

# การหาตำแหน่งเหมาะสมสูงสุดของตัวจำกัดกระแสลัดวงจรสำหรับระบบสายส่งแรงสูง

## Optimal Location of Fault Current Limiter for High-Voltage Transmission System

นายขจร เสงสุวรรณ 50053610

นายคมสัน โรจนาวีโลวุฒิ 50053669

อาจารย์ที่ปรึกษาโครงการ ดร.คมสันต์ หงษ์สมบัติ

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

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

### บทคัดย่อ

โครงการการหาตำแหน่งเหมาะสมสูงสุดของตัวจำกัดกระแสลัดวงจรสำหรับระบบสายส่งแรงสูง เป็นการหาค่ารีแอกแตนซ์ (Reactance) ของแต่ละสายส่งโดยการคำนวณแบ่งเป็นสองส่วน ส่วนแรกคำนวณกระแสลัดวงจรโดยใช้โปรแกรมแมทแลบ (Matlab) และส่วนที่สองคำนวณหาค่ารีแอกแตนซ์และตำแหน่งติดตั้งที่เหมาะสมโดยใช้ฟังก์ชันพาร์ติเคิลสวอร์มออปติไมซ์เซชัน (Particle Swarm Optimization) การหาค่ารีแอกแตนซ์มาใส่เพิ่มไปในแต่ละสายส่งเพื่อจำกัดกระแสลัดวงจรไม่ให้เกินค่าที่เรากำหนดไว้ เป็นการป้องกันอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าไม่ให้เสียหายก่อนการตัดจุดลัดวงจรออกจากระบบไฟฟ้า จากผลการทดลองสามารถหาค่ารีแอกแตนซ์ที่เหมาะสม ในด้านการป้องกันอุปกรณ์ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า

### Abstract

This paper presents the application of particle swarm optimization (PSO) to find the best location and its appropriate size of Fault Current Limiter (FCL) in transmission system. This study is divided into two parts. First, the calculation of short circuit currents is implemented on Matlab program. Secondly, the best location and its appropriate size of FCL can be found by using PSO function, which is also implemented on Matlab program. It is expected that the results obtained by using the proposed method will be useful for power system planning.

### 1. บทนำ

#### 1.1 ความสำคัญและที่มาของโครงการ

เมื่อเกิดลัดวงจรขึ้นในระบบสายส่งแรงสูงจะมีกระแสไฟฟ้าไหลในสายมากผิดปกติ เป็นต้นเหตุทำให้อุปกรณ์ในระบบไฟฟ้ากำลังเกิดความ

เสียหาย เมื่อเป็นเช่นนี้เราจึงต้องการลดกระแสลัดวงจรให้ต่ำกว่าค่าพิกัดที่อุปกรณ์แต่ละตัวจะไม่เสียหายก่อนการตัดจุดลัดวงจรออกจากระบบและเป็นจุดเริ่มต้นของโครงการนี้ ความสำคัญของโครงการนี้เป็น การหาค่ารีแอกแตนซ์ที่เหมาะสมสูงสุดนำไปติดตั้งเข้าไปในสายส่งแต่ละเส้นเพื่อลดกระแสลัดวงจร โครงการนี้เป็นประโยชน์อย่างมากในการลดกระแสลัดวงจรซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระบบสายส่งแรงสูง ในการคำนวณหาค่ารีแอกแตนซ์นั้นมีปัจจัยหลักใหญ่ๆ ในการคำนวณหาค่ารีแอกแตนซ์ได้แก่ เมื่อเกิดลัดวงจรแล้วอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าต้องไม่เสียหายก่อนการตัดจุดลัดวงจรออกจากระบบไฟฟ้า

#### 1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

ประยุกต์ใช้โปรแกรมแมทแลบและฟังก์ชัน PSO (Particle Swarm Optimization) เพื่อใช้ในการคำนวณกระแสลัดวงจรของระบบไฟฟ้ากำลังและหาขนาดของตัวจำกัดกระแสลัดวงจรที่เหมาะสม และจำนวนของตัวจำกัดกระแสลัดวงจรที่จะใส่เข้าไปในระบบไฟฟ้า เพื่อลดกระแสลัดวงจรให้เหมาะสมกับระบบไฟฟ้า

#### 1.3 ขอบเขตของโครงการ

จะให้ความสำคัญกับกระแสลัดวงจรที่ไม่ทำให้อุปกรณ์ในระบบเสียหาย ต้องรู้ค่ากระแสสูงสุดที่ไม่ทำให้อุปกรณ์ไฟฟ้าเสียหายและกำหนดกระแสลัดวงจรไม่ให้เกินค่ากระแสสูงสุด โดยจะใช้แต่ค่ารีแอกแตนซ์เท่านั้น ในการจำกัดกระแสลัดวงจร

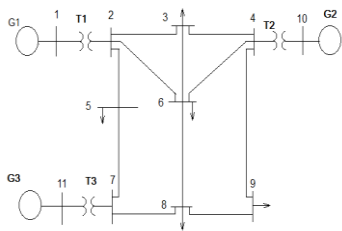
#### 1.4 ขั้นตอนและวิธีการดำเนินงาน

1. ศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องและหาข้อมูลของ Fault Current Limiter
2. เขียน โปรแกรม แมทแลบเพื่อ คำนวณ กระแสลัดวงจร โดยวิธีอิมพีแดนซ์เมตริกซ์

3. ใช้ฟังก์ชัน PSO ในการ คำนวณค่าและ ตำแหน่ง ของ FCL ที่ เหมาะสมสูงสุดในการจำกัดกระแสลัดวงจร และคำนวณกระแสลัดวงจร หลังติดตั้ง FCL

4. ทดลอง Simulation จากระบบไฟฟ้า
5. ทำโปสเตอร์ในการแสดงผลงานของโครงการงาน
6. วิเคราะห์และอธิบายผลการทดลอง
- 7.สรุปผลโครงการงาน
8. ทำรายงานสรุปที่ได้จากการทดลองโครงการงาน

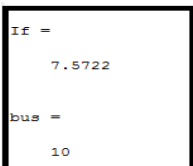
## 2. การทดลอง



รูป 1 ระบบที่ทำการทดลอง

- 2.1 คำนวณกระแสลัดวงจรและตำแหน่งที่เกิดลัดวงจร
- 2.2 โปรแกรมประมวลผลหาค่าของ FCL และตำแหน่งที่เหมาะสมสูงสุด
- 2.3 คำนวณกระแสลัดวงจรและตำแหน่งที่เกิดลัดวงจรหลังติดตั้ง FCL เข้าไปในระบบไฟฟ้า

## 3. ผลการทดลอง



รูป 2 กระแสลัดวงจรและตำแหน่ง ก่อนติดตั้ง FCL

คำนวณกระแสลัดวงจรได้โดย  $I_b = 4.33kA$  (1)

$$I_f = 7.5722 \times 4.33kA \quad (2)$$

$$I_f = 32.7876kA \quad (3)$$

ต้องการลดกระแสลัดวงจรลงต่ำกว่า 30 kA

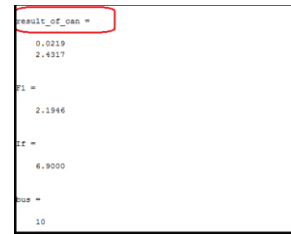
$$I_s \leq \frac{30}{4.33} \quad (4)$$

$$\text{จะได้ } I_s = 6.9p.u. \quad (5)$$

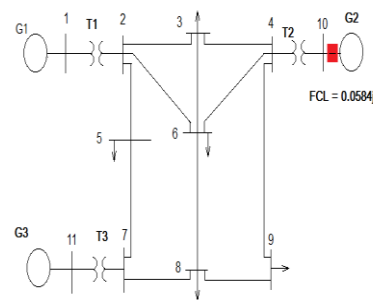
$$\text{ประมวลผลโปรแกรมจะได้ว่า } I_f = 6.9p.u. \quad (6)$$

$$\text{ได้กระแสเท่ากับ } I_f = 6.9 \times 4.33kA \quad (7)$$

$$I_f = 29.9kA \quad (8)$$



รูป 3 ผลการทดลอง



รูป 4 ระบบไฟฟ้าหลังติดตั้ง FCL

## 4.สรุปผลโครงการงาน

ชื่อโครงการนี้คือ การหาค่าตำแหน่งเหมาะสมสูงสุดของตัว จำกัดกระแสลัดวงจรสำหรับระบบสายส่งแรงสูง มีวัตถุประสงค์เพื่อลด กระแสลัดวงจรของระบบไฟฟ้าก่อนการตัดจุดลัดวงจรออกจากระบบ ไฟฟ้ากำลัง โดยโครงการนี้สามารถคำนวณหาค่า FCL และตำแหน่งของ FCL ที่จะติดตั้งเข้าไปในระบบไฟฟ้ากำลังได้ และจำกัดกระแสลัดวงจร ลงไปบางส่วนโดยขึ้นอยู่กับที่ตั้งค่ากระแสตั้งค่าด้วย ทำให้ระบบไฟฟ้า กำลังมีเสถียรภาพมากขึ้น โดยเราสามารถกำหนดจำนวนการติดตั้งและ ขอบเขตของ FCL ได้ โครงการนี้เป็นประโยชน์อย่างมากในการลด กระแสลัดวงจรซึ่งนำไปประยุกต์ใช้ได้จริงในระบบสายส่งแรงสูง ในการ คำนวณหาค่าของ FCL นั้นมีปัจจัยหลักใหญ่ๆ ในการคำนวณหาค่า FCL ได้แก่ เมื่อเกิดลัดวงจรแล้วอุปกรณ์ในระบบไฟฟ้าต้องไม่เสียหายก่อน การตัดจุดลัดวงจรออกจากระบบ

## 5.กิตติกรรมประกาศ

โครงการนี้สำเร็จได้ ด้วยความกรุณาของ อ.กมลสันต์ หงษ์ สมบัติ ที่ปรึกษาโครงการ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อชี้แนะ และความ

ช่วยเหลือในหลายสิ่งหลายอย่างจนกระทั่งลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยขอ  
กราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูงมา ณ ที่นี้

โครงการนี้มีความสมบูรณ์มากยิ่งขึ้นด้วยเพราะ อ.เกียรติยุทธ  
กวีญาณ กรรมการโครงการ ซึ่งได้ให้คำปรึกษา ข้อเสนอแนะ ซึ่งจุดบกพร่อง  
ให้นักวิจัยทำการปรับปรุงให้ดีขึ้น

ขอขอบคุณ คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์  
ได้มอบทุนวิจัยโครงการนี้จนสำเร็จลุล่วงได้ด้วยดี

## 6.เอกสารอ้างอิง

- [1] ร.ศ. ด.ร. ชำนาญ ห่อเกียรติ การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง  
2547 ; โครงการพัฒนาความชำนาญด้านไฟฟ้ากำลัง  
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์  
มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์
- [2] Masaki Nakata, Zakuyuki Tanaka and Haruhito Taniguchi,  
FCL Location Selection in Large Scale Power System, IEEE  
Transaction on Applied Superconductivity, Vol. 11, Issue. 1,  
March 2001, pp. 2489-2494
- [3] จากเว็บไซต์: [www.superconductivitynewsupdate.com/  
newsletters/PDF/FaultCurrentLimitersOct2007.pdf](http://www.superconductivitynewsupdate.com/newsletters/PDF/FaultCurrentLimitersOct2007.pdf)
- [4] จากเว็บไซต์: [http://www.wtec.org/loyola/scpa/04\\_03.htm](http://www.wtec.org/loyola/scpa/04_03.htm)