เคลวิน เมล็กเซเดก มินจา : สมรรถนะฟ้าผ่าที่เหมาะสม สำหรับระบบคาเทอแนรี แรงดันไฟฟ้ากระแสสลับเหนือศีรษะ 25 kV (OPTIMAL LIGHTNING PERFORMANCE FOR 25 kV AC OVERHEAD CATENARY SYSTEM) อาจารย์ที่ปรึกษา : ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.บุญเรือง มะรังศรี, 254 หน้า

สมรรถนะฟ้าผ่าของระบบคาเทอแนรีเหนือศีรษะที่ใช้อยู่ เป็นที่รู้จักกันอย่างดีเมื่อไม่กี่ปีที่ผ่านมา เนื่องจากจำนวนความถี่ของการผิดพร่องมีสาเหตุจากผลของสภาวะแรงดันเกิน จึงทำให้การป้องกันเพื่อต้านการรบกวนจากฟ้าผ่าต่อระบบคาเทอแนรีเหนือศีรษะต้องนำตำแหน่งที่ถูกฟ้าผ่ามาพิจารณาตามมาตรฐาน IEEE Std. 1313 เพื่อพยายามคงอัตราการผิดพร่องให้อยู่ในระดับต่ำ จึงทำให้มีการศึกษาเพื่อประมาณค่าสมรรถนะฟ้าผ่ากันอย่างแพร่หลาย นอกจากนี้ด้วยการใช้การออกแบบเริ่มต้นเป็นฐาน ระบบที่มีอยู่ที่ประสบกับปัญหาค่าความเหมาะสมที่สุด ในขณะที่ของพารามิเตอร์ฟ้าผ่าที่เหมาะสมสำหรับระบบคาเทอแนรีเหนือศีรษะ ถูกประมาณค่าจากอัตราการเกิดความผิดพร่องจากฟ้าผ่า โปรแกรม ATP-EMTP และวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm) ของเทคนิคปัญญาประดิษฐ์ ในโปรแกรม MATLAB ถูกนำมาใช้ การปรับปรุงและและการหาค่าเหมาะสมที่สุด สำหรับสมรรถนะฟ้าผ่าของระบบ ผลการศึกษาพบว่า ฟ้าผ่าขั้วลบแบบลำเดียวและแบบซ้ำหลายลำ ที่มีขนาดกระแสตั้งแต่ 34 kA ขึ้นไป สามารถทำให้เกิดวาปไฟ (Flashover) และวาปไฟแบบย้อนกลับ (Back flashover) เมื่อผ่าลงที่สาลี่ (Pantograph) ผ่าลงที่ยอดของเสาไฟฟ้า (Mast) ผ่าที่สายดิน (Return หรือ Earth wire) และผ่าลงที่สายส่งจ่ายไฟฟ้าเหนือศีรษะ (Catenary wire) ที่ตำแหน่งบนเสาไฟฟ้าและระยะ ระหว่างเสาไฟฟ้าในทุกรูปแบบ นอกจากนี้ยังพบว่าผลของค่าความต้านทานของดินที่ทำให้การเกิดวาปไฟมีสูงขึ้นเด่นชัดเปรียบเทียบกับการเกิดวาปไฟแบบย้อนกลับเมื่อฟ้าผ่าขั้วลบแบบซ้ำหลายครั้งผ่าลงบนสาลี่ขณะอยู่ระหว่างเสาไฟฟ้าจะมากกว่าจุดฟ้าผ่าอื่น ๆ ยิ่งไปกว่านั้น ยังพบว่า การติดตั้งกับดักฟ้าผ่าเป็นช่วง ๆ ตามสมรรถนะของกับดักฟ้าผ่าเป็นวิธีการที่สะดวกในการสมรรถนะฟ้าผ่าหรือบรรเทาการเกิดวาปไฟ สุดท้ายได้วิธีการเหมาะสมที่สุดถูกคำนวณ และนำเสนอ ระดับฉนวนของสายที่เหมาะสม ความต้านทานดิน ความสามารถในการดูดซับพลังงานของกับดักฟ้าผ่า ระยะห่างในการติดตั้ง และจำนวนในการติดตั้งกับดักฟ้าผ่า เพื่อกำจัดหรือลดความผิดพร่องที่เกิดจากฟ้าผ่าให้น้อยที่สุด จากผลการศึกษานี้ได้ค่าพารามิเตอร์ใหม่ที่อาจจะช่วยลดอัตราการเกิดความผิดพร่องจากฟ้าผ่าบนสายคาเทอแนรี ส่วนการตรวจสอบความถูกต้องของวิธีที่ได้นำเสนอ ในบางกรณีไม่สามารถทราบล่วงหน้าได้ เช่น ข้อกำหนดในการก่อสร้าง

ที่ต้องใช้ร่วมกันกับวิธีการที่ออกแบบไว้ ซึ่งวิธีการใหม่ที่เหมาะสมกับสมรรถนะฟ้าผ่าของระบบเป็นงานที่ต้องทำต่อไปในอนาคต

สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา _____

ปีการศึกษา 2560 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา _____

KELVIN MELCKZEDECK MINJA : OPTIMAL LIGHTNING PERFORMANCE FOR 25 kV AC OVERHEAD CATENARY SYSTEM. THESIS ADVISOR : ASST. PROF. BOONRUANG MARUNGSRI, D.ENG, 254 PP.

LIGHTNING / PERFORMANCE INDEX / OPTIMIZATION/ OVERHEAD CATENARY SYSTEM

The lightning performance of Overhead Catenary System relying on the existed network has been well known in a recent year. Since Frequent Number of breakdown caused by overvoltage condition, the protection against lightning disturbances in Overhead Catenary System has been taken into consideration from striking points as per IEEE Std. 1313. In an effort to maintain failure rate at a low level, plenty of lightning performance estimation studies have been conducted. Also, based on their initial design, the existed system is faced as an optimization problem where optimum lightning parameters are examined for the overhead line, regards to the appropriateness of the lightning failure rate. ATP-EMTP software and Genetic Algorithm (GA) of Artificial Intelligence (AI) Techniques in MATLAB are utilized for improvement and optimization of the system lightning performance respectively. It was shown that the negative single and multiple lightning of magnitude - 34 kA and above leads backflashover and flashover when strikes on train's pantograph, top of Mast, Return wire (Earthing wire), and Catenary wire at the mast and between two masts in all configurations. Additionally, the grounding resistance was recognized to

have higher predominance in flashover compared to backflashover when negative multiple lightning strokes occur on pantograph than other striking points at the mid-span unlike along the mast. Moreover, it was seen that installation intervals with the performance of surge arresters are convenient to improve the lightning performance or mitigating the flashover. Lastly, the optimal methodology calculates and proposes the most suitable line insulation level, grounding resistance, the energy absorption capability of surge arresters, surge arresters' installation interval, and a number of installed surge arresters for the examined line, to eliminate or minimize the total failures caused by lightning at minimal. From these results, it is revealed that obtained results for the studied lines, i.e., the newly selected design parameters, significantly may reduce the failure rates caused by lightning, something fundamental in the case of catenary lines. In order to validate the potency of the proposed method, in some cases, the civil construction requirements are not known in advance, which required a new approach to be compatible with the lightning performance of the system in future work.

School of Electrical Engineering Student's Signature

Academic Year 2017 Advisor's Signature