



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

GGH 25
14 a 17 Outubro de 2007
Rio de Janeiro - RJ

GRUPO I

GRUPO DE ESTUDO DE GERAÇÃO HIDRÁULICA – GGH

SISTEMA INTEGRADO DE REGULAÇÃO E AUTOMAÇÃO: SISTEMA INTEGRADO VERSUS SISTEMA COORDENADO

José Cláudio Mazzoleni *

Ângelo Mibielli

Paulo Marcos Pinheiro de Paiva

REIVAX AUTOMAÇÃO E CONTROLE

RESUMO

A utilização de Reguladores Integrados de Tensão e Velocidade já está consolidada no mercado brasileiro. O mesmo processador, que pode ser simples ou redundante, executa os dois programas de regulação. A capacidade de processamento e de memória dos atuais processadores disponíveis no mercado permite que todos os algoritmos de regulação e controle de ambos os reguladores sejam executados com uma pequena parcela desta capacidade, ficando disponível para outras funções a maior parte do seu potencial de processamento. Desde o início da era digital na área de regulação de máquinas hidrelétricas, os reguladores passaram a assumir funções de controle e automação. O Sistema Integrado de Regulação e Automação apresentado neste trabalho é a evolução natural deste processo.

PALAVRAS-CHAVE

Automação, Regulação, Sistema, Integrado, Hidrelétricas

1.0 - INTRODUÇÃO

O sistema de controle e proteção de uma usina hidrelétrica pode ser sintetizado nos seguintes blocos principais:

- Sistema Supervisório (local e remoto)
- Controle e proteção de cada unidade geradora
- Controle e proteção dos sistema comuns às unidades geradoras.

O controle e proteção de cada unidade geradora inclui as seguintes funções:

- Controlador da turbina (regulador de velocidade)
- Controlador do gerador (regulador de tensão)
- Automação do grupo
- Proteção do grupo

Tradicionalmente estas quatro funções são desempenhadas por equipamentos dedicados, fornecidos por empresas diversas, ocasionando inúmeros níveis de interface e dificuldades de integração.

O sistema descrito neste trabalho executa as três primeiras funções, quais sejam o controle da turbina, do gerador e o automatismo (partida, parada, operação e supervisão do funcionamento da máquina) num único processador, com inúmeras vantagens em relação à execução convencional. Além disto agrega também os equipamentos de proteção do grupo gerador, formando uma unidade integrada de controle e proteção, como mostrado na Figura 1.

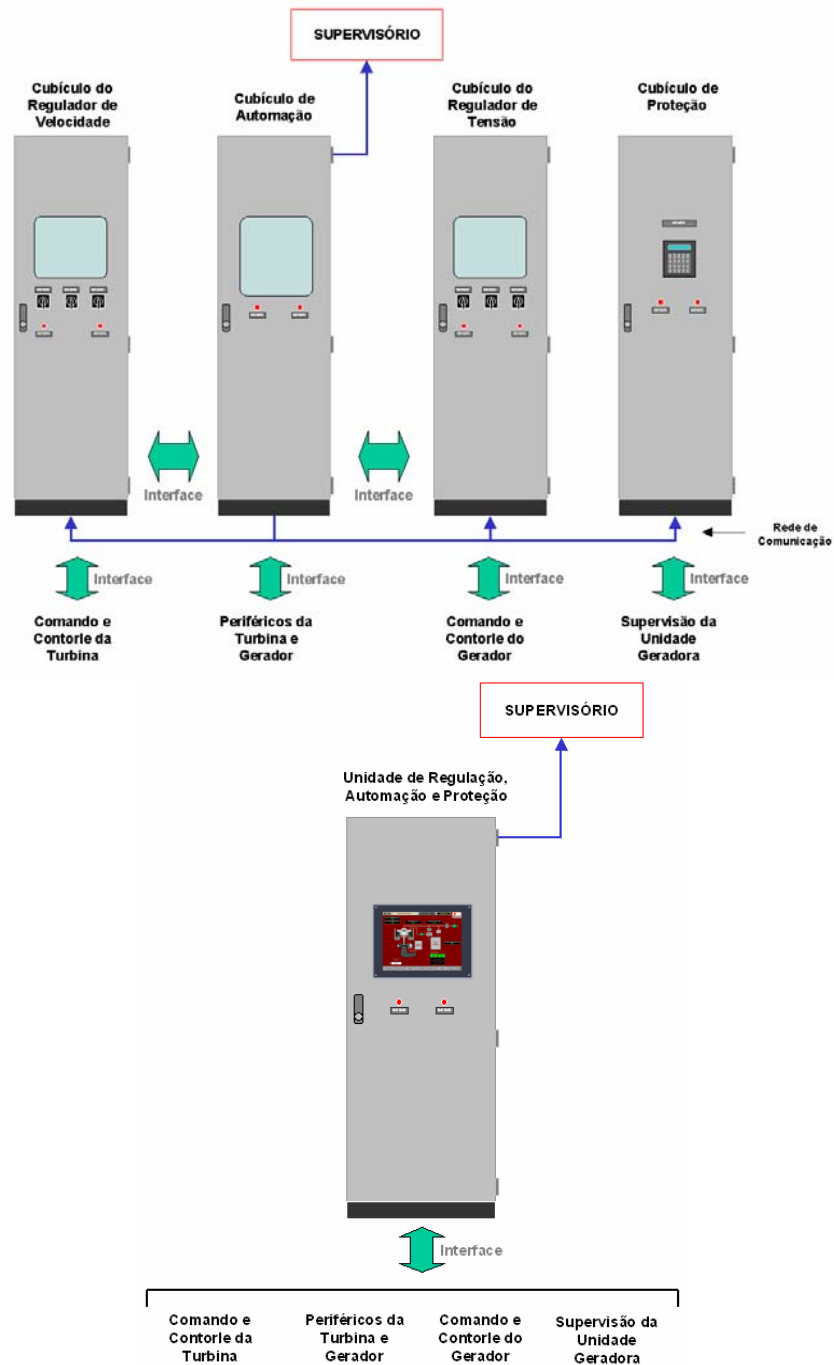


FIGURA 1 – Sistemas convencionais e Sistema Integrado de Regulação, Automação e Proteção

2.0 - SISTEMA DE CONTROLE DE UMA USINA HIDRELÉTRICA

Uma usina hidrelétrica, por exemplo com três máquinas, pode ter seu sistema de controle e proteção representado conforme a Figura 2.

Nos sistemas comuns podemos ter a drenagem da casa de força, equipamentos para água de refrigeração, subestação, tomada d'água, vertedouro e muitos outros.

Uma das possíveis arquiteturas de comunicação é apresentada na Figura 3.

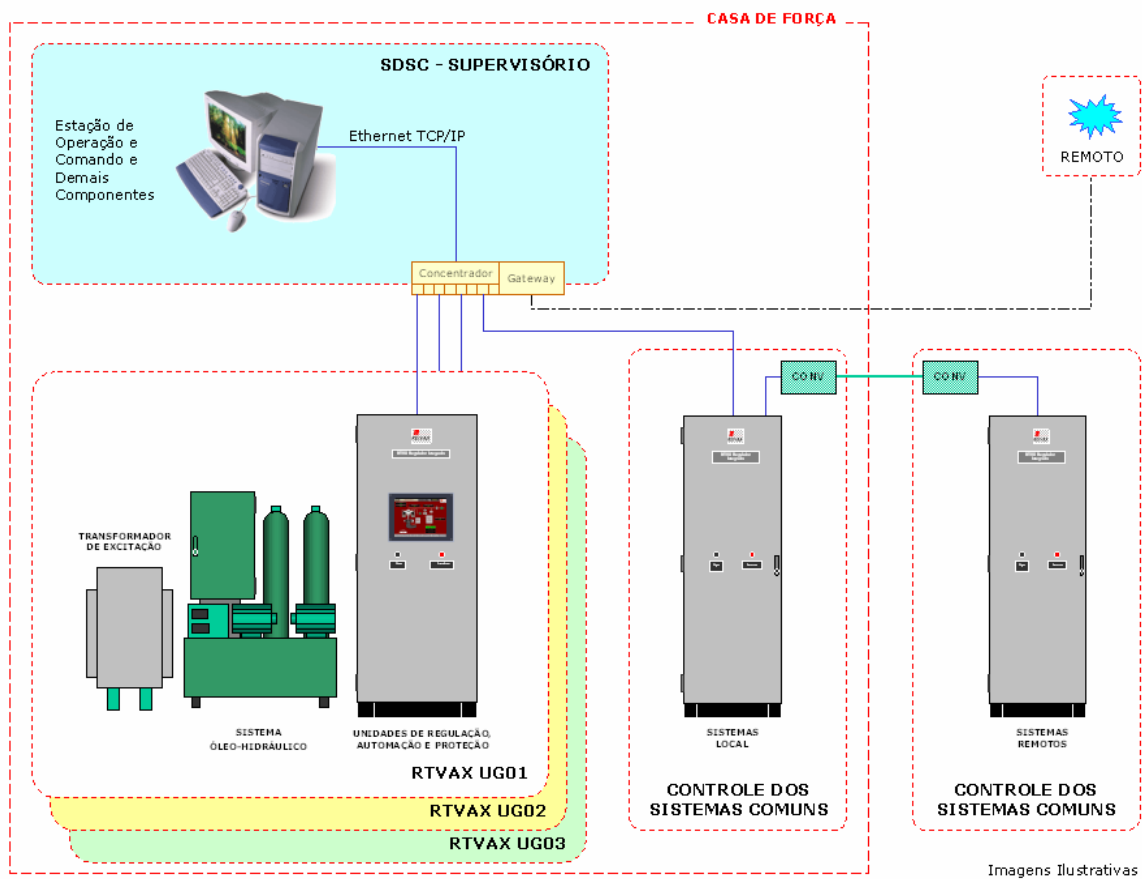


FIGURA 2 – Sistemas de controle e proteção típico de uma usina hidrelétrica.

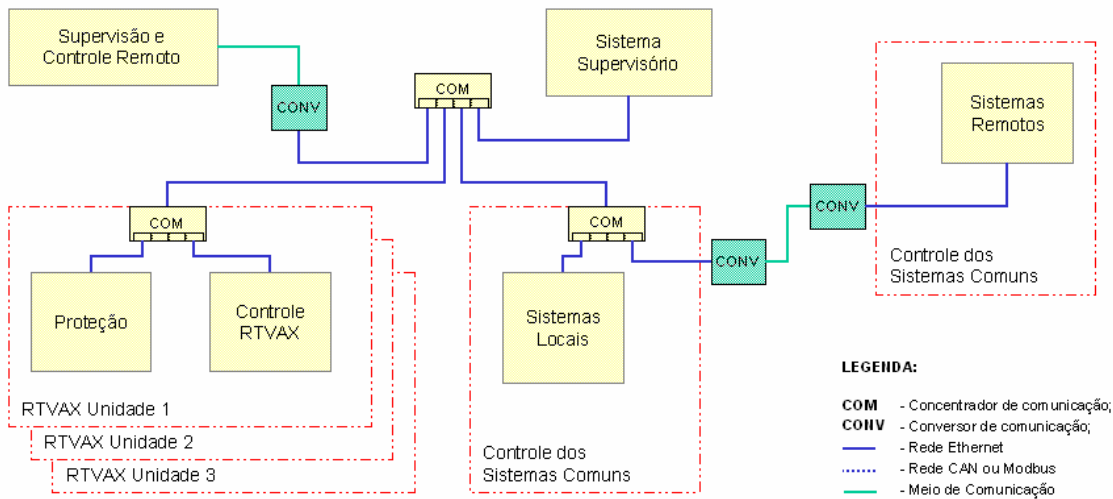


FIGURA 3 – Arquitetura de comunicação.

O Sistema Integrado de Regulação, Automação e Proteção engloba todos os elementos de controle de uma unidade geradora, inclusive a parte de força, composta pela unidade hidráulica do regulador da turbina e o sistema de excitação.

A Unidade de Regulação, Automação e Proteção é um único cubículo ou um conjunto de cubículos que alojam todo o controle e proteção de uma unidade geradora, conforme Figura 4.

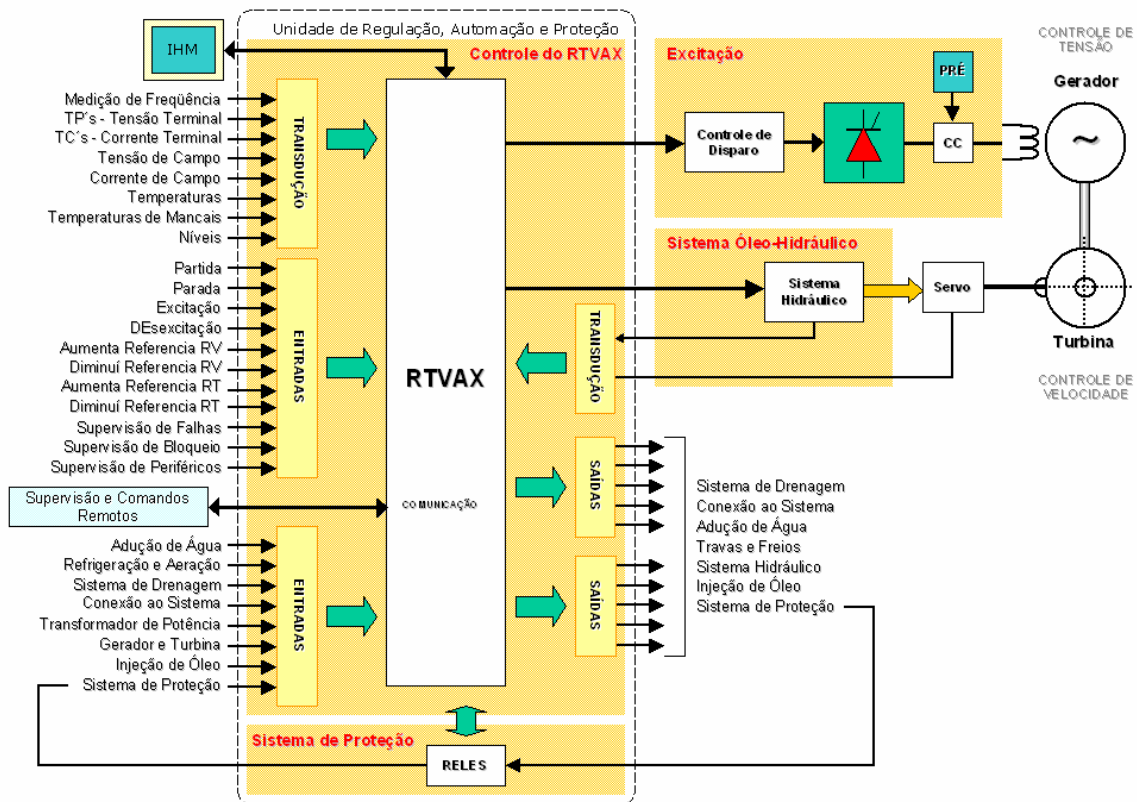


FIGURA 4 – Sistema Integrado.

O processador central do sistema pode ser simples ou redundante. A sua capacidade de processamento e de memória é superior às necessidades de regulação do gerador, da turbina e da automação do grupo. Por este motivo ele também executa outras funções tais como simulação e registro de sinais.

3.0 - ASPECTOS RELEVANTES

3.1 Confiabilidade

A confiabilidade de um sistema é inversamente proporcional ao número de componentes suscetíveis a falha neste sistema. A redução do seu número de componentes, interfaces, conexões, fontes e demais elementos, aumenta a sua confiabilidade.

A multiplicidade de processadores, onde um processador não tem capacidade de substituir as funções do outro, não representa redundância e portanto não caracteriza um aumento de confiabilidade.

Pelo contrário, quanto maior for o número de processadores utilizados num sistema, sem que um deles possa desempenhar as funções do outro em caso de falha, menor será a confiabilidade total do sistema.

A confiabilidade é aumentada pela redundância efetiva, com a colocação de outro processador em paralelo, capaz de executar todas as funções do primeiro em caso de falha, isto é, a regulação de tensão e de velocidade e também a automação da unidade geradora.

O princípio utilizado pelo Sistema Integrado de Regulação e Automação, de integrar sistemas, não é novo, foi amplamente utilizado pelos sistemas de proteção na década de 80.

Hoje a multiproteção digital é uma realidade, que foi baseada na evolução dos sistemas digitais, no aumento da confiabilidade pela integração, na maior capacidade de processamento e armazenamento digital de informações.

3.2 Simplificação

A integração elimina muitos sinais externos que tradicionalmente circulam entre os reguladores e a automação. Eles passam a ser sinais internos ao controlador programável.

Isto significa menor quantidade de interligações físicas entre equipamentos, com todas as suas vantagens de menor custo, eliminação da origem de defeitos e de dificuldades de colocação em funcionamento e de localização de falhas durante a operação do equipamento e nos períodos de manutenção.

A concentração das funções num único controlador programável elimina também painéis com toda a sua infraestrutura, desde as fontes de tensão, que estão entre os componentes de menor confiabilidade do sistema, passando por relés auxiliares, transdutores, isoladores e outros componentes, chegando até às régua de bornes e conectores.

Toda esta simplificação de hardware significa aumento adicional de confiabilidade do sistema.

3.3 Responsabilidades

Outro fator importante para a eficiência da usina é a simplificação na divisão das responsabilidades entre regulação e automação.

As dúvidas na identificação de dificuldades de funcionamento que costumam existir entre estas áreas, tanto na colocação em funcionamento, quanto durante a vida útil da usina, ficam automaticamente resolvidas com um único responsável por ambas.

Este ponto é difícil de ser quantificado mas geralmente representa altos custos de coordenação, de tempo adicional despendido e de despesas extras de diversas origens.

Uma variante do sistema totalmente integrado é a utilização de sistemas de regulação e automação coordenados, isto é separados ou individuais, onde os dois reguladores estão concentrados num controlador e a automação é executada em outro controlador na mesma Unidade de Regulação e Automação.

A vantagem da concentração da responsabilidade por todos os sistemas e a sua integração é mantida mesmo neste caso.

3.4 Vantagens do Sistema

Em síntese, o sistema apresenta inúmeras vantagens em relação ao conceito tradicional de controladores dedicados para cada função:

- Maior confiabilidade;
- Redução de sinais externos de entrada e saída;
- Redução de pontos de comunicação;
- Redução de interfaces;
- Redução de equipamentos, painéis, fontes de alimentação, relés, isoladores, bornes e fiação;
- Simplificação da manutenção e do comissionamento;
- Fornecimento concentrado num único fornecedor, eliminando questões sobre divisão de responsabilidades;
- Redução de consumo de energia e espaço físico;
- Simplificação da engenharia na interface e na integração de equipamentos;
- Simplificação e facilidade na simulação do sistema;
- Testes de plataforma em fábrica incluindo todos os elementos de controle, proteção e automação, reduzindo significativamente o trabalho na obra;
- Redução de custos.

4.0 - INTEGRAÇÃO VERSUS CONTROLE DISTRIBUÍDO

A utilização de controladores distribuídos numa instalação tem demonstrado muitas vantagens em sistemas de grande porte, com grandes distâncias entre equipamentos controlados.

A integração apresentada neste trabalho não vai necessariamente contra esta tendência. Estamos apresentando as vantagens de um controle integrado, que pode ser implementado com remotas de entrada e saída distribuídas, eliminando a maior parte da fiação, sem prescindir dos benefícios aqui apresentados.

Sem dúvida este sistema integrado se aplica à perfeição em instalações de menor porte, mas também com as mesmas vantagens em aplicações maiores. Mesmo uma grande usina, com muitas máquinas de centenas de megawatts, pode usufruir os benefícios da integração de funções de regulação, automação e proteção.

5.0 - CONCLUSÃO

A evolução tecnológica dos equipamentos digitais industriais possibilita inovações nas aplicações de sistemas de controle e automação através da integração de inúmeras funções num único equipamento, atendendo com reserva de qualidade todas as exigências das normas internacionais e todas as necessidades dos sistemas interligados e dos sistemas isolados de geração de energia.

As vantagens desta integração são inúmeras, principalmente na simplificação das interfaces que vão se refletir na redução e na facilidade da manutenção dos equipamentos ao longo de toda a sua vida útil.

As restrições artificiais apresentadas com frequência, oriundas da tendência conservadora dos agentes do mercado, são eliminadas gradativamente pelos resultados positivos obtidos com a sua aplicação cada vez mais abrangente.

6.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

(1) ZENI Jr., N. et alii, "Controlador com Estrutura Programável pelo Usuário", II Simpósio Brasileiro de Pequenas e Médias Centrais Hidrelétricas, Canela, Rio Grande do Sul, Abril de 2000.

(2) PAIVA, P.M.P., "Sistema Integrado de Controle de Unidades Geradoras", I ENTEC – Encontro Técnico sobre PCHs, CEMIG, Três Marias, Abril de 2000.

(3) PAIVA, P.M.P., "Modernização de Reguladores de Velocidade", Palestra Proferida em Reunião Técnica do GTMU, Outubro de 1996.

(4) ZENI Jr., N. et alii, "Modernização do Controle dos Grupos Geradores para Ensaio de Transformadores e Reatores na Fábrica", I Seminário Nacional de Controle e Automação, Salvador, BA, Novembro de 1999.

(5) ZENI Jr., N. et alii, "Sistema Integrado de controle de velocidade, tensão e automatismo", XVI SNPTEE, Campinas, São Paulo, Outubro de 2001.

(6) PAIVA, Paulo Marcos; REIVAX, MORETTI, Sandro; ALTUS. Sistema Integrado de Regulação, Automação e Monitoramento de Unidades geradoras – Apresentado no ABRAGE 2000.

7.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

José Cláudio Mazzoleni

Nascido em Getúlio Vargas, RS em 10 de fevereiro de 1952.

Graduação em Engenharia Elétrica: UFRGS - Porto Alegre (1974) e em Administração de Empresas: Univ. Mackenzie - S.Paulo (1989). Mestrado em Administração de Empresas: FGV-EAESP São Paulo (2002).

Empresas: CEEE (1974-1979), Voith e Voith Siemens (1979-2006) e Reivax desde 2006.

Consultor de Negócios.



Ângelo Mibielli

Nascido no Rio de Janeiro em 06 de junho de 1967.

Graduação em Engenharia Elétrica: Universidade Federal de Santa Catarina – Florianópolis (1992).

Empresas: Comunicom – Grupo Bros (1992 a 1996) e Reivax desde 1996.

Engenheiro Departamento Comercial.



Paulo Marcos Pinheiro de Paiva

Nascido em Sabará, MG em 22 de outubro de 1949.

Graduação em Engenharia Elétrica: Universidade Federal de Minas Gerais (1973), com Pós-graduação em Controle de Sistemas Elétricos pela Universidade Federal de Santa Catarina (1978).

Empresas: Eletrosul (1974 a 1985), Engevix (1986), Cemig (1987) e Reivax desde 1987.

Diretor de Negócios.