ประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

เรื่อง มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า

(Power Line Communications - PLC)

โดยที่คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติมีนโยบายที่จะกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ ให้เหมาะสมต่อสภาพการณ์ทางเทคโนโลยี เพื่อให้เครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์มีมาตรฐานทางเทคนิคที่ชัดเจน สามารถนำมาใช้งานได้โดยไม่เกิดการรบกวนซึ่งกันและกัน ไม่เกิดผลกระทบอันไม่พึงประสงค์ต่อกิจการวิทยุคมนาคม โครงข่ายโทรคมนาคม หรือการให้บริการโทรคมนาคม รวมทั้งเพื่อปกป้องคุ้มครองผู้บริโภคอีกทางหนึ่งด้วย อันจะเป็นประโยชน์ต่ออุตสาหกรรมโทรคมนาคมในภาพรวม และเพื่อให้มาตรฐานทางเทคนิคของประเทศมีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของสากลมากขึ้น

อาศัยอำนาจตามมาตรา ๕๑ (๖) แห่งพระราชบัญญัติองค์กรจัดสรรคลื่นความถี่และกำกับกิจการวิทยุกระจายเสียง วิทยุโทรทัศน์ และกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. ๒๕๔๓ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๓๖ มาตรา ๔๓ มาตรา ๔๕ มาตรา ๔๖ มาตรา ๔๗ มาตรา ๖๑ และมาตรา ๖๔ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย ประกอบกับมาตรา ๓๒ แห่งพระราชบัญญัติการประกอบกิจการโทรคมนาคม พ.ศ. ๒๕๔๔ อันเป็นพระราชบัญญัติที่มีบทบัญญัติบางประการเกี่ยวกับการจำกัดสิทธิและเสรีภาพของบุคคล ซึ่งมาตรา ๒๙ ประกอบกับมาตรา ๓๕ มาตรา ๓๖ มาตรา ๔๑ มาตรา ๔๓ และมาตรา ๔๕ ของรัฐธรรมนูญแห่งราชอาณาจักรไทย บัญญัติให้กระทำได้โดยอาศัยอำนาจตามบทบัญญัติแห่งกฎหมาย คณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติจึงประกาศกำหนดมาตรฐานทางเทคนิคสำหรับการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า (Power Line Communications - PLC) ไว้ ดังมีรายละเอียดตามมาตรฐานเลขที่ กทช. มท. ๒๐๐๒ - ๒๕๕๑ แนบท้ายประกาศนี้

ประกาศนี้ให้ใช้บังคับเมื่อพ้นกำหนดเก้าสิบวัน นับแต่วันประกาศในราชกิจจานุเบกษาเป็นต้นไป

ประกาศ ณ วันที่ ๕ กันยายน พ.ศ. ๒๕๕๑

พลเอก ชูชาติ พรหมพระสิทธิ์

ประธานกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า
(Power Line Communications – PLC)

กทช. มท. 2002 - 2551

เครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยี
การสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า

สำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ

87 ถนนพหลโยธิน ซอย 8 แขวงสามเสนใน เขตพญาไท กรุงเทพมหานคร 10400

โทร. 0 2271 0151-60 เว็บไซต์: www.ntc.or.th

มาตรฐานทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า

กทช. มท. 2002 – 2551

1. ขอบข่าย

มาตรฐานทางเทคนิคนี้ ระบุลักษณะทางเทคนิคขั้นต่ำของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า (Power Line Communications – PLC) ซึ่งใช้งานโดยมีความมุ่งหมายในทางโทรคมนาคม แบ่งได้เป็น 3 ลักษณะ ดังนี้

1.1 การสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะการรับส่งข้อมูลความเร็วต่ำ (Narrowband PLC) หมายถึง ระบบหรือส่วนหนึ่งของระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าที่ส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าแรงดันต่ำไปยังอุปกรณ์ซึ่งรับสัญญาณโดยตรงจากสายไฟฟ้านั้น โดยคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อนุญาตให้ใช้งานจะมีความถี่อยู่ในช่วง 9 kHz – 525 kHz

1.2 การสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะการรับส่งข้อมูลความเร็วสูง (ส่วนภายในอาคาร) (Broadband PLC (In-building)) หมายถึง ระบบหรือส่วนหนึ่งของระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าที่ส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าแรงดันต่ำไปยังอุปกรณ์ซึ่งรับสัญญาณโดยตรงจากสายไฟฟ้านั้น ทั้งนี้ สายไฟฟ้าแรงดันต่ำดังกล่าวจะอยู่ในอาคารหรือที่พักอาศัย และไม่ได้อยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานให้บริการสาธารณูปโภคด้านไฟฟ้า

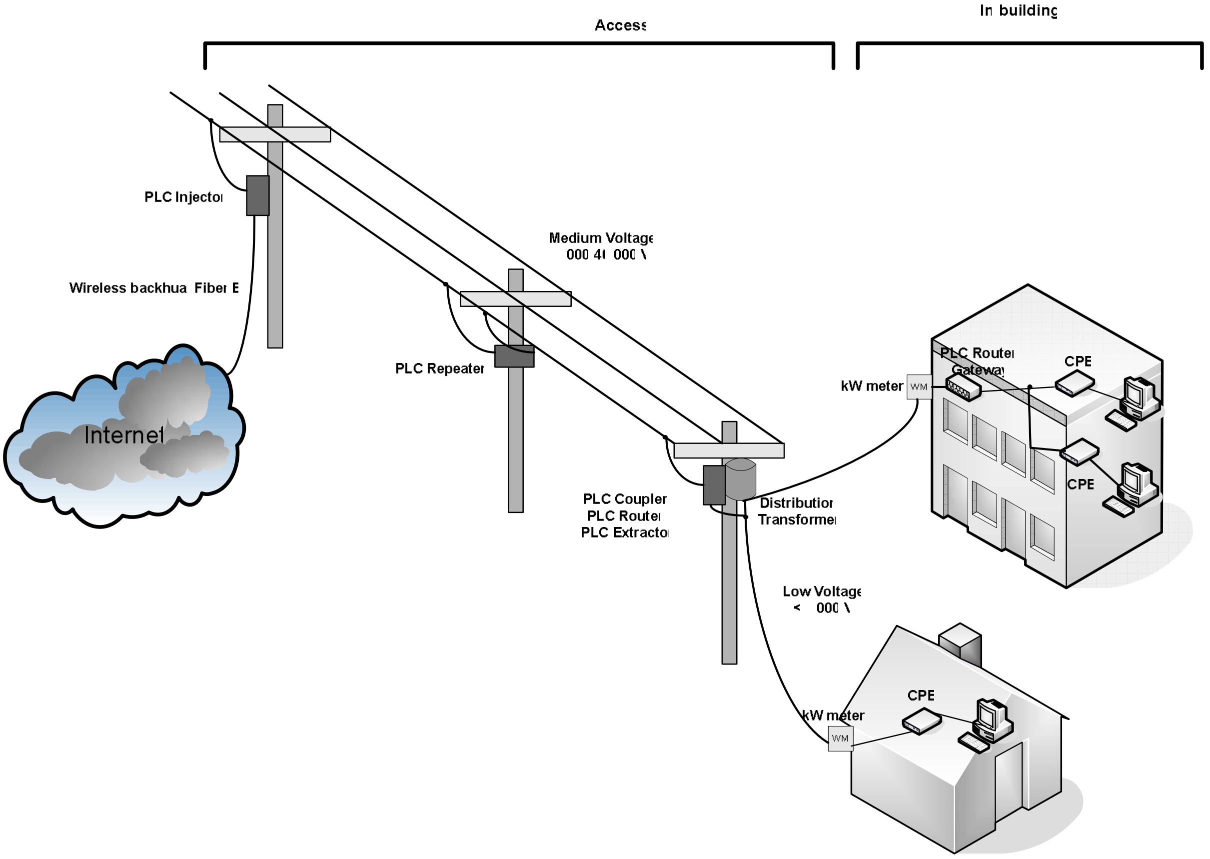
1.3 การสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะการรับส่งข้อมูลความเร็วสูง (ส่วนเข้าถึงภายนอกอาคาร) (Broadband PLC (Access)) หมายถึง ระบบหรือส่วนหนึ่งของระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าที่ส่งคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าผ่านสายไฟฟ้าแรงดันต่ำ หรือแรงดันปานกลางก่อนถึงจุดต่อเพื่อเข้าอาคารหรือที่พักอาศัย ไปยังอุปกรณ์ซึ่งรับสัญญาณโดยตรงจากสายไฟฟ้านั้น เพื่อให้บริการรับส่งข้อมูลความเร็วสูง ทั้งนี้ สายไฟฟ้าแรงดันต่ำหรือแรงดันปานกลางดังกล่าวอยู่ในความรับผิดชอบของหน่วยงานให้บริการสาธารณูปโภคด้านไฟฟ้า

สายไฟฟ้าแรงดันปานกลาง (medium voltage : MV) หมายถึง สายไฟฟ้าที่รองรับการส่งที่แรงดันไฟฟ้า 1 000 ถึง 40 000 โวลต์ จากสถานีจ่ายไฟฟ้า (substation) ซึ่งอาจเป็นสายไฟฟ้าใต้ดิน หรือพาดเสาเหนือศีรษะก็ได้

สายไฟฟ้าแรงดันต่ำ (low voltage : LV) หมายถึง สายไฟฟ้าที่รองรับการส่งที่แรงดันไฟฟ้าต่ำกว่า 1 000 โวลต์ จากหม้อแปลงนำจ่าย (distribution transformer) ไปยังอาคารหรือที่พักอาศัยของผู้ใช้ปลายทาง

มาตรฐานทางเทคนิคนี้ <u>ไม่ใช้บังคับ</u>สำหรับเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า สำหรับการติดต่อสื่อสาร การควบคุม โทรมาตร หรือการปฏิบัติงานภายในหรือระหว่างหน่วยงานให้บริการสาธารณูปโภคด้านไฟฟ้าด้วยกันเอง

รูปแบบลักษณะโครงข่าย และขอบข่ายของการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะการรับส่งข้อมูลความเร็วสูง มีรายละเอียดดังแสดงไว้ในรูปข้างล่างนี้



2. มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะการรับส่งข้อมูลความเร็วต่ำ (Narrowband PLC)

2.1 มาตรฐานทางเทคนิคด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า/การรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility / Disturbance Requirements)

มาตรฐานทางเทคนิคด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า/การรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้าสำหรับเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า ในลักษณะ Narrowband PLC ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

2.1.1	IEC 61000-3-8 (1997)	:	Electromagnetic Compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 8: Signalling on low-voltage electrical installations – Emissions levels, frequency bands and electromagnetic disturbance levels
2.1.2	EN 50065-1 (2001)	:	Signalling on low-voltage electrical installations in the frequency range 3 kHz to 148,5 kHz -- Part 1: General requirements, frequency bands and electromagnetic disturbances
2.1.3	FCC Part 15 (as applicable)	:	Code of Federal Regulations (USA); Title 47 Telecommunications; Chapter 1 Federal Communications Commission; Part 15 Radio Frequency Devices; Subpart B – Unintentional Radiators § 15.107 Conducted limits: (c), and § 15.109 Radiated emission limits: (a), (b), (e) & (g)

2.2 มาตรฐานทางเทคนิคด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้า (Electrical Safety Requirements)

มาตรฐานทางเทคนิคด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำหรับเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า ในลักษณะ Narrowband PLC ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

2.2.1	IEC 60950-1 (2001)	:	Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements
2.2.2	มอก. 1561 – 2548	:	บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ เฉพาะด้านความปลอดภัย : ข้อกำหนดทั่วไป

3. มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะการรับส่งข้อมูลความเร็วสูงส่วนภายในอาคาร (Broadband PLC (In-building))

3.1 มาตรฐานทางเทคนิคด้านความเข้ากันได้ทางแม่เหล็กไฟฟ้า/การรบกวนทางแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Compatibility / Disturbance Requirements)

3.1.1 Conducted disturbance limits

ขีดจำกัด conducted disturbance limits (at muti-purpose port) สำหรับเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน CISPR 22 (Information technology equipment – Radio disturbance characteristics – Limits and methods of measurement) (Edition 5.0: 2005) ในส่วนของ Class B limits ดังนี้

FREQUENCY RANGE (MHz)	**LIMITS** (dBμV)	
	QUASI-PEAK	AVERAGE
0.15 to 0.50	66 ~ 56	56 ~ 46
0.50 to 5	56	46
5 to 30	60	50

3.1.2 Radiated disturbance limits

1) ขีดจำกัด radiated disturbance limits สำหรับเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน CISPR 22 (Edition 5.0: 2005) ในส่วนของ Class B limits ดังนี้

FREQUENCY RANGE (MHz)	**LIMITS** [dBμV/m] QUASI-PEAK	**Standard measurement distance** (m)
30 to 230	30	10
230 to 1000	37	10

2) ขีดจำกัด radiated disturbance limits สำหรับเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) อาจใช้ขีดจำกัดตามที่กำหนดไว้ใน FCC Part 15 § 15.109 (a) (b) (e) (g) แทนที่กำหนดไว้ใน 1) ได้ ดังต่อไปนี้

FREQUENCY RANGE (MHz)	**LIMITS** [μV/m] QUASI-PEAK	**Standard measurement distance** (m)
0.009-0.490	2400/F	300
0.490-1.705	24000/F	30
1.705-30.0	30	30
30-88	100	3
88-216	150	3
216-960	200	3
960-1000	500	3

เมื่อ F คือความถี่ มีหน่วยเป็น kHz

3.1.3 วิธีการวัดหรือวิธีการทดสอบ

ให้ใช้วิธีการวัดหรือวิธีการทดสอบตามที่ระบุไว้ในเอกสารมาตรฐานที่กำหนดดังต่อไปนี้

1) วิธีการวัดหรือวิธีการทดสอบ Conducted disturbance

ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐาน CISPR 22 (Edition 5.0: 2005) ข้อ 9

2) วิธีการวัดหรือวิธีการทดสอบ Radiated disturbance

2.1) ในกรณีที่อ้างอิงขีดจำกัดตามมาตรฐาน CISPR 22 วิธีการวัดหรือวิธีการทดสอบให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน CISPR 22 (Edition 5.0: 2005) ข้อ 10

2.2) ในกรณีที่อ้างอิงขีดจำกัดตาม FCC Part 15 § 15.109 (a) (b) (e) (g) วิธีการวัดหรือวิธีการทดสอบให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ใน ANSI C63.4-2003 (American National Standard for Methods of Measurement of Radio Noise Emissions from Low-Voltage Electrical and Electronic Equipment in the Range of 9 kHz to 40 GHz) ข้อ 8

ในกรณีที่เลือกใช้วิธีการวัดหรือวิธีการทดสอบที่ไม่เป็นไปตามที่กำหนดไว้ดังกล่าวข้างต้น ต้องได้รับความเห็นชอบจากสำนักงานคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติก่อน

3.2 มาตรฐานทางเทคนิคด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้า (Electrical Safety Requirements)

มาตรฐานทางเทคนิคด้านความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำหรับเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้า ในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ให้เป็นไปตามที่กำหนดไว้ในมาตรฐานใดมาตรฐานหนึ่งดังต่อไปนี้

3.2.1	IEC 60950-1 (2001)	:	Information technology equipment – Safety – Part 1: General requirements
3.2.2	มอก. 1561 – 2548	:	บริภัณฑ์เทคโนโลยีสารสนเทศ เฉพาะด้านความปลอดภัย : ข้อกำหนดทั่วไป

3.3 ข้อกำหนดทางเทคนิคของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์

3.3.1 ช่วงความถี่ของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่อนุญาตให้ใช้งาน

ระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ให้มีช่วงความถี่ใช้งาน 2 – 40 MHz เท่านั้น

3.3.2 ความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง

ระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ต้องมีความสามารถในการจำกัดความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง (power spectral density) ของระบบที่จุดใดจุดหนึ่งไม่ให้เกิน -50 dBm/Hz

3.3.3 เทคนิคการลดหรือบรรเทาการรบกวน (interference mitigation technique)

1) ช่วงความถี่ที่ห้ามมิให้มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า

ระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ห้ามมิให้มีการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าในช่วงความถี่ดังต่อไปนี้

ช่วงความถี่สำหรับกิจการทางการบิน	ความถี่สำหรับการติดต่อสื่อสารเพื่อเหตุฉุกเฉินทางทะเล
2.850 – 3.155 MHz	2174.5 kHz
3.400 – 3.500 MHz	2182 kHz
4.650 – 4.750 MHz	2187.5 kHz
5.480 – 5.730 MHz	4125 kHz
6.525 – 6.765 MHz	4177.5 kHz
8.815 – 9.040 MHz	4207.5 kHz
10.005 – 10.100 MHz	4209.5 kHz
11.175 – 11.400 MHz	4210 kHz
13.200 – 13.360 MHz	6215 kHz
15.010 – 15.100 MHz	6268 kHz
17.900 – 18.030 MHz	6312 kHz
21.924 – 22.000 MHz	6314 kHz
23.200 – 23.350 MHz	8291 kHz
	8376.5 kHz
	8414.5 kHz
	8416.5 kHz
	12290 kHz
	12520 kHz
	12577 kHz
	12579 kHz
	16420 kHz
	16695 kHz
	16804.5 kHz
	16806.5 kHz
	19680.5 kHz
	22376 kHz
	26100.5 kHz

2) การกรองขจัดสัญญาณ

ระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ต้องมีความสามารถในการกรองขจัดสัญญาณ (frequency notching) เพื่อหลีกเลี่ยงช่วงความถี่ที่อาจก่อให้เกิดการรบกวน โดยเฉพาะช่วงความถี่สำหรับช่วงความถี่สำหรับกิจการวิทยุสมัครเล่น และ กิจการวิทยุกระจายเสียง โดยต้องมีอัตราการกรองขจัดสัญญาณเทียบกับค่าขีดจำกัดการแผ่คลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าที่กำหนดไว้ในข้อ 3.1 ไม่ต่ำกว่า 20 dB

ช่วงความถี่สำหรับกิจการวิทยุสมัครเล่น	ช่วงความถี่สำหรับกิจการวิทยุกระจายเสียง
3.500 – 3.540 MHz	2.300 – 2.495 MHz
7.000 – 7.100 MHz	3.200 – 3.400 MHz
10.100 – 10.150 MHz	3.900 – 4.000 MHz
14.000 – 14.350 MHz	4.750 – 4.995 MHz
18.068 – 18.168 MHz	5.005 – 5.060 MHz
21.000 – 21.450 MHz	5.900 – 6.200 MHz
24.890 – 24.990 MHz	7.200 – 7.450 MHz
28.000 – 29.700 MHz	9.400 – 9.900 MHz
	11.600 – 12.100 MHz
	13.570 – 13.870 MHz
	15.100 – 15.800 MHz
	17.480 – 17.900 MHz
	18.900 – 19.020 MHz
	21.450 – 21.850 MHz
	25.670 – 26.100 MHz

3) การปรับเปลี่ยนกำลังส่งหรือความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง

ระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ต้องมีความสามารถในการปรับลดกำลังส่ง (power reduction) หรือปรับเปลี่ยนความหนาแน่นสเปกตรัมกำลัง (power spectral density (PSD) mask)

4) การปรับเปลี่ยนความถี่

ระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ต้องมีความสามารถในการปรับเปลี่ยนความถี่ (frequency shift) เพื่อหลีกเลี่ยงช่วงความถี่ที่อาจก่อให้เกิดการรบกวน

3.4 ข้อกำหนดการใช้งาน

1) ระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ที่ติดตั้งในพื้นที่ของสถานพยาบาล ต้องไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อเครื่องมือและอุปกรณ์ทางการแพทย์ และระบบที่ติดตั้งในพื้นที่ของท่าอากาศยานหรือสนามบิน ต้องไม่ก่อให้เกิดการรบกวนต่อกิจการทางการบิน

2) ระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ต้องไม่รบกวนอุปกรณ์ไฟฟ้าภายในที่พักอาศัย หรือลดความเชื่อถือได้ของระบบจำหน่ายไฟฟ้าของหน่วยงานให้บริการสาธารณูปโภคด้านไฟฟ้า

3) ผู้ให้บริการระบบสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ต้องรับผิดชอบต่อการให้บริการลูกค้าและข้อร้องเรียนต่าง ๆ ที่เกิดขึ้น ซึ่งรวมทั้งการแก้ไขปัญหาการรบกวนที่เกิดจากระบบสื่อสารดังกล่าว

4. มาตรฐานทางเทคนิคสำหรับการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะการรับส่งข้อมูลความเร็วสูงส่วนเข้าถึงภายนอกอาคาร (Broadband PLC (Access))

ยังไม่กำหนดในขณะนี้

5. การแสดงความสอดคล้องตามมาตรฐานทางเทคนิค

5.1 เครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Narrowband PLC ให้แสดงความสอดคล้องตามข้อ 2 ของมาตรฐานนี้ โดยใช้หลักการรับรองตนเองของผู้ประกอบการ (SDoC) ตามที่กำหนดไว้ในประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง การตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์

5.2 เครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ที่ใช้เทคโนโลยีการสื่อสารผ่านสายไฟฟ้าในลักษณะ Broadband PLC (In-building) ให้แสดงความสอดคล้องตามข้อ 3 ของมาตรฐานนี้ โดยถือเป็นเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์ประเภท ก ตามที่กำหนดไว้ในประกาศคณะกรรมการกิจการโทรคมนาคมแห่งชาติ เรื่อง การตรวจสอบและรับรองมาตรฐานของเครื่องโทรคมนาคมและอุปกรณ์