

การตรวจสอบความผิดปกติของระบบไฟฟ้าในโรงงาน
ด้วยโครงข่ายประสาทเทียม

THE MONITORING OF FACTORY ELECTRICAL SYSTEM ABNORMAL
CONDITION USING NEURAL NETWORKS PREDICTION

น่านน้ำ นิลนิมิตร
NANNAM NILNIMITR

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
คณะวิศวกรรมศาสตร์
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2565

KMITL-2022-EN-M-020-076

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THE MONITORING OF FACTORY ELECTRICAL SYSTEM ABNORMAL
CONDITION USING NEURAL NETWORKS PREDICTION

NANNAM NILNIMITR

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF
MASTER OF ENGINEERING IN ELECTRICAL ENGINEERING
SCHOOL OF ENGINEERING
KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG
2022

KMITL-2022-EN-M-020-076

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



COPYRIGHT 2022

SCHOOL OF ENGINEERING

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LADKRABANG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การตรวจสอบความผิดปกติของระบบไฟฟ้าในโรงงานด้วย โครงข่ายประสาทเทียม
นักศึกษา	นายณาน้ำ นิลนิมิตร
รหัสนักศึกษา	62601064
ปริญญา	วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
พ.ศ.	2565
อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์	รองศาสตราจารย์จรงค์ บัญเส็ง

บทคัดย่อ

เนื่องจากในระบบไฟฟ้าในอุตสาหกรรมต่าง ๆ ต้องการรักษาเสถียรภาพของระบบเพื่อไม่ให้ส่งผลเสียต่ออุปกรณ์ไฟฟ้า แต่เนื่องจากอุตสาหกรรมบางแห่งไม่มีวิศวกรที่มีความเชี่ยวชาญทางไฟฟ้า จึงไม่สามารถวิเคราะห์หรือคาดการณ์ถึงความผิดปกติของระบบไฟฟ้าได้เพื่อทำการป้องกันการถึงเหตุการณ์ที่ผิดปกติ ถึงแม้อุตสาหกรรมนั้น ๆ จะมีการวัดและบันทึกข้อมูลต่าง ๆ ทางไฟฟ้าไว้ก็ตาม ดังนั้นวิทยานิพนธ์ฉบับนี้จึงได้กล่าวถึงโปรแกรมที่จะทำการวิเคราะห์เสถียรภาพระบบไฟฟ้า ด้วยการสร้างโปรแกรมจากโครงข่ายประสาทเทียมที่สามารถทำนายผลลัพธ์ในรูปแบบร้อยละความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าจากตัวแปรพื้นฐานทางไฟฟ้าทั้ง 5 ตัวแปร คือ แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, Power Factor, THDv, และ THDi ในแต่ละเฟส เพื่อหาถึงความผิดปกติในแต่ละเฟสทางไฟฟ้า โดยแบบจำลองที่ใช้ในการศึกษาของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาระหว่าง Regression Model กับ Logistics Regression Model ซึ่งโปรแกรมจะถูกฝึกสอนเพื่อให้สอดคล้องแต่ละชุดข้อมูลตัวอย่าง แล้วจึงทำการป้อนข้อมูลดิบเข้าไปยังโปรแกรมเพื่อทำการวิเคราะห์ข้อมูลขาออกที่ได้รับ และนำผลลัพธ์ที่ได้มาอภิปรายผลความน่าเชื่อถือของโปรแกรมในแต่ละโมเดล ซึ่งหากเรายังสามารถวิเคราะห์ความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าได้แม่นยำมากขึ้นเท่าใด ก็จะช่วยให้เราสามารถคาดการณ์ถึงความผิดปกติขึ้นในระบบไฟฟ้าได้อย่างแม่นยำเพื่อให้สามารถทำการแจ้งเตือนผู้ดูแลระบบหรือระบบฉุกเฉินได้โดยอัตโนมัติ อีกทั้งยังเป็นเครื่องมือช่วยให้กับผู้ที่ไม่มีความเข้าใจในระบบไฟฟ้าทราบถึงเสถียรภาพของระบบในเบื้องต้น

Thesis Title	THE MONITORING OF FACTORY ELECTRICAL SYSTEM ABNORMAL CONDITION USING NEURAL NETWORKS PREDICTION
Student	Mr.NANNAM NILNIMITR
Student ID.	62601064
Degree	Master of Engineering
Program	Electrical Engineering
Year	2022
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Chongrag Bunseng

ABSTRACT

Wherewith, many industrial prefer the stability of electrical system and maintain the electrical system for protect their equipment. Whereas some industries do not have engineers with electrical expertise. Therefore, they cannot analyze or predict the abnormality of the electrical system in order to prevent abnormal events. Although that industry has various electrical measurements and records. Therefore, this thesis presents the monitoring program of electrical system for analyze the electrical systems by a prediction program created by Neuron Networks which the program can predict the result in the percentage of electrical stability from 5 fundamental parameters of electricity that are Voltage, Current, Power Factor, THDv, and, THDi in each phase to detect abnormal condition of electricity. The model used in this thesis that was study between Regression model and Logistics regression model. In which, the program will be trained to correspond and support each sample data set. After got the appropriate algorithm for each sample data set, the input data was entered into the program for analyze the received output data. Then, the reliability of the program for each model was discussed bring from the results. Which if we can analyze the stability of the power system more precisely. This allows us to accurately anticipate anomalies in the power system so that system administrators or emergency alerts can be automatically alerted while It is also a tool to help person who do not have clearly understanding of the electrical system know the preliminary stability of their electrical system.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 II
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์เล่มนี้สำเร็จได้ด้วยความกรุณาจากอาจารย์ที่ปรึกษา รศ.จรงค์ บัญเสียงที่ให้
ความช่วยเหลือ ให้คำชี้แนะช่วยแก้ปัญหาตลอดจนให้ความรู้และประสบการณ์ที่ดีแก่ข้าพเจ้า

ขอขอบพระคุณคุณบิดา มารดา และครอบครัว ที่คอยให้การสนับสนุนและช่วยเหลือตลอด
ระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์เล่มนี้

ขอขอบคุณ โรงเรียน และ ห้างสรรพสินค้า ทุกแห่งที่ได้อนุญาตให้ทำการเก็บข้อมูลทางไฟฟ้า
เพื่อใช้ในการทำวิทยานิพนธ์นี้

ขอขอบคุณเพื่อนๆ ที่คอยช่วยเหลือ ตลอดระยะเวลาในการทำวิทยานิพนธ์

สุดท้ายต้องขอขอบคุณ คุณนันทิชา ไตรรัตน์ศักดิ์ ที่คอยเป็นกำลังใจที่ดีตลอดมา

สำหรับคุณงามความดีอันใดที่เกิดจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ข้าพเจ้าขอมอบให้กับบิดามารดา
ซึ่งเป็นที่รักและเคารพยิ่ง ตลอดจนครูอาจารย์ที่เคารพทุกท่านที่ได้ประสิทธิ์ประสาทวิชาความรู้และ
ถ่ายทอดประสบการณ์ที่ดีให้แก่ข้าพเจ้า

น่านน้ำ นิลนิมิตร

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ.....	I
ABSTRACT.....	II
กิตติกรรมประกาศ.....	III
สารบัญ.....	IV
สารบัญตาราง.....	VII
สารบัญรูป.....	VIII
บทที่ 1.....	1
บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ.....	1
1.3 ขอบเขตของโครงการ.....	1
1.4 แผนการปฏิบัติงาน.....	2
1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ.....	2
บทที่ 2.....	3
ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง.....	3
2.1 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า (POWER SYSTEM).....	3
2.2 คุณภาพกำลังไฟฟ้า (POWER QUALITY).....	4
2.3 การล่มสลายของระบบไฟฟ้าและปัญหาของคุณภาพกำลังไฟฟ้า.....	4
2.4 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม.....	6
2.5 BACK PROPAGATIONS ALGORITHM.....	8
2.6 MACHINE LEARNING.....	12
บทที่ 3.....	13
การออกแบบและการดำเนินการ.....	13
3.1 การออกแบบโครงสร้างโปรแกรม.....	13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2	ลักษณะการทำงานของโปรแกรม	14
3.3	กระบวนการรวบรวมข้อมูลเชิงวิเคราะห์	15
3.3	กระบวนการสอนโปรแกรม	17
บทที่ 4	18
ผลการศึกษาข้อมูลตัวอย่าง	19
4.1	ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 3 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการวัดที่โรงงานพลาสติกใช้ ณ เวลานั้น ๆ	19
4.1.1	MDB-A	20
4.1.2	MDB-B	24
4.2	ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 5 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการวัดที่โรงงานพลาสติกใช้ ณ เวลานั้น ๆ	29
4.2.1	MDB-A	29
4.2.2	MDB-B	35
4.3	ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 3 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางโรงงานแป้งมันแห่งหนึ่ง	42
4.4	ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 5 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางโรงงานแป้งมันแห่งหนึ่ง	47
4.5	ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 3 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางโรงงานอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่ง	54
4.6	ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 5 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางโรงงานอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่ง	58
4.7	ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 3 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง	66
4.7.1	MDB-1.....	66
4.7.2	MDB-2.....	70
4.7.3	MDB-3.....	75
4.7.4	MDB-4.....	79
4.7.5	MDB-5.....	84
4.8	ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 5 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง	89

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.8.1 MDB-1.....	89
4.8.2 MDB-2.....	95
4.8.3 MDB-3.....	102
4.8.4 MDB-4.....	108
4.8.5 MDB-5.....	115
บทที่ 5	122
สรุปผลการศึกษา ปัญหา และข้อเสนอแนะ	122
5.1 สรุปผลการศึกษา	122
5.2 ปัญหาที่พบ แนวทางแก้ไขและข้อเสนอแนะ	124
5.2.1 ปัญหาที่พบ	124
5.2.2 แนวทางแก้ไข.....	124
5.2.3 ข้อเสนอแนะ	124
บรรณานุกรม	125
ภาคผนวก ก.....	127
ภาคผนวก ข.....	149
ภาคผนวก ค.....	154
ภาคผนวก ง.....	155
ประวัติผู้ เขียน.....	156

สารบัญตาราง

ตารางที่	หน้า
2.1 ประเภทและลักษณะของปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า.....	4
3.1 ตัวอย่างข้อมูลเพื่อใช้สอนโมเดลจากห้างสรรพสินค้า MDB5.....	18
4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร.....	19
4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร.....	29
4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร.....	42
4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร.....	47
4.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร.....	54
4.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร.....	59
4.7.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร.....	66
4.7.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร.....	70
4.7.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร.....	75
4.7.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร.....	79
4.7.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร.....	84
4.8.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร.....	89
4.8.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร.....	95
4.8.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร.....	102
4.8.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร.....	108
4.8.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร.....	115

สารบัญรูป

รูปที่	หน้า
2.1 ตัวอย่างสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมในระบบไฟฟ้ากำลัง.....	6
2.2 ตัวอย่างกราฟผลลัพธ์ของ Linear Model และ Logistics Model (M. Ala'raj, 2016)	8
2.3 หลักการทำงานของ Back Propagations Algorithm (P. Intellipaat. 2022)	8
2.4 กระบวนการทำงานของ Back Propagations Algorithm.....	9
3.1 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม.....	13
3.2 The ROC curve (H. Bui. 2020)	14
3.3 แผนผังการทำงานของโปรแกรม	14
3.4 ตัวอย่างข้อมูลเชิงวิเคราะห์จากตู้ไฟของโรงงานเอกชนแห่งหนึ่ง.....	15
3.5 กระบวนการรวบรวมข้อมูลจากตู้ MDB.....	16
3.6 ตัวอย่าง Single-Line Diagram ของโรงงาน และตำแหน่งในการรวบรวมข้อมูล.....	16
3.7 ตัวอย่างขอบเขตเพื่อแสดงถึงเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า.....	17
3.8 ตัวอย่างโปรแกรมเพื่อทำการเรียนรู้เพื่อสร้างโมเดลและน้ำหนักร.....	18
4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	20
4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปร เวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	20
4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	21
4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปร และแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	21
4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	22
4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปร และกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	22
4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	23
4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปร และ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	24
4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปร กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	25
4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	25
4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	26
4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	26
4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	27
4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	27
4.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	28
4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	29
4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	30
4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	30
4.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	31
4.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	31
4.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	32
4.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	32

4.24	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	33
4.25	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	33
4.26	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	34
4.27	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	34
4.28	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	35
4.29	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	36
4.30	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	36
4.31	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	37
4.32	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	37
4.33	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	38
4.34	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	38
4.35	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	39
4.36	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	39
4.37	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	40
4.38	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	40

4.39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	41
4.40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	41
4.41 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	43
4.42 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	43
4.43 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	44
4.44 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	44
4.45 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	45
4.46 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	45
4.47 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	46
4.48 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	46
4.49 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	48
4.50 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	48
4.51 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	49
4.52 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	49
4.53 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	50

4.54	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	50
4.55	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	51
4.56	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	51
4.57	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	52
4.58	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	52
4.59	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	53
4.60	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	53
4.61	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	55
4.62	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	55
4.63	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	55
4.64	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	56
4.65	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	56
4.66	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	57
4.67	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	57
4.68	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	58

4.69 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	59
4.70 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัว แปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	60
4.71 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	60
4.72 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัว แปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	61
4.73 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	61
4.74 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัว แปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	62
4.75 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	62
4.76 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัว แปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	63
4.77 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	63
4.78 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัว แปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	64
4.79 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	64
4.80 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัว แปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	65
4.81 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	66
4.82 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัว แปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	67
4.83 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	67

4.84	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	68
4.85	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	68
4.86	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	69
4.87	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	69
4.88	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	70
4.89	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	71
4.90	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	71
4.91	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	72
4.92	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	72
4.93	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	73
4.94	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	73
4.95	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	74
4.96	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	74
4.97	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	75
4.98	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	76

4.99 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	76
4.100 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	77
4.101 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	77
4.102 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	78
4.103 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	78
4.104 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	79
4.105 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	80
4.106 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	80
4.107 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	81
4.108 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	81
4.109 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	82
4.110 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	82
4.111 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	83
4.112 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	83
4.113 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	84

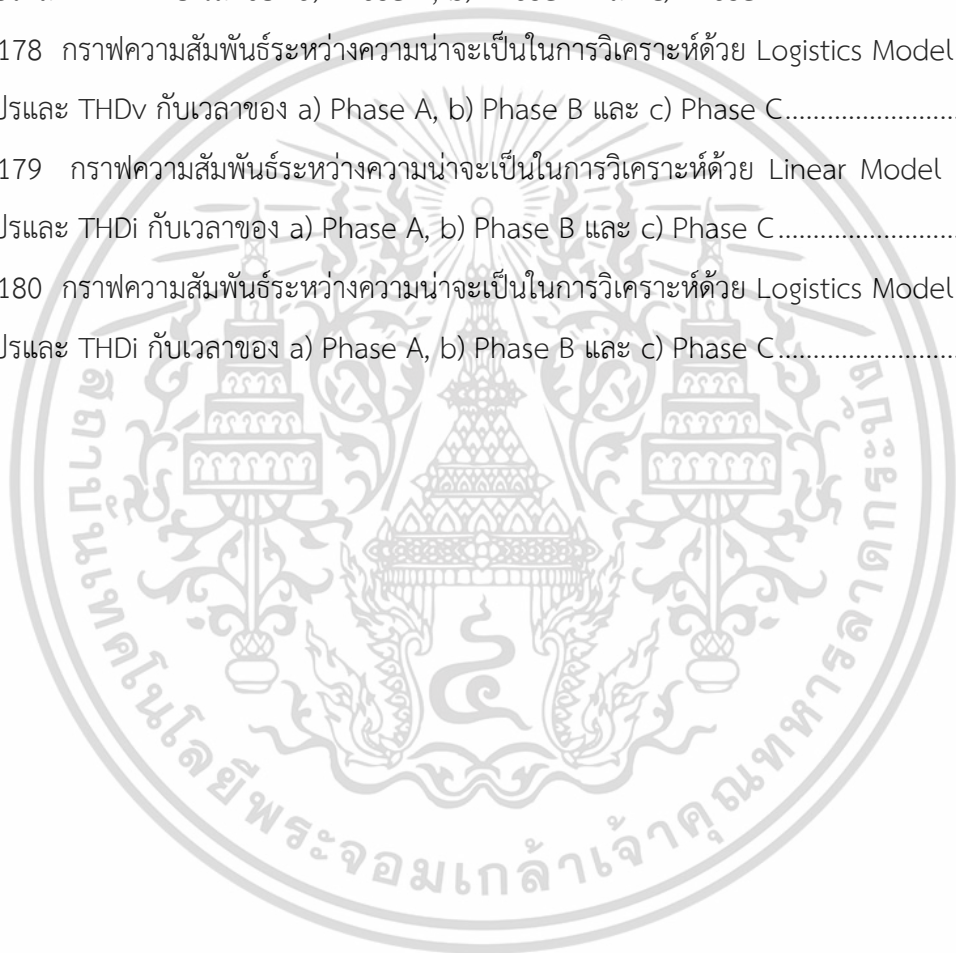
4.114 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	85
4.115 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	85
4.116 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	86
4.117 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	86
4.118 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	87
4.119 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	87
4.120 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	88
4.121 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	90
4.122 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	90
4.123 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	90
4.124 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	91
4.125 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	91
4.126 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	92
4.127 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	92
4.128 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	93

4.129	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	93
4.130	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	94
4.131	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	94
4.132	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	95
4.133	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	96
4.134	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	96
4.135	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	97
4.136	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	97
4.137	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	98
4.138	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	98
4.139	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	99
4.140	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	99
4.141	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	100
4.142	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	100
4.143	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	101

4.144	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	101
4.145	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	102
4.146	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	103
4.147	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	103
4.148	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	104
4.149	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	104
4.150	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	105
4.151	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	105
4.152	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	106
4.153	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	106
4.154	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	107
4.155	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	107
4.156	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	108
4.157	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	109
4.158	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	109

4.159	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	110
4.160	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	110
4.161	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	111
4.162	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	111
4.163	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	112
4.164	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	112
4.165	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	113
4.166	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	113
4.167	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	114
4.168	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	114
4.169	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	115
4.170	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	116
4.171	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	116
4.172	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	117
4.173	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	117

4.174	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	118
4.175	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	118
4.176	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C	119
4.177	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	119
4.178	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	120
4.179	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	120
4.180	กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C.....	121



บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญ

เนื่องจากในระบบอุตสาหกรรมส่วนใหญ่ต้องการระบบไฟฟ้าที่มีความมั่นคงและเสถียรอยู่ตลอดเวลา แต่บางครั้งระบบไฟฟ้าสามารถเกิดความผิดปกติในระบบได้ อันเนื่องด้วยแปรต่าง ๆ ซึ่งส่งผลให้เกิดความเสียหายต่อระบบไฟฟ้ารวมทั้งความเสียหายต่ออุตสาหกรรมนั้น ๆ อีกทั้งเนื่องจากบางอุตสาหกรรมโดยเฉพาะอย่างยิ่งอุตสาหกรรมขนาดเล็กและขนาดกลางส่วนใหญ่ไม่มีวิศวกรผู้มีความเชี่ยวชาญทางไฟฟ้า จึงไม่สามารถคาดการณ์ถึงความผิดปกติของระบบไฟฟ้าถึงแม้ว่าจะมีข้อมูลทางไฟฟ้ามากเพียงพอ ดังนั้นในบทความนี้ผู้จัดทำจึงออกแบบโปรแกรมเพื่อใช้วิเคราะห์ความมั่นคงและตรวจสอบความผิดปกติของระบบไฟฟ้า โดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการวิเคราะห์ เพื่อให้ผู้ใช้ที่ไม่มีความเข้าใจในระบบไฟฟ้าสามารถทราบได้ถึงความผิดปกติระบบไฟฟ้า

โครงข่ายประสาทเทียม (Artificial Neural Networks) คือ โมเดลทางคณิตศาสตร์ชนิดหนึ่ง ที่มีการอ้างอิงจากระบบโครงข่ายของประสาทมนุษย์ ซึ่งจะมีการจัดจำรูปแบบของข้อมูล และสร้างเป็นองค์ความรู้ใหม่ โดยผ่านการเรียนรู้ซ้ำ ๆ จากการนำข้อมูลที่ได้อ่านผ่านการวิเคราะห์แล้วให้นำนัก ความสำคัญของข้อมูลที่ได้จากการเรียนรู้แล้วนำค่าน้ำหนักที่ได้มาเพื่อใช้วิเคราะห์ความสำคัญของตัวแปรเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่อยู่ในรูปแบบเดียวกัน จึงได้มีการนำระบบโครงข่ายประสาทเทียม เพื่อใช้ในการวิเคราะห์และวิเคราะห์ผลถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า

ดังนั้นหัวใจหลักสำคัญ คือการวิเคราะห์ถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า เพื่อทราบถึงเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า และให้ผู้ใช้ที่ไม่มีความเชี่ยวชาญทางไฟฟ้าสามารถทราบสถานะภาพของระบบไฟฟ้าได้

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการ

1. เพื่อวิเคราะห์ความเสถียรแต่ละเฟสของระบบไฟฟ้าในโรงงาน
2. เพื่อหาตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าในโรงงาน
3. เพื่อจัดทำโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ความเสถียรของระบบไฟฟ้า

1.3 ขอบเขตของโครงการ

1. สามารถวิเคราะห์ความเสถียรของระบบไฟฟ้าในโรงงานได้
2. สามารถวิเคราะห์ตัวแปรที่ส่งผลต่อระบบไฟฟ้าได้
3. สามารถทราบเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4 แผนการปฏิบัติงาน

การดำเนินงาน	2020				2021				2022		
	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3	Q4	Q1	Q2	Q3
1. วัดค่าพลังงานที่ได้จากระบบไฟฟ้าจากโรงงาน											
2. ศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยเกี่ยวกับระบบโครงข่ายประสาทเทียม											
3. ศึกษาการออกแบบโปรแกรมในการวิเคราะห์ผลของระบบไฟฟ้า											
4. เขียนโปรแกรมแบบจำลอง เพื่อใช้วิเคราะห์ความเสถียรของระบบไฟฟ้า											
5. ทำการฝึกสอนโปรแกรม เพื่อให้ตัวโปรแกรมเรียนรู้											
6. วิเคราะห์ข้อมูลที่วัดได้											
7. สรุปผลและประเมินผล											
8. จัดทำเอกสารปริญญานิพนธ์ และเตรียมตัวนำเสนอ											

1.5 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. ทราบถึงตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าได้
2. สามารถออกแบบระบบวิเคราะห์ความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าได้
3. สามารถวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในโรงงานเพื่อให้เหมาะสมกับการใช้งานต่อไปในอนาคต

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า (Power System)

การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้า หมายถึง การตอบสนองความต้องการกำลังไฟฟ้าของผู้บริโภคโดยผลิต จะทำการส่งกำลังไฟฟ้าที่ผลิตได้เข้าสู่ระบบไฟฟ้าและส่งจ่ายไฟฟ้าไปยังผู้ใช้งาน การส่งจ่ายกำลังไฟฟ้านั้นต้องพิจารณาถึงปริมาณความต้องการของกำลังไฟฟ้า ระดับแรงดันและปริมาณกระแสที่ใช้งานของผู้บริโภค ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการคำนวณและพิจารณาการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลัง ได้แก่

- Voltage (V) คือแรงดันไฟฟ้าที่ตำแหน่งหรือบัสต่าง ๆ ในระบบไฟฟ้า
- Current (I) คือกระแสไฟฟ้าที่ไหลระหว่างบัส
- Impedance (Z) คือ ความต้านทานรวมระหว่างบัสต่าง ๆ
- Apparent Power (S) คือ กำลังไฟฟ้าปรากฏหรือกล่าวได้ว่าเป็นกำลังไฟฟ้าที่ต้องผลิตขึ้นมา เพื่อให้เพียงพอต่อความต้องการในการใช้งาน มีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$S = VI \quad (\text{VA}) \quad (2.1)$$

- Real Power (P) คือ กำลังไฟฟ้าจริงหรือกล่าวได้ว่าเป็นกำลังไฟฟ้าที่ใช้งานจริงของภาระทางไฟฟ้า มีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$P = S \cos \phi = VI \cos \phi \quad (\text{Watt}) \quad (2.2)$$

- Reactive Power (Q) คือ กำลังไฟฟ้าเสมือนหรือกล่าวได้ว่าเป็นกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่เกิดขึ้นจากผลตอบสนองทางความถี่ขององค์ประกอบ Reactant (L) และ Capacitance (C) ที่อยู่ในอุปกรณ์และระบบไฟฟ้า มีความสัมพันธ์ดังสมการ

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} \quad (\text{var}) \quad (2.3)$$

- Power Factor (PF) หรือ $\cos \phi$ คือ ตัวประกอบกำลังไฟฟ้าซึ่งเกิดจากอัตราส่วนระหว่างกำลังไฟฟ้าจริงต่อกำลังไฟฟ้าปรากฏดังสมการ

$$\text{PF} = \cos \phi = \frac{P}{S} \quad (2.4)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 คุณภาพกำลังไฟฟ้า (Power Quality)

นอกเหนือจากการพิจารณาในปริมาณกำลังไฟฟ้าที่สามารถส่งได้แล้ว คุณภาพของกำลังไฟฟ้าก็เป็นสิ่งที่สำคัญเช่นเดียวกัน สิ่งที่ส่งผลกระทบต่อคุณภาพของกำลังไฟฟ้ามักเกิดจากการใช้งานเครื่องใช้ไฟฟ้าเครื่องจักรไฟฟ้า หรือภาระทางไฟฟ้าอื่น ๆ ตัวแปรที่ใช้สำหรับบ่งชี้คุณภาพกำลังไฟฟ้ายกตัวอย่างเช่น

- Power Factor เป็นตัวที่บ่งบอกถึงประสิทธิภาพของอุปกรณ์ต่าง ๆ ภายในระบบไฟฟ้า ซึ่งมีค่าสูงสุดเป็น 1 หากอุปกรณ์ใดมีค่า PF ต่ำจะส่งผลถึงระบบการผลิตกำลังไฟฟ้าและระบบส่งจ่ายให้ทำงานหนักมากขึ้นเนื่องจากมีกำลังไฟฟ้าสูญเสียที่สูง ($PF \ll 1$) ซึ่งตามข้อกำหนดการรใช้งานไฟฟ้าในประเทศไทยจะกำหนดให้ค่า PF ที่ใช้งานควรมีค่าสูงกว่า 0.85 และหากต่ำกว่าจะถูกปรับตามปริมาณที่ใช้งาน [1]
- Total Harmonics Distortion (THD) เกิดจากผลกระทบของการตอบสนองต่อความถี่ที่แตกต่างกันภายในอุปกรณ์ ซึ่งมีผลให้ระบบไฟฟ้ามีเสถียรภาพน้อยลง และอาจนำไปสู่ปัญหาอื่น ๆ ที่เกิดขึ้นภายในระบบไฟฟ้าได้ ซึ่งตามมาตรฐาน IEEE 519-1992 [2] ได้กำหนดให้ THDv มีค่าไม่เกิน 5 % จากแรงดันที่ใช้งานในระบบไฟฟ้าแรงต่ำ

2.3 การล่มสลายของระบบไฟฟ้าและปัญหาของคุณภาพกำลังไฟฟ้า

การล่มสลายของระบบไฟฟ้า หมายถึง การที่เกิดความผิดปกติขึ้นภายในระบบไฟฟ้าไม่ว่าจะเป็นแรงดันไฟฟ้าตก แรงดันไฟฟ้าเกิน การเกิดฟ้าผ่าลงสู่อุปกรณ์ทางไฟฟ้า ฯลฯ จนนำไปสู่สถานะที่ระบบไฟฟ้าไม่สามารถส่งจ่ายพลังงานได้อีกต่อไป ซึ่งสาเหตุนั้นได้รวมไปถึงการเกิดปัญหาของคุณภาพกำลังไฟฟ้าอีกด้วย

โดยปัญหาของคุณภาพกำลังไฟฟ้าเกิดได้จากหลายสาเหตุ และมีระดับความรุนแรงที่แตกต่างกันตามตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 ประเภทและลักษณะของปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า [3]

ประเภท	ลักษณะของปรากฏการณ์	ระยะเวลา	ขนาดของแรงดัน
1. Transients			
1.1. Impulsive			
1.1.1. Nanosecond	5-ns rise	<50 ns	
NOTE: s = second, ns = nanosecond, μ s = microsecond, ms = millisecond, kHz = kilohertz, MHz = megahertz, min = minute, pu = per unit.			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.1 ประเภทและลักษณะของปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า (ต่อ)

ประเภท	ลักษณะของปรากฏการณ์	ระยะเวลา	ขนาดของแรงดัน
1.1.2. Microsecond	1- μ s rise	50 ns-1 ms	
1.1.3. Millisecond	0.1-ms rise	>1 ms	
1.2. Oscillatory			
1.2.1. Low frequency	<5 kHz	0.3 - 50 ms	0 - 4 pu
1.2.2. Medium frequency	5 - 500 kHz	20 μ s	0 - 8 pu
1.2.3. High frequency	0.5 - 5 MHz	5 μ s	0 - 4 pu
2. Short-duration variations			
2.1. Instantaneous			
2.1.1. Interruption		0.5 - 30 cycles	<0.1 pu
2.1.2. Sag (dip)		0.5 - 30 cycles	0.1 - 0.9 pu
2.1.3. Swell		0.5 - 30 cycles	1.1 - 1.8 pu
2.2. Momentary			
2.2.1. Interruption		30 cycles - 3 s	<0.1 pu
2.2.2. Sag (dip)		30 cycles - 3 s	0.1 - 0.9 pu
2.2.3. Swell		30 cycles - 3 s	1.1 - 1.4 pu
2.3. Temporary			
2.3.1. Interruption		3 s - 1 min	<0.1 pu
2.3.2. Sag (dip)		3 s - 1 min	0.1 - 0.9 pu
2.3.3. Swell		3 s - 1 min	1.1 - 1.2 pu
3. Long-duration variations			
3.1. Interruption, sustained		>1 min	0.0 pu
3.2. Undervoltage		>1 min	0.8 - 0.9 pu
3.3. Overvoltage		>1 min	1.1 - 1.2 pu
4. Voltage Unbalance		Steady State	0.5 - 2%
5. Waveform Distortion			
5.1. DC offset		Steady State	0 - 0.1%
5.2. Harmonics	0 - 100 th	Steady State	0 - 20%
NOTE: s = second, ns = nanosecond, μ s = microsecond, ms = millisecond, kHz = kilohertz, MHz = megahertz, min = minute, pu = per unit.			

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

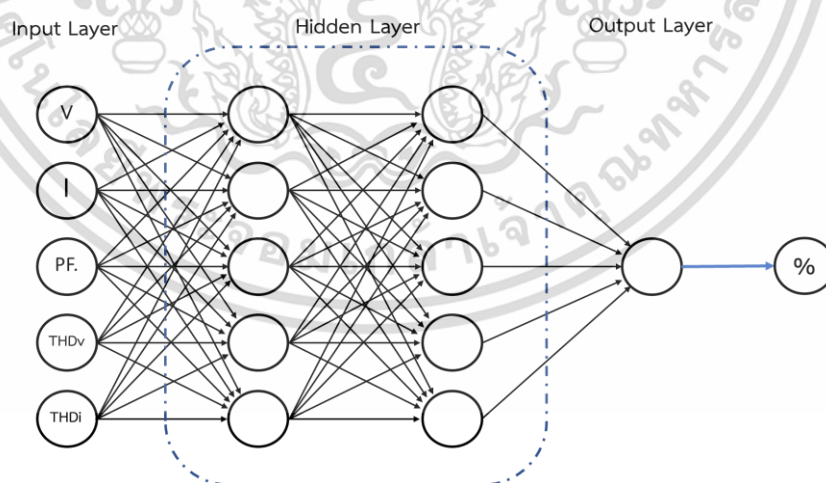
ตารางที่ 2.1 ประเภทและลักษณะของปรากฏการณ์ทางแม่เหล็กไฟฟ้าในระบบไฟฟ้า (ต่อ)

ประเภท	ลักษณะของปรากฏการณ์	ระยะเวลา	ขนาดของแรงดัน
5.3. Interharmonics	harmonics	Steady State	0 – 2%
5.4. Notching	0 – 6 kHz	Steady State	
5.5. Noise	Broadband	Steady State	0 – 1%
6. Voltage fluctuations	<25 Hz	Intermittent	0.1 – 7% 0.2 – 2 Pst
7. Power frequency variations		<10 s	

NOTE: s = second, ns = nanosecond, μ s = microsecond, ms = millisecond, kHz = kilohertz, MHz = megahertz, min = minute, pu = per unit.

2.4 สถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียม

โครงข่ายประสาทเทียมเป็นระบบที่ถูกคิดค้นขึ้นเพื่อช่วยเหลือในการวิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ แต่การนำมาใช้วิเคราะห์ข้อมูลต่าง ๆ จำเป็นต้องมีการฝึกฝนให้ระบบโครงข่ายประสาทเทียมมีการเรียนรู้ความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต้นและตัวแปรตามของระบบนั้น ๆ ยกตัวอย่างเช่นในระบบส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าจะมีตัวแปรที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพกำลังไฟฟ้าและปัญหาที่เกิดขึ้นดังรูปที่ 2.1



รูปที่ 2.1 ตัวอย่างสถาปัตยกรรมโครงข่ายประสาทเทียมในระบบไฟฟ้ากำลัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยมีคำนิยามต่าง ๆ ดังนี้

- Input Data (i_n) คือ ข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งได้มาจากการเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ
- Hidden Layer คือ จำนวนชั้นที่ซ่อนอยู่ภายในระบบโครงข่ายประสาทเทียม
- Output Data คือ ข้อมูลที่แสดงออกหลังผ่านการเรียนรู้จากระบบโครงข่ายประสาทเทียม ซึ่งค่าข้อมูลที่แสดงผลจากโปรแกรมจะแสดงค่าระหว่าง 0 ถึง 1 โดยในที่นี้ถ้าระบบไฟฟ้ามีความปกติจะแสดงค่าเป็น 1 (Normal) หากระบบไฟฟ้ามีความผิดปกติผลลัพธ์ที่ได้จะแสดงค่าเป็น 0 (Fail) แล้วจึงมีการแปลงเป็นเปอร์เซ็นต์ด้วยการคูณด้วย 100 เพื่อให้ง่ายต่อการแสดงผล

โดยในวิทยานิพนธ์นี้ได้ใช้ 2 Hidden Layers โดยแต่ละ Layer มีจำนวน 5 nodes และอัตราส่วนข้อมูลฝึกสอนต่อข้อมูลทดสอบเป็น 70:30

การเรียนรู้ของระบบโครงข่ายประสาทเทียมในวิทยานิพนธ์นี้จะถูกเรียกว่า Machine Learning ซึ่ง Machine Learning นี้จะแบ่งลักษณะโครงสร้างของสมการออกเป็น 2 รูปแบบคือ

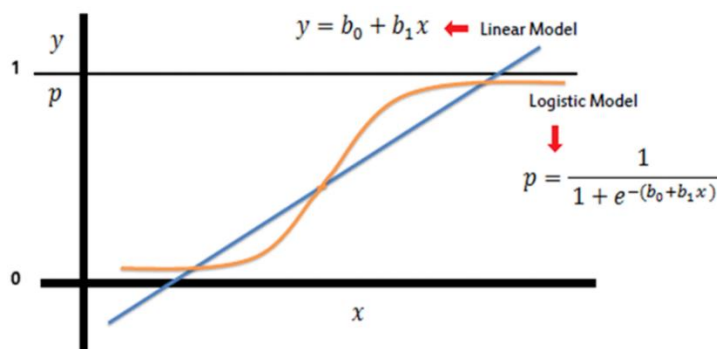
1. Linear Model (หรือ Regression Model) เป็นวิธีการทางสถิติที่ใช้หาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรเชิงปริมาณตั้งแต่สองตัวขึ้นไปเพื่อใช้ในการพยากรณ์ค่าของตัวแปรจากตัวแปรอื่น ๆ ซึ่งมีการใช้ในหลายสาขา เช่น ด้านธุรกิจอุตสาหกรรม [9] ด้านการตลาด [10] สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$y = b_0 + b_1 x$$

2. Logistics Regression Model (หรือ Logistic Model) เป็นการให้ความน่าจะเป็นที่จะเกิดเหตุการณ์หรือไม่เกิดเหตุการณ์ที่สนใจ ใช้สำหรับการวิเคราะห์ในรูปแบบที่เฉพาะทางมากยิ่งขึ้น เช่น การวิเคราะห์โรคทางด้านการแพทย์ [11] การศึกษาถึงการเสียชีวิตจากอุบัติเหตุของรถสาธารณะ [12] สามารถเขียนให้อยู่ในรูปสมการได้ดังนี้

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1 x)}}$$

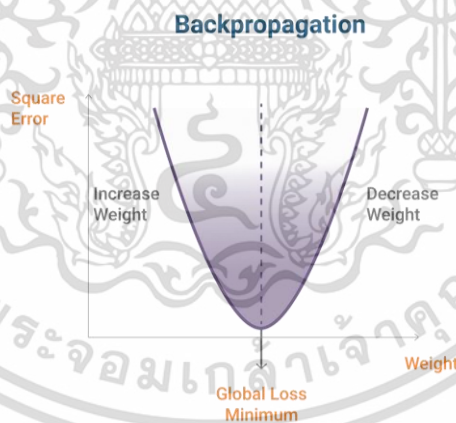
โดย b_0 และ b_1 เป็นค่าคงที่ใด ๆ ในระบบการเรียนรู้ของ Machine Learning



รูปที่ 2.2 ตัวอย่างกราฟผลลัพธ์ของ Linear Model และ Logistics Model (M. Ala'raj, 2016)

2.5 Back Propagations Algorithm

กระบวนการเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลด้วยระบบโครงข่ายประสาทเทียมนั้นนิยมใช้ Back Propagations Algorithm [13] ในการฝึกฝนและการวิเคราะห์ข้อมูลของโปรแกรมที่จัดทำขึ้น มีหลักการในการทำงานด้วยการวิเคราะห์ Error ที่เกิดขึ้นในการประมวลผลแต่ละครั้งและส่งข้อมูลกลับไปเพื่อทำการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนักข้อมูลที่ป้อนเข้ามาและประมวลผลใหม่อีกครั้ง โดยมีเป้าหมายคือการปรับน้ำหนักให้เหมาะสมเพื่อให้โครงข่ายประสาทเทียมสามารถเรียนรู้วิธีการจับคู่อินพุตกับเอาต์พุตได้อย่างโดยมีค่า Error น้อยที่สุด ดังแสดงในรูปที่ 2.3



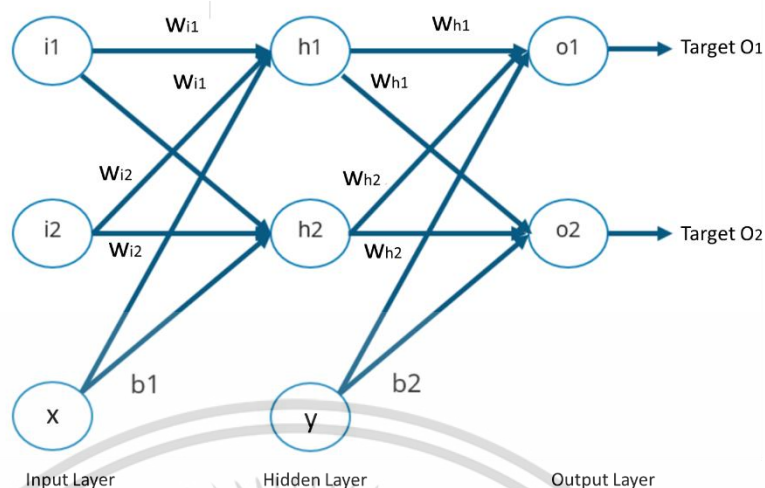
รูปที่ 2.3 หลักการทำงานของ Back Propagations Algorithm (P. Intellipaat. 2022)

โดยสามารถแบ่งขั้นตอนการทำงานหลักเป็น 3 ขั้นตอนได้ดังนี้

1. Feed-forward Computing or the forward pass
2. Back propagation
3. Weight updates

ซึ่งกระบวนการประมวลผลจะถูกทำซ้ำไปเรื่อย ๆ จนกว่า Error ที่เกิดขึ้นจะมีน้อยมาก ๆ

ระหว่างการประมวลผลแต่ละครั้งจึงจะหยุดการประมวลผลและแสดงผลลัพธ์ออกมา เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.4 กระบวนการทำงานของ Back Propagations Algorithm

ตัวแปรสำคัญที่ใช้ในการคำนวณและพิจารณาการส่งจ่ายกำลังไฟฟ้าในระบบไฟฟ้ากำลังได้แก่

- ข้อมูลนำเข้า (Input Data : i_n) คือ ข้อมูลที่นำเข้าสู่ระบบโครงข่ายประสาทดเทียม ซึ่งได้มาจากการเก็บข้อมูลจากแหล่งข้อมูลต่าง ๆ
- ชั้นข้อมูลนำเข้า (Input Layer) คือ ชั้นของข้อมูลนำเข้า
- ค่าน้ำหนัก (w_{in}) คือ ค่าในการให้น้ำหนักกับตัวแปรที่นำเข้าสู่ระบบ
- ค่าในชั้นซ่อน (Value in Hidden Layer : h_n) คือ ค่าที่ได้จากการเรียนรู้จากข้อมูลและค่าน้ำหนัก
- ชั้นซ่อน (Hidden Layer) คือ ชั้นของระบบโครงข่ายประสาทดเทียม ซึ่งสามารถมีได้มากกว่า 1 ชั้น
- ค่าเอนเอียง (Bias Value : b_n) คือ ค่าตัวแปรที่เข้าไปกระทำหลังจากรวมทุกค่าแล้วก่อนที่จะเข้ากระบวนการถัดไป
- ข้อมูลแสดงผล (Output Data : O_n) คือ ข้อมูลที่แสดงออกหลังจากผ่านการเรียนรู้จากระบบโครงข่ายประสาทดเทียม
- ชั้นข้อมูลแสดงผล (Output Layer) คือ ชั้นของข้อมูลที่แสดงผล

โดยรายละเอียดการทำงานของ Back Propagations Algorithm [10] ในแต่ละขั้นตอนเป็นดังนี้
 ขั้นตอนที่ 1 Feed-forward Computing เป็นการเริ่มกระบวนการโดยนำข้อมูลนำเข้าทั้งหมด (i_n), ค่าเอนเอียง (b_n) สำหรับแต่ละชั้น และค่าน้ำหนัก (w_n) มาเพื่อหาค่าในชั้นซ่อน (h_n) ถัดไปแต่ละค่า โดย คำนวณตามสมการที่ (2.5) ดังนี้

$$\text{net } h_n = w_{i1} * i_1 + w_{i2} * i_2 + \dots + w_{in} * i_n + b_i * x \quad (2.5)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นิยมนำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้นนำค่าผลรวมในชั้นซ่อน ($net\ h_n$) ไปใส่ในสมการที่ (2.6)

$$out\ h_n = 1 / (1 + e^{-net\ h_n}) \quad (2.6)$$

โดยดำเนินการหาในชั้นซ่อน (h_n) จากสมการที่ (2.5) และสมการที่ (2.6) ตามลำดับ จนได้ค่าในชั้นซ่อน (h_n) ครบทุกจำนวน แล้วทำการกระทำการหาค่าในชั้นแสดงผลซึ่งได้จากสมการที่ (2.7)

$$net\ o_n = w_{h1} * h_1 + w_{h2} * h_2 + \dots + w_{hn} * h_n + b_h * y \quad (2.7)$$

จากนั้นนำค่าในชั้นแสดงผล ($net\ o_n$) ไปใส่ในสมการที่ (2.8)

$$out\ o_n = 1 / (1 + e^{-net\ o_n}) \quad (2.8)$$

เมื่อดำเนินการหาค่าในชั้นข้อมูลแสดงผล ได้ครบทุกจำนวนแล้ว เราสามารถคำนวณหาค่าผิดพลาดสำหรับค่าของข้อมูลแสดงผล จากสมการที่ (2.9)

$$E\ o_n = \sum 1/2(target\ o_n - out\ o_n)^2 \quad (2.9)$$

เมื่อดำเนินการหาค่าผิดพลาด ทุกค่าจากทุกค่าของข้อมูลแสดงผลแล้ว จะได้ค่าความผิดพลาดรวม (E_{total}) ซึ่งเกิดจากผลรวมของค่าความผิดพลาดจากค่า Output ทั้งหมด ดังสมการที่ (2.10)

$$E_{total} = E\ o_1 + E\ o_2 + \dots + E\ o_n \quad (2.10)$$

ขั้นตอนที่ 2 กระบวนการเผยแพร่ย้อนกลับ (Back propagation) วิธีนี้เป็นกระบวนการที่จะพยายามลดข้อผิดพลาดโดยการเปลี่ยนแปลงค่าน้ำหนัก (w_n) และค่า bias (b_h) ดังสมการที่ (2.11)

$$\frac{\delta E_{total}}{\delta W_{hn}} = \frac{\delta E_{total}}{\delta out_{on}} * \frac{\delta out_{on}}{\delta net_{on}} * \frac{\delta net_{on}}{\delta W_{hn}} \quad (2.11)$$

ในการเริ่มการทำการกระบวนการเผยแพร่ย้อนกลับ ลำดับแรกในการทำคือการคำนวณการเปลี่ยนแปลงในข้อผิดพลาดทั้งหมดด้วยข้อมูลแสดงผลเดิม โดยจากสมการที่ (2.9) และ (2.10) จะได้ว่า

$$\frac{\delta E_{total}}{\delta out_{on}} = -(target\ o_n - out\ o_n) \quad (2.12)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากนั้น เราจะทำการเปลี่ยนแปลงค่า net_{o_n} โดยทำกระบวนการเผยแพร่ย้อนกลับและคำนวณในการเปลี่ยนแปลงข้อมูลแสดงผลโดยจากสมการที่ (2.8) จะได้ว่า

$$\frac{\delta out_{o_n}}{\delta net_{o_n}} = (out_{o_n})(1 - out_{o_n}) \quad (2.13)$$

และจากสมการที่ (2.7) จะพบว่า

$$\frac{\delta net_{o_n}}{\delta W_{hn}} = 1 * out_{i_n} (w_{in})^{(1-1)} + 0 + 0 \quad (2.14)$$

ขั้นตอนที่ 3 Weight updates เป็นการนำค่าที่ได้จากสมการที่ (2.12), (2.13) และ (2.14) แทนในสมการที่ (2.11) จากนั้นทำการคำนวณค่าเพื่ออัปเดตค่าน้ำหนัก ดังสมการที่ (2.15)

$$(w_{hn})^+ = w_{hn} - \eta \frac{\delta E_{total}}{\delta W_{hn}} \quad (2.15)$$

เมื่อได้ค่าน้ำหนักในชั้นซ่อนใหม่แล้วใช้กระบวนการเผยแพร่ย้อนกลับ เพื่อหาค่าน้ำหนักใหม่ของชั้นข้อมูลนำเข้า

$$\frac{\delta E_{total}}{\delta W_{in}} = \frac{\delta E_{total}}{\delta out_{hn}} * \frac{\delta out_{hn}}{\delta net_{hn}} * \frac{\delta net_{hn}}{\delta W_{in}} \quad (2.16)$$

โดยจากค่าในชั้นซ่อน (h_n) จะได้ว่า

$$\frac{\delta E_{total}}{\delta out_{hn}} = \frac{\delta E_1}{\delta out_{hn}} + \frac{\delta E_2}{\delta out_{hn}} + \dots + \frac{\delta E_n}{\delta out_{hn}} \quad (2.17)$$

โดยเมื่อนำสมการที่ (2.6) มาแทนค่า จะได้ว่า

$$\frac{\delta out_{hn}}{\delta net_{hn}} = (out_{h_n})(1 - out_{h_n}) \quad (2.18)$$

โดยเมื่อนำสมการที่ (2.5) มาแทนค่า จะได้ว่า

$$\frac{\delta net_{hn}}{\delta W_{in}} = i_n \quad (2.19)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ซึ่งจะสามารถทำการ Weight updates ของค่าข้อมูลนำเข้าโดยการแทนค่าสมการที่ (2.17), (2.18) และ (2.19) ในสมการที่ (2.16) จากนั้นทำการคำนวณค่าเพื่ออัปเดตค่าน้ำหนัก ดังสมการที่ (2.20)

$$(w_{in})^+ = w_{in} - \eta \frac{\delta E_{total}}{\delta w_{in}} \quad (2.20)$$

โดยเราทำขั้นตอนเหล่านี้ซ้ำเพื่ออัปเดตค่าน้ำหนักใหม่จนครบทุกค่า หลังจากนั้นจะย้อนกลับไปทำซ้ำกระบวนการข้างต้นโดยใช้ค่าน้ำหนักใหม่ทั้งหมดจนกว่าจะได้ค่าผิดพลาดน้อยที่สุด

ซึ่งข้อดีและข้อได้เปรียบของโครงข่ายประสาทเทียมแบบ Back Propagations Algorithm คือ เป็นระบบการเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลที่สามารถอธิบายความสัมพันธ์ได้ยาก สามารถใช้กับข้อมูลที่มีความหลากหลายหรือมีสัญญาณรบกวนได้เป็นอย่างดี นอกจากนี้ยังสามารถวิเคราะห์ผลลัพธ์จากข้อมูลดิบได้เป็นอย่างดีจึงถูกนิยมใช้ในเชิงเศรษฐศาสตร์ ด้วยเช่นกัน อย่างไรก็ตามก็มีข้อจำกัดที่สำคัญคือระบบจำเป็นต้องถูกฝึกฝนด้วยข้อมูลในจำนวนมากเพื่อให้ผลลัพธ์ที่ได้มีความถูกต้องและแม่นยำ

2.6 Machine Learning

ในกระบวนการเรียนรู้ของ Machine Learning [14],[15] ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้เป็นการเรียนรู้แบบมีผู้ฝึกสอน (Supervised Learning) เป็นการฝึกสอนให้โมเดลโดยมีการระบุผลลัพธ์ที่ต้องการให้กับตัวโมเดล โดยการสอนโมเดลจะทำการใส่ข้อมูลนำเข้า พร้อมข้อมูลแสดงผลที่ต้องการทุกชุดจากผู้ฝึกสอน เมื่อโมเดลทำการวิเคราะห์จนได้ข้อมูลแสดงผลจึงนำมาเทียบคำตอบกับชุดข้อมูลแสดงที่ต้องการจากผู้ฝึกสอน โดยระบบโครงข่ายประสาทเทียมจะถูกคำนวณแล้วเปรียบเทียบให้สอดคล้องกับเป้าหมาย จากนั้นค่าผิดพลาดที่เกิดขึ้นจะถูกป้อนกลับไปยังระบบโครงข่ายประสาทเทียมและมีการเปลี่ยนค่าน้ำหนักให้สอดคล้องกับการวิเคราะห์ เพื่อให้ค่าความผิดพลาดที่เกิดขึ้นของค่าแสดงผลกับเป้าหมายมีค่าลดลง ซึ่งวิธีการนี้จะทำให้ตัวโมเดลมีความประสิทธิภาพสูงในการวิเคราะห์หรือทำนายแนวโน้มได้อย่างแม่นยำ

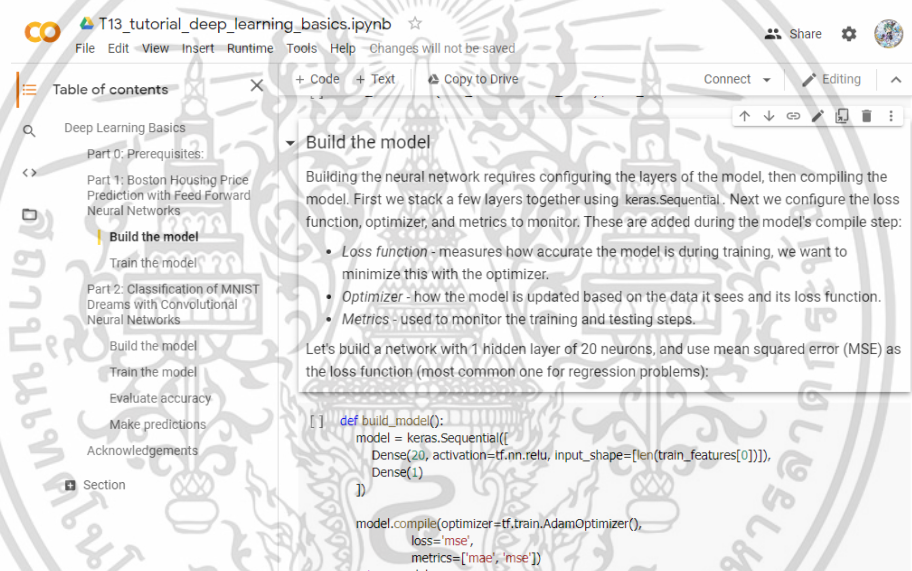
บทที่ 3

การออกแบบและการดำเนินการ

3.1 การออกแบบโครงสร้างโปรแกรม

โปรแกรมถูกจัดทำขึ้นด้วย Google Colab with Python โดยมีการออกแบบให้มีการวิเคราะห์แบ่งได้เป็น 2 ลักษณะ คือ

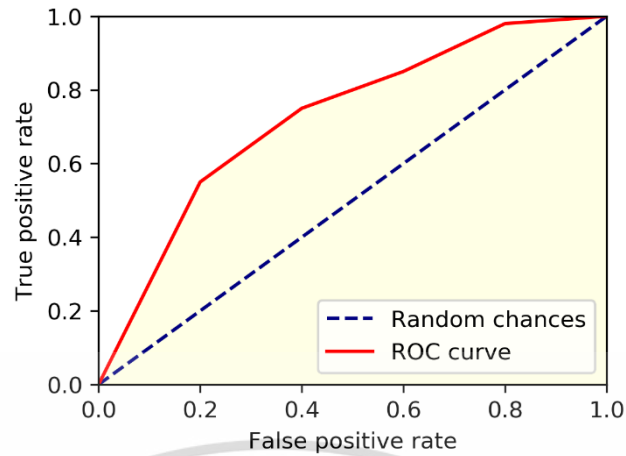
1. การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลโดยใช้ Linear Model
2. การวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลโดยใช้ Logistics Model



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างการใช้งานโปรแกรม

ตัวโปรแกรมจะถูกควบคุมขอบเขตการวิเคราะห์จากการป้อนข้อมูลเข้าไปแบบซ้ำ ๆ ระหว่างการเรียนรู้ เพื่อให้โปรแกรมเกิดการเรียนรู้และกำหนดขอบเขตการศึกษาได้เอง ซึ่งในการวิเคราะห์คุณภาพของระบบไฟฟ้านั้นจะถูกศึกษาและควบคุมด้วยตัวแปร 5 ตัวได้แก่ ระดับแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, Power Factor, THDv และ THDi โดยโมเดลที่ได้จากการวิเคราะห์จะถูกนำมาประเมินประสิทธิภาพที่ได้เทียบกับ AUC score (พื้นที่ใต้กราฟของ ROC Curve, Area under the ROC Curve) ดังรูปที่ 3.2 โดยหากค่ายิ่งเข้าแกน Y ยิ่งถือว่าความน่าจะเป็นที่ได้ให้ผลถูกต้องใกล้เคียงความจริง

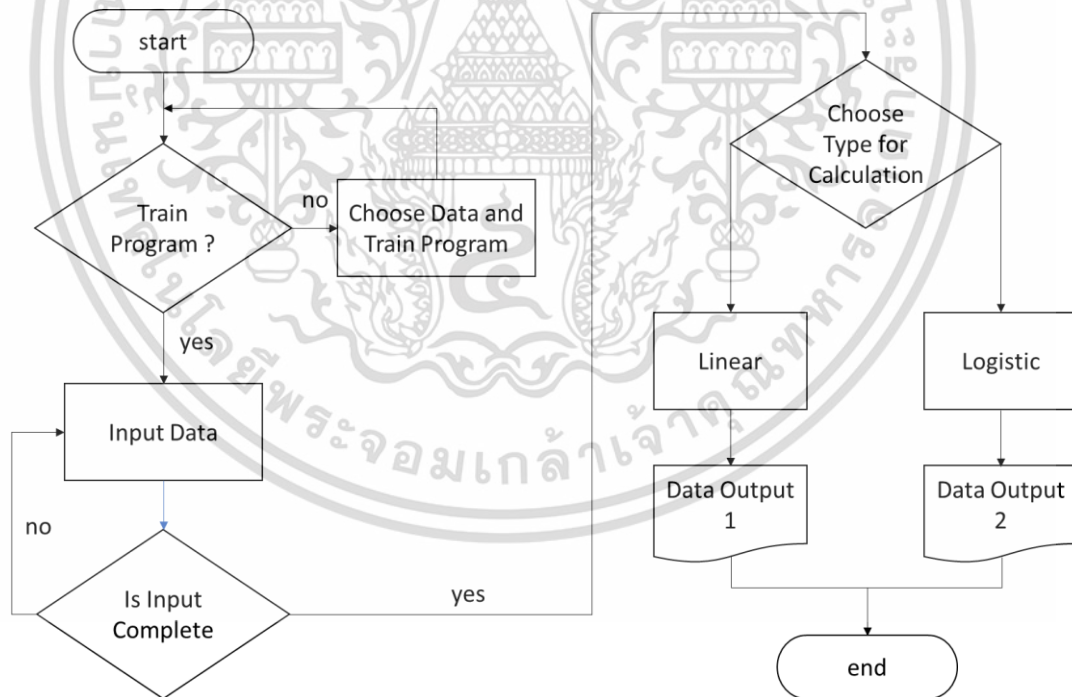
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.2 The ROC curve (H. Bui. 2020)

3.2 ลักษณะการทำงานของโปรแกรม

การทำงานของโปรแกรมจะมีลักษณะการทำงานตามแผนผังในรูปที่ 3.3 โดยข้อมูลที่ถูกป้อนเข้าไปจะถูกนำไปใช้ในการฝึกฝนและเรียนรู้ของโปรแกรมเพื่อใช้ในการวิเคราะห์ผลต่อไป



รูปที่ 3.3 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

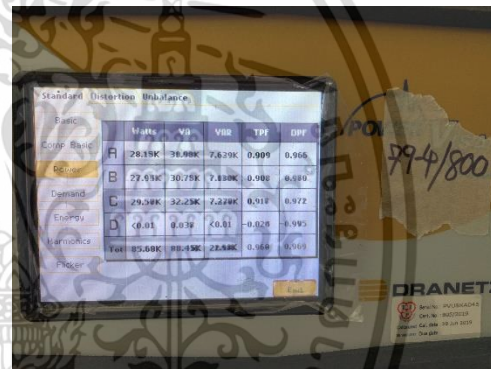
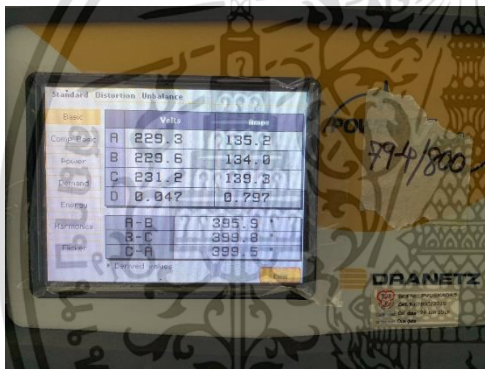
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยในการทำงานของโปรแกรม ข้อมูลที่ถูกป้อนเข้าไปใช้ในการวิเคราะห์และเรียนรู้จะถูกแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม ได้แก่

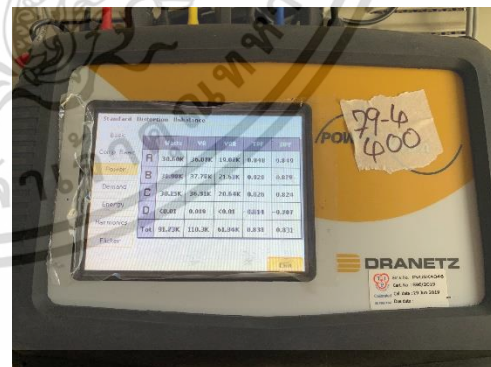
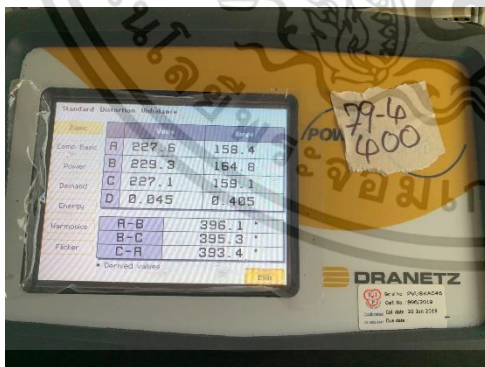
1. ผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากวิเคราะห์ตัวแปร 3 ตัว ได้แก่ ระดับแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, และ Power Factor
2. ผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากวิเคราะห์ตัวแปร 5 ตัว ได้แก่ ระดับแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, Power Factor, THDv และ THDi

3.3 กระบวนการรวบรวมข้อมูลเชิงวิเคราะห์

ข้อมูลดิบที่นำมาใช้ในการฝึกฝนโปรแกรมและใช้ในการวิเคราะห์นั้นได้มาจากการรวบรวมข้อมูลตัวแปรทางไฟฟ้าจากแต่ละตัวอย่างข้อมูล ข้อมูลตัวแปรที่ทำการรวบรวมจะประกอบไปด้วยระดับแรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, Power Factor, THDv และ THDi โดยมีการวัดข้อมูลในแต่ละเฟส



(ก)



(ข)

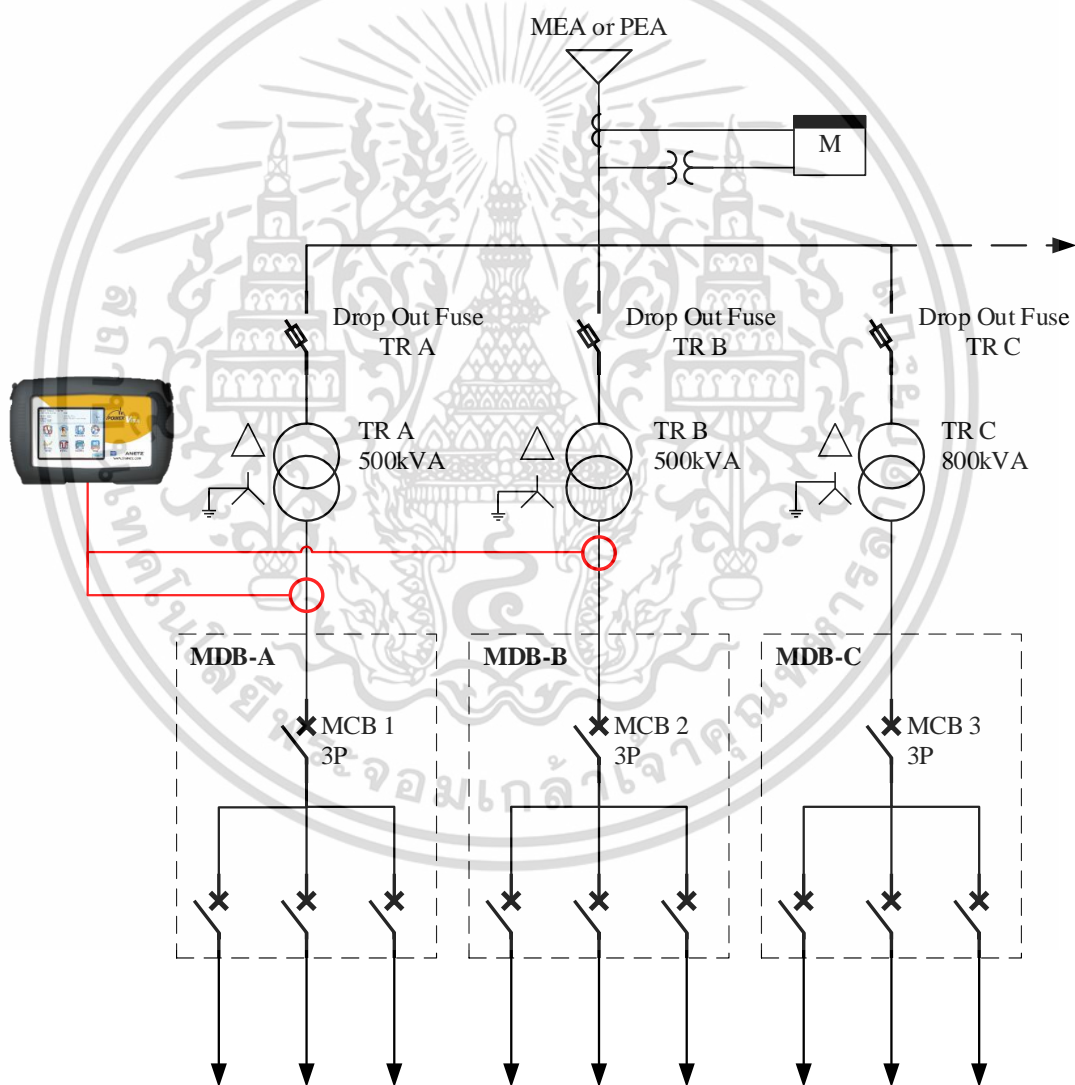
รูปที่ 3.4 ตัวอย่างข้อมูลเชิงวิเคราะห์จากตู้ไฟของโรงงานเอกชนแห่งหนึ่ง

(ก) MDB-A และ (ข) MDB-B

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 กระบวนการรวบรวมข้อมูลจากตู้ MDB



รูปที่ 3.6 ตัวอย่าง Single-Line Diagram ของโรงงาน และตำแหน่งในการรวบรวมข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 กระบวนการเตรียมโปรแกรม

ทำการเขียนโปรแกรมโดยระบุขอบเขตของตัวแปรต่าง ๆ ในโปรแกรม เพื่อแสดงถึงเสถียรภาพของระบบ ดังรูปที่ 3.7

```
[ ] df = pd.read_csv('electric_df.csv')
    scaler = load("scaler.pkl")

def assignPowerOn(row):
    power = 1
    if row['V'] >= 215 and row['V'] <= 240:
        if row['PF'] > 0.9:
            if row['A'] >= 1500 and row['A'] <= 2000:
                if row['THDv'] < 3:
                    if row['THDi'] > 5:
                        power = 1
                    else:
                        power = 0
                else:
                    power = 0
            else:
                power = 0
        else:
            power = 0
    return power

[ ] df['Power_on'] = df.apply(assignPowerOn,axis=1)
```

รูปที่ 3.7 ตัวอย่างขอบเขตเพื่อแสดงถึงเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า

โดยถ้าข้อมูลเข้าอยู่ภายในขอบเขตจะถือว่าระบบนั้นมีเสถียรภาพ หากข้อมูลเข้ามีค่าอยู่นอกขอบเขตจะถือว่าระบบไม่มีเสถียรภาพ นอกจากนี้ยังอ้างอิงจากสถานการณ์ใช้งานจริงจากระบบไฟฟ้าแห่งนั้น อาทิ ช่วงที่เกิดไฟดับหรือช่วงที่ยังไม่เปิดระบบ และช่วงที่มีการใช้งานของระบบตามจริงแล้วทำการระบุว่าระบบไฟฟ้านั้นมีเสถียรภาพหรือไม่ โดยหากระบบไม่มีความผิดปกติจะแทนด้วย 1 และหากระบบมีความผิดปกติจะแทนด้วย 0 ตามที่กำหนดของแต่ละระบบไฟฟ้าที่ต้องการศึกษา ตัวอย่างดังรูปที่ 3.7 จากนั้นจึงนำข้อมูลที่ใส่สอนโปรแกรมตัวอย่างข้อมูลดังตารางที่ 3

ซึ่งข้อมูลที่ได้เป็นข้อมูลที่วัดจากการใช้งานจริง ณ ห้างสรรพสินค้า โดยในชุดตัวอย่างนี้จะเป็นข้อมูลที่ระบบไฟฟ้ามีปัญหา (ในช่วงเวลาที่ห้างเปิดแล้ว), ข้อมูลการใช้งานโหลดเต็มซึ่งถือว่าเป็นการใช้งานที่ปกติของระบบนี้, ข้อมูลการใช้งานโหลดครึ่งหนึ่งในที่นี้จะถือว่าเป็นการใช้งานแบบไม่ปกติ, และข้อมูลหลังห้างปิดซึ่งไม่มีการใช้งาน จึงเสมือนว่าระบบไฟฟ้าผิดปกติ

ตารางที่ 3.1 ตัวอย่างข้อมูลเพื่อใช้สอนโมเดลจากห้างสรรพสินค้า MDB5

V	I	PF	THDv	THDi	Power_on
222.434	161.151	0.85	1.098	16.759	0
230.016	46.107	0.201	0.598	34.078	0
229.428	54.6	0.195	0.639	28.495	0
224.538	1981.305	0.899	0.844	1.843	1
224.785	1977.452	0.899	0.933	1.835	1
224.962	1977.859	0.898	0.848	1.824	1
229.336	1036.294	0.895	0.729	2.09	0
229.227	1039.058	0.894	0.809	2.04	0
229.455	1036.125	0.893	0.763	2.03	0
232.354	0	0	0.459	0	0
232.266	0	0	0.564	0	0

แล้วให้โปรแกรมทำการเรียนรู้เพื่อสร้างโมเดลและน้ำหนักดังรูปที่ 3.8 เพื่อให้สอดคล้องกับระบบไฟฟ้านั้น ๆ เพื่อนำไปใช้ในการทำนายเสถียรภาพของระบบ

```
[ ] X_train,X_test,y_train,y_test = train_test_split(df.drop('Power_on',axis=1),df.Power_on,test_size=0.3,random_state=42)

[ ] X_train = scaler.transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)

[ ] json_file = open('model.json', 'r')
loaded_model_json = json_file.read()
json_file.close()
model = model_from_json(loaded_model_json)
model.load_weights("model_weight.h5")

[ ] model.compile(loss='binary_crossentropy',optimizer='adam',metrics=['accuracy'])

[ ] model.fit(X_train,y_train,batch_size=64,epochs=200,shuffle=True)

[ ] y_pred = model.predict(X_train)
roc_auc_score(y_train,y_pred)

[ ] y_pred = model.predict(X_test)
roc_auc_score(y_test,y_pred)

[ ] model.save_weights('model_weight_2.h5')
model_json = model.to_json()
with open('model_2.json', "w") as json_file:
    json_file.write(model_json)
json_file.close()
```

รูปที่ 3.8 ตัวอย่างโปรแกรมเพื่อทำการเรียนรู้เพื่อสร้างโมเดลและน้ำหนัก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการศึกษาข้อมูลตัวอย่าง

ในหัวข้อนี้จะทำการศึกษาข้อมูลแหล่งตัวอย่าง 4 แห่ง โดยแห่งแรก คือโรงงานพลาสติกแห่งหนึ่ง ซึ่งตั้งอยู่ที่ จังหวัดสมุทรปราการ จำนวน 2 MDB โดยมีการนำเครื่องมือวัดค่าทางไฟฟ้าไปติดตั้งที่ตู้ไฟฟ้าของทางโรงงาน โรงงานที่สอง คือโรงงานแป้งมันแห่งหนึ่ง ซึ่งตั้งอยู่จังหวัดอุดรธานี จำนวน 1 MDB โดยบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าได้ 5 ตัวแปร คือ แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, Power factor, THDv, และ THDi โรงงานที่สามคือโรงงานผลิตอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่งบริเวณสมุทรปราการ จำนวน 1 MDB โดยบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าได้ 5 ตัวแปร คือ แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, Power factor, THDv, และ THDi และ ข้อมูลแหล่งที่สี่ คือ ข้อมูลจากห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งในจังหวัดกรุงเทพมหานคร จำนวน 5 MDB โดยบันทึกข้อมูลทางไฟฟ้าได้ 5 ตัวแปร คือ แรงดันไฟฟ้า, กระแสไฟฟ้า, Power factor, THDv, และ THDi

โดยใช้โปรแกรมเพื่อวิเคราะห์ ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และ Logistics Model แบบ 3 ตัวแปร รวมถึงการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และ Logistics Model แบบ 5 ตัวแปร ซึ่งความเสถียรภาพของระบบจะมีค่าสูงเมื่อค่าทางไฟฟ้าอยู่ในขอบเขตที่กำหนดของแต่ละชุดข้อมูลตามตาราง

4.1 ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 3 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการวัดที่โรงงานพลาสติกใช้ ณ เวลานั้น ๆ

ในหัวข้อนี้โปรแกรมจะเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรทางไฟฟ้าที่ได้มาจากโรงงานพลาสติกแห่งหนึ่ง โดยข้อมูลที่น่ามาใช้วิเคราะห์มีดังตาราง

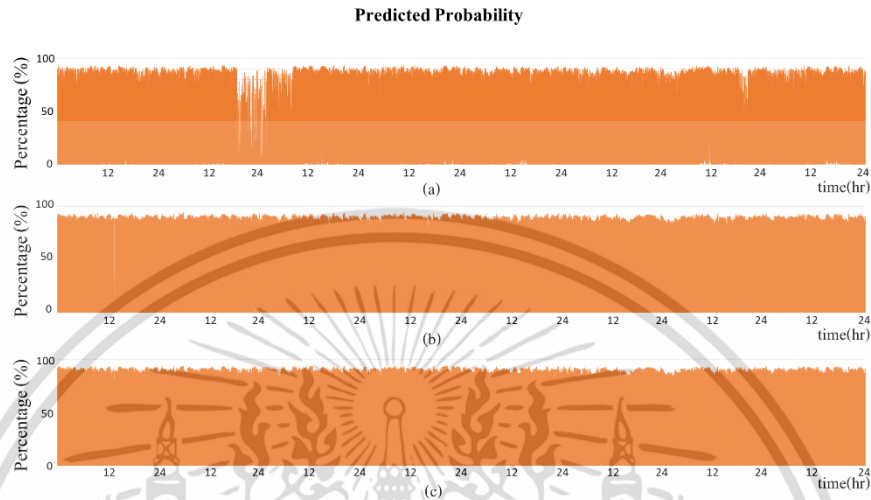
ตารางที่ 4.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร

PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-230	V
Current	150-250	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-

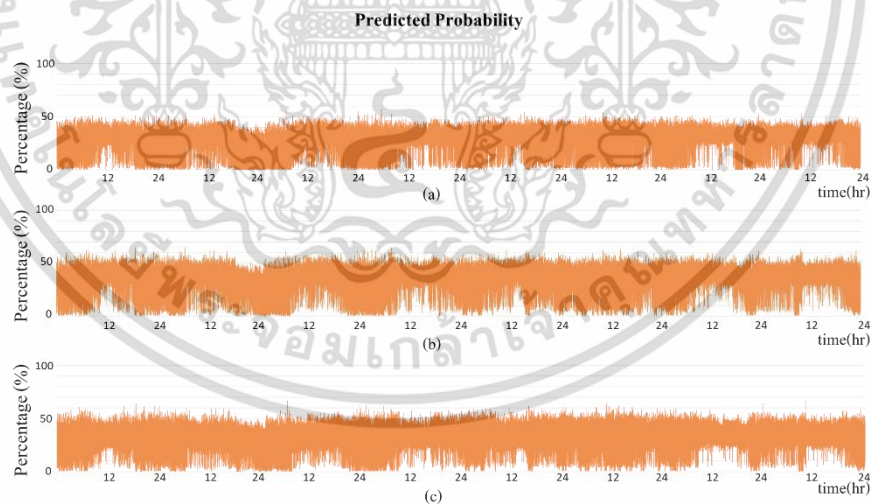
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.1 MDB-A

ในตัวอย่างแรกจะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB-A มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 วิธีโดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้า มีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

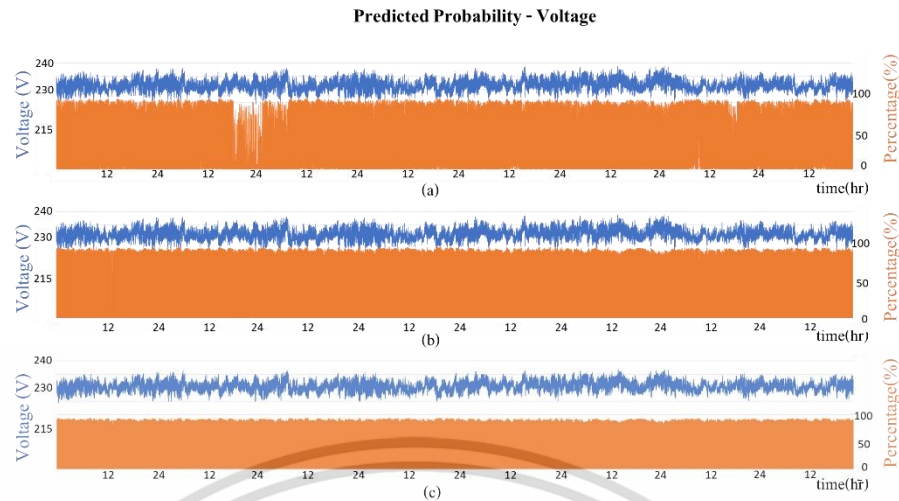


รูปที่ 4.1 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

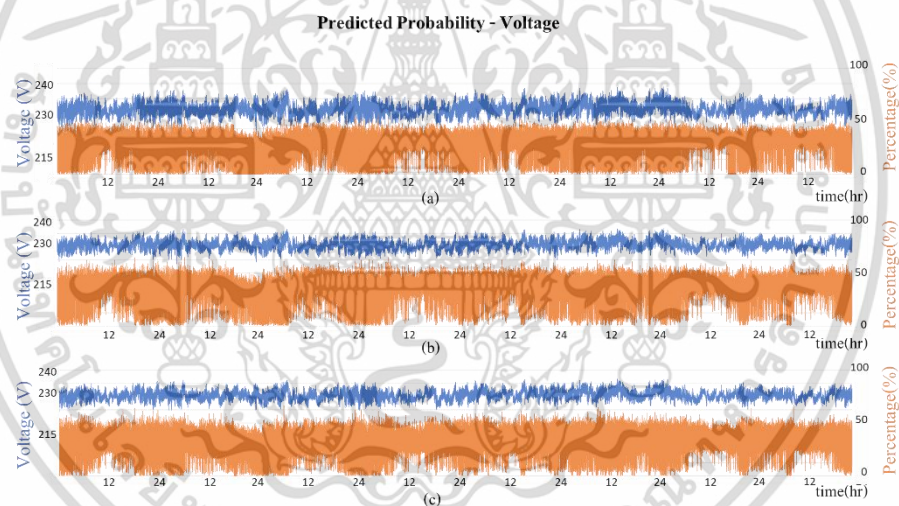


รูปที่ 4.2 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

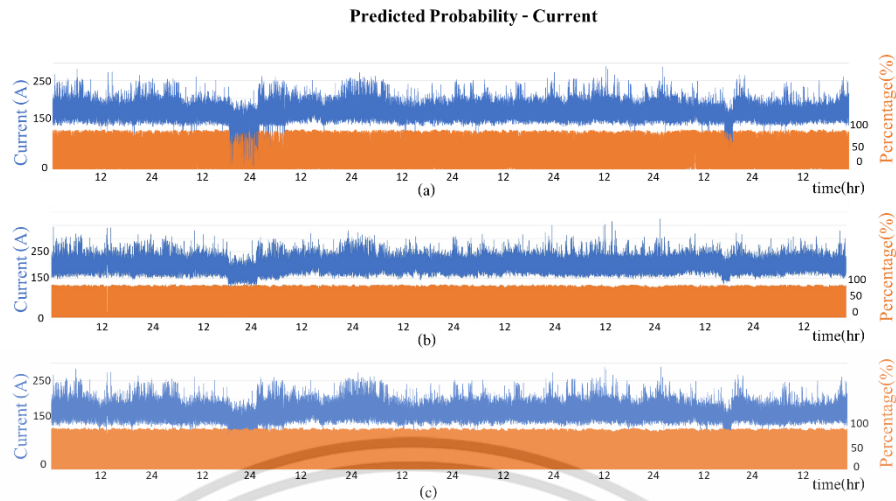


รูปที่ 4.3 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

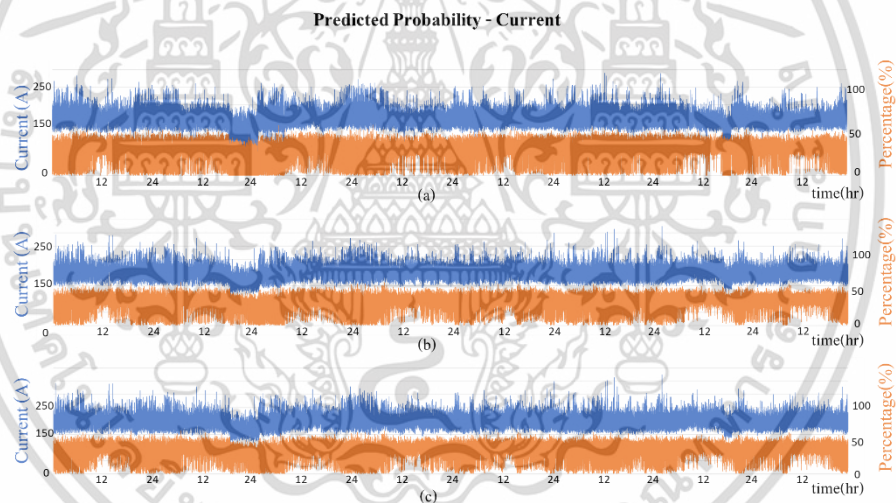


รูปที่ 4.4 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

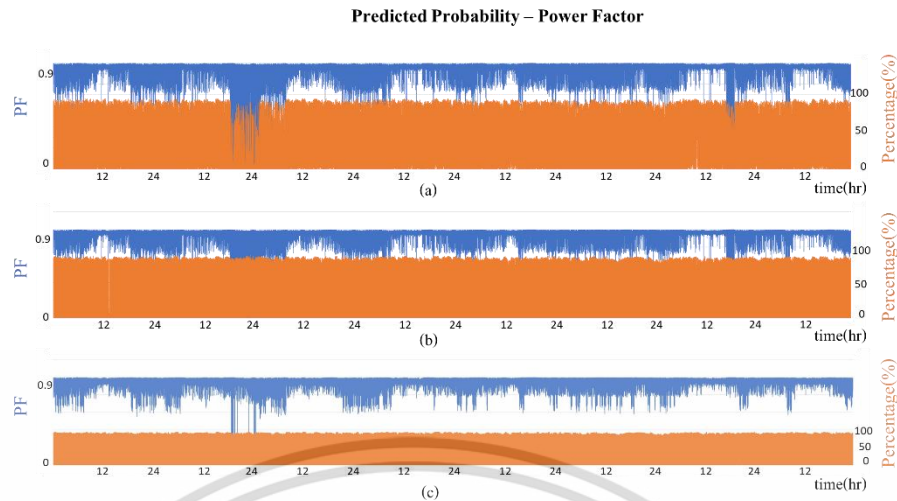


รูปที่ 4.5 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

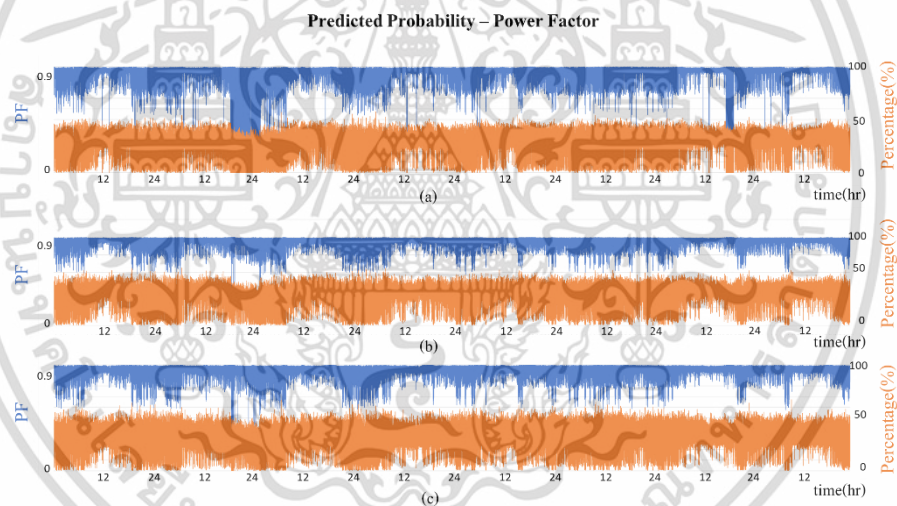


รูปที่ 4.6 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.7 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.8 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางโรงงานพลาสติก MDB A ทั้ง 3 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้จาก Linear Model จะมีความผันผวนสูงในทุกช่วงเวลา และผลการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model มีความผันผวนของเปอร์เซ็นต์ความเสถียรต่ำ นอกจากนี้จะค่าความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์จากทั้ง 2 Model จะมีความแตกต่างกันโดย Logistics Model จะมีค่าความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ที่ต่ำกว่า Logistics Model ดังที่แสดงในรูปที่ 4.1 และ 4.2 ซึ่งในช่วงเวลาดังกล่าวผลลัพธ์จากการวิเคราะห์แบบ Linear

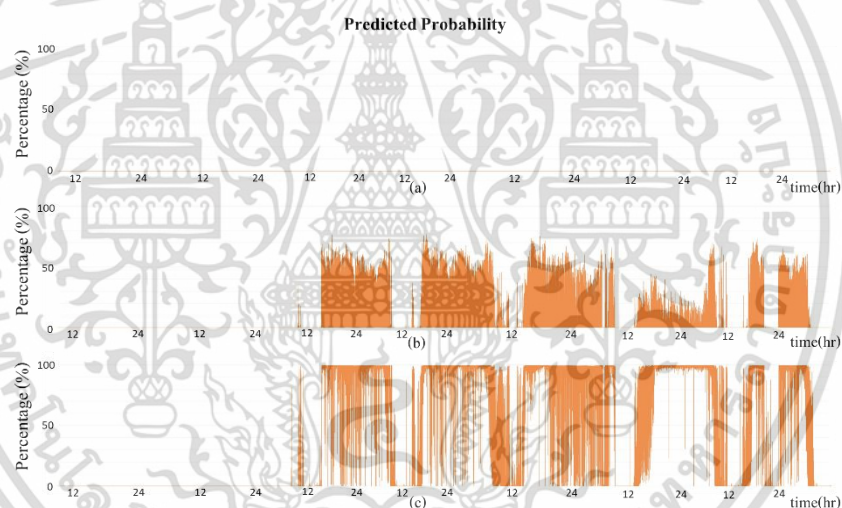
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Model มีความแปรผันตามแนวโน้มของแรงดันไฟฟ้าตามรูปที่ 4.4 ตามแนวโน้มของกระแสไฟฟ้าดังรูปที่ 4.6 และตามแนวโน้มของ Power Factor ดังรูปที่ 4.8

โดยจากผลลัพธ์การวิเคราะห์ของตัวโปรแกรมพบว่า ผลลัพธ์จากโปรแกรมที่วิเคราะห์ด้วย Linear Model พบว่าไม่มีความสอดคล้องกับค่าที่ตรวจวัดได้จากโรงงาน แต่ในส่วนของ การวิเคราะห์ด้วย Logistics Model มีผลลัพธ์แนวโน้มคล้ายคลึงกับค่าที่ตรวจวัดได้จากโรงงาน ซึ่งเป็นการใช้งานจริงของโรงงาน

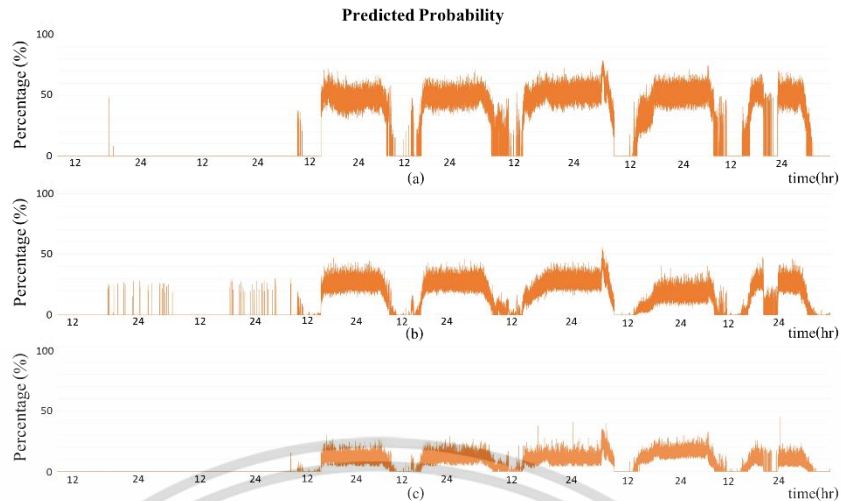
4.1.2 MDB-B

ในตัวอย่างนี้จะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB-B ซึ่งมีข้อมูลในช่วงที่โรงงานมีการซ่อมบำรุง (00-09) มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 วิธีโดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

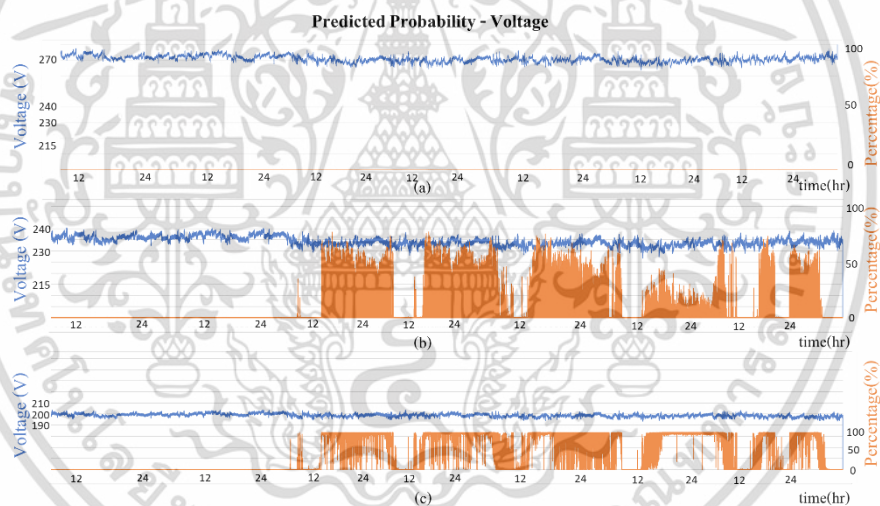


รูปที่ 4.9 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

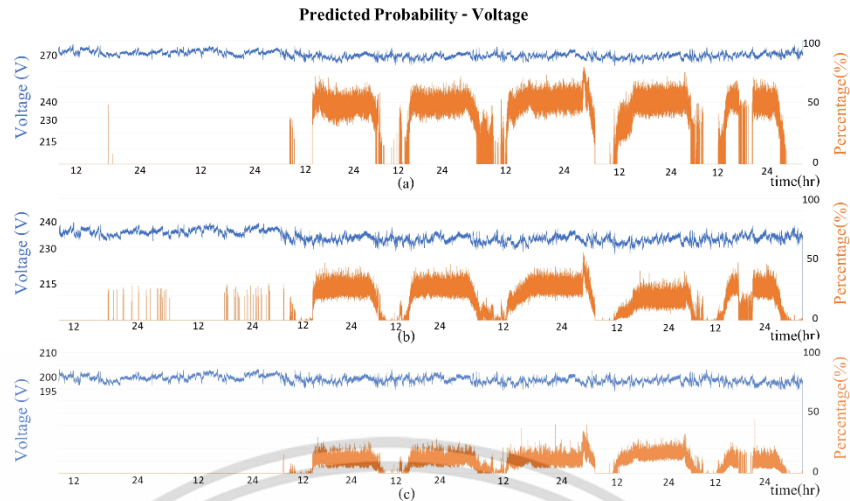


รูปที่ 4.10 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์หัตถ์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

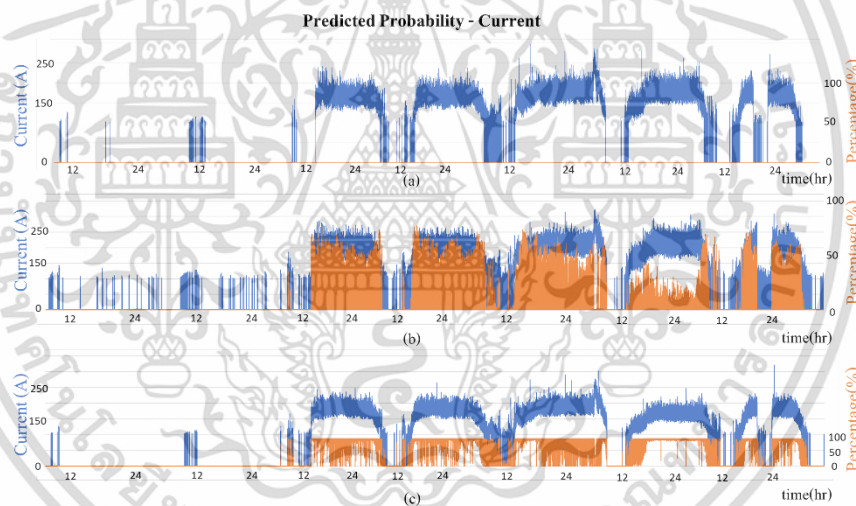


รูปที่ 4.11 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์หัตถ์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

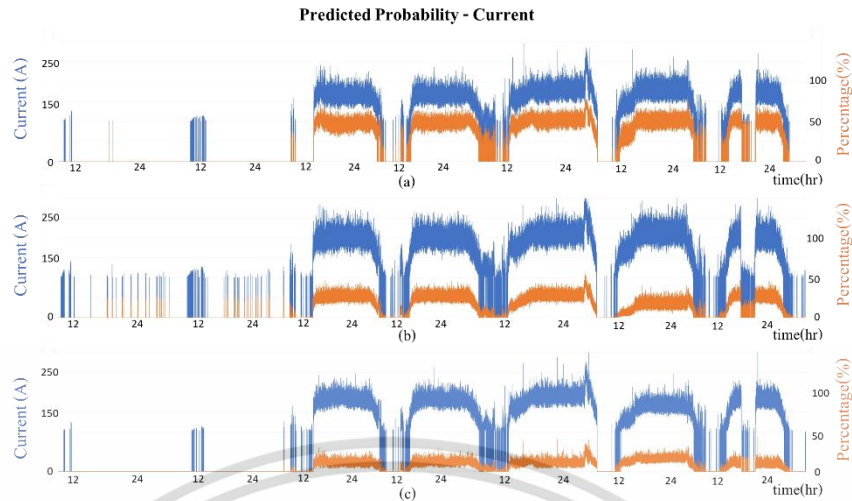


รูปที่ 4.12 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

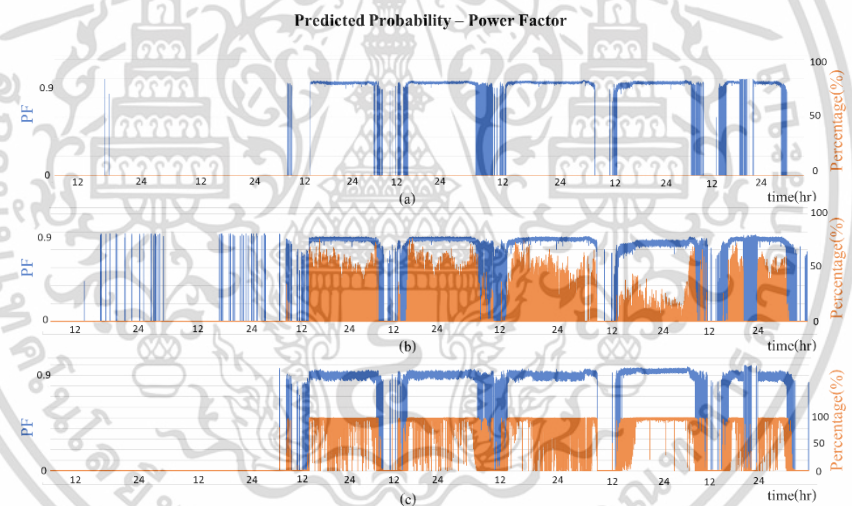


รูปที่ 4.13 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

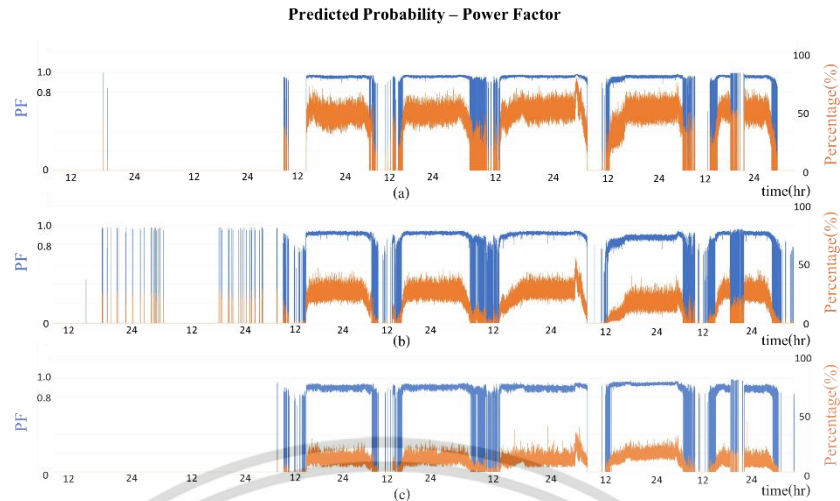


รูปที่ 4.14 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์หัตถ์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.15 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์หัตถ์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.16 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางโรงงานพลาสติก MDB B ทั้ง 3 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้จาก Linear Model จะมีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกันโดยสิ้นเชิง ทำให้ไม่มีความสัมพันธ์ต่อการวิเคราะห์ว่ามีตัวแปรใดบ้างที่จะส่งผลต่อระบบไฟฟ้าอย่างมีนัยสำคัญ ดังรูปที่ 4.9 และผลการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model มีผลการวิเคราะห์ในแนวโน้มเดียวกันทั้ง 3 Phase จะแตกต่างกันเพียงค่าความน่าจะเป็นสูงสุดเท่านั้น ดังที่แสดงในรูปที่ 4.10

จากการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model โดยในช่วงระยะเวลาก่อนที่ความน่าจะเป็นจะเป็นจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างเห็นได้ชัด จะสังเกตได้ว่าระดับกระแสไฟฟ้าในช่วงนั้นมีความผันผวนค่อนข้างสูง และค่าของ Power Factor ใน Phase ต่าง ๆ มีความผิดไปจากปกติ ดังรูปที่ 4.14 และ 4.16

โดยจากผลลัพธ์การวิเคราะห์ของตัวโปรแกรมพบว่า ผลลัพธ์จากโปรแกรมที่วิเคราะห์ด้วย Linear Model พบว่าไม่มีความสอดคล้องกับค่าที่ตรวจวัดได้จากโรงงาน แต่ในส่วนของผลการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model มีผลลัพธ์แนวโน้มคล้ายคลึงกับค่าที่ตรวจวัดได้จากโรงงาน ซึ่งเป็นการใช้งานจริงของโรงงาน

4.2 ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 5 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการวัดที่โรงงานพลาสติกใช้ ณ เวลานั้น ๆ

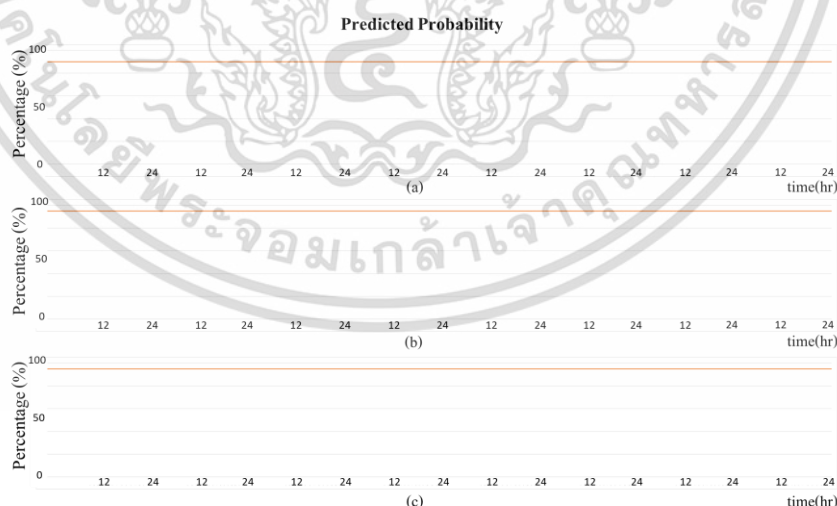
ในหัวข้อนี้โปรแกรมจะเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรทางไฟฟ้าที่ได้มาจากโรงงานพลาสติกแห่งหนึ่ง ด้วย Linear Model และ Logistic Model โดยข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์มีดังตาราง

ตารางที่ 4.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร

PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-230	V
Current	150-250	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-
THDv	<3	%
THDi	<5	%

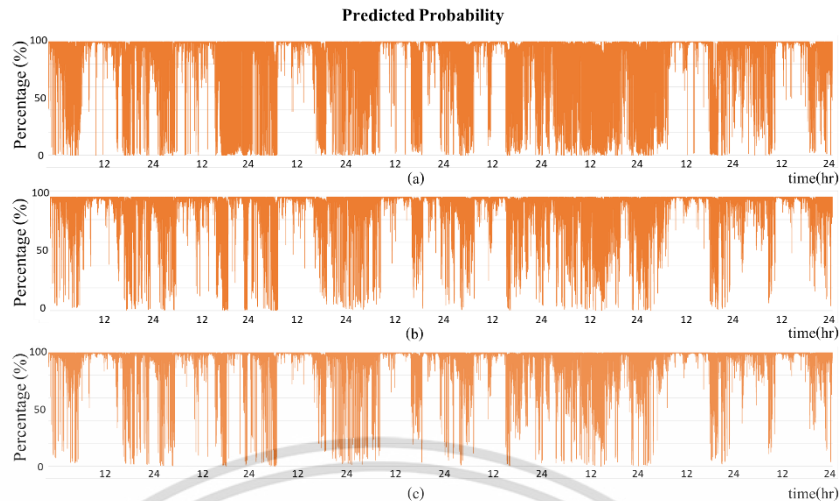
4.2.1 MDB-A

ในตัวอย่างนี้จะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB-A มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 วิธี โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

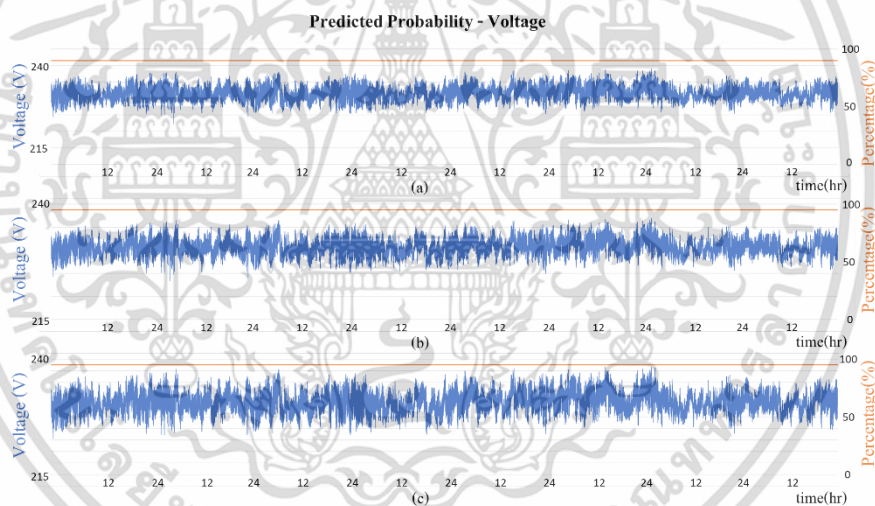


รูปที่ 4.17 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

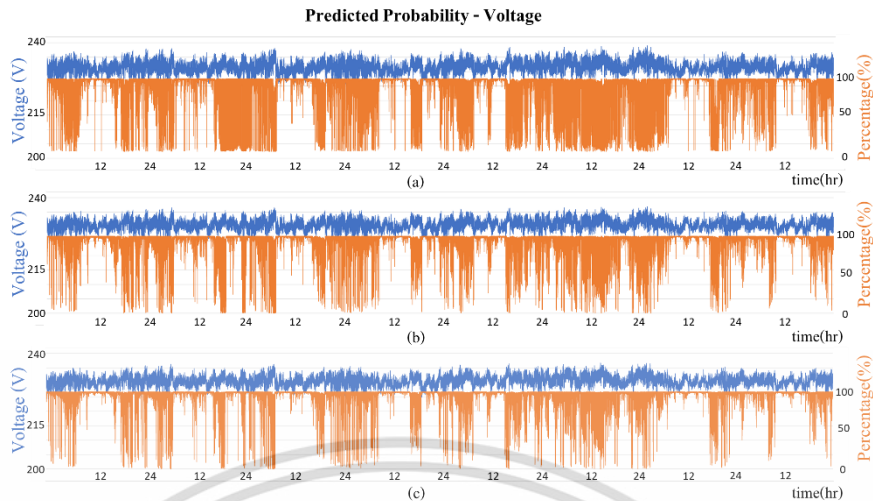


รูปที่ 4.18 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

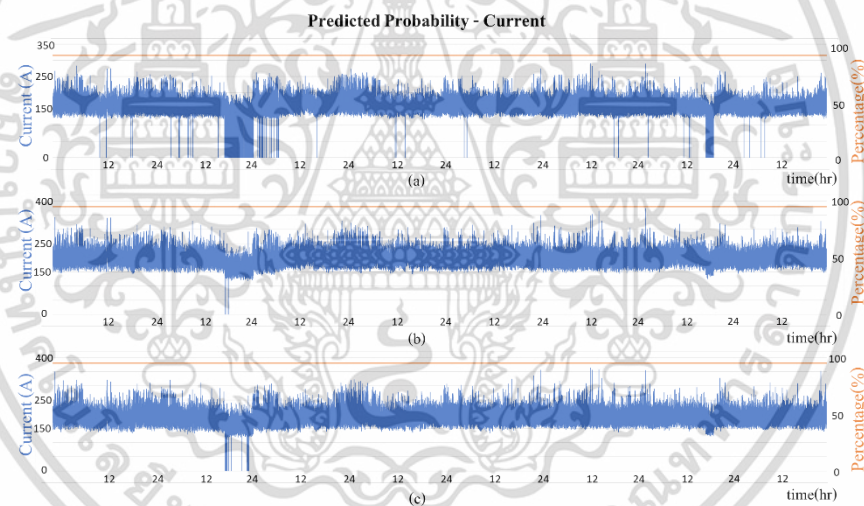


รูปที่ 4.19 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

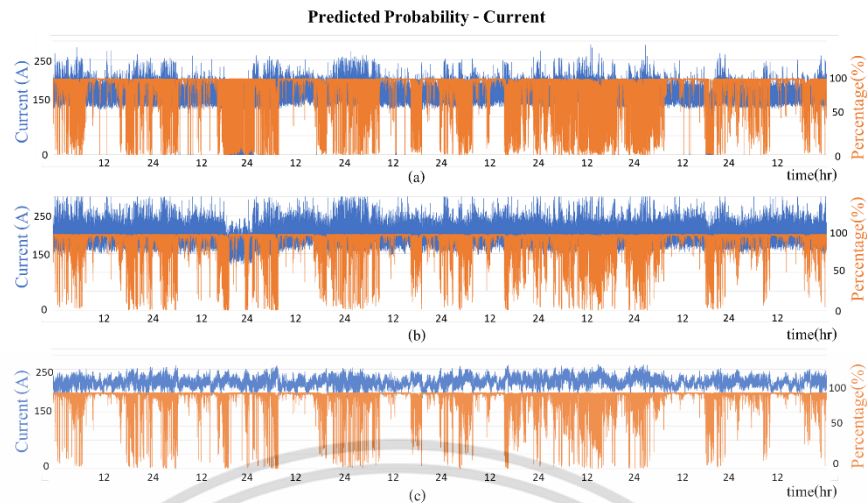


รูปที่ 4.20 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

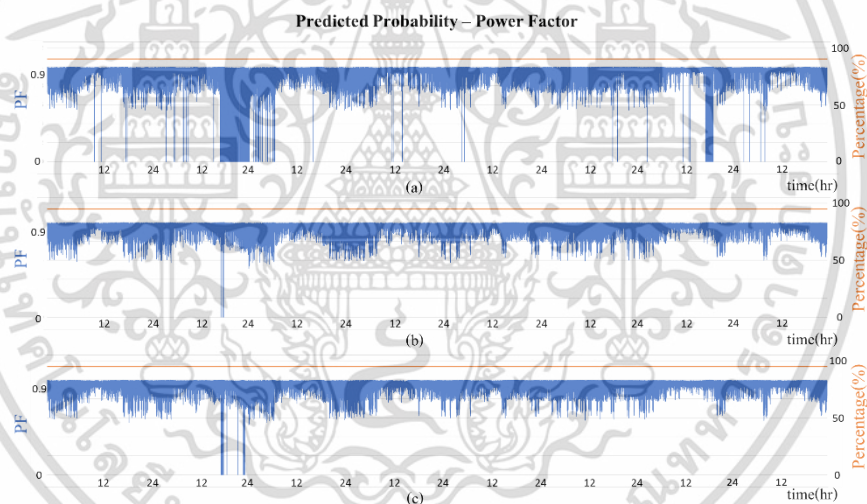


รูปที่ 4.21 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

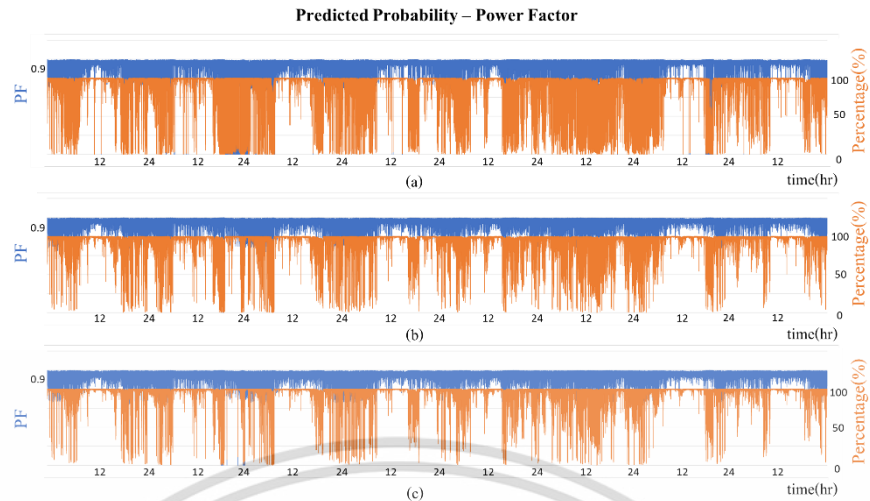


รูปที่ 4.22 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

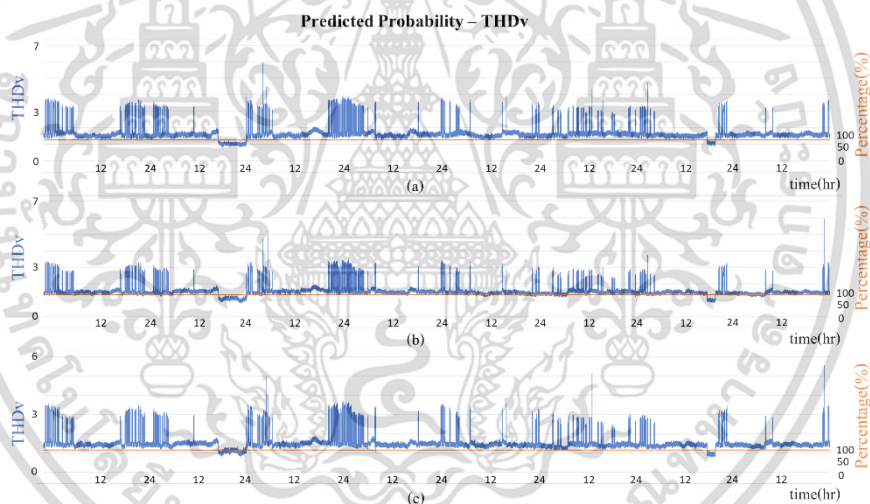


รูปที่ 4.23 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

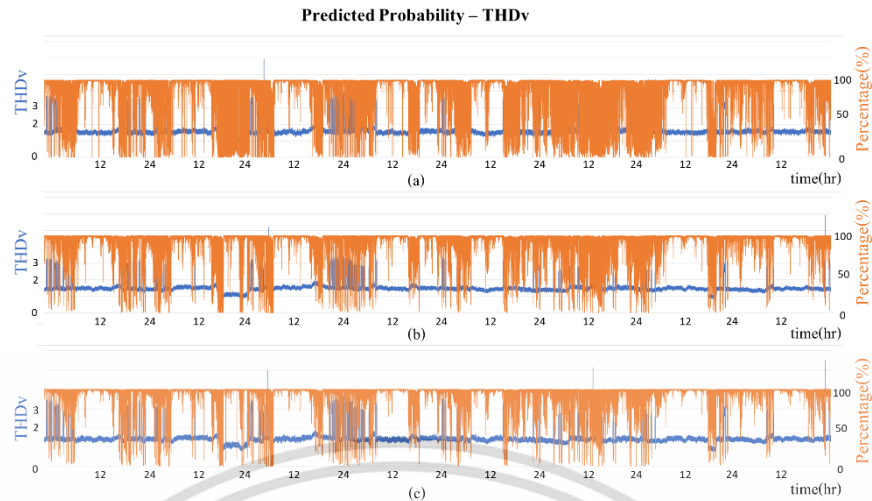


รูปที่ 4.24 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

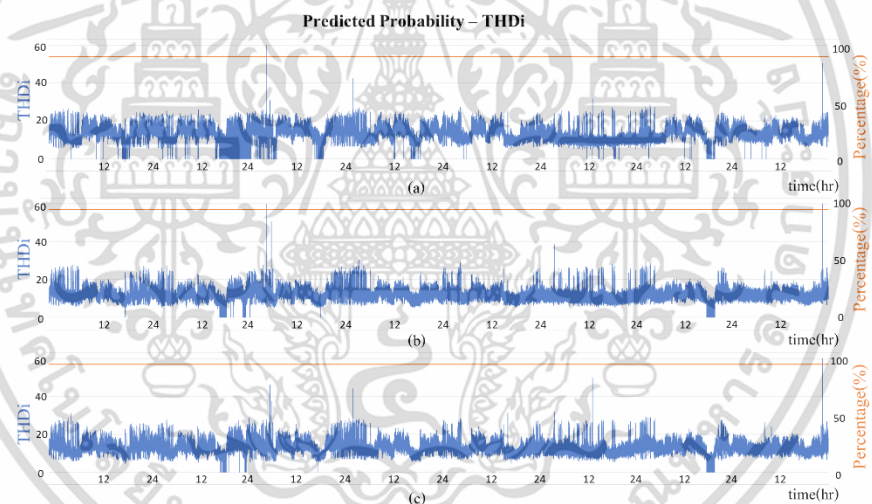


รูปที่ 4.25 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

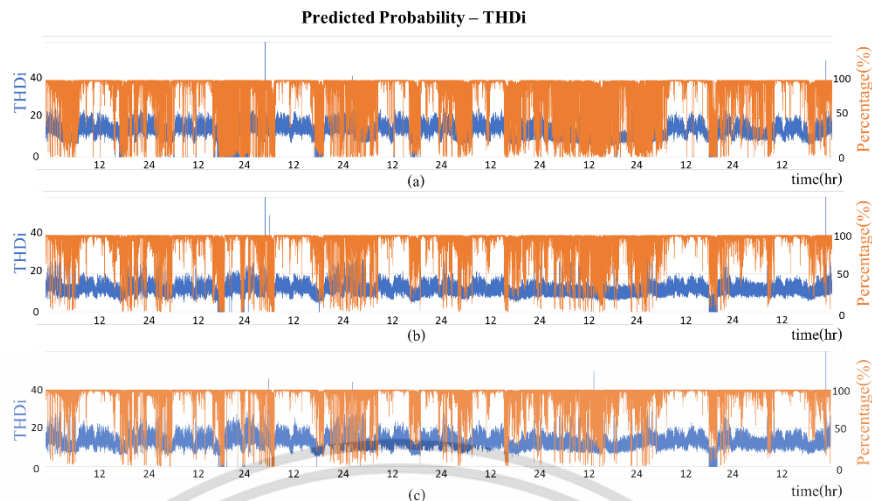


รูปที่ 4.26 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.27 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.28 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

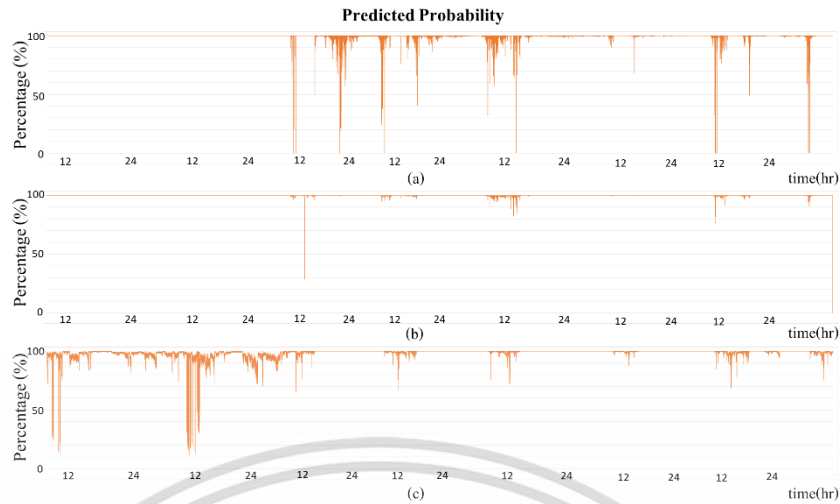
จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางโรงงานพลาสติก MDB A ทั้ง 5 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้จาก Linear Model มองว่าระบบไม่มีความผิดปกติเลยดังรูปที่ 4.17 และเมื่อเทียบกับการวิเคราะห์แบบ 3 ตัวแปร พบว่าในระบบไฟฟ้าของทางโรงงานจะมีความไม่เสถียรของระบบเกิดขึ้นในบางช่วงเวลา แต่ในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model ดังรูปที่ 4.18 พบว่าสามารถวิเคราะห์ได้ถึงช่วงที่ระบบเกิดความไม่เสถียรได้ คล้ายคลึงกับการวิเคราะห์ แบบ 3 ตัวแปร แตกต่างกันที่ความเสถียรของการวิเคราะห์และเปอร์เซ็นต์ที่วิเคราะห์ได้ตามผลจากตัวแปรที่เพิ่มขึ้น โดยเปอร์เซ็นต์ที่เปลี่ยนไปเกิดจากความผันผวนของกระแสไฟฟ้างดังรูปที่ 4.22 และ Power Factor ดังรูปที่ 4.24 รวมไปถึงการเพิ่มขึ้นของ THDv และ THDi ดังรูปที่ 4.26 และ รูปที่ 4.28

โดยจากการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลตัวอย่างของ MDB-A ด้วยโปรแกรมแบบ 5 ตัวแปร ด้วย Logistic Model พบว่าโปรแกรมเริ่มสามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของตัวแปรที่ส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า สามารถให้ค่าน้ำหนักแต่ละตัวแปรและวิเคราะห์ผลได้ดียิ่งขึ้นกว่าการใช้โปรแกรมแบบ 3 ตัวแปร ในขณะที่ Linear Model ผลวิเคราะห์ไม่สอดคล้องกับการทำงานของระบบ

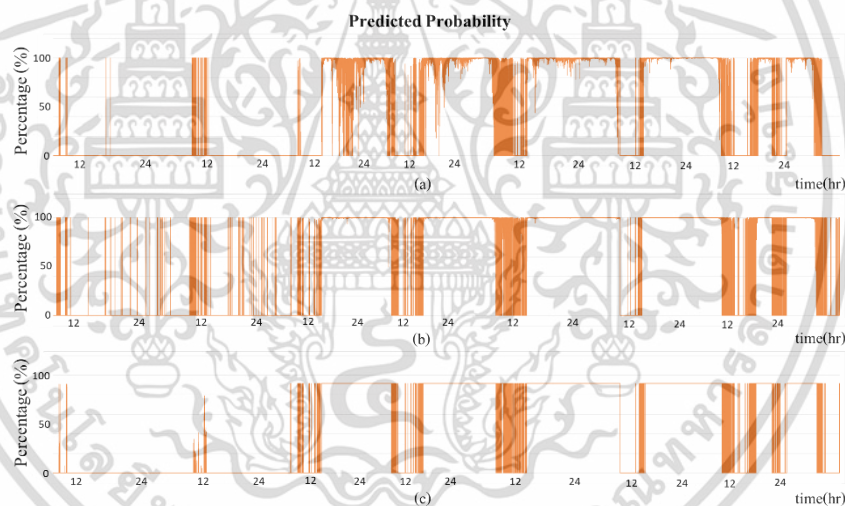
4.2.2 MDB-B

ในตัวอย่างนี้จะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB-B มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรม ซึ่งมีข้อมูลในบางช่วงเวลา ที่โรงงานมีการปิดระบบเพื่อซ่อมบำรุง มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 วิธีโดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

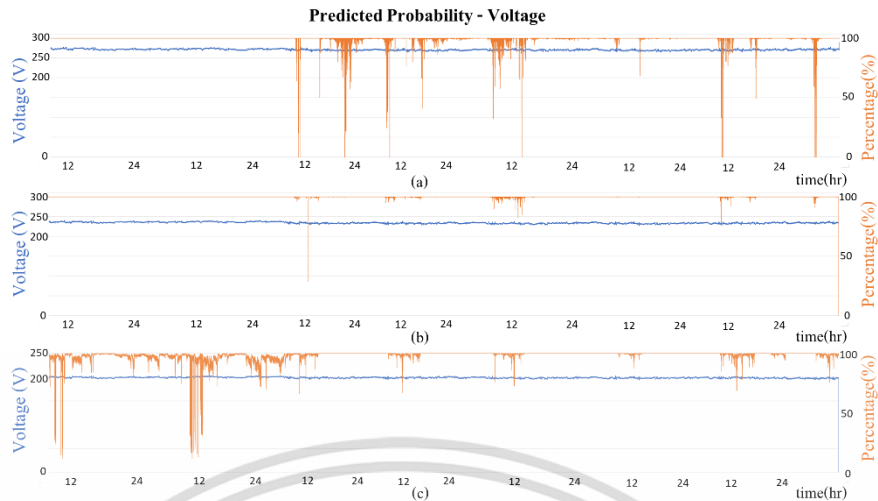


รูปที่ 4.29 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

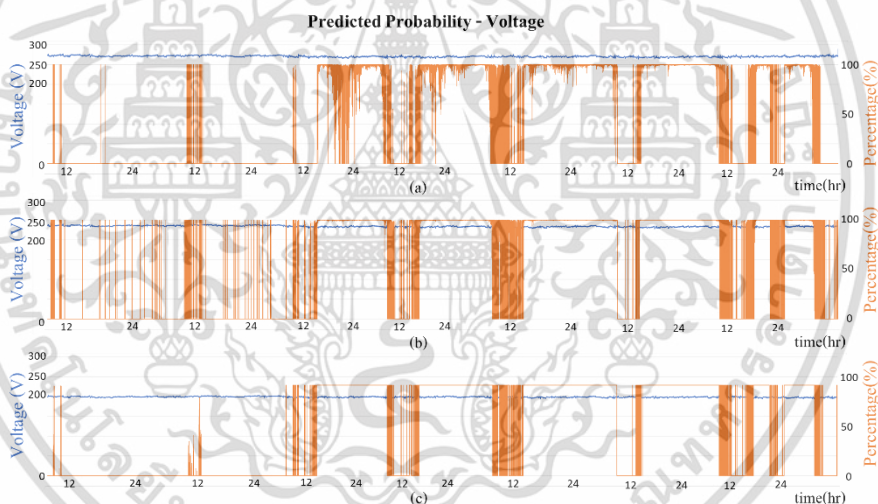


รูปที่ 4.30 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

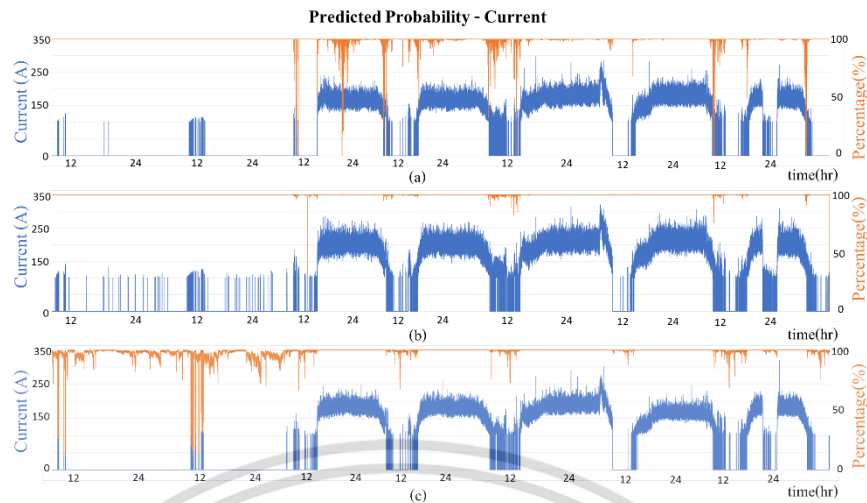


รูปที่ 4.31 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

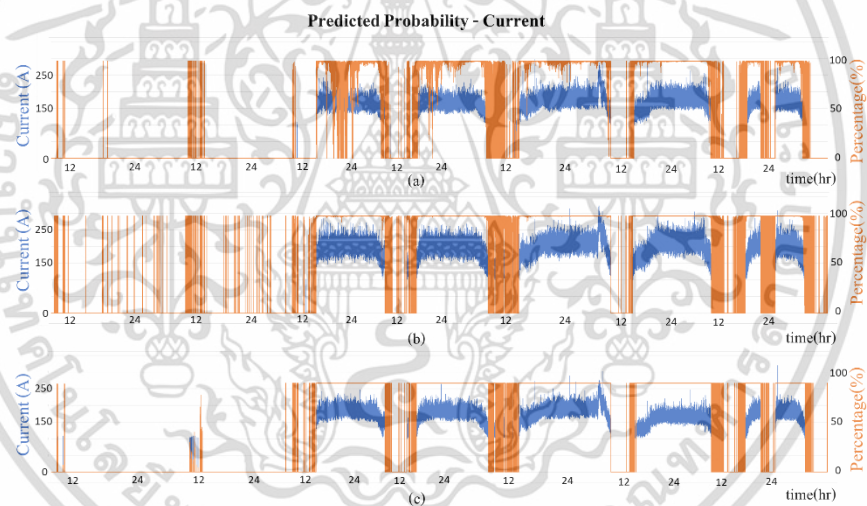


รูปที่ 4.32 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

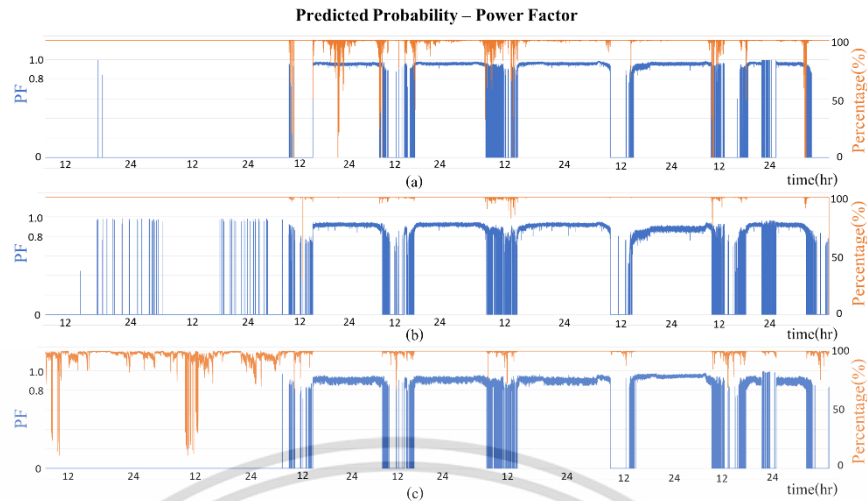


รูปที่ 4.33 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

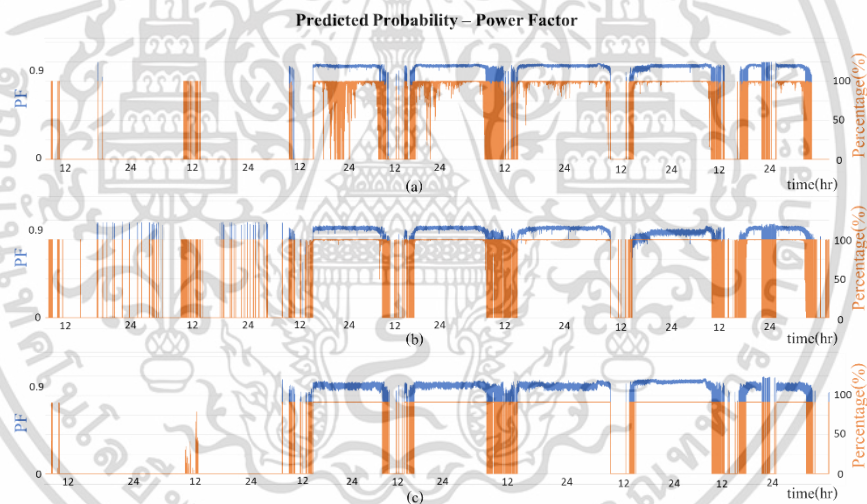


รูปที่ 4.34 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

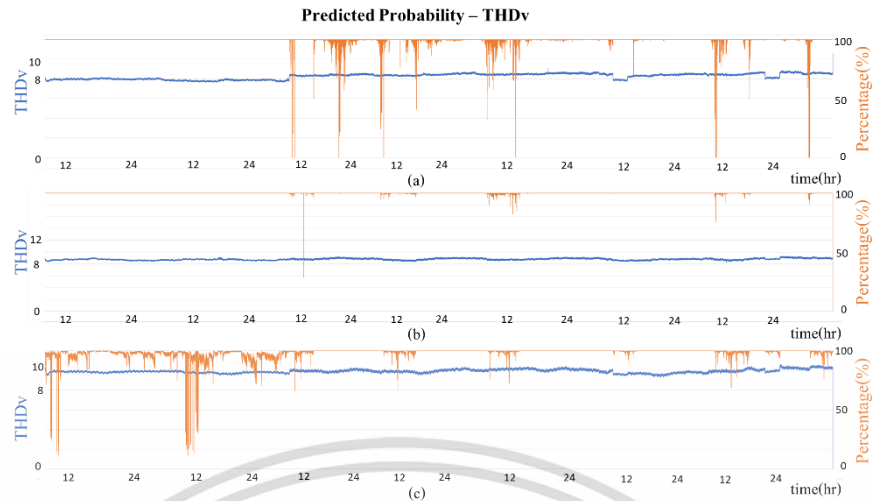


รูปที่ 4.35 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

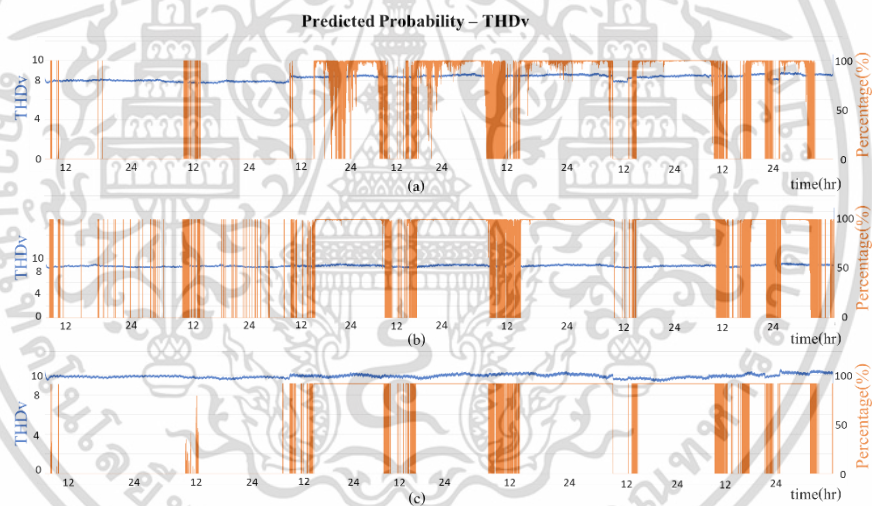


รูปที่ 4.36 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

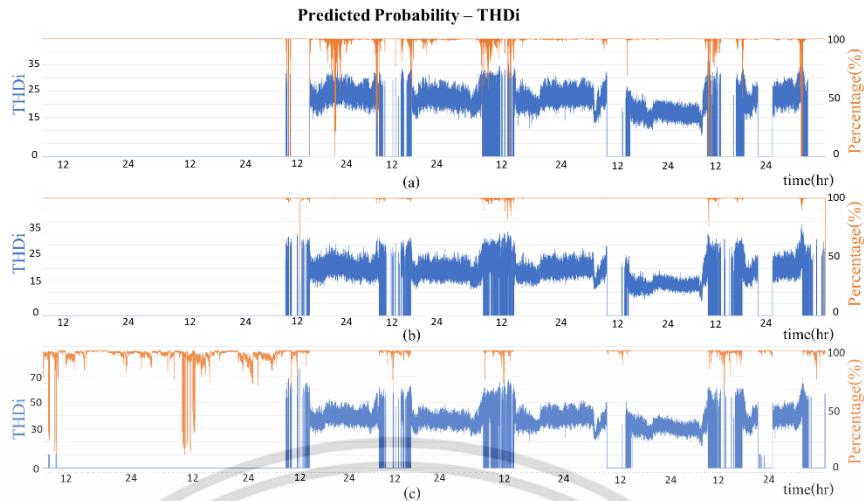


รูปที่ 4.37 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

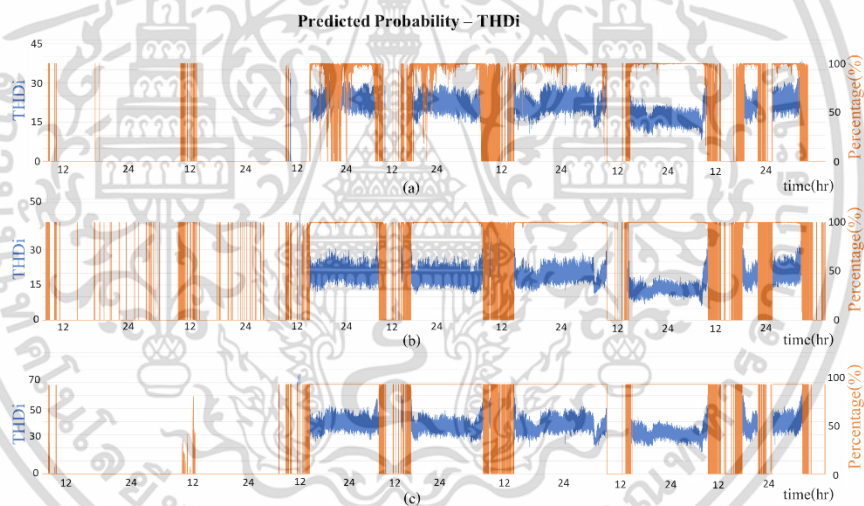


รูปที่ 4.38 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.39 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.40 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางโรงงานพลาสติก MDB B ทั้ง 5 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่าผลการวิเคราะห์ที่ได้จาก Linear Model จะมีการวิเคราะห์ที่แตกต่างกับ Logistic Model โดยสิ้นเชิง ดังรูปที่ 4.29 และ 4.30 ซึ่งการวิเคราะห์ด้วย Linear Model ไม่สอดคล้องกับการใช้งานจริงของโรงงาน เนื่องจากช่วงที่โรงงานปิดระบบเพื่อซ่อมบำรุงโปรแกรมสามารถวิเคราะห์ค่าออกมาได้ซึ่งไม่สอดคล้องกับสภาพการใช้งานจริง แต่ในส่วนของ Logistic Model สามารถวิเคราะห์ที่ได้สอดคล้องกับช่วงเวลากการใช้งานระบบตามที่โรงงานใช้งาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model โดยในช่วงระยะเวลาก่อนที่ความน่าจะเป็นจะมีการเปลี่ยนแปลงเพิ่มขึ้นหรือลดลงอย่างเห็นได้ชัด จะสังเกตได้ว่าระดับกระแสไฟฟ้าในช่วงนั้นมีความผันผวนค่อนข้างสูง และค่าของ Power Factor ใน Phase ต่าง ๆ มีความผิดไปจากปกติ ดังรูปที่ 4.34 และ 4.36

โดยจากการวิเคราะห์กลุ่มข้อมูลตัวอย่างของ MDB-B ด้วยโปรแกรมแบบ 5 ตัวแปร ด้วย Logistic Model พบว่าโปรแกรมเริ่มสามารถวิเคราะห์พฤติกรรมของตัวแปรที่ส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบไฟฟ้า สามารถให้ค่าน้ำหนักแต่ละตัวแปรและวิเคราะห์ผลได้ดียิ่งขึ้นกว่าการใช้โปรแกรมแบบ 3 ตัวแปร ในขณะที่ Linear Model ผลวิเคราะห์ไม่สอดคล้องกับการทำงานของระบบ

จากผลการทดลองพบว่า ในโรงงานพลาสติก ทั้ง MDB A และ MDB B ทั้งแบบ 3 ตัวแปร และ 5 ตัวแปร พบว่าการวิเคราะห์ด้วย Linear Model ไม่สามารถวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าจากชุดข้อมูลได้ในขณะที่ Logistic Model สามารถวิเคราะห์แนวโน้มเสถียรภาพของระบบได้เบื้องต้น

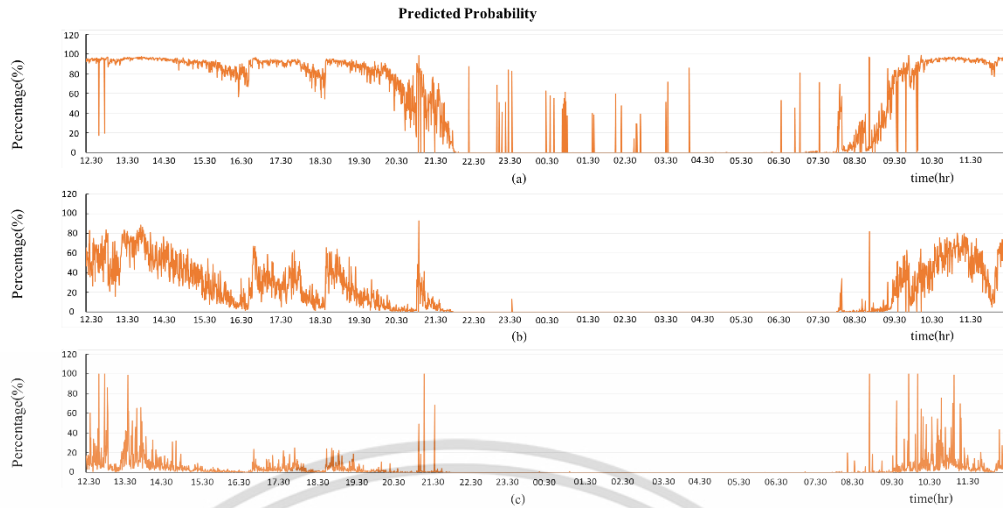
4.3 ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 3 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางโรงงานแป้งมันแห่งหนึ่ง

ในหัวข้อนี้โปรแกรมจะเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรทางไฟฟ้าที่ได้มาจากโรงงานแป้งมันแห่งหนึ่ง โดยข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์มีดังตาราง

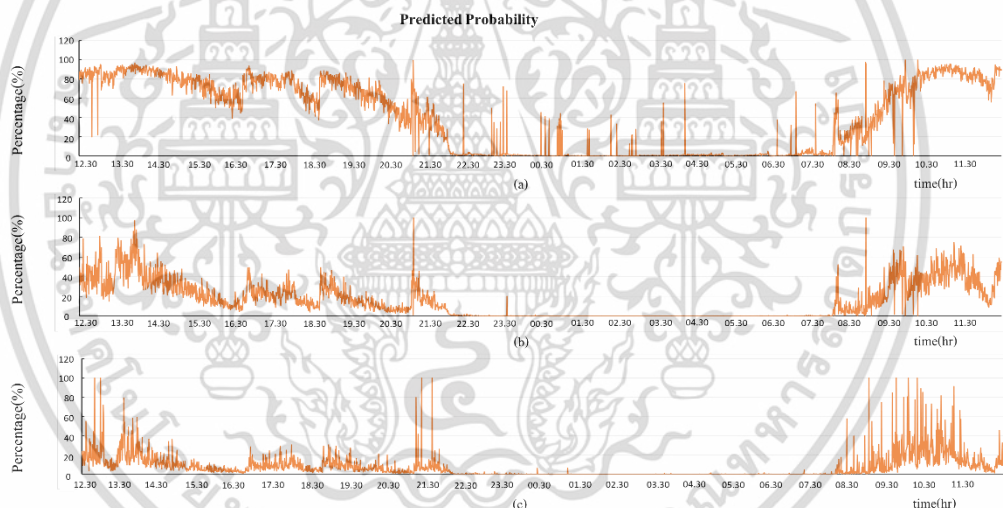
ตารางที่ 4.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร

PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,000-2,000	A
Power Factor (PF.)	>0.85	-

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

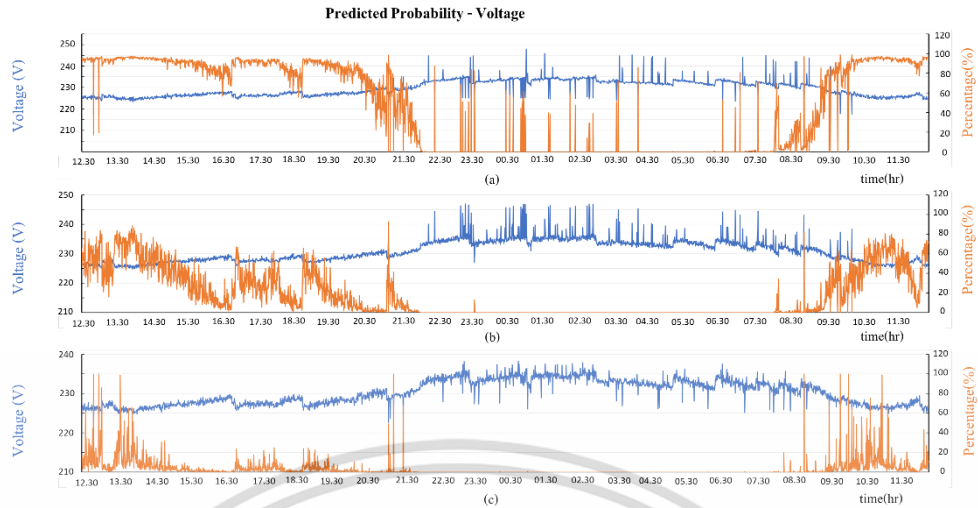


รูปที่ 4.41 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

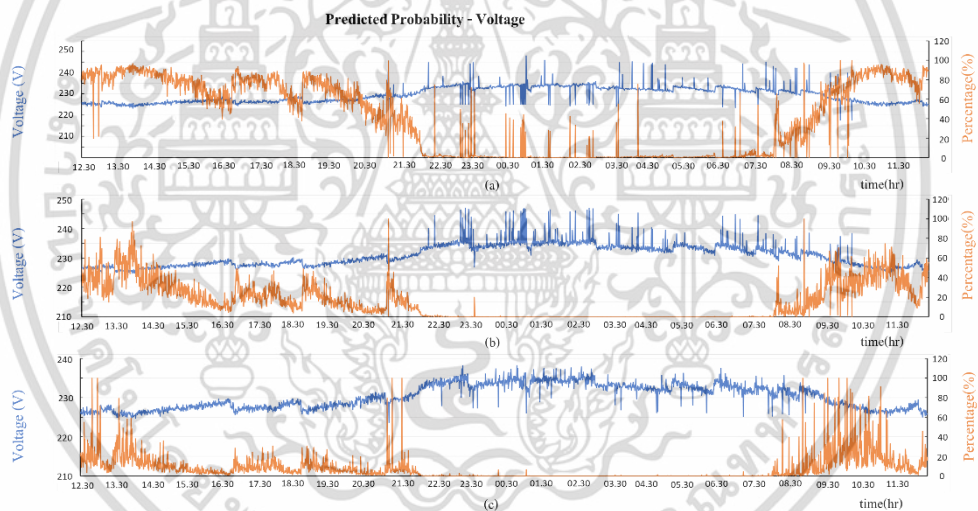


รูปที่ 4.42 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

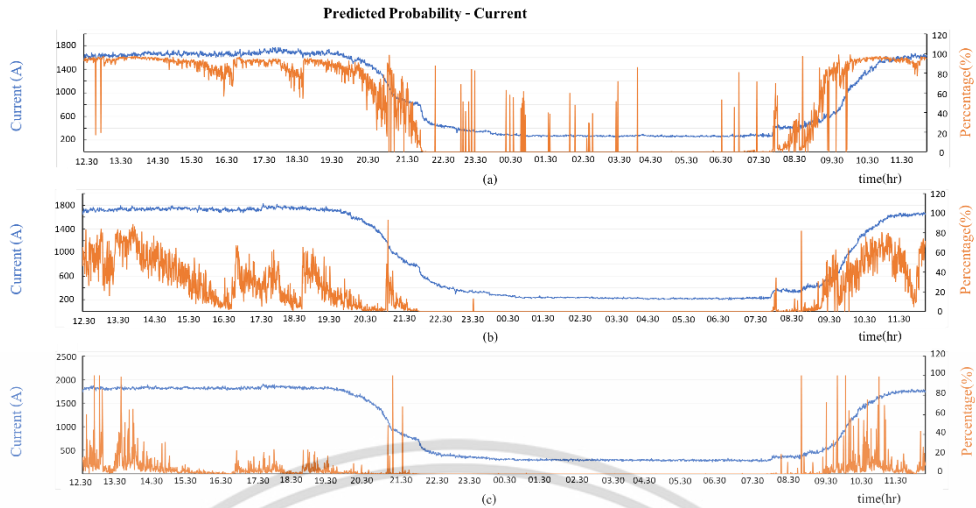


รูปที่ 4.43 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

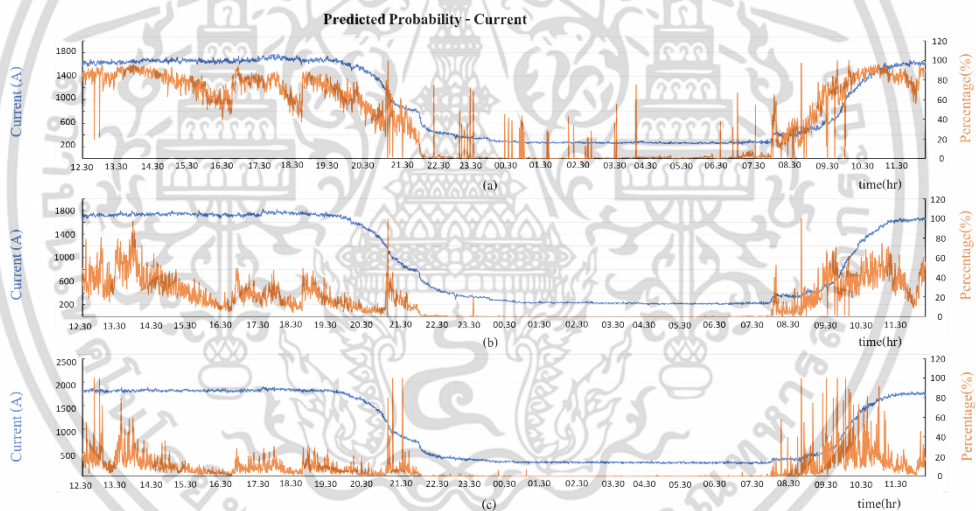


รูปที่ 4.44 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

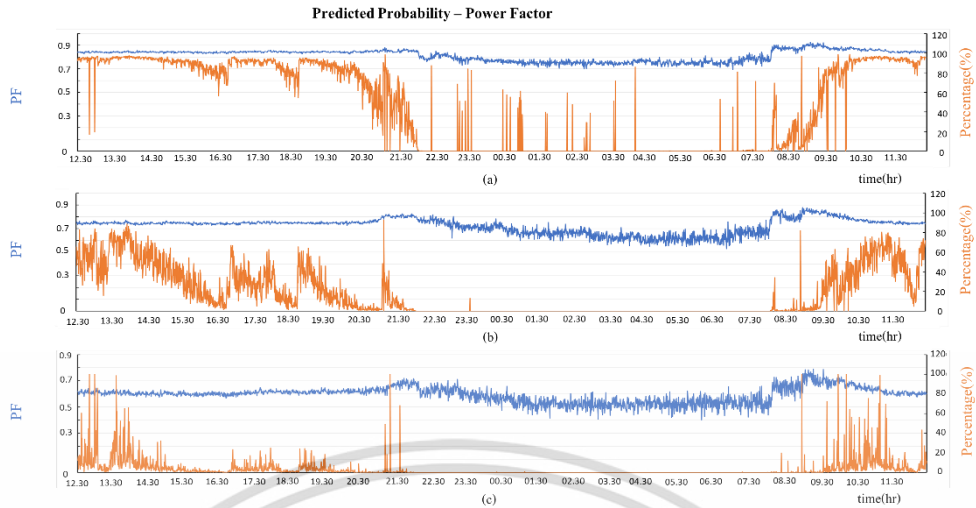


รูปที่ 4.45 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

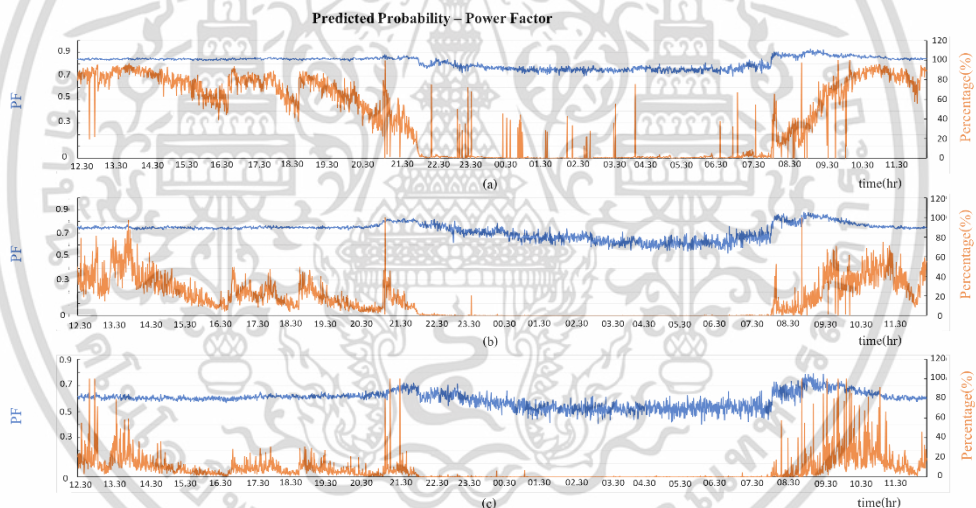


รูปที่ 4.46 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.47 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.48 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางโรงงานแป้งมันทั้ง 3 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า จากรูปที่ 4.41 และ 4.42 แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ในช่วงเวลาที่ 21.00-8.00 ตัวโปรแกรมวิเคราะห์ได้เหมือนกันว่าระบบไฟฟ้าไม่มีความเสถียร หากพิจารณาจากข้อมูลแล้วพบว่าเนื่องจากแรงดันไฟฟ้ามีแนวโน้มที่สูงขึ้นอย่างเห็นได้ชัด ดังที่แสดงในรูปที่ 4.43 และ 4.44 รวมถึงกระแสไฟฟ้าไม่ได้อยู่ในช่วงที่ระบบมีการทำงานตามปกติ ดังที่แสดงในรูปที่ 4.45 และ 4.46

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจากผลลัพธ์การวิเคราะห์ของตัวโปรแกรมพบว่า ที่ระบบไฟฟ้าเฟส A มีเสถียรภาพสูงที่สุดในระบบไฟฟ้าทั้ง 3 เฟส เนื่องจากเมื่อพิจารณาจากรูปที่ 4.47 และ 4.48 แล้วพบว่า ค่า Power Factor ของระบบไฟฟ้าเฟส A มีค่าสูงที่สุด (โดย Power Factor เฉลี่ยอยู่ที่ 0.85) ในส่วนของระบบไฟฟ้าเฟส B และ ระบบไฟฟ้าเฟส C มีค่า Power Factor เฉลี่ยอยู่ที่ 0.75 และ 0.6 ตามลำดับ

จากผลลัพธ์ในการทดลองพบว่า การใช้โปรแกรมด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และ Logistic Model แบบ 3 ตัวแปรสามารถบอกแนวโน้มของระบบได้เบื้องต้นและสอดคล้องกับข้อมูลที่ได้รับในระดับหนึ่ง

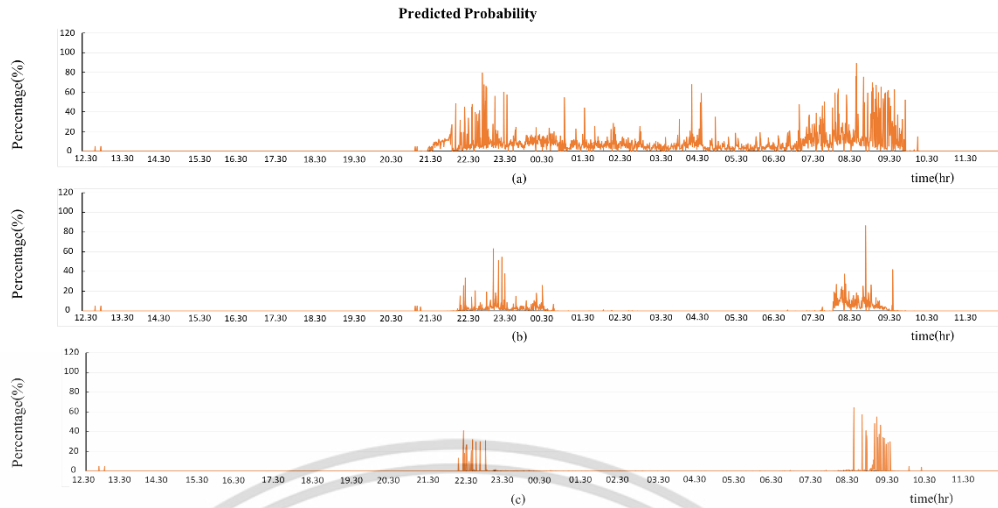
4.4 ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 5 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางโรงงานแป้งมันแห่งหนึ่ง

ในหัวข้อนี้โปรแกรมจะเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรทางไฟฟ้าที่ได้มาจากโรงงานแป้งมันแห่งหนึ่ง ด้วย Linear Model และ Logistic Model โดยข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์มีดังตาราง

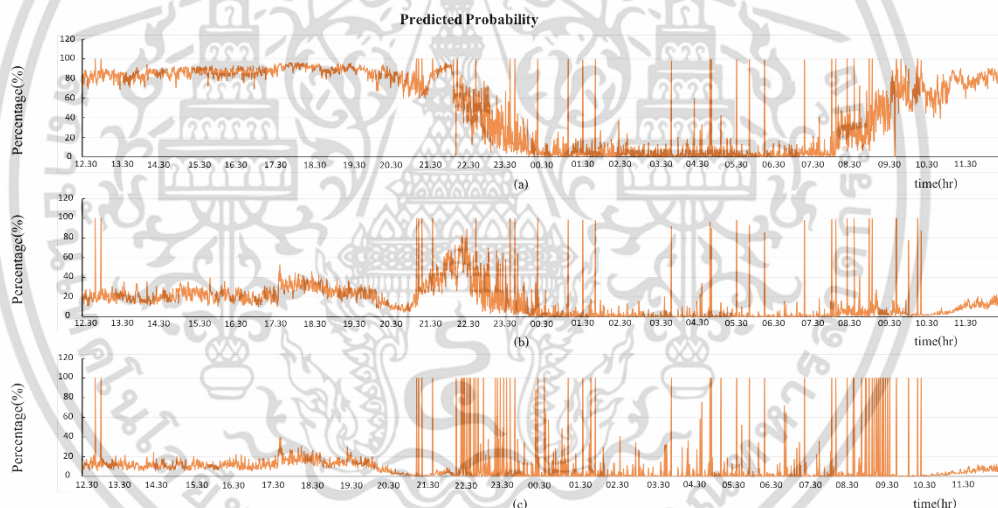
ตารางที่ 4.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร

PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,000-2,000	A
Power Factor (PF.)	>0.85	-
THDv	<3	%
THDi	<5	%

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

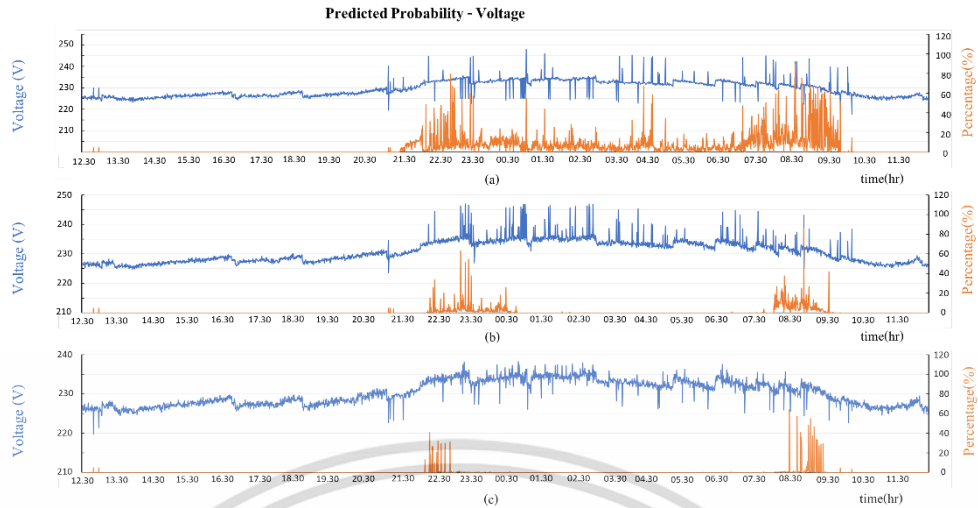


รูปที่ 4.49 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

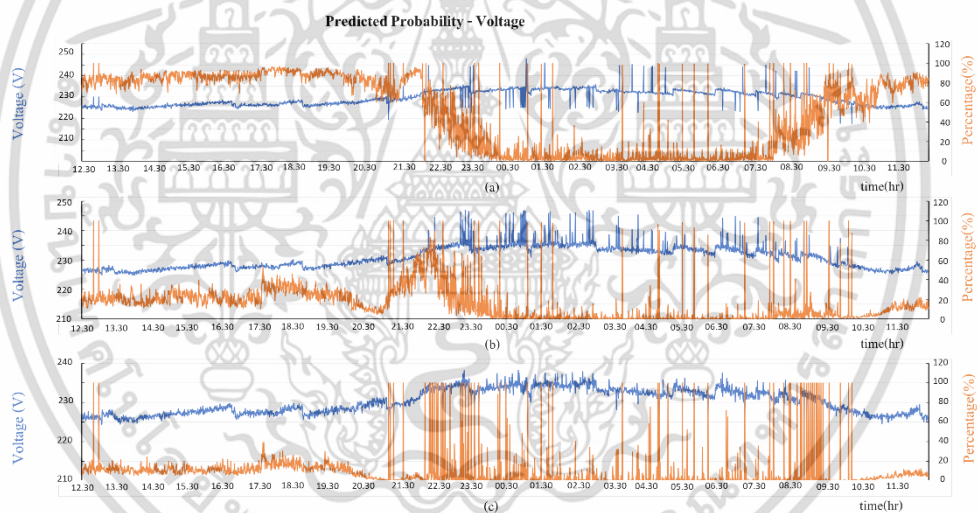


รูปที่ 4.50 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

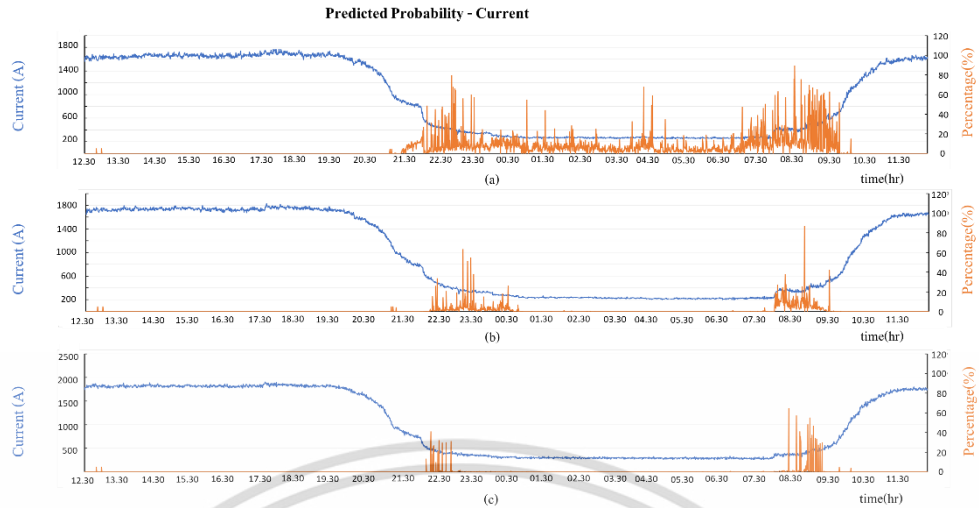


รูปที่ 4.51 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

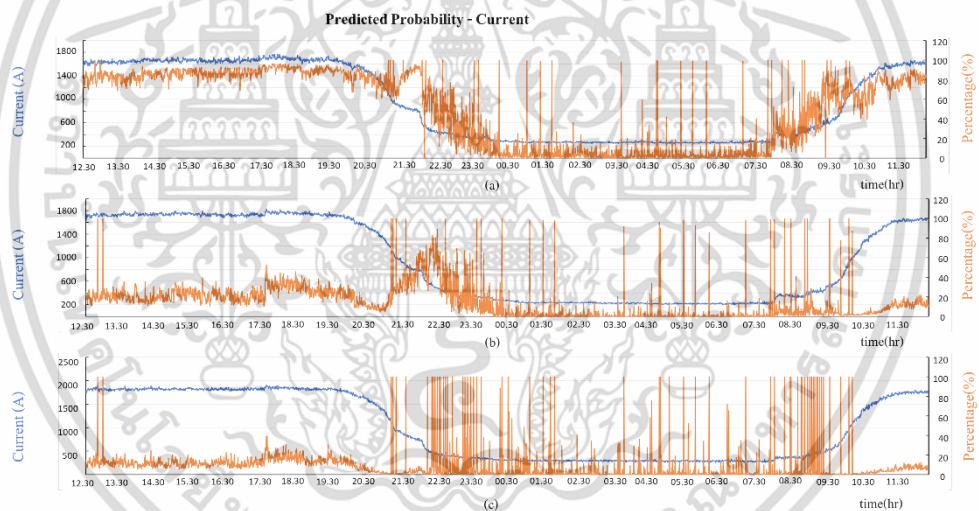


รูปที่ 4.52 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

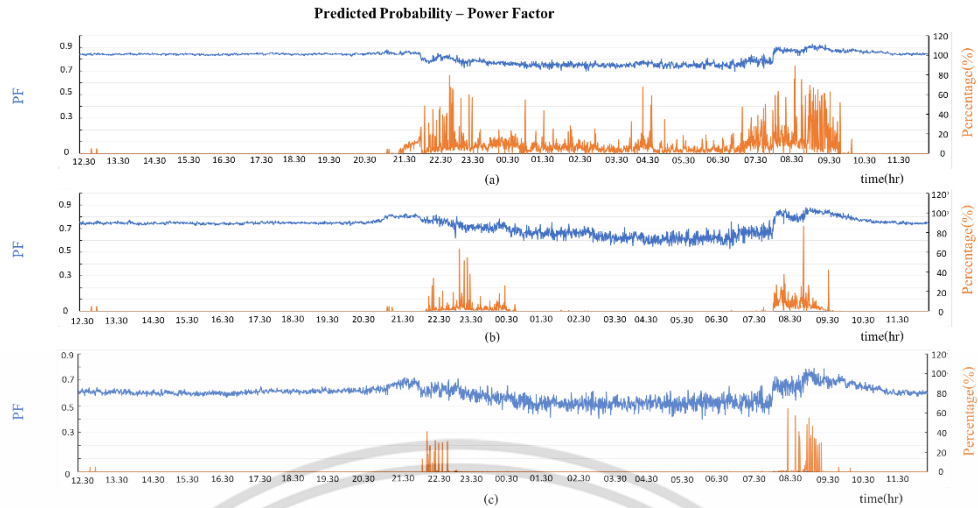


รูปที่ 4.53 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

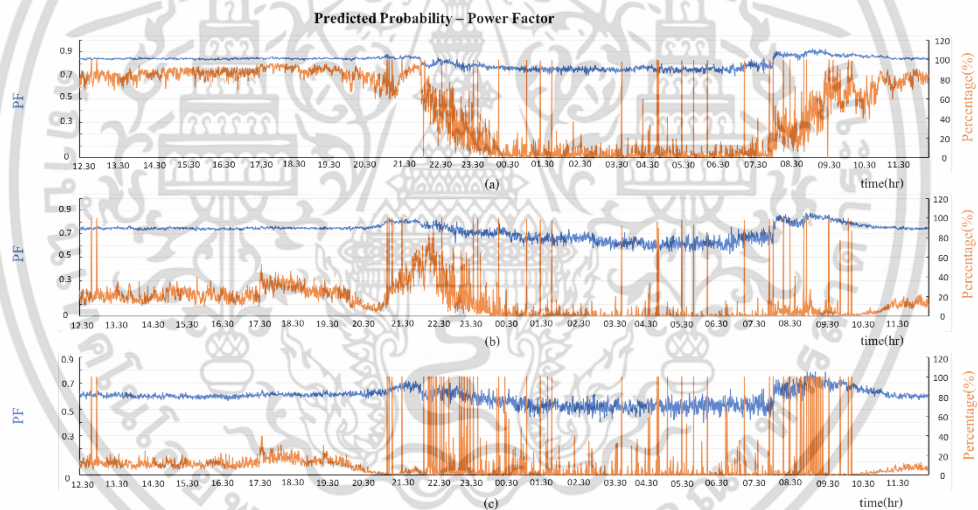


รูปที่ 4.54 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

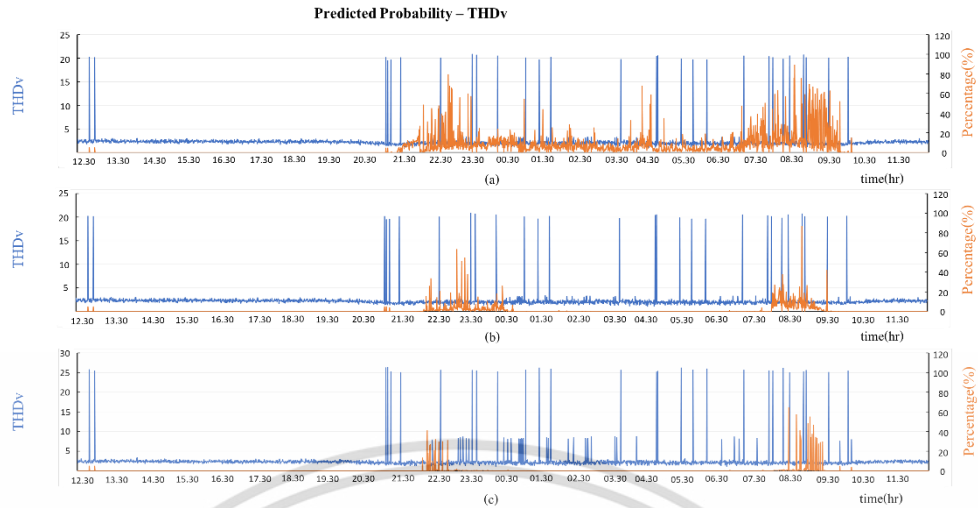


รูปที่ 4.55 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

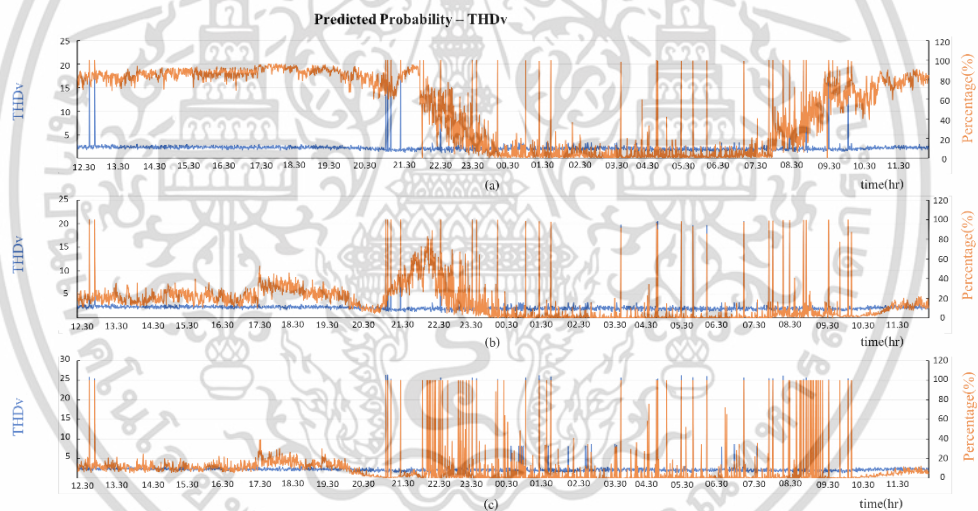


รูปที่ 4.56 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

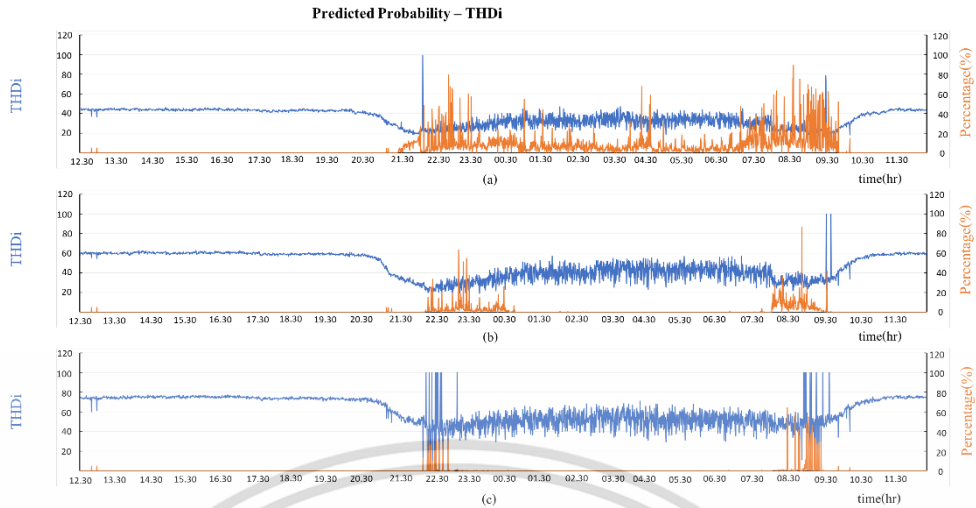


รูปที่ 4.57 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

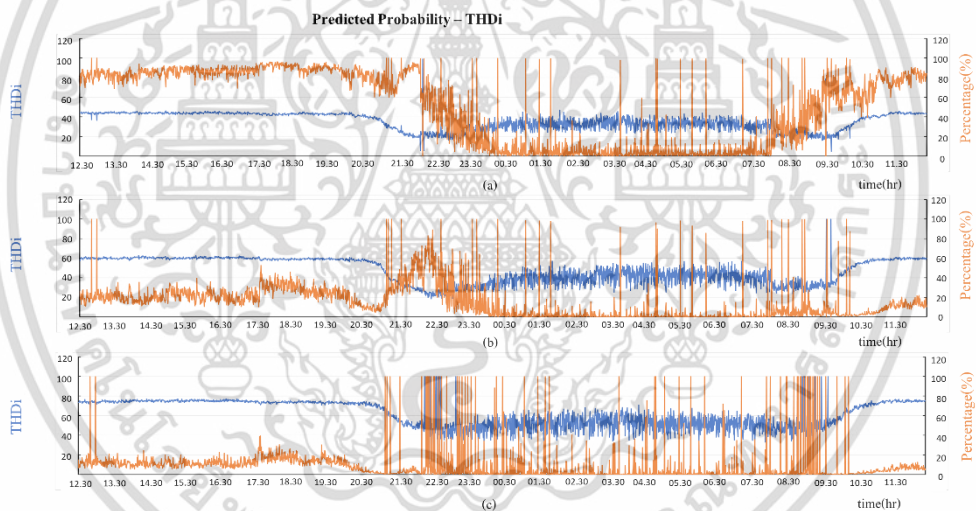


รูปที่ 4.58 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.59 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.60 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistic Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางโรงงานแป้งมันทั้ง 5 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า แนวโน้มเสถียรภาพของระบบจากทั้ง 2 โมเดลมีแนวโน้มที่แตกต่างกัน โดยผลลัพธ์จาก Logistic Model แบบ 5 ตัวแปร ยังมีแนวโน้มคล้ายการวิเคราะห์แบบ 3 ตัวแปร แต่เปอร์เซ็นต์ที่ได้มีค่าต่ำลง เนื่องจากการเพิ่มตัวแปร THDv ดังรูปที่ 4.57 และ 4.58 และตัวแปร THDi ดังรูปที่ 4.59 และ 4.60 ซึ่งจากข้อมูล THDi ที่เพิ่มเข้ามามีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้มาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความเสถียรของระบบมีค่าลดลง และมีผลที่ทำให้ Linear Model มองว่าระบบส่วนใหญ่ไม่มีความเสถียร

จากผลลัพธ์ในการทดลองพบว่า การใช้โปรแกรมด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรผลการวิเคราะห์เสถียรภาพไม่สอดคล้องกับการใช้งานจริงของโรงงานแป้งมัน ในขณะที่ Logistic Model แบบ 5 ตัวแปรสามารถบอกแนวโน้มของระบบได้เบื้องต้น

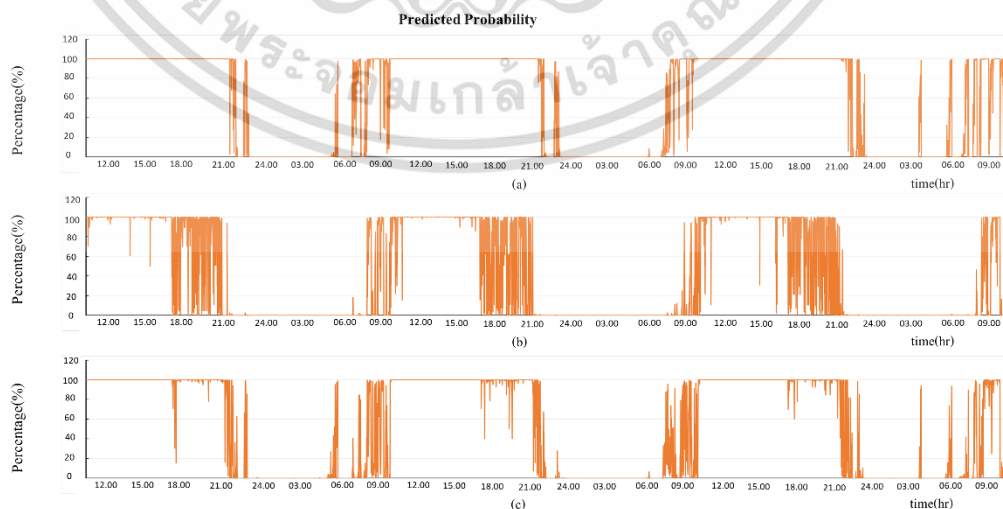
4.5 ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 3 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางโรงงานอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่ง

ในหัวข้อนี้โปรแกรมจะเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรทางไฟฟ้าที่ได้มาจากโรงงานอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่ง โดยข้อมูลที่น่ามาใช้วิเคราะห์มีดังตาราง

ตารางที่ 4.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร

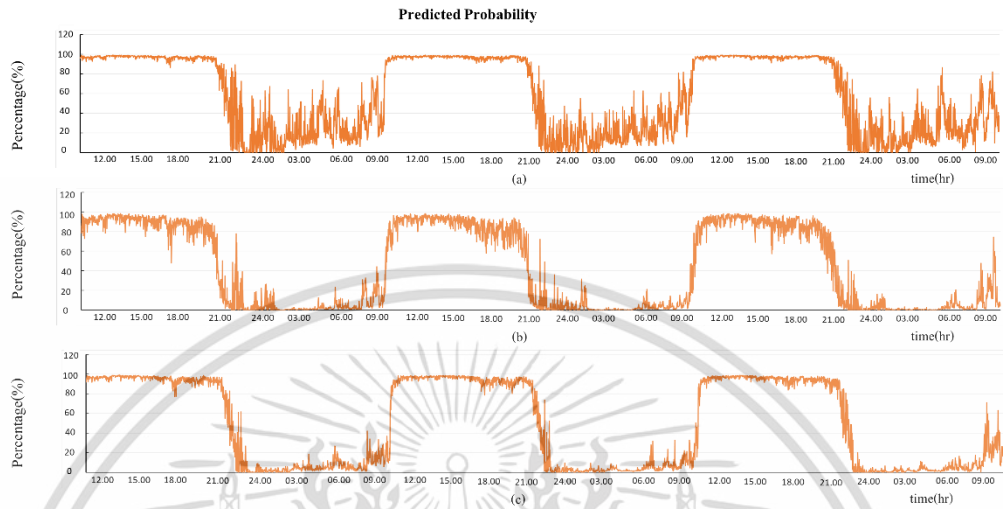
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,500-2,500	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

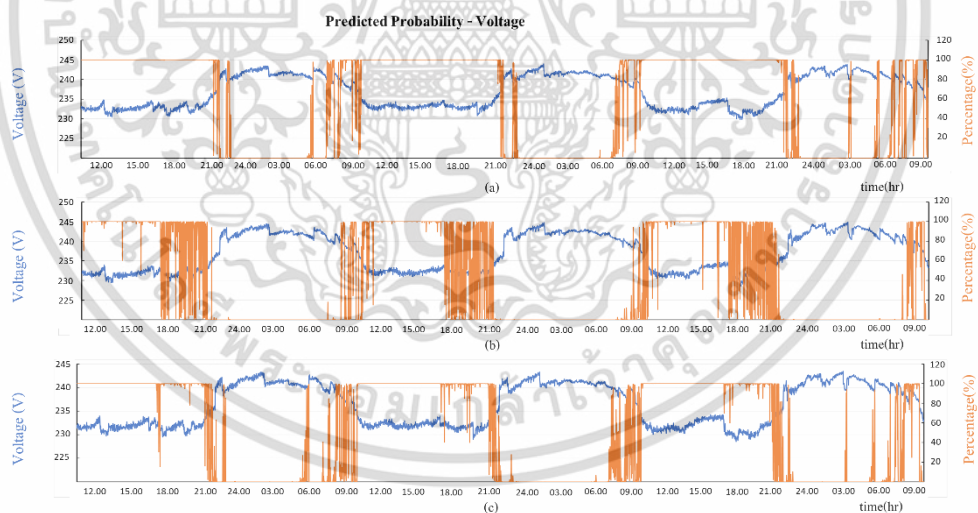


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.61 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

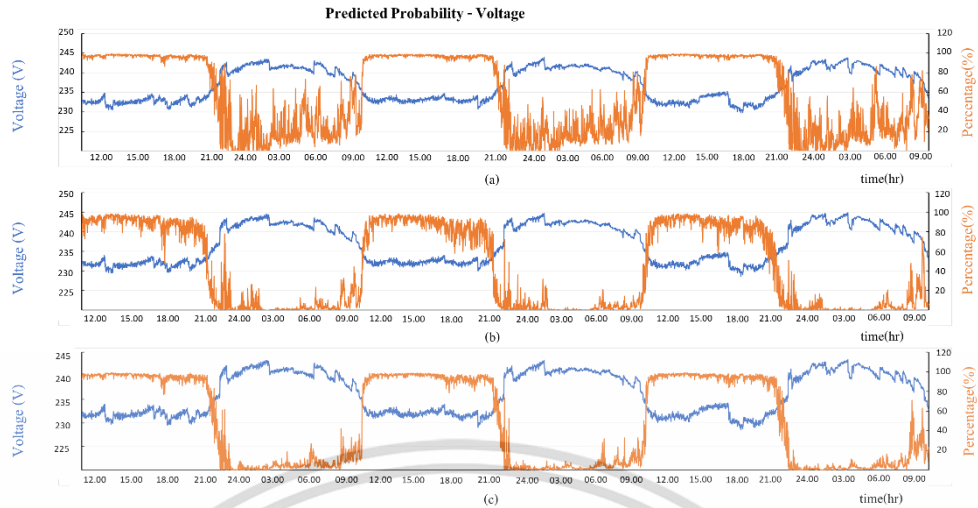


รูปที่ 4.62 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

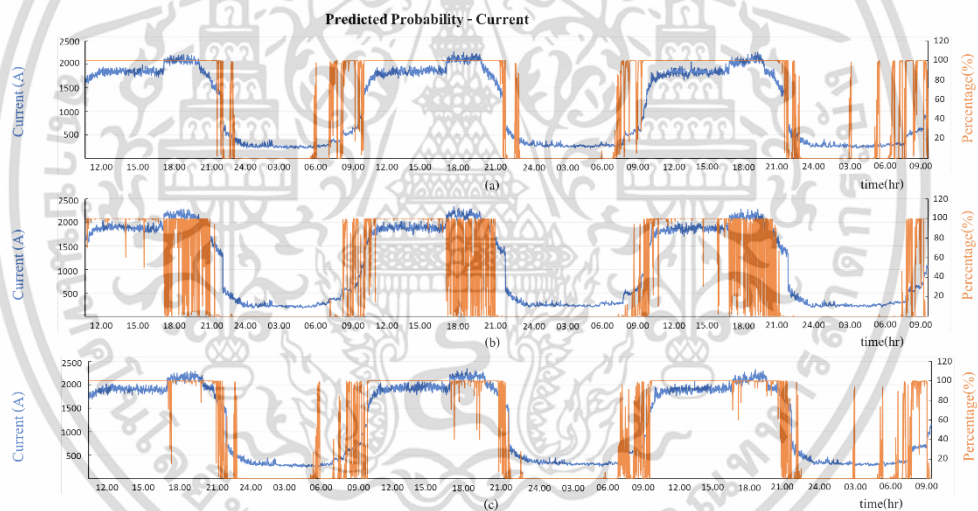


รูปที่ 4.63 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

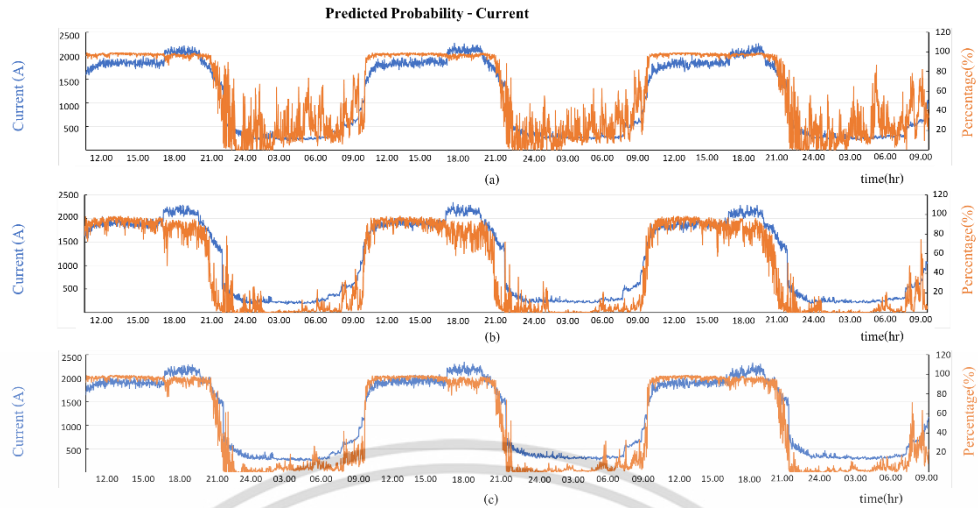


รูปที่ 4.64 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

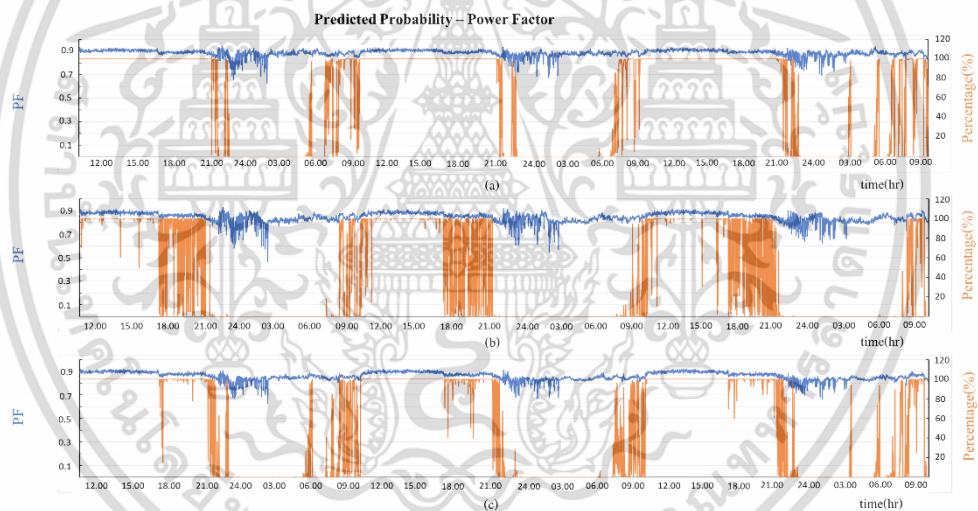


รูปที่ 4.65 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

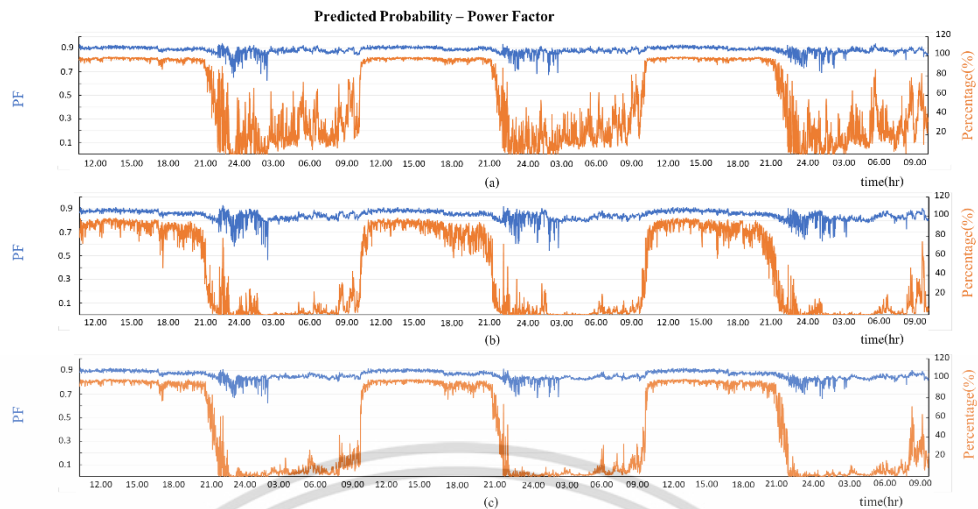


รูปที่ 4.66 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.67 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.68 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางโรงงานอาหารแช่แข็งทั้ง 3 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า จากรูปที่ 4.61 และ 4.62 แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ในช่วงเวลาที่ 21.30-10.00 ของทุกวันตัวโปรแกรมวิเคราะห์ได้เหมือนกันว่าระบบไฟฟ้ามีเสถียรภาพของระบบน้อยจนถึงไม่มีความเสถียร หากพิจารณาจากข้อมูลแล้วพบว่าเนื่องจากแรงดันไฟฟ้ามีแนวโน้มที่สูงขึ้นในช่วงเวลา 21.30-10.00 ดังที่แสดงในรูปที่ 4.63 และ 4.64 รวมถึงกระแสไฟฟ้าไม่ได้อยู่ในช่วงที่ระบบมีการทำงานตามปกติ ดังที่แสดงในรูปที่ 4.65 และ 4.66 โดยในส่วนของค่า Power Factor ในช่วงเวลา 21.30-10.00 จะมีการแกว่งอย่างเห็นได้ชัด ดังรูปที่ 4.67 และ 4.68

จากผลลัพธ์ในการทดลองพบว่า การใช้โปรแกรมด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และ Logistic Model แบบ 3 ตัวแปร มีความสอดคล้องกับการใช้งานจริงของทางโรงงานอาหารแช่แข็ง แต่จะมีความแตกต่างกันของการรุนแรงเมื่อระบบมีเสถียรภาพที่เปลี่ยนแปลงไป โดย Linear Model จะมีการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงกว่า Logistic Model

4.6 ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 5 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางโรงงานอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่ง

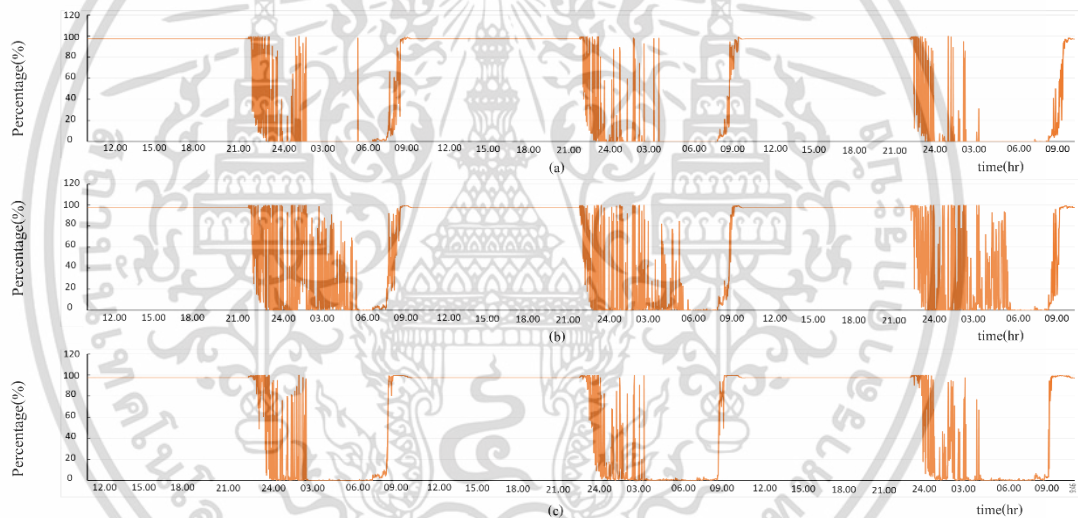
ในหัวข้อนี้โปรแกรมจะเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรทางไฟฟ้าที่ได้มาจากโรงงานอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่ง ด้วย Linear Model และ Logistic Model โดยข้อมูลที่น่ามาใช้วิเคราะห์มีดังตาราง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 4.6 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร

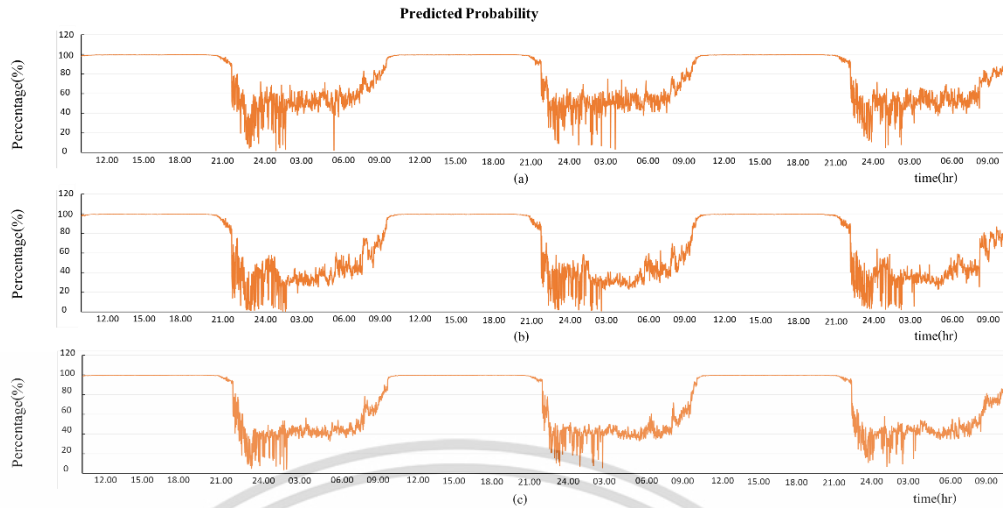
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,500-2,500	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-
THDv	<3	%
THDi	<5	%

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

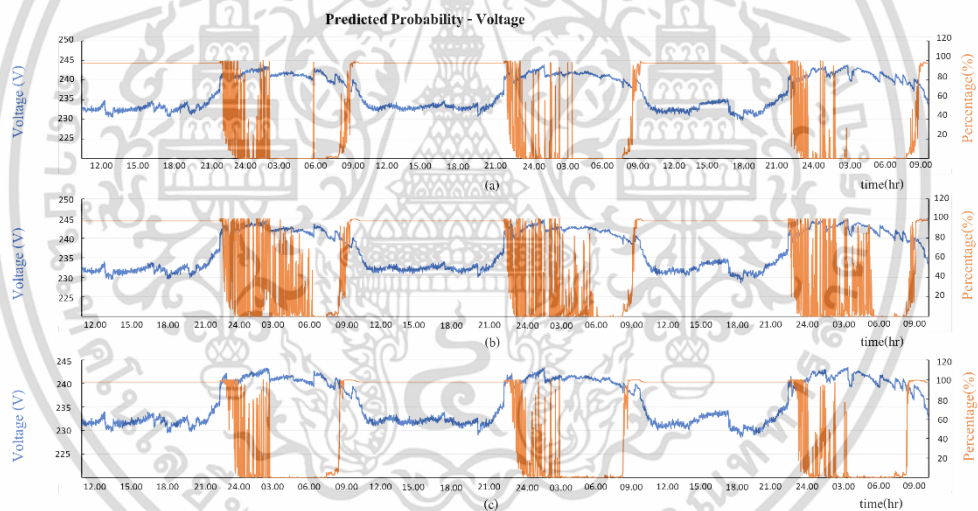


รูปที่ 4.69 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

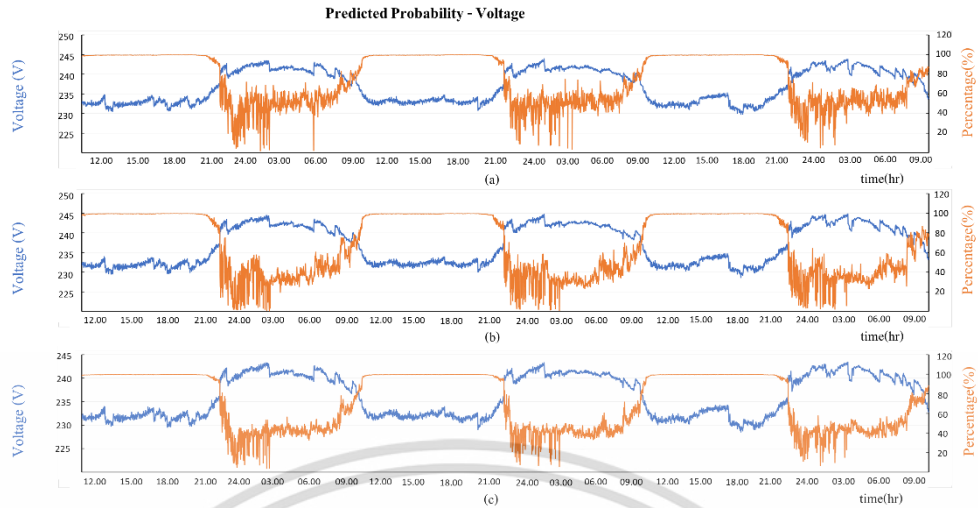


รูปที่ 4.70 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

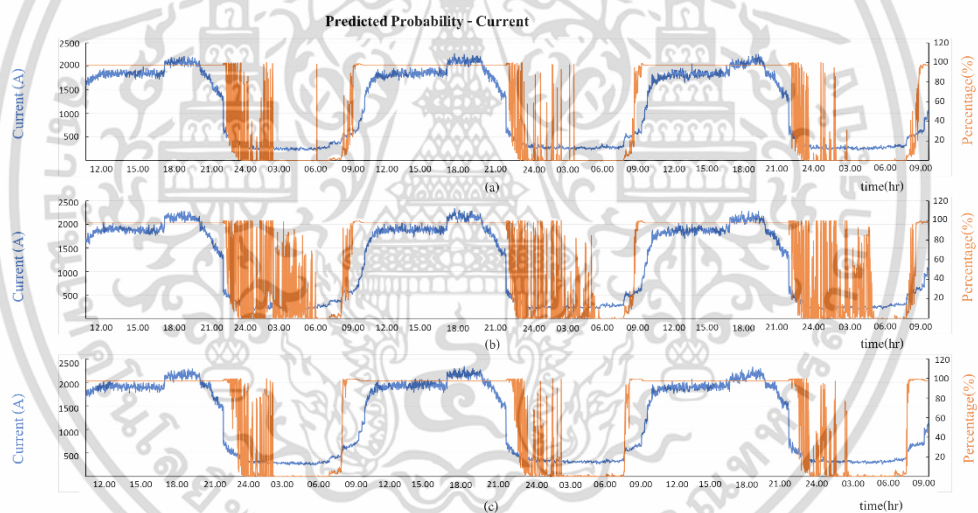


รูปที่ 4.71 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

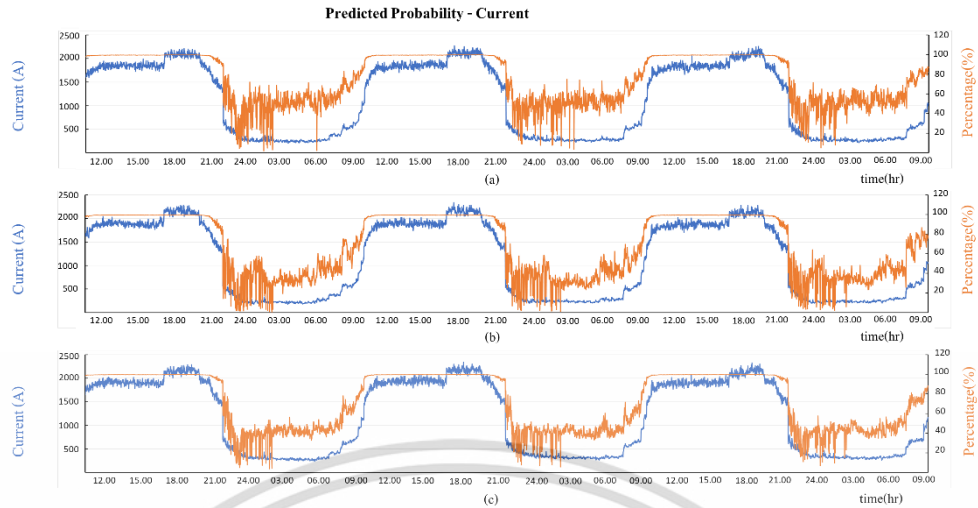


รูปที่ 4.72 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

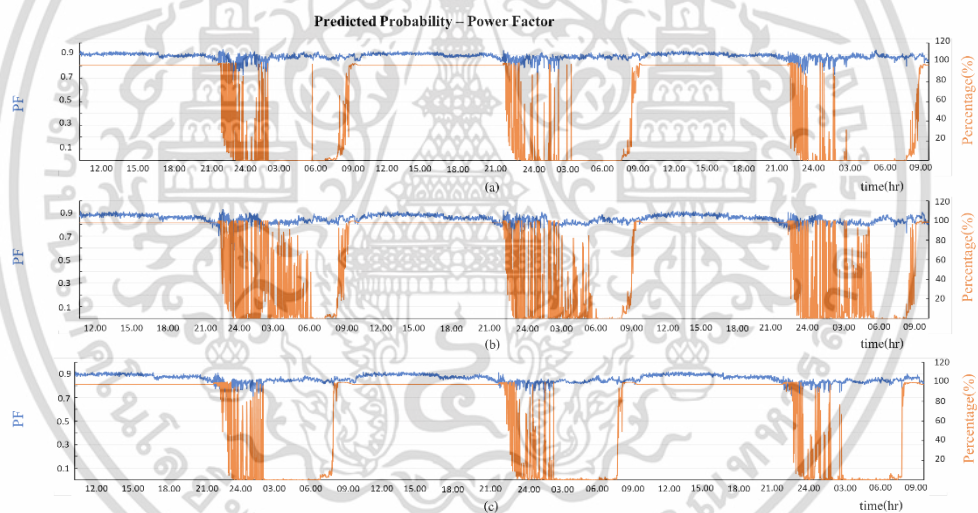


รูปที่ 4.73 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

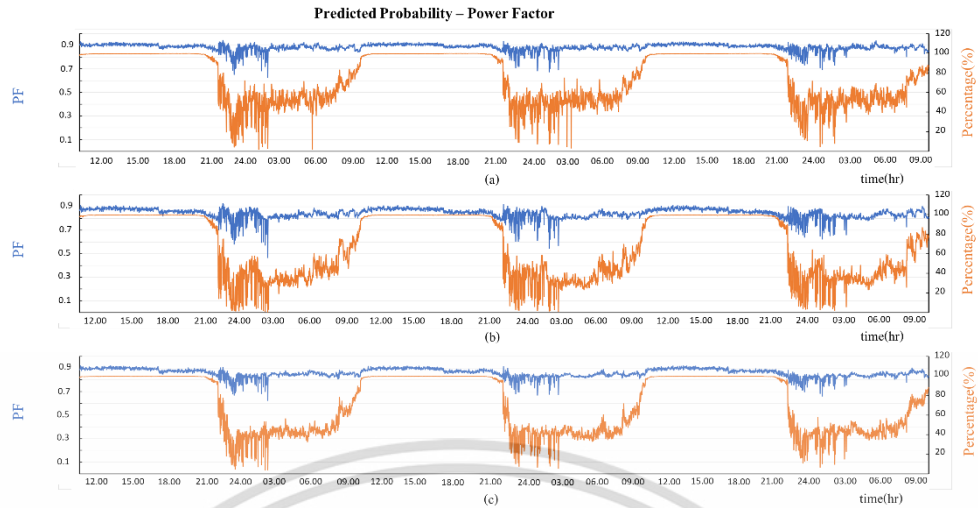


รูปที่ 4.74 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

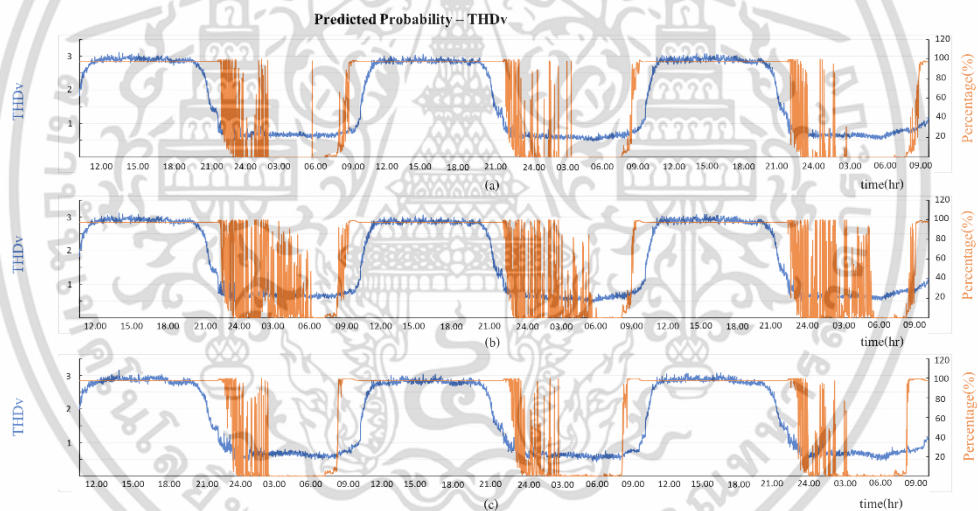


รูปที่ 4.75 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

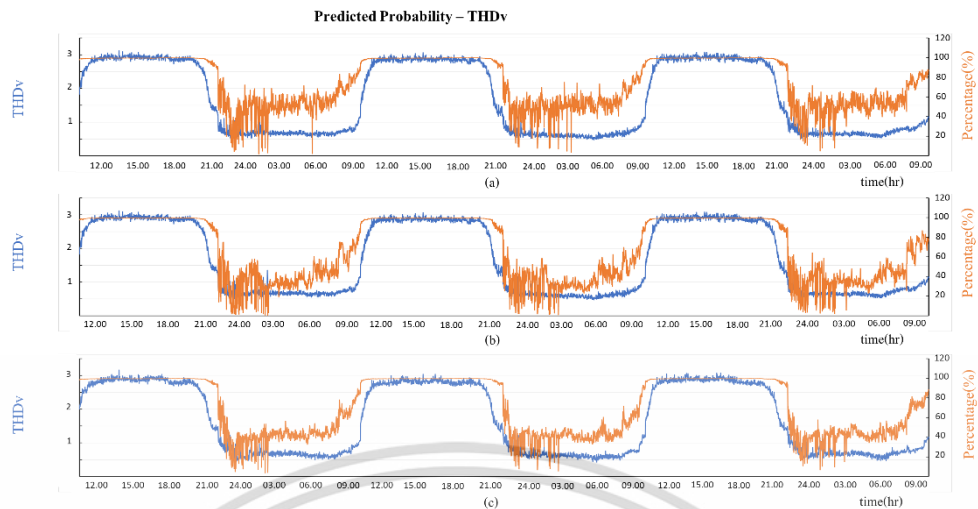


รูปที่ 4.76 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

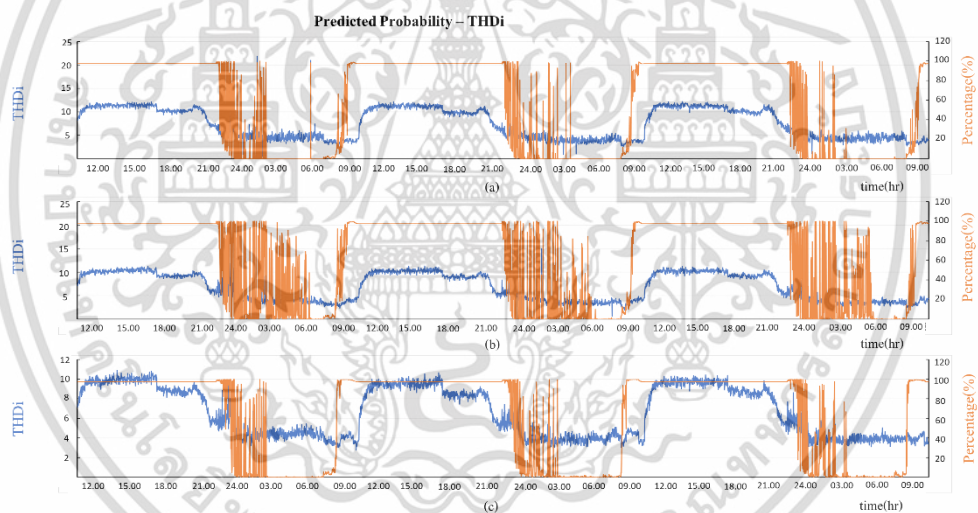


รูปที่ 4.77 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

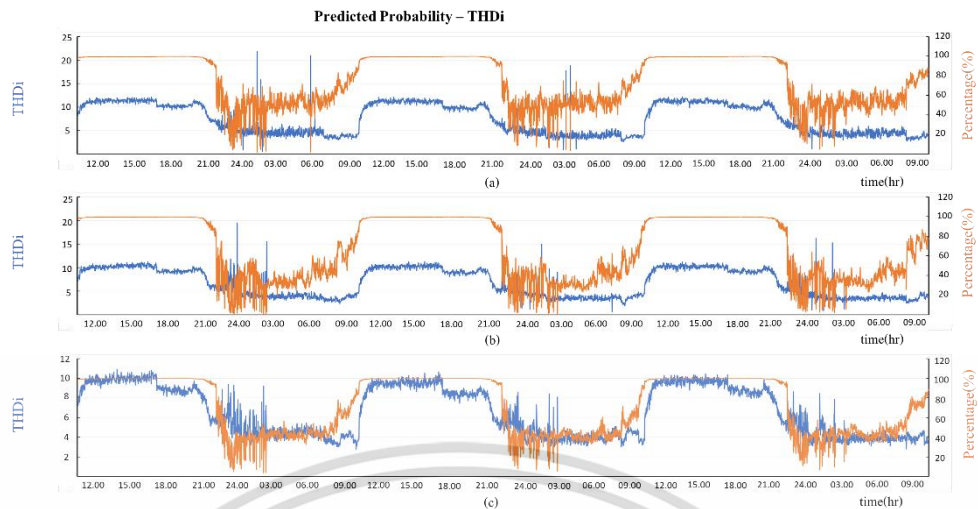


รูปที่ 4.78 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.79 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.80 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางโรงงานอาหารแช่แข็งทั้ง 5 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า แนวโน้มเสถียรภาพของระบบจากทั้ง 2 โมเดล มีแนวโน้มที่แตกต่างกัน โดยผลลัพธ์จาก Logistic Model แบบ 5 ตัวแปร ยังมีแนวโน้มคล้ายการวิเคราะห์แบบ 3 ตัวแปร โดยเสถียรภาพในช่วงเวลา 10.00-21.30 มีค่าลดลงเล็กน้อย ส่วนในช่วงเวลา 21.30-10.00 เสถียรภาพของการวิเคราะห์มีเปอร์เซ็นต์เพิ่มขึ้น จากการเพิ่มตัวแปร THDv ดังรูปที่ 4.77 และ 4.78 ไม่ส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบมากนักเนื่องจากค่าของ THDv ของระบบอยู่ในเกณฑ์ทุกช่วงเวลา และมีค่าลดลงในช่วงเวลา 21.30-10.00 ในส่วนของตัวแปร THDi ดังรูปที่ 4.79 และ 4.80 มีค่าสูงกว่าค่าที่กำหนดไว้มากในช่วงเวลา 10.00-21.30 จึงส่งผลให้เปอร์เซ็นต์ความเสถียรของระบบในช่วงเวลาดังกล่าวมีค่าลดลง ส่วนในช่วงเวลา 21.30-10.00 ค่า THDi มีค่าอยู่ในเกณฑ์บางช่วงไปจนถึงสูงกว่าเกณฑ์เล็กน้อยในช่วง

จากผลลัพธ์ในการทดลองพบว่า การใช้โปรแกรมด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปร และ Logistic Model แบบ 5 ตัวแปร มีความสอดคล้องกับการใช้งานจริงของทางโรงงานอาหารแช่แข็ง แต่จะมีความแตกต่างกันของการรุนแรงเมื่อระบบมีเสถียรภาพที่เปลี่ยนแปลงไป โดย Linear Model จะมีการเปลี่ยนแปลงที่รุนแรงกว่า Logistic Model

อีกทั้งการวิเคราะห์ทั้งแบบ 5 ตัวแปร และ 3 ตัวแปร มีแนวโน้มของเสถียรภาพของระบบสอดคล้องกันทั้ง 2 โมเดล หากแต่จะแตกต่างกันที่ เปอร์เซ็นต์ของความเสถียรเนื่องจากจำนวนตัวแปรที่ใช้ต่างกัน

4.7 ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 3 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง

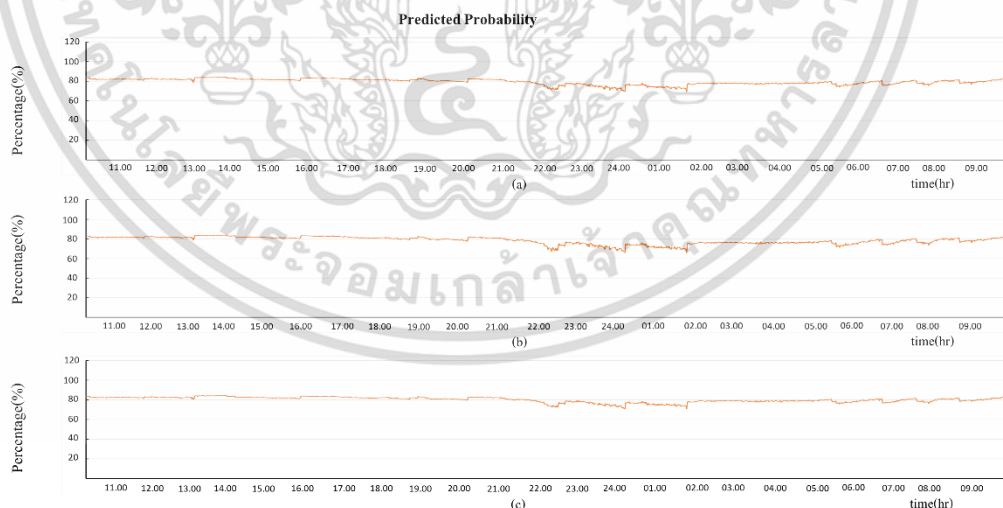
ในหัวข้อนี้โปรแกรมจะเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรทางไฟฟ้า 3 ตัวแปร ที่ได้มาจากห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งซึ่งเปิดทำการเวลา 10.00-21.30 โดยข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ทั้งหมด 5 MDB ด้วย Linear Model และ Logistic Model โดยข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์มีดังนี้

4.7.1 MDB-1

ตารางที่ 4.7.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร

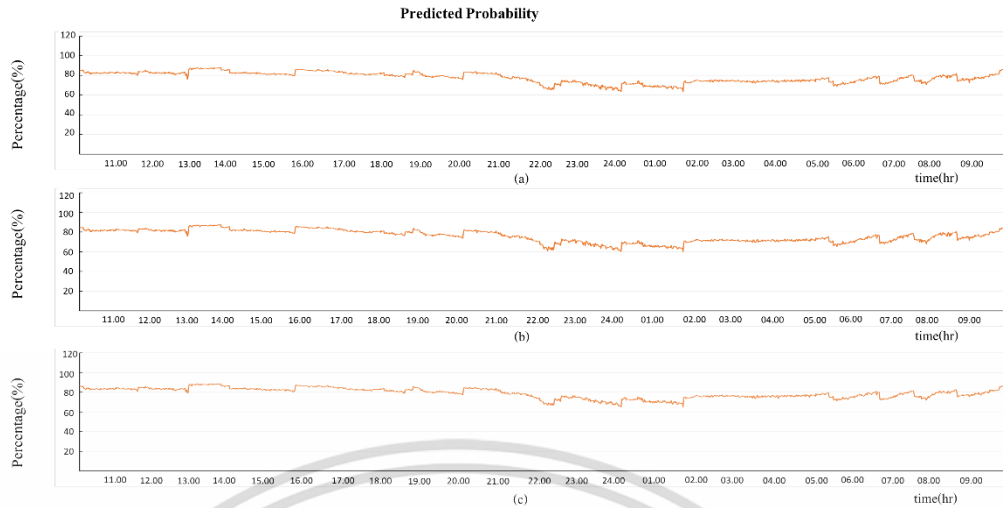
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	150-250	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตัว MDB 1 (เป็นตัว Emergency MDB) มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

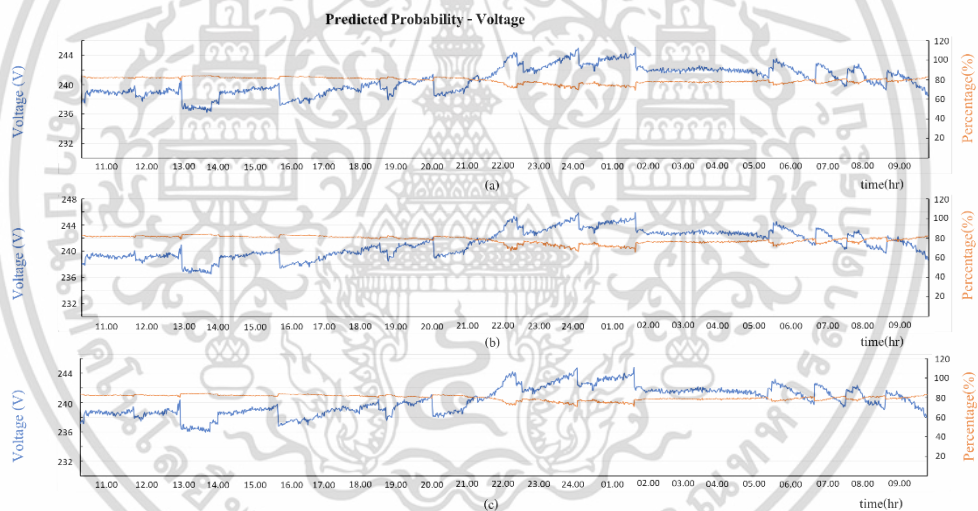


รูปที่ 4.81 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

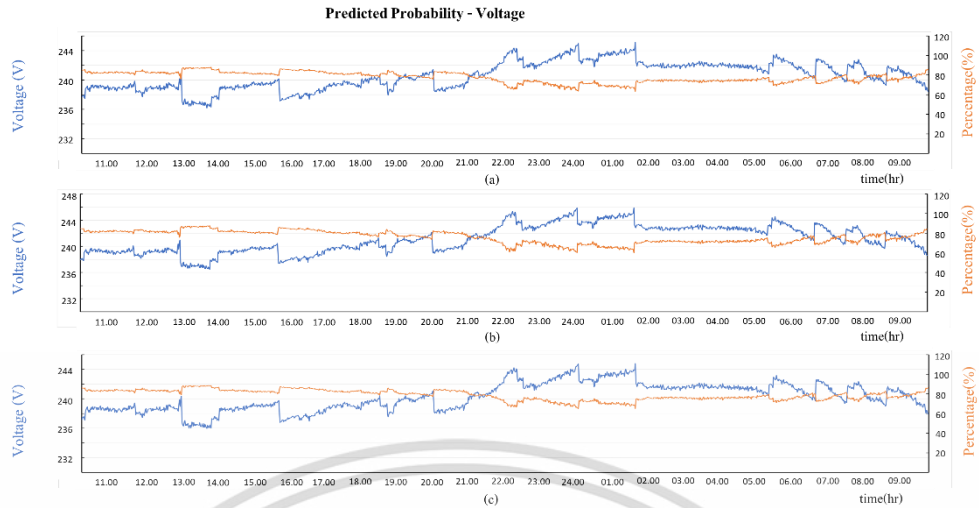


รูปที่ 4.82 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

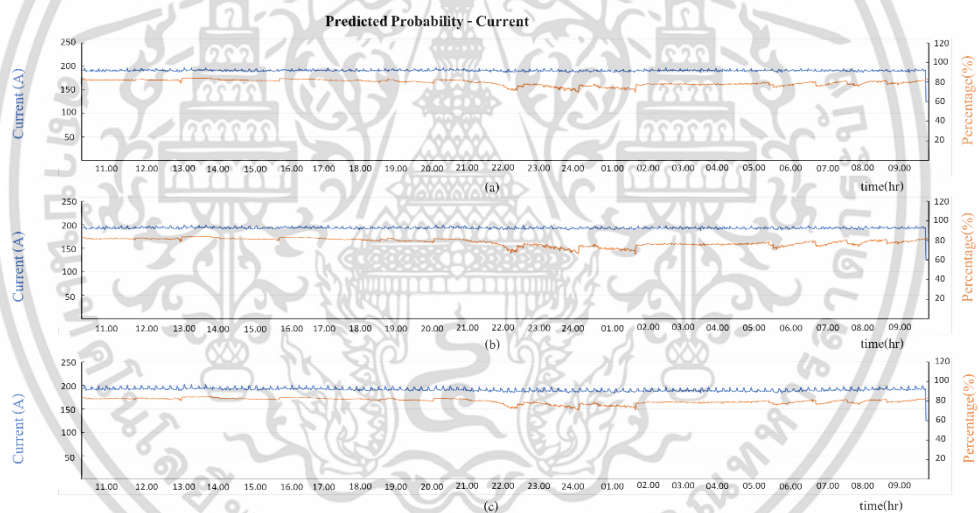


รูปที่ 4.83 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

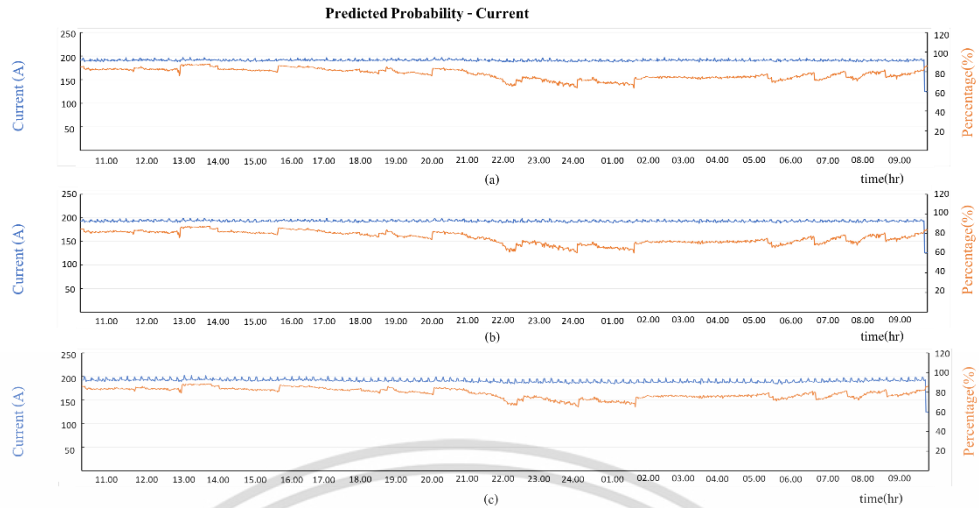


รูปที่ 4.84 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

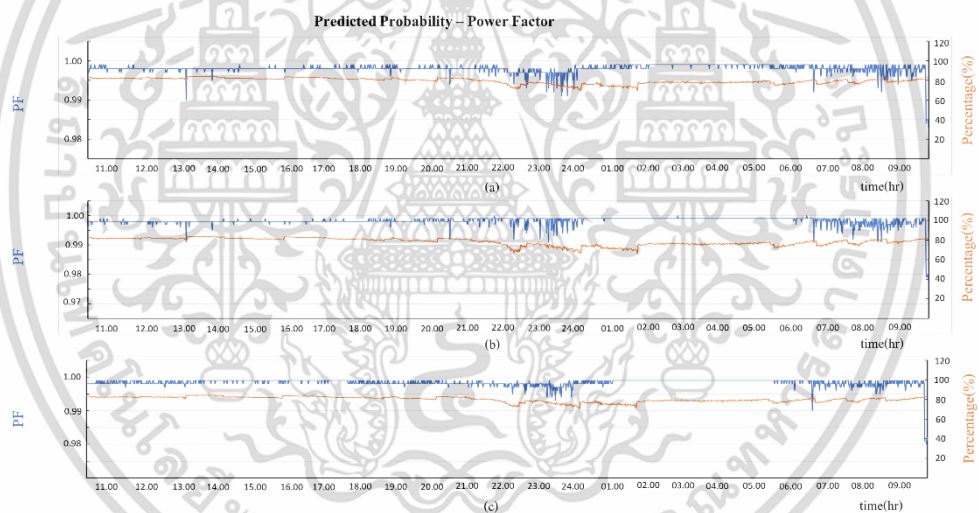


รูปที่ 4.85 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

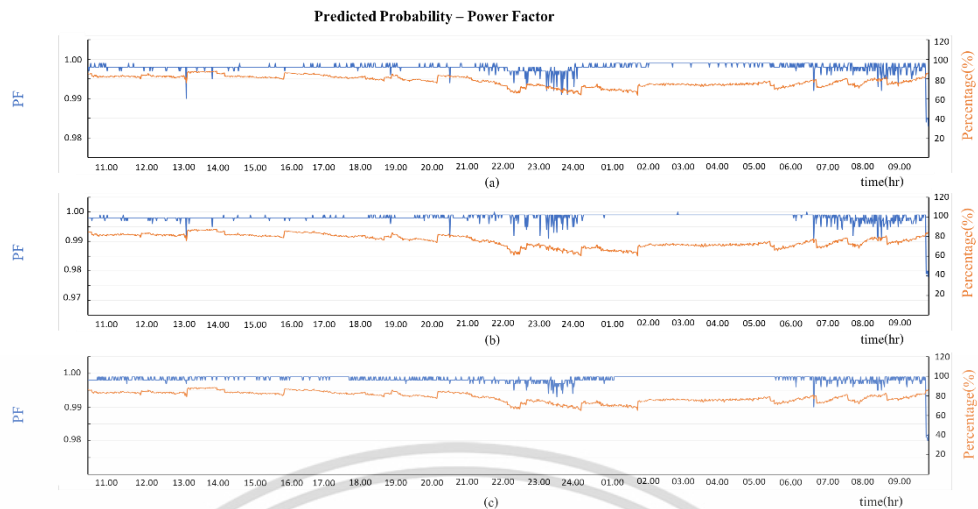


รูปที่ 4.86 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.87 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.88 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางห้างสรรพสินค้าของ MDB 1 ทั้ง 3 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า จากรูปที่ 4.81 และ 4.82 แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน และเปอร์เซ็นต์ความเสถียรของระบบไฟฟ้ามีความแปรผกผันกันแรงดันไฟฟ้า ดังรูปที่ 4.83 และ 4.84 เนื่องจากแรงดันไฟฟ้ามีค่าสูงและมีบางช่วงเวลาที่เกินค่าที่กำหนดเล็กน้อย โดยช่วงที่แรงดันไฟฟ้ามีค่าสูงขึ้นเปอร์เซ็นต์ความเสถียรของระบบจะมีค่าลดลง และเมื่อแรงดันไฟฟ้ามีค่าลดลงเปอร์เซ็นต์ความเสถียรของระบบจะมีค่าเพิ่มขึ้น ในส่วนของกระแสไฟฟ้าของระบบมีค่าใกล้เคียงเดิมตลอดเวลา ดังรูปที่ 4.85 และ 4.86 และค่า Power Factor ของระบบมีค่าใกล้เคียงเดิมตลอดเวลาเช่นกัน ดังรูปที่ 4.87 และ 4.88

จากผลลัพธ์ในการทดลองพบว่า การใช้โปรแกรมด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และ Logistic Model แบบ 3 ตัวแปร มีความสอดคล้องกับการใช้งานจริงของทางระบบไฟฟ้า และมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน

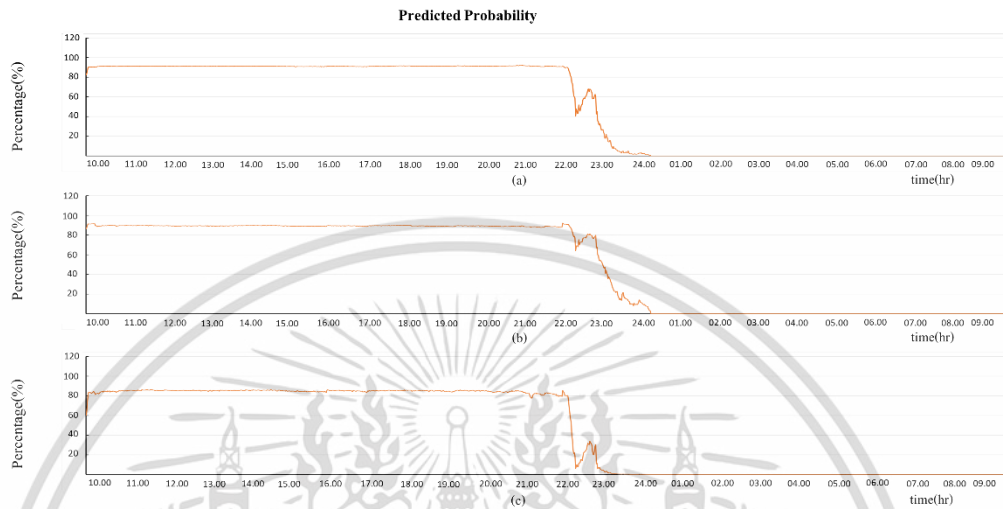
4.7.2 MDB-2

ตารางที่ 4.7.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร

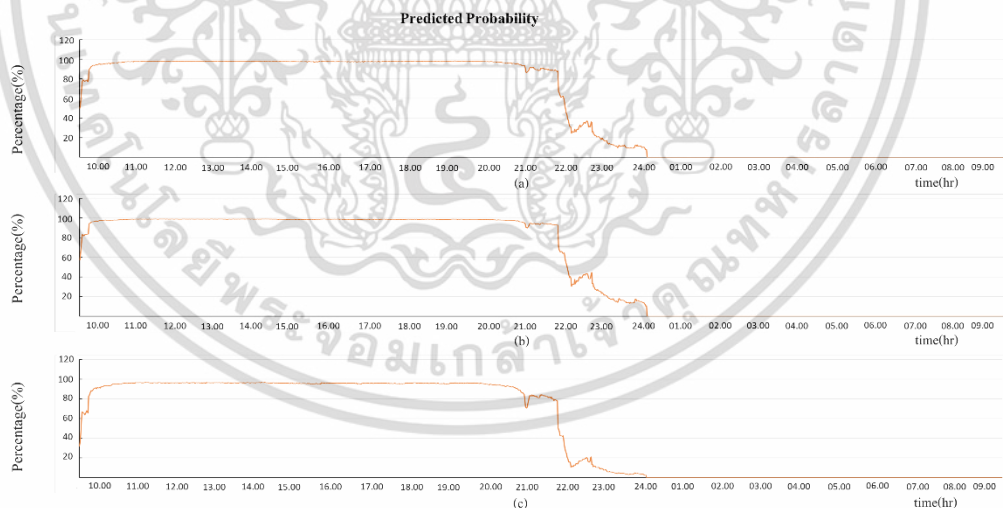
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,000-2,000	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB 2 มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

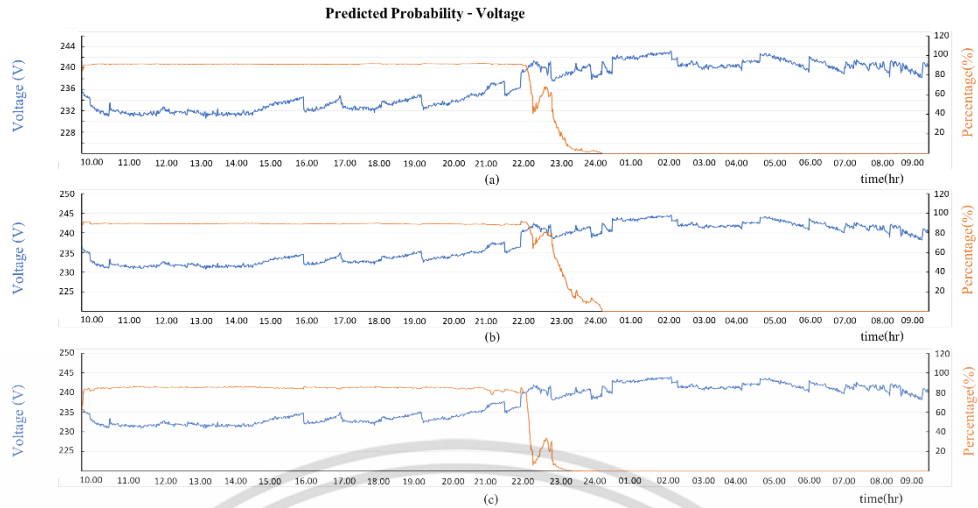


รูปที่ 4.89 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

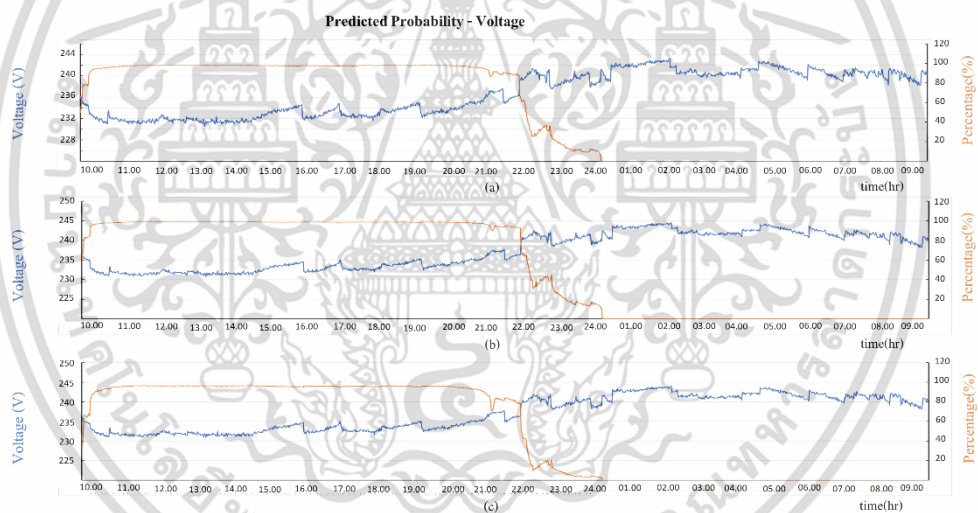


รูปที่ 4.90 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

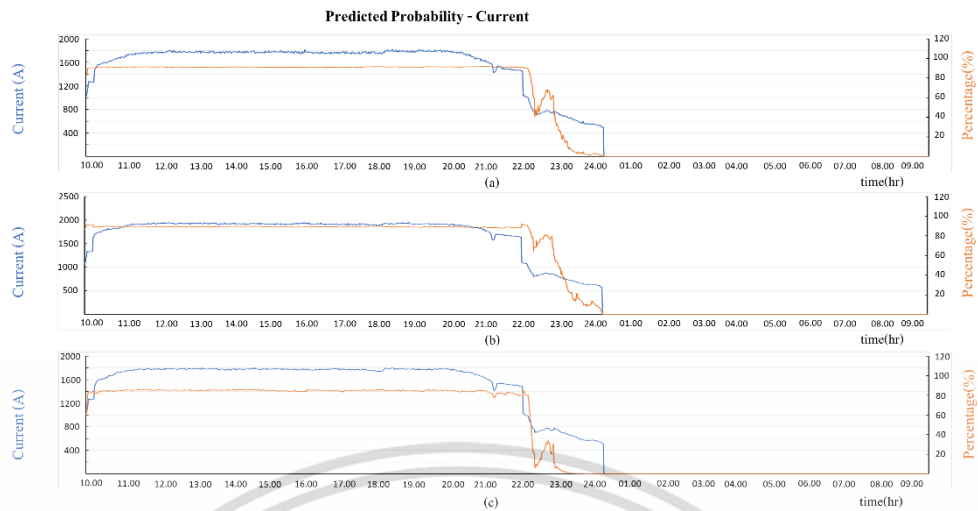


รูปที่ 4.91 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

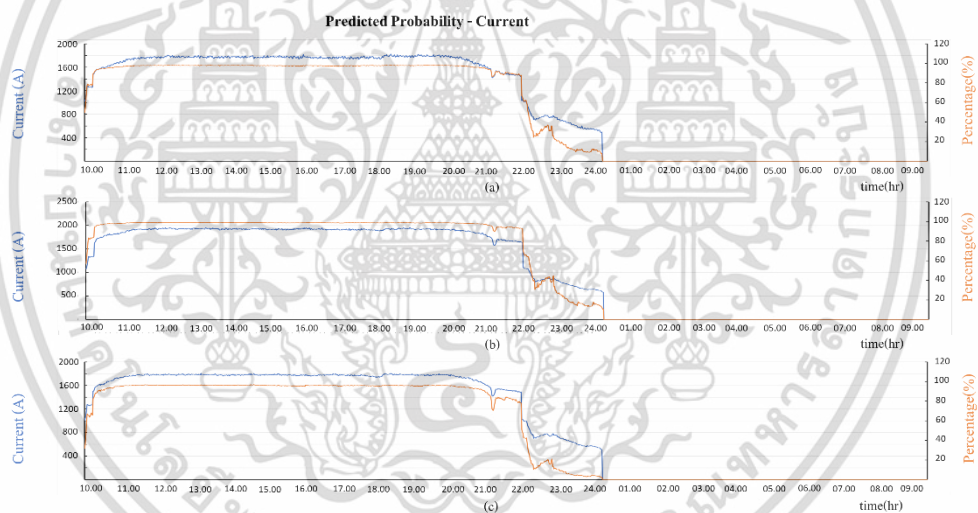


รูปที่ 4.92 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

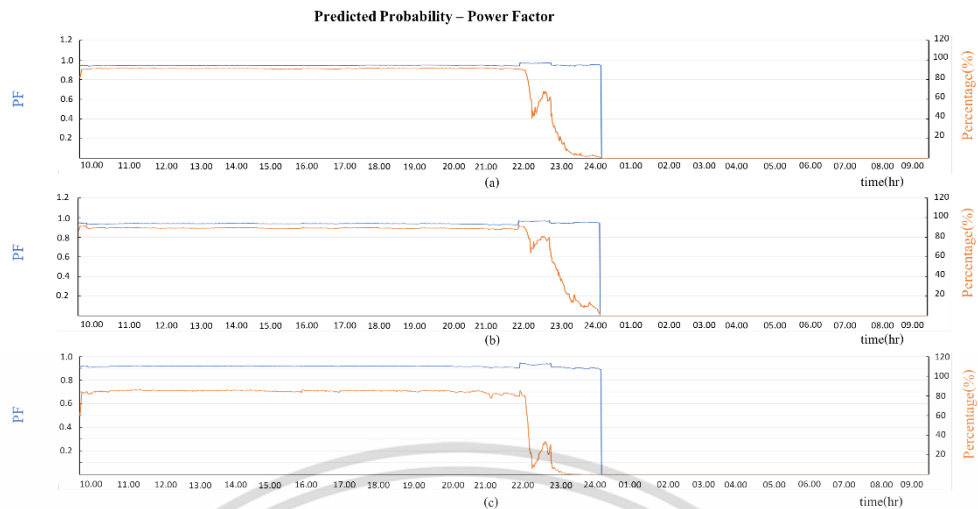


รูปที่ 4.93 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

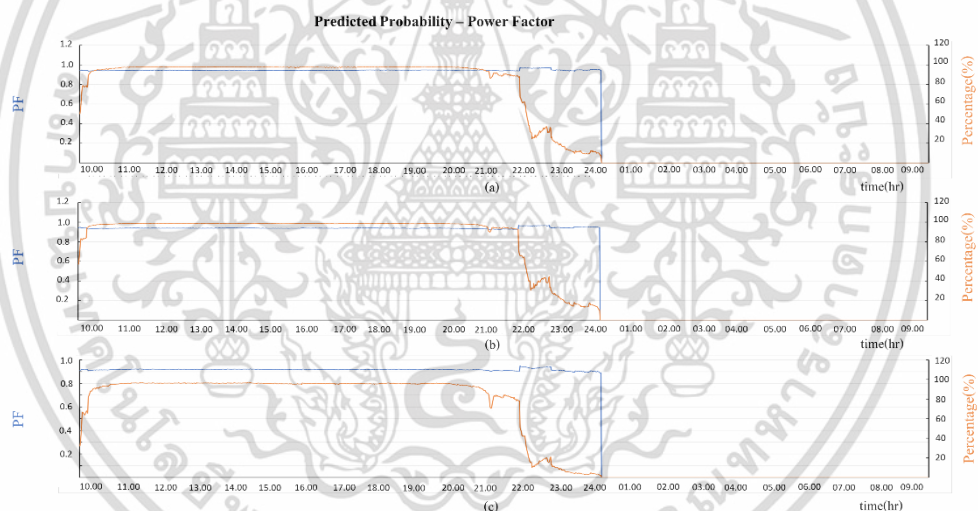


รูปที่ 4.94 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.95 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.96 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางห้างสรรพสินค้าของ MDB2 ทั้ง 3 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า จากรูปที่ 4.89 และ 4.90 แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความเสถียรของระบบเริ่มมีค่าลดลงจนโปรแกรมมองว่าระบบไม่มีความเสถียรตั้งแต่ช่วงเวลา 22.00-00.00 ซึ่งในช่วงเวลา 22.00-00.00 แรงดันไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนมากกว่าค่าที่กำหนด ดังรูปที่ 4.91 และ 4.92

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รวมถึงกระแสไฟฟ้าที่ลดลงจากระดับปกติจนไม่เหลือการใช้งาน ดังรูปที่ 4.93 และ 4.94 โดยในส่วน Power Factor ของระบบมีค่าใกล้เคียงเต็มตลอดเวลาที่มีการใช้งาน ดังรูปที่ 4.95 และ 4.96

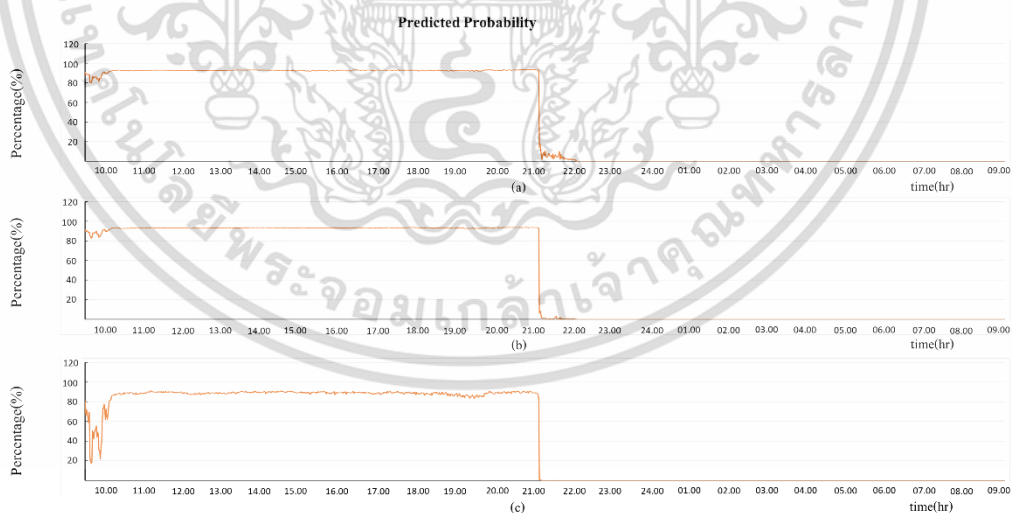
จากผลลัพธ์ในการทดลองพบว่า การใช้โปรแกรมด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และ Logistic Model แบบ 3 ตัวแปร มีความสอดคล้องกับการใช้งานจริงของทางระบบไฟฟ้า และมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน แต่จะมีความแตกต่างกันเมื่ออยู่ในช่วงที่ระบบไฟฟ้ามีความผิดปกติ โดย Logistic Model จะมีการตอบสนองต่อความผิดปกติได้ดีกว่า Linear Model

4.7.3 MDB-3

ตารางที่ 4.7.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร

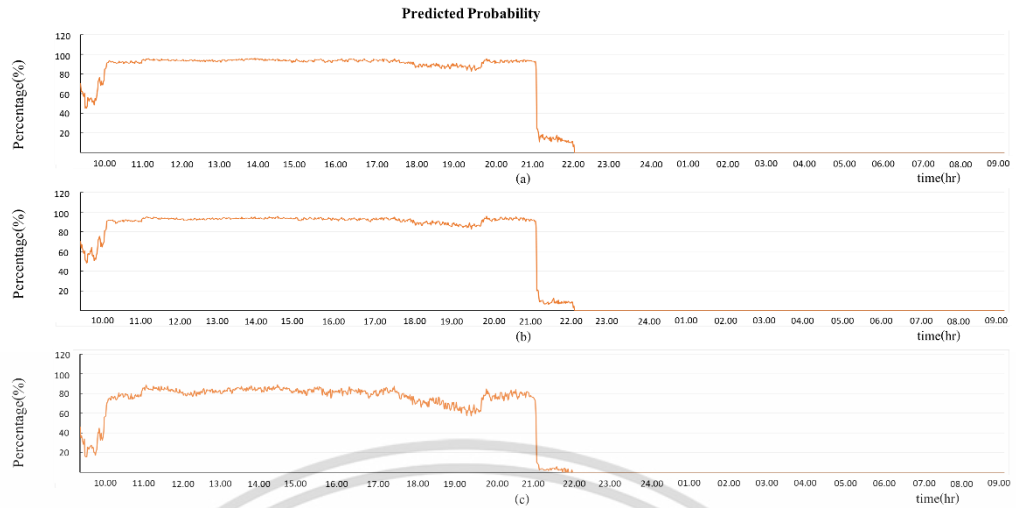
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,200-1,600	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB 3 มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

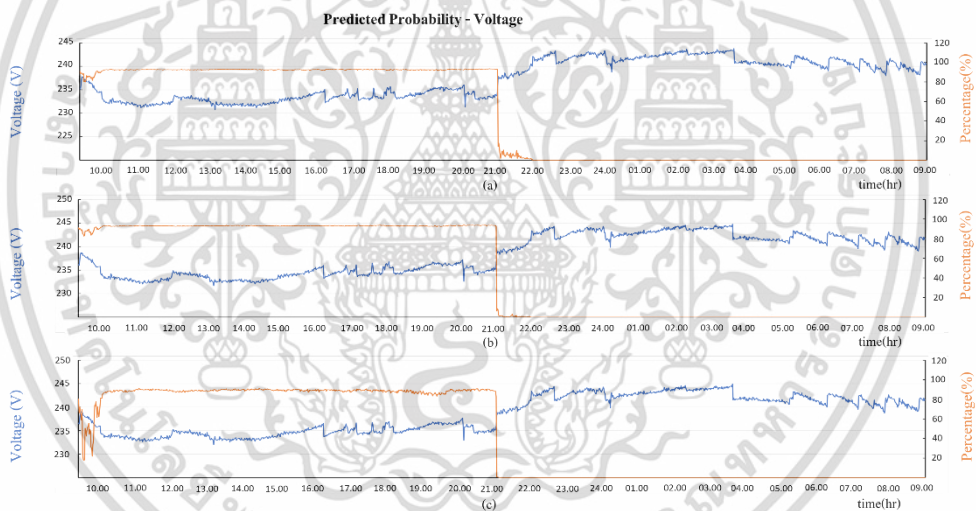


รูปที่ 4.97 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

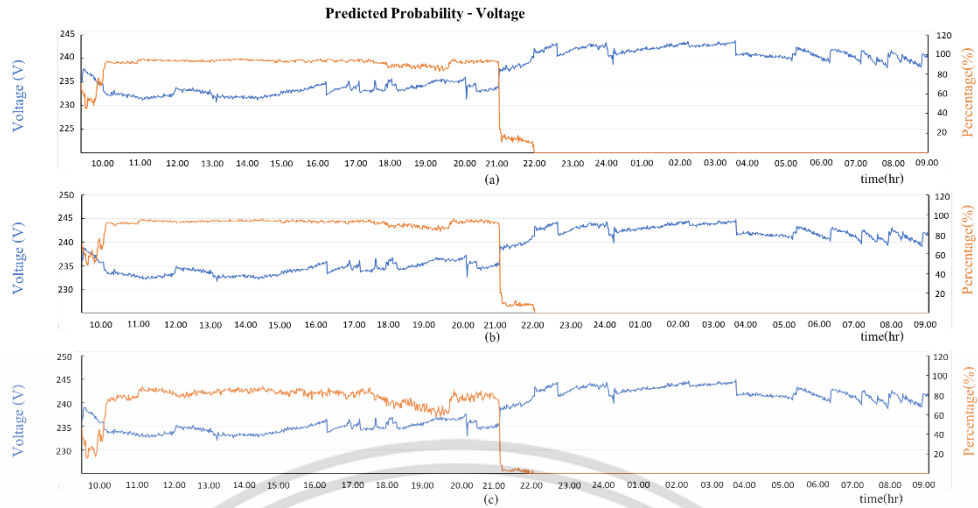


รูปที่ 4.98 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistic Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

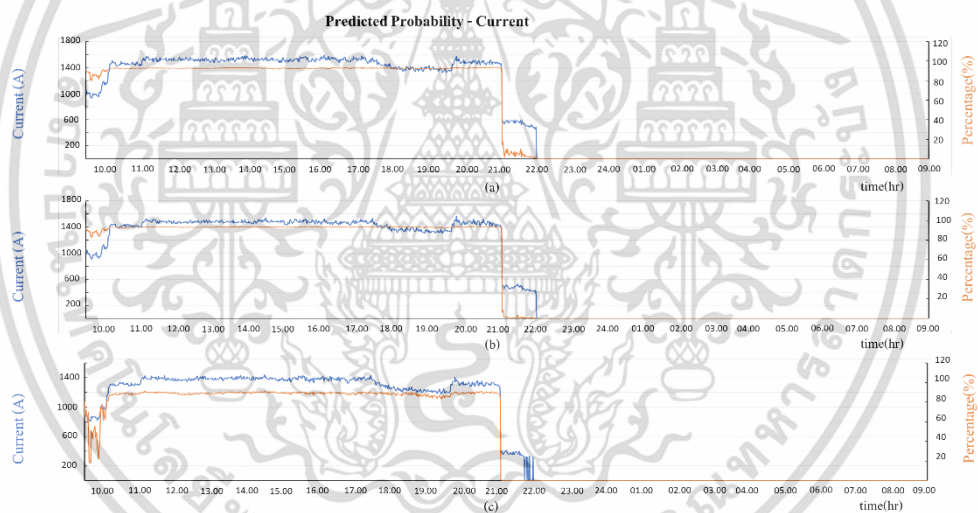


รูปที่ 4.99 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

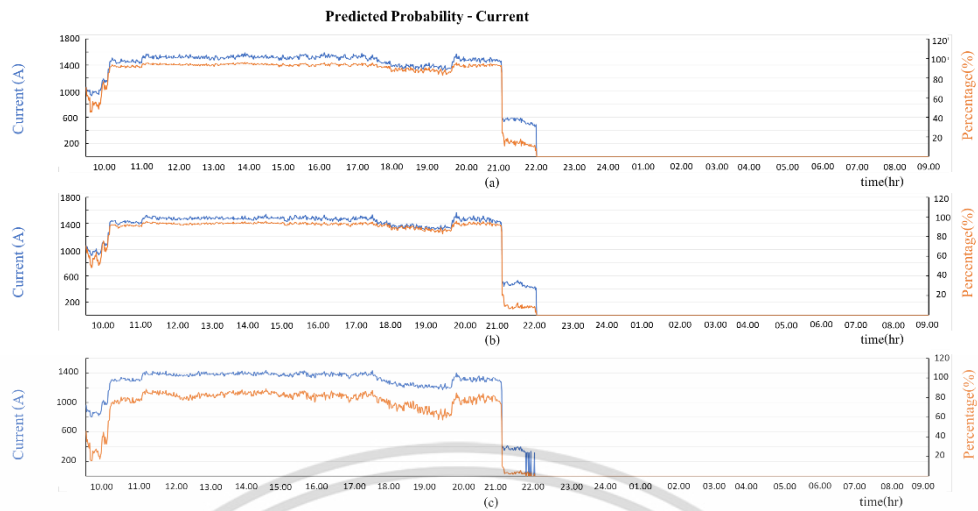


รูปที่ 4.100 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

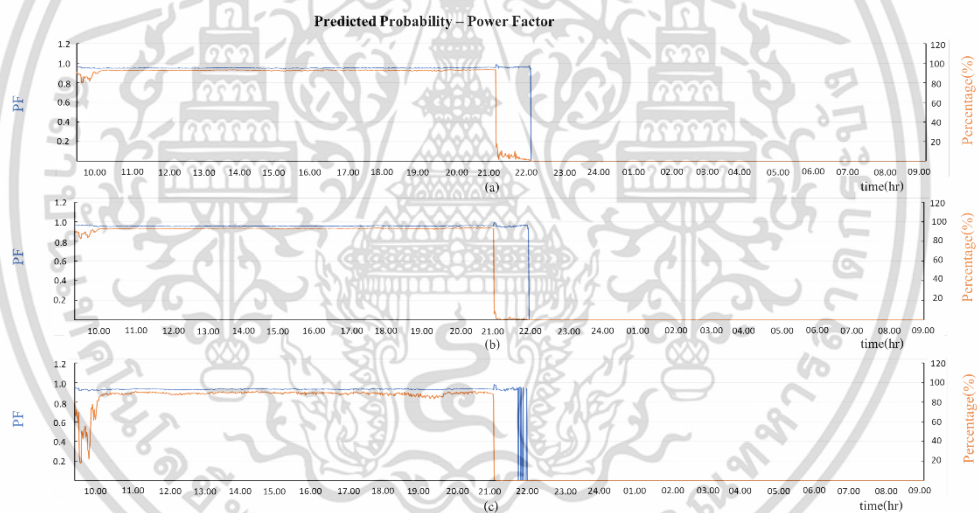


รูปที่ 4.101 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

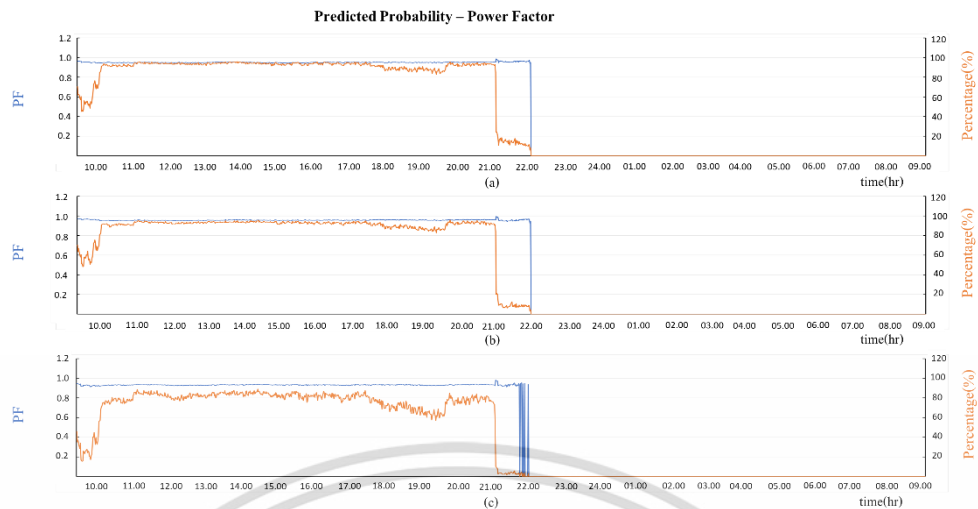


รูปที่ 4.102 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.103 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.104 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางห้างสรรพสินค้าของ MDB3 ทั้ง 3 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า จากรูปที่ 4.97 และ 4.98 แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน ซึ่งเปอร์เซ็นต์ความเสถียรของระบบเริ่มมีค่าลดลงจนโปรแกรมมองว่าระบบไม่มีความเสถียรตั้งแต่ช่วงเวลา 21.00-22.00 ซึ่งในช่วงเวลา 22.00-09.00 แรงดันไฟฟ้าจะมีค่าเพิ่มขึ้นจนมากกว่าค่าที่กำหนด ดังรูปที่ 4.99 และ 4.100 โดยกระแสไฟฟ้าของระบบมีการลดลงจากระดับปกติเล็กน้อยในช่วงเวลา 17.30-20.00 และจะลดลงจากระดับปกติในช่วงเวลา 21.00-22.00 ดังรูปที่ 4.101 และ 4.102 โดยในส่วนของ Power Factor ของระบบมีค่าใกล้เคียงเต็มตลอดเวลาที่มีการใช้งาน ดังรูปที่ 4.103 และ 4.104

จากผลลัพธ์ในการทดลองพบว่า การใช้โปรแกรมด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปร และ Logistic Model แบบ 3 ตัวแปร มีความสอดคล้องกับการใช้งานจริงของทางระบบไฟฟ้า และมีแนวโน้มใกล้เคียงกัน แต่จะมีความแตกต่างกันเมื่ออยู่ในช่วงที่ระบบไฟฟ้ามีความผิดปกติ โดย Logistic Model จะมีการตอบสนองต่อความผิดปกติได้ดีกว่า Linear Model

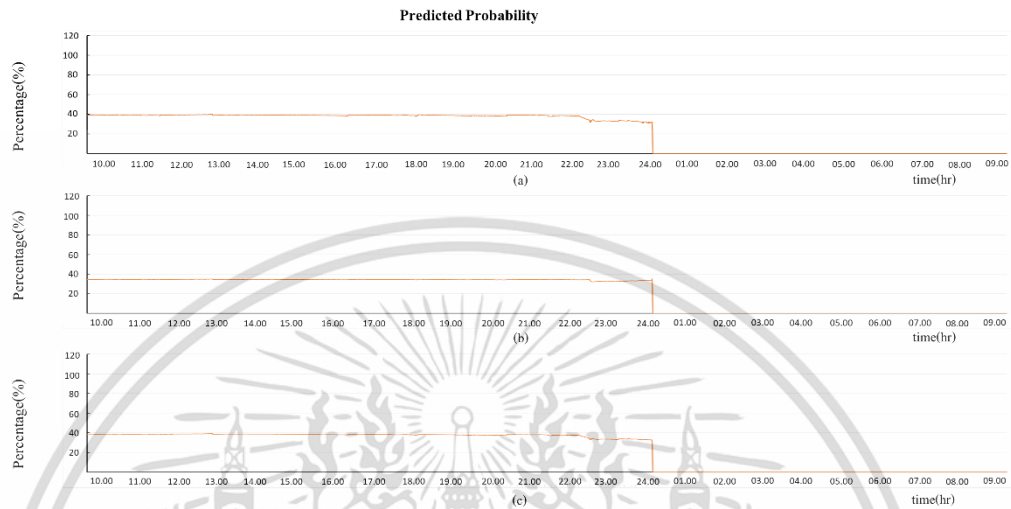
4.7.4 MDB-4

ตารางที่ 4.7.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร

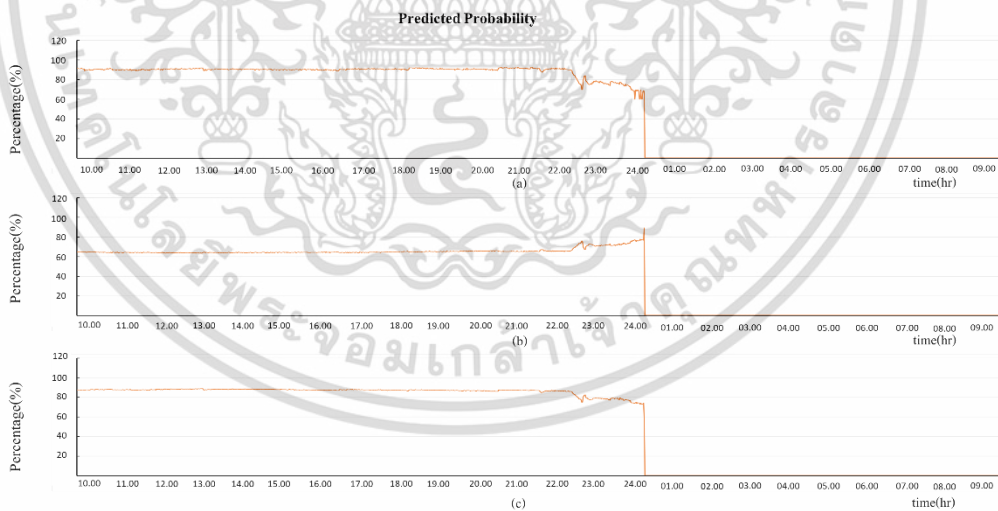
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	600-800	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตัว MDB4 มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

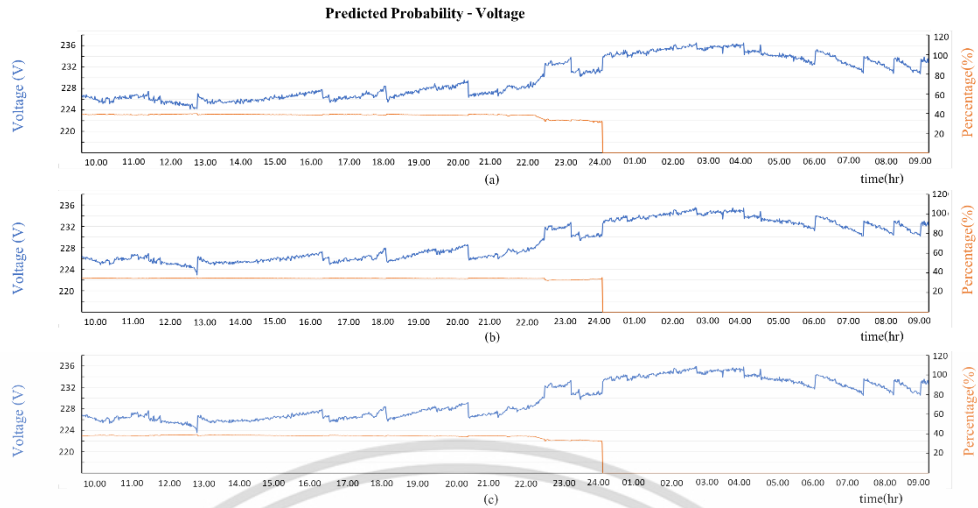


รูปที่ 4.105 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

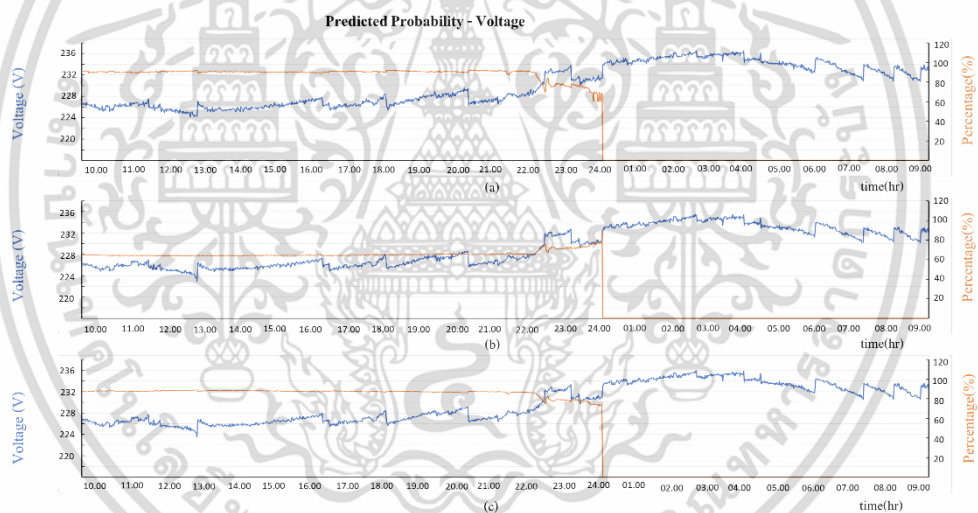


รูปที่ 4.106 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

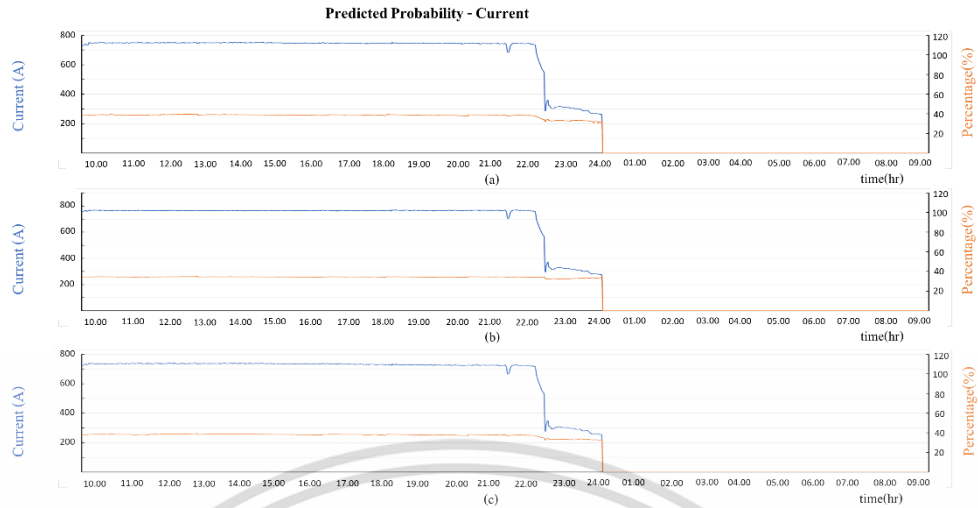


รูปที่ 4.107 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

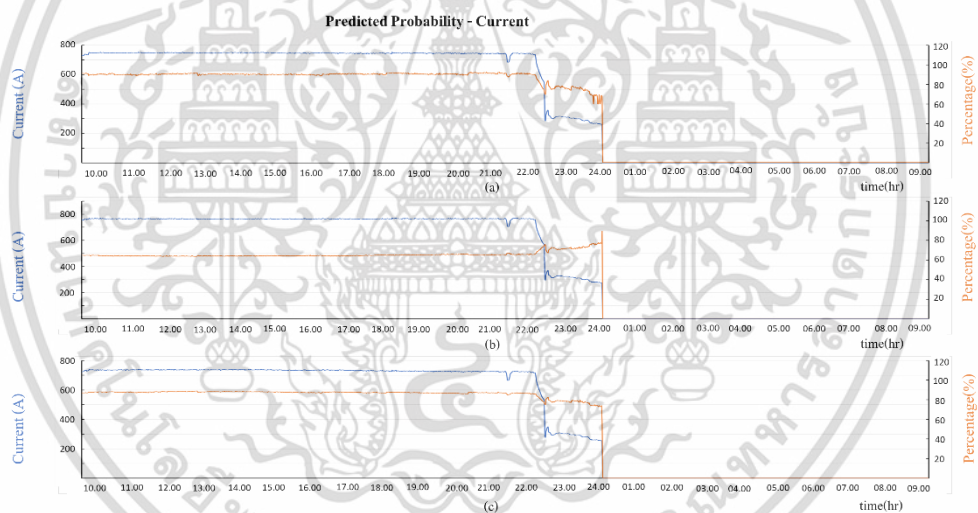


รูปที่ 4.108 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

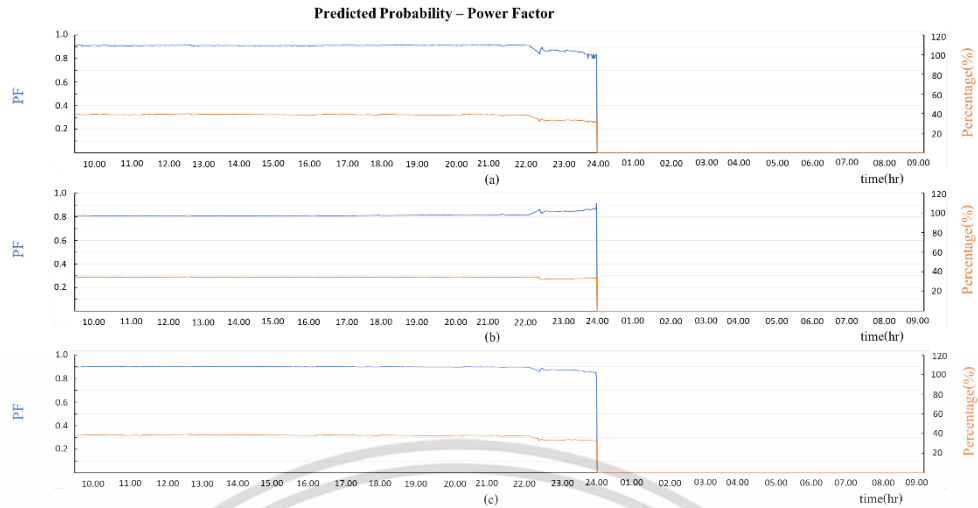


รูปที่ 4.109 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

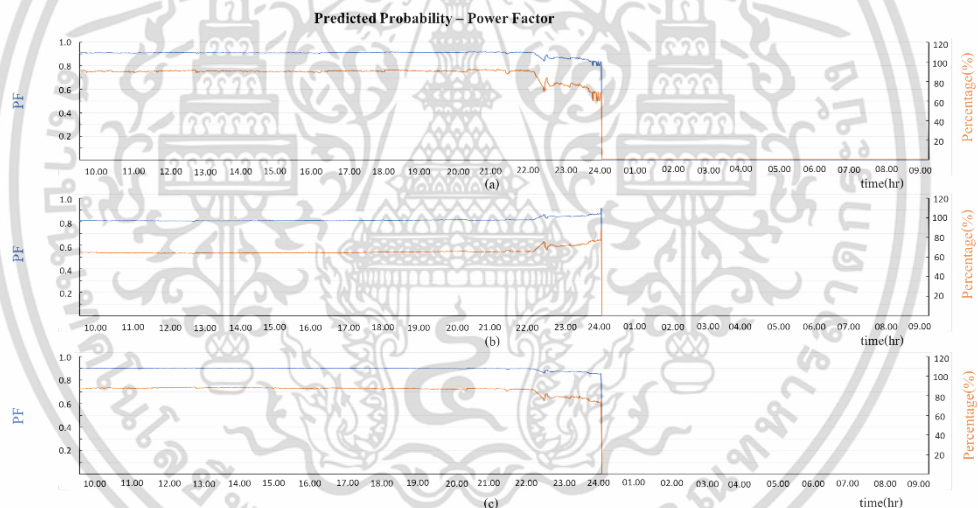


รูปที่ 4.110 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.111 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.112 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางห้างสรรพสินค้าของ MDB4 ทั้ง 3 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกันดังรูปที่ 4.105 และ 4.106 แต่ Logistic Model แสดงเปอร์เซ็นต์ความเสถียรของระบบมากกว่า Linear Model โดยในช่วงที่มีการลดกำลังไฟฟ้างจากช่วงปกติ ตัวโปรแกรมวิเคราะห์ว่าเสถียรภาพของระบบลดลงซึ่งเกิดจากการที่แรงดันไฟฟ้า กระแสไฟฟ้า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

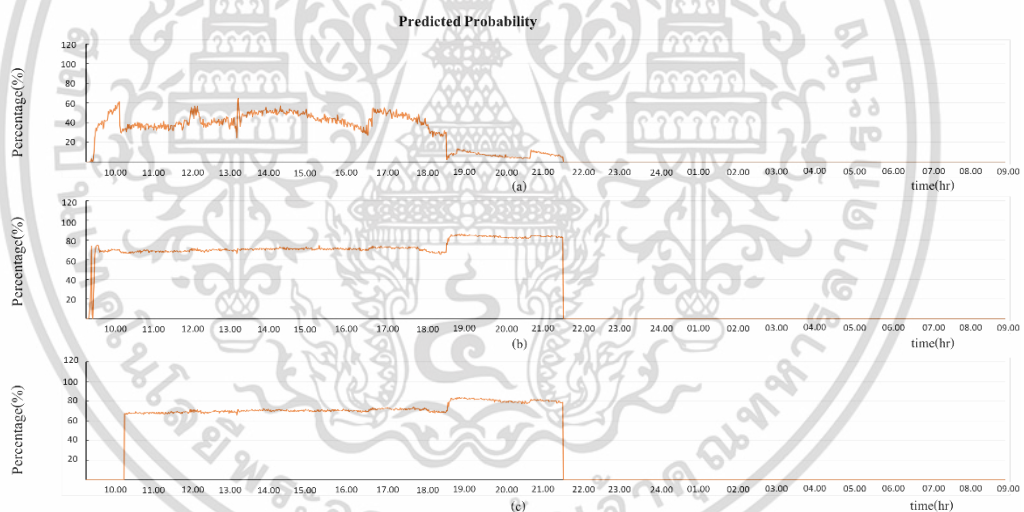
รวมถึง Power Factor มีการเปลี่ยนแปลงดังรูปที่ 4.107-4.112 โดยค่า Power Factor ของเฟส B มีค่าอยู่ที่ระดับประมาณ 0.8 จึงส่งผลให้ เปอร์เซ็นความเสถียรที่ได้จากโปรแกรมมีค่าน้อยกว่าเฟสอื่น

4.7.5 MDB-5

ตารางที่ 4.7.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 3 ตัวแปร

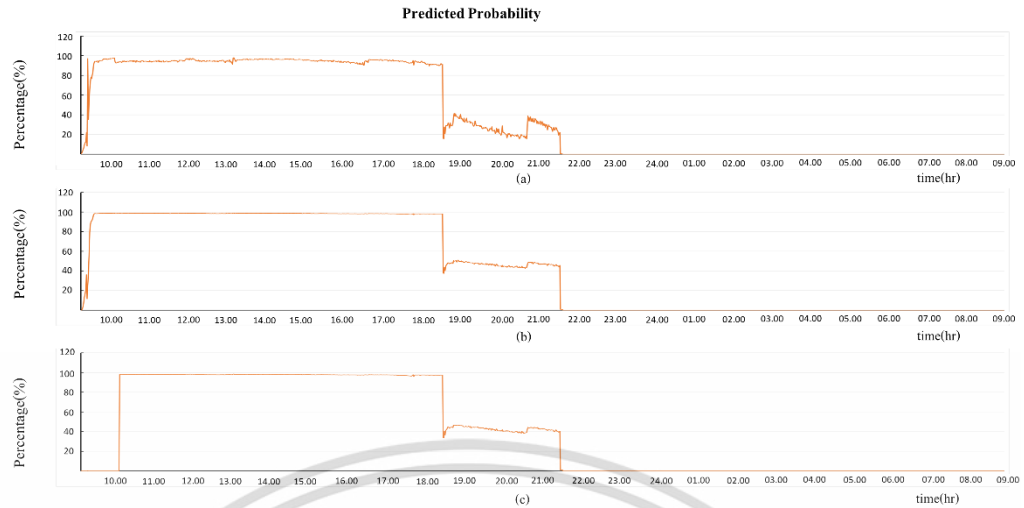
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,500-2,000	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB5 มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

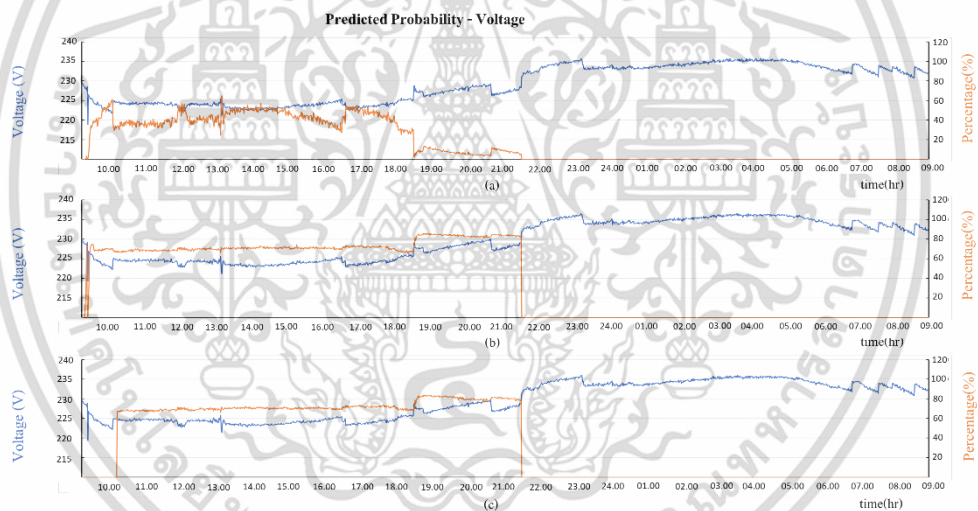


รูปที่ 4.113 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

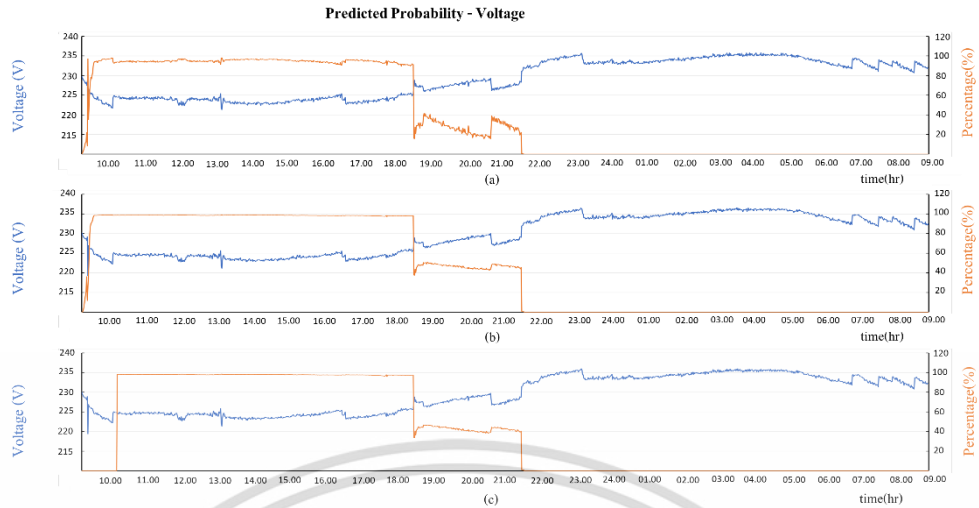


รูปที่ 4.114 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

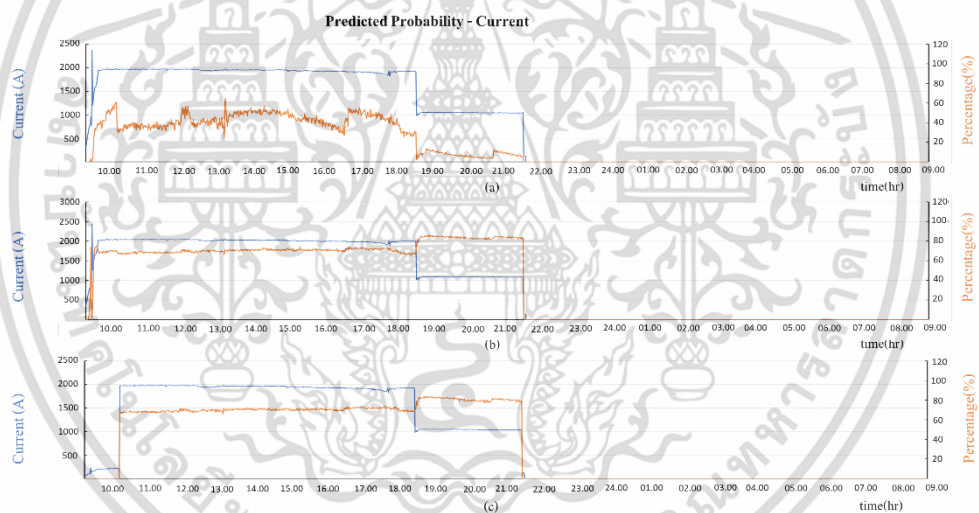


รูปที่ 4.115 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

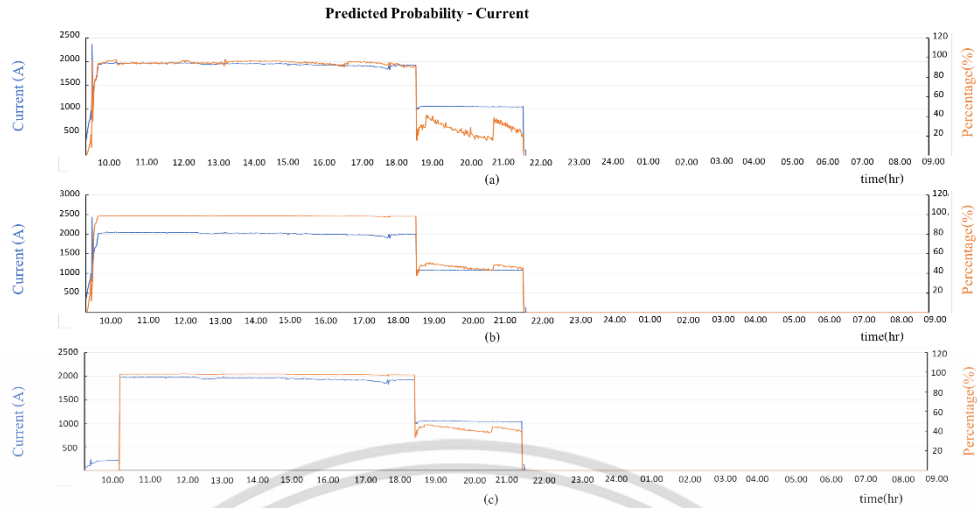


รูปที่ 4.116 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

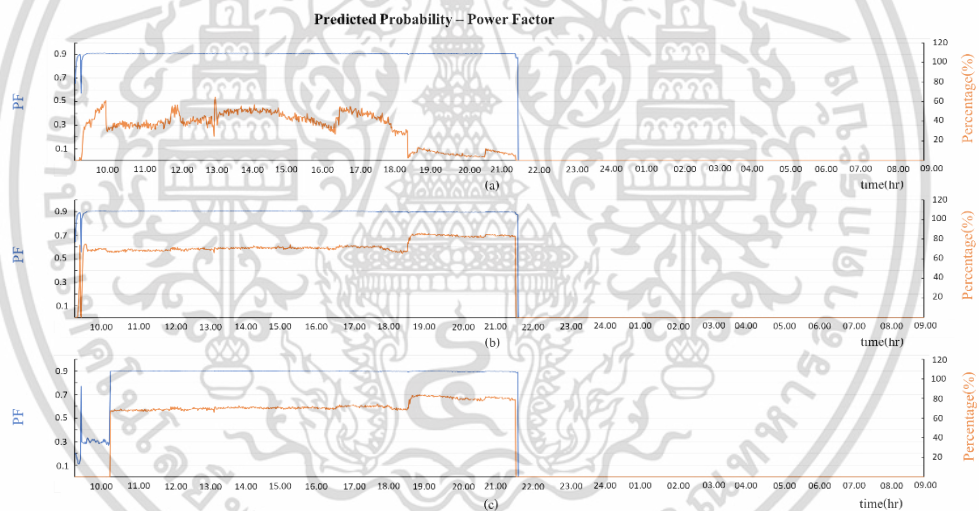


รูปที่ 4.117 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

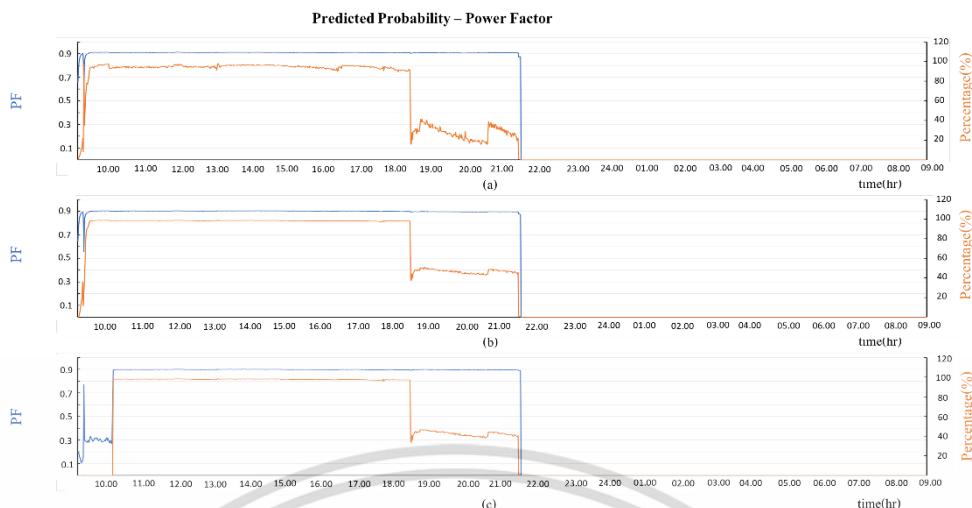


รูปที่ 4.118 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.119 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.120 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 3 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางห้างสรรพสินค้าของ MDB5 ทั้ง 3 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่าผลการวิเคราะห์ด้วย Linear Model เฟส A มีความแตกต่างจากเฟส B และ เฟส C โดยในช่วงเวลา 9.00-18.30 เฟส B และ เฟส C มีการเปลี่ยนแปลงของเปอร์เซ็นต์ความเสถียรไม่สูงเหมือนเฟส A และในช่วงเวลา 18.30-21.30 เปอร์เซ็นต์ความเสถียรของเฟส A มีค่าลดลงจากช่วงเวลา 10.00-18.30 ในขณะที่เฟส B และ C มีเปอร์เซ็นต์ความเสถียรเพิ่มขึ้นจากช่วงเวลา 10.00-18.30 ดังรูป 4.113 ในส่วนของผลการวิเคราะห์ด้วย ซึ่งไม่มี ความสอดคล้องกับการทำงานจริงของระบบไฟฟ้า

ในขณะที่การใช้โปรแกรมวิเคราะห์ด้วย Logistic Model พบว่าทั้ง 3 เฟส มีแนวโน้มความเสถียรไปในแนวทางเดียวกัน คือ ช่วงเวลา 10.00-18.30 ระบบมีเปอร์เซ็นต์ความเสถียรสูงและมีการลดลงในช่วงเวลา 18.30-21.30 ดังรูปที่ 4.114

โดยเมื่อเปรียบเทียบความสัมพันธ์ของเปอร์เซ็นต์ความเสถียรภาพของระบบกับตัวแปรทางไฟฟ้า พบว่าห้างสรรพสินค้าเริ่มมีการใช้ไฟฟ้าสำหรับ MDB5 ในช่วงเวลา 9.30 ยกเว้นเฟส C ที่มีการเริ่มใช้ที่เวลา 10.00 และใช้เต็มที่จนถึงเวลา 18.30 ก่อนจะลดการใช้งานลงจนหยุดใช้งานในช่วงเวลา 18.30-21.30 ดังรูปที่ 4.118

จากผลลัพธ์ในการทดลองพบว่า จากข้อมูลทั้ง 5 ตัว MDB การใช้โปรแกรมวิเคราะห์ด้วย Logistic Model แบบ 3 ตัวแปร เหมาะสมในการใช้งานมากกว่า การใช้โปรแกรมที่ทำกรวิเคราะห์ด้วย Linear Model มีความสอดคล้องกับลักษณะการใช้งานจริงของระบบไฟฟ้า

4.8 ผลการศึกษาผลกระทบที่เกิดกับระบบไฟฟ้าจากการวิเคราะห์ 5 ตัวแปรโดยข้อมูลจากการเก็บบันทึกของทางห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง

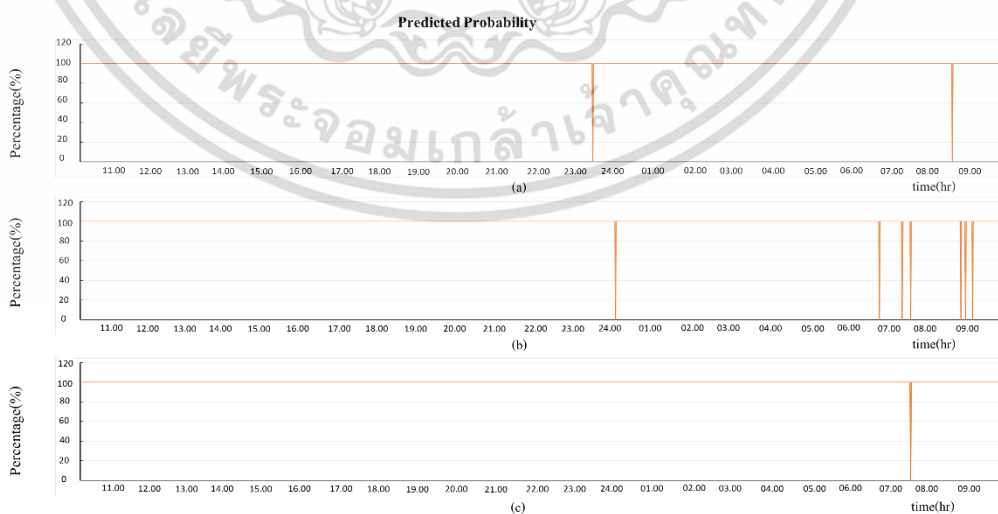
ในหัวข้อนี้โปรแกรมจะเรียนรู้และวิเคราะห์ข้อมูลตัวแปรทางไฟฟ้า 3 ตัวแปร ที่ได้มาจากห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่งซึ่งเปิดทำการเวลา 10.00-21.30 โดยข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์ทั้งหมด 5 MDB ด้วย Linear Model และ Logistic Model โดยข้อมูลที่นำมาใช้วิเคราะห์มีดังนี้

4.8.1 MDB-1

ตารางที่ 4.8.1 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร

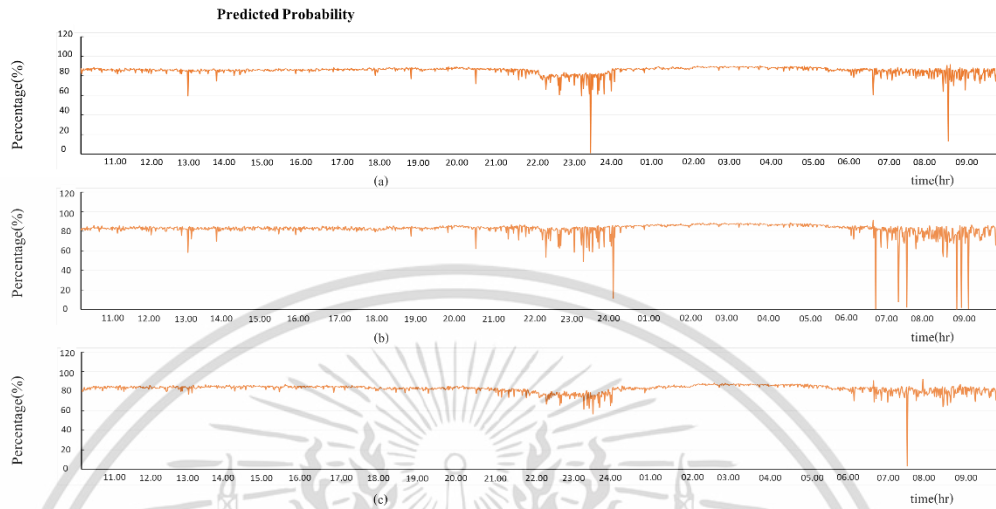
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	150-250	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-
THDv	<3	%
THDi	<5	%

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตัว MDB 1 (เป็นตัว Emergency MDB) มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

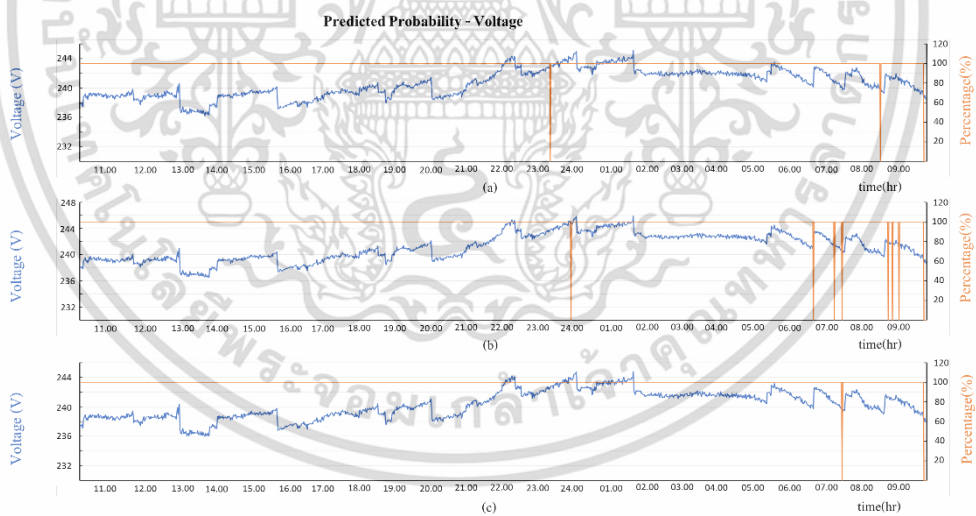


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.121 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

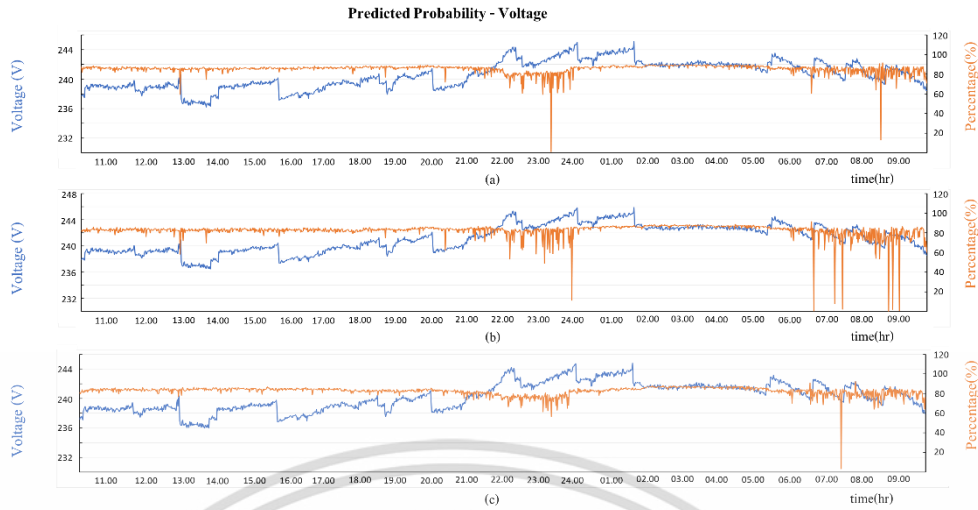


รูปที่ 4.122 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

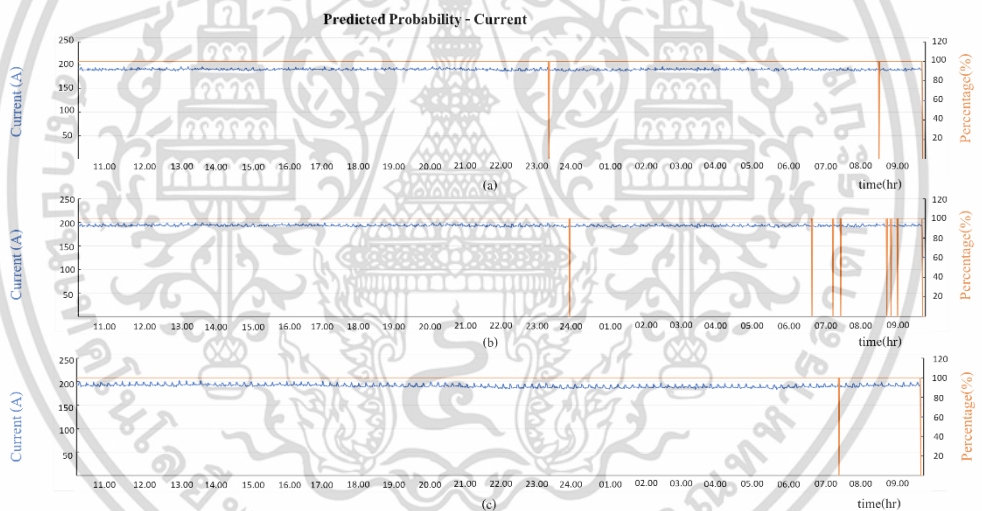


รูปที่ 4.123 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

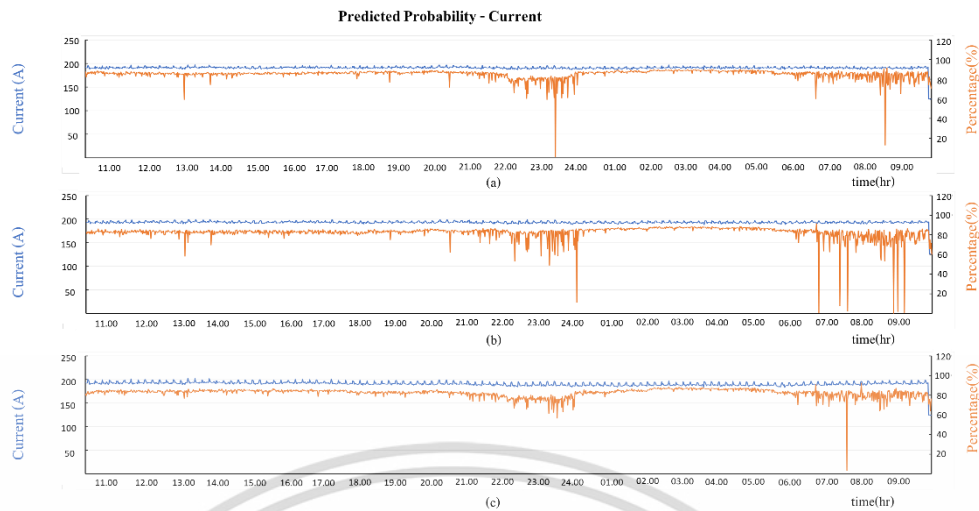


รูปที่ 4.124 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

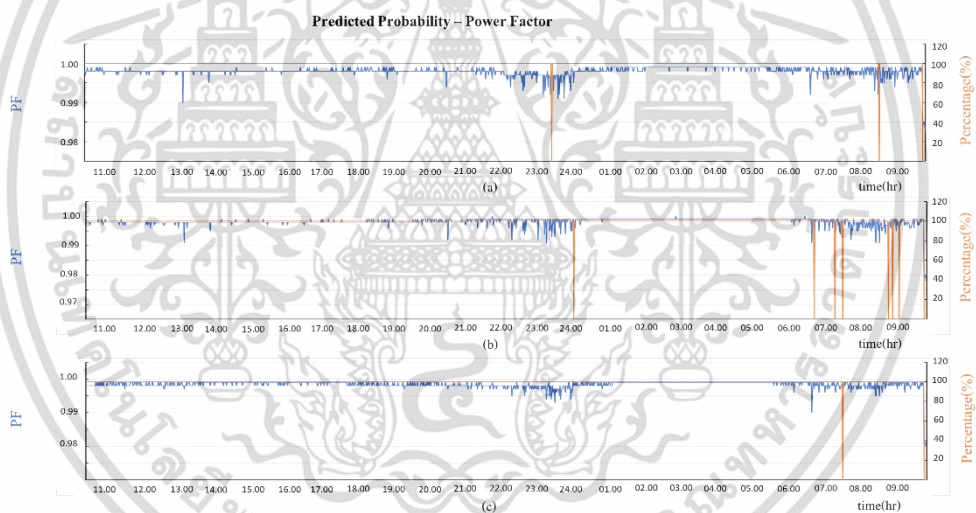


รูปที่ 4.125 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

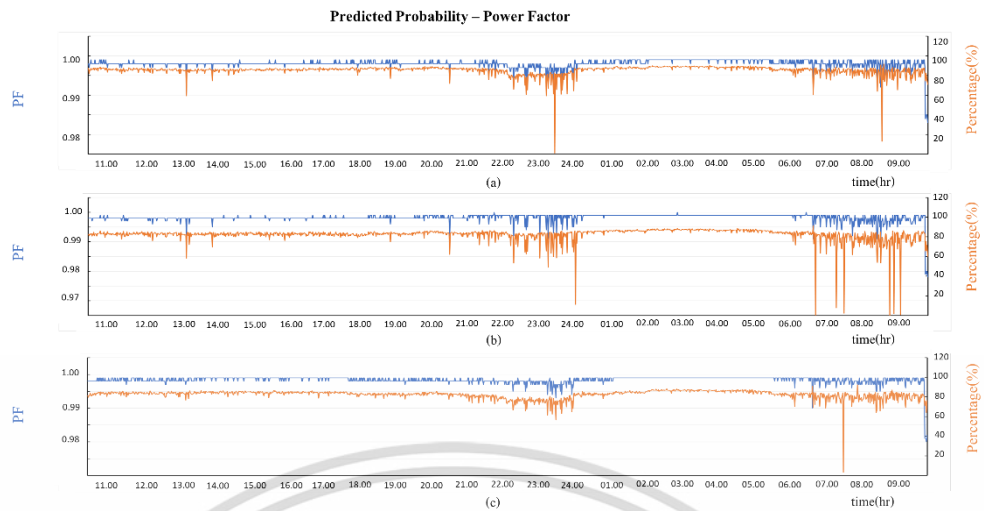


รูปที่ 4.126 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

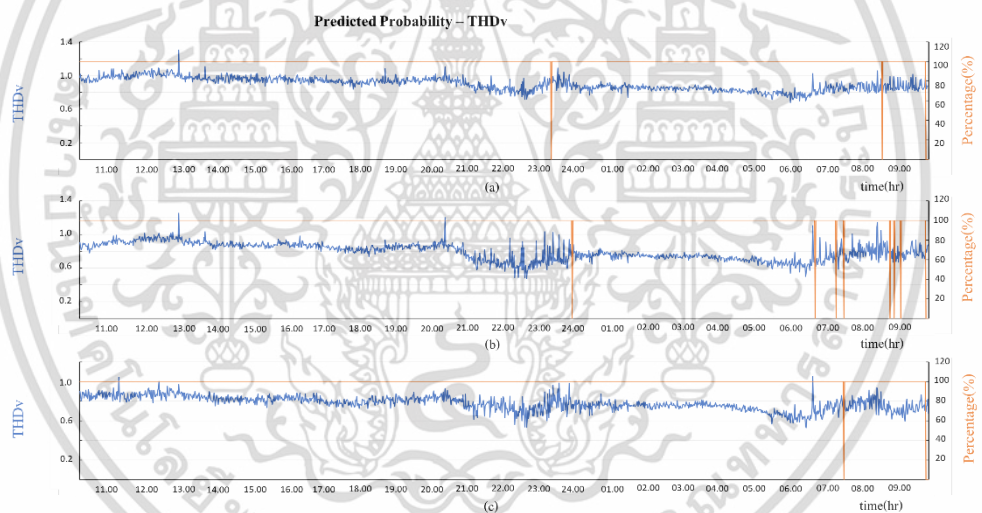


รูปที่ 4.127 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

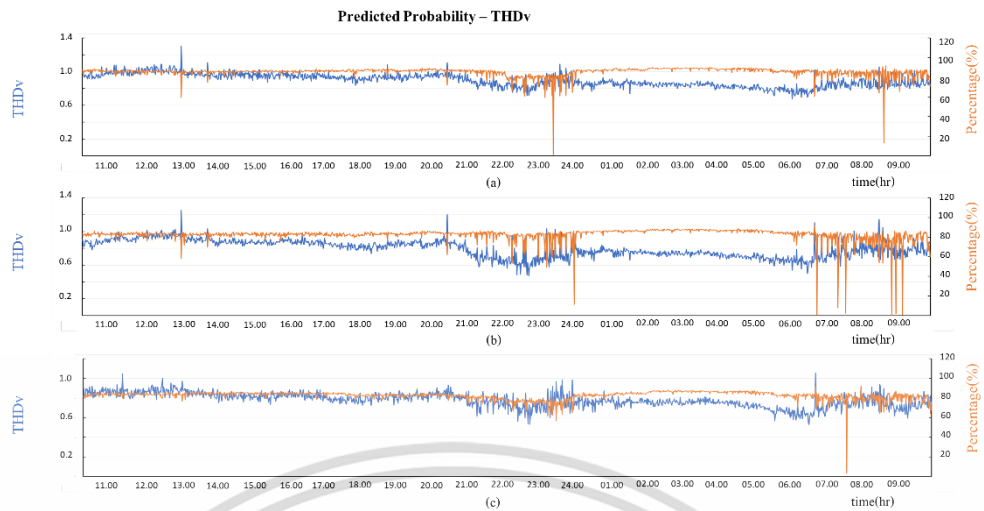


รูปที่ 4.128 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

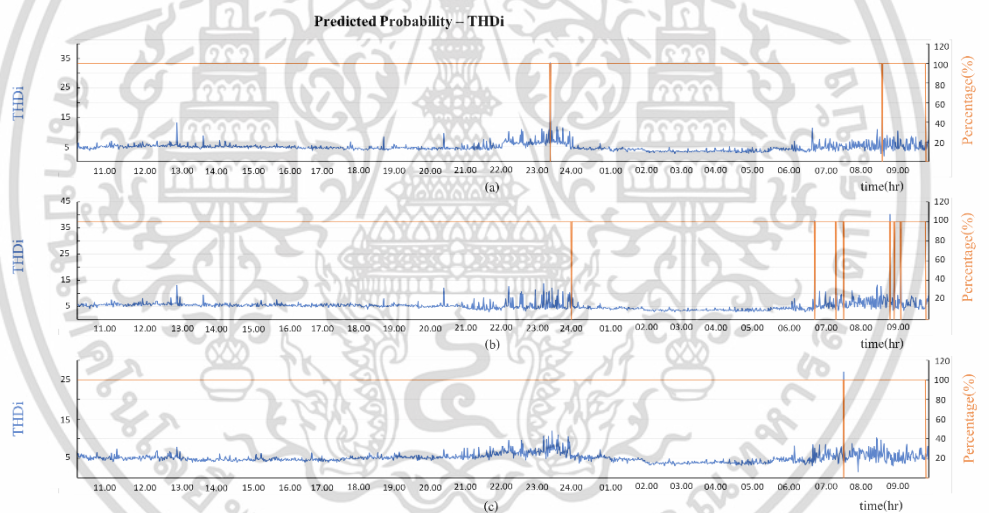


รูปที่ 4.129 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

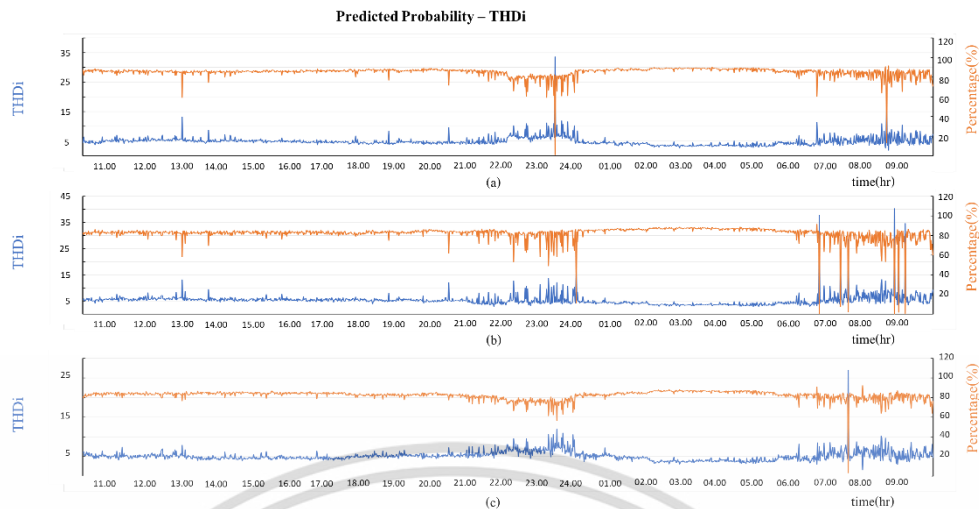


รูปที่ 4.130 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.131 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.132 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistic Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางห้างสรรพสินค้าของ MDB 1 ทั้ง 5 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า จากรูปที่ 4.121 และ 4.122 แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่ Logistic Model สามารถแสดงผลในช่วงที่เสถียรภาพของระบบมีการเปลี่ยนแปลงได้มากกว่า Linear Model ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของระบบทั้งตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าดังรูป 4.124 หรือตามการเปลี่ยนแปลงของ Power factor ดังรูป 4.128 รวมถึง ในส่วนของ THDv ค่าที่วัดได้อยู่ในขอบเขตจึงถือว่าไม่ส่งผลกระทบต่อระบบดังรูปที่ 4.130 ในขณะที่ THDi ในช่วงที่ระบบมีความเสถียรจะมีค่าอยู่ที่ประมาณ 5 แต่ช่วงที่ค่า THDi มีค่าสูงขึ้นมีเพียงการวิเคราะห์ด้วย Logistic Model เท่านั้นที่สามารถตรวจพบได้ดังรูปที่ 4.132 ซึ่งส่งผลให้ Logistic Model มีความน่าเชื่อถือมากกว่า Linear Model

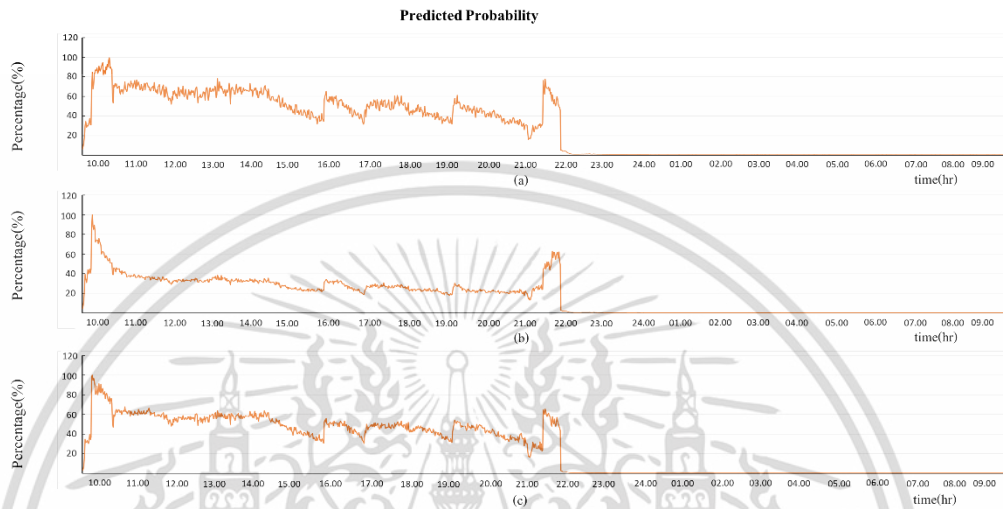
4.8.2 MDB-2

ตารางที่ 4.8.2 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร

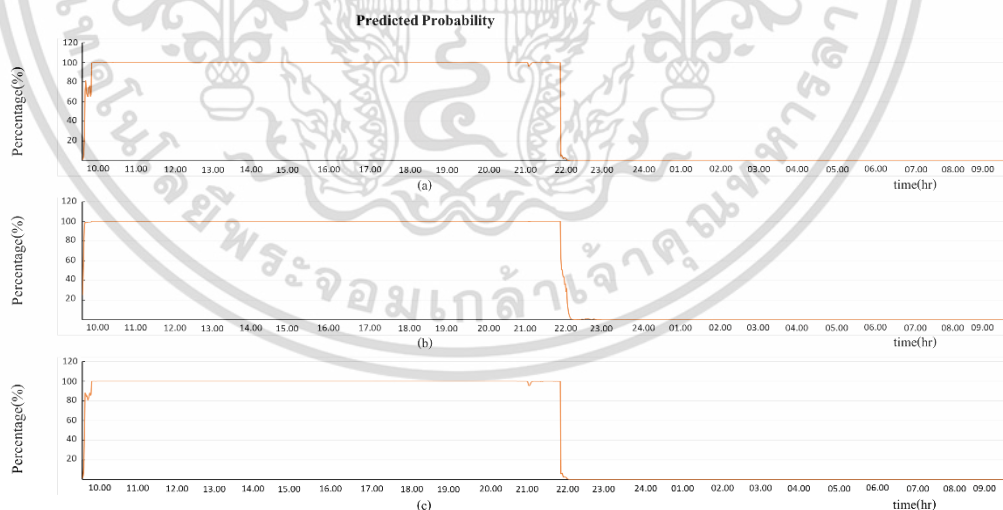
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,000-2,000	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-
THDv	<3	%
THDi	<5	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB 2 มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

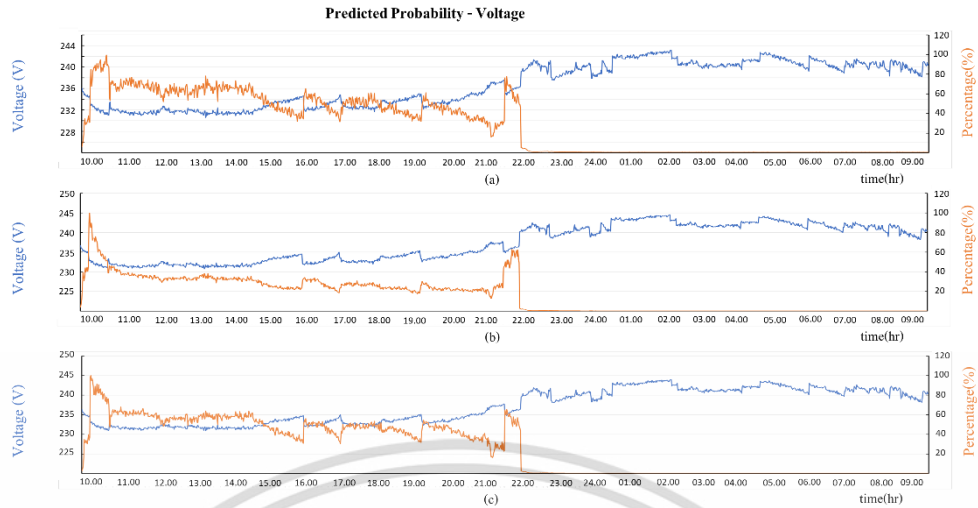


รูปที่ 4.133 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

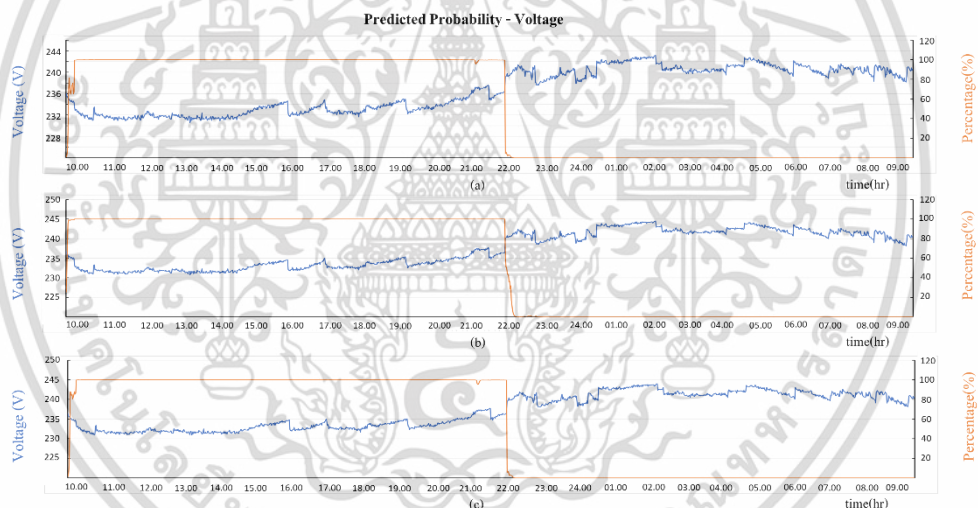


รูปที่ 4.134 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

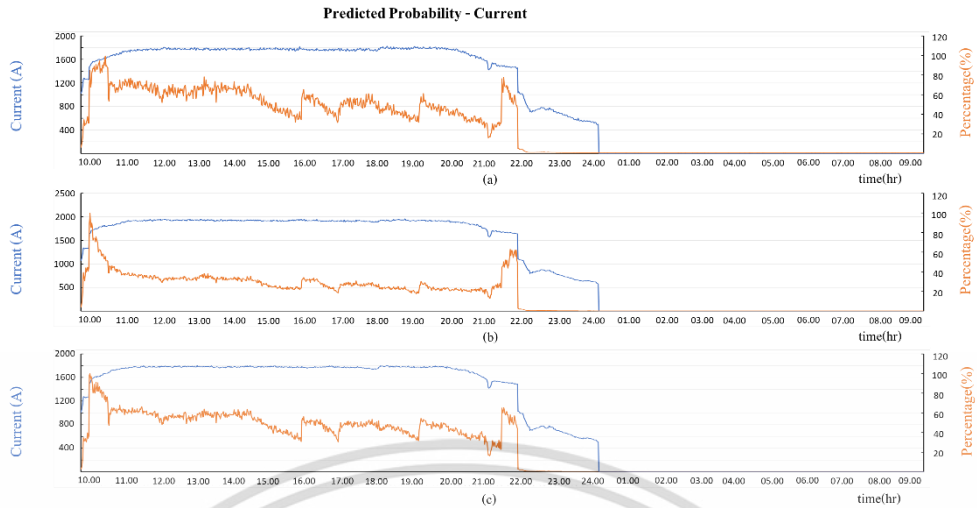


รูปที่ 4.135 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

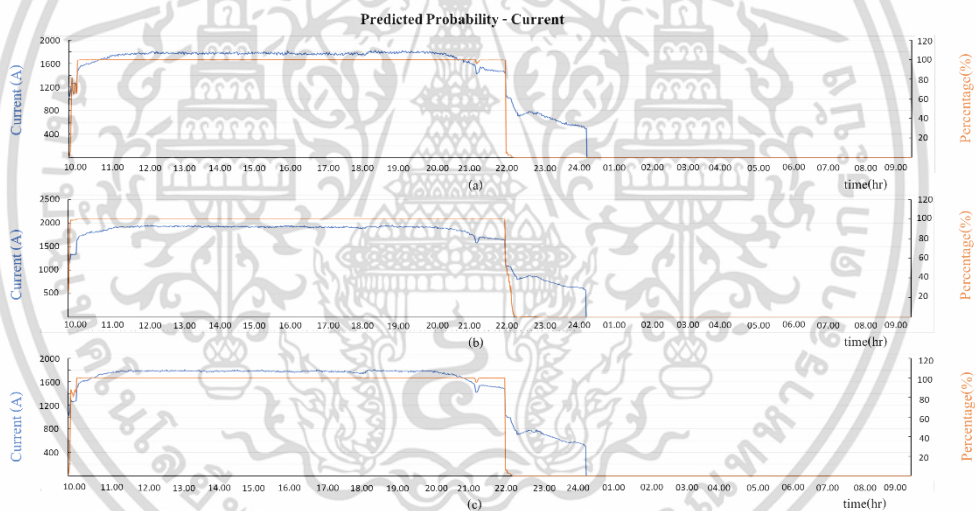


รูปที่ 4.136 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

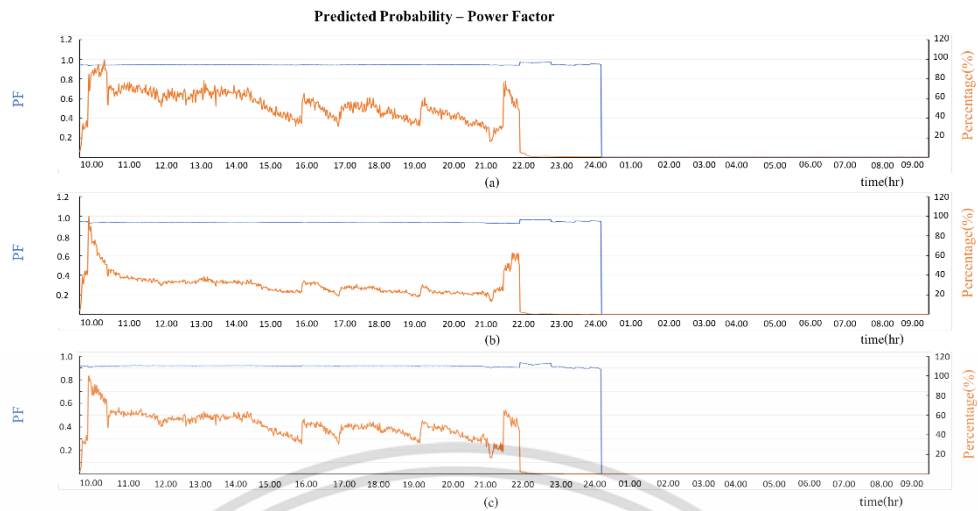


รูปที่ 4.137 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

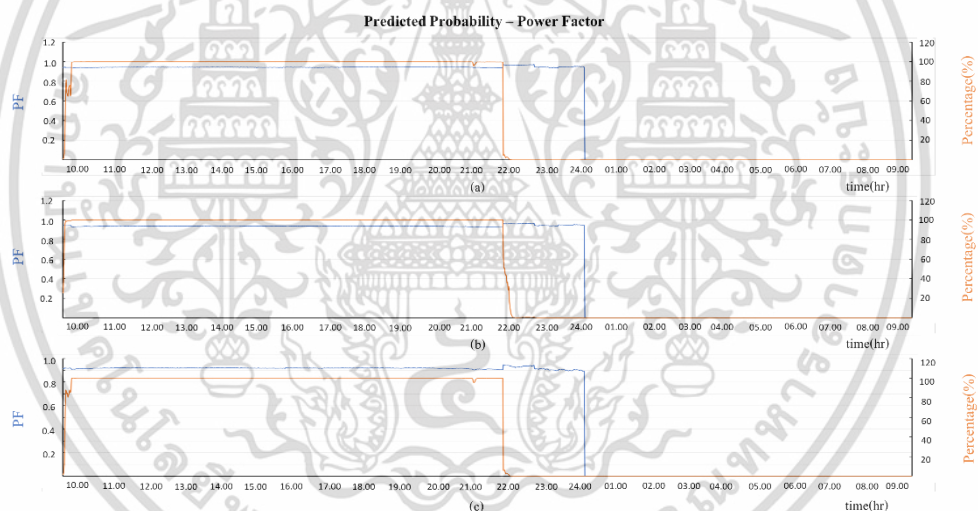


รูปที่ 4.138 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistic Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

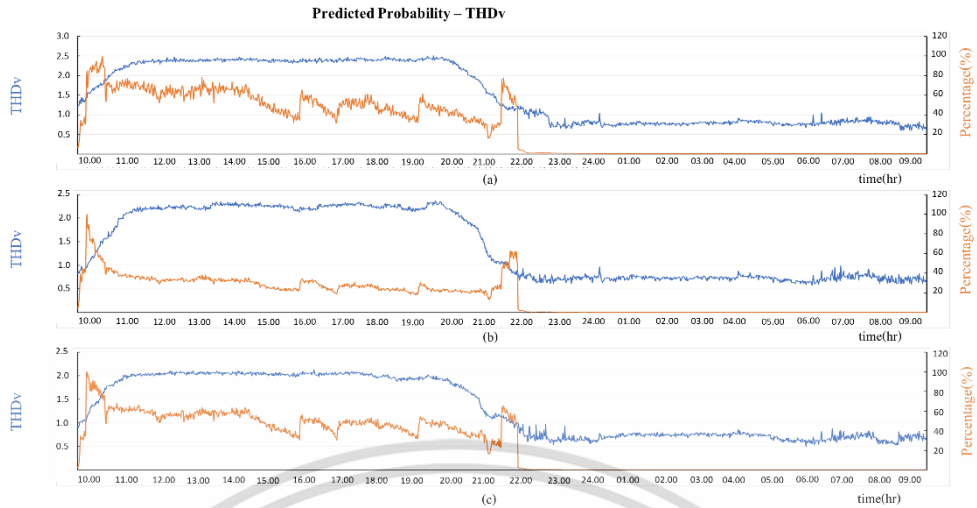


รูปที่ 4.139 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

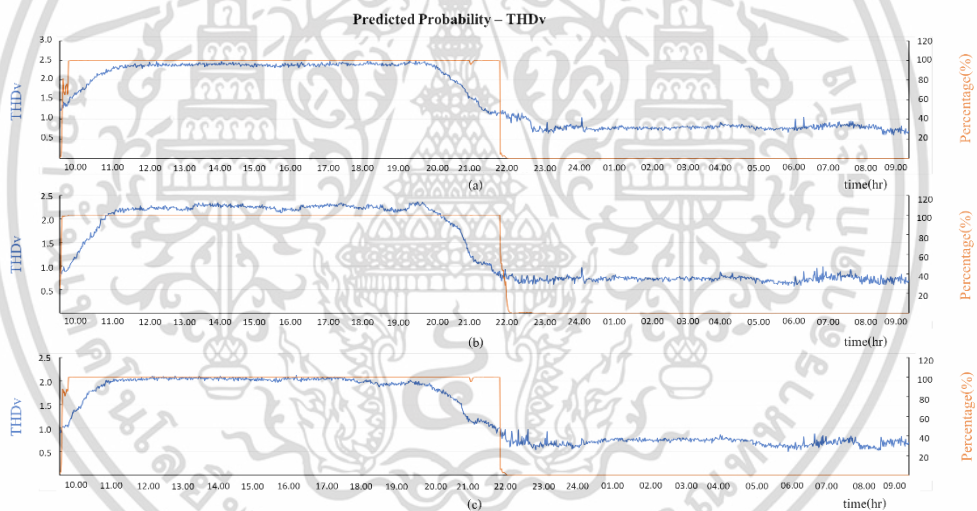


รูปที่ 4.140 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

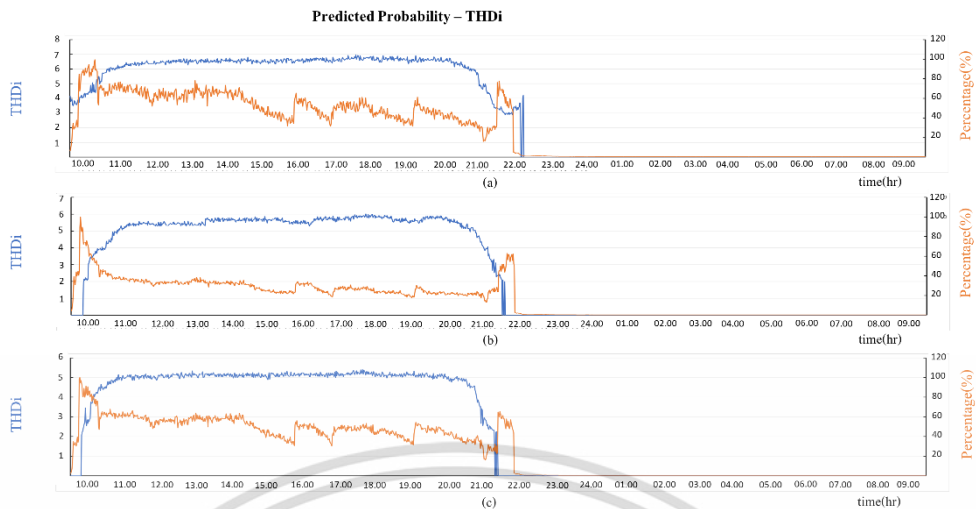


รูปที่ 4.141 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

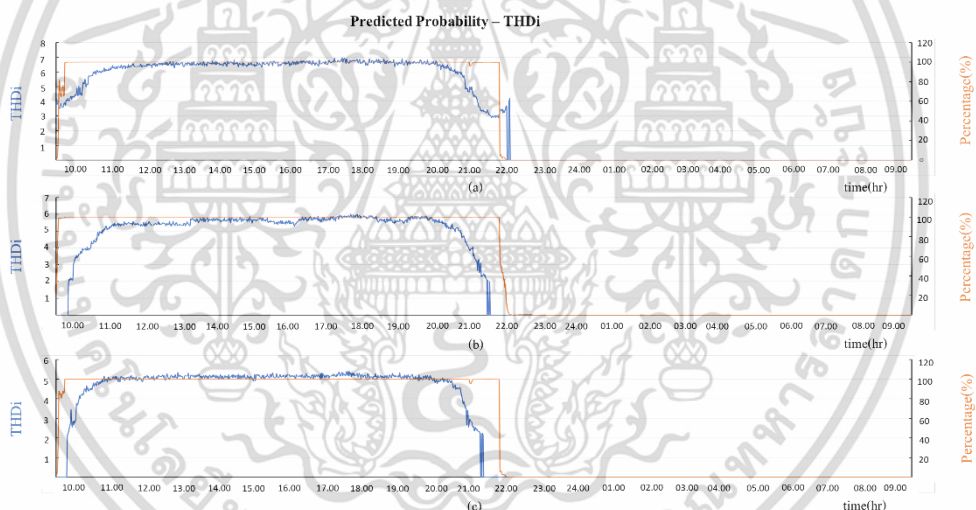


รูปที่ 4.142 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistic Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.143 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.144 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางห้างสรรพสินค้าของ MDB 2 ทั้ง 5 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า จากรูปที่ 4.133 และ 4.134 แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่มีเพียง Logistic Model ที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของระบบทั้งตามการเปลี่ยนแปลงของแรงดันไฟฟ้าดังรูป 4.136 และตามการเปลี่ยนแปลงของ กระแสไฟฟ้า ดังรูป 4.138 โดยในส่วนของ การเปลี่ยนแปลงของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THDv และ THDi ไม่มีผลให้เปอร์เซ็นต์ที่วิเคราะห์ได้ลดลงดังรูปที่ 4.142 และ 4.144 ตามลำดับ เนื่องจากค่า THD ทั้ง 2 นั้นอยู่ในขอบเขต

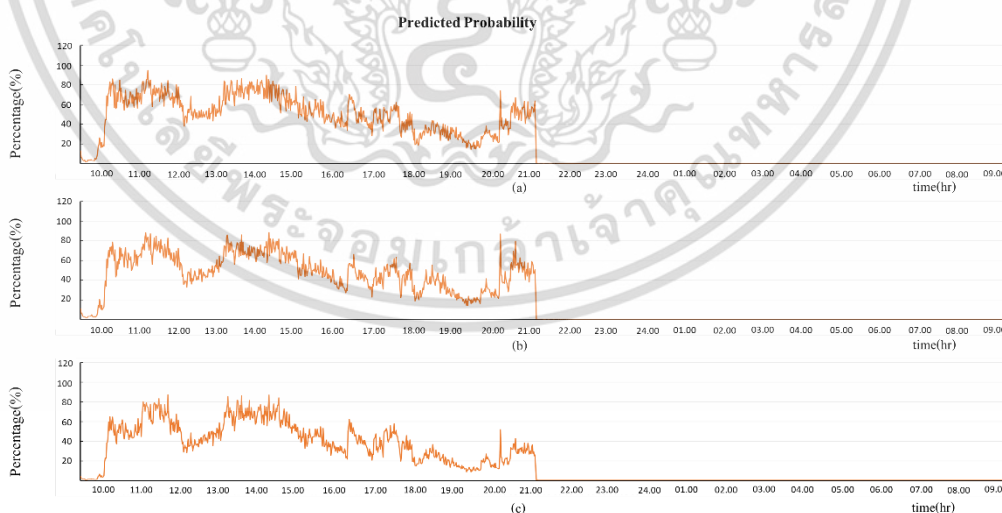
ทำให้แนวโน้มที่วิเคราะห์ได้จาก Logistic Model ทั้งแบบ 3 ตัวแปร และ 5 ตัวแปร มีความสอดคล้องกัน แต่เปอร์เซ็นต์ที่ได้มีค่าต่างกัน โดยในส่วนของ Linear Model การวิเคราะห์แบบ 5 ตัวแปร กับ 3 ตัวแปร ผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีความสอดคล้องกัน จึงไม่อาจวิเคราะห์ได้

4.8.3 MDB-3

ตารางที่ 4.8.3 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร

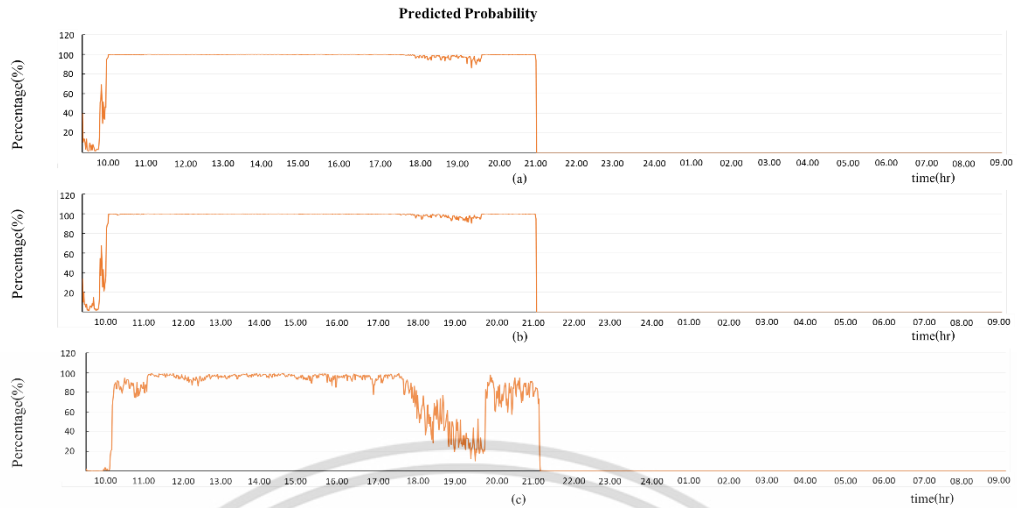
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,200-1,600	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-
THDv	<3	%
THDi	<5	%

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตัว MDB 3 มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

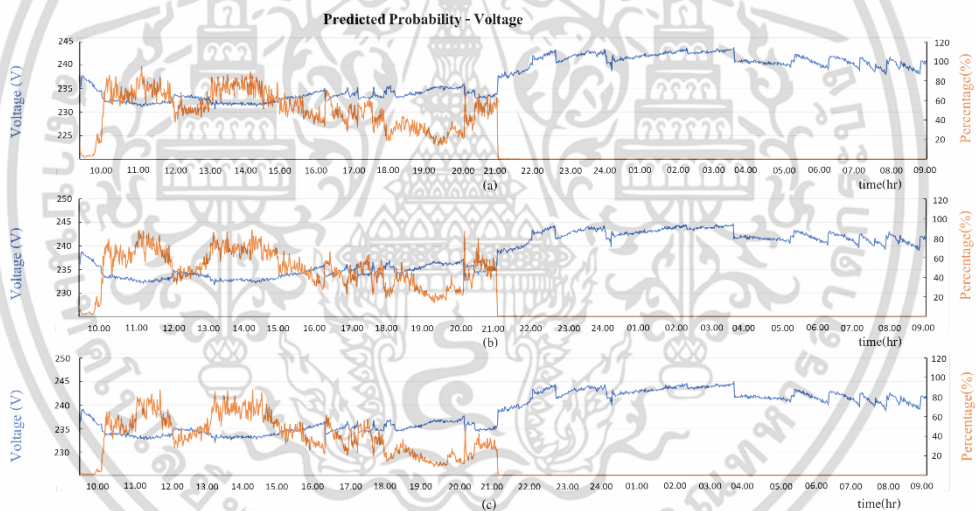


รูปที่ 4.145 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

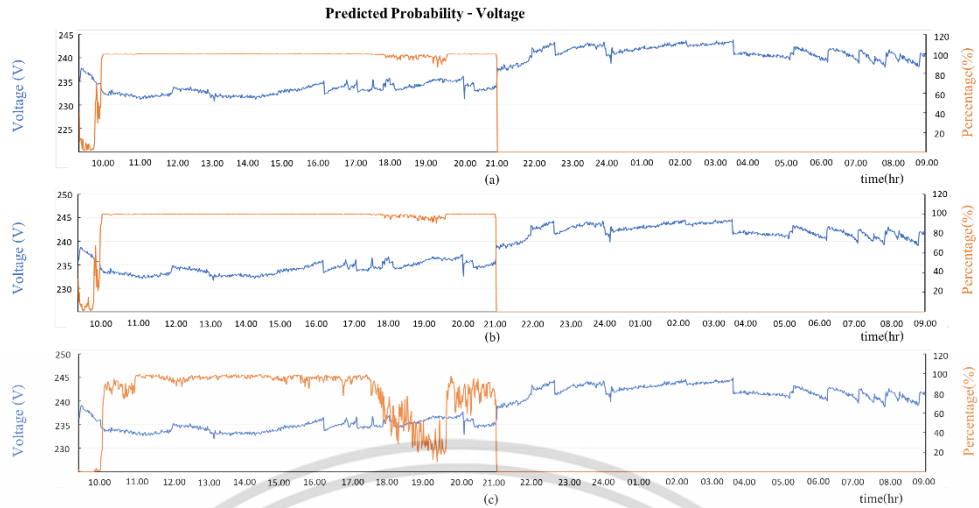


รูปที่ 4.146 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

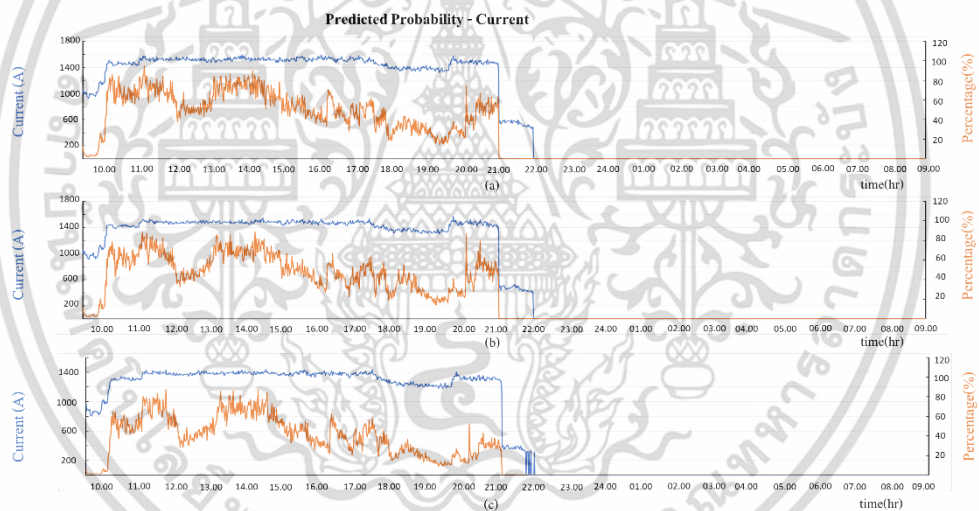


รูปที่ 4.147 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

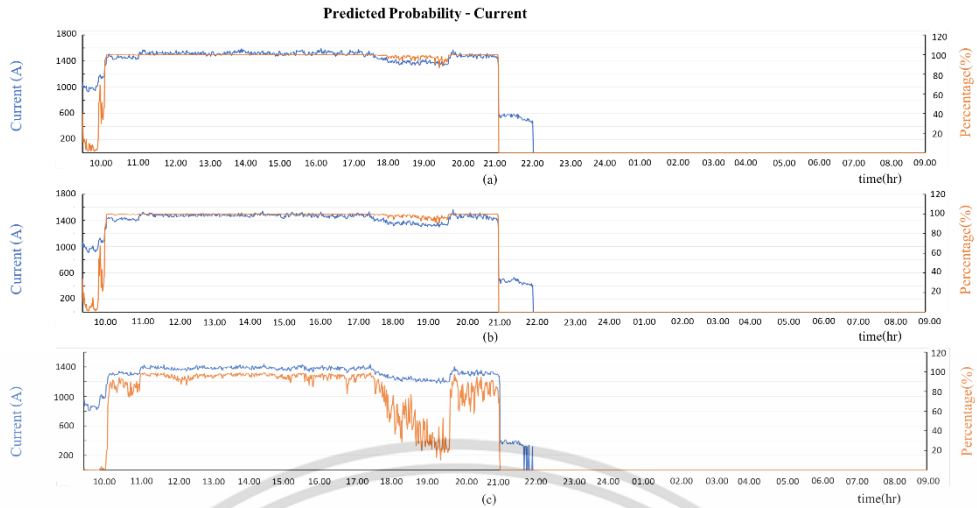


รูปที่ 4.148 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

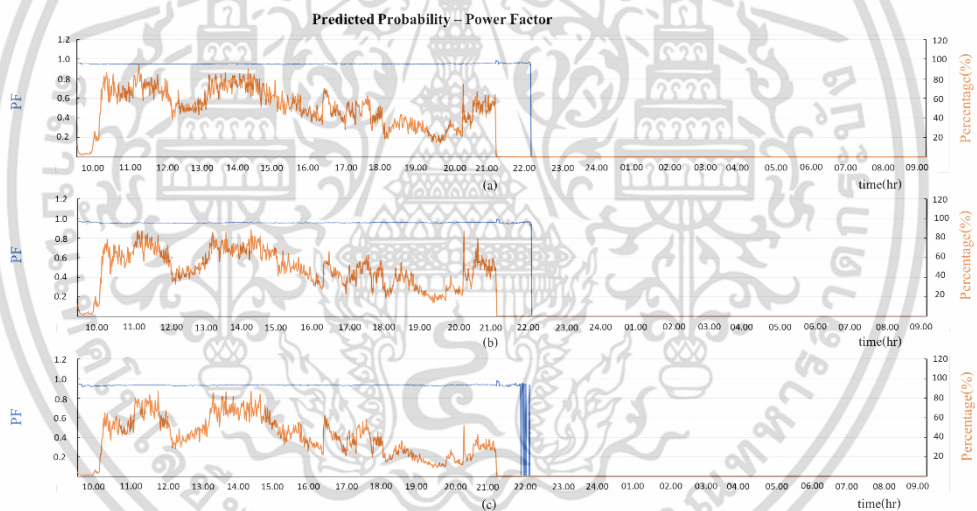


รูปที่ 4.149 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

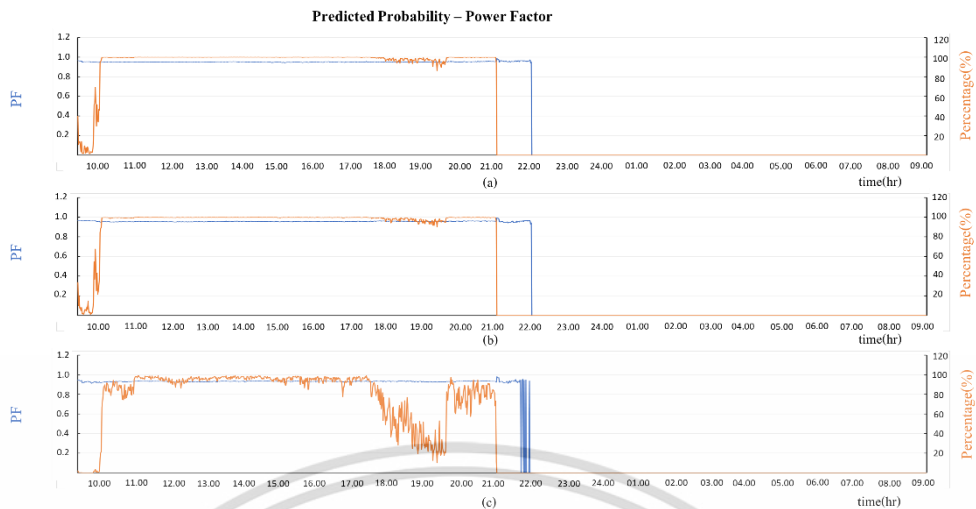


รูปที่ 4.150 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

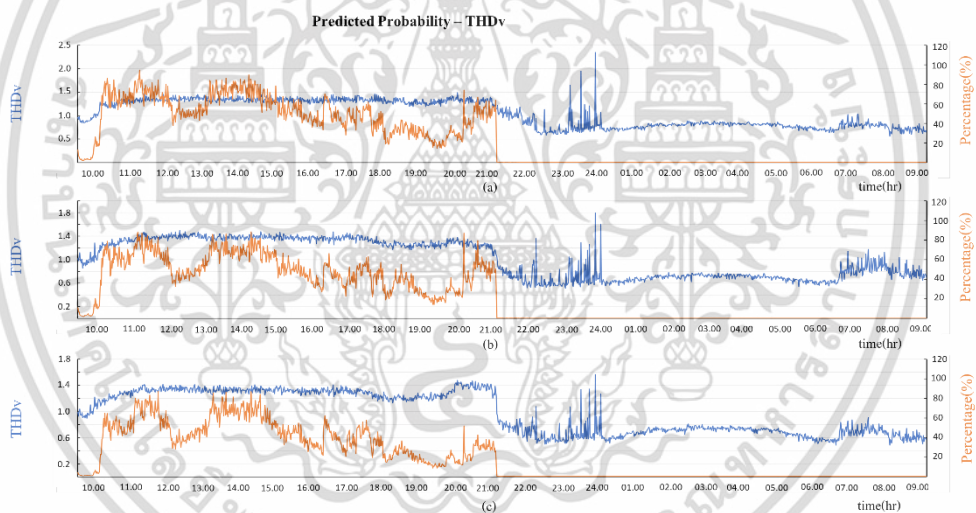


รูปที่ 4.151 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

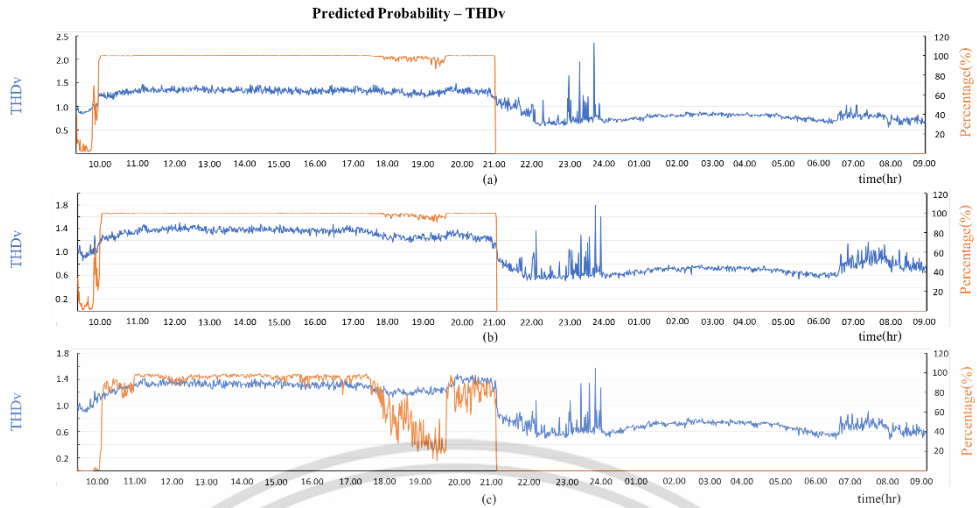


รูปที่ 4.152 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

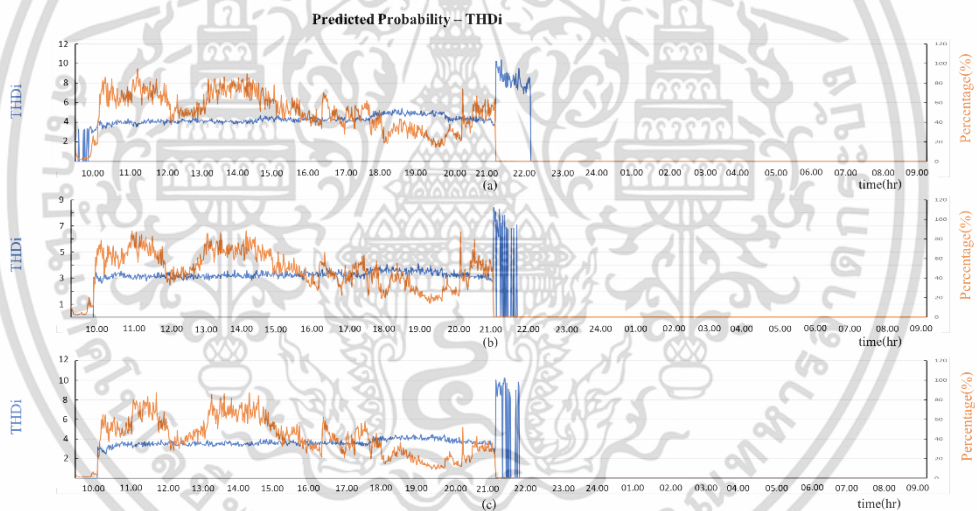


รูปที่ 4.153 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

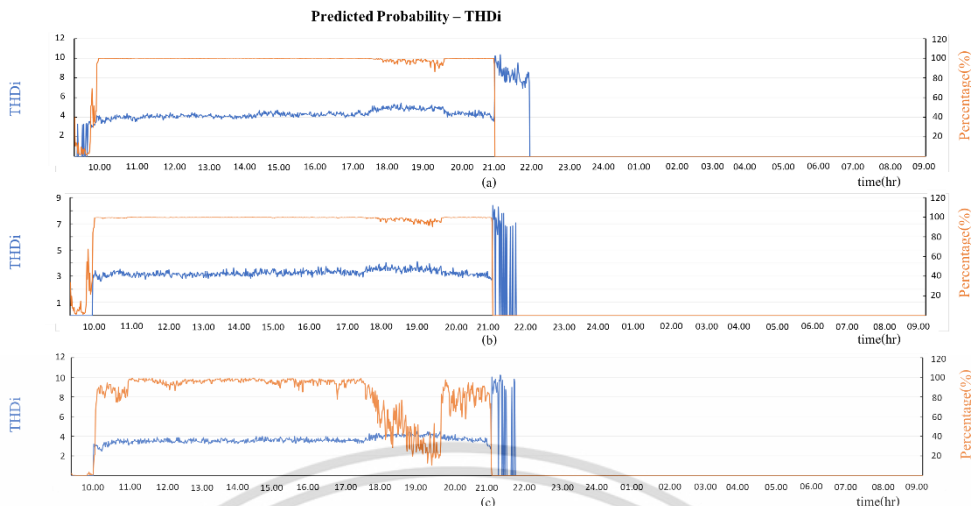


รูปที่ 4.154 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.155 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.156 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางห้างสรรพสินค้าของ MDB 3 ทั้ง 5 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า จากรูปที่ 4.145 และ 4.146 แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน แต่มีเพียง Logistic Model ที่สอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของระบบทั้งตามการเปลี่ยนแปลงของกระแสไฟฟ้าซึ่งสังเกตได้อย่างชัดเจนในช่วงเวลาประมาณ 17.30-19.30 ดังรูป 4.150 โดยในส่วนของ การเปลี่ยนแปลงของ THDv ไม่มีผลให้เปอร์เซ็นต์ที่วิเคราะห์ได้ลดลงดังรูปที่ 4.154 แต่จะมีช่วงที่ค่า THDi พุ่งสูงขึ้นจนมีค่าเกินขอบเขต ดังรูปที่ 4.156 ส่งผลให้ความเสถียร ณ ช่วงเวลานั้นมีค่าลดลง

ทำให้แนวโน้มที่วิเคราะห์ได้จาก Logistic Model ทั้งแบบ 3 ตัวแปร และ 5 ตัวแปร มีความสอดคล้องกัน แต่เปอร์เซ็นต์ที่ได้มีค่าต่างกัน โดยในส่วนของ Linear Model การวิเคราะห์แบบ 5 ตัวแปร กับ 3 ตัวแปร ผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีความสอดคล้องกัน จึงไม่อาจวิเคราะห์ได้

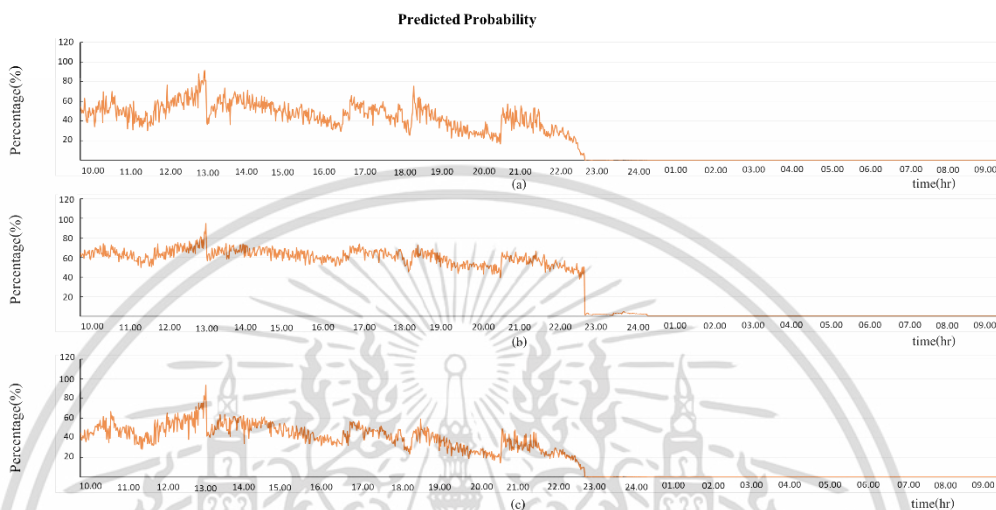
4.8.4 MDB-4

ตารางที่ 4.8.4 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร

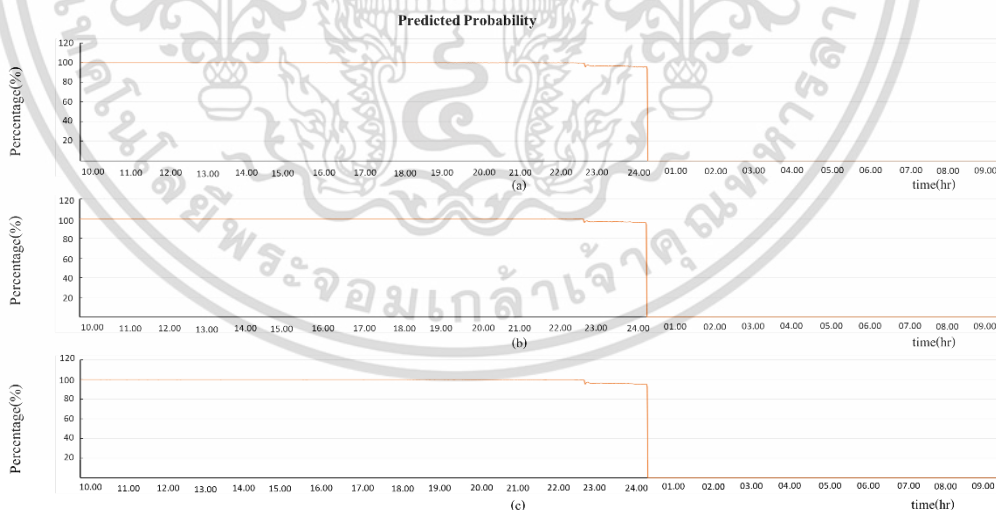
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,200-1,600	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-
THDv	<3	%
THDi	<5	%

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตู้ MDB 4 มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

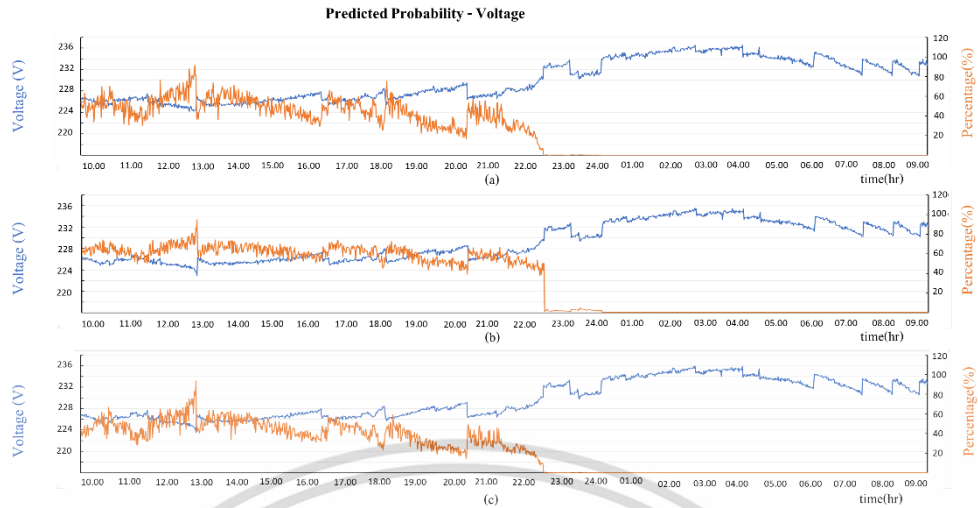


รูปที่ 4.157 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

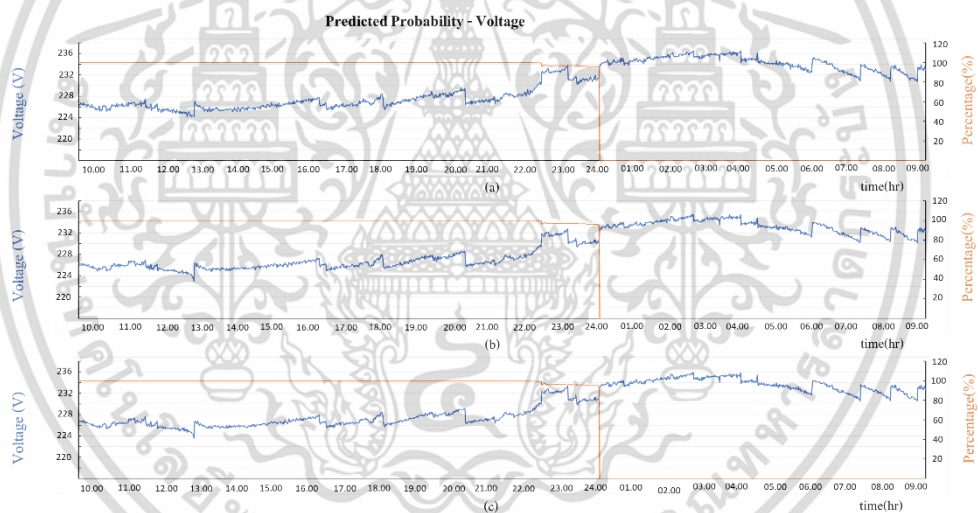


รูปที่ 4.158 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

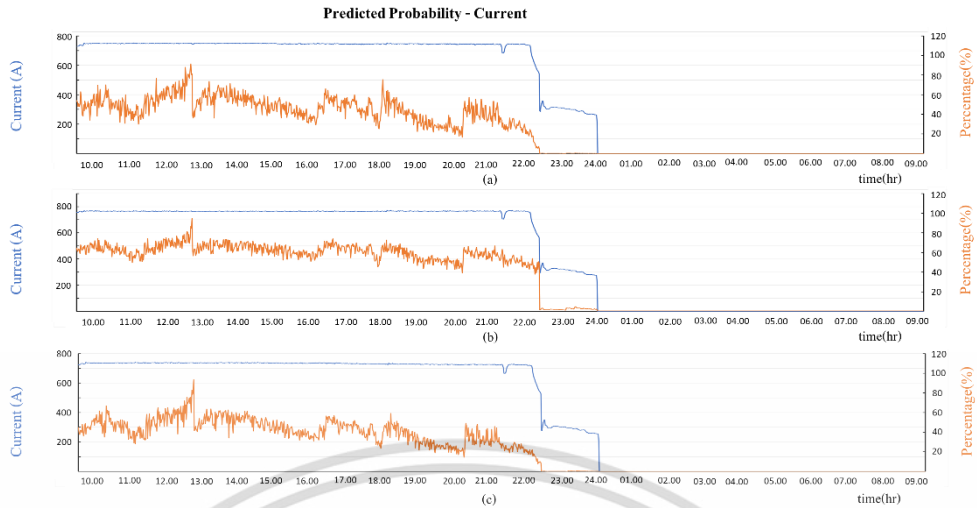


รูปที่ 4.159 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

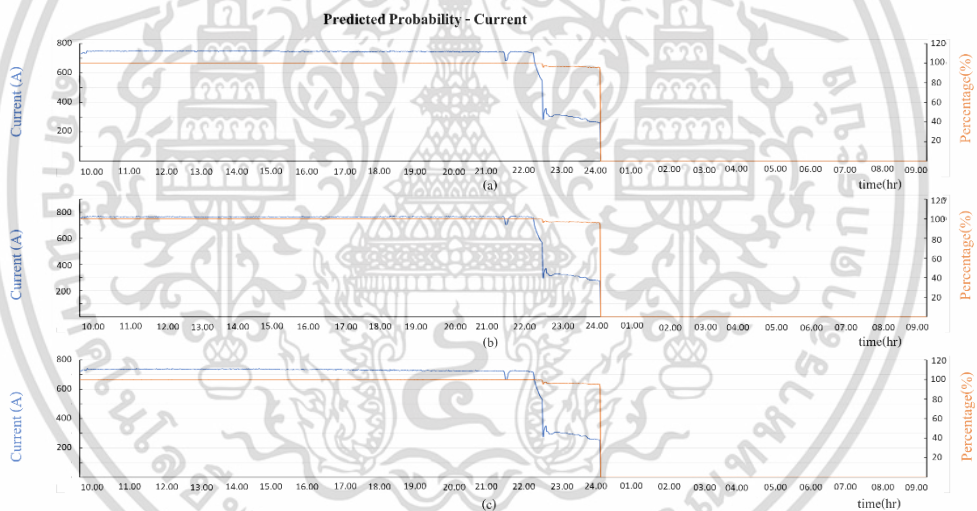


รูปที่ 4.160 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

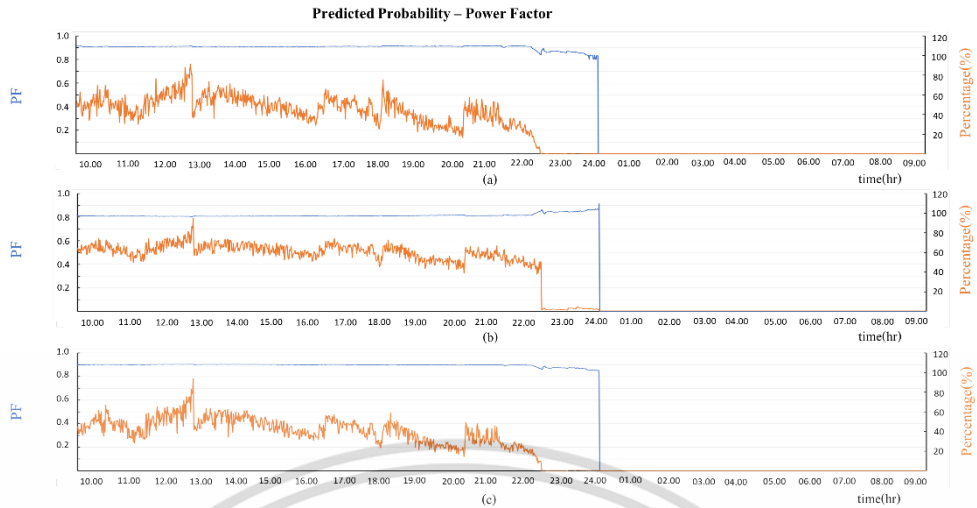


รูปที่ 4.161 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

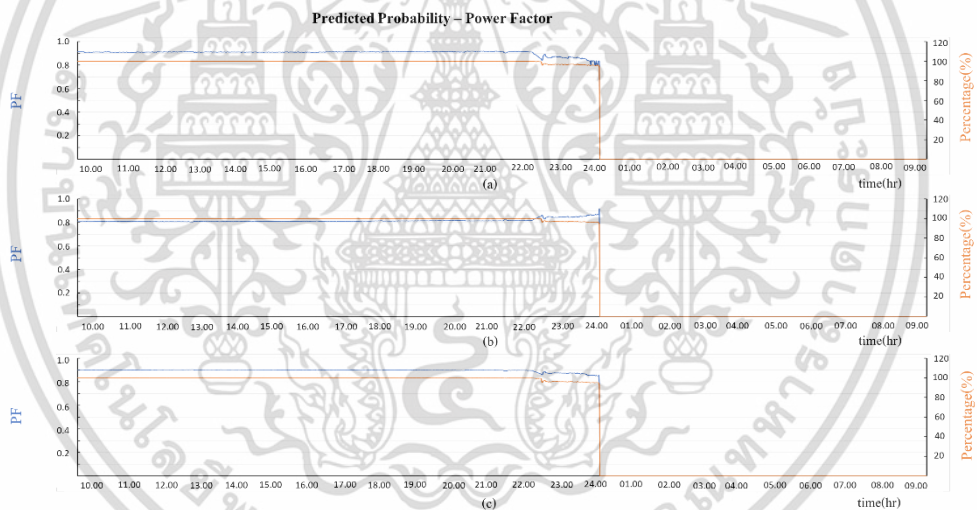


รูปที่ 4.162 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistic Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

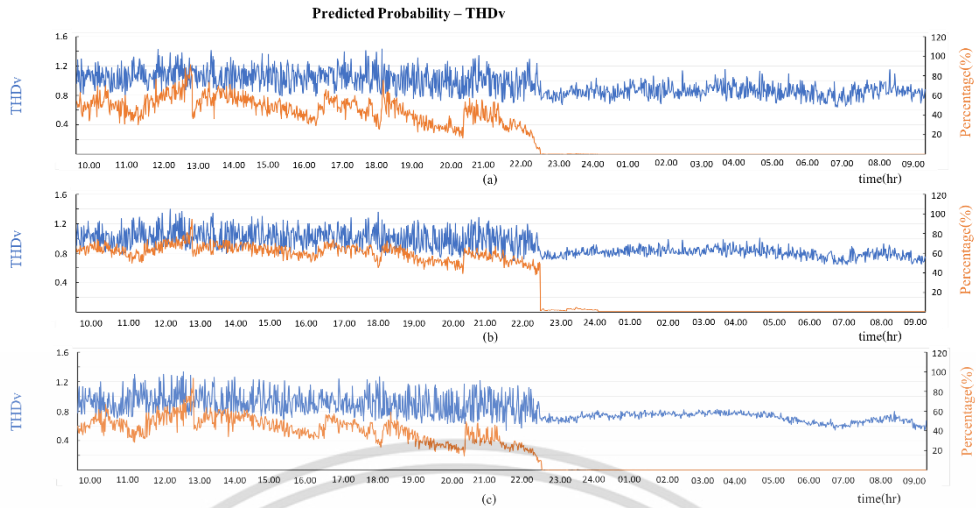


รูปที่ 4.163 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

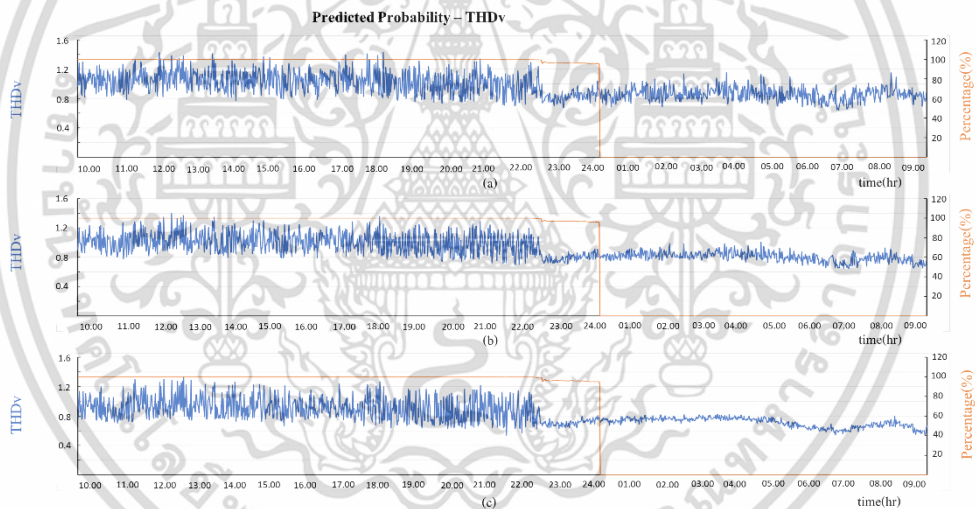


รูปที่ 4.164 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

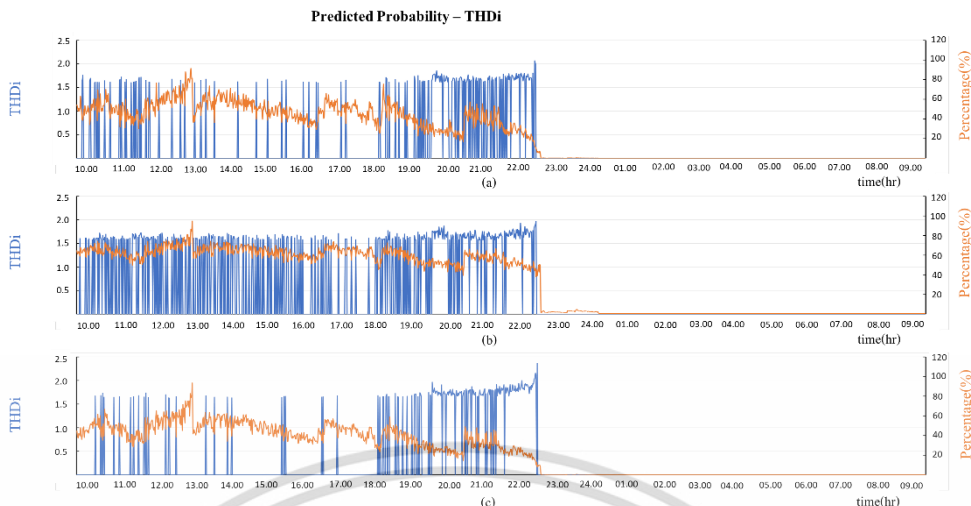


รูปที่ 4.165 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

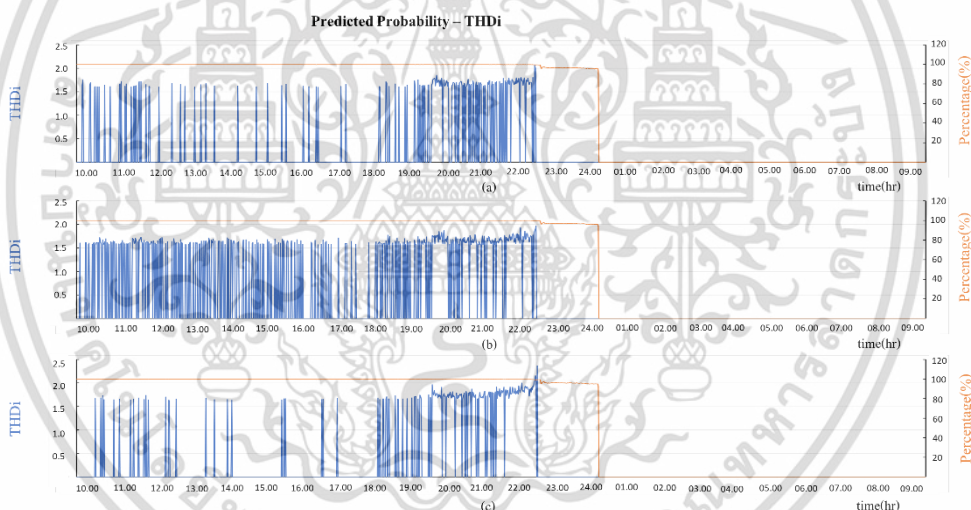


รูปที่ 4.166 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.167 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.168 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistic Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางห้างสรรพสินค้าของ MDB 4 ทั้ง 5 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า จากรูปที่ 4.157 และ 4.158 แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยตัวแปร THDv และ THDi มีค่าอยู่ในขอบเขตจึงทำให้โปรแกรมมองว่าระบบมีความเสถียรดังรูปที่ 4.166 และ 4.168 ตามลำดับ แต่มีเพียง Logistic Model ที่มีการแสดงแนวโน้มของเสถียรภาพของระบบสอดคล้องกับการใช้งานจริงของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

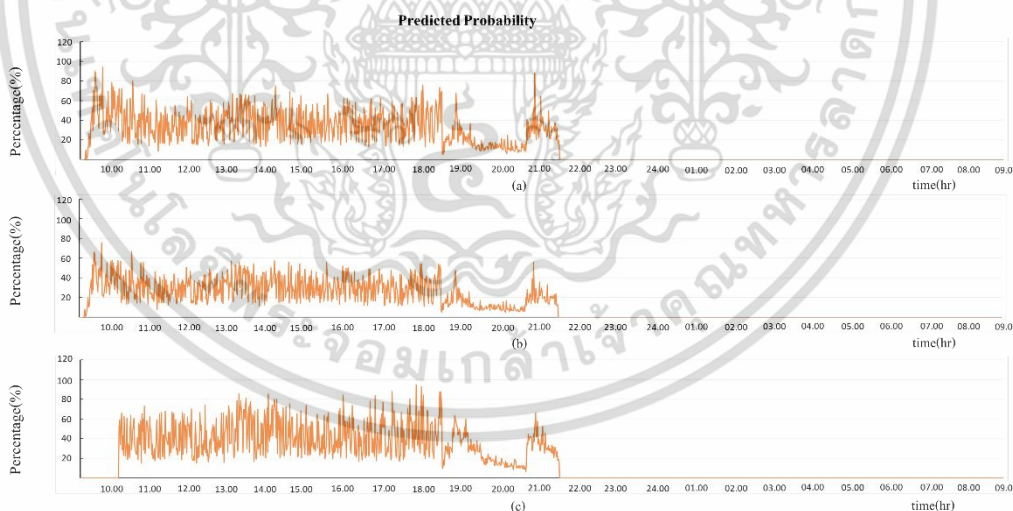
ทำให้แนวโน้มที่วิเคราะห์ได้จาก Logistic Model ทั้งแบบ 3 ตัวแปร และ 5 ตัวแปร มีความสอดคล้องกัน แต่เปอร์เซ็นต์ที่ได้มีค่าต่างกัน โดยในส่วนของ Linear Model การวิเคราะห์แบบ 5 ตัวแปร กับ 3 ตัวแปร ผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีความสอดคล้องกัน จึงไม่อาจวิเคราะห์ได้

4.8.5 MDB-5

ตารางที่ 4.8.5 ตัวแปรที่ใช้ในการวิเคราะห์ของโปรแกรมแบบวิเคราะห์ 5 ตัวแปร

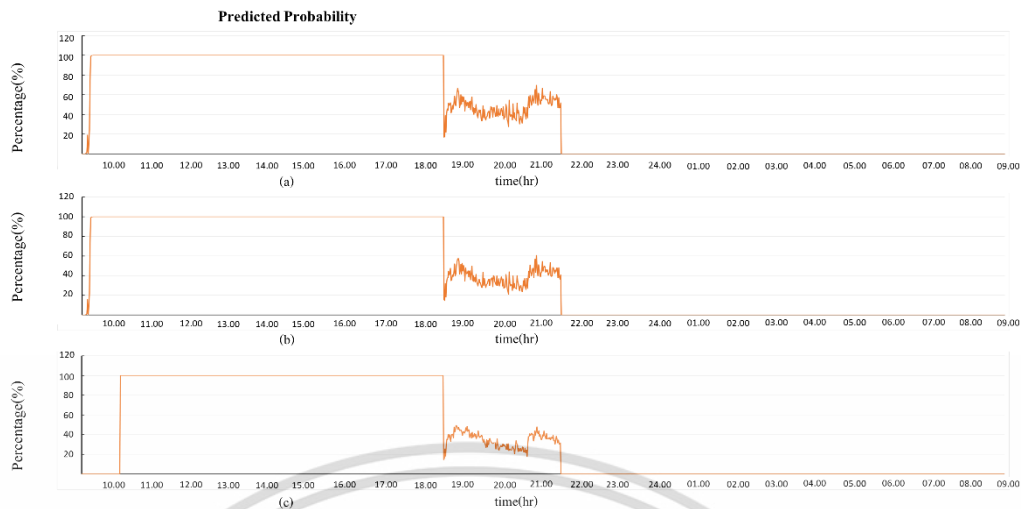
PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-240	V
Current	1,500-2,000	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-
THDv	<3	%
THDi	<5	%

โดยจะนำข้อมูลที่ได้จากตัว MDB 5 มาวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมผ่านกระบวนการทั้ง 2 โมเดล โดยค่าเปอร์เซ็นต์ที่ได้จะบ่งบอกถึงความเสถียรของระบบไฟฟ้า หากมีค่าสูงจะหมายถึงระบบไฟฟ้ามีความเสถียรภาพสูง โดยมีค่าสูงสุดที่ 100 % จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมได้ผลการวิเคราะห์ดังนี้

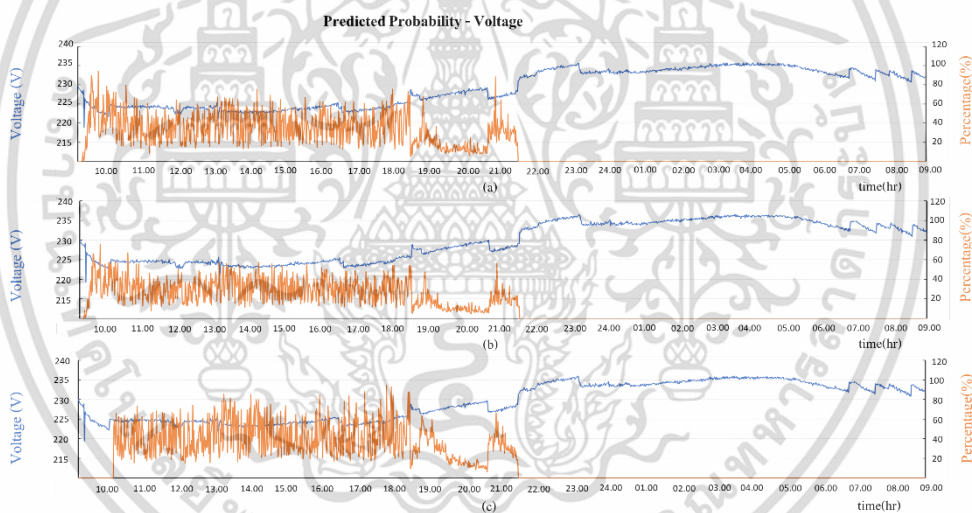


รูปที่ 4.169 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรกับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

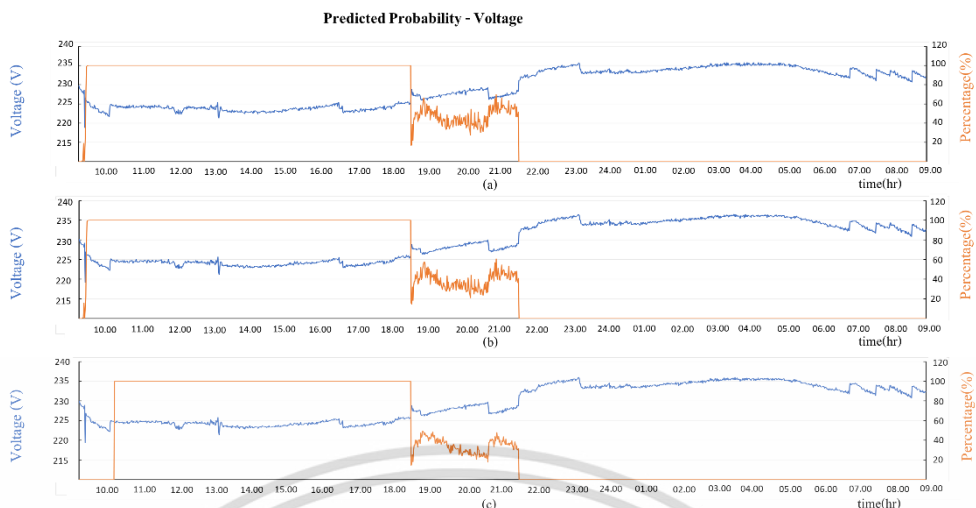


รูปที่ 4.170 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

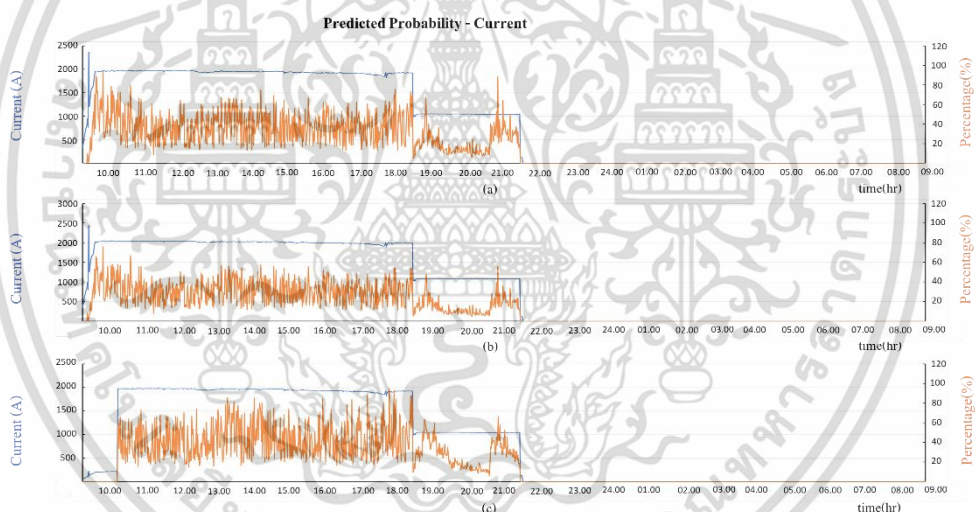


รูปที่ 4.171 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

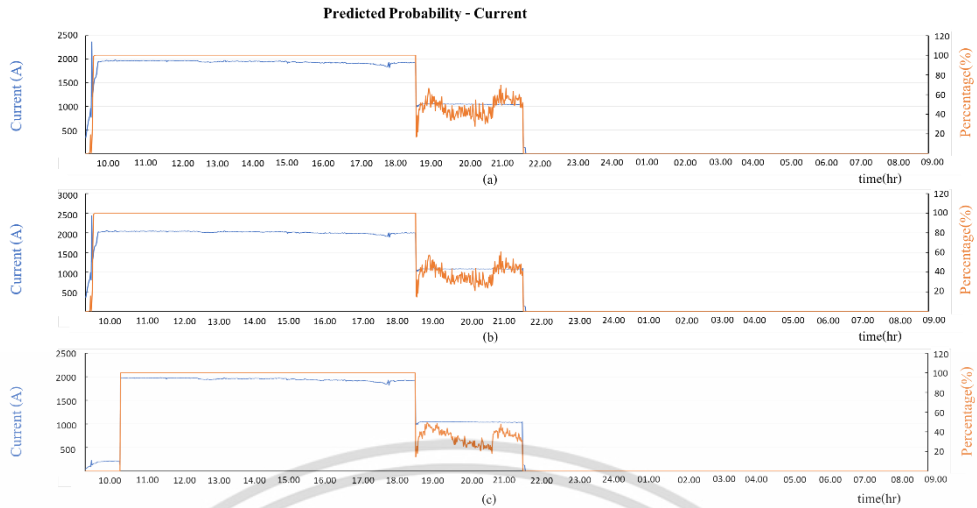


รูปที่ 4.172 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและแรงดันไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

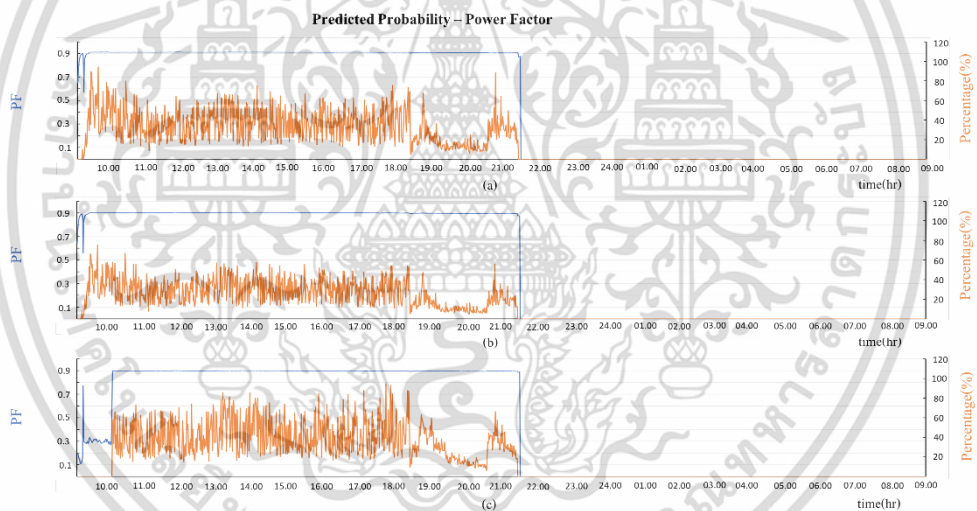


รูปที่ 4.173 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

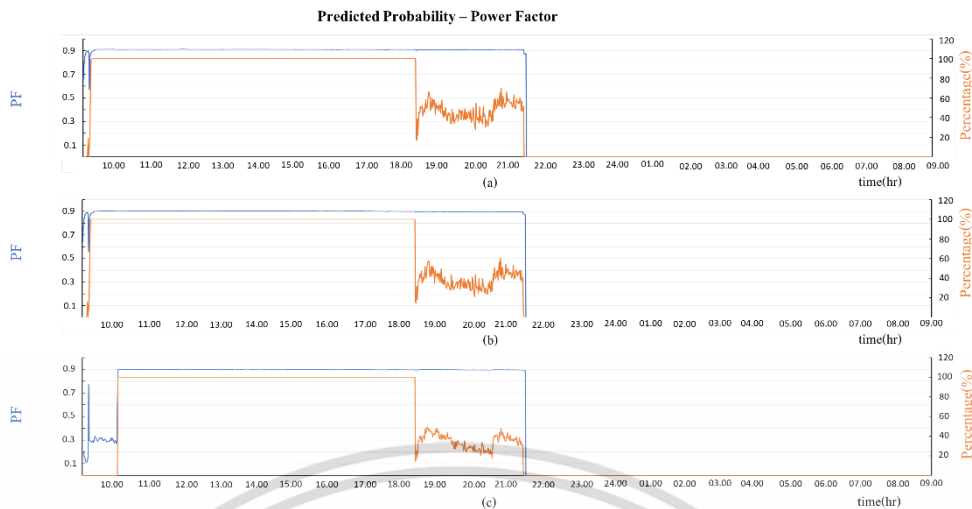


รูปที่ 4.174 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและกระแสไฟฟ้ากับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

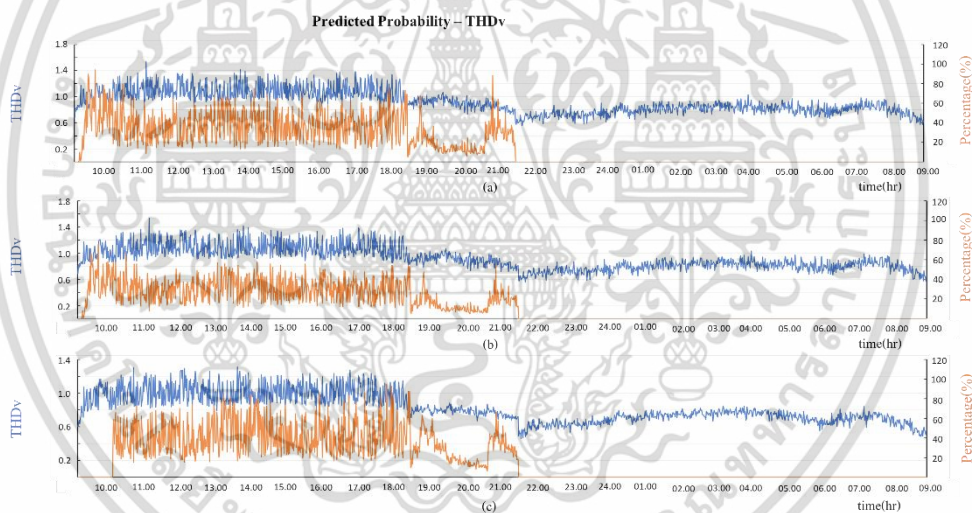


รูปที่ 4.175 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

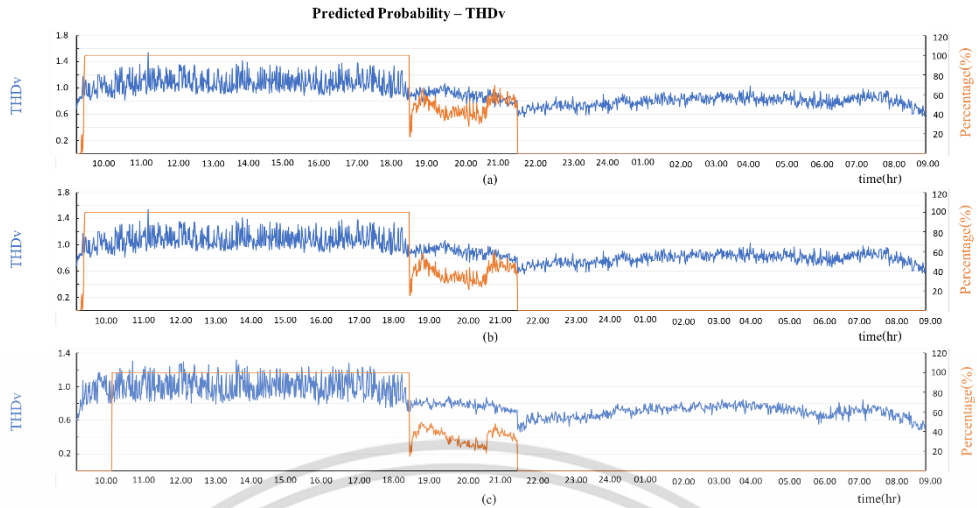


รูปที่ 4.176 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ Power Factor กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

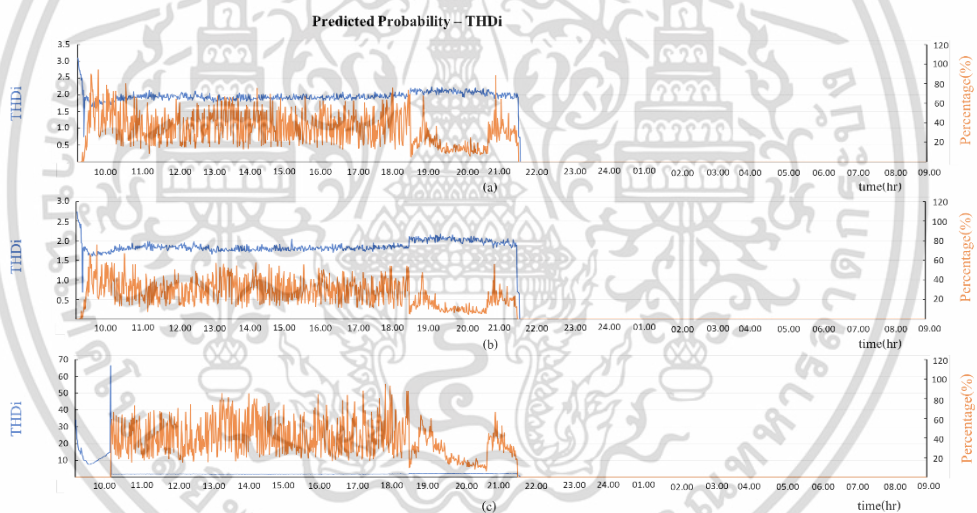


รูปที่ 4.177 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

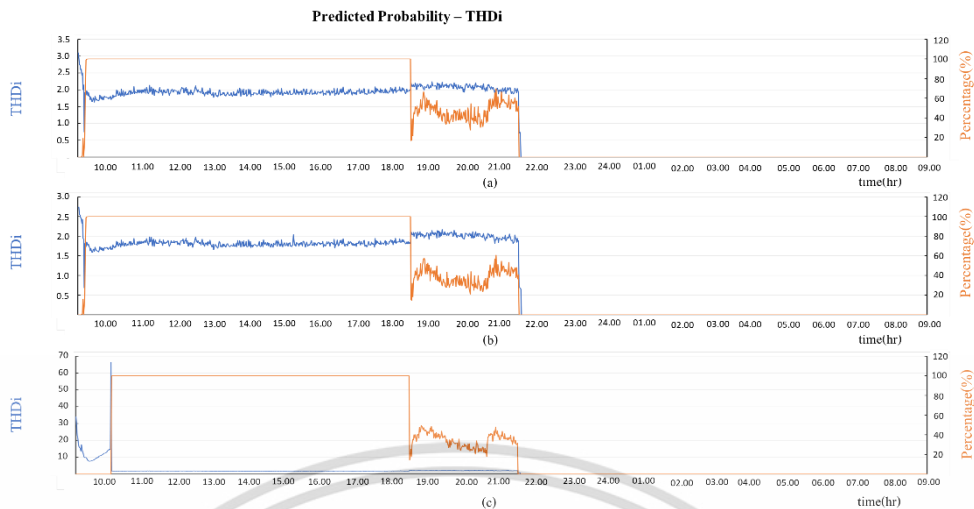


รูปที่ 4.178 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistics Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDv กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C



รูปที่ 4.179 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Linear Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.180 กราฟความสัมพันธ์ระหว่างความน่าจะเป็นในการวิเคราะห์ด้วย Logistic Model แบบ 5 ตัวแปรและ THDi กับเวลาของ a) Phase A, b) Phase B และ c) Phase C

จากการนำข้อมูลทางไฟฟ้าของทางห้างสรรพสินค้าของ MDB 5 ทั้ง 5 ตัวแปร ผ่านโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบทั้ง 2 โมเดล แล้วพบว่า จากรูปที่ 4.169 และ 4.170 แนวโน้มของความเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าในแต่ละเฟส มีแนวโน้มไปในทิศทางเดียวกัน โดยตัวแปร THDv และ THDi มีค่าอยู่ในขอบเขตจึงทำให้โปรแกรมมองว่าระบบมีความเสถียรดังรูปที่ 4.178 และ 4.180 ตามลำดับ แต่มีเพียง Logistic Model ที่มีการแสดงแนวโน้มของเสถียรภาพของระบบสอดคล้องกับการใช้งานจริงของระบบ

ทำให้แนวโน้มที่วิเคราะห์ได้จาก Logistic Model ทั้งแบบ 3 ตัวแปร และ 5 ตัวแปร มีความสอดคล้องกัน แต่เปอร์เซ็นต์ที่ได้มีค่าต่างกัน โดยในส่วนของ Linear Model การวิเคราะห์แบบ 5 ตัวแปร กับ 3 ตัวแปร ผลลัพธ์ที่ได้ไม่มีความสอดคล้องกัน จึงไม่อาจวิเคราะห์ได้

จากข้อมูลของห้างสรรพสินค้าทั้ง 5 ชุดข้อมูล พบว่า การวิเคราะห์ระบบไฟฟ้าด้วย Logistic Model ทั้ง 3 ตัวแปร และ 5 ตัวแปร จะได้แนวโน้มที่มีความคล้ายคลึงกัน อีกทั้งยังสอดคล้องกับการทำงานจริงของระบบ ในขณะที่การใช้ Linear Model ผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ด้วย 3 ตัวแปร จะมีความคล้ายกับ Logistic Model แบบ 3 ตัวแปร แต่ในส่วนของ Linear Model แบบ 5 ตัวแปร จะมีความแตกต่างกันกับ Logistic Model แบบ 5 ตัวแปร

สรุปผลการศึกษา ปัญหา และข้อเสนอแนะ

การศึกษาวิจัยเรื่อง “การตรวจสอบความผิดปกติของระบบไฟฟ้าในโรงงานด้วยโครงข่ายประสาทเทียม” นั้นศึกษาเกี่ยวกับการจัดทำโปรแกรมขึ้นเพื่อวิเคราะห์ วิเคราะห์ และสามารถหาตัวแปรที่ส่งผลต่อเสถียรภาพของระบบไฟฟ้าจากการป้อนข้อมูลตัวแปรต่าง ๆ เข้าไปในโปรแกรมที่จัดทำ

5.1 สรุปผลการศึกษา

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์คือเพื่อวิเคราะห์ความเสถียรของระบบไฟฟ้าในโรงงาน เพื่อหาตัวแปรที่ส่งผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าในโรงงาน และ เพื่อจัดทำโปรแกรมที่สามารถวิเคราะห์ความเสถียรของระบบไฟฟ้า ซึ่งได้แบ่งการศึกษาออกเป็น 2 ส่วนคือ 1.การจัดทำโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบไฟฟ้าจาก 3 ตัวแปร และการจัดทำโปรแกรมเพื่อวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบไฟฟ้าจาก 5 ตัวแปร 2.การวิเคราะห์ด้วยโมเดล Neural Networks จำนวน 2 โมเดล คือ Linear Model และ Logistic Model

จากข้อมูลตัวอย่าง 4 แห่ง โดยแห่งแรก คือโรงงานพลาสติกแห่งหนึ่ง, โรงงานที่สอง คือโรงงานแป้งมันแห่งหนึ่ง, โรงงานที่สามคือโรงงานผลิตอาหารแช่แข็งแห่งหนึ่ง และ ข้อมูลแหล่งที่สี่ คือ ข้อมูลจากห้างสรรพสินค้าแห่งหนึ่ง จำนวนรวมทั้งหมด 9 ชุดข้อมูล พบว่า

จากการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมแบบ 3 ตัวแปร กับ การวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมแบบ 5 ตัวแปร พบว่าส่วนใหญ่ เมื่อทำการวิเคราะห์ด้วยโมเดลแบบเดียวกันแล้วผลลัพธ์จากการวิเคราะห์ไปในแนวทางเดียวกันแต่จะแตกต่างกันที่เปอร์เซ็นต์ของเสถียรภาพที่วัดได้ เนื่องจากตัวแปรที่เพิ่มขึ้นมา โดยผลการวิเคราะห์ด้วยโปรแกรมแบบ 5 ตัวแปร จะมีความใกล้เคียงกับสภาพการทำงานจริงของระบบมากกว่าการวิเคราะห์ด้วย 3 ตัวแปร

จากการวิเคราะห์ด้วยโมเดลทั้ง 2 แบบ คือ Linear Model และ Logistic Model แล้วพบว่า การวิเคราะห์ด้วย Linear Model ในบางชุดข้อมูลผลการวิเคราะห์ไม่สอดคล้องกับการทำงานจริงของระบบไฟฟ้า และ บางผลการวิเคราะห์ที่วิเคราะห์ได้ไม่มีเสถียรภาพเพียงพอ แต่ในการวิเคราะห์ด้วย Logistic Model พบว่าผลการวิเคราะห์มีแนวทางสอดคล้องกับการใช้งานของระบบตามจริงและผลลัพธ์จากการวิเคราะห์มีเสถียรภาพมากกว่าการใช้ Linear Model

ซึ่งพบว่า ระบบไฟฟ้าที่มีเสถียรภาพสูง พบว่าโปรแกรมสามารถวิเคราะห์ได้ด้วยทุกโมเดล ทั้งแบบ 3 ตัวแปร และ 5 ตัวแปร แต่การวิเคราะห์ด้วย Logistic Model จะได้ผลลัพธ์ที่ใกล้เคียงสถานการณ์การทำงานจริงของระบบมากกว่า Linear ในขณะที่ระบบไฟฟ้าที่มีกิจกรรมการทำงานแน่นอน

ตัวโปรแกรมที่เหมาะสมในการวิเคราะห์มีเพียง Logistic Model ซึ่งสามารถทำการวิเคราะห์แนวโน้มได้ทั้งแบบ 3 ตัวแปร และ 5 ตัวแปร ส่วน Linear Model สามารถวิเคราะห์แนวโน้มได้เพียงบางระบบเท่านั้น และ ระบบไฟฟ้าที่ไม่มีการใช้งานเป็นกิจวัตรหรือไม่มีความเสถียร Linear Model ทั้งแบบ 3 ตัวแปร และ 5 ตัวแปร ผลการวิเคราะห์มีความผิดพลาดและไม่สอดคล้องกับการทำงานจริงของระบบ ในขณะที่ Logistic Model สามารถวิเคราะห์ได้เพียงบางระบบเท่านั้น

ดังนั้นจากการทดลองพบว่าตัวโปรแกรมวิเคราะห์ความเสถียรของระบบไฟฟ้าในโรงงาน สามารถใช้ในการวิเคราะห์เสถียรภาพของระบบไฟฟ้าได้ระดับหนึ่ง เมื่อใช้การวิเคราะห์ด้วย Logistic Model ทั้งแบบ 3 ตัวแปร และ แบบ 5 ตัวแปร โดยเฉพาะอย่างยิ่งในสภาวะปกติระบบมีเสถียรภาพ หรือมีกิจวัตรคล้ายเดิม



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ปัญหาที่พบ แนวทางแก้ไขและข้อเสนอแนะ

5.2.1 ปัญหาที่พบ

1. โปรแกรมวิเคราะห์ยังไม่มีความแม่นยำเพียงพอเมื่อต้องทำการวิเคราะห์ข้อมูลที่มีความผันผวนสูง
2. อุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการวิเคราะห์ข้อมูลและใช้งานโปรแกรม เช่น คอมพิวเตอร์ มีความไม่เหมาะสมทำให้ไม่สามารถอ่านข้อมูลจำนวนมากได้

5.2.2 แนวทางแก้ไข

1. เพิ่มจำนวนข้อมูลและจำนวนการสอนโปรแกรมให้มากขึ้นหรือใช้โปรแกรมวิเคราะห์แบบ 5 ตัวแปรเนื่องจากอาจจะมีตัวแปรอื่นที่ส่งผลต่อความเสถียรของระบบไฟฟ้ามากกว่า 3 ตัวแปร
2. ทำการเพิ่มประสิทธิภาพหรือเปลี่ยนไปใช้อุปกรณ์ที่มีประสิทธิภาพสูงขึ้นเพื่อให้เพียงพอต่อการประมวลผลข้อมูลจำนวนมาก เช่น การเพิ่มประสิทธิภาพของ RAM หรือ CPU

5.2.3 ข้อเสนอแนะ

1. เนื่องจากในปัจจุบันระบบ Neural Networks มีหลายประเภทที่ใช้ในการวิเคราะห์ซึ่งอาจมีวิธีที่เหมาะสม รวดเร็ว หรือมีความน่าเชื่อถือมากกว่าวิธีที่ใช้ในงานวิจัยนี้ ดังนั้นควรมีการศึกษาด้วยวิธีการอื่น ๆ เพิ่มเติมต่อไป
2. ควรมีการเพิ่มข้อมูลเรื่องรายละเอียดของโหลดที่ใช้งานที่ต่อพ่วงกับตู้ MDB ที่นำข้อมูลมาวิเคราะห์ในโปรแกรมเพื่อดูว่าโหลดใดส่งผลกระทบต่อค่าตัวแปรต่าง ๆ อย่างไรบ้าง
3. ควรมีการป้อนข้อมูลที่จำลองมาจากสถานการณ์ที่ผิดปกติแบบยิ่งยวด (Extremely Case) เพื่อให้โปรแกรมเกิดการเรียนรู้และดูแลตอบสนองจากการวิเคราะห์ของโปรแกรม
4. ในอนาคตควรเพิ่มการแจ้งเตือนโดยอัตโนมัติ เมื่อโปรแกรมตรวจพบความผิดปกติของระบบไฟฟ้า

บรรณานุกรม

- [1] การไฟฟ้านครหลวง. “การปรับปรุงค่า Power Factor.” [Online]. Available : <https://www.mea.or.th/profile/110/269>. 2021.
- [2] IEEE 519 -1992 standard, IEEE standards board. “IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power system” **IEEE std. 519-1992**. New York, 1993.
- [3] R.C.Dugan, M.McGranaghan, S.Santoso, H.Beaty. **Electrical Power Systems Quality**, 3rd Ed. New York : McGraw-Hill. 2012.
- [4] Wagner, V.E.Balda, J.C. Griffith, D.C. McEachern, A. Barnes T.M. Hartmann D.P. Phileggi D.J. Emmanuel A.E. Horton, W.F. Reid, W.E. Ferraro, R.J. Jewell, W.T., "Effects of harmonics on equipment." **Power Delivery, IEEE Transactions.**, vol.8, no.2, 1993, pp. 672-680.
- [5] Heidarali Shayanfar and Ahad Mokhtarpour, Management. **Control and Automation of Power Quality Improvement**. Intechopen. 2011.
- [6] Satish Kumar. **Neural Networks**. Singapore : McGraw-Hill. 2005.
- [7] J. Wesley Hines. **Fuzzy and Neural Approaches in Engineering**. United States of America : A Wiley-Interscience Publication. 1997.
- [8] Micheal Negnevitsky. **Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems**. Second Edition. England : Addison Wesley. 2005.
- [9] Morteza Ghobakhloo, Jose Benitez-Amado and Daniel Arias-Aranda. **Reasons for information technology adoption and sophistication within manufacturing SMEs**. POMS 22nd Annual Conference: Operations management: The enabling link Reno, Nevada, U.S.A. 2011.
- [10] Christine Moorman, Rohit Deshpande, and Gerald Zaltman. **Factors Affecting Trust in Market Research Relationships**. American Marketing Association Publications Group 1993.
- [11] Schober, Patrick MD, PhD, MMedStat*; Vetter, Thomas R. MD, MPH. “**Logistic Regression in Medical Research**” *Anesthesia & Analgesia*: February 2021 - Volume 132 - Issue 2 - p 365-366

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- [12] Prangpen Sornkaew, Nattaporn Charoentham, Sattrawut Ponboon, and Kunawee Kanitpong. “**The Study of Influencing Factors on Injuries and Fatality of Bus Rollover Accidents**” Technical Education Journal : King Mongkut’s University of Technology North Bangkok Vol. 11 No. 3 September – December, 2020
- [13] Mirza Cilimkovic. “**Neural Networks and Back Propagation Algorithm.**” Institute of Technology Blanchardstown. 2011.
- [14] Monica Bianchini, Marco Maggini, and Lakhmi C. Jain. “**Handbook on Neural Information Processing.**” Intelligent System Reference Library., ISRL, volume 49, 2013.
- [15] School of Electrical and Electronics Department of Electronics and Communications. N.a. “**Unit 1 Fundamentals of Artificial Neural Networks SEC169**”. Sathyabama Institute of Science and Technology, India.



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ก.

ตัวอย่างข้อมูลจากแหล่งข้อมูลจริง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูลดิบจากตู้ MDB-A

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
D01 00:00:01	230.26	167.53	0.96	1.50	11.74	229.89	207.90	0.95	1.40	9.21	229.83	198.93	0.94	1.34	11.69
D01 00:00:02	230.13	162.60	0.95	1.42	14.31	229.63	200.63	0.94	1.38	11.84	229.44	195.80	0.93	1.38	13.66
D01 00:00:03	230.02	162.18	0.95	1.43	14.15	229.48	216.81	0.95	1.39	11.55	229.40	200.99	0.95	1.36	13.56
D01 00:00:04	230.37	161.76	0.96	1.51	13.04	229.89	203.31	0.94	1.39	11.41	229.75	198.24	0.93	1.37	12.59
D01 00:00:05	230.24	154.91	0.94	1.46	13.56	229.55	206.93	0.94	1.36	10.98	229.74	190.82	0.94	1.39	12.94
D01 00:00:06	230.29	158.37	0.94	1.48	12.75	229.72	218.98	0.95	1.38	10.19	229.99	192.61	0.95	1.37	11.99
D01 00:00:07	230.26	167.93	0.96	1.51	12.03	229.70	218.67	0.95	1.36	8.09	229.53	207.71	0.94	1.32	10.85
D01 00:00:08	230.09	157.95	0.95	1.47	13.01	229.37	214.62	0.94	1.37	8.82	229.45	201.67	0.95	1.32	12.01
D01 00:00:09	230.16	152.26	0.93	1.44	13.49	229.80	196.89	0.94	1.41	11.21	229.73	181.60	0.93	1.35	14.30
D01 00:00:10	229.96	169.94	0.97	1.44	14.09	229.49	210.17	0.96	1.39	12.09	229.33	208.70	0.95	1.40	13.14
D01 00:00:11	230.20	160.92	0.95	1.48	12.56	229.74	204.96	0.95	1.39	9.17	229.73	196.15	0.94	1.36	12.38
D01 00:00:12	230.06	167.12	0.95	1.47	13.69	229.66	213.67	0.95	1.35	10.97	229.50	201.67	0.94	1.35	12.77
D01 00:00:13	230.49	179.63	0.98	1.52	11.06	229.51	219.90	0.96	1.38	10.22	229.32	227.60	0.95	1.31	10.23
D01 00:00:14	230.34	167.12	0.97	1.50	12.25	229.52	208.88	0.95	1.38	10.42	229.47	207.05	0.94	1.35	10.66
D01 00:00:15	230.07	161.34	0.95	1.47	12.17	229.89	196.89	0.95	1.43	9.68	229.55	186.45	0.92	1.32	12.66
D01 00:00:16	230.14	161.76	0.95	1.51	12.07	229.58	208.55	0.94	1.37	8.87	229.52	201.33	0.94	1.32	11.32
D01 00:00:17	230.14	166.72	0.96	1.44	13.81	228.95	233.02	0.94	1.40	10.74	229.29	225.17	0.97	1.35	12.03
D01 00:00:18	231.09	168.33	0.99	1.52	14.58	230.06	198.94	0.99	1.44	14.39	229.93	203.37	0.98	1.40	13.13
D01 00:00:19	230.56	175.82	0.98	1.54	11.77	229.82	216.81	0.97	1.41	10.98	229.78	215.19	0.97	1.30	11.68
D01 00:00:20	230.04	163.43	0.95	1.48	13.57	229.33	207.90	0.94	1.40	10.84	229.27	198.24	0.93	1.38	12.85
D01 00:00:21	230.13	160.50	0.96	1.51	13.53	229.06	218.67	0.94	1.35	8.13	229.20	212.62	0.95	1.35	10.80
D01 00:00:22	229.70	174.27	0.96	1.45	11.48	229.28	217.74	0.95	1.38	8.32	229.00	208.04	0.94	1.29	10.92
D01 00:00:23	230.37	167.12	0.98	1.52	12.15	229.54	202.97	0.95	1.37	10.90	229.26	212.29	0.95	1.31	10.60
D01 00:00:24	230.07	163.01	0.95	1.48	13.19	229.32	210.81	0.94	1.35	10.67	229.04	205.72	0.94	1.35	12.17
D01 00:00:25	229.90	162.60	0.95	1.43	13.96	229.28	205.62	0.94	1.38	12.76	229.05	197.54	0.93	1.32	14.38
D01 00:00:26	229.64	163.43	0.95	1.50	13.26	229.14	213.67	0.95	1.42	11.06	229.00	200.65	0.94	1.37	12.61
D01 00:00:27	229.89	160.92	0.95	1.49	13.55	229.06	222.04	0.94	1.34	10.14	229.39	203.37	0.95	1.38	12.87
D01 00:00:28	229.70	161.34	0.95	1.46	11.71	229.19	208.55	0.95	1.40	9.14	229.22	195.44	0.94	1.36	12.23
D01 00:00:29	229.95	166.72	0.95	1.49	11.36	229.39	221.74	0.95	1.40	8.52	229.13	204.72	0.95	1.33	11.27
D01 00:00:30	230.08	157.09	0.94	1.47	12.30	229.79	200.29	0.95	1.45	9.50	229.46	186.08	0.93	1.37	12.53
D01 00:00:31	230.36	158.80	0.95	1.50	12.80	229.74	201.97	0.94	1.42	9.48	229.64	194.39	0.93	1.37	12.55
D01 00:00:32	230.22	155.79	0.95	1.46	14.60	229.60	202.31	0.94	1.38	12.23	229.67	187.19	0.93	1.38	14.67
D01 00:00:33	230.72	157.09	0.97	1.46	14.82	229.78	206.60	0.96	1.36	11.66	229.73	198.24	0.96	1.42	13.67
D01 00:00:34	230.28	165.90	0.96	1.47	11.71	229.79	214.30	0.95	1.40	10.53	229.82	201.67	0.94	1.38	12.15
D01 00:00:35	230.75	169.14	0.98	1.49	12.70	229.99	215.87	0.98	1.39	8.68	229.86	204.72	0.97	1.34	12.27
D01 00:00:36	230.23	173.10	0.97	1.49	11.86	229.36	213.36	0.95	1.41	8.40	229.10	220.86	0.95	1.28	10.60
D01 00:00:37	230.10	159.23	0.95	1.51	12.70	229.52	196.55	0.95	1.42	9.29	229.36	189.74	0.92	1.34	12.47

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ วัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการดำเนินงานเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่หรือใช้ประโยชน์อื่นใดได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
D01 00:00:38	229.88	168.33	0.95	1.48	12.03	229.07	236.48	0.95	1.40	9.14	229.36	216.78	0.96	1.35	11.04
D01 00:00:39	229.98	164.67	0.96	1.49	13.12	229.16	214.93	0.95	1.36	10.37	229.14	209.36	0.95	1.36	11.30
D01 00:00:40	229.78	163.01	0.96	1.45	13.66	228.79	222.65	0.94	1.37	10.95	229.05	213.91	0.95	1.34	13.37
D01 00:00:41	229.78	164.67	0.96	1.49	12.35	229.06	210.17	0.94	1.44	11.16	228.95	206.39	0.94	1.35	11.90
D01 00:00:42	229.97	160.92	0.96	1.48	13.15	229.23	208.55	0.94	1.40	11.41	229.00	205.05	0.93	1.36	12.89
D01 00:00:43	229.63	157.52	0.95	1.52	12.43	229.38	190.62	0.94	1.41	10.30	229.00	189.74	0.92	1.34	11.78
D01 00:00:44	230.05	154.91	0.95	1.45	12.67	228.97	227.75	0.94	1.37	7.93	229.36	206.72	0.96	1.37	11.52
D01 00:00:45	229.57	177.35	0.95	1.50	10.96	229.36	226.56	0.96	1.42	8.56	229.22	208.04	0.95	1.36	11.41
D01 00:00:46	230.27	153.59	0.97	1.51	14.29	229.22	218.67	0.96	1.40	11.34	229.39	203.71	0.97	1.37	11.40
D01 00:00:47	229.50	162.18	0.96	1.47	14.53	228.98	202.97	0.94	1.49	12.34	228.47	206.39	0.93	1.31	12.71
D01 00:00:48	229.70	158.80	0.95	1.48	14.75	229.13	199.62	0.94	1.42	12.55	228.86	196.50	0.93	1.37	14.07
D01 00:00:49	229.85	166.31	0.97	1.49	12.07	229.23	201.64	0.94	1.42	9.54	228.97	207.71	0.93	1.41	11.29
D01 00:00:50	230.13	160.50	0.95	1.46	14.21	229.24	212.40	0.94	1.34	10.69	229.27	209.69	0.95	1.32	12.40
D01 00:00:51	230.00	165.49	0.96	1.47	12.33	229.19	211.77	0.94	1.41	8.92	229.15	207.05	0.94	1.33	11.37
D01 00:00:52	229.89	168.33	0.97	1.51	11.41	229.02	220.52	0.94	1.40	10.01	228.97	218.67	0.95	1.36	10.91
D01 00:00:53	229.70	179.26	0.96	1.57	10.68	229.53	214.93	0.97	1.42	12.10	229.28	197.54	0.94	1.36	11.61
D01 00:00:54	230.17	151.82	0.96	1.45	13.94	229.43	200.97	0.95	1.40	11.77	229.32	187.55	0.94	1.35	13.48
D01 00:00:55	229.69	168.33	0.96	1.50	13.66	229.42	201.30	0.95	1.37	12.96	229.10	199.62	0.93	1.37	13.61
D01 00:00:56	229.84	155.35	0.96	1.49	13.03	229.42	205.29	0.95	1.42	11.47	229.29	191.18	0.95	1.40	13.49
D01 00:00:57	230.02	157.95	0.96	1.56	13.48	229.24	210.49	0.95	1.40	12.63	229.20	195.44	0.95	1.39	12.22
D01 00:00:58	230.21	163.84	0.96	1.50	12.14	229.67	218.67	0.96	1.41	9.41	229.57	195.44	0.95	1.37	11.62
D01 00:00:59	231.18	177.74	0.99	1.57	10.64	230.34	194.13	0.99	1.46	9.83	229.78	209.36	0.97	1.32	11.34
D01 00:01:00	231.67	149.11	0.98	1.50	13.65	230.73	185.59	0.99	1.42	10.20	230.61	181.60	0.99	1.39	14.21
D01 00:01:01	230.14	156.65	0.96	1.50	9.10	229.51	202.64	0.95	1.43	9.28	229.35	190.46	0.94	1.37	12.82
D01 00:01:02	229.86	186.30	0.98	1.51	11.26	229.21	224.76	0.96	1.40	10.50	228.89	224.56	0.95	1.32	11.32
D01 00:01:03	230.96	157.52	0.99	1.53	15.51	230.02	207.58	0.99	1.41	12.35	230.04	196.15	0.99	1.42	13.82
D01 00:01:04	230.11	161.76	0.96	1.49	12.14	229.42	204.96	0.94	1.45	8.95	229.20	201.33	0.93	1.35	11.84
D01 00:01:05	229.96	165.90	0.95	1.48	12.28	229.34	210.81	0.95	1.41	11.16	229.22	202.35	0.93	1.37	12.35
D01 00:01:06	229.77	162.18	0.95	1.51	12.26	229.18	214.62	0.95	1.40	9.74	229.04	200.65	0.94	1.32	11.29
D01 00:01:07	230.13	165.08	0.96	1.52	12.17	229.23	224.16	0.94	1.40	7.94	229.37	218.36	0.95	1.43	10.56
D01 00:01:08	230.15	160.50	0.95	1.49	12.73	229.34	222.04	0.94	1.42	7.98	229.50	209.03	0.95	1.33	10.81
D01 00:01:09	230.33	165.49	0.96	1.50	12.69	229.39	224.46	0.94	1.42	10.13	229.55	219.30	0.95	1.34	11.19
D01 00:01:10	230.14	165.49	0.96	1.44	13.79	229.44	210.49	0.94	1.41	12.12	229.28	210.67	0.94	1.34	13.15
D01 00:01:11	230.17	169.54	0.96	1.52	12.11	229.53	218.36	0.94	1.38	10.47	229.44	214.55	0.94	1.36	11.76
D01 00:01:12	230.36	170.73	0.98	1.49	12.38	229.79	199.96	0.96	1.39	11.61	229.27	208.04	0.94	1.36	11.64
D01 00:01:13	230.13	155.35	0.96	1.58	12.45	229.37	214.30	0.94	1.37	7.89	229.50	199.96	0.95	1.41	11.13
D01 00:01:14	229.78	154.47	0.94	1.50	13.18	229.16	214.62	0.93	1.38	8.26	229.34	200.99	0.94	1.42	12.09
D01 00:01:15	230.06	175.43	0.96	1.51	11.02	229.42	235.33	0.95	1.38	9.33	229.53	223.64	0.96	1.35	10.53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
D01 00:01:16	230.28	175.05	0.96	1.59	11.50	229.42	238.18	0.95	1.38	10.49	229.42	224.87	0.95	1.40	10.22
D01 00:01:17	230.07	159.65	0.95	1.41	14.42	229.51	215.25	0.94	1.41	11.68	229.49	202.01	0.94	1.34	13.69
D01 00:01:18	230.11	163.01	0.95	1.43	13.49	229.78	201.30	0.95	1.41	12.29	229.44	191.18	0.92	1.36	14.30
D01 00:01:19	230.02	170.73	0.95	1.51	11.82	229.75	206.60	0.95	1.41	9.69	229.18	197.89	0.92	1.30	12.97
D01 00:01:20	230.08	160.50	0.95	1.55	13.03	229.47	210.81	0.94	1.38	10.58	229.39	203.37	0.94	1.39	11.80
D01 00:01:21	230.56	161.34	0.96	1.55	12.63	229.78	207.58	0.95	1.41	10.44	229.59	200.99	0.94	1.36	11.53
D01 00:01:22	230.35	169.14	0.96	1.51	11.73	229.73	220.21	0.95	1.42	8.30	229.68	210.34	0.95	1.40	11.10
D01 00:01:23	230.74	167.53	0.98	1.58	12.01	230.15	195.52	0.97	1.47	9.44	229.69	204.72	0.95	1.32	11.41
D01 00:01:24	231.04	163.43	0.99	1.52	13.56	230.19	196.89	0.98	1.45	13.75	229.80	196.50	0.96	1.39	12.28
D01 00:01:25	232.29	169.94	0.94	1.51	14.08	231.11	196.89	0.97	1.39	14.17	230.92	198.24	0.98	1.37	13.48
D01 00:01:26	232.97	174.66	0.94	1.57	12.08	231.39	212.09	0.97	1.45	12.65	231.23	215.19	0.97	1.38	11.86
D01 00:01:27	233.49	178.50	0.88	1.50	12.56	232.14	220.21	0.91	1.42	12.43	232.05	208.04	0.91	1.37	12.09
D01 00:01:28	232.72	155.35	0.95	1.55	13.07	231.65	193.78	0.98	1.45	10.20	231.39	186.82	0.97	1.41	12.89
D01 00:01:29	232.19	167.53	0.97	1.54	12.15	231.28	199.62	0.98	1.42	11.23	230.93	199.96	0.99	1.35	11.82
D01 00:01:30	232.24	153.59	0.97	1.58	13.82	231.12	185.59	0.98	1.43	12.22	230.73	175.44	0.99	1.41	13.45
D01 00:01:31	231.66	155.35	0.99	1.57	13.75	230.40	186.32	0.99	1.44	9.75	230.30	192.97	0.99	1.37	12.42
D01 00:01:32	230.06	156.22	0.94	1.45	14.91	229.47	209.84	0.93	1.44	11.69	229.43	196.50	0.93	1.37	14.95
D01 00:01:33	230.02	171.92	0.95	1.52	12.70	229.31	216.19	0.95	1.41	10.63	229.35	201.67	0.93	1.38	12.88
D01 00:01:34	229.76	164.67	0.95	1.51	13.03	229.10	217.12	0.94	1.37	10.87	229.18	201.67	0.93	1.35	12.68
D01 00:01:35	230.07	163.01	0.95	1.49	12.19	229.52	219.29	0.94	1.38	8.99	229.48	208.70	0.94	1.37	11.28
D01 00:01:36	230.10	162.60	0.95	1.53	12.00	229.57	205.95	0.94	1.42	9.13	229.39	196.50	0.93	1.35	11.52
D01 00:01:37	230.02	154.47	0.94	1.56	12.68	229.66	198.60	0.93	1.35	12.42	229.43	185.34	0.92	1.39	10.23
D01 00:01:38	230.35	157.95	0.94	1.50	12.08	229.83	195.17	0.94	1.40	9.33	229.55	188.28	0.91	1.42	12.82
D01 00:01:39	229.96	158.37	0.94	1.46	14.42	229.64	195.86	0.93	1.45	12.20	229.50	190.82	0.92	1.32	14.16
D01 00:01:40	230.18	163.84	0.95	1.49	13.85	229.71	197.24	0.93	1.40	12.46	229.40	200.31	0.93	1.33	13.33
D01 00:01:41	230.73	172.31	0.99	1.55	11.35	230.15	191.68	0.96	1.44	10.40	229.48	215.82	0.95	1.32	11.03
D01 00:01:42	229.96	165.90	0.95	1.47	12.33	229.19	219.90	0.94	1.36	8.62	229.32	211.00	0.95	1.33	11.78
D01 00:01:43	229.90	170.34	0.97	1.57	8.70	229.47	200.29	0.96	1.37	9.13	229.15	200.65	0.95	1.33	9.05
D01 00:01:44	229.70	166.72	0.95	1.57	8.67	228.88	222.65	0.94	1.38	7.68	228.91	215.19	0.95	1.36	10.32
D01 00:01:45	229.99	170.73	0.96	1.51	12.01	229.54	210.49	0.96	1.39	8.52	229.45	197.89	0.94	1.34	11.78
D01 00:01:46	229.69	176.20	0.95	1.48	11.77	228.90	230.40	0.94	1.39	8.04	229.02	223.33	0.95	1.31	11.01
D01 00:01:47	230.08	167.12	0.98	1.49	13.43	229.59	203.97	0.97	1.43	12.37	229.18	200.31	0.96	1.32	13.51
D01 00:01:48	230.66	171.92	0.99	1.50	12.19	230.32	200.29	0.99	1.41	11.98	229.85	181.22	0.98	1.35	14.22
D01 00:01:49	229.54	170.73	0.95	1.46	12.30	229.29	212.09	0.95	1.38	11.23	229.18	199.62	0.93	1.33	12.60
D01 00:01:50	229.46	179.26	0.95	1.56	8.27	229.25	213.36	0.95	1.44	10.38	229.00	207.71	0.93	1.35	10.22
D01 00:01:51	230.97	157.95	0.99	1.53	12.64	229.94	192.38	0.99	1.44	9.62	229.82	191.90	0.99	1.33	12.15
D01 00:01:52	229.72	162.60	0.96	1.52	12.00	229.29	204.30	0.97	1.40	8.95	229.22	189.37	0.96	1.32	12.33
D01 00:01:53	229.52	178.12	0.96	1.57	11.08	229.05	216.81	0.96	1.42	7.94	228.83	213.58	0.95	1.33	10.61

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูลดิบจากตู้ MDB-B

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
D01 15:00:00	271.14	154.34	0.96	8.64	23.35	234.59	190.04	0.92	8.97	19.95	200.00	181.70	0.91	9.94	36.25
D01 15:00:01	271.52	157.66	0.96	8.62	22.89	234.61	183.25	0.92	8.94	19.93	200.11	166.92	0.89	10.03	39.68
D01 15:00:02	271.22	159.44	0.96	8.65	22.85	234.61	196.83	0.93	8.98	18.70	200.10	176.10	0.90	10.00	36.85
D01 15:00:03	271.31	146.52	0.95	8.70	24.29	234.85	215.70	0.94	8.98	17.73	199.99	205.60	0.92	9.90	31.80
D01 15:00:04	271.40	163.81	0.96	8.67	21.79	234.71	208.40	0.93	8.98	17.31	200.33	188.40	0.91	9.96	34.64
D01 15:00:05	271.70	145.55	0.95	8.60	25.80	234.88	174.33	0.91	9.04	22.71	200.46	173.92	0.90	9.96	38.47
D01 15:00:06	271.83	155.56	0.96	8.63	22.53	234.87	202.00	0.93	8.91	18.03	200.34	166.35	0.89	9.98	40.08
D01 15:00:07	271.73	151.88	0.96	8.68	23.97	234.60	209.97	0.93	8.95	17.08	200.03	176.10	0.90	10.00	37.41
D01 15:00:08	271.75	181.01	0.97	8.60	20.37	235.16	200.60	0.93	8.94	18.15	200.69	179.85	0.90	9.98	35.49
D01 15:00:09	272.01	180.75	0.97	8.60	20.81	235.21	189.05	0.91	8.95	19.20	200.71	169.47	0.90	10.01	38.16
D01 15:00:10	271.57	184.11	0.97	8.58	19.85	234.92	205.23	0.92	8.94	18.16	200.45	179.06	0.91	9.97	35.24
D01 15:00:11	271.68	194.31	0.97	8.60	19.14	235.03	206.59	0.92	8.96	17.36	200.62	184.05	0.91	10.04	34.06
D01 15:00:12	270.98	171.67	0.96	8.65	20.68	234.39	226.93	0.93	8.91	15.39	199.89	184.83	0.91	9.98	34.60
D01 15:00:13	270.74	170.01	0.96	8.65	20.68	234.21	212.85	0.92	8.92	16.61	199.86	187.90	0.92	9.94	33.74
D01 15:00:14	271.38	169.18	0.96	8.61	21.09	234.49	203.16	0.92	9.00	17.52	200.13	180.38	0.91	10.04	35.47
D01 15:00:15	271.64	188.15	0.97	8.57	19.01	234.92	177.27	0.91	9.01	21.76	200.42	171.16	0.90	10.10	37.29
D01 15:00:16	271.71	169.18	0.96	8.68	21.11	234.93	218.94	0.93	8.92	16.40	200.36	191.42	0.92	9.94	33.33
D01 15:00:17	271.49	173.85	0.96	8.61	20.36	235.05	211.31	0.92	8.90	17.35	200.45	179.06	0.91	10.00	35.32
D01 15:00:18	271.24	168.35	0.96	8.63	20.70	234.66	202.00	0.92	8.95	17.45	200.34	180.91	0.92	9.97	34.68
D01 15:00:19	270.98	201.68	0.97	8.58	17.15	234.68	194.43	0.91	8.94	19.16	200.36	170.60	0.91	10.06	36.30
D01 15:00:20	271.38	166.38	0.96	8.63	22.34	234.50	230.01	0.92	8.88	15.36	200.30	179.06	0.91	9.94	35.68
D01 15:00:21	271.22	170.84	0.96	8.64	20.42	234.60	220.22	0.92	8.98	15.48	200.10	200.67	0.93	9.92	31.08
D01 15:00:22	271.68	173.85	0.96	8.64	20.63	234.73	238.81	0.93	8.88	15.16	200.42	194.88	0.92	9.95	32.15
D01 15:00:23	271.05	165.81	0.96	8.60	21.58	234.65	202.00	0.92	9.05	18.48	200.17	194.39	0.93	9.89	32.74
D01 15:00:24	271.35	179.18	0.97	8.59	20.49	234.52	198.96	0.92	8.96	19.06	200.14	183.01	0.92	10.00	34.51
D01 15:00:25	270.56	163.52	0.96	8.64	22.00	234.05	201.54	0.92	9.02	19.05	199.62	195.61	0.93	9.92	33.09
D01 15:00:26	270.67	178.39	0.97	8.62	20.79	234.25	211.08	0.92	8.92	16.99	199.86	177.72	0.91	10.01	35.48
D01 15:00:27	270.64	178.13	0.97	8.61	19.49	233.92	221.07	0.92	8.96	15.82	199.89	176.64	0.91	9.93	35.85
D01 15:00:28	271.30	178.92	0.97	8.59	19.86	234.51	203.85	0.92	8.96	18.50	200.20	186.11	0.92	9.94	33.98
D01 15:00:29	270.85	176.80	0.96	8.58	20.25	234.10	216.35	0.92	8.95	16.41	199.92	177.18	0.91	10.00	35.19
D01 15:00:30	271.06	177.07	0.97	8.62	19.54	234.29	220.00	0.92	8.94	15.71	200.01	185.86	0.92	10.00	33.66
D01 15:00:31	270.76	200.74	0.97	8.63	16.87	233.67	239.60	0.93	8.93	14.63	199.68	186.11	0.92	10.03	32.44
D01 15:00:32	271.29	171.12	0.96	8.62	20.30	234.51	200.37	0.92	8.99	18.48	200.19	185.08	0.92	9.99	33.82
D01 15:00:33	270.47	196.72	0.97	8.61	17.61	234.17	191.27	0.91	9.07	20.03	199.75	188.91	0.92	10.07	32.88
D01 15:00:34	271.00	188.40	0.97	8.61	18.36	234.62	203.16	0.92	8.87	17.33	200.20	175.29	0.91	10.09	36.07
D01 15:00:35	271.35	171.67	0.96	8.60	20.44	234.45	228.17	0.92	8.92	15.78	200.15	196.34	0.92	9.92	32.80
D01 15:00:36	271.03	174.93	0.96	8.60	20.16	234.53	203.39	0.92	8.97	18.59	200.17	192.91	0.92	9.99	32.73
D01 15:00:37	271.44	174.12	0.96	8.56	20.77	234.75	192.25	0.91	8.98	19.89	200.45	180.65	0.92	9.99	35.01
D01 15:00:38	270.90	184.11	0.97	8.60	19.38	234.28	223.60	0.93	8.97	15.94	200.16	198.03	0.92	9.98	31.42
D01 15:00:39	271.41	155.56	0.96	8.67	23.60	234.41	218.72	0.93	8.93	16.57	200.06	183.79	0.91	9.96	34.60
D01 15:00:40	270.77	155.86	0.96	8.63	22.94	234.57	168.59	0.91	9.06	23.60	199.99	173.92	0.91	10.00	38.24
D01 15:00:41	271.03	163.23	0.96	8.58	22.28	234.61	175.41	0.91	9.00	22.62	200.23	172.82	0.90	9.99	37.78
D01 15:00:42	271.01	162.66	0.96	8.58	21.92	234.43	192.73	0.92	8.92	18.92	200.15	172.27	0.90	10.00	37.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารของบริษัทฯ การใช้งานโดยไม่ได้รับอนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับความยินยอม

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
D01 15:00:43	270.83	167.50	0.96	8.60	21.62	234.31	215.48	0.93	8.94	17.14	199.94	197.55	0.92	9.95	31.87
D01 15:00:44	270.96	158.26	0.96	8.64	22.72	233.90	215.05	0.93	8.92	16.59	199.94	169.47	0.90	9.98	38.00
D01 15:00:45	270.36	156.76	0.96	8.62	23.23	233.85	180.41	0.92	9.05	21.27	199.60	180.38	0.91	9.99	35.78
D01 15:00:46	270.89	169.18	0.96	8.54	21.38	234.17	181.97	0.91	8.99	21.86	200.15	168.91	0.90	9.99	38.31
D01 15:00:47	270.78	170.57	0.96	8.57	20.87	234.20	194.19	0.92	8.96	18.67	200.00	173.37	0.91	10.03	36.83
D01 15:00:48	270.72	160.03	0.96	8.61	22.10	233.95	222.55	0.93	8.91	16.23	199.67	188.15	0.92	9.90	33.94
D01 15:00:49	271.22	161.79	0.96	8.56	22.17	234.44	193.95	0.92	8.97	19.26	200.18	173.37	0.91	10.00	36.93
D01 15:00:50	271.04	189.90	0.97	8.56	18.01	234.42	185.54	0.91	9.02	20.34	200.23	172.82	0.91	10.07	36.61
D01 15:00:51	271.37	174.39	0.96	8.62	20.94	234.34	199.90	0.91	8.98	17.87	200.01	182.23	0.92	10.02	34.33
D01 15:00:52	271.09	185.38	0.97	8.61	18.79	234.01	224.23	0.92	8.95	15.90	200.00	176.64	0.91	10.07	35.02
D01 15:00:53	271.27	161.20	0.96	8.60	22.96	234.32	222.13	0.94	8.97	16.82	199.98	197.55	0.92	9.95	32.65
D01 15:00:54	271.08	154.03	0.96	8.61	22.97	234.43	186.55	0.92	9.04	20.62	199.91	183.27	0.91	9.99	35.65
D01 15:00:55	271.18	159.15	0.96	8.62	23.03	234.51	190.04	0.92	9.03	20.21	200.06	178.52	0.91	10.03	36.46
D01 15:00:56	270.84	182.82	0.97	8.60	20.27	234.24	194.91	0.92	8.98	18.54	199.98	165.20	0.89	10.05	38.94
D01 15:00:57	271.75	166.66	0.96	8.64	21.50	234.56	208.62	0.93	8.91	17.61	200.32	170.32	0.89	10.03	38.50
D01 15:00:58	271.34	168.35	0.96	8.60	21.87	234.91	195.15	0.93	9.03	19.74	200.40	190.92	0.91	9.99	34.06
D01 15:00:59	271.29	164.10	0.96	8.56	22.97	234.77	168.87	0.92	9.06	23.70	200.32	175.56	0.90	10.01	37.87
D01 15:01:00	271.30	159.44	0.96	8.64	23.87	234.36	190.53	0.92	8.95	19.85	199.95	161.40	0.88	10.06	40.66
D01 15:01:01	270.94	157.66	0.96	8.59	24.27	234.07	200.37	0.93	8.97	18.81	200.02	164.91	0.89	10.01	39.87
D01 15:01:02	271.10	167.50	0.96	8.57	22.14	234.61	173.25	0.92	9.06	23.34	200.22	164.62	0.89	10.00	40.98
D01 15:01:03	271.81	177.33	0.97	8.57	20.31	235.05	208.62	0.93	8.98	18.39	200.53	191.67	0.91	9.97	34.16
D01 15:01:04	271.91	152.50	0.95	8.61	23.81	234.82	199.19	0.92	8.90	18.85	200.27	165.49	0.89	9.99	41.04
D01 15:01:05	271.59	163.23	0.96	8.60	22.46	234.59	208.85	0.93	8.96	17.66	200.12	166.64	0.89	10.03	39.54
D01 15:01:06	271.26	151.57	0.96	8.59	24.37	234.73	198.72	0.93	9.01	19.21	199.99	183.79	0.91	9.95	36.16
D01 15:01:07	271.19	151.88	0.95	8.60	24.09	234.76	186.55	0.92	8.98	21.04	200.15	184.83	0.91	9.97	36.09
D01 15:01:08	271.37	152.81	0.95	8.60	23.86	234.85	184.27	0.92	9.05	21.57	200.32	183.79	0.91	9.94	36.61
D01 15:01:09	271.52	173.31	0.97	8.61	20.43	234.59	220.43	0.93	8.99	16.32	200.17	186.37	0.91	9.92	34.86
D01 15:01:10	271.56	164.38	0.96	8.61	21.73	234.77	207.72	0.93	8.99	17.42	200.17	184.05	0.91	9.97	35.81
D01 15:01:11	271.82	151.88	0.96	8.58	24.77	235.05	168.03	0.91	9.05	23.34	200.37	161.99	0.89	10.00	42.10
D01 15:01:12	271.31	169.46	0.96	8.58	20.86	234.51	186.30	0.93	9.03	20.46	200.04	174.47	0.90	9.97	37.35
D01 15:01:13	271.37	156.46	0.96	8.63	23.18	234.93	211.75	0.93	9.01	17.97	200.05	194.88	0.91	9.95	33.79
D01 15:01:14	271.49	155.56	0.96	8.63	23.41	234.87	225.69	0.94	8.93	16.01	200.29	184.57	0.90	9.94	36.03
D01 15:01:15	271.24	195.27	0.97	8.50	18.25	234.76	168.31	0.92	9.03	23.22	200.35	164.33	0.89	9.97	40.44
D01 15:01:16	270.93	183.59	0.97	8.55	20.90	234.55	177.53	0.92	9.03	22.63	200.09	170.32	0.89	10.04	39.29
D01 15:01:17	271.78	160.62	0.96	8.56	22.56	234.83	184.27	0.92	9.05	21.24	200.22	172.27	0.90	10.02	39.44
D01 15:01:18	271.38	175.73	0.97	8.58	20.27	234.74	208.17	0.93	9.01	18.14	200.20	192.91	0.91	9.95	33.79
D01 15:01:19	271.73	155.86	0.96	8.60	23.29	234.98	198.25	0.92	8.92	18.33	200.40	164.04	0.89	9.96	41.37
D01 15:01:20	271.55	160.32	0.96	8.57	23.55	234.69	180.15	0.92	9.02	21.74	200.14	173.10	0.90	10.02	38.37
D01 15:01:21	271.23	169.74	0.96	8.56	21.01	234.75	165.22	0.91	9.08	24.13	200.00	163.46	0.89	10.01	40.35
D01 15:01:22	271.70	163.52	0.96	8.61	22.19	234.95	213.29	0.92	8.98	16.66	200.34	182.23	0.91	9.96	35.28
D01 15:01:23	271.66	164.96	0.96	8.59	21.32	234.74	226.31	0.93	8.96	15.70	200.08	196.58	0.92	9.93	32.77
D01 15:01:24	271.63	175.20	0.96	8.53	21.33	234.58	217.00	0.92	8.95	16.63	200.18	183.01	0.92	9.99	34.16
D01 15:01:25	271.78	165.81	0.96	8.57	22.65	235.03	206.82	0.92	9.03	17.10	200.30	175.83	0.91	10.01	36.77
D01 15:01:26	271.74	162.08	0.96	8.60	21.85	234.85	202.00	0.92	8.99	17.76	200.36	171.99	0.91	10.01	37.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
D01 15:01:27	271.86	166.38	0.96	8.68	22.20	234.70	240.38	0.93	8.85	15.01	200.07	174.19	0.90	10.05	37.22
D01 15:01:28	272.05	161.20	0.96	8.60	22.34	235.11	204.54	0.93	8.99	18.34	200.46	182.75	0.91	9.98	35.41
D01 15:01:29	271.97	154.03	0.96	8.53	22.80	235.49	161.77	0.91	9.01	24.01	200.51	171.71	0.91	10.04	37.58
D01 15:01:30	272.04	158.55	0.96	8.57	22.23	235.39	180.41	0.92	9.03	20.91	200.62	170.88	0.90	9.96	37.74
D01 15:01:31	271.93	165.24	0.96	8.60	20.92	235.20	223.81	0.93	8.92	15.41	200.38	187.13	0.92	9.95	33.22
D01 15:01:32	271.50	158.85	0.96	8.58	21.90	234.86	229.81	0.93	8.85	15.06	200.31	196.34	0.93	9.87	32.09
D01 15:01:33	271.35	162.66	0.96	8.55	21.51	234.70	192.00	0.91	8.95	19.06	199.93	181.44	0.92	9.96	35.14
D01 15:01:34	271.15	170.84	0.96	8.58	19.95	234.60	198.01	0.91	9.02	18.37	200.06	198.28	0.94	9.85	30.63
D01 15:01:35	271.24	179.44	0.97	8.52	19.16	234.54	210.64	0.92	8.89	16.56	200.18	180.91	0.92	9.94	34.07
D01 15:01:36	271.10	181.79	0.97	8.56	19.52	234.42	208.40	0.91	8.96	16.75	199.87	188.91	0.93	9.97	32.36
D01 15:01:37	271.73	177.07	0.96	8.57	20.51	234.91	199.90	0.91	8.96	16.51	200.12	179.59	0.92	10.04	34.35
D01 15:01:38	271.64	181.53	0.97	8.51	19.04	234.81	185.54	0.91	9.03	20.22	200.14	180.38	0.92	10.03	34.67
D01 15:01:39	270.94	188.90	0.97	8.56	18.12	234.60	193.70	0.91	8.98	18.09	200.03	183.53	0.92	9.93	34.35
D01 15:01:40	271.85	188.15	0.97	8.57	18.31	234.75	240.96	0.93	8.88	14.29	200.19	192.41	0.92	9.99	32.01
D01 15:01:41	271.82	171.39	0.96	8.55	21.35	234.60	217.65	0.92	8.91	16.09	200.08	174.19	0.91	10.02	36.27
D01 15:01:42	271.90	162.66	0.96	8.53	21.84	235.20	180.41	0.91	8.95	20.92	200.48	167.49	0.91	9.97	38.59
D01 15:01:43	271.38	171.39	0.97	8.49	18.83	234.75	186.55	0.91	9.01	18.28	200.18	186.62	0.93	9.87	32.23
D01 15:01:44	271.15	172.22	0.97	8.57	19.09	234.46	233.45	0.93	8.89	13.20	199.62	185.60	0.93	9.96	31.68
D01 15:01:45	271.88	173.31	0.96	8.55	19.45	234.73	205.23	0.92	8.95	15.35	200.01	173.92	0.92	9.98	34.06
D01 15:01:46	271.61	163.81	0.96	8.57	20.28	234.82	183.25	0.91	8.98	18.42	200.01	169.47	0.92	9.95	34.57
D01 15:01:47	271.49	168.62	0.96	8.54	19.83	234.65	193.22	0.92	8.97	17.07	200.08	175.29	0.92	9.98	33.47
D01 15:01:48	271.89	173.03	0.97	8.55	19.31	234.48	228.99	0.93	8.88	13.98	199.95	185.86	0.93	9.95	31.75
D01 15:01:49	271.98	179.18	0.97	8.57	18.57	234.74	231.43	0.92	8.90	13.17	199.87	195.37	0.93	10.00	29.28
D01 15:01:50	271.86	164.10	0.97	8.52	19.28	235.02	205.45	0.92	8.93	15.60	200.41	176.91	0.93	10.00	31.35
D01 15:01:51	271.32	154.64	0.96	8.52	21.03	234.91	169.14	0.91	8.95	20.86	200.05	164.91	0.91	9.95	36.37
D01 15:01:52	271.35	154.95	0.97	8.55	20.55	234.78	186.80	0.92	8.91	17.50	199.95	171.99	0.92	9.96	34.01
D01 15:01:53	271.86	158.26	0.96	8.50	20.72	234.91	194.43	0.93	9.01	17.60	200.11	193.16	0.93	9.93	29.92
D01 15:01:54	271.54	167.50	0.97	8.56	19.27	234.77	212.85	0.93	8.94	13.97	200.06	183.79	0.92	9.97	31.53
D01 15:01:55	271.63	162.95	0.97	8.50	20.04	234.83	178.59	0.92	8.97	18.49	200.11	176.91	0.92	9.95	32.89
D01 15:01:56	271.52	177.33	0.97	8.54	18.60	234.66	199.43	0.93	8.85	16.44	199.98	165.77	0.91	10.05	35.17
D01 15:01:57	271.79	173.31	0.97	8.50	18.88	234.62	215.70	0.93	8.86	15.25	200.09	168.91	0.91	10.00	33.80
D01 15:01:58	271.52	166.09	0.97	8.54	19.93	234.78	200.37	0.93	8.90	16.13	200.22	174.19	0.92	9.95	33.61
D01 15:01:59	272.07	177.07	0.97	8.47	19.47	235.34	174.60	0.92	8.97	19.65	200.65	172.27	0.92	9.95	34.46
D01 15:02:00	271.95	176.27	0.97	8.47	18.70	235.26	176.21	0.91	8.87	19.06	200.62	161.10	0.91	9.97	37.30
D01 15:02:01	272.17	158.26	0.96	8.50	22.08	234.82	216.35	0.93	8.82	15.08	200.29	166.06	0.91	9.94	35.24
D01 15:02:02	271.99	167.50	0.97	8.50	20.39	235.00	202.93	0.91	8.85	16.19	200.33	168.91	0.92	9.98	34.27
D01 15:02:03	271.62	188.15	0.97	8.47	16.75	234.49	205.00	0.92	8.96	16.69	199.93	195.85	0.93	9.92	28.94
D01 15:02:04	271.90	170.84	0.97	8.49	19.13	234.84	185.29	0.91	8.96	17.99	200.02	181.18	0.93	10.00	31.69
D01 15:02:05	271.94	164.10	0.96	8.51	19.68	234.77	207.95	0.92	8.91	14.83	199.95	180.65	0.93	9.95	32.35
D01 15:02:06	272.11	152.81	0.96	8.54	21.71	235.06	216.35	0.93	8.82	15.11	200.28	169.19	0.91	9.89	34.12
D01 15:02:07	271.75	162.37	0.97	8.51	20.11	234.80	214.39	0.93	8.94	15.24	200.06	195.37	0.93	9.95	29.83
D01 15:02:08	271.14	166.09	0.97	8.49	20.36	234.62	190.53	0.93	8.95	18.40	199.81	187.64	0.93	9.96	31.36
D01 15:02:09	271.64	164.96	0.97	8.49	19.87	234.83	182.23	0.92	8.94	18.67	200.28	170.04	0.91	10.01	35.18
D01 15:02:10	272.48	163.52	0.97	8.48	21.13	235.42	189.05	0.92	8.84	17.96	200.76	168.91	0.91	9.94	35.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้เผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูลดิบจากโรงงานแป้งมัน

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
10:22 น.	233.35	1606.58	0.92	1.93	8.23	232.85	1587.34	0.89	1.93	7.24	232.48	1694.37	0.91	1.94	7.05
10:23 น.	233.12	1586.74	0.90	1.82	8.34	232.38	1616.50	0.88	1.82	7.20	232.09	1642.51	0.89	2.00	7.35
10:24 น.	232.39	1640.25	0.90	2.01	8.29	231.67	1688.68	0.87	2.01	7.05	231.43	1726.11	0.89	2.12	7.14
10:25 น.	232.70	1651.77	0.91	2.03	8.25	231.92	1616.36	0.86	2.03	7.36	231.31	1727.31	0.89	2.07	7.16
10:26 น.	232.84	1676.90	0.91	2.02	8.44	232.34	1646.61	0.88	2.02	7.73	231.78	1730.73	0.89	2.08	7.45
10:27 น.	232.94	1693.03	0.91	2.06	8.65	232.36	1679.19	0.87	2.06	7.61	231.54	1832.52	0.89	2.16	7.32
10:28 น.	233.11	1614.48	0.93	2.11	9.05	232.46	1667.47	0.91	2.11	7.98	232.39	1728.10	0.92	2.13	7.72
10:29 น.	233.05	1646.05	0.91	2.18	8.99	232.38	1624.45	0.87	2.18	8.24	231.87	1718.21	0.89	2.19	7.99
10:30 น.	232.60	1675.39	0.92	2.24	9.23	231.88	1668.58	0.88	2.24	8.27	231.44	1739.48	0.90	2.37	8.21
10:31 น.	232.70	1710.84	0.91	2.14	8.73	231.88	1731.86	0.88	2.14	7.96	231.62	1777.35	0.89	2.17	7.88
10:32 น.	233.06	1662.91	0.92	2.31	9.15	232.55	1669.52	0.90	2.31	8.57	232.14	1731.80	0.91	2.32	8.13
10:33 น.	232.11	1767.95	0.89	2.03	8.55	231.19	1814.71	0.85	2.03	7.47	231.06	1851.69	0.88	2.20	7.72
10:34 น.	232.18	1756.78	0.91	2.25	8.72	231.55	1802.76	0.89	2.25	7.94	231.37	1852.28	0.91	2.30	7.56
10:35 น.	232.56	1747.83	0.90	2.29	9.07	231.64	1753.31	0.86	2.29	8.35	231.49	1837.32	0.89	2.38	8.03
10:36 น.	232.85	1636.06	0.92	2.43	10.05	232.13	1628.02	0.88	2.43	9.49	231.65	1762.55	0.91	2.48	8.75
10:37 น.	232.92	1659.32	0.91	2.51	10.03	232.22	1615.79	0.87	2.51	9.66	231.72	1786.98	0.90	2.61	8.60
10:38 น.	233.02	1591.57	0.91	2.42	10.46	231.99	1600.60	0.88	2.42	9.65	231.90	1727.37	0.91	2.54	8.83
10:39 น.	232.40	1672.02	0.90	2.36	10.15	231.46	1638.60	0.86	2.36	9.52	231.03	1763.67	0.89	2.47	8.83
10:40 น.	232.46	1677.13	0.91	2.37	10.11	231.95	1611.73	0.87	2.37	9.62	231.34	1756.87	0.90	2.50	9.00
10:41 น.	232.77	1631.77	0.92	2.54	10.30	232.49	1579.06	0.89	2.54	10.28	232.09	1697.69	0.91	2.53	9.22
10:42 น.	232.55	1739.54	0.91	2.38	9.26	231.70	1741.59	0.88	2.38	8.95	231.53	1806.72	0.90	2.46	8.21
10:43 น.	232.12	1718.48	0.90	2.44	9.91	231.56	1741.50	0.88	2.44	9.10	231.22	1800.32	0.89	2.58	8.72
10:44 น.	232.18	1773.67	0.91	2.36	9.66	231.57	1765.93	0.87	2.36	9.04	231.07	1862.64	0.90	2.47	8.37
10:45 น.	231.75	1774.38	0.90	2.41	9.69	231.20	1809.09	0.87	2.41	8.82	230.93	1873.09	0.89	2.49	8.34
10:46 น.	232.16	1678.07	0.90	2.56	10.69	231.52	1715.01	0.88	2.56	9.57	231.35	1736.65	0.89	2.56	9.32
10:47 น.	232.42	1671.76	0.91	2.54	10.64	231.65	1732.39	0.89	2.54	9.56	231.39	1773.90	0.90	2.52	9.11
10:48 น.	232.17	1759.96	0.90	2.59	10.16	231.47	1775.02	0.87	2.59	9.32	231.23	1845.13	0.89	2.56	8.81
10:49 น.	231.94	1788.69	0.90	2.61	9.99	231.39	1786.58	0.87	2.61	9.16	231.16	1848.65	0.89	2.57	8.63
10:50 น.	232.41	1651.07	0.90	2.52	10.77	231.69	1729.45	0.88	2.52	9.69	231.67	1748.57	0.89	2.54	9.29
10:51 น.	232.14	1686.12	0.89	2.61	10.78	231.29	1734.29	0.86	2.61	9.71	231.30	1784.01	0.88	2.66	9.36
10:52 น.	232.42	1793.01	0.89	2.57	9.86	231.62	1781.78	0.86	2.57	9.38	231.36	1842.22	0.88	2.54	8.89
10:53 น.	232.90	1730.18	0.91	2.63	10.44	232.06	1718.45	0.88	2.63	9.94	231.53	1824.87	0.90	2.54	9.01
10:54 น.	232.58	1673.04	0.91	2.66	10.91	231.63	1717.09	0.88	2.66	10.16	231.49	1809.38	0.91	2.58	9.28
10:55 น.	232.57	1676.96	0.90	2.56	10.81	231.47	1775.08	0.88	2.56	9.34	231.76	1794.70	0.90	2.48	9.12
10:56 น.	232.74	1683.42	0.91	2.61	10.93	231.85	1744.14	0.88	2.61	9.92	231.85	1825.35	0.91	2.54	9.18
10:57 น.	232.34	1785.10	0.90	2.60	10.48	231.41	1797.82	0.87	2.60	9.61	231.24	1891.67	0.90	2.54	8.88
10:58 น.	232.28	1793.92	0.90	2.67	10.29	231.42	1801.74	0.87	2.67	9.45	231.15	1865.48	0.89	2.59	8.82

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
10:59 น.	232.67	1824.40	0.90	2.51	9.94	231.76	1866.05	0.87	2.51	9.04	231.69	1912.62	0.89	2.48	8.78
11:00 น.	232.88	1702.33	0.91	2.64	10.88	232.14	1739.00	0.89	2.64	10.18	232.13	1745.54	0.90	2.57	9.69
11:01 น.	232.62	1739.85	0.91	2.58	10.67	232.05	1787.70	0.89	2.58	9.74	232.12	1756.65	0.89	2.55	9.79
11:02 น.	232.32	1764.94	0.91	2.62	10.69	231.71	1812.86	0.89	2.62	9.78	231.81	1799.72	0.89	2.63	9.64
11:03 น.	232.27	1764.41	0.89	2.65	11.10	231.44	1853.26	0.87	2.65	9.60	231.78	1825.89	0.88	2.70	9.99
11:04 น.	232.22	1785.41	0.90	2.66	10.81	231.26	1878.95	0.88	2.66	9.47	231.36	1882.05	0.89	2.72	9.53
11:05 น.	232.34	1764.32	0.90	2.66	10.85	231.49	1870.05	0.88	2.66	9.42	231.82	1850.13	0.89	2.73	9.55
11:06 น.	232.61	1786.82	0.91	2.65	10.64	231.81	1851.12	0.88	2.65	9.60	231.88	1875.27	0.90	2.67	9.46
11:07 น.	232.66	1757.53	0.90	2.69	10.95	231.83	1810.05	0.88	2.69	9.93	231.87	1879.96	0.90	2.66	9.35
11:08 น.	232.65	1744.51	0.90	2.74	11.26	231.56	1856.91	0.88	2.74	9.67	231.77	1859.29	0.89	2.67	9.70
11:09 น.	232.11	1744.35	0.90	2.73	10.82	230.98	1867.18	0.88	2.73	9.48	231.07	1860.79	0.89	2.75	9.48
11:10 น.	232.70	1713.69	0.90	2.77	11.41	231.56	1853.93	0.88	2.77	9.90	231.75	1843.94	0.89	2.82	9.89
11:11 น.	232.50	1771.69	0.90	2.74	10.93	231.49	1842.62	0.88	2.74	9.82	231.72	1876.56	0.90	2.68	9.55
11:12 น.	233.39	1730.15	0.92	2.78	11.29	232.48	1812.44	0.90	2.78	10.19	232.65	1830.22	0.91	2.69	9.85
11:13 น.	232.69	1750.97	0.90	2.74	11.33	231.63	1857.02	0.88	2.74	9.79	231.92	1864.58	0.90	2.68	9.76
11:14 น.	231.70	1822.57	0.89	2.72	10.81	230.66	1895.91	0.86	2.72	9.55	230.71	1932.89	0.88	2.64	9.40
11:15 น.	232.40	1776.48	0.89	2.75	10.97	231.17	1857.32	0.87	2.75	9.89	231.48	1876.62	0.89	2.75	9.79
11:16 น.	232.60	1795.24	0.91	2.73	10.77	231.72	1868.57	0.89	2.73	9.71	231.76	1896.35	0.91	2.67	9.43
11:17 น.	232.35	1778.89	0.90	2.77	11.02	231.46	1831.00	0.88	2.77	10.12	231.51	1856.17	0.90	2.71	9.74
11:18 น.	232.75	1748.15	0.91	2.80	11.04	231.83	1830.20	0.90	2.80	10.11	231.95	1824.18	0.91	2.69	9.91
11:19 น.	232.32	1783.44	0.88	2.80	11.16	231.15	1917.28	0.87	2.80	9.50	231.66	1876.67	0.88	2.83	9.73
11:20 น.	232.58	1746.71	0.90	2.78	11.20	231.61	1900.22	0.88	2.78	9.67	231.76	1876.24	0.89	2.73	9.55
11:21 น.	232.04	1820.10	0.90	2.80	10.91	230.96	1954.47	0.88	2.80	9.49	231.29	1920.32	0.89	2.78	9.56
11:22 น.	232.35	1793.25	0.89	2.88	11.14	231.44	1874.82	0.87	2.88	10.01	231.78	1862.02	0.89	2.82	9.97
11:23 น.	232.12	1825.97	0.90	2.76	10.75	231.00	1897.88	0.88	2.76	9.62	231.25	1890.92	0.89	2.69	9.50
11:24 น.	232.88	1703.62	0.90	2.89	11.89	231.69	1790.52	0.88	2.89	10.50	231.90	1798.14	0.90	2.81	10.31
11:25 น.	232.61	1785.72	0.90	2.76	11.50	231.81	1885.14	0.89	2.76	9.82	231.90	1843.47	0.89	2.74	9.91
11:26 น.	232.44	1852.82	0.90	2.93	10.95	231.47	1899.94	0.87	2.93	9.97	231.56	1928.84	0.89	2.84	9.53
11:27 น.	232.39	1813.22	0.91	2.80	11.13	231.35	1885.97	0.89	2.80	10.04	231.56	1935.57	0.90	2.72	9.49
11:28 น.	232.20	1808.80	0.90	2.80	11.14	231.21	1900.59	0.88	2.80	9.67	231.54	1888.32	0.89	2.80	9.91
11:29 น.	232.16	1780.27	0.90	2.85	11.16	231.43	1841.00	0.88	2.85	10.04	231.64	1827.21	0.89	2.84	10.01
11:30 น.	232.25	1837.49	0.91	2.86	11.01	231.47	1853.49	0.88	2.86	10.11	231.53	1899.05	0.90	2.78	9.54
11:31 น.	232.38	1845.49	0.91	2.81	10.66	231.54	1826.46	0.87	2.81	10.37	231.46	1912.96	0.90	2.66	9.53
11:32 น.	231.94	1895.11	0.91	2.79	10.59	231.10	1886.26	0.87	2.79	9.85	231.13	1961.02	0.90	2.71	9.30
11:33 น.	232.61	1779.38	0.90	2.82	11.38	231.44	1840.62	0.87	2.82	10.30	231.58	1900.38	0.89	2.81	9.68
11:34 น.	233.05	1780.89	0.90	2.77	11.37	232.11	1826.64	0.88	2.77	10.18	232.25	1854.43	0.90	2.72	9.88
11:35 น.	231.96	1923.76	0.90	2.77	10.58	231.16	1884.88	0.87	2.77	9.87	231.11	1984.63	0.90	2.73	9.34
11:36 น.	232.54	1851.87	0.91	2.85	10.99	232.00	1807.77	0.88	2.85	10.56	231.67	1905.84	0.90	2.72	9.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
11:37 น.	232.32	1846.12	0.90	2.76	11.11	231.36	1882.03	0.88	2.76	10.00	231.35	1936.39	0.90	2.80	9.85
11:38 น.	232.77	1775.25	0.90	2.80	11.48	232.27	1799.90	0.88	2.80	10.51	232.22	1808.41	0.89	2.73	10.22
11:39 น.	232.08	1836.80	0.90	2.81	11.13	231.38	1868.02	0.87	2.81	9.84	231.67	1866.86	0.89	2.74	9.84
11:40 น.	232.45	1809.32	0.90	2.98	11.29	231.78	1803.36	0.87	2.98	10.81	231.73	1850.48	0.89	2.82	10.22
11:41 น.	232.82	1873.64	0.90	2.80	10.98	231.81	1850.39	0.87	2.80	10.02	231.61	1931.65	0.90	2.71	9.57
11:42 น.	232.87	1829.59	0.91	2.87	11.37	231.92	1801.44	0.87	2.87	10.55	231.80	1891.32	0.90	2.75	9.93
11:43 น.	232.80	1862.17	0.91	2.82	10.94	231.85	1906.66	0.89	2.82	9.90	232.21	1909.25	0.91	2.74	9.66
11:44 น.	232.65	1823.74	0.91	2.79	11.17	231.72	1867.24	0.89	2.79	9.93	232.00	1870.66	0.90	2.82	9.99
11:45 น.	232.62	1837.16	0.91	2.82	11.08	231.74	1845.96	0.88	2.82	10.28	231.89	1882.11	0.90	2.74	9.80
11:46 น.	233.02	1855.45	0.92	2.90	11.01	232.06	1868.34	0.89	2.90	10.23	232.04	1935.15	0.91	2.84	9.61
11:47 น.	232.02	1897.57	0.90	2.86	10.94	231.29	1896.51	0.87	2.86	10.06	231.51	1927.68	0.89	2.80	9.71
11:48 น.	232.24	1848.49	0.90	2.85	10.98	231.47	1860.06	0.88	2.85	10.01	231.47	1897.36	0.89	2.79	9.75
11:49 น.	232.93	1843.27	0.90	2.91	11.17	231.90	1918.41	0.89	2.91	9.88	232.28	1896.81	0.90	2.82	9.87
11:50 น.	232.58	1796.70	0.91	2.86	11.38	231.72	1882.64	0.89	2.86	10.24	231.88	1872.33	0.90	2.78	9.87
11:51 น.	232.26	1914.39	0.90	2.85	10.76	231.05	1997.49	0.88	2.85	9.34	231.43	1994.52	0.89	2.77	9.37
11:52 น.	233.25	1761.02	0.92	2.84	11.40	232.36	1846.14	0.90	2.84	10.31	232.45	1842.81	0.91	2.75	9.87
11:53 น.	232.37	1946.70	0.90	2.80	10.62	231.30	2044.27	0.88	2.80	9.25	231.80	2014.18	0.89	2.78	9.32
11:54 น.	233.02	1772.47	0.91	2.92	11.68	232.19	1815.63	0.89	2.92	10.47	232.39	1844.68	0.91	2.89	10.13
11:55 น.	232.51	1788.97	0.90	2.92	11.61	231.92	1818.94	0.88	2.92	10.48	231.98	1818.72	0.89	2.83	10.12
11:56 น.	232.85	1793.44	0.90	2.88	11.69	232.07	1862.38	0.88	2.88	10.28	232.48	1832.76	0.89	2.84	10.33
11:57 น.	232.82	1895.08	0.91	2.87	10.83	231.90	1948.06	0.90	2.87	9.84	232.10	1939.30	0.91	2.78	9.50
11:58 น.	232.48	1873.56	0.90	2.87	11.22	231.45	1940.81	0.88	2.87	9.71	231.87	1931.02	0.89	2.77	9.57
11:59 น.	233.39	1749.97	0.90	2.87	11.95	232.55	1832.65	0.88	2.87	10.43	232.76	1777.47	0.89	2.81	10.39
12:00 น.	233.19	1757.47	0.90	2.89	12.03	232.39	1822.75	0.89	2.89	10.54	232.45	1831.63	0.90	2.81	10.17
12:01 น.	233.16	1804.59	0.91	2.92	11.67	232.09	1891.05	0.89	2.92	10.26	232.44	1888.87	0.90	2.78	9.78
12:02 น.	233.04	1760.18	0.90	2.89	12.02	232.03	1871.29	0.88	2.89	10.24	232.39	1824.36	0.89	2.84	10.41
12:03 น.	233.88	1743.09	0.91	2.91	11.86	233.18	1842.85	0.89	2.91	10.48	233.38	1811.40	0.90	2.80	10.27
12:04 น.	233.16	1856.07	0.90	2.85	11.41	232.46	1885.02	0.87	2.85	10.21	232.42	1932.49	0.89	2.78	9.66
12:05 น.	233.24	1901.32	0.90	2.95	10.96	232.39	1890.79	0.86	2.95	10.21	232.27	1955.80	0.89	2.87	9.55
12:06 น.	232.92	1920.40	0.90	2.85	10.69	232.24	1926.22	0.87	2.85	9.74	232.26	1964.31	0.89	2.79	9.25
12:07 น.	234.00	1802.46	0.90	2.92	11.83	233.29	1877.94	0.88	2.92	10.36	233.33	1859.35	0.88	2.89	10.23
12:08 น.	233.52	1836.77	0.90	2.87	11.44	232.72	1919.00	0.88	2.87	10.08	232.78	1874.46	0.88	2.79	10.12
12:09 น.	233.89	1844.31	0.90	2.95	11.42	232.90	1892.88	0.88	2.95	10.20	232.96	1930.99	0.89	2.94	9.78
12:10 น.	233.28	1898.75	0.90	2.85	11.25	232.47	1864.91	0.87	2.85	10.35	232.32	1954.29	0.89	2.78	9.63
12:11 น.	234.20	1800.06	0.89	2.92	11.48	233.24	1840.67	0.87	2.92	10.40	233.45	1841.75	0.88	2.88	10.06
12:12 น.	234.46	1787.74	0.90	2.86	11.55	233.41	1909.10	0.89	2.86	10.15	233.66	1869.82	0.89	2.79	9.96
12:13 น.	233.88	1881.38	0.91	2.86	11.15	232.80	1943.27	0.89	2.86	9.82	233.10	1938.11	0.90	2.78	9.62
12:14 น.	234.14	1806.77	0.90	3.02	11.79	233.19	1866.48	0.87	3.02	10.52	233.18	1914.36	0.89	2.94	10.02

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูลดิบจากโรงงานผลิตอาหารแช่แข็ง

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
12:27	225.17	1603.63	0.84	2.42	43.43	226.08	1666.77	0.76	2.42	57.41	226.65	1781.1	0.62	2.18	73.15
12:27	225.71	1590.85	0.84	2.86	44.72	226.38	1654.84	0.76	2.86	57.69	226.3	1782.15	0.62	2.88	73.28
12:28	225.99	1562.36	0.84	1.96	44.05	226.79	1644.58	0.76	1.96	57.22	226.13	1737.52	0.62	2.03	73.29
12:28	225.15	1622.28	0.84	2.15	43.85	226.85	1696.54	0.74	2.15	59.54	225.86	1786.71	0.62	2.3	73.41
12:29	225.25	1651.45	0.84	2.37	44.09	226.49	1717.61	0.75	2.37	59.74	227.02	1781.63	0.6	2.49	74.51
12:29	225.23	1648.28	0.84	2	43.89	226.43	1740.08	0.75	2	59.39	226.37	1790.26	0.59	2.13	75.27
12:30	225.93	1606.67	0.84	2.28	45.3	226.18	1682.96	0.73	2.28	60.94	225.74	1786.33	0.61	2.35	74.94
12:30	224.86	1639.89	0.84	2.69	44.15	226.7	1711.96	0.75	2.69	59.46	226.26	1783.93	0.6	2.77	74.27
12:31	225.68	1637.8	0.84	2.25	43.67	226.61	1720.68	0.75	2.25	59.58	226.03	1833.52	0.62	2.24	73.35
12:31	225.52	1661.39	0.85	2.32	43.08	227.14	1709.18	0.74	2.32	60.21	225.92	1837.77	0.61	2.33	74.17
12:32	225.51	1652.08	0.84	2.66	43.49	226.13	1732.69	0.76	2.66	59.04	227.46	1805.27	0.62	2.49	73.99
12:32	226.28	1618.79	0.84	2.39	44.59	226.39	1708.13	0.74	2.39	60.21	226.12	1820.77	0.62	2.34	73.94
12:33	225.6	1645	0.84	2.54	43.51	225.31	1739.6	0.76	2.54	58.34	226.78	1783.21	0.62	2.55	73.84
12:33	225.22	1633.66	0.84	2.58	43.94	226.29	1709.27	0.75	2.58	59.98	226.5	1800.04	0.61	3.11	74.3
12:34	226.06	1629.82	0.84	2.46	44.77	227.13	1675.97	0.74	2.46	60.14	225.31	1830.99	0.64	2.59	72.56
12:34	225.08	1609.02	0.84	2.73	44.23	226.83	1682	0.74	2.73	60.7	225.68	1822.08	0.61	2.63	74.18
12:35	225.28	1613.96	0.84	2.28	44.34	226.87	1687.2	0.74	2.28	60.36	225.55	1820.34	0.63	2.13	72.88
12:35	224.92	1565.16	0.83	2.27	44.56	226.43	1675.52	0.74	2.27	61.14	226.32	1825.84	0.61	2.36	74.42
12:36	225.23	1621.96	0.85	2.12	43.41	226.75	1723.94	0.75	2.12	59.6	226.6	1829.03	0.61	2.17	73.8
12:36	224.83	1577.65	0.84	2.01	44.53	227.02	1694.49	0.74	2.01	60.62	226.44	1804.13	0.6	2.05	74.53
12:37	224.34	1589.56	0.84	2.35	44.55	226.67	1674.75	0.73	2.35	60.97	226.33	1811.1	0.61	2.29	73.73
12:37	225.55	1623.13	0.84	2.14	44.3	226.6	1693.48	0.73	2.14	61.72	226.41	1836.23	0.61	2.1	74
12:38	225.58	1602.61	0.83	2.18	44.96	227.33	1703.25	0.73	2.18	61.42	225.9	1828.93	0.61	2.01	74.11
12:38	225.46	1566.09	0.83	2.63	45.1	225.77	1721.86	0.75	2.63	60.27	227.75	1777.97	0.58	2.34	76.7
12:39	225.13	1612.48	0.84	2.36	44.37	226.62	1714.74	0.74	2.36	60.8	226.29	1823.49	0.61	2.4	74.22
12:39	225.34	1607.95	0.84	2.8	44.11	225.64	1725.22	0.75	2.8	58.95	225.6	1829.82	0.63	2.64	73.45
12:40	225.83	1611.94	0.84	2.31	44.06	226.35	1720.63	0.75	2.31	59.62	225.97	1821	0.62	2.47	73.66
12:40	225.05	1684.7	0.85	2.39	43.74	226.64	1732.54	0.75	2.39	60.34	226.21	1823.16	0.61	2.54	74.36
12:41	225.42	1635.81	0.85	2.14	43.29	226.09	1754.73	0.75	2.14	58.88	225.99	1859.78	0.63	2.38	72.74
12:41	225.01	1606.4	0.84	2.74	45.24	227.32	1713.8	0.74	2.74	60.85	226.13	1835.53	0.61	2.65	74.31
12:42	225.71	1647.56	0.84	2.22	43.95	226.29	1733.72	0.74	2.22	60.27	226.47	1811.76	0.61	2.15	74.56
12:42	225.38	1656.01	0.85	1.94	42.86	226.31	1743.26	0.75	1.94	59.52	226.15	1813.51	0.61	1.84	74.51
12:43	224.9	1642.76	0.85	1.81	43.14	226.11	1719.05	0.75	1.81	59.47	226.66	1811.85	0.61	1.84	73.91
12:43	226.41	1632.92	0.84	2.33	44.28	225.81	1730.92	0.74	2.33	60.77	225.72	1864.51	0.62	2.35	73.68
12:44	224.26	1602.56	0.84	2.07	44.03	225.83	1706.19	0.74	2.07	59.96	225.57	1798.09	0.61	2.13	73.67
12:44	224.82	1613.86	0.85	2.15	43.09	227.06	1736.37	0.76	2.15	58.78	226.5	1839.3	0.63	2.51	72.32
12:45	225.03	1637.59	0.84	2.34	43.95	226.61	1722.06	0.75	2.34	60.53	227.18	1821.52	0.6	2.21	74.43

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
12:45	226.18	1634.34	0.84	2.1	43.93	226.2	1768.34	0.75	2.1	59.79	226.46	1863.09	0.62	2.25	74.11
12:46	225.48	1650.83	0.85	2.18	42.52	226.87	1742.57	0.75	2.18	59.07	225.86	1872.72	0.64	2.01	71.72
12:46	225.28	1659.32	0.85	2.54	44.12	226.98	1734.85	0.74	2.54	61.12	225.97	1856.73	0.61	2.77	74.8
12:47	226.35	1638.42	0.84	2.34	44.45	225.87	1735.14	0.74	2.34	60.35	226.44	1834.31	0.61	2.22	74.63
12:47	230.09	1604.59	0.83	20.23	37.05	227.06	1742.23	0.75	20.23	55.37	219.76	1823.4	0.59	25.76	59.88
12:48	224.99	1591.01	0.84	2.51	43.81	227.1	1707.38	0.74	2.51	60.37	226.36	1827.34	0.61	2.55	74.26
12:48	226.22	1580.85	0.84	2.57	44.65	226.23	1704.94	0.74	2.57	60.12	226.1	1796.28	0.62	2.62	74.52
12:49	225.18	1583.45	0.84	2.73	45.02	226.65	1695.84	0.74	2.73	61.04	225.63	1828.61	0.61	2.62	74.12
12:49	225.57	1576.51	0.83	2.47	44.93	226.25	1682.35	0.74	2.47	60.57	226.76	1788.3	0.6	2.2	74.93
12:50	225.07	1570.79	0.84	2.06	43.95	226.79	1700.2	0.74	2.06	60.19	226.2	1813.55	0.6	1.88	74.64
12:50	225.1	1596.5	0.84	2.31	44.18	225.8	1707.33	0.75	2.31	60.03	226.67	1760.59	0.6	2.22	75.36
12:51	225.63	1596.61	0.84	2.63	44.44	226.54	1711.02	0.73	2.63	60.86	226.41	1825.18	0.6	2.36	75.32
12:51	224.37	1600.84	0.85	2.1	43.15	226.53	1723.44	0.75	2.1	59.03	225.67	1818.27	0.62	2.24	73.42
12:52	224.9	1633.97	0.84	2.78	43.48	226.42	1731.91	0.74	2.78	60.65	226.24	1816.72	0.6	2.74	74.74
12:52	224.59	1639.16	0.85	2.17	42.67	225.46	1735.83	0.75	2.17	59.33	226.73	1833.85	0.62	2.22	73.36
12:53	224.99	1655.34	0.85	1.88	41.89	227.08	1724.58	0.75	1.88	59.88	226.64	1822.88	0.6	1.96	74.36
12:53	225.61	1671.27	0.85	2.19	43.19	226.6	1758.84	0.76	2.19	59.02	226.82	1834.41	0.61	2.15	73.83
12:54	225.26	1653.37	0.85	2.35	44.25	226.2	1714.29	0.75	2.35	59.83	226.31	1808.97	0.63	2.63	73.11
12:54	224.49	1639.68	0.84	2.15	44.02	227.51	1717.02	0.74	2.15	60.28	226.07	1796.9	0.6	2.4	74.48
12:55	225.59	1612.37	0.85	2.73	43.42	225.91	1696.99	0.74	2.73	59.84	226.52	1802.61	0.61	2.99	74.81
12:55	225.17	1598.16	0.84	2.81	44.83	226.21	1715.33	0.74	2.81	60.64	226.3	1816.76	0.59	2.95	75.83
12:56	225.29	1648.13	0.84	2.78	44.49	226.4	1700.6	0.74	2.78	60.85	225.46	1832.35	0.61	2.67	74.11
12:56	230.07	1630.19	0.84	20.15	36.35	226.57	1761.16	0.77	20.15	54.51	221.35	1791.22	0.58	25.44	61.09
12:57	225.13	1637.59	0.85	2.41	43.25	225.71	1741.94	0.75	2.41	59.47	225.66	1806.64	0.62	2.28	74.43
12:57	225.08	1657.26	0.84	2.68	43.87	226.75	1728.42	0.74	2.68	60.44	225.5	1852.9	0.62	2.53	73.88
12:58	225.19	1596.77	0.85	2.49	43.25	226	1742.33	0.75	2.49	59.34	226.64	1852.02	0.62	2.39	73.7
12:58	225.58	1591.88	0.84	2.59	44.37	225.7	1733.03	0.76	2.59	58.48	226.14	1790.74	0.63	2.32	73.41
12:59	224.94	1675.47	0.85	2.29	42.51	225.33	1754.88	0.77	2.29	58.01	225.98	1846.28	0.65	2.16	71.74
12:59	224.44	1625.34	0.84	2.07	44.33	225.76	1733.72	0.75	2.07	59.37	225.78	1813.27	0.61	2.1	74.05
13:00	224.59	1641.77	0.84	2.7	44.66	225.73	1713.8	0.75	2.7	60.67	225.58	1826.73	0.61	2.58	74.15
13:00	223.7	1604.11	0.84	2.61	44.62	225.59	1708.58	0.75	2.61	59.9	225.54	1818.08	0.63	2.66	72.92
13:01	223.72	1629.66	0.85	2.44	43.67	225.72	1726.79	0.76	2.44	58.95	224.38	1821.57	0.62	2.33	73.18
13:01	224.07	1657.05	0.85	2.57	43.59	224.9	1715.48	0.74	2.57	60.62	224.57	1844.51	0.62	2.52	74.11
13:02	226.92	1641.56	0.84	2.12	44.85	227.63	1724.58	0.74	2.12	60.38	227.21	1823.92	0.62	2.34	74.07
13:02	226.82	1615.24	0.84	2.17	43.53	227.34	1719.24	0.76	2.17	58.57	228.13	1787.39	0.63	2.15	72.61
13:03	226.58	1654.46	0.84	2.75	44.94	227.68	1738.23	0.75	2.75	59.85	227.21	1815.58	0.61	2.65	74.52
13:03	226.33	1620.11	0.84	2.29	43.26	226.88	1702.55	0.75	2.29	59.61	227.59	1803.66	0.63	1.99	73.13
13:04	226.62	1664.28	0.84	2.56	43.77	227.37	1723.39	0.75	2.56	60.08	227.23	1796.85	0.62	2.49	73.71

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูลดิบจากห้างสรรพสินค้า MDB1

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
10:17	237.84	190.69	1.00	0.93	4.84	238.09	191.79	1.00	0.90	5.41	237.49	191.27	1.00	0.91	5.99
10:18	237.69	192.47	1.00	0.98	4.37	237.92	193.42	1.00	0.91	5.64	237.16	192.89	1.00	0.90	6.02
10:19	237.82	191.04	1.00	1.02	6.43	238.12	192.59	1.00	0.85	5.89	237.49	192.16	1.00	0.86	6.23
10:20	237.86	191.19	1.00	0.95	4.92	238.02	192.45	1.00	0.82	5.03	237.43	192.10	1.00	0.80	5.22
10:21	237.91	190.97	1.00	0.93	5.02	238.16	192.60	1.00	0.83	5.45	237.59	192.26	1.00	0.82	5.47
10:22	237.59	195.88	1.00	0.95	4.35	237.91	196.84	1.00	0.86	5.21	237.31	200.23	1.00	0.89	5.19
10:23	237.48	194.49	1.00	0.96	4.98	237.82	195.65	1.00	0.90	5.47	237.08	198.69	1.00	0.87	5.78
10:24	238.83	190.13	1.00	0.95	4.86	239.04	194.32	1.00	0.88	6.11	238.28	194.21	1.00	0.89	6.17
10:25	238.92	188.37	1.00	0.95	4.46	239.17	190.04	1.00	0.89	5.59	238.54	189.15	1.00	0.83	5.39
10:26	238.98	190.81	1.00	0.91	4.60	239.37	192.65	1.00	0.89	6.01	238.75	191.83	1.00	0.88	5.92
10:27	239.19	190.86	1.00	0.95	4.24	239.53	192.48	1.00	0.88	5.00	238.92	191.86	1.00	0.85	5.15
10:28	238.72	190.24	1.00	0.97	5.19	239.09	192.62	1.00	0.86	6.00	238.51	191.27	1.00	0.91	5.97
10:29	238.64	190.28	1.00	0.92	4.17	238.95	191.89	1.00	0.86	5.45	238.22	191.19	1.00	0.84	5.19
10:30	238.93	190.48	1.00	0.97	4.44	239.13	191.85	1.00	0.86	5.36	238.47	191.56	1.00	0.86	5.07
10:31	238.43	190.46	1.00	0.98	5.16	238.71	192.08	1.00	0.81	5.22	238.14	191.73	1.00	0.82	5.54
10:32	238.98	191.14	1.00	1.01	5.01	239.12	192.67	1.00	0.89	6.25	238.64	192.64	1.00	0.92	5.78
10:33	238.86	189.71	1.00	0.98	4.44	239.06	190.84	1.00	0.82	5.03	238.50	190.30	1.00	0.89	5.19
10:34	239.34	194.13	1.00	0.91	5.19	239.61	195.35	1.00	0.78	5.00	238.87	198.01	1.00	0.80	4.87
10:35	239.07	188.87	1.00	0.95	4.30	239.37	193.30	1.00	0.82	4.98	238.58	192.72	1.00	0.86	5.25
10:36	239.36	191.62	1.00	0.93	4.40	239.74	196.10	1.00	0.84	5.12	238.94	195.53	1.00	0.81	4.46
10:37	238.96	192.77	1.00	0.94	4.27	239.25	194.08	1.00	0.83	5.09	238.53	193.40	1.00	0.88	5.09
10:38	238.92	191.24	1.00	0.91	3.71	239.22	192.91	1.00	0.82	4.15	238.63	192.15	1.00	0.82	4.49
10:39	239.24	190.46	1.00	0.92	4.74	239.40	192.25	1.00	0.85	5.46	238.89	191.96	1.00	0.85	5.70
10:40	239.15	190.42	1.00	0.93	4.28	239.43	192.22	1.00	0.87	5.31	238.81	191.57	1.00	0.83	4.49
10:41	239.30	189.44	1.00	0.97	4.54	239.56	191.53	1.00	0.91	5.62	238.86	190.64	1.00	0.86	5.23
10:42	239.22	192.05	1.00	0.95	4.51	239.61	193.41	1.00	0.89	5.44	238.79	192.55	1.00	0.84	4.85
10:43	238.93	189.17	1.00	0.96	4.20	239.14	190.79	1.00	0.84	5.35	238.49	190.22	1.00	0.86	5.08
10:44	239.25	188.60	1.00	0.92	4.07	239.43	190.41	1.00	0.86	4.76	238.82	189.52	1.00	0.82	4.58
10:45	239.16	190.68	1.00	0.97	4.66	239.38	192.06	1.00	0.88	5.59	238.73	191.41	1.00	0.88	5.43
10:46	238.87	195.31	1.00	0.94	5.03	239.08	197.08	1.00	0.89	6.58	238.52	199.53	1.00	0.83	5.33
10:47	239.23	189.58	1.00	0.92	4.16	239.53	194.25	1.00	0.87	5.31	238.80	193.66	1.00	0.86	5.11
10:48	239.24	190.38	1.00	0.93	4.92	239.52	192.34	1.00	0.87	5.80	238.94	191.61	1.00	0.90	5.40
10:49	239.33	191.54	1.00	0.95	4.37	239.65	193.23	1.00	0.86	5.33	239.03	192.76	1.00	0.86	4.96
10:50	238.96	190.63	1.00	1.06	6.46	239.13	191.96	1.00	0.84	4.51	238.46	191.74	1.00	0.91	6.48
10:51	239.07	188.48	1.00	0.96	4.97	239.21	190.24	1.00	0.89	5.54	238.60	189.99	1.00	0.86	5.41
10:52	239.22	189.52	1.00	0.95	4.62	239.48	191.12	1.00	0.87	5.33	238.85	190.77	1.00	0.88	5.32
10:53	239.15	193.66	1.00	0.96	5.04	239.33	195.13	1.00	0.88	5.70	238.78	195.00	1.00	0.89	4.93

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ เว้นแต่ที่ปรากฏในเอกสารนี้ มิใช่ของผู้อื่นได้ใช้โดยไม่ได้รับอนุญาตจากบริษัทฯ

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
10:54	239.18	191.85	1.00	0.95	4.66	239.32	193.42	1.00	0.89	5.46	238.67	193.10	1.00	0.88	5.46
10:55	238.79	190.30	1.00	0.98	5.22	239.06	192.04	1.00	0.90	5.79	238.38	191.61	1.00	0.91	5.10
10:56	238.77	188.28	1.00	0.97	5.17	239.14	190.13	1.00	0.92	5.74	238.48	188.96	1.00	0.83	5.31
10:57	239.07	189.83	1.00	0.98	5.37	239.29	191.62	1.00	0.87	5.87	238.70	191.18	1.00	0.85	5.09
10:58	238.79	194.22	1.00	1.05	5.29	239.10	196.07	1.00	0.89	5.56	238.44	198.71	1.00	0.89	4.84
10:59	239.09	192.71	1.00	0.98	5.19	239.30	197.41	1.00	0.91	5.62	238.77	197.45	1.00	0.90	5.08
11:00	238.93	191.56	1.00	0.99	4.96	239.05	196.04	1.00	0.87	5.54	238.49	196.17	1.00	0.82	4.48
11:01	239.26	191.48	1.00	0.96	4.94	239.50	193.09	1.00	0.88	5.77	238.89	192.73	1.00	0.84	5.15
11:02	239.07	192.57	1.00	1.00	5.25	239.29	194.32	1.00	0.91	5.95	238.68	193.88	1.00	0.90	5.20
11:03	238.56	193.02	1.00	0.99	5.20	238.84	194.93	1.00	0.87	5.74	238.26	194.09	1.00	0.82	4.44
11:04	238.88	189.99	1.00	0.97	4.74	239.04	191.94	1.00	0.89	5.47	238.51	191.28	1.00	0.85	4.64
11:05	239.00	191.39	1.00	1.02	4.84	239.37	193.36	1.00	0.91	5.33	238.73	192.82	1.00	0.86	5.00
11:06	238.81	190.64	1.00	1.01	5.70	239.11	192.54	1.00	0.93	6.47	238.46	192.06	1.00	0.87	5.21
11:07	238.70	190.82	1.00	0.97	4.81	238.95	192.81	1.00	0.93	5.28	238.31	192.31	1.00	0.89	5.02
11:08	238.81	189.14	1.00	0.96	4.92	238.93	190.90	1.00	0.92	5.58	238.54	190.73	1.00	0.84	4.89
11:09	238.93	189.74	1.00	0.97	5.04	239.14	191.58	1.00	0.92	5.77	238.49	191.14	1.00	0.88	5.04
11:10	239.07	192.80	1.00	1.00	5.48	239.35	194.54	1.00	0.92	6.10	238.73	197.04	1.00	0.88	5.34
11:11	238.98	190.61	1.00	1.08	6.52	239.25	195.51	1.00	0.90	5.54	238.63	195.10	1.00	0.87	5.54
11:12	239.01	192.07	1.00	1.00	5.18	239.27	196.70	1.00	0.94	5.54	238.67	196.46	1.00	0.85	4.63
11:13	238.64	190.05	1.00	0.95	4.66	238.73	191.42	1.00	0.88	5.46	238.18	191.33	1.00	0.80	4.65
11:14	238.94	192.54	1.00	1.08	7.03	239.08	194.01	1.00	0.98	7.56	238.51	193.28	1.00	0.94	6.36
11:15	238.72	189.05	1.00	0.99	5.09	239.06	191.34	1.00	0.92	5.57	238.45	190.29	1.00	0.86	4.71
11:16	238.48	190.95	1.00	0.97	5.51	238.77	192.43	1.00	0.94	6.08	238.12	191.97	1.00	0.82	4.80
11:17	238.74	191.41	1.00	0.98	4.56	238.90	193.16	1.00	0.89	4.74	238.28	192.82	1.00	0.81	4.13
11:18	238.99	190.30	1.00	1.01	5.28	239.17	191.95	1.00	0.93	6.06	238.45	191.80	1.00	0.82	4.72
11:19	238.88	189.02	1.00	1.00	6.06	239.12	190.77	1.00	0.99	7.00	238.57	190.34	1.00	0.90	6.05
11:20	239.10	192.07	1.00	0.99	5.56	239.26	193.40	1.00	0.88	6.44	238.68	193.58	1.00	0.81	4.85
11:21	238.94	192.33	1.00	1.00	5.28	239.12	194.22	1.00	0.94	5.74	238.56	193.66	1.00	0.90	5.38
11:22	238.84	193.42	1.00	1.01	5.43	239.03	195.28	1.00	0.94	6.27	238.46	198.10	1.00	0.85	4.84
11:23	238.84	191.08	1.00	0.96	5.17	239.02	195.75	1.00	0.96	5.27	238.40	195.72	1.00	1.04	7.38
11:24	238.81	193.75	1.00	1.02	5.89	238.84	198.14	1.00	0.95	6.50	238.22	198.37	1.00	0.88	4.92
11:25	238.68	191.01	1.00	1.00	5.42	238.90	192.49	1.00	0.93	6.38	238.31	192.54	1.00	0.79	4.91
11:26	238.83	191.01	1.00	0.95	4.16	239.12	192.95	1.00	0.93	6.17	238.51	192.45	1.00	0.88	5.86
11:27	239.22	190.80	1.00	0.99	4.83	239.32	192.14	1.00	0.91	5.35	238.74	192.19	1.00	0.87	4.98
11:28	239.00	191.47	1.00	1.07	5.19	239.10	193.05	1.00	0.93	5.80	238.53	192.78	1.00	0.89	5.14
11:29	239.19	191.02	1.00	1.01	5.44	239.39	192.53	1.00	0.93	5.98	238.78	192.54	1.00	0.86	5.37
11:30	238.96	189.45	1.00	1.03	5.23	239.17	191.25	1.00	0.93	5.70	238.66	190.81	1.00	0.88	5.23
11:31	238.97	190.06	1.00	0.99	5.21	239.28	191.79	1.00	0.89	5.85	238.76	191.52	1.00	0.90	5.40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ทางการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูลดิบจากห้างสรรพสินค้า MDB2

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
9:44	236.02	978.64	0.94	1.17	4.45	236.56	1051.11	0.94	0.77	0.00	236.18	985.71	0.91	0.86	0.00
9:45	236.06	1021.15	0.94	1.22	4.16	236.72	1073.82	0.94	0.82	0.00	236.42	1011.79	0.91	0.93	0.00
9:46	235.46	1049.78	0.94	1.23	3.79	235.96	1111.22	0.94	0.86	0.00	235.73	1045.86	0.91	0.90	0.00
9:47	235.47	1102.59	0.94	1.26	3.86	235.96	1166.13	0.95	0.83	0.00	235.76	1100.47	0.92	0.94	0.00
9:48	235.18	1177.16	0.95	1.36	3.94	235.80	1251.27	0.95	0.88	0.00	235.43	1176.15	0.92	1.02	0.00
9:49	234.78	1267.33	0.94	1.37	3.56	235.24	1341.65	0.94	0.90	0.00	234.91	1275.43	0.92	1.02	0.00
9:50	234.97	1282.83	0.94	1.28	3.51	235.52	1334.66	0.94	0.90	0.00	235.19	1275.04	0.92	1.04	0.00
9:51	234.68	1271.22	0.94	1.44	3.63	235.33	1320.20	0.94	0.98	0.00	234.93	1261.61	0.92	1.03	0.00
9:52	234.60	1258.72	0.94	1.36	3.86	235.29	1330.97	0.94	0.92	0.00	234.80	1264.39	0.92	1.01	0.00
9:53	234.51	1261.07	0.94	1.42	3.76	234.98	1335.40	0.94	0.88	0.00	234.70	1254.05	0.92	1.03	0.00
9:54	234.79	1270.05	0.94	1.33	3.63	235.24	1329.49	0.94	0.88	0.00	234.92	1263.60	0.92	1.07	0.00
9:55	234.45	1272.77	0.94	1.38	3.58	235.05	1332.08	0.94	0.89	0.00	234.66	1266.37	0.92	1.05	0.00
9:56	234.35	1269.66	0.94	1.33	3.57	234.80	1329.86	0.95	0.91	0.00	234.44	1271.50	0.92	1.05	0.00
9:57	234.61	1254.00	0.94	1.35	3.75	235.13	1333.92	0.95	0.91	0.00	234.73	1267.56	0.92	1.06	0.00
9:58	234.38	1264.99	0.94	1.42	3.90	234.86	1345.32	0.94	0.93	0.00	234.56	1271.11	0.92	1.02	0.00
9:59	233.36	1474.26	0.94	1.45	3.84	233.17	1636.27	0.93	0.97	0.00	233.35	1501.26	0.91	1.06	0.00
10:00	232.81	1484.62	0.94	1.43	3.72	232.75	1644.38	0.93	0.95	0.00	232.96	1504.26	0.91	1.12	0.00
10:01	233.07	1504.78	0.94	1.57	4.08	232.92	1662.54	0.93	1.01	0.00	233.18	1530.01	0.91	1.16	0.00
10:02	233.05	1528.57	0.94	1.58	4.09	232.89	1705.52	0.93	1.03	0.00	233.11	1562.40	0.91	1.18	0.00
10:03	232.65	1535.34	0.94	1.55	4.08	232.30	1712.44	0.93	1.06	0.00	232.54	1578.35	0.91	1.21	2.09
10:04	232.55	1553.26	0.94	1.55	4.22	232.55	1723.32	0.93	1.08	0.00	232.69	1579.62	0.91	1.21	2.22
10:05	232.74	1570.35	0.94	1.54	4.02	232.79	1729.88	0.93	1.09	1.94	232.81	1587.84	0.91	1.29	2.30
10:06	232.52	1566.25	0.94	1.58	4.10	232.41	1725.89	0.93	1.11	2.15	232.51	1594.76	0.91	1.34	2.45
10:07	232.19	1554.54	0.94	1.60	4.06	231.97	1731.31	0.93	1.15	2.06	232.13	1603.22	0.91	1.32	2.59
10:08	232.40	1565.63	0.94	1.62	4.30	232.08	1741.51	0.93	1.14	2.22	232.31	1611.01	0.91	1.39	2.75
10:09	232.17	1571.30	0.94	1.65	4.36	231.98	1744.05	0.93	1.20	2.09	232.04	1615.05	0.91	1.37	3.46
10:10	231.84	1581.95	0.94	1.68	4.10	231.62	1756.43	0.94	1.18	2.17	231.83	1617.52	0.91	1.36	2.74
10:11	232.22	1575.69	0.94	1.62	4.33	232.17	1740.10	0.93	1.15	2.08	232.21	1602.28	0.91	1.36	2.55
10:12	232.35	1587.57	0.94	1.63	4.30	232.17	1748.00	0.93	1.17	2.14	232.28	1617.52	0.92	1.38	2.85
10:13	231.92	1584.45	0.94	1.69	4.33	231.74	1751.38	0.93	1.20	3.05	231.83	1620.62	0.92	1.37	2.66
10:14	232.00	1602.75	0.94	1.68	4.27	231.97	1765.10	0.93	1.30	3.12	231.99	1612.88	0.91	1.42	2.86
10:15	231.77	1599.35	0.94	1.69	4.38	231.76	1779.82	0.94	1.30	3.30	231.95	1615.98	0.91	1.39	2.76
10:16	231.41	1602.13	0.94	1.72	4.44	231.38	1788.38	0.93	1.32	3.42	231.47	1623.09	0.91	1.46	2.89
10:17	232.00	1588.81	0.94	1.74	4.40	231.86	1788.65	0.94	1.28	3.39	232.02	1616.60	0.91	1.43	2.91
10:18	231.76	1597.81	0.94	1.74	4.47	231.55	1789.75	0.94	1.33	3.53	231.70	1635.08	0.92	1.45	3.75
10:19	231.87	1594.09	0.94	1.69	4.91	231.76	1782.31	0.94	1.37	3.41	231.79	1638.44	0.91	1.42	3.69
10:20	232.00	1605.52	0.94	1.76	4.36	231.96	1793.33	0.94	1.37	3.51	231.99	1642.11	0.92	1.48	3.68

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
10:21	231.53	1598.42	0.94	1.75	4.41	231.29	1811.90	0.94	1.42	3.51	231.55	1640.28	0.92	1.49	3.83
10:22	231.46	1607.67	0.94	1.76	5.07	231.30	1793.88	0.94	1.41	3.64	231.37	1661.21	0.91	1.51	3.94
10:23	231.15	1618.70	0.94	1.81	4.45	231.04	1811.08	0.94	1.51	3.61	231.22	1669.93	0.92	1.58	4.15
10:24	231.54	1629.35	0.94	1.75	4.94	231.37	1823.82	0.94	1.52	3.65	231.58	1672.63	0.92	1.60	4.01
10:25	231.27	1626.62	0.94	1.75	4.44	231.26	1799.36	0.94	1.49	3.80	231.36	1663.92	0.91	1.63	4.16
10:26	231.15	1631.47	0.94	1.75	4.55	231.17	1797.99	0.94	1.46	3.67	231.10	1668.73	0.92	1.61	4.17
10:27	231.53	1617.48	0.94	1.79	4.40	231.35	1803.46	0.94	1.54	3.70	231.48	1671.13	0.92	1.65	4.24
10:28	231.40	1627.83	0.94	1.79	4.88	231.26	1796.07	0.94	1.54	3.95	231.17	1672.33	0.92	1.63	4.26
10:29	230.98	1638.73	0.94	1.89	5.29	231.01	1800.73	0.94	1.57	3.85	230.96	1671.13	0.91	1.66	4.19
10:30	231.03	1646.55	0.94	1.90	5.20	231.00	1806.46	0.94	1.58	3.88	231.05	1675.02	0.92	1.74	4.29
10:31	233.24	1640.84	0.94	1.91	5.18	233.19	1813.53	0.93	1.57	3.92	233.17	1687.54	0.91	1.71	4.47
10:32	233.50	1641.14	0.94	1.87	5.50	233.35	1822.20	0.93	1.55	3.91	233.43	1685.16	0.91	1.72	4.52
10:33	232.09	1649.55	0.94	1.90	5.45	231.98	1814.07	0.94	1.56	3.98	231.95	1689.02	0.92	1.78	4.48
10:34	232.44	1657.32	0.94	1.91	4.98	232.19	1821.39	0.94	1.58	3.85	232.32	1702.60	0.92	1.78	4.34
10:35	232.11	1667.13	0.94	1.93	5.11	232.05	1811.90	0.94	1.59	3.87	232.10	1711.99	0.92	1.78	4.67
10:36	232.01	1672.46	0.94	2.01	5.19	231.87	1815.43	0.94	1.71	4.04	231.89	1722.78	0.92	1.78	4.48
10:37	231.90	1659.11	0.94	1.97	5.13	231.75	1817.87	0.94	1.61	3.85	231.74	1722.49	0.92	1.78	4.55
10:38	232.19	1672.46	0.94	1.97	5.63	232.03	1832.44	0.94	1.63	3.97	232.12	1724.81	0.92	1.78	4.40
10:39	232.08	1680.42	0.94	2.01	5.74	232.02	1818.68	0.94	1.62	3.97	232.02	1733.79	0.92	1.80	4.40
10:40	231.90	1683.35	0.94	2.03	5.71	231.80	1817.05	0.94	1.63	3.89	231.78	1723.36	0.92	1.78	4.49
10:41	231.80	1681.30	0.94	2.04	5.70	231.73	1829.48	0.94	1.65	3.97	231.72	1720.45	0.92	1.80	4.52
10:42	232.11	1665.35	0.94	2.04	5.74	231.91	1828.94	0.94	1.73	4.01	231.97	1727.72	0.92	1.81	4.45
10:43	232.15	1671.86	0.94	2.09	5.75	232.02	1831.63	0.94	1.70	4.39	232.03	1727.72	0.92	1.79	4.54
10:44	232.05	1695.64	0.94	2.07	5.73	231.94	1852.48	0.94	1.71	4.26	231.99	1736.39	0.92	1.78	4.47
10:45	232.20	1698.26	0.94	2.08	5.78	232.08	1844.22	0.94	1.79	4.23	232.19	1731.48	0.92	1.81	4.61
10:46	231.83	1687.46	0.94	2.08	6.00	231.73	1853.54	0.94	1.74	4.29	231.75	1738.70	0.92	1.86	4.80
10:47	231.86	1683.35	0.94	2.17	5.95	231.56	1844.49	0.94	1.83	4.47	231.58	1734.95	0.92	1.86	4.63
10:48	231.67	1680.71	0.94	2.12	5.90	231.49	1849.28	0.94	1.84	4.37	231.42	1736.68	0.92	1.89	4.72
10:49	231.55	1690.38	0.94	2.14	6.06	231.47	1847.15	0.94	1.82	4.37	231.49	1734.37	0.92	1.88	4.81
10:50	231.38	1716.78	0.94	2.13	5.82	231.42	1845.29	0.94	1.80	4.33	231.27	1740.71	0.92	1.84	4.69
10:51	231.84	1709.28	0.94	2.14	5.98	231.70	1859.37	0.94	1.84	4.60	231.76	1751.33	0.92	1.88	4.67
10:52	231.58	1693.31	0.94	2.16	6.11	231.50	1872.30	0.94	1.91	4.46	231.57	1749.04	0.92	1.89	4.87
10:53	231.94	1710.44	0.94	2.16	6.07	231.69	1883.32	0.94	2.00	4.95	231.82	1759.88	0.92	1.89	4.87
10:54	231.74	1728.55	0.94	2.18	5.99	231.74	1888.54	0.94	2.00	4.84	231.79	1756.47	0.92	1.92	4.84
10:55	231.70	1741.08	0.94	2.12	5.95	231.80	1891.66	0.94	1.98	4.72	231.79	1759.03	0.92	1.87	4.73
10:56	231.44	1727.40	0.94	2.17	6.07	231.33	1883.58	0.94	2.00	4.97	231.42	1755.04	0.92	1.92	4.83
10:57	231.49	1729.69	0.94	2.20	6.04	231.46	1875.19	0.94	1.98	4.93	231.50	1752.47	0.92	1.90	4.86
10:58	231.85	1743.06	0.94	2.18	5.96	231.89	1893.75	0.94	1.99	4.91	231.96	1753.90	0.92	1.94	4.78

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูลดิบจากห้างสรรพสินค้า MDB3

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
9:21	235.13	1086.16	0.97	0.92	0.00	235.77	1094.43	0.97	0.99	0.00	236.26	989.41	0.95	0.91	0.00
9:22	235.39	1068.31	0.97	0.96	0.00	236.18	1064.13	0.97	1.02	0.00	236.64	966.57	0.95	0.99	0.00
9:23	235.13	987.10	0.96	0.92	0.00	235.97	986.21	0.97	0.98	0.00	236.40	871.42	0.94	0.93	0.00
9:24	236.36	1020.73	0.96	0.99	0.00	237.09	1041.05	0.97	1.05	0.00	237.70	900.39	0.95	1.02	0.00
9:25	237.45	1016.59	0.96	0.92	0.00	238.26	1002.65	0.97	1.12	0.00	238.68	896.69	0.94	1.04	0.00
9:26	237.82	1000.31	0.96	0.87	0.00	238.71	993.29	0.97	0.98	0.00	239.07	883.88	0.94	0.95	0.00
9:27	237.71	992.79	0.96	0.87	3.31	238.44	972.86	0.97	1.00	0.00	238.85	873.60	0.94	0.96	0.00
9:28	237.74	1018.89	0.96	0.89	0.00	238.66	987.63	0.97	0.94	0.00	239.02	895.10	0.94	0.94	0.00
9:29	237.33	944.87	0.95	0.84	0.00	238.33	937.64	0.96	1.01	0.00	238.55	824.92	0.92	0.98	0.00
9:30	237.07	946.36	0.95	0.90	0.00	238.03	929.64	0.96	0.86	0.00	238.22	806.28	0.92	0.91	0.00
9:31	237.14	927.34	0.95	0.89	0.00	238.01	909.83	0.96	0.95	0.00	238.15	805.10	0.92	0.92	0.00
9:32	237.12	939.39	0.95	0.84	0.00	238.06	909.83	0.96	0.91	0.00	238.13	804.51	0.92	0.92	0.00
9:33	236.72	1002.19	0.96	0.85	0.00	237.83	962.72	0.97	0.95	0.00	237.89	868.15	0.93	0.94	0.00
9:34	236.67	992.79	0.95	0.85	0.00	237.73	978.12	0.97	0.95	0.00	237.95	868.69	0.93	0.90	0.00
9:35	236.65	977.07	0.95	0.87	3.25	237.69	964.17	0.97	0.89	0.00	237.78	851.57	0.93	0.94	0.00
9:36	236.69	996.55	0.95	0.90	0.00	237.58	964.66	0.97	0.99	0.00	237.80	868.69	0.93	0.95	0.00
9:37	236.90	987.10	0.96	0.87	3.31	237.86	984.79	0.97	0.92	0.00	238.08	865.95	0.93	0.89	0.00
9:38	236.34	1000.31	0.95	0.89	0.00	237.37	977.17	0.97	0.99	0.00	237.59	870.88	0.93	0.98	0.00
9:39	236.69	989.95	0.95	0.90	0.00	237.47	1012.85	0.97	0.95	0.00	237.95	873.60	0.93	0.96	0.00
9:40	236.29	964.52	0.95	0.88	0.00	237.22	954.43	0.97	0.94	0.00	237.39	853.80	0.93	0.94	0.00
9:41	236.38	965.49	0.96	0.89	3.28	237.36	943.11	0.97	1.01	0.00	237.54	858.79	0.93	0.94	0.00
9:42	236.36	965.97	0.95	0.89	3.37	237.25	956.39	0.97	1.01	0.00	237.44	855.46	0.93	1.01	0.00
9:43	235.97	948.34	0.95	0.90	0.00	236.98	919.53	0.96	1.13	0.00	237.15	819.72	0.93	1.10	0.00
9:44	235.40	1022.11	0.95	0.96	3.21	236.63	944.59	0.96	0.95	0.00	236.61	849.33	0.92	0.97	0.00
9:45	235.95	1011.96	0.95	0.91	3.30	237.28	938.64	0.96	1.01	0.00	237.15	837.50	0.91	0.99	0.00
9:46	235.39	1010.57	0.95	0.95	3.55	236.66	950.51	0.96	1.05	0.00	236.72	857.13	0.92	1.01	0.00
9:47	235.20	1046.14	0.95	0.97	3.58	236.57	984.31	0.96	0.97	0.00	236.48	880.11	0.92	0.96	0.00
9:48	235.05	1085.30	0.95	0.96	3.38	236.32	1025.68	0.96	1.06	0.00	236.35	934.58	0.92	1.04	0.00
9:49	234.96	1163.29	0.95	1.04	2.87	236.16	1102.51	0.96	0.95	0.00	236.29	1010.32	0.93	1.07	0.00
9:50	234.82	1168.11	0.95	1.04	3.23	236.03	1107.58	0.96	1.29	0.00	236.08	1001.82	0.93	1.22	0.00
9:51	234.49	1189.59	0.95	1.02	3.00	235.70	1132.60	0.96	1.04	0.00	235.83	1028.04	0.93	1.08	0.00
9:52	234.42	1159.65	0.95	0.96	3.10	235.62	1105.05	0.96	1.07	0.00	235.75	991.80	0.93	1.09	0.00
9:53	234.50	1130.17	0.95	1.03	3.12	235.76	1061.05	0.96	1.00	0.00	235.73	968.04	0.92	1.13	0.00
9:54	234.38	1170.92	0.95	1.03	3.28	235.61	1093.58	0.96	0.99	0.00	235.81	1005.13	0.93	1.03	0.00
9:55	234.63	1139.67	0.95	1.00	3.16	235.76	1061.49	0.96	1.07	0.00	235.89	976.84	0.92	1.09	0.00
9:56	234.50	1147.46	0.95	1.04	3.38	235.78	1073.74	0.96	1.13	0.00	235.98	970.98	0.92	1.18	0.00
9:57	234.48	1170.12	0.95	1.07	3.45	235.78	1090.58	0.96	1.16	0.00	235.96	984.11	0.92	1.19	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ วัตถุประสงค์เพื่อใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น ไม่สามารถเผยแพร่หรือใช้เพื่อวัตถุประสงค์อื่นใดได้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
9:58	234.67	1171.32	0.95	1.11	3.51	235.81	1096.99	0.96	1.12	0.00	236.01	1007.49	0.93	1.18	0.00
9:59	233.15	1336.60	0.95	1.29	4.16	234.26	1260.65	0.95	1.25	3.09	234.51	1157.62	0.92	1.14	3.20
10:00	232.98	1337.65	0.95	1.22	4.03	234.01	1261.39	0.95	1.15	2.86	234.28	1164.98	0.92	1.08	2.89
10:01	232.98	1356.10	0.95	1.26	4.09	234.20	1282.33	0.95	1.23	3.10	234.39	1177.16	0.92	1.12	3.05
10:02	232.52	1452.60	0.95	1.22	3.67	233.79	1414.33	0.95	1.20	3.14	234.20	1259.46	0.92	1.14	3.02
10:03	232.62	1461.29	0.95	1.29	4.15	233.78	1429.12	0.95	1.30	3.44	234.24	1277.44	0.92	1.19	3.13
10:04	232.52	1452.27	0.95	1.21	3.83	233.57	1428.47	0.95	1.25	2.99	234.02	1284.86	0.92	1.16	3.00
10:05	232.21	1473.11	0.95	1.26	3.99	233.23	1444.40	0.95	1.25	3.13	233.55	1309.41	0.93	1.15	3.03
10:06	232.43	1509.89	0.95	1.25	3.35	233.61	1443.11	0.95	1.26	3.03	233.96	1313.03	0.93	1.20	2.68
10:07	232.27	1478.51	0.95	1.21	3.41	233.37	1428.14	0.95	1.21	2.75	233.68	1302.49	0.93	1.10	2.71
10:08	232.18	1474.70	0.95	1.30	3.75	233.22	1438.57	0.95	1.26	3.02	233.65	1293.71	0.93	1.17	2.86
10:09	232.27	1465.77	0.95	1.19	3.50	233.34	1437.92	0.95	1.22	2.74	233.79	1289.66	0.93	1.18	2.60
10:10	232.13	1482.00	0.95	1.24	3.59	233.22	1436.94	0.95	1.28	3.13	233.80	1319.17	0.93	1.17	2.68
10:11	232.02	1474.38	0.95	1.20	3.66	233.14	1446.66	0.95	1.22	2.73	233.60	1314.48	0.93	1.15	2.55
10:12	232.73	1443.85	0.95	1.16	3.38	233.66	1414.99	0.96	1.19	2.60	234.01	1304.68	0.93	1.17	2.48
10:13	232.88	1421.93	0.95	1.18	3.64	233.67	1396.05	0.96	1.21	2.64	234.08	1284.86	0.93	1.18	2.69
10:14	232.65	1427.52	0.95	1.31	4.00	233.40	1399.39	0.96	1.29	2.93	233.79	1294.81	0.93	1.28	3.11
10:15	232.14	1431.79	0.95	1.21	3.68	233.02	1393.70	0.96	1.24	2.99	233.39	1294.81	0.93	1.23	3.06
10:16	233.13	1439.30	0.95	1.26	3.92	234.21	1378.20	0.95	1.26	3.29	234.35	1301.40	0.93	1.19	3.36
10:17	233.19	1435.06	0.95	1.21	3.96	234.02	1389.00	0.95	1.28	3.27	234.42	1296.28	0.93	1.23	3.32
10:18	232.58	1430.15	0.95	1.18	3.79	233.46	1386.31	0.95	1.23	2.97	233.77	1294.81	0.93	1.21	2.90
10:19	232.34	1453.24	0.95	1.30	3.84	233.34	1402.39	0.95	1.35	3.25	233.79	1310.86	0.93	1.19	3.39
10:20	232.50	1450.01	0.95	1.19	3.66	233.47	1414.99	0.95	1.26	2.92	233.93	1322.05	0.93	1.25	3.17
10:21	232.57	1495.85	0.95	1.23	3.65	233.66	1416.97	0.95	1.28	3.05	234.00	1342.03	0.93	1.21	3.10
10:22	232.29	1456.79	0.95	1.16	3.51	233.08	1414.00	0.95	1.21	2.87	233.63	1321.69	0.93	1.24	2.87
10:23	232.51	1468.33	0.95	1.28	4.07	233.34	1421.25	0.95	1.28	3.11	233.87	1322.05	0.93	1.26	3.47
10:24	232.63	1455.82	0.95	1.15	3.79	233.49	1428.14	0.95	1.19	2.93	234.01	1321.69	0.93	1.17	2.99
10:25	232.56	1463.21	0.95	1.23	3.78	233.39	1429.77	0.95	1.27	2.96	233.83	1332.79	0.93	1.22	3.18
10:26	232.30	1473.11	0.95	1.29	3.86	233.25	1420.92	0.95	1.24	3.12	233.66	1322.77	0.93	1.18	3.21
10:27	232.52	1468.01	0.95	1.30	4.01	233.38	1443.75	0.95	1.26	3.12	233.96	1332.07	0.93	1.22	3.34
10:28	232.68	1436.36	0.95	1.21	3.92	233.39	1407.38	0.95	1.26	3.10	233.99	1301.76	0.93	1.24	3.21
10:29	232.70	1450.98	0.95	1.32	4.22	233.47	1417.63	0.95	1.32	3.33	234.07	1307.95	0.93	1.26	3.62
10:30	232.60	1447.42	0.95	1.25	3.77	233.37	1436.29	0.95	1.25	2.98	233.98	1303.22	0.93	1.24	3.25
10:31	231.97	1465.77	0.95	1.27	3.86	232.90	1436.29	0.96	1.28	3.08	233.42	1313.03	0.94	1.25	3.36
10:32	232.14	1467.37	0.95	1.33	4.25	232.93	1444.72	0.95	1.37	3.31	233.48	1324.56	0.93	1.31	3.54
10:33	232.44	1440.93	0.95	1.33	4.04	233.21	1418.95	0.95	1.30	3.36	233.79	1305.05	0.93	1.27	3.35
10:34	232.32	1450.66	0.95	1.34	4.09	233.24	1417.96	0.95	1.36	3.44	233.60	1323.13	0.93	1.29	3.43
10:35	232.28	1444.83	0.95	1.27	3.97	233.05	1436.62	0.96	1.30	3.17	233.80	1303.95	0.93	1.28	3.18

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูลดิบจากห้างสรรพสินค้า MDB4

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
9:49	226.15	724.73	0.91	1.00	0.00	225.77	750.96	0.81	0.91	0.00	226.38	721.54	0.90	0.75	0.00
9:50	226.68	729.21	0.91	0.96	0.00	226.27	755.44	0.81	0.91	0.00	226.84	722.40	0.90	0.78	0.00
9:51	226.55	728.93	0.91	1.09	0.00	226.40	755.44	0.81	1.09	0.00	226.86	723.54	0.90	1.00	0.00
9:52	226.38	730.69	0.91	1.29	0.00	226.13	756.34	0.81	1.19	0.00	226.64	724.87	0.90	1.14	0.00
9:53	226.77	730.79	0.91	0.99	0.00	226.19	758.21	0.81	1.01	0.00	226.84	725.91	0.90	0.85	0.00
9:54	226.64	734.03	0.91	1.14	0.00	226.25	761.67	0.81	0.98	0.00	226.74	731.00	0.90	0.89	0.00
9:55	226.49	740.01	0.91	1.08	0.00	226.07	765.57	0.81	0.98	1.61	226.78	733.91	0.90	0.96	0.00
9:56	226.26	737.62	0.92	0.86	0.00	225.84	765.65	0.81	0.88	0.00	226.49	732.79	0.90	0.76	0.00
9:57	226.88	738.08	0.92	0.84	0.00	226.27	764.51	0.81	0.86	0.00	226.90	732.69	0.90	0.79	0.00
9:58	226.47	733.47	0.91	1.30	0.00	226.15	758.30	0.81	1.15	0.00	226.79	728.08	0.90	1.13	0.00
9:59	226.57	734.58	0.91	1.06	1.65	226.20	762.29	0.81	1.09	0.00	226.84	730.82	0.90	0.95	0.00
10:00	226.47	734.30	0.91	1.14	1.76	225.98	761.41	0.81	1.01	0.00	226.36	730.72	0.90	0.88	0.00
10:01	226.39	745.12	0.91	0.82	0.00	226.07	762.38	0.81	0.86	0.00	226.50	732.88	0.90	0.76	0.00
10:02	226.39	751.37	0.91	1.12	0.00	225.94	769.70	0.81	1.17	0.00	226.61	740.99	0.90	1.11	0.00
10:03	226.18	748.02	0.91	0.93	0.00	225.78	766.89	0.81	0.96	0.00	226.39	738.02	0.90	0.97	0.00
10:04	226.19	745.85	0.91	1.02	0.00	225.88	764.42	0.81	1.05	1.62	226.46	737.09	0.90	0.96	0.00
10:05	226.56	746.48	0.91	1.09	0.00	226.10	766.01	0.81	1.06	1.61	226.37	735.88	0.90	0.92	0.00
10:06	226.41	748.11	0.91	1.01	0.00	226.04	767.15	0.81	1.00	0.00	226.39	738.39	0.90	0.93	0.00
10:07	226.15	748.66	0.91	1.15	0.00	225.63	767.33	0.81	1.12	0.00	226.28	737.93	0.90	1.02	0.00
10:08	226.06	745.30	0.91	1.05	0.00	225.69	766.01	0.81	1.01	0.00	226.20	736.16	0.90	0.99	0.00
10:09	225.90	746.75	0.91	1.20	0.00	225.64	765.48	0.81	1.23	1.57	226.19	736.81	0.90	1.12	0.00
10:10	225.94	749.11	0.91	1.08	0.00	225.58	766.98	0.81	1.08	1.60	226.15	734.85	0.90	1.08	0.00
10:11	226.57	747.48	0.91	1.15	1.63	225.73	769.09	0.81	1.08	0.00	226.35	734.85	0.90	0.89	0.00
10:12	225.89	749.74	0.91	1.05	1.70	225.40	768.30	0.81	1.02	0.00	225.84	736.62	0.90	0.97	0.00
10:13	225.86	746.39	0.91	0.99	0.00	225.78	765.92	0.81	0.93	0.00	226.22	733.82	0.90	0.85	0.00
10:14	226.06	747.57	0.91	1.13	0.00	225.45	768.65	0.81	1.06	0.00	225.88	737.65	0.90	0.95	0.00
10:15	225.81	749.29	0.91	1.11	0.00	225.33	767.68	0.81	1.03	1.58	225.86	736.16	0.90	0.85	0.00
10:16	225.85	750.56	0.91	1.14	0.00	225.45	767.86	0.81	1.07	0.00	225.95	738.21	0.90	1.03	0.00
10:17	225.84	748.11	0.91	0.95	0.00	225.36	765.57	0.81	0.96	1.60	225.80	733.82	0.90	0.92	0.00
10:18	225.38	748.20	0.91	1.09	0.00	225.27	764.06	0.81	1.08	1.62	225.70	734.38	0.90	1.05	0.00
10:19	225.73	750.83	0.91	0.95	1.60	225.27	767.50	0.81	0.91	0.00	225.80	736.81	0.90	0.77	0.00
10:20	225.52	752.36	0.91	0.86	1.62	224.83	770.05	0.81	0.92	1.56	225.54	737.83	0.90	0.74	1.67
10:21	225.57	748.39	0.91	1.25	0.00	225.23	765.21	0.81	1.14	1.60	225.72	734.29	0.90	1.05	0.00
10:22	225.52	748.93	0.91	1.06	0.00	225.22	765.92	0.81	1.06	1.61	225.81	734.10	0.90	0.97	0.00
10:23	226.24	750.11	0.91	1.12	1.61	225.53	768.82	0.81	1.10	1.62	225.99	737.18	0.90	0.92	0.00
10:24	225.17	750.29	0.91	0.89	0.00	225.06	766.45	0.81	0.91	0.00	225.42	735.97	0.90	0.78	0.00
10:25	225.55	751.37	0.91	1.26	0.00	225.34	767.24	0.81	1.22	1.61	225.79	736.16	0.90	1.13	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ ขอสงวนสิทธิ์ในเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
10:26	225.61	747.66	0.91	0.97	1.61	225.28	764.95	0.81	0.89	0.00	225.74	734.75	0.90	0.77	0.00
10:27	225.34	749.83	0.91	1.20	0.00	225.20	767.15	0.81	1.23	1.72	225.70	736.06	0.90	1.20	0.00
10:28	225.43	747.66	0.91	0.92	0.00	225.20	763.89	0.81	0.84	1.64	225.72	733.54	0.90	0.74	0.00
10:29	226.26	746.48	0.91	1.01	0.00	225.70	763.36	0.81	0.99	1.60	226.15	733.63	0.90	0.91	1.69
10:30	226.12	747.30	0.91	1.11	0.00	225.60	765.30	0.81	1.06	1.57	226.13	733.54	0.90	0.99	0.00
10:31	226.39	748.39	0.91	0.97	0.00	225.85	766.10	0.81	0.93	0.00	226.41	736.06	0.90	0.82	0.00
10:32	226.05	748.57	0.91	1.18	0.00	225.60	766.71	0.81	1.20	1.67	226.23	737.18	0.90	1.06	1.73
10:33	226.10	747.21	0.91	1.04	0.00	225.65	764.68	0.81	0.93	1.57	226.24	734.94	0.90	0.80	0.00
10:34	226.14	750.20	0.91	1.08	0.00	225.61	766.98	0.81	1.07	1.60	226.12	736.99	0.90	0.92	1.65
10:35	225.15	749.29	0.91	0.93	1.65	224.84	765.83	0.81	0.91	1.64	225.28	735.69	0.90	0.72	0.00
10:36	225.58	748.11	0.91	1.01	0.00	225.20	764.68	0.81	0.86	0.00	225.69	734.85	0.90	0.79	0.00
10:37	225.50	747.84	0.91	0.83	0.00	225.04	764.51	0.81	0.81	1.70	225.59	734.66	0.90	0.73	0.00
10:38	225.62	748.93	0.91	1.19	0.00	225.00	765.39	0.81	1.10	0.00	225.42	735.03	0.90	0.97	0.00
10:39	225.38	745.94	0.91	1.15	0.00	225.07	763.53	0.81	1.04	1.62	225.49	733.44	0.90	0.85	0.00
10:40	225.75	750.92	0.91	1.10	0.00	225.23	767.50	0.81	1.07	1.60	225.83	735.22	0.90	1.05	0.00
10:41	225.35	747.66	0.91	1.03	0.00	225.08	765.04	0.81	1.07	0.00	225.65	735.78	0.90	0.96	0.00
10:42	225.98	748.57	0.91	1.14	0.00	225.39	766.18	0.81	1.07	1.57	225.86	736.16	0.90	0.88	0.00
10:43	226.32	748.11	0.91	1.05	0.00	225.92	765.92	0.81	1.00	0.00	226.34	735.88	0.90	0.88	0.00
10:44	226.48	750.29	0.91	0.89	1.61	225.80	766.36	0.81	0.83	0.00	226.43	736.90	0.90	0.76	0.00
10:45	226.21	748.84	0.91	0.84	0.00	225.76	766.89	0.81	0.87	1.63	226.28	736.16	0.90	0.78	0.00
10:46	226.17	747.03	0.91	0.97	0.00	226.09	763.53	0.81	0.96	0.00	226.64	735.03	0.90	0.85	0.00
10:47	226.25	748.20	0.91	1.18	0.00	226.23	763.62	0.81	1.09	1.62	226.67	734.10	0.90	1.06	0.00
10:48	226.38	747.39	0.91	0.85	0.00	226.28	764.51	0.81	0.87	0.00	226.67	735.22	0.90	0.76	0.00
10:49	226.28	749.47	0.91	0.90	0.00	225.88	766.80	0.81	0.87	1.65	226.40	737.37	0.90	0.72	0.00
10:50	225.98	750.11	0.91	1.10	0.00	225.71	768.65	0.81	1.03	1.58	225.94	738.02	0.90	0.92	1.65
10:51	226.44	747.93	0.91	1.10	0.00	225.96	765.57	0.81	1.02	1.64	226.40	736.34	0.90	0.91	0.00
10:52	226.65	750.01	0.91	0.91	0.00	226.04	767.94	0.81	0.89	0.00	226.41	737.37	0.90	0.82	0.00
10:53	226.11	748.39	0.91	0.90	0.00	225.87	765.92	0.81	0.88	0.00	226.19	737.18	0.90	0.80	0.00
10:54	226.03	749.20	0.91	0.89	0.00	226.20	766.18	0.81	0.80	1.59	226.45	738.67	0.90	0.70	0.00
10:55	226.42	748.57	0.91	0.89	0.00	225.60	765.57	0.81	0.85	0.00	226.30	736.99	0.90	0.75	0.00
10:56	226.45	746.03	0.91	1.09	0.00	226.14	762.91	0.81	1.01	0.00	226.56	735.31	0.90	0.87	0.00
10:57	226.43	746.30	0.91	1.21	0.00	226.15	765.04	0.81	1.06	0.00	226.56	735.31	0.90	0.90	0.00
10:58	226.25	748.39	0.91	0.89	0.00	225.73	766.89	0.81	0.87	1.59	226.25	737.74	0.90	0.74	0.00
10:59	226.23	748.84	0.91	0.90	1.65	225.95	765.83	0.81	0.88	0.00	226.32	737.65	0.90	0.82	1.66
11:00	226.68	747.84	0.91	1.16	1.67	226.03	765.92	0.81	1.11	1.58	226.47	736.62	0.90	0.99	0.00
11:01	226.08	745.12	0.91	0.94	0.00	225.88	762.29	0.81	0.93	1.58	226.24	732.60	0.90	0.74	0.00
11:02	226.41	750.11	0.91	0.97	1.72	225.98	767.77	0.81	1.00	1.61	226.46	738.11	0.90	0.93	0.00
11:03	226.17	750.20	0.91	1.27	0.00	225.88	765.57	0.81	1.27	0.00	226.49	737.65	0.90	1.21	0.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตัวอย่างข้อมูลดิบจากห้างสรรพสินค้า MDB5

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
9:17	221.50	1701.84	0.36	1.25	1.37	222.70	1728.57	0.34	1.25	1.33	222.43	161.15	0.85	1.10	16.76
9:18	229.75	336.98	0.65	0.68	3.10	230.18	355.17	0.64	0.68	2.74	230.02	46.11	0.20	0.60	34.08
9:19	229.43	413.17	0.77	0.83	2.95	229.57	432.95	0.76	0.83	2.74	229.43	54.60	0.20	0.64	28.50
9:20	228.86	509.55	0.83	0.78	2.74	229.40	531.93	0.82	0.78	2.54	229.18	65.48	0.18	0.68	23.02
9:21	228.82	588.44	0.86	0.84	2.74	228.95	611.85	0.85	0.84	2.54	228.83	71.57	0.15	0.63	21.43
9:22	228.63	660.18	0.88	0.80	2.59	228.90	686.49	0.87	0.80	2.46	228.70	84.34	0.15	0.70	17.93
9:23	228.31	723.42	0.89	0.87	2.61	228.70	752.77	0.88	0.87	2.47	228.56	94.71	0.12	0.72	16.21
9:24	227.96	768.22	0.90	0.84	2.44	228.75	799.09	0.89	0.84	2.32	228.66	96.55	0.11	0.85	15.76
9:25	228.26	810.90	0.90	0.87	2.50	228.75	840.25	0.89	0.87	2.42	228.49	100.94	0.11	0.77	15.41
9:26	227.55	957.40	0.90	0.83	2.00	228.17	994.37	0.89	0.83	1.95	227.99	111.10	0.13	0.77	13.71
9:27	228.65	766.10	0.88	0.91	2.14	229.20	796.55	0.87	0.91	1.92	228.92	91.60	0.16	0.71	17.50
9:28	218.84	2368.86	0.57	1.18	0.75	219.21	2436.09	0.56	1.18	0.69	219.40	227.75	0.77	1.07	14.89
9:29	226.63	1204.47	0.85	0.84	1.92	226.99	1255.93	0.84	0.84	1.81	226.89	131.58	0.30	0.79	13.10
9:30	225.93	1303.86	0.86	0.88	1.93	226.41	1356.02	0.85	0.88	1.84	226.30	137.79	0.30	0.86	12.31
9:31	225.79	1453.98	0.89	0.90	1.85	226.10	1513.50	0.87	0.90	1.73	226.15	155.01	0.29	0.85	10.46
9:32	225.55	1540.74	0.89	1.12	1.97	226.14	1603.51	0.88	1.12	1.85	226.12	160.78	0.29	0.98	10.00
9:33	225.29	1596.01	0.90	1.12	1.95	226.25	1658.11	0.89	1.12	1.82	226.14	166.50	0.28	1.05	9.72
9:34	225.65	1601.85	0.90	0.91	1.83	225.93	1668.01	0.89	0.91	1.77	225.79	163.98	0.29	0.78	9.93
9:35	225.32	1628.76	0.90	0.89	1.93	226.04	1692.94	0.89	0.89	1.80	225.88	168.77	0.30	0.80	9.78
9:36	225.29	1686.10	0.90	0.87	1.80	225.75	1752.12	0.89	0.87	1.73	225.66	172.27	0.28	0.83	9.26
9:37	224.61	1802.74	0.91	1.07	1.82	225.39	1873.04	0.90	1.07	1.72	225.10	185.58	0.29	1.01	8.52
9:38	224.43	1906.42	0.91	0.86	1.70	224.75	1977.09	0.90	0.86	1.63	224.63	193.15	0.33	0.93	7.98
9:39	224.09	1953.55	0.91	1.07	1.78	224.62	2027.33	0.90	1.07	1.69	224.48	199.27	0.33	1.06	7.81
9:40	224.11	1945.16	0.91	0.82	1.72	224.82	2019.64	0.90	0.82	1.63	224.62	199.93	0.32	0.80	7.65
9:41	224.24	1942.51	0.91	0.82	1.65	224.81	2016.80	0.90	0.82	1.59	224.79	199.72	0.31	0.88	7.65
9:42	223.83	1941.86	0.91	0.88	1.66	224.65	2017.01	0.90	0.88	1.59	224.35	199.75	0.30	0.85	7.70
9:43	223.99	1949.31	0.91	0.87	1.76	224.42	2022.36	0.90	0.87	1.67	224.32	199.83	0.29	0.88	7.76
9:44	224.66	1949.13	0.91	1.00	1.72	224.75	2021.01	0.90	1.00	1.67	224.66	202.30	0.30	1.03	8.18
9:45	224.26	1959.45	0.91	1.02	1.63	224.29	2031.80	0.90	1.02	1.61	224.21	204.88	0.30	1.05	8.07
9:46	223.69	1957.08	0.91	1.11	1.81	224.21	2033.46	0.90	1.11	1.72	224.24	202.88	0.32	1.08	8.21
9:47	223.85	1954.64	0.91	0.92	1.76	224.43	2031.50	0.90	0.92	1.68	224.25	202.94	0.31	0.85	8.34
9:48	223.82	1957.94	0.91	0.97	1.69	224.07	2031.87	0.90	0.97	1.64	224.15	205.92	0.32	1.05	8.51
9:49	223.77	1956.89	0.91	0.91	1.72	224.31	2032.86	0.90	0.91	1.63	224.07	205.61	0.31	0.84	8.68
9:50	223.79	1957.07	0.91	0.99	1.69	223.67	2031.75	0.90	0.99	1.62	223.69	206.49	0.32	1.09	9.09
9:51	223.48	1969.04	0.91	0.94	1.68	223.74	2045.61	0.90	0.94	1.62	223.83	207.68	0.31	0.95	9.31
9:52	222.76	1968.54	0.91	0.84	1.67	223.17	2044.72	0.90	0.84	1.60	223.20	205.48	0.30	0.80	9.66
9:53	222.98	1979.61	0.91	1.19	1.70	223.44	2055.72	0.90	1.19	1.64	223.23	205.92	0.29	1.10	9.52

เอกสารนี้เป็นเอกสารทรัพย์สินทางปัญญาของบริษัทฯ วัตถุประสงค์เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปเผยแพร่โดยไม่ได้รับอนุญาต

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Time	Phase A					Phase B					Phase C				
	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa	V	A	PF	THDv	THDa
9:54	222.88	1972.01	0.91	1.21	1.85	223.43	2048.00	0.90	1.21	1.73	223.53	206.99	0.31	1.17	10.06
9:55	222.64	1966.20	0.91	1.21	1.79	223.82	2043.80	0.90	1.21	1.69	223.58	208.89	0.31	1.08	9.95
9:56	222.86	1955.78	0.91	1.13	1.73	223.44	2029.43	0.90	1.13	1.65	223.28	206.65	0.30	1.17	10.40
9:57	222.75	1960.40	0.91	1.08	1.80	223.20	2033.68	0.90	1.08	1.71	223.04	211.79	0.30	1.06	10.81
9:58	223.18	1958.09	0.91	0.99	1.71	223.19	2034.72	0.90	0.99	1.64	223.21	215.65	0.28	1.09	10.91
9:59	222.98	1966.24	0.91	1.17	1.78	223.40	2040.95	0.90	1.17	1.69	223.43	214.83	0.29	1.11	10.99
10:00	222.70	1962.13	0.91	0.93	1.70	223.29	2039.16	0.90	0.93	1.63	223.28	216.52	0.29	0.99	11.17
10:01	222.56	1961.40	0.91	1.04	1.80	223.24	2037.34	0.90	1.04	1.69	223.15	211.51	0.29	1.01	11.33
10:02	222.78	1962.31	0.91	1.08	1.81	223.17	2036.10	0.90	1.08	1.72	223.26	212.12	0.29	1.07	11.63
10:03	222.19	1956.04	0.91	1.05	1.78	222.96	2031.31	0.90	1.05	1.69	222.86	208.43	0.30	0.97	11.91
10:04	222.60	1964.13	0.91	1.19	1.78	223.07	2038.45	0.90	1.19	1.70	222.88	211.79	0.29	1.13	12.12
10:05	222.48	1965.37	0.91	1.09	1.79	222.73	2035.49	0.90	1.09	1.71	222.55	211.46	0.31	1.06	12.37
10:06	222.31	1968.70	0.91	0.92	1.77	222.96	2039.88	0.90	0.92	1.72	222.63	210.91	0.32	0.94	12.37
10:07	221.83	1983.74	0.91	1.09	1.77	222.43	2058.08	0.90	1.09	1.68	222.33	216.12	0.30	1.13	12.54
10:08	222.00	1980.44	0.91	0.93	1.74	222.37	2052.28	0.90	0.93	1.66	222.34	216.84	0.32	0.90	12.85
10:09	221.71	1970.73	0.91	1.03	1.78	222.24	2043.75	0.90	1.03	1.70	222.17	216.44	0.30	0.92	13.05
10:10	224.25	1958.64	0.91	0.87	1.74	224.64	2030.66	0.90	0.87	1.69	224.61	214.53	0.29	0.91	13.83
10:11	224.85	1955.22	0.91	0.90	1.77	225.21	2029.40	0.90	0.90	1.68	225.07	213.63	0.27	0.81	14.08
10:12	224.98	1964.46	0.91	1.06	1.81	225.03	2035.03	0.90	1.06	1.74	224.98	212.73	0.30	1.02	14.20
10:13	224.71	1964.53	0.91	0.98	1.71	224.84	2037.34	0.90	0.98	1.66	224.82	213.45	0.29	1.08	14.77
10:14	224.51	1961.02	0.91	0.93	1.76	224.68	2036.10	0.90	0.93	1.69	224.83	213.75	0.27	0.80	14.75
10:15	224.73	1966.58	0.91	0.87	1.76	224.92	2041.17	0.90	0.87	1.67	224.84	214.53	0.29	0.83	14.66
10:16	224.52	1974.06	0.91	1.12	1.85	224.85	2041.47	0.90	1.12	1.78	224.77	128.24	0.58	1.07	66.43
10:17	224.49	1968.11	0.91	0.85	1.77	224.63	2041.92	0.90	0.85	1.72	224.69	1975.88	0.90	0.90	1.77
10:18	224.50	1970.11	0.91	0.92	1.82	224.54	2041.51	0.90	0.92	1.73	224.60	1973.75	0.90	0.86	1.83
10:19	224.46	1965.06	0.91	0.97	1.79	224.37	2041.07	0.90	0.97	1.70	224.42	1970.38	0.90	1.02	1.82
10:20	224.80	1966.58	0.91	0.96	1.83	224.76	2038.98	0.90	0.96	1.76	224.83	1971.91	0.90	0.90	1.83
10:21	224.40	1965.47	0.91	0.84	1.81	224.93	2038.53	0.90	0.84	1.73	224.92	1971.91	0.90	0.81	1.77
10:22	224.05	1967.61	0.91	1.27	2.00	224.72	2040.95	0.90	1.27	1.87	224.59	1975.06	0.90	1.08	1.88
10:23	224.46	1970.29	0.91	1.13	1.89	224.60	2045.31	0.90	1.13	1.78	224.65	1978.73	0.90	0.95	1.83
10:24	224.07	1970.50	0.91	1.22	1.97	224.40	2044.16	0.90	1.22	1.85	224.61	1976.32	0.90	1.16	1.88
10:25	224.36	1969.93	0.91	0.94	1.83	224.31	2042.29	0.90	0.94	1.75	224.40	1975.98	0.90	0.85	1.82
10:26	224.53	1967.65	0.91	0.95	1.84	224.48	2036.95	0.90	0.95	1.77	224.59	1970.24	0.90	1.00	1.85
10:27	224.11	1967.58	0.91	1.20	1.93	224.60	2040.20	0.90	1.20	1.83	224.56	1978.16	0.90	1.17	1.85
10:28	224.49	1969.72	0.91	1.01	1.85	224.40	2040.40	0.90	1.01	1.79	224.53	1973.63	0.90	1.07	1.86
10:29	224.13	1962.81	0.91	0.91	1.81	224.59	2034.98	0.90	0.91	1.72	224.49	1969.16	0.90	0.86	1.75
10:30	224.12	1960.40	0.91	1.31	2.02	224.72	2036.25	0.90	1.31	1.90	224.67	1967.77	0.90	1.22	1.90
10:31	224.38	1966.74	0.91	1.09	1.83	224.45	2039.47	0.90	1.09	1.76	224.45	1971.96	0.90	1.02	1.85

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่ สงวนลิขสิทธิ์ สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาคผนวก ข.

โปรแกรมที่ใช้ทำนายเสถียรภาพของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวิทยานิพนธ์นี้ใช้การเขียนโปรแกรมบน Google colab. <https://colab.research.google.com/>

```
import pandas as pd
from sklearn.linear_model import LogisticRegression
from sklearn.model_selection import train_test_split
from sklearn.metrics import roc_auc_score
from sklearn.metrics import accuracy_score
from keras.models import Sequential
from keras.layers import Dense, Activation, Dropout
import keras
import random
from sklearn.preprocessing import StandardScaler
from keras.callbacks import ModelCheckpoint
import numpy as np
from joblib import dump, load
from keras.models import model_from_json
import tensorflow as tf; print(tf.__version__)
df = pd.read_csv('electric_df.csv')
scaler = load("scaler.pkl")
def assignPowerOn(row):
    power = 1
    if row['V'] >= 215 and row['V'] <= 240:
        if row['PF'] > 0.9:
            if row['A'] >= 1500 and row['A'] <= 2000:
                if row['THDv'] < 3:
                    if row['THDi'] > 5:
                        power = 1
            else:
                power = 0
        else:
            power = 0
    else:
        power = 0
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

return power
df['Power_on'] = df.apply(assignPowerOn,axis=1)
X_train,X_test,y_train,y_test
train_test_split(df.drop('Power_on',axis=1),df.Power_on,test_size=0.3,random_state=42)
X_train = scaler.transform(X_train)
X_test = scaler.transform(X_test)
json_file = open('model.json', 'r')
loaded_model_json = json_file.read()
json_file.close()
model = model_from_json(loaded_model_json)
model.load_weights("model_weight.h5")
model.compile(loss='binary_crossentropy',optimizer='adam',metrics=['accuracy'])
model.fit(X_train,y_train,batch_size=64,epochs=200,shuffle=True)
Epoch 1/200
-----
KeyboardInterrupt      Traceback (most recent call last)
<ipython-input-11-08d8e4f4facc> in <module>()
----> 1 model.fit(X_train,y_train,batch_size=64,epochs=200,shuffle=True)

53 frames
/usr/lib/python3.7/tokenize.py in _compile(expr)
    146
    147 def _compile(expr):
--> 148     return re.compile(expr, re.UNICODE)
    149
    150 # Note that since _all_string_prefixes includes the empty string,

```

KeyboardInterrupt:

```

y_pred = model.predict(X_train)
roc_auc_score(y_train,y_pred)
y_pred = model.predict(X_test)
roc_auc_score(y_test,y_pred)
model.save_weights('model_weight_2.h5')

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนลิขสิทธิ์ไว้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

model_json = model.to_json()
with open('model_2.json', "w") as json_file:
    json_file.write(model_json)
json_file.close()
lg = LogisticRegression(solver='lbfgs',class_weight='balanced')
lg.fit(X_train,y_train)
LogisticRegression(C=1.0, class_weight='balanced', dual=False,
                    fit_intercept=True, intercept_scaling=1, l1_ratio=None,
                    max_iter=100, multi_class='warn', n_jobs=None, penalty='l2',
                    random_state=None, solver='lbfgs', tol=0.0001, verbose=0,
                    warm_start=False)
y_pred = lg.predict_proba(X_test)[:,1]
roc_auc_score(y_test,y_pred)
y_pred = lg.predict_proba(X_train)[:,1]
roc_auc_score(y_train,y_pred)
dump(lg, 'logit_model_2.joblib')
['logit_model_2.joblib']

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Monitoring of Factory Electrical System in Collapse Using Neural Network Prediction Method

Chongrag Boonseng
Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang
Bangkok, Thailand
chongrag.bo@kmitl.ac.th

Nannam Nilnimitr
Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology
Ladkrabang
Bangkok, Thailand
62601064@kmitl.ac.th

Kunyanuth Kularbphetpong
Faculty of Science and Technology
Suan Sunandha Rajabhat University
Bangkok, Thailand
kunyanuth.ku@ssru.ac.th

Abstract— This project presents monitoring of the feasibility of electrical systems by a prediction program created by Neuron Networks which the program can predict the result in the percentage of how strong the power is. In this paper, we will talk about the models used for analysis and the predictive results obtained from the program. When we can predict the strength percentage of the system, it will help the users maintain or prevent the strength of the electrical system lower than the users require. It also helps to reduce the impact of seams on the use of uninterruptible power systems.

Keywords— neural network, prediction method, power system collapse.

I. INTRODUCTION

In this paper, the electrical system is considered as an important system in every sector. Whether in the households, Transportations, Industries, etc. Certainly, every sector wants to have stable electrical systems all the time resulting in a system preventing electrical system failures occurrence. Most will work when the electrical system has a problem. Therefore, it may result in power outages or surges during the work joints. Therefore, in this paper, we present a program to help monitor and predict the electrical system whether the electrical system at that time was reliable. By conducting an analytical process using artificial neural networks in the processing system which it will be able to analyze when the system becomes unstable. Firstly, it can be prepared to reduce the impact of the seam on the use of electricity backup system which the program has been created 2 models for analysis: 1. Neural network 2. Logistic Regression and 3 variables used in the analysis in this article 1. Voltage 2. Current 3. Power factor. When all the information has been entered, the program will analyze whether the system fails, and expressed as a percentage. We can see the changing trends. By reference to the distortion in the system from the IEEE 519-1992 standard [1].

II. ARCHITECTURE NEURAL NETWORK

An artificial neural network was created to help human analyze. But before it can analyze, training is necessary. The artificial neural network training can be done by inputting the data set. Then The data will be averaged into weight values, and through the learning processes between the input and weight values within the hidden layers the artificial neural network system will display as the output as shown in Fig.1 a.

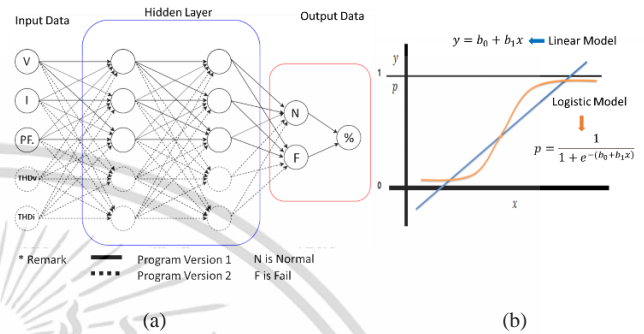


Fig. 1. (a) Architecture Neural Network. (b) Machine Learning.

The learning of the artificial neural network in this paper is called Machine learning. In the learning machine. There will be two predictions for the results: 1. Regression or linear equation 2. Classification but in Logistic regression which is special. It can predict in both forms because the values that predicted and in the form of numbers are exactly from the equation (1).

$$p = \frac{1}{1 + e^{-(b_0 + b_1x)}} \quad (1)$$

Where b_0, b_1 are the coefficients of the model, such as the Linear model equation in Fig.1b. The slope is b_1 times the x and adding a constant to get the numerical output. Logistic model is in accordance with the equation. It will make straight lines twist into curves. The output is numerical as well as linear, but it can be used to classify as well.

III. PROGRAM DESIGN

This program was written by Google Colab with Python. It is designed to be analyzed between 2 processes which are Neural Network and Logistic Regression. In this paper, only 3 variables were used to test the models: voltage, current and power factor.

The scope of the program is taught by using the information to teach the program repeatedly letting the program know the desired scope. Therefore, it can compare with the required data with the scope of the program analysis to identify the needs of users who want to specify the electrical systems in the desired period. After that, bring the data to the AUC score (Area under the ROC Curve) to measure the efficiency of the model, as shown in Fig. 2.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

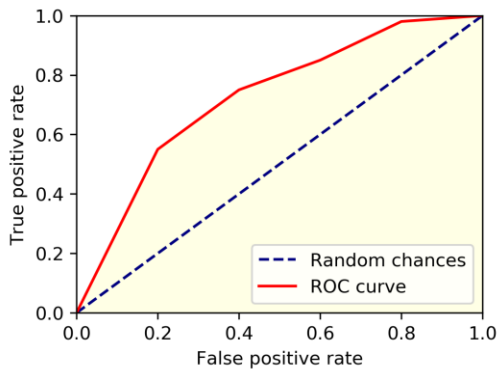


Fig. 2. The ROC Curve.

We can write to show the process of the program in the form of flow chart, which is in accordance with the program's work plan, as shown in Fig. 3.

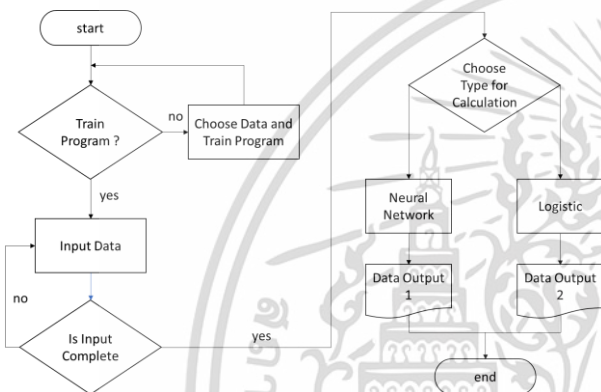


Fig. 3. Program flow chart.

IV. EXPERIMENT

In this section, we will focus on the operation of the program. There are currently 2 versions which are Neural Network and Logistic Regression. When we insert the input into the program to predict the desired results, the program will make predictions using the principles that we choose. (Neural Network or Logistic Regression).

The program will be set from Table 1. which is set as the factory needs.

TABLE I. FACTORY DATA REQUEST

PARAMETER	VALUES	UNIT
Voltage	215-230	V
Current	250-550	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-

Once we know the scope that the factory needs to analyze and then use the data to train the program. By using the measured data from the factory which has both boundary and non-boundary bounded together so that the program can learn by comparing with the scope specified.

Then we can put the data that needs to be analyzed for the program to make predictions.

V. EXAMPLE AND RESULTS

A. FACTORY A

In Example A, take the parameters measured from the plastic factory in both versions of the program.

By comparing each type of input with the percentage strength of the electrical system. The higher the percentage is, the stronger the system will be. (max = 100). The result will be shown in Fig. 4-11.

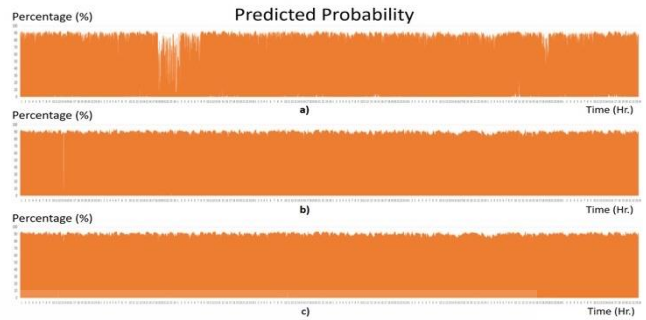


Fig. 4. Graph between predicted probability from Neural Network and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C

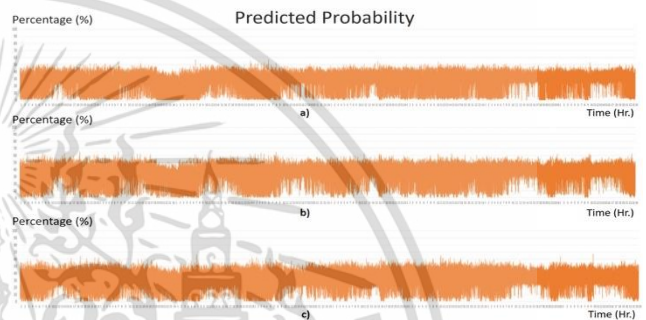


Fig. 5. Graph between predicted probability from Logistic Regression and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C

From Fig. 4 and Fig. 5 show predicted probability with Neural Network model and Logistic Regression model in 3 electrical system phases, respectively. From the Fig. 4, The prediction results in the Neural Network model in 3 phases, only Phase A has predicted an unstable period of electrical systems in the factory. As for the other 2 phases, the electrical system in the factory is stable. In the Logistic Regression model as shown in figure 5, the prediction results are likely to be similar in all 3 phases. Regarding as the instability range of the system, it was found that the Logistic Regression model can detect many periods, and there is also a time period that matches the Neural Network model in Phase A as well. In addition, you can see the differences in percentages that both models have predicted. The predictions which result from the Logistic Regression model are lower than the predictions result from the Neural Network model.

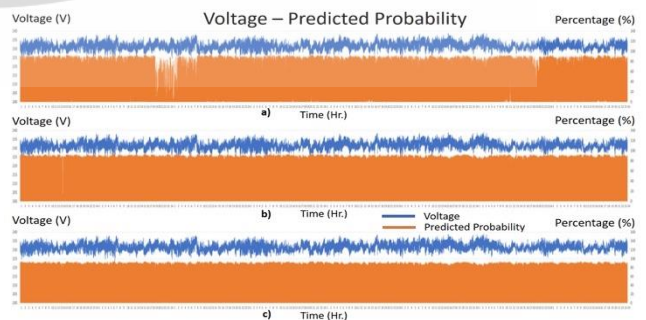


Fig. 6. Graph between voltage and predicted probability from Neural Network (a) phase A (b) phase B (c) phase C

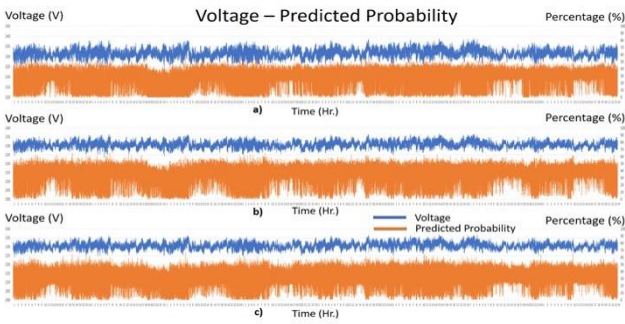


Fig. 7. Graph between voltage and predicted probability from Logistic Regression (a) phase A (b) phase B (c) phase C

From the graph, the data between the voltage and predicted probability of both models (figure 6-7). It is found that the voltage relationship in this data set almost does not affect the instability of the electrical system. Because during the program that predicts system unstable, it can be observed that the voltage fluctuates only a little so that there is almost no difference from the normal range

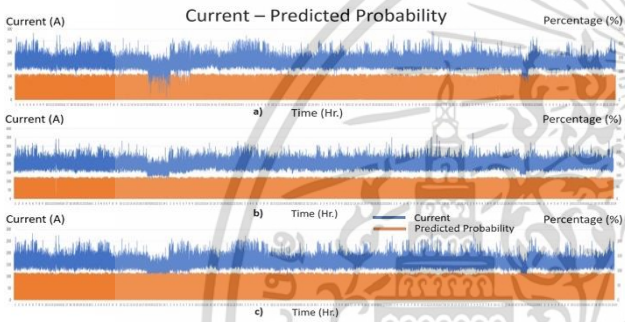


Fig. 8. Graph between current and predicted probability from Neural Network (a) phase A (b) phase B (c) phase C

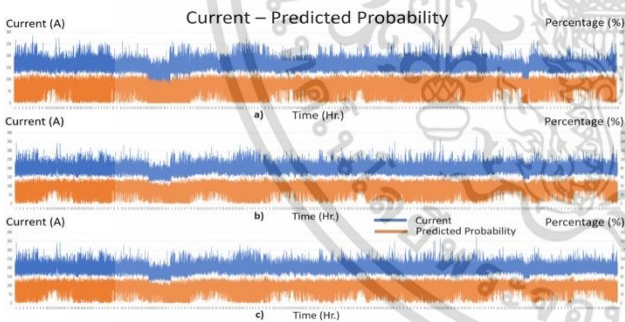


Fig. 9. Graph between current and predicted probability from Logistic Regression (a) phase A (b) phase B (c) phase C

From the graph, between the current and predicted probability of both models (Fig. 8-9). It can be seen that the prediction period in the system is unstable corresponding to the unstable current range. The Logistic Regression model tends to predict the unstable phase in all 3 phases but in Neural Network model. Only Phase A has a prediction trend that corresponds to the current graph.

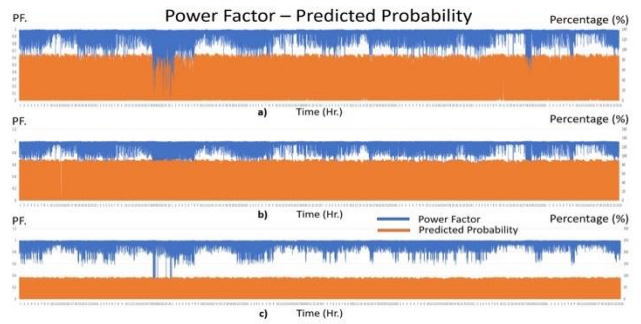


Fig. 10. Graph between power factor and predicted probability from Neural Network (a) phase A (b) phase B (c) phase C

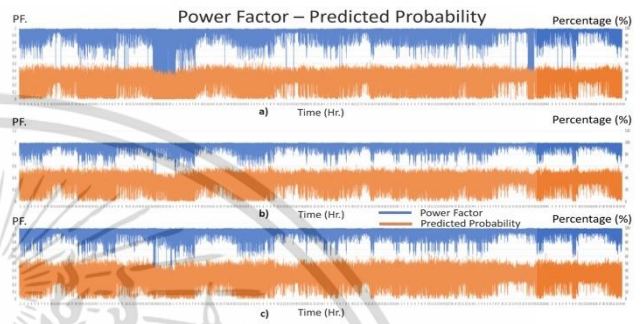


Fig. 11. Graph between power factor and predicted probability from Logistic Regression (a) phase A (b) phase B (c) phase C

From the graph, between the predictive results of the program and the power factor (Fig. 10-11). The graph shows that during the 3-phase power factor instability, the Logistic Regression model can predict the unstable phases of the electrical system in all 3 phases. The Neural Network model only has phase A, which can predict trends consistent with the electrical system.

From factory data A, it was found that the predicted results from the predicted program showed that only the Neural Network model had Phase A which tended to match the measured data from the factory. Logistic Regression model tended to match all three phases, but the percentage is still not very high.

B. FACTORY B

In Example B, take the parameters measured from another MDB in plastic factory in both versions of the program.

By comparing each type of input with the percentage strength of the electrical system. The higher the percentage is, the stronger the system will be (max = 100). The result will be shown in Fig. 12-16.

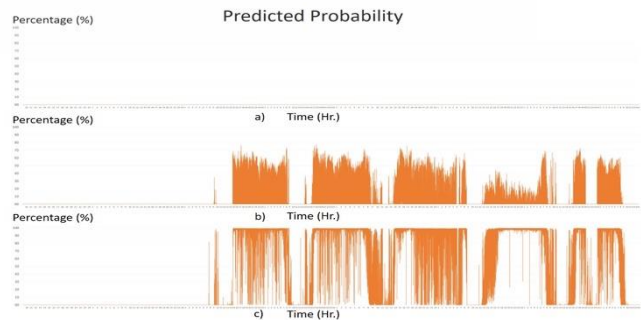


Fig. 12. Graph between predicted probability from Neural Network and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C

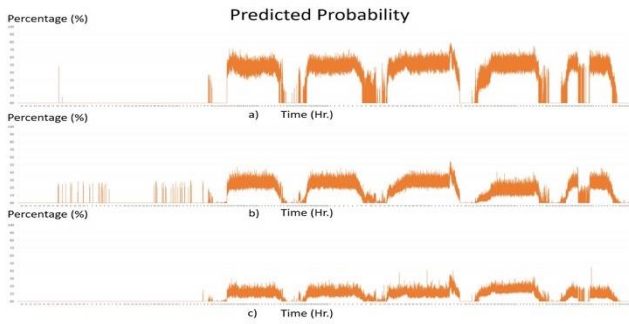


Fig. 13. Graph between predicted probability from Logistic Regression and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C

From Fig. 12, The graphs obtained from all 3 phases are different in every phase, making it possible to assume that there is something that affect the electrical system of the factory. To make the prediction of the different results of all 3-phase electrical systems. As for Fig. 13, The trends derived from the prediction of electrical systems tend to be in the same direction. Therefore, the author would like to compare the predictions of the Logistic Regression program only with electrical parameters.

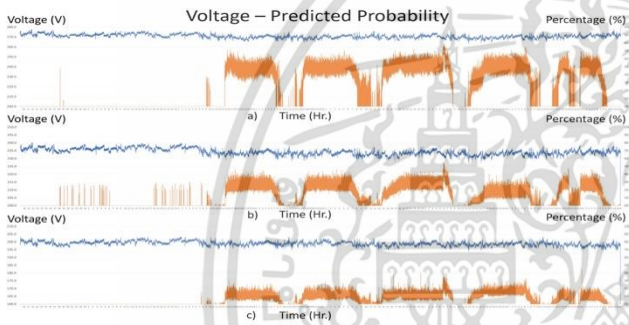


Fig. 14. Graph between voltage and predicted probability from Logistic Regression (a) phase A (b) phase B (c) phase C

From the graph, between the voltage and predicted probability of Logistic Regression models (Fig. 14), In the period, before the prediction results will decrease or increase. The voltage will fluctuate especially in the period before the predictions have dramatically changed. The voltage value is more unusual than usual

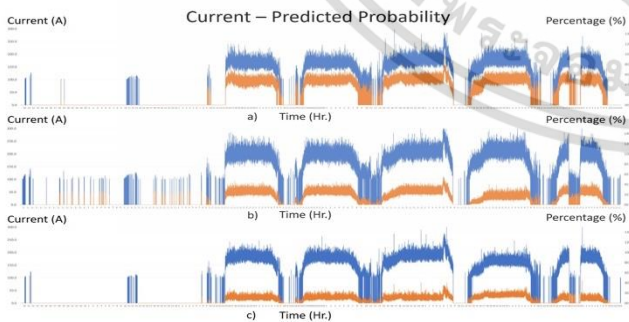


Fig. 15. Graph between current and predicted probability from Logistic Regression (a) phase A (b) phase B (c) phase C

From the graph, between the current and predicted probability of Logistic Regression models (figure 15), The trend of the prediction results is the same as the current of all 3-phase electrical systems.

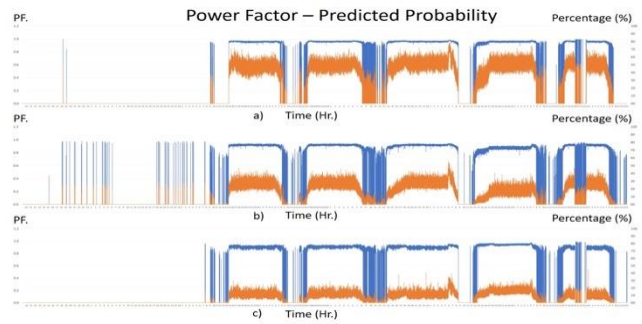


Fig. 16. Graph between power factor and predicted probability from Logistic Regression (a) phase A (b) phase B (c) phase C

From the graph, between the predictive results of the program and the power factor (Fig.16) in the period before the power factor increases or decreases. The prediction results from the prediction program that it will change before the power factor changes. It can be observed that the severe change of the prediction results corresponding to the oscillation period of the power factor.

VI. CONCLUSION

According to the experimental results of the Neural Network and Logistic Regression model, the trend of the predicted results using the Logistic Regression model is similar to the trend of the actual electrical systems in the factory. Two examples especially in Factory B example, in terms of the accuracy of the program, the accuracy of the Logistic Regression model are not very high which are assumed that they are caused by 2 reasons 1) Due to not enough program training 2) From the input variables that lack some variables affecting the electrical system.

REFERENCE

- [1] IEEE 519 -1992 standard. IEEE standards board, "IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power system", IEEE Std. 519-1992, New York, 1993
- [2] R.C.Dugan, M.McGranaghan, S.Santoso, H.Beaty, Electrical Power Systems Quality, 3rd Ed., New York, McGraw-Hill, 2012.
- [3] Wagner, V.E.Balda, J.C. Griffith, D.C. McEachern, A. Barnes T.M. Hartmann D.P. Phileggi D.J, Emmanuel A.E. Horton, W.F. Reid, W.E. Ferraro, R.J. Jewell, W.T., "Effects of harmonics on equipment," Power Delivery, IEEE Transactions, Vol.8 No.2, 1993, pp. 672-680.
- [4] Heidarali Shayanfar and Ahad Mokhtarpour, Management, Control and Automation of Power Quality Improvement, Intechopen, 2011.
- [5] Satish Kumar, Neural Networks, Singapore, McGraw-Hill, 2005.
- [6] J. Wesley Hines, Fuzzy and Neural Approaches in Engineering, United States of America, A Wiley-Interscience Publication, 1997.
- [7] Micheal Negnevitsky, Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems, Second Edition, England, Addison Wesley, 200



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

The Monitoring of Electrical System in Stability Using Neural Network by Logistic Regression Model

Chongrag Boonseng
Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Bangkok, Thailand
chongrag.bo@kmitl.ac.th

Nannam Nilnimitr
Faculty of Engineering
King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang
Bangkok, Thailand
62601064@kmitl.ac.th

Abstract— This project presents a power system stability check using Neuron Networks, where the program analyzes the received data and displays the system stability as a percentage. In this article, we will discuss the Logistic Model used to analyze and predict the results obtained from the program. The parameters used to analyze the power system are voltage, current, power factor, THDv, and THDi, so that users can assess the period of time that the power system has changed and can find a way to do it. maintain the stability of the electrical system.

Keywords— neural network, logistic model, power system stability.

I. INTRODUCTION

In this article, the power system is important in every sector. whether in the industry Shopping malls, etc. that need the stability of the electrical system. Therefore, in this article, we present a program that helps track and analyze the electrical system whether it is reliable or not. The analysis was performed using artificial neural networks in the processing system. which can be analyzed when Is the system stable? It uses Neural Network by Logistic Regression. The 5 variables used in this analysis in this article are 1. Voltage 2. Current 3. Power Factor 4. THDv and 5. THDi. The program analyzes how stable the system is, expressed as a percentage. We can see the changing trend of electrical stability. with reference to system distortions from the IEEE 519-1992 standard [1].

II. ARCHITECTURE NEURAL NETWORK

A. Neural Network by Logistic Regression Model

In designing a neural network by using the Logistic Regression Model to analyze the electrical system, The model has to be trained before it can be put into practice. As shown in Figure 1a. and model of Machine learning in this project used Logistic Regression which will get results in the form of numbers are exactly from the equation (1).

$$p = \frac{1}{1+e^{-(b_0+b_1x)}} \quad (1)$$

Where b_0 , b_1 are the coefficients of the model, such as the Linear model equation in Figure 1b. The slope is b_1 times the x and adds a constant to get the numerical output. Logistic model is in accordance with the equation. It will make straight lines twist into curves. The output is numerical as well as linear, but it can be used to classify as well.

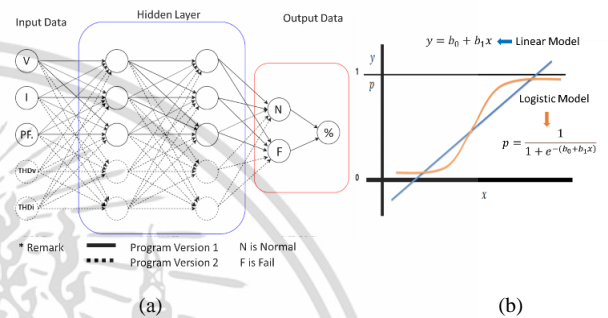


Fig. 1. (a) Architecture Neural Network. (b) Logistic Regression Model.

B. Training Algorithm

Neural network training can be performed by inserting a dataset. The data is then averaged as weighted values. and through the learning process between the input value and the weight value within the hidden layer. In this paper, Back Propagations Algorithm[2] is used for training and analysis of program data, as shown in Figure 2a. There is a working principle of analyzing the error occurring at each processing and sending the data back to change the weight of the input data and process it again. The goal is to optimize the weights so that the neural network can learn how to match inputs to outputs with minimal error, as shown in Figure 2b.

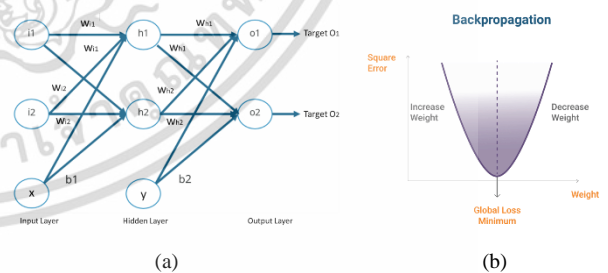


Fig. 2. (a) Back Propagation Algorithm Processing. (b) Principle of Back Propagation Algorithm.

III. PROGRAM DESIGN AND DATA COLLECTION

A. Program Design

This program was written by Google Colab with Python. It is designed to be analyzed by Logistic Regression Model. In this paper, use 5 variables were used to run the model that are voltage, current, power factor, THDv and THDi. We can write to show the process of the program in the form of a flow chart, which is in accordance with the program's work plan, as shown in Figure 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

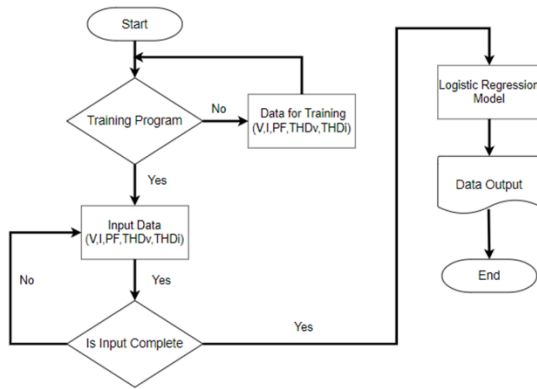


Fig. 3. Program flow chart.

B. Data Collection

This is a collection of data from a department store in Thailand. By collecting data from 2 MDB cabinets, which are MDB A cabinet, which is used for loading in buildings and shopping centers zones, and MDB B, which is used for Auxiliary Load.

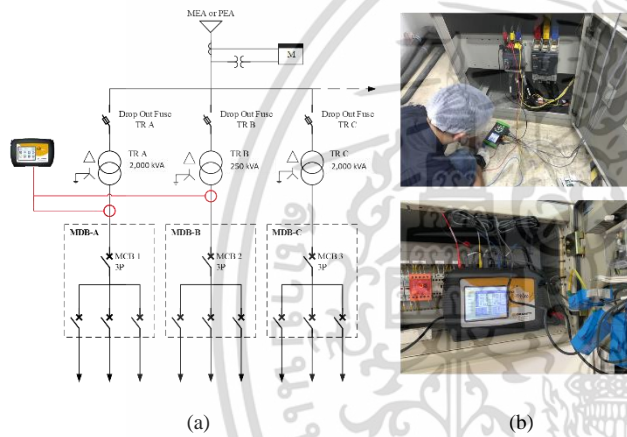


Fig. 4. (a) Example Single Line Diagram for Installed Meter. (b) Data Collection

IV. EXPERIMENT

The data obtained from the MDB cabinet will be analyzed with the program through the Logistic Regression Model. The percentage value will indicate the stability of the electrical system. If the value is high, it means the electrical system has high stability. The program will be set which is set as the department store needs. MDB A sets from Table 1 and MDB B sets from Table 2.

TABLE I. MDB A DATA REQUEST

Parameter	Values	Unit
Voltage	215-230	V
Current	1,500-2,000	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-
THDv	<3	%
THDi	<5	%

TABLE II. MDB B DATA REQUEST

Parameter	Values	Unit
Voltage	215-230	V
Current	150-200	A
Power Factor (PF.)	>0.9	-
THDv	<3	%
THDi	<5	%

Once we know the scope that the department store needs to analyze and then use the data to train the program. By using the measured data from the department store which has both boundary and non-boundary bonded together the program can learn by comparing with the scope specified.

Then we can put the data that needs to be analyzed for the program to make predictions.

V. EXAMPLE AND RESULTS

A. MDB A

In Example A, take the parameters measured from the MDB A. By comparing each type of input with the percentage strength of the electrical system. The higher the percentage is, the stronger the system will be. (max = 100). The result will be shown in Figure. 5.

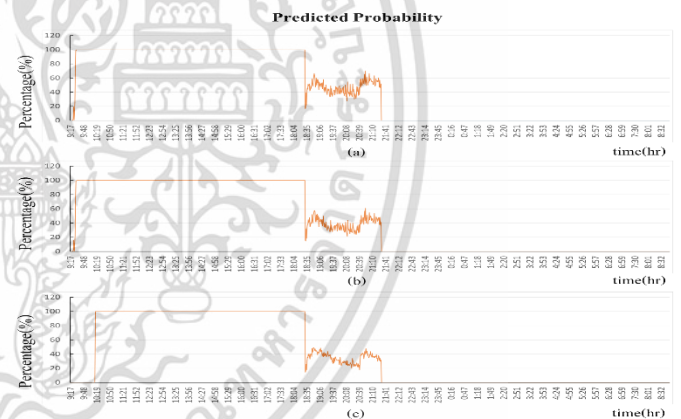


Fig. 5. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C

From Fig. 5 shows predicted probability with Neural Network Logistic Regression model in 3 phases of the electrical system, respectively. From the Fig. 5, the prediction results are likely to be similar in all 3 phases. Regarding the stability range of the system, it was found that the Logistic Regression model can detect many periods. Firstly, after approximately 10 am. every phase of the electrical system at full-load (full-load range) has stability then when time around 6 pm. the department store has reduced load of the electrical system by around 50 percent (half-load range) to prepare to close the plaza therefor percentage of prediction from the program have shown the instability in the time range between 6 pm. to around 9.30 pm. and Lastly It's the time when the department store is closed (no-load range).

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

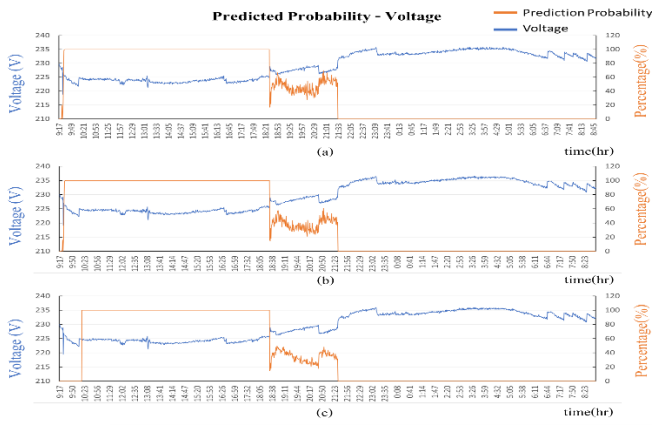


Fig. 6. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and voltage and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C

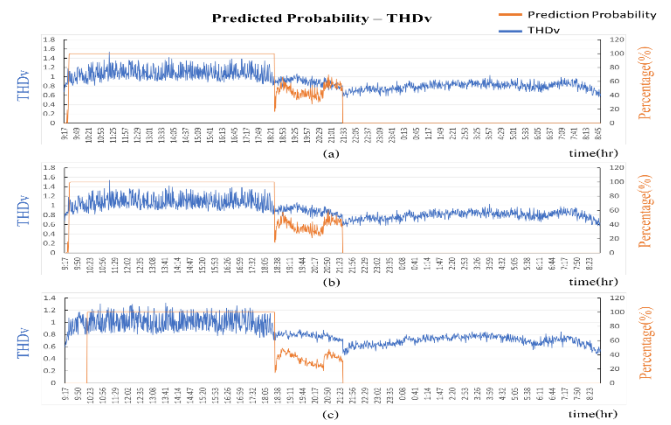


Fig. 9. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and THDv and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C and time

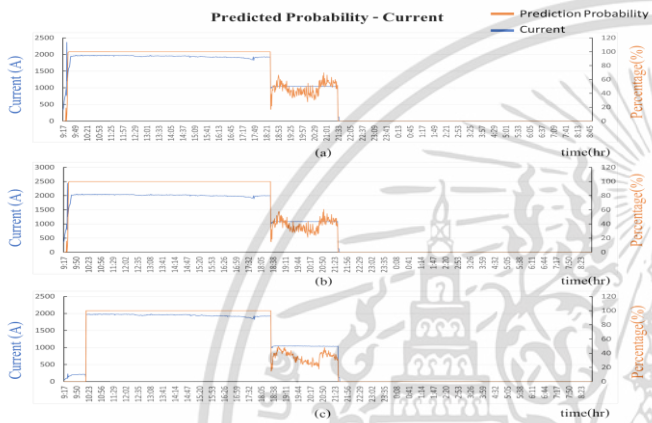


Fig. 7. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and current and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C and time

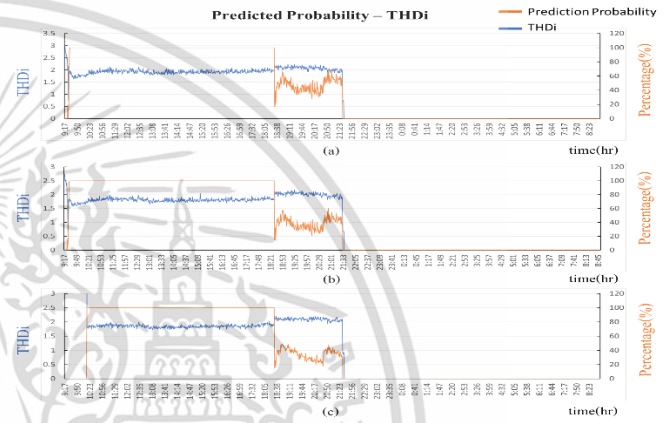


Fig. 10. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and THDi and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C and time

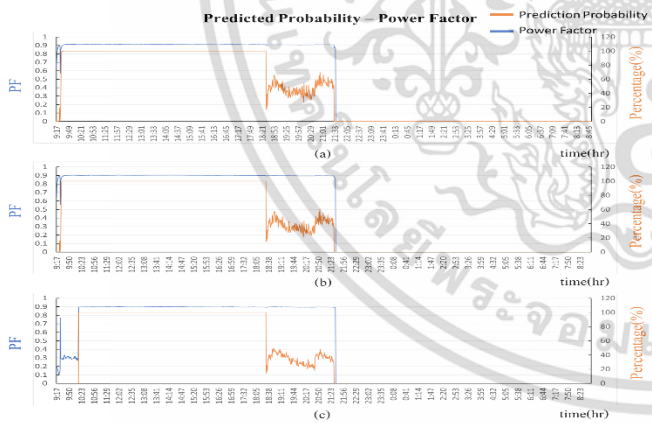


Fig. 8. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and Power Factor and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C and time

From MDB A, the percentage of predicted probability have an effect by electrical parameters at full-load range, half-load range, and no-load, first parameter is voltage, range voltage is in data request condition all of load range as shown in figure 6. The second parameter is current, in this parameter has many effects on to tend and percentage of predicted probability as shown in figure 7. The third parameter is power factor, the power factor in this electrical system hasn't more affects to tend and percentage of predicted probability as shown in figure 8. And THD parameters (THDv and THDi) in this case haven't affected to tend and percentage of predicted probability as shown in figure 9 and figure 10.

B. MDB B

In Example B, take the parameters measured from the MDB B. By comparing each type of input with the percentage strength of the electrical system. The higher the percentage is, the stronger the system will be. (max = 100). The result will be shown in Figure. 11.

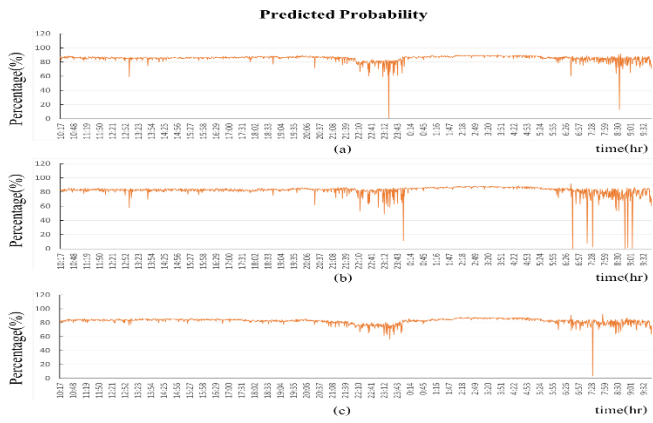


Fig. 11. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C

From Figure 11 shows probabilistic predictions with Neural Network Logistic Regression model in a 3-phase power system, respectively. This MDB (MDB B) runs at full-load all time. The prediction results tend to be similar in all three phases regarding the stability of the system that has the trend of predicted probability should be stable all time. the percentage of predicted probability is around 80 percent and sometimes has a lag of the percentage of predicted probability.

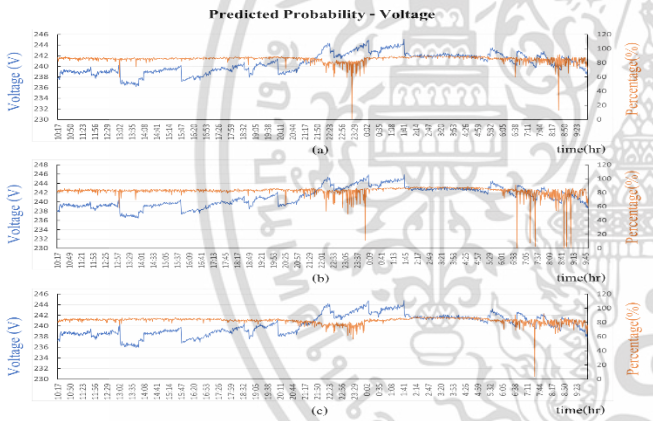


Fig. 12. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and voltage and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C

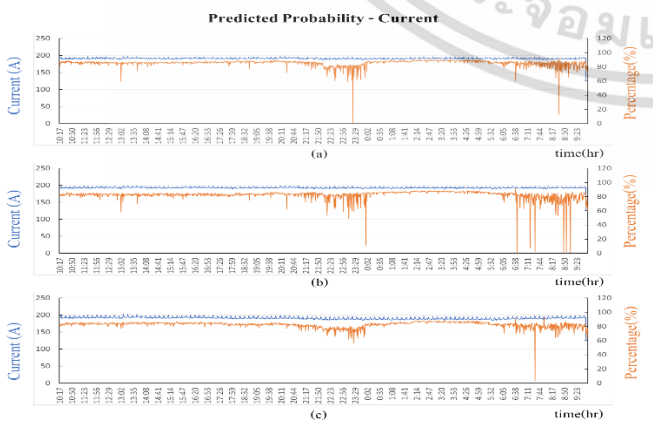


Fig. 13. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and current and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C and time

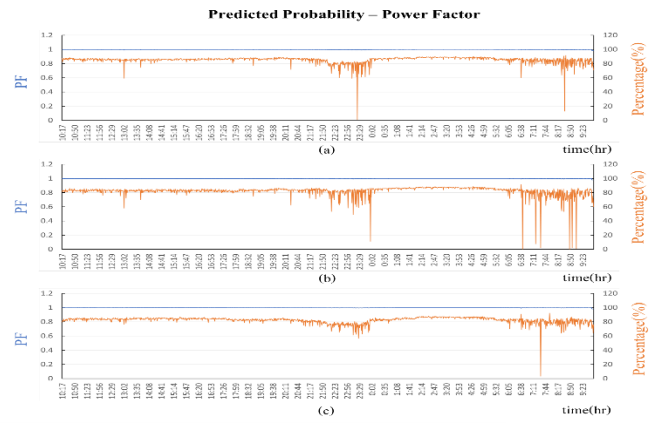


Fig. 14. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and Power Factor and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C and time

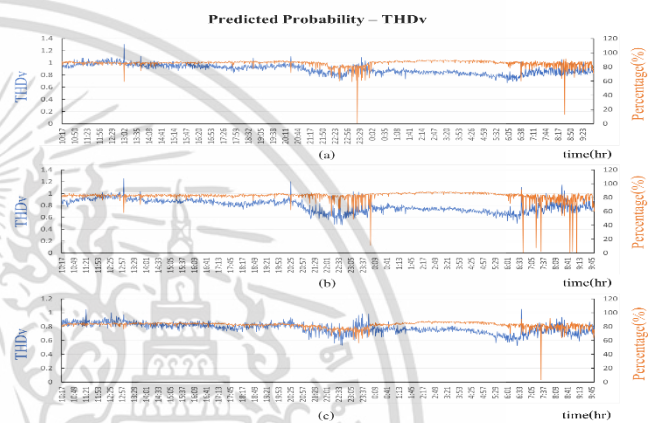


Fig. 15. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and THDv and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C and time

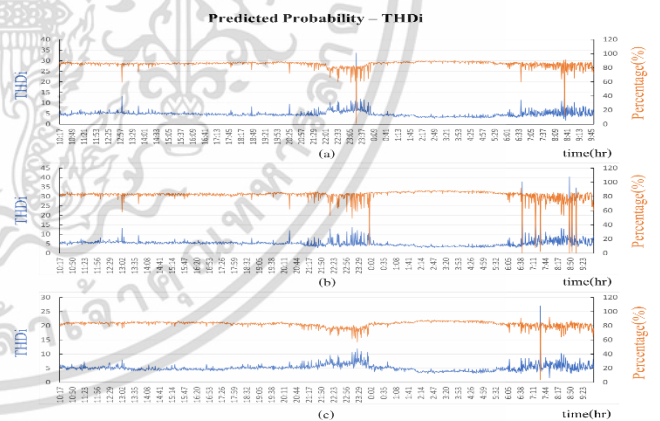


Fig. 16. Percentage of predicted probability from Logistic Regression and THDi and time (a) phase A (b) phase B (c) phase C and time

From MDB B, the percentage of predicted probability have clearly affected by electrical parameters. From around 10 pm. to 12 am. and around 5.30 am. to 9.45 am., the predicted probability has an unstable percentage and the percentage in this time range is lower than in another time range therefore effect from voltage is unstable and higher than the data request as shown in figure 12. In addition, THD parameters (THDv and THDi) in this case have an effect on the percentage of predicted probability. The percentage of predicted probability has reduced when THD parameters are higher data request that clearly in the time

range when THD parameters are higher than other time range as shown in figure 15 and figure 16.

VI. CONCLUSION

According to the experimental results of the Neural Network by Logistic Regression model, the program can monitor trends and the percentage of predicted probability. The trend of predicted probability is according to the actual electrical systems in the department store. In MDB A have estimated 3 functions of load that are full-load, half-load, and no-load, the program can show trends and percentages for each load range. In MDB B has estimated the same load but parameters haven't some values in data request therefore the program can show differentiation of percentage from electrical parameters.

REFERENCES

- [1] IEEE 519 -1992 standard. IEEE standards board, "IEEE recommended practices and requirements for harmonic control in electrical power system", IEEE Std. 519-1992, New York, 1993
- [2] Mirza Cilimkovic, "Neural Networks and Back Propagation Algorithm," Institute of Technology Blanchardstown, Blanchardstown Road North, Dublin Ireland, 2010.
- [3] R.C.Dugan, M.McGranaghan, S.Santoso, H.Beaty, Electrical Power Systems Quality, 3rd Ed., New York, McGraw-Hill, 2012.
- [4] Wagner, V.E.Balda, J.C. Griffith, D.C. McEachern, A. Barnes T.M. Hartmann D.P. Phileggi D.J. Emmanuel A.E. Horton, W.F. Reid, W.E. Ferraro, R.J. Jewell, W.T., "Effects of harmonics on equipment," Power Delivery, IEEE Transactions, Vol.8 No.2, 1993, pp. 672-680.
- [5] Heidarali Shayanfar and Ahad Mokhtarpour, Management, Control and Automation of Power Quality Improvement, Intechopen, 2011.
- [6] Satish Kumar, Neural Networks, Singapore, McGraw-Hill, 2005.
- [7] J. Wesley Hines, Fuzzy and Neural Approaches in Engineering, United States of America, A Wiley-Interscience Publication, 1997.
- [8] Micheal Negnevitsky, Artificial Intelligence A Guide to Intelligent Systems, Second Edition, England, Addison Wesley, 2005

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ-นามสกุล นายน้ำ นิลนิมิตร
 วัน เดือน ปีเกิด 8 ตุลาคม 2539 ที่กรุงเทพฯ
 ที่อยู่ 123/823 หมู่บ้านชัยพฤกษ์ ถ.เทพารักษ์
 ตำบลบางปลา อำเภอบางพลี สมุทรปราการ 10540 โทร.0-2317-3749
 ประวัติการศึกษา 2560 วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต สาขาวิชาพลังงานไฟฟ้า
 สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้