

Novel Frequency-Selective Surface Absorber based on Laser-Induced Graphene

Sergio Ortiz-Ruiz⁽¹⁾, Salvador Moreno-Rodríguez⁽²⁾, Mario Pérez-Escribano^{(2),(3)}, Ángel Palomares-Caballero⁽⁴⁾,
Francisco Pasadas⁽¹⁾, Juan F Valenzuela-Valdés⁽²⁾, F.G. Ruiz⁽¹⁾ and Carlos Molero⁽²⁾

¹ Pervasive Electronics Advanced Research Laboratory, Departamento de Electrónica y Tecnología de Computadores, Universidad de Granada, 18071 Granada, España.

² Department of Signal Theory, Telematics and Communications, Centro de Investigación Tecnologías de Informática y Comunicaciones (CITIC-UGR), Universidad de Granada, 18071 Granada, España.

³ Telecommunication Research Institute (TELMA), Universidad de Málaga, E.T.S. Ingeniería de Telecomunicación, 29010 Málaga, España.

⁴ Institut d'Électronique et des Technologies du numéRique (IETR), National Institute of Applied Sciences (INSA) Rennes, UMR CNRS 6164, Rennes, 35708, France

RESUMEN

Este trabajo propone una técnica para el diseño de absorbedores de microondas y ondas milimétricas mediante la combinación de superficies selectivas en frecuencia (FSSs) y grafeno inducido por láser (LIG). En primera instancia se plantea la fabricación de superficies LIG con propiedades resistivas sobre películas de poliimida (PI), irradiando la superficie con un láser galvanométrico pulsado (longitud de onda de 532 nm). Las propiedades de estas superficies son el principal elemento constitutivo de los diseños planteados en la investigación. Las FSSs planteadas son concebidas para ser reflectantes incluyendo un metal en la parte trasera y una fina superficie resistiva de LIG en la parte superior, siguiendo la teoría de ‘Salisbury screen’. Durante el trabajo, dos alternativas y sus circuitos equivalentes de diseño son analizadas. La simulación electromagnética se realiza haciendo uso del software CST® Studio Suite y los modelos circuitales mediante el software Advanced Design System (ADS®). Los diseños se restringen a un solo período de la geometría de la estructura (celda unitaria) mediante la aplicación de condiciones de contorno periódicas usando límites de Floquet. La primera estructura diseñada actúa como discriminador de frecuencias través de sus propiedades reflectantes. Esta FSS implementa bandas de paso y bandas de absorción para las ondas electromagnéticas incidentes, funcionando como un filtro EM a las frecuencias de diseño y permitiendo ajustar los picos de absorción en función de la resistencia superficial del LIG, del patrón resistivo o del sustrato planteado. La segunda estructura planteada, se basa en una arquitectura FSS absorbente (FSSA) de banda ancha compuesta por pistas metálicas más parches de LIG dispuestos en una configuración de matriz plana formada por celdas idénticas y periódicamente distribuidas. Esta estructura tiene un comportamiento absorbente de banda ancha en el rango 15-45GHz. La FSS contempla una simetría diagonal que permite una descomposición limpia del campo incidente en las direcciones diagonales cuando una onda plana normalmente orientada incide sobre la estructura. El circuito equivalente que modela la celda unidad es planteado, donde cada material involucrado queda definido por una sección de línea de transmisión, así como los parches resistivos y los parches metálicos representados mediante una red de elementos concentrados en paralelo. En resumen, dos estructuras FSS son planteadas, actuando como filtro frecuencial la primera de ellas y como absorbente de banda ancha la segunda. Con respecto a los resultados obtenidos, los modelos circuitales planteados modelan de manera concordante la estructura simulada y los resultados experimentales muestran una correlación aceptable con los resultados predichos por el modelo, con pequeñas desviaciones, especialmente a frecuencias más altas. La ventaja de usar de circuitos equivalentes minimiza considerablemente los tiempos de diseño y simulación. Ambos diseños planteados han sido fabricados y medidos, lo que convierte a la técnica propuesta en una buena candidata para el diseño de absorbedores monocapa implementables en dispositivos de microondas y ondas milimétricas.

AGRADECIMIENTOS: Este trabajo ha sido financiado por los proyectos TED2021-129938B-I00, financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR, y PID2020-112545RB-C54, PDC2022-133900-I00 y PDC2023-145862-I00, financiadas por MCIN/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR. Asimismo, forma parte de la beca IJC2020-043599-I financiada por MICIU/AEI/10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU/PRTR, parte del Programa Margarita Salas, de la Unión Europea NextGenerationEU y Ministerio de Universidades (Gobierno de España), y parte del Contrato SAD 22006912 (SuMeRIO) de la Región de Bretaña. Por último, está apoyada por el proyecto de I+D+i A-ING-253-UGR23 AMBITIONS cofinanciado por la Consejería de Universidad, Investigación e Innovación y la UE en el marco del FEDER de Andalucía 2021-2027.