

การตรวจวัดเพื่อประเมินความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์โมนิกในระบบไฟฟ้า ตามมาตรฐาน IEEE519-2022 กรณีศึกษาห้องเย็นจัดเก็บสินค้า

Measurement for Assessment of Harmonic Current Distortion in Power system Using IEEE519-2022 Standard A Case of Study Cold Storage Warehouse

สุวิชา บัวอิน¹ สิวดล นวลนภดล¹ ศักดิ์ชัย นวลนัม¹ และ ศทาวุธ ชุมขวัญ^{1*}

¹สาขาไฟฟ้า วิทยาลัยรัตนภูมิ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

suwicha.b@mutsv.ac.th sivadol.n@mutsv.ac.th Sakchai.n@mutsv.ac.th katawoot.ch@mutsv.ac.th

บทคัดย่อ

บทความวิจัยนี้นำเสนอกรณีศึกษาการตรวจวัดเพื่อประเมินความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์โมนิกในระบบจ่ายไฟฟ้า แบบ 3 เฟส 4 สาย สำหรับจ่ายไฟฟ้าอาคารห้องเย็นจัดเก็บสินค้า การทำงานที่ผิดพลาดของอุปกรณ์ไฟฟ้า ส่วนหนึ่งอาจเกิดจากอุปกรณ์ชนิดไม่เป็นเชิงเส้น ทั้งชนิดเฟสเดียวและชนิดสามเฟส ซึ่งเป็นแหล่งกำเนิดของกระแสฮาร์โมนิกในระบบไฟฟ้า อีกทั้งปัจจุบันอาคารได้มีการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์เข้ามาใช้งาน ดังนั้นงานวิจัยที่นำเสนอ เป็นการตรวจวัดและประเมินความรุนแรงของกระแสฮาร์โมนิกในระบบไฟฟ้า เพื่อให้ทราบถึงความรุนแรงของกระแสฮาร์โมนิกอ้างอิงผลการตรวจวัดตามมาตรฐาน IEEE519-2022 ตรวจวัดสาย 3 เฟสถึงฮาร์โมนิกลำดับที่ 50

คำสำคัญ: ความผิดเพี้ยนกระแสฮาร์โมนิก, โซลาร์เซลล์, มาตรฐาน IEEE519-2022

Abstract

This research article presents a case study on the measurement and evaluation of harmonic current distortion in a three-phase four-wire power distribution system supplying a cold storage facility. Malfunctions of electrical equipment may partly arise from nonlinear devices, both single-phase and three-phase types, which serve as significant sources of harmonic currents within the power system. Moreover, with the increasing adoption of solar photovoltaic systems in such facilities, the issue of harmonic distortion has become more critical. Therefore, this study focuses on the measurement and assessment of the severity of harmonic currents in the electrical system. The evaluation is based on measurement results referenced against the IEEE Standard 519-2022, with harmonic components analyzed up to the 50th order.

Keywords: Harmonic Current Distortion, Solar Photovoltaic, IEEE Standard 519-2022

1. บทนำ

ในปัจจุบันในอาคารห้องเย็นจัดเก็บสินค้า จะมีการใช้ไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง มีการนำอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังมาประยุกต์ใช้งานด้านต่างๆ เช่น อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของคอมเพรสเซอร์ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของพัดลมฮีวเวอร์เตอร์ อุปกรณ์ควบคุมการทำงานของระบบระบายความร้อนและรวมไปถึงระบบปรับอากาศสำนักงาน อุปกรณ์สำรองไฟเป็นต้น และอาคารได้มีการติดตั้งระบบโซลาร์เซลล์เข้ามาใช้งานร่วมกับระบบไฟฟ้าหลักโดยอุปกรณ์ที่ต่อรวม อย่างเช่น อินเวอร์เตอร์สำหรับแปลงผันกำลังไฟฟ้า จัดเป็นอุปกรณ์กำเนิดฮาร์โมนิกเช่นเดียวกัน

ทั่วไปเป็นที่ทราบกันดีอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์กำลังทั้งชนิดเฟสเดียวและชนิดสามเฟส จัดเป็นอุปกรณ์ประเภทไม่เป็นเชิงเส้น (non-linear device) ซึ่งเป็นสาเหตุหลักของการสร้างความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์โมนิก [1] เมื่อมีการนำมาต่อใช้งานในระบบไฟฟ้าที่เพิ่มมากขึ้น จะส่งผลก่อให้เกิดความผิดเพี้ยนที่มากขึ้น ก่อให้เกิดปัญหาด้านคุณภาพไฟฟ้ามาตรฐาน IEEE 1159-2009 [2] ได้แบ่งประเภทปัญหาด้านคุณภาพไฟฟ้าไว้ 7 ประเภท ทั้งนี้ความผิดเพี้ยนของกระแสฮาร์โมนิก จัดอยู่ในประเภทของความผิดเพี้ยนของรูปคลื่น

ปัญหาที่เกิดขึ้นจากความรุนแรงของกระแสฮาร์โมนิก โดยเฉพาะกับระบบไฟฟ้าที่ไม่ได้มีการออกแบบรองรับไว้ เช่น เกิดความเสียหายต่อคาปาซิเตอร์ เกิดความร้อนสะสมของหม้อแปลงไฟฟ้ากำลัง การปลดวงจรของเซอร์กิตเบรกเกอร์ การเพิ่มขึ้นของกระแสในตัวนำไฟฟ้าและความร้อนต่ออุปกรณ์เครื่องจักร เป็นต้น [1-3]

จากปัญหาที่เกิดขึ้นได้ข้างต้น งานวิจัยจึงทำการตรวจวัดและประเมินความรุนแรงของกระแสฮาร์โมนิกแสดงการตรวจวัดค่าความผิดเพี้ยนรวมของแรงดันและของกระแสฮาร์โมนิกสําคัญมหาวิทยาลัย [4] และการติดตั้งอุปกรณ์ตรวจวัดและประเมินของความรุนแรงของอาคารศูนย์การค้า [5]

งานวิจัย [6] ได้มีการตรวจวัดกระแสฮาร์โมนิกที่จุดเชื่อมต่อระหว่างแหล่งจ่ายไฟฟ้าจากระบบโซลาร์เซลล์กับระบบไฟฟ้าหลักของอาคารประเภทจัดเก็บสินค้า

มาตรฐาน IEEE519 [7,9] ได้มีการกำหนดขีดจำกัดและกำหนดจุดตรวจวัดที่จุดต่อร่วม (Point of Common Coupling, PCC) ซึ่งเป็นจุดที่เชื่อมต่อระหว่างผู้ใช้ไฟฟ้าและผู้จำหน่าย

บทความนี้นำเสนอการตรวจวัดและประเมินความรุนแรงของกระแสฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้า 3 เฟส 4 สาย ของอาคารประเภทห้องเย็นจัดเก็บสินค้า ซึ่งมีการใช้ระบบไฟฟ้าตลอด 24 ชั่วโมง โดยการใช้เครื่องมือตรวจวัดคุณภาพไฟฟ้า power quality analyzer (มาตรฐาน IEEE519-2022) แนะนำให้มีการตรวจวัดลำดับของฮาร์มอนิกถึงลำดับที่ 50) ทำการติดตั้งที่ตำแหน่งตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของอาคารห้องเย็นจัดเก็บสินค้า ซึ่งมีการต่อใช้งานร่วมกับระบบโซลาร์เซลล์ขนาดกำลังไฟฟ้า 997 kWp นำค่าที่ได้จากการตรวจวัดมาเปรียบเทียบกับขีดจำกัด เพื่อประเมินความรุนแรงของกระแสฮาร์มอนิกเปรียบเทียบกับมาตรฐาน

หัวข้อต่อไปนี้จะเป็นการกล่าวถึงขีดจำกัดต่างๆ ของกระแสฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้า ตำแหน่งการตรวจวัด การคำนวณและแสดงผลการตรวจวัดมาอ้างอิงตามมาตรฐาน [7] และสุดท้ายเป็นการสรุปผลการตรวจวัด

2. ฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้า

มาตรฐานฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้า ตามมาตรฐาน IEEE519 ได้มีการกำหนดจุดตรวจวัดของกระแสฮาร์มอนิกที่จุดต่อร่วม (PCC) ระหว่างผู้ใช้ไฟฟ้าและผู้จำหน่ายและได้นิยามความผิดเพี้ยนรวมของกระแสฮาร์มอนิกในระบบไฟฟ้าไว้ ดังนี้

1. ความเพี้ยนของฮาร์มอนิกรวม (Total Harmonics Distortion, THD) คือ อัตราส่วนระหว่างค่ารากที่สองของผลบวกกำลังสอง (root-sum-square) ของค่า อาร์เอ็มเอส (rms) ของส่วนประกอบฮาร์มอนิก (I_h) กับค่า อาร์เอ็มเอส (rms) ของส่วนประกอบความถี่มูลฐาน (I_1) เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

$$THD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_1} \times 100\% \quad (1)$$

2. ความเพี้ยนของดีมานด์รวม (Total Demand Distortion, TDD) คือ อัตราส่วนระหว่างค่ารากที่สองของผลบวกลำดับที่สองของค่า อาร์เอ็มเอส ของส่วนประกอบฮาร์มอนิก (I_h) กับค่ากระแสดีมานด์โหลดสูงสุด (I_L) เทียบเป็นเปอร์เซ็นต์

$$TDD = \frac{\sqrt{\sum_{h=2}^{\infty} I_h^2}}{I_L} \times 100\% \quad (2)$$

ตารางที่ 1 แสดงข้อกำหนดขีดจำกัดความผิดเพี้ยนของดีมานด์รวมกระแสฮาร์มอนิก (TDD) หน่วยเป็นเปอร์เซ็นต์และแต่ละขีดจำกัดความเพี้ยนถึงลำดับ 50

ตารางที่ 1 ขีดจำกัดความเพี้ยนกระแสฮาร์มอนิก IEEE 519-2022 [7]

Current distortion limits for system rate 120 through 69kV						
Maximum current harmonics distortion in percent of I_L						
Individual harmonics order ^b						
I_{SC}/I_{SL}	$2 \leq h < 11^a$	$11 \leq h < 17$	$17 \leq h < 23$	$23 \leq h < 35$	$35 \leq h \leq 50$	TDD
$< 20^\circ$	4.0	2.0	2.0	1.5	0.3	5.0
$20 < 50$	7.0	3.5	3.5	2.5	0.5	8.0
$50 < 100$	10.0	4.5	4.5	4.0	0.7	12.0
$100 < 1000$	12.0	5.5	5.5	5.0	1.0	15.0
> 1000	15.0	7.0	7.0	6.0	1.4	20.0

^a For $h \leq 6$, even harmonics are limited to 50% of the harmonic limits show in the table

ในส่วนตารางที่ 1 แสดงขีดจำกัดความเพี้ยนรวมของกระแส ตั้งแต่แรงดัน 120 โวลต์ ถึง 69,000 โวลต์ ตามมาตรฐานกำหนดให้มีความผิดเพี้ยนดีมานด์รวมของรูปคลื่นกระแส (TDD) ได้ตั้งแต่ 5.0 ถึง 20.0 เปอร์เซ็นต์ ทั้งนี้ขีดจำกัดจะมีค่าใด ขึ้นอยู่กับอัตราส่วนของกระแสลัดวงจรต่อค่า ดีมานด์โหลดสูงสุด (I_{SC} / I_L) กระแสลัดวงจร (I_{SC}) สามารถคำนวณได้ตามสมการ

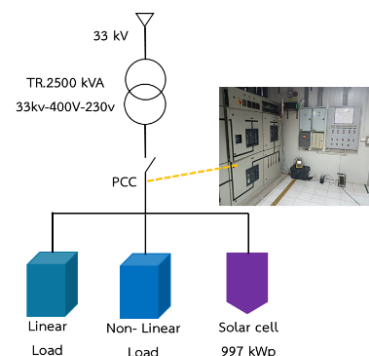
$$I_{SC} = \frac{kVA \times 1,000}{\sqrt{3} \times V_{line-line} \times \%impedance} \quad (3)$$

3. การติดตั้งและตรวจวัด

การวิจัยได้ทำการติดตั้งเครื่องมือวัดทางไฟฟ้า Chauvin arnoux power quality analyzer model C.A 8335 ตรวจวัดกระแสฮาร์มอนิกส์ถึงลำดับที่ 50 [8] ติดตั้งที่ตำแหน่งตู้จ่ายไฟฟ้าหลักของอาคาร ตรวจวัด 24 ชั่วโมง บันทึกค่าทุกๆ 1 นาที

คุณสมบัติที่สำคัญของเครื่องมือตรวจวัด ดังนี้

- 1) เป็นไปตามมาตรฐานการตรวจวัด IEC 61000-4-30
- 2) ตรวจวัดและบันทึกค่าฮาร์มอนิกได้ถึงลำดับที่ 50
- 3) ตรวจวัดและบันทึกค่าเฟสเซอร์ทางไฟฟ้าและรวมทั้งค่าอื่นๆที่เกี่ยวข้อง



รูปที่ 1 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องตรวจวัดทางไฟฟ้า

รูปที่ 1 ตำแหน่งติดตั้งเครื่องมือตรวจวัดทางไฟฟ้าที่จุดต่อร่วม PCC เป็นจุดที่มีการต่อใช้งานโหลดรวมในระบบหลักของอาคาร

4. การเปรียบเทียบผลการตรวจวัดกับมาตรฐาน IEEE519-2022 [7]

ทำการคำนวณหาอัตราส่วนของกระแสลัดวงจรต่อค่าดีมานด์โหลด

สูงสุด (I_{SC} / I_L) ตามรายละเอียดข้อมูลของระบบไฟฟ้า คือ

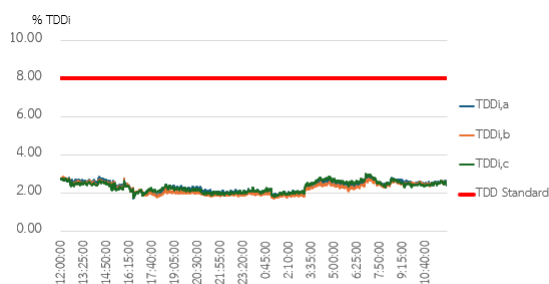
- 1) แรงดันของระบบไฟฟ้า 33 kV – 400/230 V
- 2) พิกัดหม้อแปลงไฟฟ้า 2,500 kVA
- 3) ค่าอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงไฟฟ้า 6.53 เพอร์เซ็นต์
- 4) ค่ากระแสฟลักซ์สูงสุดของหม้อแปลง 3,608.44 แอมแปร์
- 5) ค่ากระแสเฉลี่ยใช้งานสูงสุด 1,591.2 แอมแปร์

จากข้อมูลหาค่ากระแสลัดวงจรตามสมการที่ 3 จะได้อัตราส่วน

(I_{SC} / I_L) ตามสมการที่ 4

$$\frac{I_{SC}}{I_L} = \frac{54,442.76}{1,591.2} = 34.21 \quad (4)$$

นำผลคำตอบการคำนวณของสมการที่ 4 ไปเปรียบเทียบกับตารางที่ 1 จะได้ขีดจำกัดของ TDD 8.0 เพอร์เซ็นต์และค่ากระแสฮาร์โมนิกแต่ละลำดับตั้งแต่ลำดับที่ 2 จนถึงลำดับที่ 50 ยอมรับขีดจำกัดสูงสุด 7.0 ลดลงต่ำลงจนถึง 0.5 ทั้งนี้มาตรฐาน IEEE519-2022 กำหนดให้ขีดจำกัดของฮาร์โมนิกลำดับคู่ที่ ≤ 6 จำกัดที่ 50 เพอร์เซ็นต์ของลำดับเลขคู่ (มาตรฐาน IEEE519-2014 [9] กำหนดขีดจำกัดที่ 25 เพอร์เซ็นต์ของลำดับเลขคู่) ขีดจำกัดนี้ไปเปรียบเทียบผลการตรวจวัดกระแสฮาร์โมนิก ตั้งแต่วันที่ 23 พฤษภาคม 2567 ไปจนถึง วันที่ 24 พฤษภาคม 2567 รวมระยะเวลา 24 ชั่วโมง ผลที่ได้ไปเปรียบเทียบค่า TDD ตามมาตรฐานของเฟส L1, L2, L3 ตามลำดับและเปรียบเทียบความรุนแรงของกระแสฮาร์โมนิก โดยเฉพาะลำดับเลขคู่ $h \leq 6$ ที่มีการเปลี่ยนแปลงขีดจำกัดมาตรฐาน [9]

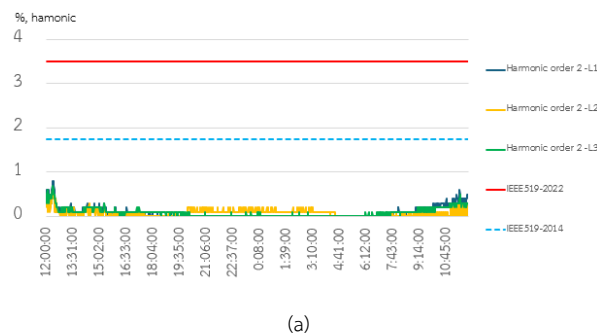


รูปที่ 2 แสดงค่า TDD ที่ได้จากการตรวจวัด

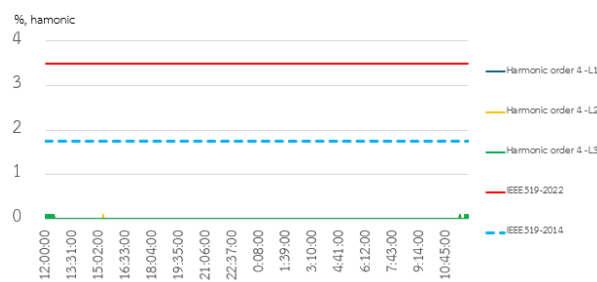
ค่าที่ TDD ที่ได้จากการตรวจวัดของทั้ง 3 เฟส อยู่ในเกณฑ์มาตรฐาน ไม่ได้เกินกว่าขีดจำกัด 8 เพอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า อุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นอาจมีการต่อใช้งานอยู่เป็นสัดส่วนที่น้อยจนไม่ได้สร้างความรุนแรงที่ทำให้เกิดความผิดปกติรวมของค่ากระแสฮาร์โมนิกให้ปรากฏอย่างเด่นชัด

แต่ในมาตรฐาน IEEE519-2022 ได้มีการเปลี่ยนแปลงขีดจำกัดของกระแสฮาร์โมนิกแต่ละลำดับ (individual harmonic order) โดยเฉพาะ

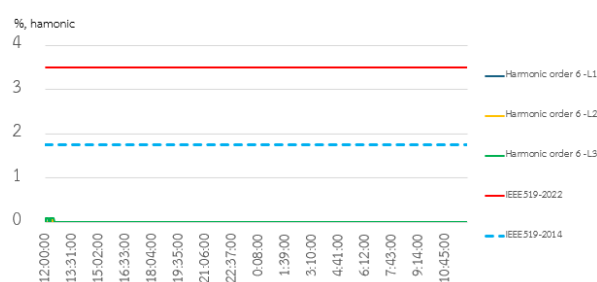
ในลำดับคู่ที่ $h \leq 6$ รูปที่ 3 เปรียบเทียบผลการตรวจวัดกระแสฮาร์โมนิกแต่ละลำดับเปรียบเทียบกับมาตรฐาน IEEE519-2014 กับ IEEE519-2022



(a)



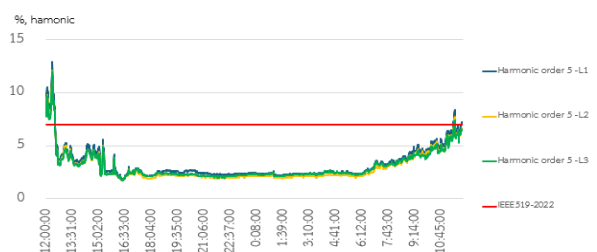
(b)



(c)

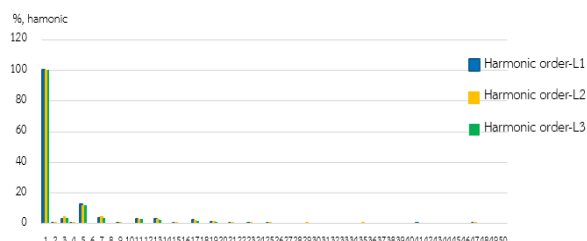
รูปที่ 3 เปรียบเทียบค่าที่ตรวจวัดกับขีดจำกัดตามมาตรฐาน IEEE519-2014 กับ IEEE519-2022 (a) ลำดับที่ 2 (b) ลำดับที่ 4 และ (c) ลำดับที่ 6

รูปที่ 3, (a) (b) และ (c) แสดงให้เห็นว่ากระแสฮาร์โมนิกของลำดับคู่ ทั้ง 3 เฟส คือ ลำดับที่ 2, 4 และ 6 ไม่ได้เกินกว่าขีดจำกัด แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าเปอร์เซ็นต์ขีดจำกัดของลำดับดังกล่าวเพิ่มมากขึ้น



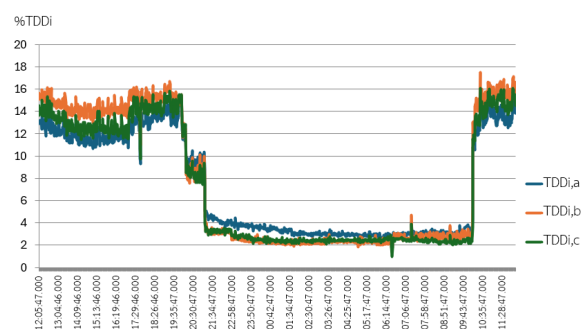
รูปที่ 4 เปรียบเทียบค่ากระแสฮาร์โมนิกลำดับที่ 5 ของทั้ง 3 เฟส กับมาตรฐาน IEEE519-2022

ถึงแม้ว่าค่า TDD รวมของความเพี้ยนกระแสฮาร์โมนิก ไม่ได้เกินกว่าขีดจำกัด รูปที่ 4 เมื่อแยกความรุนแรงแต่ละลำดับ เห็นได้ชัดว่าองค์ประกอบกระแสฮาร์โมนิกลำดับที่ 5 ของทั้ง 3 เฟส โดยเฉพาะช่วงเวลา ตั้งแต่ประมาณ 12.00 น. มีการเพิ่มขึ้นอย่างสูงสุดและลดลงเมื่อถึงเวลาประมาณ 13.06 น. อาจมีการสลับทออุปกรณ์ที่สร้างกระแสฮาร์โมนิกลำดับที่ 5 ชั่วครู่ แต่ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อระบบอย่างป็นนัยสำคัญ



รูปที่ 5 องค์ประกอบความถี่แต่ละลำดับของกระแสฮาร์โมนิกตั้งแต่ลำดับที่ 1 – 50 ของสายเฟส $I_{h, L1-L3}$

รูปที่ 5 แสดงความเพี้ยนกระแสฮาร์โมนิกตั้งแต่ลำดับที่ 1 จนถึงลำดับที่ 50 ซึ่งเป็นมาตรฐานข้อกำหนดในการตรวจวัดฮาร์โมนิก



รูปที่ 6 ค่า TDD ได้จากการตรวจวัดอาคารประเภทศูนย์การค้า

รูปที่ 6 แสดงผลการตรวจวัดค่า TDD ของอาคารประเภทศูนย์การค้า [5] จะเห็นว่าค่า TDD จะลดลงอย่างมากตั้งแต่เวลา 21.00 น. ไปจนถึงช่วงเวลา 10.00 น. เนื่องจากเวลาดังกล่าวมีการปิดอุปกรณ์เครื่องจักร ซึ่งแตกต่างกับอาคารประเภทห้องเย็นจัดเก็บสินค้าซึ่งค่า TDD ค่อนข้างคงที่หรือมีการเปลี่ยนแปลงเพียงเล็กน้อย

5. สรุปผลการทดลอง

งานวิจัยนี้เป็นการนำเสนอการตรวจวัดและประเมินความรุนแรงของกระแสฮาร์โมนิกในระบบไฟฟ้า อ้างอิงตามมาตรฐาน IEEE519-2022 ที่มีการเปลี่ยนแปลงขีดจำกัดของลำดับที่ $h \leq 6$ แตกต่างไปจากมาตรฐานเดิม IEEE519-2014

กระแสฮาร์โมนิกแต่ละลำดับที่ได้จากการตรวจวัดของทั้ง 3 เฟส จะปรากฏความรุนแรงที่เด่นชัดในลำดับที่ 5 ในสภาวะชั่วคราว จากนั้นมีการ

เปลี่ยนแปลงลดลงในช่วงเวลาที่รวดเร็ว โดยที่ค่าความผิดเพี้ยนมีมาตรฐานรวมของกระแสฮาร์โมนิก TDD อยู่ในเกณฑ์ของขีดจำกัดตามมาตรฐาน แม้ว่า จะมีการเชื่อมต่อระบบโซล่าเซลล์ร่วมด้วยแต่ไม่ได้ส่งผลกระทบต่อคุณภาพไฟฟ้าของอาคารห้องเย็นจัดเก็บสินค้า

ทั้งนี้ขีดจำกัดลำดับที่ $h \leq 6$ ที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากมาตรฐานเดิม [2] ผลที่ได้จากการตรวจวัดพบว่าไม่ได้เกินกว่าเกณฑ์มาตรฐาน [7] ตลอดทั้งช่วงเวลาของการตรวจวัด

เอกสารอ้างอิง

- [1] S. Mikkili, and A. kumar Panda, “Power Quality issues Current Harmonics” Taylor & Francis Group, 2018
- [2] IEEE Recommended Practice for Monitoring electric Power Quality, IEEE std. 1159-2009
- [3] S. R. Durdhvale, and D. D. Ahire, “A Review of Harmonics Detection and Measurement in Power System” International journal of Computer Application (0975-8887), Volume 143- No.10, June 2016
- [4] A. Boharb, I. Moufid, N. Soukaina, E. M. Hassame, E. M. Hassame, and L. Tijani, “Harmonics Pollution Filtering : case Study of A University Campus” ICIES’ 22 Web of Conferences 351, (01005) , 2022
- [5] P. Nakmahachalasint, and S. Buain, “Real-Time Monitoring of Harmonic Currents : A Case Study of A Shopping Center” Advanced Materials Research ISSN:1662-8985, Vol. 1016, pp 666-670, 2014
- [6] E. Janssen and L. St. Hillalre, “Power Quality Assessments of Solar photovoltaic Inverter” Sustainable Technologies Evaluation Program, January, 2016
- [7] IEEE Standard for Harmonic Control in Electric Power System, IEEE std. 519-2022
- [8] Power and Energy Quality Analyzers, “Chauvin Arnoux C.A 8335” User Manual, Chauvin Arnoux Group, 11-2012
- [9] IEEE Recommended Practice for Monitoring electric Power Quality, IEEE std. 519-2014



นายสุวิชา บัวอิน สำเร็จการศึกษา ป.ตรี จาก มจร. และ ป.โท จาก ม.ธรรมศาสตร์ สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาไฟฟ้า มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัตนภูมิ งานวิจัยที่สนใจ ด้านคุณภาพไฟฟ้า ระบบ IOT และการจัดการพลังงาน



นายศิวดล นวลนภดล สำเร็จการศึกษา ป.ตรี จาก มจร. และ ป.โท จาก มจพ. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาไฟฟ้า มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัตนภูมิ งานวิจัยที่สนใจด้านวิศวกรรมไฟฟ้า และโทรคมนาคม



นายศทวรุช ชุมขวัญ สำเร็จการศึกษา ป.ตรี จาก มจร. และ ป.โท จาก มจพ. สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า ปัจจุบัน อาจารย์ประจำสาขาไฟฟ้า มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัตนภูมิ งานวิจัยที่สนใจด้านพลังงาน ทางเลือกและการอนุรักษ์พลังงาน



นายศักดิ์ชัย นวลนั้ม สำเร็จการศึกษา ป.ตรี จาก มทร.ศรีวิชัย กำลังศึกษาระดับ ป.โท สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า มทร.ศรีวิชัย ปัจจุบัน อาจารย์ ประจำสาขาไฟฟ้า มทร.ศรีวิชัย วิทยาลัยรัตนภูมิ งานวิจัยที่สนใจด้านเครื่องจักรกลไฟฟ้าและพลังงาน ทางเลือก