# บทที่ 6
# บริภัณฑ์ไฟฟ้า

ข้อกำหนดในบทนี้เกี่ยวกับการออกแบบระบบไฟฟ้าสำหรับบริภัณฑ์ โคมไฟฟ้า สวิตช์ เต้ารับและเต้าเสียบ มอเตอร์ วงจรมอเตอร์และเครื่องควบคุม หม้อแปลง ห้องหม้อแปลง ลานหม้อแปลง และคาปาซิเตอร์

## 6.1 โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้ง

### 6.1.1 ทั่วไป

ให้ใช้กับโคมไฟฟ้า ขั้วรับหลอด สายเข้าดวงโคมชนิดแขวน หลอดไส้ หลอดไฟอาร์ก หลอดไฟปล่อยประจุ การเดินสายของดวงโคมและบริภัณฑ์ที่เป็นส่วนประกอบของดวงโคม

6.1.2 โคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้งต้องไม่มีส่วนที่มีไฟฟ้าเปิดโล่งให้สัมผัสได้

6.1.3 ดวงโคมไฟฟ้าและเครื่องประกอบการติดตั้งต้องเหมาะสมกับสภาพแวดล้อมที่ติดตั้ง เมื่อการติดตั้งในสถานที่เปียกหรือสถานที่ชื้นต้องใช้ดวงโคมชนิดที่น้ำไม่สามารถเข้าไปในดวงโคมหรือเครื่องประกอบการติดตั้งได้เมื่ออยู่ในสภาพการใช้งานตามปกติ

6.1.4 ดวงโคมใกล้วัสดุติดไฟ ต้องมีสิ่งป้องกันหรือกั้นไม่ให้วัสดุติดไฟได้รับความร้อนเกิน 90 องศาเซลเซียส

6.1.5 ดวงโคมและขั้วรับหลอด ต้องมีการจับยึดอย่างแข็งแรงและเหมาะสมกับน้ำหนักของดวงโคม ดวงโคมที่มีน้ำหนักเกินกว่า 2.5 กิโลกรัม หรือมีขนาดใหญ่กว่า 400 มม. ห้ามใช้ขั้วรับหลอดเป็นตัวรับน้ำหนักของดวงโคม

### 6.1.6 การเดินสายดวงโคม

6.1.6.1 การเดินสายดวงโคม ต้องจัดทำให้เรียบร้อยเพื่อป้องกันความเสียหายทางกายภาพและให้ใช้สายเท่าที่จำเป็นเท่านั้น และต้องไม่ทำให้อุณหภูมิของสายนั้นสูงกว่าอุณหภูมิใช้งานสูงสุดของสาย

6.1.6.2 ขนาดของสายต้องไม่เล็กกว่า 0.5 ตร.มม. และต้องเป็นชนิดที่เหมาะสมกับสภาพการใช้งาน

6.1.6.3 ขั้วรับหลอดชนิดเกลียวเมื่อใช้กับระบบไฟฟ้าที่มีตัวนำนิวทรัล ส่วนเกลียวโลหะที่เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้าต้องต่อกับตัวนำนิว-ทรัลเท่านั้น

6.1.7 ดวงโคมต้องติดตั้งให้สามารถตรวจสอบการต่อสายระหว่างสายดวงโคมกับสายของวงจรย่อยได้โดยสะดวก

6.1.8 **ฉนวนของสายในดวงโคม**

6.1.8.1 สายที่ใช้ในดวงโคมต้องมีฉนวนที่เหมาะสมกับกระแส แรงดันและอุณหภูมิใช้งาน

6.1.8.2 ดวงโคมที่ติดตั้งในสถานที่เปียกชื้น หรือสถานที่ที่มีการผุกร่อนได้ ต้องใช้สายชนิดที่ได้รับการรับรองเพื่อใช้สำหรับจุดประสงค์นั้นแล้ว

6.1.9 **การต่อและการต่อแยก**

6.1.9.1 จุดต่อหรือจุดต่อแยกของสายต้องไม่อยู่ในก้านดวงโคม

6.1.9.2 การต่อหรือการต่อแยกของสายให้มีในดวงโคมได้เท่าที่จำเป็นเท่านั้น

6.1.9.3 สายไฟที่อยู่ในตู้แสดงสินค้าต้องเดินในช่องเดินสาย และส่วนที่มีไฟฟ้าต้องไม่อยู่ในที่เปิดเผย

6.1.9.4 กล่องจุดต่อไฟฟ้าเข้าดวงโคมต้องมีฝาครอบ หรือปิดด้วยฝาครอบดวงโคมขั้วรับหลอด เต้ารับ เต้าเพดาน หรืออุปกรณ์ที่คล้ายกัน

## 6.2 สวิตช์ เต้ารับ (Receptacle) และเต้าเสียบ (Plug)

6.2.1 สวิตช์และเต้ารับที่ใช้งานต้องมีพิกัดกระแส แรงดัน และประเภทเหมาะสมกับสภาพการใช้งาน เต้ารับต้องไม่เป็นประเภทที่ใช้เป็นขั้วหลอดได้ด้วย

6.2.2 สวิตช์และเต้ารับที่ใช้กลางแจ้ง หรือสถานที่เปียกชื้น ต้องเป็นชนิดที่ระบุ IP ให้เหมาะกับสภาพการใช้งาน กรณีป้องกันน้ำสาดให้ใช้ไม่ต่ำกว่า IPX4 กรณีป้องกันน้ำฉีดให้ใช้ไม่ต่ำกว่า IPX5 ตามข้อ 2.8

6.2.3 เต้ารับแบบติดกับพื้นหรือฝังพื้น การติดตั้งต้องป้องกันหรือหลีกเลี่ยงจากความเสียหายทางกายภาพเนื่องจากการทำความสะอาดพื้นและการใช้งาน

6.2.4 สวิตช์และเต้ารับต้องติดตั้งอยู่เหนือระดับน้ำที่อาจท่วมหรือขังได้

6.2.5 ขนาดสายสำหรับเต้ารับต้องไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.

6.2.6 เต้ารับให้เป็นไปตามข้อ 3.1.7.1

## 6.3 มอเตอร์ วงจรมอเตอร์ และเครื่องควบคุม

***ตอน ก. ทั่วไป***

6.3.1 ข้อกำหนดนี้ใช้สำหรับการติดตั้งมอเตอร์ วงจรมอเตอร์ และเครื่องควบคุมมอเตอร์ทั่วไปในกรณีที่ติดตั้งในสถานที่เฉพาะ เช่น ในบริเวณอันตราย ให้ดูรายละเอียดในเรื่องนั้นๆ ประกอบด้วย

6.3.2 **บุชชิง**

เมื่อเดินสายผ่านช่องเปิดของเครื่องห่อหุ้ม กล่องต่อท่อหรือผนังต้องใช้บุชชิงเพื่อป้องกันความเสียหายของสาย บุชชิงต้องทำจากวัสดุที่ทนต่อสภาพแวดล้อม เช่น ทนต่อน้ำมันหล่อลื่น จาระบี สารเคมี หรืออื่นๆ

6.3.3 **ที่ตั้ง**

6.3.3.1 มอเตอร์ต้องติดตั้งในสถานที่ที่สามารถระบายอากาศได้สะดวกและสามารถเข้าไปบำรุงรักษาได้ง่าย

***ยกเว้น*** *มอเตอร์ที่เป็นส่วนประกอบของบริภัณฑ์ที่สำเร็จรูป*

6.3.3.2 มอเตอร์แบบเปิดที่มีแปรงถ่าน ต้องติดตั้งในสถานที่หรือมีมาตรการป้องกันไม่ให้ประกายไฟที่อาจเกิดขึ้นกระเด็นไปถูกวัสดุติดไฟได้

6.3.3.3 ในสถานที่ที่มีละออง หรือวัสดุที่ปลิวได้ซึ่งสามารถเกาะติดหรือเข้าไปภายในมอเตอร์ได้มากพอที่จะทำให้มอเตอร์ระบายอากาศและความร้อนไม่สะดวก ในสถานที่เช่นนี้ต้องใช้มอเตอร์ชนิดปิด

6.3.4 **มอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุด**

การพิจารณาตัดสินว่ามอเตอร์ตัวใดใหญ่ที่สุดให้ดูจากพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

***ตอน ข. สายสำหรับวงจรมอเตอร์***

6.3.5 **สายสำหรับมอเตอร์ตัวเดียว**

6.3.5.1 สายของวงจรย่อยที่จ่ายให้มอเตอร์ตัวเดียว ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าร้อยละ 125 ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

**ยกเว้น** มอเตอร์ชนิดความเร็วหลายค่าที่นำมาใช้งาน ประเภทใช้งานระยะสั้น ใช้งานเป็นระยะ ใช้งานเป็นคาบ และใช้งานที่

เปลี่ยนแปลง สายต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าจำนวนร้อยละของพิกัดกระแสบนแผ่นป้ายประจำเครื่องตามตารางที่ 6-1

6.3.5.2 สายของวงจรย่อยมอเตอร์ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 1.5 ตร.มม.

6.3.6 **สายด้านทุติยภูมิของมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์** (Wound-Rotor)

6.3.6.1 **มอเตอร์ใช้งานประเภทต่อเนื่อง**

สายที่ต่อระหว่างด้านทุติยภูมิของมอเตอร์กับเครื่องควบคุมมอเตอร์ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าร้อยละ 125 ของกระแสโหลดเต็มที่ด้านทุติยภูมิของมอเตอร์

6.3.6.2 **มอเตอร์ที่ใช้งานไม่ต่อเนื่อง**

สายต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าจำนวนร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่ด้านทุติยภูมิของมอเตอร์ ตามตารางที่ 6-1

**ตารางที่ 6-1**
**ขนาดกระแสของสายสำหรับมอเตอร์ที่ใช้งานไม่ต่อเนื่อง**

| ประเภทการใช้งาน | ร้อยละของพิกัดกระแสบนแผ่นป้ายประจำเครื่อง | | | |
|---|---|---|---|---|
| | มอเตอร์พิกัดใช้งาน 5 นาที | มอเตอร์พิกัดใช้งาน 15 นาที | มอเตอร์พิกัดใช้งาน 30 และ 60 นาที | มอเตอร์พิกัดใช้งานต่อเนื่อง |
| ใช้งานระยะสั้น เช่นมอเตอร์หมุนปิด-เปิดวาล์ว ฯลฯ | 110 | 120 | 150 | - |
| ใช้งานเป็นระยะ เช่นมอเตอร์ลิฟต์ มอเตอร์ปิด-เปิดสะพาน ฯลฯ | 85 | 85 | 90 | 140 |
| ใช้งานเป็นคาบ เช่นมอเตอร์หมุนลูกกลิ้ง ฯลฯ | 85 | 90 | 95 | 140 |
| ใช้งานที่เปลี่ยนแปลง | 110 | 120 | 150 | 200 |

6.3.6.3 **มอเตอร์มีตัวต้านทานอยู่แยกจากเครื่องควบคุม**

สายที่ต่อระหว่างเครื่องควบคุมและตัวต้านทาน ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าที่กำหนดในตารางที่ 6-2

**ตารางที่ 6-2**
**ขนาดสายระหว่างเครื่องควบคุมมอเตอร์ และ**
**ตัวต้านทานในวงจรทุติยภูมิของมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์**

| ประเภทการใช้งานของตัวต้านทาน | ขนาดกระแสของสายคิดเป็นร้อยละของกระแสด้านทุติยภูมิที่โหลดเต็มที่ |
|---|---|
| เริ่มเดินอย่างเบา | 35 |
| เริ่มเดินอย่างหนัก | 45 |
| เริ่มเดินอย่างหนักมาก | 55 |
| ใช้งานเป็นระยะห่างมาก | 65 |
| ใช้งานเป็นระยะห่างปานกลาง | 75 |
| ใช้งานเป็นระยะถี่ | 85 |
| ใช้งานต่อเนื่องกัน | 110 |

6.3.7 **สายสำหรับวงจรมอเตอร์หลายตัว**

สายซึ่งจ่ายกระแสให้แก่มอเตอร์มากกว่า 1 ตัว ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าผลรวมของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ทุกตัวบวกกับร้อยละ 25 ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดในวงจร ในกรณีที่มอเตอร์ตัวใหญ่ที่สุดมีหลายตัวให้บวกร้อยละ 25 เพียงตัวเดียว ในกรณีที่มีมอเตอร์แบบใช้งานไม่ต่อเนื่องปนอยู่ด้วย ในการหาขนาดสายให้ดำเนินการดังนี้

6.3.7.1 หาขนาดกระแสของสายสำหรับมอเตอร์แบบใช้งานไม่ต่อเนื่อง ตามตารางที่ 6-1

6.3.7.2 หาขนาดกระแสของสายสำหรับมอเตอร์แบบใช้งานต่อเนื่องโดยใช้ค่าร้อยละ 100 ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

6.3.7.3 ตรวจค่ากระแสจากข้อ 6.3.7.1 และ 6.3.7.2 เมื่อพบว่าค่าดังกล่าวของมอเตอร์ตัวใดสูงสุดให้คูณด้วย 1.25 แล้วบวกด้วยค่าขนาดกระแสของสายสำหรับมอเตอร์ตัวอื่นที่เหลือใน ข้อ 6.3.7.1 และ 6.3.7.2 ทั้งหมด จะได้กำหนดขนาดกระแสของสายที่จ่ายไฟให้แก่มอเตอร์เหล่านั้น

6.3.8 **สายสำหรับวงจรที่จ่ายไฟให้แก่มอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่น**

ต้องมีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่าที่คำนวณได้ ตามข้อ 6.3.5 หรือ 6.3.7 บวกกับกระแสความต้องการสำหรับโหลดอื่นๆ ที่กำหนดไว้

**<u>คำอธิบาย</u>** โหลดอื่นๆ หมายถึงโหลดที่คิดค่าดีมานด์แฟกเตอร์แล้ว

6.3.9 **ดีมานด์แฟกเตอร์ของสายป้อน**

สายป้อนอาจมีขนาดเล็กกว่าที่คำนวณตามข้อ 6.3.5, 6.3.7 หรือ 6.3.8 ได้ ถ้ามอเตอร์ใช้งานไม่พร้อมกัน โดยสภาพของงาน การผลิตหรือเครื่องจักร

6.3.10 **มอเตอร์ที่มีคาปาซิเตอร์ต่อร่วมอยู่ด้วย**

การคำนวณขนาดสายสำหรับมอเตอร์ที่มีคาปาซิเตอร์ร่วมอยู่ด้วยให้ดูข้อ 6.5 เรื่องคาปาซิเตอร์ ประกอบด้วย

6.3.11 **การต่อสายแยกจากสายป้อน**

สายที่แยกจากสายป้อน ต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าที่คำนวณได้ในตอน ข. ต้องต่อเข้ากับเครื่องป้องกันกระแสเกินและต้องเป็นไปตามข้อใดข้อหนึ่งหรือหลายข้อ ดังต่อไปนี้

6.3.11.1 สายตัวนำต้องเดินในท่อสายและยาวไม่เกิน 3 เมตร

6.3.11.2 มีขนาดกระแสไม่ต่ำกว่า 1/3 ของขนาดกระแสของสายป้อนและมีการป้องกันความเสียหายทางกายภาพ ความยาวไม่เกิน 7.5 เมตร

6.3.11.3 มีขนาดกระแสเท่ากับสายป้อน

***ตอน ค. การป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์และวงจรย่อย***

*ข้อกำหนดนี้ สำหรับมอเตอร์ที่ใช้กับระบบแรงต่ำเพื่อป้องกันวงจรมอเตอร์ และอุปกรณ์ประกอบต่างๆ มีอุณหภูมิสูงเกินกำหนด เนื่องจากการใช้งานเกินกำลังหรือเริ่มเดินไม่สำเร็จ ทั้งนี้ไม่ครอบคลุมถึงมอเตอร์สำหรับเครื่องสูบน้ำดับเพลิง*

6.3.12 **มอเตอร์ใช้งานประเภทต่อเนื่อง**

6.3.12.1 **มอเตอร์ขนาดเกิน 1 แรงม้า**

มอเตอร์แต่ละตัวต้องมีการป้องกันการใช้งานเกินกำลังด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

6.3.12.1.1 เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังติดตั้งแยกต่างหากจากตัวมอเตอร์และทำงานสัมพันธ์กับกระแสของมอเตอร์ ขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันการใช้งาน

เกินกำลังต้องไม่เกินร้อยละของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ ดังนี้

| | |
|---|---|
| • มอเตอร์ที่ระบุตัวประกอบใช้งาน (Service Factor) ไม่น้อยกว่า 1.15 | ร้อยละ 125 |
| • มอเตอร์ที่ระบุอุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส | ร้อยละ 125 |
| • มอเตอร์อื่นๆ | ร้อยละ 115 |

ขนาดปรับตั้งนี้อาจเปลี่ยนแปลงได้ตามที่อนุญาตโดยข้อ 6.3.14 ถ้ามอเตอร์เป็นชนิดความเร็วหลายค่า การพิจารณาให้แยกเป็นแต่ละขดลวดไป

6.3.12.1.2 เครื่องป้องกันอุณหภูมิสูงเกินกำหนด ที่ติดตั้งที่ตัวมอเตอร์ซึ่งได้ออกแบบเพื่อป้องกันมอเตอร์เสียหายจากอุณหภูมิสูงเกินกำหนดเนื่องจากการใช้งานเกินกำลังหรือเริ่มเดินไม่สำเร็จ ต้องตัดกระแสที่เข้ามอเตอร์ไม่เกินร้อยละของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ดังนี้

| | |
|---|---|
| • มอเตอร์ที่มีกระแสโหลดเต็มที่ไม่เกิน 9 แอมแปร์ | ร้อยละ 170 |
| • มอเตอร์ที่มีกระแสโหลดเต็มที่ตั้งแต่ 9.1 ถึง 20 แอมแปร์ | ร้อยละ 156 |
| • มอเตอร์ที่มีกระแสโหลดเต็มที่เกินกว่า 20 แอมแปร์ | ร้อยละ 140 |

ถ้าเครื่องตัดกระแสเข้ามอเตอร์ ติดตั้งแยกต่างหากจากตัวมอเตอร์และวงจรควบคุมการทำงานด้วยอุปกรณ์ที่ติดอยู่ที่ตัวมอเตอร์ ต้องจัดให้กระแสเข้ามอเตอร์ถูกตัดออก เมื่อวงจรควบคุมถูกตัด

6.3.12.1.3 อนุญาตให้ใช้เครื่องป้องกันติดตั้งที่ตัวมอเตอร์ ซึ่งจะทำหน้าที่ป้องกันความเสียหายของมอเตอร์เนื่อง

จากเริ่มเดินไม่สำเร็จได้ ถ้ามอเตอร์ประกอบอยู่กับบริภัณฑ์ซึ่งได้ออกแบบให้ในสภาพปกติไม่ปล่อยให้มอเตอร์ใช้งานเกินกำลัง

6.3.12.1.4 มอเตอร์ที่มีขนาดเกินกว่า 1,500 แรงม้าต้องติดตั้งเครื่องตรวจจับอุณหภูมิสูงไว้ในตัวมอเตอร์ ซึ่งจะตัดกระแสเข้ามอเตอร์ออกเมื่ออุณหภูมิของมอเตอร์สูงเกินกำหนด

6.3.12.2 **มอเตอร์ขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า เริ่มเดินไม่อัตโนมัติ**

6.3.12.2.1 มอเตอร์ใช้งานประเภทต่อเนื่อง ขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า ไม่ได้ติดตั้งถาวร อยู่ในที่ซึ่งมองเห็นได้จากเครื่องควบคุมมอเตอร์ และห่างกันจากเครื่องควบคุมมอเตอร์ไม่เกิน 15 เมตร ให้ใช้เครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสายและดินของวงจรย่อย ที่มีขนาดตามที่กำหนดในตอน ง. เป็นเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์ได้ วงจรย่อยดังกล่าวต้องมีขนาดไม่เกิน 20 แอมแปร์

6.3.12.2.2 มอเตอร์ขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า ติดตั้งถาวรอยู่ในที่ซึ่งมองไม่เห็นจากเครื่องควบคุมมอเตอร์ หรือห่างจากเครื่องควบคุมมอเตอร์เกินกว่า 15 เมตร ต้องมีการป้องกันตามที่กำหนดในข้อ 6.3.12.3

6.3.12.3 **มอเตอร์ขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า เริ่มเดินอัตโนมัติ**

มอเตอร์ต้องมีการป้องกันการใช้งานเกินกำลังด้วยวิธีใดวิธีหนึ่งดังต่อไปนี้

6.3.12.3.1 เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลัง ติดตั้งแยกต่างหากจากตัวมอเตอร์และทำงานสัมพันธ์กับกระแสของมอเตอร์ ขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังนี้ให้เป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.3.12.1.1

6.3.12.3.2 เครื่องป้องกันอุณหภูมิสูงเกินที่ติดตั้งที่ตัวมอเตอร์ ซึ่งได้ออกแบบให้ป้องกันมอเตอร์เสียหายจากความร้อนเกินกำหนดเนื่องจากการใช้งานเกินกำลังหรือเริ่มเดินไม่สำเร็จและเครื่องตัดกระแสเข้ามอเตอร์ต้องติดตั้งแยกต่างหากจากตัวมอเตอร์ และวงจรควบคุมทำงานด้วยอุปกรณ์ที่ติดอยู่กับตัวมอเตอร์ ต้องจัดให้กระแสเข้ามอเตอร์ถูกตัดออกเมื่อวงจรควบคุมถูกตัด

6.3.12.3.3 ให้ถือว่ามอเตอร์ได้มีการป้องกันที่เหมาะสมแล้ว ถ้ามอเตอร์ประกอบอยู่กับบริภัณฑ์ซึ่งได้ออกแบบให้ในสภาพปกติไม่ปล่อยให้มอเตอร์ใช้งานเกินกำลังหรือบริภัณฑ์นี้ทำงานร่วมกับวงจรควบคุมอย่างอื่นที่ป้องกันมอเตอร์เสียหายเนื่องจากเริ่มเดินไม่สำเร็จ

6.3.12.3.4 ในกรณีที่มอเตอร์มีอิมพีแดนซ์สูงเพียงพอที่จะไม่เกิดความร้อนสูงเนื่องจากเริ่มเดินไม่สำเร็จ และถ้ามอเตอร์เป็นประเภทเริ่มเดินไม่อัตโนมัติประกอบอยู่กับบริภัณฑ์ ซึ่งได้ออกแบบให้ป้องกันมอเตอร์เสียหายเนื่องจากความร้อนเกิน ยอมให้มีการป้องกันตามที่กำหนดในข้อ 6.3.12.2.1 ได้

6.3.12.4 ด้านทุติยภูมิของวาวด์โรเตอร์ชนิดกระแสสลับ รวมทั้งสายไฟเครื่องควบคุมตัวต้านทาน ฯลฯ อนุญาตให้ใช้เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์ เป็นเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของวงจรด้านทุติยภูมิได้

6.3.13 **มอเตอร์ประเภทใช้งานเป็นระยะและที่คล้ายกัน**

มอเตอร์ใช้งานระยะสั้น ใช้งานเป็นระยะ ใช้งานเป็นคาบ หรือใช้งานที่เปลี่ยนแปลง ตามที่แสดงในตารางที่ 6-1 อนุญาตให้ใช้เครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อย ซึ่งมีขนาดหรือพิกัดปรับตั้งไม่เกินที่กำหนดในตารางที่ 6-3 เป็นเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังได้

ในการพิจารณาให้ถือว่ามอเตอร์ใช้งานเป็นแบบต่อเนื่อง นอกจากในสภาพของโหลด หรือสภาพการใช้งาน บังคับให้มอเตอร์ใช้งานได้อย่างไม่ต่อเนื่อง

6.3.14 **การเลือกรีเลย์โหลดเกิน** (Overload Relay)

ในที่ซึ่งรีเลย์โหลดเกิน ซึ่งเลือกตามที่กำหนดในข้อ 6.3.12.1.1 และ 6.3.12.3.1 มีค่าไม่เพียงพอสำหรับการเริ่มเดิน หรือสำหรับโหลด อนุญาตให้ใช้รีเลย์โหลดเกินขนาดสูงกว่าถัดไปได้ แต่ต้องไม่เกินร้อยละของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ ดังนี้

- มอเตอร์ที่ระบุตัวประกอบใช้งาน (Service Factor) ไม่น้อยกว่า 1.15 ร้อยละ 140
- มอเตอร์ที่ระบุอุณหภูมิเพิ่มขึ้นไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส ร้อยละ 140
- มอเตอร์อื่นๆ ร้อยละ 130

มอเตอร์ซึ่งขณะเริ่มเดินไม่ต่อขนาน (not shunted during the starting period) เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลัง ต้องมีการหน่วงเวลานานพอที่จะตัดกระแสในขณะที่มอเตอร์เริ่มเดิน

6.3.15 **เมื่อใช้ฟิวส์เป็นเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังให้แก่มอเตอร์**

ต้องใส่ฟิวส์ทุกสายเส้นไฟและห้ามใส่ฟิวส์ในสายเส้นที่มีการต่อลงดิน

6.3.16 **จำนวนสายที่ถูกตัดโดยเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลัง**

เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังที่ไม่ใช่ฟิวส์ และเครื่องป้องกันอุณหภูมิสูงเกิน ต้องสามารถปลดสายเส้นไฟจำนวนเพียงพอที่จะไม่ทำให้กระแสไหลผ่านมอเตอร์ได้และต้องปลดออกพร้อมกันด้วย

6.3.17 **การใช้เครื่องควบคุมมอเตอร์เป็นเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลัง**

เครื่องควบคุมมอเตอร์ที่มีเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังที่สามารถปลดสายเส้นไฟทุกเส้นได้พร้อมกันแล้ว ไม่จำเป็นต้องมีเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังต่างหากอีก สำหรับมอเตอร์กระแสตรง อุปกรณ์ชุดนี้ต้องอยู่ในวงจรทั้งขณะเริ่มเดินและใช้งาน ส่วนมอเตอร์กระแสสลับอาจอยู่ในวงจรเฉพาะขณะใช้งานได้

6.3.18 **เครื่องตัดตอนชนิดที่ทำงานด้วยความร้อนและรีเลย์โหลดเกิน**
(Thermal Cutout and Overload Relay)

เครื่องตัดตอนชนิดที่ทำงานด้วยความร้อน รีเลย์โหลดเกิน และเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังอย่างอื่นซึ่งไม่สามารถตัดกระแสลัดวงจรได้ต้องติดตั้งเครื่องป้องกัน เช่น ฟิวส์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ซึ่งมีพิกัดหรือขนาดปรับตั้งตามข้อ 6.3.21 หรือใช้เครื่องป้องกันการลัดวงจรมอเตอร์ตามข้อ 6.3.21

***ยกเว้น*** *กรณีที่บริภัณฑ์ซึ่งติดตั้งเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังจะระบุขนาดสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรไว้ที่แผ่นป้ายประจำเครื่องแล้ว ให้ใช้ตามนั้น*

6.3.19 **มอเตอร์ที่ใช้ในวงจรย่อยใช้งานทั่วไป**

เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์ต้องเป็นดังนี้

6.3.19.1 **มอเตอร์ขนาดไม่เกิน 1 แรงม้า**

มอเตอร์ตัวเดียวหรือหลายตัว อนุญาตให้ใช้กับวงจรย่อยใช้งานทั่วไปได้โดยไม่ต้องมีเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังแยกเฉพาะตัว เฉพาะเมื่อการติดตั้งเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.3.12.2, 6.3.12.3, 6.3.22.1.1 และ 6.3.22.1.2 เท่านั้น

6.3.19.2 **มอเตอร์ขนาดเกิน 1 แรงม้า**

มอเตอร์ขนาดเกิน 1 แรงม้า อนุญาตให้ใช้กับวงจรย่อยใช้งานทั่วไปได้โดยมอเตอร์แต่ละตัวต้องมีเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังแยกเฉพาะ และการป้องกันการใช้งานเกินกำลังเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.3.22

6.3.19.3 **การหน่วงเวลา**

เครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรที่มีมอเตอร์หรือเครื่องใช้ไฟฟ้าชนิดมีมอเตอร์ต้องมีการหน่วงเวลาหรือมีคุณสมบัติในการหน่วงเวลานานพอที่จะไม่ตัดวงจรในขณะที่มอเตอร์เริ่มเดินในสภาพการใช้งานปกติ

6.3.20 **มอเตอร์ที่เริ่มเดินใหม่ได้เองโดยอัตโนมัติ**

ห้ามใช้เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์ชนิดที่ทำให้มอเตอร์เริ่มเดินใหม่ได้เองอีกหลังจากที่เครื่องป้องกันฯ นี้ปลดวงจร เนื่องจากมอเตอร์ใช้

งานเกินกำลังแล้ว นอกจากจะได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯก่อน ไม่ยอมให้ใช้มอเตอร์ชนิดที่เริ่มเดินได้เองโดยอัตโนมัติหลังจากหยุดไปแล้ว นอกจากจะได้รับการรับรองว่าไม่เป็นอันตรายต่อบุคคล

***ตอน ง. การป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อยมอเตอร์***

*ข้อกำหนดในตอนนี้ ใช้สำหรับมอเตอร์ในระบบแรงต่ำเท่านั้น*

6.3.21 **ขนาดหรือการปรับตั้งสำหรับวงจรที่มีมอเตอร์ตัวเดียว**

เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินสำหรับวงจรย่อย มอเตอร์ต้องสามารถทนกระแสเริ่มเดินของมอเตอร์ได้ และมีขนาดหรือการปรับตั้งไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 6-3 ถ้าค่าที่กำหนดในตารางที่ 6-3 ไม่ตรงกับมาตรฐานของฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ ให้ใช้ขนาดตามมาตรฐานที่สูงถัดไปได้ กรณีที่เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรตัดวงจรขณะมอเตอร์เริ่มเดินในสภาพการใช้งานปกติ ให้เปลี่ยนขนาดของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรให้สูงขึ้นไปได้ดังนี้

6.3.21.1 ฟิวส์ชนิดไม่หน่วงเวลา ขนาดไม่เกิน 600 แอมป์ ให้เปลี่ยนขนาดสูงขึ้นไปได้แต่ต้องไม่เกินร้อยละ 400 ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

6.3.21.2 ฟิวส์ชนิดหน่วงเวลา ให้เปลี่ยนขนาดสูงขึ้นไปได้ แต่ต้องไม่เกินร้อยละ 225 ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

6.3.21.3 วงจรย่อยของทอร์กมอเตอร์ (Torque Motor) ขนาดของเครื่องป้องกันให้เป็นไปตามพิกัดกระแสที่แผ่นป้ายประจำเครื่อง ถ้าไม่ตรงกับขนาดมาตรฐานของฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ ให้ใช้ขนาดตามมาตรฐานที่สูงถัดไป

6.3.21.4 เซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผัน (Inverse Time Circuit Breaker) ขนาดไม่เกิน 100 แอมแปร์ ให้เปลี่ยนขนาดสูงขึ้นไปได้อีกแต่ต้องไม่เกินร้อยละ 400 ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์ ถ้าขนาดเกิน 100 แอมแปร์ ให้เปลี่ยนขนาดสูงขึ้นไปได้อีกแต่ต้องไม่เกินร้อยละ 300 ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

6.3.21.5 ฟิวส์ขนาดเกิน 600 แอมแปร์ ให้เปลี่ยนขนาดสูงขึ้นไปได้แต่ต้องไม่เกินร้อยละ 300 ของกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

**ตารางที่ 6-3**
**พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสาย และป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อยมอเตอร์**

| ชนิดของมอเตอร์ | ร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ฟิวส์ทำงานไว | ฟิวส์หน่วงเวลา | เซอร์กิตเบรกเกอร์ปลดทันที | เซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผัน |
| มอเตอร์ 1 เฟส ไม่มีรหัสอักษร | 300 | 175 | 700 | 250 |
| มอเตอร์กระแสสลับ 1 เฟส ทั้งหมด และมอเตอร์ 3 เฟส แบบกรงกระรอก และแบบซิงโครนัส ซึ่งเริ่มเดินโดยรับแรงดันไฟฟ้าเต็มที่หรือเริ่มเดินผ่านตัวต้านทานหรือรีแอ็กเตอร์ | | | | |
| • ไม่มีรหัสอักษร | 300 | 175 | 700 | 250 |
| • รหัสอักษร F ถึง V | 300 | 175 | 700 | 250 |
| • รหัสอักษร B ถึง E | 250 | 175 | 700 | 200 |
| • รหัสอักษร A | 150 | 150 | 700 | 150 |
| มอเตอร์กระแสสลับทั้งหมด แบบกรงกระรอก และแบบซิงโครนัสซึ่งเริ่มเดินโดยผ่านหม้อแปลงออโต | | | | |
| กระแสไม่เกิน 30 แอมแปร์ | | | | |
| • ไม่มีรหัสอักษร | 250 | 175 | 700 | 200 |
| กระแสเกิน 30 แอมแปร์ | | | | |
| • ไม่มีรหัสอักษร | 200 | 175 | 700 | 200 |
| • รหัสอักษร F ถึง V | 250 | 175 | 700 | 200 |
| • รหัสอักษร B ถึง E | 200 | 175 | 700 | 200 |
| • รหัสอักษร A | 150 | 150 | 700 | 150 |

**ตารางที่ 6-3 (ต่อ)**
**พิกัดหรือขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันการลัดวงจรระหว่างสาย และป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อยมอเตอร์**

| ชนิดของมอเตอร์ | ร้อยละของกระแสโหลดเต็มที่ | | | |
|---|---|---|---|---|
| | ฟิวส์ ทำงานไว | ฟิวส์ หน่วงเวลา | เซอร์กิตเบรกเกอร์ ปลดทันที | เซอร์กิตเบรกเกอร์ เวลาผกผัน |
| มอเตอร์แบบ กรงกระรอก | | | | |
| กระแสไม่เกิน 30 แอมแปร์ | | | | |
| • ไม่มีรหัสอักษร | 250 | 175 | 700 | 250 |
| กระแสเกิน 30 แอมแปร์ | | | | |
| • ไม่มีรหัสอักษร | 200 | 175 | 700 | 200 |
| มอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ | | | | |
| ไม่มีรหัสอักษร | 150 | 150 | 700 | 150 |
| มอเตอร์กระแสตรง (แรงดันคงที่) | | | | |
| ขนาดไม่เกิน 50 แรงม้า | | | | |
| • ไม่มีรหัสอักษร | 150 | 150 | 250 | 150 |
| ขนาดเกิน 50 แรงม้า | | | | |
| • ไม่มีรหัสอักษร | 150 | 150 | 175 | 150 |

**หมายเหตุ** 1) การกำหนดรหัสอักษรให้ดูจากตารางที่ 6-4

2) มอเตอร์ไม่มีรหัสอักษร หมายถึง มอเตอร์ที่ผลิตก่อนมีการกำหนดรหัสอักษรโดย NEMA Standard และมอเตอร์ที่ขนาดเล็กกว่า 1/2 แรงม้า

3) มอเตอร์ที่ผลิตตามมาตรฐานอื่นให้พิจารณาการเปรียบเทียบรหัสอักษรจากตารางที่ 6-4

**ตารางที่ 6-4**
**รหัสอักษรแสดงการล็อกโรเตอร์**

| รหัสอักษร | เควีเอต่อแรงม้า ขณะล็อกโรเตอร์ |
|---|---|
| A | 0 - 3.14 |
| B | 3.15 - 3.54 |
| C | 3.55 - 3.99 |
| D | 4.0 - 4.49 |
| E | 4.5 - 4.99 |
| F | 5.0 - 5.59 |

ตารางที่ 6-4 (ต่อ)
**รหัสอักษรแสดงการล็อกโรเตอร์**

| รหัสอักษร | เควีเอต่อแรงม้า ขณะล็อกโรเตอร์ |
|---|---|
| G | 5.6 - 6.29 |
| H | 6.3 - 7.09 |
| J | 7.1 - 7.99 |
| K | 8.0 - 8.99 |
| L | 9.0 - 9.99 |
| M | 10.0 - 11.19 |
| N | 11.2 - 12.49 |
| P | 12.5 - 13.99 |
| R | 14.0 - 15.99 |
| S | 16.0 - 17.99 |
| T | 18.0 - 19.99 |
| U | 20.0 - 22.39 |
| V | ตั้งแต่ 22.4 ขึ้นไป |

6.3.22 **วงจรย่อยที่มีมอเตอร์หลายตัวหรือมีโหลดอื่น**

อนุญาตให้มีมอเตอร์ตัวเดียวหรือหลายตัวหรือมีโหลดอื่นต่อเข้ากับวงจรย่อยเดียวกันได้ ภายใต้สภาวะที่ระบุในข้อใดข้อหนึ่งต่อไปนี้

6.3.22.1 มอเตอร์ขนาดไม่เกิน 1 แรงม้าหลายตัว ยอมให้ต่อในวงจรย่อยระบบแรงต่ำที่มีขนาดการป้องกันกระแสเกินไม่เกิน 15 แอมแปร์ได้ ถ้าเป็นไปตามข้อกำหนดดังต่อไปนี้

6.3.22.1.1 กระแสใช้งานเต็มที่ที่กำหนดของมอเตอร์แต่ละตัวไม่เกิน 6 แอมแปร์

6.3.22.1.2 ขนาดของเครื่องป้องกันกระแสเกิน ที่ระบุไว้ที่เครื่องควบคุมมอเตอร์ ต้องไม่น้อยกว่าขนาดเครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อย

6.3.22.1.3 เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังแต่ละตัว เป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.3.12 หรือ 6.3.14

6.3.22.2 ในกรณีที่ต้องการป้องกันมอเตอร์ตัวเล็กที่สุดด้วย เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรระหว่างสายและป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อย ซึ่งคิดจากมอเตอร์ขนาดเล็กที่สุดในวงจรต้องไม่ตัดวงจรในสภาวะใช้งานปกติที่มากที่สุดที่อาจเกิดขึ้นได้โดยที่มอเตอร์แต่ละตัวมีเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังเฉพาะตัวอยู่แล้ว

6.3.22.3 มอเตอร์ติดตั้งเป็นกลุ่มนอกเหนือจากที่กำหนดในข้อ 6.3.22.1 และ 6.3.22.2 มอเตอร์ซึ่งมีเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังประจำเครื่องและโหลดอื่นๆ จะต่ออยู่ในวงจรย่อยเดียวกันได้เมื่อเป็นไปตามข้อกำหนดทุกข้อดังนี้

6.3.22.3.1 เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังและเครื่องควบคุมมอเตอร์แต่ละเครื่องต้องเป็นชนิดที่ผู้ผลิตได้รับการรับรองว่าสามารถใช้สำหรับติดตั้งร่วมกับฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผันตามขนาดสูงสุดที่กำหนด

6.3.22.3.2 วงจรย่อยต้องป้องกันการลัดวงจรด้วยฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผัน ตามขนาดไม่เกินกว่าที่กำหนดในข้อ 6.3.21 สำหรับมอเตอร์เครื่องใหญ่ที่สุดบวกด้วยผลรวมของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์อื่น กรณีที่ผลการคำนวณได้ค่าต่ำกว่าขนาดกระแสของตัวนำ อนุญาตให้เพิ่มขนาดฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผันขึ้นได้อีกตามขนาดที่ใช้กับขนาดสายนั้น

6.3.22.3.3 ฟิวส์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผันที่ใช้ต้องมีขนาดไม่เกินที่กำหนดในข้อ 6.3.18 ซึ่งป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์ตัวที่เล็กที่สุดในวงจร

6.3.22.4 **การต่อแยกเพื่อเข้ามอเตอร์ตัวเดียว**

การต่อสายแยกจ่ายไฟให้กับมอเตอร์แต่ละเครื่อง ไม่ต้องติดตั้งเครื่องป้องกันการลัดวงจรที่จุดแยก ถ้าขนาดกระแสของสายแยกไม่ต่ำกว่า 1/3 ของขนาดกระแสของสายวงจรย่อยและระยะทาง

จากจุดแยกถึงเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังยาวไม่เกิน 7.5 เมตร โดยมีมาตรการป้องกันความเสียหายทางกายภาพด้วย

***ตอน จ. การป้องกันกระแสลัดวงจรและป้องกันการรั่วลงดินของสายป้อนในวงจรมอเตอร์***

6.3.23 **พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันการลัดวงจรของสายป้อน** สำหรับโหลดที่เป็นมอเตอร์หรือมอเตอร์ร่วมกับโหลดอื่น

6.3.23.1 **มอเตอร์ที่ติดตั้งไว้แล้ว**

สายป้อนที่จ่ายไฟให้กับมอเตอร์ เครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของสายป้อนต้องมีขนาดไม่เกินพิกัด หรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของมอเตอร์ที่ใหญ่ที่สุดในกลุ่ม บวกกับผลรวมของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์เครื่องอื่นๆ ในกรณีที่มีมอเตอร์เครื่องที่ใหญ่ที่สุดมากกว่า 1 เครื่อง การคำนวณให้เลือกเพียงเครื่องเดียวเป็นเครื่องที่ใหญ่ที่สุด

6.3.23.2 **การสำรองสำหรับการติดตั้งในอนาคต**

ในโครงการขนาดใหญ่ ซึ่งออกแบบสายป้อนสำรองไว้เพื่อเพิ่มหรือเปลี่ยนแปลงในอนาคต พิกัดของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรของสายป้อน อนุญาตให้มีขนาดได้ไม่เกินขนาดกระแสของสายป้อน

6.3.24 ขนาดปรับตั้งเมื่อมอเตอร์ต่อร่วมกับโหลดไฟฟ้ากำลังหรือแสงสว่าง

เมื่อสายป้อนจ่ายโหลดที่มีมอเตอร์ร่วมกับโหลดไฟฟ้ากำลังหรือแสงสว่าง พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินนั้น จะต้องเพียงพอที่จะจ่ายโหลดให้กับไฟฟ้าแสงสว่างหรือเครื่องใช้ไฟฟ้า (ตามที่คำนวณได้ในบทที่ 3) บวกด้วยขนาดกระแสของมอเตอร์ (มอเตอร์เครื่องเดียวคำนวณตามข้อ 6.3.21 และมอเตอร์หลายเครื่องคำนวณตามข้อ 6.3.23)

***ตอน ฉ. วงจรควบคุมมอเตอร์***

6.3.25 **การป้องกันกระแสเกิน**

วงจรควบคุมมอเตอร์ที่ต่อแยกออกจากด้านโหลด (รวมทั้งหม้อแปลงสำหรับใช้วงจรควบคุม) ของเครื่องป้องกันกระแสลัดวงจรและป้องกันการรั่วลงดินของวงจรย่อยมอเตอร์และทำหน้าที่ควบคุมมอเตอร์ต้องมีการป้องกันกระแสเกิน

***ยกเว้น*** *วงจรควบคุมทั้งหมดประกอบสำเร็จอยู่ภายในกล่องเครื่องควบคุมมอเตอร์ การต่อแยกนี้ไม่ถือว่าเป็นวงจรย่อย*

6.3.26 **การปลดวงจร**

6.3.26.1 ต้องจัดวงจรควบคุมมอเตอร์ในลักษณะที่ เมื่อเครื่องปลดวงจรอยู่ในตำแหน่งปลดวงจรควบคุมมอเตอร์ต้องถูกปลดออกจากตัวนำจ่ายไฟเข้าทั้งหมด

6.3.26.2 กรณีที่มีหม้อแปลงหรืออุปกรณ์อย่างอื่นเพื่อใช้ลดแรงดันสำหรับใช้ในวงจรควบคุมมอเตอร์ และติดตั้งอยู่ภายในเครื่องควบคุมมอเตอร์ หม้อแปลงหรืออุปกรณ์ดังกล่าวต้องต่ออยู่ทางด้านโหลดของเครื่องปลดวงจรของวงจรควบคุมมอเตอร์

***ตอน ช. เครื่องควบคุมมอเตอร์***

*ข้อกำหนดในตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อใช้เครื่องควบคุมมอเตอร์ให้เหมาะสมกับมอเตอร์*

6.3.27 **การออกแบบเครื่องควบคุมมอเตอร์**

6.3.27.1 เครื่องควบคุมต้องสามารถเดินหรือหยุดมอเตอร์ตัวที่ควบคุมอยู่ได้ และต้องสามารถตัดกระแสเมื่อมอเตอร์หมุนไม่ไหวได้ด้วย

6.3.27.2 เครื่องเริ่มเดินแบบหม้อแปลงออโตต้องมีตำแหน่งหยุดเดินและตำแหน่งเริ่มเดินอย่างน้อยหนึ่งตำแหน่ง

6.3.28 **พิกัด**

เครื่องควบคุมต้องมีพิกัดแรงม้าไม่ต่ำกว่าพิกัดแรงม้าของมอเตอร์

***ข้อยกเว้นที่ 1*** *มอเตอร์พิกัดไม่เกิน 2 แรงม้า ใช้แรงดันไม่เกิน 416 โวลต์ อนุญาตให้ใช้สวิตช์แบบใช้งานทั่วไปที่มีขนาดกระแสไม่น้อยกว่า 2 เท่าของกระแสใช้งานมอเตอร์แทนเครื่องควบคุมได้*

***ข้อยกเว้นที่ 2*** *เครื่องควบคุมสำหรับทอร์กมอเตอร์ (Torque Motor) ต้องมีขนาดกระแสใช้งานต่อเนื่องไม่น้อยกว่าขนาดกระแสที่ระบุไว้ที่มอเตอร์*

6.3.29 **ที่ตั้ง**

สวิตช์บังคับด้วยมือใช้เพื่อปลดวงจรมอเตอร์ออก ต้องติดตั้งไว้ในตำแหน่งที่มองเห็นได้จากที่ตั้งมอเตอร์และห่างจากมอเตอร์ไม่เกิน15 เมตร

6.3.30 **การใช้สวิตช์และฟิวส์เป็นเครื่องควบคุมมอเตอร์**

สวิตช์และฟิวส์ใช้เป็นเครื่องควบคุมมอเตอร์ได้ ถ้าฟิวส์มีขนาดตามที่กำหนดในตอน ค. แต่ถ้าเป็นฟิวส์ชนิดทำงานช้า อาจลดขนาดลงมาได้ตามความเหมาะสม

6.3.31 **มอเตอร์ชนิดปรับความเร็วได้**

เครื่องควบคุมมอเตอร์ชนิดที่ปรับความเร็วมอเตอร์โดยการปรับค่าสนามแม่เหล็ก ต้องมีวิธีการป้องกันมอเตอร์เริ่มเดินในตำแหน่งที่สนามแม่เหล็กมีค่าน้อย นอกจากมอเตอร์จะเป็นชนิดที่ได้ออกแบบให้ใช้ได้

***ตอน ซ. เครื่องปลดวงจร***

*ข้อกำหนดในตอนนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดขนาดเครื่องปลดวงจรที่สามารถปลดมอเตอร์และเครื่องควบคุมมอเตอร์ออกจากวงจรได้โดยปลอดภัย*

6.3.32 **ที่ตั้ง**

6.3.32.1 เครื่องปลดวงจรต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งมองเห็นได้จากที่ตั้งเครื่องควบคุมมอเตอร์และห่างกันไม่เกิน 15 เมตร

***ข้อยกเว้นที่ 1*** *สำหรับมอเตอร์ระบบแรงสูง อนุญาตให้ติดตั้งเครื่องปลดวงจรโดยมองไม่เห็นจากตำแหน่งที่ตั้งเครื่องควบคุมมอเตอร์ได้ ถ้าที่เครื่องควบคุมมอเตอร์ติดป้ายเตือนและบอกสถานที่ตั้งเครื่องปลดวงจร พร้อมทั้งเครื่องปลดวงจรสามารถใส่กุญแจได้ในตำแหน่งปลด*

***ข้อยกเว้นที่ 2*** *เครื่องปลดวงจรเครื่องเดียว อนุญาตให้ติดตั้งชิดกับกลุ่มเครื่องควบคุมมอเตอร์ซึ่งแต่ละเครื่องอยู่ชิดกันได้ และกลุ่มเครื่องควบคุม*

*มอเตอร์นี้ใช้สำหรับควบคุมมอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนเครื่องจักรของระบบเดียวกัน*

6.3.32.2 เครื่องปลดวงจรต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งมองเห็นได้จากที่ตั้งมอเตอร์และเครื่องจักรที่มอเตอร์ขับอยู่

***ยกเว้น*** *เครื่องปลดวงจรที่เป็นไปตามข้อ 6.3.32.1 และสามารถใส่กุญแจได้ในตำแหน่งปลด*

6.3.33 **การปลดได้ทั้งมอเตอร์และเครื่องควบคุม**

เครื่องปลดวงจรต้องติดตั้งอยู่ในตำแหน่งที่ปลดวงจรได้ทั้งมอเตอร์และเครื่องควบคุมมอเตอร์พร้อมกัน

6.3.34 **เครื่องหมายแสดงตำแหน่ง**

เครื่องปลดวงจรต้องมีเครื่องหมายแสดงอย่างชัดเจนว่าอยู่ในตำแหน่งปลดหรือสับ

6.3.35 **สายที่มีการต่อลงดิน**

เครื่องปลดวงจรใช้ปลดสายที่มีการต่อลงดินได้ ถ้าเครื่องปลดวงจรนี้ได้ออกแบบในลักษณะที่สามารถปลดสายทุกเส้นในวงจรออกได้พร้อมกัน

6.3.36 **การใช้บริภัณฑ์ประธานเป็นเครื่องปลดวงจร**

กรณีที่สถานที่นั้นมีมอเตอร์ตัวเดียว อนุญาตให้ใช้บริภัณฑ์ประธานเป็นเครื่องปลดวงจรได้ถ้าสวิตช์นั้นเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.3 นี้ และมองเห็นได้จากเครื่องควบคุมมอเตอร์และอยู่ห่างกันไม่เกิน 15 เมตร

6.3.37 **พิกัดกระแส**

เครื่องปลดวงจรของมอเตอร์ระบบแรงต่ำ ต้องมีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่าร้อยละ 115 ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์

6.3.38 **ชนิดของเครื่องปลดวงจร**

เครื่องปลดวงจรต้องเป็นสวิตช์ที่ใช้สำหรับโหลดประเภทอินดักทีฟ (Inductive Load) หรือเป็นเซอร์กิตเบรกเกอร์

***ข้อยกเว้นที่ 1*** *มอเตอร์ติดตั้งประจำที่ขนาดไม่เกิน 1/8 แรงม้า อนุญาตให้ใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินของวงจรย่อยเป็นเครื่องปลดวงจรได้*

**ข้อยกเว้นที่ 2** สำหรับมอเตอร์ติดตั้งประจำที่ขนาดไม่เกิน 2 แรงม้าแรงดันไม่เกิน 416 โวลต์ อนุญาตให้ใช้สวิตช์ใช้งานทั่วไปที่มีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่า 2 เท่าของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์เป็นเครื่องปลดวงจรได้

**ข้อยกเว้นที่ 3** มอเตอร์ขนาด 2-100 แรงม้า เครื่องปลดวงจรสำหรับมอเตอร์ซึ่งใช้เครื่องควบคุมแบบหม้อแปลงออโต (Auto Transformer Type Controller) อนุญาตให้ใช้สวิตช์ใช้งานทั่วไปเป็นเครื่องปลดวงจรได้ ถ้ามีสภาพดังต่อไปนี้ทุกประการ

3.1) เป็นมอเตอร์ที่หมุนเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่มีเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังทางด้านโหลดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้า

3.2) เครื่องควบคุมมอเตอร์สามารถตัดกระแสล็อกโรเตอร์ได้ มีเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังที่มีพิกัดหรือขนาดปรับตั้งไม่เกินร้อยละ 125 ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์และต้องเป็นชนิดที่ปลดวงจรออกเมื่อไม่มีไฟ (No-Voltage Release)

3.3) ฟิวส์ที่แยกเป็นส่วนต่างหากหรือเซอร์กิตเบรกเกอร์แบบเวลาผกผันที่มีขนาดหรือการปรับตั้งไม่เกินร้อยละ 150 ของพิกัดกระแสโหลดเต็มที่ของมอเตอร์เป็นเครื่องป้องกันวงจรย่อยมอเตอร์

**ข้อยกเว้นที่ 4** มอเตอร์กระแสตรงติดตั้งประจำที่ขนาดเกิน 40 แรงม้า หรือมอเตอร์กระแสสลับติดตั้งประจำที่ขนาดเกิน 100 แรงม้า อนุญาตให้ใช้สวิตช์ใช้งานทั่วไปเป็นเครื่องปลดวงจรได้ ถ้ามีป้ายเตือนว่า **"ห้ามสับหรือปลดขณะมีโหลด"** และมีอุปกรณ์ป้องกันการปลดสับโดยพลั้งเผลอ เช่น กุญแจ

**ข้อยกเว้นที่ 5** มอเตอร์แบบต่อด้วยสายและเต้าเสียบ อนุญาตให้ใช้เต้าเสียบเป็นเครื่องปลดวงจรได้

***ข้อยกเว้นที่ 6*** *ทอร์กมอเตอร์ (Torque Motor) อนุญาตให้ใช้สวิตช์ใช้งานทั่วไปเป็นเครื่องปลดวงจรได้*

6.3.39 **การใช้สวิตช์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์เป็นทั้งเครื่องควบคุมและเครื่องปลดวงจร**

อนุญาตให้ใช้สวิตช์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ที่มีขนาดสอดคล้องกับขนาดของมอเตอร์ทำหน้าที่เป็นทั้งเครื่องควบคุมและเครื่องปลดวงจรได้ถ้าสวิตช์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์นั้นสามารถปลดตัวนำเส้นไฟได้หมดและมีเครื่องป้องกันกระแสเกิน (อาจเป็นฟิวส์ของวงจรย่อยก็ได้) ที่สามารถปลดตัวนำทุกสายเส้นไฟได้และเป็นสวิตช์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ชนิดใดชนิดหนึ่งดังต่อไปนี้

6.3.39.1 สวิตช์ตัดวงจรชนิดอากาศ (Air-Break Switch) ชนิดปลดสับด้วยมือที่ก้านสวิตช์โดยตรง

6.3.39.2 เซอร์กิตเบรกเกอร์เวลาผกผัน ปลดสับที่ก้านของเซอร์กิตเบรกเกอร์โดยตรง

6.3.39.3 สวิตช์น้ำมัน ใช้สำหรับวงจรในระบบแรงต่ำและไม่เกิน 100 แอมแปร์ วงจรที่ระบบแรงดันไฟฟ้าหรือกระแสสูงกว่านี้ จะใช้ได้เมื่อได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ

6.3.40 **เครื่องปลดวงจรประจำแต่ละตัว**

มอเตอร์แต่ละตัวต้องมีเครื่องปลดวงจรประจำตัว

***ยกเว้น*** *อนุญาตให้เครื่องปลดวงจรตัวเดียวจ่ายไฟให้แก่กลุ่มมอเตอร์ได้ โดยต้องเป็นไปตามข้อใดข้อหนึ่งดังต่อไปนี้*

6.3.40.1 มอเตอร์เหล่านั้นใช้งานในเครื่องจักรตัวเดียวกัน

6.3.40.2 มอเตอร์เหล่านั้นใช้เครื่องป้องกันกระแสเกินเครื่องเดียวกัน ตามที่ได้อนุญาตในข้อ 6.3.22.1

6.3.40.3 มอเตอร์เหล่านั้นรวมอยู่ในห้องเดียวกัน สามารถมองเห็นได้ทั้งหมดจากจุดที่ติดตั้งเครื่องควบคุมและอยู่ห่างไม่เกิน 15 เมตร จากเครื่องควบคุม

***ตอน ณ. มอเตอร์สำหรับระบบแรงสูง***

*ข้อกำหนดในตอนนี้ให้ใช้เป็นข้อกำหนดเพิ่มเติมสำหรับมอเตอร์ระบบแรงสูง*

6.3.41 **การระบุเครื่องหมายของเครื่องควบคุม**

เครื่องควบคุมต้องมีเครื่องหมายระบุแรงดันไฟฟ้าสำหรับวงจรควบคุม

6.3.42 **ท่อร้อยสายเข้ามอเตอร์**

ท่อโลหะอ่อนและท่อโลหะอ่อนกันของเหลวที่ใช้ร้อยสายเข้ามอเตอร์อนุญาตให้มีความยาวได้ไม่เกิน 1.80 เมตร

6.3.43 **การป้องกันกระแสเกินของวงจรมอเตอร์**

วงจรไฟฟ้าแรงสูงของมอเตอร์แต่ละเครื่อง ต้องมีการป้องกันการใช้งานเกินกำลัง และป้องกันการลัดวงจรในมอเตอร์ ในสายของวงจรมอเตอร์ และในเครื่องควบคุมมอเตอร์ โดยที่เครื่องป้องกันแต่ละประเภทนั้น ต้องทำงานถูกต้องตามหน้าที่

***ยกเว้น*** *เมื่อมอเตอร์นั้นมีความสำคัญมากและจำเป็นต้องใช้งานจนชำรุดเพื่อป้องกันอันตรายที่จะเกิดแก่บุคคล อนุญาตให้มีเครื่องตรวจวัด (Sensing Device) ต่อไว้ได้เพื่อส่งสัญญาณไปที่แผงเตือน (Annunciator) หรือสัญญาณเสียง (Alarm) ทำงานแทนการตัดวงจรมอเตอร์นั้น*

6.3.43.1 **การป้องกันการใช้งานเกินกำลัง**

6.3.43.1.1 มอเตอร์แต่ละเครื่อง ต้องป้องกันความเสียหายจากความร้อนสูง เนื่องจากใช้งานเกินกำลังหรือจากการเริ่มเดินไม่สำเร็จ ด้วยเครื่องป้องกันอุณหภูมิสูงเกินติดตั้งในตัวมอเตอร์ หรือติดตั้งอุปกรณ์ตรวจจับกระแสหรือทั้งสองอย่าง

6.3.43.1.2 วงจรทุติยภูมิของมอเตอร์แบบวาวด์โรเตอร์ซึ่งรวมทั้งสาย เครื่องควบคุม และตัวต้านทานถือว่ามีการป้องกันกระแสเกินโดยเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์แล้ว

6.3.43.1.3 เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังต้องปลดสายเส้นไฟทุกเส้นได้พร้อมกัน

6.3.43.1.4 เครื่องตรวจจับการใช้งานเกินกำลัง ต้องไม่สามารถปรับเข้าที่ได้เอง (Reset) โดยอัตโนมัติ เว้นแต่การปรับเข้าที่โดยอัตโนมัตินั้นไม่ทำให้มอเตอร์เริ่มเดินได้เอง หรือการที่มอเตอร์เริ่มเดินได้เองไม่ก่อให้เกิดอันตรายแก่บุคคล

6.3.43.2 **การป้องกันกระแสลัดวงจร**

6.3.43.2.1 วงจรมอเตอร์แต่ละวงจร ต้องมีการป้องกันกระแสลัดวงจร โดยติดตั้งฟิวส์ หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์ แบบและขนาดที่เหมาะสม

6.3.43.2.2 เครื่องตัดกระแสลัดวงจร ต้องไม่สามารถต่อวงจรได้เองโดยอัตโนมัติ

***ยกเว้น*** *ในกรณีที่เกิดลัดวงจรชั่วขณะ (Transient fault) และการต่อวงจรไม่ทำให้เกิดอันตรายแก่บุคคล*

6.3.43.2.3 เครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลัง และเครื่องป้องกันการลัดวงจรอาจเป็นเครื่องเดียวกันก็ได้

6.3.44 **พิกัดของเครื่องควบคุมมอเตอร์**

เครื่องควบคุมมอเตอร์และเครื่องปลดวงจรย่อยมอเตอร์ ต้องมีพิกัดกระแสไม่น้อยกว่าค่ากระแสของเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังที่ได้ติดตั้งไว้ให้ตัดวงจร

6.3.45 **เครื่องปลดวงจร**

เครื่องปลดวงจร ต้องสามารถใส่กุญแจได้ในตำแหน่งปลดวงจร

***ตอน ญ. การป้องกันส่วนที่มีไฟฟ้า***

*ข้อกำหนดในตอนนี้ให้ใช้ได้ทั้งระบบแรงต่ำและแรงสูง*

6.3.46 **ที่ซึ่งต้องมีการป้องกัน**

ส่วนที่มีไฟฟ้าของมอเตอร์และเครื่องควบคุมที่ทำงานในระบบแรงดันตั้งแต่ 50 โวลต์ ขึ้นไปและมีโอกาสสัมผัสได้ ต้องมีการป้องกันการสัมผัสโดยบังเอิญโดยมีเครื่องห่อหุ้ม หรือติดตั้งในสถานที่ที่เหมาะสมดังนี้

6.3.46.1 ติดตั้งในห้องหรือที่ล้อม ซึ่งเข้าถึงได้เฉพาะบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

6.3.46.2 ติดตั้งอยู่บนยกพื้นที่เหมาะสมหรือติดตั้งอยู่บนโครงสร้างที่ยกสูงจากพื้นและ สามารถเข้าถึงได้เฉพาะบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

6.3.46.3 ติดตั้งอยู่สูงจากพื้นตั้งแต่ 2.50 เมตร ขึ้นไป

6.3.47 **การป้องกันสำหรับผู้ที่เกี่ยวข้อง**

ในที่ซึ่งส่วนที่มีไฟฟ้า ต้องมีการป้องกันโดยติดตั้งอยู่ในสถานที่ที่เหมาะสมตามข้อ 6.3.46 และระหว่างใช้งานอาจต้องมีการเข้าไปปรับหรือเข้าไปปฏิบัติงานใกล้ ต้องปูพื้นด้วยฉนวนหรือยกพื้นเป็นฉนวนที่เหมาะสม เพื่อให้ผู้ที่เข้าไปปฏิบัติงานไม่อาจสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าได้โดยง่าย นอกจากจะยืนบนฉนวนปูรองพื้นหรือยกพื้นดังกล่าว

***ตอน ฎ. การต่อลงดิน***

*จุดประสงค์ของตอนนี้เพื่อใช้กำหนดเกี่ยวกับการต่อลงดินของโครงมอเตอร์และเครื่องควบคุม เพื่อป้องกันมิให้เกิดแรงดันไฟฟ้าสูงกว่าดินเมื่อเกิดไฟรั่วลงที่โครงมอเตอร์ หรือเครื่องควบคุมโดยบังเอิญ การหุ้มด้วยฉนวน การติดตั้งในที่ห่างจากการสัมผัส และการกั้นไม่ให้สัมผัสได้สามารถใช้เป็นมาตรการแทนการต่อลงดินของมอเตอร์ได้ตามความเหมาะสม*

6.3.48 **โครงมอเตอร์ที่ใช้แรงดันไฟฟ้าเกิน 50 โวลต์ ต้องต่อลงดิน**

***ข้อยกเว้นที่ 1*** *ใช้แรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 50 โวลต์ และถ้ารับไฟจากหม้อแปลงลดแรงดัน ต้องเป็นหม้อแปลงแยกขดลวดตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม หรือมาตรฐานอื่นที่การไฟฟ้าฯ เห็นชอบ*

***ข้อยกเว้นที่ 2*** *เป็นมอเตอร์ชนิดมีฉนวนสองชั้น*

## 6.4 หม้อแปลง ห้องหม้อแปลง และลานหม้อแปลง

6.4.1 **ขอบเขต**

ครอบคลุมการติดตั้งหม้อแปลงทุกประเภท ยกเว้น หม้อแปลงดังต่อไปนี้

6.4.1.1 หม้อแปลงกระแส (Current Transformer)

6.4.1.2 หม้อแปลงแบบแห้งที่ติดมากับอุปกรณ์สำเร็จ และมีความเหมาะสมกับอุปกรณ์สำเร็จแล้วนั้น

6.4.1.3 หม้อแปลงที่เป็นส่วนหนึ่งของเครื่องเอกซเรย์ หรืออุปกรณ์ความถี่สูง

6.4.1.4 หม้อแปลงที่ใช้ในระบบควบคุมระยะห่างและสัญญาณ (Transformer used With Remote-Control and Signaling)

6.4.1.5 หม้อแปลงสำหรับป้ายโฆษณา

6.4.1.6 หม้อแปลงสำหรับหลอดไฟปล่อยประจุ

6.4.1.7 หม้อแปลงสำหรับระบบแจ้งสัญญาณเพลิงไหม้

6.4.1.8 หม้อแปลงที่ใช้สำหรับการค้นคว้า ทดสอบ หรือวิจัย ซึ่งมีการป้องกันเพื่อไม่ให้บุคคลที่ไม่มีหน้าที่เกี่ยวข้องสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้า

6.4.1.9 หม้อแปลงระบบแรงต่ำ

***ตอน ก. ทั่วไป***

6.4.2 **ที่ตั้ง**

หม้อแปลงและห้องหม้อแปลงต้องอยู่ในสถานที่ซึ่งบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเข้าถึงได้โดยสะดวกเพื่อทำการตรวจและบำรุงรักษา และต้องจัดให้มีการระบายอากาศอย่างเพียงพอกับการใช้งาน

6.4.3 **การป้องกันกระแสเกิน**

หม้อแปลงต้องมีการป้องกันกระแสเกินตามข้อ 6.4.3.1 หรือ 6.4.3.2 เครื่องป้องกันกระแสเกินและเครื่องปลดวงจรต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 3.3 และ 3.5 สำหรับข้อที่นำมาใช้ได้และถ้าเครื่องปลดวงจรไม่ใช่ประเภทสวิตช์สำหรับตัดโหลด (Non Load-Break Switch) ติดตั้งอยู่ด้านไฟเข้าของหม้อแปลง ต้องมีป้ายเตือนให้ปลดสวิตช์แรงต่ำก่อนและป้ายเตือนนี้ต้องติดไว้ในบริเวณที่เห็นได้ง่ายจากบริเวณที่จะทำการปลดวงจรด้านไฟเข้า หม้อแปลงในข้อนี้หมายถึง หม้อแปลงหนึ่งเฟส หรือสามเฟส หรือการต่อเข้าด้วยกันของหม้อแปลงหนึ่งเฟส ทั้งแบบ 2 ลูก และ 3 ลูก เพื่อประกอบเข้าเป็นหม้อแปลง 1 ชุด

6.4.3.1 หม้อแปลงระบบแรงสูง ต้องมีการป้องกันกระแสเกินทั้งด้านไฟเข้าและด้านไฟออกซึ่งมีขนาดปรับตั้งได้ไม่เกินค่าที่กำหนดในตารางที่ 6-5

***ยกเว้น*** *ถ้าขนาดที่กำหนดไม่ใช่ขนาดมาตรฐานของผู้ผลิตอนุญาตให้ใช้ขนาดใกล้เคียงที่สูงถัดไปได้*

6.4.3.2 หม้อแปลงแรงดัน (Potential Transformer) ที่ติดตั้งในอาคาร ต้องติดตั้งในเครื่องห่อหุ้ม และมีเครื่องป้องกันกระแสเกินด้านไฟเข้า

***ยกเว้น*** *หม้อแปลงแรงดันสำหรับเครื่องวัดหน่วยไฟฟ้าของการไฟฟ้า*

6.4.4 **การต่อขนานหม้อแปลง**

อนุญาตให้หม้อแปลงหลายลูกต่อขนานกันได้ เมื่อหม้อแปลงแต่ละลูกมีการติดตั้งเครื่องป้องกันกระแสเกินทั้งด้านแรงสูงและแรงต่ำที่เป็นไปตามข้อ 6.4.3 และต้องมีสวิตช์หรือเซอร์กิตเบรกเกอร์แรงสูงที่สามารถปลดและสับหม้อแปลงได้พร้อมกัน และหม้อแปลงทุกลูก ต้องมีคุณสมบัติทางไฟฟ้าเหมือนกัน

6.4.5 **การต่อลงดิน**

ส่วนของหม้อแปลงที่เป็นโลหะเปิดโล่งและไม่ใช้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า รวมถึงรั้ว ที่กั้นหรืออื่นๆ ต้องต่อลงดินตามบทที่ 4

**ตารางที่ 6-5**
**ขนาดปรับตั้งสูงสุดของเครื่องป้องกันกระแสเกินสำหรับหม้อแปลงระบบแรงสูง**

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

6.4.6 **การกั้น**

หม้อแปลงต้องมีการกั้นดังต่อไปนี้

6.4.6.1 ต้องมีวิธีการที่เหมาะสม เพื่อป้องกันหม้อแปลงชำรุดจากสาเหตุภายนอก เมื่อหม้อแปลงติดตั้งในที่ที่อาจได้รับความเสียหายทางกายภาพ

6.4.6.2 หม้อแปลงแบบแห้งต้องมีเครื่องห่อหุ้มที่ไม่ติดไฟและทนความชื้น เพื่อป้องกันวัตถุแปลกปลอมที่อาจเข้าไปได้

6.4.6.3 ส่วนที่มีไฟฟ้าและเปิดโล่งต้องมีการกั้นตามที่กำหนดในบทที่ 1 ตอน ค.

6.4.6.4 ส่วนที่มีไฟฟ้าและอยู่เปิดเผยต้องมีป้ายหรือเครื่องหมายแสดงแรงดันไฟฟ้าติดตั้งไว้ให้เห็นได้ง่ายบนบริภัณฑ์ไฟฟ้าหรือโครงสร้าง

***ตอน ข. ข้อกำหนดจำเพาะสำหรับหม้อแปลงชนิดต่าง ๆ***

6.4.7 **หม้อแปลงชนิดแห้งติดตั้งในอาคาร** (Indoor)

6.4.7.1 หม้อแปลงชนิดแห้ง แรงดันไม่เกิน 33 เควี ขนาดไม่เกิน 112.5 เควีเอ ต้องติดตั้งห่างจากวัสดุติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร **ยกเว้น** กั้นด้วยแผ่นกั้นความร้อน หรือหม้อแปลงอยู่ในเครื่องห่อหุ้มที่ปิดส่วนที่มีไฟฟ้าไว้มิดชิด

6.4.7.2 หม้อแปลงชนิดแห้ง แรงดันไม่เกิน 33 เควี ขนาดเกิน 112.5 เควีเอ ต้องติดตั้งในห้องหม้อแปลง

***ข้อยกเว้นที่ 1*** *หม้อแปลงมีระบบอุณหภูมิของฉนวน (Insulation System Temperature) 150 องศาเซลเซียส หรือสูงกว่า และกั้นไว้ด้วยแผ่นกั้นความร้อน หรือติดตั้งห่างจากวัสดุที่ติดไฟได้ในแนวระดับไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร และในแนวดิ่งไม่น้อยกว่า 3.60 เมตร*

***ข้อยกเว้นที่ 2*** *หม้อแปลงมีระบบอุณหภูมิของฉนวน 150 องศาเซลเซียสหรือสูงกว่า และมีเครื่องห่อหุ้มส่วนที่มีไฟฟ้ามิดชิด*

6.4.8 **หม้อแปลงชนิดแห้งติดตั้งภายนอกอาคาร** (Outdoor)

ต้องมีเครื่องห่อหุ้มที่ทนสภาพอากาศ และหม้อแปลงที่มีขนาดเกิน 112.5 เควีเอ ต้องติดตั้งห่างจากวัสดุติดไฟได้ไม่น้อยกว่า 0.30 เมตร

6.4.9 **หม้อแปลงฉนวนของเหลวไม่ติดไฟ**
(Nonflammable Fluid-Insulated Transformer)

ติดตั้งได้ทั้งภายในและภายนอกอาคาร ถ้าติดตั้งภายในอาคารต้องติดตั้งในห้องหม้อแปลง ตามข้อ 6.4.13

6.4.10 **หม้อแปลงฉนวนของเหลวติดไฟได้**

6.4.10.1 **กรณีติดตั้งภายในอาคาร** ต้องติดตั้งในห้องหม้อแปลง

***ยกเว้น*** *หม้อแปลงใช้กับเตาหลอมไฟฟ้า มีขนาดไม่เกิน 75 เควีเอ หากไม่อยู่ในห้องหม้อแปลงต้องมีรั้วล้อมรอบและระยะห่างระหว่างหม้อแปลงกับรั้วต้องไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร*

6.4.10.2 **กรณีติดตั้งภายนอกอาคาร** หากติดตั้งหม้อแปลงใกล้วัสดุหรืออาคารที่ติดไฟได้ หรือติดตั้งใกล้ทางหนีไฟ ประตู หรือหน้าต่าง ควรมีการปิดกั้นเพื่อป้องกันไฟที่เกิดจากของเหลวของหม้อแปลงลุกลามไปติดอาคารหรือส่วนของอาคารที่ติดไฟ ส่วนที่มีไฟฟ้าด้านแรงสูงต้องอยู่ห่างจากโครงสร้างอื่นไม่น้อยกว่า 1.80 เมตร

6.4.11 **หม้อแปลงฉนวนของเหลวติดไฟยาก**

**(Less-Flammable Liquid-Insulated Transformer)**

คือ หม้อแปลงที่บรรจุด้วยฉนวนของเหลวที่มีจุดติดไฟ (fire point) ไม่ต่ำกว่า 300 องศาเซลเซียส และฉนวนของเหลว ต้องเป็นชนิดที่ไม่เป็นพิษต่อคนและสิ่งแวดล้อม (Non-toxic) หม้อแปลงชนิดนี้มีข้อกำหนดในการติดตั้งใช้งานดังนี้

6.4.11.1 ติดตั้งภายในอาคาร (Indoor) ในบริเวณพื้นที่ติดไฟหรือมีวัสดุที่ติดไฟได้ พื้นที่สำหรับติดตั้งหม้อแปลงชนิดนี้ต้องมีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

6.4.11.1.1 ต้องติดตั้งในห้องหม้อแปลงตามข้อ 6.4.12 หรือ

6.4.11.1.2 ต้องมีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ และต้องมีการกั้นเก็บของเหลวซึ่งอาจไหลออกมาโดยการทำบ่อพัก (Sump) หรือทำที่กั้น

6.4.11.2 ติดตั้งภายในอาคาร (Indoor) ในบริเวณที่ไม่ติดไฟ Type I และ Type II ตาม NFPA 220-1985 หรือเทียบเท่า และไม่มีวัสดุที่ติดไฟได้ในพื้นที่ที่ติดตั้งหม้อแปลง มีข้อกำหนดดังต่อไปนี้

6.4.11.2.1 ต้องติดตั้งภายในห้องหม้อแปลงตามข้อ 6.4.12 หรือ

6.4.11.2.2 ต้องมีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ และต้องมีการกั้นเก็บของเหลวซึ่งอาจไหลออกมาโดยการทำบ่อพัก หรือทำที่กั้น หรือ

6.4.11.2.3 ไม่ต้องมีระบบดับเพลิงอัตโนมัติ แต่ต้องมีการกั้นเก็บของเหลวซึ่งอาจไหลออกมา โดยการทำบ่อพัก หรือทำที่กั้น และต้องใช้หม้อแปลงที่มีคุณสมบัติและมีการติดตั้งเป็นไปตามข้อจำกัดที่ระบุไว้ของสถาบัน UL หรือ FM (Factory Mutual) ตามชนิดของของเหลวนั้นๆ เช่น

6.4.11.2.3.1 ตัวถังหม้อแปลง ต้องมีความแข็งแรงสามารถทนแรงดัน 12 ปอนด์ต่อตารางนิ้วได้โดยไม่ระเบิด มีการใช้ฟิวส์จำกัดกระแส (Current Limiting Fuse)

6.4.11.2.3.2 ระยะห่าง ระหว่างหม้อแปลงกับผนังและเพดานรวมทั้งคุณลักษณะการถ่ายเทความร้อนตามที่กำหนด

6.4.11.2.3.3 ข้อกำหนดอื่นๆ ตามที่ระบุใน UL หรือ FM

6.4.11.3 ติดตั้งภายนอกอาคาร (Outdoor) ให้เป็นไปตามข้อ 6.4.10.2

6.4.11.4 หม้อแปลงที่มีพิกัดแรงดันเกิน 33 เควี หากติดตั้งภายในอาคารจะต้องติดตั้งในห้องหม้อแปลงเท่านั้น

***ตอน ค. ห้องหม้อแปลง***

6.4.12 **ห้องหม้อแปลงสำหรับหม้อแปลงฉนวนของเหลวติดไฟได้และฉนวนของเหลวติดไฟยาก**

6.4.12.1 ห้องหม้อแปลงต้องอยู่ในสถานที่ ที่สามารถขนย้ายหม้อแปลงทั้งลูกเข้าออกได้และสามารถระบายอากาศสู่อากาศภายนอกได้ หากใช้ท่อลมต้องเป็นชนิดทนไฟ ห้องหม้อแปลงต้องเข้าถึงได้โดยสะดวกสำหรับผู้ที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเพื่อตรวจสอบและบำรุงรักษา

6.4.12.2 ระยะห่างระหว่างหม้อแปลงกับผนังหรือประตูห้องหม้อแปลง ต้องไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ระยะห่างระหว่างหม้อแปลงต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร บริเวณที่ตั้งหม้อแปลงต้องมีที่ว่างเหนือหม้อแปลงหรือเครื่องห่อหุ้มหม้อแปลงไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

6.4.12.3 การระบายอากาศ ช่องระบายอากาศควรอยู่ห่างจากประตู หน้าต่าง ทางหนีไฟ และวัสดุที่ติดไฟได้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ อุณหภูมิภายในห้องหม้อแปลงต้องไม่เกิน 40 องศาเซลเซียส การระบายความร้อนทำได้โดยวิธีใดวิธีหนึ่งดังนี้

6.4.12.3.1 **ใช้ระบบหมุนเวียนอากาศตามธรรมชาติ**

ต้องมีช่องระบายอากาศทั้งด้านเข้าและออก พื้นที่ของช่องระบายอากาศแต่ละด้าน (เมื่อไม่คิดรวมลวดตาข่าย) ต้องไม่น้อยกว่า 1 ตร.เมตร / 1000 เควีเอ ของหม้อแปลงที่ใช้งาน และต้องไม่เล็กกว่า 0.05 ตร.เมตร ตำแหน่งของช่องระบายอากาศด้านเข้าต้องอยู่ใกล้กับพื้นห้อง แต่ต้องอยู่สูงไม่น้อยกว่า 100 มม. ช่องระบายอากาศออกต้องอยู่ใกล้เพดาน หรือหลังคา และอยู่ด้านที่ทำให้มีการถ่ายเทอากาศผ่านหม้อแปลง ช่องระบายอากาศเข้าและออก ไม่อนุญาตให้อยู่บนผนังด้านเดียวกัน และช่องระบายอากาศต้องปิดด้วยลวดตาข่าย

6.4.12.3.2 **ระบายความร้อนด้วยพัดลม**

ช่องระบายอากาศด้านเข้าต้องมีขนาดไม่เล็กกว่าตามที่คำนวณได้ในข้อ 6.4.12.3.1 ด้านอากาศออกต้องติดตั้งพัดลมที่สามารถดูดอากาศออกจากห้องได้ไม่น้อยกว่า 8.40 ลูกบาศก์เมตรต่อนาที ต่อหนึ่งกิโลวัตต์ของค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมดของหม้อแปลงเมื่อมีโหลดเต็มที่

6.4.12.3.3 **ระบายความร้อนด้วยเครื่องปรับอากาศ**

เครื่องปรับอากาศต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 3,412 BTU ต่อชั่วโมง ต่อหนึ่งกิโลวัตต์ของค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียทั้งหมดของหม้อแปลงเมื่อมีโหลดเต็มที่

6.4.12.4 **ผนังและหลังคาห้องหม้อแปลง**

ต้องสร้างด้วยวัสดุที่มีความแข็งแรงทางโครงสร้างเพียงพอกับสภาพการใช้งานและไม่ติดไฟ ผนังของห้องหม้อแปลงต้องสร้างด้วยวัสดุที่มีความหนาดังนี้

6.4.12.4.1 คอนกรีตเสริมเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 125 มม. หรือ

6.4.12.4.2 อิฐ คอนกรีต คอนกรีตบล็อก มีความหนา ไม่น้อยกว่า 200 มม.

6.4.12.5 **พื้นห้องหม้อแปลง**

ต้องสร้างด้วยคอนกรีตเสริมเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 125 มม. และต้องรับน้ำหนักหม้อแปลงและบริภัณฑ์อื่นๆ ได้อย่างปลอดภัย พื้นห้องต้องลาดเอียงมีทางระบายฉนวนของเหลวของหม้อแปลงไปลงบ่อพัก บ่อพักต้องสามารถบรรจุของเหลวอย่างน้อย 3 เท่าของปริมาตรของเหลวของหม้อแปลงตัวที่มากที่สุดแล้วใส่หินเบอร์ 2 จนเต็มบ่อ ถ้าบ่อพักอยู่ภายนอกห้องหม้อแปลงต้องมีท่อระบายชนิดทนไฟขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 50 มม. เพื่อระบายของเหลวจากห้องหม้อแปลงไปลงบ่อพัก ปลายท่อด้านหม้อแปลงต้องปิดด้วยตะแกรง

6.4.12.6 ประตูห้องหม้อแปลงต้องทำด้วยเหล็กแผ่นหนาอย่างน้อย 1.6 มม. มีวิธีการป้องกันการผุกร่อน ประตูต้องมีการจับยึดไว้อย่างแน่นหนา ต้องมีประตูฉุกเฉินสำรองไว้สำหรับเป็นทางออกและเป็นชนิดที่เปิดออกภายนอกได้สะดวกและรวดเร็ว

6.4.12.7 ต้องมีธรณีประตูสูงเพียงพอที่จะกักน้ำมันตัวที่มากที่สุดได้ และต้องไม่น้อยกว่า 100 มม.

6.4.12.8 เครื่องปลดวงจรที่ติดตั้งในห้องหม้อแปลง ต้องเป็นชนิดสวิตช์สำหรับตัดโหลด เท่านั้น

6.4.12.9 เครื่องห่อหุ้มส่วนที่มีไฟฟ้าทั้งหมดต้องเป็นวัสดุไม่ติดไฟ

6.4.12.10 ส่วนที่เป็นโลหะเปิดโล่ง และไม่ใช้เป็นทางเดินของกระแสไฟฟ้า ต้องต่อลงดิน ตัวนำต่อหลักดินต้องเป็นทองแดงมีขนาดไม่เล็กกว่า 35 ตร.มม.

6.4.12.11 ห้องหม้อแปลงต้องมีแสงสว่างอย่างเพียงพอ ถ้าใช้หลอดฟลูออเรสเซนต์ต้องมีขนาดไม่น้อยกว่า 8 วัตต์ ต่อพื้นที่ 1 ตร.เมตร

6.4.12.12 ควรมีคู่มือหรือแผ่นภาพแสดงการปฐมพยาบาล โดยวิธีผายปอดแบบเป่าปากไว้ในสถานที่ที่เข้าถึงได้สะดวก

6.4.12.13 ระบบท่ออื่นๆ ที่ไม่เกี่ยวกับระบบไฟฟ้า ไม่อนุญาตให้เดินท่อผ่านเข้าไปในห้องหม้อแปลง

***ยกเว้น*** *ท่อสำหรับระบบดับเพลิง หรือระบบระบายความร้อนของหม้อแปลง หรือที่ได้ออกแบบอย่างเหมาะสมแล้ว*

6.4.12.14 ห้ามเก็บวัสดุที่ไม่เกี่ยวข้องกับการใช้งานทางไฟฟ้า และวัสดุเชื้อเพลิงไว้ในห้องหม้อแปลง

6.4.12.15 ต้องมีเครื่องดับเพลิง ชนิดที่ใช้ดับไฟที่เกิดจากอุปกรณ์ไฟฟ้า (Class C) ขนาดน้ำหนักบรรจุสารไม่น้อยกว่า 6.5 กก. ติดตั้งไว้ที่ผนังด้านนอกห้องหม้อแปลงไม่สูงกว่า 1.50 เมตร จากระดับพื้นจนถึงหัวของเครื่องดับเพลิง

**<u>หมายเหตุ</u>** ชนิดของเครื่องดับเพลิงที่ใช้กับอุปกรณ์ไฟฟ้า ได้แก่ ผงเคมีแห้ง คาร์บอนไดออกไซด์ และสารสะอาดดับเพลิง

6.4.12.16 ถ้าบริเวณที่ติดตั้งหม้อแปลง มีการติดตั้งเครื่องดับเพลิงอัตโนมัติ เช่น คาร์บอนไดออกไซด์ หรือน้ำ ความหนาของผนังห้องอนุญาตให้ลดลงได้ คือถ้าเป็นคอนกรีตเสริมเหล็กต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 65 มม. และถ้าเป็นอิฐ คอนกรีต หรือคอนกรีตบล็อก ต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 100 มม.

6.4.12.17 ควรมีป้ายเตือนแสดงข้อความ **"อันตรายไฟฟ้าแรงสูง"** และ **"เฉพาะเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น"** ให้เห็นอย่างชัดเจนติดไว้ที่ผนังด้านนอกห้องหม้อแปลง

6.4.13 **ห้องหม้อแปลงสำหรับหม้อแปลงฉนวนของเหลวไม่ติดไฟ**

ให้ใช้ข้อกำหนดเช่นเดียวกับข้อ 6.4.12

***ข้อยกเว้นที่ 1*** *ไม่ต้องมีบ่อพัก แต่ต้องสามารถระบายน้ำหรือฉนวนของเหลวของหม้อแปลงออกจากห้องได้*

***ข้อยกเว้นที่ 2*** *ความหนาของผนังห้องหม้อแปลงเป็นดังนี้*

*2.1) คอนกรีตเสริมเหล็ก หนาไม่น้อยกว่า 65 มม. หรือ*

*2.2) อิฐทนไฟ มีความหนาไม่น้อยกว่า 100 มม. หรือ*

*2.3) คอนกรีต บล็อก มีความหนาไม่น้อยกว่า 100 มม.*

6.4.14 **ห้องหม้อแปลงสำหรับหม้อแปลงชนิดแห้ง**

ให้ใช้ข้อกำหนดเช่นเดียวกับข้อ 6.4.12

***ยกเว้น*** *ไม่ต้องมีบ่อพักและท่อระบายของเหลว*

***ตอน ง. ลานหม้อแปลงอยู่ภายนอกอาคาร*** *(Outdoor Yard)*

6.4.15 **ลานหม้อแปลงอยู่บนพื้นดิน**

6.4.15.1 หม้อแปลงต้องอยู่ในที่ล้อม ที่ล้อมนี้อาจจะเป็นกำแพงหรือรั้วที่ใส่กุญแจได้ และเข้าถึงได้เพื่อการตรวจสอบและบำรุงรักษาสำหรับบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้อง

6.4.15.2 **ที่ว่างเพื่อปฏิบัติงาน**

ส่วนที่มีไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแรงสูงเหนือที่ว่างเพื่อปฏิบัติงานต้องอยู่สูงจากพื้นไม่น้อยกว่า 2.75 เมตร หรือมีที่กั้นเพื่อป้องกันการสัมผัสส่วนที่มีไฟฟ้าโดยไม่ได้ตั้งใจ

6.4.15.3 **ระยะห่าง**

6.4.15.3.1 ระยะห่างตามแนวระดับระหว่างรั้ว หรือผนังกับส่วนที่มีไฟฟ้าของระบบไฟฟ้าแรงสูง ต้องไม่น้อยกว่า 1.20 เมตร สำหรับแรงดันไม่เกิน 33 เควี

6.4.15.3.2 ระยะห่างตามแนวระดับระหว่างรั้ว หรือผนังกับหม้อแปลงต้องไม่น้อยกว่า 1.00 เมตร ระยะห่างระหว่างหม้อแปลงต้องไม่น้อยกว่า 0.60 เมตร

6.4.15.4 รั้วหรือกำแพงของลานหม้อแปลงต้องสูงไม่น้อยกว่า 2.00 เมตร

6.4.15.5 การต่อลงดิน ต้องเป็นไปตามที่กำหนดในข้อ 6.4.12.10

6.4.15.6 ควรมีป้ายเตือนแสดงข้อความ "**อันตรายไฟฟ้าแรงสูง**" และ "**เฉพาะเจ้าหน้าที่ที่เกี่ยวข้องเท่านั้น**" ให้เห็นอย่างชัดเจนติดไว้ที่ผนังด้านนอกห้องหม้อแปลง

6.4.15.7 พื้นของลานหม้อแปลง ต้องใส่หินเบอร์ 2 หนาอย่างน้อย 100 มม.

***ยกเว้น*** *ส่วนที่ติดตั้งบริภัณฑ์*

6.4.16 **ลานหม้อแปลงอยู่บนดาดฟ้าของอาคาร**

ให้ใช้ข้อกำหนดเช่นเดียวกับข้อ 6.4.15 โดยมีข้อกำหนดเพิ่มเติม ดังนี้

6.4.16.1 พื้นของดาดฟ้ารวมทั้งตัวอาคารที่ติดตั้งหม้อแปลง ต้องมีความแข็งแรงเพียงพอที่จะรับน้ำหนักของหม้อแปลงและบริภัณฑ์ได้อย่างปลอดภัย

6.4.16.2 ต้องติดตั้งระบบป้องกันอันตรายจากฟ้าผ่าโดยใช้สายดินอากาศ (Over-Head Ground Wire) ที่มีมุมป้องกัน (Protective Angle) ไม่เกิน 45 องศา วัดจากแนวดิ่ง หรือใช้บริภัณฑ์อื่นที่ได้รับความเห็นชอบจากการไฟฟ้าฯ

6.4.16.3 หม้อแปลงชนิดฉนวนของเหลวติดไฟได้ต้องมีบ่อพักและบ่อพักต้องสามารถบรรจุของเหลวได้อีกอย่างน้อย 3 เท่าของปริมาตรของเหลวของหม้อแปลงตัวที่มากที่สุด แล้วใส่หินเบอร์ 2 จนเต็ม ท่อระบายของเหลวไปบ่อพักต้องมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางไม่เล็กกว่า 50 มม. และเป็นชนิดทนไฟ ปลายท่อด้านหม้อแปลงต้องปิดด้วยตะแกรง

## 6.5 คาปาซิเตอร์

### 6.5.1 ทั่วไป

ให้ใช้กับการติดตั้งคาปาซิเตอร์ในวงจรไฟฟ้า เพื่อปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า (Power Factor) เท่านั้น

6.5.2 **เครื่องห่อหุ้มและการกั้น**

6.5.2.1 คาปาซิเตอร์ที่บรรจุด้วยของเหลวติดไฟปริมาณรวมกันมากกว่า 11 ลิตร ต้องติดตั้งในห้องเฉพาะหรือติดตั้งภายนอกอาคารโดยมีรั้วล้อมหรือติดตั้งบนเสา

6.5.2.2 คาปาซิเตอร์ต้องมีเครื่องห่อหุ้มหรือติดตั้งโดยมีการกั้นรั้วหรือโดยวิธีอื่น เพื่อป้องกันบุคคลมาสัมผัสกับส่วนที่มีไฟฟ้าโดยบังเอิญ

***ยกเว้น*** *คาปาซิเตอร์นั้นเข้าถึงได้เฉพาะบุคคลที่มีหน้าที่เกี่ยวข้องเท่านั้น*

***ตอน ก. คาปาซิเตอร์แรงดันไม่เกิน 1000 โวลต์***

6.5.3 **การคายประจุ**

ต้องจัดให้มีวิธีการคายประจุของคาปาซิเตอร์ ดังนี้

6.5.3.1 **ช่วงเวลาคายประจุ**

เมื่อปลดคาปาซิเตอร์ออกจากวงจรไฟฟ้า ต้องมีการคายประจุให้แรงดันลดลงเหลือไม่เกิน 75 โวลต์ ภายในเวลา 3 นาที นับจากเวลาที่ปลด

6.5.3.2 **มาตรการในการคายประจุ**

ให้มีการคายประจุ โดยใช้วงจรคายประจุที่ต่ออย่างถาวรกับคาปาซิเตอร์ หรือมีอุปกรณ์ที่จะต่อเข้ากับขั้วของชุดคาปาซิเตอร์โดยอัตโนมัติ เมื่อปลดคาปาซิเตอร์ออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า ห้ามใช้สวิตช์ที่ทำงานด้วยมือ หรือวงจรคายประจุที่ทำการต่อวงจรด้วยมือ

6.5.4 **ขนาดกระแสของตัวนำ**

ตัวนำของวงจรคาปาซิเตอร์ต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่าร้อยละ 135 ของพิกัดกระแสของคาปาซิเตอร์ หากคาปาซิเตอร์ต่อกับวงจรมอเตอร์ ตัวนำของวงจรคาปาซิเตอร์ต้องมีขนาดกระแสไม่น้อยกว่า 1/3 ของขนาดกระแสของสายวงจรมอเตอร์ แต่ทั้งนี้ขนาดกระแสของตัวนำต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 135 ของพิกัดกระแสของคาปาซิเตอร์

6.5.5 **การป้องกันกระแสเกิน**

6.5.5.1 คาปาซิเตอร์แต่ละชุด (Bank) ต้องมีเครื่องป้องกันกระแสเกินที่ตัวนำทุกสายเส้นไฟ

***ยกเว้น*** *กรณีที่คาปาซิเตอร์ต่อไว้ทางด้านโหลดของเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์*

6.5.5.2 พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันกระแสเกินต้องให้ต่ำที่สุดเท่าที่จะให้คาปาซิเตอร์ชุดนั้นต่อใช้งานได้

6.5.6 **เครื่องปลดวงจร**

6.5.6.1 ต้องติดตั้งเครื่องปลดวงจรในทุกสายเส้นไฟของคาปาซิเตอร์แต่ละชุด

***ยกเว้น*** *คาปาซิเตอร์ต่อไว้ทางด้านโหลดของเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์*

6.5.6.2 เครื่องปลดวงจรต้องปลดทุกสายเส้นไฟพร้อมกัน

6.5.6.3 เครื่องปลดวงจรต้องสามารถปลดคาปาซิเตอร์ออกจากวงจรในสภาพการใช้งานปกติได้โดยเครื่องปลดวงจรไม่เสียหาย

6.5.6.4 พิกัดกระแสของเครื่องปลดวงจรต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 135 ของพิกัดกระแสของคาปาซิเตอร์

6.5.7 **พิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์**

เมื่อติดตั้งคาปาซิเตอร์ทางด้านโหลดของเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังของมอเตอร์ การกำหนดพิกัดหรือขนาดปรับตั้งของเครื่องป้องกันการใช้งานเกินกำลังและการกำหนดขนาดตัวนำ ให้คำนวณจากค่ากระแสที่ปรับค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าแล้วและดำเนินการตามที่กำหนดในข้อ 6.3 ด้วย

6.5.8 **การต่อลงดิน**

เปลือกโลหะของคาปาซิเตอร์ต้องต่อลงดิน ตามที่กำหนดในบทที่ 4

***ยกเว้น*** *คาปาซิเตอร์ที่ติดตั้งบนโครงสร้างชนิดที่เปลือกของคาปาซิเตอร์มีแรงดันไม่เท่ากับดิน*

***ตอน ข. คาปาซิเตอร์แรงดันเกิน 1000 โวลต์***

6.5.9 **การคายประจุ**

6.5.9.1 **ช่วงเวลาคายประจุ**

เมื่อปลดคาปาซิเตอร์ออกจากวงจรไฟฟ้า ต้องมีการคายประจุให้แรงดันลดลงเหลือไม่เกิน 75 โวลต์ ภายในเวลา 10 นาที นับจากเวลาที่ปลด

6.5.9.2 **มาตรการในการคายประจุ**

ให้มีการคายประจุ โดยใช้วงจรคายประจุที่ต่ออย่างถาวรกับคาปาซิเตอร์หรือมีอุปกรณ์ที่จะต่อเข้ากับขั้วของชุดคาปาซิเตอร์โดยอัตโนมัติเมื่อปลดคาปาซิเตอร์ออกจากแหล่งจ่ายไฟฟ้า นอกจากคาปาซิเตอร์ชุดนี้จะต่อตรงเข้ากับขดลวดของมอเตอร์ หรือของหม้อแปลง หรือบริภัณฑ์ไฟฟ้าอื่น แต่ช่วงเวลาการคายประจุต้องเป็นไปตามข้อ 6.5.9.1

6.5.10 **การป้องกันกระแสเกิน**

6.5.10.1 ต้องจัดให้มีมาตรการตรวจจับ (Detect) และตัดกระแสลัดวงจรซึ่งทำให้เกิดความดันภายในคาปาซิเตอร์ แต่ละตัวที่เป็นอันตราย

6.5.10.2 การป้องกันคาปาซิเตอร์จะทำเฉพาะแต่ละตัว หรือทั้งกลุ่ม (Group) ก็ได้

6.5.10.3 เครื่องป้องกันกระแสเกิน อนุญาตให้ใช้ชนิดหนึ่งเฟสก็ได้

6.5.10.4 เครื่องป้องกันสำหรับคาปาซิเตอร์ และบริภัณฑ์ที่มีคาปาซิเตอร์ต้องมีพิกัดหรือขนาดปรับตั้งเพื่อให้คาปาซิเตอร์แต่ละตัวทำงานได้โดยไม่เสียหาย

6.5.11 **การสับและการปลด** (Switching)

6.5.11.1 **กระแสโหลด**

การสับหรือปลดคาปาซิเตอร์ ต้องใช้สวิตซ์ที่ทำงานพร้อมกันทุกเฟส (Group-Operated Switch) ซึ่งมีรายละเอียดดังต่อไปนี้

6.5.11.1.1 ความสามารถในการนำกระแสไฟฟ้าต่อเนื่อง ต้องไม่น้อยกว่าร้อยละ 135 ของพิกัดกระแสของคาปาซิเตอร์ที่ติดตั้ง

6.5.11.1.2 สามารถตัดกระแสโหลดต่อเนื่องสูงสุดของคาปาซิเตอร์ที่ต่ออยู่ ในสภาพการใช้งานปกติได้

6.5.11.1.3 สามารถทนกระแสไฟกระโชก (Inrush Current) ค่าสูงสุดที่อาจเกิดขึ้นในวงจร รวมทั้งกระแสที่มาจากคาปาซิเตอร์ที่อยู่ข้างเคียงได้

6.5.11.1.4 สามารถทนกระแสลัดวงจรที่อาจเกิดขึ้นทางด้านที่ต่อเข้ากับคาปาซิเตอร์ได้

6.5.11.2 **การแยกวงจร**

6.5.11.2.1 ต้องมีสวิตช์แยกวงจร เพื่อแยกคาปาซิเตอร์ออกจากวงจร

6.5.11.2.2 ระยะห่างระหว่างส่วนที่มีไฟฟ้าที่แยกออกจากกันเมื่อทำการปลดสวิตช์แยกวงจรแล้ว ต้องมากพอที่จะทนแรงดันไฟฟ้าที่ใช้งานกับคาปาซิเตอร์ได้

6.5.11.2.3 สวิตช์แยกวงจร หรือเครื่องปลดวงจรที่ไม่กำหนดพิกัดตัดกระแสลัดวงจร ต้องมีอินเตอร์ล็อก (Interlock) กับเครื่องปลดโหลด (Load-Interrupting Device) หรือจัดทำเครื่องหมาย หรือติดป้ายเตือนให้สับหรือปลดเครื่องปลดโหลดก่อน

6.5.12 **การต่อลงดิน**

เปลือกโลหะของคาปาซิเตอร์ต้องต่อลงดินตามที่กำหนดในบทที่ 4

***ยกเว้น*** *คาปาซิเตอร์ที่ติดตั้งบนโครงสร้างชนิดที่เปลือกของคาปาซิเตอร์มีแรงดันไม่เท่ากับดิน*

6.5.13 **เครื่องหมายแสดงพิกัด**

คาปาซิเตอร์แต่ละตัว ต้องมีแผ่นป้ายประจำเครื่องอย่างถาวรระบุชื่อผู้ผลิต พิกัดแรงดัน ความถี่ไฟฟ้า กิโลวาร์ จำนวนเฟสและถ้าบรรจุของเหลวติดไฟได้ ต้องระบุปริมาณของของเหลวนั้นด้วย