

ปัญหาพาสติฟอินเตอร์มอดูเลชัน ณ สถานีฐานในระบบ โทรศัพท์เคลื่อนที่

อดิเทพ ชัยสังข์¹ และ สิ้นชัย อนันตปรีชา²

¹สาขาวิศวกรรมโทรคมนาคมและสารสนเทศ คณะเทคโนโลยีอุตสาหกรรม มหาวิทยาลัยราชภัฏรำไพพรรณี

²TEST & MEASUREMENT CO. , LTD

บทคัดย่อ

บทความนี้กล่าวถึงปัญหาการรบกวนสัญญาณแบบพาสติฟอินเตอร์มอดูเลชัน(PIM) ที่เกิดขึ้นในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ พิจารณาการเกิดขึ้นที่เครื่องส่งในสถานีฐานไปยังสายอากาศ โดยจะเริ่มอธิบายถึงทฤษฎีการเกิดพาสติฟอินเตอร์มอดูเลชัน ผลกระทบต่อระบบสื่อสาร ช่องสัญญาณในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ จากนั้นจะกล่าวถึงกระบวนการวัดและทดสอบค่าPIM ไปจนถึงการวิเคราะห์จุดที่เกิดPIM วิธีการแก้ปัญหาเพื่อให้ค่าPIM อยู่ในช่วงที่ยอมรับได้ โดยวิธีการวัดและค่าที่ยอมรับได้เป็นไปตามมาตรฐาน IEC 62037

คำสำคัญ : พาสติฟอินเตอร์มอดูเลชัน , เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ , สัญญาณดาวลิงก์

Passive Intermodulation(PIM) Problem at Base Station in Mobile Communications

Aditep Chaisang¹ and Sinchai Anantapreecha²

¹Telecommunication and Information Engineering, faculty of Industrial Technology, Rambhai Barni Rajabhat University.

²TEST & MEASUREMENT CO. , LTD

Abstract

This paper describes the problem of the passive intermodulation(PIM) in mobile communications. We focus the problem occur between the transmitter and antennas at the base station. The paper starts from the theory of intermodulation, importance and effect in mobile channels. Then we measure PIM level and find the problem solving methods. Finally we got the PIM level that can be acceptable due to IEC 62037 standard.

Keywords :Passive Intermodulation (PIM) , Mobile Telephone Networks , Downlink Signal

1. บทนำ

พาสซีฟอินเตอร์มอดูเลชัน (Passive Intermodulation: PIM) ได้ถูกจัดให้เป็นปัญหาที่ส่งผลกระทบต่ออย่างมีนัยยะสำคัญในระบบสื่อสารมานานร่วม 50 ปีแล้ว ปรากฏการณ์นี้จะเกิดขึ้นเมื่อมีสัญญาณมากกว่าสองสัญญาณ หรือสองแถบความถี่ ส่งผ่านไปยังรอยต่อที่ไม่เป็นเชิงเส้น (nonlinear junction) ทำให้เกิดความถี่ใหม่ขึ้นมาหลายความถี่ ที่เป็นส่วนผสมของความถี่เริ่มแรก ในยุคที่เทคโนโลยีของระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่พัฒนาขึ้นกว่าในยุคต้นๆ PIM เป็นค่าที่สำคัญมากที่จะต้องนำมาพิจารณาออกแบบระบบ วัดและทดสอบเมื่อมีการติดตั้งระบบ ยิ่งเทคโนโลยีพัฒนาสูงขึ้น จาก 2G, 3G จนถึง 4G ในปัจจุบันการใช้งานสเปกตรัมของความถี่ ความจุช่องสัญญาณ ความเร็ว ความเชื่อถือได้ต้องสูงขึ้น เพื่อให้รองรับแอปพลิเคชันระดับสูง เช่น การดาวโหลดวิดีโอ การถ่ายทอดสด หรือการสื่อสารสองทางแบบเสมือนจริง เป็นต้น เนื่องจาก PIM จะกระทบต่อคุณภาพการให้บริการ โดยจะไปรบกวนช่องสัญญาณระหว่างเครื่องโทรศัพท์กับสถานีฐาน โดยเฉพาะช่องสัญญาณออลิงก์ไปยังสถานีฐาน การวัดค่า PIM จะทำให้เราสามารถหาจุดที่ทำให้เกิดปัญหาความไม่เป็นเชิงเส้นนั้น ว่ามาจากจุดไหนและแก้ไขให้ลดลงให้อยู่ในระดับที่ยอมรับได้[1] บริษัท Summitek เป็นบริษัทแรกที่พัฒนาเครื่องวัด PIM ขึ้นในปี 1996 และเป็นผู้นำที่มีส่วนร่วมในการกำหนดมาตรฐานในการวัดและทดสอบค่า PIM ปัจจุบัน International Electrotechnical Commission (IEC) ได้กำหนดมาตรฐานวิธีการวัดค่า PIM ไว้ ตามมาตรฐาน IEC 62037 (1999) ปัจจุบันมีการปรับปรุงเป็น IEC 62037-1(2012) โดยมีหลักการวัดเบื้องต้นคือส่งสัญญาณคลื่นสองความถี่ มีกำลัง 20W หรือ 43 dBm เข้าไปในระบบ จากนั้นวัดสเปกตรัมของสัญญาณที่ถูกสร้างขึ้นใหม่ว่ามีความแรงอยู่ในระดับที่ยอมรับได้หรือไม่

2. ทฤษฎีของการเกิดพาสซีฟอินเตอร์มอดูเลชัน (Passive Intermodulation : PIM)

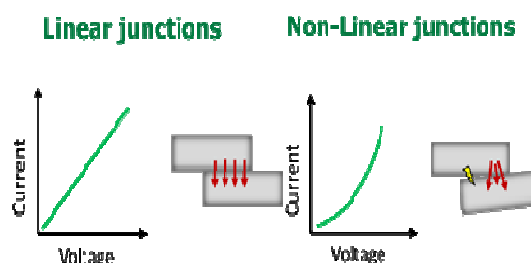
2.1 ความหมายของ PIM

PIM เป็นรูปแบบการเพี้ยนของสัญญาณจากผลการเกิด Intermodulation ที่อุปกรณ์ Passive ที่ไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear device) เช่น filters, combiners, surge protectors, cable และ สายอากาศ เมื่อสัญญาณ RF กำลังสูงตั้งแต่สองความถี่ขึ้นไปถูกป้อนเข้ามาในระบบของสายส่งและสายอากาศ จะเกิดการผสมกันของความถี่เหล่านี้ที่อุปกรณ์ไม่เป็นเชิงเส้น เกิดเป็นความถี่อื่นๆ ขึ้นมา (Spurious signal) ซึ่งไม่เป็นที่ต้องการ อาการหลายอย่างที่เป็นตัวบ่งชี้ว่ามีปัญหา PIM เกิดขึ้นเป็น ดังนี้[2]

- เครื่องรับลดความไว (Noise floor ถูกยกขึ้น)
- Rx diversity alarms
- มีความถี่อื่นเกิดขึ้นในด้านเครื่องส่ง
- การเรียกเข้าตกลงมาก หรือ เรียกไม่เข้าเลย หรือทั้งสองอย่าง
- อัตราข้อผิดพลาด Bit error rate เพิ่มขึ้น
- พื้นที่การให้บริการของ Cell site หดตัวลง
- ได้รับแจ้งการรบกวนจากสถานีฐานข้างเคียง

2.2 รอยต่อไม่เป็นเชิงเส้น (Non-linear junction)

ปัญหาหลักๆ ในการเกิด PIM คือความไม่เป็นเชิงเส้นของรอยต่อในสายเคเบิลจากเครื่องส่งไปยังสายอากาศ ที่ต้องผ่านข้อต่อ รอยต่อเป็นจำนวนมาก ความหมายทางไฟฟ้าคือรอยต่อเหล่านั้นทำให้กระแสและแรงดันไม่เปลี่ยนแปลงแบบเป็นเชิงเส้นระหว่างกัน

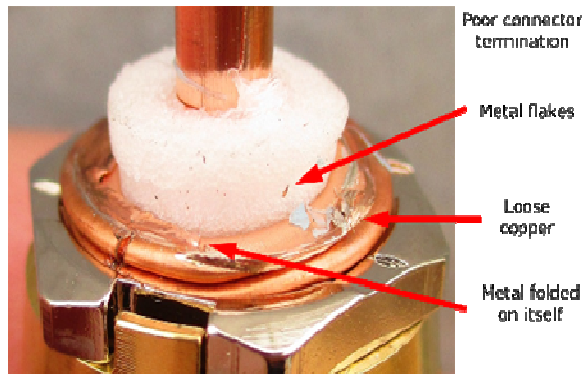


รูปที่ 1 ลักษณะความเป็นเชิงเส้นและไม่เป็นเชิงเส้นของรอยต่อ

จากรูปที่ 1 จะเห็นว่าหน้าสัมผัสที่เรียบสนิทจะให้อยู่ต่อที่เป็นเชิงเส้น ดังนั้นรอยต่อต่างๆต้องมีการบีบขันให้แน่น ถ้ามีการบัดกรีหรือเชื่อมต่อทำให้แนวสนิท การมีรอยร้าว การมีออกไซด์ การโค้งงอที่มากเกินไป เศษวัสดุ หรือการใช้ขั้วต่อที่มีวัสดุคุณสมบัติต่างกันแต่เป็นสาเหตุในการเกิด PIM ได้ทั้งสิ้น ดังที่แสดงในรูปที่ 2

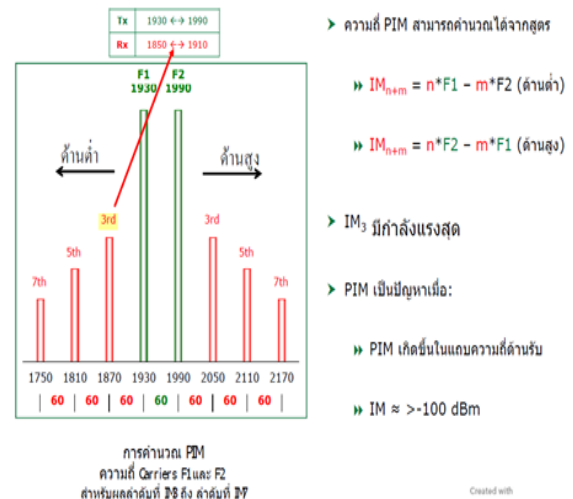
2.3 การคำนวณทางคณิตศาสตร์ผลลัพธ์

Intermodulation (IMx) ของความถี่ F1 และ F2 กำหนดความถี่สองความถี่ส่งจากเครื่องส่งเข้าไปในสายส่งสัญญาณ ผ่านขั้วต่อต่างๆที่ไม่เป็นเชิงเส้นไปยังสายอากาศ จะเกิด PIM ค่าต่างๆดังรูปที่ 3 ค่าที่ต้องพิจารณาคือค่า PIM ลำดับที่ 3 (3rd Order Intermodulation : IM3)เนื่องจากมีกำลังแรงที่สุด โดยเฉพาะแถบด้านต่ำเนื่องจากเป็นแถบที่ไปกวนสัญญาณ อพลิงก์จากเครื่องโทรศัพท์มือถือมายังสถานีฐาน ค่าความถี่ของ IM 3 จะเป็นไปตามสมการที่ 1 [3]



รูปที่ 2 ลักษณะการเกิดคุณสมบัติที่ไม่เป็นเชิงเส้น

$$IM3 = 2F1 - F2 \text{ หรือ } (IM3) = 2F2 - F1 \quad (1)$$



รูปที่ 3 สเปกตรัมความถี่เมื่อเกิด PIM

ตัวอย่างเช่น หาค่า IM3 เมื่อ $F1 = 1930 \text{ MHz}$ และ $F2 = 1990 \text{ MHz}$ จะได้ $IM3 = 2F1 - F2 = 2(1930) - 1990 = 1870 \text{ MHz}$ (อยู่ภายในย่านความถี่ด้านรับ) หรือ $IM3 = 2F2 - F1 = 2(1990) - 1930 = 2050 \text{ MHz}$ (ไม่อยู่ภายในย่านความถี่ด้านรับ)

3. กระบวนการวัดและทดสอบ

3.1 การวัดค่า VSWR และ Noise floor

การวัดและทดสอบค่า PIM ในบทความนี้จะใช้เครื่องมือที่ออกแบบมาสำหรับวัดค่า PIM โดยเฉพาะ ก่อนที่จะทำการวัดค่า PIM จะต้องผ่านการวัดทดสอบ Line sweep เป็นการวัดตรวจสอบ Impedance matching ของระบบสายส่งและสายอากาศ ทั้งนี้ก็เพื่อให้แน่ใจว่าอุปกรณ์ทุกตัวที่ต่อในระบบอยู่ในสภาพถูกต้องสมบูรณ์ ระบบสายส่งและสายอากาศที่ดีจะต้องมีค่า PIM ต่ำมาก และ Line sweep คือค่า VSWR ต่ำ หรือ Return loss สูง ในการวัดทดสอบจะต้องทำให้ค่า $PIM \leq -100 \text{ dBm}$ และ ค่า $VSWR \leq 1.3:1$ หรือ Return Loss ≥ 18 ดังตารางที่ 1 [4]

ตารางที่ 1 ความหมาย VSWR และ Return Loss

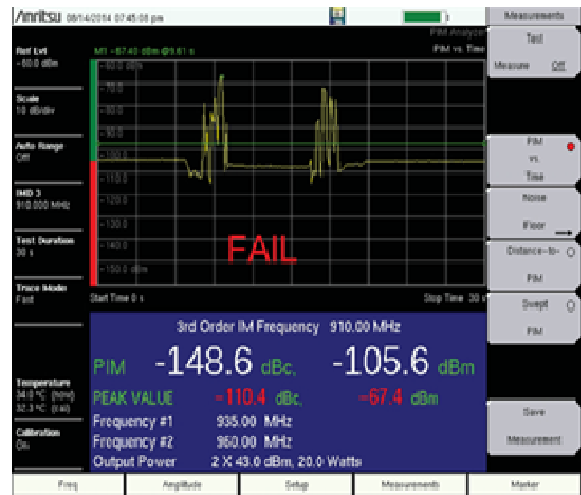
VSWR	Return Loss (dB)	รายละเอียด
1.0 : 1	∞	Match สมบูรณ์แบบ ไม่สามารถทำได้ในทางปฏิบัติ
1.1 : 1	26.4	Match ดีมาก มีค่า Reflect เกิดขึ้นเล็กน้อย
1.3 : 1	17.692	ค่า match ที่พอยอมรับได้ ค่า reflect ที่พอยอมรับได้
8.7 : 1	2.006	เกิด miss match รุนแรง มีค่า reflect เกิดขึ้นมาก
$\infty : 1$	0	ลัดวงจรหรือวงจรเปิด เครื่องส่งไม่สามารถทำงานได้

จากนั้นจะทำการวัด Noise floor การวัดนี้ใช้สำหรับการตรวจพิสูจน์การรบกวนด้านรับ (Rx) ก่อนทำการวัด ในการวัดนี้จะไม่ส่งความถี่วัดทดสอบออกไป (Tx power Off) เป็นการตรวจสอบการรบกวนที่มาจากภายนอก ณ ความถี่ IM ที่จะใช้ในการวัดทดสอบ ค่าปกติของ Noise floor ประมาณ -130 dBm

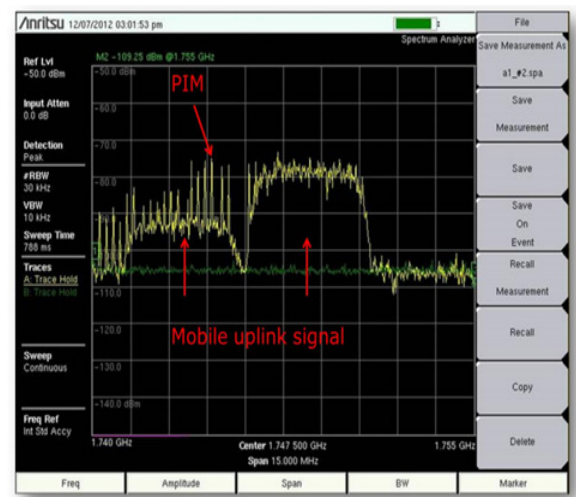
3.2 การวัดค่าพาสสิฟอินเตอร์มอดูเลชันเทียบกับเวลา (PIMvsTime)

หน่วยวัดกำลัง dBm และ dBc หน่วยกำลังเป็น dBm อ้างอิงมาจากหน่วย มิลลิวัตต์ หรือ dBc เมื่อเทียบกับระดับกำลังส่งของความถี่ที่ส่งเข้าไปทดสอบ (Carrier frequency) ถ้ากำลังส่งของ Tx1 และ Tx2 เป็น 20 วัตต์ (43 dBm) ถูกส่งเข้าระบบสายส่งและสายอากาศของสถานีฐาน (Base station) โทรศัพท์เคลื่อนที่ และก่อให้เกิด Intermodulation ลำดับที่สาม (3rd order) มีค่าเป็น -105.6 dBm เมื่อเขียนอยู่ในรูปของหน่วย dBc จะได้เป็น $-105.6 \text{ dBm} - 43 \text{ dBm} = -148.6 \text{ dBc}$ ดังเครื่องวัดในรูปที่ 4 และแถบสเปกตรัมในรูปที่ 5 สามารถเขียนสูตรความสัมพันธ์ได้เป็น

$$\text{PIM ที่วัดได้ (dBm)} - \text{กำลังส่ง (dBm)} = \text{PIM power (dBc)} \quad (2)$$



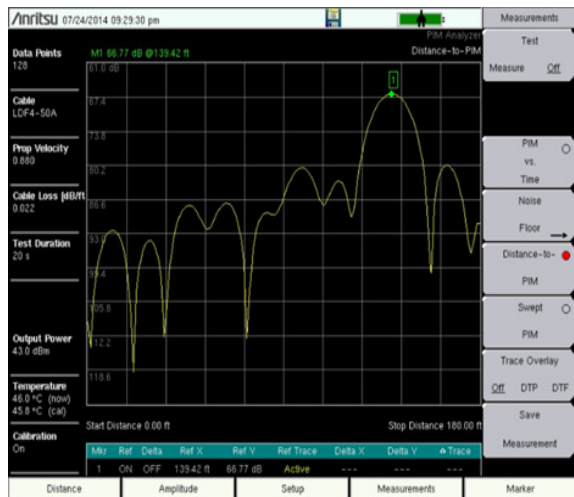
รูปที่ 4 การวัดค่า PIM ในหน่วย dBm และ dBc



รูปที่ 5 สเปกตรัมของช่องสัญญาณ Uplink เมื่อเกิด PIM

3.3 การวัดค่า Distance to PIM (DTP)

การวัด Distance to PIM (DTP) เป็นการแสดงตำแหน่งที่เกิด Intermodulation ว่าห่างจากเครื่องส่งที่วัดทดสอบเป็นระยะทางเท่าไร ขนาดของ PIM ที่เกิดขึ้นกี่ dBm หรือ dBc ควรทำการวัดค่า Noise floor ก่อนที่จะทำการวัด เพื่อตรวจสอบว่ามีสัญญาณภายนอกจากเครื่องโทรศัพท์เคลื่อนที่ อาจเข้ามารบกวนการวัด PIM ที่ความถี่ 3rd order หรือ IM3 ถ้าพบว่ามี การรบกวนสูง ควรต้องปรับเปลี่ยนความถี่ F1 หรือ F2 เพื่อที่จะให้ความถี่ IM3 เลื่อนออกไปด้วย ดังรูปที่ 6



รูปที่ 6 การวัดในโหมด Distance to PIM (DTP)

4.การวัดและการแก้ปัญหา PIM

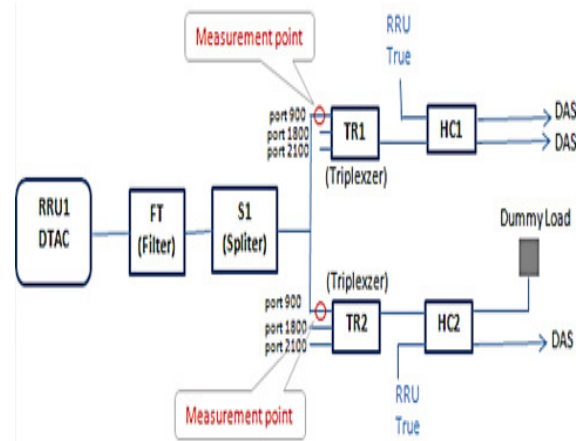
การวัดค่า PIM ในปัจจุบันมีความสำคัญมากในระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ บริษัทต่างๆ ไม่ว่าจะเป็น DTAC, TRUE หรือ AIS ต่างก็พบปัญหาการรบกวนลักษณะนี้ในเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ของบริษัท เช่น การรบกวนในสถานีฐานที่ติดตั้งตามตึกต่างๆ มีการเดินสายสัญญาณในอาคารมากมายหลายชั้น ในบทความนี้จะขอเสนอการแก้ปัญหาในไซต์งานสองแห่ง เพื่อให้เห็นลักษณะการรบกวนที่เกิดขึ้นจริงโดยจะแสดงไซต์งานของเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ DTAC ที่ตึกกระสา 2 ถนนพหลโยธิน 19 และเครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ AIS ที่ตึกศูนย์ราชการแจ้งวัฒนะ เป็นตัวอย่างเพื่อแสดงวิธีการแก้ปัญหา

4.1 เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ DTAC ที่ตึกกระสา 2

โดยเครือข่ายเซลล์เตอร์หลักที่พบปัญหา ดังรูปที่ 7 ปัญหานี้เป็นปัญหาเฉพาะจุดที่ไม่ซับซ้อนมากนัก

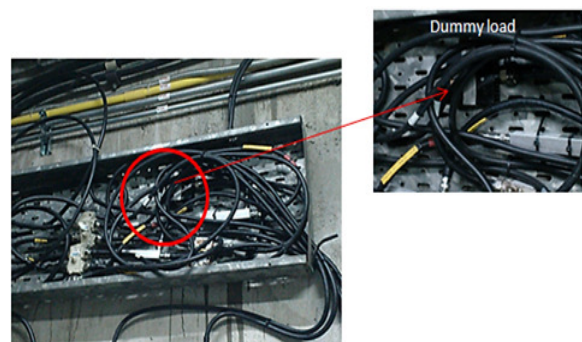
จากไดอะแกรมจะเห็นว่าจากเครื่องส่งสัญญาณ DTAC จะมี 3 carriers คือคลื่น 900, 1800 และ 2100 MHz จากนั้นรวมสัญญาณกันที่ตัว Triplexer และจะมีการรวมสัญญาณของ TRUE อีกครั้งด้วยวงจร Hybrid coupling เป็นการใส่ระบบสายอากาศรวม Distribute antenna system (DAS) เริ่มแรกได้ทำการวัดค่า PIM ที่สายอากาศพบว่าไม่เกินเกณฑ์มาตรฐาน ปัญหา น่าจะอยู่ในระบบสายส่ง จากการตรวจวัดด้วยเครื่องมือทดสอบมี PIM พบปัญหาที่ TR2 ค่า DTP ระยะทางที่เกิด

PIM ที่ระยะ 4.63 เมตร PIM ที่เกิดมีค่า -86.3 dBm เกินค่ามาตรฐานที่ต้องน้อยกว่า -100 dBm จากการตรวจสอบระยะที่เกิดปัญหาคือ ระยะที่ 4.63 เมตรจากเครื่องมือวัดค่า PIM พบว่ามีการต่อ Dummy load พบว่าเป็นอุปกรณ์ที่ไม่ได้มาตรฐาน มีความเป็นอนินทรีย์มาก ซึ่งทำให้เกิดค่า PIM สูง ในสายส่ง



รูปที่ 7 โครงสร้างระบบสายส่งของ DTAC ที่ Rasa tower 2

จึงทำการทดลองเปลี่ยนจาก Dummy load เป็น Low PIM load พบว่าค่า PIM ลดลงอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานที่ -111.22 dBm รูปที่ 8 แสดงกล่องรวมสายสัญญาณที่ระยะ 4.36 เมตร

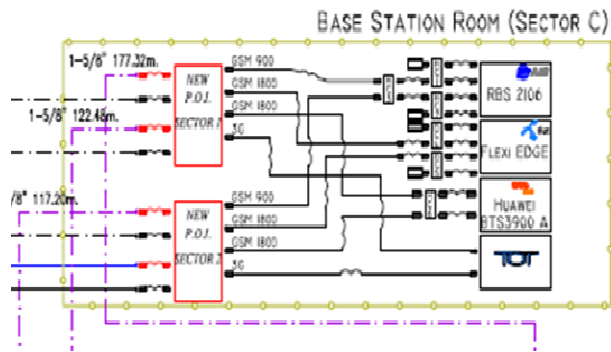


รูปที่ 8 แสดงกล่องรวมสายสัญญาณที่ระยะ 4.36 เมตร

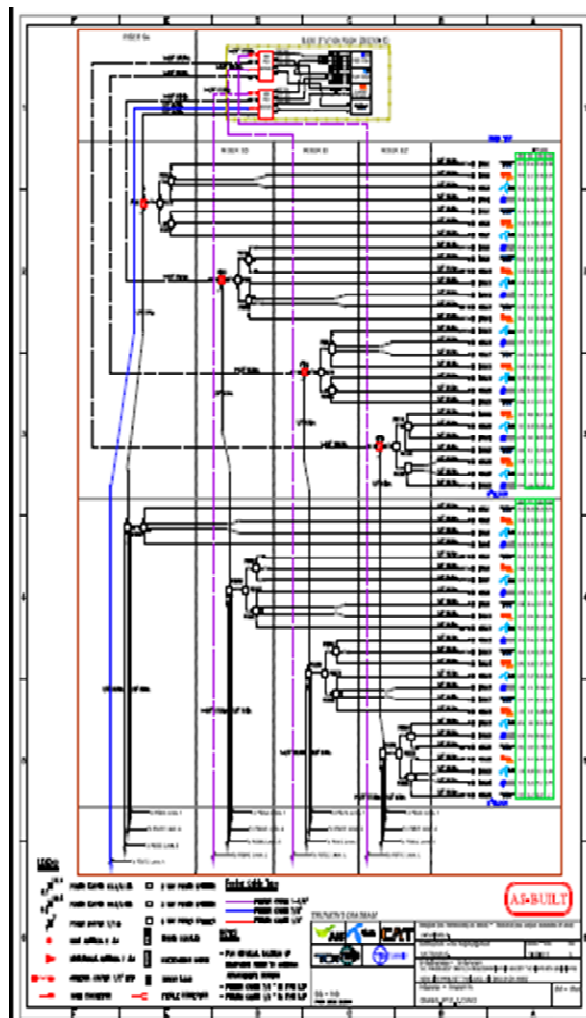
4.2 เครือข่ายโทรศัพท์เคลื่อนที่ AIS ที่ตึกศูนย์ราชการ

เครือข่าย AIS ที่ตึกเฉลิมพระเกียรติ 80 ชั้น ศูนย์ราชการ แจ้งวัฒนะ มีจำนวน 9 ชั้นใช้เป็นสำนักงานของส่วนราชการต่างๆ มีจำนวน 4 Core คือ Core S3,

S4, E1, E2 ตัวสถานีฐาน (Base station) ติดตั้งอยู่ที่ชั้น ดาดฟ้า ดังรูปที่ 9



รูปที่ 9 โดอะแกรมสถานีฐาน



รูปที่ 10 Trunking diagram ตึกเฉลิมพระเกียรติ 80 พรรษา

ลักษณะของ Transmission network เป็นแบบ Share site มี 4 ผู้ให้บริการคือ AIS, DTAC, TRUE และ TOT มีสายอากาศทั้งหมด 201 ตัว จาก Base จะมีสายเคเบิล

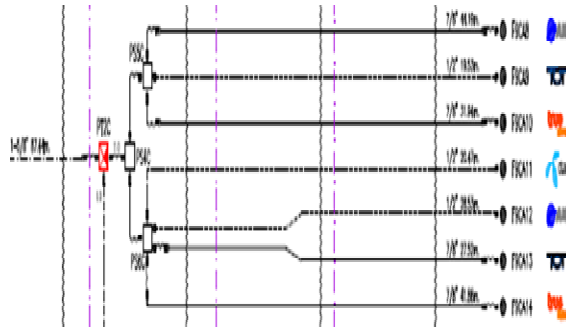
แยกออกเป็น 8 Trunk ดังแสดงใน Trunking diagram รูปที่ 10 ในตารางที่ 2 จะแสดงให้เห็นถึงการทำการรายงานการวัด PIM อย่างละเอียด เป็นรายงานที่ส่งให้กับฝ่ายเทคนิคต่างประเทศโดยขึ้นกับความต้องการของบริษัทลูกค้า (AIS)

ตารางที่ 2 PIM Report Table

Out Put	To	Core S	Floor	Coverage	PIM	
					dBc	DTP Meter
1	PT 2C	3	4	4,3,2,1	-114	45.1
2	PT 1C	4	9	9,8,7,6,5	-96.7	46.4
3	PS 69C	3	9	9,8,7,6,5	-118	32.2
4	PS 67C	4	4	4,3,2,1	-125.1	48.4
Out Put	To	Core E	Floor	Coverage	PIM	
					dBc	DTP Meter
1	PT 3C	1	9	9,8,7,6,5	-134.0	24
2	PT 4C	2	9	9,8,7,6,5	-126.5	20
3	PS 73C	1	4	4,3,2,1	-142.0	37.2
4	PS 77C	2	4	4,3,2,1	-119.5	27.6
1	PT3C	1	9	9,8,7,6,5	-134.0	24

เนื่องจากผลการวัดทั้ง 9 ชั้น มีค่าการแสดงผล ตลอดจนการแก้ปัญหาในแต่ละจุดเป็นจำนวนมาก ไม่สามารถแสดงผลการวัดได้หมดทั้งตึก จึงขอเสนอผลการวัดและการแก้ปัญหาในบางจุดเท่านั้นคือ

4.2.1 ห้อง Core S3



รูปที่ 11 ไดอะแกรมชั้น 9 Core S3

เข้าสำรวจและทำ PIM Test ที่ห้อง Core S3 อยู่ชั้น 9 ที่ Output PT2C , 7 Ant ซึ่งมี 3 Output ไปยัง PT2C 1 Out put,PT2C,PS5C,PS4C,PS6C แจกจ่ายสัญญาณไป

ตารางที่ 3 ค่า PIM Core S3 ก่อนการแก้ไข

PT2C, PS5C,PS6C 2	Intermodulation Level (dBc)	Coverage area floor
วัดรวม (ชั้น 9-5 Core S3)	-114@ 45.1M	Area core S3
วัด (ชั้น 9 Core S3)	-107.6@ 45.6M	Area core S3
วัดรวม (ชั้น 8,7,6,5 Core S3)	-120.9@ 46.5M	Area core S3
วัด (ชั้น 7 Core S3)	-104.6@ 42.7.6M	Area core S3
วัด (ชั้น 6 Core S3)	-99@ 37.1M	Area core S3
วัด (ชั้น 5 Core S3)	-104.2@ 42.7M	Area core S3

ตารางที่ 4 ค่า PIM Core S3 หลังการแก้ไข

PT2C, PS5C,PS6C 2	Intermodulation Level (dBc)	Area floor
Output Power = 40 dBm		
วัดรวมชั้น 9 Core S3	-143.7dBc @36M(34dBm)	Area core S3

ตามเคเบิลที่กระจายบนชั้น 9 และ ชั้น 8,7,6,5 Core S3 บริเวณ สำนักงาน ชั้น 9 สายอากาศ จำนวน 7 ตัว ได้ขอมูลค่า Intermodulation ก่อนการแก้ไข ดังตารางที่ 3 ส่วนตารางที่ 4 เป็นค่าการวัดหลังทำการแก้ไขแล้ว

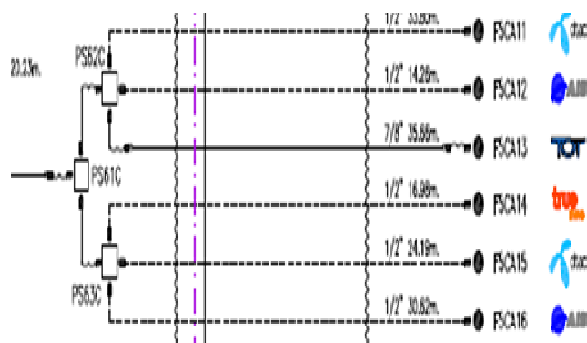
การตรวจสอบและการแก้ไขห้อง Core S3 สรุปได้ดังนี้

1. เปลี่ยน Right angle connector จำนวน 9 ตัวที่ ชั้น 9
2. การเข้าหัว Connector ของสาย Cable feeder 1/2" โดยทั่วไปมีสภาพดี ส่วน Cable feeder 7/8" บางหัวเข้าไม่ดี ชันไม่แน่นทำให้เกิดค่า PIM สูง ซึ่งทำการแก้ไขโดยเข้าหัว Connector ใหม่ และขันให้แน่นพอดีโดยใช้ประแจ Torque นอกจากนี้มีสายอากาศบางตัวที่สาย Jumper พับงอ เป็นสาเหตุทำให้เกิด Intermodulation ซึ่งก็ได้แก้ไขไม่ให้เกิดการพับงอ
3. เปลี่ยน Power Splitter 4 way จำนวน 1 ตัวที่ PS 6C
4. เปลี่ยน Right angle connector จำนวน 9 ตัวที่ ชั้น 9
5. การเข้าหัว Connector ของสาย Cable feeder 1/2" โดยทั่วไปมีสภาพดี ส่วน Cable feeder 7/8" บางหัวเข้าไม่ดี ชันไม่แน่นทำให้เกิดค่า PIM สูง ซึ่งทำการแก้ไขโดยเข้าหัว Connector ใหม่ และขันให้แน่นพอดีโดยใช้ประแจ Torque นอกจากนี้มีสายอากาศบางตัวที่สาย Jumper พับงอ เป็นสาเหตุทำให้เกิด Intermodulation รูปที่ 12 แสดงให้เห็นถึงการแก้ไขการเข้าหัวสายนำสัญญาณที่ได้รับการแก้ไขแล้ว



รูปที่ 12 ลักษณะการต่อ Cable feeder เข้ากับ Power Splitter

4.2.2 ห้อง Core E1



รูปที่ 13 ไดอะแกรมชั้น 9 Core E1

เข้าสำรวจและทำ PIM Test ที่ห้อง Core E1 อยู่ชั้น 9 ที่ Output PS22C, 7 Ant ซึ่งมี 3 Output ไปยัง PS62C, PS61C, PS63C, แจกจ่ายสัญญาณไปตามเคเบิลที่กระจายบนชั้น 9 และ ชั้น 8,7,6,5 Core S4 บริเวณสำนักงาน ชั้น 9 สายอากาศ จำนวน 6 ตัว ได้ข้อมูลค่า Intermodulation ก่อนการแก้ไข ดังตารางที่ 5 ส่วนตารางที่ 6 เป็นค่าหลังการแก้ไข

ตารางที่ 5 ค่า PIM Core E1 ก่อนการแก้ไข

PS22C , PS62C,PS61C,PS63C	Intermodulation Level (dBc)	Area floor E1
วัดรวม(ชั้น 9,8,7,6,5Core E1)	- 119.3 @ 37 M	Area core E1
วัดรวม (ชั้น 9 Core E1)	- 128.5 @ 32.6 M	Area core E1
วัดรวม (ชั้น8,7,6,5 Core E1)	- 115.3 @ 41.6 M	Area core E1

ตารางที่ 6 ค่า PIM Core E1 หลังการแก้ไข

PS22C , PS62C,PS61C, PS63C	Intermodulation Level (dBc)	Area floor E1
วัดรวม (ชั้น9, Core E1)	-142.8 @ 30.6 m	Area core E1

การตรวจสอบและการแก้ไขห้อง Core E1สรุปได้ดังนี้

1. เปลี่ยน Right angle connector จำนวน 8 ตัวที่ ชั้น 9
2. การเข้าหัว Connector ของสาย Cable feeder 1/2" โดยทั่วไปมีสภาพดี ส่วน Cable feeder 7/8" บางหัวเข้าไม่ดี ชันไม่แน่นทำให้เกิดค่า PIM สูง ซึ่งทำการแก้ไขโดยเข้าหัว Connector ใหม่ และขันให้แน่นพอดีโดยใช้ประแจ Torque นอกจากนี้มีสายอากาศบางตัวที่สาย Jumper พังงอ เป็นสาเหตุทำให้เกิด Intermodulation ซึ่งก็ได้แก้ไขไม่ให้เกิดการพังงอส่วนใหญ่ ที่สายอากาศติดตั้งที่หน้าลิฟต์ค่าไม่ได้



รูปที่ 14 สายส่งที่ต่อกับสายอากาศถ้าสายสัญญาณตัวใน ยาวเกินไปก็ทำให้เกิด PIM ได้

5. สรุปผลการวัดและการแก้ปัญหา

ปัญหา PIM ที่เกิดขึ้นภายในระบบสายส่งและสายอากาศของ DTAC ที่ตีกระสามีค่าไม่เกินระดับที่ยอมรับได้ โดยอ้างอิงจากการตรวจวัดผล Noise floor ค่า PIM ที่ตรวจวัดได้ ณ ขณะนั้นอยู่ในข้อกำหนด ดังนั้นปัญหา PIM ที่เกิดขึ้นนั้นจึงอยู่ในระบบโครงข่าย สาเหตุหลักของปัญหา PIM ที่เกิดขึ้นมาในระบบโครงข่าย นั้นมาจากใช้ Dummy load จึงไม่ควรนำ Dummy load ไปต่อใช้ในระบบโครงข่าย เพราะจะส่งผลให้เกิดปัญหา ขึ้นมาในระบบได้ ควรเปลี่ยนมาใช้ Low PIM load

ตัวอย่างที่ตีกระสามีเป็นปัญหาที่ไม่ซับซ้อน มี PIM ที่ตำแหน่งเดียว แต่โดยส่วนมากตามอาคารต่างๆ จะมี PIM ที่

ซับซ้อนกว่านี้มาก เกิดขึ้นหลายๆจุด หลายๆตำแหน่ง หลายๆเซกเตอร์ บางอาคารต้องมีการตรวจวัดและแก้ปัญหา นานนับเดือน อย่างเช่นอาคารเฉลิมพระเกียรติ 80 ชั้นฯ ต้องใช้เวลาในการตรวจวัด ค้นหาและแก้ไขถึง 15 วัน ต้องมีการวิเคราะห์ไดอะแกรมระบบสายส่งในอาคารเพื่อหา ระยะ DTP ปัญหาที่พบก็มีหลากหลายแตกต่างกันไป เช่น คอนเน็คเตอร์ไม่ได้มาตรฐาน คนละชนิด หลวมคลอน เกิด ออกไซด์ นอกจากนั้นยังมีการวางตำแหน่งอุปกรณ์ไป รบกวนกับระบบอื่น เป็นต้น

การแก้ปัญหา PIM ในการตั้งสถานีฐานระบบโทรศัพท์เคลื่อนที่ ปัจจุบันยังใช้วิธีวัดและหาจุดที่เกิด เพื่อแก้ไขการ เชื่อมต่อของสายส่งบริเวณนั้นเป็นจุดๆไป ขณะเดียวกันก็มี งานค้นคว้าวิจัยอีกมากมายเพื่อหาวิธีแก้ปัญหาให้มี ประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น

6. เอกสารอ้างอิง

- [1] Rick Hartman, “Passive Intermodulation(PIM) Testing Moves to the Base Station”, Microwave Journal, May 2011, pp. 124 .
- [2] G.Paschos and staff, The impact of intermodulation interference in superimposed 2G and 3G wireless networks and optimization issues of the provided QoS”,International conference on computer, communication and control technologies; CCCT'03; 276-282von IIS, 2003.
- [3] Nicholas Cannon , “Troubleshooting Passive Intermodulation Problems in the Field” , Anritsu White Paper , 2010
- [4] Murat Eron, “Passive Intermodulation Characteristics”,Microwave Journal, Mar 2014, pp. 34 A.