

Thesis Title	Transient Overvoltage Analysis of 500 kV Transmission Line Between Nam Theun 2 Substation and Roi Et 2 Substation
Author	Mr. Thongsavanh Keokhoungning
Degree	Master of Engineering (Electrical Engineering)
Thesis Advisor	Assoc.Prof.Dr.Suttichai Premrudeepreechacharn

ABSTRACT

The transient overvoltage of 500 kV transmission line between Nam Theun 2 and Roi Et 2 substation is analyzed in this thesis. The study is based on PSCAD/EMTDC program performed for a guide line for 500 kV operations in Lao PDR. The operations of 500 kV transmission line at no load, half load and full load are investigated. The PSCAD/EMTDC program is validated with the case of Mae Moh - Tha Ta Ko circuit 1. It is found that the simulation program can be predicted the result quite well. Then the simulation program is compared with the reference studied report of EGAT for line energization of Nam Theun 2 - Roi Et 2. The comparisons give satisfactory results with the peak values, waveforms of voltage and frequency.

The simulation program is used for predicting case of transient overvoltage of 500 kV transmission line between Nam Thuen 2 and Roi Et 2 substation. The transient overvoltage can be divided into 2 parts, switching and temporary overvoltages. In case of switching overvoltage, cases of line energization and re-energization (single line to ground fault and three phases to ground fault) are investigated. While case of temporary overvoltage, Ferranti effect, load rejection and

inrush transient due to transformer energization are studied. The results of these studies could be concluded as follows:

In case of switching overvoltage with line energization, it is found that the maximum overvoltage is 2.376 p.u. (at Roi Et 2 substation) for circuit 2 at no load condition and without protection devices. When protection devices are in service, the maximum overvoltage is reduced to 1.707 p.u. at the same place.

In case of switching overvoltage with re-energization, the effect of distance from Nam Theun 2 on line faults (single line and three phases to ground faults) is investigated. The distance between Nam Theun 2 to Roi Et 2 is divided into 6 parts (50 km per part). The results show that the distance from power plant has a little bit effect of the maximum overvoltage. The result shows that the maximum overvoltage is 4.069 p.u. in case of no load condition and the three phases to ground fault without any protection device in service. When the protection devices are in services, the maximum overvoltage is reduced to 1.784 p.u. at no load condition.

In case of temporary overvoltage during Ferranti effect, its overvoltage is quite low. It is found that the maximum overvoltage is 1.342 p.u. at both circuits without shunt reactor. When the shunt reactor is in service, the maximum overvoltage is reduced to 1.088 p.u. The deviation of overvoltage between the sending and the receiving ends is approximately 3%.

When load is suddenly removed (or load rejection) from the end of a long transmission line, the voltage at Roi Et 2 substation is increased. In this case, the maximum overvoltage is 1.583 p.u. at the end of line. Moreover, the results show the highest overvoltage occurs when three phases load is rejected and it reduces with the decreasing of number of phase rejection.

In case of inrush transients phenomenon during the energization of transformer at 18 kV low side at Nam Theun 2, the transient overvoltage reaches 1.578 p.u. On the other hand when the energization of transformer at 500 kV high side at Roi Et 2 substation, the maximum overvoltage is equal to 1.490 p.u.

By analyzing transient overvoltages in cases of switching overvoltage and temporary overvoltage. It is found that the overvoltages are between 1.015 and 1.784 p.u. with protection devices. These values are lower than the IEC standard of insulation coordination which equal to 2.74 p.u.

ชื่อเรื่องวิทยานิพนธ์	การวิเคราะห์แรงดันเกินในสภาวะชั่วคราวของสายส่งระดับ 500 เควีระหว่างสถานีไฟฟ้าน้ำเทิน 2 และ สถานีไฟฟ้าร้อยเอ็ด 2
ผู้เขียน	นายทองสวรรค์ แก้วคุณยิ่ง
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วิศวกรรมไฟฟ้า)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์ ดร. สุทธิชัย เปรมฤดีบริหารชาญ
	บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เกี่ยวกับการวิเคราะห์แรงดันเกินในสภาวะชั่วคราวของสายส่งระดับ 500 เควีระหว่างสถานีไฟฟ้าน้ำเทิน 2 และ สถานีไฟฟ้าร้อยเอ็ด 2 โดยจำลองการทำงานของระบบด้วยโปรแกรม PSCAD/EMTDC เพื่อเป็นการปฏิบัติการในระบบส่ง ประเทศสาธารณรัฐประชาธิปไตยประชาชนลาว การตรวจสอบความถูกต้องของแบบจำลองโดยเปรียบเทียบกับผลการศึกษาจากการปิดวงจรป้อนพลังงานให้กับสายส่งน้ำเทิน 2 และสถานีไฟฟ้าร้อยเอ็ด 2 ของการไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย และตรวจสอบกับกรณีศึกษาแรงดันเกินสวิตชิงของสายส่ง 500 เควีระหว่างแม่เมาะกับท่าตะโก ผลการเปรียบเทียบแบบจำลองทั้งสองกรณีค่าแรงดันเกินสูงสุดรูปคลื่นของแรงดันและความถี่มีค่าใกล้เคียงกัน

แบบจำลองที่ได้ทดสอบทั้งสองกรณี เบื้องต้นได้นำมาใช้ในการศึกษาแรงดันเกินในสภาวะชั่วคราวของสายส่งระดับ 500 เควีระหว่างสถานีไฟฟ้าน้ำเทิน 2 และ สถานีไฟฟ้าร้อยเอ็ด 2 กรณีศึกษาแรงดันเกินสวิตชิงซึ่งเกิดจากการปิดวงจรป้อนพลังงานและกรณีการปิดเข้าเมื่อเกิดสภาวะผิดปกติและกรณีศึกษาแรงดันเกินชั่วคราวซึ่งเกิดจากผลกระทบ Ferranti การหายไปของโหลดและการปิดวงจรป้อนพลังงานให้กับหม้อแปลง สรุปได้ดังนี้

ผลการแรงดันเกินสวิตชิงซึ่งเกิดจากการปิดวงจรเมื่อไม่มีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินนำเข้าไปใช้งาน ขนาดแรงดันเกินสูงสุด 2.376 p.u. ในวงจรที่ 2 เงื่อนไขกรณีที่ไม่มีโหลดเมื่อนำอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกินเข้าไปใช้งานทุกชนิดตามการติดตั้งจริงในระบบพบว่าขนาดแรงดันเกินสูงสุดเท่ากับ 1.707 p.u. ที่สถานีไฟฟ้าร้อยเอ็ด 2

เมื่อพิจารณาการปิดซ้ำ เมื่อเกิดสภาวะผิดปกติของแต่ละวงจรที่มีระยะทุก 50 กิโลเมตรจากจุดสถานีไฟฟ้าน้ำเทิน 2 ถึง สถานีไฟฟ้าร้อยเอ็ด 2 เพื่อหาแรงดันเกินสูงสุด เมื่อไม่มีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน ค่าแรงดันสูงสุดมีค่าเท่ากับ 4.069 p.u. ในกรณีที่ไม่มีโหลดและเมื่อมีอุปกรณ์ป้องกันแรงดันเกิน ค่าแรงดันเกินสวิตชิงสูงสุดมีค่าเท่ากับ 1.784 p.u. แรงดันเกินที่เกิดจากการปิดซ้ำจากฟอลต์ขณะที่มีโหลดเพียงครั้งหนึ่งหรือโหลดจะมีค่าน้อยกว่ากรณีที่ไม่มีโหลด

การศึกษาแรงดันเกินชั่วคราวที่เกิดจากผลกระทบของ Ferranti มีค่าต่ำเมื่อระบบส่งไม่มีโหลดแรงดันเกินชั่วคราวสูงสุดเมื่อไม่มีรีแอกเตอร์ขนาน เข้าใช้งานเท่ากับ 1.342 p.u. แต่เมื่อมีรีแอกเตอร์ขนาน เข้าใช้งานปรากฏว่าแรงดันเกินมีค่าลดลงเท่ากับ 1.088 p.u. ความแตกต่างของค่าแรงดันเกินสูงสุดจากสถานีไฟฟ้าน้ำเทิน 2 ถึงสถานีไฟฟ้าร้อยเอ็ด 2 เท่ากับ 3%

เมื่อพิจารณาแรงดันเกินชั่วคราวที่เกิดจากการหายไปของโหลด ก่อให้เกิดแรงดันเกินชั่วคราวมากที่สุด ในกรณีที่โหลดหายไปทั้ง 3 เฟส มีค่าเท่ากับ 1.583 p.u. ที่สถานีไฟฟ้าร้อยเอ็ด 2 แรงดันเกินชั่วคราวที่เกิดจากการหายไปของโหลด 1 เฟสและ 2 เฟสมีค่าต่ำกว่าการหายไปของโหลด 3 เฟส

การปิดวงจรเพื่อป้องกันพลังงานให้กับหม้อแปลงก่อให้เกิดแรงดันเกินชั่วคราว และการไหลของกระแสชั่วคราว เมื่อปิดวงจรป้องกันพลังงานให้กับหม้อแปลงที่สถานีไฟฟ้าน้ำเทิน 2 ด้านแรงดัน 18 เควี แรงดันเกินชั่วคราวเท่ากับ 1.578 p.u. และในเมื่อปิดวงจรป้องกันพลังงานให้กับหม้อแปลงอัตโนมัติด้านแรงสูง 500 เควี แรงดันเกินชั่วคราวเท่ากับ 1.490 p.u.

ผลการวิเคราะห์แรงดันเกินในสภาวะชั่วคราวในกรณีแรงดันเกินสวิตชิง และแรงดันเกินชั่วคราวเมื่อนำอุปกรณ์แรงดันเกินเข้าไปใช้งาน สามารถจำกัดแรงดันเกินให้อยู่ในช่วง 1.015 - 1.784 p.u. ซึ่งอยู่ในขอบเขตของค่าระดับความคงทนของฉนวน ที่ได้กำหนดไว้ในมาตรฐาน IEC คือ 2.74 p.u.