บทคัดย่อ

สายอากาศเป็นส่วนสำคัญของระบบสื่อสาร มีหน้าที่แพร่กระจายกำลังงานไปในทิศทางที่ต้องการ ซึ่งสายอากาศชนิดหนึ่งที่นิยมใช้งานบนดาวเทียมในปัจจุบันคือสายอากาศตัวสะท้อนพาราโบลิก (Parabolic Reflector) เนื่องจากให้อัตราขยายค่อนข้างสูง แต่มีความกว้างลำคลื่นแคบ และโครงสร้างของสายอากาศตัวสะท้อนพาราโบลิกมีลักษณะที่เป็นผิวโค้ง จึงทำให้สูญเสียพื้นที่ไปจำนวนหนึ่งในการประกอบและติดตั้งเข้ากับดาวเทียม และจะเกิดผลกระทบต่อพลวัตของโครงสร้างโดยรวมของตัวดาวเทียมในขณะปล่อยเข้าสู่วงโคจร เพื่อลดปัญหาดังกล่าวจึงมีการออกแบบสายอากาศแถวลำดับสะท้อนแบบไมโครสตริป (Microstrip Reflectarray) ที่มีลักษณะราบเรียบ แต่สามารถให้คุณสมบัติเช่นเดียวกับตัวสะท้อนพาราโบลิก ซึ่งสายอากาศดังกล่าวมีข้อดีคือ ขนาดเล็กกะทัดรัด น้ำหนักเบา และติดตั้งง่าย และเนื่องจากดาวเทียมวงโคจรต่ำมีการเคลื่อนที่ด้วยความเร็วสูง จึงทำให้ระยะเวลาที่สถานีภาคพื้นดินติดต่อกับดาวเทียมมีน้อยมาก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงเสนอการออกแบบแผ่นสะท้อนของสายอากาศแถวลำดับสะท้อนแบบไมโครสตริปด้วยเทคนิคการจัดเฟสของสัญญาณให้เกิดคุณลักษณะเสมือนผิวโค้งของสายอากาศตัวสะท้อนพาราโบลิกที่มีการป้อนสัญญาณเข้าที่ด้านหลังตัวสะท้อนโดยใช้การควบคุมเฟสด้วยวิธีปรับขนาดแผ่นสะท้อน เพื่อทำให้เกิดความกว้างลำคลื่นขนาดใหญ่ ซึ่งจะสามารถควบคุมให้ลำคลื่นแมตช์กับพื้นโลก (Earth Matched Beam) ได้ และสามารถเพิ่มระยะเวลาที่สถานีภาคพื้นดินติดต่อกับดาวเทียมด้วย นอกจากนั้นสายอากาศดังกล่าวจะให้คุณสมบัติที่เหมาะสมสำหรับใช้งานกับสถานีฐานของเทคโนโลยีเครือข่ายท้องถิ่นแบบไร้สายภายในห้องขนาดใหญ่ด้วย โดยให้ลำคลื่นครอบคลุมเฉพาะพื้นที่ที่ต้องการ มีอัตราขยายสูง วิธีการที่ใช้ในการวิเคราะห์คำนวณจะใช้การจำลองปัญหาสายอากาศด้วยระเบียบวิธีโมเมนต์ (Method of Moments หรือ MoM) แล้วนำมาสร้างสายอากาศต้นแบบที่ความถี่ 10 GHz เพื่อนำไปวัดทดสอบคุณสมบัติเปรียบเทียบความแม่นยำกับผลจากการจำลองปัญหาด้วยระเบียบวิธีโมเมนต์ต่อไป

Abstract

An antenna is an important component to radiate signal energy in a desired direction for communication system. It is well known that a parabolic reflector antenna has been widely used in radar and satellite communication systems for their earth station antennas. However a large reflector is required for high gain and low side lobe antenna. Because of its extremely large size and curvature, it is generally difficult to implement the desired reflector shape. A novel type of antenna that combines the technologies of reflector and array, namely the microstrip reflectarray, has essentially no limitation in its dimensions and has much less distortion in its planar shape. This operation is similar in concept to a parabolic reflector that naturally forms a planar phase front when a feed is placed at its focus. Reflectarray fulfills the need for low cost, low profile, light weight, and easy installation. Since a Low-Earth Orbit (LEO) satellite moves in very high speed, using a high-gain antenna whose main-beam coverages only a small area does encounter the satellite link establishment. To overcome these limitations, this research proposes a high-gain broad-beam microstrip reflectarray antenna using backscattering technique. To achieve broad-beamwidth and hence earth-matched beam antenna, phase of each array element in the reflectarray antenna is specific designed to emulate the curvature of the parabolic reflector by using a hybrid method. Moreover, this approach is fruitful for high-gain antenna application, especially for Wireless Local Area Network (WLAN) large-scale indoor base station. For analysis and design, a full-wave Method of Moments (MoM) is utilized in this research. To validate the proposed concept, an X-band microstrip reflectarray antenna was designed based on the developed MoM analysis tool. The antenna was realized and experimented to validate the technique and the developing analysis tool.