



Inside Story

ESTUDO DE CASO



O grande número de antenas que se estendem a partir da superfície dos jatos de aviação cria um arrasto aerodinâmico que aumenta o consumo de combustível. Porém, o Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel) e os engenheiros da Embraer estão desenvolvendo novas formas de instalar antenas que podem economizar combustível. Por meio do uso do pacote de simulação numérica da ANSYS, os engenheiros podem prever o desempenho das instalações propostas, sem o tempo e as despesas de construção de protótipos.

ANSYS



SIMULATING THE FUTURE

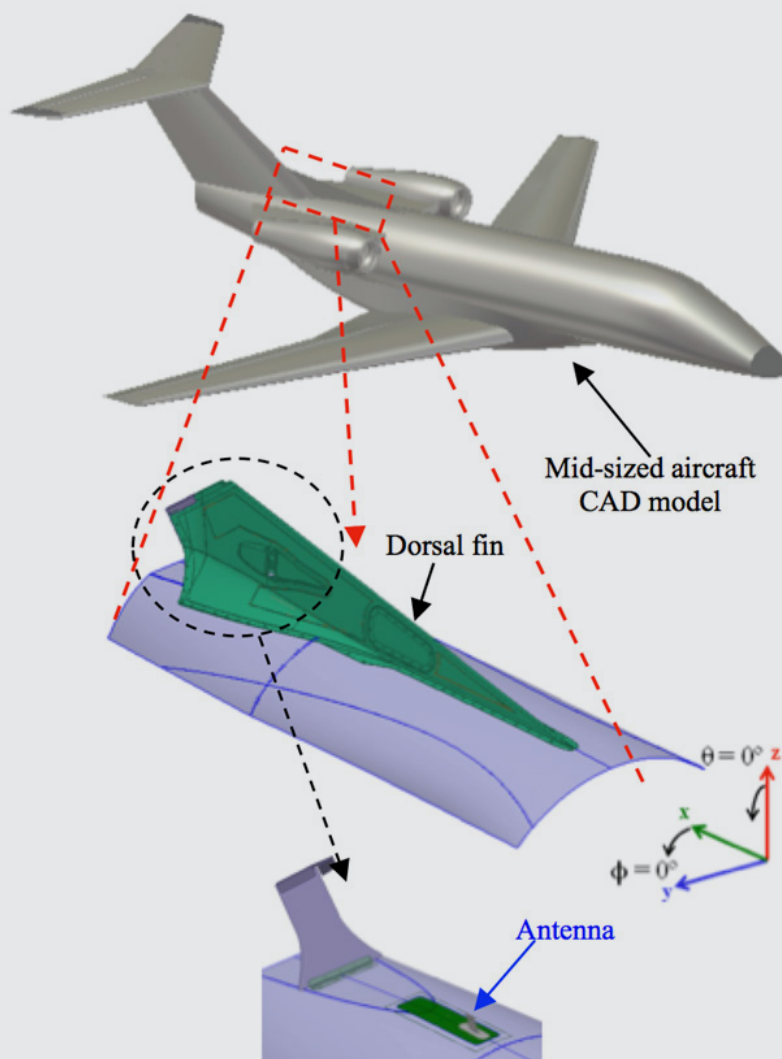


Figura 01: Um avião com jato leve e o ANSYS HFSS modelo numérico de sua antena dorsal

O número de antenas em aeronaves comerciais está aumentando constantemente para suportar novas medidas de segurança, navegação e sistemas de radar e serviços como Wi-Fi e TV ao vivo para os passageiros. No entanto, colocar essas antenas em sua posição tradicional, no exterior da aeronave, aumenta-se o consumo de combustível em um momento em que as companhias aéreas precisam ser cada vez mais eficientes em termos energéticos. Para enfrentar este desafio, a Embraer está trabalhando em novos projetos de instalação de antenas nas suas aeronaves.

As antenas devem emitir uniformemente o sinal de radiofrequência (RF) em todas as direções, por isso, diversas variações de projeto devem ser avaliadas. Se protótipos físicos tivessem que ser construídos e testados para cada antena e posição propostas, seria um processo extremamente custoso e demorado. O Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel) e a Embraer do Brasil estão usando o software de simulação de campo eletromagnético ANSYS HFSS para avaliar o desempenho de projetos de instalação alternativos de antenas. Os resultados da simulação com o ANSYS HFSS correspondem aos

testes físicos e, portanto, reduzem consideravelmente o tempo necessário para avaliar as alternativas de projeto. O resultado visa uma economia substancial de combustível no futuro avião da Embraer.



Figura 02: Protótipo de antena dorsal de aeronave testada em câmara anecóica

Usando a Instalação Real de Antenas para Validação

Aeronaves comerciais de última geração podem ter até 100 antenas que são usadas para controle de tráfego aéreo (ATC), evasão de colisão de trânsito (TCA), sistemas de aterragem por instrumentos (ILS), equipamentos de medição de distância (DME) e muitas outras aplicações. No passado, as estruturas exteriores da aeronave eram principalmente feitas de alumínio, o que bloqueia em grande parte as radiações eletromagnéticas, então as antenas

precisam ficar instaladas externamente a superfície. Agora, muitas aeronaves são construídas a partir de compósitos reforçados com fibras, dando origem a novos desafios eletromagnéticos para a colocação da antena, tornando mais difícil a instalação de antenas na fuselagem da aeronave. Além de reduzir o arrasto, essa nova abordagem também pode reduzir o peso, eliminando as estruturas proeminentes agora necessárias para suportar antenas.

Para simular projetos de instalação de antenas propostos, os engenheiros da Inatel e da Embraer precisavam primeiramente determinar as propriedades eletromagnéticas do compósito, nos quais a antena seria coberta. Para isso, foi criado um protótipo físico de um radome feito de material compósito que abrigava uma antena. Eles alimentaram a antena e mediram o padrão de radiação resultante em uma câmara anecóica, o que permite uma medição precisa da radiação da antena, eliminando reflexões de ondas eletromagnéticas e ondas externas ao ambiente da câmara.

Os engenheiros mediram a permissividade elétrica, a tangente de perda e o padrão de radiação da antena para que pudessem usar essas medidas, a fim de definir as propriedades do material composto no HFSS. Eles importaram a geometria da estrutura e da antena a partir de ferramentas de desenho assistido por computador (CAD). O algoritmo de malha do HFSS gerou e refinou adequadamente a malha, adicionando elementos de malha de forma iterativa, quando necessário, devido ao comportamento de campo eletromagnético localizado. O próximo passo foi definir condições de limite para especificar o comportamento de campo nas superfícies do domínio da solução e nas interfaces de objeto. Um sinal de onda senoidal foi usado para excitar a antena.

Tecnologia de Solver Híbrido Economiza Tempo

Os engenheiros da Inatel e da Embraer usaram o método híbrido ANSYS HFSS, combinando um modelo de elementos finitos da antena com um modelo de equação integral da fuselagem e da antena. O método dos elementos finitos foi selecionado para a antena, porque as propriedades dielétricas desta estrutura eram críticas e o método dos elementos finitos permite que sejam definidas com precisão.

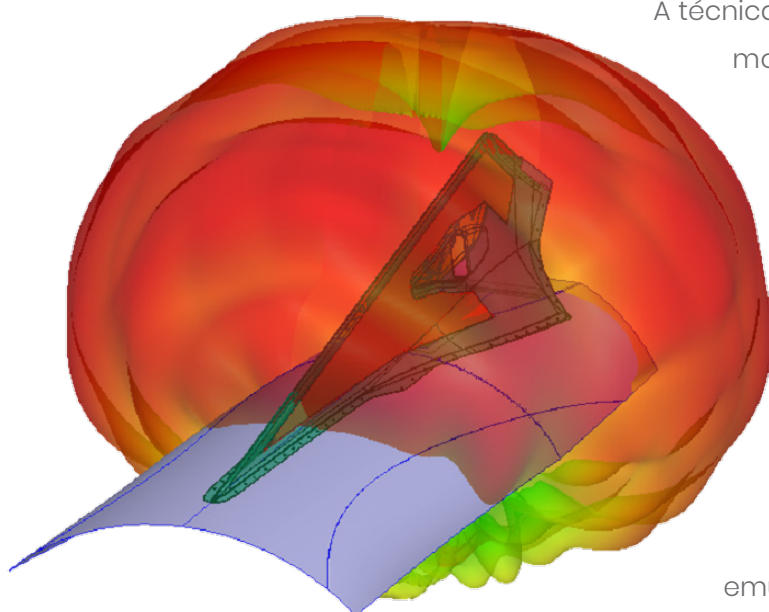


Figura 03: Resultados da simulação ANSYS HFSS mostram amplitude de radiação de campo gerado por antena instalada na fuselagem.

A técnica de equação de integração ou método dos momentos (MoM) no HFSS foi utilizada para o resto da aeronave e antena por causa de sua eficiência computacional. As condições de camadas perfeitamente casadas (PML) foram aplicadas aos limites externos do modelo para reduzir a quantidade de ar no domínio computacional. Os PMLs são materiais anisotrópicos complexos fictícios que absorvem totalmente os campos eletromagnéticos incidentes. Eles foram colocados nos limites do modelo para emular a radiação livre de reflexo.

ANSYS HFSS simulou o padrão de campo eletromagnético completo dentro da estrutura e calculou todos os modos e todas as portas simultaneamente para a solução de campo 3-D. Os resultados da simulação correlacionaram-se bem com os experimentos, validando tanto as propriedades do material, quanto o modelo de simulação HFSS. Os engenheiros determinaram que o desempenho de diferentes compósitos reforçados com fibra depende da frequência. Por exemplo, a 100 KHz, uma quantidade significativa de reforço de fibra de carbono pode ser usada sem prejudicar o padrão de radiação, mas a 10 GHz, mesmo uma quantidade muito pequena de fibra de carbono já representa grandes desafios no projeto.

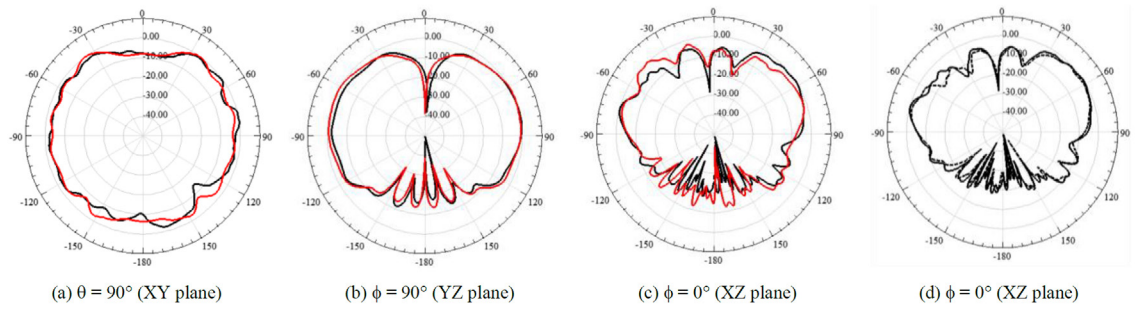


Figura 04: A comparação dos padrões de radiação simulados (vermelho e tracejado) e medido (preto) mostra um resultado muito próximo

Iterar para um projeto otimizado

Os engenheiros avaliaram os diferentes projetos de instalação da antena para obter um padrão de radiação omnidirecional. Ao alterar as dimensões de diferentes parâmetros de projeto, descobriram que a posição da antena em relação à estrutura composta (nas direções x e y) e a espessura da estrutura composta tiveram maior impacto na performance da antena. Foi usada a capacidade de design paramétrico no HFSS para avaliar intervalos de valores para estes e outros parâmetros de projeto através de simulação paralela. Em seguida, foi modelada a estrutura completa da aeronave para determinar como isso afetou o desempenho da antena e foram feitas novas mudanças no projeto para manter o desempenho omnidirecional.

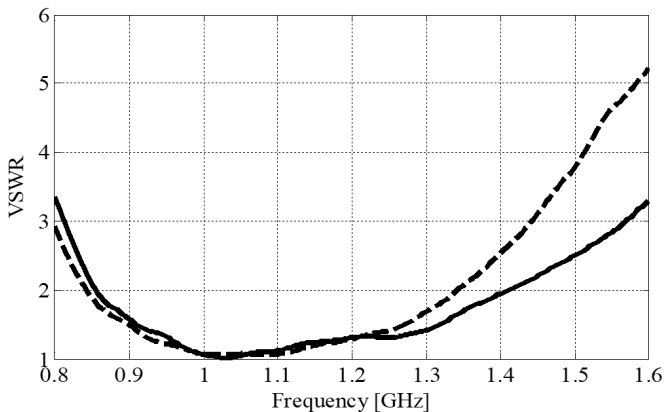


Figura 05: As medições do projeto final da antena mostram correspondência muito próxima com a performance da antena convencional nas frequências de interesse entre 1 e 1,2 GHz

Guiados pela simulação, os engenheiros desenvolveram uma instalação de antena que fornece um padrão de radiação muito próximo do padrão omnidirecional desejado, quase combinando o da antena em espaço livre. Após otimizar o projeto da antena, os engenheiros da Inatel e da Embraer criaram um protótipo do design otimizado. As medidas experimentais do novo protótipo correspondem com precisão aos resultados obtidos através de simulação. Esses novos projetos de instalação para antenas têm potencial para reduzir substancialmente o consumo de combustível nas aeronaves da próxima geração.

Engenheiros participantes do projeto
 Arismar Cerqueira Sodre Junior
 Marcelo Carneiro Paiva
 Luis Gustavo da Silva
 Juliano Vilela de Carvalho