิวส์ต้องเท่ากับหรือมากกว่ากระแสลัดวงจร ณ จุดที่ติดตั้งฟิวส์

3.2 การทำงานร่วมกันของอุปกรณ์ป้องกันในระบบจำหน่าย [16]

จากที่ได้กล่าวไว้แล้วในหัวข้อที่ 3.1 เกี่ยวกับอุปกรณ์ต่างในระบบจำหน่าย จะเห็นว่าในระบบจำหน่ายจะมีอุปกรณ์ป้องกันอยู่หลายตัว ดังนั้นเพื่อให้การทำงานของอุปกรณ์ป้องกันทำงานได้อย่างถูกต้องจึงต้องมีการจัดลำดับการป้องกัน (Coordination) โดยให้อุปกรณ์ป้องกันที่อยู่ใกล้การลัดวงจรมากที่สุดทำงานก่อน และอุปกรณ์ที่อยู่ห่างออกไปจะทำหน้าที่เป็นตัวป้องกันสำรอง (Backup protection) ในกรณีที่อุปกรณ์ที่อยู่ใกล้จุดเกิดการลัดวงจรไม่ทำงาน โดยการจัดลำดับของการทำงานร่วมกันแบ่งได้ตามเงื่อนไขได้ดังนี้

1) การจัดการทำงานร่วมกันโดยใช้กระแส จะเป็นการนำค่ากระแสลัดวงจรเป็นตัวกำหนดลำดับการทำงาน โดยใช้หลักการที่ว่ากระแสลัดวงจรจะแปรตามตำแหน่งที่เกิดการลัดวงจร ซึ่งขึ้นอยู่กับค่าอิมพีแดนซ์ของแต่ละอุปกรณ์ ดังนั้นอุปกรณ์ที่อยู่ไกลจากสถานีไฟฟ้าย่อยจะถูกตั้งให้ทำงานเมื่อมีกระแสลัดวงจรค่าน้อยๆ ส่วนอุปกรณ์ที่อยู่ถัดมาจะถูกตั้งค่ากระแสที่เพิ่มขึ้นตามลำดับ

2) การจัดการทำงานร่วมกันโดยใช้เวลา จะเป็นการตั้งค่าหน่วงเวลาในการทำงาน (Time delay) อุปกรณ์ที่อยู่ไกลจากสถานีไฟฟ้าจะมีค่าหน่วงเวลาที่สั้นที่สุด และเพิ่มเวลามากขึ้นเรื่อยๆ ขึ้นอยู่กับความใกล้กับสถานีไฟฟ้าย่อย เวลาในการทำงานจะไม่ขึ้นอยู่กับระดับกระแสลัดวงจร ทำให้อุปกรณ์ที่อยู่ใกล้สถานีไฟฟ้าย่อยซึ่งมีกระแสลัดวงจรมากที่สุด อย่างไรก็ตามมีเวลาหน่วงที่มากที่สุดเป็นผลให้กระแสลัดวงจรอยู่ในระบบนานเกินไปอาจทำให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ต้นทางได้

3) การจัดการทำงานร่วมกันโดยใช้กระแสและเวลา เป็นการตั้งค่าโดยพิจารณาทั้งกระแสและเวลา โดยที่เวลาในการทำงานจะผกผันกับค่ากระแสลัดวงจร หมายความว่าเมื่อกระแสลัดวงจรมีค่าสูงเวลาในการทำงานของอุปกรณ์จะยิ่งสั้น จากการทำงานร่วมกันดังกล่าวที่มีความยืดหยุ่นกว่าสองวิธีที่ได้กล่าวไว้ข้างต้น ทำให้ระบบป้องที่ใช้อยู่ในปัจจุบันเลือกจัดการทำงานร่วมกันโดยใช้ทั้งกระแสและเวลา

3.2.1 การหน่วงเวลา (Grading Margin) [16, 18]

ในการจัดลำดับการทำงานร่วมกัน ซึ่งเป็นการกำหนดให้อุปกรณ์ป้องกันตัวที่อยู่ใกล้จุดเกิดการลัดวงจรมากที่สุดทำงานก่อน (Primary protective device) และสำหรับอุปกรณ์ป้องกัน

ตัวอื่นจะเป็นอุปกรณ์ป้องกันสำรอง (Back up protective device) โดยที่จะทำการหน่วงค่าเวลาไว้ปริมาณหนึ่งซึ่งการหน่วงเวลาดังกล่าวเรียกว่า Grading Margin ซึ่งถ้ามีการหน่วงเวลามากเกินไป อาจจะก่อนให้เกิดความเสียหายต่อระบบและอุปกรณ์ขึ้นได้กรณีที่อุปกรณ์ป้องกันตัวแรกไม่ทำงาน หรือถ้าน้อยกว่าไปอาจจะทำให้อุปกรณ์ป้องกันสำรองทำงานก่อน อุปกรณ์ป้องกันตัวแรก โดยการหน่วงเวลาการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ และ ฟิวส์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ แสดงรายละเอียดได้ดังต่อไปนี้

1) การหน่วงเวลาของเซอร์กิตเบรกเกอร์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Graning: CB to CB) โดยค่าหน่วงเวลาของเซอร์กิตเบรกเกอร์ขึ้นอยู่กับปัจจัยดังต่อไปนี้

-เวลาในการตัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ส่วนมากจะใช้ประมาณ 0.1 s

-เวลา Overshoot ของรีเลย์ ส่วนมากจะใช้ประมาณ 0.05 s

-ค่าความผิดพลาด ส่วนมากจะใช้ประมาณ 0.1s

-ส่วนเผื่อความปลอดภัย ส่วนมากจะใช้ประมาณ 0.1s

จากปัจจัยข้างต้นสามารถคำนวณค่าหน่วงเวลาระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ได้ตามสมการที่ (3.3)

$$t' = \left[\frac{2E_R}{100}\right] t + t_{CB} + t_0 + t_s \qquad (3.3)$$

โดย

E_R คือ ความผิดพลาดของเวลาในการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์

t คือ เวลาในการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์ตัวที่ใกล้การลัดวงจร

t_{CB} คือ เวลาในการหยุดการทำงานของเซอร์กิตเบรกเกอร์

t_0 คือ เวลา Overshoot ของรีเลย์

t_s คือ ส่วนเพื่อความปลอดภัย

โดยส่วนใหญ่ค่าหน่วยเวลาที่เลือกใช้ที่อยู่ประมาณที่ 0.3-0.5 s [18]

2) การหน่วงเวลาของฟิวส์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ (Graning: Fuse to CB) สำหรับคุณลักษณะของเซอร์กิจเบรกเกอร์ที่เหมาะสมสำหรับการทำงานร่วมกันกับฟิวส์คือแบบ Extremely Inverse (EI) โดยคุณลักษณะดังกล่าวจะคล้ายกับคุณลักษณะ I^2t ซึ่งค่าหน่วยเวลาของฟิวส์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถหาได้จากสมการต่อไปนี้

$$t' = 0.4t + 0.15 \tag{3.4}$$

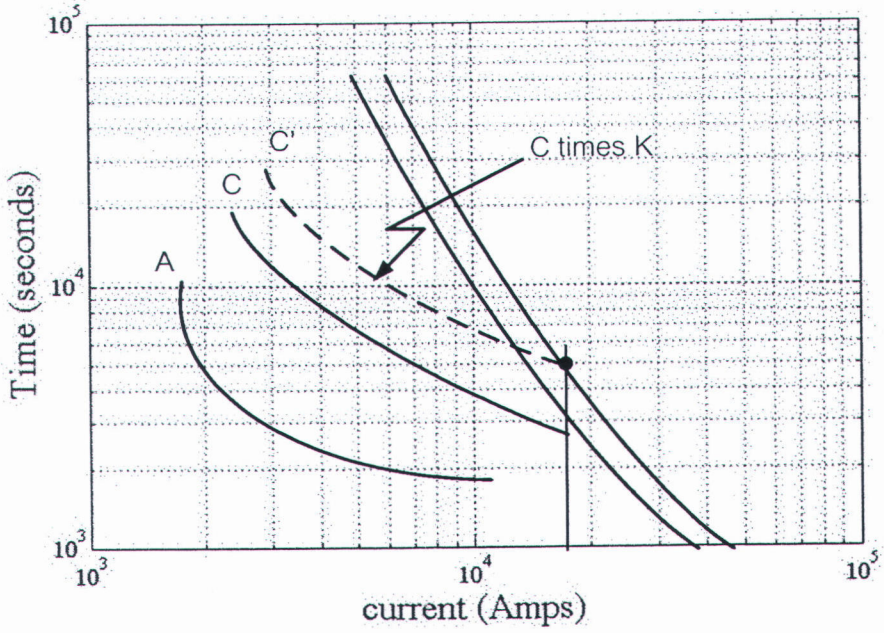
โดยที่ t คือ เวลาทำงานปกติของฟิวส์ และ t' คือค่าหน่วยเวลาระหว่างฟิวส์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์

3.2.2 การทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ (Fuse-Recloser Coordination) [15]

จากหัวข้อที่ 3.2.1 เป็นการพูดถึงค่าเวลาที่ใช้ในการหน่วงการทำงานระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ และฟิวส์กับเซอร์กิตเบรกเกอร์ อย่างไรก็ตามในหัวข้อนี้จะเป็นการพูดถึงการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ อย่างไรก็ตามการทำงานร่วมของอุปกรณ์ทั้งสองตัวนี้จะไม่ได้มีค่าหน่วงเวลาที่คำนวณได้ออกมาเป็นตัวเลขที่ชัดเจนเหมือนกับหัวข้อที่ 3.2.1โดยการทำงานร่วมกันของฟิวส์กับรีโคลสเซอร์ขึ้นอยู่กับความสัมพันธ์ของตำแหน่งที่ติดตั้งของทั้งสองอุปกรณ์ สามารถแบ่งได้เป็น 2 รูปแบบคือ ฟิวส์ติดตั้งที่สถานีไฟฟ้า กับฟิวส์ติดตั้งที่โหลด

1) ฟิวส์ติดตั้งที่สถานีไฟฟ้า

ฟิวส์ติดตั้งที่สถานีไฟฟ้า รีโคลสเซอร์ต้องทำงานเร็วกว่าเวลาเริ่มของละลายของฟิวส์ โดยมีหลักเกณฑ์ คือ การคูณค่าตัวประกอบค่าหนึ่งกับกราฟความสัมพันธ์เวลาและกระแสของรีโคลสเซอร์ในช่วงการทำงานช้าแสดงได้ดังรูปที่ 3.4 ตัวคูณค่าประกอบจะขึ้นอยู่กับเวลาในการทำงานของรีโคลสเซอร์ดังตารางที่ 3.2



รูปที่ 3.4 การทำงานร่วมกันของฟิวส์ที่สถานีไฟฟ้ากับรีโคลสเซอร์

ตารางที่ 3.2 ตัวคูณสำหรับฟิวส์ติดตั้งที่สถานีไฟฟ้า

Reclosing time in cycles	Multiplies for:		
	two fast, two delayed sequence	one fast, theer delayed sequence	four delayed sequence
25	2.70	3.20	3.70
30	2.60	3.10	3.50
50	2.10	2.50	2.70
90	1.85	2.10	2.20
120	1.70	1.80	1.90
240	1.40	1.40	1.45
600	1.35	1.35	1.35

2) ฟิวส์ติดตั้งที่โหลด

ฟิวส์ติดตั้งที่โหลด มีหลักเกณฑ์ที่สำคัญอยู่สองหลักเกณฑ์คือ

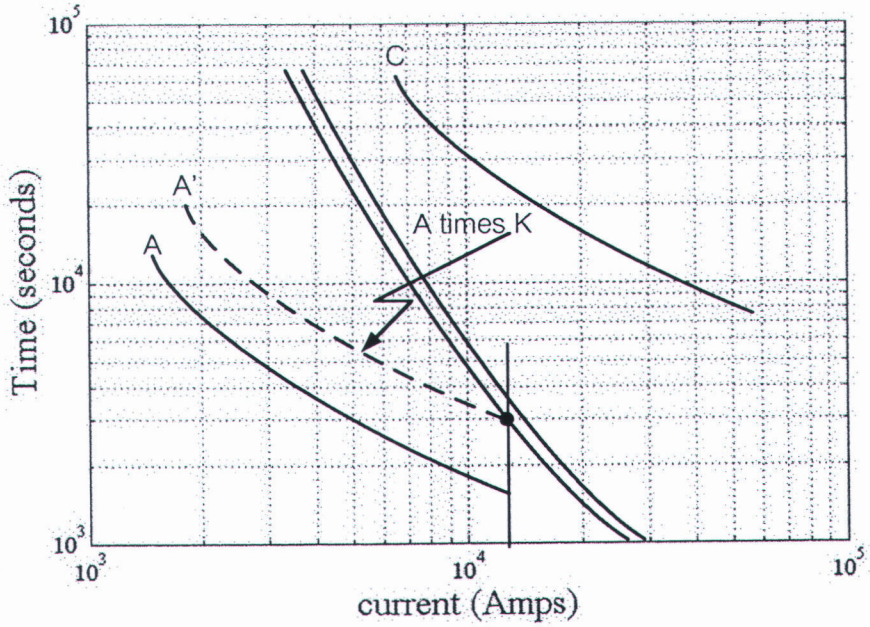
-ค่าเวลาเริ่มหลอมละลายของฟิวส์ต้องมากกว่ากราฟช่วงการทำงานเร็วของรีโคลสเซอร์ที่ถูกคูณด้วยค่าคงทีค่าหนึ่ง ค่าคงทีดังกล่าวแสดงได้ดังตารางที่ 3.3

-ค่าเวลาสูงสุดที่ฟิวส์ใช้ในการหลอมละลายต้องน้อยกว่ากราฟช่วงการทำงานช้าของรีโคลสเซอร์โดยไม่มีตัวคูณใดๆ

จากหลักเกณฑ์ทั้งสองข้อข้างต้นกราฟการทำงานร่วมกันของฟิวส์ที่โหลดกับรีโคลสเซอร์แสดงได้ดังรูปที่ 3.5

ตารางที่ 3.3 ตัวคูณสำหรับฟิวส์ติดตั้งที่โหลด

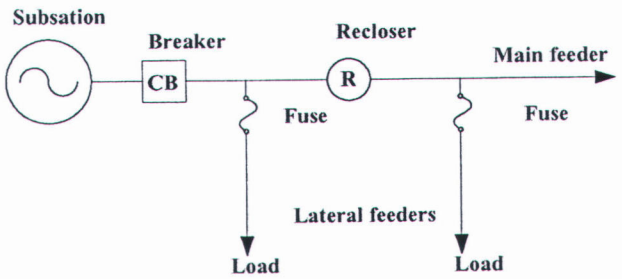
Reclosing time in cycles	Multiplies for:	
	one fast opeation	two fast opeation
25-30	1.25	1.80
60	1.25	1.35
90	1.25	1.35
120	1.25	1.35



รูปที่ 3.5 การทำงานร่วมกันของฟิวส์ที่โหลดกับรีโคลสเซอร์

3.2.3 การจัดการทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโคลสเซอร์ และฟิวส์

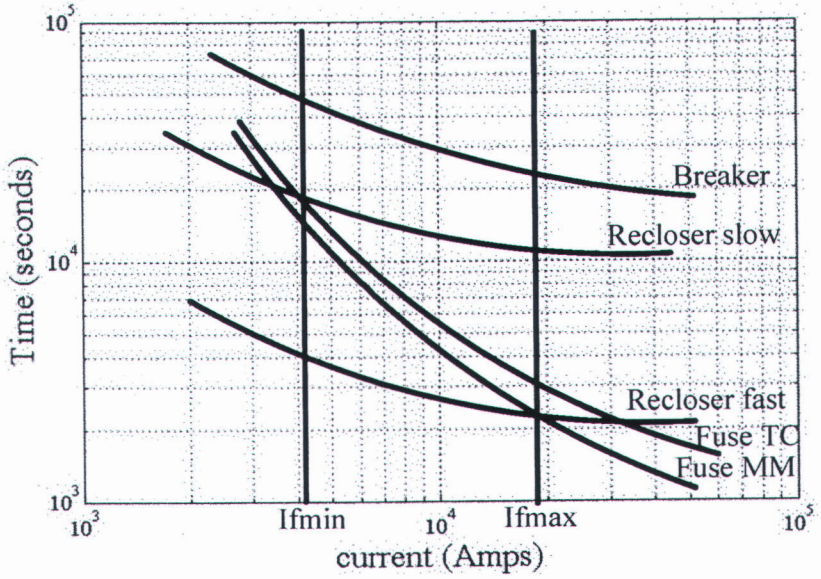
ระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยทั่วไปส่วนใหญ่จะมีอุปกรณ์ป้องอยู่ 3 ชนิดด้วยกัน คือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโคลสเซอร์ และฟิวส์ดังรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.6 ระบบจำหน่ายไฟฟ้าโดยทั่วไป

เซอร์กิตเบรกเกอร์จะถูกติดตั้งไว้ที่ต้นทางของสายป้อน เพื่อป้องกันสายป้อนและเป็นอุปกรณ์ป้องกันสำรองให้ รีโคลสเซอร์และฟิวส์ในกรณีที่อุปกรณ์ทั้งสองไม่สามารถทำงานได้ รีโคลสเซอร์จะถูกติดตั้งที่กลางสายป้อน เพื่อแยกแยะการลัดวงจรแบบชั่วคราวและถาวร และฟิวส์จะถูกติดตั้งที่สายย่อย เพื่อป้องกันโหลดในสายย่อยของระบบ

ตัวอย่างลำดับการทำงานของอุปกรณ์ป้องกันทั้งสาม เช่น เมื่อเกิดลัดวงจรขึ้นที่สายย่อยหลังรีโคลสเซอร์ รีโคลสเซอร์ช่วงทำงานเร็วต้องทำงานก่อนเพื่อกำจัดการลัดวงจรชั่วคราว อย่างไรก็ตามเมื่อรีโคลสเซอร์สับเชื่อมต่อวงจรเข้ามาอีกครั้ง และพบว่าการลัดวงจรยังอยู่ในระบบซึ่งแสดงว่าการลัดวงจรที่เกิดขึ้นเป็นการลัดวงจรแบบถาวร ฟิวส์จะทำหน้าที่ตัดวงจรออกจากระบบก่อนที่รีโคลสเซอร์ช่วงช้าจะทำงาน อย่างไรก็ดีถ้าฟิวส์ไม่สามารถทำงานได้รีโคลสเซอร์ช่วงช้าและเซอร์กิตเบรกเกอร์จะเป็นอุปกรณ์ป้องกันสำรองให้กับฟิวส์ โดยการทำงานร่วมกันการทำงานระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโคลสเซอร์ และฟิวส์แสดงได้รูปที่ 3.7



รูปที่ 3.7 การทำงานร่วมกันระหว่างเซอร์กิตเบรกเกอร์ รีโคลสเซอร์ และฟิวส์