

การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว
ในระบบไฟฟ้ากำลังติดตั้งร่วมกับโซลาร์ฟาร์ม

OPTIMAL SITING AND SIZING OF EV GRIDS CHARGING
STATIONS IN ELECTRICAL POWER SYSTEMS INTEGRATED
WITH SOLAR FARMS

กุลสมทรัพย์ เย็นฉ่ำชลิต

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วใน
ระบบไฟฟ้ากำลังติดตั้งร่วมกับโซลาร์ฟาร์ม

กุลสมทรัพย์ เย็นฉ่ำชลิต

ดุษฎีนิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตร
ปริญญาวิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ปีการศึกษา 2564
ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี

ดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้เป็นงานวิจัยที่เกิดจากการค้นคว้าและวิจัย ขณะที่ข้าพเจ้าศึกษาอยู่ในคณะ วิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ดังนั้นงานวิจัยในดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ถือเป็น ลิขสิทธิ์ของมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี และข้อความต่างๆในดุษฎีนิพนธ์ฉบับนี้ข้าพเจ้าขอ รับรองว่าไม่มีการคัดลอกหรือนำงานวิจัยของผู้อื่นมานำเสนอในชื่อของข้าพเจ้า

This dissertation consists of research materials conducted at the Faculty of Engineering, Rajamangala University of Technology Thanyaburi and hence the copyright owner. I hereby certify that the thesis does not contain any forms of plagiarism.



(นางสาวกุลสมทรัพย์ เย็นฉ่ำชิต)



หัวข้อวิทยานิพนธ์ การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วในระบบ
ไฟฟ้ากำลังติดตั้งร่วมกับโซลาร์ฟาร์ม
Optimal Siting and Sizing of EV Grids Charging Stations in Electrical
Power Systems Integrated with Solar Farms

ชื่อ - นามสกุล นางสาวกุลสมทรัพย์ เย็นฉ่ำชลิต
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์, D.Eng.
ปีการศึกษา 2564

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ธนัชชัย กุลวรวานิชพงษ์, Ph.D.)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์บุญยั้ง ปลั่งกลาง, Dr.-Ing.)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์อำนาจ เรืองวารี, Dr.-Ing.)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์สุรินทร์ แห่งมงาม, Ph.D.)


..... กรรมการ
(รองศาสตราจารย์กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์, D.Eng.)

คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี อนุมัติวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็น
ส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต


..... คณบดีคณะวิศวกรรมศาสตร์
(รองศาสตราจารย์สรพงษ์ ภาสุปรีดิ์, Ph.D.)
วันที่ 23 เดือน กุมภาพันธ์ พ.ศ. 2565

หัวข้อขุณินพนธ์	การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วในระบบไฟฟ้ากำลังติดตั้งร่วมกับโซลาร์ฟาร์ม
ชื่อ - นามสกุล	นางสาวกุลสมทรัพย์ เย็นฉ่ำชลิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์, D.Eng.
ปีการศึกษา	2564

บทคัดย่อ

ยานยนต์ไฟฟ้าเข้ามามีบทบาทในการคมนาคม และยิ่งทวีความสำคัญมากขึ้นเมื่อทุกภาคส่วนลดการใช้ยานยนต์เครื่องสันดาบและเปลี่ยนมาเป็นยานยนต์ไฟฟ้าแบบสมบูรณ ซึ่งผลกระทบที่ตามมาในแง่ดีคือ การลดปัญหาโลกร้อน และมลพิษทางอากาศ แต่หากมองอีกด้านเมื่อมียานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาในระบบเพิ่มขึ้น การเตรียมความพร้อมในด้านพลังงานไฟฟ้า และการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าที่สะดวกและรวดเร็ว อีกทั้งยังคงรักษาเสถียรภาพและไม่ส่งผลกระทบต่อความมั่นคงของระบบไฟฟ้ากำลัง จึงเป็นเรื่องสำคัญ ดังนั้นขุณินพนธ์ฉบับนี้จึงขอเสนอการหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วในระบบไฟฟ้ากำลังติดตั้งร่วมกับโซลาร์ฟาร์ม

โดยวิธีการที่ได้มาของการหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วในระบบไฟฟ้ากำลังซึ่งจะทำการติดตั้งร่วมกับโซลาร์ฟาร์ม มีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มความมั่นคงให้กับระบบไฟฟ้าเมื่อมีโหลดยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มมากขึ้น โดยหลักการจะเป็นการประยุกต์การใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์และโปรแกรมวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า เพื่อทำการเปรียบเทียบกระบวนการทดลองด้วยวิธีเมต้าฮิวริสติกส์แบบหลายคำตอบ โดยยึดหลักคือวิธีการที่ดีที่สุดจะต้องเหมาะสมกับเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และใช้เวลาในการประมวลผลที่รวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ

ผลการศึกษาพบว่า การหาขนาดและตำแหน่งของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และโซลาร์ฟาร์ม โดยการเปรียบเทียบเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้เมต้าฮิวริสติกส์แบบหลายคำตอบ 3 ชนิด ซึ่งจะพิจารณาในด้านเวลาและรุ่นของการวนซ้ำ ผลการจำลองพบว่าอัลกอริธึมการหลอมจำลอง ใช้เวลาในการคำนวณฟังก์ชันทดสอบเพียง 8.85 วินาที ได้ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียในระบบอยู่ที่ 192.90 กิโลวัตต์ ค่าเบี่ยงเบนแรงดันไฟฟ้าของโหลดอยู่ที่ 0.024 ขนาดของโซลาร์ฟาร์มที่มาชดเชยแรงดันไฟฟ้าเท่ากับ 1.192 เมกะวัตต์ ติดตั้งที่บัส 6 และ ตำแหน่งของสถานีประจุไฟฟ้าแบบอยู่ที่บัส 15 ซึ่งจากผลการคำนวณทั้งหมดใช้เวลาน้อยกว่าอัลกอริธึมแบบอื่นที่ทำการคำนวณเปรียบเทียบถึงร้อยละ 49.95

คำสำคัญ ยานยนต์ไฟฟ้า สถานีประจุแบบเร็ว โซลาร์ฟาร์ม วิธีเมต้าฮิวริสติกส์ แบบหลายคำตอบ

Dissertation Title	Optimal Siting and Sizing of EV Grids Charging Stations in Electrical Power Systems Integrated with Solar Farms
Name - Surname	Miss Kulsomsap Yenchanthalit
Program	Electrical Engineering
Dissertation Advisor	Associate Professor Krischonme Bhumkittipich, D.Eng.
Academic Year	2021

ABSTRACT

Electric vehicles play a key role in transportation and will become even more important when all sectors reduce the use of sword-engine vehicles and switch to complete electric vehicles, easing air pollution and reducing global warming. On the other hand, with more electric vehicles are in the system; the necessary preparation of electric power and the installation of fast and convenient charging stations to maintain the stability of the power system will be a key challenge. Therefore, this dissertation presents a determination of the optimal size and location of fast charging stations in a power system with integrated solar farms.

Determining the appropriate size and location of fast charging stations in the power system integrated the solar farm is intended to increase the stability of the electrical system as the load on electric vehicles increases. Mathematical and electrical system analysis programs were used to compare experimental processes with multi-answer meta-heuristics. The analysis was based on the principle that the best suitable method must maintain the stability of the electrical system as well as decrease the time required for processing compared to other methods.

The study calculated the most appropriate size and location of fast-charged stations and solar farms by comparing optimization techniques using three types of multi-answer; meta-heuristics, time, and version of the iteration. Consequent results of the simulation showed that the simulation fusion algorithm took only 8.85 seconds to calculate the test function, power loss in the system was 192.90 kW, the voltage deviation of the load was 0.024, and the solar farm size to compensate for the voltage was 1.192 MW. The installation on bus 6 and the charging station position on bus 15 according to the results; took 49.95% less time than other comparative algorithms.

Keywords: Electric vehicle, Fast charging station, Solar farm, Metaheuristics, multi-objective, optimization

กิตติกรรมประกาศ

ดุชฎินิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงตามวัตถุประสงค์ไปได้ด้วยดี เพราะได้รับความอนุเคราะห์ และ คำแนะนำจากท่านอาจารย์ผู้ควบคุมดุชฎินิพนธ์ คือ รองศาสตราจารย์ ดร.กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์ ที่กรุณาเสียสละเวลาอันมีค่ายิ่งเพื่อให้คำปรึกษาแนะนำ ตลอดจนชี้แนวทางในการทำดุชฎินิพนธ์ให้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี ผู้วิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณท่านอาจารย์เป็นอย่างสูง และกราบขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.ธনীดชัย กุลรวรานิชพงษ์ ผู้ทรงคุณวุฒิจากภายนอก และ ประธานกรรมการสอบดุชฎินิพนธ์ ที่ให้คำชี้แนะที่ถูกต้องทำให้การสอบสำเร็จไปได้ด้วยดี รวมถึงกราบขอบพระคุณกรรมการควบคุมการสอบ รองศาสตราจารย์ ดร.บุญยัง ปลั่งกลาง ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุรินทร์ แหงมงาม และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.อำนาจ เรืองวารี ที่อุทิศเวลาอันมีค่ายิ่ง และขอขอบพระคุณในความกรุณาที่ให้คำแนะนำและแก้ไขดุชฎินิพนธ์ให้สมบูรณ์ และที่สุดของการดูแลช่วยเหลือในการเรียนทุกประการ ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ยุทธนา คงจีน และ ศาสตราจารย์ ดร. ปรีชา ยุพาพิน สำหรับความปรารถนาดี เมตตากรุณาที่มอบให้ข้าพเจ้ามาโดยตลอด

ขอขอบพระคุณครูอาจารย์ผู้วางรากฐานการเรียนรู้ ตั้งแต่ชั้นปฐมศึกษา จนถึงระดับปริญญาโท อันได้แก่ โรงเรียนเทศบาล 3 วัดคลองสายบัว และ โรงเรียนวินิตศึกษาในพระราชูปถัมภ์ ที่ประสาทวิชาความรู้ขั้นพื้นฐาน ขอขอบพระคุณวิทยาลัยเทคนิคลพบุรี ครู อาจารย์ รวมถึงเพื่อนๆ ช่างไฟฟ้ารุ่น 38 ทุกท่าน และขอขอบพระคุณมหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ที่ให้ทุนการศึกษารวมถึงตำแหน่งงานในปัจจุบัน โดยเฉพาะท่านคณบดี ดร.สกุล คำนวนชัย ที่มีพระคุณและเมตตา กรุณาส่งเสริมให้ข้าพเจ้ามีหน้าที่การงานที่สูงขึ้น ขอขอบพระคุณ คุณอนุชนาฏ พันธุ์ไชยศรี ในความเมตตา และให้ความช่วยเหลือข้าพเจ้ามาโดยตลอดทุกเรื่อง และเพื่อนร่วมงานคณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรมทุกท่าน ขอขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สลิลทิพย์ สิ้นธุสนธิชาติ และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.ปุณยภัทร ภูมิภาค ในการเป็นอาจารย์ที่ปรึกษาระดับปริญญาโท ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณบิดามารดา ตลอดจนญาติพี่น้องทุกคนที่เป็นกำลังใจ โดยเฉพาะคุณสมารถ แจ้งหิรัญ ที่มอบทุนทรัพย์ และทุ่มเทกำลังกาย กำลังใจที่ดีเสมอมา ทำให้ข้าพเจ้าบรรลุความฝันที่ตั้งใจไว้มาตลอดชีวิต และ ขอขอบคุณห้องวิจัยคณะวิศวกรรมศาสตร์ ณ ศูนย์วิจัยระบบไฟฟ้า กำลังและพลังงาน ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ที่ให้ใช้สถานที่ในการศึกษาค้นคว้าและตลอดจนการใช้ชีวิตร่วมกันของพี่น้อง ๆ PSRC Lab ทุกท่านตลอดระยะเวลา 6 ปี ที่ผ่านมา

กุลสมทรัพย์ เย็นฉ่ำชลิต

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	(3)
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	(4)
กิตติกรรมประกาศ.....	(5)
สารบัญ.....	(6)
สารบัญตาราง.....	(9)
สารบัญรูป.....	(10)
คำอธิบายสัญลักษณ์และตัวย่อ.....	(12)
บทที่ 1 บทนำ.....	17
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	19
1.2 วัตถุประสงค์ของดุษฎีนิพนธ์.....	20
1.3 สมมุติฐานของดุษฎีนิพนธ์.....	21
1.4 ขอบเขตของดุษฎีนิพนธ์.....	21
1.5 ขั้นตอนการศึกษาของดุษฎีนิพนธ์.....	21
1.6 ข้อยกเว้นของดุษฎีนิพนธ์.....	22
1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	22
1.8 องค์ประกอบของดุษฎีนิพนธ์.....	22
บทที่ 2 ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
2.1 บทนำ.....	24
2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	24
2.3 หลักการของยานยนต์ไฟฟ้า.....	33
2.4 รูปแบบโหลดยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง.....	37
2.5 ระดับการประจุแบตเตอรี่สำหรับโหลดยานยนต์ไฟฟ้า.....	46
2.6 แบตเตอรี่.....	49
2.7 ผลกระทบที่เกิดจากการอัดประจุรถยนต์ไฟฟ้า.....	50
2.8 แหล่งพลังงานแบบกระจาย.....	50
2.9 เซลล์แสงอาทิตย์.....	51

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
2.10 ระบบโซล่าฟาร์ม.....	53
2.11 ทฤษฎีการไหลของโหลดแบบแพร่กระจายถอยหลัง-เดินหน้า.....	58
2.11 สรุป.....	66
บทที่ 3 วิธีดำเนินการคชภูนิพนธ์.....	67
3.1 บทนำ.....	67
3.2 กรณีศึกษาที่ 1 สถานีประจู่เร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า.....	67
3.3 กรณีศึกษาที่ 2 การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีชาร์จสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลักอิน โดยใช้เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยกลุ่มอนุภาค.....	72
3.4 กรณีศึกษาที่ 3 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของโซล่าฟาร์มและสถานีชาร์จ EV โดยใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธี Metaheuristic.....	73
3.5 กรณีศึกษาที่ 4 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของโซล่าฟาร์มและสถานีชาร์จ EV โดยใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธี Metaheuristic ในระบบไฟฟ้า IEEE 26 บัส.....	76
3.6 กรณีศึกษาที่ 5 การควบคุมความผันผวนของความถี่ต่ำในระบบไฟฟ้ากำลังภายใต้การติดตั้งสถานีชาร์จ EV ขนาดใหญ่โดยใช้เทคนิค PSO สำหรับการเปลี่ยนพารามิเตอร์ PSS.....	79
3.7 กรณีศึกษาที่ 6 กรณีศึกษาเรื่องตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์แบบกระจายและสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าโดยใช้ Metaheuristic เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ.....	83
3.8 บทสรุป.....	89
บทที่ 4 ผลการทดลอง.....	90
4.1 บทนำ.....	90
4.2 ผลกรณีศึกษาที่ 1 สถานีประจู่เร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า.....	90
4.3 ผลกรณีศึกษาที่ 2 การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีชาร์จสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลักอิน โดยใช้เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยกลุ่มอนุภาค.....	93

สารบัญ (ต่อ)

	หน้า
4.4 ผลกรณีศึกษาที่ 3 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของโซลาร์ฟาร์มและสถานีชาร์จ EV โดยใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธี Metaheuristic.....	95
4.5 ผลกรณีศึกษาที่ 4 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของโซลาร์ฟาร์มและสถานีชาร์จ EV โดยใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธี Metaheuristic ในระบบไฟฟ้า IEEE 26 บัส.....	99
4.6 ผลกรณีศึกษาที่ 5 การควบคุมความผันผวนของความถี่ต่ำในระบบไฟฟ้ากำลัง ภายใต้การติดตั้งสถานีชาร์จ EV ขนาดใหญ่โดยใช้เทคนิค PSO สำหรับการเปลี่ยนพารามิเตอร์ PSS.....	102
4.7 ผลกรณีศึกษาที่ 6 กรณีศึกษาเรื่องตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์แบบกระจายและสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าโดยใช้ Metaheuristic เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ.....	110
4.8 บทสรุป.....	118
บทที่ 5 สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	119
5.1 บทนำ.....	119
5.2 สรุปผลการทำดัชนีนิพนธ์.....	119
5.3 ข้อเสนอแนะ.....	122
5.4 บทสรุป.....	108
บรรณานุกรม.....	109
ภาคผนวก.....	120
ภาคผนวก ก ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่.....	121
ประวัติผู้เขียน.....	122

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 2.1	งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	25
ตารางที่ 2.2	ค่าดัชนีโหลดในแต่ละประเภท.....	38
ตารางที่ 2.3	รูปแบบทั่วไปของระดับการประจุและชนิดของหัวประจุของยานยนต์ไฟฟ้าใน ประเทศจีน ยุโรป ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา.....	48
ตารางที่ 3.1	ตัวแปรที่ต้องใช้ในการสร้างสมการโหลดยานยนต์ไฟฟ้า.....	69
ตารางที่ 3.2	ขอบเขตที่เป็นไปได้ของตำแหน่งการติดตั้งและขนาดของสถานีประจุเร็ว สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง 7 กลุ่มและสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์.....	75
ตารางที่ 3.3	ขอบเขตที่เป็นไปได้ของตำแหน่งการติดตั้งและขนาดของสถานีประจุเร็ว สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง 7 กลุ่มและสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์.....	78
ตารางที่ 3.4	พารามิเตอร์ของ PSO สำหรับการปรับแต่ง PSS.....	81
ตารางที่ 4.1	การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมของระบบก่อน และ หลังการติดตั้ง สถานีประจุเร็วสำหรับ PHEVs ด้วยวิธีการ PSOT.....	95
ตารางที่ 4.2	ตำแหน่งที่เป็นไปได้และขนาดของโหลด EV (1-7) และ PV.....	96
ตารางที่ 4.3	การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างอัลกอริทึม CSA กับอัลกอริทึม ABC	97
ตารางที่ 4.4	ตำแหน่งที่เป็นไปได้และขนาดของโหลด EV (1-7) และ PV.....	100
ตารางที่ 4.5	การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างอัลกอริทึม CSA กับอัลกอริทึม ABC ในระบบจริง.....	100
ตารางที่ 4.6	พารามิเตอร์ของ PSO สำหรับการหามุม PS	104
ตารางที่ 4.7	พารามิเตอร์ของ PSO สำหรับการหามุม PSS	106
ตารางที่ 4.8	พารามิเตอร์สำหรับการกำหนดค่าเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ	112
ตารางที่ 4.9	การเปรียบเทียบเวลา LVD ไซต์ PV ขนาด PV และการสูญเสียทั้งหมดระหว่าง SAA, GA และ CSA	113
ตารางที่ 4.10	การเปรียบเทียบตำแหน่ง FCS ตัวนับจำนวนครั้งที่ดีที่สุด และเปอร์เซ็นต์ของ ตัวนับจำนวนครั้งที่ดีที่สุดระหว่าง SAA, GA และอัลกอริทึมของ CSA	114
ตารางที่ 4.11	การเปรียบเทียบขนาด FCS ระหว่าง SAA, GA และ CSA	115

สารบัญรูป

		หน้า
รูปที่ 1.1	การประจุพลังงานไฟฟ้าในรูปแบบที่ใช้งานทั่วไป และ การเพิ่มโซล่าฟาร์มเข้าไปในระบบไฟฟ้า.....	20
รูปที่ 2.1	โครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้า.....	34
รูปที่ 2.2	โครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้าประเภท HEVs.....	35
รูปที่ 2.3	โครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้าประเภท PHEVs.....	35
รูปที่ 2.4	โครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้าประเภท BEVs.....	36
รูปที่ 2.5	โครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้าประเภท FCEVs.....	37
รูปที่ 2.6	วงจรเทียบเคียงรถยนต์ไฟฟ้า.....	39
รูปที่ 2.7	วงจรสมมุทธ์ VSC.....	39
รูปที่ 2.8	แบบวงจรเทียบเคียงสถานีประจุมอเตอร์ไฟฟ้าเมื่อพิจารณาเป็นแหล่งจ่าย VSC.....	42
รูปที่ 2.9	รูปแบบสถานีประจุมอเตอร์เร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า.....	43
รูปที่ 2.10	วงจรสมมุทธ์สถานีประจุมอเตอร์เร็วแบบ 3 เฟสสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า.....	44
รูปที่ 2.11	วงจรสมมุทธ์ชุดประจุมอเตอร์เร็ว แบบ 1 เฟส สำหรับรถยนต์ไฟฟ้า.....	45
รูปที่ 2.12	รูปแบบหัวสำหรับการประจุมอเตอร์เร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า.....	47
รูปที่ 2.13	ซิลิคอนที่เป็นแบบรูปผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline).....	52
รูปที่ 2.14	เซลล์แสงอาทิตย์แบบไม่เป็นรูปผลึก.....	52
รูปที่ 2.15	เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน.....	53
รูปที่ 2.16	เซลล์แสงอาทิตย์แบบยึดติดอยู่กับที่ (Fixed System).....	54
รูปที่ 2.17	เซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามดวงอาทิตย์ (Tracking System) ก.....	54
รูปที่ 2.18	เซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามดวงอาทิตย์ (Tracking System) ข.....	55
รูปที่ 2.19	การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์แบบระบบรางพาราโบลิก (Parabolic).....	56
รูปที่ 2.20	การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์ระบบหอคอย (Power Tower).....	57
รูปที่ 2.21	การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์ระบบจานพาราโบลิก (Parabolic Dish).....	57
รูปที่ 2.22	แผนภูมิการไหลสำหรับวิธีการแพร่กระจายถอยหลัง-เดินหน้า.....	60
รูปที่ 2.23	รูปแบบการหาค่าที่เหมาะสม.....	61

สารบัญญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 2.24	ผังงานเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพของ GA	64
รูปที่ 3.1	วงจรแปลงผันกำลังไฟตรงแบบสวิตช์โหมด.....	67
รูปที่ 3.2	วงจรอินเวอร์เตอร์สามเฟส.....	70
รูปที่ 3.3	ไดอะแกรมของระบบควบคุมคอนเวอเตอร์.....	70
รูปที่ 3.4	ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE14 บัส.....	71
รูปที่ 3.5	ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 33 บัส และการแบ่งกลุ่มของตำแหน่งของสถานี ประจุมเร็วจำนวน 7 สถานี.....	74
รูปที่ 3.6	ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 26บัส และการแบ่งกลุ่มของตำแหน่งของสถานี ประจุมเร็วจำนวน 7 สถานี.....	77
รูปที่ 3.7	การปรับพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ PSS โดยใช้ PSO.....	82
รูปที่ 3.8	รูปแบบเทคนิคอัลกอริธึมการเพิ่มประสิทธิภาพ.....	84
รูปที่ 3.9	ผังงานอัลกอริทึมการค้นหาค่าเหมาะ.....	86
รูปที่ 3.10	ผังงานอัลกอริทึมทางพันธุกรรม.....	87
รูปที่ 3.11	อลกอริธึมการหาลอมจำลอง (SAA).....	88
รูปที่ 4.1	ไดอะแกรมของระบบควบคุมคอนเวอเตอร์.....	91
รูปที่ 4.2	ค่ากำลังไฟฟ้า P,Q ที่ pf=0.8 pf=0.85 pf=0.9 และpf=0.95.....	92
รูปที่ 4.3	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่อกริด (pf.0.95).....	92
รูปที่ 4.4	ค่ากระแสที่จุดต่อกริด (pf.0.95).....	92
รูปที่ 4.5	ค่าแรงดันไฟฟ้าที่บัส DC 600Vdc.....	93
รูปที่ 4.6	ค่ากระแสไฟฟ้าที่บัส DC ในขณะประจุที่ค่า pf.0.95.....	93
รูปที่ 4.7	การเปรียบเทียบรูปแบบของเสถียรภาพแรงดันไฟฟ้าแบบคงตัว กรณีติดตั้งสถานี ประจุมเร็วขนาด 5.04 MW ในระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 30 บัส.....	94
รูปที่ 4.8	ตำแหน่งที่เป็นไปได้และขนาดของโหลด EV ในการทดสอบในระบบ 33 BUS	96
รูปที่ 4.9	เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลัง PV ที่ติดตั้งสำหรับ FCS	98
รูปที่ 4.10	เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลัง PV ที่ติดตั้งสำหรับ FCS เมื่อทดสอบด้วย เทคนิค ABC.....	101
รูปที่ 4.11	เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลัง PV ที่ติดตั้งสำหรับ FCS เมื่อทดสอบด้วย เทคนิค CSA.....	102

สารบัญญรูป (ต่อ)

		หน้า
รูปที่ 4.12	ระบบการทดสอบ 6 บัส.....	103
รูปที่ 4.13	การป้อนค่าพารามิเตอร์ ในกระบวนการคำนวณ PSS	105
รูปที่ 4.14	การหมุนของแควตความเร็วโรเตอร์ A, B, C ตามลำดับ (EV = 50%).....	107
รูปที่ 4.15	การหมุนของแควตความเร็วโรเตอร์ A, B, C ตามลำดับ (EV = 100%).....	107
รูปที่ 4.16	การหมุนของแควตความเร็วของโรเตอร์ A, B, C ตามลำดับ (EV = 150%).....	108
รูปที่ 4.17	การหมุนของแควตความเร็วของโรเตอร์ A, B, C ตามลำดับ (EV = 200%).....	108
รูปที่ 4.18	การหมุนของแควตความเร็วของโรเตอร์ A, B, C ตามลำดับ (EV = 300%).....	109
รูปที่ 4.19	ระบบทดสอบบัส IEEE 33 และกลุ่ม FCS.....	111
รูปที่ 4.20	การค่าสุมของ FCS และ PV เพื่อค้นหาสถานะที่เหมาะสมที่สุดของกริด.....	112
รูปที่ 4.21	การเปรียบเทียบขนาด FCS ทั้งหมดกับการสูญเสียพลังงานทั้งหมดและ LVD ของ SAA.....	115
รูปที่ 4.22	การเปรียบเทียบขนาด FCS ทั้งหมดกับการสูญเสียพลังงานทั้งหมดและ LVD ของ GA.....	116
รูปที่ 4.23	การเปรียบเทียบขนาด FCS ทั้งหมดกับการสูญเสียพลังงานทั้งหมดและ LVD ของ CSA.....	116
รูปที่ 4.24	เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการติดตั้ง PV สำหรับ FCS โดยย่อ LVD ให้ น้อยที่สุดจากแต่ละกรณี.....	117

คำอธิบายสัญลักษณ์และตัวย่อ

P_{Li}, P_i, P	กำลังไฟฟ้าแอ็คทีฟ
Q_{Li}, Q_i, Q	กำลังไฟฟารีแอ็คทีฟ
V_{i0}, V_0	แรงดันไฟฟ้าที่พิกัดชั่ว/ที่พิกัด
S_{Li0}, S_o	กำลังไฟฟ้าปรากฏ ที่พิกัดชั่ว/ที่พิกัด
P_{Li0}, P_0	กำลังไฟฟ้าแอ็คทีฟที่พิกัดชั่ว/ที่พิกัด
Q_{Li0}, Q_0	กำลังไฟฟารีแอ็คทีฟ ที่พิกัดชั่ว/ที่พิกัด
n_{pi}	ค่ายกกำลังของโหลดแต่ละประเภทของกำลังไฟฟ้าแอ็คทีฟ
n_{qi}	ค่ายกกำลังของโหลดแต่ละประเภทของกำลังไฟฟารีแอ็คทีฟ
AC-DC	วงจรแปลงผันไฟฟ้ากำลังไฟฟ้ากระแสตรงเป็นไฟฟ้ากระแสสลับ
pf	ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์
P_{PEV}, P_{EV}	กำลังไฟฟ้าแอ็คทีฟโหลดยานยนต์ไฟฟ้า
Q_{PEV}, Q_{EV}	กำลังไฟฟารีแอ็คทีฟโหลดยานยนต์ไฟฟ้า
S_{PEV}	กำลังไฟฟ้าปรากฏโหลดยานยนต์ไฟฟ้า
V_{VSC}	แรงดัน VSC
$ V_{VSC} $	ขนาดแรงดัน VSC
δ_{VSC}	มุมแรงดัน VSC
P_k	กำลังไฟฟ้าแอ็คทีฟที่บัส k
Q_k	กำลังไฟฟารีแอ็คทีฟที่บัส k
V_k	แรงดันที่บัส k
θ_k	มุมที่บัส k
G_{VSC}	ค่าคอนดักทีฟซิสแตนต์ของ VSC
B_{VSC}	ค่าอินดักทีฟซิสแตนต์ของ VSC
P_{VSC}	กำลังไฟฟ้าแอ็คทีฟที่บัส VSC
Q_{VSC}	กำลังไฟฟารีแอ็คทีฟที่บัส VSC
Z	ค่าอิมพีแดนซ์
Y, Y_i	ค่าแอดมิตแตนซ์/ผลรวมของแอดมิตแตนซ์ส่วนลงดินทั้งหมดที่โหนด i
Δ	ค่าความแตกต่าง

คำอธิบายสัญลักษณ์และตัวย่อ (ต่อ)

sp	ค่าปริมาณที่ทราบค่า (The quantities known or specified)
cal	ค่าที่ได้จากรอบการคำนวณ
P_{EV-S}	กำลังไฟฟ้าแอคทีฟที่ใช้ในการประจุแบตเตอรี่หรือที่สามารถจ่ายออกมาได้
t_d	ค่าเวลาที่ใช้ในการประจุแบตเตอรี่(ชั่วโมง)
t_{max}	ค่าเวลาสูงสุดที่ใช้ในการประจุแบตเตอรี่(ชั่วโมง)
t_s	ค่าเวลาที่ใช้ในการประจุแบตเตอรี่เต็ม(ชั่วโมง)
$P_{EV_{max}}$	กำลังไฟฟ้าสูงสุดของชุดแบตเตอรี่
α	ค่าตัวแปรคงที่ ในขณะที่ประจุแบตเตอรี่ที่ 97%ของพิกัดช่วงเวลา 1 ใน 3 ของเวลาประจุแบตเตอรี่ในการประมาณกำลังไฟฟ้าแอคทีฟสำหรับ PEVs
$P_{EV_{fleet}}$	กำลังไฟฟ้าแอคทีฟรวมของโหนดยานยนต์ไฟฟ้าที่สถานีประจุ
b	กำลังไฟฟ้าคงที่ (Constant Power)ของโหนดยานยนต์ไฟฟ้าค่าเท่ากับ 0.93
a	ค่าสัมประสิทธิ์เอกโพเนนเชียลของโหนดยานยนต์ไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ 0.07
α	ค่ายกกำลังของโหนดยานยนต์ไฟฟ้ามีค่าเท่ากับ -3.107
θ	ค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์ของโหนดยานยนต์ไฟฟ้า
$V_i(S)$	แรงดันที่ได้จากการวัดค่า SOC ในแต่ละช่วงของแบตเตอรี่จากการปรับ v_i
V_i	แรงดันเปลี่ยนแปลงที่ใช้ในการจำลองในการค่าโหนดยานยนต์ไฟฟ้า
Z_p, Z_q	ค่าสัมประสิทธิ์โหนดอิมพีแดนซ์คงที่ของโหนด ZIP
I_p, I_q	ค่าสัมประสิทธิ์โหนดกระแสคงที่ของโหนด ZIP
P_p, P_q	ค่าสัมประสิทธิ์โหนดกำลังไฟฟ้าคงที่ของโหนด ZIP
\mathbf{I}_{Bus}	เมทริกซ์กระแส
\mathbf{Y}_{Bus}	เมทริกซ์แอดมิตแตนซ์
\mathbf{V}_{Bus}	เมทริกซ์แรงดัน
n, N	จำนวนบัสในการวิเคราะห์การไหลในระบบไฟฟ้ากำลัง
$f(x)$	ฟังก์ชันเป้าหมาย
x	สถานะของระบบจำหน่าย
V_k^{ref}	แรงดันไฟฟ้าอ้างอิง ปกติกำหนดให้เป็น 1 p.u.
V_k	แรงดันไฟฟ้าที่บัสต่างๆ

คำอธิบายสัญลักษณ์และตัวย่อ (ต่อ)

$V_i^{(k-1)}$	เป็นแรงดันที่โหนด i ณ รอบคำนวณที่ $k-1$
$P_{i,EV}$	กำลังไฟฟ้าแอคทีฟโหลดที่โหนดของยานยนต์ไฟฟ้า
$Q_{i,EV}$	กำลังไฟฟารีแอคทีฟโหลดที่โหนดของยานยนต์ไฟฟ้า
$S_{i,EV}$	กำลังไฟฟ้าปรากฏโหลดที่โหนดของยานยนต์ไฟฟ้า
Z_L	ค่าอิมพีแดนซ์อนุกรมของสายส่งช่วง L ระหว่างโหนด L_1 และ L_2
L_2	โหนดปลายทาง
L_1	โหนดต้นทาง
$\Delta V_j^{(k)}$	ค่าที่ความคลาดเคลื่อนของแรงดันไฟฟ้าที่ยอมรับได้ (Mismatch) ที่บัส j หลังจากการคำนวณในรอบที่ k
$V_j^{(k)}$	แรงดันไฟฟ้าที่บัส j ในรอบการคำนวณที่ k
$V_j^{(k-1)}$	แรงดันไฟฟ้าที่บัส j ในรอบการคำนวณที่ $k+1$
ε	ค่าความคลาดเคลื่อนที่ยอมรับได้ (Mismatch)
Z_{ij}	ค่าอิมพีแดนซ์ระหว่างบัส i และ j
P_L	ค่ากำลังไฟฟ้าแอคทีฟของการสูญเสียรวมของระบบไฟฟ้า
Q_L	ค่ากำลังไฟฟารีแอคทีฟของการสูญเสียรวมของระบบไฟฟ้า
V_k^t	แรงดันไฟฟ้าที่บัส k รอบการคำนวณที่ t
I_k^t	กระแสเข้าสู่บัส k รอบการคำนวณที่ t
t	รอบการคำนวณ
I	The current injection matrix
BIBC	The branch injection to branch current matrix
B	เมทริกส์กระแสในสาขา
BCBV	The branch currents to bus voltages matrix
ΔV	เมทริกส์ผลต่างแรงดันไฟฟ้าจากบัสอ้างอิงในแต่ละสาขา
P_{Loss}	กำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูญเสีย
Q_{Loss}	กำลังไฟฟารีแอคทีฟสูญเสีย
$P_{T,Loss}$	กำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูญเสียรวมของระบบ
$Q_{T,Loss}$	กำลังไฟฟ้าแอคทีฟสูญเสียรวมของระบบ

คำอธิบายสัญลักษณ์และตัวย่อ (ต่อ)

M	ค่าคงตัวความเฉื่อย
$\delta_m \theta_m$	มุมทางกล(rad/degree)
P_m	กำลังทางกล
P_e	กำลังทางไฟฟ้า
f	อัตราส่วนความถี่ของการแกว่ง
ζ	อัตราส่วนการหน่วง
λ	ค่าเจาะจงของระบบ
ω	ความถี่การแกว่ง
σ	ค่าการหน่วงของการแกว่ง
T_a	แรงบิดเร่งที่แกนเพลลา
T_m	แรงบิดทางกล
X_{id}^{t+1}	ตำแหน่งของอนุภาค i ของตัวแปร d ในรอบการคำนวณที่ $t+1$
V_{id}^t	ความเร็วในการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาค i ของตัวแปร d ในรอบที่ t
V_{id}^{t+1}	ความเร็วในการเปลี่ยนตำแหน่งของอนุภาค i ของตัวแปร d ในรอบการคำนวณที่ 1
$Rand_1(), Rand_2()$	ตัวเลขสุ่มระหว่าง 0 ถึง 1
$Pbest_{id}$	ตำแหน่งที่ดีที่สุดของอนุภาค i ของตัวแปร d
$Gbest_d$	ตำแหน่งที่ดีที่สุดในทุก ๆ อนุภาคของตัวแปร d
C_1, C_2	ค่าคงที่ความเร่งอยู่ในช่วง 0 – 4
W_{min}, W_{max}	ขอบเขตล่างและขอบเขตบนของค่าถ่วงน้ำหนัก
W	ค่าถ่วงน้ำหนักโดยกำหนดขอบเขต 0.4 – 0.9
$\phi_{i,j}$	ตัวเลขสุ่มในขอบเขต
$v_{i,j}$	แหล่งอาหารใหม่โดยใช้วิธีการเลือกแบบ Greedy ของเวกเตอร์แหล่งอาหารใหม่ (\vec{v}_i) และเวกเตอร์แหล่งอาหารในความจำ (\vec{x}_i)
$x_{k,i}$	ค่าการสุ่มเลือกแหล่งอาหาร โดยที่ $k \in \{1, 2, 3 \dots SN\}$
$x_{i,j}$	แหล่งอาหารในความจำ
SN	จำนวนของคำตอบหรือแหล่งอาหารที่ดีที่สุดทั้งหมด

บทที่ 1

บทนำ

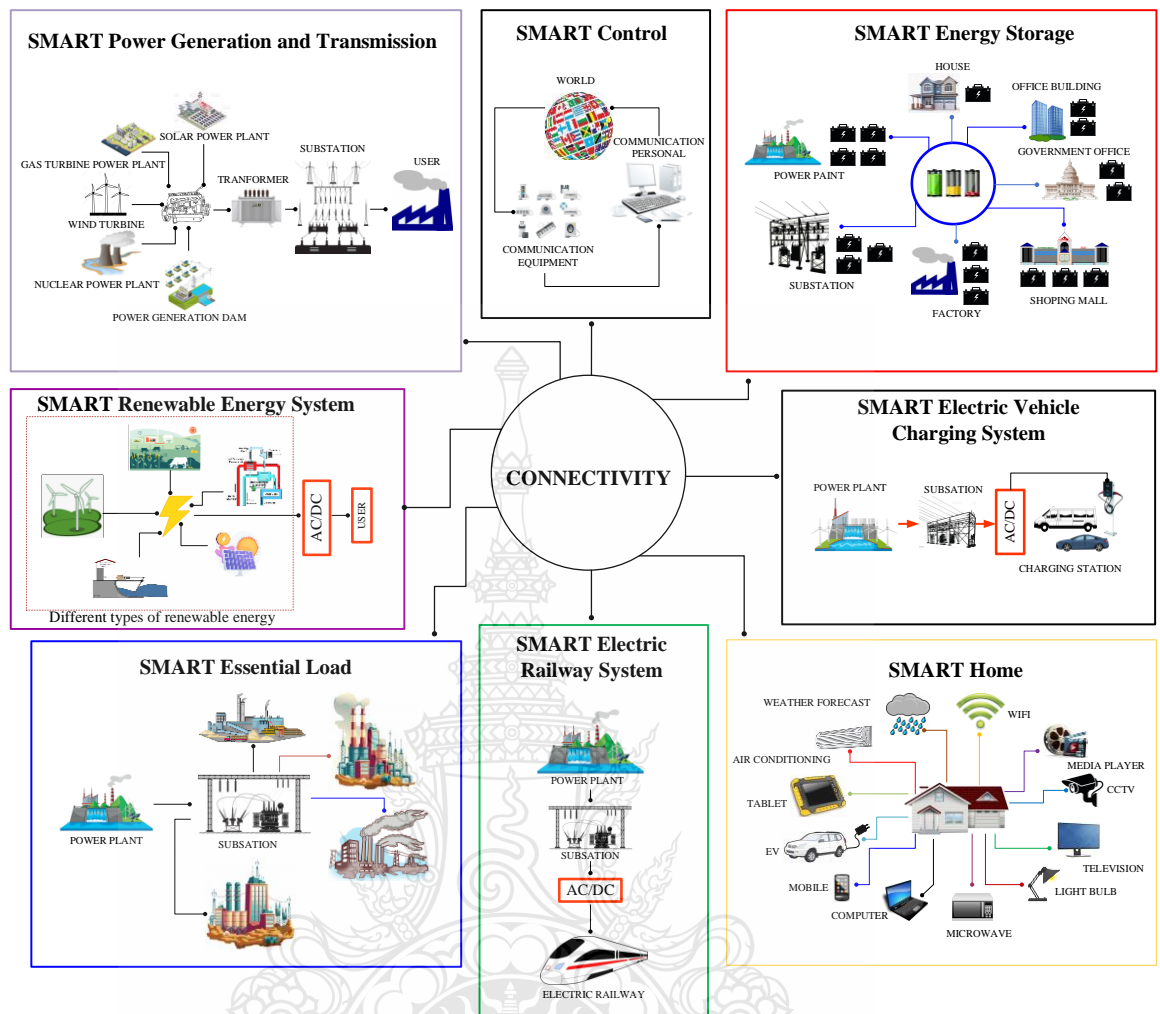
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

สภาพอากาศในปัจจุบันทั่วโลก เปลี่ยนไปในทางที่นับวันจะทวีความรุนแรงมากขึ้น มีมลพิษทางอากาศ ทำให้ชั้นบรรยากาศเกิดการปนเปื้อนของสารเคมี สารประกอบทางกายภาพ และสารทางชีววิทยาในสิ่งแวดล้อม ส่งผลให้เกิดความเปลี่ยนแปลงของชั้นบรรยากาศ ส่วนใหญ่มักเกิดจากการเผาผลาญของเครื่องยนต์ ยานพาหนะ ฯลฯ โดยสารในมลพิษทางอากาศที่ส่งผลต่อสุขภาพของมนุษย์ ได้แก่ อนุภาคขนาดเล็กที่ถูกกำจัดไม่หมด ก๊าซคาร์บอนมอนอกไซด์ โอโซน ไนโตรเจนไดออกไซด์ และซัลเฟอร์ไดออกไซด์ ซึ่งก๊าซเหล่านี้มีการศึกษาว่าในช่วง 30 ปีที่ผ่านมาพบว่ามลพิษทางอากาศส่งผลให้เกิดปัญหาสุขภาพร้ายแรงหลายประการ เช่น โรคเกี่ยวกับระบบทางเดินหายใจอย่างหอบหืดหรือความผิดปกติในการทำงานของปอด โรคที่เกี่ยวกับหัวใจและหลอดเลือด การคลอดก่อนกำหนด หรือแม้แต่การเสียชีวิต [1] นอกจากนี้ ถ้าสูดดมการรอนามัยโลกได้เปิดเผยว่ามลพิษทางอากาศภายนอกยังเป็นสารที่ก่อให้เกิดโรคมะเร็งอีกด้วย [2] จากสถานการณ์ดังกล่าว ทำให้ประเทศที่มีความพร้อมทางด้านเทคโนโลยี พัฒนาการคมนาคมเพื่อลดการเกิดมลพิษให้กับอากาศโดยการ วิจัย พัฒนาและสร้างยานยนต์ไฟฟ้า (Electric Vehicle : EV) ซึ่งหมายถึง ยานพาหนะไฟฟ้า โดยสามารถเรียกได้อีกชื่อหนึ่งก็คือ ยานยนต์ไฟฟ้า สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า หรือรถ EV เป็นยานพาหนะที่ขับเคลื่อนโดยมอเตอร์ไฟฟ้าแทนการใช้เครื่องยนต์ที่มีการเผาไหม้แบบสันดาป โดย EV จะใช้พลังงานจากไฟฟ้าแทนการใช้มันน้ำมันหรือพลังงานอื่นๆ [3] นั่นหมายถึง รถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าซึ่งเป็นพลังงานไฟฟ้าจะเก็บอยู่ในแบตเตอรี่หรือ อุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้าแบบอื่นๆ และด้วยข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ให้แรงบิดได้ทันทีทำให้รถพลังงานไฟฟ้ามี อัตราเร่งที่เรียบและรวดเร็ว โดยจะมีชุดอุปกรณ์หลักคือ ตัวแบตเตอรี่ที่มีความจุพลังงานไฟฟ้าสูงซึ่งเก็บไว้ในรถ และตัวมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนโดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ส่วนมากเรื่องของระยะเวลาและระยะทางของรถไฟฟ้าจะมากน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับขนาดความจุของแบตเตอรี่เป็นสำคัญ [4] อย่างไรก็ตามจากกระแสการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและความผันผวนของราคาเชื้อเพลิงปิโตรเลียมในปัจจุบัน ทำให้เทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเริ่มกลับมาได้รับความนิยมมากขึ้น เนื่องจากมีความเป็นมิตร ต่อสิ่งแวดล้อมมากกว่ารถยนต์ใช้น้ำมัน ประกอบกับเทคโนโลยีที่พัฒนาอย่างรวดเร็วทำให้จุดอ่อนต่างๆ ที่เคยมีในรถยนต์ไฟฟ้าค่อยๆ หายหายไป [5] ทั้งนี้ในปัจจุบันหลายประเทศกำลังตื่นตัวต่อเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าเป็นอย่างมาก โดยได้มีการวางแนวทาง นโยบายในการพัฒนาเพื่อเตรียมความพร้อมรองรับเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้า เช่น การลงทุนสถานีชาร์จไฟฟ้า การสนับสนุนการใช้ ยานยนต์ไฟฟ้า การส่งเสริมการลงทุน การวิจัยและพัฒนา ฯลฯ ทำให้คาดว่าเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าอาจได้รับความนิยมในระดับสูง ในอนาคต ซึ่งจะก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงทั้งในเชิงโครงสร้างความต้องการและโครงสร้างการผลิตจากรถยนต์ใช้น้ำมันไปเป็น ยานยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น และจะกระทบต่ออุตสาหกรรมยานยนต์ไทยให้ต้องมีการพัฒนาห่วงโซ่อุปทาน (Supply chain) เพื่อรองรับเทคโนโลยีการผลิตรถยนต์ไฟฟ้า รวมถึงการกำหนดแนวทางและนโยบายในการส่งเสริมให้ตลาดรถยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศเติบโต [6] และมีผู้ใช้กันอย่างแพร่หลายด้วยเช่นกัน ดังนั้น EV ที่กล่าวถึงจึงมี

รูปแบบต่างๆ เกิดเพิ่มขึ้นอย่างมากมาย ไม่ว่าจะเป็นแบบ Plug-in Hybrid Electric Vehicle (PHEV), Battery Electric Vehicles (BEV), Hybrid Electric Vehicle(HEV) และ Fuel Cell Electric Vehicle (FCEV) ซึ่งอาจจะเต็มทั่วท้องถนนในอนาคตอันใกล้ จากการสำรวจของ EV Outlook 2017 พบว่า ปัจจุบันมี EV มากกว่า 2 ล้านคันทั่วโลก โดยที่ EV มีส่วนสร้างสรรค์ให้การใช้พลังงานไฟฟ้าเพื่อการคมนาคมเกิดประโยชน์ทางด้านสิ่งแวดล้อมด้านสุขภาพที่ดี และสภาพเศรษฐกิจที่ดี ซึ่งพลังงานไฟฟ้าที่ใช้จะต้องผลิตมาจากโรงงานไฟฟ้าประเภทคาร์บอนต่ำ อย่างไรก็ตาม ถ้าต้องการให้การเปลี่ยนแปลงครั้งนี้เกิดขึ้นอย่างสมบูรณ์ ต้องมีการบูรณาการระบบไฟฟ้าให้สอดคล้องกับปริมาณ EV ที่จะเกิดขึ้นในอนาคต [7] โดยแผนส่งเสริมการใช้รถยนต์ไฟฟ้าในประเทศที่ใกล้เคียงที่สุดของไทยคือ แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 – 2579 (Energy Efficiency Plan : EEP 2015) ที่มีเป้าหมายให้ประเทศไทยมีการใช้ยานยนต์ไฟฟ้าอย่างน้อย 1.2 ล้านคัน ภายในปี 2579 [8] ทั้งนี้ประเทศไทยมีศักยภาพในการพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้าได้ เนื่องจากมีห่วงโซ่อุปทานอุตสาหกรรม รถยนต์ที่แข็งแกร่ง อีกทั้งยังเป็นฐานการผลิตรถยนต์รายใหญ่อันดับต้นๆ ของโลก แต่การพัฒนาอุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า เป็นเรื่องของการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างการผลิตและเทคโนโลยีที่สำคัญ จึงจำเป็นที่จะต้องมีการสนับสนุนและการสร้าง ความร่วมมืออย่างจริงจัง โดยเฉพาะเรื่องส่งเสริมให้ตลาดยานยนต์ไฟฟ้าภายในประเทศมีการเติบโตและมีการใช้งานกัน อย่างแพร่หลาย แต่อย่างไรก็ตามสิ่งที่เกิดมาควบคู่กับยานยนต์ไฟฟ้าคือ การประจุไฟฟ้าในรูปแบบต่างๆ เพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้า ซึ่งในปัจจุบันยังขาดความทั่วถึงของสถานีชาร์จไฟฟ้าและหัวจ่าย ใช้เวลาชาร์จไฟฟ้าแต่ละครั้งนาน ทำให้รถยนต์ไฟฟ้า เสียเปรียบรถยนต์ใช้น้ำมันในด้านความสะดวกและความคุ้มค่าของเวลา โดยมีการคาดว่าธุรกิจสถานีชาร์จจะขยายตัวใน 2 ลักษณะ คือ 1) เป็นสถานีเดี่ยวตามพื้นที่ต่างๆ หรือเป็นโครงข่ายสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าขนาดเล็ก ที่ภายหลังจะถูกรวบรวมเข้าด้วยกันโดยผู้ให้บริการโครงข่ายที่มีกลยุทธ์ในการขยายโครงข่ายที่ดีที่สุด และ 2) ผู้ประกอบการขนาดใหญ่ที่ลงทุนสร้างสถานีชาร์จในพื้นที่ของตนเองให้กลายเป็นโครงข่ายขนาดใหญ่ [9] แต่สำหรับข้อมูลเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการชาร์จประจุยานยนต์ไฟฟ้าจึงมีความจำเป็นที่จะต้องเพื่อศึกษาพฤติกรรมการใช้และการชาร์จของประชาชนที่มีความหลากหลาย ทั้งทางภูมิศาสตร์ ทางเศรษฐกิจ และสังคม ซึ่งสามารถวิเคราะห์ผลกระทบทางเทคนิคของ EV ต่อระบบไฟฟ้าแรงต่ำ โดยสามารถวิเคราะห์ผลกระทบของการสร้างสถานีชาร์จยานยนต์ไฟฟ้าได้ดังนี้คือ 1. พฤติกรรมการชาร์จของผู้ใช้งาน EV 2. ผลกระทบของ EV ต่อระบบไฟฟ้าแรงต่ำ และ 3. ผลของกลยุทธ์เพื่อเพิ่มความสามารถของจุดจ่ายไฟ [10] ผลกระทบที่เกิดขึ้นจากการขยายตัวของยานยนต์ไฟฟ้าเฉพาะ PHEV & BEV ดังกล่าว ที่เพิ่มขึ้นในทุกมุมโลก มีผลกระทบที่สามารถนำมาพิจารณาออกเป็น 2 กรณีด้วยกันคือ ผลกระทบต่อปริมาณความต้องการไฟฟ้า และ ผลกระทบต่อเส้นโค้งภาระทางไฟฟ้า (Load curve) ขณะที่ผลกระทบต่อเส้นโค้งภาระทางไฟฟ้า พิจารณาจากพฤติกรรมการประจุไฟฟ้าสำหรับการใช้งานยานยนต์ไฟฟ้าในชีวิตประจำวัน ทำให้เกิดความต้องการใช้พลังงานไฟฟ้าสูงสุด (Peak Demand) คือค่าสูงสุดของค่าพลังไฟฟ้า ในช่วงเวลาใด ช่วงเวลาหนึ่ง และในส่วนของแต่ในทางกลับกัน สถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าก็มีปริมาณไม่มากเพียงพอกับความ ต้องการ รวมไปถึงแหล่งพลังงานไฟฟ้าที่จะเข้าทดแทนพลังงานที่หายไปในการชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า[11] และอาจทำให้เกิดปรากฏการณ์หลังเปิด (Duck Curve) เมื่อกรณีที่ไม่มีการแทรกแซงการใช้พลังงานหมุนเวียน ซึ่งในปัจจุบันทั่วโลกยังขาดสถานีชาร์จและหัวจ่ายประเภทต่างๆ ทั่วถึง ใช้เวลานานในการชาร์จแต่ละครั้ง ทำให้รถยนต์ไฟฟ้ามีข้อเสียด้าน

ใช้น้ำมันในแง่ของความสะดวกและคุ้มค่ากับเวลาในการชาร์จ[12] ดังนั้นรัฐบาลควรเร่งพัฒนาระบบสถานีชาร์จให้เพียงพอ นอกจากนี้ในระยะแรกควรกำหนดราคาค่าไฟฟ้าต่อหน่วยไม่สูงมากและถูกกว่าราคาน้ำมัน ดังนั้นสามารถกระตุ้นให้ผู้คนเปลี่ยนมาใช้รถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นได้ ผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าจะได้รับความสะดวกเพิ่มขึ้นและสามารถลดความกังวลในการเดินทางกับเครื่องชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าหรือสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า ซึ่งเป็นระบบที่มีความเสี่ยงไม่เป็นอันตรายไม่เหมือนเครื่องใช้ไฟฟ้าหรือระบบไฟฟ้าอื่น ๆ

นักวิจัยเล็งเห็นว่าสามารถช่วยให้พลังงานไฟฟ้ากลับสู่การใช้งานปกติ จำเป็นต้องมีระบบพลังงานเพื่อแทนที่ และเป็นที่แน่นอนว่าระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ (PV) เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายแบบโซลาร์ฟาร์ม (Solar Farm) ซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เชื่อมต่อโดยตรงกับระบบการกระจายของเครือข่ายพลังงาน อย่างไรก็ตามการวางตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมสามารถทำให้เกิดการสูญเสียระบบสูงและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ดังนั้นการจัดสถานที่ตั้งและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าและโซลาร์ฟาร์ม เมื่อพิจารณาในระดับแรงดันไฟฟ้าที่เหมาะสมของระบบไฟฟ้าสามารถช่วยปรับปรุงประสิทธิภาพของเครือข่ายพลังงานได้ ในด้านของโปรไฟล์แรงดันไฟฟ้าการสูญเสียระบบต่ำและเพิ่มความเสถียรของระบบไฟฟ้าเพื่อให้มีระบบที่มีเสถียรภาพมากขึ้นความเป็นจริงของเทคนิคการปรับให้เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะประกอบด้วยเทคนิคที่เป็นชนิดเมตาฮีริสติก (Meta - Heuristic) มาช่วยการแก้ปัญหาการจัดวางตำแหน่งของสถานีประจุไฟฟ้า โดยจะใช้เทคนิค 5 ประการ โดยได้ใช้เทคนิคและวิธีการเปรียบเทียบกับหลักการของวิธีเมตาฮีริสติกส์ทั้ง 5 วิธี ประกอบด้วย Particle Swarm Optimization (PSO) Artificial Bee Colony Algorithm (ABC), Cuckoo Search Algorithm (CSA), Genetic Algorithm (GA) และ Simulated Annealing Algorithm (SAA) [13] จากนั้นเมื่อได้ค่าที่เหมาะสมแล้วสำหรับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทโซลาร์ฟาร์ม และสถานีประจุไฟฟ้า ที่จะประกอบด้วย ตำแหน่งที่ตั้ง พร้อมทั้งขนาดของพลังงานที่สามารถรองรับโหลดได้ และสามารถช่วยลดค่าความสูญเสียและเสริมสร้างความมั่นคงในการประจุพลังงานของ EV อยู่ในระบบได้อย่างมีประสิทธิภาพ ดังเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าที่มั่นคงในอนาคตที่แสดงในรูปที่ 1.1



รูปที่ 1.1 หลักการเชื่อมโยงระบบไฟฟ้าเพื่อรองรับภาระโหลดในอนาคต[14]

1.2 วัตถุประสงค์ของดุษฎีนิพนธ์

1.2.1 เพื่อศึกษาการติดตั้งตำแหน่งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และโซล่าฟาร์มที่เหมาะสม เพื่อลดค่าความสูญเสียในระบบ และไม่ส่งผลกระทบต่อระดับค่าแรงดันไฟฟ้าในระบบจำหน่าย

1.2.2 เพื่อนำเสนอแบบจำลองตำแหน่งการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และและโซล่าฟาร์มที่เหมาะสม

1.2.3 เพื่อวิเคราะห์กำลังไฟฟ้าสูญเสียและการเปลี่ยนแปลงแรงดันในระบบจำหน่ายของแบบจำลองในระบบไฟฟ้า

1.3 สมมุติฐานการวิจัยของดุษฎีนิพนธ์

1.3.1 วิเคราะห์เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมแบบเมตาฮิวริสติก เพื่อใช้ในการทดสอบการจำลองระบบไฟฟ้าเมื่อมียานยนต์ไฟฟ้า สถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และแหล่งจ่ายชนิดโซล่าฟาร์มในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.4 ขอบเขตของดัชนีนิพนธ์

เป็นการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังเมื่อติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และ โซล่าฟาร์ม สำหรับ โหลดในสถานะคงตัวโดยขอบเขตของการวิจัยมีกระบวนการดังนี้

1.4.1 วิเคราะห์รูปแบบของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และโซล่าฟาร์มที่ใช้สำหรับโหลดในสถานะคงตัว

1.4.2 วิเคราะห์วิธีการหาค่าที่เหมาะสมแบบเมตาฮิวริสติกสำหรับการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และโซล่าฟาร์มในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.4.3 วิเคราะห์และเปรียบเทียบเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสม ในการวิเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และโซล่าฟาร์มที่เหมาะสมที่สุดในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.5 ขั้นตอนการศึกษาของดัชนีนิพนธ์

1.5.1 ศึกษารายละเอียดของจากเอกสารตำรา และงานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อกำหนดขอบเขตของหัวข้อดัชนีนิพนธ์

1.5.2 จัดระเบียบ และเรียงเรียงข้อมูลที่สำคัญในงานวิจัย ที่ค้นคว้ามาและทบทวนวรรณกรรมที่เกี่ยวข้อง

1.5.3 ศึกษาข้อมูลระบบยานยนต์ไฟฟ้า

1.5.4 ศึกษาแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่สามารถเข้ามาชดเชยแรงดันไฟฟ้าในระบบเมื่อมีโหลดยานยนต์ไฟฟ้า

1.5.5 ศึกษาโหลดในสถานะสมดุลของยานยนต์ไฟฟ้า

1.5.6 ศึกษาค่าความสูญเสียและค่าระดับแรงดันไฟฟ้า ก่อนและหลังการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และโซล่าฟาร์มในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.5.7 ศึกษาเทคนิคเมตาฮิวริสติกสำหรับการหาค่าที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และโซล่าฟาร์มในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.5.8 ศึกษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าก่อนและหลังการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และแหล่งจ่ายชนิดโซล่าฟาร์มในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.6 ดัชนีนิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษา โดยมีข้อจำกัดในการศึกษาดังนี้

1.6.1 วิเคราะห์รูปแบบของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว ที่ใช้สำหรับโหลดในสถานะคงตัว

1.6.2 วิเคราะห์รูปแบบของแหล่งพลังงานแบบกระจายที่ใช้สำหรับโหลดในสถานะคงตัว

1.6.3 ในกรณีที่ทำการวิเคราะห์วิธีการหาค่าที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และแหล่งจ่ายชนิดโซล่าฟาร์มในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.6.4 การประยุกต์ใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมแบบเมตาฮิวริสติก ในการวิเคราะห์ตำแหน่งการติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว และแหล่งจ่ายชนิดโซล่าฟาร์มในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 เข้าใจถึงหลักการทำงานและพฤติกรรมของโหลดในสภาวะสมดุล เมื่อมีสถานีประจุไฟฟ้าและโซลาร์ฟาร์มต่อรวมอยู่ในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.7.2 เข้าใจถึงผลกระทบต่อเสถียรภาพคงตัวและเสถียรภาพระบบไฟฟ้าเมื่อโหลดยานยนต์ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลัง

1.7.3 เข้าใจถึงรูปแบบโหลดยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้ และสามารถนำไปใช้ในการศึกษารูปแบบ หรือการออกแบบ แหล่งจ่ายพลังงานเพื่อตอบสนองความต้องการของโหลดยานยนต์ไฟฟ้า

1.7.4 เข้าใจถึงระบบการหาค่าที่เหมาะสมที่สุด และสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบกำลังไฟฟ้าเพื่อหาค่าเสถียรภาพในการจ่ายโหลดแบบสภาวะสมดุล

1.8 องค์ประกอบของดัชนีนิพนธ์

ในการศึกษาการหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วในระบบไฟฟ้ากำลังติดตั้งร่วมกับโซลาร์ฟาร์มนั้นสามารถนำเสนอองค์ประกอบของดัชนีนิพนธ์ในแต่ละส่วนดังนี้

บทที่ 1 นำเสนอเกี่ยวกับความสำคัญของปัญหา วัตถุประสงค์ สมมติฐาน ขอบเขต ขั้นตอนการศึกษา ข้อจำกัด ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับของดัชนีนิพนธ์

บทที่ 2 นำเสนอเกี่ยวกับทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง ซึ่งเป็นการทบทวนวรรณกรรมเพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในงานและในส่วนของทฤษฎีต่างๆ ที่ใช้เป็นพื้นฐานในการศึกษาตามกรณีศึกษา

บทที่ 3 นำเสนอเกี่ยวกับกรณีศึกษาจำนวนทั้งสิ้น 6 กรณี ที่นำเสนอภายในขอบเขตที่ศึกษา

บทที่ 4 นำเสนอเกี่ยวกับผลการทดลองตามกรณีศึกษาจำนวน 6 กรณี

บทที่ 5 นำเสนอเกี่ยวกับบทสรุปผลการทดลองตามกรณีศึกษาจำนวน 6 กรณีและข้อเสนอแนะในงานวิจัยลำดับถัดไป

และในส่วนอื่นๆ ตอนท้ายเล่มประกอบไปด้วย บรรณานุกรม ภาคผนวก ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่ และประวัติผู้แต่ง สามารถนำเสนอได้ตามลำดับ

บทที่ 2

ทฤษฎีและงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

2.1 บทนำ

การเติบโตอย่างรวดเร็วของโพลิตยานยนต์ทั่วโลกในป่าสุด ด้วยการพัฒนายานยนต์ไฟฟ้า(EV) ที่มีประสิทธิภาพในด้านของความปลอดภัย ประหยัดทรัพยากรธรรมชาติ เป็นมิตรต่อสิ่งแวดล้อม เนื่องจากการสูญเสียเชื้อเพลิงฟอสซิลและการปล่อยก๊าซเรือนกระจกจากการเผาไหม้เชื้อเพลิงฟอสซิลกระตุ้นให้ผู้กำหนดนโยบายในด้านระบบขนส่ง ดังนั้นยานยนต์ไฟฟ้า ถือเป็นหนึ่งในนวัตกรรมที่ดีที่สุดในระบบการขนส่งทางถนนเนื่องจากยานยนต์ไฟฟ้า สามารถลดการพึ่งพาเชื้อเพลิงฟอสซิลและลดการปล่อยก๊าซที่เกี่ยวข้องกับการขนส่งจากการปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์และมลพิษอื่น ๆ ปัญหาสำคัญในระบบนี้กำลังชาร์จแบตเตอรี่ ยานยนต์ไฟฟ้า ใหม่ก่อนที่แบตเตอรี่จะหมด ดังนั้นสถานีประจุไฟฟ้า (CS) ควรตั้งอยู่อย่างระมัดระวังเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้ ยานยนต์ไฟฟ้า สามารถเข้าถึงสถานีได้ในระยะการขับขี่ [15] การศึกษานี้แสดงให้เห็นถึงการสำรวจงานวิจัยที่เกี่ยวข้องที่มุ่งเน้นไปที่เทคนิคการปรับให้เหมาะสมจำนวนมากที่ใช้ในทศวรรษที่ผ่านมาเพื่อกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมและปัญหาการปรับขนาดของสถานีประจุไฟฟ้า เพื่อให้ยานยนต์ไฟฟ้าใช้งานได้นานมากขึ้นในการชาร์จต่อ 1 ครั้ง นั้นหมายความว่า การชาร์จประจุไฟฟ้าจำเป็นจะต้องใช้แรงดันไฟฟ้าขนาดสูง เพื่อลดเวลาในการชาร์จ อีกทั้งขณะชาร์จประจุไฟฟ้ามีผลต่อแรงดันไฟฟ้าในระบบ [16] และการใช้เทคนิคอัลกอริธึมการวนซ้ำ อีกทั้งยังมีกรณีศึกษาเกี่ยวกับแหล่งสะสมพลังงานในรูปแบบต่างๆ นำไปสู่การบริหารจัดการพลังงานอย่างเหมาะสมของการประจุแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า และสามารถใช้ในการบริการจัดการพลังงานแบบอัจฉริยะ เพื่อรองรับการขยายตัวเพิ่มมากขึ้นของโพลิตยานยนต์ไฟฟ้า ทำให้ระบบมีความน่าเชื่อถือและความมีเสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลัง ดังสามารถนำเสนอสาระสำคัญได้ดังนี้

2.2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

การศึกษางานวิจัยที่เกี่ยวข้องเพื่อสร้างทฤษฎีและสมมุติฐานการวิจัย โดยงานดุษฎีนิพนธ์นี้ ได้ทำการศึกษาเกี่ยวกับ วิวัฒนาการของยานยนต์ไฟฟ้า แหล่งกำเนิดพลังงานหมุนเวียนแบบกระจายผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้าที่มีต่อระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้า แนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อช่วยลดผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้า และเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสม โดยสามารถนำเสนอบทสรุปงานวิจัยที่เกี่ยวข้องและนำเอาองค์ความรู้สาระสำคัญนำมาประยุกต์ใช้กับงานดุษฎีนิพนธ์ที่นำเสนอโดยสามารถนำเสนอได้ตามลำดับดังนี้

ตารางที่ 2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

ปี	นักวิจัย	สาระสำคัญ
2018	Md. Mainul ISLAM, Hussain SHAREEF and Azah MOHAMED [17]	รถยนต์ไฟฟ้า (EV) ถือเป็นหนึ่งในโซลูชันที่พร้อมต่อภาวะโลกร้อนมลภาวะต่าง ๆ และการพึ่งพาน้ำมันดิบเพราะสะอาดเชื่อถือได้และเป็นมิตรกับสิ่งแวดล้อม ข้อกังวลสำคัญในการใช้ EV คือ การชาร์จแบตเตอรี่ EV ดังนั้นการกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสม และการปรับขนาดของสถานีชาร์จอย่างรวดเร็ว (RCSs) เป็นสิ่งจำเป็นเพื่อเพิ่มความสามารถในการเข้าถึง EV ภายในระยะเวลาการขับขี่ไปยัง RCS โดยทั่วไปวิธีการคาร์ที่เขียนและการไหลไหลลดพื้นฐานจะใช้ในการคำนวณการขนส่งและการสูญเสียพลังงานตามลำดับเพื่อกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมของ RCS ในหนังสือเล่มนี้ สถานะของประจุแบตเตอรี่ Google Maps JavaScript API และ EV ได้รับการพิจารณาให้คำนวณการสูญเสียการขนส่งอย่างแม่นยำ ยิ่งไปกว่านั้นโพลีฮาร์โมนิกใช้สำหรับคำนวณการสูญเสียพลังงานที่แม่นยำยิ่งขึ้นในระบบการจัดจำหน่ายเนื่องจากระบบการชาร์จ EV เป็นระบบที่ไม่เชิงเส้นที่ก่อให้เกิดมลพิษฮาร์โมนิก เพื่อเพิ่มความสามารถในการเข้าถึง EV ให้กับ RCS การวางแผน RCS ที่เหมาะสมจะหลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพฮิวริสติกที่มีประสิทธิภาพเช่น อัลกอริธึมการค้นหาฟ้าผ่าแบบไบนารี (BLA) จึงถูกพัฒนาขึ้นเพื่อกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสมและปรับขนาดของ RCS
2019	Amir Ostadiand Mehrdad Kazerani [18]	ระบบจัดเก็บพลังงานแบตเตอรี่ (BESSs) สามารถเป็นประโยชน์อย่างมากต่อระบบพลังงานและไมโครกริดสำหรับการใช้งานที่หลากหลาย ด้วยการเพิ่มยอดขายของยานพาหนะไฟฟ้า (EV) ความพร้อมใช้งานของแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าใช้แล้ว (EVBS) กำลังเพิ่มขึ้นซึ่งได้รับความสนใจอย่างมากในช่วงไม่กี่ปีที่ผ่านมา EVB ที่เกษียณแล้วหลังจากนำไปใช้ใหม่สามารถใช้เป็นทางเลือกทดแทนแบตเตอรี่ใหม่ใน BESS นอกจากนี้เมื่อผู้ประกอบการ microgrid พิจารณาที่จะติดตั้ง BESS การตัดสินใจที่ดีที่สุดเช่นปี การติดตั้งพลังงานและขนาดพลังงานปีที่เปลี่ยนและจำนวนรอบของความล้มเหลวซึ่งจะถูกมองข้ามตามปกติ ดังนั้นบทความนี้เสนอโครงสร้างที่ครอบคลุมและแปลกใหม่สำหรับการวางแผนและการดำเนินงานของ BESS ตาม EVB ที่มีการจัดรูปแบบใหม่ รูปแบบการวัดขนาดแบบเชิงเส้นของ BESS ถูกเสนอขึ้นมาเพื่อให้ได้การตัดสินใจที่ดีที่สุดของ BESS เกี่ยวกับการออกแบบและการ

		ใช้งาน มีการรวมความสัมพันธใหม่ที่ถูกปรับเปลี่ยนและเชิงเส้นต่าง ๆ สำหรับ BESS ไวโนโมเดลการวางแผนเพื่อให้แน่ใจว่าปีการแทนที่ของ BESS ได้รับการพิจารณาอย่างเหมาะสม EVs หลายคลาสที่มีหลายรอบไดรฟ์ถูกทำคลัสเตอร์และรวมอยู่ภายในกรอบงานที่เสนอ
2016	Pandian M. Vasant, Imran Rahman, Balbir Singh Mahinder Singh and M. Abdullah-Al-Wadud [19]	การใช้พลังงานไฟฟ้าในการขนส่งมีการเปลี่ยนแปลงครั้งใหญ่นับตั้งแต่ทศวรรษที่ผ่านมา ความสำเร็จของสมาร์ทรถติดกับการรวมพลังงานหมุนเวียนนั้นขึ้นอยู่กับภาระของยานพาหนะไฟฟ้าไฮบริดแบบปลั๊กขนาดใหญ่ (PHEV) เพื่อการขนส่งที่ยั่งยืนและปราศจากคาร์บอน หนึ่งในตัวชี้วัดประสิทธิภาพหลักในรถยนต์ไฟฟ้าไฮบริดคือ State-of-Charge (SoC) ซึ่งจำเป็นต้องได้รับการปรับให้เหมาะสมสำหรับโครงสร้างพื้นฐานการชาร์จที่ดีขึ้นโดยใช้วิธีการคำนวณเชิงสุ่ม ในบทความนี้มีการนำเทคนิคการเร่งอนุภาคแบบเร่งอนุภาค (APSO) มาใช้ใหม่และเปรียบเทียบกับ การเพิ่มประสิทธิภาพอนุภาคแบบมาตรฐาน (PSO) โดยพิจารณาจากเวลาในการชาร์จและความจุของแบตเตอรี่ ผลการจำลองที่ได้จากการเพิ่มฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่ไม่เชิงเส้นอย่างมาก แสดงให้เห็นว่า APSO ได้รับการปรับปรุงในแง่ของเวลาและการคำนวณที่ดีที่สุด
2016	Prabhjot Kauri, Sandeep Kaur and Rintu Khanna [20]	ความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้นและการขาดความสามารถในการสร้างขีดความสามารถได้กำหนดแนวทางสู่การสร้างแบบกระจาย Distributed Generation (DG) กำลังได้รับความนิยมอย่างกว้างขวางเนื่องจากศักยภาพในการแก้ไขปัญหาต่าง ๆ เช่นการยกเลิกระบบไฟฟ้า ตอบสนองความต้องการพลังงานที่เพิ่มขึ้น ปรับปรุงโพรไฟล์แรงดันไฟฟ้า การลดการสูญเสียพลังงาน ฯลฯ ตำแหน่งที่เหมาะสมของ DG และการปรับขนาด DG ที่เหมาะสมเป็นสองประเด็นที่สำคัญในการรวม DG กับตะแกรงไฟฟ้า เนื่องจากการจัดวางที่ไม่เหมาะสมและการปรับขนาดที่ไม่เหมาะสมของ DG ในระบบพลังงานไม่เพียง แต่นำไปสู่ การสูญเสีย แต่ยังสามารถทำลายการทำงานของระบบไฟฟ้า การวางตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของหน่วย DG เป็นปัญหาการปรับให้เหมาะสมแบบไม่เชิงเส้น บทความนี้เสนอวิธีการคำนวณตำแหน่งที่เหมาะสมและขนาดที่เหมาะสม นอกจากนี้ยังดำเนินการอิมัลชันของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของ DG ด้วยการสูญเสียพลังงานรวมและแรงดันไฟฟ้าในระบบ วิธีการที่นำเสนอมีการทดสอบในเครือข่ายการกระจายรัศมี 33 บัส

		ผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงในลักษณะกราฟิก ผลลัพธ์ที่ได้จากวิธีการที่นำเสนอจะถูกขนานไปกับการไหลของโหลดแบบละเอียด
2016	Md. Mainul ISLAM, Hussain SHAREEF, Azah MOHAMED [21]	เมื่อเร็ว ๆ นี้ยานพาหนะไฟฟ้า (EVs) ถูกมองว่าเป็นตัวเลือกที่น่ายินดีต่อการขนส่งทางถนนที่ใช้คาร์บอนน้อย ปัญหาสำคัญในระบบนี้กำลังชาร์จแบตเตอรี่ EV ใหม่ก่อนที่แบตเตอรี่จะหมด ดังนั้นสถานีชาร์จ (CS) ควรตั้งอยู่อย่างระมัดระวังเพื่อให้แน่ใจว่าผู้ใช้ EV สามารถเข้าถึง CS ได้ในระยะการขับขี่ เมื่อพิจารณาจากข้อมูลทางภูมิศาสตร์และความหนาแน่นของกระดาศบทความนี้เสนอการทาบตามให้เกิดประโยชน์สูงสุดเพื่อการเลือกขนาดที่เหมาะสมและการปรับขนาดของ CS ที่รวดเร็ว (RCS) มันมีจุดมุ่งหมายเพื่อลดต้นทุนรวมรายวัน (ซึ่งรวมถึงค่าใช้จ่ายของการสูญเสียพลังงานของสถานีย้อยค่าเดินทาง EV ของ CS และการลงทุนตัวแปรและต้นทุนการดำเนินงานของสถานีพร้อมกัน) ในขณะที่ยังคงรักษาข้อ จำกัด ของระบบ อัลกอริทึมการค้นหาความโน้มถ่วงแบบไบนารีอัลกอริทึมทางพันธุกรรมและอัลกอริทึมการจับกลุ่มอนุภาคแบบไบนารีถูกใช้เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพค่าใช้จ่ายรวมรายวันโดยการระบุตำแหน่งที่ดีที่สุดและการปรับขนาดของ RCS ในพื้นที่มหานครในมาเลเซีย ผลการวิจัยพบว่าวิธีการที่นำเสนอสามารถหาตำแหน่งที่เหมาะสมและปรับขนาดของ RCS ที่สามารถให้ประโยชน์กับผู้ใช้ EV ผู้พัฒนา CS และกริดพลังงาน
2016	Pandian M. Vasant, Imran Rahman, Balbir Singh Mahinder Singh and M. Abdullah-Al-Wadud [23]	เทคโนโลยีสีเขียวได้รับความนิยมในการลดมลภาวะและให้แหล่งพลังงานหมุนเวียนในการขนส่งที่สูงขึ้น งานวิจัยนี้ชี้ให้เห็นว่าการมีส่วนร่วมอย่างกว้างขวางของยานพาหนะไฟฟ้าไฮบริดสลิปลั๊กอิน (PHEV) ต้องการกลยุทธ์การจัดการจราจรที่เพียงพอโดยใช้ระบบสมาร์ทกริดและโครงสร้างพื้นฐานการชาร์จอัจฉริยะ นอกจากนี้ยังพบว่าสถานีชาร์จในเวลากลางวันเป็นสิ่งจำเป็นสำหรับการใช้งาน PHEV ทุกวันเนื่องจากมีช่วงไฟฟ้า จำกัด งานวิจัยส่วนใหญ่ในอดีตได้รับการกล่าวว่าการควบคุมการชาร์จและการจัดการโครงสร้างพื้นฐานที่เหมาะสมเท่านั้นที่สามารถรับประกันการมีส่วนร่วมของ PHEV ได้มากขึ้น ดังนั้นนักวิจัยจึงพยายามพัฒนาการควบคุมที่มีประสิทธิภาพสำหรับการชาร์จโครงสร้างพื้นฐานเพื่ออำนวยความสะดวกในการเจาะทะลุผ่าน PHEVs บนทางหลวง อย่างไรก็ตามนักวิจัยในอดีตส่วนใหญ่ทราบอยู่แล้วเกี่ยวกับประเด็นที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานอัจฉริยะ กระนั้นการศึกษาเหล่านี้ไม่สามารถเติมเต็มช่องว่างของ

		<p>ปัญหาที่เกี่ยวข้องกับการจัดการพลังงานอัจฉริยะและต้องการการสร้างแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ด้วยการใช้เทคนิคการปรับให้เหมาะสมบนพื้นฐานของหน่วยสืบราชการลับทางคอมพิวเตอร์อย่างกว้างขวางเพื่อแก้ปัญหาทางเทคนิคมากมาย ผลลัพธ์ของการศึกษาวิจัยนี้ให้เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพที่สี่ซึ่งรวมถึงวิธีการแบบไฮบริด</p>
2016	Huiru Zhao and Nana Li [24]	<p>การเทียบที่ที่ดีที่สุดของสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้า (EVCSs) มีความสำคัญต่อการพัฒนาอย่างยั่งยืนของระบบรถยนต์ไฟฟ้า เมื่อพิจารณาข้อบกพร่องของตัวแบบการเพิ่มประสิทธิภาพแบบฮิวริสติกก่อนหน้านี้ในการแก้ปัญหาแบบอัตโนมัติบทความนี้ใช้กรอบการตัดสินใจแบบหลายเกณฑ์ (MCDM) เพื่อรองรับกรอบการออกแบบใหม่ The initial criteria for optimal EVCS การคัดกรองที่เลือกมาจากความยั่งยืนที่เพิ่มขึ้นทฤษฎีและแนวคิดของ sub areareurterdeterintermed โดยวิธีการใช้ ฟอง ฟิชชี Delphi (FDM) ซึ่งประกอบด้วยสี่เสาหลัก: เศรษฐกิจสังคม สิ่งแวดล้อมและเทคโนโลยี เพื่อที่จะทนต่อความคลุมเครือและความคลุมเครือของปัจจัยส่วนตัวและการตัดสินใจของมนุษย์ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์ความสัมพันธ์สี่เท่าแบบผอย (GRA) -VIKOR เพื่อกำหนดไซต์ EVCS ที่ดีที่สุดซึ่งยังช่วยปรับปรุงการรวมฟังก์ชันตามปกติของ ฟิชชี Vlsekriterijumska Optimizacija I Komprom is no Resenje (VIKOR) นอกจากนี้เพื่อรวมความคิดเห็นแบบอัตโนมัติเช่นเดียวกับข้อมูลวัตถุประสงค์การจัดอันดับของผู้เชี่ยวชาญและวิธีการแบบเอนโทรปีของแซนนอนถูกนำมาใช้เพื่อกำหนดน้ำหนักรวม จากนั้นการบังคับใช้ของกรอบงานที่เสนอจะแสดงให้เห็นโดยการศึกษาเชิงประจักษ์ของทางเลือกไซต์ EVCS ในเทียนจิน ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่า A3 ถูกเลือกให้เป็นไซต์ที่ดีที่สุดสำหรับ EVCS และเกณฑ์ย่อยที่ได้รับกับสภาพแวดล้อมจะได้รับความสนใจมากกว่าเกณฑ์ย่อยอื่น ๆ ยิ่งไปกว่านั้นการวิเคราะห์ความไวระบุว่าผลการคัดเลือกยังคงมีความเสถียรไม่ว่าน้ำหนักของเกณฑ์ย่อยจะเปลี่ยนไปอย่างไร การศึกษาครั้งนี้ให้วิธีการที่ครอบคลุมและมีประสิทธิภาพสำหรับการเลือก EVCS ที่เหมาะสมและยังคิดค้นการกำหนดน้ำหนักและการคำนวณระยะทางสำหรับ VIKOR แบบเลื่อนแบบเดิม</p>
2016	Junainah Sardi, N. Mithulananthan, Duong Quoc Hung,	<p>การจัดเก็บพลังงาน (ES) ได้กลายเป็นองค์ประกอบสำคัญในเครือข่ายการกระจายที่ใช้งาน (ADNs) เนื่องจากการบูรณาการพลังงานทดแทนที่ก้าวหน้าเช่นเซลล์แสงอาทิตย์ (PV) ES</p>

	<p>Krischonme Bhumkittipich [25]</p>	<p>ช่วยให้การรูก PV เป็นระยะสูงในขณะที่นำประโยชน์เพิ่มเติมหลายประการให้กับเครือข่าย ประโยชน์ดังกล่าวรวมถึงการลดการสูญเสียการปรับปรุงโปรไฟล์แรงดันไฟฟ้าและการหลีกเลี่ยงการไหลย้อนกลับของพลังงาน บทความนี้นำเสนอการวิเคราะห์การลดการสูญเสียพลังงานในเครือข่ายการกระจายรัศมีด้วยหน่วย PV ผ่านการปรับระดับโหลดโดยใช้ ES การจำลองดำเนินการโดยใช้เครื่องมือซอฟต์แวร์ Grid LAB-D การวิเคราะห์แสดงว่า ES ที่จัดสรรไว้ใกล้กับโหลดทำให้การลดการสูญเสียพลังงานสูงกว่าใกล้กับสถานีย่อย ความจุ ES ที่เหมาะสมที่ได้รับผ่านการปรับระดับโหลดช่วยลดการสูญเสียพลังงานสูงสุด ความจุนี้เพียงพอที่จะทำให้ระบบโหลดปัจจัยใกล้เคียงกับความสามัคคี นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าการจัดสรร ES แบบกระจายสามารถให้ผลการลดการสูญเสียเกือบสองครั้งสูงกว่าการวาง ES แบบรวมศูนย์</p>
<p>2018</p>	<p>Md. Shariful Islam [26]</p>	<p>การดำเนินการตามเวลาจริงของ EVCS สามารถดำเนินการสองอย่างได้สำเร็จเช่น 1) การชาร์จแบบเรียลไทม์ของประชากร EV เกี่ยวกับเอาต์พุต PV ที่วัดได้และ 2) บริการ V2G ที่ใช้ประโยชน์ได้ การออกกำลังครั้งแรกคำนึงถึงการวัดกำลังของ PV ในปัจจุบันเช่นเดียวกับเอาต์พุต PV ที่ทำนายไว้เพื่อส่งโหลด EV โดยมีจุดประสงค์เพื่อเพิ่มการเก็บเกี่ยวพลังงานจาก PV ในขณะที่ลดผลกระทบต่อกริด ในทางตรงกันข้ามเนื่องจากเวลาจอดรถนานเกินกว่าที่กำหนดจำนวนประชากร EV จึงไม่จำเป็นต้องถูกเรียกเก็บเงินอย่างต่อเนื่อง พวกเขาสามารถยังคงไม่ได้ใช้งานสำหรับส่วนของเวลาซึ่งถูกกำหนดเป็นความหย่อน ดังนั้นขึ้นอยู่กับระดับของความอ่อนแอพวกเขาสามารถให้บริการ V2G โดยมีเงื่อนไขว่าพวกเขายินดีที่จะทำเช่นนั้น ดังนั้นแบบจำลองได้รับการพัฒนาขึ้นเป็นครั้งแรกเพื่อทำนายศักยภาพของ V2G ในอนุกรมเวลา จากนั้นจึงเสนอขั้นตอนวิธีการชาร์จ / การระบายซึ่งสามารถรักษาเกณฑ์ QoS ได้พร้อมกันและเพิ่มบริการ V2G ในราคาที่ต่ำที่สุด ประสิทธิภาพของอัลกอริทึมดังกล่าวได้รับการทดสอบบนลานจอดรถของมหาวิทยาลัยควีนส์แลนด์ (UQ) ควบคู่กับระบบทดสอบไฟฟ้าของ UQ และระบบทดสอบบัส IEEE 37 พร้อมเอาต์พุต PV จริงและข้อมูลโหลดกริดที่รวบรวมจากผู้ดำเนินการตลาดพลังงานของออสเตรเลียและออสเตรเลีย ผลลัพธ์ที่ดียืนยันได้ว่างานวิจัยนี้จะช่วยให้ได้รับประโยชน์จาก EVCS ที่ใช้ PV และ BES อย่างมากในอนาคต ยิ่งไปกว่านั้นโมเดล</p>

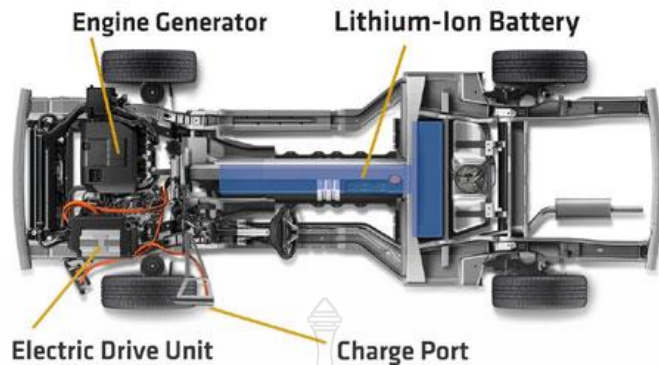
		<p>โหนด EV ใหม่สำหรับประชากร EV ขนาดใหญ่ครอบคลุม SOC และแรงดันไฟฟ้ากริดของโหนด EV และดัชนีผลกระทบส่วนกลางใหม่สำหรับแรงดันไฟฟ้าและกระแสไฟฟ้าของกริดจะไม่เพียงเร่งการแพร่กระจายของ EVCS ให้แม่นยำยิ่งขึ้นรวดเร็วขึ้น การวางแผนและการวางแผนการดำเนินงาน แต่จะสร้างอาณาจักรใหม่ของการวิจัยในอนาคต ยิ่งไปกว่านั้นอัลกอริทึมที่ซับซ้อนยิ่งขึ้นสำหรับการรับบริการ V2G จะช่วยให้มั่นใจว่าเจ้าของ EV พึงพอใจด้วยการรับประกันขั้นต่ำ QoS และจ่ายเงินสิ่งจูงใจขณะที่รับรายได้เพิ่มเติมจากเจ้าของ</p>
2108	Junainah Sardi [27]	<p>ส่วนแรกของวิทยานิพนธ์คือการประเมินผลกระทบของการปรับระดับโหนด ES บนการลดการสูญเสียพลังงานใน DN ด้วยหน่วย PV นอกจากนี้วิธีการที่อยู่บนพื้นฐานของปัจจัยความไวการสูญเสีย (LSF) ได้รับการพัฒนาเพื่อระบุตำแหน่งที่เหมาะสมของ ES เพื่อลดการสูญเสียพลังงานใน DN ประการที่สองนำเสนอกรอบการวิเคราะห์เชิงวิเคราะห์ที่สามารถกำหนดตำแหน่งเชิงกลยุทธ์ขนาดและลักษณะการดำเนินงานของหน่วยงาน CES สำหรับการปรับปรุงตัวประกอบภาระโหนดการลดการสูญเสียพลังงานและการปรับปรุงโปรไฟล์แรงดันไฟฟ้าในวิทยานิพนธ์ภายในกรอบการวางแผนที่นำเสนอวิธีการความน่าจะเป็นใหม่ได้รับการพัฒนาเพื่อสร้างแบบจำลองความไม่แน่นอนของการสร้างเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบที่อยู่อาศัยที่มีอยู่ โมเดลนี้ง่ายและต้องการข้อมูลอินพุตและการคำนวณน้อยกว่าโมเดล PV ที่น่าจะเป็นที่มีอยู่ ประการที่สามวิทยานิพนธ์นำเสนอกรอบการวางแผนที่ครอบคลุมสำหรับหน่วยงาน CES เดี่ยวและหลายหน่วยตามการวิเคราะห์ผลประโยชน์ต้นทุนเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพ NPV สูงสุดของการปรับใช้งาน CES กลยุทธ์การวางแผน สาม ได้รับประโยชน์และค่าใช้จ่ายที่เป็นไปได้ทั้งหมดที่เกิดจากการปรับใช้ CES การวิเคราะห์ความไวต่อผลกระทบของจำนวนหน่วยงาน CES การลดราคาของงาน CES การเจาะ PV และแบบจำลองการโหนดต่อการทำกำไรของการปรับใช้งาน CES นั้นรวมอยู่ด้วยท้ายที่สุดวิทยานิพนธ์เสนอโครงสร้างใหม่ของการสร้าง virtual microgrid (VM) กับ CES ในเครือข่ายที่อยู่อาศัยที่มี PV บนหลังคาเพื่อเพิ่ม NPV สูงสุดของการลงทุน CES ในกรอบที่เสนอวิธีการใหม่สำหรับการออกแบบ VM และรูปแบบธุรกิจงานวิจัยสำหรับงาน CES ได้รับการแนะนำเพื่อเพิ่มผลกำไรจากกฤษฎีที่ดีและผู้บริโภค การศึกษาพบว่ากลยุทธ์การจัดสรรที่เสนอทั้งหมด</p>

		<p>สามารถบรรลุวัตถุประสงค์ในการปรับใช้งาน CES ซึ่งประกอบด้วยผลประโยชน์ทางเทคนิคและเศรษฐกิจต่างๆ นอกจากนี้กำไรสูงสุดสามารถได้รับโดยการจัดกลุ่มเครือข่ายที่อยู่อาศัยที่มีหลังคา PV เป็นจำนวนที่กำหนดของ VM และจัดสรรหน่วย CES ใน VM อย่างเหมาะสมที่สุดโดยใช้กรอบงานนำเสนอ ยิ่งไปกว่านั้นมันถูกเปิดเผยว่ามีจำนวนหน่วย CES และ VM ที่เหมาะสมที่สุดที่ควรปรับใช้เพื่อให้ได้ NPV สูงสุด ดังนั้นการรวมผลประโยชน์ทางการเงินและค่าใช้จ่ายที่เป็นไปได้ทั้งหมดของ CES ในกลยุทธ์การวางแผนอาจช่วยเพิ่มโอกาสทางธุรกิจใน ADN และให้คำแนะนำที่ครอบคลุมสำหรับยุทธศาสตร์ในการปรับใช้งาน CES นอกจากนี้ยังแสดงให้เห็นว่าโดยการปล่อยพลังงาน CES บางส่วนให้กับผู้บริโภคในเครือข่ายที่อยู่อาศัยการเพิ่มผลกำไรที่ได้รับจากนักลงทุน CES และการลดค่าไฟฟ้าของผู้บริโภคสามารถทำได้</p>
2016	Teerapat Manmit and Parnjit Damrongkulkamjorn [28]	<p>วัตถุประสงค์หลักของการวิจัยนี้คือการพัฒนาโปรแกรมเพื่อกำหนดขนาดที่เหมาะสมของระบบจัดเก็บพลังงานสำหรับลูกค้าไฟฟ้าที่มีระบบผลิตไฟฟ้าด้วยเซลล์แสงอาทิตย์ ในโปรแกรมนี้ใช้อัลกอริทึมทางพันธุกรรมใน Matlab เป็นเครื่องมือในการคำนวณขนาดที่เหมาะสมของระบบจัดเก็บพลังงาน พารามิเตอร์ในโปรแกรมสามารถปรับได้อย่างเหมาะสมโดยผู้ใช้เมื่อนำไปใช้กับกรณีศึกษาต่างๆ ชนิดของลูกค้าไฟฟ้าที่ใช้ในการวิจัยนี้เพื่อแสดงผลลัพธ์ที่ดีที่สุดของโปรแกรมที่พัฒนาขึ้นคืออุตสาหกรรมผลิตภัณฑ์คอนกรีตที่มีการติดตั้งแผงเซลล์แสงอาทิตย์ 250 kWp ผลการคำนวณแสดงให้เห็นว่าเมื่อลูกค้าที่ติดตั้งระบบเก็บพลังงานไฟฟ้าเพื่อรักษาความต้องการใช้ไฟฟ้าสูงสุดรายเดือนในระดับที่เหมาะสมมูลค่าปัจจุบันสุทธิของพวกเขาจะสูงกว่าเมื่อเทียบกับกรณีที่ไม่ได้ติดตั้งระบบจัดเก็บพลังงานเนื่องจากการลดลงของ ค่าความต้องการรายเดือน</p>
2015	Prem Prakash and Dheeraj K. Khatod [29]	<p>การติดตั้งและปรับขนาดที่เหมาะสมของ Distributed Generation (DG) มีวัตถุประสงค์เพื่อแยกผลประโยชน์ด้านสิ่งแวดล้อมประหยัดและทางเทคนิคสูงสุดสำหรับลูกค้าตลอดจนบริษัท ด้านพลังงาน การติดตั้ง DG จะเป็นประโยชน์สูงสุดสำหรับพื้นที่ที่หน่วยผลิตไฟฟ้ากลางไม่สามารถใช้งานได้หรือพื้นที่ห่างไกลและขนาดเล็กที่การติดตั้งสายส่งนั้นแทบจะเป็นไปไม่ได้และยังมีที่ดินว่างเปล่า การติดตั้งที่ดีที่สุดของ DG ในระบบการกระจายให้ข้อมูลเกี่ยวกับการดำเนินงานที่เหมาะสมของเครือข่าย</p>

	<p>การกระจายโดยมีจุดประสงค์หลักเพื่อลดการสูญเสียของระบบ การปรับปรุงโพรไฟล์แรงดันไฟฟ้าความน่าเชื่อถือเพิ่มเสถียรภาพของระบบและความสามารถในการโหลด มีการแนะนำเทคนิคและแบบจำลองหลายอย่างเพื่อให้บรรลุวัตถุประสงค์ดังกล่าวข้างต้น</p>
--	--

2.3 หลักการของยานยนต์ไฟฟ้า

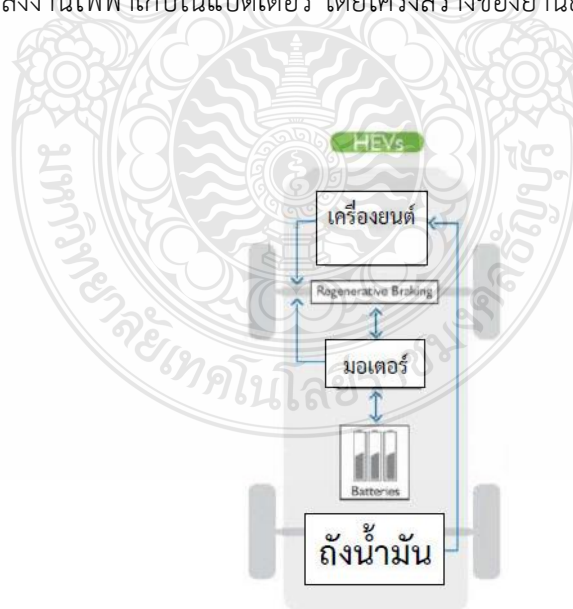
โดยความเป็นมาของยานยนต์ไฟฟ้าเริ่มจากการคิดค้น ที่สิ่งสำคัญนั่นคือแบตเตอรี่ที่สามารถประจุไฟใหม่ได้ ในรถไฟฟ้า คิดค้นได้หลังปี ค.ศ. 1859 คิดค้นโดยนักฟิสิกส์ชาวฝรั่งเศส Gaston Plante ได้ศึกษาและพัฒนาแบตเตอรี่ชนิด ตะกั่ว-กรด ต่อมาอีกไม่นานภายในปี ค.ศ. 1884 นาย Thomas Parker ได้คิดค้นยานยนต์ไฟฟ้าได้ครั้งแรกในประเทศอังกฤษ เขาได้ออกแบบ แบตเตอรี่ที่มีความจุไฟฟ้าสูงสำหรับใช้ในยานยนต์ไฟฟ้าของเขา เอง นอกจากนั้นเขาได้สนใจในการสร้างยานยนต์ไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพในการใช้เชื้อเพลิงสูง เพื่อลดควันจากการสันดาป และช่วยลดมลพิษในกรุงลอนดอน ประเทศอังกฤษ ต่อจากนั้นในปี ค.ศ. 1888 ก็ยังมีผู้คิดค้นชาวเยอรมัน Flocken Elektrowagen ได้คิดค้นยานยนต์ไฟฟ้า โดยในสมัยนั้นยานยนต์ไฟฟ้าได้รับความนิยมในช่วงปลายศตวรรษที่ 19 และยานพาหนะที่มีต้นกำลังเป็นไฟฟ้าได้รับความนิยมเร็วกว่าต้นกำลังชนิดอื่นๆ ไม่ว่าจะเป็นรถลากและรถรางไฟฟ้ารวมถึงยานพาหนะส่วนตัวด้วย มีผู้ผลิตยานยนต์ไฟฟ้ายุคใหม่เกิดขึ้นมากมาย เพราะยานยนต์ไฟฟ้าได้รับความนิยมอย่างสูงโดยเฉพาะในแวดวงชั้นสูง ขณะที่มีการแก่งแย่งกันในเชิงธุรกิจของผู้ผลิตรถไฟฟ้าอยู่นั้นที่ประเทศเยอรมนี นาย Karl Benz ได้สร้างรถสามล้อ เครื่องยนต์เบนซินขึ้นมาอย่างเงียบๆ ภายในโรงรถของเค้าโดยสร้างขึ้นในปี ค.ศ. 1885 และเป็นคลื่นใต้น้ำที่กำลังจะออกสู่สายตาชาวโลก รถไฟฟ้าที่กำลังได้รับความนิยมอยู่ในขณะนั้นเกิดปรากฏการณ์การใช้ยานพาหนะขับเคลื่อนด้วยไฟฟาลดน้อยลง วิกฤตพลังงานในคริสต์ทศวรรษ 1970 และ 1980 ทำให้เกิดความสนใจในรถพลังงานไฟฟ้าในช่วงสั้น ๆ ช่วงหนึ่ง แม้ว่า ยานยนต์ไฟฟ้าเหล่านั้นจะไม่สามารถแตะชั้นตลาดหลักของโลกได้ แต่ก็จะสามารถทำได้ในศตวรรษที่ 21 โดยตั้งแต่ ค.ศ. 2008 การฟื้นฟูการผลิตยานยนต์พลังงานไฟฟ้าได้เกิดขึ้น เนื่องจากเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงานแบตเตอรี่และการจัดการพลังงานมีความเจริญก้าวหน้าขึ้นมาก การขึ้นราคาของน้ำมัน และความต้องการลดการปล่อยแก๊สเรือนกระจก รัฐบาลในหลายประเทศได้ออกเครดิตภาษี เงินสนับสนุน และสิ่งจูงใจอื่น ๆ เพื่อสนับสนุนการเปิดตัวและประยุกต์ใช้ในตลาดหลักของยานพาหนะพลังงานไฟฟ้ารุ่นใหม่ โดยขึ้นกับขนาดของแบตเตอรี่ และพิสัยของการใช้ไฟฟ้าล้วนของตัวรถยนต์ดั่งนั้นยานยนต์ไฟฟ้าในศตวรรษที่ 21 จึงหมายถึงการที่มีเทคโนโลยีขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้า โดยพลังงานไฟฟ้าจะเก็บอยู่ในแบตเตอรี่ หรือ อุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้าแบบที่มีการวิจัยเพิ่มขึ้น เช่น Super cap ฯลฯ และด้วยข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ให้แรงบิดได้ทันทีทำให้รถพลังงานไฟฟ้ามี อัตราเร่งที่เรียบและรวดเร็ว โดยจะมีชุดอุปกรณ์หลักคือ ตัวแบตเตอรี่ที่มีความจุพลังงานไฟฟ้าสูงซึ่งเก็บไว้ในรถ และตัวมอเตอร์ไฟฟ้าที่ทำหน้าที่ในการขับเคลื่อนโดยใช้พลังงานจากแบตเตอรี่ ส่วนมากเรื่องของระยะเวลาและระยะทางของรถไฟฟ้าจะมาน้อยแค่ไหน ขึ้นอยู่กับขนาดความจุของแบตเตอรี่เป็นสำคัญ [37] โดยสามารถแสดงโครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้าได้ดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 โครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้า[30]

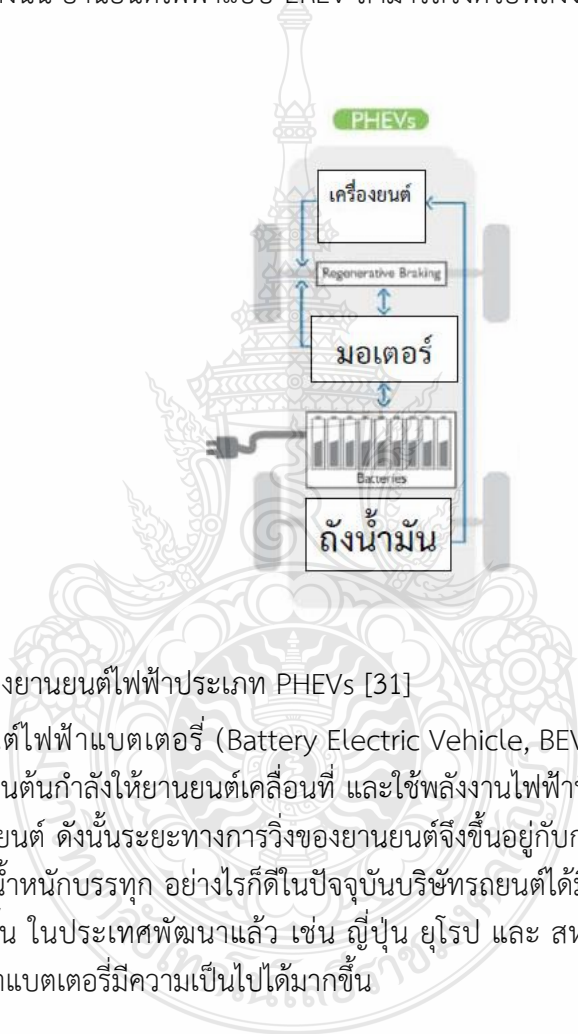
โดยประเภทของยานยนต์ไฟฟ้าสามารถแบ่งยานยนต์ไฟฟ้าออกเป็น 4 ประเภท คือ

2.3.1 ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด (Hybrid Electric Vehicle, HEVs) ประกอบด้วยเครื่องยนต์ลูกสูบเป็นต้นกำลังในการขับเคลื่อนหลัก ซึ่งใช้เชื้อเพลิงที่บรรจุในยานยนต์และทำงานร่วมกับมอเตอร์ไฟฟ้าเพื่อเพิ่มกำลังของยานยนต์ให้เคลื่อนที่ ทำให้เครื่องยนต์มีประสิทธิภาพสูงขึ้น จึงมีความสิ้นเปลืองเชื้อเพลิงต่ำกว่ายานยนต์ปกติ กำลังที่ผลิตจากเครื่องยนต์และมอเตอร์ไฟฟ้า ทำให้อัตราเร่งของยานยนต์สูงกว่ายานยนต์ที่มีเครื่องยนต์ลูกสูบขนาดเดียวกัน รวมทั้งยังสามารถนำพลังงานกลที่เหลือหรือไม่ใช้ประโยชน์เปลี่ยนเป็นพลังงานไฟฟ้าเก็บในแบตเตอรี่ โดยโครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้าประเภท HEVs ดังแสดงในรูปที่ 2.2



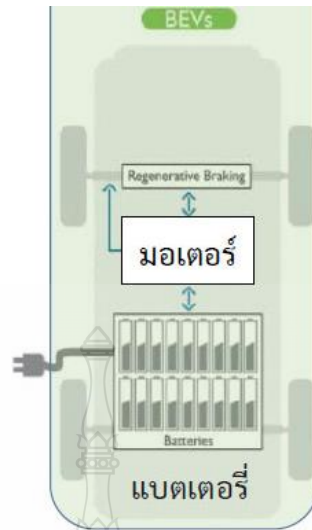
รูปที่ 2.2 โครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้าประเภท HEVs [31]

2.3.2 ยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน (Plug-in Hybrid Electric Vehicle, PHEVs) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่พัฒนาต่อมาจากยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริด โดยสามารถประจุพลังงานไฟฟ้าได้จากแหล่งภายนอก (Plug-in) ทำให้ยานยนต์สามารถใช้พลังงาน พร้อมกันจาก 2 แหล่ง จึงสามารถวิ่งในระยะทางและความเร็วที่เพิ่มขึ้นด้วยพลังงานจากไฟฟ้าโดยตรง ยานยนต์ไฟฟ้า แบบ PHEV มีการออกแบบอยู่ 2 ประเภท ได้แก่ แบบ Extended range EV (EREV) และแบบ Blended PHEV โดย แบบ EREV จะเน้นการทำงานโดยใช้พลังงานไฟฟ้าเป็นหลักก่อน แต่แบบ Blended PHEV มีการทำงานผสมผสานระหว่างเครื่องยนต์และไฟฟ้า ดังนั้น ยานยนต์ไฟฟ้าแบบ EREV สามารถวิ่งด้วยพลังงานไฟฟ้าอย่างเดียวนานกว่าแบบ Blended PHEV



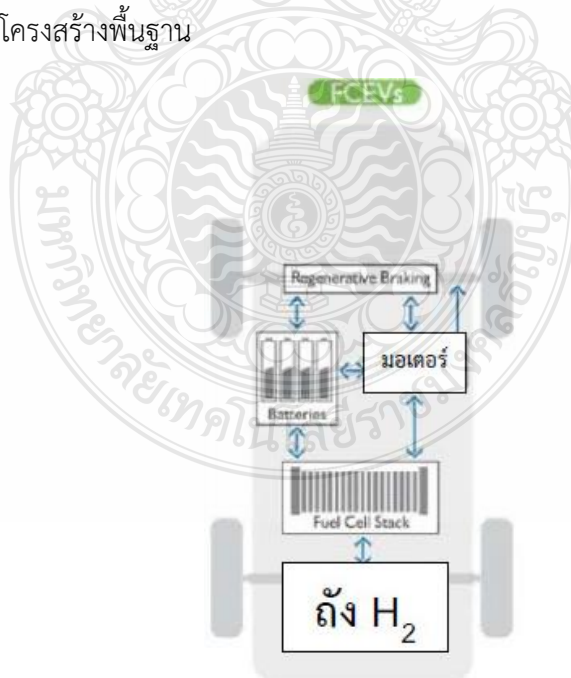
รูปที่ 2.3 โครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้าประเภท PHEVs [31]

2.3.3 ยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ (Battery Electric Vehicle, BEVs) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเฉพาะมอเตอร์ไฟฟ้าเป็นต้นกำลังให้ยานยนต์เคลื่อนที่ และใช้พลังงานไฟฟ้าที่อยู่ในแบตเตอรี่เท่านั้น ไม่มีเครื่องยนต์อื่นในยานยนต์ ดังนั้นระยะทางการวิ่งของยานยนต์จึงขึ้นอยู่กับการออกแบบขนาดและชนิดของแบตเตอรี่ รวมทั้งน้ำหนักบรรทุก อย่างไรก็ตามในปัจจุบันบริษัทรถยนต์ได้มีการผลิตและจำหน่ายยานยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่ขึ้น ในประเทศพัฒนาแล้ว เช่น ญี่ปุ่น ยุโรป และ สหรัฐอเมริกา เป็นต้น ทำให้เทคโนโลยีรถยนต์ไฟฟ้าแบตเตอรี่มีความเป็นไปได้มากขึ้น



รูปที่ 2.4 โครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้าประเภท BEVs [31]

2.3.4 ยานยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEVs) เป็นยานยนต์ไฟฟ้าที่มีเซลล์เชื้อเพลิง (Fuel cell) ที่สามารถผลิตพลังงานไฟฟ้าได้โดยตรง รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงมีข้อดีหลายๆ ประการ ข้อดีที่สำคัญที่สุดคือ ประสิทธิภาพของเซลล์เชื้อเพลิงมีค่าสูงถึง 60% และความจุพลังงานจำเพาะที่สูงกว่าแบตเตอรี่ที่มีอยู่ในปัจจุบัน รถยนต์ไฟฟ้าเซลล์เชื้อเพลิงจึงเป็นเทคโนโลยีที่บริษัทรถยนต์เชื่อว่าเป็นคำตอบที่แท้จริงของพลังงานสะอาดในอนาคต อย่างไรก็ตามก็ยังมีข้อจำกัดในเรื่องการผลิตไฮโดรเจนและโครงสร้างพื้นฐาน



รูปที่ 2.5 โครงสร้างของยานยนต์ไฟฟ้าประเภท FCEVs [31]

2.4 รูปแบบโหลดยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลัง

จากการศึกษาวิจัยที่เกี่ยวข้องในเบื้องต้นพบว่าโหลดยานยนต์ไฟฟ้าสามารถจำลองได้ในหลายรูปแบบ โดยใช้พื้นฐานรูปแบบโหลดในลักษณะต่างๆ เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาในระบบไฟฟ้ากำลังในรูปแบบต่างๆสามารถนำเสนอรูปแบบโหลดยานยนต์ไฟฟ้าแต่ละรูปแบบที่เกี่ยวข้องในกรณีศึกษา ดังนี้

2.4.1 โหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบเอ็กโพเนนเชียล (Exponential Load Model)

รูปแบบโหลดยานยนต์ไฟฟ้าสามารถแสดงคุณลักษณะของโหลดโดยแทนรูปแบบฟังก์ชันสมการขนาดของแรงดันที่บัสและความถี่ที่บัส โดยสามารถพิจารณาระหว่างองค์ประกอบกำลังไฟฟ้าแอมป์รีแอมป์รี และกำลังไฟฟ้านิวตันแอมป์รี โดยในอดีตนั้นโหลดเปลี่ยนแปลงตามแรงดันนั้นสามารถแสดงคุณลักษณะที่บัสใดๆโดยสามารถแทนได้โดยใช้รูปแบบสมการยกกำลังดังสมการที่ (2.1) ถึง (2.3) ดังนี้

$$P_{Li} = P_{Li0} \left(\frac{V_i}{V_{io}} \right)^{n_{pi}} \quad (2.1)$$

$$Q_{Li} = Q_{Li0} \left(\frac{V_i}{V_{io}} \right)^{n_{qi}} \quad (2.2)$$

$$S_{Li} = P_{Li} + jQ_{Li} \quad (2.3)$$

เนื่องจากโหลดยานยนต์ไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลังนั้นเป็นการแทนรูปแบบโหลดจากการจำลองการใช้พฤติกรรมของระบบประจุของแบตเตอรี่ของเครื่องประจุผ่านวงจรแปลงผันไฟฟ้ากำลังไฟฟ้าจาก AC - DC ซึ่งจากรูปแบบโหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบเอ็กโพเนนเชียล สามารถแทนโดยใช้รูปแบบสมการเอ็กโพเนนเชียลยกกำลังและเมื่อพิจารณาค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์สามารถแสดงได้ดังสมการที่ (2.4) ถึง (2.6) ดังนี้

$$P_{PEV} = S_0 \times kp \times (V_i / V_{io})^{n_{pi}} \quad (2.4)$$

$$Q_{PEV} = S_0 \times kq \times (V_i / V_{io})^{n_{qi}} \quad (2.5)$$

$$S_{PEV} = P_{PEV} - jQ_{PEV} \quad (2.6)$$

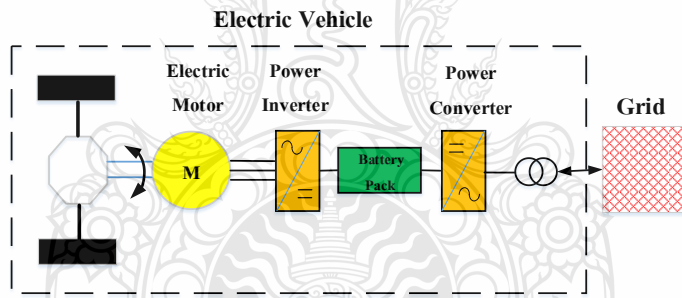
เมื่อแทน kp คือค่าเพาเวอร์แฟคเตอร์(pf) และสามารถแสดงความสัมพันธ์ค่าในส่วนของกำลังไฟฟ้านิวตันแอมป์รีคือ $k_q = \sqrt{(1 - pf^2)}$ ค่า n_{pi} และ n_{qi} ใช้สำหรับการคำนวณการไหลกำลังไฟฟ้าในสภาวะคงตัวสำหรับโหลดทั่วไปของระบบไฟฟ้า(Conventional Load, CL) [40] และโหลดยานยนต์ไฟฟ้าสามารถนำเสนอได้ดังตารางที่ 2.1 ดังนี้

ตารางที่ 2.2 ค่าดัชนีโหลดในแต่ละประเภท

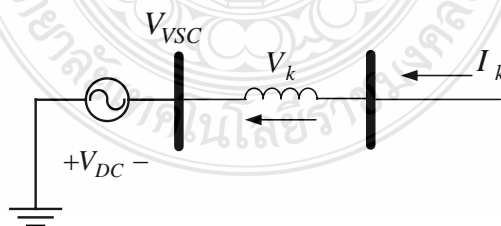
Load	n_{pi}	n_{qi}
Z	2	2
I constant	1	1
P	0	0
PEVs[36]	2.59	4.06

2.4.2 โหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบคอนเวอร์เตอร์แหล่งจ่ายแรงดัน (Voltage Source Converter, VSC)

ในการพิจารณารูปแบบของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าของสถานีประจุเร็วในรูปแบบ VSC สามารถแสดงรูปแบบวงจรเทียบเคียงได้ในรูปที่ 2.6 และ 2.7 ตามลำดับ ซึ่งคุณลักษณะของ VSC สามารถควบคุมการรับจ่ายกำลังไฟฟ้าแอ็คทีฟและรีแอ็คทีฟ โดยทำการสะสมพลังงานในแบตเตอรี่ (Battery Storage) ที่ติดตั้งในยานยนต์ไฟฟ้าโดยลักษณะการทำงานสามารถอธิบายได้จากคุณลักษณะของ VSC สามารถควบคุมการไหลของกำลังไฟฟ้าได้ 2 ทิศทางตามลักษณะการควบคุมโดยการควบคุมมุมของแรงดันและขนาดแรงดันโดยสามารถอธิบายหลักการควบคุมได้ใน



รูปที่ 2.6 วงจรเทียบเคียงรถยนต์ไฟฟ้า



รูปที่ 2.7 วงจรสมมูล VSC

2.4.3 แบบจำลองคอนเวอร์เตอร์แหล่งจ่ายแรงดัน (VSC) เมื่อทำพิจารณา VSC ในการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้าในสถานะคงตัว (Steady State) จากวงจรสมมูลในรูปที่ 2.3 สามารถแสดงสมการที่เกี่ยวข้องได้ดังสมการที่ (2.7) ถึง (2.12) ดังนี้

$$V_{VSC} = |V_{VSC}| \angle \delta_{VSC} \quad (2.7)$$

สามารถกำหนดสมการที่บัสของการไหลของกำลังไฟฟ้าที่บัส k ได้ดังสมการที่ (2.8) และสมการที่ (2.9) ดังนี้

$$P_k = |V_k|^2 G_{VSC} - |V_k| |V_{VSC}| \{G_{VSC} \cos(\theta_k - \delta_{VSC}) + B_{VSC} \sin(\theta_k - \delta_{VSC})\} \quad (2.8)$$

$$Q_k = -|V_k|^2 B_{VSC} - |V_k| |V_{VSC}| \{G_{VSC} \sin(\theta_k - \delta_{VSC}) + B_{VSC} \cos(\theta_k - \delta_{VSC})\} \quad (2.9)$$

และสามารถกำหนดสมการที่บัสสำหรับการไหลของกำลังไฟฟ้าสถานีประจุประจุแบบเตอร์ที่บัส VSC ได้ดังสมการที่ (2.10) และสมการที่ (2.11) ดังนี้

$$P_{VSC} = |V_{VSC}|^2 G_{VSC} - |V_{VSC}| |V_k| \{G_{VSC} \cos(\delta_{VSC} - \theta_k) + B_{VSC} \sin(\delta_{VSC} - \theta_k)\} \quad (2.10)$$

$$Q_{VSC} = -|V_k|^2 B_{VSC} - |V_k| |V_{VSC}| \{G_{VSC} \sin(\theta_k - \delta_{VSC}) + B_{VSC} \cos(\theta_k - \delta_{VSC})\} \quad (2.11)$$

กำหนดให้ $Z^{-1} = Y_{VSC} = G_{VSC} + jB_{VSC}$ สามารถกำหนดสมการในรูปแบบสมการจาโคเบียนเมทริกซ์ได้ดังสมการที่ 2.12 ดังนี้

$$\begin{bmatrix} \Delta P_k \\ \Delta Q_k \\ \Delta P_{VSC} \\ \Delta Q_{VSC} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \frac{\partial P_k}{\partial \theta_k} & \frac{\partial P_k}{\partial V_k} & \frac{\partial P_k}{\partial \delta_{VSC}} & \frac{\partial P_k}{\partial V_{VSC}} \\ \frac{\partial Q_k}{\partial \theta_k} & \frac{\partial Q_k}{\partial V_k} & \frac{\partial Q_k}{\partial \delta_{VSC}} & \frac{\partial Q_k}{\partial V_{VSC}} \\ \frac{\partial P_{VSC}}{\partial \theta_k} & \frac{\partial P_{VSC}}{\partial V_k} & \frac{\partial P_{VSC}}{\partial \delta_{VSC}} & \frac{\partial P_{VSC}}{\partial V_{VSC}} \\ \frac{\partial Q_{VSC}}{\partial \theta_k} & \frac{\partial Q_{VSC}}{\partial V_k} & \frac{\partial Q_{VSC}}{\partial \delta_{VSC}} & \frac{\partial Q_{VSC}}{\partial V_{VSC}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \theta_k \\ \Delta V_k \\ \Delta \delta_{VSC} \\ \Delta V_{VSC} \end{bmatrix} \quad (2.12)$$

$$\Delta P_k = (P_k^{sp}) - (P_k^{cal} + P_k) \quad (2.12a)$$

$$\Delta P_{VSC} = (P_{EV-s}) - (P_{VSC}) \quad (2.12b)$$

$$\Delta Q_k = (Q_k^{sp}) - (Q_k^{cal} + Q_k) \quad (2.12c)$$

จากสมการที่ (2.12) ทำให้สามารถประมาณกำลังไฟฟ้าแอกทีฟที่จ่ายจากแบตเตอรี่จึงมีค่าโดยประมาณเท่ากับกำลังที่จ่ายเข้าประจุแบตเตอรี่ $P_{VSC} = P_{EV-s}$ เมื่อกำหนดให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียมีค่าต่ำสุด

2.4.4 การประมาณกำลังไฟฟ้าแอกทีฟสำหรับ PEVs (PEVs active power)[72] ในการประมาณกำลังไฟฟ้าแอกทีฟของแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้า PEVs เป็นกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงแบบทันทีทันใดของการประจุและคายประจุของแบตเตอรี่ การคำนวณหาความต้องการพลังงานไฟฟ้าแอกทีฟสำหรับ PEVs นั้นจะจำเป็นที่จะต้องประมาณค่าชั่วโมง t_d ที่จะใช้ในการประจุแบตเตอรี่ซึ่งสามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ดังสมการที่ (2.13) ดังนี้

$$P_{EV-dem}(t) = P_{EV,max} \left(1 - e^{-\alpha \frac{t_d}{t_{max}}} \right) \quad (2.13)$$

ในขณะที่กำลังไฟฟ้าแอกทีฟของ PEVs สามารถประมาณได้จากการกำหนดค่า t_s ในขณะที่ระบบประจุแบตเตอรี่เต็ม เมื่อกำหนดให้ $t_s = t_{max} - t_d$ ดังนั้นสามารถแสดงค่ากำลังไฟฟ้าแอกทีฟ (P_{EV-s}) ได้ดังสมการที่ (2.14) ดังนี้

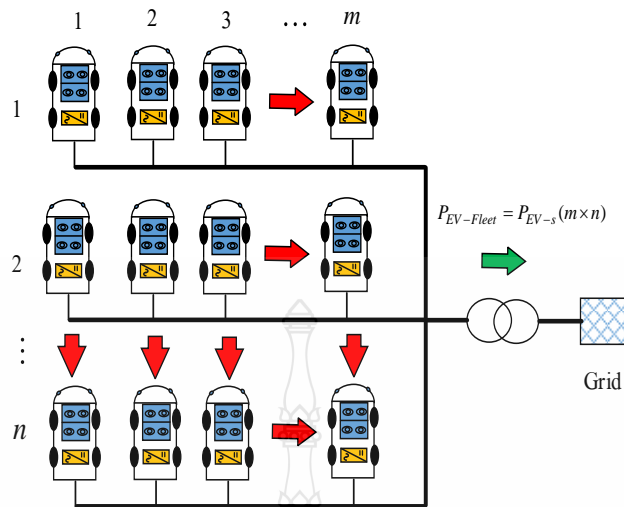
$$P_{EV-s}(t) = P_{EV,max} \cdot e^{-\alpha} \cdot e^{\alpha \frac{t_s}{t_{max}}} \quad (2.14)$$

ในการนำรูปแบบโพลียานยนต์ไฟฟ้าแบบ VSC ไปประยุกต์ใช้งานนั้นจำเป็นที่จะต้องกำหนดร่วมกับการประมาณกำลังไฟฟ้าแอกทีฟของแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้างานที่นำเสนอมา นั้น ในขณะที่รูปแบบสถานีประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ามีพฤติกรรมในการประจุที่ไม่สม่ำเสมอที่มีการเข้าหรือออกของยานยนต์ไฟฟ้าตลอดเวลา ดังนั้นจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าและความต้านทานภายในของ PEVs ในรูปผลรวมของจำนวนยานยนต์ไฟฟ้าตามนำเสนอวางจเทียบเคียงได้ในรูปที่ 2.4 มีจำนวนขนาด $m \times n$ สามารถหาลำดับกำลังไฟฟ้าแอกทีฟได้จากสมการที่ (2.15) ถึง (2.16) ตามลำดับดังนี้

$$P_{EVFleet} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m P_{EV-s(ij)} \quad (2.15)$$

ในขณะที่ค่าอิมพีแดนซ์รวมของระบบสามารถหาได้จากสมการที่ (2.16) ดังนี้

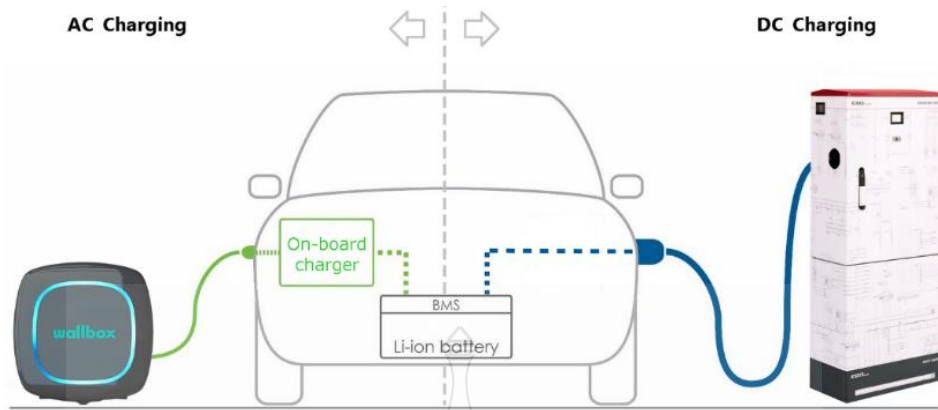
$$Z_{VSCFleet} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m Z_{VSC_{ij}} \quad (2.16)$$



รูปที่ 2.8 แบบวงจรเทียบเคียงสถานีประจุกรถยนต์ไฟฟ้าเมื่อพิจารณาเป็นแหล่งจ่าย VSC

2.4.5 โหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบที่ขึ้นอยู่กับเปลี่ยนแปลงแรงดัน (Voltage Dependent Load, VDL)

ในการศึกษารูปแบบโหลดยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับสถานีประจุกเร็ว โดยจำลองระบบการประจุกผ่านชุดประจุกแบตเตอรี่ ซึ่งคุณลักษณะของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับสถานีประจุกเร็ว นั้นสามารถจำลองผ่านชุดประจุกเร็วแบบ 3 เฟสเพื่อการใช้กำลังไฟฟ้าที่สูงขึ้นจากการประจุกโดยทั่วไป ซึ่งองค์ประกอบของวงจรสามารถนำเสนอได้ดังวงจรสมมูลสถานีประจุกเร็วแบบ 3 เฟสสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในรูปที่ 2.6 ซึ่งประกอบไปด้วยหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง วงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับเป็นเป็นกระแสตรง วงจรแปลงผันกำลังไฟฟ้าดีซีทูดีซีแบบบู้คและชุดแบตเตอรี่ ตามลำดับดังนำเสนอใน [41] เมื่อทำการพิจารณาเป็นกลุ่มของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าที่เข้าทำการประจุกที่สถานีประจุกเร็ว ผ่านชุดหัวประจุก (Charge Connector) สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 2.10 ซึ่งจากรูปแบบจำลองและวงจรสมมูลนำไปสู่การสร้างรูปแบบโหลดยานยนต์ไฟฟ้าและนำไปใช้ในการศึกษาและวิเคราะห์ปัญหาต่างๆโดยสามารถสรุปสมการที่นำไปใช้งานได้ดังสมการที่ (2.17) ถึง (2.18) ตามลำดับ

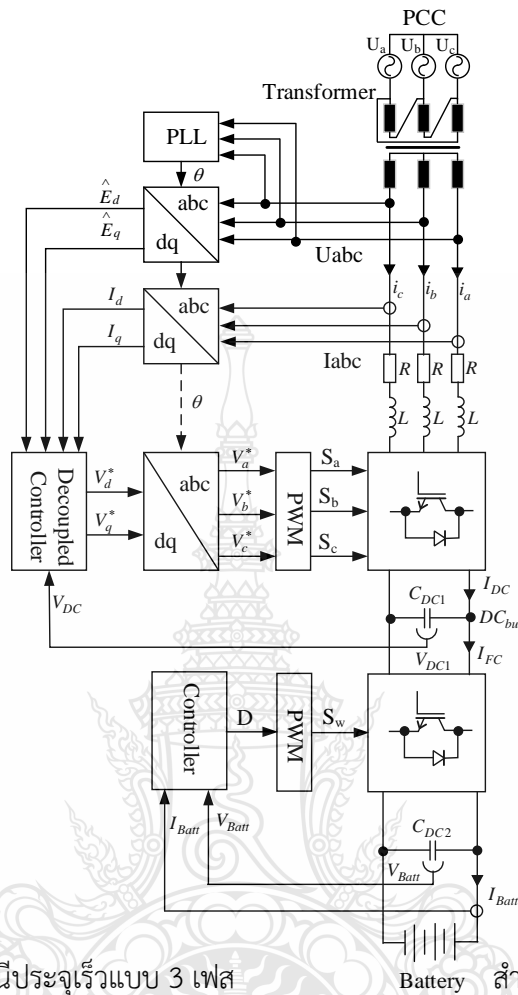


รูปที่ 2.9 รูปแบบสถานีประจุเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า[32]

จากที่มาของสมการรูปแบบตัวแทนของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าที่ได้นั้นสามารถแยกออกเป็น 2 ส่วนโดยในส่วนแรกแทนกำลังไฟฟ้าคงที่ และในส่วนที่สองแทนสมการเอ็กโพเนนเชียลที่ขึ้นอยู่กับค่ายกกำลัง ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงค่าความต้านทานของสายระหว่างหม้อแปลงไฟฟ้ากำลังไปยังชุดแบตเตอรี่นั้นส่งผลต่อค่าสัมประสิทธิ์ที่ได้ซึ่งในดุลยนิพนธ์นี้อ้างอิงข้อมูลจากที่นำเสนอใน [39] เป็นหลักในการประกอบการคำนวณในปัญหาที่พิจารณา

$$\frac{P}{P_0} = a \left(\frac{V}{V_0} \right)^{-\alpha} + b \quad (2.17)$$

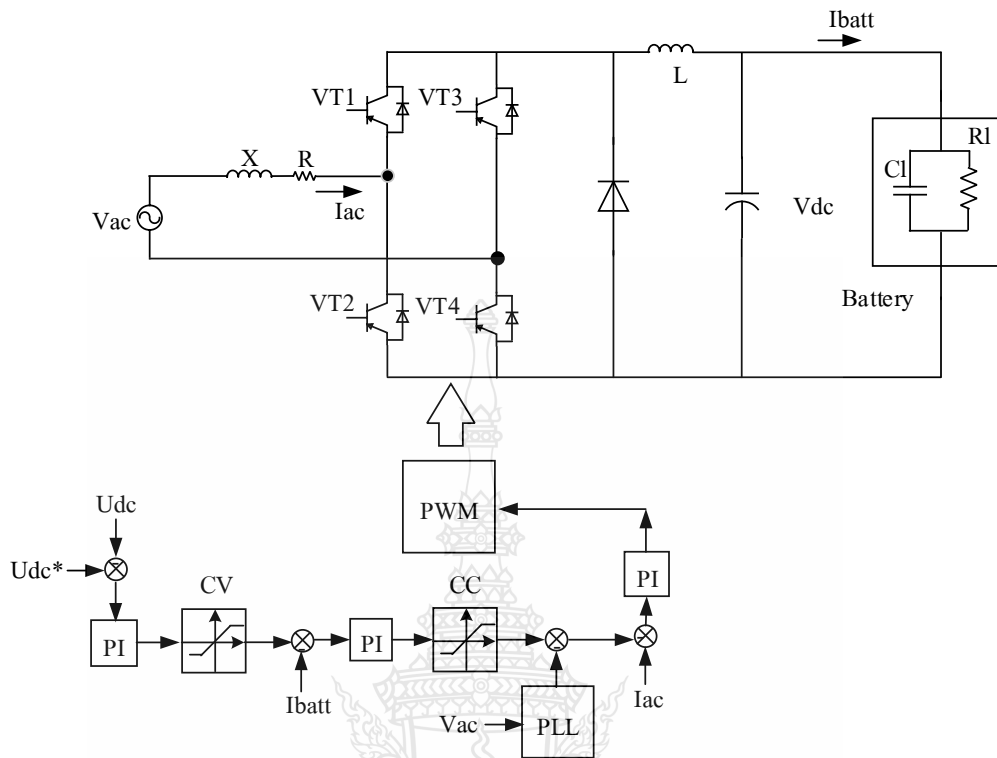
$$Q = P \times \tan(\theta) \quad (2.18)$$



รูปที่ 2.10 วงจรสมมูลยสถานี่ประจุเร็วแบบ 3 เฟส สำหรับยานยนต์ไฟฟ้า

2.4.6 โหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบโพลินอเมียล (Polynomial) หรือ ZIP

ปัจจุบันเทคโนโลยีการประจุแบตเตอรี่ได้ถูกพัฒนาไปอย่างมาก เพื่อเพิ่มความสะดวกสบายให้แก่ผู้ใช้งาน หรือให้เกิดความคล่องตัวอย่างสูงในขณะที่ทำการประจุ ซึ่งดั้งเดิมนั้นการประจุในโหมดปกติ จะทำการประจุผ่านปลั๊กตามมาตรฐานที่ติดมากับยานยนต์ไฟฟ้าโดยทั่วไป ในปัจจุบันได้พัฒนาการประจุ โดยอาศัยผ่านการเหนี่ยวนำของสนามแม่เหล็ก (Contactless Charger) ที่กำลังเป็นที่นิยม ซึ่งอยู่ในขั้นตอนการพัฒนาและวิจัยและในท้องตลาดก็เริ่มทยอยออกมาใช้งานมากยิ่งขึ้น ซึ่งในหลักการหากทำการประจุในที่พักอาศัยหรือสำนักงานจะพิจารณาการประจุเป็นแบบโหนดชนิด 1 เฟส ซึ่งในหลักการนี้มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันโดยในแบบจำลองที่นำเสนอจะใช้พื้นฐานจากแบตเตอรี่ 1 เซลล์ ของเครื่องประจุ แบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้าแบบ 1 เฟส ทำการการเปลี่ยนแปลงแรงดันด้านขาเข้าเพื่อศึกษาผลที่มีต่อคุณลักษณะของโหนดยานยนต์ไฟฟ้า ในการทดสอบสมมติฐานนี้ที่นำเสนอใน [41] สามารถแสดงค่าพารามิเตอร์และคุณลักษณะของโหนดโพลินอเมียล หรือ ZIP โหลด ซึ่งได้แสดงค่าองค์ประกอบที่ หลากหลายของค่าสัมประสิทธิ์ในส่วนของ โหลดอิมพีแดนซ์คงที่ โหลดกระแสคงที่ และโหนดกำลังไฟฟ้า คงที่ โดยสามารถนำเสนอวงจรถียบเคียงได้ดังรูปที่ 2.11 ดังนี้



รูปที่ 2.11 วงจรสมมูลยู่ชุดประจุแบบเตอริ แบบ 1 เฟส สำหรับรถยนต์ไฟฟ้า

จากสมมติฐานการใช้พลังงานของระบบประจุแบบเตอริ นั้นจะมีการเปลี่ยนแปลงตามแรงดันที่ใช้ในการประจุแบบเตอริของระบบ ซึ่งผลของการเปลี่ยนแปลงแรงดันนั้นส่งผลต่อการใช้กำลังไฟฟ้าแอมป์ที่พีและรีแอมป์ที่พีที่กริตต่อการประจุสามารถแสดงรูปแบบโหนดแบบ ZIP ได้ดัง (2.19) และ (2.20) ดังนี้

$$\frac{P(V_i)}{P_o} = \left(Z_p \left(\frac{V_i(S)}{V_o} \right)^2 + I_p \left(\frac{V_i(S)}{V_o} \right) + P_p \right) \quad (2.19)$$

$$\frac{Q(V_i)}{Q_o} = \left(Z_q \left(\frac{V_i(S)}{V_o} \right)^2 + I_q \left(\frac{V_i(S)}{V_o} \right) + P_q \right) \quad (2.20)$$

จากการนำเสนอในนั้นนำเสนอผลการทดสอบจากการจำลองด้วยโปรแกรม MATLAB Simulink และทดสอบโดยการประจุจริง ซึ่งผลการทดสอบนั้นเป็นไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งในดัชนีนี้พจน์นี้พิจารณาใช้ค่าพารามิเตอร์จากการจำลองด้วยโปรแกรม MATLAB Simulink ประกอบการวิเคราะห์ปัญหาหาระบบไฟฟ้ากำลังที่นำเสนอใน ด้วยเหตุผลจากการทดสอบการประจุจริงเป็นคุณลักษณะของโหนดแบบกระแสจ จากกราฟผลการทดสอบที่นำเสนอและจากการทดสอบในเบื้องต้นนั้นผลที่

ออกมามีความแตกต่างกันบางในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ซึ่งสามารถนำรูปแบบโหลดยานยนต์ที่ได้ไปใช้ในการวิเคราะห์ในสภาวะสมดุลและไม่สมดุลได้

2.5 ระดับการประจุแบตเตอรี่สำหรับโหลดยานยนต์ไฟฟ้า

ด้วยเทคโนโลยียานยนต์ไฟฟ้าในจุดมุ่งหมายหลักของการนำมาพัฒนาในปัจจุบันภาพลักษณ์นั้นเป็นการนำเทคโนโลยีพลังงานสะอาดมาใช้งาน ซึ่งหมายถึง พลังงานแสงอาทิตย์ พลังงานลม พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานคลื่นในทะเล ที่มีการปลดปล่อยมลพิษใกล้เคียงกับศูนย์ในขณะกำเนิดพลังงาน ซึ่งเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงานด้วยแบตเตอรี่ยังมีขีดจำกัดอย่างมากต่อการตอบสนองการใช้ในด้านต่างๆ เช่นความหนาแน่นของพลังงานทั้งในด้านต่อมวลและความหนาแน่นต่อปริมาตรที่ต่ำดังที่นำเสนอใน [42] ทำให้ต้องมีการรวมเอาเครื่องยนต์แบบสันดาปภายในมาเป็นแหล่งกำลังแบบประสาน (Hybrid Energy) ชนิดของแบตเตอรี่ ที่ใช้งานในปัจจุบันนี้มีอยู่ด้วยกันหลายชนิดในแต่ละชนิดก็มีคุณสมบัติที่แตกต่างกันออกไปตามวัสดุที่ใช้ในการผลิต รวมทั้งราคา ดังนั้นในการเลือกใช้งานจำเป็นต้องศึกษาในคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องซึ่งในบางครั้งงานบางงานอาจใช้แบตเตอรี่ที่มีราคาถูกก็สามารถทำได้ ไม่จำเป็นต้องใช้แบตเตอรี่ราคาแพง เป็นต้น ในการเปรียบเทียบคุณสมบัติของแบตเตอรี่ในแต่ละชนิดที่นิยมนำมาทำการประจุได้ในแต่ละชนิด ด้วยการประจุและคายประจุก็เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการใช้งานของแบตเตอรี่ในแต่ละชนิดซึ่งสามารถกำหนดค่าอัตราการประจุและคายประจุของแบตเตอรี่โดยใช้ค่า C- Rate โดยทั่วไปแบตเตอรี่จะกำหนดค่า C- Rate ซึ่งมีผลต่อการใช้พลังงานในการประจุแบตเตอรี่ของยานยนต์ไฟฟ้า โดยในแบตเตอรี่แต่ละชนิดความสามารถในการประจุไม่เท่ากันขึ้นอยู่กับชนิดของสารเคมีโดยสามารถนำเสนอได้ [32,33] รวมถึงการเปรียบเทียบจุดเด่นและจุดด้อยของแบตเตอรี่ในแต่ละชนิด



รูปที่ 2.12 รูปแบบหัวสำหรับการประจุสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า[32]

ในการประจุแบตเตอรี่เป็นการเชื่อมต่อยานยนต์ไฟฟ้าเข้ากับระบบไฟฟ้าผ่านการเสียบปลั๊กของยานยนต์ไฟฟ้า หรืออาจใช้แบบการประจุไร้สาย (Contactless Charging) ซึ่งมาตรฐานการประจุแบตเตอรี่ยานยนต์ไฟฟ้ามีอยู่หลายมาตรฐานในปัจจุบัน อาทิเช่น ในประเทศ สหรัฐอเมริกา อ้างอิงตามมาตรฐานของสมาคมวิศวกรยานยนต์นานาชาติ (SAE J1772) และ ส่วนในประเทศยุโรป อ้างอิงตามมาตรฐานของสำนักงานมาตรฐานสากล (ISO/IEC 61851-1) ซึ่งมาตรฐาน IEC จะครอบคลุมระบบการประจุแบบเร็วด้วยไฟฟ้ากระแสตรง (DC) ที่เรียกว่า CHAdeMO ของประเทศญี่ปุ่น และระบบการประจุของประเทศจีน เป็นต้น โดยแต่ละมาตรฐานจะกำหนดลักษณะของหัวชาร์จแตกต่างกันออกไป และมีการแยกย่อยออกเป็นระดับซึ่งจะมีผลต่อระดับพลังงานในการประจุแบตเตอรี่ ทำให้มีมาตรฐานที่ต้องเกี่ยวข้องกับหลักเล็งไม่ได้ที่ต้องปฏิบัติตามเช่น มาตรฐานการติดตั้งระบบไฟฟ้า อาทิเช่น มาตรฐาน IEEE, ANSI, NEMA, IEC และ มาตรฐาน วสท. มาตรฐานการป้องกันเพลิงไหม้ อาทิเช่น NFPA, UF/FM และ มาตรฐาน วสท. มาตรฐานการประจุ เช่น มาตรฐาน SAE, IEC, NEMA และ มาตรฐานสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า เช่น ISO, SAE และ มาตรฐาน มอก. เป็นต้น ดังสามารถนำเสนอได้ดังรูปที่ 2.8 และ สามารถนำเสนอระดับการประจุได้ดังตารางที่ 2.2

จากตารางที่ 2.3 จะพบว่า การประจุแบตเตอรี่สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าในปัจจุบันใช้ได้กับทั้งระบบไฟฟ้ากระแสตรงและไฟฟ้ากระแสสลับ โดยทั่วไประบบประจุเร็ว (Quick charge) จะใช้เวลาประมาณ 15 - 20 นาทีซึ่งในอนาคตอาจใช้เวลาสั้นกว่า 10 นาทีต่อการประจุ และ ในระบบประจุแบบธรรมดาใช้เวลาประมาณ 5 - 8 ชม. ดังนั้นปัจจัยที่สำคัญคือโครงสร้างพื้นฐาน ของระบบไฟฟ้าในประเทศต้องมีไฟฟ้าเพียงพอ หรือแหล่งสะสมพลังงานต่างๆ ให้สามารถรองรับการประจุแบตเตอรี่ให้กับยานยนต์ไฟฟ้าในจำนวนมาก ในช่วงเวลาเดียวกัน หรือช่วงเวลาที่หลากหลาย การเตรียมการของระบบไฟฟ้ากำลังเพื่อรองรับการขยายตัวของการใช้ยานยนต์ไฟฟ้า การประสานกับระบบแหล่งพลังงานจากแหล่งต่างๆที่มีอยู่ในการเพิ่มกำลังการผลิตไฟฟ้าที่เหมาะสม จึงเป็นสิ่งที่จำเป็นต้องมีการศึกษาและเตรียมการ

ตารางที่ 2.3 รูปแบบทั่วไปของระดับการประจุและชนิดของหัวประจุของยานยนต์ไฟฟ้าในประเทศจีน ยุโรป ญี่ปุ่นและสหรัฐอเมริกา

Classification in use here	Level	Current	Power	Type			
				China	Europe	Japan	North America
	Level 1	AC	≤ 3.7 kW	Devices installed in private households, the primary purpose of which is not recharging electric vehicles			SAE J1772 Type 1
Slow chargers	Level 2	AC	> 3.7 kW and ≤ 22 kW	GB/ T 20234 AC	IEC 62196 Type 2	SAE J1772 Type 1	SAE J1772 Type 1
	Level 2	AC	≤ 22 kW	Tesla connector			

Fast chargers	Level 3	AC, triphase	>22 kW and ≤ 43.5 kW		IEC 62196 Type 2	SAE J3068 (under development)	
	Level 3	DC	Currently < 200kW	GB/ T 20234 DC	CCS Combo 2 Connector (IEC62196 Type 2 & DC)	CHAdeMo	CCS Combo 1 Connector (SAE J1772 Type1&DC)
	Level 3	DC	Currently < 150 kW	Tesla and CHAdeMO connectors			
Combined Charging System (CCS) อยู่ในช่วงการพัฒนามาตรฐานการเชื่อมต่อ โดยจะประยุกต์ใช้ฐานมาตรฐานที่มีอยู่จากยุโรปและอเมริกา							

2.6 แบตเตอรี่

2.6.1 ชนิดของแบตเตอรี่ในรถยนต์ไฟฟ้า

แบตเตอรี่ในรถยนต์ไฟฟ้ามีหลายชนิดตามแต่ประเภทของรถยนต์ไฟฟ้า ตัวอย่างเช่น รถยนต์ไฟฟ้าประเภท BEV นิยมใช้แบตเตอรี่ลิเทียมไอออน (Li-ion) หรือรถยนต์ไฟฟ้าประเภทไฮบริดจึนิยมใช้แบตเตอรี่โลหะนิกเกิลผสม (NiMH)

2.6.2 คุณลักษณะของแบตเตอรี่ (Battery characteristic)

1. ความจุแบตเตอรี่ (Battery capacity, E_B) คือ พลังงานในแบตเตอรี่มีหน่วยเป็น kWh
2. Consumed energy E_C คือพลังงานที่ถูกเก็บไว้สำหรับการเดินทาง

$$E_C = d \times \varepsilon \quad (2.21)$$

d คือ ระยะทางที่รถยนต์วิ่งก่อนการอัดประจุ มีหน่วยเป็น Mile

ε คือ Energy consumption มีหน่วยเป็น kWh/mile

3. State of charge (SOC) คือพลังงานที่เหลืออยู่ในแบตเตอรี่ก่อนการอัดประจุ

$$SOC = \frac{E_B - E_C}{E_B} \times 100\% \quad (2.22)$$

4. Depth of discharge (DOD) คือ อัตราส่วนพลังงานที่สามารถนำออกไปใช้ได้จากแบตเตอรี่ เช่น DOD 60% หมายความว่า โหลดสามารถใช้พลังงานได้ 60% ของความจุของแบตเตอรี่

5. Require energy to charge E_B คือ ปริมาณพลังงานที่ต้องการใช้ในการประจุแบตเตอรี่

$$E_R = \frac{\left(1 - \frac{SOC}{100}\right) \times E_B}{\eta} \quad (2.23)$$

6. Charging duration คือ ระยะเวลาในการประจรรถยนต์ไฟฟ้า

$$D = \frac{E_R}{P} \quad (2.24)$$

P คือ กำลังของการอัดประจุ มีหน่วยเป็น kW

2.7 ผลกระทบที่เกิดจากการอัดประจรรถยนต์ไฟฟ้า

การเพิ่มของรถยนต์ไฟฟ้าก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบจำหน่ายไฟฟ้าได้เนื่องจากรถยนต์ไฟฟ้าต้องการพลังงานไฟฟ้าปริมาณมากเพื่ออัดประจุแบตเตอรี่ให้พร้อมสำหรับการใช้งาน ผลกระทบที่เกิดจากการอัดประจุของรถยนต์ไฟฟ้ามีดังนี้

2.7.1 ความต้องการกำลังไฟฟ้า (Power demand)

เนื่องจากผู้ใช้รถยนต์ส่วนใหญ่จะอัดประจุแบตเตอรี่รถยนต์ไฟฟ้าหลังจากใช้งานรถเสร็จในแต่ละวัน หรือช่วงที่กลับถึงที่พักอาศัย ซึ่งเป็นเวลากลางคืนที่มีผู้ใช้ไฟฟ้าเป็นจำนวนมาก เมื่อมีโหลทรถยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นเข้าไปโดยไม่มีการควบคุมจึงสามารถทำให้กำลังไฟฟ้าในระบบไม่เพียงพอต่อผู้ใช้ไฟฟ้า เป็นผลให้ความต้องการไฟฟ้าเพิ่มขึ้น โดยความต้องการกำลังไฟฟ้าจะเพิ่มขึ้นตามการเพิ่มของปริมาณรถยนต์ไฟฟ้า

2.7.2 กำลังสูญเสียในระบบ (Power loss)

การอัดประจรรถยนต์ไฟฟ้ากระแสสลับ 1 เฟส เป็นที่นิยมในผู้ใช้รถยนต์ไฟฟ้าเนื่องจากความสะดวกในการใช้งาน สามารถอัดประจรรถยนต์ไฟฟ้าได้ที่บ้านเพียงต่อกับไฟบ้านเสมือนการอัดประจุแบตเตอรี่โทรศัพท์มือถือ ซึ่งเมื่อมีการอัดประจรรถยนต์ไฟฟ้าเกิดขึ้นในแต่ละบ้านไม่พร้อมกัน เป็นผลทำให้เกิดความไม่สมดุลในระบบ ซึ่งความไม่สมดุลนี้ก่อให้เกิดกำลังสูญเสียในระบบ ยังมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณรถยนต์ไฟฟ้ามากขึ้น กำลังสูญเสียในระบบยังเพิ่มขึ้นตาม

2.7.3 แรงดันเปลี่ยนแปลง

การเชื่อมต่อรถยนต์ไฟฟ้ากับระบบเพื่ออัดประจุนั้นเสมือนการเพิ่มโหลดในตำแหน่งนั้น ในระบบ ซึ่งหากมีการเชื่อมต่อรถยนต์ไฟฟ้าในหนึ่งตำแหน่งมากจะสามารถทำให้เกิดแรงดันตกเนื่องจากมีโหลดมากขึ้นได้

2.8 แหล่งพลังงานแบบกระจาย

แหล่งพลังงานแบบกระจาย (Distributed Generations : DGs) ซึ่งออกแบบใช้ในพื้นที่ห่างไกลจากแหล่งพลังงานหลัก [33] หรือ การกระจายพลังงาน คือ การออกแบบการผลิตไฟฟ้าและการเก็บรักษาโดยอุปกรณ์เชื่อมต่อขนาดเล็กและเชื่อมต่อกับกริดหรือระบบจำหน่ายซึ่งเรียกว่าแหล่งพลังงาน

แบบกระจาย [34] โรงไฟฟ้าทั่วไป เช่น โรงไฟฟ้าถ่านหินก๊าซ และ โรงไฟฟ้านิวเคลียร์ รวมถึงเขื่อนไฟฟ้าพลังน้ำ และสถานีพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ได้เป็นศูนย์กลางในการจ่ายพลังงานไฟฟ้า และมักจะต้องใช้พลังงานไฟฟ้าในการส่งในระยะทางไกล ในทางตรงกันข้ามระบบพลังงานแบบกระจายรูปแบบจะมีความยืดหยุ่นมากขึ้นซึ่งตั้งอยู่ใกล้กับโหลดที่ให้บริการ แม้ว่าจะมีความจุเพียง 10 เมกะวัตต์ (MW) หรือน้อยกว่าก็ตาม ระบบเหล่านี้สามารถประกอบได้หลายรุ่นและคำนึงถึงส่วนประกอบในการจัดเก็บพลังงานเป็นหลัก ซึ่งในกรณีนี้จะเรียกว่าระบบพลังงานไฮบริด เป็นการประหยัดต่อขนาดที่กำหนด โดยในช่วงปลายทศวรรษที่ 1960 และเมื่อต้นศตวรรษที่ 21 โรงจักรต้นกำลังอาจไม่สามารถส่งมอบไฟฟ้าที่มีราคาถูกลงและเชื่อถือได้ให้กับลูกค้าที่อยู่ห่างไกลผ่านระบบไฟฟ้า เนื่องจากโรงงานมีต้นทุนต่ำกว่ากริดและกลายเป็นความน่าเชื่อถือจนเกือบทุกความล้มเหลวของพลังงานที่เกิดขึ้นในระบบ ดังนั้นกริดได้กลายเป็นตัวขับเคลื่อนหลักของค่าใช้จ่ายพลังงานของลูกค้าระยะไกลและปัญหาคุณภาพไฟฟ้าซึ่งกลายเป็นรุนแรงเป็นอุปสรรคดิจิทัลที่จำเป็นอย่างยิ่ง กระแสไฟฟ้าที่เชื่อถือได้ [35] [36] ประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นไม่ได้มาจากการเพิ่มขีดความสามารถในการผลิต แต่จากยูนิตนขนาดเล็กที่ตั้งอยู่ใกล้กับไซต์ที่ต้องการ [37] [38]

ตัวอย่างเช่นโรงไฟฟ้าถ่านหินถูกสร้างขึ้นให้ห่างจากเมืองเพื่อป้องกันไม่ให้เกิดมลพิษทางอากาศอย่างหนักจากประชาชน นอกจากนี้โรงงานดังกล่าวมักถูกสร้างขึ้นใกล้กับเหมืองเพื่อลดต้นทุนการขนส่งถ่านหิน โรงงานไฟฟ้าพลังน้ำนั้นมีลักษณะจำกัดอยู่ที่การดำเนินงานในพื้นที่ที่มีการไหลของน้ำที่เพียงพอ มลพิษต่ำเป็นข้อได้เปรียบที่สำคัญของพืชหมุนเวียนที่เผาไหม้ก๊าซธรรมชาติ มลพิษต่ำอนุญาตให้พืชอยู่ใกล้กับเมืองเพื่อให้ก่อให้เกิดความสะดวกสบายในการใช้ชีวิตของประชากรมากที่สุด

2.9 เซลล์แสงอาทิตย์

หลักการทำงานของ เซลล์แสงอาทิตย์ คือการเปลี่ยนพลังงานแสงอาทิตย์ให้เป็นพลังงานไฟฟ้า โดยการนำสารกึ่งตัวนำมาทำเป็นแผ่นบางๆ เมื่อแสงตกกระทบแผ่น รังสีของแสงที่มีอนุภาคพลังงานไปรตอนจะถ่ายเทพลังงานให้กับอิเล็กตรอนที่อยู่ในสารกึ่งตัวนำ จนมีพลังงานมากพอที่จะกระโดดออกมาจากแรงดึงดูดของอะตอม และเคลื่อนที่ได้อย่างอิสระ เมื่ออิเล็กตรอนเคลื่อนที่ได้ครบวงจรจึงทำให้เกิดกระแสไฟฟ้าตรงขึ้น

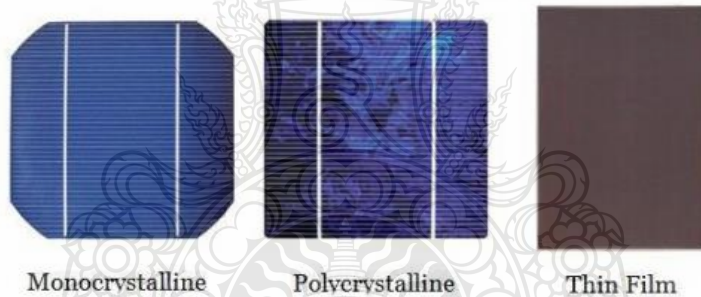
2.9.1 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ผลิตจากสารกึ่งตัวนำประเภทซิลิคอน ซึ่งมีทั้งที่เป็นแบบรูปผลึกและไม่เป็นรูปผลึก

2.9.1.1 ซิลิคอนที่เป็นแบบรูปผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline) เป็นแผ่นซิลิคอนหนาประมาณ 300 ไมครอนหรือเรียกว่า เวเฟอร์ เป็นสารกึ่งตัวนำในช่วงยุคแรกของการสร้างโซลาร์เซลล์ซิลิคอนเป็นแบบผลึกรวม (Poly Crystalline) เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่พัฒนาขึ้นเพื่อลดต้นทุนของโซลาร์เซลล์ ซึ่งยังคงมีคุณสมบัติและประสิทธิภาพการใช้งานใกล้เคียงกับแบบผลึกเดี่ยว เซลล์แสงอาทิตย์แบบนี้เป็นที่นิยมใช้กันมาในประเทศไทยดังรูปที่ 2.13



รูปที่ 2.13 ซิลิคอนที่เป็นแบบรูปผลึกเดี่ยว (Mono Crystalline) [33]

2.9.1.2 เซลล์แสงอาทิตย์แบบไม่เป็นรูปผลึก เป็นเทคโนโลยีที่ถูกพัฒนาขึ้นมาใหม่ เป็นฟิล์มบางอะมอร์ฟัสซิลิคอน (Amorphous /Thin Film) เพื่อลดต้นทุนและประหยัดเวลาในการผลิต มีลักษณะเป็นแผ่นฟิล์มบางๆ 0.5 ไมครอน น้ำหนักเบา ยืดหยุ่นได้ดี จึงเหมาะกับการนำไปใช้ในโรงงานไฟฟ้าขนาดใหญ่ ในประเทศไทยมีโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ประเภทฟิล์มบางที่ใหญ่ที่สุดในภูมิภาคเอเชีย อยู่ที่จังหวัดลพบุรี ครอบคลุมพื้นที่กว่า 1,200 ไร่ ใช้เซลล์แสงอาทิตย์มากกว่า 545,000 แผง ดังรูปที่ 2.14



รูปที่ 2.14 เซลล์แสงอาทิตย์แบบไม่เป็นรูปผลึก[34]

2.892 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน เป็นเซลล์แสงอาทิตย์ที่มีประสิทธิภาพสูง มีราคาแพง จึงไม่เป็นที่นิยมนำมาใช้สร้างโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ แต่นิยมนำไปใช้ในงานสำหรับดาวเทียมและระบบรวมแสงเป็นส่วนใหญ่ดังรูปที่ 2.15



รูปที่ 2.15 เซลล์แสงอาทิตย์ที่ทำจากสารประกอบที่ไม่ใช่ซิลิคอน[35]

แผงเซลล์แสงอาทิตย์ (Solar Module/Solar Panel)เป็นการรวมแผ่นเซลล์แสงอาทิตย์หลายๆแผ่น โดยด้านหน้าของแผงเซลล์จะมีแผ่นกระจกที่มีคุณสมบัติยอมให้แสงผ่านได้ดี และช่วยป้องกันแผ่นเซลล์ วัสดุที่ใช้ผลิตเป็นแผงโซลาร์เซลล์จำเป็นต้องมีความคงทน สามารถกันความชื้นได้ดี เช่น ซิลิโคน อีวีเอ (Ethelene Vinyl Acetate) เนื่องจากแผงเซลล์แสงอาทิตย์จะต้องถูกติดตั้งอยู่ในที่กลางแจ้ง โลง ไม่มีหลังคาคลุม ต้องโดนทั้งลม ฝน หิมะ และแสงแดดอยู่ตลอดเวลา

2.10 ระบบโซลาร์ฟาร์ม

โรงงานผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ Photovoltaic power station เป็นระบบเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ (PV) ที่ออกแบบมาสำหรับการผลิตพลังงานไฟฟ้าจำนวนมากๆ ระดับเมกะวัตต์ MW อุตสาหกรรมพลังงานทั่วโลกกำลังให้ความสนใจและมีแนวโน้มขยายตัวอย่างต่อเนื่อง เนื่องจากเป็นพลังงานสะอาดที่ใช้ไม่มีวันหมดและเป็นการผลิตที่มีมลพิษต่อสิ่งแวดล้อมต่ำ และเป็นพลังงานทางเลือกที่ใช้ทดแทนพลังงานจากฟอสซิลอย่างน้ำมันและก๊าซ ธรรมชาติ และถ่านหินซึ่งนับวันจะไป

โซลาร์ฟาร์ม (Solar Farm) หรือที่เรารู้จักกันในนาม โรงงานผลิตไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ โซลาร์ฟาร์มจะกักเก็บพลังงานแสงอาทิตย์ด้วยโซลาร์เซลล์ (Solar Cell) หรือเรียกอีกชื่อหนึ่งว่า PV (Photo Voltaic) โดยการนำโซลาร์เซลล์หลายๆแผงมาวางเรียงต่อกัน ซึ่งระบบติดตั้งโซลาร์เซลล์นั้นมีด้วยการ 2 แบบหลักคือ

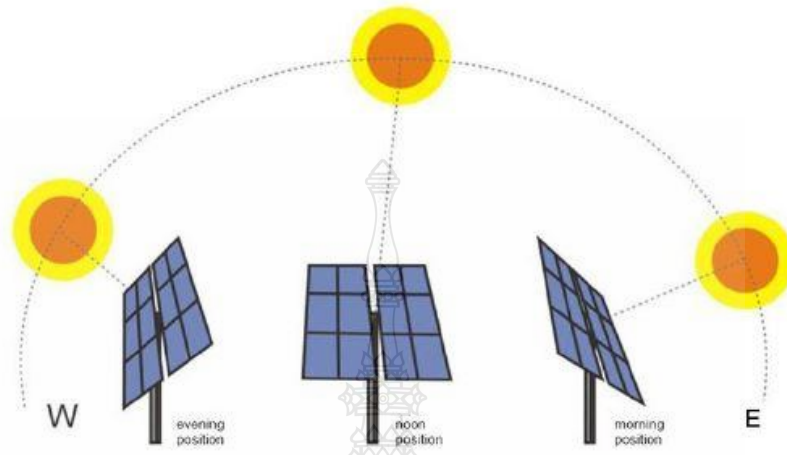
2.10.1 แบบยึดติดอยู่กับที่ (Fixed System) เป็นการติดตั้งแผงแบบระบุตำแหน่งชัดเจน การติดตั้งแบบอยู่กับที่นี้จะใช้ข้อมูลเฉลี่ยของระดับความเข้มของแสงในแต่ละพื้นที่ เพื่อทำการกำหนดองศาของการติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์ให้รับแสงอาทิตย์ได้อย่างมีประสิทธิภาพที่สุด แต่การติดตั้งในรูปแบบนี้ จะมีข้อเสียที่การรับแสงอาทิตย์จะรับได้ดีเพียงแค่บางช่วงเวลาของวันเท่านั้นหรือประมาณ 5-6 ชั่วโมงต่อวัน และสามารถรับพลังงานแสงอาทิตย์ได้เต็มที่ในเวลาเที่ยงเท่านั้น เนื่องจากดวงอาทิตย์เคลื่อนที่อยู่ตลอดเวลาตัวเอง สำหรับข้อดีของการใช้แผงโซลาร์เซลล์แบบยึดติดกับที่คือ ต้นทุนในการติดตั้งแผงโซลาร์จะต่ำกว่าแบบหมุนตามดวงอาทิตย์ และค่าดูแลรักษาก็จะถูกกว่าด้วย ดังรูปที่ 2.16



รูปที่ 2.16 เซลล์แสงอาทิตย์แบบยึดติดอยู่กับที่ (Fixed System)[36]

2.10.2 แบบหมุนตามดวงอาทิตย์ (Tracking System) การติดตั้งโซลาร์เซลล์ในรูปแบบนี้จะสามารถรับแสงอาทิตย์ได้ดีกว่าแบบอยู่กับที่ถึง 20 เปอร์เซ็นต์ หลักการทำงานของระบบหมุนตามดวงอาทิตย์จะ

มีลักษณะแขนกลทำหน้าที่หมุนแผงเซลล์อาทิตย์ โดยจะควบคุมด้วยโปรแกรมที่เก็บข้อมูลความเข้มของรังสีดวงอาทิตย์ ซึ่งจะเป็นตัวกำหนดให้แผงเซลล์หมุนไปทิศทางใด ทำมุมองศาเท่าไร จึงจะได้รับรังสีจากแสงอาทิตย์มากที่สุดดังรูปที่ 2.17 และ 2.18



รูปที่ 2.17 เซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามดวงอาทิตย์ (Tracking System)[36]



รูปที่ 2.18 เซลล์แสงอาทิตย์แบบหมุนตามดวงอาทิตย์ (Tracking System)[36]

สำหรับการทำโซล่าฟาร์มจำเป็นต้องใช้พื้นที่ค่อนข้างมากในการติดตั้งโซล่าเซลล์สำหรับผลิตกระแสไฟฟ้าได้เพียงพอต่อการใช้งานหรือจำหน่ายออกไป สถานที่สำหรับการติดตั้งควรจะเป็นที่โล่งแจ้ง ไม่มีเงามาบังแผงเซลล์ ไม่อยู่ใกล้สถานที่เกิดฝุ่น ควรวางให้แผงเซลล์มีความลาดเอียงประมาณ 10-15 องศาจากระดับแนวนอน และหันหน้าไปทางทิศใต้ เนื่องจากประเทศไทยอยู่ในเขตซีกโลกเหนือแนวเส้นทางของดวงอาทิตย์ที่ขึ้นจากทิศตะวันออกและไปตกในทิศตะวันตกจะเป็นแนวอ้อมได้ จะสามารถรับรังสีอาทิตย์ได้มากที่สุดการดูแลรักษา เนื่องจากแผงโซล่าเซลล์ในโซล่าฟาร์มมักจะติดตั้งอยู่กับที่บริเวณใกล้พื้นดิน การดูแลรักษาจึงไม่ซับซ้อนมากนัก เพียงทำความสะอาดแผงเซลล์แสงอาทิตย์ด้วยผ้าชุบน้ำสะอาดเช็ด เพื่อขจัดฝุ่นละอองที่เกาะติดอยู่เท่านั้นเองคะ ยิ่งกว่านั้นแผงโซล่าเซลล์มีอายุการใช้งานมากกว่า 20 ปี จึงทำให้ไม่ต้องเปลี่ยนอุปกรณ์บ่อยปัจจุบันการสร้างโซล่าฟาร์มสามารถติดตั้งได้บน

ผิวน้ำ บริเวณอ่างเก็บน้ำ เขื่อน ซึ่งสามารถลดการใช้พื้นที่ดินขนาดใหญ่ลงได้ เช่น ที่อ่างเก็บน้ำควีนเอลิซาเบธที่ 2 (Queen Elizabeth II) กรุงลอนดอน และเขื่อน Yamakura ประเทศญี่ปุ่น เป็นต้น นอกจากนี้จากการศึกษาพบว่า การติดตั้งแผงโซลาร์เซลล์บนผิวน้ำจะสามารถผลิตไฟฟ้าได้เพิ่มขึ้นถึง 20 % เมื่อเทียบกับการผลิตจากแผงโซลาร์เซลล์บนพื้นดิน เนื่องจากน้ำจะช่วยลดอุณหภูมิของแผงโซลาร์ลง นอกจากนี้การทำฟาร์มโซลาร์บนน้ำสามารถลดการระเหยของน้ำได้อย่างมากได้ถึง 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งโดยปกติแล้วน้ำจะระเหยสู่อากาศอยู่ตลอดเวลา ปัจจุบันการสร้างโซลาร์ฟาร์มมีต้นทุนที่ลดลงเรื่อย ๆ อันเนื่องมาจากการพัฒนาและคิดค้นที่มีมากขึ้น การผลิตอุปกรณ์ที่มีให้เลือกเยอะขึ้น ไม่ผูกขาดอยู่เพียงไม่กี่ผู้ผลิต อันเป็นการส่งสัญญาณที่ดีว่าเราจะสามารถใช้ไฟฟ้าได้ในราคาที่ถูกลงในอนาคต

2.10.3 ปัจจุบันเราสามารถผลิตกระแสไฟฟ้าจากดวงอาทิตย์ได้ 2 รูปแบบ คือ

2.10.3.1 ความร้อนจากดวงอาทิตย์

2.10.3.2 แสง/รังสีจากดวงอาทิตย์

การผลิตไฟฟ้าจากแสงอาทิตย์ จำเป็นต้องอาศัยเซลล์แสงอาทิตย์ โดยใช้หลักของการเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นกระแสไฟฟ้าโดยตรง เมื่อแสงการนำพลังงานแสงอาทิตย์สามารถนำมาผลิตกระแสไฟฟ้าได้ใน 2 รูปแบบ คือ

- 1) ความร้อน
- 2) รังสีจากดวงอาทิตย์นั่นเอง

การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์ สามารถแบ่งได้ 3 ประเภทหลักๆ โดยแบ่งตามกระบวนการรวบรวมความร้อนให้กับตัวกลางก่อนนำไปหมุนกังหันหรือมอเตอร์เพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า

1.1) ระบบรางพาราโบลิก (Parabolic Through) เป็นระบบแบบรางยาว โค้ง เป็นตัวรับแสงอาทิตย์ให้สะท้อนไปยังท่อที่ขนานกับแนวราง เพื่อถ่ายเทความร้อนให้ของเหลว อย่าง น้ำ น้ำมัน ที่ไหลผ่านท่อ จนกลายเป็นไอและไปขับเคลื่อนกังหันเพื่อผลิตกระแสไฟฟ้า ดังรูปที่ 2.19



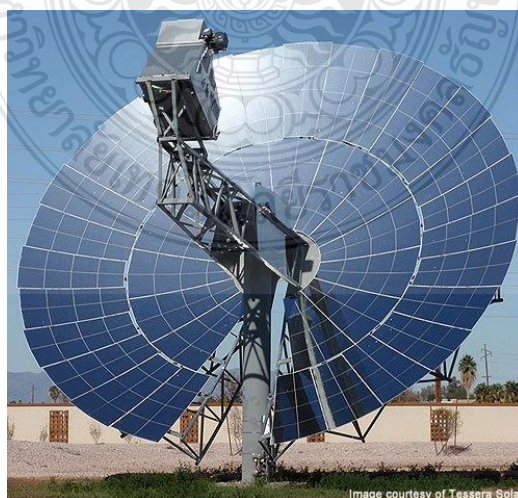
รูปที่ 2.19 การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์แบบระบบรางพาราโบลิก[37]

1.2) ระบบหอคอย (Power Tower) ประกอบด้วยตัวรับความร้อนที่ติดตั้งอยู่กับที่บนหอคอย โดยถูกล้อมรอบด้วยแผงกระจกขนาดใหญ่จำนวนมาก หรือ โหลิโอสเตท ทำหน้าที่สะท้อนแสงไปยังตัวรับความร้อน ของเหลวที่อยู่ภายในจะระเหยเป็นไอและไปขับเคลื่อนกังหันผลิตกระแสไฟฟ้าดังรูปที่ 2.20



รูปที่ 2.20 การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์ระบบหอคอย[37]

1.3) ระบบจานพาราโบลา (Parabolic Dish) ร่วมกับเครื่องยนต์สเตอร์ลิง โดยใช้หลักการแปลงความร้อนจากรังสีให้เป็นพลังงานกลในการผลิตกระแสไฟฟ้า องค์ประกอบของระบบจานพาราโบลา คือ จานรวมแสงพาราโบลา เครื่องยนต์สเตอร์ลิง และเครื่องกำเนิดไฟฟ้า โดยการส่งผ่านความร้อนของแสงอาทิตย์สู่ลูกสูบของเครื่องยนต์สเตอร์ลิง ที่ติดตั้งอยู่บนจุดโฟกัสของจานพาราโบลา ส่งผลให้เครื่องยนต์ทำงานอย่างต่อเนื่อง ดังรูปที่ 2.21



รูปที่ 2.21 การผลิตไฟฟ้าจากความร้อนแสงอาทิตย์ระบบจานพาราโบลา[37]

2.11 ทฤษฎีการไหลของโหลดแบบแพร่กระจายถอยหลัง-เดินหน้า

สำหรับการคำนวณโหลดประเภทโครงข่ายแรงดันไฟฟ้าจำเป็นจะต้องมีการพิจารณาโครงข่ายแบบรัศมี ด้วยหลักการถอยหลังและไปข้างหน้า ซึ่งเป็นวิธีสำหรับการคำนวณการไหลของโหลดเปรียบเสมือนการวนซ้ำ ซึ่งในการวนซ้ำแต่ละครั้งจะมีขั้นตอนการคำนวณสองขั้นตอนถูกดำเนินการโดยทฤษฎีของการคำนวณโหลดโพล์ของโครงข่ายของแรงดันไฟฟ้าต้นทาง สามารถแก้ได้แบบวนซ้ำจากสมการแบบเรียกซ้ำสองชุด โดยสมการชุดแรกสำหรับคำนวณกระแสไฟที่ไหลผ่านสาขาที่เริ่มต้นจากสาขาสุดท้ายและดำเนินการในทิศทางย้อนกลับไปยังโหนดต้นทาง ส่วนสมการอีกชุดจะใช้สำหรับคำนวณขนาดและมุมของแรงดันไฟฟ้าของแต่ละโหนดเริ่มต้นจากโหนดต้นทาง และดำเนินการในทิศทางไปข้างหน้าไปยังโหนดสุดท้าย[38]

2.11.1 การแพร่กระจายไปด้านหน้า

การแพร่กระจายไปด้านหน้านั้นเป็นการคำนวณแรงดันตกโดยทั่วไปด้วยการปรับปรุงปัจจุบันหรือกระแสไฟที่เป็นไปได้ แรงดันไฟฟ้าที่โหนดเมื่อได้รับการปรับปรุงการแพร่กระจายไปด้านหน้า เริ่มต้นจากสาขาต้นทางในขั้นแรกไปสู่ขั้นสุดท้าย วัตถุประสงค์ของการส่งต่อผลการคำนวณคือการคำนวณแรงดันไฟฟ้าที่แต่ละโหนดเริ่มต้นจากโหนดต้นทางของตัวป้อน แรงดันสถานีย่อยของตัวป้อนคือกำหนดมูลค่าตามความเป็นจริง ในระหว่างการแพร่กระจายไปด้านหน้าแรงดันไฟฟ้าที่มีประสิทธิภาพในแต่ละสาขาจะมีค่าคงที่ได้จากการแพร่กระจายแบบถอยหลัง

2.11.2 การแพร่กระจายถอยหลัง

การแพร่กระจายถอยหลังนั้นโดยทั่วไปแล้วจะเป็นกระแสหรือกระแสไฟฟ้าแบบโซลูชันที่มีการปรับปรุงแรงดันไฟฟ้าที่เป็นไปได้ เริ่มจากสาขาเป็นขั้นสุดท้ายแล้วเคลื่อนเข้าหาสาขาที่ต่อเชื่อมกับโหนดต้นทาง กระแสไฟที่มีประสิทธิภาพที่ปรับปรุงแล้วในแต่ละสาขาจะได้รับในการแพร่กระจายย้อนหลัง สามารถคำนวณโดยพิจารณาจากแรงดันของโหนดก่อนหน้าและทำการวนซ้ำ ซึ่งหมายถึงค่าแรงดันที่ได้รับในการส่งต่อในระบบแรงดันไฟฟ้า และจะคงที่ในระหว่างการแพร่กระจายย้อนหลังและกระแสไฟที่ถูกปรับปรุงในแต่ละสาขาจะถูกส่งย้อนกลับตามตัวป้อนโดยใช้เส้นทางย้อนกลับ นี่แสดงว่าแพร่กระจายย้อนหลัง เริ่มต้นที่โหนดปลายสุดและดำเนินการไปยังโหนดต้นทาง ซึ่งมี 3 รูปแบบหลักการแพร่กระจายไปด้านหน้า/ถอยหลัง ที่แตกต่างกันตามชนิดของปริมาณกระแสไฟฟ้าที่วนซ้ำแต่ละครั้งเริ่มจากโหนดปลายทางและขึ้นไปที่ต้นทางโหนด

2.11.2.1 วิธีการบวกปัจจุบัน ซึ่งสาขาที่มีการประเมินกระแส

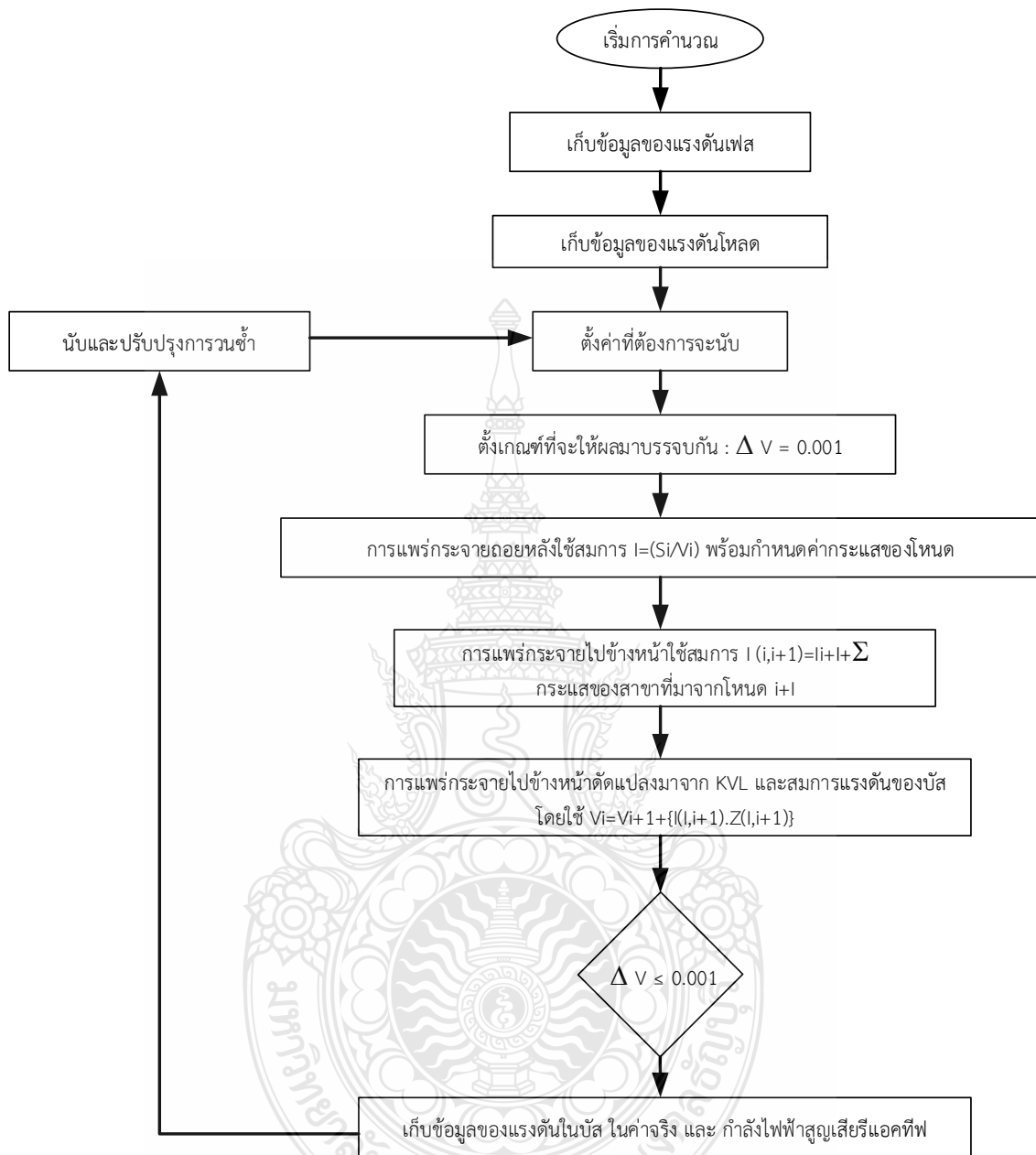
2.11.2.2 วิธีการรวมกำลังซึ่งกำลังไหลในสาขาที่ได้รับการประเมิน

2.11.2.3 วิธีการรวมการรับเข้าซึ่งโหนดโดยโหนด การประเมินการรับเข้าใช้จุดขับเคลื่อน โดยมีเงื่อนไข ตัวแปรทั้งสามของวิธี B/F จำลองโหลดภายในการวนซ้ำแต่ละครั้งด้วยกระแส

คงที่ เมื่อ a คือค่ากำลังคงที่และรูปแบบการรับเข้าคงที่ ในรูปแบบการแพร่กระจายไปข้างหน้าทั้ง 3 ตัวแปรเหมือนกันตั้งแต่ฐานเกี่ยวกับปริมาณที่คำนวณในระยะย้อนหลัง บัสแรงดันไฟฟ้าคำนวณ โดยเริ่มจากโหนดต้นทางและไปสู่จุดสิ้นสุดของโหนด จากนั้นใช้แรงดันไฟฟ้าเมื่อทำการปรับปรุงแล้วตามการสนับสนุนของโหนดในแรงดันไฟฟ้า ปริมาณที่ใช้ในการแพร่กระจายถอยหลังเพื่อดำเนินการวนซ้ำ ดังนั้นกระบวนการจะหยุดเมื่อ a ได้รับการตรวจสอบแล้ว

โดยการเปรียบเทียบแรงดันไฟฟ้าที่คำนวณได้ก่อนหน้านี้และการวนซ้ำในปัจจุบัน การวนซ้ำแบบต่อเนื่องจะได้รับการบรรจบกันของคำตอบสามารถทำได้หากแรงดันไฟฟ้าไม่ตรงกันน้อยกว่าค่าความคลาดเคลื่อนที่กำหนด เช่น 0.0001 อย่างไรก็ตามใหม่กระแสไฟที่มีประสิทธิภาพในแต่ละสาขาคำนวณผ่านเดินถอยหลังด้วยแรงดันไฟฟ้าที่คำนวณได้ในปัจจุบันแล้วทำซ้ำขั้นตอนจนกว่าแรงดันที่เหมาะสมจะบรรจบกัน โดยขั้นตอนการคำนวณแบบแพร่กระจายถอยหลัง-เดินหน้า ดังรูปที่ 2.22



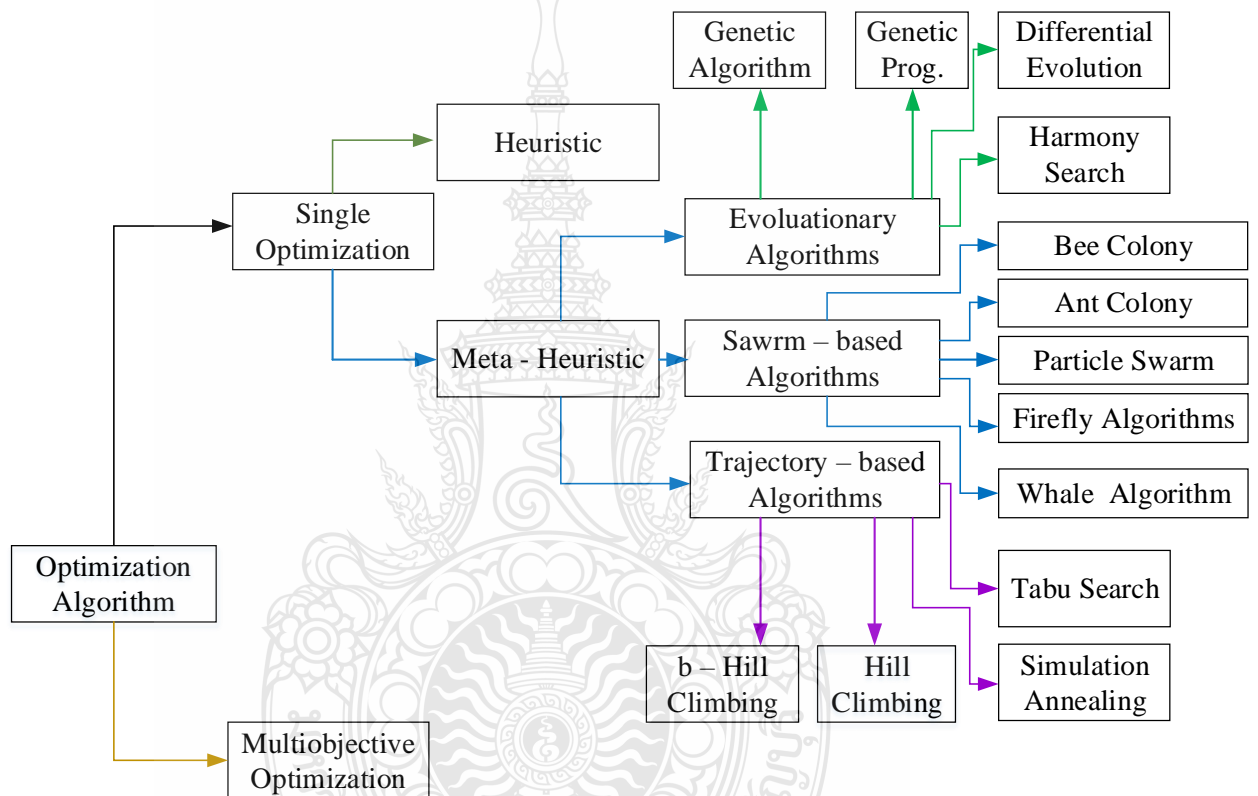


รูปที่ 2.22 แผนภูมิการไหลสำหรับวิธีการแพร่กระจายถอยหลัง-เดินหน้า

2.12 เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสม

ในการประยุกต์ใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมในการแก้ไขปัญหาในระบบไฟฟ้ากำลังนั้นในปัจจุบันมีหลายงานวิจัยที่นำมาประยุกต์ใช้เช่น งานในด้านเศรษฐศาสตร์การทำงานในระบบไฟฟ้ากำลัง การหาตำแหน่งและขนาดของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่เหมาะสมในระบบ การหาตำแหน่งติดตั้งตัวเก็บประจุที่เหมาะสม และการจัดเรียงสายป้อนที่เหมาะสม เป็นต้น ซึ่งได้มีการประยุกต์ใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมในหลายวิธีการเช่น วิธีการเชิงพันธุกรรม วิธีการฝูงอนุภาค วิธีการจำลองการอบอุ่น วิธีการ

ตาบูลูเซิร์ช และวิธีการอื่นๆที่นำเสนอใน ซึ่งเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมในปัจจุบันมีอยู่มากมายหลายวิธี ซึ่งในแต่ละวิธีก็มีจุดเด่นและด้อยกันต่างออกไป โดยที่ลักษณะฟังก์ชันเป้าหมาย สามารถแยกได้เป็นไปตามลักษณะของปริภูมิการค้นหา (Search Space) เช่น การค้นหาแบบท้องถิ่นหรือแบบเฉพาะที่ (Local Search) หรือการค้นหาแบบที่ดีที่สุดของกลุ่ม (Global Search) ซึ่งในงานดุษฎีนิพนธ์ได้ใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมในการวิเคราะห์ปัญหาซึ่งประกอบไปด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมด้วยวิธีการกลุ่มอนุภาคและเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมวิธีการอาณานิคมผึ้ง เพื่อนำมาประยุกต์ใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาที่พิจารณาโดยสามารถนำเสนอหลักการเบื้องต้นได้ดังนี้



รูปที่ 2.23 รูปแบบการหาค่าที่เหมาะสม

2.12.1 เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมด้วยวิธีการกลุ่มอนุภาค (Particle Swarm Optimization Technique, PSO)

วิธีการกลุ่มอนุภาคเป็นวิธีการจำลองการเคลื่อนที่ของกลุ่มสิ่งมีชีวิตในการดำรงชีวิตในการหาอาหารและการกินเป็นกลุ่มกันเป็นฝูง (Swarm) ใช้การเรียนรู้ร่วมกันและเคลื่อนที่ปรับเปลี่ยนตำแหน่งของตัวเองไปตามแวดล้อมที่อยู่ในตำแหน่งที่ดีและเหมาะสมกว่า ใช้ในการจำลองสร้างอัลกอริทึมการหาค่าที่เหมาะสมจะโดยถูกนำเสนอโดย Kenderdy และ Eberhart โดยความเร็วในการปรับเปลี่ยนตำแหน่งของกลุ่มอนุภาคนั้น สามารถแสดงความสัมพันธ์ได้ตั้ง (2.27) และ (2.28) ส่วนสมการค่าถ่วงน้ำหนักสามารถแสดงได้ตั้ง (2.29) ซึ่งสามารถแสดงได้ดังนี้

$$V_{id}^{t+1} = W \times V_{id}^t + Rand_1(\cdot) \times C_1 \times (Pbest_{id} - X_{id}^t) + Rand_2(\cdot) \times C_2 \times (Gbest_d - X_{id}^t) \quad (2.27)$$

$$X_{id}^{t+1} = X_{id}^t + V_{id}^{t+1} \quad (2.28)$$

$$W = W_{max} - \frac{W_{max} - W_{min}}{k} t \quad (2.29)$$

2.12.2 เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมวิธีกรอาณานิคมผึ้ง (Artificial Bees Colony, ABC)

วิธีการอาณานิคมผึ้งใช้หลักการของฝูงอนุภาคโดยการจำลองพฤติกรรมกรหาอาหารของฝูงผึ้งในการเคลื่อนที่ไปยังแหล่งอาหารซึ่งถูกนำเสนอโดย ซึ่งทำการจำลองรูปแบบของผึ้ง โดยแบ่งผึ้งออกได้เป็น 3 แบบ คือ ผึ้งงาน (Worker Bees) ผึ้งสังเกต (Onlookers) และผึ้งสำรวจ (Scout) โดยผึ้งงานจะทำการค้นหาอาหารด้วยการสุ่มจากความจำของตำแหน่ง และทำการประเมินค่าความคุ้มค่า (fitness) ของแหล่งอาหาร ดังสามารถนำเสนอได้ดังสมการที่ (2.30)

$$v_{i,j} = x_{i,j} + \phi_{i,j} (x_{i,j} - x_{k,j}) \quad (2.30)$$

จากการสำรวจของผึ้งงาน เมื่อพบแหล่งอาหารที่ดีก็จะส่งการเรียนรู้ไปยังฝูงผึ้งที่เหลือที่รออยู่ที่รังผึ้งให้ทำการปรับตำแหน่งไปยังแหล่งอาหารที่ดีที่สุด ผึ้งสังเกตจะเลือกแหล่งอาหารจะเป็นการสุ่มค้นหาจากความน่าจะเป็น ของค่าตอบหรือแหล่งอาหารที่ดีที่สุด ต่อผลรวมของจำนวนของค่าตอบหรือแหล่งอาหารที่ดีทั้งหมด จากผึ้งงานที่ส่งข้อมูลมาให้ ดังสมการที่ (2.31) โดยจำนวนแหล่งของอาหารสามารถกำหนดได้จากจำนวน ผึ้งงาน (Worker Bees) หรือ ผึ้งสังเกต (Onlookers)

$$P_i = \frac{fit_i}{\sum_i fit_i} \quad (2.31)$$

ในขณะที่ผึ้งงานจะหาอาหารจากแหล่งเดิมซ้ำไม่สามารถปรับไปยังตำแหน่งอื่นได้หากไม่มีการสอนหรือป้อนแหล่งอาหารให้ใหม่และจะถูกปล่อยทิ้ง ซึ่งต่างจากผึ้งสำรวจที่มีการหาอาหารจากการสุ่มไปทั่วบริเวณและมีการสุ่มการค้นหาใหม่ของขอบเขตแหล่งอาหาร (j) ในขอบเขต [min max] ของขนาดจำนวนตัวแปร (D) ที่ต้องการหาค่าตอบดังสมการที่ (2.32) ดังนี้ และวนกลับไปสู่สมการที่ (2.31) เพื่อปรับปรุงตำแหน่งของแหล่งอาหารของผึ้งงาน

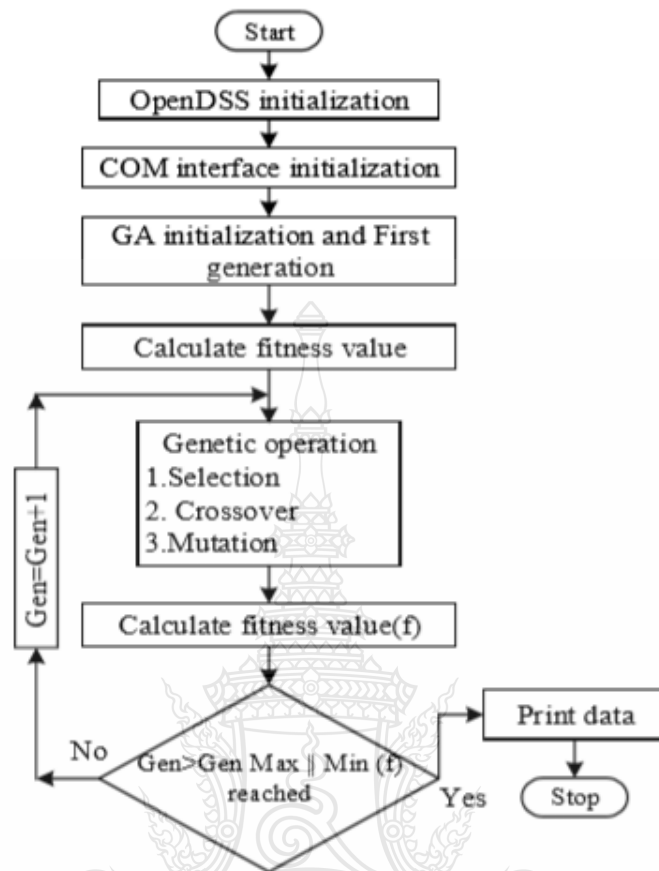
$$x_{k,j} = x_{min,j} + rand(0,1)(x_{max,j} - x_{min,j}) \quad (2.32)$$

ด้วยจุดเด่นในการสุ่มและเปลี่ยนแปลงตำแหน่งของแหล่งอาหารอยู่เสมอทำให้เกิดความหลากหลายในการหาคำตอบในปริภูมิการค้นหาทำให้เป็นที่นิยมในการนำมาประยุกต์ใช้ในปัญหาที่ซับซ้อนได้อย่างเหมาะสม ซึ่งให้ผลการคำนวณที่ใกล้เคียงวิธีการ PSO และจะให้ผลการคำนวณที่ดีกว่าในกรณีที่รอบการคำนวณที่สั้น

2.12.3 ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm)

เป็นอัลกอริทึมซึ่งเป็นการเลียนแบบกระบวนการทางธรรมชาติเพื่อค้นหาคำตอบโดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม (Genetic Algorithm : GA) เป็นเทคนิคทางปัญญาประดิษฐ์อย่างหนึ่งที่ใช้ในการค้นหา การเพิ่มประสิทธิภาพ และการเรียนรู้ (Search, Optimization, and Learning) ด้วยการเลียนแบบทฤษฎีการวิวัฒนาการทางธรรมชาติ โดยขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมมีจุดเด่นในด้านความทนทานต่อความผิดพลาดในการค้นหาคำตอบจากแหล่งข้อมูลที่มีความซับซ้อนและยากที่จะสร้างแบบจำลองด้วยสมการคณิตศาสตร์ เนื่องจากเป็นกระบวนการค้นหาที่ไม่มีความเฉพาะเจาะจงกับแบบจำลองหรือลักษณะเฉพาะของข้อมูลแบบใดแบบหนึ่งด้วยเหตุนี้ขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรมจึงถูกนำมาประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาได้หลากหลายรูปแบบ ตั้งแต่การจัดตารางเวลา (Timetable Scheduling) การออกแบบระบบควบคุมอัตโนมัติ (Control System Design) การออกแบบเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของระบบท่อส่งก๊าซ (Gas Pipeline Optimization) และการพัฒนาระบบปัญญาประดิษฐ์ที่สามารถเรียนรู้จากสภาพแวดล้อมได้ (Genetic Based Machine Learning) เป็นต้นโดยหลักการของขั้นตอนวิธีเชิงพันธุกรรม เป็นการเลียนแบบกระบวนการวิวัฒนาการตามธรรมชาติ เพื่อพัฒนาหรือทำการ “วิวัฒนาการ” คำตอบที่ดีที่สุดในการแก้ปัญหาขั้นตอนการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดดังรูปที่ 2.27





รูปที่ 2.24 ผังงานเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพของ GA

2.12.4 วิธีหาค่าเหมาะสมที่สุดที่เสถียรแบบนกกาเหว่า (Cuckoo search algorithm, CSA)

นำเสนอครั้งแรกโดย Yang and Deb [13] เป็นการเลียนแบบพฤติกรรมการวางไข่ของนกกาเหว่าในรังของนกตัวอื่นซึ่งนกกาเหว่า จะทำการเลียนแบบไข่ของตัวเองให้เหมือนไข่ของนกเจ้าของรังมากที่สุด เพื่อล่อตัวการโดนทำลายไข่ โดยการค้นหาแบบนกกาเหว่าจะใช้หลักการ 3 ข้อคือ

1. นกกาเหว่าจะวางไข่ 1 ฟองต่อครั้ง และจะทิ้งไข่ของตัวเองให้นกในรังที่เลือกสุ่มดูแลไข่แทนตัวมันเอง
2. รังที่ดีจะให้ไข่ที่มีคุณภาพสูง และเจ้าของรังที่ได้รับเลือกจะเลี้ยงไข่รับฝากโดยไม่ทำลายไข่ และหาอาหารให้ไข่นกกาเหว่ากินโดยเปรียบเสมือนลูกของมันเอง
3. นกกาเหว่าจะกำหนดจำนวนรัง หรือโฮสต์ที่ได้รับไข่ไปเลี้ยง (n) และไข่ที่วางโดยนกกาเหว่า

โดยสามารถเลียนแบบพฤติกรรมของนกกาเหว่าออกมาเป็นสมการเพื่อหาการวางไข่ของนกกาเหว่าที่เหมาะสม เมื่อพบรังนกตัวอื่นที่สามารถเลี้ยงลูกของนกกาเหว่าได้ ตามสมการที่ 2.33

$$x_i^{t+1} = x_i^t + \alpha Le'vy(\lambda) \quad (2.33)$$

เมื่อ t	= จำนวนรอบที่คำนวณ
α	= ระยะห่างระหว่างคำตอบที่เหมาะสม (Step size)
$Le'vy(\lambda)$	= จำนวนการเลียนแบบไขนุกเจ้าของรัง

2.12.5 การจำลองการอบเหนียว (Simulated annealing)

เป็นกลวิธีหนึ่งในการแก้ปัญหาการหาค่าเหมาะสมที่สุดเชิงการจัด (combinatorial optimization problem) ซึ่งมักจะใช้เมื่อปริภูมิการค้น (search space) นั้นไม่ต่อเนื่อง การจำลองการอบเหนียวอาจจะมีประสิทธิภาพในการแก้ปัญหาในบางกรณีได้ดีกว่าการแจกแจงจนกว่าจะได้คำตอบ (exhaustive enumeration) หากว่าเป้าหมายเป็นเพียงแค่การหาคำตอบที่จะมาแก้ปัญหาได้ในเวลาอันจำกัด ไม่ใช่เพื่อการหาวิธีที่มีประสิทธิภาพที่สุด ชื่อและแรงบันดาลใจนี้มาจากการอบเหนียวในโลหะวิทยา ซึ่งก็คือเทคนิคในการให้ความร้อนและการควบคุมความอุณหภูมิของโลหะเพื่อที่จะเพิ่มขนาดของผลึกและลดข้อบกพร่องของโครงสร้างของโลหะนั้น โดยความร้อนจะทำให้อะตอมหลุดออกมาจากตำแหน่งเดิมที่มีมันอยู่และเคลื่อนที่แบบสุ่มโดยจะมีพลังงานในระดับที่สูง การลดอุณหภูมิลงอย่างช้าๆ จะทำให้อะตอมมีโอกาสมากขึ้นในการหาตำแหน่งซึ่งมีพลังงานภายในที่ต่ำกว่าเดิม โครงสร้างของโลหะจะจัดเรียงตัวอย่างเป็นระเบียบผลก็คือจะได้โลหะที่เหนียวและไม่เปราะแต่ถ้ามีการลดอุณหภูมิลงอย่างรวดเร็วหรือทำให้เย็นเร็วเกินไป ก็จะทำให้โครงสร้างของโลหะไม่สม่ำเสมอและเกิดรอยร้าวขึ้นได้ การอุปมาอุปไมยระหว่างการแก้ปัญหาแบบการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดเชิงการจัดกับกระบวนการอบเหนียวในทางโลหวิทยานั้นอธิบายได้ดังนี้ สถานะของโลหะจะแทนผลเฉลยที่เป็นไปได้สำหรับปัญหาที่ต้องการหาผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุด สถานะของพลังงานจะเสมือนเป็นค่าของฟังก์ชันเป้าหมาย (Objective function) หรือฟังก์ชันต้นทุน (Cost function) ที่คำนวณได้จากผลเฉลยนั้นๆ ดังนั้นสถานะของพลังงานที่ต่ำที่สุดก็จะเปรียบเสมือนผลเฉลยที่เหมาะสมที่สุดของปัญหา และการทำให้เย็นลงเร็วเกินไป จะเป็นการค้นพบผลเฉลยเฉพาะพื้นที่ซึ่งวิธีการจำลองการอบเหนียวนั้นถูกนำเสนอโดย Scott Kirkpatrick, C. Daniel Gelatt and Mario P. Vecchi ในปีค.ศ.1983 ซึ่งดัดแปลงมาจากขั้นตอนวิธี Metropolis-Hastings ขั้นตอนวิธีในการทำงานจะเป็นลำดับการทำงานแบบวนซ้ำ โดยในแต่ละรอบจะประกอบด้วย การเปลี่ยนแปลงแบบสุ่มจากผลเฉลยปัจจุบันเพื่อสร้างผลเฉลยใหม่ที่ใกล้เคียงกับผลเฉลยปัจจุบัน เมื่อผลเฉลยใหม่ถูกสร้างขึ้นจะคำนวณค่าของฟังก์ชันเป้าหมายหรือฟังก์ชันต้นทุน เพื่อตัดสินใจว่าจะยอมรับให้เป็นผลเฉลยปัจจุบันหรือไม่ หากผลเฉลยใหม่ดีกว่าผลเฉลยปัจจุบันก็จะถูกยอมรับให้เป็นผลเฉลยปัจจุบันแทน แต่ถ้าผลเฉลยใหม่ไม่ดีกว่าผลเฉลยในปัจจุบันก็อาจจะถูกยอมรับได้ โดยใช้กฎบนพื้นฐานความน่าจะเป็นของโบลต์ซมันน์ (Boltzman's probability) คือ จะมีการสุ่มตัวเลข β ในช่วง 0-1 ขึ้นมาและถ้า $\beta \leq e^{-\Delta C/KT}$ ก็จะยอมรับผลเฉลยใหม่ (เมื่อ ΔC คือ ผลต่างระหว่างค่าฟังก์ชันต้นทุนของผลเฉลยทั้งสองซึ่งมีค่ามากกว่าหรือเท่ากับ 0 และ T คือ อุณหภูมิ) โดยมีขั้นตอนดังนี้

- ขั้นตอนที่ 1 $s \leftarrow s_0; e \leftarrow E(s)$ คือ สถานะและค่าพลังงานเริ่มต้น
- ขั้นตอนที่ 2 $s_{best} \leftarrow s; e_{best} \leftarrow e$ คือ คำตอบเริ่มต้นที่ดีที่สุด
- ขั้นตอนที่ 3 $k \leftarrow 0$ คือ สร้างตัวนับเพื่อประเมินค่าระดับพลังงาน

ขั้นตอนที่ 4 while $k < k_{max}$ and $e > e_{max}$ คือ เมื่อค่าระดับพลังงานยังไม่มากพอหรือพลังงานที่ได้ยังน้อยเกินไปให้ทำวงวนต่อ

ขั้นตอนที่ 5 $s_{new} \leftarrow \text{neighbour}(s)$ คือ เลือกผลเฉลยใหม่ที่ใกล้เคียง

ขั้นตอนที่ 6 $e_{new} \leftarrow E(s_{new})$ คือ คำนวณพลังงานของผลเฉลยใหม่

ขั้นตอนที่ 7 if $P(e, e_{new}, \text{temp}(k/k_{max})) > \text{random}(\dots)$ then คือ ตรวจสอบว่าควรยอมรับค่าใหม่หรือไม่

ขั้นตอนที่ 8 $s \leftarrow s_{new}$; $e \leftarrow e_{new}$ คือ ถ้าใช่ก็เปลี่ยนค่าสถานะเป็นค่าใหม่

ขั้นตอนที่ 9 if $e_{new} < e_{best}$ then คือ ตรวจสอบดูว่าคำตอบใหม่ดีกว่าคำตอบที่ดีที่สุดที่รู้มาหรือไม่

ขั้นตอนที่ 10 $s_{best} \leftarrow s_{new}$; $e_{best} \leftarrow e_{new}$ คือ ถ้าใช่ก็ให้เปลี่ยนคำตอบที่ได้เป็นคำตอบที่ดีที่สุด

ขั้นตอนที่ 11 $k \leftarrow k + 1$ คือ เสร็จสิ้นการตรวจสอบคำตอบไปหนึ่งคำตอบ

ขั้นตอนที่ 12 return s_{best} คือ ส่งกลับคำตอบที่ดีที่สุดที่หาได้

2.13 บทสรุป

จากข้อมูลเชิงประจักษ์ที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 2 จะเป็นหลักการและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง โดยเริ่มตั้งแต่การหาจุดเริ่มต้นของปัญหาที่เราต้องการศึกษาจากแหล่งข้อมูลที่เป็นบทความที่เกี่ยวข้องกับการชดเชยแรงดันในระบบไฟฟ้า เมื่อโหลดเป็นยานยนต์ไฟฟ้าในสภาวะต่าง และการหาแหล่งพลังงานชดเชยแรงดันไฟฟ้าที่ไม่คงที่ รวมทั้งการคำนวณจุดที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งสถานีประจุเร็ว และ โซลาร์ฟาร์มเพื่อลดการสูญเสียในระบบไฟฟ้า โดยใช้หลักการหาค่าที่เหมาะสมตามหลักการที่กล่าวมาเพื่อมุ่งเน้นในการพัฒนาเสถียรภาพของระบบกำลังไฟฟ้า

บทที่ 3

วิธีดำเนินการ

3.1 บทนำ

คุณลักษณะที่นำเสนอการวิเคราะห์การหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดในวงจรการจ่ายกำลังไฟฟ้าที่มีผลกระทบเนื่องมาจากรถยนต์ไฟฟ้าที่มีปริมาณสูงขึ้น จึงอาจทำให้เกิดการขาดเสถียรภาพในระบบไฟฟ้าในช่วงเวลาที่ทำการศึกษา โดยงานวิจัยนี้จะเกี่ยวข้องกับการวิเคราะห์ค่าความสูญเสียในระบบไฟฟ้าด้วยการติดตั้งสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ เพื่อเป็นการชดเชยแรงดันไฟฟ้าที่ลดระดับลงเมื่อโหลดยานยนต์ไฟฟ้า การวิเคราะห์เพื่อแก้ปัญหานี้จะใช้โปรแกรม Dig SILENT เพื่อทำการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า จากนั้นใช้โปรแกรม MATLAB/Simulink เพื่อการหาตำแหน่งสถานีประจุไฟฟ้าในระบบระบบ IEEE 6 บัส 14 บัส 26 บัส 30 บัส และ 33 บัส

3.2 กรณีศึกษาที่ 1 สถานีประจุเร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า

ยานยนต์ไฟฟ้า คือรถยนต์ที่ขับเคลื่อนด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าโดยใช้พลังงานไฟฟ้าซึ่งเก็บอยู่ในแบตเตอรี่หรืออุปกรณ์เก็บพลังงานไฟฟ้าแบบอื่นๆ และด้วยข้อดีของมอเตอร์ไฟฟ้าที่ให้แรงบิดได้ทันทีทำให้รถพลังงานไฟฟ้ามีอัตราเร่งที่เรียบและรวดเร็ว ข้อดีของรถพลังงานไฟฟ้าที่เหนือกว่าเครื่องยนต์สันดาปภายในรวมถึงการลดการใช้มลพิษทางอากาศ เพราะมันไม่ปล่อยไอเสียมาจากท่อไอเสีย ในหลายกรณีการลดแก๊สเรือนกระจกโดยรวมเป็นจำนวนมากและการปล่อยควัน และใช้น้ำมันน้อยลง ซึ่งเป็นสาเหตุให้ค่าน้ำมันที่ต่ำกว่าและอุปทานหยุดชะงักในหลายประเทศ แต่การประยุกต์ใช้รถพลังงานไฟฟ้าอย่างแพร่หลายต้องประสบกับอุปสรรคและข้อจำกัดมากมาย เช่น ราคาที่สูงกว่า ขาดโครงสร้างพื้นฐานสำหรับชาร์จพลังงาน (นอกจากการชาร์จตามที่อยู่อาศัย) และความกังวลพิษภัย (ความกลัวที่เกิดในคนขับว่าพลังงานไฟฟ้าที่เก็บในแบตเตอรี่จะหมดก่อนจะถึงที่หมาย เนื่องจากพิษภัยที่มีจำกัดในรถพลังงานไฟฟ้า) การชาร์จไฟรถยนต์ไฟฟ้าสามารถชาร์จไฟได้ทั้ง 2 แบบ คือ แบบ Normal Charge และแบบ Quick Charge แบบที่ 1 : การชาร์จไฟแบบปกติ Normal Charge สามารถชาร์จไฟในบ้านพักอยู่อาศัย เป็นการชาร์จไฟด้วยแรงดัน 230 โวลต์ กระแสไม่เกิน 16 แอมป์ ซึ่งสามารถใช้ไฟจากปลั๊กไฟทั่วไปได้ ใช้เวลาในการชาร์จไฟประมาณ 6-8 ชั่วโมงแบบที่ 2 : การชาร์จในรูปแบบเร็วหรือ Quick Charge เป็นการชาร์จไฟผ่านตู้ชาร์จไฟ ซึ่งต้องใช้ไฟฟ้า แรงดัน 3 เฟส 400 โวลต์ กระแสไม่เกิน 100 แอมป์ มาแปลงไฟให้เหมาะกับรถยนต์ไฟฟ้าส่วนใหญ่จะใช้เวลาในการชาร์จไฟไม่เกิน 30 นาที (ประมาณ 80% ของความจุและขึ้นอยู่กับขนาดความจุของแบตเตอรี่) มักจะเป็นการชาร์จไฟตามสถานีชาร์จไฟสาธารณะ ดังนั้นการชาร์จแบบ Quick Charge จึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ เนื่องด้วยพัฒนาของการชาร์จสถานีสำหรับรถยนต์ไฮบริดและรถยนต์ไฟฟ้า (EV) ยังคงเป็นสิ่งสำคัญในบริบทของการพัฒนาอย่างค่อยเป็นค่อยไปในปัจจุบันของประเภทของการขนส่งนี้ ในบทความนี้จะได้นำแนวคิดที่มีในปัจจุบันเรื่องของการวิเคราะห์การออกแบบของสถานีชาร์จแบบ Quick Charge บนพื้นฐานของแนวคิดที่มีการพัฒนาแบบจำลองทางคณิตศาสตร์ โดยต้นแบบของสถานีประจุเร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า [45] ดังแสดงในรูปที่ 1

โดยในการวิเคราะห์การไหลของกำลังไฟฟ้ากำลังไฟฟ้านั้นสามารถดำเนินการได้ในหลายวิธีการ เช่น วิธีการนิวตันราฟสัน วิธีการเก๊าซเด็ล และวิธีการคำนวณกระแสย้อนกลับและแรงดันไปข้างหน้า เป็นต้น ซึ่งส่วนใหญ่ใช้การวิเคราะห์ในเชิงตัวเลข (Numerical Analysis) โดยใช้โปรแกรม MATLAB ด้วยการเขียนสคริปส์ m – files และใช้ในการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังในสถานะสมดุล ซึ่งในบางครั้งในแง่ของการออกแบบระบบไฟฟ้าเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาวางแผนการผลิตและส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในกรณีต่างๆ นั้นเกิดความไม่คล่องตัวในทางปฏิบัติการอย่างยิ่ง ด้วยปัญหาดังกล่าวจึงเกิดแนวความคิดในการพัฒนาโปรแกรม MATLAB/Simulink ที่เป็นฟรีซอฟต์แวร์ ในส่วนของการเชื่อมต่อกับฟังก์ชันที่ผู้ใช้งาน (User Defined Module : UDM) ซึ่งในปัจจุบันรูปแบบโพลยานอนต์ในสถานะคงตัวในโปรแกรมสำเร็จรูปทั่วไปในท้องตลาดยังไม่ได้มีอยู่ในโปรแกรมมาตรฐานทั่วไปโดยส่วนใหญ่ใช้การวิเคราะห์โดยการแทนรูปแบบโพลด้วยโพลกำลังไฟฟ้าคง (Constant Power) โดยที่ส่วนใหญ่เน้นแบ่งโพลยานอนต์ออกเป็นในแต่ละระดับของการประจุซึ่งยังไม่สะท้อนต่อพฤติกรรมของโพลยานอนต์ไฟฟ้าในขณะที่ทำการประจุเมื่อกรณีพิจารณาเป็นโพลสถานะประจุเร็วตั้งนำเสนอใน ซึ่งในรูปแบบโพลยานอนต์ไฟฟ้าสำหรับสถานีประจุเร็วที่นำเสนอ นั้นประกอบไปด้วยองค์ประกอบของโพล 2 ส่วนคือ ส่วนแรกคือ โพลกำลังไฟฟ้าคงที่ และส่วนที่สองจะเป็นอีกโพลเนนเซียลโพล ดังนั้นจึงทำการนำเสนอการจำลองสร้างรูปแบบโพลยานอนต์ไฟฟ้าสำหรับสถานีประจุเร็วโดยการพัฒนารูปแบบโปรแกรม MATLAB โดยสามารถนำเสนอการพัฒนาแบบโพลยานอนต์ไฟฟ้าสำหรับสถานีประจุเร็วต้นแบบที่ใช้ในการจำลองการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้ากำลังในสถานะคงตัว ดังนี้

ขั้นตอนที่ 1 ทำการจำลองรูปแบบสถานีประจุเร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าโดย ใช้โปรแกรม Matlab Simulink ซึ่งรูปแบบการเชื่อมต่อสถานีประจุเร็วเข้ากับกริด

ขั้นตอนที่ 2 ทำการเพิ่มค่าตัวแปรที่ต้องนำมาใช้ประกอบการสร้างโพลยานอนต์ไฟฟ้าสำหรับสถานีประจุเร็วดังตารางที่ 3.1 ซึ่งสมการที่ต้องสร้างเพื่อเป็นตัวแทนโพลยานอนต์ไฟฟ้าสามารถแสดงได้ดังสมการที่ 3.1 และ 3.2 ตามลำดับดังนี้

$$P = P_0 \left(b + a \left(\frac{V}{V_0} \right)^\alpha \right) \quad (3.1)$$

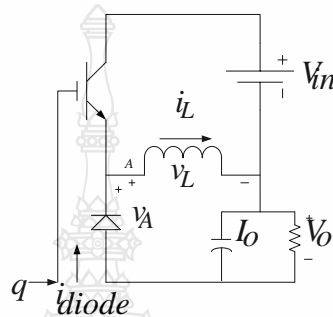
$$Q = P \times \tan(\theta) \quad (3.2)$$

ตารางที่ 3.1 ตัวแปรที่ต้องใช้ในการสร้างสมการโพลยานอนต์ไฟฟ้า

ชื่อตัวแปร	ตัวแปร (Parameter)
โพลกำลังไฟฟ้าคงที่ (Constant power)	b
โพลเอ็กโพเนนเซียล	a
ค่ายกกำลัง (α)	Alpha_P
ค่าเฟาเวอร์แฟคเตอร์ θ	Tan_Zeta

V (ตัวแปร Algebraic variable)	$V1$
V_0 (Initial parameter)	$V1_0$

ขั้นตอนที่ 3 วงจรแปลงผันกระแสสลับเป็นกระแสตรง (AC-DC Converter) สามารถแสดงได้ในรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 วงจรแปลงผันกำลังไฟตรงแบบสวิตซ์โหมด

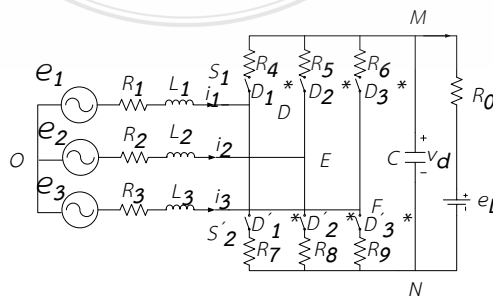
ขั้นตอนที่ 4 สามารถเขียนสมการทางคณิตศาสตร์ได้ดังสมการที่ (3.3) และ (3.4)

$$DV_{in} = (1-D)V_o \quad (3.3)$$

$$\left(\frac{V_o}{V_{in}}\right) = \frac{D}{1-D} \quad (3.4)$$

ขั้นตอนที่ 5 ปรับเพิ่มความถี่สวิตซ์และเพิ่มค่าคาปาซิเตอร์ ดังนั้นในการปรับความถี่สวิตซ์และตัวเก็บประจุจึงมีผลต่อประสิทธิภาพและการกระเพื่อมของแรงดันเอาต์พุตค่าตัวเหนี่ยวนำในวงจรก็มีผลต่อการกระเพื่อมและความต่อเนื่องของกระแสตัวเหนี่ยวนำ

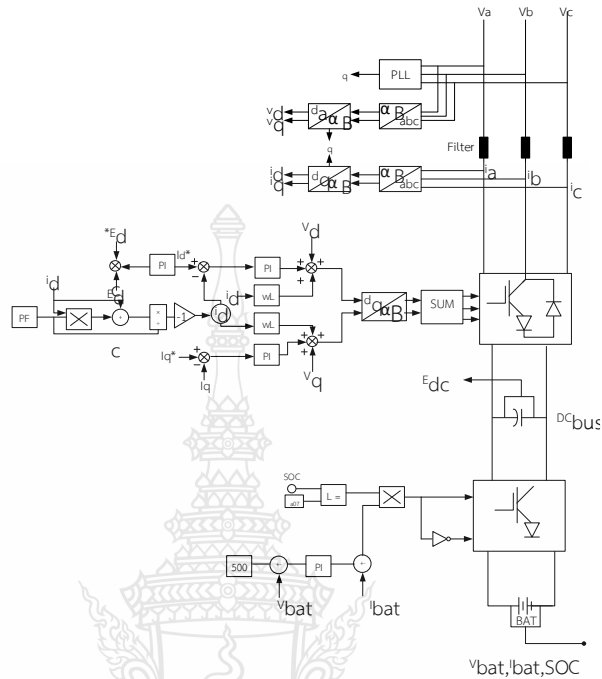
ขั้นตอนที่ 6 ควบคุมกระแสทางด้านขาเข้าที่เป็นไฟฟ้ากระแสสลับและควบคุมกระแสไฟฟ้าขาออก ที่นั่น จะใช้เป็นวงจรแปลงผันไฟฟ้ากระแสสลับที่เป็นสามเฟสให้เป็นกระแสตรง (AC/DC Converter) ตามรูปที่ 4.2



รูปที่ 3.2 วงจรอินเวอร์เตอร์สามเฟส

ขั้นตอนที่ 7 การประจุตามสถานะของแบตเตอรี่ (State of Charge) ดังไดอะแกรมที่แสดงในรูปที่

3.3

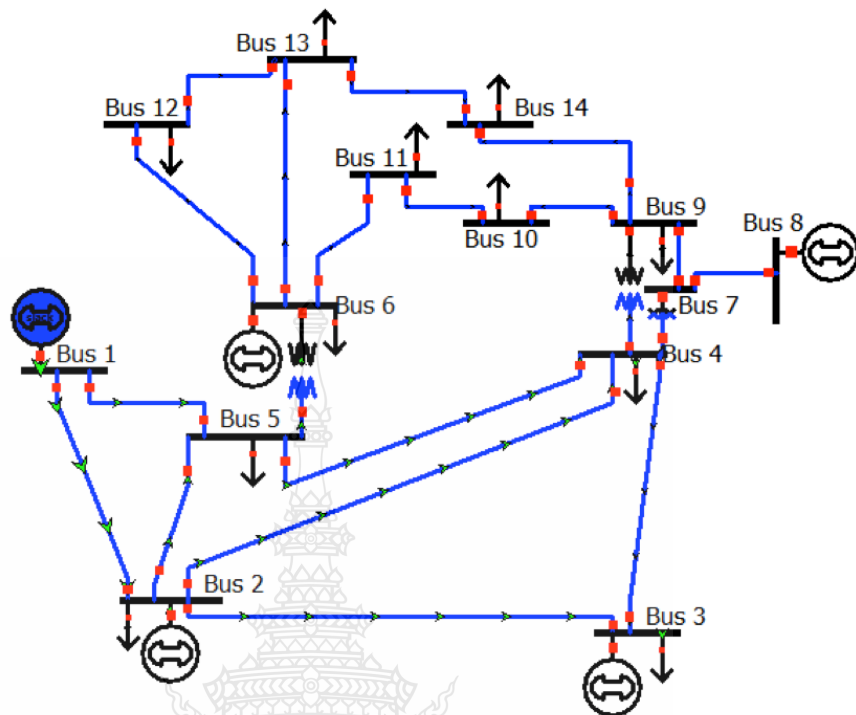


รูปที่ 3.3 ไดอะแกรมของระบบควบคุมคอนเวอเตอร์

ขั้นตอนที่ 8 ทำการวิเคราะห์รูปแบบของแรงดันไฟฟ้าในแต่ละบัส ในกรณีที่โหลดยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามการทดสอบ ทำการเปรียบเทียบกรณีฐานของระบบทดสอบ 14 บัส

ขั้นตอนที่ 9 ทำการวิเคราะห์ ค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่อกริด จากรูปแบบของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามการทดสอบ เพื่อการวิเคราะห์เสถียรภาพในสภาวะคงตัวในจุดการทำงานต่างๆของการเพิ่มขึ้นของโหลดจนยุติ ณ จุดแรงดันพังทลาย (Voltage Collapses) โดยการเปรียบเทียบกับโหลดยานยนต์ไฟฟ้าแบบกำลังไฟฟ้าคงที่

ขั้นตอนที่ 10 ทำการวิเคราะห์ค่ากำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมของระบบ (Total Power Loss) และค่าการเบี่ยงเบนแรงดัน (Voltage Deviation) จากรูปแบบของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นตามการทดสอบโดยผลการศึกษาและผลทดสอบสามารถนำเสนอได้ในบทความไปในส่วนของการทดลองกรณีศึกษาที่ 1 โดยจะแสดงผลการศึกษาและเปรียบเทียบกรณีศึกษาของการเพิ่มขึ้นของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าสำหรับสถานีประจุเร็ว โดยการนำมาใช้ในการวิเคราะห์ปัญหาที่จำลองสถานการณ์ขึ้น ดังแสดงในรูปที่ 3.4



รูปที่ 3.4 ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE14 บัส

3.3 กรณีศึกษาที่ 2 การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีชาร์จสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน โดยใช้เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยกลุ่มอนุภาค

ปัจจุบันยานพาหนะไฟฟ้า (EVs) ใช้กันอย่างแพร่หลายทั่วโลก ยานพาหนะไฟฟ้าแบบผสมผสาน รถยนต์ไฟฟ้าแบบเสียบปลั๊ก (PEV) รถขนส่งและรถยนต์ของโรงงานที่ใช้ไฟฟ้า มีมากขึ้นและมากขึ้นของการใช้งานทั่วไป เทคโนโลยีแบตเตอรี่และตัวควบคุมระบบไฟฟ้ากำลังก้าวหน้าอย่างรวดเร็ว ในแง่ของการพัฒนาเทคโนโลยี แรงจูงใจด้านภาษีของรัฐบาลทำให้ไม่สามารถเพิ่มภาระไฟฟ้าได้ อย่างไรก็ตาม เนื่องจากแหล่งจ่ายไฟของรถไฟฟ้าแปลงพลังงานจาก AC เป็น DC ผ่านเครื่องชาร์จจะชาร์จแบตเตอรี่ขึ้นอยู่กับขนาดของแบตเตอรี่ PEV งานวิจัยหลายชิ้นได้รายงานว่าการชาร์จมีผลต่อความผันผวนของแรงดันไฟฟ้าและลดเสถียรภาพแรงดันไฟฟ้าในระบบไฟฟ้าพลังงาน การใช้เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพที่เหมาะสมได้ถูกนำไปประยุกต์ใช้ในการแก้ปัญหาทางไฟฟ้าในปัจจุบัน วิธีการหาตำแหน่งของสถานีชาร์จ PEV ในระบบไฟฟ้าโดยใช้วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของอนุภาค รวมทั้งปัญหาการติดตั้งแบตเตอรี่ในระบบชาร์จและรถยนต์ไฟฟ้า

ดังนั้นหลักการขั้นตอนในการหาความเร็วของการเปลี่ยนแปลงในตำแหน่งของอนุภาคและเป็นค่าคงที่การเร่งความเร็วอยู่ระหว่าง 0 และ 4 โดยตำแหน่งที่ดีที่สุดของอนุภาคที่ถูกพบว่าเป็นตำแหน่ง

เดิม ตำแหน่งใหม่และตำแหน่งดั้งเดิมของอนุภาคจะถูกบันทึกเป็นค่าน้ำหนัก ขอบเขตถูกตั้งค่าระหว่าง 0.4 ถึง 0.9 ลำดับมีดังนี้:

ขั้นตอนที่ 1 รับข้อมูล fieldbus ช่วงกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟและช่วงแรงดันบัส

ขั้นตอนที่ 2 สุ่มประชากรเริ่มต้นของอนุภาคด้วยตำแหน่งสุ่มและเปลี่ยนความเร็วของตำแหน่งอนุภาครอบตัวนับซ้ำ

ขั้นตอนที่ 3 แต่ละอนุภาคถ้าแรงดันบัสและกำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟอยู่ในช่วงที่กำหนดและการไหลของพลังงานจะคำนวณโดยใช้วิธีปรับปรุง Newton-Rapson จากนั้นคำนวณการสูญเสียทั้งหมดของแต่ละบัส

ขั้นตอนที่ 4 แต่ละอนุภาคเปรียบเทียบค่าเป้าหมายกับอนุภาคที่ดีที่สุดหากค่าเป้าหมายต่ำกว่า ตั้งค่านี้อันและบันทึกตำแหน่งของอนุภาคที่เกี่ยวข้อง

ขั้นตอนที่ 5 รวบรวมค่าที่ดีที่สุดของแต่ละอนุภาคในตัวแปร (p_{best}) และรักษาคุณค่าที่ดีที่สุดของอนุภาคทั้งหมดไว้ในตัวแปร (g_{best})

ขั้นตอนที่ 6 ปรับปรุงความเร็วและตำแหน่งของอนุภาคโดยใช้ (3.5) และ (3.6) ตามลำดับ

$$V^{new} = W \times V^{old} + c_1 \times \text{rand}() \times (p^{local} - p^{old}) + \dots \quad (3.5)$$

$$c_2 \times \text{rand}() \times (p^{local} - p^{old})$$

$$x^{new} = x^{old} + V^{new} \quad (3.6)$$

ขั้นตอนที่ 7 หากจำนวนรอบถึงขีด จำกัด สูงสุดให้ไปที่ขั้นตอนที่ 8 หากไม่ใช่ให้กำหนดรอบและกลับไปขั้นตอนที่ 3

ขั้นตอนที่ 8 แสดงผลลัพธ์ฟังก์ชันเป้าหมายที่ดีที่สุดสำหรับการจัดวางที่เหมาะสม; เพื่อให้สอดคล้องกับระบบที่มีการสูญเสียพลังงานต่ำที่สุด

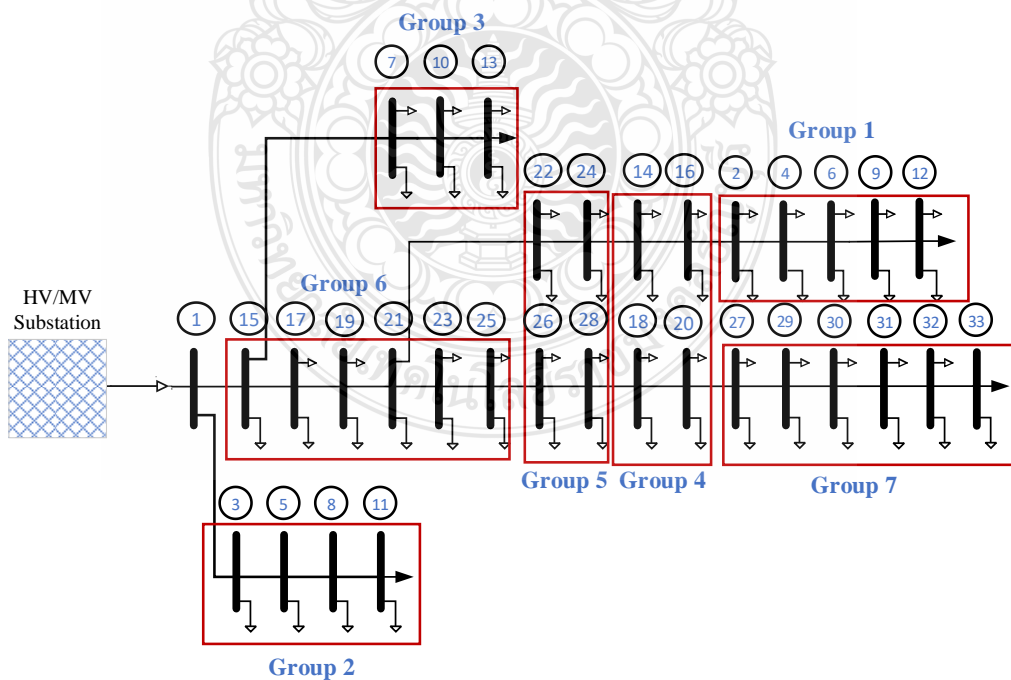
โดยการกำหนดตำแหน่งของสถานีชาร์จสำหรับ PEV นั้นขึ้นอยู่กับ การสูญเสียพลังงานขั้นต่ำในระบบ ฟังก์ชันเป้าหมายสำหรับการคำนวณค่าที่เหมาะสมโดยใช้ Particle Swarm Optimization (PSO) ถึงระบบการหาค่าที่เหมาะสม

3.4 กรณีศึกษาที่ 3 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของโซลาร์ฟาร์มและสถานีชาร์จ EV โดยใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธี Metaheuristic

ด้วยปัจจุบันกระแสนิยมแหล่งพลังงานทดแทนนั้นเพิ่มมากขึ้นด้วยเป็นแหล่งพลังงานสะอาด เพื่อต้องการลดการใช้แหล่งพลังงานที่ใช้เชื้อเพลิงจากฟอสซิล ด้วยแหล่งพลังงานทดแทนในปัจจุบันจากการนำเสนอนิว ซึ่งประกอบไปด้วยแหล่งพลังงานทดแทนจำพวกชีวมวล(Biomass) พลังงานน้ำ พลังงานความร้อนใต้พิภพ พลังงานลม และพลังงานแสงอาทิตย์ เนื่องจากพลังงานแสงอาทิตย์เป็นพลังงานสะอาดด้วยช่วยลดการปลดปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ก่อให้เกิดสภาวะโลกร้อนได้ ในปัจจุบันเทคโนโลยีดังกล่าวเริ่มมีราคาถูกลง และมีมากมายหลากหลายเทคโนโลยี สามารถที่จะมี

ระยะเวลาทำกำไรที่ยาวขึ้น จุดคุ้มทุนสั้นลง ทำให้ในหลายๆประเทศมีการติดตั้งโรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์เพิ่มมากขึ้น จนเกิดปัญหาในด้านความต้องการไฟฟ้าสูงสุดเปลี่ยนช่วงเวลาไปจากในอดีต และพยายามส่งเสริมเทคโนโลยีการจัดเก็บพลังงานสะสม (Energy Storage System, ESS) เพื่อนำมาเก็บพลังงานในช่วงที่โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ผลิตได้เกินความจำเป็นหรือจัดเก็บพลังงานในช่วง Off Peak เป็นต้น

ในกรณีศึกษานี้นำเสนอหลักการการกำหนดตำแหน่งและขนาดของแหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์สำหรับสถานีประจุนานยนต์ไฟฟ้าภายใต้การเพิ่มขึ้นของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าด้วยวิธีการหาค่าที่เหมาะสมที่สุดด้วยวิธีการ ABC เป็นวิธีการประยุกต์ใช้แหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์กับการติดตั้งของกลุ่มสถานีประจุนานยนต์ไฟฟ้าที่มีรูปแบบที่เหมาะสม เพื่อต้องการลดผลกระทบจากการใช้พลังงานไฟฟ้าของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าต่อระบบไฟฟ้าโดยสมมุติให้มีการประจุนานยนต์ในช่วงเวลาที่สถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์สามารถผลิตได้และใช้ประโยชน์อย่างเต็มที่ในช่วงดังกล่าว โดยทำการติดตั้งสถานีประจุนานยนต์จำนวน 7 สถานี และสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 1 สถานี ทำการทดสอบในระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 33 บัส ด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสม ABC ทำการวิเคราะห์โหลดยานยนต์ภายใต้สภาวะคงตัวพิจารณาเป็นโหลดสมดุล ทำการวิเคราะห์ด้วยการปรับปรุงวิธีการกระจายย้อนกลับและแรงดันไปข้างหน้า (Modify Backward-Forward Sweep method, MBFS) โดยมีค่าฟังก์ชันเป้าหมายเป็นการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าที่โหลดต่ำสุด (Load Voltage Deviation, LVD) โดยในรายละเอียดสามารถนำเสนอได้ใน ในขณะที่ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 33 บัส สำหรับใช้ในกรณีสามารถนำเสนอได้ดังรูปที่ 3.3 และขั้นตอนและวิธีการดำเนินการสามารถนำเสนอได้ในลำดับถัดไป



รูปที่ 3.5 ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 33 บัส และการแบ่งกลุ่มของตำแหน่งของสถานีประจุนานยนต์จำนวน 7 สถานี

ขั้นตอนที่ 1 ทำการรับข้อมูลของระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 33 บัส ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลสายส่งกำลังไฟฟ้า ข้อมูลบัส และข้อมูลของโหลด

ขั้นตอนที่ 2 ทำการกำหนดขอบเขตของสถานีประจุนเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากรายการที่ 3.4

ขั้นตอนที่ 3 ทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของวิธีการ ABC ดังนี้ ขนาดของจำนวนผึ้ง(ผึ้งงานและผึ้งสำรวจ)เท่ากับ 200 ตัว ขนาดของแหล่งอาหารมีค่าเท่ากับ 100 แหล่ง(มีขนาดครึ่งหนึ่งของจำนวนผึ้งงานและผึ้งสำรวจ) จำนวนตัวแปรเท่ากับ 16 ตัวแปร (x) (ซึ่งประกอบไปด้วยตำแหน่งและขนาดของสถานีประจุนเร็วมีค่าเท่ากับ 14 และ ขนาดและตำแหน่งของสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 2 โดยสามารถนำเสนอหลักการแบ่งตัวแปรได้ในรูปที่ 2 ที่นำเสนอใน[164]) จำนวนรอบสูงสุดในการค้นหาเท่ากับ 1,000 รอบ (*iteration*) และค่าความผิดพลาด $\epsilon = 0.0001$

ขั้นตอนที่ 4 ทำการตรวจสอบจำนวนรอบ ($i \leq 1,000$ และ $(\epsilon) \geq$ ค่าของค่าตอบมากกว่าที่กำหนด หากเป็นจริงให้ข้ามไปที่ขั้นตอนที่ 10 และหากเป็นเท็จให้ไปที่ขั้นตอนที่ 5

ตารางที่ 3.2 ขอบเขตที่เป็นไปได้ของตำแหน่งการติดตั้งและขนาดของสถานีประจุนเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง 7 กลุ่มและสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

ลำดับ/กลุ่ม	ตำแหน่งที่ติดตั้ง (BusNo.)	ขอบเขตของขนาด (kW)	
		Min	Max
EVs			
1	2,4,6,9,12	50	500
2	3,5,8,11	50	500
3	7,10,13	50	500
4	14,16,18,20	50	500
5	22,24,26,28	50	500
6	15,17,19,21,23,25	50	500
7	27,29,30,31,32,33	50	500
PV	2-33	100	2000

ขั้นตอนที่ 5 ทำการสุ่มค่าของตัวแปร (x) จากขอบเขตที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 6 ทำการคำนวณหาค่าฟังก์ชันเป้าหมายเป็นการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าที่โหลดต่ำสุด ซึ่งจากการประยุกต์ใช้วิธีการกระแสร้อนกลับและแรงดันไปข้างหน้า (Backward-forward Sweep method)

ขั้นตอนที่ 7 ทำการเลือกแหล่งอาหารของฝูงผึ้งจากพื้นฐานความน่าจะเป็นของแหล่งอาหารของผึ้งที่ดีต่อแหล่งอาหารของผึ้งทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 8 ทำการปรับค่าความเร็วของการเคลื่อนที่ของกลุ่มผึ้งในฝูงจากการสุ่มของขอบเขตจากตำแหน่งเดิม

ขั้นตอนที่ 9 ทำการเพิ่มค่าตัวนับรอบ $i = i + 1$ กลับไปที่ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 10 ทำการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมในระบบไฟฟ้ากำลัง

ขั้นตอนที่ 11 ทำการแสดงผลลัพธ์ของการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมและรูปแบบแรงดันไฟฟ้าในแต่ละบัส

ขั้นตอนที่ 12 สิ้นสุดการค้นหาตำแหน่งและขนาดที่เหมาะสมของสถานีประจุเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและแหล่งจ่ายพลังงานไฟฟ้าโซลาร์ฟาร์ม

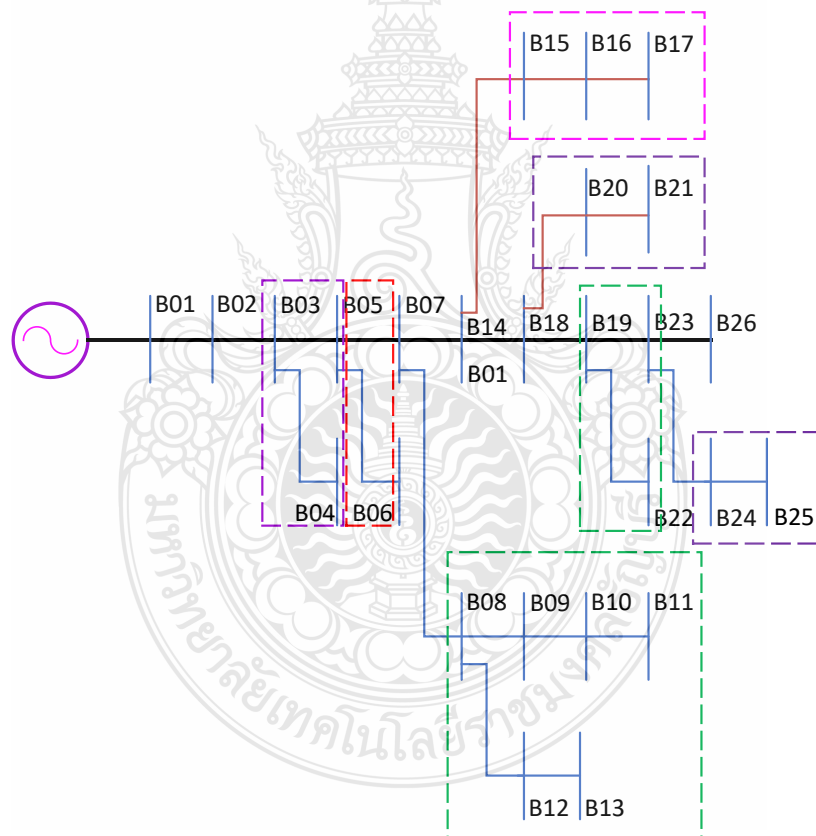
โดยผลการศึกษาและผลทดสอบสามารถนำเสนอได้ในบทความในส่วนของผลการทดลองกรณีศึกษาที่ 4 ซึ่งจะทำการเปรียบเทียบในกรณีศึกษาที่นำเสนอในการกำหนดขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุเร็วและสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ในระบบทดสอบ ซึ่งให้เห็นจุดที่เป็นประโยชน์ในการนำสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ไปใช้ร่วมกับแหล่งจ่ายพลังงานหลักของระบบ เพื่อลดผลกระทบจากการใช้พลังงานจากกริดของสถานีประจุแบบเร็ว

3.5 กรณีศึกษาที่ 4 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของโซลาร์ฟาร์มและสถานีชาร์จ EV โดยใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธี Metaheuristic ในระบบไฟฟ้า IEEE 26 บัส

ในการแก้ปัญหาของแรงดันตกสามารถช่วยให้พลังงานไฟฟ้ากลับสู่การใช้งานปกติ จำเป็นต้องมีระบบพลังงานเพื่อแทนที่ และเป็นที่แน่นอนว่าระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ (PV) เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เชื่อมต่อโดยตรงกับระบบการกระจายของเครือข่ายพลังงาน และผลกระทบของการชาร์จ EV ที่รวดเร็วนั้น มีผลต่อการลดความเสถียรของแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยการสร้างแบบจำลองการชาร์จพลังงานไฟฟ้าที่โหนดยานยนต์คงที่ โดยใช้แหล่งพลังงานที่สามารถรองรับความต้องการพลังงานสามารถสร้างได้เมื่อต่อเข้ากับแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ จากนั้นพิจารณาพฤติกรรมของการชาร์จของยานยนต์ไฟฟ้าถูกประเมินในการชาร์จแบบสุ่มและการปฏิบัติเพื่อลดความเสี่ยงในการดำเนินงานของเครือข่ายการกระจาย [46] ระบบชาร์จ EV ไม่สามารถให้ข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับพฤติกรรมของระบบชาร์จในระหว่างกระบวนการชาร์จที่ผ่านมา ดังนั้นโหนด EV จึงพัฒนาตามโหนด ZIP ที่สามารถใช้เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของอุปกรณ์ชาร์จ EV และรวมเข้ากับพลังงาน อย่างไรก็ตามการวางตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมสามารถทำให้เกิดการสูญเสียระบบสูงและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ดังนั้นการจัดวางโซลาร์ฟาร์มที่เหมาะสมสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของเครือข่ายพลังงานได้ ในแง่ของโปรไฟล์แรงดันไฟฟ้าการสูญเสียระบบต่ำและเพิ่มความเสถียรของระบบไฟฟ้าเพื่อให้มีระบบที่มีเสถียรภาพมากขึ้นความเป็นจริงของเทคนิคการปรับให้เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะประกอบด้วยเทคนิคที่เป็น Meta Heuristic มาช่วยการแก้ปัญหาการจัดวางตำแหน่งของสถานีประจุไฟฟ้า

ในการหาขนาด และตำแหน่งที่เหมาะสมดังกล่าว โดยเลือกใช้ Artificial Bee Colony Algorithm (ABC) เปรียบเทียบกับ Cuckoo Search Algorithm (CSA) เพื่อที่จะทดสอบโปรแกรมทั้งสองว่าวิธีการใด จะใช้เวลาในการเข้าสู่ข้อมูลได้เร็วที่สุด และถูกต้องที่สุด

โดยทำการติดตั้งสถานีประจุมเร็วจำนวน 7 สถานี และสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จำนวน 1 สถานี ทำการทดสอบในระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 26 บัส ด้วยเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสม ABC และ CSA ทำการวิเคราะห์โหลดภายใต้สภาวะคงตัวพิจารณาเป็นโหลดสมดุล ทำการวิเคราะห์ด้วยการปรับปรุงวิธีการกระแสร้อนกลับและแรงดันไปข้างหน้า (Modify Backward-Forward Sweep method, MBFS) โดยมีค่าฟังก์ชันเป้าหมายเป็นการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าที่โหลดต่ำสุด (Load Voltage Deviation, LVD) โดยในรายละเอียดสามารถนำเสนอได้ใน ในขณะที่ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 26 บัส สำหรับใช้ในกรณีสามารถนำเสนอได้ดังรูปที่ 3.3 และขั้นตอนและวิธีการดำเนินการสามารถนำเสนอได้ในลำดับถัดไป



รูปที่ 3.6 ระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 26บัส และการแบ่งกลุ่มของตำแหน่งของสถานีประจุมเร็วจำนวน 7 สถานี

ขั้นตอนที่ 1 ทำการรับข้อมูลของระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 26 บัส ซึ่งประกอบไปด้วยข้อมูลสายส่งกำลังไฟฟ้า ข้อมูลบัส และข้อมูลของโหลด

ขั้นตอนที่ 2 ทำการกำหนดขอบเขตของสถานีประจุเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์จากรายที่ 3.4

ขั้นตอนที่ 3 ทำการกำหนดค่าพารามิเตอร์เริ่มต้นของวิธีการ ABC และ CSA ดังนี้ ขนาดของจำนวนฝั่ง(ฝั่งงานและฝั่งสำรวจ)เท่ากับ 200 ตัว ขนาดของแหล่งอาหารมีค่าเท่ากับ 100 แหล่ง(มีขนาดครึ่งหนึ่งของจำนวนฝั่งงานและฝั่งสำรวจ) จำนวนตัวแปรเท่ากับ 16 ตัวแปร(x) (ซึ่งประกอบไปด้วยตำแหน่งและขนาดของสถานีประจุเร็วมีค่าเท่ากับ 14 และ ขนาดและตำแหน่งของสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์มีค่าเท่ากับ 2 โดยสามารถนำเสนอหลักการแบ่งตัวแปรได้ในรูปที่ 2 ที่นำเสนอใน[164]) จำนวนรอบสูงสุดในการค้นหาเท่ากับ 1,000 รอบ (*iteration*) และค่าความผิดพลาด $\epsilon = 0.0001$

ขั้นตอนที่ 4 ทำการตรวจสอบจำนวนรอบ ($i \leq 1,000$ และ $(\epsilon) \geq$ ค่าของค่าตอบมากกว่าที่กำหนด หากเป็นจริงให้ข้ามไปที่ขั้นตอนที่ 10 และหากเป็นเท็จให้ไปที่ขั้นตอนที่ 5

ตารางที่ 3.3 ขอบเขตที่เป็นไปได้ของตำแหน่งการติดตั้งและขนาดของสถานีประจุเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าทั้ง 7 กลุ่มและสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

Item/Group	Possible Position (Bus No.)	Sizing limit (kW)	
		Min	Max
1	2,3	50	500
2	5,6	50	500
3	7,8,9,10,11,12,13	50	500
4	14,15,16,17	50	500
5	18,19,20,21	50	500
6	25,26	50	500
7	22,23	50	500
PV	2-26	100	2,000

ขั้นตอนที่ 5 ทำการสุ่มค่าของตัวแปร (x) จากขอบเขตที่กำหนด

ขั้นตอนที่ 6 ทำการคำนวณหาค่าฟังก์ชันเป้าหมายเป็นการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าที่โหลดต่ำสุด จากการประยุกต์ใช้วิธีการกระแสนอนกลับและแรงดันไปข้างหน้า (Backward-forward Sweep method)

ขั้นตอนที่ 7 ทำการเลือกแหล่งอาหารของฝูงฝั่งจากพื้นฐานความน่าจะเป็นของแหล่งอาหารของฝั่งที่ดีที่สุดต่อแหล่งอาหารของฝั่งทั้งหมด

ขั้นตอนที่ 8 ทำการปรับค่าความเร็วของการเคลื่อนที่ของกลุ่มฝั่งในฝูงจากการสุ่มของขอบเขตจากตำแหน่งเดิม

ขั้นตอนที่ 9 ทำการเพิ่มค่าตัวนับรอบ $i = i + 1$ กลับไปที่ขั้นตอนที่ 4

ขั้นตอนที่ 10 ทำการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมในระบบไฟฟ้ากำลัง

ขั้นตอนที่ 11 ทำการแสดงผลลัพธ์ของการคำนวณกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมและรูปแบบแรงดันไฟฟ้า

ในแต่ละปี

ขั้นตอนที่ 12 สิ้นสุดการค้นหาตำแหน่งและขนาดที่เหมาะสมของสถานีประจุเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าและสถานีไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์

3.6 กรณีศึกษาที่ 5 การควบคุมความผันผวนของความถี่ต่ำในระบบไฟฟ้ากำลังภายใต้การติดตั้งสถานีชาร์จ EV ขนาดใหญ่โดยใช้เทคนิค PSO สำหรับการเปลี่ยนพารามิเตอร์ PSS

จากแนวคิดที่ว่า ยานพาหนะไฟฟ้า (EV) ได้รับการปรับปรุงให้ดีขึ้นด้วยพลังงานสะอาดและความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีที่เกี่ยวข้อง มีความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีอย่างรวดเร็วเพื่อปรับปรุง EV มีประสิทธิภาพมากขึ้น และพัฒนาระบบไฟฟ้า การเติบโตของเทคโนโลยีใหม่เป็นส่วนสำคัญของการพัฒนาระบบไฟฟ้าคือพลังงานที่ใช้ในการขับเคลื่อน ดังนั้น E.V. เมื่อได้รับจากพลังงานที่สะสมในแบตเตอรี่ผ่านส่วนประกอบการชาร์จ ดังนั้นพลวัตของ EVs เผยให้เห็นคุณลักษณะแบบสองทิศทางในการชาร์จและการคายประจุไปยังกริดในรุ่น DC ที่ชาร์จเร็ว ในงานวิจัยนี้เป็นการสร้างแบบจำลองไม่ได้รับการพิจารณาในแง่ของการสร้างแบบจำลองตัวแปลง AC เป็น DC เพื่อชาร์จแบตเตอรี่ ในขณะเดียวกัน ระบบ Vehicle-to-grid (V2G) จะมีการกำหนดให้ควบคุมการแกว่งความถี่และการชาร์จตามกำหนดเวลา ซึ่งส่งผลต่อความผันผวนของความถี่จากความต้องการในการชาร์จประเภทต่างๆ ที่ผลกระทบของ EV ต่อแรงดันไฟฟ้ารุ่นต่างๆ และเมื่อมีแรงดันลดลง การสูญเสียที่เกิดกับกริด และแรงดันไฟฟ้าของกริดที่ความเบี่ยงเบนของแรงดันไฟฟ้าทำให้เกิดผลกระทบ จะผลกระทบของสถานีชาร์จแบบเร็วของโพล EV มีความสนใจในแง่มุมต่างๆ ของการวิเคราะห์สถานะคงตัว เช่น อายุของหม้อแปลง การโหลดสายส่ง ความไม่สมดุลของแรงดันไฟฟ้า และอิทธิพลของฮาร์มอนิก ดังนั้นการวิเคราะห์โพลและการสร้างแบบจำลองจึงจำเป็นที่เราจะต้องพิจารณา ส่วนปัญหาการควบคุมที่เหมาะสมกับตัวแปรไม่เท่ากัน และนักวิจัยเลือกใช้ การแก้ปัญหาโดยใช้เทคนิค Particle Group Optimization (PSO) เพื่อหาว่า ผลการคำนวณแสดงการทำงานที่ปลอดภัยสำหรับแบตเตอรี่ PEM และเซลล์เชื้อเพลิงที่ไม่ส่งผลต่อความสามารถในการขับขี่ของรถ และการศึกษาอีกเรื่องหนึ่งคือการประยุกต์ใช้อัลกอริทึม meta-heuristic จำนวนมากในหลาย ๆ ด้าน เช่น การเรียนรู้ด้วยรูปแบบการเรียนรู้ของเครื่อง อัลกอริทึมเหล่านี้มีประสิทธิภาพและเป็นที่ยอมรับสำหรับการจัดกลุ่มรูปภาพ ในการศึกษาที่ใช้อัลกอริทึม Spherical Evolution Algorithm (SEA) ระหว่างการจัดกลุ่มรูปภาพ SE โดยใช้อัลกอริทึมวิวัฒนาการของทรงกลมโดยการเปลี่ยนตัวประกอบมาตราส่วน (SF) และจำนวนพารามิเตอร์การประเมินการทำงาน (FES) เพื่อหาค่าที่ดีที่สุดของพารามิเตอร์เมตาฮิวริสติกอื่นๆ ตัวอย่างเช่น Genetic Algorithm (GA), Ant Colony Optimization (ACO) และ Particle Swarm Optimization (PSO) จะถูกนำไปใช้และนำไปใช้กับภาพ ผลการเปรียบเทียบแสดงให้เห็นว่าแนวทาง

SEA มีประสิทธิภาพเหนือกว่าแนวทางอื่นๆ ในแง่ของเวลาดำเนินการและค่าต่ำสุด ดังนั้นจึงใช้การเพิ่มประสิทธิภาพของการเพิ่มประสิทธิภาพ ในด้านการศึกษา การเปรียบเทียบระหว่างการเพิ่มประสิทธิภาพทั้งสอง โดยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพที่ไม่ธรรมดาซึ่งเป็นอัลกอริธึมทางพันธุกรรมและการเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่มอนุภาค การแก้ปัญหาของตัวแปรหลายคู่และการคำนวณที่ซับซ้อนเพื่อค้นหาผลลัพธ์ที่เหมาะสมที่สุดนั้น ขึ้นอยู่กับวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพคลาสเตอร์อนุภาค นอกจากนี้ยังจะนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการของอัลกอริธึมทางพันธุกรรม จากการจำลอง ผลลัพธ์จะเป็นอย่างไร คู่เส้นทางที่เหมาะสมที่สุดที่มีน้ำหนักรวมที่กำหนด และผลที่ได้คือประสิทธิภาพที่ดีที่สุด ประการที่สอง สำหรับการใช้จ่ายพลังงาน เมื่อคำนวณคู่เส้นทาง การใช้จ่ายพลังงานสำหรับวิธี PSO จะถูกเลือกด้วยวิธี GA ประการที่สาม ค่า SNR ของวิธี PSO มีค่าน้อยกว่าวิธี GA ประการที่สี่ ความแปรปรวนโหลดด้วยวิธี PSO มีค่ามากกว่าวิธี GA ประการที่ห้า ใช้วิธี PSO เวลาในการคำนวณน้อยกว่าวิธี GA

โดยการพิจารณาจะคำนึงถึงการชาร์จของ EVs ขนาดใหญ่ในระบบไฟฟ้ากำลัง ดังนั้น ระบบการทดสอบจึงถูกแสดงโดยใช้แนวคิด single machine infinite bus (SMIB) มีการใช้รถบัสขยายหกสายของกริดเพื่อแก้ปัญหาผลกระทบของ EV บนกริด EVs เชื่อมต่อกับรถบัสหมายเลข B3 ระยะทางของสายส่งระหว่างรถบัสถูกกำหนดเป็น 10 กม. ระบบทดสอบถูกนำเสนอในรูปแบบที่ 2 เพื่อแสดงระบบโหลดที่สมดุล ในขณะเดียวกัน จำนวน EV เพิ่มขึ้น 50 % 100 % 150% 200% และ 300% โดยใช้ ZIP modelling EVs ถูกกำหนดโดยพลังงานที่ใช้งาน 20 MW pf 0.95. โหลด PQ ของกริดถูกกำหนดโดยกำลังไฟฟ้า 50 MW และกำลังไฟฟารีแอกทีฟ 10 MVar ในขณะเดียวกัน พารามิเตอร์ของสายส่งถูกกำหนดโดย $R = 0.0529$ โอห์ม/กม./เฟส, $X = 0.529$ โอห์ม/กม./เฟส, $B = 0.308129$ ไมโครซีเมนส์/กม./เฟส ตามลำดับ พารามิเตอร์ของ EVs ในการสร้างแบบจำลอง ZIP สามารถแสดงได้ในตารางที่ 3.4 ดังนั้น การทดลองสามารถแบ่งออกเป็น 3 กรณีดังนี้

1. ระบบทดสอบกรณี A ที่ไม่มีการควบคุม PSS
 2. ระบบทดสอบกรณี B พร้อมการควบคุม PSS
 3. ระบบทดสอบ Case C พร้อมการควบคุม PSS และการหมุนพารามิเตอร์เมื่อติดตั้ง EVs
- ฟังก์ชันวัตถุประสงค์ดังแสดงในสมการที่ 3.7

$$\max(J) = \max(\min(\{\zeta_i\})) \quad i = 1, 2, 3 \dots \quad (3.7)$$

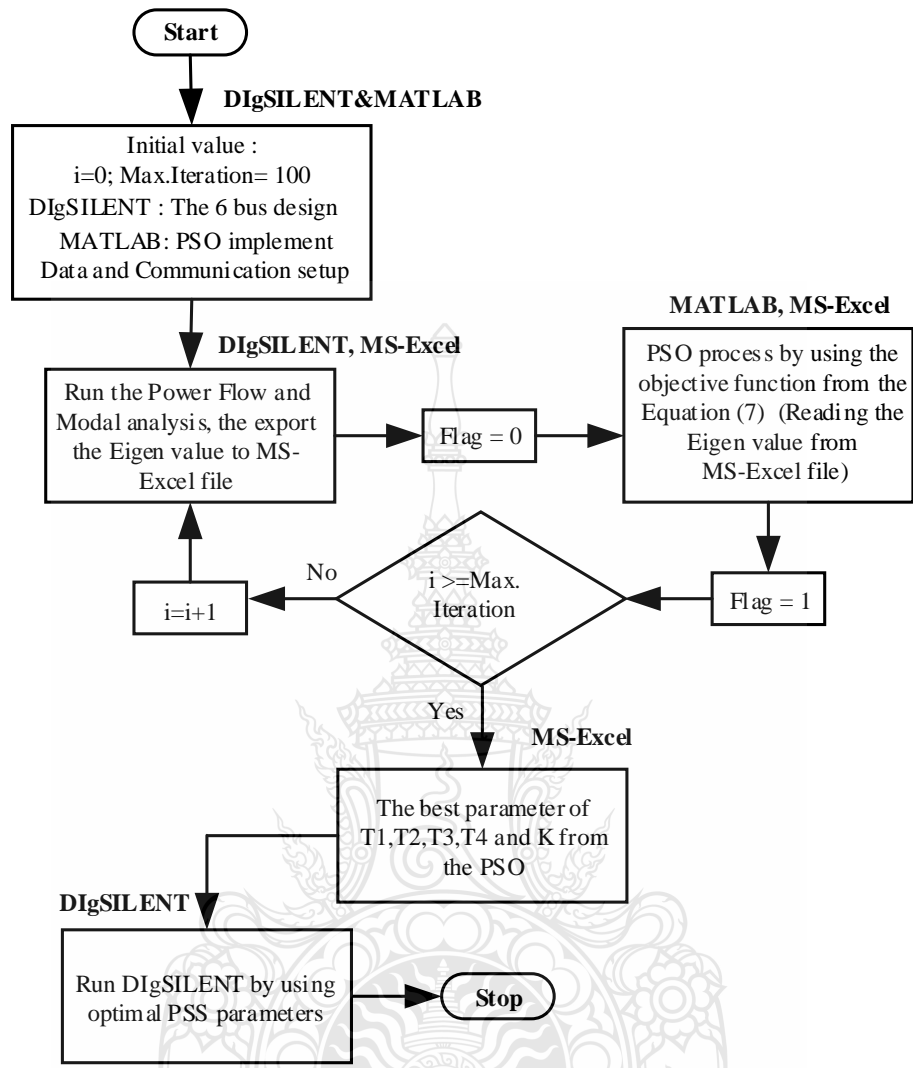
จากสมการที่ 3.7 กำหนดโดยค่าของชุดฟังก์ชันอัตราส่วนการหน่วงสูงสุด เมื่อ แสดงโมเมนต์ความเฉื่อยในกริด พารามิเตอร์จาก PSS ถูกรวมเข้าด้วยกันโดยการควบคุมและชดเชยตลอดพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดที่แสดงไว้ในตารางที่ 3.4 การทดสอบดำเนินการโดยใช้ PSO ผ่านโปรแกรม MATLAB PSO สามารถกำหนดได้โดยพารามิเตอร์และขอบเขตดังนี้

ตารางที่ 3.4 พารามิเตอร์ของ PSO สำหรับการปรับแต่ง PSS

Parameters	Value
Number variable ($K_{PSS}, T_1, T_2, T_3, T_4$)	5
Time constant of washout filter (T_w)	10
Weight of velocity of particle swarm (c_1, c_2)	2, 2
Time constant upper-lower value (T_U, T_L)	0.1, 10
Gain constant upper-lower value (K_U, K_L)	0.1, 100
Particle number (N)	25
Maximum iteration (i)	100

กระบวนการทดลองถูกรวมเข้ากับ DigSILENT และ MATLAB ผ่าน MS-Excel การแลกเปลี่ยนข้อมูลจากซอฟต์แวร์นั้น ประกอบด้วยกระบวนการคู่ขนาน ผลลัพธ์ถูกบันทึกเป็นอนุภาค วนรอบเพื่อค้นหาคำตอบที่ดีที่สุดและลำดับดังแสดงในรูปที่ 3.7 ดังนี้





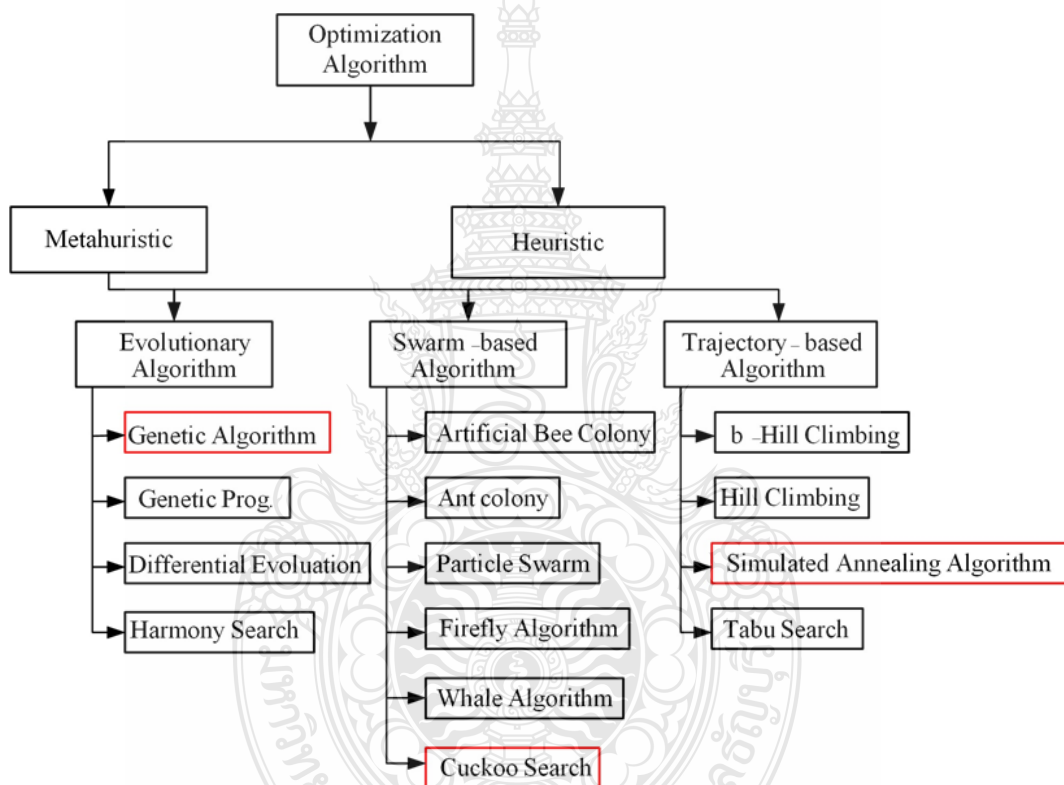
รูปที่ 3.7 การปรับพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับ PSS โดยใช้ PSO

รูปที่ 3.7 แสดงอัลกอริทึมในการค้นหาพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของ PSS โดยใช้ PSO ระบบทดสอบบัสทั้ง 6 ระบบได้รับการออกแบบโดย DIgSILENT และ PSO ที่พัฒนาโดย MATLAB และ MS - Excel ถูกควบคุมและแลกเปลี่ยนข้อมูลจากระบบการจำลอง จุดสิ้นสุดของกระบวนการถูกยุติด้วยอัตราส่วนการหน่วงที่เหมาะสมและมุมของโรเตอร์โดย DIgSILENT

3.7 กรณีศึกษาที่ 6 กรณีศึกษาเรื่องตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์แบบกระจายและสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าโดยใช้ Metaheuristic เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ

รถยนต์ไฟฟ้า (EV) กลายเป็นที่สนใจอย่างมากสำหรับใช้ในการเดินทางและเพื่อการขนส่งผู้โดยสาร ผู้ผลิตรถยนต์หรือผู้ผลิตรถยนต์ได้พัฒนารถยนต์ไฟฟ้าและสายการผลิตเพื่อตอบสนองความต้องการในหลายประเทศ โดยได้รับการสนับสนุนจากรัฐบาลผ่านนโยบายเกี่ยวกับรถยนต์ไฟฟ้า ผลผลิต EV มีความสัมพันธ์ที่ดีกับผลกระทบด้านสิ่งแวดล้อมในแง่ของมลพิษทางอากาศต่ำ รถยนต์โดยทั่วไปใช้กระบวนการเผาไหม้ด้วยเชื้อเพลิงและปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์สู่สิ่งแวดล้อม อย่างไรก็ตาม ปัจจุบันผู้ใช้รถยนต์สนใจเทคโนโลยีรถยนต์ใหม่ ด้วยเทคโนโลยี EV หลายประเภท เนื่องจากพลังงานขั้นสูง ชิ้นส่วนอิเล็กทรอนิกส์ และเทคโนโลยีวัสดุ ดังนั้นการสนับสนุนการเติบโตของ EV การจัดการกริดเป็นปัจจัยสำคัญในการเพิ่มความเสถียรของระบบและรองรับการเปลี่ยนแปลงโหลด เมื่อรถยนต์แบบดั้งเดิมถูกแทนที่ด้วย EV มากขึ้น เรื่องของการชาร์จทำให้เกิดความไม่แน่นอนที่สร้างความกังวลให้กับหลายๆ คนเกี่ยวกับการใช้รถยนต์ไฟฟ้า เนื่องจาก EV ไม่ใช่เครื่องใช้ไฟฟ้าที่ทำงานในที่เดียวกัน เมื่อไม่ได้เคลื่อนที่ จึงไม่สามารถจ่ายไฟให้ใช้งานตามปกติได้ อย่างไรก็ตาม ยานพาหนะไฟฟ้าโดยทั่วไปมีการเคลื่อนที่เร็ว ดังนั้น รถยนต์ไฟฟ้าควรจะชาร์จได้ทุกที่หลังการใช้งาน เพื่อให้สามารถใช้งานได้ทุกที่ ทุกเวลา โดยมีปลั๊กชาร์จให้มาด้วย นักวิจัยหลายคนสนใจที่จะศึกษาสภาพการทดลองต่างๆ มากมาย: การจับจุดตกและการควบคุมเป็นที่นิยมสำหรับการศึกษา ดังที่นำเสนอใน เทคโนโลยีแบตเตอรี่มีความสำคัญอย่างยิ่งต่อการปรับขนาดและระยะทางในการขับรถ EV และพื้นที่การวิจัยที่เกี่ยวข้อง ได้แก่ แบตเตอรี่ลิเธียม แบตเตอรี่แม่เหล็ก และแบตเตอรี่โซลิดสเตต ดังนั้น การพัฒนาแบตเตอรี่จึงเป็นเรื่องที่ท้าทาย และงานวิจัยจำนวนมากมุ่งเน้นความพยายามในการสร้างความหนาแน่นของพลังงานสูง และลดเวลาในการชาร์จแบตเตอรี่ นอกจากนี้ เทคโนโลยีมอเตอร์ของ EV เป็นส่วนประกอบสำคัญของ EV ที่มีการขับเคลื่อนด้วยแรงดูดลากและได้รับการจัดอันดับโดยการใช้พลังงานของแบตเตอรี่ของ EVs เทคโนโลยีแบตเตอรี่และเทคโนโลยีมอเตอร์เป็นพื้นที่การวิจัยที่แตกต่างกัน แต่มีการศึกษาที่คล้ายกัน หากนักวิจัยสนใจเทคโนโลยีวัสดุตามสภาพ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง มีความสนใจเพิ่มขึ้นในผลกระทบของ EV ในแง่ของแบตเตอรี่หมดในการวางแผนและการจัดการพลังงาน นอกจากนี้ นักวิจัยยังได้ศึกษาผลกระทบของระบบไฟฟ้ากำลังในแง่ของการสูญเสีย ความเสถียรของแรงดันไฟฟ้า การสิ้นของระบบไฟฟ้า การตอบสนองความต้องการพลังงานที่ลดลง และสถานีชาร์จที่เหมาะสมที่สุด เนื่องจาก EVs มีผลกระทบต่อพลังงานไฟฟ้า สภาวะที่เหมาะสมและการวางแผนพลังงานจำเป็นต้องได้รับการจำลองและพิจารณาเพื่อรักษากริดด้วยการปรับเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ ดังนั้น จึงต้องศึกษาแหล่งการจัดการพลังงานควบคู่ไปกับ FCS ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดหาพลังงานของแต่ละแหล่งในกระบวนการชาร์จ EV ปัจจุบัน โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (PV) เป็นที่สนใจในการให้พลังงาน PV สามารถรวมเข้ากับระบบจำหน่ายในแนวรัศมี (RDS) เพื่อลดการสูญเสียพลังงานทั้งหมดของระบบไฟฟ้า ดังแสดงในเครื่องชาร์จหรืออุปกรณ์สำหรับชาร์จ FCS เชื่อมต่อกับ RDS โดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแบบสเต็ปดาวน์ ใช้สำหรับลดระดับแรงดันไฟฟ้าของระบบจากสูงไปต่ำ ในขณะที่เดียวกัน การชาร์จแบบปกติจะเชื่อมต่อกับสายไฟเข้ากับเครื่องชาร์จที่บ้านด้วยการชาร์จแบบช้าโหมด โหลด EV เป็นผู้เล่นหลักในการใช้พลังงาน

จากกริด แบบจำลองโหลด EV กำหนดไว้ในโหลดหลายประเภท เช่น ค่าคงที่กำลัง (P) ค่าคงที่กระแส (I) โหลดแบบหลายค่าหรือโหลด ZIP และแบบจำลองตัวแปลงแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า FCS ขนาดใหญ่ ได้รับผลกระทบจากระบบไฟฟ้าในหลายๆ ด้าน ดังนั้นจำเป็นต้องปรับปรุงกริด สามารถนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาาระบบไฟฟ้ากำลัง ดังที่ได้มีการเปิดเผยในงานวิจัยหลายด้าน อัลกอริธึมทางพันธุกรรม (GA) เป็น OT ยอดเยี่ยมที่สามารถนำไปใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งเครื่องกำเนิดแบบกระจาย (DG) ที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้น บทความนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดของ FCS และ PV โดยการเปรียบเทียบวิธี GA, CSA และ SAA กับจำนวนแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับการคำนวณและเวลาในการคำนวณ ในส่วนการคำนวณ โดยกรอบ OT สามารถแสดงในรูปที่ 3.8



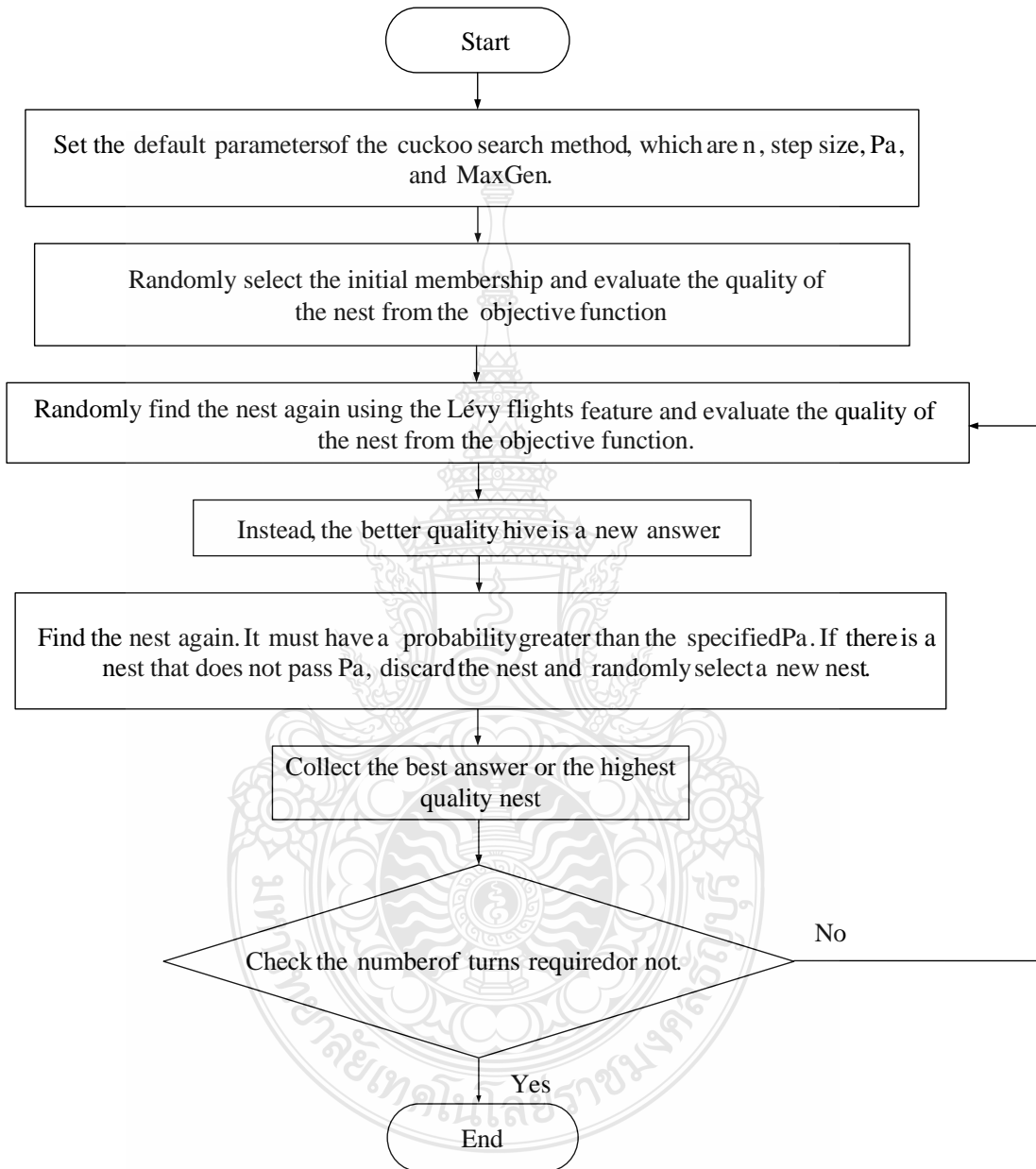
รูปที่ 3.8 รูปแบบเทคนิคอัลกอริธึมการเพิ่มประสิทธิภาพ

โดยพฤติกรรมของสิ่งมีชีวิตและแมลงจำนวนมากได้แสดงให้เห็นลักษณะปกติของเที่ยวบิน Levy ในการเลือกสถานที่สุ่มครั้งถัดไป จนกว่าประชากรคำตอบจะถูกส่งไปยังสมการ (3.8) และ (3.9)

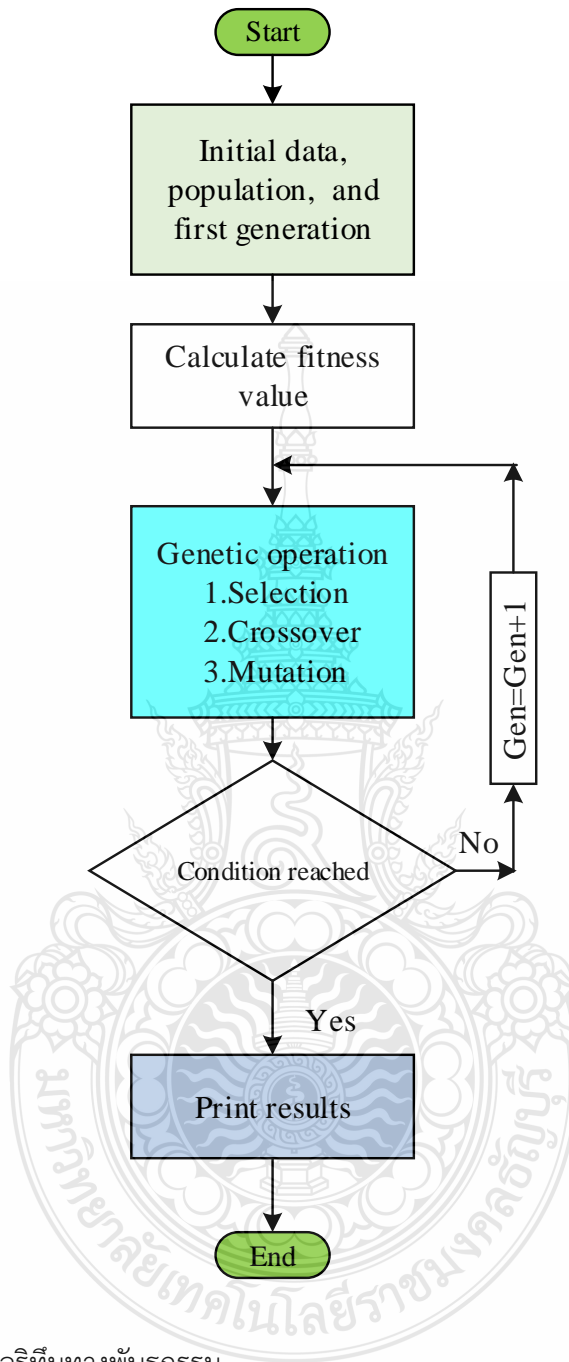
$$x_i^{(t+1)} = x_i^{(t)} + \alpha \oplus \text{Le'vy}(\lambda) \quad (3.8)$$

$$\text{Le'vy}(\lambda) = \left[\frac{\Gamma(1 + \lambda) \cdot \sin\left(\frac{\pi\lambda}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1+\lambda}{2}\right) \cdot \lambda \cdot 2^{\left(\frac{\lambda-1}{2}\right)}} \right] \quad (3.9)$$

การทำงานของ GA แบ่งออกเป็นขั้นตอนส่วน กระบวนการครอสโอเวอร์ และกระบวนการกลายพันธุ์ กระบวนการ GA แสดงในรูปที่ 4



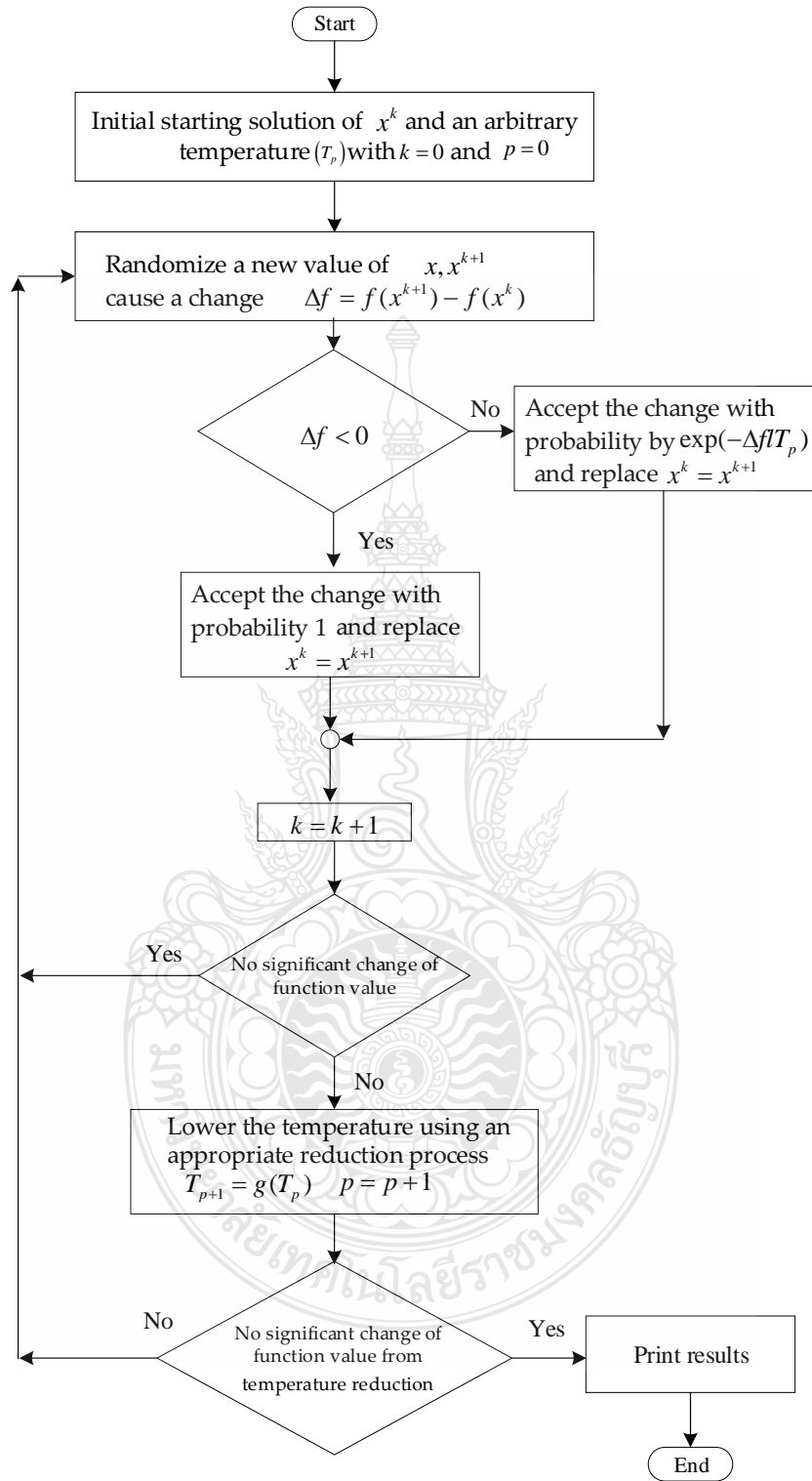
รูปที่ 3.9 ผังงานอัลกอริทึมการค้นหาหูกาเหว่า



รูปที่ 3.10 ผังงานอัลกอริทึมทางพันธุกรรม

และอัลกอริทึมการหลอมจำลองดังแสดงการคำนวณในสมการที่ 3.10

$$P(E) = \exp\left(\frac{-E}{kT}\right) \quad (3.10)$$



รูปที่ 3.11 อลกอริทึมการหลอมจำลอง (SAA)

3.8 บทสรุป

คุณุณิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วในระบบไฟฟ้ากำลังติดตั้งร่วมกับโซลาร์ฟาร์ม ซึ่งจากหลักการที่ได้กล่าวไว้ในบทที่ 3 จะเป็นการนำเสนอหลักการ รวมถึงวิธีการที่เข้าถึงของคำตอบโดยใช้การจำลองทางคณิตศาสตร์ ดังนั้นในการทดสอบจำเป็นจะต้องเทียบเคียงในระบบไฟฟ้าที่เป็นมาตรฐาน โดยผู้วิจัยใช้รูปแบบของระบบไฟฟ้าต่างประเภทกันประกอบด้วย ระบบIEEE 6 บัส 14 บัส 26 บัส 30 บัส และ 33 บัส โดยประกอบด้วยระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าและระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้า และใช้หลักการคำนวณโดยใช้อัลกอริทึมที่เป็นการหาที่เหมาะสมในระบบการจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อทดสอบค่าความเปลี่ยนแปลงที่อาจจะส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้า ดังนั้น การเลือกเทคนิควิธีการจะเป็นการหาข้อเท็จจริงในเนื้อหาของบทที่ 2 และทำการเรียบเรียงในแต่ละระบบ และ เพิ่มเสถียรภาพในระบบไฟฟ้าดังกล่าว โดยใช้หลักการหาค่าที่เหมาะสมมาช่วยการแก้ปัญหาการจัดวางตำแหน่งของสถานีประจุไฟฟ้า โดยจะใช้เทคนิคชนิดเมตาฮีริสติก 5 ประการ ประกอบด้วย PSO, ABC, CSA, GA และ SAA จากนั้นเมื่อได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทโซลาร์ฟาร์ม และสถานีประจุไฟฟ้า ซึ่งจะสอดคล้องกับสมมุติฐานงานวิจัยที่สามารถพิจารณาคำตอบของขนาด ตำแหน่งที่ตั้งของแหล่งกำเนิด และ สถานีประจุไฟฟ้าได้อย่างเหมาะสมและไม่ส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ.



บทที่ 4

ผลการทดลอง

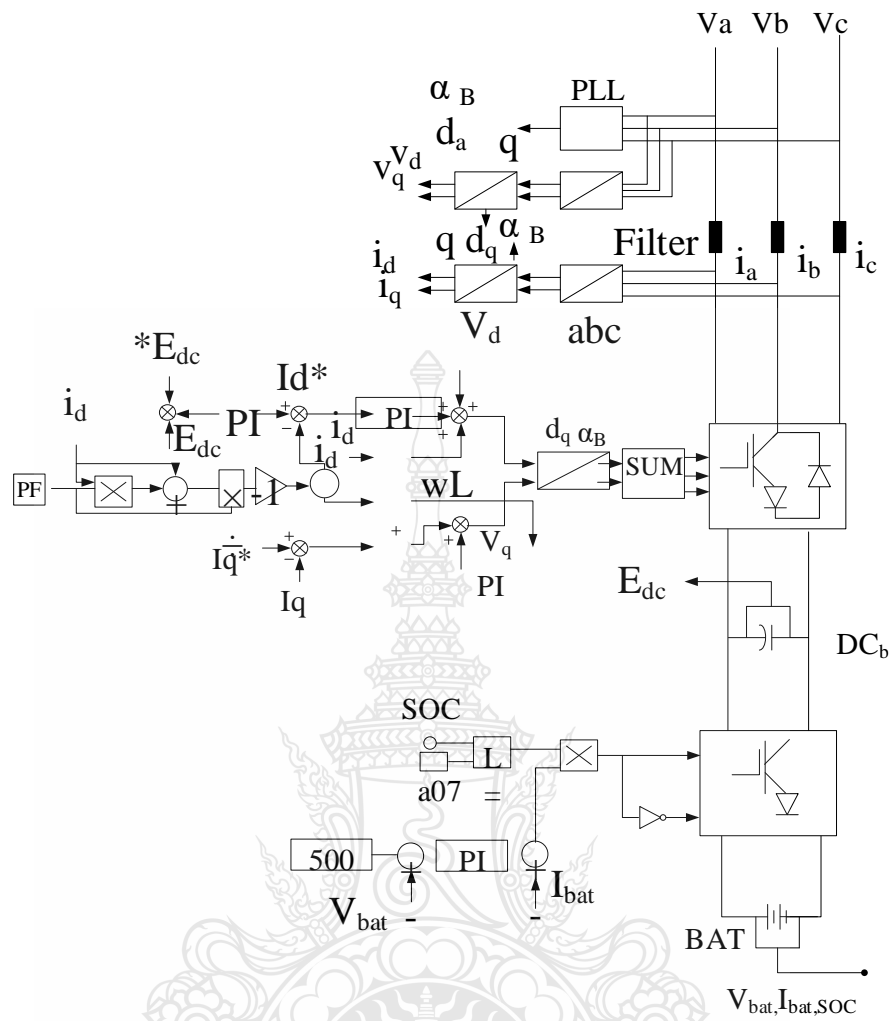
4.1 บทนำ

ในการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าเมื่อมีโหลดยานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาในระบบ ทำให้ทราบว่ามีความหลายงานวิจัยที่มีการวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าเมื่อมีโหลดยานยนต์ไฟฟ้า แต่อย่างไรก็ตามงานวิจัยนี้จะได้นำเสนอเทคนิควิธีแนวทาง ในการรักษาเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าเมื่อมีโหลดยานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาในระบบ โดยการวิเคราะห์ใช้พื้นฐานการทดสอบด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป โปรแกรม MATLAB ในแต่ละกรณีศึกษา เพื่อให้เกิดองค์ความรู้ เพื่อให้บรรลุตามวัตถุประสงค์และขอบเขตของงานตามที่วางไว้ จากวิธีการดำเนินงานดุษฎีนิพนธ์นั้นได้แบ่งกรณีศึกษาออกเป็น 4 กรณีศึกษาโดยในแต่ละกรณีศึกษาได้แสดงให้เห็นการประยุกต์ใช้รูปแบบโหลดยานยนต์ไฟฟ้าและนำมาปรับใช้กับเทคนิคการหาที่เหมาะสมด้วยวิธีต่างๆ เพื่อทำการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบไฟฟ้ากำลัง ในการจำลองของกรณีศึกษานั้นพยายามมุ่งเน้นเพื่อเปิดเผยให้เห็นผลของการเพิ่มขึ้นของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าที่ส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้ากำลัง และหาวิธีแก้ปัญหาดังกล่าวด้วยการเพิ่มสถานีประจุยานยนต์ไฟฟ้า และพลังงานทดแทนที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ ซึ่งสามารถนำเสนอผลกรณีศึกษาในแต่ละกรณีได้ดังนี้

4.2 ผลกรณีศึกษาที่ 1 สถานีประจุเร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า

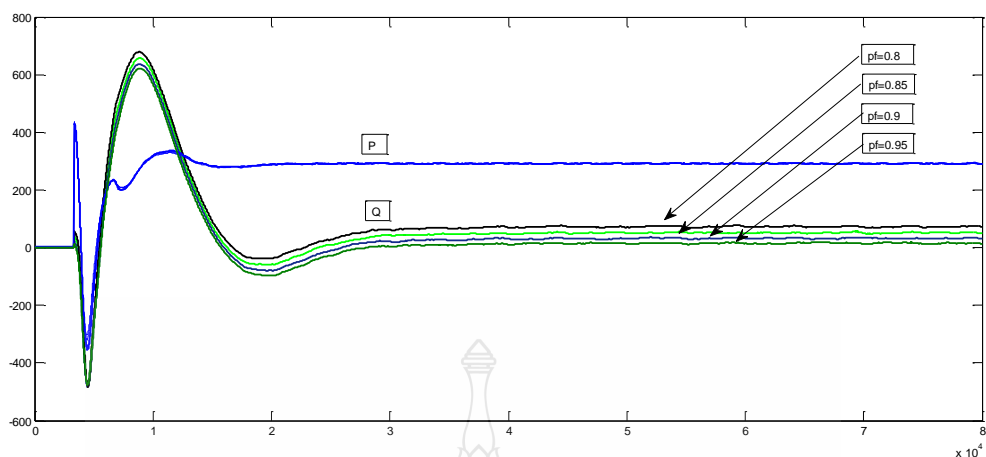
เป็นการทดสอบรูปแบบสถานีประจุเร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าโดยทำการควบคุมแรงดันไฟฟ้ากระแสตรงที่บัส 600 VDC ด้วยการควบคุมกระแสโดยตรง โดยใช้เทคนิคพีดีบีเบิลยู ทำการทดลองออกแบบโดยให้สถานีจรรถยนต์ไฟฟ้าเชื่อมต่อเข้ากับกริด ผ่านหม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 500kVA 22kV/300V และทำการประจุแบตเตอรี่ขนาด 212.5Ah 400VDC ผ่านชุดควบคุมการประจุแบตเตอรี่ผ่านวงจรแปลงผันบัก-บูส กำหนดกระแสประจุตามระยะเวลาที่ต้องการ ซึ่งผลจากการทดลองนั้นพบว่าขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการประจุแปรผกผันกับระยะเวลาในการประจุและสถานีที่ออกแบบสามารถทำการประจุแบตเตอรี่ได้ โดยทำการจำลองรูปแบบสถานีประจุเร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าโดยใช้โปรแกรม Matlab Simulink ซึ่งรูปแบบการเชื่อมต่อสถานีประจุเร็วเข้ากับกริดและวงจรแปลงผันกระแสสลับเป็นกระแสตรง (AC-DC Converter) สามารถแสดงได้ในรูปที่ 4.1 ในส่วนของวงจรแปลงผัน บัก-บูส (DC Buck-Boost Converter) ทำหน้าที่ควบคุมแรงดันกระแสตรงสำหรับการประจุตามสถานะของแบตเตอรี่ (State of Charge) ดังไดอะแกรมที่แสดงในรูปที่ 4 โดยในการใช้แบบจำลองคณิตศาสตร์ในบทความนี้ จะมุ่งเน้นในเรื่องของการที่จะพิจารณาค่าตัวประกอบกำลังไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับระบบสถานีประจุเร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า

ในเบื้องต้นนั้นได้ทำการควบคุมค่าเพาเวอร์แฟ็คเตอร์สถานีประจุเร็วโดยใช้เทคนิคการควบคุมค่าเพาเวอร์แฟ็คเตอร์ ที่ 0.8, 0.85, 0.9 และ 0.95 แล้วปรับค่ากระแสการประจุที่แปรผกผันกับระยะเวลาในการประจุ กำหนดค่าแรงดันบัส DC ที่ 600 โวลท์ ทำการประจุแบตเตอรี่ที่



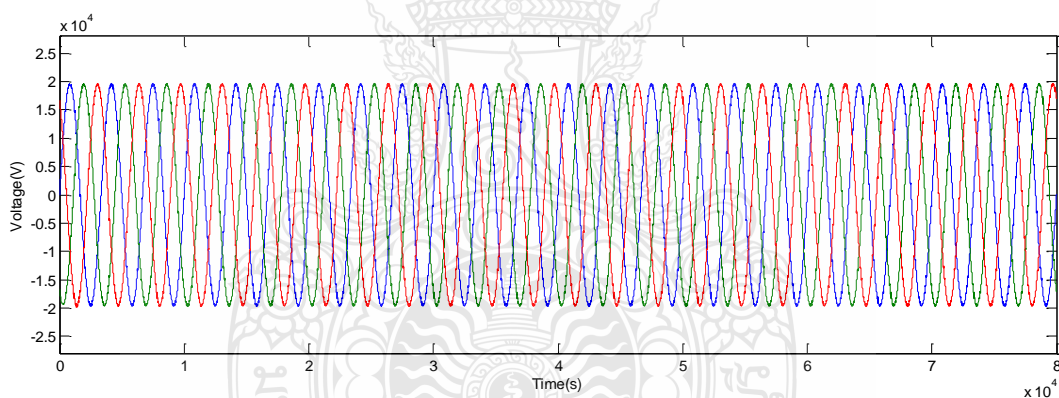
รูปที่ 4.1 ไดอะแกรมของระบบควบคุมคอนเวอเตอร์

พิกัดขนาด 212.5Ah แรงดันไฟฟ้ากระแสตรง 400 โวลต์ เพื่อทำการทดสอบสมมุติฐานในขั้นต้น เพื่อศึกษาพฤติกรรมโหลดสถานีประจุเร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้าและผลที่มีต่อกริดของระบบไฟฟ้า ดังแสดงในรูปที่ 4.2 ถึง

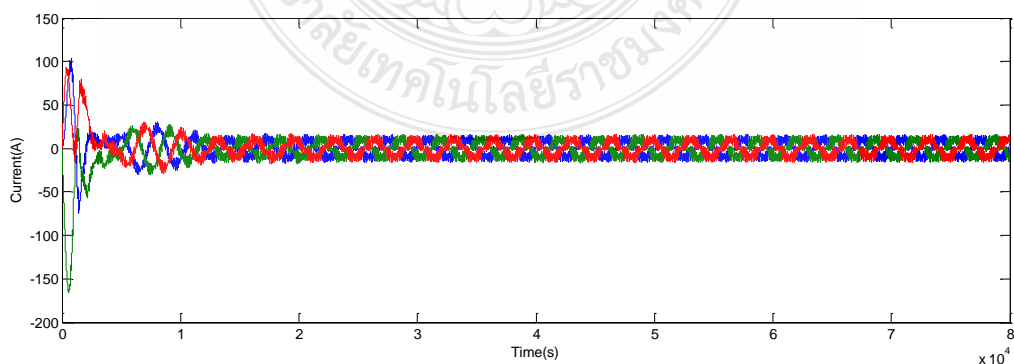


รูปที่ 4.2 ค่ากำลังไฟฟ้า P,Q ที่ $pf=0.8$ $pf=0.85$ $pf=0.9$ และ $pf=0.95$

จากผลการทดสอบในรูปที่ 4.2 นั้นพบว่าการเปลี่ยนแปลงค่า pf. จาก 0.8 – 0.95 นั้นพบว่าค่า Q จะมีการเปลี่ยนแปลงโดยจะมีค่าสูงขึ้นเมื่อค่า pf. มีค่าต่ำ ในขณะที่กรณีค่า pf. สูงๆ ค่า Q ก็จะมีค่าเข้าใกล้ 0 ทำให้ค่ากำลังไฟฟ้าปรากฏ (S) ของสถานีมีค่าใกล้เคียงกับค่ากำลังไฟฟ้าแอดทีฟ (P) มากขึ้น

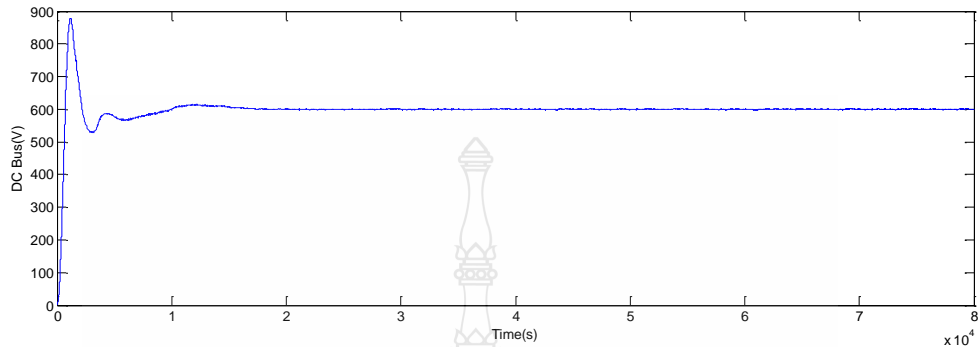


รูปที่ 4.3 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่อกริด ($pf=0.95$)

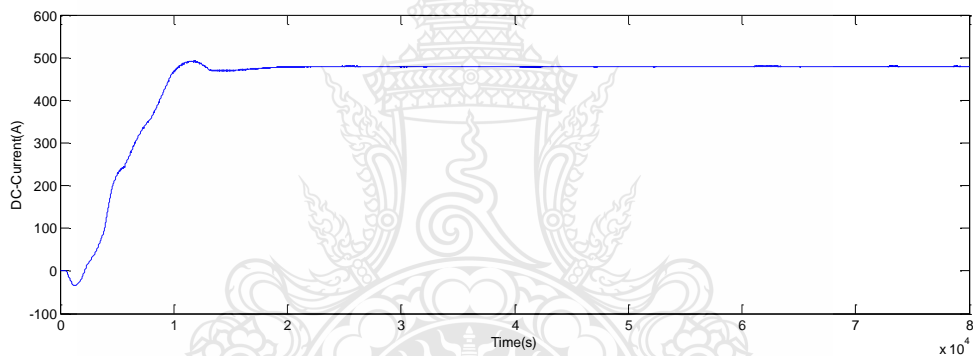


รูปที่ 4.4 ค่ากระแสที่จุดต่อกริด ($pf=0.95$)

จากรูปที่ 4.3 และ 4.4 ผลของแรงดันและกระแส ณ จุดเชื่อมต่อกริด พบว่าแรงดัน ณ จุดเชื่อมต่อเมื่อเทียบกับกระแสนั้นพบการแกว่งของกระแสในช่วงเริ่มประจุและเข้าสู่สภาวะสมดุลที่เวลาประมาณที่ 2 วินาที



รูปที่ 4.5 ค่าแรงดันไฟฟ้าที่บัส DC 600Vdc



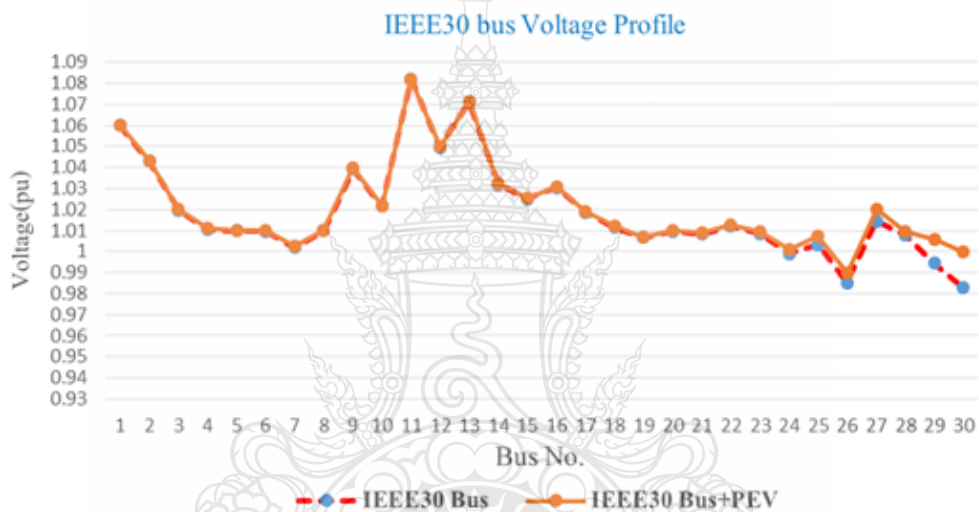
รูปที่ 4.6 ค่ากระแสไฟฟ้าที่บัส DC ในขณะประจุที่ค่า pf.0.95

จากรูปที่ 4.5 และ 4.6 นั้นพบว่าในช่วงเริ่มการประจุพบการแกว่งของแรงดัน เนื่องจากกระแสประจุเพิ่มขึ้น และเข้าสู่สภาวะสมดุลที่เวลาประมาณ 2 วินาที ทำการประจุจน SOC ถึงค่ากำหนดที่ 95 %

4.3 ผลการศึกษาคณะที่ 2 การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีชาร์จสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าไฮบริดปลั๊กอิน โดยใช้เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยกลุ่มอนุภาค

ผลการจำลองการกำหนดตำแหน่งสถานีประจุยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมเมื่อพิจารณาโหนดยานยนต์ไฟฟ้าเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า ด้วยวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพด้วยกลุ่มอนุภาค จากสมมุติฐานในการรวมกันเมื่อต้องการชาร์จของโหนดยานยนต์ไฟฟ้าเป็นกลุ่ม ของโหนดยานยนต์ไฟฟ้าที่สถานีประจุไฟฟ้า หลังจากที่มีการประจุไฟฟ้าในแบตเตอรี่ในระดับหนึ่งแล้ว งานวิจัยจะทำการพิจารณาสถานะการทำงานของโหนดยานยนต์ไฟฟ้าซึ่งเป็นการจ่ายพลังงานย้อนกลับในบางช่วงเวลาหรือ Vehicle-to-grid systems: V2G ในการลดความต้องการพลังงานไฟฟ้าสูงสุดของระบบไฟฟ้ากำลัง โดยทำการพิจารณา

ให้กลุ่มของโพลียานอนต์ไฟฟ้าเป็นแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้าคงที่ หรือกำหนดให้เป็น PV บัส (PV Generator) โดยกำหนดค่าแรงดันอยู่ที่ 1 p.u. และควบคุมการจ่ายกำลังไฟฟ้าแอกทีฟด้วยการปรับมุมของ VSC จากในขั้นตอนวิธีการโดยการแทนจำนวนของโพลียานอนต์ไฟฟ้าจำนวน 300 คันทำให้ได้ขนาดกำลังไฟฟ้าแอกทีฟคงที่ ประมาณ 5.04 MW จากนั้นทำการใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมด้วยวิธีการ Particle Swarm Optimization Technique : PSOT เพื่อใช้ในการค้นหาตำแหน่งติดตั้งสถานีประจุไฟฟ้าสำหรับโพลียานอนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสม และทำการวิเคราะห์รูปแบบของแรงดันไฟฟ้าในแต่ละ BUS ของระบบ โดยในการวิจัยนี้จะทำการทดสอบสมมุติฐานการวิจัยบนมาตรฐาน IEEE 30 BUS และกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมของระบบไฟฟ้า โดยสามารถนำเสนอผลการทดสอบตามสมมุติฐานในเบื้องต้นได้ดังรูปที่ 4.7 และ ตารางที่ 4.1 ตามลำดับดังนี้



รูปที่ 4.7 การเปรียบเทียบรูปแบบของเสถียรภาพแรงดันไฟฟ้าแบบคงตัว กรณีติดตั้งสถานีประจุเร็ว ขนาด 5.04 MW ในระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 30 บัส

จากรูปที่ 4.7 นำเสนอการเปรียบเทียบรูปแบบของเสถียรภาพแรงดันไฟฟ้าแบบสถานะคงตัวกรณีติดตั้งสถานีประจุเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ขนาด 5.04 MW ในระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 30 บัส ที่ตำแหน่งที่เหมาะสมที่บัส 30 โดยก่อนการติดตั้งสถานีประจุเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแรงดันไฟฟ้าที่บัส 30 มีค่าประมาณ 0.990 p.u. และเมื่อทำการติดตั้งสถานีประจุเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า ทำให้ระดับแรงดันไฟฟ้ายกระดับขึ้นที่ 1 p.u. ส่งผลให้แรงดันไฟฟ้าในบัสต่างๆ ถูกปรับปรุงไปด้วย

ตารางที่ 4.1 การเปรียบเทียบกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมของระบบก่อน และ หลังการติดตั้งสถานีประจุเร็ว สำหรับ PHEVs ด้วยวิธีการ PSOT

System Testing	Active Power Loss (p.u.)	Position Bus No.	PEV. Active Power(p.u.)	PEV. Reactive Power(p.u.)

IEEE30 Bus	0.1062	-	-	-
IEEE30 Bus + PHEVs	0.0994	30	0.0504	- 0.0027

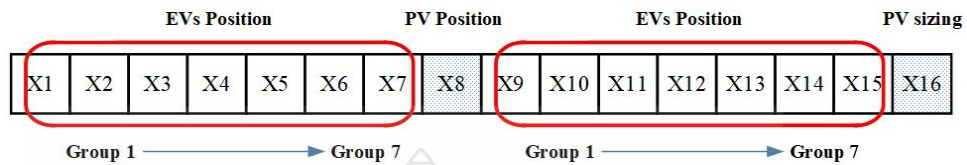
จากตารางที่ 4.1 แสดงให้เห็นว่าผลการเปรียบเทียบค่าของกำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมของระบบไฟฟ้าที่มีสถานีชาร์จประจุยานยนต์ไฟฟ้า ก่อนและหลัง การติดตั้งระบบจ่ายพลังงานไฟฟ้าคืน (V2G) ด้วยยานยนต์ไฟฟ้าชนิด PHEVs และทำการปรับปรุงหาราคาตำแหน่งติดตั้งสถานีประจุเร็วด้วยวิธีการ PSO จากการทดสอบนั้นพบว่าตำแหน่งที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีประจุเร็วคือตำแหน่งบัสที่ 30 ซึ่งผลจากการติดตั้งทำให้กำลังไฟฟ้าสูญเสียรวมของระบบลดลงจาก 0.1062 p.u. เหลือ 0.0994 p.u. หรือประมาณ 6.4 เปอร์เซ็นต์

ดังนั้นในการพิจารณาการติดตั้งสถานีประจุเร็วสำหรับโพลยานยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมในกรณีที่มีการพิจารณาการคืนกำลังไฟฟ้าให้ระบบด้วยประเภท V2G แล้วนั้นสถานีประจุเร็วสามารถที่จะลดผลกระทบที่มีต่อระบบไฟฟ้ากำลังได้ และหากทำการพิจารณาจากรูปแบบของแรงดันไฟฟ้าในแต่ละ BUS ในสภาวะคงตัวจะพบว่าสถานีประจุเร็วสำหรับโพลยานยนต์ไฟฟ้านั้น สามารถเพิ่มความมีเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้าให้กับระบบไฟฟ้ากำลังได้ ซึ่งหากทำการบริหารจัดการพลังงานอย่างเหมาะสม กำหนดช่วงเวลาในการประจุและคายประจุของโพลยานยนต์ไฟฟ้าประเภท PHEVs ที่ดี การนำพลังงานที่สะสมจากแบตเตอรี่ ที่มีอยู่ในยานยนต์ไฟฟ้ามาช่วยลดความต้องการของพลังงานไฟฟ้าสูงสุดในบางช่วงเวลา จึงเป็นสิ่งที่ควรพิจารณาเพื่อทำให้ระบบไฟฟ้ากำลังมีเสถียรภาพเพิ่มขึ้น โดยเป็นแนวทางที่สามารถทำได้ และ สิ่งที่ต้องพิจารณาในลำดับแรกคือหลักเกณฑ์ของการจ่ายไฟฟ้าร่วมกัน ข้อตกลงการซื้อขายที่ชัดเจน เป็นธรรมกับผู้บริโภค เพื่อความมั่นคงทางระบบไฟฟ้าต่อไป

4.4 ผลกรณีศึกษาที่ 3 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของโซล่าฟาร์มและสถานีชาร์จ EV โดยใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธี Metaheuristic

ในการวิเคราะห์หาที่ตั้งของระบบพลังงานแสงอาทิตย์ขนาดใหญ่สำหรับการโพลรถยนต์ไฟฟ้า โดยจุดประสงค์ของบทความนี้นั้นหมายถึงเงื่อนไขหลายประการ โดยในสิ่งแรก เราจะนึกถึง สถานที่ติดตั้งระบบพลังงานที่ชดเชยแรงดันก่อน จากนั้นสิ่งที่ตามมาคือจะต้องติดตั้งที่บัสใดในระบบไฟฟ้าและขนาดเท่าใด และเพื่อเป็นการหาค่าที่เหมาะสม เราจึงใช้หลักการ Meta Heuristic ในการหาขนาด และตำแหน่งที่เหมาะสมดังกล่าว โดยเลือกใช้ Artificial Bee Colony Algorithm (ABC) เปรียบเทียบกับ Cuckoo Search Algorithm (CSA) เพื่อที่จะทดสอบโปรแกรมทั้งสองว่า วิธีการใด จะใช้เวลาในการลู่เข้าข้อมูลได้เร็วที่สุด และถูกต้องที่สุด มีมีจำนวนรอบของ Generation ที่ใกล้เคียงค่าความจริงมากที่สุด จากการระบุตัวแปร ซึ่งผลสุดท้ายจะออกมาเป็นค่า Load voltage Deviation ที่จะบอกได้ว่ากระบวนการทั้งสองสามารถแก้ปัญหาได้จริงหรือไม่ โดยในการแบ่งโพลจะแสดงในรูปที่ 4.8 และ

ตำแหน่งที่เป็นไปได้และขนาดของโหลด EV จะมีการแบ่งโหลด เพื่อหาค่าที่เหมาะสมในแต่ละจุด ดังตารางที่ 4.3



รูปที่ 4.8 ตำแหน่งที่เป็นไปได้และขนาดของโหลด EV ในการทดสอบในระบบ 33 BUS

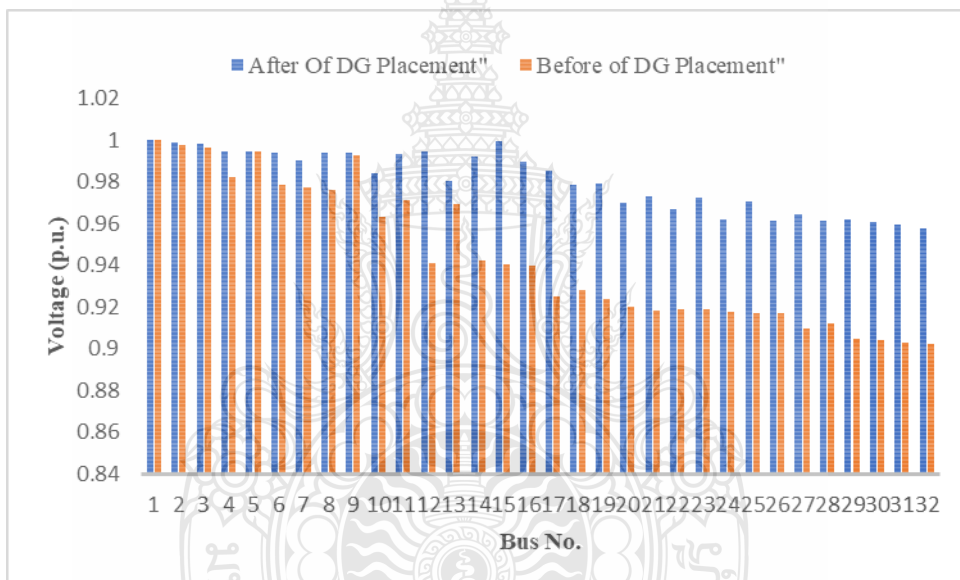
ตารางที่ 4.2 ตำแหน่งที่เป็นไปได้และขนาดของโหลด EV (1-7) และ PV [14]

Item/Group	Possible Position (Bus No.)	Sizing limit (kW)	
		Min	Max
1	2,4,6,9,12	50	500
2	3,5,8,11	50	500
3	7,10,13	50	500
4	14,16,18,20	50	500
5	22,24,26,28	50	500
6	15,17,19,21,23,25	50	500
7	27,29,30,31,32,33	50	500
PV	2-33	100	2,000

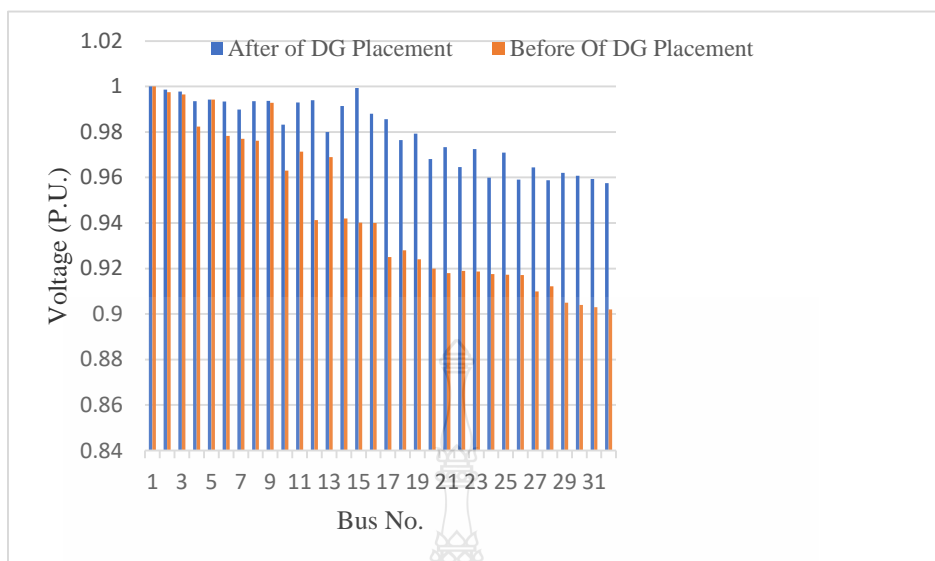
ตารางที่ 4.3 การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างอัลกอริทึม CSA กับอัลกอริทึม ABC

Cuckoo Search Algorithm (CSA)													
Generation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average	Min	Max
Time (sec)	47.8845	45.2712	46.9092	45.788	44.9792	45.3888	45.4168	44.5357	46.8717	44.3931	45.74382	44.3931	47.8845
Best Generation	91	91	89	97	97	98	51	99	98	98	90.9	51	99
Min (LVD)	0.0236	0.0212	0.0244	0.022	0.0216	0.0219	0.0229	0.023	0.0226	0.0222	0.02254	0.0212	0.0244
Artificial Bee Colony Optimization Technique (ABC)													
Generation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average	Min	Max
Time(sec)	92.4075	88.8005	89.9749	89.4755	88.8349	88.8145	87.7115	89.8612	90.0344	88.8074	89.47223	87.7115	92.4075
Best Generation	90	73	100	83	100	95	84	83	87	100	89.5	73	100
Min (LVD)	0.0225	0.0217	0.0223	0.0223	0.0216	0.0213	0.0221	0.0223	0.0217	0.022	0.02198	0.0213	0.0225

จากตารางที่ 4.4 สามารถสรุปได้ว่า ค่าความเร็วของการเข้าสู่ข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว CSA Algorithm มีการเข้าสู่ข้อมูลที่เร็วกว่า ที่ตัวแปรพารามิเตอร์เท่ากัน คือ 45.7438 วินาที ขณะที่ ABC Algorithm ใช้เวลาถึง 89.4722 วินาที ส่วนจำนวนรอบในการค้นหาใกล้เคียงกันคือ 90.9 และ 89.5 ตามลำดับ และ ในหัวข้อสุดท้ายที่เรานำมาพิจารณา คือ Load Voltage Division โปรแกรม ABC Algorithm ให้ค่า LVD ที่ดีกว่าคือ 0.02198 ส่วน CSA Algorithm มีค่าสูงถึง 0.0244 คิดเป็นค่าเกินไปถึง 11.101 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลดังกล่าวก็เพียงพอที่จะสรุปได้ว่า ABC Algorithm ให้ข้อมูลได้แม่นยำและใกล้เคียงความเป็นจริงมากกว่า ส่วน CSA Algorithm อาจจะมี ความคลาดเคลื่อนของข้อมูลไปบ้าง แต่ใช้เวลาในการเข้าสู่ข้อมูลที่รวดเร็วกว่า อาจจะกล่าวสรุปเป็นนัยสำคัญว่า ABC Algorithm ทำให้ระบบมีความสามารถในการสังเกตได้ (Observability) โดยพบว่าการหาค่าตอบที่ดีที่สุดในกรณี ที่ระบบมีความซับซ้อนมากแต่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่า



Cuckoo search algorithm



Artificial bee colony

รูปที่ 4.9 เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลัง PV ที่ติดตั้งสำหรับ FCS ระหว่างโปรแกรม CSA และ ABC

และส่วนสำคัญที่ขาดไม่ได้ในกรณีนี้คือ การหาตำแหน่งการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ บน การทดสอบในระบบ 33 บัส เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในระบบไฟฟ้าเมื่อมีรถยนต์ไฟฟ้าเข้ามาในระบบ จากรูปกราฟที่ 4.9 พบว่า ลักษณะของกราฟไม่มีความแตกต่างกันมาก โดยจะเป็นวิธีการหาค่าที่เหมาะสม โดย CSA Algorithm เปรียบเทียบกับวิธี ABC Algorithm ซึ่งจากรูปภาพว่า ทั้ง 2 วิธีการนั้น ให้ตำแหน่งการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบ ออกมาได้แม่นยำคือมีค่าเท่ากันที่ บัส 15 เพราะมีการใช้งานของโหลดและทำให้เสถียรภาพของยานยนต์ไฟฟ้าบกพร่อง โดยที่ CSA Algorithm และ ABC Algorithm ให้ตำแหน่ง 15 เหมือนกัน แต่ขนาดของแหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ตรงกันคือ ของ CSA Algorithm 250.269 kW และ ABC Algorithm ได้เท่ากับ 250.785 kW

4.5 ผลการศึกษาค้นคว้าที่ 4 การหาตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของโซลาร์ฟาร์มและสถานีชาร์จ EV โดยใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธี Metaheuristic ในระบบไฟฟ้า IEEE 26 บัส

ในการแก้ปัญหาของแรงดันตกสามารถช่วยให้พลังงานไฟฟ้ากลับสู่การใช้งานปกติ จำเป็นต้องมีระบบพลังงานเพื่อแทนที่ และเป็นที่น่าพอใจว่าระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์ (PV) เป็นเครื่องกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายซึ่งเป็นแหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เชื่อมต่อโดยตรงกับระบบการกระจายของเครือข่ายพลังงาน และผลกระทบของการชาร์จ EV ที่รวดเร็วขึ้นนั้น มีผลต่อการลดความเสถียรของแรงดันไฟฟ้าให้คงที่ ผู้วิจัยได้ทำการทดสอบโดยการสร้างแบบจำลองการชาร์จพลังงานไฟฟ้าที่โหนดยานยนต์คงที่ โดยใช้แหล่ง

พลังงานที่สามารถรองรับความต้องการพลังงานสามารถสร้างได้เมื่อต่อเข้ากับแหล่งพลังงานหมุนเวียน เช่น พลังงานแสงอาทิตย์ จากนั้นพิจารณาพฤติกรรมของการชาร์จของยานยนต์ไฟฟ้าถูกประเมินในการชาร์จแบบสุ่มและการปฏิบัติเพื่อลดความเสี่ยงในการดำเนินงานของเครือข่ายการกระจาย [46] ระบบชาร์จ EV ไม่สามารถให้ข้อมูลที่ถูกต้องเกี่ยวกับพฤติกรรมของระบบชาร์จในระหว่างกระบวนการชาร์จที่ผ่านมา ดังนั้นโหลด EV จึงพัฒนาตามโหลด ZIP ที่สามารถใช้เพื่อวิเคราะห์พฤติกรรมของอุปกรณ์ชาร์จ EV และรวมเข้ากับพลังงาน อย่างไรก็ตามการวางตำแหน่งที่ไม่เหมาะสมสามารถทำให้เกิดการสูญเสียระบบสูงและค่าใช้จ่ายในการดำเนินงาน ดังนั้นการจัดวางแผงโซลาร์เซลล์ที่เหมาะสมสามารถปรับปรุงประสิทธิภาพของเครือข่ายพลังงานได้ ในแง่ของโปรแกรมไฟล์แรงดันไฟฟ้าการสูญเสียระบบต่ำและเพิ่มเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าเพื่อให้มีระบบที่มีเสถียรภาพมากขึ้นความเป็นจริงของเทคนิคการปรับให้เหมาะสมที่สุด ซึ่งจะประกอบด้วยเทคนิคที่เป็น Meta Heuristic มาช่วยการแก้ปัญหาการจัดวางตำแหน่งของสถานีประจุไฟฟ้า

ในการหาขนาด และตำแหน่งที่เหมาะสมดังกล่าว โดยเลือกใช้ Artificial Bee Colony Algorithm (ABC) เปรียบเทียบกับ Cuckoo Search Algorithm (CSA) เพื่อที่จะทดสอบโปรแกรมทั้งสองว่า วิธีการใด จะใช้เวลาในการเข้าสู่ข้อมูลได้เร็วที่สุด และถูกต้องที่สุด โดยมีตัวแปรที่เป็นระบบจริง เช่น พารามิเตอร์ของสายไฟฟ้าในระบบ พฤติกรรมการใช้พลังงานไฟฟ้า ซึ่งในที่นี้เราคัดเลือกมาเพียงระบบ 26 BUS ของการไฟฟ้าส่วนภูมิภาคจังหวัดสระบุรี ซึ่งผลการทดสอบจะแสดงในตารางที่ 4.5 และการสูญเสียพลังงานรวมและ LVD จะแสดงในรูปกราฟที่ 4.11 และรูปกราฟที่ 4.12

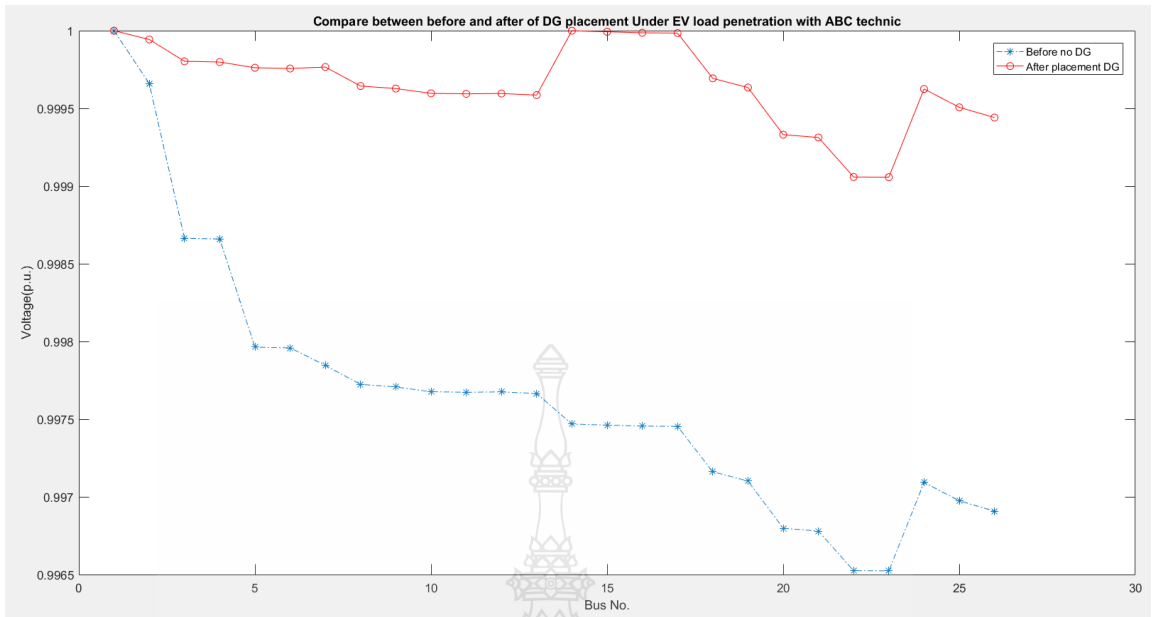
ตารางที่ 4.4 ตำแหน่งที่เป็นไปได้และขนาดของโหลด EV (1-7) และ PV [45]

Item/Group	Possible Position (Bus No.)	Sizing limit (kW)	
		Min	Max
1	2,3	50	500
2	5,6	50	500
3	7,8,9,10,11,12,13	50	500
4	14,15,16,17	50	500
5	18,19,20,21	50	500
6	25,26	50	500
7	22,23	50	500
PV	2-26	100	2,000

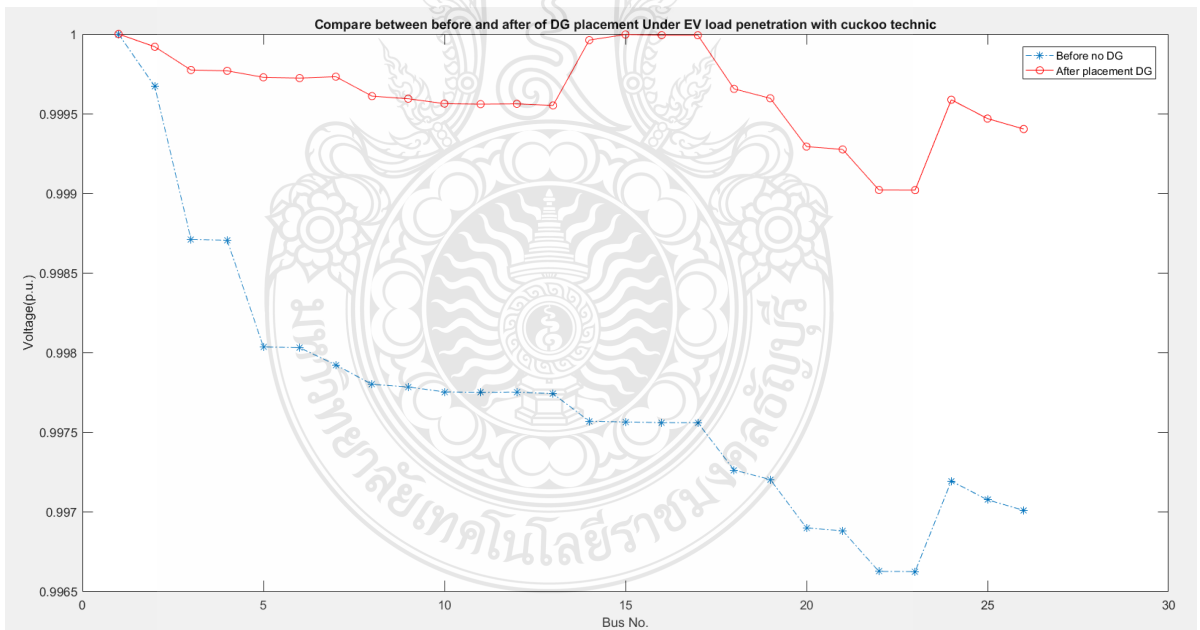
ตารางที่ 4.5 การเปรียบเทียบผลการทดสอบระหว่างอัลกอริทึม CSA กับอัลกอริทึม ABC ในระบบจริง

Cuckoo Search Algorithm (CSA)													
Generation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average	Min	Max
Time (sec)	8.0716	8.0814	8.0445	8.0725	8.0823	8.0614	8.0552	8.0771	8.0731	8.0687	8.0642	8.0552	8.0823
Best Generation	166	184	176	187	157	145	122	112	175	143	154	112	182
Min (LVD)	0.0224	0.0223	0.0244	0.0227	0.0212	0.0226	0.0222	0.0230	0.0225	0.0221	0.224	0.0212	0.0230
Artificial Bee Colony Optimization Technique (ABC)													
Generation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Average	Min	Max
Time(sec)	15.0145	15.0211	15.0182	15.0123	15.0148	15.0187	15.0143	15.0144	15.0151	15.0161	15.0149	15.0123	15.0187
Best Generation	185	191	167	174	154	188	195	183	175	158	179	154	195
Min (LVD)	0.0223	0.0228	0.0231	0.0234	0.0221	0.0236	0.0219	0.0230	0.0227	0.0226	0.0228	0.0221	0.0236

จากตารางที่ 4.5 สามารถสรุปได้ว่า ค่าความเร็วของการรู้เข้าข้อมูลเมื่อเปรียบเทียบกันแล้ว CSA Algorithm มีการรู้เข้าข้อมูลที่เร็วกว่า ที่ตัวแปรพารามิเตอร์เท่ากัน คือ 8.0642 วินาที ขณะที่ ABC Algorithm ใช้เวลาถึง 15.0149 วินาที ส่วนจำนวนรอบในการค้นหาใกล้เคียงกันคือ 182 และ 195 ตามลำดับ และ ในหัวข้อสุดท้ายที่เรานำมาพิจารณาคือ Load Voltage Division โปรแกรม ABC Algorithm ให้ค่า LVD ที่น้อยกว่าคือ 0.0228 ส่วน CSA Algorithm มีค่าสูงถึง 0.0224 คิดเป็นค่าเกินไปถึง 17.54 เปอร์เซ็นต์ จากข้อมูลดังกล่าวก็เพียงพอที่จะสรุปได้ว่า ABC Algorithm ให้ข้อมูลได้แม่นยำและใกล้ความเป็นจริงมากกว่า ส่วน CSA Algorithm อาจจะมีผลคลาดเคลื่อนของข้อมูลไปบ้าง แต่ใช้เวลาในการรู้เข้าข้อมูลที่รวดเร็วกว่า อาจจะทำให้สรุปเป็นนัยสำคัญว่า ABC Algorithm ทำให้ระบบมีความสามารถในการสังเกตได้ (Observability) โดยพบว่าการหาคำตอบที่ดีที่สุดในการมีที่ระบบมีความซับซ้อนมากแต่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่า จากผลการทดสอบเราสามารถที่จะหาการสูญเสียพลังงานรวมและ LVD จะแสดงในรูปกราฟที่ 4.11 และรูปกราฟที่ 4.12



รูปที่ 4.10 เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลัง PV ที่ติดตั้งสำหรับ FCS เมื่อทดสอบด้วยเทคนิค ABC

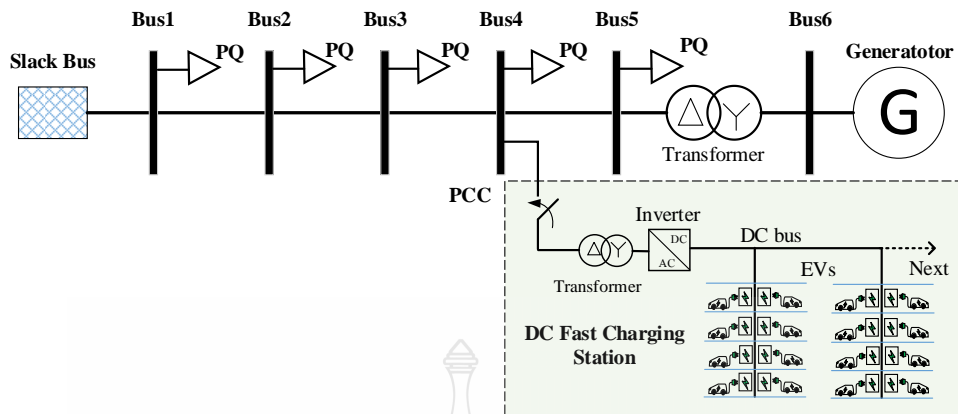


รูปที่ 4.11 เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลัง PV ที่ติดตั้งสำหรับ FCS เมื่อทดสอบด้วยเทคนิค CSA

และส่วนสำคัญที่ขาดไม่ได้ในกรณีนี้คือ การหาตำแหน่งการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ขนาดใหญ่ บน การทดสอบในระบบ 33 บัส เพื่อเพิ่มความน่าเชื่อถือในระบบไฟฟ้าเมื่อมีรถยนต์ไฟฟ้าเข้ามาในระบบ จากรูปกราฟที่ 4.10 และ 4.11 พบว่า ลักษณะของกราฟไม่มีความแตกต่างกันมาก โดยจะเป็นวิธีการหาค่าที่เหมาะสม โดย CSA Algorithm เปรียบเทียบกับวิธี ABC Algorithm ซึ่งจากรูปพบว่า ทั้ง 2 วิธีการ นั้น ให้ตำแหน่งการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ในระบบ ออกมาได้แม่นยำคือมีค่าเท่ากับ บัส 15 เพราะมีการใช้งานของโหลดและทำให้เสถียรภาพของยานยนต์ไฟฟ้าบกพร่อง โดยที่ CSA Algorithm และ ABC Algorithm ให้ตำแหน่ง 15 เหมือนกัน แต่ขนาดของแหล่งจ่ายพลังงานแสงอาทิตย์ไม่ตรงกันคือ ของ CSA Algorithm 83.98 kW และ ABC Algorithm ได้เท่ากับ 84.35 kW

4.6 ผลการศึกษาที่ 5 การควบคุมความผันผวนของความถี่ต่ำในระบบไฟฟ้ากำลัง ภายใต้การติดตั้งสถานีชาร์จ EV ขนาดใหญ่โดยใช้เทคนิค PSO สำหรับการเปลี่ยนพารามิเตอร์ PSS

ในกรณีนี้เป็นการวิเคราะห์การสั่นความถี่ต่ำของรถยนต์ไฟฟ้า ZIP ภายใต้สภาวะโหลดโดยใช้ระบบทดสอบ 6 บัส ดังแสดงในรูปที่ 4.12 เป็นการระบุการควบคุมพารามิเตอร์ PSS ที่เหมาะสม และในการทดสอบผู้วิจัยใช้ระบบทดสอบ 6 บัสภายใต้การชาร์จของ EV ในขนาด และสภาวะต่างๆ ซึ่งระดับการหาค่าที่เหมาะสมโดยการสร้างแบบจำลองการทำงานของโหลดที่เป็น EVs ซึ่งจากแบบจำลองของโหลด ZIP โดยใช้เทคนิค PSO สำหรับการเปลี่ยนแปลงพารามิเตอร์ PSS สามารถปรับเปลี่ยนเพื่อควบคุมการสั่นของระบบไฟฟ้าที่กริดและทำให้เกิดความถี่ต่ำได้ ซึ่งในการวิจัยนี้เน้นที่การควบคุม PSS ที่เหมาะสมที่สุดผ่านลักษณะต่างๆ โดยการใช้หลักการระหว่าง DigSILENT และ MATLAB ช่วยในการแก้ปัญหาของตัวแปรที่เรากำหนดหลายคู่และการคำนวณที่ซับซ้อนเพื่อค้นหาค่าที่เหมาะสมที่สุดนั้น ขึ้นอยู่กับวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพของอนุภาค นอกจากนี้ยังจะนำไปเปรียบเทียบกับวิธีการของอัลกอริธึมทางพันธุกรรม (GA) ซึ่งจากการจำลอง โดยสมมุติฐานงานวิจัย สามารถกำหนดผลลัพธ์ได้อย่างแรก โดยจะใช้หลักการ PSO และ GA เป็นหลักการที่เหมาะสมที่สุดในการหาคำตอบ ซึ่งเป็นเกณฑ์ที่มีลำดับความสำคัญสูงกว่าเมื่อพิจารณาจากข้อมูลที่มาสูงกว่า และผลที่ได้คือประสิทธิภาพที่ดีที่สุดของคำตอบ ประการที่สอง สำหรับการให้พลังงาน เมื่อคำนวณคู่เส้นทาง การใช้พลังงานสำหรับวิธี PSO จะถูกเลือกด้วยวิธี GA ประการที่สามค่า SNR ของวิธี PSO มีค่าน้อยกว่าวิธี GA ประการที่สี่ ความแปรปรวนโหลดด้วยวิธี PSO มีค่ามากกว่าวิธี GA ประการที่ห้า ใช้วิธี PSO เวลาในการคำนวณน้อยกว่าวิธี GA



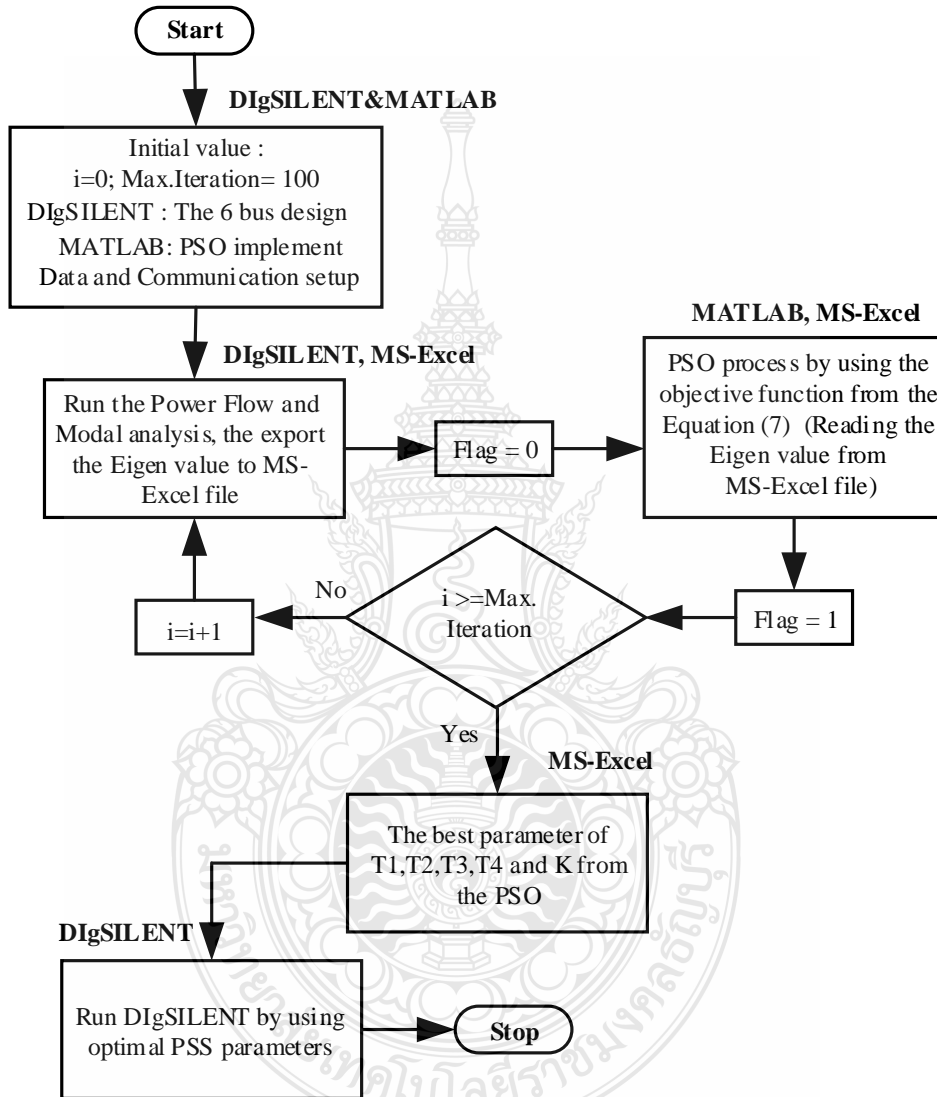
รูปที่ 4.12 ระบบการทดสอบ 6 บัส

โดยกระบวนการทดสอบจะพิจารณาถึงการรุกรอกของโหนดยานยนต์ไฟฟ้า EVs ขนาดใหญ่ในระบบไฟฟ้ากำลัง ดังนั้น ระบบการทดสอบจึงถูกแสดงโดยใช้แนวคิด single machine infinite bus (SMIB) มีการใช้ขยายทหสายของกริดเพื่อแก้ปัญหาค่าผลกระทบของ EV บนกริด EVs เชื่อมต่อกับบัสหมายเลข Bus 3 ระยะทางของสายส่งระหว่างบัสถูกกำหนดเป็น 10 กม. ระบบทดสอบถูกนำเสนอในรูปที่ 4.12 เพื่อแสดงระบบโหนดที่สมดุล ในขณะเดียวกัน จำนวน EV เพิ่มขึ้น 50 % 100 % 150% 200% และ 300% โดยใช้ ZIP modelling EVs ถูกกำหนดโดยพลังงานที่ใช้งาน 20 MW pf 0.95. โหลด PQ ของกริดถูกกำหนดโดยกำลังไฟฟ้า 50 MW และกำลังไฟฟ้าร์แอกทีฟ 10 MVar ในขณะเดียวกัน พารามิเตอร์ของสายส่งถูกกำหนดโดย $R = 0.0529$ โอห์ม/กม./เฟส, $X = 0.529$ โอห์ม/กม./เฟส, $B = 0.308129$ ไมโครซีเมนส์/กม./เฟส ตามลำดับ พารามิเตอร์ของ EVs ในการสร้างแบบจำลอง ZIP สามารถแสดงได้ในตารางที่ 4.6

ตารางที่ 4.6 พารามิเตอร์ของ PSO สำหรับการหาค่าเหมาะที่สุด PS

Parameters	Value
Number variable ($K_{PSS}, T_1, T_2, T_3, T_4$)	5
The time constant of the washout filter (T_w)	10
Weight of velocity of particle swarm (c_1, c_2)	2, 2
Time constant upper-lower value (T_U, T_L)	0.1, 10
Gain constant upper-lower value (K_U, K_L)	0.1, 100
Particle number (N)	25
Maximum iteration (i)	100

ดังนั้นจากตารางพารามิเตอร์ของ PSO สำหรับการหาค่าพารามิเตอร์ PSS ร่วมกับกระบวนการทดลองถูก รวมเข้ากับ DIgSILENT และ MATLAB ผ่าน MS-Excel การแลกเปลี่ยนข้อมูลจากซอฟต์แวร์นั้น ประกอบด้วยกระบวนการคู่ขนาน ผลลัพธ์ถูกบันทึกเป็นอนุภาค วนรอบเพื่อค้นหาค่าตอบที่ดีที่สุดและ ลำดับดังแสดงในรูปที่ 4.13 ดังนี้



รูปที่ 4.13 การป้อนค่าพารามิเตอร์ ในกระบวนการคำนวณ PSS

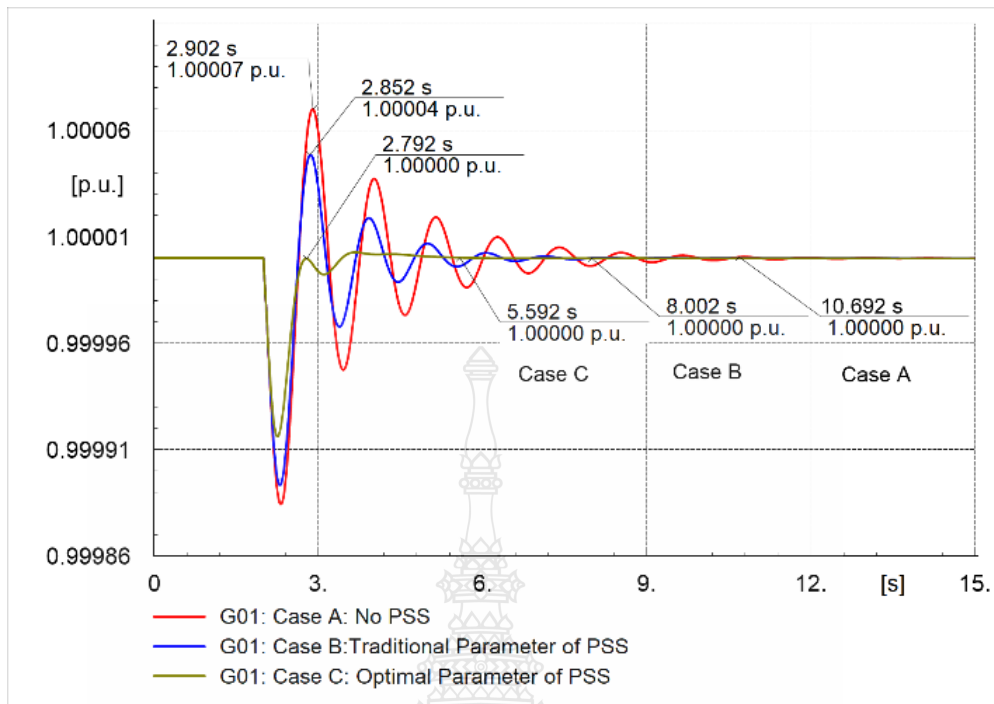
พารามิเตอร์ PSS ที่เหมาะสมและการแกว่งของความถี่ตามอัตราส่วนเกี่ยวคำนวณโดย PSO จาก กรณีที่ 3 การรบกวนของ EV ที่สูงจำเป็นต้องปรับพารามิเตอร์ PSS ในสภาวะที่เหมาะสมเมื่อระดับการเจาะ สูง การศึกษาจากกรณี A และ B ถูกใช้เพื่อเปรียบเทียบ

ประสิทธิภาพจากพารามิเตอร์ PSS ที่เหมาะสมที่สุดของ PSO โดยใช้ขั้นตอนเวลาที่ 2 วินาทีของการเจาะ EV แต่ละครั้ง พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของ PSS มีอยู่ในตารางที่ 3 ดังต่อไปนี้

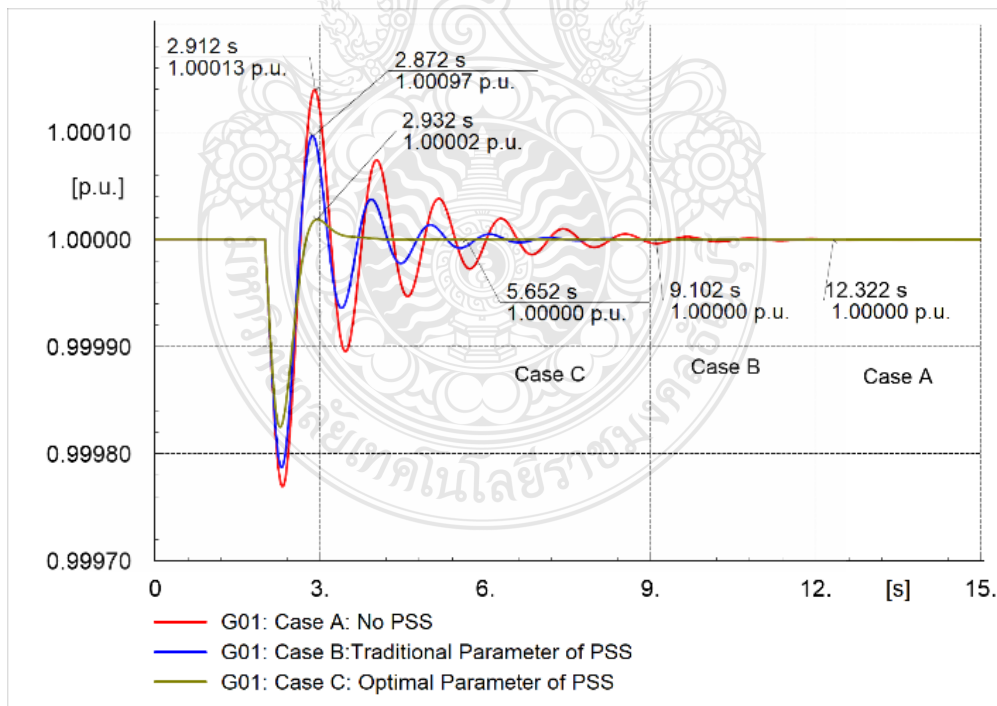
ตารางที่ 4.7 พารามิเตอร์ของ PSO สำหรับการหมุน PSS

Test Case:	Specific Eigenvalues:	Frequency of swing (Hz):	Damping Ratio:
Case A No PSS+ EVs= 0%	$-0.5861 \pm j0.5861$	0.8885	0.1044
Case B Conventional PSS+ EVs= 0%	$-18.9776 \pm j7.7063$	0.8945	0.1103
Case C Optimal PSS @ EVs=50%	$-2.6256 \pm j6.2479$	1.2265	0.9265
Case C Optimal PSS @ EVs=100%	$-2.3902 \pm j6.3131$	1.0047	0.3540
Case C Optimal PSS @ EVs=150%	$-2.4658 \pm j6.3616$	1.0124	0.3614
Case C Optimal PSS @ EVs=200%	$-2.7061 \pm j6.0493$	0.9627	0.4083
Case C Optimal PSS @ EVs=300%	$-2.2987 \pm j5.9175$	0.9418	0.3621

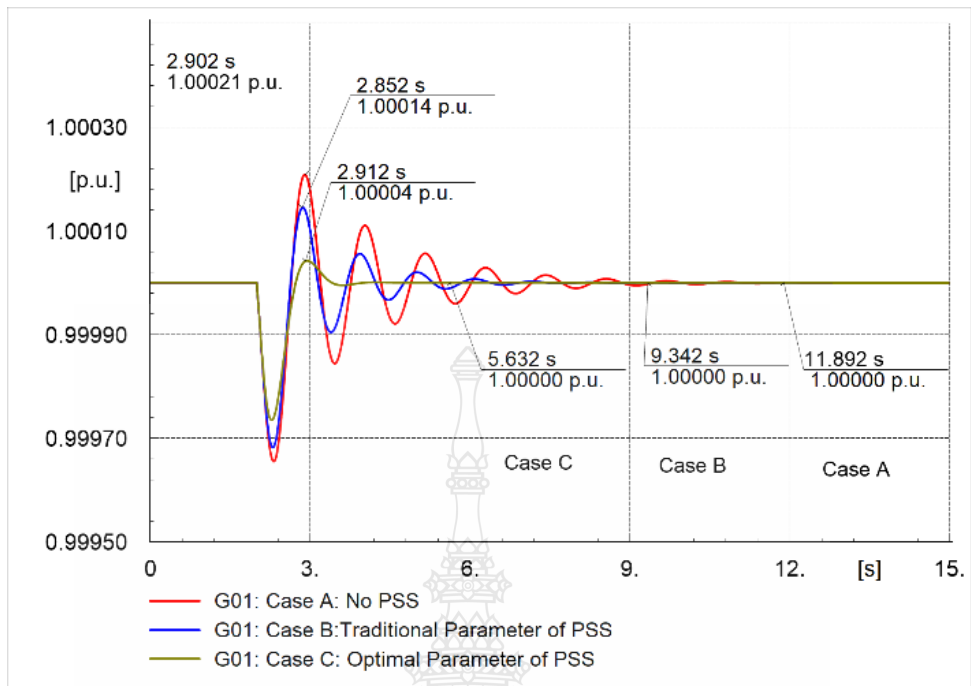
จากตารางที่ 4.7 แสดงผลการทดสอบโดยการเปรียบเทียบพารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุด โดยความถี่การสวิงของโรเตอร์และอัตราส่วนการหน่วงเปลี่ยนจากเคสฐานเมื่อใช้พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดจาก PSO มีความสัมพันธ์กันในแต่ละสาเหตุโดยการโหลดและรบกวนระบบไฟฟ้ากำลัง การเปรียบเทียบผลการจำลองถูกนำเสนอโดยการระบุค่าการสั่นของความถี่ต่ำและอัตราส่วนการหน่วง ความถี่ของการแกว่งจากระดับการรบกวนโหลดของ EV ถูกเปิดเผยในกรณี B (EV = 0%), กรณี C ที่ EVs 50%, 100% และ 150% โดยนำเสนอในโหมดการสั่นแบบความถี่พื้นฐานขนาด 1-3 Hz และในขณะเดียวกันกรณี A, B, กรณี C 200% และ 300% ของ EV ถูกเปิดเผยโดยโหมดโดยความถี่น้อยกว่า 1 Hz พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของ PSS สามารถเพิ่มอัตราส่วนการหน่วงและลดความถี่ของการแกว่งได้ดังแสดงในภาพที่ 4.14 ถึงรูปที่ 4.18



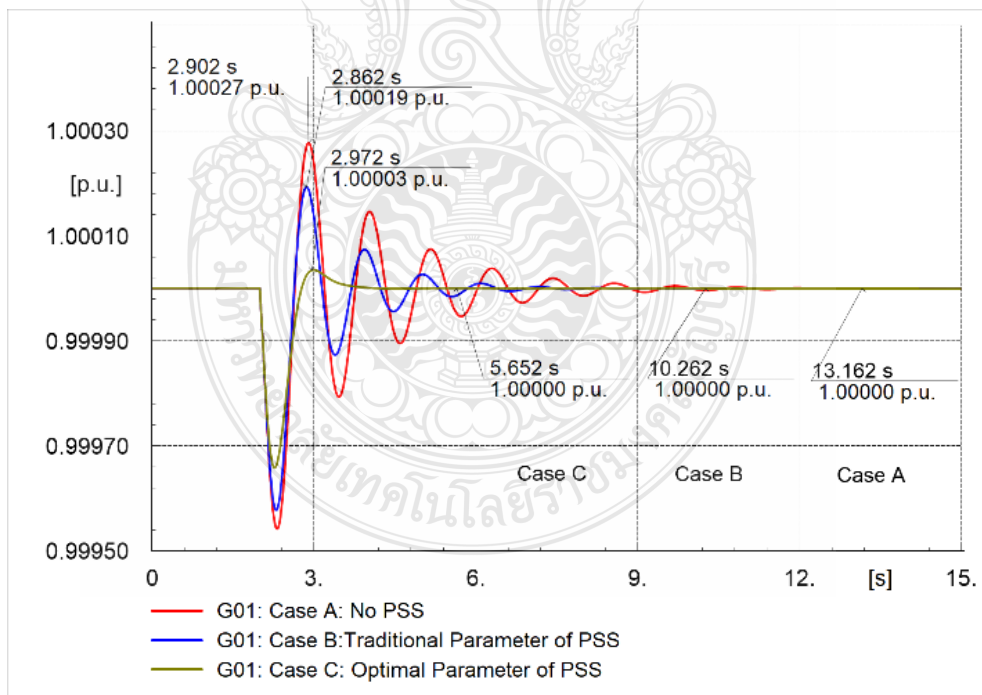
รูปที่ 4.14 การหมุนของแคว้นความเร็วของโรเตอร์ A, B, C ตามลำดับ (EV = 50 %)



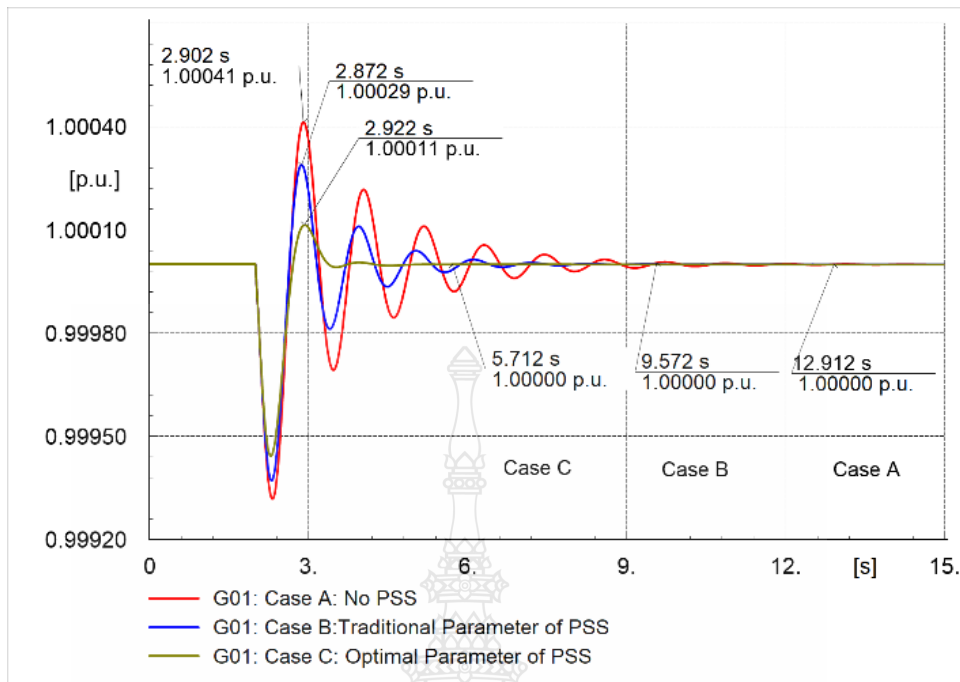
รูปที่ 4.15 การหมุนของแคว้นความเร็วโรเตอร์ A, B, C ตามลำดับ (EV = 100%)



รูปที่ 4.16 การหมุนของแควตความเร็วของโรเตอร์ A, B, C ตามลำดับ (EV = 150%)



รูปที่ 4.17 การหมุนของแควตความเร็วของโรเตอร์ A, B, C ตามลำดับ (EV = 200%)



รูปที่ 4.18 การหมุนของแคว้นความเร็วของโรเตอร์ A, B, C ตามลำดับ (EV = 300%)

ซึ่งจากกราฟรูปที่ 4.14 – 4.18 พบว่า การสั่นของโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าจากแต่ละแคว้นสามารถไปถึงสภาวะสมดุลได้ แต่เกี่ยวข้องกับส่วนประกอบของระบบไฟฟ้าและติดตั้ง PSS ดังนั้นการควบคุม PSS จึงสามารถลดการตอบสนองของเวลาและการสั่นของความถี่ต่ำได้ อัตราส่วนการหน่วงสามารถใช้เพื่อวิเคราะห์สภาวะที่เหมาะสมที่สุดของ PSS ตามค่าลักษณะเฉพาะ พารามิเตอร์ที่เหมาะสมที่สุดของ PSS โดยใช้ PSO สามารถปรับปรุงการสั่นของระบบได้ ผลผลิตของ PSS สามารถไปถึงจุดสมดุลเพื่อลดการสั่นของโรเตอร์ ดังนั้นช่วงว่างเครื่องกำเนิดไฟฟ้าของการควบคุมที่ดีที่สุดอาจเพิ่มระดับความไม่เสถียรของกริด

โดยจากการศึกษาการชดเชยการสั่นของความถี่ต่ำในระบบไฟฟ้าสำหรับการไหลของรถยนต์ไฟฟ้า จึงสรุปได้ว่า การใช้วิธีการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธีการเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่มอนุภาคเพื่อปรับพารามิเตอร์ควบคุมเพื่อความเสถียรของระบบไฟฟ้า จากการเพิ่มขึ้นของยานพาหนะไฟฟ้า (E.V.) สถานีชาร์จได้รับการติดตั้งโดยตรงกับโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อรองรับการชาร์จแบตเตอรี่ใน EV จะต้องพิจารณาถึงผลกระทบของการสั่นของความถี่ในการชาร์จในแง่ของความเสถียรของระบบไฟฟ้า ดังนั้นเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่มอนุภาค (PSO) สำหรับการเปลี่ยนพารามิเตอร์ระบบกันโคลงของพลังงาน (PSS) PSS สามารถควบคุมการสั่นของความถี่ต่ำในโครงข่ายไฟฟ้าที่ใช้ PSS สามารถควบคุมการสั่นของความถี่ต่ำในการเสนอโครงข่ายไฟฟ้า การจำลองการทดสอบระบบ 6 บัสในระหว่างการปรับสมดุลโหลดเพิ่มขึ้น 50, 100, 150, 200 และ 300 เปอร์เซ็นต์ในการไหลรถยนต์ไฟฟ้าของรถบัส B3 ตามลำดับ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการสั่นความถี่ต่ำของโรเตอร์สามารถควบคุมขอบเขตความไม่เสถียรได้ ดังนั้นการหมุนตัวควบคุม PSS ที่เสนอจึงสามารถใช้ควบคุมการแกว่งของระบบและปรับความเสถียรของตัวแปรระบบได้

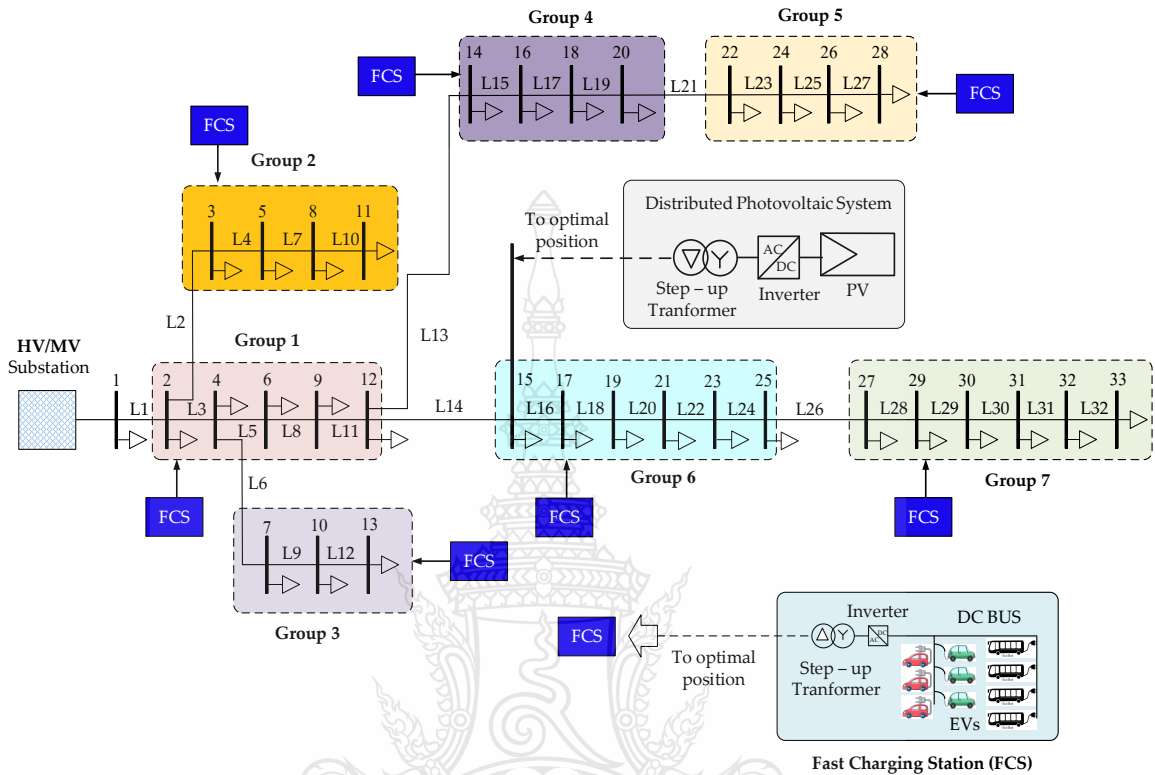
ในเงื่อนไขนี้ จะต้องใช้วิธี PSO ที่เสนออย่างชัดเจนสำหรับการควบคุมการแกว่งความถี่ต่ำของโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้อยู่ในสถานะที่สมดุล

4.7 ผลกรณีศึกษาที่ 6 กรณีศึกษาเรื่องตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์แบบกระจายและสถานีชาร์จรถยนต์ไฟฟ้าโดยใช้ Metaheuristic เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ

โดยในหัวข้อนี้ได้ศึกษาผลกระทบของระบบไฟฟ้ากำลังในแง่ของการสูญเสีย ความเสถียรของแรงดันไฟฟ้า การสั้นของระบบไฟฟ้า การตอบสนองความต้องการพลังงานที่ลดลง และสถานีชาร์จที่เหมาะสมที่สุดเนื่องจาก EVs มีผลกระทบต่อพลังงานไฟฟ้า สภาวะที่เหมาะสมและการวางแผนพลังงานจำเป็นต้องได้รับการจำลองและพิจารณาเพื่อรักษากริดด้วยการปรับเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ ดังนั้นจึงต้องศึกษาแหล่งการจัดการพลังงานควบคู่ไปกับ FCS ที่เหมาะสมที่สุดสำหรับการจัดหาพลังงานของแต่ละแหล่งในกระบวนการชาร์จ EV ปัจจุบัน โรงไฟฟ้าพลังงานแสงอาทิตย์ (PV) เป็นที่สนใจในการให้พลังงาน PV สามารถรวมเข้ากับระบบจำหน่ายในแนวรัศมี (RDS) เพื่อลดการสูญเสียพลังงานทั้งหมดของระบบไฟฟ้า ดังแสดงใน เครื่องชาร์จหรืออุปกรณ์สำหรับชาร์จ FCS เชื่อมต่อกับ RDS โดยใช้หม้อแปลงไฟฟ้าแบบสแต็ปดาวน ใช้สำหรับลดระดับแรงดันไฟฟ้าของระบบจากสูงไปต่ำ ในขณะเดียวกัน การชาร์จแบบปกติจะต่อด้วยสายไฟเข้ากับเครื่องชาร์จที่บ้านด้วยการชาร์จแบบโหมดช้า ดังนั้นโหลด EV จึงเป็นผลกระทบหลักในการใช้พลังงานจากกริด แบบจำลองโหลด EV กำหนดไว้ในโหลดหลายประเภท เช่น ค่าคงที่กำลัง (P) ค่าคงที่กระแส (I) โหลดแบบหลายค่าหรือโหลด ZIP และแบบจำลองตัวแปลงแหล่งจ่ายแรงดันไฟฟ้า FCS ขนาดใหญ่ได้รับผลกระทบจากระบบไฟฟ้าในหลายๆ ด้าน ดังนั้นจำเป็นต้องปรับปรุงกริด สามารถนำไปปรับใช้ในการแก้ปัญหาในระบบไฟฟ้ากำลัง ดังที่ได้มีการเปิดเผยในงานวิจัยหลายด้าน อัลกอริธึมทางพันธุกรรม (GA) เป็น OT ยอดเยี่ยมที่สามารถนำไปใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งเครื่องกำเนิดแบบกระจาย (DG) ที่เหมาะสมที่สุด ดังนั้น กรณีนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อกำหนดเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดของ FCS และ PV โดยการเปรียบเทียบวิธี GA, CSA และ SAA กับจำนวนแบบจำลองที่ดีที่สุดสำหรับการคำนวณและเวลาในการคำนวณ

โดยหลักการเป็นการปรับค่าพารามิเตอร์เพื่อค้นหาตำแหน่งที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งระบบไฟฟ้าโซลาร์เซลล์แบบกระจาย (DPV) และ FCS ซึ่งกรณีนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบ OT กับ SAA, GA และ CSA อัลกอริธึมวิวัฒนาการแสดงโดย GA, อัลกอริธึมแบบ swarm-based โดย CSA และอัลกอริธึมแบบ trajectory-based มีการเสนอแบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อประเมินและทดสอบความรับผิดชอบของระบบไฟฟ้าเมื่อรถยนต์ไฟฟ้าชนิดคงที่เข้าสู่ระบบ นักวิจัยได้เลือกการกระจายแนวรัศมี IEEE 33 เพื่อทดสอบค่าที่เหมาะสมในการติดตั้งสถานีชาร์จมอเตอร์ไฟฟ้าและระบบพลังงานทดแทนเพื่อแก้ปัญหาแรงดันไฟฟ้าเมื่อโหลดรถยนต์ไฟฟ้าเข้าสู่ระบบ เอกสารนี้ปรับการสร้างแบบจำลอง EV โดยใช้โหลดการพึ่งพาแรงดันไฟฟ้าและการไหลของพลังงานที่ขึ้นกับแรงดันไฟฟ้าของ BFS เครือข่ายการกระจายเรเดียลบัส IEEE 33 ได้รับเลือกให้แก้ปัญหา OT สำหรับการศึกษากำหนด วิธีการ metaheuristic นำเสนอการเจาะ FCS และการจัดวาง PV ระบบนี้เป็นเครือข่าย 12.66 kV มี 33 บัส

และ 4 ข้าง เพื่อแบ่งกระแสไหลออกเป็น 7 กลุ่ม และใช้เพื่อทดสอบประสิทธิภาพการสร้างแบบจำลอง ดังแสดงในรูปที่ 4.19



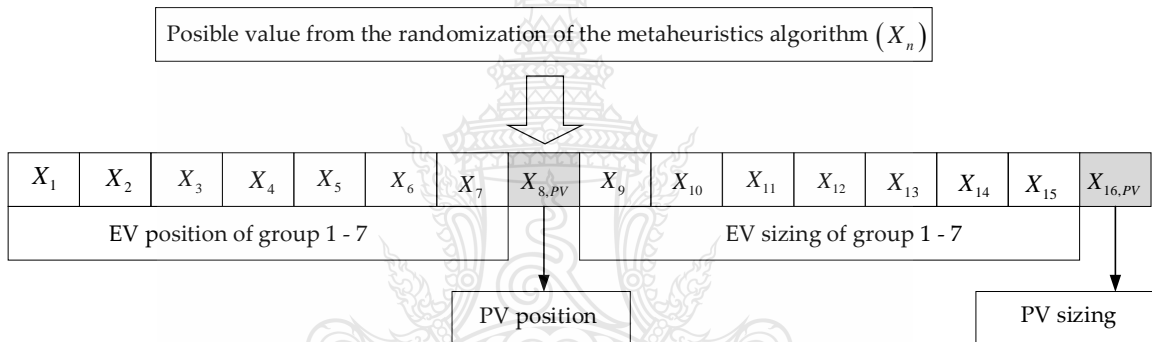
รูปที่ 4.19 ระบบทดสอบบัส IEEE 33 และกลุ่ม FCS

จากรูปที่ 4.19 แสดงระบบทดสอบบัส IEEE 33 และกลุ่ม FCS ซึ่งประกอบด้วยโหลดที่เชื่อมต่อกัน 33 โหลด รวม 3.72 MW และ 2.3 MVar นอกจากนี้ การสูญเสียพลังงานที่ใช้งานและการสูญเสียพลังงานปฏิกิริยาคือ 211.1180 และ 143.205 kV ตามลำดับ วัตถุประสงค์ที่ 1.00 p.u. อ้างอิงแรงดันไฟฟ้า ในบทความนี้ ผลกระทบของ FCS จะได้รับการวิเคราะห์ที่เนื้องของประสิทธิภาพของแบบจำลองการปรับให้เหมาะสมที่สร้างขึ้นสำหรับระบบ 33 บัสที่ทดสอบ ผลการทดลองที่ได้รับจะเป็นแนวทางในการกำหนดตำแหน่งของการติดตั้ง PV สำหรับบัสหมายเลข ต่อรถแม่สาย 2 33. ในขณะเดียวกัน FCS สามารถระบุได้โดยใช้ตำแหน่งที่เป็นไปได้ของกลุ่มและพารามิเตอร์ metaheuristic สำหรับการจำลอง ดังแสดงในตารางที่ 4.8 และรูปที่ 4.20

ตารางที่ 4.8 พารามิเตอร์สำหรับการกำหนดค่าเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ

Parameters	GA	CSA	SAA
Population size	100	100	-
Generation/iteration	100	100	100
Number of variables	16		
V_1, V_2	-	2, 2	

Initial temperature (T_0)	-	-	0.025
Crossover	0.8	-	-
Mutation	0.05	-	-
PV sizing [min, max] (MW)		[1, 2]	
Min. and max. of PV location	2-33		
Group of EV possible position	Bus no.		
Group 1	2, 4, 6, 9, 12		
Group 2	3, 5, 8, 11		
Group 3	7, 10, 13		
Group 4	14, 16, 18, 20		
Group 5	22, 24, 26, 28		
Group 6	15, 17, 19, 21, 23, 25		
Group 7	27, 29, 30, 31, 32, 33		
EV sizing for groups [min, max] (kW)	[50, 500]		



รูปที่ 4.20 การค่าสุ่มของ FCS และ PV เพื่อค้นหาสถานะที่เหมาะสมที่สุดของกริด

ซึ่งจากรายงานที่ 4.8 พบว่า ตำแหน่ง FCS และ PV ที่เหมาะสมที่สุดได้รับการดัดแปลงจาก OT โดยการเปรียบเทียบ SAA, GA และ CSA เวลาและรุ่นที่ดีที่สุดสำหรับการคำนวณการวนซ้ำแต่ละครั้งได้รับการพิจารณา LVD จากข้อเสนอเปิดเผยค่าที่แตกต่างกันจากรายงานที่ 2 แต่ทั้งสองมีความคล้ายคลึงกัน ดังนั้น การจำลองจึงถูกกำหนดด้วยการวนซ้ำสูงสุด 100 รอบ และจำนวนประชากรและพื้นที่การค้นหาเท่ากับ 100 ซึ่งแสดงให้เห็นว่าสามารถปรับและทำซ้ำได้

และผลที่ได้คือ ในตารางที่ 4.9 จะแสดงการเปรียบเทียบเวลา LVD ไซต์ PV ขนาด PV และการสูญเสียทั้งหมดระหว่าง SAA, GA และ CSA ค่าเฉลี่ยของเวลาคำนวณที่แสดงในลำดับจากต่ำสุดไปสูงสุดคือ 8.85, 48.31 และ 58.80 วินาทีสำหรับ SAA, GA และ CSA ตามลำดับ ค่า LVD เฉลี่ย เรียงจากต่ำไปสูง คือ 0.024, 0.037 และ 0.043 สำหรับ CSA, GA และ SAA ตามลำดับ ค่าเฉลี่ยของการสูญเสียพลังงานทั้งหมดโดยเรียงลำดับจากต่ำไปสูงคือ 192.90, 263.52 และ 334.22 กิโลวัตต์สำหรับ CSA, GA และ SAA ตามลำดับ ค่าขนาด PV เฉลี่ยโดยเรียงลำดับจากสูงไปต่ำ คือ 1.192, 1.073 และ 0.275 MW สำหรับ SAA, GA และ CSA ตามลำดับ ค่า LVD ต่ำสุดจาก CSA นั้นสัมพันธ์กับผลกระทบที่ต่ำของ FCS บนกริด ดังนั้น ระดับการเจาะของ FCS ไปยังกริดจึงต้องได้รับการจัดการในสถานะที่เหมาะสมที่สุด

ตารางที่ 4.9 การเปรียบเทียบเวลา LVD ไซต์ PV ขนาด PV และการสูญเสียทั้งหมดระหว่าง SAA, GA และ CSA

Simulated Annealing Algorithm (SAA)													
Generation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max	Min	Avg.
Time (s)	10.76	9.34	8.82	8.24	8.65	8.49	8.51	7.98	8.64	9.09	10.76	7.98	8.85
Min (LVD)	0.042	0.037	0.045	0.053	0.040	0.037	0.036	0.037	0.064	0.035	0.064	0.035	0.043
PV site	4	6	4	9	6	6	6	6	7	6	-	-	-
PV size (MW)	1.637	1.061	1.354	1.134	1.277	1.032	1.006	1.140	1.162	1.119	1.637	1.006	1.192
Total loss	258.62	265.55	262.29	274.17	259.07	278.51	253.73	272.73	259.22	251.29	278.51	251.29	263.52
Genetic Algorithm (GA)													
Generation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max	Min	Avg.
Time (s)	55.88	49.42	49.28	33.91	52.29	49.21	52.26	46.46	48.46	45.98	55.88	33.91	48.31
Min (LVD)	0.041	0.036	0.035	0.038	0.038	0.035	0.039	0.034	0.034	0.040	0.041	0.034	0.037
PV site	9	6	6	9	9	6	9	6	6	9	-	-	-
PV size (MW)	1.097	1.152	1.060	1.025	1.020	1.083	1.070	1.094	1.045	1.081	1.152	1.020	1.073
Total loss	434.29	275.72	254.81	377.35	372.03	277.73	408.41	254.32	261.98	425.53	434.29	254.32	334.22
Cuckoo Search Algorithm (CSA)													
Generation	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Max	Min	Avg.
Time (s)	62.04	58.12	56.56	55.54	59.03	58.93	59.63	59.17	59.30	59.64	62.04	55.54	58.80
Min (LVD)	0.024	0.022	0.029	0.022	0.023	0.023	0.029	0.022	0.024	0.020	0.029	0.020	0.024
PV site	15	17	15	15	12	15	12	15	15	17	-	-	-
PV size (MW)	0.293	0.197	0.311	0.272	0.302	0.282	0.338	0.276	0.289	0.188	0.338	0.188	0.275
Total loss	195.68	193.35	191.52	191.94	191.94	191.83	193.90	194.02	191.75	193.06	195.68	191.52	192.90

และในตารางที่ 4.10 จะเป็นการเปรียบเทียบตำแหน่งของ FCS ตัวนับจำนวนการลู่เข้าข้อมูลที่ดีที่สุด และเปอร์เซ็นต์ของตัวนับจำนวนการลู่เข้าที่ดีที่สุดระหว่าง SAA, GA และ CSA โดยที่การทำซ้ำ 10 ครั้งจะสร้างตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของ FCS บนกริด ตำแหน่งของ FCS แตกต่างกันไปตามวิธีการอภิมานแต่ละวิธี ทั้งขนาดและตำแหน่งวัดโดยการระบุค่าตัวนับการลู่เข้าข้อมูลที่ดีที่สุดและเปอร์เซ็นต์ที่เกี่ยวข้องกับความแม่นยำของตำแหน่งที่เป็นไปได้ด้วยฟังก์ชันวัตถุประสงค์ เปอร์เซ็นต์ของตำแหน่ง FCS ที่เหมาะสมที่สุดที่นำเสนอโดย GA, SAA และ CSA คือ 85.71, 45.71 และ 44.29% ตามลำดับ ในขณะที่เดียวกัน ตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของ PV แสดงโดยบัสหมายเลข 6 รถเมล์หมายเลข 6 และ 9 และบัสหมายเลข 6 ใน SAA, GA และ CSA ตามลำดับ ดังนั้น ขนาดและตำแหน่งที่เป็นไปได้ของ FCS และ PV จึงสัมพันธ์กันโดยการสุ่มค่าของวิธีการ metaheuristic สามารถเปิดเผยได้โดยค่าที่แตกต่างกันของแต่ละรุ่น และ OT สามารถใช้เพื่อค้นหาเงื่อนไขที่เหมาะสมที่สุดจากฟังก์ชันวัตถุประสงค์ที่กำหนดไว้

ตารางที่ 4.10 การเปรียบเทียบตำแหน่ง FCS ตัวนับจำนวนครั้งที่ดีที่สุด และเปอร์เซ็นต์ของตัวนับจำนวนครั้งที่ดีที่สุดระหว่าง SAA, GA และอัลกอริทึมของ CSA

Simulated Annealing Algorithm (SAA)									
	Posi.1	Posi.2	Posi.3	Posi.4	Posi.5	Posi.6	Posi.7	Avg.	PV
FCS best position (bus no.)	2	3	7	22	24	15	27, 30	-	6
Best hit counter	4	5	5	4	6	5	3	-	6
%	40	50	50	40	60	50	30	45.71	60
Genetic Algorithm (GA)									
	Posi.1	Posi.2	Posi.3	Posi.4	Posi.5	Posi.6	Posi.7	Avg.	PV

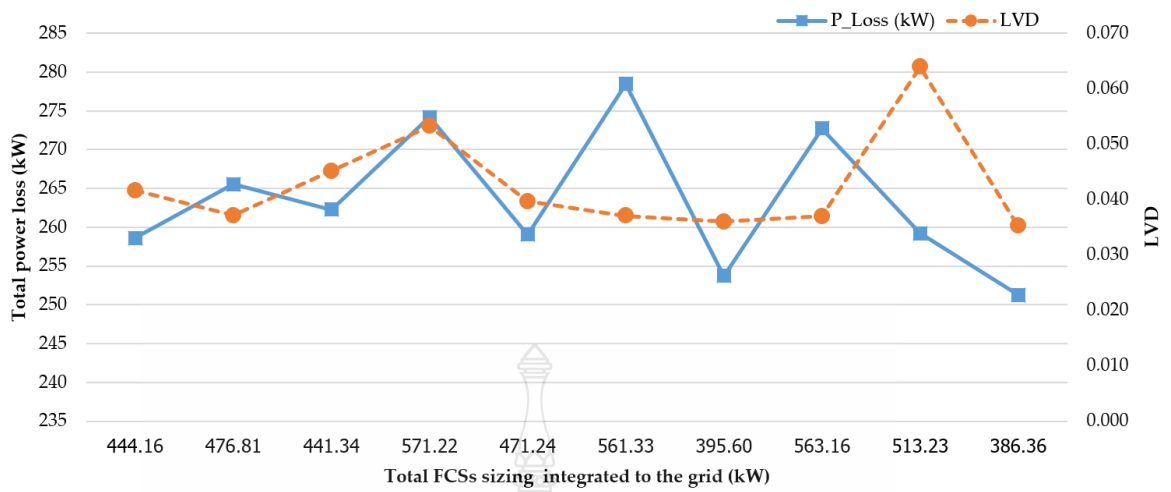
FCS best position (bus no.)	2	3	13	14	28	15	27	-	6,9
Best hit counter	5	10	9	8	8	10	10	-	5
%	50	100	90	80	80	100	100	85.71	50
Cuckoo Search Algorithm (CSA)									
	Posi.1	Posi.2	Posi.3	Posi.4	Posi.5	Posi.6	Posi.7	Avg.	PV
FCS best position (bus no.)	2	3	10	14, 16	26, 28	15	27, 33	-	15
Best hit counter	3	4	5	4	4	8	3	-	6
%	30	40	50	40	40	80	30	44.29	60

ตารางที่ 4.11 จะเป็นการสรุปค่าสูงสุด ค่าต่ำสุด และค่าเฉลี่ยของการกำหนดขนาด FCS ด้วย SAA, GA และ CSA ผลลัพธ์การวัดขนาด FCS ได้มาจากการทำซ้ำ 10 ครั้งของแต่ละวิธี metaheuristic SAA, CSA และ GA แสดงค่าเฉลี่ยที่ 482.44, 903.40 และ 1192.44 กิโลวัตต์ตามลำดับ ดังนั้น ระบบ FCS ทั้งหมดจึงส่งผลกระทบต่อการใช้พลังงานทั้งหมด และ LVD สามารถควบคุมได้โดยการติดตั้ง PV ที่เหมาะสมที่สุด ระดับการเจาะที่ต่ำจากการลดขนาด FCSs ถูกเปิดเผยโดยค่าปิด 50 kW ของแต่ละตำแหน่ง คล้ายกับที่แสดงใน [23] แต่ตำแหน่ง LVD และ PV นั้นแตกต่างจากตำแหน่ง FCS แบบสุ่ม และ PV

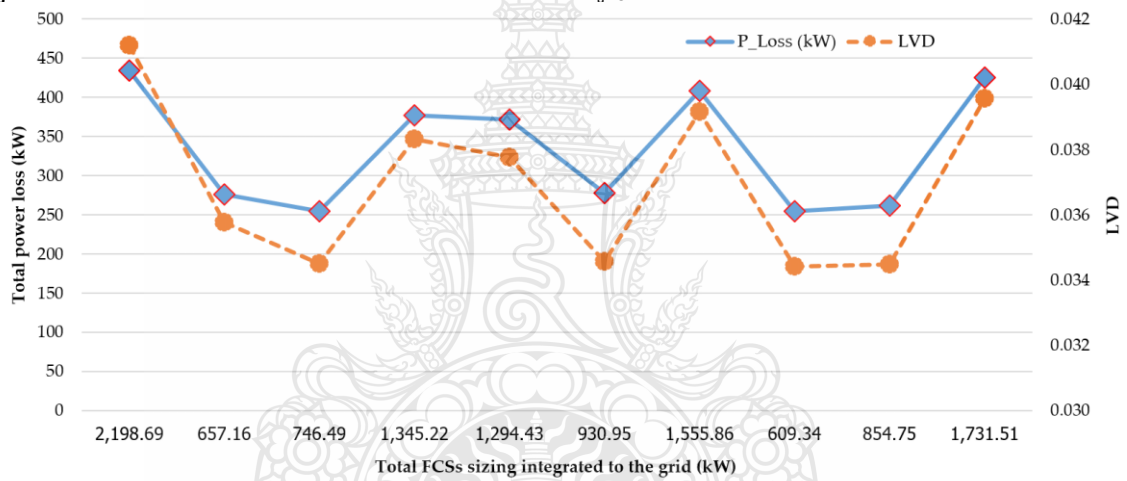
ตารางที่ 4.11 การเปรียบเทียบขนาด FCS ระหว่าง SAA, GA และ CSA

		Sizing of FCSs 1-7							
		FCS1 (kW)	FCS2 (kW)	FCS3 (kW)	FCS4 (kW)	FCS5 (kW)	FCS6 (kW)	FCS7 (kW)	Total_FCS (kW)
SA	Max	133.79	111.91	106.37	149.52	97.62	85.66	105.85	571.22
	Min	52.05	50.00	51.60	50.00	50.00	52.14	54.87	386.36
	Avg.	72.16	67.15	65.68	69.35	68.38	62.66	77.06	482.44
GA	Max	497.47	235.69	492.26	383.07	337.57	419.21	139.52	2198.69
	Min	54.54	50.00	57.96	50.00	50.00	52.04	50.00	609.34
	Avg.	268.57	129.84	228.08	176.98	146.96	181.08	60.94	1192.44
CSA	Max	500.00	500.00	500.00	500.00	137.88	251.18	50.00	1319.22
	Min	50.00	50.00	50.00	50.01	50.00	50.00	50.00	447.16
	Avg.	232.38	135.56	121.67	212.71	64.13	86.95	50.00	903.40

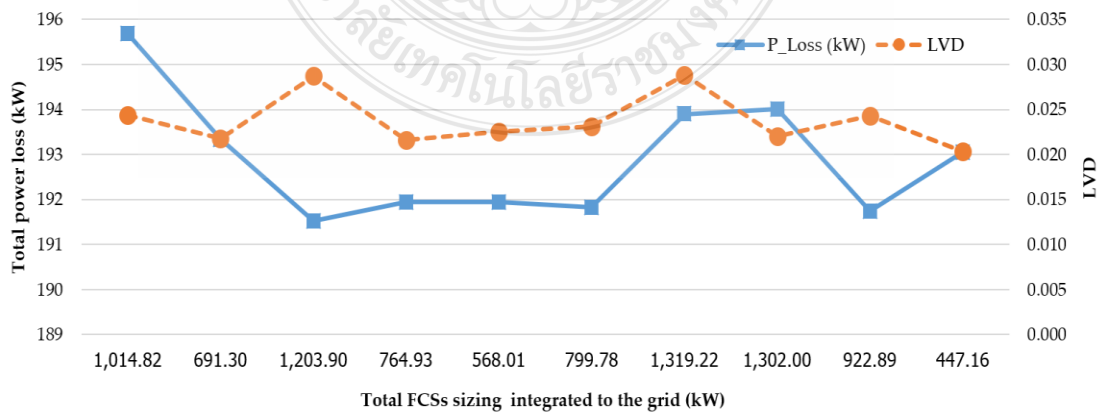
โดยอย่างไรก็ตามจากผลการทดสอบ GA สามารถเลือกตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของ FCS ได้ โดยมีเปอร์เซ็นต์การนับจำนวนการชนที่ดีที่สุดสูงถึง 85.71% แสดงบนรูปโดยหมายเลข 2, 3, 13, 14, 28, 15 และ 27 การสูญเสียพลังงานรวม 227.73 กิโลวัตต์ของ GA นำเสนอโดยการลดฟังก์ชันวัตถุประสงค์ ดังนั้น ตำแหน่งและขนาดของ PV จึงเป็นเป้าหมายเลข 6 และ 1.083 กิโลวัตต์ ตามลำดับ ดังแสดงในรูปที่ 4.21, 4.22, 4.23 และ 4.24 ตามลำดับ



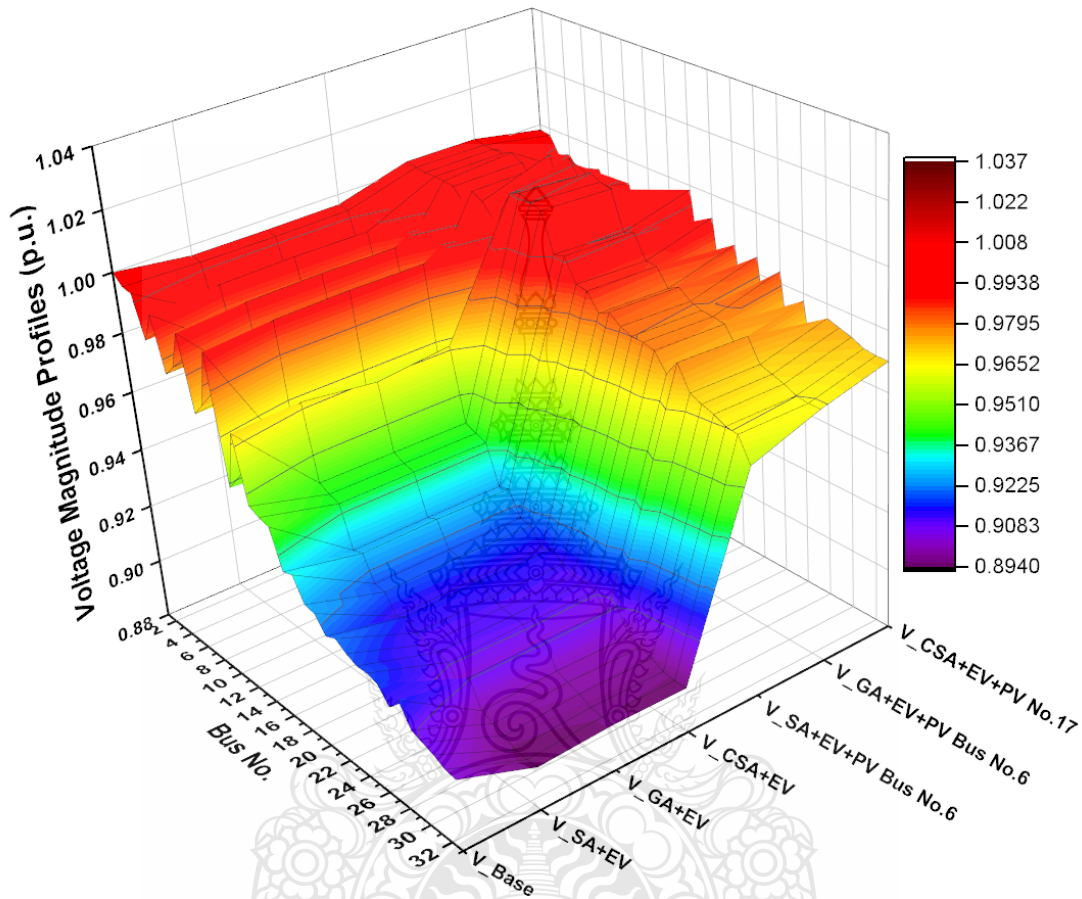
รูปที่ 4.21 การเปรียบเทียบขนาด FCS ทั้งหมดกับการสูญเสียพลังงานทั้งหมดและ LVD ของ SAA



รูปที่ 4.22 การเปรียบเทียบขนาด FCS ทั้งหมดกับการสูญเสียพลังงานทั้งหมดและ LVD ของ GA



รูปที่ 4.23 การเปรียบเทียบขนาด FCS ทั้งหมดกับการสูญเสียพลังงานทั้งหมดและ LVD ของ CSA



รูปที่ 4.24 เปรียบเทียบระหว่างก่อนและหลังการติดตั้ง PV สำหรับ FCS โดยย่อ LVD ให้น้อยที่สุดจากแต่ละกรณี

โดยสามารถสรุปได้ว่าความสมดุลของกริดจะเกิดขึ้นได้โดยใช้เงื่อนไขการจัดการที่เหมาะสมที่สุดซึ่งเกี่ยวข้องกับค่าที่เหมาะสมที่สุดของ FCS และ DPV ที่ติดตั้ง งานนี้ดัดแปลงวิธีการอภิมานเพื่อแก้ปัญหาของ FCS และ DPV โดยใช้หลักการ meta-heuristic ที่ใช้คือ SAA, GA และ CSA ซึ่งเป็นตัวแทนของอัลกอริธึมวิวัฒนาการ ینگกลุ่ม และวิถีตามลำดับ LVD ได้รับเลือกให้เป็นฟังก์ชันวัตถุประสงค์ในการค้นหาปัญหาของ FCS และ DPV ที่เหมาะสมที่สุด ผลการเปรียบเทียบของเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ (OT) แสดงให้เห็นว่า CSA นำเสนอค่าเฉลี่ยต่ำสุดของ LVD ที่ 0.024 ค่าเฉลี่ยต่ำสุดของการสูญเสียพลังงานรวม 192.90 กิโลวัตต์ยังนำเสนอโดย CSA ในขณะเดียวกัน SAA กำหนดค่าเฉลี่ยสูงสุดของขนาด PV ที่ 1.192 MW การจำลองซ้ำแสดงให้เห็นว่าค่าเฉลี่ยของเวลาในการคำนวณจากต่ำไปสูงคือ 8.85, 48.31 และ 58.80 วินาทีสำหรับ SAA, GA และ CSA ตามลำดับ FCS และ DPV ที่ติดตั้งเผยให้

เห็นผลกระทบของ LVD และการสูญเสียพลังงานทั้งหมดของกริด ตำแหน่งที่เป็นไปได้ของ DPV อยู่ที่บัส 6 สำหรับระดับการเจาะสูงของ FCS ในขณะที่เดียวกัน ระดับการเจาะต่ำของ FCSs สามารถทำได้ที่บัส หมายเลข 15. ดังนั้น ระดับการเจาะทะลุของ FCS ที่รวมเข้ากับกริดจึงมีความสำคัญสำหรับการจัดการสถานะที่เหมาะสมที่สุดเพื่อลดผลกระทบของกริด SAA, GA และ CSA มีข้อ จำกัด ในการปรับตัวเพื่อแก้ปัญหาจากผลการเปรียบเทียบ นอกจากนี้ ยังต้องปรับปรุงการคำนวณเวลาและความแม่นยำอีกด้วย ดังนั้นจึงสามารถนำวิธีการอภิธานมาพิจารณาเพื่อแก้ปัญหาในอนาคตและสามารถเลือกแก้ปัญหาของ OT ได้ เนื่องจากคำตอบมีหลากหลายและประกอบด้วยวิธีแก้ปัญหาที่แตกต่างกัน จึงอาจจำเป็นต้องมีการแก้ปัญหาล่วงหน้าและการลองผิดลองถูกเพื่อค้นหาปัญหา ซึ่งจำเป็นต้องนำมาพิจารณาในอนาคต

4.8 บทสรุป

คุณฉันทิพนธ์นี้ได้ทำการศึกษาการวิเคราะห์การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วในระบบไฟฟ้ากำลังติดตั้งร่วมกับโซลาร์ฟาร์ม ซึ่งการทดสอบนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบของระบบไฟฟ้าต่างประเภทกันประกอบด้วย ระบบ IEEE 6 บัส 14 บัส 26 บัส 30 บัส และ 33 บัส โดยประกอบด้วยระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าและระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้า ทั้งนี้เพื่อต้องทดสอบระบบการคำนวณโดยใช้อัลกอริทึมที่เป็นการทำงานที่เหมาะสมในระบบการจำลองทางคณิตศาสตร์ เพื่อขจัดผลกระทบของยานยนต์ไฟฟ้าที่มีปริมาณมากขึ้นในแต่ละระบบ และ เพิ่มเสถียรภาพในระบบไฟฟ้าดังกล่าว โดยใช้หลักการหาตำแหน่งที่เหมาะสม มาช่วยการแก้ปัญหาการจัดวางตำแหน่งของสถานีประจุไฟฟ้า โดยจะใช้เทคนิคชนิดเมตาฮิวริสติก 5 ประการ ประกอบด้วย PSO ABC , CSA, GA และ SAA จากนั้นเมื่อได้ค่าที่เหมาะสมสำหรับการติดตั้งเซลล์แสงอาทิตย์ประเภทโซลาร์ฟาร์ม และสถานีประจุไฟฟ้า ซึ่งจากผลการทดลองในระบบการจำลองสถานการณ์ต่าง พบว่า คุณสมบัติของแต่ละเทคนิคมีความเหมาะสมในกรณีที่แตกต่างกันเช่น SAA เหมาะสำหรับการหาความเหมาะสมชนิดหลายตัวแปร ซึ่งแตกต่างจากหลักการของ GA จะเหมาะสมกับการหาค่าชนิดตัวแปรเดียว เป็นต้น ดังนั้นการหาตำแหน่งที่เหมาะสมเพื่อทดสอบการชดเชยกำลังสูญเสียในแต่ละกรณี ผลที่ได้จะแปรผันตามตัวแปรและเทคนิคการหาตำแหน่งที่เหมาะสมในรูปแบบที่ต่างกัน

บทที่ 5

สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปผลดัชนีพันซ์

ดัชนีพันซ์ฉบับนี้เป็นการประยุกต์การใช้โปรแกรมทางคณิตศาสตร์(MATLAB) และโปรแกรมวิเคราะห์ระบบไฟฟ้า (DigSILENT) เพื่อทำการเปรียบเทียบกระบวนการทดลองด้วยวิธีเมต้าฮิวริสติกส์แบบหลายคำตอบ (Metaheuristics for Multiobjective Optimization) โดยมีวัตถุประสงค์สำหรับหาหลักการและแก้อุปสรรคของการหาค่าที่เหมาะสม ซึ่งในดัชนีพันซ์นี้จะเป็นการพิจารณาในส่วนของ การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว(FCS) ในระบบไฟฟ้ากำลังที่จ่ายไฟ ร่วมกับแหล่งจ่ายไฟฟ้าแบบโซล่าฟาร์ม(SLF) ซึ่งจะทำการจำลองรูปแบบการทดสอบด้วยขบวนการต่างๆ ซึ่งประกอบด้วยหลักของการวิเคราะห์การออกแบบสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว รวมถึงการศึกษาผลกระทบเมื่อมีโหลดประเภทยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มจำนวนมากขึ้นภายในสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วที่ได้รับกระแสไฟฟ้าจากกริดที่มีแหล่งจ่ายโซล่าฟาร์ม (SLF) เมื่อต่อร่วมกันจ่ายโหลดแบบสถานะคงตัว ซึ่งทางผู้วิจัยได้จำลองแหล่งกำเนิดไฟฟ้าแบบกระจายชนิดโซล่าฟาร์มเข้ามาต่อรวมกับกริดเพื่อจะลดเขยค่ากำลังไฟฟ้าที่สูญเสียในระบบกริดขณะที่มีการเพิ่มจำนวนของยานยนต์ไฟฟ้าที่เข้าชาร์ตไฟฟ้าที่สถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็ว โดยได้แบ่งวิธีการจำลองเพื่อการทดสอบทั้งหมด 6 กรณีศึกษา และได้ทำการทดสอบในกรณีศึกษาโดยใช้ระบบไฟฟ้ากำลังที่เป็นแบบมาตรฐานทางไฟฟ้าประกอบด้วย IEEE 6 บัส, IEEE 14 บัส, IEEE 26 บัส, IEEE 30 บัส และ IEEE 33 บัส โดยได้ใช้เทคนิคและวิธีการเปรียบเทียบด้วยหลักการของวิธีเมต้าฮิวริสติกส์ทั้ง 5 วิธี ประกอบด้วย PSO, ABC, CSA, GA และ SAA ซึ่งดัชนีพันซ์ฉบับนี้ได้ทำการพิจารณาในประเด็นที่ให้ผลการทดลองที่เหมาะสมกับเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และใช้เวลาในการประมวลผลที่รวดเร็วเมื่อเทียบกับวิธีอื่นๆ โดยในกรณีศึกษาแบบที่ 1 จะเป็นการทดสอบสถานะการประจุแรงดันไฟฟ้า ซึ่งกระบวนการทดลองพบว่ารูปแบบ FCS สำหรับรถยนต์ไฟฟ้าที่ทำการควบคุมแรงดันไฟฟ้าและกระแสตรงที่บัส 600 VDC ด้วยวิธีการควบคุมกระแสโดยตรง โดยใช้เทคนิคพีดับเบิลยู ทำการทดลองออกแบบโดยให้ FCS เชื่อมต่อเข้ากับกริดผ่านหม้อแปลง 3 เฟส ขนาด 500kVA 22kV/300V และทำการประจุแบตเตอรี่ขนาด 212.5Ah 400VDC ผ่านชุดควบคุมการประจุแบตเตอรี่ผ่านวงจรแปลงผัน บั๊ก-บูส กำหนดกระแสประจุตามระยะเวลาที่ต้องการ ซึ่งจากผลการทดสอบพบว่า การจำลองรูปแบบ FCS สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่ใช้โปรแกรม Matlab Simulink ที่จำลองรูปแบบการเชื่อมต่อแบบ FCS เข้ากับกริดผ่านวงจรแปลงกระแสสลับเป็นกระแสตรงนั้นแสดงให้เห็นว่า ขนาดกำลังไฟฟ้าที่ใช้ในการประจุแปรผันกับระยะเวลาที่ใช้ในการประจุและวิธี FCS ที่ออกแบบไว้ สามารถทำการประจุแบตเตอรี่ได้อย่างมีประสิทธิภาพ จากกรณีที่ 1 ผู้วิจัยได้ศึกษาเรื่องสถานีประจุเร็วเพียงกรณีเดียว และได้นำพารามิเตอร์ต่างๆ ไปศึกษาต่อกับขบวนการทดสอบในกรณีศึกษาที่ 2 ซึ่งเป็นกระบวนการทดสอบการหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของ FCS สำหรับยานยนต์ไฟฟ้าแบบ PHEV ซึ่งเป็นการความเสถียรภาพแรงดันไฟฟ้าแบบคงตัว กรณีติดตั้งสถานีประจุเร็วขนาด 5.04 MW ในระบบทดสอบมาตรฐาน IEEE 30 บัส โดยใช้เทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพที่ระบุตำแหน่งที่เหมาะสมในการ

ติดตั้ง FCS ด้วยหลักการ PSO ซึ่งจากการทดลองแสดงให้เห็นถึงตำแหน่งของ FCS ที่เหมาะสมสำหรับการประจุแรงดันไฟฟ้าของแบตเตอรี่ภายในยานยนต์ไฟฟ้า แบบ PHEV ดังกล่าวได้ทำการพิจารณาภายใต้สภาพการจ่ายพลังงานที่ใช้งานอยู่ โดยใช้ขบวนการจัดเก็บพลังงานจากแบตเตอรี่ และได้นำหลักการของ PSO มาใช้ทดลองในขบวนการนี้ พบว่าการกำหนดค่า FCS ที่เหมาะสมในการติดตั้งร่วมกับระบบไฟฟ้าเป็นผลทำให้สามารถระบุตำแหน่งที่เหมาะสมอยู่ที่巴士หมายเลข 30 ที่มีค่าความสูญเสียของระบบไฟฟ้าที่ 0.0994 p.u และจากการทดสอบพบว่าสามารถช่วยลดค่าความสูญเสียภายในระบบอยู่ประมาณ 6.4 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นระบบ FCS ที่จำลองขึ้นของยานยนต์ไฟฟ้าสามารถปรับปรุงคุณภาพแรงดันไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลังได้ตามสมมุติฐานที่ได้จากการทดลอง และกรณีศึกษาที่ 2 ที่แสดงให้เห็นว่าหลักการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธีเมตาฮีริสติกส์แบบหลายคำตอบ สามารถหาค่าตอบได้ตรงตามวัตถุประสงค์ของการวิจัย เราจึงนำหลักการดังกล่าวมาทดลองเพิ่มเติมต่อ เพื่อศึกษาสมมุติฐานในกรณีที่ 3 โดยปัญหาในการทดสอบคือการระบุตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของ FCS และ SLF โดยการเปรียบเทียบเทคนิคการปรับค่าให้เหมาะสม (OT) ที่ติดตั้งบนแบบมาตรฐานทางไฟฟ้า IEEE 33巴士 ซึ่งในการวิจัยกรณีนี้ได้เลือกวิธีการ เมตาฮีริสติกส์แบบหลายคำตอบชนิด ABC และ CSA เพื่อมาทำการเปรียบเทียบ และแก้ไขปัญหาจากวัตถุประสงค์ โดยจะพิจารณาในส่วนของเวลาและวิธีการปรับค่าที่เหมาะสม (OT) และพิจารณา OT ที่ดีที่สุด จากผลการจำลองแสดงให้เห็นว่า ABC ใช้เวลาในการปรับค่าน้อยกว่า CSA และได้เวลาในการคำนวณที่ดีที่สุดอยู่ที่ 0.0212 วินาที ในรุ่นที่ 2 ในขณะเดียวกันหากต้องการหาค่าโดยเฉลี่ยประมาณของ LVD พบว่า CSA มีค่าน้อยกว่า ABC ซึ่งจากกระบวนการ OT ตามวัตถุประสงค์ที่ตั้งสมมุติฐานไว้ทำให้ทราบว่าสามารถแก้ปัญหาได้อย่างมีประสิทธิภาพและเหมาะสมตามวัตถุประสงค์ ซึ่งกรณีศึกษาที่ 4 การหาค่าตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดของ SLF และ FCS โดยใช้เทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมโดยใช้วิธีเมตาฮีริสติกส์ ในระบบไฟฟ้ากำลัง ซึ่งจากหลักการในกรณีที่ 4 ได้นำมาตัดแปลงค่าพารามิเตอร์และทำการทดสอบในระบบ IEEE 26巴士 โดยได้นำเสนอเทคนิคการกำหนดค่าที่เหมาะสมของการกำหนดขนาดของ FCS และ SLF ด้วยการเปรียบเทียบเทคนิค OT โดยได้เลือกวิธี ABC และ CSA เพื่อแก้ไขค่าตัวแปร โดยสนใจตรงค่าเวลาและรุ่นของ OT เพื่อนำมาใช้ในการตัดสินใจสำหรับ OT ที่ดีที่สุด จากผลการจำลองแสดงให้เห็นว่า ABC ใช้เวลาน้อยกว่า CSA และได้ทางออกที่ดีที่สุด ในขณะเดียวกันหากทำการตรวจสอบสภาพโดยเฉลี่ยของ LVD พบว่า CSA มีค่าน้อยกว่า ABC เพื่อให้ OT จากวัตถุประสงค์สามารถแก้ปัญหาที่เหมาะสมและมีประสิทธิภาพตามวัตถุประสงค์ ซึ่งผลของ OT กรณีที่ 3 และ 4 ได้ผลที่แตกต่างกันคือ ระบบ 33巴士เป็นระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้า ส่วนระบบ 26巴士ในกรณีที่ 4 เป็นระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า ดังนั้นสามารถสรุปกรณีที่ 3 และ 4 ได้ว่า หลักการหาค่าที่เหมาะสมของระบบจำหน่ายควรใช้หลักการแบบ CSA และในส่วนของระบบส่งจ่ายควรใช้หลักการแบบ ABC ในการทดสอบเนื่องจากชนิดของตัวแปรต่างกันทำให้ส่งผลกระทบต่อเรื่องของการรู้เข้าข้อมูล และจากผลของกรณีที่ 2,3 และ 4 เรื่องการนำ SLF เข้าไปต่อรวมในระบบ โดยพิจารณาจากตัวแปรที่มี FCS ในระบบจึงนำไปสู่กรณีศึกษาที่ 5 ซึ่งจะแสดงให้เห็นถึงการชดเชยการสั้นของความถี่ต่ำในระบบไฟฟ้าสำหรับโหลดของยานยนต์ไฟฟ้า โดยใช้วิธีการที่เหมาะสมที่สุดในการเพิ่มประสิทธิภาพกลุ่มอนุภาคเพื่อปรับพารามิเตอร์ควบคุมเพื่อสร้างเสถียรของระบบไฟฟ้า จากการเพิ่มขึ้นของยานพาหนะไฟฟ้า เมื่อพิจารณาให้ FCS ได้รับการติดตั้ง โดยตรงกับโครงข่ายไฟฟ้าเพื่อรองรับการ

ประจุไฟฟ้าที่ปริมาณต่างกัน และทำการพิจารณาถึงผลกระทบของการสั้นของความถี่ในการประจุไฟฟ้าในแง่ของความเสถียรของระบบไฟฟ้า โดยเมื่อใช้หลักการ PSO สำหรับการเปลี่ยนค่าพารามิเตอร์เพื่อศึกษาการสั้นของแรงดันไฟฟ้า (PSS) สามารถควบคุมการสั้นของความถี่ต่ำในโครงข่ายไฟฟ้าที่ใช้ PSS และสามารถควบคุมการสั้นของความถี่ต่ำในการเสนอโครงข่ายไฟฟ้า ด้วยจำลองการทดสอบระบบ IEEE 6 บัสในระหว่างการปรับความสมดุลของโหลดยานยนต์ไฟฟ้าเพิ่มขึ้นที่ 50, 100, 150, 200 และ 300 เปอร์เซนต์ตามลำดับ ผลลัพธ์แสดงให้เห็นว่าการสั้นของความถี่ต่ำของโรเตอร์สามารถควบคุมขอบเขตความไม่เสถียรได้ และสามารถสรุปกรณีนี้ได้ว่าลักษณะของการหมุนตัวควบคุม PSS ที่นำเสนอในกรณีนี้ที่ 5 พบว่าจึงสามารถใช้ควบคุมการแกว่งของระบบและปรับความเสถียรของตัวแปรระบบได้ ซึ่งในกรณีนี้ผู้วิจัยใช้หลักการหาค่าที่เหมาะสมด้วยวิธี PSO ทำให้สามารถควบคุมการแกว่งความถี่ต่ำของโรเตอร์ของเครื่องกำเนิดไฟฟ้าให้อยู่ในสถานะสมดุลได้จริงตามสมมุติฐานการทดลอง และกรณีสุดท้ายคือกรณีศึกษาที่ 6 ซึ่งมีหลักการใกล้เคียงกับกรณีที่ 2,3 และ 4 ซึ่งเป็นการค้นหาสถานะที่เหมาะสมที่สุดของระบบแรงดันไฟฟ้าเมื่อมีโหลดประเภทยานยนต์ไฟฟ้าเข้ามาทำการประจุแบตเตอรี่ในระบบจำหน่าย IEEE 33 บัส โดยในที่นี้ทำให้แรงดันไฟฟ้าของแหล่งจ่ายเกิดความไม่สมดุลในระบบ โดยจากสมมุติฐานการวิจัยพบว่าสภาวะที่เหมาะสมนั้น สัมพันธ์กันโดยศึกษาการสั้นของแรงดันไฟฟ้าของตำแหน่งบัส ตัวแปรสำคัญคือค่าความเบี่ยงเบนของแรงดันโหลด (LVD) ความแปรผันของโหลดและกำลังไฟฟ้า และขนาดของ SLF ซึ่งจะเพิ่มเข้าไปในระบบ เพื่อความเสถียรของพลังงาน มีการนำเสนอวิธีการเพิ่มประสิทธิภาพ FCS และ SLF โดยการใช้การเปรียบเทียบเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ และทดสอบในระบบ IEEE 33 และจัดกลุ่มการติดตั้ง FCS ซึ่งสมมุติฐานในการแก้ปัญหาาระดับแรงดันไฟฟ้าในระบบโดยใช้วิธีเมต้าฮิวริสติกส์ ถูกนำมาใช้เพื่อกำหนดตำแหน่งที่เหมาะสม ซึ่งทำการเปรียบเทียบกันระหว่างวิธีการค้นหาหาค่าเหมาะที่สุด (CSA) อัลกอริธึมทางพันธุกรรม (GA) และอัลกอริธึมการหลอมจำลอง (SAA) และมีการปรับใช้ SLF ที่ต่อรวมในกริด เพื่อวิเคราะห์ตำแหน่งของ FCS และ LVD รวมถึงเวลาในการคำนวณและการสูญเสียพลังงานทั้งหมดสำหรับการวนซ้ำและแต่ละครั้งจะถูกเปรียบเทียบ แรงดันไฟฟ้าที่เกิดขึ้นจะถูกปรับใช้โดยใช้วิธีการศึกษาการไหลของโหลดแบบแพร่กระจายถอยหลัง-เดินหน้า(FWBW) โดยตัวแปร LVD จะเป็นพารามิเตอร์หลักในการกำหนดฟังก์ชันของเทคนิคการเพิ่มประสิทธิภาพ โดยผลการจำลองแสดงให้เห็นว่า SAA แสดงเวลาการคำนวณเฉลี่ยต่ำสุด ตามด้วย GA และ CSA ตำแหน่งที่เป็นไปได้ของ SLF คือ บัสหมายเลข 6 สำหรับ FCS ที่มีระดับการประจุแรงดันของแบตเตอรี่ค่อนข้างสูงจะไม่ส่งผลกระทบต่อเสถียรภาพของแรงดันไฟฟ้า อยู่ที่บัสหมายเลข 2, 3, 13, 14, 28, 15 และ 27 ดังนั้นการติดตั้ง FCS และ SLF จากหลักการดังกล่าวพบว่า SAA ให้ผลการคำนวณเรื่องเวลา และตำแหน่งที่เหมาะสมที่สุดกว่าเทคนิคอื่นที่ทำการเปรียบเทียบ

5.2 ข้อเสนอแนะ

คุณูปการนี้ได้ทำการศึกษารวบรวมการวิเคราะห์การหาขนาดและตำแหน่งที่เหมาะสมของสถานีประจุไฟฟ้าแบบเร็วในระบบไฟฟ้ากำลังติดตั้งร่วมกับโซลาร์ฟาร์ม ซึ่งการทดสอบนี้ผู้วิจัยใช้รูปแบบของระบบไฟฟ้าต่างประเภทกันทั้งในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า และระบบจำหน่าย ซึ่งจากวัตถุประสงค์ของงานวิจัย

นี่เป็นการหาทางชดเชยแรงดันที่สูญเสียไปด้วยการเพิ่มระบบจำหน่ายกำลังไฟฟ้าเสริมแบบโซล่าฟาร์ม โดยยึดรูปแบบการวิเคราะห์เป็นชนิดระบบไฟฟ้าในรูปแบบคงตัว (Static Analysis) ในสถานะโหลด สมดุลย์ (Balanced load) ซึ่งยังขาดการวิเคราะห์ปัญหาในรูปแบบสถานะไม่สมดุลย์ (Unbalanced load) จึงจำเป็นต้องทำการศึกษาเพิ่มเติมในอนาคต โดยงานวิจัยที่จะทำการเพิ่มประสิทธิภาพของยานยนต์ไฟฟ้าจะต้องมีผลทดสอบของการติดตั้งสถานีประจุนยนต์ไฟฟ้าที่เหมาะสมสำหรับยานยนต์ไฟฟ้าที่เพิ่มขึ้นหรือระบบจำหน่ายไฟฟ้าสำรองที่เพียงพอกับการเพิ่มของยานยนต์ไฟฟ้า โดยอาจจะพิจารณาเพิ่มขึ้นจำนวนสถานีประจุนยนต์ไฟฟ้า คำนวณควบคู่กับ แหล่งพลังงานหมุนเวียนที่เหมาะสมในรูปแบบต่างๆ หรือระบบอื่น ที่คำนึงถึงการใช้งานในด้านราคา เสี่ยงรบกวน และความต้องการพลังงานเป็นหลักในระบบพลังงานไฟฟ้าเสริม หรือสำรอง อีกทั้งถ้าสนใจในด้านเทคนิคการหาค่าที่เหมาะสมในรูปแบบต่างๆ ควรจะเลือกใช้เทคนิคที่ทันสมัย และตรงกับวัตถุประสงค์ของการจำลองในการทดสอบเพื่อปรับปรุงฟังก์ชันเป้าหมายในวิธีการหาค่าที่เหมาะสมวิธีการต่างๆ เพื่อให้เกิดความหลากหลายและครอบคลุมต่อการแก้ไขปัญหาของระบบไฟฟ้ากำลังในอนาคต และควรจะต้องพิจารณาถึงการปรับปรุงค่าพารามิเตอร์ เพื่อให้เกิดความแม่นยำในการลู่อเข้าข้อมูลที่เหมาะสมได้อย่างรวดเร็ว ซึ่งหากจะทดสอบการจำลองทางระบบควรจะต้องพิจารณาในการเลือกฟังก์ชันการคำนวณแบบตัวแปรเดียวหรือแบบหลายตัวแปรให้เหมาะสมกับระบบไฟฟ้าที่ใช้ในการทดสอบ



บรรณานุกรม

- [1] พบแพทย์ “มลพิษทางอากาศ อันตรายที่ป้องกันได้” 2016, Available : <https://www.pobpad.com>.
- [2] Greenpeace Thailand “รายงานเรื่องมลพิษทางอากาศจากองค์การอนามัยโลก (WHO) ย้ำเตือนถึงความจำเป็นที่จะต้องปลดแอกจากเชื้อเพลิงฟอสซิล” 2020, Available : <https://www.greenpeace.org/thailand/press/3248/air-pollution-from-fossil-fuel-report>
- [3] V.Sreedhar, “Plug-In Hybrid Electric Vehicles with Full Performance” 2006 IEEE Conference on Electric and Hybrid Vehicles, 2006, pp 5-8, 23 April 2007
- [4] Mehrdad Ehsani, Yimin Gao, and John M. Miller, “Hybrid Electric Vehicles: Architecture and Motor Drives” Hybrid Electric Vehicles: Architecture and Motor Drives, Proceedings of the IEEE | Vol. 95, No. 4, pp 719 - 728, April 2007
- [5] Albert Y.S. Lam, Yiu-Wing Leung, and Xiaowen Chu, “Electric vehicle charging station placement” 2013 IEEE International Conference on Smart Grid Communications (Smart Grid Com), 2013, pp 510 – 515
- [6] ANALYSIS “CHARGING ECOSYSTEM” 2012, Available : <https://autotechreview.com>
- [7] NOP Commerce (IEA) “GlobalEVO Outlook 2017” 2017, Available : <https://webstore.iea.org/global-ev-outlook-2017>
- [8] แผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ.2558–2579 “สรุปสาระสำคัญแผนอนุรักษ์พลังงาน พ.ศ. 2558 – 2579” 2015, Available : <http://www.enconfund.go.th/pdf/eep2015.pdf>
- [9] Maria Carmen Falvo , Danilo Sbordone , I. Safak Bayram , Michael Devetsikiotis “EV charging stations and modes: International standards” 2014 International Symposium on Power Electronics, Electrical Drives, Automation and Motion, 2014 , pp 1134 - 1139
- [10] Sanchari Deb , Karuna Kalita , Pinakeshwar Mahanta “Impact of electric vehicle charging stations on reliability of distribution network” 2017 International Conference on Technological Advancements in Power and Energy (TAP Energy), 28 June 2018

บรรณานุกรม(ต่อ)

- [11] สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ (สวทช.) “อุตสาหกรรมยานยนต์ไฟฟ้า” 2017, Available : file:///E:/คลอง%206/THESIS/เปเปอร์อ้างอิง/ยานยนต์ไฟฟ้า.pdf
- [12] Jonathan Coignard, Samveg Saxena, Jeffery Greenblatt and Dai Wang. “Clean vehicles as an enabler for a clean electricity grid” Environmental Research Letters, Volume 13, Number 5, 2018, pp 1 - 8
- [13] C. D. Tarantilis , C. T. Kiranoudis “AN EFFICIENT META-HEURISTIC ALGORITHM FOR ROUTING PRODUCT COLLECTING VEHICLES OF DEHYDRATION PLANTS. II. ALGORITHM PERFORMANCE AND CASE STUDIES” Drying Technology An International Journal Volume 19, 2001 - Issue 6 , pp 158 - 166
- [14] K.Yenchamchalit*, K.Bhumkittipich*, Y.Kongjeen, K. Buayai and K. Kerdchuen. “Optimal Placement of Solar Farm and EV-Charging Station using Metaheuristic Optimization Technique” GMSARN Int. Conf. on Smart Energy, Environment, and Development for Sustainable GMS, 27-29 November 2019, pp 158 - 166
- [15] Md. Mainul ISLAM1, Hussain SHAREEF2, Azah MOHAMED1 “A Review of Techniques for Optimal Placement and Sizing of Electric Vehicle Charging Stations”
- [16] การไฟฟ้าฝ่ายผลิต, การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค, การไฟฟ้านครหลวง “รายงานแผนพัฒนาโครงสร้างพื้นฐานด้านไฟฟ้าเพื่อรองรับยานยนต์ไฟฟ้าของประเทศไทย” พฤศจิกายน 2559
- [17] Md. Mainul Islam, Hussain Shareef, Azah Mohamed “Optimal Placement of Rapid Charging Stations for Electric Vehicles” Scholars' Press, ISBN-13: 978-620-2-30785-7, 2018
- [18] Amir Ostadiand Mehrdad Kazerani “Planning and Operation of Isolated Microgrids Based on Repurposed Electric Vehicle Batteries” IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS, VOL. 15, NO. 7, JULY 2019, pp 4319 - 4331
- [19] Pandian M. Vasant, Imran Rahman, Balbir Singh Mahinder Singh and M. Abdullah-Al-Wadud, “On the performance of accelerated particle swarm optimization for charging plug-in hybrid electric vehicles” AEJ - Alexandria Engineering Journal 55(1):419–426 · March 2016, pp 419–426

บรรณานุกรม(ต่อ)

- [20] Joosung Kang, Scott J. Duncan, Dimitri N. Mavris “Real-time Scheduling Techniques for Electric Vehicle Charging in Support of Frequency Regulation” Conference on Systems Engineering Research (CSER’13) Eds.: C.J.J. Paredis, C. Bishop, D. Bodner, Georgia Institute of Technology, Atlanta, GA, March 19-22, 2013, pp 767 – 775
- [21] D. Sattianadan, M. Sudhakaran, S.S. Dash, K. Vijayakumar, and Bishnupriya Biswal “Power Loss Minimization by the Placement of DG in Distribution System Using PSO” Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2013, pp. 497–504.
- [22] Prabhjot Kauri, Sandeep Kaur and Rintu Khanna “Optimal Placement and Sizing of DG Comparison of Different Techniques of DG Placement” 1st IEEE International Conference on Power Electronics, Intelligent Control and Energy Systems (ICPEICES-2016), 2016, pp.1-4
- [23] Ruhaizad Ishak, Azah Mohamed, Ahmed N. Abdalla, and Mohd Zamri C. Wanik “Optimal DG Placement and Sizing For Voltage Stability Improvement Using Backtracking Search Algorithm” Int'l Conference on Artificial Intelligence, Energy and Manufacturing Engineering (ICAEME’2014), June 9-10, 2014 Kuala Lumpur (Malaysia), 2014, pp.29-34
- [24] Amir Ostadi and Mehrdad Kazerani, “Optimal Sizing of the Battery Unit in a Plug-in Electric Vehicle” IEEE TRANSACTIONS ON VEHICULAR TECHNOLOGY, VOL. 63, NO. 7, SEPTEMBER, 2014, pp. 3077 - 3084
- [25] Md. Mainul ISLAM, Hussain SHAREEF, Azah MOHAMED, “Optimal siting and sizing of rapid charging station for electric vehicles considering Bangi city road network in Malaysia” Turkish Journal of Electrical Engineering & Computer Sciences, Turk J Elec Eng & Comp Sci, 2016, pp. 3933 – 3948

บรรณานุกรม(ต่อ)

- [26] Pandian M. Vasant, Imran Rahman, Balbir Singh Mahinder Singh and M. Abdullah-Al-Wadud, “Optimal power allocation scheme for plug-in hybrid electric vehicles using swarm intelligence techniques” ELECTRICAL & ELECTRONIC ENGINEERING Vasant et al., Cogent Engineering, 2016, pp. 1-26
- [27] Huiru Zhao and Nana Li, “Optimal Siting of Charging Stations for Electric Vehicles Based on Fuzzy Delphi and Hybrid Multi-Criteria Decision Making Approaches from an Extended Sustainability Perspective” Energies, 2016, pp.1-22
- [28] Md. Mainul ISLAM, Hussain SHAREEF, Azah MOHAMED “A Review of Techniques for Optimal Placement and Sizing of Electric Vehicle Charging Stations” PRZEGLĄD ELEKTROTECHNICZNY, ISSN 0033-2097, R. 91 NR 8, 2015, pp.122-126
- [29] E. Pashajavid and M. A. Golkar “Optimal placement and sizing of plug in electric vehicles charging stations within distribution networks with high penetration of photovoltaic panels” JOURNAL OF RENEWABLE AND SUSTAINABLE ENERGY 5, 053126, 2013, pp.
- [30] Junainah Sardi, N. Mithulananthan, Duong Quoc Hung, Krischonme Bhumkittipich “Load Levelling and Loss Reduction by ES in a Primary Distribution System with PV Units”
- [31] Md. Shariful Islam “PV-based EV Charging Station with Vehicle-to-Grid Services for Business Premises” A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at The University of Queensland in 2018 School of Information Technology and Electrical Engineering, 2018
- [32] Junainah Sardi, “SMART DEPLOYMENT OF COMMUNITY ENERGY STORAGE IN POWER GRID WITH PV UNITS” A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy at The University of Queensland in 2017 School of Information Technology and Electrical Engineering ,2018

บรรณานุกรม(ต่อ)

- [33] Teerapat Manmit and Parnjit Damrongkulkamjorn “Optimal Battery Energy Storage System for PV Grid Connector for Customer with Time-Of- Use Tariff”วารสารวิจัยพลังงาน ปีที่ 12 ฉบับที่2 (กรกฎาคม –ธันวาคม), 2558, pp. 75-94
- [34] Sujata Huddar, Amulya. H.Kantharaj and Rudresh Magdum “Review Paper on Optimal Location and Sizing of DG” International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) Vol. 3 Issue 2, February, 2014, pp.1825 - 1829
- [35] Prem Prakash and Dheeraj K. Khatod “Review of Methods for Optimal Sizing and Siting of Distributed Generation” IEEE INDICON, 2015, pp.1-6
- [36] Peeyoosh Gupta, Manjaree Pandit, D.P. Kothari “A Review on Optimal Sizing and Siting of Distributed Generation System” Conference Paper, December, 2014,
- [37] โครงการสนับสนุนการใช้งานรถตู้กติกเป็นรถตู้กติกไฟฟ้า (eTukTuk) “ยานยนต์ไฟฟ้า” 2017, Available : <http://www.enconlab.com/etuktuk/index.php/menu-news-etuktuk/22-2017-09-18-08-57-07>
- [38] UD Click “Chevrolet Volt ไม่เกิน 65 กม. ไม่จ้้น้ำมัน” 2019, Available : http://www.udclick.com/home1/index.php?option=com_content&task=view&id=20981&Itemid=105041
- [39] Parthiban Periyaswamy and Philippe Vollet “The electric vehicle: plugging in to smarter energy management” February, 2011
- [40] Prabha Kundur, Power System Stability and Control. McGraw-Hill: New York, 1994.
- [41] A. M. A. Haidar and K. M. Muttaqi, "Behavioral Characterization of Electric Vehicle Charging Loads in a Distribution Power Grid Through Modeling of Battery Chargers," IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 52, no. 1, pp. 483-492, 2016.
- [42] F. Milano and O. Hersent, "Optimal Load Management With Inclusion of Electric Vehicles and Distributed Energy Resources," IEEE Transactions on Smart Grid, vol. 5, no. 2, pp. 662-672, 2014.

บรรณานุกรม(ต่อ)

- [43] Battery types and voltage regulators comparison, Available: <https://developpa.io/battery/>.
- [44] What's the Best Battery? Available: https://batteryuniversity.com/index.php/learn/archive/whats_the_best_battery.
- [45] กุลสมทรัพย์ เย็นน้ำชลิต, ยุทธนา คงจิ้น และ กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์ “สถานีประจุเร็วสำหรับรถยนต์ไฟฟ้า” การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9, 2-4 พฤษภาคม พ.ศ. 2560
- [46] Yuttana Kongjeen , Krischonme Bhumkittipich “Modeling of Electric Vehicle Loads for Power Flow Analysis based on PSAT” The 2017 International Electrical Engineering Congress (iEECON2017) Venue : Holiday Inn Pattaya, Thailand Date : 8-10 March, 2017





ภาคผนวก



ภาคผนวก ก
ผลงานตีพิมพ์เผยแพร่

บทความวิชาการระดับชาติและนานาชาติ

1. Kulsomsup Yenchamchalit , Yuttana Kongjeen , Prakasit Prabpal and Krischonme Bhumkittipich , “ Optimal Placement of Distributed Photovoltaic Systems and Electric Vehicle Charging Stations Using Metaheuristic Optimization Techniques” Symmetry 2021, 13, 2378. <https://doi.org/10.3390/sym13122378>
2. Kulsomsup Yenchamchalit, Yuttana Kongjeen, Krischonme Bhumkittipich, Andrei Stativa and Nadarajah Mithulananthan, “Control of Low-Frequency Oscillation on Electrical Power System Under Large EV-Charging Station Installation Using PSO Technique for Turning PSS Parameters” International Review of Electrical Engineering, Vol. 16, N. 5, DOI: <https://doi.org/10.15866/iree.v16i5.20753>
3. กุลสมทรัพย์ เย็นชำชลิต, ยุทธนา คงจีน, และ กฤษณ์ชนม์ ภูมิภิตติพิชญ์, “สถานีประจําเร็วสำหรับยานยนต์ไฟฟ้า,”การประชุมวิชาการเครือข่ายวิศวกรรมไฟฟ้ามหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคล ครั้งที่ 9 (EENET 2017), จันทบุรี, 2-4 พฤษภาคม พ.ศ. 2560.
- 4 . Kulsomsup Yenchamchalit, Yuttana Kongjeen, Krischonme Bhumkittipich and Nadarajah Mithulananthan, “ Optimal Sizing and Location of the Charging Station for Plug-in Electric Vehicles using the Particle Swarm Optimization Technique,” International Electrical Engineering Congress 2018 (iEECON 2018), Krabi, Thailand, March 7-9, 2018.
- 5 . Yuttana Kongjeen, Kulsomsup Yenchamchalit and Krischonme Bhumkittipich, “ Optimal Sizing and Placement of Solar Powered Charging Station under EV loads Penetration using Artificial Bee Colony Technique,” The 2018 International Power Electronics Conference (IPEC 2018), pp.2430-2434, TOKI MESSE Niigata Convention Center, Japan, May 20-24,2018.
- 6 . Kulsomsap Yenchamchalit, Yuttana Kongjeen and Krischonme Bhumkittipich " Optimal Placement of Solar Farm and EV-Charging Station using Metaheuristic Optimization Technique " The 7th International Symposium on Frontier Technology at Ambassador City Jomtien, Pattaya, Thailand, August 24-25, 2019.

7. K.Yenchamchalit, K.Bhumkittipich, Y.Kongjeen, K. Buayai and K. Kerdchuen “Optimal Placement of Solar Farm and EV-Charging Station using Metaheuristic Optimization Technique” GMSARN Int. Conf. on Smart Energy, Environment, and Development for Sustainable GMS, 27-29 November 2019

8 . Thanat Jensanyayut, Tiphacha Phongtrakul, Kulsomsap Yenchamchalit, Yuttana Kongjeen, Krischonme Bhumkittipich and Mithulananthan Nadarajah “Design of Solar-Powered Charging Station for Electric Vehicles in Power Distribution System” International Electrical Engineering Congress 2020 (iEECON 2020), Chaingmai, Thailand, March 4-6, 2020



ประวัติผู้เขียน

ชื่อ - นามสกุล	กุลสมทรัพย์ เย็นน้ำชลิต
วัน เดือน ปีเกิด	5 กันยายน 2522
ที่อยู่	69 ถ.รามเดโช ต.ทะเลชุบศร อ.เมือง จ.ลพบุรี
การศึกษา	ประกาศนียบัตรวิชาชีพ (ปวช.) ช่างไฟฟ้ากำลัง GPA. 2.62 วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี ประกาศนียบัตรวิชาชีพชั้นสูง (ปวส.) ช่างไฟฟ้ากำลัง GPA. 2.56 วิทยาลัยเทคนิคลพบุรี ปริญญาตรี วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วท.บ.) สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรม GPA. 2.97 มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพสตรี ลพบุรี ปริญญาโท วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต (วศ.ม.) สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า GPA. 3.25 มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีมหานคร กรุงเทพมหานคร ปริญญาเอก วิศวกรรมศาสตรดุษฎีบัณฑิต (วศ.ด) สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า GPA. 4.00 คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัย เทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี
ประสบการณ์การทำงาน	ปี 2545 - 2547 อาจารย์ประจำ สาขาช่างไฟฟ้ากำลัง วิทยาลัยเทคนิคมวกเหล็ก จ.สระบุรี ปี 2547 - ปัจจุบัน อาจารย์ประจำ สาขาเทคโนโลยีไฟฟ้า อุตสาหกรรม คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏเทพ สตรี จ.ลพบุรี

