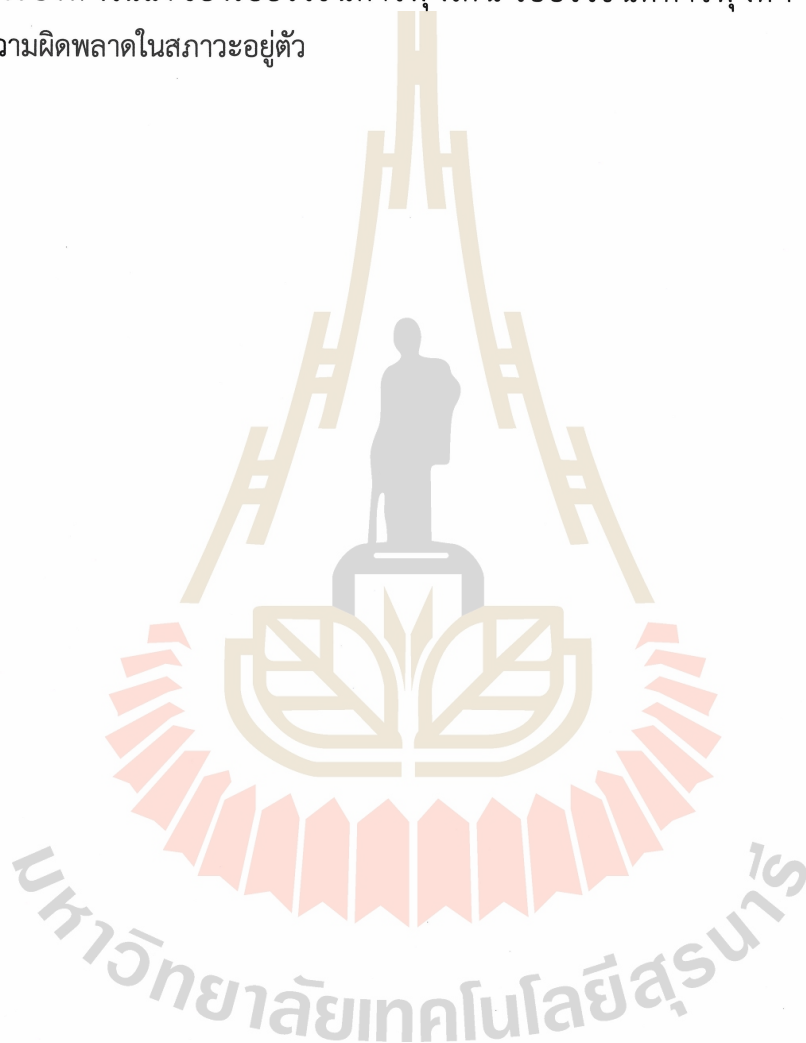


อภิรักษ์ ศรีชนะ : การออกแบบตัวควบคุมโหมดการเลื่อนแบบปรับตัว
ด้วยวิธีการค้นหาแบบตาบู่เชิงปรับตัวสำหรับระบบยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่
(ADAPTIVE SLIDING MODE CONTROLLER DESIGN USING ADAPTIVE
TABU SEARCH METHOD FOR BATTERY ELECTRIC VEHICLE SYSTEM)
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ : ศาสตราจารย์ ดร.ก้องพันธุ์ อารักษ์, 186 หน้า.

คำสำคัญ: ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ตัวควบคุมโหมดการเลื่อนแบบปรับตัว วงจรแปลงผันดีซีเป็นดีซี
แบบสองทิศทาง แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โหลดกำลังไฟฟ้าคงตัว
การค้นหาแบบตาบู่เชิงปรับตัว

ยานยนต์ไฟฟ้าที่มีแหล่งจ่ายพลังงานหลักเป็นแบตเตอรี่จะมีวงจรแปลงผันกำลังทำหน้าที่
ในการควบคุมแรงดันไฟฟ้าดีซีบัสให้คงที่และควบคุมการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าไปยังโหลดทั้งหมดของ
ระบบ ดังนั้นวงจรแปลงผันกำลังและระบบควบคุมจึงมีความสำคัญเป็นอย่างมากสำหรับ
ระบบยานยนต์ไฟฟ้า เพราะส่งผลต่อประสิทธิภาพการทำงานของระบบโดยตรง ด้วยเหตุนี้
งานวิจัยวิทยานิพนธ์จึงนำเสนอการออกแบบตัวควบคุมโหมดการเลื่อนแบบปรับตัวด้วยวิธีการค้นหา
แบบตาบู่เชิงปรับตัวสำหรับระบบยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ ซึ่งระบบไฟฟ้าที่พิจารณาจะเป็น
วงจรแปลงผันกำลังดีซีเป็นดีซีชนิดบuck-บูสต์แบบสองทิศทางที่มีการควบคุมแรงดันไฟฟ้าดีซีบัสด้วย
ตัวควบคุมโหมดการเลื่อนแบบปรับตัว โดยการออกแบบตัวควบคุมดังกล่าวได้เริ่มต้นจากการพิสูจน์หา
แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของระบบด้วยวิธีค่าเฉลี่ยปริภูมิสถานะทั่วไปเพื่อนำมาใช้ร่วมกับ
สมการพื้นผิวการเลื่อนที่กำหนดให้เป็นแบบการรวมกันแบบเชิงเส้นของตัวแปรสถานะสำหรับการ
พิสูจน์หาสมการสร้างสัญญาณควบคุม ซึ่งในเบื้องต้นค่าพารามิเตอร์ของตัวควบคุมโหมดการเลื่อน
จะถูกออกแบบโดยอาศัยวิธีการสุ่มค่า จากนั้นได้พัฒนาต่อยอดสู่การออกแบบตัวควบคุม
โหมดการเลื่อนแบบปรับตัวด้วยวิธีการค้นหาแบบตาบู่เชิงปรับตัว ซึ่งผลที่ได้จากการการค้นหา
จะถูกนำไปใช้สำหรับการสร้างสมการของตัวควบคุมที่แปรเปลี่ยนค่าได้ตามค่าโหลดของระบบที่มี
การเปลี่ยนแปลงผ่านวิธีการปรับเส้นโค้ง เพื่อให้สามารถควบคุมแรงดันไฟฟ้าดีซีบัสให้คงที่และ
มีผลตอบสนองเป็นไปตามมาตรฐาน ISO 21498-1,2 ภายใต้เงื่อนไขกำลังไฟฟ้าที่ค่าพิกัดถึงแม้
ค่ากำลังไฟฟ้าของโหลดจะมีการเปลี่ยนแปลง ผลการยืนยันสมรรถนะของตัวควบคุมที่ได้รับ
การออกแบบด้วยวิธีการที่นำเสนอ รวมถึงผลการเปรียบเทียบสมรรถนะของตัวควบคุมที่นำเสนอกับ
ตัวควบคุมพีไอแบบต่อเรียง ซึ่งเป็นตัวควบคุมพื้นฐานที่นิยมใช้กันอย่างแพร่หลาย และตัวควบคุม
โหมดการเลื่อนแบบดั้งเดิมด้วยการจำลองสถานการณ์บนคอมพิวเตอร์ด้วยโปรแกรม
MATLAB/SIMULINK และการจำลองสถานการณ์แบบฮาร์ดแวร์ในลูปที่อาศัย

โปรแกรม MATLAB/SIMULINK ร่วมกับบอร์ด DSP รุ่น eZdsp™ F28335 แสดงให้เห็นและยืนยันได้ว่า ตัวควบคุมโหมดการเลื่อนแบบปรับตัวสามารถควบคุมแรงดันไฟฟ้าที่ซิปส์ให้คงที่ที่ 800 V และมีผลตอบสนองเป็นไปตามมาตรฐาน ISO 21498-1,2 ได้ แม้ค่ากำลังไฟฟ้าของโหลดจะมีการเปลี่ยนแปลงไปจนถึงค่ากำลังไฟฟ้าปกติของระบบ นอกจากนี้ตัวควบคุมที่นำเสนอยังให้ผลตอบสนองเชิงพลวัตของระบบที่ดีกว่าตัวควบคุมโหมดการเลื่อนแบบดั้งเดิมและตัวควบคุมพีไอแบบต่อเรียงทั้งในแง่ของเปอร์เซ็นต์การพุ่งเกิน เปอร์เซ็นต์การพุ่งต่ำ ช่วงเวลาฟื้นตัว และค่าความผิดพลาดในสภาวะอยู่ตัว



สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า

ปีการศึกษา 2568

ลายมือชื่อนักศึกษา..... ณัฏฐ์ สิริชนะ

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา..... ณัฏฐ์

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม..... ณัฏฐ์ สิริชนะ

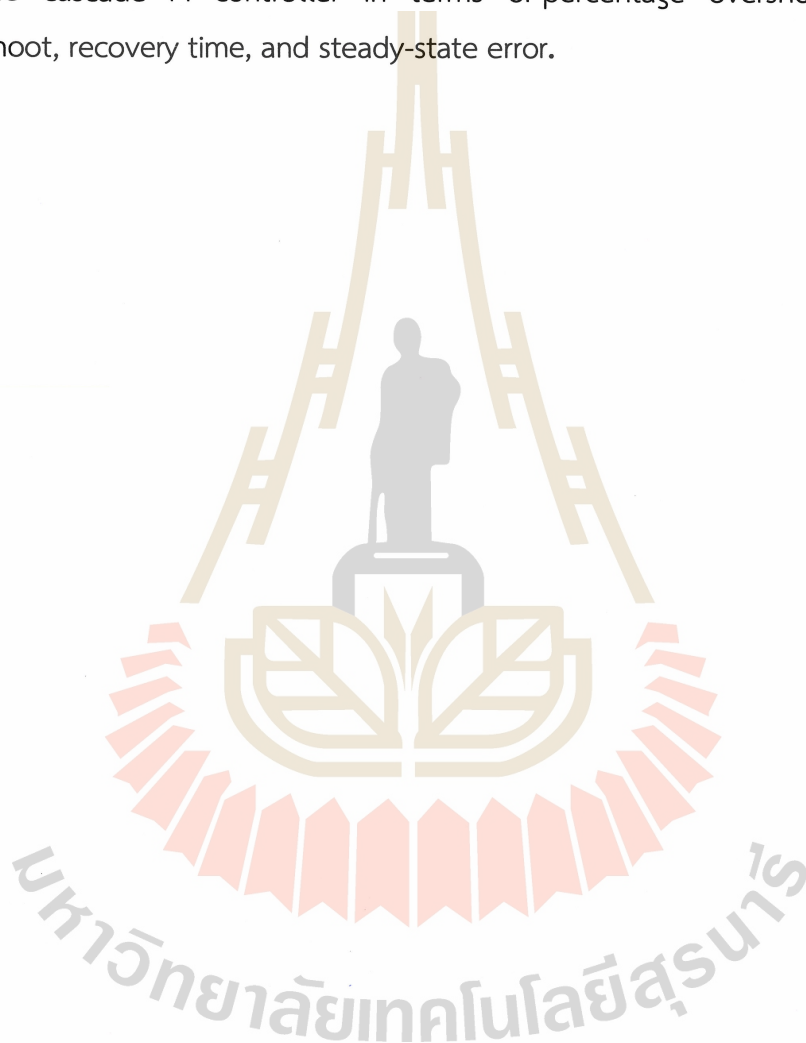
APHIRAK SRICHANA : ADAPTIVE SLIDING MODE CONTROLLER DESIGN USING
ADAPTIVE TABU SEARCH METHOD FOR BATTERY ELECTRIC VEHICLE SYSTEM.

THESIS ADVISOR : PROF. KONGPAN AREERAK, Ph.D., 186 PP.

Keyword: Battery electric vehicle/Adaptive sliding mode controller/Bidirectional
DC-DC converter/Constant power load (CPL)/Mathematical
model/Adaptive Tabu search method

Battery electric vehicles (BEVs) employ power converters to regulate the DC bus voltage and manage the power supplied to all loads within the system. Therefore, the power converter and its controller play a crucial role in electric vehicle systems, as they directly influence the overall system performance. For this reason, this thesis proposes the adaptive sliding mode controller design using adaptive tabu search method for a BEV system. The considered system is a bidirectional buck-boost DC-DC converter used to regulate the DC bus voltage through an adaptive sliding mode control scheme. The controller design begins with the derivation of the mathematical model of the system using the generalized state-space averaging (GSSA) method. This model is then used together with the sliding surface equation which is defined as a linear combination of the state variables to derive the control signal equation. Initially, the parameters of the sliding mode controller are designed using a trial-and-error approach. After that, the design is further developed into an adaptive sliding mode controller based on the adaptive tabu search method. The results obtained from the search process are used to construct a controller equation whose parameters can vary according to the system load through a curve fitting method. Therefore, the resulting controller can maintain a constant DC bus voltage and provide a dynamic response that satisfies the ISO 21498-1,2 standards even when the load power changes up to the rated power of the system. The performance of the proposed controller is evaluated and compared with that of a cascade PI controller, which is a widely used in practice, and a conventional sliding mode controller. The verification is conducted through computer simulations using MATLAB/SIMULINK and hardware-in-the-loop (HIL) simulations using MATLAB/SIMULINK together with

the eZdsp™ F28335 DSP board. The results demonstrate that the proposed adaptive sliding mode controller can maintain the DC bus voltage at 800 V and achieve responses that satisfy the ISO 21498-1,2 standards even when the load power varies up to the rated power of the system. Furthermore, the proposed controller provides better dynamic performance than the conventional sliding mode controller and the cascade PI controller in terms of percentage overshoot, percentage undershoot, recovery time, and steady-state error.



School of Electrical Engineering

Academic Year 2025

Student's Signature..... ศศิวิทย์ ศิริชนะ

Advisor's Signature..... [Signature]

Co-Advisor's Signature..... อ.ดร. อรุณรัตน์