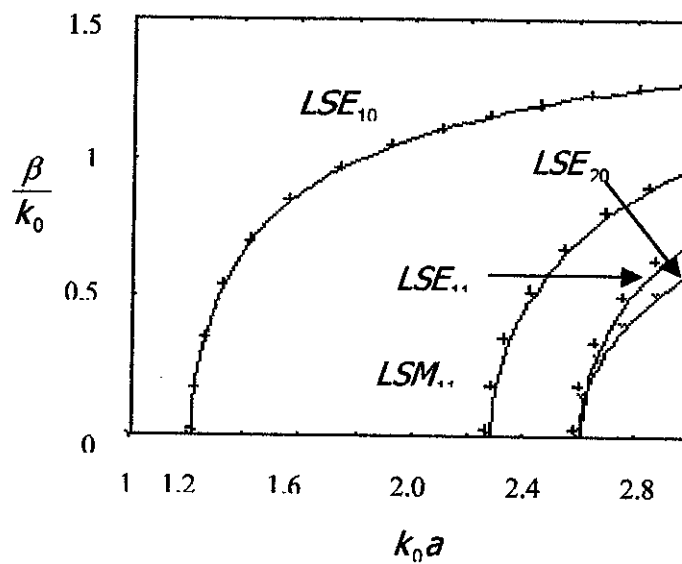


บทที่ 4

ผลการทดลอง และ ผลการวิเคราะห์

4.1 ท่อนำคลื่นบรรจุด้วยไดอิเล็กตริก

รูป 4.1 แสดงผลการคำนวณกราฟดิสเปอร์ชันที่ได้ โดยเส้นทึบเป็นผลที่ได้จากวิธีไฟไนต์อีลิเมนต์เมื่อได้รับเงื่อนไขไดเวอเรนซ์ต้องเท่ากับศูนย์แล้ว สัญลักษณ์ β และ x คือผลเฉลยแม่นยำตรงที่ได้จากวิธีเชิงวิเคราะห์ ตัวอย่างการเปรียบเทียบค่า β/k_0 ที่ $k_0 a = 3.0$ ของโมดมาตรฐาน LSE_{10} LSM_{11} LSE_{11} และ LSE_{20} ที่คำนวณจากวิธีไฟไนต์อีลิเมนต์และวิธีเชิงวิเคราะห์ เมื่อทำการแบ่งอีลิเมนต์ดังแสดงในรูป 3.4 แสดงในตาราง 4.1



รูป 4.1 กราฟดิสเปอร์ชันที่ได้จากวิธีไฟไนต์อีลิเมนต์ที่ใช้สนามแม่เหล็กตามขวาง 2 องค์ประกอบของท่อนำคลื่นบรรจุด้วยไดอิเล็กตริกเทียบกับผลเฉลยแม่นยำตรงที่ได้จากวิธีเชิงวิเคราะห์

ตาราง 4.1 ตัวอย่างของค่า β/k_0 ที่ $k_0 a = 3.0$ ที่คำนวณจากวิธีไฟไนต์อีลีเมนต์และวิธีเชิงวิเคราะห์ที่รวมขนาดความผิดพลาด เมื่อทำการแบ่งอีลีเมนต์ดังแสดงในรูป 3.2

โมด	ผลเฉลยแม่นยำตรงของ ค่า β/k_0 ที่ $k_0 a = 3.0$	β/k_0 ที่ $k_0 a = 3.0$ จากวิธีไฟไนต์อีลี เมนต์	ขนาดความผิดพลาด ของ β/k_0 ที่ $k_0 a = 3.0$ จากวิธี ไฟไนต์อีลีเมนต์
LSE_{10}	1.275756	1.274936	0.064%
LSM_{11}	0.971538	0.962614	0.919%
LSE_{11}	0.728649	0.702097	3.644%
LSE_{20}	0.593897	0.580359	2.279%

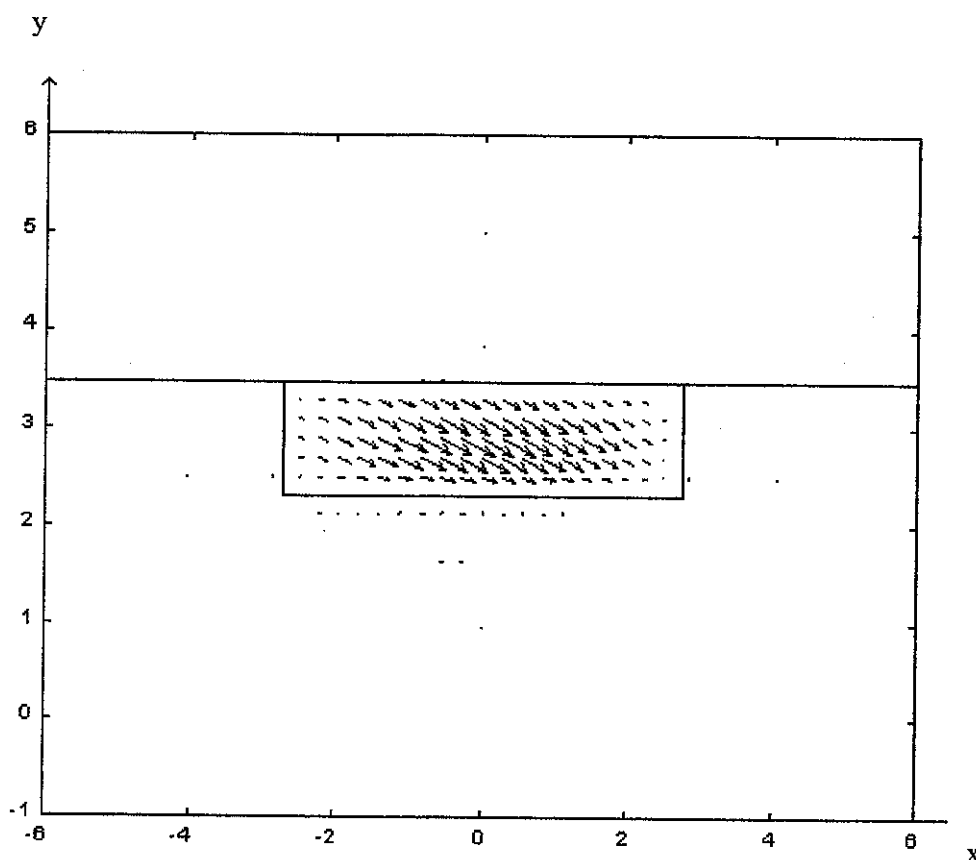
จากรูป 4.1 พบว่าโมดมูลฐาน (LSE_{10}) สอดคล้องกับผลเฉลยแม่นยำตรงที่ได้จากวิธีเชิงวิเคราะห์ ส่วนโมด LSM_{11} , LSE_{11} และ LSE_{20} ต่างจากผลเฉลยแม่นยำตรงไม่มากนัก แต่อย่างไรก็ตาม โมดเหล่านี้จะสอดคล้องกับผลเฉลยแม่นยำตรงมากขึ้นเมื่อเพิ่มจำนวนอีลีเมนต์ให้สูงขึ้น และผลการคำนวณที่ได้พบว่าไม่มีการปรากฏของผลเฉลยปลอมเทียมแต่อย่างใด

จากผลการวิเคราะห์ที่ได้แสดงให้เห็นว่า วิธีไฟไนต์อีลีเมนต์ที่ใช้สนามแม่เหล็กตามขวาง 2 องค์ประกอบ ที่เสนอโดย Hayata และคณะ (1989) สามารถวิเคราะห์ที่ท่อนำคลื่นแบบไอโซทรอปิกไม่เอกพันธ์ได้

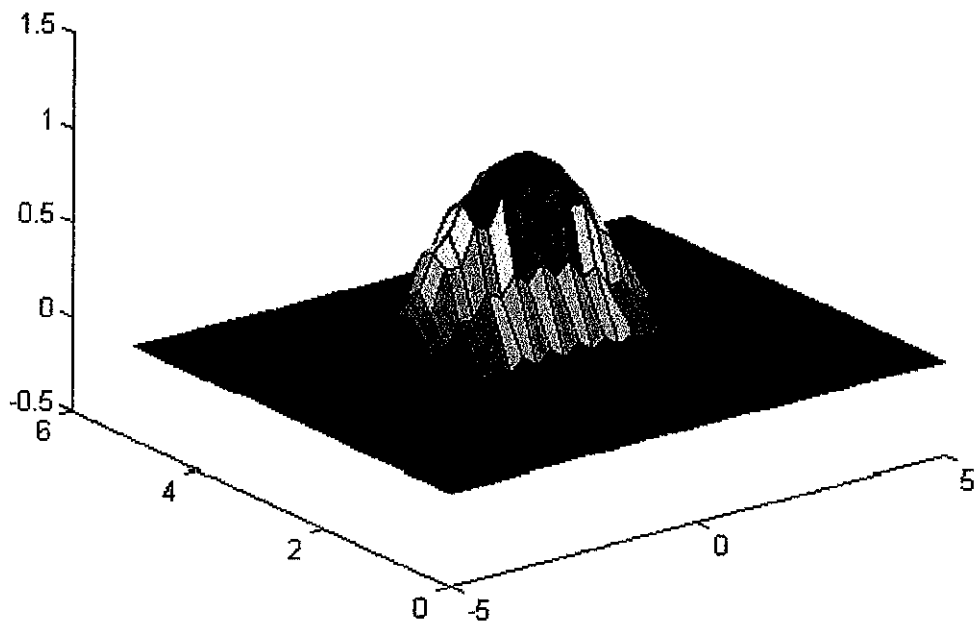
4.2 ท่อนำแสงแบบฝังในฉับลวดทที่แกนเป็นแอนไอโซทรอปิกตามขวาง

รูปข้างล่างแสดงแบบรูปของสนามแม่เหล็ก และการกระจายในลักษณะ 3 มิติของ H_x ตามลำดับ ที่ $k_0 t = 16.0$ ในโมด E_{11}^y , E_{21}^y และ E_{31}^y โดยกำหนดให้ขนาดสูงสุดของสนามแม่เหล็กบนภาคตัดขวางของท่อนำคลื่นมีค่าเท่ากับ 1

รูปที่ 4.2 เป็นการแสดงลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กที่พิจารณาในระนาบแกน x และ y จะเห็นว่าลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กมีทิศทางไปในทิศเดียวกัน และมีความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กสูงที่กึ่งกลางของตัวนำเพียงจุดเดียว เมื่อนำลักษณะโดยรวมของเส้นแรงแม่เหล็กนี้มาพลอตในลักษณะที่เป็น 3 มิติจะได้ดังรูปที่ 4.3

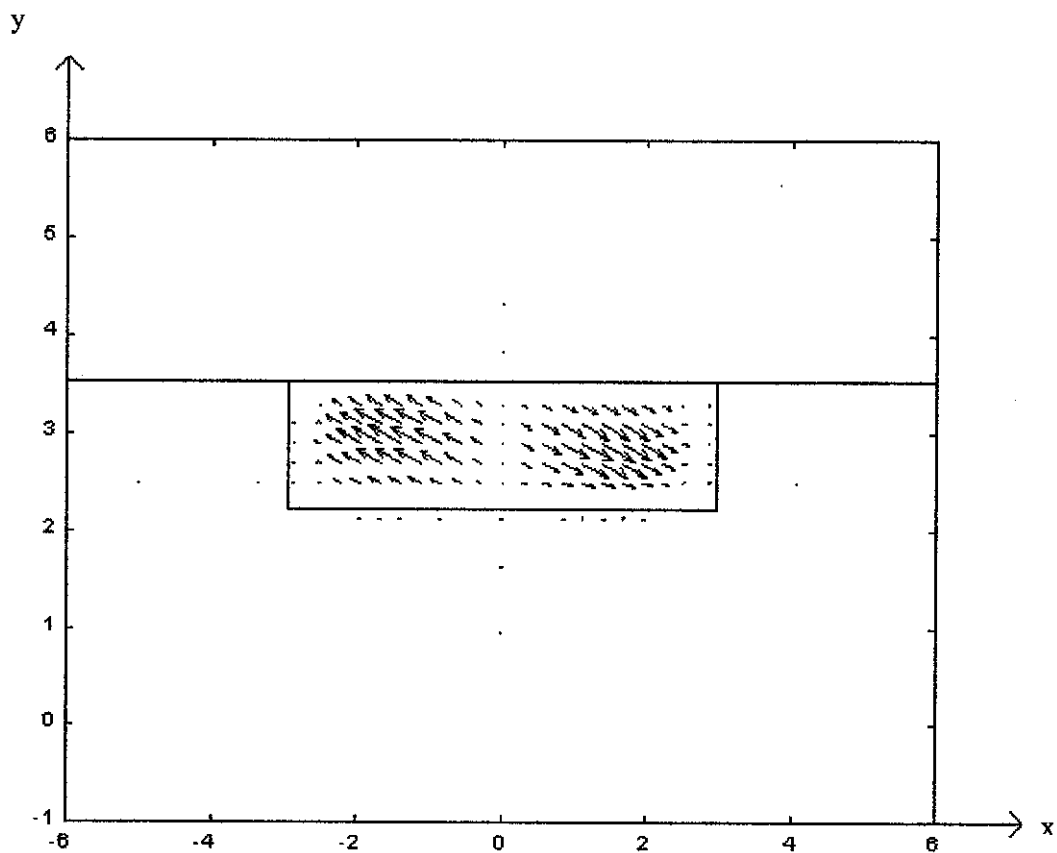


รูป 4.2 แสดงสนามแม่เหล็กในโหมด E_{11}^Y

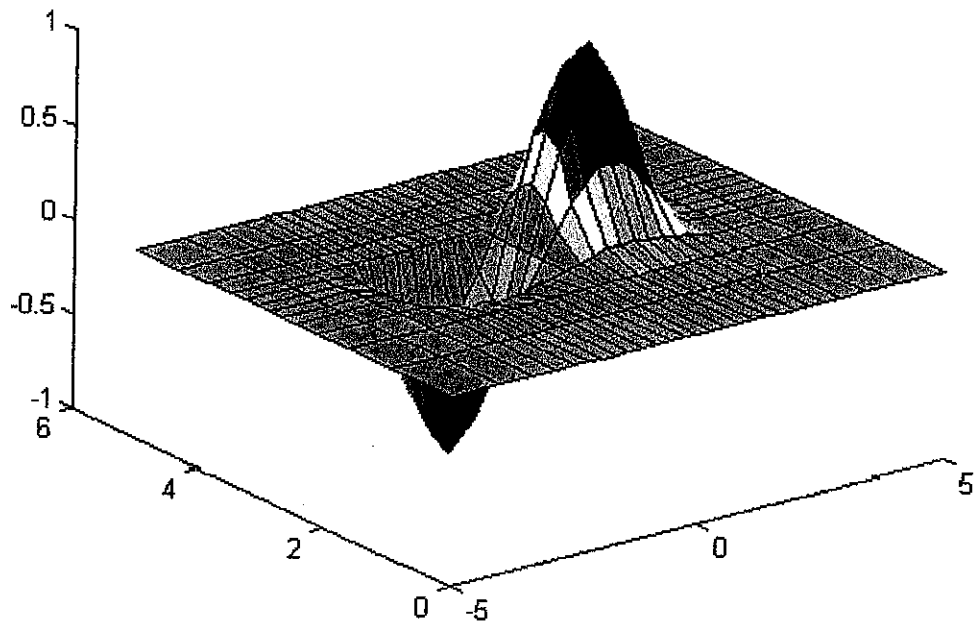


รูป 4.3 สนามแม่เหล็กการกระจายในลักษณะ 3 มิติในโหมด E_{11}^y

รูปที่ 4.4 เป็นการแสดงลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กที่พิจารณาในระนาบแกน x และ y จะเห็นได้ว่าลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กมีทิศพุ่งเข้าและพุ่งออก เนื่องจากมีการสะท้อนของคลื่นเกิดขึ้นในตัวนำ ทำให้มีความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กสูง 2 จุด เมื่อนำลักษณะโดยรวมของเส้นแรงแม่เหล็กนี้มาพลอตในลักษณะที่เป็น 3 มิติจะได้ดังรูปที่ 4.5

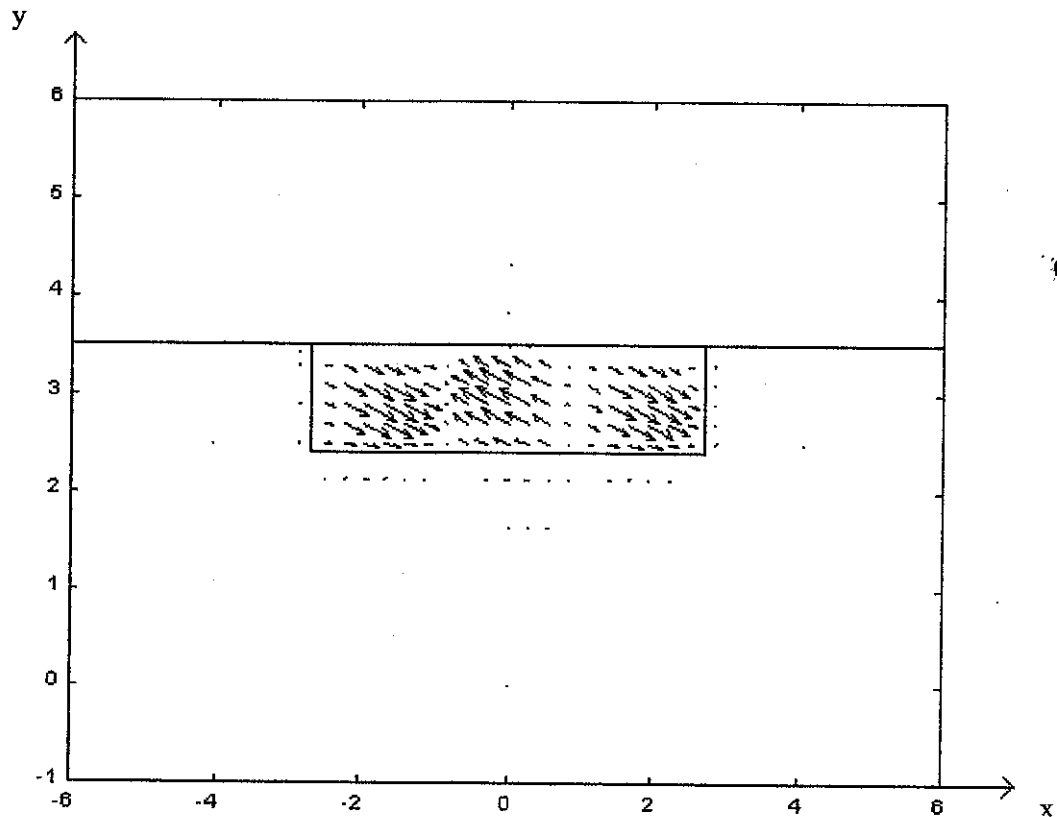


รูป 4.4 แสดงสนามแม่เหล็กในโหมด E_{21}^Y

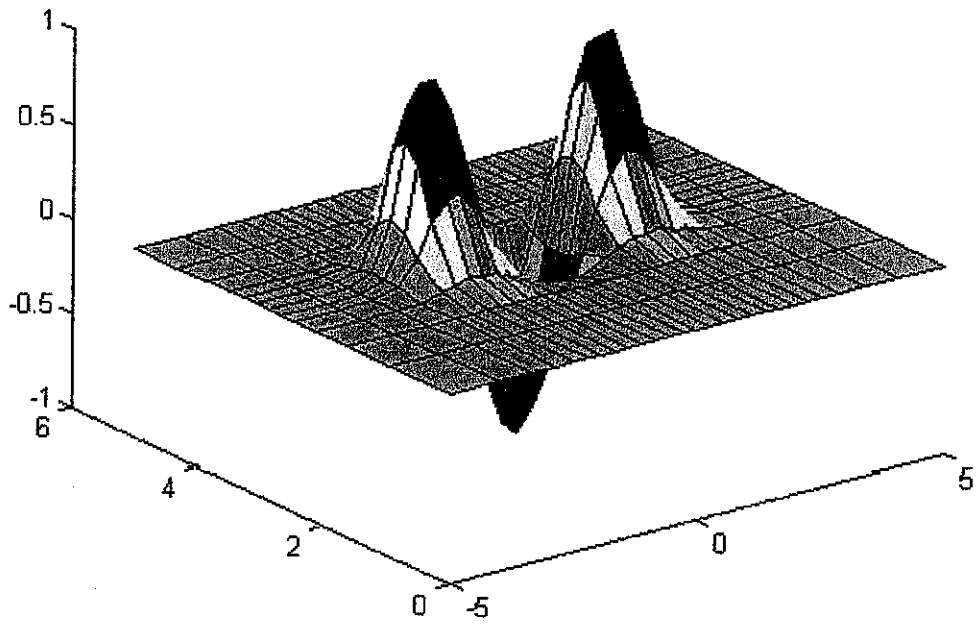


รูป 4.5 สนามแม่เหล็กการกระจายในลักษณะ 3 มิติในโหมด E_{21}^y

รูปที่ 4.6 เป็นการแสดงลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กที่พิจารณาในระนาบแกน x และ y จะเห็นได้ว่าลักษณะของเส้นแรงแม่เหล็กมีทิศพุ่งเข้าและพุ่งออก เนื่องจากมีการสะท้อนของคลื่นเกิดขึ้นในตัวนำ ทำให้มีความหนาแน่นของเส้นแรงแม่เหล็กสูง 3 จุด เมื่อนำลักษณะโดยรวมของเส้นแรงแม่เหล็กนี้มาพลอตในลักษณะที่เป็น 3 มิติจะได้ดังรูปที่ 4.7



รูป 4.6 แสดงสนามแม่เหล็กในโมด E_{31}^Y



รูป 4.7 สนามแม่เหล็กการกระจายในลักษณะ 3 มิติในโหมด E_{31}^Y