

Métodos modales en electromagnetismo

Miguel Ferrando Bataller⁽¹⁾

mferrand@dcom.upv.es

⁽¹⁾Instituto de Telecomunicaciones y Aplicaciones Multimedia, Universitat Politècnica de València, 46022 Valencia

Resumen

Los métodos modales son técnicas matemáticas que permiten resolver problemas de campos electromagnéticos en estructuras complejas, aprovechando las propiedades de simetría y ortogonalidad de los modos propios de cada geometría. En esta conferencia se presentan algunos de los métodos modales más relevantes y sus aplicaciones en el diseño de dispositivos y sistemas de comunicaciones.

En la actualidad el análisis de los problemas electromagnéticos y el diseño de antenas se basa en el uso de los simuladores electromagnéticos, que permiten analizar estructuras de formas complejas y materiales arbitrarios.

Históricamente, antes de disponer de capacidades de cálculo, la forma de analizar problemas complejos requería la resolución de las ecuaciones de Maxwell y las ecuaciones de onda de los campos electromagnéticos sujetas a las condiciones de contorno de la estructura. En asignaturas de Campos y Ondas Electromagnéticas se siguen explicando los modos TEM de las líneas de transmisión y los modos TE y TM de las guías rectangulares y cada vez menos los modos en guías cilíndricas y fibras ópticas. Los problemas más avanzados de difracción, medidas en campo próximo y acoplamiento entre antenas requieren el uso de los modos cilíndricos y esféricos. El libro de Roger F. Harrington *Time-Harmonic Electromagnetic Fields* (1961) es una referencia imprescindible para el análisis modal. El mismo autor introdujo la resolución mediante ecuaciones integrales en el libro *Field Computation by Moment Methods* (1968) y el análisis modal en antenas en el artículo *Theory of characteristic modes for conducting bodies* (1971).

En la Universitat Politècnica de València se viene trabajando desde el año 1990 en métodos modales en antenas y circuitos de microondas, con varias tesis doctorales sobre el tema y más recientemente en los modos característicos, destacando el artículo *The Theory of Characteristic Modes Revisited: A Contribution to the Design of Antennas for Modern Applications* (2007). Este método se ha incorporado a muchos simuladores electromagnéticos y está siendo utilizado en diseños innovadores.

En resumen, se presenta la evolución histórica de los métodos modales y las nuevas aplicaciones para diseño de antenas de gran ancho de banda, con múltiples alimentaciones en los modernos sistemas de comunicaciones.