บทที่ 3
การวิเคราะห์คุณลักษณะแรงดันเกินชั่วครู่จากการสับสวิตช์ตัวเก็บประจุกำลัง โดยใช้การแปลงเวฟเลท

3.1 แรงดันเกินชั่วครู่จากการสับสวิตช์ตัวเก็บประจุกำลัง

เหตุการณ์การจ่ายไฟให้ตัวเก็บประจุกำลังเป็นปรากฏการณ์อย่างหนึ่งที่เรียกว่า ทรานเซียนต์ ในระบบจำหน่าย ซึ่งเกิดจากการสับสวิตช์เพราะว่าแรงดันที่ตัวเก็บประจุไม่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ทันทีทันใด และจากค่าความเหนี่ยวนำในระบบไฟฟ้ารวมทั้งค่าความจุของตัวเก็บประจุกำลังทำให้เกิดแรงดันเกินชั่วครู่(ประมาณ 2 เท่าของแรงดันปกติ) ความถี่การแกว่ง (Oscillation Frequency) ในรูปคลื่นแรงดัน จะมีค่าโดยทั่วไปอยู่ระหว่าง 300-1000 Hz [4] และเกิดอยู่ในช่วงไม่เกิน 1 ไซเคิล ของความถี่ของระบบไฟฟ้า [4]

ดังนั้นคุณลักษณะของแรงดันเกินชั่วครู่จากการสับสวิตช์ตัวเก็บประจุกำลังโดยทั่วไปจึงมีดังต่อไปนี้

1.) ค่าแรงดันเกินสูงสุด (V_{max})
2.) ค่าแรงดันก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงชั่วครู่ (V_F) [4]
3.) ค่าแรงดันเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทันทีทันใด (V_S) [4]
4.) ค่าความถี่ของการแกว่ง ($f_{Voltage}$)
5.) ค่าระยะเวลาที่เกิดทรานเซียนต์ ($T_{transient}$)

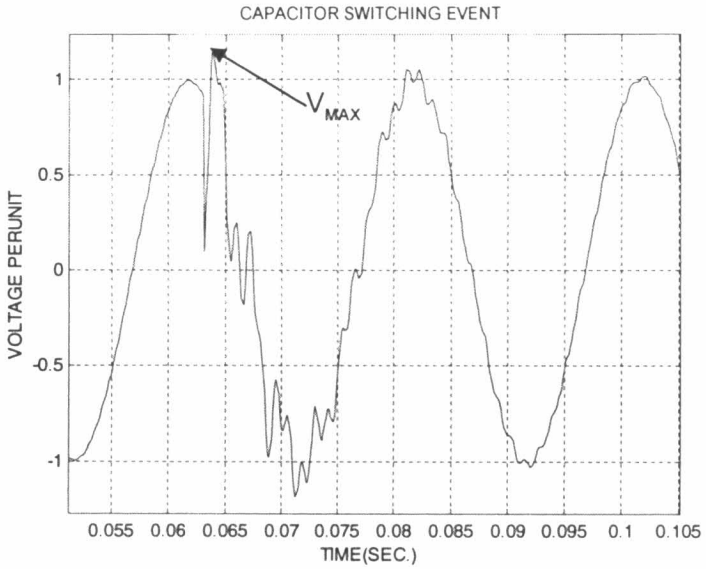
คุณลักษณะของแรงดันเกินชั่วครู่จากการสับสวิตช์ตัวเก็บประจุกำลัง ที่ได้นำเสนอใหม่[4] ในงานวิจัยนี้คือ ค่าสูงสุดของผลการแปลงเวฟเลทยกกำลังสอง (MAX(SQUARED WTC_{D1}) , MAX(SQUARED WTC_{D2})

คุณลักษณะทั้งหมดที่ได้กล่าวมาสามารถหาได้โดยการประมาณจากรูปคลื่นแรงดันเกินชั่วครู่จากการสับสวิตช์ตัวเก็บประจุกำลังดังนี้

3.2 การหาค่าคุณลักษณะของแรงดันเกินชั่วครู่จากการสับสวิตช์ตัวเก็บประจุกำลัง

3.2.1 ค่าแรงดันเกินสูงสุด (V_{max})

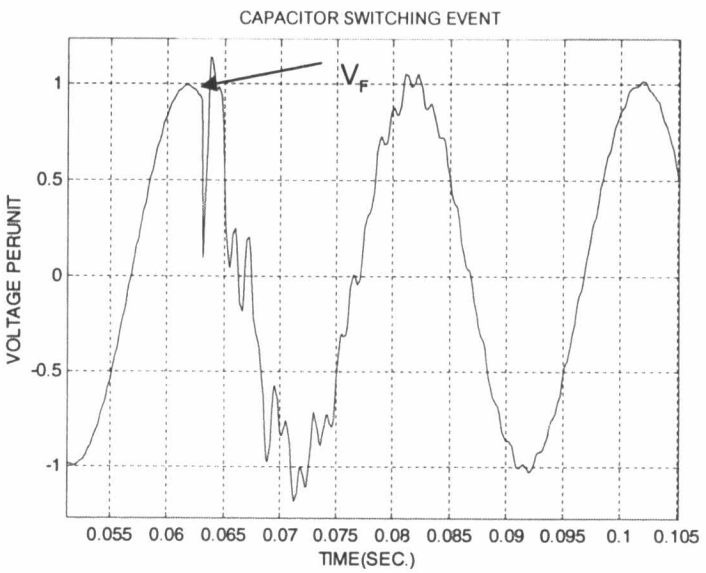
ค่าแรงดันเกินที่เกิดจากการแกว่งของรูปคลื่นเนื่องจากการสับสวิตช์ตัวเก็บประจุกำลัง โดยคิดเป็นค่าต่อหน่วย (Per unit) ดังแสดงในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3. 1 ตำแหน่งของแรงดันเกินสูงสุด

3.2.2 ค่าแรงดันก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงชั่วครู่ (V_F)

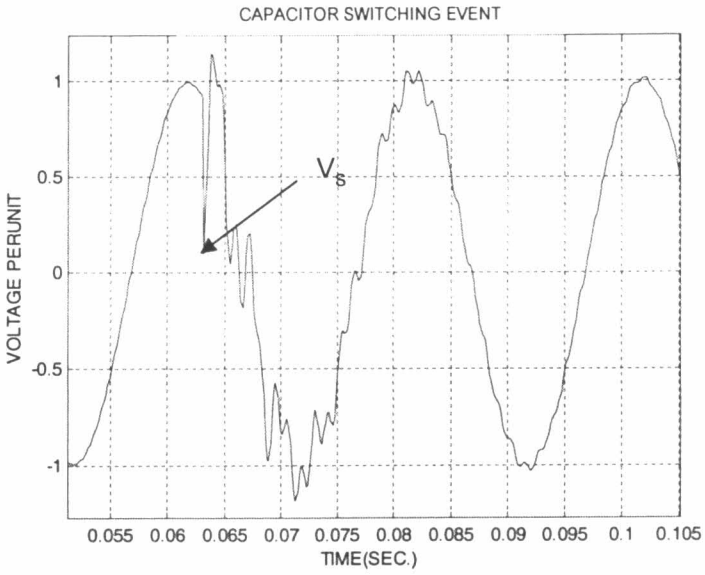
ค่าแรงดันก่อนที่จะมีการสับสวิตช์ตัวเก็บประจุกำลัง เข้าสู่ระบบไฟฟ้า ในค่าต่อหน่วย (per unit)



รูปที่ 3. 2 ตำแหน่งของแรงดันก่อนเกิดการเปลี่ยนแปลงชั่วครู่

3.2.3 ค่าแรงดันเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทันทีทันใด (V_S)

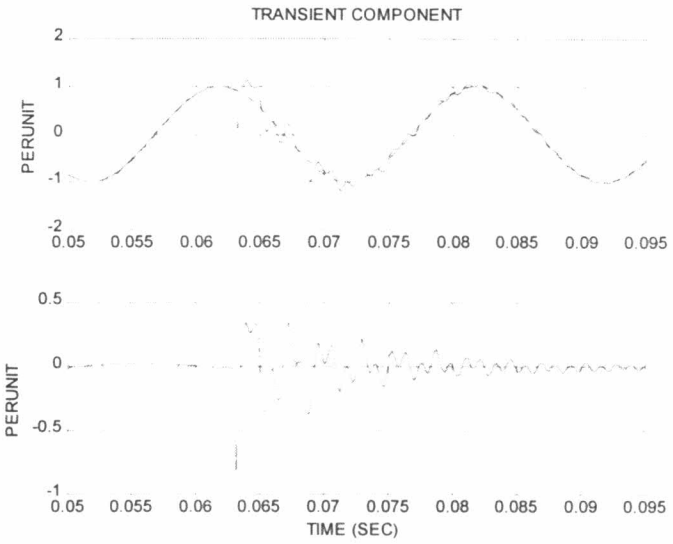
ค่าแรงดันต่อหน่วย เมื่อหน้าสัมผัสของสวิตช์ทำงานต่อวงจรของตัวเก็บประจุกำลังเข้าสู่ระบบไฟฟ้า



รูปที่ 3. 3 ตำแหน่งของแรงดันเมื่อเกิดการเปลี่ยนแปลงทันทีทันใด

3.2.4 ค่าความถี่ของการแกว่ง ($f_{Voltage}$)

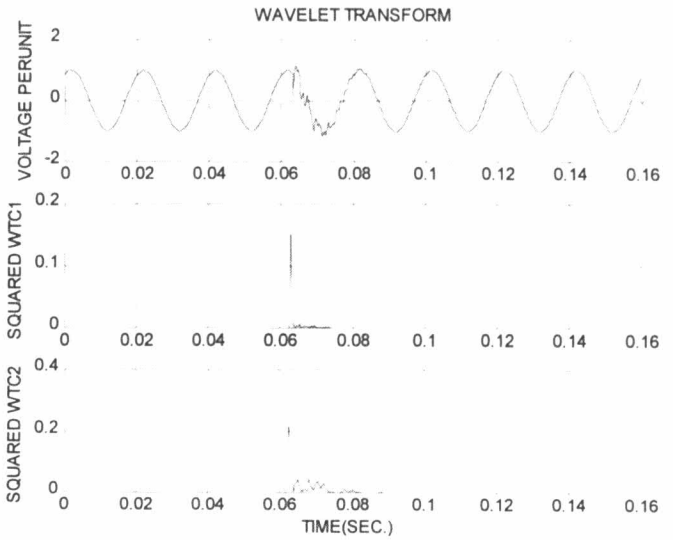
ความถี่ที่เกิดจากการแกว่งเนื่องจากผลของความเหนี่ยวนำของระบบกับความจุของตัวเก็บประจุที่นำมาติดตั้งขณะนั้น โดยทั่วไปจะมีค่าอยู่ในช่วง 300-1000 Hz (อาจจะมากกว่าหรือน้อยกว่าก็ได้) โดยจะประมาณจากส่วนที่เป็นทรานเซียนต์ซึ่งจะแยกจากรูปคลื่นแรงดันทั้งหมด โดยจะแสดงรายละเอียดในรูปที่ 3.4 แล้วทำการประมาณจากค่ายอดบวกหรือลบที่มากกว่า 0.1 แล้วนำมาหารกับระยะเวลาที่เกิด จะได้ค่าความถี่ของการแกว่ง เนื่องจากการสับสวิตช์ สำหรับวิธีการคำนวณหาค่าความถี่ของการแกว่งจากระบบไฟฟ้ากำลังจะแสดงไว้ที่ภาคผนวก ง



รูปที่ 3. 4 การแยกส่วนของทรานเซียนต์ออกจากรูปคลื่น

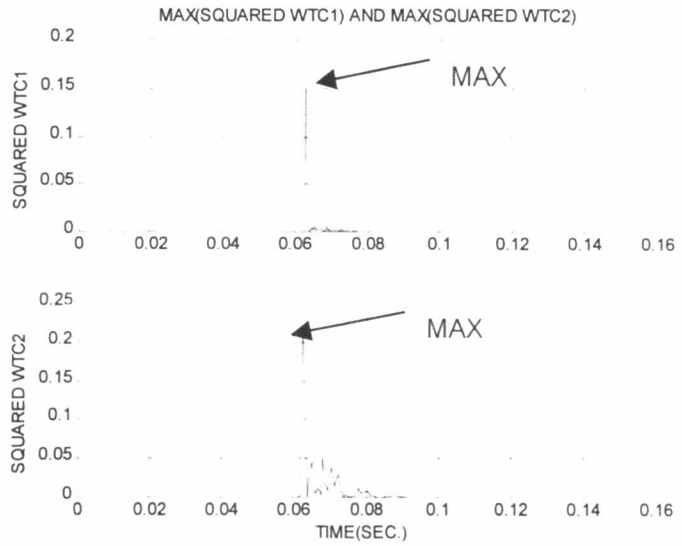
3.2.5 ค่าระยะเวลาที่เกิดทรานเซียนต์ ($T_{transient}$)

ระยะเวลาที่นับตั้งแต่เกิดปัญหาจนกระทั่งปัญหาหมดไป โดยในงานวิจัยนี้จะแสดงวิธีการหาค่าประมาณระยะเวลาที่เกิดทรานเซียนต์โดยใช้เทคนิคการแปลงเวฟเลท



รูปที่ 3. 5 การประมาณระยะเวลาของปัญหาโดยการแปลงเวฟเลท

วิธีการประมาณค่า $T_{transient}$ สามารถประมาณได้จากผลการแปลงเวฟเลทในส่วนของ detail version แล้วยกกำลังสองที่ระดับความละเอียดที่ 1 และ 2 ดังรูปที่ 3.6



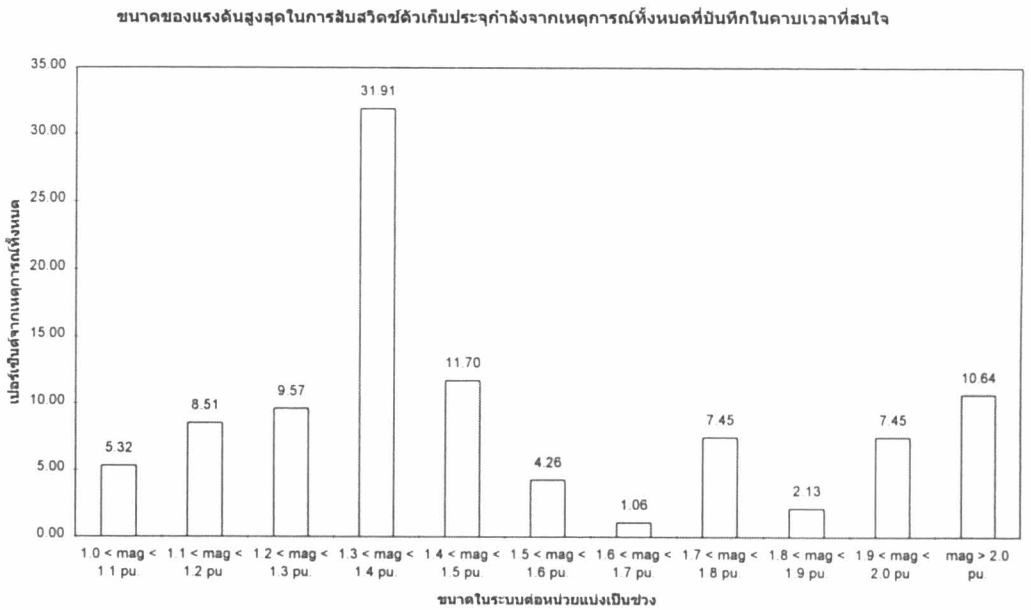
รูปที่ 3. 6 ค่า MAX(SQUARED WTC_{D1}) และ MAX(SQUARED WTC_{D2})

จากนั้นสังเกตค่า SQUARED WTC_{D1} และ SQUARED WTC_{D2} ตามรูปที่ 3.5 และ 3.6 แล้วทำการเลือกที่จะประมาณค่าระยะเวลาที่เกิดทรานเซียนต์จาก SQUARED WTC_{D1} หรือ SQUARED WTC_{D2} ตามความเหมาะสม ซึ่งในรูปที่ 3.5 จะเลือก SQUARED WTC_{D2} เพราะแสดงรายละเอียดของระยะเวลาที่เกิดปัญหาได้ถูกต้องกว่าสังเกตได้จากรูปที่ 3.6

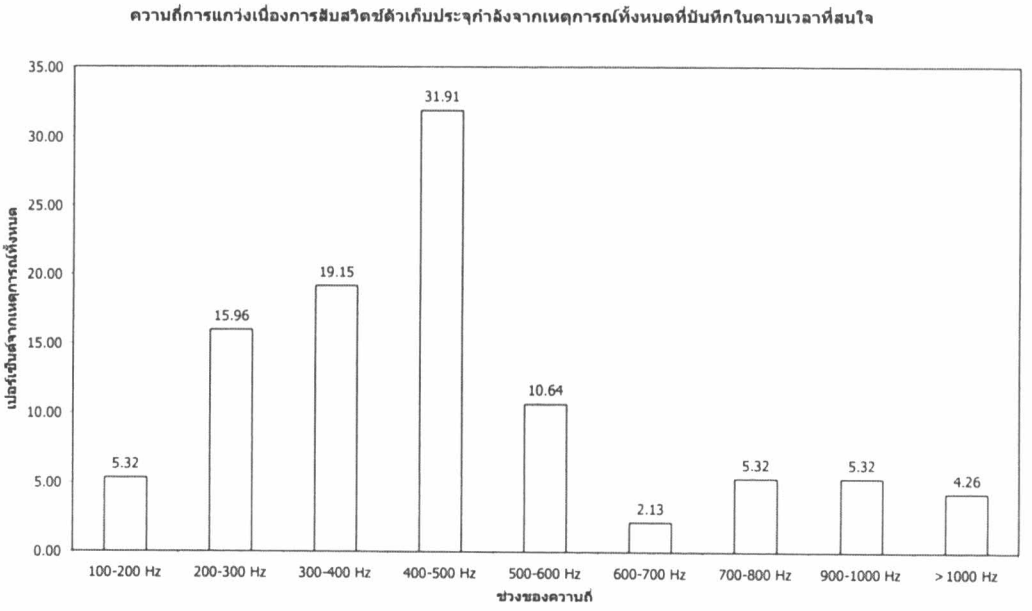
3.2.6 ค่าสูงสุดของผลการแปลงเวฟเลทยกกำลังสอง :MAX(SQUARED WTC_{D1}) และ MAX(SQUARED WTC_{D2})

ค่าที่ได้จากการแปลงเวฟเลทในส่วน Detail version ยกกำลังสองที่ระดับความละเอียด 1,2 สูงสุดจะเห็นได้จากรูปที่ 3.5 และ 3.6 ซึ่งเป็นคุณลักษณะพิเศษเพิ่มเติมสามารถประยุกต์ใช้ในการจำแนกรูปแบบโดยจะแสดงรายละเอียดในบทที่ 4 จากคุณลักษณะทั้งหมดที่ได้แสดงมาข้างต้น จะสามารถนำมาใช้ประโยชน์ในการแบ่งและจำแนกรูปแบบของการสับสวิตช์ตัวเก็บประจุกำลัง ซึ่งในงานวิจัยนี้จะแบ่งรูปแบบของการสับสวิทช์ตัวเก็บประจุกำลังออกเป็น 3 รูปแบบ คือ การติดตั้งตัวเก็บประจุแบบปกติ (Normal Energizing) การติดตั้งตัวเก็บประจุเมื่อมีตัวเก็บประจุต่ออยู่ก่อนแล้ว (Back to Back Energizing) และการเกิดอาร์คขณะปลดตัวเก็บประจุออกจากระบบหรือการเกิดกระแสคืนตัว (Capacitor Switch Restrike on open)

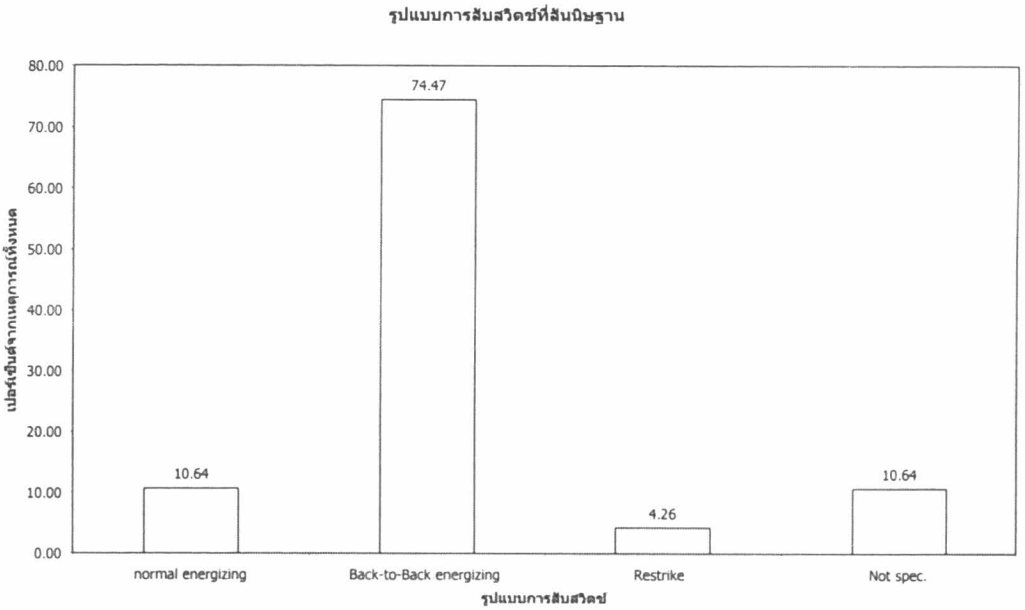
จากรายละเอียดดังกล่าวเราสามารถทำการจัดทำข้อมูลที่ได้จากการบันทึกผลหรือเก็บผลจากสถานที่จริงที่ต้องการวิเคราะห์ เพื่อประเมินสถานการณ์ดังตัวอย่างที่แสดงไว้ รูปที่ 3.7 – 3.9



รูปที่ 3. 7 การประเมินขนาดขนาดแรงดันเกินที่เกิดจากการสวิตช์ใน 1 ช่วงเวลาที่สนใจ



รูปที่ 3. 8 การประเมินความถี่การแกว่งที่เกิดจากการสวิตช์ใน 1 ช่วงเวลาที่สนใจ



รูปที่ 3. 9 การประเมินรูปแบบการสับสวิตช์ใน 1 ช่วงเวลาที่สนใจ

โดยจะแสดงวิธีการจำแนกรูปแบบต่างๆพร้อมทั้งตัวอย่างการใช้งานในบทที่ 5