



GGH/013

21 a 26 de Outubro de 2001  
Campinas - São Paulo - Brasil

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

**NOVA CONCEPÇÃO DE GERADORES PARA MÉDIAS**  
**CENTRAIS HIDRELÉTRICAS**

**Fábio Ventura Stocco(\*)**

**Egídio José Faria**

**Thomas Hildinger**

**VOITH SIEMENS HYDRO**

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho é apresentar uma nova concepção desenvolvida para Médias Centrais Hidrelétricas, com base em estudos realizados junto ao mercado consumidor, buscando a integração entre a solução adotada e a solução necessária para a usina como um todo.

O trabalho apresenta as premissas que levaram a definição dos parâmetros básicos e os detalhes construtivos da série.

**PALAVRAS-CHAVE:** Hidrogeradores, Médias Centrais Hidrelétricas, geradores verticais, padronização, modelos paramétricos.

**1.0 INTRODUÇÃO**

De maneira geral, observando-se o mercado, podemos constatar que os grandes potenciais hidroelétricos estão se esgotando, os recursos financeiros estão ficando cada vez mais limitados e os prazos de entrega das máquinas em funcionamento cada dia menores.

O esgotamento dos grandes potenciais hidroelétricos nos levou ao desenvolvimento de uma série de máquinas médias em uma faixa de potência e rotação de 10 a 65 MVA e 240 a 600 rpm, nas frequências de 50 e 60 Hz, chamada de série MCH.

As limitações dos recursos financeiros e a redução dos prazos de entrega nos levaram a optar pela parametrização de modelos 3D na fase de projeto e a maior integração entre os vários setores envolvidos no processo de fabricação desde a oferta da máquina até a expedição das peças.

**2.0 PREMISSAS DA SÉRIE MCH**

A série foi concebida nas faixas de potência e rotação de 10 a 65 MVA e 240 a 600 rpm, nas frequências de 50 e 60 Hz.

A combinação das diferentes potências e rotações gerou 288 máquinas sendo 128 de 50 Hz e 160 de 60 Hz.

Foram então realizados e tabelados os cálculos básicos para construção de uma máquina, o que em um projeto normal, seriam os cálculos de oferta.

Para a realização destes cálculos foi feito um escalonamento dos diâmetros internos do núcleo do estator e dimensões dos polos assim como padronização de materiais e forma construtiva, de forma a facilitar a integração com a fábrica no que se refere aos dispositivos de fabricação e compra de material.

Nesta fase também ficou definido que o fornecimento dos mancais seria de um único fornecedor, devendo este estar totalmente integrado à filosofia desta série.

**3.0 CONCEPÇÃO DO FLUXO DE INFORMAÇÕES**

Tendo como objetivo a redução dos prazos de entrega da máquina ao cliente tínhamos que otimizar o fluxo de informações.

Desta forma criamos um fluxo de informações em que as fases de projetos estão sobrepostas, com as seguintes características:

- O projeto evolui globalmente e não como um conjunto de partes
- O trabalho de conciliação entre atividades é mínimo
- Construção de interfaces entre tecnologias

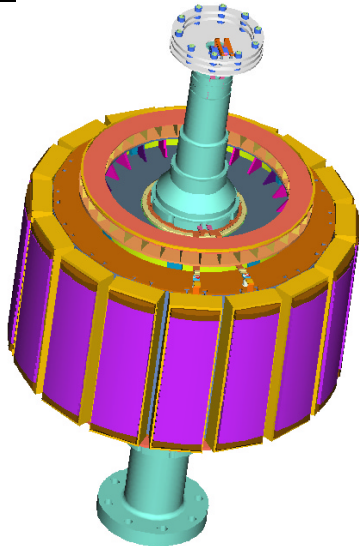
Este fluxo de informações é diferenciado pois não é mais em série, mas sim, em paralelo, onde uma fase não depende mais diretamente da outra, mas sim, compartilha as informações.

A construção de interfaces entre tecnologias foi feita através de bancos de dados comuns.

#### 4.0 ESTUDO DAS MÁQUINAS

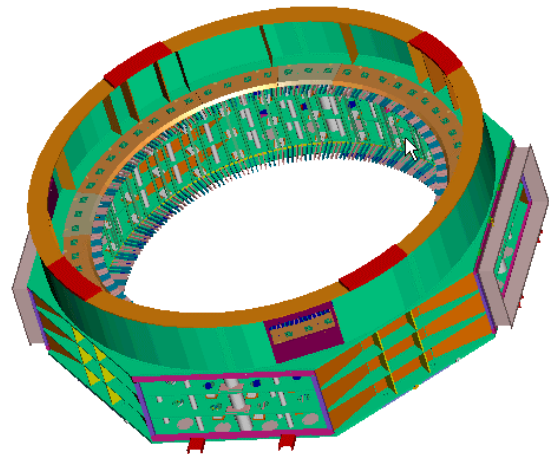
Baseado nos cálculos básicos tabelados, iniciaram-se os estudos das máquinas, desenvolvendo-se então dois tipos de rotor e dois tipos de estator, e com base em combinações entre eles, formam-se três variantes de máquinas.

Rotor Tipo1:



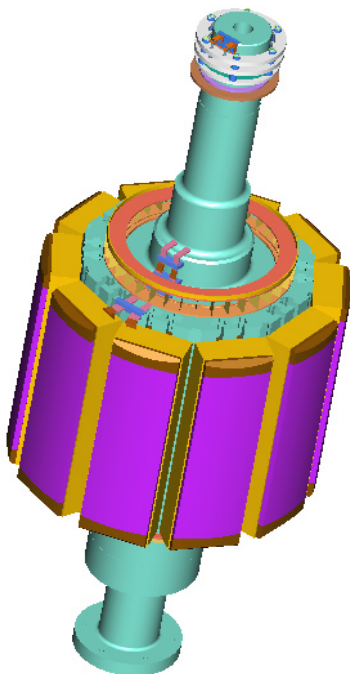
- Anel de freio;
- Cubo do rotor;
- Coroa do rotor;
- Eixo passante.

Estator Tipo1:



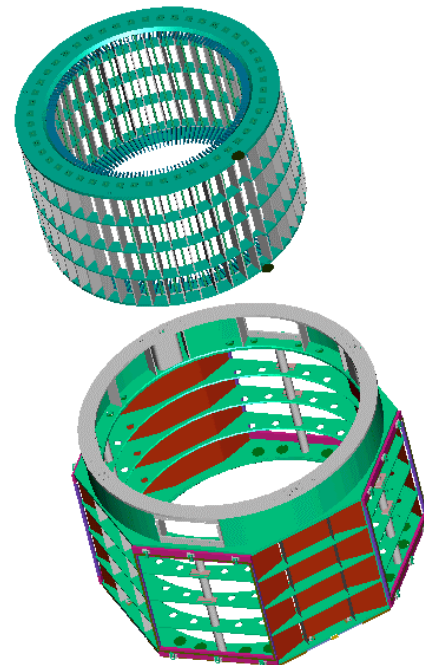
- Máquinas com bobinas impregnadas em grupo;
- Carcaça inteiriça.

Rotor Tipo2:



- Disco de freio;
- Eixo maciço;
- Pólos fixados diretamente no eixo.

Estator Tipo2:



- Bobinas impregnação total;
- Semicarcaça;
- Carcaça externa.

Variantes de máquinas:

- Diâmetros maiores: Rotor tipo 1 + Estator tipo 1;
- Diâmetros menores: Rotor tipo 2 + Estator tipo 2;
- Diâmetros médios: Rotor tipo 2 + Estator tipo 1;

Todas as máquinas são da forma construtiva IM8425, com mancal superior combinado de escora e guia e mancal inferior de guia.

## 5.0 MODELOS PARAMETRIZADOS

Com base nos estudos, foram definidos quais seriam as partes da máquina a serem desenvolvidos modelos paramétricos de componentes, estudos/cálculos preliminares e padronizações.

### 5.1 Estudos/cálculos preliminares

Os estudos preliminares permitiram uma redução substancial do tempo de elaboração de desenhos finais.

Como exemplo podemos tomar a instrumentação da máquina que já tem definido todos os instrumentos, rotas de cabos, conduítes, calhas e caixa de bornes.

Outro bom exemplo é o projeto das bobinas do estator. As bobinas do estator foram todas estudadas e feitos os desenhos esquemáticos, sendo que só são necessários pequenos ajustes para cada caso em particular da máquina.

Os cálculos preliminares já definiram uma série de partes da máquina como tamanho das placas de fundação do estator e cruzeta, anel coletor, acoplamento, tamanho dos mancais, etc. A redução das interfaces entre tecnologias foi feita através de bancos de dados comuns, gerando uma grande redução do tempo na elaboração dos desenhos.

### 5.3 Padronizações

Destes cálculos preliminares tiramos as padronizações sendo que já sabíamos as possibilidades que tínhamos pela frente em termos de tamanhos dos componentes. Isto ocorreu com as placas de fundação, anel coletor, freios, etc.

### 5.3 Modelos paramétricos

Os modelos paramétricos foram concebidos de forma a terem as seguintes características:

- Sistema visto de forma integrada;
- Automatização onde possível;
- Apoio à decisão (onde necessário);
- Aumento da eficiência e qualidade;

- Uniformização de procedimentos;

- Flexibilidade.

Foram desenvolvidos 49 grupos de construção sendo que isto, dentro de uma máquina, significa aproximadamente 50% do projeto.

Os modelos paramétricos dos componentes foram desenvolvidos no software Pro/Engineer.

O processo se inicia com o preenchimento de uma folha de dados. Esta folha de dados é inserida no modelo paramétrico através de janelas.

Estes dados são processados pela modelo e este altera as suas dimensões.

Deste modelo, temos o desenho, o qual precisa de pequenos ajustes de localização de cotas, observações e preenchimento do carimbo.

Após o desenho acabado devemos sempre fazer a revisão do desenho e análise dos dados.

## 6.0 RESULTADOS JÁ OBTIDOS

Estes modelos já foram utilizados em algumas máquinas como Baglihar (Índia) e Venda Nova (Portugal) observando-se uma redução substancial no tempo de elaboração dos desenhos.

## 7.0 CONCLUSÃO

Com esta filosofia de projeto, conseguimos atender a uma faixa de mercado em crescimento.

A redução do tempo de projeto é de aproximadamente 50% e do prazo de entrega da máquina de 60 %.