



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

GSE - 10  
16 a 21 Outubro de 2005  
Curitiba - Paraná

**GRUPO VIII  
GRUPO DE ESTUDO DE SUBESTAÇÕES E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS - GSE**

**MONITORAMENTO ON-LINE DE GASES DISSOLVIDOS EM ÓLEO ISOLANTE DE TRANSFORMADORES**

**Marco Antônio Zatta\***

**ELETROSUL CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.**

**RESUMO**

Os transformadores de transmissão são os equipamentos mais importantes e de mais alto valor em uma subestação de transmissão de energia elétrica. Além disso, a sua falha pode causar grande indisponibilidade no fornecimento de energia pela dificuldade de reparo e transporte caso não se tenha reserva disponível no local.

A técnica preditiva de análise cromatográfica periódica já é consagrada e prova constantemente a sua eficácia com a retirada de operação de equipamentos que apresentam formação de gases e que posteriormente se comprova o defeito em inspeções internas. Apesar disso temos de qualquer forma um período entre análises que deixa o transformador descoberto e com o risco de falha de evolução rápida não ser identificada.

Para suprir a falta de dados entre as coletas de óleo periódicas existem no mercado sensores que ficam instalados em uma válvula no tanque do transformador com a capacidade de medir a concentração de hidrogênio dissolvida no óleo isolante, que é um gás chave para identificação de falhas internas.

O trabalho descreve o Sistema Hydran – Monitor On-line de Gases Dissolvidos em Óleo Isolante de Transformadores – instalados na Eletrosul e apresenta a adequação do acesso remoto via rede corporativa de computadores, sem uso de linhas telefônicas e modems, em acordo com a política de segurança da empresa.

**PALAVRAS-CHAVE**

Comunicação de Dados, Manutenção de Sistemas de Potência, Monitoramento de Sistemas de Potência, Óleo Isolante, Rede de Computadores, Transformadores.

**1.0 - INTRODUÇÃO**

A Eletrosul tem atualmente 26 sensores instalados e todos os novos transformadores são especificados para já o possuírem. Utilizamos o Hydran 201i da empresa GE-Syprotec que é um sistema de monitoramento inteligente, contínuo e on-line de gases dissolvidos em óleo isolante de transformadores.

Até 2002 o único acesso remoto ao Sistema Hydran era feito com muita dificuldade através de modem na Subestação Gravatai, por causa da baixa qualidade da linha telefônica que passava por um link de microondas. Em um dado momento essa comunicação não pôde mais ser estabelecida e na investigação se concluiu que o modem na subestação estava queimado assim como os três controladores de comunicação. Com base nessa dificuldade e para adequação à política de segurança de informática da Eletrosul propomos a utilização da rede

\*Rodovia SC 407, km 4, Sertão do Maruim, CEP 88106-000 – São José - SC - BRASIL  
Tel: (048) 231-7704 - e-mail: mzatta@eletrosul.gov.br

corporativa de computadores como meio de comunicação. Como o Sistema Hydran 201i só se comunica através de interfaces seriais RS232 e RS485 foi necessário se utilizar um conversor Serial/Ethernet que devido ao desenvolvimento tecnológico está se tornando cada vez mais disponível e a um custo relativamente baixo.

Para comprovar a nossa proposição em relação a comunicação remota fizemos a compra de um conversor Serial/Ethernet Lantronix UDS-10 e instalamos na Subestação Caxias por possuir as maiores facilidades. Apesar de ser uma experiência que nem mesmo o fabricante tinha feito, todos os testes locais e remotos a partir da sede da Eletrosul indicaram sucesso total garantindo a replicação segura para as demais subestações.

Com base nos resultados obtidos iremos adequar todas as instalações para garantir o acesso remoto de forma facilitada e para as áreas que precisam da informação, além de garantir a integração com o sistema supervisor. A experiência obtida com a instalação do Sistema Hydran se estende também para novos sistemas de monitoramento que venham a ser instalado na Eletrosul.

## 2.0 - DESCRIÇÃO DO SISTEMA HYDRAN 201i

O Hydran 201i da GE-Syprotec é um sistema de monitoramento inteligente, contínuo e on-line de gases dissolvidos em óleo isolante de transformadores de força. É composto pelo Transmissor H201Ti, pelos Controladores H201Ci-1, H201Ci-C e H201Ci-4 e pelo Software Hydran Host. Seu maior benefício reside na possibilidade de detectar uma falha incipiente na parte ativa de um transformador e assim evitar um dano maior ao equipamento fazendo a sua retirada de serviço ou até mesmo mantendo em operação de forma monitorada até se ter condições para realizar a manutenção.

### 2.1 Transmissor Hydran 201Ti

É a base de todo o sistema e consiste de um gabinete cilíndrico, que se conecta diretamente a válvula de coleta de óleo isolante através de um adaptador de latão. Dentro desse gabinete estão acondicionados o sensor Hydran, um sistema de acondicionamento térmico e um transmissor eletrônico baseado em microprocessador.

Estão disponibilizados bornes para ligação na fonte AC, contatos de alarme (Gás Alto, Gás Muito Alto e Falha no Sistema), enlace supervisor para o Controlador e uma saída analógica do nível de gás de 0-1mA (uma versão 4-20mA existe sob encomenda). Um conector DB9 fêmea está disponível para comunicação serial RS232 com um computador local.

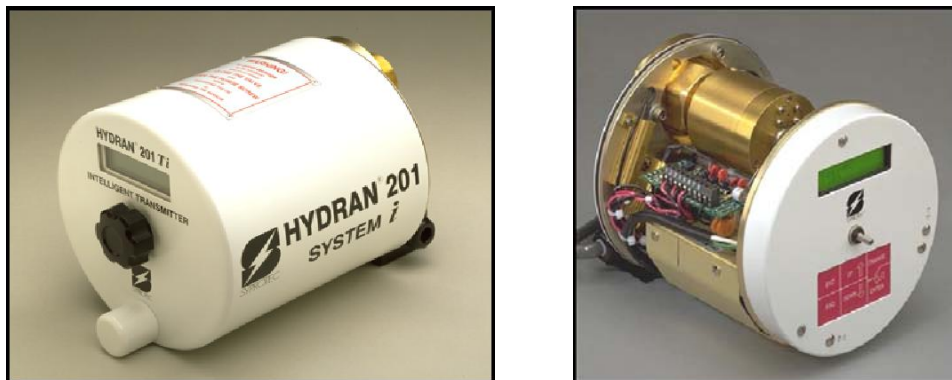


FIGURA 1 - Transmissor Hydran 201Ti

Um teclado de membrana e um visor de cristal líquido alfanumérico com iluminação permitem interação completa com a unidade sem requerer o uso de um computador externo. Continuamente o display mostra as informações abaixo com um intervalo de cinco minutos para cada um:

- Nível de gás na escala de 0-2.000ppm
- Tendência horária do gás
- Tendência diária do gás
- Data e hora
- Alarmes ativos se existir algum

O sensor Hydran consiste de um corpo de latão com diâmetro de 25mm. Os gases dissolvidos no óleo isolante passam através de uma membrana seletivamente permeável para um detector eletroquímico, onde os gases se

combinam com oxigênio para produzir um sinal elétrico que é proporcional a rapidez da reação. O sensor Hydran é sensível a hidrogênio ( $H_2$ ), monóxido de carbono (CO), etileno ( $C_2H_4$ ) e acetileno ( $C_2H_2$ ), que são os indicadores primários de falhas incipientes em transformadores. O sensor possui uma sensibilidade para cada um desses gases como segue e o resultado final é dado pela seguinte fórmula:

$$\text{Leitura (ppm)} = 100\% [H_2] + 18\%[CO] + 8\%[C_2H_4] + 1,5\%[C_2H_2]$$

### 2.2 Controlador de Um Canal Hydran 201Ci-1

Permite a interligação em rede RS485 de um H201Ti além de possuir display para visualização local. Estão disponibilizados bornes para ligação na fonte AC, contatos de alarme (Gás Alto, Gás Muito Alto e Falha no Sistema), enlace supervisão para H201Ti e uma saída analógica do nível de gás configurável por jumpers (0-1mA, 4-20mA, 0-1V, 0-10V). Um conector DB9 fêmea está disponível para comunicação serial RS232 com um computador local ou remoto através de um modem que pode opcionalmente ser instalado internamente no gabinete.



FIGURA 2 - Controlador de Um Canal Hydran 201Ci-1

### 2.3 Controlador de Comunicações Hydran 201Ci-C

A unidade H201Ci-C é um controlador de comunicações que pode supervisionar até quatro H201Ti através do enlace supervisão – tipicamente um banco de transformadores com reserva. Não possui display nem proporciona saídas de alarme e analógicas. É destinado especificamente para estabelecer uma interface dos H201Ti com uma rede Hydran ou permitir acesso remoto através de um modem. Estão disponibilizados bornes para ligação na fonte AC, enlace supervisão para até quatro H201Ti, rede RS485 para outros controladores e um conector DB9 fêmea para comunicação serial RS232 com um computador local ou remoto através de um modem que pode opcionalmente ser instalado internamente no gabinete. Atualmente esse controlador não é empregado na Eletrosul.

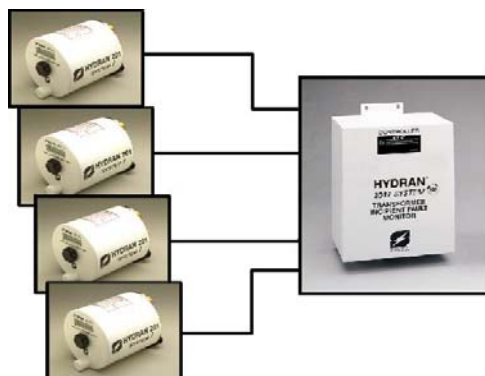


FIGURA 3 - Controlador de Comunicações Hydran 201Ci-C

#### 2.4 Controlador de Quatro Canais Hydran 201Ci-4

A unidade H201Ci-4 é um controlador completo que pode supervisionar até quatro H201Ti através do enlace supervisorio – tipicamente um banco de transformadores com reserva. Permite a interligação em rede RS485 dos H201Ti além de possuir display para visualização local. Estão disponibilizados bornes para ligação na fonte AC, contatos de alarme (Gás Alto, Gás Muito Alto e Falha no Sistema) e enlace supervisorio para H201Ti. Um conector DB9 fêmea está disponível para comunicação serial RS232 com um computador local ou remoto através de um modem que pode opcionalmente ser instalado internamente no gabinete.

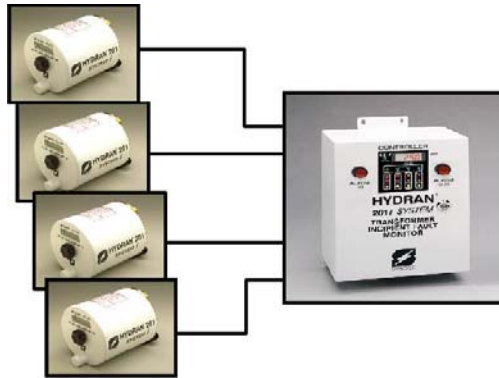


FIGURA 4 - Controlador de Quatro Canais Hydran 201Ci-4

#### 2.5 Software Hydran Host

O Software Hydran Host para Windows da GE-Syprotec proporciona uma interface simples entre um ou mais H201Ti ligados em rede e um computador local ou remoto com o uso de modem. O Hydran Host realiza as seguintes tarefas básicas:

- Supervisão contínua do estado dos alarmes e informações básicas dos H201Ti
- Armazenamento em tempo real das informações dos H201Ti
- Download contínuo ou programado dos dados históricos dos H201Ti
- Configuração e teste dos H201Ti
- Atualização do software embarcado dos H201Ti

O Transmissor Inteligente Hydran H201Ti não necessita do Software Hydran Host para funcionar. Todas as funções do H201Ti, como cálculo de nível de gás e tendências, disparo de alarmes, armazenagem de dados históricos e autoteste são realizadas pelo software embarcado dentro de cada H201Ti.

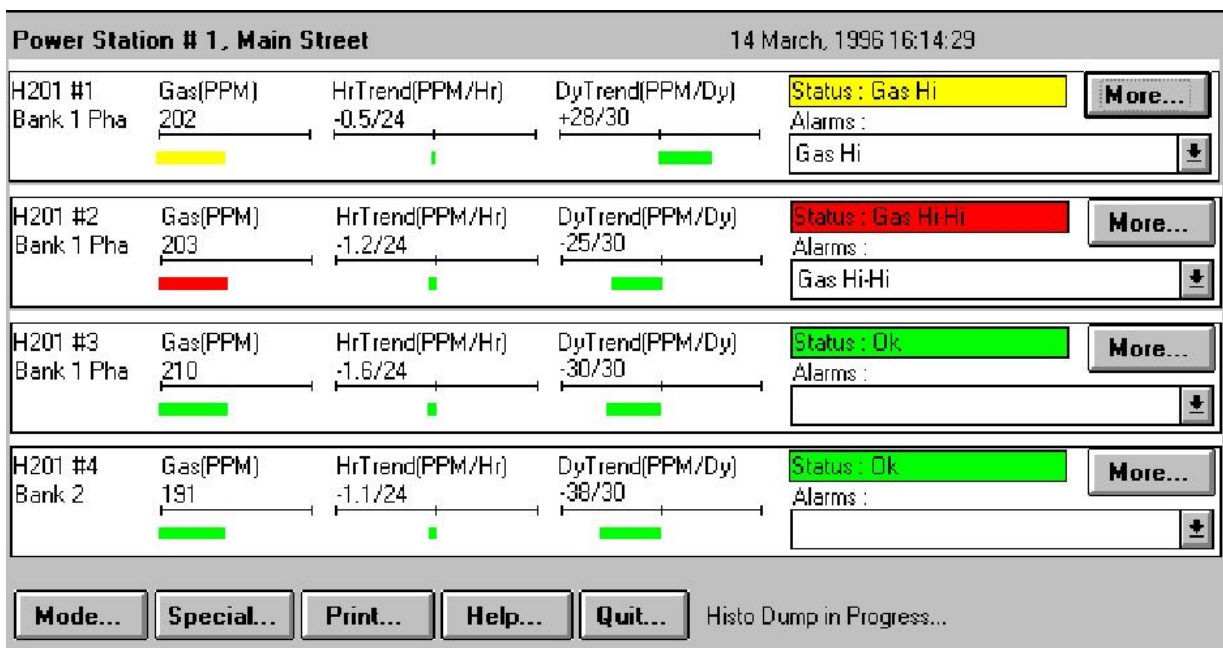


Figura 5 – Tela Principal do Software Hydran Host

## 2.6 Esquema de Ligação Típica do Sistema Hydran com Comunicação Remota Via Linha Telefônica

Até 128 H201Ti podem ser conectados em uma rede e monitorados e controlados por um computador local ou remoto utilizando uma porta de comunicação RS232 e o Software Hydran Host. Isso é possível conectando os Transmissores H201Ti aos Controladores H201Ci-1, H201Ci-C ou H201Ci-4 através do enlace supervisorio e então conectando-os em rede por um cabo RS485. O comprimento total do cabo não deve ultrapassar 1.300m sendo que deve ser um par trançado blindado.

Adicionalmente deve-se prever uma interface com o sistema de supervisão e controle (SCADA) para garantir à Operação um mínimo de informação e alarmes de estado. O nível de gás é informado pelo 201Ti por um sinal de corrente 0-1mA que deve ser levado até a Unidade Terminal Remota (SCADA) por um cabo par trançado blindado, aterrado no transmissor e direto sem passar por borneiras nem ficar exposto sem a malha. Adicionalmente os controladores devem enviar alarmes de Gás Alto e Falha no Sistema para a UTR (SCADA).

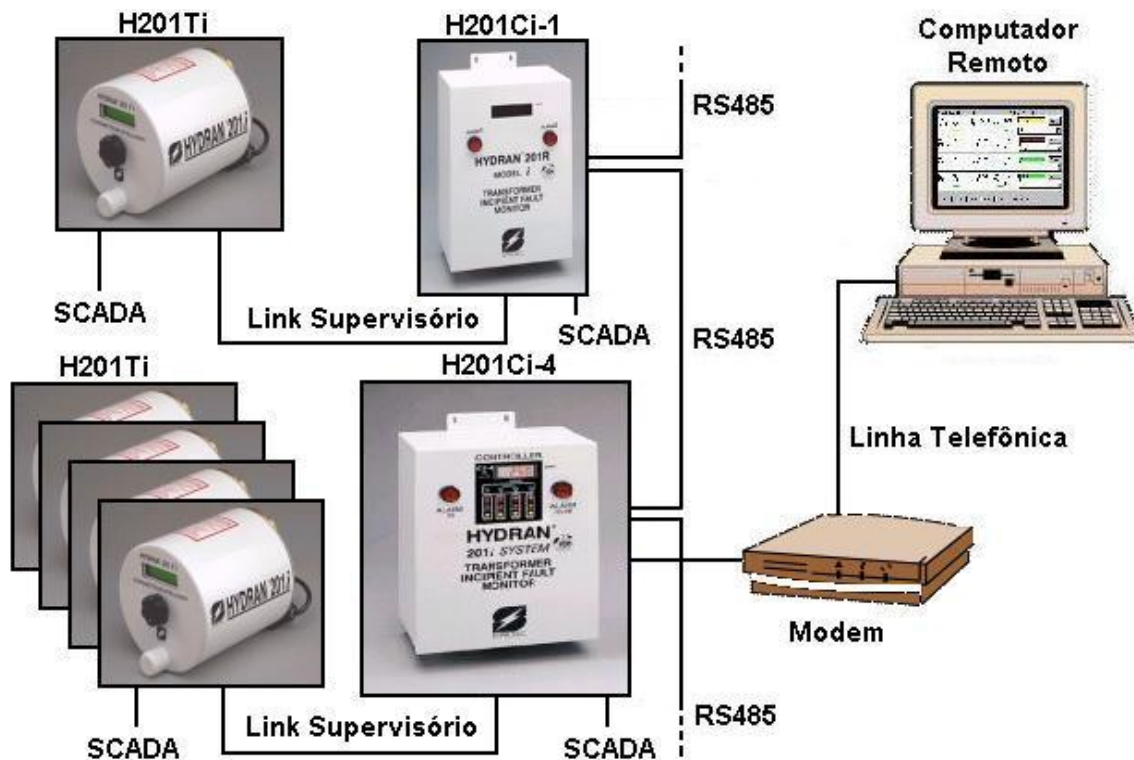


FIGURA 6 - Esquema de ligação típica do Sistema Hydran com comunicação remota via linha telefônica

## 2.7 Esquema de Ligação do Sistema Hydran com Comunicação Remota Via Rede Ethernet TCP/IP

A partir do esquema proposto pela GE-Syprotec para ligação do Sistema Hydran, fizemos uma modificação para adequação a política de segurança de informática da Eletrosul, a limitação de linhas telefônicas em subestações e a baixa qualidade das mesmas quando disponíveis.

Ao invés de utilizar um modem e linha telefônica a melhor opção é utilizar a rede Ethernet TCP/IP corporativa. Como os controladores Hydran possuem somente interfaces seriais (RS232 e RS485) é necessário utilizar um conversor Serial/Ethernet para se interfacear com a rede corporativa. Dessa forma evitamos o uso de modems que podem servir de porta de acesso a pessoas não autorizadas na rede corporativa da Eletrosul. Além disso, eliminarmos o custo de chamadas telefônicas para a conexão remota.

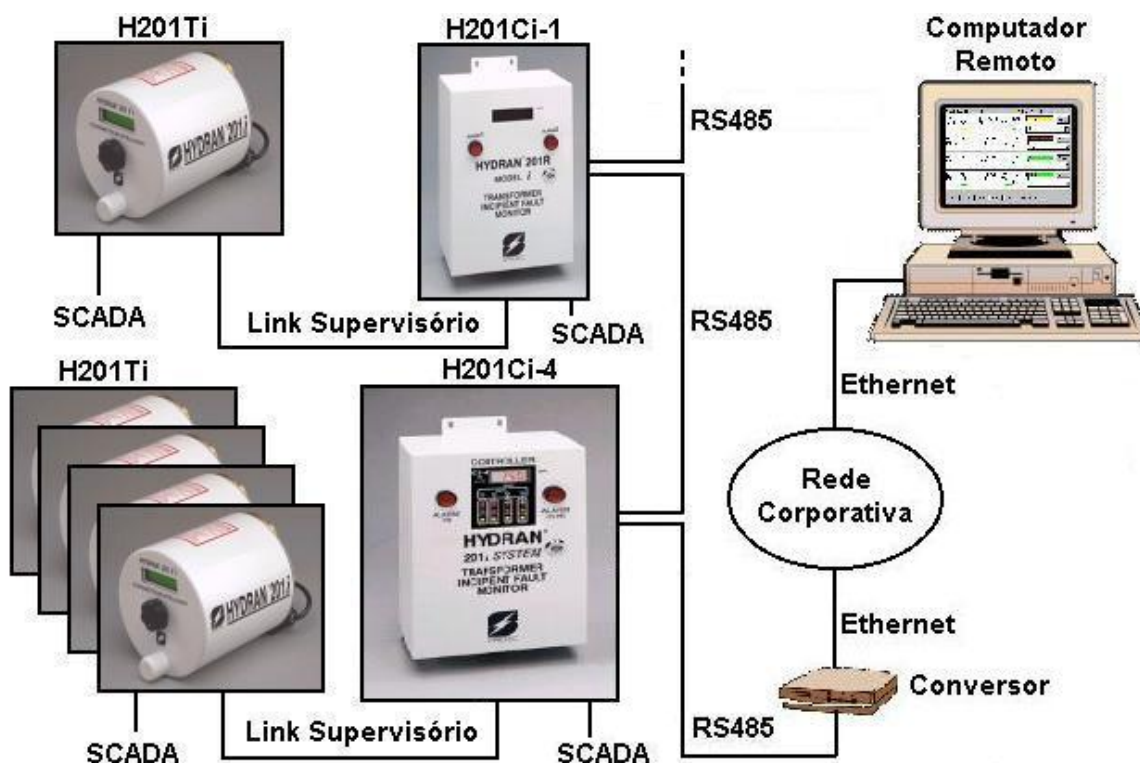


FIGURA 7 - Esquema de Ligação do Sistema Hydran com Comunicação Remota Via Rede Ethernet TCP/IP

Essa solução foi implantada com sucesso na Subestação Caxias com um conversor Serial/Ethernet da marca Lantronix modelo UDS-10. O conversor foi configurado para a interface serial RS485 a dois fios e foi atribuído um endereço IP fixo fornecido pelo administrador da rede local da Subestação. Foi ligado entre o conector da rede RS485 do controlador H201Ci-4 e o Hub da rede local da Subestação dentro do quadro de comunicações, não sendo necessário utilizar resistor de terminação. O software Hydran Host não tem capacidade de comunicação TCP/IP, sendo necessário utilizar um software emulador de porta serial através de um endereço IP. Foi utilizado o software Lantronix Redirector fornecido com o conversor. Esse software cria uma porta serial virtual COMx associada ao endereço IP do conversor remoto. Dessa forma o software Hydran Host acessa a rede de Transmissores H201Ti como se fosse local.



FIGURA 8 - Conversor Serial/Ethernet Lantronix UDS-10

### 3.0 - CONCLUSÃO

Após a experiência satisfatória que tivemos na Subestação Caxias com a integração do monitoramento on-line na rede corporativa iniciamos a sua aplicação em todas as subestações que possuem Sistemas Hydran instalados: SE Gravataí, SE Santo Ângelo, SE Itajaí, SE Londrina e SE Campos Novos. Além disso, as novas especificações e projetos também contemplam essa arquitetura, inclusive para outros sistemas de monitoramento.

Uma evolução da solução adotada será o desenvolvimento de um software que tenha comunicação TPC/IP nativa e que permita se ter uma visão geral de toda a rede de Sistemas Hydran instalados nas subestações da Eletrosul, com indicação instantânea dos alarmes associados e ações de alerta as equipes de manutenção.

O monitoramento on-line de transformadores de transmissão pode trazer grandes benefícios para a manutenção, servindo de ferramenta preditiva para acompanhamento de estado. Com a facilidade de comunicação ao Sistema Hydran apresentado nesse trabalho se busca disponibilizar a informação mais rapidamente, com maior confiabilidade e de forma mais ampla dentro da empresa de forma a que todos os interessados tenham acesso a informação.

#### 4.0 - BIBLIOGRAFIA

- (1) TIA, Interface Between Data Terminal Equipment and Data Circuit-Terminating Employing Serial Binary Data Interchange, TIA Standard TIA-232-F, Oct. 1997.
- (2) TIA, Electrical Characteristics of Generators and Receivers for Use in Balanced Digital Multipoint Systems, TIA Standard TIA-485-A, Mar. 1998.
- (3) TIA/EIA, Applications Guidelines for TIA/EIA-485-A, TIA/EIA Telecommunications Systems Bulletin TSB89, Jun. 1998.
- (4) GE SYPROTEC Hydran 201i System and Hydran 201R model i Installations Guide, Feb. 1999.
- (5) GE SYPROTEC, Hydran 201Ci-4 Four-Channel Controller Instruction Manual, Oct. 1997.
- (6) GE SYPROTEC, Sistemas Hydran 201i e Hydran 201R Modelo i Manual Instructivo, May 1999
- (7) GE SYPROTEC, Hydran Host para Windows Manual Instructivo, May 1999.

#### 5.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Marco Antônio Zatta nasceu em Porto Alegre, Brasil, em 17 de Junho de 1973. Gradou-se em Engenharia Elétrica na Universidade Federal do Rio Grande do Sul em 1996. Ingressou na Eletrosul em 2002 na Divisão de Engenharia de Manutenção com atividades em manutenção de transformadores e monitoramento de equipamentos de pátio de subestação. Liderou a FT03 do Cigré Brasil CE-A2 GT23 – Monitoramento de Transformadores de Potência.