บทที่ 1 บทนำ

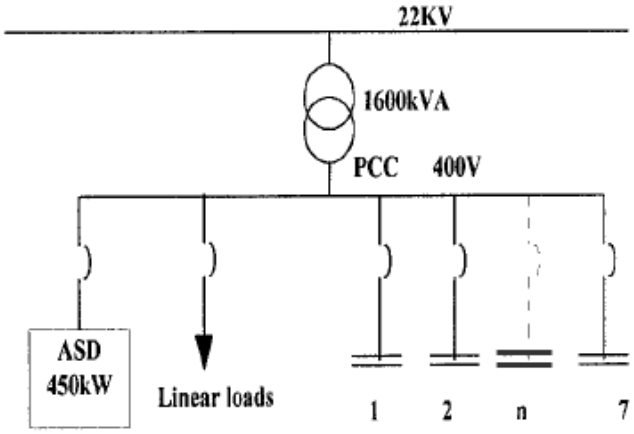
1.1 ความสำคัญและที่มาของงานวิจัย

ในปัจจุบันปัญหาคุณภาพไฟฟ้ามีความสำคัญมากขึ้นเรื่อยๆเนื่องจากอุปกรณ์ที่ใช้ในชีวิตประจำวันและในงานอุตสาหกรรมได้นำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์มาใช้งานมากขึ้นได้แก่ อุปกรณ์ประเภทแหล่งจ่ายแบบสวิตชิ่ง และอุปกรณ์ปรับความเร็วมอเตอร์ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้ได้สร้างกระแสฮาร์มอนิกเข้าสู่ระบบไฟฟ้า เมื่อมีการติดตั้งชุดตัวเก็บประจุเพื่อปรับค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าในระบบที่มีกระแสฮาร์มอนิก ถ้ากระแสฮาร์มอนิกส์จากโหลดในข้างต้นมีลักษณะที่ตรงกันกับความถี่เรโซแนนซ์ของระบบที่เกิดจากอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงไฟฟ้าและชุดตัวเก็บประจุในระบบ ปัญหาเรโซแนนซ์จะเกิดขึ้นและอาจก่อให้เกิดการเสียหายของชุดตัวเก็บประจุ หรืออุปกรณ์ที่ต่ออยู่ในระบบจะมีอายุการใช้งานที่สั้นลง ทำให้เกิดการสูญเสียทรัพยากรและทุนทรัพย์โดยไม่จำเป็น และเพื่อลดการสูญเสียเหล่านี้ผู้วิจัยจึงได้ทำการวิเคราะห์ปัญหาเรโซแนนซ์โดยมีจุดประสงค์เพื่อสร้างคู่มือการประเมินโอกาสการเกิดเรโซแนนซ์สำหรับระบบไฟฟ้าที่มีการติดตั้งหม้อแปลงและชุดตัวเก็บประจุ เพื่อที่จะหาทางหลีกเลี่ยงจากความเสียหายที่อาจเกิดขึ้นจากภาวะเรโซแนนซ์

1.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องในอดีต

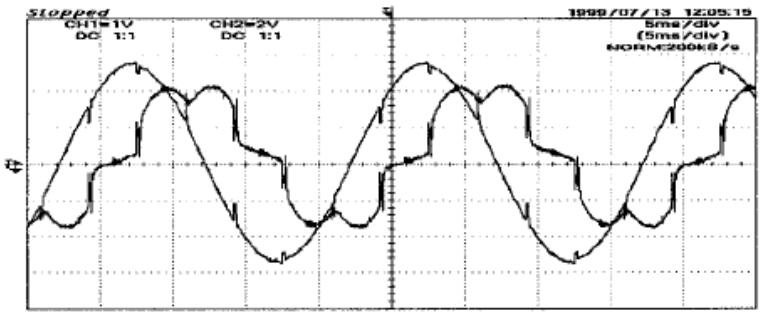
ในปี 2001 C. Boonseng และคณะ[2] ได้นำเสนอการวิเคราะห์ปัญหาความผิดปกติของไดอิเล็กตริกของตัวเก็บประจุในระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำอันเนื่องมาจากผลของฮาร์มอนิก โดยส่วนใหญ่โรงงานอุตสาหกรรมได้ติดตั้งชุดตัวเก็บประจุเพื่อปรับปรุงค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้า เมื่อมีการนำอุปกรณ์ควมคุมความเร็วมอเตอร์มาใช้งาน (Adjustable speed drives) อุปกรณ์เหล่านี้เป็นโหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้นซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดกระแสฮาร์มอนิกและมีผลทำให้ค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้ามีค่าต่ำ ฮาร์มอนิกที่ถูกสร้างขึ้นจากอุปกรณ์ปรับความเร็วมอเตอร์เมื่อเข้าไปสู่ระบบไฟฟ้าจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนทางกระแส (%THDi) ปัญหาฮาร์มอนิกกับโรงงานอุตสาหกรรมประเภทสิ่งทอที่มีการตอกตั้งจุดตัวเก็บประจุร่วมกับอุปกรณ์ความคุมความเร็วมอเตอร์กระแสฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นนี้จะทำให้เกิดการเรโซแนนซ์ระหว่างตัวเก็บประจุและอิมพีแดนซ์ของระบบทำให้ปัญหาฮาร์มอนิกมีความรุนแรงมากขึ้น ผลที่เกิดขึ้นหลังการติดตั้งอุปกรณ์เหล่านี้เข้าไปในระบบจะทำให้อุปกรณ์ที่มีความไวต่อสัญญาณรบกวนทำงานผิดปกติและทำให้เกิดปรากฏการเรโซแนนซ์ระหว่างตัวเก็บประจุและอุปกรณ์ที่เป็นตัว

เหนี่ยวนำในระบบไฟฟ้าทำให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกปริมาณมากในระบบไฟฟ้า ซึ่งกระแสฮาร์มอนิกนี้จะทำให้เกิดความร้อนและแรงดันฮาร์มอนิกจะทำให้เกิดความผิดเพี้ยนทางแรงดันอย่างรุนแรง จากสภาวะการเกิดเรโซแนนซ์ทำให้ค่ารีแอคแตนซ์ของตัวเก็บประจุมีค่าลดลงที่ความถี่สูงทำให้กระแสฮาร์มอนิกความถี่สูงไหลเข้ามาที่ตัวเก็บประจุ ผลที่เกิดขึ้นคือเกิดความร้อนที่ตัวเก็บประจุและทำให้อายุการใช้งานของตัวเก็บประจุลงลด



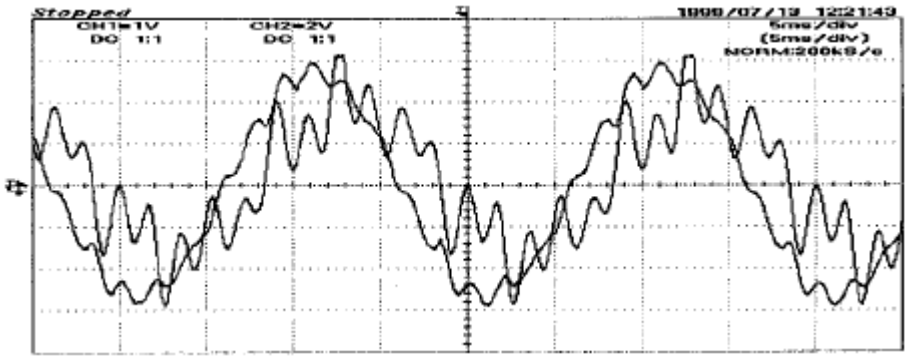
รูปที่ 1.1 ระบบที่ติดตั้งอุปกรณ์ความคุมความเร็วมอเตอร์ร่วมกับชุดตัวเก็บประจุ [2]

จากรูปที่ 1.2 แสดงรูปคลื่นแรงดันและกระแสก่อนการติดตั้งชุดตัวเก็บประจุร่วมกับอุปกรณ์ความคุมความเร็วมอเตอร์ โดยลักษณะของกระแสที่เกิดจากอุปกณ์ความควบคุมความเร็วมอเตอร์นี้จะไม่เป็นรูปคลื่นไซน์



รูปที่ 1.2 รูปคลื่นแรงดันและกระแสก่อนติดตั้งชุดตัวเก็บประจุร่วมกับชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ [2]

จากรูปที่ 1.3 รูปคลื่นที่เกิดขึ้นหลังจากติดตั้งชุดตัวเก็บประจุร่วมกับชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ทำให้เกิดสภาวะเรโซแนนซ์ส่งผลให้เกิดความผิดเพี้ยนทางแรงดันและกระแสเพิ่มมากขึ้น ซึ่งผลจากปัญหาเรโซแนนซ์ที่เกิดขึ้นนี้จะส่งผลให้เกิดความเสียหายกับอุปกรณ์ที่ต่อร่วมกับระบบไฟฟ้าได้



รูปที่ 1.3 รูปคลื่นแรงดันและกระแสหลังติดตั้งชุดตัวเก็บประจุร่วมกับชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์ [2]

จากสภาวะเรโซแนนซ์ที่เกิดจากการติดตั้งชุดตัวเก็บประจุร่วมกับชุดควบคุมความเร็วมอเตอร์จะทำให้กระแสฮาร์มอนิกเพิ่มขึ้น 10-15 เท่าของกระแสฮาร์มอนิกก่อนติดตั้งชุดตัวเก็บประจุ เมื่อเกิดสภาวะเรโซแนนซ์สามารถคำนวณความถี่เรโซแนนซ์ของหม้อแปลงและชุดตัวเก็บประจุได้ดังตารางที่ 1.1

ตารางที่ 1.1 ค่าความผิดเพี้ยนทางแรงดันและความถี่เรโซแนนซ์ที่เกิดขึ้นของหม้อแปลงที่พิกัดต่าง ๆ

No.	Trans. (kVA)	Z_{tx}	Cap. (kVAR)	THDv Before	THDv After	h
1	1,000	5.58	300	3.7	8.6	7.72
2	1,000	5.52	300	4.3	10.2	7.77
3	1,250	5.82	300	6.1	12.4	8.46
4	1,250	6.01	300	5.1	7.6	8.32
5	1,500	6.05	300	4.7	9.2	9.09
6	1,500	5.86	300	3.2	7.9	9.23
7	1,500	5.97	300	4.6	11.1	9.15
8	1,500	6.06	400	3.8	6.3	7.86
9	1,500	6.01	450	4.7	7.8	7.44
10	1,500	5.99	500	3.6	9.1	7.07
11	1,500	5.96	500	5.2	13.4	7.09
12	1,500	5.98	550	4.2	16.2	6.75
13	1,500	5.94	720	5.1	12.5	5.92
14	1,500	5.89	720	4.7	10.8	5.94

1.3 วัตถุประสงค์และขอบเขตของการวิจัย

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับฮาร์มอนิกส์ในระบบไฟฟ้า สาเหตุของการที่เกิดสภาวะเรโซแนนซ์

2. ศึกษาองค์ประกอบการเรโซแนนซ์ในระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

3. สามารถนำข้อมูลผลการคำนวณความสัมพันธ์ระหว่างค่าอิมพีแดนซ์ในระบบกับความถี่เรโซแนนซ์ไปสร้างเป็นคู่มือสำหรับประเมินการเกิดเรโซแนนซ์ในระบบไฟฟ้าที่มีการติดตั้งหม้อแปลงและชุดตัวเก็บประจุ

1.4 ขั้นตอนของงานวิจัย

1. ศึกษาค้นคว้างานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวกับการเกิดการเรโซแนนซ์

3. ศึกษาและรวบรวมข้อมูลผลกระทบของปัญหาเรโซแนนซ์ที่เกิดกับระบบไฟฟ้า

4. จำลองสภาวะการเกิดเรโซแนนซ์ของหม้อแปลงและตัวเก็บประจุด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์เพื่อทำการวิเคราะห์และเก็บข้อมูลสำหรับตรวจสอบความถูกต้องของค่าที่ได้จากการตรวจวัด

5. ประเมินการเกิดเรโซแนนซ์ของหม้อแปลงและชุดตัวเก็บประจุพิกัดต่าง ๆ

6. ปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องที่เกิดขึ้นให้ได้ตามข้อกำหนด

7. สรุปและวิจารณ์การทดลองที่ได้พร้อมทั้งเสนอแนวทางการพัฒนา

8. รวบรวมข้อมูลและจัดทำวิทยานิพนธ์

1.5 ขอบเขตงานวิจัย

1. จำลองสภาวะการเกิดเรโซแนนซ์ของหม้อแปลงและชุดตัวเก็บประจุด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

2. ออกแบบคู่มือประเมินการเกิดสภาวะเรโซแนนซ์สำหรับหม้อแปลงและชุดตัวเก็บประจุ

1.6 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. สามารถนำทฤษฎีไปวิเคราะห์ชุดตัวเก็บประจุเพื่อป้องกันปัญหาเรโซแนนซ์ในระบบไฟฟ้า

2. สามารถทราบช่วงความถี่เรโซแนนซ์ของชุดตัวเก็บประจุในระบบไฟฟ้า

3. สามารถนำเอาซอฟแวร์ไปใช้เพื่อลดระยะเวลาในการวิเคราะห์และออกแบบชุดตัวเก็บประจุเพื่อป้องกันปัญหาเรโซแนนซ์ในระบบไฟฟ้า

4. สามารถเลือกใช้อุปกรณ์ที่เหมาะสมเพื่อปรับปรุงตัวประกอบกำลังไฟฟ้า