

ศึกษาการแผ่ฮาร์โมนิกในระบบเรเดียลและนอนเรเดียล

Study radiation of Harmonic for radial and non-radial system

นางสาว ไกรินมาศ บัวสมบุญ 50055821

นางสาว วณิชชากร คุณชนเศรษฐ์ 50057413

รศ.ดร.เกียรติยศ กวีญาณ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

โทร. 0-2549-3429, 0-2549-3420 โทรสาร 0-2549-3422 E-mail: fengkyk@ku.ac.th

บทคัดย่อ

โครงงานฉบับนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของการสูญเสียในระบบไฟฟ้ากำลังเนื่องจากฮาร์โมนิก ระหว่างโครงข่ายระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบเรเดียล กับ นอนเรเดียล ว่า ระบบใดจะได้รับผลกระทบจากฮาร์โมนิกน้อยกว่า ซึ่งเป็นผลให้เกิดการสูญเสียในสายส่งและมลภาวะทางไฟฟ้าน้อยที่สุด เพื่อหาข้อสรุปว่า โครงข่ายของระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบใดดีกว่ากัน การศึกษานี้ใช้ข้อมูลตัวอย่างจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย (EGAT) และฝึกฝนทักษะการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า ซึ่งโครงงานนี้ใช้โปรแกรม ETAP : Electrical Transient Analyzer Program มาใช้ในการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า ระยะเวลาในการศึกษาตั้งแต่เดือนมิถุนายน 2553 – เดือนกุมภาพันธ์ 2554 คำสำคัญ: ฮาร์โมนิก,ระบบเรเดียล, ระบบนอนเรเดียล

Abstract

The objective of this report is aim to study, analyze and compare the differences of the loss in the electrical system that originated from Harmonic between the radial system framework and non-radial one and try to find out which one is effected less. This knowledge will help us know how to minimize loss in the transportation of the electricity as well as to minimize the pollution. In this study, the example information from EGAT it use :moreover ; the ETAP program is also used to practice computer using skills to analyze the electrical system from June 2010 to Feb 2011

Keywords : Harmonics, Radial System, Non-Radial System

1 บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงงาน

เนื่องจากโดยทั่วไปในระบบไฟฟ้ากำลังมีการสูญเสียกำลังงานไฟฟ้าเกิดขึ้นเป็นปกติอยู่แล้ว การสูญเสียที่เกิดขึ้นในระบบสายส่งซึ่งเป็นผลกระทบจากการเกิดฮาร์โมนิก ทำให้เกิดมลภาวะทางไฟฟ้า ก็เป็นกรณีศึกษาอีกกรณีหนึ่งที่น่าสนใจและควรศึกษาเพื่อหาแนวทางในการปรับปรุงแก้ไข เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อประเทศมากที่สุด จึงเป็นสาเหตุให้มีการจัดทำโครงงานนี้ขึ้น เพื่อศึกษาและวิเคราะห์ว่า ระหว่างโครงข่ายระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบ Radial system กับ Non-radial system ระบบใดจะได้รับผลกระทบจากฮาร์โมนิกน้อยกว่า ซึ่งเป็นผลให้เกิดการสูญเสียในสายส่งและมลภาวะทางไฟฟ้าน้อยที่สุด

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

เพื่อศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบความแตกต่างของการสูญเสียในระบบไฟฟ้ากำลังเนื่องจากฮาร์โมนิก โดยใช้ข้อมูลตัวอย่างจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย(EGAT) และฝึกฝนทักษะการใช้โปรแกรมวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า ซึ่งโครงงานนี้ใช้โปรแกรม ETAP: Electrical Transient Analyzer Program มาใช้ในการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของโครงงาน

ศึกษาความแตกต่างของโครงข่ายระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบ Radial system กับ Non-radial system ว่าระบบใดจะก่อให้เกิดผลกระทบจากฮาร์โมนิกน้อยกว่า ซึ่งเป็นผลให้เกิดการสูญเสียในสายส่งและมลภาวะทางไฟฟ้าน้อยที่สุด เพื่อหาข้อสรุปว่า โครงข่ายของระบบจำหน่ายไฟฟ้าแบบใดเหมาะสมกว่ากัน

1.4 ขั้นตอนและวิธีดำเนินการ

1. ศึกษาหาข้อมูลในการทำโครงการในขั้นตอนนี้ได้รวบรวมข้อมูล ที่เป็นประโยชน์ต่อการทำโครงการ เพื่อหากรณีศึกษา
2. ศึกษาทฤษฎีและโปรแกรมที่เกี่ยวข้อง
 - ทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับ Harmonic
 - ทฤษฎีการจ่ายกระแสไฟฟ้า ตามระบบ โครงข่าย Radial system และ Non radial system
 - ศึกษาการใช้งานโปรแกรม ETAP
3. ขอความอนุเคราะห์จากจาก กฟผ. ในการขอข้อมูลต่างๆ ที่ใช้ในการคำนวณ
 - ระบบสายส่งกำลังไฟฟ้าในแบบต่างๆ
4. นำวงจรที่ต้องการจะศึกษาเขียนลงโปรแกรม ETAP ในขั้นตอนนี้ได้นำวงจรสายส่งที่ได้เขียนลงในโปรแกรม เพื่อให้โปรแกรมคำนวณค่าต่างๆที่ ต้องการทราบ
5. เปรียบเทียบค่าการสูญเสียเพิ่มขึ้นเนื่องจาก Harmonic ที่คำนวณได้ของระบบโครงข่ายทั้งสอง (Radial System and Non-Radial System)
6. บันทึกผลการศึกษาทดลอง
7. สรุปผลที่ได้จากการศึกษา

1.5 แผนการดำเนินงาน

ลำดับ	ขั้นตอน	ระยะเวลา
1	ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและฐานข้อมูลเกี่ยวกับ โครงข่ายระบบไฟฟ้า ของระบบ Radial และ Non radial	ม.ย.
2	ศึกษาการใช้งานของโปรแกรม Microsoft Office และ Microsoft Visio	ม.ย. – ก.ค.
3	ดำเนินการขอข้อมูลที่ใช้ในการคำนวณ และความรู้ต่างๆเพิ่มเติมจาก กฟผ.	ส.ค.-ก.ย.
4	ศึกษาการใช้งานโปรแกรม ETAP	ต.ค.
5	เขียนวงจรที่จะใช้ในการคำนวณลงในโปรแกรม ETAP	ต.ค. – พ.ย.
6	นำผลที่ได้จากการคำนวณในรูปแบบต่างๆ มาวิเคราะห์เพื่อหาข้อสรุป	ธ.ค.

1.6 เครื่องมือที่ใช้ในการทำโครงการ

1. คอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล
2. โปรแกรม ETAP 4.0
3. โปรแกรม Microsoft Office Word 2007
4. โปรแกรม Microsoft Office PowerPoint 2007
5. โปรแกรม Microsoft Office Excel 2007
6. โปรแกรม Microsoft Visio 2007

1.7 ผลที่ได้รับ

จากการศึกษาเรื่องการแผ่กระจายของฮาร์มอนิกในระบบ Radial และ Non-Radial ทำให้ทราบถึงผลกระทบของฮาร์มอนิกที่มีต่อระบบส่งจ่ายไฟฟ้า ความสูญเสียของกำลังไฟฟ้าที่เกิดจากฮาร์มอนิก บังคับให้มีผลกระทบต่อประสิทธิภาพฮาร์มอนิก เพื่อมาวิเคราะห์ถึงปัญหา และหาวิธีทางแก้ไข

1.8 ปัญหาในการพัฒนาโครงการ

1. ต้องอาศัยข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ซึ่งมีขั้นตอนในการทำเรื่องขอข้อมูล ส่งผลให้การดำเนินงานมีความล่าช้า
2. ขาดทักษะในการใช้งานโปรแกรม ETAP ทำให้เกิดข้อผิดพลาดระหว่างการทดลอง

ขั้นตอนการดำเนินงาน

ทดสอบการใช้โปรแกรม ETAP

ในขั้นตอนนี้เป็นการทดลองใช้โปรแกรม ETAP โดยการนำวงจรสายส่งขนาดเล็ก มาทดลองในโปรแกรม ทำการใส่ค่าพารามิเตอร์ต่างๆ และให้โปรแกรมทำการวิเคราะห์ Load Flow ขณะยังไม่ติดตั้งโหลดไม่เป็นเชิงเส้น แล้วนำค่าที่ได้มาเปรียบเทียบกับค่าที่คำนวณได้ตามทฤษฎี เพื่อให้ทราบว่า สามารถใช้โปรแกรม ETAP ในการวิเคราะห์วงจรที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นได้

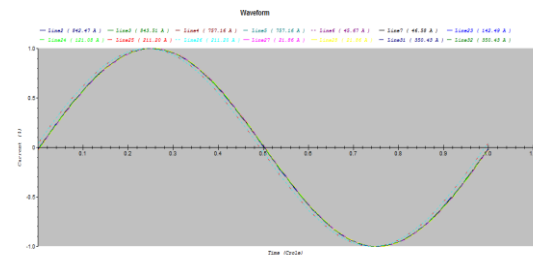
ผลจากการทดลองวิเคราะห์ Load Flow ในวงจรไดอะแกรมเส้นเดียว พบว่าได้ผลการทดลองที่มีค่าใกล้เคียงกับการคำนวณทางทฤษฎี ซึ่งแสดงให้เห็นว่า สามารถใช้งาน โปรแกรม ETAP ได้ถูกต้อง มีความเข้าใจในการใส่ค่าพารามิเตอร์ของอุปกรณ์ต่างๆในวงจร และสามารถใช้ในการคำนวณวงจรที่มีความซับซ้อนมากยิ่งขึ้น

วิเคราะห์วงจรจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ภาคเหนือ

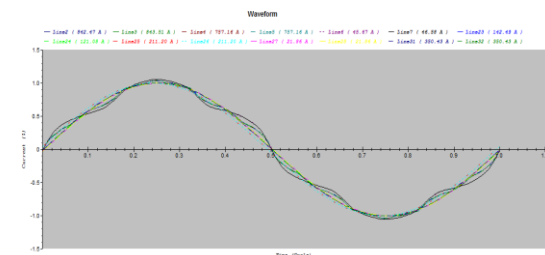
สถานีไฟฟ้าย่อย แม่เมาะ3 (115 KV)

นำโคแอมแกรมเส้นเดียวของการไฟฟ้าฝ่ายผลิต ภาคเหนือ สถานีไฟฟ้าย่อย 115 แม่เมาะ3 มาจำลองลงบนโปรแกรม หลังจากนั้นวิเคราะห์ Harmonics Flow ทั้ง2กรณี โดยที่ยังไม่ได้โหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้น

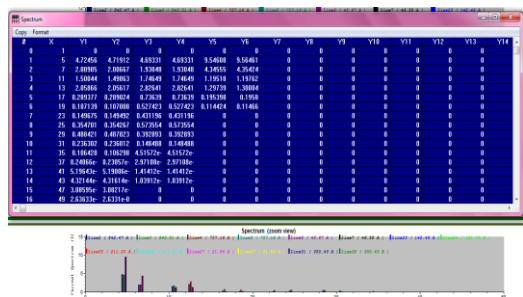
และโดยที่ได้โหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้น ที่บัส เชียงใหม่ 3 115 kv (โหลดตัวที่ 1)



รูปที่ 1 ค่ากระแสไหลที่สายส่งต่างๆขณะยังไม่ได้โหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้นในรูป Wave from



รูปที่ 2 ค่ากระแสไหลที่สายส่งต่างๆขณะได้โหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้นที่บัสเชียงใหม่ 3 ในรูป Wave from



รูปที่ 21.4 แสดงค่ากระแสไหลที่สายส่งต่างๆขณะได้โหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้นที่บัสเชียงใหม่ 3

นำข้อมูลที่ได้จากการวิเคราะห์ Harmonics Flow ที่บัส เชียงใหม่3 (โหลดตัวที่ 1และ2) ,บัสแม่เมาะ ขนาด 9 MVA,บัสจอมทอง ขนาด 11 MVA,บัสลำปาง 2 ขนาด 26 MVA,บัสแม่เมาะ 3 ขนาด 880 MVA, มาคำนวณหาค่าพลังงานสูญเสียในสายส่งโดยใช้โปรแกรม Microsoft Excel 2007 คำนวณหาค่าผลรวมของกำลังงานสูญเสียของการติดตั้งโหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้น ในแต่ละลำดับฮาร์มอนิก ในสายส่งที่ 2,3,4,5,6,7, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 31 และ 32

ทำการเชื่อมบัสเชียงใหม่2 และจอมทอง ที่มีขนาด 115 kv เพื่อให้เป็นระบบ Non-Radial หาระยะทางระหว่าง สถานีไฟฟ้าย่อยทั้งสองจาก google maps ได้ระยะทางระหว่างสถานีไฟฟ้าย่อย เชียงใหม่ 3 และสถานีไฟฟ้าย่อยจอมทอง เป็นระยะทาง 60.3 กม.

ใส่สายส่งที่เชื่อมระหว่างบัสทั้งสองลงในวงจรแล้วทำการวิเคราะห์ Harmonics Flow โดยเปลี่ยนเป็นใส่โหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้น ที่บัสต่างๆที่ได้ทำมาแล้วอีกครั้งหนึ่ง

ผลการทดลองและวิเคราะห์ผลการทดลอง

กรณีติดตั้งโหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้น ขนาด 11 MVA ที่บัสจอมทอง 115 kv (บัสที่ใช้ในการเชื่อมต่อระบบเป็น Non Radial System) กรณีติดตั้งโหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้น ขนาด 9 MVA ที่บัสแม่เมาะ

115 kv และจากข้อมูลที่ได้จากโปรแกรมสามารถนำข้อมูลนั้นมาคำนวณและเปรียบเทียบได้ว่า

วิเคราะห์ผลการทดลอง

จากการวิเคราะห์จะได้ประมาณการสูญเสียที่เกิดจากฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้น ดังนี้

- สายส่งที่มีความยาว และอิมพีแดนซ์สายเท่ากัน จะมีค่าการสูญเสียกำลังงานฮาร์มอนิกในสายส่งใกล้เคียงกันด้วย ทั้งในระบบ Radial และ Non Radial System
- ในระบบ Radial กระติดตั้ง โหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้น จะมีผลกระทบของฮาร์มอนิกในสายส่ง เฉพาะกับสายที่เชื่อมต่อกับโหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้นนั้นๆ ไม่เกิดครอบคลุมทั้งระบบ แต่มีค่ากำลังการสูญเสียมาก เมื่อเทียบกับระบบ Non Radial
- บัสที่มี โหลดที่ไม่เป็นเชิงเส้นติดตั้งอยู่ และใช้ในการเชื่อมต่อระบบ(Non Radial System) จะทำให้การสูญเสียกำลังงานจากฮาร์มอนิกลดลงอย่างมาก เมื่อ

เทียบกับ โหลดไม่เป็นเชิงเส้นที่มีขนาดใกล้เคียงกัน
และติดตั้งอยู่ที่บัสอื่นในวงจร

สรุปโครงการ

สามารถนำผลการทดลองที่วิเคราะห์ ในแต่ละกรณี มาแก้ไขกำลังงานที่สูญเสียในสายส่งที่จะเกิดขึ้นจากฮาร์มอนิกในไดอะแกรมเส้นเดี่ยวของระบบไฟฟ้ากำลังอื่น ๆ โดยให้มีการออกแบบวงจรสายส่งแบบ Non Radial System เพราะเป็นระบบที่ช่วยลดการสูญเสียและมีประสิทธิภาพมากกว่า Radial System ทั้งนี้ต้องอาศัยปัจจัยหลายๆอย่างในการก่อสร้าง ทั้งเรื่องงบประมาณการสร้าง สภาพภูมิประเทศ การดูแลรักษา ระยะเวลาการคุ้มทุน จึงต้องมีการศึกษาทั้งในด้านเศรษฐศาสตร์เพิ่มเติมอีกด้วย

กิตติกรรมประกาศ

ความสำเร็จในการจัดทำโครงการครั้งนี้ ผู้จัดทำได้รับความอนุเคราะห์ จากหลายท่าน ได้แก่ อาจารย์เกียรติคุณทศ กวีญาณ อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ผู้ให้คำแนะนำและแนะแนวทางที่เป็นประโยชน์อย่างยิ่งต่อการจัดทำโครงการ คุณฉวีกร หนักแน่น การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย ที่อำนวยความสะดวกและให้ความช่วยเหลือในการศึกษาหาข้อมูลจากการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย คณาจารย์จากภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ถ่ายทอดความรู้วิชาชีพ วิศวกรรมไฟฟ้าและอบรมสั่งสอนในการเป็นวิศวกรที่ดี และเพื่อนนิสิตภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ที่ได้แลกเปลี่ยนความรู้ ทำให้เกิดการเรียนรู้เพิ่มพูนขึ้น รวมทั้ง การให้กำลังใจและช่วยเหลือซึ่งกันและกันตลอดมา

ผู้จัดทำจึงขอขอบพระคุณทุกท่านเป็นอย่างสูงไว้ ณ ที่นี้ และหวังเป็นอย่างยิ่งว่า โครงการฉบับนี้จะเป็นประโยชน์ต่อผู้สนใจต่อไป

เอกสารอ้างอิง

- [1] ชำนาญ ห่อเกียรติ. 2532. ฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้าอุตสาหกรรม. วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ.
- [2] Joss Arrillaga and Neville R. Watson. 2003. Power System Harmonics, 2nd Edition. U.S.A.
- [3] Francisco C. and De La Rosa, 2006, Harmonics and power systems, The Electric power engineering series, U.S.A.

- [4] Ewald F. Fuchs and Mohammad A.S. Masoum, 2008, Power quality in power systems and electrical machines, Netherlands
- [5] Walid A. Omran, Hamdy S. K. El-Goharey and Mehrdad Kazerani, 2009, Identification and Measurement of Harmonic Pollution for Radial and Nonradial Systems. IEEE Transactions