

SISTEMAS DE MEDIÇÃO E PROTEÇÃO PARA PEQUENAS CENTRAIS HIDRÁULICAS

J. R. Cogo
IEE - EFEI

C. A. M. Guimarães
IEE - EFEI

Artigo apresentado no Seminário de Pesquisa EFEI - 1983

RESUMO

Pretende-se neste artigo mostrar a filosofia a ser empregada para os sistemas de medição de velocidade, e controle de tensão para pequenas centrais hidráulicas. Além disso, esse artigo tem por objetivo mostrar um diagrama em blocos com a finalidade de viabilizar a execução do projeto de um relé para sincronização automática de geradores de pequenas centrais hidráulicas.

ABSTRACT

Turbines speed measures as well as voltage control applied to small hydro power plant general procedures are shown. The block diagram developing process to make possible relay project of automatic synchronization applied to small hydro power plant generators is also shown.

1. INTRODUÇÃO

É notória a atenção cada vez mais voltada para os sistemas de geração de energia elétrica em pequena e média escala, como é o caso das Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH). Dentro do nosso próprio país não é raro encontrar-se pequenas cidades ou comunidades, que aproveitam rios, mesmo de baixa queda e pequena vazão para extrair alguns megawatts de potência elétrica. É necessário, então, que órgãos competentes tecnicamente dediquem-se a desenvolver uma tecnologia própria para as PCH's cujas características fundamentais dos equipamentos deverão ser:

- a - Robustos: Visto trabalharem em lugares insalubres e os equipamentos a elas pertencentes ficarão sujeitos a operações erradas, principalmente pelo fato do pessoal disponível para controlar e dar manutenção a unidade, muitas vezes não terá nem mesmo, o mínimo conhecimento técnico para cuidados especiais.
- b - Confiáveis: Na maioria dos casos uma determinada PCH ficará em região de difícil acesso a técnicos especialistas, sendo que a visita desses limitar-se-á a manutenção preventiva previamente programadas pelo proprietário da mini-usina. Na maioria dos casos esta visita será para manutenção corretiva devido a morosidade e mesmo a onerosidade do deslocamento de um técnico.
- c - Baratos: Os equipamentos que compõem uma usina são encontrados em mercado especializado e em alguns casos são até difíceis de serem encontrados, visto não serem equipamentos mantidos em estoques de grande quantidade.

Dentro do programa de pesquisa sobre PCH's é previsto o desenvolvimento de equipamentos elétricos/eletrônicos que atendam satisfatoriamente as três características citadas anteriormente. Nesta

filosofia será mostrado a seguir os sistemas empregados:

- Na medição da velocidade angular de um gerador de PCH.
- No controle da tensão por malha fechada.
- Na verificação de sincronismo.

Estes equipamentos devem ser desenvolvidos com componentes eletrônicos convencionais tornando-se assim um equipamento de baixo custo.

2. O MEDIDOR DE VELOCIDADE

Para medição de velocidade sugere-se o sistema a Figura 1, cujo desenvolvimento deve ser feito com componentes eletrônicos e a medição deve ser apresentada em mostrador digital. Apesar dos equipamentos eletromecânicos (taco-gerador + galvanômetro) serem mais barato que aqueles totalmente eletrônicos disponíveis no mercado nacional, desenvolveu-se na EFEI, a baixo custo, um tacômetro eletrônico comparável aos nacionais que além de apresentar robustez, confiabilidade e precisão seu custo líquido final (só componente) ficou bastante abaixo do próprio eletromecânico. O diagrama em blocos do funcionamento desse tacômetro bem como os diagramas de nível são mostrados nas FIGURAS 1 e 2.

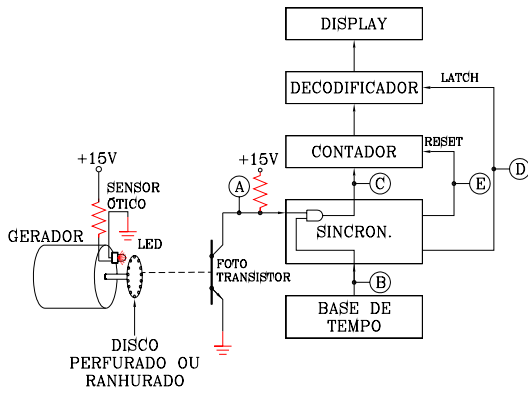


Figura 1 - Diagrama em blocos do medidor de rotação para os geradores das PCH's

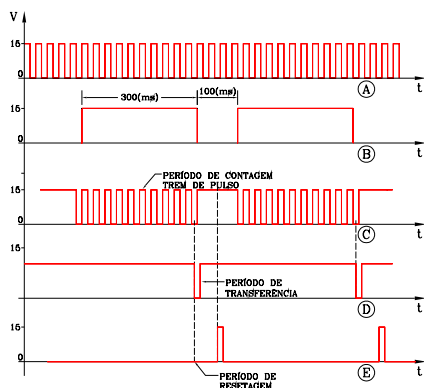


Figura 2 - Diagramas de nível nos vários pontos do medidor de rotação para geradores de PCH's

Os diagramas de nível mostra claramente todos os passos necessários para se efetuar uma determinada medição através da contagem do trem de pulsos. Primeiramente há a contagem, logo após, essa informação é transferida para o mostrador através de decodificação, visto que o contador fornece os valores em código BCD.

Uma vez feita a transferência, o decodificador é travado novamente ("Latch") memorizando a informação. Sendo assim imediatamente após vem um pulso para limpar ("Reset") o contador levando-o a zero e deixando-o novamente pronto para uma próxima contagem que irá repetir os passos anteriores.

O diagrama de nível "A", mostrado na Figura 2 é fornecido pelo sensor óptico o qual é interrompido e ligado 200 vezes por cada volta do disco (que é perfurado com 200 pequenos furos equidistantes do centro distribuídos igualmente ao longo de uma circunferência).

3. O CONTROLE DE TENSÃO POR MALHA DE REALIMENTAÇÃO

O processo a ser empregado utiliza componentes de baixo custo encontrados no mercado nacional.

Basicamente o processo do controle de tensão de um gerador obedece o seguinte princípio: detecta-se um erro na tensão de saída comparando-a com uma tensão de referência estabilizada e a partir deste erro, amplificado a níveis compatíveis com o circuito eletrônico, será obtido uma informação para o controle do ângulo de disparo de uma ponte de tiristores conectada ao campo do gerador como mostra a Figura 3 a seguir.

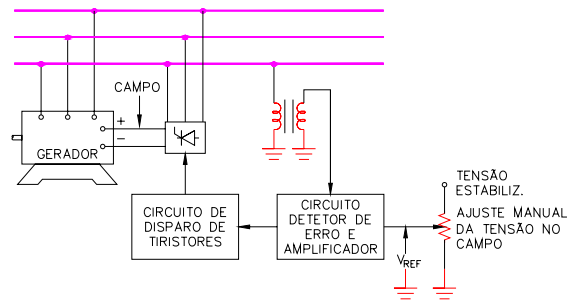


Figura 3 - Diagrama de um sistema de geração que possui circuito para controle automático da tensão de saída

O circuito do controle por detecção de erro é mostrado na Figura 4.

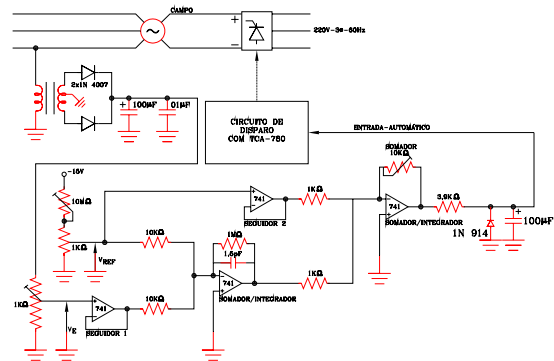


Figura 4 - Circuito para detecção de erro

O circuito mostrado na Figura 4 opera da seguinte forma:

Quando há uma diminuição de tensão na saída do gerador o circuito responde com uma diminuição no ângulo de disparo dos tiristores que compõem a ponte retificadora fazendo a tensão no campo aumentar e conseqüentemente a tensão de saída do gerador, até atingir o ponto de equilíbrio.

Para um aumento de tensão na saída tem-se o processo inverso.

4. O RELÉ DE SINCRONISMO

Na maioria dos casos de PCH's os geradores trabalharão em paralelo entre si e não raramente deverão ser conectados a um sistema de barramento infinito, ou seja, será conectado ao sistema elétrico interligado. Sendo assim necessitar-se-á de relés de verificação de sincronismo para que esta operação seja executada.

O funcionamento básico de um relé de sincronismo consiste em:

- Verificar se os níveis das tensões entre os geradores são iguais.
- Verificar se o ângulo de fase entre as tensões que irão entrar em paralelo estão dentro do valor permissível.
- Verificar a frequência de geração dos geradores.

O algoritmo representativo desses passos é ilustrado na Figura 5.

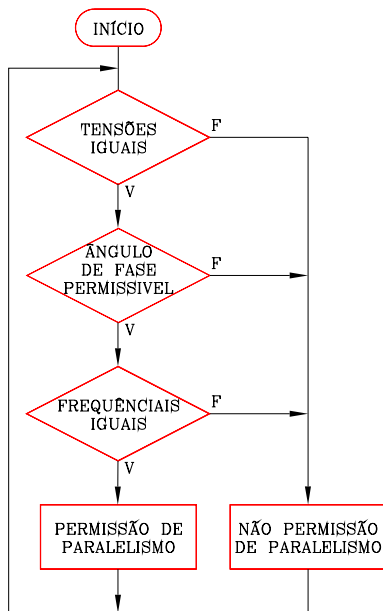


Figura 5 - Diagrama de blocos para as condições de paralelismo

O esquema genérico de ligações é ilustrado na Figura 6.

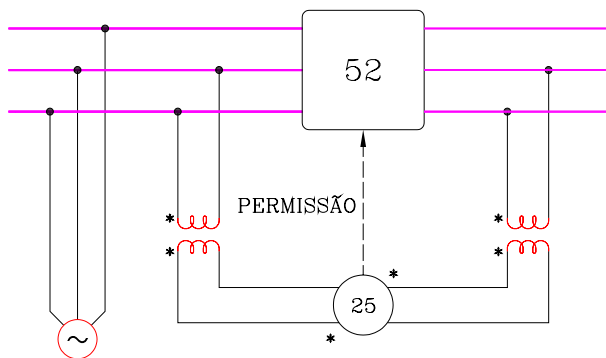


Figura 6 - Circuito esquemático de paralelismo entre geradores síncronos

O princípio de comparação de tensões é relativamente simples, porém o sistema de detecção de defasamento bem como a verificação de frequência são um pouco mais complexos. O que se tem feito em termos de relés de sincronismo é algo que simplifica enormemente estes dois últimos testes. Inicialmente há a detecção de fase e quando essa passa por zero é disparado um temporizador monoestável que pode ser ajustado de 20 [ms] a 20 [s]. Quando o temporizador volta a zero o ângulo de fase é novamente verificado e caso esteja ainda dentro de uma faixa permissível (normalmente até 20 graus em alguns casos até 60 graus) haverá a permissão de paralelismo. O ângulo de fase permissível é ajustado conforme cada caso em particular bem como o tempo do temporizador monoestável.

Deverá ser previstos casos de barramento desenergizados e nestes, o relé deverá efetuar o bloqueio.

Finalmente, para se viabilizar o desenvolvimento de uma tecnologia própria para PCH's que possa atender, pelo menos, o mínimo necessário que satisfaça as exigências técnicas decorrente é mostrada na Figura 7, o diagrama em blocos do relé de sincronismo ora em desenvolvimento na EFEI.

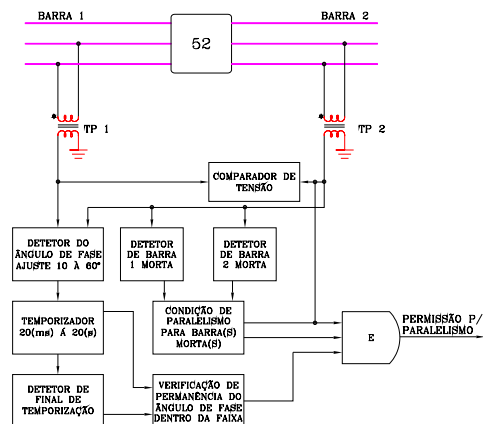


Figura 7 - Diagrama de blocos do relé de sincronismo

5. CONCLUSÕES

É quase certa a implantação de um laboratório para testes e desenvolvimento de equipamentos elétricos e eletrônicos com a finalidade de preencher a lacuna existente na tecnologia para PCH's. Com isso poder-se-á, sem dúvida alguma, colocar em prática o que está descrito neste trabalho, ou seja, a elaboração e aperfeiçoamento de equipamentos, não somente os três citados bem como uma variedade bem mais extensa visando atender a todo um sistema utilizando tecnologia exclusivamente nacional. Espera-se apoio de todos os órgãos competentes que se mostrem

interessados a dar prosseguimento a essa linha de pesquisa sistemas de geração com potência nominal até 10 MVA.

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] - Relés de Proteção (catálogos diversos);
- [2] - Modern Applications for 741 (ed. BB);
- [3] - Projeto de Montagem de Laboratório Eletromecânico para Desenvolvimento de Produtos Ligados a PCH's.

Projeto proposto para apreciação ao FNDCT pela EFEI.