

27/05/90

**ESCOLA FEDERAL DE ENGENHARIA
DE ITAJUBA - EFEI**

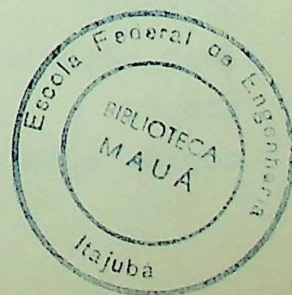
Dissertação de Mestrado

**Diagnóstico de Falhas
em Subestações de Potência
utilizando Redes Neurais Artificiais**

ALFREDO HUMBERTO FERNANDEZ INSFRAN

**Orientador : Prof. Alexandre P. Alves da Silva
Co-orientador: Prof. Paulo Marcio da Silveira**

**ITAJUBA - MG
1994**



RESUMO

Este trabalho tem por objetivo apresentar um estudo sobre a importância da educação para a saúde, com ênfase na prevenção de doenças e promoção da qualidade de vida. A pesquisa foi realizada através de uma revisão bibliográfica e de entrevistas com profissionais da área de saúde pública. Os resultados indicam que a educação para a saúde é fundamental para a prevenção de doenças e a promoção da qualidade de vida. A educação para a saúde deve ser realizada de forma contínua e integrada ao sistema de saúde. A educação para a saúde deve ser realizada de forma contínua e integrada ao sistema de saúde. A educação para a saúde deve ser realizada de forma contínua e integrada ao sistema de saúde.

Agradecimentos:

A meus Pais, pelo contínuo apoio nesta tarefa,
A minha Esposa e Filhas, pela compreensão nas horas difíceis,
A minha Empresa, a ITAIPU BINACIONAL, pelo patrocínio deste
trabalho,
A meus Orientadores, pela preocupação pela feliz culminação desta
tarefa,
e a todos meus amigos.

RESUMO

Os defeitos que produzem desligamentos devem ser localizados rapidamente para que a configuração do sistema elétrico seja rearranjada de modo a restabelecer o fornecimento normal de energia. Este trabalho propõe a utilização de redes neurais artificiais, do tipo memória associativa, para solucionar o problema da localização de faltas. A idéia proposta é armazenar conjuntos de medidas correspondentes a diferentes condições de operação normal do sistema de proteção em memórias associativas. Posteriormente, estas memórias serão utilizadas "on-line" para localizar faltas a partir do estado dos equipamentos do sistema de proteção, mesmo na ocorrência de mal funcionamento dos mesmos. Embora as redes neurais sejam treinadas exclusivamente com faltas simples, a capacidade de generalização das mesmas produz bom desempenho para faltas múltiplas.

SUMÁRIO

ABSTRACT

Faults producing load disconnections or emergency situations have to be localized as soon as possible to start the electric network reconfiguration, restoring normal energy supply. This work proposes the use of Artificial Neural Networks (ANNs), of the associative memory type, to solve the fault localization problem. The main idea is to store measurement sets representing the normal behavior of the protection system into associative memories. Afterwards, these memories are employed on-line for fault location estimation from the protection system equipment status. The associative memories work correctly even in case of malfunctions of the protection system. Although the ANNs are trained with single contingencies only, their generalization capability allows a good performance for multiple contingencies.

SUMÁRIO

Agradecimentos.....	i
Resumo.....	ii
Abstract.....	iii
Sumário.....	iv

CAPÍTULO 1 - OS SISTEMAS INTELIGENTES E DIAGNÓSTICO DE FALTAS EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

1.1 - Considerações Gerais.....	3
1.2 - O Diagnóstico de Falhas.....	7
1.2.1 - Aspectos Relevantes.....	7
1.2.2 - Descrição do Problema.....	8
1.2.3 - O Processamento de Alarmes.....	10
1.2.4 - O Diagnóstico de Falhas.....	13
1.3 - Desenvolvimento Histórico.....	14
1.3.1 - Os Sistemas de Alarme e Diagnóstico..	15
1.3.2 - Uma Avaliação dos Sistemas Propostos.	17
1.4 - Objetivos e Contribuições da Dissertação...	18
1.5 - Roteiro do Trabalho.....	20

CAPÍTULO 2 - REDES NEURAIS NO DIAGNÓSTICO DE FALTAS

2.1 - Descrição das Redes Neurais.....	23
2.1.1 - Analogia com o Cérebro.....	23
2.1.2 - Descrição das Redes Neurais.....	24
2.1.3 - O Aprendizado das Redes Neurais.....	26
2.1.4 - Principais Características.....	28
2.2 - As Memórias Associativas.....	30
2.3 - Tipos de Memória Associativa	31
2.3.1 - A Memória Associativa Ótima.....	31
2.3.2 - Outros tipos de Memória Associativa .	35

CAPÍTULO 3 - AS FALTAS NA SUBESTAÇÃO ISOLADA A GÁS DE ITAIPU	
3.1 - A Subestação Blindada de Itaipu.....	38
3.2 - As Descargas Disruptivas nas SIGs de SF6...	40
3.3 - O Sistema de Proteção da SIG de Itaipu.....	42
3.4 - Breve Histórico das Faltas na SIG de Itaipu	48
3.5 - A Formação dos Dados de Entrada e Saída....	51
3.5.1 - Falta em Linha de Transmissão.....	52
3.5.2 - Falta em Barra.....	53
3.5.3 - Falta em Unidade Geradora.....	53
3.5.4 - Falta em Transformador Auxiliar.....	53
3.5.5 - As Entradas e Saídas de Dados.....	55
 CAPÍTULO 4 - TESTES E RESULTADOS	
4.1 - A Distância ao Segundo Candidato.....	60
4.2 - O Aumento das Variáveis Auxiliares.....	66
4.3 - O Aumento do Número de Contingências.....	67
 CAPÍTULO 5 - CONCLUSÕES	
5.1 - Aspectos Relevantes.....	70
5.2 - Propostas de Futuros Trabalhos.....	71
 BIBLIOGRAFIA.....	75
 APÊNDICES	
1 - Histórico das Perturbações.....	82
2 - Formação dos Dados de Entrada.....	104
3 - Descrição do Programa.....	121

CAPÍTULO 1

OS SISTEMAS INTELIGENTES E O DIAGNÓSTICO DE FALTAS EM SISTEMAS ELÉTRICOS DE POTÊNCIA

A operação dos Sistemas Elétricos de Potência constitui hoje em dia uma tarefa desafiadora, devido à presença de problemas cada vez mais complexos, seja tanto nas condições normais de operação, seja em situações operativas de emergência.

Os sistemas atuais de potência são submetidos a demandas de cargas cada vez maiores. Em oposição, o aumento de instalações destinadas à geração e à transmissão de energia elétrica apresentam baixas taxas de crescimento, devido a escassos recursos econômicos disponíveis e à situação recessiva dominante hoje no mundo todo.

A transmissão de energia elétrica aos centros de consumo requer linhas de longa distância. Esta transmissão impõe requerimentos rigorosos ao sistema em relação a sua operação. Devido às reduzidas margens de geração e transmissão, e ao aumento da complexidade da interligação, é necessária a utilização de estratégias inovadoras na operação, assim como o uso de novas tecnologias para a obtenção do desempenho correto destas instalações.

Neste contexto, diversas ferramentas computacionais têm sido desenvolvidas no mundo inteiro, visando principalmente assistir os

operadores dos sistemas elétricos de potência, e entre estas, os Sistemas Inteligentes (SI) têm demonstrado grande praticidade.

Este trabalho, portanto, busca explorar estas tendências, no intuito de contribuir, com os esforços feitos na solução dos problemas elétricos, na busca de padrões de desempenho cada vez melhores.

1.1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os Sistemas Inteligentes não são novos. Os primeiros esforços em aplicar esta técnica, se remontam ao século passado. Mas é neste século, a partir dos anos cinqüenta, que eles experimentam um grande crescimento. Este crescimento se efetuou inicialmente nos chamados Sistemas Especialistas, posteriormente nos Sistemas de Redes Neurais e nos Sistemas de Conjuntos Difusos, devido, principalmente, aos avanços dos recursos computacionais disponíveis. Este crescimento é atualmente ainda mantido.

Do ponto de vista dos sistemas elétricos de potência, as tecnologias de SI apresentam vários atrativos interessantes. Passamos a descrever estes atrativos:

1 - Como é sabido, um sistema elétrico de potência é constituído por um grande número de equipamentos de geração, transmissão e distribuição, distribuídos numa grande área.

Com o objetivo de assegurar a confiabilidade do fornecimento, a condição operativa do sistema deve ser continuamente monitorada, por exemplo: num Centro de Controle de Potência, através da aquisição intensiva de dados e de um sistema computacional de suporte. Este conjunto é conhecido comumente como EMS (Energy Management System) ou Sistema Gerenciador de Energia, o qual auxilia o operador em várias tarefas, como as de aquisição de dados, monitoração do sistema, análises, controle, programação do fornecimento, etc.

Estes sistemas são projetados para efetuar trabalhos tais como: de estimação de estado, análise da segurança operativa, fluxo ótimo de potência, etc., sendo utilizados periodicamente em condições normais do sistema.

Porém, por ocasião de grandes perturbações, o EMS pode gerar milhares de sinais, seja na forma de alarmes, seja na forma de eventos, seja na forma de mensagens, indicando assim, a operação de dispositivos de controle, a abertura de dispositivos de manobra e/ou proteção, e/ou violação de limites.

Nesta situação, os operadores são forçados a enfrentar um grande número de informações provenientes do EMS, sendo ainda sobrecarregados com outros tipos de mensagens provenientes dos diversos dispositivos de comunicação [40].

As tarefas de interpretação de alarmes e de diagnóstico de faltas são em consequência dificultadas. Este fato é agravado em várias ocasiões, devido à perda de informações, apresentação errônea destas por falhas nos dispositivos, e também devido à necessidade de um rápido restabelecimento do fornecimento energético.

Face ao problema acima, resulta interessante a automatização destas tarefas, pois elas poderiam assim melhorar em qualidade e em confiabilidade, assegurando o fornecimento e permitindo um rápido restabelecimento do sistema.

2 - No campo da engenharia de sistemas elétricos de potência, muito esforço tem sido feito no desenvolvimento de algoritmos. Este esforço teve seu correspondente reflexo nas ferramentas analíticas atualmente utilizadas na operação dos sistemas de potência. Não obstante, são oferecidas hoje em dia, novas ferramentas para o desenvolvimento tecnológico, tanto na área de SI como no campo das ciências da computação.

Portanto, a solução de problemas tanto pela utilização do

processamento simbólico, pela busca heurística ou por outras metodologias disponíveis, abre novas dimensões para as técnicas hoje em dia utilizadas nos sistemas elétricos de potência e na resolução dos desafios por ela atualmente apresentadas.

3 - A possibilidade de armazenar o conhecimento humano em sistemas baseados em conhecimento, constitui também um fato altamente atrativo, tanto na produção industrial, como nas empresas produtoras de energia elétrica.

A perda de pessoal especialista, devido à rotatividade natural do sistema, aposentadoria e outras causas diversas, produz perda de conhecimento, formado através de longos anos de experiência e formação profissional.

Os SIs possibilitam a absorção do conhecimento humano, e eles constituem assim, verdadeiros bancos de dados que podem preservar o patrimônio científico e tecnológico da empresa, evitando onerosos gastos com treinamento de pessoal e dificuldades maiores na obtenção dos objetivos básicos da empresa.

4 - Os operadores dos sistemas elétricos de potência, são confrontados ocasionalmente com situações operativas, onde o volume de informações a ser interpretado aumenta muito rapidamente. Esta situação é típica na presença de uma emergência no sistema de potência.

Em tais ocasiões, o risco de que o operador se encontre inabilitado para efetuar tais gerenciamentos aumenta, mesmo considerando que este tenha recebido uma preparação maior. Esta situação é conhecida como "Stress do operador" ou "Limiar da barreira cognitiva" [41], (Figura 1).

A barreira cognitiva é um retardador na reação do operador, cujo impacto é maior conforme o sistema elétrico apresenta tamanhos maiores. Com o aumento de tais sistemas, a quantidade de informações

reunidas, assim como as taxas com as quais são aquisitadas aumentam, chegando em muitos casos, a superar os operadores na sua capacidade de contornar estas situações.

Como poderia o operador superar esta barreira cognitiva...? Existem vários caminhos. Primeiramente o operador precisa saber o que tem acontecido no sistema de potência. Um SI pode dar uma orientação, apresentando vários cenários que expliquem a situação em forma consistente. O operador poderia então avaliar quais seriam os cenários mais aplicáveis ao processo da tomada de decisão, não só ganhando tempo, mas também evitando o esquecimento de cenários, que em situações específicas poderiam ser críticas. Na continuação, um SI poderia dar um elenco de recomendações que poderiam ajudar na resolução do problema específico do sistema de potência aliviando assim o operador no processo da tomada de decisão.

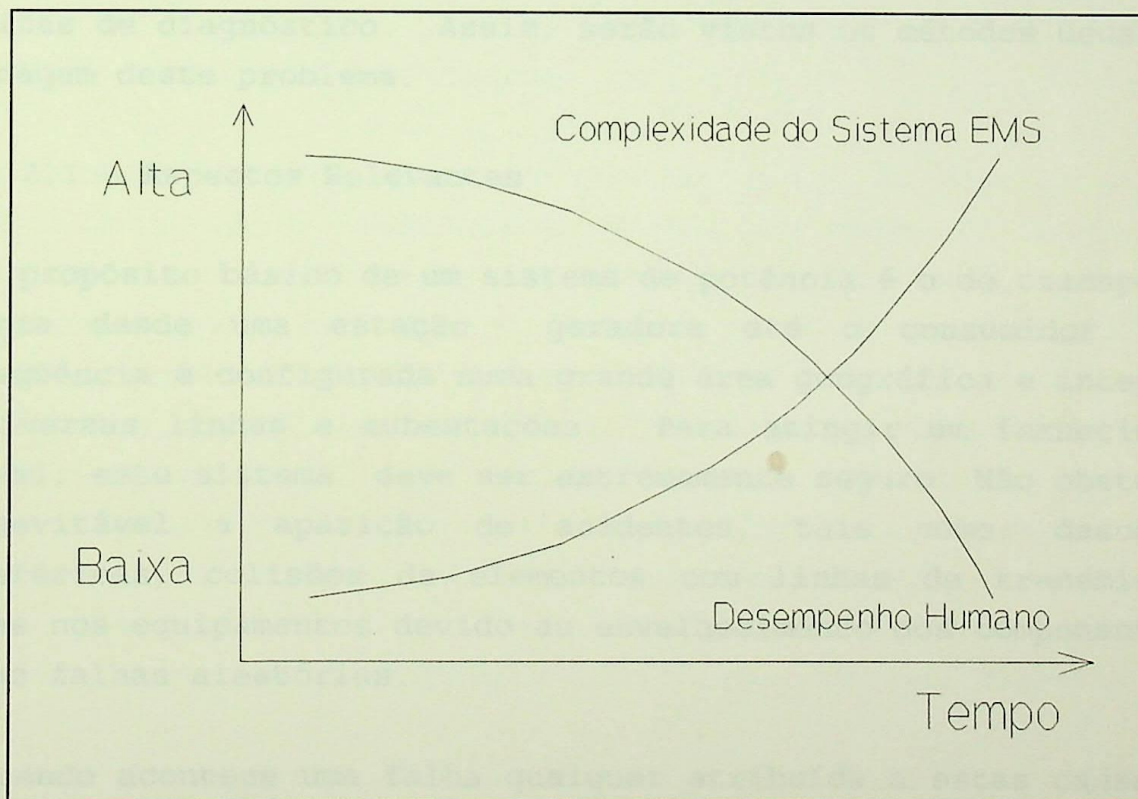


Figura 1 - Desempenho Cognitivo da Mente

Portanto, em base a todo o acima exposto, os Sistemas

Inteligentes constituem uma valiosa ferramenta no auxílio aos desafios da engenharia elétrica. O caminho dos SIS encontra-se aberto; portanto, podem ser aproveitados na solução dos diversos problemas relativos a esta área.

1.2 - O DIAGNÓSTICO DE FALTAS

O diagnóstico de faltas nos sistemas de potência tem por objetivo efetuar a localização das faltas, assim como determinar as causas da falta.

Os sistemas que implementam estas funções representam a maior aplicação prática dos sistemas inteligentes no campo dos sistemas elétricos de potência.

Neste item, apresentaremos as vantagens e as limitações das técnicas de diagnóstico. Assim, serão vistos os métodos usuais de abordagem deste problema.

1.2.1 - Aspectos Relevantes

O propósito básico de um sistema de potência é o de transportar energia desde uma estação geradora até o consumidor. Em conseqüência é configurada numa grande área geográfica e integrada de diversas linhas e subestações. Para atingir um fornecimento estável, este sistema deve ser extremamente seguro. Não obstante, é inevitável a aparição de acidentes, tais como: descargas atmosféricas, colisões de elementos com linhas de transmissão, falhas nos equipamentos devido ao envelhecimento dos componentes e outras falhas aleatórias.

Quando acontece uma falha qualquer atribuída a estas causas, é imperativo limitar o impacto das desconexões, e também normalizar as instalações no menor tempo possível, fora da área com defeito. Isto exige que a localização e a natureza da falha devam ser primeiramente identificadas. Esta função de identificação é

conhecida como "Diagnóstico de Falhas em Sistemas de Potência". Portanto, esta função é a mais básica para o tratamento de defeitos em sistemas, seja este através de um sistema EMS ou de um sistema SCADA.

Existem dois tipos de diagnóstico de falhas: o diagnóstico local de falhas e o diagnóstico centralizado de falhas [51]. O diagnóstico local de falhas é aplicado em instalações de potência (usinas geradoras) e subestações e tem por objetivo diagnosticar estas instalações. Estas instalações são independentes de um controle central. O diagnóstico centralizado de falhas é aplicado a centros de controle de sistemas e precisam contar com funções EMS ou SCADA.

O presente trabalho foi elaborado independente do tipo de instalação disponível, portanto pode ser aplicado a ambos os tipos de instalações.

1.2.2 - Descrição do Problema

Existem defeitos que podem ocorrer em uma SE cuja natureza é de fácil definição e localização. Cita-se, por exemplo, a ocorrência de "flash-over" em cadeias de isoladores, ou ainda falhas em equipamentos para os quais a proteção atua de maneira esperada (atuação correta), sinalizando o circuito defeituoso, a área de ocorrência e até o local da falta. Por exemplo, falha interna em transformadores com atuação correta da proteção diferencial e dos outros dispositivos de proteção do transformador. Entretanto, os dispositivos de proteção ou os sistemas de proteção existentes em uma SE estão sujeitos a atuações fora dos padrões esperados. Estas atuações inesperadas podem ser classificadas como se segue:

- Atuação Acidental: Neste caso ocorre atuação do sistema de proteção, sem que tenha havido qualquer espécie de perturbação no sistema elétrico de potência. Este tipo de atuação decorre de falhas humanas, vibrações mecânicas, falhas em relés, entre outras, e algumas vezes sem causas determinadas.

- Atuação Incorreta: Há atuação incorreta quando o sistema de proteção atua em decorrência de perturbações no sistema de potência, embora esse comportamento não tenha sido previsto em sua operação. Um exemplo seria a atuação de uma proteção diferencial de um transformador ao se energizar um banco de capacitores dentro da SE.
- Recusa de Atuação: Neste caso não ocorre o desligamento de parte do sistema elétrico quando tal desligamento é necessário e/ou desejável. Isto poderá acontecer em decorrência de falha de relé, falha de disjuntor ou de outro dispositivo do sistema de proteção. Nas SE utiliza-se o esquema de "breaker failure protection", que prevê a operação de todos os disjuntores adjacentes ao disjuntor defeituoso.

Dentro deste conjunto de possibilidades, o GTP (Grupo de Trabalho de Proteção ligado ao GCOI - Grupo Coordenador para Operação Interligada do Sistema Brasileiro) estabeleceu alguns limites aceitáveis para as atuações do sistema de proteção [60]. São os seguintes:

- Atuações corretas: superiores a 85% das solicitações;
- Atuações incorretas: inferiores a 5% das solicitações;
- Recusas de atuação: inferiores a 0,5% das solicitações;
- Atuações acidentais: inferiores a 3 atuações a cada 10 anos de operação.

As concessionárias de energia elétrica têm procurado manter seus sistemas de proteção dentro destes limites de forma a minimizar o impacto destes eventos, porém desligamentos intempestivos ainda constituem um problema para os sistemas elétricos de potência.

Nos sistemas convencionais o diagnóstico de faltas é efetuado pelos operadores, utilizando tabelas de possíveis faltas, as quais contêm informações relativas aos relés de proteção, disjuntores abertos, localização das faltas e tipos. Esta tabela é preparada em

forma adiantada por equipes de estudo e diagnóstico. Quando a falta acontece, esta tabela é consultada de forma a determinar a localização e o tipo da falta.

Esta abordagem efetua um diagnóstico correto no caso de faltas simples, com operação correta dos relés de proteção e dos disjuntores.

Mas quando a falta simples é prejudicada pela operação incorreta de relés, disjuntores ou em ocasião de faltas múltiplas, o processamento se torna excessivamente complexo, e o diagnóstico pode não ser correto. Nestas condições a utilização de técnicas de sistemas inteligentes torna-se essencial.

Dentro deste contexto, o diagnóstico de faltas feito através de técnicas baseadas em conhecimento, tem se apresentado como apropriados. Portanto, conforme indicado no item 1.2, as maiores pesquisas relativas ao Diagnóstico de Faltas que têm sido feitas até agora, utilizaram esta ferramenta [16,45,46,52,56].

1.2.3 - O Processamento de Alarmes

Os programas chamados de Processadores de Alarmes, têm sido desenvolvidos para automatizar o diagnóstico de falhas em equipamentos e trazer eventos dignos de nota dentro da atenção do operador, na forma de mensagem de alarmes.

Tendo em vista que a função de tais programas é recolher em um lugar toda a informação relativa aos eventos do sistema, ele recolhe uma grande variedade de diferentes tipos de alarmes produzidos por vários mecanismos.

Assim podemos citar os seguintes:

- Sensores de monitoração discreta que reportam trocas de estado (por exemplo, a abertura ou fechamento de um disjuntor ou



- detecção de uma temperatura excessiva num transformador);
- Comparação entre uma medida lida e um valor limite que indica violação de uma restrição operativa (por exemplo; uma sobrecarga em uma linha de transmissão, uma subtensão ou uma sobretensão em uma barra);
- Problemas de telecomunicações são detectados por programas responsáveis de checar unidades terminais remotas localizadas em subestações;
- Detecção pelo subsistema de controle de configuração do sistema gerenciador de energia de problemas acontecidos no software ou hardware.

Avanços significativos nas tecnologias de comunicação e de computação nos últimos anos, têm permitido um grande aumento no número de variáveis de sistemas que podem ser monitorados, e do número de alarmes que podem ser processados.

Tendo em vista que virtualmente cada aspecto e localização da porção de alta tensão dos sistemas de potência podem ser monitorados, a probabilidade de que um dado evento não seja monitorado declinou dramaticamente [57]. Assim, as conseqüências de qualquer evento não trivial são levados em conta por intermédio de levantamentos independentes de vários sensores reportados em mensagens de alarmes diferentes.

Algumas estimativas do máximo número de alarmes que podem ser acionados por vários tipos de eventos, têm sido estabelecidas nos centros de controle regional da Hydro-Québec [6]. Assim é considerada:

- Até 150 alarmes em 2 seg. para falhas em transformadores;
- Até 2.000 alarmes para uma falta em estação geradora, sendo que 300 alarmes são gerados durante os primeiros 5 seg.;
- Até 20 alarmes por segundo em tempo de chuva com descargas atmosféricas;
- Até 15.000 alarmes para cada centro regional durante os

primeiros 5 seg. de um colapso total de um sistema.

Tal avalanche de mensagens prejudica de várias formas a resposta ao distúrbio. Primeiramente, por suggestionar uma catástrofe, eles podem incrementar o nível de "stress" além do ponto, a partir do qual o desempenho do operador diminui sensivelmente.

Se superado o elemento de surpresa, o operador deve então filtrar uma grande quantidade de mensagens para encontrar a causa do problema. Uma quantidade significativa de tempo deve ser empregada nesta pesquisa, tempo este, que pode ser crucial para prevenir a deterioração da situação. Assim, o operador trabalhando sob "stress", e com uma grande quantidade de dados, pode facilmente perder o sentido da verdadeira natureza do problema.

As conseqüências sociais e econômicas de uma interrupção maior no fornecimento da energia elétrica são tão grandes que é interessante fazer qualquer esforço no sentido de reduzir o impacto de uma perturbação. Assim, os programas de processamentos de alarmes podem contribuir enormemente com o gerenciamento destes problemas, melhorando, por exemplo, a forma ou o conteúdo das mensagens apresentadas ao operador.

O objetivo básico é reduzir o número de elementos de informação que o operador deve processar. Portanto, a importância de cada elemento deve ser avaliada antes de apresentá-lo ao operador, e somente aqueles alarmes realmente importantes devem ser mostrados.

Os programas de processamento de alarmes devem também chamar a atenção do operador de forma a ajudar o acompanhamento da evolução do estado do sistema de potência, fornecendo resumos das condições anormais.

Na pesquisa relativa ao processamento de alarmes, várias metodologias têm sido propostas [57]. Assim, mecanismos de filtros, prioridades, esquemas de agrupamentos e procedimentos de rotas de

mensagens, têm sido incluídas nos processamentos de alarmes convencionais. Estas abordagens permitem reduzir o número de alarmes e aumentam a visibilidade de alguns dos eventos mais importantes, porém, eles não podem ser utilizados facilmente na sintetização de mensagens de alto grau de conteúdo informativo.

Em relação a redução do número de alarmes, a utilização de processo de análise combinatorial tem sido proposta. Tabelas lógicas têm sido utilizadas para definir, na forma Booleana, estados particulares de atenção do operador. A principal desvantagem desta abordagem é a falta de flexibilidade. O desenvolvimento e a manutenção de tais sistemas podem também requerer grande quantidade de trabalho.

O sistemas de processamento de alarmes, desenvolvidos em sistemas especialistas baseados em regras, oferecem a maior flexibilidade possível, em relação a outros tipos de abordagem. Os sistemas baseados em regras são, portanto, utilizados nas tarefas de filtragem e priorização de informações. Os alarmes podem ser combinados ou relacionados com informações provenientes de outras fontes. O operador, portanto, através do raciocínio utilizará esta informação, tentará isolar a origem do distúrbio e selecionará o curso da ação a ser tomada.

Em base ao exposto acima, podemos dizer que o processamento de alarmes constitui um aspecto relativo aos problemas da operação dos sistemas elétricos de potência. O processamento de alarmes é similar, mas não igual ao diagnóstico de faltas, pois enquanto o diagnóstico de faltas se encontra mais orientado a sistemas de potência, o processamento de alarmes busca auxiliar o operador na determinação de problemas em equipamentos, seja por exemplo em base a violações de restrições operativas.

1.2.4 - O Diagnóstico de Faltas

Conforme indicado no item anterior o diagnóstico de faltas tem

por objetivo localizar faltas em sistemas elétricos de potência. Uma descrição resumida deste problema já foi feita no item 1.2.2.

Do ponto de vista da IA a abordagem deste problema foi feita através de dois métodos: O primeiro deles, conhecido com o nome de "abordagem baseada na informação" e o segundo "abordagem baseada no modelo".

O primeiro método, basicamente consiste na organização da informação monitorada a partir dos relés operados, e dos disjuntores abertos durante a falta e de sua relação com a condição de falta, através de uma estrutura de árvore.

A principal desvantagem desta abordagem é que quando a falha acontecida corresponde a um caso já processado, o desempenho é bom, fato este que não corresponde quando a ocorrência é uma falta não processada. Neste caso, o diagnóstico pode ser incorreto.

No segundo método, a estrutura e as funções do sistema são descritas em base a vários modelos de faltas. O diagnóstico é feito comparando a falta real com o modelo registrado. Se através da comparação do modelo registrado é obtida uma coincidência com a falta, então a hipótese é considerada como solução do caso. Se a comparação efetuada não resulta em informação igual, então uma nova hipótese é testada. O diagnóstico de faltas é completado quando todas as hipóteses são verificadas.

Comparando esta abordagem com o enfoque baseado na informação do sistema, ela precisa de maior tempo de processamento, pois todas as condições de falta devem ser testadas pelo programa. Adicionalmente se a precisão dos modelos preparados não são suficientes, e se condições novas de falta não podem ser adicionadas, diagnósticos incorretos podem ser produzidos.

1.3 - DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO



Neste item veremos o que tem sido feito no campo dos SIS, especialmente nas áreas do tratamento de alarmes e do diagnóstico de faltas. Posteriormente discutiremos os avanços e as limitações destas abordagens, assim como a projeção futura da investigação nesta área.

1.3.1 - Os Sistemas de Redução de Alarmes e de Diagnóstico de Faltas

Os primeiros trabalhos de tratamento de alarmes foram iniciados por Wollemberg [1], que propôs um processador de alarmes que incorpora regras para eliminar alarmes de baixo nível. Toda a investigação atual está orientada neste sentido.

Amelink e outros [2] discutiram o problema do processamento de alarmes e propuseram duas técnicas de redução: uma por processamento estático adaptativo e outra por processamento dinâmico adaptativo.

Outros trabalhos foram desenvolvidos pela Consolidated Edison Company [3], pela Northern States Power Company [4], pela Wisconsin Electric Power Company [5] e pela Hydro-Québec [6]. Dentre estes, alguns já estão em operação, outros na fase dos testes de campo e os demais ainda como protótipos.

Uma abordagem formal deste problema é feita por Dijk [7], analisando as dificuldades típicas destes sistemas, tais como o mau funcionamento de dispositivos, perdas de alarmes, etc.

Já em relação ao Diagnóstico de Faltas, Talukdar e Cardozo [8] desenvolveram um sistema baseado em regras capaz de identificar a localização das faltas e o mau funcionamento dos relés e disjuntores. Com a aplicação da "síntese do tipo patchwork" e do processamento distribuído Talukdar e Cardozo [9] conseguiram altas eficiências no processamento.

Noutra linha de investigação, reconhecendo que o conhecimento

existente é incompleto dentro de um ambiente complexo de faltas, Komai, Sakaguchi e Takeda [10] combinaram regras heurísticas com uma ajuda, de forma a reduzir os possíveis cenários, diminuindo o número de casos em falta a serem avaliados. Fukui e Kawakami [11] consideraram múltiplas faltas nos seus sistemas especialistas, os quais foram implementados em PROLOG, e Koike, Maeshiro e outros [12] desenvolveram um sistema que tem sido implementado num ambiente de tempo real, num centro de controle de sistema.

Protótipos similares de diagnóstico têm sido reportados por Mihelcic, Gubina e outros [13], e por Laresgiti, Peres e outros [14]. Este protótipo ultimo foi implementado num ambiente de tempo real com desempenho satisfatório. Tomsovic, e Liu e outros [15-16] propuseram um sistema especialista chamado CRAFT, o qual é capaz de identificar setores em falta de linhas que dispõem de transformadores de regulação de tensão (TAPs variáveis em carga) e de disjuntores e seccionadoras automáticas. CRAFT opera num ambiente de EMS em tempo real.

Também para a detecção de faltas em linhas (locação de defeitos) Okada e Urasawa [17] reportaram um sistema diagnosticador de faltas que combina informação proveniente da recolção de dados via fibra ótica e regras obtidas de um sistema especialista.

O diagnóstico pode ser simplificado com a ajuda de dados provenientes de registradores de distúrbios instalados nas subestações. Sala [18] propôs um sistema especialista para auxiliar engenheiros de um centro de controle, o qual efetua a análise de dados obtidos em registradores.

Fauquemberger, Brezillon e Harmond [19] desenvolveram outro sistema que localiza faltas e identifica más funções de relés e disjuntores, a partir de informações provenientes de registradores de eventos em subestações de EAT. Um sistema similar também foi proposto por Del Pozo [20] que utiliza o registro detalhado da operação de relés obtidas também a partir de registradores de

eventos.

Wagenbauer e Brugger [21] desenvolveram um sistema destinado a localização de faltas para terra com diferentes padrões em barras e linhas. Purucker, Tonn e outros [22] abordaram o problema a partir do processamento de alarmes obtidos via redes de comunicação a microondas, realizando uma análise por intermédio de árvore de decisão.

Para a análise de distúrbios na pós-operação e para estudos de seguridade do sistema, Hakavic e Stoa [23] propuseram um ambiente conceitual de ajuda para a manutenção da precisão dos dados, consistência e abrangência, para produzir seqüências de eventos descritivos do distúrbio.

Ultimamente foi feita pesquisa relativa ao diagnóstico de faltas em sistemas elétricos de potência, através de Redes Neurais Artificiais (RNAs). Assim Tanaka, Matsuda e outros [24] apresentaram um sistema baseado em rede neural do tipo "back-propagation" de três camadas intermediárias utilizado num pequeno sistema de potência. Outro sistema similar foi proposto por Swarup e Chandrasekharaiah [29], apresentando algumas análises relativas ao desempenho da rede. Ranaweera [25] apresenta também uma proposta de diagnóstico baseado em duas redes neurais: uma do tipo de função radial base e outra do tipo "back-propagation" comparando seus desempenhos.

1.3.2 - Uma Avaliação dos Sistemas Propostos

Os sistemas de aquisição de conhecimento têm sido preferencialmente desenvolvidos em forma individual, tanto pelos engenheiros de conhecimento como pelos próprios engenheiros de potência [37,47]. Porém pouca coisa tem sido escrita em relação a uma metodologia geral aplicável aos problemas dos sistemas elétricos de potência.

Também poucas aplicações que utilizam a aquisição automática de conhecimento têm sido desenvolvidas até agora.

Atualmente estão disponíveis diversas ferramentas de apoio para o desenvolvimento de sistemas especialistas. Não obstante, pouca atenção foi dada aos recursos de criação de ambientes de interface, de entrada e saída nestas ferramentas.

É possível identificar diversas fases nos desenvolvimentos dos sistemas especialistas:

- Identificação do problema, caracterização e estudo inicial de viabilidade;
- Desenvolvimento do protótipo;
- Desenvolvimento do sistema com nível de produção aumentado;
- Teste piloto ou de campo;
- Desdobramento e/ou utilização;
- Modificações e manutenção.

A maioria dos trabalhos podem ser classificados como pertencentes a pesquisas relativas as duas primeiras fases. Encontram-se poucos sistemas que foram desenvolvidos até a segunda fase, e aqueles que se encontram na terceira e quarta fase são menores ainda.

Nos últimos tempos tem surgido sistemas baseados em redes neurais artificiais. Porém, pouca pesquisa tem sido feita nesta área.

1.4 - OBJETIVOS E CONTRIBUIÇÕES DA DISSERTAÇÃO

A dificuldade do problema de localização de faltas em SEs aumenta consideravelmente quando estas são do tipo blindadas e isoladas a gás de SF₆ [27,44]. A natureza construtiva de uma GIS ("Gas Insulated Substation") dificulta ainda mais a identificação do compartimento onde ocorre o defeito.

Sistemas inteligentes podem auxiliar à solução deste problema.

Sistemas inteligentes vêm sendo utilizados com sucesso no problema de diagnóstico de faltas conforme já foi indicado anteriormente. Dentro das novas tendências duas abordagens têm sido sugeridas para a solução deste problema: o enfoque de sistemas especialistas simbólicos [11,28] e o de redes neurais [29]. Sistemas especialistas têm sido criticados por requererem enorme esforço e tempo para a construção (aquisição de conhecimentos) e manutenção da base de conhecimentos.

As RNAs, devido às capacidades de supressão de ruídos, treinamento automático e adaptabilidade, oferecem uma solução mais simples e robusta para o problema de diagnóstico de faltas do que os sistemas especialistas.

Assim a habilidade de suprimir ruídos permite que as RNAs localizem faltas corretamente, mesmo no caso de atuação indevida do sistema de proteção. A capacidade de se treinar a partir de exemplares de casos resolvidos, reduz muito o tempo de desenvolvimento do sistema de diagnóstico de falta. A adaptabilidade das RNAs torna trivial a manutenção do sistema.

Este trabalho propõe a utilização de redes neurais artificiais, do tipo Memória Associativa, para solucionar o problema da Localização de Faltas em SEs. A idéia básica é armazenar em memórias associativas conjuntos de medidas que representem os estados de disjuntores e relés correspondentes às possíveis faltas simples.

Estas memórias associativas serão colocadas em operação posteriormente, de forma a identificar a localização (equipamento, fase e compartimento) de faltas na SE, mesmo na ocorrência de mau funcionamento do sistema de proteção.

O enfoque proposto neste trabalho é uma inovação em relação a referência [29], pois, ainda que já tenham sido feitos alguns

desenvolvimentos na detecção de faltas em sistemas elétricos via RNAs, o treinamento era realizado com base em diferentes casos de operação normal e anormal do sistema de proteção, e não com base na filosofia de proteção. Este fato ocasionava um aprendizado imperfeito, com limitada capacidade de generalização. A nova filosofia utiliza as RNAs como memórias associativas, e não como reconhecedoras de padrões. Esta diferença está relacionada com os conceitos de aprendizado e memorização. O segundo conceito é mais útil quando a população de possíveis casos é bem definida.

O objetivo final desta dissertação, é construir um sistema inteligente, destinado ao diagnóstico de faltas em subestações de potência de sistemas energéticos elétricos, utilizando redes neurais artificiais, de forma a contribuir com todos esforços que já foram feitos até o presente nesta área de investigação científica, através da utilização de novas técnicas disponíveis atualmente.

É interessante destacar que a abordagem proposta permite não só diagnosticar faltas em subestações não convencionais (do tipo GIS), mas também em qualquer outro tipo de subestação. Neste último caso o sistema de diagnóstico resulta mais simples pois o numero de informações a serem processadas é menor.

1.5 - ROTEIRO DO TRABALHO

O presente trabalho tem o seguinte roteiro:

No Capítulo 2, serão abordados todos os detalhes referentes às redes neurais artificiais, iniciando por uma descrição global destas, suas origens, topologias, mecanismo de funcionamento, etc.

Posteriormente será descrita a rede neural utilizada neste trabalho, ou seja, a RNA de memória associativa; sua estrutura interna, a formação das entradas e saídas e o treinamento ao qual serão submetidas.

No Capítulo 3, apresentaremos a subestação isolada a gás de Itaipu, a qual foi escolhida para a realização dos testes do sistema diagnosticador de faltas. Descreveremos o sistema de proteção desta SE, faremos um histórico das faltas nela acontecidas e formaremos, logo, os vetores de entrada das redes neurais, em base aos dados disponíveis nesta subestação.

No Capítulo 4, será apresentado o desempenho do sistema e os resultados obtidos com este método.

No Capítulo 5, serão indicadas as principais conclusões deste trabalho, assim como as propostas futuras de desenvolvimento.

Finalmente será apresentada a bibliografia utilizada nesta dissertação e os apêndices complementares a este trabalho.

2.1 - DESCRIÇÃO DAS REDES NEURAIS

A mente humana é o mais complexo dispositivo de computação conhecido pelo homem. O poder da mente através do pensamento, nas lembranças e na resolução de todo tipo de problemas, tem inspirado muitos cientistas no intuito de modelar computacionalmente sua operação. Dentre estes, alguns investigadores tiveram a intenção de criar um modelo que imita a funcionalidade do cérebro numa forma simplificada. O resultado deste esforço foi a Computação Neural.

2.1.1 - Analogia com o Cérebro

O neurônio (Fig.2) é a unidade celular fundamental do sistema nervoso. Cada neurônio, como tal, é uma simples micro-unidade de processamento que recebe e combina os sinais provenientes de muitos outros neurônios, através de uma estrutura própria de entrada, conhecida com o nome de "dendrito".

Sinais do dendrito são comunicados ao corpo do neurônio através de "Sinapses". Se este sinal, combinado com outros provenientes dos outros neurônios é forte o suficiente, então ele ativa o disparo da célula, produzindo assim o sinal de saída. Este sinal de saída é conduzido as outras células do corpo humano através de elemento específico conhecido com o nome de "Axônio".

O cérebro consiste de dezenas de bilhões de neurônios (10^{11} - 10^{14} unidades), os quais se encontram fortemente interconectados. O axônio (caminho de saída) é ramificado e fica conectado aos

dentritos (caminho de entrada) dos outros neurônios através de uma junção que como indicado mais acima é conhecido com o nome de sinapse. O acumulado da transmissão através desta junção é química, depende dos elementos químicos desenvolvidos pelo axônio e recebidos pelos dentritos. Esta eficiência sináptica (ou "força") é modificada quando o cérebro aprende. A sinapse combinada com o processamento da informação dentro do neurônio, forma o mecanismo básico da operação do cérebro.

2.1.2 - Descrição das Redes Neurais

Em uma rede neural artificial, a unidade análoga ao neurônio é conhecida com o nome de "elemento de processamento". O elemento de

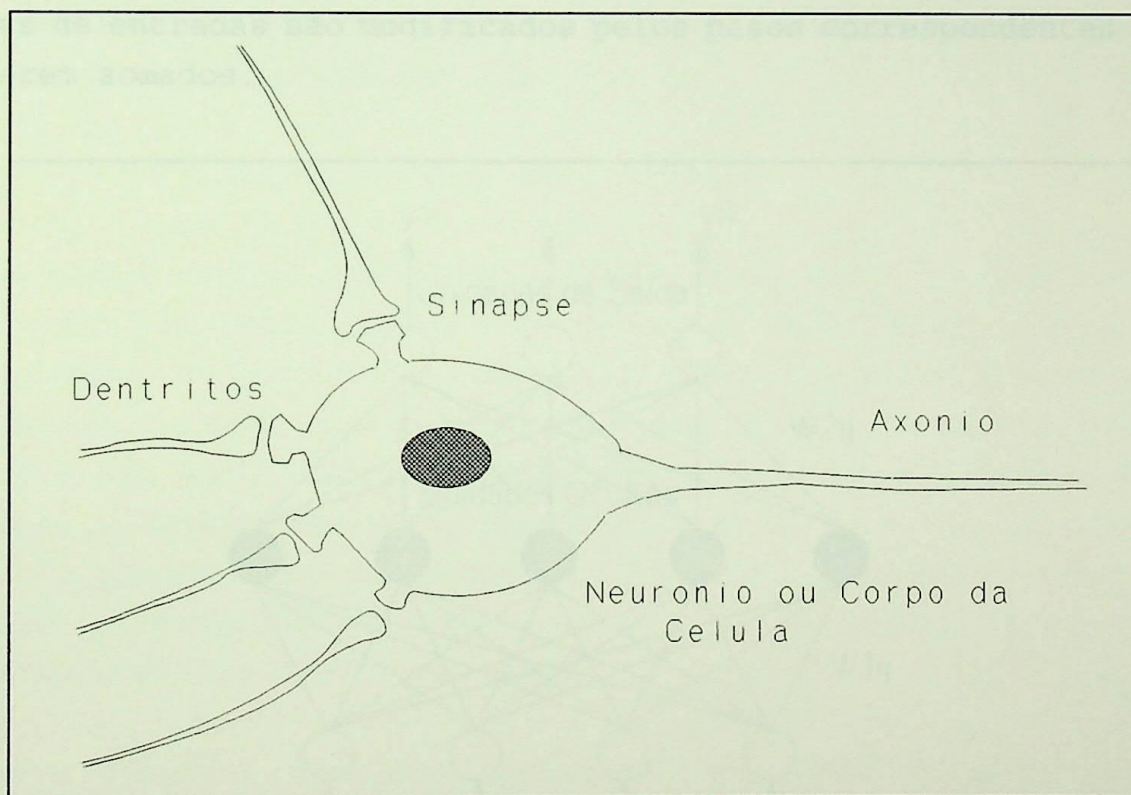


Figura 2 - Estrutura de um neurônio

processamento apresenta vários caminhos de entrada, e os combina normalmente pela simples soma dos valores destas entradas. O resultado é a formação de um nível de ativação interna para o

elemento de processamento, por meio do qual o valor de entrada é modificado, pela utilização de uma função de transferência a qual produz um estímulo que é passado diretamente ao caminho de saída correspondente ao seguinte elemento de processamento. Esta função de ativação ou de transferência pode ser do tipo limiar, a qual passa a informação somente se o nível de atividade combinado atinge um certo nível, ou pode ser do tipo contínuo, utilizando como parâmetro a própria entrada combinada.

O caminho de saída do elemento de processamento pode ser conectado aos caminhos de entrada de outros elementos de processamento através de pesos de conexão, os quais correspondem à força sináptica das conexões entre neurônios. Devido a que cada conexão tem seu peso correspondente, os sinais que passam pelas linhas de entradas são modificados pelos pesos correspondentes antes de serem somados.

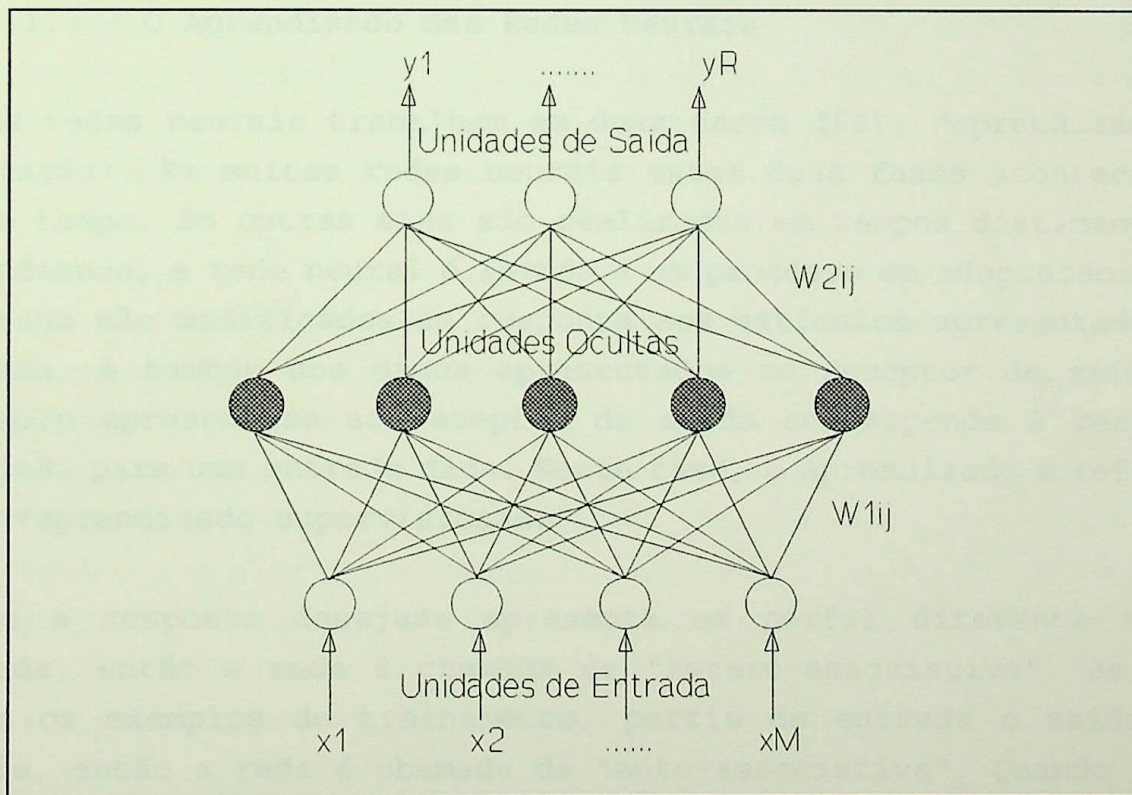


Figura 3 - Rede Neural Artificial



Fazendo uma análise da estrutura matemática que copia o protótipo biológico, este modelo simplificado de neurônio não apresenta grande interesse. Porém efeitos interessantes são obtidos quando é feita a interligação a outros elementos, dependendo estes efeitos grandemente da forma em que é feita esta ligação.

Uma rede neural consiste de vários elementos que se encontram interligados reciprocamente. Estes elementos estão normalmente organizados em grupos chamados "camadas" ou "níveis". A rede neural típica consiste numa seqüência de camadas as quais estão conectadas em forma plena, em alguns casos, ou em forma aleatória, em outros. Existem duas camadas de conexão com o mundo exterior: O "receptor de entrada" onde os dados são apresentados à rede, e o "receptor de saída", o qual recebe a resposta da rede a partir de uma entrada dada. As camadas que não sejam de entrada ou de saída são chamadas de "camadas intermediárias" (Fig 3).

2.1.3 - O Aprendizado das Redes Neurais

As redes neurais trabalham em duas fases [58]: "aprendizado" e "ativação". Em muitas redes neurais estas duas fases acontecem ao mesmo tempo. Em outras elas são realizadas em tempos distintos. No aprendizado, a rede neural é levada a um processo de adaptação. Nela os pesos são modificados em resposta aos estímulos apresentados na entrada, e também aos dados apresentados no receptor de saída. O estímulo apresentado ao receptor de saída corresponde à resposta desejada para uma entrada dada. Neste caso, o aprendizado é referido como "aprendizado supervisionado".

Se a resposta desejada apresenta um perfil diferente ao da entrada, então a rede é chamada de "hetero-associativa". Se para todos os exemplos de treinamento, perfis de entrada e saída são iguais, então a rede é chamada de "auto-associativa". Quando não é mostrada à rede a saída desejada, o aprendizado é chamado de "não supervisionado".

Atualmente são utilizadas também redes intermediárias entre os tipos supervisionados e não supervisionados. Estas redes são chamadas de "redes de reforço" e são caracterizadas pelo fato de que o tipo de informação que é dado à rede é se a saída corresponde a um resultado correto ou incorreto.

Independente do tipo de rede, uma característica básica das RNAs constitui a regra que determinará seu aprendizado. Esta regra especifica como os pesos serão modificados (adaptados) em resposta a um modelo dado, podendo requerer grande quantidade de cálculos para a obtenção da convergência. Aprendizados mais avançados podem requerer a adaptação desta regra no transcurso do tempo. Este controle de longo termo é chamado algumas vezes de "programação do aprendizado".

A ativação refere-se ao processo por meio do qual a rede neural computa um determinado vetor de dados apresentado ao receptor de entrada, de forma a criar uma resposta no receptor de saída. É normalmente utilizado nas redes que já sofreram processo de aprendizado, mas em outros casos, tanto a ativação como o aprendizado acontecem ao mesmo tempo.

Diferente dos tradicionais sistemas especialistas, onde o conhecimento é apresentado explicitamente na forma de regras, as redes neurais geram suas próprias regras através do aprendizado acima descrito, a partir de exemplos que lhe são apresentados por intermédio de uma contínua adaptação. Assim, no aprendizado não supervisionado, somente o estímulo de entrada é mostrado à rede, e ela elabora a sua própria parametrização interna, de forma tal, que cada elemento de processamento intermediário responda fortemente a um conjunto diferente de estímulos de entrada ou a um grupo de estímulos fortemente relacionados.

No aprendizado supervisionado, para cada estímulo de entrada, é fornecido também um estímulo de saída ou resposta esperada. Neste caso a rede também gradualmente ajusta sua parametrização de forma

a obter um mapeio estreito de relações entre as entradas e as saídas.

As RNAs normalmente estão baseadas em poucas regras ou em suas variações, conforme pode ser visto nos diversos modelos até hoje conhecidos. Os mais comuns são [58]:

a) Aprendizado por Regra de Hebbian: o peso da conexão do caminho de entrada ao elemento de processamento é aumentado, se tanto a entrada como a saída são altas. Em termos biológicos é dito que o caminho neural é reforçado quando a ativação de cada lado da sinapse está correlacionada.

b) Aprendizado por Regra Delta: tem por objetivo reduzir o erro entre a atual saída de um elemento de processamento e a saída desejada, pela modificação dos pesos de entrada.

c) Aprendizado Competitivo: os elementos de processamento competem entre eles, e aquele que der a maior resposta para uma entrada dada, modifica seu peso de forma a ficar o mais parecido com a entrada.

2.1.4 - Principais Características das Redes Neurais

As seguintes são as características mais relevantes das Redes Neurais Artificiais:

- A Memória Distribuída

Uma característica importante do processamento neural é a forma como são armazenadas as informações. A memória computacional das RNAs são distribuídas e os pesos de conexão são as unidades de memória. Os valores dos pesos representam o estado corrente do conhecimento da rede neural. Um item de conhecimento representado, por exemplo, por um par de estímulos de entrada/saída desejada é distribuído através de muitas unidades de memória da rede (pesos),

o qual é compartilhado com muitos outros itens de conhecimento armazenados na rede.

Esta característica tem seu reflexo no comportamento da rede neural, pois quando é apresentado à rede treinada um vetor de entradas parcial (incompleto), a rede buscará a memória mais próxima para aquela entrada e gerará a saída relativa à entrada completa.

A natureza distributiva da rede neural produz portanto, uma razoável resposta de rede quando a ela são apresentadas entradas incompletas, ruidosas e mesmo inadvertidas (entradas falsas). Esta propriedade é conhecida como "generalização da rede neural". Esta qualidade e significância depende da aplicação, como também do tipo e sofisticação da Rede Neural.

- A Tolerância a Falhas

Enquanto os sistemas computacionais tradicionais ficam diminuídos em seu uso, mesmo para pequenos danos de memória, os sistemas computacionais de processamento paralelo (redes neurais por exemplo), são tolerantes a falhas. Se por um motivo qualquer, alguns dos elementos de processamento são destruídos, prejudicados, indisponíveis, ou se as suas conexões são alteradas levemente, o comportamento da rede como um todo é somente degradado em forma leve. Se mais elementos do processamento são destruídos, o comportamento da rede é degradada somente mais um pouco. O desempenho sofre, mas o sistema não cai rapidamente. Os sistemas computacionais neurais são tolerantes a faltas, porque a informação não está contida em um só lugar, mas é distribuída em todo o sistema. Esta característica de tolerância à falta faz com que os sistemas neurais sejam extremamente bem ajustados para aplicações onde a falha do equipamento de controle represente um desastre, por exemplo, no caso de operação de centrais nucleares, controle de sondas espaciais, etc.

- A Memória Associativa

A memória associativa talvez seja uma das características mais importantes das redes neurais. Esta associatividade faz com que as redes neurais tenham melhor desempenho do que os tradicionais sistemas especialistas, e também dos sistemas normalmente conhecidos com o nome de estatísticos. A capacidade humana de traduzir símbolos gráficos em palavras com sentido, em idéias ou imagens, é uma forma de memória associativa.

No contexto da associação de padrões, a memória associativa precisa operar com grandes quantidades de informações simultâneas para que possa gerar saídas categóricas ou generalizadas. Também é requerido que esta resposta seja razoável, mesmo quando as entradas são ruidosas ou incompletas. Os sistemas computacionais baseados em redes neurais permitem estas respostas.

Assim a habilidade de selecionar e combinar perfis pertinentes ao problema, dá às redes neurais uma capacidade superior em relação aos sistemas baseados em procedimentos estatísticos. A habilidade de deduzir estes perfis por eles mesmos, coloca as redes neurais num potencial superior àqueles alcançados pelos sistemas especialistas, principalmente na solução de alguns dos problemas com os quais se defrontam atualmente os sistemas inteligentes.

2.2 - AS MEMÓRIAS ASSOCIATIVAS

As Memórias Associativas apresentam as seguintes características [63]:

- Capacidade de armazenar vários pares de sinais de entrada/saída, por exemplo, estados de disjuntores e reles/localização da falta;
- Habilidade para memorizar estes sinais de maneira automática;
- Capacidade para gerar uma saída correta, mesmo quando os sinais de entrada se apresentam em forma errada e/ou

incompleta (por exemplo, informação não recebida);

- Capacidade para incorporar novos casos aos já armazenados ou mesmo capacidade de apagar casos da memória.

Noutro sentido os modelos de memória associativa podem ser divididos em duas categorias [30,31]:

- Modelos para processamento de informação, os quais empregam algoritmos para verificar, comparar, analisar, manipular e armazenar informação;
- Modelos de RNAs, os quais implementam as funções básicas de uma memória associativa, utilizando um conjunto de elementos relativamente simples conectados entre si.

2.3 - TIPOS DE MEMÓRIA ASSOCIATIVA

2.3.1 - A Memória Associativa Ótima (MAO)

A MAO, um paradigma de RNA proposto por Kohonen [26], foi escolhida para este trabalho, por apresentar respostas interpolativas, degradação de capacidade de armazenamento do tipo de "mínimos-quadrados" e forma de mapeamento bem compreendida.

Os modelos de RNAs do tipo memória associativa baseados em RNAs recorrentes [32-34], não são apropriadas para o problema tratado nesta abordagem, pois além da baixa capacidade de armazenamento, sua resposta do tipo "vizinho mais próximo" (agravada pela dificuldade de se controlar as regiões de atração, o que pode gerar respostas não relacionadas ao "vizinho mais próximo"), inviabilizam a possibilidade de se localizar faltas múltiplas sem que as mesmas fossem explicitamente armazenadas em tempo de treinamento. A resposta interpolativa da MAO permite esta possibilidade.

O propósito da MAO é obter uma transformação ótima, utilizando

um critério dos mínimos-quadrados, de forma tal que o efeito do ruído e de outras imperfeições nos sinais de entrada seja minimizado em relação a transformação da entrada-saída desejada.

Como a memória associativa não-linear ótima é uma simples extensão da memória associativa linear, a segunda será descrita a seguir.

A Memória Associativa Linear Ótima

Seja $\underline{x}_1 = (x_1, x_2, \dots, x_m)^t$, $\underline{x}_2, \dots, \underline{x}_r$ um conjunto de sinais de entrada representados em um espaço \mathcal{R}_m e $\underline{y}_1 = (y_1, y_2, \dots, y_n)^t$, $\underline{y}_2, \dots, \underline{y}_r$ seus sinais de saída correspondentes em \mathcal{R}_n . Os sinais de entrada são transformados linearmente da seguinte maneira (operação da RNA após o treinamento):

$$Y = X.W \quad (1)$$

onde $X = [\underline{x}_1 \ \underline{x}_2 \ \dots \ \underline{x}_r]^t$, $Y = [\underline{y}_1 \ \underline{y}_2 \ \dots \ \underline{y}_r]^t$ e W é uma matriz "m" por "n". Os elementos de W , w_{ij} 's representam os pesos das ligações que conectam o neurônio "i" ao neurônio "j" na RNA de duas camadas não-recorrente (Figura 4).

A análise seguinte será desenvolvida considerando-se uma operação auto-associativa ($Y=X$).

Os vetores $\underline{x}_1, \underline{x}_2, \dots, \underline{x}_r$ pertencentes a \mathcal{R}_m geram um subespaço L pertencente a \mathcal{R}_m . Um vetor arbitrário \underline{x} pertencente a \mathcal{R}_m , é unicamente descrito como a soma de dois vetores \underline{x}^* e \underline{x}^\wedge , isto é, a projeção ortogonal de \underline{x} em L e no complemento ortogonal de L .

Conseqüentemente, \underline{x}^* é a melhor combinação linear dos sinais de entrada \underline{x}_k ($k=1, \dots, r$) que aproxima \underline{x} no critério dos mínimos-quadrados.

Projeções ortogonais possuem a propriedade de suprimir ruído e/ou corrigir sinais de entrada incompletos, com base nos sinais armazenados. Se um sinal de entrada é uma versão corrompida de um dos sinais memorizados \underline{x}_k , $\underline{x} = \underline{x}_k + \underline{e}$, aonde " \underline{e} " é um erro aleatório. Então, em geral, \underline{x}^* é uma melhor aproximação de \underline{x}_k .

Pode ser demonstrado que para o caso em que " \underline{e} " tenha uma distribuição radial Gaussiana simétrica em \mathcal{R}_m , sua projeção ortogonal em L, " \underline{e}^* ", possui uma distribuição com o seguinte desvio padrão:

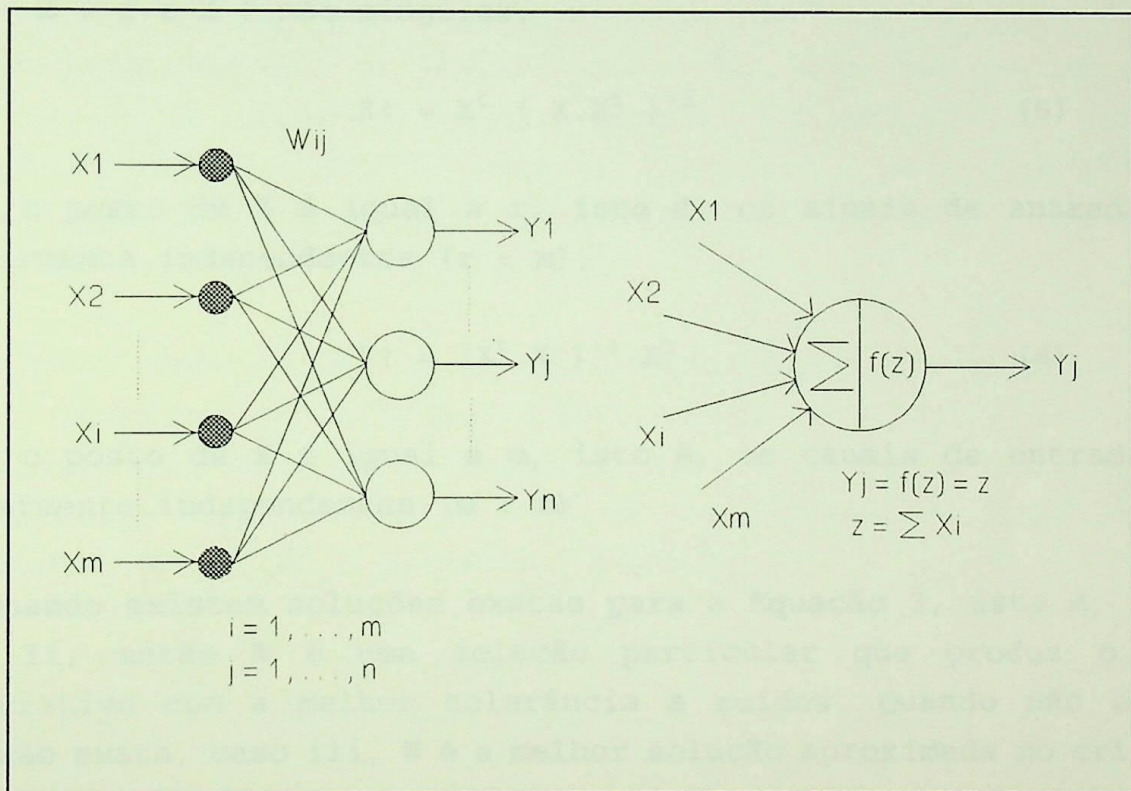


Figura 4 - Arquitetura de uma RN do tipo MAO, onde $f(z) = z$.

$$\text{std} (\|\underline{e}^*\|_2 = \|\underline{x}^* - \underline{x}_k\|_2) = (r/m)^{1/2} \|\underline{x} - \underline{x}_k\|_2 \quad (2)$$

O ruído no sinal de entrada é atenuado pela projeção ortogonal caso $r < m$.

Embora a análise acima esteja relacionada com uma memória

auto-associativa, o mesmo fator de atenuação de ruído, $(r/m)^{1/2}$ também se aplica aos vetores de saída de uma memória hetero-associativa ($Y \neq X$) [36].

Com relação a Equação 1, a correlação de mínimos-quadrados ótima entre X e Y (procedimento de treinamento) é definida como

$$W = X^\dagger \cdot Y \quad (3)$$

onde

i)
$$X^\dagger = X^{-1} \quad (4)$$

para $m = r$ e X é não-singular,

ii)
$$X^\dagger = X^t (X \cdot X^t)^{-1} \quad (5)$$

caso o posto de X é igual a r, isto é, os sinais de entrada são linearmente independentes ($r < m$),

iii)
$$X^\dagger = (X^t \cdot X)^{-1} X^t \quad (6)$$

caso o posto de X é igual a m, isto é, os canais de entrada são linearmente independentes ($m < r$).

Quando existem soluções exatas para a Equação 3, isto é, casos i e ii, então W é uma solução particular que produz o mapa associativo com a melhor tolerância a ruídos. Quando não existe solução exata, caso iii, W é a melhor solução aproximada no critério dos mínimos-quadrados.

Um algoritmo recursivo de mínimos-quadrados deve ser usado para o cálculo dos mapeamentos associativos ótimos. Um esquema de treinamento adaptativo permitiria a inclusão e/ou exclusão seqüencial de sinais sem recalcular as inversas generalizadas (Equações 4,5,6) para todo o conjunto de treinamento.

A Memória Associativa Não-Linear Ótima

Para mapeamentos associativos lineares, uma condição necessária para existência de uma solução exata é a independência linear dos sinais de entrada (linhas de $X(\underline{x}_k^t$'s)). Quando o número de pares de sinais a serem memorizados é maior do que a dimensionalidade dos sinais de entrada, esta condição é necessariamente violada e não existe solução exata. Esta limitação pode ser superada utilizando-se transformações não-lineares para expandir a representação original dos sinais de entrada.

Assim, pré-processando os sinais de entrada por intermédio de uma transformação não-linear, aumenta-se a dimensionalidade dos \underline{x}_k 's.

Conseqüentemente, a probabilidade dos vetores transformados tornarem-se linearmente independentes (distinguíveis) também aumenta. Outro efeito desejável produzido pelo aumento da dimensionalidade dos sinais de entrada é a melhoria do fator de atenuação de ruído $(r/m)^{1/2}$.

A transformação não-linear selecionada para este trabalho é do tipo polinomial. Transformações polinomiais pertencem a uma classe de problemas de mínimos-quadrados que são lineares nos parâmetros e não-lineares com relação aos vetores de entrada. A transformação polinomial escolhida é mostrada a seguir:

$$\begin{aligned} \underline{x}_k &= (x_1, x_2, \dots, x_m)^t \quad \rightarrow \\ \underline{p}_k &= (x_1, x_2, \dots, x_m, x_1x_2, x_1x_3, \dots, x_{m-1}x_m, x_1x_2x_3, \dots, x_{m-2}x_{m-1}x_m)^t \end{aligned} \quad (7)$$

O termo "memória associativa não-linear ótima" não implica que a transformação não-linear seja ótima. O critério ótimo é aplicado na estimativa dos parâmetros, dada uma certa transformação não-linear.

2.3.2 - Outros Tipos de Memória Associativa

Além da memória associativa ótima ou de Kohonen, são também

conhecidas outras duas, que apresentam características similares à primeira. Estas são as memórias associativas de Hamming e Euclideana.

Para efeitos de comparação da abordagem proposta, estas duas memórias serão utilizadas no Capítulo 4, com o intuito de medir o desempenho da rede de Kohonen.

Assim podemos dizer que se para a rede de Kohonen, a distância entre dois vetores pode ser calculada através da projeção ortogonal dos vetores na superfície de solução (algoritmo dos mínimos quadrados), as distâncias Euclidianas e de Hamming correspondentes, podem ser calculadas a partir das seguintes equações:

- Distância Euclideana:

$$D_e = [(x_1^* - x_1)^2 + (x_2^* - x_2)^2 + \dots + (x_n^* - x_n)^2]^{1/2} \quad (8)$$

- Distância de Hamming:

$$D_h = (x_1^* - x_1) + (x_2^* - x_2) + \dots + (x_n^* - x_n) \quad (9)$$

aonde x^* (entrada real na rede) é a versão corrompida de x (entrada de aprendizado).



CAPÍTULO 3

AS FALTAS NA SUBESTAÇÃO ISOLADA A GÁS DE ITAIPU DE 50 Hz

3.1 - A SUBESTAÇÃO ISOLADA A GÁS DE ITAIPU DE 500KV/50 Hz.

Existe atualmente no mundo inteiro uma grande tendência, no sentido de empregar Subestações Isoladas a Gás (SIGs) no fornecimento da energia elétrica aos sistemas de potência, principalmente por apresentarem vantagens em relação às estações convencionais. Entre estas podemos citar:

- Construção pré-fabricada;
- Construção modular;
- Ensaio realizados na própria fábrica;
- Peso reduzido;
- Menor manutenção;
- Construção blindada;
- Ocupa menor espaço/volume.

Para o caso de Itaipu, foram estudadas, ao longo do projeto, várias alternativas para as subestações. As restrições impostas pela disposição do projeto, incluindo-se a proximidade e a concentração dos equipamentos construtivos, tornaram praticamente impossível a construção de maior quantidade de linhas de saída em alta tensão, (na faixa de 345 a 500 kV), para cada margem do rio.

Esquemas alternativos, como o acoplamento de duas unidades em

cada saída e o uso do disjuntor no lado de baixa tensão, ainda com menor confiabilidade e custos mais elevados de construção civil e de equipamentos, foram examinados.

A utilização de Subestações Isoladas a Gás, instaladas no interior da Casa de Força, veio resolver estas questões. O esquema adotado (Fig. 5) permitiu a fácil implantação desta SE levando em conta o espaço disponível dentro da casa de força.

Assim, apenas quatro saídas de linha por setor foram necessárias. Alguns pontos restritivos ao emprego deste tipo de instalações, entretanto, foram considerados e também examinados quando da tomada de decisão:

- A experiência com SIGs era limitada;
- Os padrões de engenharia relativos a coordenação do isolamento ainda não estavam adaptados para cobrir as características do equipamento;
- Existia a necessidade de um treinamento específico para operadores;
- O isolamento era sensível a surtos de frente de onda aguda e quando havia ocorrência de descargas internas, existia dificuldade na sua localização e exigia tempos maiores de reparo.

Na experiência operativa de Itaipu, todos os itens acima foram resolvidos, salvo o relativo ao último ponto, pois, até hoje em dia a localização das faltas, mesmo que não freqüente, é dificultosa, devido à grande quantidade de compartimentos a ser examinados. Este fato constitui uma das motivações para o presente trabalho.

A SIG de Itaipu apresenta uma configuração redundante tanto para a proteção de geradores como das linhas e barras. As linhas foram arranjadas para serem protegidas por dois disjuntores. As unidades

adotaram a configuração de disjuntor e meio e cada barra foi formada por dois elementos divididos ao meio por um disjuntor.

Na SIG de Itaipu, temos três tipos de compartimentos, com funções específicas e com requisitos operativos próprios. Estes são os compartimentos de disjuntor, de seccionadora e compartimentos terminais, sejam de interface com as unidades geradoras ou com as linhas de transmissão. As principais características de operação destes compartimentos são:

Disjuntor:	- Sub Pressão com bloqueio:	450 kpa.
	- Sub Pressão com bloqueio de fechamento e abertura manual:	600 kpa.
	- Sub Pressão:	620 kpa.
	- Pressão Normal:	660 kpa. +- 40 kpa.
	- Pressão de Descarga Interna:	800 kpa.

Seccionadoras:	- Pressão Baixa:	390 kpa.
	- Sub Pressão:	420 kpa.
	- Pressão Normal:	450 kpa. +- 30 kpa.
	- Pressão de Descarga Interna:	570 kpa.

Terminais:	- Pressão Baixa:	110 kpa.
	- Pressão Normal:	120 kpa.
	- Pressão de Descarga Interna:	210 kpa.

O gás de SF₆ é inodoro, sem cor e mais pesado que o ar (aprox. 5 vezes), não inflamável e não tóxico quando puro, mas asfíxiante por absorver oxigênio. No caso de descargas no invólucro (flash-over ou descarga parcial), dependendo da duração e da magnitude do defeito, ele se descompõe em outros gases e fluoretos metálicos, podendo ser, estes últimos tóxicos constituindo assim outra das desvantagens deste tipo de instalação.

3.2 - AS DESCARGAS DISRUPTIVAS EM SIGs DE SF₆

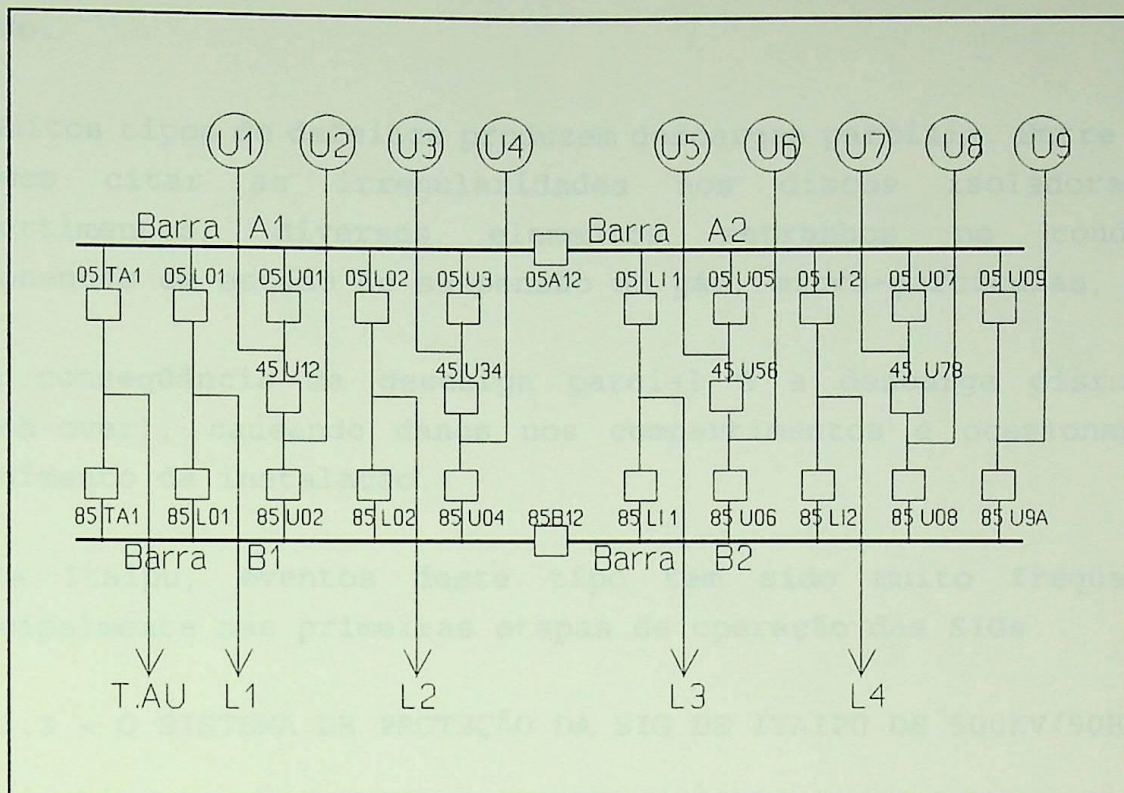


Figura 5 - A SIG de 500 KV, 50 Hz de Itaipu

Os defeitos internos nos invólucros das Subestações de SF₆, apesar de não freqüentes, diminuem a tensão de ruptura dielétrica correspondente a instalação. Portanto podem afetar o desempenho e a confiabilidade de toda a SIG, como dos componentes isolados.

Estes defeitos internos produzem normalmente descargas parciais.

As descargas parciais [42,43], são fenômenos elétricos nos quais o rompimento local da capacidade dielétrica do gás entre os componentes, causa uma corrente de curta duração que circula através do elemento condutor da instalação. Esta corrente, passando pela impedância relativa ao elemento, produz um pulso de tensão no condutor, que é transmitida a todas as partes da instalação a partir do ponto de descarga.

Em SIGs de SF₆, este pulso tem uma longitude de 1.5 ns., na fonte, e se propaga com relativa pouca atenuação e distorção em toda

a rede.

Muitos tipos de defeitos produzem descargas parciais. Entre estes podemos citar as irregularidades nos discos isoladores de compartimentos, diversos elementos estranhos no condutor, componentes em estado de suspensão no gás, micro-partículas, etc.

A consequência da descarga parcial é a descarga disruptiva (flash-over), causando danos nos compartimentos e ocasionando o impedimento da instalação.

Em Itaipu, eventos deste tipo tem sido muito freqüentes, principalmente nas primeiras etapas de operação das SIGs.

3.3 - O SISTEMA DE PROTEÇÃO DA SIG DE ITAIPU DE 500KV/50Hz.

Os sistemas utilizados na proteção da SIG de Itaipu compreendem dois conjuntos independentes de relés denominados respectivamente "Proteção Primária" e "Proteção Alternada" [62]. Assim, se um destes sistemas encontra-se inoperante, devido, por exemplo, à manutenção, ou devido à falta, o outro conjunto efetua as mesmas funções, justificado pela grande importância do sistema a ser protegido. Os dois sistemas trabalham "on-line".

Estes sistemas estão compostos pelos seguintes relés:

- Relés de Distância 21A e 21P para Linhas de 500 KV

Estes relés, com característica mho, são capazes de detectar defeitos monofásicos, bifásicos e trifásicos nas linhas que saem da SIG, incluindo o próprio segmento isolado a gás. Utilizam duas unidades: uma unidade de subalcance e outra unidade de sobre alcance que trabalham em conjunto com outras pertencentes as SEs vizinhas da Margem Direita e de Foz do Iguaçu. Os esquemas de atuação são indicados nas figuras 6 e 7. Uma operação destes relés dentro da respectiva zona (linha) provocará a abertura dos disjuntores da

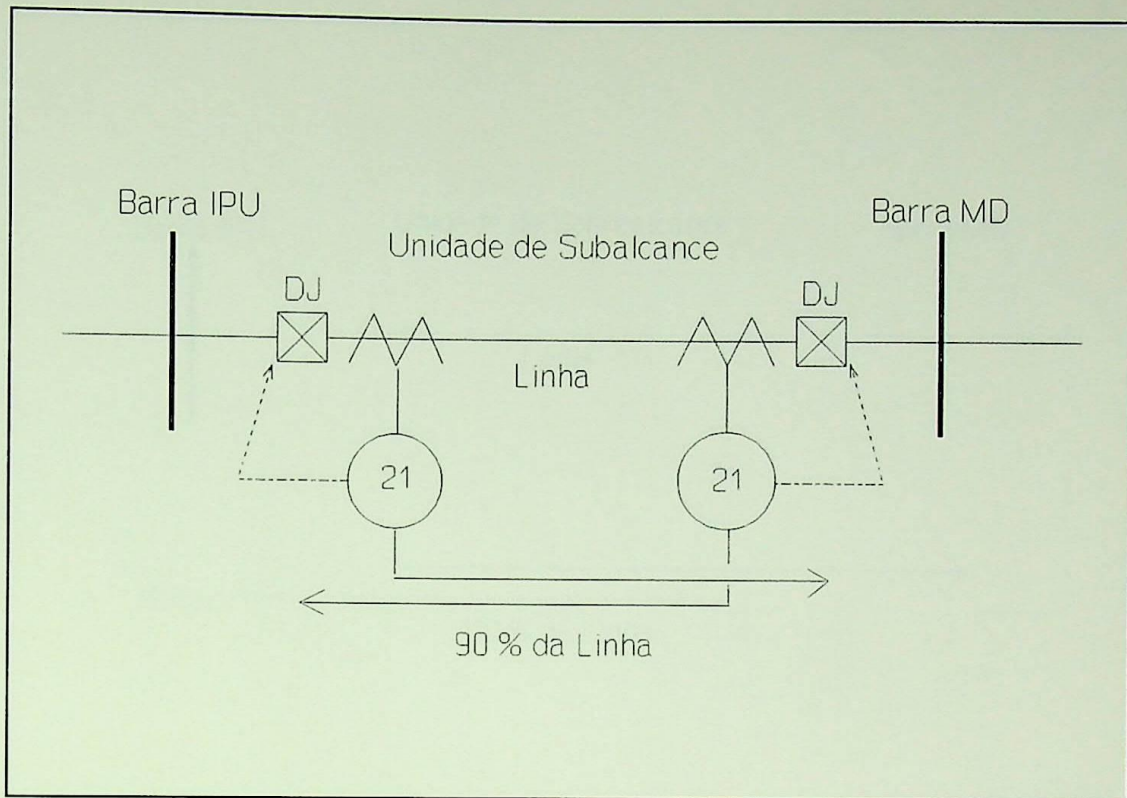


Figura 6 - Relé 21, Lógica de Subalçance

linha. Estes dispositivos são também responsáveis de detectar uma descarga disruptiva nos compartimentos associados as linhas.

- Relés de Densidade de Gás SF6 ou Relés de Pressão Súbita RDGs.

Os relés de densidade de gás ou de pressão súbita, supervisionam os compartimentos dos disjuntores, terminais, seccionadoras e para-raios, os quais operam na presença do aumento de pressão de gás nos compartimentos de isolamento. Esta sobrepressão é devida às descargas disruptivas que nelas acontecem (Flash-overs), caracterizando uma falha para terra na SIG. Estes relés são normalmente conhecidos com o nome de RDGs.

- Relés Diferenciais de Proteção de Barra 87A1P e 87A1A

Na SIG de Itaipu são utilizados dois tipos de relés de proteção das barras. Na Proteção Primária, o relé é do tipo de Alta Impe-

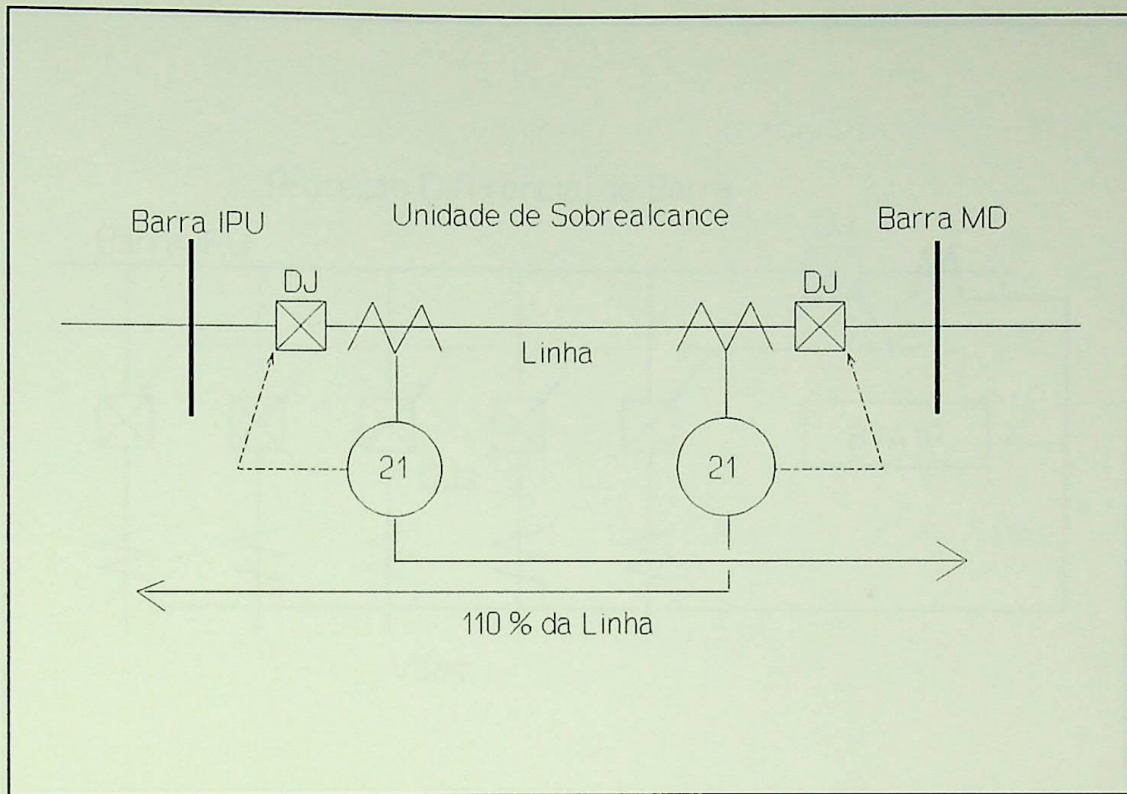


Figura 7 - Relé 21, Lógica de Sobrealcance

dância, sem indicação de fase, enquanto que na Proteção Alternada é utilizada um relé de comparação direcional com indicação de fase (Figura 8). As descargas disruptivas para o caso das barras são detectadas por estes relés.

- Relé Diferencial de Proteção de Vão de Unidade 87V

As descargas disruptivas nos vãos das unidades geradoras são detectadas por este relé. O funcionamento é igual aos outros relés diferenciais. Opera por diferença nas correntes de entrada e saída na área protegida, neste caso, nos compartimentos associados a unidade. Na Figura 9 temos o esquema de funcionamento deste relé.

- Relé Diferencial de Proteção de Transformador ou Relé 87TRG

Este relé é redundante em relação ao anterior. Além de proteger os compartimentos da SIG relativos à Unidade Geradora, também

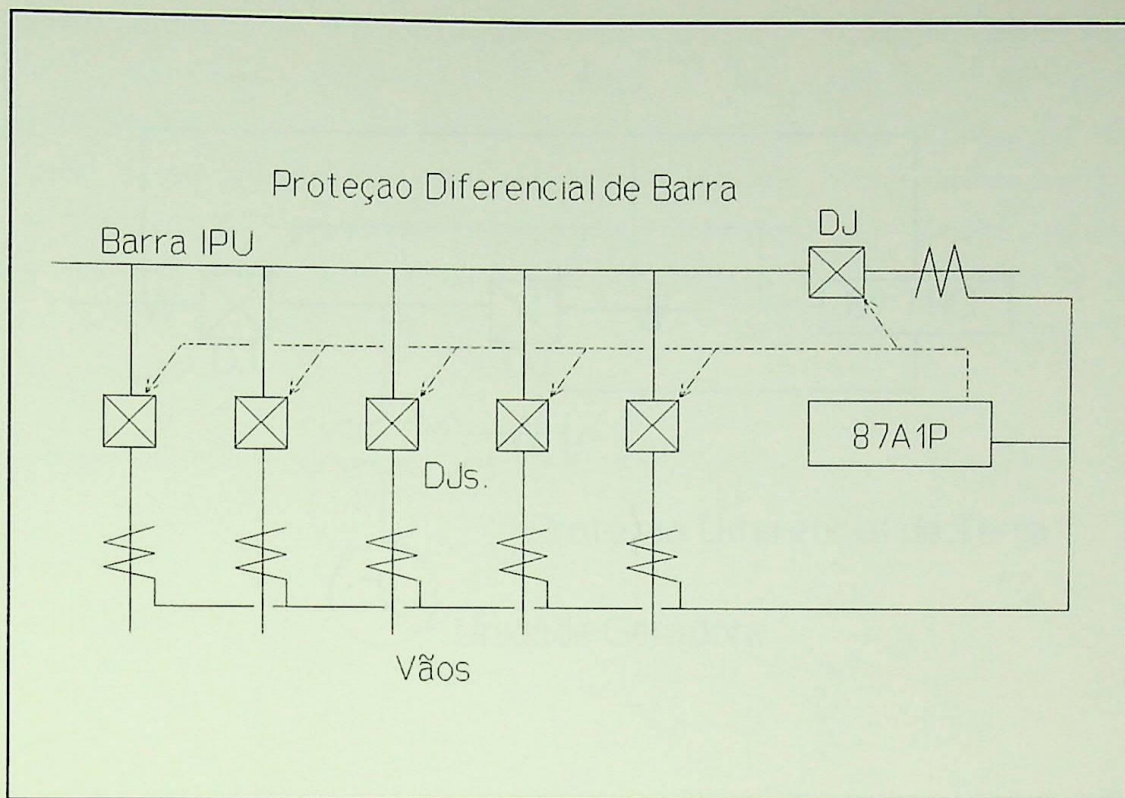


Figura 8 - Relé Diferencial 87A1P

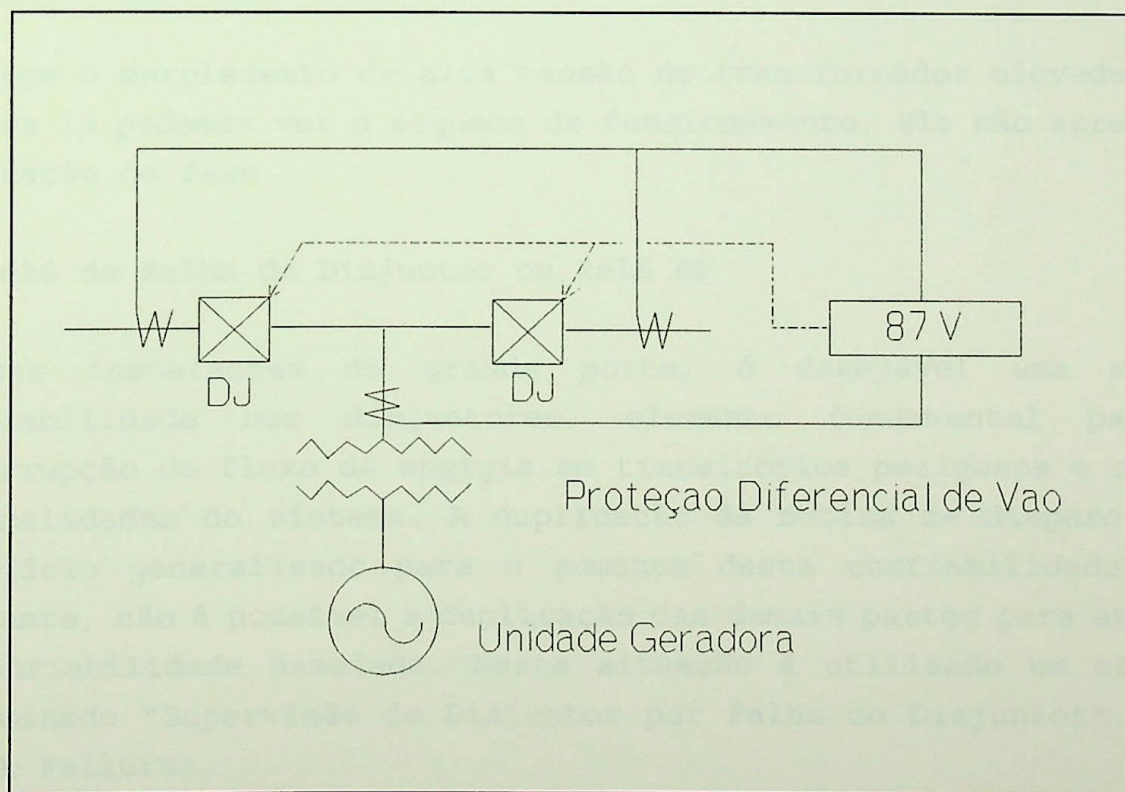


Figura 9 - Relé Diferencial 87V

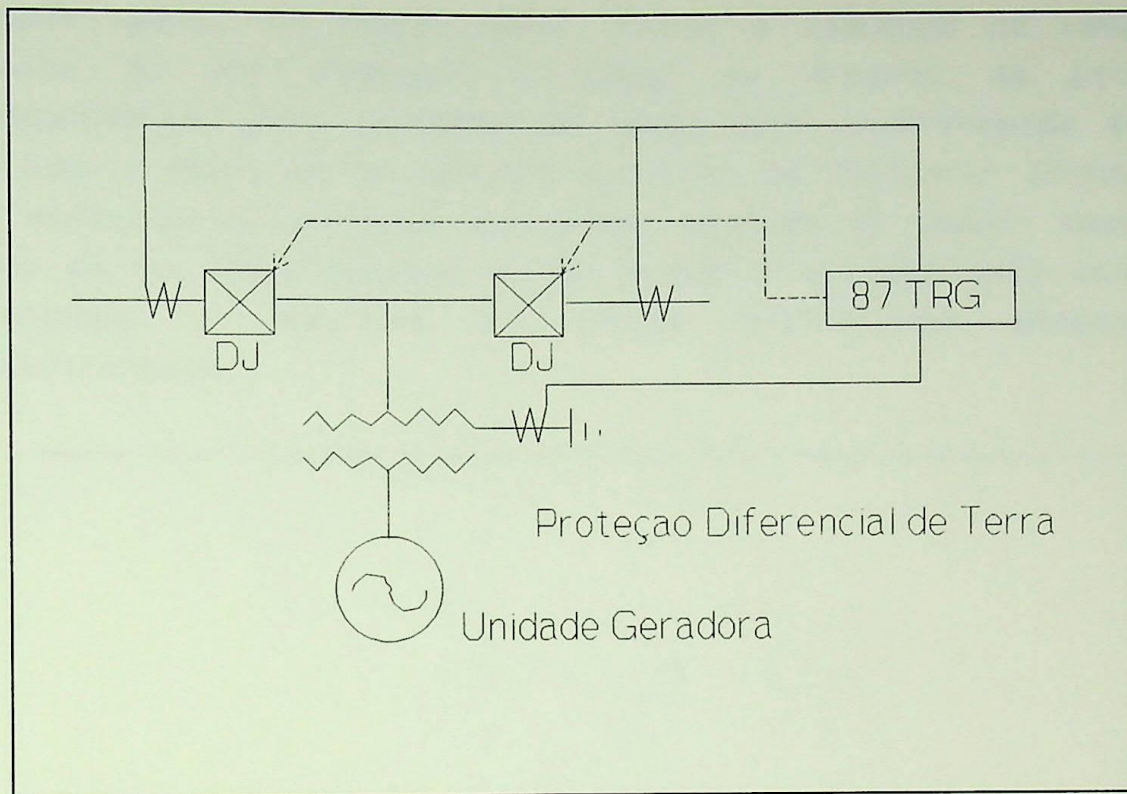


Figura 10 - Relé Diferencial 87TRG

protege o enrolamento de alta tensão do transformador elevador. Na Figura 10 podemos ver o esquema de funcionamento. Ele não apresenta indicação de fase.

- Relé de Falha de Disjuntor ou Relé BF

Nas instalações de grande porte, é desejável uma máxima confiabilidade nos disjuntores, elemento fundamental para a interrupção do fluxo de energia em transitórios perigosos e outras anormalidades do sistema. A duplicação da bobina de disparo é um artifício generalizado para o aumento desta confiabilidade. Não obstante, não é possível a duplicação das demais partes para atingir a confiabilidade desejada. Nesta situação é utilizado um esquema denominado "Supervisão de Disjuntor por Falha do Disjuntor" (BF - Break Failure).

Na Figura 11 podemos ver um esquema típico deste tipo de

proteção. Nele, um temporizador inicia a contagem do tempo no instante de ser liberado o sinal do disparo da proteção correspondente. Esta contagem do tempo será interrompida se for detectada a abertura do contato auxiliar de disjuntor fechado ou pela extinção da corrente que passa através do mesmo. Caso não ocorra um dos dois eventos acima, então o esquema será ativado, ocasionando a abertura de outros disjuntores programados especificamente.

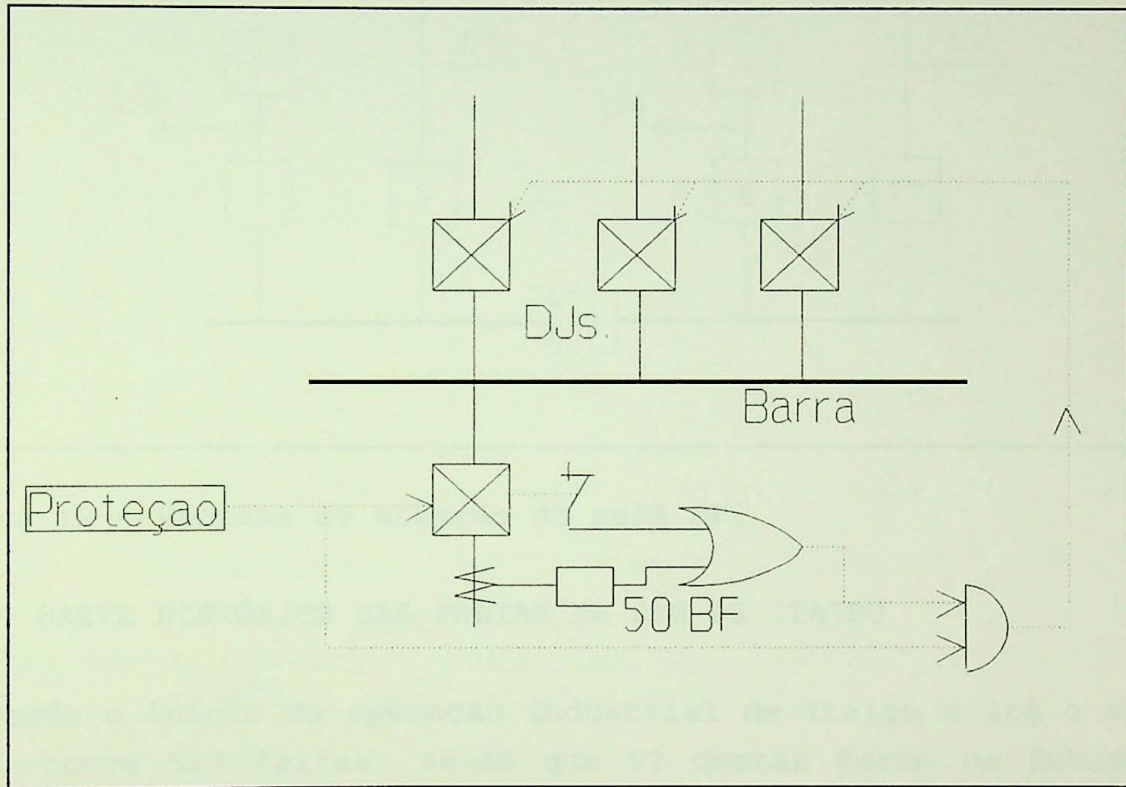
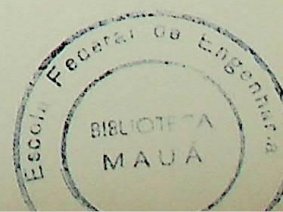


Figura 11 - Relé de Falha de Disjuntor (BF)

Na Figura 12 observamos as configurações comumente utilizadas para barras, linhas e máquinas. Ocorrendo uma falha no ponto "A", a proteção da barra produzirá a isolamento da área afetada, abrindo os disjuntores 1, 4 e 11. Supondo uma falha no disjuntor 1, o sistema BF deverá abrir o disjuntor 2. Se o disjuntor com falha é o disjuntor 4, então o disjuntor a ser aberto será o 5.

A SIG de Itaipu apresenta a proteção BF em todos seus



disjuntores.

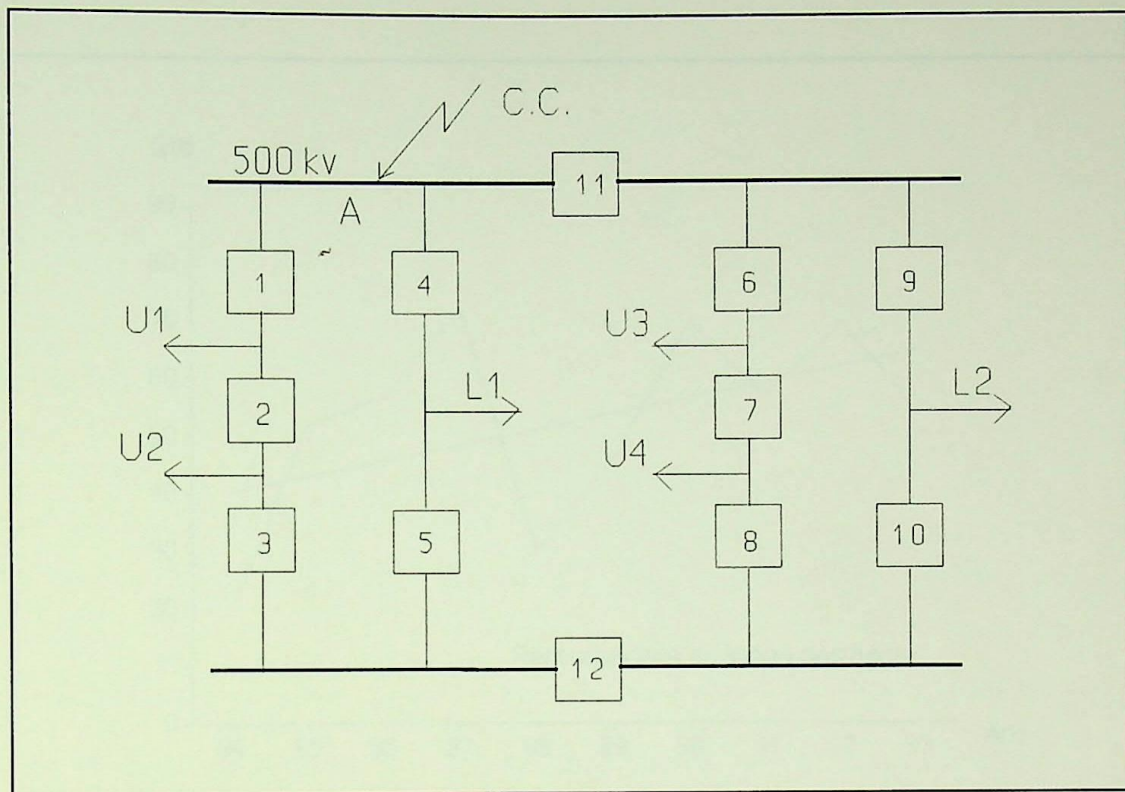


Figura 12 - Esquema de atuação do relé BF.

3.4 - BREVE HISTÓRICO DAS FALTAS NA SIG DE ITAIPU

Desde o início da operação industrial de Itaipu e até o ano de 1993, houve 527 faltas, sendo que 53 destas foram na Subestação Isolada a Gás, para as duas frequências (50 e 60 Hz). Na SIG de 50 Hz. houve 32 perturbações neste período. A tendência de todas as faltas é de se manter em um valor constante (média 1984-1993 = 58 faltas/ano). As faltas na SIG tendem a diminuir a 1 por ano.

Podemos utilizar estes dois índices para estimar a taxa de utilização do programa de diagnóstico de faltas nesta subestação. Sua avaliação preliminar indica uma utilização ostensiva para o diagnóstico global das faltas, e menor grau para a localização de compartimentos faltosos, porém, com um ganho significativo, no tempo de restabelecimento (Figs. 13 e 14).

Uma análise do perfil das perturbações resulta em indicar que a maior incidência da quantidade de equipamentos faltosos corresponde

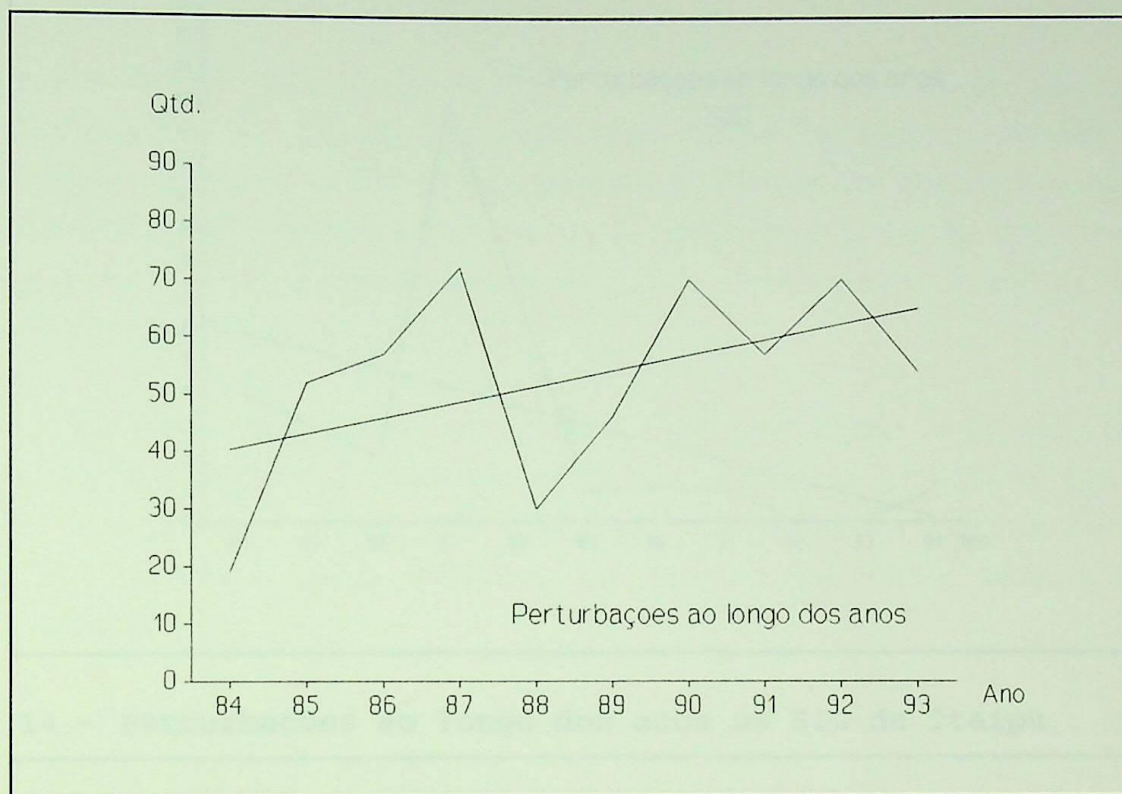


Fig. 13 - Perturbações ao longo dos anos na Itaipu

à contingência simples (52,05% dos casos). A contingência dupla apresenta 19,52% dos casos, a contingência tripla 13,70% e a contingência quádrupla 8,56%. As demais contingências, correspondem a 6,16% dos casos (Fig. 15). Considerando-se que a RNA proposta, apresenta um excelente desempenho em perturbações de até sêxtupla contingência (acerto em 100% dos casos), com o presente sistema de diagnóstico, espera-se ter uma cobertura de casos de pelo menos 98,63% entre todos os casos possíveis.

É bom indicar que as contingências múltiplas estão compostas de dois tipos de desligamentos: o relativo a descarga propriamente dita, e o relativo aos equipamentos que desligam devido as oscilações das grandezas elétricas produzidas pela descarga.

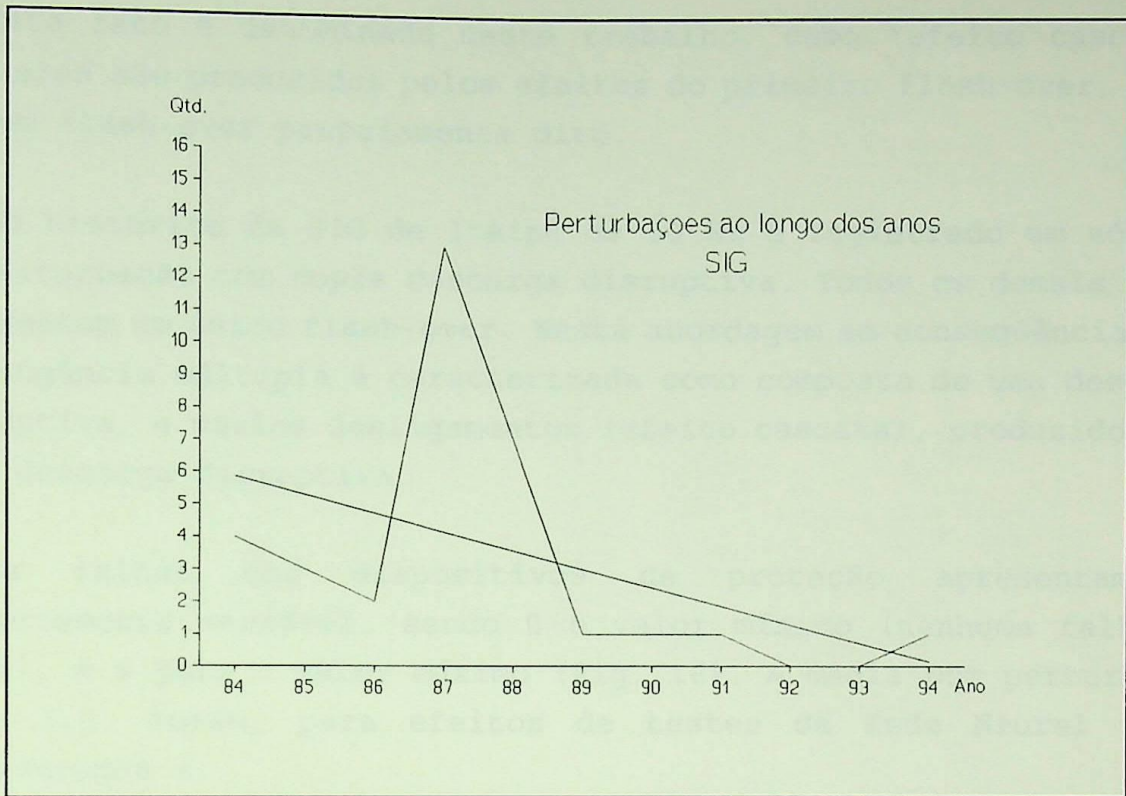


Fig. 14 - Perturbações ao longo dos anos na SIG de Itaipu

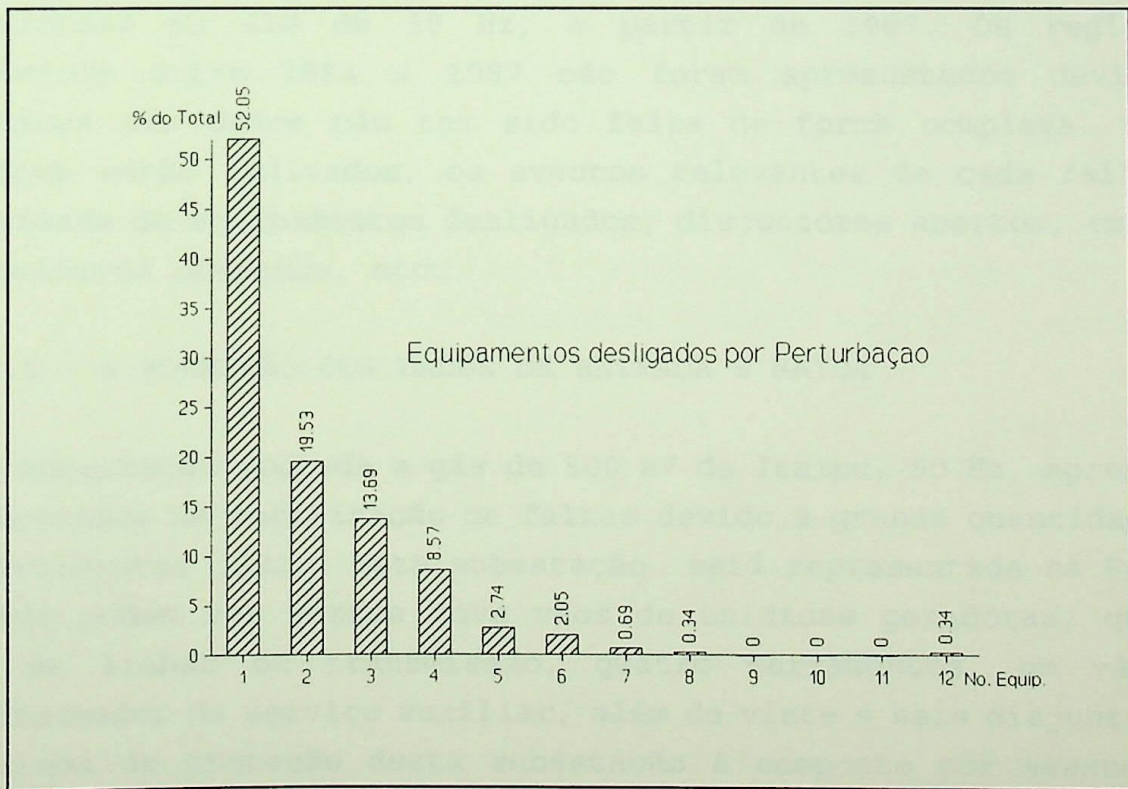


Fig. 15 - Equipamentos em Falta por Perturbação

Este fato é denominado neste trabalho, como "efeito cascata", pois eles são produzidos pelos efeitos do primeiro flash-over, e não por um flash-over propriamente dito.

No histórico da SIG de Itaipu de 50 Hz é registrado um só caso de perturbação com dupla descarga disruptiva. Todos os demais casos apresentam um único flash-over. Nesta abordagem em consequência, uma contingência múltipla é caracterizada como composta de uma descarga disruptiva, e vários desligamentos (efeito cascata), produzidos por esta descarga disruptiva.

As falhas dos dispositivos de proteção apresentam um comportamento variável, sendo 0 o valor mínimo (nenhuma falha de relés), e 6 para o valor máximo (Fig. 16). A média por perturbação é de 3,5. Porém, para efeitos de testes da Rede Neural foram considerados 4.

No Apêndice 1 estão apresentados os descritivos das perturbações acontecidas na SIG de 50 Hz, a partir de 1987. Os registros históricos entre 1984 e 1987 não foram apresentados devido a coletânea dos dados não ter sido feita de forma completa. Neste apêndice estão indicados, os eventos relevantes de cada falta, a quantidade de equipamentos desligados, disjuntores abertos, relés e dispositivos operados, etc.

3.5 - A FORMAÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA E SAÍDA

A subestação isolada a gás de 500 kV de Itaipu, 50 Hz, apresenta dificuldades na localização de faltas devido à grande quantidade de compartimentos (321). Esta subestação está representada na Figura 5, onde podem ser vistos nove vãos de unidades geradoras, quatro vãos de linhas de transmissão, quatro barramentos, um vão de transformador de serviço auxiliar, além de vinte e seis disjuntores. O sistema de proteção desta subestação é composto por sessenta e seis relés, sendo dezoito do tipo diferencial de unidade geradora, oito diferenciais de barra, dois diferenciais de transformador

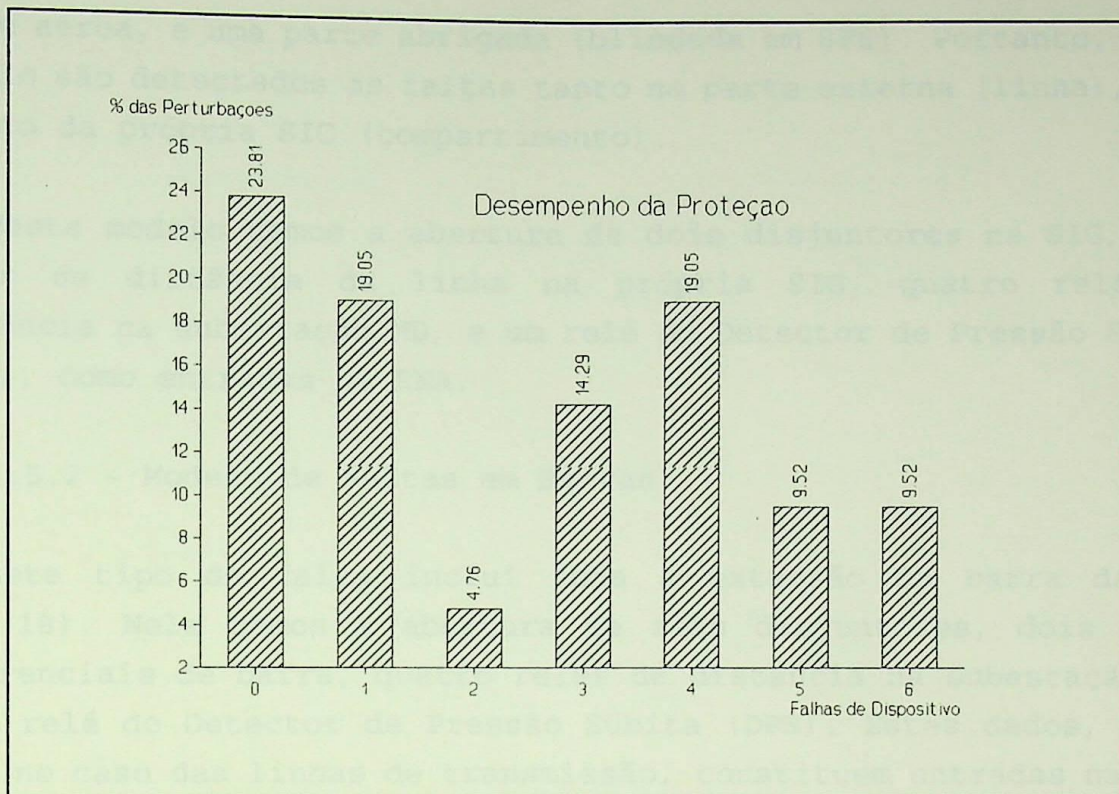


Fig.16 - Desempenho dos Dispositivos de Proteção

auxiliar, oito relés de distância, e trinta relés de falha em disjuntor.

Foram identificados quatro modelos específicos de faltas para a SIG de 50 Hz.: Modelo de Falta na Linha de Transmissão, Modelo de Falta para Barra, Modelo de Falta para Unidade Geradora e Modelo de Falta para Transformador Auxiliar.

A SIG de 50 Hz também apresenta algumas lógicas adicionais relativas ao elo de CC com o Sistema Brasileiro, porém estas não foram representadas por não afetar diretamente a Subestação.

3.5.1 - Modelo Faltas em Linhas de Transmissão:

Este tipo de falta (Fig.17), inclui toda a extensão da linha, a partir da subestação de Itaipu até a subestação da Margem Direita, no Paraguai, ou até Furnas, no Brasil. Esta linha apresenta uma

parte aérea, e uma parte abrigada (blindada em SF6). Portanto, neste modelo são detectados as faltas tanto na parte externa (linha), como dentro da própria SIG (compartimento).

Neste modelo temos a abertura de dois disjuntores na SIG, dois relés de distância da linha na própria SIG, quatro relés de distância na subestação MD, e um relé do Detector de Pressão Súbita (DPS), como entradas na RNA.

3.5.2 - Modelo de Faltas em Barras:

Este tipo de falta inclui toda a extensão da barra da SIG (Fig.18). Nele temos a abertura de seis disjuntores, dois relés diferenciais de barra, quatro relés de distância na subestação MD, e um relé do Detector de Pressão Súbita (DPS). Estes dados, assim como no caso das linhas de transmissão, constituem entradas na RNA.

3.5.3 - Modelo de Falta em Unidade Geradora:

Este tipo de falta inclui a unidade geradora (Fig.19). Entradas na RNA constituem: abertura de dois disjuntores na SIG, dois relés diferenciais de Vão, quatro relés de distância na subestação MD e um relé do Detector de Pressão Súbita (DPS).

3.5.4 - Modelo de Falta em Disjuntores:

Disjuntores são equipamentos sujeitos a falhas, por apresentarem problemas tanto mecânicos como elétricos (flash-overs), exigindo por tanto isolamento para reparo. Falhas neste dispositivo provocam a abertura dos disjuntores adjacentes (Fig. 20), podendo ser 2 quando são de interligação de vãos de unidades, 6 para o caso de serem adjacentes a barras, ou 10 quando são de interligação de barras. Neles temos a operação de 2 ou 4 relés diferenciais de Vão, 1 relé de falha de disjuntor, quatro relés de distância na subestação MD, e um relé do Detector de Pressão Súbita (DPS). Este dados também constituem entradas na RNA.

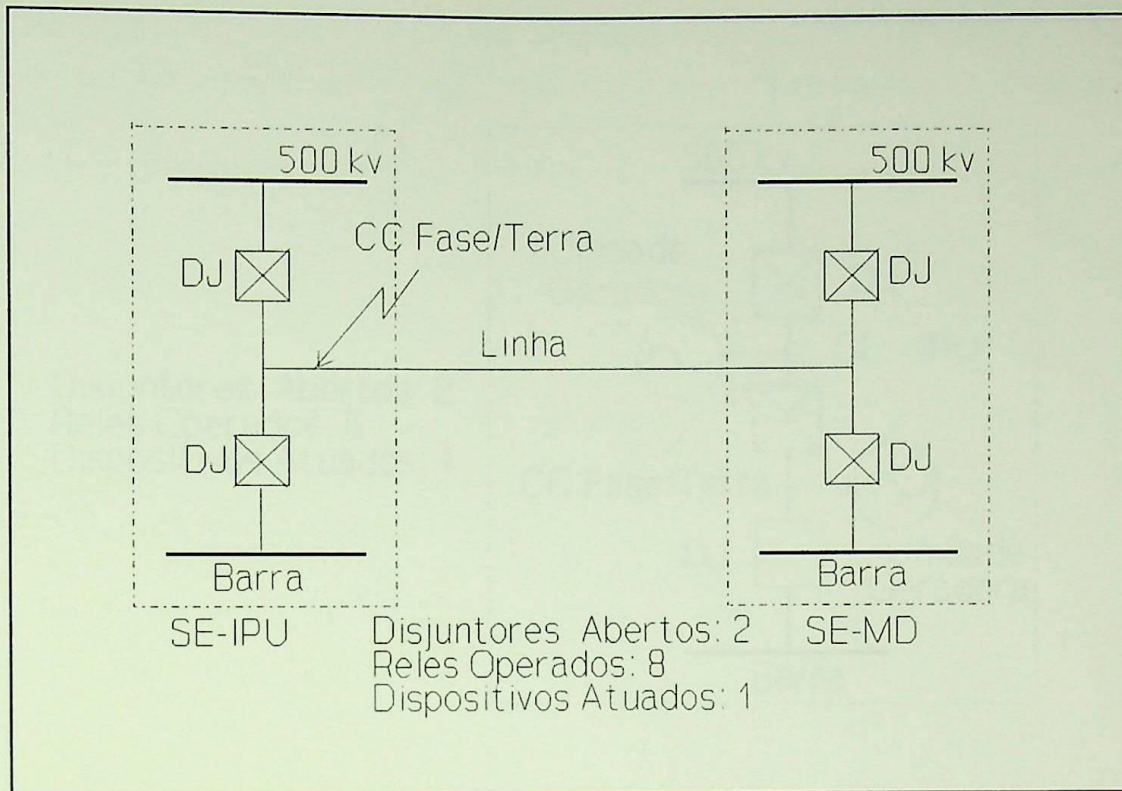


Figura 17 - Modelo de Falta em Linha de Transmissão

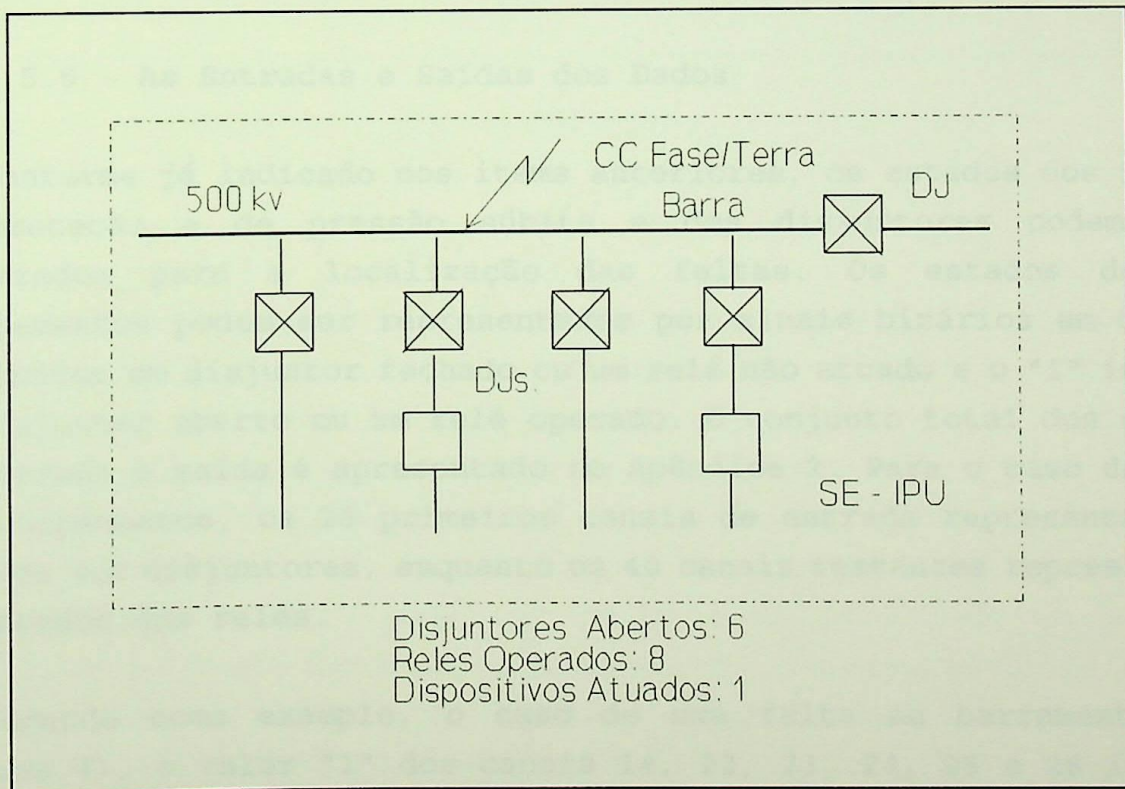


Figura 18 - Modelo de Falta em Barra

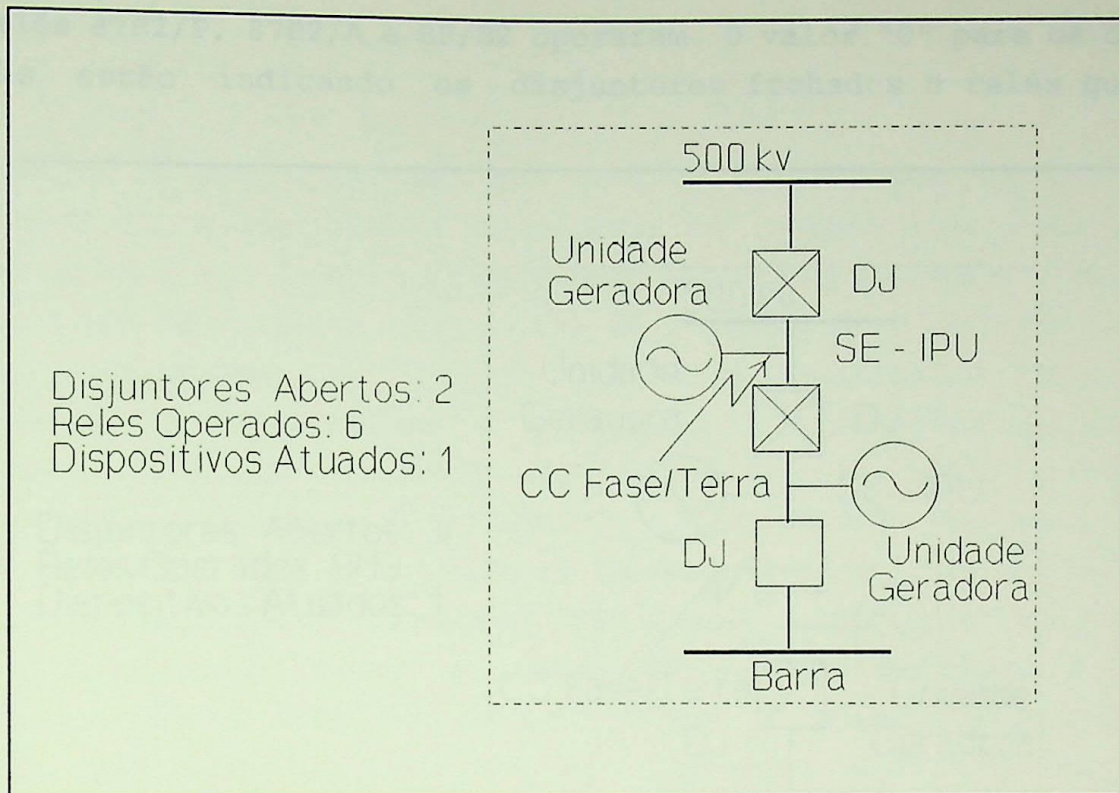


Figura 19 - Modelo de Falta em Unidade Geradora

3.5.5 - As Entradas e Saídas dos Dados

Conforme já indicado nos itens anteriores, os estados dos relés de proteção e de pressão súbita e dos disjuntores podem ser utilizados para a localização das faltas. Os estados destes equipamentos podem ser representados por sinais binários em que o "0" indica um disjuntor fechado ou um relé não atuado e o "1" indica um disjuntor aberto ou um relé operado. O conjunto total dos dados de entrada e saída é apresentado no Apêndice 2. Para o caso da RNA de equipamentos, os 26 primeiros canais de entrada representam os estados dos disjuntores, enquanto os 40 canais restantes representam os estados dos relés.

Tomando como exemplo, o caso de uma falta no barramento B2 (coluna 4), o valor "1" dos canais 14, 22, 23, 24, 25 e 26 indica que os disjuntores 85B12, 85LI1, 85U06, 85LI2, 85U08 e 85U09A abriram. Por sua vez, o valor "1" dos canais 33, 34 e 38 indicam que

os relés 87B2/P, 87B2/A e BF/B2 operaram. O valor "0" para os demais canais estão indicando os disjuntores fechados e relés que não

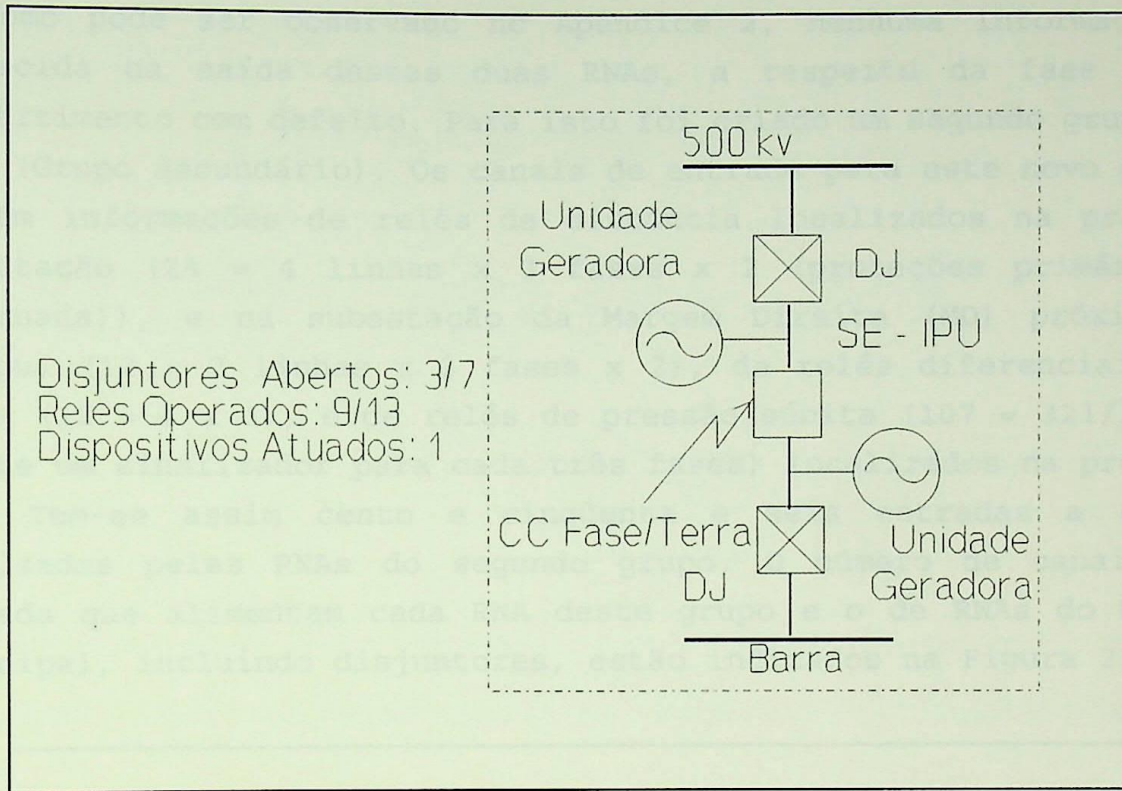


Figura 20 - Modelo de Falta em Disjuntor

operaram.

Os canais de saída assinalam uma falta simples localizada no barramento B2. O número de canais de saída é o mesmo que o de equipamentos. O sinal de saída gerado pela RNA identificadora de equipamentos ativa a RNA responsável pelo barramento B2, que é logo utilizada para localizar a fase e o compartimento com defeito.

Um enfoque similar pode ser feito para as faltas em outros equipamentos. Desta maneira, o problema de localização de faltas é decomposto em vários blocos (Fig.21) de processamento. Baseados nos estados de relés e disjuntores, sessenta e seis (66) e noventa e dois (92) canais binários de entrada alimentam as RNAs EQUIP. e DISJ., respectivamente. A RNA DISJ. é responsável por detectar

disjuntores defeituosos. EQUIP., e DISJ., compõem o Grupo Principal de RNAs.

Como pode ser observado no Apêndice 2, nenhuma informação é fornecida na saída destas duas RNAs, a respeito da fase e do compartimento com defeito. Para isto foi criado um segundo grupo de RNAs (Grupo Secundário). Os canais de entrada para este novo grupo contém informações de relés de distância localizados na própria subestação (24 = 4 linhas x 3 fases x 2 (proteções primária e alternada)), e na subestação da Margem Direita (MD) próxima a Itaipu, (12 = 2 linhas x 3 fases x 2), de relés diferenciais de barra (12 = 4 x 3), e de relés de pressão súbita (107 = 321/3; só existe um sinalizador para cada três fases) localizados na própria GIS. Tem-se assim cento e cinqüenta e seis entradas a serem utilizadas pelas RNAs do segundo grupo. O número de canais de entrada que alimentam cada RNA deste grupo e o de RNAs do Grupo Principal, incluindo disjuntores, estão indicados na Figura 21.

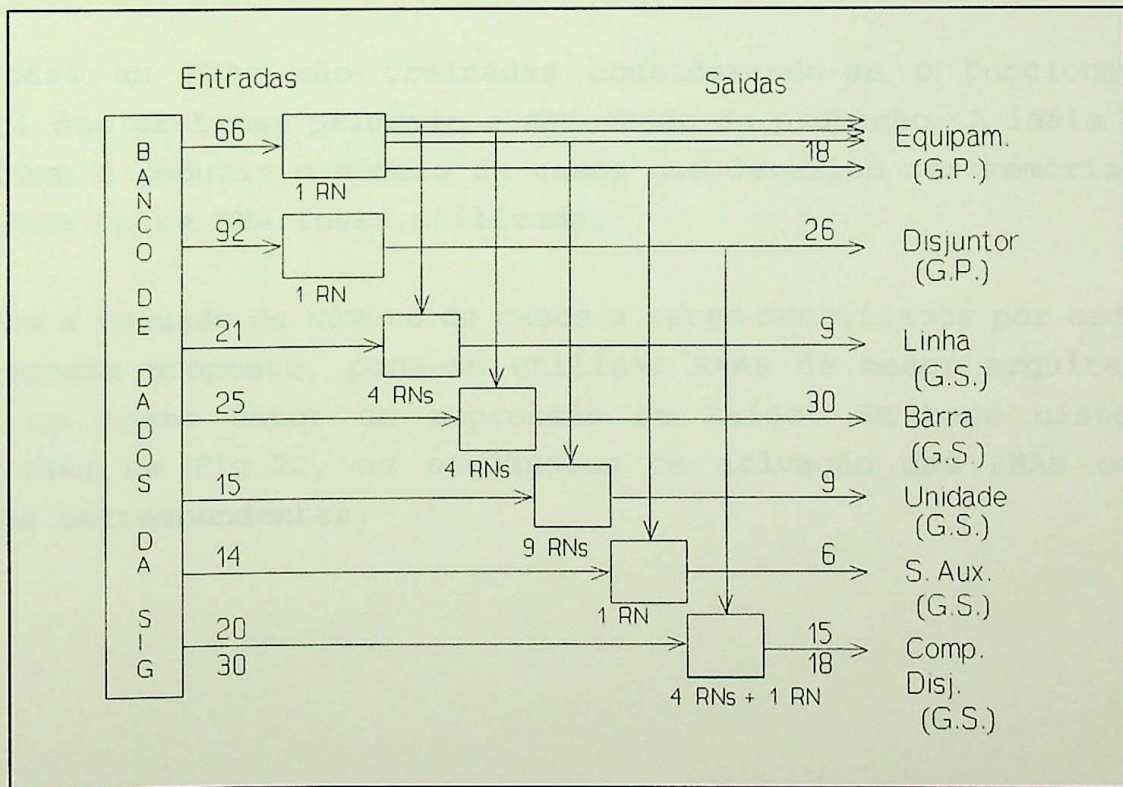


Figura 21 - Diagrama de Blocos das RNAs.

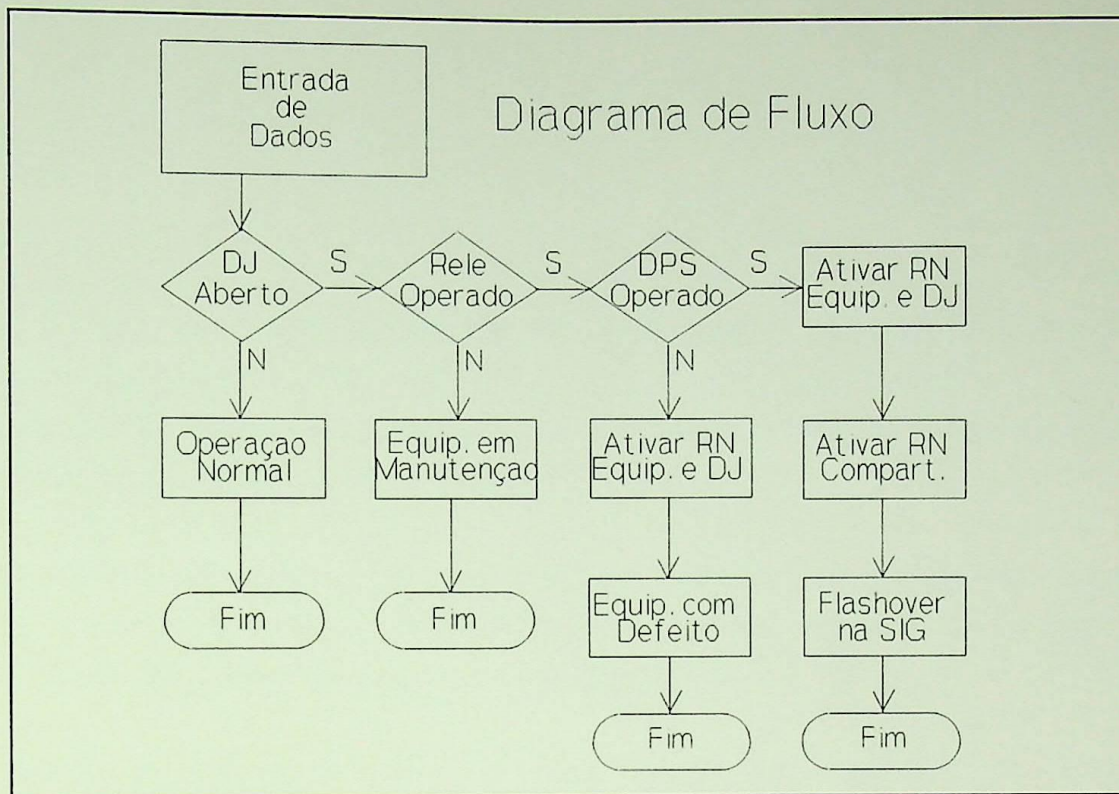


Figura 22 - Diagrama de Fluxo da Localização de Falhas decomposição

Todas as RNAs são treinadas considerando-se o funcionamento normal dos sistemas primário e alternado de proteção. A idéia da do problema é reduzir o número de casos que deveriam ser memorizados, caso uma única RNA fosse utilizada.

Com a redução do número de casos a serem memorizados por cada RNA do esquema proposto, pode-se utilizar RNAs de menor arquitetura, para um mesmo fator de supressão de ruído. Em base nisto são mostradas na Fig.22, as seqüências de ativação das RNAs com as saídas correspondentes.



CAPÍTULO 4

DESEMPENHO DA REDE NEURAL TESTES E RESULTADOS

4.1 - A DISTÂNCIA AO SEGURO CANDIDATO

Para preparação, as Figuras 23 e 24 mostram o desempenho da rede neural associativa que identifica os equipamentos defeituosos baseado na distância de Hamming. As falhas são identificadas pela menor distância de Hamming entre o vetor que caracteriza o estado

Para efeito dos testes da Rede Neural, proposto a partir do conjunto histórico de faltas relacionado no Apêndice 1, foram tomados inicialmente quatro casos de contingência simples e quatro casos de contingência múltipla.

Foram calculadas as distâncias de Hamming, Euclideana (ver item 2.3.2), e de Kohonen, para avaliar o desempenho das redes. Os resultados são apresentados neste capítulo.

Também foram calculados os Fatores de Esparcidade (1o.Máximo - 2o.Máximo, dividido pelo 1o.Máximo das saídas da RNA), nas três memórias associativas, de forma a efetuar uma avaliação mais apurada.

Já na rede neural de Kohonen, visto que ela apresentou os melhores resultados, foi verificado o impacto do aumento de número de variáveis auxiliares (memória associativa ótima não linear) em relação às entradas da rede neural, e do aumento do número de contingências na SE.

Finalmente, são apresentados os resultados relativos a uma rede neural secundária, correspondente aos cálculos da fase e do compartimento.

4.1 - A DISTÂNCIA AO SEGUNDO CANDIDATO

Para comparação, as Figuras 23 e 24 mostram o desempenho de uma memória associativa que identifica os equipamentos defeituosos baseado na distância de Hamming. As faltas são identificadas pela menor distância de Hamming entre o vetor que caracteriza o estado

corrente dos disjuntores e relés (estado de falta) e os dezoito vetores armazenados na memória (estado relativo à operação correta de todos os relés e dispositivos de proteção da subestação). Os casos memorizados correspondem aos dezoito equipamentos de interesse que compõem a SE.

No eixo vertical dos gráficos tem-se a distância de Hamming a cada um dos casos armazenados, representados no eixo horizontal. Na Figura 23, quatro curvas relativas a quatro contingências simples (falta no barramento 2, falta na linha 3, falta na linha 4, e falta na unidade geradora 8) são mostradas. A distância de Hamming mínima indica corretamente o equipamento defeituoso para os 4 casos apresentados, e esta distância indica o número de relés e disjuntores de entrada à rede EQUIP., que não atuaram corretamente.

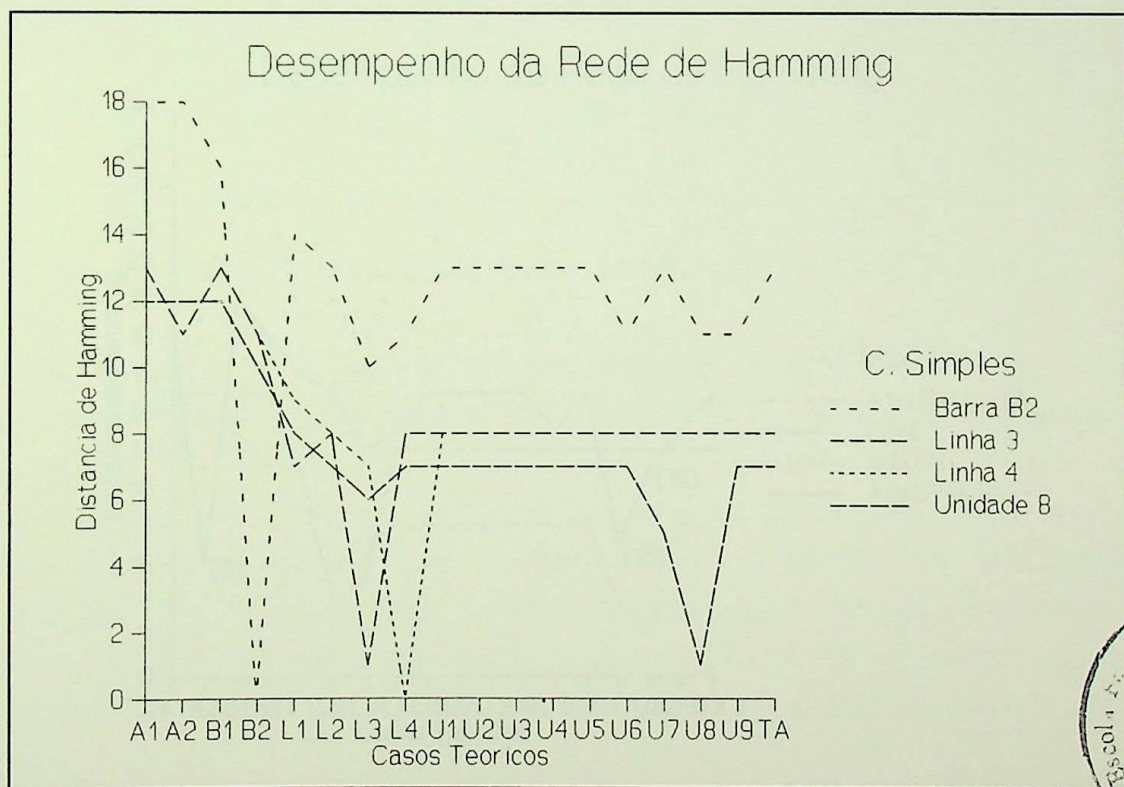
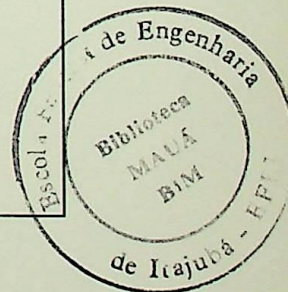


Fig. 23 - Distância de Hamming para Contingência Simples

Na Figura 24, tem-se um gráfico análogo a Figura 23, mas desta vez contendo 4 curvas relativas à contingências múltiplas. Mais uma



vez as "n", menores distâncias de Hamming, onde "n" é a ordem da contingência considerada, estão corretamente relacionadas com os equipamentos defeituosos.

Por exemplo, para a contingência tripla A2+U7+U8 os pontos 2, 15 e 16 representam os equipamentos referidos. Entretanto, a diferença entre a quarta e a terceira menor distância de Hamming não caracteriza apropriadamente a ordem da contingência, desconhecida a priori. Da mesma forma, na Figura 23, pode ser observado também que a diferença entre a segunda menor e a distância mínima de Hamming não caracteriza apropriadamente as faltas simples.

Estas considerações indicam a dificuldade que existe para determinar corretamente o equipamento faltoso com este tipo de rede.

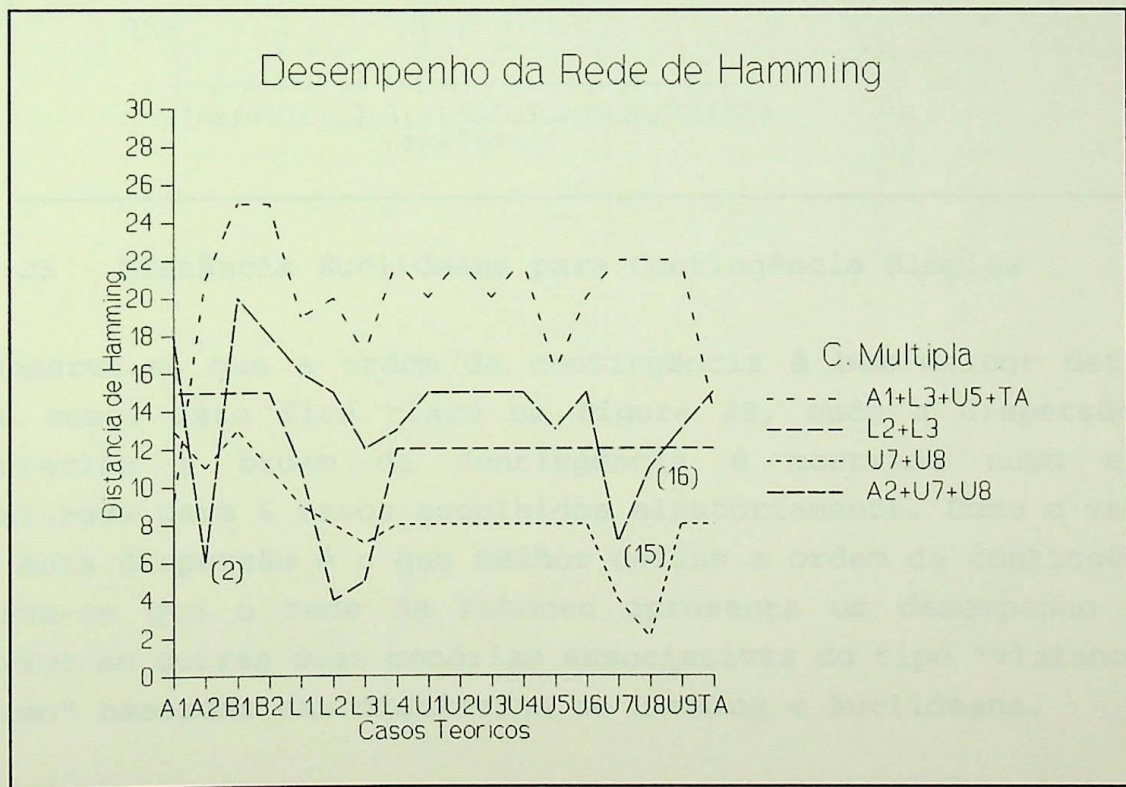


Fig. 24 - Distância de Hamming para Contingência Múltipla

Chega-se as mesmas conclusões utilizando-se a distância Euclideana ao invés da de Hamming (Ver Figuras 25 e 26). As Figuras

27 e 28 mostram gráficos análogos aos apresentados nas Figuras 23 e 24, empregando-se desta vez a rede de Kohonen.

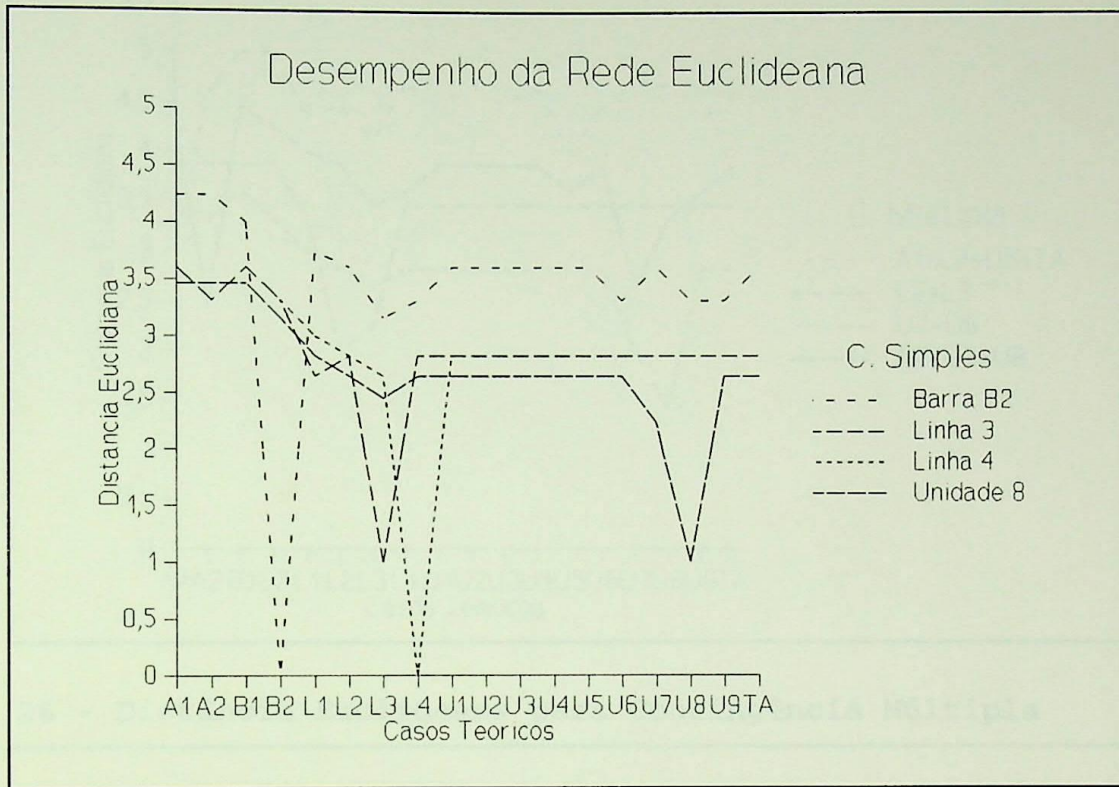


Fig. 25 - Distância Euclideana para Contingência Simples

Observa-se que a ordem da contingência é bem melhor definida neste caso. Isto fica claro na Figura 29, onde a dispersão que caracteriza a ordem da contingência é mostrada numa escala normalizada para 6 casos escolhidos aleatoriamente. Como o valor 1 para esta dispersão é o que melhor define a ordem da contingência, observa-se que a rede de Kohonen apresenta um desempenho muito superior as outras duas memórias associativas do tipo "vizinho mais próximo" baseadas nas distâncias de Hamming e Euclideana.

Finalmente, na Figura 30 são mostrados resultados de uma das RNAs do segundo grupo para o diagnóstico do compartimento e da fase da barra B1. Após o barramento B1 ter sido identificado pela RNA como o equipamento defeituoso, o local da falta, isto é, o compartimento afetado e a fase, é indicado pela RNA responsável (barra B1 com 30

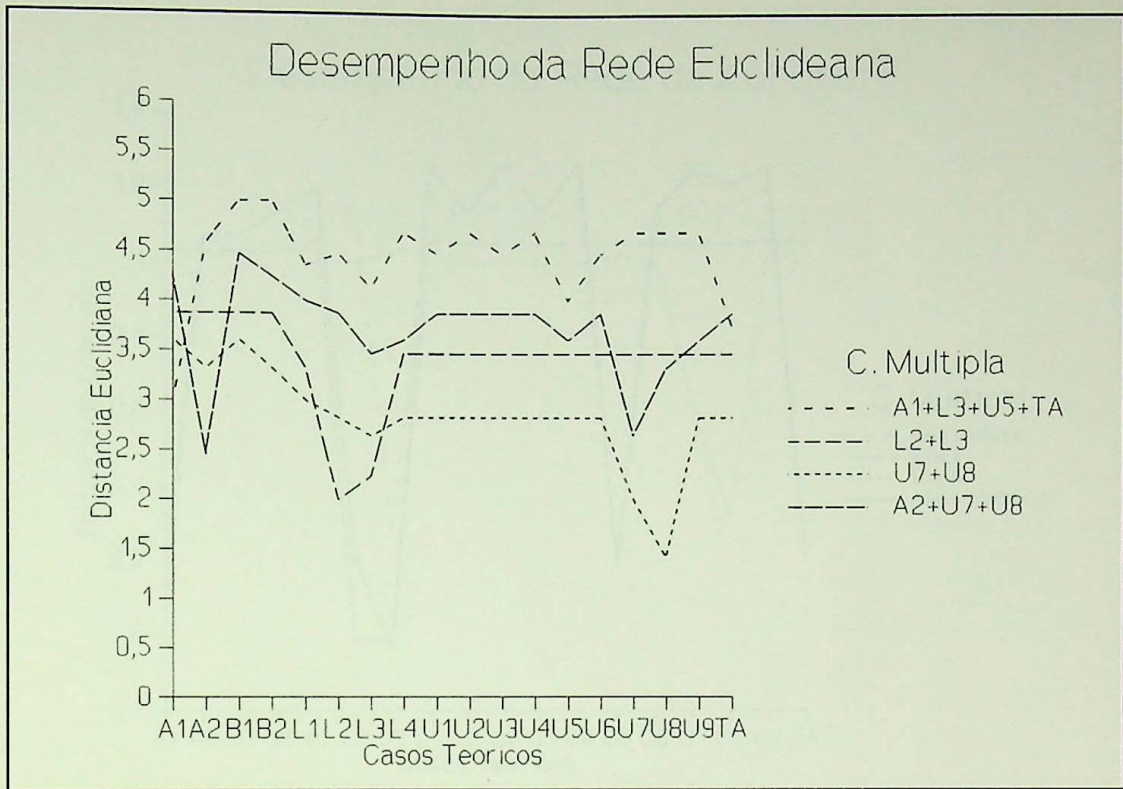


Fig. 26 - Distância Euclideana para Contingência Múltipla

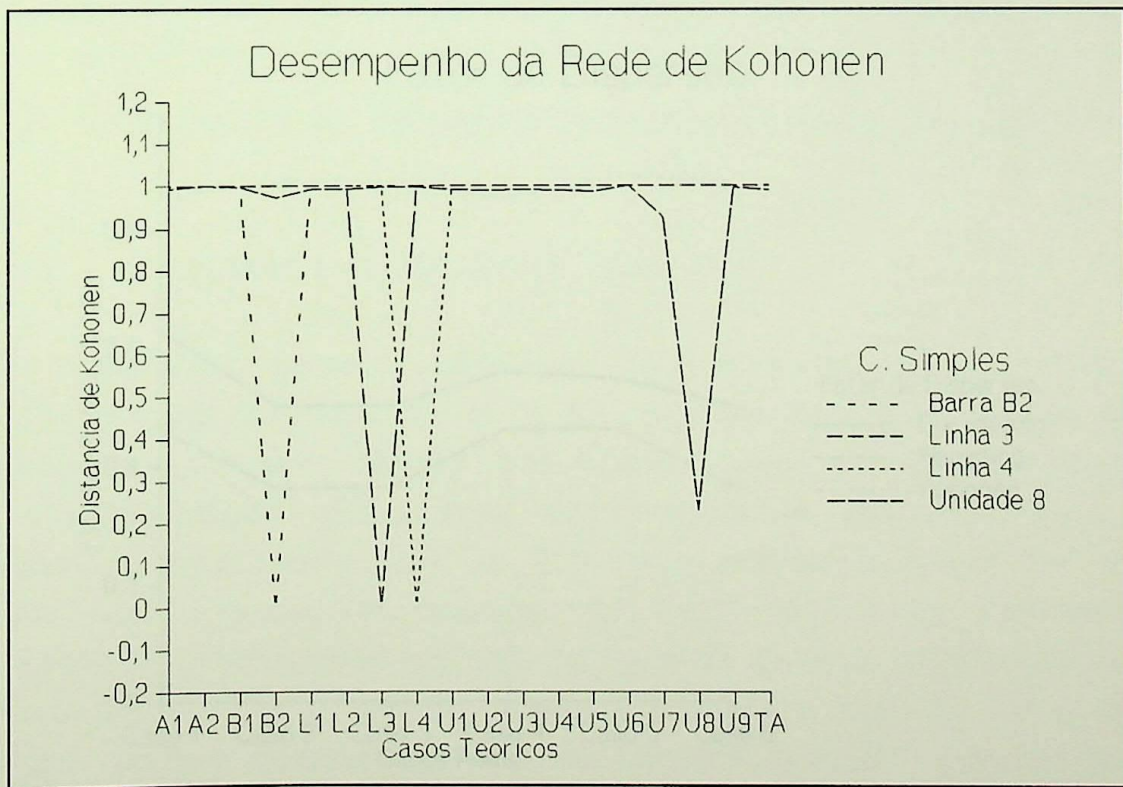


Fig. 27 - Distância de Kohonen para Contingência Simples

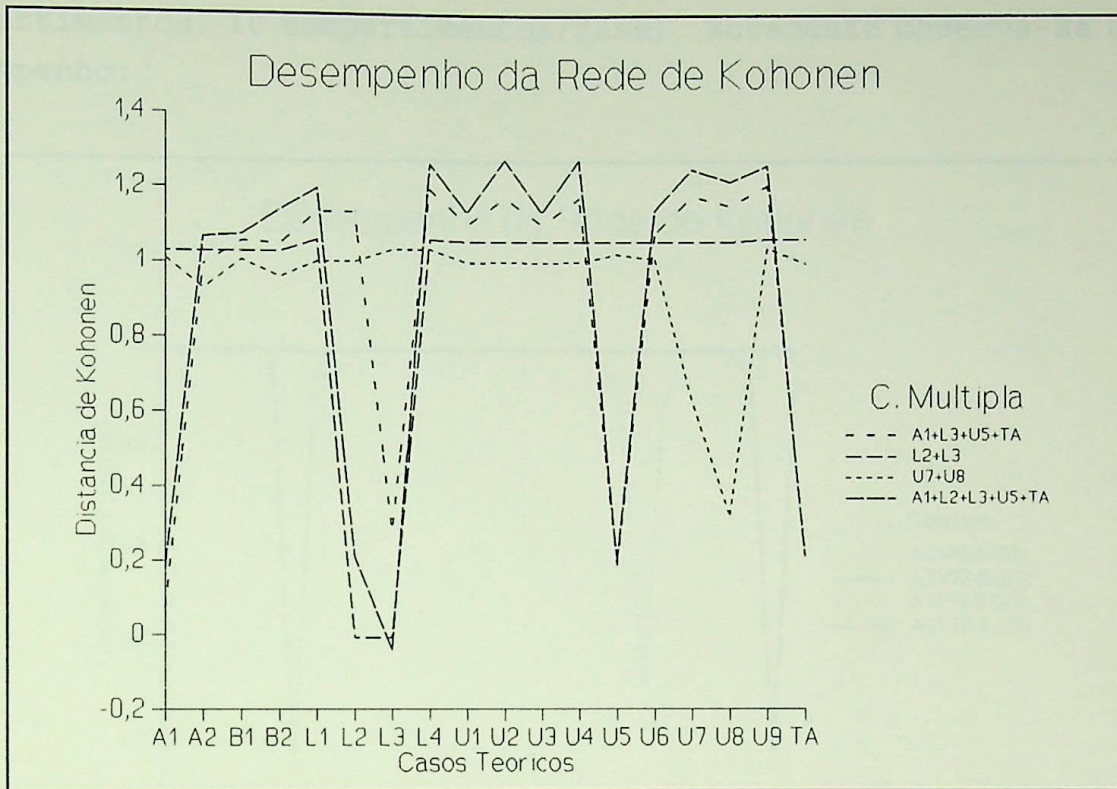


Fig. 28 - Distância de Kohonen para Contingência Múltipla

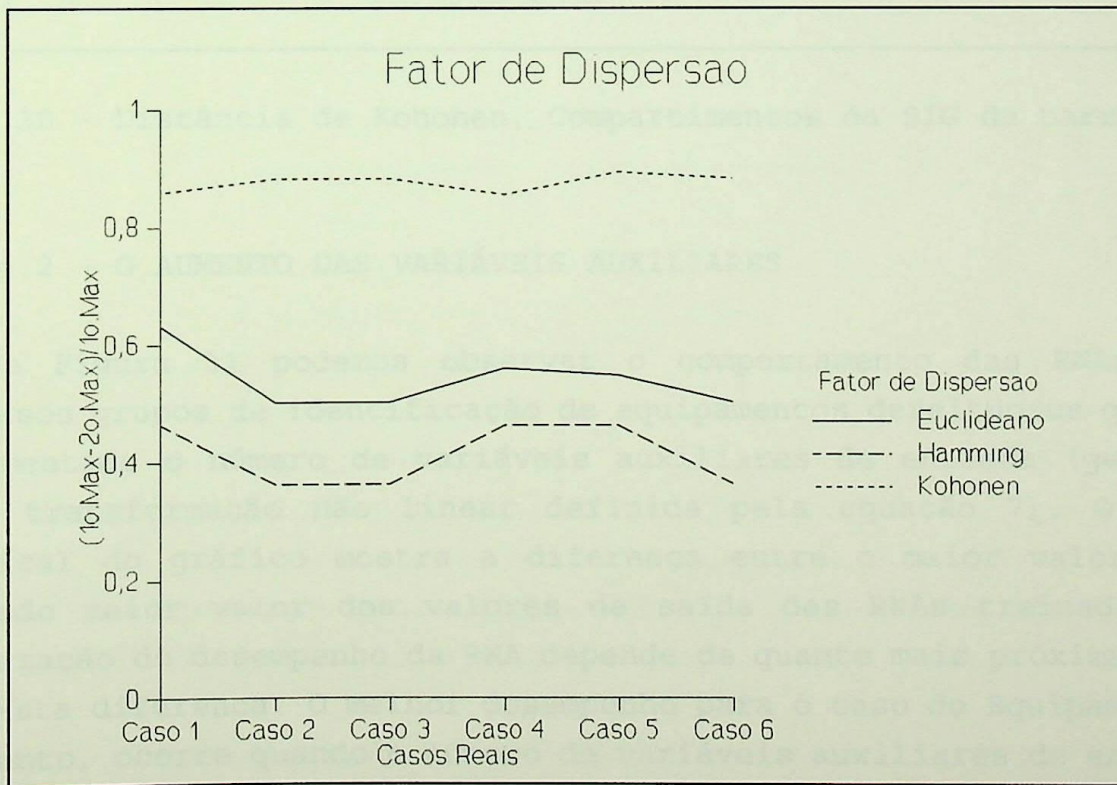


Fig. 29 - Fator de Dispersão (Hamming, Euclidean e Kohonen)

compartimentos, 10 compartimentos/fase). Novamente observa-se um bom desempenho.

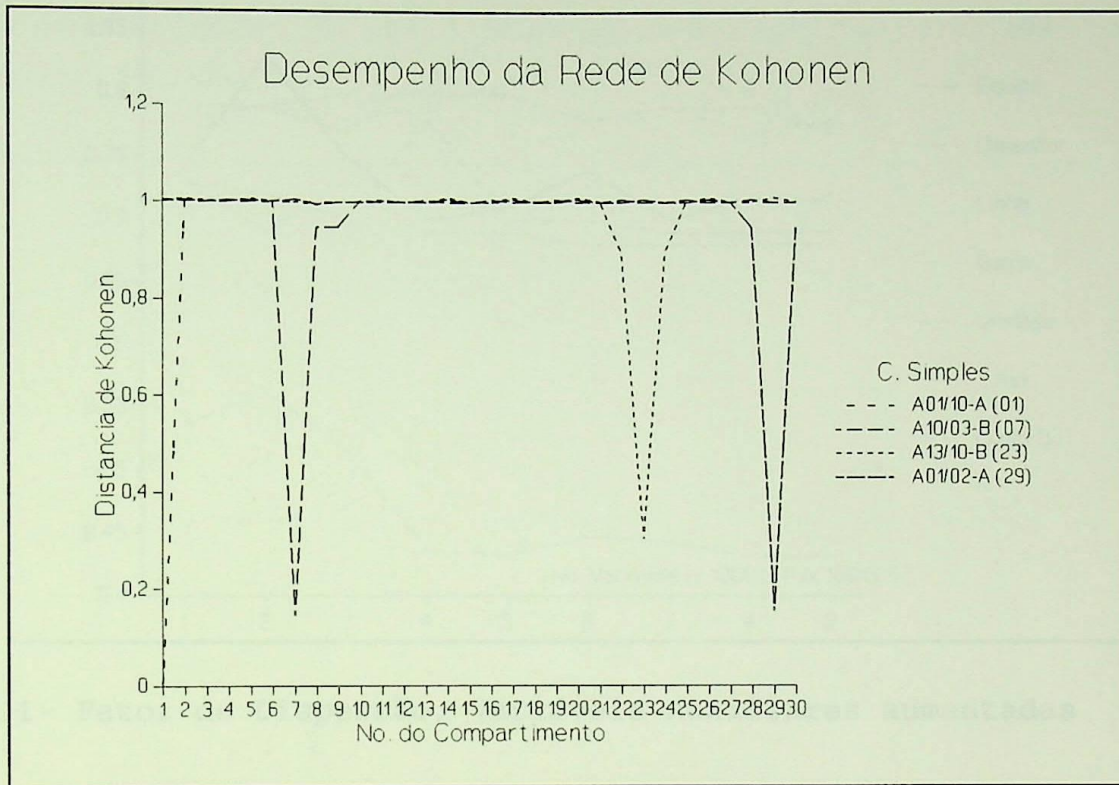
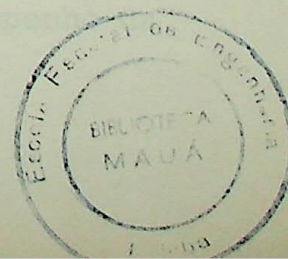


Fig. 30 - Distância de Kohonen, Compartimentos da SIG da barra B1.

4.2 - O AUMENTO DAS VARIÁVEIS AUXILIARES

Na Figura 31 podemos observar o comportamento das RNAs dos diversos grupos de identificação de equipamentos defeituosos quando é aumentado o número de variáveis auxiliares de entrada (geradas pela transformação não linear definida pela equação 7). O eixo vertical do gráfico mostra a diferença entre o maior valor e o segundo maior valor dos valores de saída das RNAs treinadas. A otimização do desempenho da RNA depende de quanto mais próxima de 1 for esta diferença. O melhor desempenho para o caso do Equipamento, portanto, ocorre quando o número de variáveis auxiliares de entrada é igual a 2000. Para os demais elementos a Tabela 1 resume o resultado destes testes.



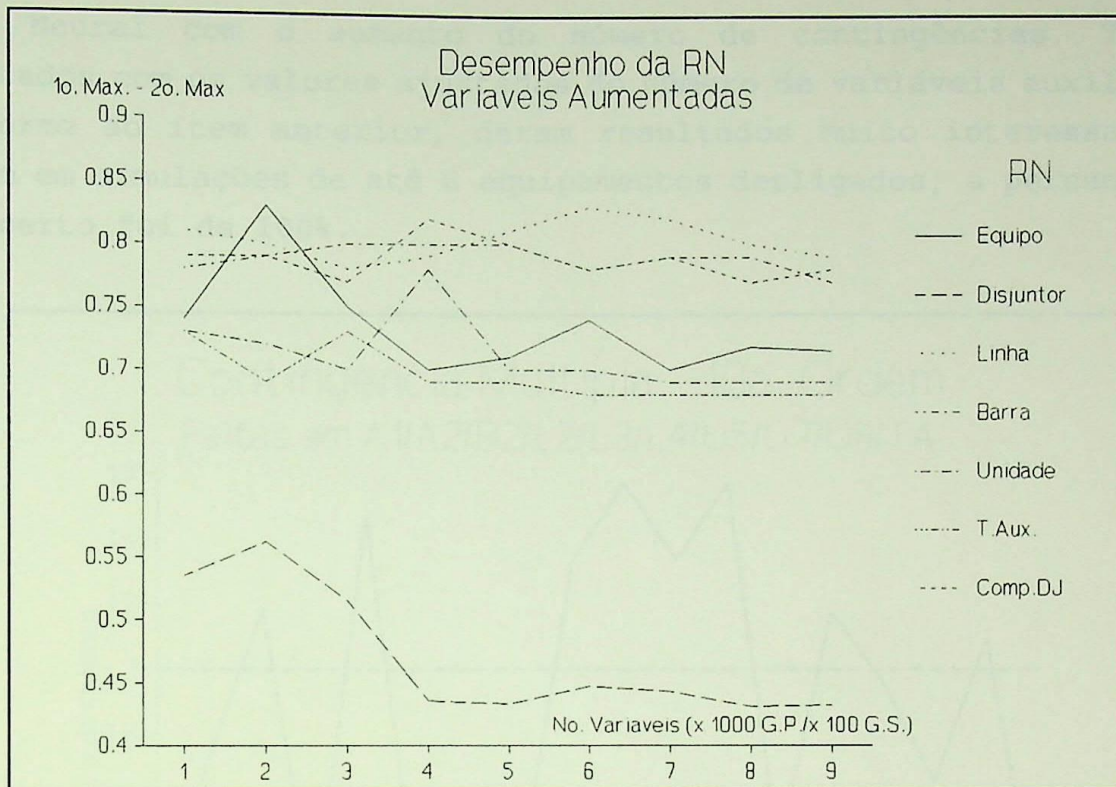


Fig.31- Fator de Dispersão, Variáveis Auxiliares aumentadas

REDE NEURAL	No. VAR. AUX.
- Equip.	2.000
- Disjuntor	2.000
- Linha	600
- Barra	400
- Unidade	400
- T. Aux.	100
- Comp.DJ.	500

Tabela 01 - Número de Variáveis Auxiliares Ótimas para cada RN secundária

4.3 - O AUMENTO DO NÚMERO DE CONTINGÊNCIAS

No item 3.4 já foi feito uma resenha em relação ao desempenho da

Rede Neural com o aumento do número de contingências. Testes efetuados com os valores ajustados do número de variáveis auxiliares conforme ao item anterior, deram resultados muito interessantes. Assim em simulações de até 6 equipamentos desligados, a percentagem de acerto foi de 100%.

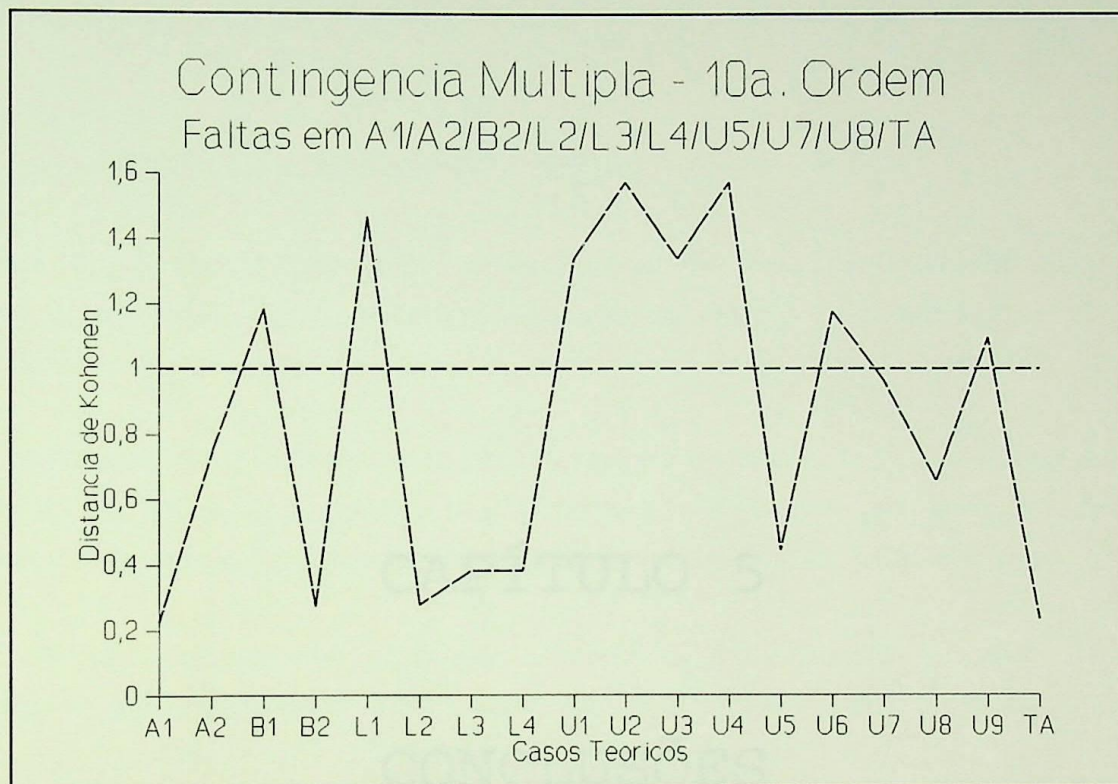


Fig.32- Distância de Kohonen para Contingência de 10a. Ordem

Para contingências múltiplas de ordem elevada (10 ou mais), acompanhadas da falta de operação de dispositivos e/ou na operação incorreta destes, as RNAs da presente abordagem indicam, em alguns casos, um número menor de equipamentos com defeito (Fig. 32).

Entretanto, este problema pode ser resolvido aumentando o número de entradas conforme proposto no seguinte Capítulo.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES

5.1 - ASPECTOS RELEVANTES

Uma nova abordagem para o problema de localização de faltas em subestações tem sido apresentada. A seguir as vantagens da nova abordagem:

- O tempo de desenvolvimento do sistema de diagnóstico de faltas, baseado em RNAs, foi cerca de 10 vezes inferior ao necessário para o mesmo desenvolvimento, porém, utilizando um sistema especialista.

- A manutenção do sistema especialista é muito mais demorada devido às preocupações com a consistência da base de conhecimentos.

- Em geral, a grande desvantagem da RNA é a sua natureza "opaca" no mapeamento gerado. Entretanto, para o problema específico abordado neste trabalho, a capacidade de explicação do evento fornecida pelo sistema especialista é equivalente ao fornecido pela RNA. Assim, além da localização das faltas, as informações importantes para o operador são os relés e/ou disjuntores que não atuaram devidamente, e esta informação também pode ser obtida via RNAs.

- Ainda mais importante, as RNAs têm se mostrado mais robustas do que os Sistema Especialistas no tratamento destas situações [61].

- O treinamento da RNA foi efetuado unicamente com contingências simples, mas devido a característica interpolativa das memórias

associativas, ela da respostas corretas, também no caso de contingências múltiplas. Este fato evita um demorado processo de aprendizado, pois o número de casos a ser armazenados relativos as contingências múltiplas é muito maior, em relação as contingências simples.

- Devido a natureza distributiva da informação memorizada nas RNAs, ela é perfeitamente robusta em relação às falhas nos dispositivos de proteção, problema este crítico nos atuais sistemas de diagnóstico de faltas, e de difícil solução nos sistemas especialistas.

- A presente abordagem não precisa da configuração inicial da SE, pois ela é capaz de efetuar um diagnóstico ante qualquer topologia anterior, fato este devido à significância dada às informações provenientes dos réles de proteção. A diferença dos sistemas especialistas atuais, as RNAs propostas não dependem deste problema, que caso abordado pelos SEs, exigiriam uma programação complicada e consumidora de tempo.

- Em relação a outras metodologias propostas de diagnóstico, baseadas em RNAs (do tipo de back-propagation), a presente abordagem apresenta resultados muito superiores, constituindo assim os melhores, até hoje em dia obtidos, na abordagem deste problema.

5.2 - PROPOSTAS DE FUTUROS TRABALHOS

Na abordagem do problema de identificação de faltas foram encontradas diversas dificuldades no seu desenvolvimento. Entre estas podemos citar: a dificuldade de representar a topologia do sistema, a atuação incorreta dos dispositivo de proteção, a falha na abertura de disjuntores específicos.

Estes problemas são tratados eficientemente pelas redes neurais artificiais, porém, conforme indicado no Capítulo anterior, ainda existe algum grau de imprecisão na identificação dos componentes

faltosos.

O aumento da precisão dos resultados pode ser obtido, ampliando o número de informações disponíveis na entrada das redes neurais [53]. Esta constitui uma necessária área a ser explorada.

Assim existem vários tipos de informações que podem ser adicionados, aos já utilizados, entre os quais podemos citar os seguintes:

- Informações ampliadas dos relés com um maior nível de detalhe;
- Adição de etiquetas de tempo tanto à operação dos relés como à abertura de disjuntores, formando um Sistema Inteligente Híbrido (c/ um SE) para o Diagnóstico de Falhas;
- Informações analógicas que permitiriam uma análise dos diversos perfis de onda das magnitudes elétricas;
- Adição de outras informações (auto fechamento de disjuntores e informações de dispositivos de localização de faltas) relativas ao sistema elétrico de potência;
- Distinção entre os relés de curto circuito e os relés de falha a terra;
- Distinção entre os relés de curto circuito e os relés de retaguarda de curto circuito, assim como a distinção entre os relés principais de falha à terra e os relés de retaguarda de falha à terra;
- Distinção entre cada tipo de relé de proteção operado;
- Distinção dos relés de proteção conforme sua seqüência de operação.



É necessário indicar que uma proposta que leve em conta este maior detalhamento, exige necessariamente a análise do impacto no desempenho da RNA, devido à inclusão destes dados.

Uma outra alternativa, no intuito de consolidar o enfoque proposto, poderia ser a inclusão de um subsistema que leve em conta o estado de pré-falta do sistema (estado dos disjuntores, situação dos relés de proteção, estados dos equipamentos, manutenção, operação desenergizada, operação energizada, etc.).

Esta abordagem levaria a uma maior precisão nas tarefas de determinação dos equipamentos efetivamente faltosos, pois uma comparação dos equipamentos faltosos com a figuração de pré-falta, poderia permitir a simulação das faltas, determinaria a atuação imprópria de equipamentos de proteção, e confirmaria a falta encontrada pelo modelo proposto.

Existem diversos enfoques [55] para a criação de tal sistema. Um deles seria através da modelagem do sistema de proteção levando em conta o tempo de operação dos relés.

Um outro enfoque seria a utilização de redes de Petri, de forma a modelar o relacionamento causal e comportamental da rede.

A validação do modelo proposto poderia ser feita por qualquer destes métodos.

Do dito, portanto podemos extrair as seguintes conclusões:

- A precisão do diagnóstico depende da quantidade de dados de entrada na RNA. Uma maior quantidade de dados processados poderia produzir resultados mais precisos;
- Os dados suplementares a serem adicionados à rede neural, devem ser criteriosamente escolhidos e avaliado o impacto, de forma a não prejudicar o desempenho global da rede neural;

- A adição de um sistema suplementar simulador das faltas utilizando redes de Petri, ao etiquetamento de eventos poderia resultar atrativo visando melhorar o desempenho global do sistema.

Portanto, estudos futuros poderiam ser realizados nestas áreas, visando um aprimoramento cada vez maior dos sistemas de diagnóstico de faltas.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia

- [1] Wollenberg, A. F.: "Feasibility Study for an Energy Management System Intelligent Alarm Processor", IEEE Trans. on Power System, pp. 247-247, 1984.
- [2] Asallak, B., Porto, A. and Guberman, P.: "Dispatcher Alarm and Message Processing", IEEE Trans. on Power System, Vol. PAS-103, no. 3, pp. 144-154, August 1984.
- [3] George, A. N., Silverman, S. and Ramesh, B.: "Consolidated Edison System Operation Computer Control System (SOCCS) and Alarm Advisor (SAA)", Second Symposium on Expert System Applications in Power System, pp. 84-88, 1989.
- [4] Blyden, J. W., Harris, S. B. and Holzman, F. L.: "Intelligent Alarm Processor at Northern States Power", Second Symposium on Expert System Applications in Power System, pp. 77-81, 1989.
- [5] Taha, D., et al.: "A Knowledge-based Alarm Processor for an Energy Management System", IEEE Trans. on Power System, Vol. 5, pp. 268-276, Feb. 1991.
- [6] Suresh, A.: "Expert System for Alarm Processing", Proc. 1990 IEEE Conf. on Power System Control Centers, Bangalore, pp. 19-21, 1990.
- [7] Dijk, H.J.: "AI-based Techniques for Alarm Handling", Electrical Power & Energy System, Vol. 14, No. 2/3, pp. 151-157, April/June 1992.
- [8] Telukdar, S. S., Cardoso, E. and Perry, T.: "The Operator's Assistant - An Intelligent Expandable Program for Power System Trouble Analysis", IEEE Trans. on Power System, pp. 127-137, August 1986.
- [9] Cardoso, E. and Telukdar, S.S.: "A Distributed Expert System for Fault Diagnosis", IEEE Trans. on Power System, pp. 541-546, May 1989.
- [10] Kousi, I., Sakaguchi, T. and Ikeda, S.: "Power System Fault Diagnosis with an Expert System Enhanced by the Group-Process Solving Method", Proc. 1992 High Technology in the Power Industry, August 19-22, 1992.
- [11] Fikri, C. and Crossland, J.: "An Expert System for Fault Section Identification using Information from Protective Relays and Circuit Breakers", IEEE Transactions on Power Delivery.

BIBLIOGRAFIA

Bibliografia

- [1] Wollemberg, B. F.: "Feasibility Study for an Energy Management System Intelligent Alarm Processor", IEEE Trans. on Power System, pp. 247-247, 1986.
- [2] Amelink, H., Forte, A. and Guberman, R.: "Dispatcher Alarm and Message Processing", IEEE, Trans. on Power System, Vol. PWRS-1, No. 3, pp. 188-194, August 1986.
- [3] Shoop, A. H., Silverman, S. and Ramesh, B.: "Consolidated Edison System Operation Computer Control System (SOCCS) and Alarm Advisor (SSA)". Second Symposium on Expert System Applications in Power System, pp. 84-88, 1989.
- [4] Bijoch, R. W., Harris, S. H. and Volkmann, T. L.: "Intelligent Alarm Processor at Northern States Power", Second Symposium on Expert System Applications in Power System, pp. 79-83, 1989.
- [5] Tesch, D., et al.: "A Knowledge-based Alarm Processor for an Energy Management System", IEEE, Trans. on Power System, Vol. 5, pp. 268-275, Feb. 1990.
- [6] Durocher, D.: "LANGAGE: An Expert System for Alarm Processing", Eleventh Biennial IEEE Workshop on Power System Control Centers, Montreal, Sept. 19-21, 1990.
- [7] Dijk, H.: "AI-based Techniques for Alarm Handling", Electrical Power & Energy System, Vol. 14, No. 2/3, pp. 131-137, April/June 1992.
- [8] Talukdar, S. N., Cardozo, E. and Perry, T.: "The Operator's Assistant - An Intelligent Expandable Program for Power System Trouble Analysis", IEEE Trans. on Power System, pp. 182-187, August 1986.
- [9] Cardozo, E. and Talukdar, S.N.: "A Distributed Expert Systems for Fault Diagnosis", IEEE Trans. on Power Systems, pp. 641-646, May 1988.
- [10] Komai, K., Sakaguchi, T. and Takeda, S.: "Power System Fault Diagnosis with an Expert System Enhanced by the General Problem Solving Method", Proc. IASTED High Technology in the Power Industry, August 20-22, 1986.
- [11] Fukui, C. and Kawakami, J.: "An Expert System for Fault Section Estimation using Information from Protective Relays and Circuit Breakers", IEEE Transactions on Power Delivery,

Vol. PWRD-1, No. 4, October 1986, pp. 83-90.

- [12] Koike, N., Maeshiro, T. et al.: "A Real-time Expert System for Power System Fault Analysis", Proc. IASTED High Technology in the Power Industry, August 20-22, 1986.
- [13] Mihelcic, M., Gubina, F. and Orgorelec, A.: "An Approach to Power Network Fault Location Diagnosis", Proc. ESAPS, pp. 4.26-4.31, 1988.
- [14] Laresgoiti, I., Peres, J. et al.: "LAIDA: Development of an Expert System for Disturbance Analysis in a Electrical Network", Proc. ESAPS, pp. 4.32-4.39, 1988.
- [15] Tomsovic, K., Liu, C. C. et al.: "An Expert System as a Dispatchers' Aid for the Isolation of Line Section Faults", IEEE Trans. on Power Delivery, pp. 736-843, July 1897.
- [16] Liu, C. C. and Damborg, M.: "Development of Expert System as On-Line Operating Aids", Final Report, EPRI, RP 1999-9.
- [17] Okada, K., Urasawa, K., et al.: "Knowledge-based Transmission Lines with OPGW", International Workshop on AI for Industrial Applications, pp. 52-57, 1988.
- [18] Sala, K.: "Expert System for the Analysis of Disturbances", Proc. ESAPS, pp. 16.7-16.13, 1988.
- [19] Fauquembergue, P., Brezillon, P. and Harmand, Y.: "Synthesis of Events in an EHV Substation: An Expert System Approach", Proc. of IFAC, Symp. on Power System, Modelling, and Control, Applications, Bruxelles, September 1988.
- [20] Del Pozo, Sergio: "SEPIDE, an Expert System Application to the Analysis of Network Events", Proc. ESAPS, pp. 4.1-4.9, 1988.
- [21] Wagenbauer, M. and Brugger, H.: "Application of an Expert System to Locate Earth Faults in a Real-Time Environment", Proc. ESAPS, pp. 11.9-11.13, 1988.
- [22] Purucker, S. L. and Tonn, B. E., et al.: "Communication Alarm Processor Expert System", Proc. ESAPS, pp. 1.23-1.27, 1988.
- [23] Hakavic, B., and Stoa, P.: "Knowledge-based Registration of Disturbance Data", Proc. ESAPS, pp. 4.10-4.17, 1988.
- [24] Tanaka, H., Matsuda, S., Izui, Y. and Taoka, H.: "Design and Evaluation of Neural Network for Fault Diagnosis", Second Symposium on Expert System Application to Power System, Seattle, USA, July 17-20, 1989.
- [25] Ranaweera, D. K.: "Comparision of Neural Network Models for Fault Diagnosis of Power System", Electric Power System Research, No. 29, pp. 99-104, 1994.

- [26] Kohonen, T.: "Self-Organization and Associative Memory", Springer-Verlag, 1989.
- [27] Fragiaco, R., Pani, R. and Tomassi, A.: "Problems Relating to Protection of HV Metal-Enclosed Gas-Insulated Substations (GIS)", Second International Conference on Developments in Power-System Protection, London, June 1980, pp. 6-9.
- [28] Kimura, T., Nishimatsu, S., Ueki, Y. and Fukuyama, Y.: "Development of an Expert System for Estimating Fault Section in Control Center based on Protective System Simulation", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 7, No. 1, January 1992, pp. 167-172.
- [29] Swarup, K. S., and Chandrasekharaiah, H. S.: "Fault Detection and Diagnosis of Power Systems using Artificial Neural Networks", First International Forum on Applications of Neural Networks to Power Systems, Seattle, July 1991, pp. 102-106.
- [30] Alves da Silva, A. P., Quintana, V. H. and Pang, G. K. H.: "Associative Memory Models for Data Processing", International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Vol. 14, No. 1, February 1992, pp. 23-32.
- [31] Alves da Silva, A. P., Quintana, V. H. and Pang, G. K. H.: "A Probabilistic Associative Memory and Its Application to Signal Processing in Electrical Power Systems", Engineering Applications of Artificial Intelligence Journal, Vol. 5, No. 4, 1992, pp. 309-318.
- [32] Hopfield, J. J.: "Neurons with Graded Response have Collective Computational Properties like those of Two-State Neurons", Proceedings of the National Academy of Sciences (USA), Vol. 81, May 1984, pp. 3088-3092.
- [33] Kosko, B.: "Bidirectional Associative Memories", IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Vol. SMC-18, No. 1, January/February 1988, pp.49-60.
- [34] Atiya, A. and Abu-Mostafa, Y.: "A Method for the Associative Storage of Analog Vectors", in Advances in Neural Information Processing Systems 2, D.S. Touretzky (Ed.), Morgan Kaufmann, 1990, pp. 590-595.
- [35] Hertz, J., Krogh, A. and Palmer, R. G.: Introduction to the Theory of Neural Computation, Addison-Wesley, 1991.
- [36] Simpson, P.: "Artificial Neural System", Pergamon Press, 1990.
- [37] Dillon, T. S. and Laughton, M. A. (Eds.): "Expert System Applications in Power System", Prentice Hall, 1990.
- [38] Sekine, Y.: "Application of AI Techniques to Power Systems", (Proc. 1988 Knowledge Base APS), pp 0.1-0.4.

- [39] Pinto de Sá, J. L. and Damásio, J.: "Coordination of Automatic Control Functions in Transmission Substations, using Petri Nets", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 7, No. 1, January 1992, pp. 262-268.
- [40] Prince, W. R., Wollenberg, B. F. and Bertagnolli, D. B.: "Survey on Excessive Alarms", IEEE Transactions on Power System, Vol. 4, No. 3, August 1989, pp. 950-956.
- [41] Frank, C. J., Williams, A. R. and Chesney, M. A.: "Human Factor Review of Dispatch Control Centers", IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems, Vol. PAS-101, No. 6, June 1982, pp. 1430-1439.
- [42] Boggs, S. A., Fujimoto, N. et al.: "Partial Discharge Testing of Gas Insulated Substations", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 7, No. 2, April 1992, pp. 499-506.
- [43] Bargigia, A., Koltunowics, W. and Pignini A.: "Detection of Partial Discharges on Gas Insulated Substations", IEEE Transactions on Power Delivery, Vol. 7, No. 2, April 1992, pp. 1239-1249.
- [44] Ogi, H., Tanaka, H., Akimoto, Y. and Izui, Y.: "Fault Diagnosis for GIS using an Artificial Neural Networks", First International Forum on Applications of Neural Networks to Power Systems, Seattle, July 1991, pp. 112-116.
- [45] Ito, S., Amano, M. and Maruyama, A.: "Advanced Operation Guidance for 500 KV Substation", Electrical Power & Energy System, Vol. 14, No. 2/3, pp. 114-121, April/June 1992.
- [46] Schulte, R. P., Larsen, S. L. et al.: "Artificial Intelligence Solutions to Power System Operating Problems", IEEE Transactions on Power System, Vol. PWRs-2, No. 4, November 1987, pp. 920-926.
- [47] Germond, A. J. and Niebur, D.: "Survey of Knowledge-Based Systems in Power System: Europe", Proceedings of the IEEE, Vol. 80, No. 5, May 1992, pp. 732-744.
- [48] Liu, C.: "Knowledge-Based Systems in Electric Power System", Proceedings of the IEEE, Vol. 80, No. 5, May 1992, pp. 659-662.
- [49] Kezunovic, M., Rikalo, I., Fromen, C. W. and Sevcik, D. R.: "Expert System Reasoning Streamlines Disturbance Analysis", IEEE Computer Applications in Power, April 1994, pp. 15-19.
- [50] Wollenberg, B. F. and Sakaguchi, T.: "Artificial Intelligence in Power System", Proc. of the IEEE, Vol. 75, No. 12, pp. 1678-1685, 1987.

- [51] Sekine, Y., Akimoto, Y., et al.: "Fault Diagnosis of Power Systems", Proc.IEEE, Vol. 80, No. 5, pp. 673-683, May 1992.
- [52] Kimura, T., Ueki, Y., et al.: "Development of an Expert System for Estimating Fault Section in Control Center based on Protective System Simulation", Trans. on Power Delivery, Vol. 7, No. 1, pp. 167-172, January 1992.
- [53] Minakawa, T., Sugawara, J. et al.: "Requirement of On-Line Data for Configuration of an Advanced Integrated Fault Detection Expert System", Third Symposium on Expert System to Power Systems, Tokio-Kobe, Japan, April 1-5, 1991, pp. 579-586.
- [54] Yang, C., Okamoto, A. and Sekine, Y.: "Expert System for Fault Section Estimation of Power System using Time-sequence Information", Electrical Power & Energy System, Vol. 14, No. 2/3, pp. 225-232, April/June 1992.
- [55] Wang, X. and Dillon, T.: "A Second Generation Expert System for Fault Diagnosis", Electrical Power & Energy System, Vol. 14, No. 2/3, pp. 212-216, April/June 1992.
- [56] Hertz, A. and Fauquembergue, P.: "Fault Diagnosis at Substations Based on Sequential Event Recorders", Proc.IEEE, Vol. 80, No. 5, pp. 684-688, May 1992.
- [57] Kirschen, D. S. and Wollenberg, B. F.: "Intelligent Alarm in Power System", Proc. of the IEEE, Vol. 80, No. 5, May 1992, pp. 663-672.
- [58] Sánchez-Sinencio, E. (Ed.): "Artificial Neural Networks - Paradigms, Applications, and Hardware Implementations", IEEE Press, 1992.
- [59] Irisarri, G. D., Rafian, M., Miller, B. N. and Dobrowolsky, E. J.: "Heuristic Scenario Builder for Power System Operator Training", Proc. of the IEEE, Vol. 80, No. 5, May 1992, pp. 698-711.
- [60] Grupo de Trabalho de Proteção (GCOI): "Metodología para Estatística de Atuações de Proteções de Linhas de Transmissão do Sistema Interligado", Relatório SCEL, Maio 1987.
- [61] De Lepeleire, R., Francsak, S. M., Lambert Torres, G. et al.: "Estudo para a Utilização de um Sistema Especialista para Análise de Distúrbios Pós-Falta em Subestações", V ERLAC - Encontro Regional Latino-Americano da CIGRE, Cidade del Este, Maio 1993.
- [62] IECO-ELC, ITAIPU BINACIONAL: "Descrição das Proteções da Usina de Itaipu", Relatório No. 6010.50.0002.P, Outubro de 1982.
- [63] Pao, Y.: "Adaptive Pattern Recognition and Neural Network",

Addison Wesley, 1989.

- [64] Alves da Silva, A. P., Fernández I., A. H., da Silveira, P. M. and Lambert-Torres, G.: "Fault Localization Estimation via Associative Memories", International Conference on Intelligent System Application to Power Systems, Montpellier, France, September 5-9, 1994.
- [65] Alves da Silva, A. P., Fernández I., A. H., da Silveira, P. M. and Lambert-Torres, G.: "Identificação de Faltas em Subestações de Potência usando Memórias Associativas", 10o. Congresso Brasileiro de Automática / 6o. Congresso Americano de Controle Automático, Rio de Janeiro, 19-23 de Setembro, 1994.
- [66] Alves da Silva, A. P., Fernández I., A. H., da Silveira, P. M. and Lambert-Torres, G.: "Diagnóstico de Faltas en Sub-Estaciones de Potência utilizando Redes Neurales Artificiales del tipo Memória Asociativa", 1er. SESEP - CIGRÉ, Seminario Nacional del Sector Eléctrico Paraguayo, Asunción, Paraguay, 10-12 de Noviembre, 1994.

Apêndice I

Histórico das Perturbações

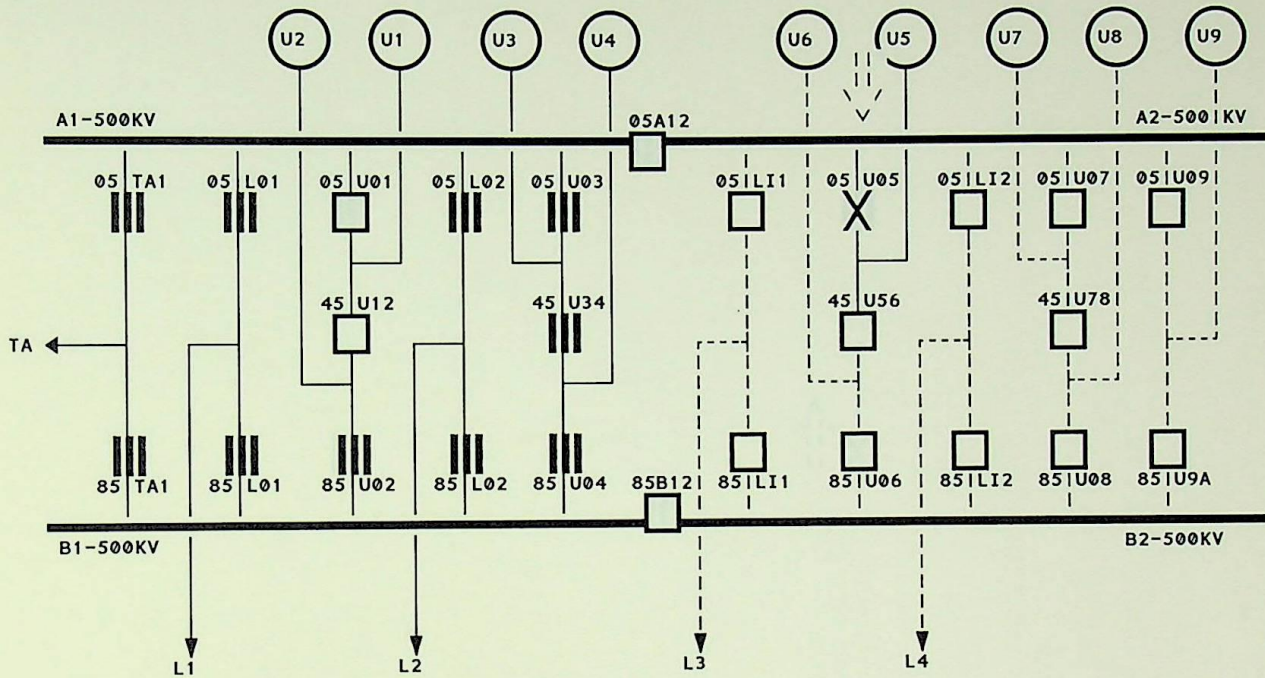
Apêndice 1

Histórico das Perturbações



DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
01	31/87	DUPLA	07/05/87

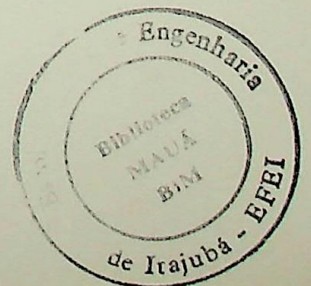
EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U5/A2



RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87TRG	U05		USINA
02	86A2P	A2	R	USINA
03	86A2A	A2		USINA
04	86BFA2	A2		USINA
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				

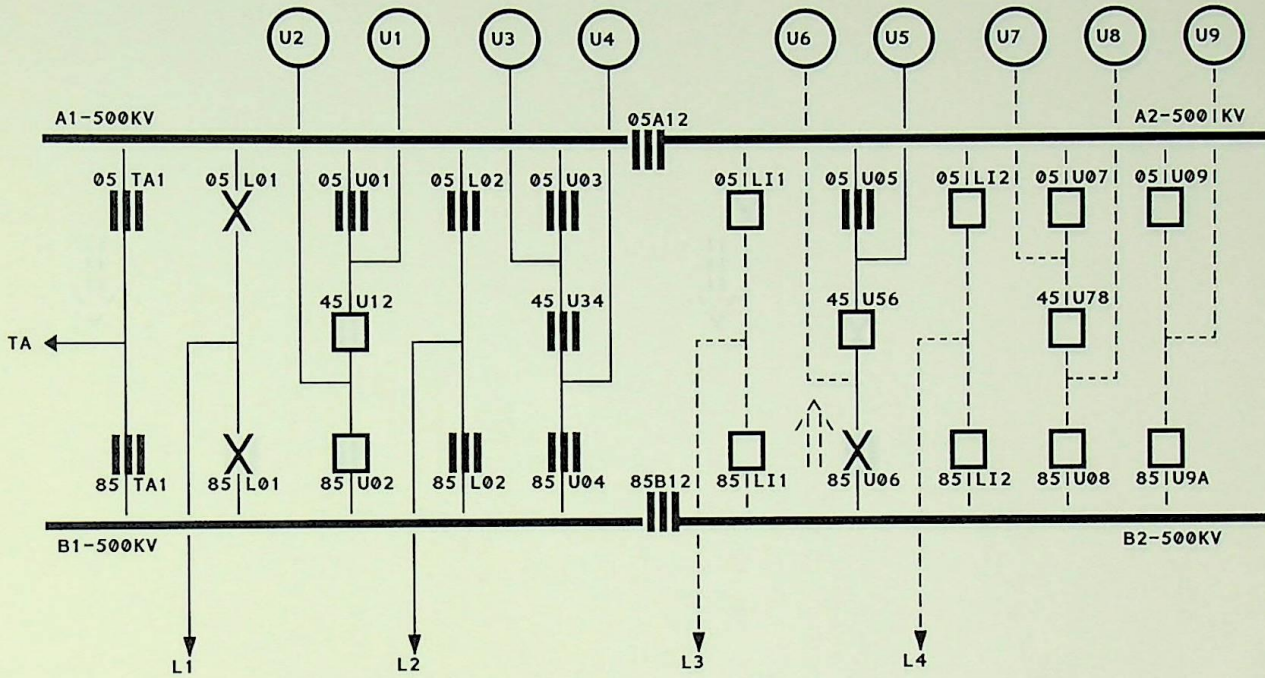
- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DA BARRA DE 500 KV ATRAVES DA UNIDADE 05



DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
02	46/87	DUPLA	22/06/87

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U6/L1



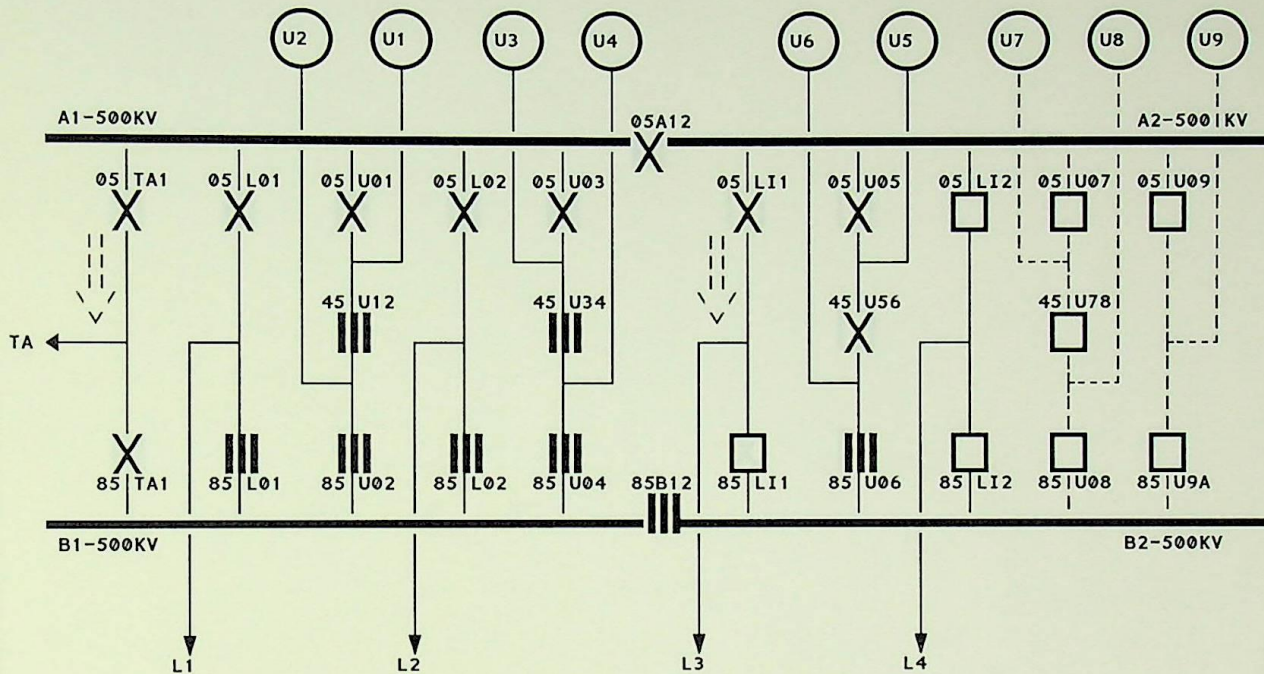
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U06		USINA
02	21PL1	L1	S	USINA
03	21AL1	L1	S	USINA
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

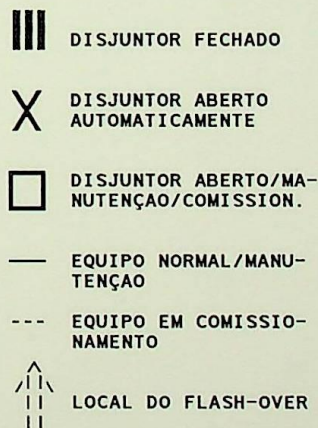
OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DO VAO DA UNIDADE 06 ATRAVES DA BARRA B2 DE 500 KV

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
03	52/87	QUINTUPLA	06/07/87

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
A1/L3/U5/TA/05U05



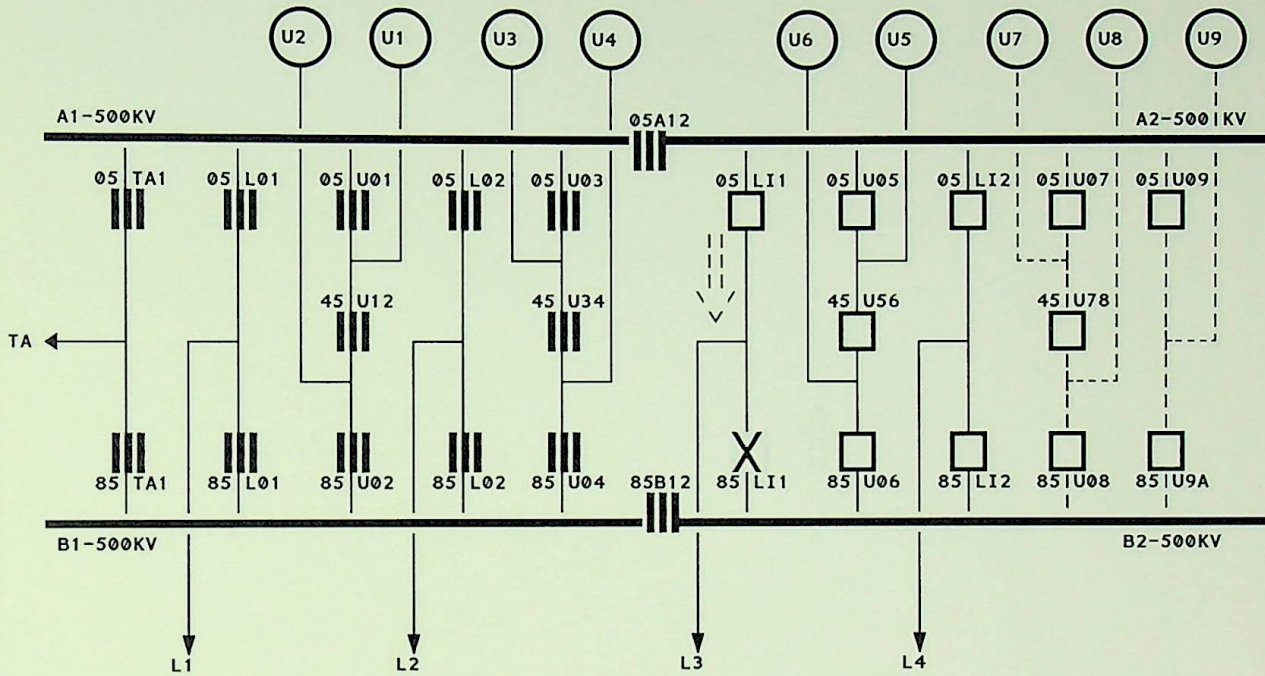
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87TRG	U05		USINA
02	86BF	05U05		USINA
03	87A1P	A1	S	USINA
04	87A1A	A1		USINA
05	86BFA1	A1		USINA
06	21AL3	L3	T	USINA
07	87TA	TA		USINA
08	21PL1	L1	ST	SEMD
09	21AL1	L1	ST	SEMD
10	21PL2	L2	ST	SEMD
11	21AL2	L2	ST	SEMD



OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DO VAO DA LINHA L3 ATRAVES DO DISJUNTOR 05LI1

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
04	56/87	SIMPLES	14/07/87

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
L3



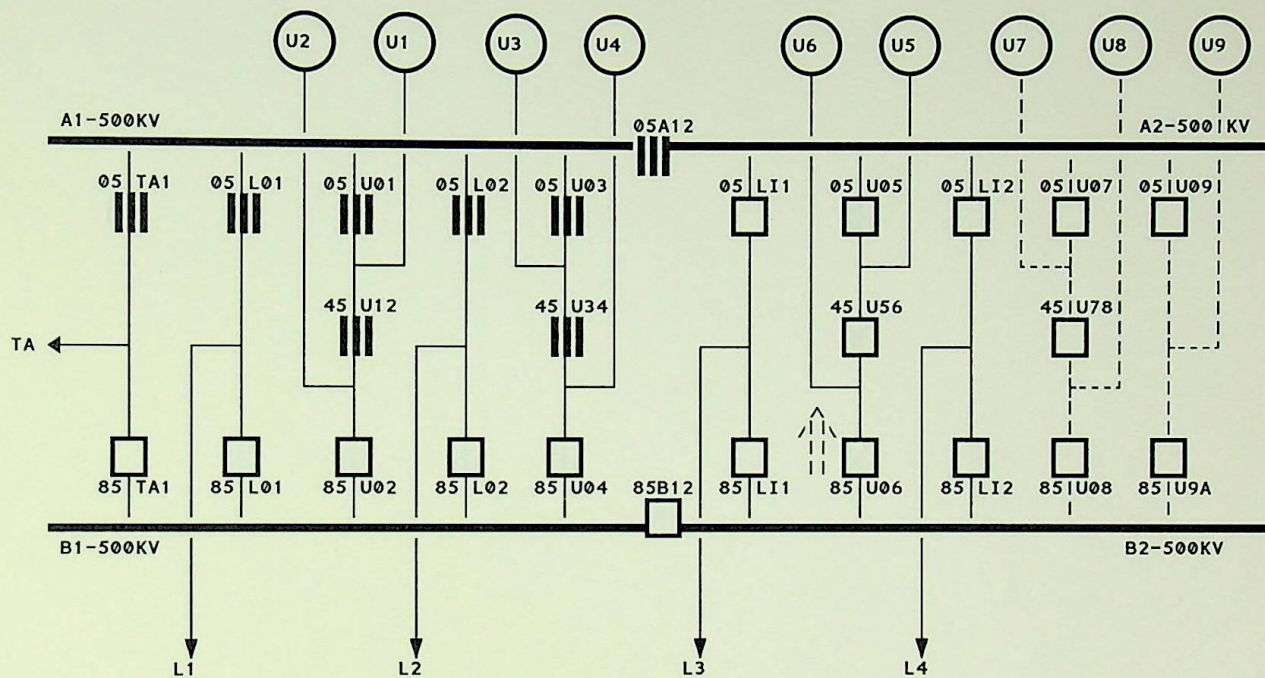
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	21PL3	L3	S	USINA
02	21AL3	L3	S	USINA
03	21PL1	L1	S	SEMD
04	21AL1	L1	S	SEMD
05	21PL2	L2	S	SEMD
06	21AL2	L2	S	SEMD
07	DPS	L3		USINA
08				
09				
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DO VAO DA LINHA L3 ATRAVES DO DISJUNTOR 85LI1

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
05	59/87	SIMPLES	17/07/87

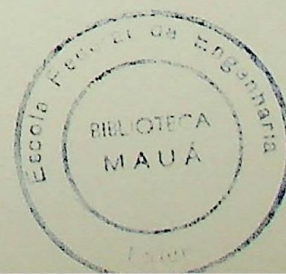
EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U6



RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U6		USINA
02	87TRG	U6		USINA
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				

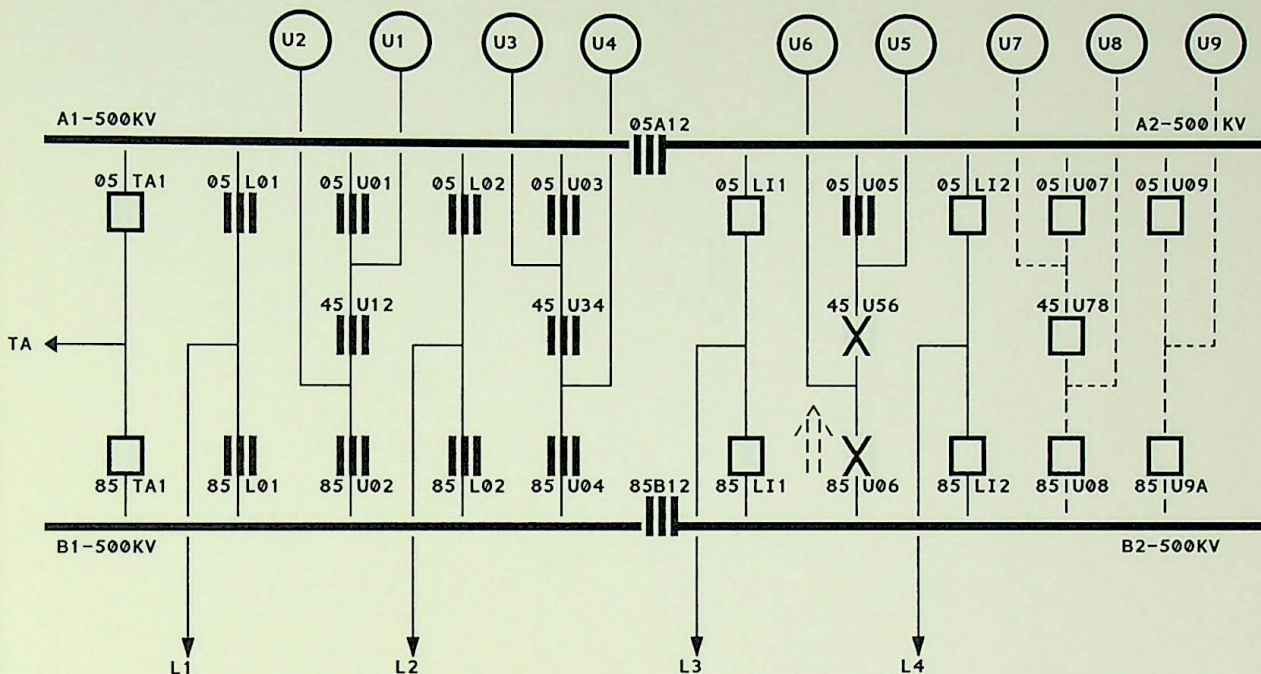
- ||| DISJUNTOR FECHADO
- X DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- △ LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
UNIDADE 06 GIRANDO EM VAZIO EXCITADA

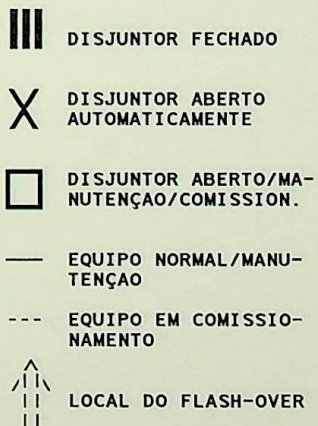


DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
06	62/87	SIMPLES	30/07/87

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U6



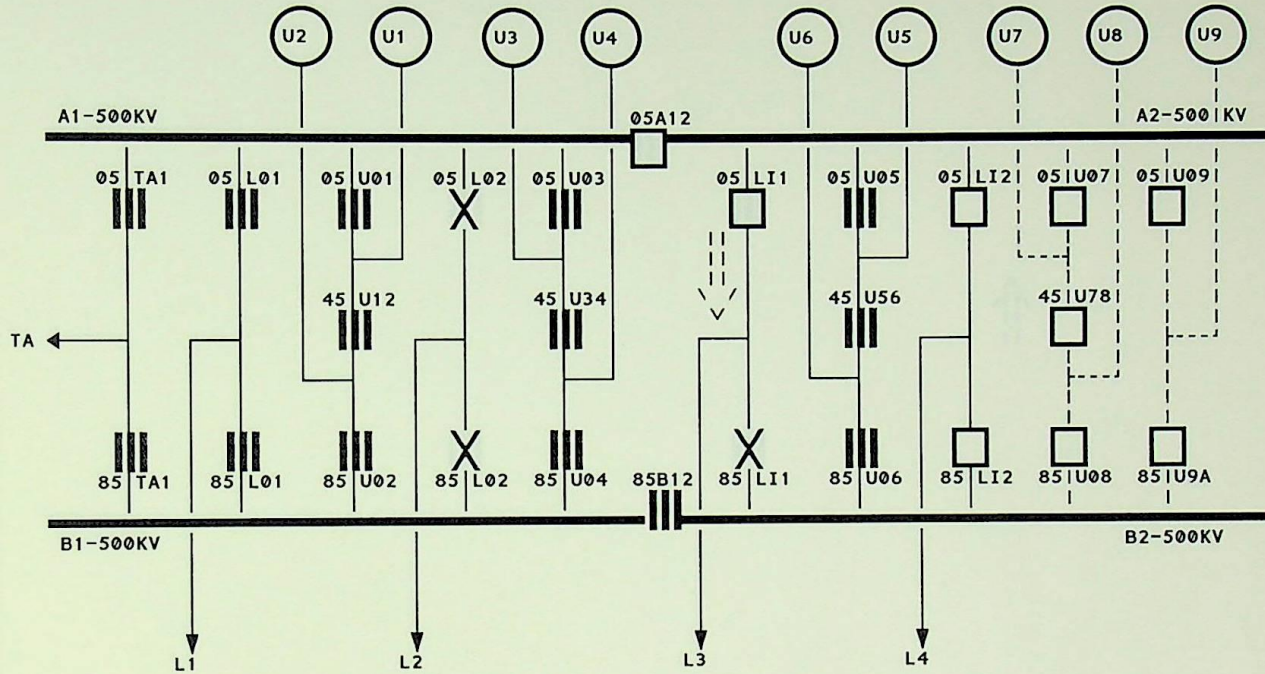
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U6		USINA
02	87TRG	U6		USINA
03	21PL1	L1	S	SEMD
04	21AL1	L1	S	SEMD
05	21PL2	L2	S	SEMD
06	21AL2	L2	S	SEMD
07	DPS	U6		USINA
08				
09				
10				
11				



OCORRENCIA
UNIDADE 06 GIRANDO EM COM 700 MW

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
07	81/87	DUPLA	03/10/87

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
L2/L3



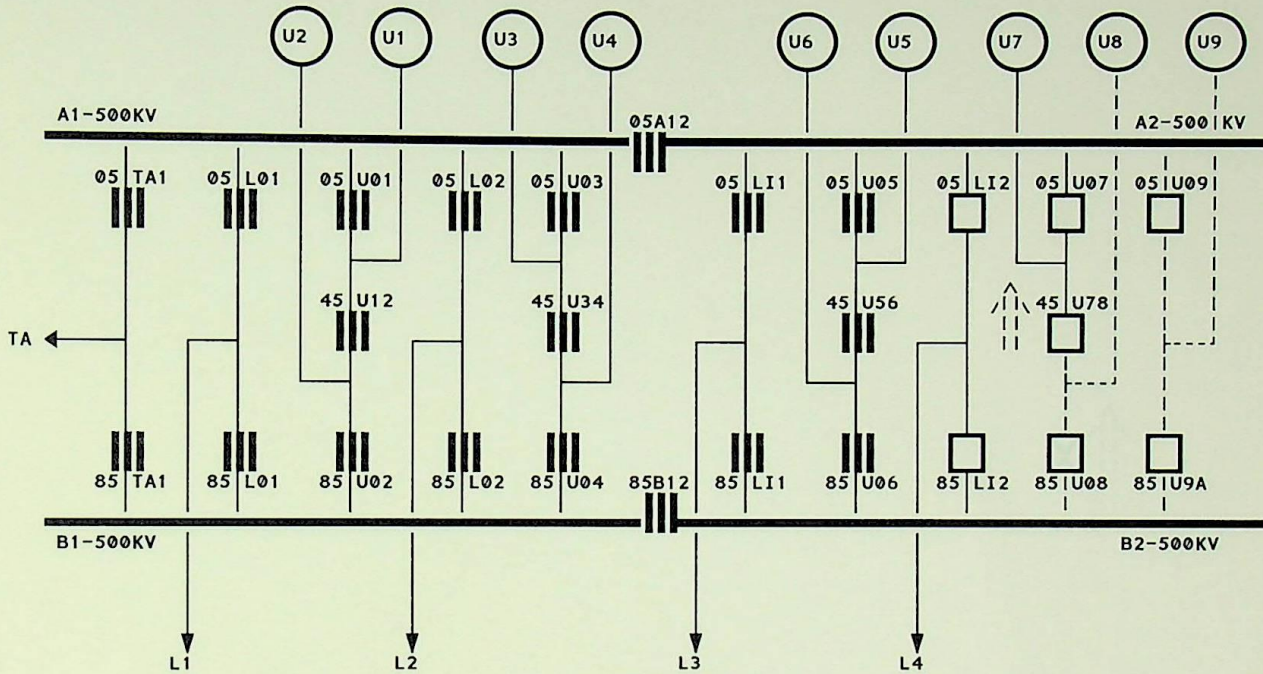
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	21PL2	L2	T	USINA
02	21AL2	L2	T	USINA
03	21PL3	L3	T	USINA
04	21AL3	L3	T	USINA
05	21PL1	L1	T	SEMD
06	21AL1	L1	T	SEMD
07	21PL2	L2	T	SEMD
08	21AL2	L2	T	SEMD
09	DPS	L3		USINA
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DA L3 ATRAVES DO DISJUNTOR 85LI1

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
08	89/87	SIMPLES	31/10/87

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U7



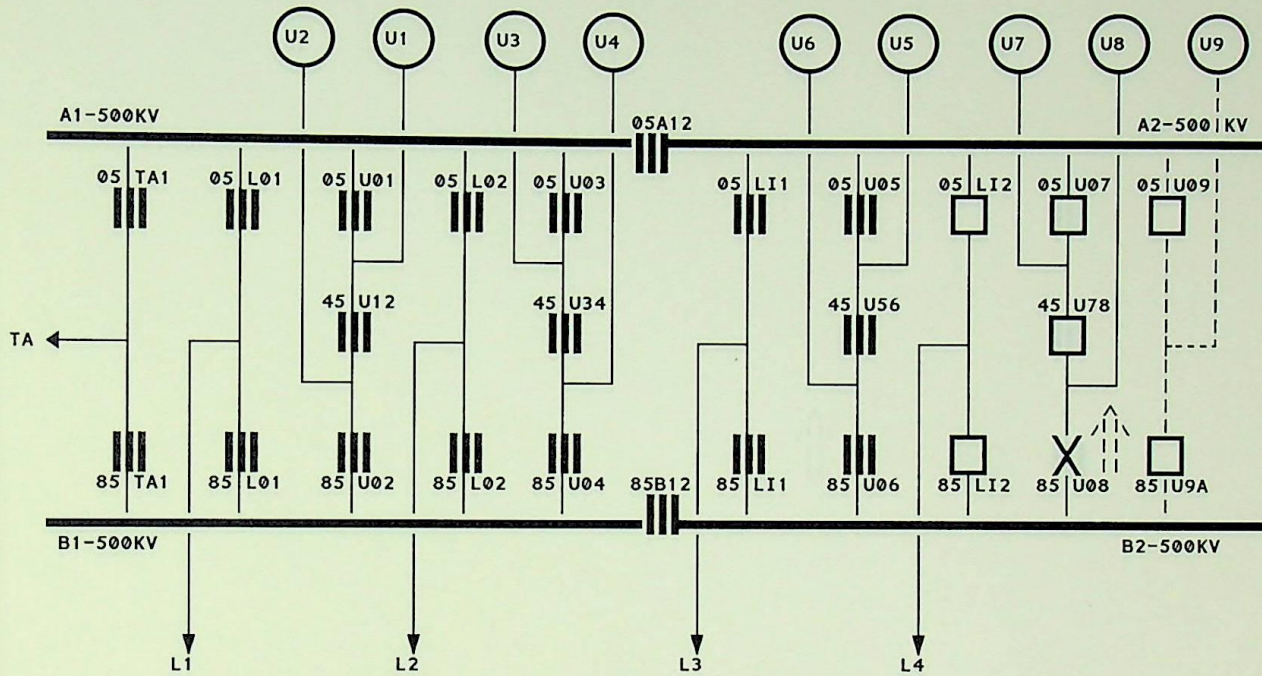
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U7		USINA
02	87TRG	U7		USINA
03	DPS	U7		USINA
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
UNIDADE 07 GIRANDO EM VAZIO EXCITADA

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
09	90/87	SIMPLES	02/11/87

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U8



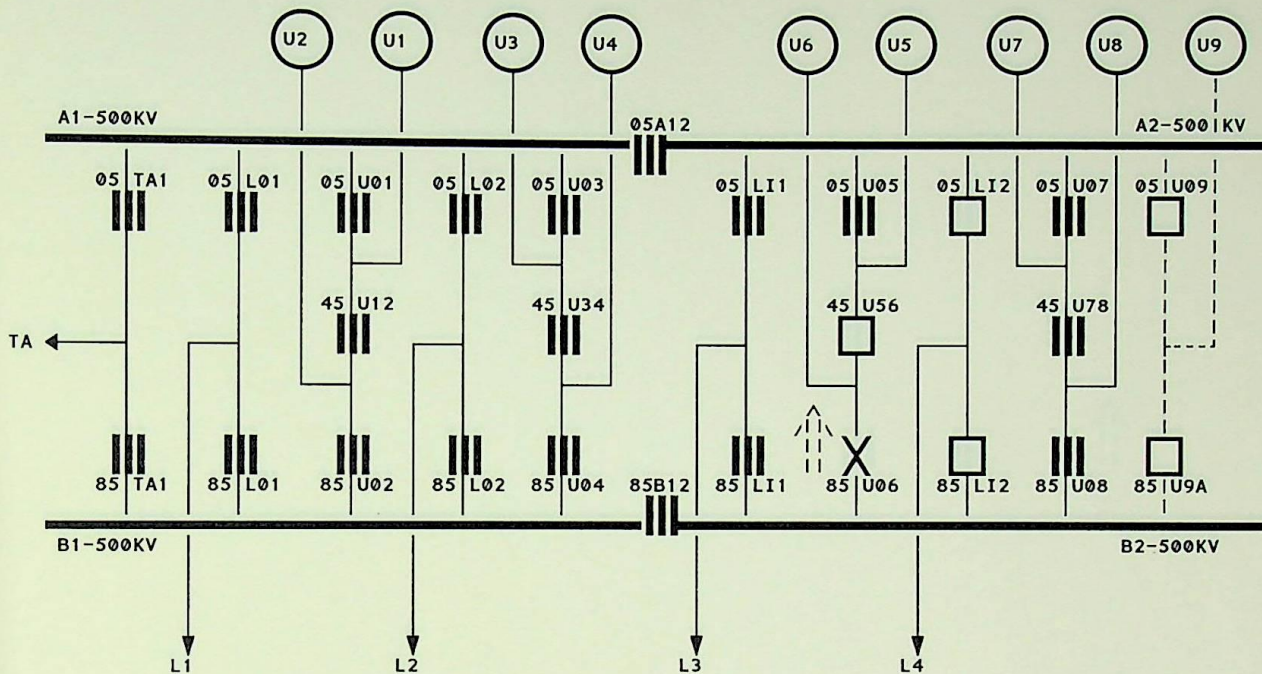
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U8		USINA
02	87TRG	U8		USINA
03	DPS	U8		USINA
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

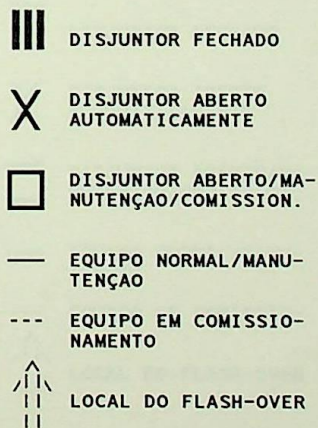
OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DO VAO DA UNIDADE 08 ATRAVES DO DISJUNTOR 85U08

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
10	93/87	SIMPLES	09/11/87

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U6



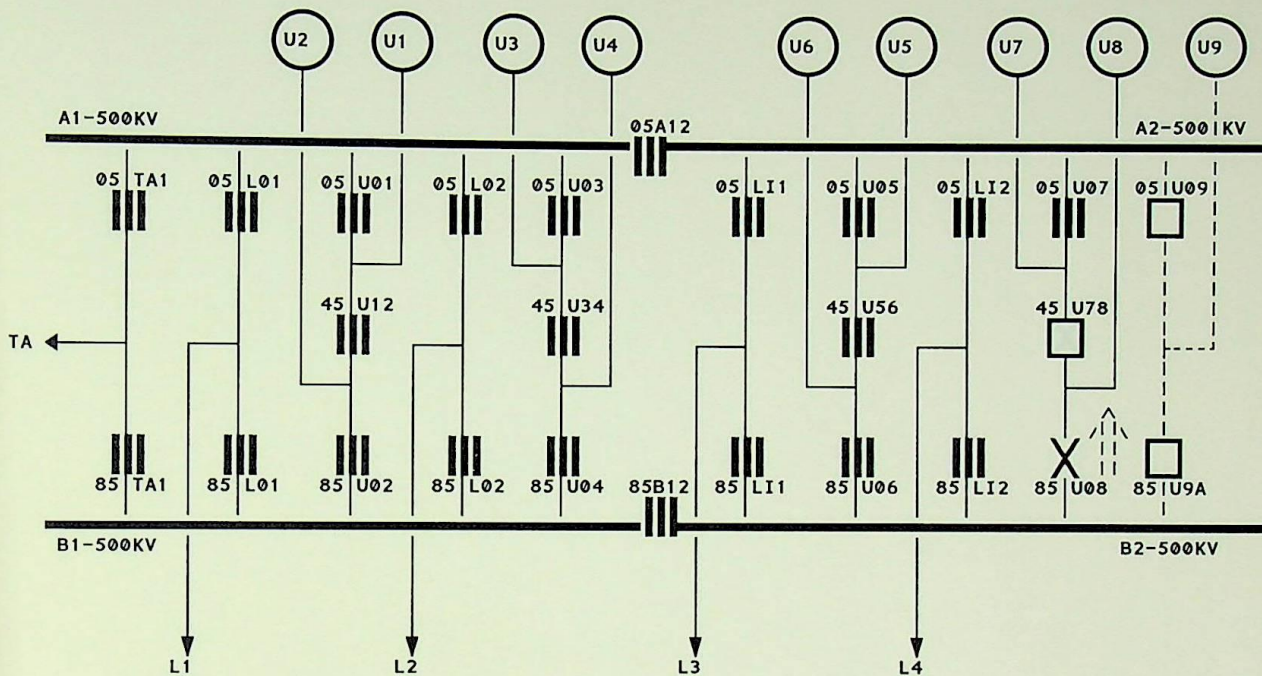
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U6		USINA
02	21PL1	L1	T	SEMD
03	21AL1	L1	T	SEMD
04	21PL2	L2	T	SEMD
05	21AL2	L2	T	SEMD
06	DPS	U6	T	USINA
07				
08				
09				
10				
11				



OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DO VAO DA UNIDADE 06 ATRAVES DO DISJUNTOR 85U06

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
11	95/87	SIMPLES	19/11/87

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U8



RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U8		USINA
02	DPS	U8		USINA
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				

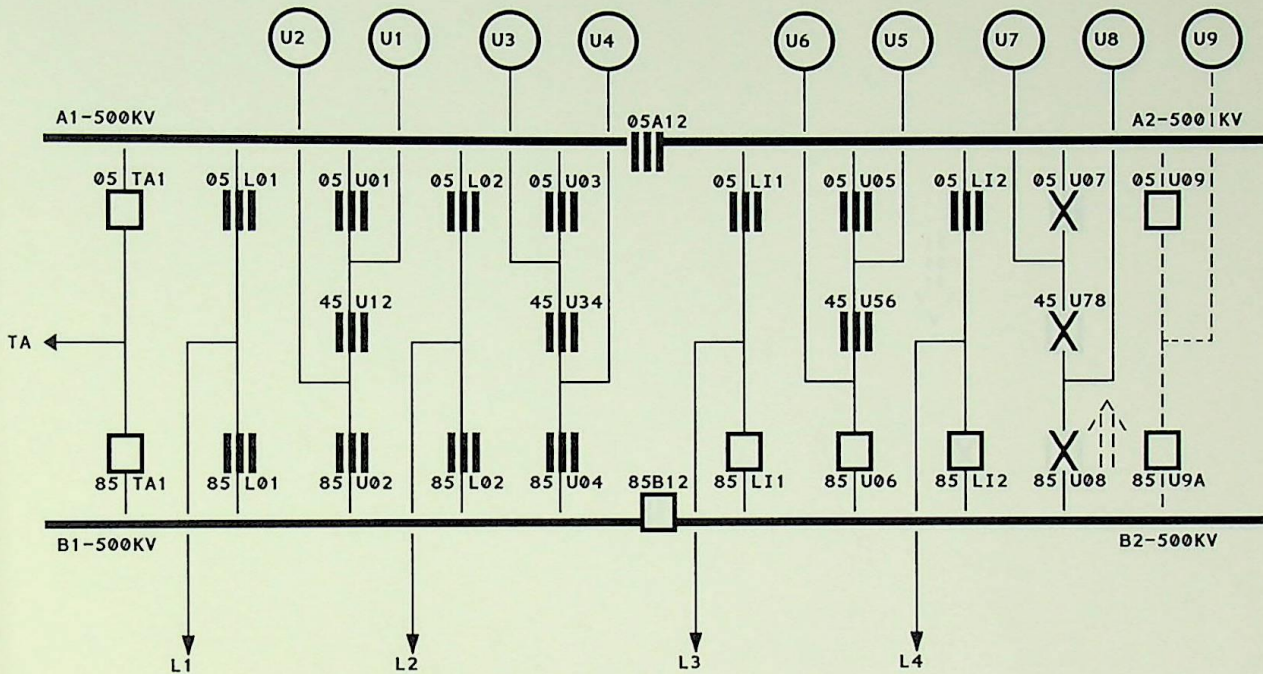
- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DO VAO DA UNIDADE 08 ATRAVES DO DISJUNTOR 85U08



DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
12	106/87	DUPLA	18/12/87

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U8/45U78



RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U8		USINA
02	86BF	45U78		USINA
03	21PL1	L1	S	SEMD
04	21AL1	L1	S	SEMD
05	21PL2	L2	S	SEMD
06	21AL2	L2	S	SEMD
07				
08				
09				
10				
11				

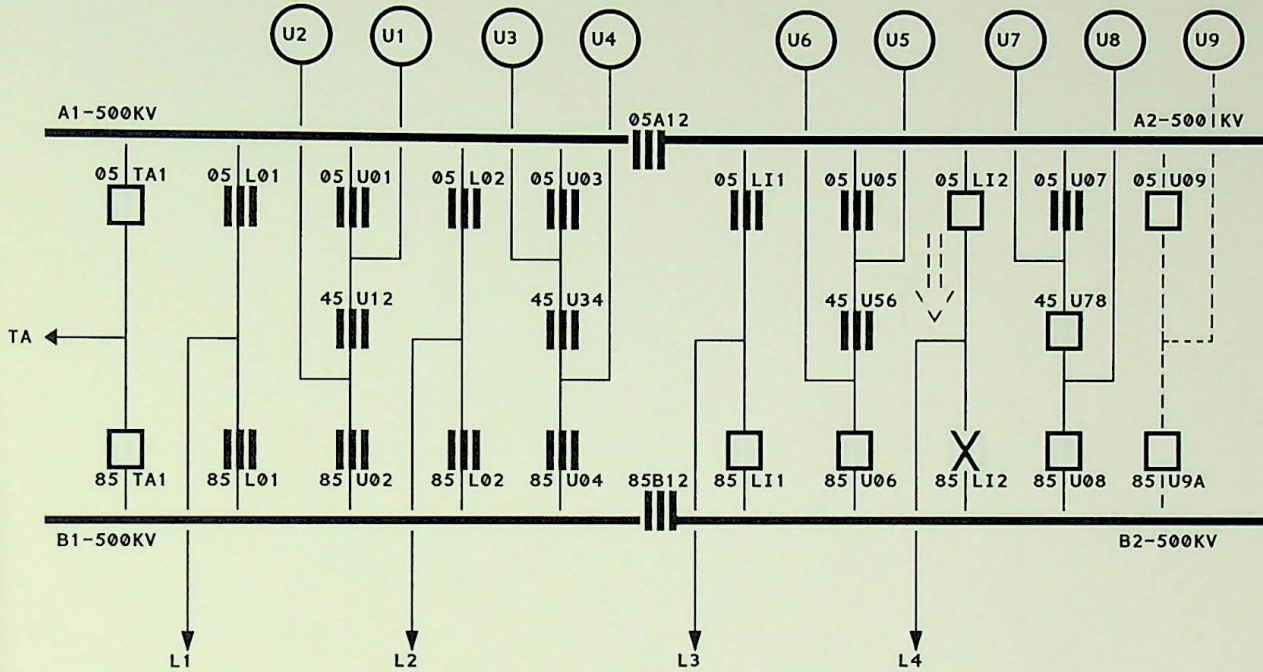
- III DISJUNTOR FECHADO
- X DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSIÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSIÃO
- ↑ LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DA BARRA A2 ATRAVES DO DISJUNTOR 45U78



DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
13	04/88	SIMPLES	26/02/88

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
L4



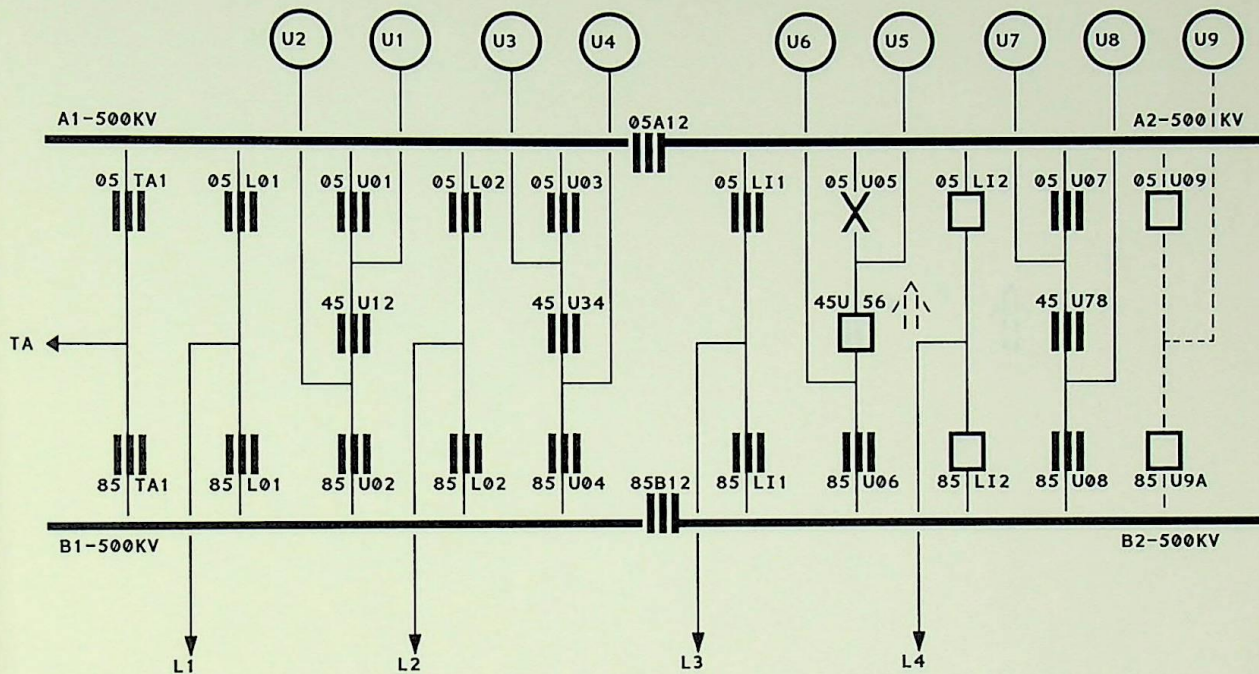
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	21PL4	L4	R	USINA
02	21AL4	L4	R	USINA
03	21PL1	L1	R	SEMD
04	21AL1	L1	R	SEMD
05	21PL2	L2	R	SEMD
06	21AL2	L2	R	SEMD
07				
08				
09				
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DA LINHA L4 ATRAVES DO DISJUNTOR 85LI2

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
14	06/88	SIMPLES	27/02/88

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U5



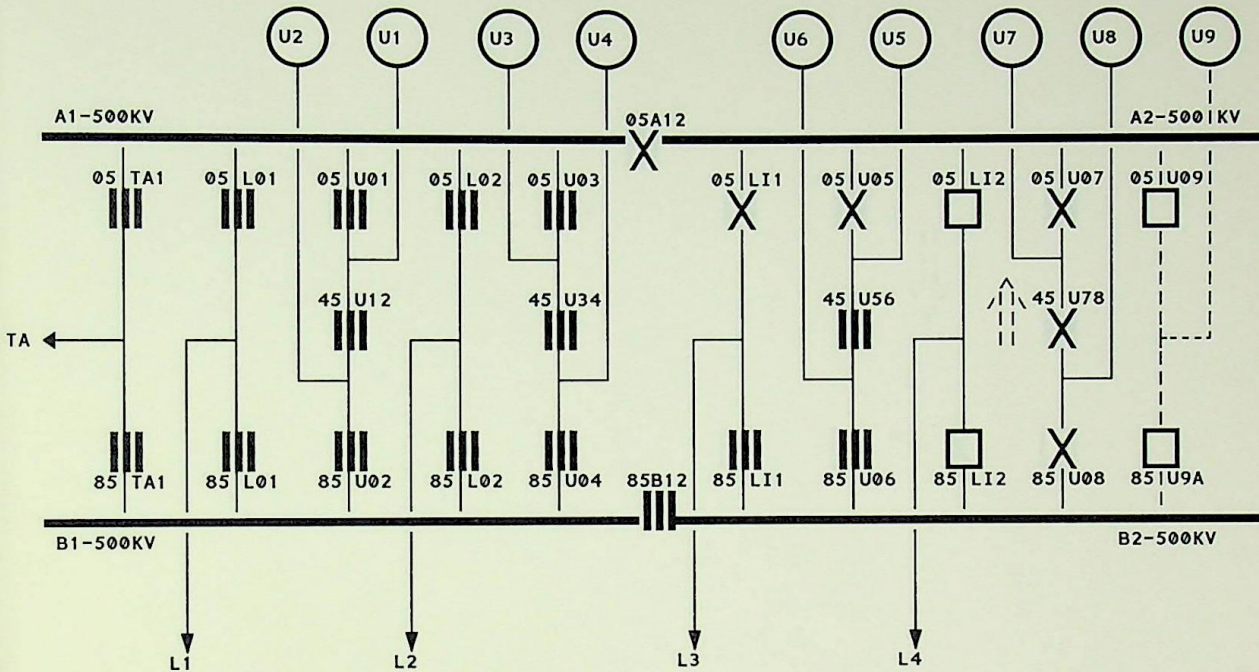
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U5		USINA
02	21PL1	L1	R	SEMD
03	21AL1	L1	R	SEMD
04	21PL2	L2	R	SEMD
05	21AL2	L2	R	SEMD
06	DPS	U5		USINA
07				
08				
09				
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DO VAO DA UNIDADE U5 ATRAVES DO DISJUNTOR 05U05

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
15	08/88	QUADRUPLA	02/03/88

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
A2/U7/05U07/45U78



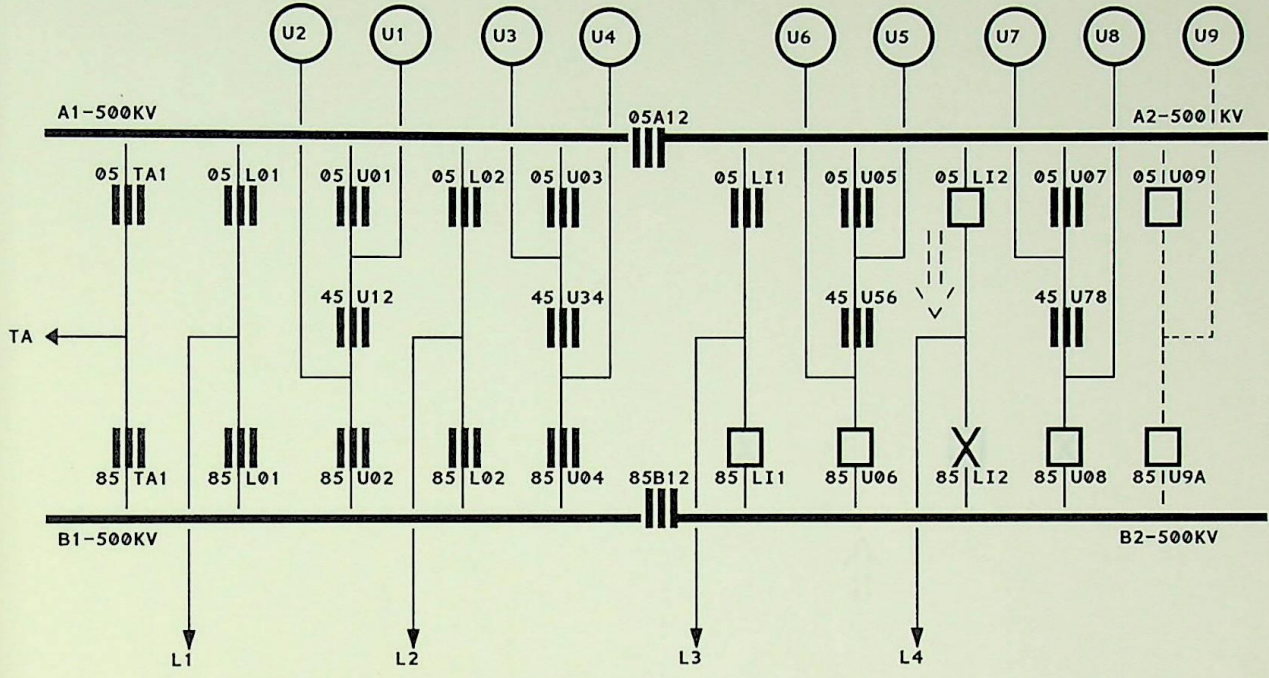
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U7		USINA
02	87TRG	U7		USINA
03	86BF	05U07		USINA
04	86BF	45U78		USINA
05	86BF	A2		USINA
06	21PL1	L1	R	SEMD
07	21AL1	L1	R	SEMD
08	21PL2	L2	R	SEMD
09	21AL2	L2	R	SEMD
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
UNIDADE 07 SINCRONIZADA COM 600 MW DE POTENCIA

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
16	09/88	SIMPLES	16/03/88

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
L4



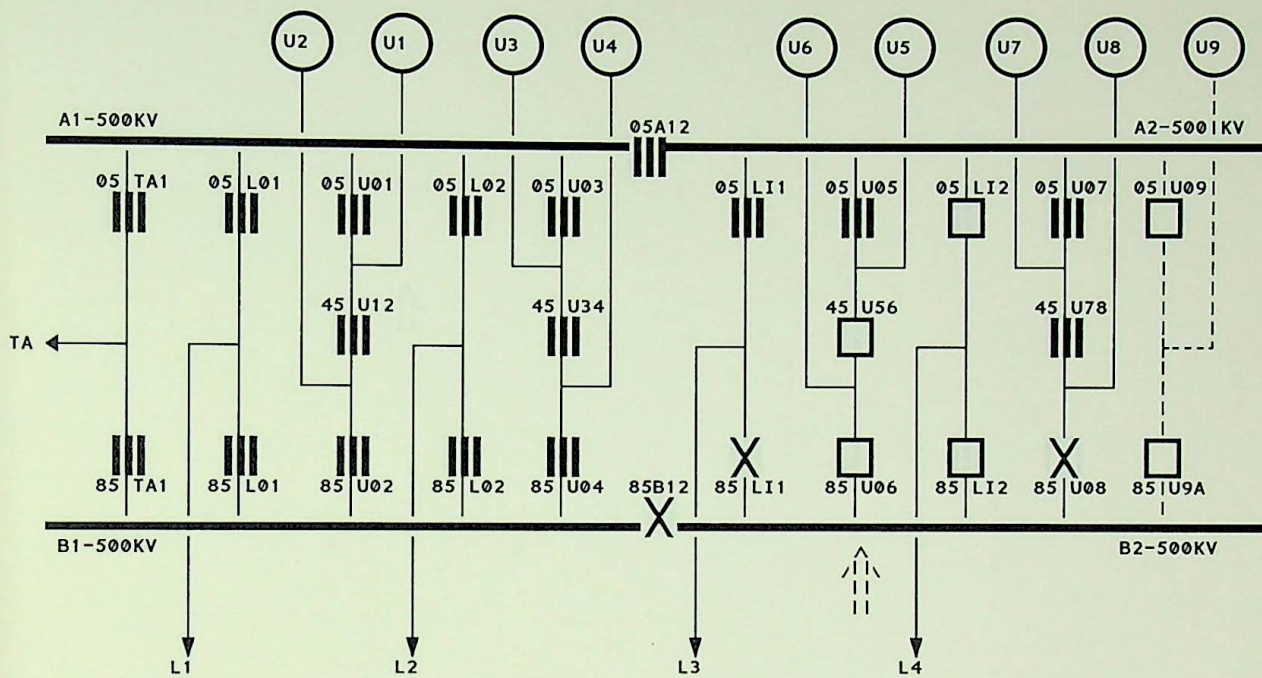
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	21PL4	L4	T	USINA
02	21AL4	L4	T	USINA
03	21PL1	L1	T	SEMD
04	21AL1	L1	T	SEMD
05	21PL2	L2	T	SEMD
06	21AL2	L2	T	SEMD
07				
08				
09				
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSIÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSIÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
ENERGIZAÇÃO DA LINHA L4 ATRAVES DO DISJUNTOR 85LI2

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
17	10/88	SIMPLES	23/03/88

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
B2



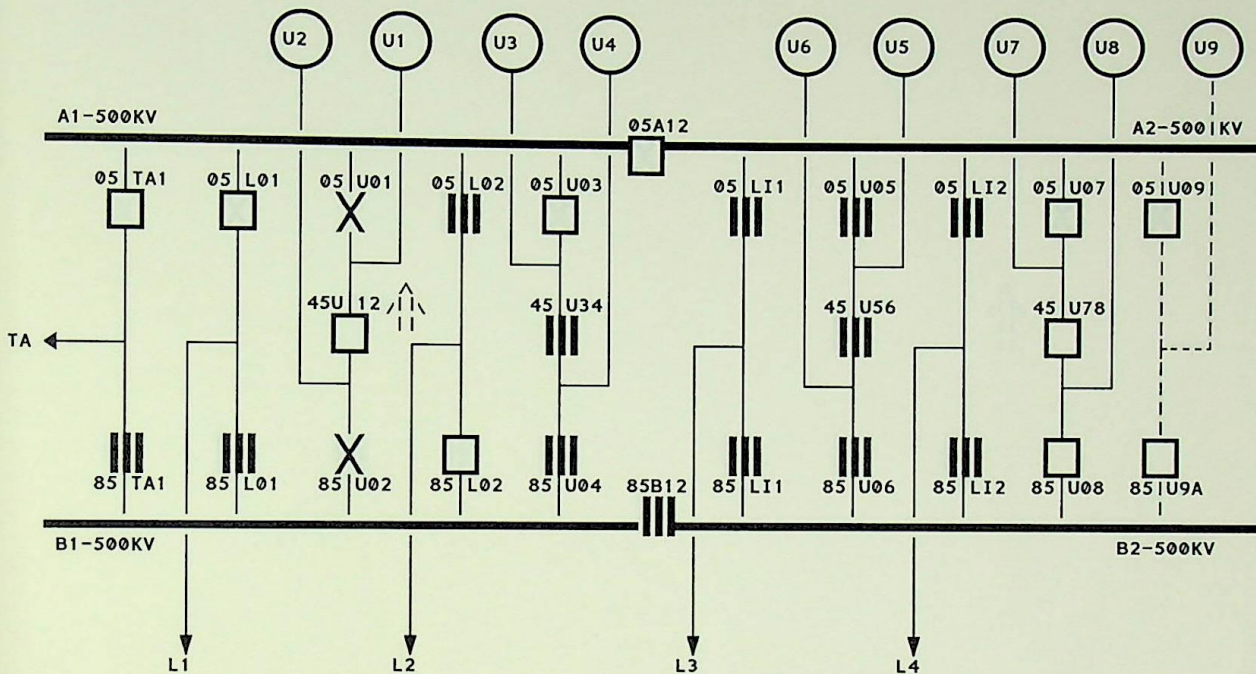
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87B2P	B2	R	USINA
02	87B2A	B2		USINA
03	86BF	B2		USINA
04	21PL1	L1	R	SEMD
05	21AL1	L1	R	SEMD
06	21PL2	L2	R	SEMD
07	DPS	B2		USINA
08				
09				
10				
11				

- III DISJUNTOR FECHADO
- X DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- ⚡ LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
UNIDADE 06 GIRANDO EM VAZIO

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
18	52/88	TRIPLA	11/12/88

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U1/U2/45U12



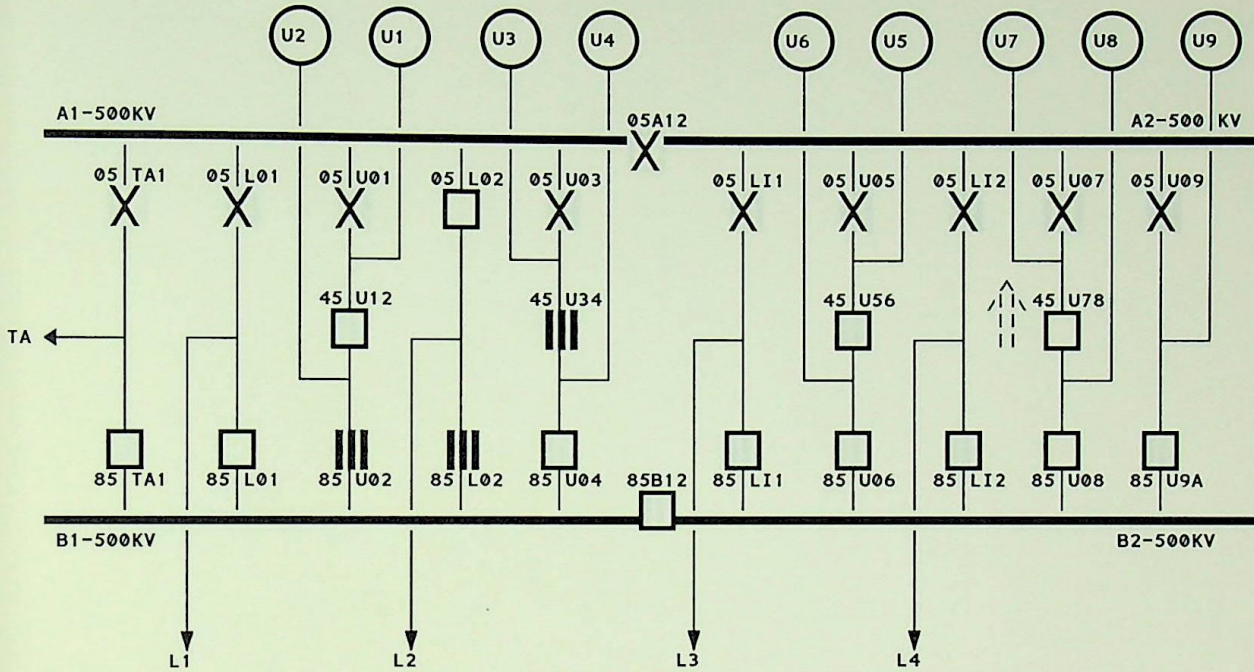
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U1		USINA
02	87V	U2		USINA
03	86BF	45U12		USINA
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
DURANTE SINCRONIZAÇÃO DOS SISTEMAS ANDE E FURNAS PELO DISJUNTOR 45U12

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
19	14/89	QUINTUPLA	02/03/89

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U7/A1/A2/05U01/05U07



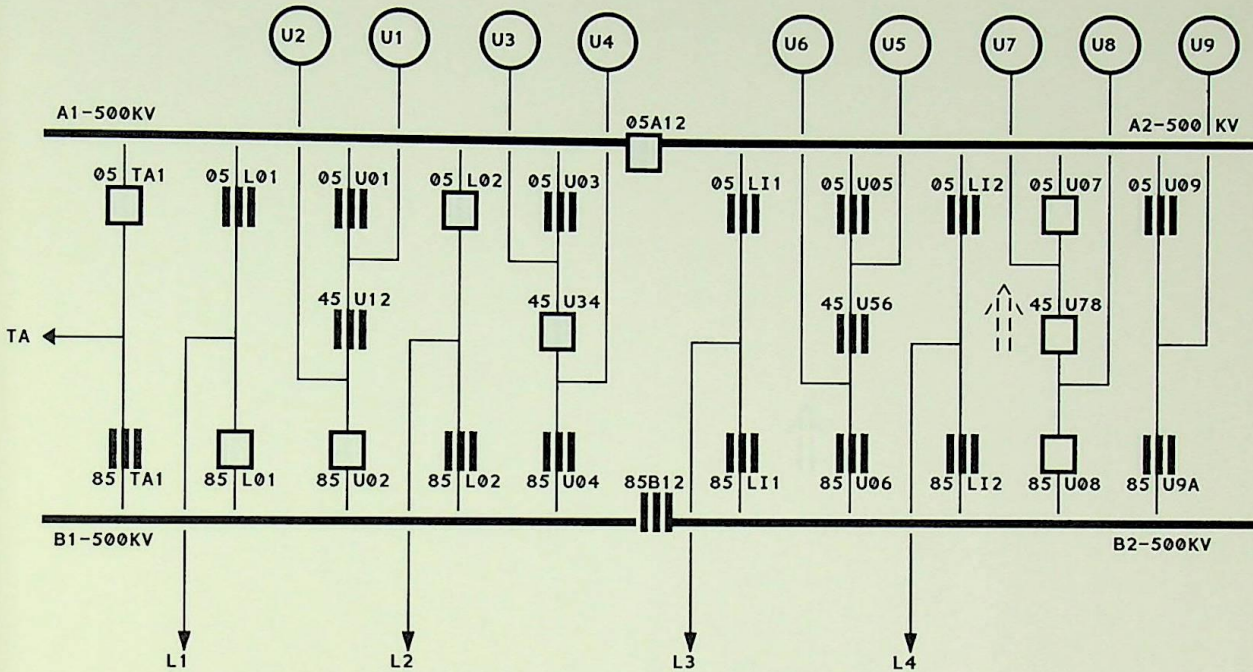
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	86BF	05U01		USINA
02	87V	U7		USINA
03	86BF	05U07		USINA
04	86BF	A1		USINA
05	86BF	A2		USINA
06	21PL1	L1	S	SEMD
07	21AL1	L1	S	SEMD
08				
09				
10				
11				

- III DISJUNTOR FECHADO
- X DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- ^ LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
FECHAMENTO DO DISJUNTOR 05U07 E POSTERIOR OSCILAÇÃO DE POTENCIA

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
20	62/90	SIMPLES	11/11/90

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
U7



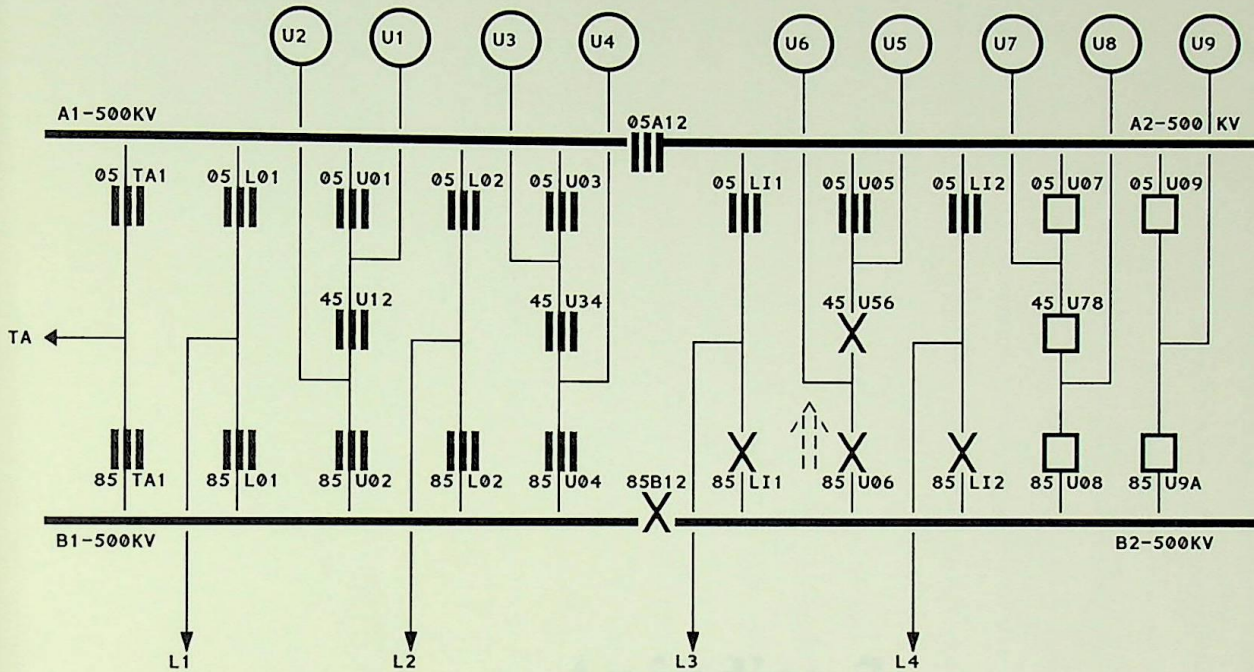
RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	87V	U7		USINA
02	87TRG	U7		USINA
03	DPS	U7		USINA
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				

- DISJUNTOR FECHADO
- DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- LOCAL DO FLASH-OVER

OCORRENCIA
UNIDADE 07 EXCITADA EM VAZIO FORA DO SISTEMA

DADOS GERAIS			
CASO No.	REL. PERT.	CONTIN.	DATA
21	10/91	DUPLA	01/02/91

EQUIPAMENTOS DESLIGADOS
B2/U6



RELES OPERADOS				
No.	DISP. OPER.	EQUIP.	FASE	LOCAL
01	86B2P	B2	R	USINA
02	86B2A	B2		USINA
03	86BF	B2		USINA
04	87V	U6		USINA
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				

OCORRENCIA
UNIDADE 06 SINCRONIZADA COM 600 MW DE CARGA

- III DISJUNTOR FECHADO
- X DISJUNTOR ABERTO AUTOMATICAMENTE
- DISJUNTOR ABERTO/MANUTENÇÃO/COMISSÃO.
- EQUIPO NORMAL/MANUTENÇÃO
- EQUIPO EM COMISSÃO
- ↑ LOCAL DO FLASH-OVER

Apêndice 2

Formação dos Dados de Entrada

MODELO DE ENTRADA RN 1 - EQUIPAMENTO

NUM	DISP.	CASOS																		
		1 A1	2 A2	3 B1	4 B2	5 L1	6 L2	7 L3	8 L4	9 UN1	10 UN2	11 UN3	12 UN4	13 UN5	14 UN6	15 UN7	16 UN8	17 UN9	18 TA	
ENTRADAS	001	05TA1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	002	05L01	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	003	05U01	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	004	05L02	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	005	05U03	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	006	05A12	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	007	45U12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	008	45U34	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	009	85TA1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	010	85L01	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	011	85U02	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	012	85L02	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	013	85U04	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	014	85B12	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	015	05L11	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	016	05U05	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	017	05L12	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	018	05U07	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	019	05U09	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	020	45U56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	021	45U78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
	022	85L11	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	023	85U06	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	024	85L12	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	025	85U08	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	026	85U09A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	027	87A1/P	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	028	87A1/A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	029	87B1/P	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	030	87B1/A	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	031	87A2/P	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	032	87A2/A	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	033	87B2/P	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	034	87B2/A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	035	BF/A1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	036	BF/A2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	037	BF/B1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	038	BF/B2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	039	21PL1/I	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	040	21AL1/I	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	041	21PL2/I	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	042	21AL2/I	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	043	21PL3/I	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	044	21AL3/I	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	045	21PL4/I	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	046	21AL4/I	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	047	87V/U1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	048	87TR/U1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	049	87V/U02	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	050	87TR/U2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	051	87V/U03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	052	87TR/U3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	053	87V/U04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	054	87TR/U4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	055	87V/U05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	056	87TR/U5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	057	87V/U06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	058	87TR/U6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	059	87V/U07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	060	87TR/U7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	061	87V/U08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	062	87TR/U8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	063	87V/U09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	064	87TR/U9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	065	87T	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	066	87TA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

SAIDAS	001	BARRA A1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	002	BARRA A2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	003	BARRA B1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	004	BARRA B2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	005	LINHA 1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	006	LINHA 2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	007	LINHA 3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	008	LINHA 4	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	009	UNIDADE 1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	010	UNIDADE 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	011	UNIDADE 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
	012	UNIDADE 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
	013	UNIDADE 5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	014	UNIDADE 6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
	015	UNIDADE 7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
	016	UNIDADE 8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	017	UNIDADE 9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	018	TRAFO AUX	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1



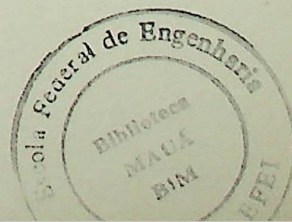
MODELO DE ENTRADA RN 2 - DISJUNTOR

CONTINUAÇÃO

		CASOS																									
NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
086	BF45U56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
087	BF45U78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
088	BF85LI1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
089	BF85U06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
090	BF85LI2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
091	BF85U08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
092	BF85U09A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
SAIDAS																											
001	05TA1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
002	05L01	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
003	05U01	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
004	05L02	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
005	05U03	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
006	05A12	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
007	45U12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
008	45U34	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
009	85TA1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
010	85L01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
011	85U02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
012	85L02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
013	85U04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
014	85B12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
015	05LI1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
016	05U05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
017	05LI2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
018	05U07	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
019	05U09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
020	45U56	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
021	45U78	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
022	85LI1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
023	85U06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
024	85LI2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
025	85U08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
026	85U09A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 3 - BARRA A1

		CASOS																														
NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
002	A01/02	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
003	A01/03	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
004	A01/10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
012	A03/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
019	A05/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
030	A08/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
037	A10/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
038	A10/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
050	A13/09A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0
052	A13/10A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
109	87A1P/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
110	87A1P/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
111	87A1P/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
145	21PL1/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
146	21PL1/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
147	21PL1/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
148	21AL1/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
149	21AL1/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
150	21AL1/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
151	21PL2/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
152	21PL2/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
153	21PL2/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
154	21AL2/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
155	21AL2/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
156	21AL2/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0



MODELO DE SAIDA RN 3 - BARRA A1

CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30		
001	A01/02φA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
002	A01/02φB	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
003	A01/02φC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
004	A01/03φA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
005	A01/03φB	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
006	A01/03φC	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
007	A01/10φA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
008	A01/10φB	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
009	A01/10φC	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
010	A03/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
011	A03/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
012	A03/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
013	A05/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
014	A05/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
015	A05/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
016	A08/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
017	A08/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
018	A08/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
019	A10/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
020	A10/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
021	A10/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
022	A10/03φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0		
023	A10/03φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0		
024	A10/03φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0		
025	A13/09AφA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0		
026	A13/09AφB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0		
027	A13/09AφC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0		
028	A13/10AφA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0		
029	A13/10AφB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
030	A13/10AφC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0

MODELO DE ENTRADA RN 4 - BARRA B1

CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
006	A02/02	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
007	A02/03	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
010	A02/10	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
014	A04/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
025	A07/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
032	A09/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
044	A12/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
045	A12/03A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
055	A14/09A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
056	A14/09B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
112	87B1P/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
113	87B1P/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
114	87B1P/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
145	21PL1/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 4 - BARRA B1

CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
001	A02/02φA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
002	A02/02φB	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
003	A02/02φC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
004	A02/03φA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
005	A02/03φB	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
006	A02/03φC	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
007	A02/10φA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
008	A02/10φB	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
009	A02/10φC	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
010	A04/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
011	A04/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
012	A04/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
013	A07/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
014	A07/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
015	A07/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
016	A09/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
017	A09/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
018	A09/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
019	A12/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
020	A12/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
021	A12/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
022	A12/03φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
023	A12/03φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
024	A12/03φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
025	A14/09AφA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
026	A14/09AφB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
027	A14/09AφC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
028	A14/10AφA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
029	A14/10AφB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
030	A14/10AφC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 5 - BARRA A2

CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
051	A13/09B	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
052	A13/10A	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
060	A15/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
061	A15/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
069	A17/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
080	A20/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
087	A22/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
098	A25/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
100	A25/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
101	A25/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
115	87A2P/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
116	87A2P/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
117	87A2P/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
145	21PL1/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
148	21AL1/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
151	21PL2/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0
154	21AL2/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0

MODELO DE SAIDA RN 5 - BARRA A2

CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
001	A13/09BφA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
002	A13/09BφB	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
003	A13/09BφC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
004	A13/10BφA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
005	A13/10BφB	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
006	A13/10BφC	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
007	A15/02φA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
008	A15/02φB	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
009	A15/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
010	A15/03φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
011	A15/03φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
012	A15/03φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
013	A17/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
014	A17/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
015	A17/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
016	A20/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
017	A20/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
018	A20/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
019	A22/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
020	A22/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
021	A22/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
022	A25/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
023	A25/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
024	A25/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
025	A25/05φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
026	A25/05φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
027	A25/05φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
028	A25/10φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	
029	A25/10φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	
030	A25/10φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

MODELO DE ENTRADA RN 6 - BARRA B2

CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
056	A14/09B	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
058	A14/10B	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
063	A16/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
064	A16/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
075	A19/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
082	A21/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
093	A24/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
105	A27/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
106	A27/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
108	A27/10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
118	87B2P/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
119	87B2P/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
120	87B2P/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
145	21PL1/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/φA	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/φB	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/φC	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 6 - BARRA B2

NUM	DISP.	CASOS																														
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	
001	A14/09BφA	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
002	A14/09BφB	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
003	A14/09BφC	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
004	A14/10BφA	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
005	A14/10BφB	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
006	A14/10BφC	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
007	A16/02φA	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
008	A16/02φB	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
009	A16/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
010	A16/03φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
011	A16/03φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
012	A16/03φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
013	A19/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
014	A19/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
015	A19/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
016	A21/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
017	A21/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
018	A21/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
019	A24/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
020	A24/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
021	A24/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
022	A27/02φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
023	A27/02φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
024	A27/02φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
025	A27/03φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	
026	A27/03φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	
027	A27/03φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	
028	A27/10φA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	
029	A27/10φB	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
030	A27/10φC	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0

MODELO DE ENTRADA RN 7 - LINHA L1

MODELO DE ENTRADA RN 8 - LINHA L2

NUM	DISP.	CASOS								
		01	02	03	04	05	06	07	08	09
015	A04/04	1	1	1	0	0	0	0	0	0
016	A04/06	0	0	0	1	1	1	0	0	0
017	A04/08	0	0	0	0	0	0	1	1	1
121	21PL1I/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
122	21PL1I/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
123	21PL1I/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
124	21AL1I/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
125	21AL1I/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
126	21AL1I/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

NUM	DISP.	CASOS								
		01	02	03	04	05	06	07	08	09
033	A09/04	1	1	1	0	0	0	0	0	0
034	A09/06	0	0	0	1	1	1	0	0	0
035	A09/08	0	0	0	0	0	0	1	1	1
127	21PL2I/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
128	21PL2I/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
129	21PL2I/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
130	21AL2I/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
131	21AL2I/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
132	21AL2I/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 7 - LINHA L1

MODELO DE SAIDA RN 8 - LINHA L2

NUM	DISP.	CASOS								
		01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A04/04A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A04/04B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A04/04C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A04/06A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A04/06B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A04/06C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A04/08A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A04/08B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A04/08C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

NUM	DISP.	CASOS								
		01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A09/04A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A09/04B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A09/04C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A09/06A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A09/06B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A09/06C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A09/08A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A09/08B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A09/08C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 9 - LINHA L3
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
065	A16/04	1	1	1	0	0	0	0	0	0
066	A16/06	0	0	0	1	1	1	0	0	0
067	A16/08	0	0	0	0	0	0	1	1	1
133	21PL3I/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
134	21PL3I/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
135	21PL3I/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
136	21AL3I/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
137	21AL3I/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
138	21AL3I/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 10 - LINHA L4
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
083	A21/04	1	1	1	0	0	0	0	0	0
084	A21/06	0	0	0	1	1	1	0	0	0
085	A21/08	0	0	0	0	0	0	1	1	1
139	21PL4I/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
140	21PL4I/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
141	21PL4I/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
142	21AL4I/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
143	21AL4I/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
144	21AL4I/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 9 - LINHA L3
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A16/04A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A16/04B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A16/04C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A16/06A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A16/06B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A16/06C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A16/08A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A16/08B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A16/08C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 10 - LINHA L4
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A21/04A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A21/04B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A21/04C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A21/06A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A21/06B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A21/06C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A21/08A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A21/08B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A21/08C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 11 - UNID. 01
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
020	A05/05	1	1	1	0	0	0	0	0	0
022	A06/03	0	0	0	1	1	1	0	0	0
023	A06/04	0	0	0	0	0	0	1	1	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 12 - UNID. 02
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
026	A07/03	1	1	1	0	0	0	0	0	0
027	A07/04	0	0	0	1	1	1	0	0	0
028	A07/05	0	0	0	0	0	0	1	1	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 11 - UNID. 01
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A05/05A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A05/05B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A05/05C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A06/03A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A06/03B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A06/03C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A06/04A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A06/04B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A06/04C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 12 - UNID. 02
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A07/03A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A07/03B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A07/03C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A07/04A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A07/04B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A07/04C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A07/05A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A07/05B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A07/05C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 13 - UNID. 03
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
039	A10/05	1	1	1	0	0	0	0	0	0
041	A11/03	0	0	0	1	1	1	0	0	0
042	A11/04	0	0	0	0	0	0	1	1	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 13 - UNID. 03
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A10/05A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A10/05B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A10/05C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A11/03A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A11/03B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A11/03C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A11/04A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A11/04B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A11/04C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 15 - UNID. 05
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
070	A17/05	1	1	1	0	0	0	0	0	0
072	A18/03	0	0	0	1	1	1	0	0	0
073	A18/04	0	0	0	0	0	0	1	1	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 15 - UNID. 05
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A17/05A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A17/05B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A17/05C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A18/03A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A18/03B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A18/03C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A18/04A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A18/04B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A18/04C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 14 - UNID. 04
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
046	A12/03B	1	1	1	0	0	0	0	0	0
047	A12/04	0	0	0	1	1	1	0	0	0
048	A12/05	0	0	0	0	0	0	1	1	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 14 - UNID. 04
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A12/03A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A12/03B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A12/03C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A12/04A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A12/04B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A12/04C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A12/05A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A12/05B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A12/05C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 16 - UNID. 06
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
076	A19/03B	1	1	1	0	0	0	0	0	0
077	A19/14	0	0	0	1	1	1	0	0	0
078	A19/05	0	0	0	0	0	0	1	1	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 16 - UNID. 06
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A19/03A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A19/03B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A19/03C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A19/04A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A19/04B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A19/04C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A19/05A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A19/05B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A19/05C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 17 - UNID. 07
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
088	A22/05	1	1	1	0	0	0	0	0	0
090	A23/03	0	0	0	1	1	1	0	0	0
091	A23/04	0	0	0	0	0	0	1	1	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 17 - UNID. 07
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A22/05A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A22/05B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A22/05C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A23/03A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A23/03B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A23/03C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A23/04A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A23/04B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A23/04C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 19 - UNID. 09
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
101	A25/05	1	1	1	0	0	0	0	0	0
102	A26/03	0	0	0	1	1	1	0	0	0
103	A26/04	0	0	0	0	0	0	1	1	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 19 - UNID. 09
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A25/05A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A25/05B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A25/05C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A26/03A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A26/03B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A26/03C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A26/04A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A26/04B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A26/04C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 18 - UNID. 08
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
094	A24/03B	1	1	1	0	0	0	0	0	0
095	A24/04	0	0	0	1	1	1	0	0	0
096	A24/05	0	0	0	0	0	0	1	1	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 18 - UNID. 08
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09
001	A24/03A	1	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A24/03B	0	1	0	0	0	0	0	0	0
003	A24/03C	0	0	1	0	0	0	0	0	0
004	A24/04A	0	0	0	1	0	0	0	0	0
005	A24/04B	0	0	0	0	1	0	0	0	0
006	A24/04C	0	0	0	0	0	1	0	0	0
007	A24/05A	0	0	0	0	0	0	1	0	0
008	A24/05B	0	0	0	0	0	0	0	1	0
009	A24/05C	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 20 - T. AUX.
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06
008	A02/04	1	1	1	0	0	0
009	A04/08	0	0	0	1	1	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 20 - T. AUX.
CASOS

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06
001	A02/04A	1	0	0	0	0	0
002	A02/04B	0	1	0	0	0	0
003	A02/04C	0	0	1	0	0	0
004	A04/08A	0	0	0	1	0	0
005	A04/08B	0	0	0	0	1	0
006	A04/08C	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 21 - DISJUNTOR

NUM	CASOS DISP.	05TA1		05L01			05U01			05L02			05U03		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
001	A01/01	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
011	A03/01	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
018	A05/01	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
029	A08/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
036	A10/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
109	87A1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
110	87A1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
111	87A1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 21 - DISJUNTOR

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
001	A01/01A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A01/01B	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
003	A01/01C	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
004	A03/01A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
005	A03/01B	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
006	A03/01C	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
007	A05/01A	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
008	A05/01B	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
009	A05/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
010	A08/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
011	A08/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
012	A08/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
013	A10/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
014	A10/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
015	A10/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1



MODELO DE ENTRADA RN 22 - DISJUNTOR

CASOS		85TA1		85L01		85U02		85L02		85U04						
NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
005	A02/01	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
013	A04/01	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
024	A07/01	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
031	A09/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
043	A12/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
112	87A1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
113	87A1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
114	87A1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 22 - DISJUNTOR

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
001	A02/01A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A02/01B	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
003	A02/01C	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
004	A04/01A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
005	A04/01B	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
006	A04/01C	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
007	A07/01A	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
008	A07/01B	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
009	A07/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
010	A09/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
011	A09/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
012	A09/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
013	A12/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
014	A12/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
015	A12/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 23 - DISJUNTOR

CASOS		05LI1		05U05		05LI2		05U07		05U09						
NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
059	A15/01	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
068	A17/01	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
079	A20/01	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
086	A22/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0
097	A25/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1
115	87A2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
116	87A2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
117	87A2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 23 - DISJUNTOR

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
001	A15/01A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A15/01B	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
003	A15/01C	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
004	A17/01A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
005	A17/01B	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
006	A17/01C	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
007	A20/01A	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
008	A20/01B	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
009	A20/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
010	A22/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
011	A22/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
012	A22/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
013	A25/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
014	A25/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
015	A25/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 24 - DISJUNTOR

NUM	DISP.	85LI1		85U06			85LI2			85U08			85U9A		
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
062	A16/01	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
074	A19/01	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
081	A21/01	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0
092	A24/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
104	A27/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
118	87B2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
119	87B2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
120	87B2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0

MODELO DE SAIDA RN 24 - DISJUNTOR

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15
001	A16/01A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A16/01B	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
003	A16/01C	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
004	A19/01A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
005	A19/01B	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
006	A19/01C	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
007	A21/01A	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
008	A21/01B	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
009	A21/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
010	A24/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
011	A24/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
012	A24/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
013	A27/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
014	A27/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
015	A27/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

MODELO DE ENTRADA RN 25 - DISJUNTOR

NUM	CASOS DISP.	45U12		45U34		05A12		85B12		45U56		45U78							
		01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
021	A06/01	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
040	A11/01	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
049	A13/01	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
054	A14/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0
071	A18/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	0	0
089	A23/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
109	87A1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
110	87A1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
111	87A1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
112	87A2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
113	87A2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
114	87A2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
115	87B1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
116	87B1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
117	87B1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
118	87B2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
119	87B2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
120	87B2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
145	21PL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
146	21PL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
147	21PL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
148	21AL1/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
149	21AL1/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
150	21AL1/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
151	21PL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
152	21PL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
153	21PL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1
154	21AL2/A	1	0	0	1	0	0	1	0	1	1	0	0	1	0	0	1	0	0
155	21AL2/B	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0
156	21AL2/C	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	1

MODELO DE SAIDA RN 25 - DISJUNTOR

NUM	DISP.	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18
001	A06/01A	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
002	A06/01B	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
003	A06/01C	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
004	A11/01A	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
005	A11/01B	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
006	A11/01C	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
007	A13/01A	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
008	A13/01B	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
009	A13/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
010	A14/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0
011	A14/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0
012	A14/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
013	A18/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
014	A18/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0
015	A18/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
016	A23/01A	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
017	A23/01B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
018	A23/01C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

ENTRADAS DAS RNAs AUXILIARES
A PARTIR DO VETOR DE DADOS DE LEITURA

RN	EN	SA	RELES DPS	RELES DA SIG	RELES SEMD
L1	21	09	15 16 17	121 122 123 124 125 126	145 A 156
L2	21	09	33 34 35	127 128 129 130 131 132	145 A 156
L3	21	09	65 66 67	133 134 135 136 137 138	145 A 156
L4	21	09	83 84 85	139 140 141 142 143 144	145 A 156
A1	25	30	02 03 04 12 19 30 37	38 50 52 109 110 111	145 A 156
B1	25	30	06 07 10 14 25 32 44	45 55 56 112 113 114	145 A 156
A2	25	30	51 52 60 61 69 80 87	98 100 101 115 116 117	145 A 156
B2	25	30	56 58 63 64 75 82 93	105 106 108 118 119 120	145 A 156
U1	15	09	20 22 23		145 A 156
U2	15	09	26 27 28		145 A 156
U3	15	09	39 41 42		145 A 156
U4	15	09	46 47 48		145 A 156
U5	15	09	70 72 73		145 A 156
U6	15	09	76 77 78		145 A 156
U7	15	09	88 90 91		145 A 156
U8	15	09	94 95 96		145 A 156
U9	15	09	100/2/3		145 A 156
AU	14	06	08 09		145 A 156
D1	20	15	01 11 18 29 36	109/10/11	145 A 156
D2	20	15	05 13 24 31 43	112/13/14	145 A 156
D3	20	15	59 68 79 86 97	115/16/17	145 A 156
D4	20	15	62 74 82 92 104	118/19/20	145 A 156
D5	30	18	21 40 49 54 71 89	109 A 120	145 A 156



Apêndice 3

Programa Computacional

DESENVOLVIMENTO DO PROGRAMA COMPUTACIONAL

O programa de Diagnóstico de Falhas foi desenvolvido num micro PC-486DX de 66 MHz. O tempo medio de resposta para o caso do treinamento foi de em torno a 2 min. Para o caso da ativação (resposta on-line aos casos reais) foi em torno a 5 seg., demonstrando o excelente desempenho do algoritmo adotado.

Foram utilizadas duas linguagens de programação: FORTRAN e C.

A linguagem FORTRAN foi utilizada por ser mais apropriada para o cálculo numérico. O cálculo da matriz dos pesos pelos mínimos-quadrados, assim como a transformação não linear, estão feitas nesta linguagem. O resultado final constitui o treinamento da rede.

Para o gerenciamento do processo foi escolhida a linguagem C, por apresentar um melhor perfil para o tratamento dos dados. Ela também possui recursos interessantes relativos às funções de entrada e saída.

Foi dado a este programa o nome de "Sistema de Detecção de Falhas - SDF", tendo como função principal a tarefa de efetuar a interface amigável com o usuário.

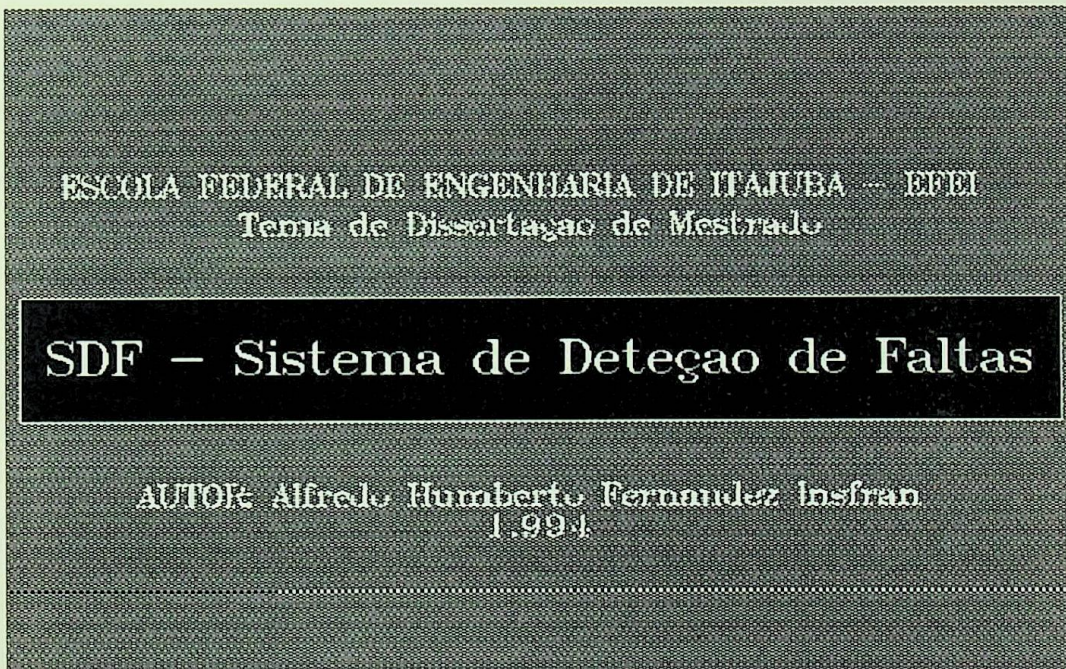
Este programa apresenta um Menu no qual podem ser escolhidas as funções de entrada de dados, cálculo do processo e de apresentação dos resultados. Ele também dispõe de uma função suplementar que permite fazer diagnósticos baseados em casos históricos.

Tanto a ativação da RNA, como o processo de aprendizado apresentam um diagrama de fluxo simples. Assim, no aprendizado, é efetuada somente a leitura dos parâmetros da rede e dados de treinamento, a transformação não linear e o cálculo dos mínimos-quadrados, resultando a matriz dos pesos.

Na ativação, além da transformação não linear, é feita somente o produto das entradas pelos pesos correspondentes, resultando na saída da RNA, e portanto o diagnóstico das faltas.

Todos os processos são feitos para cada rede neural, resultando um conjunto de 25 programas executáveis, além do programa gerenciador do processo.

Na seqüência apresentamos as telas principais do programa gerenciador do processo, assim como os Diagramas de Fluxo do Aprendizado e da Ativação.



- Tela No 1. Entrada ao Sistema.

Tela No 2. Entrada de Dados

SDF – SISTEMA DE DETEÇÃO DE FALTAS Menu Geral

- L – Para Leitura Casos do Arquivo
- M – Para Entrada Manual de Dados
- P – Para Processamento dos Dados
- V – Para Visualização de Resultados
- S – Para Sair do Programa

- Tela No 2. Menu de acesso as opções

SDF – SISTEMA DE DETEÇÃO DE FALTAS							
Entrada de Relés e Disjuntores – Falha 1							
D05TA1 0	D05L01 0	D05U01 0	D05L02 1	D05U03 0	D05A12 0	D45U12 0	D45U34 1
D85TA1 1	D85L01 0	D85U02 0	D85L02 0	D85U04 1	D85B12 1	D05L11 0	D05U05 0
D05L12 0	D05U07 0	D05U09 0	D45U56 0	D45U78 0	D85L11 1	D85U06 0	D85L12 0
D85U08 0	D85U9A 1	R87A1P 1	R87A1A 0	R87B1P 0	R87B1A 0	R87A2P 0	R87A2A 0
R87B2P 1	R87B2A 1	RBFBA1 0	RBFBA2 0	RBFBB1 0	RBFBB2 1	RDL1PI 0	RDL1AI 0
RDL2PI 0	RDL2AI 1	RDL3PI 0	RDL3AI 0	RDL4PI 0	RDL4AI 1	R87U01 0	R87TU1 0

Presione '1' para Marcar, ou 'ENTER' para Navegar

- Tela No 3. Entrada de Dados



SDF – SISTEMA DE DETEÇÃO DE FALTAS

Entrada de Dispositivos de Gas e Fases – Folha 4

RDP1SA 1	RDP1SB 0	RDP1SC 0	RDA1SA 1	RDA1SB 0	RDA1SC 0	RDP2SA 0	RDP2SB 1
RDP2SC 0	RDA2SA 0	RDA2SB 1	RDA2SC 0				

FIM DA ENTRADA DE DADOS – 'ENTER' para Continuar

Presione '1' para Marcar, ou 'ENTER' para Navegar

- Tela No 4. Saída da Entrada de Dados

**SDF – Resultado do Procesamento
Equipos e Compartimentos en Falta**

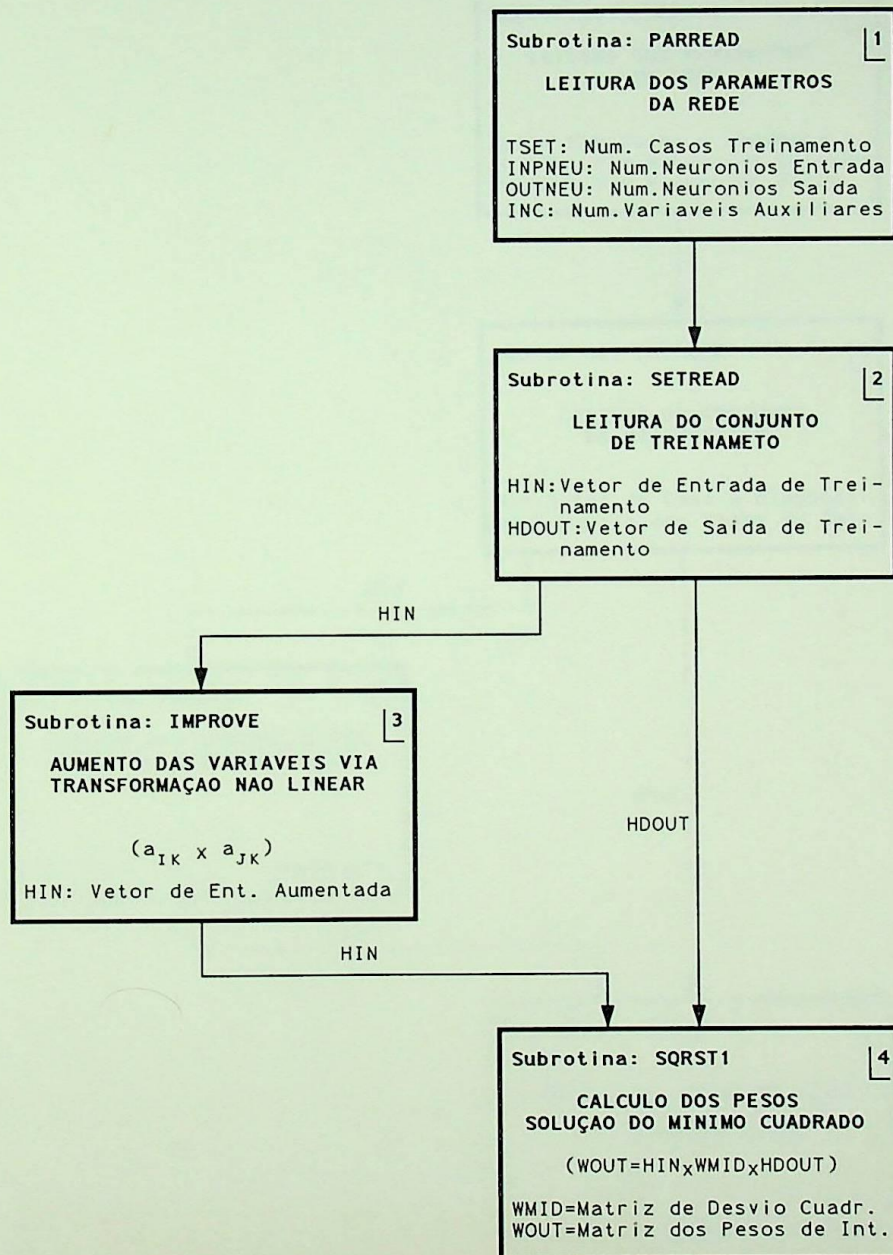
Equipo en Falta: Unha 13
 Equipo en Falta: Disjuntor 45 U12

Compartimento: A16/08 – Fase A
 Compartimento: A23/01 – Fase C

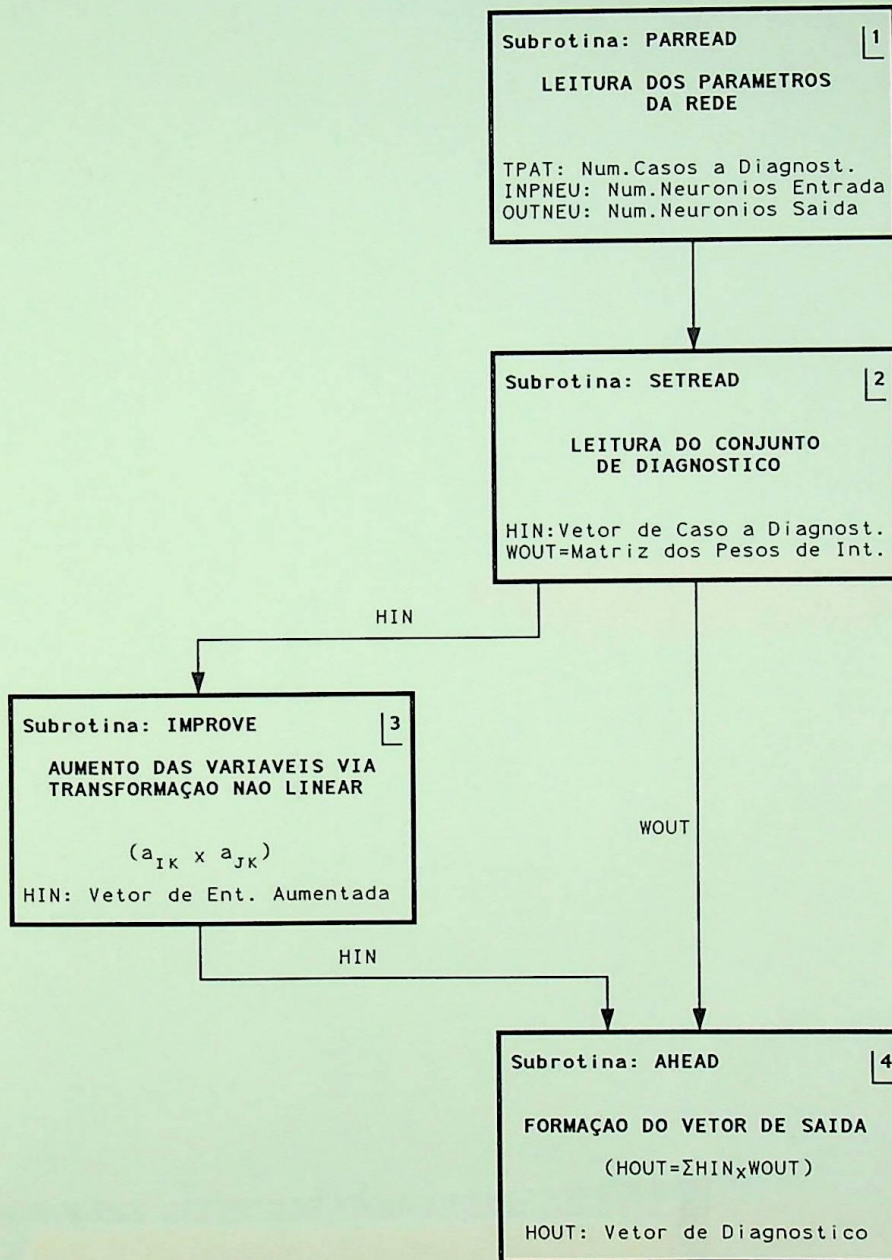
Presione 'P' para Imprimir, ou 'S' para Concluir

- Tela No 4. Visualização dos Resultados

TREINAMENTO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL
DIAGRAMA DE FLUXO



ATIVAÇÃO DA REDE NEURAL ARTIFICIAL
DIAGRAMA DE FLUXO



SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE BIBLIOTECAS

SECRETARIA DE BIBLIOTECAS
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE CULTURA

SECRETARIA DE BIBLIOTECAS
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE CULTURA

SECRETARIA DE BIBLIOTECAS
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE CULTURA

SECRETARIA DE BIBLIOTECAS
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE CULTURA

EFEI - BIBLIOTECA MAUÁ
8200781



NÃO DANIFIQUE ESTA ETIQUETA

DATA	21 / 03 / 95
PROC.	xxxx
RED.	
LIV.	
23	doaca