



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

Versão 1.0  
XXX.YY  
22 a 25 Novembro de 2009  
Recife - PE

## **GRUPO V**

### **GRUPO DE ESTUDO DE ESTUDO DE PROTEÇÃO, MEDIÇÃO, CONTROLE E AUTOMAÇÃO EM SISTEMAS DE POTÊNCIA - GPC**

#### **A VISÃO DA SEGURANÇA E CONTROLE EM UMA REDE DE RELÉS DE PROTEÇÃO**

**Marco Antônio Fernandes Ramos(\*)  
FURNAS**

**Roberto Luiz Farizele Pinto  
FURNAS**

## **RESUMO**

Apresentamos neste trabalho os motivos principais que justificaram a elaboração de um sistema chamado Rede de Acesso aos Relés de Proteção – RARP, cuja finalidade é reduzir as dificuldades operativas e de manutenção decorrentes da utilização de relés de proteção de diferentes tipos e fabricantes, instalados numa mesma subestação ou usina. Esta situação gera dificuldades operacionais para coleta e disponibilização de informações dos relés, já que as interfaces de acesso são normalmente feitas por programas interativos e específicos para cada relé, impossibilitando acessos automáticos ou padronizados, que seriam usados para facilitar a ação do pessoal de operação e manutenção. A solução encontrada tem como base a padronização da interface de algumas tarefas destes relés, que devem ser exigidas em suas especificações. Especial atenção está sendo dada nos requisitos de segurança de acesso ao sistema e controle dos usuários por parte dos operadores das instalações, este ponto também foi importante para definir que a RARP utilizaria como estrutura a Rede Operativa da empresa, que foi criada para prover todos os requisitos necessários para operar remotamente usinas e subestações. A implementação visa manter os mesmos procedimentos adotados em um acesso local aos relés ou IEDs (Intelligent Electronic Devices).

## **PALAVRAS-CHAVE**

Relés de Proteção, Oscilografia, IED, VLAN, IEC61850

### **1.0 - INTRODUÇÃO**

A RARP foi concebida com o objetivo de viabilizar acessos controlados aos relés digitais de proteção, de diferentes tipos e fabricantes, através da padronização dos métodos de estabelecimento de comunicação com eles e também dos procedimentos de acesso, provendo assim, segurança, flexibilidade e confiabilidade para a execução das tarefas rotineiras, que exigem comunicação com os relés de proteção. A coleta de registros, alteração ou simples leitura de parametrização, leitura de eventos, etc, são exemplo típicos destas ações.

As razões para a concepção da RARP vêm de várias necessidades, observadas ao longo dos anos de operação do nosso sistema, as quais destacam:

- a. Ao se estabelecer o acesso aos relés de proteção, através dos programas de comunicação dos fabricantes, pode-se, normalmente, executar tarefas críticas tais como a mudança de seus ajustes. Esta, se feita de modo incorreto, pode implicar no desligamento indevido do equipamento monitorado por esta proteção. Por esta razão, este acesso deve ser feito sempre com o conhecimento dos órgãos de operação, e com a devida permissão de trabalho.
- b. Os laptops, utilizados como as principais ferramentas para estabelecer comunicação com os relés, se revelaram, com o uso, pouco confiáveis, tendo criado problemas para o pessoal de manutenção. A

existência de um computador preparado para estabelecer a comunicação a qualquer momento é mais adequada.

- c. A coleta de registros de perturbações feitas pelos relés exige recursos tais como a ação do pessoal de manutenção ou o estabelecimento de comunicação remota com o relé. Isso torna ineficiente a disponibilização destes dados já que, tais métodos demandam tempo e não permitem a organização e controle necessário das informações associadas.

Assim sendo, a RARP foi concebida com duas funções principais:

- a. Permitir acesso seguro, confiável e controlado às funções críticas de acesso aos relés tais como, parametrização, bloqueio, etc.
- b. Coletar automaticamente os registros de perturbação dos relés digitais, padronizar sua forma e disponibilizá-los para os órgãos usuários através da rede de Furnas (Intranet).

## 2.0 - DESCRIÇÃO DO MODO DE OPERAÇÃO

A RARP é composta basicamente por um computador industrial, chamado "Micro Concentrador" (MC), instalado em painel, em cada subestação de Furnas, que fica conectada aos relés digitais ou IEDs através dos meios de comunicação adequados, por exemplo: fibra óptica, RS232, rede Ethernet, etc.

No MC estão instalados os programas específicos dos relés que permitam a parametrização dos ajustes, configurações do sistema de proteção, alteração de firmware, configurações de comunicação, etc, além de outros programas necessário para a coleta automática, tradução dos registros de oscilografia, padronização destes registros e disponibilização dos registros.

### 2.1 Acesso ao programa principal do relé

O acesso aos relés para execução de funções críticas, como a parametrização do ajuste, e outras funções quando feitas através dos programas de acesso dos fabricantes, poderá ser feito de duas formas: através do MC, ou via comunicação serial através da conexão direta de um computador na porta existente no próprio relé.

A vantagem de utilização do MC é que o equipamento já está pronto para comunicação sem que haja necessidade de conectar cabo ao relé e qualquer configuração no programa de ajuste. Muitos programas necessitam de parametrizações complicadas para uma simples consulta de ajuste ou coleta de oscilografia, pois há necessidade de carregar previamente uma base de dados, o que demanda tempo e habilidades específicas. Nem todos estão os responsáveis estão capacitados devido a grande variedade de tipos e modelos de equipamentos. Outra complicação é o cabo de comunicação serial que não é padronizado. Em alguns casos um mesmo fabricante dispõe de diversas configurações, dependendo do modelo do relé.

Apesar de a RARP dispor da facilidade de conexão remota às alterações das funções críticas do relé, elas devem ser feitas localmente, pois é uma política adotada após a ocorrência de alguns travamentos de relés, principalmente no momento de atualização do firmware.

### 2.2 Coleta automática

As perturbações registradas pelos relés digitais são coletadas automaticamente por varredura cíclica, ou coletas condicionadas a atuação do relé. O sistema de coleta dos registros de oscilografia (analógicos e digitais) também padroniza seu formato, organiza os arquivos e os transmite para um servidor onde existe um sistema de catalogação e disponibilização para a empresa, através da intranet (WEB).

Esta coleta é feita localmente através de programas desenvolvidos pelos próprios fabricantes dos relés, cuja função é coletar e, quando necessário, traduzir os registros do formato proprietário para o formato COMTRADE, criado pelo IEEE. Por registros de perturbação dos relés digitais entende-se a oscilografia e os dados digitais associados ao evento.

As transmissões automáticas dos arquivos para o servidor principal que disponibiliza estes registros para a empresa e a padronização dos nomes destes registros são feitos por programas desenvolvidos por FURNAS.

### 2.3 Utilização do COMNAME

Para padronizar a nomenclatura dos arquivos de oscilografia foi utilizado o COMNAME [1], uma prática recomendada pelo IEEE. Além da padronização da nomenclatura, este formato fornece um único nome para cada evento.

Os nomes dos arquivos, seguindo o COMNAME, são constituídos basicamente por campos separados por vírgula contendo informações relevantes sobre o registro. Com os nomes de arquivos são limitados, dependendo do sistema operacional utilizado, foi utilizado na RARP somente o mínimo de campos possíveis para formação do COMNAME, conforme descritos a seguir:

Data\_Disparo,Hora\_Disparo,Fuso\_Horário,Nome\_Substação,Nome\_Registrador,Nome\_Empresa.EXTENSÃO

O campo “fuso horário” está relacionado ao horário do meridiano de Greenwich. Na RARP, no campo “Nome\_Registrador” foi utilizado o código do equipamento protegido seguido pela função de proteção, codificação tabela ANSI C37.2. Nos casos onde existe proteção redundante, este campo é acompanhado pelas letras ‘P’ ou ‘A’ respectivamente de principal e alternada, como exemplificado adiante.

090517,020519163000,-3s,STCM,LTCMVA\_21A,FURNAS.CFG

As extensões “.CFG”, “.DAT”, “.HDR” e “.INF” são utilizadas para indicar arquivos compatíveis com o formato COMTRADE.

#### 2.4 Especificação Mínima

Para viabilizar em um mesmo MC a operação de programas de diferentes fabricantes para as funções de coleta e tradução de formato, é necessário exigir que eles possuam requisitos mínimos que assegurem o cumprimento de sua função sem prejudicar o funcionamento de outros programas. Ex: Se um programa alocar permanentemente algum recurso do concentrador como a porta de comunicação ou o teclado, inviabilizará a operação de outro programa. Neste caso, alguns programas são essenciais e devem ser adquiridos juntamente com a proteção, com os requisitos mínimos descritos abaixo, que constam das novas especificações de relés de proteção:

- Os sistemas de proteção devem prever uma interface de comunicação, que possibilite a coleta automática dos dados de oscilografia, e tradução automática para o formato COMTRADE, organizando os registros de modo a evitar a perda dos mesmos, por superposição.
- Os sistemas de proteção devem prever uma interface de configuração do sistema e parametrização dos relés de proteção.

Outras funções, também importantes, foram colocadas como preferencial, pois nem todos os fabricantes podem atendê-las:

- Os sistemas de proteção devem prever uma interface de comunicação, que possibilite a monitoração do estado do relé, indicando situações tais como: memória cheia, número de registros, disparo da proteção, alarmes, etc. Esta monitoração será feita a partir de um computador (MC), também chamado concentrador de registros, localizado na subestação, ou remoto a ela.
- Programas que permitam a parametrização com requisitos de segurança e por hierarquia.
- Programas que permitam o ajuste separado das múltiplas funções que os hoje estão incorporados nos relés, tais como: parametrização de ajustes da proteção, seqüências de eventos, alarmes.
- Todos os relés devem preferencialmente prover pelo menos duas conexões de rede Ethernet.

O MC será incluso no fornecimento caso o fornecedor não garanta a total compatibilidade dos novos programas com os programas já instalados em um MC existente, ou no caso de não existir nenhum MC no local. O fornecedor será também responsável pela perfeita compatibilidade dos equipamentos fornecidos e sua integração ao sistema existente, de forma que a RARP possa operar segundo a arquitetura típica apresentada na Figura 1.

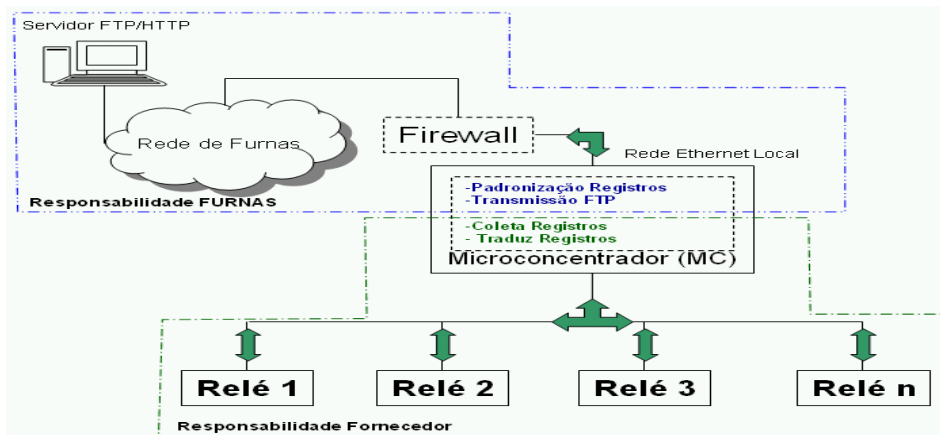


FIGURA 1 – Área de Responsabilidade do Fornecedor

### 3.0 - ASPECTOS DE SEGURANÇA E CONTROLE

#### 3.1 Rede Operativa

É o conjunto de recursos envolvendo infra-estrutura, serviços e aplicações para suporte exclusivo aos serviços operativos, que foram classificados seguindo os seguintes critérios: Autenticidade, confidencialidade, disponibilidade, integridade, idade do dado, tempo de resposta e envolvimento com o ONS.

A Rede Operativa é uma rede fisicamente isolada de quaisquer outras redes de FURNAS, exceto nas localidades onde exista interligação com a Rede Corporativa através de firewall, conforme exemplificado na figura 2. O acesso através da Rede Corporativa deve ser feito com utilização de VPN (Virtual Private Network) e permitido somente para os usuários cadastrados, pois há necessidade de autenticação. Para obter um melhor desempenho e segurança, os serviços operativos são separados em diferentes VLANs (Virtual Local Area Network) com controle de banda e prioridade, inicialmente foram identificadas 14 VLANs a partir dos critérios de classificação.

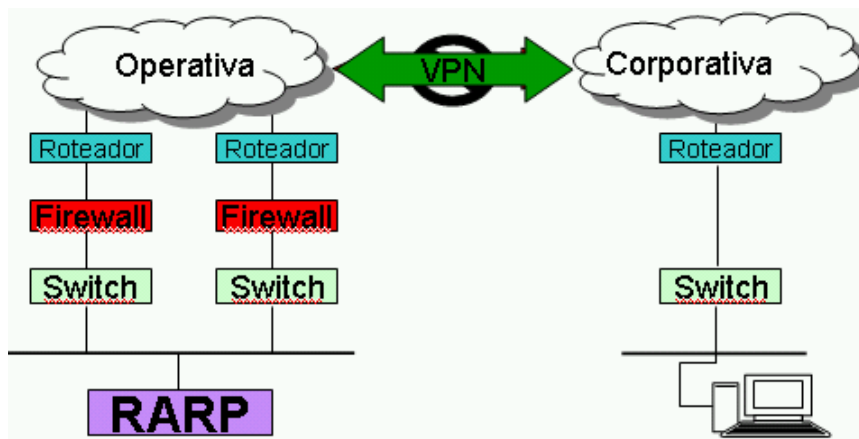
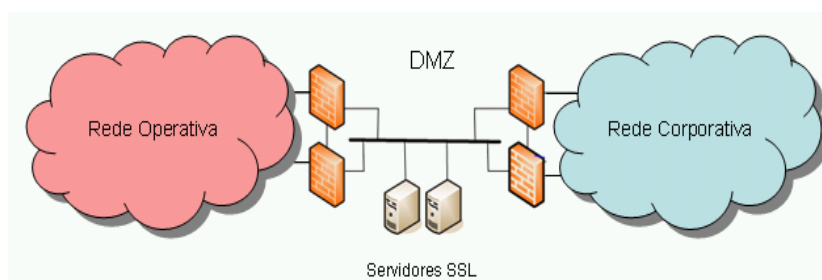


FIGURA 2 - Esquema simplificado da Rede Operativa

Foi definida a utilização de uma rede de segurança intermediária (DMZ- DeMilitarized Zone) para disponibilizar as informações da Rede Operativa, esta opção evita que os servidores da Rede Operativa sejam acessados diretamente. Os servidores de registros do RARP serão instalados futuramente nesta DMZ.



#### 3.2 VLAN – Virtual Local Area Network

Rede logicamente independente composta por elementos que podem ou não estar fisicamente conectados a diferentes segmentos da rede. Suas formas mais comuns são: Baseadas em portas de um switch; baseada em MAC-Address ou baseada em protocolo de nível 3. Quanto ao tipo pode ser: Dinâmica ou estática.

Foi definido que para cada sistema da rede operativa seria criada uma VLAN, ou seja, a RARP é uma das VLANs da rede como também a Rede de Oscilografia, SAGE, etc. Isto visa obter um melhor desempenho e maior segurança com o isolamento do tráfego, reduzindo o impacto por uma eventual contaminação por vírus ou tempestade de broadcast. Os sistemas separados por diferentes VLANs também permite um controle de banda e de prioridade.

Inicialmente foi definida uma VLAN para os IEDs com o uso do protocolo IEC61850, neste caso os sistemas que acessem os IEDs devem ter permissão para conectar a esta VLAN. No momento a empresa está estudando a

melhor solução para o uso da IEC 61850, bem com a melhor estrutura de rede que deve ser utilizada pelos IEDs. A figura 3 exemplifica a rede operativa com suas diferentes VLANs.

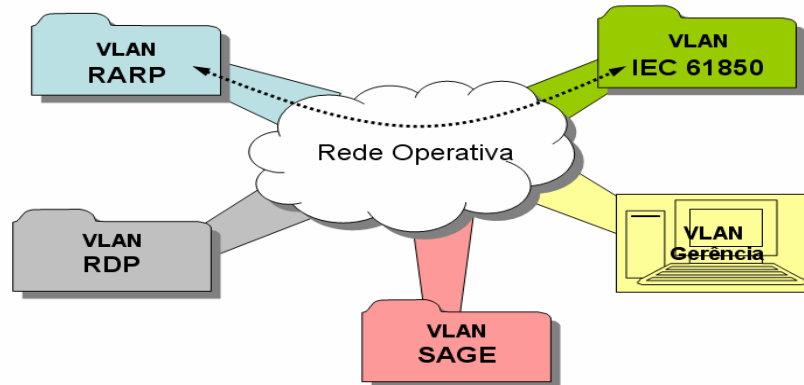


FIGURA 3 – Diagrama de VLANs da Rede Operativa

### 3.3 Acesso Remoto

Por questões de segurança, ficou estabelecido que **não é permitido** o acesso remoto ao relé feito diretamente através de um computador ligado à rede.

Um primeiro nível de segurança está na própria rede operativa, que limita através de firewalls e servidores de autenticação, se o usuário tem permissão para acesso a VLAN do RARP, o que é somente obtido através de cadastramento prévio no sistema.

O segundo nível de segurança é feito por um sistema integrado ao MC que somente permite a execução das funções críticas dos relés com o conhecimento do operador da subestação. Esta função deverá ser implementada através de um sistema de dupla autenticação ou por "chave de hardware".

Outra opção é a utilização de permissão por hora programada no firewall da rede operativa de FURNAS, conforme exemplificado na Figura 4. Nesta última opção, no momento do pedido de licença de trabalho, o próprio sistema de controle, utilizado pela operação, gera uma regra a ser implementada no firewall com os dados do funcionário que solicitou a licença e o período que será permitido o trabalho, esta regra pode ser implementada diretamente no firewall, através de um sistema automático, ou implementada pelo serviço de suporte da Rede Operativa.

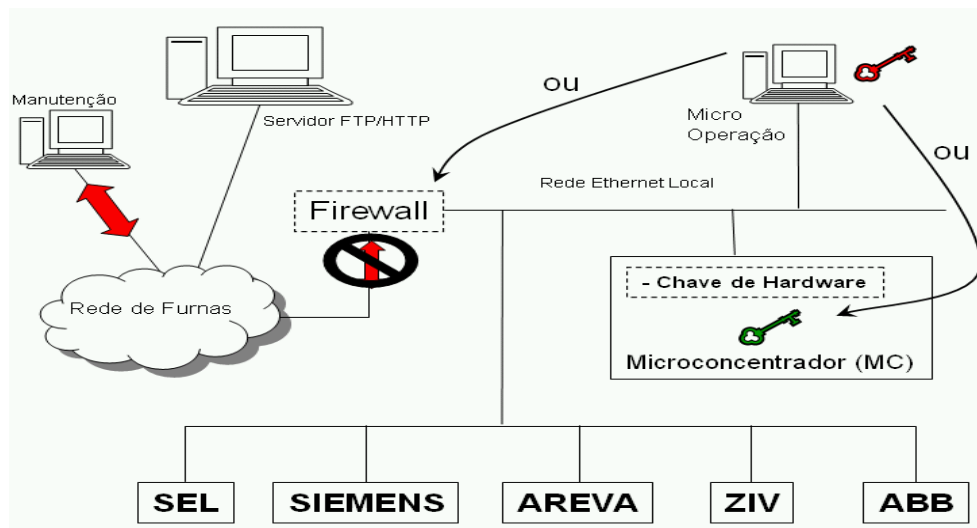


FIGURA 4 - Arquitetura simplificada da RARP

Em qualquer caso será exigida a ação do operador para sua execução. Todos os acessos às funções críticas são registrados em arquivos para controle (LOG).

O terceiro e último nível é feito pelo sistema operacional do MC, onde os níveis de acesso são determinados pelas seguintes permissões:

- a. **Consulta** a registros através do compartilhamento de pasta via FTP;
- b. **Parametrizações** de relés e **Administração** do concentrador, feito através de emuladores de terminal.

### 3.4 Certificado Digital

Desenvolvido pela RSA Data Security Inc, o MD5 (Message-Digest algorithm 5) [2] é um certificado digital de 128 bits, utilizado na RARP para verificação de integridade de cada arquivo da oscilografia, através da geração de uma palavra de 32 caracteres. Toda vez que um registro é coletado do relé, o driver verifica a existência do arquivo “.HDR” e acrescenta a este duas palavras de 32 caracteres geradas pelo MD5, relativas aos arquivos “.CFG” e “.DAT”. Caso não exista o .HDR este é criado.

A utilização do MD5 permite a verificação da integridade dos arquivos após o envio para o servidor, devido à possibilidade de ocorrerem erros na transmissão ou na compactação dos arquivos. Outra vantagem é obter facilmente a informação se determinado arquivo de oscilografia foi modificado, diferenciando-o do original, bastando gerar novamente a palavra através do MD5 e compará-las com as encontradas no .HDR.

## 4.0 - CONCLUSÃO

Até o momento a RARP tem se mostrado bastante eficiente evitando o acesso manual aos relés, disponibilizando os registros na Intranet de FURNAS, através de uma página WEB. Isto é importante porque mais de 99% dos acessos a um relé, depois de colocado em operação, deve-se a coleta de registro de oscilografia.

Por utilizar a infra-estrutura da Rede Operativa de FURNAS, podemos concluir que os requisitos de segurança são reforçados pela implementação da chave de hardware e a utilização das restrições de acesso a áreas críticas feitas através do sistema operacional, já que a própria Rede Operativa foi concebida com requisitos fortes de segurança e controle. Um ponto importante é que o mesmo sistema serve como base para a utilização com relés que utilizam o IEC 61850, mas neste caso podemos obter mais informações, que hoje estão na especificação como funções pretendidas, mas não essenciais, como, por exemplo, o status do relé.

Como diretriz geral, FURNAS entende que a RARP é um caminho a ser seguido e pretende implementar em todas as suas subestações e usinas.

## 5.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) IEEE PC37.232, "Recommended Practice For Naming Time Sequence Data Files – COMNAMES";
- (2) IEEE C37 111-1999, "Standard Common Format For Transient Data Exchange (COMTRADE) for Power Systems";
- (3) RFC1321, "The MD5 Message-Digest Algorithm", R. Rivest, April 1992.
- (4) RAMOS, M.A.F.; PINTO, R.L.F., BRANDI, E.M - Rede de Acesso aos Relés de Proteção – RARP, VII SIMPASE, Salvador-Bahia, agosto, 2007.
- (5) RAMOS, M.A.F.; PINTO, R.L.F., BRANDI, E.M.- Mitigação de Problemas de uma Rede de Relés, IX STPC, Belo Horizonte-Minas Gerais, junho, 2008.
- (6) KUROSE, James F. e ROSS, Keith W. – Redes de Computadores e a Internet: uma nova abordagem, 1ª edição – São Paulo – Addison Wesley, 2003.

## 6.0 - DADOS BIOGRÁFICOS

**Marco Antonio Fernandes Ramos** nasceu em 1966 no Rio de Janeiro, RJ. Formou-se em Engenharia Elétrica pela Universidade Santa Úrsula – USU em 1992 e obteve o grau de Mestre em Ciências em Engenharia Elétrica na Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUC RJ em 2002. Desde 1993 trabalha em FURNAS Centrais Elétricas S.A. como Engenheiro de Proteção no Departamento de Estudos Elétricos - Divisão de Análise da Proteção. Participou da implantação e desenvolvimento da Rede de Oscilografia de Furnas, sendo hoje responsável pela sua manutenção e operação. Atualmente trabalha no desenvolvimento e implantação da Rede de Acesso aos Relés de Proteção (RARP). Participa do Grupo que definiu a Rede Operativa de FURNAS e hoje discute a melhores práticas para uso do protocolo IEC61850. É membro do CIGRÊ.

E-mail: [marcoaf@furnas.com.br](mailto:marcoaf@furnas.com.br)

Fone: (21) 2528 2167

**Roberto Luiz Farizele Pinto** nasceu em 1979 no Rio de Janeiro, RJ. Formou-se em Engenharia Elétrica em 2002 e obteve o Mestrado em Engenharia Elétrica em 2006, ambos pela Universidade Federal do Rio de Janeiro - UFRJ. De 2001 a 2005 trabalhou no Centro de Pesquisa de Energia Elétrica – CEPEL, como pesquisador. Desde 2005 trabalha em Furnas Centrais Elétricas S/A como Engenheiro Eletricista no Departamento de Estudos Elétricos - Divisão de Análise da Proteção. Atualmente trabalha no desenvolvimento e implantação da Rede de Acesso aos Relés de Proteção (RARP) e é um dos responsáveis pela operação e manutenção da Rede de Oscilografia de Furnas.

E-mail: [farizele@furnas.com.br](mailto:farizele@furnas.com.br)

Fone: (21) 2528 2388