



**SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GGH - 22
16 a 21 Outubro de 2005
Curitiba - Paraná

**GRUPO I
GRUPO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA - GGH**

**SISTEMA INTEGRADO DE FERRAMENTAS DE ENGENHARIA PARA PROJETO MECÂNICO
DE HIDROGERADORES COM APLICATIVOS CAD-3D**

**César Hideki Füsse
Voith Siemens Hydro**

**Claudinei de Moura Altea
Voith Siemens Hydro**

**Diego Gozzi Aranda
Voith Siemens Hydro**

**Orlando Daolio
Voith Siemens Hydro**

**Ricardo Sgarioni
Voith Siemens Hydro**

**Rodrigo F. Parra*
Voith Siemens Hydro**

RESUMO

Resumo – Sob o foco de otimização da unidade geradora em termos de design e de custos, bem como um meio de reduzir os riscos técnicos do projeto, o presente trabalho tem por objetivo apresentar uma ferramenta, resultante da integração de sistemas de engenharia.

O sistema compreende ferramentas analíticas de cálculo mecânico acopladas a um sistema CAD 3D parametrizado, através de um banco de dados único.

O resultado do processo é a geração de modelos CAD 3D dos componentes e do conjunto geral do hidrogerador. Inicialmente a sua principal aplicação está voltada para a fase de propostas.

PALAVRAS-CHAVE

Cálculos, CAD 3D, Integração, Parametrização.

1.0 - INTRODUÇÃO

O equipamento hidrogerador exige um processo de engenharia bastante extenso e complexo, envolvendo diferentes áreas de conhecimento, diversas fases de projeto e de execução. Uma das principais preocupações durante todo este processo é garantir que o fluxo de informações entre cada etapa seja único e bem definido.

Areladas aos processos de engenharia, as ferramentas de engenharia representam um papel importante na eficiência e eficácia quando da execução de cada etapa.

Apesar da diversidade e generalização de produtos comerciais voltados à análise e solução de problemas em engenharia, muitas ferramentas foram desenvolvidas pelas próprias empresas.

Com o intuito de preservar este know-how e expertise, essas ferramentas devem evoluir continuamente, baseando-se no legado e desenvolvimento das empresas. Ou seja, devem ser flexíveis e capazes de absorver novos conceitos.

Uma outra característica importante a ser observada, por exemplo, durante a fase de propostas, é a velocidade com que os trabalhos (i.e. análise técnica, viabilidade da unidade geradora, etc) devem ser elaborados.

Desta forma, visando uma maior agilidade do processo de engenharia com precisão nos resultados, elaborou-se uma solução de forma a relacionar resultados de cálculo com modelos CAD 3D parametrizados, integrados em um contexto de sistemas.

Este trabalho visa demonstrar essa solução para os tópicos acima através da integração de sistemas de software presentes na empresa.

2.0 - SISTEMA INTEGRADO

O sistema de integração abrange os sistemas de cálculos analíticos, modelos CAD 3D paramétricos e banco de dados, conforme esquema abaixo:

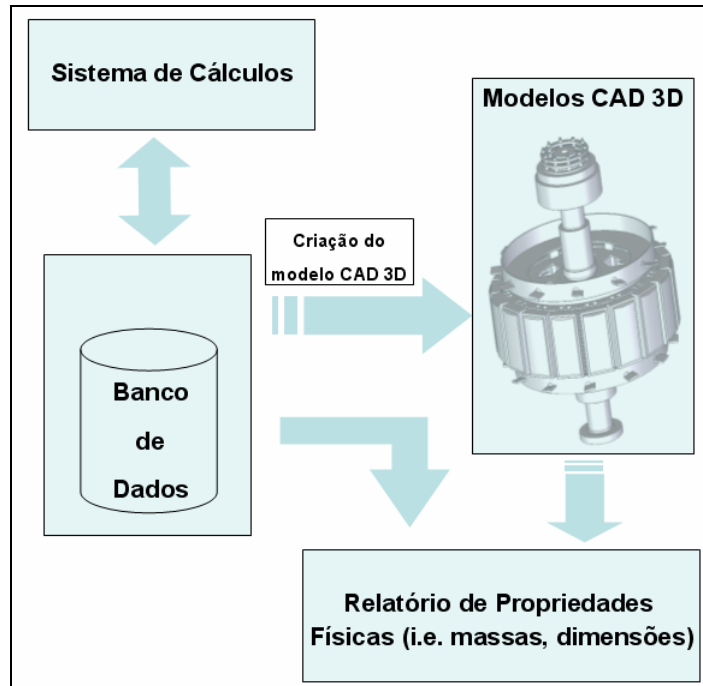


FIGURA 1. Esquema de integração de aplicativos.

O sistema de cálculo gera as dimensões base e as grava no banco de dados. Através destes dados o modelo CAD 3D paramétrico é então criado.

A versatilidade do sistema reside na modularidade dos seus componentes, proporcionando uma manutenção direcionada. Do mesmo modo que os programas de cálculo podem ser atualizados independentemente, a biblioteca de modelos CAD 3D pode ser acrescida de novos modelos caso se encontre uma nova solução de projeto.

3.0 - SISTEMA DE CÁLCULO ANALÍTICO

O projeto do sistema de cálculo, foi dividido em duas etapas: a primeira considera a otimização da máquina como um todo (design elétrico e mecânico), a qual chamaremos de otimização vertical; a segunda considera a otimização no nível de componente, a qual chamaremos otimização horizontal.

A otimização vertical corresponde aos cálculos preliminares e de definição da máquina. Compreende um programa principal dividido em rotinas gerais. Já a otimização horizontal corresponde aos cálculos específicos e mais aprofundados dos componentes do hidrogerador.

3.1 A Otimização Vertical

A definição do melhor layout da unidade geradora, executado na fase de proposta, visa harmonizar requisitos de projeto como:

- elétrico: características das partes ativas da máquina;
- ventilação (e.g. tipo de ventilação)
- funcionais (e.g. GD^2 e tempo de frenagem)
- estruturais (e.g. cálculos preliminares)
- fabricação (e.g. segmentação de chapas do estator)
- transporte (e.g. segmentação da carcaça)

Assim, para que a ferramenta de cálculo mecânico conseguisse suprir as necessidades iniciais dos modelos paramétricos, foram necessárias inserção de novas rotinas de análise e modificações nas existentes.

3.2 A Otimização Horizontal

Cálculos específicos e mais detalhados dos componentes do gerador podem ser entendidos como a otimização horizontal.

Estes cálculos são, em sua maioria, executados normalmente na fase de projeto da máquina. Contudo, nada impede que alguns destes possam ser executados ainda na fase de proposta, para realizar uma otimização em potencial.

Desta forma, o sistema de cálculo torna-se modular, utilizando-se de ferramentas escritas em diversas plataformas de programação e compartilhando as informações geradas através do banco de dados.

4.0 - MODELOS CAD 3D PARAMÉTRICOS

A criação do sistema CAD foi estruturada por componentes do hidrogerador e para cada um destes foi construído um modelo tridimensional paramétrico.

Definiu-se então, uma biblioteca de modelos dos componentes, a qual serve como base para a construção do modelo final do completo hidrogerador. A montagem é feita dinamicamente, isto é, de acordo com os elementos específicos de cada solução. Atualmente a biblioteca de modelos contempla mais de 2.000 combinações.

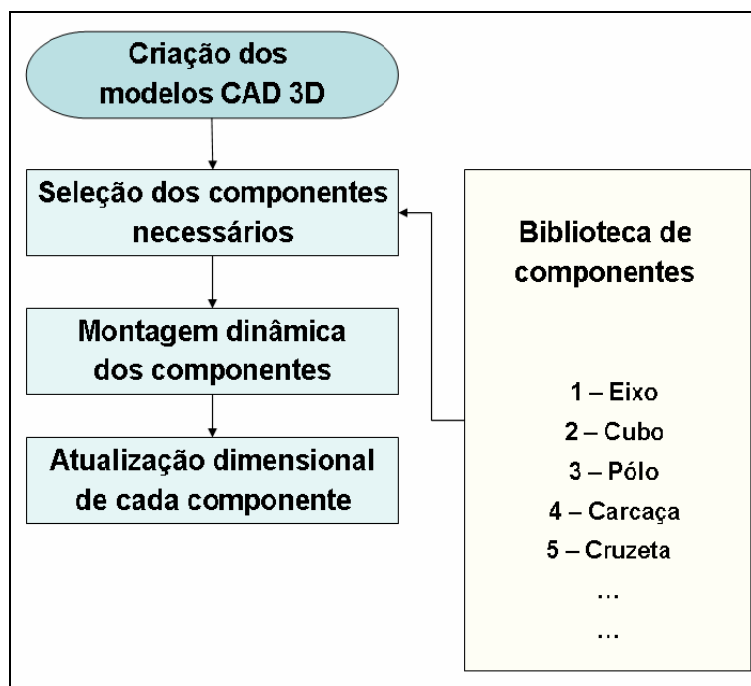


FIGURA 2. Montagem dinâmica dos modelos CAD 3D.

Dada a diversidade de soluções que alguns componentes apresentam (e.g. eixo, cubo do rotor), fez-se também necessária a construção de novos modelos dos mesmos.

Os modelos são dotados de simplificações, de modo a facilitar a parametrização e permitir que o modelo completo do hidrogerador seja executado em estações de CAD convencionais, disponíveis no mercado.

Entretanto, tais simplificações aplicadas aos modelos não comprometem os resultados e o entendimento do projeto básico do gerador.

Com esta filosofia de trabalho, através da noção espacial do conjunto, é possível verificar eventuais falhas técnicas, como por exemplo, interferência do sistema de tubulação com os demais componentes do gerador.

5.0 - BANCO DE DADOS

O banco de dados passa a ser um agente centralizador de informações, propiciando a modularidade e independência de cada sistema.

Esta modularidade traz, por conseguinte, as seguintes vantagens:

- evita-se a transcrição das rotinas de cálculo para uma linguagem comum de programação;
- evita-se a duplicidade de programas;
- utilização de programas já testados e consagrados;

- unicidade e consistência de informações;
- comunicação entre os sistemas existentes.

6.0 - CONSISTÊNCIA DO SISTEMA

Com o modelo CAD 3D disponível, o sistema principal cria um relatório de propriedades de cada componente do hidrogerador. Este relatório é alimentado com dados tanto do sistema CAD quanto os gerados pelo sistema de cálculos analíticos.

A finalidade deste relatório é confrontar os resultados dos sistemas de cálculo e de CAD. Desta forma, ao final do projeto em execução, pode-se identificar os pontos de melhoria para cada sistema individual. Isto é, trata-se de uma ferramenta de realimentação do sistema, garantindo a qualidade e desenvolvimento contínuo do mesmo.

7.0 - APLICAÇÃO DO SISTEMA

7.1 Fase de proposta

A principal utilização deste sistema é na fase de propostas, quando da definição das dimensões principais e massas dos componentes do hidrogerador.

Esta definição é mais precisa e próxima do real, pois aproveita o melhor do sistema CAD e o know-how encontrado nos programas de cálculo.

Outra vantagem da utilização desta ferramenta na fase de propostas é a qualidade de documentação que pode ser apresentada ao cliente. Em conjunto com os desenhos 2D, agora podem ser apresentadas montagens virtuais em 3D do hidrogerador em questão.

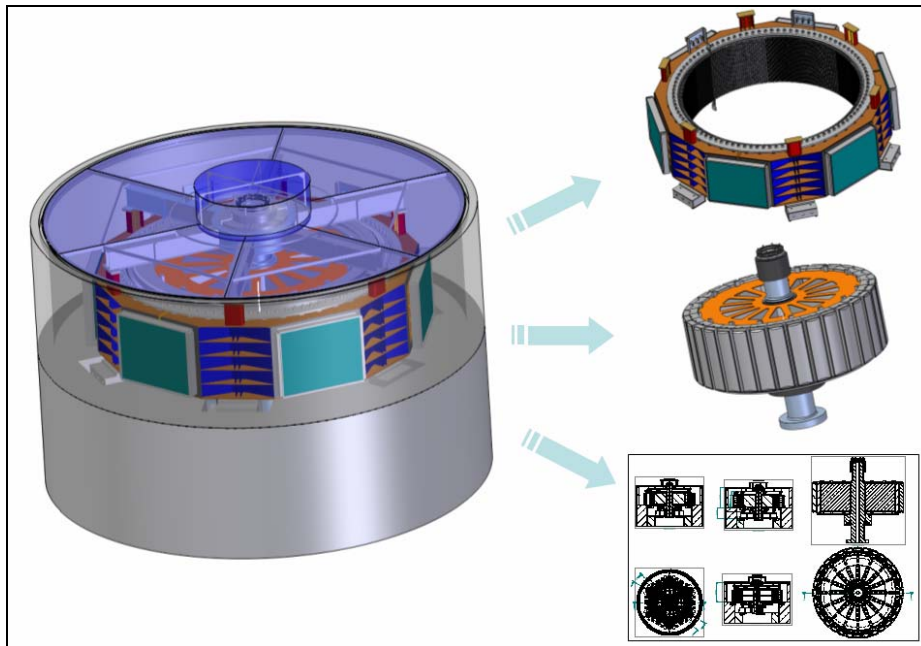


FIGURA 3. Unidade geradora completa após a execução dos cálculos de dimensionamento e montagem dinâmica.

7.2 Fase de projeto

O banco de dados central, que fora alimentado pelo sistema de cálculo analítico, é utilizado posteriormente na fase de projeto, como fonte de informações para cálculos específicos e mais aprofundados de alguns componentes.

Uma vez obtido o modelo CAD 3D já na fase de proposta, o mesmo pode ser utilizado como ponto de partida para um estudo do hidrogerador completo.

Uma outra utilização para os modelos é a análise estrutural por elementos finitos de alguns componentes, pois estes modelos podem facilmente ser exportados para aplicativos que tenham esta finalidade.

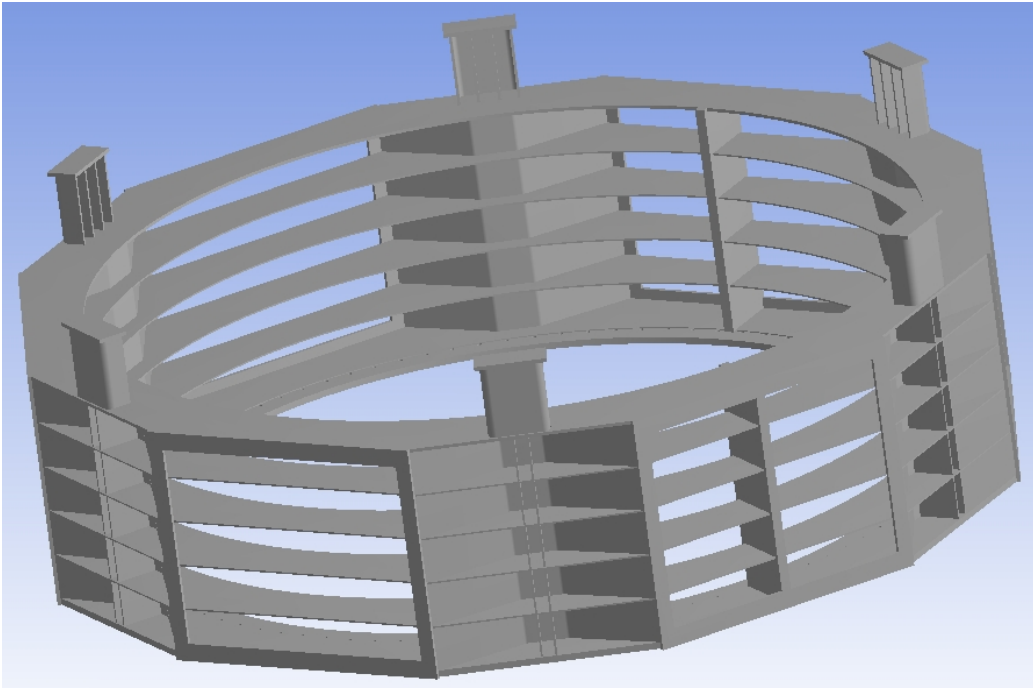


FIGURA 4. Exemplo de modelo CAD 3D a ser utilizado para análise de elementos finitos.

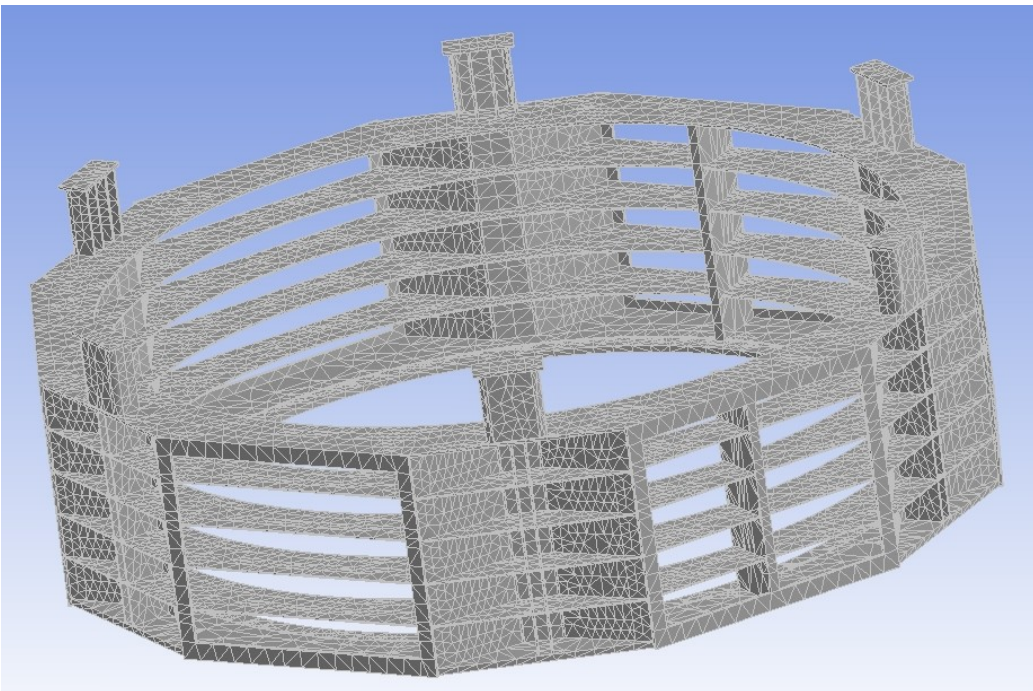


FIGURA 5. Exemplo de modelo CAD 3D preparado para análise de elementos finitos.

8.0 - CONCLUSÃO

O sistema apresentado consiste em um conjunto de ferramentas que proporciona um grande passo na busca da melhoria da qualidade do produto e na otimização do processo de design de um hidrogerador, desde a fase de proposta até a fabricação do mesmo.

A partir do momento em que foi desenvolvido este sistema integrado, uma solução mais otimizada e de menor risco pode ser encontrada na fase de proposta.

Do mesmo modo, no decorrer do projeto, verificações mais aprofundadas e otimizações adicionais são facilitadas pelo fluxo integrado de informações.

Fica assim demonstrado um sistema versátil e modular, sejam pelos programas de cálculo ou pela montagem dinâmica dos modelos CAD 3D, com desenvolvimento e manutenção independentes.

9.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) Voith Siemens Hydro, "Procedimento para Criação de Modelos CAD 3D Paramétricos".
- (2) Voith Siemens Hydro, "Manuais de Cálculo Mecânico".