



**XV SNTPEE
SEMINÁRIO NACIONAL
DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE
ENERGIA ELÉTRICA**

GGH / 04

**17 a 22 de Outubro de 1999
Foz do Iguaçu – Paraná - Brasil**

**GRUPO I
GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA (GGH)**

REGULADOR DE TURBINAS HIDRÁULICAS – UMA NOVA GERAÇÃO

José Cláudio Mazzoleni* Mário Bento Jr.
Douglas Henry Malouf Vincenzo Presta Filho

VOITH HYDRO

RESUMO

A evolução constante e acelerada na área de sistemas microprocessados possibilita o surgimento de novas gerações de equipamentos de controle.

Este trabalho apresenta o resultado do desenvolvimento de um novo Regulador de Turbinas Hidráulicas, com características que o destacam como o precursor de um novo patamar tecnológico, com um potencial de recursos que, a exemplo de outros saltos similares, não pode ser exaustivamente vislumbrado num primeiro momento.

PALAVRAS-CHAVE

Sistemas de controle, Regulador digital, Turbinas hidráulicas, Usinas hidrelétricas.

1.0 - INTRODUÇÃO

A característica mais importante em equipamentos de controle essenciais para o funcionamento de usinas hidrelétricas é a confiabilidade, já que não se pode comprometer a geração de energia por falhas nestes sistema. Através de esquemas de redundância pode se obter altos índices de disponibilidade em sistemas eletrônicos, mas eles também precisam apresentar baixas taxas intrínsecas de defeitos para não comprometer os custos de manutenção.

Com equipamentos microprocessados cada vez mais sofisticados, a confiabilidade do hardware é apenas uma parte da questão.

Os diversos níveis de software, ao par da incrível expansão de recursos disponíveis, apresentam como consequência problemas de estabilidade que podem comprometer o desempenho do conjunto.

A tendência natural na comunidade técnica, de dispor dos mais avançados desenvolvimentos do mercado e o desejo de desfrutar do maior número de funções que se apresentam ao alcance do projetista, devem ser ponderados para garantir o funcionamento do sistema com grandes períodos de tempo sem falhas.

Por outro lado, o aspecto econômico da questão está cada vez mais valorizado.

Neste sentido, o mais importante é considerar adequadamente o peso do preço inicial de aquisição do equipamento com o custo de manutenção ao longo da sua vida útil e, principalmente, o custo da energia que deixará de ser gerada devido a paradas não programadas ocasionadas por falhas no sistema de controle.

Quando se procura antever as próximas décadas na área de usinas hidrelétricas, não se pode deixar de considerar o inevitável incremento que irá ocorrer na parte de sistemas de controle.

Esta evolução não se restringirá à substituição de sistemas de controle e regulação obsoletos por novos equipamentos, mas também pela crescente automação e principalmente pela

implementação de sistemas de diagnóstico das condições das máquinas e de otimização do aproveitamento. Por este motivo, soluções integradas, com equipamentos e software de larga utilização no mercado e o emprego de sistemas abertos de comunicação são primordiais.

2.0 HISTÓRICO

Os primeiros reguladores de turbinas hidráulicas, criados há mais de um século, eram totalmente mecânicos. Hoje peças de museu, são dignos de admiração pela engenhosidade de seus criadores.

Pouco tempo depois surgiram os primeiros reguladores mecânico-hidráulicos, introduzindo os recursos da amplificação hidráulica que se mantém até hoje, combinados com os mais modernos sistemas eletrônicos.

As diversas versões e modelos de reguladores mecânico-hidráulicos predominaram no mercado por quase um século. Até poucos anos atrás ainda existiam usuários que preferiam este tipo de regulador, apesar de todas as vantagens dos sistemas eletrônicos.

A utilização de componentes elétricos só começou efetivamente há algumas décadas.

A geração de reguladores eletrônicos analógicos se consolidou nos anos 70. Nesta época era interessante ouvir os comentários de projetistas mecânicos de reguladores com muitos anos de experiência. Eles reconheciam as vantagens dos reguladores eletrônicos em relação aos mecânicos, ao contrário do que tinham previsto anos antes, nos estágios iniciais do seu desenvolvimento. Naquela ocasião eles não conseguiam detectar vantagens que justificassem o investimento. No entanto, com o aperfeiçoamento dos reguladores eletrônicos, elas passaram a ficar evidentes e, em última instância, passaram pelo teste final, a adoção maciça pelo mercado.

No início da era digital ocorreu fenômeno semelhante. Os primeiros reguladores digitais procuravam, da melhor maneira possível, reproduzir as funções dos analógicos, sem conseguir integralmente compensar algumas deficiências.

Na opinião do próprio pessoal de desenvolvimento, a utilização dos digitais deveria se restringir basicamente a aplicações que pudessem exigir algoritmos mais sofisticados de controle. Por outro lado, a produção previa uma vida paralela dos dois sistemas por muitos anos.

Na prática nada disto se verificou. A aceitação dos reguladores digitais foi tão rápida que, em muito pouco tempo os analógicos estavam restritos a casos isolados e praticamente todas as especificações técnicas passaram a exigir a solução digital.

Novamente as previsões iniciais não conseguiram detectar que a evolução seria mais acelerada do que o esperado.

A análise destes fatos nos ensina que os efeitos de muitas mudanças tecnológicas tendem a ser subestimados e que os benefícios de novas tecnologias com recursos adicionais podem ser apenas a ponta do iceberg visível num primeiro momento.

3.0 REGULADORES DIGITAIS ATUAIS

Os reguladores digitais disponíveis no mercado hoje em dia podem ser classificados basicamente em tres grupos:

- equipamentos desenvolvidos em hardware proprietário;
- equipamentos que utilizam hardware microprocessado padronizado;
- equipamentos baseados em controladores lógicos programáveis;

O primeiro grupo apresenta as restrições próprias de equipamentos desenvolvidos com fins específicos por uma única empresa, tais como a excessiva dependência do fabricante e as dificuldades de manutenção a médio e longo prazos.

O segundo grupo tem estas características amenizadas mas ainda não contam com toda a infraestrutura do terceiro.

Os controladores lógicos programáveis, também conhecidos simplesmente como controladores programáveis, CLPs, CPs ou PLCs (sigla da designação em ingles), são equipamentos de uso geral na indústria, que se consolidaram como a

melhor opção a nível de campo em sistemas de controle.

Como tal, tem um volume de produção muito mais alto do que outros equipamentos similares, custos mais acessíveis e principalmente um índice de confiabilidade imbatível. Eles são projetados para trabalhar em condições ambientais muito adversas, já que precisam atender o espectro mais amplo possível de aplicações industriais.

Para atingir o seu nível de confiabilidade, os fabricantes despendem vultosas verbas em pesquisa e desenvolvimento, bem como em exaustivos ensaios de tipo e de rotina.

4.0 O NOVO DESENVOLVIMENTO

O processamento de dados para a administração de empresas e como ferramenta básica para

rotinas de processamento de textos e de planilhas de cálculo utilizados no dia a dia de quase todos os setores da economia, levou à proliferação de microcomputadores utilizando processadores da Intel, a linha conhecida como PC.

Paralelamente ao avanço do hardware, naturalmente se desenvolveram também inúmeras aplicações de software.

A realimentação do processo ocasionou uma evolução vertiginosa em ambos os setores.

No entanto, nesta área não há uma preocupação tão acentuada com a confiabilidade, como em sistemas de controle de processos industriais, porque a eventual parada do processamento não traz conseqüências tão drásticas no processamento comercial ou administrativo como no industrial.

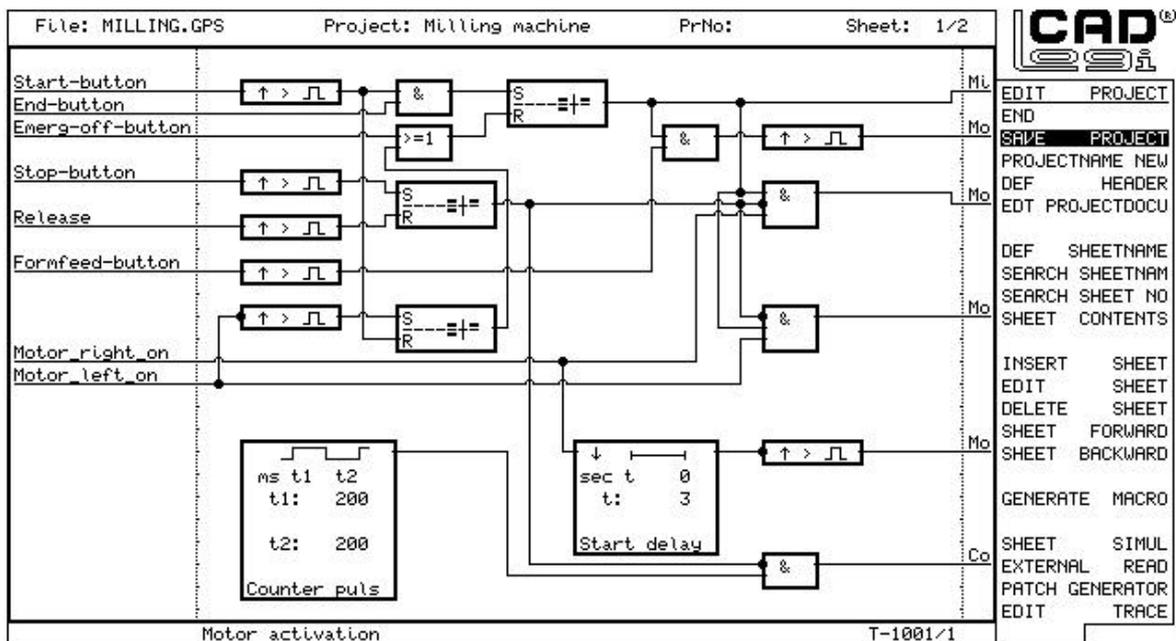


FIGURA 1 – Exemplo de tela do software gráfico de programação

A preocupação dominante é aumentar o número de funções e recursos disponíveis.

Para isto, o software fica cada vez mais sofisticado e o hardware precisa ficar cada vez

mais rápido, mantendo-se um nível de confiabilidade mais ou menos constante.

Com o tempo, plataformas de software vão se consolidando e ficando cada vez mais estáveis e

versões padronizadas chamadas “industriais” do hardware passam a apresentar a confiabilidade mínima necessária para funções de controle de processos industriais.

No momento, aplicações que utilizam sistema operacional MS-DOS já atingiram este nível de maturação.

Apesar de todos os avanços do Windows-NT, não consideramos este sistema ainda suficientemente estável para as funções básicas de controle de usinas hidrelétricas.

Um equipamento de regulação de turbinas hidráulicas necessita, para o seu funcionamento correto, de uma base de tempo confiável da ordem de milissegundos. Isto não pode ser obtido diretamente do MS-DOS.

É necessário um sistema de controle de tempo real intermediário entre o sistema operacional básico e o programa aplicativo.

No novo regulador foi utilizado o sistema de tempo real multitarefa RT-Kernel.

Ele controla a sincronização entre as diversas tarefas que são executadas em paralelo e a interrupção do processamento das tarefas de menor prioridade para atender aquelas de maior prioridade.

A programação do regulador é feita através de um sistema de desenvolvimento composto por um microcomputador com o software de programação.

Este software se constitui num dos pontos de destaque do novo sistema, já que apresenta uma interface gráfica de programação que facilita sobremaneira o trabalho do usuário.

Um exemplo de tela pode ser visto na Figura 1.

Regulador S500: Arquitetura do Hardware

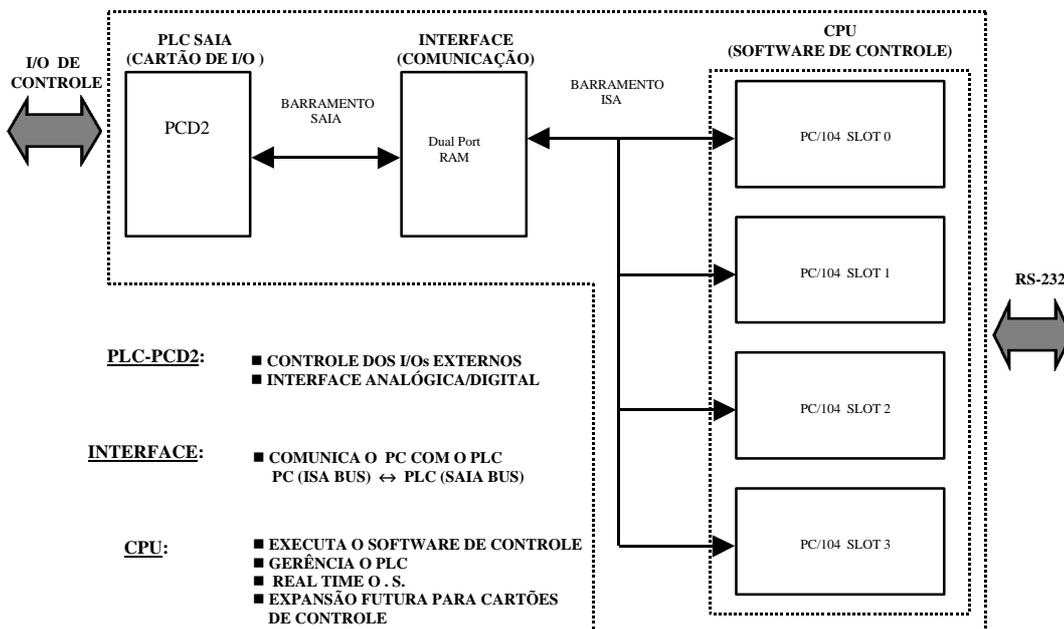


FIGURA 2: Arquitetura do hardware

Trata-se de um recurso de programação gráfica de manuseio muito simples e intuitivo, através da interligação de blocos funcionais com as entradas, saídas e registros internos.

Uma biblioteca de blocos permite montar as funções necessárias para controle e regulação. Qualquer alteração durante ensaios de fábrica, comissionamento ou a qualquer momento durante o funcionamento do regulador pode ser

feita com facilidade e rapidez. A programação dos blocos é feita em linguagem de alto nível padronizada.

Um menu estruturado hierárquicamente permite localizar todos os recursos de programação.

Não menos importante é a atualização automática da documentação do programa.

Para aproveitar todas os recursos gráficos e de comunicação disponíveis, o sistema de desenvolvimento roda em plataforma Windows.

O desenvolvimento do regulador em plataformas standard de hardware da linha industrial, bem como a utilização de softwares básicos também padrão de mercado, visa proporcionar aos usuários máxima flexibilidade

e liberdade de opção na escolha de equipamentos (sistemas abertos).

A configuração apresentada na Figura 2 é uma das opções disponíveis, que combina as vantagens de um PLC com um PC padrão industrial (PC104).

Como acessório padrão do regulador é fornecido um modem de comunicação, permitindo acesso à programação do regulador e às informações internas de auto-diagnóstico, para uma efetiva manutenção remota.

Os reguladores foram submetidos a rigorosos testes de fábrica e os primeiros protótipos estão funcionando em duas usinas, tendo atendido perfeitamente a todos os ensaios de desempenho durante os comissionamentos.

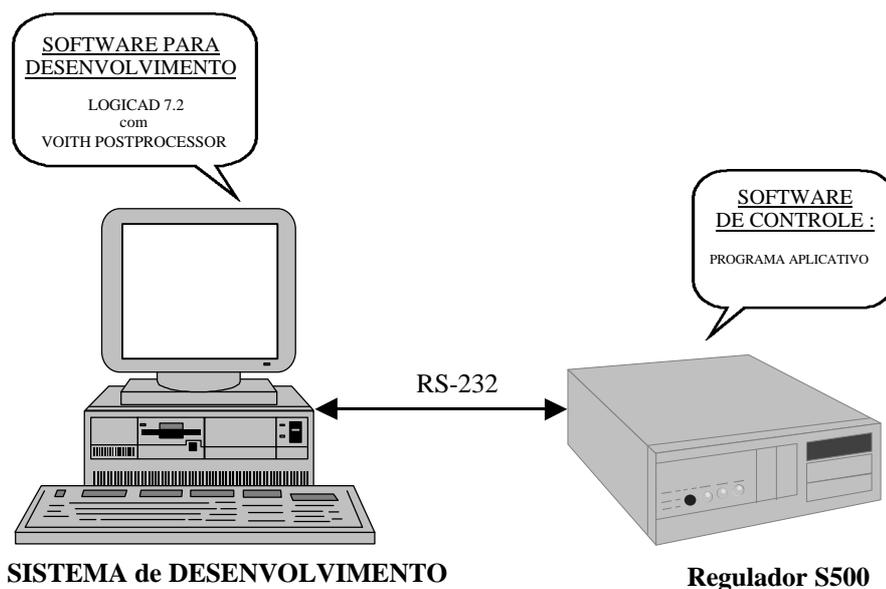


FIGURA 3: Arquitetura de software

5.0 - BIBLIOGRAFIA

(1) VOITH HYDRO – Manual de treinamento do Regulador da Série 500.