ITM

EPCOS

คาปาซิเตอร์ **&** ฮาร์โมนิคส์

ตอนที่ 31

การแก้ไขเพาเวอร์แฟคเตอร์แบบพลวัต (Dynamic Power Factor Correction)

การแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์แบบพลวัต ในอุตสาหกรรม ผลิตเหล็ก โรงงานชิ้นส่วนรถยนต์ ใช้งานเครื่องกดทับ (Presses) และเครื่องเชื่อม (Welding) ขนานกับระบบไฟฟ้า

รูปตู้การแก้ไขเพาเวอร์แฟกเตอร์แบบทันทีทันใดใน อุตสาหกรรมผลิตเหล็กที่มีเครื่องเชื่อม (Welding) เครื่องกดทับ (Presses) และเครื่องม้วน (Winding)

นวตกรรมการแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์

การเปลี่ยนแปลงเทคโนโลยีเกิดขึ้นอย่างรวดเร็วในระบบการแก้ไขเพาเวอร์แฟกเตอร์ (PFC) ระบบ PFC แบบเดิม (Static) จะถูกแทนที่โดยระบบ PFC แบบพลวัต (Dynamic) ที่ให้ผลตอบแทนในด้านเศรษฐศาสตร์ที่ดีกว่าระบบ PFC แบบเดิม ประกอบไปด้วย เครื่องควบคุม (Controller) และคาปาซิเตอร์ ซึ่งต่อเข้าระบบโดย คอนแทกเตอร์ และการหน่วงเวลามากกว่า 60 วินาทีของเครื่องควบคุม อันเนื่องมาจากการคลายประจุของคาปาซิเตอร์ การเปลี่ยนแปลงโหลดแบบฉับพลันภายในโรงงานอุตสาหกรรมที่ทันสมัยต้องการ PFC ที่ตอบสนองการเปลี่ยนแปลงโหลดแบบพลวัต ระบบ Dynamic PFC ที่ใช้ไธริสเตอร์กำลังจะเข้ามาแทนที่คอนแทกเตอร์ เนื่องจากสามารถต่อคาปาซิเตอร์เข้าระบบได้แบบเฉียบพลัน โดยไม่ต้องรอเวลาคลายประจุของคาปาซิเตอร์ ยิ่งไปกว่านั้นไธริสเตอร์มีอายุการใช้งานที่ยาวนานกว่าคอนแทกเตอร์อย่างมาก เนื่องจากไม่มีการสึกหรอของหน้าสัมผัส โดยไธริสเตอร์ต่อคาปาซิเตอร์เข้าระบบที่จุดผ่านของกระแสไฟฟ้าเป็นศูนย์ จึงไม่เกิดกระแสกระชากพุ่งเข้าในระบบ ซึ่งอาจสูงมากถึง 200 เท่าของกระแสปกติของคาปาซิเตอร์ ระบบ Dynamic PFC ช่วยให้เกิดประโยชน์สูงสุดในการแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ในอุตสาหกรรม:

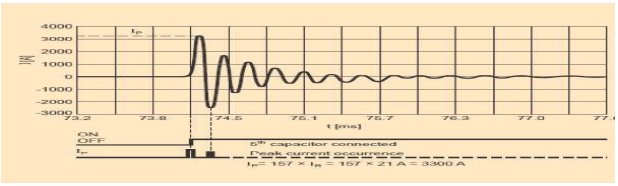
- ลดรีแอคทีฟเพาเวอร์แฟคเตอร์ และค่าไฟฟ้า รวมถึงโหลดที่เปลี่ยนแปลงเร็ว
- การทำงานเร็วกว่า 20 mS
- ลดการลงทุนสำหรับโรงงานที่สร้างใหม่ (ลดขนาดหม้อแปลง ขนาดตู้สวิทช์บอร์ด ขนาดสายไฟ เป็นต้น)
- แรงดันไฟฟ้าคงที่มากยิ่งขึ้น ตัวอย่างเช่น ไม่เกิดแรงดันไฟฟ้าตกขณะทำการเชื่อม (welding) หรือ กดทับโลหะ (Pressing)
- ป้องกันไฟกระพริบ (Flicker)
- ไม่เกิดกระแสพุ่งเข้า และ แรงดันไฟฟ้าเกิน

Dynamic PFC ถูกนำไปใช้ในอาคาร หรืออุตสาหกรรมที่มีอุปกรณ์เชื่อม (welding) เครื่องกดทับ (Pressing) กังหันลมผลิตไฟฟ้า (wind Parks) เครื่องยก (Cranes) ลิฟท์ (Lifts) และมอเตอร์ขนาดใหญ่

ขณะต่อคาปาซิเตอร์เข้าระบบไฟฟ้าโดยไม่มีการหน่วงกระแสไฟฟ้า ผลที่เกิดกับคาปาซิเตอร์จะเสมือนกับเกิดการลัดวงจร

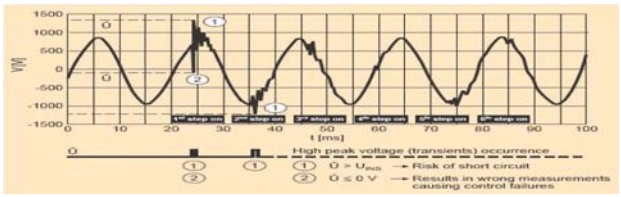
การต่อคาปาซิเตอร์

การต่อคาปาซิเตอร์ขนานกับคาปาซิเตอร์ที่ต่อเข้าใช้งานอยู่แล้ว จะยิ่งเพิ่มกระแสพุ่งเข้าผ่านตัวคาปาซิเตอร์สูงมากๆ เพื่อหลีกเลี่ยงผลเสียของคุณภาพไฟฟ้า และอายุการใช้งานคาปาซิเตอร์กระแสพุ่งเข้าต้องถูกลดทอนลง



รูปที่ 1 กระแสพุ่งเข้าคาปาซิเตอร์ สำหรับวงจรคอนแทกเตอร์

กระแสพุ่งเข้า 157 เท่าของกระแสพิกัดของคาปาซิเตอร์ ถูกแสดงไว้ในรูปที่ 1 กระแสกระชากนี้เกิดจากการต่อคาปาซิเตอร์ขนานกับคาปาซิเตอร์ตัวอื่นๆ ผ่านคอนแทกเตอร์ชนิดไม่มีอุปกรณ์หน่วงกระแส

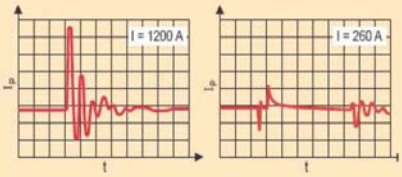


รูปที่ 2 แรงดันไฟฟ้าชั่วคราวขณะกระแสไฟฟ้าสูงสุด

ผลที่เกิดขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าในระบบ ถูกแสดงไว้ในรูปที่ 2 แรงดันไฟฟ้าชั่วคราว (Voltage Transients) ที่เกิดขึ้นสามารถสร้างปัญหารุนแรงตามมา เช่น ฉนวนชำรุดเสียหาย ความเสียหายกับโหลดอื่นๆ หรือการประมวลผลผิดพลาดในระบบข้อมูลในข้อมูลระบบ (Data System) และเครื่องตรวจวัด

บริษัท ไอทีเอ็ม คาปาซิเตอร์ จำกัด www.itm.co.th โทร : 02 336 1116 แฟกซ์ : 02 336 1114

91/105 ม.4 ถนนบางนา-ตราด ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540 E-mail: tm@itm.co.th

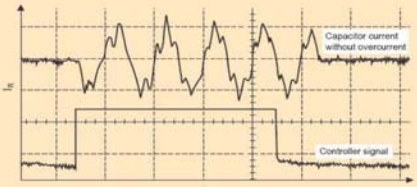


กระแสไหลผ่านคาปาซิเตอร์ สำหรับกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟ 12.5 kVAr ที่กระแสปกติ 18 A. 400 V. ปราศจากลวดต้านทานหน่วงกระแส (ซ้าย) และมีลวดต้านทานหน่วงกระแส (ขวา)

รูปที่ 3 คอนแทกเตอร์ชนิดที่มีและไม่มีชุดต้านกระแสไฟฟ้าพุ่งเข้า

แม้ว่ากระแสพุ่งเข้าที่สูงมากนี้สามารถหลีกเลี่ยงได้โดยใช้คอนแทกเตอร์ สำหรับคาปาซิเตอร์ โดยเฉพาะชนิดมีอุปกรณ์หน่วงกระแส แต่ก็ยังคงมีกระแสพุ่งเข้าหลงเหลืออยู่บ้างตามรูปที่ 3

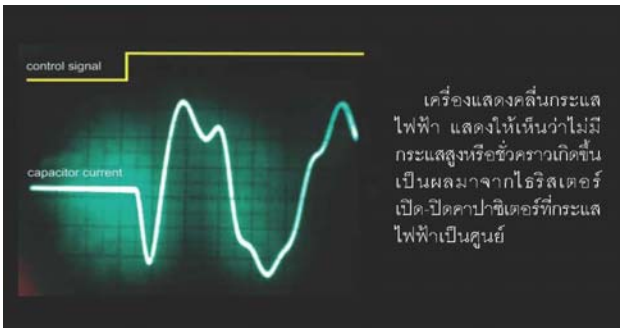
ปัญหานี้แก้ไขได้โดยใช้ไธริสเตอร์ที่ยอมรับการตัดต่อคาปาซิเตอร์ได้หลายๆครั้งโดยไม่จำกัดจำนวน และสามารถตัดต่อได้ในระยะเวลาอันสั้นมากๆ สำหรับโหลดที่เปลี่ยนแปลงเร็ว เนื่องจากคาปาซิเตอร์ถูกสับเข้าที่กระแสเป็นศูนย์โดยไธริสเตอร์ กระแสพุ่งที่สูงมากจึงไม่เกิดขึ้น



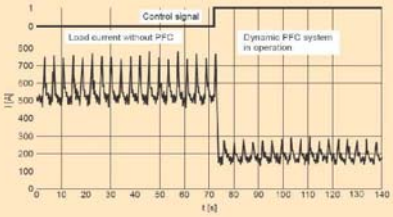
ไธริสเตอร์เปิด-ปิดคาปาซิเตอร์โดยปราศจากความล่าช้าอย่างแท้จริง กระแสเพิ่มขึ้นจากศูนย์ถึงสูงสุด โดยปราศจากกระแสพุ่งเข้าสูง จึงไม่เกิดอันตรายจากแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วคราวเกิดขึ้น

รูปที่ 4 กระแสผ่านคาปาซิเตอร์ที่ถูกตัดต่อโดยไธริสเตอร์

ไธริสเตอร์ตัดต่อคาปาซิเตอร์โดยปราศจากความล่าช้าอย่างแท้จริง ตามที่แสดงไว้ในรูปที่ 4 ทันทีที่สัญญาณคอนโทรลเลอร์ถูกส่งไปที่ไธริสเตอร์ กระแสไฟฟ้าเริ่มไหลผ่านคาปาซิเตอร์ และเพิ่มขึ้นจากศูนย์ถึงค่าสูงสุด โดยปราศจากกระแสพุ่งเข้าใดๆ การที่ไม่มีกระแสพุ่งเข้าสูงสุดเกิดขึ้นมาในระบบแรงดันสูงขึ้นชั่วคราวแบบเฉียบพลัน ซึ่งเป็นอันตรายกับอุปกรณ์ไฟฟ้าก็ย่อมไม่เกิดขึ้นตามไปด้วย เส้นกราฟนี้แสดงให้เห็นว่ากระแสคลื่นรูปไซน์ถูกทำให้ผิดรูปไป อันเนื่องมาจากฮาร์โมนิคส์ในระบบ สำหรับการปนเปื้อนฮาร์โมนิคส์ที่เกิดขึ้นนี้ควรใช้ระบบ Dynamic PFC ชนิดที่มีดีจูนรีแอกเตอร์ต่อร่วมกับคาปาซิเตอร์เพื่อป้องกันกระแสเกินที่คาปาซิเตอร์ การนำ Dynamic PFC ไปใช้งานเป็นที่แพร่หลายมากในอุตสาหกรรมเหล็กเครื่องทับ (Presses) และเครื่องเชื่อม (Welding Equipment) ถูกใช้งานขนานกับระบบไฟฟ้า การเปิด-ปิดคาปาซิเตอร์ของระบบ PFC อย่างรวดเร็วได้ถูกนำมาใช้อย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้เพื่อตอบสนองการเปลี่ยนโหลดอย่างรวดเร็ว การออกแบบของระบบ Dynamic PCF เป็นผลให้ค่ากำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟลดลงอย่างมาก การลงทุนสำหรับอุปกรณ์ไฟฟ้าแรงต่ำ (บัสบาร์ ทองแดง หม้อแปลงไฟฟ้า ตู้จ่ายไฟฟ้า สายไฟฟ้า เป็นต้น) ถูกทำให้ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ



รูปที่ 5 กระแสคาปาซิเตอร์หลังจากสับเข้า



แผนภาพกระแสเวลาสำหรับการใช้กระแสสูงสุดถูกลดลงสองในสามส่วน

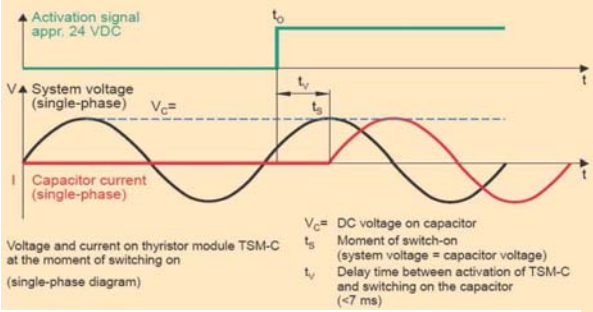
รูปที่ 6 การใช้กระแสไฟฟ้าชนิดมีและไม่มีระบบแก้ไข

การลดลงของกำลังไฟฟ้ารีแอคทีฟในระบบไฟฟ้าถูกแสดงไว้ในรูปที่ 6 เส้นกราฟของกระแสไฟฟ้าขณะมี และ ไม่มี Dynamic PFC ถูกแสดงไว้ด้านขวา และด้านซ้ายตามลำดับ เครื่องแสดงรูปคลื่นกระแสไฟฟ้าในรูปที่ 5 เปิดเผยให้เห็นชัดเจนว่าไม่มีกระแสพุ่งเข้าสูงสุดเกิดขึ้น แต่มีเพียงกระแส ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเล็กน้อยโดยปราศจากผลเสียใดๆ กับคุณภาพไฟฟ้าหรือคาปาซิเตอร์

ศูนย์รวมระบบจำหน่าย Dynamic PFC

บริษัท ITM-EPCOS เสนอสินค้าครบวงจรสำหรับ Dynamic PFC

- ไธริสเตอร์รุ่น TSM ขนาด 12.5 - 200 kVAr ที่ 400 V และขนาด 75 kVAr ที่ 690 V.
- คอนโทรลเลอร์สำหรับ Dynamic PFC รุ่น BR6000-T และ BR7000-T
- คาปาซิเตอร์รุ่น PhaseCap



รูปที่ 7 กราฟต่อวงจรของไธริสเตอร์รุ่น TSM

บริษัท ไอทีเอ็ม คาปาซิเตอร์ จำกัด www.itm.co.th โทร : 02 336 1116 แฟกซ์ : 02 336 1114
91/105 ม.4 ถนนบางนา-ตราด ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540 E-mail: tm@itm.co.th

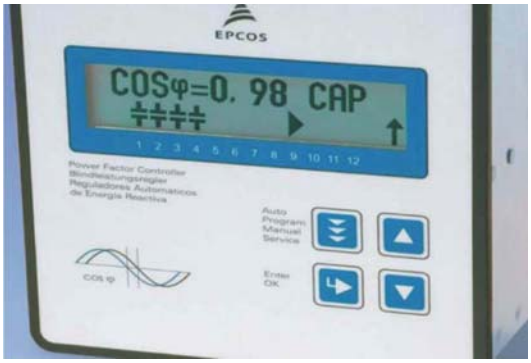
ITM

EPCOS

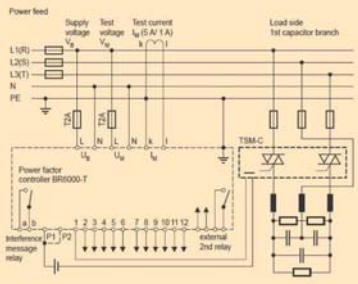
คาปาซิเตอร์ & ฮาร์โมนิคส์

ชุดไธริสเตอร์ระบบตรวจสอบตัวเอง เป็นสวิทช์อิเล็คโทรนิกส์พลวัตที่สามารถเปิดปิดคาปาซิเตอร์โดยปราศจากแรงดันไฟฟ้าสูงชั่วคราว โดยใช้เวลาเพียง 2-3 mS ตามรูปที่ 7 ข้อดีของระบบ Dynamic PCF คือ

- ติดตั้งง่าย ชุดไธริสเตอร์สามารถถูกนำไปใช้แทนที่คอนแทกเตอร์
- มีระบบตรวจสอบตัวเองสำหรับค ปาซิเตอร์ขนาดสูงสุดถึง 200 kVAr
- ไม่สร้างปัญหาฮาร์โมนิฟส์
- ตอบสนองเวลารวดเร็วโดยน้อยกว่า 7 mS
- ตรวจสอบตัวเองอย่างต่อเนื่องของแรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า คาปาซิเตอร์ และอุณหภูมิไธริสเตอร์
- แสดงเตือนในแต่ละเสต็ป
- ต่อขนานไธริสเตอร์ได้หลายตัวต่อเสต็ป
- แสดงข้อความควบคุมและข้อผิดพลาด



รูปที่ 8 จอแสดงผล BR6000-T EPCOS



เพาเวอร์แฟกเตอร์คอนโทรลเลอร์ BR6000-T ถูกต่อร่วมกับชุดไธริสเตอร์โดยใช้ควบคุมได้สูงสุด 12 ชุด ในแผงวงจรนี้ต่อร่วมกับคาปาซิเตอร์และรีแอคเตอร์

คอนโทรลเลอร์ชนิด Dynamic PFC รุ่น BR6000-T ตามรูป 8 เป็นผลจากการพัฒนาอย่างต่อเนื่องของรุ่น BR6000 ซึ่งมีการทำหน้าที่ใช้งานเพิ่มมากขึ้น การพัฒนานี้ทำขึ้นมาใช้ควบคุมชุดไธริสเตอร์โดยเฉพาะสำหรับการเปิด-ปิดแบบพลวัต และตอบสนองโดยตรงกับการแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ องค์ประกอบของ BR6000-T ถูกแสดงไว้ในรูปที่ 9 ในตัวอย่างนี้คอนโทรลเลอร์ใช้ควบคุมชุดไธริสเตอร์ TSM ซึ่งใช้ควบคุมคาปาซิเตอร์ และรีแอกเตอร์นอกเหนือไปจากความเร็วในการเปิดปิดที่น้อยกว่า 40 mS BR6000-T สามารถคืนตัวรวดเร็วของเพาเวอร์แฟกเตอร์โดยการเปิด-ปิด หลายเสต็ปพร้อมกัน

ตัวแปรเสริมอันหลากหลาย สามารถเปลี่ยนค่าสำหรับความเหมาะสมสูงสุดของการควบคุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ในชุดไธริสเตอร์ที่แตกต่างกัน

BR6000-T มีให้เลือก 6 หรือ 12 ขั้วส่งออกทรานซิสเตอร์ และขั้วส่งออกเตือนภัย

BR7000-T มี 12 ขั้วส่งออกทรานซิสเตอร์ และขั้วส่งออกเตือนภัยใช้วัดระบบไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส เพื่อควบคุมเพาเวอร์แฟกเตอร์ได้ทั้ง 3 เฟส และ/ หรือ
1 เฟส เหมาะกับโหลดชนิด 3 เฟส และ 1 เฟส

จอแสดงผลชนิดตัวอักษร ตัวเลข และเครื่องหมายต่างๆทำให้ง่ายต่อการใช้งาน

สรุป

ระบบการแก้ไขค่าเพาเวอร์แฟกเตอร์แบบพลวัตที่มีชุดไธริสเตอร์เสนอความได้เปรียบที่มีนัยสำคัญมากกว่าระบบตัดต่อคาปาซิเตอร์แบบเดิมที่ใช้คอนแทกเตอร์ :

- เปิดปิดในเวลาน้อยกว่า 7 mS
- ไม่เกิดกระแสไฟฟ้าสูงสุด จึงไม่เกิดปัญหาแรงดันไฟฟ้าสูงสุดชั่วคราวในระบบ
- ลดต้นทุนในการติดตั้งตู้สวิทช์บอร์ด บัสบาร์ทองแดง สายไฟฟ้า ขนาดเบรคเกอร์ เป็นต้น
- ลดค่าปรับเพาเวอร์แฟคเตอร์ ค่าพลังงานไฟฟ้า และค่าดีมานด์สูงสุด

EPCOS เสนออุปกรณ์ครบวงจรสำหรับระบบ Dynamic PFC :

- อุปกรณ์ควบคุมเพาเวอร์แฟคเตอร์แบบพลวัต
- ชุดไธริสเตอร์ตัดต่อเร็ว
- คาปาซิเตอร์ชนิดมีระบบป้องกันกระแสเกิน และซ่อมแซมตัวเอง
- รีแอคเตอร์ป้องกันเรโซแนนซ์ และลดฮาร์โมนิกส์ในระบบ
- บริการให้คำปรึกษาในการออกแบบและติดตั้งใช้งาน

บริษัท ไอทีเอ็ม คาปาซิเตอร์ จำกัด www.itm.co.th โทร : 02 336 1116 แฟกซ์ : 02 336 1114

91/105 ม.4 ถนนบางนา-ตราด ต.บางโฉลง อ.บางพลี จ.สมุทรปราการ 10540 E-mail: tm@itm.co.th