

DISEÑO COMPUTACIONAL DE META-DISPOSITIVOS PARA MANIPULAR EL FLUJO DE CALOR CONSIDERANDO EFECTOS TRANSITORIOS Y PROPIEDADES TERMO-DEPENDIENTES

COMPUTATIONAL DESIGN OF METADEVICES FOR HEAT FLUX MANIPULATION CONSIDERING TRANSIENT EFFECTS AND TEMPERATURE DEPENDENT PROPERTIES

Juan C. Álvarez Hostos^{a,b}, Víctor D. Fachinotti^b y Ignacio Peralta^{a,c}

^a*Centro de Investigación de Métodos Computacionales (CIMEC), Universidad Nacional del Litoral (UNL)/Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Predio CCT-CONICET Santa Fe, Argentina*

^b*Department de Metalurgia Química, Universidad Central de Venezuela, Caracas, Venezuela*

^c*Laboratorio de Flujiometría (FLOW), Facultad Regional Santa Fe (FRSF), Universidad Tecnológica Nacional (UTN), Lavalse 610, 3000, Santa Fe, Argentina*

Palabras clave: Metamateriales, Optimización Topológica, SIMP, Análisis Transitorio, termo-dependencia.

Resumen. En este trabajo se presenta un nuevo método para el diseño de meta-dispositivos térmicos para manipular el flujo de calor en régimen transitorio, considerando además propiedades físicas y de transporte termo-dependientes. El mismo consiste en resolver un problema de optimización no lineal a gran escala cuya función objetivo a ser minimizada es el error en cumplir una tarea de manipulación transitoria del flujo de calor. El desempeño del dispositivo ha sido evaluado utilizando el método de elementos finitos (MEF), y el material en cada elemento es seleccionado de un par predefinido de materiales candidatos. Tal problema de optimización es abordado utilizando el método de materiales simples isótropos con penalización (SIMP), donde la fracción de cada material se define como una función continua. Los materiales candidatos son isótropos, pero el dispositivo térmico así diseñado se comporta como un metamaterial, permitiendo la manipulación del flujo de calor en la forma deseada durante todo el régimen transitorio.

Keywords: Topology Optimization, SIMP, Transient Analysis, Temperature Dependence.

Abstract. The present work introduces a novel methodology for the design of thermal metadivices to manipulate the heat flux in transient regime, also considering temperature dependent physical and transport properties. It consists of solving a large scale nonlinear optimization problem whose objective function to be minimized is the error in the accomplishment of a transient heat flux manipulation task. The device performance has been assessed by using the finite element method (FEM), and the material at each element is selected from a predefined pair of candidate materials. Such an optimization problem is addressed by using the simple isotropic materials with penalization (SIMP) method, where each material fraction is defined as a continuous function. The candidate materials are isotropic, but the so-designed thermal device behaves as a metamaterial, allowing the heat flux manipulation in the desired form during the entire transient regime.