

บทที่ 3

การสำรวจข้อมูล

การศึกษาปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้านั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องติดตั้งเครื่องวัดสำหรับเก็บข้อมูล เพื่อที่จะได้รับทราบถึงปัญหาของปรากฏการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นบนระบบไฟฟ้ากำลัง และบริเวณใกล้เคียง นอกจากนี้ยังทำให้ทราบคุณลักษณะโดยทั่วไปของระบบไฟฟ้ากำลังที่จ่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าบริเวณนั้น สำหรับปรับปรุงแก้ไขปัญหาที่เกิดขึ้น และยังสามารถคาดการณ์เพื่อดูแนวโน้มของการเพิ่มขึ้นของภาระไฟฟ้าในอนาคต หรือลดอุปกรณ์ไฟฟ้าที่อาจก่อให้เกิดปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าได้ ดังนั้นการสำรวจเก็บข้อมูลจึงต้องมีวิธีการหรือกระบวนการในการเก็บรวบรวมข้อมูล อาทิเช่น การเลือกตำแหน่งที่ตั้ง เลือกชนิดหรือประเภทของเครื่องวัด การตั้งค่าสำหรับเครื่องวัด วิธีการวิเคราะห์ข้อมูล และสิ่งที่จำเป็นอีกหลายอย่างสำหรับการทำการสำรวจโครงการหนึ่ง

3.1 การคัดเลือกสายป้อน

ในการศึกษาของโครงการนี้ ได้ทำการตรวจวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง ซึ่งครอบคลุมพื้นที่ 3 จังหวัดคือ กรุงเทพมหานคร นนทบุรี และสมุทรปราการ โดยมีระบบแรงดัน 12kV และ 24kV จ่ายให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าทั่วไป การศึกษาปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายนั้น ก่อนที่จะทำการติดตั้งเครื่องวัดคุณภาพกำลังไฟฟ้า ต้องทำการคัดเลือกสายป้อนตัวอย่างก่อน เพื่อที่จะได้ข้อมูลโดยให้ครอบคลุมสายป้อนที่จ่ายไฟให้กับผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทต่างๆ ที่จะประสบปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า อาทิเช่น

- โรงงานอุตสาหกรรมที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนไปยังระบบไฟฟ้ากำลัง เช่น โรงงานหลอมหรือถลุงโลหะ โรงงานรีดเหล็ก โรงงานกระดาษ โรงงานประกอบรถยนต์ โรงงานแยกสารละลายและขุบโลหะต่างๆ ฯลฯ

- ผู้ใช้ไฟฟ้าประเภทธุรกิจ เช่น ศูนย์การค้า อาคารสำนักงาน ธนาคาร โรงแรม โรงพยาบาล

ฯลฯ

สายป้อนตัวอย่างที่ผ่านการคัดเลือกในรอบแรกมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.1 มีจำนวนทั้งหมด 46 สายป้อน แบ่งตามพื้นที่ได้ 9 เขตดังนี้คือ

- | | |
|----------------|----------------|
| 1) ราษฎร์บูรณะ | 6) บางขุนเทียน |
| 2) บางเขน | 7) สามเสน |
| 3) นนทบุรี | 8) บางกะปิ |
| 4) สมุทรปราการ | 9) ยานนาวา |
| 5) บางพลี | |

เป็นสายป้อนที่จ่ายจากสถานีไฟฟ้าย่อยต่างๆ ทั้งหมด 22 แห่งคือ

- | | |
|------------------|----------------|
| 1) คลองสรพทสามิต | 12) ท้องคู้ง |
| 2) บางปลากรด | 13) คอศอ |
| 3) พระประแดง | 14) บางเสาธง |
| 4) ราษฎร์บูรณะ | 15) บางน้ำจืด |
| 5) ลาดปลาเค้า | 16) เสาะหง |
| 6) ลาดพร้าว | 17) บางกอกน้อย |
| 7) หมอชิต | 18) บางบอน |
| 8) ดอนเมือง | 19) มักกะสัน |
| 9) ปากเกร็ด | 20) ประสานมิตร |
| 10) บางพูด | 21) คลองสาน |
| 11) สวนลี้ม | 22) บางโคล่ |

สายป้อนที่ถูกคัดเลือกไว้ทั้งหมด 46 สายป้อนนี้ เป็นสายป้อนที่คาดว่าน่าจะมีปรากฏการณ์ทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่ก่อให้เกิดปัญหาอยู่ในระดับสูง เนื่องจากมีผู้ใช้ไฟฟ้าจำนวนหนึ่งที่อยู่ในสายป้อนตัวอย่างเหล่านี้ร้องเรียนต่อการไฟฟ้า ให้ทำการตรวจวัดรูปร่างของกระแสและแรงดัน เพราะผู้ใช้ไฟฟ้าเริ่มประสบปัญหาที่เกี่ยวกับปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้า

สายป้อนตัวอย่างที่ถูกคัดเลือกไว้จำนวน 46 สายป้อนนี้ จะถูกคัดเลือกอีกครั้งเมื่อได้ออกไปติดตั้งเครื่องวัด เนื่องจากต้องดูความเหมาะสมในการปฏิบัติงานภาคสนามด้วย เช่น ตำแหน่งที่จะติดตั้งเครื่องวัด การกระจายตัวของผู้ใช้ไฟฟ้าที่ต่ออยู่กับสายป้อน เป็นต้น

ตารางที่ 3.1 รายการตัวอย่างสายป้อนที่จะติดตั้งเครื่องวัดเพื่อศึกษาปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่ได้ถูกคัดเลือกไว้ในรอบแรก

เขต	สถานีย่อย	สายป้อนลำดับที่	ชื่อผู้ใช้ไฟฟ้า,บริเวณใกล้เคียง	จำนวนจุดติดตั้งเครื่องวัด
ราชบุรีบูรณะ	คลองสรรพสามิต	1	โรงเหล็กนครไทย (N.T.S) จำกัด	4
		2	โรงงาน Thai Iron Work จำกัด	2
		3	โรงเหล็ก First Steel	4
	บางปลากด	4	โรงเหล็กเอเชีย,โรงเหล็ก S.S.W	4
		5	โรงงานสยามเคมีภัณฑ์	3
		6	โรงงานกระจกไทยอาซาฮี	1
		7	โรงพยาบาลกรุงเทพพระประแดง	4
	พระประแดง	8	โรงงานกรุงเทพอาหารสัตว์	3
		9	โรงงานตบะบุรีไทย	4
		10	โรงงานไทยซูต,โรงงานทอผ้า Alphatex Industries	4
	ราชบุรีบูรณะ	11	โรงงานอุตสาหกรรมวาวสยาม	4
		12	โรงงานยา Herg,โรงหล่อ	2
		13	โรงงาน ป.เจริญพันธ์	2
		14	ธนาคารกสิกรไทย (สำนักงานใหญ่)	2
		15	ธนาคารกสิกรไทย (สำนักงานใหญ่)	1

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) รายการตัวอย่างสถาบันที่จะติดตั้งเครื่องวัดเพื่อศึกษาปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่ได้ถูกคัดเลือกไว้ในรอบแรก

เขต	สถานีย่อย	ลำดับ	ชื่อผู้ใช้ไฟฟ้า, บริเวณใกล้เคียง	จำนวนจุดติดตั้งเครื่องวัด	
บางเขน	ลาดปลาเค้า	16	โทรเรโนล่อน	2	
	ลาดพร้าว	17	อาคารไทยพาณิชย์ รัชโยธิน	4	
		18	โรงพยาบาลมิติน	4	
		19	ธนาคารทหารไทย (สำนักงานใหญ่)	4	
		20	โรงพยาบาลรัฐ	4	
	หนอชิต	21	โรงพยาบาลรัฐ	4	
นนทบุรี	ดอนเมือง	23	ศูนย์การค้าหลักสี่พลาซ่า	2	
	ปากเกร็ด	24	บริเวณเกาะเกร็ด	2	
		25	โรงงานผลิตอุปกรณ์อิเล็กทรอนิกส์ AMD	1	
	บางพูด	26	โรงงานวาไทยอุตสาหกรรม	2	
		27	โรงงานสี ICI	2	
		28	โรงงานอีซูซุ	2	
	สมุทรปราการ	สวนส้ม	29	โรงงานอีซูซุ	2
			30	โรงงานสยามโลหะภัณฑ์	4
		ท้องคุ้ง	31	บริษัทสหศรีชัย จำกัด	1
			32	บริษัทสหศรีชัย จำกัด	1

ตารางที่ 3.1 (ต่อ) รายการตัวอย่างสายป้อนที่จะติดตั้งเครื่องวัดเพื่อศึกษาปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่ได้ถูกคัดเลือกไว้ในรอบแรก

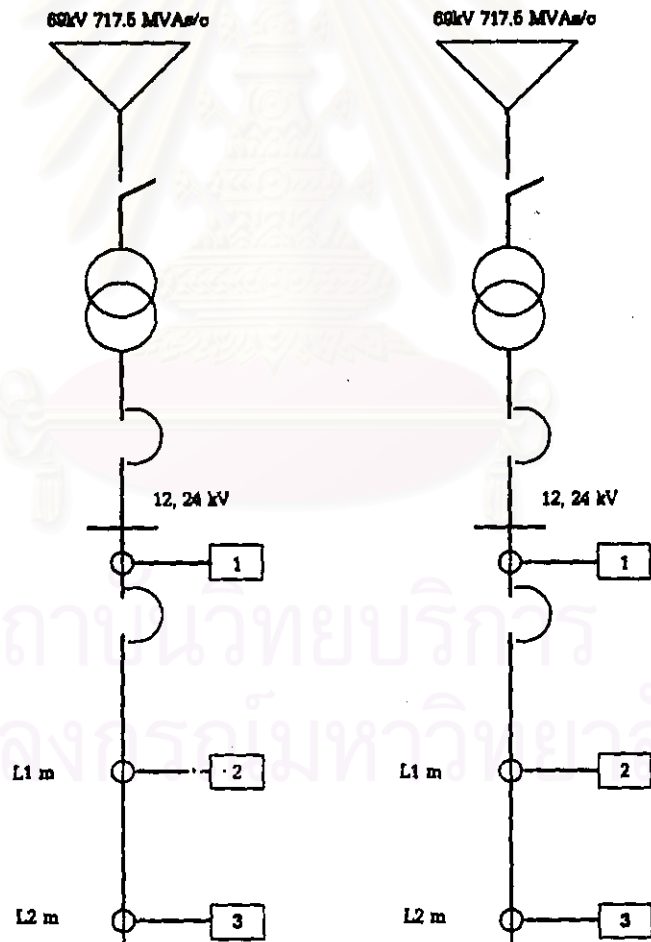
เขต	สถานีย่อย	ลำดับ	ชื่อผู้ใช้ไฟฟ้า, บริเวณใกล้เคียง	จำนวนจุดติดตั้งเครื่องวัด
บางพลี		33	โรงงาน Thai Storage Battery จำกัด	3
	บางเสาธง	34	โรงงานกระแจะกสยามวิ.เอ็ม.ซี.จำกัด	4
		35	ห้องเย็น GFPT จำกัด (ซี.พี.)	4
	บางน้ำจืด	36	Thai Polymer Textile	4
เสาระหง		37	โรงงานไทยกลาส จำกัด	4
		38	กลุ่มโรงงานของสยามกลการและโรงงานต่างๆ	4
		39	โรงงานอื่นๆ	4
บางขุนเทียน	บางกอกน้อย	40	บริษัทไทยวิ.พี. จำกัด (โรงงานทอผ้า)	3
	บางบอน	41	โรงงานปิยะวัฒน์ อุตสาหกรรม (โรงงานทำรองเท้า)	3
สามเสน	มักกะสัน	42	อาคารโบหยก 2	2
		43	โรงพยาบาลเดชา, โรงแรมพลอร์ริตา	4
บางกะปิ	ประสานมิตร	44	อาคารชุดเสริมมิตร	2
ยานนาวา	คลองสาน	45	ห้องเย็นสากด, ห้องเย็นเจ้าพระยา	4
	บางโคล่	46	บริษัทสหพัฒนาพิบูลย์ จำกัด, พระนครห้องเย็น	6
			รวม	133

3.2 ระยะเวลาที่ใช้ตรวจวัดและตำแหน่งของจุดที่ติดตั้งเครื่องวัด

การตรวจวัดข้อมูลบนสายป้อนตัวอย่างนั้น จะใช้เวลาตรวจวัดในแต่ละจุดประมาณจุดละ 7 วัน เพื่อให้ได้ข้อมูลที่แปรเปลี่ยนตามวงรอบของการใช้ภาระไฟฟ้าในหนึ่งสัปดาห์ ในแต่ละสายป้อนจะติดตั้งเครื่องวัดประมาณ 3 จุด คือ

- 1) สถานีไฟฟ้าย่อย
- 2) บริเวณกลางสายป้อน
- 3) บริเวณปลายสายป้อน

ทั้งนี้ตำแหน่งที่ติดตั้งเครื่องวัดดังกล่าวขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของการปฏิบัติงานภาคสนามด้วย



รูปที่ 3.1 ตัวอย่างของการติดตั้งเครื่องวัดตามตำแหน่งของสายป้อน

เนื่องจากเครื่องวัดสามารถวัดแรงดันได้ในช่วงสายอดของแรงดันสูงสุดได้ไม่เกิน 1000 โวลท์หรือเท่ากับค่าแรงดันประสิทธิผล 707 โวลท์ ดังนั้นในการตรวจวัดข้อมูลของระบบจำหน่ายที่มีแรงดันเป็นกิโลโวลท์จะต้องติดตั้งเครื่องวัดที่ชดเชยกระแส(CT) และ ชดเชยแรงดัน(PT)

3.3 การดำเนินการตรวจวัดข้อมูล

การศึกษาคุนภาพกำลังไฟฟ้าในระบบจำหน่ายของการไฟฟ้านครหลวง ได้ดำเนินการตรวจวัดข้อมูลตามตัวอย่างสายป้อนที่ได้คัดเลือกไว้ โดยเริ่มดำเนินการตั้งแต่วันที่ 28 พฤศจิกายน 2539 ถึง 18 เมษายน 2540 รวมเวลาประมาณ 4 เดือนครึ่ง การตรวจวัดข้อมูลครอบคลุมพื้นที่ทั้งหมด 9 เขตดังนี้คือ

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1) ราชบุรีบูรณะ | 6) บางขุนเทียน |
| 2) บางเขน | 7) สามเสน |
| 3) นนทบุรี | 8) ยานนาวา |
| 4) สมุทรปราการ | 9) คลองเตย |
| 5) บางพลี | |

โดยแยกเป็นสายป้อนที่จ่ายจากสถานีไฟฟ้าย่อยต่าง ๆ ทั้งหมด 22 แห่งคือ

- | | |
|-----------------|----------------|
| 1) คลองสรพสามิต | 12) บางเสาธง |
| 2) พระประแดง | 13) เมืองใหม่ |
| 3) ราชบุรีบูรณะ | 14) บางน้ำจืด |
| 4) แจ้งร้อน | 15) เสาะระหง |
| 5) ธนบุรีรมย์ | 16) บางโกลน |
| 6) ลาดพร้าว | 17) บางกอกน้อย |
| 7) หมอชิต | 18) บางบอน |
| 8) ปากเกร็ด | 19) กิ่งเพชร |
| 9) สวนลี้ม | 20) คลองสาน |
| 10) ท้องดู่ | 21) บางโคล่ |
| 11) คอต่อ | 22) ชิดลม |

การกระจายตัวของสายป้อนและจุดวัดมีรายละเอียดดังแสดงในตารางที่ 3.2

ตารางที่ 3.2 การกระจายตัวของสายป้อนและจุดวัดข้อมูล

เขต	สถานีย่อย	จำนวนสายป้อน ที่วัดข้อมูล	จำนวนจุดที่วัด ข้อมูล	จำนวนจุดที่ ข้อมูลสูญหาย
ราชบุรีบูรณะ	คลองสรรพสามิต	3	9	-
	พระประแดง	2	7	-
	ราชบุรีบูรณะ	2	4	1
	แจ่งร้อน	2	2	-
	ธนบุรีรัมย์	1	3	-
บางเขน	ลาดพร้าว	4	9	-
	หมอชิต	2	2	-
นนทบุรี	ปากเกร็ด	4	9	-
สมุทรปราการ	สวนลี้ม	2	4	-
	ท้องคู้ง	1	3	-
	คอต่อ	3	5	-
	บางเสาธง	1	2	-
	เมืองใหม่	1	3	-
บางพลี	บางน้ำจืด	2	6	-
	เสาระหง	4	6	1
	บางไฉลง	1	3	-
บางขุนเทียน	บางกอกน้อย	1	3	-
	บางบอน	2	6	-
สามเสน	กิ่งเพชร	2	6	-
ยานนาวา	คลองสาน	1	3	-
	บางโคล่	5	6	-
คลองเตย	ชิตลม	1	2	-
รวม		47	104	2

การตรวจวัดข้อมูลโครงการนี้ถือว่าได้ข้อมูลสมบูรณ์เกิน 95% มีเพียงบางจุดเท่านั้นที่ได้ข้อมูลไม่ครบถ้วน เช่นวัดข้อมูลได้เพียง 6 วันก็ต้องปลดเครื่องวัดออกเพื่อย้ายไปวัดที่จุดอื่นพร้อม ๆ กับเครื่องวัดอื่น หรือเครื่องวัดไม่สามารถบันทึกข้อมูลได้ครบ 7 วัน เนื่องจากสายจ่ายไฟให้เครื่องวัดขาดเนื่องจากอุบัติเหตุ หรือข้อมูลสูญหายไปที่เกิดจากความผิดพลาดในการถ่ายข้อมูลจากเครื่องวัดเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์ หรือเครื่องวัดวัดค่าได้ผิดปกติ หรือวัดไม่ได้เนื่องจากปัญหาการต่อสายสัญญาณ

ความสมบูรณ์ของข้อมูลได้แสดงรายละเอียดในตารางที่ 3.3



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ตารางที่ 3.3 รายละเอียดสายป้อนและผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้ติดตั้งเครื่องวัด

เขต	สถานีย่อย	สายป้อนลำดับที่	จำนวนจุดที่วัดข้อมูล	จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด	ช่วงเวลาที่มีข้อมูล	ความสำเร็จของข้อมูล		
ราษฎร์บูรณะ	คลองสรรพสามิตร	1	3	1. สถานีย่อย	13:01 น. 23-30 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100%		
				2. บ.เพริสท์สตีลอินดัสทรี จก.	12:19 น. 24-31 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100%		
				3. บ.ไทยโรลเวนด์และเคมีภัณฑ์ จก.	15:42 น. 24-31 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100%		
		2	3	1. สถานีย่อย	12:35 น. 23-30 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100%		
				2. เอ็น.ที.เอส.สตีลกรุ๊ป บมจ.	09:59 น. 28 ม.ค.-4 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 85% (ได้ข้อมูล 6 วัน)		
				3. บ.สหวิริยาสตีลเวคส์ จก.	10:55 น. 28 ม.ค.-4 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 85% (ได้ข้อมูล 6 วัน)		
		3	3	1. สถานีย่อย	12:49 น. 23-30 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100%		
				2. บ.เอเชียสตีลเวคส์ จก.	15:34 น. 23-30 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100%		
				3. บ.ชนะโลหะการ จก.	14:16 น. 24-31 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100%		
พระประแดง	4	3	1. สถานีย่อย	16:11 น. 31 มี.ค.-7 เม.ษ. 40	สมบูรณ์ 100%			
			2. DAS 108	11:46 น. 28 มี.ค.-4 เม.ษ. 40	สมบูรณ์ 100%			
			3. บ.วิเชียรเท็กซโกลอินดัสทรี จก.	10:10 น. 28 มี.ค.-4 เม.ษ. 40	สมบูรณ์ 100%			
	5	4	1. สถานีย่อย	16:17 น. 31 มี.ค.-7 เม.ษ. 40	สมบูรณ์ 100%			
			2. บ.แฟนซีอุตสาหกรรมการทอ จก.	15:42 น. 1-8 เม.ษ. 40	สมบูรณ์ 85% (ได้ข้อมูล 6 วัน)			
			3. DAS 124	12:47 น. 28 มี.ค.-4 เม.ษ. 40	สมบูรณ์ 100%			
			4. หจก.ผ้าขนหนูชินเฮง	18:57 น. 31 มี.ค.-7 เม.ษ. 40	สมบูรณ์ 100%			
			ราษฎร์บูรณะ	6	2	1. สถานีย่อย	13:26 น. 19-26 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100%

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) รายละเอียดสายป้อนและผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้ติดตั้งเครื่องวัด

เขต	สถานีย่อย	สายป้อนลำดับที่	จำนวนจุดที่วัดข้อมูล	จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด	ช่วงเวลาที่ได้รับข้อมูล	ความสำเร็จของข้อมูล
		7	2	2. เอ็กซ์ฟาร์มารัฐกิจอินคัสตรีย์ บมจ. 1. สถานีย่อย 2. บ. ป.เจริญภัณฑ์ จก.	10:23 น. 21-28 ธ.ค. 39 13:21 น. 19-26 ธ.ค. 39 * ข้อมูลสูญหาย*	สมบูรณ์ 85% (ได้ข้อมูล 6 วัน) สมบูรณ์ 100% * ข้อมูลสูญหาย*
	แจรงร้อน	8	1	1. สถานีย่อย (จ่ายตรงให้ ธ.กสิกรไทย)	11:49 น. 19-26 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100%
		9	1	1. สถานีย่อย (จ่ายตรงให้ ธ.กสิกรไทย)	11:36 น. 19-26 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100%
	ธนบุรีรัมย์	10	3	1. สถานีย่อย 2. DAS 107 3. บ.สยามสตีลไพพ์อิมพอร์ต-เอ็กซ์พอร์ต จก.	17:45 น. 31 มี.ค.-7 เม.ษ. 40 12:22 น. 28 มี.ค.-4 เม.ษ. 40 18:13 น. 31 มี.ค.-7 เม.ษ. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%
บางเขน	ลาดพร้าว	11	2	1. สถานีย่อย 2. การปิโตรเลียมแห่งประเทศไทย	16:57 น. 10-17 ม.ค. 40 15:01 น. 10-17 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%
		12	2	1. สถานีย่อย 2. ธ.ไทยพาณิชย์ บมจ.	14:58 น. 15-22 ม.ค. 40 14:35 น. 15-22 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%
		13	3	1. สถานีย่อย 2. บ.ข้าวสาคู จก. 3. มติชน บมจ.	15:04 น. 15-22 ม.ค. 40 12:45 น. 15-22 ม.ค. 40 12:01 น. 15-22 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%
		14	2	1. สถานีย่อย	17:29 น. 10-17 ม.ค. 40	สมบูรณ์ 100%

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) รายละเอียดสายป้อนและผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้ติดตั้งเครื่องวัด

เขต	สถานีย่อย	สายป้อนลำดับที่	จำนวนจุดที่วัดข้อมูล	จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด	ช่วงเวลาที่ได้รับข้อมูล	ความสำเร็จของข้อมูล	
				2. อ.ทหารไทย บมจ.	11:25 น. 10-17 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
	หมอซิด	15	1	1. บ.วัชรพล จก. (ไทยรัฐ)	11:24 น. 10-17 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
		16	1	1. บ.วัชรพล จก. (ไทยรัฐ)	11:32 น. 10-17 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
นนทบุรี	ปากเกร็ด	17	3	1. สถานีย่อย	13:06 น. 7-14 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
				2. บ.เค แอล เอ็ม รอยัลคัท แอร์ไลน์ จก.	12:01 น. 7-14 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
				3. บ.ศิริสยาม จก. (Zuelling)	11:49 น. 7-14 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
			18	1	1. บ.เอ เอ็ม ดี (ไทยแลนด์) จก.	*ข้อมูลไม่สมบูรณ์*	มีเฉพาะ I และ V Spectrum
			19	3	1. สถานีย่อย	13:11 น. 7-14 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%
		2. บ.แมนดารินโคสซิ่ง จก.(Thai Garment)			12:52 น. 7-14 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
		20	2	3. ชุมสายโทรศัพทปากเกร็ด	12:41 น. 7-14 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
				1. สถานีย่อย	11:52 น. 5-12 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
				2. บ.ไอ ซี ไอ จก.	14:05 น. 5-12 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
สมุทรปราการ	สวนส้ม	21	2	1. สถานีย่อย	12:15 น. 29 พ.ย.-6 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100%	
				2. บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก.	12:16 น. 28 พ.ย.-5 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100%	
			22	2	1. สถานีย่อย	12:34 น. 29 พ.ย.-6 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100%
	2. บ.อีซูซุมอเตอร์ (ประเทศไทย) จก.	12:35 น. 28 พ.ย.-5 ธ.ค. 39			สมบูรณ์ 100%		
	ท้องคู้ง	23	3	1. สถานีย่อย	11:51 น. 20-27 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) รายละเอียดสายป้อนและผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้ติดตั้งเครื่องวัด

เขต	สถานีย่อย	สายป้อนลำดับที่	จำนวนจุดที่วัดข้อมูล	จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด	ช่วงเวลาที่วัดข้อมูล	ความสำเร็จของข้อมูล
				2. บ.ไทยยูเนี่ยนสตีล จก. 3. บ.สยามโอคามูระสตีล จก.	*ข้อมูลไม่สมบูรณ์* 11:04 น. 20-27 มี.ค. 40	มีเฉพาะ I,V Spectrum สมบูรณ์ 100%
	คอต่อ	24	1	1. สถานีย่อย(จ่ายตรงให้ บ.สยามอ็อกซิเจนทอลอเลคโตรเคมีคอล จก.)	15:32 น. 29 พ.ย.-6 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100%
		25	1	1. สถานีย่อย(จ่ายตรงให้ บ.สยามอ็อกซิเจนทอลอเลคโตรเคมีคอล จก.)	15:09 น. 29 พ.ย.-6 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100%
		26	3	1. สถานีย่อย 2. ไทยสโตนโรจ แบทเตอรี บมจ. 3. บ.เจ.ที.เอ็น.เท็กซิล อินดัสตรีส์ จก.	15:40 น. 29 พ.ย.-6 ธ.ค. 39 11:44 น. 2-9 ธ.ค. 39 12:40 น. 2-9 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%
	บางเสาธง	27	3	1. สถานีย่อย 2. บ.สยามวี.เอ็ม.ซี กระจากนิรภัย จก. 3. บ.ไทยแอสโรว์ จก.	12:59 น. 18-25 มี.ค. 40 14:49 น. 18-25 มี.ค. 40 15:22 น. 18-25 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%
	เมืองใหม่	28	3	1. สถานีย่อย 2. บ.นิลโคเชโก (ประเทศไทย) จก. 3. จีเอฟทีที บมจ.	13:29 น. 18-25 มี.ค. 40 11:56 น. 18-25 มี.ค. 40 12:19 น. 18-25 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%
บางพลี	บางน้ำจืด	29	3	1. สถานีย่อย 2. บ.เพียวเคมี จก.	10:43 น. 10-17 ก.พ. 40 12:04 น. 11-18 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) รายละเอียดสายป้อนและผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้ติดตั้งเครื่องวัด

เขต	สถานีย่อย	สายป้อนลำดับที่	จำนวนจุดที่วัดข้อมูล	จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด	เวลาที่วัดข้อมูล	ความสำเร็จของข้อมูล	
		30	3	3. บ.ไทยรุ่งเท็กซ์ไทล์ จก.	12:34 น. 4-11 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 100%	
				1. สถานีย่อย	10:49 น. 10-17 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 100%	
				2. อุตสาหกรรมทำเครื่องแก้วไทย บมจ.	11:01 น. 10-17 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 100%	
				3. บ.ซัสมิทออิเล็กทรอนิกส์คอมโพเนนท์ จก.	11:15 น. 10-17 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 100%	
	เสาระหง	31	1	1. สถานีย่อย	10:12 น. 2-9 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
				32	1. สถานีย่อย	10:17 น. 2-9 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%
				33	1. สถานีย่อย	15:43 น. 3-10 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 85% (ได้ข้อมูล 6 วัน)
				34	3	1. สถานีย่อย	10:22 น. 2-9 มี.ค. 40
				2. บ.สยามริคเก้นอินดัสเตรียล จก.	09:33 น. 2-9 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
				3. บ.สยามกลการและนิสสัน จก.	*ข้อมูลสูญหาย*	*ข้อมูลสูญหาย*	
บางโหลง	35	3	1. สถานีย่อย	10:18 น. 10-17 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 100%		
			2. บ.พลีเมียร์ไฟรเซนโปรดักส์ จก.	12:39 น. 11-18 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 50% (ได้เฉพาะ I)		
			3. บ.ศิริโกมล เอ็นเตอร์ไพรส์ จก.	12:48 น. 11-18 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 90% (ได้ข้อมูลมากกว่า 6 วัน)		
บางขุนเทียน	บางกอกน้อย	36	3	1. สถานีย่อย	17:08 น. 24 ก.พ.-3 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
				2. บ.สหเอเชียโลหะภัณฑ์ จก.	16:12 น. 24 ก.พ.-3 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	
				3. บ.เด่นไทยลวดตาข่าย จก.	06:00 น. 25 ก.พ.-4 มี.ค. 40	สมบูรณ์ 100%	

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) รายละเอียดสายป้อนและผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้ติดตั้งเครื่องวัด

เขต	สถานีย่อย	สายป้อนลำดับที่	จำนวนจุดที่วัดข้อมูล	จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด	ช่วงเวลาที่ได้รับข้อมูล	ความสำเร็จของข้อมูล
	บางบอน	37	3	1. สถานีย่อย 2. บ.รชแอลแคนคินด์สตรี จก. 3. บ.สุนทรเมตต์อินคัสทรีส์ จก.	12:33 น. 19-26 ก.พ. 40 13:37 น. 19-26 ก.พ. 40 14:13 น. 19-26 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 25% (ได้ข้อมูล 2 วัน)
		38	3	1. สถานีย่อย 2. บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก.(#1) 3. บ.ณรงค์แคนนิ่ง จก.(#2)	12:38 น. 19-26 ก.พ. 40 14:54 น. 19-26 ก.พ. 40 15:19 น. 19-26 ก.พ. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%
สามเสน	กิ่งเพชร	39	4	1. สถานีย่อย 2. บ.พันธ์ทิพย์ จก. 3. DAS 217 4. อาคารโบหยกทาวเวอร์	12:36 น. 9-16 เม.ย. 40 16:09 น. 11-18 เม.ย. 40 15:36 น. 9-16 เม.ย. 40 11:59 น. 8-15 เม.ย. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 50% (ขาดข้อมูล I) สมบูรณ์ 100%
		40	2	1. สถานีย่อย 2. โรงพยาบาลเดชา	12:45 น. 9-16 เม.ย. 40 10:30 น. 8-15 เม.ย. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%
ยานนาวา	คลองสาน	41	3	1. สถานีย่อย 2. บ.เจ้าพระยาห้องเย็น จก. 3. บ.ห้องเย็นสากล จก.	16:14 น. 16-23 ธ.ค. 39 15:10 น. 13-20 ธ.ค. 39 10:43 น. 13-20 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 25% (ได้ข้อมูล 2 วัน) สมบูรณ์ 50% (ได้เฉพาะ I) สมบูรณ์ 50% (ขาด V และ I Spectrum)
	บางโคล่	42	1	1. ไทยวาโก้ บมจ.	11:44 น. 13-20 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100%

ตารางที่ 3.3 (ต่อ) รายละเอียดสายป้อนและผู้ใช้ไฟฟ้าที่ได้ติดตั้งเครื่องวัด

เขต	สถานีย่อย	สายป้อนลำดับที่	จำนวนจุดที่วัดข้อมูล	จุดที่ติดตั้งเครื่องวัด	เวลาที่วัดข้อมูล	ความสำเร็จของข้อมูล
		43	2	1. บ.เดอะไล้ออน ประเทศไทย จก. 2. บ.พระนครห้องเย็น จก.	12:40 น. 13-20 ธ.ค. 39 14:22 น. 13-20 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%
		44	1	1. สถานีย่อย	12:03 น. 12-19 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 85% (ได้ข้อมูล 6 วัน)
		45	1	1. สถานีย่อย	11:37 น. 12-19 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 50% (ขาด V และ I Spectrum)
		46	1	1. สถานีย่อย	11:54 น. 12-19 ธ.ค. 39	สมบูรณ์ 85% (ได้ข้อมูล 6 วัน)
คลองเตย	ชิดลม	47	2	1. สถานีย่อย 2. DAS 216	14:45 น. 9-16 เม.ย. 40 16:43 น. 9-16 เม.ย. 40	สมบูรณ์ 100% สมบูรณ์ 100%

สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

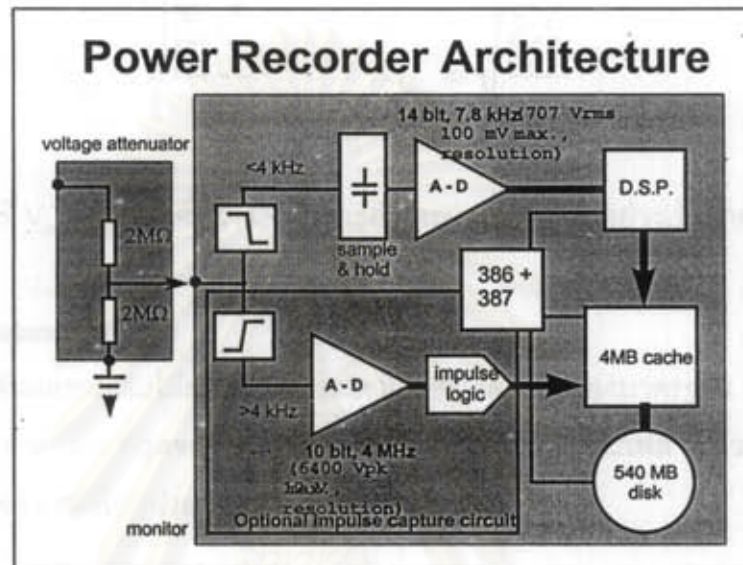
3.4 อุปกรณ์ที่ใช้ตรวจวัดข้อมูล

การตรวจวัดข้อมูลในโครงการนี้ได้ใช้เครื่องวัด Omega Power Analysis System ของบริษัท Power Quality (Thailand) Ltd.[12] มีคุณลักษณะดังนี้

- | | |
|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 1) Number of channels: | 9 (4 voltage, 5 current) |
| 2) Voltage range: | 0 - 707 volts RMS, 1000 volts peak |
| 3) Voltage resolution: | 14 bits, 90 millivolts |
| 4) Voltage accuracy: | < 1% FS(Full scale), 0.5% typical |
| 5) Sampling frequency: | 7.8 KHz, 128 samples per cycle |
| 6) RMS response time: | 1 cycle |
| 7) Frequency measurement: | 45 - 65 Hz, resolution 0.0 Hz |
| 8) Impulse sampling frequency: | 2 - 4 MHz |
| 9) Impulse range: | 100 - 6400 volts peak |
| 10) Impulse resolution: | 10 bits, 12 volts |
| 11) Impulse accuracy: | 5% FS |
| 12) Harmonic measurement: | 0 - 63 rd harmonic, phase angle, magnitude |
| 13) Flicker measurement: | 0.01 to 30 Hz to IEC standard 868 |
| 14) Internal microprocessors: | 386, 387, DSP |
| 15) Internal memory: | 1 MB cache, 4 MB RAM, 540 MB hard disk |
| 16) Event memory: | 6000 simultaneous voltage and current events |
| 17) Thresholds: | Automatic, adaptive to activity |
| 18) Communications: | 10-Base-T Ethernet, RJ 45 connector (Std.)
Parallel (Optional) |
| 19) Operating power: | 85 - 264 VAC, 47 - 440 Hz, 120 - 370 VDC, 40 VA |
| 20) Environmental: | 0 - 50 C, 32 - 122 F, 100% RH non-condensing
Rugged, drip-proof (Std.) |
| 21) Enclosure: | Weatherproof, hostile environment (Optional) |
| 22) SIZE: | 8.5" x 12" x 3", 21.25cm x 30cm x 7.5cm |

- 23) Weight: 13 lbs., 6 Kg
 24) Certifications: FCC, UL, CSA, CE

3.4.1 หลักการทำงานของเครื่องวัด



รูปที่ 3.2 หลักการทำงานของเครื่องวัด

ลักษณะของการออกแบบ ได้มีอัตราส่วนการลดทอน 1000:1 เพื่อให้เครื่องวัดต่อเข้ากับแรงดันไฟฟ้า 707 Vrms ได้ รูปร่างของแรงดันและกระแสถูกสุ่มตัวอย่างด้วย 14 บิต ของชุดแปลงผันสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล (A/D converter) ด้วยอัตราประมาณ 8 kHz หรือที่อัตราการสุ่มสัญญาณ 128 จุดต่อหนึ่งไซเคิล ณ ความถี่ 50 หรือ 60 Hz ข้อมูลที่สุ่มมานั้นจะถูกส่งไปยังตัวประมวลผลสัญญาณดิจิทัล (DSP) เพื่อเข้าสู่กระบวนการแปลงผันฟาสต์ฟูเรียร์ (Fast Fourier Transform) ได้ถึงฮาร์มอนิกที่ 63 โดยใช้เวลาน้อยกว่า 10 μ s ในแต่ละไซเคิลของแรงดันและกระแส ส่วนสัญญาณอิมพัลส์ ถูกสุ่มด้วย 10 บิต ของเครื่องแปลงผันสัญญาณอนาล็อกเป็นสัญญาณดิจิทัล ซึ่งโปรแกรมสามารถเลือกอัตราการสุ่มสัญญาณ 4 หรือ 2 ล้านครั้งต่อวินาที การควบคุมภายในจะใช้ไมโครโปรเซสเซอร์ 386/387 และ 4 MB cache memory ดังรูปที่ 3.2 แสดงลักษณะการทำงานของเครื่องวัดชนิดนี้ และมีหลักการสำหรับการคำนวณค่าต่างๆ ดังนี้

1) True RMS measurements

เครื่องวัดได้คำนวณหาค่าแรงดันและกระแสประสิทธิภาพทุกๆไซเคิล (128 ค่าในหนึ่งไซเคิล) ดังสมการที่ 1

$$V_{rms} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{128} V_n^2}{128}} \quad I_{rms} = \sqrt{\frac{\sum_{n=1}^{128} I_n^2}{128}} \quad (3.1)$$

โดยที่ V_{rms} และ I_{rms} คือค่าแรงดันและค่ากระแสที่ถูกสุ่มตัวอย่างเข้ามาตามลำดับ

2) Imbalance

ค่าแรงดันและกระแสไม่สมดุล คำนวณตามค่าจำกัดความรอมมาตรฐาน IEEE Std.1159-1995 ที่ได้นำเอาค่ามากที่สุดของค่าความแตกต่างของขนาดในแต่ละเฟส แล้วหารด้วยค่าเฉลี่ยของค่าทั้งสามเฟส แสดงในหน่วยของเปอร์เซ็นต์ดังสมการ

$$V_{imbalance} = \frac{\Delta V_{max}}{V_{avg}} \times 100\% \quad (3.2)$$

3) Total Harmonic Distortion (THD)

ค่าความผิดเพี้ยนฮาร์มอนิกรวม (THD) จะคำนวณจากค่ามูลฐานของไซเคิลต่อไซเคิล สำหรับค่าแรงดันและค่ากระแสดังสมการ

$$V_{THD} = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{63} V_n^2}}{V_1} \times 100\% \quad (3.3)$$

โดยที่ V_n และ A_n เป็นค่าแรงดันฮาร์มอนิกและค่ากระแสฮาร์มอนิกตามลำดับ

4) Apparent Power (VA)

กำลังไฟฟ้ากระแสสลับที่อยู่ในรูป โวลท์-แอมป์ (Volte-Amp) สามารถคำนวณได้จาก

$$\text{True VA} = S = VA_{\text{True}} = V_{\text{RMS}} \times I_{\text{RMS}} \quad (3.4)$$

$$\text{Fundamental VA} = S_f = VA_f = V_{f(\text{RMS})} \times I_{f(\text{RMS})} \quad (3.5)$$

โดยที่ $V_{\text{RMS}} \times I_{\text{RMS}}$ คือค่าประสิทธิภาพจริง และ $V_f \times I_f$ เป็นค่าประสิทธิภาพมูลฐาน

5) Power(Watts)

กำลังไฟฟ้าคำนวณจากค่าแรงดันกับค่ากระแสที่สัมพันธ์อย่างมาในแต่ละจุด ณ เวลาเดียวกันของค่ามูลฐานในแต่ละไซเคิลต่อไซเคิล จากค่าที่สัมพันธ์จะนำมาคำนวณหาค่ากำลังไฟฟ้าจริง รวมถึงค่าความผิดเพี้ยนฮาร์โมนิก

$$P_{\text{True}} = \frac{\sum_{n=1}^{128} V_n \times I_n}{128} \quad (3.6)$$

ค่า กำลังไฟฟ้ามูลฐาน(Fundamental Power)คำนวณได้จาก

$$P_f = V_{f(\text{RMS})} \times I_{f(\text{RMS})} \cos(\theta) \quad (3.7)$$

6) Power Factor

ค่าตัวประกอบกำลังจริง คืออัตราส่วนของกำลังไฟฟ้าจริงต่อกำลังไฟฟ้าปรากฏ ซึ่งหาได้จาก

$$PF_{\text{True}} = \frac{P_{\text{True}}}{S} \quad (3.8)$$

ค่าตัวประกอบกำลังมูลฐาน หาได้จากมุมที่แตกต่างกันของมุมระหว่างแรงดันมูลฐาน และกระแสมูลฐาน หรือ เรียกว่าตัวประกอบกำลังการขจัด(Displacement Power Factor)

$$PF_f = \cos(\theta) \quad (3.9)$$

โดยที่ θ คือมุมที่ต่างกันของแรงดันมูลฐานกับมุมของกระแสมูลฐาน

7) Reactive Power(VAR)

กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟมูลฐาน(Fundamental VAR) คำนวณได้จากผลคูณของแรงดันมูลฐานกับกระแสมูลฐานและค่าไซน์ของตัวประกอบกำลังการจรจัด

$$VAR_F = VA_F \sin\theta \quad (3.10)$$

ส่วนค่า กำลังไฟฟ้ารีแอกทีฟจริง(True VAR) คำนวณได้จาก

$$VAR_{True} = \sqrt{VA_{True}^2 - W_{True}^2} \quad (3.11)$$

8) Distortion Power(Watts)

กำลังไฟฟ้าผิดเพี้ยน คือกำลังไฟฟ้าที่ไม่ใช่กำลังไฟฟ้ามูลฐาน หาได้จาก

$$D = P_{True} - P_F \quad (3.12)$$

3.5 ข้อมูลที่ตรวจวัด

เนื่องจากปัจจุบันปัญหาทางด้านคุณภาพกำลังไฟฟ้าที่เกิดขึ้นมานั้นมีหลายปรากฏการณ์ด้วยกัน ซึ่งแต่ละปรากฏการณ์อาจส่งผลกระทบต่อผู้ใช้ไฟฟ้ามากน้อยต่างกันแล้วแต่ความรุนแรงของเหตุการณ์ที่เกิดขึ้น ดังนั้นการศึกษาในโครงการนี้จะพิจารณาปรากฏการณ์ที่สำคัญที่คาดว่าจะเกิดความรุนแรงขึ้นทั้งในปัจจุบันและอนาคต ปรากฏการณ์เหล่านี้ประกอบไปด้วย

- | | |
|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| 1) ฮาร์โมนิก (Harmonic) | 7) ไฟฟ้าดับ (Interruption) |
| 2) ทรานเซียนท์ (Transient) | 8) แรงดันไม่สมดุล (Voltage Unbalance) |
| 3) แรงดันตกชั่วคราว (Voltage Dip) | 9) การคุมค่าแรงดัน (Voltage Regulation) |
| 4) แรงดันเกินชั่วคราว (Temporary Overvoltage) | 10) การเปลี่ยนแปลงทางความถี่ (Power Frequency Variation) |
| 5) แรงดันตก (Overvoltage) | |
| 6) แรงดันเกิน (Undervoltage) | 11) รูปคลื่นผิดเพี้ยน (Waveshape Fault) |