



EOCR คือ อะไร? What is EOCR?

ในอดีตเราได้รู้จักโอเวอร์โหลด ซึ่งทำงานด้วยหลักการ แผ่นเหล็กไบเมทัลขยายตัว เนื่องจากความร้อน (Thermal Overload Relay) เป็นระยะเวลานานมาแล้ว ด้วยความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ โอเวอร์โหลด แบบเดิมๆ จึงได้พัฒนามาเป็น EOCR

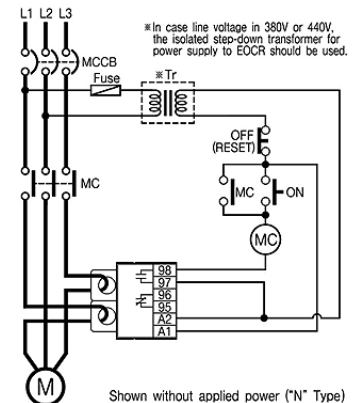
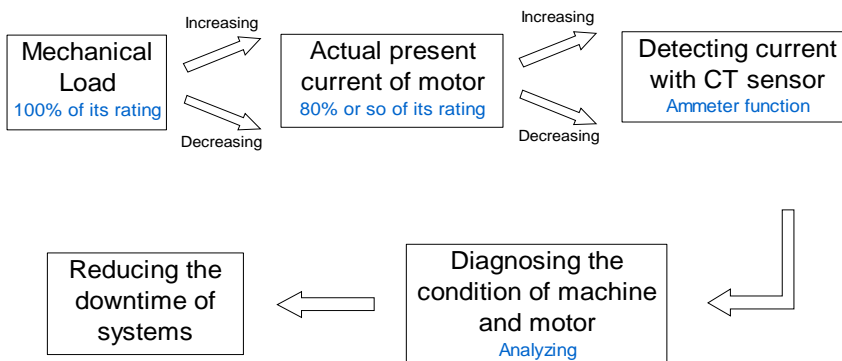
EOCR มีส่วนประกอบหลักด้วยกัน 4 ส่วนคือ ส่วนตรวจจับกระแส ส่วนคำนวณ, ส่วนการกำหนดค่า และส่วนที่แสดงผล การเปลี่ยนแปลงจากรูปแบบเดิมๆ มาใช้ระบบอิเล็กทรอนิกส์ที่มีความแม่นยำไม่เพียงแต่ป้องกันในส่วนของมอเตอร์ แต่ยังป้องกันโหลดของมอเตอร์ ที่ต่ออยู่กับมอเตอร์นั้นหรือเครื่องจักรกลต่างๆ กระแสของมอเตอร์จะมีความสัมพันธ์กับโหลดของเครื่องจักร ถ้าโหลดมาก กระแสมอเตอร์ก็จะมากตามไปด้วย หลักสำคัญนี้ เราสามารถคาดการณ์การโหลดของเครื่องจักร จากการตรวจดูที่กระแสของมอเตอร์ ถ้าโหลดเครื่องจักรเพิ่มขึ้น ปริมาณของกระแสมอเตอร์ก็จะเพิ่มขึ้นด้วย การเพิ่มขึ้นของโหลดที่ผิดปกติสามารถบ่งบอกถึงโอกาสที่ปัญหาจะเกิดขึ้นตามมา อาจส่งผลให้มอเตอร์ไหม้ และเครื่องจักรเสียหายได้

เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ช่วยให้เราสามารถวิเคราะห์ และป้องกันมอเตอร์โดยวิธีการตรวจเช็คกระแสของมอเตอร์ โดยปกติเราจะออกแบบมอเตอร์ โดยดูจากเครื่องจักร จึงจะพิจารณาขนาดมอเตอร์ที่เท่ากัน หรือมีขนาดสูงกว่าขนาดที่เครื่องจักรต้องการ โดยคำนึงความปลอดภัย เพื่อพิกัด และหลักด้านเศรษฐศาสตร์ ดังนั้นขนาดพิกัดของมอเตอร์และเครื่องจักรจะไม่เท่ากัน ในอดีตเราจะตั้งค่าพิกัด Over Load จากค่าพิกัดของมอเตอร์ในโอเวอร์โหลดรีเลย์

ด้วยเทคโนโลยี EOCR เราสามารถจะตั้งค่าพิกัดกระแสที่ค่าพิกัดโหลดของเครื่องจักรได้ โดยใช้ฟังก์ชันแอมป์มิเตอร์ใน EOCR ซึ่งในขณะนี้จะทำให้เราสามารถวิเคราะห์สภาพโหลดของเครื่องจักรและมอเตอร์ได้จากค่าที่ใช้งานจริง

ตัวอย่าง สมมติมีวัตถุที่ไม่เหมาะสมมาขัดขวางการทำงานของปั๊มโดยฉับพลัน ดังนั้นกระแสของมอเตอร์จะเพิ่มขึ้น นั้นบ่งถึงปัญหาที่เกิดขึ้น ถ้ากระแสของมอเตอร์ไม่เพิ่มสูงกว่าพิกัดของมอเตอร์ ในโอเวอร์โหลดรีเลย์แบบเดิมๆ ก็จะไม่ตัดการทำงานของมอเตอร์ และผลของการทำงานเกินพิกัดของเครื่องสูบน้ำ จะนำไปสู่ปัญหาใหญ่เกิดความเสียหายกับปั๊มได้ในที่สุด

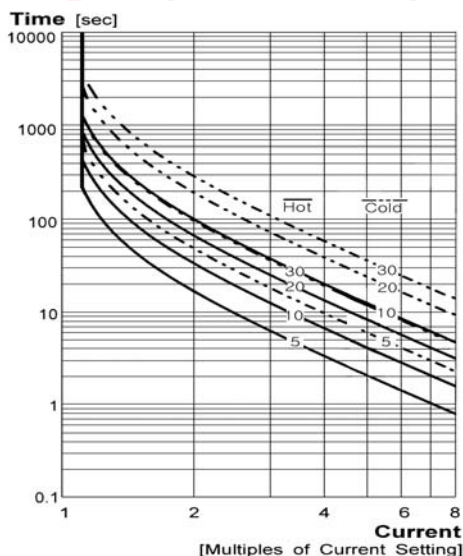
แต่ EOCR จะตัดการทำงานของมอเตอร์ทันที ตามค่าความเป็นจริงของกระแสที่เกินขึ้นไปสำหรับปั๊ม ไม่ปล่อยให้ทำงานจนเกิดปัญหาใหญ่ ตามมา



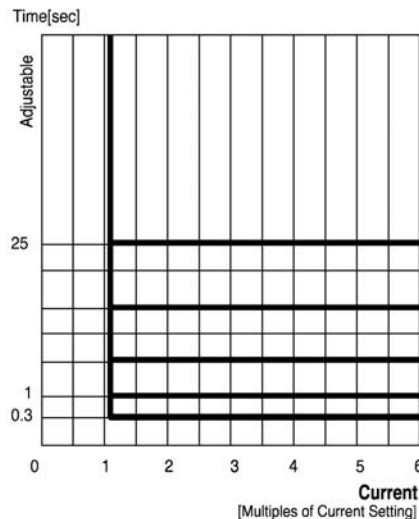


หลักการทํางาน

หลักการพื้นฐานของการป้องกันใน EOCR เป็นอะไรที่ง่ายมาก มีปัจจัยสำคัญ 2 อย่างคือ กระแสและเวลาทำงาน ปัจจัยหลัก 2 อย่างนี้ถูกประยุกต์ใช้งานมากมายในอุตสาหกรรม ผู้ใช้สามารถใช้ EOCR ตั้งค่ากระแส และเวลาให้เหมาะสม หลังจากรับรู้ค่ากระแสใช้งานที่แท้จริงของมอเตอร์ด้วยแอมมิเตอร์ฟิงซ์ที่มีใน EOCR เข้าช่วย ผู้ใช้สามารถปรับตั้งเวลาที่จะตัดวงจรกำลังออกในเวลาที่กำหนดเมื่อกระแสของมอเตอร์มากเกินไปกว่าที่ผู้ต้องการ



รูปที่ 3 กราฟแสดงความสัมพันธ์
Inverse time/Current



รูปที่ 4. กราฟแสดงความสัมพันธ์
ระหว่างเวลา และกระแส

จากรูป EOCR ใช้เส้นคุณลักษณะแบบ Definite time ดังที่แสดงในรูปที่ 4 แต่โอเวอร์โวลติลลีย์ โดยทั่วไปใช้เส้นคุณลักษณะ แบบ Inverse time ดังแสดงในรูปที่ 3 เส้นคุณลักษณะแบบ Inverse time มีสัดส่วนแบบขี้นลงระหว่างค่ากระแสกับเวลาทริป ซึ่งเป็นไปไม่ได้ที่ผู้ใช้จะปรับตั้งค่าเวลาได้ แต่เส้นคุณลักษณะแบบ Definite time แสดงให้เราเห็นว่า EOCR จะทริปในทันทีหลังจากตรวจเช็คเงื่อนไขที่กำหนดเวลาและค่ากระแสที่ผู้ใช้ได้ตั้งไว้ ในเส้นคุณลักษณะแบบ Definite time เราจะเห็นว่าเวลาที่ทริปมีลักษณะการตอบสนองอย่างรวดเร็วใน 0.2 วินาที (Ground fault, Short circuit : 0.05 วินาที) ซึ่งเป็นข้อดีของเทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์ที่มีมาช่วยในงาน และทำช่วยในการป้องกันในลักษณะการรับแรงกระชากรุนแรงของเครื่องจักร การปรับตั้งค่ากระแสและเวลาทริปโดยผู้ที่ใช้ที่เป็นไปอย่างคล่องตัวนี้ทำให้มีการนำไปใช้อย่างหลากหลาย

การใช้งานในลักษณะโหลดต่างๆ

- 1) พัดลม** โดยทั่วไปการออกแบบจะเลือกโอเวอร์โวลติลลีย์ ให้มีพิกัดกระแสเท่าพิกัดกระแสมอเตอร์ แต่ตัวพัดลมใช้กำลังใช้งานปกติเพียง 75-85% ของพิกัดกำลังมอเตอร์ หากพัดลมมีการใช้งานมากเกินไปถึง 2 เท่าไม่ว่าจะด้วยเหตุผลใด กระแสไฟฟ้าจะมีค่าประมาณ 1.5 – 1.7 เท่า ของพิกัดกระแสของมอเตอร์ ซึ่งหมายความว่ามีความเสี่ยงบางอย่างเกิดขึ้นอยู่ภายใน เราต้องหยุดเครื่องจักรและตรวจสอบระบบ เพื่อป้องกันปัญหาที่จะเกิดขึ้นต่อไป ภายนอก แต่ก็มีความเป็นไปได้ที่โอเวอร์โวลติลลีย์ (Class 10) ไม่ทริปแม้จะผ่านไปถึง 4 นาทีแล้วก็ตาม ดังแสดงในตารางที่ 1 และจะทำให้เครื่องจักรชำรุดเสียหาย ตัวมอเตอร์ใหม่ไปด้วย

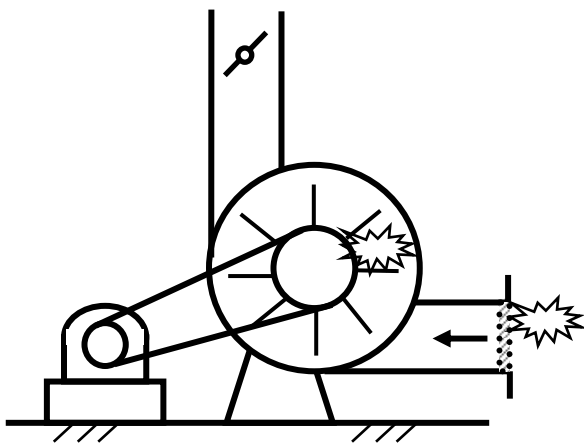
ตารางที่ 3 IEC 947-4-1 สำหรับ รีเลย์

Trip class	Tripping time T_p (sec) at 7.2 times
10A	$2 < T_p \leq 10$
10	$4 < T_p \leq 10$
20	$6 < T_p \leq 20$
30	$9 < T_p \leq 30$



Type of overload relay	Multiple of current setting				Reference ambient air temperature
	A	B	C	D	
Thermal type compensated for air temp variations	1.05	1.2	1.5	7.2	+20 °C
Limits of operation of time- delay	Over 2h	Under 2h	10A : 2min 10 : 4min 20 : 8min 30 : 12min		

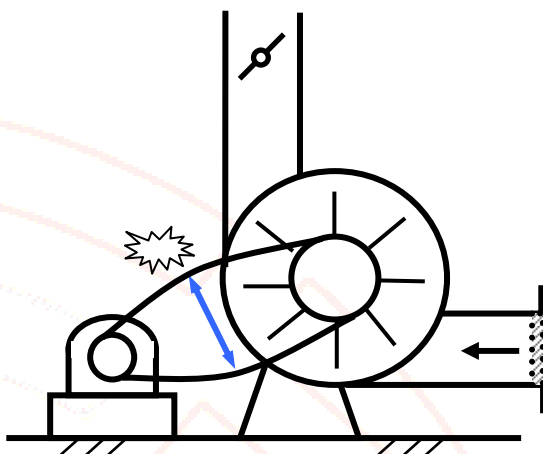
ด้วยเทคโนโลยี EOCR สามารถจะตรวจจับกระแสในขณะใช้งานอยู่จริง ๆ และสั่งทริปเมื่อกระแสเกินค่าที่ได้ตั้งไว้ 110% - 120% ในเวลาที่กำหนด ซึ่งผู้ใช้สามารถตรวจเช็คสถานะโหลดของเครื่องจักรที่ผิดปกติ โดยดูจากการเปลี่ยนแปลงกระแสที่เกิดขึ้น ดังเช่นสาเหตุจากตลับลูกปืนและใบพัดของพัดลม ซึ่งสามารถวางแผนหยุดมอเตอร์ได้ทันทีและตรวจเช็คปัญหาไม่ให้มีปัญหาหนักไปกว่านี้ เกิดผลเสียกับกระบวนการผลิต



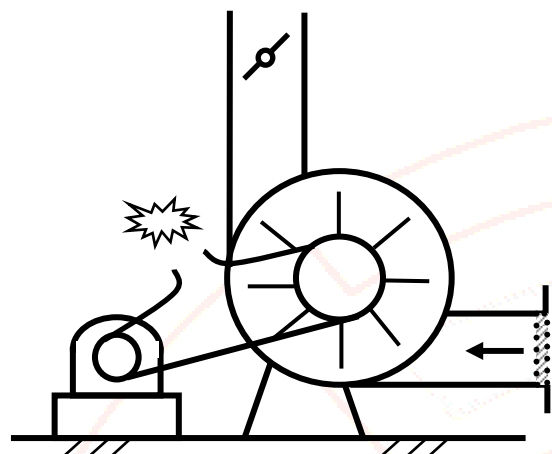
รูปที่ 5 พัดลมเมื่อแผ่นกรองอากาศมีปัญหา

ยิ่งไปกว่านั้น ในกรณีที่แผ่นกรองอุดตันเพราะมีการใช้งานเป็นเวลานาน จะทำให้กระแสลดลง จากการตรวจจับกระแส นั้นทำให้เราทราบถึงสถานะผิดปกติและรู้ว่าเวลาที่ต้องเปลี่ยนแผ่นกรองมาถึงแล้ว การตรวจเจอกระแสด้านนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้อย่างดี โดยใช้ฟังก์ชัน Under current ของ EOCR

นอกเหนือไปจากกรณีที่แผ่นกรองอุดตัน กรณีที่สายพานขาด (ขณะใช้งานอยู่) หรือสายพานหย่อนเมื่อใช้ไปนานๆ ก็จะมีผลให้กระแสลดลง การตรวจเจอกระแสด้านนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้โดยใช้ฟังก์ชัน Under current ของ EOCR เหมือนกับกรณีที่แผ่นกรองอุดตัน



รูปที่ 6 รูปแสดงพัดลมเมื่อสายพานหย่อน



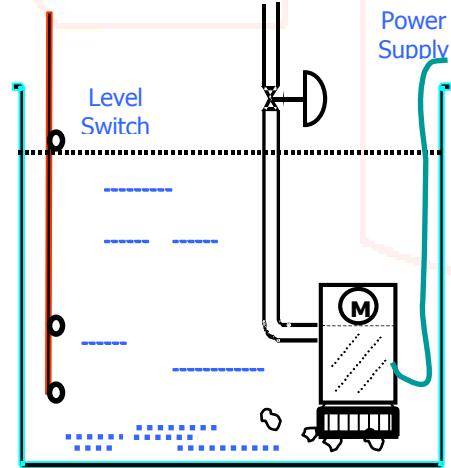
รูปที่ 7 รูปแสดงพัดลม เมื่อสายพานขาด



2) **ปั้มน้ำ** ในงานปั้มน้ำ อาจจะมีปั้มน้ำที่ทำงานโหลดมากเกินไป หรือน้อยเกินไปก็ได้ หากมีวัสดุแปลกปลอมโดยเฉพาะอย่างยิ่งในปั้มน้ำสูงส่ง โสโครก ที่คอยกีดขวางการหมุนใบพัดของปั้ม กระแสในปั้มจะเพิ่มขึ้นและ เป็นเหตุทำให้ปั้มน้ำเสียหายและมอเตอร์ไหม้ EOCR สามารถตรวจเช็คการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าได้อย่างรวดเร็ว และวิเคราะห์สภาวะทางกลไกของปั้มน้ำว่าปกติดีหรือไม่ EOCR มีฟังก์ชันป้องกันกระแสกระชากเพื่อป้องกันระบบปั้มน้ำไม่ให้อยู่ในสภาวะการหยุดติดขัดกระแสกระชากช่วงขณะปั้มทำงานอยู่ ในการตอบสนองอย่างรวดเร็วเพียง 0.2 วินาที ของ EOCR สามารถตรวจเช็คคλώงหน้าได้ หากควาล์วหรือแผ่นกรองอุดตันโดยใช้ฟังก์ชัน Under current ก็ยังสามารถทำงานได้ดีเหมือนกับโหลดแบบพัดลม



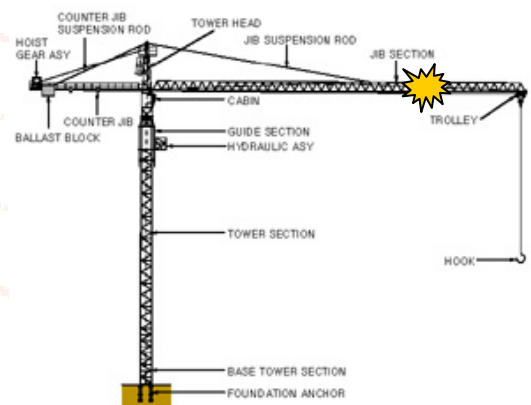
รูปที่ 8 แสดงปัญหาที่จะพบได้ในปั้มน้ำ



รูปที่ 9 แสดงปั้มน้ำแบบจุ่ม (Submersible Pump)

ในปั้มน้ำแบบจุ่มแช่น้ำได้ ปั้มน้ำชนิดนี้ ใช้หลักการระบายความร้อนด้วยน้ำ คุณสามารถป้องกันปั้มน้ำชนิดนี้ จากปัญหาปั้มทำงานตัวเปล่า ไม่มีน้ำด้วยวิธีการจากสวิตซ์ลูลอย ระดับน้ำ EOCR สามารถป้องกันปัญหาดังกล่าว ด้วยฟังก์ชัน Under Current เป็นวิธีการป้องกันเพิ่มเข้าไปเป็นสองเท่า หากแผ่นกรองมีการอุดตันด้วยฟังก์ชัน Under Current จะแสดงให้คุณทราบว่าถึงเวลาที่ควรจะต้องเปลี่ยนแผ่นกรองแล้ว ปั้มน้ำที่ใช้ในน้ำนี้มักมีอันตรายเสมอที่จะถูกไฟฟ้าช็อตหรือรั่วลงกราวด์ ซึ่งสามารถป้องกันได้โดยใช้ EOCR รุ่นที่มีการใช้ ZCT ซึ่งมีฟังก์ชัน Ground Fault เช่น EOCR-FEZ

3) **ปั้นจั่น หรือ รอก** ทั้งปั้นจั่นและชักรอกมีพิกัดการรับน้ำหนักโหลดของตัวเอง EOCR สามารถหยั่งรู้ได้ว่าน้ำหนักเกินหรือไม่ เพื่อป้องกันอุบัติเหตุที่อาจเป็นความหายนะ ด้วยการตอบสนองอย่างรวดเร็วแม่นยำ เมื่อน้ำหนักเริ่มมีมากขึ้น มอเตอร์ก็ต้องทำงานหนักมากขึ้น และกระแสของมอเตอร์จะเพิ่มมากขึ้น ถ้าน้ำหนักเกินกำหนดความสามารถของเครื่องจักร ก็ควรจะหยุดการเดินเครื่องจักรไว้ก่อนแล้วค่อยสตาร์ทเครื่องใหม่หลังจากมีการลดน้ำหนักบรรทุกให้น้อยลงแล้ว เพื่อความปลอดภัย และป้องกันเครื่องจักร แต่เทอร์มอลโอเวอร์โหลดรีเลย์ อาจจะไม่มีการทริปเลยก็ได้ในเวลาถึง 2 ชั่วโมง ของขนาดพิกัดกระแสที่ 1.2 เท่า และในกรณีของเฟสขาดหาย (Phase Loss) กำลังของมอเตอร์จะลดลงซึ่งอาจเป็นอันตรายได้เช่นกัน ด้วย ฟังก์ชัน การป้องกันเฟสขาดหาย (Phase loss) ของ EOCR จะช่วยทำให้คุณเดินเครื่องจักรได้อย่างปลอดภัย



รูปที่ 10 แสดง ปั้นจั่นยกของ

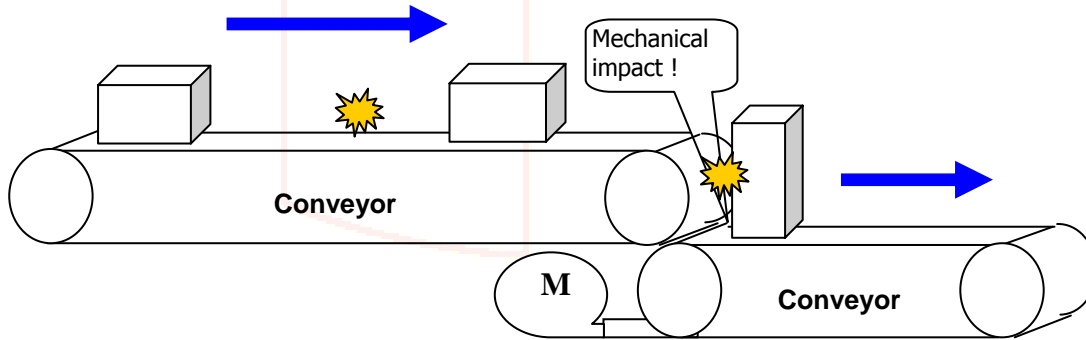


รูปที่ 11 แสดง เครนในโรงงาน (Hoist)

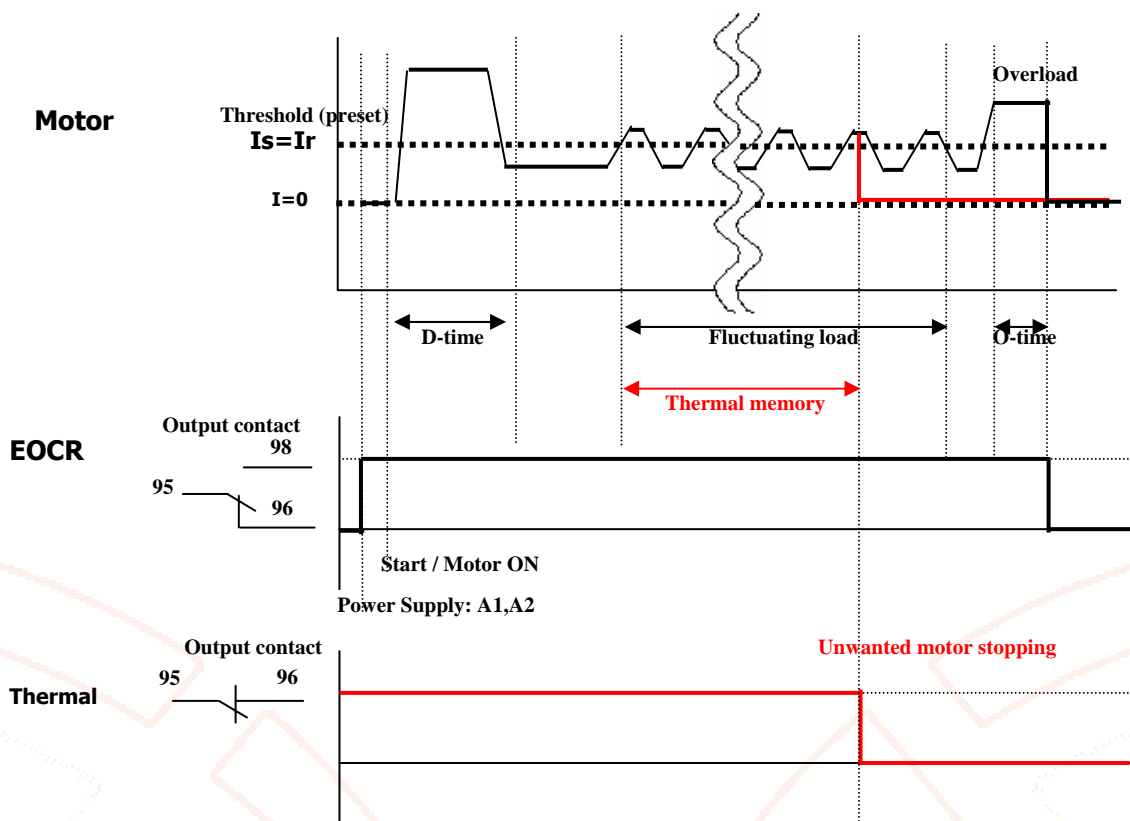


4) สายพานลำเลียง

ผลกระทบทางกล ทำให้ผู้ออกแบบเลือกขนาดเทอร์มอลโอเวอร์โวลต์รีเลย์ Class สูงขึ้น ซึ่ง เทอร์มอลโอเวอร์โวลต์ รีเลย์หลักเสี่ยงไม่ได้ในเรื่องการสะสมความร้อน เพื่อป้องกันการหยุดแบบนาราคาญ แต่ก็ทำให้เทอร์มอลโอเวอร์โวลต์ ไม่สามารถทำงานได้อย่างถูกต้องแม่นยำเพราะมีการใช้เวลานานขึ้นในการทริป EOCR สามารถตรวจเช็คตามสภาพการบรรทุกลำเลียง เช่น สินค้าที่บรรทุกมาอย่างอัดแน่นในการลำเลียงและ สายพานขาด (Dry Running) ในบางครั้ง และวิเคราะห์สภาพการบรรทุกด้วยขนาดของกระแส และป้องกันอุบัติเหตุไว้ล่วงหน้าไม่ให้เกิดการเสียหายขยายออกไป



รูปที่ 12 สายพานลำเลียง Conveyor

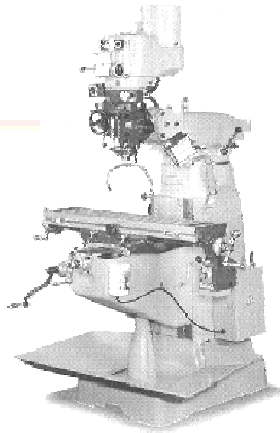


รูปที่ 13 เปรียบเทียบ ระหว่าง TOR and EOCR

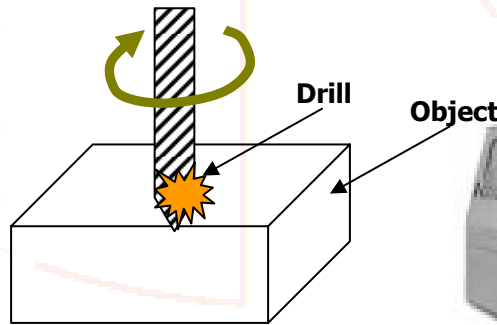


5) เครื่องมือจักรกล

เครื่องมือจักรกลที่มีอยู่มากมายนับไม่ถ้วนถูกนำไปใช้ในอุตสาหกรรม อย่างเช่นสว่านไฟฟ้า เลื่อย และ เครื่องบด เป็นต้น ดังเช่นการตัดชิ้นสว่าน เครื่องจักร CNC ก็ยังคงเสมือนเครื่องมือจักรกลปกติธรรมดาที่เอง เครื่องมือจักรทุกชนิดใช้มอเตอร์ในการทำงานทั้งสิ้น ณ ที่นี้ EOCR สามารถรู้สภาพของเครื่องจักรที่มีการทำงานหนัก มีการติดขัด และอื่นๆ แล้วยังสามารถถูกนำไปตรวจเช็คติดตามกระแสของตัวมอเตอร์อีกด้วย



รูปที่ 14 Drilling machine tool



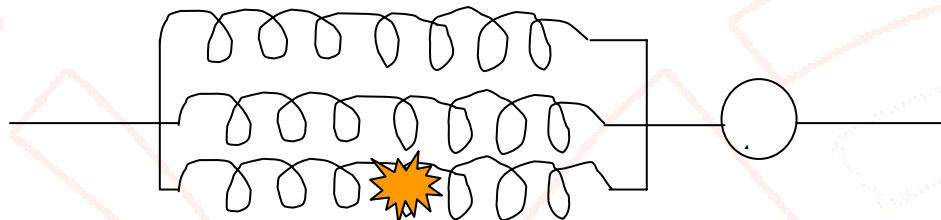
รูปที่ 15 CNC machine tool

ตัวอย่างเช่น EOCR สามารถตรวจสอบความคมของสว่านในเครื่องมือจักรกลสำหรับขุดเจาะ หากปลายของสว่านที่ ความเสียดทานระหว่างสว่านและวัสดุจะมีมาก และกระแสของมอเตอร์ก็จะเพิ่มขึ้นเพราะมีแรงเสียดทานเพิ่มขึ้น ปลายสว่านที่ทื่อนี้ทำให้ผลผลิตออกมาไม่ได้ประสิทธิภาพ กลายเป็นของเสีย EOCR สามารถช่วยคุณลดการผลิตสินค้าที่ไม่ได้คุณภาพ ของเสียลดลงได้

6) มอเตอร์ที่ใช้ในระบบการดันเคมี

นี่จะเป็นตัวอย่างหนึ่งของ EOCR ที่สามารถนำไปใช้ในระบบการดันเคมี กับฟังก์ชันรีเซ็ตอัตโนมัติ/รีเซ็ตทันที หากเครื่องจักรอย่างเช่น เครื่องฉีดพลาสติก เครื่องกวน และปั๊มดูดสารเคมีที่เป็นของเหลวที่จะสามารถกลายเป็นของแข็งได้ การหยุดการทำงานของเครื่องจักรอันเนื่องมาจากการทำงานหนักเกินไป ถึงแม้มอเตอร์จะมีความสามารถทำงานได้ด้วยควมที่มีขนาดใหญ่อยู่แล้วก็ตาม คุณต้องทำให้ระบบเริ่มต้นทำงานขึ้นอีกครั้งก่อนที่จะทำให้วัสดุแข็งตัวเสียก่อน แต่เทอร์โมลโอเวอร์โวลติลิตี ไม่สามารถเริ่มระบบการทำงานได้ในทันทีก่อนที่แผ่นไบเมนทอลจะถูกทำให้เย็นตัวลง EOCR สามารถรีเซ็ตระบบของคุณขึ้นมาใหม่อีกครั้งทันทีในเวลาใดก็ได้ การที่มีเครื่องจักรติดขัดอยู่กับวัสดุสารเคมีแข็งตัวเป็นการทำงานที่เสียเวลาซึ่งคุณสามารถลดการสูญเสียเวลานี้ลงไปได้

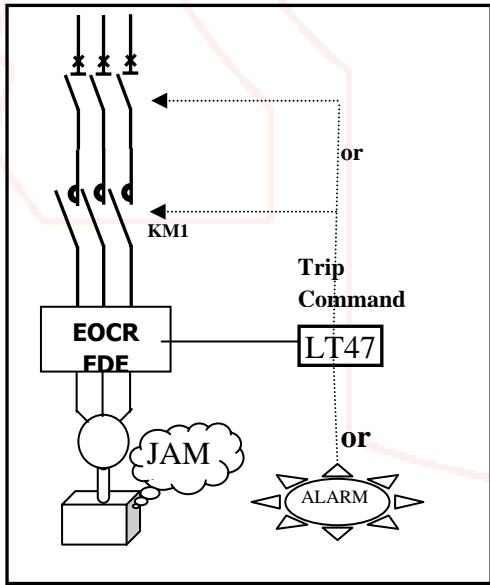
อีกตัวอย่างหนึ่งที่ต้องการอุณหภูมิคงที่ในการทำงานกระบวนการของสารเคมี ใช้ขดลวดทำความร้อนไฟฟ้าสำหรับการทำความร้อน หากขดลวดทำความร้อนเส้นใดในขดทำความร้อนขาดไปโดยสาเหตุมาจากการใช้งานเป็นเวลานานหรือด้วยเหตุใดก็ตาม อุณหภูมิจะลดลงและจะทำให้กระแสลดลงไปด้วย EOCR สามารถตรวจสอบสถานะของกระแสที่ลดต่ำลงและป้องกันได้โดยใช้ EOCR ในการรักษาอุณหภูมิให้คงที่ที่เป็นประเด็นสำคัญสำหรับอุตสาหกรรมที่เกี่ยวกับสารเคมี



รูปที่ 16 ตัวอย่าง Heater fault



7. ประยุกต์ใช้งานกับกลไกของเครื่องจักร



รูปที่ 17 ตัวอย่างการนำไปประยุกต์ใช้

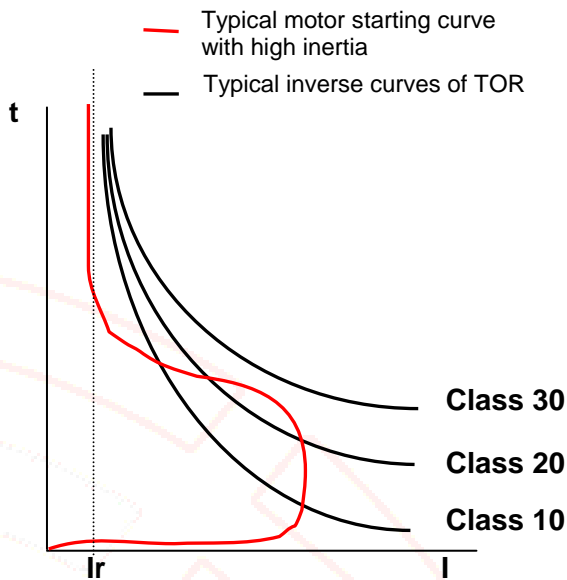
1) การป้องกันการติดขัด

เมื่อการติดขัดของเครื่องจักรเกิดขึ้นเพราะมีวัสดุที่ไม่คาดคิดว่าจะมีไปติดอยู่กับกลไกของปั้มน้ำหรือสายพาน (สายพาน เกียร์ เป็นต้น) มอเตอร์ก็จะมีกระแสขึ้นสูงในช่วงเวลานั้น ฟังก์ชัน Shock cerent สามารถตรวจจับกระแสที่มีมากกว่าค่าที่ตั้งไว้ไปตามช่วงเวลาที่ตั้งไว้ ก็จะสั่งหยุดกำลังไฟฟ้าของระบบ สัญญาณของ EOCR-FDE สามารถต่อคอนโทรลไว้เป็นสัญญาณเตือน หรือเป็นการสั่งตัดวงจรกำลังไฟฟ้า หรือควบคู่กันไป

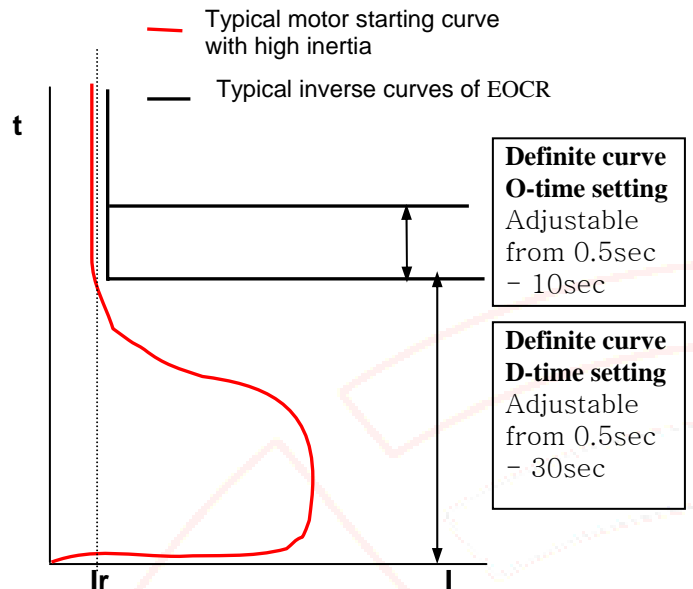


2) โหลดที่มีกลไกการทำงานด้วยความเฉื่อยสูง (เวลาในการสตาร์ทนาน)

ในกรณีที่มีแรงเฉื่อยสูง เราจะเลือกแบบเทอร์มอลโอเวอร์โวลต์รีเลย์ Class สูงเพราะใช้เวลาสตาร์ทนาน เทอร์มอลโอเวอร์โวลต์รีเลย์ Class สูงยังมีเวลาการทึบยาวนานอีกด้วย หากมีมอเตอร์กระแสเกินไหลไปอาจจะทำให้มอเตอร์มีอายุการใช้งานสั้นลงหรือทำให้มอเตอร์ไหม้ไปเลยก็ได้เพราะมีเวลาในการทึบนาน แต่คุณสามารถตั้งค่าเวลาช่วงสตาร์ทและเวลาการทึบใน EOCR ได้ หากมอเตอร์มีการทำงานหนัก คุณสามารถทำให้รีเลย์สั่งทึบในเวลาที่ได้ตั้งค่าไว้ได้ทันทีเพื่อป้องกันระบบได้อย่างรวดเร็วถูกต้องแม่นยำ



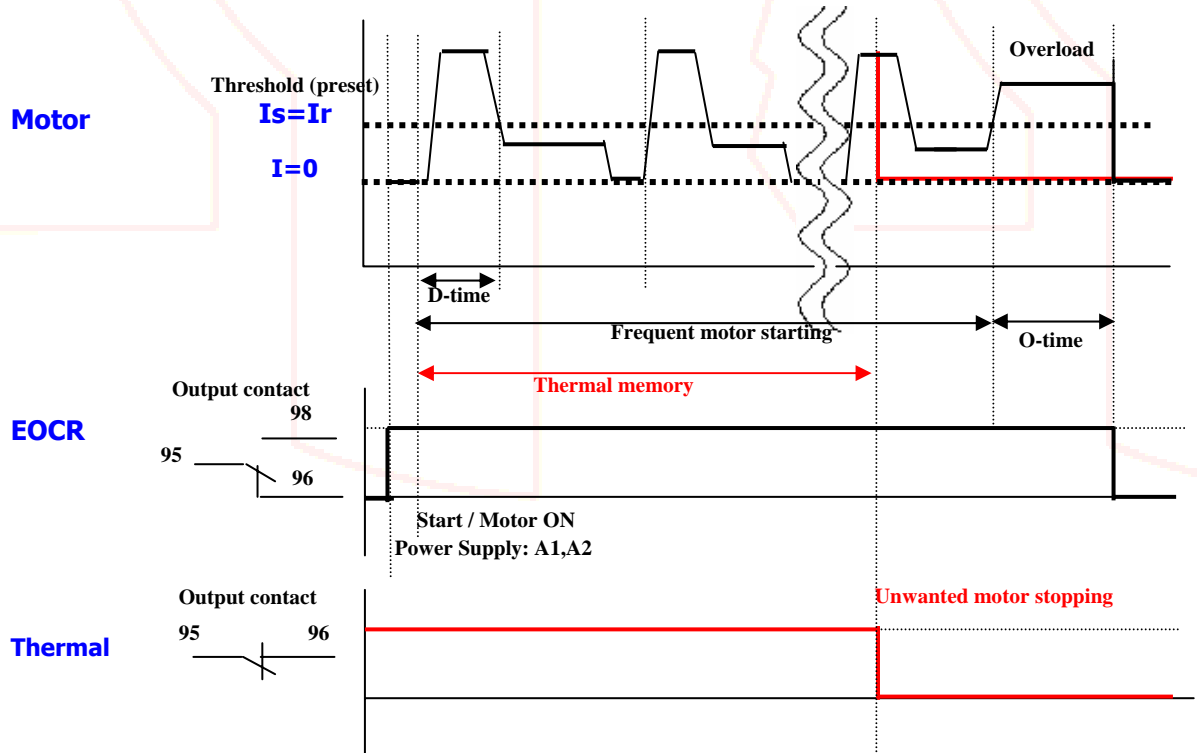
รูปที่ 18 Typical Thermal Overload



รูปที่ 19 Typical EOCR



3) โหลดที่มีรอบการทำงาน Start / Stop มากกว่า 30-50 ครั้งต่อชั่วโมง



Say Good bye Motor Failure by Digital Electronic Motor Protection Relay EOCR