OPTIMIZATION TECHNIQUES AND DESIGN CURVES FOR PICKETT-POTTER HORNS

AMORN JIRALUCKSANAWONG

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT
OF THE REQUIREMENTS FOR
THE DEGREE OF MASTER OF SCIENCE (PHYSICS)
FACULTY OF GRADUATE STUDIES
MAHIDOL UNIVERSITY
2007

COPYRIGHT OF MAHIDOL UNIVERSITY

เทคนิคการวิเคราะห์และ Design Curves สำหรับการออกแบบ Pickett-Potter Horn
(OPIMIZATION TECHNIQUES AND DESIGN CURVES FOR PICKETT-POTTER HORNS)

อมร จิรลักษณวงศ์ 4636312 SCPY/M

วท.ม. (ฟิสิกส์)

คณะกรรมการควบคุมวิทยานิพนธ์: พิเชษฐ กิจธารา, Ph.D. (Astrophysics), สมศักดิ์ แดงติ๊บ Ph.D. (Applied Nuclear Physics), วรรณพงษ์ เตรียมโพธิ์, Ph.D. (Physics)

บทคัดย่อ

การรับสัญญาณในช่วงของความยาวคลื่นระดับมิลลิเมตร(millimetre) และซับมิลลิเมตร (submillimetre)โดยทั่วไปมักจะใช้อุปกรณ์รูปทรงกรวย (horn antenna) เป็นภาครับสัญญาณ การออกแบบอุปกรณ์รูปทรงกรวยให้มีประสิทธิภาพที่สูงนั้นจะต้องมีปัจจัยต่างๆ ดังนี้ 1) มีระดับสัญญาณรบกวน (sidelobe) ที่ต่ำ 2) มีระดับครอสโพลาไรเซชั่น (cross-polarization) ที่ต่ำ และ 3) มีช่วงความถี่ของการใช้งาน (bandwidth) ที่กว้าง อุปกรณ์รูปทรงกรวยชนิด Pickett-Potter สามารถนำมาทำการออกแบบให้ใช้งานในช่วงความถี่ระดับเทระเฮิร์ต (Terahertz)ได้เป็นอย่างดี เนื่องจากสามารถนำไปสร้างเพื่อการใช้งานจริงได้ง่ายและยังมีราคาถูก

ในงานวิจัยนี้ จะทำการประมวลผลด้วยชุดซอฟแวร์ที่พัฒนาขึ้นเอง โดยมีส่วนประกอบสำคัญอยู่ที่การคำนวณหารูปทรงที่ทำให้อุปกรณ์รับสัญญาณนี้มีประสิทธิภาพสูงที่สุด ในส่วนของการคำนวณผลของการรับสัญญาณในรูปแบบของคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้าจะใช้เทคนิคการคำนวณแบบ Modal-Matching วิเคราะห์บริเวณภายในตัวรับสัญญาณและทฤษฎีการเลี้ยวเบนผ่านช่องเปิดของเคอร์ชอฟ (Kirchhoff) วิเคราะห์บริเวณปากกระบอกของตัวรับสัญญาณ

ขั้นตอนการประมวลผลจะเริ่มต้นด้วยการใช้เทคนิคการพัฒนาประสิทธิภาพ (Optimization) แบบเจเนติกอัลกอลิทึ่ม (Genetic Algorithm) ค้นหาผลลัพธ์ที่ดีที่สุด ผลลัพธ์ที่ดีที่สุดในขั้นแรกนี้จะนำไปวิเคราะห์อย่างละเอียดต่อด้วยขบวนการแบบดาวน์ฮิลซิมเพล็ก (Downhill Simplex) ผลลัพธ์ของสัญญาณแม่เหล็กไฟฟ้าที่ได้จะมีลักษณะที่ตรงกับปัจจัยที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้น

ข้อมูลต่างๆที่ได้จากการประมวลผลจะนำมารวบรวมและเขียนเป็นกราฟ Design Curves สำหรับการออกแบบอุปกรณ์รับสัญญาณรูปทรงกรวยชนิด Pickett-Potter ในช่วงของค่าบีมวิธ (beamwidth) ตั้งแต่ 16.0 ถึง 31.5 องศา

107 หน้า

OPTIMIZATION TECHNIQUES AND DESIGN CURVES FOR PICKETT-POTTER HORNS.

AMORN JIRALUCKSANAWONG 4636312 SCPY/M

M.Sc. (PHYSICS)

THESIS ADVISORS: PICHET KITTARA, Ph.D. (ASTROPHYSICS), WANNAPONG TRIAMPO, Ph.D. (PHYSICS), SOMSAK DANGTIP, Ph.D. (APPLIED NUCLEAR PHYSICS)

ABSTRACT

Horn antennas are often employed in receivers operating in the millimetre and submillimetre regions. High performance horns exhibit efficient coupling to incoming electromagnetic radiation, low cross polarization and low sidelobe levels over a large bandwidth. The Pickett-Potter horn (PPH) has many of the desired properties, and it is easy to fabricate for use at terahertz frequencies.

In this work, a software package with optimization tools was constructed for designing horns with cylindrical symmetry. For a given horn geometry, the electromagnetic fields inside the horn were calculated using the Modal-Matching technique. The radiation patterns were calculated from the fields at the aperture using the Kirchhoff's aperture diffraction theory. The horn geometry that gave the best performance was obtained after optimizing with a combination of the Genetic Algorithm (GA) and the Downhill Simplex (DS) method. The objective function for the optimization routines included the beam circularity and the cross polarization level. The GA process was first used to locate the proximity of the global solution. The DS took the solution found by the GA as a starting point and refined the parameters to the required accuracy.

The software package was used to design PPHs for general use. Two design curves are given for PPHs with beamwidths from 16.0 to 31.5 degrees.

KEY WORDS: PICKETT-POTTER HORN / GENETIC ALGORITHM / OPTIMIZATION / DOWNHILL SIMPLEX / DESIGN CURVES / SUBMILLIMETRE / TERAHERTZ

107 PP.