

SEGMENTACION Y FORMULACION DE REALIMENTACION EN EL  
ANALISIS DE LA DIFRACCION DE OBJETOS GRANDES

J. C. Cruellas, M. Ferrando.

E.T.S.E.T. Barcelona, c. Jordi Girona Salgado, sn. Barcelona 8080.

ABSTRACT

In this work, the application of the feedback formulation to study several objects that have been attached to form a bigger scatterer, is presented. With this technique, a large obstacle can be segmented in several ones and the scattered field can be computed as the result of the multiple interactions among these parts. The results obtained for large scatterers are shown.

1. INTRODUCCION

La formulación de realimentación descrita en [1], permite resolver cómodamente el problema de la difracción múltiple.

Este método, que modela mediante grafos las interacciones múltiples entre los obstáculos y desarrollos modales para expresar los campos electromagnéticos, es correcto mientras se respeten las regiones de validez de los mencionados desarrollos, lo que implica que las mínimas circunferencias ficticias que circunscriben a los objetos no intersecten entre sí. Un caso que claramente rompe con esta condición es el de dos cuerpos unidos para formar uno mayor, como el mostrado en la figura 1.

En esta comunicación se muestra cómo la formulación de realimentación, introduciendo determinadas modificaciones en los cálculos, permite el tratamiento de situaciones en las que esta condición no se cumple. De esta forma, puede estudiarse la difracción de un obstáculo a partir del estudio aislado de sus partes y de las interacciones que se producen cuando éstas se unen.

2. TEORIA

Aplicando superposición, el método divide el problema en varios. En cada uno de ellos se supone incidencia solo sobre una de las partes. En cada subproblema se modelan las interacciones entre éstas mediante grafos. Una vez hecho esto, se calculan los factores que afectan a las ramas de los grafos, que no son otras que las llamadas matrices de caracterización de cada una de las partes aisladas y las matrices de transformación de campos. Finalmente, se resuelve cada grafo y se aplica superposición.

3. MODELADO POR GRAFOS

Cuando una de las partes se ilumina con una onda incidente, causa un campo difractado. Este, a su vez se convierte en un campo incidente sobre la otra. Esta iluminación originará un nuevo campo difractado que volverá a incidir sobre la parte original, cerrándose un ciclo de interacciones.

En la figura 2 se muestran los grafos que las modelan. En cada grafo se considera incidencia solo sobre una de las partes.

Los factores de ponderación de los grafos son matriciales. Las matrices D y DEH son las matrices de caracterización de cada parte aislada. Las TR son las que transforman campos incidentes sobre una parte en campos incidentes sobre la otra debido a la difracción de la primera.

#### 4. CARACTERIZACION

Utilizando técnicas de análisis convencionales pueden generarse las matrices de caracterización, calculando el campo difractado cuando se iluminan con modos cilíndricos.

Las matrices D contienen en sus columnas los coeficientes de las ondas cilíndricas emergentes en función de los cuales puede expresarse el campo difractado fuera de la mínima circunferencia que lo inscriba.

Las matrices DEH contienen en sus columnas los valores del campo difractado sobre los contornos de las partes cuando se los ilumina con el correspondiente modo cilíndrico.

Con estas dos matrices puede calcularse el campo difractado por cada parte aislada del objeto final.

#### 5. MATRICES DE TRANSFORMACION

Cada modo incidente sobre una parte del cuerpo causa un campo difractado sobre su contorno (columna de DEH correspondiente) que puede expresarse como una suma de modos emergentes (columna de D). Este campo incide sobre la otra parte y puede expresarse como una suma de ondas cilíndricas incidentes, cuyos coeficientes formarán una columna de la matriz de transformación TR.

Para conocerlos, se calcula el campo  $E_{21}^i(\rho, \phi)$  difractado por O1 sobre el contorno de O2, y que para éste es un nuevo campo incidente. Una vez hecho esto, los coeficientes buscados serán aquellos que hagan que se cumpla la siguiente igualdad:

$$\sum_{p=-N/2}^{N/2} t_p^{12} J_p(k\rho_2) e^{j p \phi_2} = E_{21}^i(\rho, \phi) \quad (2)$$

Para calcularlos se acude a una técnica de método de momentos que permite generar el sistema de ecuaciones siguientes:

$$\begin{bmatrix} \langle J_{-N/2}(k\rho_2) e^{-jN/2\phi_2}, e^{-jN/2\phi_2} \rangle & \dots & \langle J_{N/2}(k\rho_2) e^{jN/2\phi_2}, e^{-jN/2\phi_2} \rangle \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \langle J_{-N/2}(k\rho_2) e^{-jN/2\phi_2}, e^{jN/2\phi_2} \rangle & \dots & \langle J_{N/2}(k\rho_2) e^{jN/2\phi_2}, e^{jN/2\phi_2} \rangle \end{bmatrix} \begin{bmatrix} t_{-N/2}^{12} \\ \vdots \\ t_{N/2}^{12} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \langle E_{21}^i(\rho, \phi_2), e^{-jN/2\phi_2} \rangle \\ \vdots \\ \langle E_{21}^i(\rho, \phi_2), e^{jN/2\phi_2} \rangle \end{bmatrix} \quad (2)$$

Repetiendo este proceso para cada modo incidente sobre O1, se generará la matriz completa.

Para no resolver todos estos sistemas de ecuaciones, puede utilizarse una técnica aproximada consistente en calcular el campo difractado por O1 sobre una circunferencia ficticia centrada en O2. Su radio debe ser lo mayor posible pero no tanto que permita que ésta intersecte con el contorno de O1. Con el campo calculado sobre esta circunferencia, una simple IFFT permite conocer los coeficientes del desarrollo modal en (1).

#### 6. RESOLUCION DE LOS GRAFOS

Los campos modelados en los grafos de la figura 2 se calculan según:

$$\begin{aligned} E_A &= TR_{21} \times TR_{12} \times (E_A + EI_1) & E_B &= TR_{12} \times TR_{21} \times (E_B + EI_2) \\ ED_{11} &= D_1 \times (E_A + EI_1) & ED_{12} &= D_1 \times TR_{21} \times (E_B + EI_2) \\ ED_{21} &= D_2 \times TR_{12} \times (E_A + EI_1) & ED_{22} &= D_2 \times (E_B + EI_2) \end{aligned}$$

## 7. RESULTADOS OBTENIDOS

Siguiendo la técnica indicada se ha calculado la difracción de diversos cilindros grandes a partir de otros pequeños. En la figura 3 puede apreciarse el diagrama de campo lejano de un rectángulo de  $12\lambda$  de base y  $1\lambda$  de altura, calculado mediante el Método de los Elementos de Contorno y mediante la formulación presentada. Esta última tardó un 40% menos que la anterior en llegar a la solución buscada.

Uniendo cilindros de estos tamaños, se ha llegado a analizar la difracción de uno de  $48\lambda$  por  $1\lambda$ .

## 8. CONCLUSIONES

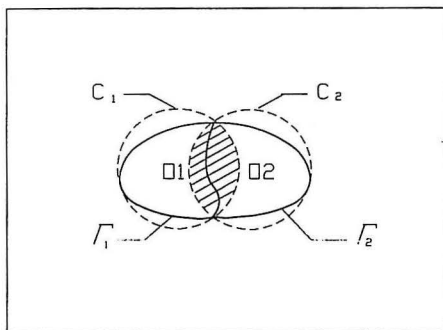
Se ha presentado la aplicación de la formulación de realimentación al problema de la difracción causada por varios obstáculos para formar uno mayor.

Esta técnica permite segmentar a los grandes cuerpos en otros más pequeños y calcular la difracción de aquellos a partir de las interacciones de éstos al unirse.

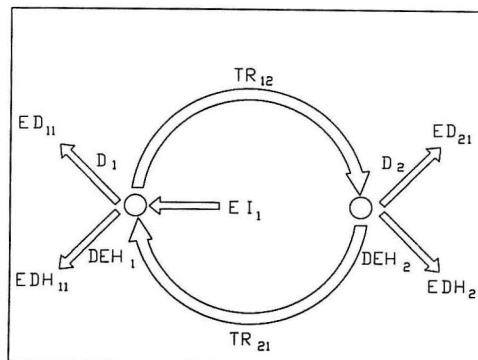
## REFERENCIAS

[1] J.C. Cruellas, M. Ferrando. "Formulación de realimentación para el análisis de la difracción de múltiples objetos". Actas de la VII Reunión de la Comisión B del Comité Español de la URSI, 1988.

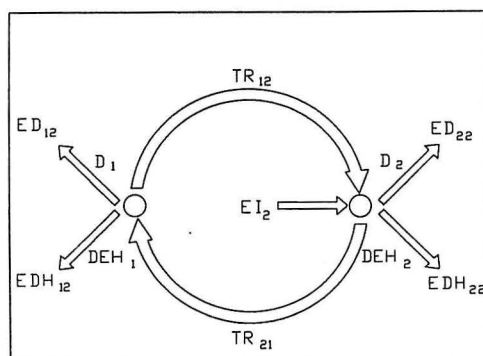
[2] K. Yashiro, S. Ohkawa. "Boundary Element Method for Electromagnetic Scattering from Cylinders". Trans. on Antennas and Propagation. Vol. AP-33, no. 4, April, 1985.



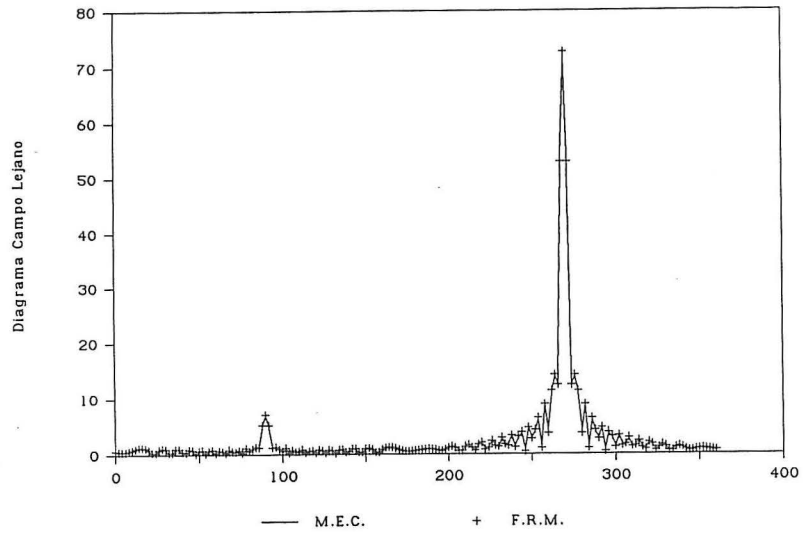
Dos objetos unidos para formar uno mayor



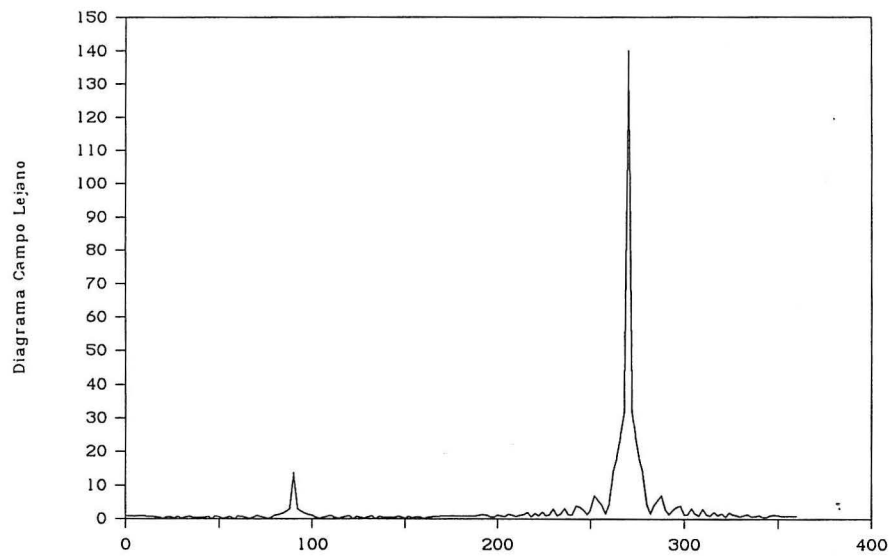
Grafo modelo completo para primer problema.



Grafo modelo completo para segundo problema.



*Diagrama de Campo Lejano de rectángulo de 12x1*



*Diagrama de Campo Lejano de rectángulo de 24x1*