



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

**MODERNIZAÇÃO DE REGULADORES DE VELOCIDADE
CONSIDERAÇÕES SOBRE A SUBSTITUIÇÃO DE REGULADORES MECÂNICOS POR DIGITAIS**

Mário Bento Jr.*
Ronaldo Campanhã

Diego Albiach Esteve
Paulo de Tarso Telles Franco

VOITH HYDRO

RESUMO

Neste trabalho serão apresentadas soluções encontradas em modernizações de reguladores de velocidade tanto para máquinas de grande porte como de pequeno porte, ressaltando a flexibilidade e integração conseguidas com os sistemas de regulação de velocidade digital.

O trabalho apresenta exemplos práticos e bem sucedidos de modernizações de reguladores de velocidade digitais com especificações técnicas, grau de integração e adaptações distintas necessárias para seu acoplamento com os equipamentos eletro-hidráulicos existentes nas U.H.E(s) de Ilha Solteira da CESP e Ituparanga da CBA (Cia. Brasileira de Alumínio).

PALAVRAS-CHAVE

Reguladores de velocidade, reguladores digitais, modernização, CLP, redução de custos.

1.0 - INTRODUÇÃO

No Sistema Elétrico brasileiro temos basicamente três gerações de reguladores coexistindo: os reguladores mecânicos, os eletrônicos analógicos e os digitais. Um grande número de centrais hidrelétricas opera ainda com reguladores mecânicos, muitas delas de forma precária e outras simplesmente fora de operação devido à inviabilidade técnica ou ao custo elevado de

operação. Portanto a modernização dos reguladores de velocidade, associada ao processo de automação dessas usinas é fator preponderante de redução de custos e maximização da produtividade.

Definida a necessidade de substituição do regulador de velocidade, torna-se óbvia a escolha de um regulador digital, tanto por questões econômicas como técnicas. Os reguladores digitais estão cada vez mais baratos, possuem um grande número de funções de controle, não necessitam de mão de obra qualificada (podem ser tratados como uma caixa preta, com interface convencional), e podem ser diagnosticados à distância, via modem. Outros aspectos importantes como índice de confiabilidade e disponibilidade, capacidade de comunicação que permita a total integração com o controle supervisão e de aquisição de dados devem ser considerados na seleção do equipamento que melhor pode atender às necessidades atuais e de futuras expansões no caso da automação da usina.

Com o uso de reguladores digitais de última geração é possível obter soluções eficazes, mais confiáveis associadas com a minimização de custos de operação, implantação e comissionamento das usinas, bem como de sua manutenção.

Como primeiro exemplo serão apresentados os Reguladores Digitais para Ilha Solteira da CESP onde a especificação técnica exigia: Comando Manual de Emergência, Regulação de Potência e compatibilização com o Joint Control existente.

**2.0 ADAPTAÇÕES DO REGULADOR DIGITAL
VOITH PARA ILHA SOLTEIRA (CESP)**

Os fornecimentos anteriores de reguladores digitais para Guilman Amorim (Operada pela CEMIG) e Rio do Peixe (CPEE) utilizaram CLP's de médio porte com grande numero de entradas e saídas digitais e analógicas, o que inviabilizaria o projeto pelo seu alto custo em relação aos concorrentes. Na Europa já estava sendo utilizado um CLP compacto, com um único processador e hardware para aplicações apenas com regulação, sem nenhuma função de automatismo. O CLP e o programa eram perfeitamente adequados para uma máquina de maior porte, o que nos levou a uma solução mista: utilizamos o CLP compacto e

adequamos o hardware restante às necessidades de controle exigidas em uma máquina de grande porte.

Adotamos portanto, para o projeto de modernização dos reguladores de Ilha Solteira (Francis Vertical de 160 MW), os Reguladores Digitais da Série VDG/VGC 110, que utilizam o CLP da SAIA (fabricante Suíço) da série PCD2.

Veja na fig. 1 a Arquitetura básica dos Reguladores Digitais da Série VDG/VGC 110.

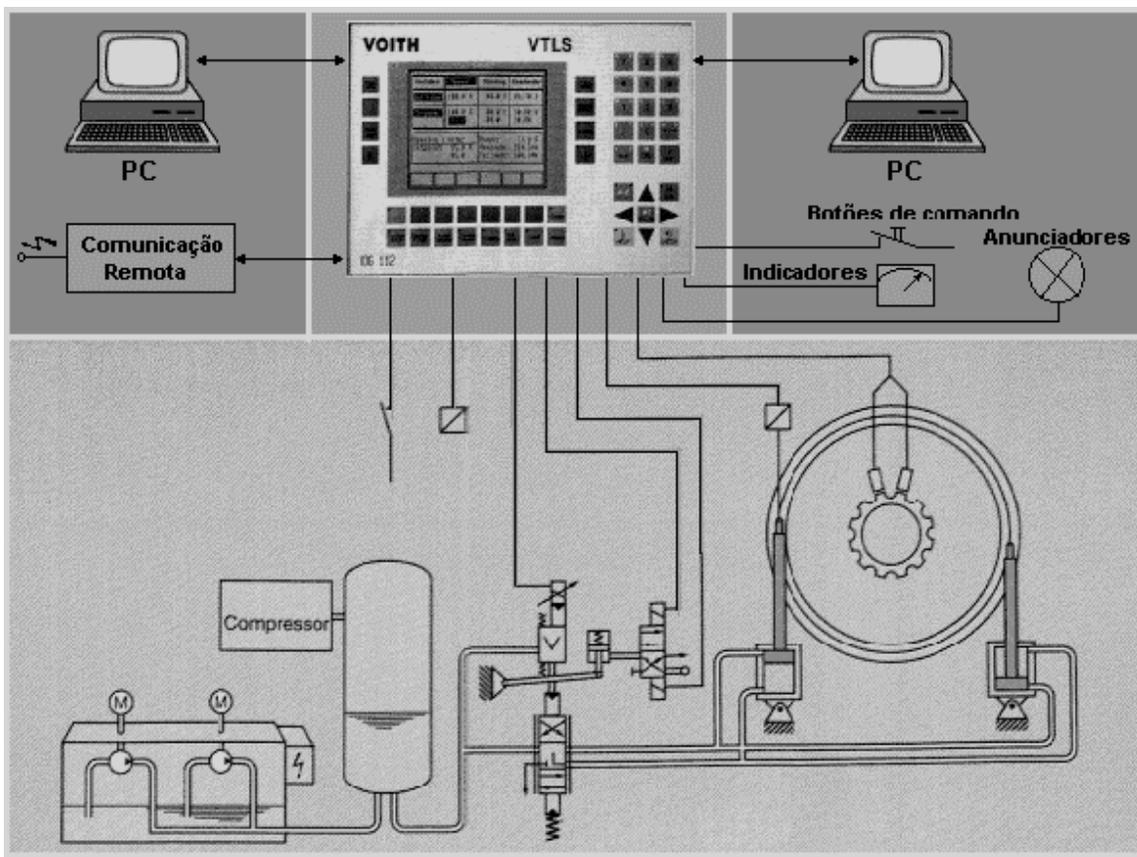


Fig. 1 Arquitetura básica dos Reguladores Digitais da Série VDG/VGC 110

2.1 ADEQUAÇÕES AO PROJETO

A fim de adequar a nova série de reguladores digitais às máquinas de porte existentes no Brasil, e mais diretamente visando atender às necessidades das máquinas de Ilha Solteira, foram feitas as seguintes adequações:

Medição de Frequência - feita através de transdução digital/analógica ao invés do contador rápido, medindo porém a frequência nas faixas de 0 a 200% e também 90 a 110% exclusivamente para a regulação. Foi mantido a medição através do PMG existente.

Controle Conjunto - foi necessário manter os dois transdutores de potência, um para a medição de potência a ser utilizada no modo de regulação

correspondente e o outro para distribuir o sinal de potência entre as outras máquinas. Esse sinal para o sistema de controle conjunto existente na Usina, gera um diferencial de potencial sobre um resistor, no painel do regulador, quando os valores de potência estão em desequilíbrio. Tal tensão é medida pelo CLP que teve um algoritmo implementado no programa, que fará a conversão da tensão gerada no resistor para um valor de referência de potência, a fim de corrigir o desequilíbrio de potência existente nas máquinas operando em Controle Conjunto.

Para o Comando Manual de Emergência (hoje, devido a novas características chamado de CLP auxiliar) foi utilizado um segundo CLP de pequeno porte, para

operar no modo Regulação de Abertura em caso de falha do CLP principal.

Comando Hidráulico - utilizada válvula proporcional com comando eletrônico dedicado, recebendo sinal de um transdutor de posição (LVDT) interno à válvula. Fig. 2 Controle através de Servomotor Piloto Utilizamos também mais um transdutor de posição linear, acoplado à haste do servomotor piloto. As duas malhas de realimentação de posição foram introduzidas no CLP, que recebeu algoritmos para acertos de ganhos proporcionais e zeros dos dois elos de abertura. Um diagrama de blocos deste sistema pode ser visto na figura 2.

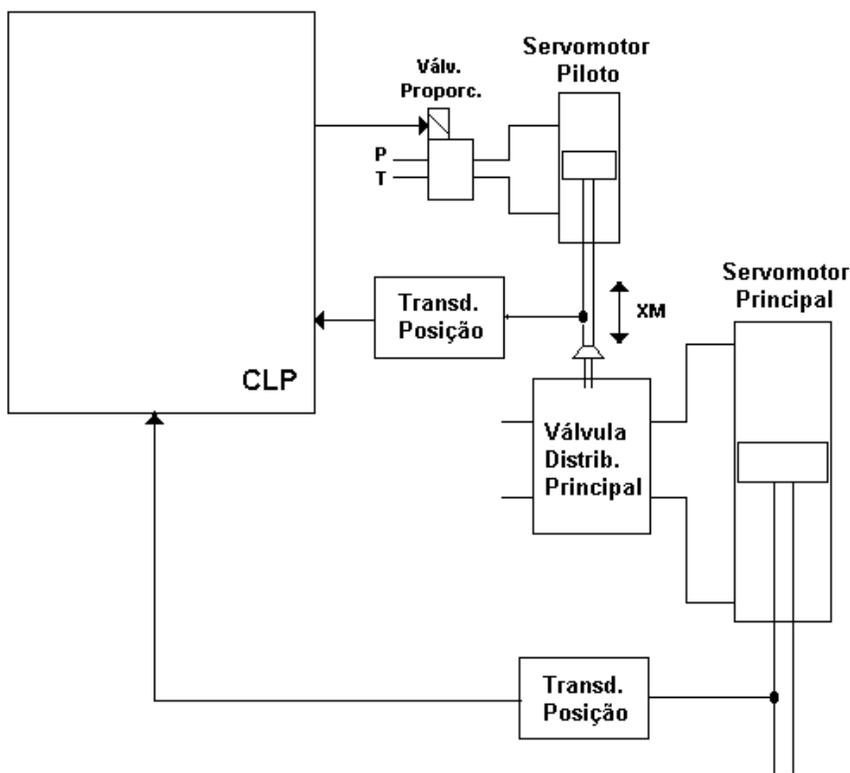


Fig. 2 Controle através de Servomotor Piloto. Malhas de abertura internas ao CLP

2.2 REDUÇÃO NA ARQUITETURA DO REGULADOR DIGITAL VOITH PARA ILHA SOLTEIRA

A Tabela comparativa seguinte apresenta a redução da arquitetura entre os Reguladores Digitais de Guilman Amorin (Série VGC 210) e Ilha Solteira (Série VGC 110).

Tabela 1

	GUILMAN AMORIM	ILHA SOLTEIRA
COMPONENTES	Qdes.	Qdes.
CLP COMANDO MANUAL DE EMERGÊNCIA	1 x PCD2 (SAIA)	1 x PCD2 (SAIA)
CLP PRINCIPAL		
CPU	1 x PCD4 (2 x CPU's)	1 x PCD2 (1 x CPU)
ENTRADAS DIGITAIS	32	24
SAÍDAS DIGITAIS	32	16

	GUILMAN AMORIM	ILHA SOLTEIRA
COMPONENTES	Qdes.	Qdes.
ENTRADAS ANALÓGICAS	8	8
SAÍDAS ANALÓGICAS	4	4
CONTADOR RÁPIDO DE FREQUÊNCIA	1	1 transdutor dig./anal. Faixa 90 a 110% rot.
OUTROS COMPONENTES		
RELÉS DE VELOCIDADE SEPARADOS	5	1
TRANSDUTOR DE POTÊNCIA	1	2 (1 para adap. Joint)
AMPLIFICADORES ISOLADORES	6	3
RELÉS ISOLADORES	64	37

2.3 PARTE HIDRÁULICA

Dependendo do trabalho de regulação é possível se atuar diretamente na válvula proporcional e essa por sua vez comandará o Servomotor Principal. Abaixo, exemplo de comando direto no servomotor

principal. Este tipo comando foi utilizado por exemplo nos casos dos Reguladores de Guilman Amorim e Ituparanga.

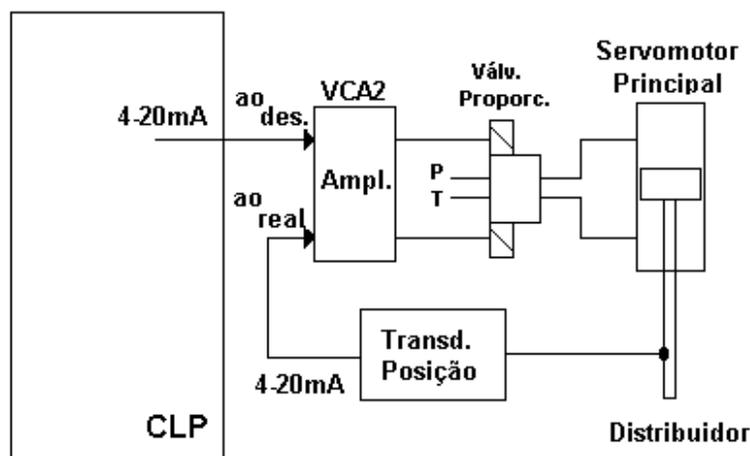


Fig. 3 Comando direto para o Servomotor Principal

Em casos onde é necessário uma amplificação através de um Servomotor Piloto e simplificar o sistema de comando do mesmo, é possível se lançar mão da

realimentação eletrônica, onde se acopla um transdutor de posição linear (LVDT) na haste do servomotor piloto, como ilustra a figura 4.

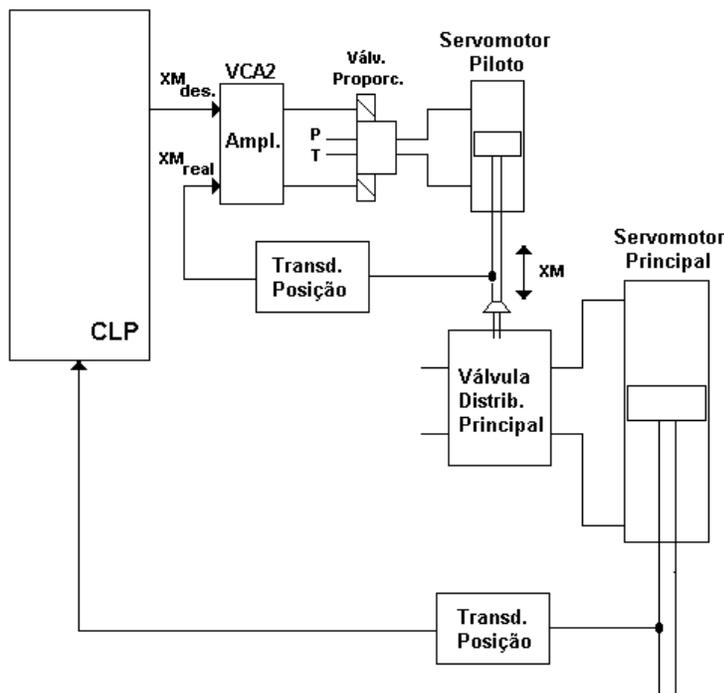


Fig. 4 Controle através de servomotor piloto. Malha de abertura secundária interna ao CLP

No caso de Ilha Solteira eliminamos o amplificador de sinal (VCA2-Voith) utilizando uma válvula proporcional com transdutor linear incorporado e um pequeno amplificador separado. As 2 malhas de realimentação de posição foram fechadas internamente ao CLP, como mostrado na figura 2.

3.0 ADAPTAÇÕES PARA O REGULADOR DE ITUPARARANGA (CBA)

Para o caso dos Reguladores Digitais de Itupararanga da CBA (Francis Horizontal de 12,5 MW), onde diferentemente do caso anterior o cliente estava interessado no regulador digital apenas como o coração do controle. Portanto foi possível para este caso a utilização quase que tão somente do CLP com o seu programa para as regulações, e mantendo-se na íntegra as características de controle, tendo-se regulação de velocidade, abertura e potência.

4.0 CONCLUSÃO

Os novos reguladores digitais da série **VDG/VGC 110** aliados às soluções específicas de cada projeto, possibilitaram uma redução sensível no preço, permitindo que soluções do tipo **ILHA SOLTEIRA** para grandes máquinas, empresas Estatais, assim como

ITUPARARANGA para o caso de pequenas máquinas, cliente privado, se tornassem concretas.

Ambos os projetos foram vitoriosos e alcançaram completamente às exigências e satisfação do cliente.

As obras de Ilha Solteira e Itupararanga, sem dúvida nenhuma, possibilitaram à Voith Hydro, especificamente ao Departamento de Reabilitação de Usinas Hidrelétricas, ganhar experiência em soluções específicas para cada tipo de cliente, da Estatal com grandes máquinas e características próprias de concorrência ao cliente privado, levando soluções sob medida, com preços justos e ao mesmo tempo sempre utilizando tecnologia de ponta.

Os projetos que utilizam a mesma família de Reguladores Digitais, para novas máquinas como Palmeiras e Sobrado, da Celtins e para Reabilitação como no caso da Turbina Pelton de Poço Fundo, da Cemig, assim como os projetos mais atuais como o de Jupia da Cesp e o de Isamu Ikeda da Rede nos trarão cada vez mais experiência com os reguladores da família VDG/VGC 110.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Manuais dos reguladores digitais Voith.