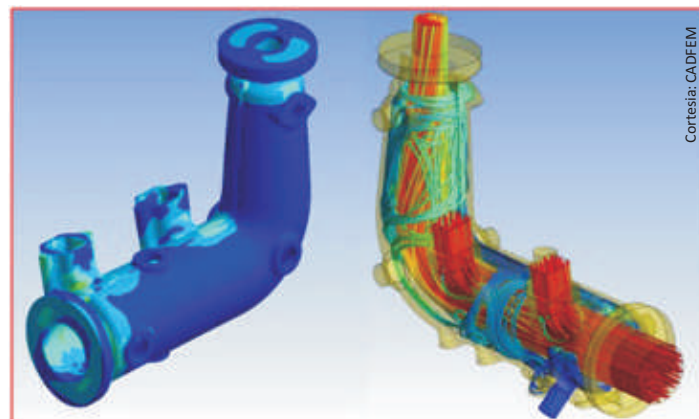


Análises numéricas considerando a interação fluido-estrutura

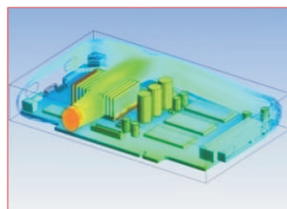
Estas análises estão se tornando comuns devido a maior capacidade dos computadores e à demanda por resultados mais precisos, capazes de representar com mais fidelidade os fenômenos existentes

Análises numéricas considerando a Interação Fluido-Estrutura (*Fluid-Structure Interaction - FSI*) estão se tornando comuns devido a maior capacidade dos computadores atuais e à demanda por resultados mais precisos, capazes de representar com mais fidelidade os fenômenos existentes. Via de regra, essas análises podem ser classificadas em função do tipo de acoplamento utilizado entre as disciplinas de análise estrutural (*Finite Element Analysis - FEA*) e dinâmica dos fluidos computacional (*Computational Fluid Dynamics - CFD*). Acoplamentos 1-way (ou unidirecionais) são aqueles em que somente uma física influencia a outra, ou seja, a informação viaja somente em uma direção. Acoplamentos 2-way (ou bidirecionais), ao contrário, são aqueles em que as duas disciplinas, CFD e FEA, são resolvidas em conjunto, trocando informações continuamente.

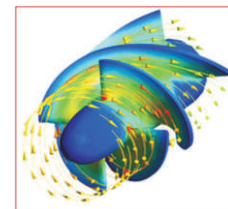


Cortesia: CADFEW

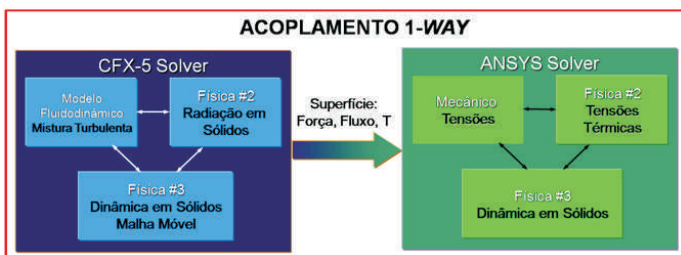
Obtenção do campo de tensões usando campo de pressão e temperatura do resultado de uma análise de CFD.



Cálculo da distribuição de temperaturas em uma placa PCB usando o resultado de uma análise de CFD.

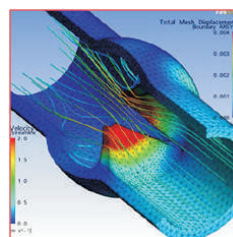


Campo de tensões em um indutor axial usando campo de pressão de uma análise de CFD.

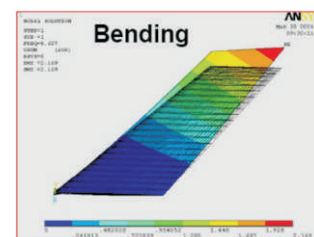


A principal diferença entre esses dois modos está na influência em que uma das físicas exerce sobre a outra. Há casos em que o resultado originado num dos campos de análise influencia a resposta que será obtida no outro campo, mas o contrário não ocorre. Aqui o uso de análises FSI 1-way é indicado. Um exemplo disso seria a deflexão causada em um pára-brisa de automóvel devido a pressão gerada pelo escoamento externo do ar. A alteração na geometria é insignificante para o escoamento ao redor do veículo, e pode ser ignorada. Contudo, o uso do campo de pressão obtido de uma análise de CFD como condição de contorno para a análise estrutural é útil para dar fidelidade às condições de contorno empregadas. De forma semelhante, pode-se empregar o campo de temperaturas obtido de uma análise de CFD sobre uma junta de dilatação para calcular as tensões térmicas na estrutura.

Em outros casos, contudo, existe um forte acoplamento entre os fenômenos estruturais e fluidodinâmicos, e por isso a variação de qualquer um dos campos afetará o segundo. Fica claro que esses casos não permitem a simplificação do uso de análises 1-way, que então deixa de ser válida. Faz-se necessário assim acoplar também os códigos de análise estrutural e fluidodinâmica.



Escoamento transiente em uma válvula cardíaca.

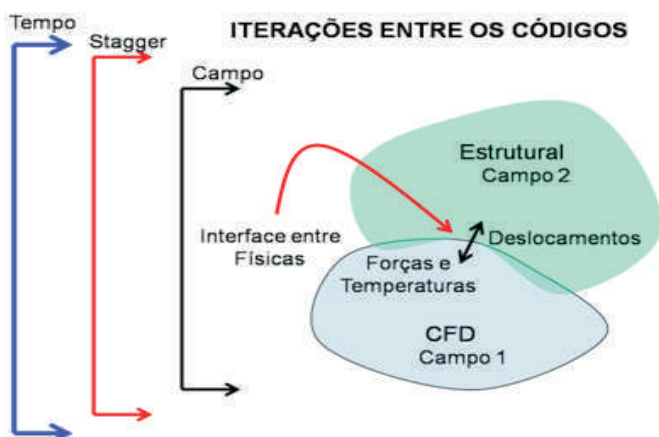


Análise de flutter em asas de aeronaves (Test case).

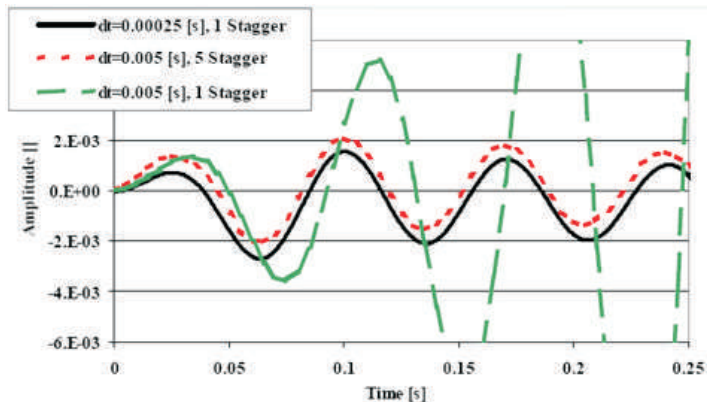
O ideal seria poder resolver todas as equações em uma única matriz, o que forneceria um acoplamento implícito ideal. Apesar de possível, isso é uma tarefa árdua. O que se faz então é acoplar os códigos de maneira segregada: resolvendo o campo fluidodinâmico e utilizando a informação obtida (distribuição de pressão ou temperaturas) para a análise estrutural. Deste segundo passo são obtidos os deslocamentos que provocarão a alteração da geometria utilizada na análise de CFD, que por sua vez obtém novo escoamento em função da geometria atualizada. Há aplicações para esse tipo de análise em

praticamente todas as áreas da engenharia.

Na maioria das vezes, o resultado da solução depende bastante do passo de tempo empregado para o acoplamento, isto é, do tempo numérico decorrido entre cada uma dessas "conversas" entre os códigos de FEA e CFD. De forma a melhorar esse acoplamento, ANSYS e CFX trocam informações diversas vezes durante um mesmo passo de tempo, procedimento chamado de "stagger iteration", o que caracterizaria um acoplamento "semi-implícito". Isso permite o uso de passos de tempo muito maiores sem alteração do resultado. Em breve esse acoplamento estará disponível também para ANSYS e Fluent.



Iterações usadas no acoplamento entre os códigos: avanço no tempo, troca de informações (stagger) e iterações internas de cada código (campos).

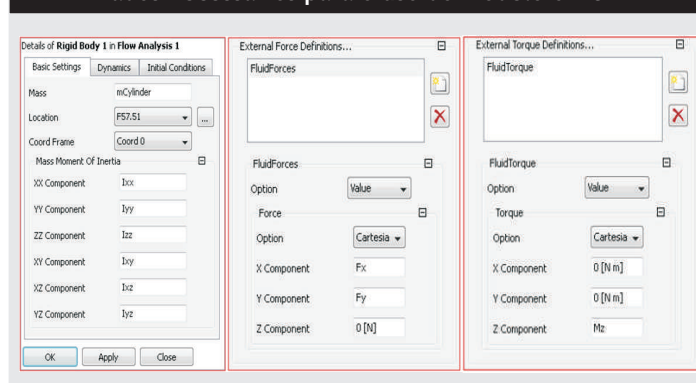


Deflexão da ponta de uma asa ao longo do tempo e como as iterações internas melhoram o acoplamento entre os códigos. O passo de tempo é aumentado em 20 vezes sem prejudicar os resultados, graças ao acoplamento "semi-implícito" entre ANSYS e CFX.

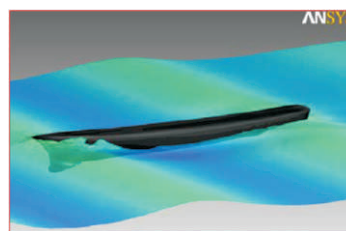
O uso de análises 2-way exige que a troca de informações entre os códigos é importante e fundamental para a obtenção de um bom resultado. Ainda assim, o usuário pode impor simplificações de forma a agilizar a obtenção de resultados. Exemplos disso seriam simulações em que uma das disciplinas apresentam soluções quasi-estáticas, ou seja, a sua resposta em cada passo de tempo pode ser considerada uma resposta em regime permanente. Nesse caso, seria possível modelar o problema resolvendo uma análise transiente para a disciplina com solução mais lenta, e análise em regime permanente para a disciplina com solução quasi-estática. Por último, o fato do acoplamento entre CFD e FEA ser necessário para alguns tipos de caso não implica que o comportamento transiente seja sempre importante.

Se ao usuário interessa somente obter a resposta final do seu equipamento é possível empregar análises 2-way em regime permanente. Para o pacote da versão 12 a ANSYS trará algumas facilidades adicionais para FSI 2-way. A principal delas é a disponibilidade de um módulo de 6-DOF (também conhecido como análises com movimento de corpo rígido) dentro do próprio CFX. Isso permitirá fazer análises FSI simples onde a deformação da estrutura não é importante, mas o deslocamento que a estrutura sofre em função das forças fluidodinâmicas é significativa e tampouco pode ser desprezada. O usuário deverá fornecer propriedades do corpo (massa e momentos de inércia) e as forças e torques que atuam sobre o mesmo.

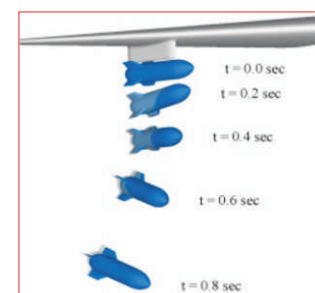
Dados necessários para o uso do modelo 6-DOF



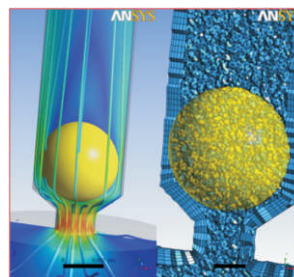
Como exemplos da utilização dessa metodologia pode-se citar o estudo da dinâmica de embarcações flutuantes, ou o mapeamento de trajetórias de objetos em queda livre. Para casos em que a deformação da malha é muito grande, o CFX também oferecerá o Método de Fronteira Imersa e, a partir da versão 12, opções para *remeshing* da malha durante a simulação.



Estudo da dinâmica de embarcações.



Cálculo da trajetória do lançamento de um míssil. Comparação entre numérico (azul) e experimental (cinza).



Método de Fronteira Imersa aplicado a simulação de uma válvula esférica.

Independente do tipo de análise que esteja sendo empregada, vale a regra geral de que o usuário deve conseguir resolver os problemas de estrutura e fluidodinâmica separadamente, antes do acoplamento, já que o estudo de problemas com diversas disciplinas requer certo conhecimento em todas as áreas envolvidas. Isso permitirá que o usuário avalie e ajuste os modelos empregados e evitará perda de tempo ao final do processo.