บทที่ 3
ตัวนำประธาน สายป้อน วงจรย่อย

ในการออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้าในระบบแรงต่ำ วงจรย่อยถือเป็นส่วนสำคัญที่ต้องตรวจสอบข้อมูลโหลดตามลักษณะการใช้งาน เพื่อคำนวณและออกแบบกำหนดขนาดตัวนำ การป้อนกันกระแสเกิน และต้องทำการป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในที่อยู่อาศัยให้เหมาะสมกับสภาพพื้นที่บริเวณใช้งานด้วย สำหรับสายป้อน ค่าดีมานด์แฟกเตอร์จะนำไปใช้คำนวณโหลดของสายป้อน เพื่อกำหนดขนาดตัวนำและการป้องกันกระแสเกินของสายป้อนให้มีขนาดเหมาะสมและใช้งานได้เพียงพอ ทั้งนี้ตัวนำประธานและบริภัณฑ์ประธาน ได้มีข้อกำหนดเพื่อให้ระบบไฟฟ้าดังกล่าวทำงานได้อย่างถูกต้องและปลอดภัย

3.1 วงจรย่อย

3.1.1 ขอบเขต

ให้ใช้กับวงจรย่อยสำหรับไฟฟ้าแสงสว่างหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า หรือทั้งไฟฟ้าแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้ารวมกัน ยกเว้นวงจรย่อยสำหรับมอเตอร์ไฟฟ้า (ดูบทที่ 6 เรื่องวงจรมอเตอร์)

3.1.2 ขนาดพิกัดวงจรย่อย

ขนาดพิกัดวงจรย่อยให้เรียกตามขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใช้ตัดกระแสสำหรับวงจรนั้นๆ วงจรย่อยซึ่งมีจุดจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปต้องมีขนาดไม่เกิน 50 แอมแปร์

ยกเว้น *อนุญาตให้วงจรย่อยซึ่งมีจุดจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไปที่ไม่ใช่โหลดแสงสว่างมีพิกัดเกิน 50 แอมแปร์ได้เฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีบุคคลที่มีคุณสมบัติคอยดูแลและบำรุงรักษา*

3.1.3 ขนาดตัวนำของวงจรย่อย

ตัวนำของวงจรย่อยต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ ตามข้อ 3.1.6 และต้องไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย และกำหนดให้ขนาดตัวนำของวงจรย่อยต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

3.1.4 **การป้องกันกระแสเกิน**

วงจรย่อยต้องมีการป้องกันกระแสเกิน โดยขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสอดคล้องกับโหลดสูงสุดที่คำนวณได้

3.1.5 **โหลดสำหรับวงจรย่อย**

วงจรย่อยซึ่งมีจุดต่อไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป ลักษณะของโหลดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

3.1.5.1 วงจรย่อยขนาดไม่เกิน 20 แอมแปร์ โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดพิกัดวงจรย่อย กรณีมีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบรวมอยู่ด้วยโหลดที่ติดตั้งถาวรรวมกันแล้วจะต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของขนาดพิกัดวงจรย่อย

3.1.5.2 วงจรย่อยขนาด 25 ถึง 32 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่ใช่ดวงโคม ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องมีขนาดไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดพิกัดวงจรย่อย

3.1.5.3 วงจรย่อยขนาดเกิน 32 ถึง 50 แอมแปร์ ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250 วัตต์หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร

3.1.5.4 วงจรย่อยขนาดเกินกว่า 50 แอมแปร์ ให้ใช้กับโหลดที่ไม่ใช่แสงสว่างเท่านั้น

3.1.6 **การคำนวณโหลดสำหรับวงจรย่อย**

โหลดสำหรับวงจรย่อยต้องคำนวณตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

3.1.6.1 วงจรย่อยต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่ในวงจรนั้น

3.1.6.2 โหลดแสงสว่างและโหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ทราบแน่นอนให้คำนวณตามที่ติดตั้งจริง

3.1.6.3 โหลดของเต้ารับใช้งานทั่วไป ให้คำนวณโหลดจุดละ 180 โวลต์แอมแปร์ ทั้งชนิด เต้าเดี่ยว (Single) เต้าคู่ (Duplex) และชนิดสามเต้า (Triplex)

3.1.6.4 โหลดของเต้ารับอื่นที่ไม่ได้ใช้งานทั่วไป ให้คำนวณโหลดตามขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ

3.1.7 **เต้ารับ**

3.1.7.1 เต้ารับที่อยู่ในวงจรย่อยต้องเป็นแบบมีขั้วสายดิน และต้องต่อลงดินตามบทที่ 4

3.1.7.2 เต้ารับในสถานที่เดียวกันแต่ใช้แรงดันต่างกัน หรือเพื่อวัตถุประสงค์ในการใช้งานต่างกัน ต้องจัดทำเพื่อให้เต้าเสียบไม่สามารถสลับกันได้

3.1.8 **การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วในที่อยู่อาศัย**

3.1.8.1 ต้องมีการป้องกันที่วงจรไฟฟ้าหรือเต้ารับโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วสำหรับการใช้ไฟฟ้าในบริเวณดังนี้ ห้องน้ำ ห้องใต้ดิน ห้องครัว อ่าง (บริเวณพื้นที่เคาน์เตอร์ ที่มีการติดตั้งเต้ารับภายในระยะ 1.5 เมตร ห่างจากขอบด้านนอกของอ่าง) รวมทั้งการใช้ไฟฟ้าภายนอกอาคาร

3.1.8.2 เครื่องใช้ไฟฟ้าดังต่อไปนี้ต้องติดตั้งเครื่องตัดไฟรั่ว ได้แก่ เครื่องทำน้ำอุ่น เครื่องทำน้ำร้อน และอ่างน้ำวน

3.2 สายป้อน

3.2.1 **ขนาดตัวนำของสายป้อน**

สายป้อนต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้และไม่น้อยกว่าขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อน และกำหนดให้ขนาดตัวนำของสายป้อนต้องไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.

3.2.2 **การป้องกันกระแสเกิน**

สายป้อนต้องมีการป้องกันกระแสเกิน โดยขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสอดคล้องกับโหลดสูงสุดที่คำนวณได้

3.2.3 **การคำนวณโหลดสำหรับสายป้อน**

โหลดของสายป้อนต้องคำนวณตามที่กำหนดดังต่อไปนี้

3.2.3.1 สายป้อนต้องมีขนาดกระแสเพียงพอสำหรับการจ่ายโหลดและต้องไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดในวงจรย่อยเมื่อใช้ดีมานด์แฟกเตอร์

3.2.3.2 โหลดแสงสว่าง อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 3-1

3.2.3.3 โหลดของเต้ารับของสถานที่ที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 3-2 ได้เฉพาะโหลดของเต้ารับที่มีการคำนวณโหลดแต่ละเต้ารับไม่เกิน 180 โวลต์แอมแปร์

3.2.3.4 โหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางที่ 3-3 ได้

3.2.3.5 เต้ารับในอาคารที่อยู่อาศัยที่ต่อเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทราบโหลดแน่นอนให้คำนวณโหลดจากเต้ารับที่มีขนาดสูงสุด 1 เครื่องรวมกับร้อยละ 40 ของขนาดโหลดในเต้ารับที่เหลือ

3.2.3.6 ดีมานด์แฟกเตอร์นี้ให้ใช้กับการคำนวณสายป้อนเท่านั้นห้ามใช้กับการคำนวณวงจรย่อย

ตารางที่ 3-1
ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (โวลต์–แอมแปร์)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 2,000 ส่วนเกิน 2,000	100 35
โรงพยาบาล*	ไม่เกิน 50,000 ส่วนเกิน 50,000	40 20
โรงแรม รวมถึง ห้องชุดที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหารได้*	ไม่เกิน 20,000 20,001-100,000 ส่วนเกิน 100,000	50 40 30
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500 ส่วนเกิน 12,500	100 50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

หมายเหตุ * ดีมานด์แฟกเตอร์ตามตารางนี้ ห้ามใช้สำหรับโหลดแสงสว่างในสถานที่บางแห่งของโรงพยาบาลหรือโรงแรม ซึ่งบางขณะจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมกัน เช่น ในห้องผ่าตัด ห้องอาหารหรือห้องโถง ฯลฯ

ตารางที่ 3-2
ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของเต้ารับรวม (คำนวณโหลดเต้ารับละ 180 VA)	**ดีมานด์แฟกเตอร์ (ร้อยละ)**
10 kVA แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 kVA	50

ตารางที่ 3-3
ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	**ประเภทของโหลด**	**ดีมานด์แฟกเตอร์**
1. อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 แอมแปร์ + ร้อยละ 30 ของ ส่วนที่เกิน 10 แอมแปร์
	เครื่องทำน้ำร้อน	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
2. อาคารสำนักงาน และร้านค้ารวมถึง ห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 80 ของตัวใหญ่รองลงมา + ร้อยละ 60 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำน้ำร้อน	ร้อยละ 100 ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	ร้อยละ 100
3. โรงแรมและ อาคารประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	เหมือนข้อ 2
	เครื่องทำน้ำร้อน	เหมือนข้อ 2
	เครื่องปรับอากาศ ประเภทแยกแต่ละห้อง	ร้อยละ 75

หมายเหตุ สำหรับเครื่องปรับอากาศแบบส่วนกลาง (Central) ให้ดูค่าดีมานด์แฟกเตอร์ที่แนะนำไว้ในภาคผนวก ซ.

3.2.4 **ขนาดตัวนำนิวทรัล** (Neutral)

ขนาดตัวนำนิวทรัล ต้องมีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้น และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายดินของบริภัณฑ์ไฟฟ้าตามข้อ 4.20 กรณีระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ขนาดของตัวนำนิวทรัลมีข้อกำหนดดังนี้

3.2.4.1 กรณีสายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดไม่เกิน 200 แอมแปร์ ขนาดกระแสของตัวนำนิวทรัลต้องไม่น้อยกว่าขนาดกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดนั้น

3.2.4.2 กรณีสายเส้นไฟมีกระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดมากกว่า 200 แอมแปร์ ขนาดกระแสของตัวนำนิวทรัลต้องไม่น้อยกว่า 200 แอมแปร์ บวกด้วยร้อยละ 70 ของส่วนที่เกิน 200 แอมแปร์

3.2.4.3 ไม่อนุญาตให้คำนวณลดขนาดกระแสในตัวนำนิวทรัลในส่วนของโหลดไม่สมดุลที่ประกอบด้วยหลอดชนิดปล่อยประจุ (Electric Discharge) (เช่น หลอดฟลูออเรสเซนต์ เป็นต้น) อุปกรณ์เกี่ยวกับการประมวลผลข้อมูล (Data Processing) หรืออุปกรณ์อื่นที่มีลักษณะคล้ายกันที่ทำให้เกิดกระแสฮาร์มอนิก (Harmonic) ในตัวนำนิวทรัล

<u>หมายเหตุ</u> 1) กระแสของโหลดไม่สมดุลสูงสุดคือค่าสูงสุดที่คำนวณได้จากโหลด 1 เฟส (Single-phase load) ที่ต่อระหว่างตัวนำนิวทรัลและสายเส้นไฟเส้นใดเส้นหนึ่ง

2) ในระบบไฟ 3 เฟส 4 สายที่จ่ายให้กับระบบคอมพิวเตอร์หรือโหลดอิเล็กทรอนิกส์จะต้องเผื่อตัวนำนิวทรัลให้ใหญ่ขึ้นเพื่อรองรับกระแสฮาร์มอนิกด้วย ในบางกรณีตัวนำนิวทรัลอาจมีขนาดใหญ่กว่าสายเส้นไฟ

3.3 การป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อยและสายป้อน

วงจรย่อยและสายป้อนต้องมีการป้องกันกระแสเกิน และเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

3.3.1 เครื่องป้องกันกระแสเกินอาจเป็นฟิวส์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ก็ได้

3.3.2 ฟิวส์ เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือการผสมของทั้งสองอย่างนี้ จะนำมาต่อขนานกันไม่ได้

ยกเว้น *เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต และเป็นแบบที่ได้รับความเห็นชอบว่าเป็นหน่วย (Unit) เดียวกัน*

3.3.3 ในกรณีที่ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมสำหรับดวงโคมหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ เครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมเหล่านี้ จะใช้แทนเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยไม่ได้และไม่จำเป็นต้องเข้าถึงได้ทันที

3.3.4 เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสามารถป้องกันตัวนำทุกสายเส้นไฟและไม่ต้องติดตั้งในตัวนำที่มีการต่อลงดิน

ยกเว้น *อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินในตัวนำที่มีการต่อลงดินได้ ถ้าเครื่องป้องกันกระแสเกินนั้นสามารถตัดวงจรทุกเส้นรวมทั้งตัวนำที่มีการต่อลงดินได้พร้อมกัน*

3.3.5 เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องไม่ติดตั้งในสถานที่ซึ่งทำให้เกิดความเสียหาย และต้องไม่อยู่ใกล้กับวัสดุที่ติดไฟง่าย

3.3.6 เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้อย่างมิดชิด (เฉพาะด้านสับของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ยอมให้โผล่ออกมาข้างนอกได้)

ยกเว้น *หากติดตั้งไว้ที่แผงสวิตช์หรือแผงควบคุม ซึ่งอยู่ในห้องที่ไม่มีวัสดุติดไฟง่ายและไม่มีความชื้น เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับบ้านอยู่อาศัยขนาดไม่เกิน 50 แอมแปร์ หนึ่งเฟส ไม่ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้ก็ได้*

3.3.7 กล่องหรือตู้ที่บรรจุเครื่องป้องกันกระแสเกิน ซึ่งติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้น ต้องเป็นชนิดที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว และต้องมีช่องว่างระหว่างตู้กับผนังหรือพื้นที่รองรับไม่น้อยกว่า 5 มม.

3.3.8 เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้สะดวก มีที่ว่างและแสงสว่างอย่างพอเพียง บริเวณหน้าแผงต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานไม่น้อยกว่าที่กำหนดในบทที่ 1

3.3.9 ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทุกจุดต่อแยก

ข้อยกเว้นที่ 1 *กรณีเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อนสามารถป้องกันสายที่ต่อแยกได้ไม่ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทุกจุดต่อแยก*

ข้อยกเว้นที่ 2 *สายที่ต่อแยกจากสายป้อนเป็นไปตามทุกข้อดังนี้*

2.1) ความยาวของสายที่ต่อแยกไม่เกิน 7.5 เมตร

2.2) ขนาดกระแสของสายที่ต่อแยกไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของขนาดกระแสสายป้อน

2.3) จุดปลายของสายต่อแยกต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน 1 ตัว

2.4) สายที่ต่อแยกต้องติดตั้งในท่อสาย

3.4 **ตัวนำประธาน** (Service Conductor)

ตัวนำประธานต้องมีขนาดเพียงพอที่จะรับโหลดทั้งหมดได้ และตัวนำประธานที่จ่ายไฟฟ้าให้กับอาคารหลังหนึ่งๆ หรือผู้ใช้ไฟฟ้ารายหนึ่งต้องมีชุดเดียว

ขนาดตัวนำนิวทรัล ต้องมีขนาดกระแสเพียงพอที่จะรับกระแสไม่สมดุลสูงสุดที่เกิดขึ้นตามที่คำนวณได้ในข้อ 3.2.4.1 ถึง 3.2.4.3 และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าขนาดสายต่อหลักดินของระบบไฟฟ้าตามข้อ 4.19 และไม่เล็กกว่าร้อยละ 12.5 ของตัวนำประธานขนาดใหญ่ที่สุดแต่ไม่จำเป็นต้องใหญ่กว่าสายเฟสนอกจากเผื่อสำหรับปัญหาฮาร์มอนิก

ยกเว้น *ยอมให้มีตัวนำประธานมากกว่า 1 ชุดได้ โดยมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้*

1) สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ซึ่งต้องการแยกระบบประธาน

2) สำหรับระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและระบบไฟฟ้าสำรอง

3) ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีอาคารมากกว่า 1 หลัง อยู่ในบริเวณเดียวกันและจำเป็นต้องใช้ตัวนำประธานแยกกันภายใต้เงื่อนไขดังนี้

3.1) อาคารทุกหลังต้องมีบริภัณฑ์ประธานโดยขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธานรวมกันต้องไม่เกินขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า

3.2) ตัวนำประธานจากเครื่องวัดถึงจุดแยกเข้าแต่ละอาคารต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของอาคารทุกหลังรวมกัน

3.3) จุดต่อแยกตัวนำประธานไปยังอาคารหลังอื่นต้องอยู่ในบริเวณของผู้ใช้ไฟฟ้า

4) เป็นอาคารที่รับไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้ามากกว่า 1 ลูก

5) เมื่อต้องการตัวนำประธานที่ระดับแรงดันต่างกัน

6) *เป็นอาคารชุด อาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่เป็นพิเศษ ที่จำเป็นต้องใช้ตัวนำประธานมากกว่า 1 ชุด โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯก่อน*

ตอน ก. สำหรับระบบแรงต่ำ

3.4.1 **ตัวนำประธานอากาศสำหรับระบบแรงต่ำ** ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนที่เหมาะสมและต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมให้ใช้สายอะลูมิเนียมได้ แต่ทั้งนี้ขนาดต้องไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.

3.4.2 **ตัวนำประธานใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ** ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้ง และต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.

หมายเหตุ 1) การติดตั้งใต้ดิน ต้องมีแผนผังแสดงแนวสายไฟฟ้าใต้ดินไว้พร้อมที่จะตรวจสอบได้และต้องทำป้ายระบุแนวของสายไฟฟ้าและบอกความลึกของสายบนสุด ป้ายต้องเห็นได้ชัดเจน ระยะห่างระหว่างป้ายไม่เกิน 50 เมตร

2) การติดตั้งใต้ดินที่มีหลายวงจร ที่ปลายสายและสายที่อยู่ในช่วงช่องเปิดของแต่ละวงจรจะต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นความแตกต่างติดอยู่อย่างถาวร

ตอน ข. สำหรับระบบแรงสูง

3.4.3 **ตัวนำประธานอากาศสำหรับระบบแรงสูง** เป็นสายเปลือยหรือสายหุ้มฉนวนก็ได้

3.4.4 **ตัวนำประธานใต้ดินสำหรับระบบแรงสูง** ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนชนิดที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งโดยจะต้องทำป้ายระบุแนวของสายใต้ดินและบอกความลึกของสายบนสุด ป้ายต้องเห็นได้ชัดเจน ระยะห่างระหว่างป้ายไม่เกิน 50 เมตร และต้องมีแผนผังแสดงแนวสายใต้ดินเก็บรักษาไว้พร้อมที่จะตรวจสอบได้

3.5 บริภัณฑ์ประธาน (Service Equipment)

อาคารหรือสิ่งปลูกสร้างต้องติดตั้งบริภัณฑ์ประธานเพื่อปลดวงจรทุกสายเส้นไฟออกจากตัวนำประธาน บริภัณฑ์ประธานประกอบด้วยเครื่องปลดวงจร (Disconnecting Means) และเครื่องป้องกันกระแสเกิน (Overcurrent Protective Device) ซึ่งอาจประกอบเป็นชุดเดียวกันหรือเป็นตัวเดียวกันก็ได้

ตอน ก. สำหรับระบบแรงต่ำ

3.5.1 **เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน**

รายละเอียดและข้อกำหนดการติดตั้งมีดังนี้

3.5.1.1 เครื่องปลดวงจรชนิดหนึ่งเฟสที่มีขนาดตั้งแต่ 50 แอมแปร์ขึ้นไป และชนิดสามเฟส ทุกขนาดต้องเป็นชนิดสวิตช์สำหรับตัดโหลด (Load-Break) ขนาดที่ต่ำกว่าที่กำหนดข้างต้นไม่บังคับให้เป็นชนิดสวิตช์สำหรับตัดโหลด

3.5.1.2 เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดวงจรทุกสายเส้นไฟ (สายเฟส) ได้พร้อมกัน และต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นว่าอยู่ในตำแหน่งปลดหรือสับ หรือตำแหน่งที่ปลดหรือสับนั้นสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน กรณีที่สายตัวนำประธานมิได้มีการต่อลงดินตามบทที่ 4 เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดสายเส้นไฟและสายนิวทรัล ทุกเส้นพร้อมกัน

3.5.1.3 เครื่องปลดวงจรต้องมีพิกัดไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดมากที่สุดที่ใส่ได้หรือปรับตั้งได้

3.5.1.4 เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดวงจรได้สะดวกและไม่มีโอกาสสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้า

3.5.1.5 อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องปลดวงจรได้ทั้งภายในหรือภายนอกอาคาร แต่ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการติดตั้งและควรติดตั้งให้อยู่ใกล้กับแหล่งจ่ายไฟมากที่สุดและเข้าถึงได้โดยสะดวก

3.5.1.6 ห้ามให้ต่อบริภัณฑ์ไฟฟ้าทางด้านไฟเข้าของเครื่องปลดวงจร

ยกเว้น *เป็นการต่อเพื่อเข้าเครื่องวัด คาปาซิเตอร์ สัญญาณต่างๆ อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ วงจรระบบไฟฉุกเฉิน ระบบเตือนและป้องกันอัคคีภัย ระบบป้องกันกระแสรั่วลงดิน หรือเพื่อใช้ในวงจรควบคุมของบริภัณฑ์ประธานที่ต้องมีไฟเมื่อเครื่องปลดวงจรอยู่ในตำแหน่งปลด*

3.5.1.7 ในอาคารที่มีผู้ใช้พื้นที่หลายราย ผู้ใช้แต่ละรายต้องสามารถเข้าถึงเครื่องปลดวงจรของตนเองได้โดยสะดวก

3.5.1.8 ต้องจัดให้มีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานที่เครื่องปลดวงจรได้อย่างพอเพียง และต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานด้านหน้าไม่น้อยกว่าที่กำหนดในบทที่ 1

3.5.1.9 ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้เครื่องปลดวงจรเป็นสวิตช์สับเปลี่ยน (Transfer Switch) ด้วย ต้องจัดให้มีอินเตอร์ล็อค (Interlock) ป้องกันการจ่ายไฟซนกันจากหลายแหล่งจ่าย

3.5.2 **เครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธาน**

แต่ละสายเส้นไฟที่ต่อออกจากเครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธานต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน

1) **การไฟฟ้านครหลวง** กำหนดพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินไว้ตามตารางที่ 3-4

2) **การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค** กำหนดพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินไว้ตามตารางที่ 3-5

3.5.2.1 ไม่อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินในสายที่มีการต่อลงดิน

ยกเว้น *เครื่องป้องกันกระแสเกินที่เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ซึ่งตัดวงจรทุกสายของวงจรออกพร้อมกันเมื่อกระแสไหลเกิน*

3.5.2.2 อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินต้องป้องกันวงจรและอุปกรณ์ทั้งหมด อนุญาตให้ติดตั้งทางด้านไฟเข้าของเครื่องป้องกันกระแสเกินเฉพาะวงจรของระบบฉุกเฉินต่างๆ เช่นเครื่องแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบสัญญาณป้องกันอันตราย เครื่องสูบน้ำดับเพลิง นาฬิกา เครื่องป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า คาปาซิเตอร์ เครื่องวัดฯ และวงจรควบคุม

3.5.2.3 เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องสามารถตัดกระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่อาจเกิดขึ้นที่จุดต่อไฟด้านไฟออกของเครื่องป้องกันกระแสเกินได้ โดยคุณสมบัติยังคงเดิม ทั้งนี้ค่าพิกัดกระแสลัดวงจรไม่ต่ำกว่า 10 กิโลแอมแปร์

ยกเว้น *ในบางพื้นที่ที่การไฟฟ้าฯกำหนดเป็นกรณีพิเศษ*

3.5.2.4 การป้องกันกระแสเกิน ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 3.3 สำหรับข้อที่นำมาใช้ได้ด้วย

3.5.2.5 อนุญาตให้ใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินที่มีคุณสมบัติตามข้อ 3.5.1 ทำหน้าที่เป็นเครื่องปลดวงจรได้

3.5.2.6 กรณีระบบที่นิวทรัลของระบบวาย (wye) ต่อลงดินโดยตรง บริภัณฑ์ประธานแรงต่ำที่มีขนาดตั้งแต่ 1,000 แอมแปร์ขึ้นไป ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดินของบริภัณฑ์

ระบบป้องกันกระแสรั่วลงดินต้องมีการทดสอบการทำงานเมื่อติดตั้งครั้งแรก ณ ที่ติดตั้งโดยทดสอบตามคำแนะนำที่ให้มากับบริภัณฑ์ ผลการทดสอบนี้ต้องบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อแจ้งให้เจ้าหน้าที่ผู้มีอำนาจตรวจสอบทราบ

ข้อยกเว้นที่ 1 *ข้อบังคับตามข้อนี้ไม่ใช้กับเครื่องปลดวงจรประธานของกระบวนการทางอุตสาหกรรมแบบต่อเนื่อง ซึ่งหากมีการหยุดทำงานอย่างกะทันหันจะทำให้เกิดความเสียหายมาก*

ข้อยกเว้นที่ 2 *ข้อบังคับตามข้อนี้ไม่ใช้กับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง*

ตอน ข. สำหรับระบบแรงสูง

3.5.3 **สวิตช์แยกวงจร** (Isolating Switches)

ต้องติดตั้งสวิตช์แยกวงจรทางด้านไฟเข้าของเครื่องปลดวงจรด้วย เมื่อใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ทำหน้าที่เป็นเครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

ยกเว้น *สำหรับสวิตช์เกียร์ที่ใช้ก๊าซเป็นฉนวน (Gas-Insulated Switchgear) ไม่บังคับให้ติดตั้งสวิตช์แยกวงจรทางด้านไฟเข้า*

สวิตช์แยกวงจรต้องมีรายละเอียดตามนี้ คือ

3.5.3.1 สวิตช์แยกวงจรต้องมีอินเตอร์ล็อกให้สับ-ปลดได้เฉพาะเมื่อบริภัณฑ์ประธานอยู่ในตำแหน่งปลด และต้องมีป้ายเตือนที่เห็นได้ชัดเจนไม่ให้สับ-ปลดขณะบริภัณฑ์ประธาน อยู่ในตำแหน่งสับ

3.5.3.2 ทางด้านโหลดของสวิตช์แยกวงจรต้องมีอุปกรณ์สำหรับต่อลงดินเมื่อปลดวงจรออกจากแหล่งจ่ายไฟ

3.5.3.3 เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดชักออก (Draw-Out) ถือว่ามีสวิตช์แยกวงจรอยู่แล้ว

ตารางที่ 3-4

พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและโหลดสูงสุดตามขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (แอมแปร์)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (แอมแปร์)	โหลดสูงสุด (แอมแปร์)
5 (15)	16	10
15 (45)	50	30
30 (100)	100	75
50 (150)	125	100
200	200	150
	250	200
400	300	250
	400	300
	500	400

หมายเหตุ พิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (ประเภทที่ปรับค่าพิกัดได้ ให้ใช้ค่าสูงสุดเป็นเกณฑ์) มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดในตารางได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของโหลดที่คำนวณได้

ตารางที่ 3-5

ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตีสวิตช์ คัตเอาต์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์สำหรับตัวนำประธาน (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (แอมแปร์)	โหลดสูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดตัวนำประธานเล็กที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้ (ตร.มม.)		บริภัณฑ์ประธาน				
				เซฟตีสวิตช์หรือโหลดเบรกสวิตช์		คัตเอาต์ใช้ร่วมกับคาร์ทริดจ์ฟิวส์		เซอร์กิตเบรกเกอร์
		สายอะลูมิเนียม	สายทองแดง	ขนาดสวิตช์ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาดฟิวส์สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดคัทเอาท์ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาดฟิวส์สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดปรับตั้งสูงสุด (แอมแปร์)
5 (15)	12	10	4	30	15	20	16	15-16
15 (45)	36	25	10	60	40-50	60	35-50	40-50
30 (100)	80	50	35	100	100	-	-	100

หมายเหตุ 1) สำหรับตัวนำประธานภายในอาคารให้ใช้สายทองแดง

2) สำหรับวิธีการเดินสายแบบ ค ตามตารางที่ 5-11 ให้ใช้ขนาดตัวนำประธานที่รับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของโหลดตามตาราง

3.5.4 **เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน**

3.5.4.1 เครื่องปลดวงจรต้องปลดสายเส้นไฟทั้งหมดพร้อมกันได้และต้องสับวงจรได้ขณะที่เกิดกระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่อาจเกิดขึ้น เมื่อติดตั้งฟิวส์สวิตช์หรือฟิวส์ประกอบกัน ฟิวส์นั้นจะต้องมีคุณสมบัติที่สามารถตัดกระแสลัดวงจรขณะที่สับเครื่องปลดวงจรได้โดยเครื่องปลดวงจรนี้ไม่เสียหาย

3.5.4.2 กรณีที่ใช้ฟิวส์จำกัดกระแส (Current Limiting Fuse) ทำหน้าที่บังคับให้สวิตช์สำหรับตัดโหลดปลดวงจรออกทั้งสามเฟสเมื่อฟิวส์เส้นใดเส้นหนึ่งขาด พิกัดกระแสขณะตัดวงจร (Breaking Current) ของสวิตช์สำหรับตัดโหลด ต้องมีค่าไม่น้อยกว่า 7 เท่าของพิกัดกระแสฟิวส์ (ตามมาตรฐาน IEC 60420)

3.5.4.3 กรณีที่เครื่องปลดวงจรเป็นชนิดคัตเอาต์พร้อมฟิวส์ (Fuse Cutout) ชนิดฟิวส์ขาดตก (Drop Out) ติดตั้งบนเสาไฟฟ้าหรือโครงสร้างอื่นที่ทำหน้าที่เช่นเดียวกับเสาไฟฟ้า ไม่บังคับให้ปลดวงจรทุกสายเส้นไฟได้พร้อมกัน นอกจากการไฟฟ้าฯจะกำหนดไว้เป็นอย่างอื่น

3.5.5 **เครื่องป้องกันกระแสเกิน**

คุณสมบัติเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องเป็นดังนี้

3.5.5.1 ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินในสายเส้นไฟทุกเส้น

3.5.5.2 เมื่อบริภัณฑ์ประธานติดตั้งในห้องสวิตช์เกียร์ หรือเป็นตู้สวิตช์เกียร์โลหะ เครื่องป้องกันกระแสเกินและเครื่องปลดวงจรต้องเป็นดังต่อไปนี้

3.5.5.2.1 สวิตช์น้ำมันชนิดไม่อัตโนมัติ คัตเอาต์ชนิดฟิวส์ใช้น้ำมันหรือสวิตช์สำหรับตัดโหลดชนิดใช้อากาศ (Air–Load-Interrupter Switch) ต้องใช้กับฟิวส์ ความสามารถในการปลดวงจรของสวิตช์ดังกล่าวต้องไม่น้อยกว่าขนาดกระแสใช้งานต่อเนื่องของฟิวส์

3.5.5.2.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีพิกัดกระแสและพิกัดตัดกระแสลัดวงจรที่เหมาะสมกับการใช้งาน

3.5.5.3 เมื่อบริภัณฑ์ประธานไม่ได้ติดตั้งในห้องสวิตช์เกียร์หรือไม่ได้เป็นตู้สวิตช์เกียร์โลหะ เครื่องป้องกันกระแสเกินและเครื่องปลดวงจรต้องเป็นดังต่อไปนี้

3.5.5.3.1 สวิตช์ตัดกระแสโหลดชนิดใช้อากาศ หรือสวิตช์อื่นที่สามารถตัดกระแสโหลดที่กำหนดของวงจรได้ ต้องใช้ร่วมกับฟิวส์ที่ติดอยู่บนเสาหรือบนโครงสร้างที่ยกขึ้นให้สูงและอยู่ภายนอกอาคาร และสวิตช์นี้ต้องสับ-ปลดโดยบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

3.5.5.3.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์ต้องมีพิกัดกระแสและพิกัดตัดกระแสลัดวงจรที่เหมาะสมและถ้าต้องติดตั้งไว้ภายนอกอาคารให้ติดใกล้กับจุดที่ตัวนำประธานเข้าอาคารมากที่สุดเท่าที่จะทำได้

3.5.5.4 ฟิวส์ ต้องมีพิกัดตัดกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่ากระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่อาจเกิดขึ้นที่จุดต่อสายด้านไฟออก โดยต้องมีค่าพิกัดกระแสต่อเนื่องไม่เกิน 3 เท่าของขนาดกระแสของตัวนำ

3.5.5.5 เซอร์กิตเบรกเกอร์ ต้องเป็นแบบปลดได้โดยอิสระ เซอร์กิตเบรก-เกอร์ที่ทำหน้าที่เป็นบริภัณฑ์ประธานต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งสับหรือปลด และต้องมีพิกัดตัดกระแสลัดวงจรไม่น้อยกว่ากระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่อาจจะเกิดขึ้นที่จุดต่อสายด้านไฟออก โดยต้องมีขนาดปรับตั้งการตัดสูงสุดไม่เกิน 6 เท่าของขนาดกระแสของตัวนำ

3.5.5.6 เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องสามารถทำงานสัมพันธ์กับอุปกรณ์ป้องกันของการไฟฟ้าฯ