ณตฤณ จันทร์จำรัส : การปรับปรุงมอดุลาร์มัลติเลเวลคอนเวอร์เตอร์ของระบบไฟฟ้ากำลังที่ประกอบด้วยทุ่งกังหันลมนอกชายฝั่ง (A STUDY OF MODULAR MULTILEVEL CONVERTER IMPROVEMENT ON POWER SYSTEM INTEGTATED WITH AN OFFSHORE WIND FARM) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.อนันท์ อุ่นศิวิไลย์, 185 หน้า.

วัตถุประสงค์ของการวิจัยนี้เป็นการปรับปรุงระบบไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงที่ใช้มอดุลาร์มัลติเลเวลคอนเวอร์เตอร์ โดยได้ศึกษาวิจัยเพื่อปรับปรุงทั้งสมรรถนะของคอนเวอร์เตอร์และสมรรถนะของระบบควบคุม ในการปรับปรุงสมรรถนะของคอนเวอร์เตอร์ การศึกษาวิจัยนี้ได้ปรับปรุงความเพี้ยนเชิงฮาร์มอนิกรวมของแรงดันด้านออกโดยใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบกลุ่มอนุภาคเพื่อออกแบบหาค่ามุมในการมอดูเลตมอดุลาร์มัลติเลเวลคอนเวอร์เตอร์เพื่อให้ได้ค่าความเพี้ยนเชิงฮาร์มอนิกรวมต่ำที่สุด และสำหรับการปรับปรุงระบบควบคุมระบบไฟฟ้ากระแสตรงแรงดันสูงชนิดใช้มอดุลาร์มัลติเลเวลคอนเวอร์เตอร์ที่เชื่อมต่อทุ่งกังหันลมนอกชายฝั่งกับระบบไฟฟ้ากำลังนั้น งานวิจัยนี้ได้ปรับปรุงตัวแปรในตัวควบคุมแบบ PI ของระบบ

สมรรถนะที่สำคัญอย่างหนึ่งของคอนเวอร์เตอร์ชนิดแหล่งจ่ายแรงดันคือฮาร์มอนิกของแรงดันด้านออกที่จะจ่ายให้กับระบบไฟฟ้า ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบกลุ่มอนุภาคในการค้นหาค่ามุมในการสั่งให้อุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังทำงานที่เหมาะสมเพื่อใช้ในการมอดูเลตคอนเวอร์เตอร์ และศึกษาเปรียบเทียบกับการมอดูเลตโดยวิธีพีดับปลิวเอ็มที่นิยมใช้ทั่วไป โดยได้ทำการศึกษาและวิเคราะห์เปรียบเทียบมอดุลาร์มัลติเลเวลคอนเวอร์เตอร์ทั้งสองชนิดที่มีจำนวนระดับ 3, 9, 11, 15, 27, 73 และ 101 ระดับ ผลการศึกษาพบว่าค่าความเพี้ยนเชิงฮาร์มอนิกรวมโดยวิธีหาค่าที่เหมาะสมที่สุดที่นำเสนอให้ผลที่ดีกว่าการมอดูเลตโดยวิธีพีดับปลิวเอ็มทุก ๆ การศึกษาเปรียบเทียบกันที่จำนวนระดับของคอนเวอร์เตอร์เท่ากัน โดยมีค่าดีกว่าเฉลี่ยประมาณ 12.7%

สำหรับสมรรถนะของระบบควบคุมสามารถประเมินบนพื้นฐานของพฤติกรรมการตอบสนองพลวัต ระบบการควบคุม VSC-HVDC ที่ต่อระหว่างทุ่งกังหันลมนอกชายฝั่งกับระบบไฟฟ้ากำลังโดยใช้ตัวควบคุมแบบ PI ในการปรับปรุงการตอบสนองพลวัตนี้ทำโดยการปรับค่าตัวแปร Ki และ Kp ของตัวควบคุมแบบ PI การวิจัยนี้ได้ทวนสอบค่าความคลาดเคลื่อนของแรงดันด้านออกโดยใช้ทฤษฎีของ Ziegler และ Nichols, IAE, ISE, IATE และ ITSE และปรับปรุงสมรรถนะการตอบสนองพลวัตของระบบควบคุมโดยใช้ตัวควบคุมแบบ PI และทำการปรับค่าตัวแปรโดยใช้ PSO ผลจากการศึกษาพบว่าสมรรถนะของระบบควบคุมที่ใช้วิธีการค้นหาตัวแปรโดยใช้วิธี PSO+ITAE มีสมรรถนะดีที่สุดคือมีแรงดันพุ่งเกินอยู่ที่ 2.0% ซึ่งดีกว่าวิธีของ Ziegler และ Nichols,

ISE, ITSE, IAE และ ITAE ซึ่งมีค่าแรงดันพุ่งเกินสูงสุด (P_{os}) อยู่ที่ 27.8%, 19.9%, 13.1%, 9.1% และ 4.4%ตามลำดับ การตอบสนองทางเวลาของวิธี PSO+ITAE สามารถที่จะเข้าสู่สภาวะเสถียรภายในเวลา 5.2 วินาที โดยไม่มีแรงดันพุ่งเกิน ยิ่งไปกว่านั้นสมรรถนะอื่นๆ ก็ดีกว่าวิธีเดิมทุกๆ อย่าง โดยมีช่วงเวลาในการหน่วง (t_d) และช่วงเวลาการขึ้นระดับ (t_r) เป็น 1.5 และ 2.6 วินาที ตามลำดับ

ดังนั้นจากการวิจัยนี้แสดงให้เห็นว่าการปรับปรุงทั้งสมรรถนะด้านความเพี้ยนเชิงฮาร์มอนิกรวมของคอนเวอร์เตอร์และสมรรถนะของระบบควบคุมของตัวควบคุมแบบ PI โดยใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดแบบกลุ่มอนุภาคให้ผลที่ดีกว่าการวิธีการเดิมที่นิยมใช้ทั่วไป

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนักศึกษา

ปีการศึกษา 2559 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา

NATIN JANJAMRAJ : A STUDY OF MODULAR MULTILEVEL CONVERTER IMPROVEMENT ON POWER SYSTEM INTEGTATED WITH AN OFFSHORE WIND FARM. THESIS ADVISOR : ASSOC. PROF. ANANT OONSIVILAI, Ph.D., 173 PP.

MODULAR MULTILEVEL CONVERTER/ HVDC/ OFFSHORE WIND FARM/ PSO

The objective of this research is both improvements of MMC-based HVDC systems are including the converter performance and controller performance. The converter performance is to improve the total harmonic distortion output waveform and modulation technique of modular multilevel converter (MMC). For control system improvement, this thesis is to improve the PI parameters of MMC-based HVDC transmission systems controllers. The both performances improvement are using artificial intelligence particle swarm optimization (PSO).

The one of most important performance of voltage source converter is output voltage harmonic. Therefore, this research is proposed the particle swarm optimization (PSO) for search the switch angles in modulation and compared with the Carrier-shift SPWM for 3, 9, 11, 15, 27, 73 and 101 levels. The simulation results are shown the voltage THD of PSO method is better than the Carrier-shift SPWM in all and about 12.7% in average.

The performance of the control system is evaluated based on its transient response behavior. The control system of the VSC-HVDC is connected between offshore wind farm and power systems are used the PI controller. For improved the

transient response by adjustment the parameters K_I and K_P of the PI controllers. This research is verified the output voltage errors by Ziegler and Nichols, IAE, ISE, IATE, ITSE and improve the transient performance of control systems by PI controller and tuning its parameters by PSO. The simulation results are shown the parameters are searched by using PSO+ITAE is the best performance by maximum over shoot (P_M) is 2.0% is better than Ziegler and Nichols, ISE, ITSE,IAE and ITAE are 27.8%, 19.9%, 13.1%, 9.1% and 4.4% respectively. The time response of PSO+ITAE method is reach to steady state within 5.2 second without overshoot. Moreover, all performance characteristics are better than the all conventional method with the delay time (t_d) and rise times (t_s) are 1.5 second and 2.6 second respectively.

Therefore, this research is shown both improvements, the THD performance of converters and the control performance of PI controller by using PSO optimization method is effectively than conventional methods.

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Electrical Engineering Student's Signature

Academic Year 2016 Advisor's Signature