

# CANCELACIÓN DE ECOS EN UNA CÁMARA APANTALLADA UTILIZANDO ALGORITMOS GENÉTICOS: SU APLICACIÓN A MEDIDAS DE COMPATIBILIDAD ELECTROMAGNÉTICA

J.R. Pérez, J. Basterrechea  
Dpto. Ing. Comunicaciones. ETSIT. Univ. Cantabria  
Avda. de Los Castros s/n. 39005 Santander  
E-mail: jperez@dicom.unican.es

## Abstract

A method for echo cancelling in screened rooms is presented in this work. The method obtains a model in terms of a cloud of electric and magnetic dipoles for the DUT using measured field data and a genetic algorithm based optimization process to obtain the different dipole parameters. From this cloud of dipoles, field levels under standard measurement conditions can be estimated.

## Introducción

Los algoritmos genéticos (GA), aún siendo una técnica de reciente utilización, están demostrando ser una herramienta de suma utilidad en la resolución de problemas complejos de electromagnetismo como el diseño y optimización de antenas de hilo, microstrip, agrupaciones, de filtros, etc [1]. En general, los GA se erigen en métodos de optimización de funciones, especialmente indicados para ser aplicados sobre espacios de soluciones que tienen discontinuidades, con parámetros limitados a un rango de valores, y/o un gran número de dimensiones con un potencial elevado de aparición de máximos ó mínimos locales.

A diferencia de las técnicas convencionales de optimización local, donde la maximización ó minimización de la función matemática que define el problema bajo estudio puede llevar a una solución errónea -un máximo ó mínimo local-, los GA son técnicas de optimización global, que basados en la evolución de los individuos de una población, y mediante la aplicación de sus operadores característicos -selección, cruce y mutación-, alcanzan soluciones óptimas [1]. Para tales propósitos, se codifican cada uno de los parámetros que intervienen en la optimización con un cierto alfabeto (valores reales ó codificación binaria), dando lugar, individualmente, a un *gen*, y en conjunto, a un  *cromosoma*. Un conjunto de  *cromosomas* define la población, que es sometida, mediante los operadores del algoritmo a una evolución generacional, que cesa cuando se alcanza la solución deseada, ó en su defecto, si tras un cierto número de generaciones no hay diversidad genética en la población que pudiera asegurar una convergencia futura hacia el máximo ó mínimo de interés. Para cifrar la bondad de cada individuo se utiliza una función de *fitness* a maximizar ó minimizar; siendo ésta la única relación matemática entre el GA y el problema físico bajo análisis.

El objetivo planteado consiste en desarrollar un método que permita mediante la toma de muestras de campo en condiciones no estandar obtener un modelo basado en dipolos elementales del equipo bajo prueba (EBP) para su posterior transformación mediante software a una situación que emule las condiciones de medida en el interior de una cámara CEM. Para reducir el nivel de ruido ambiente, las medidas se efectuaran en el interior de un recinto apantallado de bajo coste por lo que, para la correcta determinación de los parámetros del modelo, es preciso incorporar las imágenes de los dipolos a la hora de efectuar la optimización mediante el GA. Una vez obtenido el modelo del EBP, se puede emular la situación de medida en cámara mediante simuladores de cámaras anecóicas [2]. El conjunto podría utilizarse como sistema de medida de precertificación una vez determinado su nivel de correlación con las medidas estándar.

El programa de optimización desarrollado toma como base el GA descrito en [3], sobre el cual se han practicado modificaciones en los operadores de cruce y mutación para adaptarlo a la aplicación en curso. Como función de ajuste para cada individuo, se utiliza la propuesta en la ecuación (2), que pesa en el intervalo [0-1] y para cada punto del espacio (1), el error cuadrático asociado, componente a componente, a la desviación de la magnitud del campo eléctrico ideal ó medido respecto al obtenido en cada iteración con el GA.

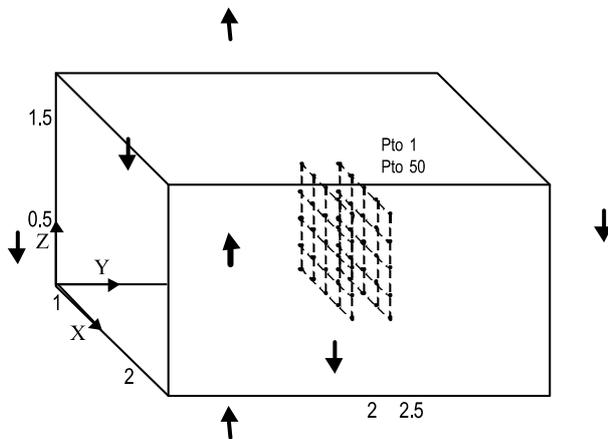
$$e_i = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \sum_{j=1}^3 \left| \frac{|E_j^{ID}| - |E_j^{GA}|}{|E_j^{ID}|} \right|^2 \quad (1)$$

$$fitness_i = \frac{1}{1 + \sqrt{e_i}} \quad (2)$$

## Resultados

Son muchas las pruebas que se han efectuado relacionadas con el ajuste mediante conjuntos de dipolos de la magnitud del campo eléctrico calculado en el espacio libre en una retícula de puntos con diversas configuraciones procediendo a optimizar todos los parámetros de cada dipolo (vector de posición, orientación, tipo de dipolo - eléctrico ó magnético- y momento dipolar). Es decir, conocida la magnitud del campo eléctrico en una nube de puntos, se dotó al GA de la capacidad de encontrar la configuración de dipolos que mejor ajusta dicho conjunto de medidas ó valores teóricos. Los resultados obtenidos han sido ciertamente esperanzadores.

Sin embargo, con la intención de mostrar la idea subyacente, se muestra un ejemplo sencillo en el que se aplica el método a la caracterización de las emisiones de un DUT mediante un único dipolo eléctrico, situado en  $(r_x, r_y, r_z)=(1.5m, 1.5m, 1m)$ , tal y como se muestra en la Figura 1. El GA recibe como entrada la magnitud del campo teórico ideal calculado sobre el mallado de 50 puntos propuesto, y el GA optimiza el momento dipolar  $IxI$  a aplicar al dipolo para alcanzar los niveles de campo propuestos en cada punto de la retícula. Se muestran en la figura 1, la disposición empleada y las imágenes incluidas en el proceso de optimización.



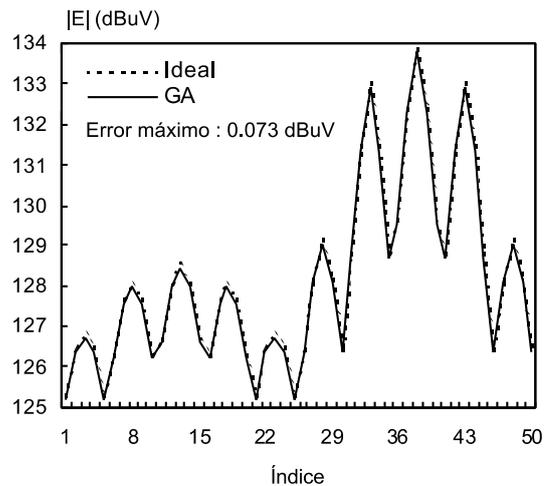
**Figura 1.** Configuración analizada sobre una cámara apantallada con dimensiones 4 x 3 x 2 metros.

Se utiliza un alfabeto binario para representar la amplitud y fase del momento dipolar, con una longitud de 22 bits. Como parámetros del propio GA se utilizan: *tournament* como estrategia de selección, una probabilidad de cruce de 0.7, y una probabilidad de mutación de 0.05. El tamaño de la población es de 110 individuos ó cromosomas y el proceso se repite durante 1000 generaciones. En la Tabla 1 se compara la configuración de partida con los resultados obtenidos con el GA y en la

Figura 2 se muestra una comparativa de la magnitud del campo obtenida en cada punto del mallado para los valores ideal y optimizado del momento dipolar expuestos en la Tabla 1.

$IxI$		
	Amplitud (A*m)	Fase (°)
Original	0.03	0.0
GA	0.02975	283

**Tabla 1.** Valores del momento dipolar. Configuración de partida vs. resultado del GA.



**Figura 2.** Comparativa de la magnitud del campo eléctrico recibido en cada punto del mallado propuesto.

## Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el proyecto FEDER/ CICYT (1FD97-0594-C02-02): "Evaluación numérica de los campos en cámaras de medida CEM y desarrollo de un método de cancelación de ecos".

## Referencias

- [1] "Electromagnetic Optimization by Genetic Algorithms", Y. Rahmat-Samii, E. Michielssen, Ed. John Wiley & Sons, Inc, 1999.
- [2] C.M. Vielva, "Desarrollo de un método para el cálculo del campo en recintos apantallados con absorbentes a baja frecuencia. Aplicación a cámaras de medida CEM", TFC, Ingeniería de Telecomunicación, Universidad de Cantabria, Marzo 2000.
- [3] D.L. Carroll, "A Fortran Genetic Algorithm Driver": <http://www.staff.uiuc.edu/~carroll/ga.html>.