

**ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฮาร์โมนิก
เกี่ยวกับไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม**

คณะกรรมการปรับปรุงความเชื่อถือได้ของระบบไฟฟ้า

- การไฟฟ้าฝ่ายผลิตแห่งประเทศไทย
- การไฟฟ้านครหลวง
- การไฟฟ้าส่วนภูมิภาค

สารบัญ

	หน้า
1. ขอบเขต	1
2. วัตถุประสงค์	1
3. มาตรฐานอ้างอิง	1
4. นิยาม	2
5. ขีดจำกัดกระแสและแรงดันฮาร์มอนิก	3
6. วิธีการประเมิน	4
7. การบังคับใช้	6
ภาคผนวก ข้อเสนอแนะในการวัดกระแสและแรงดันฮาร์มอนิก	8
เอกสารอ้างอิง	

1. ขอบเขต

ข้อกำหนดกฎเกณฑ์ฉบับนี้จัดทำขึ้น โดยมีขอบเขตดังนี้

- 1.1 เพื่อเป็นข้อกำหนดกฎเกณฑ์สำหรับขีดจำกัดและวิธีการตรวจสอบฮาร์มอนิก (Harmonics) สำหรับลูกค้าผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจและอุตสาหกรรม
- 1.2 เพื่อกำหนดมาตรการให้ผู้ที่ใช้ไฟฟ้าแก้ไขและปรับปรุงวงจรที่ทำให้เกิดฮาร์มอนิกที่ไม่เป็นไปตามข้อกำหนด
- 1.3 ใช้อุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Load) ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรมสำหรับระบบไฟฟ้า ทั้งอุปกรณ์ชนิดเฟสเดียวและสามเฟส

2. วัตถุประสงค์

เพื่อกำหนดขีดจำกัดที่ยอมรับได้ของระดับความเพี้ยนของแรงดันที่เกิดจากฮาร์มอนิก (Harmonic Voltage Distortion) และระดับความเพี้ยนของกระแสที่เกิดจากฮาร์มอนิก (Harmonic Current Distortion) ของอุปกรณ์ที่ใช้ในโรงงานอุตสาหกรรม

3. มาตรฐานอ้างอิง

- Engineering Recommendation G.5/3

September 1976 The Electricity Council Chief Engineer' Conference

“Limits for Harmonics in The United Kingdom Electricity Supply System”

- The State Energy Commission of Western Australia (SECWA)

Part 2 : Technical Requirement

- IEC 1000 Electromagnetic Compatibility (EMC)

Part 4 : Testing and Measurement Techniques

Section 7 : General Guide for Harmonics and Interharmonics Measurements and

Instrumentation for Power Supply Systems and Equipment Connected thereto

4. นิยาม

4.1 ฮาร์โมนิก (Harmonic) - ส่วนประกอบในรูปสัญญาณคลื่นไซน์ (Sine Wave) ของสัญญาณหรือปริมาณเป็นคาบใดๆ ซึ่งมีความถี่เป็นจำนวนเต็มเท่าของความถี่หลักมูล (Fundamental Frequency) ตัวอย่างเช่น ส่วนประกอบที่มีความถี่เป็น 2 เท่าของความถี่หลักมูลจะเรียกว่า ฮาร์โมนิกที่ 2 (Second Harmonic)

4.2 ความเพี้ยนฮาร์โมนิก (Harmonic Distortion) - การเปลี่ยนแปลงของรูปคลื่นทางไฟฟ้า (Power Waveform) ไปจากรูปสัญญาณคลื่นไซน์ (Sine Wave) โดยเกิดจากการรวมกันของค่าความถี่หลักมูล (Fundamental) และฮาร์โมนิกอื่นๆ เข้าด้วยกัน

4.3 ส่วนประกอบฮาร์โมนิก (Harmonic Component) - ส่วนประกอบของอันดับฮาร์โมนิก ที่มากกว่าหนึ่ง ของปริมาณเป็นคาบใดๆ ซึ่งแสดงในรูปของอันดับ (Order) และค่า RMS ของอันดับนั้น

4.4 ปริมาณรวมฮาร์โมนิก (Harmonic Content) - ปริมาณที่ได้จากการหักค่า DC และส่วนประกอบความถี่หลักมูลจากปริมาณเป็นคาบที่ไม่อยู่ในรูปสัญญาณคลื่นไซน์ (Sine Wave)

4.5 ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกเฉพาะ (Individual Harmonic Distortion ,IHD) หรือ อัตราส่วนฮาร์โมนิก (Harmonic Ratio) - อัตราส่วนระหว่างค่า RMS ของส่วนประกอบฮาร์โมนิก (Harmonic Component) ต่อค่า RMS ของส่วนประกอบความถี่หลักมูล (Fundamental Component) เทียบเป็นร้อยละ

4.6 ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกรวม (Total Harmonic Distortion ,THD) - คืออัตราส่วนระหว่างค่ารากที่สองของผลบวกกำลังสอง (Root-Sum-Square) ของค่า RMS ของส่วนประกอบฮาร์โมนิก (Harmonic Component) กับค่า RMS ของส่วนประกอบความถี่หลักมูล (Fundamental Component) เทียบเป็นร้อยละ ดังแสดงในสมการ (1) และ (2)

$$\text{THD (Voltage)} = \frac{\sqrt{V_2^2 + V_3^2 + \dots}}{V_1} \quad (1)$$

$$\text{THD (Current)} = \frac{\sqrt{I_2^2 + I_3^2 + \dots}}{I_1} \quad (2)$$

4.7 แรงดันตกชั่วขณะ (Voltage Sag or Voltage Dip) - แรงดันลดลงตั้งแต่ร้อยละ 10 ในช่วงระยะเวลาตั้งแต่ครึ่งวินาทีถึงไม่กี่วินาที โดยเกิดเนื่องจากการเดินเครื่องของมอเตอร์หรือโหลดขนาดใหญ่ หรือเกิดความผิดปกติ (Fault) ในระบบไฟฟ้า

4.8 จุดต่อร่วม (Point of Common Coupling , PCC) - ตำแหน่งในระบบของการไฟฟ้าที่อยู่ใกล้กับผู้ใช้ไฟฟ้าที่สุด ซึ่งผู้ใช้ไฟฟ้าย่อยอื่นอาจต่อร่วมได้

4.9 เครื่องมือที่เคลื่อนย้ายได้ (Portable Tool) - อุปกรณ์ไฟฟ้าที่สามารถยกหรือจับถือได้ในระหว่างการปฏิบัติงาน และใช้งานในช่วงเวลาสั้นๆเท่านั้น (2-3 นาที)

4.10 อุปกรณ์สามเฟสสมดุล (Balanced Three-Phase Equipment) - อุปกรณ์ที่มีพิกัดกระแสในสายเส้นไฟ (Line) ของแต่ละเฟสต่างกันไม่เกินร้อยละ 20

5. ขีดจำกัดกระแสและแรงดันฮาร์มอนิก

ตารางที่ 5-1

ขีดจำกัดกระแสฮาร์มอนิกสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใดๆที่จุดต่อร่วม *

ระดับแรงดันไฟฟ้า ที่จุดต่อร่วม (kV)	อันดับฮาร์มอนิกและขีดจำกัดของกระแส (A rms)																		
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
0.400	48	34	22	56	11	40	9	8	7	19	6	16	5	5	5	6	4	6	
11 and 12	13	8	6	10	4	8	3	3	3	7	2	6	2	2	2	2	1	1	
22 , 24 and 33	11	7	5	9	4	6	3	2	2	6	2	5	2	1	1	2	1	1	
69	8.8	5.9	4.3	7.3	3.3	4.9	2.3	1.6	1.6	4.9	1.6	4.3	1.6	1	1	1.6	1	1	
115 and above	5	4	3	4	2	3	1	1	1	3	1	3	1	1	1	1	1	1	

* : ขอมให้นำค่าความคลาดเคลื่อนร้อยละ 10 หรือ 0.5 A (ค่าที่มากกว่าค่าใดค่าหนึ่ง) มาใช้กับขีดจำกัดของกระแสแต่ละอันดับได้ไม่เกิน 2 อันดับ

ตารางที่ 5-2

ขีดจำกัดความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันสำหรับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใดๆที่จุดต่อร่วม
(รวมทั้งระดับความเพี้ยนที่มีอยู่เดิม)

ระดับแรงดันไฟฟ้า ที่จุดต่อร่วม (kV)	ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกรวม ของแรงดัน (%)	ค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน แต่ละอันดับ (%)	
		อันดับคี่	อันดับคู่
0.400	5	4	2
11 , 12 , 22 and 24	4	3	1.75
33	3	2	1
69	2.45	1.63	0.82
115 and above	1.5	1	0.5

6. วิธีการประเมิน

ขีดจำกัดความเพี้ยนของแรงดันที่เกิดจากฮาร์มอนิก แบ่งการพิจารณาออกเป็น 3 ขั้นตอน ดังต่อไปนี้

6.1 ขั้นตอนที่ 1

6.1.1 อุปกรณ์ไฟฟ้า 3 เฟส

อุปกรณ์ประเภท Convertor หรือ A.C Regulator ไม่เกิน 1 ตัวที่จะนำเข้าสู่ระบบแรงดัน 0.400 , 11 , 12 kV หากมีขนาดไม่เกินตารางที่ 6-1 สามารถนำเข้าสู่ระบบได้โดยไม่ต้องพิจารณาในส่วนฮาร์มอนิก แต่ถ้ามีอุปกรณ์หลายตัวให้พิจารณาใน ขั้นตอนที่ 2

ตารางที่ 6-1

ขนาดสูงสุดของอุปกรณ์ประเภท Convertor และ A.C Regulator แต่ละตัว

ระดับแรงดันไฟฟ้าที่จุดต่อร่วม (kV)	Convertors ชนิด 3 เฟส			A.C. Regulator ชนิด 3 เฟส	
	3-Pulse (kVA)	6-Pulse (kVA)	12-Pulse (kVA)	6-Thyristor (kVA)	3-Thyristor / 3-Diode (kVA)
0.400	8	12	-	14	10
11 และ 12	85	130	250	150	100

6.1.2 อุปกรณ์ไฟฟ้า 1 เฟส

6.1.2.1 เครื่องใช้ไฟฟ้าทั่วไปหรืออุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ ที่มีค่าตามมาตรฐาน IEC 61000-3-2 สามารถติดตั้งเข้าระบบได้

6.1.2.2 อุปกรณ์ประเภท Converter หรือ A.C. Regulator ที่ตามทฤษฎีแล้วไม่สร้างกระแสฮาร์มอนิกอันดับคู่ (Even Harmonic Current) สามารถนำเข้าระบบได้โดยอุปกรณ์ต้องมีขนาดตามที่กำหนดคือไม่เกิน 5 kVA ที่ระดับแรงดัน 230 V และไม่เกิน 7.5 kVA ที่ระดับแรงดัน 415 V อุปกรณ์ประเภท Converter หรือ A.C. Regulator ที่สร้างกระแสฮาร์มอนิกทั้งอันดับคู่และอันดับคี่จะไม่อนุญาตให้นำเข้าระบบ และหากมีการติดตั้งอุปกรณ์ประเภท Converter หรือ A.C.Regulator สำหรับ Single-Phase อยู่แล้วแต่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มขึ้น อนุญาตให้ทำได้หากมีการติดตั้งที่เฟสอื่น ทั้งนี้เพื่อทำให้เกิดการสมดุลของอุปกรณ์ประเภท Non-Linear Load แต่หากต้องการติดตั้งอุปกรณ์มากกว่าหนึ่งตัวต่อเฟสให้พิจารณาในขั้นตอนที่ 2

6.2 ขั้นตอนที่ 2

6.2.1 อุปกรณ์ไฟฟ้า 3 เฟส

อุปกรณ์ที่มีขนาด (Size) เกินขอบเขตจำกัดในขั้นตอนที่ 1 สามารถนำเข้าระบบได้ก็ต่อเมื่อ

- (ก) ระบบของผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องไม่สร้างกระแสฮาร์มอนิก (Harmonic Current) ที่จุด PCC. เกินค่าขีดจำกัดในตารางที่ 5-1
- (ข) ค่าแรงดันฮาร์มอนิกที่จุด PCC. ก่อนที่จะต่อเชื่อมโหลดใหม่จะต้องมีค่าไม่เกิน 75% ของค่าขีดจำกัดในตารางที่ 5-2
- (ค) ค่า Shot-Circuit Level ต้องมีค่าไม่ต่ำมาก

เพื่อความสะดวกในการพิจารณา ตารางที่ ผ-1 และ ผ-2 ในภาคผนวกได้แสดงขนาดของอุปกรณ์ประเภท Converter และ A.C. Regulator ที่มีค่ากระแสฮาร์มอนิกไม่เกินค่าตามตารางที่ 5-1

6.2.2 อุปกรณ์ไฟฟ้า 1 เฟส

อุปกรณ์ที่เกินขีดจำกัดในขั้นตอนที่ 1 ไม่อนุญาตให้ต่อเข้ากับระบบ

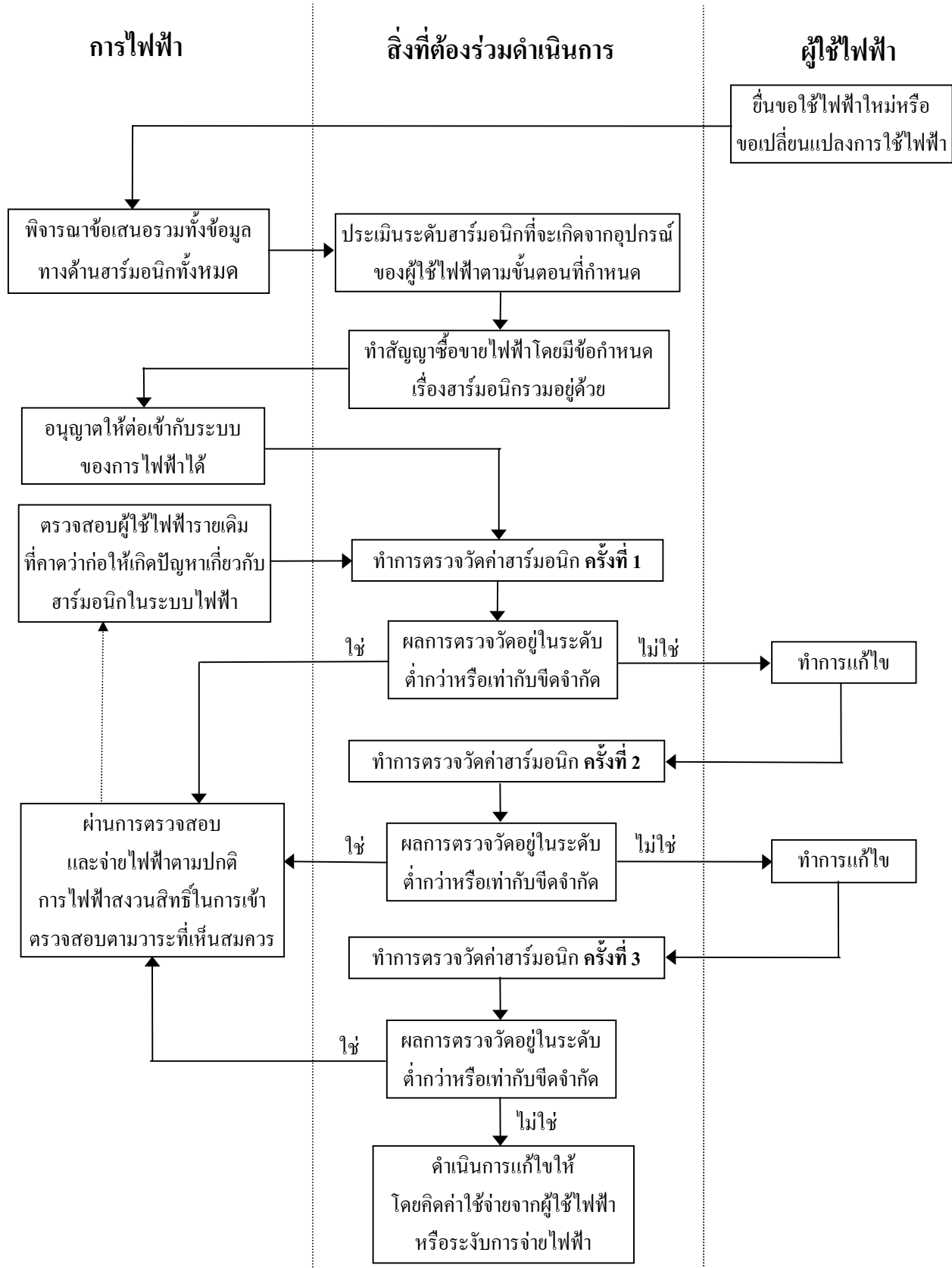
การติดตั้งอุปกรณ์ 1 เฟสจะต้องสอดคล้องกับขีดจำกัดแรงดันไม่สมดุลตาม Engineering

Recommendation P.16 จึงจะสามารถนำเข้าระบบได้

6.3 ขั้นตอนที่ 3

อุปกรณ์ประเภท Non-Linear ที่ไม่ผ่านการพิจารณาตาม ขั้นตอนที่ 2 หรือที่จุด PCC. ของระบบมีค่าแรงดันฮาร์มอนิก (Harmonic Voltage) เกิน 75% ของค่าในตารางที่ 5-2 ให้พิจารณาค่าฮาร์มอนิกที่สามารถยอมรับอุปกรณ์เหล่านั้นเข้าระบบได้ตาม ภาคผนวก ผ.3.6

7. การบังคับใช้



รูปที่ 7-1 Flow Chart แสดงวิธีการบังคับใช้

7.1 ผู้ขอใช้ไฟฟ้ารายใหม่

ผู้ขอใช้ไฟฟ้ารายใหม่ต้องจัดส่งรายละเอียดของอุปกรณ์และการคำนวณให้การไฟฟ้าฯ ตรวจสอบ โดยแสดงให้เห็นว่า เมื่อมีการต่อเข้ากับระบบไฟฟ้าแล้ว จะไม่ก่อให้เกิดฮาร์มอนิกเกินขีดจำกัดฯ ข้างต้น การไฟฟ้าฯ ขอสงวนสิทธิ์ในการไม่จ่ายไฟฟ้า หากการต่อใช้ไฟฟ้าดังกล่าวก่อให้เกิดผลกระทบต่อระบบไฟฟ้าและผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่น

7.2 ผู้ขอเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้า

ผู้ขอเปลี่ยนแปลงการใช้ไฟฟ้าจะต้องปฏิบัติเช่นเดียวกับข้อ 7.1 โดยจะต้องจัดส่งรายละเอียดของ อุปกรณ์และการคำนวณทั้ง โหลดเดิมและ โหลดที่มีการเปลี่ยนแปลงให้การไฟฟ้าฯ ตรวจสอบ

7.3 ผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม

ถ้าทางการไฟฟ้าฯ ตรวจสอบแล้วพบว่าการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมนั้น ก่อให้เกิดฮาร์มอนิกเกินขีดจำกัดฯ ข้างต้น ผู้ใช้ไฟฟ้าจะต้องทำการปรับปรุงแก้ไขเพื่อลดผลกระทบดังกล่าว หากผู้ใช้ไฟฟ้าไม่ดำเนินการปรับปรุงแก้ไข การไฟฟ้าฯ จะเข้าไปทำการปรับปรุงแก้ไข โดยคิดค่าใช้จ่ายจากผู้ใช้ไฟฟ้า หรืองดการจ่ายไฟฟ้า

ภาคผนวก

ข้อแนะนำในการวัดและอุปกรณ์ที่ใช้ในการวัดกระแสและแรงดันฮาร์มอนิก

ผ.1 ขนาดสูงสุดของอุปกรณ์ Convertor - พิจารณาตามขั้นตอนที่ 2

ตารางที่ ผ-1 และ ผ-2 เป็นแนวทางในการพิจารณาขนาดของอุปกรณ์ที่อนุญาตให้ติดตั้งเข้ากับระบบไฟฟ้า ซึ่งเป็นไปตามขอบเขตกำหนดในขั้นตอนที่ 2

ตารางที่ ผ-1

ขนาดสูงสุดของอุปกรณ์ Convertor แต่ละตัว

พิจารณาตามขีดจำกัดของกระแสฮาร์มอนิก ขั้นตอนที่ 2

ระดับแรงดันที่จุดต่อร่วม (kV)	การทำงานของ Convertor	ขนาดอุปกรณ์ (kVA) แบ่งตามจำนวนพัลส์ของอุปกรณ์ 3 เฟส		
		3 พัลส์	6 พัลส์	12 พัลส์
0.400	ไม่มีการควบคุม	-	150	300
	กึ่งควบคุม	-	65*	-
	ควบคุม	-	100	150
11 , 12 , 22 และ 24	ไม่มีการควบคุม	400	1000	3000
	กึ่งควบคุม	-	500*	-
	ควบคุม	-	800	1500
33	ไม่มีการควบคุม	1200	3000	7600
	กึ่งควบคุม	-	1200*	-
	ควบคุม	-	2400	3800
115	ไม่มีการควบคุม	1800	5200	15000
	กึ่งควบคุม	-	2200*	-
	ควบคุม	-	4700	7500

* หมายเหตุ

1. การติดตั้งอุปกรณ์ Convertor จำนวนมาก

ขนาดโดยรวมของอุปกรณ์ Convertor อาจมีค่าสูงกว่าตาราง ผ-1 หากมีการใช้งาน หรือการควบคุมที่ต่างกัน พิจารณาตามหัวข้อ ผ.2.1 “Coincidence Factor” และตารางที่ ผ-3

2. อุปกรณ์ Convertor ชนิด 3 พัลส์

จะไม่ยอมรับการติดตั้งอุปกรณ์ Convertor ชนิดนี้ที่ระดับแรงดัน 400 V เพราะจะเกิดกระแสตรง (Direct Current) ในระบบไฟฟ้าแรงดันต่ำ

* หมายเหตุ (ต่อ)

3. อุปกรณ์ Convertor ที่มีการทำงานแบบกึ่งควบคุม

จากตาราง ผ-1 ขนาดของอุปกรณ์ Convertor แบบ 6 พัลส์ ที่มีการทำงานแบบกึ่งควบคุมจะเป็น Convertor แบบ Three-Thyristor / Three-Diode Half Controlled Bridges

4. อุปกรณ์ Convertor ที่มีการทำงานแบบไม่มีการควบคุม Firing Angle

ขนาดของ Convertor ที่มีการทำงานแบบไม่มีการควบคุม Firing Angle ในตาราง ผ-1 เป็นขนาดที่คำนึงถึงผลสืบเนื่องจากอิมพีแดนซ์ของหม้อแปลงที่จะช่วยลดกระแสฮาร์มอนิกให้ต่ำกว่าค่าที่ควรจะเป็นจากการคำนวณทางทฤษฎี

5. ความแม่นยำในการควบคุม

ขนาดของอุปกรณ์ดังกล่าว ถือว่าการทำงานของอุปกรณ์ต้องมีความแม่นยำในการควบคุมการทำงาน เช่น Firing Pulse จะต้องสอดคล้องกันทั้ง 3 เฟส

ตารางที่ ผ-2

**ขนาดสูงสุดของอุปกรณ์ A.C. Regulator แต่ละตัว
พิจารณาตามขอบเขตของกระแสฮาร์มอนิก ขั้นตอนที่ 2**

ระดับแรงดัน ที่จุดต่อร่วม (kV)	3 เฟส		1 เฟส
	* 6 Thyristor Type (kVA)	3 Diode/ 3 Thyristor Type (kVA)	* 2 Thyristor Full Wave Type (kVA)
0.400	100	85	25 (240 V) 45 (415 V)
11 และ 12	900	600	-

* หมายเหตุ อุปกรณ์กลุ่มนี้อาจรวมถึงอุปกรณ์ไตรแอก (Triac) แบบ 3 เฟส หรือ 1 เฟส โดยไตรแอกจะมีโครงสร้างเป็น Two Thyristors แบบ Common Gate

ผ.2 วิธีการพิจารณาเมื่อมีการใช้งานอุปกรณ์ที่สร้างฮาร์มอนิกมากกว่า 1 ตัว

โดยสถิติเกี่ยวกับกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากการใช้งานอุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Load) หลายตัวที่แหล่งจ่ายพลังงานเดียวกัน ได้ทำการตรวจสอบเปรียบเทียบระหว่างค่าที่วัดได้จริงกับค่าที่คำนวณ พบว่าสามารถใช้ค่าตัวประกอบการคูณจากตาราง ผ-3 เพื่อประมาณค่าฮาร์มอนิกที่เกิดจากการใช้อุปกรณ์ดังกล่าว หลาย ๆ ตัวที่จุดต่อร่วมเดียวกันได้ แต่หากพบว่ามีอุปกรณ์ตัวใดตัวหนึ่งสร้างฮาร์มอนิกมากกว่าร้อยละ 60 ของค่ากระแสฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นทั้งหมด ควรจะใช้ค่าที่เกิดขึ้นจริง สำหรับตัวประกอบการคูณ (Coincidence Factor) การพิจารณาจะเป็นไปตามที่แสดงไว้ในตาราง ผ-3

ตารางที่ ผ-3

ค่าตัวประกอบการคูณสำหรับใช้หาผลรวมของกระแสฮาร์มอนิก *

กลุ่มที่	ชนิดและรูปแบบการใช้งาน Convertor	ตัวประกอบการคูณ
1	Convertor ชนิดทำงานแบบไม่มีการควบคุม (มีค่าสูงเพราะโอกาสที่จะเกิดฮาร์มอนิกสูงสุดมีมาก)	0.9
2	Convertor ชนิดทำงานโดยวิธีควบคุม Firing Angle ซึ่งมีการใช้งานเป็นช่วงเวลาที่แน่นอน และทำให้เกิดค่ากระแสฮาร์มอนิกสูงหลายครั้งในแต่ละวัน (มีโอกาสพอสมควรในการเกิดฮาร์มอนิกสูงสุด จากอุปกรณ์หลาย ๆ ตัว)	0.75
3	Convertor ชนิดทำงานโดยวิธีควบคุม Firing Angle มีการใช้เป็นอิสระใช้งานเป็นพัก ๆ ตลอดวัน หรือเพียงสร้างกระแสฮาร์มอนิกในช่วงเวลาเริ่มเดินเครื่อง (มีค่าที่ต่ำเหมาะสำหรับใช้พิจารณาค่ากระแสฮาร์มอนิกสูงสุด ที่เป็นช่วงเวลาอื่น ๆ)	0.6 เมื่อมีการใช้งาน Convertor ไม่เกิน 3 ตัว 0.5 เมื่อมีการใช้งาน Convertor ตั้งแต่ 4 ตัวขึ้นไป

* หมายเหตุ ตามที่ได้กล่าวไว้ในหัวข้อ ผ.2 คือค่าตัวคูณดังกล่าวจะใช้ก็ต่อเมื่อไม่มี Convertor ตัวใดสร้างกระแสฮาร์มอนิกเกินร้อยละ 60 ของค่ากระแสฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นทั้งหมด แต่หากพบว่า Convertor ตัวใดตัวหนึ่งสร้างกระแสฮาร์มอนิกเกินร้อยละ 60 จะใช้ตัวคูณเท่ากับ 1 ตัวคูณในตาราง ผ-3 สามารถใช้สำหรับพิจารณาผลรวมของกระแสฮาร์มอนิกที่เกิดจากการใช้งานอุปกรณ์จำนวนมาก ๆ ได้ โดยใช้ประกอบการพิจารณากับค่าในตารางที่ 5-1 หรือตาราง ผ-1 และ ผ-2

ผ.3 การปฏิบัติตามข้อกำหนดในขั้นตอนที่ 2 และ 3

ผ.3.1 วิธีการวัด

จำเป็นต้องมีการตรวจวัดฮาร์มอนิกก่อนที่จะมีการติดตั้งอุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้น ไม่ว่าจะเป็นผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ หรือลูกค้าเดิมที่ต้องการติดตั้งอุปกรณ์เพิ่มเติม ซึ่งควรที่จะตรวจวัดขณะที่เกิดความเพี้ยนฮาร์มอนิกสูงสุด ส่วนใหญ่จะเป็นช่วงเวลาที่มีความต้องการพลังงานต่ำสุดจากระบบไฟฟ้าโดยไม่มีการใช้เครื่องกำเนิดไฟฟ้าที่ไม่ใช่ของระบบ โดยแบ่งขั้นตอนการตรวจวัดดังนี้

การตรวจวัดตามขั้นตอนที่ 2

- (1) ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ ตรวจวัดค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน เพื่อดูว่าค่าความเพี้ยนของแรงดันที่จุดต่อรวมไม่เกินร้อยละ 75 ของค่าในตารางที่ 5-2 และพิจารณาผู้ใช้ไฟฟ้าตามขั้นตอนที่ 2
- (2) ผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม ตรวจวัดค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันเหมือนในข้อ (1) และตรวจวัดค่ากระแสฮาร์มอนิก เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับประมาณค่าอุปกรณ์ใหม่ ตามขั้นตอนที่ 2 (วิธีการคำนวณตามหัวข้อ ผ.3.5)

การตรวจวัดตามขั้นตอนที่ 3

- (3) ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ ตรวจวัดค่าความเพี้ยนของแรงดันฮาร์มอนิกที่จุดต่อรวม เพื่อใช้เป็นข้อมูลสำหรับประมาณค่าความเพี้ยนของแรงดันที่จะยอมรับได้สำหรับการติดตั้งอุปกรณ์ที่ไม่เป็นเชิงเส้นตัวใหม่ และอาจตรวจวัดค่ากระแสฮาร์มอนิก เพื่อดูการเปลี่ยนแปลงในช่วงเวลาต่างๆของค่ากระแสแต่ละเฟสในแต่ละวัน ของ Feeder ที่มีการขอใช้ไฟฟ้า (วิธีการคำนวณตามหัวข้อ ผ.3.6.1)
- (4) ผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม ตรวจวัดค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันและกระแสของ Feeder ผู้ใช้ไฟฟ้ารายดังกล่าว เพื่อให้ได้ข้อมูลสำหรับประมาณค่าอุปกรณ์ที่จะติดตั้งเพิ่ม (วิธีการคำนวณตามหัวข้อ ผ.3.6.2)

ผ.3.2 ข้อมูลของผู้ใช้ไฟฟ้าเพื่อใช้ประกอบการพิจารณาตามขั้นตอนที่ 2 และ 3

การขอใช้ไฟฟ้า ผู้ขอจะต้องให้ข้อมูลเกี่ยวกับ โรงงาน และอุปกรณ์ที่มีการใช้งานในโรงงานซึ่งข้อมูลบางอย่างอาจขอได้จากผู้ผลิตอุปกรณ์ ดังรายละเอียดต่อไปนี้

ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่

- (1) ประเภทและขนาดของโรงงานที่ต้องการใช้ไฟฟ้า
- (2) ขนาดและจุดต่อรวมของคาปาซิเตอร์ที่ใช้ปรับปรุง Power Factor และอุปกรณ์กรองฮาร์มอนิก
- (3) จำนวนพัลส์ของ Converter , ชนิดของ A.C Regulator และรายละเอียดอื่นๆเกี่ยวกับอุปกรณ์ รวมทั้งวิธีการต่อหม้อแปลง ซึ่งอาจทำให้เกิด Phase Displacement ระหว่างอุปกรณ์ Converter แต่ละตัว
- (4) ค่ากระแสฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้นทั้งหมด โดยจะแสดงค่าสูงสุดแบบ R.M.S ของแต่ละอันดับฮาร์มอนิกที่เวลาใด ๆ และจะวัดค่ากระแสฮาร์มอนิกขณะที่มีค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันสูงสุด ซึ่งจะเป็นขณะที่มีโหลดเต็มพิกัดของโรงงาน

- (5) ชนิดและช่วงเวลาทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ในโรงงาน โดยเฉพาะช่วงเวลาที่เกิดกระแสฮาร์โมนิกสูงสุด
- (6) ข้อมูลขณะเกิดกระแสฮาร์โมนิกสูงสุดผิดปกติ (พิจารณาตามหัวข้อที่ 9 ของ Engineering Recommendation G.5/3 เรื่อง “Short Duration Harmonic”)

ผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิม

ใช้ข้อมูลเช่นเดียวกับผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ตั้งแต่ (1)-(6) และ

- (7) ความสัมพันธ์ของ Phase Displacement ของฮาร์โมนิกที่เกิดจากอุปกรณ์ใหม่และอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่ หากไม่สามารถหาข้อมูลนี้ได้ ให้พิจารณาตามหัวข้อ ผ.2 ของภาคผนวก ตามตาราง ผ-3 หรือพิจารณาค่ากระแสฮาร์โมนิกสูงสุด ที่เกิดจากผู้ใช้ไฟ หลังจากการติดตั้งสมบูรณ์แล้ว โดยจะต้องไม่เกินค่าที่กำหนดไว้ในตารางที่ 5-1 ซึ่งสามารถตรวจสอบได้โดยการวัดจริง

ผ.3.3 ข้อมูลสำหรับผู้ขอใช้ไฟฟ้า

- (1) ระดับของการลัดวงจรของระบบที่จุดต่อร่วม
- (2) รายละเอียดของค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกของแรงดันที่จุดต่อร่วมที่มีอยู่แล้ว
- (3) หากพิจารณาตามขั้นตอนที่ 3 ผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่จะต้องการข้อมูลของค่ากระแสฮาร์โมนิกที่ขอมให้เกิดขึ้นที่จุดต่อร่วม ส่วนผู้ใช้ไฟฟ้ารายเดิมจะต้องการข้อมูลค่ากระแสฮาร์โมนิกที่ขอมให้เกิดขึ้นที่จุดต่อร่วม ซึ่งเป็นผลรวมระหว่างอุปกรณ์ที่ติดตั้งเพิ่มกับอุปกรณ์เดิมที่มีอยู่

ผ.3.4 ค่าอิมพีแดนซ์ของระบบ (System Impedance)

ค่าอิมพีแดนซ์ของระบบจ่ายไฟฟ้า เมื่อมองจากจุดต่อร่วม (PCC) จะขึ้นอยู่กับความถี่ของกระแสที่กำลังใช้งาน ค่าความต้านทาน ค่าอินดักแตนซ์ (Inductance) และค่าคาปาซิแตนซ์ (Capacitance) ของระบบและของโหลดที่ต่ออยู่กับระบบ เมื่อพิจารณาถึงผลของกระแสฮาร์โมนิกที่ผลิตโดยผู้ใช้ไฟฟ้า พบว่าเป็นไปได้ยากที่จะมีข้อมูลอย่างเพียงพอเกี่ยวกับระบบและคุณสมบัติของโหลดเพื่อใช้ในการศึกษาเกี่ยวกับฮาร์โมนิกได้อย่างถูกต้องและชัดเจน จุดประสงค์ของเอกสารเพื่อแนะนำใช้ในกรณีที่มีข้อมูลไม่เพียงพอ โดยจะสมมุติว่าค่าอิมพีแดนซ์ของระบบเป็นอินดักทีฟ (Inductive) และแปรผันกับความถี่ และไม่มีผลของรีโซแนนซ์ (Resonance)

ที่ระดับแรงดัน 115 kV ควรจะมีข้อมูลอย่างเพียงพอเพื่อใช้ในการคำนวณโดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ โดยเฉพาะฮาร์โมนิกอันดับที่สูงขึ้น และอันดับที่เป็น 3 เท่า (Triplen) ควรจะสนใจเป็นพิเศษ ในกรณีที่กล่าวแล้ว การต่อขดลวดของหม้อแปลงจะเป็นสาเหตุหลักและต้องถูกแทนในการคำนวณอย่างระมัดระวัง

ผ.3.5 การประเมินกระแสฮาร์โมนิกสำหรับขั้นตอนที่ 2

กรณีที่ผู้ใช้ไฟฟ้าเดิมต้องการที่จะติดตั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าประเภทไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Load) เพิ่มภายในขั้นตอนที่ 2 การพิจารณาถึงการประยุกต์ใช้มีความจำเป็นที่จะต้องทำร่วมกับผู้ใช้ไฟฟ้า เพื่อหาค่ากระแสฮาร์โมนิก ซึ่งเกิดจากโหลดตัวใหม่ โดยต้องไม่มีการรวมของค่าที่มีอยู่เดิม

กับค่าของกระแสฮาร์โมนิกใหม่ ซึ่งเกินจากค่าที่อนุญาตในตารางที่ 5-1 จากนั้นก็เป็นที่ได้ว่าผู้ใช้ไฟฟ้าหรือผู้ขายอุปกรณ์จะไปประมาณคุณสมบัติเกี่ยวกับฮาร์โมนิกของอุปกรณ์ให้ได้ตามที่กำหนด การประมาณค่าถูกทำขึ้นโดยใช้ผลที่ได้จากการวัดยังสถานที่จริงดังที่วางไว้ในส่วนที่ ผ.3.1(2) และอธิบายในส่วน ผ.4 :

สำหรับแต่ละฮาร์โมนิก กำหนดให้

I_m = ค่ากระแสฮาร์โมนิกที่ได้จากการวัด (หัวข้อ (2) ของส่วน ผ.3.1)

I_p = ค่ารวมของกระแสฮาร์โมนิกที่อนุญาตตามตารางที่ 5-1

I_a = ค่าของกระแสฮาร์โมนิกจากโหลดที่ต่อใหม่ ซึ่งยอมรับได้ภายใต้ขั้นตอนที่ 2

k_1 = ตัวคูณจากตาราง ผ-3 โดยพิจารณาทั้งผู้ใช้ไฟฟ้าเดิมและโหลดที่ต่อใหม่ ดังนี้

$$I_a = \frac{I_p}{k_1} - I_m$$

จากนั้นก็สามารรถแนะนำต่อผู้ใช้ไฟฟ้าได้ว่า ถ้าการทำงานร่วมกันของโหลดเดิมกับโหลดที่ต่อเข้าไปใหม่จะเป็นที่ยอมรับ เมื่อโหลดที่ติดตั้งทั้งหมดไม่ทำให้เกิดกระแสฮาร์โมนิกเกินจาก I_p (จากตารางที่ 5-1) ซึ่งได้ประมาณว่า I_a อาจถูกผลิตโดยโหลดที่ต่อเข้ามาใหม่ การวัดควรจะถูกทำในระหว่างการทดสอบนำอุปกรณ์เข้าใช้งาน เพื่อมั่นใจว่าค่าของ I_p ไม่เกินจากที่กำหนด

ในการใช้วิธีการที่กล่าวมาแล้ว จำนวนค่าของ I_a ไม่ให้เกินจากที่กำหนด จะต้องใช้ตัวประกอบการคูณ k_1 (Coincidence Factor) ดังนั้นเป็นที่ได้ว่าบางครั้งค่าของ I_p จะเกินจากที่กำหนด (ดู Section 10.2 ของ Engineering Recommendation G.5/3 เรื่อง “Automatic Mains Harmonic Analyzer”) เมื่อทำการวัดเพื่อหาค่าจริงของกระแสที่ถูกผลิตขึ้น ก็ควรตระหนักถึงเรื่องนี้ไว้ด้วย ซึ่งก็จะช่วยลดค่าใช้จ่ายในการหาวิธีการวัดแบบใหม่

ผ.3.6 การประมาณค่าแรงดันและกระแสฮาร์โมนิกสำหรับขั้นตอนที่ 3

จะมีปัญหา 2 แบบเกิดขึ้นในขั้นตอนที่ 3 ดังที่แสดงไว้ในส่วนที่ ผ.3.1(3) และ (4) ที่กล่าวถึงการต่อเข้าระบบของผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ หรือการพิจารณาถึงการติดตั้งอุปกรณ์ประเภทไม่เป็นเชิงเส้นเพิ่มสำหรับผู้ไฟฟ้ารายเดิม ความจริงการพิจารณาการเพิ่มโหลดภายใต้ขั้นตอนที่ 3 นี้ บอกเป็นนัยว่ากระแสฮาร์โมนิกที่คาดว่าจะถูกผลิตออกมาจะมีค่ามากกว่าค่าที่แนะนำไว้ตามตารางที่ 5-1 หรือค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกของแรงดัน (Voltage Distortion) ที่จุดต่อร่วม (PCC) เกินร้อยละ 75 ของค่าในตารางที่ 5-2 การประเมินผลกระทบจากโหลดที่เพิ่มเข้ามาในระบบนั้น ควรทำโดยใช้ข้อมูลที่ดีที่สุดเท่าที่หาได้ และวิเคราะห์โดยพิจารณาคุณลักษณะที่แท้จริงของระบบ เช่น ค่าอิมพีแดนซ์ (Impedance) และความถี่ อย่างไรก็ตามอาจเป็นไปได้ยากที่จะมีข้อมูลอย่างเพียงพอให้คำนวณได้อย่างจริงจัง และวิธีการประมาณต่อไปนี้ เป็นเสมือนข้อแนะนำ (Guide) สำหรับแต่ละฮาร์โมนิกให้

- kV = แรงดันของระบบที่จุดต่อร่วม (PCC) หน่วย kV (เฟสต่อเฟส)
 n = อันดับของฮาร์โมนิก
 Vp = ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกของแรงดันที่ยอมรับได้ ตามตารางที่ 5-2
 Vm = ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกของแรงดันที่วัดได้ ตามส่วนที่ ผ.3.1(3), ผ.3.1(4) และ ผ.4
 Va = ค่าความเพี้ยนฮาร์โมนิกของแรงดันซึ่งควรจะเป็นที่ยอมรับได้ขั้นตอนที่ 3 เนื่องจาก
 โหลดที่ต่อเข้าไปใหม่
 k2 = ตัวประกอบการคูณจากตาราง ผ-3 โดยพิจารณาทั้งโหลดใหม่ และ โหลดที่มีอยู่แล้วที่
 จุดต่อร่วม PCC
 F = ระดับของการลัดวงจรของระบบที่จุดต่อ (System Short-Circuit Level) หน่วย MVA ,
 ดูส่วน ผ.3.3(1)

$$\text{ดังนั้น} \quad Va = \frac{Vp}{k2} - Vm \quad \%$$

ผ.3.6.1 ผู้ใช้ไฟฟ้าใหม่

เริ่มแรกในกรณีของการเชื่อมต่อผู้ใช้ไฟฟ้ารายใหม่ภายใต้ขั้นตอนที่ 3 ต้องประมาณค่า
 ของกระแสฮาร์โมนิกที่ยอมรับได้ก่อน

ในกรณีที่ต้องเปลี่ยนค่าของ Va ไปเป็นกระแสฮาร์โมนิกให้ Ia = ค่ากระแสฮาร์โมนิกที่ควร
 จะเป็นที่ยอมรับได้ถ้าถูกสร้างขึ้น โดยโหลดที่ต่อใหม่

$$\text{ดังนั้น} \quad Ia = \frac{Va \times 10 \times F}{\sqrt{3} \times kV \times n} \quad \text{A rms}$$

จากนั้นก็สามารณแนะนำกับผู้ใช้ไฟฟ้าได้ว่าโหลดที่จะต่อใหม่ยอมรับได้หรือไม่ ซึ่งทำ
 ให้กระแสฮาร์โมนิกที่สร้างขึ้นไม่เกินค่าของ Ia ที่คำนวณได้ และจะทำการวัดหลังจาก ต่อ
 โหลดเข้าใช้งาน เพื่อแสดงให้เห็นว่าค่าดังกล่าวไม่เกินจากที่กำหนด

ผ.3.6.2 ผู้ใช้ไฟฟ้าเดิม

ในรายการที่ 2 นี้ การต่อโหลดประเภทไม่เป็นเชิงเส้น (Non-Linear Load) เพิ่มเข้าไป
 โดยผู้ใช้ไฟฟ้าเดิม จำเป็นที่จะต้องประมาณค่ากระแสฮาร์โมนิกที่สามารถยอมรับโดย
 พิจารณาทั้งโหลดที่มีอยู่เดิมและ โหลดใหม่รวมกัน เริ่มแรกให้กำหนดตามส่วนที่ ผ.3.6 ค่า
 ความเพี้ยนฮาร์โมนิกของแรงดัน (Va) ซึ่งสามารถยอมรับได้ ภายใต้ขั้นตอนที่ 3 เนื่องจาก
 โหลดที่ต่อเข้าไปใหม่โดยผู้ใช้ไฟฟ้า สำหรับการคำนวณในส่วนนี้ ตัวประกอบการคูณที่จะ
 ได้จากตารางที่ ผ-3 จะต้องสัมพันธ์กับความแตกต่างในการติดตั้งอุปกรณ์ของผู้ใช้ไฟฟ้าราย
 ที่พิจารณาและผู้ใช้ไฟฟ้ารายอื่นรอบจุดต่อร่วม (PCC) นั่นคือ k2 ของส่วน ผ.3.6

สำหรับแต่ละฮาร์โมนิกกำหนดให้

- I_c = กระแสฮาร์มอนิกที่ยอมรับได้จากการรวมกันของโหลดเดิมกับโหลดใหม่
- I_m = ค่าที่วัดได้ของกระแสฮาร์มอนิกที่มีอยู่เดิมที่จุด PCC (คู่อ (2) ของหัวข้อ ผ.3.1)
- I_a = ค่ากระแสฮาร์มอนิกที่ยอมรับได้ภายใต้ขั้นตอนที่ 3 จากโหลดที่ต่อใหม่
- k_1 = ตัวประกอบการคูณร่วมระหว่างโหลดเดิมของผู้ใช้ไฟฟ้ากับโหลดที่ต่อใหม่

ดังนั้น
$$I_a = \frac{V_a \times 10 \times F}{\sqrt{3} \times kV \times n} \quad A \text{ rms}$$

ซึ่ง V_a ได้ถูกกำหนดนิยามไว้แล้วในข้อที่ ผ.3.6 และ

$$I_c = k_1(I_m + I_a) \quad A \text{ rms}$$

จากนั้นก็สามารบอกกับผู้ใช้ไฟฟ้าได้ว่าการต่อโหลดเข้าใช้งานร่วมกันระหว่างโหลดเดิมกับ โหลดใหม่จะเป็นที่ยอมรับได้ เมื่อไม่ทำให้เกิดกระแสฮาร์มอนิกเกินจากค่าของ I_c แล้ว ยังรวมถึงค่ากระแสฮาร์มอนิก I_a ที่มีผลต่อโหลดใหม่ ข้อตกลงนี้จะเป็นการจำกัดค่ากระแสฮาร์มอนิกรวมที่ถูกผลิตออกมาจากโหลดที่ติดตั้งอยู่ทั้งหมดให้เป็นค่า I_c และการวัดควรจะถูกทำหลังจากต่อ โหลดเข้าใช้งาน เพื่อให้แน่ใจว่ามีค่าไม่เกินจากที่กำหนด

ในการทำงานเกี่ยวกับการวัดค่าของ I_a และ I_p (คู่อหน้าสุดท้ายของส่วน ผ.3.5) ก็มีโอกาเป็นไปได้ที่ว่าบางครั้งจะมีค่าสูงกว่าค่าของ I_c ที่ได้จากการคำนวณ

ผ.4 หลักการของการวัด (Measurement Procedure)

โดยทั่วไปการวัดค่ากระแสฮาร์มอนิกและค่าความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน เพื่อประเมินตามขีดจำกัดของข้อกำหนดนี้ จะต้องวัดค่าที่มีอยู่เดิมหรือบริเวณที่จะติดตั้งอุปกรณ์ใหม่ในอนาคต เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการจะต้องคำนึงถึง เครื่องวัด วิธีการวัด และจุดตรวจวัด ให้สอดคล้องกับชนิดของฮาร์มอนิกที่จะทำการวัด สิ่งที่จะต้องให้ความสำคัญ มีดังต่อไปนี้

จุดตรวจวัด จุดที่จะทำการวัดโดยทั่วไปแล้วจะดำเนินการที่จุดต่อร่วม (PCC) ซึ่งเป็นจุดที่ใช้ประเมินผู้ใช้ไฟฟ้า อย่างไรก็ตามอาจมีความจำเป็นที่จะต้องวัดที่จุดอื่นๆเพิ่มเติม เช่น จุดที่ต่อกับอุปกรณ์ที่มีคุณสมบัติไม่เป็นเชิงเส้น โดยตรง เพื่อหาคุณลักษณะของฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้น สำหรับนำมาประกอบในการพิจารณาประเมินผู้ใช้ไฟฟ้าได้ถูกต้องยิ่งขึ้น ในกรณีที่จุดต่อร่วมเป็นระบบแรงดันต่ำสามารถที่จะต่อวัดแรงดันได้โดยตรง สำหรับระดับแรงดันที่สูงขึ้นจุดต่อเครื่องวัดจะเป็นด้านแรงต่ำของหม้อแปลงแรงดัน (Voltage Transformer : VT) ส่วนจุดวัดกระแสจะต้องต่อผ่านหม้อแปลงกระแส (Current Transformer : CT) ดังนั้นคุณสมบัติของทั้งหม้อแปลงแรงดันและหม้อแปลงกระแสจะต้องตอบสนองความถี่ได้ถูกต้องในช่วงกว้าง

ช่วงเวลาของการวัด ช่วงเวลาที่เหมาะสมสำหรับการวัดขึ้นกับคุณลักษณะของฮาร์มอนิกที่เกิดขึ้น เช่น ถ้าฮาร์มอนิกมีลักษณะที่ค่อนข้างจะคงที่ (Steady State) เวลาที่ใช้วัดเพียง 24 ชั่วโมงก็อาจจะเพียงพอ จุดสำคัญคือช่วงเวลาทำการวัดต้องครบช่วงเวลาการทำงานของอุปกรณ์หรือการใช้ไฟฟ้าของผู้ใช้ไฟฟ้านั้นๆ โดยทั่วไปแล้วช่วงเวลาสำหรับการวัดอย่างต่ำ 7 วัน

เวลาของการวัด ¹	10 วินาที ต่อการวัดฮาร์มอนิก 1 ครั้ง
การทำกรวัดซ้ำ ¹	ทำการวัดซ้ำทุก ๆ 15 นาที หรือครบช่วงเวลาทำงาน
ฮาร์มอนิกที่จะวัด	ทำการวัดตั้งแต่อันดับที่ 2 ถึงอันดับที่ 19 ของทั้งกระแสและแรงดันฮาร์มอนิกตามที่ระบุในตารางขีดจำกัด นอกจากนี้ให้ดูหมายเหตุข้อ 4

หมายเหตุ

- 1) ค่านี้ระบุไว้ใน Engineering Recommendation G.5/3 อย่างไรก็ตามในการกำหนดค่าต่างๆและวิธีการวัดที่เหมาะสม สามารถประยุกต์ใช้ตามข้อแนะนำการวัดฮาร์มอนิกใน IEC 1000-4-7
- 2) ในกรณีผู้ใช้ไฟฟ้ายาวเดิม ข้อมูลที่เกี่ยวกับการใช้ไฟฟ้า อุปกรณ์ที่เป็นแหล่งกำเนิด และระดับความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดันที่มีอยู่เดิม รวมทั้งอุปกรณ์ไฟฟ้าที่ต่อเข้ากับระบบใหม่ จะเป็นประโยชน์สำหรับการกำหนดช่วงเวลาของการวัดได้เหมาะสมยิ่งขึ้น
- 3) ผลของความเพี้ยนฮาร์มอนิกของแรงดัน และสภาวะรีโซแนนซ์ ส่วนใหญ่จะแสดงให้เห็นในช่วง Light Load
- 4) การบันทึกค่าแรงดันและกระแสฮาร์มอนิก อาจเปลี่ยนแปลงได้ เพื่อให้ได้ข้อมูลมีเพียงพอที่แสดงให้เห็นว่าฮาร์มอนิกไหนมีความสำคัญ การสุ่มวัดค่าอาจช่วยในการเลือกฮาร์มอนิกที่จะทำการบันทึก
- 5) ไม่ควรใช้ Capacitive Voltage Transformer (CVT) ในการตรวจวัดค่าฮาร์มอนิก เพราะจะทำให้ผลที่อันดับสูงๆผิดเพี้ยนไปเนื่องจากการตอบสนองที่ความถี่สูงๆของ CVT ไม่ดีเพียงพอ
- 6) สำหรับในกรณีที่มีการต่อคาปาซิเตอร์ที่จุดประสงค์เพื่อแก้ปัญหา Power Factor หรือระบบกรองฮาร์มอนิก (Harmonic Filter) อยู่ใกล้กับจุดตรวจวัด จะต้องทำการวัดหลายๆกรณีเพื่อให้สะท้อนและครอบคลุมถึงผลการทำงานของอุปกรณ์เหล่านี้ทุกๆกรณีต่อระดับฮาร์มอนิกที่จุดต่อร่วม

เอกสารอ้างอิง

1. Engineering Recommendation G.5/3 September 1976 The Electricity Council Chief Engineer Conference “Limits for Harmonics in The United Kingdom Electricity Supply System”
2. The State Energy Commission of Western Australia (SECWA)
Part 2 : Technical Requirement
3. IEC 1000 : Electromagnetic Compatibility (EMC)
Part 4 : Testing and Measurement Techniques
Section 7 : General Guide on Harmonics and Interharmonics Measurements and Instrumentation
for Power Supply Systems and Equipment Connected thereto