วิสุวัฒนี กมลศิลป์ : การออกแบบอภิวัสดุสองความถี่โดยใช้โครงสร้างเยรูซาเลมร่วมกับอินเตอร์ดิจิทัลสำหรับระบบแอลทีอีและเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย (THE DESIGN OF DUAL-BAND METAMATERIAL BASED ON JERUSALEM STRUCTURE WITH INTERDIGITAL TECHNIQUE FOR LTE AND WLAN SYSTEMS) อาจารย์ที่ปรึกษา : รองศาสตราจารย์ ดร.ปิยาภรณ์ มีสวัสดิ์, 133 หน้า.

ปัจจุบันเทคโนโลยีการสื่อสารไร้สายในระบบแอลทีอี (long term evolution : LTE) และระบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย (wireless local area network : WLAN) ในชีวิตประจำวัน มีความต้องการสูงขึ้นอย่างรวดเร็วตามจำนวนผู้ใช้ที่เพิ่มขึ้นในทุกพื้นที่ ทำให้เกิดการหานวัตกรรมเพื่อนำมาพัฒนาการรับส่งข้อมูล และรองรับการทำงานหลายความถี่ในระบบดังกล่าวอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้อภิวัสดุก็เป็นนวัตกรรมที่นักวิจัยให้ความสนใจและนิยมนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างหลากหลาย ในหลายงานวิจัยได้มีการนำอภิวัสดุมาปรับเปลี่ยนคุณสมบัติทางแม่เหล็กไฟฟ้าโดยการปรับโครงสร้างเรโซเนเตอร์แปลกออกไปจากโครงสร้างแบบเส้นลวดนำ (wire) และวงแหวน (ring) อย่างไรก็ตามโครงสร้างของอภิวัสดุดังกล่าวมักมีความซับซ้อนในการออกแบบ การปรับเปลี่ยนคุณสมบัติของวัสดุได้ยาก และข้อจำกัดในการนำไปใช้ร่วมกับสายอากาศรวมทั้งขนาดและการติดตั้ง วิทยานิพนธ์นี้จึงได้ออกแบบอภิวัสดุโดยใช้โครงสร้างเยรูซาเลมที่สามารถทำงานได้สองความถี่ร่วมกับเทคนิคอินเตอร์ดิจิตอลเพื่อใช้งานที่ย่านความถี่ 1.8 และ 5.5 GHz สำหรับโครงสร้างที่ออกแบบจะทำให้ค่าสภาพยอมทางไฟฟ้าของอภิวัสดุมีค่าเป็นลบ (negative permittivity: ENG) นอกจากนี้โครงสร้างที่มีรูปร่างสมมาตร (symmetry) นี้ทำให้สามารถนำอภิวัสดุไปใช้แบบสองโพลาไรซ์ (dual-polarization) โดยอภิวัสดุจะถูกออกแบบจากโครงสร้างเซลล์หนึ่งหน่วย (unit cell) และจำลองแบบด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป CST Microwave studio เพื่อศึกษาการตอบสนองทางความถี่ที่ใช้งาน ในส่วนการวัดทดสอบจะสร้างอภิวัสดุร่วมกับสายอากาศต้นแบบ และแสดงผลการวัดค่า S_{11} แบบรูปการแผ่พลังงาน (radiation pattern) และอัตราขยาย (gain) ซึ่งอภิวัสดุที่นำเสนอจะถูกลดขนาดเซลล์หนึ่งหน่วยจาก $\lambda/2$ เป็น $\lambda/4$ ที่มีขนาดเล็กกว่าโครงสร้างพื้นฐานเยรูซาเลมแบบทั่วไป โดยจะมีความกว้างแถบความถี่ครอบคลุมตั้งแต่ 1.70 GHz ถึง 1.95 GHz และตั้งแต่ 5.06 GHz ถึง 6.04 GHz สำหรับอภิวัสดุแถวลำดับ 5×5 ที่ออกแบบเมื่อนำมาใช้งานร่วมกับสายอากาศไดโพลจะมีคุณสมบัติเป็นตัวสะท้อนที่ทำให้อัตราการขยายของสายอากาศสูงขึ้นจากเดิมถึง 4 เท่า สำหรับผลการออกแบบอภิวัสดุสามารถยืนยันได้ด้วยผลวัดสายอากาศไดโพลต้นแบบพบว่ามีความสอดคล้องกับผลการจำลองแบบ โดยสายอากาศไดโพลจะมีอัตราขยายสูงขึ้นเป็น 8.23

และ 8.30 dBi ที่ความถี่ 1.8 GHz ในระบบแอลทีอี และความถี่ 5.5 GHz ในระบบเครือข่ายท้องถิ่นไร้สาย ตามลำดับ

สาขาวิชาวิศวกรรมโทรคมนาคม ลายมือชื่อนักศึกษา_____

ปีการศึกษา 2562 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา_____

WISUWATTANEE KAMONSIN: THE DESIGN OF DUAL-BAND METAMATERIAL BASED ON JERUSALEM STRUCTURE WITH INTERDIGITAL TECHNIQUE FOR LTE AND WLAN SYSTEMS: ASSOC. PROF. PIYAPORN MESAWAD, Ph.D., 133 PP.

DUAL-BAND, METAMATERIAL, JERUSALEM STRUCTURE, INTERDIGITAL.

Nowadays, the demand for wireless communication technology in LTE and WLAN systems is soaring, according to the number of users were increased everywhere conducive to continuous improvement in data transmission and support multi-frequency. Metmaterial has been popularly used in a variety of applications. Many research studies have applied metamaterial to modify the electromagnetic properties by leading to some unusual features such as wires and ring resonator. However, the structure of the metamaterial mentioned above, it is difficult to design, modify properties of materials and restrictions on the use of antennas including size and placement. Threrfore, this thesis presents dual-band metamaterial based on Jerusalem structure with Interdigital technique for LTE and WLAN systems. The proposed structure can operate resonant frequencies at 1.8 and 5.5 GHz bands. Additionally, the metamaterial permittivity at both resonant frequencies are Negative (ENG). The metamaterial can be designed with the sub-wavelength (unit cell) and analyzed by using a computer simulation technology (CST). The shape of structure is symmetric that get metamaterials to lead to dual polarization. The proposed metamaterial unit cell was designed to achieve the simulated dual-band operation with bandwidths of 1.70~1.95 GHz and 5.06~6.04 GHz. The unit cell size is reduced from $\lambda/2$ to $\lambda/4$ which is much smaller than the conventional structure. For applied with dipole antennas, the 5×5 unit cells of

implemented as a reflector. The gain of antennas had about 4 times increase in its pevious gain. The designed technique was confirmed by measurement results from our dipole antenna prototypes corresponding to simulation results. The dipole antennas with the proposed metamaterial reflector has measured gains up to 8.23 dBi at 1.8 GHz (LTE) and 8.30 dBi at 5.5 GHz (WLAN).

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี

School of Telecommunication Engineering Student's Signature _____

Academic Year 2019 Advisor's Signature _____