تصميم أسطح إنتقائية الترددات في مباني خاصة لحجب إشارات الهاتف الجوال في نطاقٍ ترددي مزدوج للـGSM

يوسف عبدالله سالم منّاع
تحت إشراف: أ. د. رباح واصل الظاهري

المستخلص

هذه الرسالة دراسة نظرية و عملية (مختبرية بالمعمل وقياسات ميدانية) لنوع جديد من الأسطح انتقائية الترددات (FSS) ذوات النطاق الترددي المزدوج لتطبيقات الحجب للإشارات الكهرومغناطيسية. هدف الدراسه هو تقييم وتسليط الضوء على اهمية تطبيق حلول ابداعية صديقة للبيئة للحجب الانتقائي لترددات ال GSM في المباني الحديثة مثل المساجد والمستشفيات والمنشئات العسكرية، دون أن يؤثر ذلك على أنظمة الإتصال الأخرى. ولتحقيق ذلك، تم تصميم وتحليل أنواع جديده وغير تقليدية من هذه الأسطح ذوات النطاق الترددي المزدوج. تم استخدام برنامج HFSS لبناء النماذج والمحاكاة لتصاميم الـFSS. كذلك تم تصنيع نماذج من التصاميم بكلية الهندسة باستخدام تقنية الحفر. ومن ثمّ تم اجراء نوعين من القياسات والاختبارات، الأولى في المختبر، والثانية تمت ببيئة مشابهة تماماً للواقع من خلال نموذج لمبنى، والاختبار تم مرّة بدون حجب أي من الإشارات ومرّة بحجب انتقائي باستخدام مرشح الاسطح انتقائية الترددات (FSS). تم اختبار استقبال هاتف جوال ذكي لإشارات الـ GSM داخل نموذج المبنى. أظهرت الاختبارات، تطابق ممتاز بين نتائج الاختبارات العملية ونتائج المحاكاة. كل نموذج مقترح من الـ FSS اظهر تدريع باكثر من -٢٠ dB تغطي كامل الطيف الترددي لكلا نطاقي ال GSM (GSM900 MHz و GSM1800 MHz) ، وكذلك النطاق الترددي UMTS 2100MHz. وبالمقارنة مع التقنيات الأخرى القائمة على حلقة مربعة مزدوجة، فإن التصاميم الجديدة المقترحة قللت أبعاد خلية الـFSS الواحدة لأكثر من ٣٤% مع الحفاظ على استقرار جيد للأداء عند زوايا سقوط مختلفة تصل الى ٦٠° لكلا حالتي الاستقطاب الكهرومغناطيسي للموجه (TEوTM). كل سطح FSS تم تصميمه على طبقة مفردة كركائز مختلفة (الزجاج والFR4) ممايسهل عملية التصنيع ويقلل تكلفتها اذا ما قورن بالاسطح متعددة الطبقات. هذا البحث يثبت بوضوح أن اسطح الFSS المقترحة تحجب استقبال ترددات الاشارات المختاره. لذا، فإنها مرشح محتمل ومستقبلي لحجب اختياري لاشارات الـGSM في بعض المباني. وعلاوة على ذلك، فإن حل التدريع المقترح هو Passive اي لايحتاج الى طاقه لكي يعمل، فهو غير مستهلك للطاقه. ميزة اخرى لهذه التقنية انها سهلة التطبيق ولاتحتاج الى الصيانة، ولاتتطلب تكوين شبكة بنيوية اضافية. كما انها ايضاً لاتعتمد على نوع الشركة المزودة لخدمة الاتصالات. والأهم انها تقنية مناسبة لبعض انواع المباني مثل المساجد. حل التدريع المقترح من الممكن تطبيقه مستقبلا على المنشئات الحديثة الجديدة أو حتى ادخاله كإعادة ترميم للمباني القائمة.

Design of Frequency Selective Surfaces in Designated Buildings to Block the Dual GSM Bands Signals

Yousef Abdullah Salem Mannaa
Supervised By
Prof. Dr. Rabah W. Aldhaheri

ABSTRACT

This is a study of theoretical and practical dimensions (laboratory and field measurements) of a new dual band-stop Frequency Selective Surface (FSS) geometries for shielding application. The objective of this research is to assess and highlight the importance of applying innovative and environment friendly solutions to selectively attenuate the 900/1800 MHz GSM propagation through modern buildings such as mosques, hospitals, and military installations without disturbing other type of communication systems. Novel non-conventional dual-band FSSs are designed and analyzed. Prototypes of the proposed FSS model are fabricated according to the modeled designs. I carried out two different measurements, the first laboratory measurements and the second measurements were carried out in more practical environment by creating a dummy room, and the test was conducted without shielding any RF signal and with selectively shielding using FSS filter solution. Measurement results satisfied the theoretical results. Each proposed FSS offered more than -20 dB shielding covering both GSM bands (GSM900 GSM1800), it was also extended to cover the UMTS 2100MHz band. As compared to other techniques based on double square loop, the proposed structures reduce the FSS unit cell dimensions by more than 34% while maintaining a good stability at various incident angles, up to 60°, for both TE and TM polarizations. Each FSS structure is designed on a single layer of different material (FR4 and clear glass) which provides the ease of manufacturing with reduced cost if compared to the multilayer configurations. This research clearly shows that FSS attenuates reception of the selected band signals. Hence, it is a potential candidate for blocking GSM, UMTS, and other mobile phone standards or generations. Furthermore, FSS shielding solution is passive, where it does not need power to function. Another merit of this technique is that it is easy to install, maintenance free, and it does not require additional network configuration. It is also operator independent and suitable for some type of buildings such as mosques. This shielding solution can be implemented either in new installations or as retrofitting of the existing buildings.