



ลือชัย ทองนิล

- ประธานสาขาไฟฟ้า วสท.
- อดีตกรรมการสภาวิศวกร สมัยที่ 5&6

## เครื่องป้องกันกระแสเกิน ระบบแรงต่ำ

มาตรฐานสายไฟฟ้าและสายทนไฟตาม มอก.ใหม่ ...ลือชัย ทองนิล

1

1

## เกี่ยวกับวิทยากร...โดยย่อ

### นายลือชัย ทองนิล

ได้รับรางวัล AFEO Honorary Member Award CAFEO 31 Jakarta, Indonesia 2013

ประธานคณะกรรมการสาขาวิศวกรรมไฟฟ้า วสท

กรรมการสภาวิศวกร สมัยที่ 5&6

คณะกรรมการทดสอบความรู้ความชำนาญการประกอบวิชาชีพ ระดับวุฒิวิศวกร และสามัญวิศวกร สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า สภาวิศวกร

อดีตประธานคณะกรรมการวิชาการฯ มาตรฐานสายสาขาไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้า สมอ.

อดีตผู้อำนวยการไฟฟ้าเขตมีนบุรี การไฟฟ้านครหลวง

ประธานคณะกรรมการปรับปรุงมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า พ.ศ. 2564

ดูงานด้านระบบไฟฟ้าในหลายประเทศเช่น สหรัฐอเมริกา ยุโรป ออสเตรเลีย ญี่ปุ่น เกาหลีใต้ ฯลฯ

ที่ปรึกษาสมาคมช่างเหมาไฟฟ้าและเครื่องกลไทย สมาคมเครื่องกำเนิดไฟฟ้าไทย และสมาคมผู้ตรวจสอบอาคาร ฯลฯ

มาตรฐานสายไฟฟ้าและสายทนไฟตาม มอก.ใหม่ ...ลือชัย ทองนิล

2

2

## ผลงานวิชาการ

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

แต่งหนังสือ คู่มือวิศวกรไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 19 ได้รับรางวัลหนังสือยอดเยี่ยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

แต่งหนังสือ การตรวจความปลอดภัยระบบไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 11 ได้รับรางวัลหนังสือยอดเยี่ยม จากสมาคมส่งเสริมเทคโนโลยี (ไทย-ญี่ปุ่น)

แต่งหนังสือ คู่มือช่างชาวบ้าน ฉบับช่างไฟฟ้า พิมพ์ครั้งที่ 13 (อัมรินทร์พรินติ้ง)

แต่งหนังสือ การออกแบบและติดตั้งระบบแจ้งเหตุเพลิงไหม้ พิมพ์ครั้งที่ 4 (วสท.)

แต่งหนังสือ คู่มือความปลอดภัยทางไฟฟ้าในสถานประกอบการ พิมพ์ครั้งที่ 3 (สสท.)

และอีกหลายเล่ม เช่น คู่มือการติดตั้งระบบไฟฟ้าอย่างมืออาชีพ, บริษัทสายไฟฟ้าไทย-ยซาซากิ จำกัด

เขียนบทความ ในวารสารต่างๆ หลายเรื่อง

มาตรฐานสายไฟฟ้าและสายทนไฟตาม มอก.ใหม่ ... ลือชัย ทองนิล

3

3

## หัวข้อบรรยาย



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

4

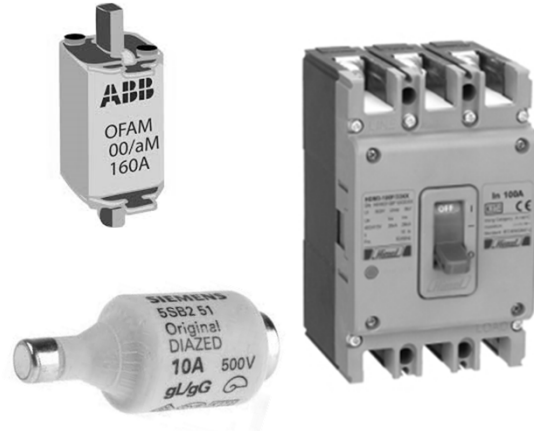
4

## เครื่องป้องกันกระแสเกิน

หลักการ เครื่องป้องกันกระแสเกิน ต้อง  
ปลดวงจรก่อนที่ปริมาณที่ไฟฟ้าจะชำรุด  
และไม่ปลดวงจรที่กระแสปกติ

ต้องสามารถตัดกระแสลัดวงจรได้อย่าง  
ปลอดภัย แบ่งเป็น :-

- ฟิวส์
- เซอร์กิตเบรกเกอร์



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

5

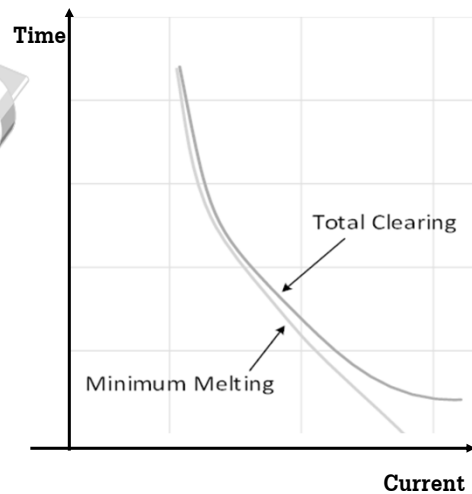
5

## ฟิวส์แรงต่ำ หลักการทำงานของฟิวส์



Overload

Short circuit



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

6

6

## ฟิวส์ ตามมาตรฐาน IEC 60269

**IEC 60269-1 - Low-voltage fuses - Part 1: General requirements**

**IEC 60269-2 - Low-voltage fuses - Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application)**

**- Examples of standardized systems of fuses A to I**

**IEC 60269-3 - Low-voltage fuses - Part 3: Supplementary requirements for fuses for use by unskilled persons (fuses mainly for household and similar applications) - Examples of standardized systems of fuses A to F**

7

## IEC 60269, Standard

**IEC 60269-4 - Low-voltage fuses - Part 4: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of semiconductor devices**

**IEC 60269-5 - Low-voltage fuses - Part 5: Guidance for the application of low-voltage fuses**

**IEC 60269-6 - Low-voltage fuses - Part 6: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of solar photovoltaic energy systems**

8

## Application categories and time-current characteristics

Application categories แบ่ง time-current characteristic ตามแต่ละแบบของฟิวส์ เป็นตัวอักษร 2 ตัว ดังนี้

The first letter is **a** if the fuse is for **short-circuit protection only**; an associated device must provide overload protection.

The first letter is **g** if the fuse is intended to operate even with currents as low as those that cause it to blow **in one hour**. These are considered **general-purpose** fuses for protection of wires.

## Application categories and time-current characteristics

The second letter indicates the type of equipment or system to be protected:

- **D** - North American time-delay fuses for motor circuits, UL 248 fuses
- **G** - General purpose protection of wires and cables
- **M** - Motors
- **N** - Conductors sized to North American practice, UL 248 fuses
- **PV** - Solar photovoltaic arrays as per 60269-6
- **R, S** - Rectifiers or semiconductors as per 60269-5
- **Tr** - Transformers



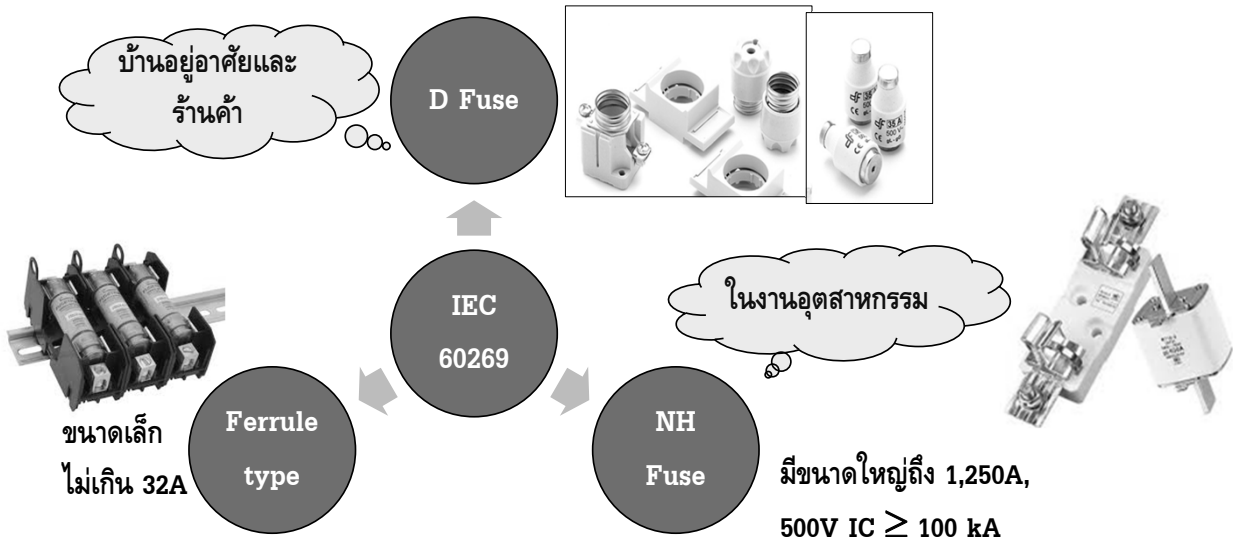
## ตัวอย่างการใช้งาน

- gG, gL NH Fuse ฟิวส์สำหรับงานป้องกันกระแสเกิน หรือ กระแสลัดวงจร เหมาะสำหรับระบบไฟฟ้าทั่วไป ทนกระแสลัดวงจร ได้สูงสุดถึง 120 kA
- aM, gM NH Fuse ฟิวส์สำหรับมอเตอร์ ใช้ป้องกันกระแสลัดวงจร โดยสามารถทนกระแสลัดวงจรได้สูงสุดถึง 120 kA (กรณีนี้ มอเตอร์จึงต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินด้วย)

*Note gG and gL is the same thing where gL is an older definition*

11

## Fuse, IEC 60269



12

## D Fuse

เหมาะกับบ้านอยู่อาศัย เพราะใช้งานง่าย IC ไม่เกิน 50 kA แบ่งเป็น (ต่างกันที่ขนาดฐานฟิวส์ และเกลียว)

-D system (มี DI ถึง DV) มีขนาดสูงสุด 200A

-D0 (มี D01 ถึง D05) ขนาดสูงสุด 100A, IC ไม่เกิน 50 kA

-ที่ใช้มากที่สุดคือ gG



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

13

13

## ขนาด D-system (DIAZED)

Size	Designated (A)	Thread
D II	2, 4, 6, 10, 13, 16, 20, 25	E27
D III	35, 40, 50, 63	E33
D IV	80, 100	G 1 1/4



การป้องกัน  
กระแสเกิน  
ระบบแรงต่ำ

14

14

## ขนาด D0-system

Size	Rated current	Thread
D01	2 A, 4 A, 6 A, 10 A, 13 A, 16 A	E14
D02	20 A, 25 A, 32 A, 35 A, 40 A, 50 A, 63 A	E18
D03	80 A, 100 A	M 30 × 2



**หมายเหตุ D03 ค่อยมีใช้งาน เพราะจะใช้ NH fuse แทน**

15

## NH Fuse (HRC)

- เป็นฟิวส์ขนาดใหญ่ใช้ในงานอุตสาหกรรม **มีถึง 1,250A**, 500V, IC >100 kA (อาจสูงถึง 120 kA), การถอดหรือใส่ต้องใช้เครื่องมือ
- gG, gL NH Fuse ฟิวส์สำหรับงานป้องกันกระแสเกิน หรือ การลัดวงจร เหมาะสำหรับระบบไฟฟ้าทั่วไป IC สูงสุดถึง 120 kA
- aM, gM NH Fuse เหมาะสำหรับป้องกันมอเตอร์ IC สูงสุดถึง 120 kA

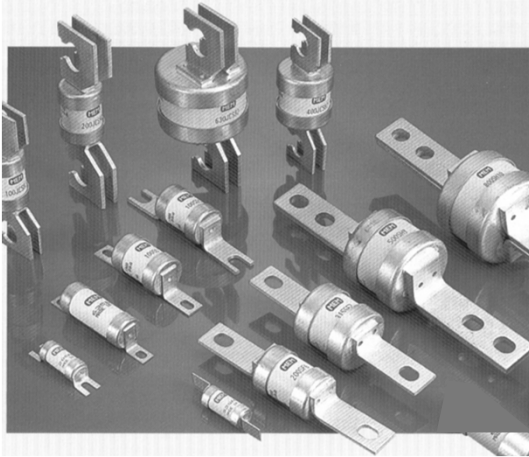


**ใช้งานโดยผู้ที่มีความรู้ความชำนาญ**

16



## NH Fuse



Size	Current range (A)	Approx. blade length (mm.)
00/000	6-160	78
0	6-160	125
1	80-250	135
2	125-400	150
3	315-630	150
4	500-1,000	200
4a	500-1,250	200

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

17

## Ferrule Fuse

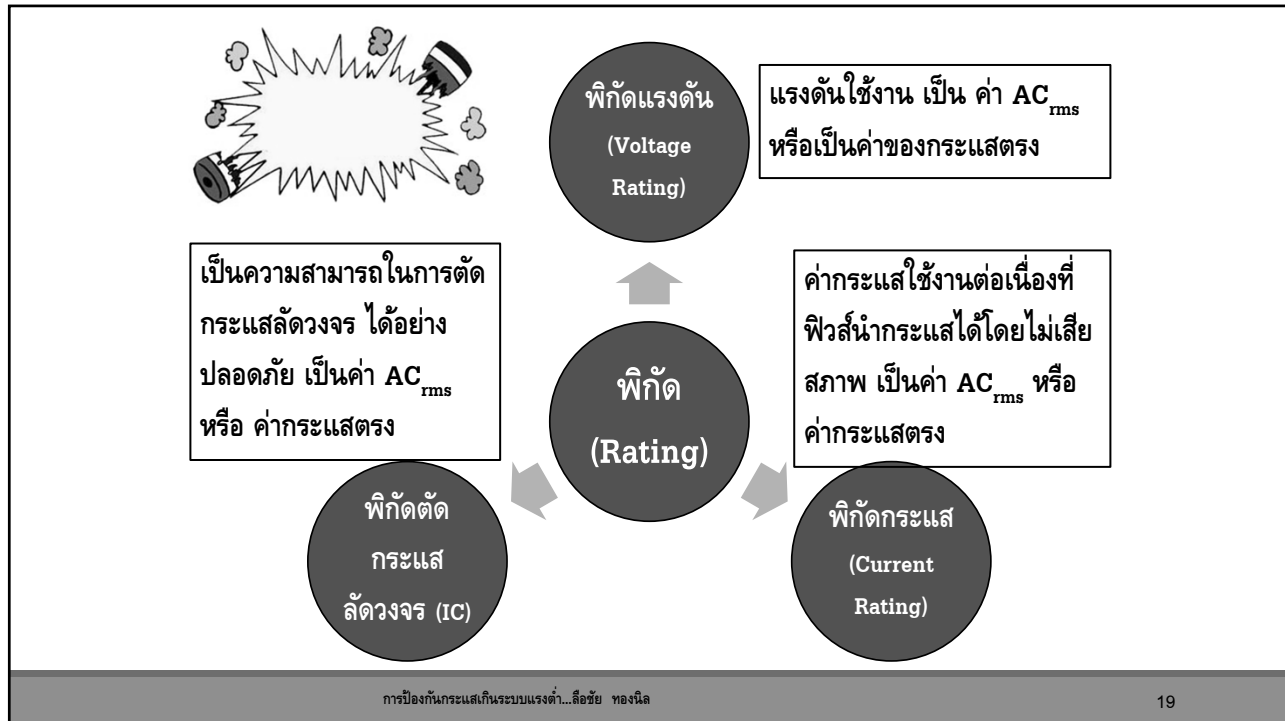
เป็นฟิวส์ขนาดเล็ก ไม่เกิน 32A  
 ประหยัดพื้นที่กว่า D Fuse, แต่  
 ในการถอดหรือใส่ต้องใช้  
 เครื่องมือ จึงต้องใช้โดยผู้ที่มี  
 ความรู้ความชำนาญเท่านั้น



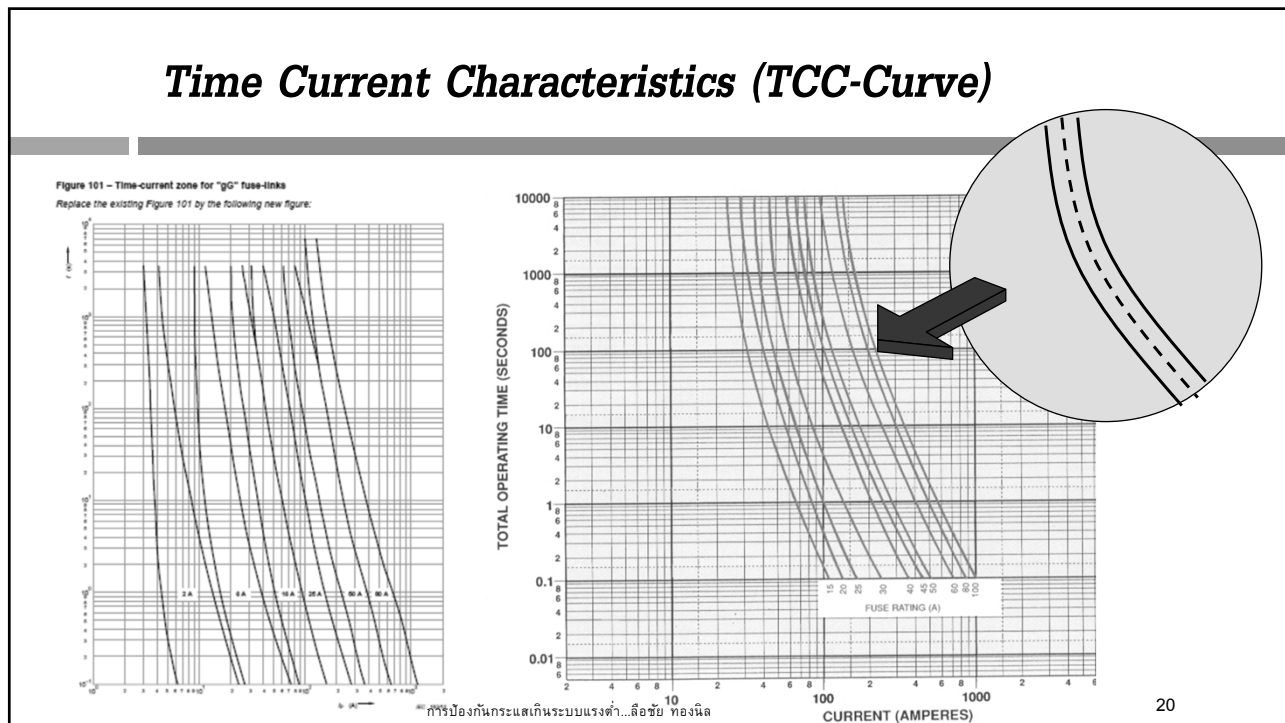
การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

18

18



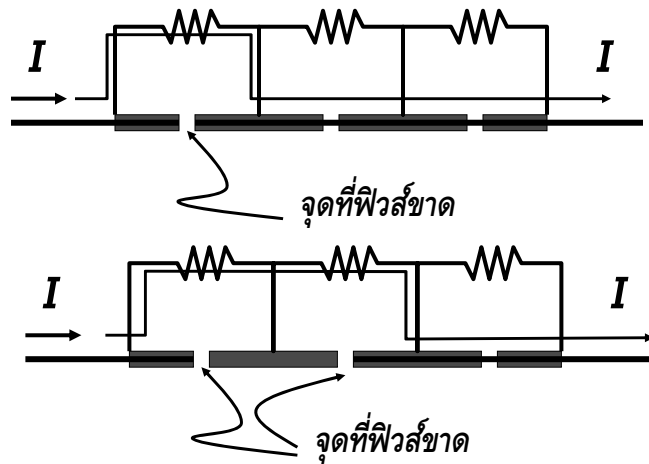
19



20

## ฟิวส์จำกัดกระแส (Current Limiting Fuse)

หลักการทำงาน

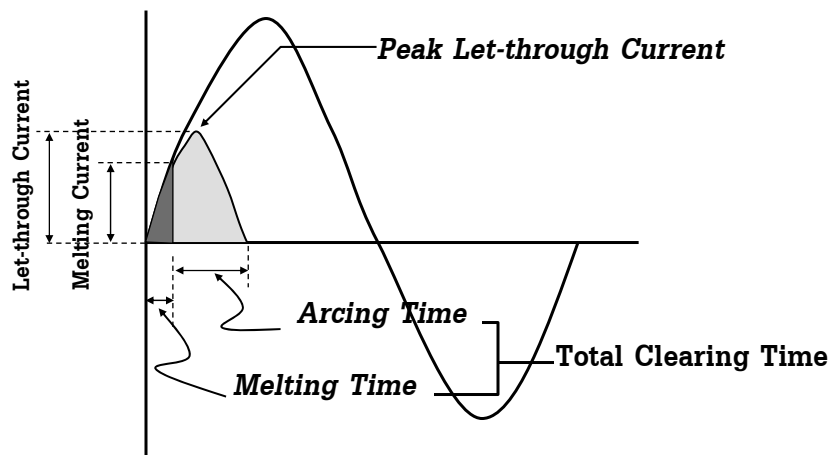


การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

21

21

## Let Through Current

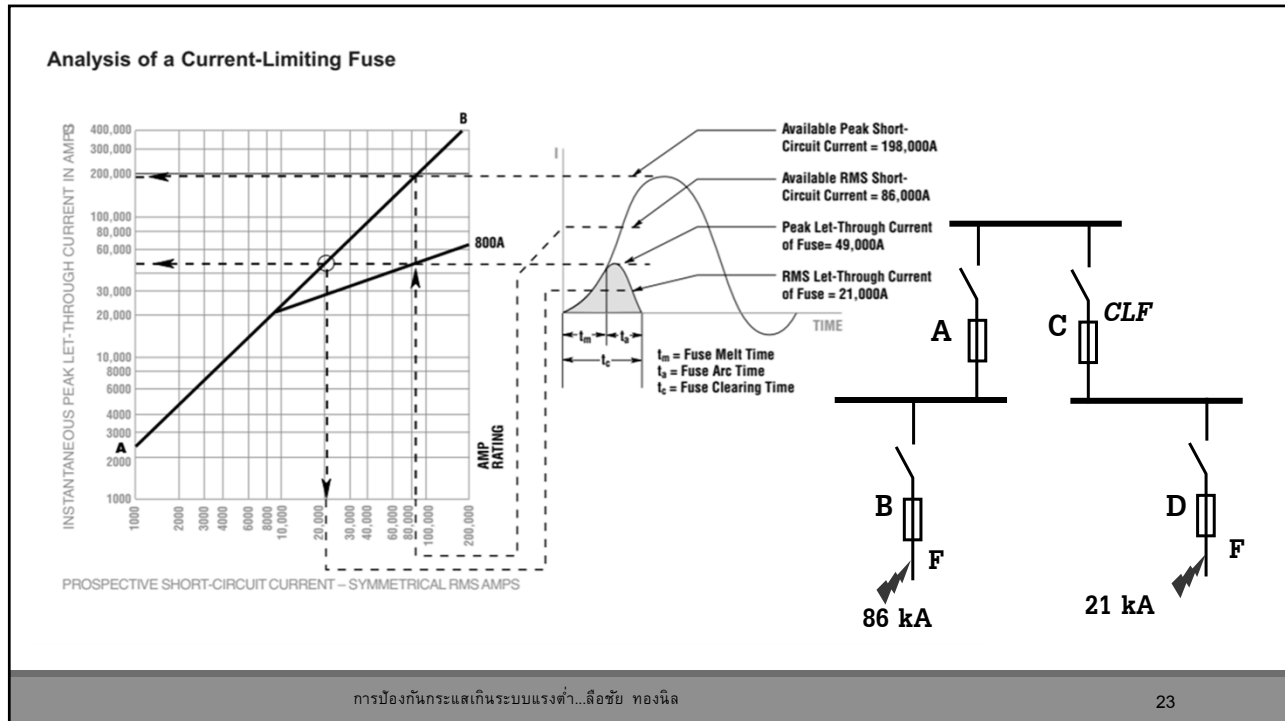


การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล



22

22



23

## LV. Circuit breaker...Type

### Molded Case Circuit Breaker (MCCB)

- Thermal magnetic
- Hydraulic magnetic
- Electronic
- Motor circuit breaker



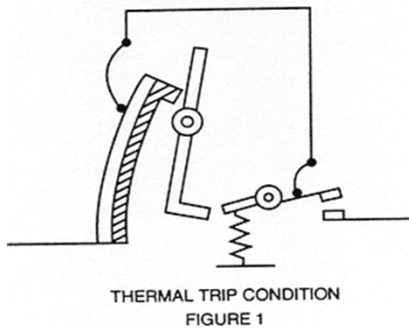
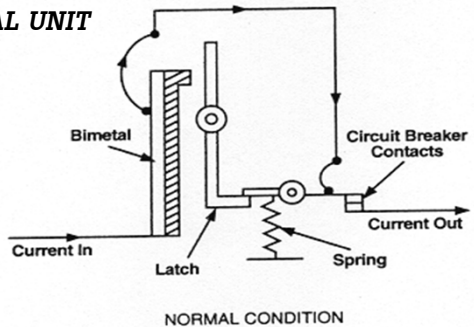
### Miniature Circuit Breaker (MCB)

### Air Circuit Breaker (ACB)

24

### หลักการทำงาน, Thermal-Magnetic

**THERMAL UNIT**



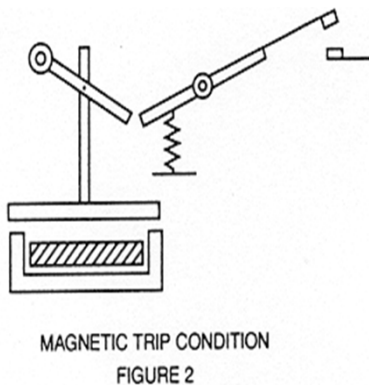
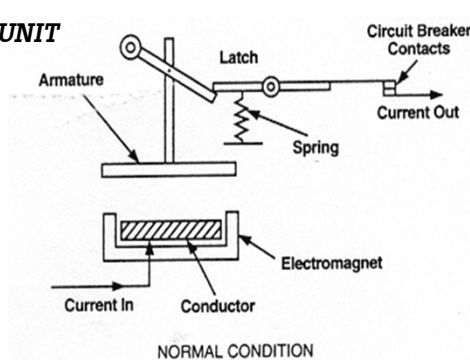
การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

25

25

### หลักการทำงาน, Thermal-Magnetic

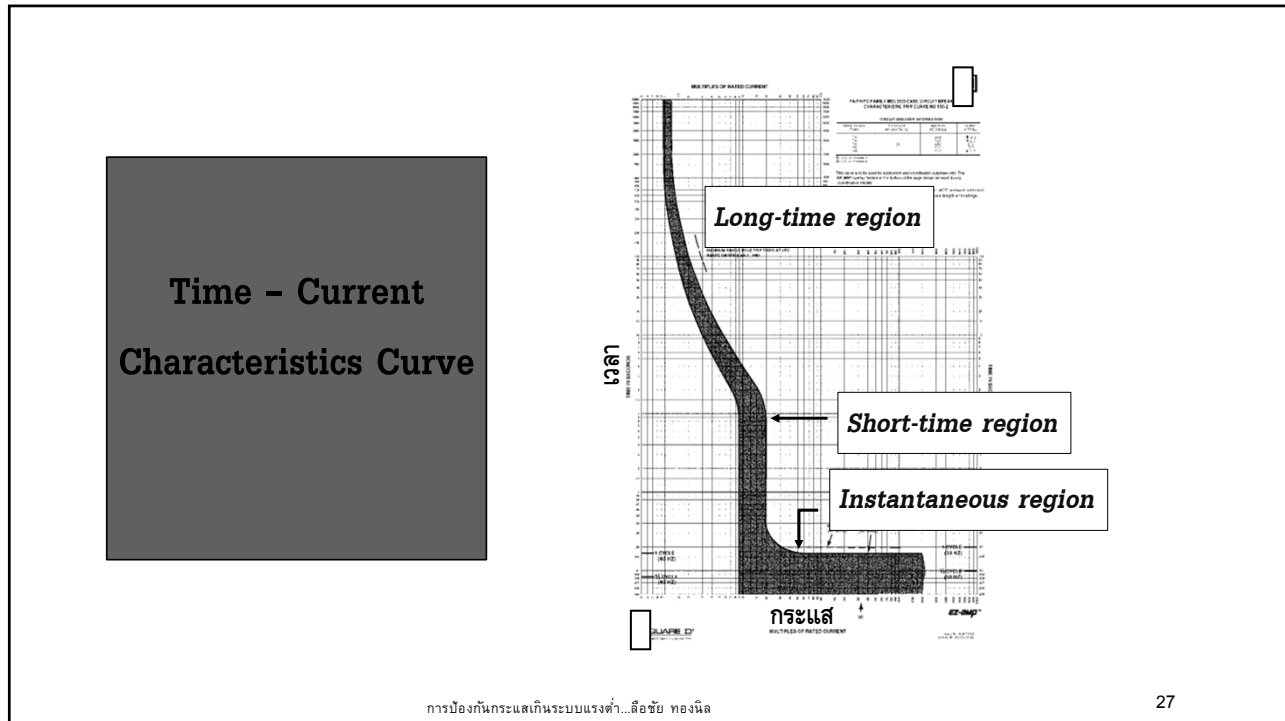
**MAGNETIC UNIT**



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

26

26



27

## Electronic Molded Case CB.

ใช้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์เป็นตัววิเคราะห์และสั่ง  
ปลดวงจร สามารถปรับค่า pick up, delay ฯลฯ ได้  
อาจมี trip indicator แสดงสาเหตุการปลดวงจรด้วย

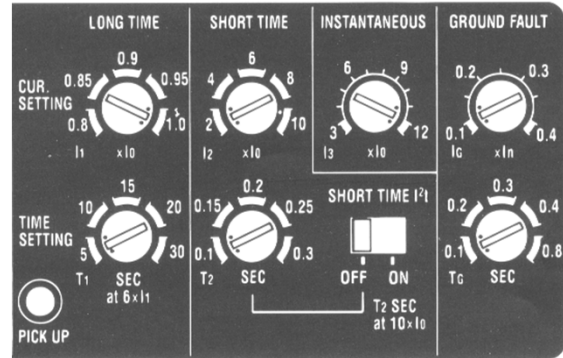
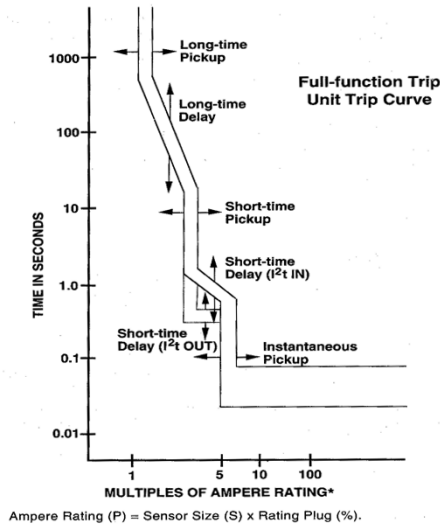
FULL-FUNCTION TRIP UNIT

AMMETER / TRIP INDICATOR

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

28

## Adjustable



ทองนิล

29

29

## Adjustable

### Electronic trip unit

- Long Time Trip
- Short Time Trip
- Instantaneous Trip
- Ground Fault Trip

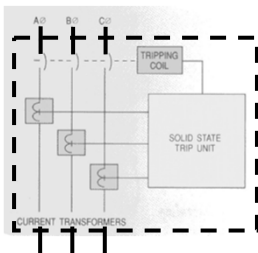
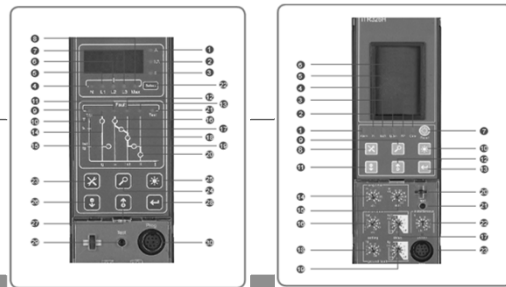
Electronic trip unit HDM3E-125-800

3P controller

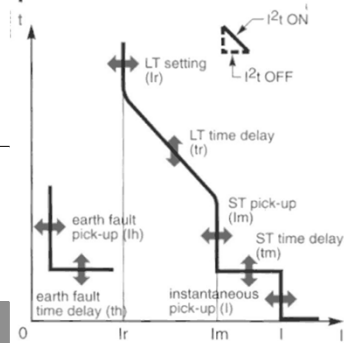
**MCCB 125 - 800A**



**ACB 1000 - 6300A**



protection

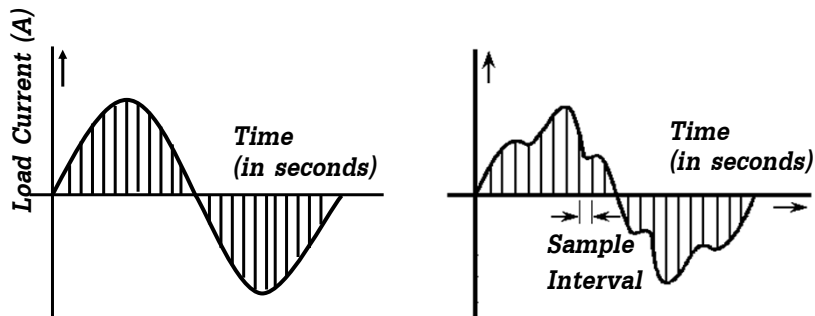


การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...สื่อชัย ทองนิล

30

30

## Waveform Sampling



*circuit breakers shall sample the current  
magnitude Many times per cycle*

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

31

31

## เซอร์กิตเบรกเกอร์ ตามมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า

เป็นไปตามมาตรฐาน IEC แบ่งเป็น

- IEC 60898 ใช้สำหรับบ้านอยู่อาศัย
- IEC 60947-2 ใช้สำหรับอุตสาหกรรม

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

32

32



## พิกัดที่สำคัญ

### 1. Rate voltage

Rate operational voltage ( $U_e$ )

◦ 440 V , 660/690 V

Rated insulation voltage ( $U_i$ )

◦ 800 V

Rated impulse withstand voltage ( $U_{imp}$ )

◦ 8 kV, 12 kV

**Schneider**  
Electric

**Compact**

**NSX250 H**

$U_i$  800 V      $U_{imp}$  8 kV

$U_e$  (V)      $I_{cu}$  (kA)  $I_{cs}$

220/240     ~     100     100

380/415     ~     70     70

440     ~     65     65

500     ~     50     50

525     ~     35     35

660/690     ~     10     10

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลีอชัย ทองนิล

33

33

## พิกัดที่สำคัญ

### 2. Rated Current, $I_n$

■ หมายถึงขนาดพิกัดของเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่สามารถนำกระแสได้อย่างต่อเนื่อง ภายใต้สภาวะที่กำหนด เช่น 10, 16, 25, 32, 63 และ 100 A เป็นต้น

■ AT & AF

มาตรฐาน IEC กำหนด AF ไว้ดังนี้  
63, 80, 100, 125, 160, 200, 250,  
320, 400, 500, 630, 800, 1000,  
1250, 1600, 2000, 2500, 3200,  
4000, 5000, 6300 A  
แต่บางผู้ผลิตอาจจะไม่ผลิตค่า AF  
บางค่าได้

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลีอชัย ทองนิล

34

34

## พิกัดที่สำคัญ (ต่อ)

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

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

Rated short-time withstand current ( $I_{cw}$ )

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

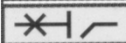
35

35

## Rated ultimate short-circuit breaking capacity ( $I_{cu}$ )

พิกัดการตัดกระแสลัดวงจร ที่ภายหลัง  
การทดสอบจะไม่คำนึงว่าสามารถรับ  
กระแสใช้งานปกติได้อย่างต่อเนื่อง  
หรือไม่

การทดสอบ O-t-CO

	Ue(V)		Icu(kA)		
IEC947-2	220/240	~	25	TH01285	
	380	~	18		
	400/415	~	15		
	$I_{cs}=50\%I_{cu}$	440	~		10
JIS C 8370	220	~	25		
	460	~	10		
NEMA-AB1 (HIC)	240	~	25		
	277/480Y	~	10		
	Ui=690V		Uimp=6kV		
Cat.A	50/60Hz				

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

36

36

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

พิกัดตัดกระแสลัดวงจรที่หลังการทดสอบจะต้องสามารถรับกระแสใช้งานปกติได้อย่างต่อเนื่อง

$I_{cs}$  จะกำหนดเป็นร้อยละของ  $I_{cu}$

เช่น  $I_{cs} = 0.75I_{cu}$

การทดสอบ O-t-CO-t-CO

Compact			
NSX250 H			
$U_i$ 800 V	$U_{imp}$ 8 kV		
$U_e$ (V)		$I_{cu}$ (kA)	$I_{cs}$
220/240	~	100	100
380/415	~	70	70
440	~	65	65
500	~	50	50
525	~	35	35
660/690	~	10	10

50/60Hz	cat A
IEC / EN 60947-2	
NEMA AB1	HIC (kA)
240V	100
480V	65
600V	35

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

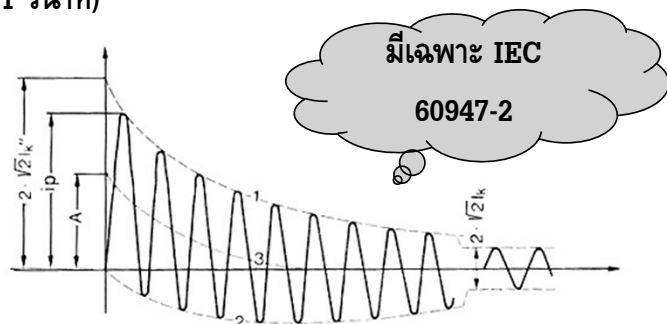
37

37

## Rated short-time withstand current, $I_{cw}$

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

SACE E2.2 S		$I_u$ 2500 A	
S/N: 0000000000000000		Made in Italy ABB SACE	
IEC 60947-2		Cat. B ~ 50 - 60 Hz	
$U_e$ (V)	415 440 525 690	CE	$U_{imp}$ 12Kv
$I_{cu}$ (kA)	85 85 66 66		
$I_{cs}$ (kA)	85 85 66 66		
$I_{cw}$ (kA)	85 (1s)		
Accessories			
AUX	3A 400V AC	YO	220V -250V AC/DC
RTC		YO2	
AUP		YC	220V -250V AC/DC
YR		YC2	
M	220V -250V AC/DC	YU	220V -250V AC/DC



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

38

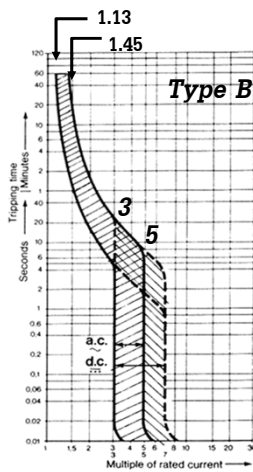
38

# Circuit Breaker

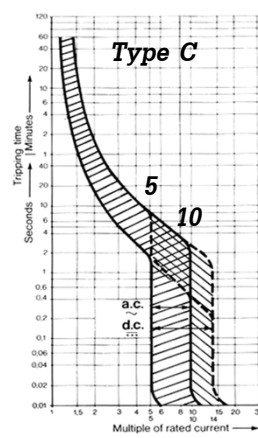
## IEC 60898 & IEC 60947-2

39

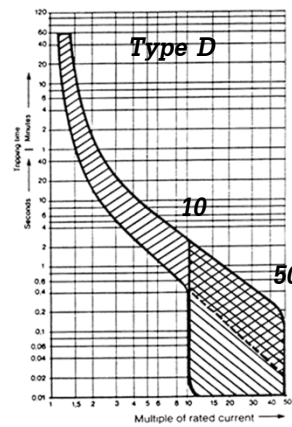
### IEC 60898 Circuit breaker, Type of Trip Curve



ใช้กับ Load ที่ไม่มีไฟกระชอก เช่น พวกเครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไป



ใช้กับ Load ที่มีไฟกระชอก เช่น Fluorescent Lighting, มอเตอร์เล็ก ๆ, เครื่องปรับอากาศ

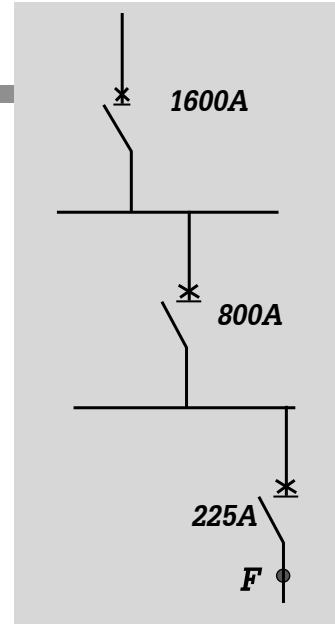


ใช้กับ Load ในงานอุตสาหกรรม ที่มีไฟกระชอกสูง เช่น เครื่องเชื่อม, เครื่อง X-ray

40

## 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

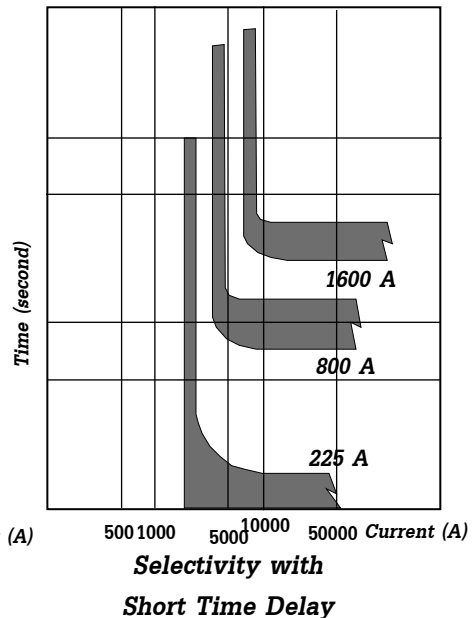
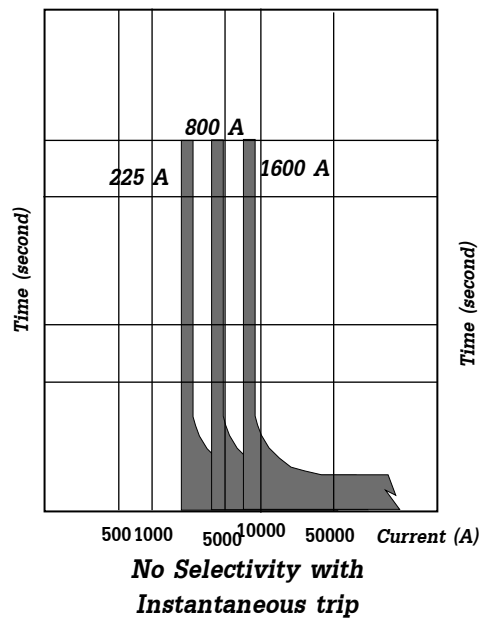


การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

41

41

ประโยชน์  
ของการ  
หน่วงเวลา



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

42

42

## IEC 60898 และ IEC 60947-2 ตามกลุ่มผู้ใช้งาน

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

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

43

43

## Miniature Circuit Breaker : MCB

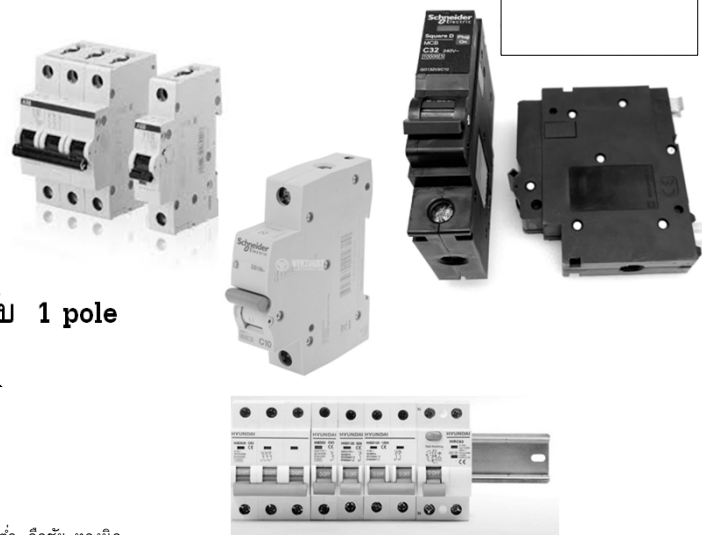
- เป็น CB ขนาดเล็กใช้ติดตั้งในแผงย่อย (Panelboard) และแผงจ่ายไฟของที่อยู่อาศัย (Consumer Unit)
- เพื่อป้องกันวงจรย่อยของระบบไฟฟ้าในบ้าน สำนักงาน หรือ อุตสาหกรรม
- MCB สามารถผลิตตาม IEC 60898 หรือ IEC 60947-2 ก็ได้
  - IEC 60898 Domestic, Unskilled people
  - IEC 60947-2 Commercial, Industrial Installations

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

44

## Miniature Circuit Breaker : MCB

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



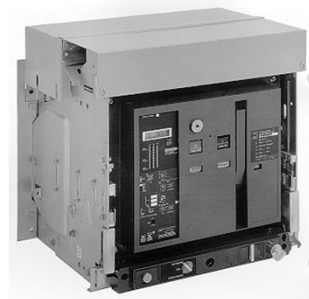
การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

45

45

## Air Circuit Breaker

- เป็น CB ขนาดใหญ่ มีพิกัดกระแสสูง อาจมีตั้งแต่ 800A ถึง 6,300A
- เป็นแบบเปิดโล่ง (open frame) มีบริภัณฑ์และกลไกอยู่เป็นจำนวนมาก และติดตั้งอย่างเปิดโล่งเห็นได้ชัดเจน
- มีพิกัด  $I_{cw}$ , Utilization Category B
- ใช้สำหรับป้องกันสายประธาน และ สายป้อนของระบบไฟฟ้า
- แบ่งเป็น
  - แบบติดตั้งอยู่กับที่ (fixed type)
  - แบบดึงออกได้ (drawout type)



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

46

46

# หัวข้อบรรยาย

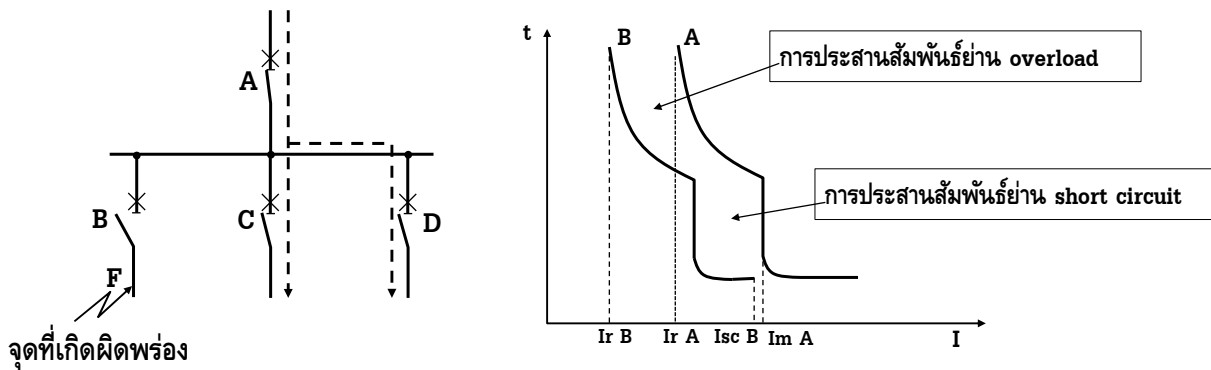


การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

47

47

## Coordination คืออะไร?



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ...ลือชัย ทองนิล

48

48



## Coordination (การประสานสัมพันธ์)

■ คำว่าการประสานสัมพันธ์ มักเรียกกันว่า **Selectivity (Selective Coordination)** หรือ **Discrimination** เป็นคำที่ใช้เรียกทดแทนกันได้ และถ้าแบ่งตามวิธีการที่ใช้ในการประสานสัมพันธ์อาจแบ่งออกได้เป็น 3 วิธีใหญ่ๆ คือ

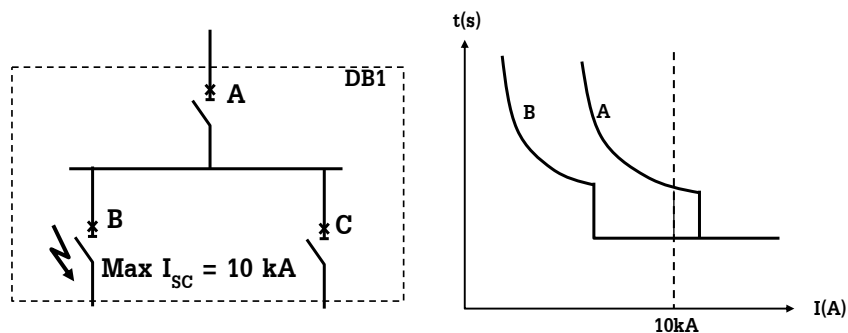
- **Total selectivity (หรืออาจเรียกว่า Fully Rated Protective System)**
- **Partial selectivity**
- **Cascading**

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

49

49

## Total Selectivity Protective System



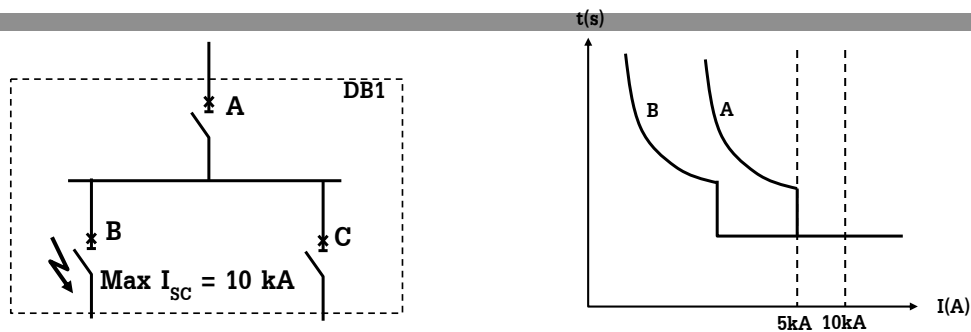
- กระแสลัดวงจรสูงสุดไม่เกิน 10 kA, CB ทุกตัวต้องมี  $I_C \geq 10 \text{ kA}$
- จาก curve จะเห็นว่าไม่ว่าจะเกิดการลัดวงจรที่จุดใด ๆ CB(B) จะตัดวงจรก่อน CB(A) เสมอ

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

50

50

### Partially Selective Protective System



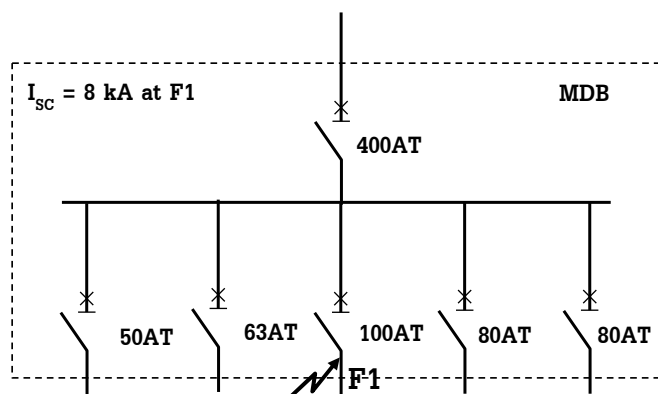
- มีการจัดลำดับ (selectivity) ในการตัดวงจรของ CB ไม่ตลอดทุกค่าของกระแสลัดวงจรที่มีได้ ณ จุดติดตั้ง
- ระบบนี้จะมีการจัดลำดับ (selectivity) ถึงแค่ 5 kA เท่านั้น ถ้ามีกระแสลัดวงจรที่สูงกว่านี้ CB(A) อาจตัดก่อน CB(B) ก็ได้ (ผู้ผลิตจะทำข้อมูลนี้มาให้)

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

51

51

### ตัวอย่าง Total & Partial Selective



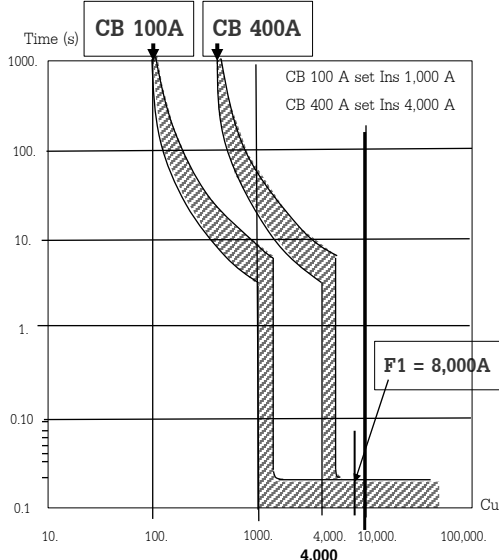
CB ทุกตัวต้องมีค่า  $I_C \geq 8 \text{ kA}$

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

52

52

ตัวอย่าง (ต่อ)



**Partially selective**

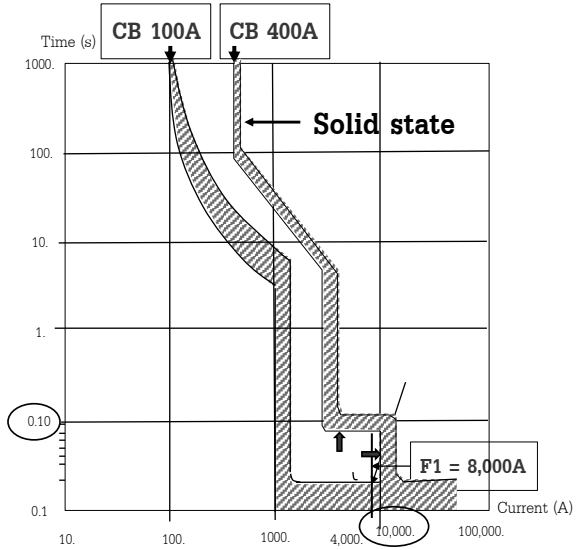
- ทำ Coordination ระหว่าง CB ประธาน 400A (upstream) กับ CB สายป้อนขนาดใหญ่สุด ในพื้นที่คือขนาด 100A (downstream)
- เนื่องจากถ้า CB 400A มี Selective กับ CB 100A แล้ว CB ที่เหลือที่มีขนาดเล็กกว่าย่อมมี Selective กับ CB 400A ด้วยเสมอ

ประสานสัมพันธ์กันที่ไม่เกิน 4 kA

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

ตัวอย่าง (ต่อ)

- ถ้าต้องการให้เป็น Total Selective
  - เปลี่ยน CB 400A เป็นแบบตั้งค่า instantaneous ได้ โดยตั้งเฟื่อไว้ที่มากกว่า 8,000A เลือกที่ 10,000A (CB แบบ Solid State หรือแบบที่ปรับตั้งได้)
  - Short - Time Delay ปรับตั้งค่า 0.1 sec เพื่อเผื่อเวลา Coordination กับ CB 100A



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

## Cascading or Back-up Protection

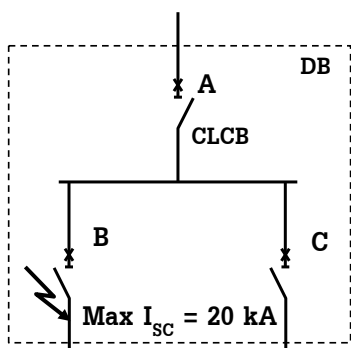
- เรียกอีกอย่างว่า **Combined Short-circuit Protection หรือ Selectivity Enhanced by Cascading**
- เป็นการประสานสัมพันธ์กันของเครื่องป้องกันกระแสเกิน 2 ตัวที่ต่ออนุกรมกัน ให้ช่วยกันทำงาน ทำให้มีความสามารถในการป้องกันสูงขึ้น
- การทำงานลักษณะนี้ เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่อยู่ต้นทางจะต้องเป็นชนิดจำกัดกระแส (**Current Limiting Circuit Breaker**)
- ใน IEC 60947-2 ยอมรับการทำงานแบบ cascading ของเซอร์กิตเบรกเกอร์ 2 ตัว การ cascade ต้องมีการ Verified โดยการทดสอบและรับรองโดยผู้ผลิต

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

55

55

## Cascading...หลักการ



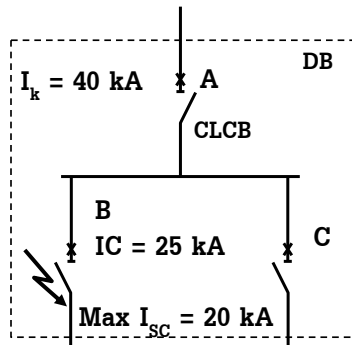
- **Main Circuit Breaker** เท่านั้นที่มีฟังก์ชันตัดกระแสลัดวงจรเพียงพอ
- เซอร์กิตเบรกเกอร์ที่ใกล้จุด fault อาจไม่จำเป็นที่จะต้อง มีฟังก์ชันตัดกระแสลัดวงจรเพียงพอ
- ปกติ Main CB จะเป็น **Current Limiting Circuit Breaker**

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

56

56

## Cascading...ตัวอย่าง



- ถ้าคำนวณกระแสลัดวงจรได้ 40 kA CB B อาจมี IC = 25 kA Main CB เป็น Current Limiting CB มี IC 70 kA ( $\geq 40$  kA) ตัดกระแสลัดวงจรภายใน  $\frac{1}{4}$  cycle (เวลา 5 ms) และมีค่า Let Through Current ไม่เกิน 25 kA (ในที่นี้เป็น 20 kA)
- Main CB จะทำงานก่อนที่ CB B ที่อยู่ด้าน Downstream จะทำงาน
- ต้องกำหนดโดยผู้ผลิต

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

57

57

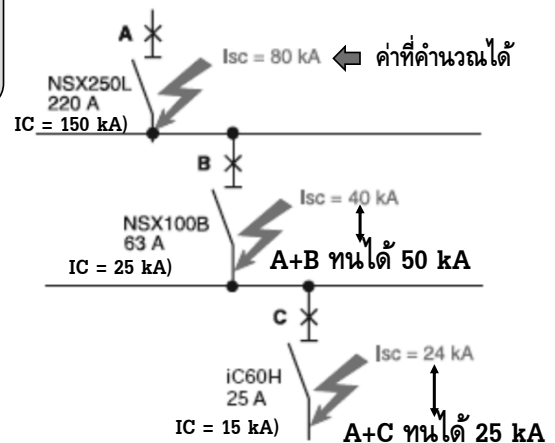
## Cascading ตัวอย่างการใช้งาน

$$A + B = 50 \text{ kA}$$

$$A + C = 25 \text{ kA}$$

Isc of 24 kA across its output terminals since the "reinforced" breaking capacity provided by cascading with the upstream NSX250L is 25 kA.

since the "reinforced" breaking capacity provided by cascading with the upstream NSX250L is 50 kA.



การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลือชัย ทองนิล

58

58

### Cascading

Upstream: NSX250  
Downstream: iDPN, iC60, C120, NG125, NG160, NSX100, NSX160, NSX250

Ue: 380-415 V (Ph/N 220-240 V)

Upstream	NSX250							
	NSX250B	NSX250F	NSX250N	NSX250H	NSX250S	NSX250L		
Breaking capacity (kA)	25	36	50	70	100	150		

Downstream	In Max (A)	Icu (kA)	Reinforced breaking capacity (kA)							
IDPN	40	6	10	10	10	10	10	10	10	10
IDPNN	16	10	20	20	20	20	20	20	20	20
	40	10	16	16	16	16	16	16	16	16
iC60N	40	10	20	25	30	30	30	30	30	30
	63	10	20	25	25	25	25	25	25	25
iC60H	40	15	25	30	30	30	30	30	30	30
	63	15	25	25	25	25	25	25	25	25
iC60L	25	25	30	30	30	30	30	30	30	30
	40	20	25	30	30	30	30	30	30	30
	63	15	25	25	25	25	25	25	25	25
C120N	125	10	25	25	25	25	25	25	25	25
C120H	125	15	25	25	25	25	25	25	25	25
NG125N	125	25	36	36	36	36	50	70	100	150
NG125H	80	36	40	40	40	40	50	70	100	150
NG125L	80	50	70	70	70	70	100	150	150	150
NG160E	16	10	25	25	30	30	30	30	30	30
NG160N	25	25	36	36	36	36	50	50	50	50
NG160H	36	36	50	50	50	50	50	50	50	50
NSX100B	25	25	36	36	36	36	50	50	50	50

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลีอชัย ทองนิล

59

### Cascading

Upstream: NSX250  
Downstream: iDPN, iC60, C120, NG125, NG160, NSX100, NSX160, NSX250

Upstream	NSX250						
	NSX250B	NSX250F	NSX250N	NSX250H	NSX250S	NSX250L	
Breaking capacity (kA)	25	36	50	70	100	150	

Downstream	In Max (A)	Icu (kA)	Reinforced breaking capacity (kA)						
iDPN	40	6	10	10	10	10	10	10	10
iDPNN	16	10	20	20	20	20	20	20	20
	40	10	16	16	16	16	16	16	16
iC60N	40	10	20	25	30	30	30	30	30
	63	10	20	25	25	25	25	25	25
iC60H	40	15	25	30	30	30	30	30	30
	63	15	25	25	25	25	25	25	25

การป้องกันกระแสเกินระบบแรงต่ำ... ลีอชัย ทองนิล

60

***THE END***

**ด้วยความปรารถนาดี  
ลือชัย ทองนิล**

---