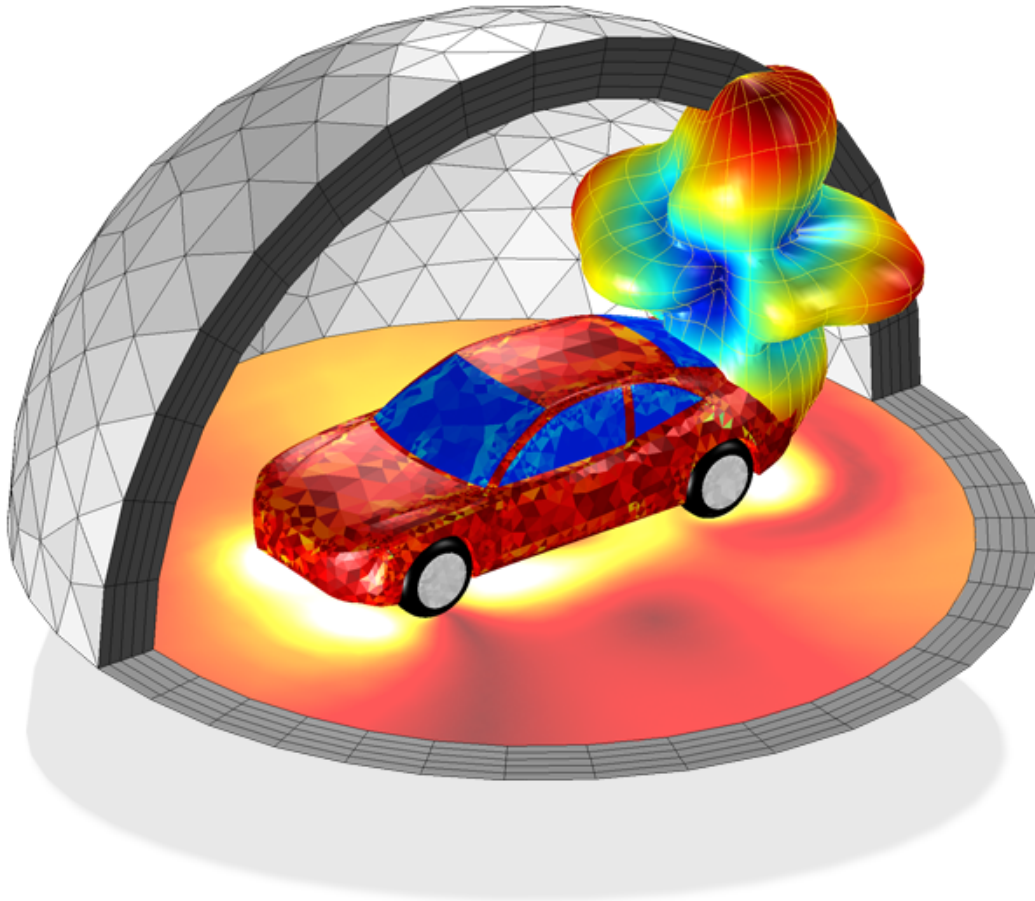


RF Module

Software Para Projetos Envolvendo Microondas e RF



VEHICLE ANTENNA AND EMI/EMC: This example simulates a printed FM antenna on a car windshield. The 3D far-field radiation pattern is visualized. The upper half of the space is truncated with a perfectly matched layer to model an infinite air space. The electric field intensity on a cable harness is also studied.

Previsão Virtual de Projetos Envolvendo Micro-Ondas e RF

O RF Module é usado por desenvolvedores de dispositivos de RF e de micro-ondas para projetar antenas, guias de onda, filtros, circuitos, cavidades e metamateriais. Simulando com rapidez e precisão a propagação e o comportamento ressonante de ondas eletromagnéticas, os engenheiros podem calcular distribuições do campo eletromagnético, transmissão, reflexão, impedância, fatores Q, parâmetros S e dissipação de energia. As simulações oferecem o benefício de menor custo combinado à possibilidade de avaliar e prever efeitos físicos que não são diretamente mensuráveis em experimentos.

Comparando-se à modelagem eletromagnética tradicional, pode-se expandir os modelos para incluírem efeitos como o aumento de temperatura, deformações estruturais e escoamento de fluidos. Diversos efeitos físicos podem ser acoplados e, em consequência, afetarão todas as físicas incluídas em uma simulação de um dispositivo eletromagnético.

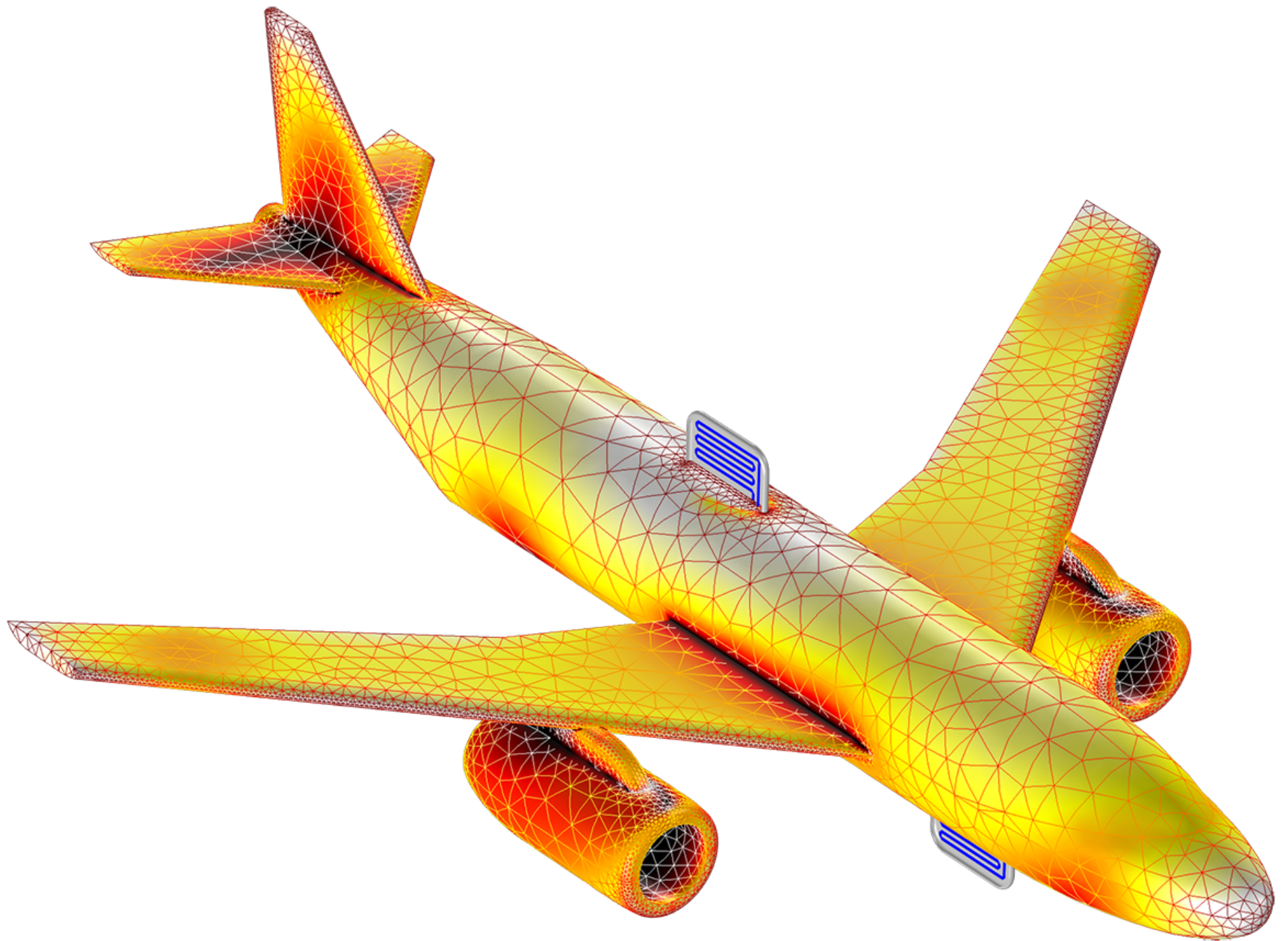
[Visualizar captura de tela »](#)

Tecnologia dos Solvers

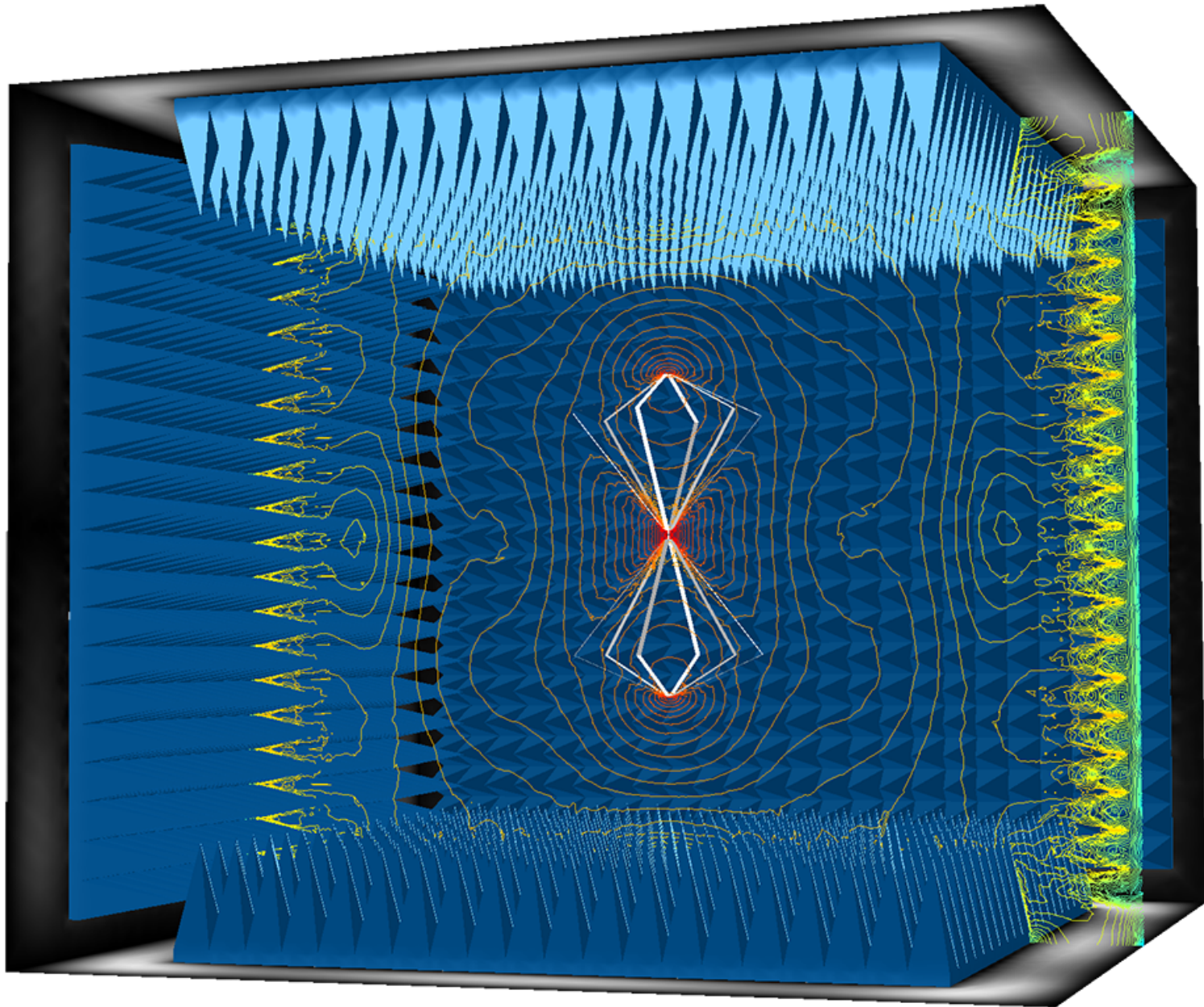
Internamente, o RF Module baseia-se no método dos elementos finitos. As equações de Maxwell são resolvidas usando o método dos elementos finitos com elementos de borda numericamente estáveis, também conhecidos como elementos vetoriais, combinados com os melhores e mais recentes algoritmos para condicionamento e solução iterativa dos sistemas de equações esparsos resultantes. Tanto os métodos de resolução iterativos quanto os diretos são executados em paralelo nos computadores dotados de processadores com múltiplos núcleos. A computação em Cluster pode ser usada executando-se varreduras de frequência, as quais são distribuídas por frequência a vários computadores dentro de um Cluster para possibilitar cálculos bastante rápidos ou a solução de grandes modelos através de um método de resolução direto, usando o recurso de memória distribuída (MPI).

[Visualizar captura de tela »](#)

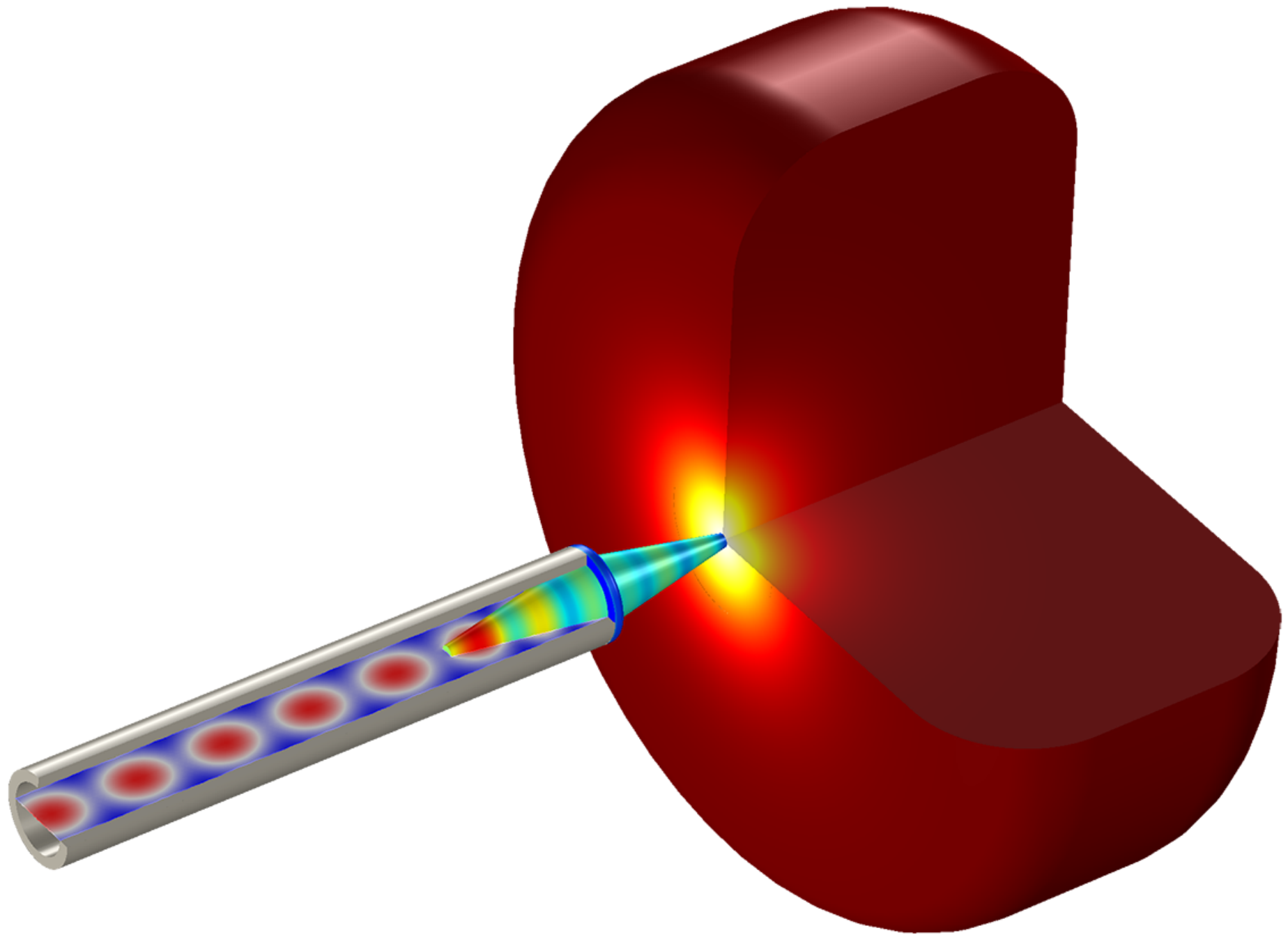
Imagens adicionais:



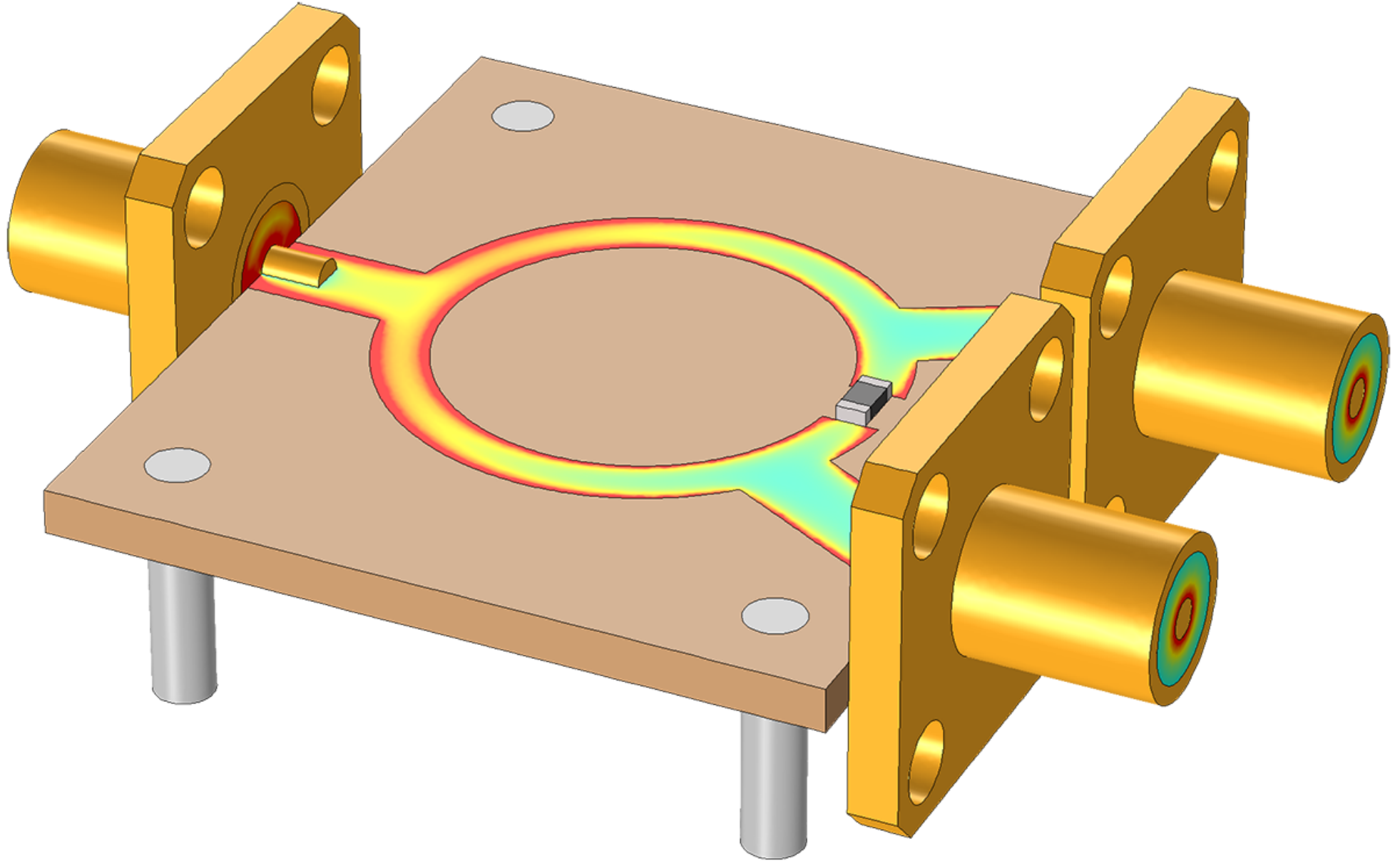
COSITE INTERFERENCE: Antenna crosstalk, or cosite interference, on a single large platform can be analyzed by S-parameter analysis of different configurations of a receiving antenna installed on an airplane fuselage. This model simulates interference between two identical antennas at a very high frequency (VHF).



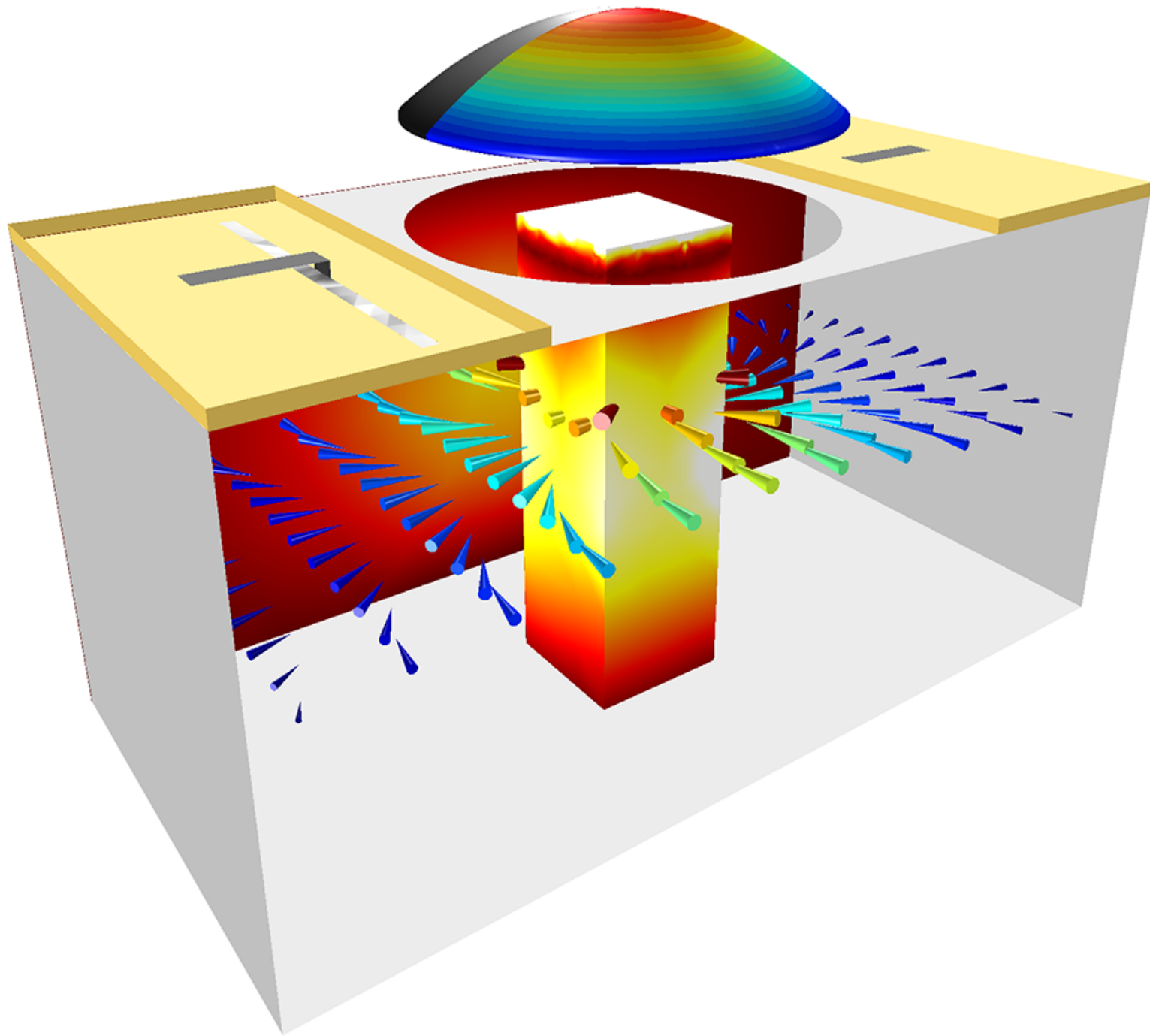
ANTENNA MEASUREMENT: Pyramidal absorbers with radiation-absorbent material (RAM) are commonly used in anechoic chambers for electromagnetic wave measurements. Here, microwave absorption is modeled using a lossy material to imitate the electromagnetic properties of conductive, carbon-loaded foam.



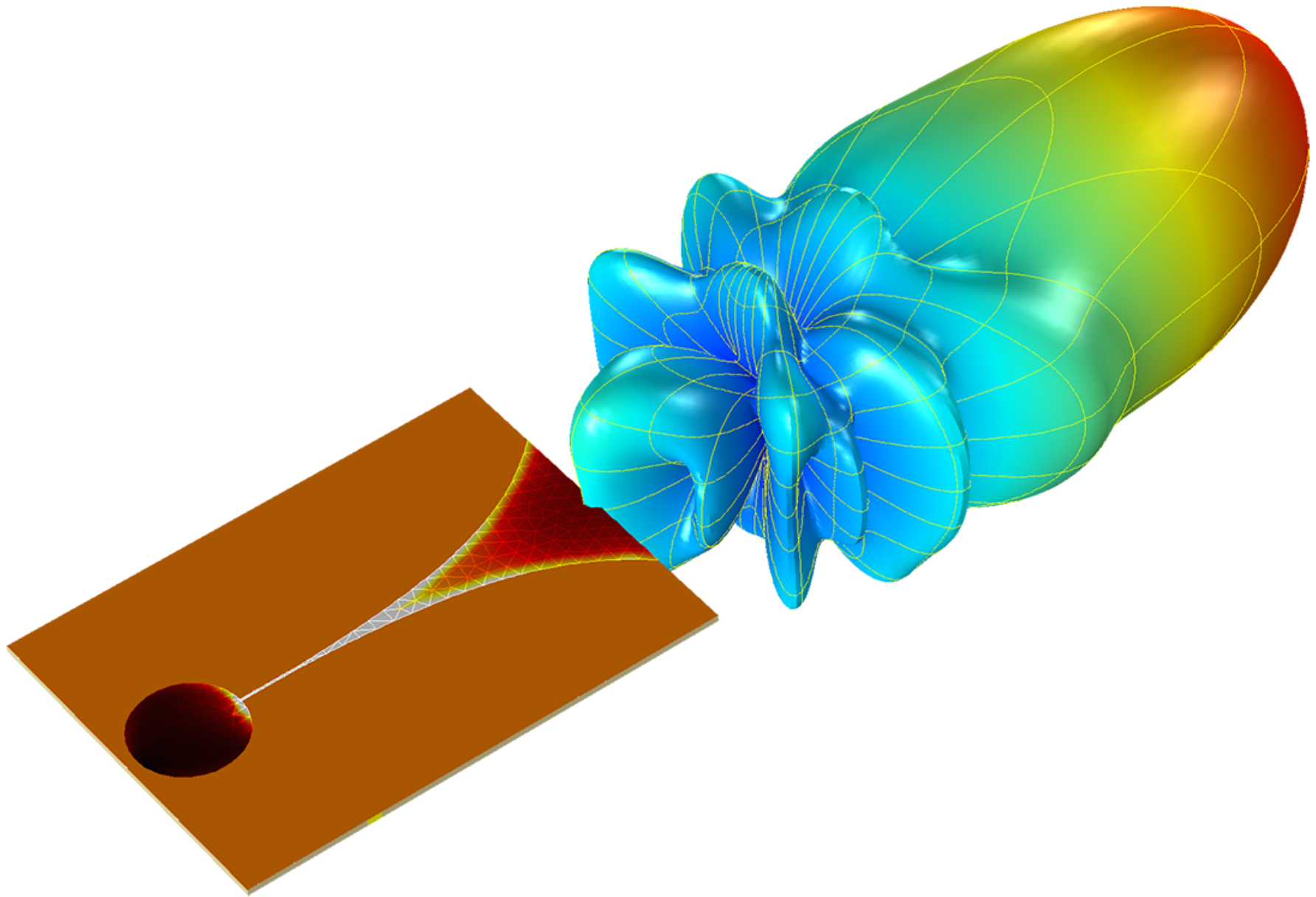
BIOMEDICAL ENGINEERING: This model uses a low-power, 35-GHz Ka-band millimeter wave and its reflectivity to moisture for noninvasive cancer diagnosis. It detects abnormalities in terms of S -parameters at the tumor locations. An analysis of the fraction of necrotic tissue is also performed.



POWER DIVIDER / COUPLER: A Wilkinson power divider is a three-port lossless device that outperforms T-junction and resistive dividers. This simulation includes a 100- Ω resistor modeled via a lumped element feature and computes S-parameters, which show good input matching and a -3 dB evenly split output.



TUNABLE DEVICE: In this tunable device simulation, resonant frequency is controlled by the capacitance inside of the evanescent mode cavity filter. The capacitance is tunable by a piezoelectric actuator.



WIDEBAND ANTENNA: A tapered slot antenna, also known as a Vivaldi antenna, is useful for wide-band applications. The taper profile can be easily configured by an exponential function. This model shows the radiation pattern from the antenna visualized with a fast 3D far-field plot.

Opções de Análise para Simulações Eletromagnéticas

EQUAÇÕES GOVERNANTES

O RF Module simula campos eletromagnéticos em 3D, 2D e 2D axissimétrico, bem como equações de linha de transmissão em 1D e circuitos (adimensional) modelados com "SPICE netlists". A formulação em 3D baseia-se na forma de onda completa das equações de Maxwell usando elementos vetoriais de borda e inclui relação com as propriedades dos materiais para modelar meios dielétricos, metálicos, dispersivos, com perdas, anisotrópicos, girotrópicos e mistos. A formulação em 2D pode resolver, simultaneamente ou separadamente, tanto polarizações no plano quanto fora do plano, bem como propagação para fora do plano. A formulação axissimétrica em 2D pode resolver campos azimutais e campos no plano simultaneamente ou separadamente e pode resolver um número conhecido do modo azimutal.

FORMULAÇÃO DE CAMPO

Ambas as formulações de onda e onda de fundo são disponibilizadas. A formulação de onda resolve todos os campos devido a todas as fontes incluídas no modelo, ao passo que a formulação de onda de fundo considera um campo ambiente conhecido a partir de uma fonte externa – uma abordagem comum para modelos de seção transversal de radares e modelos de espalhamento eletromagnético.

CONDIÇÕES DE CONTORNO

São disponibilizadas condições de contorno para modelar superfícies condutoras elétricas perfeitas, superfícies de condutividade finita e faces que podem representar contornos finos com perdas dentro do modelo. Condições de contorno simétricas e periódicas permitem modelar um subconjunto de todo o modelo, condições de contorno de espalhamento e camadas perfeitamente compatibilizadas (PMLs) são usadas para modelar contornos para o espaço livre. Diversas condições de contorno de excitação existem para modelar portas: retangulares, circulares, periódicas, coaxiais, com parâmetros concentrados, definidas pelo usuário e calculadas numericamente com precisão. Pode-se incluir condições de contorno que representam terminações de cabo, bem como elementos capacitivos, indutivos e resistivos concentrados. Correntes de linha e dipolos pontuais também são disponibilizados para a rápida criação de protótipos.

TIPOS DE SOLUÇÃO

As simulações podem ser configuradas como análises modais, análises no domínio de frequência ou análises totalmente transientes. Análises modais podem encontrar as ressonâncias e fatores Q de uma estrutura, bem como as constantes de propagação e perdas em guias de onda. Análises no domínio de frequência podem calcular os campos eletromagnéticos em uma única frequência ou em uma faixa de frequências. Rápidas varreduras de frequência, usando o método de aproximação de Padé, podem melhorar significativamente os tempos de solução ao calcular o comportamento em uma faixa de frequências. Simulações transientes são disponibilizadas para a formulação vetorial de onda completa de segunda ordem e para a formulação de Galerkin descontínua de primeira ordem, que requer menos memória. As simulações transientes são usadas para modelar materiais não lineares, propagação de sinais e o tempo de retorno, bem como para modelar o comportamento de bandas muito largas.

ACOPLAMENTOS MULTIFÍSICOS

As equações em todos os modelos criados no COMSOL Multiphysics podem ser acopladas completamente, de modo que os campos eletromagnéticos podem tanto afetar quanto ser afetados por qualquer outra física. Em particular, uma interface de usuário dedicada para aquecimento por micro-ondas amplia os recursos de simulação além da análise por deposição de energia tradicional, com recursos como cálculos das taxas de absorção específicas (Specific

Absorption Rates) e previsões precisas do aumento de temperatura. Resolvendo as equações de Maxwell no domínio da frequência, e a equação de transferência de calor em regime permanente ou no domínio do tempo, é possível calcular o aumento de temperatura ao longo do tempo e os efeitos da variação das propriedades dos materiais com a temperatura.

[Visualizar captura de tela »](#)

Resultados de Simulações de Micro-Ondas e RF

Os resultados dos cálculos são apresentados usando gráficos predefinidos de campos elétricos e magnéticos, parâmetros S, fluxo de potência e perdas. Uma ferramenta de pós-processamento fácil permite a rápida geração de padrões de radiação em campo distante. Também é possível exibir os resultados na forma de gráficos de expressões que representam quantidades físicas definidas pelo usuário, ou de tabelas de valores derivados obtidos da simulação. Matrizes de parâmetro S podem ser exportadas para o formato Touchstone e todos os dados podem ser exportados na forma de tabelas, arquivos de texto, dados brutos e imagens.

[Visualizar captura de tela »](#)

O fluxo de trabalho é fácil de entender e pode ser descrito pelas seguintes etapas: definir a geometria criando-a usando as ferramentas nativas do COMSOL ou importando-a de um modelo CAD; selecionar os materiais; selecionar uma interface de usuário e tipo de análise adequados; definir as portas e condições de contorno; criar automaticamente a malha de elementos finitos; resolver usando a opção adaptação de malha, visualizar e pós-processar os resultados. Todas as etapas são executadas no COMSOL Desktop[®]. Na etapa de seleção do método de resolução o software usa automaticamente configurações padrões ajustadas para cada interface RF específica, contudo, isto também pode ser configurado pelo usuário.

Diversos Exemplos de Modelos para Projeto de RF e Micro-Ondas

A Biblioteca de Modelos do RF Module Model descreve as interfaces e seus diferentes recursos através de tutoriais e exemplos de referência. A biblioteca inclui modelos voltados para antenas, dispositivos de ferrita, fenômenos de aquecimento por micro-ondas, dispositivos passivos, análise de espalhamento e de seção transversal de radares (RCS), linhas de transmissão e guias de onda em RF e engenharia de micro-ondas, modelos tutoriais para aprendizagem e modelos de referência para verificação e validação das interfaces RF.

[Visualizar captura de tela »](#)