บทที่ 1

บทนำ

ความเจริญทางด้านเทคโนโลยีสารกึ่งตัวนำก่อให้เกิดอุปกรณ์โซลิดสเตทมากมาย อุปกรณ์เหล่านี้ถูกใช้อย่างแพร่หลายในระบบไฟฟ้า โดยเฉพาะระบบของโรงงานอุตสาหกรรมได้มีการใช้ อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังมากขึ้น เช่น อุปกรณ์จำพวก เครื่องแปลงผันกำลังไฟฟ้า ตัวเรียงกระแส ชุดขับเคลื่อนปรับความเร็วได้ เป็นต้น ทั้งนี้ก็เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการควบคุมกระบวนการผลิตให้มีคุณภาพและได้ปริมาณตามที่ต้องการ

การใช้อุปกรณ์ดังกล่าวนับว่าเป็นการพัฒนาอุตสาหกรรมให้เจริญก้าวหน้าขึ้นมาอีกระดับหนึ่ง แต่เนื่องจากอุปกรณ์เหล่านี้มีคุณสมบัติที่ไม่เป็นเชิงเส้น กระแสที่ไหลผ่านอุปกรณ์เหล่านี้จะมีรูปคลื่นผิดเพี้ยนไปจากรูปคลื่นไซน์ ผลที่ตามมาก็คือจะทำให้รูปคลื่นแรงดันของแหล่งจ่ายไฟผิดเพี้ยนไปจากปกติ กล่าวคือ มีความถี่อื่นที่ไม่ใช่ความถี่มูลฐานรวมอยู่ในรูปคลื่นปกติ ซึ่งเรียกว่าเกิดความเพี้ยนฮาร์มอนิก (Harmonic Distortion) ถ้ามีอุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นอยู่ในระบบไฟฟ้ากำลังมาก จะทำให้คุณภาพกำลังไฟฟ้า (Power Quality) ลดน้อยลง หรือการจ่ายไฟมีมลภาวะมากขึ้นนั่นเอง อุปกรณ์ที่มีความไวต่อสิ่งรบกวนนี้อาจทำให้เกิดข้อผิดพลาดในการทำงานได้ นอกจากนี้ กระแสฮาร์มอนิกบางส่วนจะไหลกลับเข้าไปในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้าและโรงงานอุตสาหกรรมอื่นที่อยู่ข้างเคียง ตามทฤษฎีการแบ่งไหลกระแส ซึ่งจะมากน้อยเพียงใดขึ้นกับสัดส่วนอิมพีแดนซ์ของส่วนนั้นๆ

สำหรับประเทศไทย การไฟฟ้าทั้ง 3 แห่ง (กฟผ. กฟน. กฟภ.) ได้ตั้งคณะกรรมการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า โดยในส่วนของคุณภาพกำลังไฟฟ้านั้น มีการศึกษาเรื่องผลกระทบของฮาร์มอนิกจากโรงงานอุตสาหกรรม และกำลังหาแนวทางในการออกเป็นกฎเกณฑ์มาตรฐานที่เหมาะสมสำหรับระบบไฟฟ้าในประเทศไทย

1.1 แนวเหตุผล

การทำความเข้าใจเรื่องการเกิดและผลกระทบของฮาร์มอนิกที่เกิดจากอุปกรณ์ไม่เป็นเชิงเส้นที่มีอยู่ในโรงงานอุตสาหกรรมเอง จะช่วยแก้ปัญหาที่เกิดจากผลกระทบนี้ได้ ทั้งในส่วนของโรงงานเองและส่วนของระบบจำหน่ายไฟฟ้าด้วย(ในแง่ของกฎข้อบังคับ) วิธีการวิเคราะห์การไหลของกระแสฮาร์มอนิกเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการทำความเข้าใจเรื่องนี้ โดยทั่วไปแล้วจะใช้วิธี

ฮาร์มอนิกโหลดโฟล์ แอดมิตแตนซ์เมตริกซ์ [5] ซึ่งวิธีการเหล่านี้ จะเหมาะสมกับระบบไฟฟ้าที่เป็นโครงข่าย (Network) ขนาดใหญ่ โดยการสร้างอิมพีแดนซ์เมตริกซ์ของระบบขึ้นมาก่อน เหมือนกับการวิเคราะห์วงจรทั่วไป

สำหรับโรงงานอุตสาหกรรม ถ้าระบบไม่ซับซ้อนมากนัก จะใช้การวิเคราะห์การไหลของกระแสฮาร์มอนิกด้วยวงจรสมมูลโดยมองแหล่งกำเนิดฮาร์มอ นิกเป็นแหล่งจ่ายกระแส[4] แล้วใช้ทฤษฎีวงจรไฟฟ้าคำนวณ แต่ถ้าโรงงานอุตสาหกรรมมีขนาดใหญ่ขึ้นการวิเคราะห์ด้วยวงจรสมมูลจะยุ่งยากขึ้น วิทยานิพนธ์นี้จึงได้นำเอาวิธีการวิเคราะห์ที่ใช้กับระบบไฟฟ้ากำลังมาประยุกต์ใช้วิเคราะห์การไหลของฮาร์มอนิกในโรงงานอุตสาหกรรม กล่าวคือ มองระบบภายในโรงงานเป็นเหมือนโครงข่ายเพื่อสร้างเป็นเมตริกซ์ของระบบโรงงานอุตสาหกรรม โดยจะศึกษาถึงผลของการปลด/สับ โหลด คาปาซิเตอร์ การขนานหม้อแปลง และ ผลของแรงดันที่ผิดเพี้ยนที่จุดต่อร่วม (Point of Common Coupling : PCC)ซึ่งเรียกว่า Background harmonic voltage

ดังนั้นผลงานของวิทยานิพนธ์นี้จะทำให้เกิดความเข้าใจลักษณะการไหลของกระแสฮาร์มอนิกในโรงงานอุตสาหกรรม และส่วนที่ไหลออกไปยังจุดต่อร่วม และหากโรงงานมีการนำอุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นเข้ามาใช้ในโรงงาน สามารถทำการวิเคราะห์หาการไหลของกระแสฮาร์มอนิกเพื่อศึกษาผลกระทบต่ออุปกรณ์ไฟฟ้าอื่นๆในโรงงานก่อนที่จะใช้งาน

1.2 วัตถุประสงค์

1) เพื่อศึกษาลักณะการเกิดและผลกระทบจากกระแสฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม
2) เพื่อสร้างแบบจำลองที่ใช้วิเคราะห์ฮาร์มอนิกสำหรับระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม
3) เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ปริมาณฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นในโรงงานอุตสาหกรรมกับค่าจำกัดตามมาตรฐานฮาร์มอนิก เช่น IEEE Std 519-1992

1.3 ขอบเขตโครงการวิทยานิพนธ์

แบบจำลองที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยในการวิเคราะห์การไหลของกระแสฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมตัวอย่างมีขอบเขตดังนี้

1) แบบจำลองของอุปกรณ์ต่างๆ ที่ใช้ คิดเป็น Linear Model โดยพิจารณาให้ระบบอยู่ในสภาวะที่สมดุล (Balance Load) จึงคำนวณเป็นค่าต่อเฟส
2) แหล่งกำเนิดฮาร์มอนิกที่ใช้จะเป็นแบบ Characteristic Harmonic ที่เกิดจากคอนเวอร์เตอร์

3) พิจารณาผลการต่อขดลวดของหม้อแปลง ซึ่งจะมีผลต่อการไหลของกระแสฮาร์มอนิก โดยบางลำดับจะไหลผ่านหม้อแปลงไม่ได้

4) การแสดงผลการวิเคราะห์จะอยู่ในรูปตารางข้อมูลและแผนภาพ

1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1) ศึกษาแบบจำลองของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่สำคัญที่มีอยู่ในระบบไฟฟ้ากำลัง

2) ทำการตรวจวัดปริมาณฮาร์มอนิกจริงในโรงงานอุตสาหกรรมตัวอย่าง เพื่อประเมินค่าปริมาณฮาร์มอนิกที่มีอยู่จริงในสภาวะปัจจุบันว่ามีมากน้อยเพียงใด

3) วิเคราะห์ปริมาณฮาร์มอนิกที่ตรวจวัดได้จริงเปรียบเทียบกับค่าจำกัดในมาตรฐานฮาร์มอนิก

4) สร้างแบบจำลองของระบบของโรงงานอุตสาหกรรม และทดสอบการทำงานของแบบจำลอง และ ปรับปรุงแบบจำลอง

5) สรุปและประเมินผลการทำงาน

6) เขียนวิทยานิพนธ์

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

ผลการวิจัย จะได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่สามารถวิเคราะห์การไหลของกระแสฮาร์มอนิกในโรงงานอุตสาหกรรมที่มีสภาวะสมดุล และ ได้รู้ขั้นตอนการตรวจวัดหาปริมาณฮาร์มอนิกตามมาตรฐาน หากมีการกำหนดเป็นข้อบังคับขึ้นใช้ในประเทศ และได้แบบจำลองที่สามารถวิเคราะห์หาปริมาณฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรมที่สามารถแทนแบบจำลองตามแบบจำลองที่สร้างขึ้นเป็นตัวอย่างได้ และสามารถวิเคราะห์ถึงผลของการนำโหลดที่เป็นแหล่งกำเนิดฮาร์มอนิกเข้ามาใช้ในโรงงาน ตลอดจนหาแนวทางปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่จะเกิดจากผลกระทบของฮาร์มอนิก

1.6 เนื้อหาของวิทยานิพนธ์

เนื้อหาของวิทยานิพนธ์ในแต่ละบทเป็นดังนี้

บทที่ 2 กล่าวถึงการวิเคราะห์ฮาร์มอนิกในโรงงานอุตสาหกรรมโดยทั่วไป และแบบจำลองของอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ใช้สำหรับวิเคราะห์ฮาร์มอนิกในโรงงานอุตสาหกรรม

บทที่3 กล่าวถึงวิธีการประเมินหาระดับกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากคอนเวอร์เตอร์ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดฮาร์มอนิกที่พบมากในโรงงานอุตสาหกรรม ทั้งนี้เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์การไหลของกระแสฮาร์มอนิก

บทที่ 4 กล่าวถึงการพัฒนาโปรแกรมเพื่อเป็นเครื่องมือช่วยสำหรับการวิเคราะห์ฮาร์มอนิกในโรงงานอุตสาหกรรม โดยกล่าวถึงที่มาของแนวคิดในการพัฒนาสำหรับโรงงานอุตสาหกรรมโดยเฉพาะ

บทที่ 5 กล่าวถึงโครงสร้างของโปรแกรมคอมพิวเตอร์ที่พัฒนาขึ้น โดยแยกออกเป็นส่วนป้อนข้อมูลเข้า และ ส่วนแสดงผลของโปรแกรม

บทที่ 6 กล่าวถึงการตรวจวัดฮาร์มอนิก และ มาตรฐานทางด้านฮาร์มอนิกที่ควรศึกษา เช่น IEEE Std.519-1992,G.5/3-1976,IEC1000-2-2,IEC1000-2-4 เพื่อใช้ประกอบการวิเคราะห์ฮาร์มอนิกสำหรับโรงงานอุตสาหกรรม

บทที่ 7 กล่าวถึงตัวอย่างการวิเคราะห์ฮาร์มอนิกในโรงงานอุตสาหกรรมด้วยโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น โดยจะพิจารณา ผลของการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ต่างๆ เช่น ขนาดของคาปาซิเตอร์ โหลด รวมทั้งผลการวิเคราะห์เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟมีแรงดันฮาร์มอนิก (Background harmonic voltage)

บทที่ 8 เป็นบทสรุปและข้อเสนอแนะ