

การออกแบบระบบไฟฟ้า

สำหรับโหลดไฟฟ้าทั่วไป

ปิยนัย ภาชนะพรรณ

โหลดไฟฟ้าทั่วไป

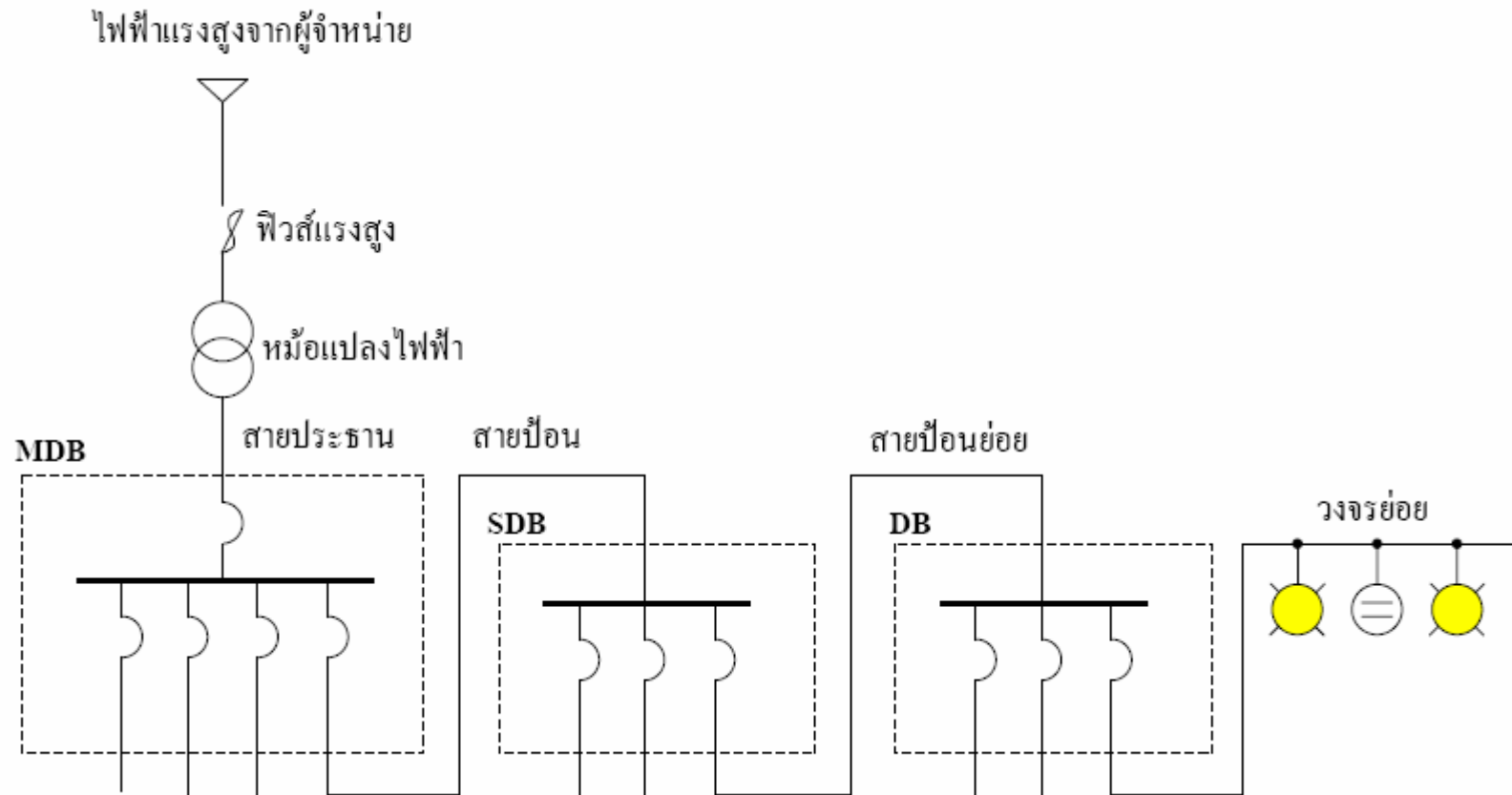
- โหลดแสงสว่างทั่วไป
- โหลดเต้ารับ
- โหลดอุปกรณ์ไฟฟ้าทั่วไป ที่ไม่ใช่มอเตอร์ไฟฟ้า

งานออกแบบระบบไฟฟ้า

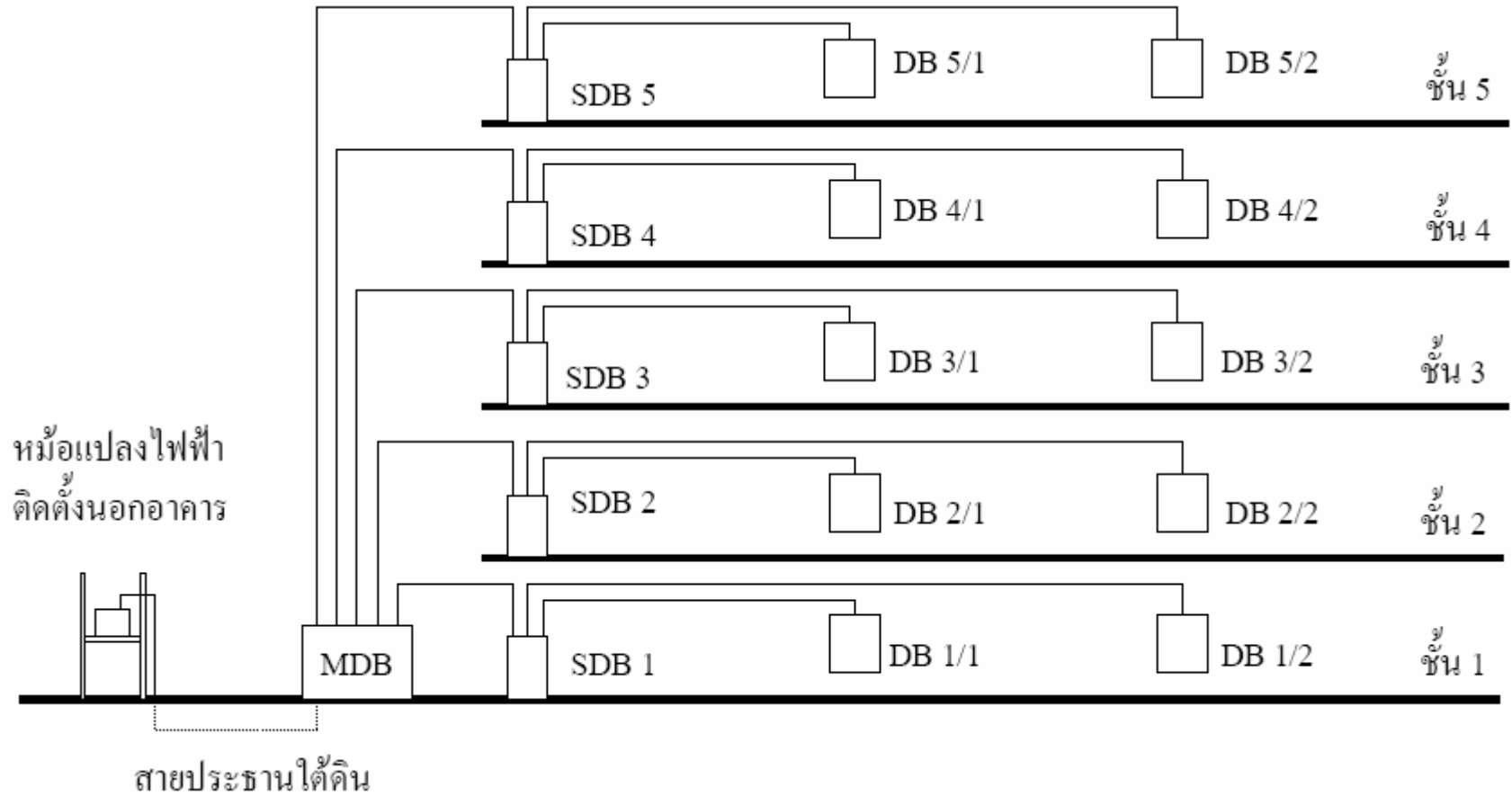
ประกอบด้วย

- แผนภาพเส้นเดียว (Single Line Diagram)
- แผนภาพไรเซอร์ (Riser Diagram)
- รายการ โหลด / ตารางโหลด (Load Schedule)
- การคำนวณโหลด (Load Calculation)
- การคำนวณลัดวงจร (Short Circuit Calculation)
- การป้องกันการลัดวงจร (Short Circuit Protection)

Single Line Diagram



Riser Diagram



ตารางโหลด 1 เฟส

ตารางรายการโหลดวงจรย่อย								
เลขที่แผงย่อย _____		เซอร์กิตเบรกเกอร์วงจรย่อย _____ KA(IC) ที่ _____ V.		สถานที่ติดตั้ง _____				
ระบบไฟฟ้า 1 เฟส 2 สาย 220 โวลต์		จำนวนวงจรย่อยสูงสุด _____		การติดตั้ง _____				
ระดับการป้องกัน _____		พิกัดกระแสเบสบาร์ _____		เลขที่แบบ _____				
วงจรที่	รายการ	โหลด (VA)	เซอร์กิตเบรกเกอร์			สายไฟ(ตร.มม.)		ไดอะแกรม
			ขั้ว	AT	AF	ขนาด	ชนิด	
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
กระแสเบส _____ A.		เมนเซอร์กิตเบรกเกอร์ _____ AT _____ AF _____ KA(IC) ที่ _____ V.		ขนาดสายบ่อน _____ ขนาดท่อร้อยสายบ่อน _____ ลงวันที่ _____				

ตารางโหลด 3 เฟส

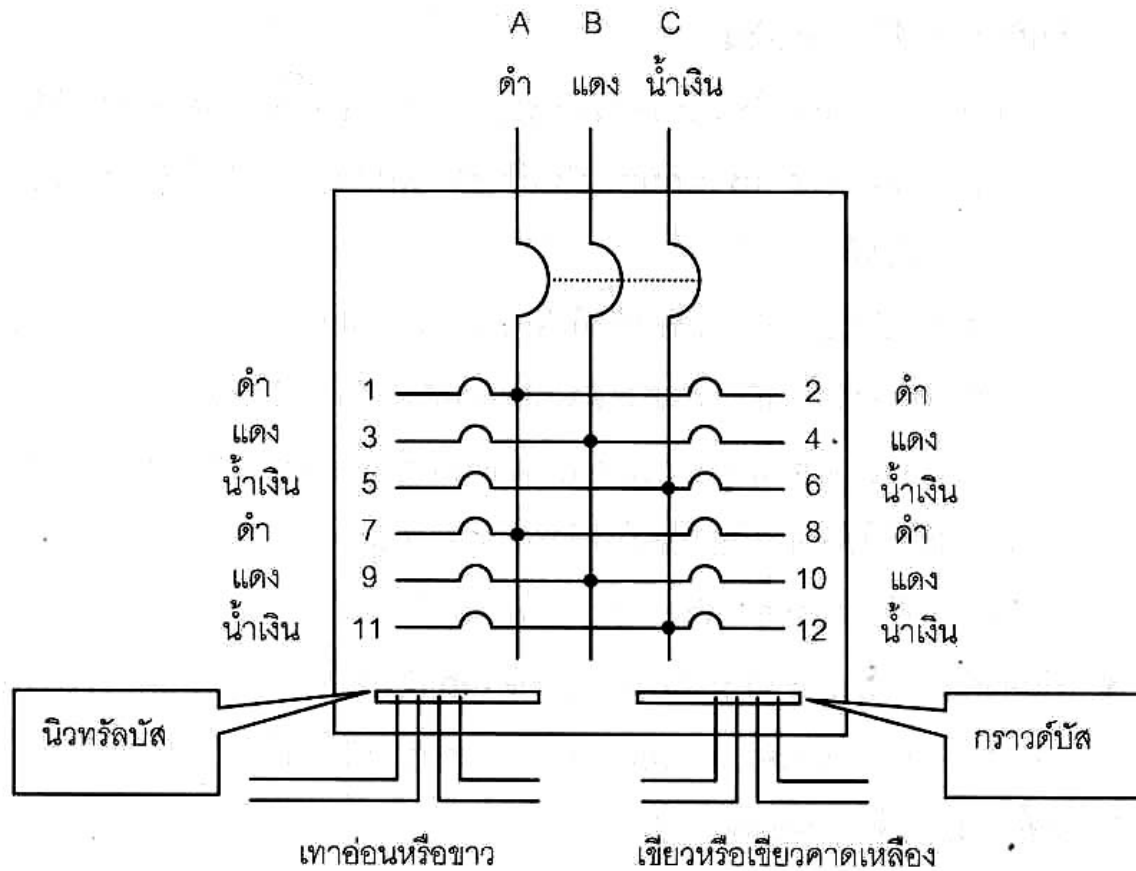
ตารางรายการโหลดวงจรย่อย

เลขที่แผงย่อย _____ เซอร์กิตเบรกเกอร์วงจรย่อย _____ kA(IC) ที่ _____ V. สถานที่ติดตั้ง _____
 ระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย 380/220 V. จำนวนวงจรสูงสุด _____ ลักษณะการติดตั้ง _____
 ระดับการป้องกัน _____ พิกัดกระแสเบสบาร์ _____ เลขที่แบบ _____

รายการ	สายไฟ(ตร.มม.)		เซอร์กิตเบรกเกอร์			โหลด (VA)			วงจรที่	ไดอะแกรม	วงจรที่	โหลด (VA)			เซอร์กิตเบรกเกอร์			สายไฟ(ตร.มม.)		รายการ
	ขนาด	ชนิด	ขั้ว	AT	AF	A	B	C				A	B	C	ขั้ว	AT	AF	ขนาด	ชนิด	
									1		2									
									3		4									
									5		6									
									7		8									
									9		10									
									11		12									
									13		14									
									15		16									
									17		18									
									19		20									
									21		22									
									23		24									
									25		26									
									27		28									
									29		30									
									31		32									
									33		34									
									35		36									
									37		38									
									39		40									
									41		42									
									A	B	C									
									รวมโหลด											

กระแสเบส A _____ A เมน (เบรกเกอร์, หลัก) _____ ขนาดสายป้อน _____
 กระแสเบส B _____ A _____ AT _____ AF ขนาดท่อร้อยสายป้อน _____
 กระแสเบส C _____ A _____ kA(IC) ที่ _____ V. ลงวันที่ _____

ตู้แผงสวิตช์ที่ต่อกับวงจรย่อย



วงจรย่อย

นิยาม

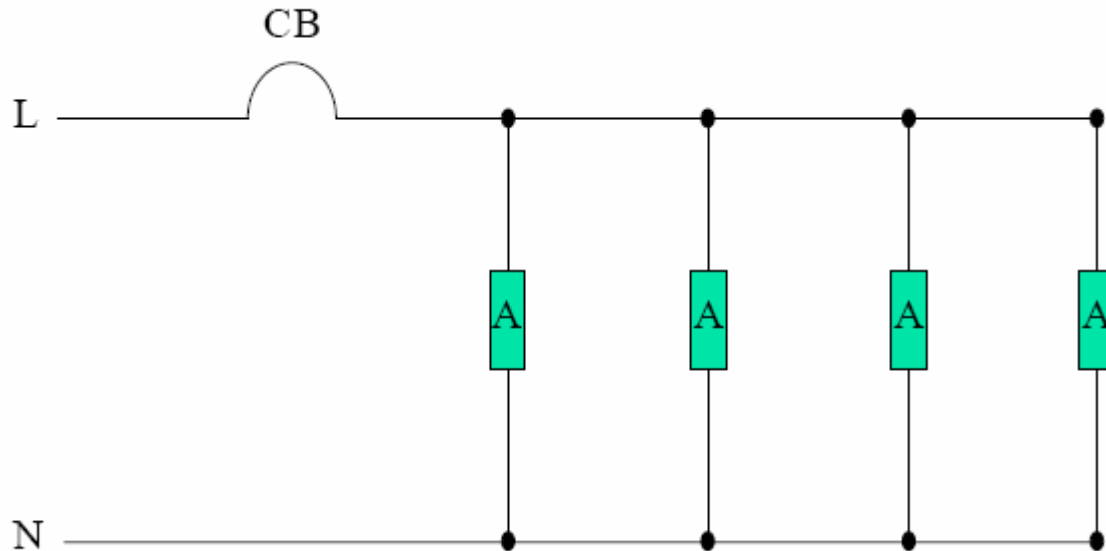
หมายถึง ตัวนำวงจรระหว่างอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินจุด
สุดท้าย กับ จุดจ่ายไฟ

ประเภทของวงจรย่อย (ว.ส.ท. 1.15)

- วงจรย่อยสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า (Branch Circuit, Appliance)
- วงจรย่อยสำหรับจุดประสงค์ทั่วไป (Branch Circuit, General Purpose)
- วงจรย่อยเฉพาะ (Branch Circuit, Individual)
- วงจรย่อยหลายสาย (Branch Circuit, Multiwire)

วงจรย่อยสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า (Branch Circuit, Appliance)

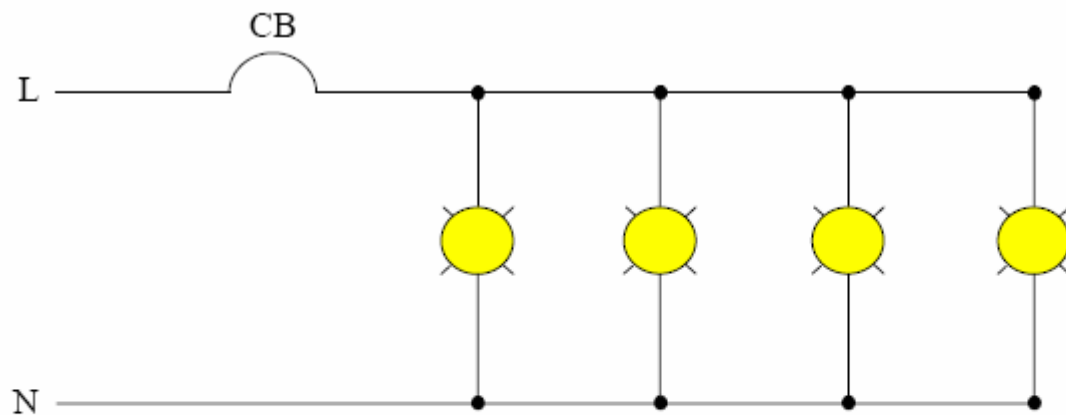
- วงจรย่อยที่จ่ายไฟฟ้าให้จุดจ่ายไฟที่มีเครื่องใช้ไฟฟ้ามาต่อมากกว่า 1 จุดขึ้นไป



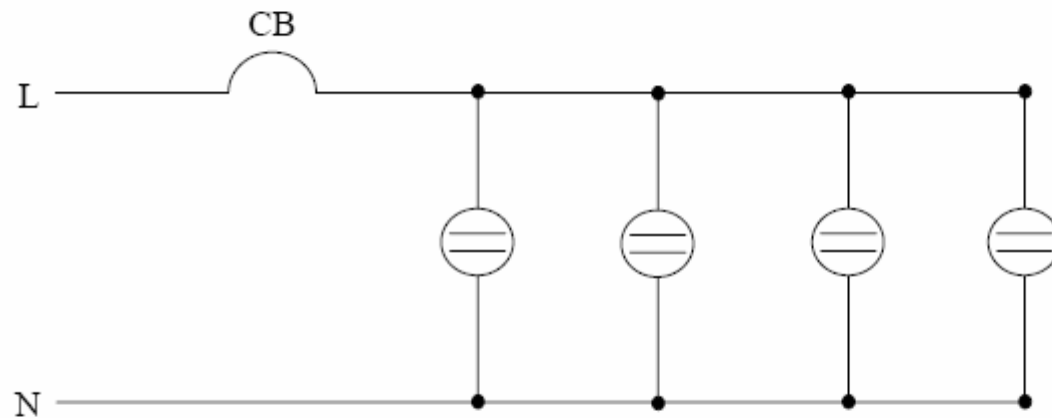
วงจรย่อยสำหรับจุดประสงค์ทั่วไป

(Branch Circuit, General Purpose)

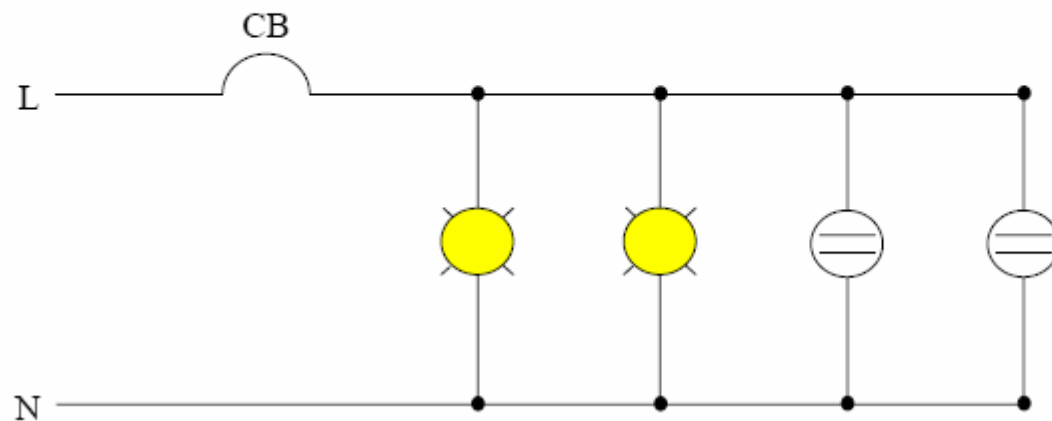
- วงจรย่อยที่จ่ายไฟฟ้าให้กับจุดจ่ายไฟ เพื่อใช้สำหรับระบบแสงสว่างและเครื่องใช้ไฟฟ้า แบ่งเป็น
 - มีเฉพาะ โหลดแสงสว่างหลายๆ ดวง
 - มีเฉพาะ โหลดเต้ารับหลายๆ ตัว
 - มีทั้ง โหลดแสงสว่างและ โหลดเต้ารับ ผสมกัน



ก.วงจรย่อยแสงสว่าง



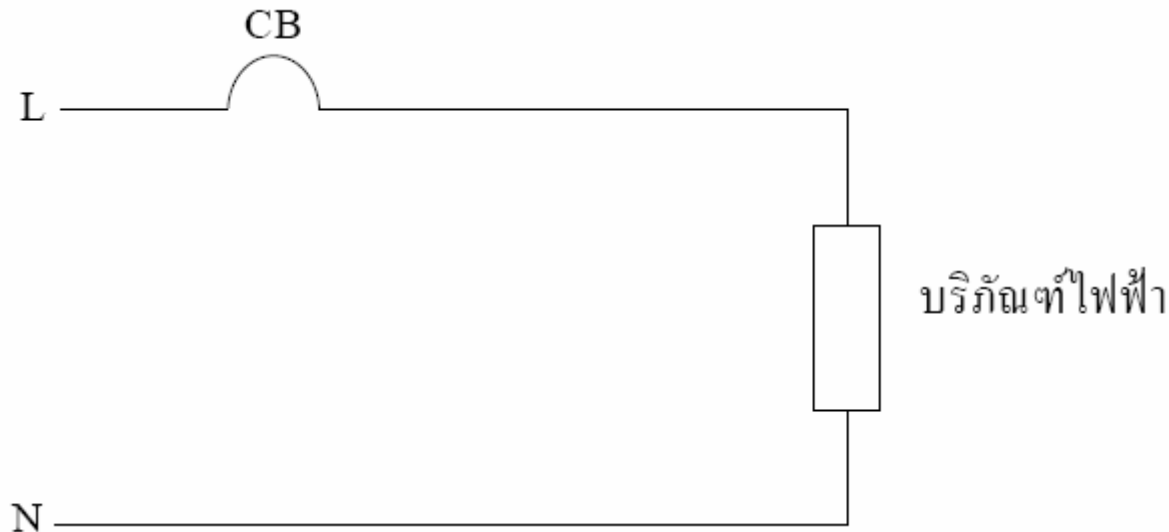
ข.วงจรย่อยเต้ารับ



ค.วงจรย่อยแสงสว่าง
และเต้ารับรวมกัน

วงจรย่อยเฉพาะ (Branch Circuit, Individual)

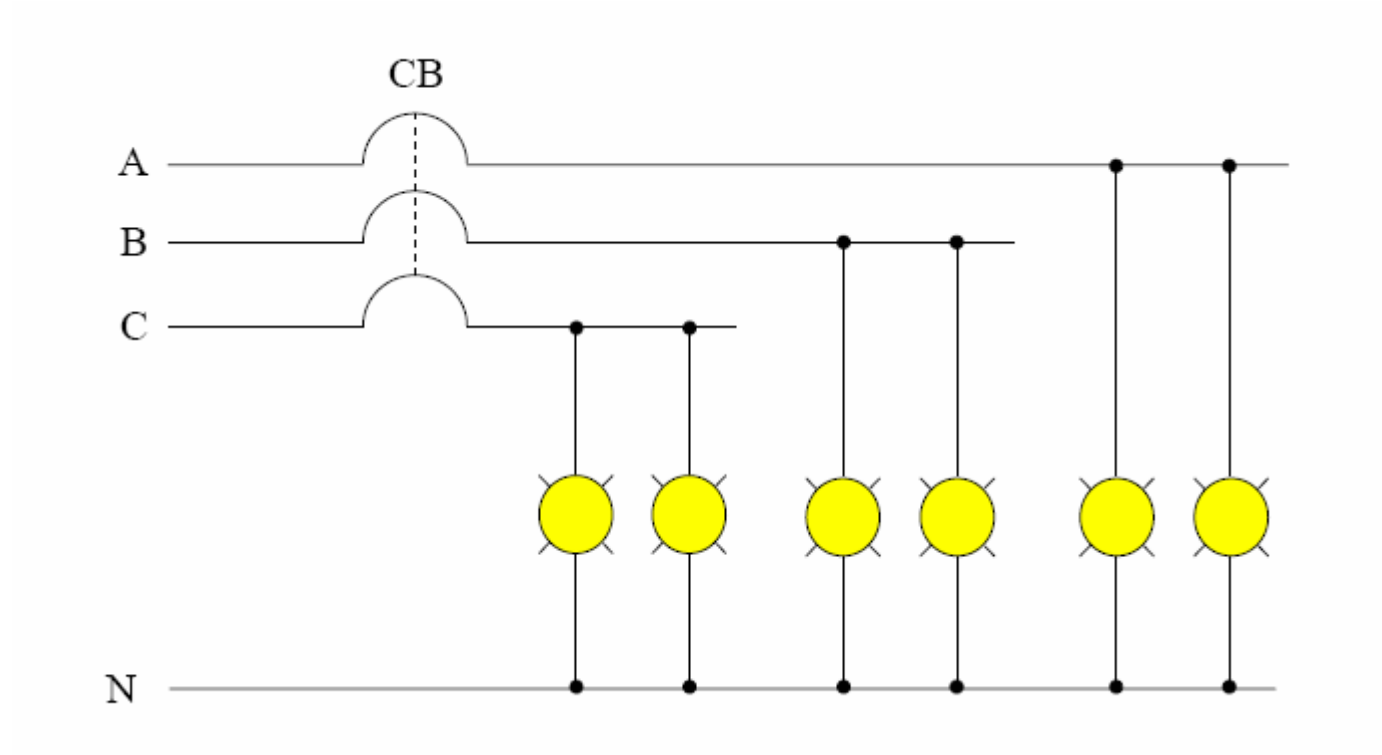
- วงจรย่อยที่จ่ายไฟฟ้าให้บริภัณฑ์ใช้สอยหนึ่งชั้นเท่านั้น
- มีอุปกรณ์ไฟฟ้าต่ออยู่เพียง 1 อุปกรณ์ ในวงจรนั้น



วงจรย่อยหลายสาย (Branch Circuit, Multi - wire)

วงจรย่อยที่ประกอบด้วยสายที่ไม่ถูกต่อลงดินตั้งแต่ 2 สายขึ้นไป ซึ่งมีความต่างศักย์ไฟฟ้าระหว่างสาย และมีสายที่มีการต่อลงดิน 1 สาย โดยความต่างศักย์ไฟฟ้าของสายที่ไม่ถูกต่อลงดินแต่ละสาย ต้องเท่ากัน และสายที่มีการต่อลงดินจะต้องต่อเข้ากับสายนิวทรัล หรือสายที่มีการต่อลงดินของระบบ (สายกราวนด์)

วงจรย่อยหลายสาย (Branch Circuit, Multi - wire)



ขนาดพิกัดวงจรย่อย

- ขนาดพิกัดวงจรย่อยให้เรียกตาม “ขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใช้ตัวกระแสสำหรับวงจรนั้นๆ”
- วงจรย่อยซึ่งมีจุดจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป ต้องมีขนาดไม่เกิน 50 A

ยกเว้น อนุญาตให้วงจรย่อยซึ่งมีจุดจ่ายไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป ที่ไม่ใช่โหลดแสงสว่างมีพิกัดเกิน 50 A ได้ เฉพาะในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีบุคคลที่มีคุณสมบัติคอยดูแลและบำรุงรักษา

การออกแบบวงจรย่อย

- แบ่งเป็นส่วนๆ แยกตามลักษณะการใช้งาน ดังนี้
 - วงจรย่อยแสงสว่าง
 - วงจรย่อยเต้ารับ
 - วงจรย่อยเฉพาะ
 - วงจรย่อยอื่นๆ

ข้อกำหนดตามมาตรฐาน ว.ส.ท. 2545

สำหรับวงจรย่อยซึ่งมีจุดต่อไฟฟ้าตั้งแต่ 2 จุดขึ้นไป ลักษณะของ
โหลดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1. วงจรย่อยขนาดไม่เกิน 20 A โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้
เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดพิกัด
วงจรย่อย กรณีมีเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้เต้าเสียบรวมอยู่ด้วย โหลด
ที่ติดตั้งถาวรรวมกันแล้วจะต้องไม่เกินร้อยละ 50 ของขนาด
พิกัดวงจรย่อย

ข้อกำหนดตามมาตรฐาน ว.ส.ท. 2545

2. วงจรย่อยขนาด 20 ถึง 25 A ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร ขนาดดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าซึ่งไม่ใช่ดวงโคม ขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดใช้เต้าเสียบแต่ละเครื่องจะต้องมีขนาดไม่เกินร้อยละ 80 ของขนาดฟักดวงจรย่อย

ข้อกำหนดตามมาตรฐาน ว.ส.ท. 2545

3. วงจรย่อยขนาดเกิน 32 ถึง 50 A ให้ใช้กับดวงโคมไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวรขนาดดวงโคมละไม่ต่ำกว่า 250 วัตต์ หรือใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร
4. วงจรย่อยขนาดเกินกว่า 50 A ให้ใช้กับโหนดที่ไม่ใช่แสงสว่างเท่านั้น

ตัวอย่างที่ 1

วงจรย่อยขนาด 15 A จ่ายไฟให้กับเตารับทั่วไป และ อุปกรณ์ไฟฟ้าที่ติดตั้งถาวร ขนาดของอุปกรณ์ที่ติดตั้งถาวรจะมีขนาดใหญ่ที่สุดเท่าใด

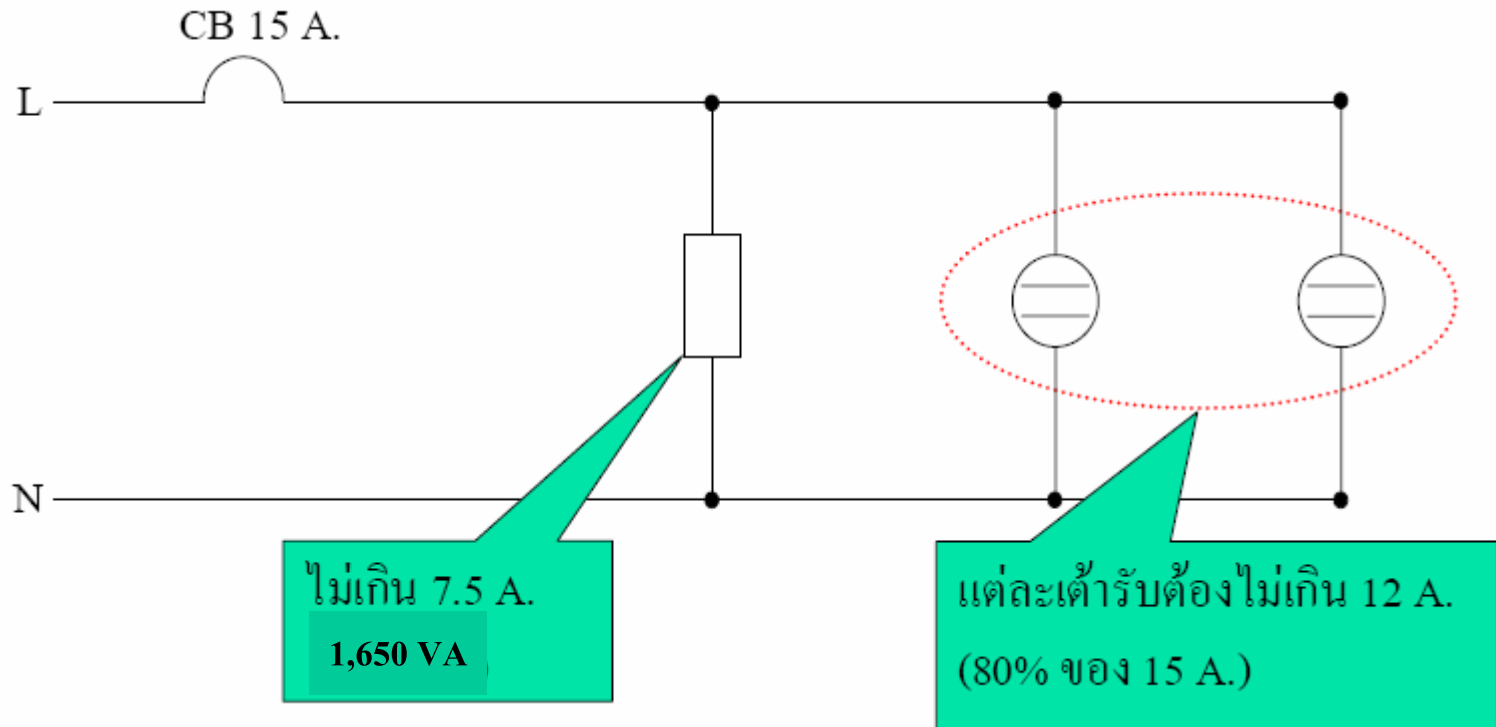
จาก ว.ส.ท. 2545 → วงจรย่อยขนาด ไม่เกิน 20 A

- โหลดที่ต่อกับเตารับ ไม่เกิน 80 % ของขนาดวงจรย่อย
- โหลดที่ติดตั้งถาวร ไม่เกิน 50 % ของขนาดวงจรย่อย

$$\begin{aligned}\text{ขนาดโหลดที่ต่อกับเต้ารับแต่ละตัว} &\leq \frac{80}{100} \times 15 \\ &\leq 12 \text{ A.} \\ &\leq 220 \times 12 \\ &\leq 2,640 \text{ VA.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ขนาดโหลดที่ติดตั้งถาวร} &\leq \frac{50}{100} \times 15 \\ &\leq 7.5 \text{ A.} \\ &\leq 220 \times 7.5 \\ &\leq 1,650 \text{ VA.}\end{aligned}$$

รูปวงจรไฟฟ้าสำหรับวงจรย่อยในตัวอย่างที่ 1



สายไฟฟ้าสำหรับวงจรย่อย

- ขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้
- ไม่น้อยกว่าฟิวกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย
- ขนาดตัวนำของวงจรย่อยต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.

โหลดสำหรับวงจรย่อย

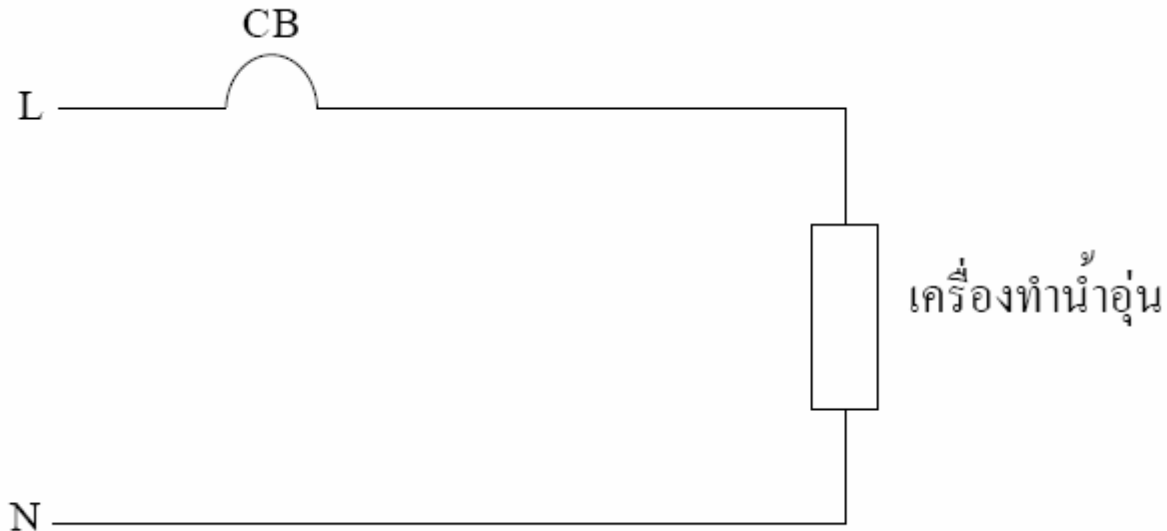
1. วงจรย่อยต้องมีขนาดไม่น้อยกว่าผลรวมของโหลดทั้งหมดที่ต่ออยู่ในวงจรนั้น
2. โหลดแสงสว่างและโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นที่ทราบขนาดแน่นอนให้คำนวณตามที่ติดตั้งจริง
3. โหลดของเต้ารับใช้งานทั่วไป ให้คำนวณโหลดจุดละ 180 VA ทั้งชนิดเต้ารับเดี่ยว (Single) เต้าคู่ (Duplex) และชนิดสามเต้า (Triplex)
4. โหลดของเต้ารับอื่นที่ไม่ได้ใช้งานทั่วไป ให้คำนวณโหลดตามขนาดของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้นๆ

การเลือกขนาดอุปกรณ์ป้องกันกระแทกเกิน

- พิจารณาว่าทำงานได้ตามพิกัด 100 % จริงหรือไม่
 - บริษัทส่วนใหญ่ระบุผลการทดสอบที่ สภาวะแวดล้อมใช้งานต่อเนื่อง ที่อุณหภูมิ 25 °C
- ** แต่การใช้งานจริงอยู่ที่อุณหภูมิ 40 °C
 - พิจารณาความสามารถในการทำงานที่พิกัด **ประมาณ 80 %**

ตัวอย่างที่ 2

โหลดเครื่องทำน้ำอุ่นขนาด 4,000 วัตต์ 220 โวลต์ ควรจะเลือกใช้วงจร
ย่อยขนาดเท่าใด และขนาดสายไฟที่ใช้



- ขนาดพิกัดวงจรย่อย $\rightarrow$ ขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ใช้ตัดกระแสสำหรับวงจรนั้นๆ

$$\begin{aligned}\text{ขนาดกระแสไฟฟ้าของเครื่องทำน้ำอุ่น} &= \frac{4000}{220} \\ &= 18.18 \text{ A.}\end{aligned}$$

ข้อกำหนด ว.ส.ท. 2545

โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้า $\leq 80 \%$ ขนาดพิกัดวงจรย่อย

จะได้

ขนาดพิกัดวงจรย่อย $\geq 1.25 \times$ โหลดของเครื่องใช้ไฟฟ้า

$$\begin{aligned}\text{ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน} &\geq 1.25 \text{ เท่าของกระแสโหลด} \\ &\geq 1.25 \times 18.18 \\ &\geq 22.73 \text{ A.}\end{aligned}$$

**** เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดพิกัด 30 AT. เป็นอุปกรณ์ป้องกัน
วงจรย่อย**

ขนาดสายไฟฟ้าของวงจรย่อย จะต้อง :

- มีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้ (22.73 A.)
- ไม่น้อยกว่าฟิวกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย นั้น (30 A.)

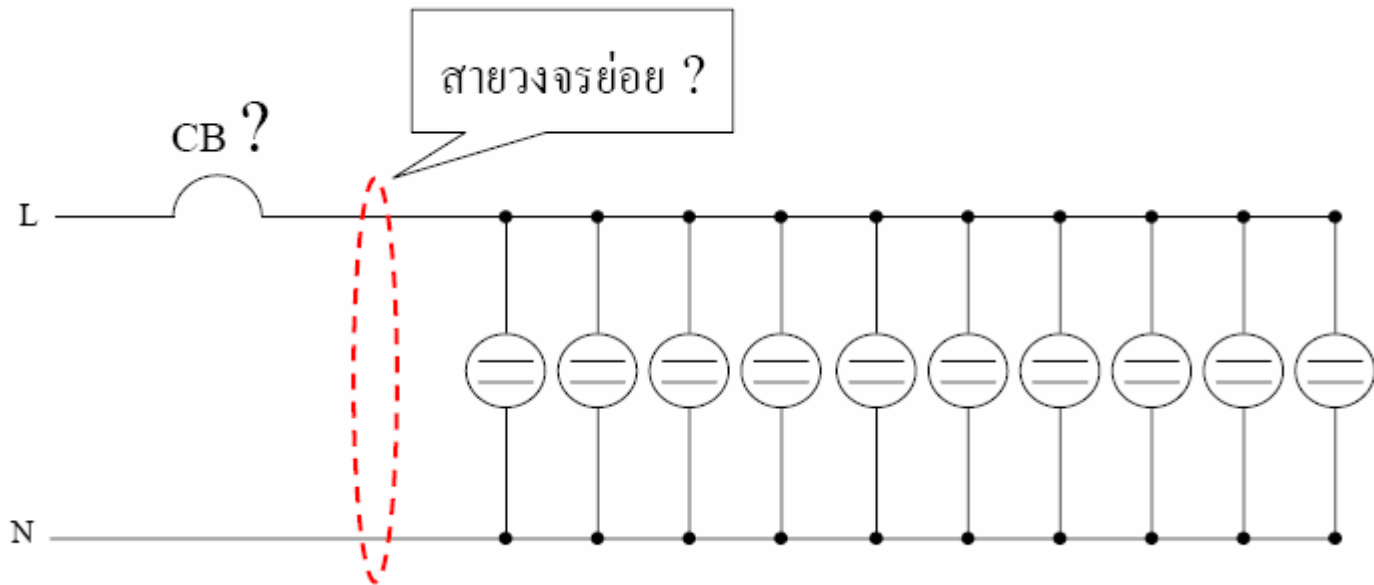
**** จะต้องเลือกใช้สายไฟฟ้าที่มีขนาดฟิวกัดกระแส ≥ 30 A**

ถ้าวงจรย่อยนี้ จะใช้สาย THW ติดตั้งในท่อโลหะฝังในฝ้า จะต้องเลือก
สายขนาด

เลือกสายขนาด 6 ตร.มม. (ฟิวกัดกระแส 31 A)

ตัวอย่างที่ 3

โหลดเต้ารับคู่ (Duplex) 220 V. จำนวน 10 จุดต่อ 1 วงจรย่อย ควรจะ
เลือกใช้วงจรย่อยขนาดเท่าใด



- โหลดเต้ารับใช้งานทั่วไปคิด 180 VA ต่อ 1 จุด
- วงจรย่อยมีเต้ารับ 10 จุด จะได้โหลดรวม เท่ากับ

$$\begin{aligned}\text{โหลดรวม} &= 180 \times 10 \\ &= 1800 \quad \text{VA.}\end{aligned}$$

$$\text{ขนาดกระแสโหลดรวม} = \frac{1800}{220} = 8.18 \text{ A.}$$

$$\begin{aligned}\text{ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน} &\geq 1.25 \text{ เท่าของกระแสโหลด} \\ &\geq 1.25 \times 8.18 \\ &\geq 10.23 \text{ A.}\end{aligned}$$

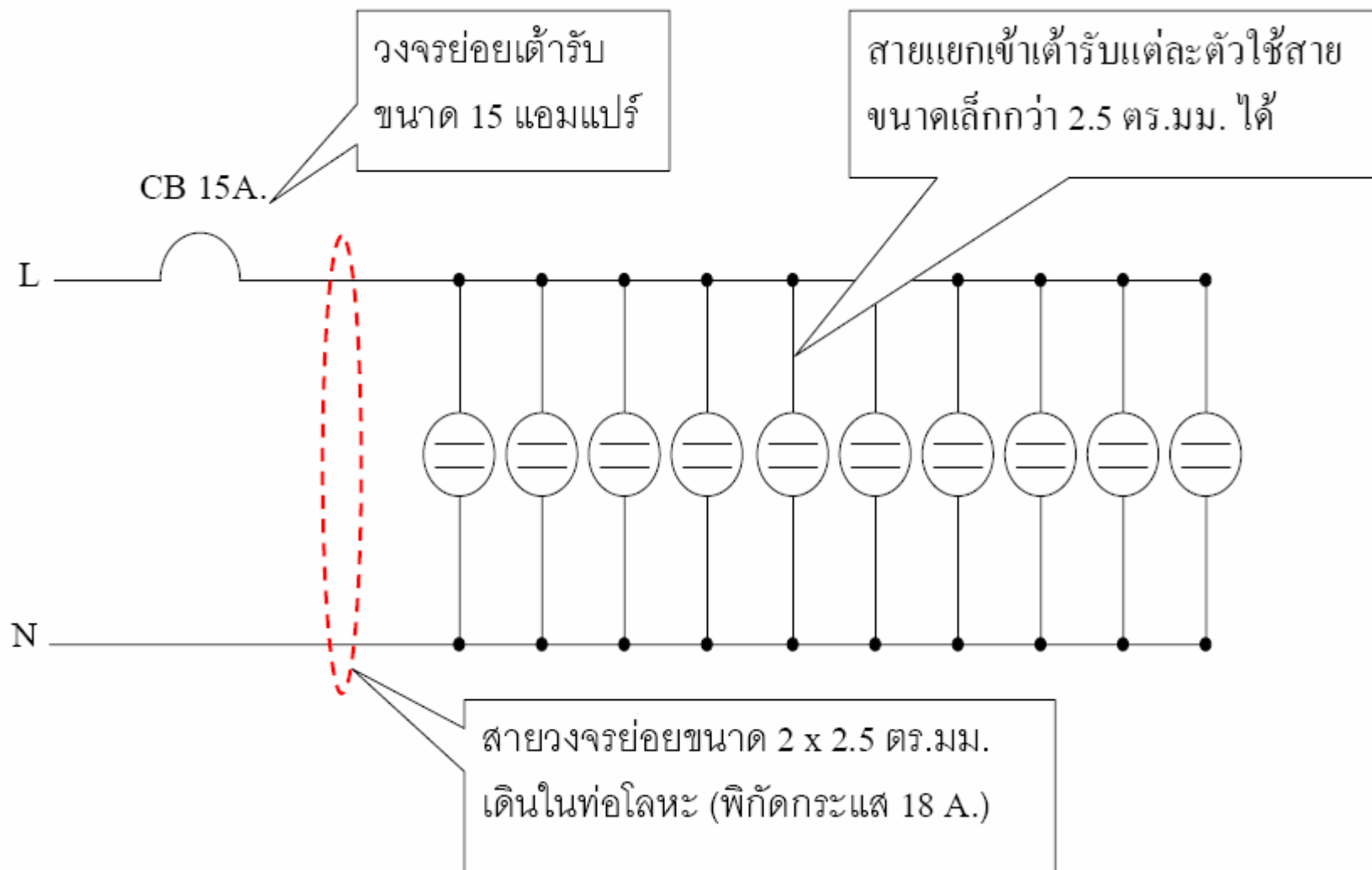
**** เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดพิกัด 15 AT เป็นอุปกรณ์
ป้องกันวงจรย่อย**

**** เลือกใช้งานสายไฟฟ้าให้มีขนาดพิกัดกระแส ไม่น้อยกว่า 15
A และมีขนาดสายมากกว่า 2.5 ตร.มม.**

ถ้าวงจรย่อยนี้ จะใช้สาย THW ติดตั้งในท่อโลหะฝังในฝ้า จะต้อง
เลือกสายขนาด

เลือกสายขนาด 2.5 ตร.มม. (พิกัดกระแส 18 A)

วงจรย่อยของตัวอย่างที่ 3



ตัวอย่างที่ 4

ถ้าเลือกใช้วงจรย่อย ขนาด 15 A. สำหรับโหลดคอมไฟหลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาด 3 x 36 W จะสามารถติดตั้งชุดคอมไฟได้มากที่สุดกี่ชุด

สิ่งที่ต้องคำนึง สำหรับอุปกรณ์ที่มีบัลลาสต์

- ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (power factor)
- ค่าความสูญเสียในแกนเหล็กของบัลลาสต์

- ค่าความสูญเสียในแกนเหล็กของบัลลาสต์ ขึ้นอยู่กับชนิดบัลลาสต์
 - บัลลาสต์แกนเหล็กธรรมดา ~ 10 วัตต์
 - บัลลาสต์ชนิด Low Loss ~ 5 วัตต์
 - บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ ~ 5 วัตต์

กรณีที่ 1 : บัลลาสต์ธรรมดา 0.5 P.F. Lagging

- บัลลาสต์ธรรมดา มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็ก 10 W

$$\begin{aligned}\text{โหลดฟลูออเรสเซนต์ 1 ชุด มีโหลด} &= \frac{P}{p.f.} \\ &= \frac{36+10}{0.5} \\ &= 92 \quad \text{VA.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{โหลดต่อ 1 ดวงโคม (3x36 W)} &= 3 \times 92 \\ &= 276 \quad \text{VA.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ขนาดกระแสต่อ 1 ดวงโคม} &= \frac{276}{220} \\ &= 1.25 \quad \text{A.}\end{aligned}$$

****กระแสโหลรวมจะต้องไม่เกิน 80 % ของขนาดฟิวส์อุปกรณ์
ป้องกันวงจรย่อย**

$$\begin{aligned}\text{กระแสรวมของทุกดวงโคมจะต้อง} &\leq 0.8 \times 15 \\ &\leq 12 \quad \text{A.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{จะสามารถติดตั้งดวงโคมได้} &\leq \frac{\text{กระแสรวมดวงโคมทั้งหมด}}{\text{กระแสของดวงโคม 1 ชุด}} \\
 &\leq \frac{12}{1.25} \\
 &\leq 9.6 \quad \text{ดวงโคม}
 \end{aligned}$$

**** จำนวนชุดดวงโคมที่สามารถติดตั้งได้มากที่สุด = 9 ดวงโคม**

กรณีที่ 2 : บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ 0.85 P.F. Lagging

- บัลลาสต์อิเล็กทรอนิกส์ มีกำลังไฟฟ้าสูญเสียในแกนเหล็ก 5 W

$$\begin{aligned}\text{โหลดฟลูออเรสเซนต์ 1 ชุด มีโหลด} &= \frac{P}{p.f.} \\ &= \frac{36+5}{0.85} \\ &= 48.24 \text{ VA.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{โหลดต่อ 1 ดวงโคม (3x36 W)} &= 3 \times 48.24 \\ &= 144.72 \text{ VA.}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ขนาดกระแสต่อ 1 ดวงโคม} &= \frac{144.72}{220} \\ &= 0.66 \quad \text{A.}\end{aligned}$$

****กระแสโหลรวมจะต้องไม่เกิน 80 % ของขนาดฟิวส์อุปกรณ์
ป้องกันวงจรย่อย**

$$\begin{aligned}\text{กระแสรวมของทุกดวงโคมจะต้อง} &\leq 0.8 \times 15 \\ &\leq 12 \quad \text{A.}\end{aligned}$$

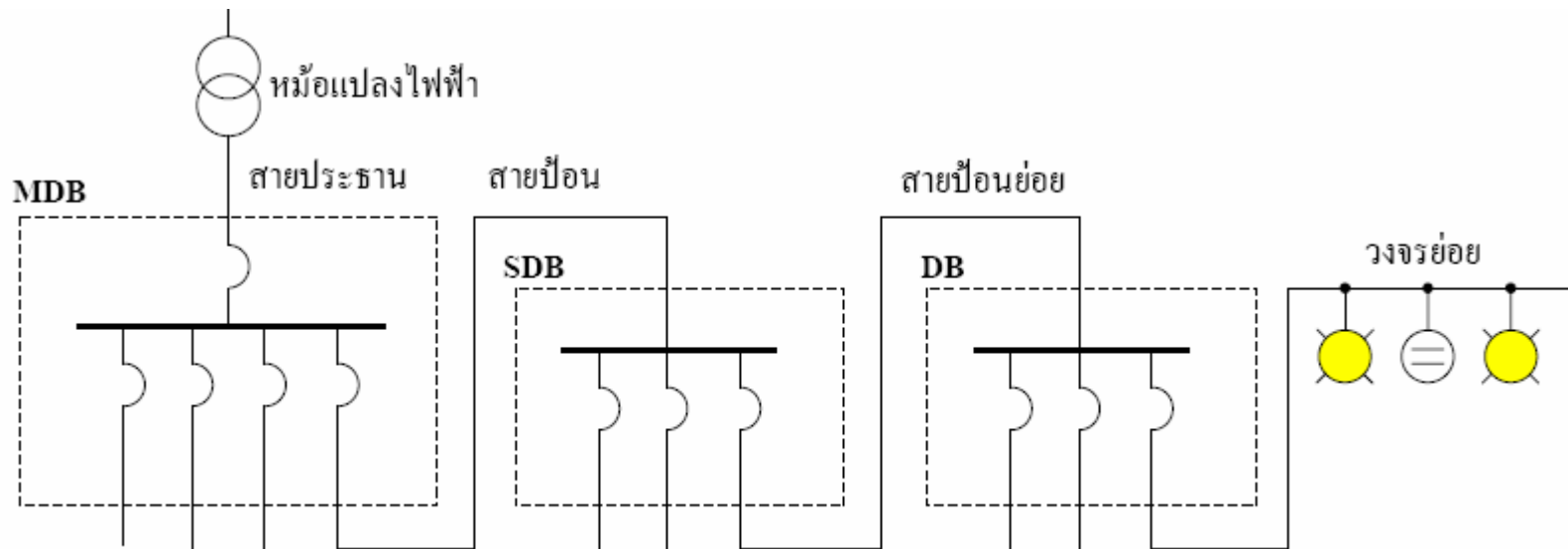
$$\begin{aligned}
 \text{จะสามารถติดตั้งดวงโคมได้} &\leq \frac{\text{กระแสรวมดวงโคมทั้งหมด}}{\text{กระแสของดวงโคม 1 ชุด}} \\
 &\leq \frac{12}{0.66} \\
 &\leq 18.18 \quad \text{ดวงโคม}
 \end{aligned}$$

**** จำนวนชุดดวงโคมที่สามารถติดตั้งได้มากที่สุด = 18 ดวงโคม**

สายป้อน

นิยาม

หมายถึง ตัวนำของวงจรระหว่างบริเวณที่ประธานหรือแหล่งจ่ายไฟของระบบติดตั้งแยกต่างหาก กับอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยตัวสุดท้าย



ขนาดตัวของสายป้อน (ว.ส.ท. 3.2)

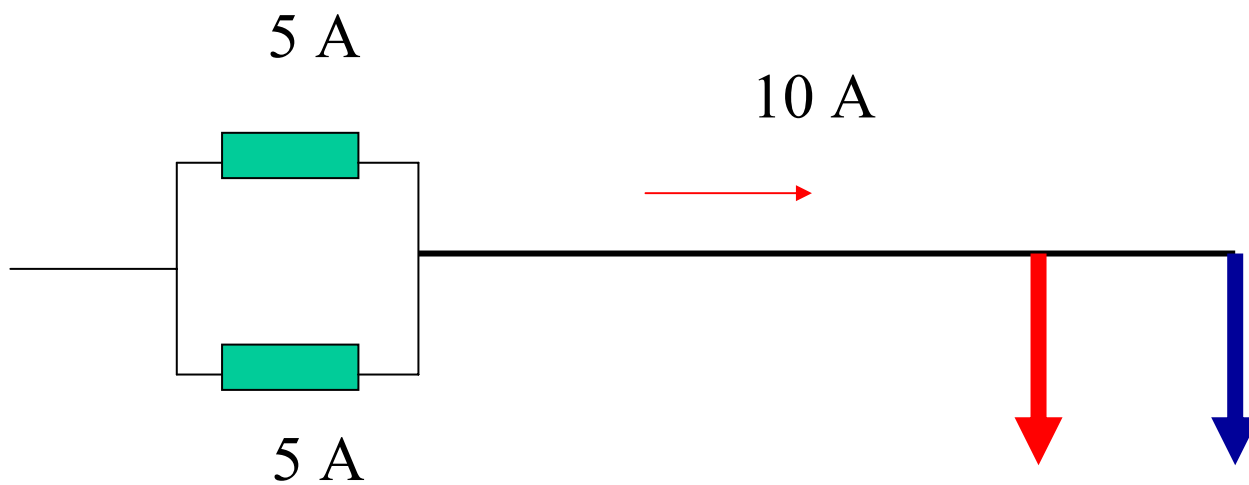
- สายป้อนต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าโหลดสูงสุดที่คำนวณได้
- ไม่น้อยกว่าขนาดพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของสายป้อน
- กำหนดให้ขนาดตัวของสายป้อนมีขนาด **ไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม.**

การป้องกันกระแสนเกินสำหรับสายป้อน (ว.ส.ท. 3.2)

ตามมาตรฐาน ว.ส.ท. 2545 ระบุว่า วงจรย่อยและสายป้อนต้องมีการป้องกันกระแสนเกิน และเครื่องป้องกันกระแสนเกินต้องมีรายละเอียดดังนี้ :

1. เครื่องป้องกันกระแสนเกินอาจเป็น ฟิวส์ หรือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ ก็ได้
2. ฟิวส์ เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือการผสมของทั้ง 2 อย่างนี้ จะนำมาต่อขนานกันไม่ได้

ยกเว้น เป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานที่ประกอบสำเร็จมาจากโรงงานผู้ผลิต และเป็นแบบที่ได้รับความเห็นชอบว่าเป็นหน่วย (Unit) เดียวกัน



3. ในกรณีที่ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินเพิ่มเติมสำหรับดวงโคม และเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่นๆ เครื่องป้องกันกระแสเกินเหล่านี้ จะใช้แทนเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยไม่ได้ และไม่จำเป็นต้องเข้าถึงได้ทันที

4. เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสามารถป้องกันตัวนำทุกสายเส้นไฟ และไม่ต้องติดตั้งในตัวนำที่มีการต่อลงดิน

ยกเว้น อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินในตัวนำที่มีการต่อลงดินได้ ถ้าเครื่องป้องกันกระแสเกินนั้นสามารถตัดวงจรทุกเส้น รวมทั้งตัวนำที่มีการต่อลงดิน **ได้พร้อมกัน**

5. เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องไม่ติดตั้งในสถานที่ซึ่งทำให้เกิดความเสียหายและต้องไม่อยู่ใกล้กับวัสดุที่ติดไฟง่าย

6. เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้อย่างมิดชิด (เฉพาะค้ำสับของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ยอมให้โผล่มาข้างนอกได้)

ยกเว้น หากติดตั้งไว้ที่แผงสวิตช์หรือแผงควบคุม ซึ่งอยู่ในห้องที่ไม่มีวัสดุติดไฟง่าย และไม่มีความร้อน เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับบ้านอยู่อาศัยขนาดไม่เกิน 50 A. 1 เฟส ไม่ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้ก็ได้

7. กล่องหรือตู้ที่บรรจุเครื่องป้องกันกระแสน้ำ ซึ่งติดตั้งในสถานที่เปียกหรือชื้น ต้องเป็นชนิดที่ได้รับความเห็นชอบแล้ว และต้องมีช่องว่างระหว่างตู้กับผนังหรือพื้นที่ยอมรับไม่น้อยกว่า 5 มม.

8. เครื่องป้องกันกระแสน้ำต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้สะดวก มีที่ว่างและแสงสว่างพอเพียง บริเวณหน้าแผงต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานไม่น้อยกว่าที่กำหนดตามมาตรฐาน

9. ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสนเกินทุกจุดต่อแยก

ข้อยกเว้นที่ 1 กรณีเครื่องป้องกันกระแสนเกินของสายป้อนสามารถป้องกันสายที่ต่อแยกได้ ไม่ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสนเกินทุกจุดต่อแยก

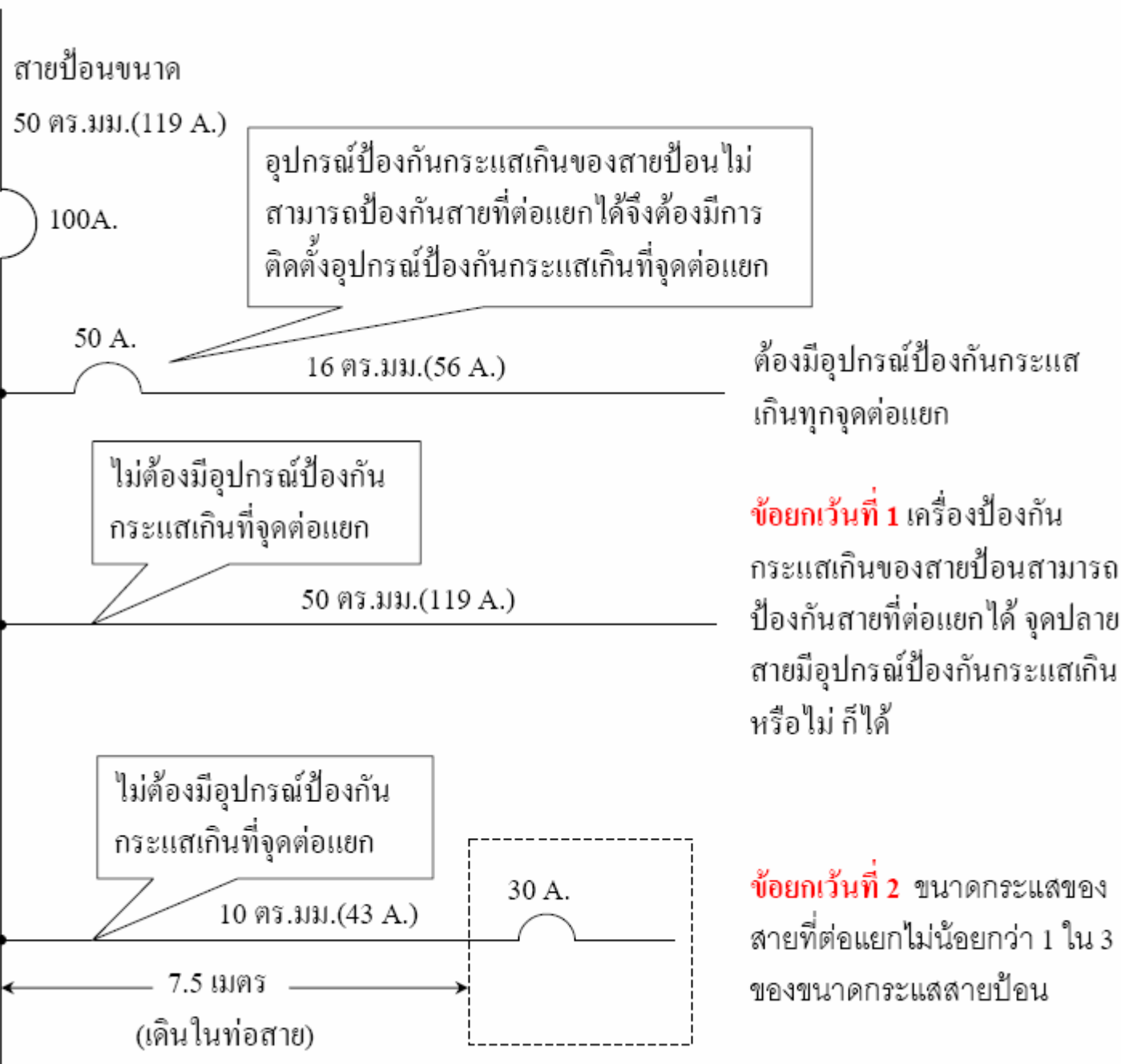
ข้อยกเว้นที่ 2 สายที่ต่อแยกจากสายป้อนเป็นไปตาม**ทุกข้อดังนี้**

ก) ความยาวของสายที่ต่อแยก **ไม่เกิน 7.5 เมตร**

ข) ขนาดกระแสของสายที่ต่อแยกไม่น้อยกว่า 1 ใน 3 ของขนาดกระแสสายป้อน

ค) จุดปลายของสายต่อแยกต้องมีเครื่องป้องกันกระแสนเกิน 1 ตัว

ง) สายที่ต่อแยกต้องติดตั้งในท่อสาย



หมายเหตุ

- สำหรับอุปกรณ์ป้องกันกระแสน้ำของสายป้อนซึ่งมีขนาดใหญ่ขึ้นกว่าวงจรมาน้อยมาก ผู้ออกแบบอาจจะเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันกระแสน้ำที่ระบุว่า **สามารถทำงานที่ 100 %** ของโหลด(อุปกรณ์ทั่วไปทำงานที่ 80 %) ซึ่งจะช่วยลดขนาดของสายป้อนได้

- สำหรับอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินขนาดใหญ่กว่า 800 A. โดยทั่วไปมีขนาดให้เลือกใช้ไม่กว้างมาก เมื่อคำนวณได้ค่าที่ไม่ใช่ขนาดมาตรฐานที่ผลิต อาจเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินที่มีขนาดต่ำกว่าที่คำนวณได้ โดยพิจารณาว่า :

- ถ้ากระแสไหลต่ำกว่าหรือเท่ากับ 800 A. ให้เลือกใช้ขนาดสูงกว่าที่คำนวณได้ถัดขึ้นไป
- แต่ถ้ากระแสไหลสูงกว่า 800 A. ให้เลือกใช้ขนาดต่ำลงกว่าที่คำนวณได้ขั้นหนึ่ง

**** ทั้งนี้ขนาดของสายป้อนยังคงต้องเป็นไปตามข้อกำหนด**

ระบบประธาน (Service)

หมายถึง บริภัณฑ์และตัวนำสำหรับจ่ายพลังงานไฟฟ้าจากระบบไฟฟ้าของการไฟฟ้าฯ ไปยังระบบสายภายใน

ประกอบด้วยส่วนสำคัญหลัก 2 ส่วน คือ

1. สายตัวนำประธานหรือสายเมน (Service Conductors)
2. บริภัณฑ์ประธานหรือเมนสวิตช์ (Service Equipment)

ไฟฟ้าแรงสูงจากผู้จำหน่าย



ฟิวส์แรงสูง



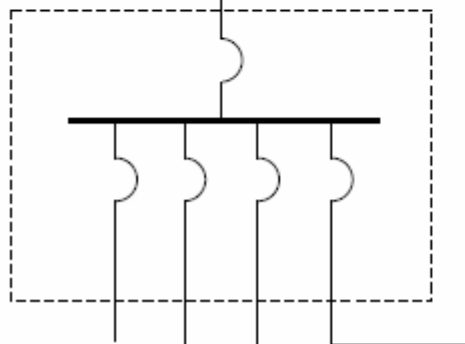
หม้อแปลงไฟฟ้า



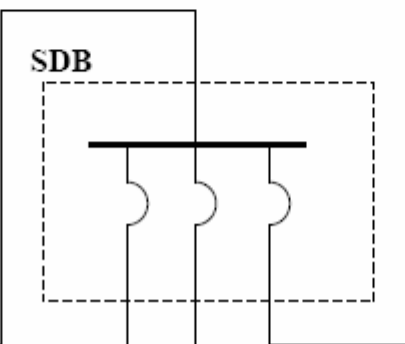
สายประธาน



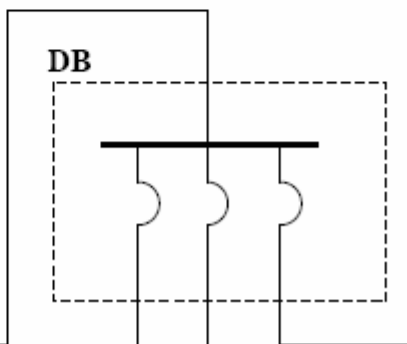
MDB



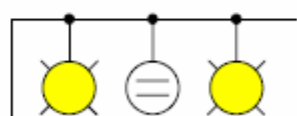
สายป้อน



สายป้อนย่อย



วงจรย่อย



สายตัวนำประธานหรือสายเมน (Service Conductors)

- แบ่งประเภทตามวิธีการติดตั้ง

1. สายเมนอากาศ (Overhead Service Conductors)
2. สายเมนใต้ดิน (Underground Service Conductors)

- แบ่งประเภทตามระดับแรงดันที่ใช้

1. สายเมนแรงต่ำ (Low Voltage Service Conductors)
2. สายเมนแรงสูง (High Voltage Service Conductors)

ข้อกำหนดตามมาตรฐาน ว.ส.ท.2545

1. อาคารหลังหนึ่งจะมีสายเมนได้เพียง 1 ชุดเท่านั้น แต่ยกเว้นกรณีต่อไปนี้ที่สามารถมีได้มากกว่า 1 ชุด
 - ก. สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง ซึ่งต้องการแยกระบบประธาน
 - ข. สำหรับระบบไฟฟ้าฉุกเฉินและระบบไฟฟ้าสำรอง
 - ค. ผู้ใช้ไฟฟ้าที่มีอาคารมากกว่า 1 หลังอยู่ในบริเวณเดียวกันและจำเป็นต้องใช้ตัวนำประธานแยกกันภายใต้เงื่อนไขดังนี้

- ค.1** อาคารทุกหลังต้องมีบริภัณฑ์ประธาน โดยขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธานรวมกันต้องไม่เกินขนาดพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า
- ค.2** ตัวนำประธานจากเครื่องวัดถึงจุดแยกเข้าแต่ละอาคารต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกินของอาคารทุกหลังรวมกัน
- ค.3** จุดต่อแยกตัวนำประธานไปยังอาคารหลังอื่นต้องอยู่บริเวณของผู้ใช้ไฟฟ้า

ง. เป็นอาคารที่รับไฟจากหม้อแปลงไฟฟ้ามากกว่า 1 ลูก

จ. เมื่อต้องการตัวนำประธานที่ระดับแรงดันต่างกัน

ฉ. เป็นอาคารชุด อาคารสูง หรืออาคารขนาดใหญ่เป็นพิเศษ ที่จำเป็นต้องใช้ตัวนำประธานมากกว่า 1 ชุด โดยจะต้องได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ ก่อน

ข้อกำหนดตามมาตรฐาน ว.ส.ท.2545

2. วิธีการเดินสาย สามารถทำได้หลายวิธี เช่น

ก. การเดินสายแบบเปิด หรือ เดินลอย (Open Wiring)

ข. เดินในท่อร้อยสาย (Conduit)

ค. เดินด้วยรางเดินสาย (Wire ways)

ง. เดินด้วยรางเคเบิล (Cable Tray)

จ. บัสเวย์ (Bus ways)

ฉ. วิธีอื่นๆ ที่การไฟฟ้าฯ เห็นชอบ

สายเมนแรงสูง (High Voltage Service Conductors)

- ในระบบสายเมจ จะประกอบด้วย 2 ส่วน คือ
 - ส่วนของสายเมนแรงสูง ด้านแรงสูงของหม้อแปลงไฟฟ้า
 - ส่วนของสายเมนแรงต่ำ ด้านแรงต่ำของหม้อแปลงไฟฟ้า

สามารถแบ่งการติดตั้งเป็นสายเมนอากาศและสายเมนใต้ดิน โดยมีข้อกำหนดดังนี้

สายเมนแรงสูง (High Voltage Service Conductors)

1. สายเมนอากาศสำหรับระบบแรงสูง เป็นสายเปลือยหรือสายหุ้มฉนวนก็ได้ โดยทั่วไปนิยมที่จะใช้สาย AAC (All Aluminum Conductor) ซึ่งเป็นสายอะลูมิเนียมเปลือย หรือสาย PIC (Partially Insulated Cable) และสาย SAC (Space Aerial Cable) ซึ่งเป็นสายหุ้มฉนวนในการติดตั้ง ทั้งนี้ต้องมีระยะห่างทางไฟฟ้าระหว่างสายไฟฟ้าและสิ่งปลูกสร้างใดๆ ตามมาตรฐานด้วย

สายเมนแรงสูง (High Voltage Service Conductors)

2. สายเมนใต้ดินสำหรับระบบแรงสูง ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้ง โดยจะทำป้ายระบบแนวของสายใต้ดินและบอกความลึกของสายบนสุด ป้ายต้องเห็นได้ชัดเจน ระยะห่างระหว่างป้ายไม่เกิน 50 เมตร และต้องมีแผนผังแสดงแนวสายใต้ดินเก็บรักษาไว้พร้อมที่จะตรวจสอบได้ โดยทั่วไปนิยมที่จะใช้สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มฉนวน XLPE เนื่องจากมีความทนทานต่อแรงกระแทกสูงและสามารถป้องกันความชื้นได้ดี วิธีการติดตั้งนั้นสามารถใช้วิธีฝังดินได้โดยตรง เดินในท่อร้อยสาย หรือเดินในท่อ PVC แล้วหุ้มด้วยคอนกรีต (Duck Bank) ก็ได้

สายเมนแรงต่ำ (Low Voltage Service Conductors)

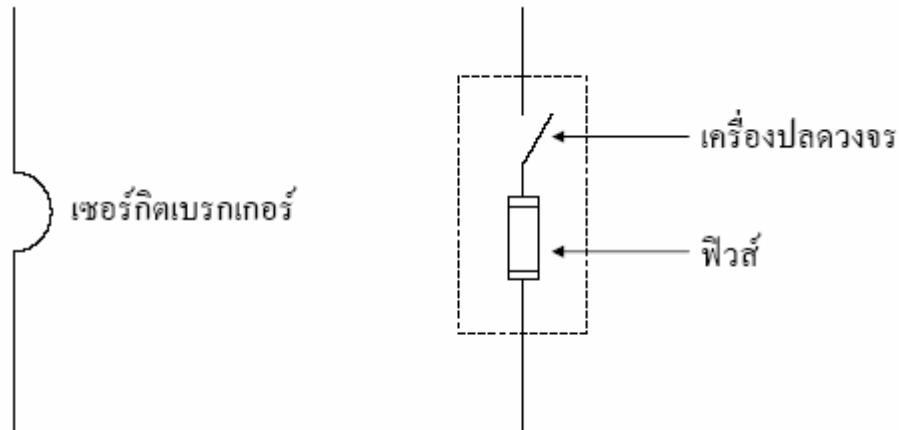
1. สายเมนอากาศสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนที่เหมาะสม และ ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 4 ตร.มม. สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคยอมให้ใช้สายอลูมิเนียมได้ แต่ทั้งนี้ขนาดต้องไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.
2. สายเมนใต้ดินสำหรับระบบแรงต่ำ ต้องเป็นสายทองแดงหุ้มฉนวนที่เหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งและต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 10 ตร.มม.

บริภัณฑ์ประธานหรือเมนสวิตช์ (Service Equipment)

- อาคารหรือสิ่งปลูกสร้างจะต้องติดตั้งเมนสวิตช์เพื่อควบคุมและปลดวงจรทั้งหมดของระบบจ่ายไฟโดยจะต้องสามารถปลดทุกสายเส้นไฟออกจากตัวนำประธานได้
- ประกอบด้วยเครื่องปลดวงจร (Disconnecting Means) และเครื่องป้องกันกระแสเกิน (Over Current Protective Device) ซึ่งอาจจะประกอบเป็นชุดเดียวกัน หรือ เป็นตัวเดียวกันก็ได้

บริการประชาชนหรือเมนสวิตช์ (Service Equipment)

- โดยทั่วไปนิยมใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือ สวิตช์และฟิวส์ เป็นเมนสวิตช์ ติดตั้งอยู่ใกล้กับจุดทางเข้าของตัวนำประธานเข้าอาคาร



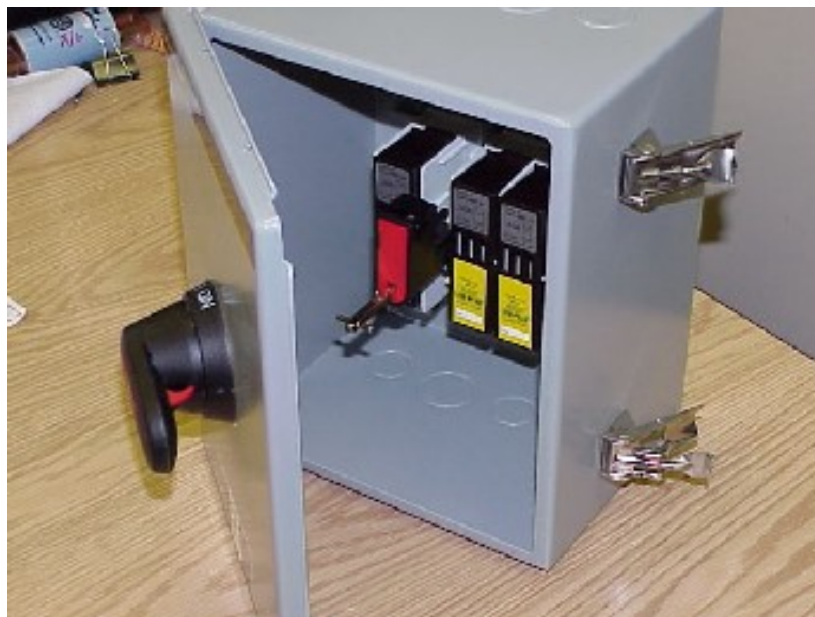
เมนสวิตช์ในระบบแรงต่ำ

- เมนสวิตช์จะประกอบด้วยเครื่องป้องกันกระแสเกินและเครื่องปลดวงจร

เมนสวิตช์ในระบบแรงต่ำที่นิยมใช้ มีอยู่ 2 ลักษณะคือ

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์
2. ฟิวส์และสวิตช์สำหรับตัดโหลด (Load Break Switch, Switch Disconnecter)

สวิตช์สำหรับตัดโหลด



ข้อกำหนดทั่วไปสำหรับการติดตั้งเมนสวิตช์

แบ่งเป็นการติดตั้งของ :

- เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน
- เครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธาน

เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

1. เครื่องปลดวงจรชนิด 1 เฟส ที่มีขนาดตั้งแต่ 50 A ขึ้นไป และชนิด 3 เฟสทุกขนาด ต้องเป็นชนิดสวิตช์สำหรับตัดโหลด (Load-Break) ขนาดที่ต่ำกว่าที่กำหนดข้างต้น ไม่บังคับให้เป็นชนิดสวิตช์สำหรับตัดโหลด
2. เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดวงจรทุกสายเส้นไฟ (สายเฟส) ได้พร้อมกัน และต้องมีเครื่องหมายแสดงให้เห็นว่าอยู่ในตำแหน่งปลดหรือสับ หรือตำแหน่งที่ปลดหรือสับนั้นสามารถเห็นได้อย่างชัดเจน กรณีที่สายตัวนำประธานมิได้มีการต่อลงดิน เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดสายไฟและสายนิวทรัลทุกเส้นได้พร้อมกัน

เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

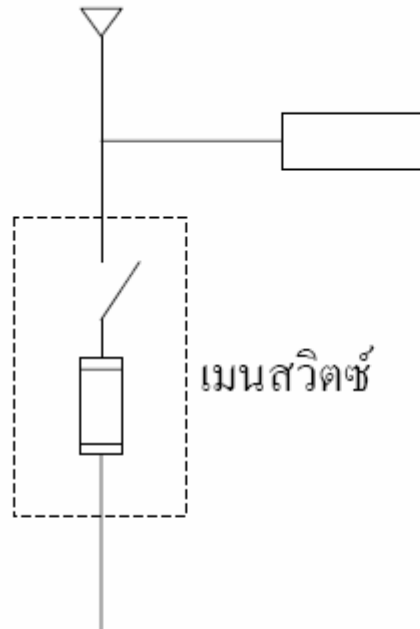
3. เครื่องปลดวงจรต้องมีพิกัดไม่น้อยกว่าพิกัดของเครื่องป้องกันกระแสเกินขนาดมากที่สุดที่ใส่ได้หรือปรับตั้งได้
4. เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดวงจรได้สะดวก และไม่มีโอกาสสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้า
5. อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องปลดวงจรได้ทั้งภายในหรือภายนอกอาคาร แต่ต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการติดตั้ง และควรติดตั้งให้อยู่ใกล้กับแหล่งจ่ายไฟมากที่สุด และเข้าถึงได้สะดวก

เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

6. ห้ามให้ต่อบริภัณฑ์ไฟฟ้าทางด้านไฟเข้าของเครื่องปลดวงจร

ยกเว้น เป็นการต่อเข้าเครื่องวัด คาปาซิเตอร์ สัญญาณต่างๆ อุปกรณ์ป้องกันลัดวงจร ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน ระบบเตือนและป้องกันอัคคีภัย ระบบป้องกันกระแสรั่วลงดิน หรือเพื่อใช้ในวงจรควบคุมของบริภัณฑ์ประธานที่ต้องมีไฟ เมื่อเครื่องปลดวงจรอยู่ในตำแหน่งปลด

เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน



- เครื่องวัด
- ระบบฉุกเฉินต่างๆ
- คาปาซิเตอร์
- อุปกรณ์ป้องกันเสร็จ
- ระบบป้องกันกระแสรั่วลงดิน

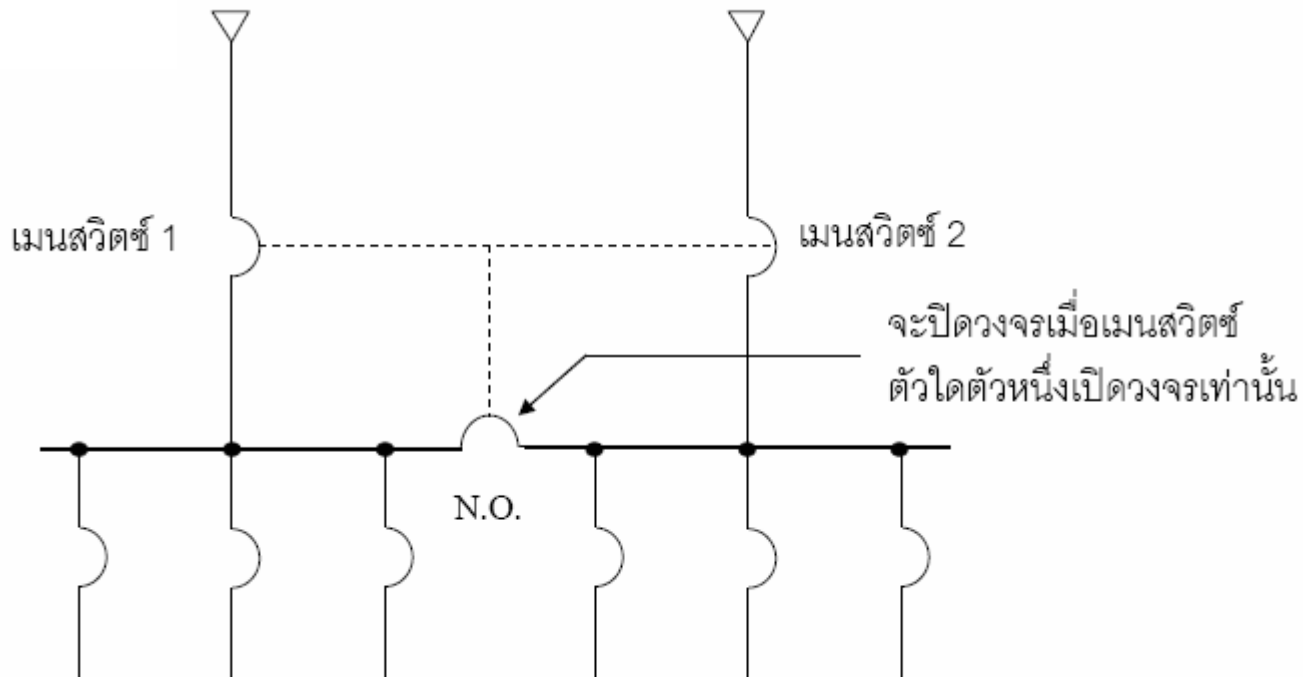
อุปกรณ์ที่สามารถต่อต้านไฟเข้าของบริภัณฑ์ประธานหรือเมนสวิตช์

เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

7. ในอาคารที่มีผู้ที่ใช้พื้นที่หลายราย ผู้ใช้แต่ละรายต้องสามารถเข้าถึงเครื่องปลดวงจรของตนเองได้สะดวก
8. ต้องจัดให้มีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานที่เครื่องปลดวงจรได้อย่างพอเพียง และต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานด้านหน้าไม่น้อยกว่าที่กำหนดในมาตรฐาน

เครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน

9. ในกรณีที่จำเป็นต้องใช้เครื่องปลดวงจรเป็น **สวิตช์สับเปลี่ยน (Transfer Switch)** ด้วย ต้องจัดให้มีอินเตอร์ลอค (Interlock) ป้องกันการจ่ายไฟชนกันจากหลายแหล่งจ่าย



เครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธาน

แต่ละสายเส้นไฟที่ต่อออกจากเครื่องปลดวงจรของบริภัณฑ์ประธาน ต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน โดยมีข้อกำหนด ดังนี้

1. การไฟฟ้านครหลวง กำหนดพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินไว้ตามตาราง ว.ส.ท. ที่ 3-4
2. การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค กำหนดพิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินไว้ตามตาราง ว.ส.ท. ที่ 3-5

ตารางที่ 3-4

พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและโหลดสูงสุดตามขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า
(สำหรับ กฟน.)

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 เท่า ของโหลดที่คำนวณได้

ตารางที่ 3-5

ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตี้สวิตช์ คัตเอาต์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์สำหรับตัวนำประธาน
(สำหรับ กฟผ.)

ขนาดเครื่อง วัดหน่วย ไฟฟ้า (แอมแปร์)	โหลด สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดตัวนำประธาน เล็กที่สุดที่ยอมให้ ใช้ได้ (ตร.มม.)		บริษัทณ์ประธาน				
				เซฟตี้สวิตช์หรือ โหลดเบรกสวิตช์		คัตเอาต์ใช้ร่วมกับ คาร์ทริดจ์ฟิวส์		เซอร์กิต เบรก เกอร์
		สาย อลูมิเนียม	สาย ทองแดง	ขนาด สวิตช์ ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาด ฟิวส์ สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาดคัต เอาต์ ต่ำสุด (แอมแปร์)	ขนาด ฟิวส์ สูงสุด (แอมแปร์)	ขนาด ปรับ ตั้ง สูงสุด (แอมแปร์)
5 (15)	12	10	4	30	15	20	16	15)16
15 (45)	36	25	10	60	40-50	60	35-60	40-50
30 (100)	80	50	35	100	100	-	-	100

หมายเหตุ

- 1) สำหรับตัวนำประธานภายในอาคารให้ใช้สายทองแดง
- 2) สำหรับการเดินสายแบบ ค. ตามตารางที่ 5-11ให้ใช้ขนาดตัวนำประธานที่รับกระแสได้ไม่น้อยกว่า 1.25 เท่าของโหลดตามตาราง

เครื่องป้องกันกระแสนเกินของบริภัณฑ์ประธาน

3. ไม่อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสนเกินในสายที่มีการต่อลงดิน

ยกเว้น เครื่องป้องกันกระแสนเกินที่เป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์ ซึ่งตัดวงจร
ทุกสายของวงจรออกพร้อมกัน เมื่อกระแสไหลเกิน

เครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธาน

4. อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินต้องป้องกันวงจรและอุปกรณ์ทั้งหมด อนุญาตให้ติดตั้งทางด้านไฟเข้าของเครื่องป้องกันกระแสเกิน เฉพาะวงจรของระบบฉุกเฉินต่างๆ เช่น เครื่องแจ้งเหตุเพลิงไหม้ ระบบสัญญาณป้องกันอันตราย เครื่องสูบน้ำดับเพลิง นาฬิกา เครื่องป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่า คาปาซิเตอร์ เครื่องวัดฯ และวงจรวัด

เครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธาน

5. เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องสามารถตัดกระแสลัดวงจรค่ามากที่สุดที่อาจเกิดขึ้นที่จุดต่อไฟด้านไฟออกของเครื่องป้องกันกระแสเกินได้ โดยคุณสมบัติยังคงเดิม ทั้งนี้ค่าฟักัดกระแสลัดวงจรไม่ต่ำกว่า 10 กิโลแอมป์

ยกเว้น ในบางพื้นที่ที่การไฟฟ้าฯ กำหนดเป็นกรณีพิเศษ

เครื่องป้องกันกระแสเกินของบริภัณฑ์ประธาน

6. กรณีระบบที่นิวทรัลของระบบวาย (Wye) ต่อลงดินโดยตรง
บริภัณฑ์ประธานแรงต่ำที่มีขนาดตั้งแต่ 1,000 A ขึ้นไป ต้อง
ติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสรั่วลงดินของบริภัณฑ์ ระบบป้องกัน
กระแสรั่วลงดินต้องมีการทดสอบการทำงานเมื่อติดตั้งครั้งแรก
ที่ติดตั้ง โดยทดสอบตามคำแนะนำที่ให้กับบริภัณฑ์ ผลการ
ทดสอบนี้ต้องบันทึกเป็นลายลักษณ์อักษร เพื่อแจ้งให้เจ้าหน้าที่ผู้
มีอำนาจตรวจสอบทราบ

เครื่องป้องกันกระแสน้ำของบริภัณฑ์ประธาน

ข้อยกเว้นต่างๆ

ข้อยกเว้นที่ 1 ข้อบังคับตามข้อนี้ไม่ใช้กับเครื่องปลดวงจร
ประธานของกระบวนการทางอุตสาหกรรมแบบต่อเนื่อง ซึ่งหากมี
การหยุดการทำงานอย่างกะทันหัน จะทำให้เกิดความเสียหายมาก

ข้อยกเว้นที่ 2 ข้อบังคับตามข้อนี้ไม่ใช้กับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง

เมนสวิตช์ในระบบแรงสูง

1. เซอร์กิตเบรกเกอร์และสวิตช์แยกวงจร
(Isolating Switches, Disconnecter)
2. ฟิวส์และสวิตช์สำหรับตัดโหลด
(Load Break Switches, Disconnecter)
3. ฟิวส์ชนิดขาดตก (Drop Out Fuse)

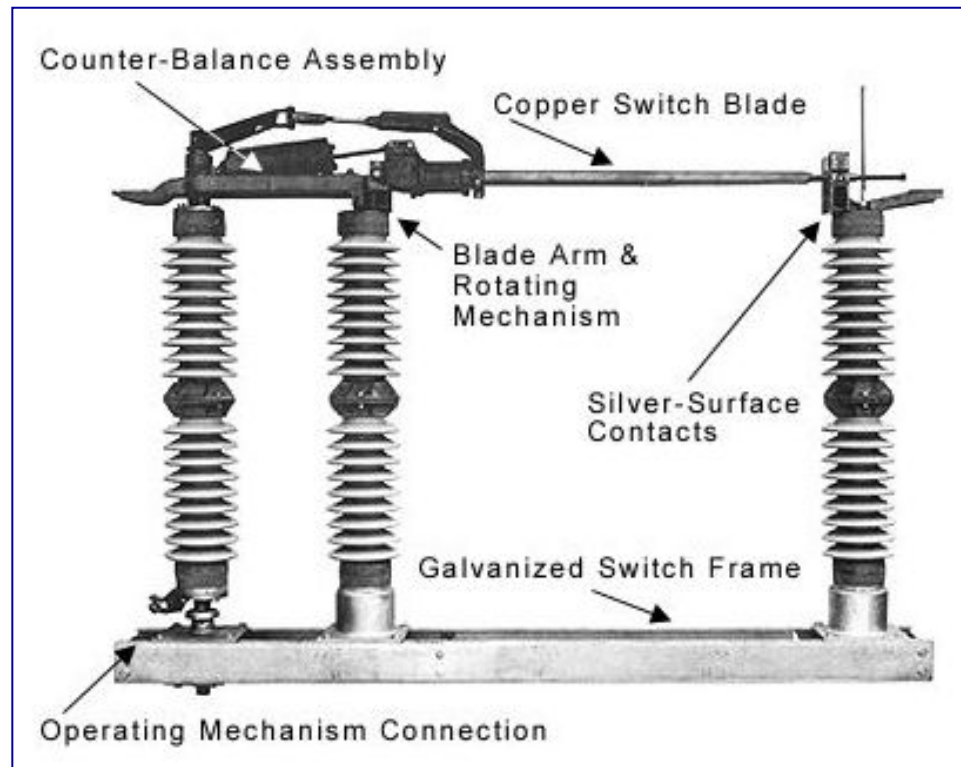
โหลดเบรกสวิตช์ (Load break switch)

เป็นอุปกรณ์ตัดตอนที่สามารถเปิด - ปิดวงจรได้ขณะมีโหลด โดยเปิด-ปิดวงจรพร้อมกันครั้งละ 3 เฟส แต่ไม่สามารถตัดกระแส fault ได้



แอร์เบรกสวิตช์ (Air break switch)

เป็นอุปกรณ์ตัดตอนที่สามารถเปิด - ปิดวงจรได้ขณะไม่มีโหลด โดยเปิด-ปิดวงจรพร้อมกันครั้งละ 3 เฟส ดังนั้นจึงมีพิกัดตัดกระแสได้ไม่เกิน 10 แอมป์



คัทคอนเนคติ้งสวิตช์ (Disconnecting switch)

เป็นสวิตช์ใบมีด โดยปิดหรือเปิดวงจรที่ละเฟส ไม่สามารถเปิดวงจร
ขณะมีโหลดได้ หากต้องการเปิดวงจรขณะมีโหลดต้องใช้ร่วมกับ
โหลดบัสเตอร์ (Load buster) โดยให้โหลดบัสเตอร์เป็นตัวดับอาร์ก



ฟิวส์ชนิดขาดตก (Drop Out Fuse)



ตัวอย่างที่ 5

ผู้ออกแบบทำการคำนวณโหลดอาคารแห่งหนึ่งได้ค่าโหลดสูงสุดรวม 130 A. ต้องการติดตั้งระบบไฟฟ้าแรงต่ำระบบ 380/220 V. 3 เฟส 4 สาย ในเขต กฟน. ควรเลือกขนาดสายประธาน อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินและขนาดมิเตอร์วัดหน่วยไฟฟ้าอย่างไร ถ้า

ก. ติดตั้งแบบสายเมนอากาศ

ข. ติดตั้งแบบสายเมนใต้ดิน โดยเดินในท่อโลหะฝังใต้ดิน

กระแสโหลดสูงสุด 130 A. → พิกัดสายเมนต้องไม่น้อยกว่า 130 A.

ก. ติดตั้งสายเมนอากาศ

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์

ขนาด 130 AT — 200 AT (ตาราง 3-4 ไม่เกิน 200 AT)

**** ใช้ขนาดมาตรฐาน 150 AT**

- เปิดตาราง 5 — 11 เดินสายแบบ ก. เลือกใช้สายขนาด 4x50 ตร.มม. (พิกัด 169 A.)

- ขนาดของมิเตอร์วัดหน่วยไฟฟ้า (ตาราง 3-4) →

ตารางที่ 3-4

พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินและโหลดสูงสุดตามขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า
(สำหรับ กฟน.)

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

ควรเลือกมิเตอร์ขนาด 200 A. 3P

ข. ติดตั้งสายเมนใต้ดิน

- ขนาดอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์
ขนาด 130 AT — 200 AT (ตาราง 3-4 ไม่เกิน 200 AT)

**** ใช้ขนาดมาตรฐาน 150 AT**

- เปิดตาราง 5 — 11 เดินสายแบบ ง. ในท่อโลหะ
เลือกใช้สายขนาด 4x50 ตร.มม. (พิกัด 156 A.)
- ขนาดของมิเตอร์วัดหน่วยไฟฟ้า (ตาราง 3-4) → **ขนาด 200 A. 3P**

กรณีเพื่อโหลดสำรองในอนาคต

- กรณีติดตั้งแบบสายเมนอากาศ
 - เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 250 AT
 - เลือกใช้สายขนาด 4x95 ตร.มม. (พิกัดกระแส 271 A.)
- กรณีติดตั้งแบบสายเมนใต้ดิน
 - เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 250 AT
 - เลือกใช้สายขนาด 4x120 ตร.มม. (พิกัดกระแส 279 A.)

สายประธานสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

หาได้จากสูตร

$$I_C = 1.25 \times I_{FL}$$

เมื่อ

I_C คือ ขนาดกระแสของสายประธาน

I_{FL} คือ ขนาดกระแสเต็มพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้า

- ด้านแรงต่ำ

- ด้านแรงสูง

อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

ตารางที่ 6-5

ขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับหม้อแปลงระบบแรงสูง

ขนาดอิมพีแดนซ์ ของหม้อแปลง	ด้านไฟเข้า		ด้านไฟออก		
	แรงดัน มากกว่า 750 โวลต์		แรงดัน มากกว่า 750 โวลต์		แรงดัน ไม่เกิน 750 โวลต์
	เซอร์กิต เบรกเกอร์	ฟิวส์	เซอร์กิต เบรกเกอร์	ฟิวส์	เซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือฟิวส์
ไม่เกิน 6%	600%	300%	300%	250%	125%
มากกว่า 6% แต่ไม่เกิน 10%	400%	300%	250%	225%	125%

การป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าทางด้านแรงสูง

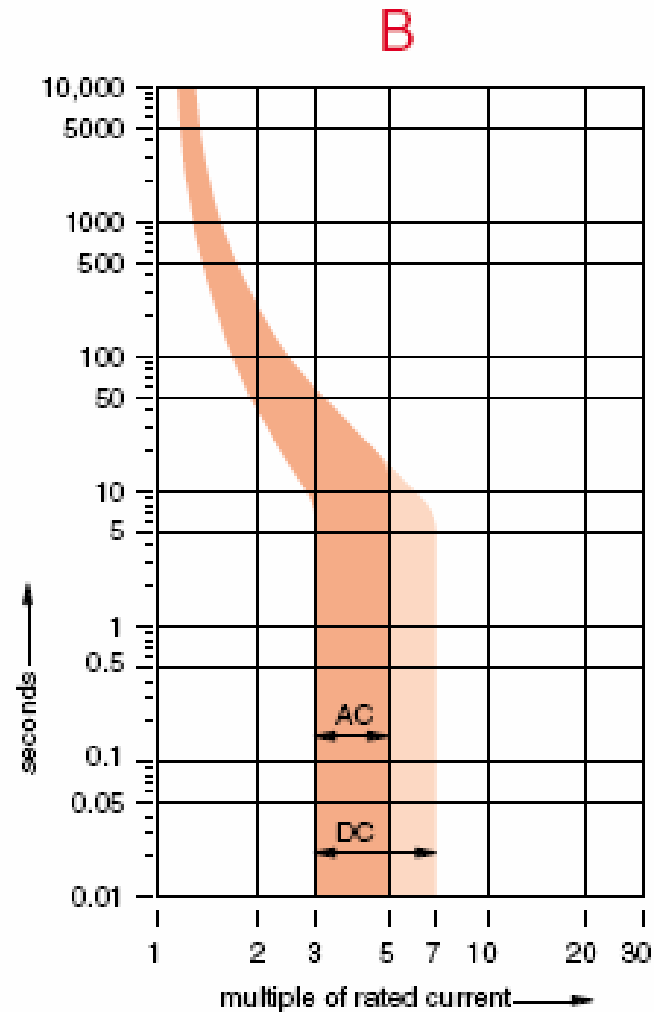
หม้อแปลงไฟฟ้าในระบบจำหน่ายที่มีขนาดพิกัดไม่เกิน 2,000 kVA โดยทั่วไปจะใช้ HV HRC Fuse เป็นอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน การเลือกขนาดพิกัดของฟิวส์ จะต้องคำนึงถึงค่ากระแสพุ่งเข้า (Inrush Current) ของหม้อแปลง และต้องสามารถจัดลำดับการป้องกัน (Co Ordination) กับอุปกรณ์ทางด้านแรงต่ำด้วย ถึงแม้ค่าตามมาตรฐานในตารางที่ 6-5 จะยอมให้ใช้ขนาดของฟิวส์ถึง 300 % ของกระแสพิกัดก็ตาม แต่ในทางปฏิบัติผู้ออกแบบสามารถใช้พิกัดเล็กกว่านี้ได้ ซึ่งจะทำให้การป้องกันดีขึ้น

การป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้าทางด้านแรงต่ำ

- นิยมใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์
- ปรับตั้งไม่เกิน 125% ของฟลักัดกระแสของหม้อแปลง
- แนะนำให้ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ตามมาตรฐาน IEC 60947-2 และควรเลือกใช้ Utilization Category B
- สำหรับหม้อแปลงขนาดใหญ่ตั้งแต่ 500 kVA. ขึ้นไปควรเลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์แบบ ACB (Air Circuit Breaker, ฟลักัดกระแส 600 A ขึ้นไป)

IEC 60947-2

Utilization Category B



ตารางเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำ สำหรับหม้อแปลง 22 kV/400-230 V

ขนาดพิกัดหม้อแปลง (kVA)	กระแสโหลดเต็มที่ (A)	ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์		
		Ampere Trip	Ampere Frame	IC (kA)
250	361	500	600	35
315	455	600	600	35
400	577	800	800	50
500	722	1,000	1,200	50
630	909	1,200	1,200	50
800	1,155	1,600	1,600	50
1,000	1,443	2,000	3,000	50
1,250	1,804	2,500	3,000	65
1,600	2,309	3,000	3,000	65
2,000	2,887	4,000	4,000	65

**** คัดค่า IC จาก Short Circuit MVA = 500 MVA**

ตารางเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำ สำหรับหม้อแปลง 24 kV/416-240 V

ขนาดพิกัดหม้อแปลง (kVA)	กระแสโหลดเต็มที่ (A)	ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์		
		Ampere Trip	Ampere Frame	IC (kA)
250	347	450	600	35
315	437	600	600	35
400	555	700	800	50
500	694	1,000	1,200	50
630	874	1,200	1,200	50
800	1,110	1,600	1,600	50
1,000	1,388	2,000	3,000	50
1,250	1,735	2,500	3,000	65
1,600	2,221	3,000	3,000	65
2,000	2,776	4,000	4,000	65

**** คัดค่า IC จาก Short Circuit MVA = 500 MVA**

ตัวอย่างที่ 6

จงหาขนาดของอุปกรณ์ป้องกันของหม้อแปลงไฟฟ้าขนาดพิกัด 1,000 kVA. 24 kV/416-240 V มี $Z_k = 6\%$ เมื่อใช้ฟิวส์สำหรับการป้องกัน กระแสเกินทางด้านแรงสูง และ ใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์สำหรับการ ป้องกันกระแสเกินทางด้านแรงต่ำ

ด้านแรงสูง

- กระแสโหลดเต็มพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้าด้านแรงสูง

$$I_{FL(HV)} = \frac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 24 \times 10^3}$$
$$= 24.06 \text{ A.}$$

จากตารางที่ 6-5 ค่า $Z_k = 6\%$ และใช้ฟิวส์เป็นอุปกรณ์ป้องกัน ที่
ระดับแรงดัน 24 kV



ตารางที่ 6-5

ขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับหม้อแปลงระบบแรงสูง

ขนาดอิมพีแดนซ์ ของหม้อแปลง	ด้านไฟเข้า		ด้านไฟออก		
	แรงดัน มากกว่า 750 โวลต์		แรงดัน มากกว่า 750 โวลต์		แรงดัน ไม่เกิน 750 โวลต์
	เซอร์กิต เบรกเกอร์	ฟิวส์	เซอร์กิต เบรกเกอร์	ฟิวส์	เซอร์กิตเบรกเกอร์ หรือฟิวส์
ไม่เกิน 6%	600%	300%	300%	250%	125%
มากกว่า 6% แต่ไม่เกิน 10%	400%	300%	250%	225%	125%

ขนาดปรับตั้งสูงสุด **ไม่เกิน 300 เท่า** ของกระแสฟัด

เลือกใช้ฟิวส์แรงสูงขนาดไม่เกิน

$$I_{Fuse} \leq 3 \times 24.06$$

$$\leq 72.18 \text{ A.}$$

****เลือกใช้ฟิวส์แรงสูงขนาดไม่เกิน 72.18 A.**

หมายเหตุ อาจเลือกใช้ฟิวส์ขนาด 60 A ซึ่งเป็นขนาดมาตรฐานที่มี
ผลิตจำหน่าย

ด้านแรงต่ำ

- กระแสโหลดเต็มพิกัดของหม้อแปลงไฟฟ้าด้านแรงต่ำ

$$I_{FL(LV)} = \frac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 416}$$
$$= 1,388 \text{ A.}$$

ขนาดปรับตั้งเซอร์กิตเบรกเกอร์ ไม่เกิน 125 % ของ $I_{FL(LV)}$

$$I_{CB} \leq 1.25 \times 1,388$$
$$\leq 1,735 \text{ A.}$$

ตารางเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำ สำหรับหม้อแปลง 24 kV/416-240 V

ขนาดพิกัดหม้อแปลง (kVA)	กระแสโหลดเต็มที่ (A)	ขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์		
		Ampere Trip	Ampere Frame	IC (kA)
250	347	450	600	35
315	437	600	600	35
400	555	700	800	50
500	694	1,000	1,200	50
630	874	1,200	1,200	50
800	1,110	1,600	1,600	50
1,000	1,388	2,000	3,000	50
1,250	1,735	2,500	3,000	65
1,600	2,221	3,000	3,000	65
2,000	2,776	4,000	4,000	65

**** คัดค่า IC จาก Short Circuit MVA = 500 MVA**

**** เลือกเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด ACB ขนาด 1,600 AT 1,600 AF**

หรือ

เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิด ACB ขนาด 2,000 AT 3,000 AF
โดยมีการปรับตั้งกระแสไม่เกิน 1,735 A. ก็ได้