อุปกรณ์ป้องกันการใช้กระแสเกินพิกัด

(Over Current Protection)

หน้าที่ของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

ปลดวงจรออกจากระบบทันที เมื่อเกิดสภาวะผิดปกติในระบบไฟฟ้าอันเนื่องมาจาก

- การใช้โหลดเกิน
- กระแสลัดวงจร
- กระแสรั่วลงดิน

ชนิดของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน

- ฟิวส์ (Fuse)
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

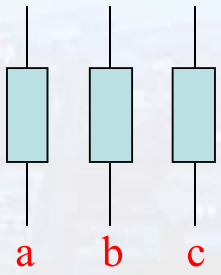
ฟิวส์ (Fuse)

ข้อดี

- ราคาถูก
- พิกัดกระแสลัดวงจรสูง (Interrupting Capacity)

ข้อเสีย

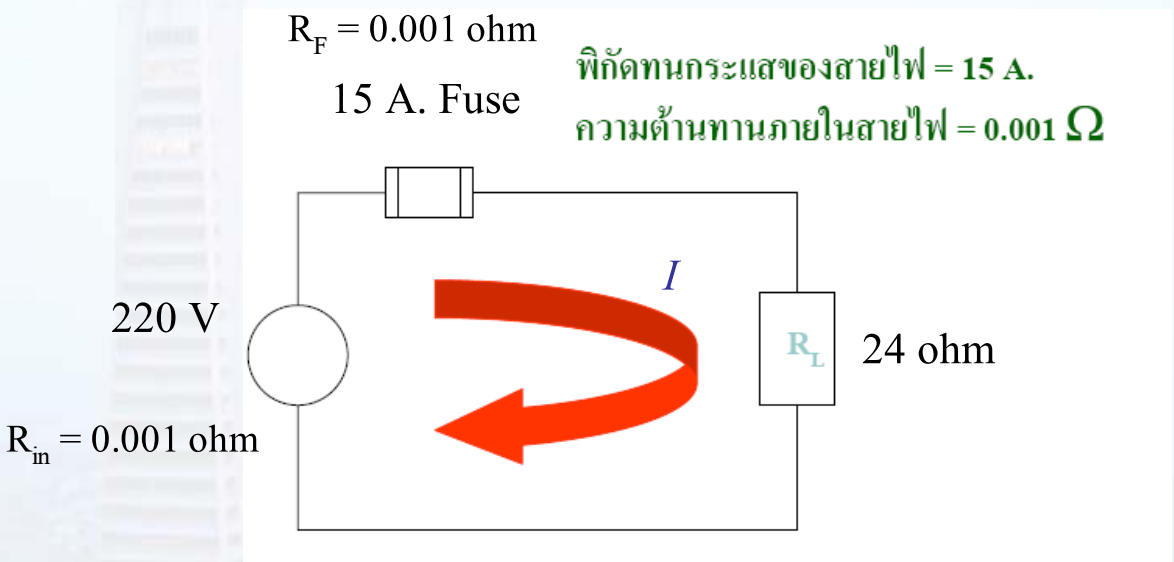
- ต้องมีสำรองไว้เปลี่ยนเสมอ
- มีโอกาสที่จะปลดวงจรไม่พร้อมกันทั้ง 3 เฟส



เซอร์กิตเบรกเกอร์ (Circuit Breaker)

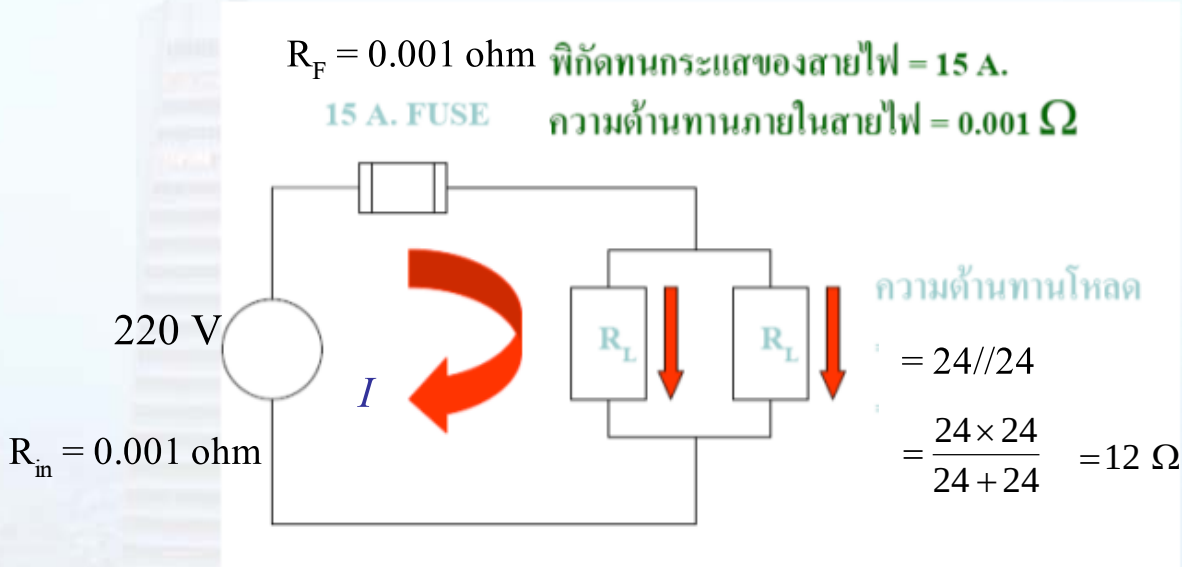
- พิกัดกระแสลัดวงจรต่ำกว่าฟิวส์
- ราคาสูงกว่าฟิวส์
- สามารถต่อวงจรเข้าใหม่ได้ทันที หลังจากแก้ปัญหาความผิดปกติในระบบได้แล้ว

วงจรระบบไฟฟ้า *ภาวะปกติ*



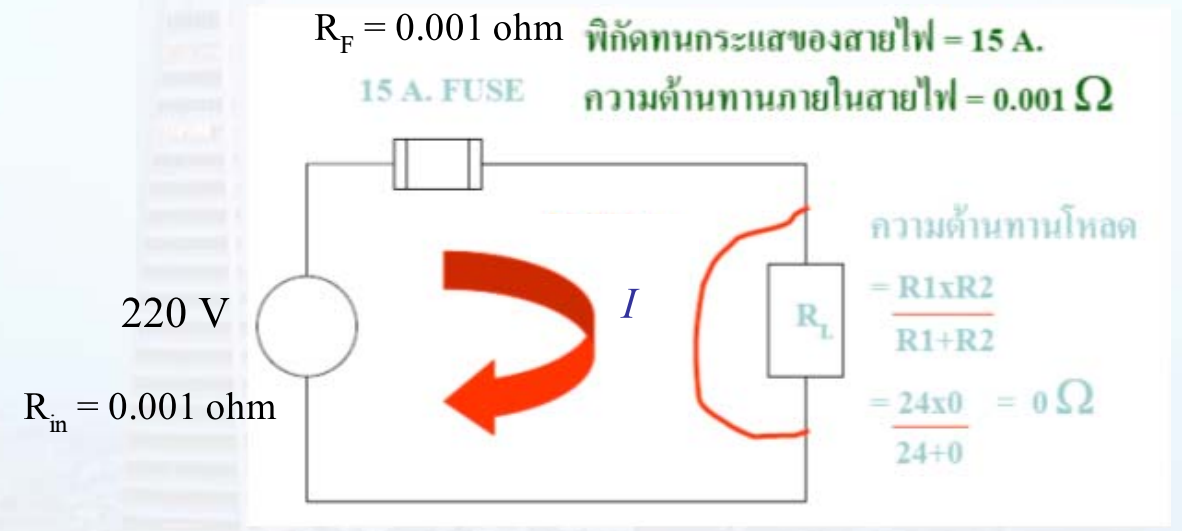
$$I = \frac{E}{R} = \frac{220}{24 + 0.001 + 0.001 + 0.001} = \frac{220}{24.003} = 9.1655 \quad \text{A}$$

วงจรระบบไฟฟ้า ภาวะโหลดเกิน



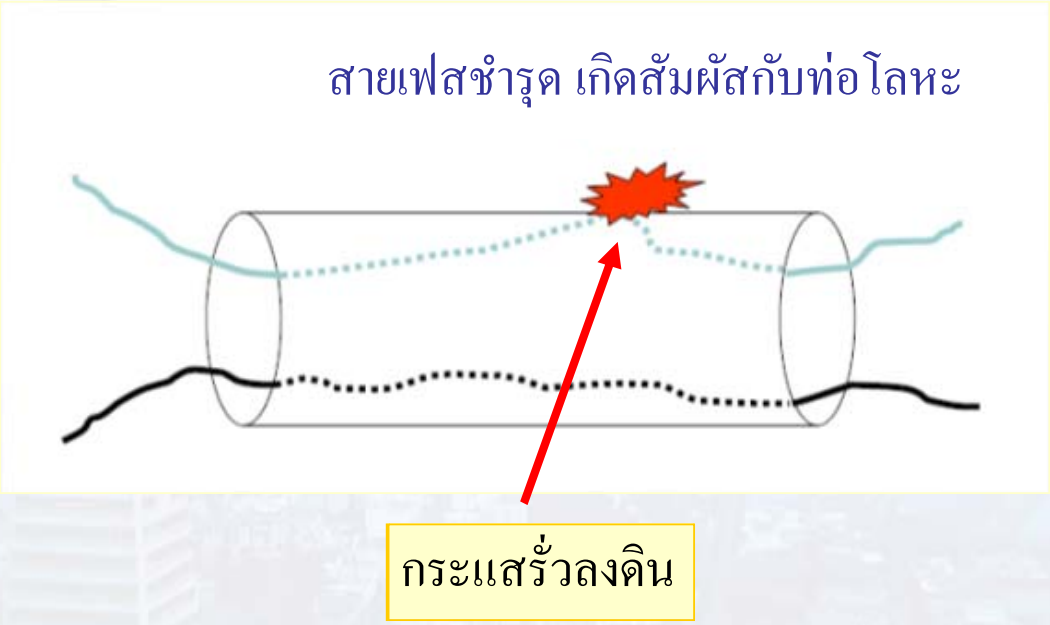
$$I = \frac{E}{R} = \frac{220}{12 + 0.001 + 0.001 + 0.001} = \frac{220}{12.003} = 18.3288 \text{ A}$$

วงจรระบบไฟฟ้า ภาวะลัดวงจร



$$I = \frac{E}{R} = \frac{220}{0 + 0.001 + 0.001 + 0.001} = \frac{220}{0.003} = 73.333 \text{ A}$$

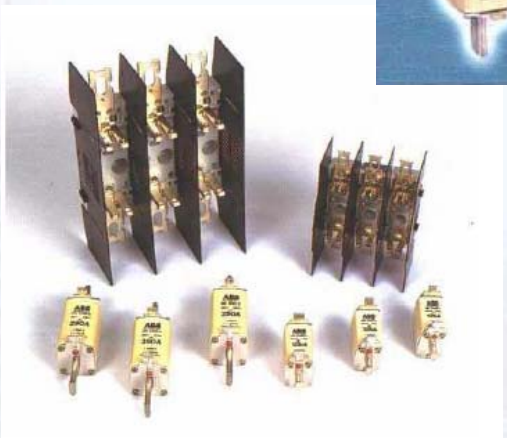
วงจรระบบไฟฟ้า *ภาวะกระแสรั่วลงดิน*



ฟิวส์ (Fuse)

- ทำหน้าที่เชื่อมต่อวงจรไฟฟ้าในสภาวะปกติ
  - ปกติจะมีลักษณะเป็นกระบอกและมีไส้ฟิวส์ (fusible) ภายใน
  - ความต้านทานของไส้ฟิวส์มีค่าต่ำมาก
  - ไส้ฟิวส์มี 2 ลักษณะ คือ 1. Single - element
    2. Dual - element
- เมื่อเกิดภาวะกระแสเกินในวงจรไฟฟ้า ไส้ฟิวส์จะขาด และ ปลดวงจรออกจากระบบ เพื่อเป็นการป้องกันสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ในระบบ

ฟิวส์ (ระบบแรงต่ำ)



ประเภทของฟิวส์

แบ่งตามความไวในการปลดวงจร

1. ฟิวส์ทำงานไว (Non-time Delay Fuses)
2. ฟิวส์หน่วงเวลา (Time Delay Fuses)

แบ่งตามความสามารถในการกำจัดกระแส

1. ฟิวส์จำกัดกระแส (Current Limiting Fuses)
2. ฟิวส์ไม่จำกัดกระแส (Non Current Limiting Fuses)

ฟิวส์ทำงานไว (Non-time Delay Fuse)

- โครงสร้างจะเป็นชนิดที่มี **ไส้ฟิวส์เพียงชุดเดียว (Single Element Fuse)**
- ไส้ฟิวส์จะขาดเมื่อเกิดสภาวะโหลดเกินประมาณ **1 – 6 เท่า** ของพิกัดกระแสฟิวส์
- ค่าพิกัดกระแสลัดวงจรประมาณ **10 kA**

ขั้นตอนการทำงานของฟิวส์ทำงานไว

ภาวะโหลดเกิน (Over Load)

Figure 1. Cutaway view of typical single-element fuse.

Figure 2. Under sustained overload, a section of the link melts and an arc is established.

Figure 3. The "open" single-element fuse after opening a circuit overload.

ขั้นตอนการทำงานของฟิวส์ทำงานไว

ภาวะลัดวงจร

(Shot Circuit)

Figure 4. When subjected to a short-circuit current, several sections of the fuse link melt almost instantly.

Figure 5. The "open" single-element fuse after opening a shorted circuit.

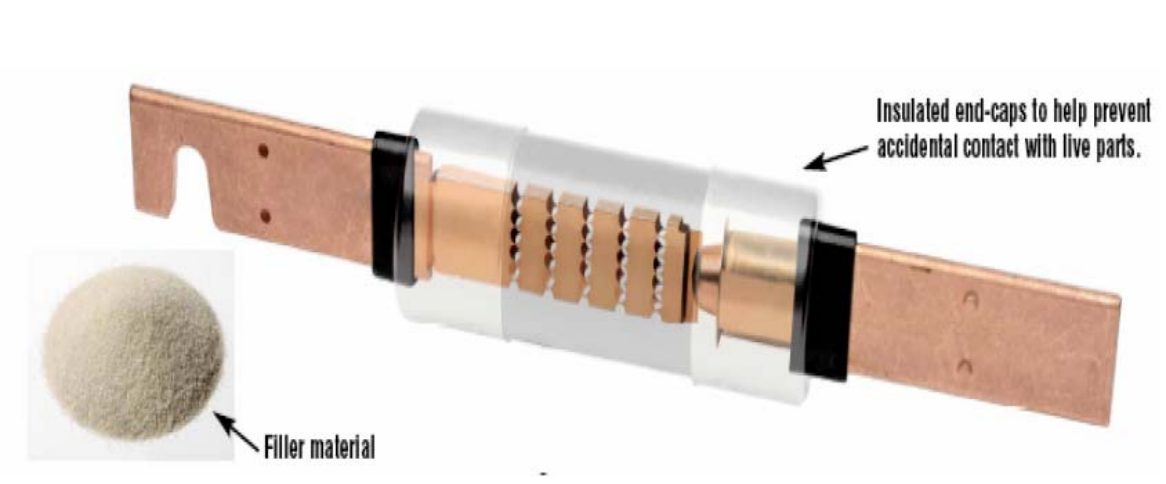
ฟิวส์หน่วงเวลา (Time Delay Fuse)

- เป็นฟิวส์ชนิดที่มี **ไส้ฟิวส์ 2 ชุด (Double element Fuse)** ต่ออนุกรมอยู่ภายในกระบอกฟิวส์เดียวกัน

- ไส้ฟิวส์จะขาดเมื่อเกิด*สภาวะลัดวงจร*ประมาณ **500 %** ของพิกัดกระแสฟิวส์

- ไส้ฟิวส์ที่ทำหน้าที่ป้องกันเมื่อเกิด*สภาวะโหลดเกิน*จะขาดเมื่ออุณหภูมิภายในตัวฟิวส์มีค่าประมาณ **140 ^{o}C**

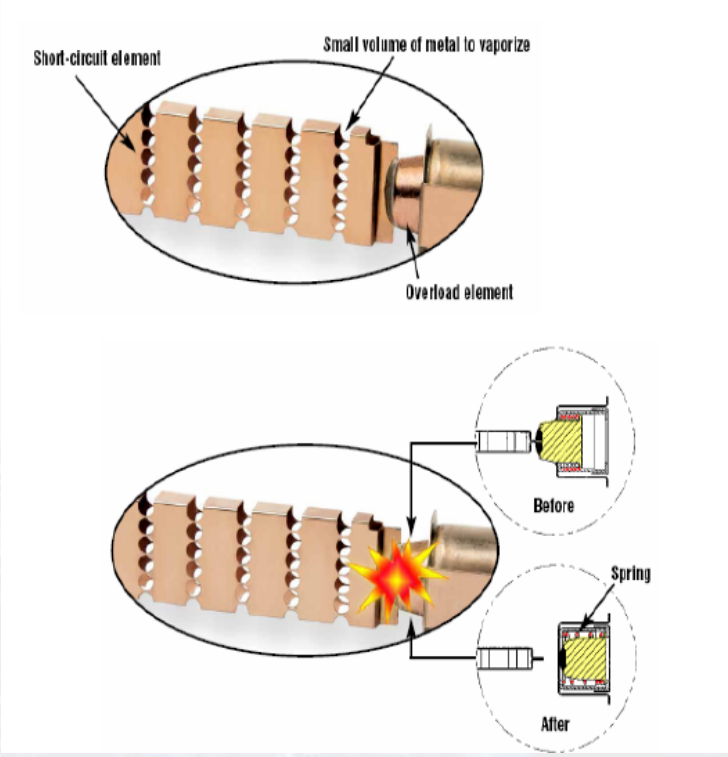
ฟิวส์หน่วงเวลา (Time Delay Fuse)



การทำงานของฟิวส์หน่วงเวลา

ภาวะโหลดเกิน

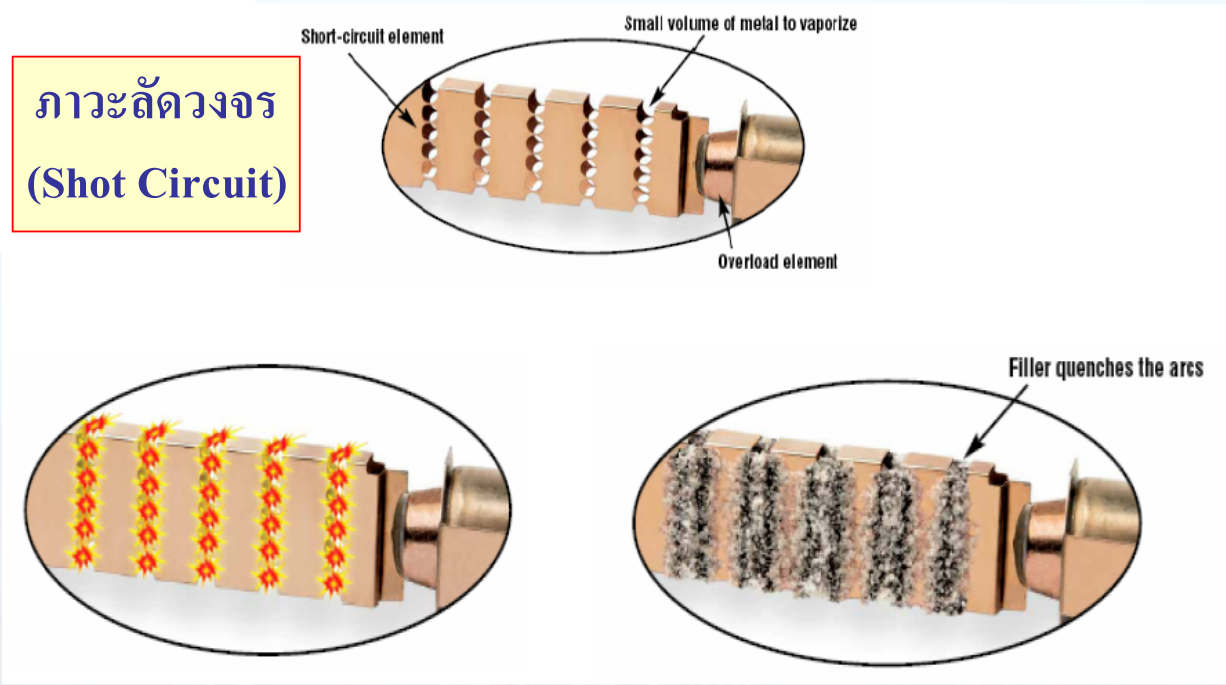
(Over Load)



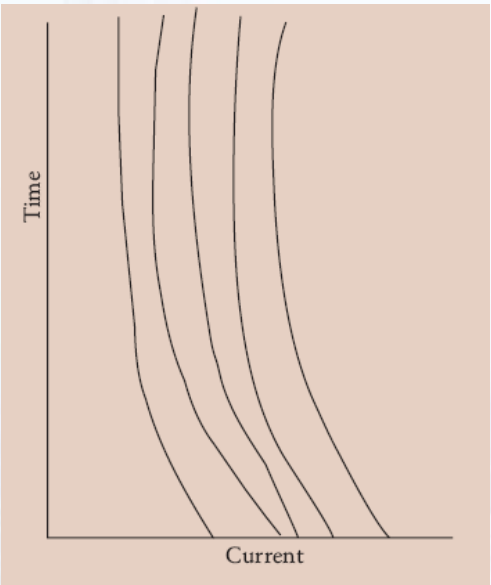
การทำงานของฟิวส์หน่วงเวลา

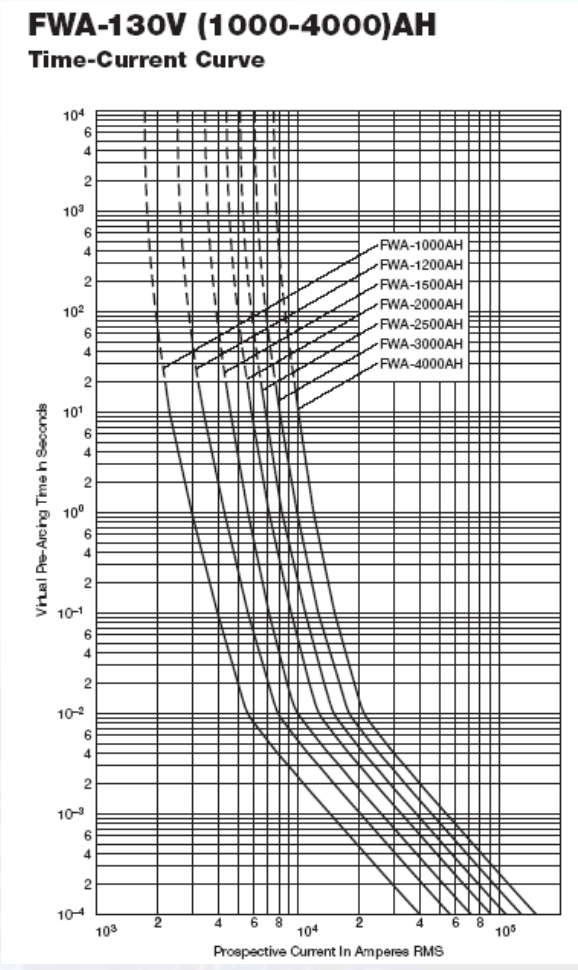
ภาวะลัดวงจร

(Shot Circuit)



กราฟ Clearing Time

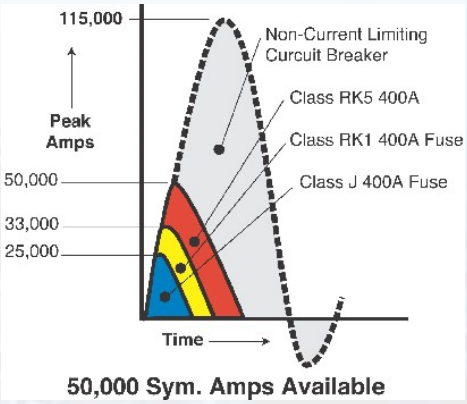


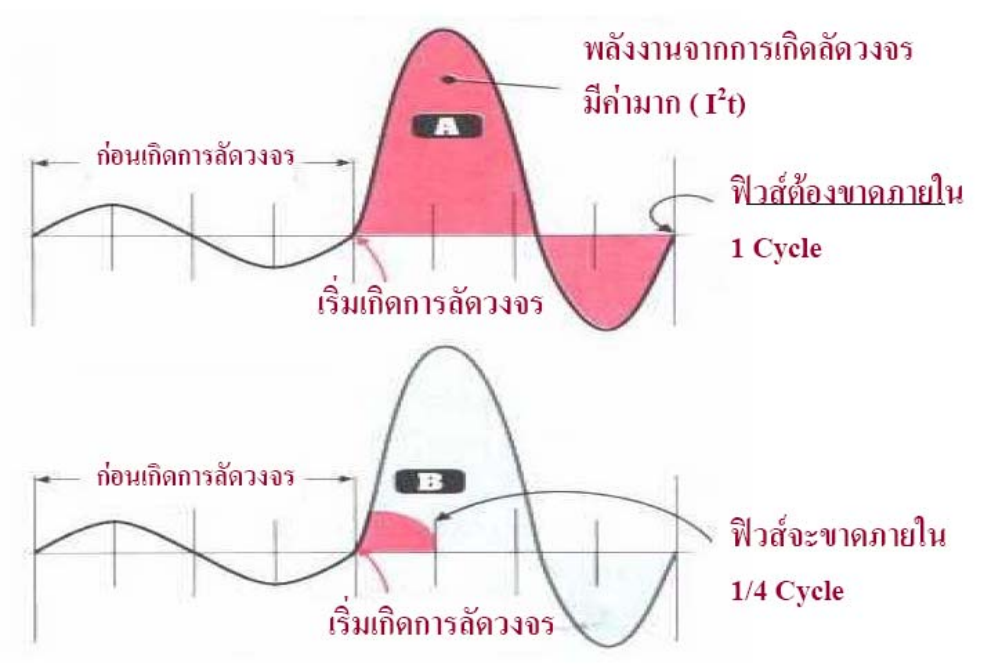


ฟิวส์จำกัดกระแส (Current Limiting Fuse)

- ตัดวงจรได้อย่างรวดเร็ว และ ทนค่าพิกัดกระแสลัดวงจรได้สูงมาก
- จำกัดกระแสไฟฟ้ายอดคลื่นขณะลัดวงจรให้ไหลผ่านตัวฟิวส์ต่ำกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่ควรจะเกิดขึ้นถึงจุดสูงสุด

•** ลดการเกิดพลังงานในรูปของความร้อน $\left(I^2_{(rms)} \cdot t\right)$

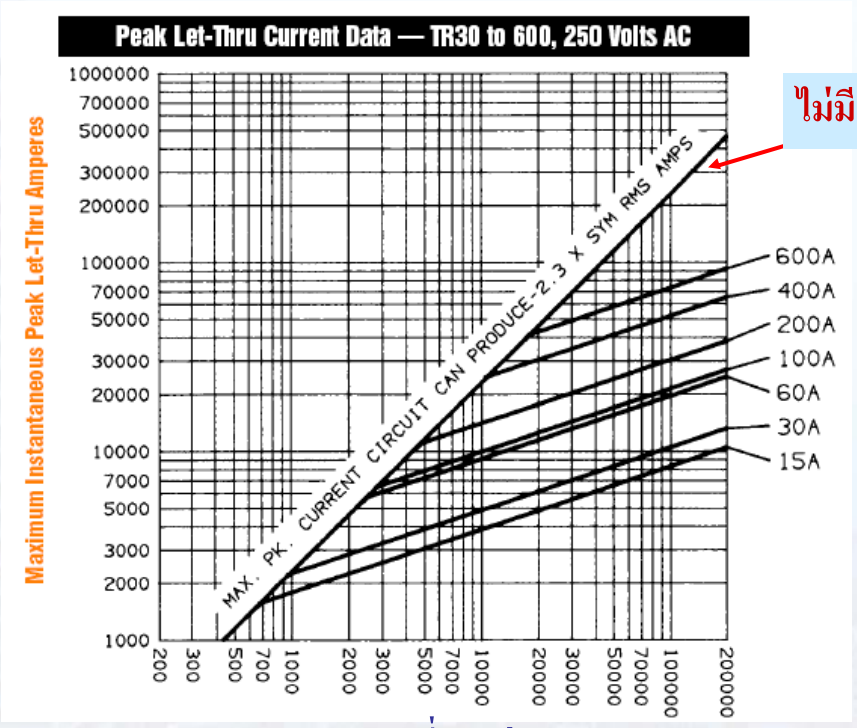




A : การปลดวงจรของฟิวส์หน่วงเวลาขณะเกิดการลัดวงจร

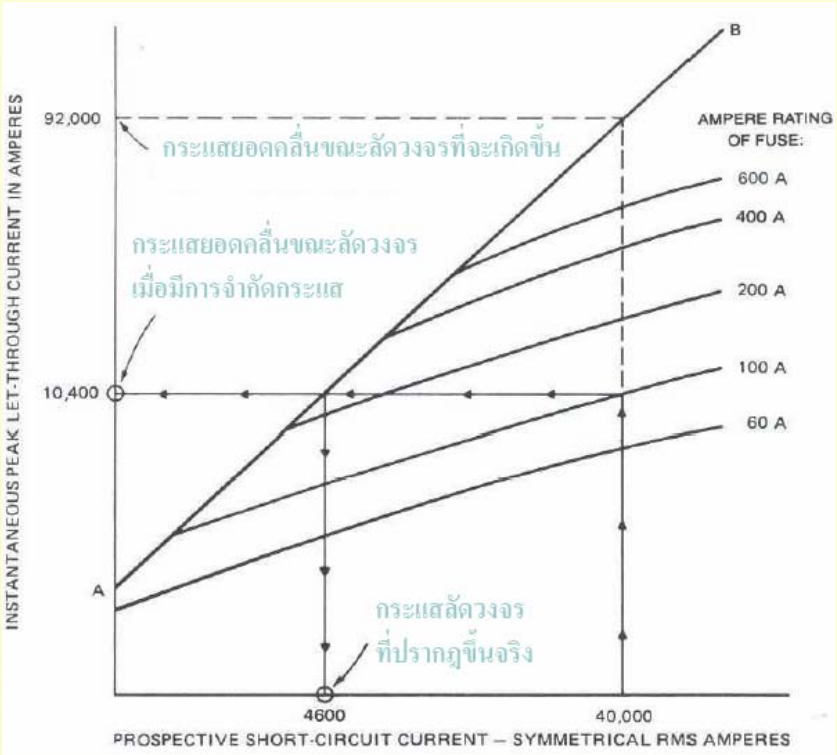
B : การปลดวงจรของฟิวส์จำกัดกระแสขณะเกิดการลัดวงจร

กราฟ Peak Let Through Current Chart

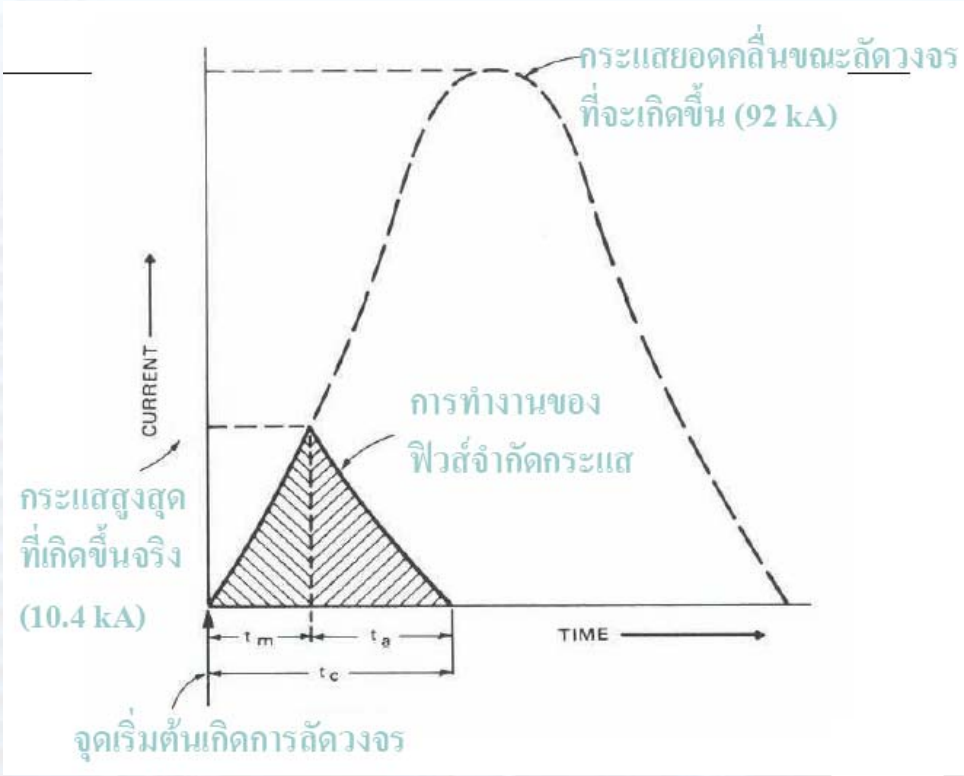


(กระแสลัดวงจรที่คาดว่าจะเกิด (rms))

ตัวอย่าง การดูกราฟ Peak Let Through Current Chart

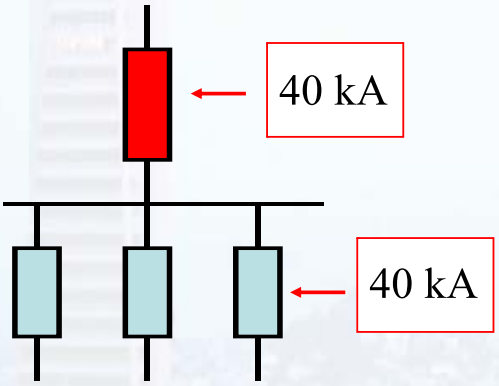


ตัวอย่าง การดูกราฟ Peak Let Through Current Chart

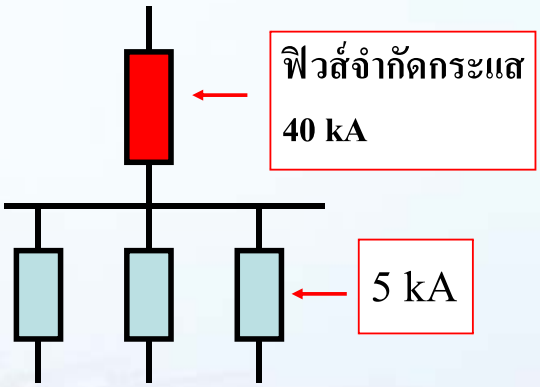


การใช้ฟิวส์จำกัดกระแส

เกิดกระแสลัดวงจรสูงสุด 40 kA



ไม่ใช้ฟิวส์จำกัดกระแส

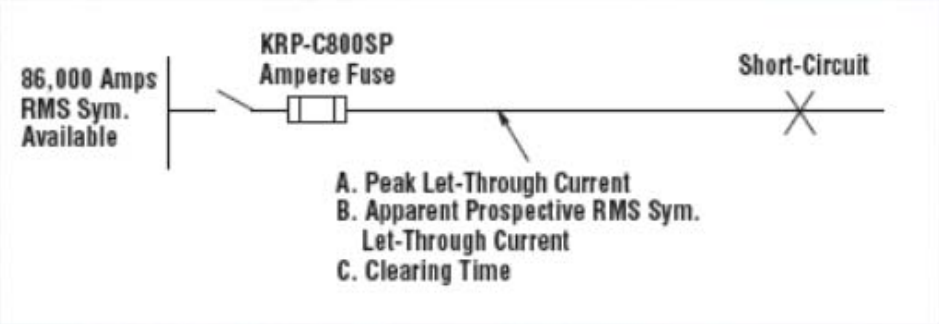


ใช้ฟิวส์จำกัดกระแส

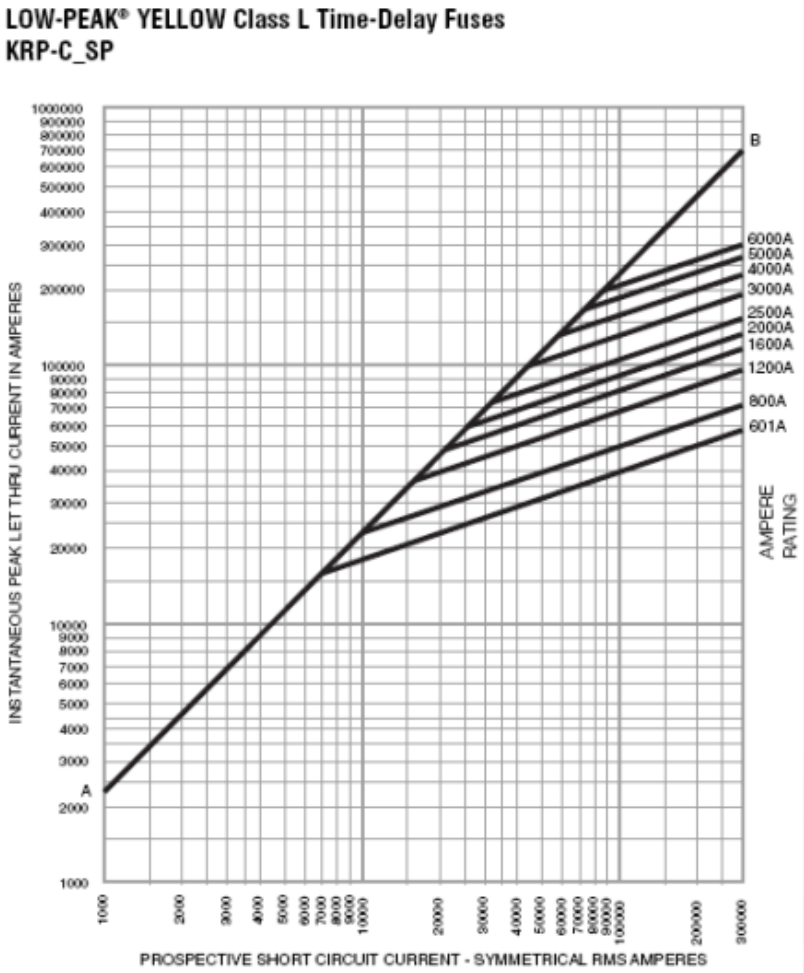
ตัวอย่างที่ 1

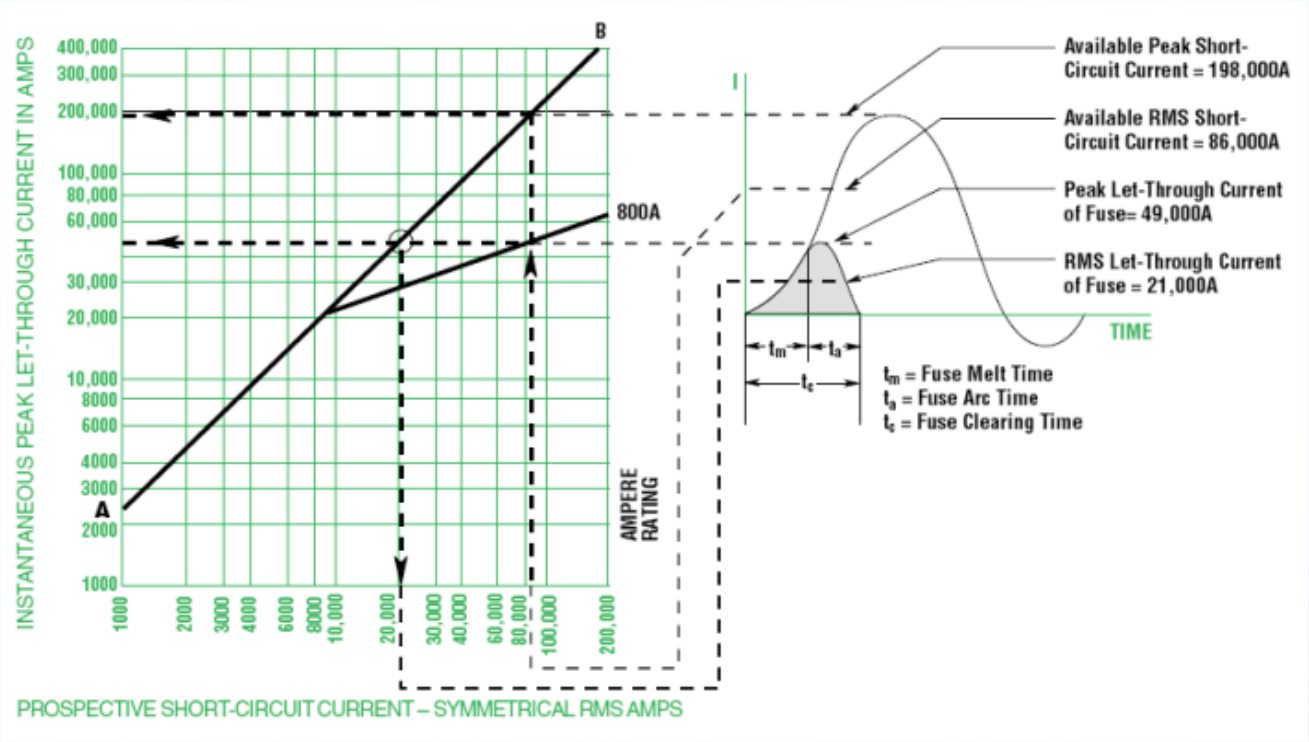
จงหาค่ากระแสลัดวงจร และ ขนาดของกระแสยอดคลื่นขณะลัดวงจรที่จะเกิดขึ้นในวงจรสายป้อนวงจรหนึ่ง ซึ่งใช้ฟิวส์จำกัดกระแสขนาด **800 A** เป็นอุปกรณ์ป้องกันการลัดวงจร

กำหนดให้ กระแสลัดวงจรที่เกิดขึ้นมีค่า **86 kA**



Characteristic curve

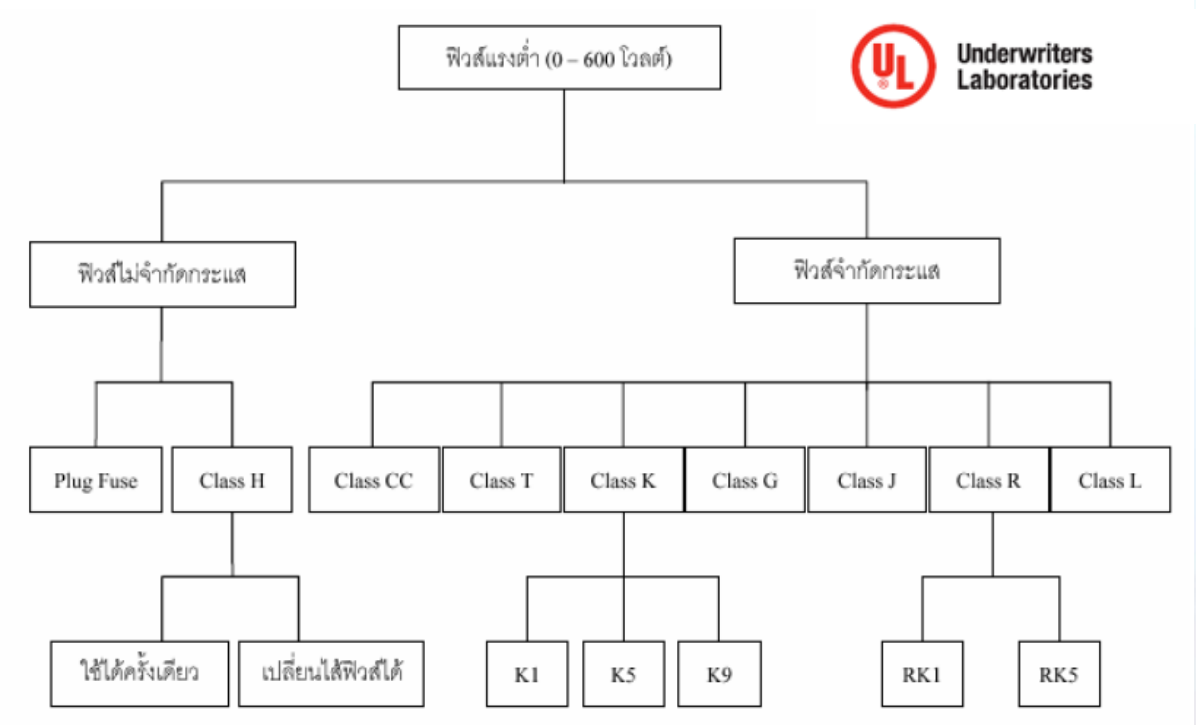




Class of Fuse

- มาตรฐานสหรัฐอเมริกา
- มาตรฐานของกลุ่มประเทศทางยุโรป

ฟิวส์ตามมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา (NEC)



ตารางที่ 4.2 คุณสมบัติของคาร์ดทริกฟิวส์ชนิดต่างๆ

	CC	G	H	J	K	L	RK	T
เปลี่ยนไส้ฟิวส์ได้			X					
เปลี่ยนไส้ฟิวส์ไม่ได้	X	X	X	X	X	X	X	X
ขนาดผลิตที่พิกัด 250 โวลต์			0-600A		0-600A		0-600A	
ขนาดผลิตที่พิกัด 300 โวลต์								0-1200A
ขนาดผลิตที่พิกัด 480 โวลต์		0-60						
ขนาดผลิตที่พิกัด 600 โวลต์	0-30 A		0-600A	0-600A	0-600A	601-6000A	0-600A	0-800A
ใส่แทนกับฟิวส์ชนิดอื่นไม่ได้	X	X[1]		X		X	X[4]	X
เป็นชนิดจำกัดกระแส	X	X		X	X[3]	X	X	X
ค่าพิกัดกระแสลัดวงจรสูงสุด	200 kA	100kA	10kA	300kA	200kA	300kA	300kA	200kA
มีชนิดหน่วงเวลาทำงาน	option	option	option[2]	option	option	option	option	

option หมายถึงสามารถเลือกชนิดที่มีการหน่วงเวลาทำงานได้

[1]ฟิวส์ class G ขนาด 16-20 A และ 21-30 A สามารถใส่แทนกับฟิวส์ชนิดอื่นได้บางชนิด

[2]ไม่มีการผลิตชนิดหน่วงเวลาในฟิวส์ประเภทเปลี่ยนไส้ฟิวส์ได้

[3]ปกติฟิวส์ชนิด class K จะเป็นชนิดจำกัดกระแสแต่ไม่ระบุไว้บนตัวฟิวส์

[4]สามารถนำฟิวส์ชนิด class RK ใส่แทน class H ได้ แต่นำ class H ใส่แทน class RK ไม่ได้

LIMITRON
(Fast-Acting)
KTU (600Vac)
601 to 6000A
200,000AIR ac
Current-Limiting
STD 248-10 CLASS L

LIMITRON
(Fast-Acting)
KTK-R (600Vac)
1/10 to 30A
200,000AIR ac
Current-Limiting
STD 248-4 CLASS CC

CC-TRON™
(Time-Delay)
FNQ-R (600Vac)
1/4 to 30A
200,000AIR ac
Current-Limiting
STD 248-4 CLASS CC

DURALAG
(Time-Delay)
Construction Grade Fuses
DLS-R (600Vac)
DLN-R (250Vac)
1 to 600A
200,000AIR ac
Current-Limiting
STD 248-12 CLASS RK5

ONE-TIME
(General Purpose)
NOS (600Vac) NON (250Vac)
1/8 to 600A
Non-Current-Limiting

LIMITRON
(Fast-Acting)
JKS (600Vac)
1 to 600A
200,000AIR ac
Current-Limiting
STD 248-8 CLASS J

LOW-PEAK®
(Dual-Element, Time-Delay)
LPS-RK_SP (600Vac)
LPN-RK_SP (250Vac)
1/10 to 600A
Current-Limiting
STD 248-12 CLASS RK1
LPN-RK_SP 0-60A (125Vdc, 50,000AIR)
65-600A (250Vdc, 50,000AIR)
LPS-RK_SP 0-600A (300Vdc, 50,000AIR)

มาตรฐานฟิวส์แรงต่ำ
ที่มีผลิตตามมาตรฐาน
สหรัฐฯ (หน่วย A)

ขนาด 0 - 600 A	15	70	225
	20	80	250
	25	90	300
	30	100	350
	35	110	400
	40	125	450
	45	150	500
	50	175	600
	60	200	
ขนาด 601 - 6000 A	601	1350	3000
	650	1500	3500
	700	1600	4000
	800	1800	4500
	1000	2000	5000
	1200	2500	6000

ฟิวส์ตามมาตรฐานของกลุ่มประเทศทางยุโรป (IEC, DIN)

ชนิด g

- จะปลดวงจรเมื่อกระแสไหลผ่านฟิวส์มีค่าเท่ากับกระแสพิกัด

ชนิด a

- จะปลดวงจรเมื่อกระแสไหลผ่านฟิวส์มีค่ามากกว่า (เป็นจำนวนเท่า) กระแสพิกัด

ฟิวส์ตามมาตรฐานของกลุ่มประเทศทางยุโรป (IEC, DIN)

Sub Class

L สำหรับใช้ป้องกันสายตัวนำ

M สำหรับการนำไปใช้ในระบบติดตั้ง

R สำหรับการนำไปใช้ในการป้องกันอุปกรณ์สารกึ่งตัวนำ

S สำหรับการนำไปใช้ป้องกันโดยทำหน้าที่เป็นสวิตช์

ขนาดฟิวส์ที่ผลิตตามมาตรฐานยุโรป

พิกัดกระแสมี 2, 4, 6, 10, 16, 20, 25, 32, 35, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 355, 400, 450, 500, 560, 630, 700, 800, 1000, 1250

ขนาดฟิวส์	ฐานฟิวส์ (A)	ไส้ฟิวส์ (A)
00	100	6...100
0	160	6...160
1	250	80...250
2	400	125...400
3	630	315...630
4	100	500...1000
4a	1250	500...1250

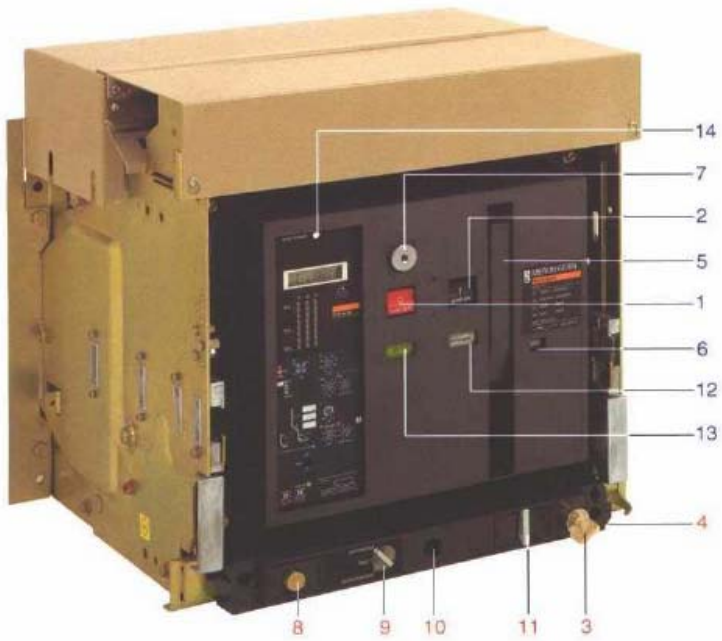
Circuit Breaker (ระบบแรงต่ำ)

- Air Circuit Breaker (ACB)
- Mold Case Circuit Breaker (MCCB)
- Miniature Circuit Breaker (MCB)

Air Circuit Breaker (ACB)

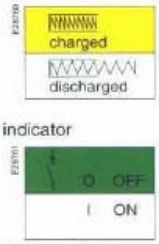
- นิยมใช้เป็นอุปกรณ์ป้องกัน **สายเมน**
- มีขนาดตั้งแต่ **600 A**, ขึ้นไป
- มีราคาแพงมาก
- มีทั้งชนิด **Fixed Type** และ **Draw Out Type**
- พิกัดกระแสลัดวงจรสูงมาก (ใช้กับงานแรงสูง ,HVAC)

Fixed Type



front face

1 opening push-button (O)
2 closing push-button (I)
3 keylock for "connected", "disconnected" or "test" position
4 door interlock
5 stored-energy-mechanism charging handle
6 operations counter
7 "open" position keylock
8 racking handle storage
9 functional position indicator: "connected", "test" and "disconnected"
10 controls on fixed chassis (accessible with cubicle door closed)
11 padlocking facilities for "connected", "disconnected" or "test" position
12 stored-energy-mechanism status indicator
- "charged"
- "discharged"

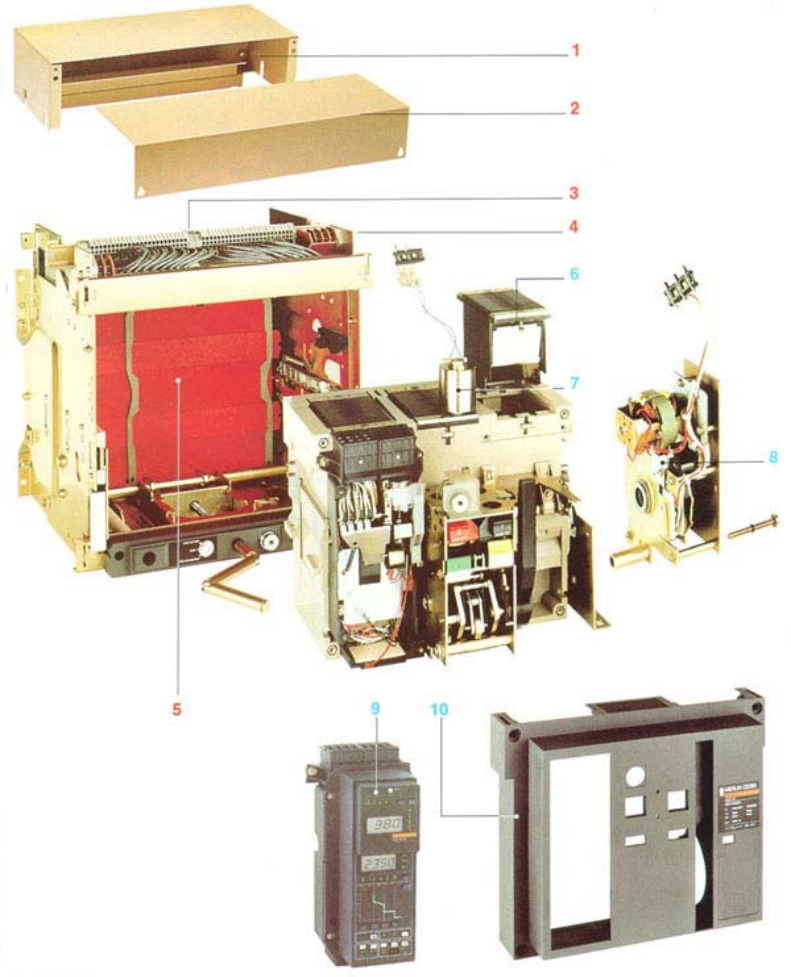


13 main-contact position indicator
- "OFF" (O);
- "ON" (I);

14 fault-trip indicator/breaker reset button

Draw Out Type

เป็นเบรคเกอร์ชนิดชักออก ซึ่งติดตั้งบนฐานรางเลื่อน สามารถถอดเปลี่ยน/ซ่อม ได้สะดวกรวดเร็ว เบรคเกอร์อีกชนิดหนึ่ง คือ direct current breaker มีใช้กับชนิด draw out เท่านั้น เพื่อขยายความสามารถการทนกระแสของเบรคเกอร์



drawout version

1 arc chute cover
2 auxiliary terminal shield
3 auxiliaries connection block
4 fixed integral enclosure, forms the drawout chassis
5 safety shutters
6 arc chute
7 remote control voltage release
8 motor for electrical charging of stored energy mechanism
9 control unit
10 front cover

Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

- นิยมใช้มากที่สุด **
- ป้องกันสายเมน สายป้อน และวงจรย่อย
- มีหลายขนาดให้เลือกใช้งาน
- พิกัดกระแสลัดวงจรสูงพอสมควร
- ราคาไม่แพงมากนัก

Miniature Circuit Breaker (MCB)

Miniature Circuit Breaker (MCB)

- นิยมใช้ป้องกันสายวงจรย่อย (5 – 10 kA)
- พิกัดกระแสลัดวงจรต่ำ
- ราคาถูก (100 กว่าบาท)
- ติดตั้งในแผงควบคุมวงจรย่อย

Miniature Circuit Breaker (MCB)

มักติดตั้งใน **Consumer Unit**

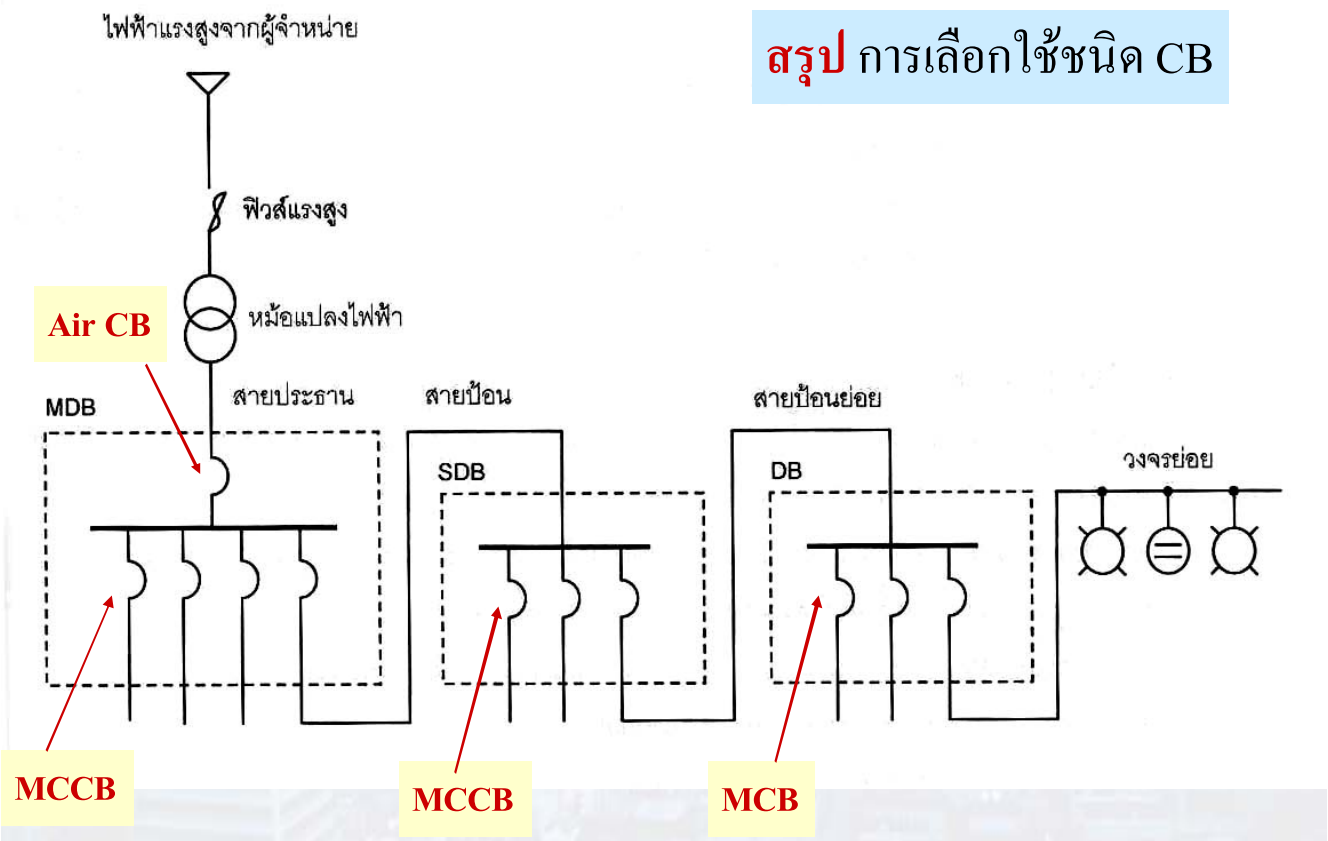
Miniature Circuit Breaker (MCB)

มักติดตั้งใน **Load Center**

Main Circuit Breaker

Main Lug

สรุป การเลือกใช้ชนิด CB



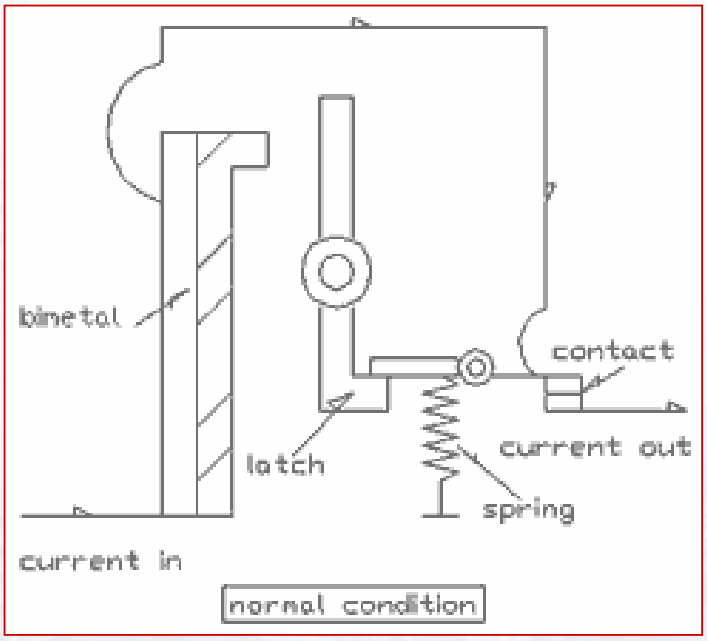
ประเภทการทำงานของ Circuit Breaker

- Thermal Trip
- Magnetic Trip
- Thermal - Magnetic Trip
- Solid State Trip

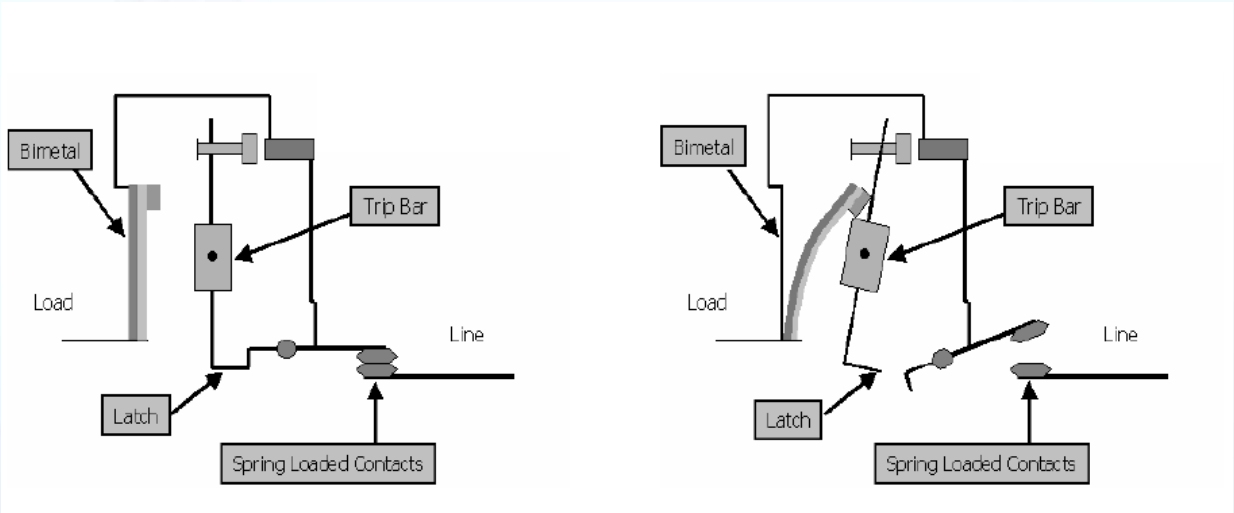
Thermal Trip

- แผ่นโลหะไบเมทัล 2 แผ่น ทำจากโลหะต่างชนิดกัน เกิดการโก่งตัวเมื่อเกิดความร้อนเนื่องจากกระแสไฟฟ้าไหลผ่าน
- เหมาะกับการใช้ป้องกัน **สภาวะโหลดเกิน**
- ความไวในการทริป ขึ้นกับ ปริมาณกระแส และ ระยะเวลา ที่กระแสไหลผ่าน
- ลักษณะการทริปแบบ Inverse Time Delay $\left(I \propto \frac{1}{t}\right)$

Thermal Trip



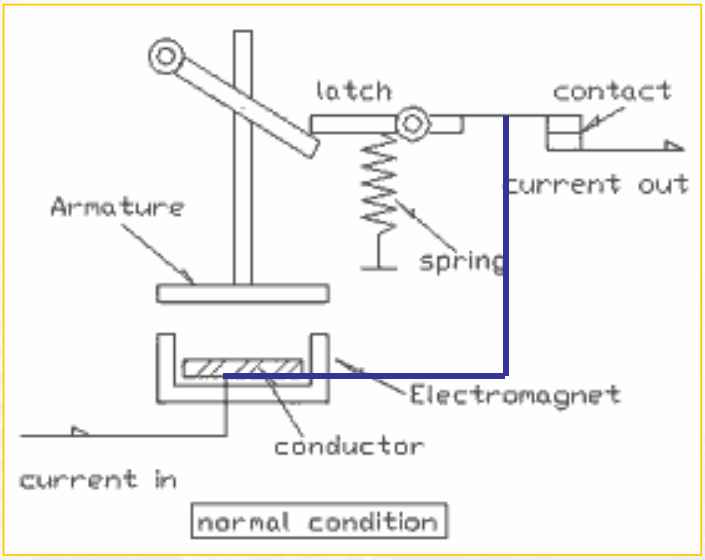
Thermal Trip



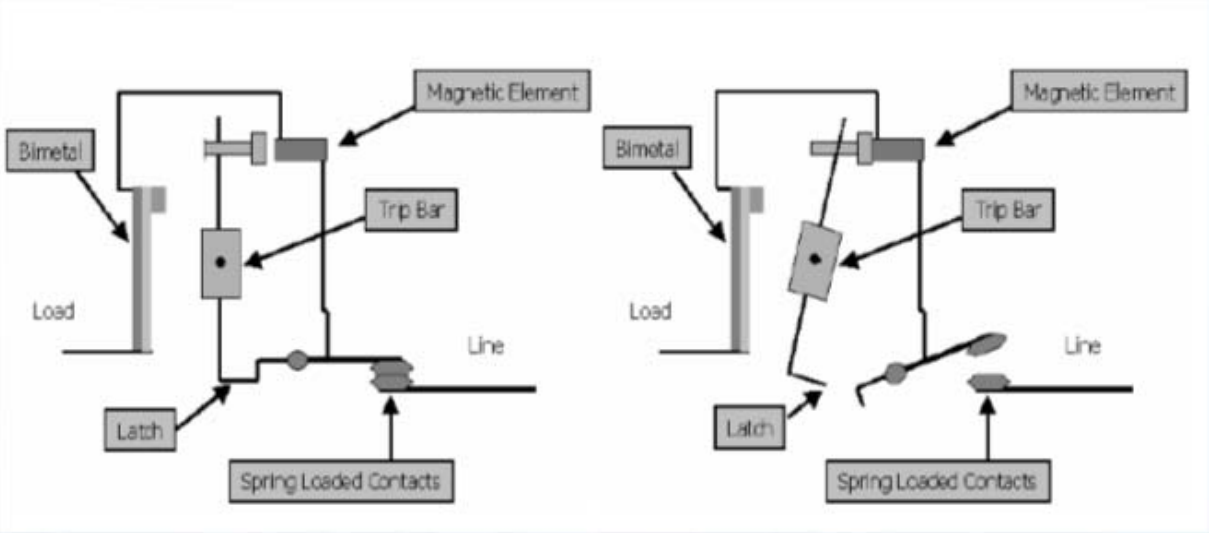
Magnetic Trip

- การทริปโดยอำนาจสนามแม่เหล็ก
- ทริปทันทีที่กระแสไหลถึงจุดที่ปรับตั้งไว้
- เหมาะสำหรับการป้องกันกระแสลัดวงจร

Magnetic Trip



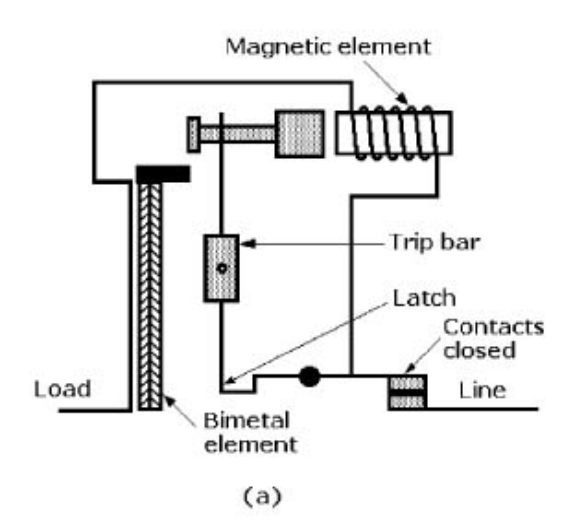
Magnetic Trip

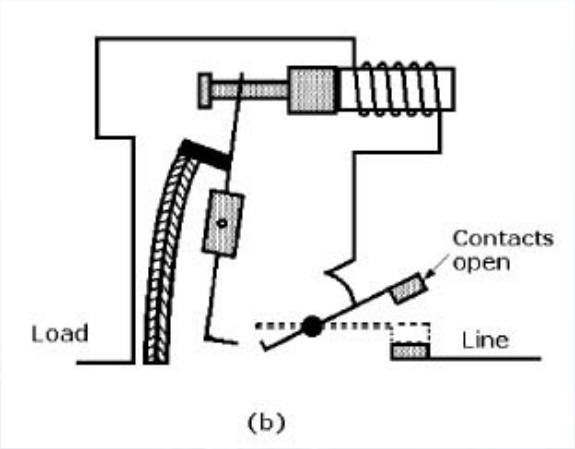


Thermal - Magnetic Trip

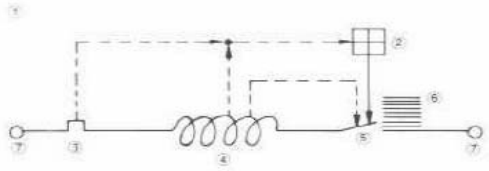
- มีทั้งลักษณะการทริปจากความร้อนและจากอำนาจสนามแม่เหล็ก
- เหมาะสมที่จะนำมาใช้ในการป้องกันโหลดเกินและป้องกันการลัดวงจร
- นิยมใช้มากที่สุด

Thermal - Magnetic Trip

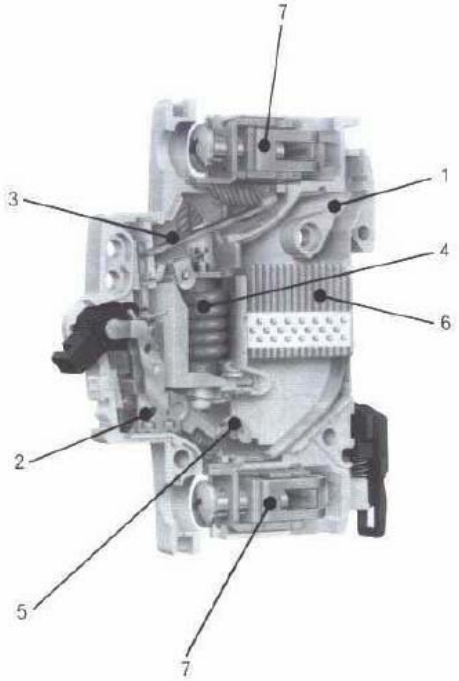




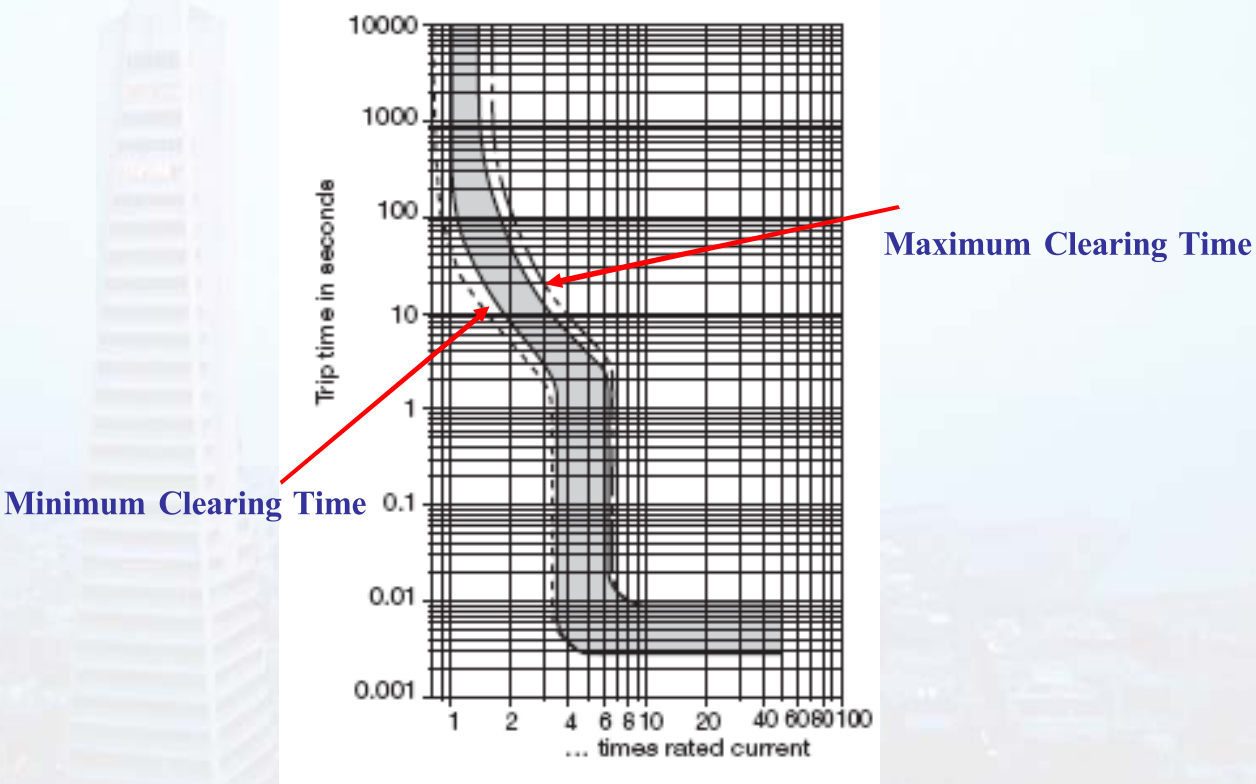
Thermal - Magnetic Trip



1. Housing or Casing
2. Switching mechanism
3. Bi-metal overload trip
4. Electromagnetic short-circuit trip
5. Contacts
6. Arc extinguishing system
7. Terminals



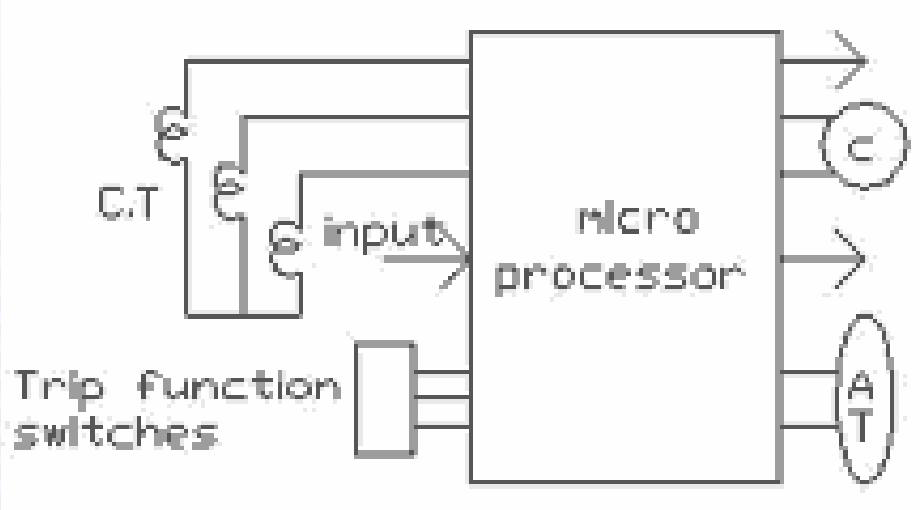
กราฟคุณสมบัติของ Thermal - Magnetic Trip



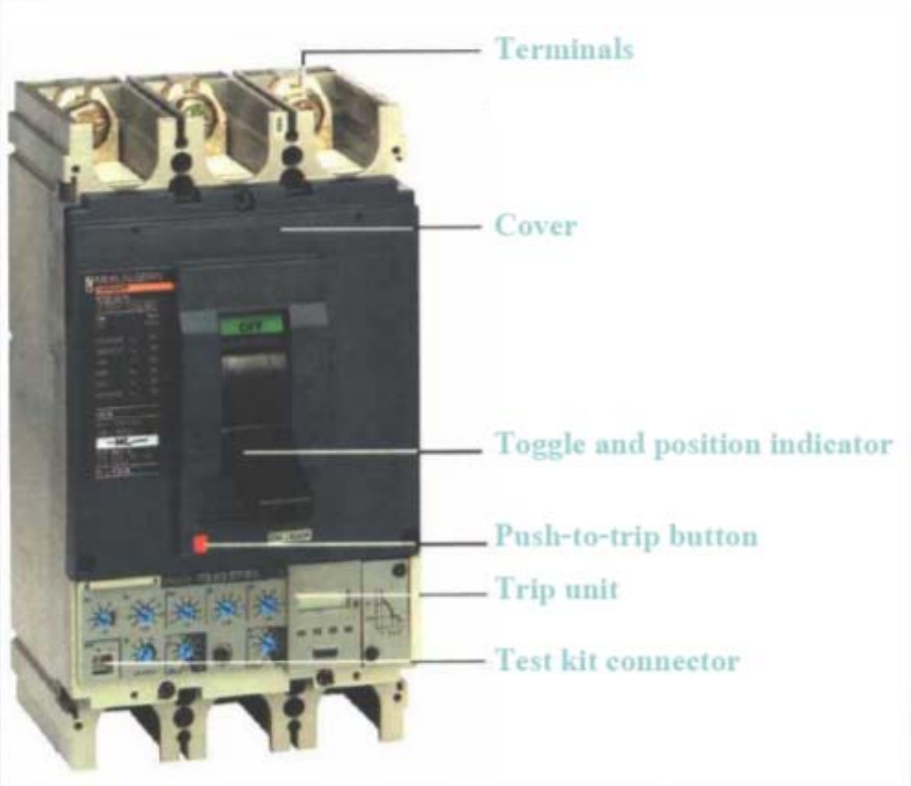
Solid State Trip

- นำวงจรอิเล็คทรอนิกส์มาใช้ร่วมกับเซอร์กิตเบรกเกอร์
- มีเฉพาะเซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาดใหญ่
- สามารถปรับตั้งค่ากระแสทริป ให้ทำงานในย่านต่างๆได้

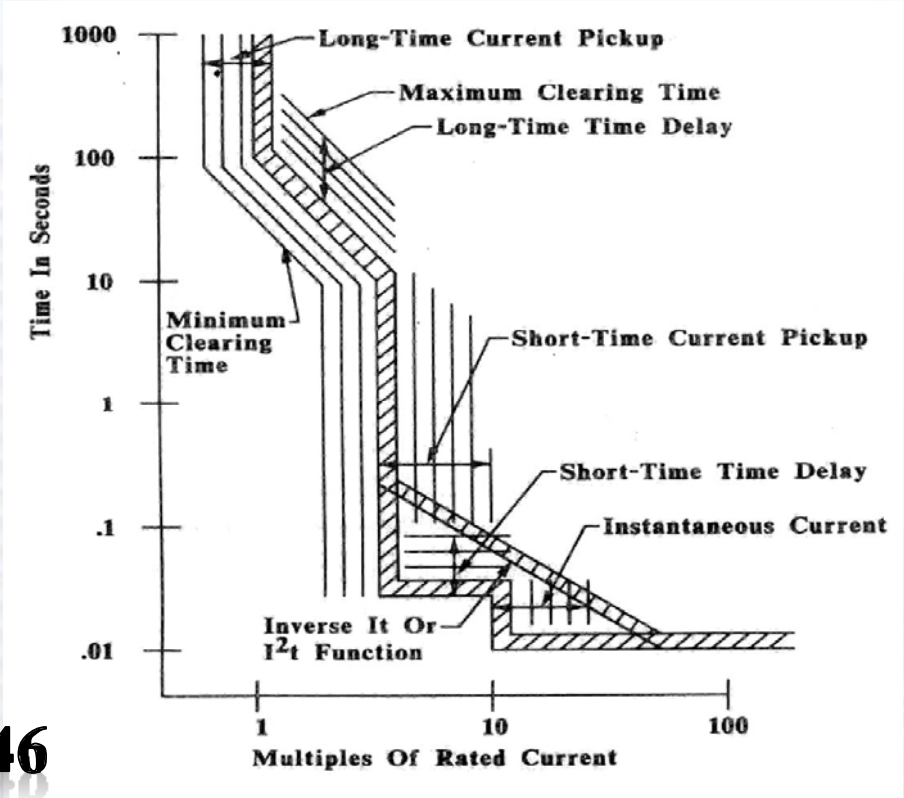
Solid State Trip



Circuit Breaker แบบ Solid State Trip



การปรับตั้ง Circuit Breaker แบบ Solid State Trip

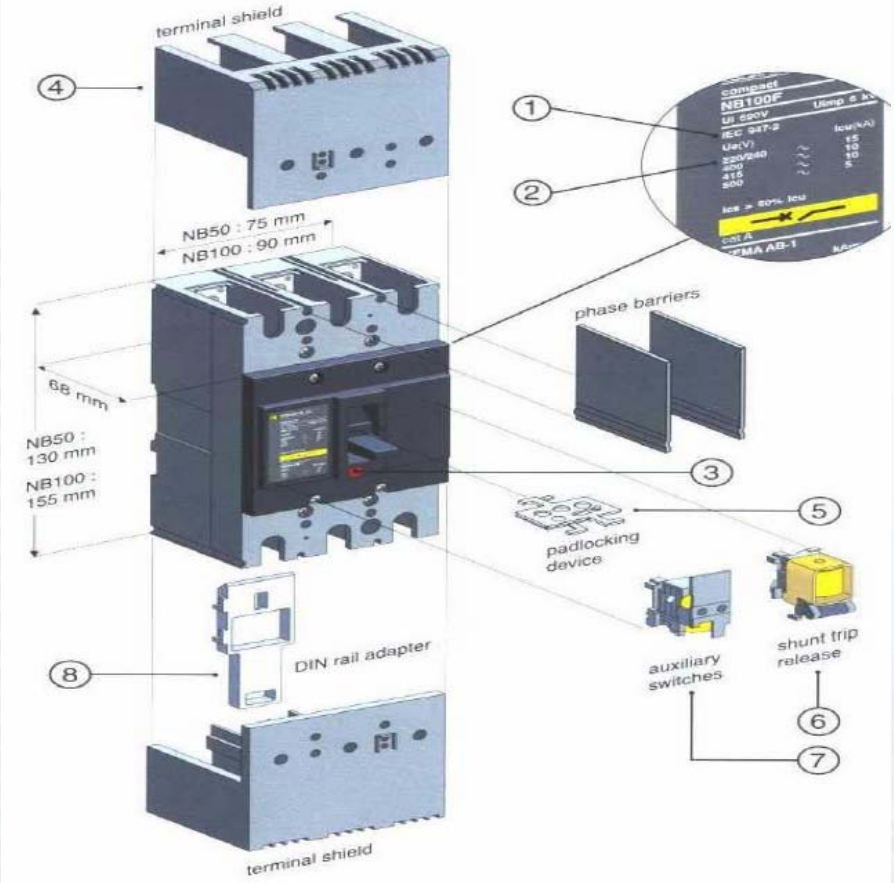


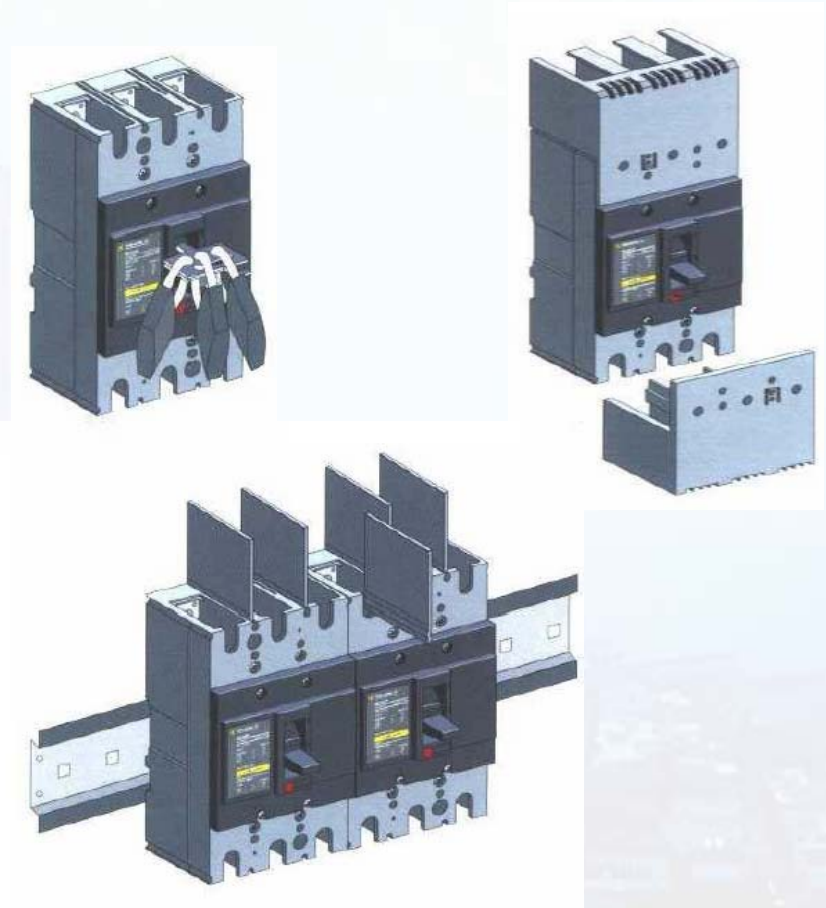
หน้า 146

อุปกรณ์เสริม (Accessory)

มีวัตถุประสงค์ในการใช้เพื่อ :

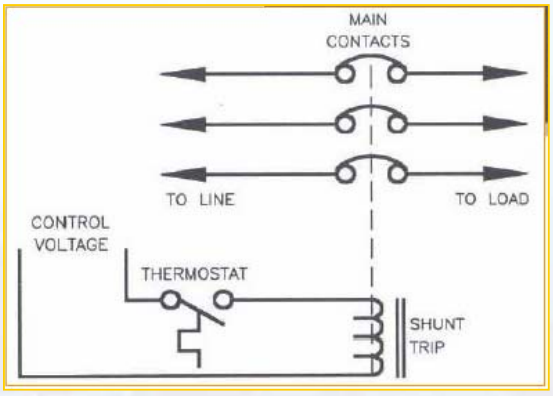
- เพื่อความสะดวกในการใช้งาน
- เพื่อความปลอดภัย





Shunt Trip

- เป็นชุดควบคุมการทริประยะไกล
- ใช้สั่งปลดวงจรจากภายนอกหรือจุดห่างจากตัวเซอร์กิตเบรกเกอร์



Under Voltage Trip

- ใช้ติดตั้งเพื่อตรวจจับแรงดัน ที่จ่ายเข้ามายังเบรคเกอร์
- แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่าที่กำหนดก็จะสั่งปลดเบรคเกอร์ทันที

Auxiliary Switch

- แสดงสถานะของเบรคเกอร์ขณะนั้นว่า ON หรือ OFF / TRIP

พิกัดกระแสของเซอร์กิตเบรกเกอร์

• พิกัดกระแสที่ควรรู้จัก มี 3 ตัว คือ

1. Ampere Trip (AT)

2. Ampere Frame (AF)

3. Interrupting Capacity (IC)

Ampere Trip (AT)

• พิกัดกระแส handle rating ซึ่งบอกให้รู้ว่าสามารถทนกระแสใช้งานใน***ภาวะปกติ***ได้สูงสุดเท่าใด

• มักแสดงค่าไว้ที่ name plate หรือด้ามโยกของเบรคเกอร์

• มาตรฐานของ NEC 1990 paragraph240-6 กำหนดดังนี้

15 , 60 , 70 , 80 , 90 , 100 , 110 , 125 , 150 , 175 , 200 , 225 , 250 , 300 , 350 , 400 , 450 , 600 , 700 , 800 , 1000 , 1200 , 1600 , 2000 , 2500 , 3000 , 4000 , 5000 , 6000 A.

Ampere Frame (AF) / พิกัดกระแสโครง

- พิกัดการทนกระแสสูงสุดของเบรคเกอร์ในรุ่นนั้นๆ
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาด AF เดียวกัน จะมีขนาดมิติ (กว้าง x ยาว x สูง) เท่ากัน
- สามารถเปลี่ยนพิกัด Ampere Trip ได้โดยที่ขนาด (มิติ) ของเบรคเกอร์ยังคงเท่าเดิม
- ค่า AF ตามมาตรฐาน NEMA มีดังนี้

50 , 100 , 225 , 250 , 400 , 600 , 800 , 1000 , 1200 , 1600 , 2000 , 2500 , 4000 , 5000 AF

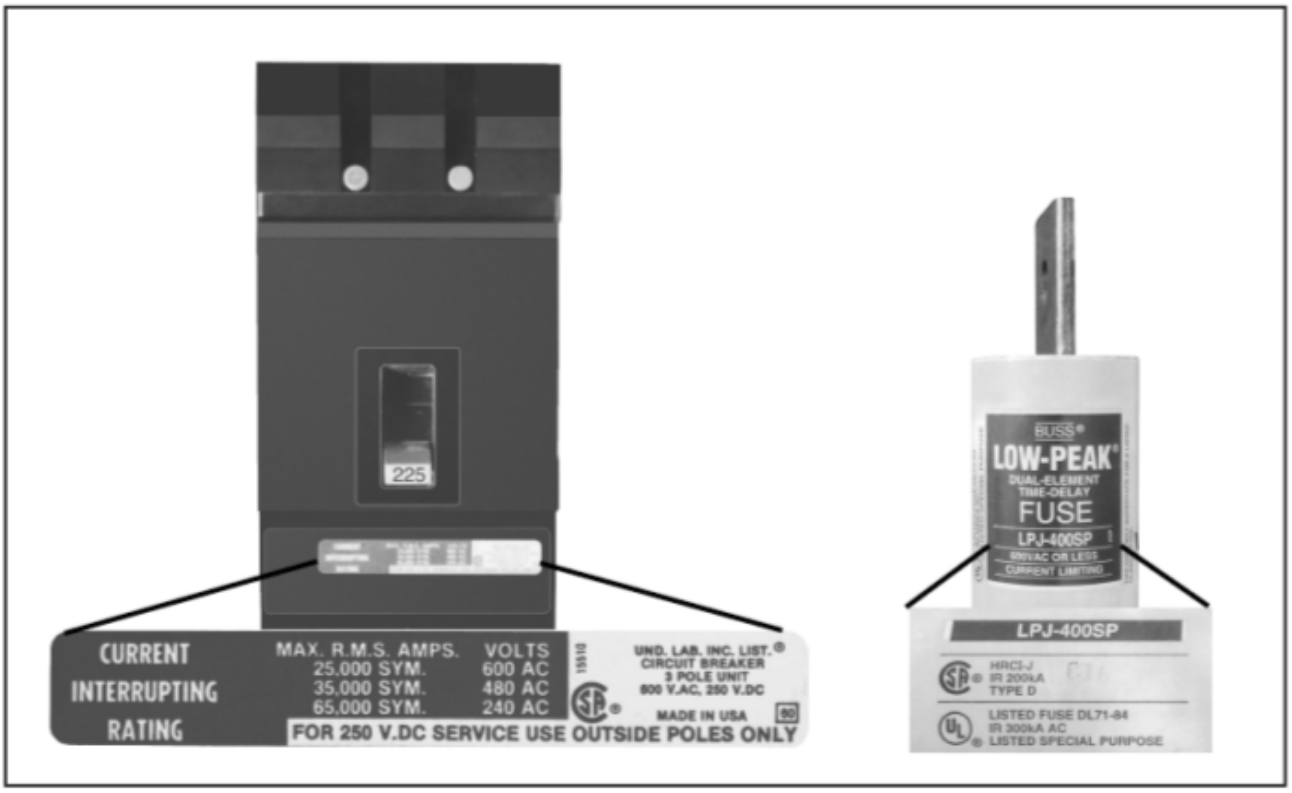
มาตรฐาน AT และ AF ตามมาตรฐานของสหรัฐอเมริกา

Ampere Frame	Ampere Trip
50	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50
100	15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, 60, 70, 80, 90, 100
250	70, 80, 90, 100, 110, 125, 150, 175, 200, 225
400	125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400
600	125, 150, 175, 200, 225, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600
800	250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800
1200	250, 300, 350, 400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200
1600	400, 450, 500, 600, 700, 800, 1000, 1200, 1600
3000	2000, 2500, 3000
4000	4000
5000	5000
6000	6000

Interrupting Capacity (IC)

- พิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุดโดยปลอดภัยของเบรคเกอร์นั้นๆ
- ปกติกำหนดค่าการทนกระแสเป็น kA.
- ค่า IC บอกให้รู้ว่าเบรคเกอร์ที่ใช้ มีความปลอดภัยมากน้อยเพียงใด
- การเลือกค่ากระแส IC จะต้องรู้ค่ากระแสลัดวงจร ณ. จุดนั้นๆ

ค่ากระแส IC บนตัวอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน



มาตรฐานขนาด IC ของเซอร์กิตเบรกเกอร์

240 Volt	480 Volt
10 kA	14 kA
18 kA	25 kA
22 kA	30 kA
42 kA	35 kA
65 kA	50 kA
	65 kA
100 kA	150 kA
200 kA	

การระเบิดเนื่องจากใช้ค่า IC น้อยกว่ากระแสลัดวงจร

Circuit Breaker

Fuse

มาตรฐานเซอร์กิตเบรกเกอร์

- ว.ส.ท. แนะนำให้ใช้งานตามมาตรฐาน IEC แบ่งเป็น

1. IEC 898 หรือ IEC 60898

- สำหรับบ้านอยู่อาศัย และ อาคารทั่วไป

2. IEC 947-2 หรือ IEC 60947-2

- สำหรับงานอุตสาหกรรม

ตารางเปรียบเทียบระหว่าง IEC 898 กับ IEC 947-2

	IEC 60898	IEC 60947-2
กลุ่มผู้ใช้งาน	บ้านอยู่อาศัย / อาคารทั่วไป	โรงงานอุตสาหกรรม
พิกัดแรงดัน (Ue) (phase to phase)	≤ 440 Vac	≤ 1000 Vac
พิกัดกระแสใช้งาน (In)	Min = 6 A Max = 125 A	กำหนดโดยผู้ผลิต (มีค่าสูงสุดหลายพันแอมแปร์)
พิกัดการตัดกระแสลัดวงจร (Breaking Capacity) - Icu (Ultimate) - Ics(Service)	 Icu = Icn (1.5 kA ถึง 25 kA) 0.5 ถึง 1.0 Icn (ขึ้นอยู่กับขนาดของ Icn ตามมาตรฐาน IEC)	 Icu (กำหนดโดยผู้ผลิต) 0.25 ถึง 1.0 Icn (กำหนดโดยผู้ผลิต)
การทดสอบพิกัดกระแสลัดวงจร	มีภาระการทดสอบที่รุนแรงกว่า(เฉพาะ CB ที่มีพิกัดกระแสลัดวงจรไม่มากนัก)	มีภาระการทดสอบที่น้อยกว่า
Thermal Trip	1.13 In ถึง 1.45 In	1.05 ถึง 1.30 In
Magnetic Triip	Curve B , C , D B : ตัดทันทีที่ ≥ 3-5 In C : ตัดทันทีที่ ≥ 5-10 In D : ตัดทันทีที่ ≥ 10-50 In (ตัดทันที : t < 0.1 วินาที)	กำหนดโดยผู้ผลิต

คำจำกัดความพิกัดกระแสตามมาตรฐาน IEC

- In คือ พิกัดกระแสใช้งาน
- Icn คือ พิกัดกระแสลัดวงจร
- Icu คือ พิกัดการตัดกระแสลัดวงจรสูงสุด

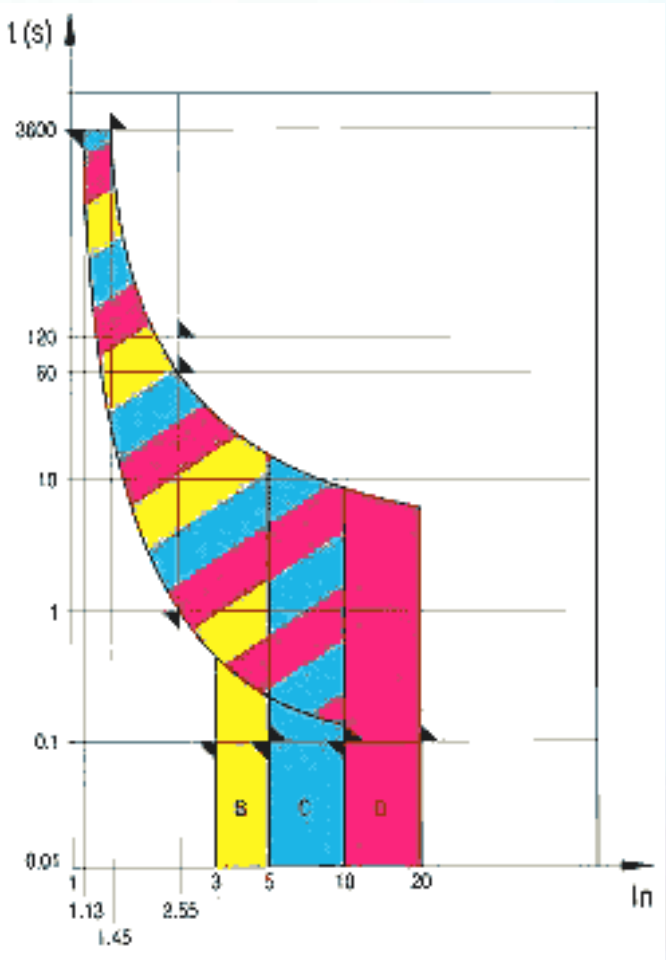
→ ไม่คำนึงว่าจะสามารถรับกระแสใช้งานปกติหลังการทดสอบได้หรือไม่

- Ics คือ พิกัดการตัดกระแสลัดวงจรใช้งาน

→ ภายหลังการทดสอบจะต้องสามารถรับกระแสใช้งานปกติหลังการทดสอบได้อย่างต่อเนื่อง

Thermal Trip

- **IEC 898**
  - 1.13 ถึง 1.45 In
- **IEC 947-2**
  - 1.05 ถึง 1.30 In



Magnetic Trip

- **IEC 898** เส้นโค้ง (curve) B, C, D

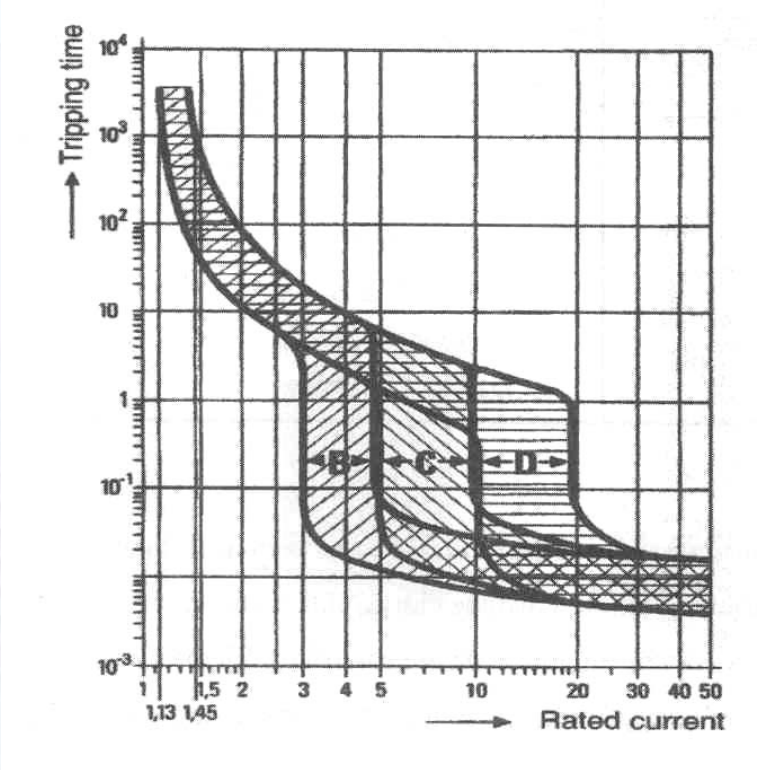
B ตัดทันที ที่	>	3-5 In
C ตัดทันที ที่	>	5 - 10 In
D ตัดทันที ที่	>	10 - 50 In

- **IEC 947-2** - กำหนดโดยผู้ผลิต

รายละเอียดของเส้นโค้ง (curve) B, C, D

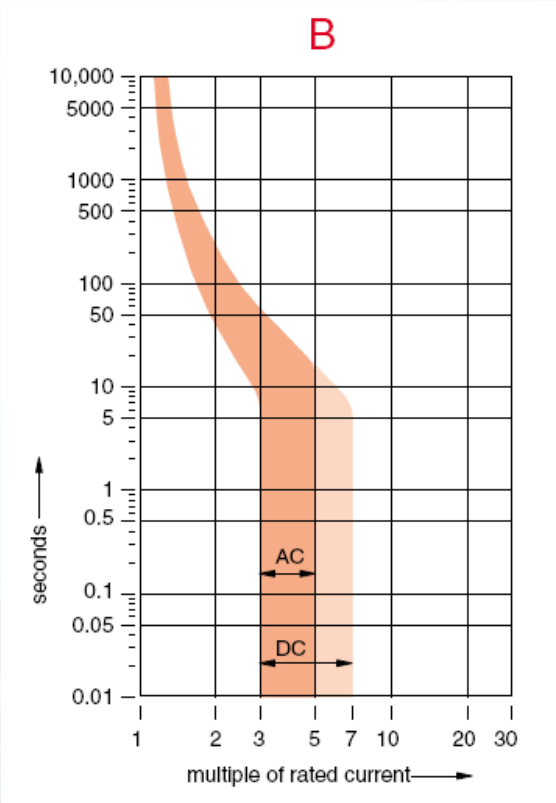
ประเภท	ช่วงกระแสไฟฟ้าเกินที่มีการตัดทันที	การนำไปใช้งาน
B	> 3 In ถึง 5 In	ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าที่ไม่มีกระแสไฟกระโชก(Inrush Current) หรือ เสิร์จสวิตซ์ชิ่ง(Switching Surge)
C	> 5 In ถึง 10 In	ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าทั่วไปที่อาจมีกระแสไฟกระโชก(Inrush Current) เช่นไฟแสงสว่างฟลูออเรสเซนต์ ,มอเตอร์เล็กๆ , เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น
D	> 10 In ถึง 50 In	ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟกระโชก(Inrush Current) สูง เช่น เครื่องเชื่อม เครื่องเอกซเรย์ เป็นต้น

Magnetic Trip



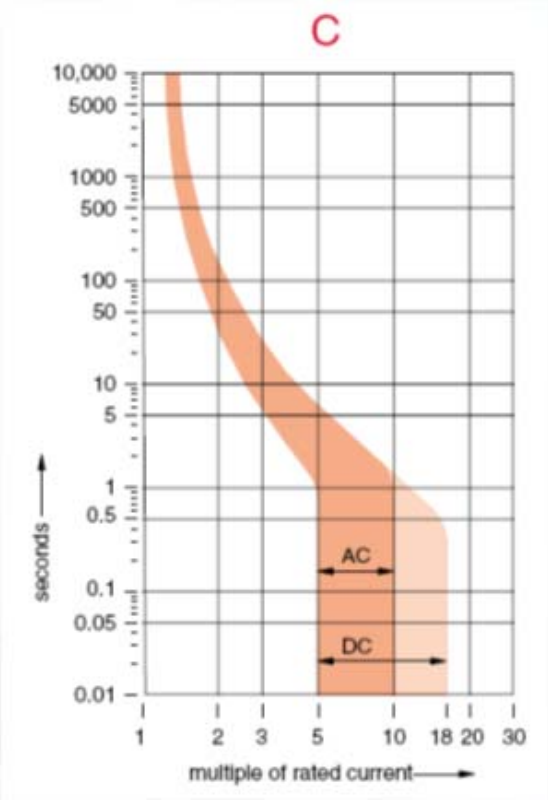
IEC 898 Type B

ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าที่ไม่มีกระแสไฟกระโชก (Inrush Current) หรือ เสิร์จสวิตชิ่ง (Switching Surge)



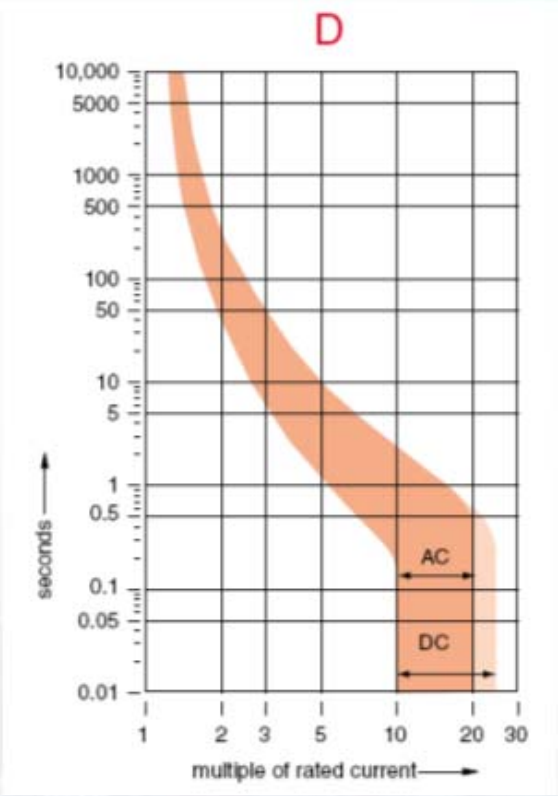
IEC 898 Type C

ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าทั่วไป ที่อาจมีกระแสไฟกระโชก (Inrush Current) เช่น ไฟแสงสว่างฟลูออเรสเซนต์, มอเตอร์เล็กๆ, เครื่องปรับอากาศ เป็นต้น



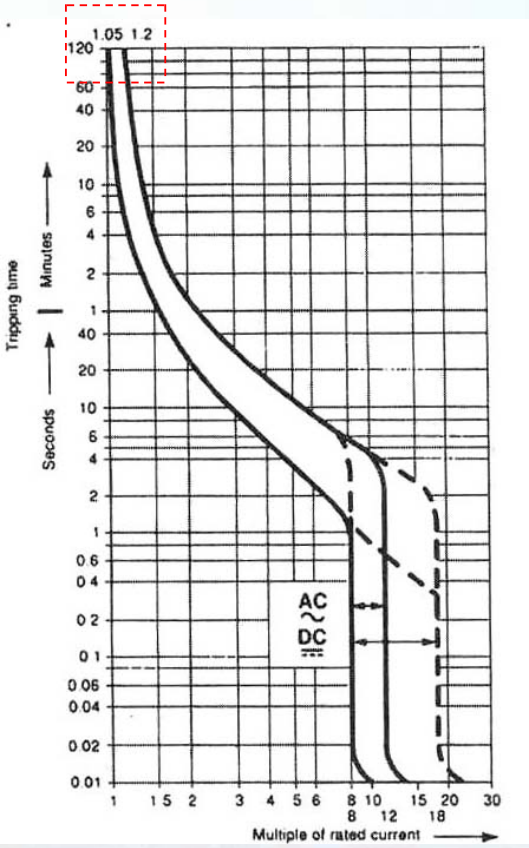
IEC 898 Type D

ใช้สำหรับวงจรไฟฟ้าที่มีกระแสไฟกระโชก (Inrush Current) เช่น เครื่องเชื่อม, เครื่องเอกซเรย์ เป็นต้น

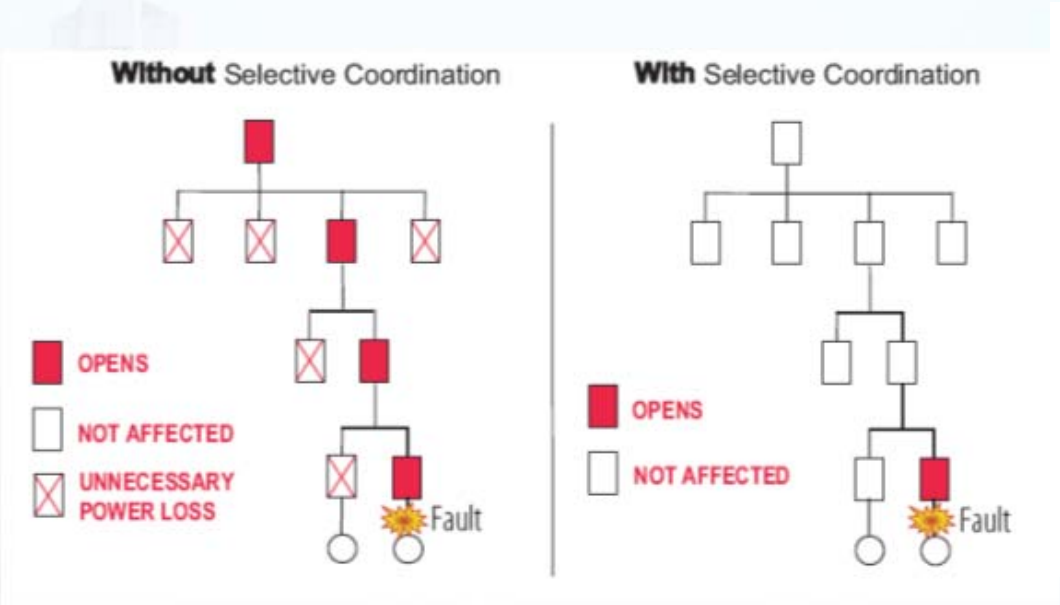


IEC 947 - 2

ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรม



การจัดลำดับการทำงานร่วมกัน (Co – Ordination)



การจัดลำดับการทำงานร่วมกัน (Co – Ordination)

มี 2 รูปแบบ คือ **1. ใช้ตาราง**

2. ใช้กราฟ

1. การจัดลำดับการทำงานร่วมกัน โดยใช้ตาราง

- โดยมากใช้จัดการทำงานร่วมกันของ *ฟิวส์*
- บริษัทผู้ผลิตจะมีตารางสำหรับการเลือกใช้ที่เหมาะสมให้

หลักการ

พิจารณาขนาดอัตราส่วนของพิกัดกระแสฟิวส์ด้านสายจ่าย (Line Side) และพิกัดกระแสฟิวส์ด้าน โหลด (Load Side) ไม่ให้น้อยกว่าค่าที่กำหนด

* Selectivity Ratio Guide (Line-Side to Load-Side) for Blackout Prevention

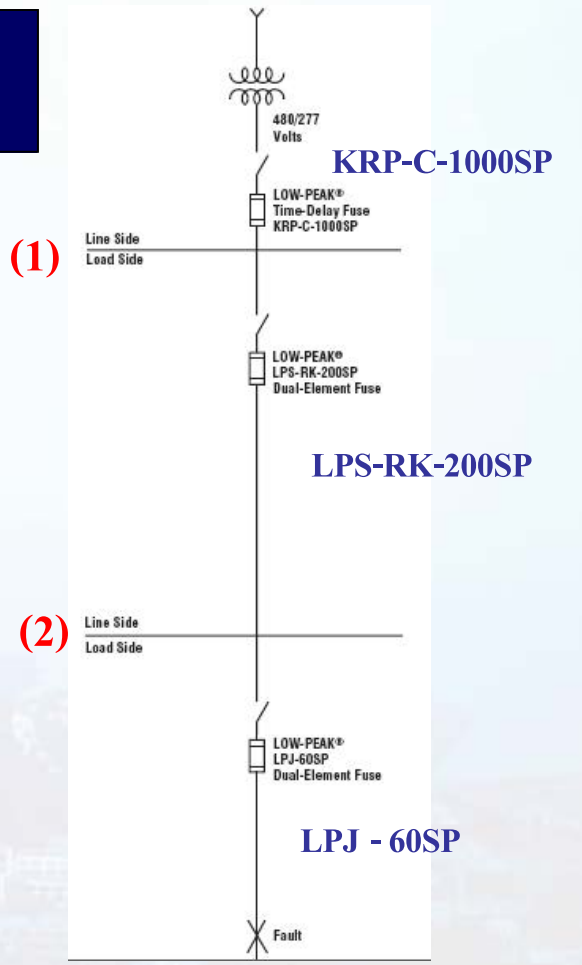
Circuit		Load-Side Fuse											
Current Rating				601-6000A	601-4000A	0-600A			601-6000A	0-600A	0-1200A	0-600A	0-60A
Type				Time-Delay	Time-Delay	Dual-Element Time-Delay			Fast-Acting	Fast-Acting			Time-Delay
		Trade Name		LOW-PEAK® YELLOW	LIMITRON	LOW-PEAK® YELLOW		FUSETRON®	LIMITRON	LIMITRON	T-TRON®	LIMITRON	SC
		Class		(L)	(L)	(RK1)	(J)	(RK5)	(L)	(RK1)	(T)	(J)	(G)
		Buss® Symbol		KRP-C_SP	KLU	LPN-RK_SP LPS-RK_SP	LPJ-SP	FRN-R FRS-R	KTU	KTN-R KTS-R	JJN JJS	JKS	SC
Line-Side Fuse													
601 to 6000A	Time-Delay	LOW-PEAK® YELLOW (L)	KRP-C_SP	2:1	2.5:1	2:1	2:1	4:1	2:1	2:1	2:1	2:1	N/A
601 to 4000A	Time-Delay	LIMITRON (L)	KLU	2:1	2:1	2:1	2:1	4:1	2:1	2:1	2:1	2:1	N/A
0 to 600A	Dual-Element	LOW-PEAK® YELLOW (RK1)	LPN-RK_SP	–	–	2:1	2:1	8:1	–	3:1	3:1	3:1	4:1
		(J)	LPS-RK_SP LPJ-SP	–	–	2:1	2:1	8:1	–	3:1	3:1	3:1	4:1
		FUSETRON® (RK5)	FRN-R FRS-R	–	–	1.5:1	1.5:1	2:1	–	1.5:1	1.5:1	1.5:1	1.5:1
601 to 6000A	Fast-Acting	LIMITRON (L)	KTU	2:1	2.5:1	2:1	2:1	6:1	2:1	2:1	2:1	2:1	N/A
0 to 600A		LIMITRON (RK1)	KTN-R KTS-R	–	–	3:1	3:1	8:1	–	3:1	3:1	3:1	4:1
0 to 1200A		T-TRON® (T)	JJN JJS	–	–	3:1	3:1	8:1	–	3:1	3:1	3:1	4:1
0 to 600A		LIMITRON (J)	JKS	–	–	2:1	2:1	8:1	–	3:1	3:1	3:1	4:1
0 to 60A	Time-Delay	SC (G)	SC	–	–	3:1	3:1	4:1	–	2:1	2:1	2:1	2:1

* **Note:** At some values of fault current, specified ratios may be lowered to permit closer fuse sizing. Plot fuse curves or consult with Bussmann®.
General Notes: Ratios given in this Table apply only to Buss® fuses. When fuses are within the same case size, consult Bussmann®.

ตัวอย่างที่ 2

จงพิจารณาระบบไฟฟ้าดังรูป มีการจัดลำดับการทำงานร่วมกันของฟิวส์เหมาะสมหรือไม่

โดยการใช้ค่าจากตาราง



จุดที่ 1 → **KRP-C-1000SP** กับ **LPS-RK-200SP**

อัตราส่วน พิกัดฟิวส์ด้านสายจ่าย (Line side) ต่อด้านโหลด (Load Side)

= 1000 : 200

= 5 : 1

จากตาราง พบว่าค่าที่เหมาะสมต้องไม่น้อยกว่า 2 : 1

การจัดลำดับการทำงานร่วมกัน → เหมาะสม

จุดที่ 2 → **LPS-RK-200SP** กับ **LPJ - 60SP0**

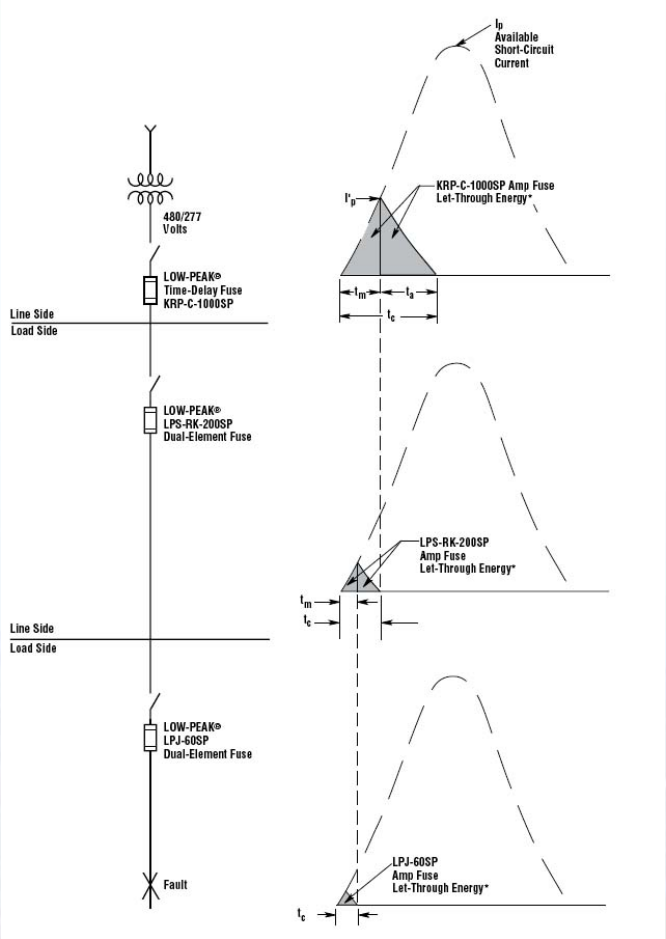
อัตราส่วน พิกัดฟิวส์ด้านสายจ่าย (Line side) ต่อด้านโหลด (Load Side)

= 200 : 60

= 3.33 : 1

จากตาราง พบว่าค่าที่เหมาะสมต้องไม่น้อยกว่า 2 : 1

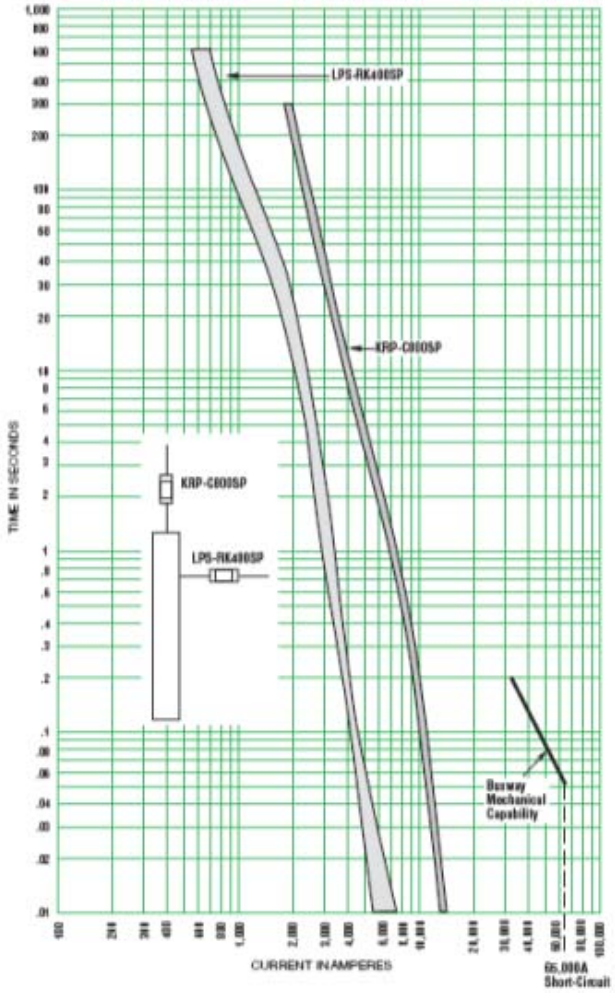
การจัดลำดับการทำงานร่วมกัน → เหมาะสม



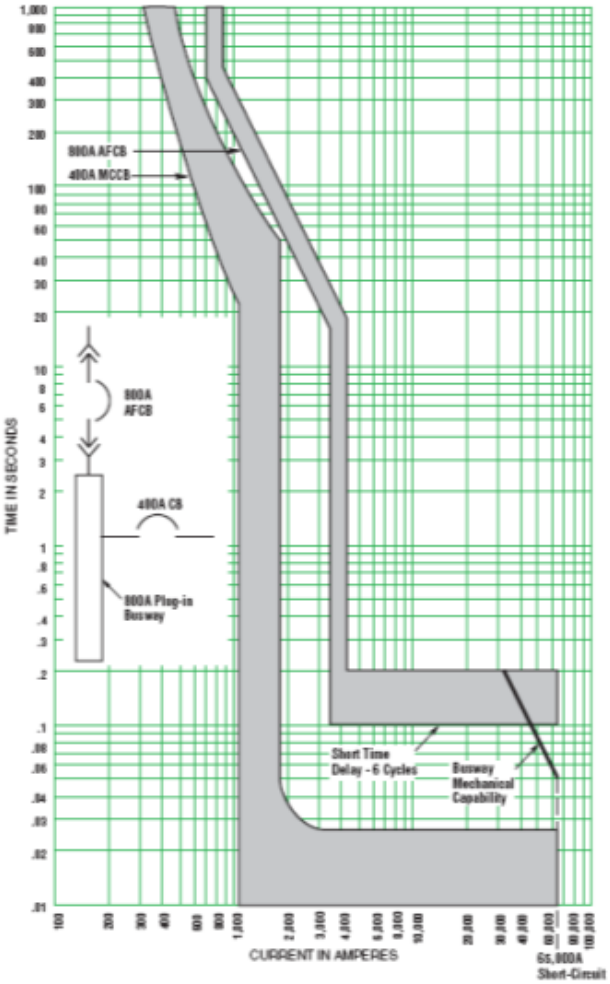
2. การจัดลำดับการทำงานร่วมกัน โดยใช้กราฟ

- เป็นวิธีที่ใช้กันอย่างแพร่หลาย
- ใช้กราฟคุณสมบัติเวลา – กระแส ของอุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินทุกตัวในวงจร มาพลอตลงบนกราฟแผ่นเดียวกัน
- การจัดลำดับที่ดี เส้นกราฟของอุปกรณ์ป้องกันทุกตัวไม่ควรซ้อนทับ (Overlap) กัน

ลักษณะการจัดลำดับ
การทำงานร่วมกัน ที่ดี



ลักษณะการจัดลำดับ
การทำงานร่วมกัน ที่ดี



ลักษณะการจัดลำดับการทำงานร่วมกัน ที่ไม่ดี

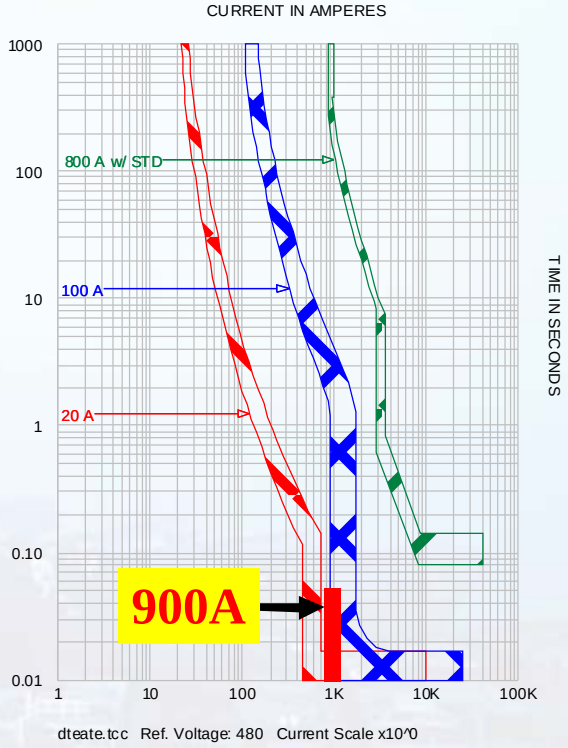
Not Coordinated above 900A

800 A. CB
STD @ 0.1 Seconds

100 A. CB
IT Non Adjustable

20 A. CB
IT Non Adjustable

Coordinated for overloads and faults less than 900A



ลักษณะการจัดลำดับการทำงานร่วมกัน ที่ไม่ดี

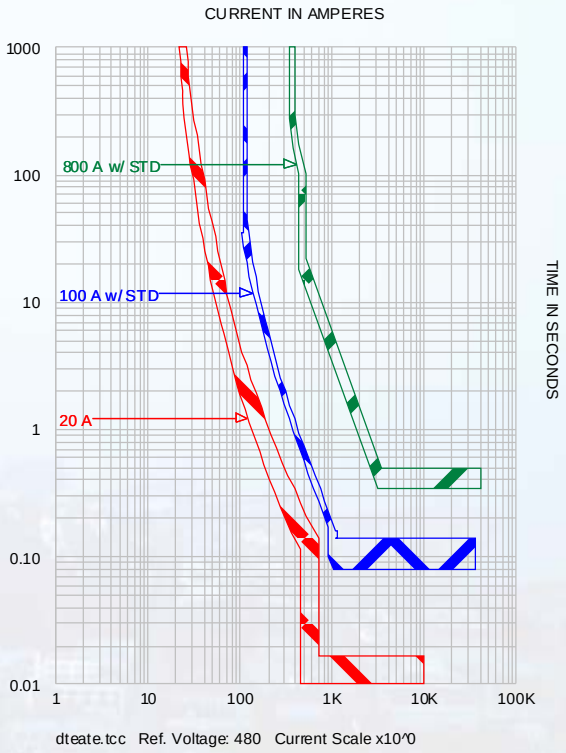
Selectively Coordinated up to CBs' Interrupting Ratings

800 A. CB
STD @ 0.4 Seconds

100 A. CB
STD @ 0.1 Seconds

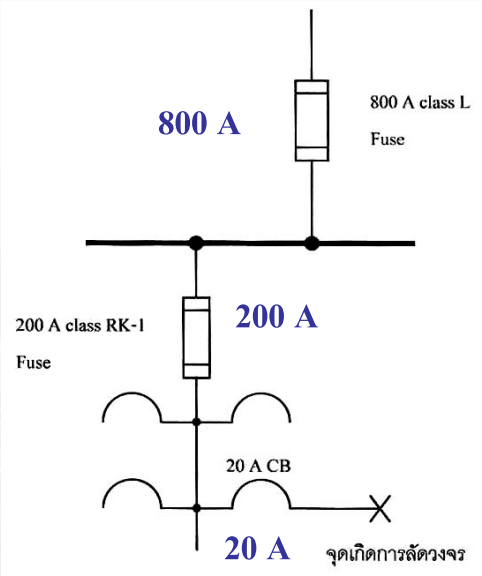
20 A. CB
IT Non Adjustable

Overcurrents of any level up to CBs' Interrupting Ratings

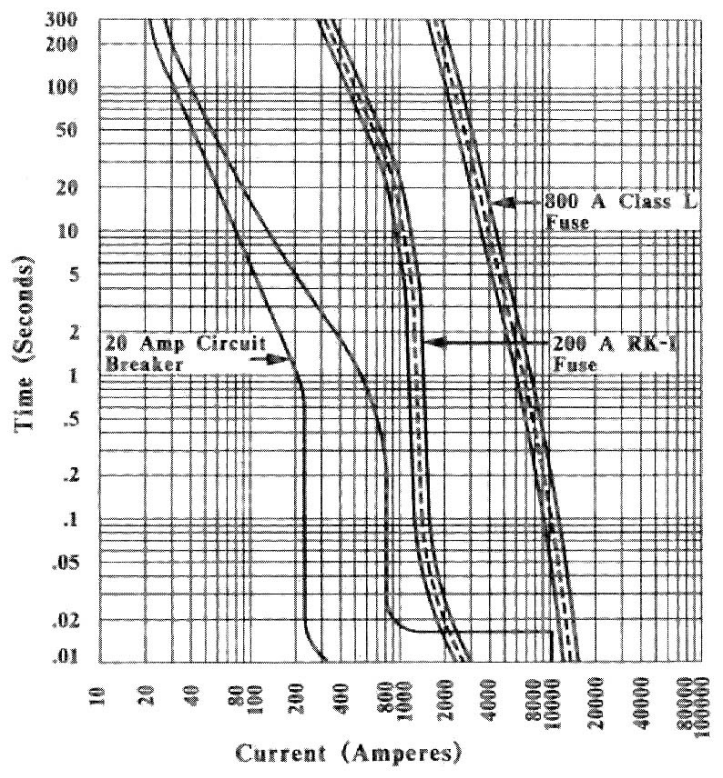


ตัวอย่างที่ 3

จงแสดงการจัดทำการจัดลำดับการทำงานร่วมกันของระบบไฟฟ้า ตามไดอะแกรมเส้นเดียว ดังรูป



• นำกราฟคุณสมบัติของอุปกรณ์ป้องกันทุกตัวในระบบ มาเขียนในกราฟเดียวกัน ได้เป็น



การเลือกใช้อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน ในแผงจ่ายระบบไฟฟ้า

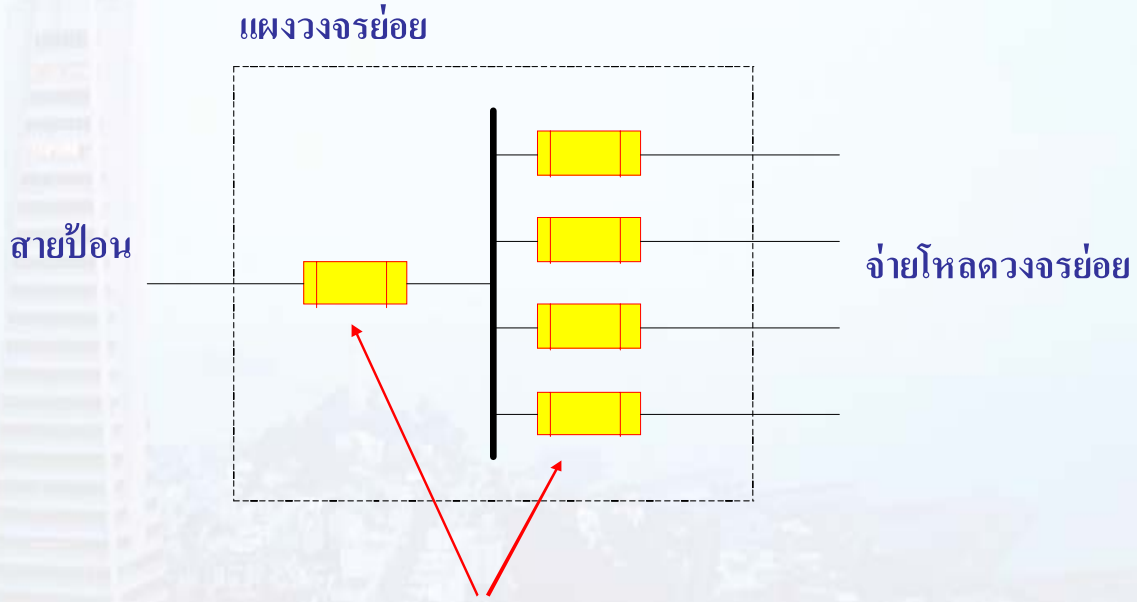
- พิจารณาถึงลักษณะงานที่ใช้และชนิดของโหลดที่ใช้งาน
- คำนึงถึงความสะดวกในการใช้งาน
- ขนาดกระแสลัดวงจร
- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้ง

รูปแบบการติดตั้งระบบป้องกันในแผงจ่ายระบบไฟฟ้า

พิจารณาได้ 3 รูปแบบ คือ

1. Fused(ฟิวส์) Main / Fused Branches
2. Fused Main / Circuit Breaker Branches
3. Circuit Breaker Main / Circuit Breaker Branches

1. Fused Main / Fused Branches

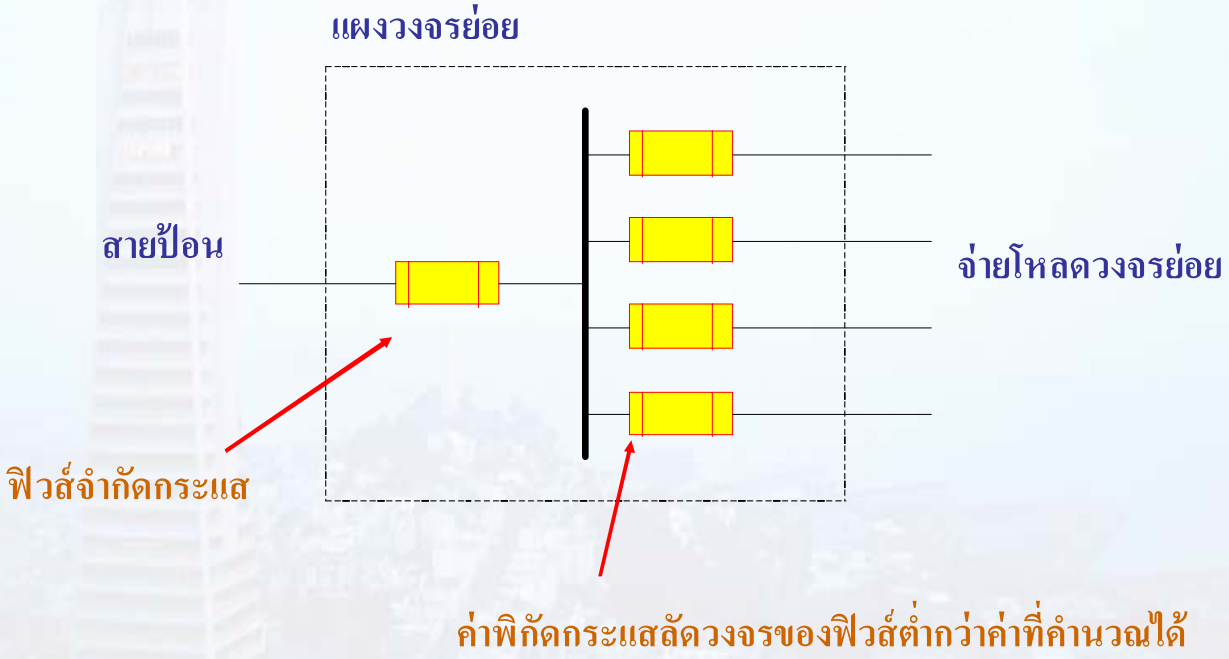


ค่าพิกัดกระแสลัดวงจรของฟิวส์ทุกตัวต้องมากกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่คำนวณได้

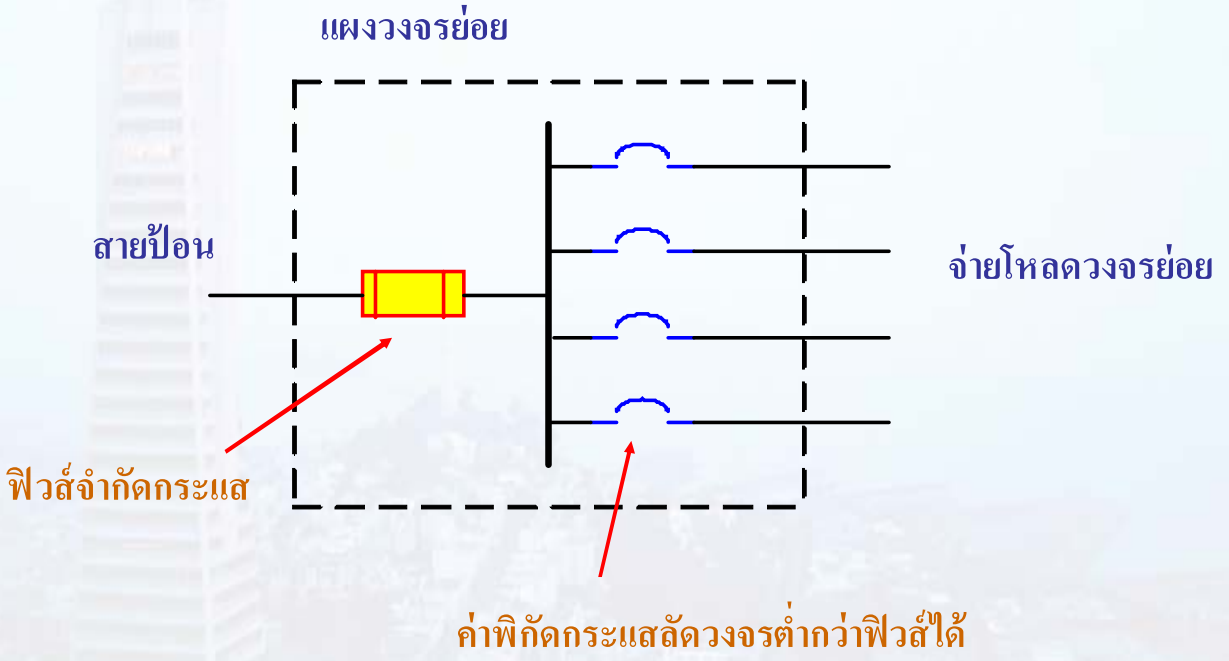
1. Fused Main / Fused Branches

- ค่าใช้จ่ายในการติดตั้งไม่สูง
- ยุ่งยากในการเปลี่ยนฟิวส์ และต้องมีสำรองไว้เสมอ
- ฟิวส์ทุกตัวในวงจรต้องมีค่าทนพิกัดกระแสลัดวงจรมากกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่คำนวณได้

1. Fused Main / Fused Branches



2. Fused Main / Circuit Breaker Branches

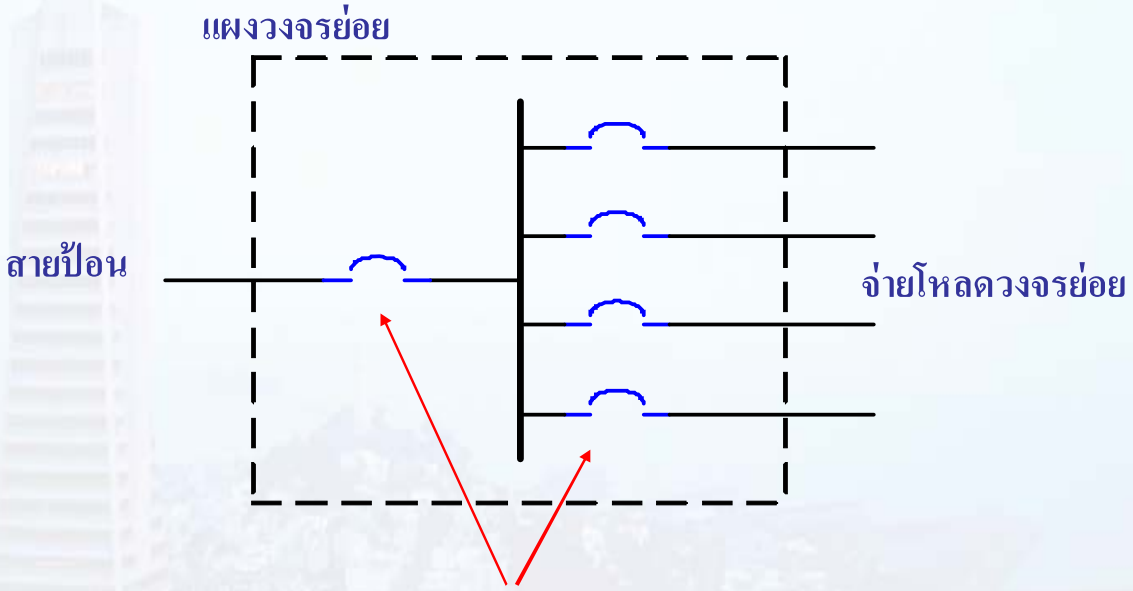


2. Fused Main / Circuit Breaker Branches

- สะดวกในการไม่ต้องมีฟิวส์สำรองไว้ สำหรับวงจรย่อย
- ถ้าใช้ฟิวส์จำกัดกระแส จะทำให้ค่ากระแสลัดวงจรของระบบลดลง
- ต้องจัดการทำงานร่วมกันของฟิวส์และเซอร์กิตเบรกเกอร์ให้ดี

จัดยากสุด

3. Circuit Breaker Main / Circuit Breaker Branches

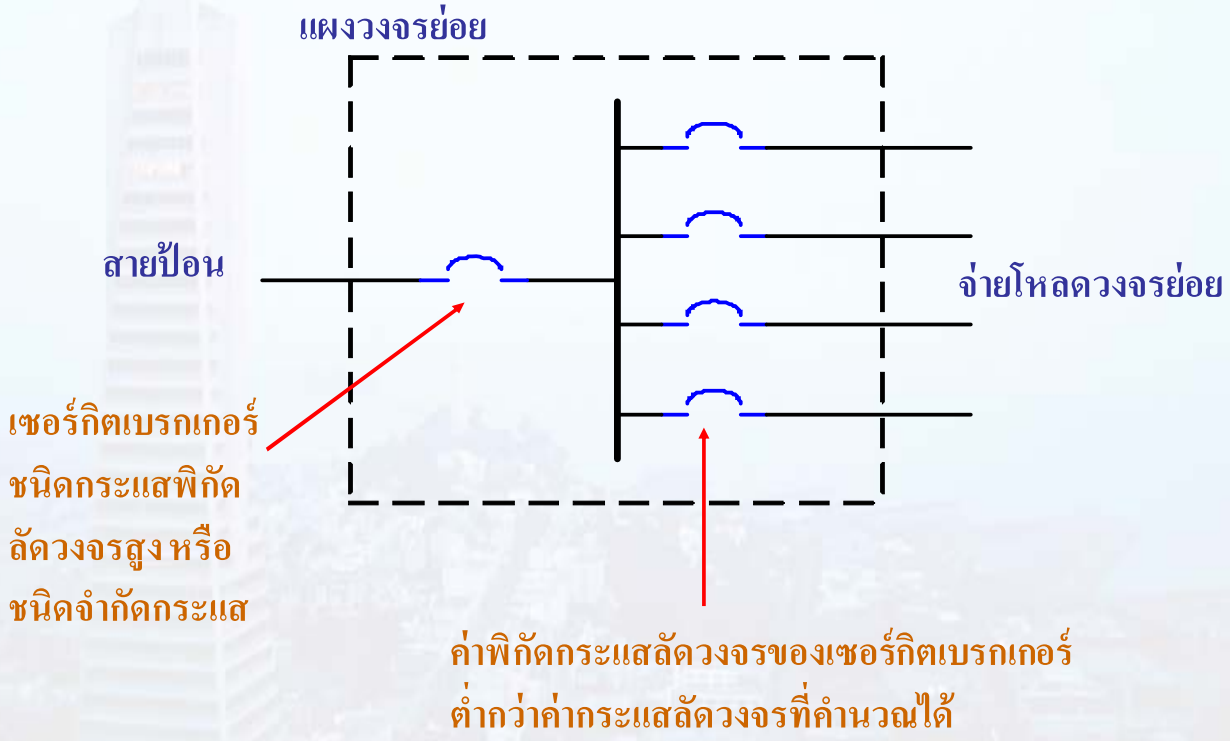


ค่าพิกัดกระแสลัดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์ทุกตัวต้องมากกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่คำนวณได้

3. Circuit Breaker Main / Circuit Breaker Branches

- เป็นวิธีที่นิยมใช้มากที่สุดในปัจจุบัน
- เมื่อแก้ปัญหาผิดปกติในระบบแล้ว สามารถต่อวงจรเข้าไปในระบบได้ทันที
- นิยมติดตั้งในแผงกระจายโหลดวงจรย่อยสำเร็จรูป (Load Center)
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ทุกตัวต้องมีค่าพิกัดกระแสลัดวงจรสูงกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่คำนวณได้ → (ค่าใช้จ่ายสูงมาก)

3. Circuit Breaker Main / Circuit Breaker Branches



การใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์สวิตช์

- มักเจอในวงจรย่อยแสงสว่าง
- ใช้ Miniature Circuit Breaker เป็นอุปกรณ์สวิตช์ ปิด-เปิดวงจรด้วย และ เป็นอุปกรณ์ป้องกันในตัวเดียวกัน
- สามารถทำได้ เมื่อเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใช้ ต้องเป็นชนิดที่ระบุว่าสามารถใช้เป็นสวิตช์ได้

พิมพ์ตัวอักษร **"SWD"** ไว้

การใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นอุปกรณ์สวิตช์