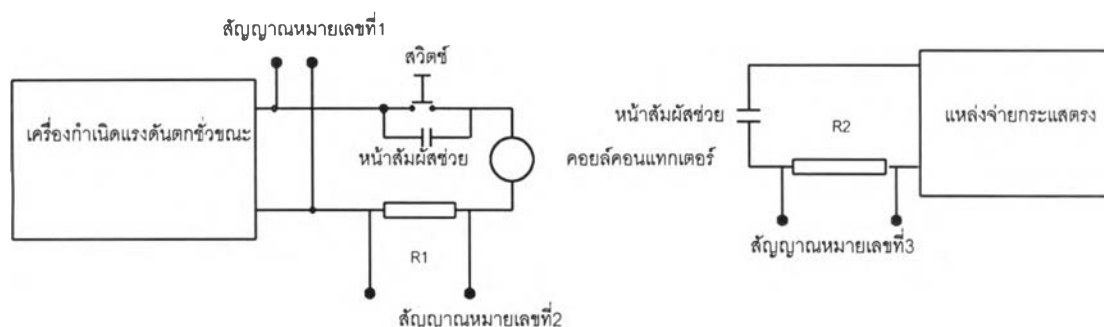


บทที่ 5

ผลการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะต่อคอนแทกเตอร์กระแสสลับ

ในกระบวนการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะต่อคอนแทกเตอร์กระแสสลับ ที่ได้กล่าวในบทที่ 4 เมื่อดำเนินการต่อวงจรตามรูปที่ 4.1 เพื่อทำการทดสอบผลของพารามิเตอร์ ของแรงดันตกชั่วขณะต่างๆคือ ขนาด ช่วงเวลาการเกิด และมุมเฟสการเกิดของแรงดันตกชั่วขณะ ต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับว่ามีผลเช่นใด



รูปที่ 5.1 ตำแหน่งการตรวจจับสัญญาณแสดงสภาวะการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ

การทดสอบการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ จะทำการวัดสัญญาณจำนวน 3 จุดตามรูปที่ 5.1 เพื่อตรวจสอบสภาพการทำงานภายใต้ผลของแรงดันตกชั่วขณะ โดยที่

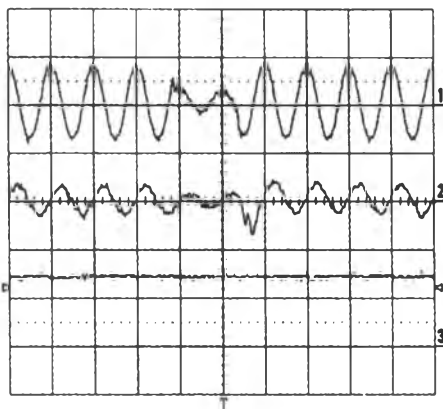
สัญญาณที่1 คือแรงดันที่ป้อนให้ขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของคอนแทกเตอร์ ซึ่งจะให้รายละเอียดรูปคลื่นของแรงดัน เช่นขนาดของแรงดัน ช่วงเวลาที่เกิดแรงดันตกชั่วขณะและจุดที่เริ่มเกิดแรงดันตกชั่วขณะ

สัญญาณที่2 คือ กระแสที่ไหลผ่านขดลวดสร้างสนามแม่เหล็กของคอนแทกเตอร์จะให้รายละเอียดของรูปคลื่นกระแสเช่น ขนาดของกระแสช่วงก่อน ระหว่าง และหลังการเกิดแรงดันตกชั่วขณะ

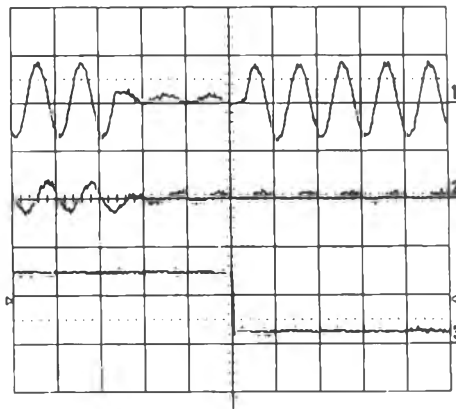
สัญญาณที่3 คือกระแสที่ไหลผ่านหน้าสัมผัสช่วย เพื่อใช้ตรวจสอบสภาวะการทำงานของคอนแทกเตอร์ เนื่องจากสัญญาณที่ได้จากการวัดกระแสที่ไหลผ่านขดลวดของคอนแทกเตอร์

มีสัญญาณรบกวนค่อนข้างสูง จึงจำเป็นต้องยืนยันสถานะการทำงาน ด้วยกระแสที่ไหลผ่านหน้าสัมผัสช่วยแทน

สัญญาณที่ตรวจวัดนั้นแสดงให้เห็นถึงสถานะการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับว่ามีสภาพการทำงานที่ปกติ หรือล้มเหลวในการทำงานเมื่อได้รับผลของแรงดันตกชั่วขณะ



(ก)



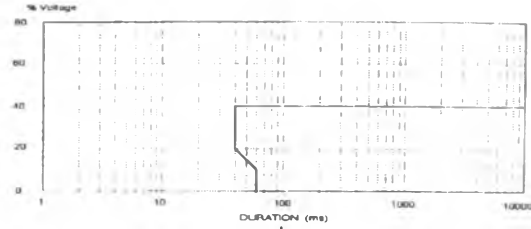
(ข)

รูปที่ 5.2 สัญญาณสถานะการทำงานของคอนแทกเตอร์ ขณะได้รับผลของแรงดันตกชั่วขณะ

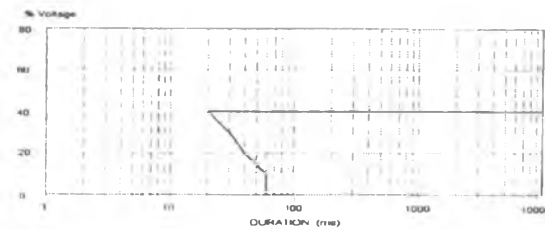
ผลของการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะที่มีต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ มีอยู่ด้วยกัน 2 ลักษณะกล่าวคือ สภาพที่คอนแทกเตอร์ยังคงสามารถที่จะทำงานได้ตามปกติภายใต้สถานะของแรงดันตกชั่วขณะ กับอีกกรณี คือคอนแทกเตอร์มีสภาพล้มเหลวในการทำงาน รูปที่ 5.2(ก) และ 5.2(ข) จะแสดงผลที่เกิดขึ้นทั้ง 2 ลักษณะของสภาพการทำงานเมื่อได้รับผลของแรงดันตกชั่วขณะ รูปที่ 5.2(ก) แสดงสัญญาณที่ตรวจจับจากคอนแทกเตอร์ ณ จุดต่างๆ เมื่อคอนแทกเตอร์ยังคงสามารถทำงานได้ตามปกติ ในขณะที่ได้รับผลของแรงดันตกชั่วขณะ กระแสที่ไหลผ่านขดลวด (สัญญาณที่ 2) จะมีค่าลดลงตามการลดลงของแรงดันที่ทำการป้อน แต่ยังคงมีค่าที่สูงพอที่จะทำให้เกิดแรงดึงให้คอนแทกเตอร์ทำงานได้ตามปกติ ซึ่งจะให้ผลตรงกันข้ามกับรูปที่ 5.2(ข) ซึ่งจะแสดงให้เห็นการทำงานที่ล้มเหลว สังเกตได้จากกระแสที่ไหลผ่านหน้าสัมผัส (สัญญาณที่ 3) จะมีค่าลดลงเป็นศูนย์ จากผลของการทดสอบพารามิเตอร์ต่างๆ ของแรงดันตกชั่วขณะต่อคอนแทกเตอร์กระแสสลับ ได้ผลดังนี้

5.1 ผลการทดสอบแรงดันตกชั่วขณะต่อคอนแทกเตอร์กระแสสลับ

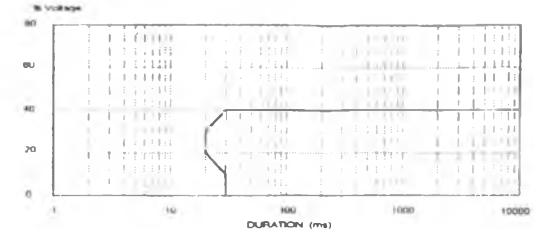
เมื่อทำการต่อวงจรตามรูปที่ 4.1 แล้วทำการจับสัญญาณตามตำแหน่งที่แสดงในรูปที่ 5.1 ซึ่งจะได้ผลการทดสอบที่แสดงในรูปของกราฟขนาดแรงดันตก ต่อช่วงเวลาการเกิดที่มุ่มเฟสการเกิดค่าต่างๆ กราฟผลการทดสอบให้ความหมายดังนี้คือ การทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ ที่ทำงานภายใต้สภาพคุณลักษณะของพารามิเตอร์แรงดันตกชั่วขณะภายใต้เส้นกราฟคอนแทกเตอร์ดังกล่าวจะมีสภาพล้มเหลวในการทำงาน ในขณะที่หากคอนแทกเตอร์ได้รับผลของแรงดันตกชั่วขณะตามคุณลักษณะเหนือเส้นกราฟคอนแทกเตอร์จะยังคงสามารถที่จะทำงานได้ตามปกติ



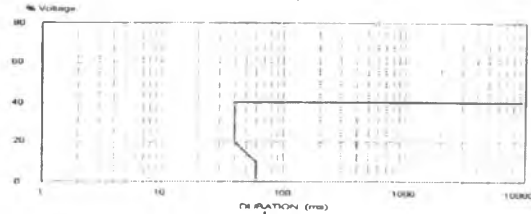
(ก) ที่มุมเฟส 0°



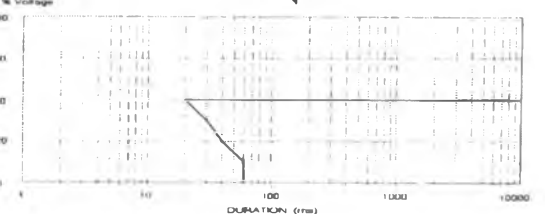
(จ) ที่มุมเฟส 30°



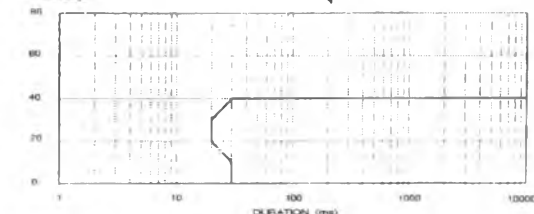
(ฉ) ที่มุมเฟส 60°



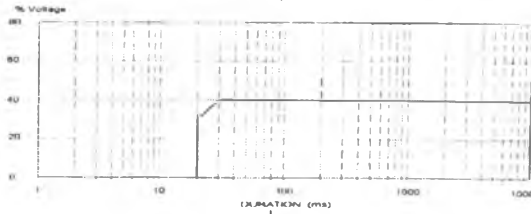
(ช) ที่มุมเฟส 180°



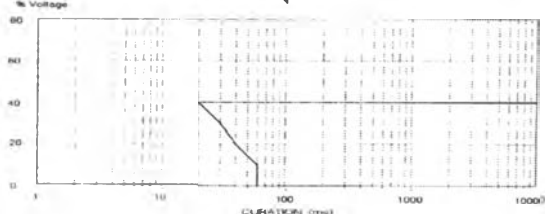
(ฉ) ที่มุมเฟส 150°



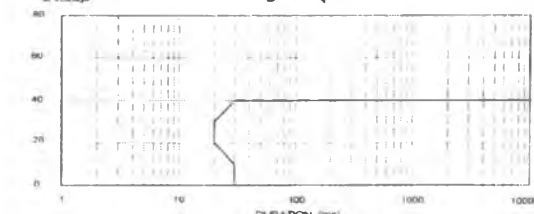
(ญ) ที่มุมเฟส 120°



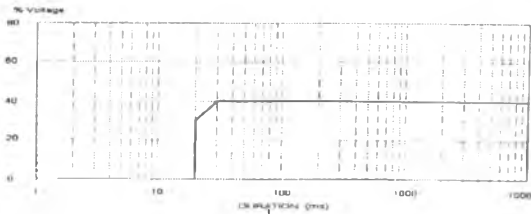
(ค) ที่มุมเฟส 90°



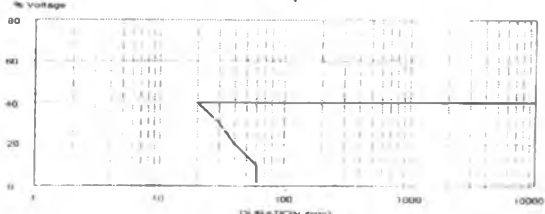
(ช) ที่มุมเฟส 210°



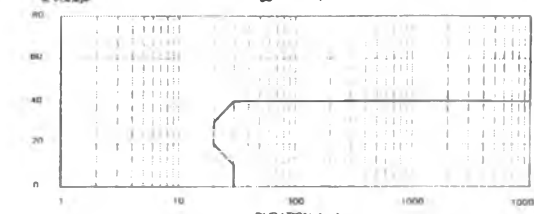
(ฎ) ที่มุมเฟส 240°



(ง) ที่มุมเฟส 270°

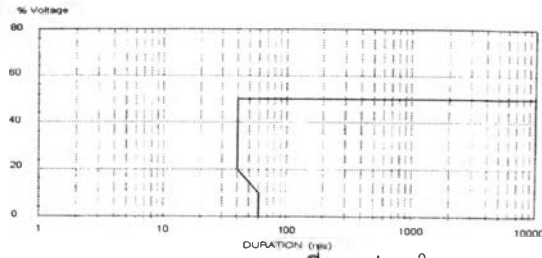


(ซ) ที่มุมเฟส 330°

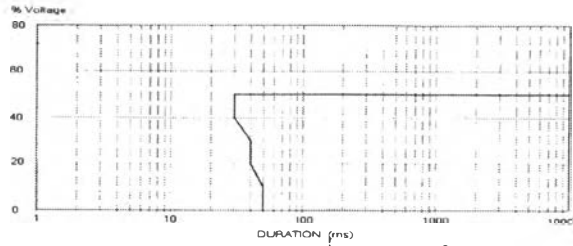


(ฏ) ที่มุมเฟส 300°

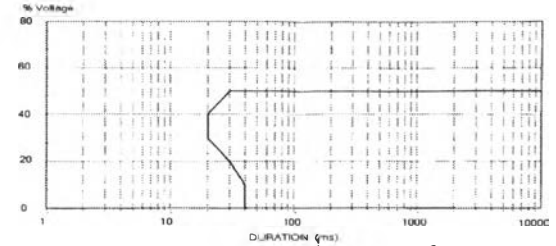
รูปที่ 5.3 กราฟผลการทดสอบขนาดและช่วงเวลาการเกิด ของแรงดันตกชั่วขณะของคอนแทกเตอร์กระแสสลับขนาด22A



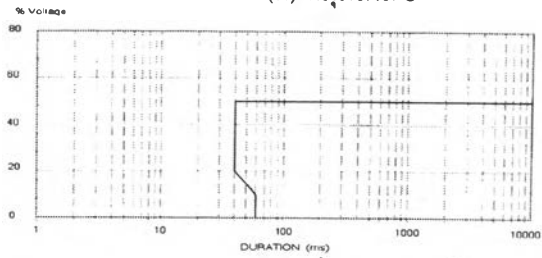
(ก) ที่มุมเฟส 0°



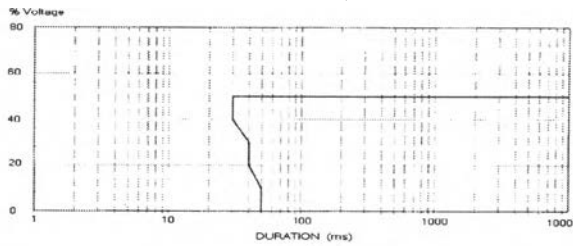
(จ) ที่มุมเฟส 30°



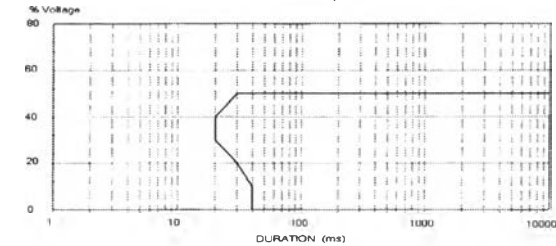
(ฉ) ที่มุมเฟส 60°



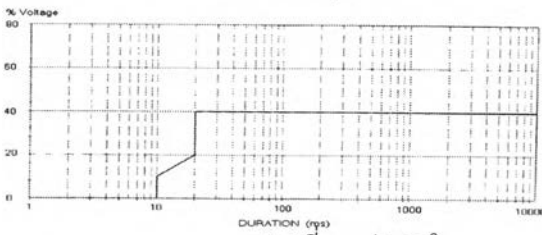
(ช) ที่มุมเฟส 180°



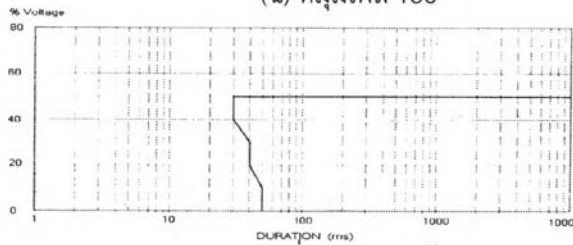
(ฉ) ที่มุมเฟส 150°



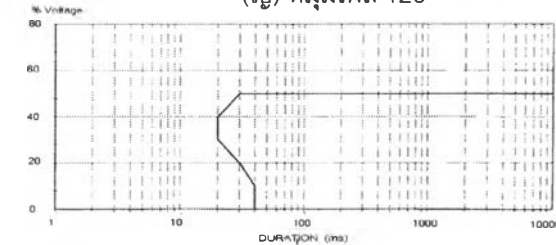
(ญ) ที่มุมเฟส 120°



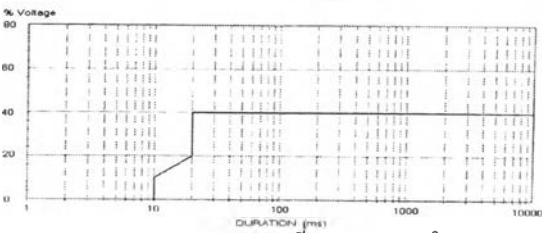
(ค) ที่มุมเฟส 90°



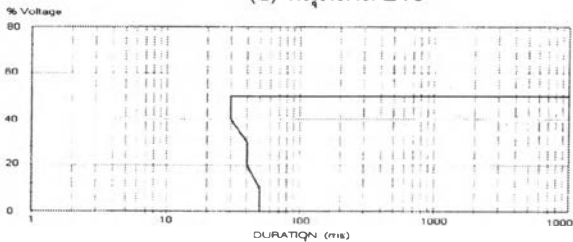
(ช) ที่มุมเฟส 210°



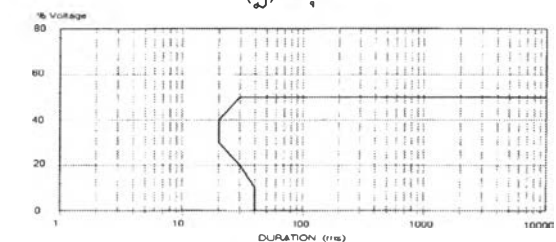
(ฎ) ที่มุมเฟส 240°



(ง) ที่มุมเฟส 270°

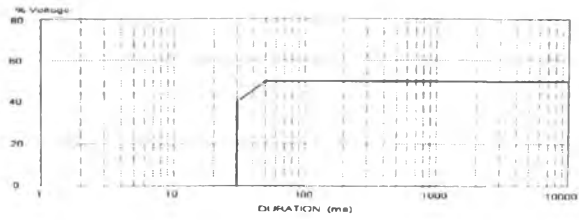


(ช) ที่มุมเฟส 330°

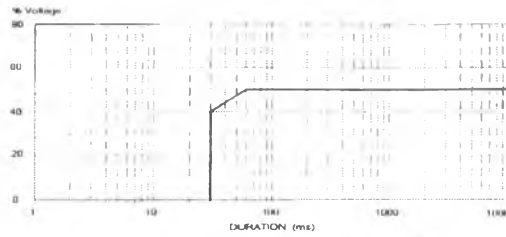


(ฏ) ที่มุมเฟส 300°

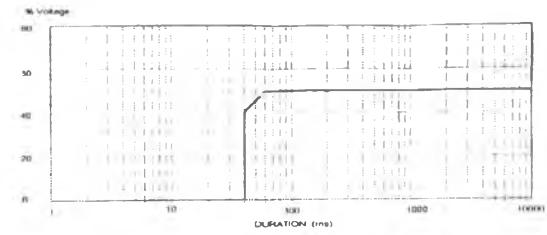
รูปที่ 5.4 กราฟผลการทดสอบขนาดและช่วงเวลาการเกิด ของแรงดันตกชั่วขณะของคอนแทกเตอร์กระแสสลับขนาด 32A



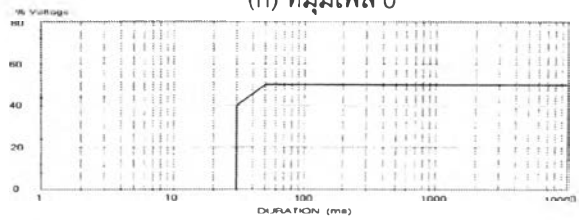
(ก) ที่มุมเฟส 0°



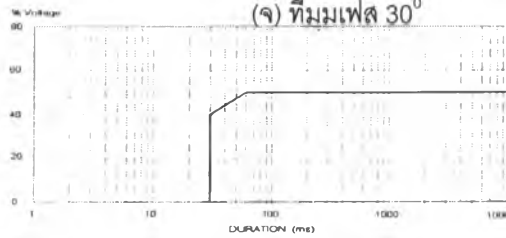
(จ) ที่มุมเฟส 30°



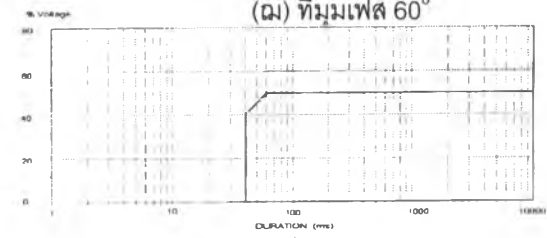
(ฉ) ที่มุมเฟส 60°



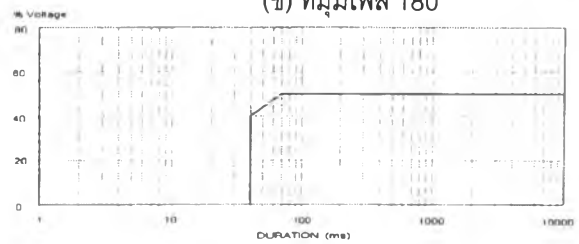
(ช) ที่มุมเฟส 180°



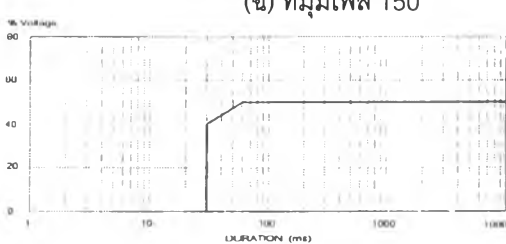
(ฉ) ที่มุมเฟส 150°



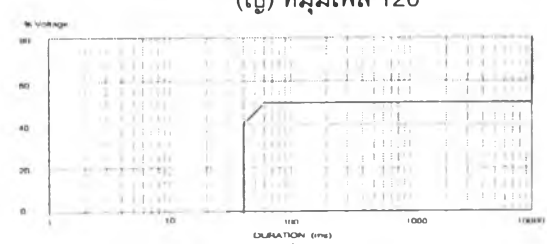
(ญ) ที่มุมเฟส 120°



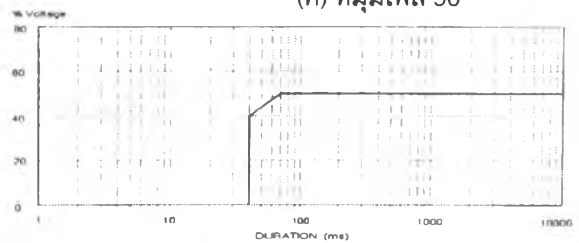
(ค) ที่มุมเฟส 90°



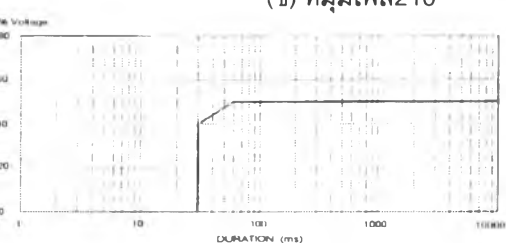
(ช) ที่มุมเฟส 210°



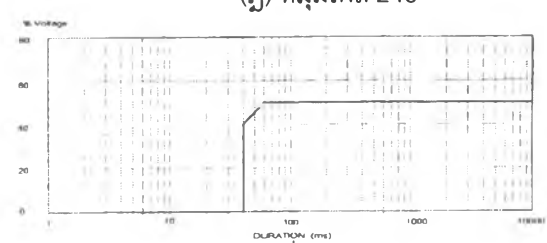
(ฎ) ที่มุมเฟส 240°



(ง) ที่มุมเฟส 270°



(ช) ที่มุมเฟส 330°

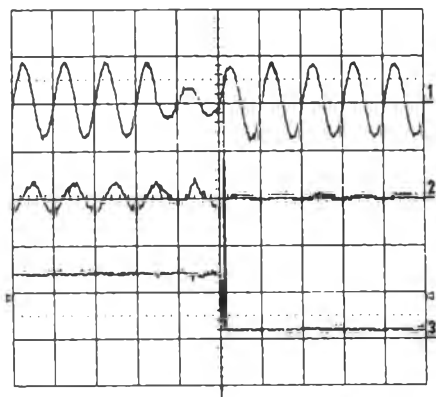


(ฏ) ที่มุมเฟส 300°

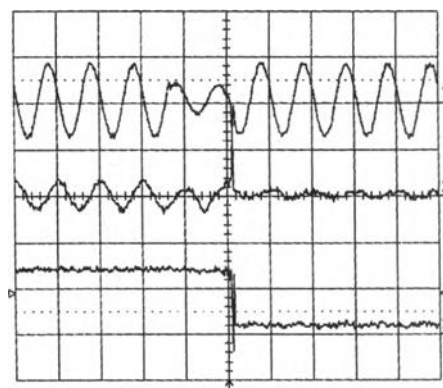
รูปที่ 5.5 กราฟผลการทดสอบขนาดและช่วงเวลาการเกิด ของแรงดันตกชั่วขณะของคอนแทกเตอร์กระแสสลับขนาด 50A

5.2 วิเคราะห์ผลการทดสอบผลของแรงดันตกชั่วขณะต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์ กระแสสลับ

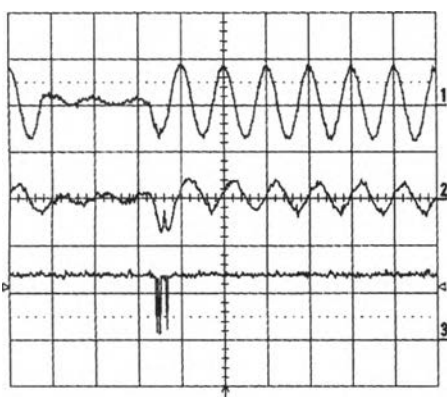
จากการทดสอบพารามิเตอร์ของแรงดันตกชั่วขณะ ได้แก่วัสดุของแรงดันตก ช่วงเวลา การเกิด และมุมเฟสการเกิด ต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ ขนาดต่างๆ ได้ผลการ ทดสอบซึ่งแสดงในรูปของกราฟของขนาดแรงดันตก และช่วงเวลาการเกิดที่มุมค่าต่างๆ ได้ผล การทดสอบดังรูปที่ 5.3 ถึงรูปที่ 5.5 ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าผลของการเปลี่ยนไปของ พารามิเตอร์แต่ละชนิดจะยังผลต่อความสามารถในการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ ซึ่งจะมีสภาพที่จะยังคงทำงานอยู่ได้หรือ สัมเหลวนในการทำงาน ขึ้นอยู่กับขอบเขตจำกัดของคอน แทกเตอร์แต่ละชนิด คุณลักษณะเด่นที่ได้จากการทดสอบพบว่าคอนแทกเตอร์จะมีสภาพความ สามารถในการทำงานภายใต้ผลของแรงดันตกชั่วขณะที่เหมือนกันทุก $\frac{1}{4}$ รอบสัญญาณแรงดัน ซึ่งให้ผลสอดคล้องตามทฤษฎี ความสามารถของการทำงานของคอนแทกเตอร์ จะมีค่าขึ้นอยู่กับ แรงดันที่เกิดจากการป้อนกระแสที่ป้อนให้กับขดลวดกระแสของคอนแทกเตอร์ โดยมีความ สัมพันธ์คือ แรงที่ทำให้คอนแทกเตอร์ทำงานจะแปรผันตามกระแสที่ไหลผ่านขดลวดยกกำลังสอง คุณลักษณะเด่นดังกล่าวสามารถพิจารณาได้จากกราฟผลการทดสอบดังรูปที่ 5.3 -รูปที่ 5.5 จะเห็นได้ว่าคุณลักษณะการทำงานของคอนแทกเตอร์ในสภาพแรงดันตกชั่วขณะที่มุมเฟส การเกิดที่มุม 0° (รูปที่ 5.3(ก)) จะให้เส้นกราฟคุณลักษณะเหมือนกับเส้นกราฟของคอน แทกเตอร์ที่ทำงานในสภาพการเกิดแรงดันตกชั่วขณะที่มุมเฟสการเกิดที่มุม 180° (รูปที่ 5.3 (ข)) ในลักษณะเดียวกันจะพบว่าผลการทดสอบของคอนแทกเตอร์ภายใต้ผลของแรงดันตกชั่วขณะที่ มุมเฟสการเกิด ที่ขนาด 30° 150° 210° และ 330° จะให้ผลการทดสอบที่เหมือนกันสังเกตได้จาก เส้นกราฟผลการทดสอบดังรูปที่ 5.3(จ) ถึง รูปที่ 5.3 (ข) รูปที่ 5.6 เป็นตัวอย่างของสัญญาณ แรงดันและกระแส ของคอนแทกเตอร์ ขนาด 32 A ที่ได้จากการทดสอบตามรูปวงจรที่ 5.1 ที่แสดง ให้เห็นคุณลักษณะเด่นดังกล่าวจะเห็นได้ว่า ผลของการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่มุมสมมาตร $\frac{1}{4}$ รอบของสัญญาณแรงดัน ซึ่งจะให้ผลการทำงานที่มีลักษณะที่เหมือนกัน



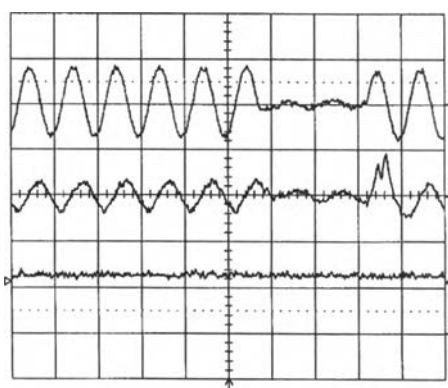
(ก) ผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ขนาด 0.4 pu.
ขนาดช่วงการเกิด 1.5 ไซเคิล ที่มุม 150 องศา



(ข) ผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ขนาด 0.4 pu.
ขนาดช่วงการเกิด 1.5 ไซเคิล ที่มุม 30 องศา



(ค) ผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ขนาด 0.1 pu.
ขนาดช่วงการเกิด 2.5 ไซเคิล ที่มุม 0 องศา

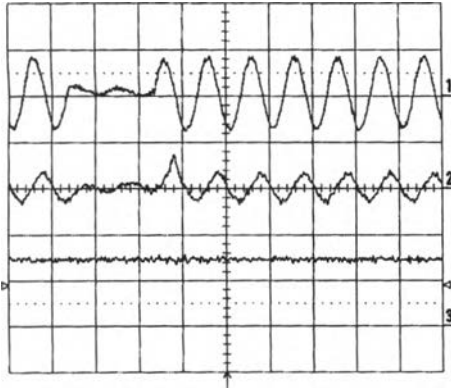


(ง) ผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ขนาด 0.1 pu.
ขนาดช่วงการเกิด 2.5 ไซเคิล ที่มุม 180 องศา

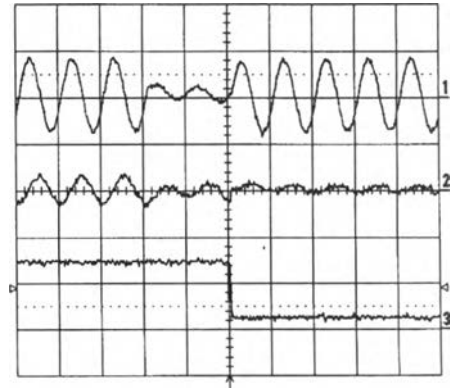
รูปที่ 5.6 รูปสัญญาณสภาพการทำงานของคอนแทกเตอร์ขนาด 32 A ภายใต้สภาพมุมเฟสที่มีความสมมาตร

5.2.1 ผลของขนาดแรงดันตกชั่วขณะต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสลับ

ผลการทดสอบแสดงให้เห็นว่าขนาดของแรงดันตกจะเป็นพารามิเตอร์หนึ่งของแรงดันตกชั่วขณะที่มีผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์ ขนาดของแรงดันตกที่มีค่าที่เปลี่ยนไปในขณะที่ช่วงเวลาการเกิด และมุมเฟสการเกิดที่มีค่าคงที่ จะมีผลต่อความสามารถในการทำงาน ขนาดของแรงดันตกที่ค่าหนึ่งจะมีผลทำให้คอนแทกเตอร์ล้มเหลวในการทำงาน ในขณะที่ขนาดของแรงดันตกที่อีกค่าหนึ่ง คอนแทกเตอร์ยังคงสามารถที่จะทำงานได้อย่างปกติ รูปที่ 5.7 เป็นตัวอย่างของสัญญาณแรงดันและกระแสที่ได้จากการทดสอบผลของขนาดแรงดันตามรูปวงจรที่ 5.1 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าขนาดของแรงดันตกชั่วขณะจะมีผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์



(ก) ผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ขนาด 0.1pu.
ขนาดช่วงการเกิด 2 ไซเคิล ที่มุม 0 องศา

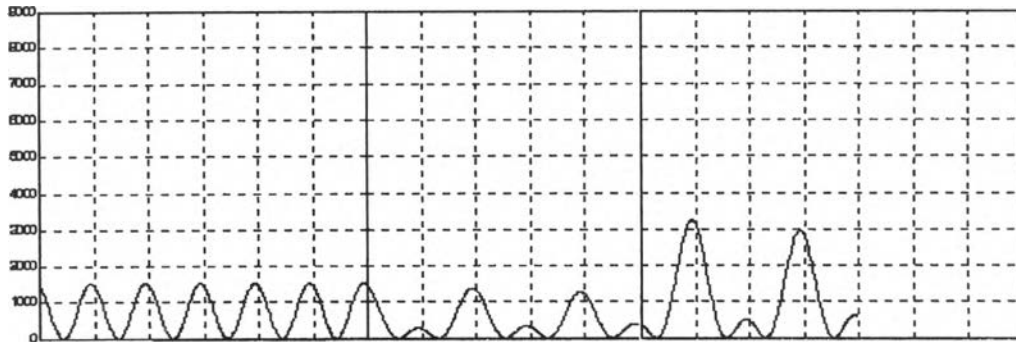


(ข) ผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ขนาด 0.2pu.
ขนาดช่วงการเกิด 2 ไซเคิล ที่มุม 0 องศา

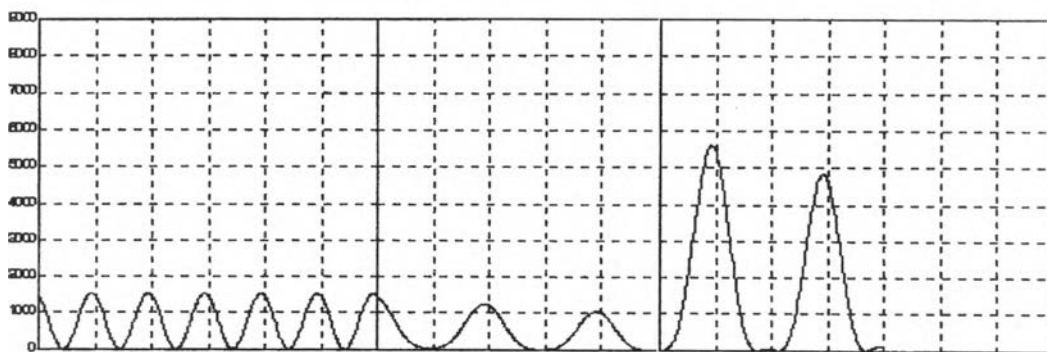
รูปที่ 5.7 รูปสัญญาณการทดสอบขนาดของแรงดันตกที่มีต่อการทำงานของ ของคอนแทกเตอร์กระแสลับ

ทั้งนี้สาเหตุของความล้มเหลวของคอนแทกเตอร์เนื่องมาจากขนาดของแรงดันที่ทำให้การป้อนให้กับขดลวดกระแส จะมีผลต่อขนาดของกระแสซึ่งจะสร้างแรงเนื่องจากสนามแม่เหล็กให้กับคอนแทกเตอร์ทำงาน ขนาดของแรงดันที่มีค่าเปลี่ยนไปจะมีผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์ เมื่อขนาดของแรงดันมีค่าลดลงจนถึงค่าหนึ่ง ในขณะที่ช่วงเวลาการเกิด และมุมเฟสการเกิดมีค่าคงที่ จะทำให้คอนแทกเตอร์ไม่สามารถที่จะทำงานได้ จากภาคผนวกที่ 1 แสดงการวิเคราะห์ขนาดของกระแสซึ่งมีผลต่อการเกิดแรงดึงแกนเหล็กเพื่อที่จะทำให้คอนแทกเตอร์อยู่ในสภาพที่ทำงาน จะขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดัน เพราะว่าการเกิดแรงดันตกชั่วขณะเป็นความผิดปกติที่มีช่วงเวลานั้นที่มีการเปลี่ยนระดับของแรงดัน ดังนั้นจะมีผลของสภาวะชั่วคราว(transient) เข้ามาเกี่ยวข้องในการพิจารณา เนื่องจากที่ได้กล่าวไว้แล้วว่าขนาดของกระแสยกกำลังสองจะมีค่าแปรผันโดยตรงต่อแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นกับแกนเหล็กของคอนแทกเตอร์ที่มีผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์ รูปที่ 5.8 เป็นรูปกราฟที่แสดงผลของการจำลองกระแสยกกำลังสองตามสมการของกระแสในภาคผนวกที่ 1 ของแรงดันตกทดสอบที่ขนาดแรงดัน 0.7 pu, 0.4pu. และ 0.1pu. ตามลำดับ ที่มุมเฟสการเกิด 0° และช่วงเวลาการเกิดเท่ากับ 50 มิลลิวินาที ที่ได้จากการทดสอบตามรูปที่ 5.9 จากรูปที่ 5.8 แสดงให้เห็นว่าขนาดของแรงดันตกที่ลดลงจะมีผลต่อขนาดของกระแสที่ไหลผ่านขดลวด เนื่องจากกราฟจำลองแบบที่ได้เป็นกราฟกระแสยกกำลังสองจึงเป็นกราฟที่แปรผันโดยตรงต่อแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้น ดังนั้นรูปที่ 5.8(ค) จึงแสดงให้เห็นว่าสาเหตุที่ระดับแรงดันตกเท่ากับ 0.1pu. คอนแทกเตอร์สามารถที่จะทำงานได้ ก็เนื่องมาจากผลของกระแส

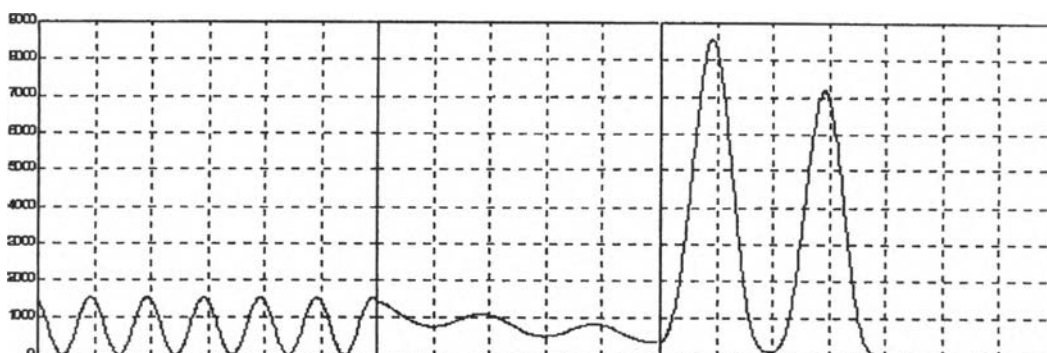
ตัวครู่ยังคงมีค่าที่สูงพอต่อการที่จะทำให้เกิดแรงแม่เหล็กที่จะชนะแรงดึงกลับของสปริงภายในคอนแทกเตอร์



(ก) ที่ขนาดแรงดันตก 0.7pu.



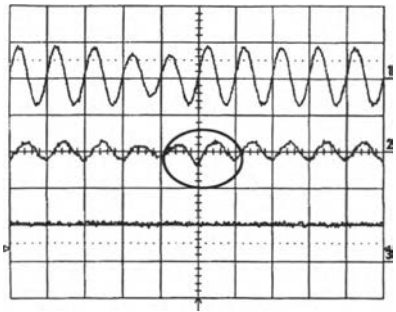
(ข) ที่ขนาดแรงดันตก 0.4pu.



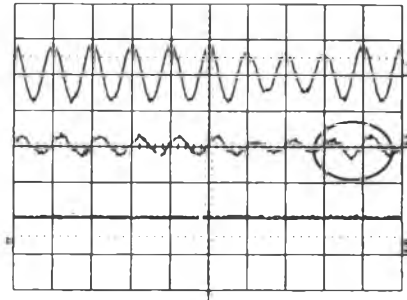
(ค) ที่ขนาดแรงดันตก 0.1pu.

รูปที่ 5.8 กราฟแบบจำลองของกระแสยกกำลังสองที่ไหลผ่านขดลวดของคอนแทกเตอร์
ที่ขนาดแรงดันตกชั่วขณะต่างๆ

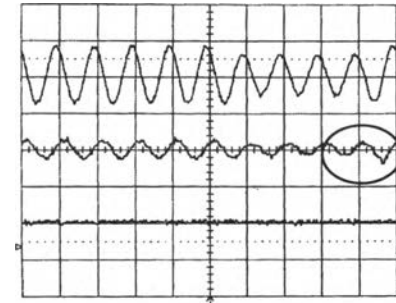
ในกรณีที่รูป 5.8 (ข) ซึ่งเป็นกราฟจำลองแบบกระแสยกกำลังสองเมื่อคอนแทกเตอร์ได้รับผลของแรงดันตก 0.4 pu. จะมีค่าของกระแสในช่วงที่เกิดแรงดันตกชั่วขณะที่ไม่เพียงพอจึงเป็นผลให้คอนแทกเตอร์ล้าเหลวในการทำงาน ในขณะที่รูปที่ 5.8(ก) ผลของกระแสยกกำลังสองในช่วงที่เกิดแรงดันตกชั่วขณะมีค่าที่สูงพอ จึงทำให้คอนแทกเตอร์ยังคงสามารถที่จะทำงานได้ทั้งนี้เนื่องจากส่วนของกระแสที่สภาวะคงตัวยังคงมีค่าที่สูงเพียงพอที่ทำให้เกิดแรงแม่เหล็กเพื่อเอาชนะแรงดึงสปริงนั่นเอง จากความสัมพันธ์นี้เองที่ทำให้จากการทดสอบคอนแทกเตอร์ พบว่าเส้นกราฟผลการทดสอบมีการโค้งดังรูป 5.3 ถึงรูปที่ 5.5 เป็นตัวอย่างที่แสดงให้เห็นผลของส่วนของสภาวะชั่วคราว พิจารณาจากตัวอย่างที่ได้จากการทดสอบของคอนแทกเตอร์ขนาด 32 A 220V ที่มุมเฟสการเกิด 0° ที่ช่วงเวลาความผิดปกติเท่ากับ 40 ms พบว่าคอนแทกเตอร์จะมีสภาพล้าเหลวในการทำงานในขณะที่แรงดันตกมี ขนาดอยู่ในช่วง 0.2 pu. ถึง 0.5 pu. ในขณะที่ขนาดของแรงดันตกที่มีขนาดต่ำกว่า 0.2 pu. คอนแทกเตอร์ยังคงสามารถที่จะทำงานต่อไปได้ทั้งนี้เป็นผลมาจากกระแสของสภาวะชั่วคราวที่มีความสำคัญในการก่อให้เกิดแรงดึงแกนเหล็กที่ทำให้คอนแทกเตอร์ทำงาน ในขณะที่ที่ขนาดแรงดันตกที่มีขนาดสูงกว่า 0.5 pu. แรงที่ดึงแกนเหล็กจะได้รับผลมาจากกระแสส่วนที่เป็นสภาวะคงตัวจึงทำให้คอนแทกเตอร์ มีสภาพที่ทำงานได้ตามปกติ คุณลักษณะนี้จะมีผลลดลงเมื่อขนาดคอนแทกเตอร์มีขนาดใหญ่ขึ้น ทั้งนี้เนื่องมาจากคุณสมบัติทางกลของคอนแทกเตอร์ ที่มีขนาดใหญ่จะมีแรงเฉื่อยในการดึงดูตามขนาดของแรงที่เกิดจากกระแส จึงทำให้คุณลักษณะดังกล่าวลดน้อยลงไป รูปที่ 5.9 แสดงถึงปรากฏการณ์ดังกล่าวของคอนแทกเตอร์ ขนาด 32 A โดยที่รูปสัญลักษณ์ที่อยู่ในวงกลม แสดงให้เห็นในรูปเป็นส่วนของกระแสที่มีผลของกระแสในสภาวะชั่วคราวรวมอยู่ในส่วนของกระแสที่ไหลผ่านขดลวด ในขณะที่เกิดความผิดปกติทางด้านแรงดัน



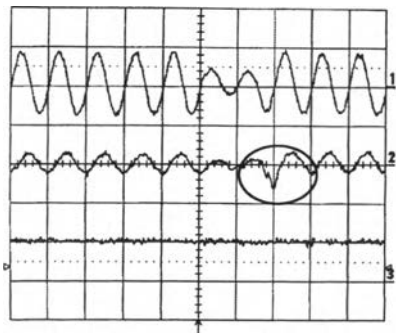
(ก)
ทดสอบที่ 0.7 pu
30 ms



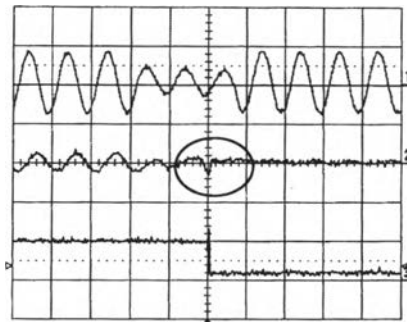
(ข)
ทดสอบที่ 0.7 pu
50 ms



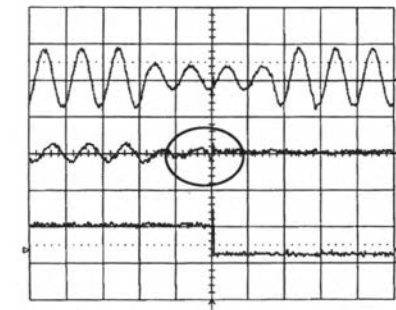
(ค)
ทดสอบที่ 0.7 pu
70 ms



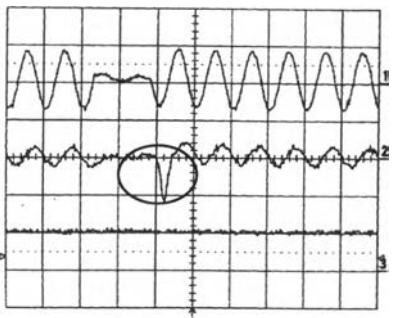
(ง)
ทดสอบที่ 0.4 pu
30 ms



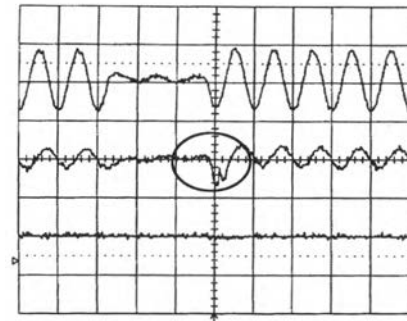
(จ)
ทดสอบที่ 0.4 pu
50 ms



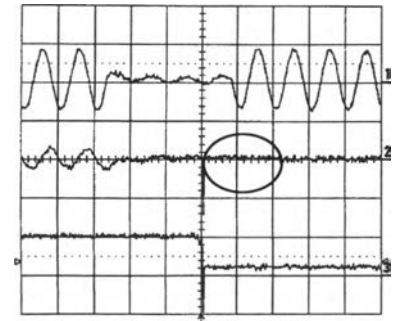
(ฉ)
ทดสอบที่ 0.4 pu
70 ms



(ช)
ทดสอบที่ 0.1 pu
30 ms



(ฌ)
ทดสอบที่ 0.1 pu
50 ms

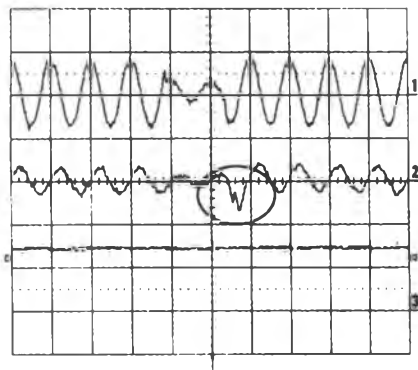


(ฉ)
ทดสอบที่ 0.1 pu
70 ms

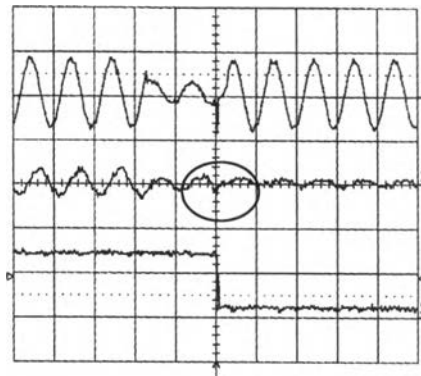
รูปที่ 5.9 สัญญาณจากการทดสอบคอนแทกเตอร์กระแสสลับขนาด 32 A ที่มุม 0° ณ ขนาดแรงดันและช่วงเวลาต่างๆ

5.2.2 ผลของช่วงเวลาการเกิดของแรงดันตกชั่วขณะต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์ กระแสสลับ

ผลของช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์ แสดงให้เห็นจากผลของการทดสอบที่แสดงในรูปของกราฟขนาดแรงดันตกต่อ ช่วงเวลาการเกิด ที่มุมการเกิดที่ค่าต่างๆตามรูปที่ 5.3 ถึง รูปที่ 5.5 ผลของช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกจะส่งผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ หากมีการลดลงของขนาดแรงดันตกมาที่ค่าหนึ่งๆ และมีการเปลี่ยนของช่วงเวลาการเกิดให้มีค่ามากขึ้นที่ค่ามุมเฟสการเกิดคงที่ รูปที่ 5.10 (ก) และรูปที่ 5.10 (ข) แสดงให้เห็นผลของช่วงเวลาที่มีต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์ จากรูปจะสังเกตสภาพการทำงานของคอนแทกเตอร์ได้จากสัญญาณกระแสที่ไหลผ่านหน้าสัมผัสช่วย(สัญญาณที่ 3) จะมีค่าลดลงเป็นศูนย์หากคอนแทกเตอร์มีสภาพที่ล้มเหลวในการทำงาน



(ก) แสดงผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ขนาด 0.3pu. ขนาดช่วงการเกิด 1.5 ไซเคิล ที่มุม 3 องศา

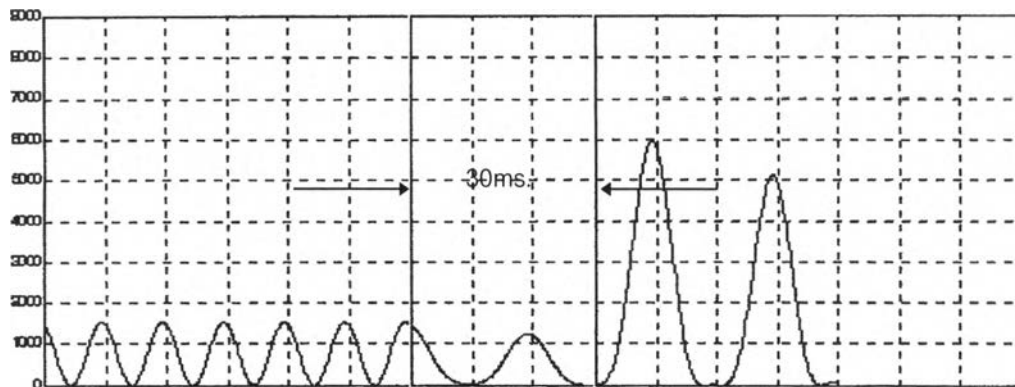


(ข) แสดงผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ขนาด 0.3pu. ขนาดช่วงการเกิด 2 ไซเคิล ที่มุม 3 องศา

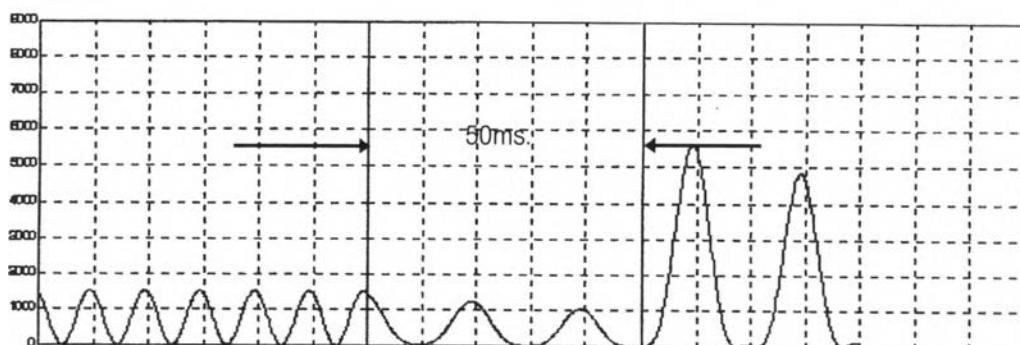
รูปที่ 5.10 สัญญาณการทดสอบช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกที่มีต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ

ช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะมีผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์ นั้นสามารถอธิบายได้โดยรูปแบบจำลองของกระแสยกกำลังสองตามสมการของกระแสในภาคผนวกที่ 1 ดังรูปที่ 5.11 ผลของช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะมีผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์สามารถที่จะอธิบายได้ดังนี้ เมื่อเกิดแรงดันตกชั่วขณะขึ้นจะมีผลทำให้ค่าของกระแสที่ไหลผ่านขดลวดคอนแทกเตอร์มีค่าลดลงตามการลดลงของแรงดัน เนื่องจากแรงดันตกชั่วขณะเป็นความผิดปกติที่มีช่วงเวลาการเกิดสั้น การพิจารณาจึงต้องมีการพิจารณาผลของสภาวะชั่วครู่ในการอธิบายปรากฏการณ์ ช่วงเวลาการเกิดที่ยาวนานจะมีผลทำให้กระแสส่วนที่เป็นสภาวะชั่วครู่มี

ขนาดที่ลดลงตามเวลา ซึ่งจะทำให้กระแสรวมในช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะมีค่าลดลง หากการลดลงของกระแสมีค่าต่ำกว่าค่าที่ทำให้เกิดแรงแม่เหล็กที่จะเอาชนะแรงดึงสปริงในคอนแทกเตอร์ก็จะทำให้คอนแทกเตอร์ล้าะเหลวในการทำงาน รูปที่ 5.11(ก) และ(ข) เป็นรูปภาพจำลองของกระแสยกกำลังสองตามสมการในภาคผนวกที่ 1 ของคอนแทกเตอร์ที่แรงดัน 0.4 pu. ที่ช่วงเวลาการเกิด 30 มิลลิวินาที และ 50 มิลลิวินาที ดังผลการทดสอบตามรูปที่ 5.9 จะเห็นได้ว่า ช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกที่ยาวนานขึ้นจะทำให้ขนาดของแรงแม่เหล็กที่แปรผันตามกระแสยกกำลังสองมีค่าลดลง จึงทำให้เห็นได้ว่าทำไมที่ช่วงเวลาการเกิด 50 มิลลิวินาทีคอนแทกเตอร์จึงมีสถานะล้าะเหลวในการทำงาน ในขณะที่ ที่ช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะ 30 มิลลิวินาที คอนแทกเตอร์ยังคงสามารถที่จะทำงานได้



(ก) ที่ช่วงเวลาการเกิด 30 มิลลิวินาที



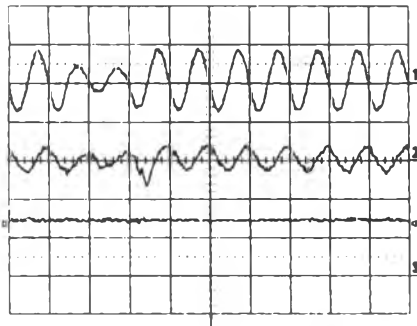
(ข) ที่ช่วงเวลาการเกิด 50 มิลลิวินาที

รูปที่ 5.11 กราฟจำลองแบบของกระแสยกกำลังสองของคอนแทกเตอร์ เมื่อได้รับผลของช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะ

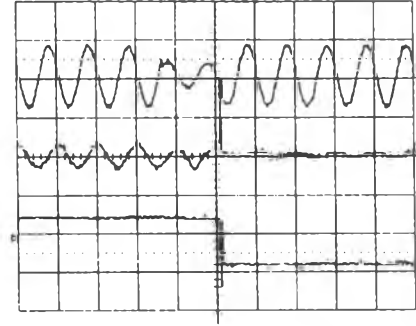
ช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะจะมีผลต่อการทำงานมากน้อยเพียงใดจะขึ้นอยู่กับขนาดของแรงดันที่ลดลงด้วย เนื่องจากขนาดของแรงดันจะมีผลต่อขนาดของกระแสที่ป้อนให้ขดลวดจะลดลงซึ่งจะมีผลของแรงแม่เหล็กที่เกิดขึ้นที่ทำให้คอนแทกเตอร์ทำงาน ดังนั้นพารามิเตอร์ของช่วงเวลาการเกิด จึงมีผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสลับ

5.2.3 ผลของมุมเฟสการเกิดของแรงดันตกชั่วขณะต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์กระแสลับ

มุมเฟสการเกิดแรงดันตกชั่วขณะเป็นพารามิเตอร์หนึ่งที่มีผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์ พิจารณาได้จากผลการทดสอบดังรูปกราฟดังรูปที่ 5.3 ถึงรูปที่ 5.5 ซึ่งเป็นผลของการทดสอบคอนแทกเตอร์ขนาดต่างๆ จะเห็นได้ว่า มุมเฟสการเกิดที่มีค่าแตกต่างกันจะให้ผลทดสอบสภาพการทำงานของคอนแทกเตอร์ภายใต้สภาวะแรงดันตกชั่วขณะที่แตกต่างกัน ผลของแรงดันตกชั่วขณะที่มีขนาด 0.4 pu. ช่วงเวลาการเกิดความผิดปกติ 30 ms ที่มุมเฟสการเกิดที่มุม 0° กับที่มุม 30° จะให้ผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่แตกต่างกัน โดยที่มุม เฟสการเกิดที่มุม 0° คอนแทกเตอร์ยังคงสามารถที่จะทำงานได้ภายใต้สภาพแรงดันตกชั่วขณะ ในขณะที่การทำงานของคอนแทกเตอร์ ที่มุมเฟส 30° จะมีสภาพที่ล้มเหลวในการทำงาน รูปที่ 5.12 แสดงให้เห็นภาพของสัญญาณแรงดันและกระแสที่ได้จากวงจรทดสอบตามรูปที่ 5.1 ที่แสดงให้เห็นผลของมุมเฟสการเกิดที่มีผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์ ผลของมุมเฟสการเกิดแรงดันตกมีผลต่อการทำงานอธิบายได้จากสมการของกระแสที่มีผลต่อแรงที่ทำให้คอนแทกเตอร์ทำงาน ตามภาคผนวกที่ 1 จะเห็นได้ว่ามุมเฟสของการเกิดที่เปลี่ยนแปลงไปจะมีผลทำให้กระแสที่ไหลผ่านขดลวดเปลี่ยนแปลงไปด้วย จึงเป็นเหตุให้แรงที่ดูดแกนเหล็กมีค่าเปลี่ยนแปลงไป ซึ่งจะมีผลต่อการทำงานของคอนแทกเตอร์



(ก) แสดงผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ขนาด 0.4pu.
ขนาดช่วงการเกิด 1.5 ไซเคิล ที่มุม 0 องศา

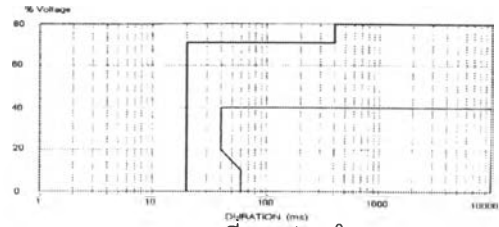


(ข) แสดงผลการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ขนาด 0.4pu.
ขนาดช่วงการเกิด 1.5 ไซเคิล ที่มุม 3 องศา

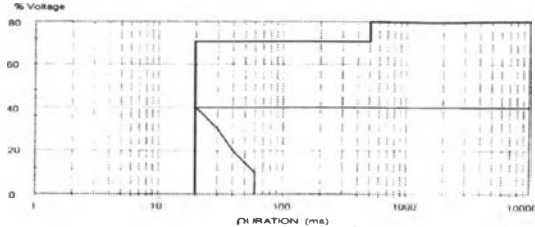
รูปที่ 5.12 สัญญาณการทดสอบผลของมุมเฟสการเกิดที่มีต่อการทำงาน ของคอนแทกเตอร์กระแสสลับ

5.3 การเปรียบเทียบกราฟผลการทดสอบคอนแทกเตอร์กระแสสลับกับกราฟ CBEMA (CBEMA CURVE) [12]

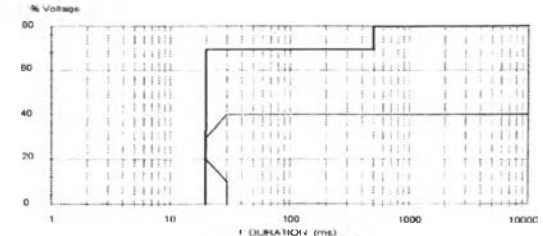
กราฟเปรียบเทียบระหว่างผลการทดสอบคอนแทกเตอร์กระแสสลับ กับกราฟ CBEMA แสดงให้เห็นได้ตามรูปที่ 5.13 ถึงรูปที่ 5.15 กราฟ CBEMA เป็นกราฟที่ได้จากการพิจารณาผลของขนาดของแรงดันตกชั่วขณะและช่วงเวลาการเกิดแรงดันตกชั่วขณะ จากรูปแทนด้วยเส้นกราฟสีแดง ในขณะที่เส้นกราฟสีดำแสดงกราฟผลการทดสอบคอนแทกเตอร์ จากกราฟทั้งสองเส้นเห็นได้ถึงความแตกต่างกันทั้งนี้เนื่องจาก กราฟ CBEMA ไม่มีการพิจารณาผลของมุมเฟสของการเกิดแรงดันตกชั่วขณะ พิเคราะห์เฉพาะเพียงขนาดของแรงดันตก และช่วงเวลาการเกิด ในขณะที่เส้นกราฟที่ทำการทดสอบมีการเปลี่ยนค่าของมุมเฟสการเกิดในขณะที่มีการทดสอบ นอกเหนือไปจากการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ของแรงดันตกชั่วขณะตัวอื่นได้แก่ ขนาดของแรงดันตกและช่วงเวลาการเกิด จึงทำให้เห็นถึงความแตกต่างของเส้นกราฟทั้งสอง รูปที่ 5.13(ก) เป็นตัวอย่างของกราฟเปรียบเทียบที่แสดงให้เห็นว่าเส้นกราฟที่ได้จากการทดสอบ จะบ่งบอกถึงความสามารถในการทำงานของคอนแทกเตอร์ที่ดีกว่า เส้นกราฟ CBEMA ทั้งนี้พิจารณาจากพื้นที่ใต้เส้นกราฟทั้งสอง ซึ่งเป็นตัวที่จะบ่งบอกถึงสภาพของการล้มเหลวในการทำงานของคอนแทกเตอร์ ความแตกต่างของเส้นกราฟทั้งสองจะมีค่าลดน้อยลงเมื่อขนาดของมุมเฟสการเกิด มีค่าเพิ่มขึ้น รูปที่ 5.13(ก) รูปที่ 5.13(ค) รูปที่ 5.13(จ) และรูปที่ 5.13(ฉ) แสดงให้เห็นถึงความสัมพันธ์ดังกล่าวและจะมีลักษณะที่เป็นไปในลักษณะเดียวกันสังเกตได้จาก รูปกราฟเปรียบเทียบรูปที่ 5.14 และรูปที่ 5.15



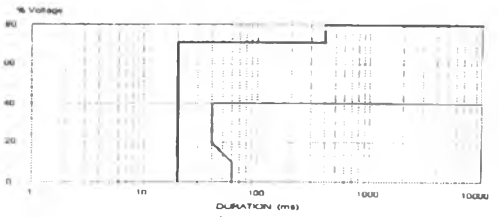
(ก) ที่มุมเฟส 0°



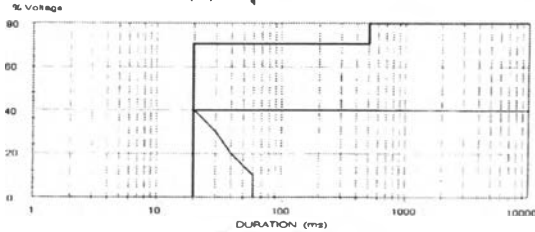
(จ) ที่มุมเฟส 30°



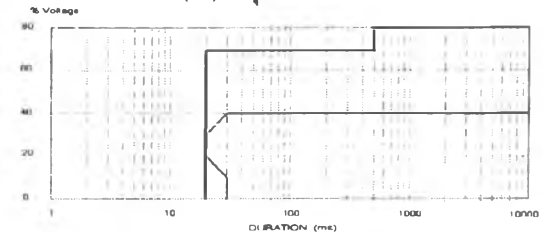
(ฉ) ที่มุมเฟส 60°



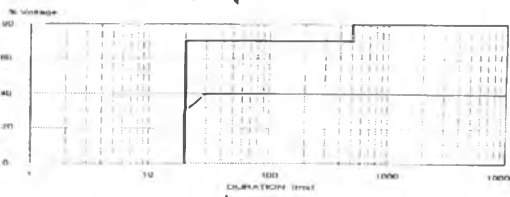
(ช) ที่มุมเฟส 180°



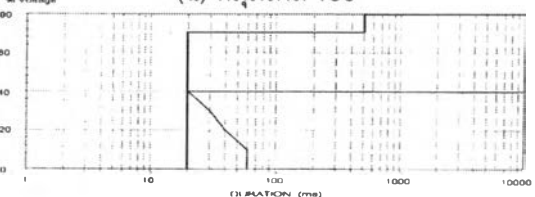
(ฉ) ที่มุมเฟส 150°



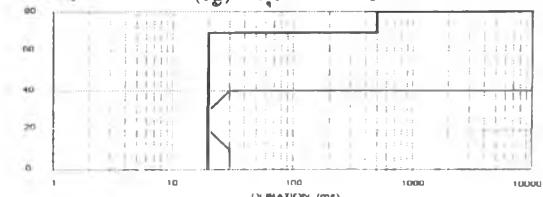
(ญ) ที่มุมเฟส 120°



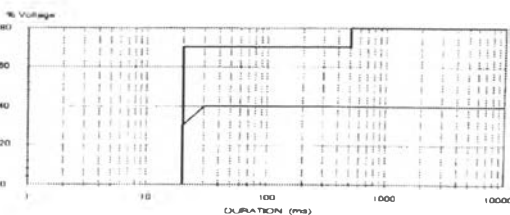
(ค) ที่มุมเฟส 90°



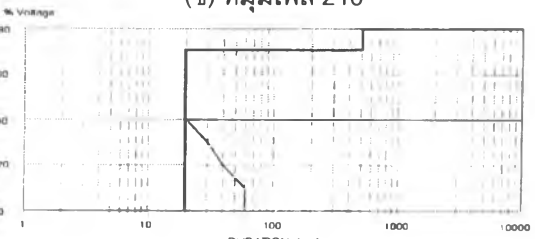
(ช) ที่มุมเฟส 210°



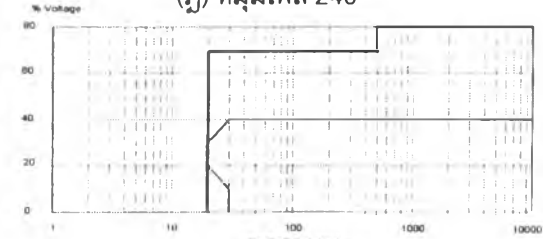
(ฎ) ที่มุมเฟส 240°



(ง) ที่มุมเฟส 270°

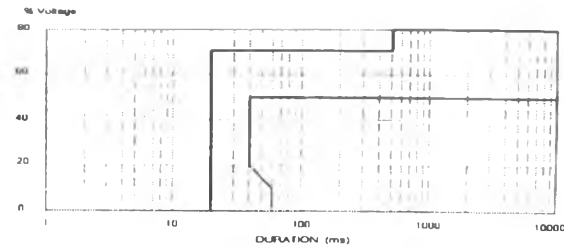


(ต) ที่มุมเฟส 330°

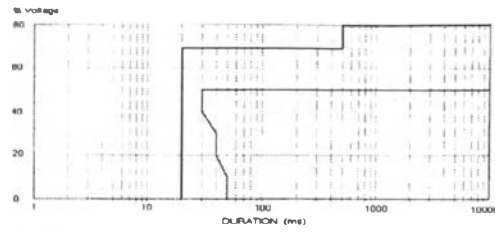


(ด) ที่มุมเฟส 300°

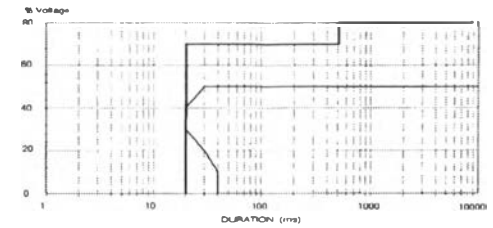
รูปที่ 5.13 กราฟเปรียบเทียบระหว่างกราฟผลการทดสอบคอนแทกเตอร์ขนาด 22 A และกราฟ CBEMA



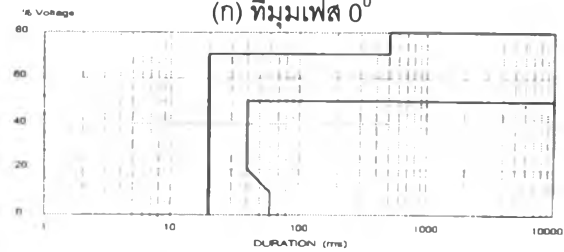
(ก) ที่มุมเฟส 0°



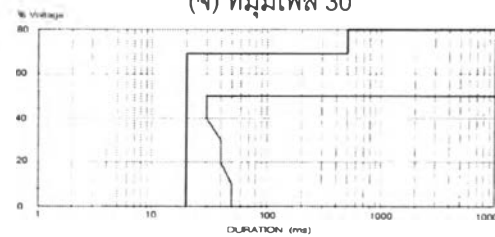
(จ) ที่มุมเฟส 30°



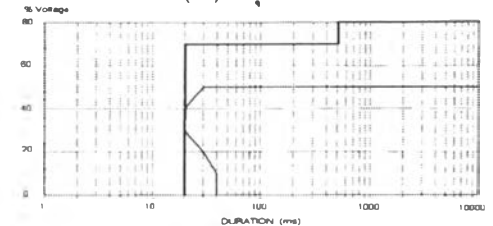
(ฉ) ที่มุมเฟส 60°



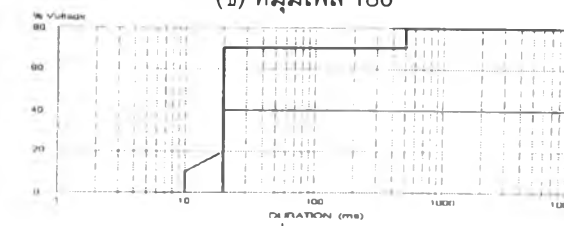
(ช) ที่มุมเฟส 180°



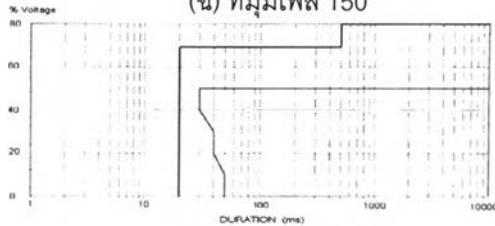
(ฉ) ที่มุมเฟส 150°



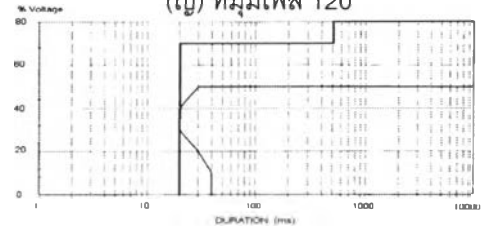
(ญ) ที่มุมเฟส 120°



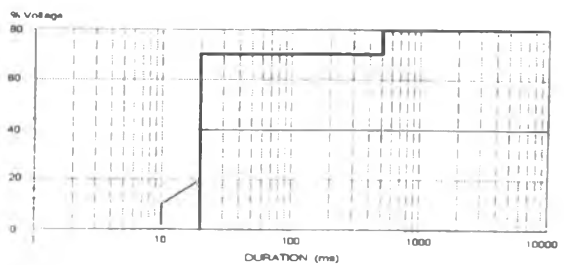
(ค) ที่มุมเฟส 90°



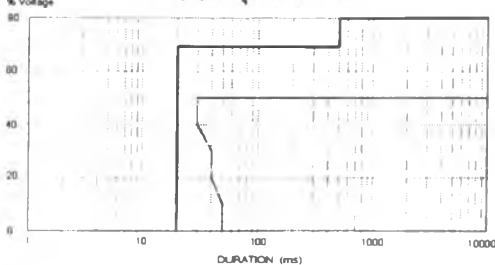
(ช) ที่มุมเฟส 210°



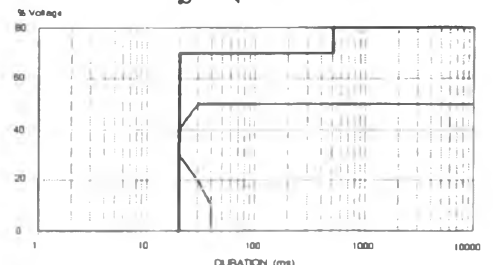
(ฎ) ที่มุมเฟส 240°



(ง) ที่มุมเฟส 270°

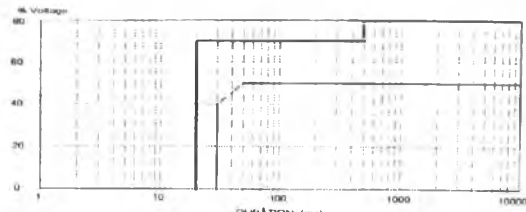


(ซ) ที่มุมเฟส 330°

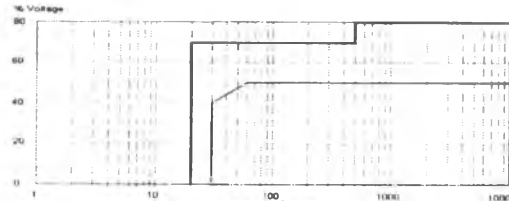


(ฏ) ที่มุมเฟส 300°

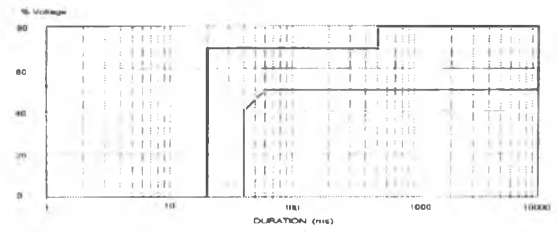
รูปที่ 5.14 กราฟเปรียบเทียบระหว่างกราฟผลการทดสอบคอนแทกเตอร์ขนาด 32 A และกราฟ CBEMA



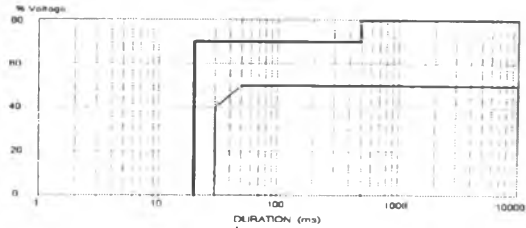
(ก) ทิมมเฟส 0°



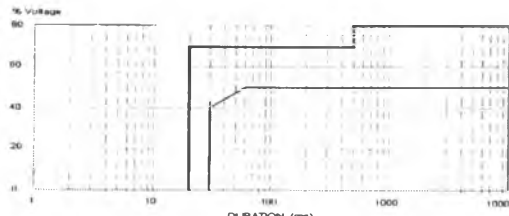
(จ) ทิมมเฟส 30°



(ฉ) ทิมมเฟส 60°



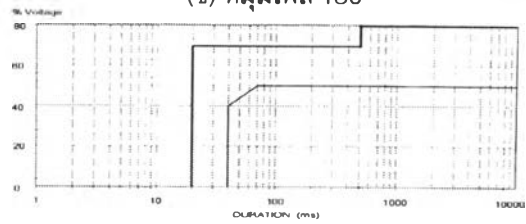
(ช) ทิมมเฟส 180°



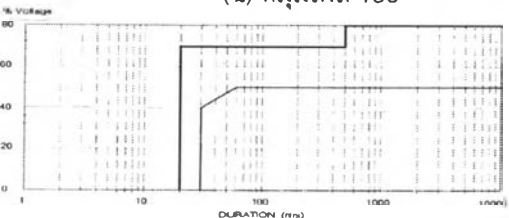
(ฉ) ทิมมเฟส 150°



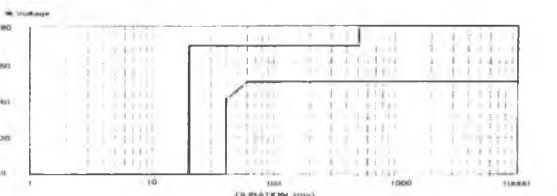
(ญ) ทิมมเฟส 120°



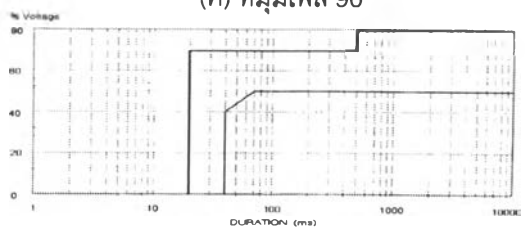
(ค) ทิมมเฟส 90°



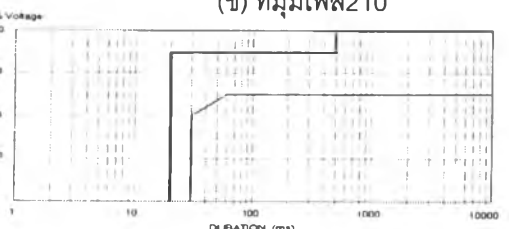
(ช) ทิมมเฟส 210°



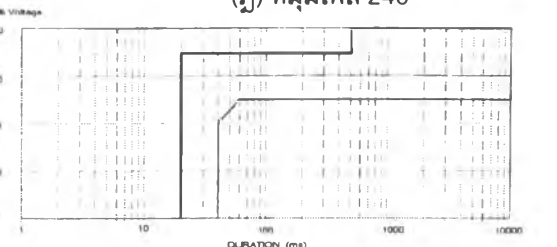
(ฎ) ทิมมเฟส 240°



(ง) ทิมมเฟส 270°



(ช) ทิมมเฟส 330°



(ฏ) ทิมมเฟส 300°

รูปที่ 5.15 กราฟเปรียบเทียบระหว่างกราฟผลการทดสอบคอนแทกเตอร์ขนาด 50 A และกราฟ CBEMA