

บทที่ 4

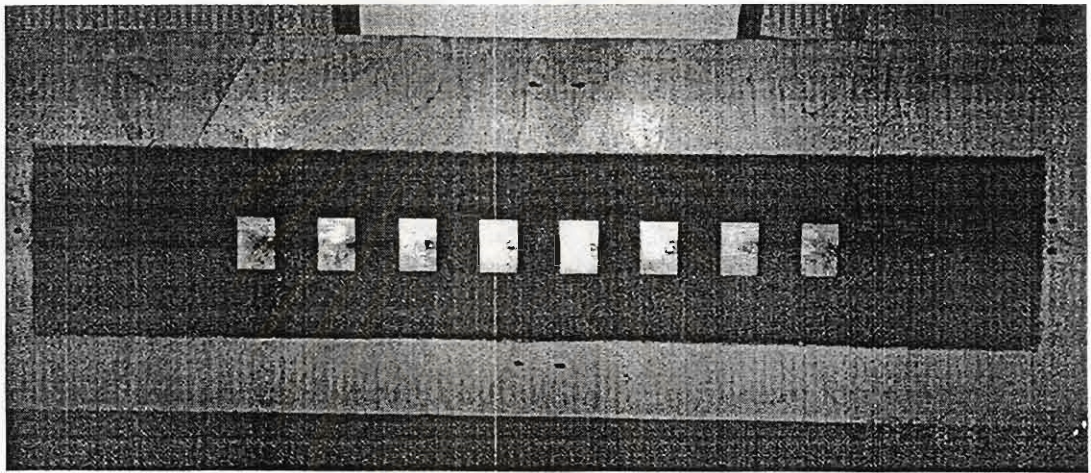
การทดสอบสมรรถนะตัวจำลองแบบสายอากาศแก่ง

บทนี้กล่าวถึงการสร้างตัวจำลองแบบสายอากาศแก่งเพื่อทดสอบสมรรถนะในการปรับเปลี่ยนค่าคลื่นไปตามสถานการณ์ที่กำหนด สายอากาศที่สร้างขึ้นเพื่อเป็นส่วนหนึ่งของตัวจำลองแบบคือสายอากาศไมโครสตริปแฉวลำดับเชิงเส้น 8 องค์ประกอบซึ่งจะแสดงรายละเอียดไว้ในหัวข้อ 4.1 ผู้วิจัยใช้โปรแกรม MATLAB รุ่น 4.2c.1 ในการประมวลผลสัญญาณ ส่วนอุปกรณ์ และสถานที่สำหรับการทดสอบสมรรถนะรวมถึงขั้นตอนในการเก็บข้อมูลจะกล่าวไว้ในหัวข้อ 4.2 ในการทดสอบสมรรถนะของตัวจำลองแบบในงานวิจัยนี้ได้สร้างสถานการณ์ที่มีความหลากหลายของทิศทางมาถึงของสัญญาณ และขนาดของสัญญาณรบกวนเมื่อเทียบกับสัญญาณที่ต้องการทั้งหมด 20 กรณี ผลตอบที่ได้จะแสดงไว้ในหัวข้อ 4.3 ในรูปของแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศและค่าดัชนีความเก่งโดยใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปค่าคลื่นแบบ Howells-Applebaum และ LMS เทียบกับผลจากการคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกัน ส่วนหัวข้อ 4.4 จะแสดงสมรรถนะของตัวจำลองแบบเมื่ออยู่ในสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเช่นเดียวกับในหัวข้อ 4.3 ทุกประการ แต่ได้ชัดเจนผลเนื่องจากปรากฏการณ์มิวชวลด์บปลิงก่อนนำไปก่อรูปค่าคลื่นแบบ Howells-Applebaum บทสรุปจะอยู่ในหัวข้อ 4.5

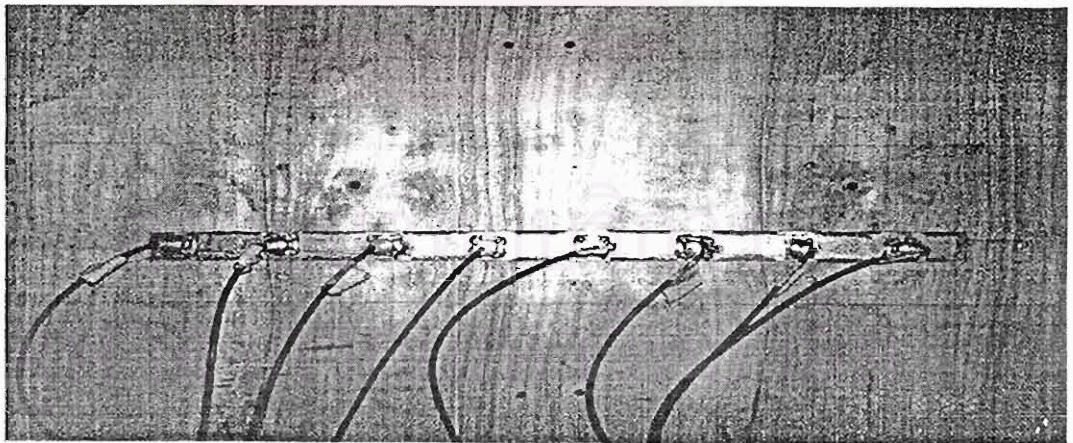
4.1 สายอากาศที่ใช้ทำตัวจำลองแบบ

ดังที่ได้กล่าวไว้ข้างต้นว่าสายอากาศแก่งประกอบไปด้วยส่วนหลักๆ 2 ส่วนคือ ตัวสายอากาศและระบบประมวลผลสัญญาณ ในส่วนแรกผู้วิจัยได้สร้างสายอากาศไมโครสตริปแฉวลำดับเชิงเส้น 8 องค์ประกอบขึ้นโดยใช้แผ่นวงจรพิมพ์ที่มีแผ่นตัวนำทั้งสองด้านที่มีชื่อทางการค้าว่า FR-4 หรือที่เรียกกันทั่วไปว่า Epoxy/Glass ซึ่งมีค่าคงตัวไดอิเล็กตริกสัมพัทธ์ (ϵ_r) และ แทนเจนต์การสูญเสีย ($\tan\delta$) เท่ากับ 4.5 และ 0.02 ตามลำดับ แผ่นวงจรพิมพ์นี้ถูกนำมากัดด้วยน้ำยาเพื่อให้ด้านใดด้านหนึ่งทำหน้าที่ในการแพร่กระจายคลื่นส่วนอีกด้านที่เหลือมีสภาพเป็นแผ่นกราวด์ ขนาดทางไฟฟ้าของแผ่นตัวนำถูกออกแบบไว้ที่ความถี่กลางเท่ากับ 1.8 GHz โดยใช้แบบจำลองชนิดโพรงที่โหมด TM_{10} ซึ่งมีขนาด

เท่ากับ 3.8×8.33 ซม² การออกแบบนี้ทำเหมือนกับการคำนวณจำลองแบบในบทที่ 3 และจ่ายกระแส ณ ตำแหน่ง $y_0 = 0.81$ ซม. ด้วยหัวต่อชนิดเอ็น (N-type) โดยเจาะรูทะลุผ่านแผ่นกรวดมาที่แผ่นตัวนำ ภาพของสายอากาศที่ได้สร้างขึ้นแสดงไว้ในรูป 4.1 และแบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศที่สร้างขึ้นแสดงไว้ในรูป 4.2 ผู้วิจัยได้วัดแบบรูปการแผ่พลังงาน ณ สนามฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

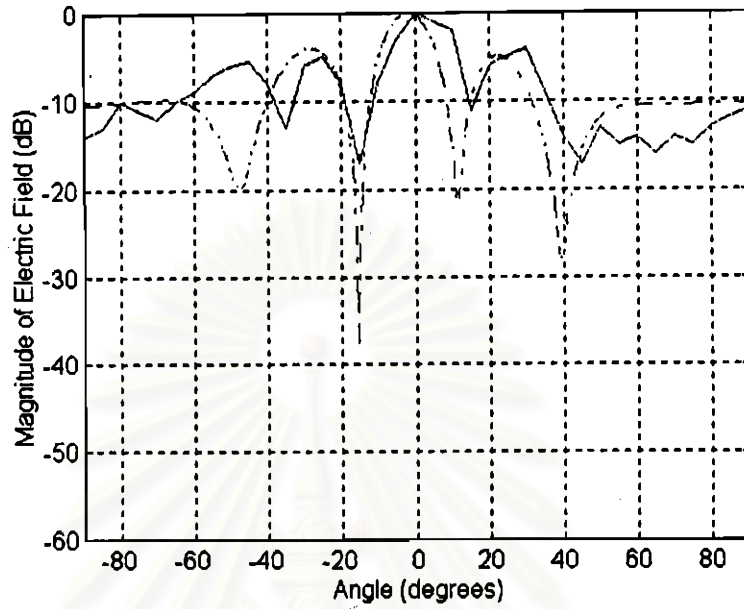


ก) รูปด้านหน้า



ข) รูปด้านหลัง

รูป 4.1 สายอากาศไมโครสตริปแถวลำดับเชิงเส้น 8 องค์ประกอบออกแบบไว้ที่ความถี่ 1.8 GHz ด้วยแบบจำลองชนิดโพรงในโหมด TM_{10} และป้อนกำลังด้วยสายส่งแบบแกนร่วม



ก) แบบรูปการแผ่พลังงานของสนามไฟฟ้า (E_θ) ในระนาบ $\phi=0$ องศา



ข) แบบรูปการแผ่พลังงานของสนามไฟฟ้า (E_ϕ) ในระนาบ $\phi=90$ องศา

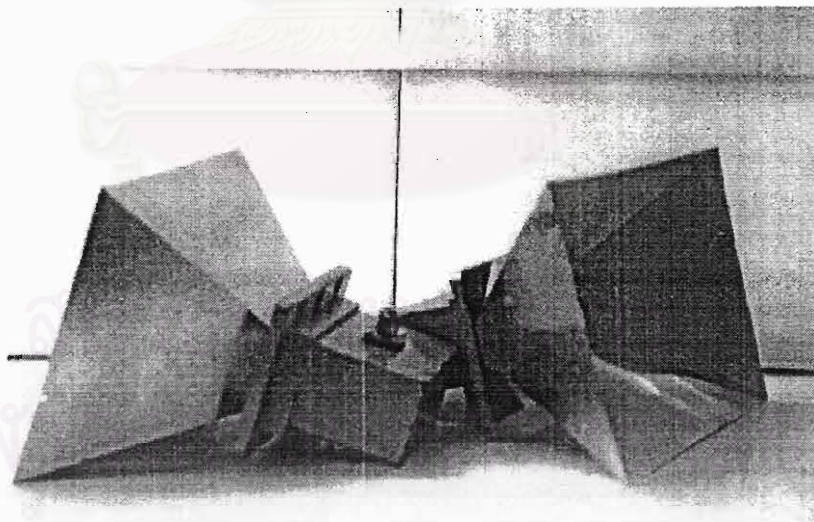
รูป 4.2 แบบรูปการแผ่พลังงานของสายอากาศไมโครสตริปแถวลำดับเชิงเส้น 8 องค์ประกอบที่มีลักษณะทางกายภาพดังรูป 4.1 (เส้นทึบ) เทียบกับแบบรูปการแผ่พลังงานที่รวมผลเนื่องจากปรากฏการณ์มิววลด์ป์ปลิงทางทฤษฎี (เส้นประ)

4.2 อุปกรณ์และสถานที่ทดสอบ

ในหัวข้อนี้กล่าวถึงอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบสมรรถนะของตัวจำลองแบบสายอากาศแก่งที่สร้างขึ้น สถานที่ที่ทดสอบ และขั้นตอนในการเก็บตัวอย่างตามลำดับดังนี้

4.2.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการทดสอบ

1. เครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจรรุ่น 8753C
2. เครื่องกำเนิดสัญญาณรุ่น 8648C
3. สายอากาศไมโครสตริปแฉวลำดับเชิงเส้น 8 องค์ประกอบ
4. สายอากาศปากแตรทรงพีระมิดที่มีขนาดช่องเปิดเท่ากับ $2.1.5 \times 29.5$ ซม² จำนวน 2 ต้นดังรูป 4.3
5. สายอากาศไดโพลดังแสดงไว้ในรูป 4.4
6. คอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กพร้อมโปรแกรม MATLAB รุ่น 4.2c.1 และ การ์ด PCMCIA-GPIB
7. ตัวรวมกำลัง/แยกกำลัง 8 ทาง 0 องศา
8. สายส่งสัญญาณแบบแกนร่วม



รูป 4.3 สายอากาศปากแตรทรงพีระมิดที่มีอัตราขยายเท่ากับ 15 เดซิเบล และทำงานที่ความถี่ 1.7-2.6 GHz



รูป 4.4 สายอากาศไดโพลที่สามารถปรับขนาดทางไฟฟ้าขององค์ประกอบเพื่อให้ได้ความถี่เรโซแนนซ์ ในช่วง 470 –1800 MHz

4.2.2 สถานที่ทดสอบ

สนามฟุตบอลของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัยบริเวณหน้าพระบรมราชานุสาวรีย์สองรัชกาลเป็นสถานที่ที่ทดสอบสมรรถนะของตัวจำลองแบบที่สร้างขึ้นซึ่งมีสภาพแวดล้อมดังแสดงในรูป 4.5



รูป 4.5 สนามฟุตบอล ณ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

4.2.3 ขั้นตอนในการเก็บข้อมูล

1. กำหนดตำแหน่งของสายอากาศที่ทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณที่ต้องการและสัญญาณรบกวนโดยเทียบกับองค์ประกอบแรกของสายอากาศไมโครสตริปแกลวลำดับเชิงเส้น 8 องค์ประกอบที่สร้างขึ้นซึ่งก็คือทิศทาง (องศา) และระยะระหว่างสายอากาศไมโครสตริปกับสายอากาศปากแตร และสายอากาศไดโพล
2. ต่อเครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจรเข้ากับสายอากาศไมโครสตริปซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศรับ และสายอากาศปากแตรสองตัวซึ่งตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณที่ต้องการ ส่วนอีกตัวหนึ่งทำหน้าที่เป็นแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวน
3. ต่อเครื่องกำเนิดสัญญาณเข้ากับสายอากาศไดโพลซึ่งทำหน้าที่เป็นสายอากาศส่งหรือแหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนนั่นเอง
4. ต่อคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กเข้ากับเครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจรเพื่อบันทึกข้อมูล
5. ปรับค่าพารามิเตอร์ที่เครื่องวิเคราะห์ข่ายวงจร และเครื่องกำเนิดสัญญาณให้เหมาะสมกับการวัด เช่น ความถี่กลาง ความกว้างแถบ และกำลังส่งของสัญญาณ เป็นต้น
6. ปรับเทียบค่ากับสัญญาณในองค์ประกอบแรกของสายอากาศไมโครสตริปแกลวลำดับ
7. บันทึกข้อมูลทั้ง 8 องค์ประกอบของสายอากาศไมโครสตริป โดยการเก็บค่าที่ละองค์ประกอบด้วยคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊ก
8. ประมวลผลสัญญาณด้วยคอมพิวเตอร์โน้ตบุ๊กโดยใช้โปรแกรม MATLAB รุ่น 4.2c.1 เพื่อความแม่นยำจึงชดเชยผลเนื่องจากความไม่สมบูรณ์ของสายนำสัญญาณเป็นอันดับแรก แล้วจึงนำเอาข้อมูล 8 ข้อมูลที่ชดเชยแล้วไปก่อรูปล้าคลื่นด้วยขั้นตอนวิธี 3 แบบซึ่งสรุปกล่าวโดยละเอียดในหัวข้อ

4.3

4.3 การทดสอบสมรรถนะของตัวจำลองแบบ

สถานการณ์ที่กำหนดเพื่อทดสอบสมรรถนะในการปรับเปลี่ยนล้าคลื่นของตัวจำลองแบบของสายอากาศแก่กำหนดให้มีลักษณะที่แตกต่างกันของทิศทางการมาถึงของสัญญาณและขนาดดังที่แสดงไว้ในตาราง 4.1

ตาราง 4.1 พารามิเตอร์ในการสร้างสถานการณ์ที่เกิดสัญญาณรบกวนทั้ง 20 กรณี
ในการทดสอบสมรรถนะของตัวจำลองแบบสายอากาศแก่ง

กรณี	ทิศทางการมาถึงของ สัญญาณที่ต้องการ (องศา)	ทิศทางการมาถึงของ สัญญาณรบกวนที่ 1 (องศา)	ทิศทางการมาถึงของ สัญญาณรบกวนที่ 2 (องศา)	N/S
1	-20	10	40	0.3
2	-20	-40	0	0.3
3	-20	10	40	0.5
4	-20	-40	0	0.5
5	20	-40	-25	0.3
6	20	-50	0	0.3
7	20	-40	-25	0.5
8	20	-50	0	0.5
9	0	-30	30	0.3
10	0	-20	50	0.3
11	0	-30	30	0.5
12	0	-20	50	0.5
13	30	-30	0	0.3
14	30	-40	40	0.3
15	30	-30	0	0.5
16	30	-40	40	0.5
17	-30	0	30	0.3
18	-30	-60	40	0.3
19	-30	0	30	0.5
20	-30	-60	40	0.5

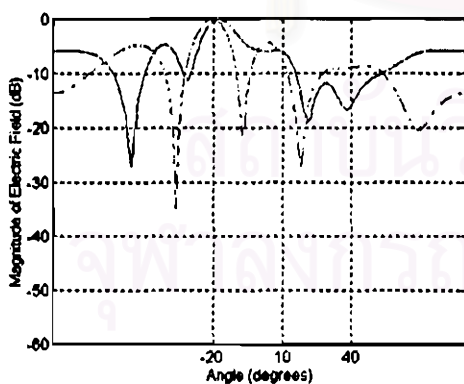
หมายเหตุ ตัวพิมพ์หนาแสดงถึงกรณีที่ทิศทางของสัญญาณรบกวนอยู่ในทิศทางของตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศ

แบบรูปการแผ่พลังงานที่ได้เนื่องจากการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum และ LMS สำหรับสถานการณ์ที่สร้างขึ้นเทียบกับการคำนวณจำลองแบบเป็นดังนี้

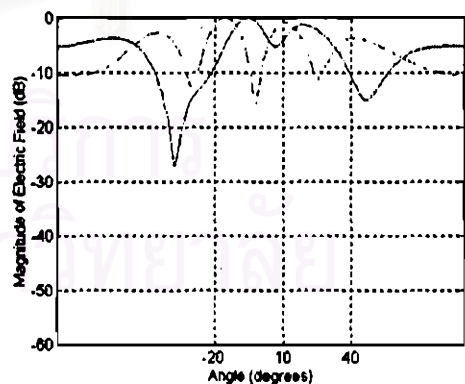
กรณีที่ 1 ทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ -20 องศา และสัญญาณรบกวนทั้งสองมีขนาดเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ และมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณเท่ากับ 10 และ 40 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นทิศทางในตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศทั้งสิ้น

จากรูป 4.6ก เห็นได้ว่าเมื่อเกิดสัญญาณรบกวนขึ้นในทิศทางของตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศคือ 10 และ 40 องศา โดยที่ทิศทางของสัญญาณที่ต้องการรับคือ -20 องศา ตัวจำลองแบบสายอากาศจะสามารถปรับตัวด้วยการหันพู่รอก และตำแหน่งศูนย์ไปในทิศทาง 10 และ 40 องศาตามลำดับ โดยยังคงหันพู่หลักไปในทิศทางที่ใกล้เคียงกับทิศทางของสัญญาณที่ต้องการมากด้วยการก่อรูปลำคลื่นด้วยขั้นตอนวิธีแบบ Howells-Applebaum

จากรูป 4.6ข เห็นได้ว่าในสถานการณ์เดียวกันนี้ถ้าหากทำก่อรูปลำคลื่นด้วยขั้นตอนวิธีแบบ LMS ความผิดพลาดในการหันพู่หลักของสายอากาศไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการที่ -20 องศา มีสูงกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีแบบ Howells-Applebaum ส่วนในทิศทางของสัญญาณรบกวนในกรณีที่ 1 นี้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS นี้ยังคงทำให้สายอากาศหันพู่รอกไปในทิศทางของสัญญาณรบกวนทั้งสองได้เช่นกัน



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.6 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศแ่งในสถานการณ์ที่ 1 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.3

ตาราง 4.2 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 1 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการการคำนวณจำลองแบบ

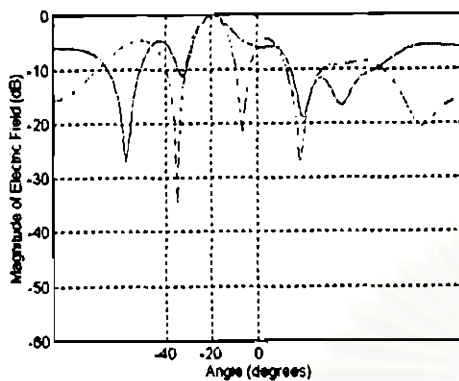
	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.0526	-0.1061
การคำนวณ จำลองแบบ	-0.0421	-0.3158

จากรูป 4.6ก และ 4.6ข ถึงแม้ว่าแบบรูปการแผ่พลังงานโดยรวมของตัวจำลองแบบของสายอากาศไม่เหมือนกันในการคำนวณจำลองแบบก็ตาม แต่สิ่งที่น่าสนใจอยู่ที่ความสามารถในการลดสัญญาณรบกวนด้วยการหันพुरองหรือตำแหน่งศูนย์ไปในทิศทางของสัญญาณรบกวน โดยยังคงสภาพของพูนหลักในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการไว้ได้ดังที่ได้นิยามไว้ด้วยดัชนีความเก่ง ซึ่งจากตาราง 4.2 เห็นได้ว่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบในกรณีที่ 1 เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum และ LMS มีค่าใกล้เคียงกับการคำนวณจำลองแบบ และค่าดัชนีความเก่งเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS

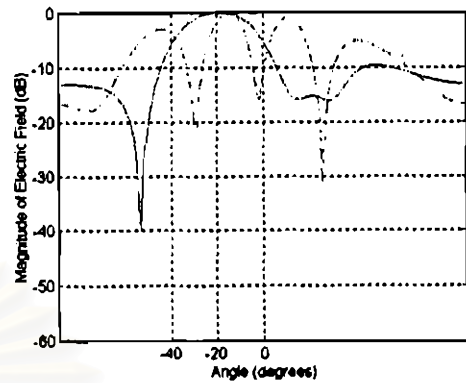
กรณีที่ 2 ทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ -20 องศา และสัญญาณรบกวนทั้งสองมีขนาดเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ และมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณเท่ากับ -40 และ 0 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นทิศทางของพुरองของสายอากาศทั้งสิ้น ผลที่ได้แสดงไว้ในรูป 4.7

จากรูป 4.7ก เห็นได้ว่าตัวจำลองแบบสามารถหันพูนหลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ (-20 องศา) ได้ และสามารถหันพुरองไปในทิศทางของสัญญาณรบกวนทั้งสองได้เช่นกันเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum

จากรูป 4.7ข เห็นได้ว่าตัวจำลองแบบมีความแม่นยำในการหันพูนหลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ (-20 องศา) แต่พูนหลักมีความกว้างมากจนครอบคลุมไปถึงทิศทางของสัญญาณรบกวนทั้งสอง



น) Howells-Applebaum



ข) LMS

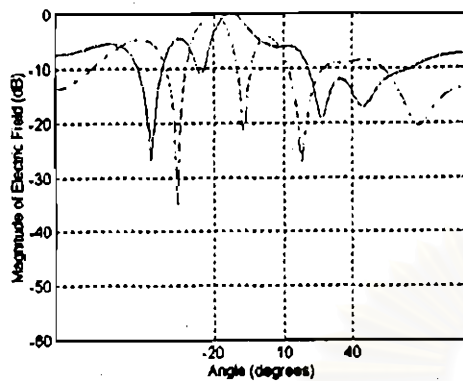
รูป 4.7 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 2 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.3

ตาราง 4.3 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 2 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

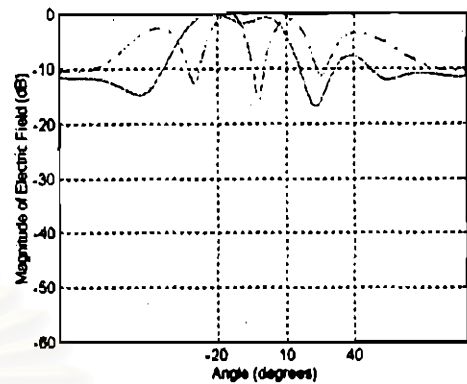
	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.1303	0.1083
การคำนวณ จำลองแบบ	0.3289	0.3178

จากตาราง 4.3 แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการลดผลกระทบเนื่องจากสัญญาณรบกวนด้วยการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ และหันพู่รองหรือตำแหน่งศูนย์ไปในทิศทางของสัญญาณรบกวนของตัวจำลองแบบที่สร้างขึ้นใกล้เคียงกับการคำนวณจำลองแบบมาก และยังแสดงให้เห็นอีกว่า เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ทำให้ได้ค่าดัชนีความเก่งสูงกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS

กรณีที่ 3 ข้อกำหนดในการสร้างสถานการณ์ในกรณีนี้คล้ายกับในกรณีที่ 1 คือทิศทาง การมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ -20 องศา และทิศทาง การมาถึงของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 10 และ 40 องศา แต่ได้เพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.8 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศกึ่งในสถานการณ์ที่ 3 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.5

ตาราง 4.4 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 3 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

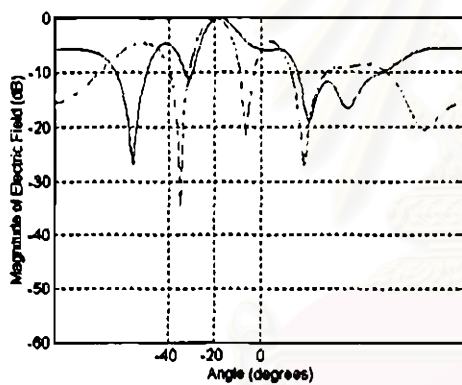
	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.0202	-0.1589
การคำนวณจำลองแบบ	-0.0421	-0.3153

จากรูป 4.8ก เห็นได้ว่าเมื่อขนาดของสัญญาณรบกวนเพิ่มขึ้นมีผลทำให้ความแม่นยำในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการของตัวจำลองแบบลดลงถึงแม้ว่าสัญญาณรบกวนอยู่ในทิศทางของตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศก็ตาม แต่ตัวจำลองแบบก็ยังสามารถหันพู่รองไปในทิศทางของสัญญาณรบกวนได้โดยที่ระดับของพู่รองใกล้เคียงกับในกรณีที่ 1 ซึ่งขนาดของสัญญาณรบกวนเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ

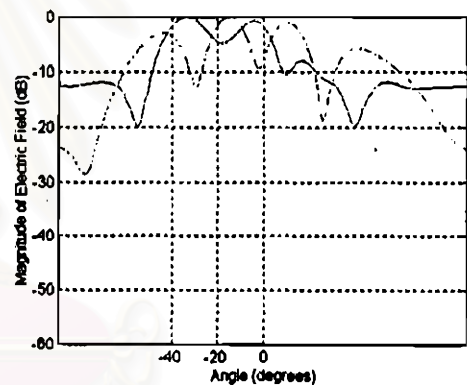
จากรูป 4.8ข เห็นได้ว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ระดับพู่รองของสายอากาศในทิศทางของสัญญาณรบกวนทั้งสองสูงกว่าในกรณีที่ 1 และความคลาดเคลื่อนเนื่องจากการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการมีสูงกว่าในกรณีที่ 1 ซึ่งมีสถานการณ์ที่คล้ายคลึงกันเพียงแต่ขนาดของสัญญาณรบกวนต่ำกว่าในกรณีที่ 3 เท่านั้น

จากตาราง 4.4 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบในสถานการณ์ที่ 3 มีค่าใกล้เคียงกับการคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกัน และค่าดัชนีความเก่งในขณะที่ใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum สูงกว่าในขณะที่ใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS และค่าดัชนีความเก่งในตาราง 4.4 มีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความเก่งในตาราง 4.2 ในกรณีแต่ละกรณี

กรณีที่ 4 ข้อกำหนดในการสร้างสถานการณ์คล้ายกับในกรณีที่ 2 คือมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ -20 องศา และทิศทางการมาถึงของสัญญาณรบกวนเท่ากับ -40 และ 0 องศา แต่ได้เพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.9 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 4 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.5

ตาราง 4.5 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 4 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.1068	-0.3592
การคำนวณจำลองแบบ	0.3289	0.1338

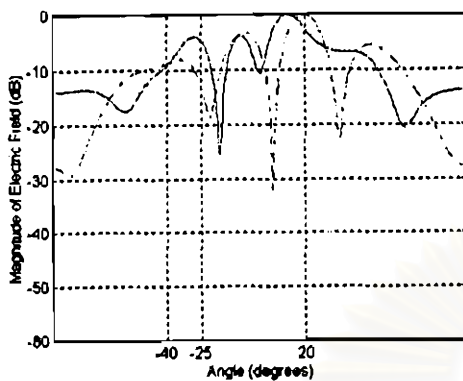
จากรูป 4.9ก เห็นได้ว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ตัวจำลองแบบมีความคลาดเคลื่อนในการหันพหุหลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ ความคลาดเคลื่อนที่เกิดขึ้นสูงกว่าในกรณีที่ 2 ซึ่งเกิดสัญญาณรบกวนในทิศทางเดียวกันแต่ในกรณีนี้สัญญาณรบกวนมีขนาดแรงกว่าในกรณีที่ 2 แต่จะสังเกตได้ว่าระดับของพหุรองในทิศทางของสัญญาณรบกวนมีระดับใกล้เคียงกับในกรณีที่ 2 มาก

จากรูป 4.9ข เห็นได้ว่าในสถานการณ์เดียวกันเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ตัวจำลองแบบมีความคลาดเคลื่อนในการหันพหุหลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการมากกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ที่แสดงไว้ในรูป 4.9ก และยังคงผลให้ระดับของพหุรองในทิศทางของสัญญาณรบกวนสูงกว่าในกรณีที่ 2 มาก

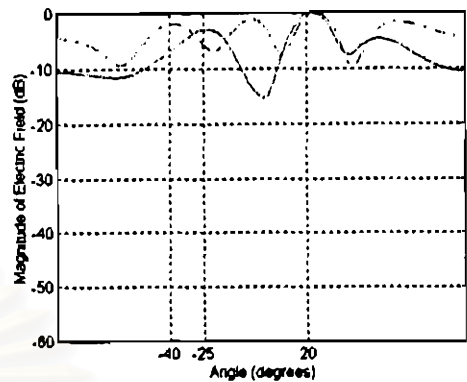
จากตาราง 4.5 เห็นได้ว่าในขณะที่ใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ในสถานการณ์ที่ 4 ค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบใกล้เคียงกับค่าดัชนีความเก่งของสายอากาศเก่งเมื่อคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกัน แต่ในขณะที่ใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบต่างกับค่าดัชนีความเก่งของสายอากาศเก่งเมื่อคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกันอยู่ 0.3930 และค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบ และจากการคำนวณจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum มีค่าใกล้เคียงกับค่าในตาราง 4.3 แต่ไม่เป็นเช่นนั้นสำหรับขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS

กรณีที่ 5 ทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 20 องศา และสัญญาณรบกวนทั้งสองมีขนาดเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ และมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณเท่ากับ -40 และ -25 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นทิศทางในตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศทั้งสิ้น

จากรูป 4.10ก เห็นได้ว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ตัวจำลองแบบมีความคลาดเคลื่อนในการหันพหุหลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ และไม่สามารถหันตำแหน่งศูนย์ไปในทิศทางของสัญญาณรบกวน เพียงแต่หันพหุรองไปในทิศทางของสัญญาณรบกวนได้เท่านั้น



น) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.10 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศแก่งในสถานการณ์ที่ 5 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.3

ตาราง 4.6 ดัชนีความแก่งในกรณีที่ 5 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

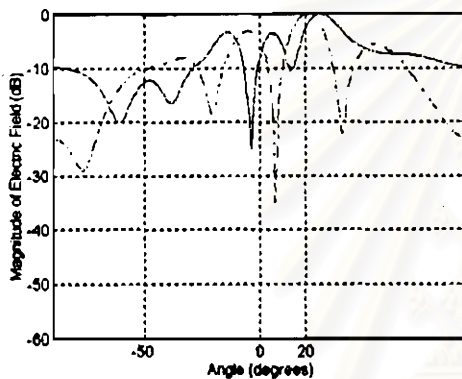
	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.1213	-0.3049
การคำนวณจำลองแบบ	0.0581	-0.3499

จากรูป 4.10ข เห็นได้ว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ตัวจำลองแบบมีความแม่นยำสูงมากในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ และสูงมากกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ในสถานการณ์เดียวกันที่แสดงไว้ในรูป 4.10ก แต่จะสังเกตเห็นได้ว่าระดับพู่รองในทิศทางของสัญญาณรบกวนทั้งสองสูงกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum

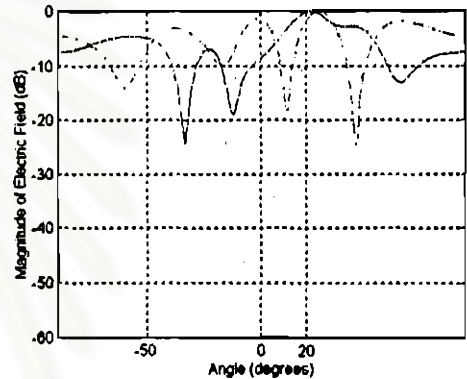
จากตาราง 4.6 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความแก่งของตัวจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความแก่งของสายอากาศแก่งเมื่อคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกันนี้มากไม่ว่าจะก่อรูปลำคลื่นด้วยขั้นตอนวิธีแบบ Howells-Applebaum หรือขั้นตอนวิธีแบบ LMS ก็ตาม และแสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีความแก่งของตัวจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-

Applebaum สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS และเป็นเช่นเดียวกันเมื่อคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกัน

กรณีที่ 6 ทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 20 องศา และสัญญาณรบกวนทั้งสองมีขนาดเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ และมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณเท่ากับ -50 และ 0 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นทิศทางในพุ่มของสายอากาศทั้งสิ้น



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.11 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 6 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.3

ตาราง 4.7 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 6 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.5003	0.1865
การคำนวณจำลองแบบ	0.3219	-0.0969

จากรูป 4.11 เห็นได้ว่าเมื่อก่อรูปลำคลื่นด้วยขั้นตอนวิธีแบบ Howells-Applebaum ตัวจำลองแบบมีความคลาดเคลื่อนในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการสูงกว่าการใช้ขั้นตอนในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ที่แสดงไว้ในรูป 4.11ข ในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ 0 องศา ทั้งสองขั้นตอนวิธีทำให้พุ่มของสายอากาศมีระดับที่ใกล้เคียงกัน แต่ในทิศทางของสัญญาณ

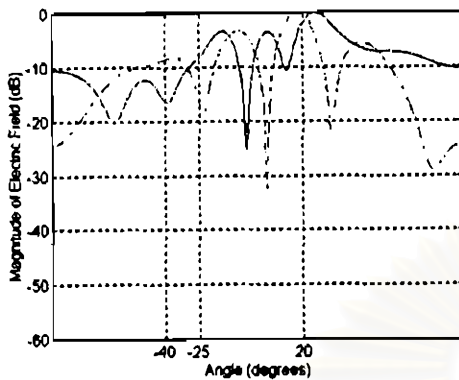
รบกวนที่ -50 องศา เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ระดับของพหุองในทิศทางนั้นต่ำกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS

จากตาราง 4.7 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบต่างจากค่าดัชนีความเก่งของสายอากาศเก่งเมื่อคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกันอยู่ 0.3784 สำหรับการก่อรูปลำคลื่นด้วยขั้นตอนวิธีแบบ Howells-Applebaum แต่สำหรับการก่อรูปลำคลื่นด้วยขั้นตอนวิธีแบบ LMS ค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบต่างกับค่าดัชนีความเก่งของสายอากาศเก่งเมื่อคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกันอยู่ 0.3834

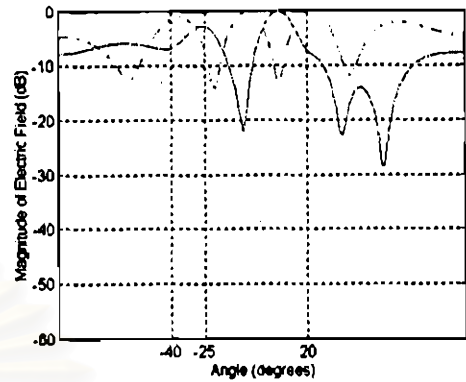
กรณีที่ 7 ข้อกำหนดในการสร้างสถานการณ์ในกรณีคล้ายกับในกรณีที่ 5 คือมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 20 องศา และทิศทางการมาถึงของสัญญาณรบกวนเท่ากับ -40 และ -25 องศา แต่ได้เพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ

จากรูป 4.12ก เห็นได้ว่าในสถานการณ์ที่ 7 นี้เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ตัวจำลองแบบสามารถลดผลกระทบเนื่องจากสัญญาณรบกวนได้ดีกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS สังเกตได้จากความแม่นยำในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ และความสามารถในการลดระดับของพหุองในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ซึ่งสังเกตได้จากรูป 4.12ก และ 4.12ข

จากตาราง 4.8 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความเก่งของสายอากาศเก่งเมื่อคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกันนี้มาก ไม่ว่าจะก่อรูปลำคลื่นด้วยขั้นตอนวิธีแบบ Howells-Applebaum หรือขั้นตอนวิธีแบบ LMS ก็ตามและแสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS และเป็นเช่นเดียวกันเมื่อคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความเก่งในตาราง 4.8 กับค่าดัชนีความเก่งในตาราง 4.6 จะเห็นได้ว่ามีค่าใกล้เคียงกัน



น) Howells-Applebaum



ข) LMS

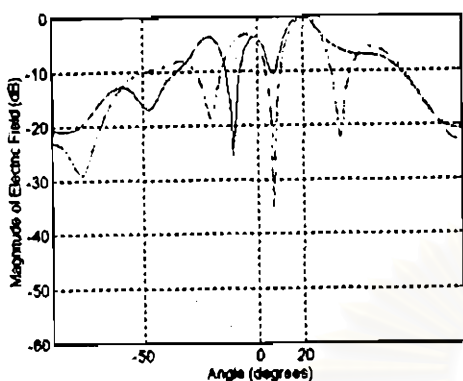
รูป 4.12 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศกึ่งในสถานการณ์ที่ 7 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.5

ตาราง 4.8 ดัชนีความกึ่งในกรณีที่ 7 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

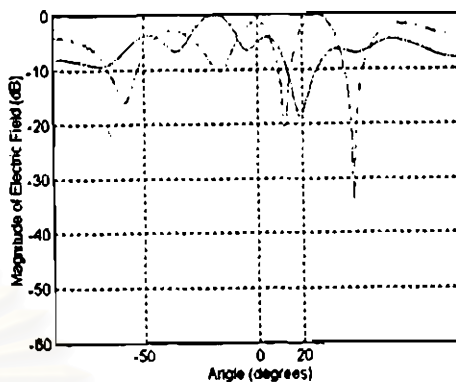
	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.0987	-0.3108
การคำนวณ จำลองแบบ	0.1191	-0.3235

กรณีที่ 8 ข้อกำหนดในการสร้างสถานการณ์คล้ายกับในกรณีที่ 6 คือมีทิศทางมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 20 องศา และทิศทางมาถึงของสัญญาณรบกวนเท่ากับ -50 และ 0 องศา แต่ได้เพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ

จากรูป 4.13ก เห็นได้ว่าตัวจำลองแบบมีความแม่นยำมากในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ซึ่งต่างกับการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ที่แสดงในรูป 4.13ข



n) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.13 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศกึ่งในสถานการณ์ที่ 8 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.5

ตาราง 4.9 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 8 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

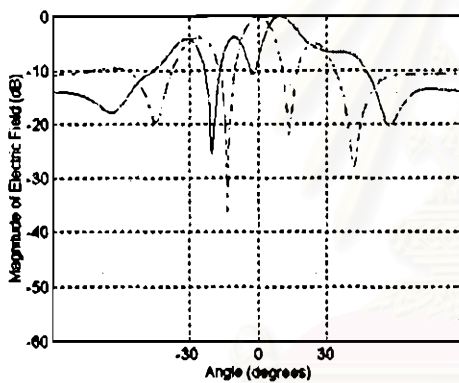
	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.3837	-0.0255
การคำนวณจำลองแบบ	0.3219	-0.0920

จากตาราง 4.9 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความเก่งของสายอากาศกึ่งเมื่อคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกันนี้มากไม่ว่าจะก่อรูปลำคลื่นด้วยขั้นตอนวิธีแบบ Howells-Applebaum หรือขั้นตอนวิธีแบบ LMS ก็ตาม และแสดงให้เห็นว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS และเป็นเช่นเดียวกันเมื่อคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกัน สามารถสังเกตได้จากแบบรูปการแผ่พลังงานในรูป 4.13ก ว่าพูรองในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ -50 องศา มีระดับต่ำกว่าในรูป 4.13ข และค่าดัชนีความเก่งในตาราง 4.9 และค่าดัชนีความเก่งในตาราง 4.7 มีความแตกต่างกันพอสมควร

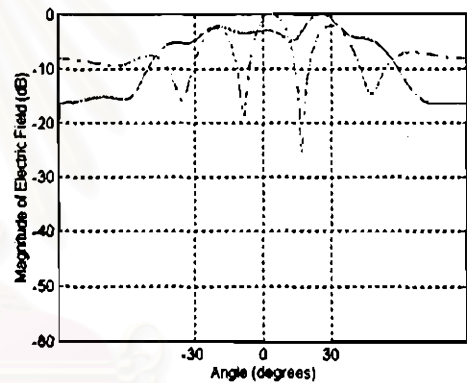
กรณี 9 ทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 0 องศา และสัญญาณรบกวนทั้งสองมีขนาดเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ และมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณเท่ากับ -30 และ 30 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นทิศทางในตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศทั้งสิ้น

ตาราง 4.10 ดัชนีความเก่งในกรณี 9 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	-0.2876	-0.3582
การคำนวณจำลองแบบ	-0.3886	-0.3911



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.14 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 9 (เส้นทึบ)

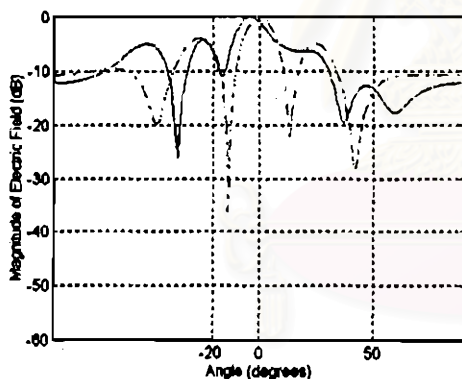
เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.3

จากรูป 4.14ก และ 4.14ข เห็นได้ว่าถึงแม้ว่าตัวจำลองแบบจะมีความแม่นยำในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการในขณะที่ใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS แต่สังเกตได้ว่าความสามารถในการรับสัญญาณในทิศทาง 0 องศาซึ่งเป็นทิศทางของสัญญาณที่ต้องการเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum แต่เมื่อพิจารณาในทิศทางของสัญญาณรบกวนจะเห็นได้ว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ

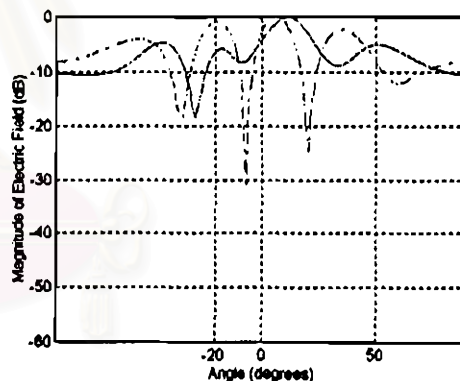
Howells-Applebaum พูรองในทิศทางของสัญญาณรบกวนมีระดับต่ำกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS

ค่าดัชนีความเก่งในตาราง 4.10 แสดงให้เห็นว่าในสถานการณ์ที่ 9 นี้ตัวจำลองแบบมีความสามารถในการลดผลกระทบเนื่องจากสัญญาณรบกวนได้ใกล้เคียงกับการคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกันไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum หรือ LMS ก็ตาม

กรณีที่ 10 ทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 0 องศา และสัญญาณรบกวนทั้งสองมีขนาดเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ และมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณเท่ากับ -20 และ 50 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นทิศทางพูรองของสายอากาศทั้งสิ้น



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.15 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 10 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.3

ตาราง 4.11 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 10 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.3324	0.0018
การคำนวณจำลองแบบ	0.3086	-0.3034



จากรูป 4.15ก และ 4.15ข เห็นได้ว่าความแม่นยำในการหันทูลึกของตัวจำลองแบบสายอากาศแก่งเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS และความสามารถในการลดผลเนื่องจากสัญญาณรบกวนเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ซึ่งสังเกตได้จากระดับของพหุรองในทิศทางของสัญญาณรบกวนในรูป 4.15ก ต่ำกว่าในรูป 4.15ข

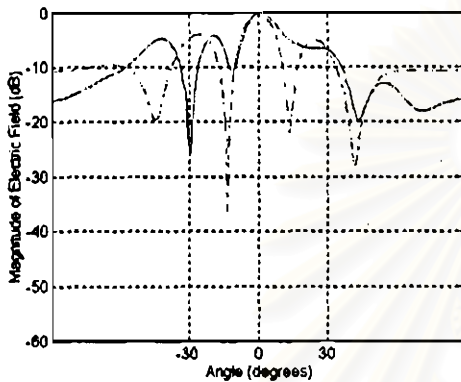
จากตาราง 4.11 จะเห็นได้ว่าค่าดัชนีความแก่งของตัวจำลองแบบและจากการคำนวณจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum มีค่าใกล้เคียงกันมาก แต่ต่างกับการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS

กรณีที่ 11 ข้อกำหนดในการสร้างสถานการณ์คล้ายกับในกรณีที่ 9 คือมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 0 องศา และทิศทางการมาถึงของสัญญาณรบกวนเท่ากับ -30 และ 30 องศา แต่ได้เพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ

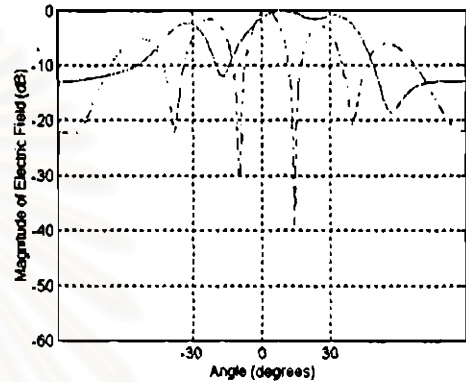
จากรูป 4.16ก การใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ทำให้ตัวจำลองแบบสามารถหันตำแหน่งศูนย์ไปในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ -30 องศาได้ และต่างกับการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ในรูป 4.16ข ซึ่งพหุรองในทิศทางของสัญญาณรบกวนมีระดับสูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum มาก และสำหรับพหุลึกเห็นได้ว่าขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum มีความแม่นยำในการหันทูลึกไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการมากกว่าขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS

จากตาราง 4.12 ค่าดัชนีความแก่งของตัวจำลองแบบและจากการคำนวณจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS มีค่าใกล้เคียงกันมาก ซึ่งมีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความแก่งในกรณีที่ 9 ที่แสดงไว้ในตาราง 4.10 และเช่นเดียวกันสำหรับค่าดัชนีความแก่งที่ได้จากการคำนวณจำลองแบบโดยใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ในกรณีที่ 11 มีค่าใกล้เคียงกับในกรณีที่ 9 เนื่องจากในกรณีที่ 11 ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum

ทำให้ตัวจำลองแบบสามารถหันตำแหน่งศูนย์ไปในทิศทางของสัญญาณรบกวนได้จึงทำให้ค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบในตาราง 4.12 มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS และยังมีค่าสูงกว่าในกรณีที่ 9 อีกด้วย



ก) Howells-Applebaum



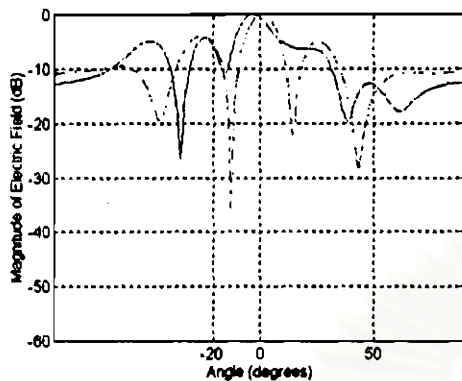
ข) LMS

รูป 4.16 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 11 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.5

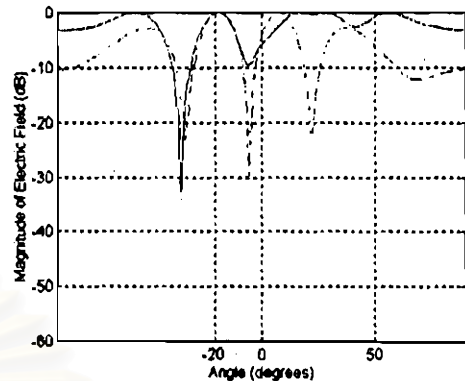
ตาราง 4.12 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 11 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	-0.0530	-0.3747
การคำนวณจำลองแบบ	-0.3886	-0.3948

กรณีที่ 12 ข้อกำหนดในการสร้างสถานการณ์ในกรณีคล้ายกับในกรณีที่ 10 คือมีทิศทางมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 0 องศา และทิศทางมาถึงของสัญญาณรบกวนเท่ากับ -20 และ 50 องศา แต่ได้เพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ



น) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.17 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศแก่งในสถานการณ์ที่ 12 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.5

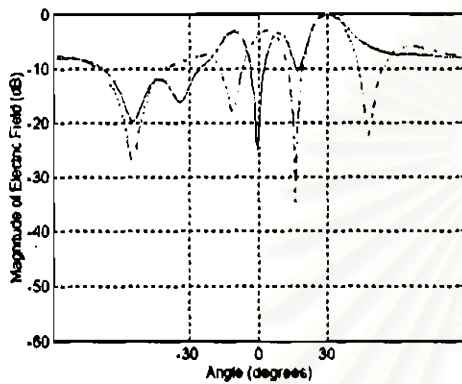
ตาราง 4.13 ดัชนีความแก่งในกรณีที่ 12 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.1707	-0.3979
การคำนวณ จำลองแบบ	0.1930	-0.3814

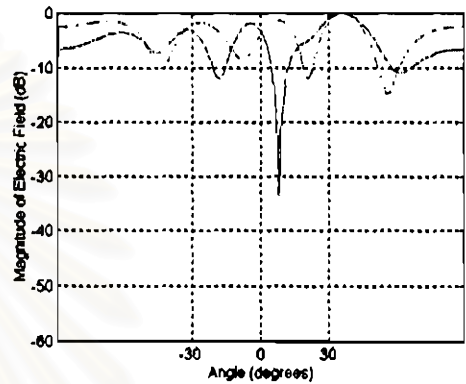
จากรูป 4.17ข เห็นได้ว่าขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ทำให้พหุของของตัวจำลองแบบในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ 50 องศา มีระดับสูงมากกว่าระดับของพหุที่ 0 องศา ซึ่งต่างกับการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ในรูป 4.17ก กล่าวคือพหุในทิศทางของสัญญาณรบกวนมีระดับต่ำกว่า

จากตาราง 4.13 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความแก่งของตัวจำลองแบบ และจากการคำนวณจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกันไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบใดก็ตาม และแสดงให้เห็นอีกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ทำให้ค่าดัชนีความแก่งสูงกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS

กรณีที่ 13 ทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 30 องศา และสัญญาณรบกวนทั้งสองมีขนาดเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ และมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณเท่ากับ -30 และ 0 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นทิศทางในตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศทั้งสิ้น



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.18 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 13 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.3

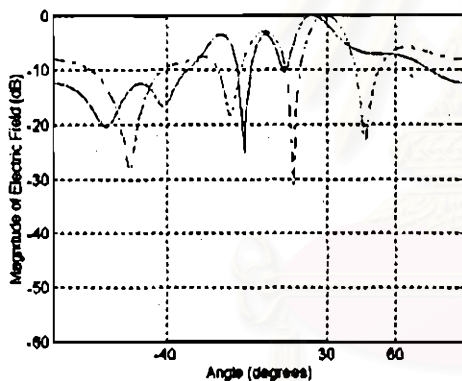
ตาราง 4.14 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 13 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	-9.02e-4	-0.3395
การคำนวณจำลองแบบ	-0.3736	-0.3455

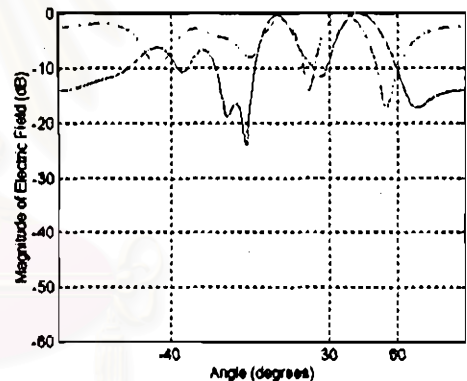
จากรูป 4.18ก และ 4.18ข เห็นได้ว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ทำให้ตัวจำลองแบบมีความแม่นยำสูงมากในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ และสามารถหันตำแหน่งศูนย์ไปในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ 0 องศา ซึ่งต่างจากการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS เนื่องจากเกิดความคลาดเคลื่อนในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการเล็กน้อย และระดับพู่รองในทิศทางของสัญญาณรบกวนสูงกว่า

จากตาราง 4.14 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบ และจากการคำนวณจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกันมาก ยกเว้นค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum มีค่าต่ำมากประมาณศูนย์เนื่องจากตัวจำลองสามารถหันตำแหน่งไปในทิศทางของสัญญาณรบกวนได้โดยยังคงความแม่นยำในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ

กรณีที่ 14 ทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 30 องศา และสัญญาณรบกวนทั้งสองมีขนาดเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ และมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณเท่ากับ -40 และ 60 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นทิศทางในพหุของสายอากาศทั้งสิ้น



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.19 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 14 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.3

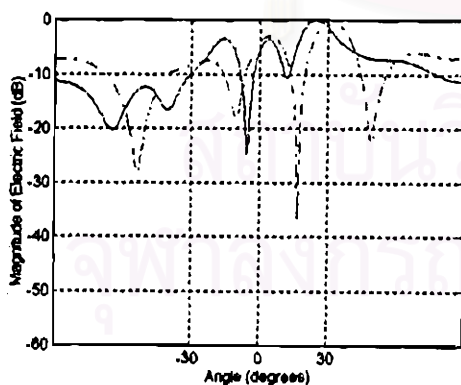
ตาราง 4.15 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 14 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.5083	0.3811
การคำนวณจำลองแบบ	0.5147	0.3021

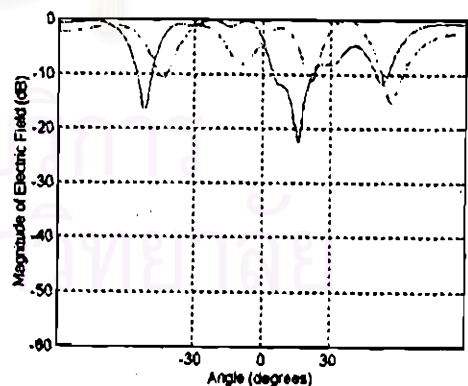
จากรูป 4.19ก เห็นได้ว่าตัวจำลองแบบมีความแม่นยำในการหันพหุหลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS และระดับพหุรองในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ -40 องศา สำหรับการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum สูงกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS แต่พหุรองในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ 60 องศาสำหรับขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS มีระดับต่ำกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum

จากตาราง 4.15 ดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบและการคำนวณจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum มีค่าสูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS

กรณีที่ 15 ข้อกำหนดในการสร้างสถานการณ์คล้ายกับในกรณีที่ 13 คือมีทิศทางมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 30 องศา และทิศทางมาถึงของสัญญาณรบกวนเท่ากับ -30 และ 0 องศา แต่ได้เพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.20 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 15 (เส้นทึบ)

เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.5

ตาราง 4.16 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 15 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	-0.3328	-0.3934
การคำนวณ จำลองแบบ	-0.3686	-0.3535

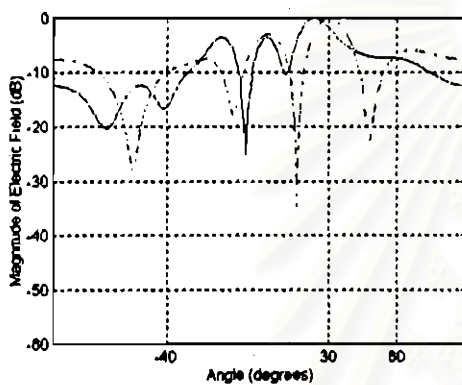
จากรูป 4.20ก และ 4.20ข เห็นได้ว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับแบบ Howells-Applebaum ทำให้ตัวจำลองแบบมีความคลาดเคลื่อนในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการแต่ความคลาดเคลื่อนนั้นยังไม่สูงเท่าในขณะที่ใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับแบบ LMS ในสถานการณ์เดียวกันนี้ และยังทำให้พuongของตัวจำลองแบบในทิศทางของสัญญาณรบกวนมีระดับสูงกว่าพuongของตัวจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับแบบ Howells-Applebaum

จากตาราง 4.16 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบ และจากการคำนวณจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกันไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับแบบใดก็ตาม และมีค่าใกล้เคียงกับกรณีที่ 13 ด้วยเช่นกันโดยที่สถานการณ์คล้ายกัน ต่างกันเพียงขนาดของสัญญาณรบกวนเท่านั้น ยกเว้นค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับแบบ Howells-Applebaum ในกรณีที่ 15 ต่างกับค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบในกรณีที่ 13 มาก เนื่องจากในกรณีที่ 13 นั้นขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับแบบ Howells-Applebaum ทำให้ตัวจำลองแบบสามารถหันตำแหน่งศูนย์ไปในทิศทางของสัญญาณรบกวนได้และมีความแม่นยำในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการสูงกว่า

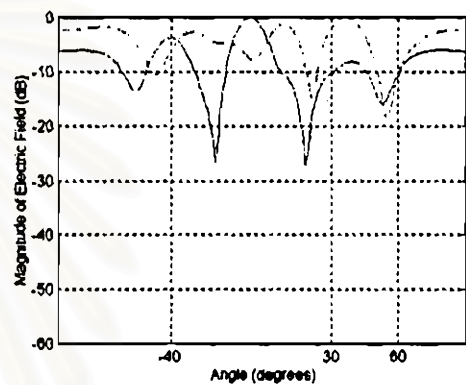
กรณีที่ 16 ข้อกำหนดในการสร้างสถานการณ์ในกรณีคล้ายกับในกรณีที่ 30 คือมีทิศทางมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 0 องศา และทิศทางมาถึงของสัญญาณรบกวนเท่ากับ -40 และ 60 องศา แต่ได้เพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ

จากรูป 4.21ก และ 4.21ข เห็นได้ว่าตัวจำลองแบบมีความแม่นยำในการหันพู่หลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับแบบ Howells-Applebaum สูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับแบบ LMS และระดับพuongในทิศทางของสัญญาณรบกวน

ที่ -40 องศาสำหรับการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ต่ำกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS แต่พหุคูณในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ 60 องศาสำหรับการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS มีระดับต่ำกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

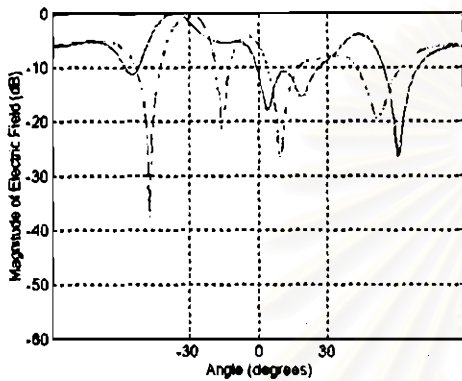
รูป 4.21 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 16 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.5

ตาราง 4.17 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 16 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

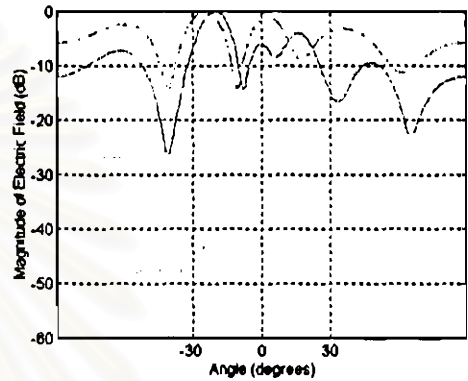
	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.5083	0.1420
การคำนวณจำลองแบบ	0.3009	0.3755

จากตาราง 4.17 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum มีค่าสูงกว่าค่าดัชนีความเก่งเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS และเป็นไปในแนวทางเดียวกันทั้งตัวจำลองแบบ และจากการคำนวณจำลองแบบ

กรณีที่ 17 ทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ -30 องศา และสัญญาณรบกวนทั้งสองมีขนาดเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ และมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณเท่ากับ 0 และ 30 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นทิศทางในตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศทั้งสิ้น



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.22 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 17 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.3

ตาราง 4.18 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 17 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

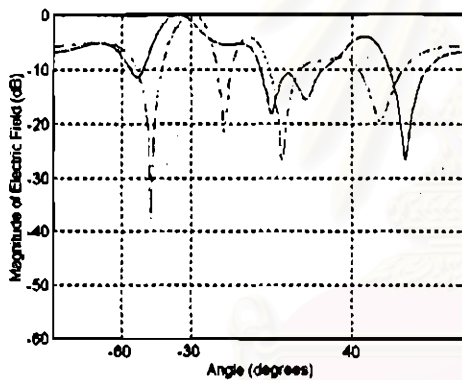
	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	-0.3700	-0.3683
การคำนวณจำลองแบบ	-0.3492	-0.3557

จากรูป 4.22ก และ 4.22ข เห็นได้ว่าตัวจำลองแบบมีความคลาดเคลื่อนในการหันพหุหลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการเท่ากันไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum หรือขั้นตอนวิธีแบบ LMS ก็ตาม ส่วนในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ 0 องศา สำหรับขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ทำให้ระดับของพหุรองของตัวจำลองแบบต่ำกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS แต่เป็นไปในทางตรงกันข้ามในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ 30 องศา กล่าวคือเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ทำให้

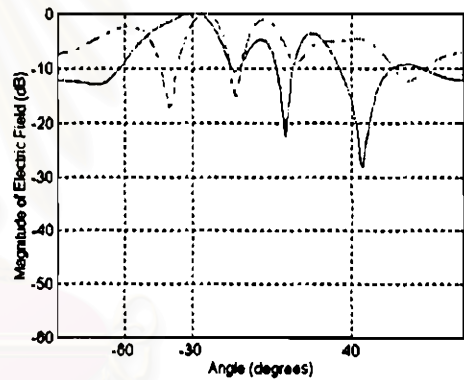
ตัวจำลองแบบมีพหุองในทิศทางดังกล่าวต่ำกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum

จากตาราง 4.18 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งมีค่าใกล้เคียงทั้งตัวจำลองแบบและการจำลองแบบไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบใดก็ตาม

กรณีที่ 18 ทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ -30 องศา และสัญญาณรบกวนทั้งสองมีขนาดเท่ากับ 0.3 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ และมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณเท่ากับ -60 และ 40 องศาตามลำดับ ซึ่งเป็นทิศทางในพหุองของสายอากาศทั้งสิ้น



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.23 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 18 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.3

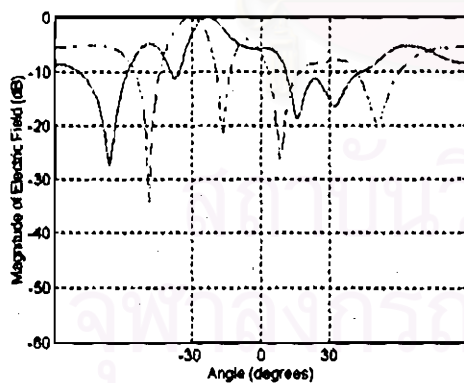
ตาราง 4.19 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 18 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.1334	0.5989
การคำนวณจำลองแบบ	0.3266	-0.1159

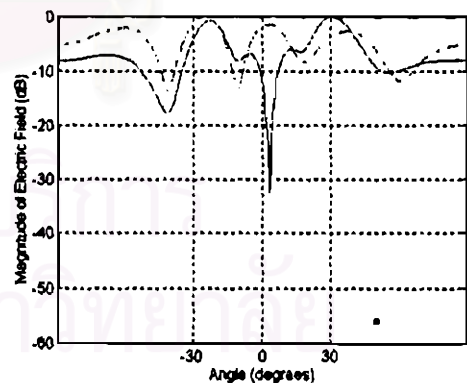
จากรูป 4.23ก และ 4.23ข เห็นได้ว่าตัวจำลองแบบมีความคลาดเคลื่อนในการหันพหุหลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการสูงกว่าเพียงเล็กน้อยเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum และขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ยังคงทำให้ตัวจำลองแบบมีระดับของพหุรองในทิศทางของสัญญาณรบกวนทั้งสองต่ำกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum

จากตาราง 4.19 เห็นได้ว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ทำให้ค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความเก่งที่ได้จากการคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกัน แต่สำหรับการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ทำให้ดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบมีค่าสูงกว่าค่าดัชนีความเก่งที่ได้จากการคำนวณจำลองแบบ

กรณีที่ 19 ข้อกำหนดในการสร้างสถานการณ์คล้ายกับในกรณีที่ 17 คือมีทิศทางการมาถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ 30 องศา และทิศทางการมาถึงของสัญญาณรบกวนเท่ากับ -30 และ 0 องศา แต่ได้เพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ



ก) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.24 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่ 19 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.5

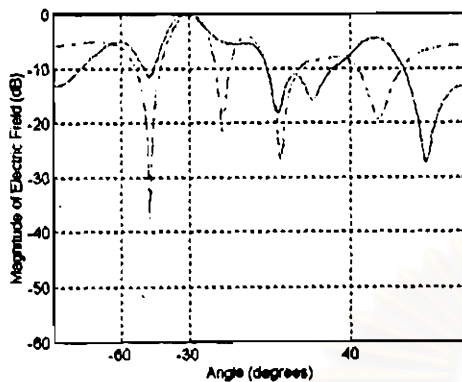
ตาราง 4.20 ดัชนีความเก่งในกรณีที่ 19 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	-0.3675	-0.4280
การคำนวณ จำลองแบบ	-0.3436	-0.3513

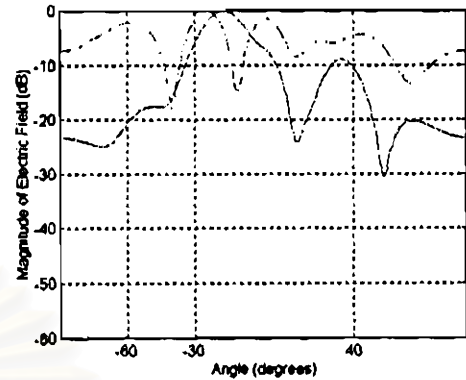
จากรูป 4.24ก และ 4.24ข เห็นได้ว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับชั้นแบบ Howells-Applebaum ตัวจำลองแบบมีความคลาดเคลื่อนในการหันพหุหลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ แต่ไม่สูงเท่ากับค่าความคลาดเคลื่อนที่ได้จากการขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับชั้นแบบ LMS ในสถานการณ์เดียวกัน และในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ 30 องศา การใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับชั้นแบบ LMS ทำให้ตัวจำลองแบบมีระดับพหุรองที่สูงกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับชั้นแบบ Howells-Applebaum มากแต่ในทิศทางของสัญญาณรบกวนที่ 0 องศาการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับชั้นแบบ LMS กลับทำให้ระดับพหุรองของตัวจำลองแบบต่ำกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับชั้นแบบ Howells-Applebaum

จากตาราง 4.20 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบมีค่าใกล้เคียงกันมากไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับชั้นแบบ Howells-Applebaum หรือ ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับชั้นแบบ LMS ก็ตาม และยังมีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความเก่งที่ได้จากการคำนวณจำลองแบบสถานการณ์ในลักษณะเดียวกัน เมื่อเปรียบเทียบค่าดัชนีความเก่งในตาราง 4.20 และตาราง 4.18 จะเห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งในกรณีที่ 19 มีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความเก่งในกรณีที่ 17 ไม่ว่าจะค่าที่ได้จากตัวจำลองแบบหรือจากการคำนวณจำลองแบบก็ตาม

กรณีที่ 20 ข้อกำหนดในการสร้างสถานการณ์คล้ายกับในกรณีที่ 18 คือมีทิศทางมาถถึงของสัญญาณที่ต้องการเท่ากับ -30 องศา และทิศทางมาถถึงของสัญญาณรบกวนเท่ากับ -60 และ 40 องศา แต่ได้เพิ่มขนาดของสัญญาณรบกวนขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ



น) Howells-Applebaum



ข) LMS

รูป 4.25 แบบรูปการแผ่พลังงานของตัวจำลองแบบสายอากาศแก่งในสถานการณ์ที่ 20 (เส้นทึบ) เทียบกับการคำนวณจำลองแบบ (เส้นประ) และ N/S มีค่าเท่ากับ 0.5

ตาราง 4.21 ดัชนีความแก่งในกรณีที่ 20 ของตัวจำลองแบบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบ

	Howells-Applebaum	LMS
ตัวจำลองแบบ	0.1293	0.5553
การคำนวณ จำลองแบบ	0.3260	-0.1318

จากรูป 4.25ก และ 4.25ข เห็นได้ว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ตัวจำลองแบบมีความแม่นยำในการหันพหุหลักไปในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการมากกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS แต่ความสามารถลดระดับพหุรองในทิศทางของสัญญาณรบกวนสำหรับขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS มีสูงกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum

จากตาราง 4.21 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความแก่งของตัวจำลองแบบและจากการคำนวณจำลองแบบในกรณี 20 มีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความแก่งในกรณีที่ 18 ซึ่งแสดงไว้ในตาราง 4.19 ไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum หรือขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ก็ตาม

4.4 สมรรถนะของตัวจำลองแบบเมื่อชดเชยผลเนื่องจากปรากฏการณ์มิววลคัปปลิง

สมรรถนะของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในหัวข้อ 4.4 เป็นผลที่ได้โดยมีการชดเชยความไม่แน่นอนเนื่องมาจากปรากฏการณ์มิววลคัปปลิงในองค์ประกอบแต่ละส่วนของสายอากาศไมโคร-สตริปแถวลำดับเชิงเส้น 8 องค์ประกอบ ที่ได้สร้างขึ้น และก่อรูปลาค์ด้วยขั้นตอนวิธีแบบ Howells-Applebaum ผลที่ได้แสดงให้เห็นว่าความสามารถในการปรับเปลี่ยนทิศทางไปตามสถานการณ์ต่างๆ สูงขึ้น ในหัวข้อนี้จะแสดงการเปรียบเทียบสมรรถนะดังกล่าวด้วยค่าดัชนีความเก่งดังตาราง 4.22 ส่วนแบบรูปการแผ่พลังงานสามารถดูได้จากภาคผนวก

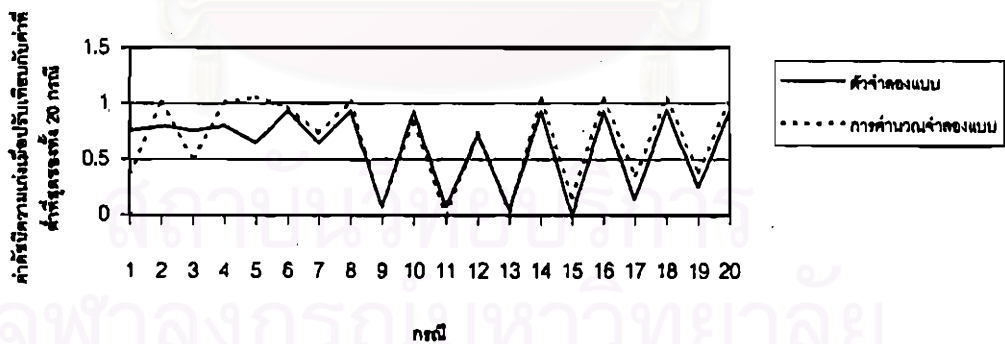
ตาราง 4.22 ดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งเมื่อชดเชยผลของมิววลคัปปลิงเปรียบเทียบกับกรณีที่ไม่ได้ชดเชยผลของมิววลคัปปลิง

กรณี	N/S	ตัวจำลองแบบ			การจำลองแบบ		
		HW	LMS	ชดเชย มิววลคัปปลิง	HW	LMS	ชดเชย มิววลคัปปลิง
1	0.3	0.3071	0.0526	-0.1061	-0.0421	-0.3158	0.8135
2	0.3	0.9556	0.1303	0.1083	0.3289	0.2178	0.8529
3	0.5	0.4507	0.0202	-0.1589	-0.0421	-0.3153	0.8135
4	0.5	0.9500	0.1068	-0.3592	0.3289	0.1338	0.8529
5	0.3	1	0.1213	-0.3049	0.0581	-0.2499	0.703
6	0.3	0.9055	0.5003	0.1865	0.2219	-0.0969	0.9833
7	0.5	0.6779	0.0987	-0.3108	0.1191	-0.2235	0.703
8	0.5	0.9639	0.3837	-0.0259	0.2219	-0.092	0.9833
9	0.3	0.0259	-0.3876	-0.3582	-0.3886	-0.3911	0.128
10	0.3	0.7808	0.3324	0.0018	0.2086	-0.2034	0.9889
11	0.5	-0.0563	-0.0530	-0.3747	-0.3886	-0.3948	0.128
12	0.5	0.6841	0.1707	-0.3979	0.193	-0.2814	0.7808
13	0.3	-0.0243	-9.02e-4	-0.3395	-0.2736	-0.3455	0.102
14	0.3	0.9889	0.5083	0.3811	0.3017	0.3021	0.9889
15	0.5	0.1020	-0.3328	-0.3934	-0.2686	-0.3535	0.0536
16	0.5	0.9889	0.5083	0.1420	0.3009	0.2755	0.9833
17	0.3	0.3067	-0.3700	-0.3683	-0.2492	-0.3557	0.1957

กรณี	N/S	ตัวจำลองแบบ			การจำลองแบบ		
		HW	LMS	ชดเชย มิวซวลคัปปลิง	HW	LMS	ชดเชย มิวซวลคัปปลิง
18	0.3	0.9889	0.1334	0.5989	0.2266	-0.1159	0.9944
19	0.5	0.3348	-0.3675	-0.4280	-0.2436	-0.3513	0.3067
20	0.5	0.9694	0.1293	0.5553	0.226	-0.1318	0.9889

หมายเหตุ ตัวพิมพ์หนาแสดงถึงกรณีที่ทิศทางของสัญญาณรบกวนอยู่ในทิศทางของตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศ

จากตาราง 4.22 เห็นได้ว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบเมื่อชดเชยผลเนื่องจากปรากฏการณ์มิวซวลคัปปลิงมีค่าสูงกว่าค่าดัชนีความเก่งตัวจำลองแบบไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum หรือขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ในเกือบทุกกรณียกเว้นในกรณีที่ 11 และกรณีที่ 13 ซึ่งก็มีค่าใกล้เคียงกับค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum และมีค่ามากกว่าค่าดัชนีความเก่งของตัวจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS จาก 10 กรณีที่เป็นตัวพิมพ์หนาในตาราง 4.22 จะเห็นว่าค่าดัชนีความเก่งเมื่อชดเชยผลเนื่องจากปรากฏการณ์มิวซวลคัปปลิงแล้วมีค่าสูงกว่า 0.7 ในทุกกรณี ซึ่งทั้ง 10 กรณีนี้ก็คือกรณีที่แหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนอยู่ในทิศทางของพูรองของสายอากาศทั้งสิ้น



รูป 4.26 ค่าดัชนีความเก่งเมื่อปรับเทียบกับค่าดัชนีความเก่งที่ต่ำที่สุดของทั้ง 20 กรณี เมื่อชดเชยผลมิวซวลคัปปลิง สำหรับตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์เดียวกับการคำนวณจำลองแบบ

จากรูป 4.26 เห็นได้ว่าแนวโน้มของสมรรถนะในการปรับเปลี่ยนลำคลื่นเพื่อลดผลกระทบเนื่องจากสัญญาณรบกวนของตัวจำลองแบบสายอากาศเก่งในสถานการณ์ที่กำหนด 20 สถานการณ์

ด้วยการชดเชยผลมีวชวลต์ปลิงเป็นในแนวเดียวกันกับการคำนวณจำลองแบบเพื่อทดสอบสมรรถนะของสายอากาศแก่ง

4.5 สรุป

1. จากการสร้างสถานการณ์เพื่อทดสอบสมรรถนะของตัวจำลองแบบสายอากาศแก่งที่กำหนดขึ้น 20 กรณี เห็นได้ว่าแบบรูปการแผ่พลังงานที่ได้เมื่อเปรียบเทียบกับการคำนวณจำลองแบบในสถานการณ์เดียวกันไม่เท่ากันในทุกทิศทาง ซึ่งก็หมายความว่าความสามารถในการรับสัญญาณในบางทิศทางของตัวจำลองแบบที่สร้างขึ้นไม่เท่ากับที่สายอากาศแก่งทำได้ตามทฤษฎี
2. เนื่องจากงานวิจัยฉบับนี้สนใจความสามารถในลดสัญญาณรบกวนของสายอากาศด้วยการหันตำแหน่งศูนย์ หรือลดระดับพวงในทิศทางของสัญญาณรบกวนโดยยังคงรักษาสภาพของพวงหลักในทิศทางของสัญญาณที่ต้องการ จึงพิจารณาสมรรถนะของตัวจำลองแบบที่สร้างขึ้นเทียบกับการคำนวณจำลองแบบด้วยค่าดัชนีความแก่งและผลที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะของตัวจำลองแบบเมื่อสร้างสถานการณ์ที่ของทิศทางมาถึงของสัญญาณรบกวนแตกต่างกัน เช่น อยู่ในทิศทางของตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศ หรือ อยู่ในทิศทางของพวงของสายอากาศ และยังมีขนาดของสัญญาณรบกวนที่แตกต่างกันคือ 0.3 และ 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการพบว่า เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum ทำให้ตัวจำลองแบบมีสมรรถนะสูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ซึ่งกรณีที่เป็นตามข้อสรุปดังกล่าวมี 17 กรณีจากทั้งหมด 20 กรณีคิดเป็นร้อยละ 85 ส่วนกรณีที่ไม่เป็นไปตามข้อสรุปดังกล่าวมี 3 กรณีได้แก่ กรณีที่ 17, 18 และ 20 และเมื่อพิจารณาผลที่ได้จากการคำนวณจำลองแบบเพื่อทดสอบสมรรถนะของสายอากาศแก่งในสถานการณ์เดียวกับ 20 กรณีที่สร้างขึ้นพบว่า เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum สายอากาศแก่งมีสมรรถนะสูงกว่าเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS ในทุกกรณี
3. การทดสอบสมรรถนะของตัวจำลองแบบสายอากาศแก่งและการทดสอบสายอากาศแก่งด้วยการจำลองแบบแสดงให้เห็นว่าขนาดและทิศทางของสัญญาณรบกวนมีผลต่อสมรรถนะของสายอากาศแก่งและตัวจำลองแบบซึ่งมีรายละเอียดดังนี้

3.1 ในขณะที่แหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนอยู่ในทิศทางของตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศ การเพิ่มขึ้นของขนาดสัญญาณรบกวนจาก 0.3 เป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการไม่มีผลต่อสมรรถนะสายอากาศแก่งไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS หรือ Howells-Applebaum และเป็นเช่นเดียวกับผลที่ได้จากการทดสอบสมรรถนะของตัวจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS แต่ไม่เป็นเช่นนั้นเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum กล่าวคือในกรณีที่ 11 ซึ่งเป็นกรณีที่มีสถานการณืเช่นเดียวกับกรณีที่ 9 แต่ขนาดของสัญญาณรบกวนมีขนาดสูงขึ้นเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ ค่าดัชนีความแก่งที่ได้ในกรณีที่ 11 กลับมีค่าต่ำกว่าค่าดัชนีความแก่งที่ได้จากกรณีที่ 9

3.2 จากการจำลองแบบเห็นได้ว่าในขณะที่แหล่งกำเนิดสัญญาณรบกวนอยู่ในทิศทางของพูรองของสายอากาศ การเพิ่มขึ้นของขนาดของสัญญาณรบกวนจาก 0.3 เป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการไม่มีผลต่อสมรรถนะของสายอากาศแก่งไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum หรือ LMS ก็ตาม แต่สำหรับตัวจำลองแบบการเพิ่มขึ้นของสัญญาณรบกวนนั้นจะมีผลทำให้ค่าดัชนีความแก่งลดลงเพียงกรณีเดียวเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีแบบ LMS แต่เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum การเพิ่มขึ้นของขนาดของสัญญาณรบกวนมีผลทำให้สมรรถนะของตัวจำลองแบบลดลง

3.3 เมื่อจำลองแบบด้วยการกำหนดให้ทิศทางของสัญญาณรบกวนให้อยู่ในทิศทางของพูรองและตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศ ผลปรากฏว่าเมื่อสัญญาณรบกวนอยู่ในทิศทางของตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศสมรรถนะของสายอากาศลดลงมากกว่าในกรณีที่สัญญาณรบกวนอยู่ในทิศทางของพูรองของสายอากาศไม่ว่าจะใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum หรือ LMS ก็ตาม และเช่นเดียวกัน สำหรับตัวจำลองแบบเมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum แต่เมื่อใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ LMS มี 2 กรณีที่แสดงให้เห็นว่าเมื่อสัญญาณรบกวนอยู่ในทิศทางของพูรองของสายอากาศ ค่าดัชนีความแก่งจะต่ำกว่าในกรณีที่สัญญาณรบกวนอยู่ในทิศทางของตำแหน่งศูนย์ของสายอากาศทั้งสองกรณีเป็นกรณีที่ขนาดของสัญญาณรบกวนทั้งสองเป็น 0.5 เท่าของสัญญาณที่ต้องการ

4 เมื่อชดเชยผลเนื่องจากมิวชวลด์ปปลิงให้แก่ตัวจำลองแบบสายอากาศแก่ง พบว่าสมรรถนะของตัวจำลองแบบเพิ่มสูงขึ้นมากกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำคลื่นแบบ Howells-Applebaum

เพียงอย่างเดียว และแน่นอนว่าสมรรถนะที่ได้สูงกว่าการใช้ขั้นตอนวิธีในการก่อรูปลำดับคลื่นแบบ LMS เช่นกัน

5 เมื่อخذเซยผลเนื่องจากมิวซวลคัปปลิงให้แก่ตัวจำลองแบบสายอากาศแก๊งแล้วจึงก่อรูปลำดับคลื่นด้วยขั้นตอนวิธีแบบ Howells-Applebaum พบว่า กรณีที่ขนาดของสัญญาณไม่มีผลกระทบบต่อสมรรถนะของตัวจำลองแบบมีถึง 9 คู่ในทั้งหมด 10 คู่ (คู่ของสถานการณ์เดียวกันเมื่อสัญญาณรบกวนมีขนาดเป็น 0.3 และ 0.5 เท่าของสัญญาณรบกวน) คิดเป็นร้อยละ 90 และเช่นเดียวกันสำหรับการคำนวณจำลองแบบ



สถาบันวิทยบริการ
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย