



วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์

มาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้าสำหรับประเทศไทย

พ.ศ. 2564

ฉบับพิมพ์ครั้งที่ 2

ภาคผนวก ตม.

ตัวอย่าง ข้อกำหนดเครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ในสถานที่เฉพาะ  
(ข้อแนะนำ)

**ภาคผนวก ผ.**  
**ตัวอย่าง ข้อกำหนดการใช้เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD)**  
**ในสถานที่เฉพาะ**  
**(ข้อแนะนำ)**

## ผ.1 ทัวไป

### ชื่อเรียกของเครื่องตัดไฟรั่ว (residual current device หรือ RCD)

เครื่องตัดไฟรั่ว (earth-leakage circuit breaker หรือ ELCB) ที่ปัจจุบันรู้จักกันในชื่อตามมาตรฐาน IEC ว่า RCD (residual current device) หรือ ที่มาตรฐาน มอก. ใช้คำว่า “เครื่องตัดวงจรกระแสเหลือ” นั้นล้วนหมายถึง อุปกรณ์ไฟฟ้าชนิดเดียวกัน ที่นำมาใช้ป้องกันหรือลดอันตรายจากการถูกไฟฟ้าดูด เหตุผลที่ทาง IEC ต้องเปลี่ยนมาใช้คำว่า RCD นั้น เนื่องจาก ELCB ที่ใช้ในยุโรปแต่เดิมนั้น เป็นชนิดที่ทำงานด้วยแรงดัน (voltage-operated ELCB) โดยจะทำงานตัดวงจรเมื่อแรงดันสัมผัสของจุดที่ป้องกันนั้นสูงกว่า 50 โวลต์ ส่วน ELCB ชนิดที่ทำงานด้วยกระแส (current-operated ELCB) ที่เราค้นเคยและเป็นที่ยอมรับใช้กันนั้นเกิดขึ้นในระยะหลัง ดังนั้น เพื่อป้องกันการสับสน จึงได้บัญญัติคำว่า RCD ขึ้นมาใหม่ ให้ใช้เฉพาะ ELCB ชนิดที่ทำงานด้วยกระแส เพียงอย่างเดียว สำหรับในประเทศอื่นก็อาจมีชื่อเรียกที่แตกต่างกัน เช่น

- ที่อเมริกา เรียกว่า GFCI (ground fault circuit interrupter) ซึ่งมักจะหมายถึง GFCI type A ที่ใช้ป้องกันภัยส่วนบุคคล (ไฟฟ้าดูด) ซึ่งมีพิกัดไฟรั่วที่ 5 mA (ทำงานที่ 4 – 6 mA ภายใน ¼ วินาที) ส่วน GFP (ground fault protection) หรือ GFPE (ground-fault protection of equipment) นั้น ใช้เรียกสำหรับการป้องกันบริษัท หรือ การติดตั้งทางไฟฟ้า มีค่าพิกัดไฟรั่วที่ปรับตั้งได้สูงสุด 1,200 A ใช้สำหรับกรณีที่มีกระแสรั่วหรือกระแสลัดวงจรลงดินที่มีค่าตั้งแต่ 3,000 A ขึ้นไป (ทำงานตัดวงจรภายใน 1 วินาที)
- ที่ออสเตรเลียและนิวซีแลนด์ รู้จักกันทั่วไปในชื่อว่า safety switch อย่างไรก็ตาม ก็ยังใช้คำว่า RCD เป็นภาษาทางการที่ใช้ในมาตรฐานการติดตั้งทางไฟฟ้า
- ยังมีหลายประเทศ ทั้งในยุโรปและเอเชีย ที่ยังคงใช้ภาษาของตนเองเรียก RCD ในความหมายเดิมของคำว่า “เครื่องตัดไฟรั่ว” หรือ ELCB ชนิดที่ทำงานด้วยกระแสอยู่

### ผ.1.2 คำย่อที่เกี่ยวข้องกับ RCD ประเภทต่าง ๆ

- RCCB (residual current operated circuit-breaker without integral overcurrent protection) คือ RCD ชนิดที่ไม่มีการป้องกันกระแสเกินในตัว (=GFCI)
- RCBO (residual current operated circuit-breaker with integral overcurrent protection) คือ RCCB ที่ได้รวมการป้องกันกระแสเกินไว้ในตัว (=GFCI breaker)

- CBR (circuit-breaker incorporating residual current protection) คือ เซอร์กิตเบรกเกอร์ป้องกันกระแสเกินที่มีการเพิ่มชุดอุปกรณ์ป้องกันไฟรั่วเข้าไป โดยอาจติดตั้งมาจากโรงงาน หรือมาประกอบระหว่างการติดตั้ง ซึ่ง CBR นั้น แตกต่างจาก RCBO ที่ผู้ใช้งาน CBR เป็นผู้ที่มิมีทักษะ และใช้เบรกเกอร์ที่มีพิกัดกระแสค่อนข้างสูง ( $\geq 125$  A) และมีคุณสมบัติด้านกระแสรั่ว เป็นไปตาม Annex B, IEC 60947-2 ส่วน RCCB และ RCBO ตาม IEC 61008-1 และ IEC 61009-1 นั้น ใช้เบรกเกอร์ตาม IEC 60898-1 ที่มีพิกัดกระแสไม่เกิน 125 A เป็นต้น
- SRCD (socket-outlet incorporating an RCD) คือ เต้ารับที่มี RCCB ในตัว เหมาะสำหรับทดแทนกรณีการติดตั้งในวงจรย่อยที่อาจทำได้ยากในทางปฏิบัติ เช่น ไม่ต้องการให้มีการทำงานตัดทั้งวงจรรอก หรือมีปัญหาในการจำกัดปริมาณขนาดกระแสไฟรั่วของวงจรมีอยู่เดิมมากเกินไป เป็นต้น
- SRCBO (socket-outlet incorporating an RCBO) เหมือนกรณี SRCD แต่ใช้ RCD เป็นแบบ RCBO
- PRCD (portable residual current device) คือ เครื่องตัดไฟรั่วแบบพกพาที่ไม่มีการป้องกันกระแสเกิน มักจะมาพร้อมกับหัวเต้าเสียบและใช้เฉพาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต้องการป้องกันไฟรั่ว มีลักษณะเป็นสามรูปแบบ คือ แบบที่มีเต้ารับติดมาด้วย หรือ มาพร้อมสายไฟสำหรับต่อเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้าเลย หรือ เป็นขั้วต่อสายสำหรับต่อสายไฟจากเครื่องใช้ฯ ก็ได้
- SPE-PRCD (switched protective earth portable residual current devices) คือ เครื่องตัดไฟรั่วแบบพกพานิตัดต่อสายดินที่มีเต้าเสียบพร้อมเต้ารับ ใช้สำหรับการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า ที่มีระดับฉนวนไฟฟ้าประเภท 1 (= Plug + RCD + Portable Socket-outlet)
- IC-CPD (in-cable control and protective device) เป็นอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จและป้องกันด้านความปลอดภัยในสายเคเบิลที่ใช้สำหรับชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในโหมด 2 (ดูใน IEC 62752) โดย IC-CPD จะประกอบด้วย
  - เต้าเสียบ เพื่อต่อกับเต้ารับที่ผนัง
  - ชุดอุปกรณ์ควบคุมการชาร์จและป้องกันด้านความปลอดภัย (เช่น มีระบบตรวจสอบความผิดปกติของแหล่งจ่าย มี RCD ป้องกันไฟฟ้าวรั่ว เป็นต้น)
  - ขั้วต่อหรือหัวต่อสำหรับต่อกับรถยนต์ไฟฟ้า
  - สายเคเบิล
- MRCD (modular residual current device) เป็นชุดโมดูลที่ประกอบไปด้วยชุด CT ตรวจสอบวัดกระแส ชุดเปรียบเทียบประเมินค่ากระแสรั่วที่มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน Annex M, IEC 60947-2 แล้วส่งคำสั่งไปเปิดวงจรเครื่องตัดวงจร ซึ่ง MRCD นี้ จะไม่นับรวมตัวเบรกเกอร์ที่ใช้ตัดวงจร (IEC 60947-2)

- RCM (residual current monitor) อุปกรณ์เฝ้าตรวจกระแสรั่ว ใช้สำหรับตรวจสอบความผิดปกติของการติดตั้งทางไฟฟ้าในระบบต่อลงดินแบบ IT ว่ามีกระแสรั่วลงดินมากน้อยเพียงใด ซึ่ง RCM นี้จะไม่มีตัวตัดวงจร หรือ อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกิน
- RDC-DD (residual direct current detecting device) อุปกรณ์ตรวจจับกระแสไฟรั่วกระแสตรง ใช้สำหรับอุปกรณ์การชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าในโหมดที่ 3 เพื่อช่วยการทำงานของ RCD type A หรือ type F ที่อยู่ต้นทาง ในระบบติดตั้งไฟฟ้าถาวร ที่โดยปกติจะไม่ตอบสนองในกรณีที่กระแสไฟรั่วที่เกิดขึ้นในขณะที่ชาร์จรถยนต์ไฟฟ้านั้นเป็นกระแสไฟตรงเรียบที่มีค่าเกินกว่า 6 mA โดยจะทำการตัดวงจรออกเมื่อตรวจพบว่าเป็นกระแสไฟตรงเรียบที่  $\geq 6$  mA ; RDC-DD จะมีอยู่สองรูปแบบคือ RDC-MD (monitoring devices) และ RDC-PD (protective devices)

หมายเหตุ: RDC-DD นี้ เป็นทางเลือกสำหรับทดแทนการใช้ RCD type B

ตารางที่ ผ.1.1 ตารางสรุปมาตรฐานอ้างอิงสำหรับ RCD รูปแบบต่าง ๆ

RCD	IEC	มอก.
RCCB	IEC 61008-1	มอก.2425
	IEC 61008-2-1	-
	IEC 61008-2-2	-
RCBO	IEC 61009-1	มอก.909
	IEC 61009-2-1	-
	IEC 61009-2-2	-
RCCB, RCBO type F, B	IEC 62423	มอก.2955
CBR	IEC 60947-2	-
SRCD, SRCBO	IEC 62640	มอก.2908
PRCD	IEC 61540	มอก.2910
SPE-PRCD	IEC 62335	มอก.2909
IC-CPD	IEC 62752	มอก.2911
MRCD	IEC 60947-2	-
RCM	IEC 62020	มอก.*
RDC-DD	IEC 62955	มอก.*

หมายเหตุ: 1. RCCB, RCBO ที่เป็น type F, B นั้น เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 62423

2. \* หมายถึงอยู่ในระหว่างขั้นตอนการดำเนินการของ สมอ.

## ผ.2 ข้อเสนอแนะการใช้งานเครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ที่ถูกต้อง

### ผ.2.1 การนำไปใช้งาน

- (1) เครื่องตัดไฟรั่ว ซึ่งต่อไปนี้จะใช้คำว่า RCD (Residual Current Device)
  - RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA สำหรับป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดและไฟไหม้\*
  - RCD ขนาดไม่เกิน 300 mA สำหรับป้องกันอันตรายจากไฟไหม้\*  
(\*ไฟไหม้ หมายถึง ไฟไหม้จากกรณีไฟรั่วลงดินผ่านผิวฉนวนเท่านั้น)
- (2) ลักษณะภายนอกจะเหมือนกับเครื่องตัดวงจรทั่วไป แต่จะแตกต่างตรงที่มีปุ่มสำหรับกดทดสอบเพิ่มเติมขึ้นมาให้เห็น
- (3) การทำงานของ RCD นั้น จะเปรียบเทียบระหว่างกระแสไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกจาก RCD ถ้ามีค่าไม่เท่ากัน แม้เพียงเล็กน้อย ก็ถือว่าไฟรั่ว หากมีปริมาณที่สูงเกินพิกัดที่ตั้งไว้ จะส่งสัญญาณไปสั่งตัวตัดวงจรให้ตัดไฟทันที
- (4) คุณสมบัติการทำงานที่สำคัญของ RCD นั้น ฟังระลึกรว่า RCD ไม่สามารถจำกัดขนาดของแรงดัน หรือขนาดกระแสไฟฟ้า ของผู้ที่ถูกไฟฟ้าดูดได้ แต่จะจำกัดด้วยการลดระยะเวลาที่ถูกไฟฟ้าดูด แต่เนื่องจากมีความไวต่อกระแสไฟรั่วแม้เพียงเล็กน้อยได้อย่างรวดเร็วมาก จึงมีประโยชน์เข้ามาเสริมจุดอ่อนของระบบสายดินอย่างได้ผล  
*หมายเหตุ: การป้องกันด้วยสายดินก็คล้ายกับ RCD ในส่วนที่ต้องสามารถลดระยะเวลาที่ถูกไฟดูดให้ไวที่สุด แต่มีจุดอ่อนก็คือ สายดินป้องกันได้เฉพาะกรณีของการลัดวงจรลงดินด้วยค่า low impedance fault เพื่อให้มีกระแสลัดวงจรสูงสุดเท่านั้น ถ้ามีสายดินแล้วลัดวงจรแต่กระแสลัดวงจรต่ำ เบรกเกอร์จะไม่ทำงาน ซึ่งจะอันตรายมาก เพราะแรงดันขณะลัดวงจรยังสูงอยู่*
- (5) RCD จึงเหมาะสำหรับใช้ติดตั้งควบคู่กับการติดตั้งที่มีสายดิน และไม่แนะนำให้นำไปใช้ป้องกันไฟดูดโดยลำพังเพียงอย่างเดียว กับระบบติดตั้งที่ยังไม่มีสายดิน (แม้ว่าจะป้องกันชีวิตได้ แต่ก็ต้องถูกไฟดูดก่อน ซึ่งอาจไม่ปลอดภัยเพียงพอ ต่อเด็ก หรือ ผู้ใหญ่ที่ร่างกายไม่แข็งแรง หรือ ร่างกายเปียกน้ำอยู่) อย่างไรก็ตาม การป้องกันไฟดูดด้วย RCD สำหรับบ้านที่มีข้อจำกัดในการติดตั้งระบบสายดินนั้น ก็ยังถือว่าเป็นสิ่งจำเป็น และปลอดภัยมากกว่าสำหรับการที่ไม่มีระบบการป้องกันไฟดูดเลย
- (6) การใช้ RCD ควบคู่กับการติดตั้งสายดินเป็นที่ยอมรับกันทั่วโลกแล้วว่า หากมีการใช้อย่างถูกต้องสามารถป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดได้อย่างมีประสิทธิภาพ ทำให้สถิติผู้ถูกไฟฟ้าดูดลดลงอย่างรวดเร็ว แต่ประเทศไทยได้มีการปรับปรุงมาตรฐานและขยายการบังคับใช้งานให้มากยิ่งขึ้น จนแทบจะมีการ






ป้องกันในทุกวงจรสำหรับบ้านอยู่อาศัย รวมทั้งมีการปรับปรุงมาตรฐานผลิตภัณฑ์เครื่องใช้ไฟฟ้า บางอย่างที่มีไฟรั่วมาก ให้มีไฟรั่วลดลง เพื่อให้สามารถใช้งานร่วมกับ RCD ได้

- (7) RCD นั้นเป็นสิ่งจำเป็นอย่างยิ่งสำหรับการใช้ไฟฟ้าในกรณีต่อไปนี้:-
- เมื่อแรงดันไฟฟ้าเทียบกับดินสูงเกินกว่า 50\* โวลต์ (\*ร่างกายไม่เปียกชื้น)
  - ผู้ใช้เครื่องใช้ไฟฟ้ามีการสัมผัสกับเครื่องใช้ไฟฟ้า โดยไม่มีอุปกรณ์ป้องกันที่มือ เช่น ถูมือยาง ในขณะที่ร่างกายอีกส่วนหนึ่ง มีการสัมผัสกับพื้นดิน พื้นหรือผนังปูน เสาหรือโครงสร้างโลหะ โดยไม่มีการสวมใส่อุปกรณ์ป้องกัน เช่น รองเท้าที่พื้นเป็นหนังหรือยาง เป็นต้น
  - การใช้ไฟฟ้าในสถานที่เปียกชื้น หรือ ส่วนหนึ่งของร่างกาย เปียกชื้น เช่น บริเวณห้องน้ำ อ่างล้างมือ ลานซักล้าง บริเวณโดยรอบสระว่ายน้ำ ห้องล็อกเกอร์ที่พื้นเปียกน้ำ กระชังปลา บ่อเลี้ยงกุ้ง/เลี้ยงปลา ทำเทียบเรือ ตลาดนัด ตลาดสด เป็นต้น เครื่องใช้ไฟฟ้าที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ เครื่องทำน้ำอุ่นไฟฟ้า เครื่องซักผ้า บิมน้ำ/เครื่องสูบน้ำ เครื่องฉีดน้ำล้างรถ ฯลฯ
  - การต่อใช้ไฟฟ้านอกอาคาร ทั้งชั่วคราวและถาวร งานก่อสร้างต่างๆ ป้ายไฟโฆษณา งานเทศกาล และนิทรรศการต่างๆ พื้นที่ๆ ทำการเกษตร (เลี้ยงสัตว์ ปลูกพืชสวนไร่นา)
  - เสา หรือ โครงสร้างที่เป็นโลหะ ที่มีการติดตั้งคอมไฟฟ้า ไฟโฆษณา หรือ อุปกรณ์ไฟฟ้า เช่น กล้อง CCTV เสาสัญญาณไฟจราจร หรือ ที่มีการเดินพาดด้วยสายไฟที่มีแรงดันเกินกว่า 50 โวลต์ ผ่านหรือเข้าไปในเสา/โครงโลหะ ไม่ว่าจะมีการยึดด้วยลูกถ้วยหรือไม่
  - เครื่องใช้ไฟฟ้าในที่สาธารณะ เช่น ตู้กดน้ำเย็น-น้ำดื่ม ตู้เอทีเอ็ม ตู้หยอดเหรียญสำหรับ เครื่องซักผ้า หรือ เครื่องดื่มต่างๆ เครื่องเติมลมยาง
- (8) เมื่อมีการติดตั้งใช้งานแล้ว ควรมีการทดสอบการทำงานด้วยการกดปุ่มทดสอบเป็นระยะๆ เช่น เดือนละครั้ง หรือ หลายเดือนครั้ง ก็ได้ การทดสอบนี้เป็นเพียงการจำลองว่า หากมีไฟรั่วค่าที่กำหนด กลไกภายในยังสามารถทำงานตัดวงจรได้เท่านั้น การจะทำงานตัดไฟรั่วที่เกิดขึ้นได้จริงนั้น ยังขึ้นอยู่กับ การติดตั้งเดินสายที่ถูกต้องด้วย

## ผ.2.2 การเลือกใช้ RCD

- (1) เลือกใช้ RCD ให้เหมาะกับลักษณะของการใช้ไฟฟ้าและกระแสไฟรั่วที่ไหลผ่าน RCD หากกระแสไฟรั่ว นั้น เป็นกระแสไฟรั่วที่มีไฟฟ้ากระแสตรงปนอยู่ หรือมีความถี่ที่สูงเกิน 50 Hz ปนอยู่ จะทำให้ CT ของ RCD เกิดการอิ่มตัว (saturation) และทำให้อ่านค่ากระแสไฟรั่วไม่ได้ ด้วยเหตุนี้ จึงต้องเลือกประเภท หรือ แบบ (type) ของ RCD ให้ถูกต้องดังนี้

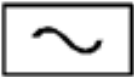
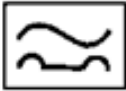


ตารางที่ ผ.2.1 ตารางแสดงประเภท (Type) ของ RCD และสัญลักษณ์ แยกตามลักษณะโหลด

Type	สัญลักษณ์	ลักษณะกระแสไฟรั่วที่เหมาะสมกับการใช้งาน
AC		กระแสไฟฟ้าสลับ AC ที่ไม่มีไฟฟ้ากระแสตรงปนอยู่
A		<ul style="list-style-type: none"> <li>- กระแสไฟฟ้าสลับ (Type AC)</li> <li>- pulsating dc.</li> <li>- pulsating dc. ที่ซึ่งซ้อนบน smooth dc. ที่ไม่เกิน 6 mA (pulsating dc เป็นกระแสไฟตรงที่เป็นระลอกคลื่นไม่เรียบ เช่น ที่ได้มาจากการแปลงไฟ AC เป็น DC แบบเฟสเดียว หรือ จาก switch-mode power supply)</li> </ul>
F		<ul style="list-style-type: none"> <li>- เช่นเดียวกับ Type A</li> <li>- pulsating dc. ที่ซึ่งซ้อนบน smooth dc. ที่ไม่เกิน 10 mA</li> <li>- รองรับไฟรั่วแบบผสมที่จ่ายไฟจาก L-N หรือ L-G</li> <li>- mixed frequency คือ มีคลื่นความถี่สูงซ้อนอยู่กับ 50 Hz</li> </ul>
B		<ul style="list-style-type: none"> <li>- เช่นเดียวกับ Type F</li> <li>- คลื่นชานัน AC ความถี่สูงสุด 1,000 Hz</li> <li>- รองรับไฟรั่ว AC ที่ซึ่งซ้อนบน smooth dc ขนาดได้ถึง 0.4 เท่าของพิกัดไฟรั่ว (<math>I_{\Delta n}</math>)</li> <li>- pulsating dc. ที่ซึ่งซ้อนบน smooth dc. ที่ไม่เกิน 10 mA หรือ 0.4 เท่าของพิกัดไฟรั่ว (<math>I_{\Delta n}</math>) แล้วแต่ค่าไหนมากกว่า</li> <li>- smooth dc ตัวอย่าง เช่น 3-Ø converter, EV &amp; PV battery charger</li> </ul>
S (Selectivity)		<ul style="list-style-type: none"> <li>- ชนิดที่มีการหน่วงเวลา เพื่อให้มี Selectivity กับ RCD ปลายทางโดยให้ RCD ปลายทางตัดก่อน</li> <li>- มักใช้กับ RCD ดันทางด้าน incoming ของการติดตั้ง</li> <li>- ใช้ป้องกันระบบการติดตั้งไฟฟ้า ไม่ป้องกันไฟดูด</li> <li>- Type S ใช้กับบ้านอยู่อาศัย <math>I_{\Delta n}</math> ตั้งแต่ 100 mA ขึ้นไป</li> <li>- กรณีอุตสาหกรรม (<math>I_n &gt; 125A</math>) ให้ดูใน IEC 60947-2</li> </ul>

หมายเหตุ

1. Type B สามารถอ่านและทำงานกับไฟรั่ว smooth dc. ได้สูงสุด 0.4 เท่าขนาดของพิกัดไฟรั่ว หรือ 10 mA (ค่าที่มากกว่า) ส่วน type A, F ก็ทำงานกับไฟรั่วบน smooth dc. ได้ แต่ต้องไม่เกิน 6 และ 10 mA ตามลำดับ ถ้า dc. มีค่าที่เกินกว่านี้จะทำให้อ่านไม่ได้
2. หลายประเทศในยุโรป บังคับให้ใช้ RCD ตั้งแต่ Type A ขึ้นไปเท่านั้น เช่น เบลเยียม เดนมาร์ก ฟินแลนด์ นอร์เวย์ บางประเทศยอมให้ใช้ type AC ได้เฉพาะในบางกรณีเท่านั้น เช่น สวิสเซอร์แลนด์ เยอรมัน เนเธอร์แลนด์ นิวซีแลนด์
3. RCD type F, B นั้น เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 62423

ตารางที่ ผ.2.2 ตัวอย่างการเลือกใช้ RCD ให้เหมาะกับบริบทที่ไฟฟ้าประเภทต่างๆ

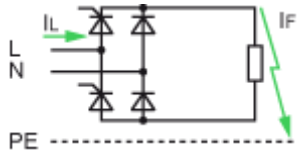
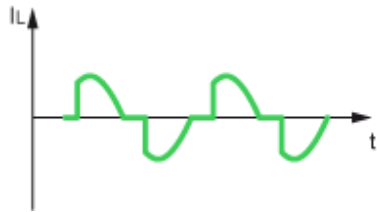
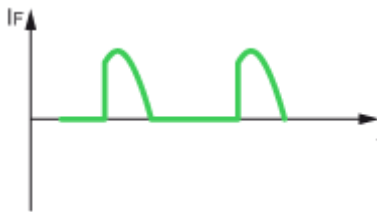
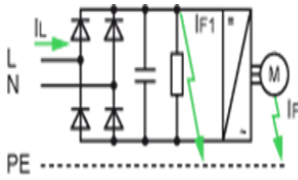
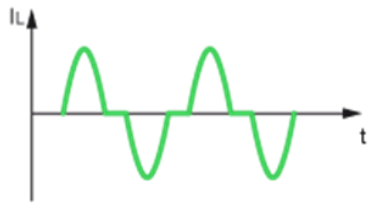
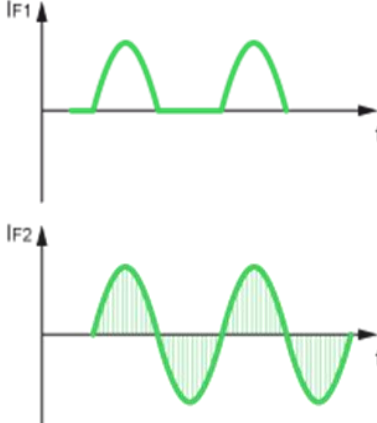
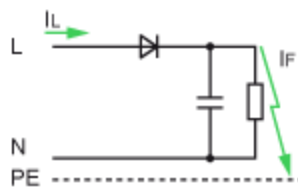
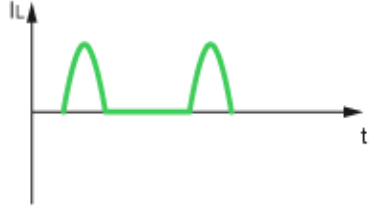
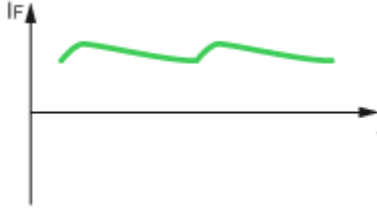
RCD/สัญลักษณ์	ตัวอย่างของเครื่องใช้ไฟฟ้า / ลักษณะของโหลด
<p>Type AC</p> 	<p>ลักษณะของโหลดเป็นชนิด ตัวความต้านทาน ตัวเก็บประจุ ตัวเหนี่ยวนำ ที่ไม่มีอุปกรณ์ที่เป็นอิเล็กทรอนิกส์</p> <p>เช่น :-</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ตัวทำความร้อนแบบจุ่มน้ำ</li> <li>• เต้าไฟฟ้าแบบใช้หลอดความร้อน</li> <li>• เครื่องทำน้ำอุ่น/น้ำร้อนไฟฟ้า</li> <li>• หลอดไฟแสงสว่าง แบบไส้ทั้งสแตน และ แบบฮาโลเจน</li> </ul>
<p>Type A</p>  <p>Type A สามารถใช้กับโหลด Type AC ได้</p>	<p>ลักษณะของโหลดเป็นพวกอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์แบบเฟสเดียว เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• อินเวอร์เตอร์แบบเฟสเดียว</li> <li>• อุปกรณ์ไอที และ มัลติมีเดีย ที่เป็นบริบทประเภท 1</li> <li>• แหล่งจ่ายไฟ ที่เป็นบริบทประเภท 2</li> <li>• เครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องซักผ้าที่ไม่ใช้การควบคุมด้วยความถี่ (frequency controlled) เช่น เป็น dc หรือ universal motor</li> <li>• เครื่องหรี่ไฟ (dimmer) ระบบอิเล็กทรอนิกส์ในบ้านหรืออาคาร ระบบจ่ายไฟสำหรับ LED (drivers)</li> <li>• เต้าไฟฟ้าแบบเหนี่ยวนำ (induction)</li> <li>• ระบบชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า กรณีที่มีกระแสไฟรั่วเป็น DC ที่ไม่เกิน 6 mA (pulsating dc.)</li> </ul>
<p>Type F</p>  <p>Type F ใช้กับโหลด Type AC และ Type A ได้</p>	<p>เครื่องใช้ไฟฟ้าที่มีการใช้การควบคุมด้วยความถี่ (frequency controlled) เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• บางรุ่นของ เครื่องซักผ้า เครื่องล้างจาน เครื่องอบผ้า ที่ใช้มอเตอร์แบบ synchronous motors</li> <li>• บางรุ่นของเครื่องมือช่าง ที่เป็นบริบทประเภท 1</li> <li>• บางรุ่นของเครื่องปรับอากาศ ที่ควบคุมด้วยการปรับความถี่ (variable frequency speed drives)</li> </ul>
<p>Type B</p>  <p>Type B ใช้กับโหลด Type AC, Type A และ Type F ได้</p>	<p>บริบทขั้วอิเล็กทรอนิกส์แบบ 1 หรือ 3 เฟส เช่น</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• อินเวอร์เตอร์สำหรับควบคุมความเร็ว</li> <li>• UPS</li> <li>• ระบบชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า ที่มีกระแสไฟรั่วเป็น DC ที่เกินกว่า 6 mA (smooth dc.)</li> <li>• ระบบไฟฟ้าจากเซลล์แสงอาทิตย์ (PV)</li> <li>• ระบบคอนเวอร์เตอร์อิเล็กทรอนิกส์กำลัง (Power Electronic Converter Systems ; PECS) เช่น ลิฟต์ , บันไดเลื่อน, เครื่องเชื่อม <ul style="list-style-type: none"> <li>• เครื่องจักรอุตสาหกรรม</li> <li>• เครื่อง</li> </ul> </li> </ul>



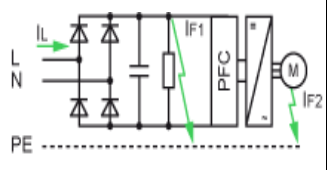
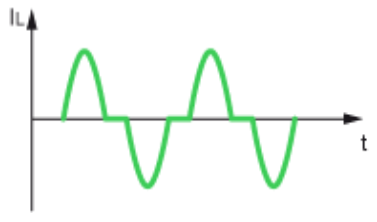
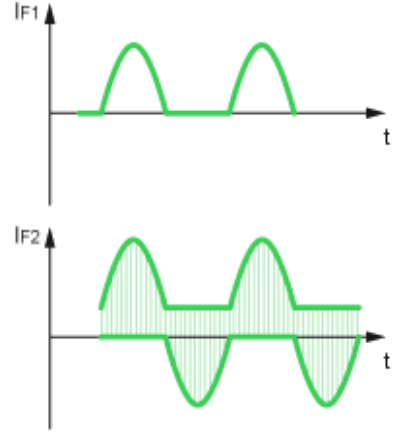
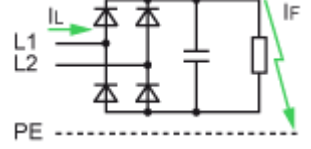
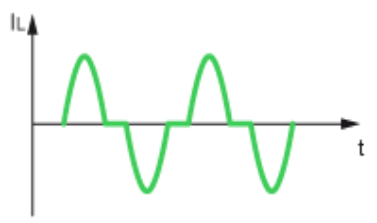
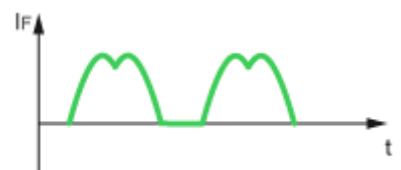
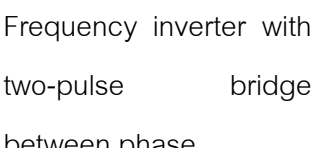
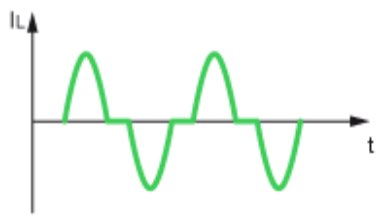
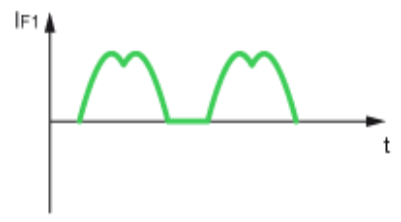
ตารางที่ ผ.2.3 ตัวอย่างรูปคลื่นของกระแสไหลดและกระแสผิดพ่วงลงดิน  
สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ และ ประเภทของ RCD ที่ควรใช้

	Circuit diagram with fault location	Shape of load current ( $I_L$ )	Shape of earth fault current ( $I_F$ )	RCD type
1	<p>Phase-control</p>			AC, A, F, B
2	<p>Burst control</p>			AC, A, F, B
3	<p>Single-phase</p>			A, F, B
4	<p>Two-pulse bridge</p>			A, F, B

ตารางที่ ผ.2.3 ตัวอย่างรูปคลื่นของกระแสโหลดและกระแสผิดพ่วงลงดิน สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ และ ประเภทของ RCD ที่ควรใช้

	Circuit diagram with fault location	Shape of load current ( $I_L$ )	Shape of earth fault current ( $I_F$ )	RCD type
5	<p>Two-pulse bridge, half controlled</p> 			A, F, B
6	<p>Frequency inverter with two-pulse bridge</p> 			F, B
7	<p>Single-phase with smoothing</p> 			B

ตารางที่ ผ.2.3 ตัวอย่างรูปคลื่นของกระแสไหลตและกระแสผิดพ่วงลงดิน สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ และ ประเภทของ RCD ที่ควรใช้

	Circuit diagram with fault location	Shape of load current ( $I_L$ )	Shape of earth fault current ( $I_F$ )	RCD type
8	<p>Frequency inverter with two-pulse bridge and PFC</p> 			B
9	<p>Two-pulse bridge between phases</p> 			B
10	<p>Frequency inverter with two-pulse bridge between phase</p> 			B

ตารางที่ ฉ.2.3 ตัวอย่างรูปคลื่นของกระแสไหลตและกระแสผิดพ่วงลงดิน  
สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ และ ประเภทของ RCD ที่ควรใช้

	Circuit diagram with fault location	Shape of load current ( $I_L$ )	Shape of earth fault current ( $I_F$ )	RCD type
11	<p>Three-phase star</p>			B
12	<p>Six-pulse bridge</p>			B
13	<p>Frequency inverter with six-pulse bridge</p>			B

ตารางที่ ผ.2.3 ตัวอย่างรูปคลื่นของกระแสไหลตและกระแสผิดพ่วงลงดิน สำหรับวงจรอิเล็กทรอนิกส์แบบต่างๆ และ ประเภทของ RCD ที่ควรใช้

	Circuit diagram with fault location	Shape of load current ( $I_L$ )	Shape of earth fault current ( $I_F$ )	RCD type

(2) RCD ที่มีการต่ออนุกรมกัน จะต้องเลือกให้มีการทำงานที่ประสานสัมพันธ์กัน (มี Selectivity หรือมี Co-ordination ระหว่างกัน) ทั้งด้าน ประเภท หรือ แบบ (Type) และ ด้านขนาดพิกัดไฟรั่ว ( $I_{\Delta n}$  หรือ ขนาด mA) ของ RCD ดังนี้

(ก) การประสานสัมพันธ์ระหว่าง RCD ที่มี Type ต่างกัน

- RCD ด้านต้นทางต้องมีความสามารถไม่ต่ำกว่า RCD ที่อยู่ปลายทาง เช่น RCD ปลายทางใช้ type A, RCD ด้านต้นทาง ก็ต้องใช้ RCD ที่ไม่ต่ำกว่า type A ด้วย (ต้นทางห้ามใช้ RCD type AC เป็นต้น)
- เรียงลำดับความสามารถตาม type ของ RCD (จากมากไปหาน้อย) เป็นดังนี้  $B > F > A > AC$  ตามลำดับ

(ข) การประสานสัมพันธ์ด้าน ขนาดพิกัดไฟรั่ว ( $I_{\Delta n}$ )

- เนื่องจาก RCD อาจทำงานได้ทันที เมื่อมีไฟรั่วมากกว่า 50% ของพิกัดไฟรั่ว ดังนั้น เพื่อให้ RCD ทำงานบ่อย กระแสไฟรั่วที่ผ่าน RCD ในขณะปกติ จึงไม่ควรเกิน 1 ใน 3 ของพิกัด (หากเพื่อการเพิ่มไหลตในอนาคต ก็อาจคุมไว้ที่ไม่ให้เกิน 1 ใน 4 ก็ได้) หลักการนี้ จึงนำมาใช้กับ RCD ที่ต่ออนุกรมกัน นั่นคือ เพื่อให้ RCD ทำงานพร้อมกัน พิกัดไฟรั่วของ RCD ปลายทาง ไม่ควรเกินกว่า 1 ใน 3 ของพิกัดไฟรั่วของ RCD ต้นทาง
- หลักการข้างต้นจะใช้ได้ดี ก็ต่อเมื่อ การเพิ่มขึ้นของกระแสไฟรั่วที่ไหลผ่าน RCD ทั้งสองตัวนั้น เป็นการเพิ่มขึ้นอย่างค่อยเป็นค่อยไป (slowly rising) กรณีเช่นนี้ RCD ที่ปลายทางจะทำงานตัดก่อน เนื่องจากมีพิกัดที่ต่ำกว่า แต่หลักการข้างต้นอาจจะใช้ไม่ได้ผล หากเป็นกระแสไฟรั่วที่มีปริมาณมากกว่าพิกัดหลายเท่า และเพิ่มขึ้นในลักษณะทันทีทันใด (suddenly apply) กรณีเช่นนี้ RCD ทั้งสองตัวจะทำงานแทบจะพร้อมกันทั้งคู่ ดังนั้นเพื่อให้ RCD ทั้งสองตัวทำงาน

พร้อมกัน จะต้องเลือกใช้ RCD ต้นทาง ให้เป็นชนิดที่มีการหน่วงเวลา หรือ Type S เพื่อให้ RCD ปลายทางทำงานตัดวงจรไปก่อนเสมอ

- (3) เลือกขนาดพิกัดไฟรั่ว (ความไว) ของ RCD ให้เหมาะสมกับการใช้งาน
- ไม่เกิน 10 mA ใช้สำหรับป้องกันภัยส่วนบุคคล (ป้องกันไฟดูด) เหมาะกับการใช้เฉพาะกับเครื่องใช้ไฟฟ้าตัวเดียว หรือ สถานที่ๆ มีการควบคุมกระแสไฟรั่วไม่ให้เกินกว่า 1 ใน 3 ของพิกัด และติดตั้งใกล้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า ด้วยสายที่ไม่ยาว เช่น เป็น RCD แบบพกพา (PRCD) ที่เสียบเข้ากับเต้ารับที่ผนัง หรือ ติดตั้ง RCD แบบถาวรกับผนังในกล่องเบรกเกอร์ เพื่อใช้กับเครื่องใช้ไฟฟ้าเฉพาะจุด เป็นต้น (RCD ขนาด 10 mA นี้ อาจไม่เหมาะกับการติดตั้งถาวรในแผงฯ สำหรับการใช้อุปกรณ์หลายจุด หรือมีสายไฟยาว เพราะอาจมีปัญหาการตัดบ่อยได้)
  - ไม่เกิน 30 mA สำหรับป้องกันภัยส่วนบุคคล (ป้องกันไฟดูด) กับระบบที่มีสายดิน
  - ไม่เกิน 300 mA (ขนาด 100 หรือ 300 mA) สำหรับป้องกันไม่ให้เกิดไฟไหม้ที่เกิดจากไฟรั่วผ่านฉนวน และ ถ้าด้านโหลด มี RCD ขนาด 30 mA ต่ออนุกรมอยู่ เช่น ที่มีในวงจรย่อย จะต้องเลือก RCD ต้นทางให้เป็นชนิดหน่วงเวลา หรือ Type S ด้วย เพื่อไม่ให้มีการตัดพร้อมกัน
  - เกินกว่า 300 mA ใช้เฉพาะป้องกันระบบการติดตั้งทางไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหาย ไม่ป้องกันไฟดูด
  - ห้ามใช้ RCD ชนิดที่ปรับค่าพิกัดไฟรั่วได้สำหรับผู้ใช้งานทั่วไป หรือ การใช้ในบ้านอยู่อาศัย หรือ สถานที่คล้ายกัน
- (4) เลือกใช้ได้ทั้งชนิดติดตั้งถาวรกับตู้แผงสวิตช์ สำหรับการติดตั้งใหม่ หรือหากเป็นบ้านที่ยังไม่เคยมี ที่อาจไม่สามารถติดตั้งในแผงสวิตช์ได้ เนื่องจากข้อจำกัดด้านสถานที่ หรือ ไม่แน่ใจการเดินสายภายในว่ามีการเดินสายที่ถูกต้องหรือไม่ อาจเลือกใช้ชนิดที่ติดตั้งไว้ใช้เฉพาะอุปกรณ์ เช่น ติดตั้งถาวรไว้ในเต้ารับหรือในชุดเต้ารับพ่วง หรือ จะใช้ชนิดพกพา (portable) ที่สามารถต่อกับหัวปลั๊กหรือสายปลั๊กของเครื่องใช้ไฟฟ้าแต่ละตัวได้เลย แบบพกพายังมีข้อดีที่สามารถมีขนาดความไวสูงได้ (เช่น 10 mA) เนื่องจากตัดปัญหาการรบกวนจากกระแสรั่วที่มาจากสายไฟฟ้าที่ยาวๆ หรือ ที่มาจากเครื่องใช้ไฟฟ้าตัวอื่น หรือ หลายๆ ตัวได้
- (5) RCD มีทั้งชนิดที่การทำงานตัดวงจรต้องอาศัยแรงดันไฟฟ้า (voltage dependent=VD) กับ ชนิดที่ทำงานตัดวงจรได้แม้ไม่มีแรงดันไฟฟ้า (voltage independent=VI) โดยชนิดหลังจะยังสามารถตัดไฟรั่วได้ แม้ไม่มีแรงดัน เช่น ในกรณีที่มีสายนิวทรัลขาด แล้วอาจถูกไฟดูดจากการสัมผัสไฟที่มาจากสายเส้นที่ยังมีไฟอยู่ (กรณีนี้ ต้องแน่ใจว่าการต่อในวงจรขณะสายนิวทรัลขาดนั้น CT ของ RCD สามารถอ่านว่ามีกระแสไฟรั่วได้ด้วย) การทำงานของ VI-RCD ก็อาศัยเพียงปริมาณพลักแม่เหล็กของกระแสรั่วที่เกินค่าที่กำหนด ไป

หักล้างฟลักซ์แม่เหล็กถาวรของกระเบื้องที่ใช้ล๊อคหน้าสัมผัสของ RCD ในขณะที่ปิดวงจร (closed) ไว้ ให้ความคลายปลดวงจร (trip) ออกได้

การที่จะรู้ว่าเป็น RCD ชนิดใด นอกจากจะสอบถามข้อมูลจากผู้ผลิต/จำหน่ายแล้ว การนำมาทดสอบด้วยการบ๊อไฟฟ้าตัดต่อเองก็เป็นอีกวิธีหนึ่ง

RCD ที่ผลิตและใช้ในยุโรป ส่วนใหญ่จะเป็นแบบ voltage independent ที่แม้จะมีข้อดี แต่ก็มีข้อจำกัดบ้างด้านความเร็วในการตัด ปัจจุบันแบบ voltage dependent ก็เป็นที่ยอมรับและมีการใช้งานมาก เนื่องจากผลิตได้ง่าย และมีราคาถูก สามารถเพิ่มเติมคุณสมบัติต่างๆได้ง่าย GFCI ในอเมริกา รวมทั้ง RCBO ราคาถูกส่วนใหญ่ล้วนเป็นแบบ voltage dependent สำหรับกรณีไฟดับจากสายนิวทรัลขาดนั้น VD-RCD บางรุ่นก็มีสาย functional earth (FE) ไว้ต่อลงดิน ทำให้ RCD ยังคงมีแรงดันและสามารถทำงานตัดวงจรได้ โดยสาย FE จะมีสีครีมสำหรับมาตรฐานอังกฤษ (สีชมพู สำหรับมาตรฐาน IEC)

(6) RCD ยังมีชนิด Active และชนิด Passive โดยที่ชนิด Active (Non-Latching RCD) จะตัดไฟทุกครั้งที่มีไฟดับ เมื่อไฟมาจะไม่ต้อกลับคืน เหมาะสำหรับงานที่มีความเสี่ยงเรื่องความปลอดภัยมากกว่าความจำเป็นในการจ่ายไฟต่อเนื่อง เช่น การทำงานในภาคสนาม ที่อาจเกิดกรณีสายนิวทรัลในสายพวงขาด RCD จะตัดทันที และต้องให้ manual ในการต่อกลับใหม่ ส่วนชนิด Passive (Latching RCD) นั้น เมื่อไฟกลับมา ก็จะคงสภาพ หรือ ต้อกลับโดยอัตโนมัติ ซึ่ง RCD ส่วนใหญ่จะเป็นแบบนี้ การจะเลือกใช้เฉพาะเป็นแบบใดควรสอบถามข้อมูลจากผู้ผลิต/จำหน่าย หรือ ทดสอบด้วยการบ๊อไฟฟ้าตัดต่อเอง

(7) จำนวนขั้วที่เลือกใช้ ควรเป็นดังนี้

- เฟสเดียว ใช้แบบ 2P หรือ อย่างน้อยต้องเป็น 1P+N แบบ switched neutral
- สามเฟส ใช้แบบ 4P หรือ อย่างน้อยต้องเป็น 3P+N แบบ switched neutral หรือ อาจใช้แบบ 3P กรณีใช้กับโหลดที่ไม่มี neutral
- แบบ solid neutral (แบบต่อตรง) อนุญาตให้ใช้ได้ เฉพาะกรณีที่มั่นใจได้ว่า neutral มีแรงดันเท่ากับดิน หรือ ไม่มีปัญหาแรงดัน neutral ยกสูงขึ้น

(8) การเลือกระหว่าง RCCB กับ RCBO

- RCBO ใช้เมื่อต้องการให้มีการป้องกันกระแสเกิน/กระแสลัดวงจร/กระแสรั่ว ด้วยอุปกรณ์ป้องกันตัวเดียวกัน ทำให้ประหยัดเนื้อที่ อาจใช้ป้องกันกับ กลุ่มของวงจรไฟฟ้า เฉพาะวงจรไฟฟ้า หรือ ใช้เฉพาะจุดต่อกับเครื่องใช้ไฟฟ้าก็ได้
- มาตรฐานอ้างอิงของ RCBO ต้องเป็นไปตาม มอก.909 (IEC 61009-1) ส่วนมาตรฐานอ้างอิงของ RCCB ต้องเป็นไปตาม มอก.2425 (IEC 61008-1)

- RCBO การเลือกคุณสมบัติการป้องกันกระแสเกิน/ลัดวงจร ให้เลือกเช่นเดียวกับ การเลือก MCB คือต้องเลือกให้เหมาะกับลักษณะชนิดของโหลดที่ใช้ การเลือกใช้ผิดประเภทนอกจากจะทำให้ความไวในการตัดกระแสลัดวงจรช้าลงแล้ว ยังมีผลในการช่วยป้องกันไฟฟ้าดูดของระบบสายดินมีประสิทธิผลลดลงด้วย
  - Type B เหมาะกับวงจรโหลดในบ้านทั่วไป ที่ไฟกระชากน้อย (3-5 เท่า) เช่น โหลดของเตารีด มอเตอร์ขนาดเล็ก หรือ สำหรับเป็น เมนสวิตช์ ก็ดี
  - Type C เหมาะกับวงจรที่มีไฟกระชาก (5-10 เท่า) เช่น จากมอเตอร์ขนาดใหญ่ จากเครื่องปรับอากาศ หรือ วงจรที่ใช้ไฟส่วนใหญ่เป็น fluorescent แบบเก่าที่ใช้ ballast จำนวนมาก Type C อาจไม่เหมาะเป็นเมนสวิตช์ หากโหลดที่มีไฟกระชากเป็นเพียงส่วนน้อยของวงจรรวม
  - Type D เหมาะกับโหลดเฉพาะอย่างที่มีไฟกระชากสูงมาก (10-20 เท่า)

**หมายเหตุ:** RCBO ที่มีขาย จะเป็น MCB type B และ C (RCD type AC และ type A) แต่ส่วนใหญ่ในห้องตลาดจะเป็น MCB type C (RCD type AC) หากหาซื้อไม่ได้ อาจต้องแยกใช้เป็น RCCB+MCB แทน

- RCBO ต้องมีพิกัด หรือ วิสัยความสามารถการตัดกระแสลัดวงจร ( $I_{cn}$ ) ไม่ต่ำกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่จะเกิดขึ้น ณ.จุดนั้น
- RCCB ไม่สามารถป้องกันกระแสเกินหรือลัดวงจรได้ จึงไม่มีค่า  $I_{cn}$  แต่ถึงอย่างไร ก็ต้องสามารถรองรับ กระแสลัดวงจรที่ไหลผ่านไม่ต่ำกว่าค่า  $I_{cn}$  ได้ด้วย โดย RCCB จะกำหนดเป็นค่าที่เรียกว่า “พิกัดกระแสลัดวงจรอย่างมีเงื่อนไข” ( $I_{nc}$ ) ซึ่งค่านี้ เป็นค่ากระแสลัดวงจรที่ RCCB ทนได้ ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนด สำหรับการลัดวงจร L-N ส่วนในกรณีของการลัดวงจรลงดิน ซึ่ง RCCB อาจตัดทำงาน ก็จะมีพิกัดกระแสลัดวงจรอย่างมีเงื่อนไข ( $I_{\Delta c}$ ) ที่กำหนดสำหรับการทำงานร่วมกับอุปกรณ์ป้องกันกระแสลัดวงจรที่ต่ออนุกรมในวงจร ให้เป็นตัวจำกัดกระแสลัดวงจรไม่ให้มีค่าสูง และทำหน้าที่ตัดวงจรแทน RCCB โดยที่ ค่า  $I_{\Delta c}$  ต้องไม่น้อยกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่จุดนั้น
- สำหรับความสามารถในการตัด-ต่อกระแสของ RCCB นั้น กำหนดพิกัดการตัด-ต่อกระแส ( $I_m$ ) ไว้ อย่างต่ำต้องไม่น้อยกว่า ค่าที่มากกว่าของ 500 A หรือ 10 เท่าของพิกัดกระแส ( $I_n$ ) หรือ สรุปได้ว่า RCCB ตัด-ต่อกระแสได้ 500 A สำหรับ RCCB ที่ไม่เกิน 50 A แต่จะตัด-ต่อ กระแสได้มากกว่า 500 A (=10  $I_n$ ) สำหรับ RCCB ที่มากกว่า 50 A แต่เนื่องจาก RCCB จะถูกสั่งให้ตัด-ต่อกระแสก็ต่อเมื่อ มีกระแสรั่วลงดินหรือลัดวงจรลงดินเท่านั้น ดังนั้น ค่าของพิกัด  $I_m$  จึงนำมาใช้สำหรับค่า พิกัด ตัด-ต่อกระแสไฟรั่ว ( $I_{\Delta m} = I_m$ ) ของ RCCB ด้วย



- เมื่อพิจารณากระแสรั่วลงดินอย่างเดียว RCD ไม่ว่าจะ เป็น RCCB หรือ RCBO จะทำงานได้ภายใน 0.04 วินาที ซึ่งเร็วกว่า circuit breaker ป้องกันกระแสเกินอยู่แล้ว ในส่วนของ RCBO นั้นไม่ เป็นปัญหา แต่จะเป็นปัญหาเฉพาะกับ RCCB
- ด้วยเหตุที่ RCCB ตัด-ต่อกระแสได้จำกัด จึงต้องอาศัยเบรกเกอร์ หรือ ฟิวส์ ที่ต่ออนุกรมในวงจร มาทำหน้าที่ตัดหรือป้องกันกระแสลัดวงจรลงดินที่มีค่าสูงแทน โดยการทำงานต้องทำงานประสาน สัมพันธ์กันได้อย่างดีด้วย คือ RCCB ต้องไม่ตัดก่อน เบรกเกอร์ หรือ ฟิวส์ แต่อาจตัดพร้อมกัน หรือ รอให้อุปกรณ์ป้องกันจำกัดกระแสลัดวงจรให้มีค่าลดลงก่อนจึงตัด (ผู้ผลิต RCCB แต่ละรายจะต้อง ระบุถึงรุ่นของเบรกเกอร์หรือฟิวส์ที่ RCCB สามารถทำงานร่วมกันได้ ตามรายงานผลการทดสอบ ของผู้ผลิตที่ได้ทำไว้ มิฉะนั้น จะไม่สามารถยืนยันการใช้ร่วมกันได้ จึงควรตรวจสอบข้อมูลกับผู้ผลิต ก่อนใช้)
- ในกรณีที่ไม่มีใจในข้อมูล หรือ หาข้อมูลเพิ่มเติมจากผู้ผลิต RCCB ไม่ได้ ขอแนะนำว่า ให้เลือกใช้ เป็น RCBO จะดีกว่า เนื่องจาก ประเทศไทยใช้ระบบ TN-C-S กระแสไฟรั่วหรือลัดวงจรลงดินนั้น จะมีค่าสูงมากกว่าปกติ  $I_n$  หรือ  $I_{\Delta n}$  หลายเท่า นอกจากนี้ ปัจจุบัน RCBO มีขนาดเล็กกะทัดรัด ติดตั้งทดแทน MCB ได้เลย และยังหาซื้อได้ง่าย มีราคาไม่แพงด้วย

**หมายเหตุ:** ตัวอย่างของการคำนวณค่ากระแสลัดวงจรลงดิน

**ระบบต่อลงดินแบบ TT** (ไม่มีการต่อ bond ระหว่าง N กับ PE)

ความต้านทานในวงรอบของวงจรลัดลงดิน (earth-fault loop impedance) ส่วนใหญ่มา จากค่าความต้านทานของหลักดินในบ้านกับหลักดินของหม้อแปลง สมมุติว่าเป็น  $5+5=10 \Omega$  ดังนั้น ค่ากระแสลัดวงจรลงดิน  $230/10 = 23 \text{ A}$  ค่านี้อาจถือได้ว่าเป็นค่าสูงสุดก็ได้ ค่าจริงอาจต่ำกว่านี้ เนื่องจากมีค่าความต้านทานของสายไฟและจุดต่อต่างๆเข้ามาเพิ่มด้วย จากข้อมูลตัวอย่างนี้ แสดงให้เห็นว่า

- (ก) ถ้าเป็นวงจรย่อยที่มีสายดิน ป้องกันด้วย MCB type C 16 A (ไม่มี RCD)  $I_F/I_n = 23/16 = 1.44$  กรณีนี้ MCB จะไม่ตัดทันที (Type C ทำงานทันทีที่  $5-10 I_n$ ) ดังนั้น แม้จะมีสายดิน หากต่อลงดินแบบ TT แล้ว MCB ก็อาจจะไม่ไวพอที่จะตัดเพื่อป้องกัน ไฟฟ้าดูดจากการที่มีกระแสไฟรั่วได้เลย
- (ข) ด้วยค่ากระแสลัดวงจรลงดินที่มีค่าต่ำนี้ ทำให้สามารถใช้ RCCB ได้เลย ( $I_{\Delta n}$  ตัด กระแสรั่วได้ถึง 500 A) โดยไม่ต้องกังวลเรื่องการประสานสัมพันธ์กับอุปกรณ์ป้องกัน ลัดวงจร เพราะ RCCB จะตัดก่อน MCB เสมอ ส่วนการป้องกันการลัดวงจรระหว่าง

สายไฟ L กับ N นั้น ก็มี MCB ป้องกันในวงจรย่อยอยู่แล้ว เพียงแต่ต้องเลือก RCCB ที่ทนกระแสลัดวงจร (ค่า  $I_{nc}$ ) เท่ากับของ MCB ด้วย

**ระบบต่อลงดินแบบ TN-C-S** (ต่อ bond ระหว่าง N กับ PE ด้านไฟเข้า)

ความต้านทานในวงรอบของวงจรลัดลงดิน ส่วนใหญ่จะมีค่าต่ำมากไม่เกิน 1 โอห์ม ขอ ยกตัวอย่างการคำนวณ เมื่อ ค.ต.ท. earth-fault loop impedance เท่ากับ  $0.5 \Omega$  ดังนั้น กระแสลัดวงจรลงสายดิน  $230/0.5 = 460 \text{ A}$  จากข้อมูลตัวอย่างนี้ แสดงให้เห็นว่า

- (ก) แม้เป็นวงจรย่อยที่มีสายดิน ใช้ MCB type C 16 A (ไม่มี RCD) ระบบ TN-C-S จะมีค่ากระแสลัดวงจรที่สูงมากพอ ทำให้ MCB ตัดไฟได้ทันที และสามารถป้องกันไฟฟ้าดูดจากไฟรั่วลัดวงจรลงสายดินได้
- (ข) ค่ากระแสลัดวงจรลงดินค่อนข้างสูง ไม่เหมาะที่จะใช้ RCCB ( $I_{\Delta n}$  ได้แค่ 500 A) ควรใช้เป็น RCBO แทน แต่หากจะใช้ RCCB ต้องขอข้อมูลของรุ่นเบรกเกอร์ที่ทำงานร่วมกันได้จากผู้ผลิต

- ห้ามใช้ RCCB เป็นเมนสวิตช์ หรือ ติดตั้ง RCCB ไว้ก่อน อุปกรณ์ป้องกันกระแสลัดวงจร เนื่องจาก RCCB มักจะตัดกระแสลัดวงจรไม่ได้ จึงไม่สามารถป้องกันเมื่อเกิดลัดวงจรในตำแหน่งหลังออกจาก RCCB ได้ หรือ แม้กระทั่งว่าจะเกิดลัดวงจรในตำแหน่งหลังออกจากเมนเบรกเกอร์แล้วก็ตาม เพราะกระแสลัดวงจรก็ ต้องไหลผ่าน RCCB มาด้วยอยู่ดี

**หมายเหตุ** โดยทั่วไป จะต้องติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันกระแสลัดวงจรไว้ก่อน RCCB เสมอ แต่ในทางเทคนิคแล้ว RCCB อาจ อยู่ก่อน SCPD (short-circuit protective device) ก็ได้ ถ้า

1. ได้มีการป้องกันไม่ให้เกิดการลัดวงจรกับขั้วต่อสาย และ สายไฟที่ต่อระหว่าง RCCB กับ SCPD ไว้อย่างดี โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าอยู่ในตู้ที่ทำด้วยโลหะ แล้วป้องกันด้วยการใช้สายไฟ (รวมทั้งขั้วต่อสายต่างๆ) ที่มีระดับฉนวนประเภท II (สายไฟฉนวนหนาสองเท่า หรือ มีฉนวนสองชั้น) หรือ อาจใช้สายไฟฉนวนชนิดที่มีเปลือกหุ้ม (cable sheath) ภายนอกอีกชั้นที่ทำด้วยโลหะ ก็ได้ **และ**
2. ในกรณีที่เป็นตู้เมนสวิตช์ทำด้วยโลหะ สายไฟที่เข้าตู้เมนสวิตช์ก็ต้องป้องกันไม่ให้เกิดการลัดวงจรด้วยสายตัวนำฉนวนประเภท II เช่นเดียวกัน รวมทั้งมีการป้องกันสายชำรุดตรงช่องทางเข้า เช่น การใช้ cable gland ที่ไม่เป็นโลหะ ด้วย **และ**
3. มีเอกสารยืนยันจากผู้ผลิต หรือ มีรายงานผลการทดสอบจากสถาบันที่น่าเชื่อถือถือว่า RCCB ดังกล่าว สามารถทำงานร่วมกับ SCPD ทั้งชนิดและรุ่นที่ระบุ ภายใต้สภาวะการใช้

งาน และค่ากระแสลัดวงจรที่กำหนดไว้ได้ โดย RCCB ไม่เสียหาย แม้จะติดตั้ง RCCB ไว้ก่อน SCPD ก็ตาม

- พิกัดกระแสลัดวงจร ทั้งของ RCCB ( $I_{nc}$ ,  $I_{\Delta c}$ ) และ RCBO ( $I_{cn}$ ) ต้องไม่น้อยกว่าค่ากระแสลัดวงจรที่จะเกิดขึ้น หรือ ในกรณีที่มีพิกัดไม่ถึง เช่นกรณีของ RCCB จะต้องสามารถทำงานร่วมกับเบรกเกอร์ตัวอื่นที่มีพิกัดกระแสลัดวงจรสูงกว่าได้ ซึ่งในการทำหน้าที่ร่วมกันในการตัดหรือจำกัดขนาดกระแสลัดวงจรขนาดที่สูงกว่านี้ ควรจะต้องมีผลการทดสอบหรือรายงานที่น่าเชื่อถือและได้รับการรับรองจากผู้ผลิต RCD ด้วย
- เนื่องจาก RCCB และ RCBO มักจะมีรูปร่างภายนอกที่เหมือนกัน วิธีสังเกตความแตกต่างนอกจากดูที่มาตรฐานอ้างอิงที่พิมพ์บนตัวเรือนแล้ว (IEC 61008-1 for RCCB, IEC 61009-1 for RCBO) ให้สังเกตที่ภาพสัญลักษณ์ที่แตกต่างของหน้าสัมผัสบนตัว RCD ที่คล้ายกับเป็น สวิตช์เปิด-ปิด ทั่วๆ ไป ถ้าเป็น RCBO จะมีเครื่องหมาย x หรือ กากบาท ที่ปลายของสวิตช์อีกด้านหนึ่ง ซึ่งเป็นสัญลักษณ์ที่หมายถึง circuit breaker นั่นเอง
- RCCB, RCBO ที่ใช้สำหรับป้องกันวงจรย่อยในตู้แผงสวิตช์ประธาน ควรต้องมีพิกัดไม่ต่ำกว่า 6 kA, หากใช้ RCBO ที่ทำหน้าที่เป็นเมนสวิตช์ จะต้องมีความสามารถในการตัดกระแสลัดวงจรไม่ต่ำกว่า 10 kA (ยกเว้นการใช้ในเขตพื้นที่ที่มีกระแสลัดวงจรสูง เช่น พื้นที่เขตวงจรตาข่าย หรือ กรณีที่รับไฟโดยตรงจากหม้อแปลงขนาดใหญ่พิเศษจะต้องเลือกพิกัดตามขนาดกระแสลัดวงจรที่คำนวณได้จริง)  
**หมายเหตุ:** พิกัดการตัดกระแสลัดวงจร จะต้องเป็นพิกัดที่แรงดันที่ใช้งาน เช่น ที่แรงดัน 230 V หรือ ระบุเป็น 230/400 V. ก็ได้ และห้ามใช้พิกัด IC ที่ระบุกับแรงดันที่เป็นแบบ 120/240 V เนื่องจาก ค่าที่ระบุเพียงแต่บอกว่าสามารถใช้กับแรงดันไฟฟ้าได้สองระบบ แต่ค่าพิกัด IC สูงสุดนั้น เป็นค่าสูงสุดสำหรับใช้ที่แรงดัน 120 V เท่านั้น หากนำมาใช้กับระบบ 240 V พิกัด IC ดังกล่าวจะลดลงเหลือประมาณครึ่งหนึ่งเท่านั้น
- พิกัดกระแสปกติ ( $I_n$ ) ของ RCBO ต้องไม่สูงเกินพิกัดกระแสของสายไฟ ส่วนของ RCCB ต้องไม่น้อยกว่าพิกัดกระแสของสายไฟ
- พึงทำความเข้าใจกับคำว่า RCCB และ RCBO นั้น ใช้เรียกเฉพาะสำหรับ RCD ที่ใช้งานทั่วไปในบ้านอยู่อาศัย หรือสถานที่คล้ายกัน และใช้ ตัวตัด-ต่อวงจร ที่มีพิกัดกระแสไม่เกิน 125 A โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 61008-1 และ IEC 61009-1 ตามลำดับ ในกรณีที่มีพิกัดกระแสเกินกว่า 125 A จะถือว่าเป็น RCD ที่ใช้สำหรับงานอุตสาหกรรม และใช้เรียกด้วยคำว่า CBR (circuit-breaker incorporating residual current protection) รวมทั้งชนิด MRCD (modular residual current device) โดยอ้างอิงตามมาตรฐาน IEC 60947-2 ในภาคผนวกที่เกี่ยวข้อง

ฉ.2.3 ระยะเวลาตัดวงจรสูงสุดของ RCD

ตารางที่ ฉ.2.3.1 ตารางค่าขีดจำกัด ระยะเวลาตัดวงจร และระยะเวลาไม่ตอบสนอง สำหรับ RCD Type AC และ Type A ทดสอบด้วยกระแสไฟสลับ (ค่า rms.)

Type	Rated Current $I_n$ (A)	Rated residual current $I_{\Delta n}$ (A)	Limiting values of break time (s) and non-actuating time (s) at a residual current ( $I_{\Delta}$ ) equal to:		
			$I_{\Delta n}$	$5 I_{\Delta n}$ (0.25 A)	
General	Any value	Any value	0.3	0.04	Maximum break times
S	$\geq 25$	$> 0,030$	0.5	0.15	Maximum break times
			0.13	0.05	Maximum non actuating times

หมายเหตุ

1. ตารางข้างต้นใช้เฉพาะกระแสทดสอบที่เป็นกระแสไฟสลับ (AC) เท่านั้น หากกระแสทดสอบเป็นแบบ half-wave (สำหรับทดสอบ RCD Type A) ค่าต่างๆ ในตารางก็จะเปลี่ยนไป และกรณี RCD Type F และ Type B ก็ใช้ตารางที่แตกต่างจากตารางข้างต้นเช่นเดียวกัน
2. สำหรับ RCD แบบใช้งานทั่วไปที่พิกัดไฟรั่วไม่เกิน 30 mA และแบบที่ใช้กับเต้ารับหรือเต้าเสียบนั้น ยอมให้ใช้ค่าทดสอบที่ 0.25 A แทนค่าที่  $5 I_{\Delta n}$  ได้

ฉ.2.4 การติดตั้ง

- (1) สถานที่ติดตั้ง ให้หลีกเลี่ยงการติดตั้ง RCD ในสถานที่ต่อไปนี้
  - สถานที่อุณหภูมิสูง (เกิน 40 °C) หรือ ถูกแสงแดด, สถานที่ที่มีฝุ่น, มีไอเกลือจากทะเล, อากาศที่กัดกร่อนจากสารเคมี หรือที่ๆ มีความชื้นสูง, สถานที่ที่มีสนามแม่เหล็กสูง เช่น เครื่องส่งสถานีวิทยุ, สถานที่ที่มีการสันดาบเต็อน, สถานที่เกษตรกรรมที่มีความเสี่ยงต่อการเหนียวนำจากคลื่นฟ้าผ่า

**การแก้ไข** แนะนำให้ปรึกษากับผู้ผลิต ตัวอย่าง เช่น การใช้กล่องครอบป้องกัน การถ่ายเทอากาศเพื่อป้องกันความชื้น รวมทั้งการติดตั้งอุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ เป็นต้น
- (2) ตำแหน่งการติดตั้ง RCD สามารถติดตั้งได้ในหลายรูปแบบในวัตถุประสงค์ที่แตกต่างกัน เช่น การติดตั้งในแผงเมนสวิตช์ หรือ แผงสวิตช์ย่อย ซึ่งในแผงสวิตช์เอง ก็อาจติดตั้งที่ทางเข้าตัวเดียว หรือ มีการแบ่งการป้องกันออกเป็นกลุ่มแบบ split bus หรือ ป้องกันในแต่ละวงจรสายบ่อน/วงจรรย่อย นอกจากนี้ ก็อาจ

- ติดตั้งเฉพาะจุดที่ใช้งาน เช่น ในเต้ารับ หรือ ในเต้าเสียบ หรือจุดต่อไฟเข้าเครื่องใช้ไฟฟ้า เช่น เครื่องทำน้ำอุ่น ตู้กดน้ำดื่ม เป็นต้น
- (3) ตู้แผงสวิตช์ที่มีการติดตั้ง RCD ควรอยู่ในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย เพื่อให้สะดวกต่อการเข้าทำงาน ซึ่งเมื่อมี RCD ก็จะต้องมีการกดปุ่มเพื่อทดสอบการทำงานเป็นระยะๆ ด้วย
  - (4) ตู้แผงสวิตช์ โดยเฉพาะที่เป็นตู้เมนฯ ควรตั้งอยู่ในระดับที่อยู่พ้นจากระดับที่น้ำจะท่วมถึง เช่น บนชั้นลอย หรือ ชั้นสอง เพื่อให้สามารถควบคุมตัดวงจรที่ถูกน้ำท่วมออกได้ และต้องมี RCD ที่สามารถตัดวงจรการจ่ายไฟของชั้นล่างทั้งหมดโดยอัตโนมัติ เมื่อเกิดเหตุน้ำท่วมได้
  - (5) กลุ่มของวงจรย่อยที่ควบคุมด้วย RCD แต่ละตัว จะต้องมิชั้วนิวทรัลที่แยกอิสระจากนิวทรัลของ RCD ตัวอื่น ดังนั้น จำนวน RCD ที่จะใช้ได้จึงขึ้นอยู่กับตู้แผงสวิตช์ที่จะใช้ ว่าจะต้องมีจำนวนมิชั้วนิวทรัลที่แยกอิสระเพียงพอ และอาจเผื่อไว้สำหรับการติดตั้งเพิ่มในอนาคตอีกด้วย ยกเว้นว่าจะเพิ่มโดยใช้ RCBO ง่ายเป็นวงจรย่อยของตัวเองเพียงวงจรเดียวที่ไม่ต้องเพิ่มมิชั้วนิวทรัล (ในการติดตั้งจริง ก่อนเริ่มใช้งาน ควรจะต้องมีการทดสอบการไม่ต่อถึงกันของสายนิวทรัลที่อยู่ต่างกลุ่ม ก่อนการต่อใช้งาน RCD)
  - (6) การต่อสายเข้าและออกจาก RCD จะต้องมีเพียงสายเส้นไฟ กับ สายนิวทรัล เท่านั้น (ห้ามมีสายดินผ่านเข้า-ออก) กรณีที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ เช่น เป็นสายไฟที่มี shield โลหะเป็นสายดินด้วย จะต้องเดินเฉพาะสายดินย้อนกลับเข้าไปในแกนของ CT ของ RCD ในทิศทางตรงกันข้าม เพื่อให้ฟลักซ์แม่เหล็กจากสายดินหักล้างกันเอง (ทำได้เฉพาะ RCD แบบ Modular หรือ MRCD)
  - (7) สายนิวทรัล (สีฟ้า) และ สายดิน PE (สีเขียวสลับเหลือง) ของแต่ละวงจรทุกวงจร ไม่ว่าจะ เป็นวงจรที่มี RCD หรือไม่ จะต้องเป็นอิสระจากกัน ไม่มีการต่อหรือแตะถึงกัน รวมทั้งห้ามต่อสลับกันด้วย (ในการติดตั้งจริง จะต้องทดสอบการไม่ต่อถึงกัน (รวมทั้งการต่อสลับกัน) ของสาย N กับ PE ในแต่ละวงจร ก่อนการต่อ RCD)
  - (8) สำหรับบ้านโดยทั่วไป ที่ต้องมีหลักดินของตนเองนั้น (เป็นระบบ TN-C-S) สายนิวทรัล (สีฟ้า) และ สายดิน PE (สีเขียวสลับเหลือง) จะต้องมีการต่อถึงกัน และต่อได้เพียงแห่งเดียวเฉพาะทางด้านก่อนเข้าเมนสวิตช์เท่านั้น และต้องต่อลงดินเข้ากับหลักดินด้วย
  - (9) สำหรับกรณีแต่ละบ้านที่เป็นห้องชุดของอาคารชุดที่ไม่ต้องมีหลักดินของตนเองนั้น (จะเป็นระบบ TN-S) ห้ามต่อสายนิวทรัล (สีฟ้า) และ สายดิน PE (สีเขียวสลับเหลือง) เข้าด้วยกัน ไม่ว่าในตำแหน่งใดๆ
  - (10) การต่อและเข้าสาย RCD ต้องต่อให้ถูกขั้วที่มีการระบุ และไม่กลับด้านไฟเข้า-ออก (ต่อตามเครื่องหมายที่ปรากฏ หรือ ตามคำแนะนำของผู้ผลิต) การต่อผิดขั้ว หรือ ต่อกลับด้าน นอกจากจะทำให้ไม่สามารถป้องกันตามที่ต้องการแล้ว ยังอาจก่อให้เกิดอันตรายต่อผู้ใช้อีกด้วย

- (11) การใช้ RCD แบบพกพา (PRCD) สำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้าเฉพาะจุดนั้น ตัว PRCD จะต้องอยู่ใกล้กับตัวรับที่ผนังให้มากที่สุด (ห่างไม่เกิน 30 ซม. หรือ 1 ฟุต) เพื่อให้ PRCD ครอบคลุมป้องกันในสายไฟตลอดความยาวก่อนเข้าสู่เครื่องฯ ที่อาจเกิดการชำรุดและมีไฟรั่วในระหว่างการใช้งานได้ เช่น มีการกดทับสายฯ ด้วยการขยับของตัวเครื่อง หรือ สายที่ลอดผ่านบานประตู เป็นต้น ลักษณะที่คล้ายกัน เช่น การใช้ PRCD ที่หัวปลั๊ก ของสายไฟสำหรับล้อม้วนสาย (cable reel) หรือ หัวปลั๊กของสายไฟสำหรับชุดสายพ่วง ย่อมปลอดภัยมากกว่าการติดตั้ง RCD ไว้กับชุดตัวรับบนล้อม้วนสาย หรือ บนชุดตัวรับของชุดสายพ่วง เป็นต้น

## ผ.2.5 การหลีกเลี่ยงไม่ให้ RCD มีการตัดบ่อยที่ไม่พึงประสงค์

- (1) การตัดที่ไม่พึงประสงค์ หมายถึง การตัดของ RCD ที่ไม่ได้มีสาเหตุจากการชำรุดหรือการผิดปกติของวงจร หรือ ของเครื่องใช้ไฟฟ้า ส่วนใหญ่มักจะมีสาเหตุจากการออกแบบหรือการเลือกใช้ขนาดพิกัดไฟรั่วที่ไม่เหมาะสมกับสภาพปริมาณการใช้ไฟของวงจร เนื่องจากในการใช้ไฟปกติ จะมีการเสกไฟรั่วจากความยาวสายไฟฟ้าและจากในตัวเครื่องเครื่องใช้ไฟฟ้า ซึ่งจะขึ้นอยู่กับความยาวสายและจำนวนเครื่องใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่

**หมายเหตุ:** ปัญหาที่ RCD ตัดเมื่อมีฝนฟ้าคะนอง ถือเป็นเหตุการณ์ปกติที่มักเกิดขึ้นได้เป็นครั้งคราว เมื่อมีคลื่นกระแสฟ้าผ่าสามารถเสกตลอดเข้ามาในวงจรเพื่อไหลลงดินผ่านค่าตัวเก็บประจุของสายตัวนำ หรือ ของตัวกรองในเครื่องใช้ไฟฟ้า ปัญหาเหล่านี้ล้วนเกี่ยวข้องกับการออกแบบ และสามารถแก้ไขได้

- (2) การออกแบบที่ถูกต้อง จึงควรมีการประเมิน (ด้วยการประมาณการ) หรือ ตรวจสอบด้วยการวัด (แคลมป์มิเตอร์วัดกระแสไฟรั่ว) ถึงปริมาณกระแสไฟรั่วในวงจรที่คาดว่าจะมีที่เกิดจากสายไฟฟ้าและเครื่องใช้ไฟฟ้ารวมกัน ไม่ควรมีค่าเกิน 1/3 ของพิกัดกระแสไฟรั่วของ RCD (หรืออาจใช้ 1/4 เพื่อสำหรับการใช้ไฟเพิ่มในอนาคต) เช่น ถ้าใช้ RCD ขนาด 30 mA กระแสไฟรั่วในวงจรที่ไหลปกติไม่ควรเกิน 10 mA (หรือใช้ 7.5 mA) เป็นต้น หากติดตั้งจริงแล้วพบว่ามีความสูงเกิน ควรตรวจสอบว่ามีเครื่องใช้ไฟฟ้าตัวใดไฟรั่วสูงผิดปกติหรือไม่ เพื่อทำการแก้ไข หากไม่ผิดปกติ จะต้องต่อแยกออกเป็นอีกวงจร แล้วป้องกันด้วย RCD ตัวใหม่
- (3) คำตอบ หรือ วิธีการที่ง่าย ๆ ก็คือ ไม่ควรใช้ RCD ตัวเดียวป้องกันหมดทั้งบ้าน ในแต่ละบ้าน จึงควรมี RCD ป้องกันอย่างน้อยสองตัว หรือมากกว่า ดังนั้น หากบ้านมีหลายชั้น ก็ควรแยกการป้องกันชั้นละหนึ่งตัวเป็นอย่างน้อย ทำให้ RCD แต่ละตัวจะมีกระแสรั่วไหลผ่านที่ตัว RCD น้อยลง หรือ ใช้ RCBO ทดแทนการใช้ MCB ในแต่ละวงจรมาก็ได้
- (4) การป้องกันไม่ให้ไฟแสงสว่างดับเมื่อ RCD ตัด อาจทำได้โดยแยกวงจรระหว่างตัวรับกับไฟแสงสว่างในสถานที่เดียวกัน ให้ป้องกันด้วย RCD คนละตัว หากจ่ายมาจากวงจรต่างสถานที่ เช่น มาจากวงจรของ

ชั้นอื่น ก็ควรมีการเขียนกำกับไว้ที่แผงให้ชัดเจนว่ามาจากวงจรไหน เพื่อป้องกันไม่ให้เกิดอุบัติเหตุที่อาจจะเกิดขึ้นกับผู้อยู่อาศัย หรือ ช่างไฟฟ้า ที่จะมีการ ตรวจสอบ/บำรุงรักษา/ปรับปรุงต่อเติม ในภายหลัง

- (5) RCD ชนิดใช้งานทั่วไปที่ผลิตตาม IEC 61008-1 และ 61009-1 หรือ ตาม มอก. นั้น ถือได้ว่าเป็น RCD ที่ทนทานที่จะไม่ตัดวงจรเนื่องจากมีคลื่นกระแสฟ้าผ่าได้พอสมควร (คลื่นในระดับที่ยังไม่ทำให้เกิดการ flashover) แต่ก็ขึ้นอยู่กับสภาพการออกแบบและโหลดของแต่ละวงจรไม่ให้มีมากเกินไปด้วย
- (6) อุปกรณ์ป้องกันเสิร์จ (SPD) หรือ ป้องกันแรงดันเกิน ที่มักต้องต่อระหว่างสายเส้นไฟ กับสายดิน (PE) นั้น โดยทั่วไปต้องต่อ SPD ทางด้านหน้าก่อนเข้า RCD และจะต้องไม่ต่อในตำแหน่งหลังออกจาก RCD ถ้ามีความจำเป็นต้องต่อใกล้กับเครื่องใช้ไฟฟ้า (หลังออกจาก RCD) จะต้องเปลี่ยน RCD เป็นชนิดที่ทนต่อคลื่นกระแสฟ้าผ่าขนาดที่สูงขึ้น อย่างน้อยต้องทนคลื่นกระแส 8/20  $\mu$ s ขนาด 3 kA ได้ หรือ อาจใช้ ชนิดหน่วงเวลา (Type S) ก็ได้ ซึ่งจะทำให้กลายเป็น RCD ที่ป้องกันระบบติดตั้งไฟฟ้าอย่างเดียว และไม่เพียงพอต่อการป้องกันไฟดูด
- (7) สำหรับการใช้ไฟที่ไม่ต้องการให้มีไฟดับ แต่ยังมีความเสี่ยงที่ผู้คนอาจต้องสัมผัสใช้งานประจำวัน เช่น ตู้เย็น ตู้แช่ ฯลฯ อาจจะแยกเป็นวงจรย่อยใช้งานอิสระจ่ายเฉพาะเครื่อง แล้วป้องกันด้วย RCBO หรือ อาจต่อไฟแยกออกจากวงจรแล้วติดตั้ง RCD ใช้งานเฉพาะจุด หรือ อาจใช้เป็น PRCD แบบพกพา ป้องกันเฉพาะกับเครื่องใช้เหล่านี้ ก็เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง และจะไม่มีปัญหาการตัดบ่อย (เพราะไม่มีไฟรั่วจากสายไฟหรือจากเครื่องใช้อื่นมารบกวน) และยังใช้งานได้สะดวก เพียงแต่ถอดออกไม่ใช้งานในยามที่ไม่ต้องการ เช่น ช่วงที่ไม่อยู่บ้านนานๆ เป็นต้น (หมายเหตุ ตู้เย็นที่ใช้ตามบ้าน โดยทั่วไปจะไม่มีปัญหาการใช้งานร่วมกับเครื่องใช้ไฟฟ้าอื่น หากกระแสไฟรั่วรวมในวงจร RCD ไม่เกิน 1/3 หรือ 10 mA หากมีปัญหาทำให้ตัด แสดงว่าตู้เย็นดังกล่าวอาจมีปัญหาเรื่องความปลอดภัยก็ได้ แนะนำให้ตรวจสอบกับผู้ผลิตหรือช่างผู้มีความชำนาญในการแก้ไข)
- (8) ควรมีการแยกวงจรย่อยต่างหาก สำหรับ การจ่ายไฟกรณีฉุกเฉิน กล้องวงจรปิด และ สัญญาณเตือนภัยต่างๆ ออกจากวงจรจ่ายไฟทั่วไป โดยไม่ต้องมีการป้องกันด้วย RCD (หรืออาจมีการป้องกันด้วย RCD ที่มีความไวต่ำ เช่น 300 mA Type S) อย่างไรก็ตาม ควรตรวจสอบสภาพการติดตั้งการเดินสายไม่ให้มีความเสี่ยงหรืออาจเสื่อมชำรุดทางกายภาพได้ง่ายในระยะยาว (ฉนวนแตกกรอบจากสภาพแวดล้อม เช่น แสงแดด เปียกชื้น หรือ มีแรงกดทับ เสียดสี เป็นต้น) แล้วทำให้เกิดไฟฟ้ารั่วที่เป็นอันตรายขึ้นมาได้ นอกจากนี้ อาจพิจารณาจ่ายไฟด้วยระบบอื่น เช่น ด้วยระบบแรงดันต่ำพิเศษ (SELV) หรือ มีการแยกวงจร จ่ายไฟด้วยหม้อแปลงแยกโดด (Isolation Transformer) ก็ได้

## ผ.2.6 การติดป้าย หรือ ข้อความ/คำแนะนำ กำกับ

- (1) ควรมีป้ายข้อความแนะนำให้มีการกดปุ่มทดสอบ เพื่อทดสอบการทำงานของ RCD เป็นระยะๆ เช่น ทุก 3 เดือน สำหรับกรณีทั่วไป และ ทุก 1 เดือน หรือน้อยกว่า สำหรับช่วงเวลาที่มักมีฝนฟ้าคะนอง โดยอาจมีใบบันทึกผลการตรวจสอบครั้งหลังสุด กำกับไว้ด้วย หากเป็น RCD ชนิดพกพา แนะนำให้ทดสอบก่อนใช้งานทุกครั้ง
- (2) ควรมีป้ายหรือคำแนะนำวิธีตรวจสอบเมื่อ RCD ตัดวงจร เพื่อตรวจหาและแยกปลดวงจรหรือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่บกพร่องออก กำกับไว้ด้วย
- (3) ทุกวงจรย่อย ควรมีการระบุกำกับถึงวงจรที่ควบคุม ว่าใช้กับบริเวณไหนไว้ด้วย เพื่อความสะดวกและปลอดภัยในการตรวจสอบและบำรุงรักษา

## ผ.2.7 ตัวอย่างวิธีการตรวจสอบหาสาเหตุที่ทำให้ RCD ตัดทำงาน

- (1) ให้ไปที่ตู้แผงสวิตช์ กรณีนี้สมมติว่าเป็น RCD ที่จ่ายควบคุมวงจรย่อยหลายวงจร และตัดอยู่
- (2) ให้จดจำไว้ว่า มีการเปิดใช้งาน หรือ เปิดสวิตช์ไฟตัวใดไว้ แล้วถอดปลั๊กอุปกรณ์ไฟฟ้าและปิดสวิตช์ไฟแสงสว่างที่เปิดใช้อยู่ทั้งหมด
- (3) สับ RCD จ่ายไฟกลับคืน (วงจรย่อยยังอยู่เช่นเดิม)
- (4) ถ้า RCD ไม่ตัด แสดงว่าสายไฟของวงจร/วงจรย่อย ไม่มีปัญหา
- (5) ให้ทยอย ต่อใช้ไฟอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ถอดออกก่อนหน้านี้ เข้าใช้งานทีละตัว
- (6) ตัวใดที่ต่อไฟแล้ว RCD ตัด แสดงอุปกรณ์ตัวนั้นบกพร่อง ต้องส่งซ่อม
- (7) ถ้า RCD ตัด แสดงว่า จุดบกพร่องอยู่ในสายไฟของวงจร/วงจรย่อย
- (8) ให้ OFF วงจรย่อยทุกวงจรของ RCD
- (9) จ่ายไฟ RCD แล้วทยอยจ่ายไฟวงจรย่อยทีละวงจร
- (10) วงจรย่อยใดที่ทำให้ RCD ตัด ให้ตัดการจ่ายไฟ เพื่อรอการซ่อมต่อไป

## ผ.2.8 เราจะตรวจสอบอย่างไรว่า RCD ที่ติดตั้งอยู่นั้นเสียหรือไม่

ตรวจสอบง่าย ๆ ดังนี้

- (ก) ตรวจสอบก่อนว่ามีการต่อสายไฟเข้าถูกต้อง (ด้านไฟเข้า-ออก) และถูกต้องตามขั้วหรือไม่ (ขั้ว N ต้องไม่มีไฟ และไม่ใช้สายดิน ไม่มีการต่อสาย N กับ G ด้านขาออก)



- (ข) ทดสอบว่าสามารถตัดทำงานหรือไม่ ถ้ามีไฟรั่ว โดยการกดปุ่มทดสอบ ถ้าตัดแสดงว่ากลไกภายในทำงานถูกต้อง
- (ค) ทดสอบว่า RCD อาจจะไม่เสีย และเป็นสาเหตุของการตัดวงจรหรือไม่ โดย
  - ตัดไฟด้านที่เข้า RCD แล้ว OFF ที่ RCD ไปด้วย
  - ปลดสายด้านไฟออกทั้งหมดจาก RCD
  - ON RCD ไว้ แล้วจึงสับจ่ายไฟเข้า RCD
  - ถ้า RCD ตัดทำงานทันที หรือ กดปุ่มทดสอบแล้วไม่ตัด แสดงว่าเสียแน่นอน

**ผ.2.9 กรณีตรวจสอบ RCD แล้วไม่เสีย แต่ยังมีปัญหาเมื่อต่อ RCD กลับเข้าแผงสวิตช์แล้ว RCD ยังคงตัดอยู่ และยังหาสาเหตุของการตัดไม่พบ จะตรวจสอบอย่างไร**

กรณีนี้ อาจเกิดจากสายนิวทรัลเส้นใดเส้นหนึ่ง ที่ออกจาก RCD มีการต่อข้ามวงจรไปวงจรอื่นที่ไม่มี RCD หรือ ต่าง RCD กัน หรือ มีการต่อกับสายดิน ให้ตรวจสอบดังนี้

- ก. OFF RCD และวงจรย่อยทั้งหมด แล้วทดลองปลดสายนิวทรัลของวงจรย่อยที่ต่อกับขั้วนิวทรัลของ RCD ออกทีละเส้นแล้วสับจ่ายไฟเข้า RCD และวงจรย่อย เพื่อดูว่าสายนิวทรัลเส้นใดมีปัญหา ถ้ายังไม่หายตัดให้ต่อกลับคืน แล้วไปปลดสายนิวทรัลเส้นใหม่
- ข. เส้นใดที่ปลดออกแล้ว RCD ไม่ตัด คือเส้นที่มีปัญหา ต้องตรวจสอบโดยละเอียดต่อไปว่าจ่ายไปสวิตช์ใดบ้าง เพื่อการแก้ไขต่อไป

**ข้อควรจำ**

- สาย N ที่ออกจาก RCD จะต้องไม่มีการต่อหรือแตะกับสายดิน (PE)
- สาย N ที่ออกจาก RCD แต่ละตัว จะต้องแยกอิสระจากกัน (ของใครของมัน) ห้ามยืม หรือ ต่อสาย N ข้ามระหว่างวงจร RCD หรือ ต่อถึงกัน
- RCD ไม่สามารถป้องกันไฟฟ้าดูดระหว่าง Line กับ Neutral ได้

**ผ.3 ค่าพิกัดต่างๆ ของ RCD ที่ควรทราบ**

**ผ.3.1 Rated residual operating current ( $I_{\Delta n}$ )**

- บางแห่งก็มีการเรียกกันว่า “sensitivity” หรือ ความไว
- ในที่นี้ ขอใช้คำสั้น ๆ ง่าย ๆ ว่า “พิกัดกระแสรั่ว” ของ RCD
- ค่าตามมาตรฐาน คือ 6, 10, 30, 100, 300, 500 mA
- ที่ญี่ปุ่นและเกาหลีมีค่า 15, 200, 1,000 mA เป็นค่ามาตรฐานด้วย

- มอก. 2425 ยอมให้มีค่า 15 mA สำหรับ RCCB ด้วย

ฅ.3.2 Rated residual non-operating current ( $I_{\Delta no}$ )

- พิกัดกระแสรั่วที่ไม่ทำงาน
- ปกติจะเท่ากับ  $0.5 I_{\Delta n}$

ฅ.3.3 Rated current ( $I_n$ )

- พิกัดกระแส หมายถึง ค่าพิกัดกระแสที่ไหลผ่านในขณะปิดวงจร
- ค่ามาตรฐานสำหรับ RCCB คือ 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 63, 80, 100, 125 A
- ค่ามาตรฐานสำหรับ RCBO คือ 6, 8, 10, 13, 16, 20, 25, 32, 40, 50, 63, 80, 100, 125 A

ฅ.3.4 Rated short-circuit capacity ( $I_{cn}$ )

- พิกัดวิสัยสามารถกระแสลัดวงจร หมายถึง วิสัยสามารถในการตัดกระแสลัดวงจรค่าสูงสุด
- ค่านี้เป็นค่าสูงสุด (ultimate) และเป็นไปตามมาตรฐาน IEC 60898-1 คือ เมื่อตัดวงจรด้วย  $I_{cn}$  แล้วอาจจะใช้งานต่อไม่ได้อีก
- ค่านี้จะระบุเป็นตัวเลขอยู่ในกรอบสี่เหลี่ยม มีหน่วยเป็น A
- ค่านี้ใช้เฉพาะกับ RCBO
- ค่ามาตรฐานคือ 1.5 - 3.0 - 4.5 - 6.0 - 10.0 - 15.0 - 20.0 kA

ฅ.3.5 service short-circuit capacity ( $I_{cs}$ )

- วิสัยสามารถกระแสลัดวงจรใช้งาน หมายถึง วิสัยสามารถในการตัดกระแสลัดวงจร แล้วยังสามารถใช้งานต่อไปได้
- ค่านี้ใช้เฉพาะกับ RCBO
- ค่า  $I_{cs}$  สามารถหาได้จากค่า  $I_{cn}$  ดังนี้
 

$I_{cs} = I_{cn}$	ถ้า $I_{cn} \leq 6,000 \text{ A}$
$I_{cs} = 0.75 I_{cn}$	ถ้า $6,000 < I_{cn} \leq 10,000 \text{ A}$ ; ( $I_{cs}$ ต่ำสุด = 6,000A)
$I_{cs} = 0.5 I_{cn}$	ถ้า $I_{cn} > 10,000 \text{ A}$ ; ( $I_{cs}$ ต่ำสุด = 7,500A)

ผ.3.6 Rated making and breaking capacity ( $I_m$ )

- พิกัดวิสัยสามารถการตัดต่อกระแส ค่านี้จะบอกถึงความสามารถของ RCD ในการตัดต่อกระแสลัดวงจร ระหว่าง line กับ neutral
- ค่านี้ใช้เฉพาะกับ RCCB
- ค่าต่ำสุดตามมาตรฐาน ใช้ค่าที่มากกว่าของ  $10 I_n$  หรือ 500 A

ผ.3.7 Rated residual making and breaking capacity ( $I_{\Delta m}$ )

- พิกัดวิสัยสามารถการตัดต่อกระแสรั่ว ค่านี้จะบอกถึงความสามารถของ RCD ในการตัดต่อกระแสรั่วลงดิน หรือ earth fault
- ค่าต่ำสุดตามมาตรฐาน ใช้ค่าที่มากกว่าของ  $10 I_n$  หรือ 500 A

ผ.3.8 Rated conditional short-circuit current ( $I_{nc}$ )

- พิกัดกระแสลัดวงจรอย่างมีเงื่อนไข
- ค่านี้ใช้เฉพาะกับ RCCB
- หมายถึงค่ากระแสลัดวงจรที่ RCCB ทนได้ (ไม่มีการตัดต่อ) โดยมีอุปกรณ์ป้องกันลัดวงจรที่ต่ออนุกรมช่วยทำหน้าที่ป้องกันอยู่
- ค่ามาตรฐานคือ 3.0 – 4.5 – 6.0 – 10.0 – 20.0 kA

ผ.3.9 Rated conditional residual short-circuit current ( $I_{\Delta c}$ )

- พิกัดกระแสรั่วลัดวงจรอย่างมีเงื่อนไข
- ค่านี้ใช้เฉพาะกับ RCCB
- หมายถึงค่ากระแสรั่วลัดวงจรที่ RCCB ทนได้ (ไม่มีการตัดต่อ) โดยมีอุปกรณ์ป้องกันลัดวงจรที่ต่ออนุกรมช่วยทำหน้าที่ป้องกันอยู่
- ค่ามาตรฐานคือ 3.0 – 4.5 – 6.0 – 10.0 – 20.0 kA

## ผ.4 ตัวอย่าง ข้อกำหนดการใช้เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ในสถานที่เฉพาะ

ตารางที่ ผ.4.1 ตัวอย่าง ข้อกำหนดการใช้เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ในสถานที่เฉพาะ

สถานที่	ลักษณะสถานที่	ข้อกำหนดการใช้ RCD
1) ห้องน้ำ/ห้องอาบน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สถานที่อาบน้ำ, อ่างมีอ่างน้ำ, ฝักบัว ฯลฯ</li> <li>- แบ่งโซนพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงเป็นโซน 0, 1, 2 (0 คือ ในอ่างน้ำ, บริเวณฝักบัว = เสี่ยงสูงสุด)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ RCD หนึ่ง หรือ หลายตัว กับ</li> <li>- วงจรไฟฟ้าที่จ่ายเข้าไปใช้กับบริภัณฑ์ไฟฟ้าในบริเวณห้องน้ำ</li> <li>- วงจรไฟฟ้าที่พาดผ่านบริเวณห้องน้ำ</li> <li>- อาจมีการใช้ SELV, PELV ร่วมด้วย</li> </ul>
2) สระว่ายน้ำ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สระว่ายน้ำ, อ่างน้ำพุ, ที่พายเรือเล่น</li> <li>- แบ่งโซนพื้นที่ที่มีระดับความเสี่ยงสูงเป็นโซน 0, 1, 2 (0 = เสี่ยงสูงสุด)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA ในทุกโซนโดยโซนที่เสี่ยงสูง ต้องใช้ SELV ขนาดแรงดันต่ำที่แตกต่างกันตามความเสี่ยง โดยที่ RCD ใช้สำหรับป้องกันวงจรแหล่งจ่ายไฟ (ด้าน 230 V) ให้กับวงจร SELV อีกทีหนึ่ง</li> </ul>
3) สถานที่ก่อสร้าง	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การติดตั้งไฟฟ้าชั่วคราวของสถานที่สำหรับงานก่อสร้าง เช่น ก่อสร้างใหม่, ต่อเติม, ซ่อมแซม, รีโนเวชั่น, งานช่างต่างๆ หรือที่คล้ายกัน</li> <li>- ห้ามใช้ระบบ TN-C-S ยกเว้นจะมีการ bond ตัวนำอื่นๆ เข้ากับ MET(Main Earthing Terminal)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- วงจรเด้ารับที่ใช้ไฟไม่เกิน 32 A ใช้ RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA</li> <li>- วงจรเด้ารับที่ใช้ไฟเกิน 32 A ใช้ RCD ขนาดไม่เกิน 500 mA โดยมีระยะเวลาตัดวงจรไม่เกิน 5 วินาทีสำหรับระบบ TN หรือ 1 วินาทีสำหรับระบบ TT</li> </ul>
4) เกษตรกรรมและพืชสวน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สถานที่ทำการเกษตร และปลูกพืชสวน ทั้งในและนอกอาคาร</li> <li>- ห้ามใช้ระบบ TN-C กับสถานที่นี้</li> <li>- ไม่ควรใช้ระบบ TN-C-S ยกเว้นจะมีการ bond ตัวนำอื่นๆ เข้าด้วยกัน และวาง metal grid อยู่ในพื้น</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- วงจรเด้ารับที่ใช้ไฟไม่เกิน 32 A ใช้ RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA</li> <li>- วงจรเด้ารับที่ใช้ไฟเกิน 32 A ใช้ RCD ขนาดไม่เกิน 100 mA</li> <li>- วงจรอื่น ๆ ใช้ RCD ขนาดไม่เกิน 300 mA เพื่อป้องกันไฟไหม้ และใช้ Type S ถ้าไม่ต้องการให้ตัดไวเกินไป</li> </ul>

ตารางที่ ผ.4.1 ตัวอย่าง ข้อกำหนดการใช้เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ในสถานที่เฉพาะ (ต่อ)

สถานที่	ลักษณะสถานที่	ข้อกำหนดการใช้ RCD
5) สวนสาธารณะ/ที่จอดรถ สำหรับบ้านเคลื่อนที่ หรือ ที่คล้ายกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลาน, สถานที่จ่ายไฟ/การจ่ายไฟ ให้กับบ้านเคลื่อนที่ หรือ การตั้งแคมป์/เต็นท์ หรือที่คล้ายกัน</li> <li>- ห้ามเชื่อมต่อสายดินของระบบ TN-C-S ของสถานที่จ่ายไฟ เข้ากับตัวนำโลหะของบ้านเคลื่อนที่</li> <li>- ที่จุดจ่ายไฟ การต่อลงดินจะประกอบเป็นส่วนหนึ่งของระบบ TT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใ้ได้รับ*แต่ละตัวที่จ่ายไฟให้กับบ้านเคลื่อนที่ ต้องป้องกันเสริมด้วย RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA</li> <li>- (*เป็นใ้รับอุตสาหกรรมที่มีอินเตอร์ล๊อคด้านความปลอดภัยอย่างดีและไม่ต่อขั้วสายดินกับระบบ TN-C-S)</li> <li>- วงจรย่อยที่มีการต่ออย่างถาวรให้กับบ้านเคลื่อนที่ (ผ่านมิเตอร์วัดไฟ) ต้องป้องกันเสริมด้วย RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA</li> </ul>
6) บ้านเคลื่อนที่ หรือที่คล้ายกัน	<ul style="list-style-type: none"> <li>- การติดตั้งไฟฟ้าภายในของยานพาหนะ หรือ หน่วยเคลื่อนที่ ที่มีการติดตั้งไฟฟ้าเบ็ดเสร็จอยู่ในหน่วย เช่น เพื่อการบันเทิง, เพื่อตรวจสอบสุขภาพ, การสราธิต, สถานที่ทำงาน, รถดับเพลิง, รถขายอาหาร ฯลฯ</li> <li>- ห้ามใช้ระบบต่อลงดินแบบ TN-C-S ยกเว้นจะได้รับการควบคุมและตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญอย่างต่อเนื่องถึงประสิทธิผลและความเหมาะสมของสภาพการต่อลงดินที่มีอยู่ (แต่ก็ยั้งต้องมีระบบสายดินและมีการประสานศักย์เท่าของตัวนำโลหะต่างๆ เข้ากับขั้วต่อลงดินหลัก หรือ MET)</li> <li>- เมื่อรับไฟมาจากภายนอกกรณฯ ควรจะมีการต่อ MET ลงหลักดินด้วย</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- เมื่อมีการรับไฟแรงต่ำจากภายนอก เช่น จากการติดตั้งถาวร หรือจากเครื่องปั่นไฟ จะต้องมีการป้องกันภายในตัวรถด้วย RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA</li> <li>- ถ้ามีการต่อใช้ไฟออกนอกตัวรถผ่านใ้ได้รับ แต่ละใ้รับต้องป้องกันด้วย RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA ยกเว้นว่าจะเป็นแรงดันต่ำพิเศษแบบ SELV หรือ PELV หรือ ผ่านการกั้นแยกทางไฟฟ้า (electrical separation)</li> </ul>
7) ทำจอดเรือ	<ul style="list-style-type: none"> <li>- วงจรที่จ่ายไฟฟ้าให้กับ เรือสำราญขนาดเล็ก บ้านหรือแพลอยน้ำ (เรือนแพ)</li> <li>- ห้ามเชื่อมต่อสายดินของระบบ TN-C-S ของสถานที่จ่ายไฟ เข้ากับตัวนำโลหะใดๆ ของเรือ/แพลอยน้ำ</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใ้ได้รับแต่ละตัวที่จ่ายไฟให้กับ เรือ/แพแต่ละลำ ต้องป้องกันด้วย RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA</li> <li>- วงจรย่อยที่มีการต่ออย่างถาวรให้กับแหล่งจ่ายไฟสำหรับ เรือ/แพ ต้องป้องกันด้วย RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA</li> </ul>

## ตารางที่ ผ.4.1 ตัวอย่าง ข้อกำหนดการใช้เครื่องตัดไฟรั่ว (RCD) ในสถานที่เฉพาะ (ต่อ)

สถานที่	ลักษณะสถานที่	ข้อกำหนดการใช้ RCD
8) นิทรรศการ งานแสดง และ การตั้งป้าย	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ลักษณะเป็นการติดตั้งไฟฟ้าแบบชั่วคราว ไม่ครอบคลุมถึงการติดตั้งไฟฟ้าที่ถาวรของอาคารสถานที่ๆไปจัดงาน</li> <li>- ห้ามใช้การต่อลงดินแบบ TN-C-S กับส่วนที่อยู่นอกตัวอาคารยกเว้นจะได้รับการควบคุมและตรวจสอบจากผู้เชี่ยวชาญอย่างต่อเนื่องถึงประสิทธิผลและความเหมาะสมของสภาพการต่อลงดินที่มีอยู่</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- สายเคเบิลที่จ่ายให้กับงานชั่วคราวนี้ ต้องป้องกันที่จุดติดตั้งด้วย RCD ขนาดไม่เกิน 300 mA (ป้องกันเคเบิลชั่วคราว) ชนิดที่มีการหน่วงเวลา หรือ Type S เพื่อให้มีการประสานสัมพันธ์กับ RCD ป้องกันไฟฟ้าดูดสำหรับวงจรย่อย</li> <li>- วงจรเด้ารับที่ไม่เกิน 32A และวงจรย่อยทั้งหมดที่ไม่ได้ใช้กับคอมไฟลุกเงิน ต้องป้องกันด้วย RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA</li> </ul>
9) ไฟแสงสว่างนอกอาคาร	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ไฟแสงสว่างตามที่ต่างๆ เช่น ห้องถนน, สวนสาธารณะ, ที่จอดรถ, สนามกีฬา, อนุสาวรีย์, ที่สาธารณะ, ป้ายรถเมล์, ตู้โทรศัพท์, ป้ายโฆษณา, ตู้ผังเมือง, ป้ายบอกทาง ฯลฯ</li> <li>- กรณีของไฟแสงสว่างตามถนนหลวง หากเป็นระบบ TN-C-S ยอมให้มีระยะเวลาตัดวงจรเมื่อผิดปกติพร้อมลงดินได้ไม่เกิน 5 วินาที (ขนาดสายดิน/สายต่อประสานต้องไม่น้อยกว่า 6 ตร.มม. สำหรับสายนิวทรัล 10 ตร.มม. และ ไม่น้อยกว่า 10 ตร.มม. สำหรับสายนิวทรัล 35 ตร.มม.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA กับไฟแสงสว่าง เช่น ป้ายรถเมล์, ตู้โทรศัพท์, ป้ายโฆษณา, ตู้ผังเมือง ฯลฯ</li> <li>- กรณีของไฟแสงสว่างตามถนนหลวง หากเป็นระบบ TT แล้ว อาจจะใช้ RCD ขนาดมากกว่า 30 mA ที่มีการหน่วงเวลา* ป้องกันวงจรได้ แต่ระยะเวลาตัดวงจรเมื่อผิดปกติพร้อมลงดิน ไม่ควรเกิน 1 วินาที (*RCDที่มีการหน่วงเวลา มักมีขนาดตั้งแต่ 100 mA ขึ้นไป)</li> </ul>
10) หน่วยไฟฟ้าชั่วคราวเคลื่อนที่	<ul style="list-style-type: none"> <li>- หน่วยเคลื่อนที่สำหรับจ่ายไฟฟ้าเป็นการชั่วคราวให้กับงาน เช่น สวนสนุก, ละครส์ตว์, เครื่องเล่นต่างๆ, การตั้งบูท หรือ ที่คล้ายกัน</li> <li>- เป็นหน่วยที่ประกอบด้วย โครงสร้าง, เครื่องจักร, งานติดตั้งไฟฟ้า และบริภัณฑ์ไฟฟ้า</li> <li>- มีการเคลื่อนย้ายเปลี่ยนที่การใช้งานโดยยังคงความปลอดภัย</li> <li>- ห้ามใช้การต่อลงดินแบบ TN-C-S, TN-C</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ใช้ RCD ขนาดไม่เกิน 300 mA ชนิดที่มีการหน่วงเวลา ป้องกันที่จุดติดตั้งของการติดตั้ง</li> <li>- ใช้ RCD ขนาดไม่เกิน 30 mA กับวงจรย่อยสำหรับดวงคอมไฟฟ้า และวงจรเด้ารับหรือวงจรอื่นที่ใช้ไฟไม่เกิน 32 A</li> <li>- ถ้าใช้ RCD กับ AC motor ควรจะใช้ RCD ชนิดที่มีการหน่วงเวลา</li> </ul>

- หมายเหตุ:
1. เครื่องตัดไฟรั่ว หรือ RCD ตามมาตรฐาน IEC 61008-1 สำหรับ RCCB และมาตรฐาน IEC 61009-1 สำหรับ RCBO นั้น มีพิกัดกระแสสูงสุด ไม่เกิน 125 A ในกรณีที่จะใช้ป้องกันวงจรที่มีพิกัดกระแสสูงเกินกว่า 125 A จะต้องใช้เป็นแบบ CBR (Circuit Breaker incorporated with Residual current device) หรือ MRCD (Modular Residual Current Devices) โดยทั้งตัวเบรกเกอร์และคุณสมบัติต่างๆ ในการป้องกันกระแสรั่ว จะเป็นไปตาม Annex B และ Annex M ในมาตรฐาน IEC 60947-2 ตามลำดับ
  2. RCD ชนิดที่มีการหน่วงเวลา จะเป็น Type S สำหรับ IEC 61008-1 และ IEC 61009-1 ส่วน CBR หรือ MRCD ที่มีการหน่วงเวลา จะเป็นแบบ Time-delay type ตามมาตรฐาน IEC 60947-2
  3. การห้าม หรือ ไม่แนะนำ ไม่ให้มีการใช้การต่อเข้ากับระบบการต่อลงดินแบบ TN-C-S (ดูรายละเอียดใน IEC 60364) สำหรับการติดตั้งทางไฟฟ้าที่อยู่นอกอาคาร หรือ ส่วนที่แยกออกมาจากตัวอาคาร ก็เพื่อหลีกเลี่ยงโอกาสที่วัตถุ หรือ โครงสร้างที่เป็นโลหะที่มีการต่อกับสายดินนั้น มีแรงดันที่สูงขึ้นเมื่อเทียบกับดินที่แท้จริงที่ผู้สัมผัสยืนอยู่ ในกรณีที่เกิดเหตุการณ์ที่สายตัวนำนิวทรัลของแหล่งจ่ายไฟหลุดขาด หรือ มีการเกิดกระแสลัดวงจรลงสายดินจากระบบใกล้เคียงเป็นระยะเวลานาน
  4. ระยะเวลาตัดวงจรของอุปกรณ์ป้องกัน เมื่อมีไฟรั่วหรือมีการผิดพลาดลงดิน เป็นดังนี้

ระบบการต่อลงดิน	ระยะเวลาตัดวงจร ไม่เกิน (วินาที)	
	วงจรรย่อย	สายป้อน
TN	0.4	5
TT	0.2	1

## ผ.5 การป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วสำหรับเครื่องใช้ไฟฟ้า

ผ.5.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้กระแสไฟฟ้าสลับ แรงดันไฟฟ้าที่ระบุเทียบกับดินไม่เกิน 230 โวลต์ นอกจากจะต้องมีการผลิตและได้รับการรับรองผลิตภัณฑ์ตามมาตรฐาน มอก. และ/หรือ มาตรฐานอื่น ๆ ที่เกี่ยวข้องแล้ว จะต้องมีการป้องกันไฟฟ้าดูดโดยใช้เครื่องตัดไฟรั่วด้วย ตามรายการดังต่อไปนี้

1. เครื่องดูดฝุ่นสำหรับรถยนต์ (เช่น ที่ใช้ในสถานีบริการ)
2. ตู้แช่เย็นบริโภค, ตู้น้ำร้อน/น้ำเย็นบริโภค, ตู้บรรจุน้ำดื่มใส่ขวด
3. เครื่องชีดน้ำแรงดันสูงแบบมีสายไฟพร้อมเต้าเสียบ (cord-and-plug-connected)
4. ที่เติมลมยาง หรือ บั๊มสูบลมไฟฟ้า (เช่น ที่ใช้ในสถานีบริการ)
5. ตู้จำหน่ายสินค้าอัตโนมัติ (vending machines) ได้แก่
  - ก. ตู้หยอดเหรียญต่างๆ เช่น ตู้ขายอาหาร/เครื่องดื่ม, ตู้เครื่องซักผ้า/อบผ้า, ตู้คิปปักตา, ตู้เครื่องเล่นชนิดต่าง ๆ ฯลฯ
  - ข. ตู้เอทีเอ็ม, ตู้อินเตอร์เน็ต, ตู้เติมเงินโทรศัพท์ ฯลฯ
6. บั๊มสูบน้ำจากบ่อน้ำ, บั๊มจุ่มน้ำ หรือ บั๊มแช่น้ำ (Sump pumps), บั๊มสูบน้ำประปาในบ้าน
7. เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีเปลือกนอกเป็นโลหะ และผู้ใช้งานมักมีการสัมผัส ในขณะที่ใช้งาน หรือ มีสภาพของความเปียกชื้นในระหว่างการใช้งาน เช่น เครื่องล้างจาน, เครื่องซักผ้า, ตู้เย็น, เต้าไมโครเวฟ,

เตา/กระทะไฟฟ้า, หม้อหุงข้าว, เครื่องทำน้ำอุ่น, เครื่องปั่นอาหาร/น้ำผลไม้, เต้าแม่เหล็กไฟฟ้า, หม้อต้มน้ำ/กาต้มน้ำไฟฟ้า, เครื่องปั๊มลมบั้ง, เตารีดไฟฟ้า, พัดลมระบายอากาศ (ห้องน้ำ/ห้องครัว), พัดลมตั้งโต๊ะ, พัดลมตั้งพื้น, เครื่องบดเศษอาหาร ฯลฯ

8. เครื่องมือสำหรับงานช่างที่ใช้ไฟฟ้าทุกชนิด เช่น
  - ก. ส่วนไฟฟ้า, เครื่องเจียร/เครื่องขัด, เลื่อยไฟฟ้า, กบไฟฟ้า, เครื่องกลึง, เครื่องเจาะ/กระแทกคอนกรีต
  - ข. เครื่องเชื่อมไฟฟ้า
  - ค. พัดลมโรงงาน
9. ชุดสายพ่วง (ปลั๊กพ่วง) ทุกชนิด ทั้งชนิดใช้งานทั่วไป และชนิดที่ใช้งานหนักสำหรับงานช่างฯ, งานก่อสร้าง, งานอุตสาหกรรม, งานตลาดนัด, งานเทศกาลต่าง ๆ ฯลฯ
10. เครื่องเล่นที่ใช้ไฟฟ้าทุกชนิดในงานวัด/งานเทศกาลต่าง ๆ เช่น ม้าหมุน, ชิงช้าสวรรค์, เครื่องทำโฟม
11. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในสนามหญ้า/ในสวน หรือ นอกอาคาร เช่น เครื่องตัดหญ้าไฟฟ้า, บั๊มน้ำสำหรับรดน้ำต้นไม้, โคมไฟในสนาม, โคมไฟริมรั้วบ้าน/ทางเดิน, กริ่งไฟฟ้าหน้าบ้าน
12. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้ในงานเกษตรกรรม เช่น มอเตอร์เครื่องสูบน้ำบ่อกึ่ง/บ่อปลา, มอเตอร์เครื่องบ่อน้ำบ่อกึ่ง ฯลฯ
13. ดวงโคม หรือ บริภัณฑ์ไฟฟ้า ที่ติดตั้งบนโครงสร้างที่เป็นโลหะ เช่น เสาไฟสปอตไลท์ในลานกีฬา/สนามกีฬา, เสาดวงโคมตามทางเท้า/ทางเดิน, บ้ายไฟโฆษณาต่าง ๆ, ไฟแสงสว่างสำหรับ บ้ายรถประจำทาง, ตู้โทรศัพท์, สายไฟฟ้าแรงต่ำที่ยึดด้วย rack ติดตั้งกับเสาโลหะ, ดวงโคมไฟฟ้าทั่วไปที่ผู้ใช้สามารถสัมผัสหรือเอื้อมถึงได้ เป็นต้น
14. กระจุกอินมิตีควบคุมด้วยรีโมท ทั้งชนิดบานเลื่อน บานสวิง และประตูม้วน ที่ใช้มอเตอร์แบบ AC หรือแบบ DC ที่มีกล่องควบคุมและมอเตอร์รวมอยู่ในกล่องเดียวกัน (แบบ DC อาจยกเว้นกรณีที่มีการแยกกล่องควบคุมที่มีหม้อแปลงลดแรงดันและวงจรแปลงไฟ DC ออกจากกล่องมอเตอร์ ใส่ไว้ในกล่องหุ้มป้องกันมิดชิดต่างหาก และติดตั้งไว้กับโครงสร้างที่ไม่ใช่โลหะ ที่แยกห่างออกจากโครงสร้างประตู และอยู่สูงพ้นเหนือระดับที่อาจมีน้ำท่วม)
15. เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ใช้บริเวณสระว่ายน้ำ เช่น โคมไฟในสระน้ำ โคมไฟโดยรอบสระน้ำ, บั๊มน้ำในสระ

**หมายเหตุ:** ในโซนที่มีความเสี่ยงสูง เช่น อยู่ในน้ำ ต้องจ่ายไฟด้วยระบบแรงดันต่ำพิเศษแบบ SELV หรือ PELV โดยมี RCD ติดตั้งอยู่นอกโซนป้องกันทางด้านแหล่งจ่ายของวงจร SELV หรือ PELV

16. เครื่องปรับอากาศทุกชนิดที่ใช้ในสถานที่อยู่อาศัย หรือ สถานที่คล้ายคลึงกัน

**ข้อยกเว้น** เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือ บริภัณฑ์ไฟฟ้าที่ไม่จำเป็นต้องมีการป้องกันด้วยเครื่องตัดไฟรั่วสำหรับป้องกันภัยส่วนบุคคลขนาด 30 mA หรือ ใช้เครื่องตัดไฟรั่ว ชนิด/ขนาดที่มากกว่า 30 mA หรือ มี



มาตรการป้องกันไฟฟ้าดูดด้วยวิธีอื่นๆ (เช่น มีการแยกวงจรจ่ายไฟด้วยหม้อแปลง isolation transformer หรือ มีการลดแรงดันให้เป็นแรงดันต่ำพิเศษด้วย safety isolation transformer ที่ติดตั้งอยู่นอกบริเวณที่มีความเสี่ยง เป็นต้น) ตัวอย่างของข้อยกเว้นเหล่านี้ ได้แก่

1. วงจรฉุกเฉินหรือเตือนภัยต่างๆ ได้แก่ วงจรสัญญาณแจ้งเหตุเพลิงไหม้, วงจรสัญญาณกันขโมย, วงจรล่องวงจรปิด เป็นต้น (แต่ควรมีมาตรการตรวจสอบและควบคุมการติดตั้งเพื่อลดความเสี่ยงหรือลดโอกาสที่จะเกิดไฟรั่วจากการเสื่อมสภาพในระหว่างการใช้งานให้มากที่สุด)
2. เครื่องใช้ไฟฟ้า หรือ บริเวณที่ไฟฟ้า เฉพาะอย่าง ที่เมื่อมีการทำงานตัดวงจรของเครื่องตัดไฟรั่วบ่อย อาจทำให้เกิดความเสียหาย หรือ เกิดอันตราย มากกว่า การที่มีไฟรั่วเล็กน้อยเพียงอย่างเดียว ในกรณีเช่นนี้ควรมีการจัดแยกบริเวณตำแหน่งที่มีการติดตั้ง หรือจำกัดการเข้าถึง หรือมีการติดตั้งป้ายหรือข้อความเตือน ให้ผู้เข้าใกล้ หรือ ผู้สัมผัสใช้งาน ได้ทราบ หรือระมัดระวังว่า ไม่มีการป้องกันด้วย RCD และไม่ให้มีการเข้าใกล้ หรือ ให้หลีกเลี่ยงการสัมผัส เป็นต้น

#### ผ.5.2 ชนิด และ ตำแหน่งติดตั้งของ เครื่องตัดไฟรั่ว

1. เครื่องตัดไฟรั่วที่ใช้ ต้องมีพิกัดกระแสไฟรั่วไม่เกิน 30 mA และเลือกประเภทของเครื่องตัดไฟรั่วให้เป็นแบบ (type) ที่เหมาะสมกับลักษณะของโหลด หรือ ลักษณะของกระแสไฟฟ้าวรั่วที่จะเกิดขึ้นในวงจรไฟฟ้าที่จะนำไปใช้งาน (แบบ AC, A, F หรือ B)
2. เครื่องตัดไฟรั่วต้องอยู่ในจุดที่สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย (readily accessible) และต้องมีการติดตั้งหรืออยู่ในตำแหน่งใดตำแหน่งหนึ่ง หรือ ในหลายตำแหน่ง ดังต่อไปนี้
  - ก. อุปกรณ์ป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย หรือ ของสายบ่อน
  - ข. อุปกรณ์ หรือ จุดจ่ายไฟ (outlet) ของวงจรที่จ่ายไฟฟ้า (อาจเป็น RCD ที่จ่ายไฟเฉพาะจุด หรือ เต้ารับที่มี RCD ก็ได้)
  - ค. รวมอยู่เป็นส่วนหนึ่งของตัวเต้าเสียบ (Plug) ของเครื่องใช้ไฟฟ้านั้น
  - ง. อยู่ในสายไฟที่ออกจากหัวเต้าเสียบ และต้องห่างจากเต้าเสียบในระยะไม่เกิน 30 ซม. หรือ 1 ฟุต (เต้าเสียบที่เสียบกับเต้ารับที่ผนัง)

- หมายเหตุ:**
1. ข้อกำหนดนี้ กำหนดความต้องการใช้เครื่องตัดไฟรั่วตามชนิดของเครื่องใช้ไฟฟ้าเป็นหลัก ซึ่งอาจมีการใช้งานในที่สาธารณะ หรือ อยู่นอกเหนือพื้นที่การควบคุม ตาม ข้อ 3.1.8 และ 3.1.9 ที่กำหนดตามสภาพความต้องการของสถานที่หรือพื้นที่ และ
  2. เพื่อให้เป็นที่รับทราบกันโดยทั่วไปว่า เครื่องใช้ไฟฟ้าทุกชนิดที่ใช้ไฟฟ้าแรงดันเทียบกับดินที่ 230 โวลต์ ไม่ว่าจะ เป็น class I หรือ class II เมื่อเกิดไฟรั่วจาก การใช้ผลิตภัณฑ์ที่ด้อยคุณภาพ หรือ การเสื่อมชำรุดจาก

สภาพการใช้งาน หรือ ด้วยความประมาทเล็กน้อยของผู้ใช้เอง นั้น สามารถป้องกันอันตรายจากไฟฟ้าดูดได้ ด้วยการติดตั้งใช้เครื่องตัดไฟรั่ว

3. ในกรณีที่ต้องใช้เครื่องตัดไฟรั่วที่มีขนาดเกินกว่า 30 mA จะไม่ถือว่าเป็นการป้องกันไฟฟ้าดูดสำหรับบุคคล เช่น
  - ไม่เกิน 300 mA (ขนาด 100 mA หรือ 300 mA) ใช้ป้องกันไฟไหม้ กรณีที่มีไฟรั่วลงดินผ่านฉนวน
  - เกิน 300 mA ใช้ป้องกันระบบการติดตั้งทางไฟฟ้าไม่ให้เกิดความเสียหายจากกรณีที่มีการลัดวงจรลงดิน