ลือชัย ทองนิล...

ประธานคณะกรรมการ
สาขาไฟฟ้า วสท.

การออกแบบและคำนวณโหลด เพื่อเลือกขนาด Circuit Breaker

เกี่ยวกับวิทยากร...โดยย่อ

นายลือชัย ทองนิล

ได้รับรางวัล AFEO Honorary Member Award CAFEO 31 Jakarta, Indonesia 2013

ประธานคณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วสท. (พ.ศ. 2563-2565)

กรรมการสภาวิศวกร สมัยที่ 5&6

คณะอนุกรรมการทดสอบความรู้ความชำนาญการประกอบวิชาชีพ ระดับวุฒิวิศวกร และสามัญวิศวกร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สภาวิศวกร

อดีตประธานคณะกรรมการวิชาการฯ มาตรฐานรายสาขาไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้า สมอ.

อดีตผู้อำนวยการไฟฟ้าเขตมีนบุรี การไฟฟ้านครหลวง

ประธานคณะอนุกรรมการปรับปรุงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าฯ พ.ศ. 2564

ดูงานด้านระบบไฟฟ้าในหลายประเทศเช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ฯลฯ

ที่ปรึกษาสมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย สมาคมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไทย และสมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร ฯลฯ

ผลงานวิชาการ

แต่งหนังสือ การออกแบบและติดตั้งระบบไฟฟ้า ตามมาตรฐานการไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 41 ได้รับรางวัลหนังสือยอดนิยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

แต่งหนังสือ คู่มือวิศวกรไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 19 ได้รับรางวัลหนังสือยอดนิยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

แต่งหนังสือ การตรวจความปลอดภัยระบบไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 11 ได้รับรางวัลหนังสือยอดนิยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

แต่งหนังสือ คู่มือช่างชาวบ้าน ฉบับช่างไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 13 (อัมรินทร์พริ้นติ้ง))

แต่งหนังสือ การออกแบบและติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ พิมพ์ครั้งที่ 4 (วสท.)

แต่งหนังสือ คู่มือความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานประกอบการ พิมพ์ครั้งที่ 3 (สสท.)

และอีกหลายเล่ม เช่น คู่มือการติดตั้งระบบไฟฟ้าฯ ของหลายผู้ผลิตสายไฟฟ้า

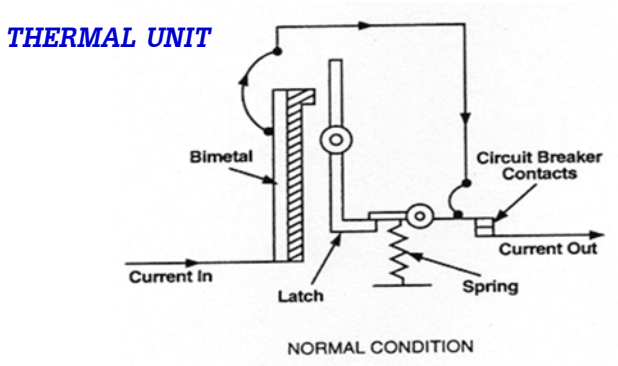
เขียนบทความ ในวารสารต่างๆ หลายเรื่อง

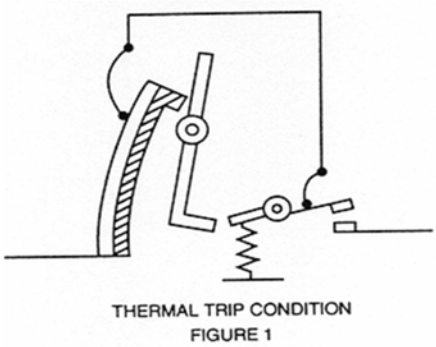
หัวข้อบรรยาย

ทำความรู้จักกับ.....LV. Circuit breaker...Type

- *Molded Case Circuit Breaker (MCCB)*
  - Thermal magnetic
  - Hydraulic magnetic
  - Electronic
  - Motor circuit breaker
- *Miniature Circuit Breaker (MCB)*
- *Air Circuit Breaker (ACB)*

หลักการทำงาน, Thermal-Magnetic





หลักการทำงาน, Thermal-Magnetic

MAGNETIC UNIT

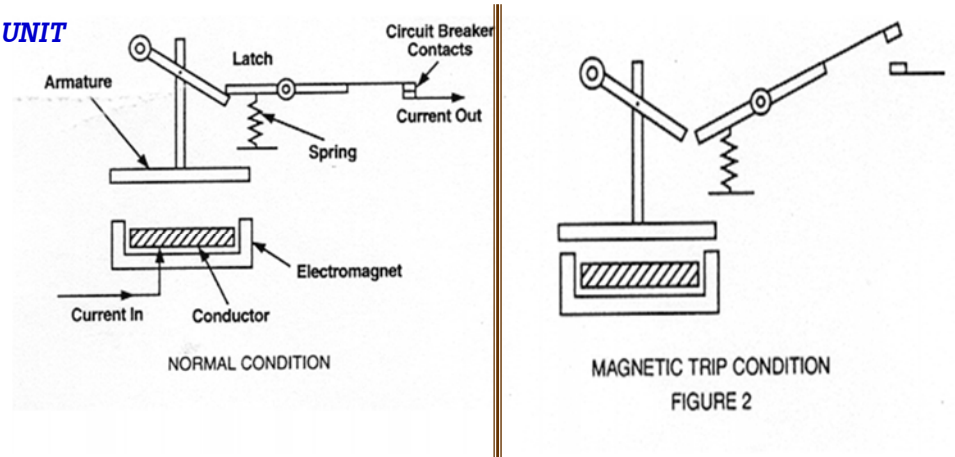
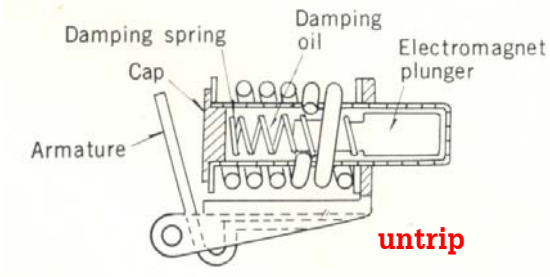
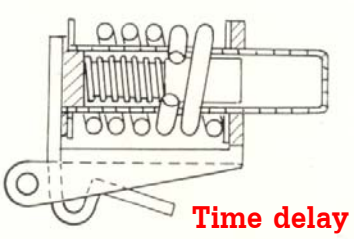
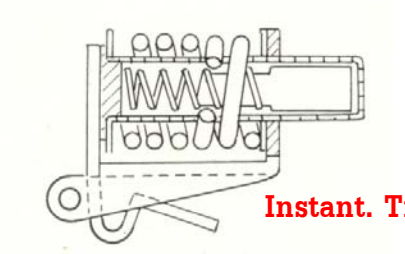


FIGURE 2

Hydraulic-Magnetic Trip Type

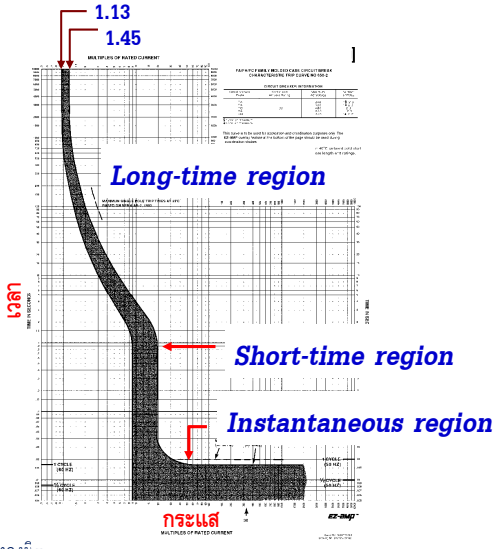




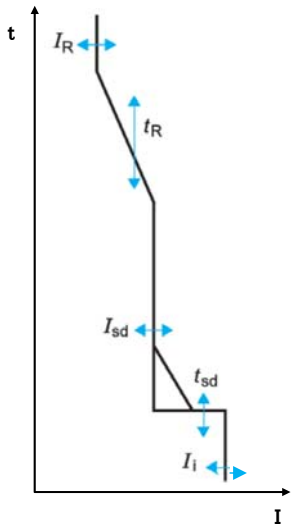


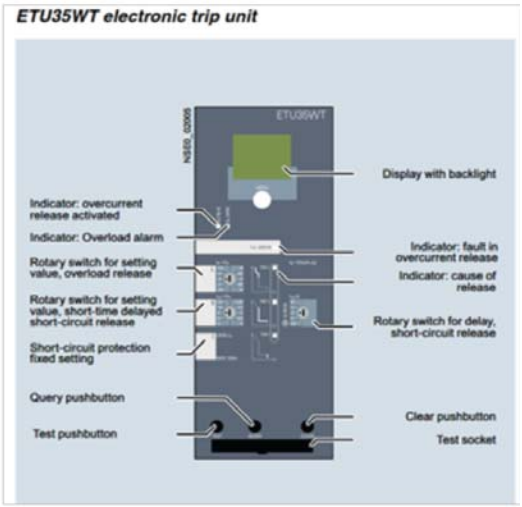
Time – Current Characteristics Curve

Thermal-Magnetic Circuit Breaker



Electronic Circuit Breaker





ETU35WT ฟังก์ชั่น LSI

Circuit Breaker

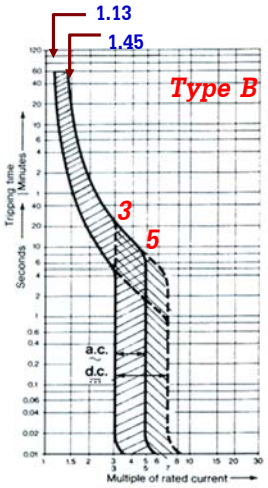
ตามมาตรฐาน การติดตั้งทางไฟฟ้าฯ

กำหนดให้เป็นไปตาม

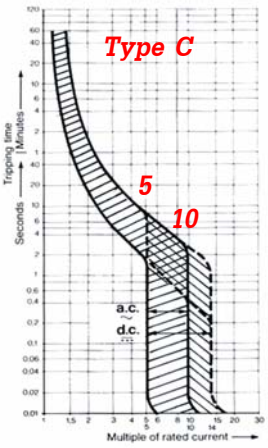
IEC 60898 &

IEC 60947-2

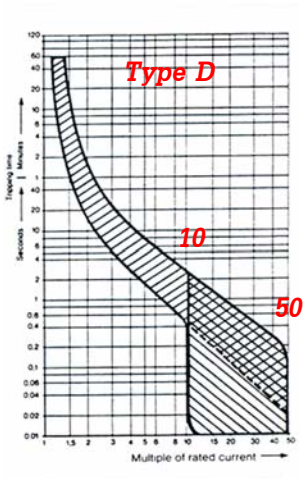
IEC 60898 Circuit breaker, Type of Trip Curve



ใช้กับ Load ที่ไม่มีไฟกระโชก เช่น พวกเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วๆ ไป

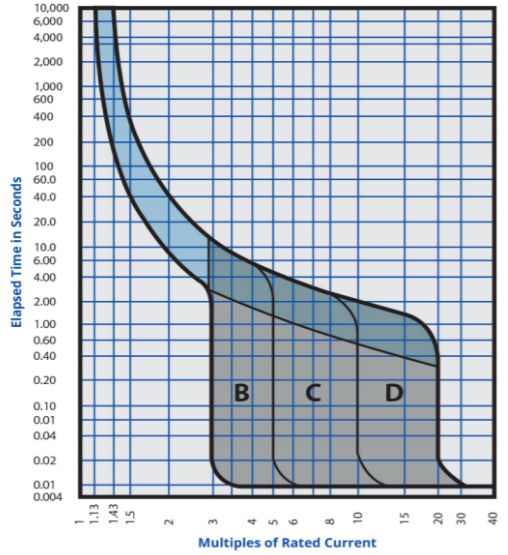


ใช้กับ Load ที่มีไฟกระโชก เช่น Fluorescent Lighting, มอเตอร์เล็กๆ, เครื่องปรับอากาศ

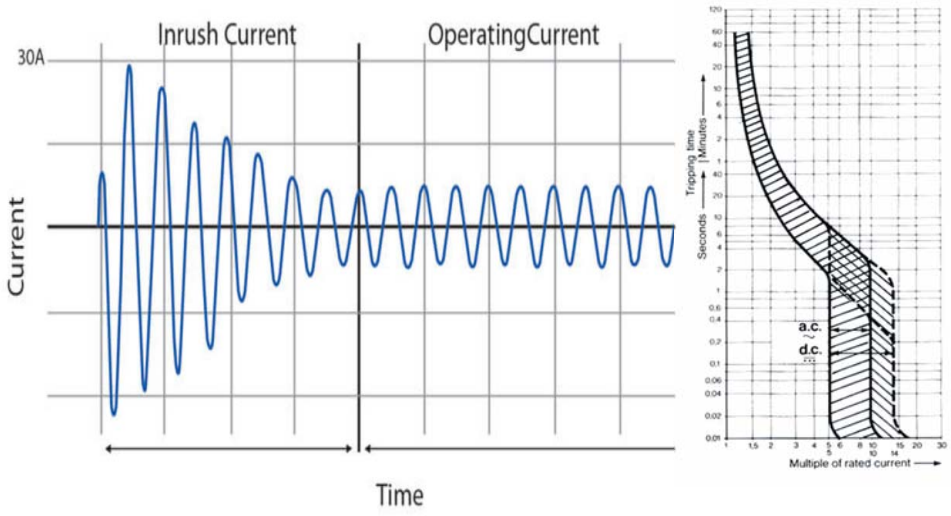


ใช้กับ Load ในงานอุตสาหกรรม ที่มีไฟกระโชกสูง เช่น เครื่องเชื่อม, เครื่อง X-ray

เปรียบเทียบ Type B, C & D

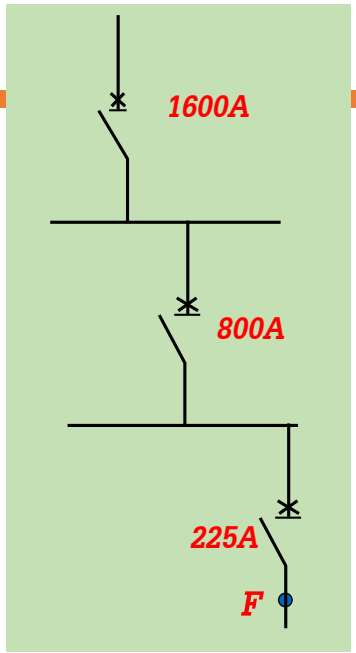


Type of trip curve selection

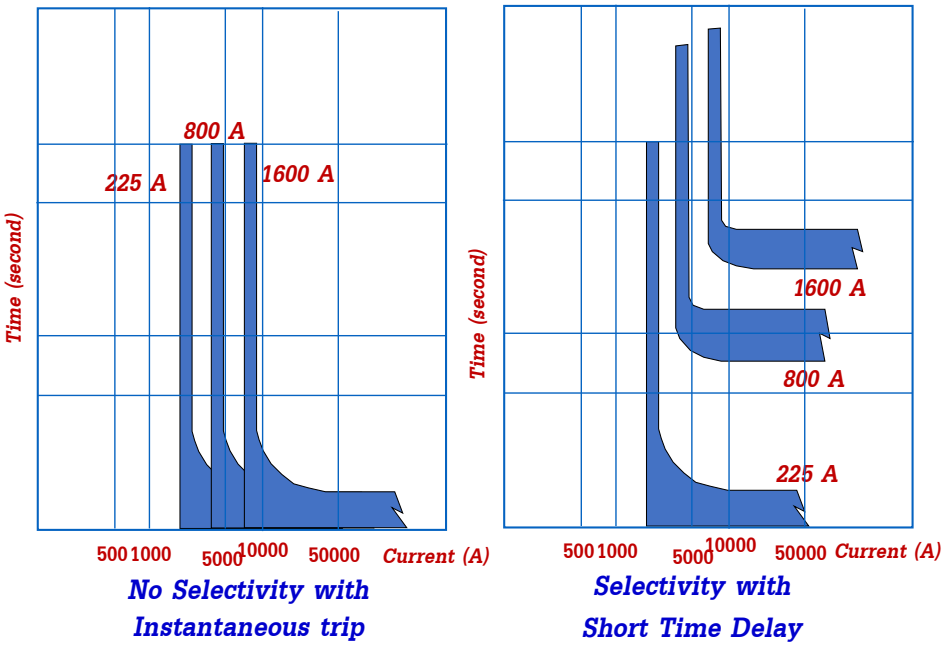


IEC 60947-2

- **Utilization Categories A** เป็นแบบที่เมื่อลัดวงจรจะปลดวงจรทันที จึงไม่เหมาะที่จะมีเบรกเกอร์ตัวอื่นมาต่ออนุกรม (downstream)
- **Utilization Categories B** เป็นแบบที่เมื่อลัดวงจรจะมีการหน่วงเวลา (สามารถปรับได้ เช่น 0.05, 0.1, 0.25 หรือ 1 sec) การปลดวงจร จึงเหมาะที่จะมีเบรกเกอร์ตัวอื่นมาต่ออนุกรมด้วย (downstream)
  - สามารถทำ Coordination ได้ง่าย
  - มี I_{cw} ด้วย ตามเวลาที่หน่วง



ประโยชน์ของการหน่วงเวลา



เปรียบเทียบ IEC 60898 และ IEC 60947-2 ตามกลุ่มผู้ใช้งาน

	IEC 60898	IEC 60947-2
กลุ่มผู้ใช้งาน	บ้านอยู่อาศัย อาคารทั่วไป	โรงงานอุตสาหกรรม (ผู้มีความรู้ในการปรับค่า setting)
พิกัดแรงดัน (Ue) (phase to phase)	$\leq$ 440 Va.c. IC $\leq$ 25kA	$<$ 1000 Va.c. 1500 Vd.c.
พิกัดกระแสใช้งาน (In)	6,8,10,13,16,20,25,32,40, 50,63,80,100,125 A 1P,2P,3P,4P	กำหนดโดยผู้ผลิต (มีค่าสูงสุดถึงหลายพันแอมแปร์)

Miniature Circuit Breaker : MCB

- เป็น CB ขนาดเล็กใช้ติดตั้งในแผงย่อย (Panelboard) และแผงจ่ายไฟของที่อยู่อาศัย (Consumer Unit)
- เพื่อป้องกันวงจรย่อยของระบบไฟฟ้าในบ้าน สำนักงาน หรือ อุตสาหกรรม
- MCB สามารถผลิตตาม IEC 60898 หรือ IEC 60947-2 ก็ได้
  - IEC 60898 Domestic, Unskilled people
  - IEC 60947-2 Commercial, Industrial Installations

Miniature Circuit Breaker : MCB

- $I_n \leq$ 125 A
- $U_e \leq$ 440 V
- $I_{cu} \leq$ 25 kA
- มีทั้งชนิด 1 , 2 & 3 pole
- Width = 17.5 - 18 mm สำหรับ 1 pole
- Fixed on DIN Rail 35 mm
- หรือ Plug-in Type

Air Circuit Breaker

- เป็น CB ขนาดใหญ่ มีพิกัดกระแสสูง ถึงหลายพัน Amp
- เป็นแบบเปิดโล่ง (open frame) มีบริภัณฑ์และกลไกอยู่เป็นจำนวนมากและติดตั้งอย่างเปิดโล่งเห็นได้ชัดเจน
- มีพิกัด I_{cw}, Utilization Category B
- ใช้สำหรับป้องกันสายประธาน และสายป้อนของระบบไฟฟ้า
- แบ่งเป็น
  - แบบติดตั้งอยู่กับที่ (fixed type)
  - แบบดึงออกได้ (drawout type)

พิกัดที่สำคัญของ CB

Technical specifications

Size				I					
Type				3WT804	3WT806	3WT808	3WT810	3WT812	3WT816
Rated current I_n at 50 °C, at 50/60 Hz	Main conductor		A	400	630	800	1000	1250	1600
	Neutral conductor (only on 4-pole version)		A	400	630	800	1000	1250	1600
Rated operating voltage U_e at 50/60 Hz			AC V	up to 690					
Rated impulse withstand voltage U_{imp}	Main circuits [1]		kV	12					
	Auxiliary circuits		kV	4					
Utilization category				B					
Rated short-circuit making capacity I_{cm} (peak value)	Breaking capacity	up to							
	N	500 V AC	kA	121					
	S	500 V AC	kA	145					
		690 V AC	kA	105					
Rated service short-circuit breaking capacity I_{cs} (rms value)	Breaking capacity	up to							
	N	500 V AC	kA	55					
	S	500 V AC	kA	66					
	Z-Opt. A04	690 V AC	kA	50					
Rated ultimate short-circuit breaking capacity I_{cu} (rms value)	Breaking capacity	up to							
	N	500 V AC	kA	55					
	S	500 V AC	kA	66					
	Z-Opt. A04	690 V AC	kA	50					
Permissible ambient temperatures	Operation		°C	–20 ... +70					
	Storage		°C	–40 ... +80					
Rated short-time withstand current I_{cw} at 50/60 Hz. At a rated voltage of 690 V, the I_{cw} value of the circuit breaker cannot be greater than the I_{cu} or I_{cs} value at 690 V.	0.5 s		kA	50					
	1 s		kA	35[2]/50					

พิกัดที่สำคัญของ CB

Technical specifications

Size			I	
Type			3WT804	3WT806
Rated current I_n at 50 °C, at 50/60 Hz	Main conductor	A	400	630
	Neutral conductor (only on 4-pole version)	A	400	630
Rated operating voltage U_e at 50/60 Hz		AC V	up to 690	
Rated impulse withstand voltage U_{imp}	Main circuits [1]	kV	12	
	Auxiliary circuits	kV	4	
Utilization category			B	

พิกัดที่สำคัญของ CB

Rated short-circuit making capacity I_{cm} (peak value)	Breaking capacity	up to		
	N	500 V AC	kA	121
	S	500 V AC	kA	145
		690 V AC	kA	105
Rated service short-circuit breaking capacity I_{cs} (rms value)	Breaking capacity	up to		
	N	500 V AC	kA	55
	S	500 V AC	kA	66
	Z-Opt. A04	690 V AC	kA	50
Rated ultimate short-circuit breaking capacity I_{cu} (rms value)	Breaking capacity	up to		
	N	500 V AC	kA	55
	S	500 V AC	kA	66
	Z-Opt. A04	690 V AC	kA	50
Permissible ambient temperatures	Operation		°C	–20 ... +70
	Storage		°C	–40 ... +80
Rated short-time withstand current I_{cw} at 50/60 Hz. At a rated voltage of 690 V, the I_{cw} value of the circuit breaker cannot be greater than the I_{cu} or I_{cs} value at 690 V.	0.5 s		kA	50
	1 s		kA	35[2)]/50

I_{cm} Rated Short-Circuit Making Capacity

Icm หมายถึงพิกัดการทนกระแสลัดวงจรสูงสุดที่เป็น peak current ที่ CB สามารถทนได้ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด ในวงจรไฟฟ้ากระแสสลับจะแสดงความสัมพันธ์ของ Icm กับ Icu ด้วยค่า k ตาม PF เป็นไปตามที่กำหนดใน IEC 60947-2 ส่วนหนึ่งของตาราง เป็นดังนี้

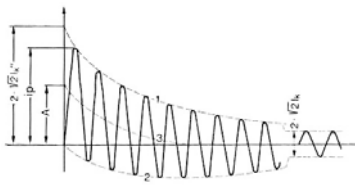
Icu	cos∅	Icm = kIcu
6 kA < Icu ≤ 10 kA	0.5	1.7 x Icu
10 kA < Icu ≤ 20 kA	0.3	2 x Icu
20 kA < Icu ≤ 50 kA	0.25	2.1 x Icu
50 kA ≤ Icu	0.2	2.2 x Icu

Terminology → I_{cm}

Rated short - circuit making capacity I_{cm}:

- Short circuit current which the breaker is capable to handle by closing the contacts with an existing short circuit in the system at rated operating voltage (Ue) + tolerance, rated frequency and a specified power factor .
- Maximum prospective peak current of the short circuit which the device can make
- expressed as the maximum peak value of the prospective short circuit current I_K"
- at least equal to the rated short circuit breaking capacity I_{cn} multiplied by factor n (specified in table)

Short-circuit breaking capacity *I* kA r.m.s. Icn or Icu	Power factor	Minimum value required for *n* = short - circuit making capacity / short - circuit breaking capacity
4,5 ≤ *I* ≤ 6	0,7	1,5
6 < *I* ≤ 10	0,5	1,7
10 < *I* ≤ 20	0,3	2,0
20 < *I* ≤ 50	0,25	2,1
50 < *I*	0,2	2,2
NOTE For values of breaking capacity lower than 4,5 kA, for certain applications, see Table 11 for the power factor.		



Example:

What is the Icm value for a 3VA with 36kA @ 415V?

Answer: For 36kA the factor is 2,1 ➔ 36kA x 2,1 = 75,6 kA @ 415V ➔ Icm = 75,6 kA @ 415V

พิกัดกระแสที่สำคัญ (ต่อ)

- Rated ultimate short-circuit breaking capacity (I_{cu})
- Rated service short-circuit breaking capacity (I_{cs})
- Rated short-time withstand current (I_{cw})

Rated untimate short-circuit breaking capacity (I_{cu})

พิกัดการตัดกระแสลัดวงจร ที่ภายหลังการทดสอบจะไม่คำนึงว่าสามารถรับกระแสใช้งานปกติได้อย่างต่อเนื่องหรือไม่

การทดสอบ O-t-CO

Rated service short-circuit breaking capacity (I_{cs})

พิกัดตัดกระแสลัดวงจรที่หลังการทดสอบจะต้องสามารถรับกระแสใช้งานปกติได้อย่างต่อเนื่อง

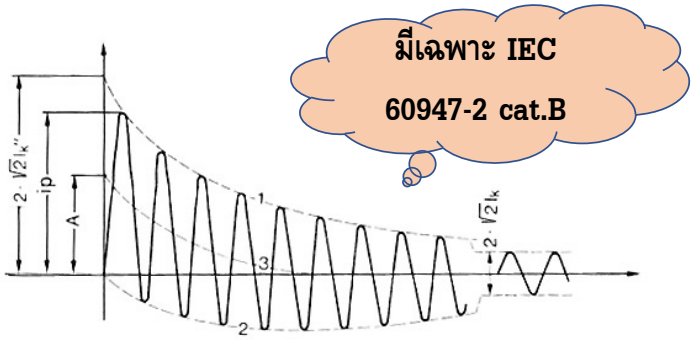
Ics จะกำหนดเป็นร้อยละของ Icu

เช่น Ics = 0.75Icu

การทดสอบ O-t-CO-t-CO

Rated short-time withstand current, I_{cw}

กระแสลัดวงจรสูงสุดเป็น rms ที่เซอร์กิตเบรกเกอร์สามารถทนได้ตลอดระยะเวลาการหน่วงเวลา (0.05, 0.1, 0.25, 0.5 & 1 วินาที)



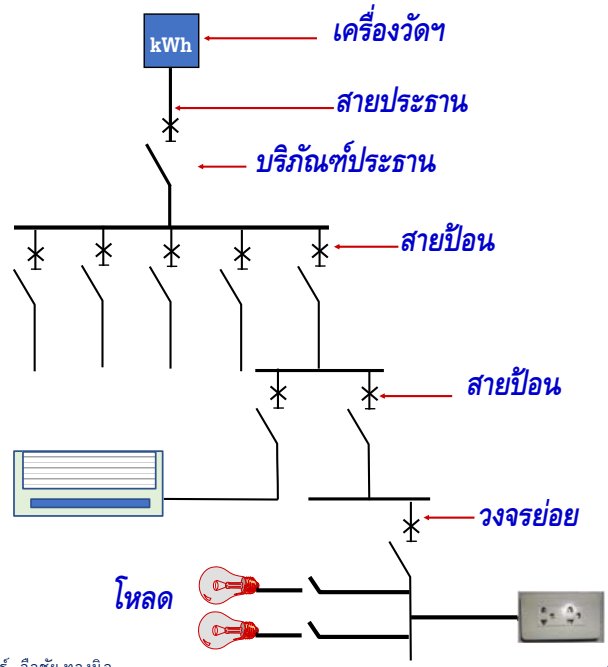
การป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อย สายป้อน และสายเมน

การกำหนดขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน

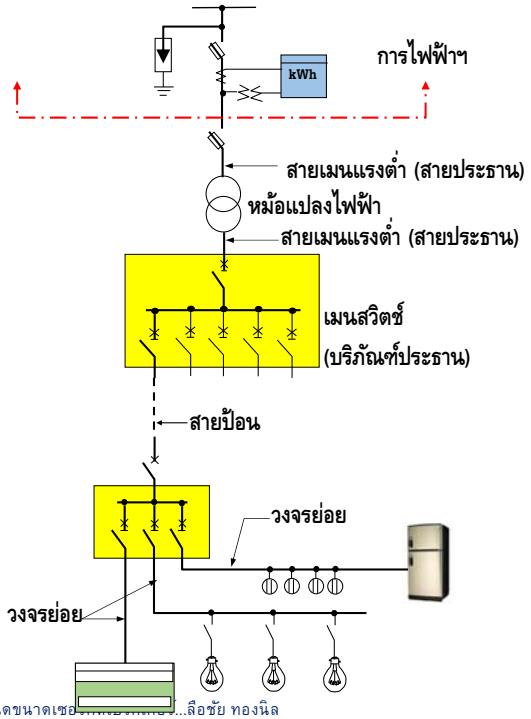
$$I_b \leq I_n \leq I_z$$

- I_b is the operational current of the circuit
- I_n is the rated current of the over current device
- I_z is the continuous current carrying-capacity of the conductor

การป้องกันกระแสเกินในวงจรไฟฟ้า



กรณีมี
หม้อแปลงไฟฟ้า



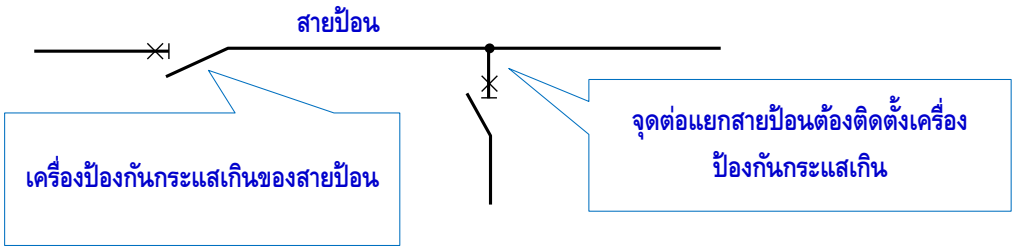
ข้อกำหนดการติดตั้งตามมาตรฐานฯ

ข้อกำหนด การป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อยและสายป้อน

- เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องสามารถป้องกันตัวนำทุกสายเส้นไฟ และ ห้ามติดตั้งในสายศูนย์หรือนิวทรัล ยกเว้น เครื่องป้องกันกระแสเกินนั้นสามารถตัดวงจรทุกเส้นรวมทั้งสายศูนย์ได้พร้อมกัน
- ห้าม ติดตั้งในสายดิน
- เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้องบรรจุไว้ในกล่องหรือตู้อย่างมิดชิด แต่ด้ามสับของเซอร์กิตเบรกเกอร์ ยอมให้โผล่ออกมาข้างนอกได้
- สายป้อนขนาด $\geq$ 1,000 A ต้องติดตั้ง GFP

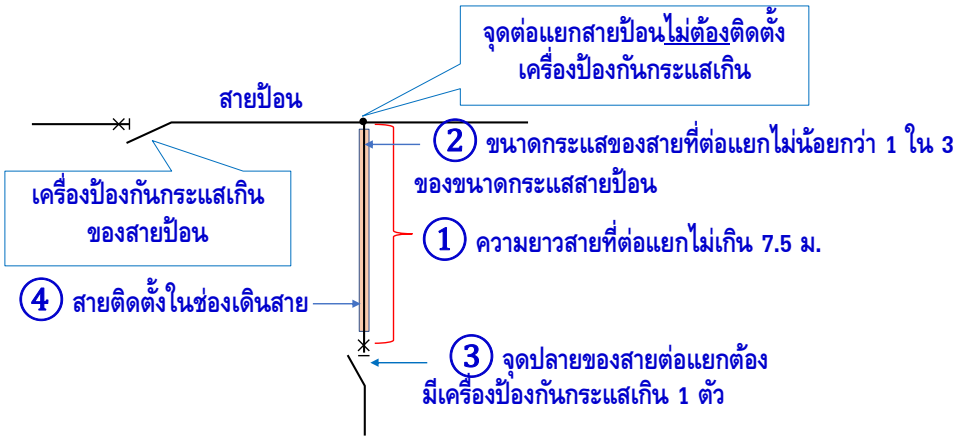
ข้อกำหนด การป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อยและสายป้อน

- เครื่องป้องกันกระแสเกินต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถปฏิบัติงานได้สะดวก มีที่ว่างและแสงสว่างอย่างพอเพียง
- การต่อแยกสายป้อนต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินที่จุดต่อแยกด้วย ยกเว้น สามารถป้องกันสายที่ต่อแยกได้



ข้อกำหนด การป้องกันกระแสเกินสำหรับวงจรย่อยและสายป้อน

ไม่ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินที่จุดต่อแยกก็ได้ ถ้าเป็นไปตามที่กำหนดต่อไปนี้ทุกข้อ



เครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับเมนสวิตช์แรงต่ำ

- ต้องสามารถตัดกระแสลัดวงจรได้
- ขนาดตั้งแต่ 1,000 A ขึ้นไป ต้องติดตั้ง GFP
- การติดตั้งอุปกรณ์ด้านไฟเข้า ทำได้เฉพาะวงจรของระบบฉุกเฉินต่างๆ วงจรควบคุม และเครื่องวัดเท่านั้น
- ต้องมีที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน และแสงสว่างอย่างเพียงพอ

ถ้าเป็น เซอร์กิตเบรกเกอร์

- ต้องเป็นแบบ Trip free
- มีเครื่องหมายแสดงตำแหน่งปลด-สับ
- มีเครื่องหมายแสดงพิกัดแรงดัน กระแส และ IC เป็นแบบที่การปรับตั้งค่าต่างๆ ทำได้ยาก

การกำหนดขนาด...วงจรย่อยและสายป้อน

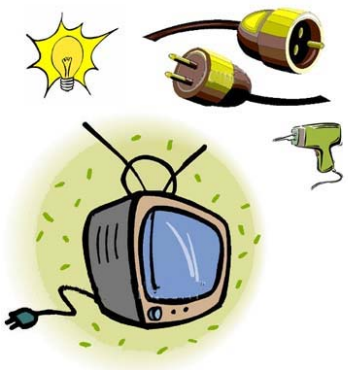
- เครื่องป้องกันกระแสเกิน $\geq$ โหลดที่คำนวณได้
- สายไฟฟ้า มีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าพิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกิน
- วงจรย่อยต้องไม่เล็กกว่า 2.5 ตร.มม.
- สายป้อนต้องไมเล็กกว่า 4 ตร.มม.

วงจรย่อย
โหลดและการคำนวณโหลด

- โหลดแสงสว่าง และเครื่องใช้ไฟฟ้าคิดตามที่ติดตั้งจริง
- โหลดเต้ารับ แบ่งเป็น
  - เต้ารับใช้งานทั่วไป คิดจุดละ 180 VA
  - โหลดเต้ารับที่มีโหลดแน่นอน คิดตามจริง
- โหลดอื่นๆ คิดตามจริง

สายป้อน (โหลดรวม) ...การคำนวณโหลด

- คิดจากผลรวมของโหลดที่ต่อใช้งานจากสายป้อน
- เต้ารับในสถานที่อยู่อาศัยที่ทราบโหลดแน่นอนแล้ว ให้คิดจากเต้ารับที่มีโหลดสูงสุด + 40% ของที่เหลือ
- อนุญาตให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ได้ ดังนี้
  - แสงสว่าง ตารางที่ 3-1
  - เต้ารับใช้งานทั่วไป(ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย) ตารางที่ 3-2
  - เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป ตารางที่ 3-3



ตารางที่ 3-1 ดีมานด์แฟกเตอร์ของโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (%)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 3,000 เกิน 3,000 แต่ไม่เกิน 120,000 ส่วนที่เกิน 120,000	100 35 25
โรงแรม รวมถึง ห้องชุดที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหารได้ *	ไม่เกิน 20,000 เกิน 20,000 แต่ไม่เกิน 100,000 ส่วนที่เกิน 100,000	60 50 35
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500 ส่วนที่เกิน 12,500	100 50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

*หมายเหตุ * ดีมานด์แฟกเตอรณ์ตามตารางนี้ ห้ามใช้สำหรับโหลดแสงสว่างในสถานที่บางแงของโรงแรม ซึ่งบางขณะจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมกัน เช่น ห้องอาหารหรือห้องโถง เป็นต้น*

ตารางที่ 3-2 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของเต้ารับรวม (คิดโหลดเต้ารับละ 180 VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (%)
10 kVA แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 kVA	50

ตารางที่ 3-3 ดีมานด์แฟกเตอร์ของโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	ประเภทโหลด	ดีมานด์แฟกเตอร์
1. อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 A + ร้อยละ 30 ของส่วนที่เกิน 10 A
	เครื่องทำน้ำร้อน (หรือน้ำอุ่น)	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	100%
2. อาคารสำนักงาน และร้านค้า รวมถึงห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + 80% ของตัวใหญ่รองลงมา + 60% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำความร้อน	100% ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + 25% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	100%
3. โรงแรม และอาคารประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + 80% ของตัวใหญ่รองลงมา + 60% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำความร้อน	100% ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + 25% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศประเภทแยกแต่ละห้อง	75%

การกำหนดขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์...สิ่งชัย ทองนิล

ตัวอย่าง

สายป้อน 1 เฟส 2 สาย วงจรหนึ่งของอาคารที่พักอาศัย ประกอบด้วยโหลดตามที่แสดงในรูป ต้องการกำหนดขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ของแต่ละวงจร

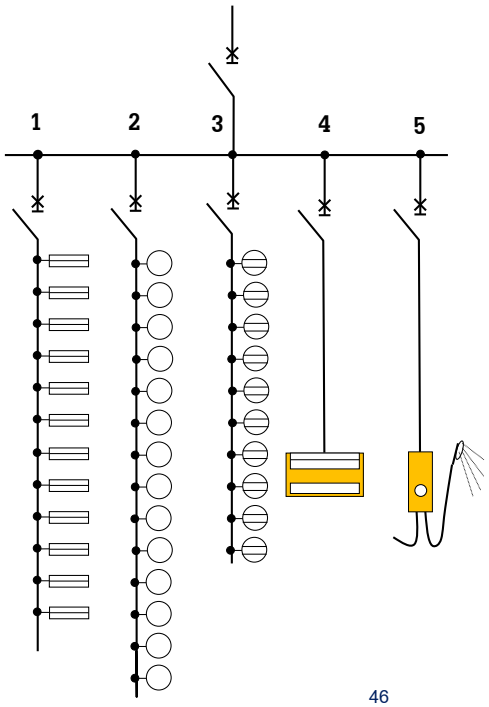
วงจรที่ 1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ขนาดชุดละ 2×40 W กระแสชุดละ 0.4 A จำนวน 12 ชุด (0.4 × 12 × 230 = 1,104 VA)

วงจรที่ 2 หลอด LED กระแสชุดละ 0.1 A จำนวน 14 หลอด (0.1 × 14 × 230 = 322 VA)

วงจรที่ 3 เต้ารับใช้งานทั่วไป จำนวน 10 ชุด

วงจรที่ 4 เครื่องปรับอากาศขนาด 12,000 Btu, ใช้ไฟขนาด 1.5 kVA

วงจรที่ 5 เครื่องทำน้ำอุ่นขนาด 3.3 kW



วิธีทำ

วงจรย่อยที่ 1 หลอดฟลูออเรสเซนต์ โหลด = 0.4 × 12 = 4.8 A

ขนาด CB ≥ 4.8 A ใช้ CB 16 A

วงจรย่อยที่ 2 หลอด LED โหลด = 0.1 × 14 = 1.4 A

ขนาด CB ≥ 1.4 A ใช้ CB 16 A

วงจรย่อยที่ 3 เต้ารับใช้งานทั่วไป โหลด = 180 × 10 = 1,800 VA

ขนาด CB ≥ 1,800/230 ≥ 7.82 A ใช้ CB 16 A

วงจรย่อยที่ 4 เครื่องปรับอากาศ โหลด = 1,500 VA/230 = 6.52 A ใช้ CB 16 A

วงจรย่อยที่ 5 เครื่องทำน้ำอุ่น โหลด = 3.3 kW

ขนาด CB ≥ (3.3×1,000)/230 ≥ 14.34 A ใช้ CB 16 A

ดูเพิ่มเติมเรื่องมอเตอร์

หาโหลดรวม (แบ่งโหลดเป็นกลุ่มและใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามที่กำหนดข้างต้น)

1. ไฟฟ้าแสงสว่าง (วงจรย่อยที่ 1&2)

ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 3-1

ไฟฟ้าแสงสว่าง = 1,104 + 322 = 1,426 VA

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,426 VA (ไม่เกิน 3,000 VA คิด 100%)

2. เต้ารับใช้งานทั่วไป

ดีมานด์แฟกเตอร์ 100% (ตารางที่ 3-2 ใช้สำหรับสถานที่ไม่ใช้ที่อยู่อาศัย)

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,800 VA

3. เครื่องปรับอากาศ

ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 3-3 (100%)

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,500 VA

4. เครื่องทำน้ำอุ่น

ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 3-3 (100%)

โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 3,300 VA

ตารางที่ 3-1 ดีมานด์แฟกเตอร์ของโหลดแสงสว่าง

ชนิดของอาคาร	ขนาดของไฟแสงสว่าง (VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (%)
ที่พักอาศัย	ไม่เกิน 3,000	100
	เกิน 3,000 แต่ไม่เกิน 120,000	35
	ส่วนที่เกิน 120,000	25
โรงแรม รวมถึง ห้องชุดที่ไม่มีส่วนให้ผู้อยู่อาศัยประกอบอาหารได้ *	ไม่เกิน 20,000	60
	เกิน 20,000 แต่ไม่เกิน 100,000	50
	ส่วนที่เกิน 100,000	35
โรงเก็บพัสดุ	ไม่เกิน 12,500	100
	ส่วนที่เกิน 12,500	50
อาคารประเภทอื่น	ทุกขนาด	100

*หมายเหตุ * ดีมานด์แฟกเตอรณ์ตามตารางนี้ ห้ามใช้สำหรับโหลดแสงสว่างในสถานที่บางแงของโรงแรม ซึ่งบางขณะจำเป็นต้องใช้ไฟฟ้าแสงสว่างพร้อมกัน เช่น ห้องอาหารหรือห้องโถง เป็นต้น*

หาโหลดรวม (แบ่งโหลดเป็นกลุ่มและใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ตามที่กำหนดข้างต้น)

1. ไฟฟ้าแสงสว่าง (วงจรย่อยที่ 1&2)
   ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 3-1
   ไฟฟ้าแสงสว่าง = 1,104 + 322 = 1,426 VA
   โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,426 VA (ไม่เกิน 3,000 VA คิด 100%)
2. เต้ารับใช้งานทั่วไป
   ดีมานด์แฟกเตอร์ 100% (ตารางที่ 3-2)
   โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,800 VA
3. เครื่องปรับอากาศ
   ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 3-3 (100%)
   โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 1,500 VA
4. เครื่องทำน้ำอุ่น
   ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 3-3 (100%)
   โหลดเมื่อคิดดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว = 3,300 VA

ตารางที่ 3-2 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของเต้ารับรวม (คิดโหลดเต้ารับละ 180 VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (%)
10 kVA แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 kVA	50

ตารางที่ 3-3 ดีมานด์แฟกเตอร์ของโหลดเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป

ชนิดของอาคาร	ประเภทโหลด	ดีมานด์แฟกเตอร์
1. อาคารที่อยู่อาศัย	เครื่องหุงต้มอาหาร	10 A + ร้อยละ 30 ของส่วนที่เกิน 10 A
	เครื่องทำน้ำร้อน (หรือน้ำอุ่น)	กระแสใช้งานจริงของสองตัวแรกที่ใช้งาน + ร้อยละ 25 ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	100%
2. อาคารสำนักงาน และร้านค้า รวมถึงห้างสรรพสินค้า	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + 80% ของตัวใหญ่รองลงมา + 60% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำความร้อน	100% ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + 25% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศ	100%
3. โรงแรม และอาคารประเภทอื่น	เครื่องหุงต้มอาหาร	กระแสใช้งานจริงของตัวที่ใหญ่ที่สุด + 80% ของตัวใหญ่รองลงมา + 60% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องทำความร้อน	100% ของสองตัวแรกที่ใหญ่ที่สุด + 25% ของตัวที่เหลือทั้งหมด
	เครื่องปรับอากาศประเภทแยกแต่ละห้อง	75%

โหลดรวม = 1,426 + 1,800 + 1,500 + 3,300

= 8,026 VA

เซอร์กิตเบรกเกอร์ $\geq \frac{8026}{230} \geq 34.9$ A

เลือกใช้เซอร์กิตเบรกเกอร์ขนาด 40 A

เมนสวิตช์ (บริภัณฑ์ประธาน)

ตัวอย่าง

ต้องการหาขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน (เซอร์กิตเบรกเกอร์) ของอาคารที่อยู่อาศัยหลังหนึ่งในพื้นที่ของการไฟฟ้านครหลวง ประกอบด้วยเครื่องใช้ไฟฟ้า ดังนี้

1. ไฟฟ้าแสงสว่างรวมทั้งอาคาร 800 VA
2. เต้ารับใช้งานทั่วไปรวม 5,400 VA
3. เครื่องทำน้ำอุ่น ขนาดเครื่องละ 3,300 W จำนวน 2 เครื่อง
4. เครื่องปรับอากาศ ขนาดเครื่องละ 1,500 VA จำนวน 2 เครื่อง
5. เต้ารับสำหรับเตาไฟฟ้าขนาด 1,000 W จำนวน 1 ชุด
6. เต้ารับสำหรับเตารีดไฟฟ้าขนาด 1,000 W จำนวน 1 ชุด

วิธีทำ

1. ไฟฟ้าแสงสว่าง ดีมานด์แฟกเตอร์ตารางที่ 3-1 (100%)

   โหลด = 800 VA

2. เต้ารับใช้งานทั่วไป ดีมานด์แฟกเตอร์ 100%

   = 5,400 VA (อาคารที่พักอาศัย ไม่ใช้ตารางที่ 3-2)

3. เครื่องทำน้ำอุ่น ดีมานด์แฟกเตอร์ตารางที่ 3-3 สองตัวแรกคิด 100

   โหลดรวม = 3,300 × 2 = 6,600 W หรือ 6,600 VA (PF =1)

4. เครื่องปรับอากาศ ดีมานด์แฟกเตอร์ตารางที่ 3-3 (100%)

   โหลดรวม = 1,500 × 2 = 3,000 VA

5. เต้ารับสำหรับเตาไฟฟ้าและเต้ารับสำหรับเตารีดไฟฟ้า ดีมานด์แฟกเตอร์คิดตัวแรก 100% บวกด้วย 40% ของที่เหลือ

   โหลดรวม = 1,000 + (1,000 × 0.4) = 1,400 VA

รวมโหลดของอาคารเมื่อใช้ดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว

= 800 + 5,400 + 6,600 + 3,000 + 1,400 = 17,200

คิดเป็นกระแส = 17,200/230 = 74.8 A

ขนาดเครื่องวัดฯ (ตาราง กฟน.) ได้เครื่องวัด 1 เฟส ขนาด 30(100) A

ขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกิน 100 A (ใช้โหลดสูงสุดได้ 75 A)

ตารางที่ 3-4 พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับเมนสวิตช์แรงต่ำ (การไฟฟ้านครหลวง)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (A)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	โหลดสูงสุด (A)
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 มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดในตารางได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า1.25 เท่าของโหลดที่คำนวณได้

ตารางที่ 3-4 พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับเมนสวิตช์แรงต่ำ (การไฟฟ้านครหลวง)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (A)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	โหลดสูงสุด (A)
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 มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดในตารางได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า1.25 เท่าของโหลดที่คำนวณได้

ตารางที่ 3-5 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ ขนาดสายไฟฟ้า เซฟตีสวิตช์ คัตเอาต์ และคาร์ทริดจ์ฟิวส์ สำหรับตัวนำประธาน (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (A)	ขนาดตัวนำประธาน เล็กที่สุดที่ยอมให้ใช้ได้ (ตร.มม.)		บริภัณฑ์ประธาน				
			เซฟตีสวิตช์หรือ โหลดเบรกสวิตช์		คัตเอาต์ใช้ร่วมกับ คาร์ทริดจ์ฟิวส์		เซอร์กิต เบรกเกอร์
	สาย อะลูมิเนียม	สาย ทองแดง	ขนาดสวิตช์ ต่ำสุด (A)	ขนาดฟิวส์ สูงสุด (A)	ขนาดคัตเอาต์ ต่ำสุด (A)	ขนาดฟิวส์ สูงสุด (A)	ขนาดปรับตั้ง สูงสุด (A)
5 (15), 1P	10	4	30	16	20	16	16
15 (45) 1P, 3P	25	10	60	50	-	-	50
30 (100) 1P, 3P	50	35	100	100	-	-	100
5(100) 1P, 3P (อิเล็กทรอนิกส์)	10	4	30	16	20	16	16
	25	10	60	50	-	-	50
	50	35	100	100	-	-	100
200 3P (ประกอบ CT แรงต่ำ)	50	35	-	-	-	-	125
	70	50	-	-	-	-	160
	95	70	-	-	-	-	200

หมายเหตุ

1) สำหรับตัวนำประธานภายในอาคารให้ใช้สายทองแดง

2) ขนาดสายในตารางนี้สำหรับวิธีการเดินสายลอยในอากาศวัสดุฉนวนภายนอกอาคาร หากวิธีเดินสายแบบอื่นให้พิจารณาขนาดตัวนำประธานตามบทที่ 3 แต่ทั้งนี้ ขนาดตัวนำประธานต้องรับกระแสไม่น้อยกว่าขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินตามตาราง

3) เครื่องวัดฯ ขนาด 5(15), 15(45) และ 30(100) A เป็นเครื่องวัดฯ ชนิดจานหมุน

4) เครื่องวัดฯ ขนาด 5(100) A และ 200A ประกอบ CT แรงต่ำ เป็นเครื่องวัดฯ ชนิดอิเล็กทรอนิกส์

5) 1P หมายถึง เครื่องวัดฯ 1 เฟส 2 สาย, 3P หมายถึง เครื่องวัดฯ 3 เฟส 4 สาย

6) ขนาดตัวนำประธานยังไม่ได้พิจารณาเรื่องแรงดันตก

7) ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สายไฟฟ้า เซฟตีสวิตช์ คัตเอาต์ และคาร์ทรดฟิวส์สำหรับตัวนำประธาน ให้อ้างอิงกับมาตรฐานปัจจุบันของ กฟภ

ตัวอย่าง โรงงานอุตสาหกรรมแห่งหนึ่ง มีโหลดที่ยังไม่คิดดีมานด์แฟกเตอร์ตามข้างล่างนี้ ต้องการหาโหลดรวม

1. ไฟฟ้าแสงสว่าง รวม 40 kVA
2. เต้ารับใช้งานทั่วไป รวม 12 kVA
3. เครื่องปรับอากาศประเภทแยกแต่ละห้องรวม 25 kVA
4. เครื่องจักร รวม 350 kVA (กำหนดให้ใช้ดีมานด์แฟกเตอร์ 80%)

วิธีทำ

1. ไฟฟ้าแสงสว่าง

   ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 3-1 อาคารประเภทอื่น (100%) = 40 kVA

2. เต้ารับใช้งานทั่วไป

   ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 3-2 = (10 + (2 × 0.5) = 11 kVA

ตารางที่ 3-2 ดีมานด์แฟกเตอร์สำหรับโหลดของเต้ารับในสถานที่ไม่ใช่ที่อยู่อาศัย

โหลดของเต้ารับรวม (คิดโหลดเต้ารับละ 180 VA)	ดีมานด์แฟกเตอร์ (%)
10 kVA แรก	100
ส่วนที่เกิน 10 kVA	50

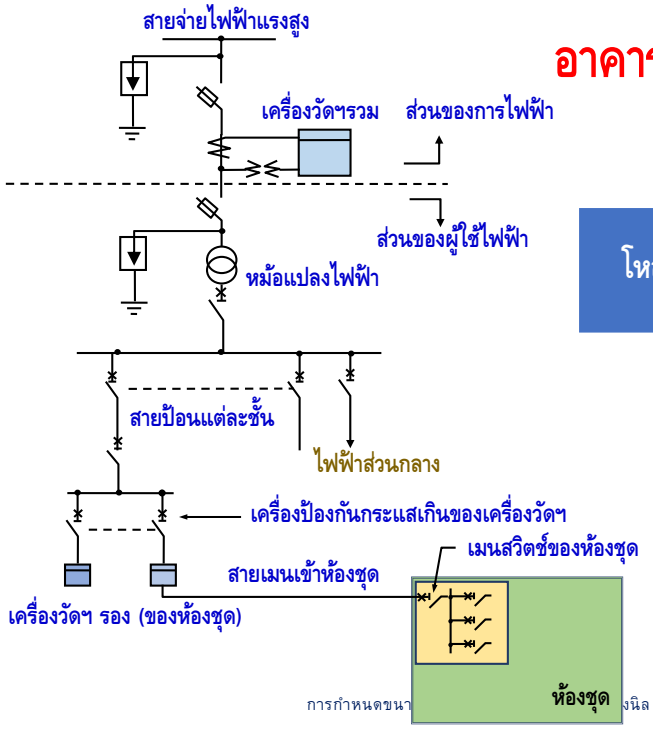
3. เครื่องปรับอากาศ

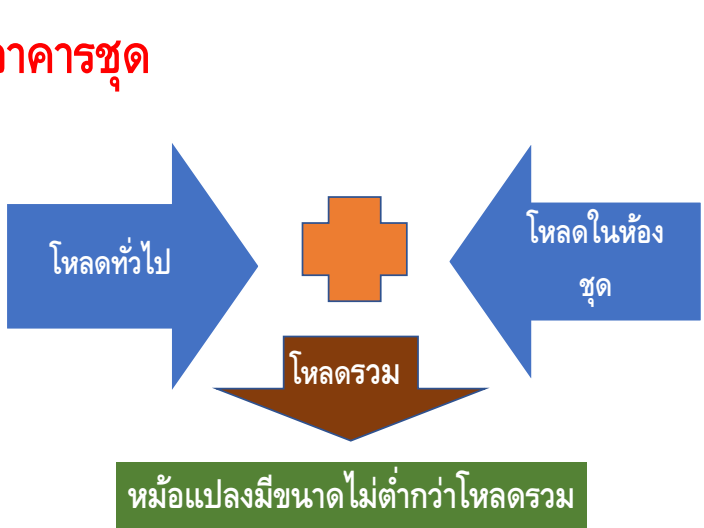
   ดีมานด์แฟกเตอร์ ตารางที่ 3-3 (75%) = 25 × 0.75 = 18.75 kVA

4. เครื่องจักร

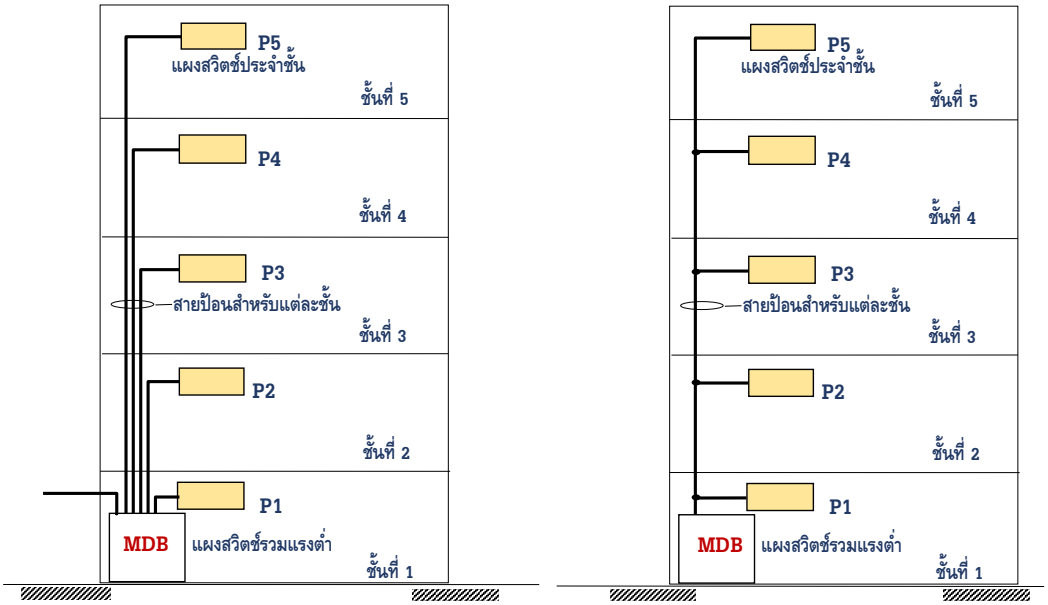
   ดีมานด์แฟกเตอร์ 80% = 350 × 0.8 = 280 kVA

โหลดรวม = 40 + 11 + 18.75 + 280 = 349.75 kVA (กรณีนี้ ต้องตั้งหม้อแปลง เลือกหม้อแปลง 400 kVA)



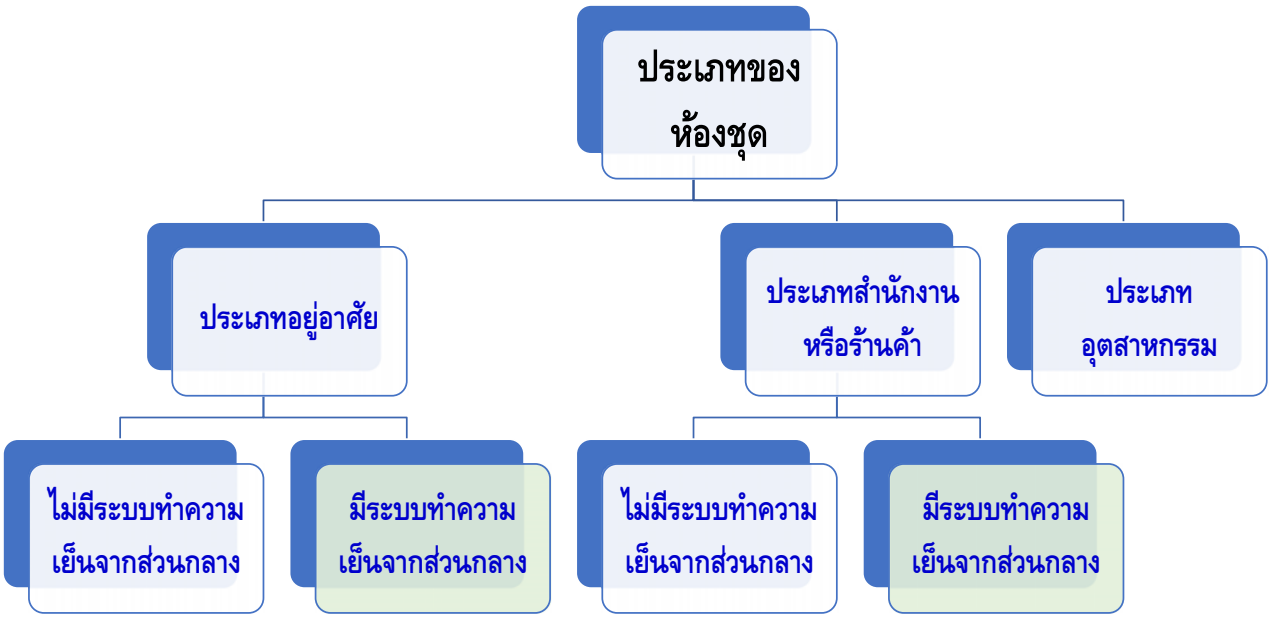


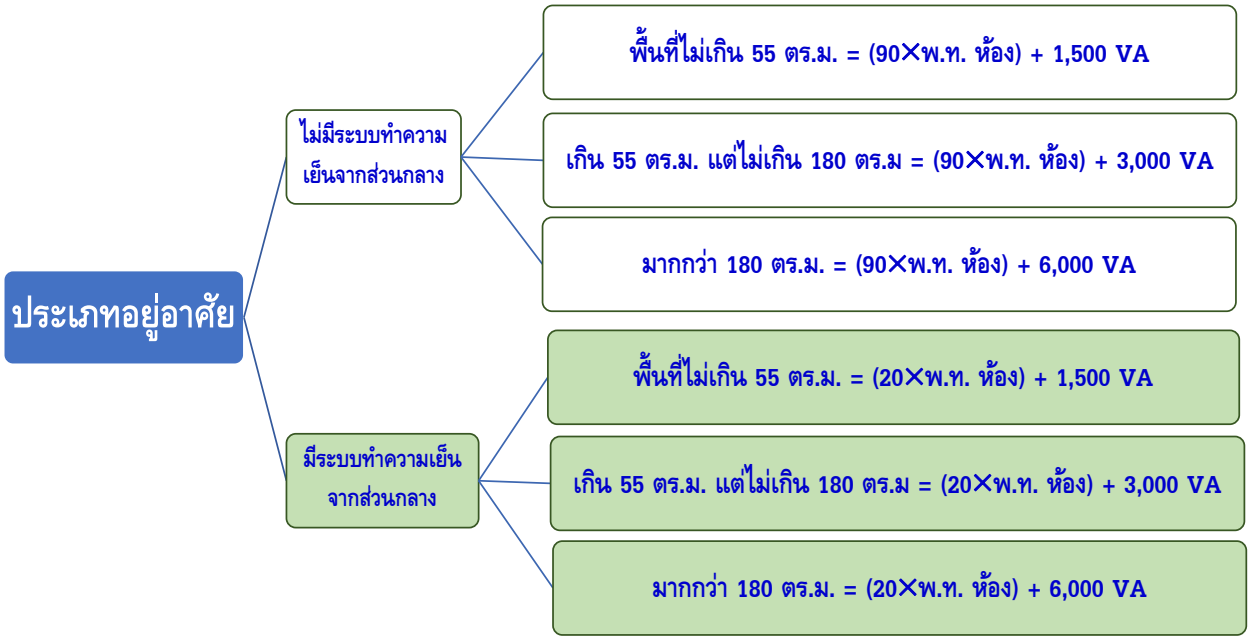
Riser Diagram

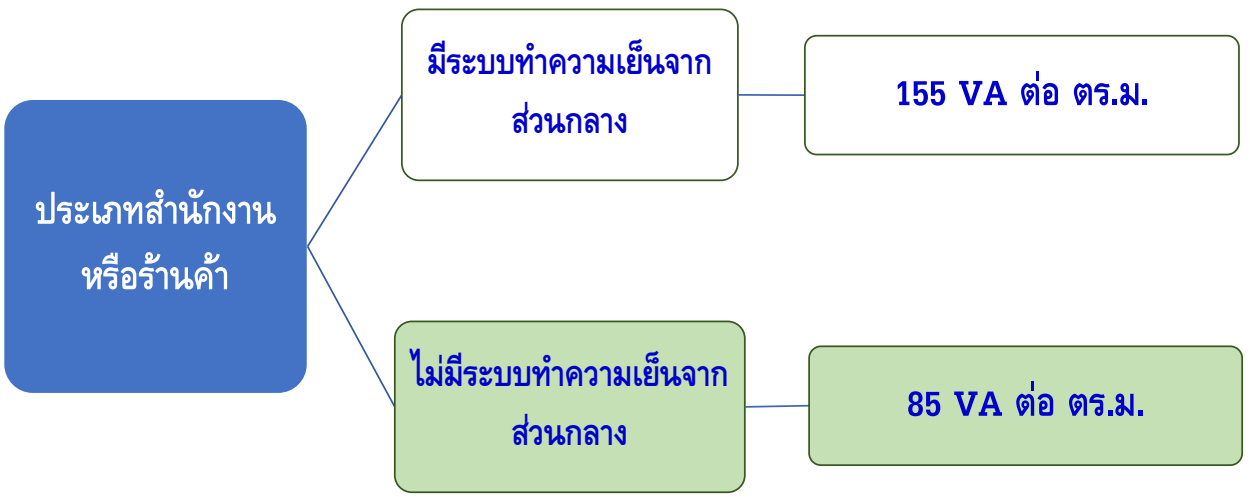


สายป้อนแต่ละชั้นแยกกัน

สายป้อนแต่ละชั้นใช้ร่วมกัน




ประเภทอยู่อาศัย
ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
พื้นที่ไม่เกิน 55 ตร.ม. = (90×พ.ท. ห้อง) + 1,500 VA
เกิน 55 ตร.ม. แต่ไม่เกิน 180 ตร.ม = (90×พ.ท. ห้อง) + 3,000 VA
มากกว่า 180 ตร.ม. = (90×พ.ท. ห้อง) + 6,000 VA
มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
พื้นที่ไม่เกิน 55 ตร.ม. = (20×พ.ท. ห้อง) + 1,500 VA
เกิน 55 ตร.ม. แต่ไม่เกิน 180 ตร.ม = (20×พ.ท. ห้อง) + 3,000 VA
มากกว่า 180 ตร.ม. = (20×พ.ท. ห้อง) + 6,000 VA


ประเภทสำนักงานหรือร้านค้า
มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
155 VA ต่อ ตร.ม.
ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง
85 VA ต่อ ตร.ม.

โหลดสายป้อนและหม้อแปลง คิดค่าโคอินซิเดนต์แฟกเตอร์ได้

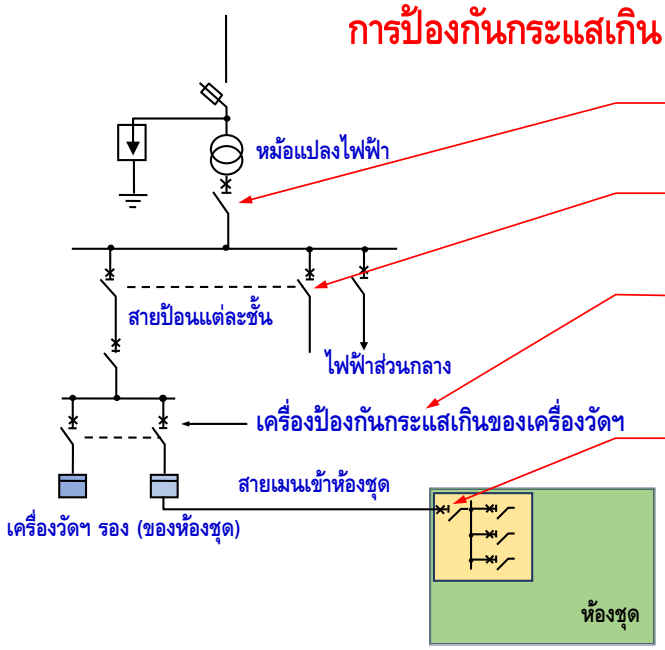
ตารางที่ 9-5ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนต์แฟกเตอร์
1-10	0.9
11-20	0.8
31-30	0.7
31-40	0.6
> 40	0.5

ตารางที่ 9-6 ห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้า

ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนต์แฟกเตอร์
1-10	1.0
> 10	0.85

การป้องกันกระแสเกิน (CB)



- CB กำหนดจากขนาดหม้อแปลง
- CB ต้องไม่ต่ำกว่าโหลดที่คำนวณได้
- CB ไม่ต่ำกว่ากระแสที่คำนวณได้ และไม่เกินตารางที่ 3-4 หรือ 3-5
- เมนสวิตช์ของห้องชุด (CB) ไม่เกิน CB ของเครื่องวัดฯ ของห้องชุด

ตารางที่ 9-1 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	โหลดสูงสุดของ เครื่องวัดฯ (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ
1	ไม่มีระบบทำความเย็น จากส่วนกลาง	55	30	15 (45) A 1P
		150	75	30 (100) A 1P
		180	100	50 (150) A 1P
		180	30	15 (45) A 3P
		483	75	30 (100) A 3P
		666	100	50 (150) A 3P
		1,400	200	200 A 3P
		2,866	400	400 A 3P
2	มีระบบทำความเย็น จากส่วนกลาง	35	10	5 (15) A 1P
		180	30	15 (45) A 1P
		525	75	30 (100) A 1P
		800	100	50 (150) A 1P
		690	30	15 (45) A 3P
		2,475	75	30 (100) A 3P
		3,000	100	50 (150) A 3P
		6,300	200	200 A 3P
		12,900	400	400 A 3P

ตารางที่ 3-4 พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับเมนสวิตช์แรงต่ำ (การไฟฟ้านครหลวง)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (A)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	โหลดสูงสุด (A)
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 มีค่าต่ำกว่าที่กำหนดในตารางได้ แต่ทั้งนี้ต้องไม่น้อยกว่า1.25 เท่าของโหลดที่คำนวณได้

ตารางที่ 9-2 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทอยู่อาศัย (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ	
				จานหมุน	อิเล็กทรอนิกส์
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	55	50	15 (45) A 1P	5 (100) A 1P
		150	100	30 (100) A 1P	
		180	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		483	100	30 (100) A 3P	
		666	125	-	200 A 3P (ประกอบ CT แรงต่ำ)
		1,400	200	-	
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	35	16	5 (15) A 1P	5 (100) A 1P
		180	50	15 (45) A 1P	
		525	100	30 (100) A 1P	
		690	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		2,475	100	30 (100) A 3P	
		3,000	125	-	200 A 3P (ประกอบ CT แรงต่ำ)
		6,300	200	-	

ตารางที่ 9-3 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป (สำหรับการไฟฟ้านครหลวง)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	โหลดสูงสุดของเครื่องวัดฯ (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	40	30	15 (45) A 1P
		105	75	30 (100) A 1P
		140	100	50 (150) A 1P
		125	30	15 (45) A 3P
		320	75	30 (100) A 3P
		425	100	50 (150) A 3P
		850	200	200 A 3P
		1,700	400	400 A 3P
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	80	30	15 (45) A 1P
		190	75	30 (100) A 1P
		260	100	50 (150) A 1P
		230	30	15 (45) A 3P
		580	75	30 (100) A 3P
		770	100	50 (150) A 3P
		1,550	200	200 A 3P
		3,100	400	400 A 3P

ตารางที่ 9-4 ขนาดของเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าแรงต่ำ สำหรับห้องชุดประเภทสำนักงานหรือร้านค้าทั่วไป (สำหรับการไฟฟ้าส่วนภูมิภาค)

ลำดับที่	ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ	
				จานหมุน	อิเล็กทรอนิกส์
1	ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	40	50	15 (45) A 1P	5 (100) A 1P
		105	100	30 (100) A 1P	
		125	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		320	100	30 (100) A 3P	
		425	125	-	200 A 3P (ประกอบ CT แรงต่ำ)
		850	200	-	
2	มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	80	50	15 (45) A 1P	5 (100) A 1P
		190	100	30 (100) A 1P	
		230	50	15 (45) A 3P	5 (100) A 3P
		580	100	30 (100) A 3P	
		770	125	-	200 A 3P (ประกอบ CT แรงต่ำ)
		1,550	200	-	

ตัวอย่างที่ สายป้อนชุดหนึ่งของอาคารชุดประเภทอยู่อาศัย ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง ในพื้นที่ของการไฟฟ้านครหลวง จ่ายไฟให้ห้องชุดขนาดพื้นที่ห้องละ 40 ตร.ม. จำนวน 20 ห้อง และขนาดพื้นที่ห้องละ 100 ตร.ม. จำนวน 5 ห้อง รวม 25 ห้อง

- กำหนดขนาดเครื่องวัดและ CB ของห้องชุด
- ขนาด CB ของสายป้อน

วิธีทำ

ขนาดเครื่องวัดฯ (ตารางที่ 9-1)

ห้องชุดขนาดพื้นที่ 40 ตร.ม. ขนาด 15(45)A 1P

ห้องชุดขนาดพื้นที่ 100 ตร.ม. ขนาด 30)100)A 1P

ประเภท	พื้นที่ห้อง ตารางเมตร	โหลดสูงสุดของเครื่องวัดฯ (A)	ขนาดเครื่องวัดฯ
ไม่มีระบบทำความเย็นจากส่วนกลาง	55	30	15 (45) A 1P
	150	75	30 (100) A 1P
	180	100	50 (150) A 1P
	180	30	15 (45) A 3P
	483	75	30 (100) A 3P
	666	100	50 (150) A 3P

CB ห้องชุด เลือกตาม CB เครื่องวัด (ตารางที่ 3-4)

เครื่องวัดขนาด 15(45)A 1P

เครื่องวัดขนาด 30(100)A 1P

ตารางที่ 3-4 พิกัดเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับเมนสวิตช์แรงต่ำ (การไฟฟ้านครหลวง)

ขนาดเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้า (A)	พิกัดสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน (A)	โหลดสูงสุด (A)
5 (15)	16	10
15 (45)	50	30
30 (100)	100	75

หรือจากการคำนวณโหลดและเลือกไม่ต่ำกว่า 1.25 เท่าของโหลด

ห้องชุดขนาดพื้นที่ 40 ตร.ม. โหลด = (90 × 40) + 1,500 = 5,100 VA

ขนาด CB ≥ 1.25×5,100/230 = 27.7 A ใช้ 30A

ห้องชุดขนาดพื้นที่ 100 ตร.ม. โหลด = (90 × 100) + 3,000 = 12,000 VA

ขนาด CB ≥ 1.25×12,000/230 = 65 A ใช้ 80 หรือ 100A

สายป้อน โคอินซิเดนต์ตามตารางที่ 9-5

เรียงลำดับจากห้องที่มีโหลดสูงสุดก่อน (จำนวนห้องรวม 25 ห้อง)

ห้องขนาดพื้นที่ 100 ตร.ม. โหลดห้องละ 12,000 VA จำนวน 5 ห้อง

ห้องขนาดพื้นที่ 55 ตร.ม. โหลดห้องละ 5,100 VA จำนวน 20 ห้อง

ห้องที่ 1-10 แฟกเตอร์ 0.9

ห้องที่ 1-5 โหลด = 12,000 × 5 × 0.9 = 54,000 VA

ห้องที่ 6-10 โหลด = 5,100 × 5 × 0.9 = 22,950 VA

ห้องที่ 11-20 แฟกเตอร์ 0.8 = 5,100 × 10 × 0.8 = 40,800 VA

ห้องที่ 21-25 แฟกเตอร์ 0.7 = 5,100 × 5 × 0.7 = 17,850 VA

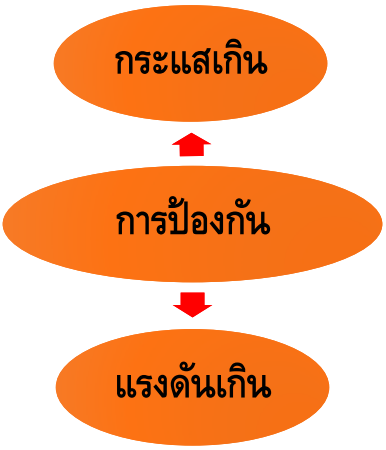
ตารางที่ 9-5ห้องชุดประเภทอยู่อาศัย

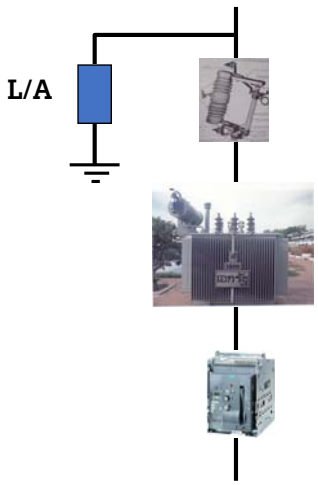
ลำดับห้องชุด	โคอินซิเดนต์แฟกเตอร์
1-10	0.9
11-20	0.8
31-30	0.7
31-40	0.6
> 40	0.5

โหลดรวม = 54,000 + 22,950 + 40,800 + 17,850 = 135,600 VA

- CB สายป้อน ≥ 135,600/(1.732×400) ≥ 195.7 เลือกใช้ 225A (คิดเป็นสายป้อน 3 เฟส)

การป้องกันหม้อแปลงไฟฟ้า





หม้อแปลงไฟฟ้า.....การป้องกันกระแสเกิน

ตารางที่ 6-5 ขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับหม้อแปลงไฟฟ้า

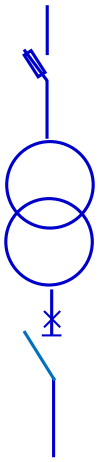
ขนาดอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลง	ด้านไฟเข้า		ด้านไฟออก		
	แรงดันเกิน 1,000 V		แรงดันเกิน 1,000 V		แรงดันไม่เกิน 750 V
	เซอร์กิตเบรกเกอร์	ฟิวส์	เซอร์กิตเบรกเกอร์	ฟิวส์	เซอร์กิตเบรกเกอร์หรือฟิวส์
ไม่เกิน 6%	600%	300%	300%	250%	100%
มากกว่า 6% แต่ไม่เกิน 10%	400%	300%	250%	225%	100%

หม้อแปลงไฟฟ้า...การป้องกันกระแสเกิน

การป้องกันกระแสเกิน

ด้านไฟเข้า
- ไม่เกิน 300%

ด้านไฟออก
- ไม่เกิน 100%



400 kVA (MEA.)

กระแสด้านไฟเข้า = 400/($\sqrt{3}$×24) = 9.6 A

พิกัดฟิวส์ ≤ 3×9.6 A ≈ 28 A

เลือกใช้ฟิวส์ขนาด 25 A หรือเล็กกว่า ตามขนาดมาตรฐานของผู้ผลิต

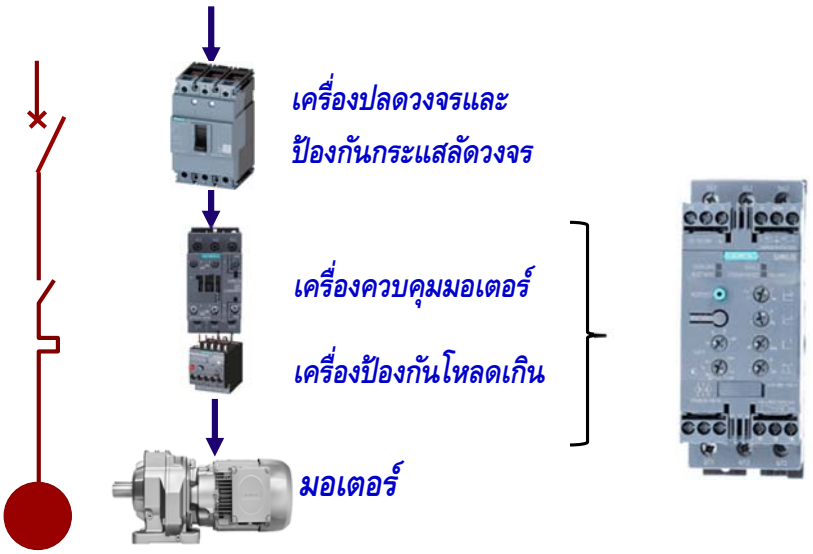
พิกัดเซอร์กิตเบรกเกอร์ด้านไฟออก

กระแสด้านไฟออก = 400×1,000/($\sqrt{3}$×416) = 555 A

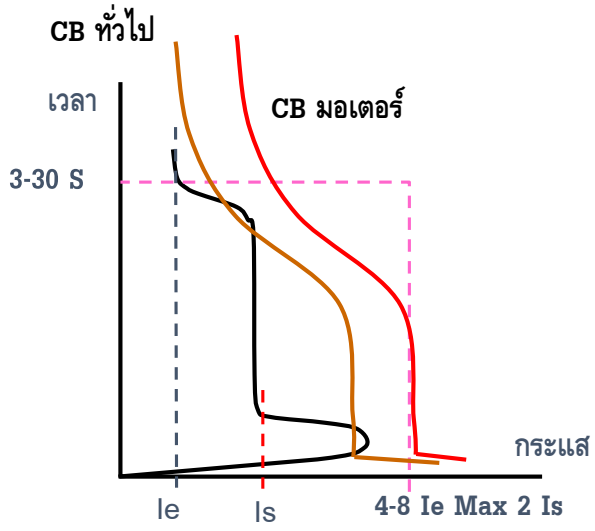
พิกัดเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงต่ำ ≤ 555 A

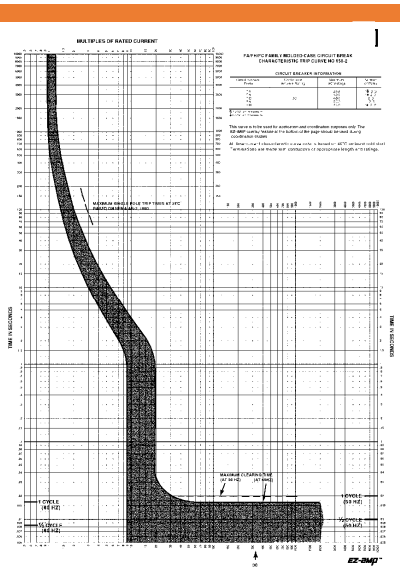
เลือกใช้ขนาด 550 A (ตารางที่ 6-5 กำหนดไม่เกิน 100%)

มอเตอร์



ขนาด CB ทั่วไปและ CB สำหรับมอเตอร์



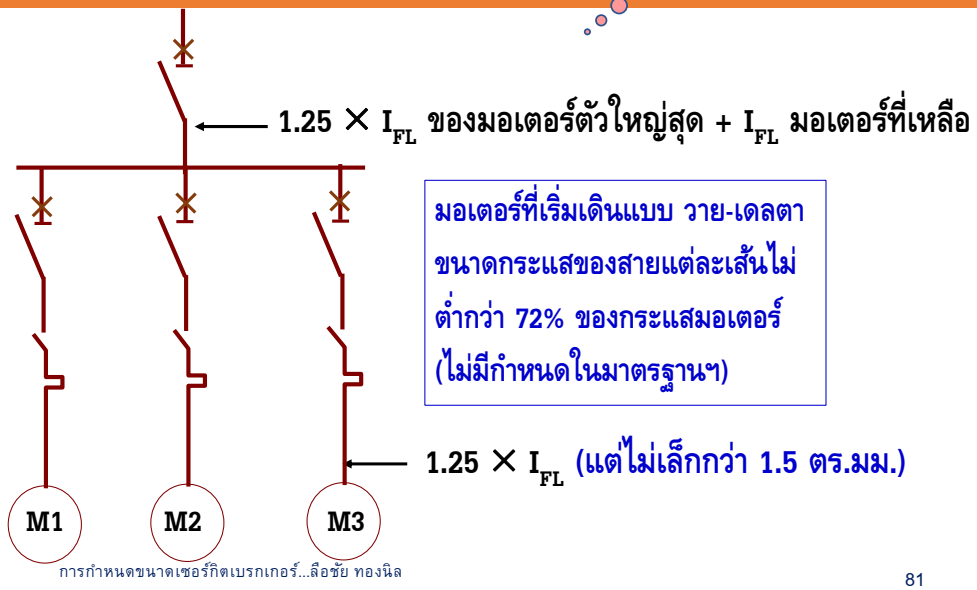


ตารางที่ 6-3 พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสาย และป้องกันการรั่วลงดินของวงจรมอเตอร์

ชนิดของมอเตอร์	ร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่			
	ฟิวส์ทำงานไว	ฟิวส์ หน่วงเวลา	เซอร์กิตเบรกเกอร์ ปลดทันที	เซอร์กิตเบรกเกอร์ เวลาผกผัน
มอเตอร์ 1 เฟส	300	175	800	250
มอเตอร์กระแสสลับแบบโพลีเฟส อื่น ๆ ที่มากกว่าแบบเวาด์โรเตอร์	300	175	800	250
มอเตอร์แบบกรงกระรอก	300	175	800	250
มอเตอร์แบบซิงโครนัส	300	175	800	250
มอเตอร์แบบเวาด์โรเตอร์	150	150	800	150
มอเตอร์กระแสตรง (แรงดันคงที่)	150	150	250	150

ขนาดสายไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์

ดูจากกระแสโหลดเต็มที่



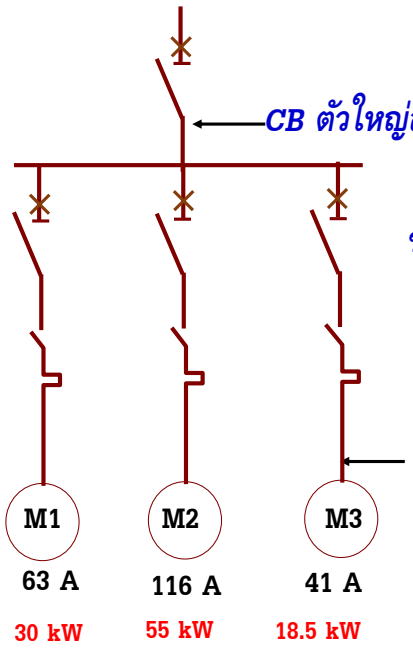
ตัวอย่าง

วงจรไฟฟ้า (สายป้อน) ประกอบด้วยมอเตอร์ 3 เฟส 400 V จำนวน 3 ตัว ต้องการกำหนดขนาดเซอร์กิตเบรกเกอร์ ของของมอเตอร์แต่ละตัวและของสายป้อนวงจรมอเตอร์

M1 ซิงโครนัสมอเตอร์ ขนาด 30 kW กระแส 63 A

M2 ซิงโครนัสมอเตอร์ ขนาด 55 kW กระแส 116 A

M3 สโควเรลเคจอินดักชั่นมอเตอร์ ขนาด 18.5 kW กระแส 41 A



ขนาดกระแสของสายไฟฟ้า $\leq 2.5\ I_{FL}$

เซอร์กิตเบรกเกอร์

M1 $\leq 2.5 \times 63 = 157.7$, CB 125A หรือ 160A

M2 $\leq 2.5 \times 116 = 290$, CB 250A

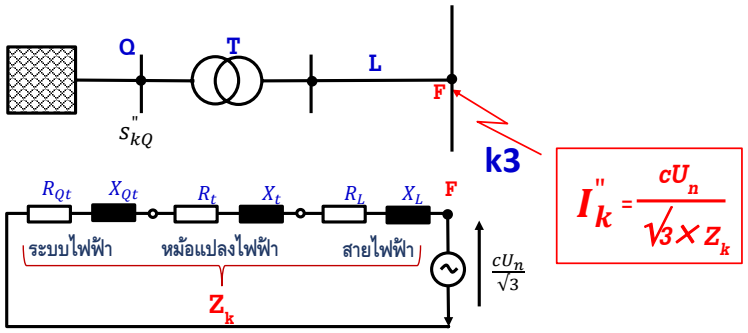
M3 $\leq 2.5 \times 41 = 102.5$, CB 80 หรือ 100A

สายป้อน

CB = 250 + 63 + 41 = 354, CB 350 or 400A

การกำหนดขนาด I_{CU} ของ CB

การกำหนดพิกัดกระแสลัดวงจร, I_{CU}



Infinite bus, กระแสลัดวงจร

$$I_{SC} = \frac{kVA \times 1,000}{\sqrt{3} \times V \times \frac{\%Z}{100}}$$

ตัวอย่าง กำหนดให้หม้อแปลงขนาด 1,000 kVA มี Impedance voltage 6% ไม่คิดค่า Impedance ของระบบไฟฟ้า (infinite bus) และสายไฟฟ้าด้านแรงต่ำของหม้อแปลง จะได้

$$I_{SC} = \frac{kVA \times 1,000}{\sqrt{3} \times V \times \frac{\%Z}{100}} = \frac{1,000 \times 1,000}{\sqrt{3} \times 400 \times \frac{6}{100}} \text{ ampere}$$

= 24 kA

I_{cu} *ต้องไม่ต่ำกว่า 24 kA*

THE END

ขอขอบคุณ

ลือชัย ทองนิล